

目 录

一、结构构造设计	
(一) 材料	
混凝土的强度和弹性模量	3
钢筋的强度和弹性模量	4
钢筋的品种	6
钢筋的性能	7
钢筋选用及钢筋的横截面面积和质量	8
钢筋的表示方法	9
(二) 构造一般规定	
伸缩缝间距	10
混凝土保护层	11
钢筋的锚固	12
钢筋接头的形式	13
钢筋接头面积允许百分率和接头搭接长度	14
钢筋接头使用规定及最小配筋率	15
混凝土结构抗震等级	16
抗震结构纵向钢筋锚固和搭接长度	17
预应力钢筋混凝土结构构件的构造规定	18
预埋件	20
吊环	21
(三) 一般结构构件	
1. 板	22
现浇板的厚度	22
板中钢筋的直径及间距	23
现浇板的构造负筋	24
板受力钢筋的锚固	25
板中受力钢筋的弯起	26
单向板弯起式配筋	27
单向板分离式配筋	28
双向板弯起式配筋	29
双向板分离式配筋	30
悬臂板配筋	31
板上孔洞加固配筋及屋面板洞口周边处理	32
现浇钢筋混凝土楼板配筋	33
预制钢筋混凝土实心板	34
预应力混凝土圆孔板	36
6m 槽形实心板	37
钢筋混凝土沟盖板	38
带人孔钢筋混凝土沟盖板	39
2. 梁	40
梁的截面尺寸和梁、板的支承长度	40
简支梁的配筋	41
梁的纵向受力钢筋的直径和间距	42
梁的纵向受力钢筋的锚固长度	43
梁的弯起钢筋	44
梁内弯起钢筋长度	45
梁的箍筋	46
梁的纵向构造钢筋和附加横向钢筋	47
梁折角处配筋	48
圈梁的构造要求	49
独立梁翼缘构造配筋和梁垫的配筋	50

悬臂梁和梁支托的配筋	51
梁孔加固配筋	52
预制钢筋混凝土过梁	53
圈梁	54
花篮梁	55
预制钢筋混凝土开间梁	56
预制钢筋混凝土进深梁	58
预制钢筋混凝土悬挑梁	61
现浇单向板肋形楼盖上、次梁配筋	63
民用建筑叠合梁	64
3. 柱	65
柱的纵向钢筋	65
柱的箍筋	66
一般柱的配筋要求	67
4. 外墙板	68
外墙板连接构造	68
外墙板节点	69
外墙板实例	70
5. 楼梯、阳台、挑檐、雨篷	72
现浇板式楼梯配筋	72
现浇梁式楼梯和悬挑楼梯配筋	73
钢筋混凝土板式楼梯	74
预制钢筋混凝土住宅楼梯	75
钢筋混凝土悬挑楼梯	80
钢筋混凝土预制阳台	82
预制挑檐板	85
悬挑雨篷及遮阳板	89
预制钢筋混凝土雨罩	90
(四) 钢筋混凝土楼盖	
钢筋混凝土装配式楼盖	91
单向密肋楼盖构造	92
双向密肋楼盖构造	93

无梁楼盖板带划分和柱帽构造配筋	94
无梁楼盖柱上和跨中板带配筋构造	95
无梁楼盖无柱帽构造	96
无梁楼盖孔洞加固及圈梁配筋	97

(五) 多层砖房抗震加固

——构造柱与圈梁

构造柱的设置与构造要求	98
构造柱的最小截面及配筋	99
构造柱与墙体的连接	100
构造柱与楼(屋)盖的连接	101
构造柱根部与基础的连接	102
圈梁的设置与构造要求	103
钢筋混凝土板底圈梁	104
钢筋混凝土高低圈梁	105
预制板的连接	107

(六) 现浇钢筋混凝土框架结构

非抗震设计现浇框架梁构造	108
非抗震设计现浇框架柱构造	109
现浇框架节点配筋构造	110
现浇框架结构的抗震构造	111
现浇框架抗震构造配筋(7度)	113
现浇框架抗震构造配筋(8度)	114
现浇框架抗震构造配筋(9度)	115
某框架结构主、次梁	116
某框架结构柱(Z_1)	117
某框架结构柱(Z_2)	117
某工程框架结构总说明	119
某工程一层顶板平面图	121
某工程二层顶板平面图	122
某工程三层顶板平面图	123
某工程一层顶板梁结构图	124
某工程二层顶板梁结构图	125

某工程三层顶板梁结构图	126
某工程一层柱结构图	127
某工程二层柱结构图	128
某工程三层柱结构图	129
某工程电梯井筒结构图及墙体构造大样	130
某工程1号楼梯剖面图	131
某工程1号楼梯详图	132

(七) 装配整体式框架结构

装配整体式框架概要	133
民用建筑预制框架短柱	134
装配整体式框架节点与连接的类别及选用	135
柱与柱连接	136
长柱框架实例: 平面位置和设计说明	143
Z _A -1、Z _B -1 模板图	144
Z _A -1 钢筋图	145
Z _B -1 钢筋图	146
KL-1、2、3 模板图	147
KL-1、2、3 钢筋图	148

(八) 单层工业厂房

钢筋混凝土吊车梁的构造配筋	149
6m 钢筋混凝土吊车梁	150
6m 钢筋混凝土墙托梁与防风梁	151
工字形柱的构造	152
牛腿的尺寸和钢筋配置	153
钢筋混凝土工字形柱	154
钢筋混凝土防风柱	155
防风柱与屋面梁(屋架)连接	156
钢筋混凝土抗震柱附加构造配筋	157
某工程结构设计总说明、构件表	158
某工程柱网平面图	159
某工程柱 Z ₁ 模板、配筋图	160
某工程柱 Z _{1a} 模板、配筋图	161

某工程 Z ₂ 模板、配筋图	162
某工程屋面板、吊车梁、柱间支撑布置图	163
某工程柱间支撑 A-A 剖面、支撑 ZC-2 大样图	164
某工程柱间支撑 ZC-1 大样图	165
某工程柱间支撑 ZC-3 柱与圈梁及墙连接	166
某工程现浇门框模板及配筋图、墙与屋面梁、柱连接	167
某工程圈梁平面布置、圈梁断面图	168

(九) 剪力墙结构

非抗震设计时剪力墙的构造要求	169
抗震设计时剪力墙的截面要求及边缘构件的设置	170
错洞剪力墙的构造要求和剪力墙分布筋加强区	171
剪力墙的配筋构造	172
剪力墙墙内钢筋的锚固和搭接	173
小墙肢和连梁的配筋构造	174
剪力墙小洞口的加固	175
一般剪力墙节点	176
现浇墙体的门窗过梁配筋	179
某工程剪力墙 JQ1 立剖面及截面详图	180
某工程剪力墙 JQ2、JQ2A 平面及洞口加筋详图	182
某工程一层剪力墙平面图	184

二、施 工

(一) 模板工程

1. 木模板	189
木模板的配制要求	189
墙模板	190
柱模板	191
梁模板	192
平板模板	193
圈梁、雨篷和挑檐板模板	194
楼梯模板	195
现场预制构件模板	196
常用木模板用料参考表	197

2. 组合钢模板	198
钢模板—平面模板	198
钢模板—转角模板	199
钢模板—其他模板	200
连接件—U形卡、L形插销、钩头螺栓与紧固螺栓	201
连接件—扣件与模板拉杆	202
钢模板连接示意	203
支撑件—钢楞与柱箍	204
支撑件—梁卡具	206
支撑件—圈梁卡	207
支撑件—钢支柱、斜撑	208
支撑件—桁架	209
钢模板配板原则与方法	210
钢模板实用组配方法	212
柱的配板设计	214
墙的配板设计	215
梁与楼板的配板设计	216
施工前的准备工作	217
柱模板安装	221
墙模板安装	222
梁与楼板模板安装	223
3. 模板安装要求	224
4. 现浇结构模板的拆除	225

(二) 钢筋工程

钢筋的检验与存放	226
钢筋冷拉	227
钢筋冷拔	228
钢筋除锈与调直	229
钢筋切断	230
钢筋弯曲成型	231
闪光对焊	234
电阻点焊	236

电弧焊	237
电渣压力焊	238
气压焊	239
埋弧压力焊	240
水平钢筋窄间隙焊	241
套筒挤压连接	242
锥螺纹套筒连接	245
钢筋配料	246
钢筋代换	248
钢筋的现场绑扎	249
钢筋网与钢筋骨架的安装	250
钢筋安装完毕后质量检查	251

(三) 混凝土工程

混凝土的组成材料与施工工艺流程	252
常用混凝土配合比参考表与施工配合比	253
混凝土的搅拌	256
混凝土运输	257
混凝土的浇筑与振捣	259
混凝土的自然养护	262
混凝土质量检查	263
混凝土缺陷修整	266

(四) 预应力混凝土工程

1. 先张法	267
先张法施工工艺流程	267
台座	268
夹具	269
张拉设备	271
先张法施工工艺	272
2. 后张法	275
后张法施工工艺流程	275
锚具和预应力筋制作	276
张拉机具设备	282

后张法施工工艺	284
3. 无粘结预应力	286
无粘结预应力筋制作	286

无粘结预应力施工工艺	287
参考文献	288

一、结构构造设计

(一) 材 料

混凝土强度标准值 (N/mm²)

项次	强度种类	符 号	混 凝 土 强 度 等 级											
			C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
1	轴心抗压	f_{ck}	5	6.7	10	13.5	17	20	23.5	27	29.5	32	34	36
2	弯曲抗压	f_{cmk}	5.5	7.5	11	15	18.5	22	26	29.5	32.5	35	37.5	39.5
3	抗 拉	f_{tk}	0.75	0.9	1.2	1.5	1.75	2	2.25	2.45	2.6	2.75	2.85	2.95

混凝土强度设计值 (N/mm²)

项次	强度种类	符 号	混 凝 土 强 度 等 级											
			C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
1	轴心抗压	f_c	3.7	5	7.5	10	12.5	15	17.5	19.5	21.5	23.5	25	26.5
2	弯曲抗压	f_{cm}	4.1	5.5	8.5	11	13.5	16.5	19	21.5	23.5	26	27.5	29
3	抗 拉	f_t	0.55	0.65	0.9	1.1	1.3	1.5	1.65	1.8	1.9	2	2.1	2.2

- 注: 1. 混凝土垂直浇筑且一次浇筑层高大于 1.5m 时, 表中混凝土的强度设计值应乘以系数 0.9。
2. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时, 如截面的长边或直径小于 300mm, 则表中混凝土的强度设计值应乘以系数 0.8; 当构件质量 (如混凝土成型、截面和轴线尺寸等) 确有保证时, 可不受此限。注 1 与注 2 不同时考虑。
3. 离心混凝土的强度设计值应按专门规定取用。

混凝土弹性模量 E_c (N/mm²)

项次	混凝土强度等级	弹性模量	项次	混凝土强度等级	弹性模量
1	C7.5	1.45×10^4	7	C35	3.15×10^4
2	C10	1.75×10^4	8	C40	3.25×10^4
3	C15	2.20×10^4	9	C45	3.35×10^4
4	C20	2.55×10^4	10	C50	3.45×10^4
5	C25	2.80×10^4	11	C55	3.55×10^4
6	C30	3.00×10^4	12	C60	3.60×10^4

注: 混凝土的剪变模量 G_c 可按上表混凝土弹性模量 E_c 的 0.4 倍采用。

混凝土强度等级按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值系指按照标准方法制作养护的边长为 150mm 的立方体试件在 28d 龄期, 用标准试验方法测得具有 95% 保证率的抗压强度。

混凝土强度等级用符号 C 和立方体抗压强度标准值表示。

混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C15; 当采用 II 级钢筋时, 混凝土强度等级不宜低于 C20; 当采用 III 级钢筋以及对承受重复荷载的构件, 混凝土强度等级不得低于 C20。

预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C30; 当采用碳素钢丝、钢绞线、热处理钢筋作预应力钢筋时, 混凝土强度等级不宜低于 C40。

混凝土强度标准值和设计值按表中数值采用。

混凝土受压或受拉时的弹性模量 E_c 按表中数值采用。

混凝土剪变模量 G_c 可按混凝土弹性模量的 0.4 倍采用。

混凝土泊松比 ν_c 可采用 0.2。

在抗震结构中, 对框架梁、柱和节点, 当按一级抗震等级设计时, 其混凝土强度等级不宜低于 C30; 当按二、三级抗震等级设计时, 其混凝土强度等级不应低于 C20, 对剪力墙, 其混凝土强度等级不应低于 C20。

图名

混凝土的强度和弹性模量

图页

1—1

钢筋强度标准值 (N/mm²)

种	类	f_{yk} 或 f_{pyk} 或 f_{sk} 或 f_{pk}
热轧钢筋	I级 (Q235)	235
	II级 (20MnSi, 20MnNb (b))	335
	III级 (20MnSiV, 20MnTi, K20MnSi)	400
	IV级 (40Si2MnV, 45SiMnV, 45Si2MnTi)	540
冷拉钢筋	I级 ($d \leq 12$)	280
	II级 $d \leq 25$ $d = 28 \sim 40$	450 430
	III级	500
	IV级	700
冷肋轧钢带筋	LL550 ($d = 4 \sim 12$)	550
	LL650 ($d = 4, 5, 6$)	650
	LL800 ($d = 5$)	800
热钢处理筋	40Si2Mn ($d = 6$) 48Si2Mn ($d = 8.2$) 45Si2Cr ($d = 10$)	1470

注: III级 K20MnSi 钢筋系余热处理钢筋。

钢筋抗拉、抗压强度设计值 (N/mm²)

种	类	f_y 或 f_{py}	f'_y 或 f'_{py}
热轧钢筋	I级 (Q235)	210	210
	II级 (20MnSi, 20MnNb (b))	310	310
	III级 (20MnSiV, 20MnTi, K20MnSi)	360	360
	IV级 (40Si2MnV, 45SiMnV, 45Si2MnTi)	500	400
冷拉钢筋	I级 ($d \leq 12$)	250	210
	II级	$d \leq 25$ $d = 28 \sim 40$	380 310
	III级	420	360
	IV级	580	400
冷肋轧钢带筋	LL550 ($d = 4 \sim 12$)	360	360
	LL650 ($d = 4, 5, 6$)	430	380
	LL800 ($d = 5$)	530	380
热钢处理筋	40Si2Mn ($d = 6$) 48Si2Mn ($d = 8.2$) 45Si2Cr ($d = 10$)	1000	400

- 注: 1. 在钢筋混凝土结构中, 轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 310N/mm² 时, 仍应按 310N/mm² 取用, 其他构件的钢筋抗拉强度设计值大于 360N/mm² 时, 仍应按 360N/mm² 取用; 对于直径大于 12mm 的 I 级钢筋, 如经冷拉, 不得利用冷拉后的强度;
2. 当钢筋混凝土结构的混凝土强度等级为 C10 时, 光面钢筋的强度设计值应按 190N/mm² 取用, 变形钢筋的强度设计值应按 230N/mm² 取用;
3. 成盘供应的 LL550 级冷肋带肋钢筋经机械调直后, 抗拉强度设计值应降低 20N/mm², 且抗压强度设计值不应大于相应的抗拉强度设计值;
4. 构件中配有不同种类的钢筋时, 每种钢筋根据其受力情况应采用各自的强度设计值。

图名

钢筋的强度和弹性模量 (-)

图页

1—2

钢丝强度标准值 (N/mm²)

项次	钢筋种类		钢筋强度标准值	
1	碳素钢丝	φ4	1670	
		φ5	1570	
2	刻痕钢丝	φ5	1470	
3	钢绞线	9.0 (7φ3)	1670	
		12.0 (7φ4)	1570	
		15.0 (7φ5)	1470	
4	冷拔低碳钢丝	甲级	I 组 : II 组	
			φ4	700
		φ5	650	600
		乙级	φ3~φ5 : 550	

注：碳素钢丝系指国家标准《预应力混凝土用钢丝》GB5223—85 中的矫直回火钢丝。

钢丝强度设计值 (N/mm²)

项次	钢筋种类	符号	钢筋抗拉强度设计值	钢筋抗压强度设计值
1	碳素钢丝	Φ ^a	φ4	1130
			φ5	1070
2	刻痕钢丝	Φ ^b	1000	360
3	钢绞线	Φ ^c	9.0 (7φ3)	1130
			12.0 (7φ4)	1070
			15.0 (7φ5)	1000

续表

项次	钢筋种类	符号	钢筋抗拉强度设计值		钢筋抗压强度设计值
			I 组	II 组	
4	冷拔低碳钢丝	甲级 φ4 φ5	460	430	400
			430	440	
		乙级 φ3~φ5 用于焊接骨架和焊接网时 用于绑扎骨架和绑扎网时	320 250		320 250

钢筋弹性模量 E_s (N/mm²)

项次	钢筋种类	弹性模量
1	I 级钢筋、冷拉 I 级钢筋	2.1 × 10 ⁵
2	II 级钢筋、III 级钢筋、IV 级钢筋、热处理钢筋、碳素钢丝、冷拔低碳钢丝	2.0 × 10 ⁵
3	冷拉 II 级钢筋、冷拉 III 级钢筋、冷拉 IV 级钢筋、刻痕钢丝、钢绞线	1.8 × 10 ⁵

钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。

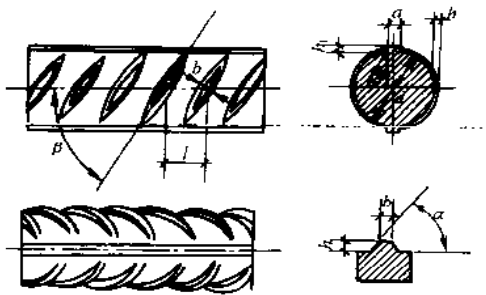
热轧钢筋和冷拉钢筋的强度标准值系根据屈服强度确定，对普通钢筋用 f_{yk} 表示，对预应力钢筋用 f_{pyk} 表示。

钢丝、钢绞线和热处理钢筋的强度标准值系根据极限抗拉强度确定，对乙级冷拔低碳钢丝用 f_{sk} 表示，用作预应力钢筋的碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线、甲级冷拔低碳钢丝和热处理钢筋用 f_{pyk} 表示。

表中列出钢筋和钢丝的强度标准值和设计值。

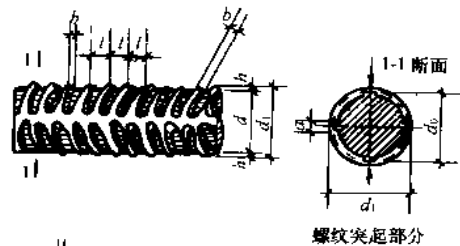
钢筋弹性模量 E_s 按表中数值采用。

图名	钢筋的强度和弹性模量(二)	图页	1—3
----	---------------	----	-----

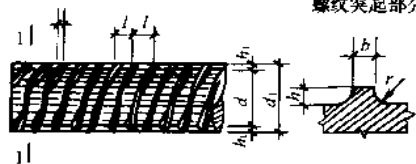


月牙肋钢筋表面及截面形状

d —钢筋内径; α —横肋斜角; h —横肋高度; β —横肋与轴线夹角; a —纵肋高度; b —纵肋斜角; c —纵肋顶宽; l —横肋间距; b —横肋顶宽

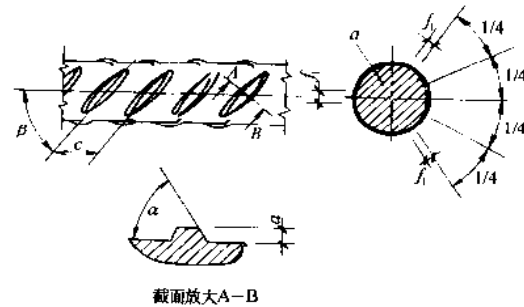


螺纹突起部分



等高肋钢筋表面及截面形状

d —钢筋内径; a —纵肋宽度; h —横肋高度; b —横肋顶宽; h_1 —纵肋高度; l —横肋间距; r —横肋根部圆弧半径



截面放大A-B

冷轧带肋钢筋的外形

钢筋的品种繁多。

钢筋按生产工艺可分为：热轧钢筋、冷拉钢筋、冷拔钢丝、热处理钢筋、碳素钢丝、刻痕钢丝和钢绞线。用于预应力混凝土结构的钢筋有冷拉钢筋、冷拔钢丝、冷轧带肋钢筋、碳素钢丝、钢绞线、热处理钢筋等。

钢筋按化学成分可分为：碳素钢钢筋和普通低合金钢钢筋。碳素钢钢筋按含碳量多少，又可分为：低碳钢钢筋(含碳量低于0.25%)、中碳钢钢筋(含碳量0.25%~0.7%)和高碳钢钢筋(含碳量大于0.7%)。普通低合金钢钢筋是在低碳钢和中碳钢的成分中加入少量合金元素，获得强度高和综合性能好的钢种，如25MnSi、20MnTi等。

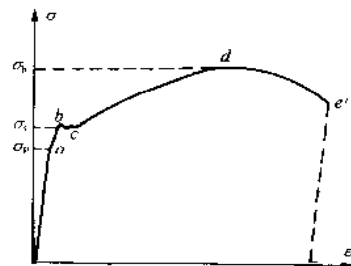
钢筋按轧制外形可分为：光圆钢筋和带肋钢筋。带肋钢筋按肋的形状又可分为月牙肋钢筋和等高肋钢筋，如图所示。

钢筋按供货方式可分为：盘圆钢筋(直径不大于10mm)和直条钢筋(长度6~12m，按需方要求，也可按定尺供应)。

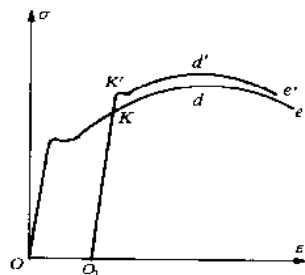
图名	钢筋的品种	图页	1—4
----	-------	----	-----



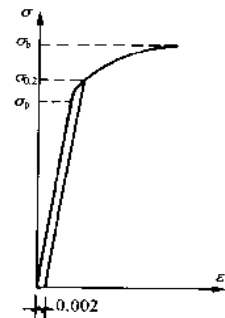
钢筋试件



热轧钢筋的应力 - 应变图



冷拉钢筋的应力 - 应变图



冷拔钢丝的应力 - 应变图

钢筋的机械性能通过试验来测定，并用屈服强度、极限强度、伸长率、冷弯性能四个指标来衡量。

将图示钢筋试件夹在万能试验机上下夹头上，开动试验机，对钢筋缓慢施加拉力，钢筋产生变形，获得钢筋的应力 - 应变图

热轧钢筋，具有软钢性质，有明显的屈服点。a 点之前，应力与应变成正比，呈弹性工作阶段，a 点的应力值 σ_p 称为比例极限；在应力超过 a 点后，应力与应变不成比例，有塑性变形，应力值保持在某一数值附近上、下波动，而应变继续增加，这一阶段最低点 C 的应力值称为屈服点(屈服强度) σ_s ；超过屈服阶段后，应力与应变又呈上升状态，直至最高点 d，称为强化阶段，d 点的应力值称为抗拉强度(强度极限) σ_b ；从最高点 d 至断裂点 e' 钢筋产生颈缩现象，荷载下降，伸长增大，很快被拉断。

冷拉钢筋的应力 - 应变图是在热轧钢筋的应力 - 应变图的基础上，将钢筋冷拉至其应力超过屈服点，例如 K 点，然后卸去外力，由于钢筋产生塑性变形，卸荷过程中应力 - 应变曲线沿直线 KO_1 降

至 O_1 点。如立即重新加载，应力 - 应变曲线将沿 O_1Kde 变化，并在 K 点出现新的屈服点。钢筋冷拉后放置一定时间，再行加载，则应力 - 应变曲线将沿 $O_1K'd'e'$ 变化，屈服点提高到 K' 点。这种不经过热处理而提高材料屈服点的方法称为冷作硬化。经过冷作硬化后，材料的塑性有所降低，但仍具有软钢性质。

冷拔钢丝的应力 - 应变图呈硬钢性质，无明显屈服点。一般将对应于塑性应变为 0.2% 时的应力定为屈服强度，并以 $\sigma_{0.2}$ 表示。冷拔钢丝的 $\sigma_{0.2} = 0.87\sigma_b$ ， $\sigma_p = 0.78\sigma_b$ 。

钢筋拉断时，被拉长增加的长度与原长度的比率，称为伸长率，又称为延伸率，也是通过拉伸试验来测定，用百分率(%)表示。

冷弯性能是将钢筋试件在规定直径的弯心上冷弯到 90° 或 180° ，然后检查钢筋试件有无裂缝、鳞落、断裂等现象。

图名	钢筋的性能	图页	1—5
----	-------	----	-----

钢筋混凝土与预应力混凝土结构的钢筋选用

项次	结构中钢筋分类		混凝土强度等级	宜采用钢筋
1	受 力 钢 筋	非预应力钢筋	C15	I级、II级
			≥C20	II级、III级
2	受 力 钢 筋	预应力钢筋		冷拉I级、II级、III级、IV级钢筋 光面钢丝、刻痕钢丝、钢 绞线、热处理钢筋、甲级冷 拔低碳钢丝
3			非受力钢筋 (架立、分布、构造筋)	I级、II级 乙级冷拔低碳钢丝

注：1. 下列情况不得采用冷拉钢筋做非预应力的受力钢筋：

- a. 承受冲击、脉冲及多次重复荷载的结构；
- b. 需要验算疲劳的构件；
- c. 承受冲击荷载的动力设备基础；
- d. 由于吊车荷载产生变应力的柱；
- e. 环境计算温度低于-30℃时的结构；
- f. 预制构件的吊环。

2. 下列情况不宜采用冷拉钢筋做非预应力钢筋，若采用时不得利用其冷拉强度：

- a. 受压钢筋；
- b. 严格控制裂缝的钢筋混凝土结构。

3. 下列情况不得采用冷轧钢筋：

- a. 承受冲击、脉冲及多次重复荷载的结构；
- b. 需要做疲劳验算的结构；
- c. 环境计算温度低于-10℃时的结构。

4. 使用冷拔低碳钢丝时，应遵守下列规定：

- a. 甲级低碳冷拔钢丝主要用于预应力小型构件；乙级低碳冷拔钢丝用于焊接骨架、焊接网、绑扎骨架、绑扎网、箍筋及构造筋；
- b. 处于有侵蚀性介质的结构，如无特殊措施者，不得采用冷拔低碳钢丝做预应力钢筋；
- c. 有不透水性要求的钢筋混凝土结构，不宜采用冷拔低碳钢丝。

热轧光面钢筋与带肋钢筋的直径、横截面面积和质量

公称直径 (mm)	公称横截面面积 (mm ²)	公称质量 (kg/m)
6	28.3	0.222
6.5	33.2	0.260
8	50.27	0.395
10	78.54	0.617
12	113.1	0.888
14	153.9	1.21
16	201.1	1.58
18	254.5	2.00
20	314.2	2.47
22	380.1	2.98
25	490.9	3.85
28	615.8	4.83
32	804.2	5.37
36	1018	7.99
40	1257	9.87

注：1. 圆盘条直径6~14mm，光面钢筋直径8~20mm，带肋钢筋直径8~40mm；

2. 重量允许偏差：直径6~12mm为±7%，14~20mm为±5%，22~40mm为±4%；

3. 推荐的钢筋公称直径8、10、12、16、20、25、32、40mm。

图名

钢筋选用及钢筋的横截面面积和质量

图页

1—6

一般钢筋

序号	名称	图例	说明
1	钢筋横断面		
2	无弯钩的钢筋端部		下图表示长短钢筋投影重叠时可在短钢筋的端部用45°短划线的表示
3	带半圆形弯钩的钢筋端部		
4	带直钩的钢筋端部		
5	带丝扣的钢筋端部		
6	无弯钩的钢筋搭接		
7	带半圆弯钩的钢筋搭接		
8	带直钩的钢筋搭接		
9	套管接头(花篮螺丝)		

钢筋种类和代号

钢筋种类	代号	钢筋种类	代号
I级钢筋(即Q235光圆钢筋)	ϕ	冷拉I级钢筋	ϕ'
II级钢筋(如16锰人字纹筋)	ϕ	冷拉II级钢筋	ϕ'
III级钢筋(如25锰硅人字纹筋)	ϕ	冷拉III级钢筋	ϕ'
IV级钢筋(光圆或螺纹筋)	ϕ	冷拉IV级钢筋	ϕ'
热处理钢筋	ϕ'	冷拔低碳钢丝	冷拔低碳钢丝 ϕ_b

根据中华人民共和国国家标准,《建筑结构制图标准》GBJ105—87的规定,钢筋在图中的表示方法应符合表中的规定画法。各种种类钢筋的代号如表中所示。

图名

钢筋的表示方法

图页

1—7

(二) 构造一般规定

钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距 (m)

项次	结构类别		室内或土中	露天
1	排架结构	装配式	100	70
2	框架结构	装配式	75	50
		现浇式	55	35
3	剪力墙结构	装配式	65	40
		现浇式	45	30
4	挡土墙、地下室墙壁等结构	装配式	40	30
		现浇式	30	20

- 注：1. 如有充分依据或可靠措施，或通过计算，表中数值可予增减。
 2. 屋面板上部无保温或隔热措施时，对框架、剪力墙结构伸缩缝的间距，可按表中露天栏的数值选用；对排架结构可按表中室内栏的数值适当减小。
 3. 排架结构的柱高（从基础顶面算起）低于8m时，宜适当减小伸缩缝间距。
 4. 剪力墙结构系指房屋中承受竖向及水平荷载的钢筋混凝土墙体。外墙装配、内墙现浇的结构，其伸缩缝间距宜按表中数值适当减小。现浇墙体在施工中应采取减少混凝土收缩应力。
 5. 位于气候干燥地区，夏季炎热且暴雨频繁地区或经常处于高温作用下的结构，可按照使用经验适当减小伸缩缝间距。
 6. 伸缩缝间距尚应考虑施工条件的影响（如混凝土的水灰比过大、养护不良或室内结构施工外露时间较长）必要时宜适当减小伸缩缝间距。

素混凝土结构伸缩缝最大间距 (m)

项次	结构类别	室内或土中	露天
1	装配式结构	40	30
2	现浇式结构（配有构造钢筋）	30	20
3	现浇式结构（未配构造钢筋）	20	10

素混凝土和钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距可按表中规定采用。

具有独立基础的排架、框架结构，当设置伸缩缝时，其双柱基础可不断开。

当采用以下的构造措施和施工措施减少温度和收缩应力时，可增大伸缩缝的间距：

在顶层、底层、山墙和内纵墙端开间等温度变化影响较大的部位提高配筋率；

顶层加强保温隔热措施或采用架空通风屋面；

现浇结构每30~40m间距留出施工后浇带，带宽800~1000mm，后浇带内钢筋采用搭接接头。一个月后宜采用比设计强度等级提高一级的无收缩混凝土填灌密实，并加强养护；

框剪结构不在建筑两端设置纵向剪力墙；

剪力墙结构纵向两端顶层墙的配筋宜采用细直径密间距方式。

外露的挑檐、雨罩、挑廊等结构，应每隔10~15m左右留一道伸缩缝。

图名

伸缩缝间距

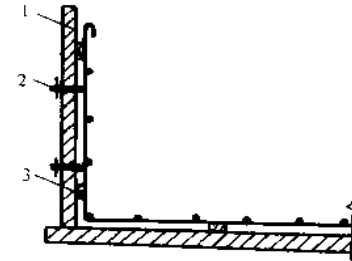
图页

1-8

混凝土保护层最小厚度 (mm)

项次	环境条件	构件类别	受力筋			箍筋和构造筋	分布筋	钢筋端头
			C20	C25及C30	≥C35			
1	室内正常环境	板、墙、壳	15 (10)	15 (10)	15 (10)		10	
		梁、预制肋形板的主肋	25 (20)	25 (20)	25 (20)	15		10
		柱	25 (20)	25 (20)	25 (20)	15		25
		预制构件中预应力钢筋 (包括冷拔低碳钢丝)	15	15	15			
2	露天或室内高湿度环境	板、墙、壳	45	35	25		10	
		梁、预制肋形板的主肋	45	35	25	15		10
		柱	45	35	25	15		25
		非主要承重构件	35					

- 注：1. 表中括号内混凝土保护层数值，为工厂生产的预制构件采用。
 2. 处于露天或室内高湿度环境的预制构件，当表面另作水泥砂浆抹面层且有质量保证措施时，保护层厚度可按表中室内正常环境中构件的数值采用。
 3. 处于露天或室内高湿度环境中的结构，其混凝土强度等级不宜低于 C25。
 4. 要求使用年限较长的重要建筑物和沿海环境侵蚀的建筑物的承重结构，当处于露天或室内高湿度环境时，其保护层厚度应适当增加。
 5. 有防火要求的建筑物，其保护层厚度尚应符合国家现行有关防火规范的规定。



确保保护层厚度的措施
 1—模板；2—铁丝；3—砂浆垫块

混凝土保护层的最小厚度取决于构件的耐久性和对受力钢筋粘结锚固性能的要求。

耐久性要求是按照构件在 50 年内能保护钢筋不发生危及结构安全的锈蚀而确定的。

钢筋粘结锚固性能要求是为了保证钢筋与其周围混凝土能共同工作，并使钢筋充分发挥计算所需的强度。

混凝土保护层系指钢筋的外边缘至混凝土表面的距离。

混凝土保护层在施工中可以采用水泥垫块和塑料卡措施来保证其厚度（如图）。

混凝土保护层当设计无要求时按表中的数值采用，且不应小于受力钢筋的直径。

图名	混凝土保护层	图页	1—9
----	--------	----	-----

纵向受拉钢筋的锚固长度 l_a (mm)

项次	钢筋种类	混凝土强度等级			
		C15	C20	C25	\geq C30
1	I级钢筋	$40d$	$30d$	$25d$	$20d$
2	月牙纹 II级钢筋	$50d$	$40d$	$35d$	$30d$
3		III级钢筋	$45d$	$40d$	$35d$
4	冷拔低碳钢丝	250			

- 注：1. 月牙纹钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时，锚固长度按表中数值增加 $5d$ 。
 2. 当螺纹钢直径 $d \leq 25\text{mm}$ 时，锚固长度按表中数值减 $5d$ 。
 3. 混凝土凝固过程中易受扰动的构件（如滑模施工），受力钢筋的锚固长度宜适当增加。
 4. 在任何情况下，纵向钢筋的锚固长度不应小于 250mm 。

钢筋混凝土结构中，两种性能不同的材料能够共同受力是由于它们之间存在着粘结锚固作用，这种作用使接触界面两边的钢筋与混凝土之间能够实现应力传递，从而在钢筋与混凝土中建立起结构承载所必须的工作应力。

钢筋在混凝土中的粘结锚固作用有：因混凝土的收缩握裹钢筋所产生的摩阻力；混凝土颗粒的化学作用使混凝土和钢筋之间产生的粘结力；钢筋表面凹凸不平（带肋钢筋）与混凝土之间产生的咬合力和钢筋的弯钩及附加锚固措施（如焊钢筋、焊钢板等）等锚固作用。

纵向受拉钢筋最小锚固长度是根据试验结果和锚固可靠度分析确定的。

当计算中充分利用纵向受拉钢筋强度时，其锚固长度不应小于表中规定的数值。

当受力钢筋因条件限制不能满足规定的锚固长度时，可采用加焊横向钢筋、焊钢板等措施。

钢筋骨架中的受力光圆钢筋末端应做弯钩；钢筋骨架中的受力带肋钢筋、焊接骨架和焊接网中的钢筋、轴心受压构件中的钢筋、板的分布钢筋、梁中不受力的架立钢筋等可不做弯钩。

纵向受拉钢筋不宜在受拉区截断。如必须截断时，应伸至按计算不需要该钢筋的截面以外，伸出的锚固长度不应小于 $1.2l_a + h_0$ (h_0 为截面有效高度)；当按构造配置箍筋时，伸出的锚固长度不应小于 $1.2l_a$ 。

纵向受压钢筋在跨中截断时，必须伸至按计算不需要该钢筋的截面以外，伸出的锚固长度 l_a 不应小于 $15d$ ；但对绑扎骨架中末端无弯钩的光圆钢筋，不应小于 $20d$ 。

对承受重复荷载的预制构件，应将非预应力受拉钢筋末端焊接在钢板或角钢上，钢板或角钢应可靠地锚固于混凝土中。钢板或角钢的尺寸应按计算确定，其厚度不宜小于 10mm 。




图名

钢筋的锚固



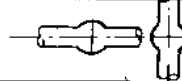

图页

1—10

焊接接头的类型

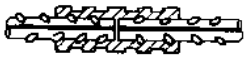

焊接方法	接头形式	适用范围	
		钢筋级别	钢筋直径(mm)
电阻点焊		热轧 I、II 级	6~14
		冷拔低碳钢丝甲、乙级 冷轧带肋钢筋	3~5 4~12
闪光对焊		热轧 I~II 级	10~40
		热轧 IV 级	10~25
		余热处理 II 级	10~25
电弧焊	帮条焊	双面焊	热轧 I~II 级 10~40 余热处理 II 级 10~25
		单面焊	热轧 I~II 级 10~40 余热处理 II 级 10~25
	搭接焊	双面焊	热轧 I~II 级 10~40 余热处理 II 级 10~25
		单面焊	热轧 I~II 级 10~40 余热处理 II 级 10~25
	熔槽帮条焊	热轧 I~II 级 20~40 余热处理 II 级 25	
	坡口焊	平焊	热轧 I~II 级 18~40 余热处理 II 级 18~25
		立焊	热轧 I~II 级 18~40 余热处理 II 级 18~25
	钢筋与钢板 搭接焊		热轧 I、II 级

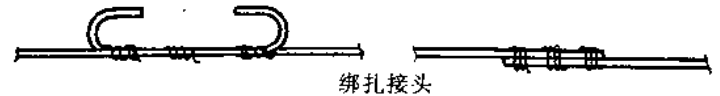
续表

焊接方法	接头形式	适用范围	
		钢筋级别	钢筋直径(mm)
电 弧 焊	窄间隙焊		热轧 I~II 级 16~40
	预埋件电弧焊	角焊	热轧 I、II 级 6~25
		穿孔塞焊	热轧 I、II 级 20~25
电渣压力焊		热轧 I、II 级 14~40	
气压焊		热轧 I~II 级 14~40	
预埋件埋弧压力焊		热轧 I、II 级 6~25	

注：1. 电阻点焊时，适用范围的钢筋直径系指较小钢筋的直径；
2. 气压焊的适用范围系指热轧 I 级钢筋、II 级钢筋和 20MnSiV、20MnTi Ⅲ级钢筋。

机械连接接头的类型、尺寸与适用范围

项次	接头类型	接头简图	适用范围	
			钢筋类别	钢筋直径(mm)
1	套筒挤压接头		II、III 级	16~40
2	锥螺纹套筒接头		II、III 级	16~40



绑扎接头

图名	钢筋接头的形式	图页	1-11
----	---------	----	------

接头区段受力钢筋接头面积允许百分率

项次	接头形式	接头面积允许百分率(%)	
		受拉区	受压区
1	绑扎骨架和绑扎网中钢筋搭接接头	25	50
2	焊接骨架和焊接网的搭接接头	50	50
3	受力钢筋的焊接接头	50	不限制
4	预应力钢筋的对焊接头	25	不限制

- 注：1. 接头位置宜设置在受力较小处，在同一钢筋上应尽量少设接头。
 2. 装配式构件连接处的受力钢筋焊接接头和后张法预应力混凝土构件的螺丝端杆接头，可不受上表的限制。
 3. 采用绑扎骨架的现浇柱，在柱中及柱与基础交接处，如果用搭接接头时，其接头面积允许百分率可根据设计经验适当放宽。
 4. 承受均布荷载作用的屋面板、楼板、檩条等简支受弯构件，如在受拉区内配置少于3根受力钢筋时，可在跨度两端各四分之一跨度范围内设置一个焊接接头。
 5. 如有保证焊接质量的可靠措施时，预应力钢筋对焊接头在受拉区内的接头面积允许百分率可放宽至50%。

非受力钢筋的绑扎接头搭接长度 (mm)

项次	钢筋种类	钢筋直径	
		$d \leq 10$	$d > 10$
1	分布钢筋	100	
2	架立钢筋	100	150
3	构造钢筋		

- 注：1. 按受力计算不需要或按最小配筋率配置的受力钢筋的搭接长度，按受力钢筋考虑。
 2. 按构造配置，但承受一定外力的钢筋搭接长度，按受力钢筋考虑。
 3. 上表不适用于承受动力荷载的设备基础。

焊接骨架和焊接网接头搭接长度 l_d

项次	钢筋种类	受力情况	
		受拉	受压
1	I级钢筋	l_a	$0.7l_a$
2	II级钢筋	l_a	$0.7l_a$
3	III级钢筋	l_a	$0.7l_a$
4	冷拔低碳钢丝	250mm	200mm

- 注：1. 焊接骨架在受力方向中的接头可采用绑扎接头，其接头的搭接长度按本表采用。
 2. 位于受拉区的搭接长度不应小于250mm，位于受压区的搭接长度不应小于200mm。

钢筋绑扎接头的最小搭接长度 l_d

项次	钢筋种类	受力情况	
		受拉	受压
1	I级钢筋	$1.2l_a$ 及 300	$0.85l_a$ 及 200
2	II级钢筋	$1.2l_a$ 及 300	$0.85l_a$ 及 200
3	III级钢筋	$1.2l_a$ 及 300	$0.85l_a$ 及 200
4	冷拔低碳钢丝	250mm	200mm

- 注：1. 当混凝土强度等级为C15时，除冷拔低碳钢丝外，最小搭接长度按表中数值增加 $5d$ 。
 2. 位于受拉区的搭接长度不应小于250mm，位于受压的搭接长度不应小于200mm。
 3. 受压钢筋采用I级及冷拔I级钢筋时，如钢筋末端无弯钩，则其搭接长度不应小于 $30d$ 。

受力钢筋接头的位置应互相错开。有接头的钢筋截面面积占总面积的百分率应符合表中规定。

钢筋接头型式有焊接接头、机械连接接头和绑扎接头，宜优先采用焊接或机械连接的接头，钢筋接头搭接长度按表中的数值采用。

图名	钢筋接头面积允许百分率和接头搭接长度	图页	1—12
----	--------------------	----	------

钢筋接头使用规定：

直径 12mm 以上的钢筋，应优先采用焊接接头或机械连接接头。钢筋焊接接头及质量应符合《钢筋焊接及验收规程》(JCJ18—96) 的要求。当采用机械连接接头时，其接头质量、适用范围、构造要求等，应符合《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ14—96) 的要求。

受力钢筋直径 $d \leq 22\text{mm}$ 时，可采用绑扎接头。对轴心受压和小偏心受压柱中的受压钢筋，当钢筋直径 $d \leq 32\text{mm}$ 时，可采用绑扎接头，但接头位置宜设置在受力较小处。

轴心受拉和小偏心受拉杆件的受力钢筋，不得采用绑扎接头。

直接承受中、重级工作制吊车的构件，其纵向受拉钢筋不得采用绑扎接头，也不宜采用焊接接头。此外，也不得在钢筋上焊有任何附件（端头锚固除外）。如钢筋长度不够时，仅对下列构件的纵向受拉钢筋允许采用焊接接头：直接承受中级工作制吊车的钢筋混凝土屋面梁及屋架下弦；直接承受中级工作制吊车，并采用冷拉 II 级、III 级钢筋的预应力混凝土屋面梁、屋架下弦和吊车梁。此时，尚应遵守下列规定：必须采用闪光对焊，并去掉接头的毛刺及卷边；在一个截面内焊接接头的受拉钢筋面积占受拉钢筋总面积的允许百分率不应大于 25%，且接头错开距离不得小于 $45d$ (d 为纵向受拉钢筋中最大直径)。

在绑扎骨架中非焊接的搭接接头长度范围内，当搭接钢筋受拉时，其箍筋的间距不应大于 $5d$ ；当搭接钢筋受压时，其箍筋的间距不应大于 $10d$ (d 为受力钢筋中的最小直径)。

钢筋混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率

项次	分 类	混凝土强度等级	
		C35 及以下	C40 ~ C60
1	轴心受压构件的全部受压钢筋	0.4	0.4
2	偏心受压及偏心受拉构件的受压钢筋	0.2	0.2
3	受弯构件、偏心受压构件、大偏心受拉构件的受拉钢筋及小偏心受拉构件每一侧的受拉钢筋	0.15	0.2

- 注：1. 受压钢筋和偏心受压构件的受拉钢筋的最小配筋百分率按构件的全截面面积计算；其余的受拉钢筋的最小配筋百分率按全截面面积扣除位于受压边或受拉较小边翼缘面积 $(b'_f - b)h'_f$ 后的截面面积计算， b'_f 、 h'_f 为 T 形或 I 形截面受压区的翼缘的宽度和高度。
2. 配置碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线、热处理钢筋和冷拔低碳钢丝的预应力混凝土受弯构件，其正截面受弯承载力应符合： $M_u \geq M_{cr}$ ，此处 M_u 为预应力混凝土受弯构件正截面受弯承载力设计值， M_{cr} 为预应力受弯构件的正截面开裂弯矩值。可按规范有关规定进行计算。
3. 当温度、收缩等因素对结构产生较大的影响时，构件的最小配筋百分率应当增加。

钢筋混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率应符合表中的规定。

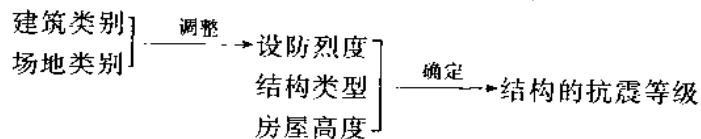
图名	钢筋接头使用规定及最小配筋率	图页	1—13
----	----------------	----	------

现浇钢筋混凝土结构的抗震等级选用表

结构类型		设 防 烈 度								
		6		7		8		9		
框架结构	房屋高度 (m)	≤25	>25	≤35	>35	≤35	>35	≤25		
	框 架	四	三	三	二	二	二	一		
框架抗震墙结构	房屋高度 (m)	≤50	>50	≤60	>60	<50	50~80	>80	≤25	>25
	框 架	四	三	三	二	二	二	一	二	一
	抗 震 墙	三	二	二	二	二	二	一	一	一
抗震墙结构	房屋高度 (m)	≤60	>60	≤80	>80	<35	35~80	>80	≤25	>25
	抗震墙结构	四	三	三	二	二	二	一	二	一
	有框支层的落地抗震墙	二	二	二	二	二	二	不宜采用	不应采用	
	框支层框架	三	三	二	二	二	二	不宜采用	不应采用	
单层厂房结构	铰接排架	四		三		二		一		

- 注：1. 框架—抗震墙结构中，当抗震墙部分承受的结构底部地震弯矩小于底部总地震弯矩的50%时，其框架部分应按框架结构取用。
2. 本表不适用于不设楼盖或楼盖开洞较大的框架结构。
3. 有框、支层的抗震墙结构中、不落地抗震墙的抗震等级应按抗震墙结构的抗震等级取用。
4. 多层房屋的高度指室外地面至檐口的高度。
5. 设防烈度为6度的建筑（建造于Ⅳ类场地上较高的高层建筑除外），可不进行截面抗震验算，但应符合有关的抗震构造要求。
6. 表中抗震墙即剪力墙。

结构的抗震等级需根据下面关系图来确定：



钢筋混凝土结构抗震等级系根据设防烈度、结构类型、房屋高度划分为一级、二级、三级和四级。

现浇框架结构、框剪结构、剪力墙结构以及单层工业厂房结构按上表划分抗震等级。

建筑类别是按建筑的重要性分为甲、乙、丙、丁类建筑。

场地类别分为Ⅰ~Ⅳ类场地土。

图名

混凝土结构抗震等级

图页

1—14

抗震结构纵向钢筋的最小锚固长度 l_{aE} (mm)

钢筋类型		一、二级抗震		
		C20	C25	$\geq C30$
I级钢筋		$35d$	$30d$	$25d$
月牙纹 ($d \leq 25$)	II级钢筋	$45d$	$40d$	$35d$
	III级钢筋	$50d$	$45d$	$40d$
月牙纹 ($d > 25$)	II级钢筋	$50d$	$45d$	$40d$
	III级钢筋	$55d$	$50d$	$45d$
螺纹 ($d \leq 25$)	II级钢筋	$40d$	$35d$	$30d$
	III级钢筋	$45d$	$40d$	$35d$

注: 1. 三、四级抗震等级时, 纵向钢筋的最小锚固长度与非抗震相同。
2. 对于一、二级抗震等级, $l_{aE} = l_a + 5d$ 。

抗震结构纵向钢筋的最小搭接长度 l_{lE} (mm)

钢筋等级	一、二级抗震			三、四级抗震		
	C20	C25	$\geq C30$	C20	C25	$\geq C30$
I级钢筋	$40d$	$35d$	$30d$	$35d$	$30d$	$25d$
月牙纹 ($d \leq 25$)	II级钢筋	$55d$	$45d$	$40d$	$50d$	$40d$
	III级钢筋	$60d$	$55d$	$45d$	$55d$	$50d$
月牙纹 ($d > 25$)	II级钢筋	$60d$	$55d$	$45d$	$55d$	$40d$
	III级钢筋	—	$60d$	$55d$	$60d$	$55d$
螺纹 ($d \leq 25$)	II级钢筋	$45d$	$40d$	$35d$	$40d$	$35d$
	III级钢筋	$55d$	$45d$	$40d$	$50d$	$40d$

注: l_{lE} 按2舍3入的原则取 $5d$ 的倍数。

抗震结构纵向钢筋的最小锚固长度和最小搭接长度要满足表列数值要求。

抗震设计时, 一级抗震, 现浇框架的混凝土强度等级不宜低于C30; 二~四级抗震, 不应低于C20。

当墙的长度大于其厚度的四倍时, 应按钢筋混凝土剪力墙要求进行设计。墙的混凝土强度等级不宜低于C20。

图名

抗震结构纵向钢筋锚固和搭接长度

图页

1—15

一般要求:

当构件受拉区部分钢筋施加预应力已符合抗裂或裂缝宽度要求时,则承载力计算所需的其余受拉钢筋允许采用非预应力钢筋。如非预应力钢筋采用与预应力钢筋同级的冷拉Ⅱ级或冷拉Ⅲ级钢筋时,其面积不宜大于受拉钢筋总面积的20%。如非预应力钢筋采用Ⅲ级及以下的热轧钢筋时,其面积可不受限制。

预应力混凝土屋面梁、吊车梁等构件,为防止由于施加应力而产生预拉区的裂缝和减少支座附近区段的主拉应力,在靠近支座处宜将一部分预应力钢筋弯起。

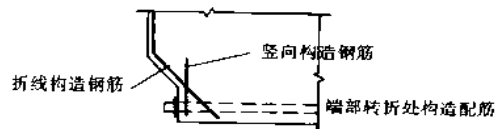
对后张法预应力混凝土构件端部锚固区应按规范进行局部受压承载力计算,并配置间接钢筋,且其体积配筋率不小于0.5%。

为防止沿孔道产生劈裂,在构件端部 $1.2h$ (h 为构件端部高度)的范围内与间接钢筋配置区以外,应均匀布置附加箍筋或网片。其体积配筋率不小于0.5%。

为防止施加预应力时在构件端部产生沿截面中部的纵向水平裂缝,宜将一部分预应力钢筋在靠近支座区段弯起,并使预应力钢筋尽可能沿构件端部均匀布置。如预应力钢筋在构件端部不能均匀布置而需集中布置在端部截面的下部或布置在上部和下部时,应在构件两端设置竖向附加的焊接钢筋网、封闭式箍筋或其他形式的构造钢筋。构造钢筋宜靠近构件端部布置,且不宜超出构件端部 $0.2h$ 范围,其中竖向附加的钢筋截面面积应符合规范有关要求。

对槽形板类构件,为防止板面端部产生纵向裂缝,宜在构件端部100mm范围内,沿构件板面设置附加的横向钢筋,其数量不少于2根。

当构件在端部有局部凹进时,为防止在预应力过程中,端部转折处产生裂缝,应增设折线构造钢筋,见下图。



注:当有足够依据时,亦可采用其他端部附加钢筋的配置方法。

对预应力钢筋在构件端部全部弯起的受弯构件或直线配筋的先张法构件,当构件端部与下部支承结构焊接时,在构件端部可能产生的裂缝部位应设置足够的非预应力纵向构造钢筋。

采用预应力芯棒配筋的构件,应配置箍筋且在构件端部适当加密。芯棒的净距不得小于50mm。

芯棒与构件的后浇混凝土部分的接触面应划毛,必要时接触面可做成凹凸形。芯棒中预应力钢筋的重心应与其混凝土截面的重心相重合,以防止芯棒弯曲。

先张法构件:

预应力钢筋、钢丝的净距应根据浇灌混凝土、施加预应力及钢筋锚固等要求确定。预应力钢筋的净距不应小于直径,且不小于25mm;预应力钢丝的净距不宜小于15mm。如采用冷拔低碳钢丝,排列有困难时可两根并列。

先张法预应力混凝土构件应保证钢筋与混凝土之间有可靠的粘结力,宜采用变形钢筋、刻痕钢丝、钢绞线等。当采用光面钢丝作预应力配筋时,应采用适当措施保证钢丝在混凝土中可靠地锚固,防止钢丝滑动。此外,尚应考虑在预应力传递长度范围内抗裂性较低的不利影响。

对预应力钢筋端部周围的混凝土应采取下列局部加强措施:

对单根预应力钢筋(如板肋的配筋),其端部宜设置长度不小于150mm的螺旋筋。当钢筋直径 $d \leq 16\text{mm}$ 时,亦可利用支座垫板上的插筋代替螺旋筋。但插筋数量不应少于4根,其高度不宜小于120mm。

图名

预应力钢筋混凝土结构构件
的构造规定(一)

图页

1—16

对多根预应力钢筋，在构件端部 $10d$ (d 为预应力钢筋直径) 范围内，应设置 3~5 片钢筋网。

对钢丝配筋的薄板，在板端 100mm 范围内应适当加密横向钢筋。

后张法构件：

后张法预应力钢筋的锚固应选用可靠的锚具。

预应力钢筋的预留孔道应符合下列要求：

孔道间的净距不应小于 25mm；孔道至构件边缘的净距不应小于 25mm，且不宜小于孔道直径的一半；

孔道直径应比预应力钢筋束外径、钢筋对焊接头处外径或需穿过孔道的锚具外径大 10~15mm；

构件两端及跨中应设置灌浆孔或排气孔，孔距不宜大于 12m；

凡制作时需要预先起拱的构件，预留孔道宜随构件同时起拱。

后张法预应力混凝土构件的曲线预应力钢筋的曲率半径，宜按下列规定采用：

钢丝束、钢绞线束以及钢筋直径 $d \leq 12\text{mm}$ 的钢筋束，不宜小于 4m；

$12\text{mm} < d \leq 25\text{mm}$ 的钢筋，不宜小于 12m；

$d > 25\text{mm}$ 的钢筋，不宜小于 15m。

注：对折线配筋的构件，折线预应力钢筋弯折处的曲率半径可适当减小。

孔道灌浆要求密实。水泥浆强度等级不应低于 M20，其水灰比宜为 0.4~0.45；为减少收缩，宜掺入 0.01% 水泥用量的铝粉。

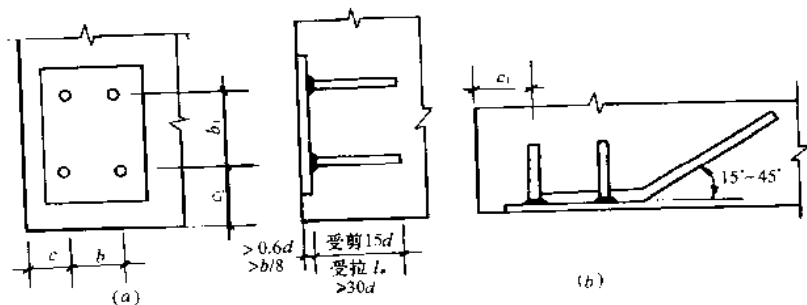
在后张法构件的预拉区和预压区中，应适当设置纵向非预应力构造钢筋；在预应力钢筋弯折处，应加密箍筋或沿弯折处内侧设置钢筋网片。

预应力钢筋锚具下及张拉设备的支承处，应采用预埋钢垫板并按规定设置间接钢筋和附加钢筋。

外露金属锚具应采取涂刷油漆，砂浆封闭等防锈措施。

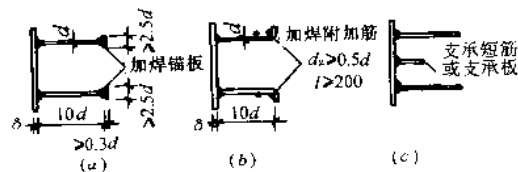
采用块体拼装的构件，其接缝平面应垂直于构件的纵向轴线。当接头承受内力时，缝隙间应灌筑不低于块体强度等级的细石混凝土（缝隙宽度大于 20mm）或水泥砂浆（缝隙宽度不大于 20mm），并根据需要在接头处及其附近区段内用加大截面或增设焊接网等方式进行局部加强，必要时可设置钢板焊接接头；当接头不承受内力时，缝隙间应灌筑不低于 C15 的细石混凝土或 M15 的水泥砂浆。

图名	预应力钢筋混凝土结构构件 的构造规定(二)	图页	1—17
----	--------------------------	----	------



预埋件的形式与构造

(a)由锚板和直锚筋组成; (b)由锚板、直锚筋和弯折锚筋组成



预埋件加强锚固措施

(a)加焊锚板; (b)加焊附加筋;
(c)加焊支承短筋或支承板

预埋件由锚板和直锚筋或由锚板、直锚筋和弯折锚筋组成(如图)。

受力预埋件的锚板,宜采用 Q235 钢;锚筋应采用 I 级或 II 级钢筋,钢筋不得冷加工。

受力预埋件的受力直锚筋不宜少于 4 根,不宜多于 4 层;其直径不宜小于 8mm,也不得大于 25mm。对受剪预埋件的直锚筋允许采用 2 根。

预埋件的锚筋应放在构件的最外层主筋内侧。

受拉锚筋和弯折锚筋的锚固长度应符合纵向受拉钢筋的最小锚固长度 l_a 的规定,且不应小于 $30d$ 。受剪和受压直锚筋的锚固长度不应小于 $15d$ 。

弯折锚筋与钢板间的夹角,一般不小于 15° ,且不大于 45° 。

锚板厚度 δ 应大于锚筋直径 0.6 倍,受拉和受弯预埋件的锚板厚度 δ 尚应大于 $b/8$ (b 为锚筋间距)。锚筋中心至锚板边缘的距离不应小于 $2d$ 及 20mm。

受拉和受弯预埋件的锚筋间距 b 、 b_1 和锚筋至构件边缘的距离 C 、 C_1 均不应小于 $3d$ 及 45mm。

受剪预埋件的锚筋间距 b 及 b_1 不应大于 30mm, b_1 及 c_1 不应大于 $6d$ 及 70mm, b 及 c 不应小于 $3d$ 及 45mm。

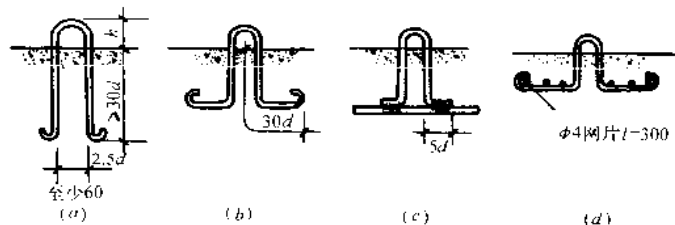
当受拉锚筋的长度受限时,可采取在锚筋端头加焊锚板或设直钩加焊短钢筋措施(如图),使锚筋具有足够的锚固能力。当预埋件承受剪力较大时,可根据计算采用加设支承短钢筋或支承板等措施,使预埋件有足够的抗剪能力。

图名

预埋件

图页

1-18



吊环形式与构造

吊环选用表

吊环直径 (mm)	构件重量 (t)		吊环露出混凝土的高度 h (mm)
	二个吊环	四个吊环	
6	0.58	0.87	50
8	1.02	1.53	50
10	1.60	2.41	50
12	2.31	3.46	60
14	3.14	4.71	60
16	4.10	6.15	70
18	5.19	7.80	70
20	6.41	9.61	80
22	7.76	11.63	90
25	10.02	15.03	100
28	12.56	18.84	110

吊环的形式与构造如图所示, (a) 吊环用于梁、柱等截面高度较大的构件; (b) 吊环用于截面高度较小的构件; (c) 吊环焊在受力钢筋上, 埋入深度不受限制; (d) 吊环用于构件较薄且无焊接条件时, 在吊环上压几根短钢筋或 $\phi 4$ 钢筋网片加固。

吊环弯心直径为 $2.5d$ (d 为吊环钢筋直径), 但不得小于 60mm 。

吊环的埋入深度不应小于 $30d$, 并与主筋钩牢。埋深不够时, 可焊在受力钢筋上。

吊环露出混凝土的高度, 应满足穿卡环的要求; 但也不宜太长, 吊环露出混凝土的高度 h , 可参考表中数值选用。

吊环应采用 I 级钢筋制作, 严禁使用冷加工钢筋。

吊环使用时, 不得反复弯折 3 次, 以免脆断。

吊环直径与构件重量的关系列于表中, 供选用参考。

图名

吊 环

图页

1 -19

(三) 一般结构构件

1. 板

板的厚度与跨度的最小比值 (h/l)

项次	板的支承情况	板的种类				
		梁式板	双向板	悬臂板	无梁楼盖	
					有柱帽	无柱帽
1	简支	1/35	1/45		1/35	1/30
2	连续	1/40	1/50	1/12		

注: l 为板的(短边)计算跨度。

现浇板的最小厚度 (mm)

项次	板类		混凝土强度等级	
			$\leq C15$	$\geq C20$
1	屋盖板	板跨度 < 1500	60	50
2		板跨度 ≥ 1500		60
3	梁式板	民用建筑的层间楼板	70	60
4		工业建筑的层间楼板	80	70
5		工业建筑行车道下楼板	100	80
6	双向板		80	
7	密肋板	肋的间距 ≤ 700 时	30	
8		肋的间距 > 700 时	50	
9	悬臂板	当板的悬臂长度 ≤ 500 时	板的根部 60	
10		当板的悬臂长度 > 500 时	板的根部 80	
11	无梁板		150	

板的最小厚度,按挠度要求时,为保证板的刚度,按表中给出的厚度与跨度比值 (h/l) 确定。

板的最小厚度,按施工要求时,对于现浇梁式板、双向板等,其最小厚度不宜小于表中所列的数值。对于预制板的最小厚度,不受表中数值的限制,应根据钢筋配置和混凝土保护层厚度要求确定。

为了便于施工和节省模板,板厚应取 10mm 的整倍数。

图名

现浇板的厚度

图页

1—20

板中受力钢筋的直径 (mm)

项次	直径	支承板			悬臂板		装配式板板厚 $h \leq 50$
		板厚 $h < 100$	板厚 $h = 100 \sim 150$	板厚 $h > 150$	悬出长度 $l \leq 500$	悬出长度 $l > 500$	
1	最小直径	6	8	12	6	8	3
2	常用直径	6~10	8~12	12~16	6~8	8~12	3~6

板中受力钢筋的间距 (mm)

项次	间距	跨中		支座	
		板厚 $h \leq 150$	板厚 $h > 150$	下部	上部
1	最大间距	200	1.5h 300	400 $\leq 1/3$ 受力钢筋	200
2	最小间距	70	70	70	70

现浇板分布钢筋的直径及间距 (mm)

项次	受力钢筋直径	受 力 钢 筋 间 距										
		70	75	80	90	100	110	125	140	150	160	200
1	6~8	$\phi 6 @ 300$										
2	10	$\phi 6 @ 200$ $\phi 8 @ 300$		$\phi 6 @ 300$								
3	12	$\phi 8 @ 200$		$\phi 8 @ 250$	$\phi 8 @ 300$		$\phi 6 @ 250$		$\phi 6 @ 300$			
4	14	$\phi 8 @ 200$		$\phi 8 @ 250$	$\phi 8 @ 300$			$\phi 6 @ 250$				
5	16	$\phi 8 @ 150$ $\phi 10 @ 250$		$\phi 8 @ 200$		$\phi 8 @ 250$				$\phi 8 @ 300$		

注: 1. 板中单位长度上的分布钢筋的截面面积, 不应小于单位长度上受力钢筋截面面积的 10%, 其间距不应大于 300mm。

2. 当板所受温度变化较大时, 其分布钢筋应适当增加, 一般不宜小于 $\phi 6 @ 200 \sim 250$ mm。

板中通常配有两种钢筋, 即受力钢筋和分布钢筋。单向板受力钢筋沿短向配置, 放在分布钢筋下面; 双向板两向都配受力钢筋, 小跨方向钢筋放在大跨方向钢筋下面。

受力钢筋的直径及间距由计算确定。受力钢筋的直径, 在同一构件中, 一般不宜多于 2~3 种, 以免引起施工困难。受力钢筋的间距, 为了便于钢筋的绑扎和混凝土的浇捣, 保证构件的施工质量, 钢筋的间距不宜太小, 即不宜小于 70mm; 但为了使板的受力均匀, 钢筋的间距也不能太大, 当板厚 $h \leq 150$ mm 时不应大于 200mm; $h > 150$ mm 时不应大于 1.5h 或 300mm。表中列出受力钢筋的最小直径和常用直径; 最大间距和最小间距。

板中受力钢筋, 一般距墙边或梁边 50mm 开始配置。

板中分布钢筋的数量与受力钢筋有关, 它的单位长度上截面面积, 不应小于单位长度上受力钢筋截面面积的 10%, 且每米宽度的板内不少于三根。表中列出了现浇板分布钢筋的直径及间距。对预制板, 当有实践经验或可靠措施时, 可不受此限。

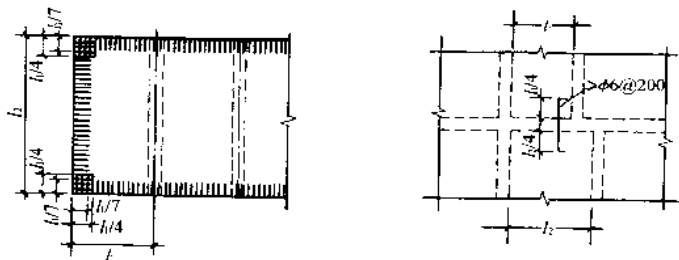
分布钢筋应配置在受力钢筋的弯折处及直线段内, 在梁截面范围内可不配置。

图名

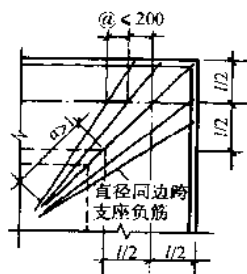
板中钢筋的直径及间距

图页

1-21



板嵌固在承重砖墙内时板边构造钢筋 主梁处板的构造钢筋



挑檐转角处板的构造钢筋

对嵌固在承重砖墙内的板，会产生少量的负弯矩，在板的上部每米长度内应配置 $5\phi 6$ 构造钢筋（包括弯起钢筋在内），其伸出墙边的长度不应小于 $l_1/7$ 。对两边均嵌固在墙内的板角部分，应双向配置上述构造钢筋，其伸出长度不应小于 $l_1/4$ （ l_1 —单向板的跨度或双向板的短边跨度）。沿受力方向配置的上述构造负筋的截面面积不宜小于跨中受力钢筋截面面积的 $1/3 \sim 1/2$ 。沿非受力方向配置的上述构造负筋，则可根据实践经验适当减少。

当板的受力钢筋与主梁平行时，应在与主梁垂直方向的每米长度内配置不少于 $5\phi 6$ 的构造负筋，单位长度内构造负筋的总截面面积不应小于板中受力钢筋面积的 $1/3$ ，伸入板中的长度从梁边算起每边不小于板跨度的 $1/4$ 。

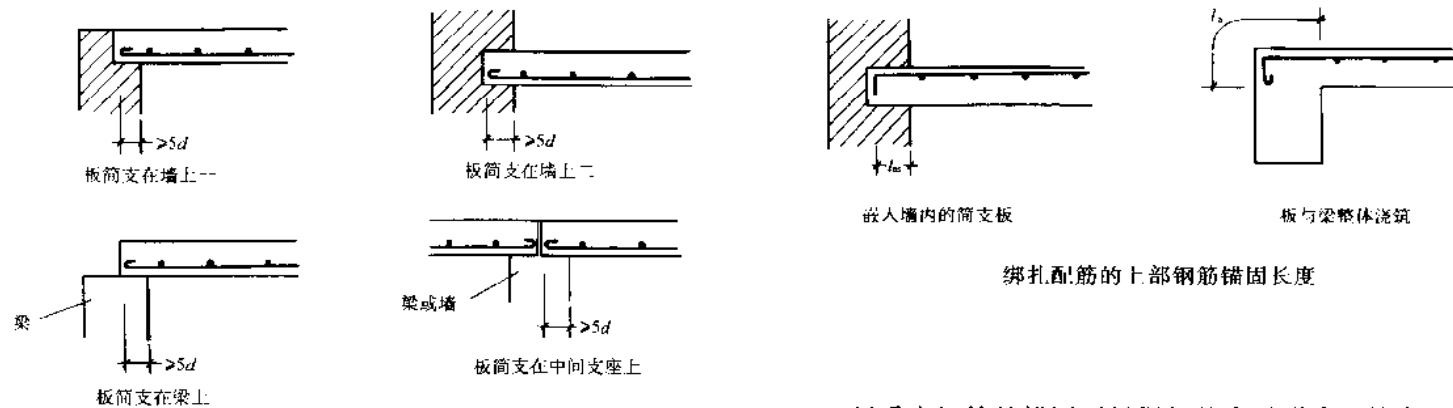
挑檐转角处须配置放射性构造负筋。间距（按 $l/2$ 处计算）不大于 200mm ，一般 $a > l$ （如图所示），构造负筋的直径 ϕ 同边跨支座负筋。

图名

现浇板的构造负筋

图页

1—22



绑扎配筋的上部钢筋锚固长度

板受力钢筋的锚固可根据板的支承形式，结合工程施工具体情况，选择合适的锚固方式。

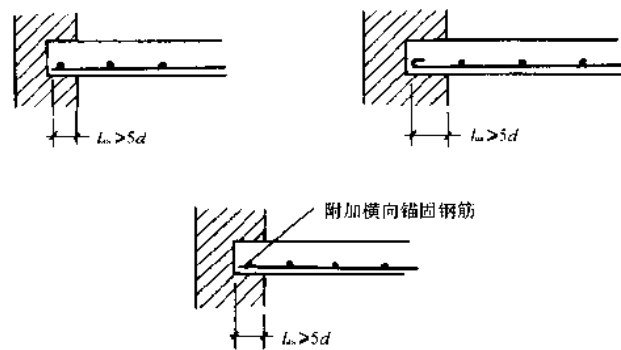
绑扎配筋简支板的下部纵向受力钢筋应伸入支座，其锚固长度 l_a 不应小于 $5d$ 。

焊接网配筋的下部纵向受力钢筋在支座内锚固长度 l_a 不应小于 $5d$ ，其末端至少应有一根横向钢筋配置支座边缘内，如不能符合这种要求，应在受力钢筋末端制成弯钩或加焊附加的横向锚固钢筋，当 $V > 0.07f_c b h_0$ 时，配置在支座边缘内的横向锚固钢筋不少于二根，其直径不应小于纵向受力钢筋直径的一半。

(V —剪力设计值； f_c —混凝土轴心抗压强度设计值； b —矩形截面宽度； h_0 —截面有效高度)

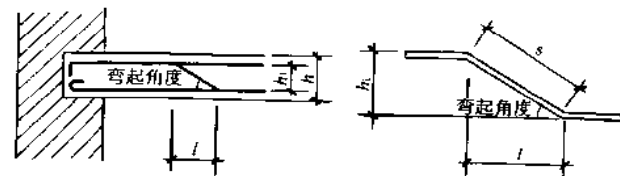
上部钢筋锚固长度如图所示， l_a 为纵向受力钢筋最小锚固长度。

绑扎配筋简支板下部钢筋锚固长度



焊接网配筋的下部钢筋锚固长度 ($V \leq 0.07f_c b h_0$)

图名	板受力钢筋的锚固	图页	1—23
----	----------	----	------



板中弯起钢筋

弯起角度 45°时, 弯起钢筋弯折部分的长度 (mm)

板厚 h	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
斜高 h_1	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
水平长 l	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
斜长 s	130	140	160	170	180	200	210	230	240	250	270	280	300	310

弯起角度 30°时, 弯起钢筋弯折部分长度 (mm)

板厚 h	60	70	80	90	100	110	120
斜高 h_1	40	50	60	70	80	80	90
水平长 l	70	90	100	120	140	140	160
斜长 s	80	100	120	140	160	160	180

板的配筋方法有弯起式和分离式两种。

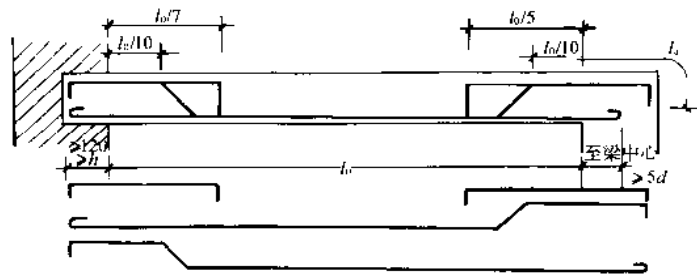
当采用弯起式配筋, 板中的受力钢筋, 一般可弯起 1/2, 但不超过 2/3, 钢筋弯起角度一般采用 30°; 板厚 $h \geq 120\text{mm}$ 时可采用 45°。

图名

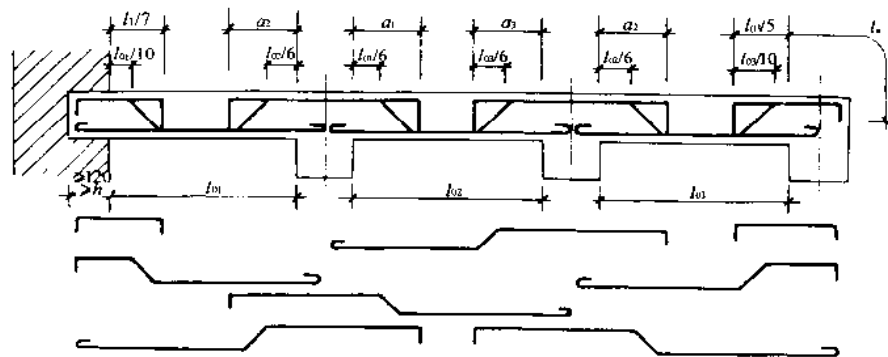
板中受力钢筋的弯起

图页

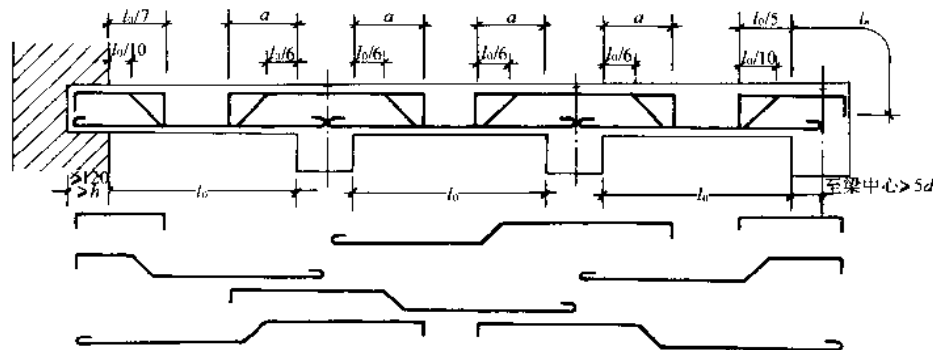
1—24



单跨板弯起配筋的形式



不等跨连续板弯起配筋形式(当跨度相差 \$\le 20\%\$ 时)



等跨连续板弯起配筋形式

注: 当 $r_Q Q_k \le 3r_G G_k$ 时: $a = \frac{l_0}{4}$
 当 $r_Q Q_k > 3r_G G_k$ 时: $a = \frac{l_0}{3}$

式中 r_Q ——可变荷载分项系数;
 r_G ——永久荷载分项系数;
 Q_k ——可变荷载的标准值;
 G_k ——永久荷载的标准值。

注: 当 $r_Q Q_k \le 3r_G G_k$ 时:

$$a_1 = \frac{l_{01}}{4}; a_2 = \frac{l_{02}}{4}; a_3 = \frac{l_{03}}{4};$$

当 $r_Q Q_k > 3r_G G_k$ 时:

$$a_1 = \frac{l_{01}}{3}; a_2 = \frac{l_{02}}{3}; a_3 = \frac{l_{03}}{3};$$

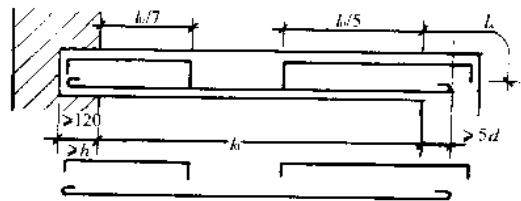
式中 r_Q ——可变荷载分项系数;
 r_G ——永久荷载分项系数;
 Q_k ——可变荷载的标准值;
 G_k ——永久荷载的标准值。

当跨度相差 $> 20\%$ 时, 上部受力钢筋伸过支座边缘的长度 a 值, 应按弯矩图形确定。

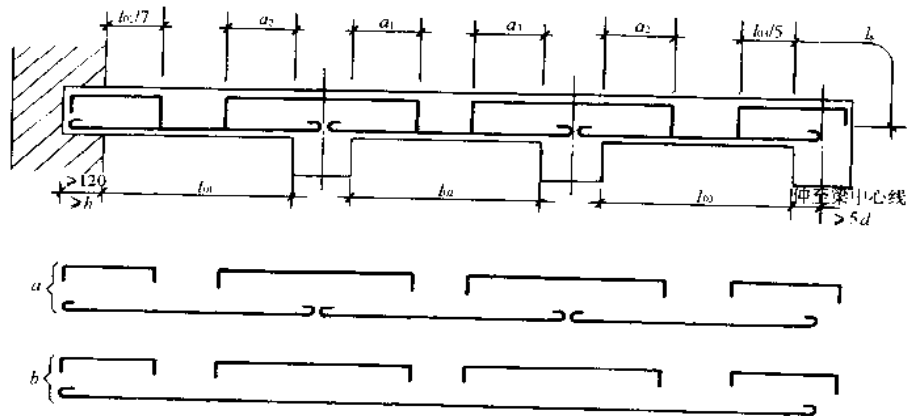
当板的长边与短边之比大于 2 时, 通常按单向板配筋。

钢筋混凝土板的弯起式配筋, 一般适用于板厚 $> 120\text{mm}$ 和经常承受动荷载的板。

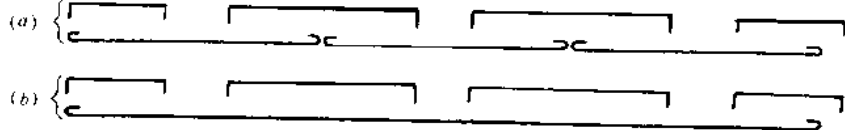
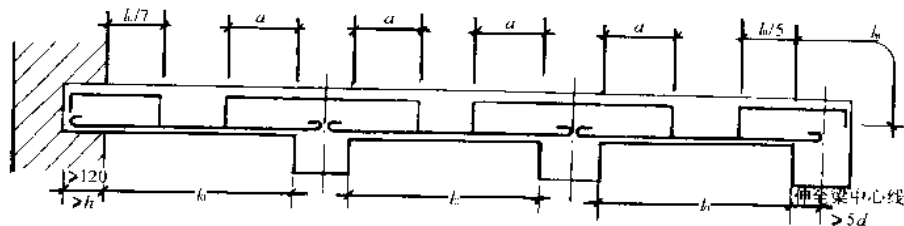
图名	单向板弯起式配筋	图页	1—25
----	----------	----	------



单跨板



不等跨连续板(当跨度相差 20% 时)



等跨连续板

注: 当 $r_Q Q_k \leq 3r_C G_k$ 时: $a = \frac{l_0}{4}$;
当 $r_Q Q_k > 3r_C G_k$ 时: $a = \frac{l_0}{3}$;

式中 r_Q ——可变荷载分项系数;
 r_C ——永久荷载分项系数;
 Q_k ——可变荷载的标准值;
 G_k ——永久荷载的标准值。

注: 当 $r_Q Q_k \leq 3r_C G_k$ 时:

$$a_1 = \frac{l_{01}}{4}; a_2 = \frac{l_{02}}{4}; a_3 = \frac{l_{03}}{4}$$

当 $r_Q Q_k > 3r_C G_k$ 时:

$$a_1 = \frac{l_{01}}{3}; a_2 = \frac{l_{02}}{3}; a_3 = \frac{l_{03}}{3}$$

式中 r_Q ——可变荷载分项系数;
 r_C ——永久荷载分项系数;
 Q_k ——可变荷载的标准值;
 G_k ——永久荷载的标准值。

板中下部受力钢筋, 根据钢筋实际长度, 选择Ⓐ或Ⓑ的配筋形式。

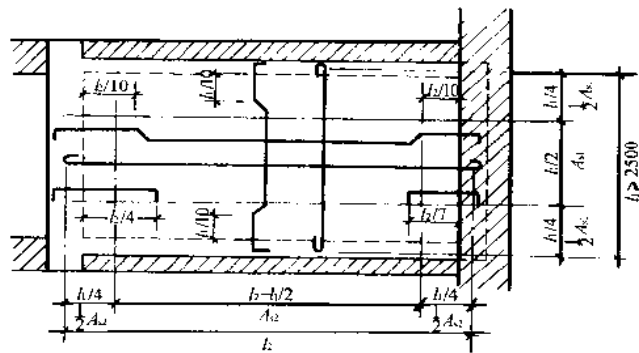
不等跨连续板, 当跨度相差 $> 20\%$ 时, 上部受力钢筋伸过支座边缘的长度, 应按弯矩图形确定。

图名

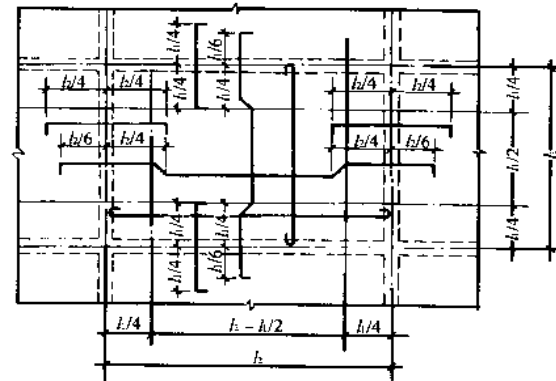
单向板分离式配筋

图页

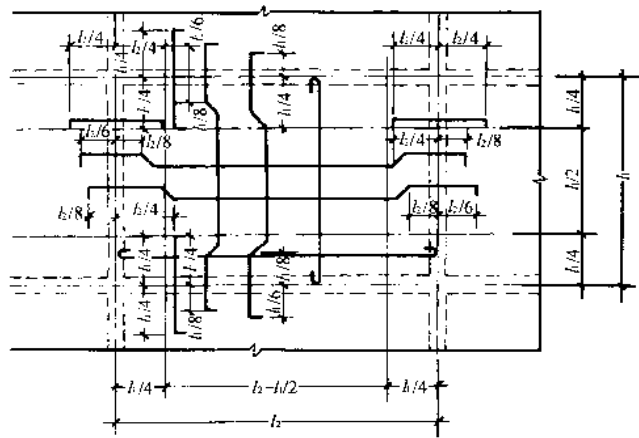
1—26



单跨双向板的配筋



多跨连续双向板的弯起式配筋二



多跨连续双向板的弯起式配筋一

双向板较小跨度 $l_1 \geq 2500\text{mm}$ 时，板的两个方向均分为三个带：边带宽为 $1/4l_1$ ，中间带按计算配筋，边带配筋各为相应中间带的一半，且每米宽度内不少于三根；较小跨度 $l_1 < 2500\text{mm}$ 时，不分板带，按计算配筋。小跨方向钢筋配置在大跨方向钢筋下方。

单跨或多跨连续双向板，当支座处承担负弯矩时，除弯起 $1/2 \sim 2/3$ 的跨中钢筋外，不足时增设附加钢筋。连续多跨双向板的中间支座，按计算配筋，除弯起 $1/2 \sim 2/3$ 的跨中钢筋外，不足时增设附加钢筋。

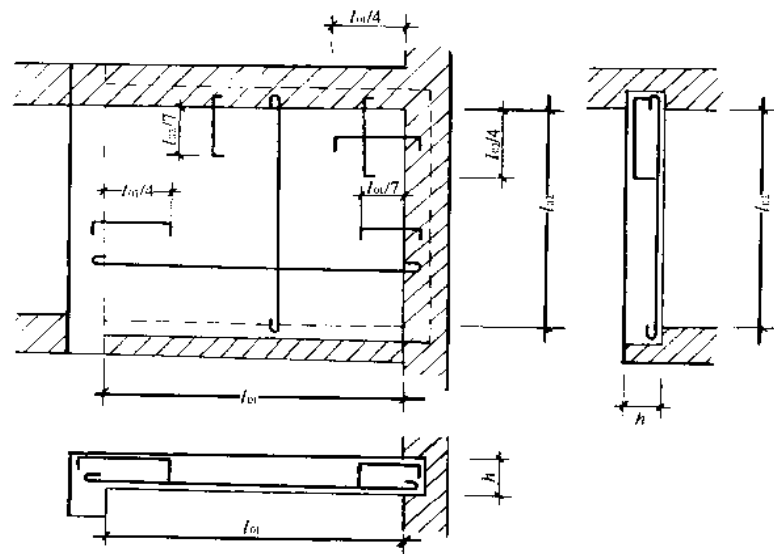
单跨及多跨连续双向板的支边座配筋，按单向板边支座配筋形式配置。

图名

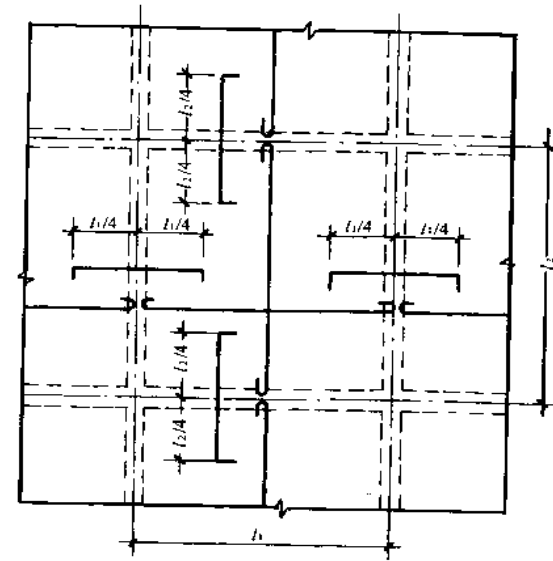
双向板弯起式配筋

图页

1—27



单跨双向板



等跨双向板

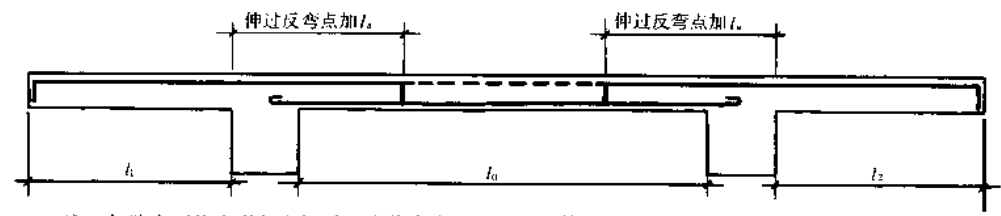
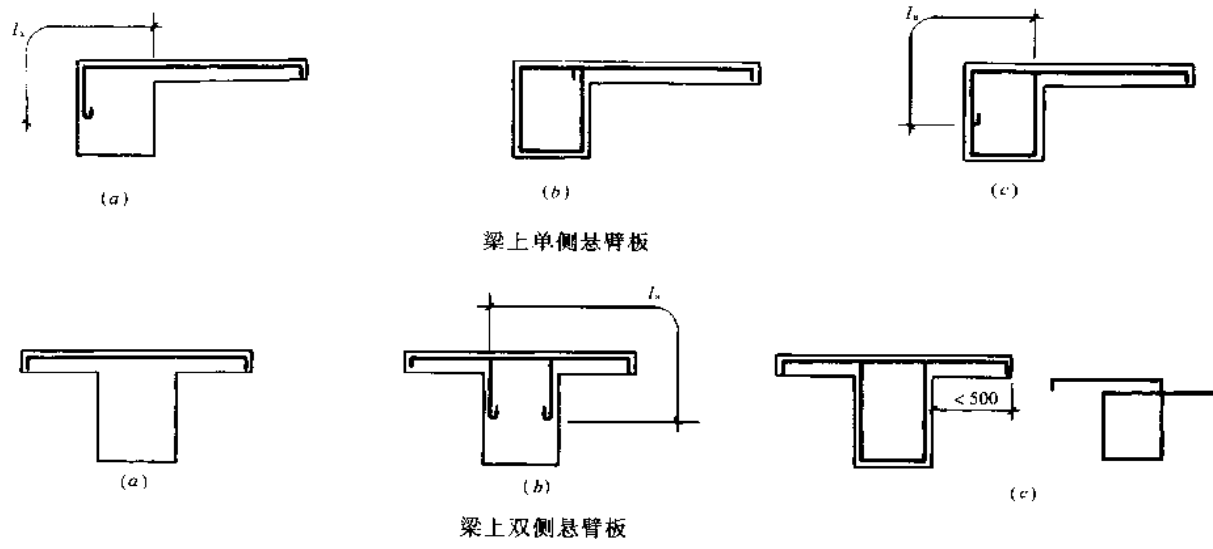
钢筋混凝土板的分离式配筋，一般适用于板厚 $h \leq 120\text{mm}$ 和不经常受动荷载的板。

图名

双向板分离式配筋

图页

1—28



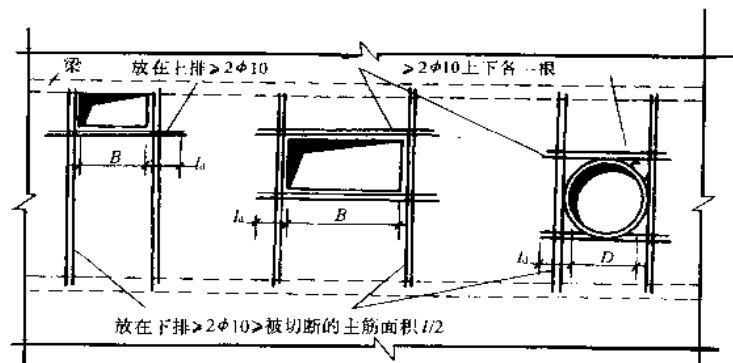
注：如跨中可能出现负弯矩时，应将支座处的上部钢筋(悬臂板的受力钢筋)伸到全跨上。

带有悬臂的板

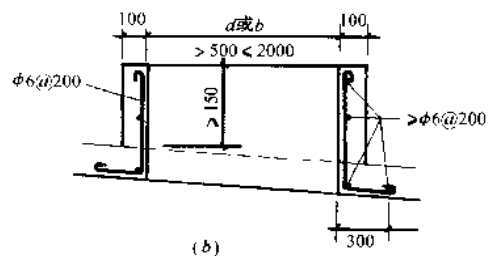
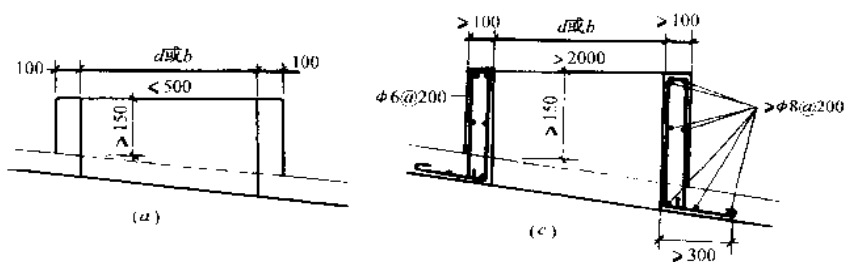
悬臂板在荷载作用下产生负弯矩，板的上面受拉，故受力钢筋应布置在板的上面，图中列出梁上单侧和双侧悬臂板以及带有悬臂的板三种配筋形式， l_a 为纵向钢筋的最小锚固长度。

带有悬臂的板，跨中受力钢筋应根据弯矩图的符号决定布置在板的上面还是下面。

图名	悬臂板配筋	图页	1—29
----	-------	----	------



板上开洞处的构造钢筋



屋面板上孔洞加固

板上开洞处加固配筋:

圆洞或方洞垂直于板跨方向的边长小于 300mm 时, 可不配置附加钢筋, 使受力钢筋绕过洞口, 不要切断。

当 $300 \leq D(B) \leq 1000\text{mm}$ 时, 应沿孔洞边每侧配置加固钢筋, 其面积不小于洞孔宽度内被切断的受力钢筋面积的 $1/2$, 且不小于 $2\phi 10$ 。

当 $D(B) > 300\text{mm}$, 且孔洞周边有集中荷载时或 $D(B) > 1000\text{mm}$ 时, 应在孔洞边加设边梁。

屋面板洞口周边处理:

当孔洞宽度 b 或直径 d 不大于 500mm , 且无固定的烟、气管设备时, 如图(a); 当 b (或 d) $\geq 500\text{mm}$, 而小于 2000mm 时, 或洞口周边固定有轻型的烟、气管设备时, 如图(b);

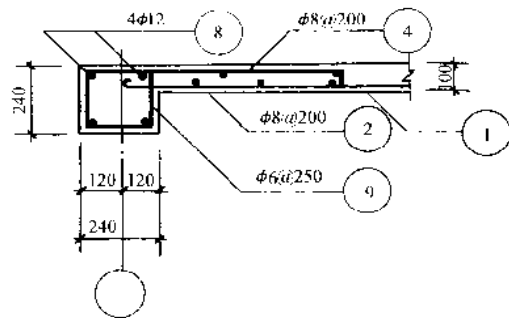
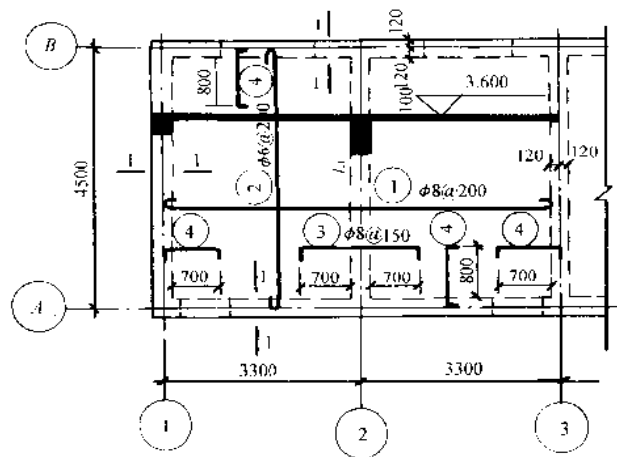
当 b (或 d) $\geq 2000\text{mm}$ 时, 或孔洞周边固定有较重的烟、气管设备时, 如图(c)。

图名

板上孔洞加固配筋及
屋面板洞口周边处理

图页

1—30



I-I

钢 筋 表

钢筋编号	钢筋简图	规格	长度 (mm)	根数	备注
①		φ8	6680	24	
②		φ6	4580	34	
③		φ8	1780	24	
④		φ8	880 (980)	48 68	

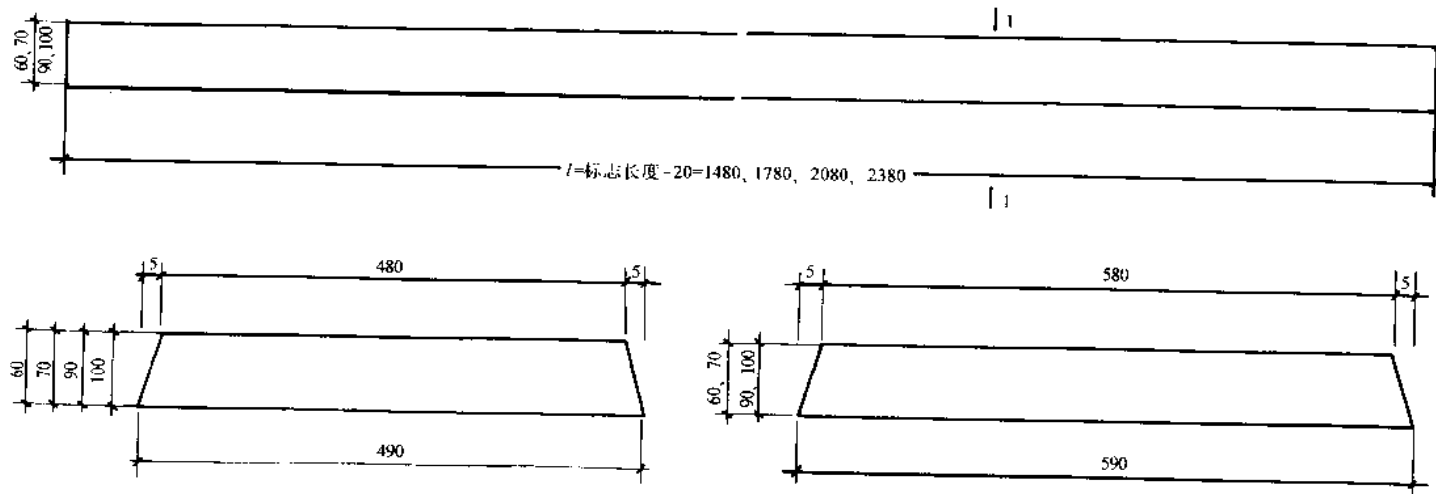
材料：钢筋Ⅰ级钢筋。
混凝土C15。
板的混凝土保护层为10mm。

图名	现浇钢筋混凝土楼板配筋	图页	1—31
----	-------------	----	------

实心板截面尺寸 (mm)

板 跨	1500		1800		2100		2400	
板 长	1480		1780		2080		2380	
板 宽	490	590	490	590	490	590	490	590
板 厚	60		70		90		100	

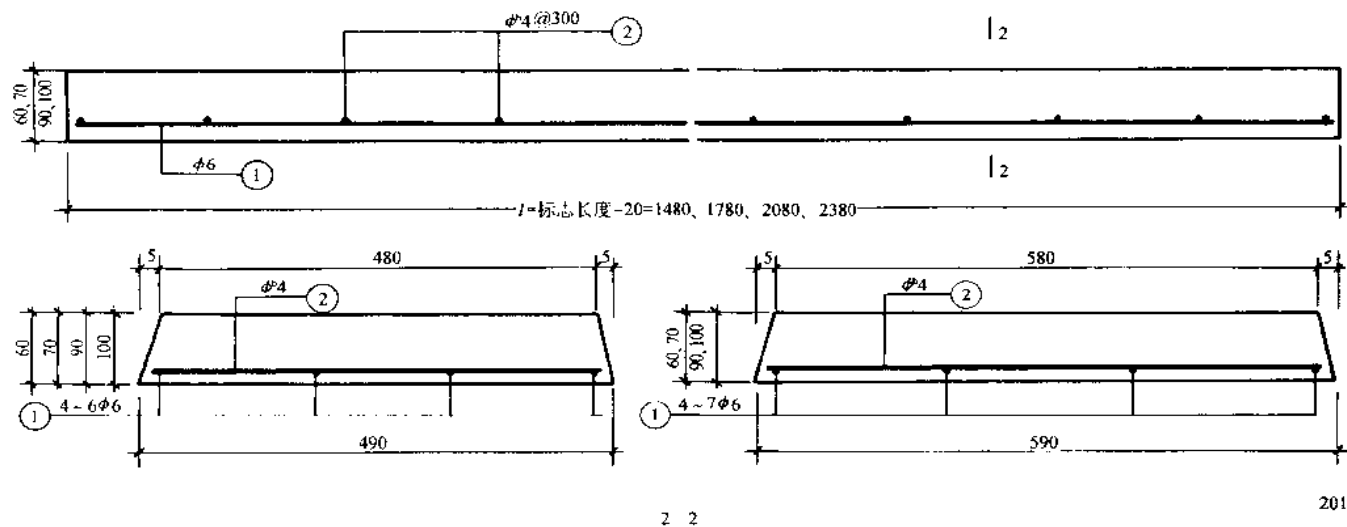
钢 丝 网	板 宽	
	490	590
横 筋	$\phi^b 4 @ 300$	
纵 筋	4~6 $\phi 6$	4~7 $\phi 6$



1-1

模板图

图 名	预制钢筋混凝土实心板(一)	图 页	1—32
-----	---------------	-----	------



配筋图

预制钢筋混凝土实心板可用于楼(屋)盖结构。

实心板的截面尺寸和配筋由设计计算确定,可参考表列数值进行截面尺寸预选,配筋构造如图示。

板的混凝土强度等级一般采用 C20。

实心板宜优先采用焊接钢筋网。如采用绑扎配筋,主筋两端均设弯钩。

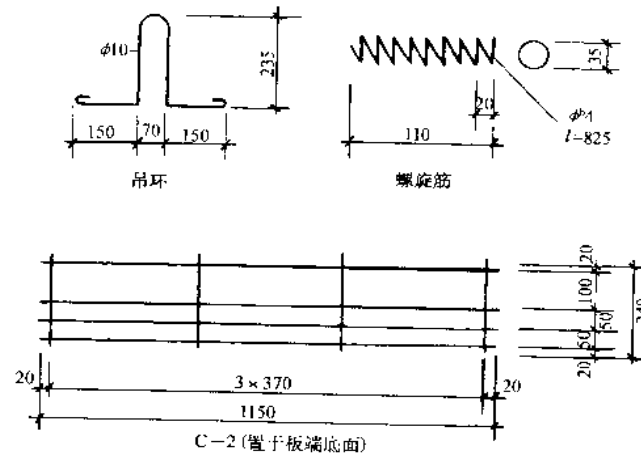
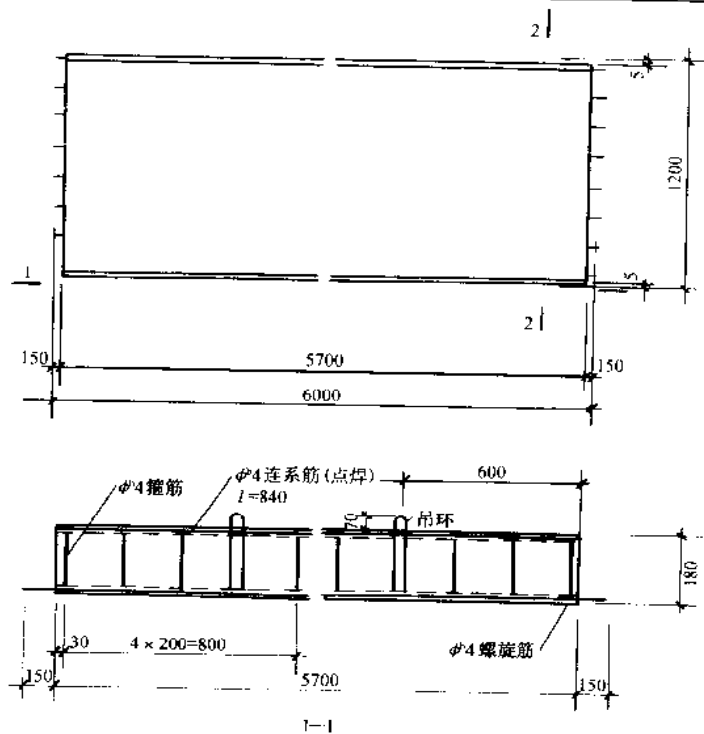
钢筋网的纵向钢筋采用 I 级钢筋,横向钢筋采用乙级冷拔低碳钢丝。

图名

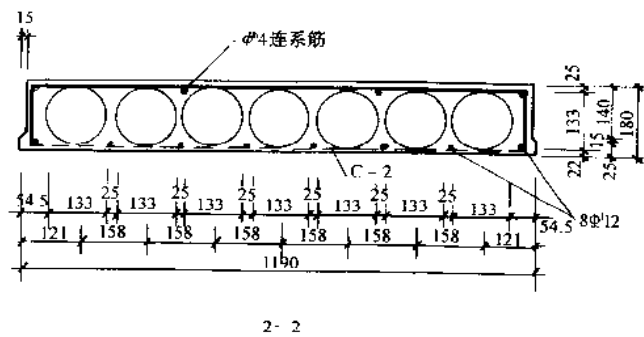
预制钢筋混凝土实心板(二)

图页

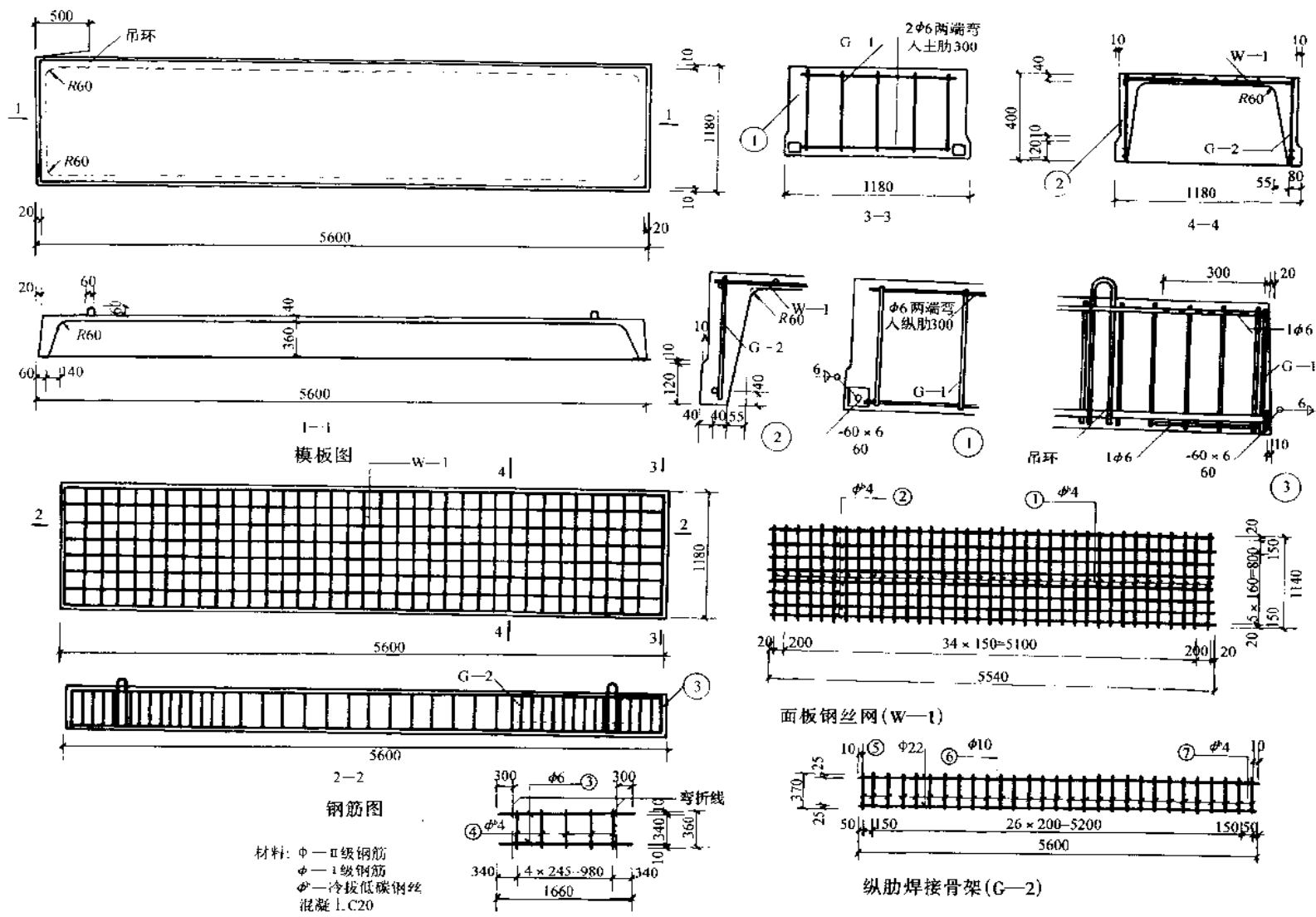
1—33



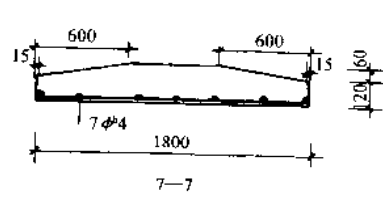
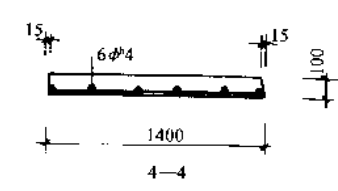
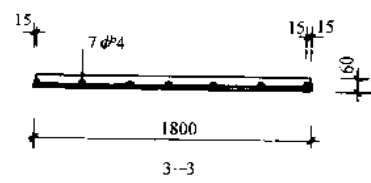
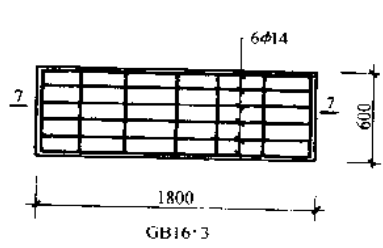
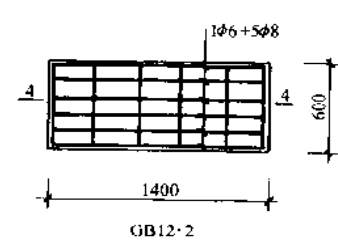
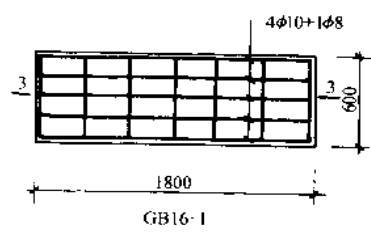
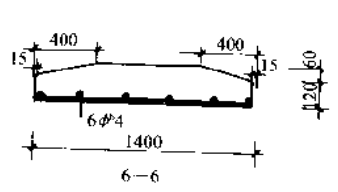
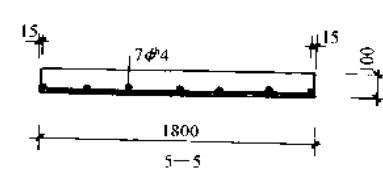
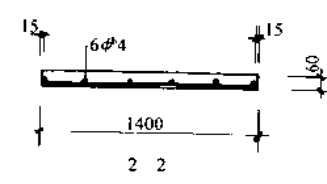
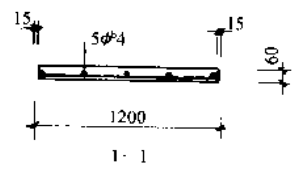
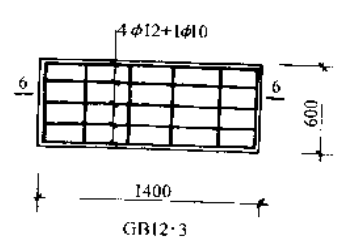
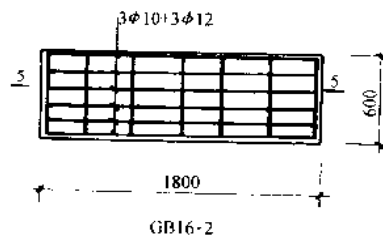
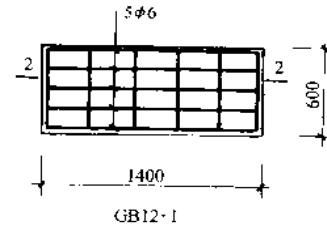
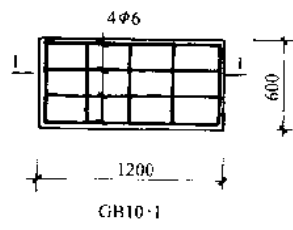
混凝土强度等级为 C30。
 预应力钢筋采用冷拉 II 级 $8 \Phi 12$ 钢筋，张拉控制应力为 $360N/mm^2$ 。
 混凝土强度达 C24 后方可开始放张。



图名	预应力混凝土圆孔板	图页	1-34
----	-----------	----	------

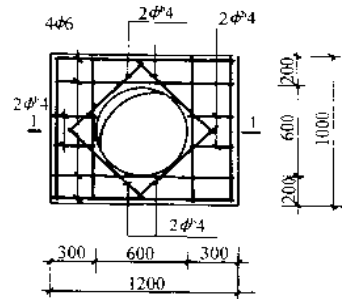


图名	6m槽形实心板	图页	1-35
----	---------	----	------

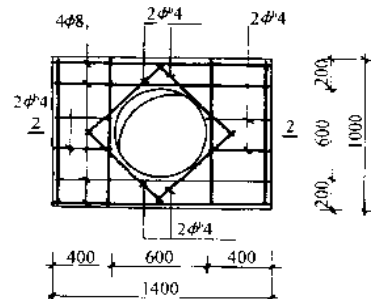


材料
 钢筋: φ—I级钢筋; φ—冷拔低碳钢丝(乙级)。
 混凝土: C20。
 本图所示钢筋为点焊网做法, 如改绑扎, 主筋端部应加弯钩。

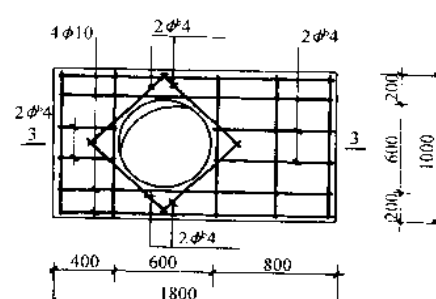
图名	钢筋混凝土沟盖板	图页	1—36
----	----------	----	------



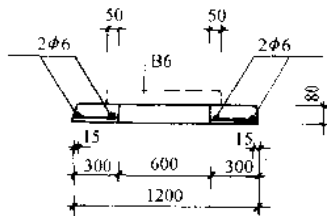
GB10



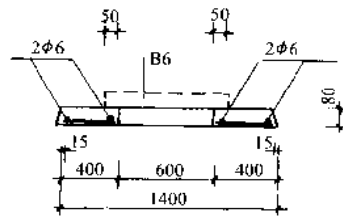
GB12



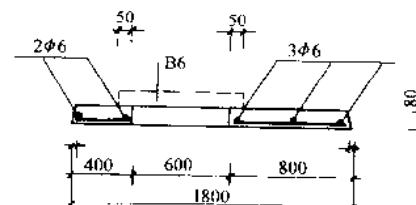
GB16



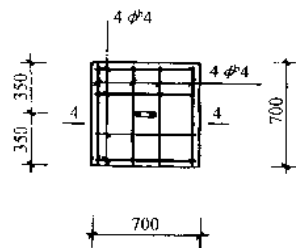
1-1



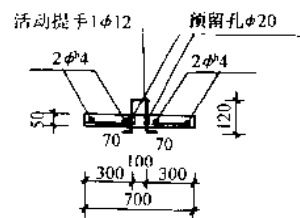
2-2



3-3



GB6



4-4

材料

钢筋: ϕ -I级钢筋; ϕ -冷拔低碳钢丝(乙级)。

混凝土: C20。

本图所示钢筋为点焊做法, 如改绑扎, 主筋端部应加弯钩洞口周边 $4\phi 4$ 要求点焊。

图名

带人孔钢筋混凝土沟盖板

图页

1-37

2. 梁

梁的截面型式有矩形、T形、花篮形、工字形、L形等。

梁的截面尺寸，通常沿全梁保持相同，以便于施工。

梁的截面高度，参照下表确定，如不需作挠度验算的最小截面高度，应符合《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)的规定。

梁的截面高度

项次	构件种类		简支	两端连续	悬臂
	次梁	主梁			
1	整体肋形梁	次梁	$l/20$	$l/25$	$l/8$
		主梁	$l/12$	$l/15$	$l/6$
2	独立梁		$l/12$	$l/15$	$l/6$

注：1. l —梁的计算跨度；

2. 当 $l \geq 9m$ 时，表中数值乘 1.2 系数。

现浇梁板结构，主梁高度应大于次梁高度，当：主梁底部钢筋为单排配置时高 50mm；主梁底部钢筋为双排配置时高 100mm。

梁的截面宽度，可由高宽比，按下列比值范围选用：

矩形截面： $h/b = 2.0 \sim 3.5$ ；

T形截面： $h/b = 2.5 \sim 4.0$ 。

圈梁宽度按墙厚确定。

梁的截面高度、宽度取下列数值的倍数：

截面高度 $\leq 800mm$ 时，50mm 的倍数；

截面高度 $> 800mm$ 时，100mm 的倍数；

截面宽度取 50mm 的倍数。

梁的支承长度，应满足纵向受力钢筋在支座处的锚固长度的要求。梁支承在砖墙上时，其支座长度当梁高 $h \leq 500mm$ 时，支座长度 $a \geq 180 \sim 240mm$ ；当梁高 $h > 500mm$ 时， $a \geq 370mm$ 。

如梁上荷载较大，应验算梁下砌体的局部受压强度，当局部受压强度不能满足要求时，应设置混凝土或钢筋混凝土梁垫。

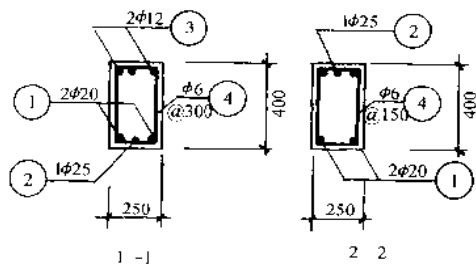
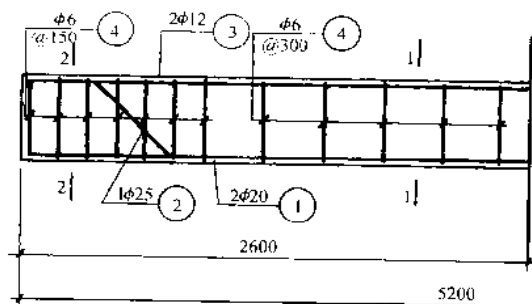
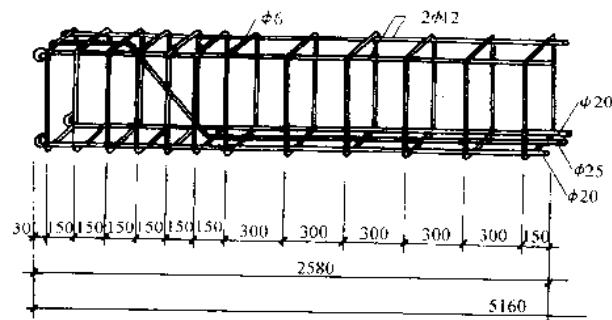
板的支承长度 a ，当板支承在砖砌体上时， $a \geq 120mm$ 且 $\geq h$ (h 为板的厚度)；当板支承在混凝土结构上时， $a \geq 60mm$ 。

图名

梁的截面尺寸和梁、板的支承长度

图页

1—38



简支梁配筋图

一般钢筋混凝土梁中，通常配有纵向受力钢筋、弯起钢筋、箍筋及架立钢筋。当梁的截面较高时，尚应设置梁侧构造钢筋。

如图：①号钢筋为 $2\phi 20$ 直钢筋，是纵向受力钢筋，主要用来承受拉力，布置在受拉区，位于梁的下部。端部设 180° 弯钩。

②号钢筋为 $1\phi 25$ 的弯起钢筋，弯起角度为 45° ，下部直段承受纵向拉力，弯起段（即斜钢筋）承受一部分剪力，弯起后余下伸入支座的上部直段承受由于梁端嵌固而产生的负弯矩，端部设直弯钩。

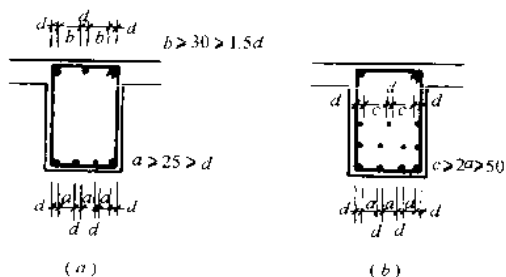
③号钢筋为 $2\phi 12$ 直钢筋，是梁内的架立钢筋，主要用来固定箍筋、纵向受力钢筋，使其形成钢筋骨架，布置在梁的上角。架立钢筋同时可承受因温度变化、混凝土收缩等原因而产生的拉力，防止裂缝。端部设 180° 弯钩。

④号钢筋为 $\phi 6@150$ 的箍筋，承受剪力，端部设 135° 弯钩。

图名	简支梁的配筋	图页	1—39
----	--------	----	------

梁的纵向受力钢筋最小直径

梁高 (mm)	≤ 300	< 500	≥ 500
直径 (mm)	6~8	10	12



纵向受力钢筋的间距

纵向受力钢筋的直径:

梁的纵向受力钢筋最小直径应符合左表规定。

绑扎骨架的钢筋混凝土梁,其纵向受力钢筋的直径:当梁高为300mm及以上时,不宜小于10mm;当梁高小于300mm时,不宜小于6mm。

梁的纵向受力钢筋直径常取12~25mm,一般不宜大于28mm。同一构件中钢筋直径的种类宜少,两种不同直径的钢筋,其直径差不宜小于2mm,以便肉眼能识别其大小,避免施工发生差错。

纵向受力钢筋的间距:

梁的下部纵向受力钢筋净距 $a \geq 25\text{mm} \geq d$ 。

梁的上部纵向受力钢筋净距 $b \geq 30\text{mm} \geq 1.5d$ 。

梁的下部钢筋多于两排时,最上排钢筋水平净距 c 比下面两排的净距增大一倍并不小于50mm。

伸入梁支座范围内的纵向受力钢筋的数量:

当梁宽150mm及以上时,不应少于两根;

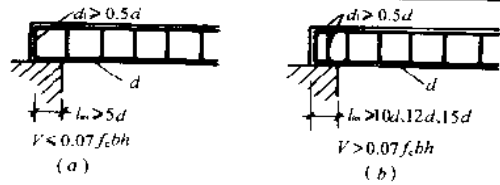
当梁宽小于150mm时,可为一根。

图名

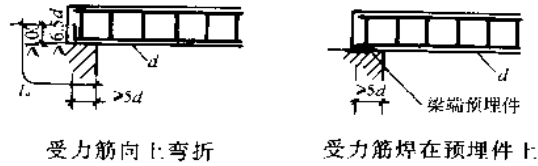
梁的纵向受力钢筋的直径和间距

图页

1—40

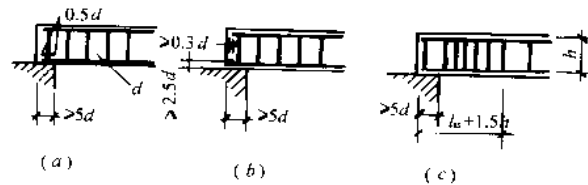


锚固长度内加焊横向钢筋

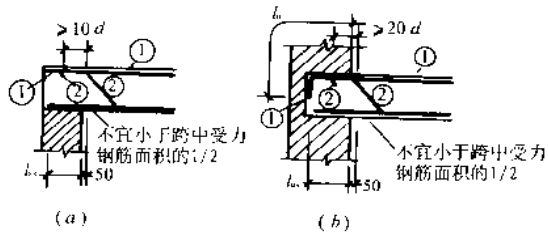


受力筋向上弯折

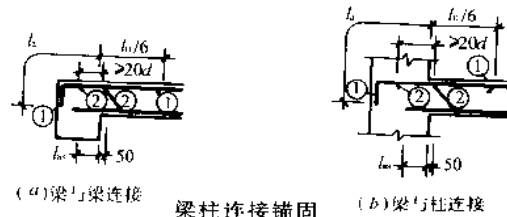
受力筋焊在预埋件上



减少锚固长度的措施



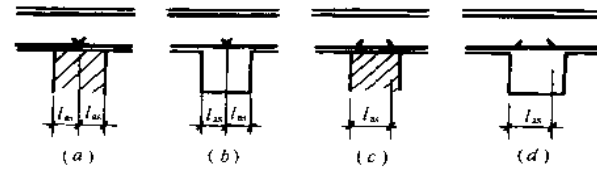
砖砌体上钢筋的锚固长度



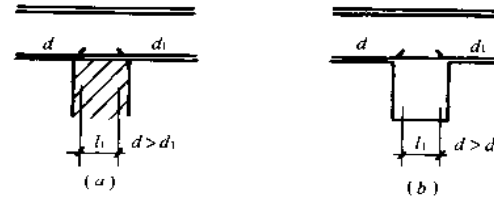
(a) 梁与梁连接

梁柱连接锚固

(b) 梁与柱连接



梁中间支座下部纵向受力钢筋的锚固



中间支座下部纵向受力钢筋搭接

梁的纵向受力钢筋锚固长度：

简支梁的下部纵向受力钢筋伸入支座的锚固长度 l_{aE} ；对月牙纹钢筋， $l_{aE} \geq 12d$ ；光面钢筋， $l_{aE} \geq 15d$ ；螺纹钢筋， $l_{aE} \geq 10d$ ；只在荷载较小的梁中，混凝土能担负全部剪力 ($V \leq 0.07 f_c b h$) 时， $l_{aE} \geq 5d$ 。如焊接骨架中采用光面钢筋作为纵向受力时，则在锚固长度 l_{aE} 内应加焊横向钢筋 (如图)。

当下部钢筋伸至梁端尚不满足 l_{aE} 时，可采用受力钢筋向上弯折、受力钢筋焊在预埋件上等锚固措施，但伸入支座内水平长度 l_{aE} 不宜小于 $5d$ 。

支承在砖墙或砖柱上的简支梁，弯起钢筋及构造负筋的锚固长度 l_{aE} 如图示。

梁与梁或梁与柱连接，而计算中按简支考虑时，弯起钢筋及构造负筋的锚固长度 l_{aE} 应满足图示要求，支座上并应设置不小于梁跨中下部受力钢筋截面面积 25%，且不得小于 $2\phi 12$ 。

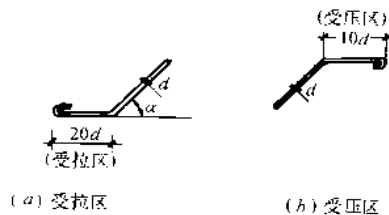
梁中间支座下部纵向受力钢筋，当计算不需要设置受压钢筋也不出现正弯矩时，一般将纵向受力钢筋伸至支座中心线，且不少于规定的锚固长度；当计算需要配置受压钢筋时，一般将下部纵向受力钢筋伸至支座中心线，且不少于受压钢筋的搭接长度。所有伸至支座的纵向钢筋均可在同一截面上搭接。

图名

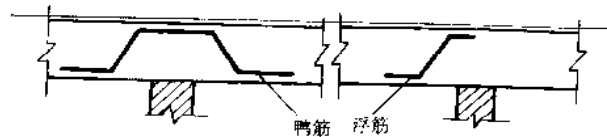
梁的纵向受力钢筋的锚固长度

图页

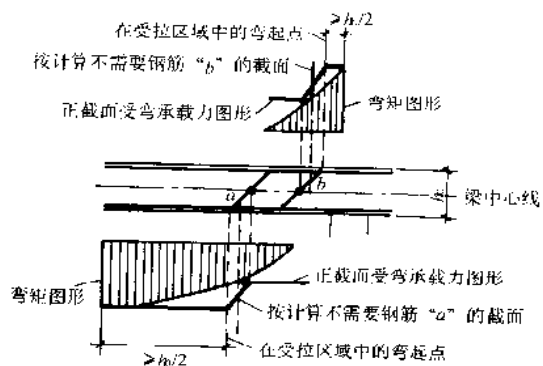
1—41



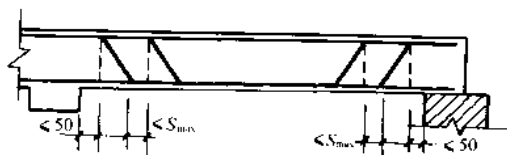
弯起钢筋端部构造



附加斜钢筋(鸭筋)的设置



弯起钢筋弯起点与弯矩图的关系



弯起钢筋的距离

梁中弯起钢筋的弯起角 α ，一般为 45° ，当梁高 $> 800\text{mm}$ 时，宜取 60° 。

弯起钢筋弯终点外应留有锚固长度，在受拉区不应小于 $20d$ ，在受压区不应小于 $10d$ ，光面钢筋在末端应设置弯钩。

在梁的受拉区中，弯起钢筋的弯起点，可在按正截面受弯承载力计算，不需要该钢筋截面面积之前弯起；但弯起钢筋与梁中心线的交点，应在不需要该钢筋的截面之外；同时，弯起点与按计算充分利用该钢筋的截面之间的距离，不应小于 $h_0/2$ ，如图所示。

弯起钢筋前排（对支座而言）的弯起点至后一排的弯终点的距离，不应大于箍筋的最大间距。第一排弯起钢筋的弯终点距支座边缘的距离不应大于 50mm ，如图所示。

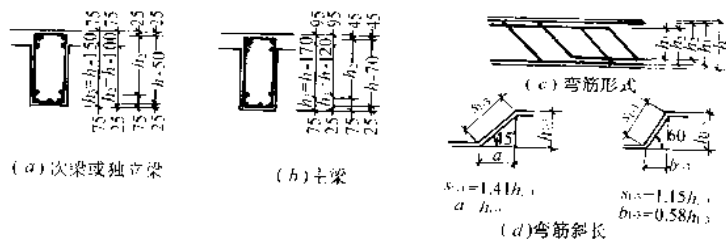
当纵向受力钢筋不能在需要的地方弯起，或弯起钢筋不足以承受剪力时，需增设附加斜钢筋（鸭筋），且其两端应锚固在受压区内，不得采用浮筋，如图所示。

图名

梁的弯起钢筋

图页

1—42



(a) 次梁或独立梁

(b) 主梁

(c) 弯筋形式

(d) 弯筋斜长

弯起钢筋长度

主梁 45°弯起钢筋长度 (mm)

h	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1100	1200
h_1	330	380	430	480	530	580	630	680	730	830	930	1030	1130
s_1		535	610	680	750	820	890	960	1030	1170	1310	1450	1590
h_2		330	380	430	480	530	580	630	680	780	880	980	1080
s_2		465	535	610	680	750	820	890	960	1100	1240	1380	1520
h_3			330	380	430	480	530	580	630	730	830	930	1030
s_3			465	535	610	640	750	820	890	1030	1170	1310	1450

主梁 60°弯起钢筋长度 (mm)

h	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
h_1	730	830	930	1030	1130	1230	1330	1430	1530
b_1	420	480	540	600	655	715	770	830	890
s_1	840	955	1070	1180	1300	1420	1530	1645	1760
h_2	680	780	880	980	1080	1180	1280	1380	1480
h_2	395	450	510	570	630	685	740	800	860
s_2	780	900	1010	1130	1240	1360	1470	1590	1700
h_3	630	730	830	930	1030	1130	1230	1330	1430
h_3	365	420	480	540	600	655	715	770	830
s_3	725	840	955	1070	1180	1300	1420	1530	1650

次梁或独立梁 45°弯起钢筋长度 (mm)

h	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1100	1200
h_1	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	850	950	1050	1150
s_1	350	425	490	565	635	705	775	845	915	990	1060	1200	1340	1480	1620
h_2			300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1000	1100
s_2			420	490	565	635	705	775	845	915	990	1130	1280	1410	1550
h_3					350	400	450	500	550	600	650	750	850	950	1050
s_3					490	565	635	705	775	845	915	1060	1200	1340	1480

次梁或独立梁 60°弯起钢筋长度 (mm)

h	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600
h_1	750	850	950	1050	1150	1250	1350	1450	1550
b_1	435	490	550	610	665	725	780	840	900
s_1	860	980	1090	1210	1330	1440	1550	1670	1790
h_2	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
b_2	410	465	520	580	640	700	755	810	870
s_2	810	920	1040	1150	1270	1380	1500	1610	1730
h_3	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350	1450
b_3	380	435	490	550	610	670	725	780	840
s_3	750	860	980	1090	1210	1320	1440	1550	1670

弯起钢筋长度图中均为钢筋上、下表面尺寸，混凝土保护层为25mm。

图名	梁内弯起钢筋长度	图页	1-43
----	----------	----	------

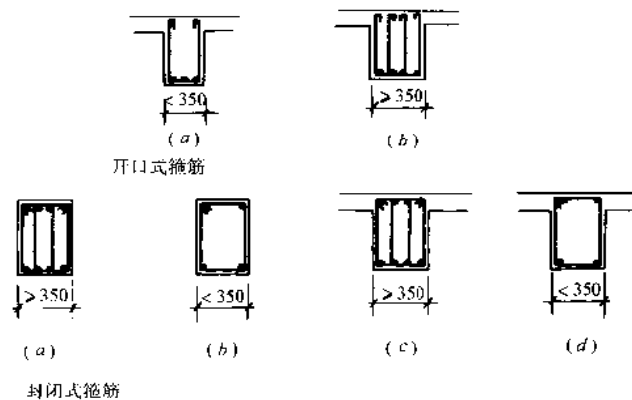
梁中箍筋的最大间距 (mm)

项次	梁高	按计算配置箍筋	按构造配置箍筋
1	150 ~ 300	150	200
2	300 ~ 500	200	300
3	500 ~ 800	250	350
4	> 800	300	500

梁中箍筋最小直径 (mm)

项次	梁高 h	最小直径	一般采用直径
1	$h \leq 250$	4	4 ~ 6
2	$250 < h \leq 800$	6	6 ~ 10
3	$h > 800$	8	8 ~ 12

注：梁中配有计算需要受压钢筋时，箍筋直径不应小于 $1/4d$ (d 为纵向受压钢筋的最大直径)。



箍筋形式

梁的箍筋设置：梁高 $> 300\text{mm}$ ，应沿梁全长设置；梁高为 $150 \sim 300\text{mm}$ ，可在构件端部 $1/4$ 跨度范围内设置，但当在构件中部 $1/2$ 跨度范围内有集中荷载作用时，应沿全长设置；梁高 $< 150\text{mm}$ ，可不设置。梁支座处的箍筋从梁边（或墙边） 50mm 开始设置。

梁中箍筋最小直径和梁中箍筋的最大间距应符合表中的规定。

梁中配有计算需要的纵向受压钢筋时，箍筋应做成封闭式，其间距，在绑扎骨架中不应大于 $15d$ ，在焊接骨架中不应大于 $20d$ (d 为受压钢筋中的最小直径)，同时在任何情况下均不应大于 400mm 。

梁中钢筋搭接处的钢箍应加密。当搭接钢筋为受拉时，不应大于 $5d$ ，且不应大于 100mm ；当搭接钢筋为受压时，不应大于 $10d$ ，且不应大于 200mm (d 为受力钢筋中的最小直径)。

箍筋的形式与肢数：箍筋形式有开口式与封闭式两种（如图）。开口式箍筋只用于现浇 T 形梁跨中部分（不承受扭矩与动载），其他均应采用封闭式箍筋。采用绑扎配筋的受扭曲作用或弯、扭联合作用的梁，封闭式箍筋的末端应做成不小于 135° 的弯钩，弯钩端头平直段长度不应小于 $5d$ (d 为箍筋直径) 或 50mm 。

梁宽 $b < 350\text{mm}$ 采用双肢箍筋；梁宽 $b \geq 350\text{mm}$ 采用四肢箍筋（如图）。为了施工方便，四肢箍筋可由两个相同的双肢箍筋拼成。只有梁宽很小时，采用单肢箍筋。

图名

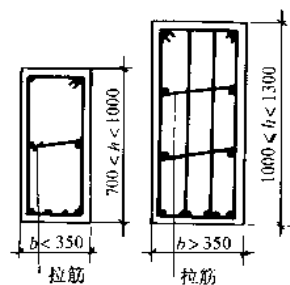
梁的箍筋

图页

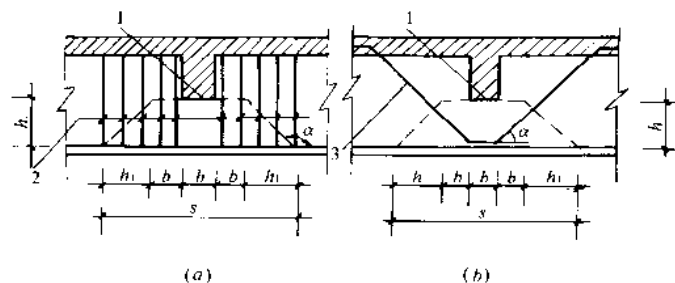
1 44

架立钢筋直径

项次	梁的计算跨度 (m)	最小直径 (mm)
1	$l < 4$	6
2	$4 \leq l \leq 6$	8
3	$l > 6$	10



梁中纵向构造钢筋与拉筋布置



集中荷载作用处的横向附加钢筋

(a) 附加箍筋; (b) 附加吊筋

1—传递集中荷载的位置; 2—附加箍筋; 3—附加吊筋

在梁顶面箍筋转角处无纵向受力钢筋时, 应设置架立钢筋, 其直径不应小于表中的规定。

架立钢筋与受力钢筋的搭接长度: 当架立钢筋直径 $< 10\text{mm}$ 时, 为 100mm ; 当架立钢筋直径 $\geq 10\text{mm}$ 时, 为 150mm 。

当梁嵌固在承重砖墙内时, 可利用架立钢筋作构造负筋, 此时架立钢筋直径宜采用 12mm , 端部锚固长度应符合要求。

当梁的高度超过 700mm 时, 梁中应设纵向构造钢筋和拉筋 (如图)。纵向构造钢筋在梁的两侧面沿高度每隔 $300 \sim 400\text{mm}$ 设置一根直径不小于 10mm 的钢筋, 并用拉筋连系, 拉筋直径与箍筋相同。

对于钢筋混凝土薄腹梁或需要作疲劳验算的钢筋混凝土梁, 应在下部 $1/2$ 梁高的腹板内, 沿两侧配置纵向构造钢筋, 其直径为 $8 \sim 14\text{mm}$, 间距为 $100 \sim 150\text{mm}$, 并按下密上稀方式布置; 在上部 $1/2$ 梁高的腹板内按一般规定配置纵向构造钢筋。

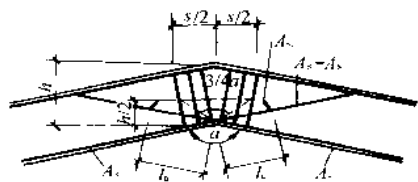
在梁下部或截面高度范围内有集中荷载作用时, 应在该处设置附加横向钢筋 (吊筋、箍筋) 承担。附加横向钢筋应布置在长度 s ($s = 2h_1 + 3b$) 的范围内 (如图)。附加横向钢筋所需总截面面积由计算确定。

图名

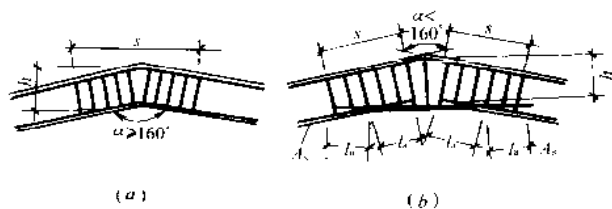
梁的纵向构造钢筋和附加横向钢筋

图页

1—45



梁内折角配筋形式一



梁内折角配筋形式二

梁的内折角处于受拉区时，应增设箍筋。该箍筋应足以承受未伸入受压区域的纵向受拉钢筋的合力，且在任何情况下不应小于全部纵向受拉钢筋合力的 35%。由箍筋承受的纵向受拉钢筋合力，按下列公式计算（见图梁内折角配筋形式之一）

未伸入受压区域的纵向受拉钢筋的合力为：

$$N_{sl} = 2f_y A_{sl} \cos \frac{\alpha}{2}$$

全部纵向受拉钢筋合力的 35% 为：

$$N_s = 0.7f_y A_s \cos \frac{\alpha}{2}$$

式中 A_s ——全部纵向受拉钢筋的截面面积；

A_{sl} ——未伸入受压区域的纵向受拉钢筋的截面面积；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值；

α ——构件的内折角。

按上述条件求得的箍筋，应设置在长度为 $s \left(s = h \operatorname{tg} \frac{3}{8} \alpha \right)$ 的范围内。

当梁的内折角 $\alpha \geq 160^\circ$ 时，纵向受拉钢筋可采用折线形钢筋，不必断开（见图梁内折角配筋形式二、a），此时，在 s 范围内箍筋所承受的拉力为 $N_s = 2f_y A_s \cos \frac{\alpha}{2}$ 。

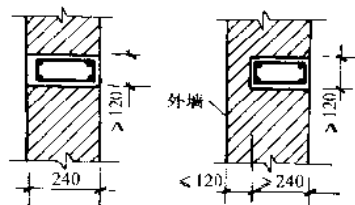
当梁的内折角 $\alpha < 160^\circ$ 时，可采用如图梁内折角配筋形式二、b，亦可采用在内折角处增加角托的配筋形式（见图梁内折角配筋形式二、b）。此时在 s 范围内箍筋所承受的拉力为： $N_s = A_s f_y \cos \frac{\alpha}{2} \left(s = \frac{1}{2} h \operatorname{tg} \frac{3}{8} \alpha \right)$ 。

图名

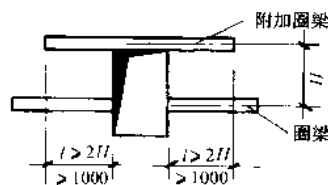
梁折角处配筋

图页

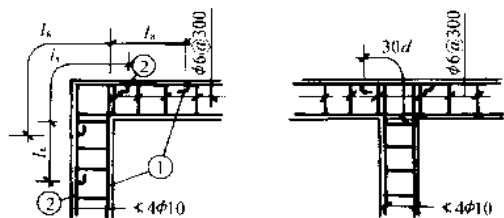
1—46



钢筋混凝土圈梁



圈梁切断时的布置



圈梁转角处配筋

圈梁应连续设置在墙的水平面上，尽可能地形成封闭圈，并应与横向墙柱，排架柱，框架柱加以连接。

圈梁的宽度一般与墙厚相同，当墙厚 $d \geq 240\text{mm}$ 时，不宜小于 $2/3d$ 。圈梁的高度应为砌体每皮厚度的倍数，且不小于 120mm 。

圈梁的纵向钢筋不宜小于 $4\phi 10$ ，钢筋的搭接长度为 $30d$ (d 为纵向钢筋直径)，箍筋间距不大于 300mm 。当圈梁兼作过梁时，过梁部分配筋按计算确定。

圈梁一般为现浇钢筋混凝土，混凝土强度等级不宜低于 C15；当采用预制时，不宜低于 C20。

当圈梁被门窗洞口切断时，应在洞口上部设置一道附加圈梁，其截面应不小于切断的圈梁。附加圈梁和圈梁的搭接长度应大于 $2H$ ，且不小于 1000mm ，如图所示。

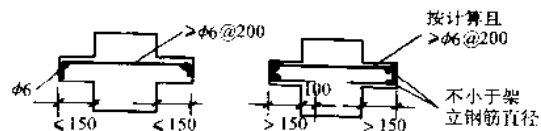
圈梁在房屋转角处及丁字交叉处的配筋构造如图所示。

图名

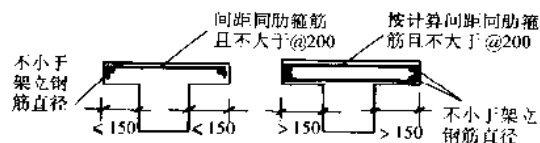
圈梁的构造要求

图页

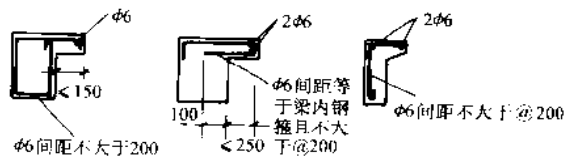
1—47



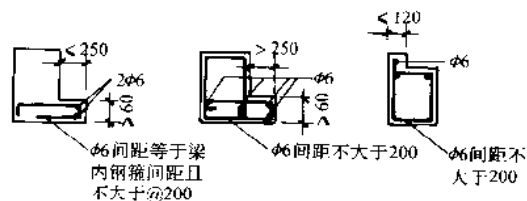
十字形梁翼缘的构造配筋



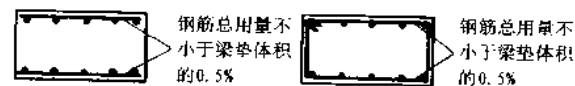
T形梁翼缘的构造配筋



I形梁的构造配筋



L形梁的构造配筋



(a)

(b)

梁垫的配筋

十字形、T形、L形、倒L形的独立梁的翼缘需要构造配筋，以防止翼缘与肋部交接处产生裂缝，图中表示几种翼缘钢筋的形式。

翼缘如果直接承受荷载，配置的钢筋数量要通过计算确定。

钢筋伸入支座的锚固长度应符合要求。

当砖墙或砖柱上承受梁、屋架等集中荷载，支承处砌体局部受压强度不能满足要求时，应设置混凝土或钢筋混凝土梁垫。

梁垫能按刚性角传力时可采用混凝土梁垫；不能满足按刚性角传力时，梁垫应配置钢筋。按构造要求配置双层钢筋网的梁垫，钢筋总用量不小于梁垫体积的0.5%，且网片不得小于 $\phi 6@100$ ；当采用绑扎骨架时，梁垫的配筋应采用封闭式箍筋。

梁垫的厚度不宜小于180mm，其他尺寸由构造和计算确定。

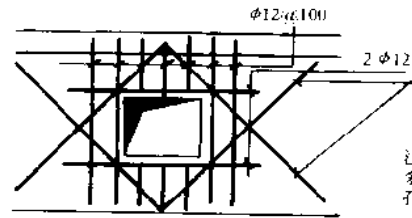
当墙中设有圈梁时，梁垫与圈梁宜浇成整体。

图名

独立梁翼缘构造配筋和梁垫的配筋

图页

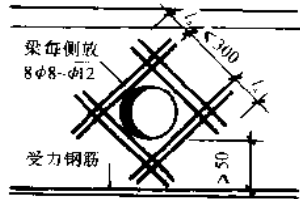
1—48



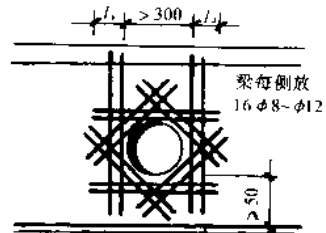
梁上筋 $> \phi 22$ 时各取 $2 \phi 16$,
否则各取 $2 \phi 12$

注: 开孔高度不得超过梁高的 $1/2$,
多孔并列时, 孔心间距不得小于
孔的 3 倍。

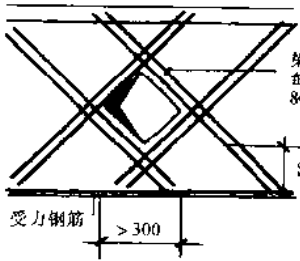
(a)



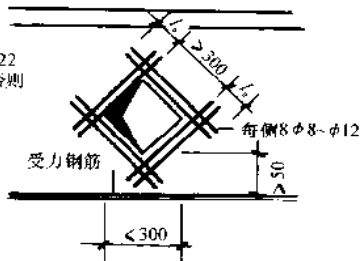
(b)



(c) 梁内受力钢筋



(d)



(e)

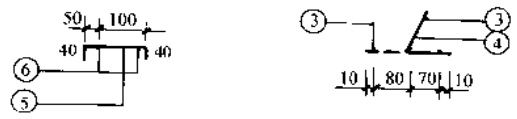
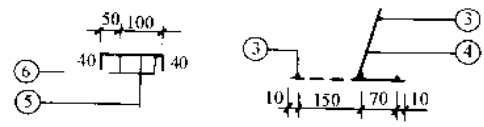
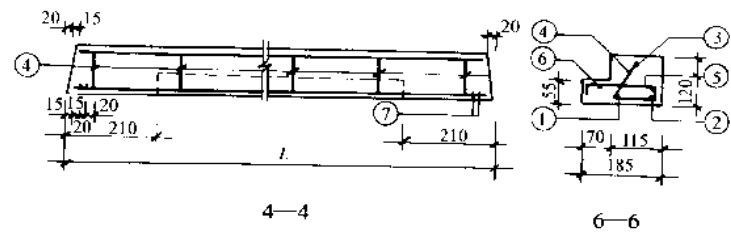
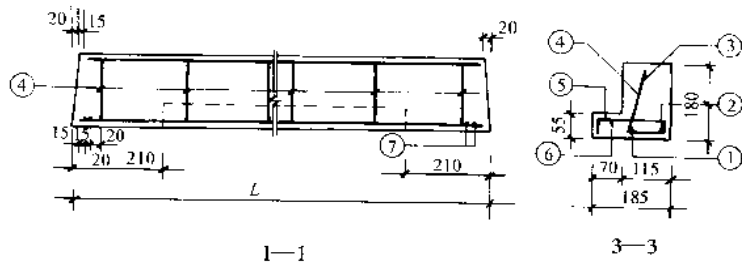
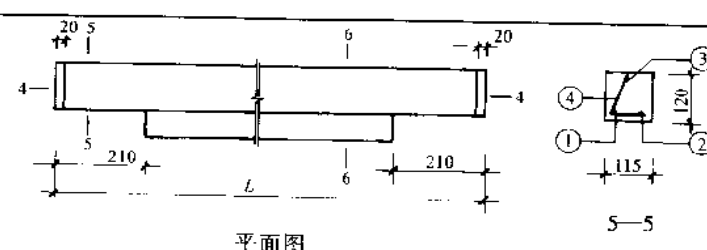
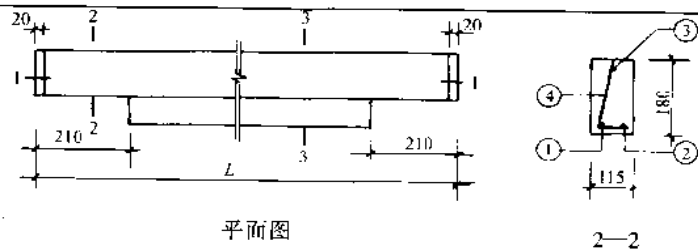
梁孔加固配筋

梁腰开洞时, 孔洞应尽量做成圆形, 且尽可能布置在拉力和剪力较小处。在梁两侧沿洞口的四周应设置加固配筋, 如图所示。

孔洞的底离下部受力钢筋应不小于 50mm 。

梁开洞后, 构件由于截面的减弱而导致强度降低, 应另行验算。

图名	梁孔加固配筋	图页	1—50
----	--------	----	------



材料表

梁号	梁长 (mm)	钢筋							钢筋公称质量 (kg)	混凝土 体积 (m ³)	构件 重量 (kg)
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦			
GL 15.2	2000	1φ ^l 8 L=1970	1φ ^l 10 L=1970	1φ ^b 5 L=1930	14φ ^b 4 L=240	11φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=1550	4φ ^b 5 L=90	3.45	0.047	117.7
GL 18.2	2300	1φ ^l 10 L=2270	1φ ^l 12 L=2270	1φ ^b 5 L=2230	16φ ^b 4 L=240	13φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=1850	4φ ^b 6 L=90	4.57	0.054	136.1
GL 21.2	2600	1φ ^l 12 L=2570	1φ ^l 12 L=2570	1φ ^b 5 L=2530	18φ ^b 4 L=240	16φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=2150	/	5.82	0.062	154.5
GL 24.2	2900	1φ ^l 14 L=2870	1φ ^l 14 L=2870	1φ ^b 5 L=2830	20φ ^b 4 L=240	18φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=2450	/	7.94	0.069	172.9

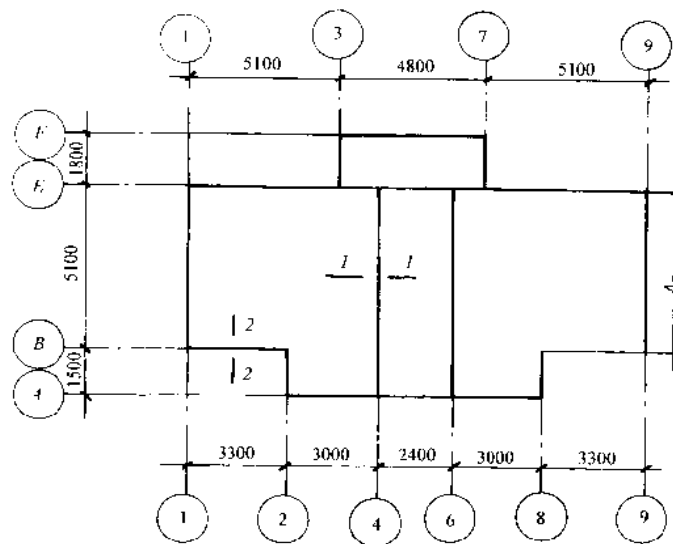
本图为小挑口、荷载为 11kN/m 的钢筋混凝土承重过梁，过梁支承长度 ≥ 240mm，可用于 6~8 度抗震设防。

材料表

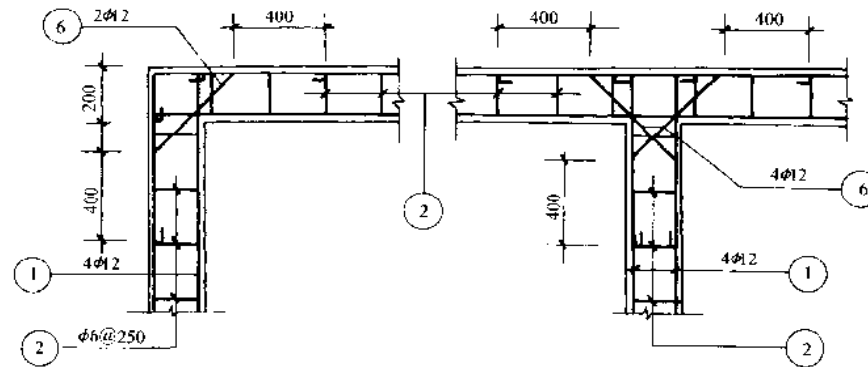
梁号	梁长 (mm)	钢筋							钢筋公称质量 (kg)	混凝土 体积 (m ³)	构件 重量 (kg)
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦			
GL 6.2	1100	1φ ^l 6 L=1070	1φ ^l 6 L=1070	1φ ^b 4 L=1030	6φ ^b 4 L=170	5φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=650	4φ ^b 4 L=90	0.96	0.018	43.8
GL 9.2	1400	1φ ^l 6 L=1370	1φ ^l 8 L=1370	1φ ^b 4 L=1330	8φ ^b 4 L=170	7φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=950	4φ ^b 6 L=90	1.50	0.023	57.0
GL 12.2	1700	1φ ^l 10 L=1670	1φ ^l 10 L=1670	1φ ^b 4 L=1630	12φ ^b 4 L=170	10φ ^b 4 L=230	2φ ^b 4 L=1259	4φ ^b 5 L=90	2.91	0.028	70.3

钢筋：φ——Ⅰ级钢筋；φ^l——冷拉Ⅰ级钢筋；φ^b——冷拔低碳钢丝（乙级）。混凝土：C20。

图名	预制钢筋混凝土过梁	图页	1-51
----	-----------	----	------



圈梁 QL 平面图



圈梁转角钢筋布置图

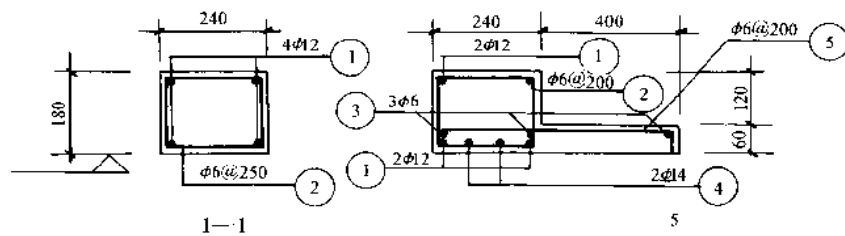
圈梁平面布置用单线条，QL 为圈梁代号。

圈梁断面位于墙体上为矩形，位于门窗洞口上做成挑檐。

圈梁在转角处及丁字交叉处的加强配筋如图所示。

材料：钢筋： ϕ ——I 级钢筋。

混凝土：C15。

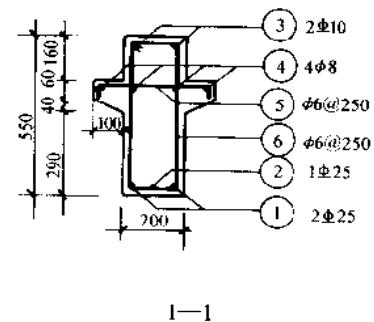
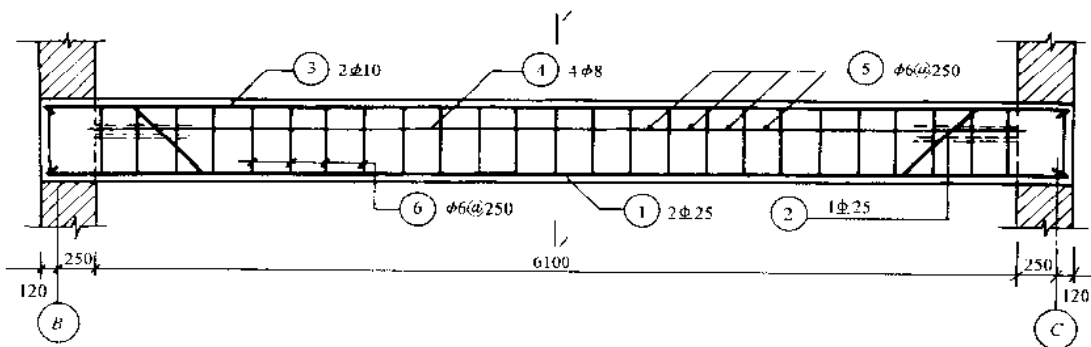


1-1

2-2

仅用于窗口处

图名	圈 梁	图页	1-52
----	-----	----	------



钢筋明细表

梁长 (mm)	编号	简图	直径	长度 (mm)	数量	共长 (mm)
6940	①	————— 6790	Φ25	6790	2	13.58
	②		Φ25	7180	1	7.18
	③	————— 6790	Φ10	6790	2	13.58
	④	————— 6200	Φ8	6200	4	24.80
	⑤		Φ6	416	24	9.98
	⑥		Φ6	1474	27	39.80

①号钢筋为2Φ25纵向受力钢筋。

②号钢筋为1Φ25弯起钢筋。

③号钢筋为2Φ10架立钢筋。

④号钢筋和⑤号钢筋为梁肩构造配筋。

⑥号钢筋为Φ6@250双肢封闭式箍筋。

材料：钢筋：Φ——I级钢筋；⊕——II级钢筋。

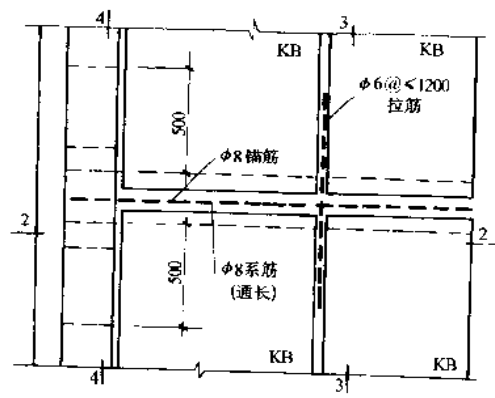
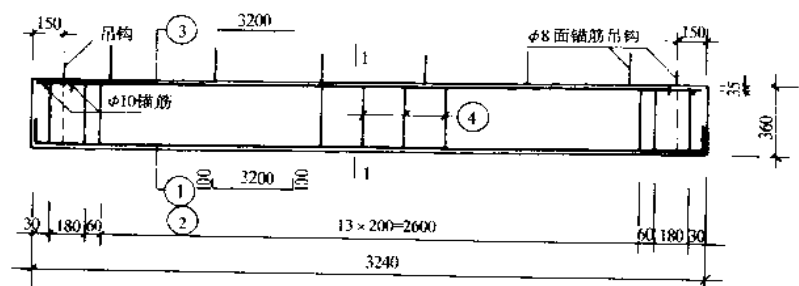
混凝土：C20。

图名

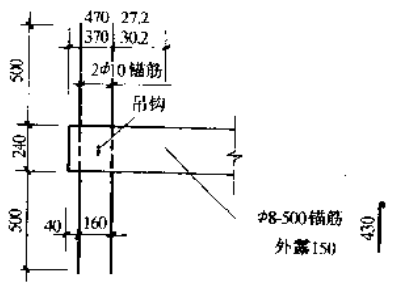
花篮梁

图页

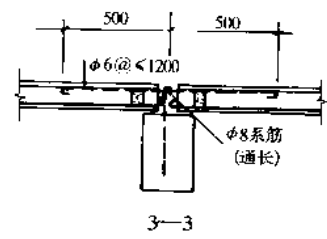
1—53



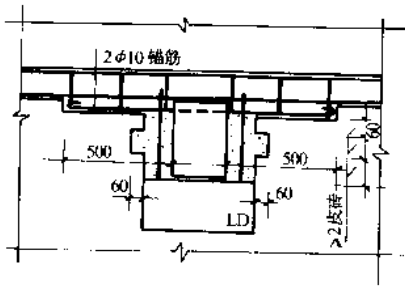
开间梁与墙面垂直时的连接示意图



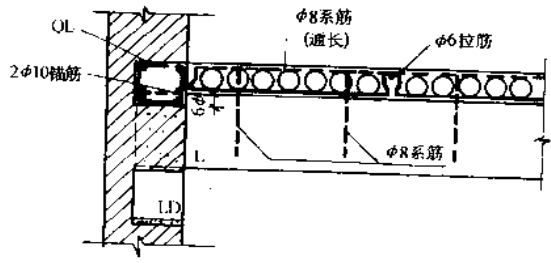
梁端梁面锚筋示意



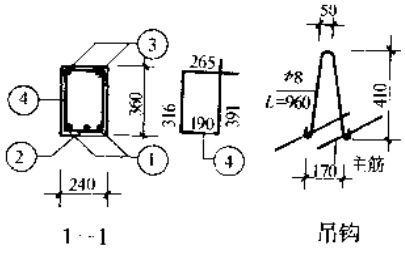
3-3



4-4



2-2

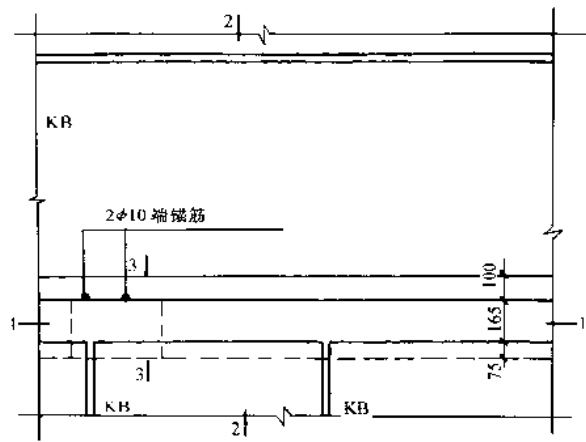


1-1

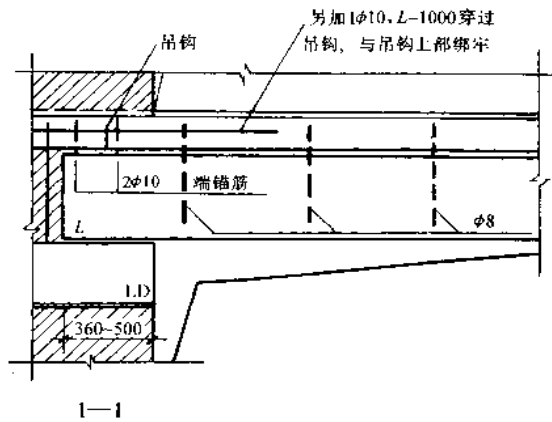
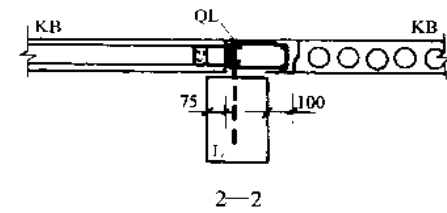
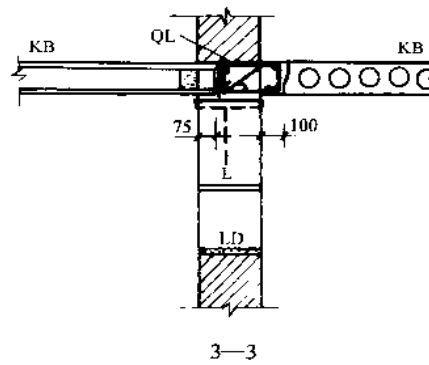
吊钩

梁长 (mm)	钢筋及混凝土用量表								钢筋公称质量 (kg)	混凝土 体积 (m ³)	构件 质量 (kg)
	编 号	①	②	③	④	面锚筋	吊 钩	锚 筋			
3240	钢筋数量	2φ16	1φ18	2φ8	18φ6	6φ8	2φ8	4φ10	29.65	0.280	700
	钢筋长度(mm)	3400	3400	3200	1162	480	960	1240			

图名	预制钢筋混凝土开间梁(一)	图页	1-54
----	---------------	----	------



开间梁与墙平行时连接示意图



本图为轴跨 3.0m 普通钢筋混凝土开间梁，一般用于砖砌体房屋开间方向。条件合适时也可用作其他部位的门、窗洞口过梁。

为加强抗震，在梁端预留 2φ10 锚拉筋，梁面预留 φ8—500 锚拉筋供与圈梁及楼板拉结使用，连结方法如图示。

梁端锚拉筋必须在浇注混凝土前按设计要求就位，不得后插，梁面锚拉筋可在混凝土浇筑完后立即插入，应保证位置准确，不得松动。

材料：混凝土：C20；钢筋：φ——Ⅰ级钢筋，Φ——Ⅱ级钢筋。

主筋保护层 25mm，允许偏差 ±5mm。

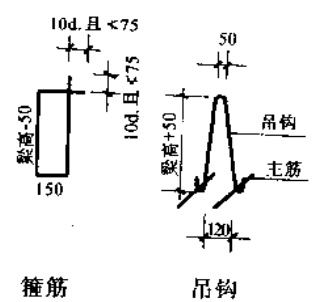
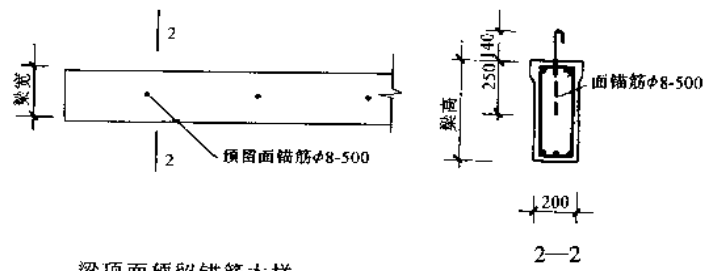
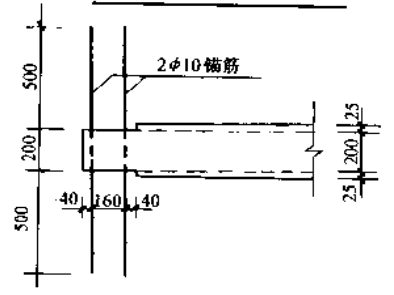
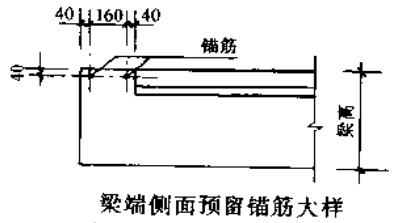
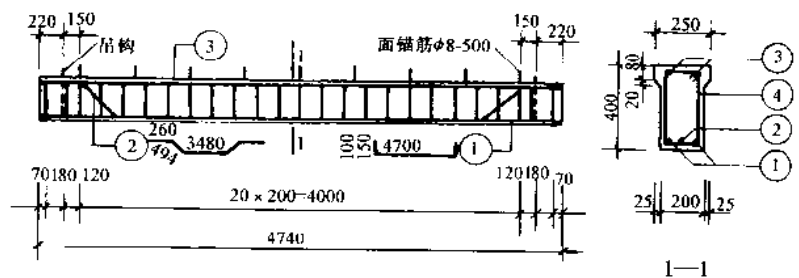
构件的允许偏差：长度：+10mm；宽度：±5mm；高度：+5mm
-5mm

图名

预制钢筋混凝土开间梁(二)

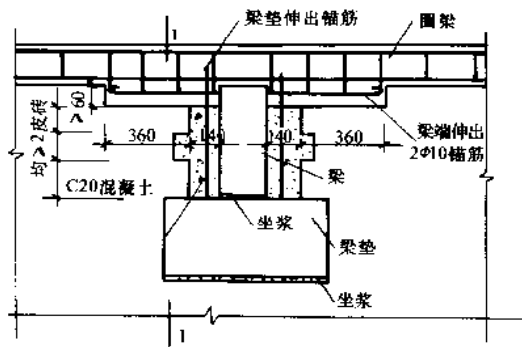
图页

1—55

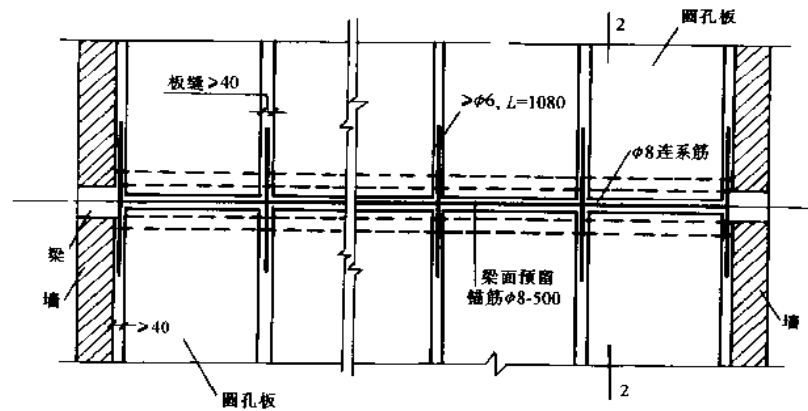


梁长 (mm)	编 号	钢筋及混凝土用量表							钢筋公称质量 (kg)	混凝土体积 (m ³)	构件质量 (kg)
		①	②	③	④	面锚筋	锚 筋	吊 钩			
4740	钢筋数量	2φ16	1φ16	2φ10	25φ6	9φ8	4φ10	2φ8	40.84	0.401	1001
	钢筋长度(mm)	4900	4988	4700	1150	440	1200	1030			

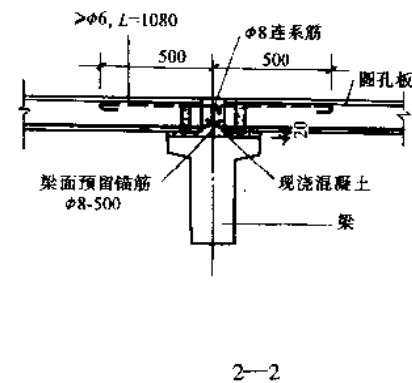
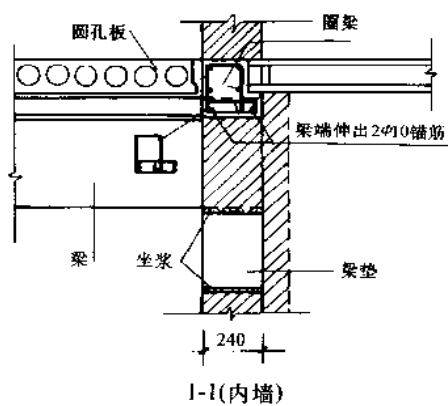
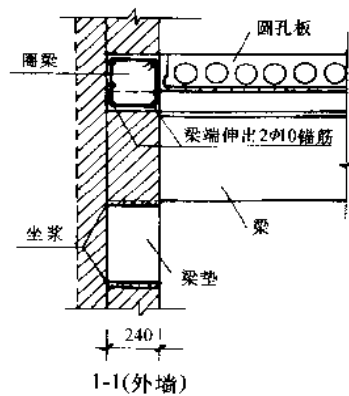
图名 预制钢筋混凝土进深梁(一) 图页 1—56



梁与墙锚固作法示意图



梁与板锚固作法的平面示意图

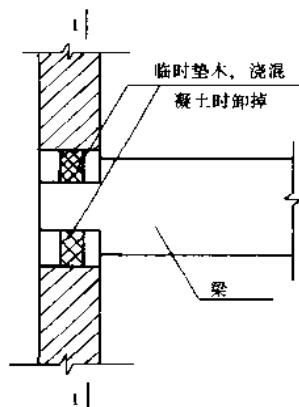


图名

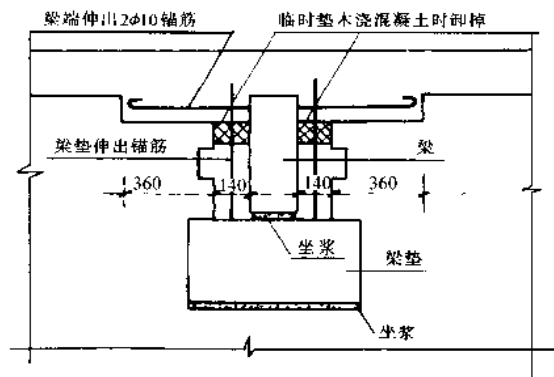
预制钢筋混凝土进深梁(二)

图页

1-57



梁端两侧加临时垫木支撑平面图



1-1

本图为轴跨 4.5m 普通钢筋混凝土进深梁, 用于一般民用建筑砖砌体结构的屋顶或楼层无振动的梁。

表中列出一根梁钢筋的数量和长度, 以及混凝土的体积。

图中弯起钢筋弯起角度为 45°。

为了加强抗震, 在梁的两端预埋 2φ10 锚拉筋供与圈梁拉接用; 梁上预留 φ8—500 的锚拉筋供与楼(屋面)板拉接用。锚固作法如图所示。

梁端锚拉筋需在浇筑混凝土前安装就位, 梁面锚拉筋可在混凝土浇注完后立即插入, 均需保证位置准确, 不得松动。

梁按位置安放好后, 梁端两侧宜加临时垫木支撑, 以防梁侧倾, 如图所示。

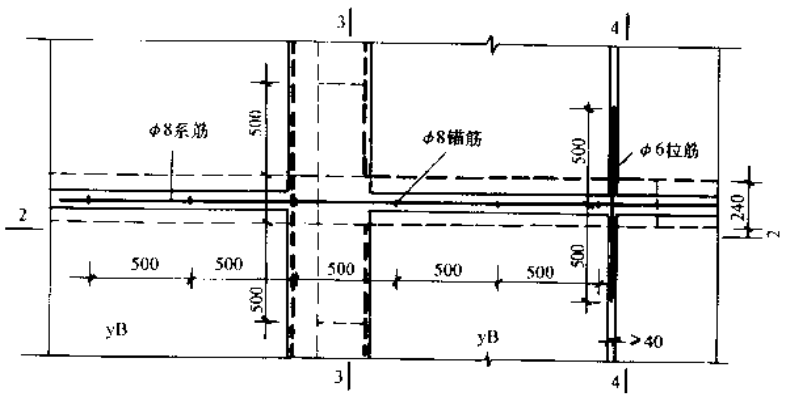
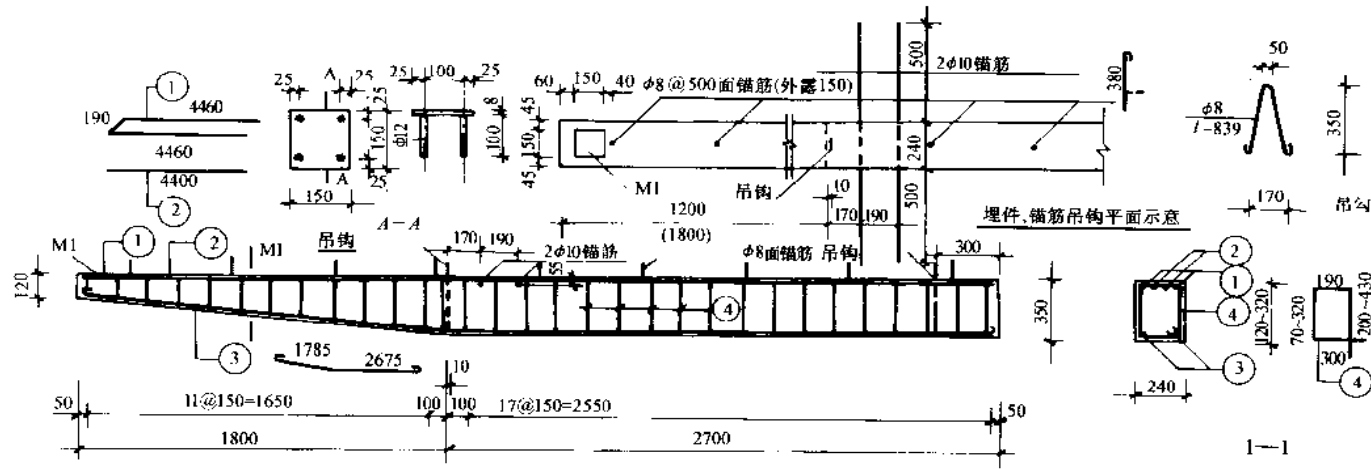
材料: 混凝土: C20; 钢筋: φ——I 级钢筋, ⊕——II 级钢筋。

主筋保护层 25mm, 允许偏差 ±5mm。

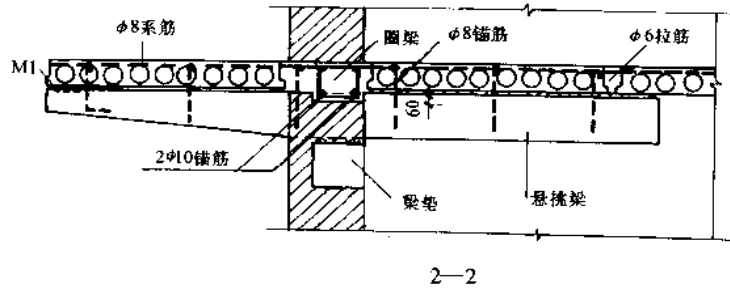
混凝土中不得掺入对钢筋有锈蚀的附加剂。

构件的允许偏差(mm): 长度: $\begin{matrix} +10 \\ -5 \end{matrix}$; 宽度 $\begin{matrix} +5 \\ -5 \end{matrix}$; 总高 $\begin{matrix} +5 \\ -5 \end{matrix}$; 侧向弯曲: 1/750 梁长; 表面平整: 5mm。

图名	预制钢筋混凝土进深梁(三)	图页	1—58
----	---------------	----	------



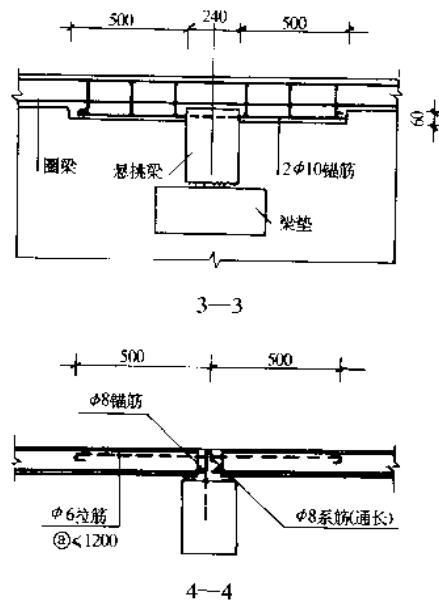
悬挑梁与圈梁及楼板连接平面



梁长 (mm)	配筋 (mm)							钢筋公称质量 (kg)
	①	②	③	④	面锚筋	吊钩	锚筋	
4500	1Φ22 <i>l</i> = 9110	1Φ22 <i>l</i> = 4440	2Φ10 <i>l</i> = 4585	31Φ6 <i>l</i> = 1160	9Φ8 <i>l</i> = 430	2Φ8 <i>l</i> = 839	2Φ10 <i>l</i> = 1240	59.54

钢筋公称质量内包括 M_1 在内。

图名	预制钢筋混凝土悬挑梁(-)	图页	1-59
----	---------------	----	------



本图为梁长4.5m悬挑梁，挑出长度为1.8m，梁嵌入墙内2.7m，应根据工程具体不利情况进行抗倾覆核算。一般适用于挑廊。

挑出部分产生负弯矩，故①、②号受力钢筋置于梁的上部。

挑出部分为变截面梁，梁高在120~350mm之间变化，箍筋应按梁高变化加工。

箍筋考虑受扭，搭接长度为30倍箍筋直径。

考虑抗震构造需要，在悬挑梁进入砖墙处预埋2φ10锚筋及梁面上预留φ8—500mm锚筋，供与圈梁及楼板拉结使用，连接做法如图示。

梁端锚拉筋必须在浇注混凝土前按设计要求就位，不得后插；梁面锚拉筋可在混凝土浇注完后立即插入，不得松动。在悬挑部分梁高不足容纳锚筋直放时，可将局部弯折。

悬挑梁安装后须在梁入墙部分上面有足够的平衡重量（砖墙及楼板）后，再安装悬挑部分的楼板及其附件。施工中一般不得在挑出部分楼板上堆放物料。

材料：混凝土：C20；φ——I级钢筋，Φ——II级钢筋，吊钩采用I级钢筋不得冷拉。

混凝土保护层：主筋25mm，允许偏差±5mm；端头钢筋20mm。

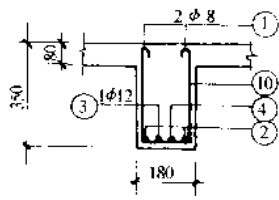
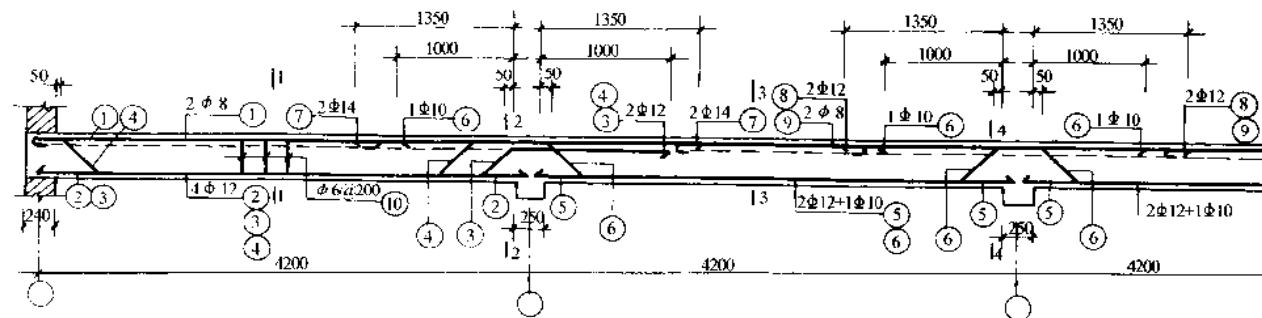
构件外形及截面尺寸允许偏差均为±5mm，但挑口厚度不允许出现负偏差。

图名

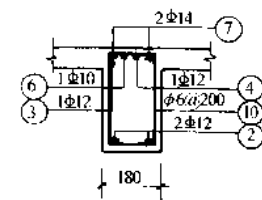
预制钢筋混凝土悬挑梁(二)

图页

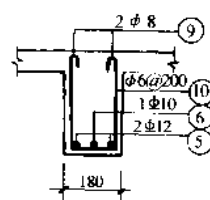
1—60



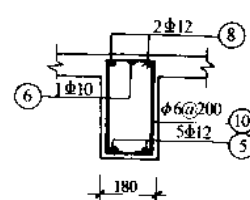
1-1



2-2

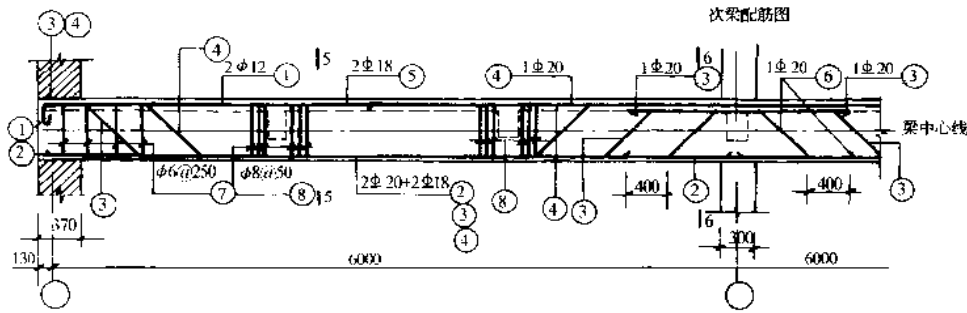


3-3

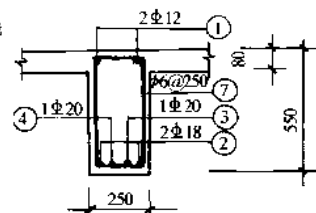


4-4

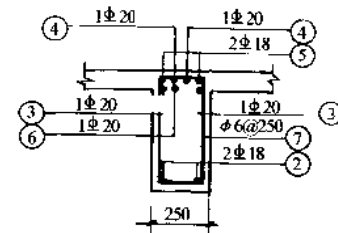
材料：钢筋：φ—I级钢筋
 ⊙—II级钢筋
 混凝土：C20。



主梁配筋图

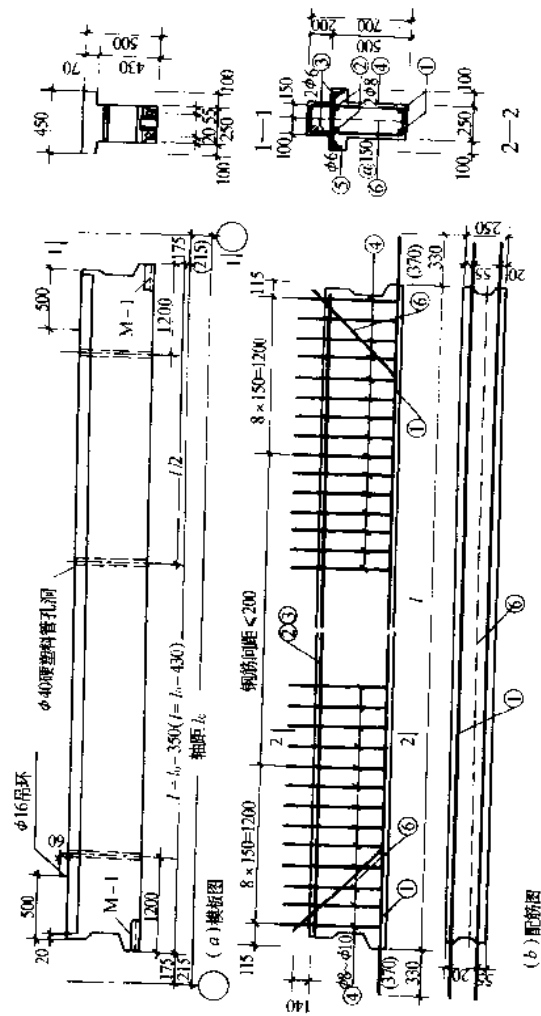


5-5

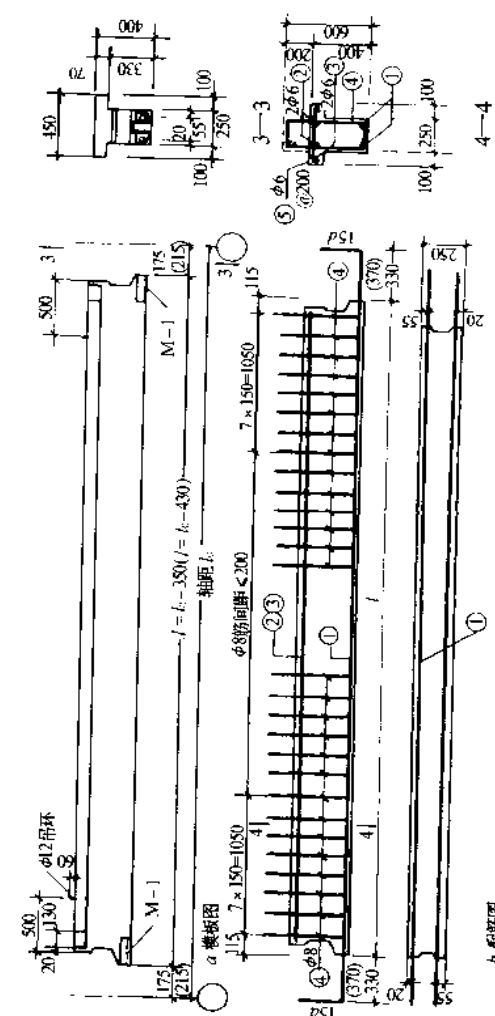


6-6

图名	现浇单向板肋形楼盖主、次梁配筋	图页	1-61
----	-----------------	----	------



横梁



纵梁

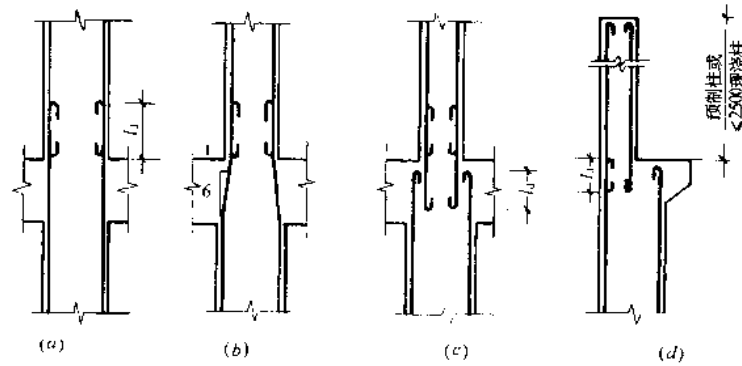
本叠合梁适用于民用建筑(如办公楼、一般旅馆、医院病房楼等),抗震设防烈度不超过8度及建筑物高度不超过50m的框架-剪力墙结构。

混凝土强度等级 C20。

钢筋采用 Q235 钢(图中受力钢筋由计算确定)。

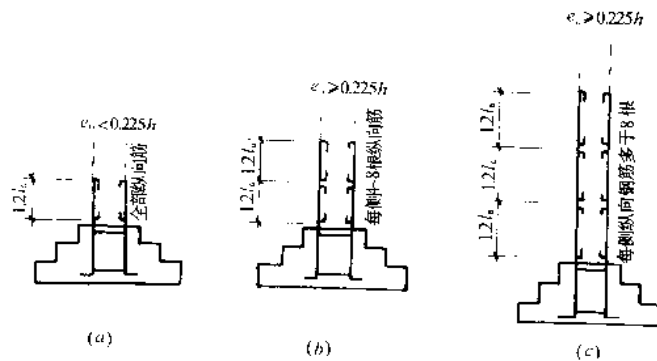
图名	民用建筑叠合梁	图页	1-62
----	---------	----	------

3. 柱



柱中纵向钢筋的接头

- (a) 上下柱钢筋搭接; (b) 下柱钢筋弯折伸入上柱;
(c) 加插筋搭接; (d) 上柱钢筋伸入下柱



基础插筋与柱内纵向钢筋的搭接

柱中纵向受力钢筋直径不宜小于 12mm，也不宜大于 32mm。
全部纵向钢筋配筋率不宜大于 5%。
矩形柱宜采用对称配筋。

在偏心受压柱中，配置在垂直于弯矩作用平面的纵向受力钢筋，以及轴心受压柱各边的纵向受力钢筋，其中距不应大于 350mm。

当偏心受压柱的截面高度 $h \geq 600\text{mm}$ 时，在侧面应设置直径为 10~16mm 的纵向构造钢筋，并设附加箍筋或拉筋。

柱中纵向钢筋的接头：柱每边钢筋不多于 4 根时，可在同一水平面上接头；柱每边钢筋 5~8 根时，可在两个水平面上接头。下柱伸入上柱搭接钢筋的根数及直径应满足上柱要求。当上下柱内钢筋直径不同时，搭接长度应按上柱内钢筋直径计算。下柱伸入上柱的钢筋折角不大于 $1/6$ 时，下柱钢筋可不切断而弯伸至上柱；否则应设置插筋或将上柱钢筋锚在下柱内。

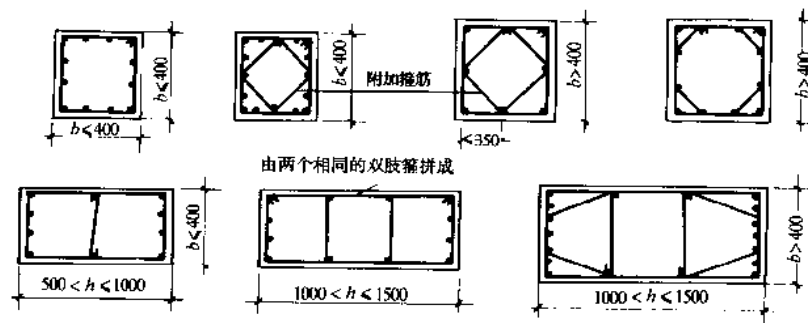
基础伸出的插筋与柱内纵向钢筋的搭接要求如图所示 (e_0 为轴向力对截面重心的偏心距)。当 $e_0 \geq 0.225h$ ，若一侧的纵向受力钢筋根数在 4 根以下时，钢筋接头的位置可设在一个平面上。

图名

柱的纵向钢筋

图页

1-63



柱中箍筋的类型

柱中的箍筋应做成封闭式。

柱中箍筋的直径，采用热轧钢筋时，不应小于 $d/4$ ，也不应小于 6mm；采用冷拔低碳钢丝时，不应小于 $d/5$ ，也不应小于 5mm（ d 为纵向钢筋的最小直径）。

柱中箍筋的间距，不应大于 400mm；也不大于构件横截面的短边尺寸；同时在绑扎骨架中不应大于 $15d$ ，在焊接骨架中不应大于 $20d$ 。

当柱中全部纵向受力钢筋的配筋率超过 3% 时，箍筋直径不宜小于 8mm，且应焊成封闭环式，其间距不应大于 $10d$ ，且不应大于

200mm。

当柱各边纵向钢筋多于 3 根时，应设置复合箍筋；当柱子短边不大于 400mm，且纵向钢筋不多于 4 根时，可不设置复合箍筋。

柱中纵向钢筋绑扎接头范围内，箍筋的间距应加密，纵筋受拉时为 $5d$ ，受压时为 $10d$ ，且分别不大于 100mm 和 200mm。

配有螺旋式或焊接环式间接钢筋的柱中，如计算中考虑间接钢筋的作用，则间接钢筋的间距不应大于 80mm 及 $d_{cor}/5$ （ d_{cor} 为按间接钢筋内表面确定的直径），且不应小于 40mm。

图名

柱的箍筋

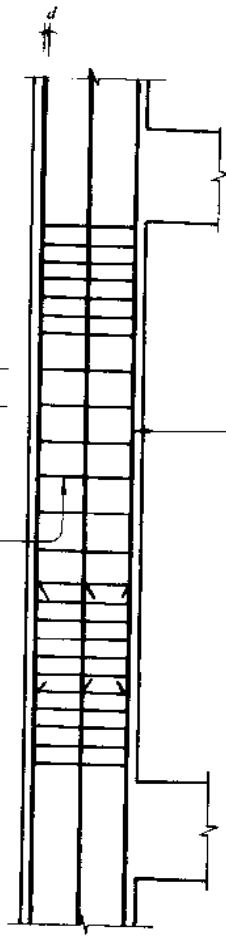
图页

1—64

箍筋间距 s (取下列最小值)
 $s < 400\text{mm}$
 $s < \text{柱截面短边尺寸 } b$
 $15d$ (绑扎骨架)
 $20d$ (焊接骨架)

箍筋直径 d_s
 采用热轧钢筋时, 箍筋直径
 $d_s \geq d/4$, 且 $d_s \geq 6\text{mm}$
 采用冷拔低碳钢丝时,
 $d_s \geq d/5$, 且 $d_s \geq 5\text{mm}$

纵向钢筋搭接范围内的
 箍筋间距 s
 $s < 15d$ 且
 $s < 100\text{mm}$
 箍筋弯钩要绕过搭接的
 2根纵向钢筋, 弯钩长度
 要加长

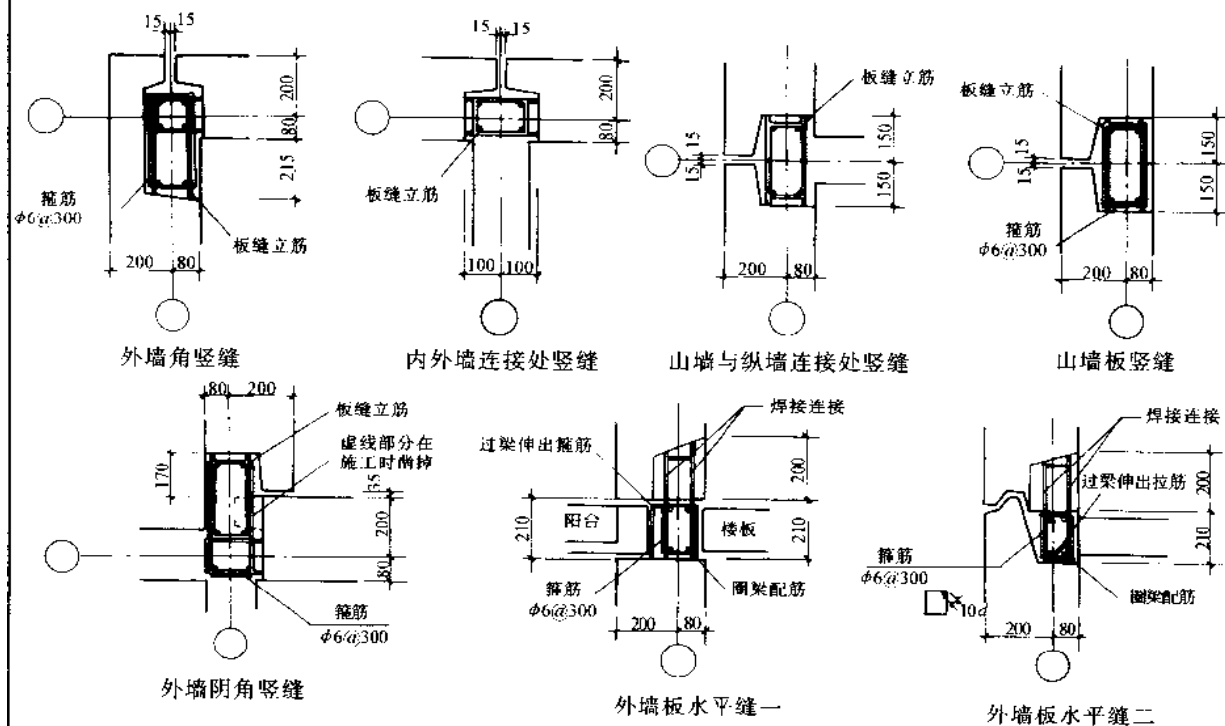


纵向钢筋
 纵向钢筋最小直径
 $d > 12\text{mm}$ 宜采用对称
 配筋, 全部纵向钢筋最
 小配筋率 $\rho \geq 0.4\%$,
 最大配筋率 $\rho < 5\%$

一般柱的配筋要求

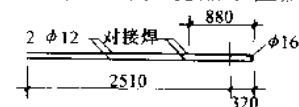
图名	一般柱的配筋要求	图页	1—65
----	----------	----	------

4. 外墙板



钢筋采用冷拔低碳钢丝, I级及II级钢筋。底层外墙板的竖向主筋 $2\phi 12$, 应与锚固在基础内的插筋焊接并连续贯通整个建筑全高。当 $2\phi 12$ 主筋与吊环在键槽中焊接连接时, 应保证搭接长度不少于单面焊缝长度 $8d$ 。如焊接长度不够时, 应采用加帮条或钢板焊接。

纵墙板竖向主筋 $2\phi 12$ 的上端与 $\phi 16$ 吊环对焊连接, $\phi 16$ 吊环的长度如下图所示:



安装外墙板竖向板缝时, 侧面套环必须平整, 按要求插入竖向钢筋, 搭接长度 $40d$, 底层的竖向钢筋应与锚固在基础内的钢筋焊接。竖缝用与相邻内墙同强度等级的混凝土浇灌和振捣密实。

水平板缝厚度为 15mm, 必须注意板缝坐浆饱满。

钢筋保护层厚度: $\phi 12$ 以上为 25mm, 小于 $\phi 12$ 为 15mm。

外墙板连接(如图)要满足以下要求:

墙板竖缝及水平缝的配筋数量由具体工程确定;

灌缝混凝土强度等级同内墙;

过梁上伸出拉筋 $2\phi 10$ ($1\phi 10$) 至圈梁上部钢筋处弯成水平后并绑扎牢固;

各板缝立筋要求搭接长度 $40d$, 并单面焊接, 焊缝长度 $\geq 6d$ 。

预制外墙板适用于地震设防烈度 ≤ 8 度; 建筑物层高 2700mm, 总高不超过 50m; 基本开间为 2700mm、3300mm 及 3900mm, 基本进深为 5100mm 的高层大模住宅。要求建筑物内部至少有一道较强的、能承受纵向地震荷载的内纵墙, 建筑物各层楼板及屋顶板在平面内具有可靠的整体刚度, 以保证内外墙体能协同抵抗水平荷载。

外墙板总厚度为 300mm, 轴线内厚度为 80mm, 轴线外厚度为 220mm。厚度包括各种饰面做法在内, 减去饰面凹线部分后, 总净厚不小于 280mm。

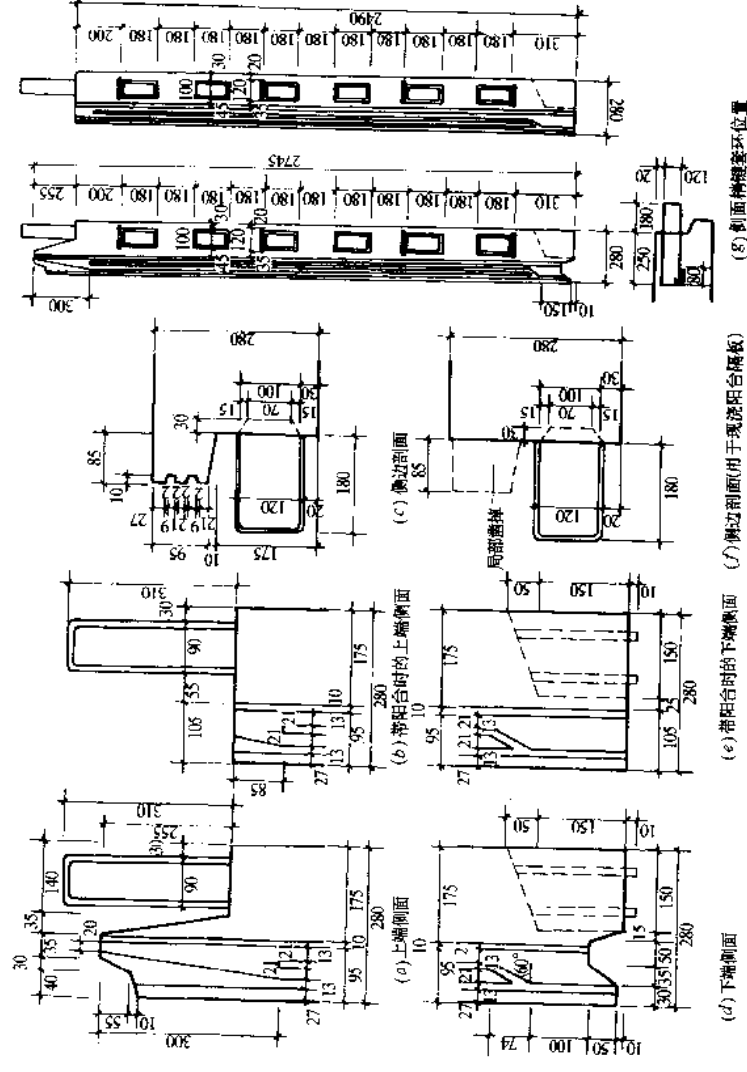
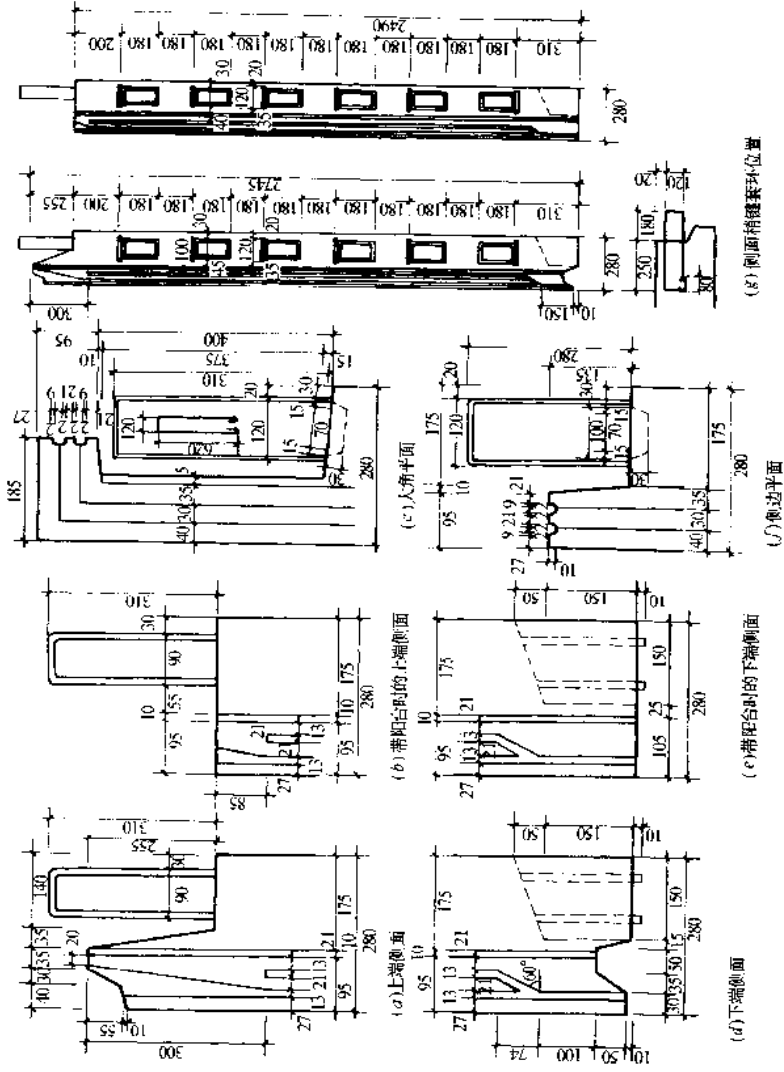
外墙板材料为轻骨料混凝土, 骨料采用陶粒等, 其强度等级为 C20, 质量密度为 $1.8 \sim 2.0t/m^3$, 导热系数计算值 $\leq 0.76W/(m \cdot K)$ 。

图名

外墙板连接构造

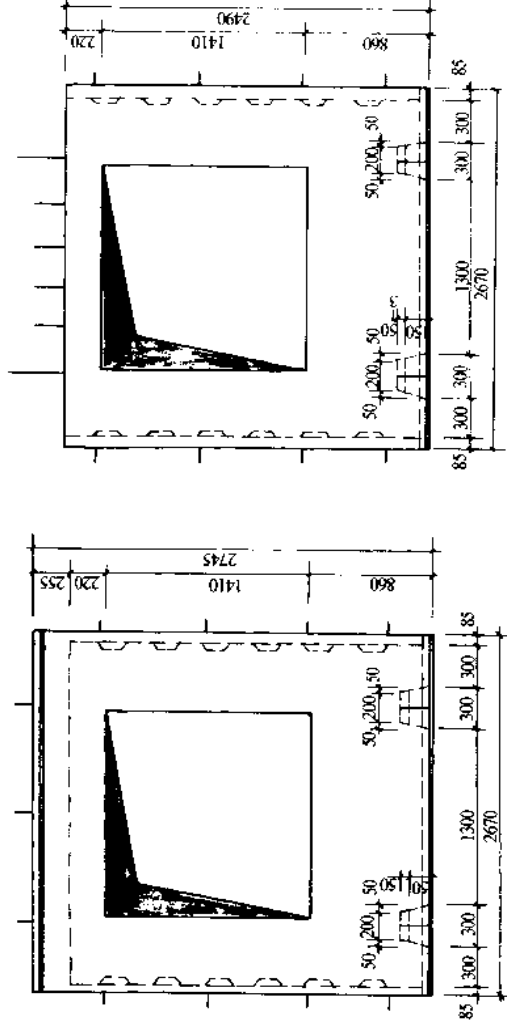
图页

1-66



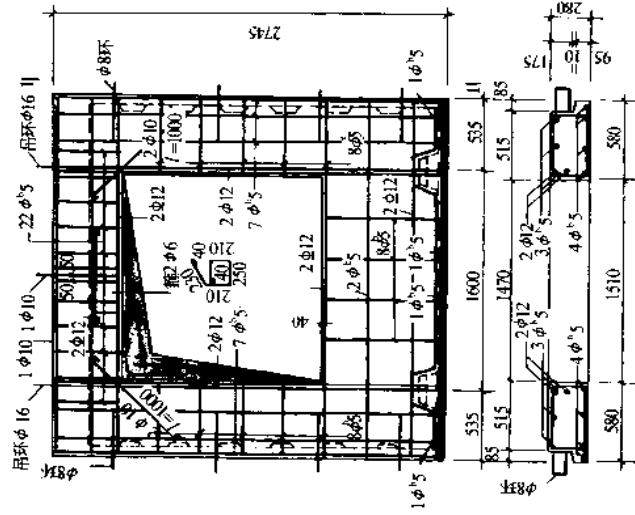
图名	外墙板节点	图页	1—67
----	-------	----	------

外纵墙板

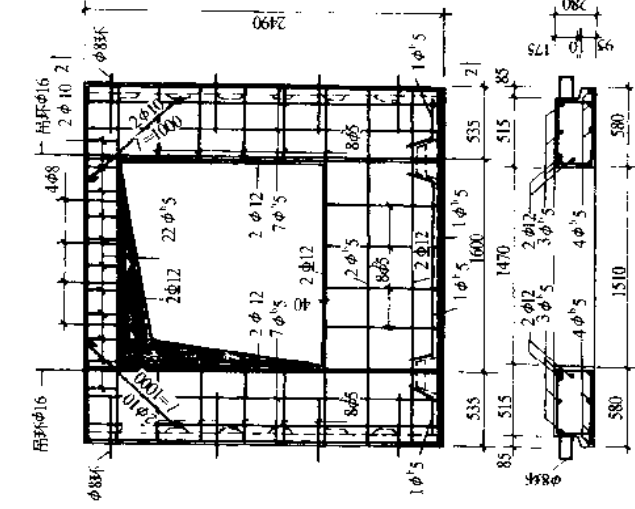


(a) 模板图

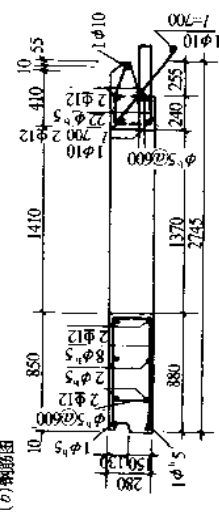
(a) 模板图



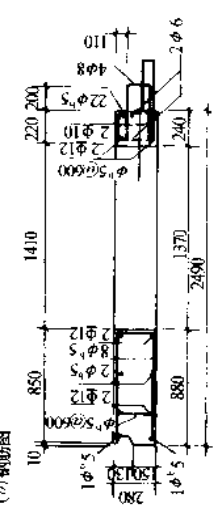
(b) 钢筋图



(b) 钢筋图

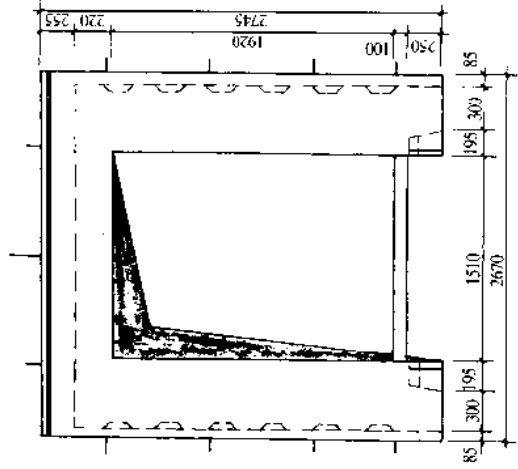


W27-1

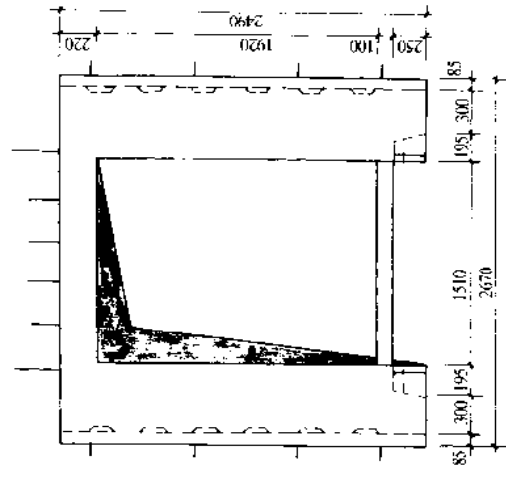


2-2

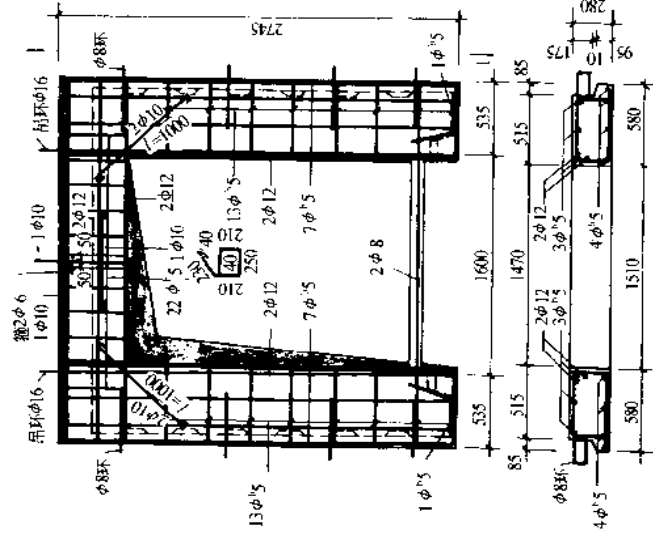
图名	外墙板实例(一)	图页	1-68
----	----------	----	------



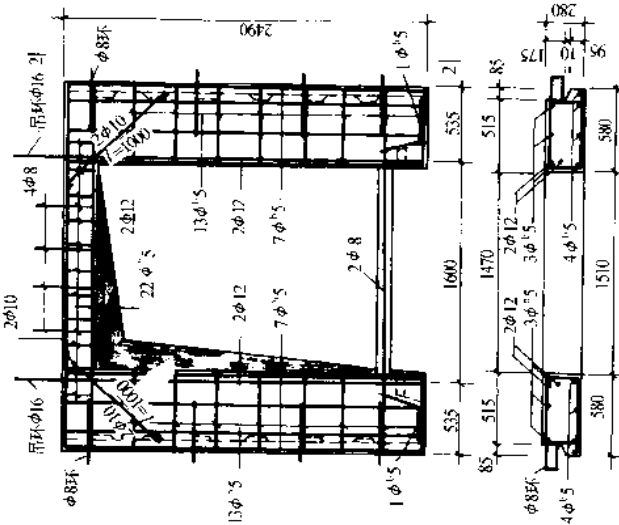
(a) 楼板图



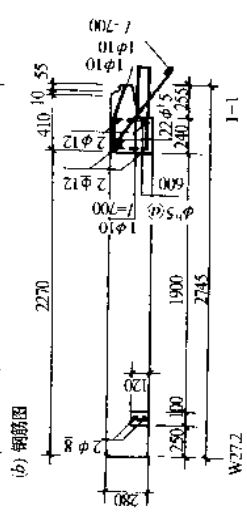
(a) 楼板图



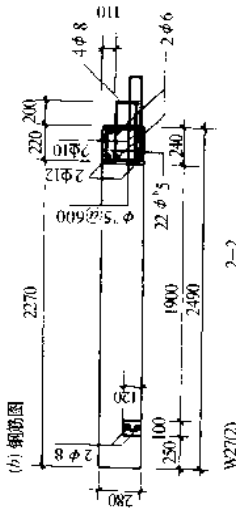
(b) 钢筋图



(b) 钢筋图



(b) 钢筋图



(b) 钢筋图

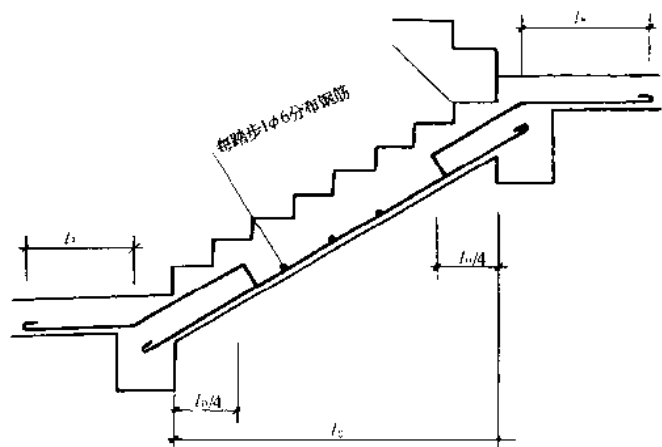
图名

外墙板实例(二)

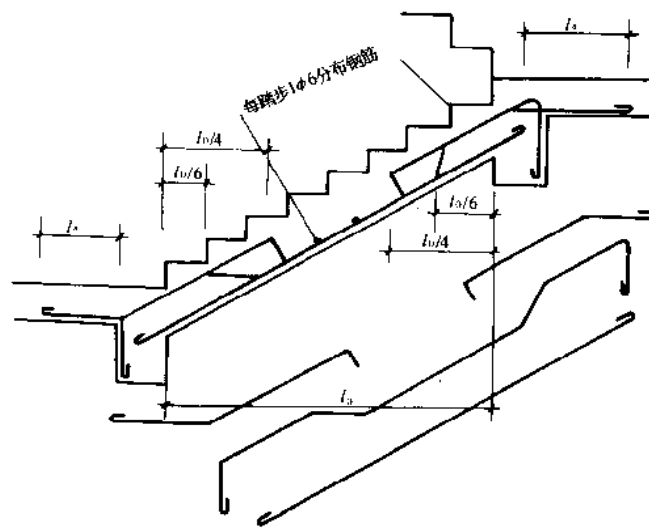
图页

1-69

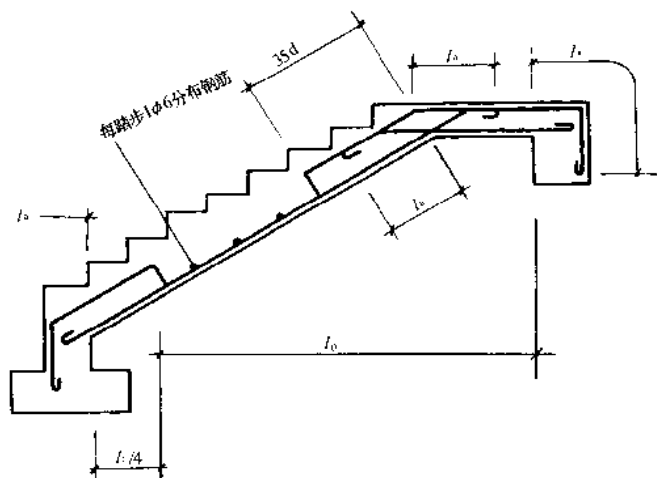
5. 楼梯、阳台、挑檐、雨篷



(a)



板式楼梯弯起式配筋



(b)

板式楼梯分离式配筋

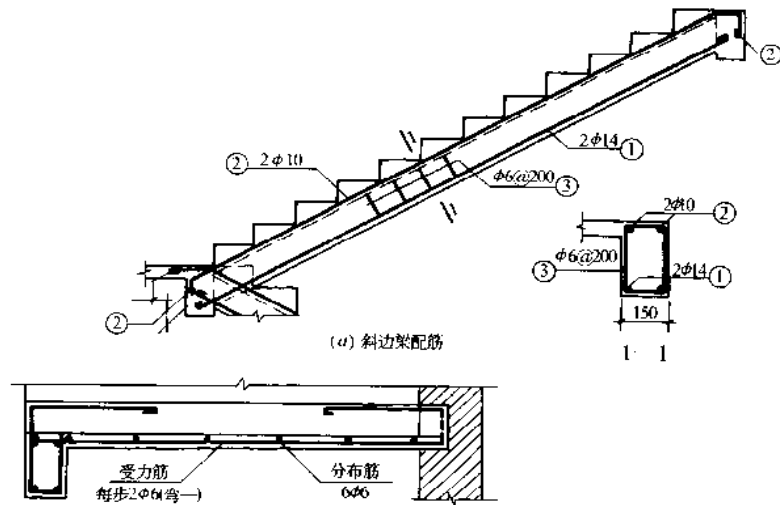
钢筋混凝土楼梯有板式和梁式两种基本型式。
 现浇板式楼梯不设斜梁，将整块锯齿斜板（即楼梯段）支承在平台梁及楼盖梁上。
 板式楼梯的配筋方式有分离式配筋和弯起式配筋两种，如图所示。

图名

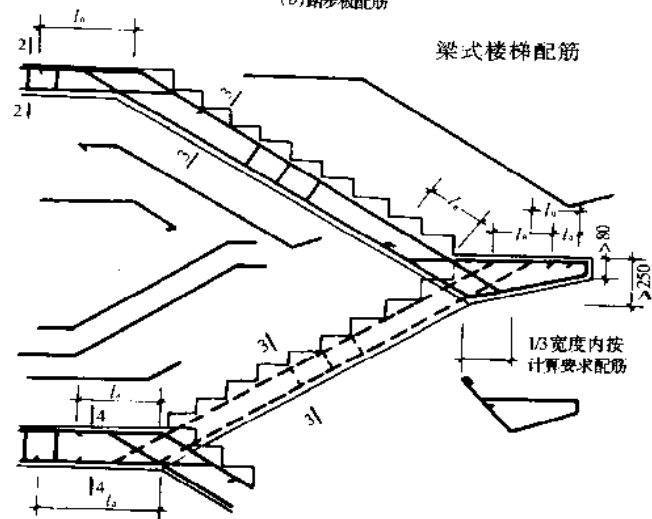
现浇板式楼梯配筋

图页

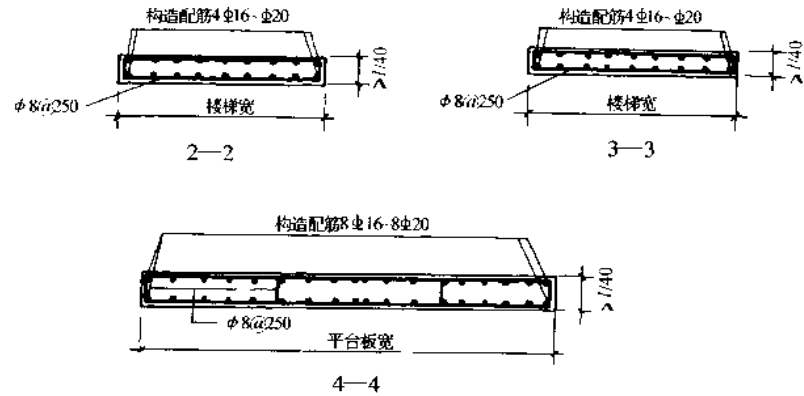
1—70



(b) 踏步板配筋



悬挑楼梯配筋



现浇梁式楼梯段由踏步板、斜边梁构成。踏步板支承在斜边梁及墙上，有时为使砌墙不受楼梯施工进度的影响，也可在靠墙处加设斜边梁。斜边梁支承在平台梁及楼盖梁上。

踏步板和斜边梁配筋由计算确定，图中表示某梁式楼梯的配筋。

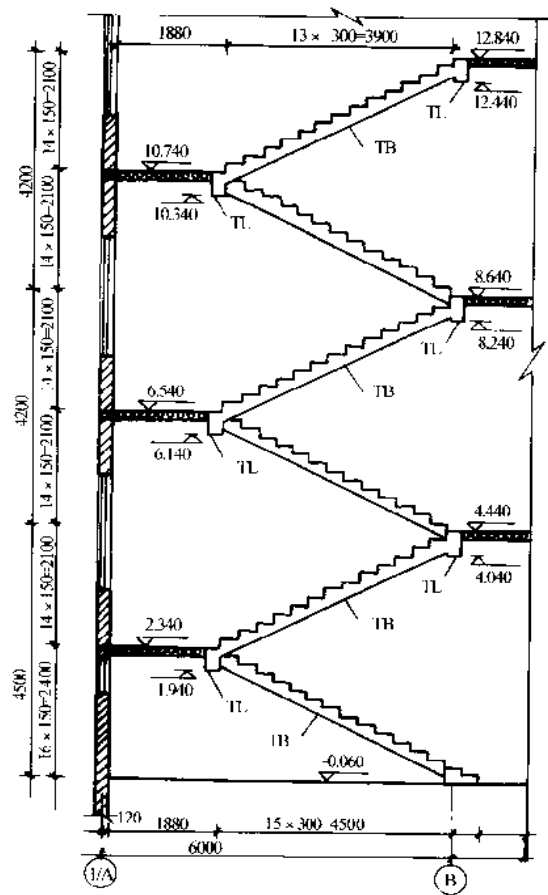
悬挑楼梯配筋如图所示。悬挑楼梯要进行抗倾覆验算，当悬臂长度较大时，还要进行变形计算。

图名

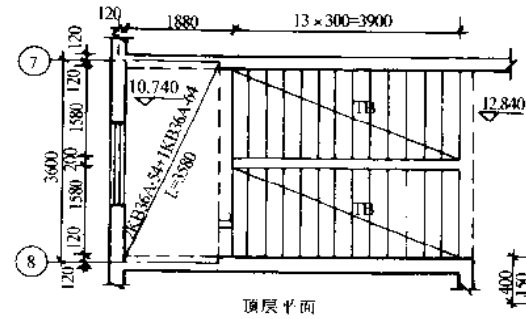
现浇梁式楼梯和悬挑楼梯配筋

图页

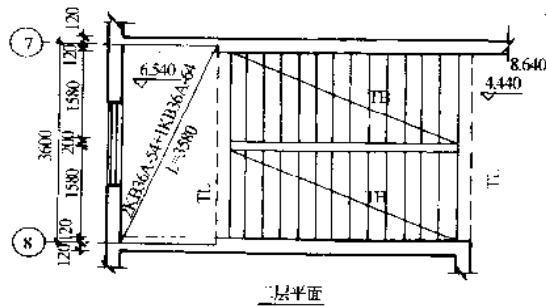
1-71



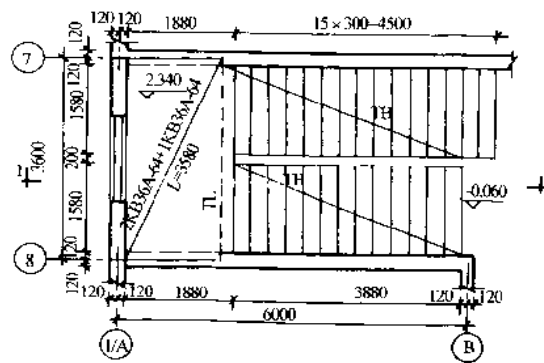
1-1 楼梯剖面



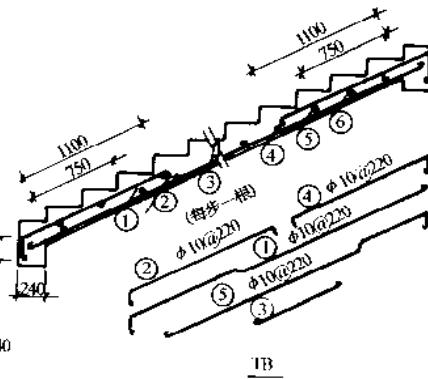
顶层平面



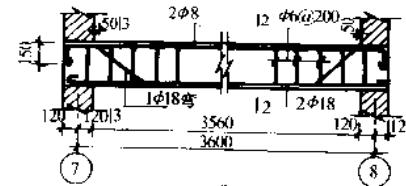
二层平面



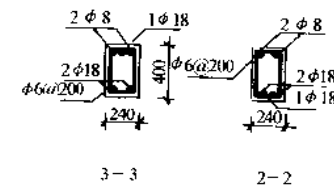
底层平面



TB



TL



3-3

2-2

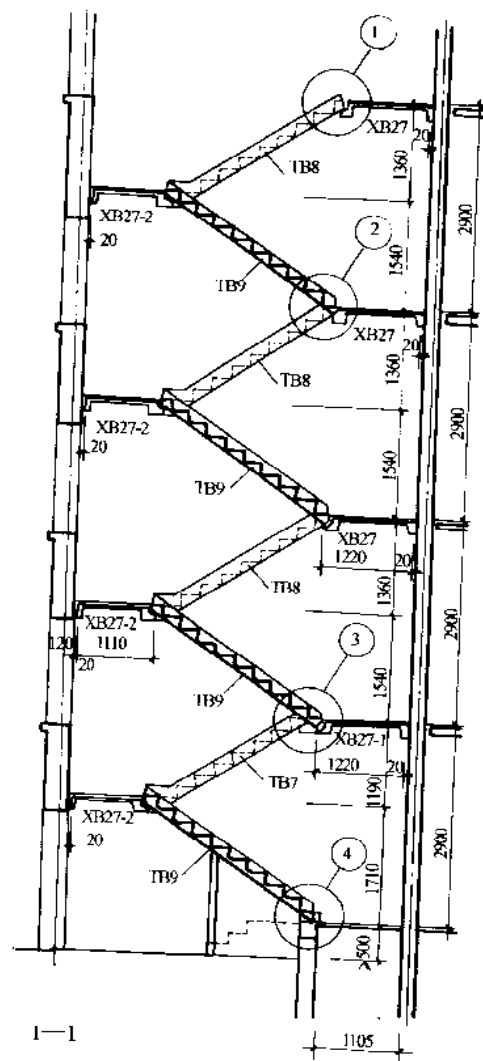
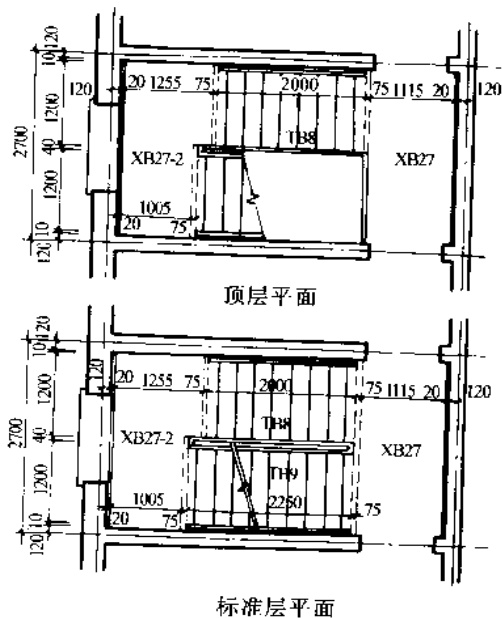
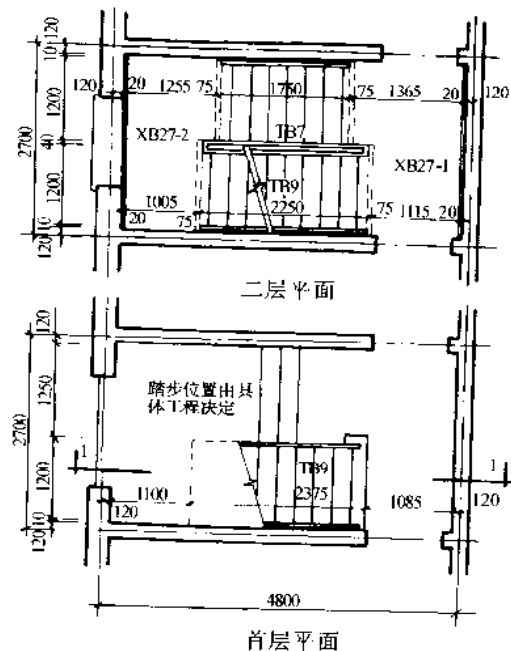
材料: ϕ -I级钢筋
混凝土 C20

图名

钢筋混凝土板式楼梯

图页

1-72



本楼梯适用于首层与室外地坪高差 600mm 的小砖通用住宅，楼梯间模数：开间 2700mm；进深 4800mm；层高 2900mm。

休息板(XB)与楼梯横梁合一，踏步板(TB)与踏步斜梁合一。踏步板宽 1200mm，每跑踏步段 7~9 步，本图平面为左侧起步。踏步板在右边梁上留有预埋铁件 M_1 ，供焊栏杆使用， M_2 在两根边梁上均有。

材料：钢筋： ϕ ——I 级钢筋； ϕ^c ——冷拔低碳钢丝。

混凝土：C20。

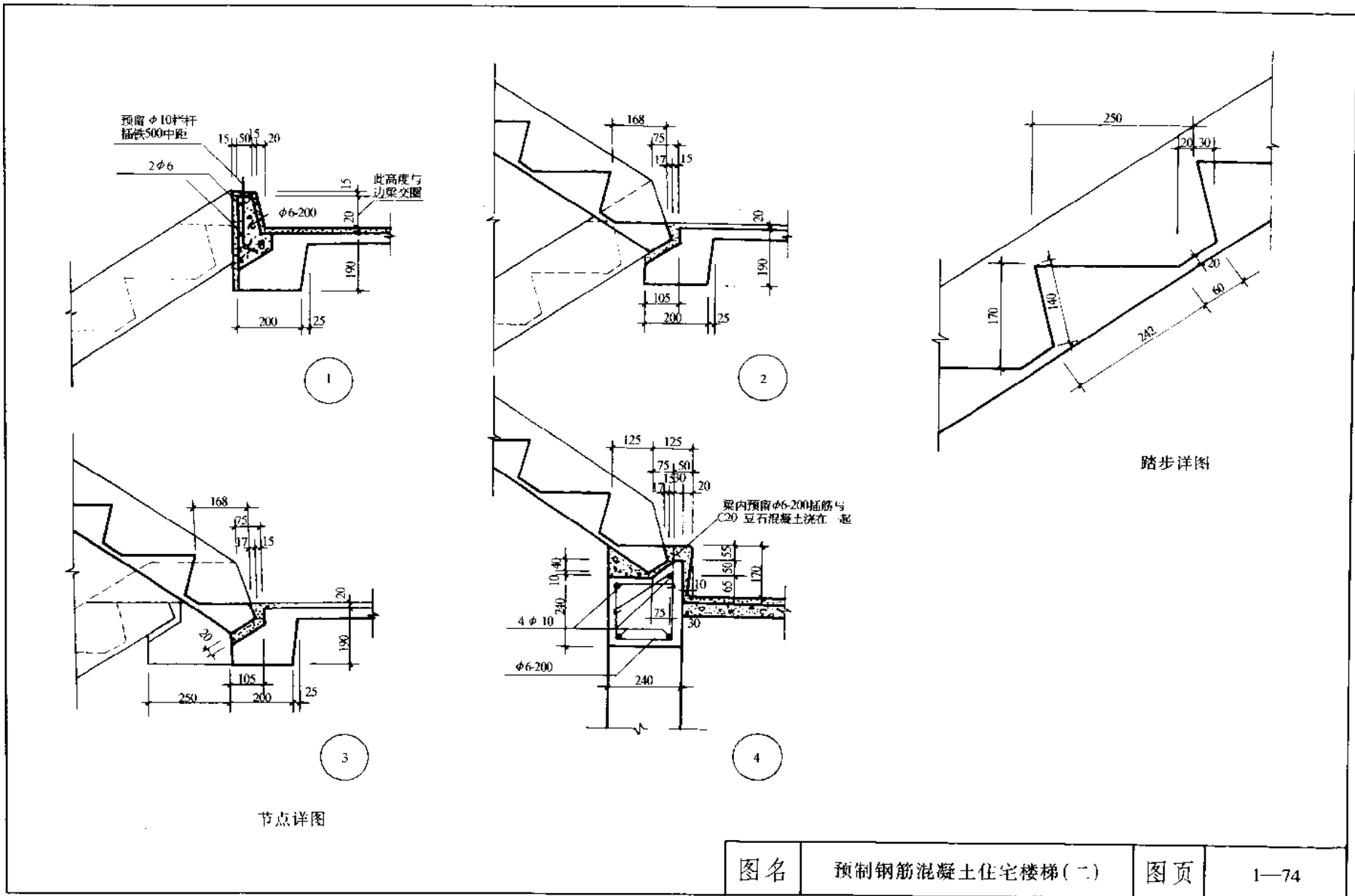
混凝土保护层：踏步板及边梁为 $15 \begin{smallmatrix} +3 \\ -5 \end{smallmatrix}$ mm；休息板边肋主筋为 $20 \begin{smallmatrix} +3 \\ -5 \end{smallmatrix}$ mm。

图名

预制钢筋混凝土住宅楼梯(一)

图页

1-73

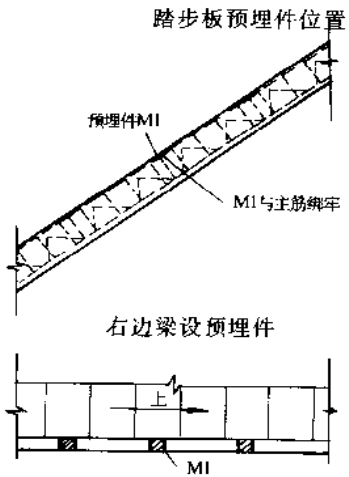
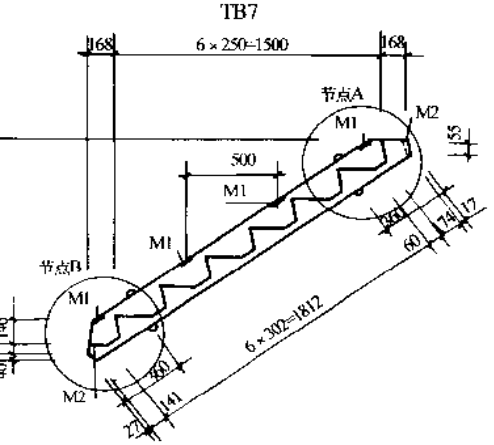
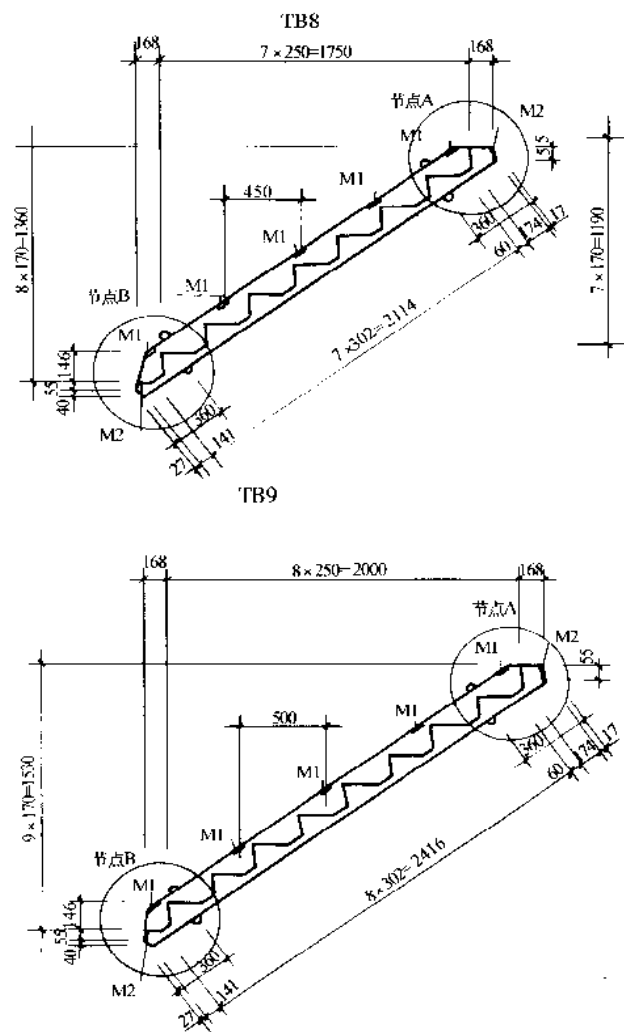


图名

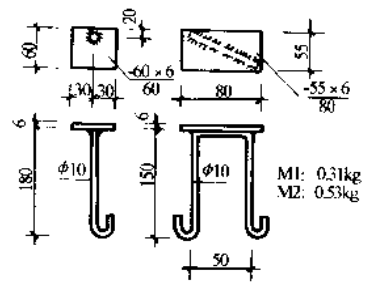
预制钢筋混凝土住宅楼梯(二)

图页

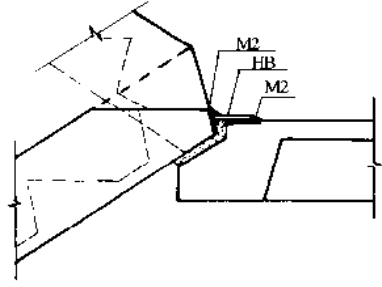
1—74



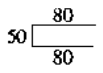
M1 大样 M2 大样



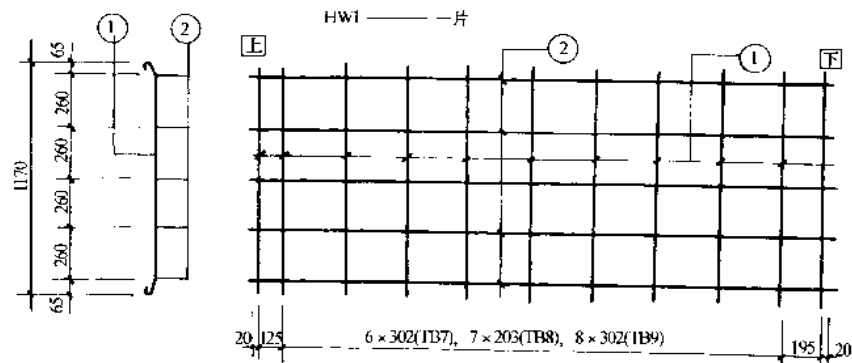
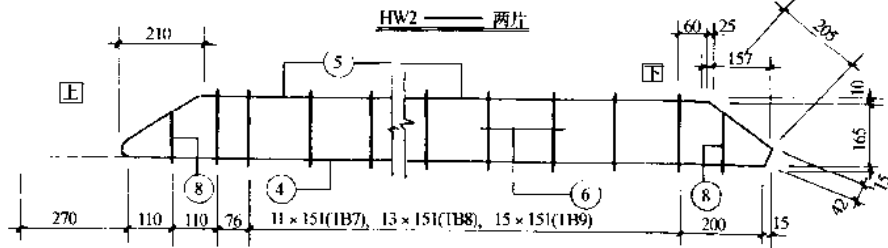
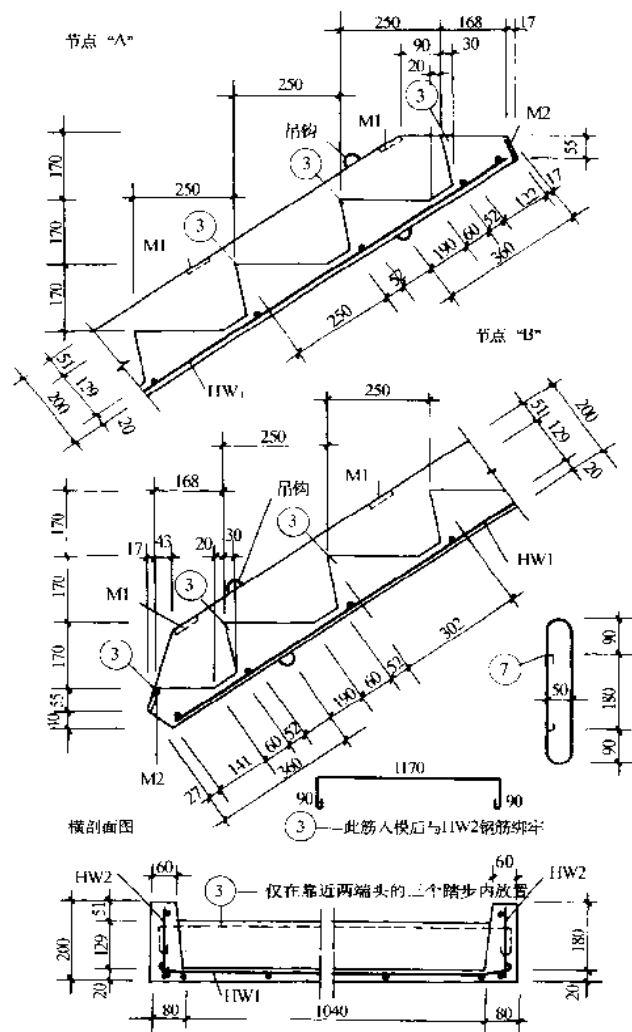
说明:
 钢材为Q235甲类钢, 焊条为E43型,
 一律满焊, 焊缝高为6mm。
 混凝土C20。



踏步板与休息板连接图
 HB 可用钢板 40mm × 80mm × 6mm,
 也可用 Q235 钢钢筋 φ12 满焊。



图名	预制钢筋混凝土住宅楼梯(三)	图页	1—75
----	----------------	----	------



材料表

板号	钢筋号 (mm)								钢筋公称质量 (kg)	混凝土体积 (m ³)
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
TB7	9φ6	5φ ^b 4	6φ6	2φ10	2φ10	27φ ^b 4	4φ8	4φ ^b 4	16.88	0.221
	1250	2172	1450	2674	1837	190	1057	100		
TB8	10φ6	5φ ^b 4	6φ6	2φ10	2φ10	31φ ^b 4	4φ8	4φ ^b 4	18.50	0.252
	1250	2474	1450	2976	2139	190	1057	100		
TB9	11φ6	5φ ^b 4	6φ6	2φ12	2φ10	35φ ^b 4	4φ8	4φ ^b 4	21.82	0.283
	1250	2776	1450	3278	2441	190	1057	100		

HW1入模须注意与HW2位置相对应上对上,下对下。

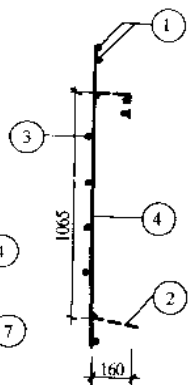
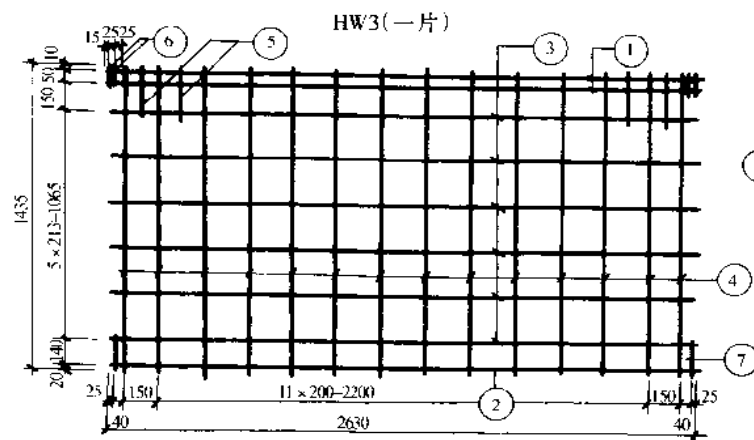
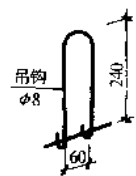
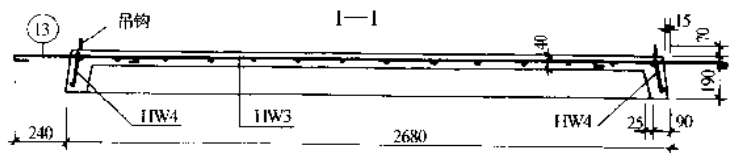
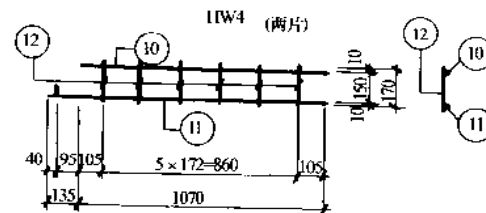
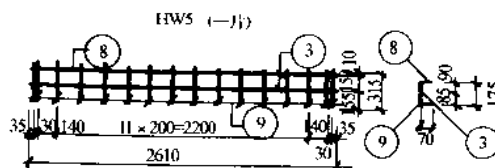
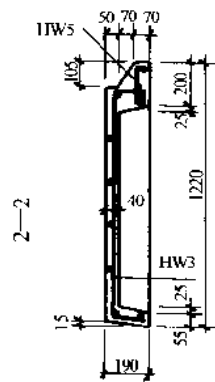
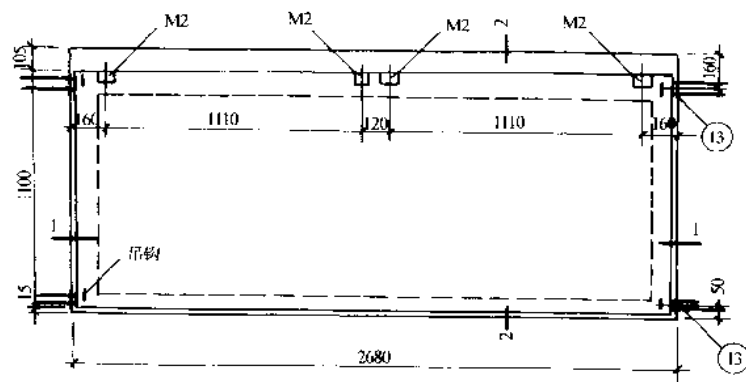
踏步板节点及配筋大样(点焊)

图名

预制钢筋混凝土住宅楼梯(四)

图页

1—76



材 料 用 量 表

编号	钢 筋													吊钩
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	
直径 (mm)	φ14	φ12	φ ^b 4	φ6	φ ^b 4	φ8	φ8	φ10	φ ^b 4	φ6	φ8	φ ^b 4	φ8	φ8
长度 (mm)	2630	2630	2610	1435	220	70	170	2630	315	1070	1205	170	580	640
数量 (根)	2	1	7	14	4	4	2	1	16	2	2	12	8	4
钢材公称质量	27.65kg, 埋件 2.13kg							混凝土体积			0.24m ³			

注: XB27.1、XB27.2 配筋大样本图未列入。

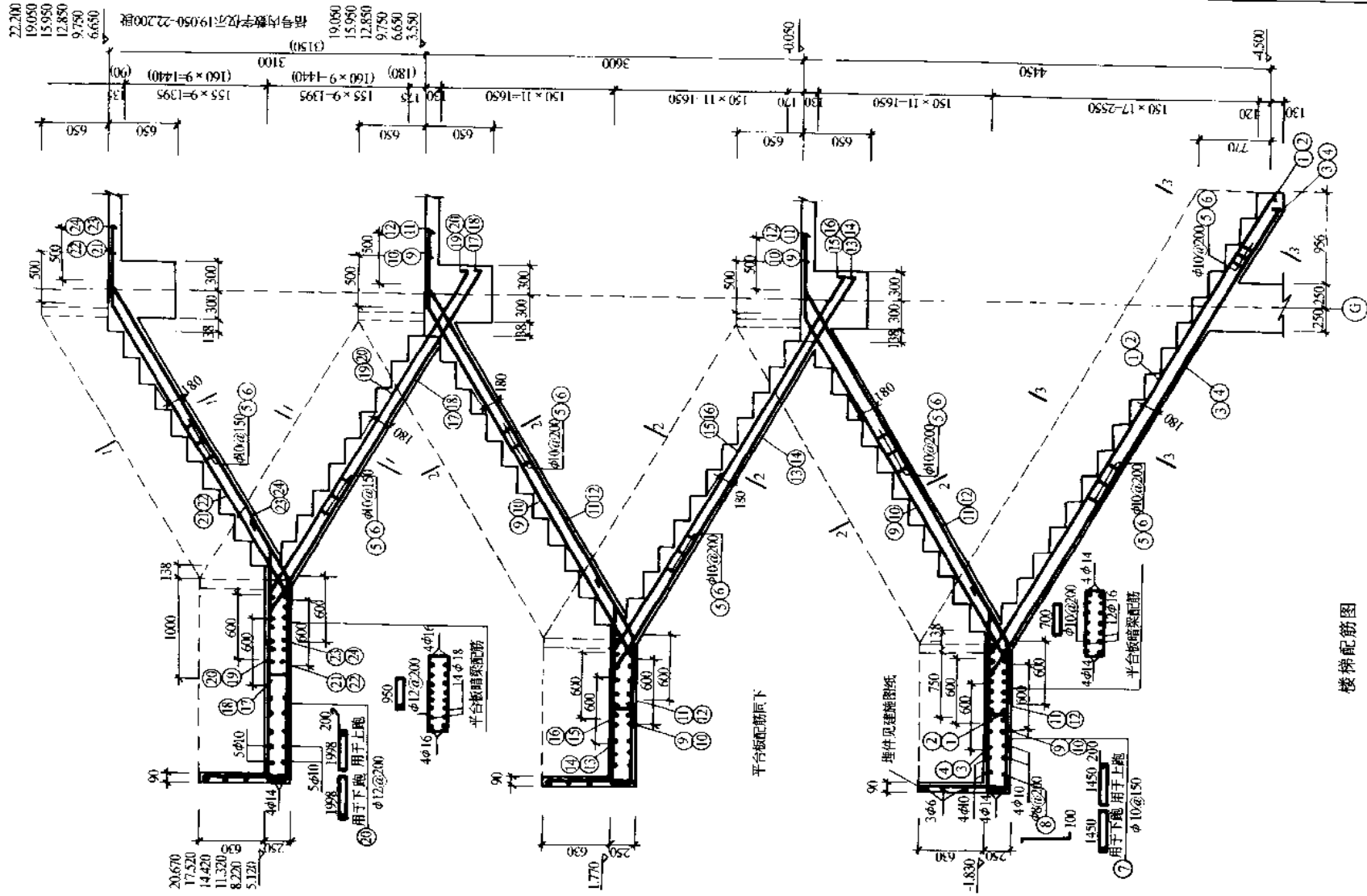
休息板 XB27(点焊)配筋大样

图名

预制钢筋混凝土住宅楼梯(五)

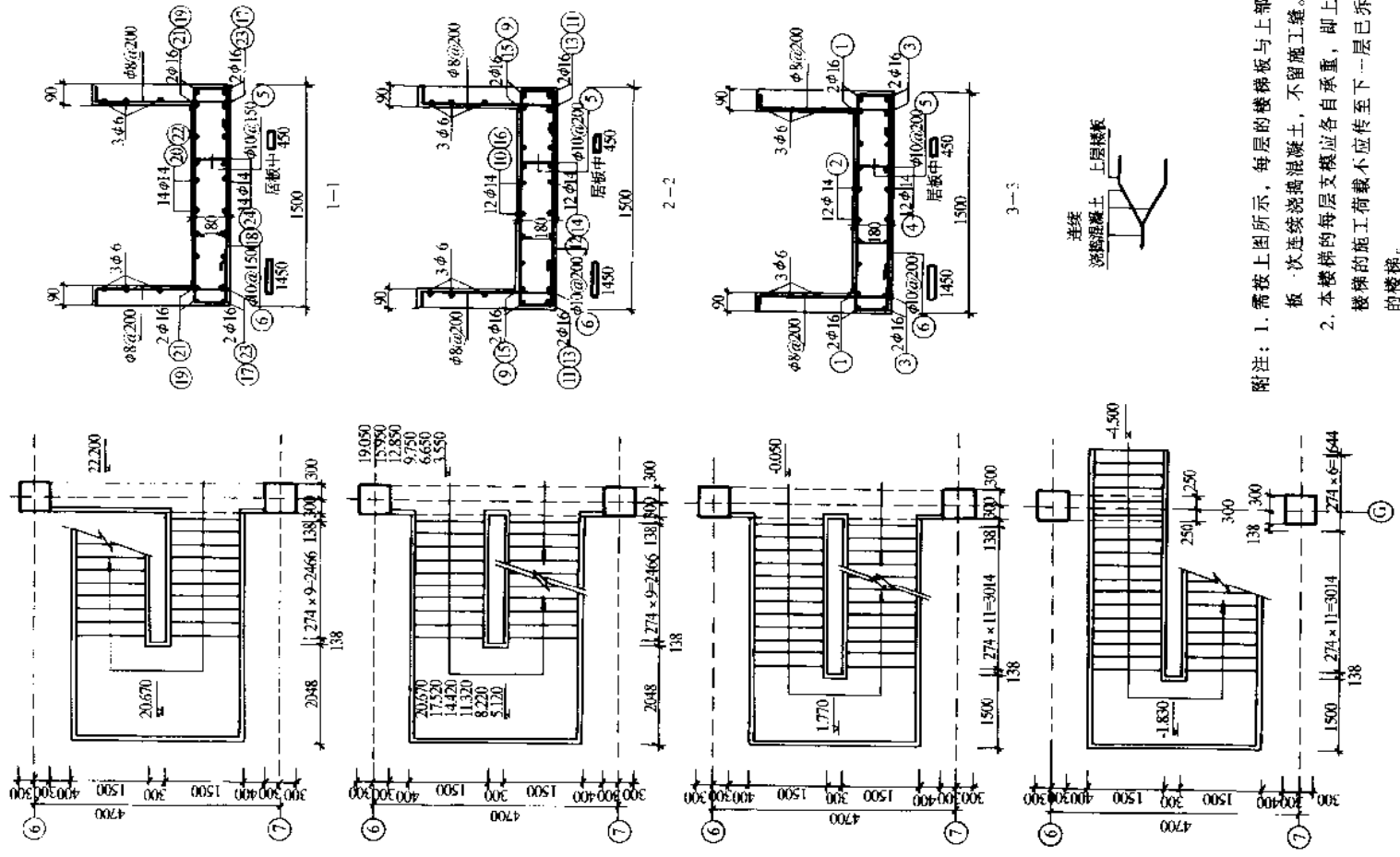
图页

1-77



楼梯配筋图

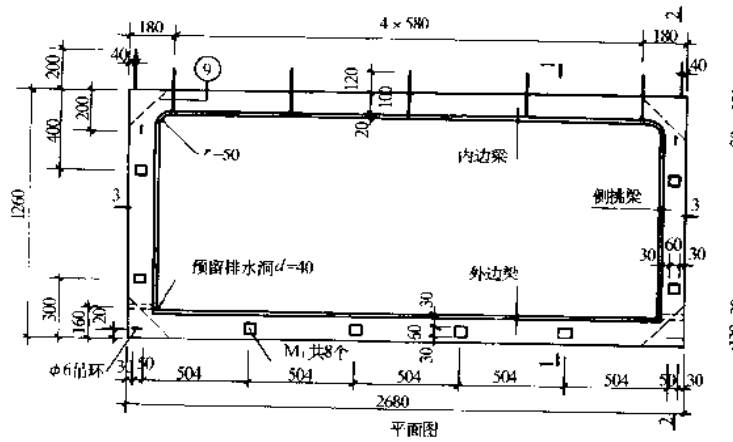
图名	钢筋混凝土悬挑楼梯(一)	图页	1-78
----	--------------	----	------



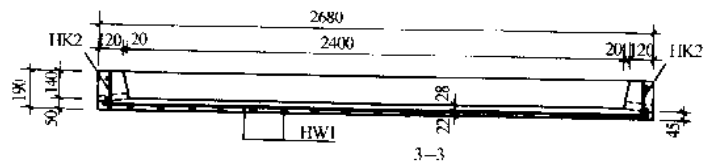
附注: 1. 需按上图所示, 每层的楼梯板与上部楼
板一次连续浇筑混凝土, 不留施工缝。
2. 本楼梯的每层支模应各自承重, 即上层
楼梯的施工荷载不应传至下一层已拆模
的楼梯。

楼梯平面图

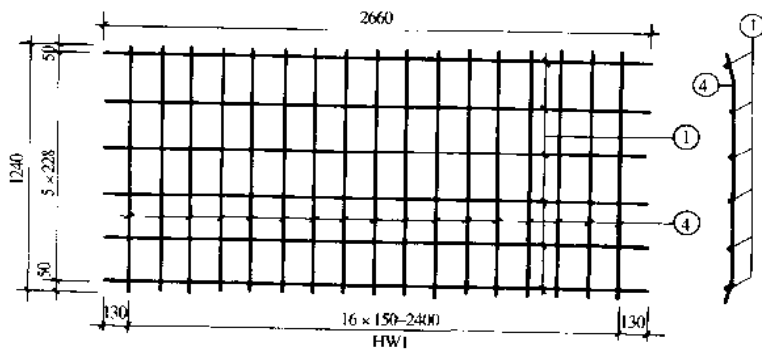
图名	钢筋混凝土悬挑楼梯(二)	图页	1-79
----	--------------	----	------



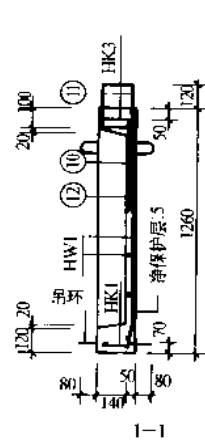
平面图



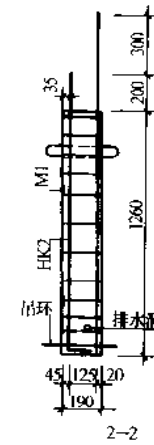
3-3



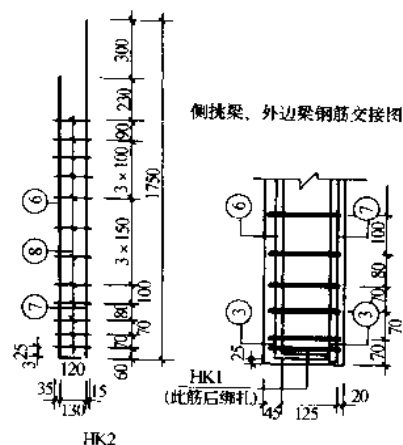
HW1



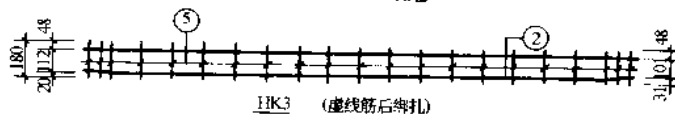
1-1



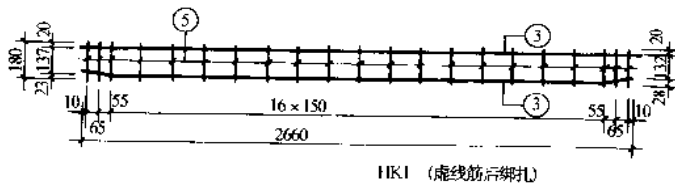
2-2



侧挑梁、外边梁钢筋交接图



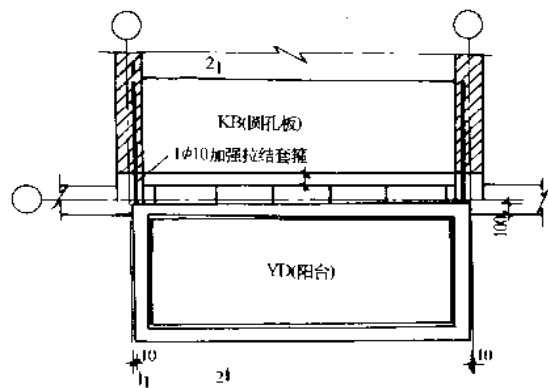
HK3 (虚线筋后绑扎)



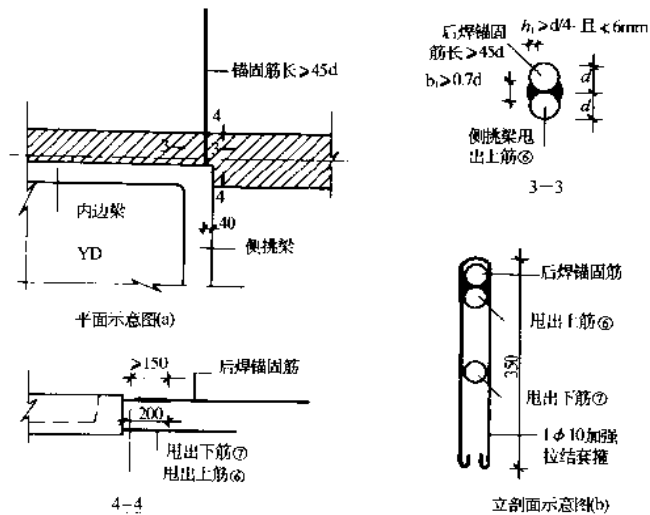
HK1 (虚线筋后绑扎)

钢筋表												材料表		
吊环及埋件 M1 质量 4.46kg												钢筋总公称质量	kg	
编号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	混凝土体积	m ³
直径	mm	φ4	φ10	φ16	φ5	φ5	φ25	φ12	φ6	φ10	φ4	φ8	φ4	0.296
长度	mm	2660	2660	2660	1240	180	1543	1750	180	620	2660	1070	570	740
数量	根	6	2	2	17	42	2	2	24	4	3	5	17	
公称质量	kg	1.58	3.28	8.41	3.25	1.16	11.88	3.11	0.96	1.53	0.79	2.11	0.96	混凝土强度等级
														C20

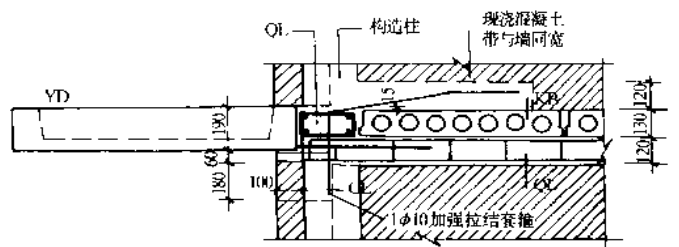
图名 钢筋混凝土预制阳台(-) 图页 1-80



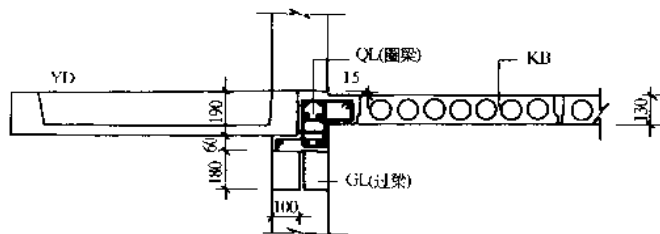
平面示意图



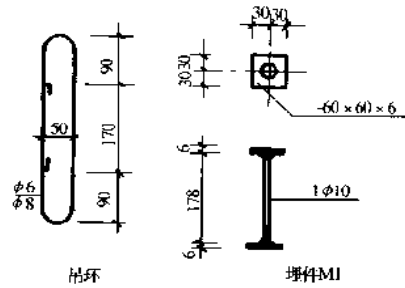
侧挑梁甩出的上筋连接示意图



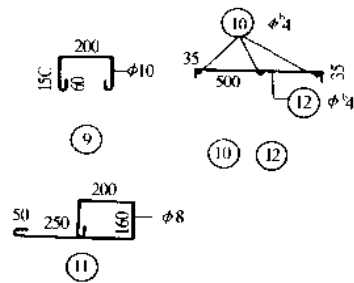
1-1 剖面示意图



2-2 剖面示意图



图名	钢筋混凝土预制阳台 ()	图页	1-81
----	---------------	----	------



部分钢筋大样

YD27 预制钢筋混凝土阳台为标志尺寸 2700mm 满开间阳台，进墙 100mm，用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地震区和非地震区的砖砌体结构或内浇外砌结构的住宅建筑。

阳台下必须有钢筋混凝土过梁支承。

构件吊装时要保证各吊钩受力均匀，使板面保持水平状态，吊绳与板面夹角 $\neq 45^\circ$ 。

图中表示了以圆孔板为楼板的节点构造大样。

构件侧挑梁甩出的上筋，在吊装前要与甩出钢筋相同规格的锚固钢筋搭焊，其搭接长度 $\geq 150\text{mm}$ ，双面满焊，焊条采用 E50 型。锚固钢筋的长度 $\geq 45d$ (d 为甩出钢筋直径)，如图 (a) 所示。伸入墙或板缝混凝土内做好锚固，在搭焊部分另加 $1\phi 10$ 套箍，锚固入构造柱内，如图 (b) 所示。

构件安装时，应采用硬架支模法，将构件下的支承混凝土与 Q1 的混凝土同时浇灌，必须使构件底部结合密实。同时应在构件挑出部分加临时支撑，保证构件在施工过程中的稳定。施工中不得在挑出部分存放任何物料。

材料：混凝土：C20；钢筋： ϕ ——I 级钢筋， \oplus ——II 级钢筋， ϕ^b ——冷拔低碳钢丝（乙级），均采用点焊网片和焊接骨架。

预埋件：钢板采用 Q235 钢，钢筋采用 I 级钢筋，并用压力埋弧焊与钢板焊接；吊环：采用 I 级钢筋，不得冷拉。

HW1 主筋①两端必须放在 HK1、HK3 的上筋③、②上。

主筋混凝土保护层：板面为 15mm 时，允许偏差 $\pm 2\text{mm}$

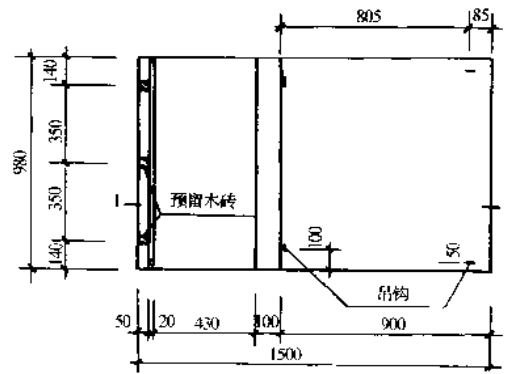
边梁为 20mm 时，允许偏差 $\pm 3\text{mm}$ 。

图名

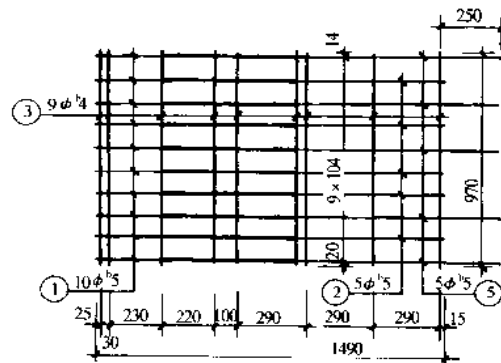
钢筋混凝土阳台(三)

图页

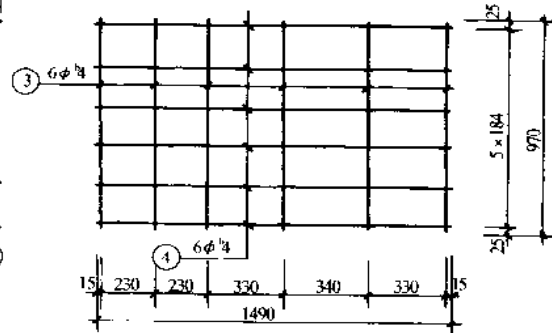
1—82



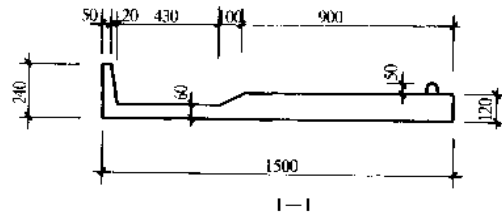
平面图



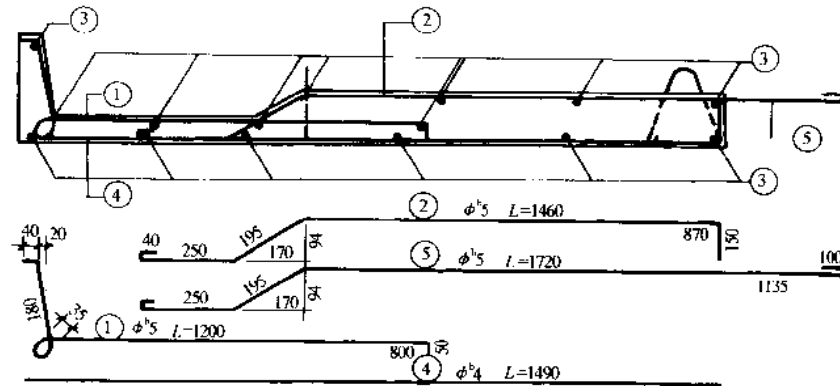
板上网配筋图



板下网配筋图



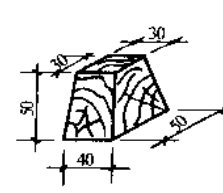
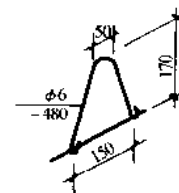
1-1



吊钩大样

木砖大样

配筋大样



注：板筋均采用点焊网片

表 2

钢筋表						材料表				
编号	①	②	③	④	⑤	吊钩	钢筋公称质量	kg	7.05	
直径	mm	φ5	φ5	φ4	φ4	φ5	φ6	混凝土体积	m ³	0.154
长度	mm	1200	1460	970	1490	1720	480	构件质量	kg	385
数量	根	10	5	15	6	5	4	混凝土强度等级	C20	
共重	kg	1.85	1.12	1.44	0.89	1.32	0.43			

TE1 大样

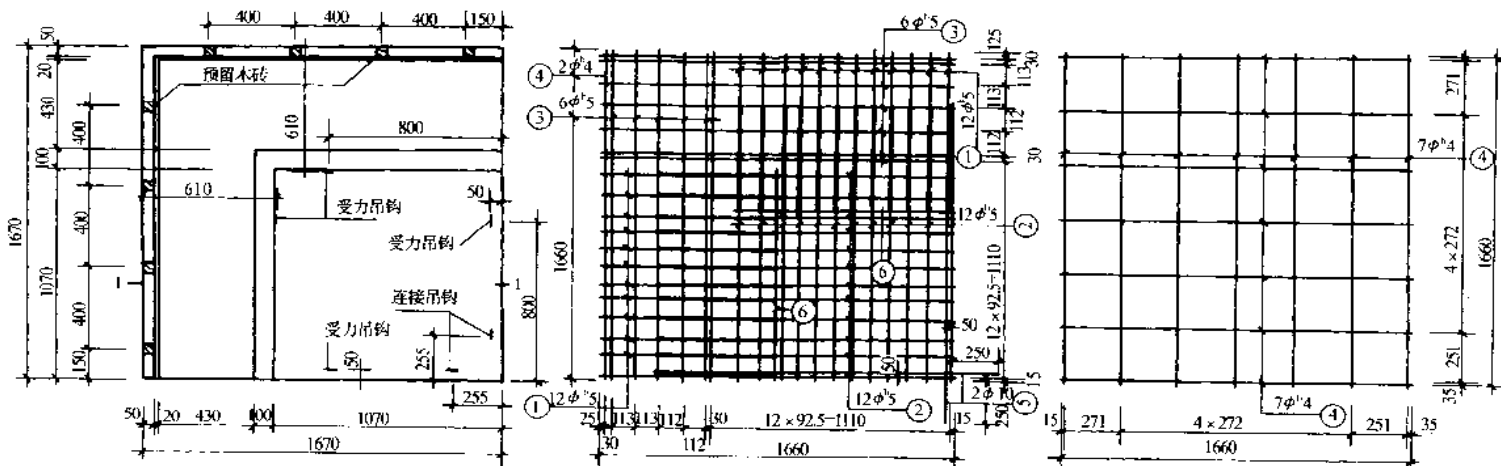
说明：TE（挑檐板）有两种，TE1为一般挑檐板，TE2为阳角挑檐板。

图名

预制挑檐板(一)

图页

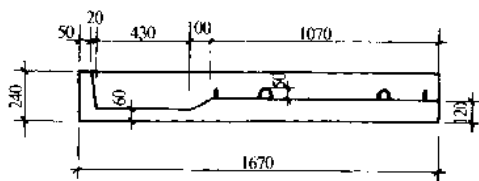
1-83



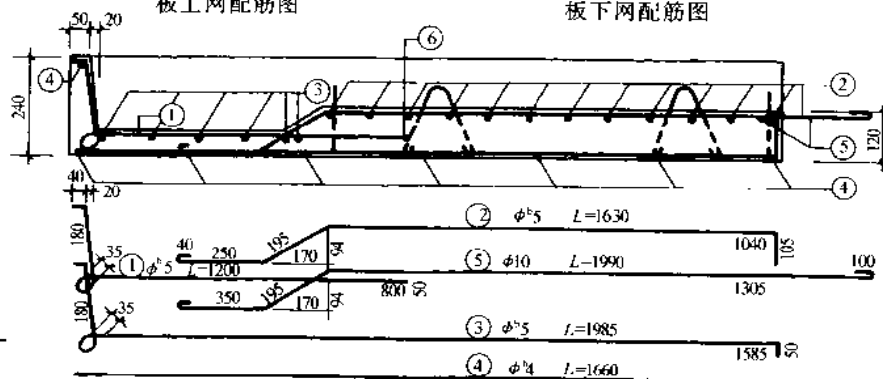
平面图

板上网配筋图

板下网配筋图



1-1



吊钩大样

木砖大样

配筋大样

注：板筋均采用点焊网片。

钢筋表							材料表			
编号	①	②	③	④	⑤	⑥	吊钩	钢筋公称质量	kg	20.07
直径	mm	φ5	φ5	φ5	φ4	φ10	φ4	混凝土体积	m ³	0.276
长度	mm	1200	1630	1985	1660	1990	1050	构件质量	kg	690
数量	根	24	24	12	16	2	2	混凝土强度等级	C20	
共重	kg	4.44	6.02	3.67	2.63	2.46	0.21			

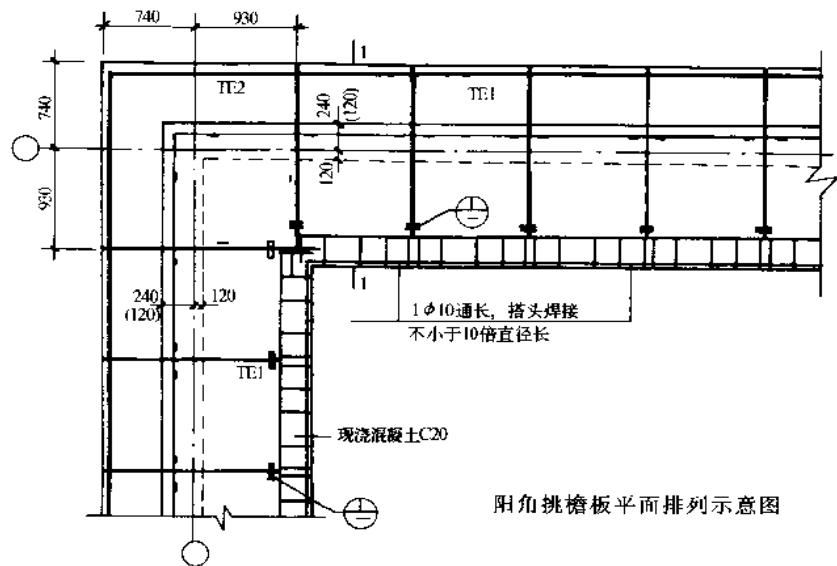
TE2 大样

图名

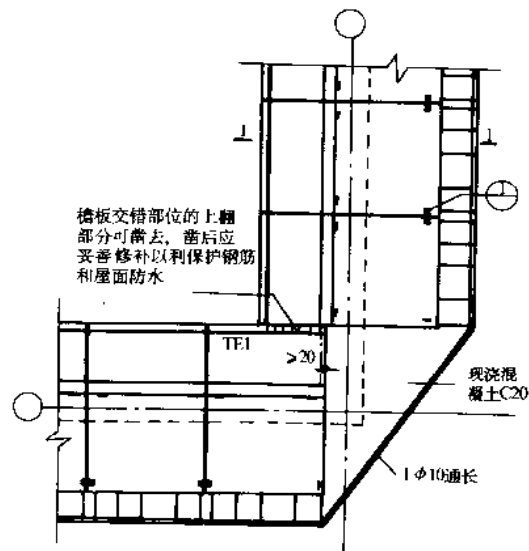
预制挑檐板(二)

图页

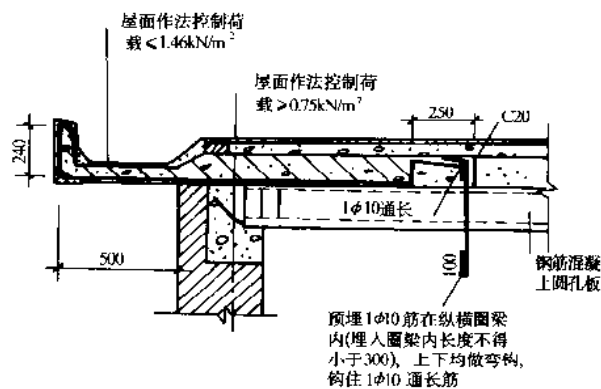
1-84



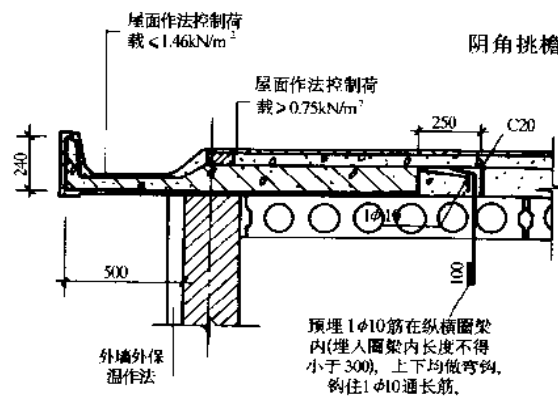
阳角挑檐板平面排列示意图



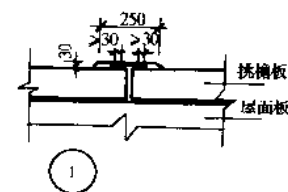
阴角挑檐板平面排列示意图



组装图



外墙外保温作法



注: 将相邻两吊钩扳倒后用 $\phi 6$ 钢筋焊接。为防止锈蚀, 需要 1:3 水泥砂浆保护。

图名

预制挑檐板(三)

图页

1—85

施工安装说明:

本挑檐板适用于抗震设防烈度为 8 度及 8 度以下地震区, 或非地震区的一般民用建筑的平屋顶, 并安装在屋顶板之上。

TE1 为一般挑檐板, TE2 为阳角挑檐板, 挑出外墙面 500mm。

安装时应先安装阳角、阴角处的挑檐板, 以便拉线使其他各板准确就位。安装前要求屋面板表面平整, 并清扫、冲洗干净, 随安随铺 15mm 厚的 1:3 水泥砂浆结合层, 特别沿墙外侧必须饱满, 使挑檐板支承面严实稳妥, 结合成牢固整体。

施工期间考虑每块挑檐板上有 1.0kN/m 的施工荷载作用于边肋内 40mm 处, 应避免增加倾覆弯矩, 不准在挑出部分堆放物料, 影响安全。

安装挑檐板时, 其挑出长度不得出现正偏差 (即挑出长度超过 500mm), 允许负偏差 $< 5\text{mm}$ 。

挑檐板安放好后, 应立即将相邻的两吊钩用 $\phi 6$ 钢筋相互焊牢, 并用 1:3 水泥浆覆盖保护。

为加强抗震性能和抗倾覆能力, 待挑檐板安装完后, 应将挑檐板尾部伸出钢筋与附加的通长 $\phi 10$ 钢筋钩结, 并将此通长钢筋与横 (纵) 墙圈梁内伸出带弯钩的 $\phi 10$ 钢筋钩住, 并浇筑 C20 混凝土, 使

其相互连成整体。

挑出部分的抹灰和其他面层, 需待挑檐板的尾部伸出锚拉筋部分混凝土浇筑完后, 混凝土强度达到设计强度的 75% 以上时, 按先屋面后挑檐的次序施工。

在阴角处挑檐板上的不需要边肋, 可在现场剔去后吊装, 并妥善修补。

衔接水落管的孔洞 $< \phi 150\text{mm}$ 时, 可在安装前电钻 (不得钻断钢筋)。

当孔洞 $\geq \phi 150\text{mm}$ 时, 按施工图拉开板缝预留。

材料: 混凝土: C20; 钢筋: ϕ^b ——冷拔低碳钢丝 (乙级), 点焊网片; ϕ ——I 级钢筋, 用作吊钩时不得冷拉。

主筋保护层 15mm, 允许偏差 $\pm 2\text{mm}$ 。

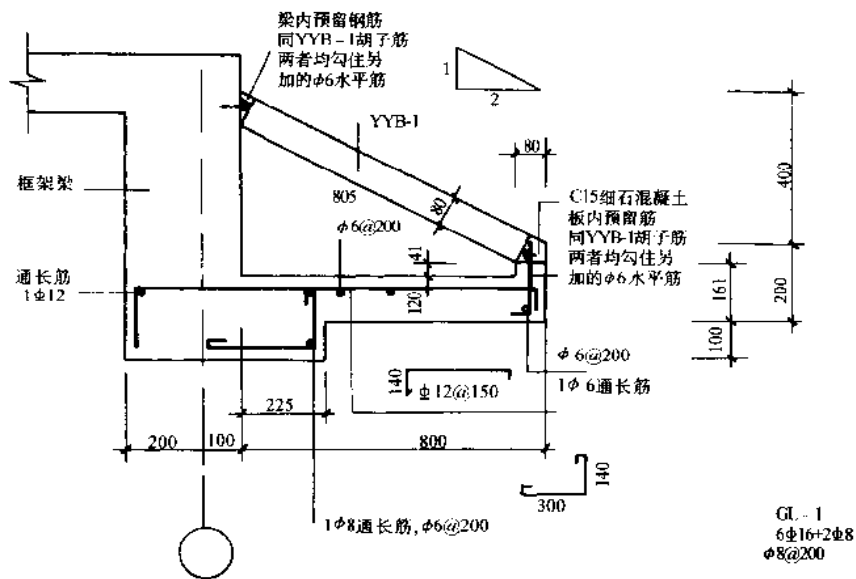
构件外型允许偏差: 长度: $\begin{matrix} +5\text{mm} \\ -0\text{mm} \end{matrix}$; 高度: 外挑部分, 板为 $\pm 2\text{mm}$; 边肋为 $\begin{matrix} +2\text{mm} \\ -3\text{mm} \end{matrix}$ 。入墙部分, 板为 $\begin{matrix} +3\text{mm} \\ -2\text{mm} \end{matrix}$ 。宽度: 板为 $\pm 5\text{mm}$; 边肋为 $\begin{matrix} +2\text{mm} \\ -3\text{mm} \end{matrix}$ 。

图名

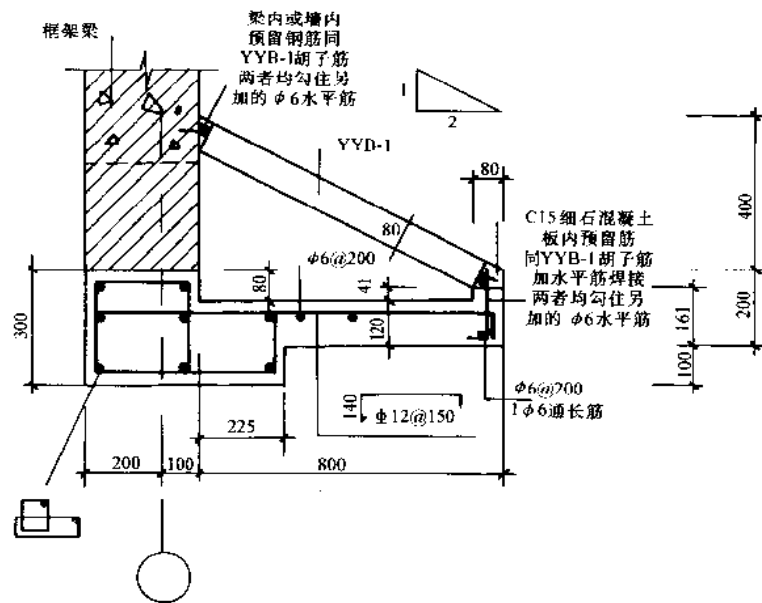
预制挑檐板 (四)

图页

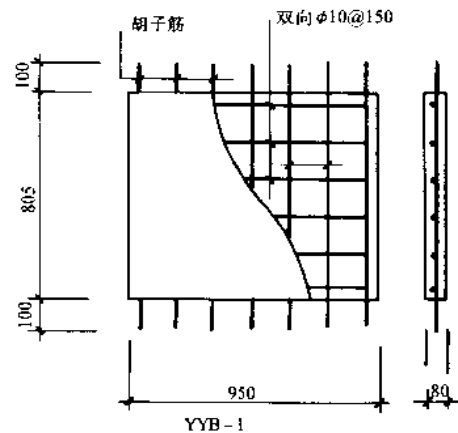
1 86



(a) 悬挑板位于梁中时



(b) 悬挑板位于门、窗过梁处

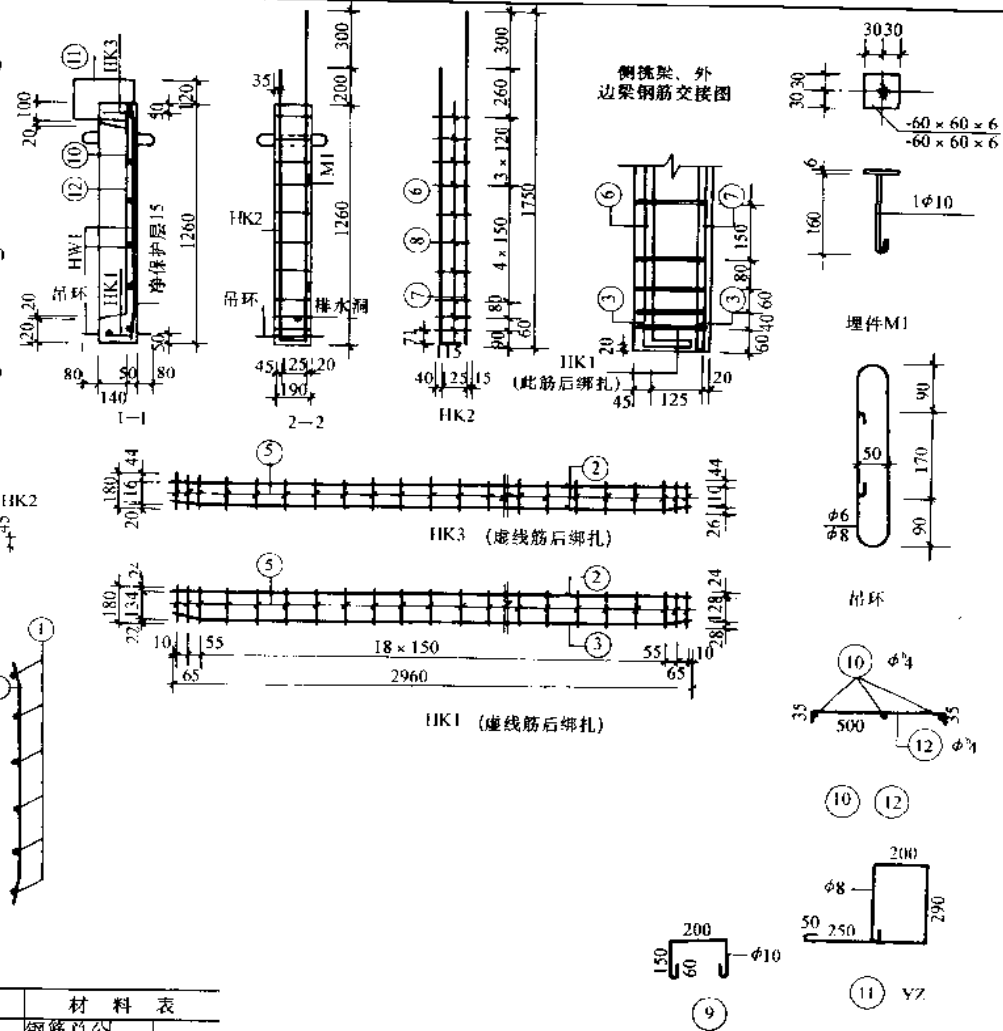
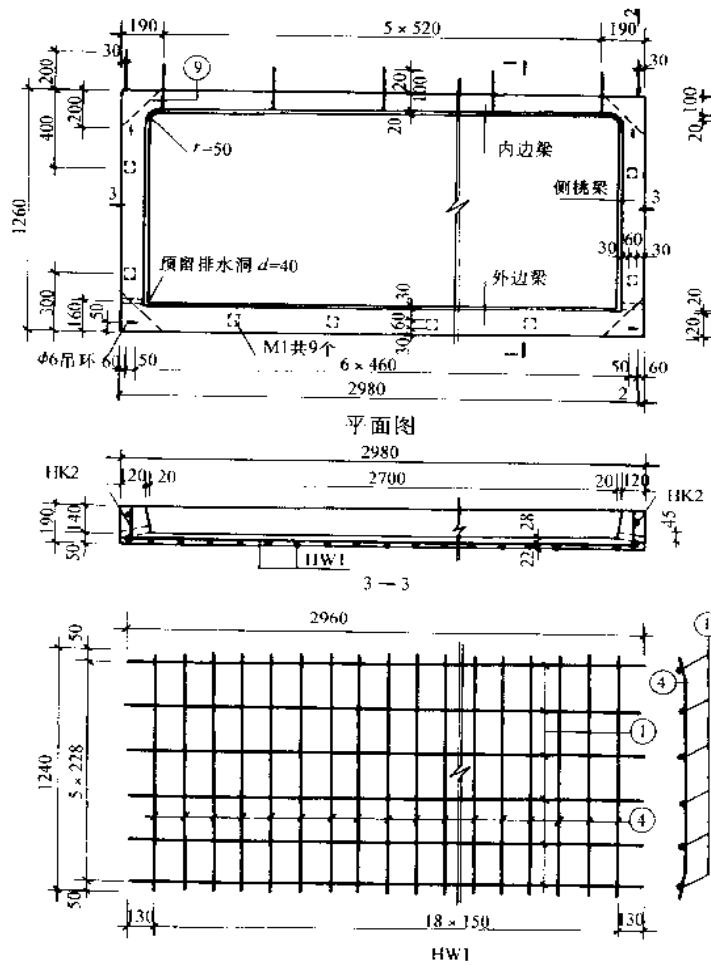


(c) 预制雨篷板

悬挑雨篷及遮阳板详图

钢筋: φ—Ⅰ级钢筋; 中—Ⅱ级钢筋。
混凝土: C20。

图名	悬挑雨篷及遮阳板	图页	1—87
----	----------	----	------



钢筋表												吊环及埋件 M ₁ 质量 3.56kg		材料表	
编号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	钢筋总公称质量	kg	35.49
直径	mm	φ4	φ10	φ14	φ5	φ18	φ12	φ6	φ10	φ4	φ8	φ4	混凝土	m ³	0.325
长度	mm	2960	2960	2960	1240	180	1546	1750	180	620	2960	1330	构件质量	kg	813
数量	根	6	3	1	19	46	2	2	20	4	3	5	混凝土	强度等级	C20
公称质量	kg	1.76	5.48	3.58	3.63	1.28	6.18	3.11	0.80	1.53	0.88	2.63	1.07		

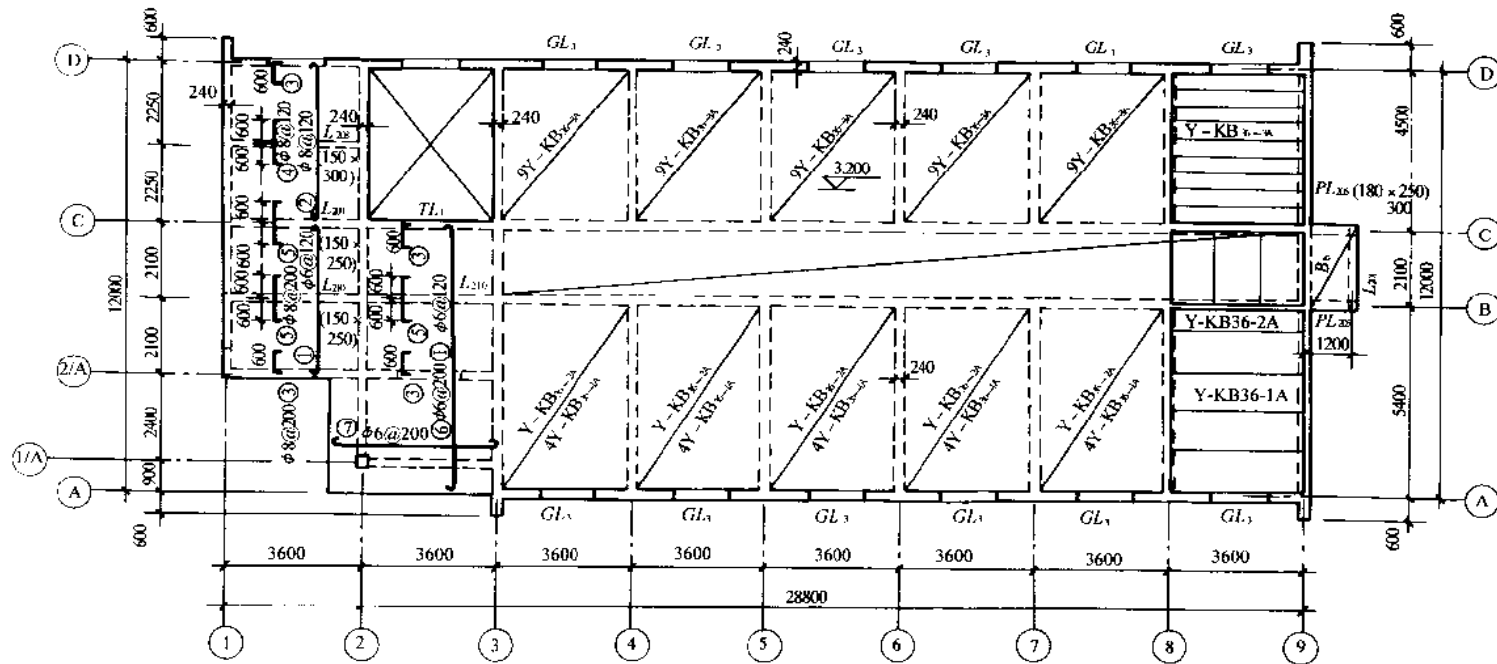
图名

预制钢筋混凝土雨罩

图页

1—88

(四) 钢筋混凝土楼盖



某宿舍楼楼盖结构布置平面图

钢筋混凝土装配式楼盖设计的主要内容：
 按照建筑平面布置进行楼盖梁、板的结构布置；
 确定楼盖的使用荷载；
 进行梁、板选型；
 节点构造设计与局部处理(如阳台)；
 绘制施工图。

说明：①~③轴线范围内是现浇梁板结构，③~⑨轴线部分铺设预应力钢筋混凝土空心板，空心板的编号各地不统一，本图 Y-KB XX-XX

荷载等级
 板宽代号
 板跨度
 预应力空心板

板宽有 1200、600、500mm 三种，分别用 1、2、3 为代号，荷载等级分四级，分别以 A、B、C、D 为代号。如 Y-KB36-2A 表示板跨度为 3600mm，板宽为 600mm，A 级荷载的预应力空心板，9Y-KB36-3A 表示这个房间排 9 块这种型号的空心板。编号尺寸为标志尺寸，板的构造尺寸查各地标准图。

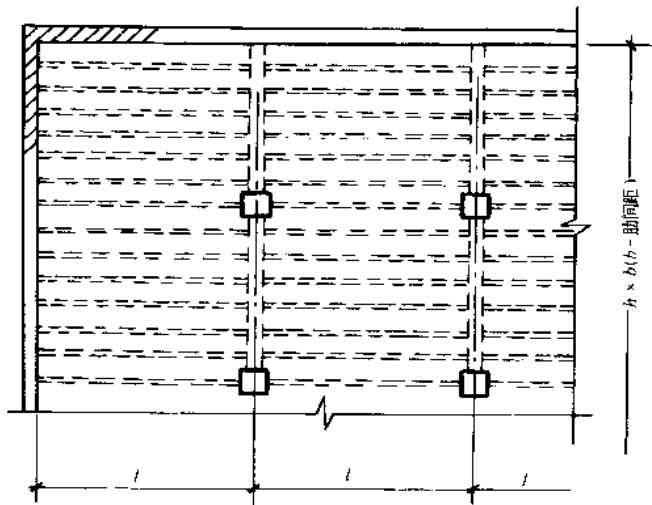
装配式楼板的连接参见预制板连接部分，楼板的缝隙应采用不低于 C15 的细石混凝土或 M15 的砂浆灌缝，缝的上口宽度不宜小于 30mm。

图名

钢筋混凝土装配式楼盖

图页

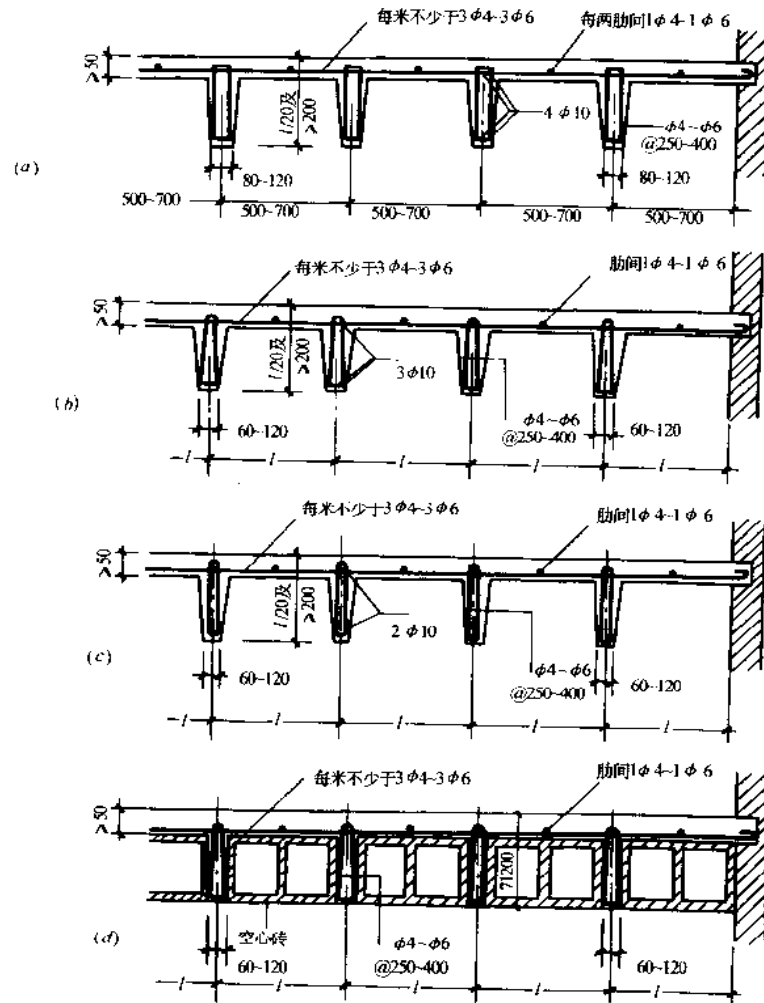
1—89



单向密肋楼盖平面

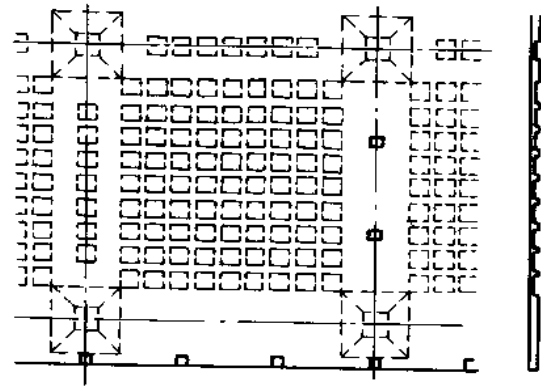
现浇密肋板在肋间可为空格或填置粘土空心砖或加气混凝土块等形成平板底面。顶板厚度不小于 50mm。

肋净距一般为 500~700mm，肋宽为 60~120mm。纵向受力钢筋和箍筋按计算确定，构造要求如肋截面尺寸及配筋图。

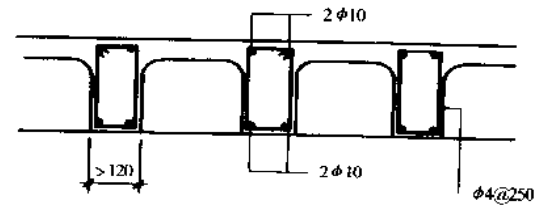


肋截面尺寸及配筋

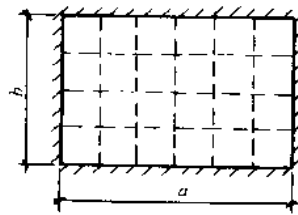
图名	单向密肋楼盖构造	图页	1—90
----	----------	----	------



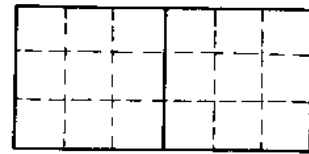
双向密肋井字楼盖平面



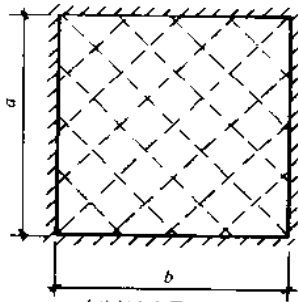
梁截面尺寸及配筋



(a) 矩形布置
(支承在墙上)



(b) 方形布置
(支承在主梁上)



(c) 斜向布置
(支承在墙上)

井式楼盖布置

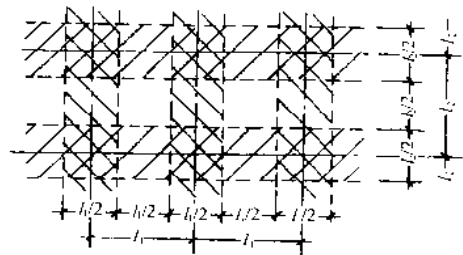
双向密肋板又称双向密肋井字楼盖，一般适用于较大跨度，区格的长边与短边之比宜不大于 1.5。肋梁一般为正交，亦可斜交，如图所示。肋梁的截面和配筋按计算确定。但梁宽不宜小于 120mm，受力钢筋不宜小于 $2\phi 10$ ，箍筋不小于 $\phi 4@250$ 。

图名

双向密肋楼盖构造

图页

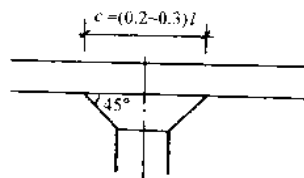
1—91



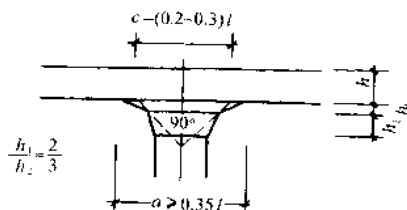
柱上板带与跨中板带划分

无梁楼盖的柱网一般布置为正方形或矩形，四周应设圈梁。圈梁支承外墙或兼作过梁时，梁高不小于 2.5 倍板厚及 $l/15$ (l 为板跨度)。

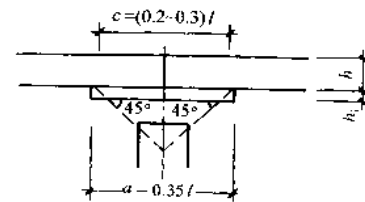
无梁楼盖的柱上板带及跨中板带的划分如图所示。
有柱帽无梁楼盖的柱帽尺寸和柱帽构造配筋如图所示。



(a)用于轻荷载

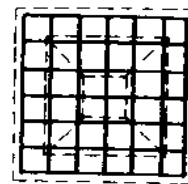
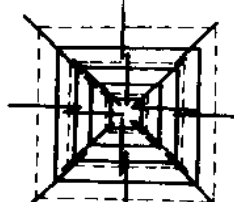
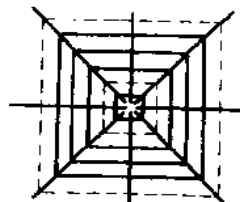
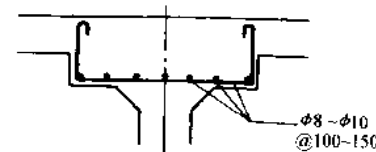
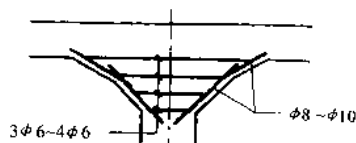
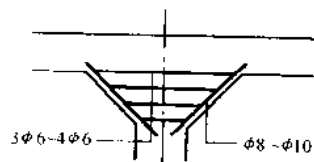


(b)用于重荷载



(c)用于重荷载

柱帽尺寸



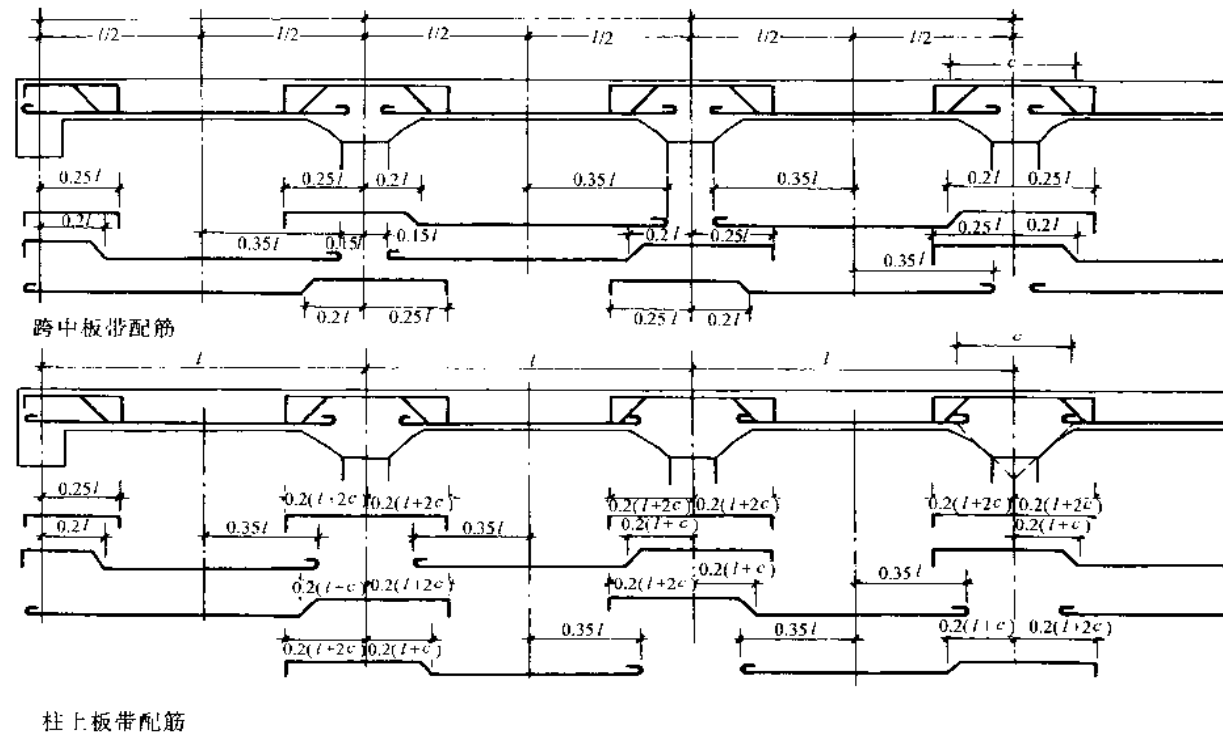
柱帽构造配筋

图名

无梁楼盖板带划分和柱帽构造配筋

图页

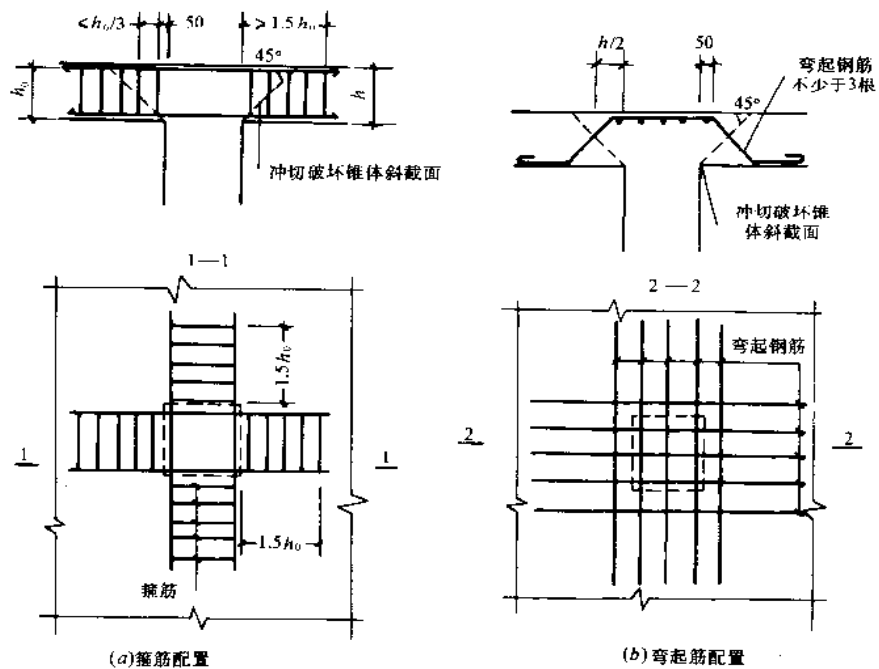
1-92



无梁楼盖板的最小厚度为 150mm，且最小高跨比：单坡柱帽时为 1/32~1/35；双坡柱帽时为 1/35。

无梁楼盖柱上板带和跨中板带配筋如图所示。

图名	无梁楼盖柱上和跨中板带配筋构造	图页	1—93
----	-----------------	----	------



无柱帽构造

无柱帽无梁楼盖，为提高其冲切承载力，板厚和配置的箍筋或弯起钢筋要求如下：

板厚 $h \geq 150\text{mm}$ ；

计算所需的箍筋面积应配置在冲剪破坏锥体范围内；

计算所需的箍筋向外延伸配置长度 $\geq 0.5h_0$ ；

宜用封闭箍筋，并箍住架立钢筋，箍筋直径 $\geq 6\text{mm}$ ，间距 $\leq \frac{h_0}{3}$ ；

弯起钢筋可由一排或两排组成，弯起角可根据板厚在 $30^\circ \sim 45^\circ$ 之间选用；

弯起钢筋的倾斜段与冲切破坏面相交，其交点应在离局部荷载或集中反力作用面积周边以外 $h/2 \sim 2h/3$ 范围内；

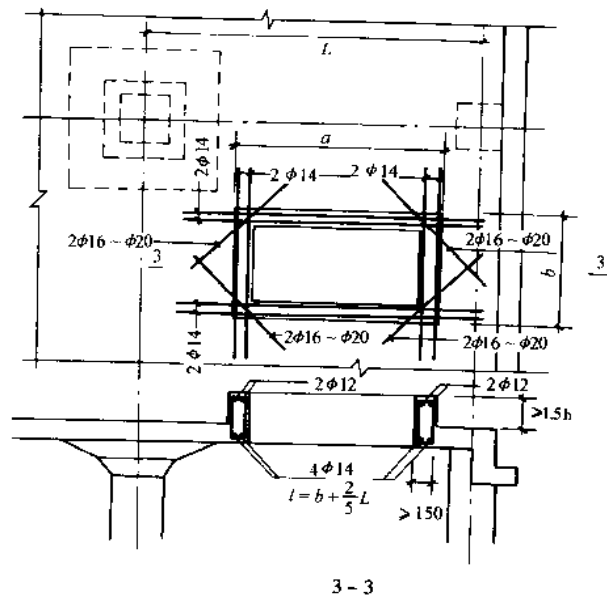
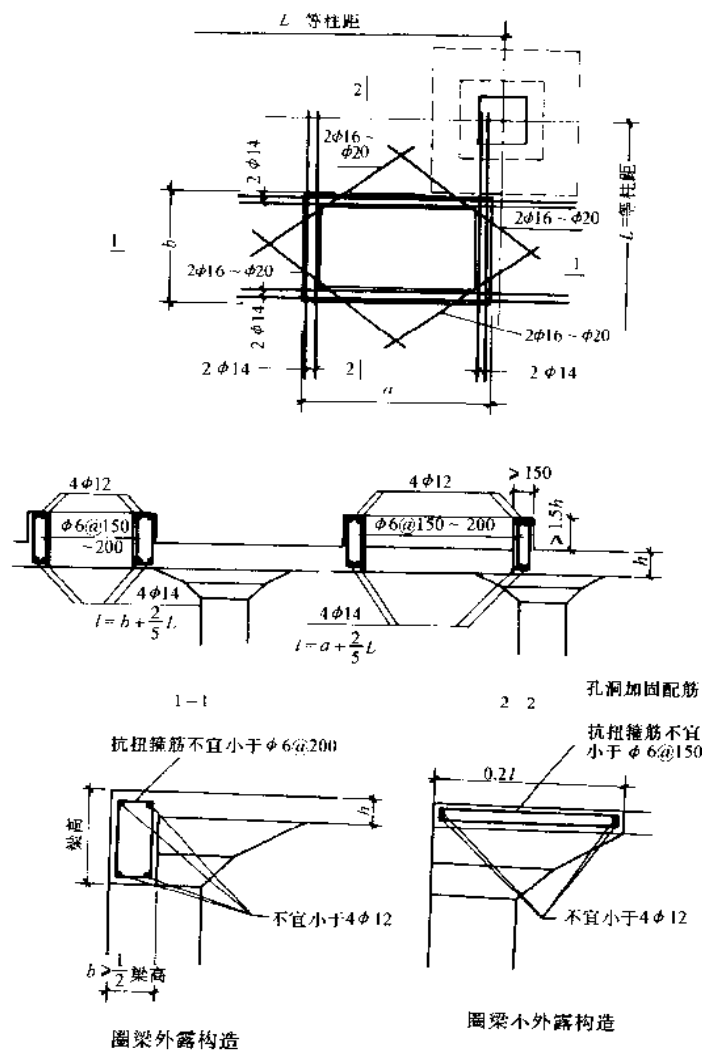
弯起钢筋直径 $\geq 12\text{mm}$ ，且每一方向不少于 3 根。

图名

无梁楼盖无柱帽构造

图页

1—94



无梁楼盖孔洞的加固配筋示例如图所示。

无梁楼盖四周的板，不伸出边柱外时，在周边应设圈梁。支承外墙或兼作过梁时，梁截面高度不宜小于 $2.5h$ 及 $l/5$ (h 为板厚， l 为板跨度)，梁宽不宜小于梁高的 $1/2$ 。梁高不外露时，梁高等于板厚，梁宽取 $0.2l$ 。

圈梁按计算配筋，抗扭箍筋不宜小于 $\phi 6@200$ 或 $\phi 6@150$ ，且做成封闭式，搭接长度不小于锚固长度，抗扭纵筋不宜小于 $4\phi 12$ ，圈梁下部纵向钢筋两端伸到柱边，上部纵向钢筋须通常布置，且搭接点宜在跨中。

图名

无梁楼盖孔洞加固及圈梁配筋

图页

1—95

(五) 多层砖房抗震加固——构造柱与圈梁

砖房构造柱设置要求

房屋层数				设置部位
6度	7度	8度	9度	
四、五	三、四	二、三		7、8度时,楼、电梯间四角
六~八	五、六	四	二	外墙四角,错层部位横墙与外纵墙交接处,较大洞口两侧,大房间内外墙交接处
	七	五、六	三、四	内墙(轴线)与外墙交接处,内墙局部较小墙垛处,7~9度时,楼、电梯间四角,9度时内纵墙与横墙(轴线)交接处

- 注:1. 外廊式和单面走廊式的多层砖房,应根据房屋增加一层后的层数,按表中要求设置构造柱,且单向走廊两侧的纵墙均应按外墙处理。
 2. 教学楼、医院等横墙较少的房屋,应根据房屋增加一层后的层数,按表中要求设置构造柱。
 3. 防震缝、伸缩缝或沉降缝两侧的墙体均宜视为房屋的外墙。

多层粘土砖房构造柱设置要求按表列的部位设立。

构造柱的构造要求:

构造柱的截面不应小于 $240\text{mm} \times 180\text{mm}$, 纵向钢筋宜用 $4\phi 12$, 箍筋采用 $\phi 6$, 间距不大于 250mm , 且在柱上下端宜适当加密; 7度超过六层, 8度超过五层和9度时, 构造柱纵向钢筋宜采用 $4\phi 14$, 箍筋间距不大于 200mm 。房屋四角的构造柱可适当加大截面及配筋。

构造柱与墙连接处, 砖墙应砌成马牙槎, 每一马牙槎沿墙高尺寸不宜超过 300mm , 并应沿墙高每 500mm 设置 $2\phi 6$ 水平拉结钢筋, 拉结钢筋伸入墙内的长度, 自柱边算起不少于 1m 。

构造柱必须与圈梁连接, 在柱与圈梁相交的节点处, 应当加密构造柱的箍筋, 加密范围在圈梁上、下均不小于 450mm 及 $1/6$ 的层高, 箍筋间距 100mm 。

构造柱的竖向钢筋宜用绑扎接头, 搭接长度 l_1 , 当混凝土强度等级为 C15 时, I 级钢筋的 l_1 为 $35d$ (d 为钢筋直径), II 级钢筋的 l_1 为 $40d$, I 级钢筋末端设弯钩。

构造柱可不单独设置基础, 一般从室外地坪以下 500mm 或基础圈梁处开始设置。

构造柱的竖向钢筋的混凝土保护层厚度为 20mm 。

施工要求:

构造柱留置位置正确, 大马牙槎先退后进, 上下顺直。

构造柱应先砌墙后浇注混凝土, 在浇注构造柱混凝土之前, 须将模板内的落地灰、砖渣和其他杂物清除干净, 清除完毕应立即封闭洞眼, 将砖砌体和模板浇水润湿后再浇注混凝土。

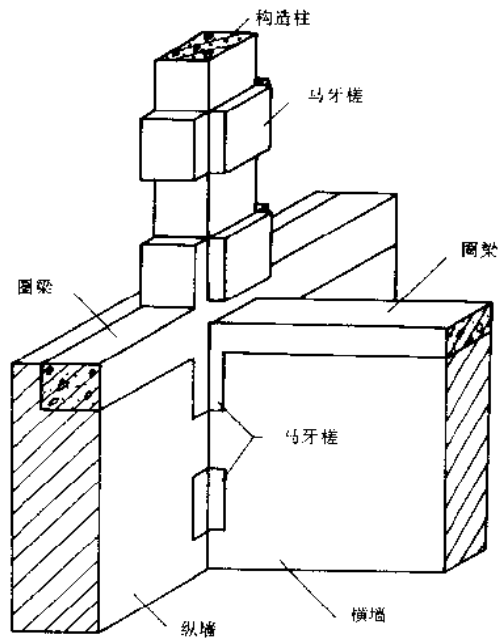
为了便于检查混凝土的浇注质量, 构造柱宜一面外露, 若外露有困难时, 可利用马牙槎的混凝土外露面积。

图名

构造柱的设置与构造要求

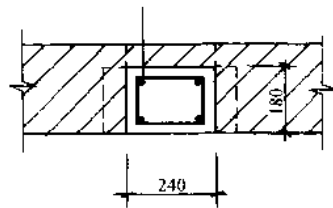
图页

1—96

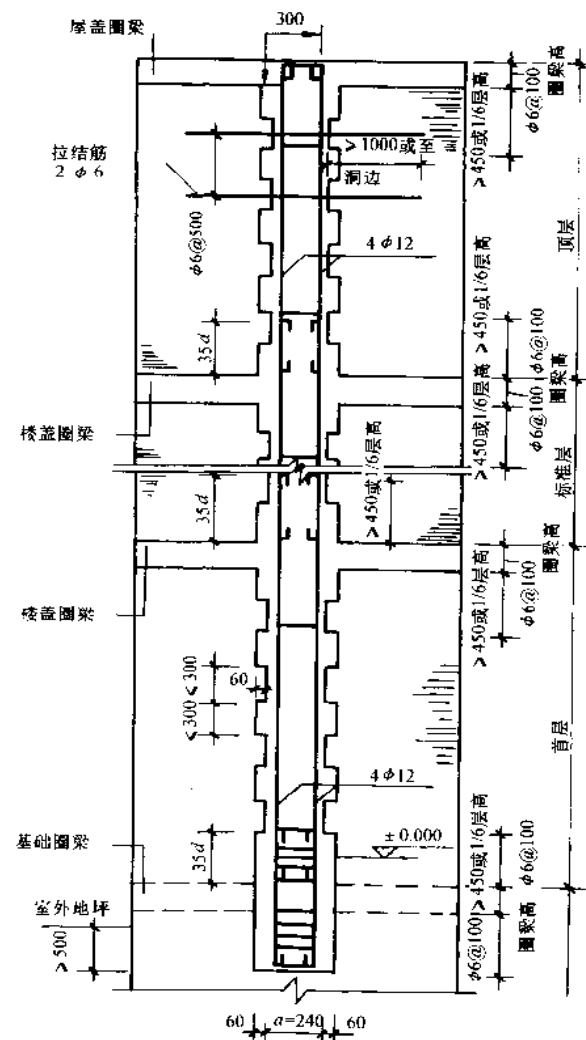


(a) 构造柱示意图

构造柱纵向钢筋及箍筋
通常宜采用 $4\phi 12$, $\phi 6@250$
7度超过六层 } 宜采用 $4\phi 14$, $\phi 6@300$
8度超过五层 }
9度时 }



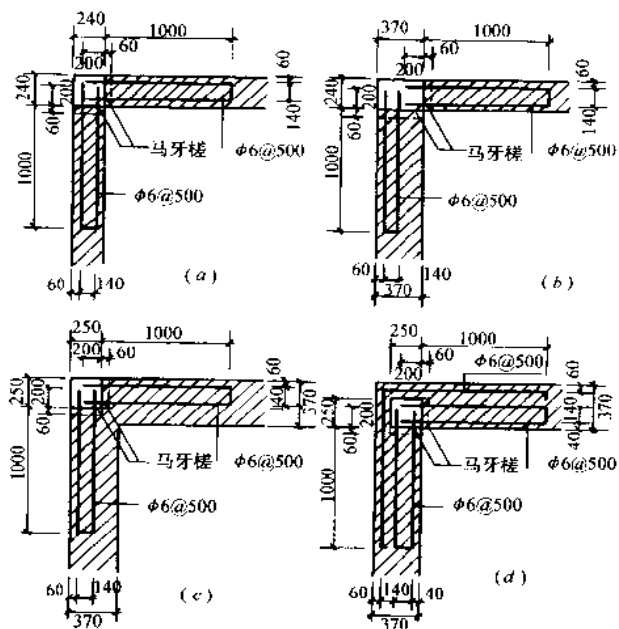
(c) 构造柱截面及配筋



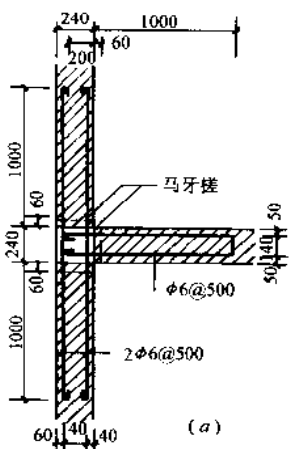
(b) 构造柱立面示意图

构造柱的最小截面及配筋

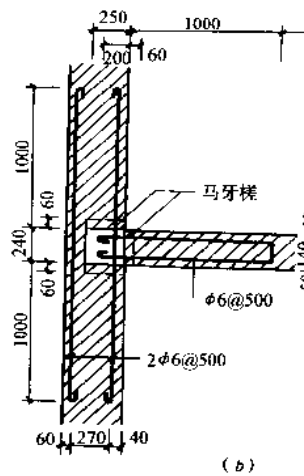
图名	构造柱的最小截面及配筋	图页	1—97
----	-------------	----	------



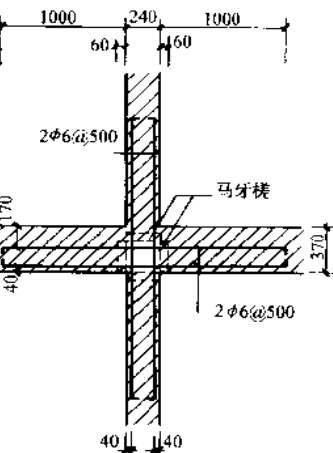
外墙转角及内墙阳角处



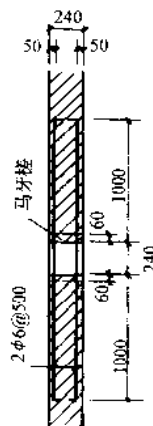
(a)



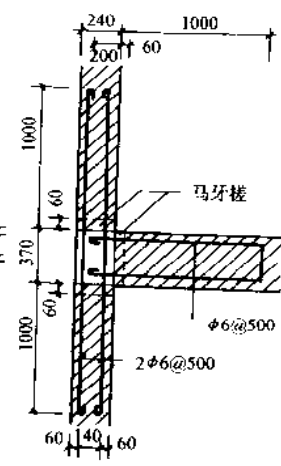
(b)



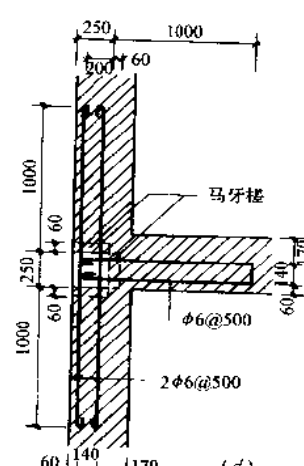
十字墙处



一字墙处



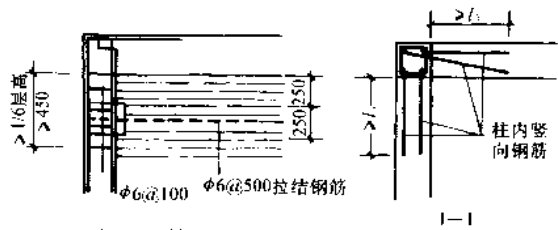
(c)



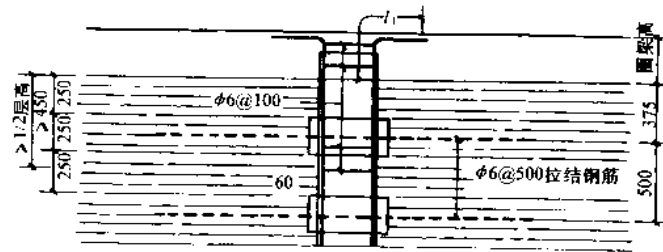
(d)

内、外墙连接

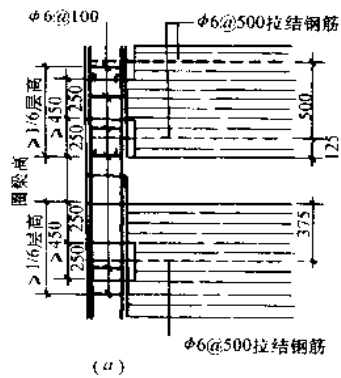
图名	构造柱与墙体的连接	图页	1—98
----	-----------	----	------



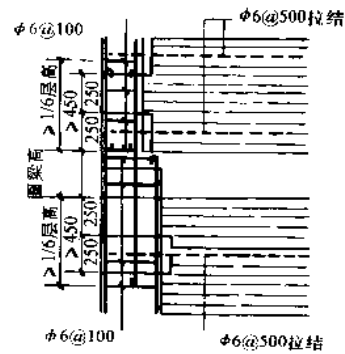
角柱钢筋锚入屋盖圈梁



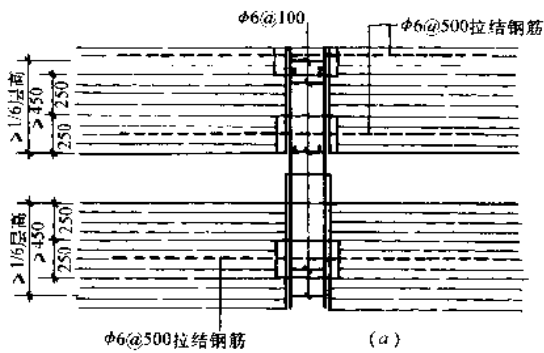
中、边柱钢筋锚入屋盖圈梁



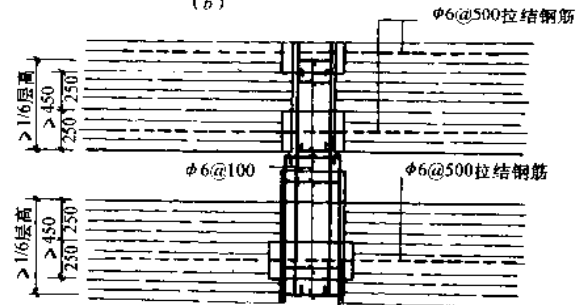
角柱在楼盖处连接



(b)



中、边柱在楼盖处连接



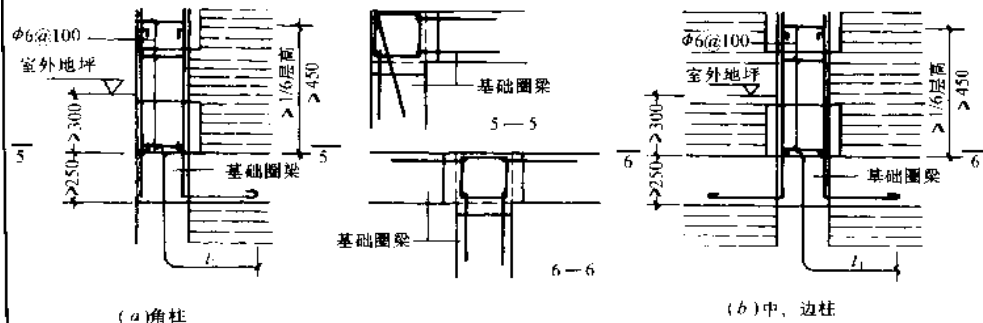
(b)

图名

构造柱与楼(屋)盖的连接

图页

1—99



(a)角柱

(b)中、边柱

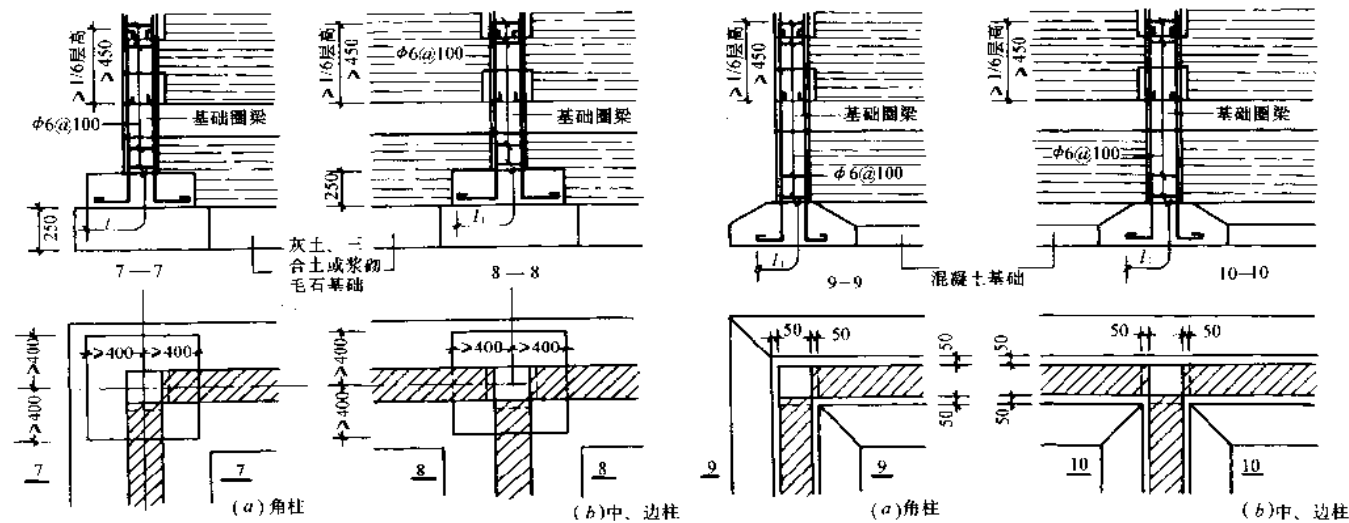
构造柱根部与基础圈梁连接

当设有基础圈梁，且圈梁底距室外地坪的尺寸 $\geq 550\text{mm}$ 时，构造柱根部可与基础圈梁连接。

当设有混凝土基础时，构造柱根部可伸入基础。

当无基础圈梁，或圈梁底距室外地坪的尺寸不足 550mm 时，可将构造柱根部打成混凝土垫层。

当墙体附有管沟时，构造柱的埋深应大于沟深。



构造柱根部做成混凝土垫层

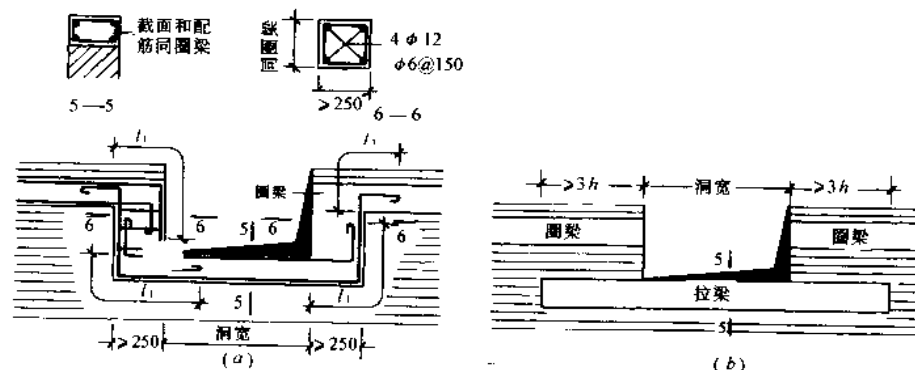
构造柱根部与混凝土基础连接构造

图名	构造柱根部与基础的连接	图页	1-100
----	-------------	----	-------

圈梁设置位置、最小配筋量

烈 度		6、7	8	9
设置位置	沿外墙及内纵墙	屋盖处及隔层楼盖处	屋盖处及每层楼盖处	屋盖处及每层楼盖处
	沿内横墙	同上；屋盖处间距 $\geq 7m$ ，楼盖处间距 $\geq 15m$ ；构造柱对应部位	同上；屋盖处沿所有横墙，且间距 $\geq 7m$ ，楼盖处间距 $\geq 7m$ ；构造柱对应部位	同上；各层有横墙
最小配筋量	纵向钢筋	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12
	箍筋间距	250mm	200mm	150mm

- 注：1. 横墙承重的装配式钢筋混凝土楼盖或木楼盖的房屋，应按表的规定设置圈梁；纵墙承重及外廊房屋，应每层设置圈梁，且抗震横墙方向的圈梁应比表的规定适当加密；现浇或装配式整体式钢筋混凝土楼（屋）盖与墙体有可靠连接时，可不设圈梁。
2. 设防烈度为8、9度时，各层楼梯间两侧横墙均应设圈梁。
 3. 如在表中规定间距内无横墙时，应在梁或板缝中设圈梁拉通。
 4. 底层框架房屋的上部结构，按多层砖房考虑设置圈梁。
 5. 多层内框架房屋，每层均应设置圈梁。
 6. 预制楼板横向承重时，每层阳台处的相邻墙及外纵墙均宜设圈梁。
 7. 单层砖柱厂房及空旷砖房，当设防烈度为7度，且全高不超过6m时，应在屋架底部，沿房屋外墙和承重内墙设置现浇钢筋混凝土闭合圈梁；当房屋全高超过6m或设防烈度为8度和9度时，还应沿墙上密下稀的原则，每隔3~4m增设圈梁一道，圈梁的截面高度不小于180mm；总配筋量，7度和8度时不应少于4 ϕ 12，9度时不应少于4 ϕ 14，圈梁和柱的拉结，在柱顶、屋架上弦端头，高底跨及纵横跨封墙等处用4 ϕ 12，其余部位均用2 ϕ 12。



圈梁被截断时补强构造

构造要求：

多层粘土砖房的圈梁应符合下列要求：

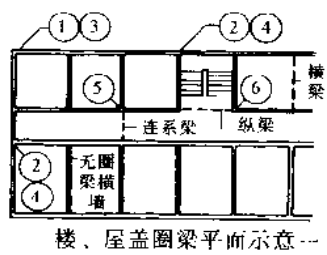
圈梁应闭合，圈梁被洞口切断时，应上下搭接，补强构造如图所示；

圈梁宜与预制板设同一标高或紧靠板底；

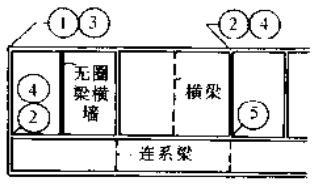
圈梁截面高度不应小于120mm，宽度宜同墙厚，最小配筋量按表列数值采用；

圈梁兼作过梁时，过梁部分配筋按计算确定。

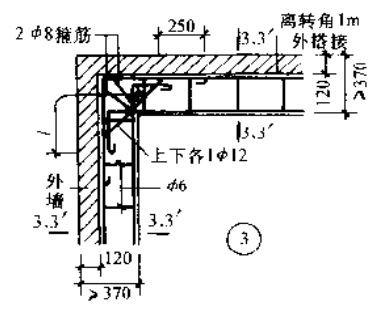
图名	圈梁的设置与构造要求	图页	1-101
----	------------	----	-------



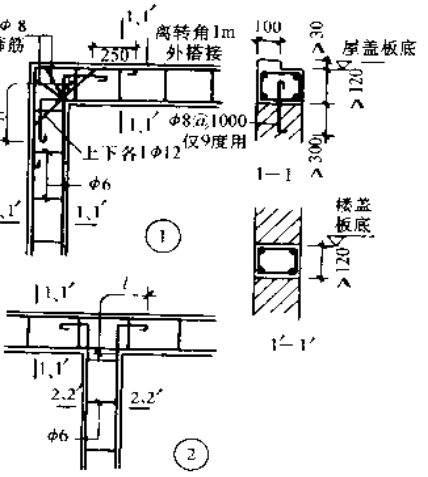
楼、屋盖圈梁平面示意一



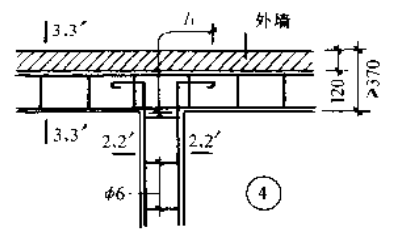
楼、屋盖圈梁平面示意二



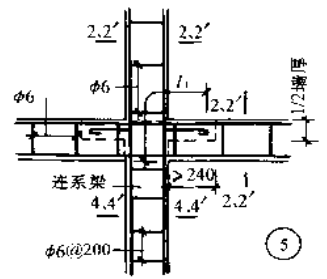
3



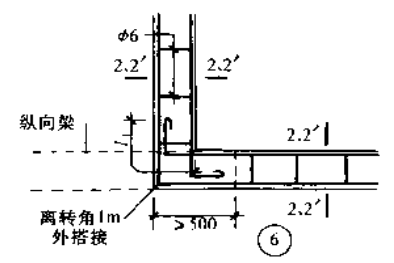
2



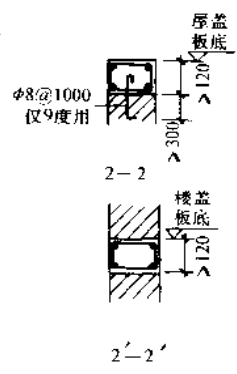
4



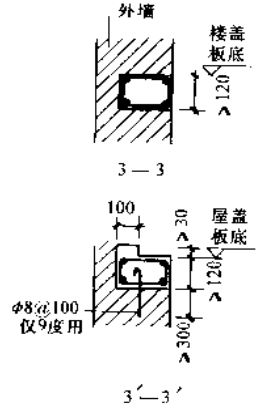
5



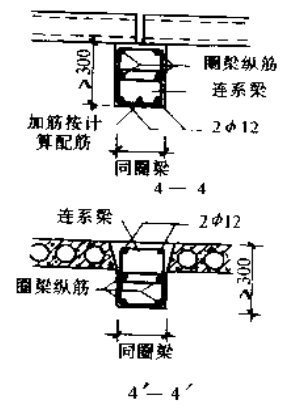
6



2'-2'



3'-3'



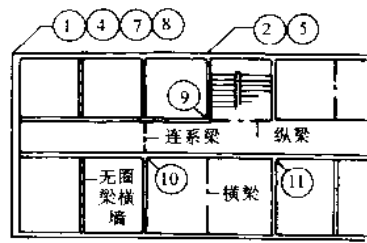
4'-4'

连系梁最大间距：7度为16m左右，8度为12m左右（对于外廊房屋7度为12m左右，8度为8m左右）。

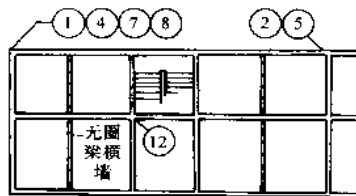
当预制板与圈梁或墙体用钢筋拉接时，屋盖圈梁高出板底可不必 $\geq 30\text{mm}$ 。

搭接长度 l_1 ，当混凝土强度等级 $\geq \text{C15}$ 时，I级钢筋为 $35d$ ，II级钢筋为 $40d$ （ d 为钢筋直径）。I级钢筋末端设弯钩。

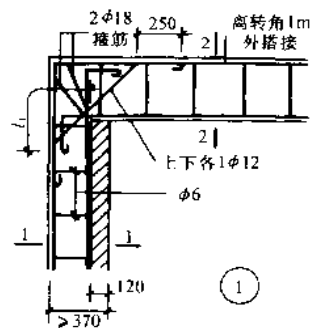
图名	钢筋混凝土板底圈梁	图页	1-102
----	-----------	----	-------



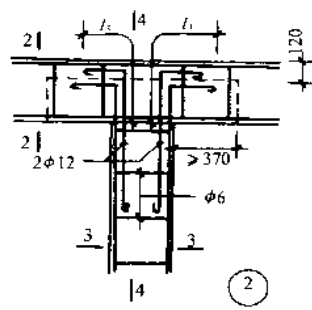
有中间走道楼(屋)盖圈梁平面示意



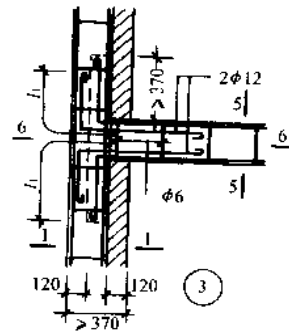
无中间走道楼(屋)盖圈梁平面示意



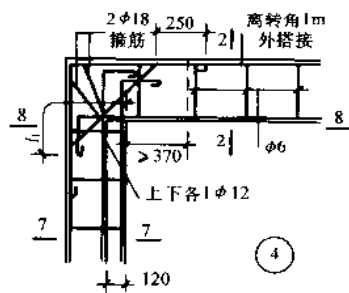
①



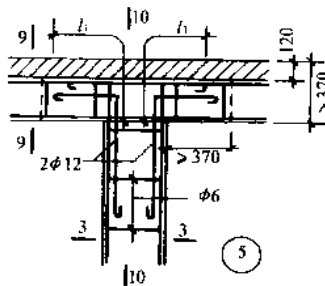
②



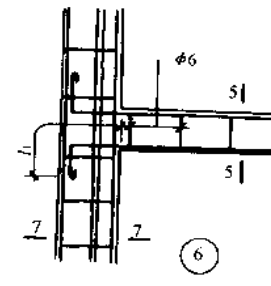
③



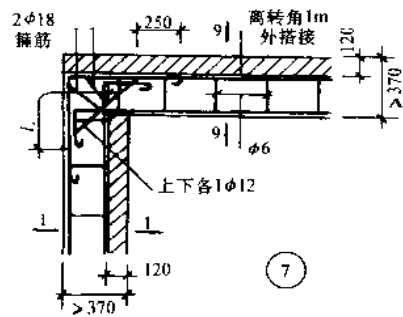
④



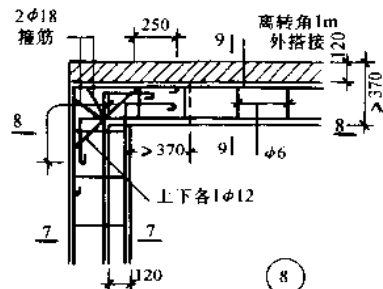
⑤



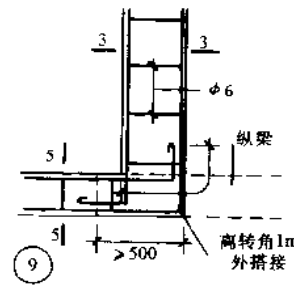
⑥



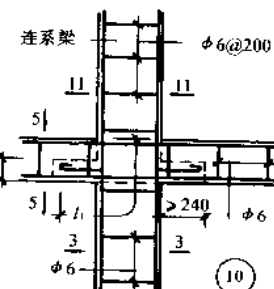
⑦



⑧

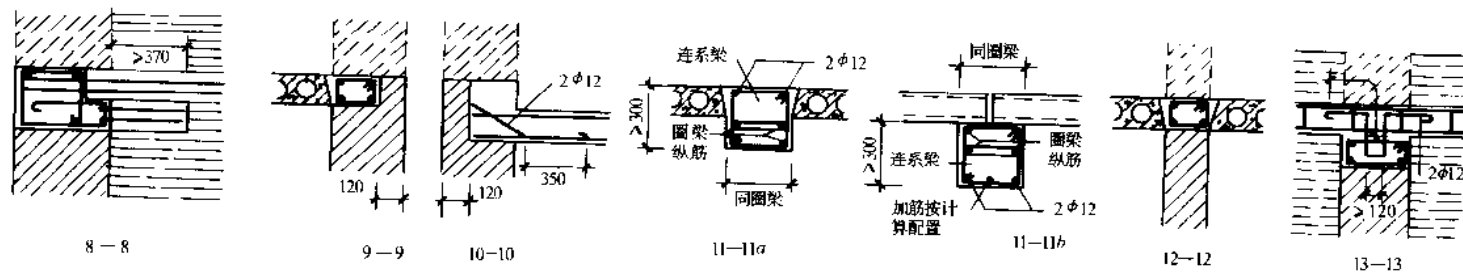
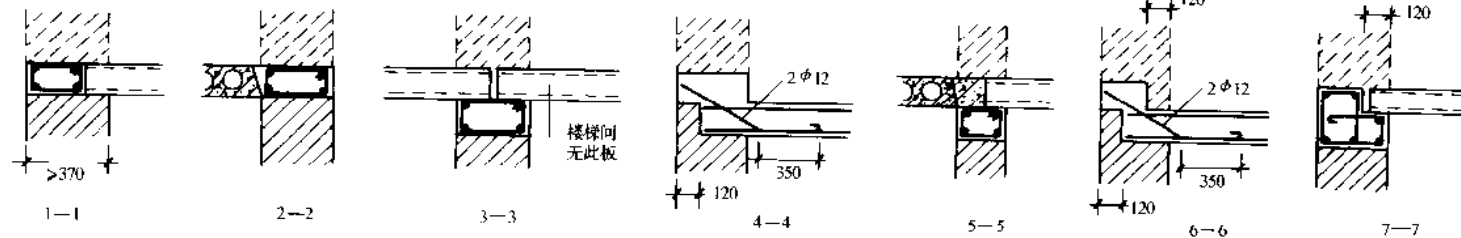
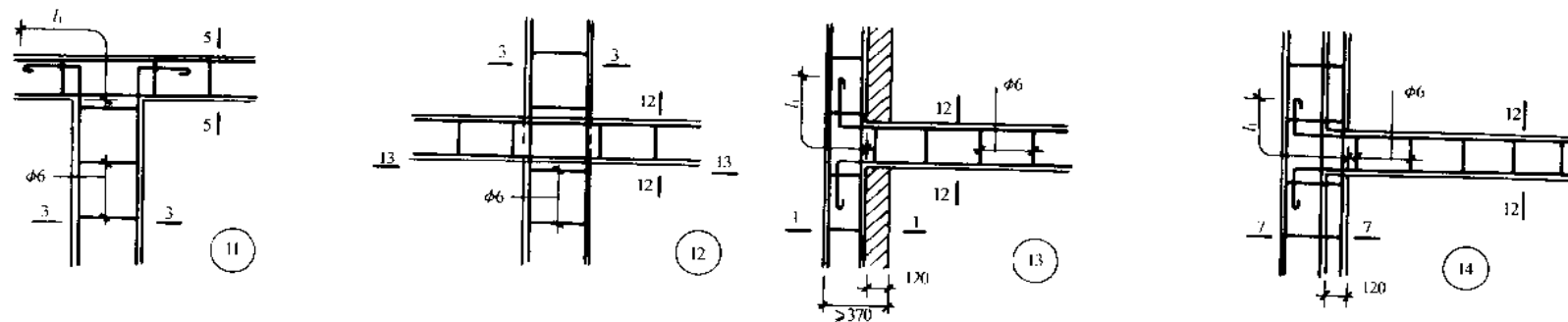


⑨



⑩

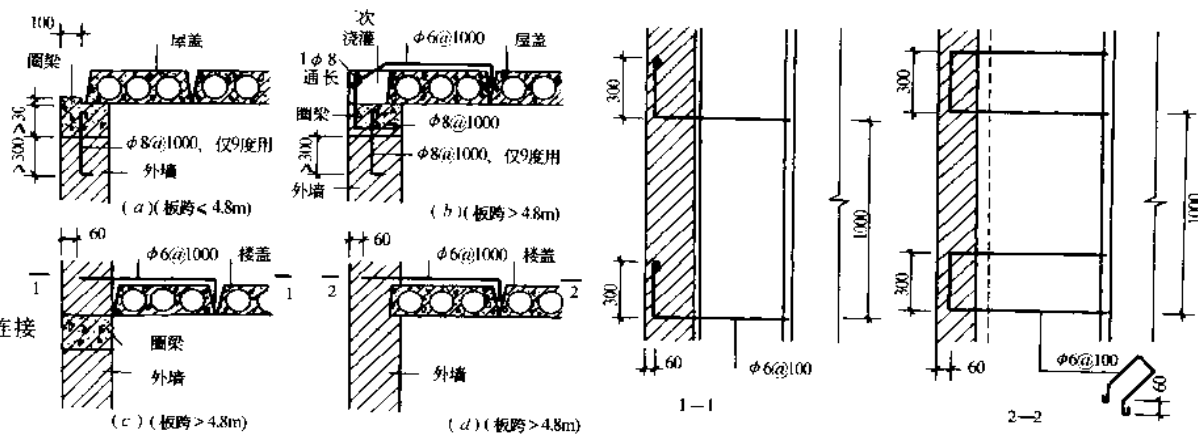
图名	钢筋混凝土高低圈梁(-)	图页	1-103
----	--------------	----	-------



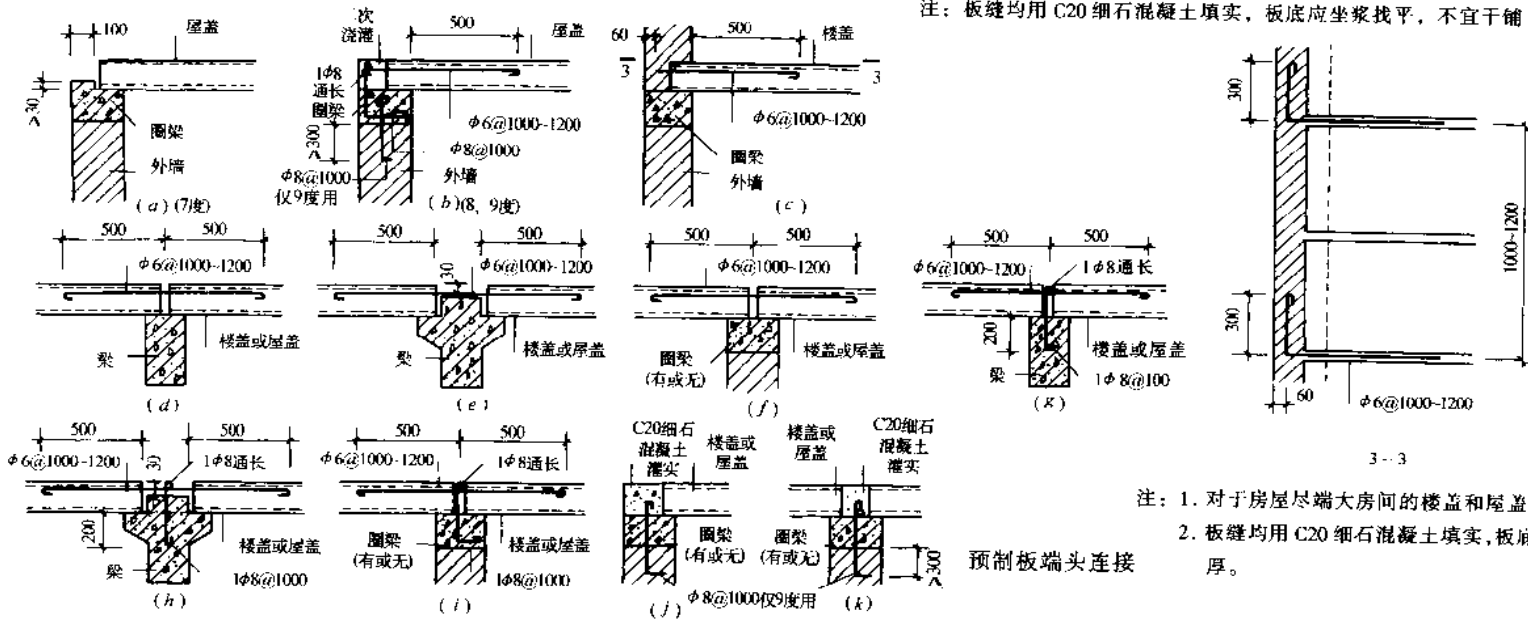
注：顶层时无虚线部分的墙体。

图名	钢筋混凝土高低圈梁(二)	图页	I-104
----	--------------	----	-------

预制板侧边连接



注：板缝均用 C20 细石混凝土填实，板底应坐浆找平，不宜干铺

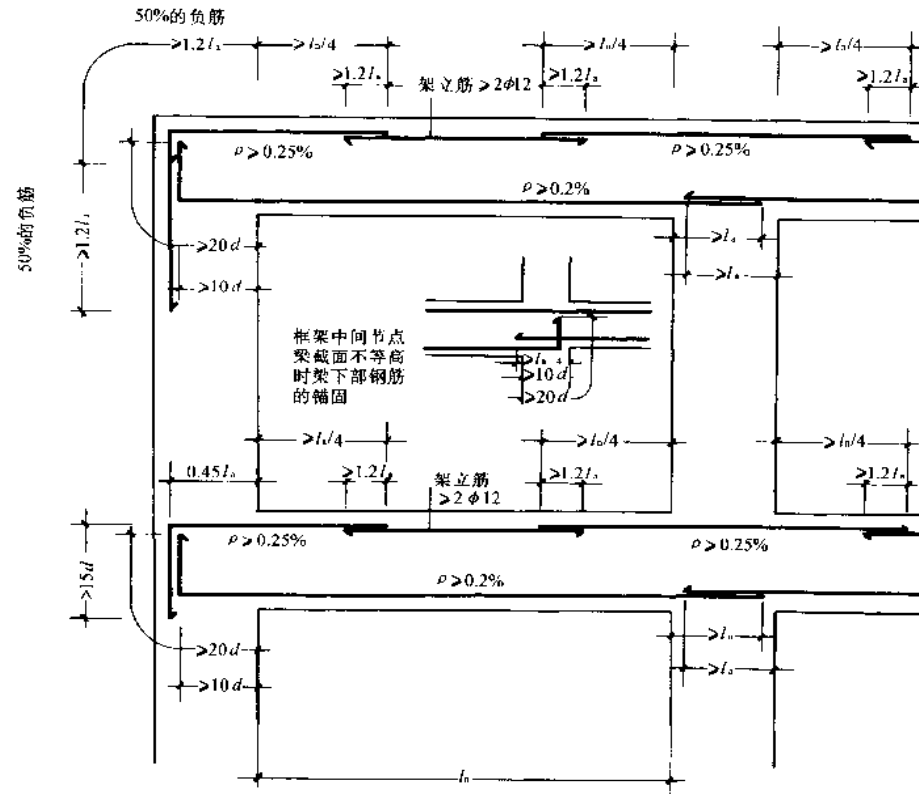
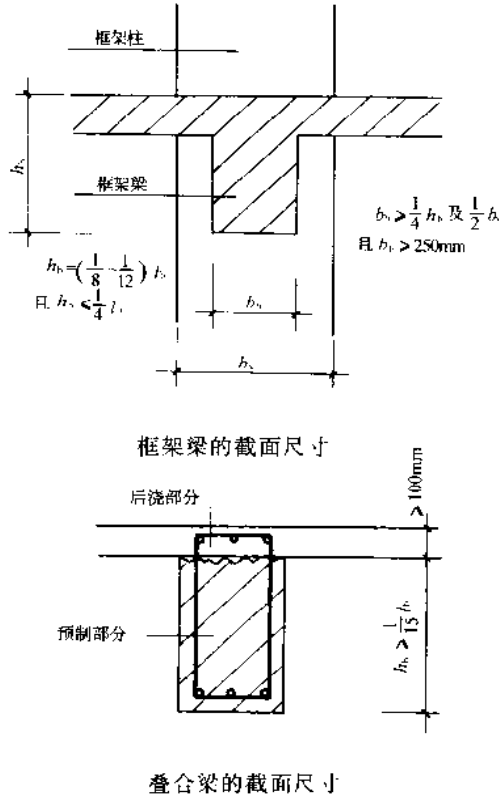


预制板端头连接

注：1. 对于房屋尽端大房间的楼盖和屋盖，8、9度用节点 g、h、i；
2. 板缝均用 C20 细石混凝土填实，板底应抹水泥砂浆找平层 20mm 厚。

图名	预制板的连接	图页	1—105
----	--------	----	-------

(六) 现浇钢筋混凝土框架结构



非抗震设计时框架梁的纵向钢筋

l_b —主梁的计算跨度； l_n —净跨度；

b_b —主梁的宽度； h_b —主梁的高度；

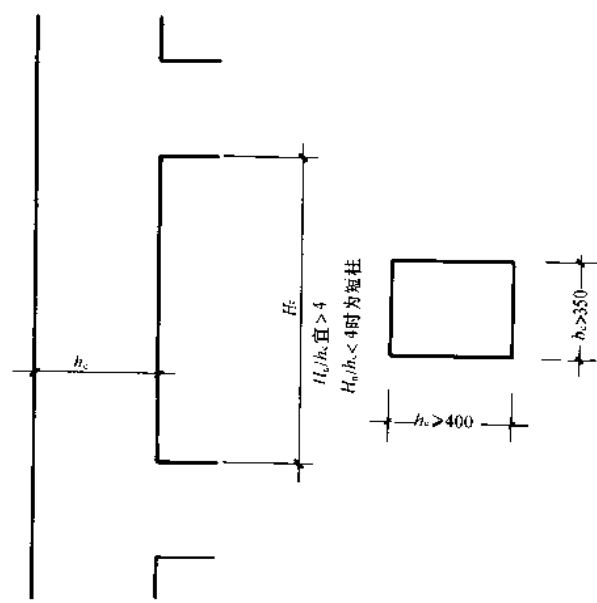
b_c —柱的宽度。

混凝土的强度等级不应低于 C20。

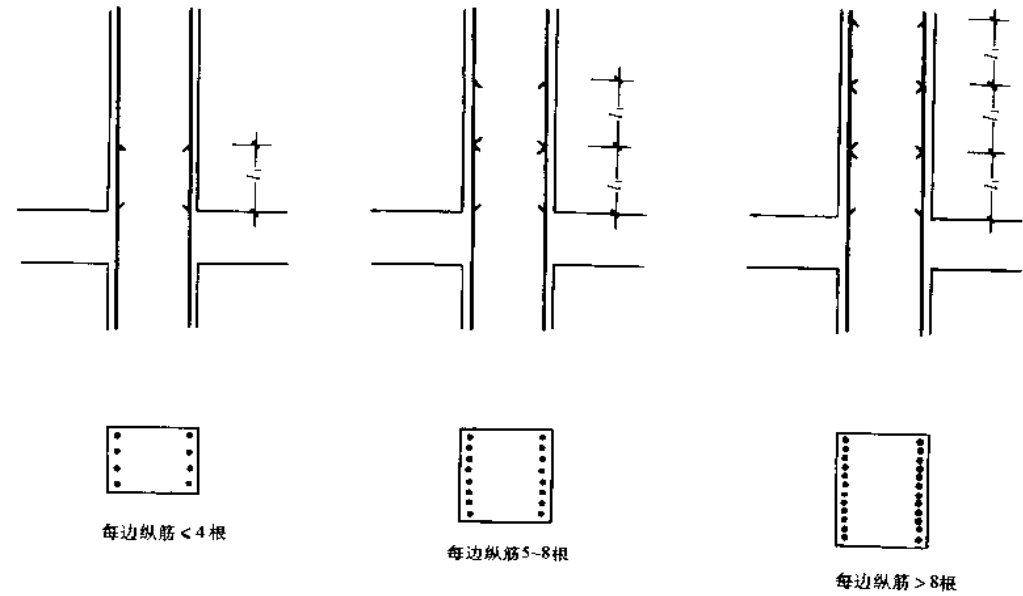
箍筋间距及箍筋最小直径参见梁的配筋构造。

ρ —为纵向受拉钢筋的最小配筋率； d —为纵向主筋的直径；
 l_n —为该跨主梁的净跨

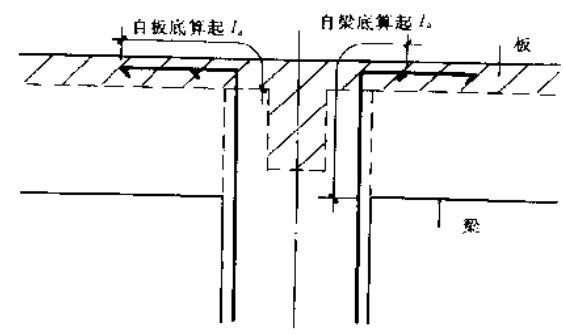
图名	非抗震设计现浇框架梁构造	图页	1—106
----	--------------	----	-------



框架柱的截面尺寸



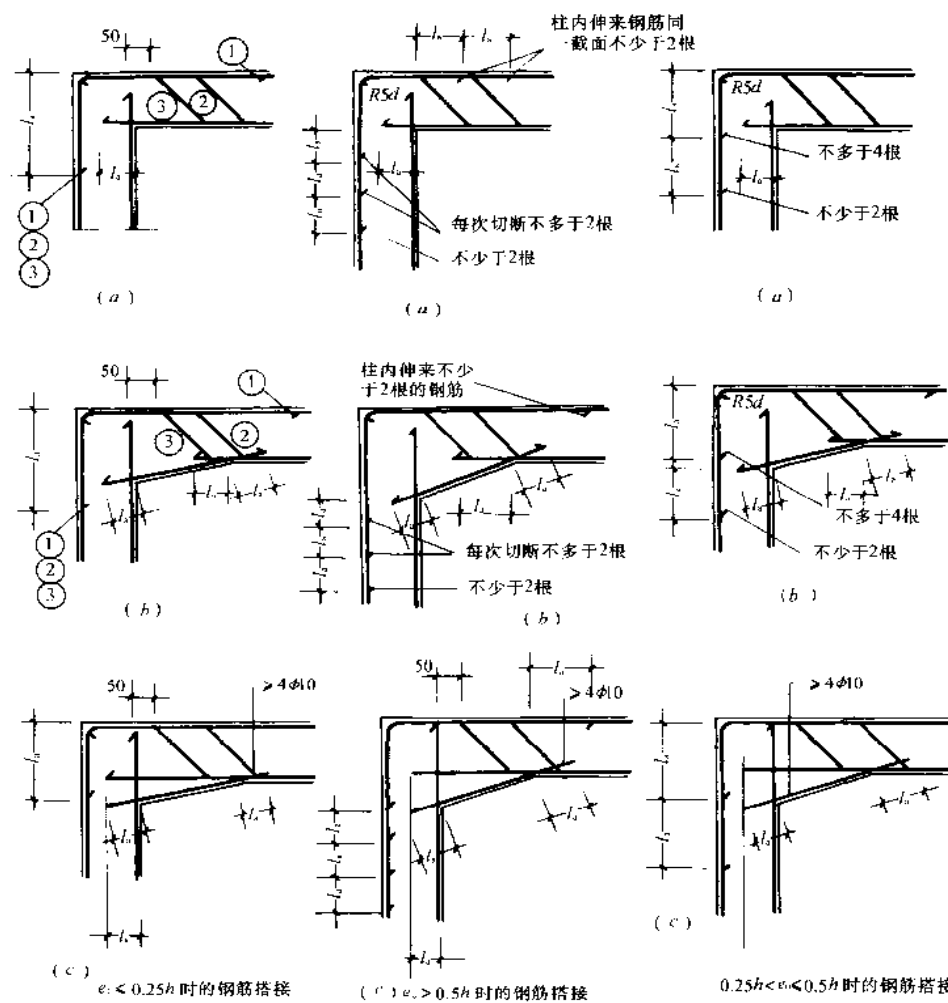
工程中常见的框架柱纵向钢筋的分批搭接



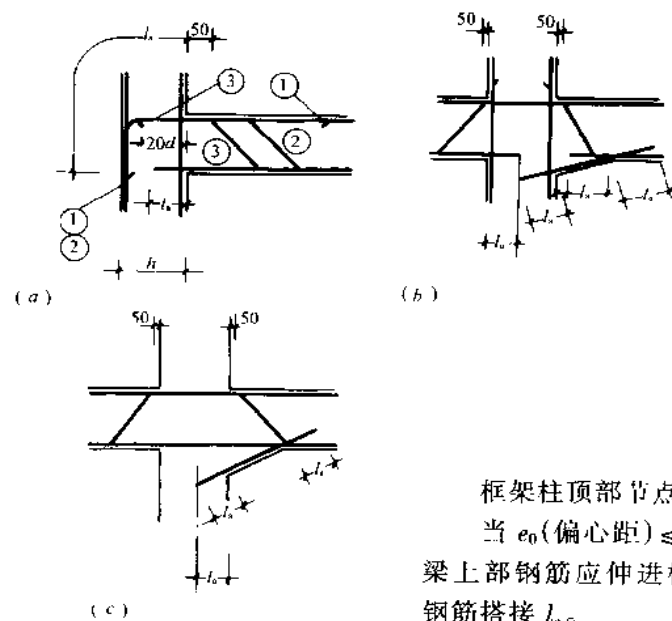
框架顶层柱的纵向钢筋锚固

框架柱的截面高度 h_c 不宜小于 400mm，宽度不宜小于 350mm，柱净高度与截面长边尺寸之比宜大于 4。
 混凝土强度等级不应低于 C20。
 纵向钢筋和箍筋的配筋构造参见一般柱的构造要求。
 工程中常见的框架柱纵向钢筋的搭接如图所示。
 框架顶层柱的纵向钢筋应锚固在柱顶梁或板内，锚固长度由梁、板底边算起 l_E ，如图所示。

图名	非抗震设计现浇框架柱构造	图页	1—107
----	--------------	----	-------



框架柱顶部节点构造



框架柱中部节点构造

框架柱顶部节点：
当 e_0 (偏心距) $\leq 0.25h$ 时，横梁上部钢筋应伸进柱内并与柱内钢筋搭接 l_a 。

当 $0.25h < e_0 \leq 0.5h$ 时，横梁上部钢筋应伸入柱内，并应有不少于 2 根钢筋伸过横梁下边 l_a ，同时在每一搭接接头内钢筋根数不应少于 4 根。

当 $e_0 > 0.5h$ 时，横梁上部钢筋应全部伸进柱内，且伸过横梁下边应不小于 l_a ，每次切断不多于 2 根。柱内一部分钢筋伸到顶端，另一部分钢筋应伸到横梁内，根数按计算确定，且不少于 2 根。

框架柱中部节点：

横梁上部钢筋伸入柱内 l_a (当 $h - 100 \geq l_a$ 时，钢筋不必弯下)。当梁端有正弯矩时，钢筋锚固长度按受拉情况确定。

图名	现浇框架节点配筋构造	图页	1 108
----	------------	----	-------

框架最大高度及抗震等级

设防烈度	6度	7度	8度	9度
框架最大高度 (m)	同非抗震设计	55	45	25
框架抗震等级	四 ($\leq 25m$) 三 ($> 25m$)	三 ($\leq 35m$) 二 ($> 35m$)	二 ($\leq 35m$) 一 ($> 35m$)	一 ($\leq 25m$)

注：房屋高度指室外地面到檐口的高度。

框架梁的抗震构造要求

部 位	抗 震 构 造 要 求
截 面	$b \geq 200$, $b \geq b_1/2$, $h/b \leq 4$, 且 $l_0/h \geq 4$
梁 端 处	ρ 不宜 > 2.5 , $\rho_{min} = 0.4$ (一级); 0.3 (二级); 0.25 (三、四级)
纵 向 钢 筋	$h_c/h_0 \leq 0.25$ (一级) $A'_s/A_s \leq 0.5$ (一级) 0.35 (二、三级) $A'_s/A_s \leq 0.3$ (二、三级)
	跨中处: $\rho_{min} = 0.3$ (一级); 0.25 (二级); 0.2 (三、四级)
梁 端 加 密 区 的 箍 筋 (mm)	截面上、下部的通长钢筋: $\geq 2\phi 14$ (一、二级) 且 $\geq 0.25A'_s$, $\geq 0.25A_s \geq 2\phi 12$ (三、四级)
	梁贯通中柱的纵向钢筋, 其直径不宜大于柱截面高度的 $1/20$ (一、二级)
梁 端 加 密 区 的 箍 筋 (mm)	一级 $\phi 10 @ 100$; $\phi 10 @ 6d$; $\phi 10 @ h/4$ (加密区长度 $2h, 500$)
	二级 $\phi 8 @ 100$; $\phi 8 @ 8d$; $\phi 8 @ h/4$ (加密区长度 $1.5h, 500$)
	三级 $\phi 8 @ 150$; $\phi 8 @ 8d$; $\phi 8 @ h/4$ (加密区长度 $1.5h, 500$)
	四级 $\phi 6 @ 150$; $\phi 6 @ 8d$; $\phi 6 @ h/4$ (加密区长度 $1.5h, 500$)
加密区箍筋肢距不宜大于 $200mm$, 当纵向钢筋每排多于 4 根时, 每隔一根宜用箍筋或拉筋固定。当梁端 $\rho > 2$ 时, 箍筋最小直径应提高一个等级采用	

注: 1. 表中一级是指一级抗震等级, 余类推。

2. 表中: b —梁宽; b_1 —柱宽; h —梁高; l_0 —梁净跨; h_0 —梁有效高度; h_c —梁端处混凝土受压区高度; A'_s —梁端底面钢筋截面面积; A_s —梁端顶面钢筋截面面积; d —纵向钢筋直径; ρ —纵向受力钢筋配筋百分率。

框架结构的钢筋接头和锚固除应符合材料、一般构造的规定外, 还应符合下列要求:

框架梁、柱的纵向钢筋接头, 一级抗震等级的各部位和二级抗震等级的底层柱底加强部位应采用焊接, 二级抗震等级的其他部位和三级抗震等级底层柱底加强部位宜采用焊接, 其他情况均采用绑扎接头。钢筋搭接长度范围内的箍筋间距不应大于 $100mm$ 。焊接或绑扎接头均不宜位于构件最大弯矩处, 且应避开梁端、柱端的箍筋加密范围;

一、二级抗震等级的框架梁、柱中, 纵向钢筋的锚固长度, 应比非抗震设计的最大锚固长度相应增加 10 倍、 5 倍纵向钢筋直径;

箍筋末端应做成 135° 弯钩, 弯钩的平直部分不应小于箍筋直径的 10 倍。柱纵向钢筋的总配筋率超过 3% 时, 箍筋应焊接。

图名

现浇框架结构的抗震构造(一)

图页

1—109

框架柱的抗震构造要求

部 位	抗 震 构 造 要 求			
截 面	$b_1 \geq 300, H_0/h_{cc} (H_0/D) \geq 4$			
轴压比限值	一级	0.7		
	二级	0.8		
	三级	0.9		
	当 $H_0/h_{cc} (H_0/D) < 4$ 或变形能力要求较高和 IV 类场地上较高建筑的柱轴压比限值应适当减小			
纵向钢筋	宜对称配置			
	截面尺寸大于 400mm 的柱, 纵向钢筋间距不宜大于 200mm			
	最小总配筋百分率	一级 0.8 (中柱、边柱); 1.0 (角柱)	IV 类场地上的较高建筑, 最小总配筋百分率应较左列数值数加 0.1	
		二级 0.7 (中柱、边柱); 0.9 (角柱)		
		三级 0.6 (中柱、边柱); 0.8 (角柱)		
	四级 0.5 (中柱、边柱); 0.7 (角柱)			
柱 箍 筋	加密范围	柱端: h_{cc} (或 D), $H_0/6$ 和 450mm 取三者较大值		
		底层柱: 刚性地面上下各 500mm		
		柱全高: $H_0/h_{cc} < 4$ 的柱, 角柱 (一级) 及需要提高变形能力的柱		
	加密区	一级	$\phi 10 @ 100; \phi 10 @ 6d$	
		二级	$\phi 8 @ 100; \phi 8 @ 8d$	
三级		$\phi 8 @ 150; \phi 8 @ 8d$		
四级		$\phi 6 @ 150; \phi 6 @ 8d$		
截面尺寸不大于 400mm 时箍筋最小直径可采用 $\phi 6$ (二、三级), $H_0/h_{cc} < 4$ 的角柱箍筋间距 ≤ 100 mm				

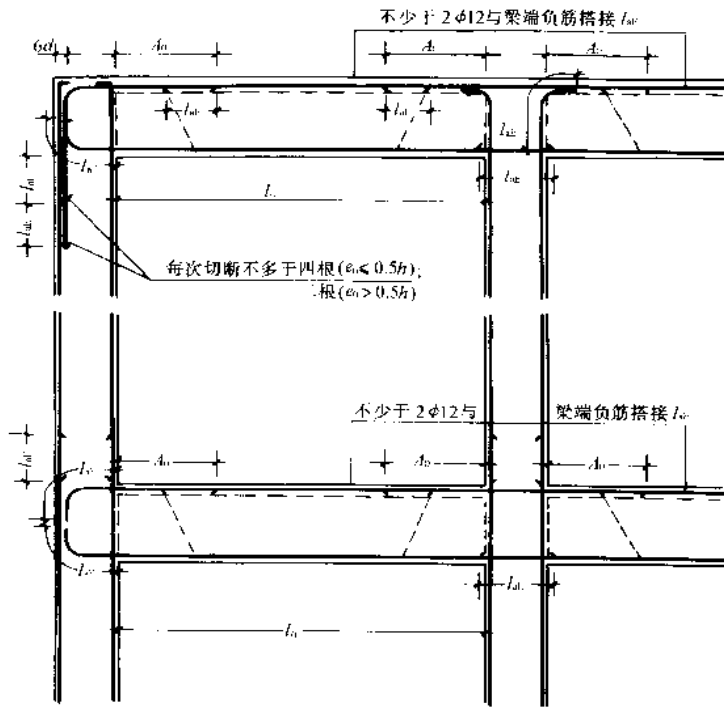
续表

部 位	抗 震 构 造 要 求		
柱 箍 筋	一级	普通箍及复合箍	0.8 (<0.4); 1.0 (0.4~0.6); 1.6 (>0.6)
		螺旋箍	0.8 (<0.4); 1.0 (0.4~0.6); 1.2 (>0.6)
	二级	普通箍及复合箍	0.6 (<0.4); 0.8~1.2 (0.4~0.6); 1.2~1.6 (>0.6)
		螺旋箍	0.6 (<0.4); 0.8~1.0 (0.4~0.6); 1.0~1.2 (>0.6)
	三级	普通箍及复合箍	0.4 (<0.4); 0.6~0.8 (0.4~0.6); 0.8~1.2 (>0.6)
		螺旋箍	0.4 (<0.4); 0.6 (0.4~0.6); 0.8 (>0.6)
非加密区的箍筋量	不宜小于加密区的 50%, 且箍筋间距 $\leq 10d$ (一、二级) 或 $\leq 15d$ (三级)		

1. 采用 C35 或需要提高柱变形能力或 IV 类场地上较高的高层建筑, 柱最小体积配箍百分率应取上限值
2. H_0/h_{cc} (或 H_0/D) < 4 的柱, 体积配箍率不宜小于 1.0 (一、二级)
3. 柱箍筋肢距不宜大于 200mm, 且每隔一根纵向钢筋宜在两个方向有箍筋约束, 当采用拉筋组合箍时, 拉筋宜紧靠纵向钢筋并勾住封闭箍
4. 框架节点核心区箍筋量不应小于柱端加密区的实际配箍量
5. 计算箍筋体积配箍率时, 不计重叠部分的箍筋体积

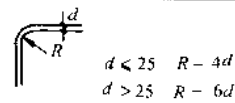
注: 1. 轴压比指柱轴压力设计值与柱的全截面面积和混凝土抗压强度设计值乘积之比。
 2. 表中括号内数字表示柱轴压比。
 3. 表中: H_0 —柱净高; h_{cc} —柱截面高度; D —圆柱直径。

图名	现浇框架结构的抗震构造(二)	图页	1—110
----	----------------	----	-------



框架柱最小总配筋率

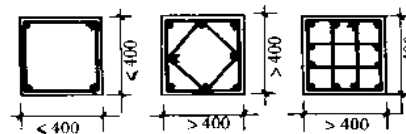
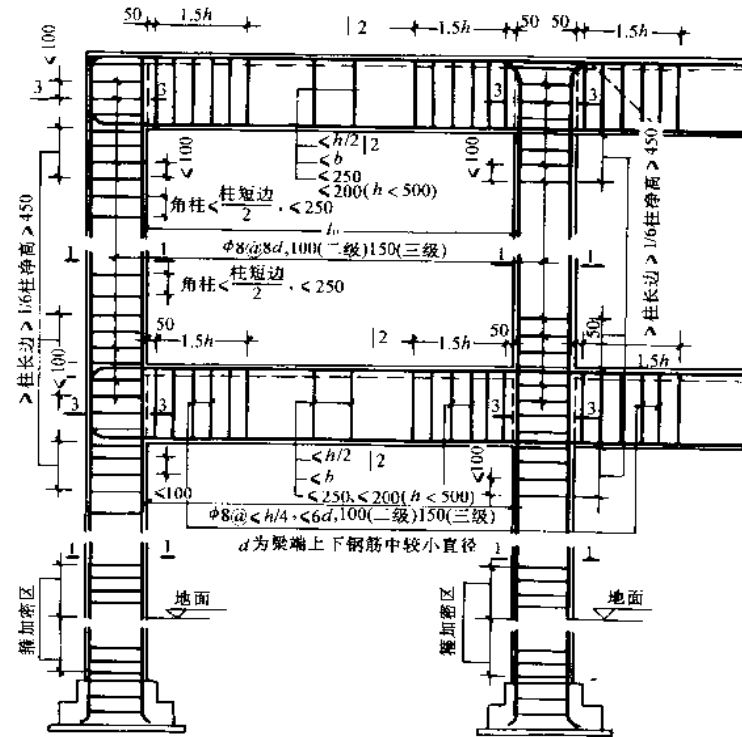
设防烈度	抗震等级	中、边柱	角柱
7	一	0.7%	0.9%
	二	0.7%	0.8%



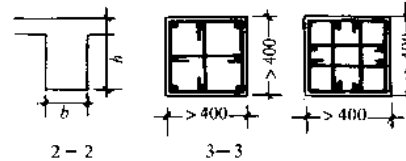
纵向筋弯折大样

现浇框架纵向钢筋构造(7度)

说明: A_0 为柱边至负弯矩的零弯点再加 l_{aE} , 且 $\geq \frac{l_0}{4}$, 不少于柱边处梁钢筋的 $1/3$ 须伸到此点。
箍筋的间距和直径除满足构造要求外, 还应满足计算要求。
节点核心区及梁柱箍筋加密区的弯钩需弯成 135° , 弯钩的直线部分长度见柱箍筋弯钩大样图。



现浇框架箍筋构造(7度)



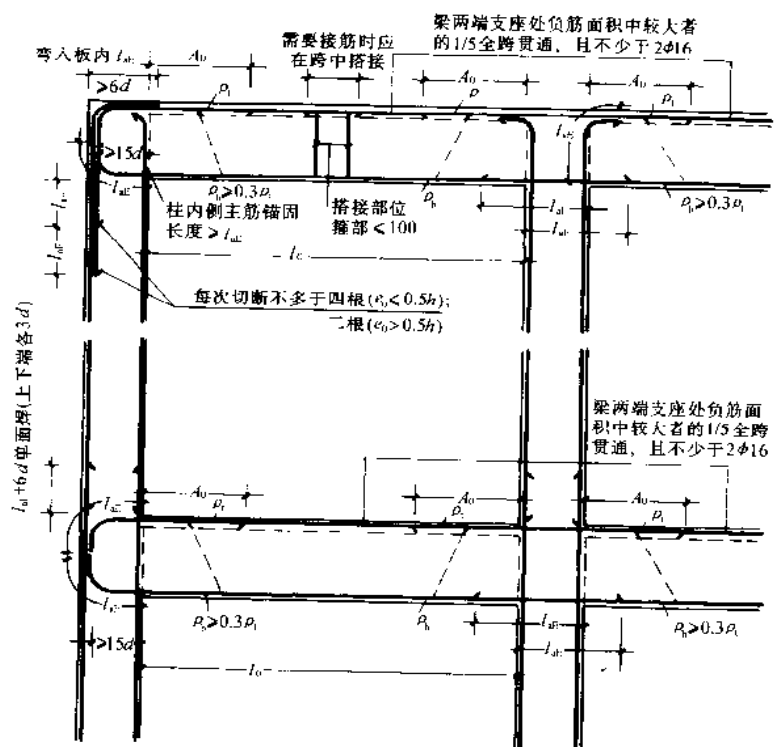
柱箍筋弯钩大样

图名

现浇框架抗震构造配筋(7度)

图页

1-111



梁端上部纵向钢筋最大配筋率

混凝土强度等级	$\rho_b/\rho_c = 0.75$		$\rho_b/\rho_c = 0.50$		$\rho_b/\rho_c = 0.3$	
	I级钢筋	II级钢筋	I级钢筋	II级钢筋	I级钢筋	II级钢筋
C20	0.019	0.014	0.016	0.011	0.014	0.010
C25	0.025	0.017	0.021	0.015	0.018	0.013
C30	0.030	0.022	0.025	0.018	0.020	0.016

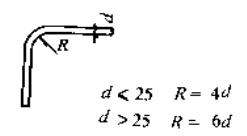
ρ_c : 梁上筋配筋率; ρ_b : 梁下筋配筋率

框架柱最小总配筋率

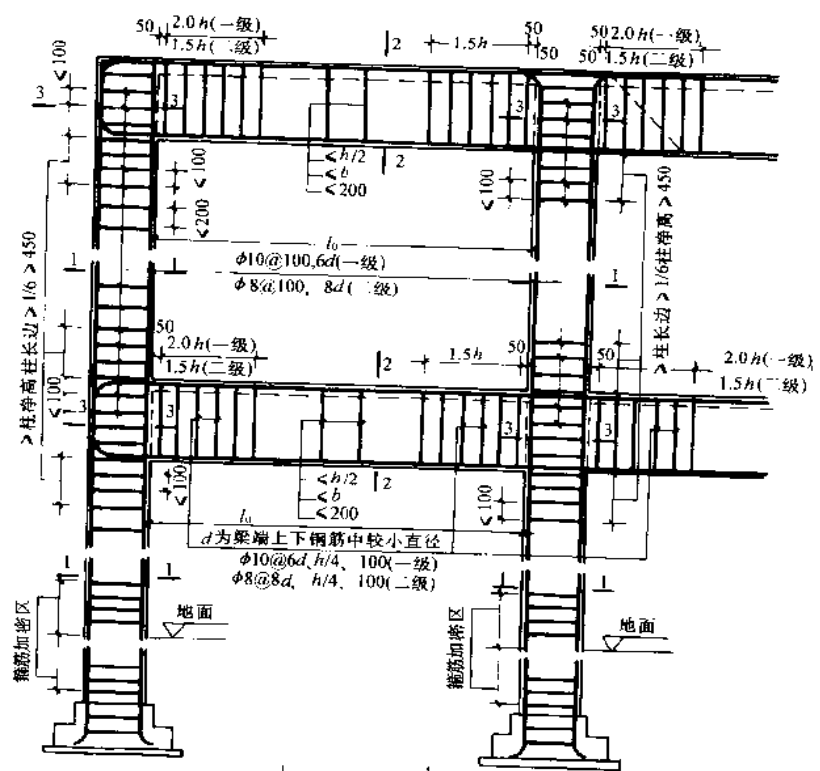
设防烈度	抗震等级	中、边柱	角柱
8	—	0.8%	1.0%
	—	0.7%	0.9%

说明同现浇框架抗震构造配筋(7度)

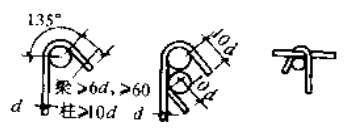
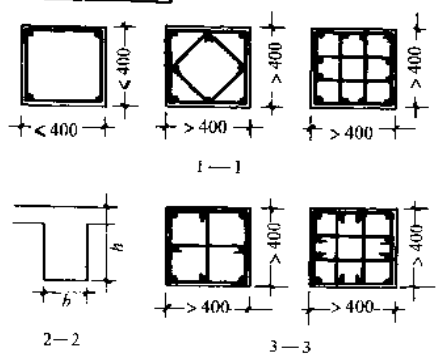
现浇框架纵向钢筋构造(8度)



纵向筋弯折大样



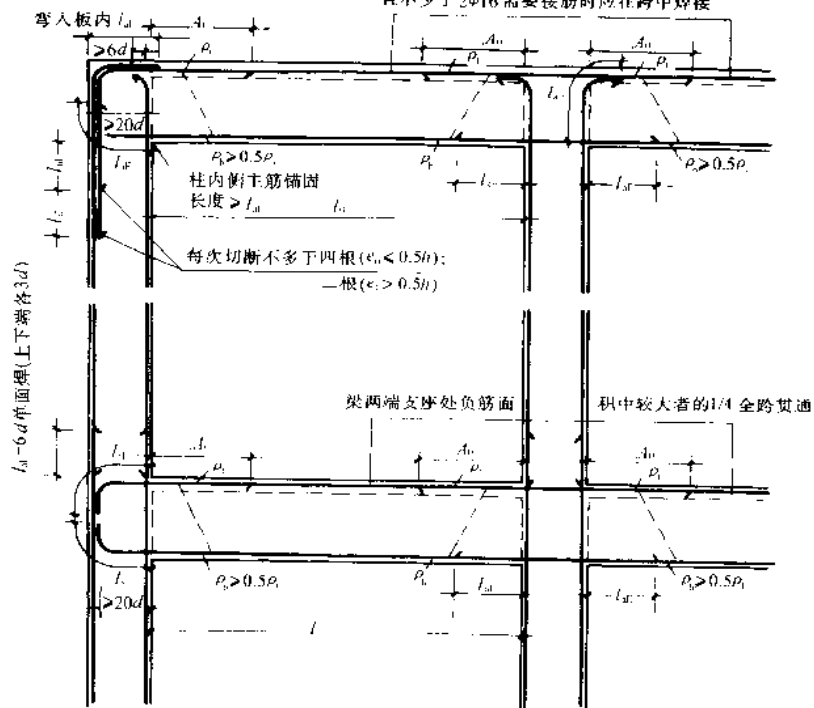
现浇框架箍筋构造(8度)



柱箍筋弯钩大样

图名	现浇框架抗震构造配筋(8度)	图页	1-112
----	----------------	----	-------

梁两端支座处负筋面积中较大者的1/4 全跨贯通，且不少于2Φ16 需要接筋时应在跨中焊接



梁端上部纵向钢筋最大配筋率

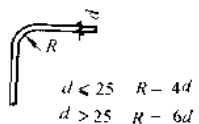
混凝土强度等级	$\rho_s/\rho_s' = 0.75$		$\rho_s/\rho_s' = 0.5$	
	I级钢筋	II级钢筋	I级钢筋	II级钢筋
C20	0.019	0.014	0.016	0.011
C25	0.025	0.017	0.021	0.015
C30	0.030	0.022	0.025	0.018

ρ_s : 梁上筋配筋率; ρ_s' : 梁下筋配筋率

框架柱最小总配筋率

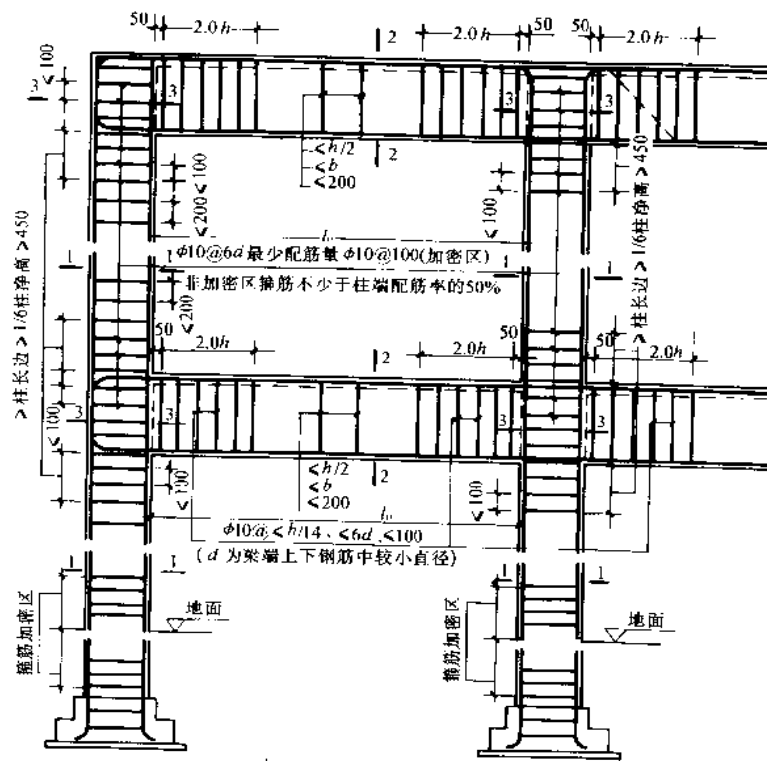
设防烈度	抗震等级	中、边柱	角柱
9	—	0.8%	1.0%

现浇框架纵向钢筋构造(9度)

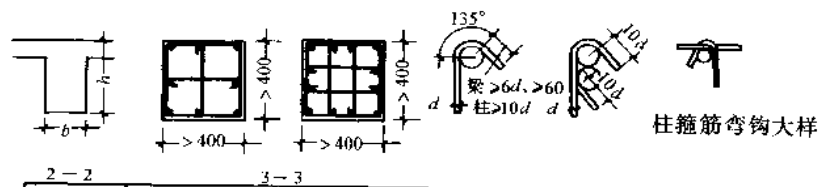
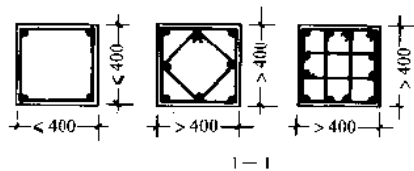


纵向筋弯折大样

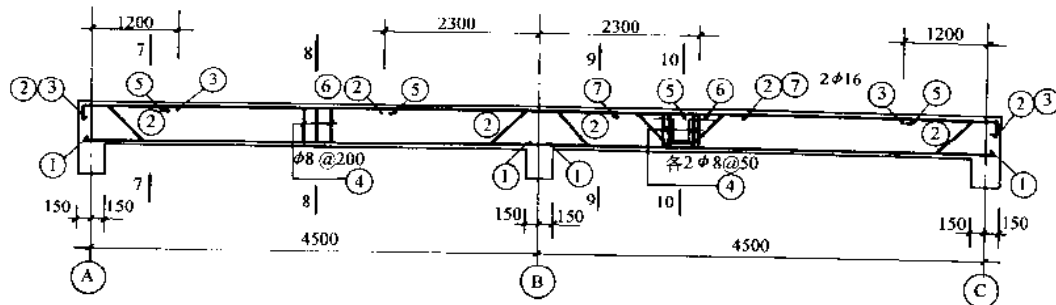
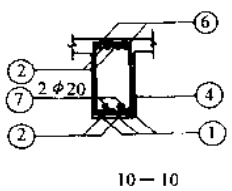
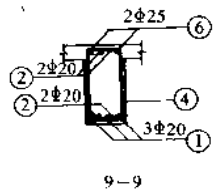
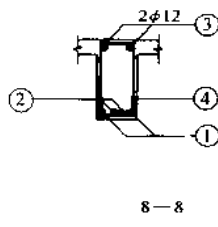
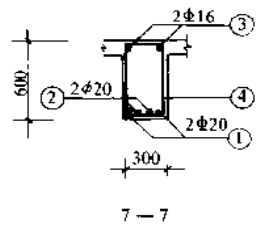
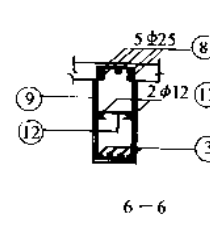
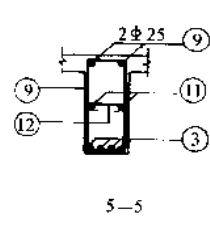
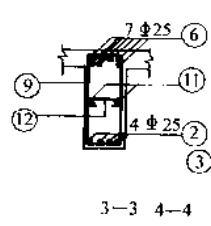
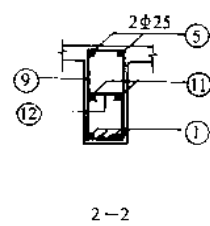
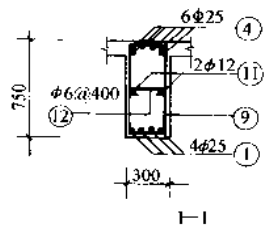
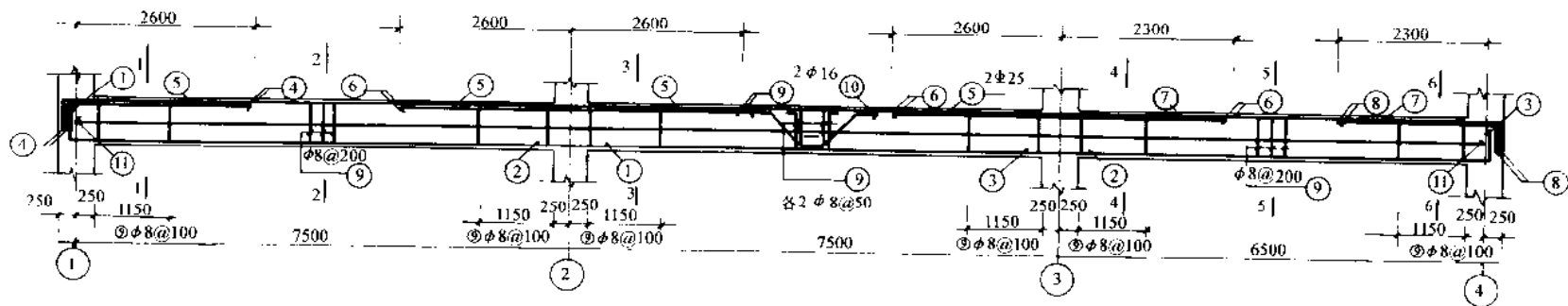
说明同现浇框架抗震构造配筋(7度)。



现浇框架箍筋构造(9度)

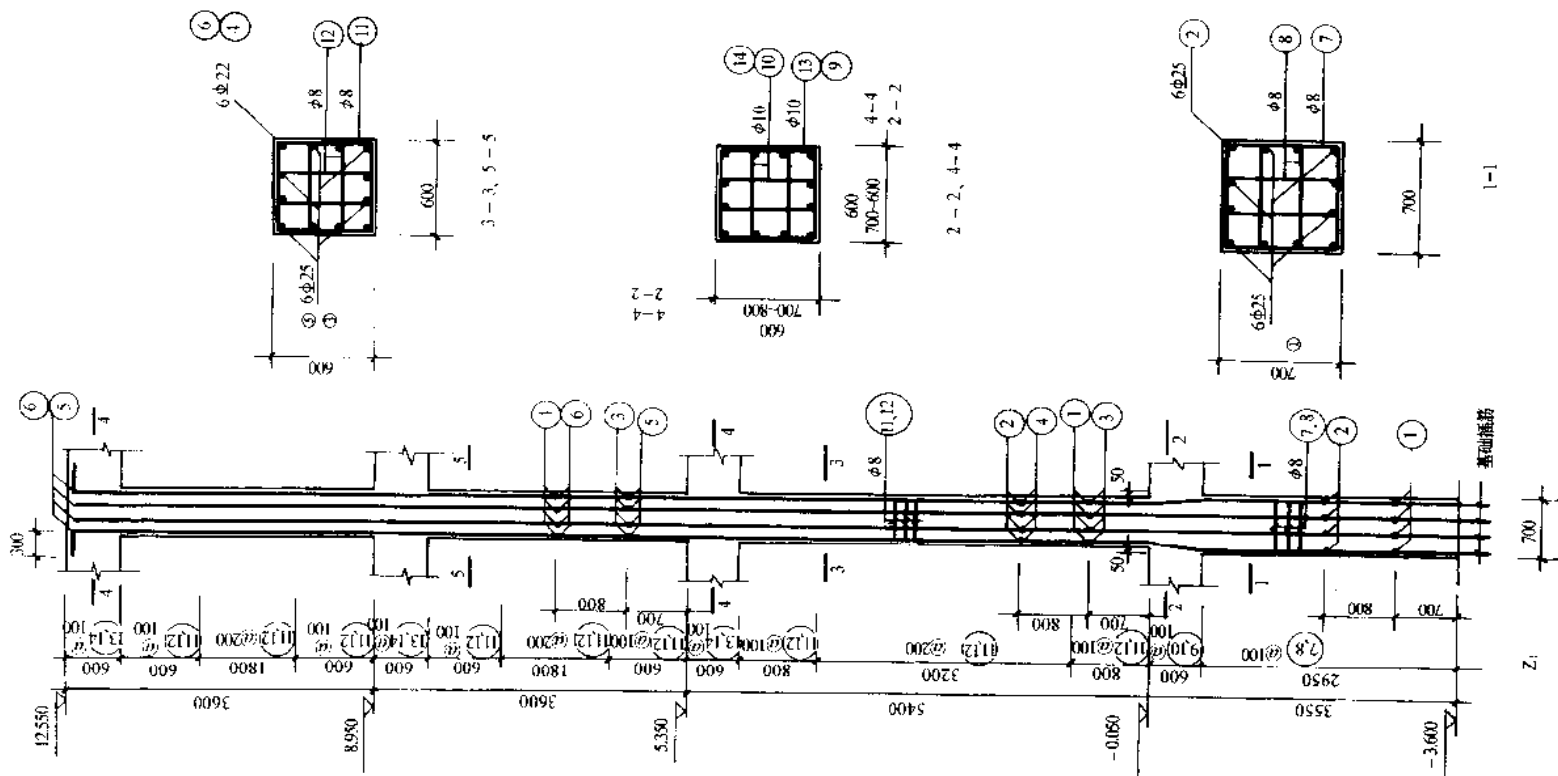


图名	图页
现浇框架抗震构造配筋(9度)	1-113



材料: Φ —I级钢筋; Φ —II级钢筋
混凝土: C20

图名	某框架结构主、次梁	图页	1-114
----	-----------	----	-------



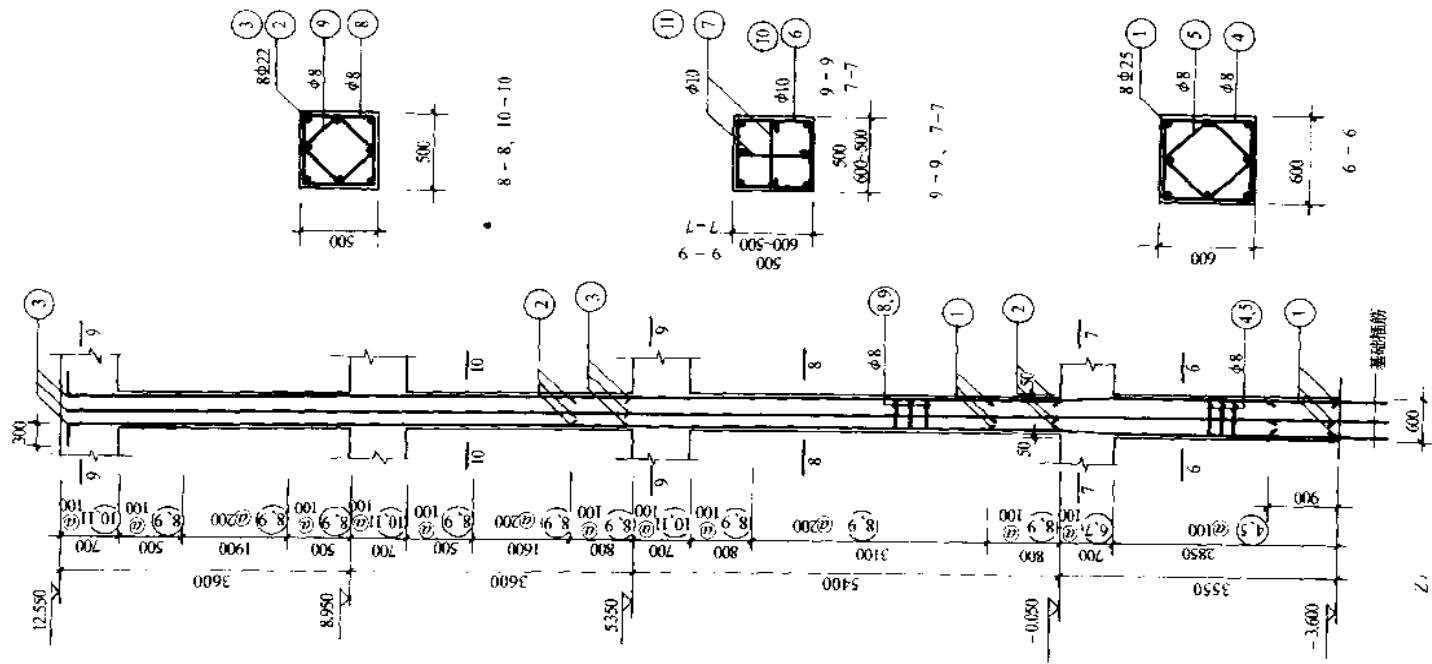
某框架结构柱详图

Z₁ 为某工程带一层地下室的多层框架结构的框架柱。

材料: ϕ —I级钢筋; Φ —II级钢筋

混凝土 C20

图名	某框架结构柱 (Z ₁)	图页	1—115
----	--------------------------	----	-------



某框架结构柱详图

Z₂ 为某工程带一层地下室的三层框架结构的框架柱。
 材料：Φ—Ⅰ级钢筋；⊕—Ⅱ级钢筋
 混凝土 C20

图名	某框架结构柱(Z ₂)	图页	1—116
----	-------------------------	----	-------

结构设计总说明

一、设计依据

1. 结构设计所遵循的主要规范、规程

- (1) 建筑结构荷载规范 (GBJ9—87)
- (2) 混凝土结构设计规范 (GBJ10—89)
- (3) 建筑抗震设计规范 (GBJ11—89)
- (4) 建筑地基基础设计规范 (GBJ7—89)

2. 设计条件

- (1) 本工程抗震设防烈度为 8 度；
- (2) 本工程建筑场地类别属 III 类；
- (3) 基本风压： $w_0 = 0.35\text{kN/m}^2$ ，修正系数：1.0；
- (4) 框架抗震等级为二级；
- (5) 地质报告：某综合勘察研究设计院提供的《某综合楼岩土工程详细勘察报告》；
- (6) ± 0.000 相当于绝对高程 32.32m。

二、地基基础

根据地勘报告，该工程场地主要土层分布依次为：①素填土，②粘质粉土，③砂质粉土，④粉质粘土，⑤砂质粉土、粉质粘土，⑥粉质粘土。

该工程根据地下室埋深情况，持力层选用第④层，其地基承载力为 160kPa；该工程基础选用梁式筏板，基础底板为 400mm，基础梁为 1000mm × 1000mm。

三、结构形式

本工程采用现浇钢筋混凝土框架结构，楼板均为现浇钢筋混凝土板。

四、材料

- 1. 结构各部分混凝土强度等级：素混凝土垫层 C10
- 基础底板 C30
- 顶板及梁 C30
- 墙 C30

- 柱 C30
- 楼梯 C30

± 0.000 标高以下所有外墙和基础底板均采用防水混凝土，其抗渗等级为 0.8MPa。

2. 钢筋

- ϕ —I 级钢筋 Q235 (A3, AY3)
- Φ —II 级钢筋 20MnSi 20MnNb

3. 焊条：

- I 级钢筋：采用 E4310 ~ E4313。
- II 级钢筋：采用 E5011 ~ E5014。

4. 砖和轻质砌块：

砌体材料强度等级

采用部位	种类	砖或砌体强度等级	砂浆强度等级
± 0.000 以下	砖	$\geq \text{MU7.5}$	水泥砂浆 $\geq \text{M5}$
± 0.000 以上	轻质砌块	$\geq \text{MU5}$ (表观密度 $\leq 900\text{kg/m}^3$)	混合砂浆 $\geq \text{M5}$

五、钢筋混凝土构造

1. 受力钢筋混凝土保护层厚度 (从钢筋的外边缘算起)

- 板 15mm
- 梁、柱 25mm
- 基础及挡土墙 35mm

2. 受拉钢筋的锚固长度 (除图纸中特别注明及进口钢筋外)

- I 级钢筋 $\geq 35d$ (d —受拉钢筋直径)
- II 级钢筋 $\geq 45d$

3. 接头

图名	某工程框架结构总说明(一)	图页	1—117
----	---------------	----	-------

框架梁、柱及剪力墙的暗梁、暗柱、基础底板及基础梁的主筋接头均采用焊接接头或机械接头。

(1) 焊接接头的类型和质量应符合现行《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18—96)的要求；

(2) 机械接头应选用技术成熟的类型,其质量应符合有关规范要求；

(3) 其他钢筋可采用搭接接头,搭接长度:Ⅰ级钢筋 $\geq 40d$,Ⅱ级钢筋 $\geq 50d$ 。

4. 接头位置

受力钢筋的接头位置应相互错开 $35d$ 且不小于 500mm ,同一截面接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积的百分率不大于 50% 。

(1) 柱受力主筋接头最低点距楼板面不宜小于柱截面长边尺寸,且不小于 750mm ；

(2) 梁、板的上部钢筋在跨中接头,下部钢筋在支座附近接头,基础底板及基础梁则反之。

5. 箍筋

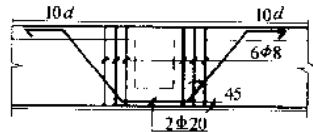
箍筋必须为封闭式,非焊接箍筋的末端应做成 135° 弯钩,弯钩端头平直段长度不应小于 $10d$ (柱、梁)(d 为箍筋直径),见图一。且应正反交错放置。

6. 基础底板拉接筋采用 $\Phi 16@1500$ 梅花形布置。

7. 主次梁相交处主梁设置附加箍筋 $\Phi 8$ 吊筋 $2\Phi 20$,见图二。



图一



图二

六、施工要求

1. 结构施工应严格遵循有关施工及验收规范、规程操作；
2. 结构施工中,不宜以强度等级较高的钢筋代替原设计中的纵

向受力钢筋,当必须代换时,应按钢筋抗拉设计值相等的原则进行代换,并征得设计单位同意；

3. 结构施工时应与各专业图纸紧密配合,预埋件的预留,及设备电气在墙体、楼板上的预留洞口均应按有关图纸预留,不得事后剔凿,预埋件及预留洞口经有关专业施工人员核对后,方可施工。

(1) 楼板上留洞 $\leq 300\text{mm}$ 者,可根据建筑、设备、水、电专业有关图纸预留。

(2) 楼板上留洞 $> 300\text{mm}$ 者,必须根据结构图施工。

(3) 梁上预留洞或预埋管必须按结构图施工。

(4) 柱上不允许预留洞和埋管。

4. 墙柱施工缝留在板面或梁下 20mm 处。施工缝在浇筑新混凝土前必须按照有关规范要求进行处埋。

5. 基础肥槽回填采用素土夯实,其干表观密度不小于 1600kg/m^3 。

6. 楼面施工荷载限值为 5kPa 。

7. 所有电梯井洞口钢筋不断,待管线施工完再浇板。

8. 楼板施工请结合建筑图,隔墙下均加 $2\Phi 20$ 钢筋。

9. 共用天线及卫星天线安装基座见电气施工图(防雷保护平面图)。

10. 基础底板马凳筋采用 $\Phi 16@1500\text{mm}$,梅花形布置。

11. 楼板及楼梯板中分布钢筋均采用 $\Phi 6@250\text{mm}$ 。

12. 施工时必须做好降水工作,主体结构施工完成前不得停止降水。

七、设计总说明与设计图纸中具体要求不同者,一律以图纸为准。

八、选用图集

1. 过梁选自《京92G21》。

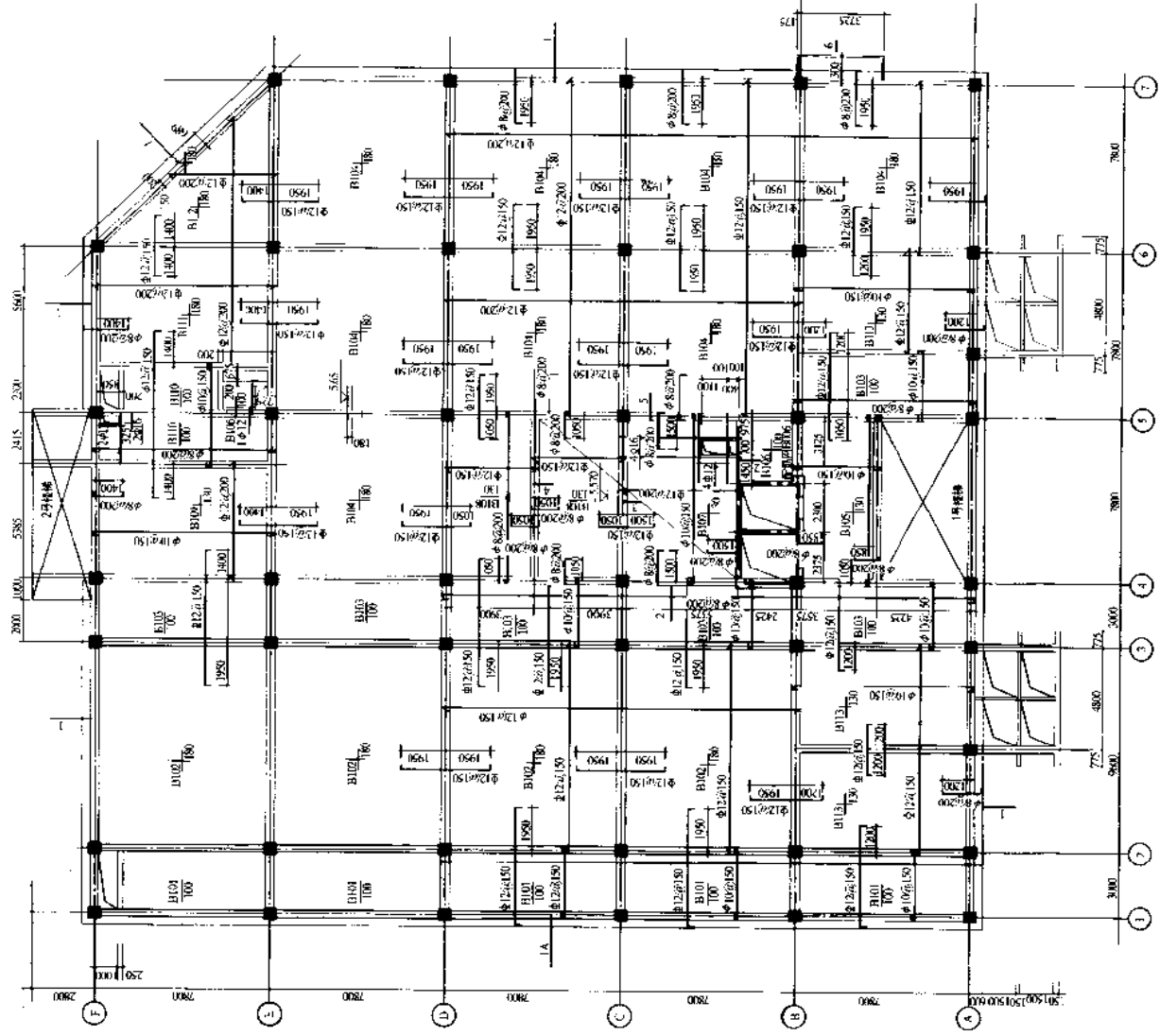
2. 平面表示法制图规则和构造详图见《96G101》。

图名

某工程框架结构总说明(二)

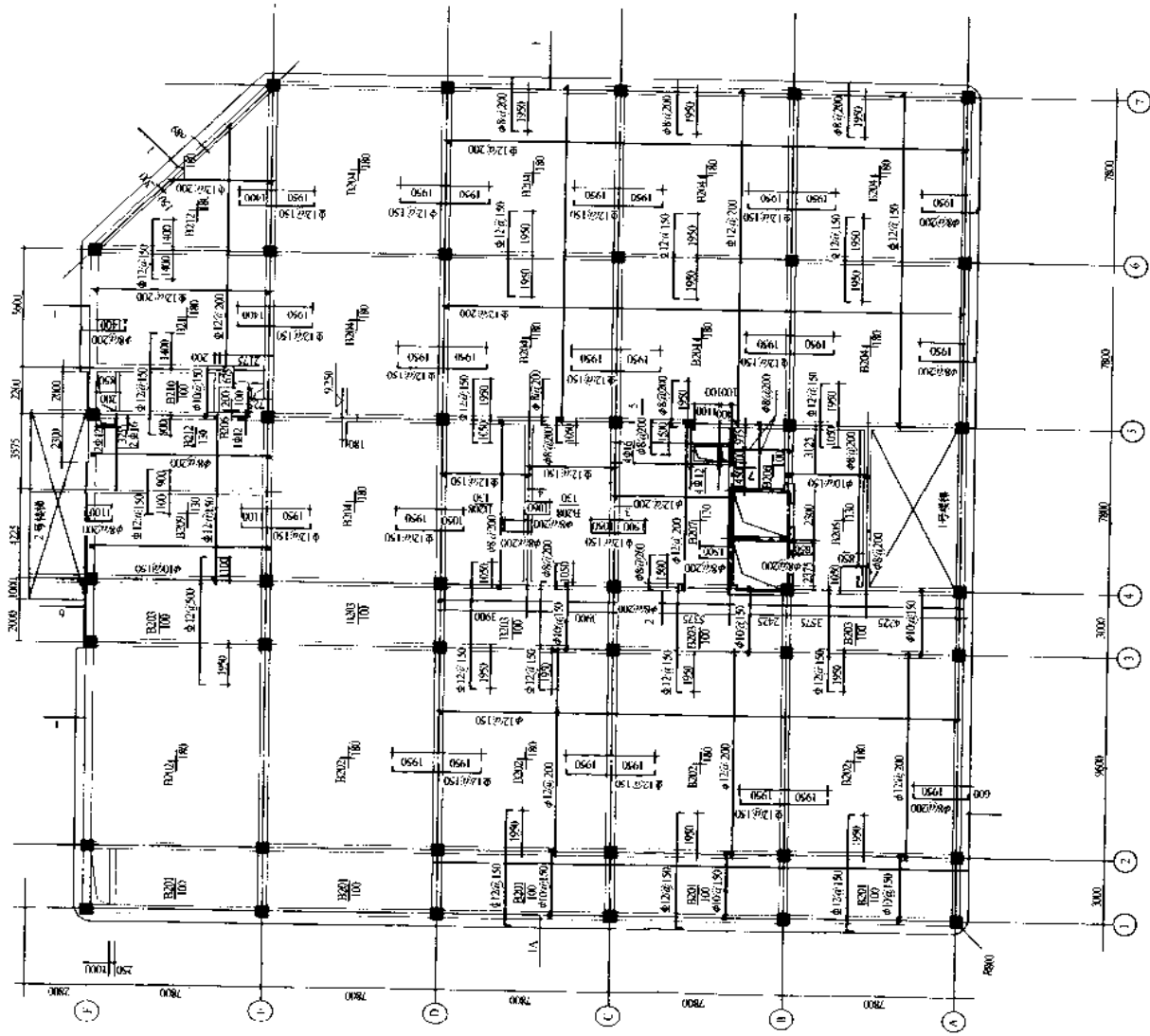
图页

1—117



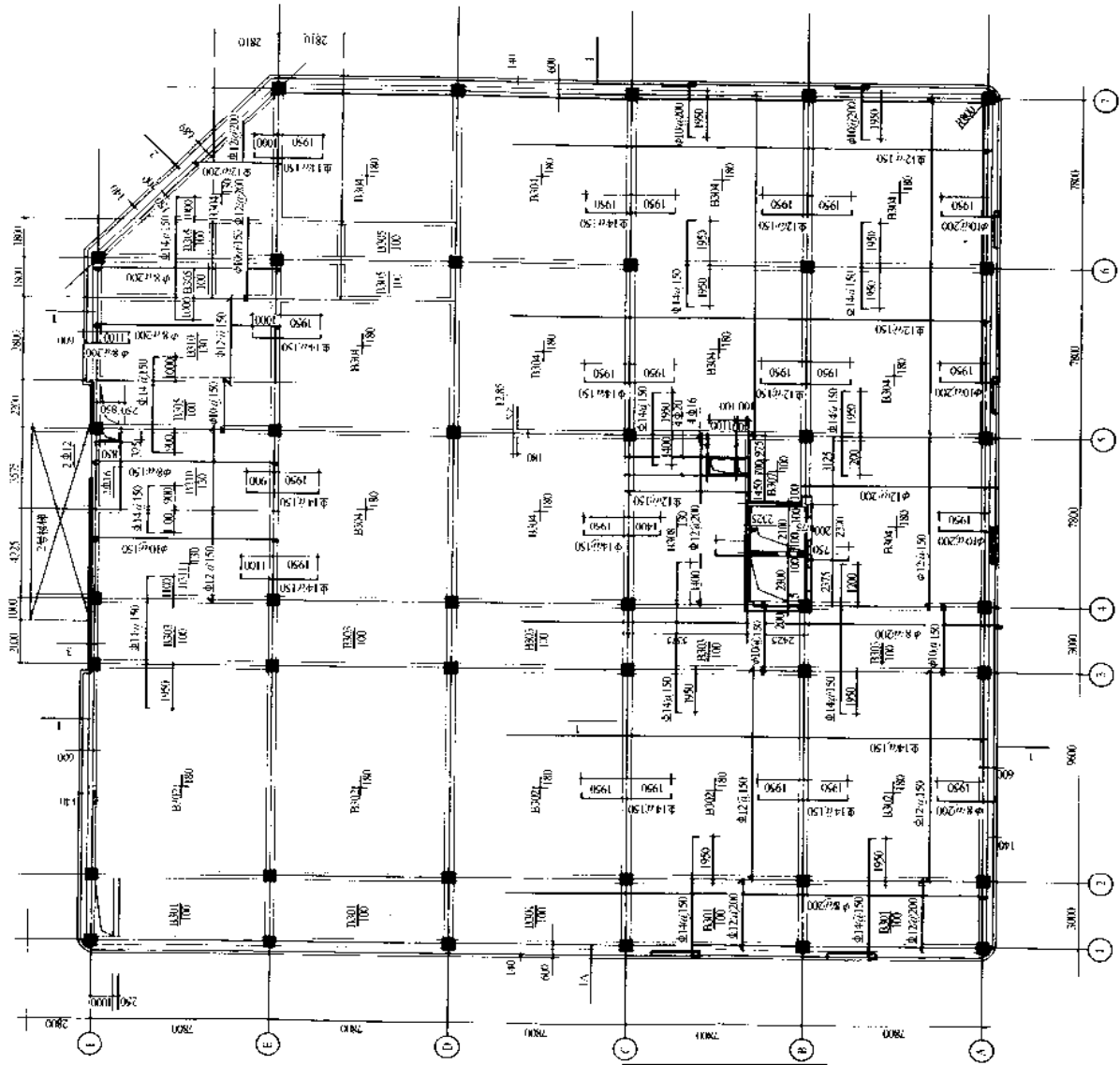
一层顶板平面图

图名	某工程一层顶板平面图	图页	1-118
----	------------	----	-------



二层顶板平面图

图名	某工程二层顶板平面图	图页	1-119
----	------------	----	-------



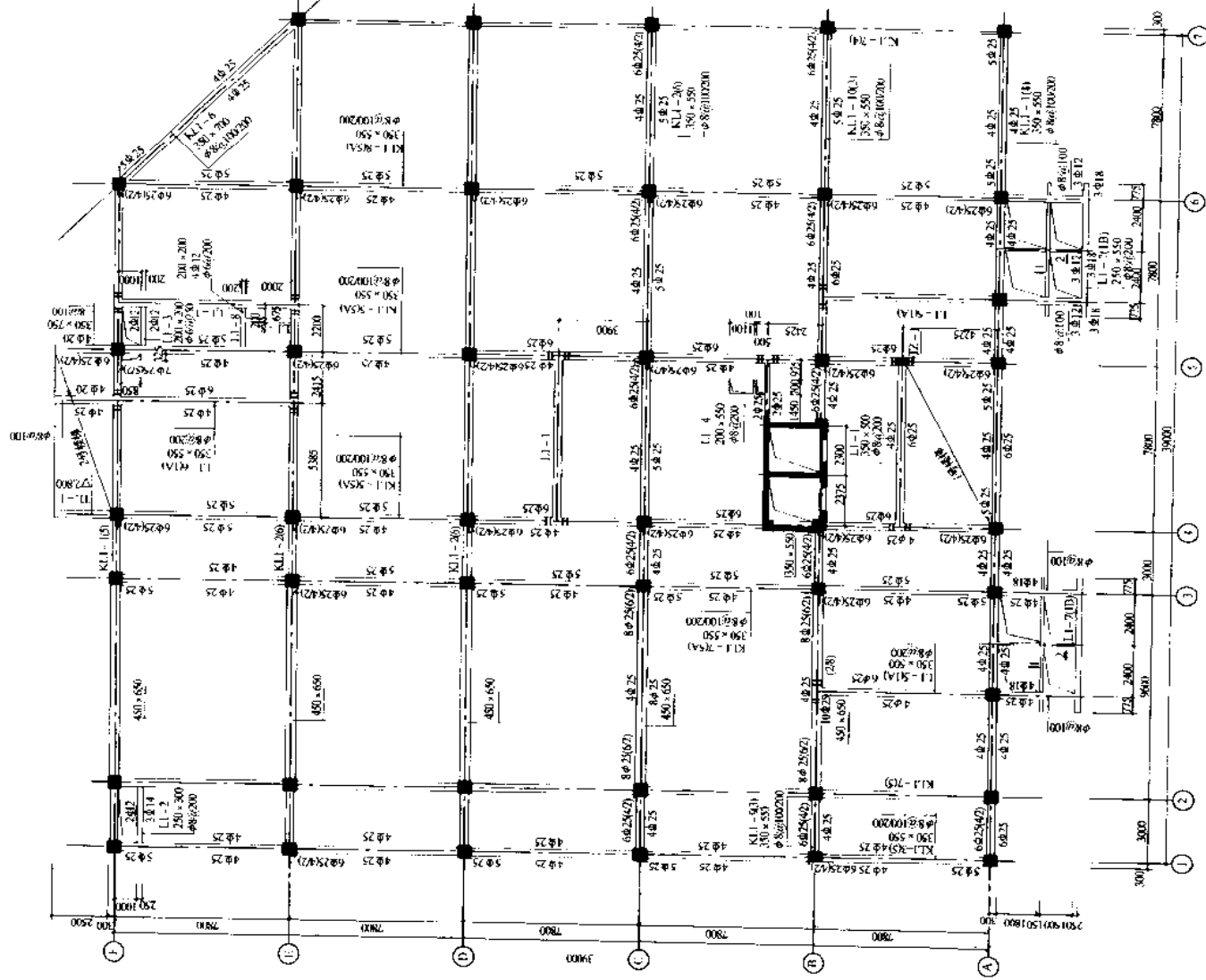
三层顶板平面图

图名

某工程三层顶板平面图

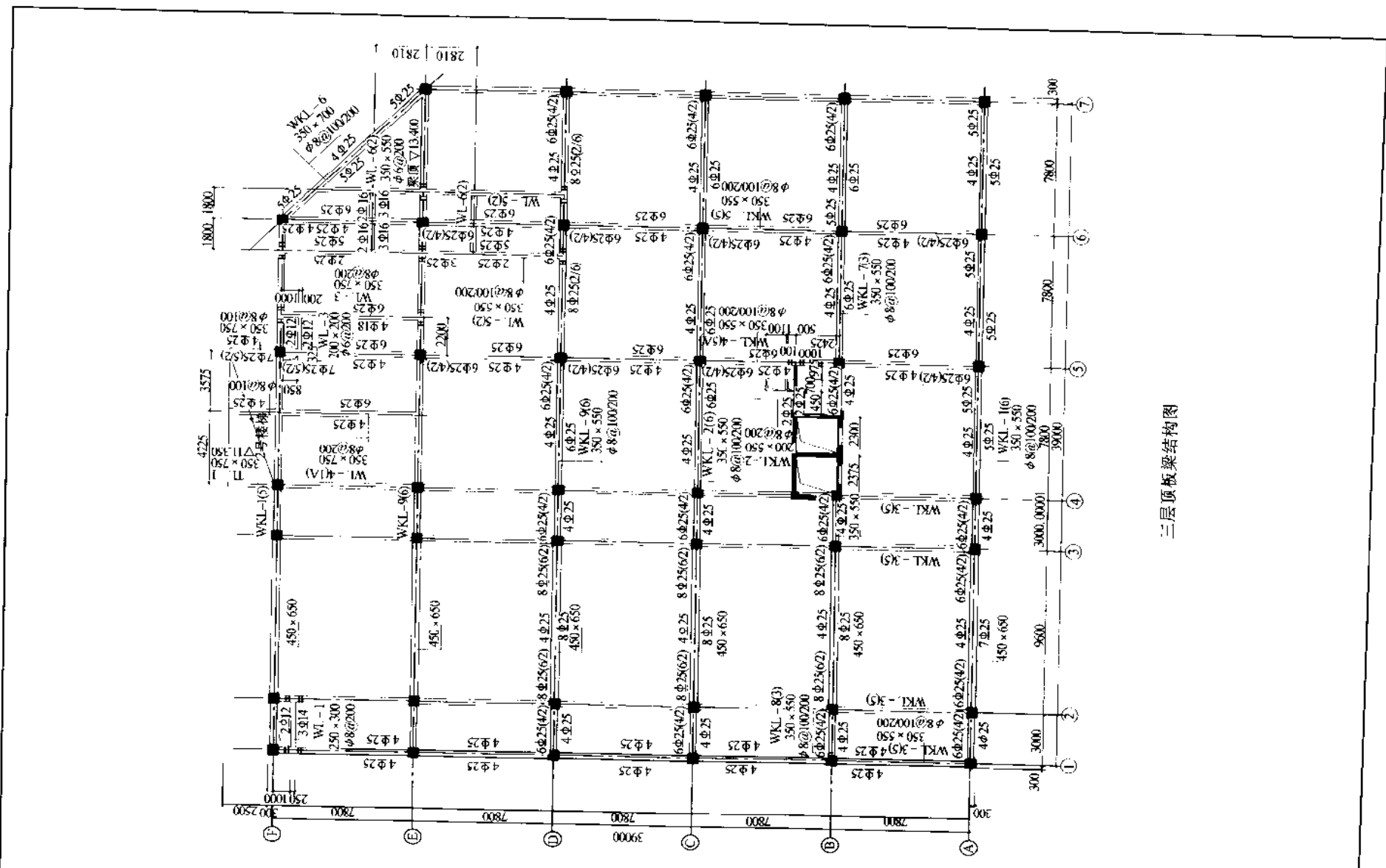
图页

1-120



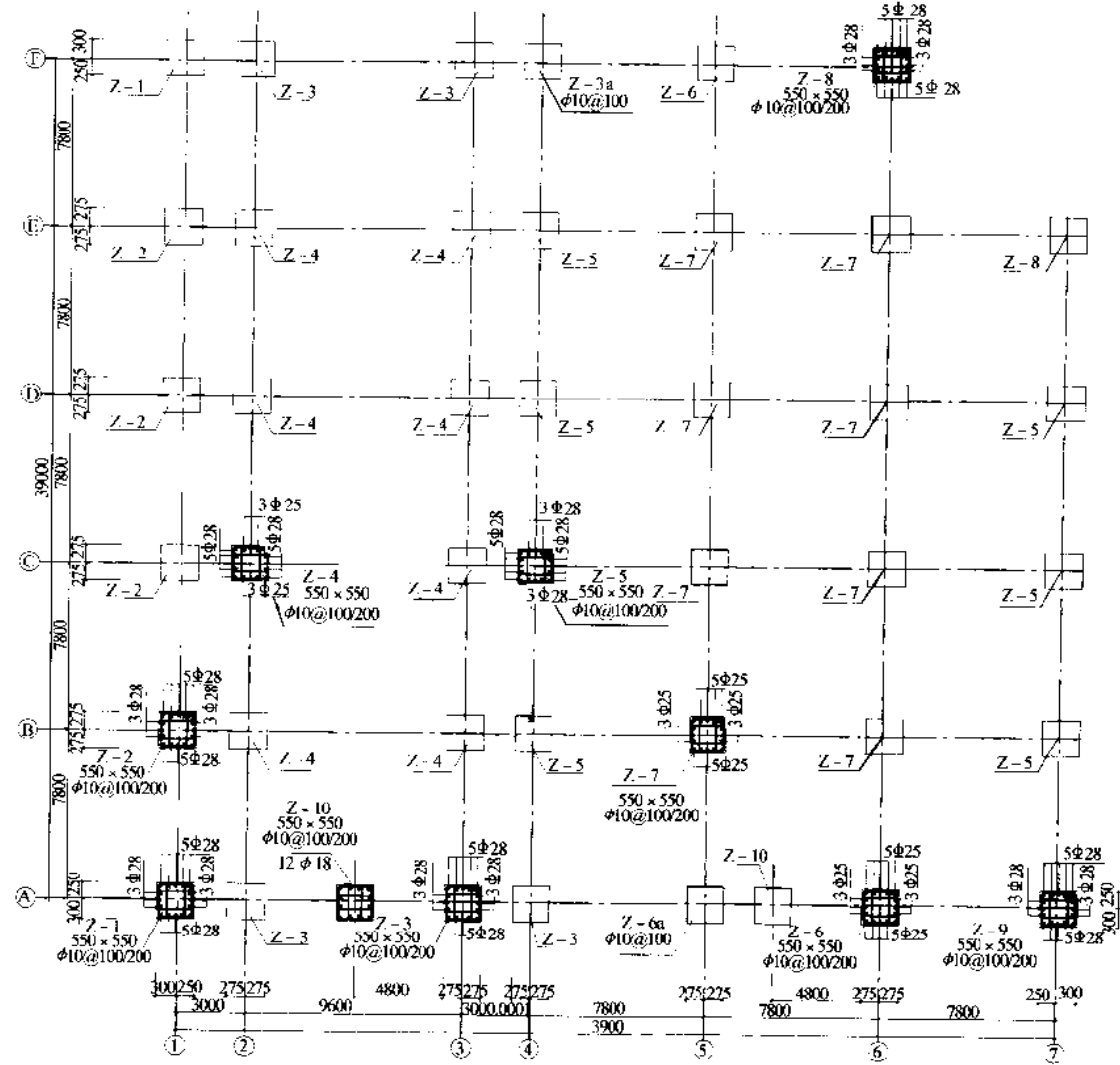
一层顶板梁结构图

图名	某工程一层顶板梁结构图	图页	1-121
----	-------------	----	-------



三层顶板梁结构图

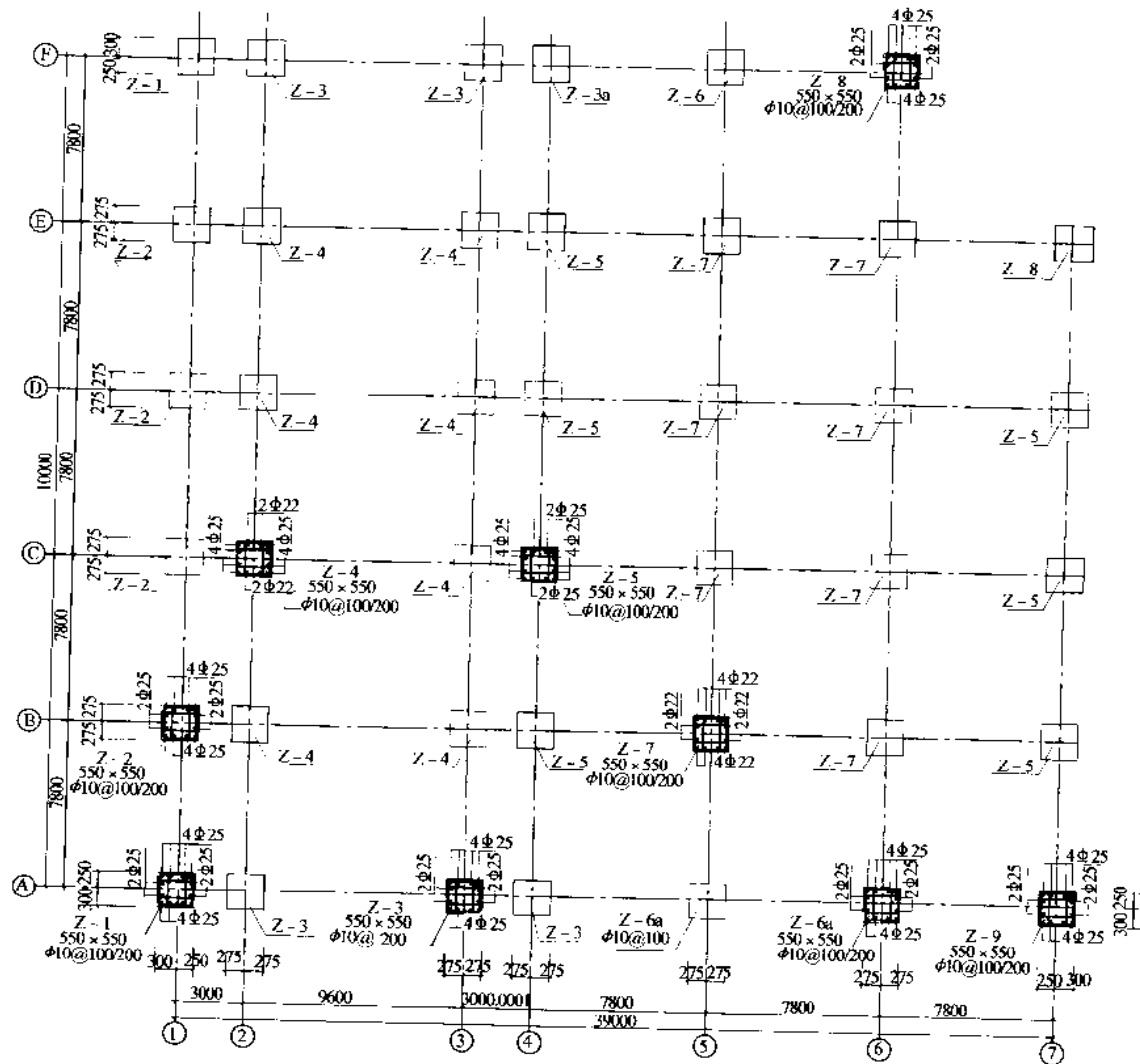
图名	某工程三层顶板梁结构图	图页	1-123
----	-------------	----	-------



层柱结构图

注：本层柱标高均为 -0.050 ~ 5.650

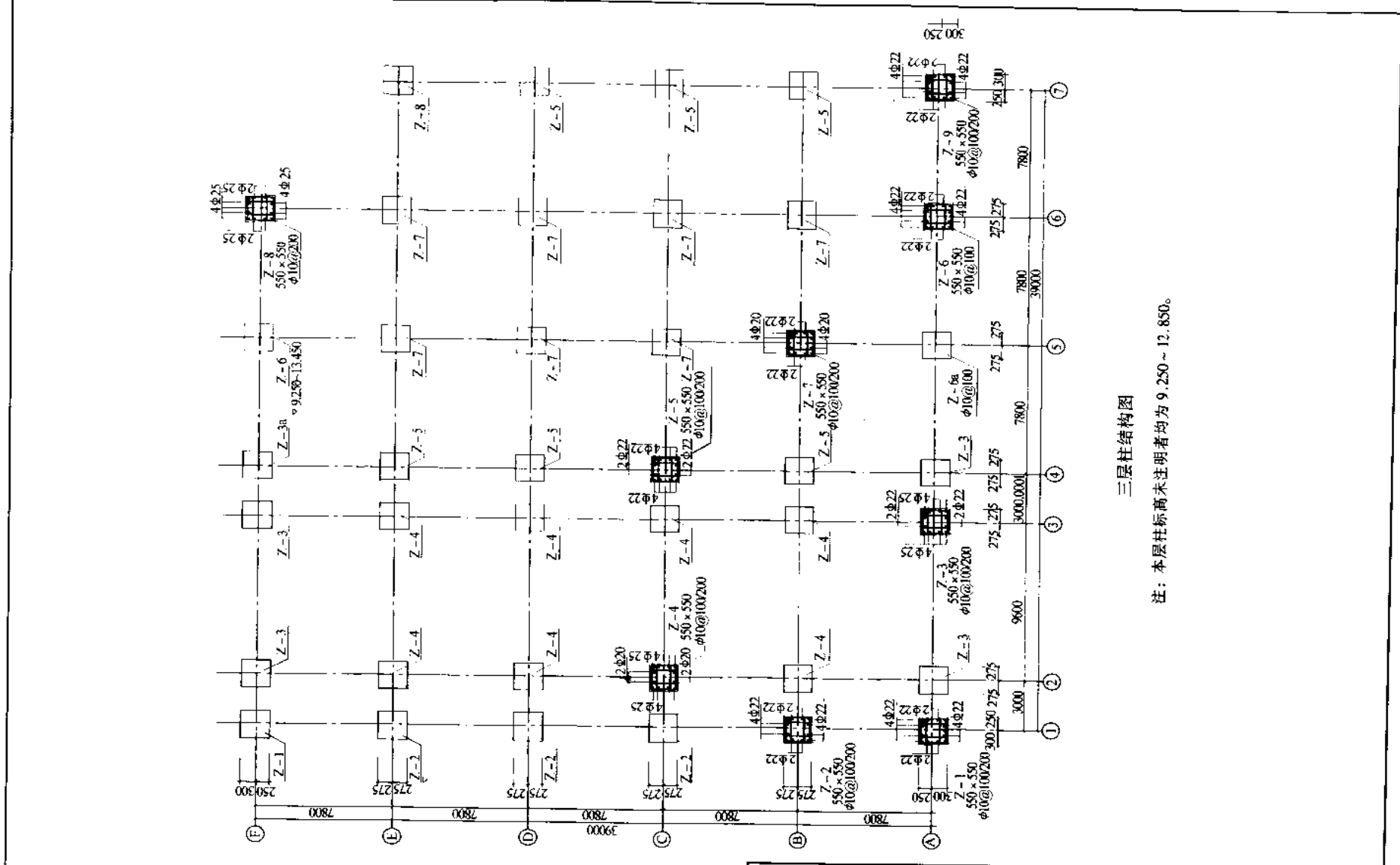
图名	某工程 一层柱结构图	图页	1—124
----	------------	----	-------



二层柱结构图

注: 本层柱标高均为 5.650 ~ 9.250

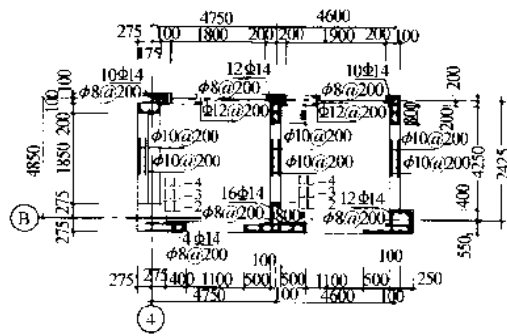
图名	某工程二层柱结构图	图页	1-125
----	-----------	----	-------



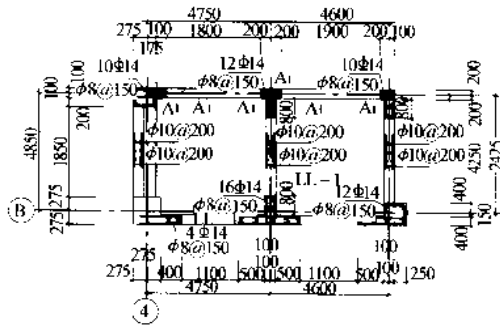
三层柱结构图

注：本层柱标高未注明者均为 9.250 ~ 12.850。

图名	某工程三层柱结构图	图页	1-126
----	-----------	----	-------



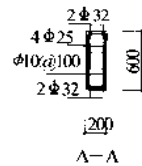
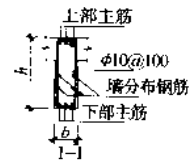
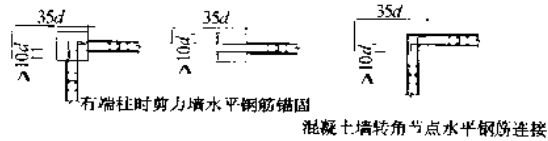
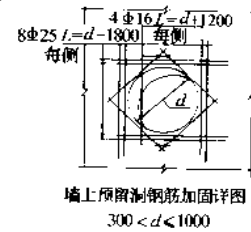
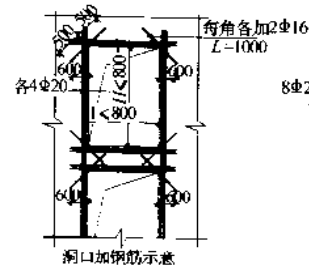
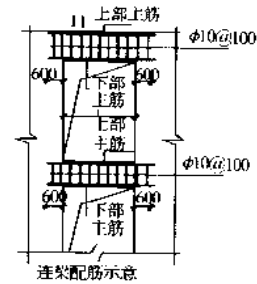
电梯井墙体配筋平面
▽-0.050 - -14.700



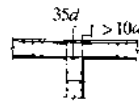
电梯井墙体配筋平面
▽-4.200 - -0.050

连 梁 表

梁号	$b \times h$ (mm)	L (mm)	梁顶标高	上部主筋	下部主筋	墙分布筋	梁箍筋
LL-1	200 × 1900	1100	-0.050	3 \pm 20	3 \pm 20	φ8@150	φ8@100
LL-2	200 × 3450	1100	5.650	3 \pm 20	3 \pm 20	φ8@150	φ8@100
LL-3	200 × 1350	1100	9.250	3 \pm 20	3 \pm 20	φ8@150	φ8@100
LL-4	200 × 3200	1100	14.700	3 \pm 20	3 \pm 20	φ8@150	φ8@100



混凝土墙水平钢筋交错搭接
(沿高度每隔一根错开搭接)



混凝土墙竖向钢筋连接

电梯井筒结构图及墙体构造大样

说明:

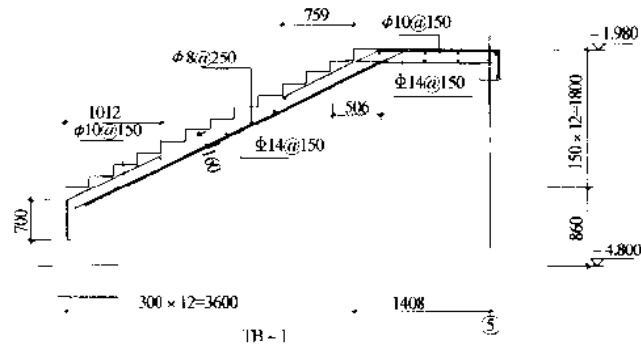
1. 电梯井道埋件请厂家配合。
2. 剪力墙墙体拉结筋采用 φ8@600。

图名

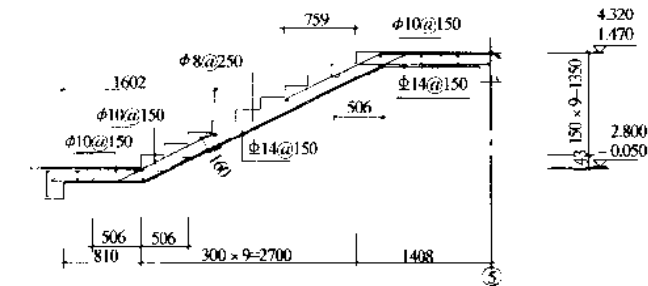
某工程电梯井筒结构图及
墙体构造大样

图页

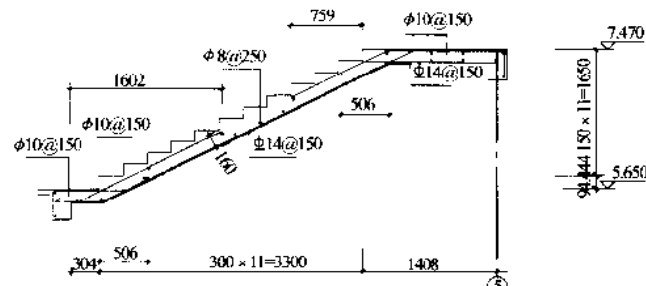
1-127



TB-1

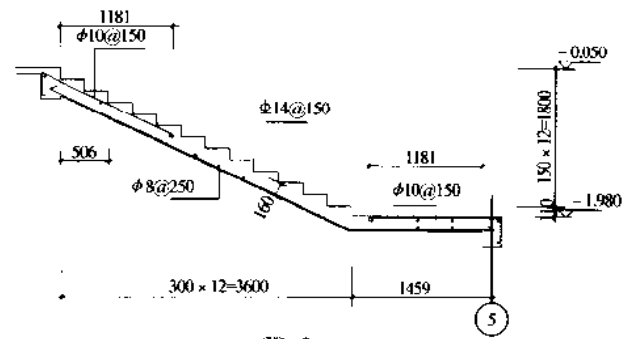


TB-3

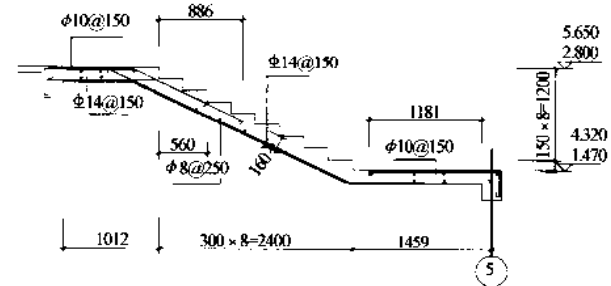


TB-5

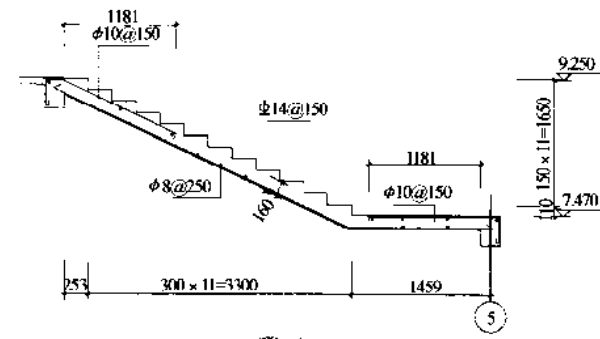
1号楼梯剖面图



TB-2

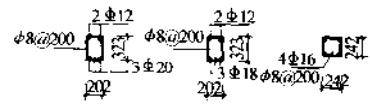
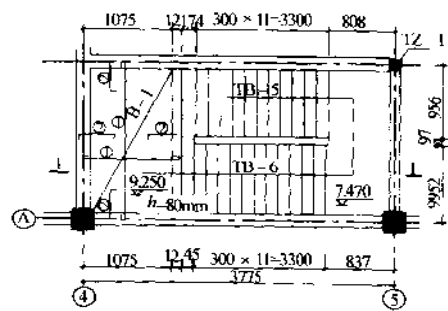
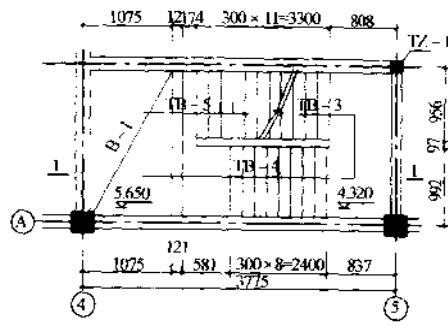
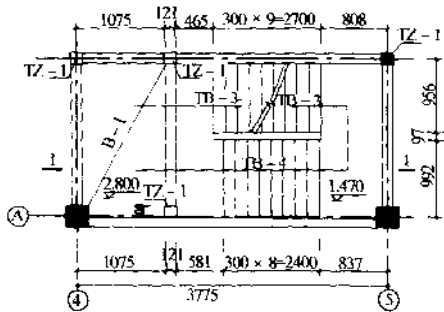
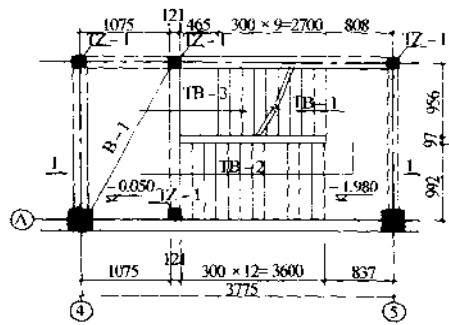
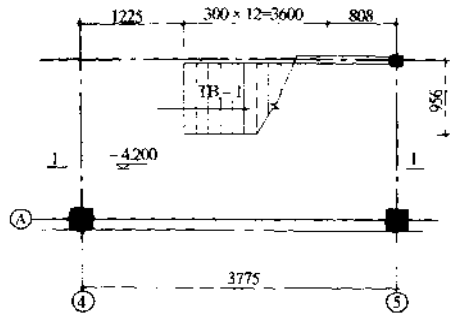


TB-4



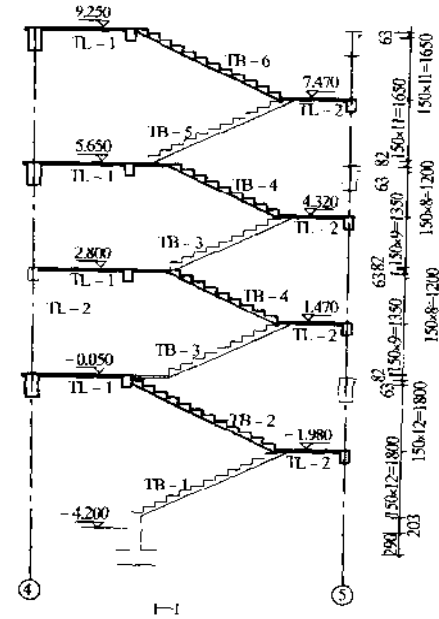
TB-6

图名	某工程 1号楼梯剖面图	图页	1—128
----	-------------	----	-------



TL-1 1:30 TL-2 1:30 TZ-1 1:30
 ∇-0.050-2.800

1号楼梯详图



说明: 1. 混凝土强度: C30.

2. 未注明的分布钢筋采用 $\phi 6@250$.

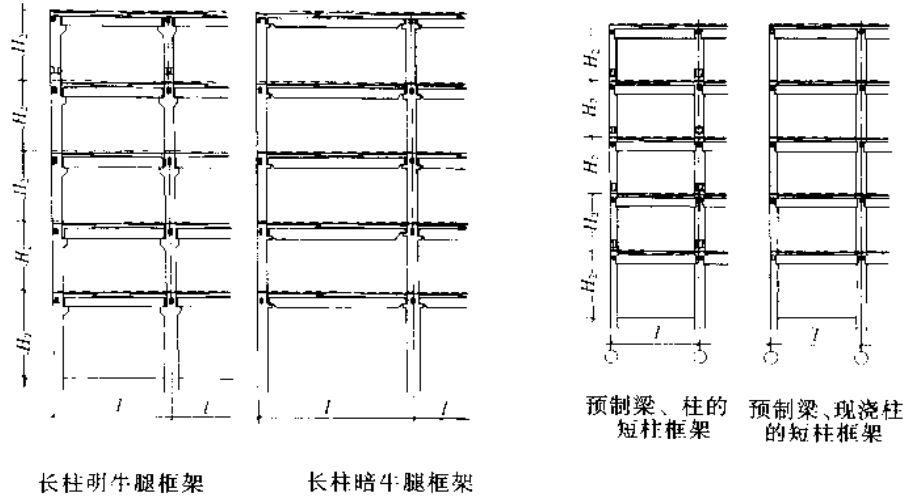
图名

某工程 1号楼梯详图

图页

1-129

(七) 装配整体式框架结构



装配整体式框架按构件的划分方法，常用的有长柱式框架和短柱式框架。

长柱的预制长度可根据施工条件确定，一般不超过 26.5m 或五层房屋高度，当柱长超过时，可用预制柱或现浇柱接长。

根据施工条件和使用要求，长柱可采用明牛腿或暗牛腿，如图所示。所谓暗牛腿，即将牛腿藏在梁的高度范围内，不明露在梁下，克服了明牛腿影响室内净空使用和美观的缺点，但它所能承担的梁端剪力较明牛腿小。

短柱式框架的短柱按层高划分成单个构件，柱可采用预制的，也可以采用现浇的，如图所示。

装配整体式框架一般采用叠合梁，即梁的下部是预制的，在其上部现场叠浇混凝土，与预制部分共同承受全部荷载（施工期荷载由预

制部分承受）。

钢筋混凝土装配整体式框架节点与连接是保证结构技术先进、经济合理、安全适用、确保质量的关键。其材料和施工要求：

预制构件的混凝土强度等级不应低于 C20。用于现场后浇的混凝土强度等级应比预制构件混凝土强度等级提高二级。捻缝用的细石混凝土强度等级不应低于柱混凝土强度，水灰比不宜大于 0.3，并宜采用无收缩快硬硅酸盐水泥配制；

用于坐浆的砂浆强度不得低于预制构件强度。用于浆锚和浇灌接缝的砂浆应采用无收缩快硬硅酸盐水泥配制，砂浆强度等级不宜低于 M5。

纵向受力钢筋宜采用 II、III 级钢筋，钢筋直径不宜大于 32mm。箍筋宜用 I、II 级钢筋及冷拉 I 级钢筋；当混凝土强度等级高于 C30 时，箍筋宜用 II 级或冷拉 I 级钢筋。焊接钢筋网片宜用冷拉 I 级钢筋，预埋件和型钢宜用 Q235 钢。焊接用焊条对 I 级钢用 E43 型，II 级钢用 E50 型。

预制混凝土构件的尺寸，伸出的受力钢筋，预埋件和预留孔的位置及长度，必须严格按设计要求，预制柱长度不应有正偏差。与后浇混凝土结合的预制构件表面应粗糙，浇筑前应表面清洁，用水润湿，应保证齿槽和暗牛腿处后浇混凝土的振捣和捻缝密实；

梁端、柱端伸出的纵向受力钢筋不得有对焊接头，对受力钢筋位置应进行检查，矫正时不能采用强板方法，应用氧乙炔火焰预热逐渐矫正。要保证焊接质量，避免施焊引起构件开裂；

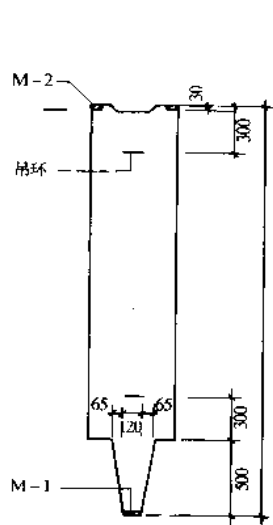
节点与连接处的后浇混凝土强度应达到 10N/mm^2 后方能继续吊装。

图名

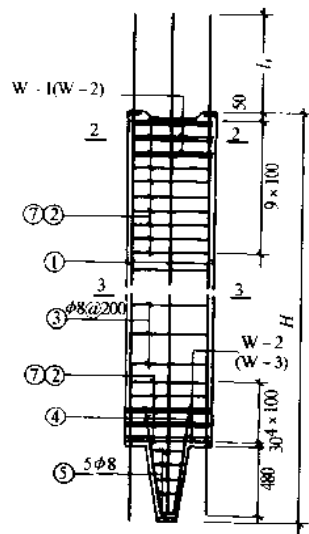
装配整体式框架概要

图页

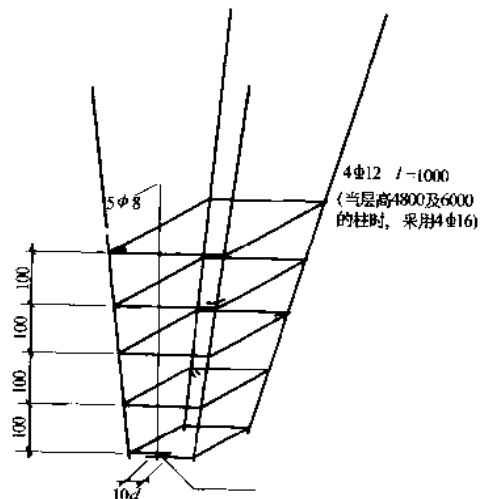
1—130



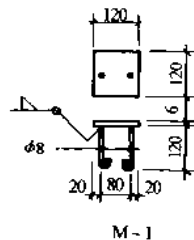
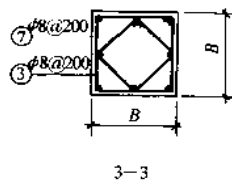
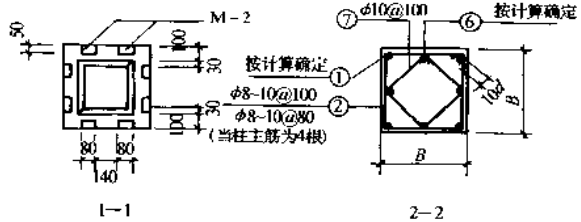
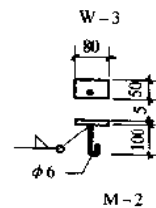
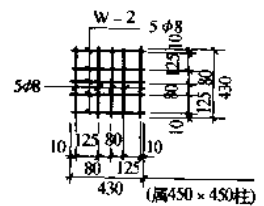
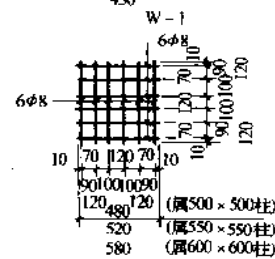
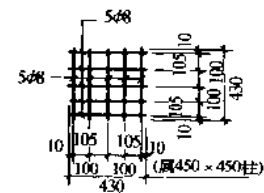
模板图



配筋图



小柱头配筋



图名

民用建筑预制框架短柱

图页

1-131

装配整体式框架节点与连接的类别

名称	类别	适用条件
柱与柱	榫式柱连接	1 柱截面不宜小于 400mm × 400mm; 宜采用长柱
	浆锚式柱连接	3 柱截面不宜大于 400mm × 400mm; 柱中纵向受力钢筋总根数不宜多于 4 根; 不宜用于框剪结构及砖填充墙框架结构
	插入式柱连接	2 柱截面不应小于 400mm × 400mm; 不宜用于框剪结构及砖填充墙框架结构
柱与梁	明牛腿式节点	1 宜采用长柱
	齿槽式节点	2 宜采用长柱
	暗牛腿式节点	2 暗牛腿采用型钢; 宜采用长柱
	整浇式节点 (A型)	2 柱截面不宜大于 600mm × 600mm; 梁底纵向受力钢筋不宜多于 3 根; 柱内每侧纵向受力钢筋不宜多于 3 根
	整浇式节点 (B型)	2 梁底纵向受力钢筋不宜多于 2 根而直径不宜大于 25mm; 柱截面不宜大于 600mm × 600mm; 柱内每侧纵向受力钢筋不多于 3 根
	现浇柱预制梁节点 (A型)	1 梁底纵向受力钢筋不宜多于 4 根
	现浇柱预制梁节点 (B型)	2 梁底纵向受力钢筋不宜多于 2 根且直径不宜大于 25mm
	叠压浆锚式节点	3 柱截面不宜大于 400mm × 400mm; 柱内纵向受力钢筋总根数不宜多于 4 根

注: 表中长柱指长度等于或大于二层层高的预制混凝土柱。

装配整体式房屋高度、框架抗震等级及节点与连接类别选用表

结构类型		设防烈度					
		6		7		8	
框架结构	房屋高度 (m)	≤ 20	≤ 40	≤ 20	≤ 35	≤ 20	≤ 30
	抗震等级	二	二	三	二	二	二
	节点类别	3	1, 2	3	1, 2	1, 2	1
框剪结构	房屋高度 (m)	≤ 20	≤ 60	≤ 20	≤ 55	≤ 20	≤ 50
	抗震等级	二	三	三	三	二	二
	节点类别	3	1, 2	3	1, 2	3	1, 2

- 注: 1. 丁类建筑可按设防烈度降低一度考虑, 但设防烈度为 6 度时不应降低。
 2. 框剪结构中应采用现浇剪力墙, 其抗震等级应符合现行国家标准的有关规定。
 3. 当具有充分依据并在设计中采取可靠措施时, 表中房屋高度可以适当调整。
 4. 非抗震设计的房屋高度可参照本表中 6 度的规定。

装配整体式框架柱与柱、柱与梁的刚性节点与连接分为三个类别, 表中给出了各种节点与连接的适用条件。对于重要结构的节点与连接的设计, 应通过试验确定。

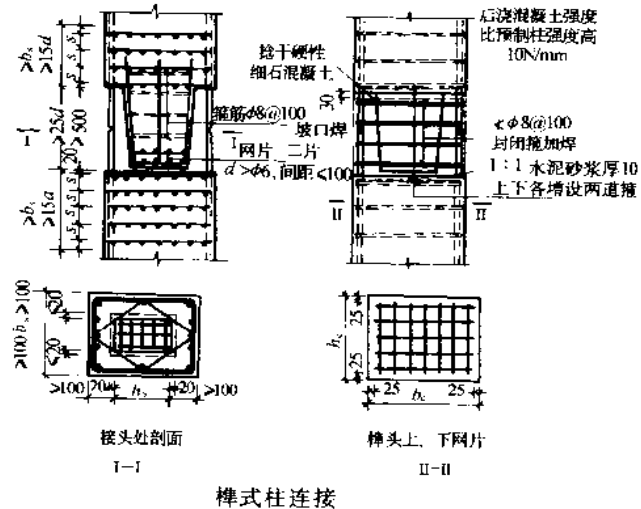
装配整体式框架节点与连接类别可根据房屋高度、框架抗震等级按表中的规定选用。

图名

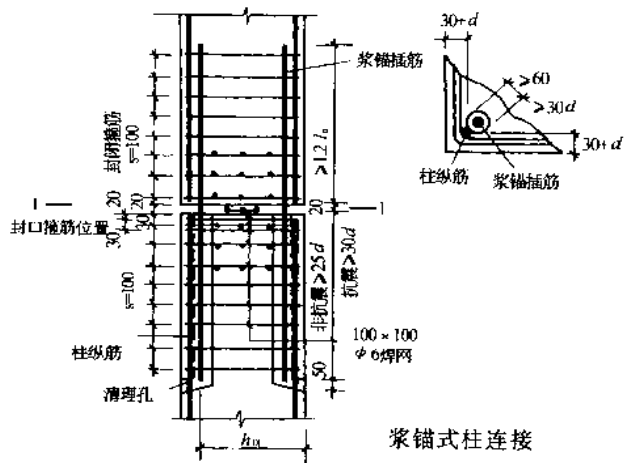
装配整体式框架节点与连接的类别及选用

图页

1—132



榫式柱连接



榫式柱连接

这种接头形式是将上柱底端头做成榫头形式，并将柱内的纵向受力钢筋伸出，安装时将上柱榫头坐落在下柱顶面，经校正就位后，将上下柱伸出的纵向受力钢筋焊接在一起，然后绑上箍筋，支模二次灌注混凝土，加支撑临时固定，待混凝土达到规定的强度，上下柱就连

成整体。

榫式柱连接适用于一般多层工业和民用建筑。柱截面尺寸不宜小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，榫头下端截面面积不应小于 $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ 。榫式柱连接的位置宜设在楼面以上 1.0m 处，榫式柱连接应符合下列构造要求：

榫头高度 $\geq 500\text{mm}$ ，且 $\geq 25d$ (d 为纵向受力钢筋直径)；榫头的上部宜做成平角；后浇混凝土时应在上部留 30mm 的缝隙，后掺干硬性细石混凝土；

柱纵向受力钢筋宜采用剖口焊接，当钢筋根数较少或施工条件限制时也可采用绑条焊或搭接焊等；焊口位置宜在接头中部；

榫头内纵向受力钢筋不应少于 4 根，直径不应小于 10mm ，配筋率不宜小于榫头上部截面面积的 1% ；榫头内箍筋直径不宜小于 8mm ，间距不宜大于 100mm ；必要时，榫头底部可预埋钢板，与下柱点焊连接；

下柱顶部的钢筋网片按计算确定，但应不少于 3 片，钢筋直径不宜小于 8mm ，网孔不宜大于 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ；

连接处柱的纵向受力钢筋每侧多于 3 根时，应设置复合箍。

浆锚式柱连接

这种接头形式是先在柱的柱顶预留孔，连接时在孔内先灌水泥砂浆，再将上柱纵向钢筋伸出部分(或另加插筋)，插入下柱孔内，待凝结硬化后，即形成刚性接头。

浆锚式柱连接适用于抗震等级为二级的民用房屋受压弯构件，不得用于受拉构件。截面尺寸不宜大于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 。柱纵向受力钢筋总根数不宜多于 4 根，浆锚式柱连接的位置宜设在楼面以上 1.0m 处。浆锚式柱连接应符合下列构造要求；

柱混凝土强度等级不宜低于 C30，浆锚水平接缝的砂浆宜用无收缩快硬硅酸盐水泥配制，一天强度不宜低于 25N/mm^2 ，28d 龄期的强度不宜低于 50N/mm^2 ；

图名

柱与柱连接(一)

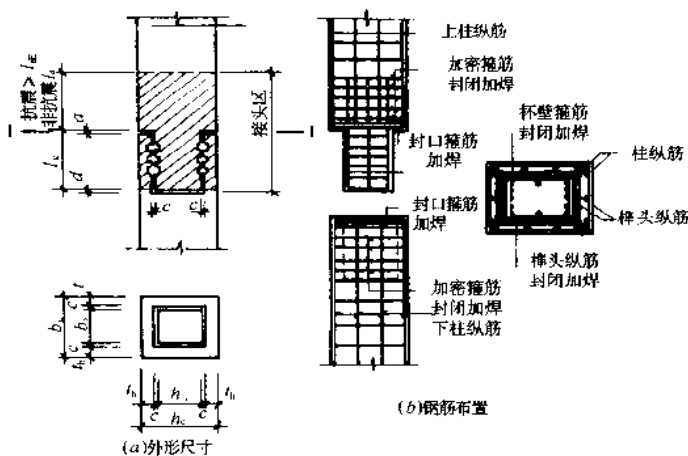
图页

1-133

当柱中的纵向受力钢筋采用月牙纹钢筋时，其在锚浆孔内的搭接长度，非抗震时 $\geq 25d$ ，抗震时 $\geq 30d$ ， d 为浆锚插筋直径，锚浆预留孔的直径大于浆锚插筋直径的3倍并不应小于60mm；预留孔应保持粗糙或设构造齿槽，预留孔长度应比插筋下端长50mm；

当插筋直径大于20mm时，在上、下柱端插筋范围内应设 $\phi 8@100$ 封闭钢箍，端部应做成135°弯钩，端头延伸长度不应小于 $10d$ ， d 为箍筋直径；

上、下柱端应设置不少于3片的钢筋网片。



插入式柱连接

插入式柱连接

这种接头形式是将上柱下端做成榫，下柱上端做成杯，上柱插入下柱后，通过杯口边缘四个楔子校正柱的位置，然后用压力灌浆或自重挤浆将榫、杯间空隙灌实，待砂浆达到规定的强度，上、下柱就连成整体。

插入式柱连接适用于工业厂房，接头位置宜设在柱中部且柱中轴

向对截面重心的偏心距 e_0 不大于 $0.35h_0$ 的部位。柱截面尺寸不应小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 。

插入式柱连接应符合下列构造要求：

上柱榫头 l_k 不应小于柱截面高度，且不应小于450mm；

下柱杯壁厚度 t_b 可取80~100mm；杯壁竖缝 C 可取20mm；水平缝 a 不宜大于15mm；水平接缝 d 可取20mm；

榫头内纵向受力钢筋与上、下柱体内纵向受力钢筋的搭接长度应符合有关要求，接头处上、下柱体内应配置封闭加焊箍筋，其中三道封口箍筋应采用直径不小于12mm，间距不大于50mm；其他加密的封闭箍筋宜采用直径不小于10mm，间距不大于100mm；杯壁箍筋应为4肢箍；

榫头与杯壁的竖向侧面上应各设三道构造齿槽，齿深及齿高可取20~25mm；

插入式柱连接施工中应满足下列要求：

柱子模板宜通常整根预制，并应双向定准中心线；

制作柱子杯口时，可先铺底层混凝土，再放置杯口内阴模；杯口混凝土必须振捣密实；

吊装上柱时，应在下柱杯口上设置小垫块，调整柱子高度及垂直度；吊装就位灌浆后，应设临时支撑；

接缝灌浆可采用压力灌浆和自重挤浆两种方法：压力灌浆的压力应保持在 $0.2 \sim 0.5\text{N/mm}^2$ ，压力灌浆孔应与杯口底同高，在I—I截面处（见图）进行临时封缝，每面应留一排气孔；自重挤浆的砂浆体积应为接缝体积的1.5~2.0倍，吊装时应对准上、下柱两个方向的轴线一次就位；

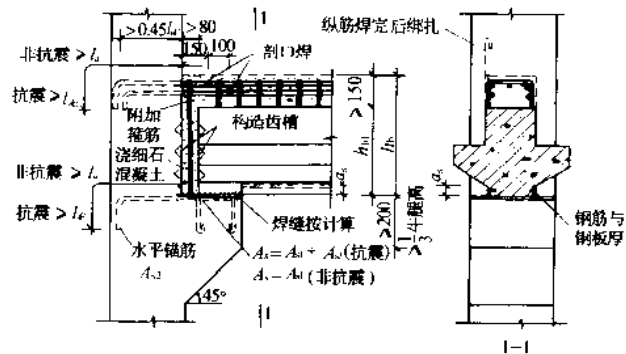
接缝砂浆宜用无收缩快硬硅酸盐水泥配制，砂浆强度等级应比柱体混凝土强度等级提高两级，强度达到 20N/mm^2 后方可进行上层柱的吊装；

图名

柱与柱连接(二)

图页

1-134



明牛腿式节点

明牛腿式节点适用于装配整体式多层工业厂房和民用房屋。明牛腿式节点宜用于长柱。

明牛腿式节点应符合下列构造要求：

柱截面尺寸不宜小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ ；梁截面尺寸不宜小于 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ，且不宜小于柱截面宽度的 $1/2$ ；

明牛腿的尺寸除按计算确定外，牛腿挑出长度尚应根据梁端预埋件焊缝计算长度和梁柱间的接缝宽度加以确定，且不得小于 250mm ；牛腿底面与水平面的倾斜角不应大于 45° ；牛腿外边缘高度不宜小于牛腿高度的 $1/3$ ，且不应小于 200mm ；

在梁端和柱侧面宜设置 $2 \sim 3$ 个构造齿槽，齿深可取 25mm ，齿高可取 $50 \sim 80\text{mm}$ ；齿距可取 $50 \sim 100\text{mm}$ ；梁柱间的接缝宽度不宜小于 80mm ；接缝中应设置一道箍筋，箍筋直径与梁端的箍筋直径相同，但不宜小于 8mm ；

预制梁端上部纵向受力钢筋与柱的伸出钢筋宜采用剖口焊连接，焊口位置距柱面不宜小于 150mm ；当梁上部纵向受力钢筋为两层时，下层钢筋不宜多于 2 根；

框架梁的纵向受力钢筋在节点内的锚固长度应符合《混凝土结构

设计规范》GBJ10—89 的有关要求；

明牛腿节点核心区、梁端和柱端箍筋的构造要求均与现浇框架相同。当明牛腿与柱子宽度相同时，核心区下部柱端箍筋加密范围应从牛腿根部算起，梁端箍筋加密范围应从牛腿外边缘算起；

明牛腿纵向受拉钢筋面积 A_{s1} 和水平锚筋面积 A_{s2} 由计算确定。承受拉力的水平锚筋不应少于 2 根且应焊于牛腿上部的预埋件上。 A_{s1} 与 A_{s2} 之和不宜小于梁端负弯矩纵向受拉钢筋的 30%，且根数不宜少于 4 根，直径不应小于 12mm ；边柱明牛腿的纵向受拉钢筋和水平锚筋均应满足《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 中对受拉钢筋的锚固要求；

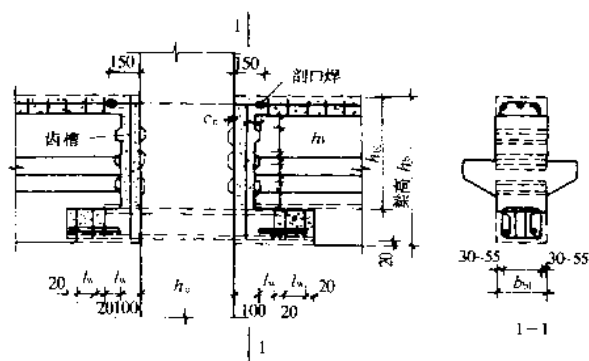
明牛腿的水平箍筋直径不应小于 8mm ，间距不应大于 100mm ；且在牛腿上部 $2/3h_0$ （ h_0 为截面有效高度）范围内的水平箍筋总截面面积不应小于牛腿纵向受拉钢筋面积 A_{s1} 的 $1/2$ 。

图名

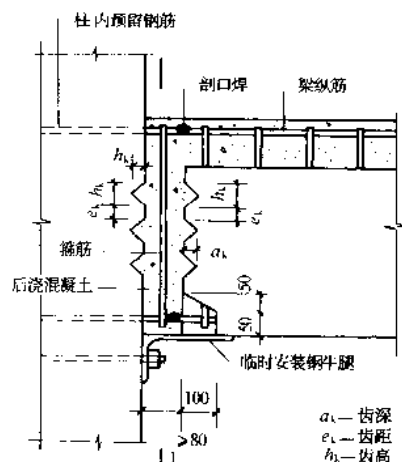
柱与梁连接(一)

图页

1—135



暗牛腿式节点



齿槽式节点

暗牛腿式节点

暗牛腿可以是钢筋混凝土的，也可以是钢的。本节点的牛腿为型钢埋入柱中制成，梁为带缺口的预制梁；预制梁与型钢暗牛腿的连接可通过钢筋或预埋钢板焊接，然后用后浇混凝土形成刚性节点。

暗牛腿式节点适用于民用房屋和工业厂房的梁柱连接，也可用于主梁与次梁的连接。暗牛腿式节点应符合下列构造要求：

暗牛腿式节点可采用构造齿槽或受力齿槽。当采用构造齿槽时，构造要求同明牛腿式节点，当采用受力齿槽时，构造要求同齿槽式节点；

预制缺口梁的梁端箍筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于10mm，缺口处的梁内箍筋应伸出不少于2根并与型钢暗牛腿或梁下部纵筋绑扎；抗震设计时，梁端下部纵向受力截面面积不应小于梁上部纵向受力钢筋截面面积的30%；

型钢牛腿承载力由计算确定。

齿槽式节点

这种连接是将梁、柱接头位置预制成齿状凹槽，安装前先制作临时安装钢牛腿，将梁支承于临时牛腿上，将柱内预埋钢筋与梁内主筋剖口焊，在接缝处设置箍筋，然后浇灌细石混凝土，当混凝土强度等级达到规定要求时，卸下临时安装牛腿，即可形成刚性节点。

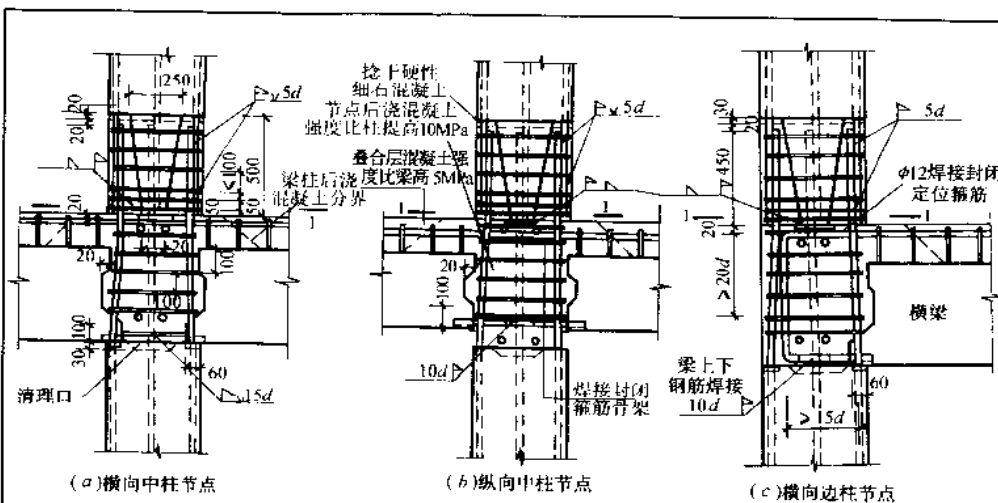
齿槽式节点适用于装配整体式框架梁柱连接，也可用于主梁与次梁连接。齿槽式节点应符合下列构造要求

受力齿槽宜用等腰三角形或梯形，齿槽沿梁截面高度宜均匀布置；齿深 a_k 宜采用40mm；齿高 h_k 宜采用40~100mm，但不宜大于齿深的3倍；同一截面上齿槽的净距 e_k 不应小于齿高；齿槽上、下面的倾斜角度宜采用45°。

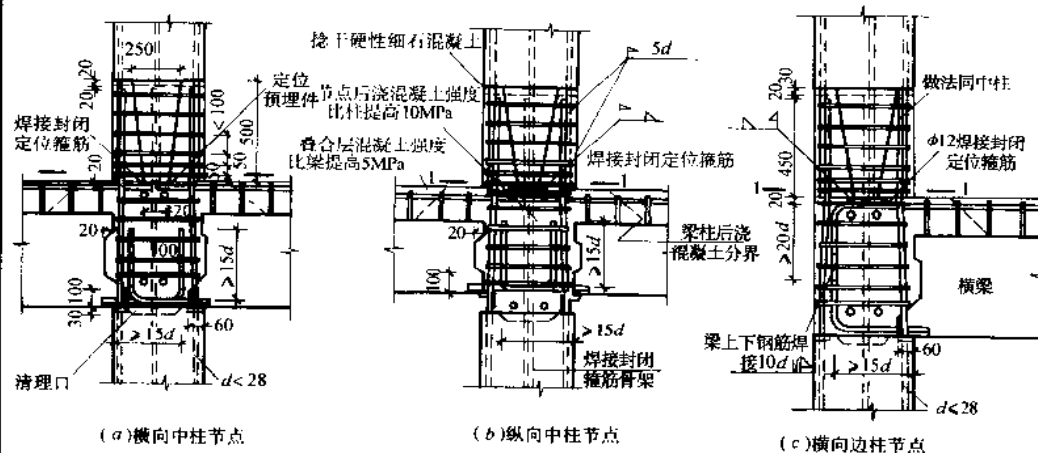
梁柱接缝宽度不宜小于80mm；梁高大于1m时可适当加大；

承重框架齿槽式节点中设置的齿槽数目不应少于2个，齿槽受剪面积不宜小于梁全截面面积的1/3。梁端负弯矩纵向受拉钢筋配筋率不应小于0.5%。抗震设计时，梁端正弯矩钢筋截面面积不应小于梁端负弯矩钢筋截面面积的30%。在梁柱接缝内，应设置封闭箍筋1~2个，箍筋直径与梁内的箍筋直径相同。

图名	柱与梁连接(一)	图页	1—136
----	----------	----	-------



整浇式节点(A型构造)



整浇式节点(B型构造)

注：梁上部钢筋多于下部钢筋时，上部钢筋弯折后切断。

整浇式节点

整浇式节点分为A型构造和B型构造。A型构造要求梁端下部纵向受力钢筋在节点内焊接连接，适用于抗震等级为二级的多层框架结构；B型构造为梁端下部纵向受力钢筋在节点内弯折锚固，适用于非抗震及抗震等级为二、三级的多层框架结构。对抗震等级为三级但伸进节点核心区的梁端下部纵向受力钢筋直径大于25mm或为3根时，宜采用A型构造。

整浇式节点应符合下列构造要求：

柱截面尺寸不宜小于400mm×400mm，也不宜大于600mm×600mm；柱下端榫头截面尺寸不应小于120mm×120mm；节点核心区混凝土强度等级不宜低于C30；

节点核心区箍筋宜采用预制焊接封闭骨架；

核心区现浇混凝土顶部，应设置直径12mm的焊接封闭定位箍筋，并与叠合梁上部钢筋绑牢或焊牢，用以控制柱顶面伸出钢筋位置；

对于顶层边柱节点、叠合梁的上部钢筋多于2根时，边柱柱顶需预埋锚筋伸出，与叠合梁上部钢筋焊接；

当节点处柱截面纵向钢筋总根数多于4根时，需根据抗震要求设置复合箍筋；

捻缝用的细石混凝土强度不应低于柱混凝土强度，水灰比不宜大于0.3，并宜采用无收缩快硬硅酸盐水泥配制。

图名

柱与梁连接(三)

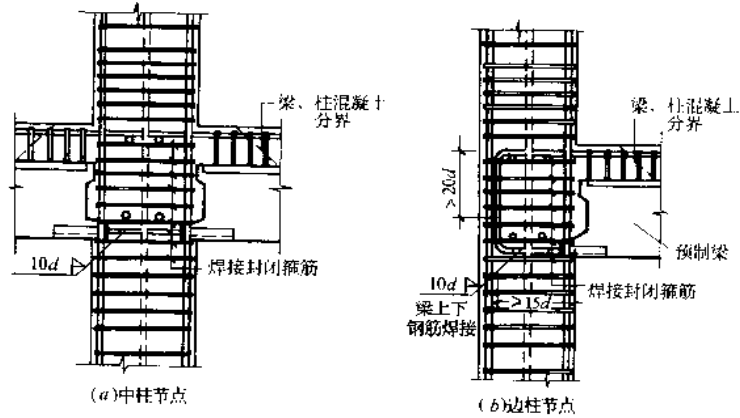
图页

1—137

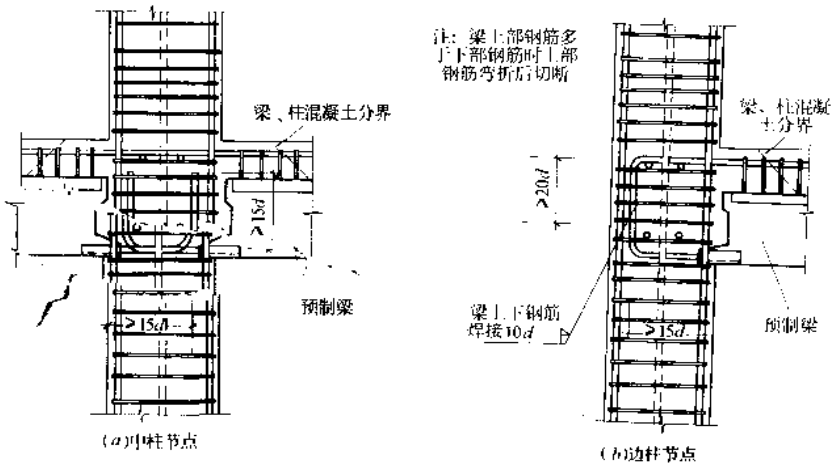
现浇柱预制梁节点

现浇柱预制梁节点分为 A 型构造和 B 型构造。A 型构造用于抗震等级为二级的多层框架结构；B 型构造用于非抗震及抗震等级为二、三级的多层框架结构。

现浇柱预制梁节点除柱子采用现浇外，节点核心区混凝土强度等级、构造要求与整浇式节点相同。

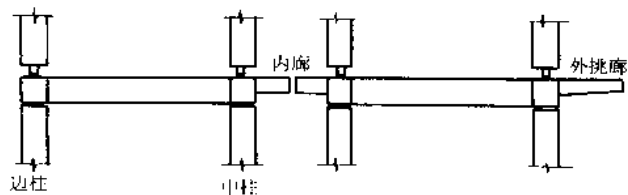


现浇柱预制梁节点(A型构造)

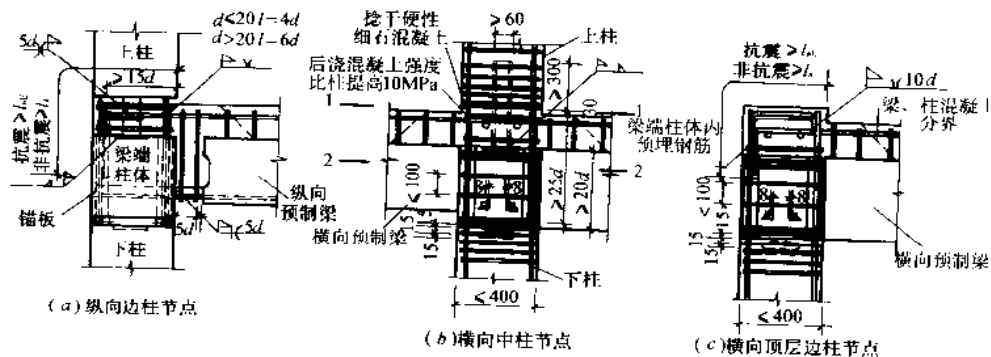


现浇柱预制梁节点(B型构造)

图名	柱与梁连接(四)	图页	1—138
----	----------	----	-------



叠压浆锚式节点



(a) 纵向边柱节点

(b) 横向中柱节点

(c) 横向顶层边柱节点

叠压浆锚式节点构造

叠压浆锚式节点

叠压浆锚式节点适用于抗震等级为三级的多层框架结构，尤宜用于有内廊或外挑廊（台）的建筑，如图所示。

当采用叠压浆锚式节点时，柱中纵向受力钢筋的总根数不宜多于4根，柱截面不宜大于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$ 。

冬期施工而无可靠保温措施时，不宜采用叠压浆锚式节点。

叠压浆锚式节点应符合下列构造要求：

梁的混凝土强度等级不宜低于 C30，也不宜低于柱的混凝土强度等级，当不能满足上述要求时，其混凝土强度等级相差不应超过二级 ($10\text{N}/\text{mm}^2$)；

梁端柱体内宜设置焊接钢筋网片，其间距不宜大于 100mm ；柱

上、下端应按构造要求设置焊接钢筋网片，且不少于3片；

当采用月牙纹钢筋时，节点核心区柱纵向受力钢筋搭接长度不应小于 $25d$ ，上柱纵向受力钢筋插入浆锚孔内的长度不应小于 $20d$ (d 为纵钢筋直径)；并应在搭接钢筋的上部按图中规定局部加宽。

捻缝用的混凝土强度不应低于柱混凝土强度，水灰比不宜大于 0.3，并宜采用无收缩快硬硅酸盐水泥配制。浆锚砂浆宜用无收缩硅酸盐水泥配制，一天强度不低于 $25\text{N}/\text{mm}^2$ ，28d 龄期的强度不低于 $50\text{N}/\text{mm}^2$ ；

当采用预埋钢管支承上柱时，除满足施工阶段承载力要求外，其直径不宜小于 60mm ，锚入上柱的长度不宜小于 300mm ；钢管内宜用水泥砂浆填实，砂浆强度等级不宜低于 M20。

图名

柱与梁连接(五)

图页

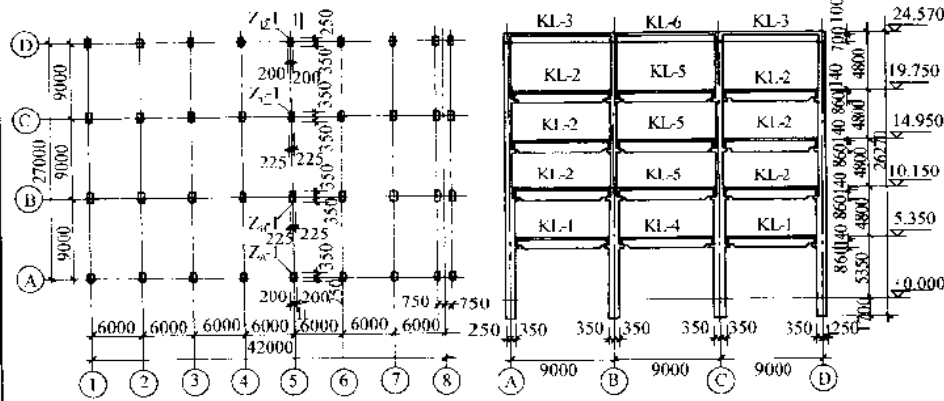
1—139

长柱暗牛腿框架实例

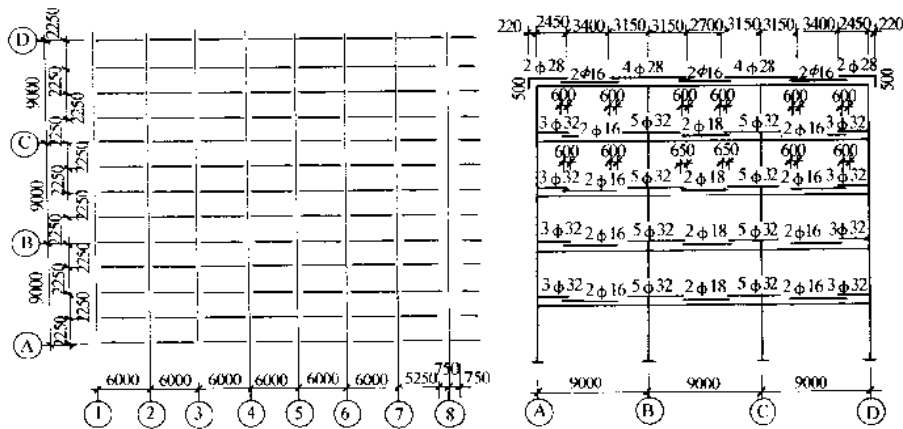
本实例是某厂房⑤号轴线的主框架的 AB 跨 2 个柱 (Z_A-1 、 Z_B-1) 及其间的横梁 (KL-1、KL-2、KL-3), 以及与其相连接的标准层的纵向梁。

设计说明:

1. 该厂抗震设防烈度 7 度, 风荷载的标准值为 0.7kN/m^2 。
2. 采用预制长柱、叠合梁、现浇板的装配整体式结构。
3. 一砖厚砖墙, 采用 MU7.5 砖, M2.5 混合砂浆砌筑。
4. 除结构等自重外, 一层地坪折算可变荷载标准值为 10kN/m^2 , 标准层楼面折算可变荷载标准值为 4.5kN/m^2 , 屋面折算可变荷载标准值为 1.8kN/m^2 。楼层自重标准值为 3.7kN/m^2 (不包括梁自重), 施工荷载标准值为 1kN/m^2 。屋面自重标准值为 4.7kN/m^2 。
5. 预制框架柱及梁采用 C30 混凝土, 钢筋采用 I 级及 II 级。
6. 梁柱节点区采用 C40 混凝土浇灌, 水泥应优先采用浇筑水泥, 确无条件时方可采用 625 号硅酸盐水泥代替; 水灰比宜在 0.4 ~ 0.6 之间。
7. 预制柱的混凝土强度等级达 C30 时方可进行起吊, 预制柱吊装后再逐层吊装梁并及时浇灌节点。



1-1



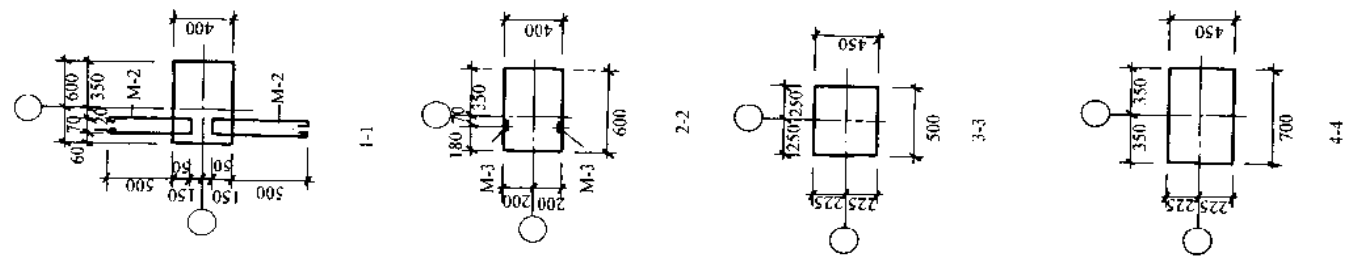
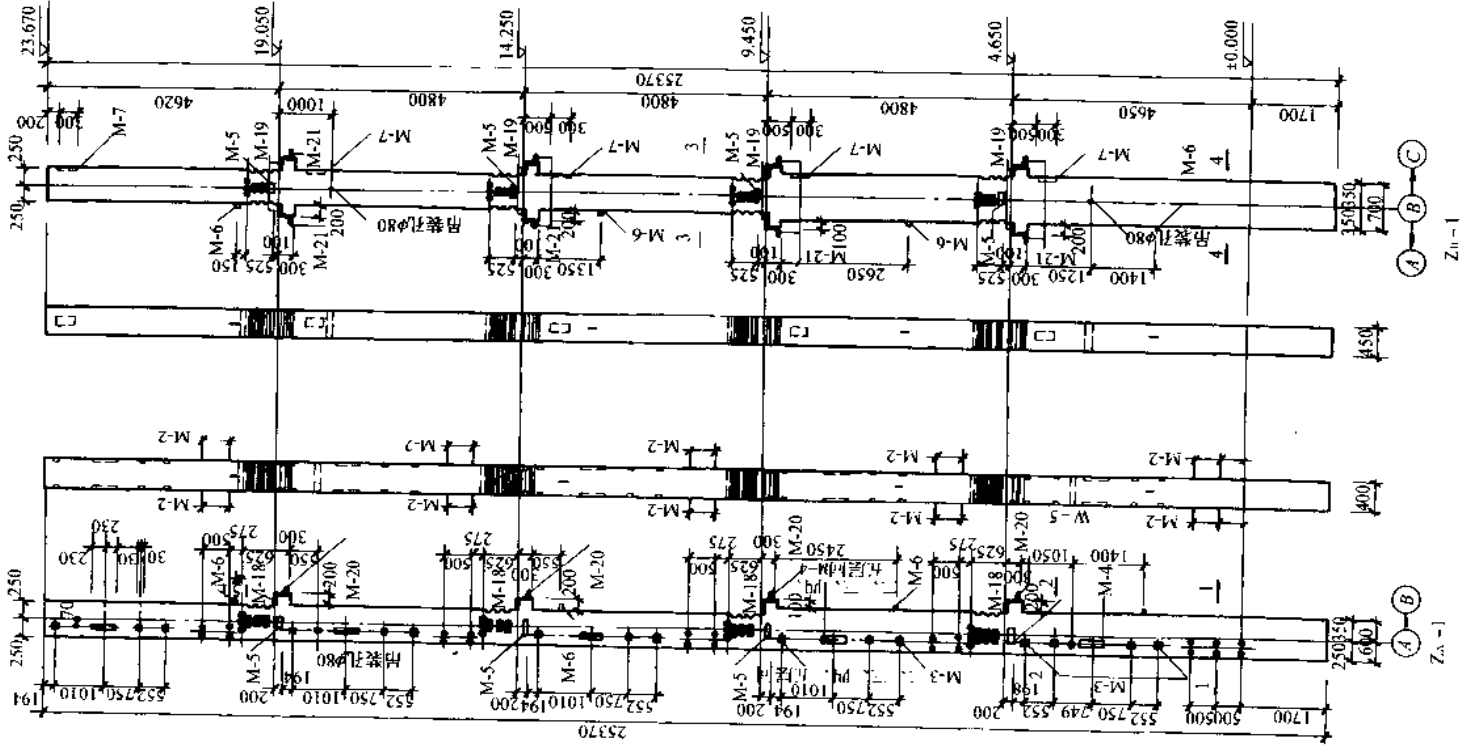
标准层纵梁布置

框架梁负钢筋示意

图名 长柱框架实例: 平面位置和设计说明

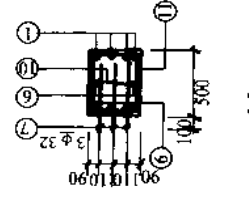
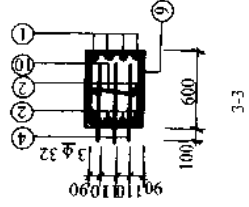
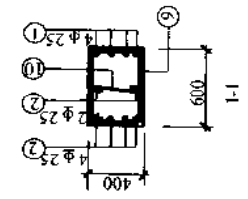
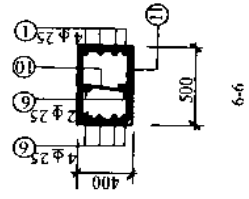
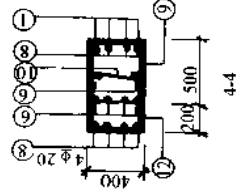
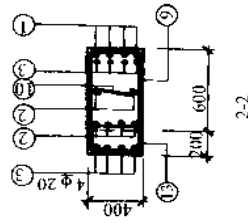
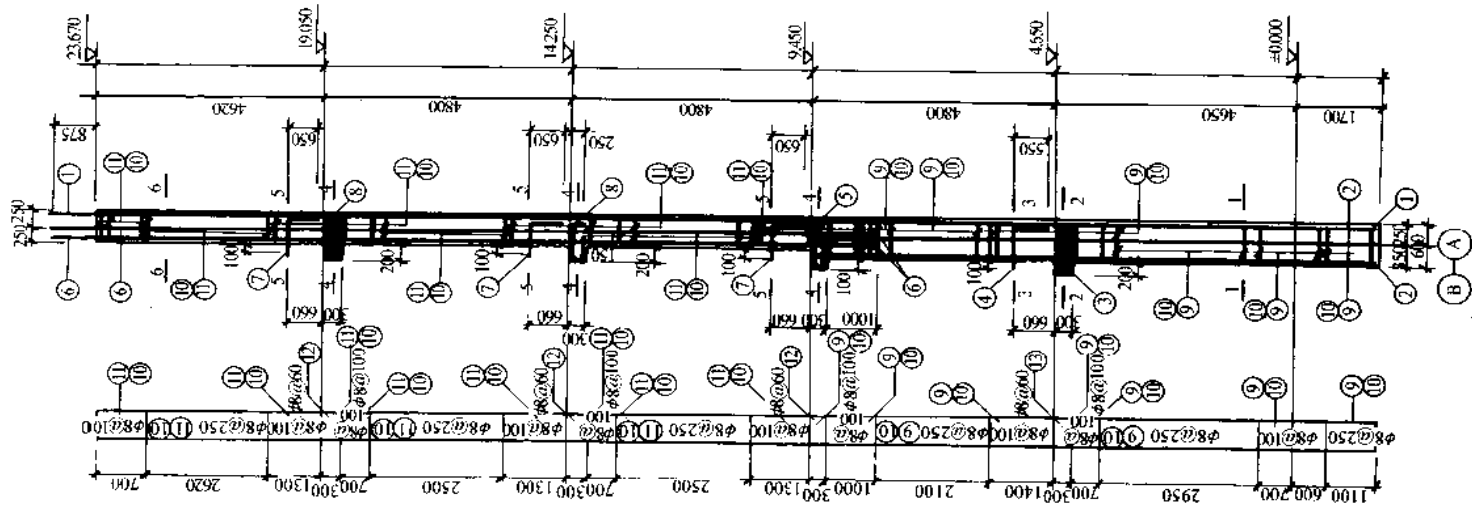
图页

1—140



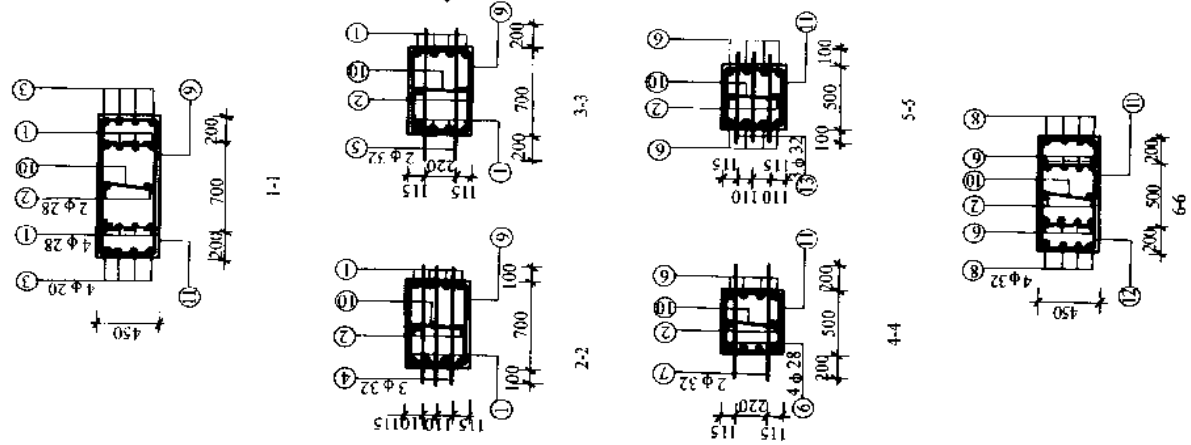
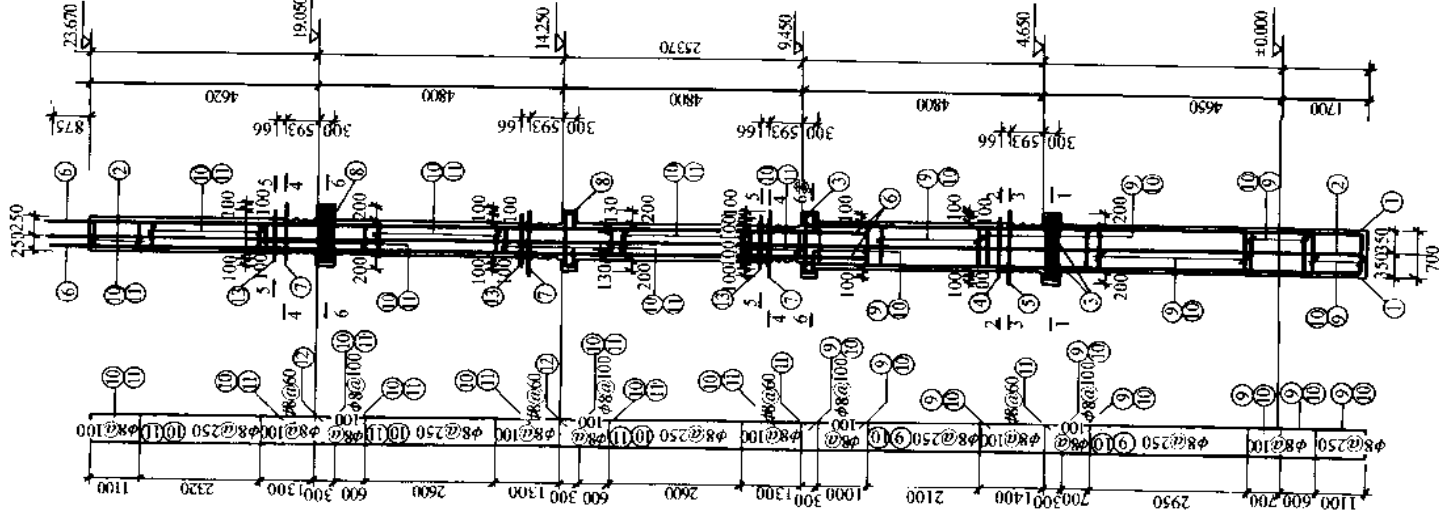
Z_A-1、Z_B-1 模板图

图名	Z _A -1、Z _B -1 模板图	图页	1—141
----	-----------------------------------------	----	-------



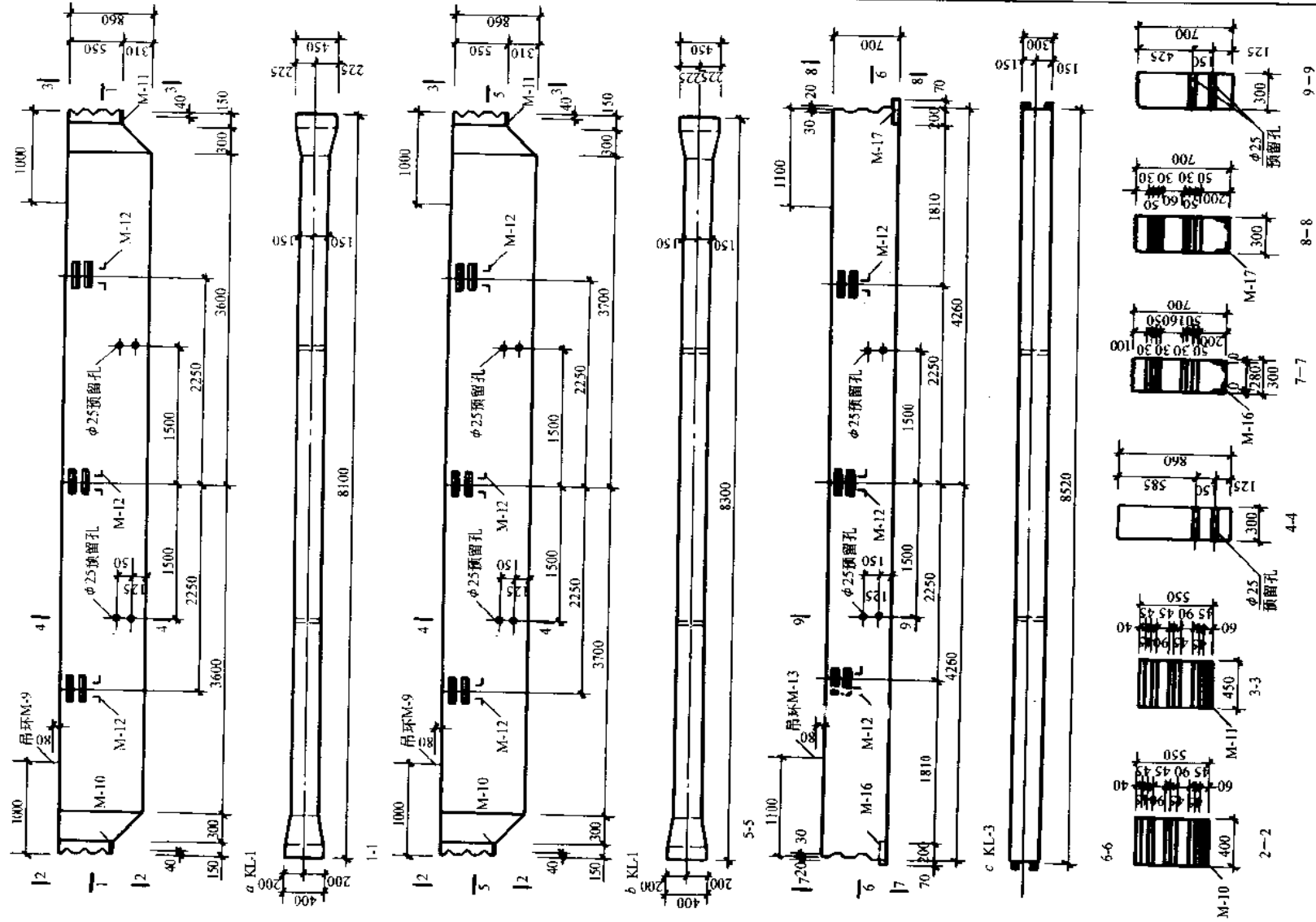
Z₄-1 钢筋图

图名	Z ₄ -1 钢筋图	图页	1-142
----	-----------------------	----	-------



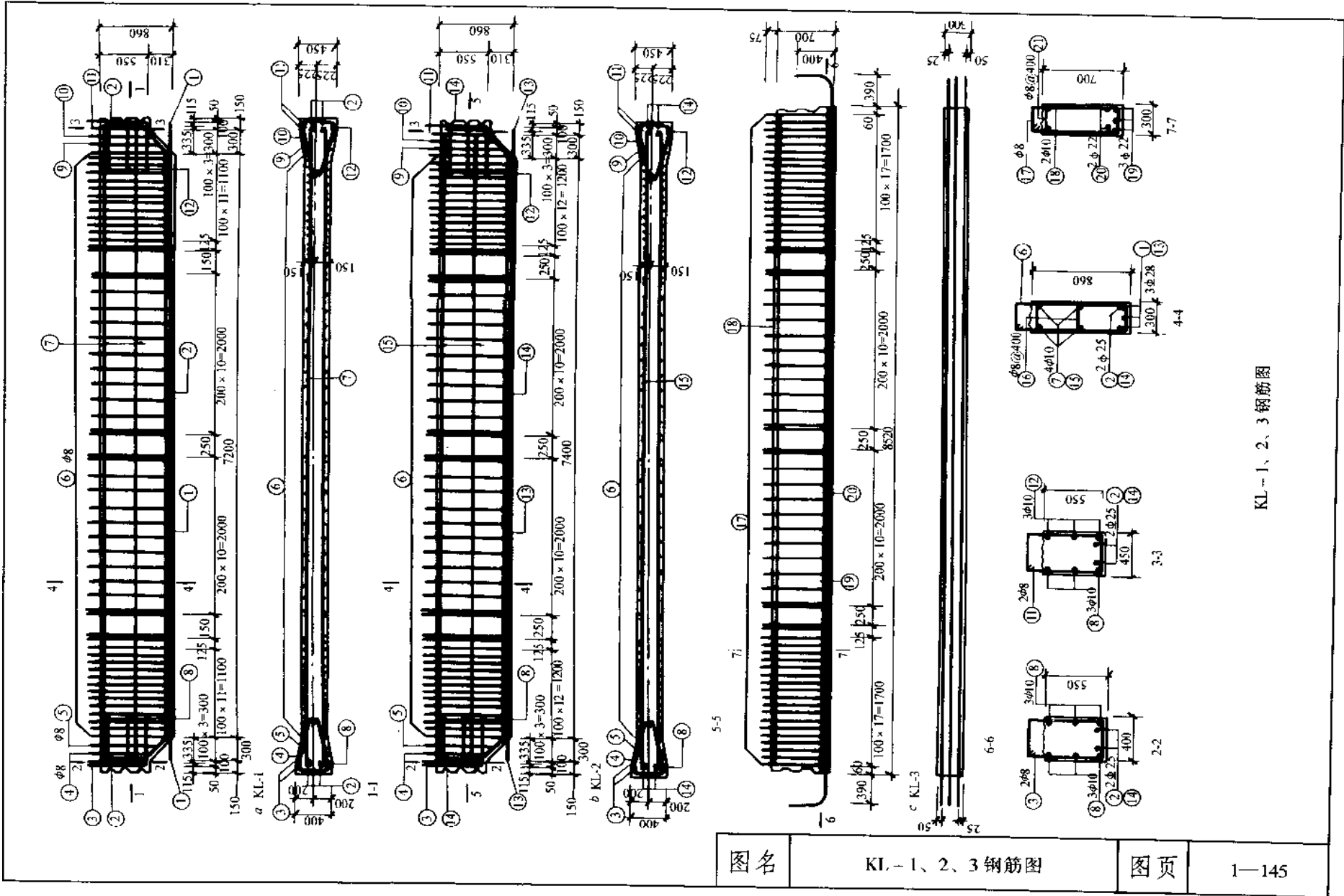
Z₄-1 钢筋图

图名	Z ₄ -1 钢筋图	图页	1-143
----	-----------------------	----	-------



KL-1、2、3 模板图

图名	KL-1、2、3 模板图	图页	1-144
----	--------------	----	-------

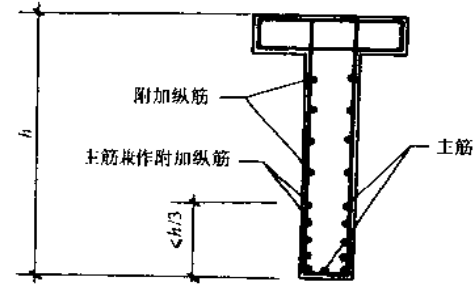


图名	KL-1、2、3钢筋图	图页	1-145
----	-------------	----	-------

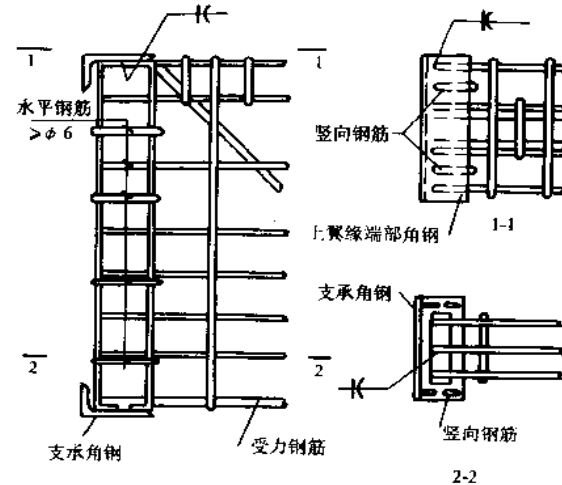
(八) 单层工业厂房

钢筋混凝土吊车梁的构造配筋

项 目	构造配筋要求	
纵向 受力 钢筋	钢 种	宜采用螺纹钢
	骨 架	一律采用绑扎, 不得采用焊接 (箍筋本身焊接除外)
	接 头	1. 中、重级工作制吊车梁, 不得采用绑扎接头, 也不宜采用焊接接头。此外, 还不得在钢筋上焊有任何附件 (端部锚固件除外) 2. 采用冷拉 II、III 级钢筋的中级工作制吊车梁, 允许采用焊接接头, 此时应遵守现行《混凝土结构设计规范》的有关规定
	多排配置	1. 纵向受力钢筋多排时, 其配置范围应不超过梁高, 同时使梁的有效高度不小于 0.85 梁高 2. 最下两排钢筋的截面面积之和约占纵向受力钢筋总截面面积 A_s 的 70% (A_s 为受拉区纵向钢筋的截面面积) 3. 最下三排钢筋的截面面积之和约占 0.8 A_s 4. 当符合上述要求时, 可用一部分纵向受力钢筋兼作附加纵向钢筋
梁 端 部	1. 纵向受力钢筋末端应焊在钢垫板和角钢上 2. 角钢与梁端竖向构造钢筋相焊 3. 钢垫板厚度不小于 12mm 且焊在角钢的长边上 4. 角钢不宜小于 $125 \times 80 \times 10$ 5. 梁端竖向构造钢筋应伸入上翼缘内, 其直径不宜小于 16mm	
附 向 纵 筋	上翼缘	$\phi 10$
	腹 板	$\phi 10$
	下翼缘	$\phi 8$
箍 筋	形 式	封闭式
	上翼缘	$\phi 6 @ 250$ (梁高 $h \leq 600$) $\phi 6 @ 300$ (梁高 $h > 600$)
	腹 板	$\phi 8 @ 250$ (梁高 $h \leq 600$) $\phi 8 @ 300$ (梁高 $h > 600$)
	下翼缘	$\phi 6 @ 250$ (梁高 $h \leq 600$) $\phi 6 @ 300$ (梁高 $h > 600$)
	形 式	封闭式



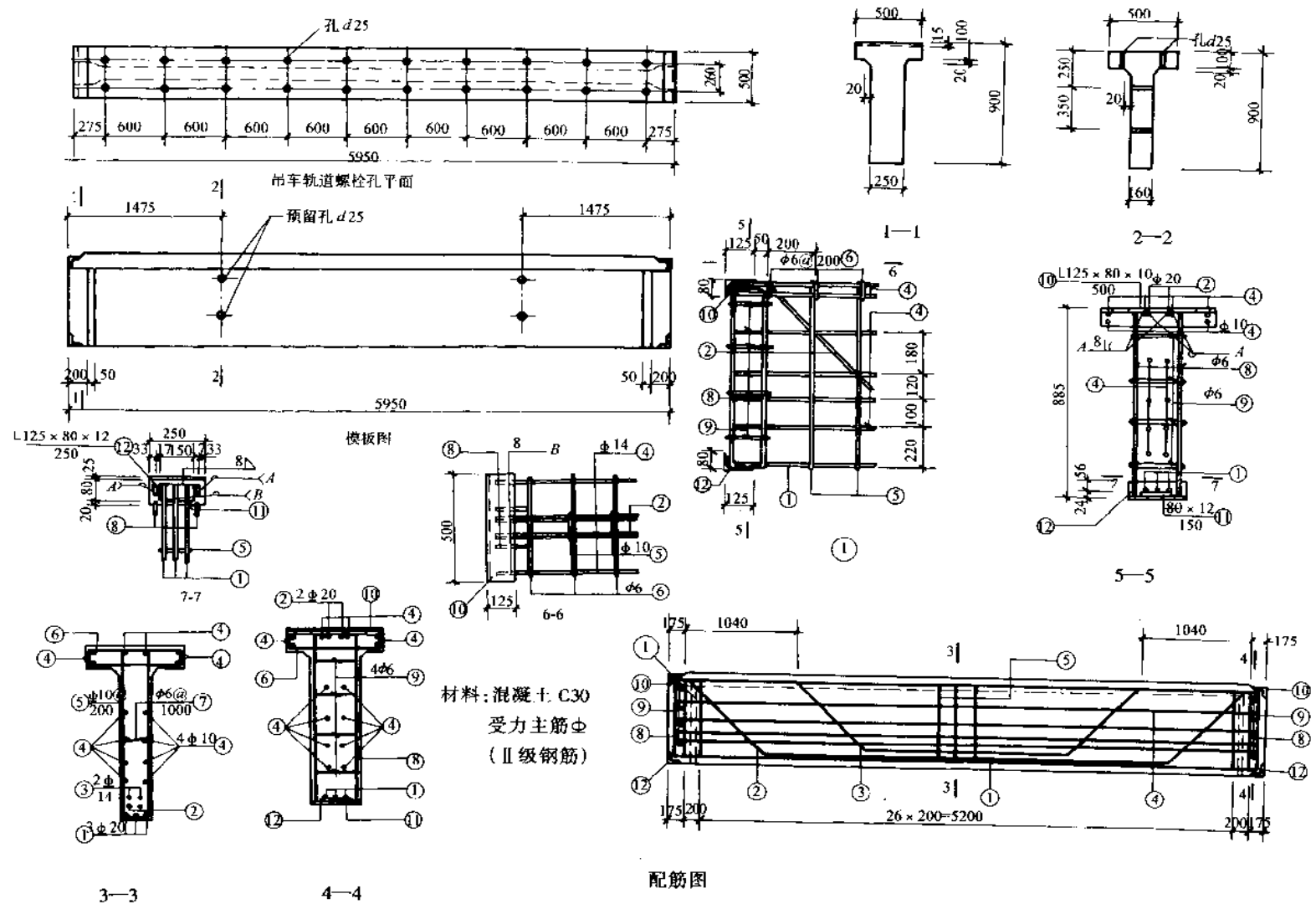
(a) 纵向受力钢筋的多排配置



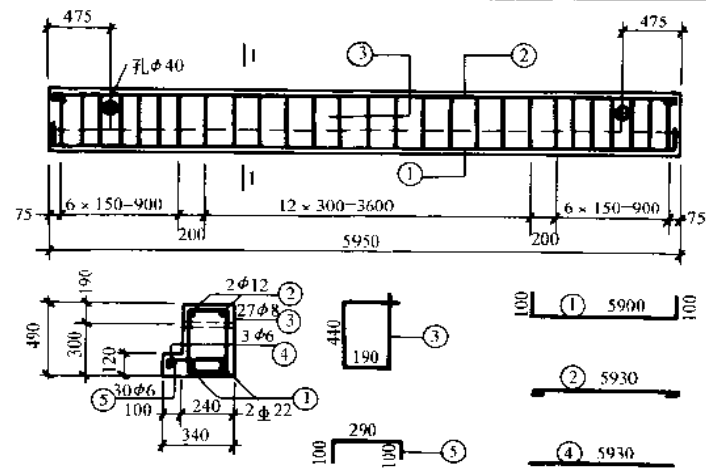
(b) 梁端部构造配筋

钢筋混凝土吊车梁构造配筋

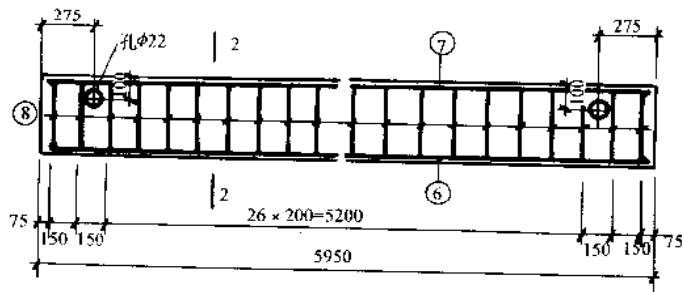
图名	钢筋混凝土吊车梁的构造配筋	图页	1-146
----	---------------	----	-------



图名	6m 钢筋混凝土吊车梁	图页	1—147
----	-------------	----	-------



1-1 6m 钢筋混凝土墙托梁



2-2 6m 钢筋混凝土防风梁

钢筋混凝土墙托梁与防风梁纵向钢筋的最小值、箍筋的最小直径和最大间距参考表:

梁纵向钢筋的最小值

项次	梁跨度 l (m)	纵向钢筋		
		上部	下部	水平腰筋
1	$l \leq 4$	2 ϕ 8	2 ϕ 10	$\geq \phi$ 10, 沿梁截面高度的间距, 不应大于 400mm
2	$4 < l \leq 6$	2 ϕ 10	2 ϕ 14	
3	$6 < l \leq 9$	2 ϕ 14	2 ϕ 18	
4	$9 < l \leq 12$	2 ϕ 18	2 ϕ 22	

注: 通长水平腰筋仅在梁高度 > 700mm 配置。

梁箍筋的最小直径和最大间距 (mm)

项次	梁高 h	箍筋	
		最小直径	最大间距
1	$150 < h \leq 250$	$\geq \phi$ 4	200
2	$250 < h \leq 300$	$\geq \phi$ 6	200
3	$300 < h \leq 500$	$\geq \phi$ 6	300
4	$500 < h \leq 800$	$\geq \phi$ 6	350
5	$h > 800$	$\geq \phi$ 8	500

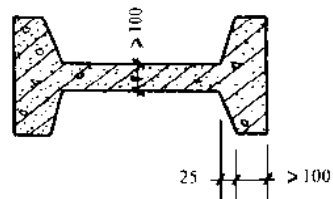
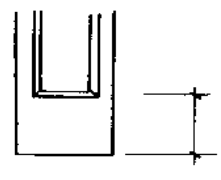
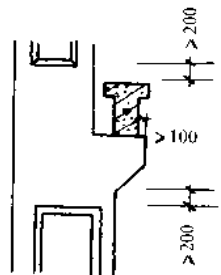
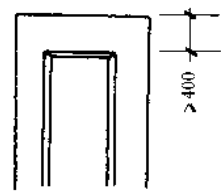
6m 钢筋混凝土墙托梁:

墙托梁上有 370mm 厚、8m 高的整体墙, 梁下无窗, 承受风载 0.4kPa, 梁采用 C20 的混凝土, 砖采用 MU7.5, 水泥砂浆采用 M2.5, 受拉主筋采用 II 级钢筋, 其他为 I 级钢筋。

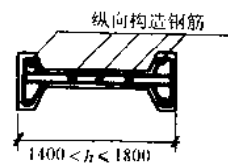
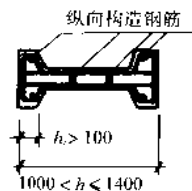
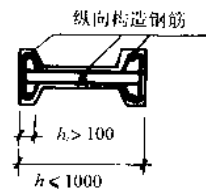
6m 钢筋混凝土防风梁:

防风梁上下均为 240mm 厚的整体墙, 梁的间距为 4m, 承受风荷载为 0.5kPa, 梁采用 C20 混凝土, 砖采用 MU7.5, 水泥砂浆采用 M2.5, 受拉主筋采用 II 级钢筋, 箍筋采用 I 级钢筋

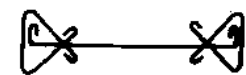
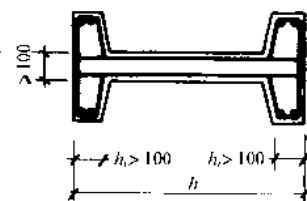
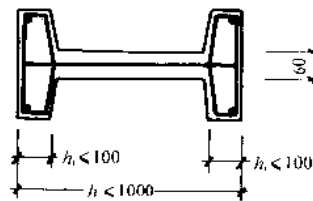
图名	6m 钢筋混凝土墙托梁与防风梁	图页	1-148
----	-----------------	----	-------



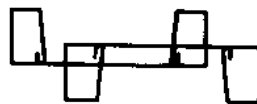
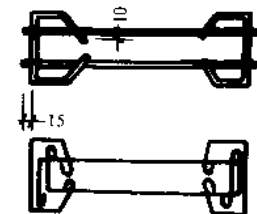
U字形柱外形构造尺寸



U字形截面柱的纵向构造钢筋



工字形柱的箍筋形式



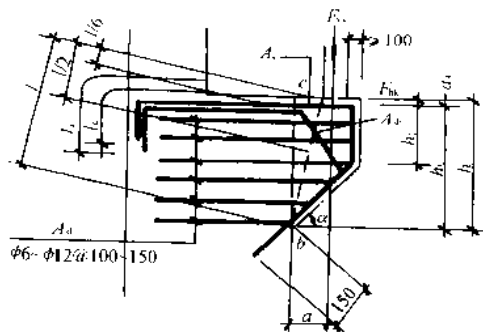
工字形柱的翼缘厚度不宜小于100mm,腹板厚度不宜小于100mm,其外形构造尺寸如图所示。

纵向受力钢筋由计算确定,宜对称配置,其直径不宜小于12mm,也不宜大于32mm。

柱的纵向构造钢筋,当截面高度 $h \geq 600\text{mm}$ 时,在柱的侧面应配置 $\phi 10 \sim \phi 16$ 的纵向构造钢筋,其间距不应大于500mm,如图所示。

工字形柱的箍筋形式如图所示。

图名	U字形柱的构造	图页	1—149
----	---------	----	-------



牛腿的尺寸和钢筋配置

1. 牛腿的截面应符合下列公式的抗裂要求:

$$F_{vs} \leq \beta \left(1 - 0.5 \frac{F_{hs}}{F_{vs}} \right) \frac{f_k b h_0}{0.5 + \frac{a}{h_0}}$$

式中 F_{vs} ——作用于牛腿顶部按荷载短期效应组合计算的竖向力值;

F_{hs} ——作用于牛腿顶部按荷载短期效应组合计算的水平拉力值;

β ——裂缝控制系数; 对承受重级工作制吊车的牛腿, 取 $\beta = 0.65$; 对承受中、轻级工作制吊车的牛腿, 取 $\beta = 0.70$; 其他牛腿, 取 $\beta = 0.80$ 。

a ——竖向力的作用点至下柱边缘的水平距离, 此时, 应考虑安装偏差 20mm; 竖向力作用点位于下柱截面以内时, 取 $a = 0$;

b ——牛腿宽度;

h_0 ——牛腿与下柱交接处的垂直截面有效高度。

2. 牛腿的外边缘 h_1 应不小于 $h/3$ 且不应小于 200mm。

3. 牛腿的受压面在竖向力标准值 F_{vs} 作用下, 其局部受压力不应超过 $0.75f_c$, 否则采取必要措施 (如加大受压面积, 提高混凝土强度等级或设置钢筋网等)。

4. 牛腿的纵向受力钢筋宜采用变形钢筋; 其钢筋面积按计算确定; 承受竖向力所需的纵向受拉钢筋的配筋率不应小于 0.2%, 也不宜大于 0.6%, 且不少于 4 根, 直径不应小于 12mm。承受水平拉力钢筋应焊在埋设件上, 且不应少于 2 根。

5. 牛腿的水平箍筋直径应取 6~12mm, 间距 100~150mm。

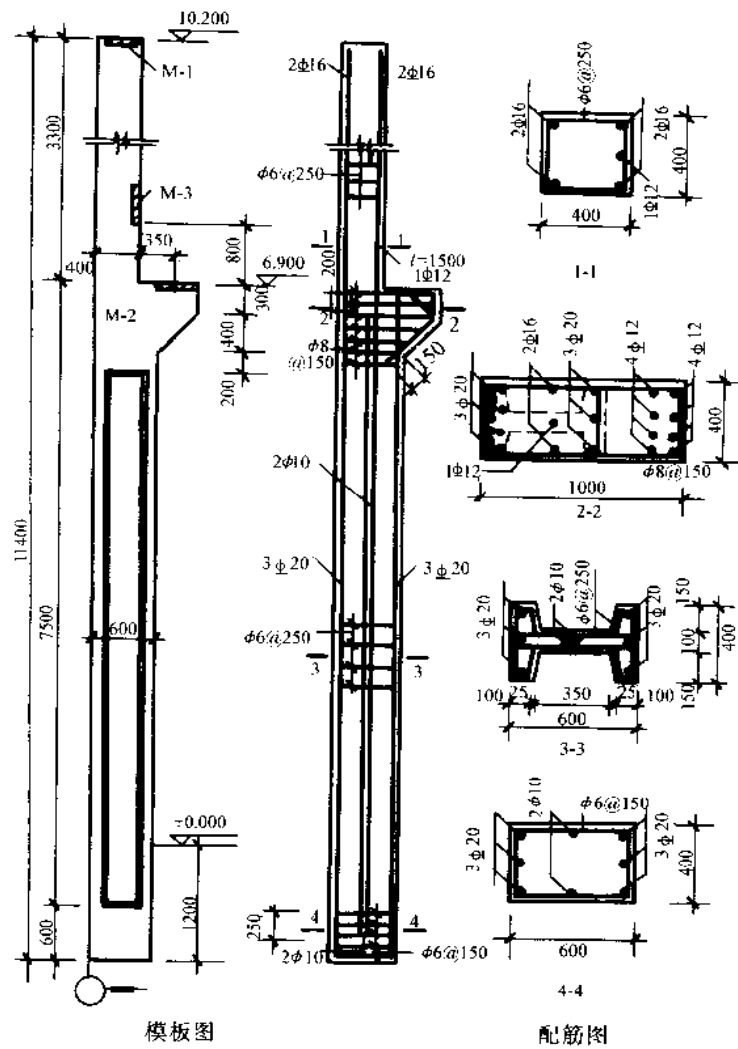
6. 当牛腿的剪跨比 $\frac{a}{h_0} \geq 0.3$ 时, 应设置弯起钢筋。弯起钢筋宜采用变形钢筋, 应配置在牛腿 b 、 c 连接线上部 $1/6 \sim 1/2$ 之间的范围内, 其面积不应少于纵向受拉钢筋面积的 $2/3$, 且不少于 $0.0015bh_0$ 。其数量不少于 3 根, 直径不小于 12mm。

图名

牛腿的尺寸和钢筋配置

图页

1—150



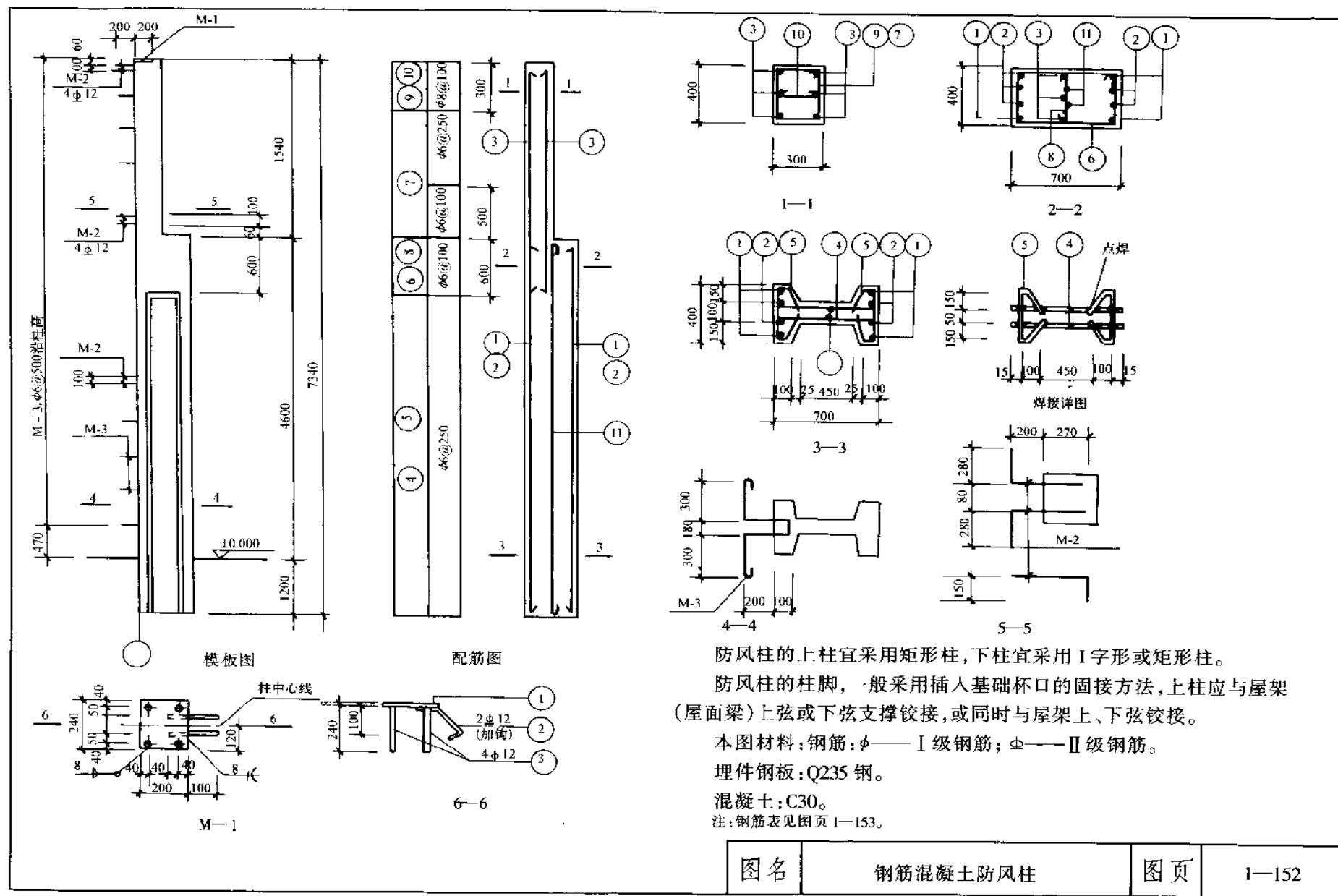
材料:混凝土强度等级 C25,
 ϕ —I级钢筋, Φ —II级钢筋。
 注:锚拉钢筋 $\phi 6@620\text{mm}$;
 预埋件详图,略。

图名

钢筋混凝土工字形柱

图页

1-151

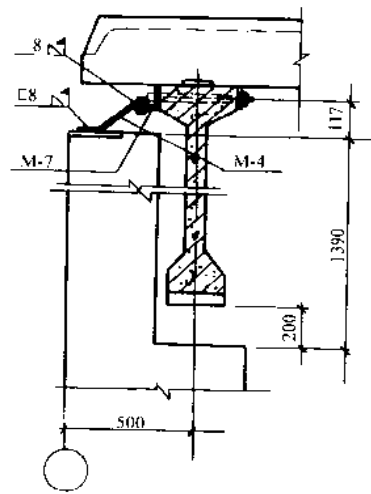
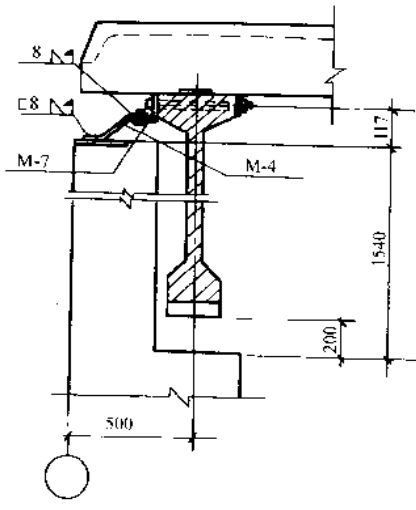


防风柱的上柱宜采用矩形柱,下柱宜采用 I 字形或矩形柱。
 防风柱的柱脚,一般采用插入基础杯口的固接方法,上柱应与屋架(屋面梁)上弦或下弦支撑铰接,或同时与屋架上、下弦铰接。
 本图材料:钢筋:φ——I 级钢筋;Φ——II 级钢筋。
 埋件钢板:Q235 钢。
 混凝土:C30。
 注:钢筋表见图页 1—153。

图名	钢筋混凝土防风柱	图页	1—152
----	----------	----	-------

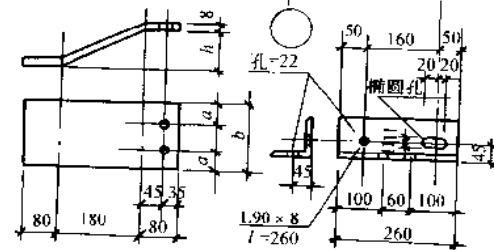
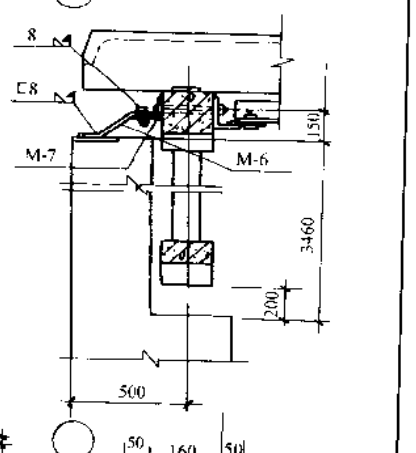
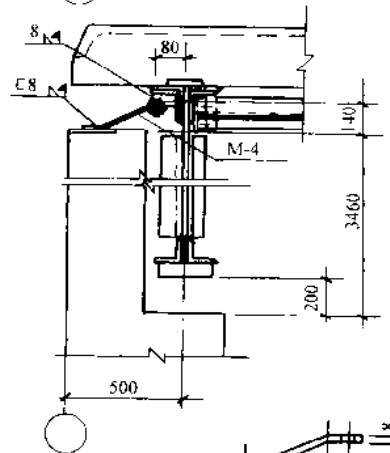
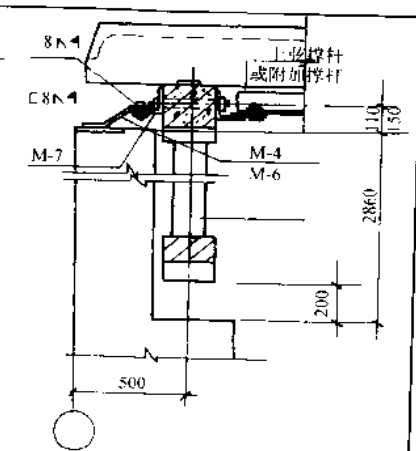
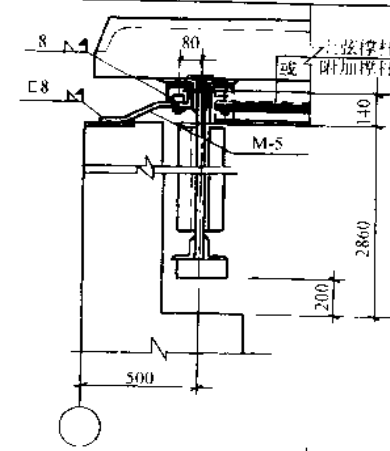
钢筋表

钢筋号	简图	直径 (mm)	长度 (mm)	数量	共长 (m)	一个构件用钢量		
						直径 (mm)	总长 (m)	公称质量 (kg)
1		Φ16	5750	4	23.00	φ6	92.67	20.57
2		Φ16	5750	4	23.00	φ8	7.08	2.80
3		Φ16	2090	6	12.54	φ10	11.76	7.26
4		φ6	680	44	29.92	Φ16	58.54	92.38
5		φ6	750	44	33.00			
6		φ6	2200	7	15.40			
7		φ6	1400	8	11.20			
8		φ6	450	7	3.15			
9		φ8	1400	4	5.60			
10		φ8	370	4	1.48			
11		φ10	5880	2	11.76			



弹簧板尺寸表

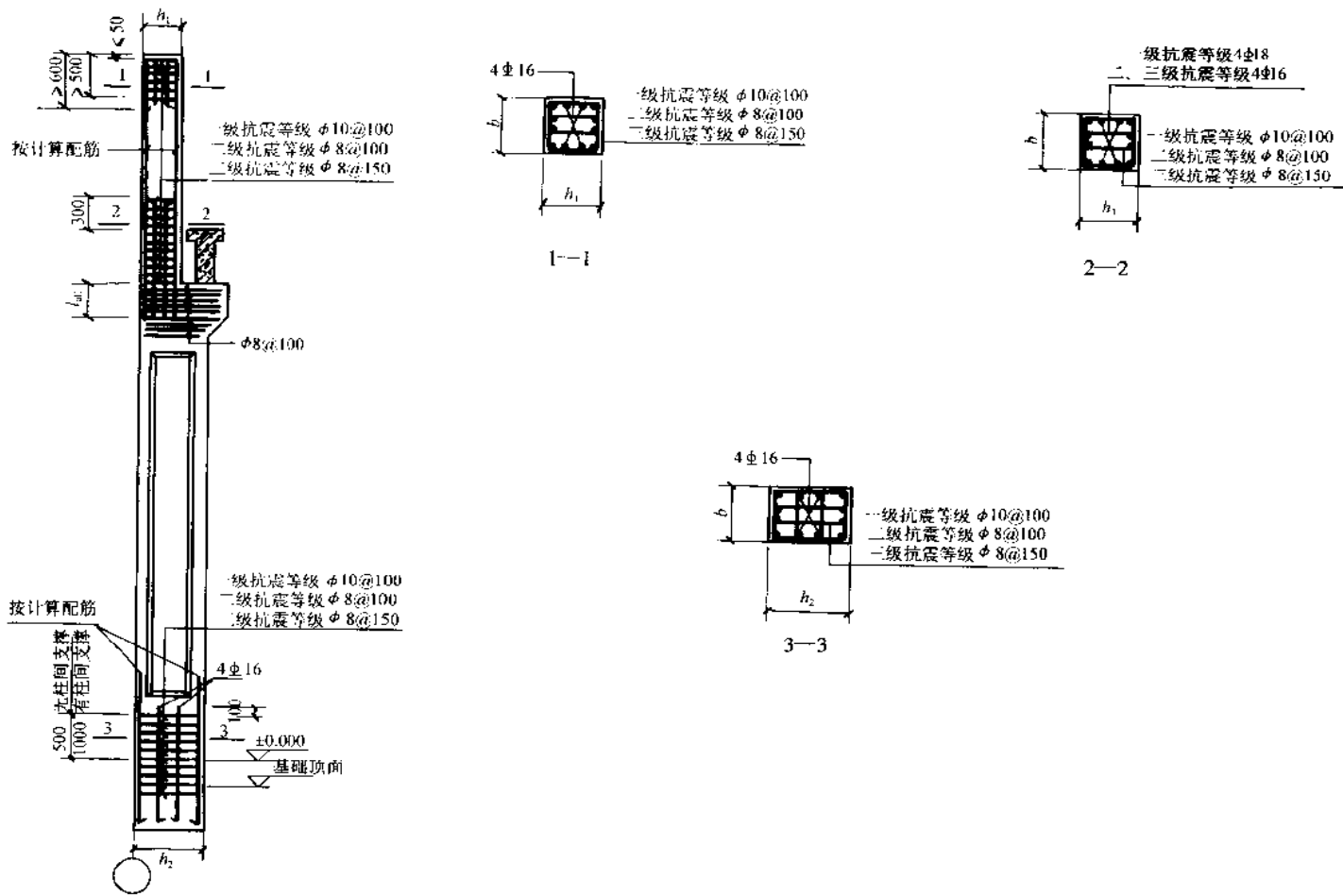
编号	尺寸		
	a	b	h
M-4	50	160	80
M-5	40	210	80
M-6	50	160	110



M-4, M-5, M-6

M-7

图名	防风柱与屋面梁(屋架)连接	图页	1-153
----	---------------	----	-------



钢筋混凝土抗震柱附加构造配筋

图名	钢筋混凝土抗震柱附加构造配筋	图页	1-154
----	----------------	----	-------

结构设计总说明

一、设计概况

1. 本工程系根据规划局批准之方案进行设计的。
2. 本工程为北京市×××厂的钣金车间。
3. 本工程的±0.000标高相当绝对标高39.80m。
4. 工程的结构方案为钢筋混凝土排架结构，跨度18m，柱距6m。抗震设防烈度为8度。根据××勘察设计院提供的“93技17工程地质勘察报告”，基础持力层为粉土，地基承载力取110kN/m²。车间内设10t吊车1台，型号由甲方选用。车间工艺设计和设备均由甲方自行设计或选用。

二、结构设计

1. 柱基为钢筋混凝土杯形基础，基底标高-1.8m，基础高 H 为1.2m。基础梁为普通标准基础梁，可预制。④轴、⑧轴的⑨~⑩柱间基础梁采用现浇，以便预埋门框柱的插筋。

2. 上部结构：钢筋混凝土柱为预制构件，牛腿标高4.01m；屋面结构体系采用预应力钢筋混凝土I字形薄腹梁、大型屋面板及其支撑体系。屋面梁、屋面板、吊车梁及支撑的制作、安装见标准图；围护墙采用370mm厚砖墙，设三道圈梁，并兼窗过梁。

三、材料

混凝土：C20用于门框及其他；C30用于钢筋混凝土柱。

钢材： ϕ ——I级钢 Q235 (A3)；

Φ ——II级钢 20MnSi 或 20MnNb (b)；

焊条——I级钢采用 E43 (T40)；II级钢采用 E50 (T506 或 T507)。

屋面梁、屋面板、吊车梁等工厂制作的材料见有关标准图。

四、其他

未及事项均应遵照现行的设计与施工验收规范。

构件表

名称	构件号	数量	图集号	备注	
屋面梁	YWL-18-3Aa	9			
屋面支撑体系	SC-1	4	G414 (五) G414 (五) 抗补	屋面梁中取消 M-5、M-9, 两端改为 M-8, M-8 见现浇门框模板及配筋图	
	SC-2	4			
	SC-3	4			
	SC-4	2			
	SC-5	4			
	SC-6	4			
	SC-1A	2			
	SC-2A	2			
	SC-3A	2			
	SC-4A	1			
	SC-5A	2			
	SC-6A	2			
	垂直支撑	CC-1			4
	CC-1A	2			
水平系杆	LG-1	15			
屋面板	YWB-3II	72	G410 (一)		
	YWB-3IIS	24	G410 (一) 抗补		
吊车梁	YMDL6-2Z	12	CG426 (二)		
	YMDL6-2B	4			
钢筋混凝土柱	Z ₁	10		翻身点及起吊点 参见 CG335 (二)	
	Z _{1甲}	4			
	Z ₂	4			
	Z _{1乙}	2			
	Z _{2甲}	2			
柱间支撑	ZC-1	2		参见 CG336 (二) 10页	
	ZC-2	2			
	ZC-3	4			
10t 吊车轨道连接型号	DGI-14		G-325		
车挡型号	CD-2	4			
门过梁	ML7A-361A	2			
门框	MT7-39A	4			

注：1. 本工程实例中删去基础和屋顶部分的结构图。

2. 本说明中删去了砌体等有关内容。

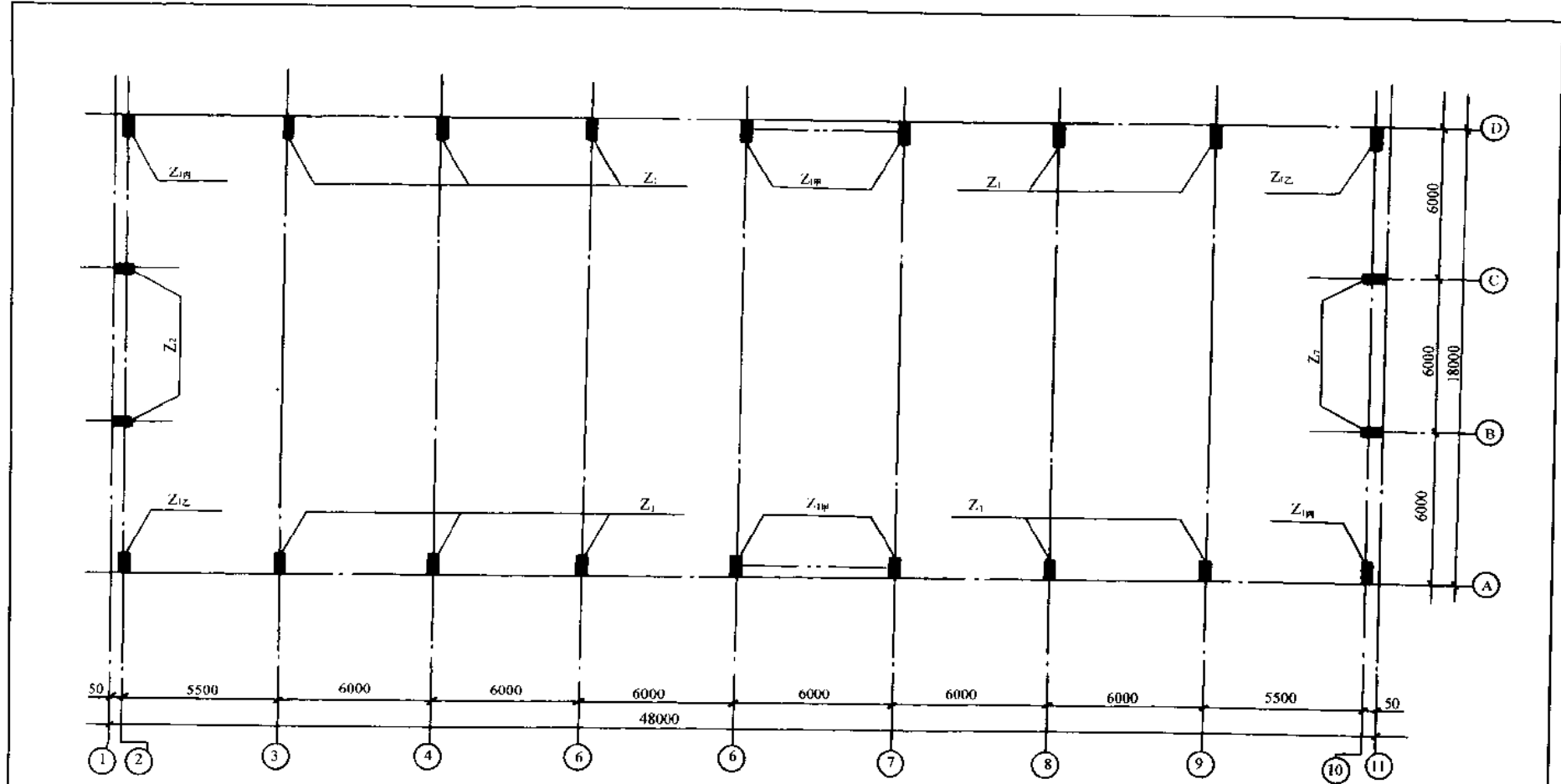
3. 构件表中删去了基础梁。

图名

某工程结构设计总说明、构件表

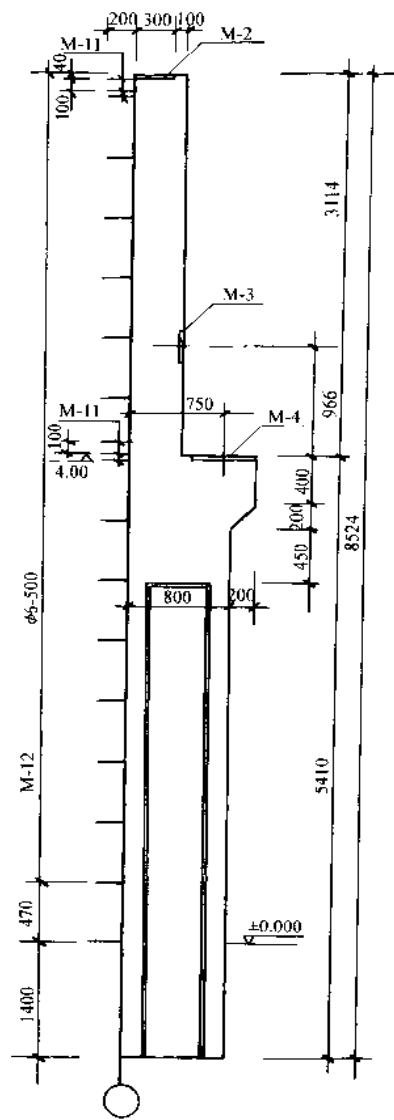
图页

1—155

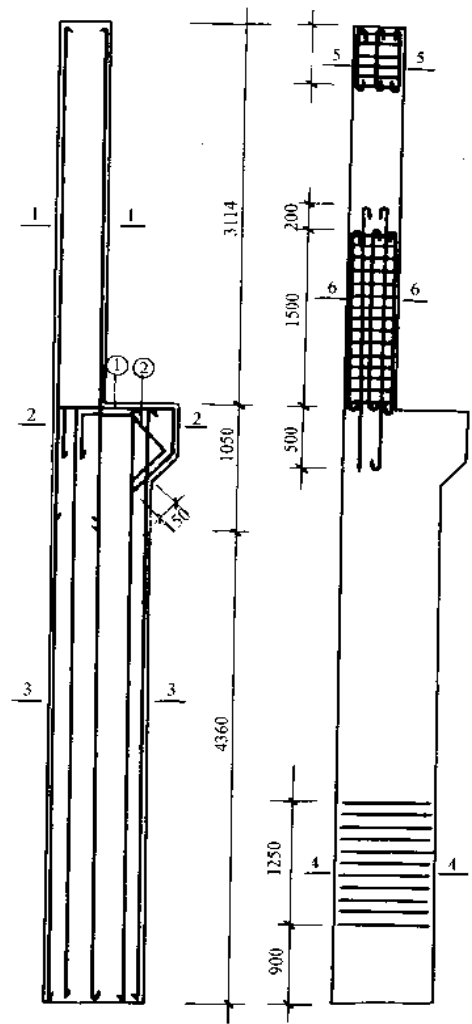


柱网平面图

图名	某工程柱网平面图	图页	1—156
----	----------	----	-------

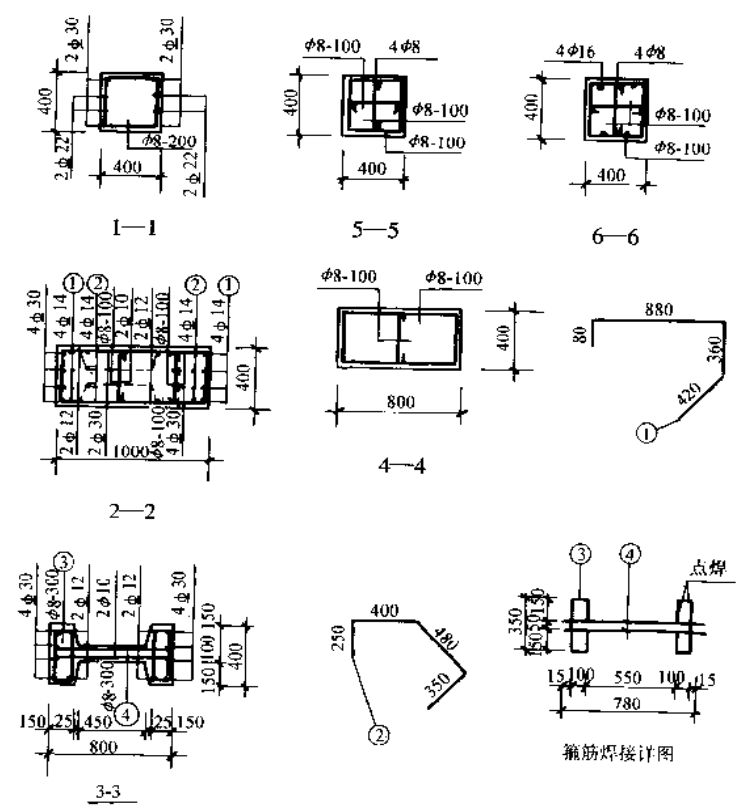


Z₄ 模板图



Z₄ 配筋图

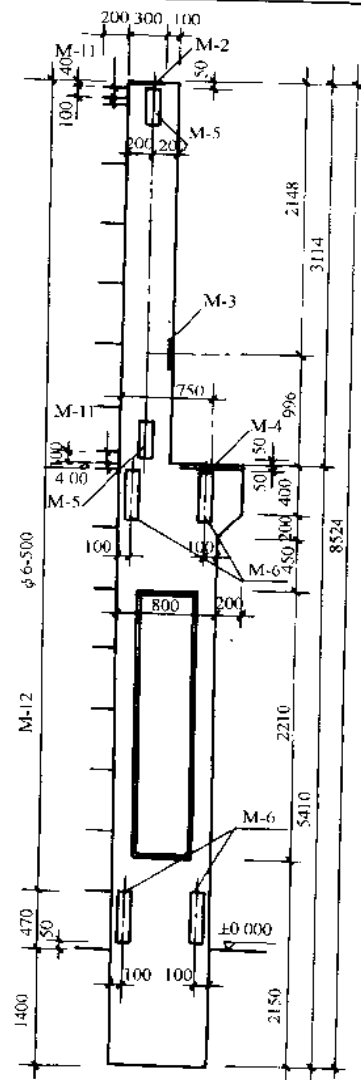
Z、Z₄ 甲附加钢筋图



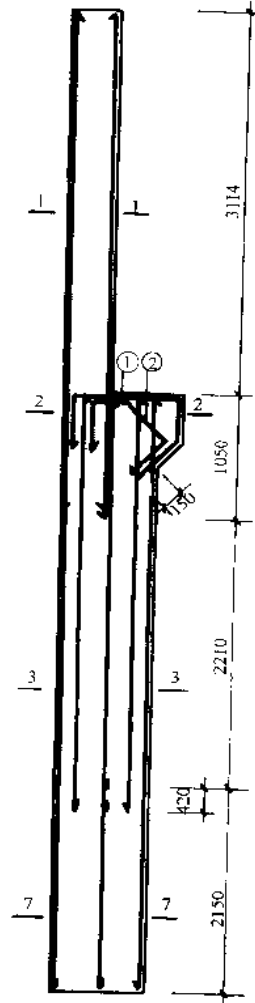
钢筋焊接详图

注:埋件详见柱 Z₁ 甲模板、配筋图

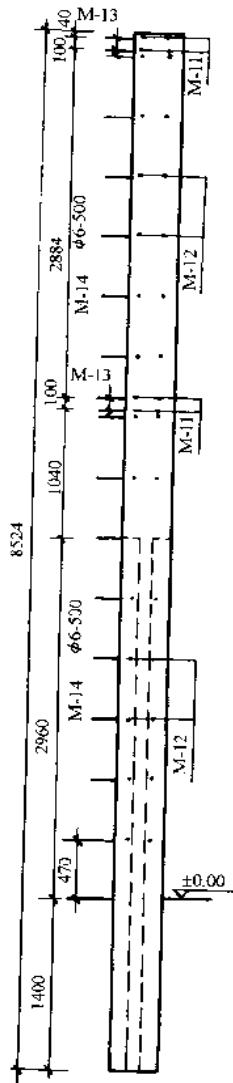
图名	某工程柱 Z ₄ 模板、配筋图	图页	1—157
----	----------------------------	----	-------



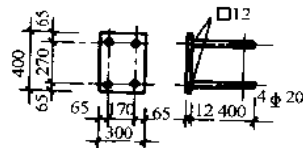
Z1甲模板图



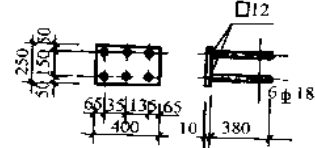
Z1甲配筋图



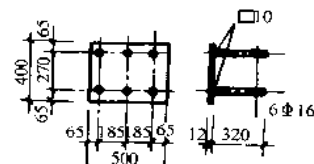
Z1乙插筋位置图



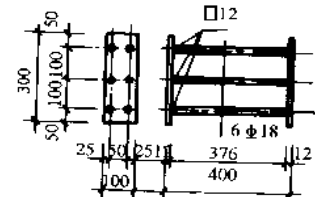
M-2



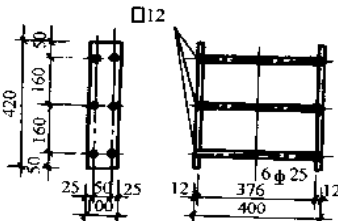
M-3



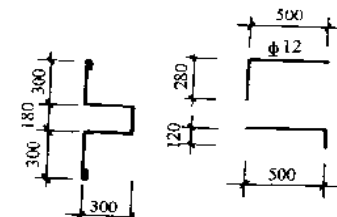
M-4



M-5



M-6

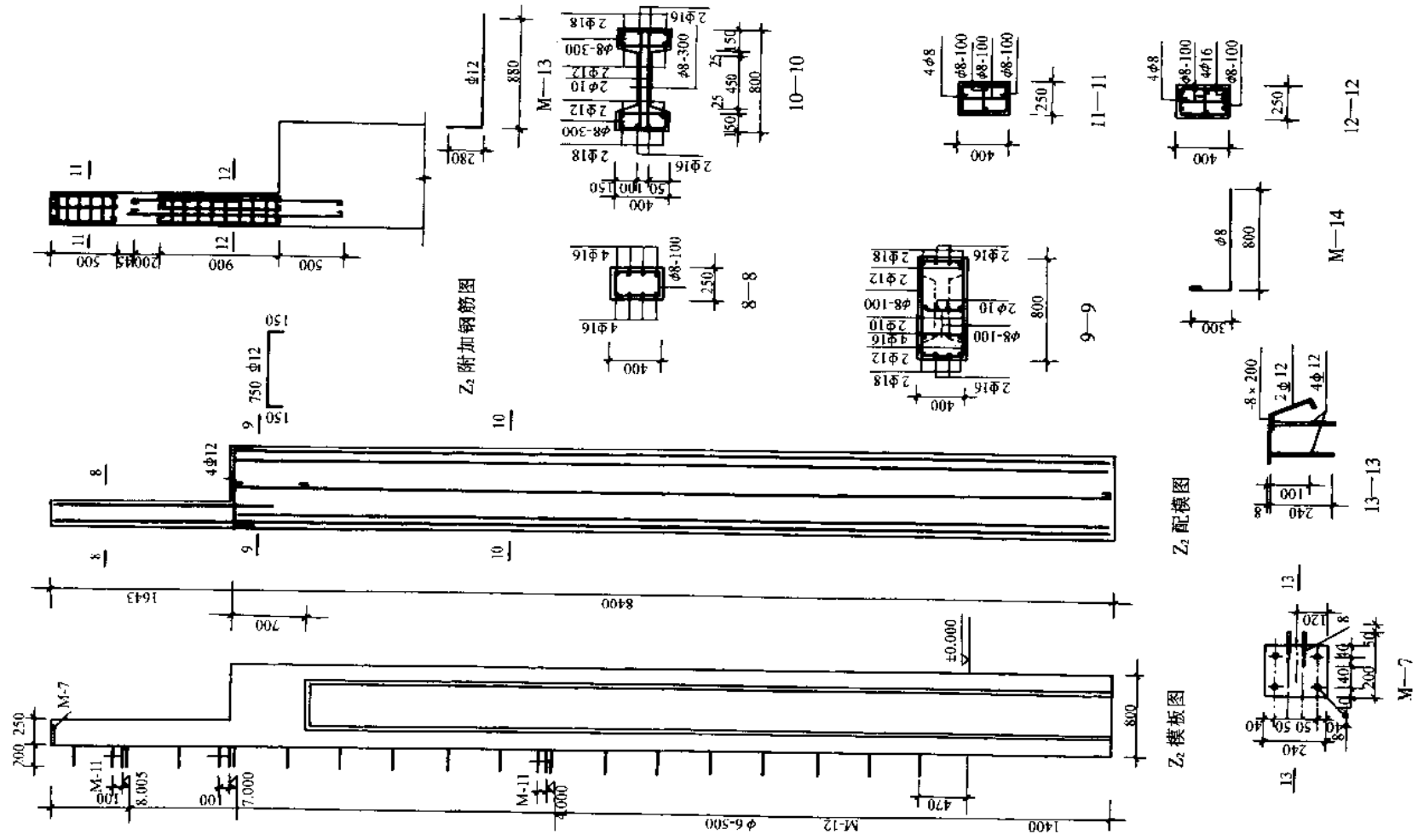


M-11

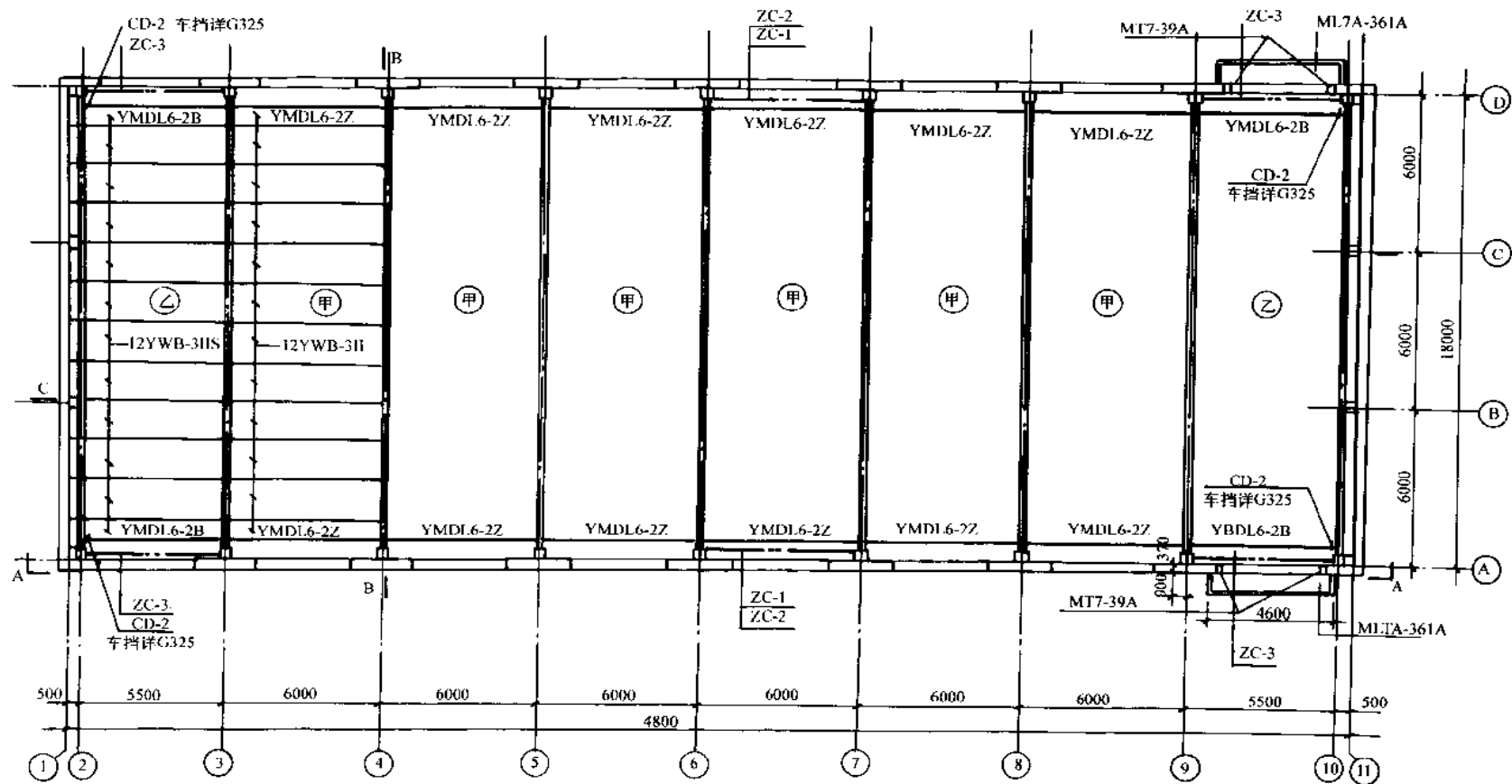
注: 1. Z1乙、Z1丙模板、配筋图同 Z1。

2. M-13、M-14 在 Z1丙中埋在柱右侧, M-13、M-14 埋件见柱 Z2 模板、配筋图。

图名	某工程柱 Z1甲模板、配筋图	图页	t-158
----	----------------	----	-------



图名	某工程柱 Z ₂ 模板、配筋图	图页	1—159
----	----------------------------	----	-------



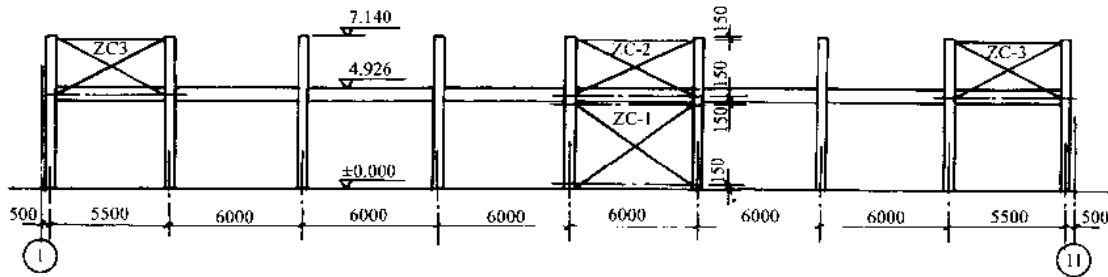
屋面板、吊车梁、柱间支撑布置图

注:1. 构件索引见说明。

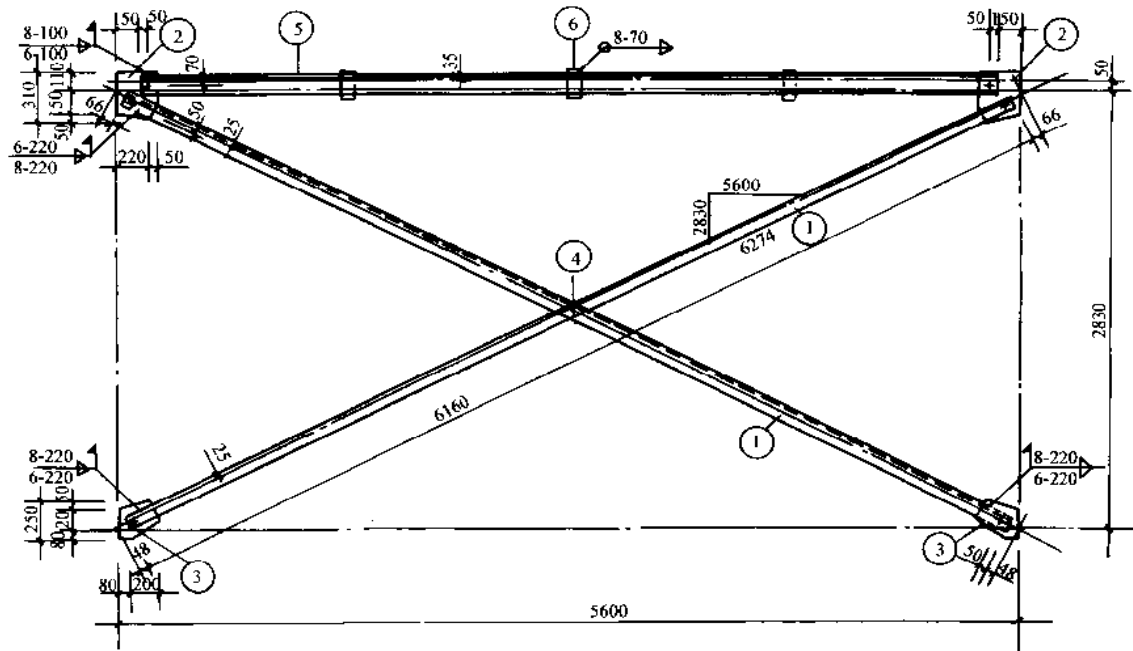
2. A-A剖面见柱间支撑 A-A剖面、支撑 ZC-2 大样图;

C-C剖面 and 门框架 (ML7A-361A)、柱 (MT7-39A) 见现浇模板及配筋图、墙与屋面梁、柱连接。

图名	某工程屋面板、吊车梁、柱间支撑布置图	图页	1-160
----	--------------------	----	-------



A—A



ZC-2

构件材料表

支撑编号	零件号	断面 (mm)	长度 (mm)	数量
ZC-1	1	$\angle 90 \times 56 \times 6$	6580	2
	2	$\angle 90 \times 56 \times 6$	3196.5	4
	3	335×8	380	4
	4	335×8	410	4
	5	190×8	767	2
	6	$\angle 63 \times 6$	580	24
ZC-2	1	$\angle 90 \times 6$	6160	2
	2	-270×8	310	2
	3	-250×8	280	2
	4	-60×8	60	1
	5	$\angle 125 \times 8$	5300	2
	6	-70×8	145	3
ZC-3	1	$\angle 90 \times 6$	5717	2
	2	-275×8	330	2
	3	-260×8	285	2
	4	-60×8	60	1
	5	$\angle 125 \times 8$	4800	2
	6	-70×8	145	2

注:1. 角钢的螺栓孔为 $\phi 18$, 节点板的螺栓孔为 $\phi 25$ 。

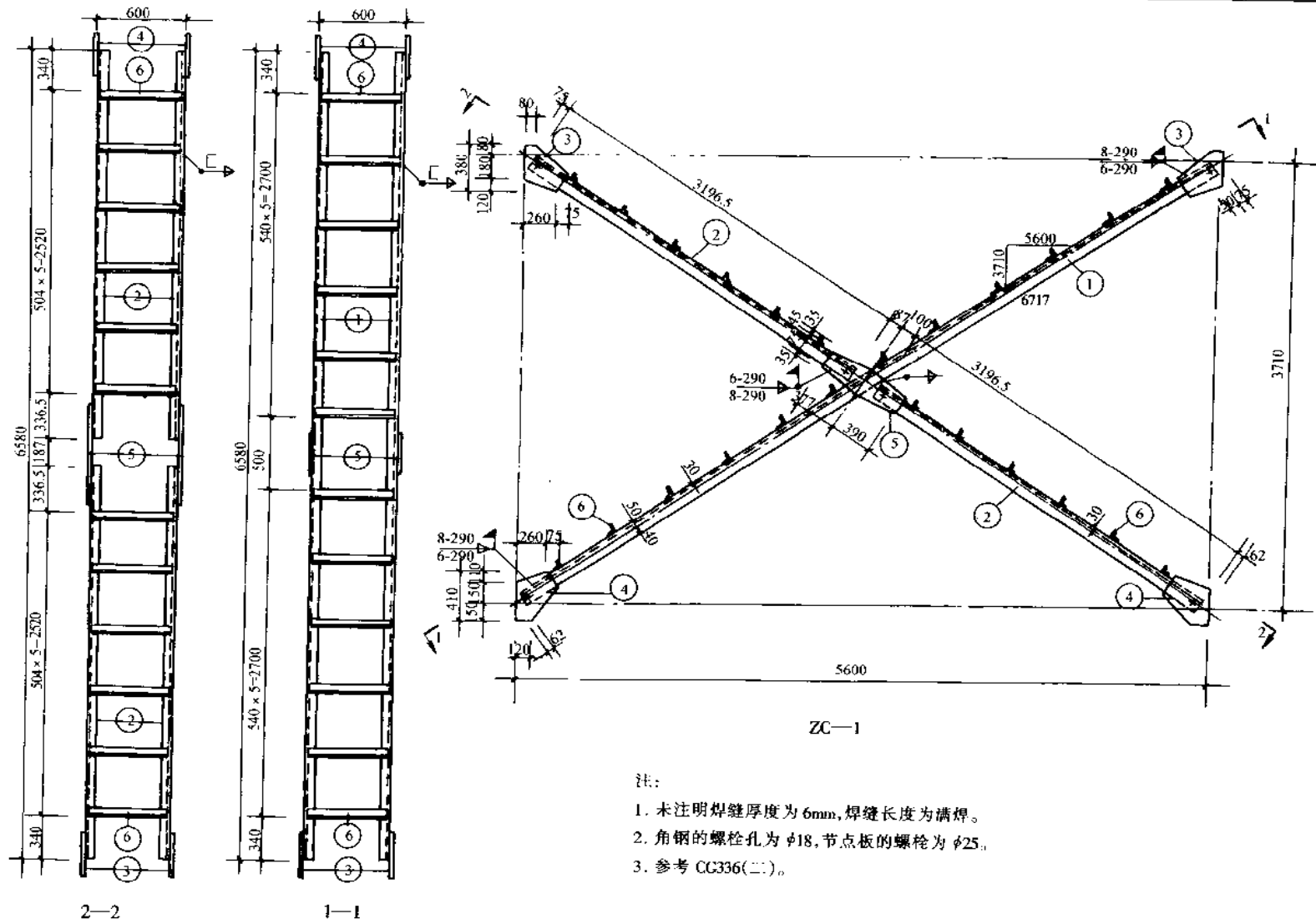
2. 参考 CG336(二)。

图名

某工程柱间支撑 A-A 剖面、
支撑 ZC-2 大样图

图页

1-161



注:

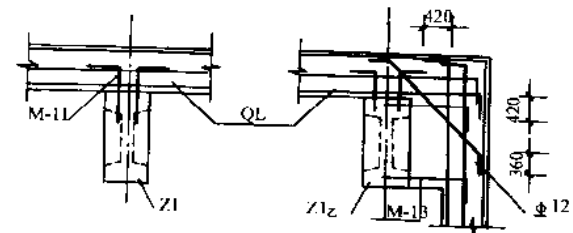
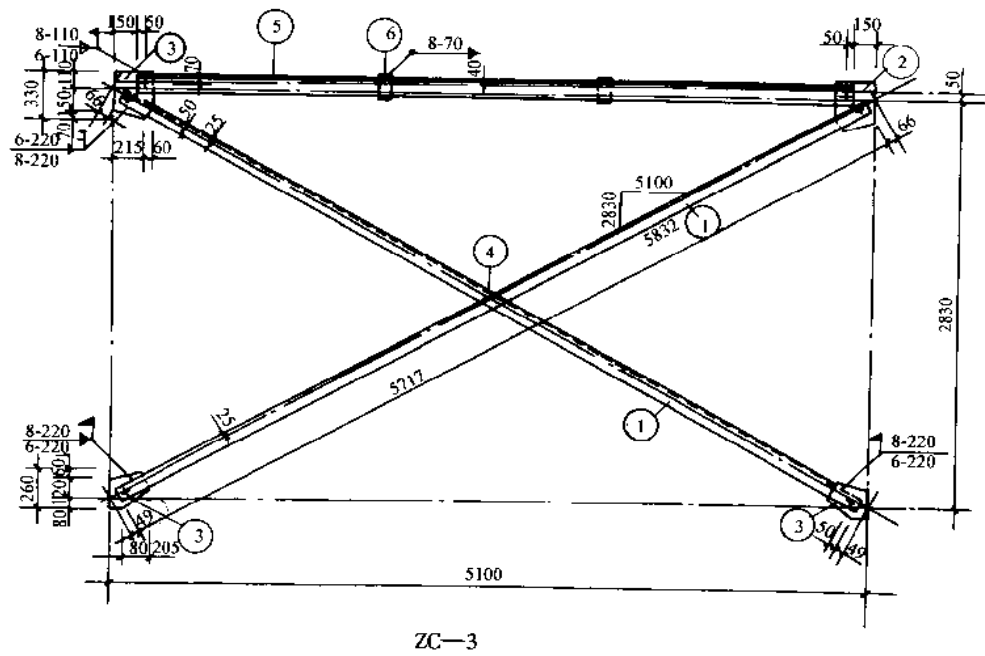
1. 未注明焊缝厚度为6mm, 焊缝长度为满焊。
2. 角钢的螺栓孔为 $\phi 18$, 节点板的螺栓为 $\phi 25$ 。
3. 参考CG336(二)。

图名

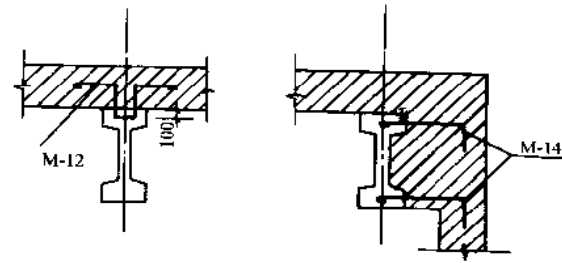
某工程柱间支撑 ZC-1 大样图

图页

1-162

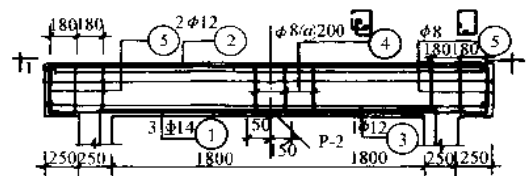


柱与圈梁连接

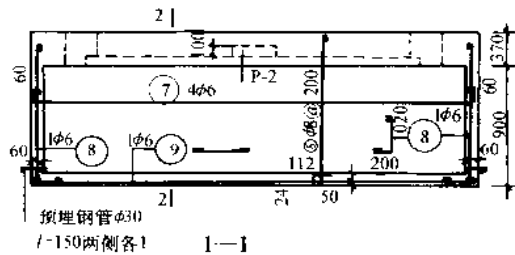


柱与墙连接

图名	某工程柱间支撑 ZC-3、 柱与圈梁及墙连接	图页	1-163
----	---------------------------	----	-------

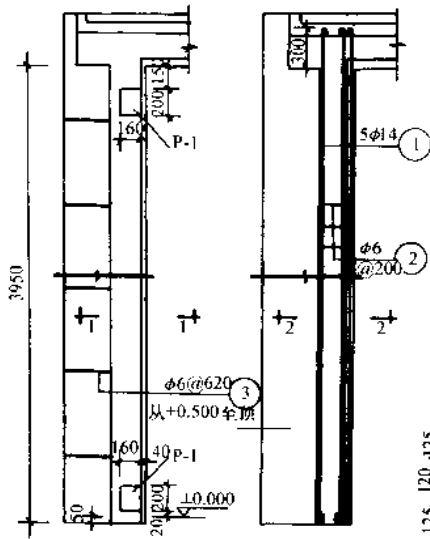


MLTA-361A



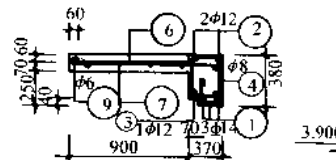
预埋钢管φ30
l=150两侧各1

1-1

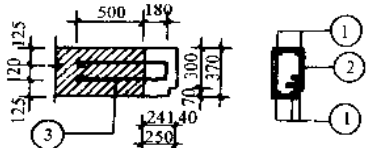
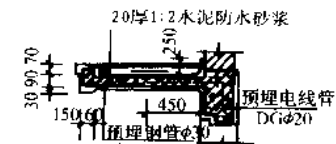


模板图 配筋图

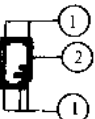
MT7-39A



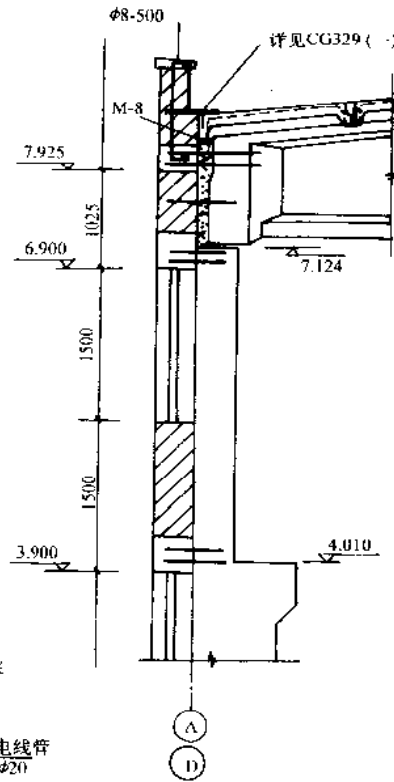
2-2



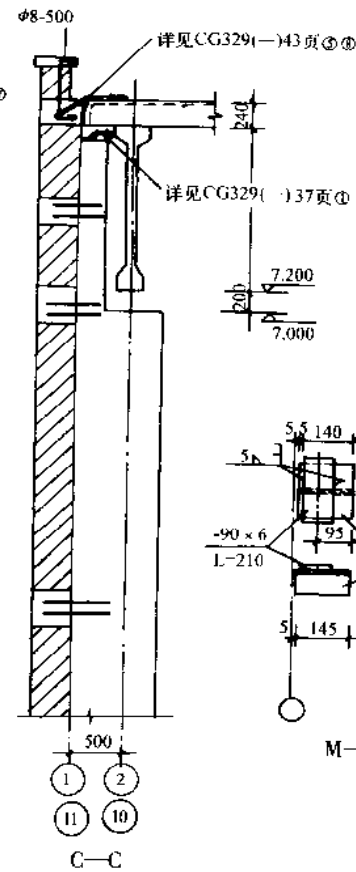
1-1



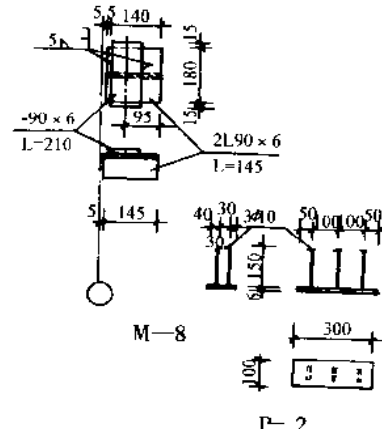
2-2



B-B



C-C



注:

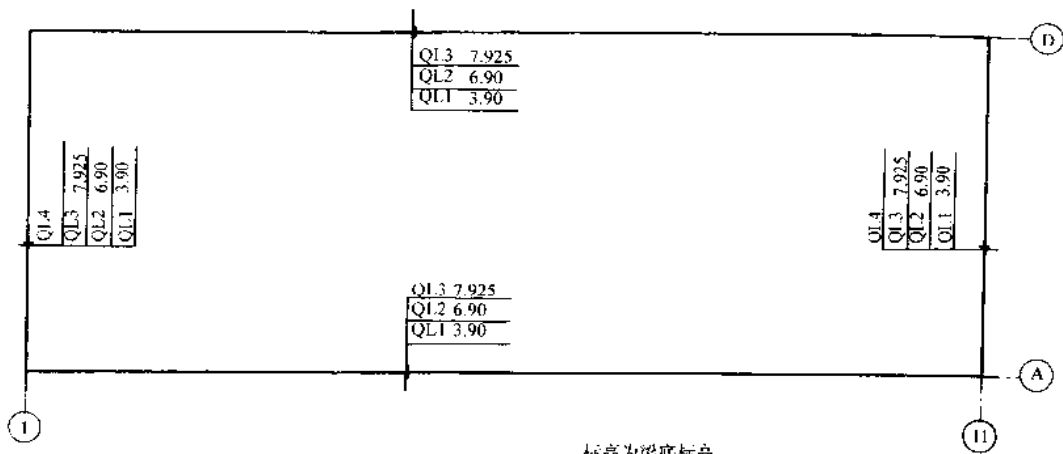
1. 混凝土 C20.
2. 主筋保护层厚度: 柱梁 25mm; 板 10mm.
3. 门框表面 20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面.

图名

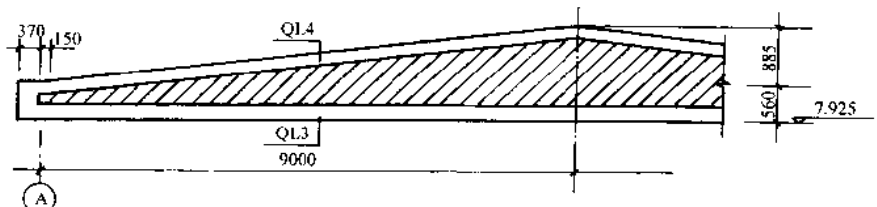
某工程现浇门框模板及配筋图、
墙与屋面梁、柱连接

图页

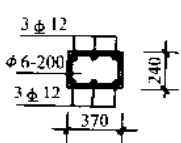
1-164



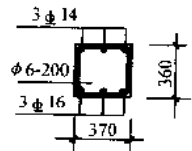
圈梁平面布置图
标高为梁底标高



QL4



QL3、QL14

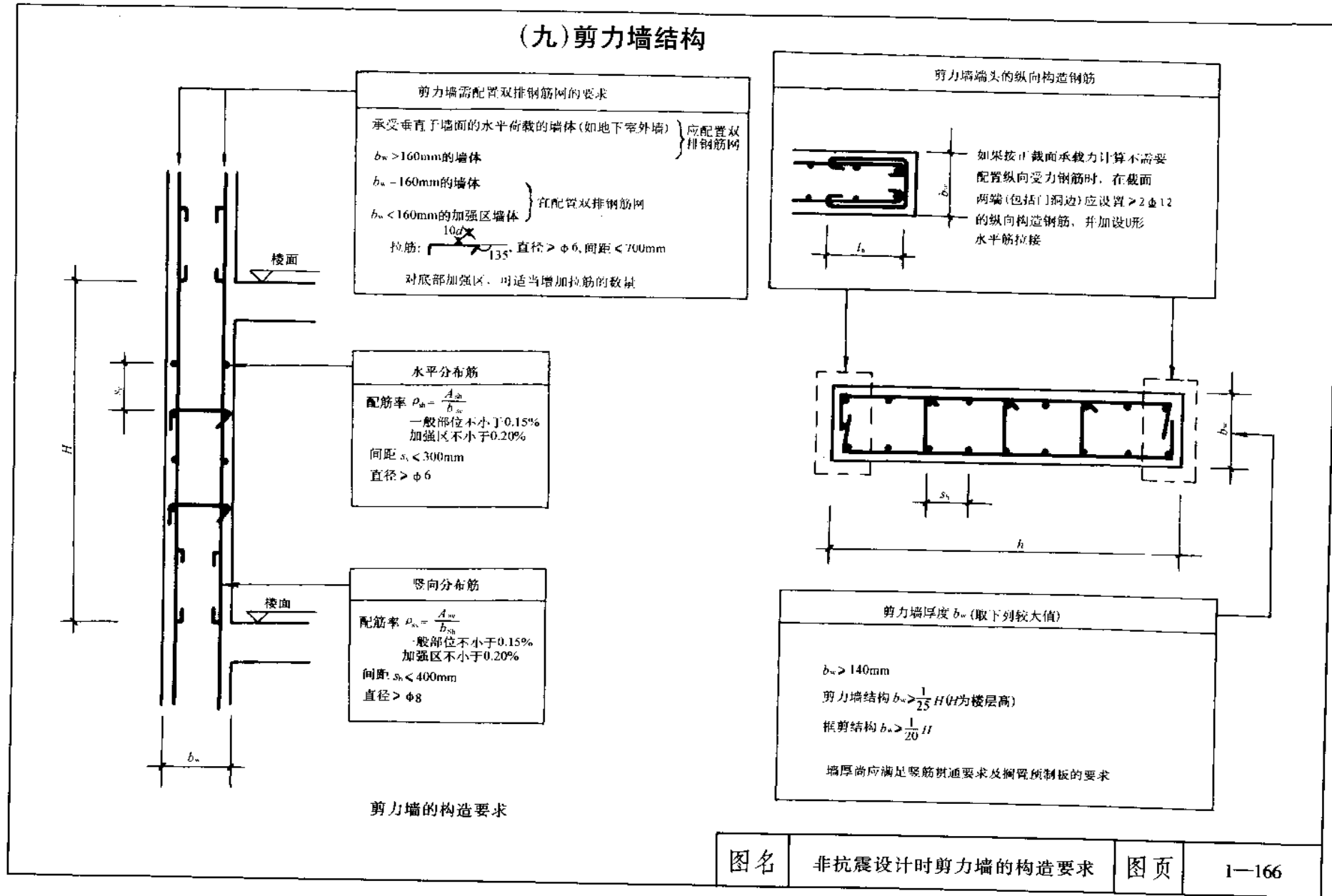


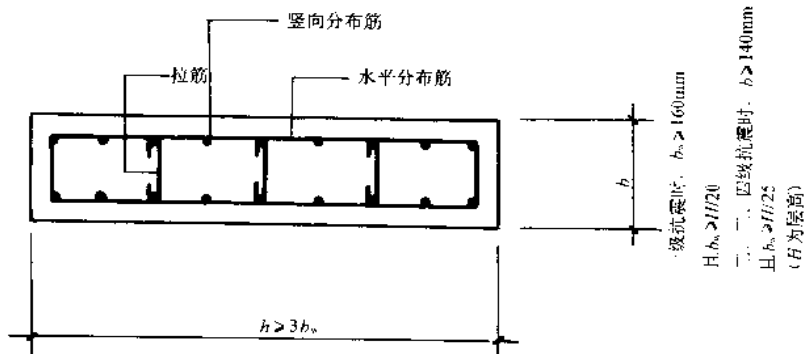
QL1、QL2

注：
1. 混凝土为 C20。
2. φ 为 I 级钢筋，Φ 为 II 级钢筋。

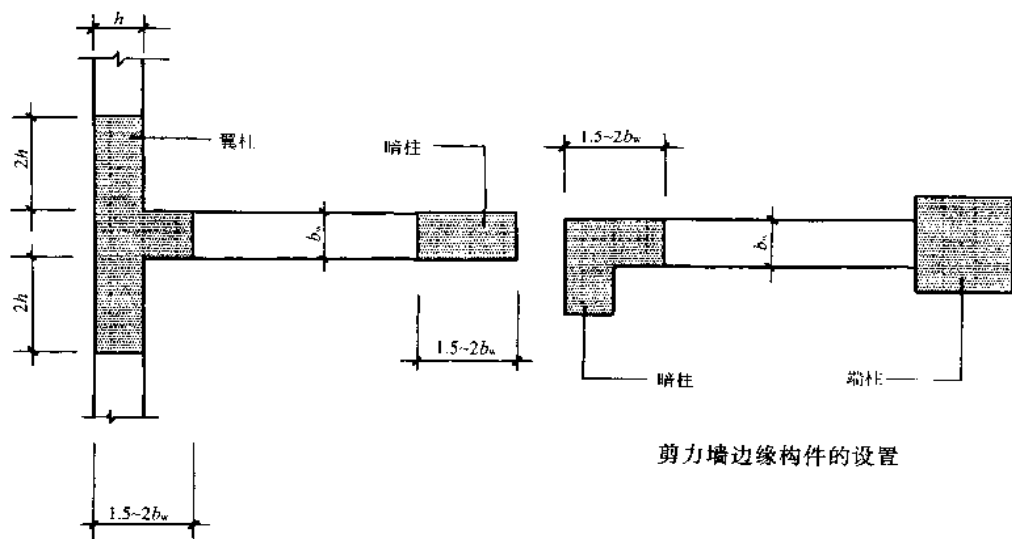
图名	某工程圈梁平面布置、圈梁断面图	图页	1—165
----	-----------------	----	-------

(九) 剪力墙结构





抗震设计时剪力墙的截面要求



剪力墙边缘构件的设置

抗震设计时,剪力墙的厚度如图所示。小墙肢的截面高度不宜小于三倍墙厚。

一级抗震剪力墙的所有部位和二级抗震剪力墙的加强部位应采用双排钢筋;二级抗震剪力墙的一般部位和三、四级抗震剪力墙的加强部位宜用双排钢筋。双排钢筋之间采用拉筋连接,拉筋直径 $\geq \phi 6$,间距 $\leq 700\text{mm}$,拉结筋应与外皮水平钢筋勾牢。底部加强部位的拉筋宜加强。

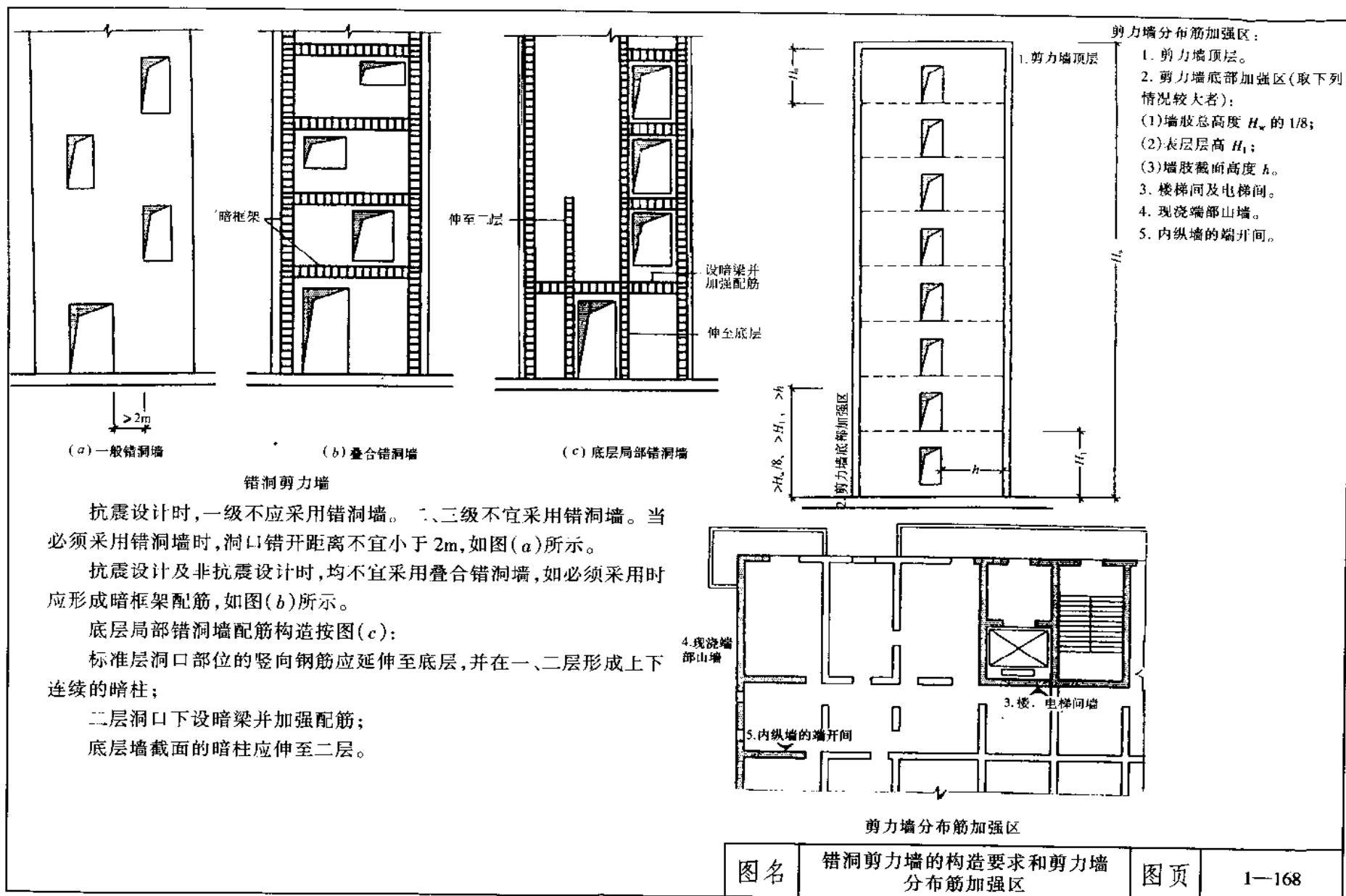
按一、二级抗震等级设计的剪力墙宜设边缘构件,边缘构件可以是翼柱、端柱或暗柱。暗柱的截面面积宜取墙端 $1.5 \sim 2b_w$ 范围内的截面面积;对带翼缘的剪力墙,其翼柱截面面积宜取暗柱及其两侧翼缘各不超过2倍翼缘厚度范围内的截面面积,如图所示。

图名

抗震设计时剪力墙的截面要求及边缘构件的设置

图页

1—167



剪力墙水平及竖向分布钢筋的配筋构造

	最小配筋率 (%)		最大间距 (mm)	最小直径 (mm)	双排筋的采用
	一般部位	加强区			
非抗震设计	0.15	0.20	横向 300 竖向 400	φ6 φ8	承受垂直于墙面的水平荷载的墙体 (如地下室外墙), 墙厚 > 160mm 的墙体应采用。墙厚 = 160mm 的墙体及墙厚 < 160mm 的加强区墙体宜采用
抗震设计	一级	0.25	300	φ8	所有部位均应采用
	二级	0.20	300	φ8	加强区应采用, 一般部位宜采用
	三、四级	0.15	300	φ8	同非抗震设计

注: 对三级抗震等级 IV 类场地土上较高的高层建筑其一般部位的最小配筋率应按二级抗震等级的数值采用。

剪力墙端部的暗柱、端柱及翼柱的纵向钢筋及箍筋

	底部加强区		其他部位	
	竖向钢筋的最小量 (取较大值)	箍筋 (拉筋)	竖向钢筋的最小量 (取较大值)	箍筋 (拉筋)
非抗震设计	2φ12	φ6@150	2φ12	φ6@200
抗震设计	一级	0.015A _c	φ8@100	0.012A _c φ8@150
	二级	0.012A _c	φ8@150	0.010A _c 4φ12 φ8@200
	三级	0.005A _c 2φ14	φ6@150	0.005A _c 2φ14 φ6@200
	四级	2φ12	φ6@150	2φ12 φ6@200

注: 1. 纵向钢筋搭接范围内, 箍筋间距 ≤ 5d 且 ≤ 100mm。
2. A_c 为暗柱、端柱面积。

剪力墙的水平及竖向分布钢筋, 除根据计算确定外, 尚应满足表中最小配筋率、最大间距和最小直径的要求。

加强部位: 剪力墙顶层; 楼、电梯间墙; 剪力墙底部加强区; 现浇端部山墙; 内纵墙的端开间。

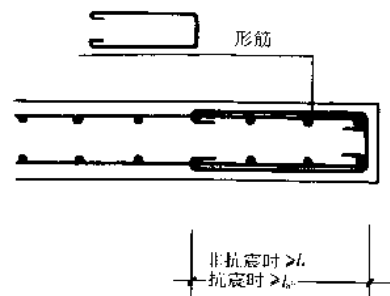
剪力墙端部的暗柱、端柱及翼柱的配筋构造要求如表所示。

图名

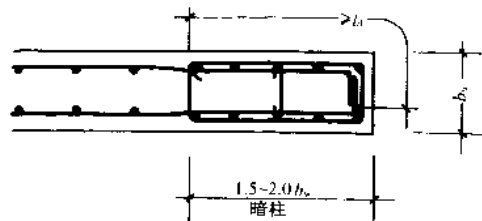
剪力墙的配筋构造

图页

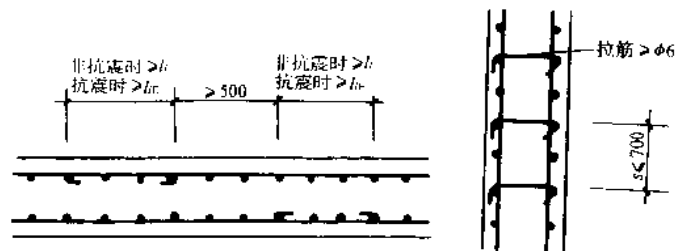
1—169



水平筋在墙端未形成暗柱时的锚固

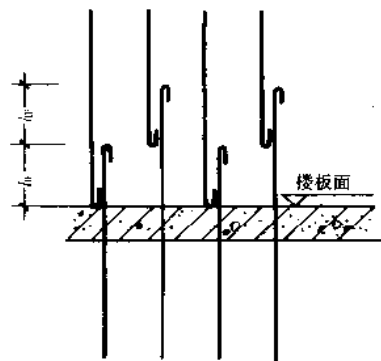


水平筋在暗柱中的锚固

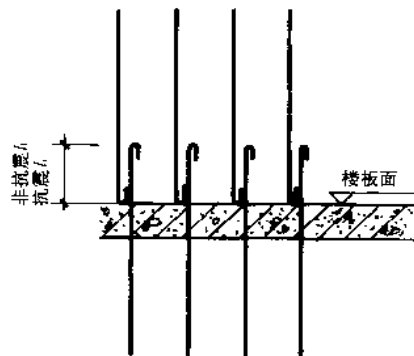


水平分布筋的搭接

剪力墙拉筋的设置



(a) 一级抗震的所有墙及二级抗震的剪力墙加强区, 竖向筋应隔一根错搭



(b) 二、四级抗震及非抗震时 竖向筋可在同一部位搭接

剪力墙竖向分布筋的搭接

剪力墙钢筋的位置, 为方便施工, 一般是竖筋在内侧, 水平筋在外侧。

剪力墙的水平分布钢筋在端部的锚固, 当剪力墙端部未形成暗柱时, 端部需配置 U 形钢筋与水平分布钢筋搭接, 搭接长度非抗震时为 l_a , 抗震时为 l_{aE} , 如图所示, 当剪力墙端部形成暗柱或端柱时, 水平分布筋应锚入暗柱内, 锚固长度 $\geq l_{aE}$, 如图所示。

剪力墙水平分布筋的搭接, 其搭接长度, 非抗震时为 l_l , 抗震时为 l_{lE} , 墙体两侧的水平分布钢筋应错开搭接, 错位净距 $\geq 500\text{mm}$, 如图所示。

剪力墙两侧的水平分布钢筋用拉筋钩牢。

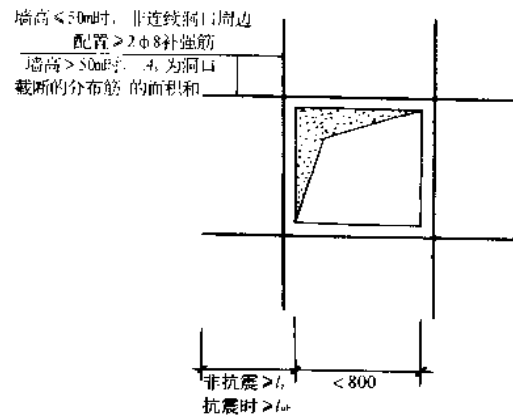
剪力墙竖向分布钢筋的搭接, 一级抗震所有部位和二级抗震加强部位, 墙内竖向分布钢筋的接头位置应错开, 每次搭接的钢筋数量不超过 50%。三、四级抗震和非抗震设计时, 墙内竖向分布钢筋可在同一部位搭接, 如图所示。

图名

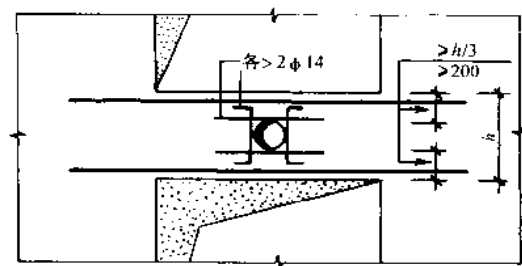
剪力墙墙内钢筋的锚固和搭接

图页

1—170



剪力墙开洞加固



连梁开小洞加固

剪力墙上当有非连续小洞口, 且各边长度小于 800mm 时, 应在洞口周边配置两根直径不小于 $\phi 8$ 的补强钢筋; 高度超过 50m 剪力墙开有小洞口时, 应将在洞口处被截断的分布筋集中配置在洞口四边, 此补强筋的锚固长度非抗震时为 l_a , 抗震时为 l_{aE} , 如图所示。

剪力墙连梁上不宜开洞, 应尽量避免管道穿梁, 如必须穿梁时, 则尽量用小直径圆洞, 开洞应预埋套管, 周边配置加固钢筋, 洞口的位置一般在跨中, 洞口上下的有效高度不小于梁高的 $1/3$, 且不小于 200mm , 洞口处宜配置补强钢筋 $> 2\phi 14$ 。如图所示, 被洞口削弱的截面应进行抗震承载力计算。

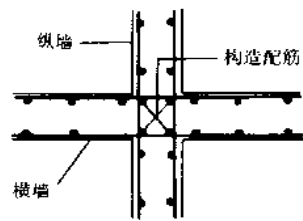
当必须在连梁上开较大洞口时, 应进行截面验算。

图名

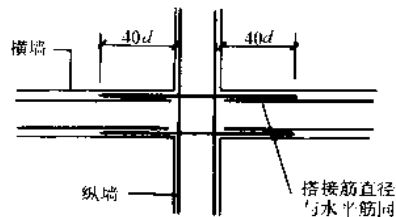
剪力墙小洞口的加固

图页

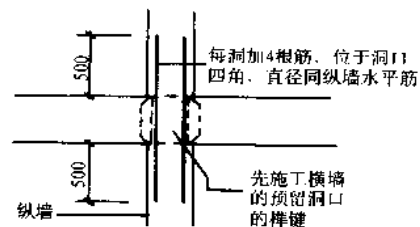
1—172



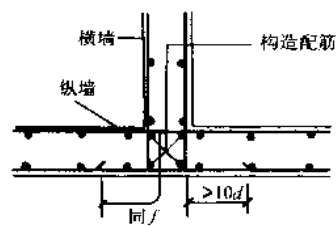
(a) 十字内墙



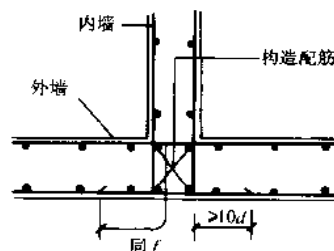
(b) 水平筋断开时加搭接筋



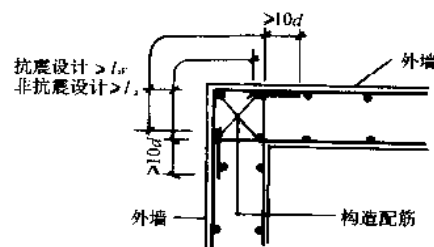
(c) 横墙预留洞加搭接筋



(d) 丁字内墙



(e) 丁字内外墙



(f) 外墙转角

现浇内外墙的连接

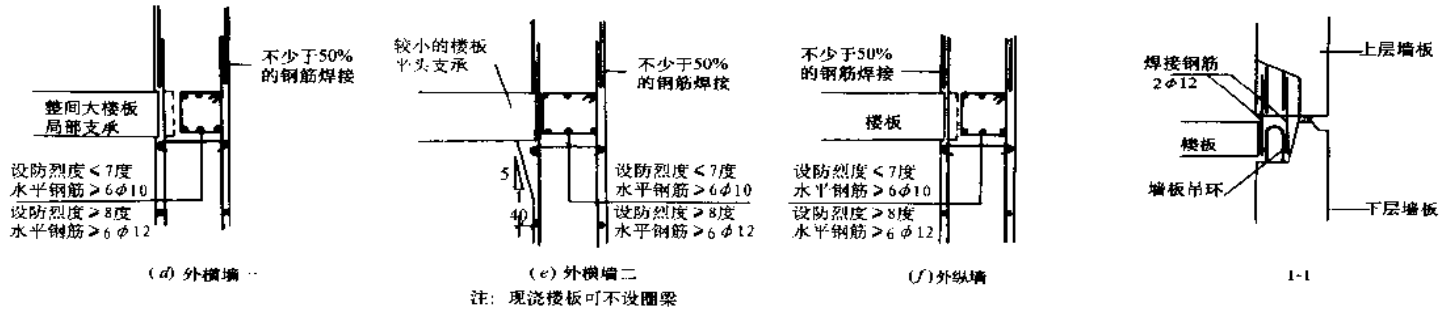
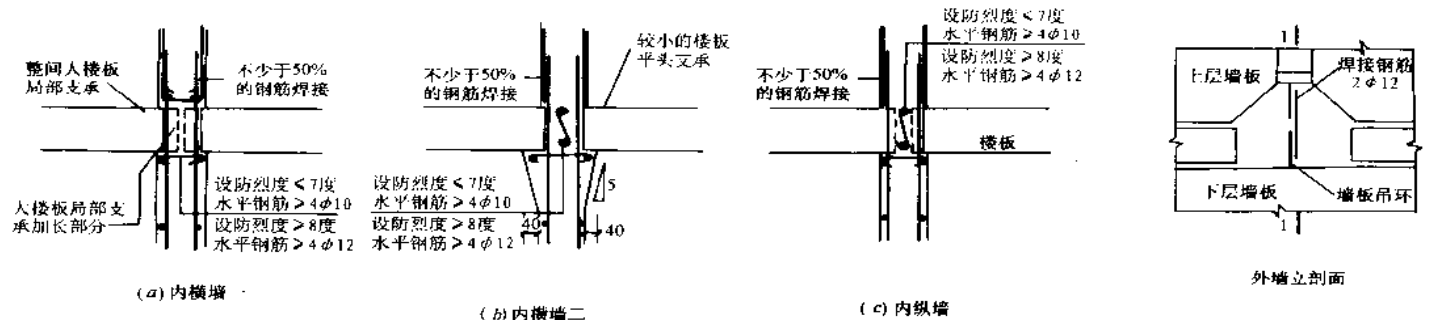
注:本图节点适用于抗震设防烈度为7、8、9度,建筑高度不超过60m的纯剪力墙结构。

图名

一般剪力墙节点(二)

图页

1 -174

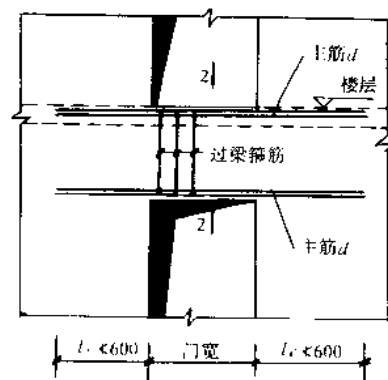


现浇内外墙楼层上下墙体连接

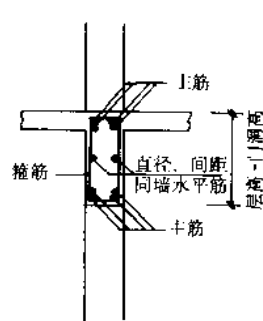
预制外墙楼层上下墙板连接

注:本图节点适用于抗震设防烈度为7、8、9度,建筑高度不超过60m的纯剪力墙结构。

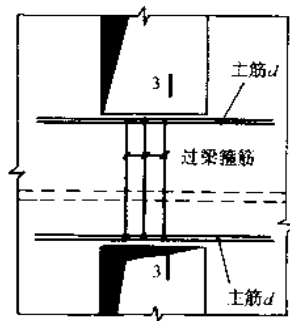
图名	一般剪力墙节点(三)	图页	1—175
----	------------	----	-------



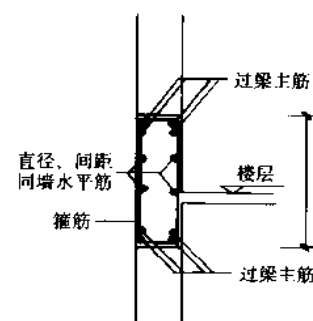
(a) 单门洞



2-2

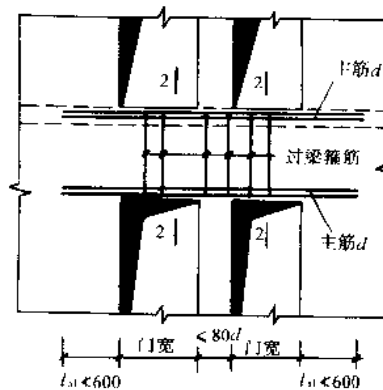


3-3

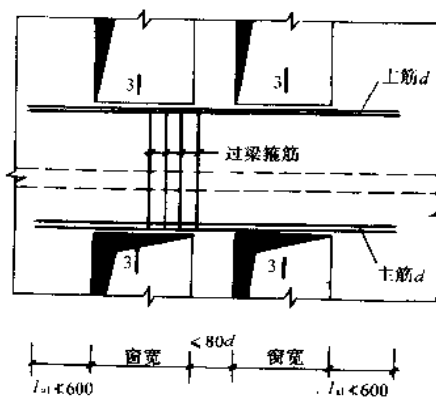


3-3

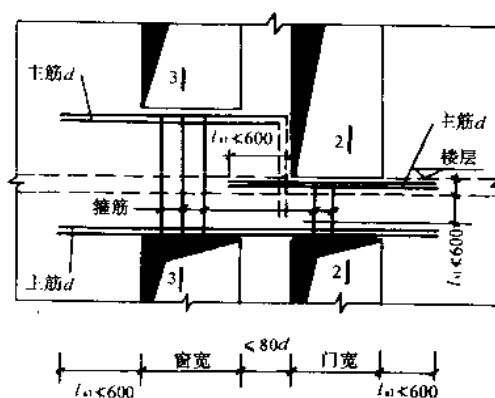
(b) 单窗洞



(c) 双门洞



(d) 双窗洞

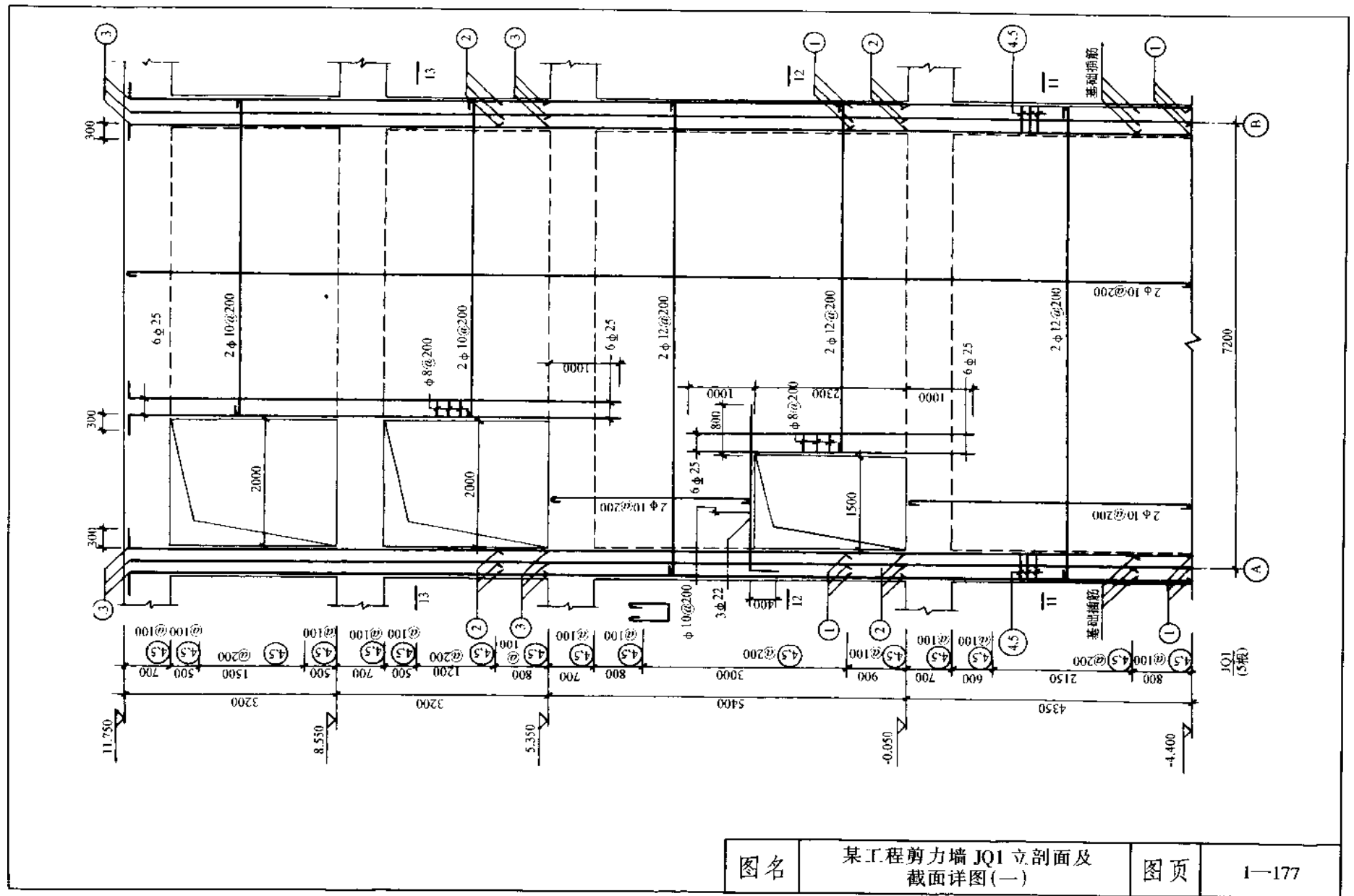


(e) 门窗洞

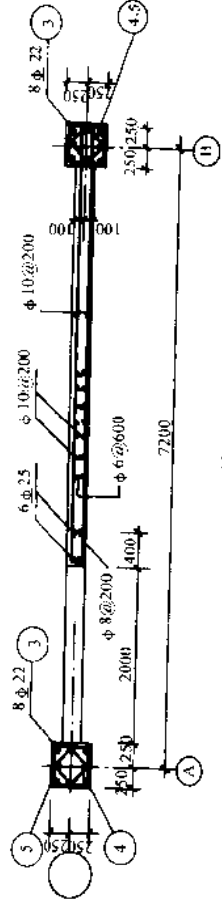
现浇墙体的门窗过梁配筋

注： l_a 为门窗过梁上下纵筋锚入墙内的长度。

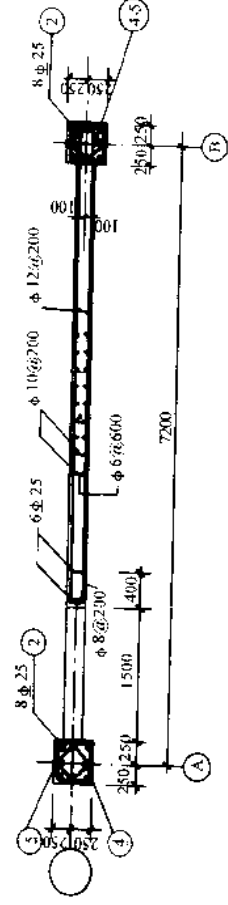
图名	现浇墙体的门窗过梁配筋	图页	1-176
----	-------------	----	-------



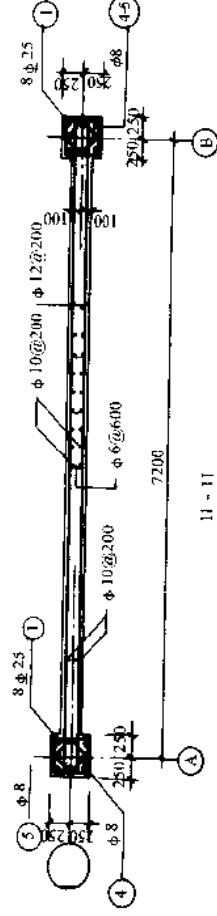
图名	某工程剪力墙 JQ1 立剖面及 截面详图(一)	图页	1—177
----	----------------------------	----	-------



13 - 13



12 - 12



11 - 11

附注:

1. 材料: C20 混凝土, I 级钢筋 (φ), II 级钢筋 (中)。
2. JQ1 中竖向钢筋施工的实际情况决定接头的具体位置, 接头处钢筋采取交错搭接, 搭接长度为 $35d$ 。
3. 基础锚固详图见详图 5。

图名

某工程剪力墙 JQ1 立剖面
及截面详图(二)

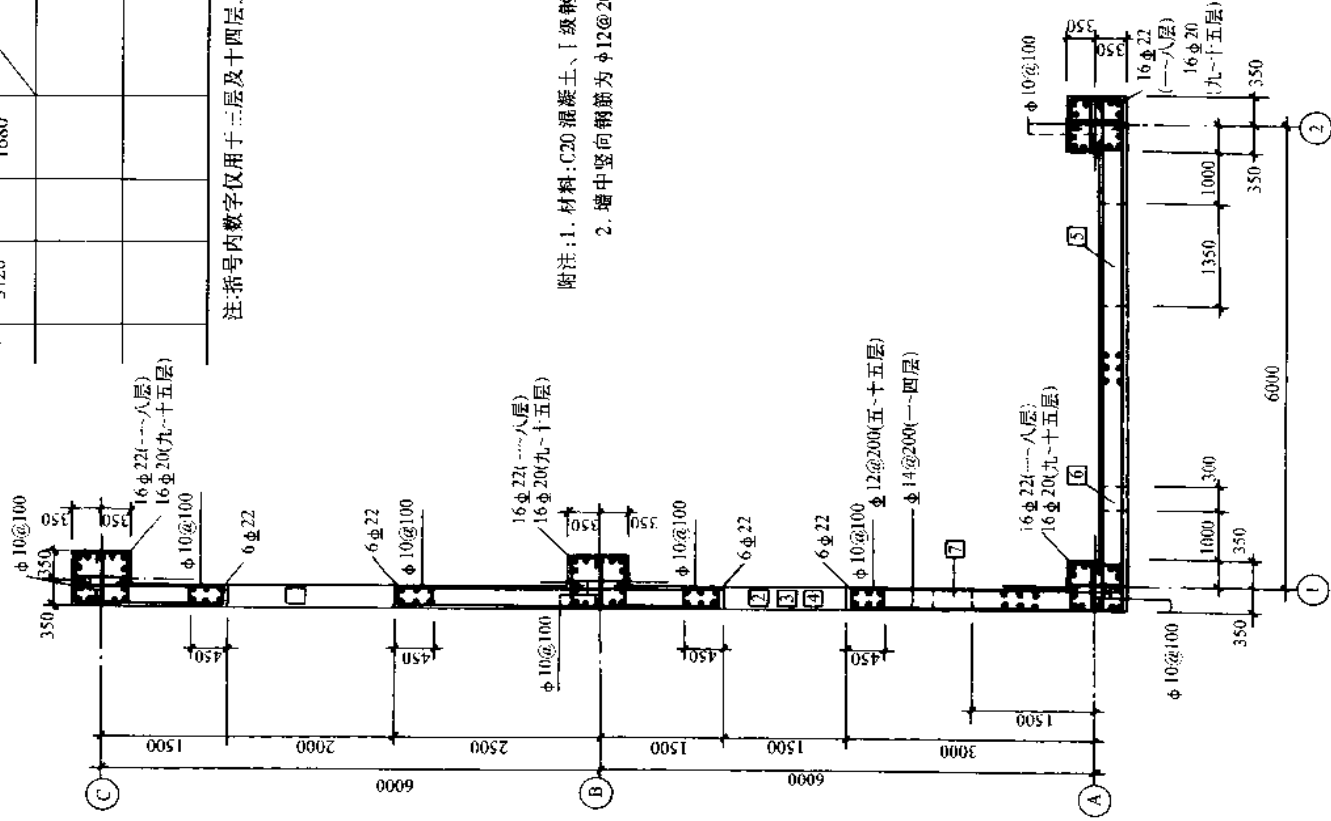
图页

1-178

JP2、JPA 洞口配筋表 (mm)

洞口 (B×H)	洞口尺寸 (B×H)	洞底距 板顶	连梁尺寸 (b×h)	洞口水平加连梁主筋 筋(上下各)	连梁 箍筋	备注
1	2000 × 3120	0	/	9 φ 20	/	仅JP2 首层有
2、3	1500 × 1800	1020	300 × 1980 300 × 3180	6 φ 22 (9 φ 22)	φ 10 @ 100	用于二 ~十五层
4	1500 × 3120	0	300 × 1680	6 φ 22	φ 10 @ 100	仅首层有

注: 括号内数字仅用于三层及十四层。



附注: 1. 材料: C30 混凝土、I 级钢筋(φ), II 级钢筋(Φ)
2. 墙中竖向钢筋为 φ 12 @ 200mm。

图名

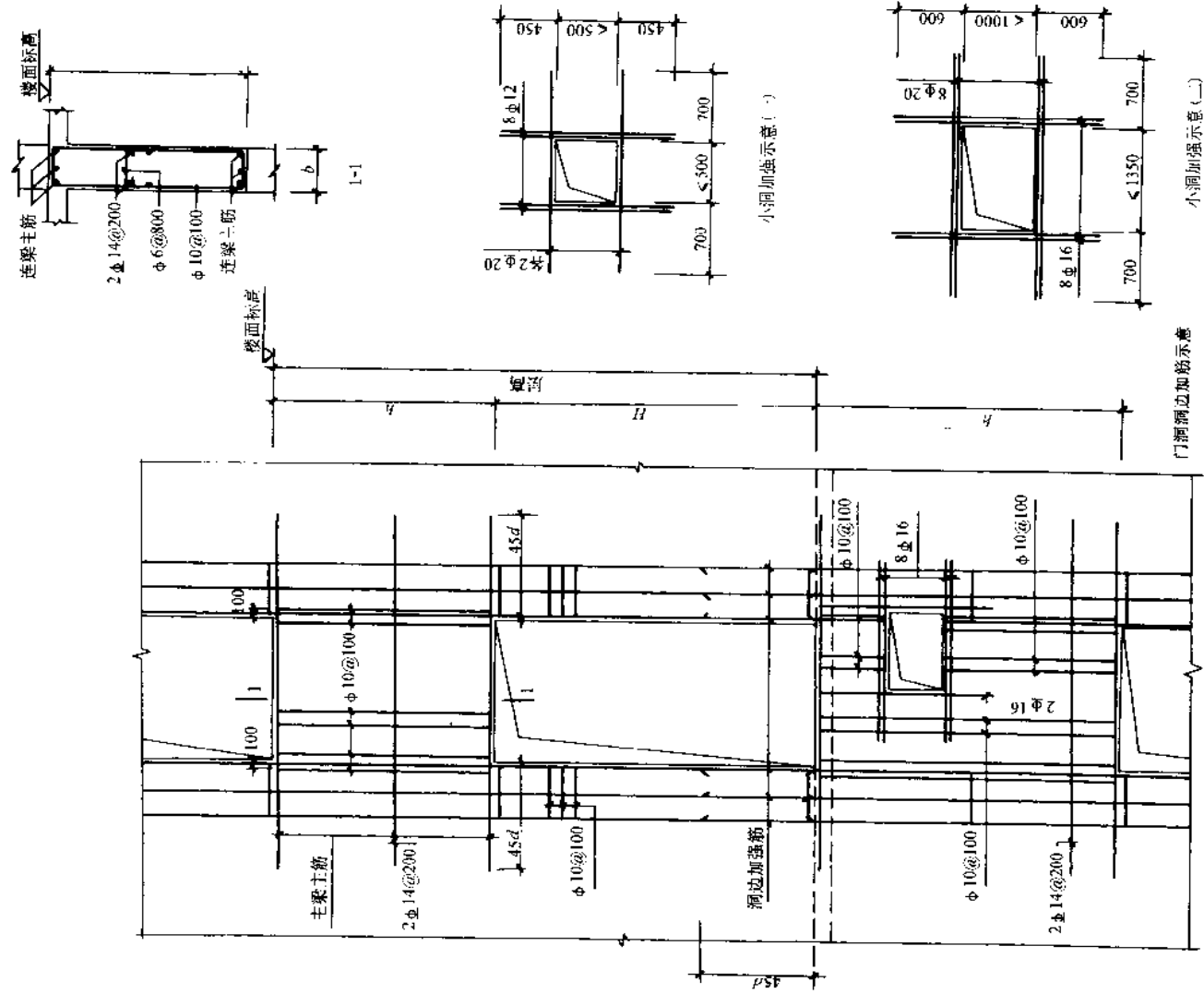
某工程剪力墙 JQ2、JQ2A 平面
及洞口加筋详图(一)

图页

1-179

设备预留孔洞表 (mm)

洞口	宽 × 高	孔洞距楼面高度所在楼层个数	备注
5	1350 × 900	三	1 电气
6	300 × 300	二	1 电气
7	450 × 200	二十五	56 暖通

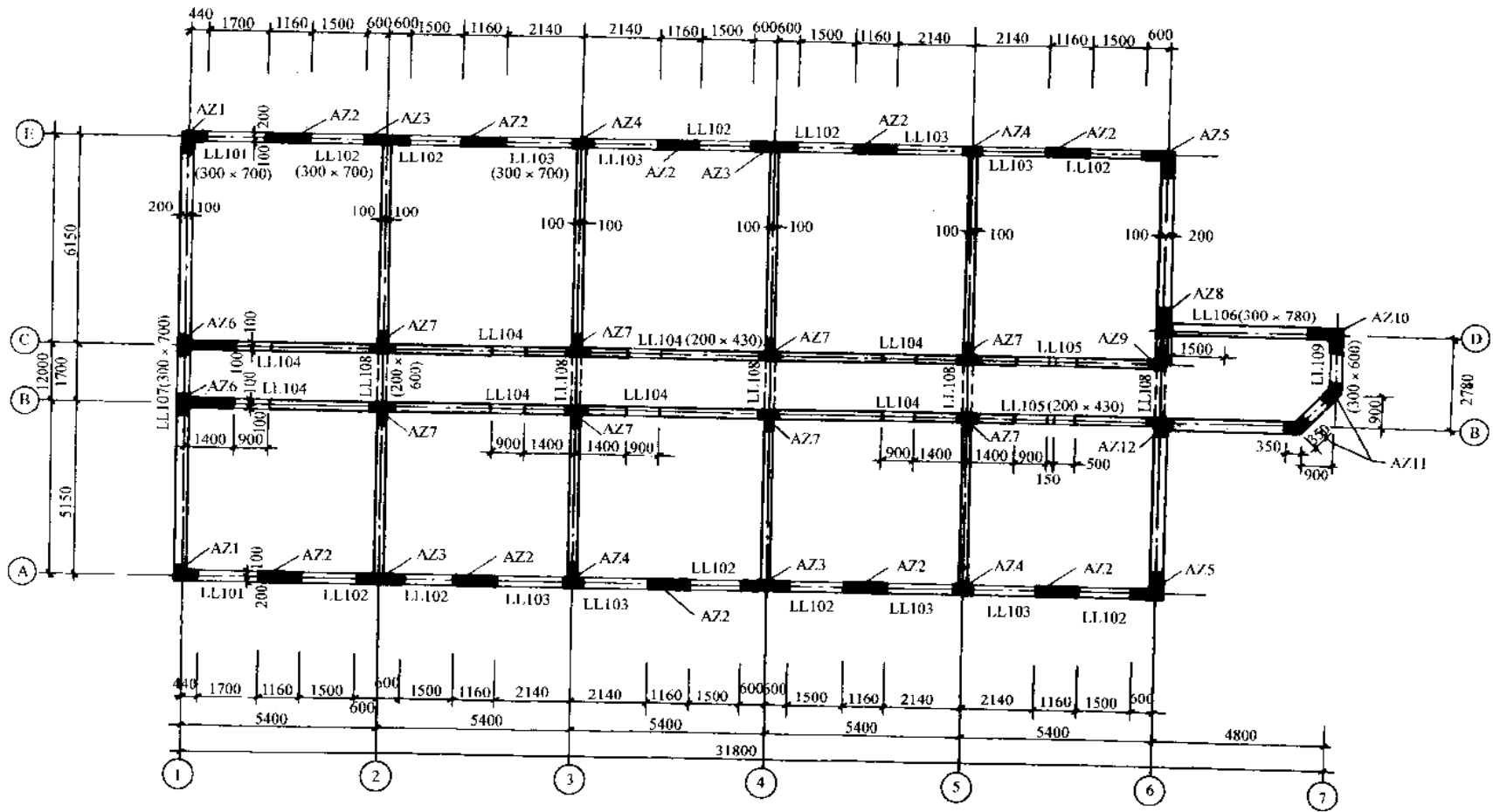


图名

某工程剪力墙 JQ2、JQ2A 平面及
洞口加筋详图(二)

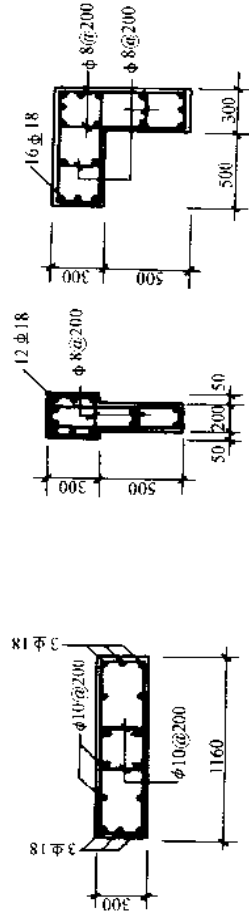
图页

1—180



一层剪力墙平面图
 - 0.030 ~ 2.970
 (▽)

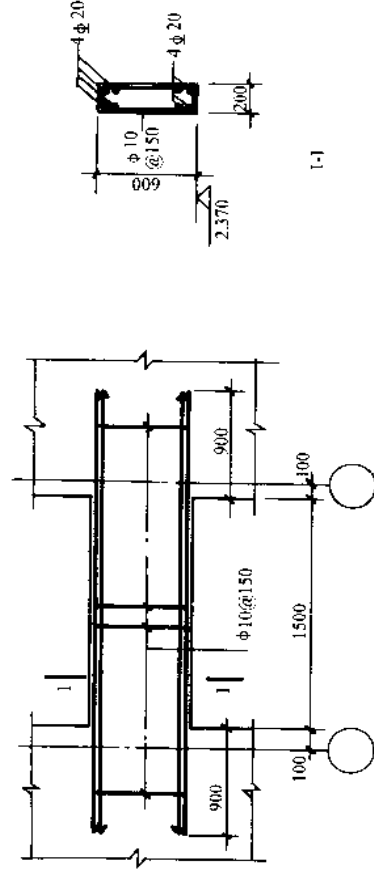
图名	某工程一层剪力墙平面图	图页	1-181
----	-------------	----	-------



AZ2

AZ4

AZ75



LL108

1-1

附注:

1. 材料: C20 混凝土, I 级钢筋(ϕ), II 级钢筋(尘)。
2. 暗柱详图除本图表示的以外, 其余由其他图中表示。
3. 平面中所有内墙的竖、横分布筋用 $\phi 8 @ 150\text{mm}$, 所有外墙的竖、横分布筋用 $\phi 10 @ 200\text{mm}$, 形式如下图:



图名

某工程一层剪力墙平面图

图页

1—182



二、施 工



(一) 模板工程

模板工程的施工工艺包括模板的选材、选型、设计、制作、安装、拆除和周转等过程。

模板系统包括模板、支架和紧固件三个部分，它是保证混凝土在浇筑过程中保持正确的形状和尺寸，在硬化过程中进行防护和养护的工具。为此要求模板及其支架必须符合下列规定：

保证工程结构和构件各部分形状尺寸和相互位置的正确；

具有足够的承载能力，刚度和稳定性，能可靠地承受新浇筑混凝土上的自重和侧压力，以及在施工过程中所产生的荷载；

构造简单，装拆方便，并便于钢筋的绑扎、安装和混凝土的浇筑、养护等要求；

模板的接缝不应漏浆。

模板的种类按其所用的材料不同可分为：木模板、钢模板、钢木模板、铝合金模板、塑料模板、胶合板模板、玻璃钢模板等；按其型式不同，可分为整体式模板、定型模板、工具式模板、滑升模板等。

本书主要介绍木模板和组合钢模板的构造、选型、制作、安装、拆除等有关内容。

1. 木模板

木模板的配制要求：

木模板及支撑系统不得选用脆性，严重扭曲和受潮容易变形的木材；

木模厚度：侧模一般为 20~30mm；底模一般为 40~50mm；

拼制模板的木板条宽度：工具式模板的木板不宜大于 150mm；直接与混凝土接触的木板不宜大于 200mm；梁和拱的底板，如采用整块木板，其宽度不加限制；

木板条应将拼缝处刨平刨直，模板的木档也要刨直；

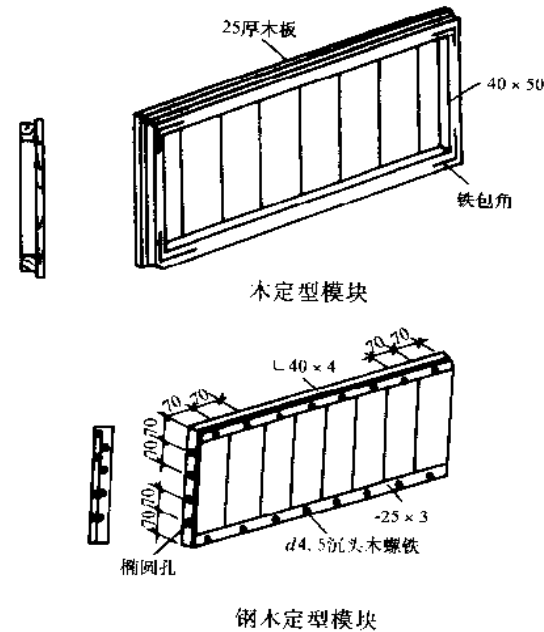
钉子长度应为木板厚度的 1.5~2.5 倍，每块木板与木档相叠处至少有 2 个钉子。第二块板的钉子要转向第一块模板方向斜钉，使拼

缝严密；

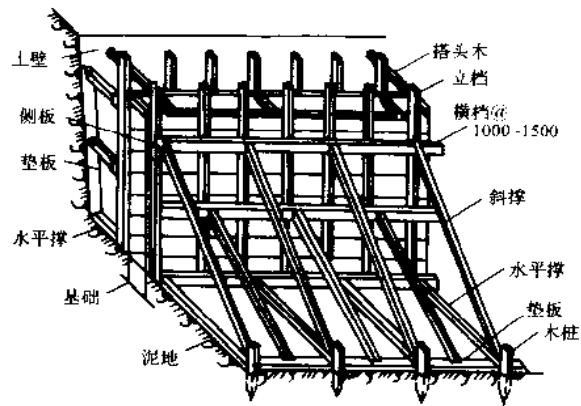
混水模板正面高低差不得超过 3mm；清水模板安装前应将模板正面刨平；

配制好的模板应在反面编号，并说明规格，分别堆放保管，以免错用。

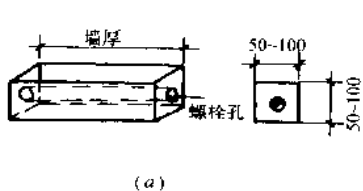
木模的组拼方式有两种：一种是散支散拆；另一种是利用多次使用的散支散拆木模。将其短或窄的旧板按一定规格尺寸制成定型模块继续使用，定型模块有木定型模块和钢木定型模块，如图。



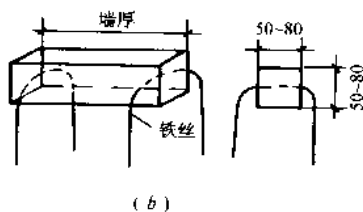
图名	木模板的配制要求	图页	2 1
----	----------	----	-----



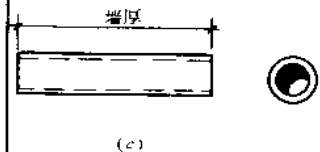
墙模板



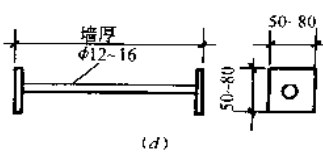
(a)



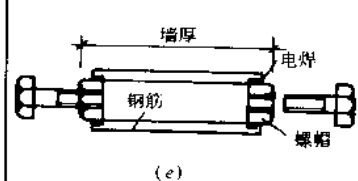
(b)



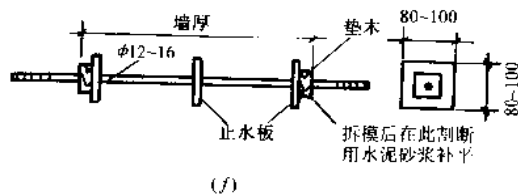
(c)



(d)



(e)



(f)

撑头

(a)有穿墙螺栓孔混凝土撑头;(b)预埋铁丝混凝土撑头;(c)钢管、塑料管、竹管撑头;(d)钢板撑头;(e)螺栓撑头;(f)止水板撑头

墙模板主要由侧板、立档、横档、斜撑等组成,如图。

侧板采用长条板横拼,预先与立档钉成大块板,高度一般不超过1.2m。横档钉在立档外侧,从底部开始每隔1~1.5m一道。在横档与木桩之间支斜撑和平撑,如木桩间距大于斜撑间距时,应沿木桩设通长的落地横档,斜撑与平撑紧顶在落地横档上。当坑壁较近时,可在坑壁上立垫木,在横档与垫木之间用平撑支撑。

墙模板安装时,根据边线先立一侧模板,临时用支撑撑住,用线锤校正模板的垂直,然后钉横档,再用斜撑和平撑固定。大块侧模组拼时,上下竖向拼缝要互相错开,先立两端,后立中间部分。待钢筋绑扎后,按同样方法安装另一侧模板。

为了保证墙体的厚度正确,在两侧模板之间可用小方木撑头(小方木长度等于墙厚),防水混凝土墙要加有止水板的撑头。小方木要随浇筑混凝土逐个取出。各种撑头如图所示。

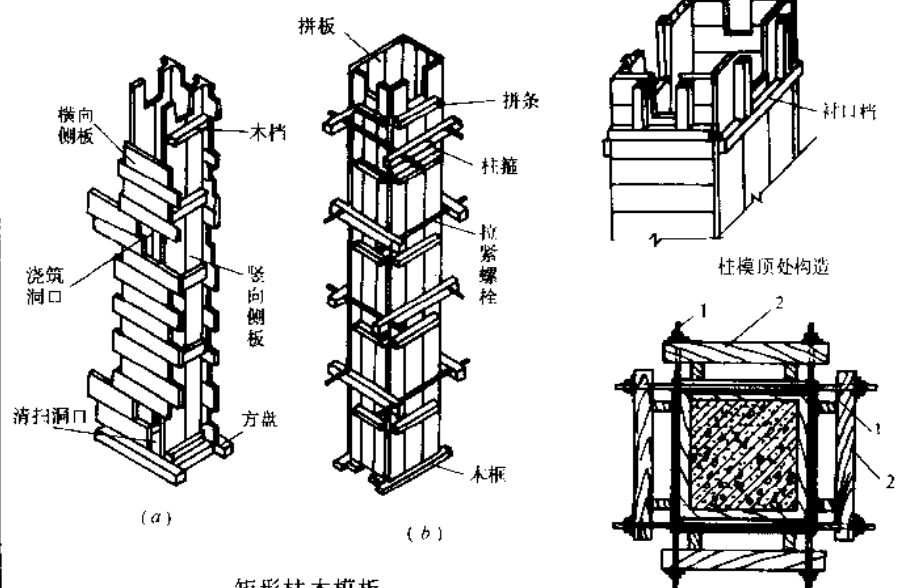
为了防止浇筑混凝土的墙身鼓胀,可用8~10号铅丝或直径12~16mm螺栓拉结两侧模板,间距不大于1m。螺栓要纵横排列,并在混凝土凝结前经常转动,以便在凝结后取出,如墙板不高,厚度不大,亦可在两侧模板上口钉上搭头木即可。

图名

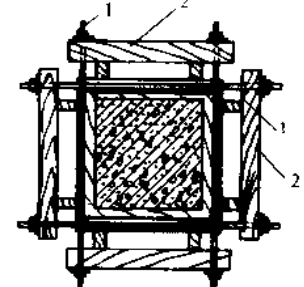
墙模板

图页

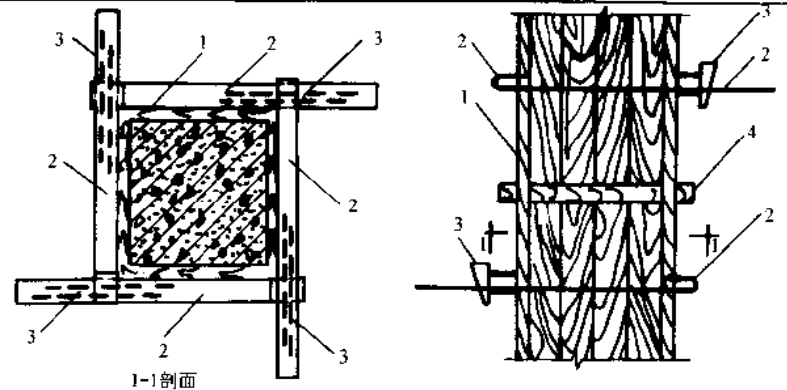
2-2



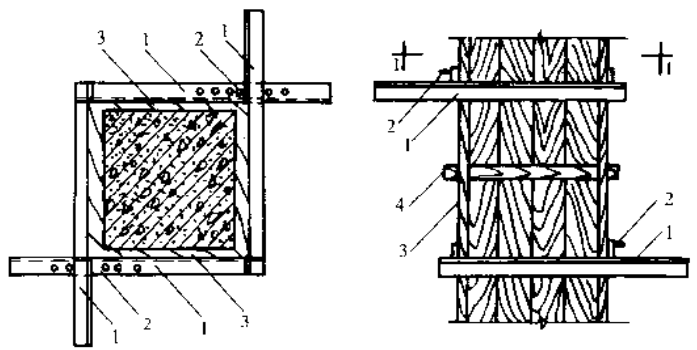
矩形柱木模板
(a)两面竖向两面横向侧板;(b)四面竖向侧板



木柱箍
1— $\phi 12 \sim 16$ 夹紧螺栓;2—方木



扁钢柱箍
1—木模;2— 60×5 扁钢;3—钢板楔;4—拼条



角钢柱箍
1—L 50 \times 4;2— $\phi 12$ 弯脚螺栓;3—木模;4—拼条

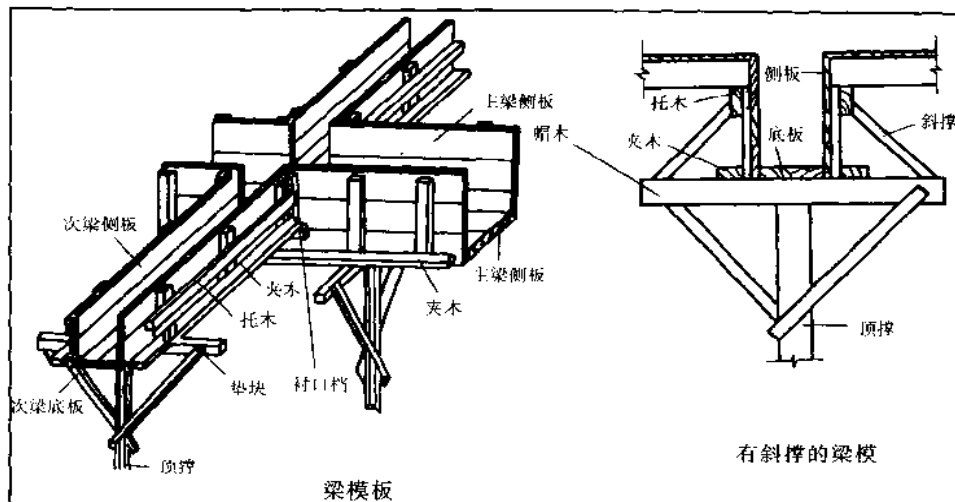
矩形柱的模板由四面侧板、柱箍、支撑组成。构造作法有两种：一种是两面侧板为长条板用木档纵向拼制，另两面用短板横向逐块钉上，两头要伸出纵板边，以便拆除，每隔 2m 左右留一个浇筑洞口，待混凝土浇至其下口时再钉上。柱模板底部开有清扫洞口，柱底部一般设方盘用于固定。竖向侧板一般厚 25~50mm，横向侧板厚 25~30mm。另一种是柱子四周侧模都采用竖向侧板，如图所示。

柱顶与梁交接处要留出缺口，缺口尺寸即为梁的高及宽(梁高以扣除平板厚度计算)，并在缺口两侧及口底钉上衬口档(如图)，衬口档离缺口边的距离即为梁侧板及底板厚度。

为承受混凝土侧压力，侧板外要设柱箍，柱箍的间距与混凝土侧压力大小，拼板厚度有关，一般不超过 100mm。由于侧压力下大上小，因而柱箍下部较密，设柱箍时，横向侧板外面要设竖向木档。柱箍可采用木制、钢木制或钢制，如图。

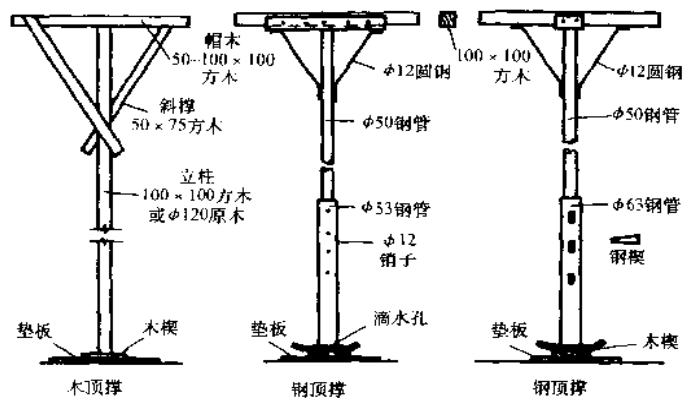
在安装柱模板前，应先绑扎好钢筋。测出标高标在钢筋上，同时在已浇筑的基础面(或楼面)上弹柱轴线及边线。同一柱列应先弹两端柱轴线及边线，然后拉通线弹出中间部分柱的轴线及边线。按照边线先把底部方盘固定好，然后再对准边线安装柱模板，并用临时斜撑固定，然后由顶部用线锤校正，使其垂直。为了保证柱模的稳定，柱模之间要用水平撑、剪刀撑等相互拉结固定。

图名	柱模板	图页	2-3
----	-----	----	-----



梁模板

有斜撑的梁模



顶撑

梁模板主要由底板、侧板、夹木、托木、梁箍、支撑等组成。底板一般用厚 40~50mm 长条板,侧板用厚 25mm 的长条板,加木档拼制,或用整块板。在梁底板下每隔一定间距(800~1200mm)用顶撑(琵琶撑)支设。夹木设在梁模两侧下方。将梁侧板与底板夹紧并钉牢在顶撑上。次梁模板,还应根据支设楼板模板的搁栅的标高,在两侧板外面钉上托木(横档)。在主梁与次梁交接处应在主梁侧板上留缺口,并钉上衬口档、次梁的侧板和底板钉在衬口档上,如图。

支撑梁模的顶撑,其立柱一般为 100mm×100mm 的方木或直径 120mm 的原木,帽木用断面 50~100mm×100mm 的方木,长度根据梁高确定,斜用断面 50mm×75mm 的方木。顶撑亦可用钢制的,如图。为了确保梁模板支设的坚实,应在夯实的地面上立柱底垫厚不小于 40mm、宽度不小于 200mm 的通长垫木,用木楔调整标高。

当梁的高度较大时,应在侧板外面另加斜撑(如图),斜撑上端钉在托木上,下端钉在帽木上。独立梁的侧板上口用搭头木互相卡住。

当梁高在 700mm 以上常用铁丝穿过横档对拉,或用螺栓将两侧模板拉紧。防止模板下口向外爆裂及中部鼓胀。

梁模板安装顺序是:沿梁模板下方地面上铺垫板,在柱模缺口处钉衬口木档,把底板搁置在衬口木档上,接着立起靠近柱或墙的顶撑,再将梁的长度等分,立中间部分顶撑,顶撑底下打入木楔,接着把侧模板放上,两头钉在衬口档上,在侧板底外侧钉夹木等。有主次梁模板时,要待主梁模板安装并校正后才能进行次梁模板安装。梁模板安装后要拉中线。复核各梁模中心位置是否对正。底模板安装后应检查并调整标高。各顶撑之间要设水平撑或剪力撑,以保持顶撑的稳固。

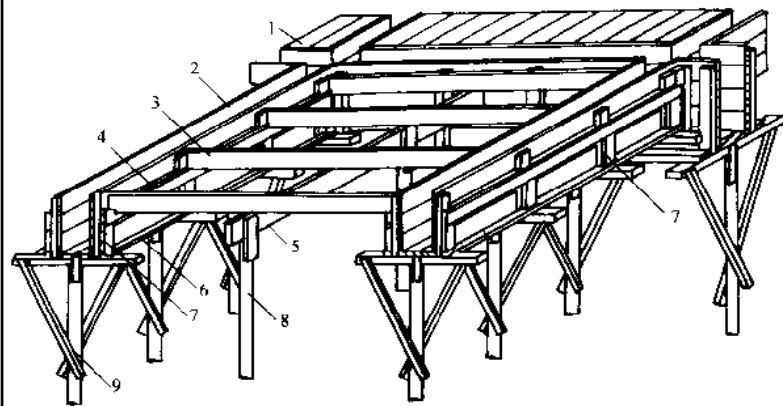
当梁的跨度 $\geq 4m$ 时,在梁的跨中要起拱,如设计无规定时,起拱高度为梁跨度的 2‰~3‰。

图名

梁模板

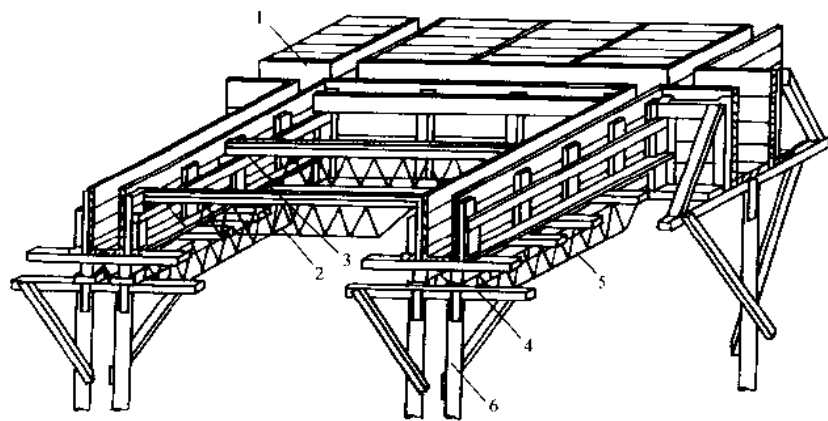
图页

2—4



肋形楼盖木模板

- 1—楼板模板；2—梁侧模板；3—搁栅；4—横档（托木）；5—牵杠；
6—夹木；7—短撑木；8—牵杠撑；9—支柱（琵琶撑）



桁架支模

- 1—楼板模板；2—搁栅桁架；3—方木；4—木楔；5—梁底桁架；6—双肢支柱

肋形楼盖由主梁、次梁和平板等组成。

平板模板一般用厚 20~25mm 的木板拼成，或采用定型木模块。铺在搁栅上。搁栅两头支撑在托木上，搁栅一般用断面 50mm×100mm 的方木，间距为 400~500mm。当搁栅跨度较大时，应在搁栅中间立牵杠撑，并设通长的牵杠，以减小搁栅的跨度。牵杠撑要求和顶撑一样。平板模板应垂直于搁栅方向铺钉。定型模块的规格尺寸要符合搁栅的间距，或适当调整搁栅间距来适应定型模块的规格，如图。

平板模板安装时，先在次梁模板外侧弹水平线，水平线标高为板底标高减去平板模板厚度及搁栅高度，然后按水平线钉上托木，托木上口与水平线相齐。再把靠梁模旁的搁栅先摆上。等分搁栅间距，摆中间部分的搁栅。最后在搁栅上铺钉平板模板。为了便于拆模，只在模板端部或接头处钉牢，中间尽量少钉。如用定型模块则铺在搁栅上即可。如中间设有牵杠撑及牵杠时，应在搁栅摆放前先将牵杠撑立起，将牵杠铺平。

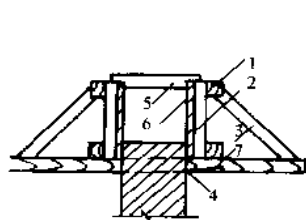
肋形楼盖也可采用桁架支模，即用钢桁架代替木搁栅及梁底顶撑，如图。桁架的间距和承载能力由设计计算确定。

图名

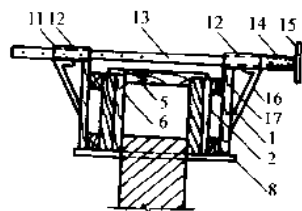
平板模板

图页

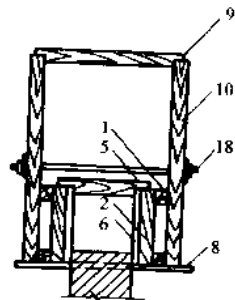
2-5



(a)



(b)

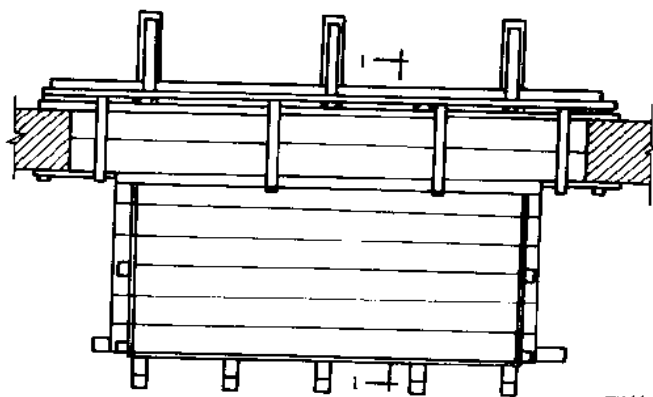


(c)

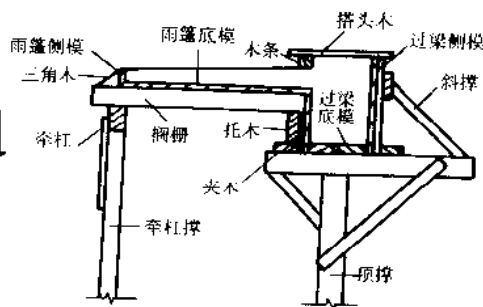
圈梁模板

(a)挑扁担法;(b)钢管卡具倒卡法;(c)木制卡具倒卡法;

1—横档;2—拼条;3—斜撑;4—墙洞 60×120;5—临时撑头;6—侧模;7—扁担木 50×100;8— $\phi 10$ 钢筋;9—卡具横档;10—卡具立档;11— $\phi 8$ 销钉;12— $\phi 25$ 钢管;13— $\phi 22$ 钢筋;14—方牙丝杆及套管;15—板套管钢筋;16— $\phi 10$ 钢筋;17— $\angle 25 \times 3$;18— $\phi 10 \sim 12$ 螺栓



平面



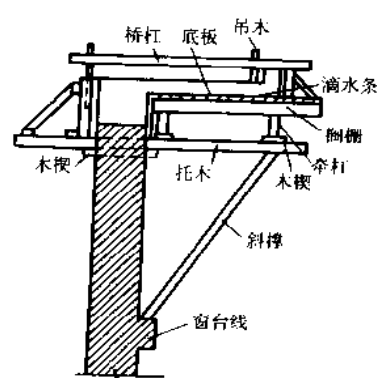
1-1 剖面

雨篷木模板

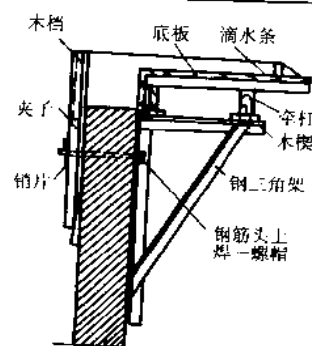
砖墙上圈梁支模一般采用挑扁担法和倒卡法。

挑扁担法:在圈梁底面下一皮砖处,每隔 1m 留一顶砖孔洞,穿 50mm×100mm 方木做扁担,竖立两侧模板,用夹条及斜撑夹牢,如图。

倒卡法:在圈梁底面下一皮砖灰缝中,每隔 1m 嵌入 $\phi 10$ 钢筋支撑侧模,用钢管卡具或木制卡具卡于侧模上口,当混凝土达到一定强度拆模后,将 $\phi 10$ 钢筋抽出,如图。



(a)



(b)

挑檐板模板

(a)木斜撑支架支模;(b)钢三角架支模

雨篷模板包括门过梁和雨篷板两部分。过梁的模板由底模、侧模、夹木、顶撑、斜撑等组成;雨篷板模板由托木、搁栅、底板、牵杠、牵杠撑组成,如图。

支模时,先立门洞两旁的顶撑,搁上过梁的底模,侧模并校正固定。然后在靠雨篷一边的侧板上钉托木,其上口标高为支承雨篷底模的搁栅底面标高,再在雨篷模板前沿下方立牵杠撑,钉上牵杠,安放搁栅,最后铺设雨篷底模。

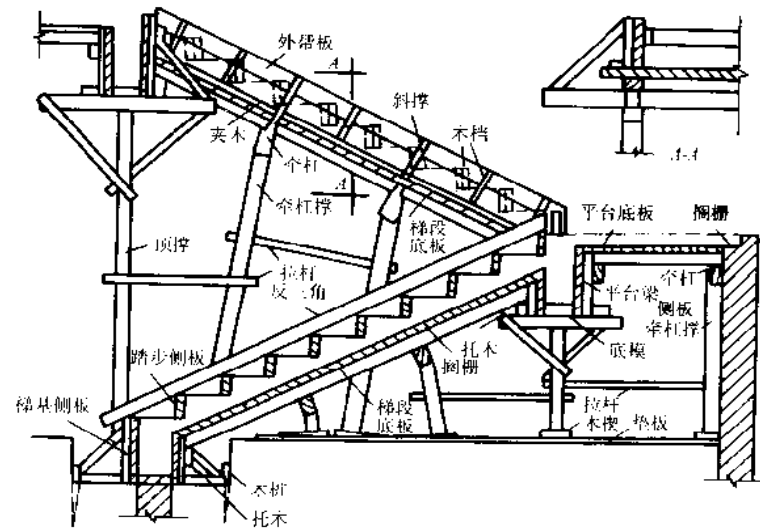
挑檐板模板一般采用在下层窗台线上用斜撑支撑挑檐部分,也可采用钢三角架支撑挑檐部分,如图。

图名

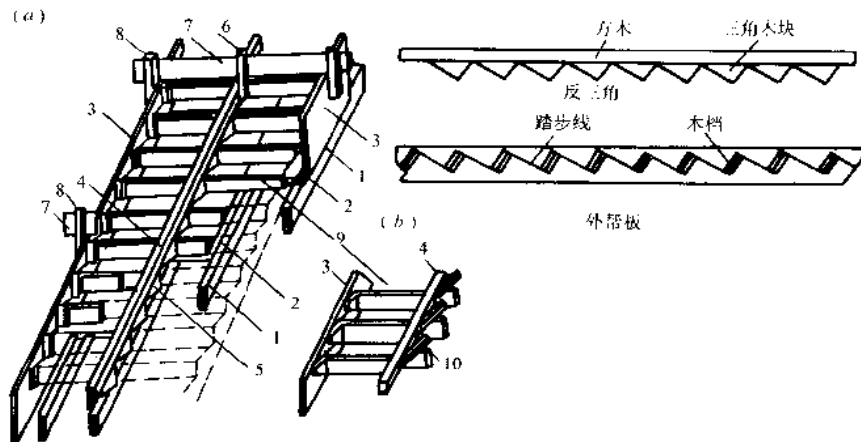
圈梁、雨篷和挑檐板模板

图页

2—6



楼梯模板



楼梯模板构造

1—楞木(搁栅); 2—底模; 3—外帮侧模板; 4—反三角木(反扶梯基);
5—三角板; 6—吊木; 7—横楞; 8—立木; 9—梯级模板; 10—顶木

现浇钢筋混凝土楼梯常见的有梁式与板式楼梯,其支模方法基本相同。

板式楼梯的平台梁和平台板的构造与肋形楼盖模板基本相同。楼梯段模板是由底模、搁栅、牵杠、牵杠撑、外帮板、踏步侧板、反三角木等组成,如图。

梯段侧板的宽度至少要等于梯段板厚及踏步高,梯段侧板的厚度为30mm,长度按梯段长度确定。反三角木是由若干三角木块钉在方木上(如图),三角木块两直角边分别等于踏步的高和宽,板的厚度为50mm,方木的断面为50mm×100mm,每一梯段反三角木至少要配一块,楼梯较宽时可多配。反三角木用横楞及方木支吊。

当先砌墙后浇楼梯时,先立平台梁、平台板的模板及梯基侧板。在平台梁和梯基侧板上钉托木,将搁栅支于托木上,搁栅的间距为400~500mm,断面为50mm×100mm。搁栅下立牵杠及牵杠撑。牵杠断面为50mm×150mm,牵杠撑间距为1~1.2m,其下通常垫板。牵杠应与搁栅相垂直,牵杠撑之间应用拉杆相互拉结。然后在搁栅上铺梯段底板,底板厚为25~30mm,底板纵向应与搁栅相垂直。在底板上划梯段宽度线,依线立外帮板,外帮板可用夹木或斜撑固定。再在靠墙的一面立反三角木,反三角木的两端与平台梁和梯基的侧板钉牢,然后在反三角木与外帮板之间逐块钉踏步侧板,踏步侧板一头钉在外帮板的木档上。另一头钉在反三角木的侧面上。如果梯段较宽,应在梯段中间再加设反三角木。

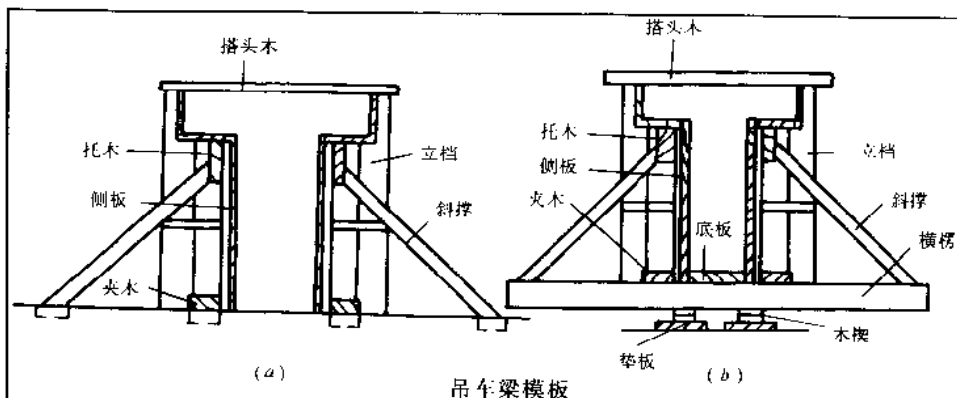
当先浇楼梯后砌墙时,则梯段两侧都应设外帮板,梯段中间加设反三角木,其他与先砌墙体做法相同。

图名

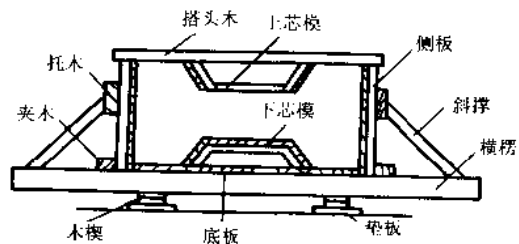
楼梯模板

图页

2-7



吊车梁模板



工字形柱木模板

工字形柱由上、下芯模、侧板、底板、横楞、夹木、托木、斜撑等组成，如图。

芯模可用方木和木板钉成。下芯模钉于底板上，其顶面及侧面要符合工字形断面形状，上芯模吊在搭木上，其侧面要符合工字形断面形状，上芯模无底面，以便于浇筑混凝土。

地面上应铺通常垫板，在垫板上均匀摆放横楞，在横楞与垫板之间加垫木楔，在横楞上铺设底板，沿底板两侧立侧板夹木夹于侧板外侧，斜撑上端钉于托木上、下端钉在横楞上。上口钉搭夹木，搭头木断面尺寸要适当加大。

吊车梁模板由侧板、端板、夹木、立档、斜撑等组成，如图。

当在平整水泥地面上直接支设时，每隔一定距离设一道立档，主要是保持侧模形状。夹木夹于侧模外侧。斜撑上端钉于托木上，下端钉于地面中的木块上，上口钉搭头木。

当在土块面上支设时，应在地面上铺通常的垫板，在垫板上均匀摆放横楞，在横楞与垫板之间加垫木楔，在横楞上铺设底模，沿底模两侧立侧模。每隔一定距离设一道立档。夹木夹于侧模外侧，斜撑上端钉于托木上、下端钉在横楞上。上口钉搭头木。

图名

现场预制构件模板

图页

2—8

矩形柱木模板用料参考表 (用振动器捣固) (mm)

柱子断面	横档间距		横档断面	附注
	柱子模板厚 50, 门子板厚 25			
300 × 300	450		50 × 50	
400 × 400	450		50 × 50	
500 × 500	400		50 × 75	平摆
600 × 600	400		50 × 75	平摆
700 × 700	400		50 × 100	立摆
800 × 800	400		50 × 100	立摆

梁模板用木料参考表 (mm)

梁高	梁侧板 (厚度不小于 25)		梁底板 (厚度 40)	
	木档间距	木档断面	支撑点间距	支撑琵琶头断面
300	550	50 × 50	1250	50 × 100
400	500	50 × 50	1150	50 × 100
500	500	50 × 75 (平摆)	1050	50 × 100
600	450	50 × 75 (立摆)	1000	50 × 100
800	450	50 × 75 (立摆)	900	50 × 100
1000	400	50 × 100 (立摆)	850	50 × 100
1200	400	50 × 100 (立摆)	800	50 × 100

- 注: 1. 支柱用 100 × 100 方木或梢径 80 ~ 120 圆木。
2. 琵琶头 (梁高 500 以下) 长度为梁高 × 2 + 梁底宽 + 300。

板模板用木料参考表 (振动器捣固) (mm)

混凝土 平台板厚度	搁栅断面	搁栅间距	底板板厚	牵杠断面	牵杠撑间距	牵杠间距	附注
60 ~ 120	50 × 100	500	25	70 × 150	1500	1200	
140 ~ 200	50 × 100	400 ~ 500	25	70 × 200	1500 ~ 1300	1200	

注: 工地上习惯用比较统一尺寸的材料, 而以调整搁栅间距、牵杠间距及牵杠撑间距来适应不同跨度及荷载。

墙模板用料参考表 (mm)

墙厚	模板厚	立档间距	立档断面	横档间距	横档断面	加固拉条
200 以下	25	500	50 × 100	1000	100 × 100	用 8 ~ 10 号钢丝或 用 φ12 ~ 16 螺栓 (纵 横间不大于 1m, 交错排列)
200 以上	25	500	50 × 100	700	100 × 100	

板式楼梯模板用料参考表 (mm)

斜搁栅断面	斜搁栅间距	牵杠断面	牵杠撑间距	底模板厚	统长顺带断面
50 × 100	400 × 500	70 × 150	100 ~ 1200	20 ~ 25	70 × 150

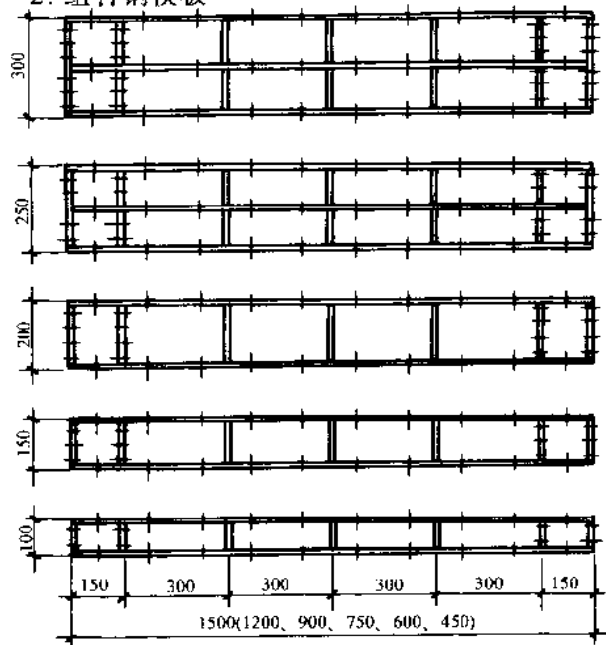
图名

常用木模板用料参考表

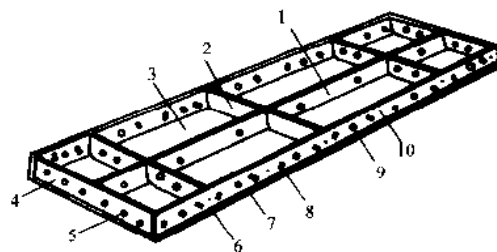
图页

2-9

2. 组合钢模板



平面模板图



平面模板透视图

1—中纵肋;2—中横肋;3—面板;4—横肋;5—插销孔;
6—纵肋;7—凸棱;8—凸鼓;9—U形卡孔;10—钉子孔

平面模板规格表

宽度 (mm)	代号	尺寸 (mm)	每块面积 (m ²)	每块重量 (kg)	宽度 (mm)	代号	尺寸 (mm)	每块面积 (m ²)	每块重量 (kg)	
300	P3015	300 × 1500 × 55	0.45	14.90	200	P2007	200 × 750 × 55	0.15	5.25	
	P3012	300 × 1200 × 55	0.36	12.06		P2006	200 × 600 × 55	0.12	4.17	
	P3009	300 × 900 × 55	0.27	9.21		P2004	200 × 450 × 55	0.09	3.34	
	P3007	300 × 750 × 55	0.225	7.93		150	P1515	150 × 1500 × 55	0.225	8.01
	P3006	300 × 600 × 55	0.18	6.36			P1512	150 × 1200 × 55	0.18	6.47
	P3004	300 × 450 × 55	0.135	5.08			P1509	150 × 900 × 55	0.135	4.93
250	P2515	250 × 1500 × 55	0.375	13.19	P1507		150 × 750 × 55	0.113	4.23	
	P2512	250 × 1200 × 55	0.30	10.66	P1506		150 × 600 × 55	0.09	3.40	
	P2509	250 × 900 × 55	0.225	8.13	P1504		150 × 450 × 55	0.068	2.69	
	P2507	250 × 750 × 55	0.188	6.98	100	P1015	100 × 1500 × 55	0.15	6.36	
	P2506	250 × 600 × 55	0.15	5.60		P1012	100 × 1200 × 55	0.12	5.13	
	P2504	250 × 450 × 55	0.113	4.45		P1009	100 × 900 × 55	0.09	3.90	
200	P2015	200 × 1500 × 55	0.03	9.76		P1007	100 × 750 × 55	0.075	3.33	
	P2012	200 × 1200 × 55	0.24	7.91		P1006	100 × 600 × 55	0.06	2.67	
	P2009	200 × 900 × 55	0.18	6.03		P1004	100 × 450 × 55	0.045	2.11	

注: 1. 平面模板重量按 2.3mm 厚钢板计算。

2. 代号: 如 P3015, P 表示平面模板, 30 表示模板宽度为 300mm, 15 表示模板长度为 1500mm。但 P3007 中 07 表示模板长 750mm, P3004 中 04 表示模板长 450mm。

组合钢模板又称组合式定型小钢模, 主要由钢模板、连接件和支撑件三部分组成。

钢模板主要包括平面模板、阴角模板、阳角模板、连接角模, 以及其他钢模板。

平面模板采用 Q235 钢板制成, 用于墙体、梁、板、柱等各种结构平面部位。它是由面板和肋条组成, 如图, 面板厚 2.3mm 或 2.5mm。肋条上设有 U 形卡孔, 利用 U 形卡和 L 形插销等拼装成大块板。U 形卡孔两边设凸鼓, 以增加 U 形卡的夹紧力。边肋倾角处有 0.3mm 的凸棱, 可增加模板刚度和拼缝严密。

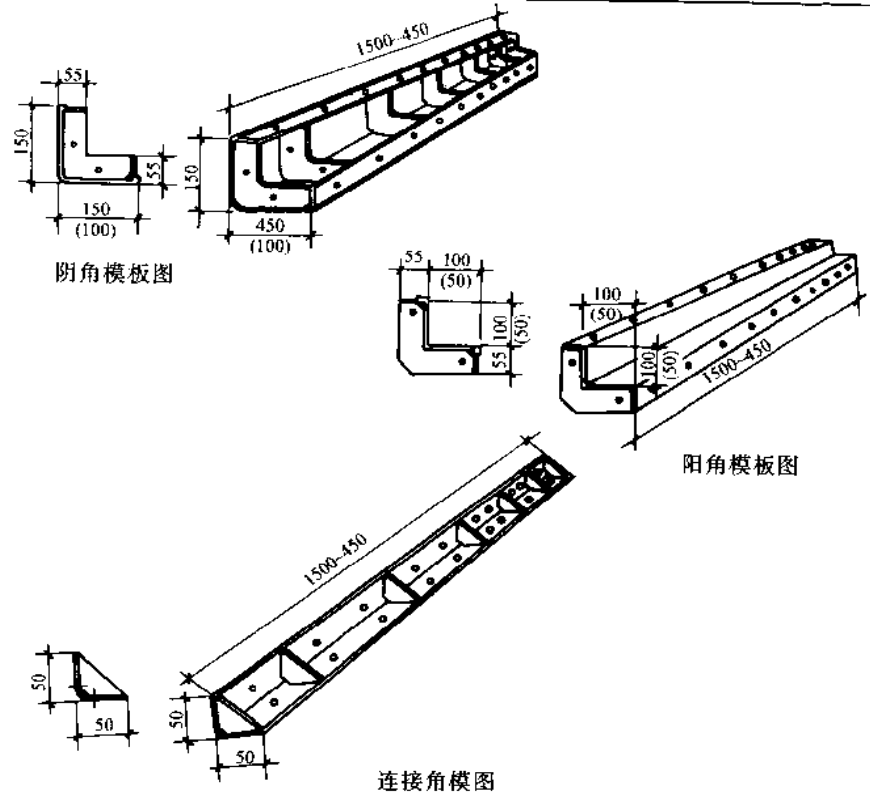
平面模板规格代号如表。

图名	钢模板—平面模板	图页	2—10
----	----------	----	------

转角模板规格表

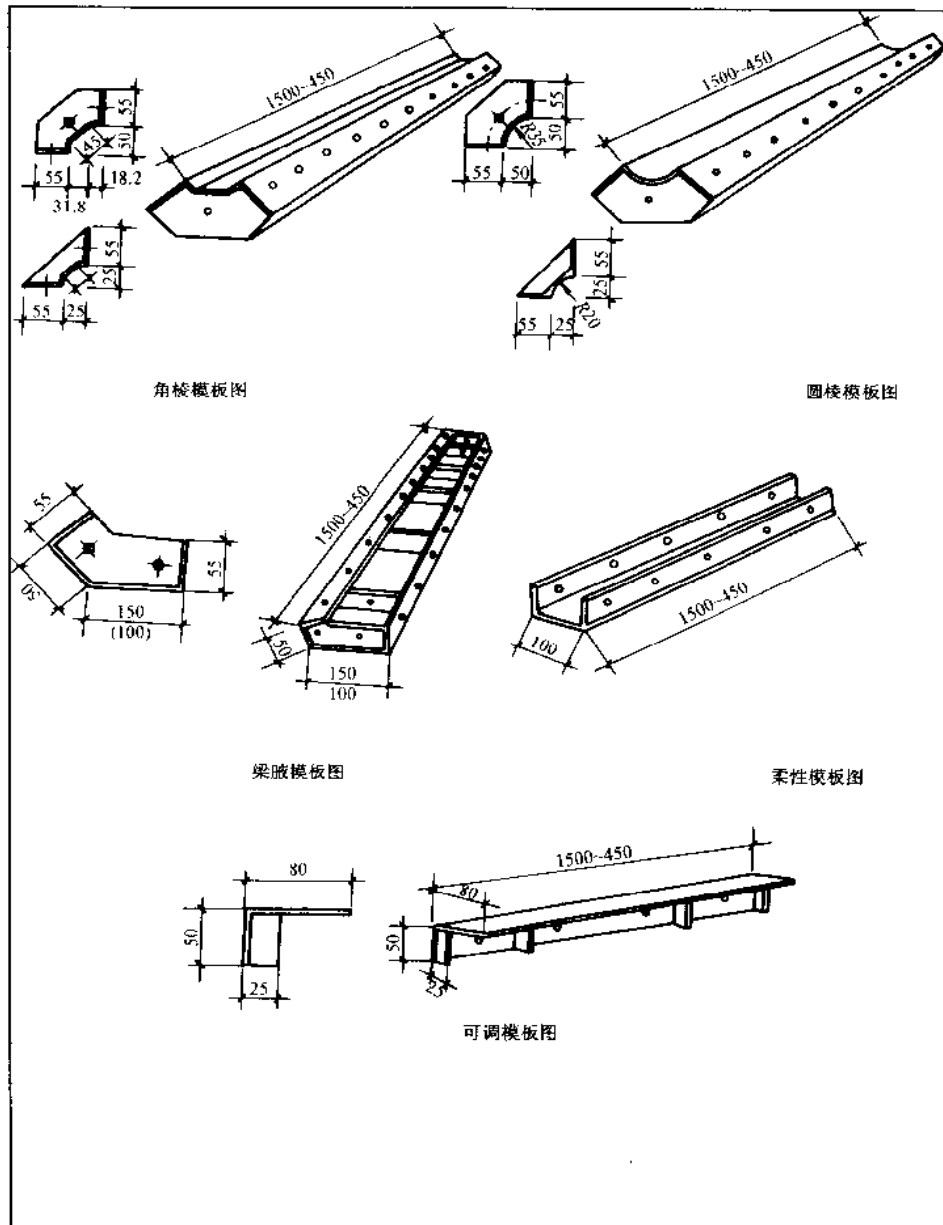
名称	宽度	代号	尺寸 (mm)	每块面积 (m ²)	每块重量 (kg)
阴角模板	150 × 150	E1515	150 × 150 × 1500	0.45	12.87
		E1512	150 × 150 × 1200	0.36	10.43
		E1509	150 × 150 × 900	0.27	7.97
		E1507	150 × 150 × 750	0.225	6.87
		E1506	150 × 150 × 600	0.18	5.52
	100 × 150	E1504	150 × 150 × 450	0.135	4.15
		E1015	100 × 150 × 1500	0.375	11.15
		E1012	100 × 150 × 1200	0.30	9.02
		E1009	100 × 150 × 900	0.225	6.89
		E1007	100 × 150 × 750	0.187	5.91
阳角模板	100 × 100	E1006	100 × 150 × 600	0.15	4.76
		E1004	100 × 150 × 450	0.112	3.57
		Y1015	100 × 100 × 1500	0.30	10.28
		Y1012	100 × 100 × 1200	0.24	8.36
		Y1009	100 × 100 × 900	0.18	6.44
	50 × 50	Y1007	100 × 100 × 750	0.15	5.60
		Y1006	100 × 100 × 600	0.12	4.52
		Y1004	100 × 100 × 450	0.09	3.39
		Y0515	50 × 50 × 1500	0.15	6.83
		Y0512	50 × 50 × 1200	0.12	5.54
连接角模	50 × 50	Y0509	50 × 50 × 900	0.09	4.26
		Y0507	50 × 50 × 750	0.075	3.69
		Y0506	50 × 50 × 600	0.06	2.97
		Y0504	50 × 50 × 450	0.045	2.24
		J0015	50 × 50 × 1500	—	3.47
		J0012	50 × 50 × 1200	—	2.79
		J0009	50 × 50 × 900	—	2.10
		J0007	50 × 50 × 750	—	1.77
		J0006	50 × 50 × 600	—	1.42
		J0004	50 × 50 × 450	—	1.06

注：转角模板的重量按 2.3mm 厚钢板计算。



转角模板有阴角模板、阳角模板和连接角模三种,如图,用于混凝土结构和构件的转角部位。
转角模板规格代号如表。

图名	钢模板——转角模板	图页	2—11
----	-----------	----	------



其他钢模板规格表

模板名称		宽度 (mm)	长度 (mm)
倒棱模板	角棱模板	17、45	1500、1200、900、750、600、450
	圆棱模板	R20、R35	
梁腋模板		50 × 150、50 × 100	1500、1200、900、750、600、450
柔性模板		100	1500、1200、900、750、600、450
可调模板		80	1500、1200、900、750、600、450
嵌补模板	平面嵌板	200、150、100	300、200、150、100 阴角模板图
	阴角嵌板	100 × 150	
	阳角嵌板	50 × 100	
	连接角模	50 × 50	

其他钢模板包括倒棱模板、梁腋模板、柔性模板、可调模板和嵌补模板，如图。

倒棱模板分角棱和圆棱两种，主要用于梁、柱墙等阳角的倒棱部位。

梁腋模板主要用于渠道、沉箱和高架结构的梁腋部位。

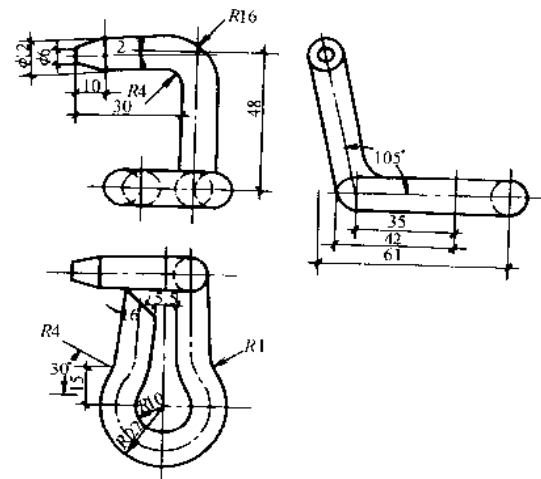
柔性模板主要用于圆形筒壁、曲面墙体等结构部位。

可调模板用于拼装模板板面尺寸小于 50mm 的补齐部分。

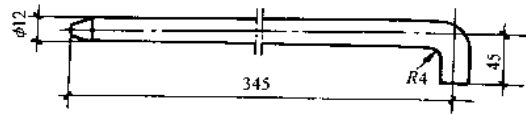
嵌补模板用于梁、柱、墙、板等结构接头部位。

其他钢模板的规格如表。

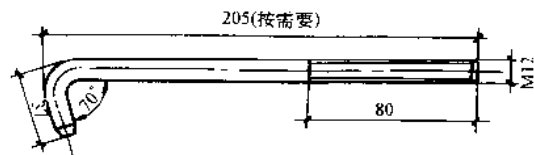
图名	钢模板——其他模板	图页	2—12
----	-----------	----	------



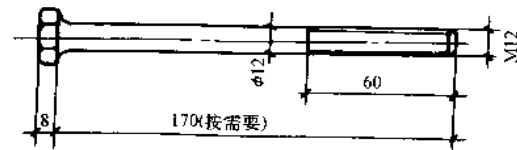
U形卡图



L形插销图



钩头螺栓图



U形卡:用作钢模板纵横向自由拼接的主要连接件,具有将相邻钢模板夹紧,保证相邻钢模板不错位,接缝紧密的作用。

L形插销:用作增强钢模板纵向拼接刚度,保证接头处板面平整。

钩头螺栓:用作钢模板与内外钢楞之间连接固定。

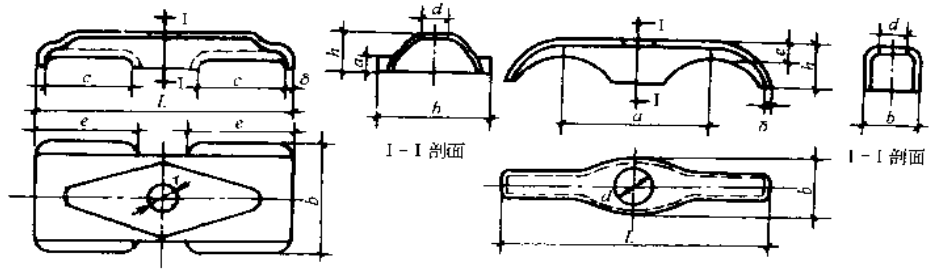
紧固螺栓:用作紧固内外钢楞,增强拼装模板的整体刚度。

图名

连接件——U形卡、L形插销、
钩头螺栓与紧固螺栓

图页

2--13

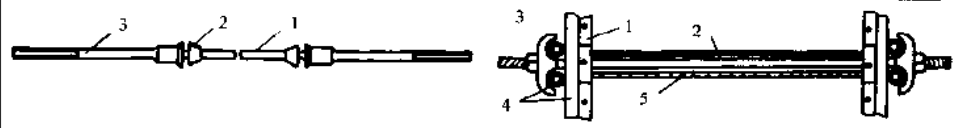


碟形扣件图

3形扣件图

扣件规格表 (mm)

名称	型号	a	b	c	d	e	δ	L	h
碟形扣件	大号	15	74	53	φ18	61	3.5	145	30
	小号	10	60	43	φ16	49	3	122	20
3形扣件	大号	92	40	—	φ15	13	2.5	175	32
	小号	66	25	—	φ15	9	2	120	22

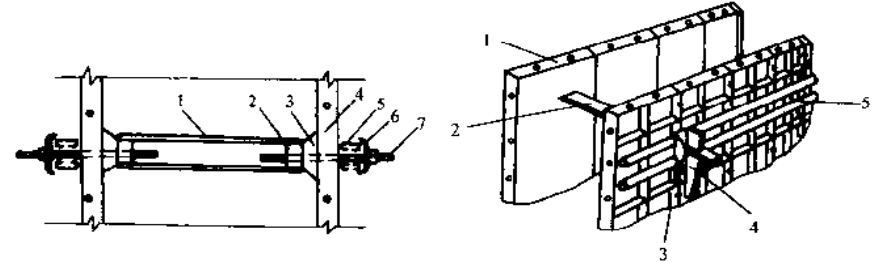


组合对拉螺栓图

整体对拉螺栓图

1—内拉杆；2—顶帽；3—外拉杆

1—钢模板；2—对拉螺栓；3—扣件；4—钢楞；5—套管



螺母式拉杆图

板条式拉杆组装示意图

1—钢筋；2—螺母；3—木块；4—钢模板；
5—钢楞；6—扣件；7—螺栓

1—钢模板；2—扁钢；3—扣件；
4—楔块；5—钢楞

扣件:用于钢模板与钢楞或钢楞之间的紧固,并与其他配件一起将钢模板拼装成整体。扣件的规格分大号与小号两种,与相应的钢楞配套使用。按钢楞的不同形状尺寸,分别采用碟形扣件和3形扣件。目前国内常用的碟形扣件和3形扣件能与钩头螺栓、紧固螺栓配套使用,但与模板拉杆的承载能力不能完全相适应。

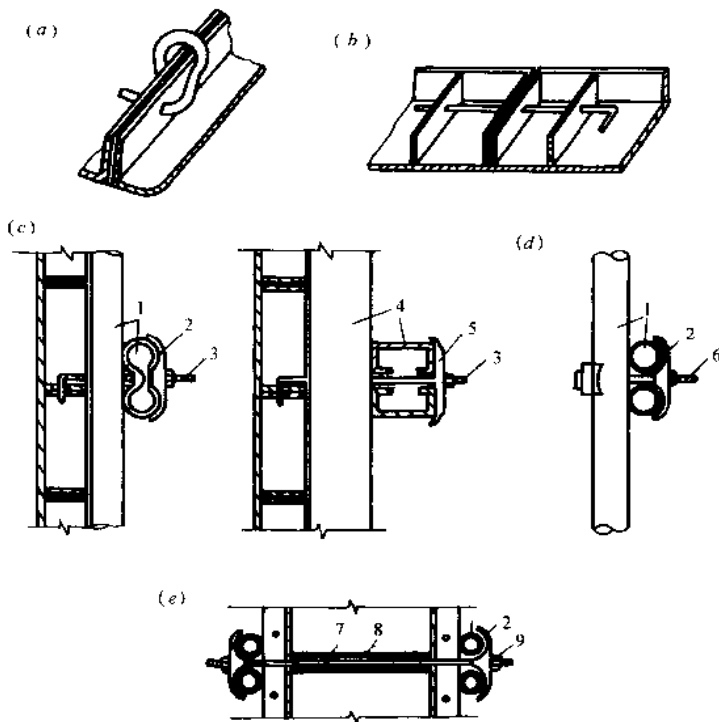
模板拉杆:用于连接内外模板,保持内外模板间距,承受新浇混凝土侧压力和其他荷载,使模板具有足够的刚度和强度。模板拉杆主要有圆杆式、螺母式和板条式三种,如图。

圆杆式拉杆通常称对拉螺栓或穿墙螺栓。又可分为组合式和整体式两种。组合对拉螺栓是由内、外拉杆和顶帽组成。整体对拉螺栓一般为自制的通常螺栓。拆除时,可将对拉螺栓齐混凝土表面切断,也可以在混凝土内加套管,使对拉螺栓能从套管中拔出来重复使用。

螺母式拉杆是将两个螺母分别焊在两根钢筋的两端作为内拉杆,用两端带螺纹的螺栓作为外拉杆,用木块作为顶帽,以防内拉杆露出混凝土表面。

板条式拉杆是用6mm厚的扁钢作为拉杆,在扁钢两端各开一个矩形孔。钢模板上预先开设矩形孔,拼装时,将扁钢穿过钢模板上的预留孔,用楔块插入扁钢两端的矩形孔,使钢楞与钢模板连接。

图名	连接件—扣件与模板拉杆	图页	2—14
----	-------------	----	------



钢模板连接示意图

(a)U形卡连接; (b)L形插销连接; (c)钩头螺栓连接;

(d)紧固螺栓连接; (e)对拉螺栓连接

1—圆钢管钢楞; 2—3形扣件; 3—钩头螺栓; 4—内卷边槽钢钢楞;

5—蝶形扣件; 6—紧固螺栓; 7—对拉螺栓; 8—塑料套管; 9—螺母

(a)图:用U形卡拼接相邻模板。其安装的距离不大于300mm,即每隔一孔卡插一个,安装方向一顺一倒相互交错,以抵消因打紧U形卡可能产生的位移。

(b)图:用L形插销插入钢模板端部横肋的插销孔内,以加强两相邻模板接头处的刚度和保证接头处板面平整。

(c)图:用钩头螺栓将钢模板与内外钢楞连接固定。安装间距一般不大于600mm,长度应与采用的钢楞尺寸相适应。

(d)图:用紧固螺栓紧固内外钢楞,长度应与采用的钢楞尺寸相适应。

(e)图:用对拉螺栓连接墙壁两侧模板,保持模板与模板之间的设计厚度,并承受混凝土侧压力及水平荷载,使模板不致变形。

扣件用于钢楞与钢楞或与钢模之间的扣紧,按钢楞的不同形状,分别采用蝶形扣件和3形扣件,如(c)图,3形扣件用于扣紧圆钢管钢楞,蝶形扣件用于扣紧内卷边槽钢钢楞。

图名

钢模板连接示意

图页

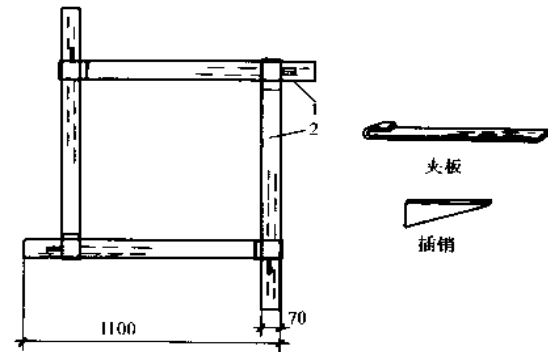
2—15

钢 楞 规 格 表

名 称	规 格 (mm)	名 称	规 格 (mm)
钢 管	φ48×3.5	内卷边槽钢	□ 80×40×15×3.0
	φ51×3.5		□ 100×50×20×3.0
矩形钢管	□ 60×40×2.5	槽 钢	[8
	□ 80×40×2.0		
	□ 100×50×3.0		

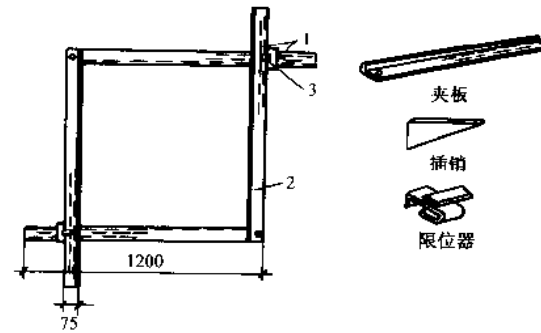
柱 箍 规 格 及 适 用 范 围

规 格 (mm)	夹 板 长 度 (mm)	重 量 (kg/根)	适 用 柱 宽 范 围 (mm)
扁 钢	-70×5	1100	300~700
角 钢	∠75×25×3	1000	300~600
	∠80×35×3	1150	300~700
钢 管	φ48×3.5	1200	300~700
	φ51×3.5	1200	300~700
冷 弯 槽 钢	□ 80×40×3	1500	500~1000
	□ 100×50×3	1650	500~1200
内 卷 边 槽 钢	□ 80×40×15×3	1800	500~1000
	□ 100×50×20×3	1800	600~1200



扁钢型柱箍图

1—插销；2—夹板



角钢型柱箍图

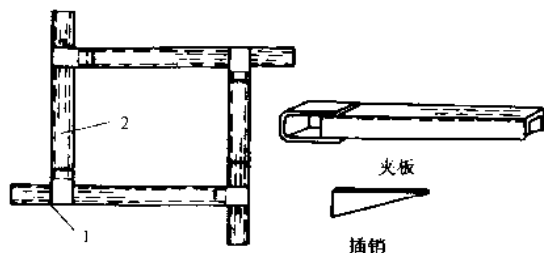
1—插销；2—夹板；3—限位器

图 名

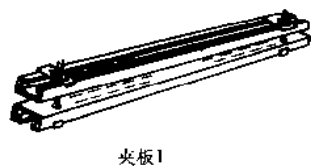
支撑件—钢楞与柱箍(-)

图 页

2—16



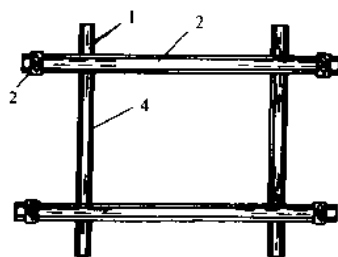
槽钢型柱箍图
1—插销；2—夹板



夹板1

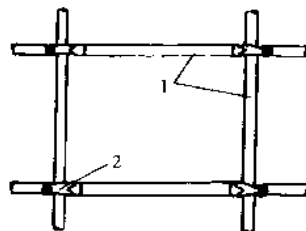


夹板2

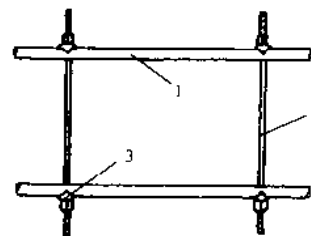


内卷边槽钢型柱箍图

1—插销；2—碟形扣件；3—夹板1；4—夹板2



(a)



(b)

圆钢管型柱箍图

1—圆钢管；2—直角扣件；3—3形扣件；4—对拉螺栓

钢楞：又称龙骨，主要用于支撑钢模板并加强其整体刚度。钢楞材料有钢管、矩形钢管、内卷边槽钢和槽钢等，可根据设计要求和供应条件选用。钢楞规格尺寸见钢楞规格表。

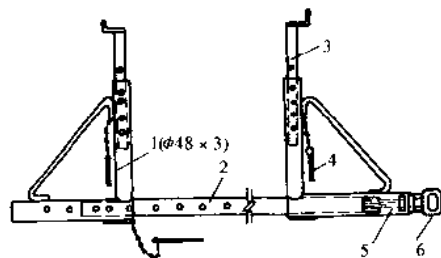
柱箍：又称柱夹箍、定位夹箍，用于直接支撑和夹紧各类柱模的支撑件，可根据柱模的外形尺寸和侧压力大小来选用。常用柱箍有扁钢型柱箍、角钢型柱箍、槽钢型柱箍、内卷边槽钢型柱箍、圆钢管型柱箍等，其形状及组成如图所示。各种柱箍规格及适用范围见柱箍规格及适用范围表。

图名

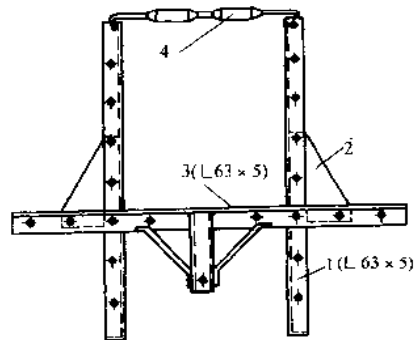
支撑件—钢楞与柱箍(二)

图页

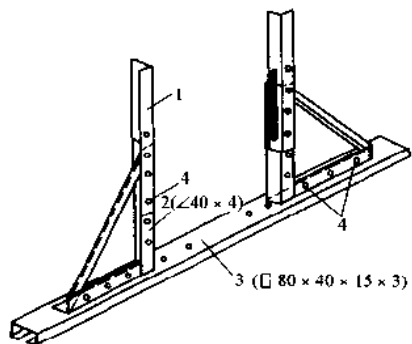
2—17



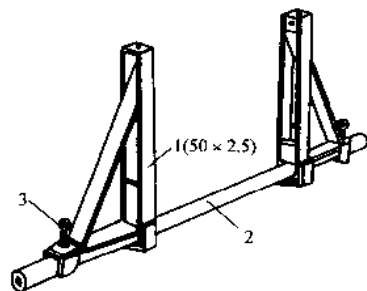
钢管型梁卡具图
1—三角架；2—底座；3—调节杆；
4—插销；5—调节螺栓；6—钢筋环



角钢型梁卡具图
1—立柱；2—三角板；3—底座；4—调节螺栓



角钢和槽钢组合梁卡具图
1—调节杆；2—三角架；3—底座；4—螺栓



扁钢和圆钢管组合梁卡具图
1—三角架；2—底座；3—固定螺栓

梁卡具：梁卡具又称梁托架，是一种将大梁、过梁等钢模板夹紧固定的装置，并承受新浇混凝土的侧压力。梁卡具由两侧三角架和底座组成，其高度和宽度能调节。常用的有以下几种型式：

钢管型梁卡具，三角架和底座都用钢管制成，适用于断面为 $700\text{mm} \times 500\text{mm}$ 以内的梁，高度和宽度都能调节。

角钢型梁卡具，由立柱、底座、三角板和调节螺栓组成。适用于断面为 $700\text{mm} \times 500\text{mm}$ 以内的梁，高度和宽度都能调节。

角钢和槽钢组合梁卡具，三角架用角钢制成，底座利用现有槽钢型钢楞兼用，适用于断面为 $700\text{mm} \times 600\text{mm}$ 以内的梁，高度和宽度都能调节。

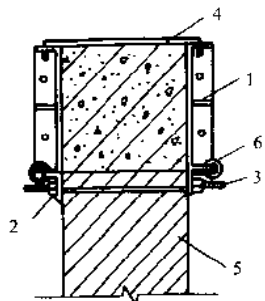
扁钢和圆钢管组合梁卡具，三角架可利用钢模板的边余料加工制作，底座用 $\phi 48\text{mm}$ 的圆钢管，适用于断面为 $600\text{mm} \times 500\text{mm}$ 以内的梁，宽度可以微调。

图名

支撑件—梁卡具

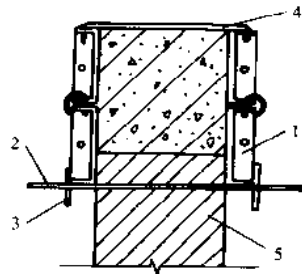
图页

2—18



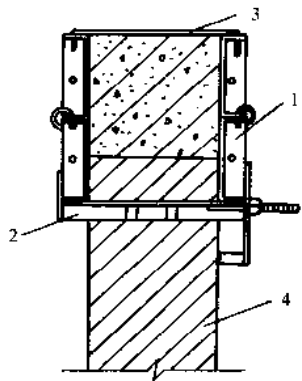
圈梁卡安装图(一)

1—钢模板；2—连接角模；3—拉结螺栓；
4—拉铁；5—砖墙；6—U形卡



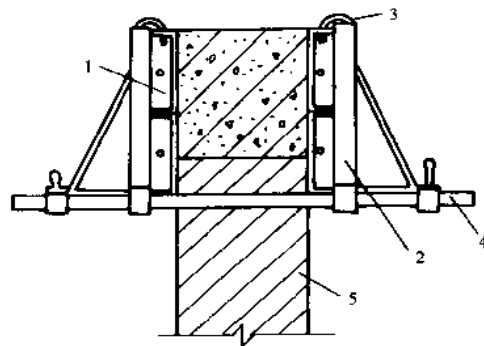
圈梁卡安装图(二)

1—钢模板；2—扁钢；3—楔块；
4—拉铁；5—砖墙



圈梁卡安装图(三)

1—钢模板；2—卡具；3—拉铁；4—砖墙



圈梁卡安装图(四)

1—钢模板；2—梁卡具；3—弯钩；
4—圆钢管；5—砖墙

圈梁卡：圈梁卡用于圈梁、过梁等方、矩形梁侧模板的夹紧固定。目前各地使用的形式多样，以下几种是施工较为简便的圈梁卡：

圈梁卡安装图(一)系采用连接角模和拉结螺栓作为梁侧模板的底座，梁侧模板的上部用拉铁固定。

圈梁卡安装图(二)系采用扁钢作底座，扁钢上开几个矩形孔，用楔块插入扁钢矩形孔内，固定梁侧模板的下部，上部用拉铁固定。

圈梁卡安装图(三)系用角钢和钢板加工成工具式圈梁卡，作为梁侧模板的底座，并用钢板固定梁侧模板的下部，上部用拉铁固定。

圈梁卡安装图(四)系采用梁卡具作为梁侧模板的底座，上部用弯钩固定钢模板的位置。

图名

支撑件—圈梁卡

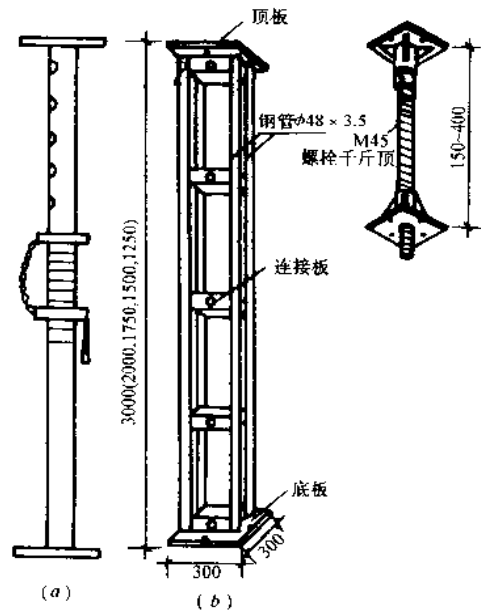
图页

2—19

钢支柱：用于大梁、楼板等水平模板的垂直支撑，有单管支柱和四管支柱多种形式，如图。单管支柱分 C—18 型、C—22 型和 C—27 型三种，其规格（长度）分别为 1812 ~ 3112mm、2212 ~ 3512mm、2712 ~ 4012mm。四管支柱的管柱用四根 $\phi 48 \times 3.5$ 的圆钢管和 6 ~ 10mm 的钢板缀条拼接焊成。螺栓千斤顶是由直径为 M45mm 的螺栓和上、下托板组成，其间距为 250mm。四管支柱规格（长度）分为 1250、1500、1750、2000、3000mm 五种，可以组合成以 250mm 进级的各种不同高度。

当荷载较大，钢支柱承载力不足时，可采用钢管井架、扣件式钢管脚手架、门型脚手架作支架。

斜撑：由组合钢模板拼成的整片墙模或柱模，在吊装就位后，应用斜撑调整和固定其垂直位置。斜撑的构造如图。



钢支柱

(a)单管支柱；(b)四管支柱



斜撑

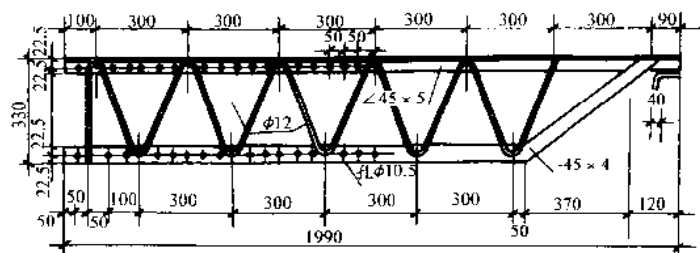
1—底座；2—顶撑；3—钢管斜撑；4—花篮螺丝；
5—螺帽；6—旋杆；7—销钉

图名

支撑件—钢支柱、斜撑

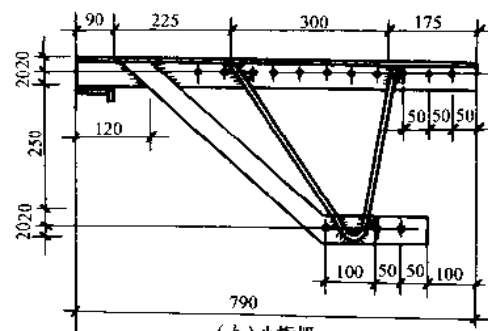
图页

2—20

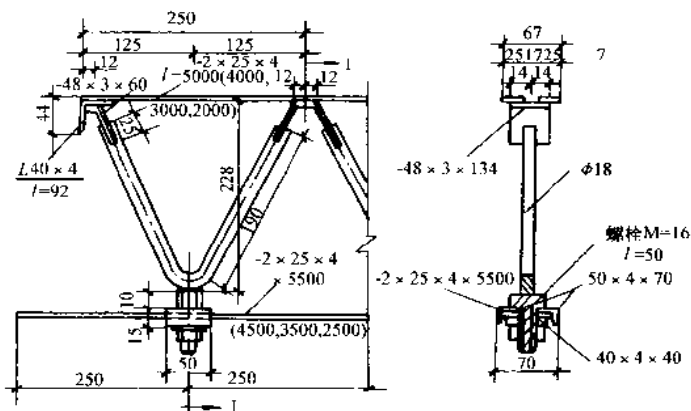


(a) 大桁架

平面可调桁架

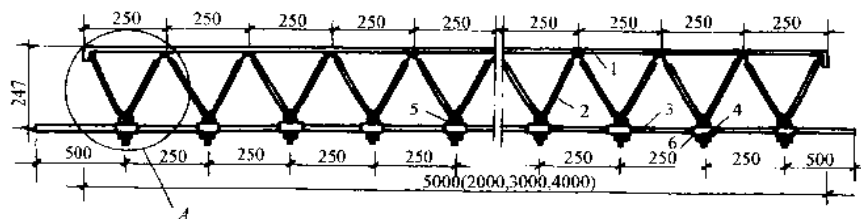


(b) 小桁架



A 大样图

I—I 剖面



曲面可变桁架示意图

1—内弦；2—腹筋；3—外弦；4—连接件；5—螺栓；6—方垫块

平面可调桁架：用于楼板、梁等水平模板的支架，具有节省模板支撑，扩大施工楼层内空间的作用。有轻型桁架、组合桁架等。本图为轻型桁架，包括大小两种桁架，如图。两榀大桁架之间，或大小桁架之间都能拼装。两榀桁架组合的跨度可调范围为 2100 ~ 3500mm。轻型桁架用角钢、扁钢和圆钢筋焊接加工而成。

曲面可变桁架：适用于曲面构筑物模板的支撑。由桁架连接件、垫板、连接板、方垫块等组成，如图。桁架由扁钢和圆钢筋焊接制成，内弦与腹筋焊接固定，外弦可以伸缩，曲面弧变可以自由调节，最小曲率半径为 3m。

图名

支撑件—桁架

图页

2—21

配板原则:

钢模板的配板优良标准应是使用钢模板块数为最少,木材拼镶补量为最少,并使支撑件的布置简单、受力合理,以节省支模用料。

钢模板规格型号的选用应优先采用最通用的规格,尽量使用规格最大的钢模板,以 P3015 (或 P3012) 钢模板为主板,其他规格的钢模板只作为拼凑模板面积尺寸之用,这样拼成的模板有较好的整体刚度,并能节省连接件及支模材料,装拆也较方便。推荐长度为 1500、1200、900、750mm,宽度为 300、200、150、100mm 等 16 种规格的钢模板为配套体系,纵横拼配,基本上可以配出以 50mm 为模数的各种模板面积。个别部位不能满足的尺寸,可用少量的木材拼补。

合理使用转角模板,对于构造上无特殊要求的转角,可以不用阳角模板,一般可用连接角模代替。阴角模板宜用于长度大的转角处;柱头、梁口及其他短边转角部位,如无合适的阴角模板,也可以用 55mm 的方木代替。

配板时,一般应以钢模板的长度沿梁、板及墙的长度方向、柱子的高度方向排列。这种排列方法有利于使用长度规格较大的钢模板和

扩大钢模板的支撑跨度。对于有些模板面积,其宽度正好是钢模板长度的倍数,也可以钢模板的长度沿着模板面积的短边排列,同时考虑钢楞或桁架支撑的合理布置。

对于面积比较方整的预拼装大模板以及钢模板端头集中在一条线上时,直接支撑钢模板的钢楞,间距布置要考虑接缝的位置,应使每块钢模板都能有两处钢楞支撑。

在条件容许情况下,钢模板端头接缝可以错开布置,这样模板整体刚度较好,在长度方向易于保持平直,直接支撑钢模板的钢楞或桁架,间距可以不受接缝位置的限制,有利于发挥钢模板的刚度和节省钢楞用量。

配板方法:

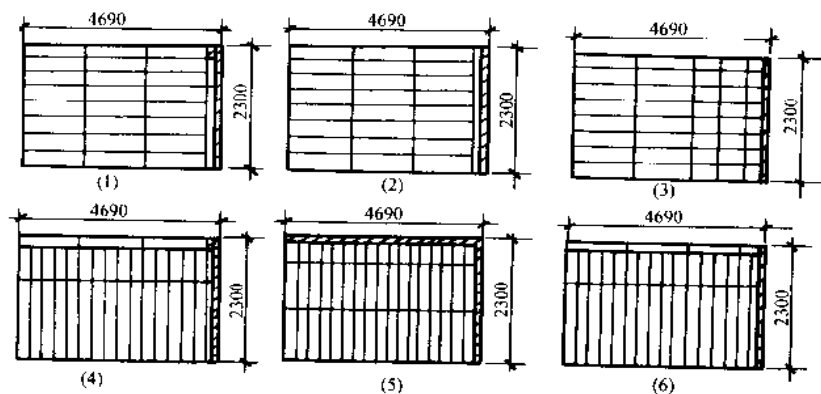
拼配同样一块模板面积,使用各种型号的钢模板,从数学角度理论排法很多,但从施工方便和构造合理着眼,一般多采取横排或竖排;横、竖兼排的方式,会使支撑系统布置困难。配板时,应列出几种配板方案进行分析比较,找出其中能使钢模种类、块数和木材拼补为最少,而支撑布置又稳固省料的拼配方案,现举例说明如下:

图名

钢模板配板原则与方法(-)

图页

2 -22



相同面积的不同配板方式

不同配板方式的数据统计

配板方式	钢模板块数	拼木面积 (m ²)	拼木面积百 分比 (%)	配板方式	钢模板块数	拼木面积 (m ²)	拼木面积百 分比 (%)
(1)	26	0.122	1.13	(4)	35	0.122	1.13
(2)	27	0.100	0.92	(5)	48	0.325	3.01
(3)	40	0.092	0.85	(6)	37	0.092	0.85

例：某住宅建筑某部位墙面，长度和高度尺寸为 4990mm × 2300mm，需作配板设计。

长度两边各扣除阴角模板宽度 150mm，墙面模板实际配板尺寸为 4690mm × 2300mm。用长度为 1500、900、600、450mm 和宽度为 300、200、150、100mm 的钢模板拼配，可得出如图示的 6 种不同配板方式，各种方式所用钢模板块数和木材拼补面积见不同配板方式的数据统计表。

从统计表中可以看出，配板方式 (1) 和 (2) 是比较合理的，因钢模板块数少，拼木面积也不多。

图名

钢模板配板原则与方法(二)

图页

2-23

横排时基本长度配板表 (长度: mm)

配板长度 序号	主板块数									其余规格块数	备注
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	1500	3000	4500	6000	7500	9000	10500	12000	13500		
2	1650	3150	4650	6150	7650	9150	10650	12150	13650	2 × 600 + 1 × 450 = 1650	△
3	1800	3300	4800	6300	7800	9300	10800	12300	13800	2 × 900 = 1800	☆
4	1950	3450	4950	6450	7950	9450	10950	12450	14450	1 × 450 = 450	
5	2100	3600	5100	6600	8100	9600	11100	12600	14100	1 × 600 = 600	
6	2250	3750	5250	6750	8250	9750	11250	12750	14250	2 × 900 + 1 × 450 = 2250	△
7	2400	3900	5400	6900	8400	9900	11400	12900	14400	1 × 900 = 900	☆
8	2550	4050	5550	7050	8550	10050	11550	13050	14550	1 × 600 + 1 × 450 = 1050	△
9	2700	4200	5700	7200	8700	10200	11700	13200	14700	2 × 600 = 1200	
10	2850	4350	5850	7350	8850	10350	11850	13350	14850	1 × 900 + 1 × 450 = 1350	

注: 1. 当长度为 15m 以上时, 可依次类推。

2. ☆ (△) 表示由此行向上移两档 (一档), 可获得更好的配板效果。

横排时基本高度配板表 (长度: mm)

配板长度 序号	主板块数										其余规格块数
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000	
2	350	650	950	1250	1550	1850	2150	2450	2750	3050	1 × 200 + 1 × 150 = 350
3	400	700	1000	1300	1600	1900	2200	2500	2800	3100	1 × 100 = 100
4	450	750	1050	1350	1650	1950	2250	2550	2850	3150	1 × 150 = 150
5	500	800	1100	1400	1700	2000	2300	2600	2900	3200	1 × 200 = 200
6	550	850	1150	1450	1750	2050	2350	2650	2950	3250	1 × 150 + 1 × 100 = 250

注: 高度 3.3m 以上照此类推。

钢模板的配板组合排列, 虽然要根据工程设计的实际情况进行, 但可依照配板表选配模板, 所示两表是以长度为 1500mm、900mm、600mm、450mm, 宽度为 300mm、200mm、150mm、100mm 的常用规格为例, 并以 300mm × 1500mm × 55mm (P3015) 钢模板为主板编制的配板表。

模板横排合理方式的选用: 当以 P3015 为主板。作横排时, 按横排时基本长度排板表从上往下、从左往右找到要配板长度的数字范围, 然后由最上一行找到所需钢模板主规格的模板数量, 不足之处, 再由其余规格块数栏中查找。表中以斜线分两种情况, 分别各自对应采用。

例: 墙面长 8.33m, 作配板设计。

方案 I: 从横排时基本长度配板表序号 6 按 8250mm 查找, 用 4 块 1500mm、2 块 900mm 和 1 块 450mm 的钢模板, 尚余 80mm 需镶拼。

方案 II: 从表中序号 6 向上移一行, 按 8100mm 查找, 则为用 5 块 1500mm 和 1 块 600mm 钢模板, 余下 230mm 可贴上 1 块 200mm 宽的竖向模板, 尚余 30mm 需镶拼。

比较两个方案, 组拼模板块数一样, II 方案镶拼宽度小, 为优。

模板竖排合理方式的选用: 模板竖排时, 可看作该板平面旋转 90°, 即将高度当作横向长度, 仍可采用横排时基本长度排板表。然后将长度尺寸当成高度, 按横排时基本高度排板表查出主规格钢模板块数, 不足部分再以 200mm、150mm、100mm 宽的钢模板补足, 其组合方式及所需块数由其余规格块数一列中查出。任何高度需拼的木料的宽度, 均不超过 40mm。

图名

钢模板实用组配方法(·)

图页

2- 24

梁、柱断面按模板宽度的配板表 (长度: mm)

序号	断面边长	排列方案	参 考 方 案		
			1	2	3
1	150	150			
2	200	200			
3	250	150 + 100			
4	300	300	200 + 100	150 × 2	
5	350	200 + 150	150 + 100 × 2		
6	400	300 + 100	200 × 2	150 × 2 + 100	
7	450	300 + 150	200 + 150 + 100	150 × 3	
8	500	300 + 200	300 + 100 × 2	200 × 2 + 100	200 + 150 × 2
9	550	300 + 150 + 100	200 × 2 + 150	150 × 3 + 100	
10	600	300 × 2	300 + 200 + 100	200 × 3	
11	650	300 + 200 + 150	200 + 150 × 3	200 × 2 + 150 + 100	300 + 150 + 100 × 2
12	700	300 × 2 + 100	300 + 200 × 2	200 × 3 + 100	
13	750	300 × 2 + 150	300 + 200 + 150 + 100	200 × 3 + 150	
14	800	300 × 2 + 200	300 + 200 × 2 + 100	300 + 200 + 150 × 2	300 + 200 × 2 + 100
15	850	300 × 2 + 150 + 100	300 + 200 × 2 + 150	200 × 3 + 150 + 100	
16	900	300 × 3	300 × 2 + 200 + 100	300 + 200 × 3	200 × 4 + 100
17	950	300 × 2 + 200 + 150	300 + 200 × 2 + 150 + 100	300 + 200 + 150 × 3	150 + 200 × 4
18	1000	300 × 3 + 100	300 × 2 + 200 × 2	300 + 200 × 3 + 100	200 × 5
19	1050	300 × 3 + 150	300 × 2 + 200 + 150 + 100	300 × 2 + 150 × 3	

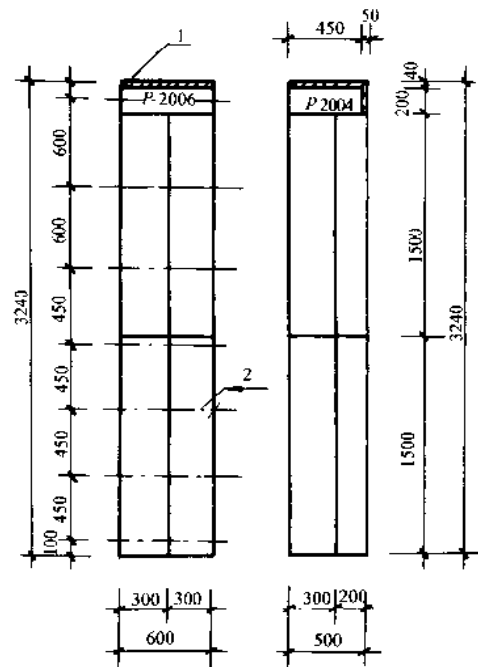
梁、柱模板排列: 梁、柱模板排列, 可按梁、柱的配板平面、按构件长度方向配置。表中按边宽或边高列出模板数量最小的排列方案。另外列出三种参考方案, 供选用。

图名

钢模板实用组配方法(二)

图页

2—25



柱模配板图

1—镶拼木料；2—柱箍

柱的配板设计：

柱模板的施工设计，首先应按单位工程中所有需要配板的柱断面尺寸及长度进行统计、编号、列表。然后，再进行每一种规格的模板的配板设计，其具体步骤是：

1. 依照断面尺寸，按“梁、柱断面按模板宽度的配板表”选用宽度方向的模板规格组配方案；

2. 参照“横排时基本长度配板表”选用长（高）度方向的模板规格组配方案。

例：某建筑钢筋混凝土柱的断面为 $600\text{mm} \times 500\text{mm}$ ，净高为 3.24m ，试作配板设计。

按“梁、柱断面按模板宽度的配板表”，宽度 600mm 方向用 $2 \times 300\text{mm}$ ，即 2 块宽度为 300mm 并列；宽度 500mm 方向用 $300\text{mm} + 200\text{mm}$ ，即宽度 300mm 和 200mm 各一块。

按“横排时基本长度配板表”，高度方向选用 $2 \times 1500\text{mm}$ ，即 2 块长度为 1500mm 的钢模板，在宽度 600mm 方向，上设横向 $200\text{mm} \times 600\text{mm}$ 的钢模板一块，总高为 3.20m ，余下 40mm 镶拼木料；在宽度 500mm 方向，上设横向 $200\text{mm} \times 450\text{mm}$ 钢模板一块，余下 40mm 及其旁 $50\text{mm} \times 200\text{mm}$ 处均镶拼木料，如图。

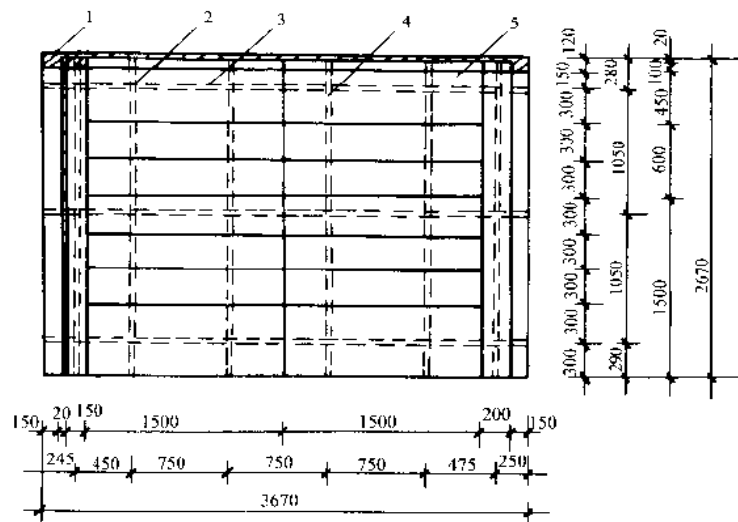
图中的柱箍的规格和间距由计算确定。

图名

柱的配板设计

图页

2—26



墙板模板配板图

1—拼木；2—对拉螺栓；3—外钢楞；4—内钢楞；5—钢模板

墙的配板设计：

按施工图统计所有配模平面的尺寸并作编号后，对每一平面进行配板设计，其具体步骤是：

1. 根据墙的平面尺寸，采用横排原则按“横排时基本长度配板表”确定长度方向模板的配板组合，再按“横排时基本高度配板表”确定宽度方向模板的配板组合，然后计算模板块数和需镶拼木模的面积。

2. 根据墙的平面尺寸，采用竖排原则按“横排时基本长度配板表”和“横排时基本高度配板表”确定长度和宽度方向模板的配板组合，并计算模板块数和需镶拼木模的面积。

对横排、竖排通过比较作出选择。

例：某建筑剪力墙平面尺寸为 3670mm × 2670mm，试进行配板设计。除去两边角模共 300mm 外，实际需配板面积为 3370mm ×

2670mm。

按横排原则：

查按“横排时基本长度配板表”序号 3，长度方向为 $1500 + 900 \times 2 = 3300\text{mm}$ ，余 70mm；再查“横排时基本高度配板表”序号 6，高度方向为 $8 \times 300 + 150 + 100 = 2650\text{mm}$ ，余 20mm。拼木面积 2.8%，共需模板 30 块，如下：

P3015 8 块；P3009 16 块；P1515 1 块；P1509 2 块；P1015 1 块；P1009 2 块。

如按“横排时基本长度配板表”序号 3 上移两档，改取序号 1。长度方向为 $2 \times 1500\text{mm}$ ，并镶拼竖向 200mm 及 150mm 各一列，余 20mm。高度方向仍为 $8 \times 300 + 150 + 100 = 2650\text{mm}$ ，余 20mm，拼木面积为 1.7% 模板共需 26 块，如下

P3015 16 块；P2015 1 块；P2006 1 块；P2004 1 块；P1515 3 块；P1506 1 块；P1504 1 块；P1015 2 块。

以上两种方案比较，横排第二种形式块数和木材拼补量少，较第一种形式好。按竖排原则：

在 2670mm 方向，按“横排时基本长度配板表”序号 8 取竖向 $1 \times 1500 + 1 \times 600 + 1 \times 450 = 2550\text{mm}$ ，再配上 100mm 宽横向一行，余 20mm；在 3370mm 方向，按“横排时基本高度配板表”序号 6，取 $10 \times 300 + 1 \times 200 + 1 \times 150 = 3350\text{mm}$ ，余 20mm。拼木面积为 1.4%。共需模板 39 块，如下：

P3015 10 块；P3006 10 块；P3004 10 块；P2015 1 块；P2006 1 块；P2004 1 块；P1515 1 块；P1506 1 块；P1504 1 块；P1015 1 块；P1009 2 块。

通过横、竖排比较，决定采用横排第二种形式，如图。

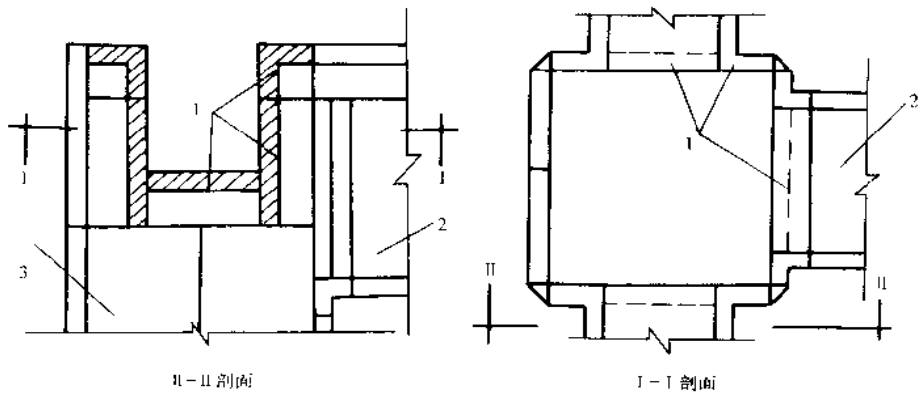
内、外钢楞由计算确定。

图名

墙的配板设计

图页

2—27

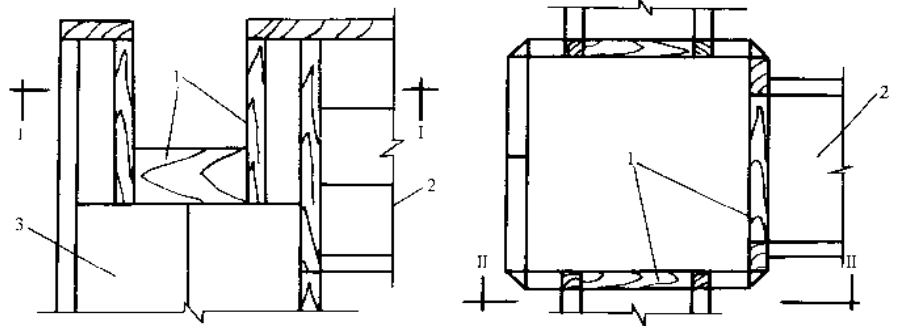


II-II 剖面

I-I 剖面

柱顶梁口采用嵌补模板

1—嵌补模板；2—大梁模板；3—柱身模板

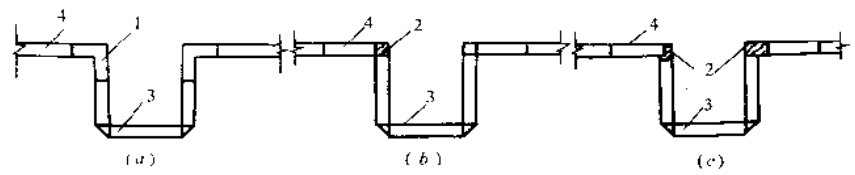


II-II 剖面

I-I 剖面

柱顶梁口用木材拼镶

1—方木拼镶；2—大梁模板；3—柱身模板



(a)

(b)

(c)

梁模板与楼板模板交接

1—阴角模板；2—木材拼镶；3—梁模板；4—楼板模板

梁的配板设计：

梁模板需与柱、墙、楼板模板相交，配板比较复杂，支撑布置也较特殊。

梁模板的配板，宜沿梁的长度方向横排，端缝一般都可错开。梁模板的长度虽为梁的净跨度，但配板的长度和高度，要看与柱、墙和楼板模板的交接情况，而有不同的拼配方法。

独立梁的配板：独立梁的两端和顶部没有其他模板相联系，其配板长度即为梁的净跨度，配板不足的尺寸，如大于100mm，可用钢模板竖向拼配，如小于100mm，用木材在梁的两端嵌补。独立梁的配板高度，可以高出混凝土的浇筑面。

梁模板的两端与其他模板交接：梁模板的两端与柱、墙或大梁的模板相交时，梁模板的配板长度不宜等于梁的净跨度，正确的做法是在柱、墙或大梁的模板上，用嵌补模板拼出梁口，则梁模板的配板长度应为梁的净跨度减去嵌补模板的宽度，如图，如果没有条件使用嵌补模板，梁口可用55mm方木镶拼，则梁模板的配板长度应为净跨度减去110mm，如图。

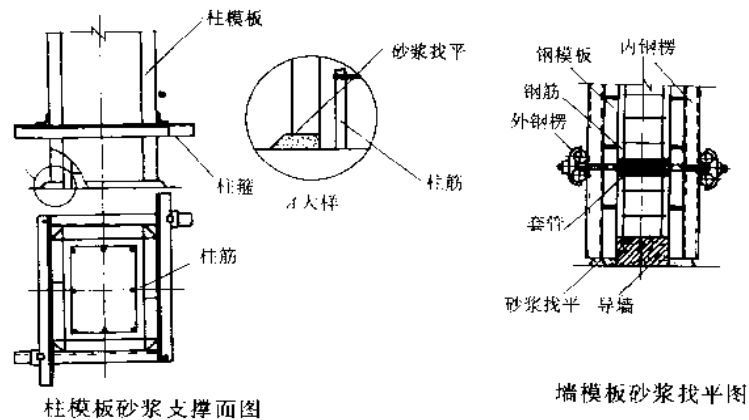
梁模板与楼板模板交接：梁模板与楼板模板交接，可采用阴角模板或木材拼镶，如图。

梁模板侧模的纵、横楞布置由计算确定，直接支撑梁底模的横楞或梁夹具，其间距尽量与梁侧模板的纵楞间距相适应，并照顾楼板模板的支撑布置情况。

楼板配板设计：

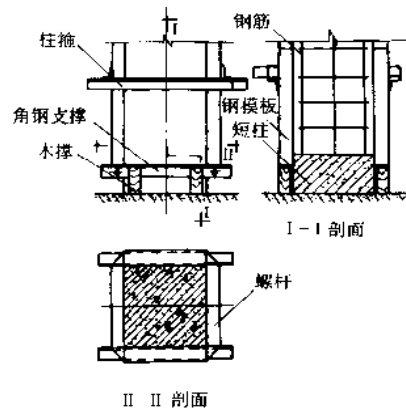
楼板模板一般采用散支散拆或预拼装两种方法。配板设计可在编号后，对每一平面进行设计。可按〈横排时基本长度配板表〉沿长边配板和按〈横排时基本高度配板表〉沿短边配板，计算模板块数及拼镶木模的面积，通过比较作出选择。

图名	梁与楼板的配板设计	图页	2-28
----	-----------	----	------

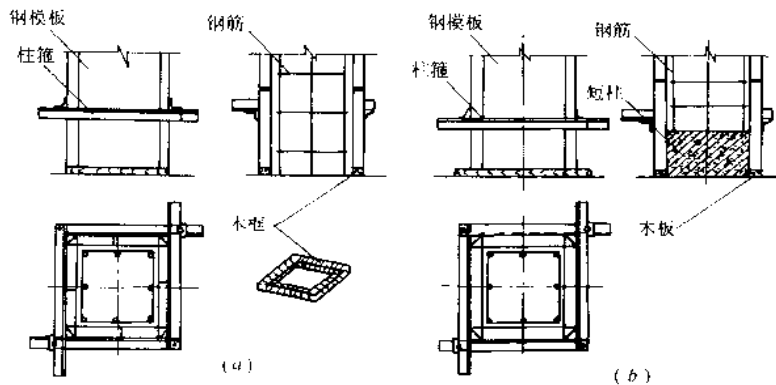


柱模板砂浆支撑面图

墙模板砂浆找平图



柱模板用角钢支撑面图



柱模板木框和木板支撑面图

施工前的准备工作:

将建筑物水平标高根据模板实际标高的要求,引测到模板安装位置;

进行中心线及其位置的放线,首先引测建筑物的轴线,然后根据施工图用墨线弹出模板的中心线和内边线(即混凝土面),墙模板为安装方便还要弹出模板的内外边线,以供模板安装和校正;

进行安装面找平,模板承垫底部应预先找平,以保证模板位置准确,防止模板底部漏浆。常用的找平方法是沿模板边线用1:3水泥砂浆抹找平层,作为模板的支撑面,如图;短柱上的模板也可以用角钢或木框支撑,如图;

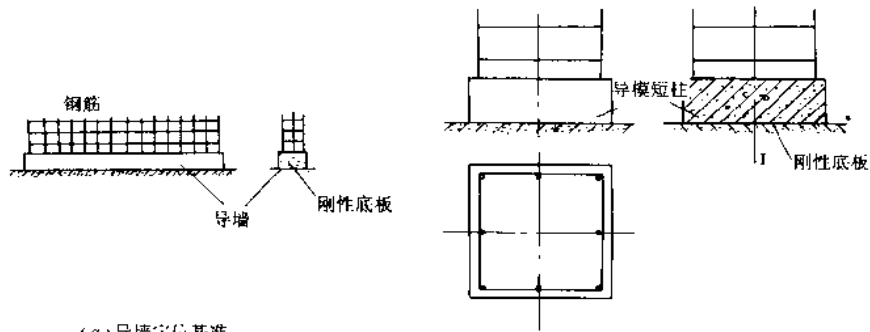
设置墙、柱模板定位基准,传统做法是,按照构件断面尺寸先用同强度等级的细石混凝土浇筑50~100mm的短柱或导墙作为模板定位基准(见图页2—30);另一种做法是根据柱断面或墙厚切割一定长度的钢筋或角钢,点焊在上筋位置上,并按二排主筋的中心位置分档,以保证钢筋和模板位置准确(见下页图);

图名

施工前的准备工作(一)

图页

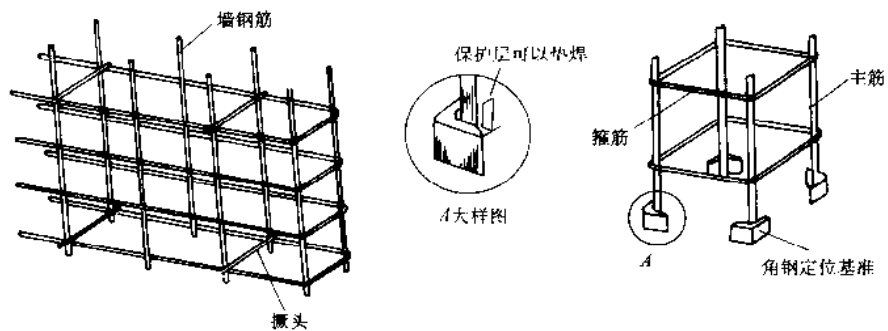
2—29



(a) 导墙定位基准

(b) 导模短柱定位基准

导墙与导模短柱定位基准图



钢筋撬头定位基准图

角钢定位基准图

预组装模板允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)
两块模板之间拼接缝隙	≤ 2.0
相邻模板板面的高低差	≤ 2.0
组装模板板面平整度	≤ 0.4 (用 2m 平尺检查)
组装模板板面长宽尺寸	+4 -5
组装模板对角线长度差值	≤ 7.0 (\leq 对角线长度 1/1000)

施工前的准备工作 (续前页):

采用预组装模板施工时, 预组装工作应在组装平台或经平整处理的地面上进行, 按上表要求逐块检查后进行试吊, 试吊后再进行复查, 并检查配件数量、位置和紧固情况;

经检查合格的模板, 应按照安装程序进行堆放或装车运输。重叠平放时, 每层之间应加垫木, 模板与垫木应上、下对齐, 底层模板应垫高地面 100mm。

模板安装前要向施工班组进行技术交底; 支撑支柱的地面应夯实整平, 准备支柱底垫木, 现场应有防、排水措施; 竖向模板安装的底面应平整坚实, 并采取可靠的定位措施, 按施工设计要求预埋支撑锚固件; 模板应涂刷脱模剂。结构表面需作处理的工程, 严禁在模板上刷废机油;

做好施工工具及辅助材料的准备工作 (施工工具及辅助材料见下页)。

图名

施工前的准备工作(二)

图页

2-30

常规施工工具表

名称	规格	用途	来源	备注
钉 锤	重量 0.25、0.5kg	装卸 U 形卡、I 形插销	外购	
三用钉锤	重量 0.5 ~ 0.75kg	装卸 U 形卡、紧固螺栓、套孔	自制	山西省建工局革新工具
单头扳手	开口宽 (mm) 12、14、17、19、22、24、27	紧固螺栓和扣件	外购	又名呆扳手
棘轮扳手	M12、M14、M16、M18、M20	紧固螺栓	外购	
活动扳手	最大开口宽 65mm	紧固螺栓、扣件	外购	
电 钻	钻头直径 8 ~ 20mm	钻对拉螺栓孔	外购	
斧 头	普 通	嵌木条用	外购	
锯 子	普 通	嵌木条用	外购	
钢丝钳	长度 150、175mm	绑扎钢丝	外购	
墨 斗	木 工 用	弹线用	自制	
粉线带	木 工 用	弹线用	自制	
木榔头	普 通	调整模板位置	自制	
千斤顶	油压、螺旋	校正模板用	外购	
砂轮切割机	J3G—400	砂轮直径 400mm, 最大切割直径 $\phi 135$	外购	切割钢管
钢模板清理机	带有锤辊和钢丝刷	清理模板表面和侧面的砂浆	外购	大连二建和大连旅顺西沟机电厂研制

量测工具表

名称	规格	用途	来源	备注
水准仪	NS3—1 NS3 SZ3	测量标高	外购	型号仅供参考
经纬仪	DJG6—Z3 华光 I 型	测量轴线, 校正中心	外购	型号仅供参考
线 锤	普 通	检测模板垂直度	外购	
方 尺	1 × 1.5m	供放线	自制	
水平尺	长度 450、500、550mm	找 平	外购	
钢卷尺	2m	检查尺寸	外购	
钢卷尺	20m, 50m	量测和放线	外购	
直 尺	2 ~ 3m	校核尺寸	自制	
靠 尺	2m		自制	
塞 规	一般	检查模板安装质量用	外购	

其他工具

名称	规格	用途	来源	备注
绳 索	白棕绳	模板安装临时拉结	外购	或运吊模板配件
毛排刷		刷隔离剂	外购	可组成长柄排刷
零配件装箱容器		供放置 U 形卡等零配件	自制	
钢丝刷		清理模板	外购	

施工工具按用途基本分三类:

常规施工工具,是指施工作业通常采用的普通工具。

测量工具,是指为检测模板安装尺寸、水平位置和垂直度等测量工具;

其他工具,是指附属小型工具。

图名

施工前的准备工作(三)


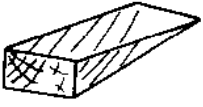
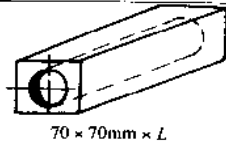
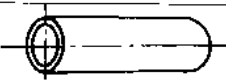
图页

2—31

常用隔离剂使用表

材料配料比	配制方法和用法	优缺点	备注
废机油	较稀的刷二遍, 较稠的刷一遍	优点: 隔离剂稳定, 可利用下脚料 缺点: 易粘污钢筋和影响操作	用于各种模板和台模
石蜡:柴油:滑石粉 = 1:3:54	将一份石蜡与几份柴油混合经高温或水浴加热搅拌, 最后加入填料拌匀	优点: 易脱模, 板面光滑 缺点: 不能用于蒸养混凝土	用于各种模板及台模
石蜡:煤油 = 1:2	将石蜡与煤油熔化涂于模板面	优点: 易脱模, 板面光滑 缺点: 不能用于蒸养混凝土	用于各种模板及台模
皂角:水:滑石粉 = 1:5:酌量	皂角加水煮沸, 溶化拌成糊浆状, 使用时加入滑石粉调匀	优点: 使用方便, 易脱模	
D-1	硬脂酸锌、石蜡、十八酸、三乙醇胺、溶剂汽油制成, 涂二遍	优点: 表面光滑, 料源广, 较经济 缺点: 装饰工程困难	用于大坝, 地下室工程
酚醛清漆	按油漆涂刷二遍	优点: 易脱模, 刷一次可周转 2~3 次 缺点: 来源受限制	大连建筑公司应用
妥儿油:煤油 = 1:5	妥儿油是由纸浆废液中提炼, 成份为树脂酸 (南平光华厂供应)	优点: 脱模容易, 价格便宜 缺点: 仍需煤油掺合料	经上海施工研究所试验, 上海施工部门应用
四线油 (重柴油)	为上海金山化工厂下脚料	优点: 拆模后无结蜡现象, 有利于混凝土与砂浆表面粘结 缺点: 来源受限制	由上海施工研究所试验, 施工部门已试用
滑石粉合剂 滑石粉:107胶:水 = 1:1:1	一种材料拌和成乳白色稀薄糊状	优点: 来源广泛 缺点: 粉刷受限制	由上海施工研究所试验, 施工部门试用
海藻酸钠:滑石粉:洗衣粉:水 = 1:13.3~40:1:53.3	将海藻酸钠用水浸泡 2~3 天后, 再与其他材料混合调匀	优点: 喷淋简单, 脱模性好, 无粘结现象 缺点: 利用次数少, 易锈蚀钢模	

其他辅助材料表

名称	规格	用途	来源	备注
紧张器 (花篮螺丝)	 四螺柱螺纹反向	校正柱子的垂直度	外购	和铅丝联系在一起
钢丝	8号、10号	供固定柱子和拉结用	外购	
木楔		支撑底部微调和加固用	自制	
定位基准钢筋墩头	Φ8~12 长度等于墙厚	供模板定位	自制	和主筋焊在一起
定位基准角钢头	50×50	供模板定位	自制	和主筋焊在一起
墙板混凝土顶块	 70×70mm×L	控制混凝土墙厚度	自制	在安装作业前预制好
墙板塑料套管		控制混凝土墙厚度	外购	在安装作业前预制好

辅助材料:

嵌缝材料: 为防止板缝漏浆, 可采用嵌缝材料, 如木条、橡皮条、油灰等。

脱模 (隔离) 剂: 为保护模板, 便于脱模, 在模板安装前, 表面应涂刷一层脱模材料。常用的隔离剂如表中所列。脱模剂的选用, 应考虑就地取材, 经济适用, 不粘污钢筋为主。

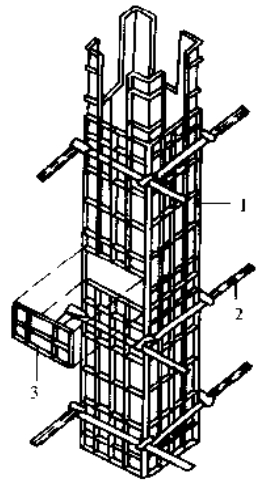
其他辅助材料: 其他辅助材料名称、规格、用途如表。

图名

施工前的准备工作(四)

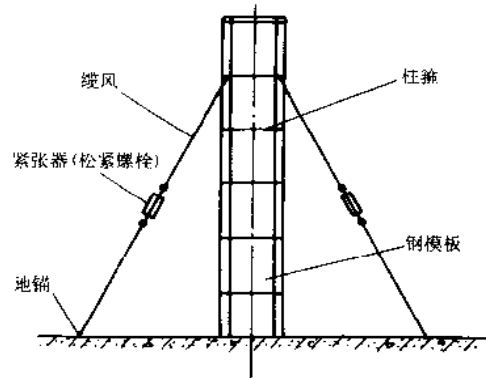
图页

2-32

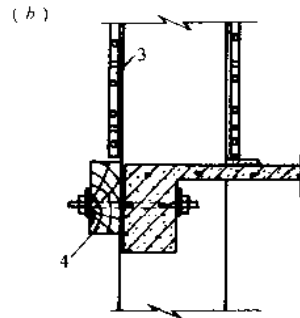


柱模板

1—平面钢模板；2—柱箍；3—浇筑孔盖板



校正柱模板



柱模板安装

(a)柱模板安装底面处理；(b)边柱外侧模板的固定方法

1—柱模板；2—砂浆找平层；3—边柱外侧模板；4—承垫板条

柱模板安装：

柱模板由四块拼板围成，四角由连接角模连接，每块拼板由若干块钢模板组成，如图。可根据需要在柱中部设置混凝土浇筑口，浇筑口的盖板可用钢模板或木板镶拼。柱的下端一侧可留清扫口。

柱模板安装前，应沿边线先用水泥砂浆找平，并调整好柱模板安装底面的标高，如图；也可沿边线用木板钉一木框，在木框上安装钢模板。边柱的外侧模板需支撑在承垫板条上，板条要用螺栓固定在下层结构上。

柱模板现场拼装时，先将柱子第一圈四面模板就位用连接角模拼好，角模宜高出平模，校正调好对角线，并用柱箍固定。然后以第一圈模板上高出的角模为基准。用同样方法组拼第二圈模板，直至柱全高，各圈组拼时，要用U形卡正反交替连接水平接头和竖向接头，在安装到一定高度时，要进行支撑或拉结，以防倾倒。并用支撑或拉杆上的调节螺栓校正模板的垂直度。

场外预拼装时，在场外设置一钢模板拼装平台，将柱模板按配置图预拼成四片，然后运往现场安装就位，用连接角模连接成整体，随即检查其位移、垂直度、对角线情况，经校正无误后，立即自下而上地安装柱箍。柱模安装完成后，经全面检查纠正，与相邻柱群或四周支架临时拉结固定。

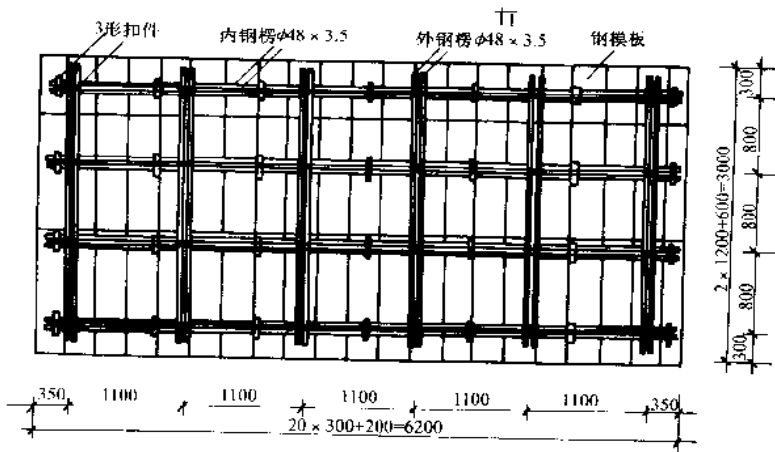
场外整体预拼装好的柱模板，吊装前应检查柱模板的上、下口对角线偏差及连接件、柱箍等的牢固程度，并用铅丝将柱顶钢筋先绑扎在一起，以便柱模从顶部套入，待整体预拼装好的柱模板吊装就位后，立即用四根支撑或有花篮螺栓的缆风绳与柱顶四角拉结，并校正其中心线和偏斜，如图，经全面检查合格后，再群体固定。

图名

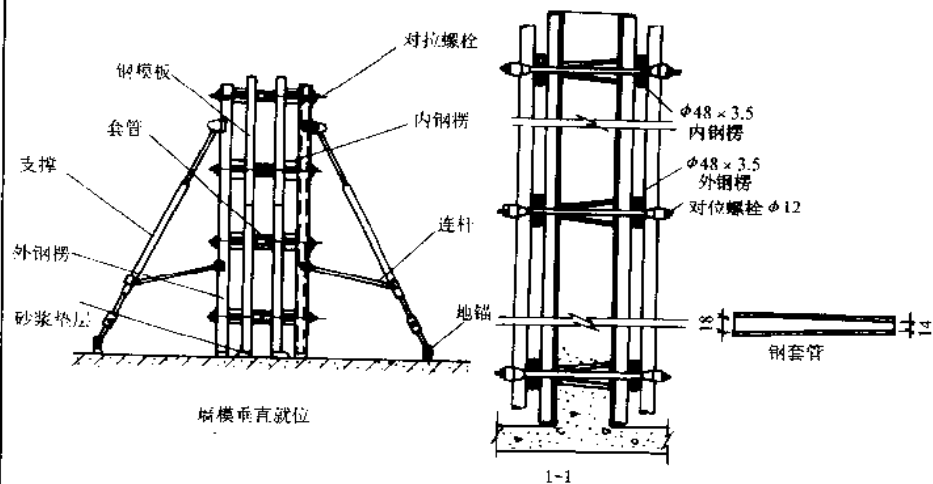
柱模板安装

图页

2—33



墙模板



墙模板安装:

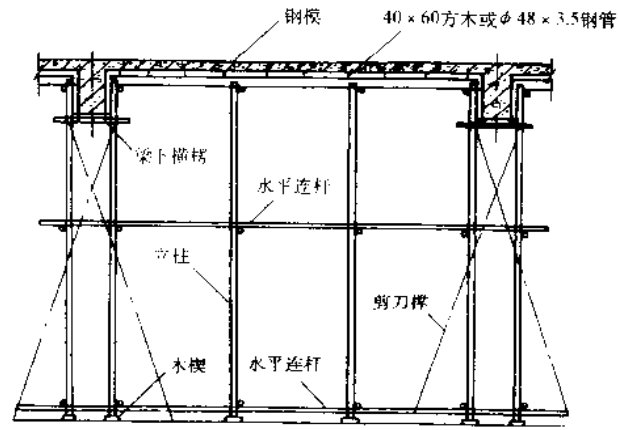
墙模板由两片模板组成, 每片模板由若干块平面模板拼成。钢模板可以散拼, 即按配板图由一端向另一端, 由下向上, 逐层拼装, 也可以预拼装成整片安装。

单块就位安装: 墙板的第二层安装时宜拼装为能用人力搬运的小块, 拼装后翻身, 就位安装在基准面上, 把小块连接起来。安装时模板面对准墙边线, 墙两侧模板同时安装, 边安装边插入对拉螺栓和套管, 加临时支撑, 内钢楞用3形或蝶形扣件和钩头螺栓固定在模板上, 对拉螺栓由钢楞中间插入, 用扣件和钢楞固定。第二层模板安装时, 墙体两侧模板同时单块安装随时用U形卡连接底边和侧边。边安装边插入对拉螺栓和套管, 安装钢楞等与第一层相同, 同样方法, 安装到顶。钢模和内钢楞安装到顶后, 在内钢楞外侧安装外钢楞。内外钢楞用紧固螺栓和3形或蝶形扣件固定为一体。用斜撑调整墙面模板垂直度合格后, 与其他墙面或柱、楼板模板拉接并增加必要的支撑。

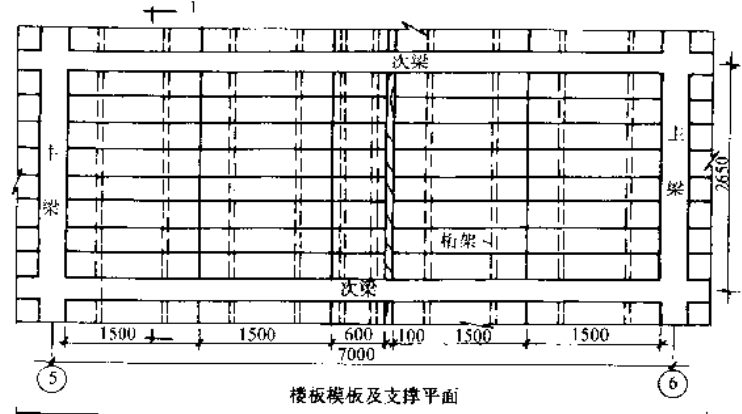
预拼装墙模板安装: 安装前检查墙模板安装位置的定位基准及预拼装墙模板编号后, 在模板上安装预埋件, 吊装就位安装支撑。就位时板面要与墙边线重合, 模板要稳定地落于安装基准面上, 一侧模板就位后即依靠模板(此时模板微向外倾斜以保持稳定)绑扎钢筋, 绑完钢筋插入对拉螺栓及套管, 随即安装另一侧模板及支撑, 用对拉螺栓把两块模板连在一起, 然后两块模板再次正位调整垂直。调整时, 一边调整斜支撑, 一边用靠尺、线锤检查, 直至墙面模板合格以后拧紧全部对拉螺栓, 用斜撑使其稳固, 经全面检查后与相邻墙模板连接。

模板组装与墙模垂直度调整情况如图所示。

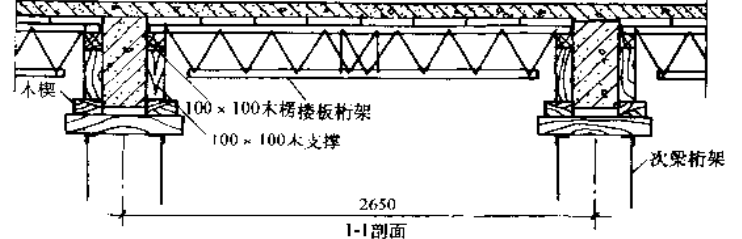
图名	墙模板安装	图页	2-34
----	-------	----	------



钢管支撑梁、楼板模板



楼板模板及支撑平面



1-1剖面
梁和楼板桁架支模

梁模板安装:

梁模板由三片模板组成, 底模及两侧模板用连接角模连接, 侧模顶部则用阴角模板与楼板模板相接, 整个梁模板用支架支撑, 如图。

单块就位安装: 在复核梁底标高校正轴线位置无误后, 搭设梁模支架, 固定钢楞或梁卡具, 在横楞上铺放梁底模, 并用钩头螺栓与钢楞固定。拼上连接角模。在底模上绑扎钢筋, 安装梁侧模板, 有对拉螺栓时插入对拉螺栓, 套上套管, 安装对侧模板。有起拱要求时, 可用千斤顶顶高跨中支柱, 打紧支柱下楔形垫脚, 或在横楞与底模间加垫起拱。安装钢楞拧紧对拉螺栓, 调整梁口平直, 采用梁卡具时, 夹紧梁夹具扣上梁口卡, 复核检查梁模尺寸。

单片预组拼梁模板安装: 在检查预组拼的梁底模板和侧模板的尺寸、对角线、平整度及钢楞连接后, 先把梁底模板吊装就位并与支架固定, 再分别吊装两侧模板与底模拼接后设斜撑固定, 然后按设计要求起拱。

整体预组拼梁模板安装: 当采用支架支模时, 在整体梁模板吊装就位并校正后, 进行模板底部与支架的固定, 侧面用斜撑固定; 当采用桁架支模时, 可将梁卡具、梁底桁架全部固定在梁模上。安装就位时, 梁模两端准确安放在立柱上。

楼板模板安装:

楼板模板由平面钢模板拼装而成, 其周边用阴角模板与梁或墙模板相连接。楼板模板用钢楞及支架支撑, 为减少支架用量, 扩大板下施工空间, 最好用伸缩式桁架支撑, 如图所示。先安装梁模板支架, 钢楞或桁架后, 再安装楼板模板。楼板模板的安装可以散拼, 即在已安装好的支架上按配板图逐块拼装, 也可以预组拼后整体安装。

图名	梁与楼板模板安装	图页	2-35
----	----------	----	------

3. 模板安装要求

现浇结构模板安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	
1	轴线位置	5	
2	底模上表面标高	±5	
3	截面内部尺寸	基 础	±10
		柱、墙、梁	+4 -5
4	层高垂直	全高 ≤ 5m	6
		全高 > 5m	8
5	相邻两板表面高低差	2	
6	表面平整 (2m 长度上)	5	

预埋件和预留孔洞允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	
1	预埋钢板中心线位置	3	
2	预留管、预留孔中心线位置	3	
3	预埋螺栓	中心线位置	2
		外露长度	+10 0
4	预留洞	中心线位置	10
		截面内部尺寸	+10 0

模板安装要求:

竖向模板和支架的支撑部分, 当安装在基土上时, 应加设垫板, 且基土必须坚实并有排水措施。

模板及其支架在安装过程中, 必须设置防倾覆的临时固定设施。

现浇钢筋混凝土梁、板, 当跨度等于或大于 4m 时, 模板应起拱; 当设计无具体要求时, 起拱高度宜为全跨长度的 1/1000 ~ 3/1000。

现浇多层房屋应采取分层分段支模的方法, 安装上层模板及其支架应符合下列规定:

下层楼板应具有承受上层荷载的承载能力或加设支架支撑;

上层支架的立柱应对准下层支架的立柱, 并铺设垫板;

当采用悬吊模板、桁架支模方法时, 其支撑结构的承载能力和刚度必须符合要求。

当层间高度大于 5m 时, 宜选用桁架支模或多层支架支模。当采用多层支架支模时, 支架的横垫板应平整, 支柱应垂直, 上下层支柱应在同一竖向中心线上。

当承重焊接钢筋骨架和模板一起安装时, 模板必须固定在承重焊接钢筋骨架的结点上; 安装钢筋模板组合体时, 吊索应按模板设计的吊点位置绑扎。

当采用分节脱模时, 底模的支点应按模板设计位置, 各节模板应在同一平面上, 高低差不得超过 3mm。

组合钢模板的安装应符合《组合钢模板技术规范》(CBJ214—89) 的有关规定。

固定在模板上的预埋件和预留孔洞均不得遗漏, 安装必须牢固, 位置准确, 其允许偏差应符合表中规定。

现浇结构模板安装的允许偏差应符合表中规定。

图名

模板安装要求

图页

2—36

4. 现浇结构模板的拆除

现浇结构拆模时所需混凝土强度

项次	结构类型	结构跨度 (m)	按达到设计混凝土强度标准值的百分率计
1	板	≤ 2	55
		> 2, ≤ 8	75
2	梁、拱、壳	≤ 8	75
		> 8	100
3	拱、壳	≤ 8	75
		> 8	100
4	悬臂构件	≤ 2	75
		> 2	100

拆除侧模时间参考表

水泥品种	混凝土强度等级	混凝土的平均硬化温度 (°C)					
		5°	10°	15°	20°	25°	30°
混凝土强度达到 2.5MPa 所需天数							
普通水泥	C10	5	4	3	2	1.5	1
	C15	4.5	3	2.5	2	1.5	1
	≥ C20	3	2.5	2	1.5	1.0	1
矿渣及火山灰质水泥	C10	8	6	4.5	3.5	2.5	2
	C15	6	4.5	3.5	2.5	2	1.5

拆除底模板的时间参考表 (d)

水泥的标号及品种	混凝土达到设计强度标准值的百分率 (%)	硬化时昼夜平均温度					
		5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
325 号普通水泥	55%	12	8	6	4	3	2
	75%	26	18	14	9	7	6
	100%	55	45	35	28	21	18
425 号普通水泥	55%	10	7	6	5	4	3
	75%	20	14	11	8	7	6
	100%	50	40	30	28	20	13
325 号矿渣或火山灰质水泥	55%	18	12	10	8	7	6
	75%	32	25	17	14	12	10
	100%	60	50	40	28	24	20
425 号矿渣或火山灰质水泥	55%	16	11	9	8	7	6
	75%	30	20	15	13	12	10
	100%	60	50	40	28	24	20

模板拆除:

现浇结构的模板及其支架拆除时的混凝土强度应符合设计要求;当设计无具体要求时应符合下列规定:

侧模板拆除:侧模板应在混凝土强度能保证及表面及棱角不因拆除模板而受损坏时,就可拆除。具体时间可按拆除侧模时间参考表进行。

底模板拆除:底模板应在与混凝土结构同条件养护的试件达到现浇结构拆模时所需混凝土强度规定后方可拆除。达到规定强度标准值所需时间可参考拆除底模板时间参考表进行。

拆模顺序:一般先支后拆,先拆除非承重部分,后拆除承重部分。重大复杂模板的拆除,事先应制定拆模方案。对于肋形楼板的拆模顺序,首先是柱模板,然后楼板底模板,梁侧模板,最后梁底模板。多层楼板模板支架的拆除,应按下列要求进行:上层楼板正在浇筑混凝土时,下一层楼板的模板支架不得拆除,再下一层楼板的支架仅可拆除一部分;跨度 4m 及 4m 以上梁下均应保留支架,其间距不得大于 3m。

拆模时,严禁用大锤和撬棍硬砸硬撬。应尽量避免混凝土表面或模板受到损坏。拆模时,操作人员应站在安全处,以免发生事故,待该片(段)模板全部拆除后,方准将模板、配件、支架等运出加以清理、修理,按种类及尺寸分别堆放,以便下次使用。对定型组合钢模板,倘背面油漆脱落,应补刷防锈漆,已拆除模板及其支架的结构,应在混凝土强度达到设计的混凝土强度标准值后,才允许承受全部使用荷载。

图名

现浇结构模板的拆除

图页

2-37

(二) 钢筋工程

钢筋的检验:

钢筋出厂时, 在每捆(盘)上都应挂有二个标牌(注明生产厂、生产日期、钢号、炉罐号、钢筋级别、直径等), 并附有质量证明书, 钢筋进场时应进行复验。

热轧钢筋检验:

热轧钢筋进场时, 应按批进行检查和验收。每批由同牌号、同炉罐号、同规格、同交货状态的钢筋组成, 重量不大于 60t。验收的内容包括查对标牌、外观检查, 并按有关标准的规定抽取试样作力学性能试验, 合格后方可使用。

从每批钢筋中抽取 5% 进行外观检查, 要求钢筋表面不得有裂纹、结疤和折叠。钢筋表面允许有凸块, 但不得超过横肋的最大高度。钢筋的外形尺寸应符合规定。

力学性能试验时, 从每批钢筋中任选两根钢筋, 每根取两个试样分别进行拉伸试验(包括屈服点、抗拉强度和伸长率)和冷弯试验。如有一项试验结果不符合要求, 则从同一批中另取双倍数量的试样重做各项试验。如仍有一个试样不合格, 则该批钢筋为不合格品。

在使用过程中, 对热轧钢筋的质量有疑问或类别不明时, 在使用前应作拉伸和冷弯试验。根据试验结果确定钢筋的类别后, 才允许使用。抽样数量应根据实际情况确定。这种钢筋不宜用于主要承重结构的重要部位。

热轧钢筋在加工过程中发现脆断、焊接性能不良或机械性能显著不正常等现象时, 应进行化学成分分析或其他专项检验。

冷轧带肋钢筋检验:

冷轧带肋钢筋进场时, 应按批进行检查和验收。每批由同钢号、同规格和同级别的钢筋组成, 重量不大于 50t。

每批抽取 5% (但不少于 5 盘或捆) 进行外形尺寸、重量偏差的检查, 如有一盘(捆)不合格, 则应对该批钢筋逐盘(捆)检查。

力学性能应逐盘(捆)进行检验。从每盘(捆)取两个试样, 分别进行拉伸试验与冷弯试验。试验结果应符合冷轧带肋钢筋的力学性能与工艺性能的要求。

冷拉钢筋检验:

冷拉钢筋制成后, 应分批验收, 每批由不大于 20t 的同级别, 同直径的冷拉钢筋组成。

外观检查, 要求冷拉钢筋的表面不得有裂纹和局部缩颈。

力学试验时, 从每批冷拉钢筋中抽取两根钢筋, 每根取两个试样分别进行拉伸和冷弯试验。如有一项试验结果不符合要求, 则应另取双倍数量的试样重作各项试验。如仍有一个试样不合格, 则该批冷拉钢筋为不合格品。

计算冷拉钢筋的屈服点和抗拉强度, 应采用冷拉前的截面面积。

冷拔钢丝检验:

对甲级冷拔低碳钢丝和低合金钢丝应逐盘进行外观检查, 钢丝表面不得有裂纹和影响力学性能的锈蚀及机械损伤。

直径检查时, 用相同材料盘条冷拔成相同的钢丝, 以每 5t 为一批, 从每批冷拔钢丝中抽取 5% (但不少于 5 盘) 的盘数, 测量钢丝的直径, 其两个垂直方向直径平均值的允许偏差不得超过 $\pm 0.10\text{mm}$ (ϕ) 或 $\pm 0.08\text{mm}$ (ϕ) 值。

对甲级钢丝和低合金钢丝, 从每盘中任一端截去 500mm 以上后再取两个试样进行抗拉强度、伸长率和反复弯曲力学性能试验, 并按其抗拉强度确定该盘钢丝组别。钢丝的伸长率和反复弯曲次数应符合冷拔钢丝力学性能的要求。

钢筋的存放:

钢筋必须严格按批分等级, 牌号、直径、长度挂牌存放, 并注明数量, 不得混淆。钢筋应尽量存放在库棚内, 若露天存放, 应选择地势较高, 土质坚实的场地。在库棚或场地周围应挖排水沟, 以利泄水。堆放时钢筋下面要加垫木, 离地面不宜小于 200mm, 避免钢筋锈蚀和油污。

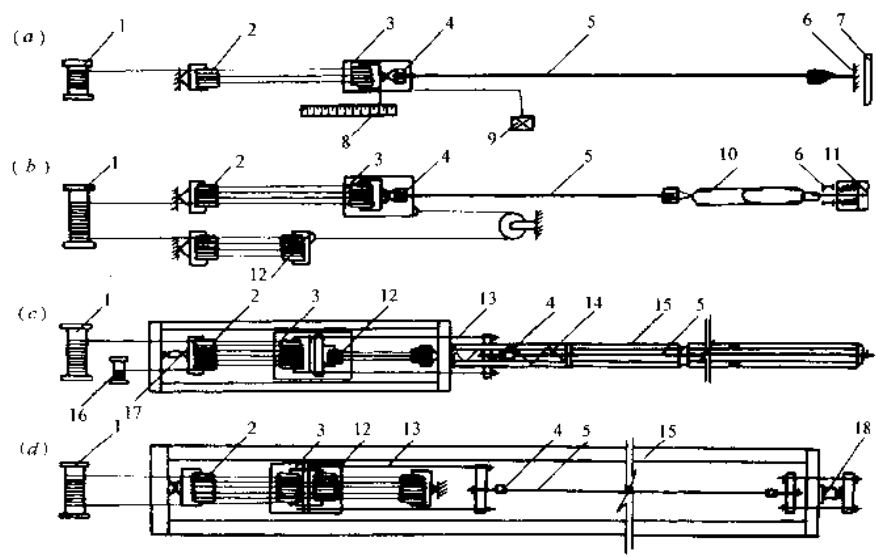
钢筋成品要分工程、分构件存放。同一项工程与同一构件的钢筋要存放在一起, 挂牌注明构件名称、部位、钢筋形式、尺寸、钢号、直径、根数、不能将几项工程的钢筋混放在一起。

图名

钢筋的检验与存放

图页

2-38



用卷扬机冷拉钢筋设备布置方案

- 1—卷扬机；2—滑轮组；3—冷拉小车；4—钢筋夹具；5—钢筋；6—地锚；7—防护壁；
 8—标尺；9—回程荷重架；10—连接杆；11—弹簧测力器；12—回程滑轮组；13—传力架；
 14—钢立柱；15—槽式台座；16—回程卷扬机；17—电子秤；18—液压千斤顶

冷拉控制应力及最大冷拉率

项次	钢筋级别	冷拉控制应力 (N/mm ²)	最大冷拉率 (%)
1	I级 $d \leq 12$	280	10
2	II级 $d \leq 25$ $d = 28 \sim 40$	450	5.5
		430	
3	III级 $d = 8 \sim 40$	500	5
4	IV级 $d = 10 \sim 28$	700	4

测定冷拉率时钢筋的冷拉应力

项次	钢筋级别	冷拉应力 (N/mm ²)
1	I级 $d \leq 12$	320
2	II级 $d \leq 25$ $d = 28 \sim 40$	480
		460
3	III级 $d = 8 \sim 40$	530
4	IV级 $d = 10 \sim 28$	730

钢筋冷拉是在常温下将钢筋进行强力拉伸，拉应力超过钢筋的屈服强度，使钢筋产生塑性变形，以达到调直钢筋，提高强度的目的。

钢筋冷拉控制方法：钢筋冷拉控制可用控制应力或控制冷拉率方法。

控制应力时，控制应力按表列数值采用，冷拉后检查钢筋的冷拉

率（冷拉率是指钢筋冷拉伸长值与钢筋冷拉前长度的比值）。如超过表中规定的最大冷拉率数值时，则应进行力学性能试验。冷拉钢筋作预应力钢筋用时，宜采用控制应力的方法。

控制冷拉率时，冷拉率控制值由试验确定。对同炉批钢筋测定的试样按表规定的冷拉应力值在万能试验机上测定相应的冷拉率，取其平均值作为该炉批钢筋的实际冷拉率。如钢筋强度偏高，平均冷拉率低于1%时，仍按1%进行冷拉。

冷拉多根连接的钢筋，冷拉率可按总长计，但冷拉后每根钢筋的冷拉率应符合“冷拉控制应力及最大冷拉率”表中的规定。

钢筋冷拉速度不宜过快，一般以每秒拉长5mm或每秒增加5N/mm²拉应力为宜。当拉到控制值时，应稍加停顿再放松，以稳定变形。

冷拉设备由拉力设备、承力结构、测量设备和钢筋夹具等部分组成。用卷扬机冷拉钢筋设备布置方案如图所示：

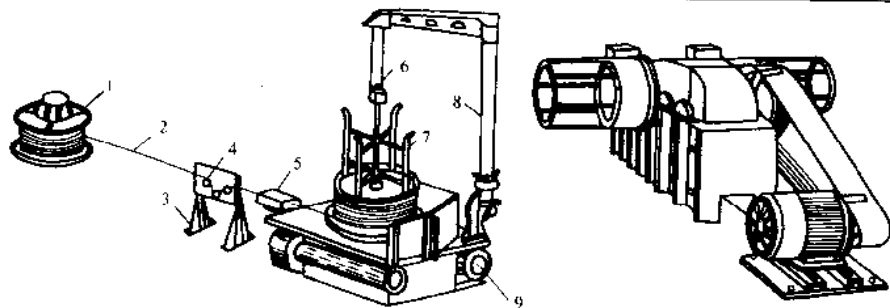
方案一：两端采用地锚承力，又分两种：(a)图，冷拉滑轮组回程采用荷重架，标尺测伸长；(b)图，冷拉滑轮组回程采用另一组滑轮组，弹簧测力器测力。这种方案设备简单，宜用于施工现场或构件厂冷拉细钢筋和中粗钢筋。

方案二：采用压柱式台座承力，又分两种：(c)图，采用单压柱式台座，回程滑轮组的门数小于冷拉滑轮组（用一台卷扬机牵引），电子秤测力；(d)图，采用双压柱式台座，回程滑轮组与冷拉滑轮组相同，液压千斤顶测力。这种方案宜用于构件厂冷拉粗钢筋。

以上除方案一(a)图采用冷拉率控制外，其余方案均可采用冷拉应力控制。

钢筋冷拉前应对测力器进行校核。钢筋冷拉速度不宜太快，待拉到控制值时，须稍停，然后再行放松，防止斜拉。预应力钢筋应先对焊后冷拉。钢筋冷拉时，如焊接接头被拉断，可重新焊接后再拉，但一般不超过两次。冷拉线两端必须装置防护设施。冷拉时严禁在冷拉线两端站人，或跨越、触动正在冷拉的钢筋。钢筋冷拉后，宜放置7~15d后使用。

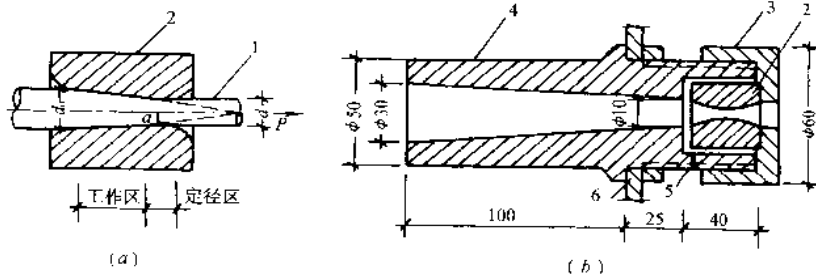
图名	钢筋冷拉	图页	2-39
----	------	----	------



立式单卷筒拔丝机

1—盘圆架；2—钢筋；3—剥壳装置；
4—槽轮；5—拔丝模；6—滑轮；
7—绕丝筒；8—支架；9—电动机

卧式双卷筒拔丝机



拔丝模构造与装法

(a) 拔丝模构造；(b) 拔丝模装在喇叭管内

1—钢筋；2—拔丝模；3—螺母；4—喇叭管；5—排渣孔；6—存放润滑剂的箱壁

钢筋冷拔次数参考表

项次	钢筋直径 (mm)	盘条直径 (mm)	冷拔总压 缩率 (%)	冷拔次数					
				第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次
1	5	8	61	6.5	5.7	5.0	5.0		
				7.0	6.3	5.7			
2	4	6.5	62.2	5.5	4.6	4.0	4.0		
				5.7	5.0	4.5			
3	3	6.5	78.7	5.5	4.6	4.0	3.5	3.0	3.0
				5.7	5.0	4.5	4.0	3.5	

注：总压缩率 = $\frac{d_0^2 - d^2}{d_0^2} \times 100\%$ 式中 d_0 —盘条直径； d —冷拔丝直径。

钢筋冷拔是使 $\phi 6 \sim \phi 8$ 的 I 级光圆钢筋强力通过特制的钨合金拔丝模孔多次拉拔成比原钢筋直径小的钢丝。使钢筋产生塑性变形，以改变其物理力学性能。

钢筋冷拉是纯拉伸的线应力，而冷拔是拉伸和压缩兼有的立体应力。冷拔后的钢筋断面缩小，塑性降低，强度提高 40% ~ 90%。这种经冷拔加工的钢筋称为冷拔低碳钢丝，分为甲、乙级，甲级钢丝主要用作预应力混凝土构件的预应力筋，乙级钢丝用于焊接网和焊接骨架、架立筋、箍筋和构造钢筋。

钢筋冷拔的工艺流程是：轧头→剥皮→通过润滑剂→进入拔丝模。

冷拔设备由拔丝机、拔丝模、剥皮装置、轧头机等组成。常用拔丝机有立式和卧式两种，如图。

拔丝模用钨钢制成。模孔的直径有各种规格，根据所拔钢丝每道压缩后的直径选用。拔最后一道的模孔直径，宜选用比成品钢丝直径小 0.1mm，以保证钢丝规格。为了使钢丝便于进入拔丝模并在拔丝过程中排除残渣，宜在拔丝模尾部装设喇叭管并附有排渣孔，如图。

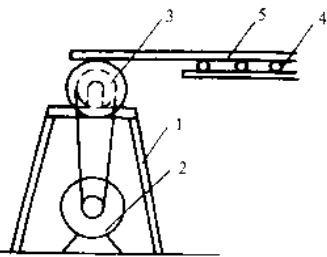
影响钢丝质量和生产效率是冷拔总压缩率和冷拔次数。冷拔钢丝并非一次拔成，而需要反复拔几次，逐步缩小钢筋直径。冷拔次数要选择适当。如反复拔的次数过少，则每次的压缩量过大，容易拔裂或断条，拔丝模磨损也大。相反，反复拔的次数过多，则会影响拔丝效率，而且钢丝容易变脆。钢筋冷拔次数可参考表中数值进行选择。

图名

钢筋冷拔

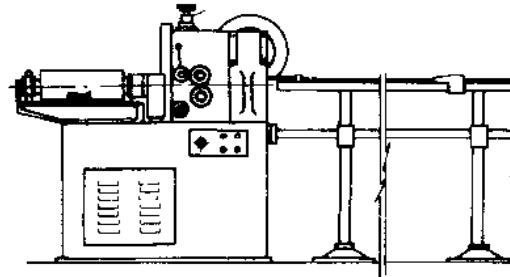
图页

2—40

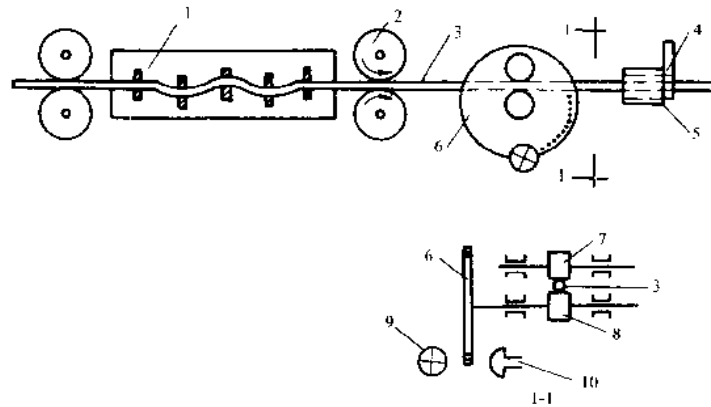


电动除锈机

1—支架；2—电动机；3—圆盘钢丝刷；4—滚轴台；5—钢筋



GJ6-4/8型钢筋调直机



数控钢筋调直切断机工作简图

1—调直装置；2—牵引轮；3—钢筋；4—上刀口；5—下刀口；6—光电盘；7—压轮；8—摩擦轮；9—灯泡；10—光电管

钢筋调直机技术性能

机械型号	钢筋直径 (mm)	调直速度 (m/min)	断料长度 (mm)	电机功率 (kW)	外形尺寸(mm) 长×宽×高	机重 (kg)
GJ6-4/8(TQ4-8)	4~8	40	300~6000	5.5	7250×550×1150	720
GJ4-4/14(TQ4-14)	4~14	30,54	300~7000	2×4.5	8860×1010×1365	1500

钢筋除锈：钢筋的表面应洁净。油渍、漆污和用锤敲击能剥落的浮皮、铁锈等应在使用前清除干净，在焊接前，焊点处的水锈应清除干净。钢筋的除锈方法有：在钢筋冷拉或钢丝调直过程中除锈；用机械方法除锈，如采用电动除锈机（如图）除锈；也可采用人工除锈（用钢丝刷、砂盘）、喷砂和酸洗除锈等。在除锈过程中发现钢筋表面氧化铁皮鳞落现象严重并已损伤钢筋截面，或在除锈后钢筋表面有严重的麻坑、斑点伤蚀截面时，应降级使用或剔除不用。

钢筋调直：钢筋在加工之前应进行调直处理。盘条的调直可以用卷扬机等机械拉直。直条钢筋有弯时可以用人工手锤的方法调直，也可以用钢筋调直机进行调直。钢筋调直机的技术性能见表，图示为GJ6-4/8型钢筋调直机。

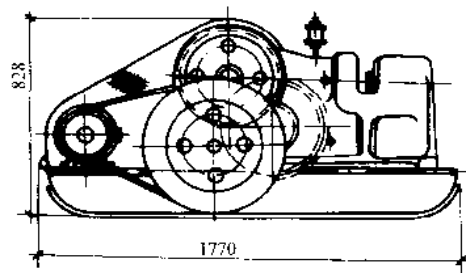
数控钢筋调直切断机是在原有的调直机基础上应用电子控制仪，准确控制钢丝断料长度，并自动计数，其工作原理如图所示。

采用钢筋调直机调直冷拔低碳钢丝和细钢筋时，要根据钢筋的直径选用调直模和传送压辊，并要正确掌握调直模的偏移量和压辊的压紧程度。

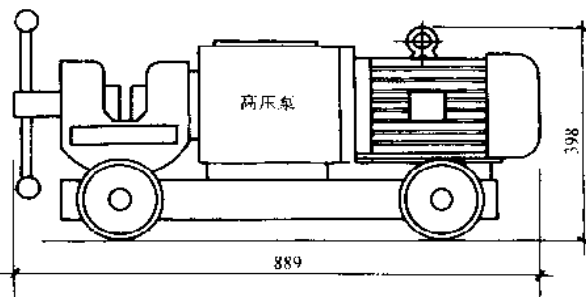
采用卷扬机拉直钢筋时，其调直冷拉率：Ⅰ级钢筋不宜大于4%，Ⅱ、Ⅲ级钢筋不宜大于1%。如所使用的钢筋无弯钩弯折要求时，调直冷拉率可适当放宽，Ⅰ级钢筋不大于6%，Ⅱ、Ⅲ级钢筋不大于2%。对不准采用冷拉钢筋的结构，调直钢筋冷拉率不得大于1%。

质量要求：钢筋应平直，无局部曲折；冷拔低碳钢丝在调直机上调直后，其表面不得有明显擦伤，抗拉强度不得低于设计要求（冷拔低碳钢丝经调直机调直后，其抗拉强度一般要降低10%~15%，使用前应加强检验，按调直后抗拉强度选用）。

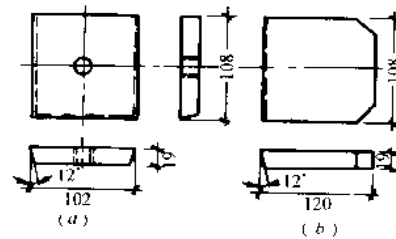
图名	钢筋除锈与调直	图页	2-41
----	---------	----	------



GJ5-40型钢筋切断机



GJ5Y-32电动液压切断机



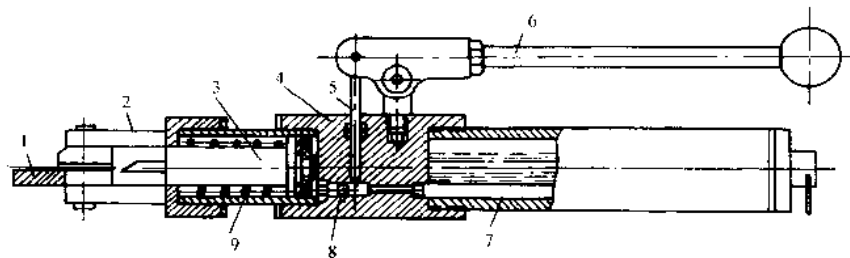
钢筋切断机的刀片形状
(a)冲切刀片；(b)固定刀片

钢筋切断机技术性能

机械型号	钢筋直径 (mm)	每分钟切断次数	切断力 (kN)	工作压力 (N/mm ²)	电机功率 (kW)	外形尺寸 (mm) 长×宽×高	重量 (kg)
GJ5-40	6~40	32	—	—	7.5	1770×695×828	950
QJ40-1	6~40	32	—	—	5.5	1400×600×780	450
GJ5Y-32	8~32	20	320	45.5	3.0	889×396×398	145

GJ5-40型钢筋切断机每次切断根数

钢筋直径 (mm)	6~8	10~12	14~16	18~20	22~40	备注
每次切断根数	12~8	6~4	3	2	1	I级钢筋



GJ5Y-16型手动液压切断器

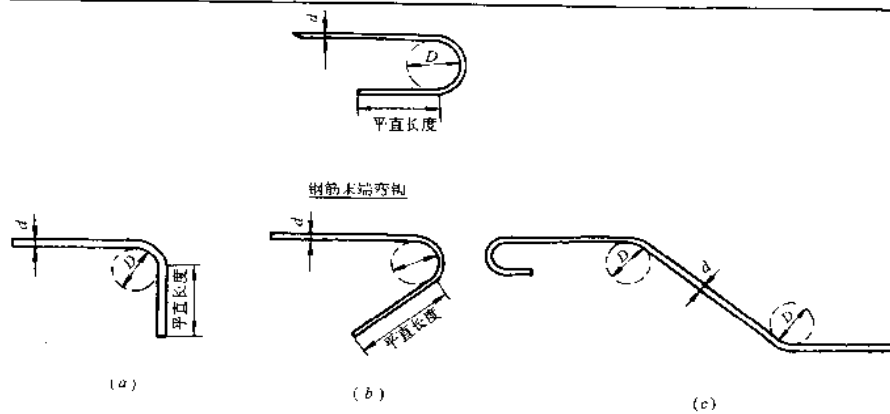
1—滑轨；2—刀片；3—活塞；4—缸体；5—柱塞；6—压杆；
7—贮油筒；8—吸油阀；9—回位弹簧

钢筋切断：钢筋切断有手工切断和机械切断两种。手工切断可用断线钳切断6mm以下钢丝；GJ5Y-16型手动液压切断机（如图）可切断16mm以下的钢筋。机械切断的钢筋切断机按采用动力不同可分为电动和液压两种，如图。其技术性能如表所示。电动切断机的产品主要有GJ5-40和QJ40-1型两种，都可以切断直径40mm以下的钢筋，每分钟切断次数均为32次。电动液压切断机主要型号为GJ5Y-32，切断钢筋最大直径为32mm，每分钟可切20次。电动钢筋切断机每次切断的根数，是根据钢筋直径来确定的，GJ5-40型钢筋切断机每次切断根数如表所示。

切断钢筋时，应将同规格钢筋根据不同长度长短搭配，统筹排料；一般应先断长料，后断短料，减少短头，减少损耗；断料时应避免用短尺量长料，防止量料中发生累计误差。钢筋切断机的刀片，应由工具钢热处理制成，其形状如图所示。安装刀片时，螺丝要紧，刀口要密合（间隙不大于0.5mm）；固定刀片与冲切刀片刀口的距离：对直径≤20mm的钢筋宜重叠1~2mm，对直径>20mm的钢筋宜留5mm左右。在切断过程中，如发现钢筋有劈裂、缩头或严重弯头等必须切除，如发现钢筋的硬度与该钢种有较大的出入，应及时向有关人员反映，查明情况。

钢筋切断的质量要求：钢筋断口不得有马蹄形或起弯等现象；钢筋的长度允许偏差±10mm。

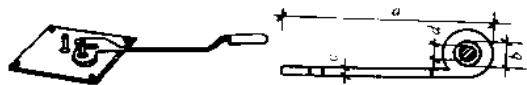
图名	钢筋切断	图页	2—42
----	------	----	------



钢筋弯折

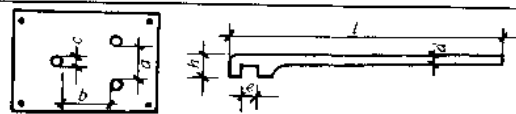
(a)、(b) 钢筋末端弯折；(c) 弯起钢筋弯折

手摇扳手主要尺寸 (mm)



项次	钢筋直径(mm)	a	b	c	d
1	6	500	18	16	16
2	8~10	600	22	18	20

卡盘与扳头 (横口扳手) 主要尺寸 (mm)



项次	钢筋直径 (mm)	卡 盘			扳 头			
		a	b	c	d	e	h	l
1	12~16	50	80	20	22	18	40	1200
2	18~22	65	90	25	28	24	50	1350
3	25~32	80	100	30	38	34	76	2100

弯钩弯折的有关规定：

I级钢筋末端需作 180°弯钩，其圆弧弯曲直径 (D) 不应小于钢筋直径 (d) 的 2.5 倍，平直部分长度不宜小于 $3d$ ，如图；

II、III级钢筋末端需作 90°或 135°弯折时，II级钢筋的弯曲直径 (D) 不宜小于钢筋直径 (d) 的 4 倍，III级钢筋不宜小于钢筋直径的 5 倍，平直部分长度由设计确定，如图 (a)、(b)；

弯起钢筋中间部位弯折处的弯曲直径 (D) 不应小于钢筋直径 d 的 5 倍，如图 (c)。

钢筋弯曲成型：

钢筋弯曲成型有手工弯曲成型和机械弯曲成型两种。

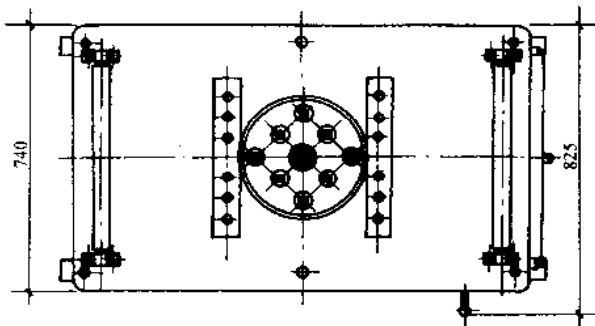
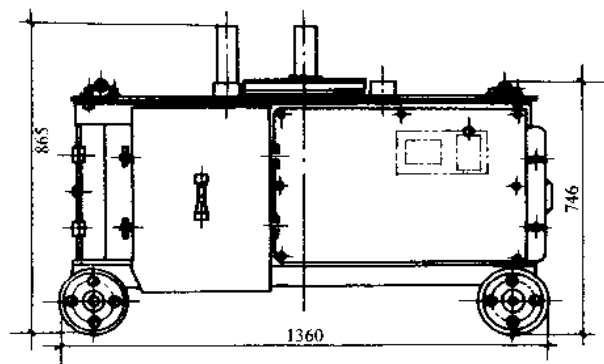
手工弯曲成型：在缺乏机具设备条件下，在一些施工现场被采用。用手摇扳弯制细钢筋，手摇扳由一块钢板底盘和扳柱（钢筋柱），扳手（摇手）组成，其主要尺寸见表；用卡盘与扳头弯制粗钢筋，卡盘由一块钢板底盘和扳柱组成，与扳头配合使用，卡盘与横口扳手主要尺寸见表。手摇扳和卡盘的钢板底盘固定在工作台上，工作台有木制的与钢制的两种，工作台要求稳固牢靠，避免在操作时发生晃动。

图名

钢筋弯曲成型(一)

图页

2-43



GJ7-40型钢筋弯曲机

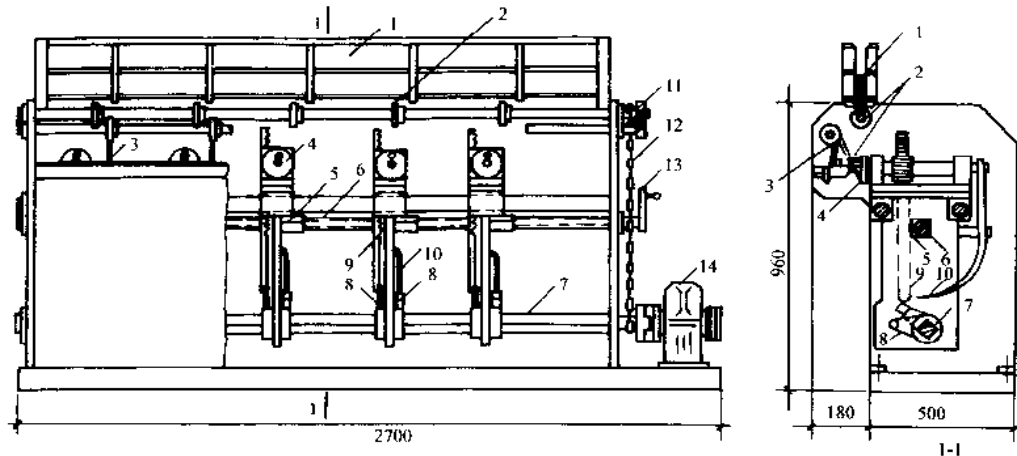
钢筋弯曲机技术性能

弯曲机类型	钢筋直径 (mm)	工作盘转速 (r/min)	电机功率 (kW)	外形尺寸 (mm) 长×宽×高	重量 (kg)
GJ7-40	6~40	3、6、11	2.8	1360×865×746	662
GJ7-40 (WJ40-1)	6~40	3、7、14	2.8	855×780×670	435

注：工作盘转速：钢筋直径 $d < 18\text{mm}$ 时，取高速； $d = 18 \sim 22\text{mm}$ 时，取中速； $d > 22\text{mm}$ 时，取低速。

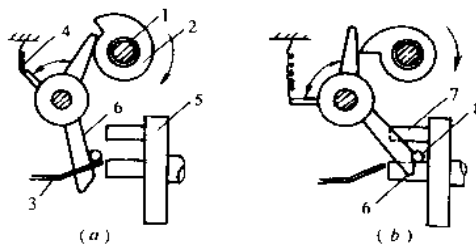
GJ7-40型钢筋弯曲机每次弯曲根数

钢筋直径 (mm)	10~12	14~16	18~20	22~40
每次弯曲根数	4~6	3~4	2~3	1



钢筋弯箍机的构造示意

1—储料槽；2—拨料轮；3—喂料用的推杆；4—工作盘；5—开合螺母；6—丝杠；7—传动轴；8—凸轮；9—齿条；10—拨心轴用的连杆；11—凸轮；12—链条；13—手摇轮；14—减速器



喂料机构的工作简图

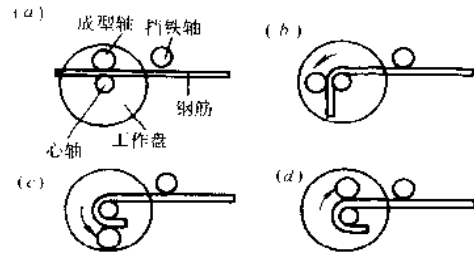
(a)初始状态；(b)喂进状态

1—拨料轴；2—凸轮；3—推杆；4—复位弹簧；5—工作盘；6—心轴；7—成型轴；8—钢筋

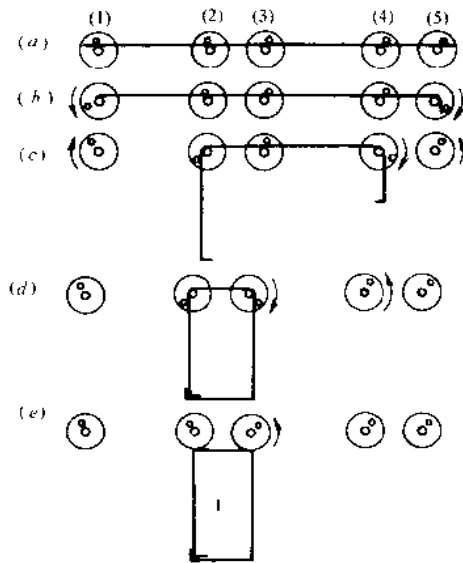
机械弯曲成型：钢筋弯曲成型机械有常用的GJ7—40型钢筋弯曲机、四头弯筋机、钢筋弯箍机、螺旋形钢筋成型机等。下面简要介绍GJ7—40型钢筋弯曲机和钢筋弯箍机(如图)，GJ7—40型钢筋弯曲机技术性能和每次弯曲根数见表。

钢筋弯曲机有一个工作速度，适宜弯制直径40mm以下的钢筋，由电动机传动大皮带轮。

图名	钢筋弯曲成型(二)	图页	2—44
----	-----------	----	------



钢筋弯曲机工作示意图



钢筋弯箍机弯制

钢筋弯箍机弯制箍筋的成型步骤

(a) 钢筋就位; (b) (1)、(5) 弯折; (c) (1)、(5) 心轴缩进、复位, (2)、(4) 弯折;
 (d) (4) 心轴缩进、复位, (5) 弯折; (e) (2)、(3) 心轴缩进、复位, 箍筋落下
 图中 (1)、(2)、(3)、(4)、(5) 为工作盘编号

大皮带轮通过转动轴到变速齿轮上, 变速齿轮经过蜗杆、蜗轮减速换向装置使钢筋弯曲机工作台面上的工作盘转动。

弯曲钢筋主要依靠工作盘进行操作, 工作盘是一个铸钢制成的圆盘, 圆盘上有 9 个轴孔, 中心的一个孔插心轴, 周围的 8 个轴孔插成型轴。当圆盘转动时, 心轴和成型轴都在转动, 由于心轴在圆心上, 位置不变, 而成型轴绕心轴作圆弧转动, 当钢筋一端被挡铁轴阻止自由活动时, 钢筋就被成型轴进行弯曲, 如钢筋弯曲机工作示意图: 将钢筋放在工作盘的心轴和成型轴间 (图 a) 开动弯曲机, 工作盘转动 90°, 成型轴也转动 90°, 由于钢筋一端被挡铁阻止不能动, 成型轴就将钢筋绕着心轴弯成 90° 弯钩 (图 b), 如果工作盘继续旋转到 180°, 成型轴也就把钢筋弯成 180° 弯钩 (图 c), 用倒顺开关使工作盘反转, 成型轴回到起始位置, 即弯曲结束 (图 d)。

钢筋弯箍机: 立式弯箍机由储料、喂料及成型部分组成, 如图。储料部分位于弯箍机上方, 储料槽的宽度略大于钢筋直径, 以便落入槽内的钢筋依次排列。出料采用拨料轮, 拨料轮沿储料槽纵向布置, 由链条传动, 每转一周, 出料一根。钢筋从储料槽出料后, 即由喂料机构将其推至工作盘上。喂料机构的推杆由装在拨料轴一端的凸轮带动, 喂料机构的动作如图示, 每出料一次, 推杆工作一次。成型部分装有五个工作盘。工作盘的位置, 可利用手摇丝杠来调整; 为使工作盘能单个调整, 在丝杠上装有开合螺母 (由电磁铁带动)。工作盘的旋转, 是利用传动轴上的凸轮顶动齿条来实现; 调整每个凸轮的角度, 可获得五个工作盘的异步动作。工作盘的心轴的伸缩是利用传动轴上的另一个凸轮顶动连杆来实现, 箍筋的成型步骤如图所示。

钢筋弯曲成型的质量要求:

钢筋弯曲成型后的各部尺寸对设计尺寸的允许偏差: 全长 $\pm 10\text{mm}$; 弯起钢筋起弯点位移 $\pm 20\text{mm}$; 弯起钢筋的弯起高度 $\pm 5\text{mm}$; 箍筋边长 $\pm 5\text{mm}$ 。

图名

钢筋弯曲成型(三)

图页

2—45

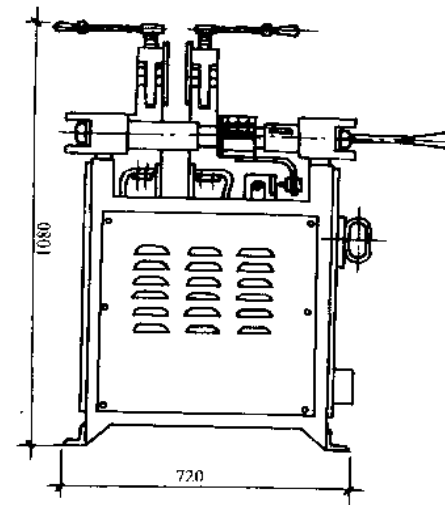
常用对焊机技术性能

项次	项 目	单 位	焊 机 型 号			
			UN ₁ -75	UN ₁ -100	UN ₂ 150	UN ₁₇ -150-1
1	额定容量	kVA	75	100	150	150
2	初级电压	V	220/380	380	380	380
3	次级电压调节范围	V	3.52~7.94	4.5~7.6	4.05~8.1	3.8~7.6
4	次级电压调节级数		8	8	15	15
5	额定持续率	%	20	20	20	50
6	钳口夹紧力	kN	20	40	100	160
7	最大顶锻力	kN	30	40	65	80
8	钳口最大距离	mm	80	80	100	90
9	动钳口最大行程	mm	30	50	27	80
10	动钳口最大烧化行程	mm				20
11	焊件最大预热压缩量	mm			10	
12	连续闪光焊时钢筋最大直径	mm	12~16	16~20	20~25	20~25
13	预热闪光焊时钢筋最大直径	mm	32~36	40	40	40
14	生产率	次/h	75	20~30	80	120
15	冷却水消耗量	L/h	200	200	200	500
16	压缩空气: 压 力	N/mm ²			5.5	6
	消耗量	m ³ /h			15	5
17	焊机重量	kg	445	465	2500	1900
18	外形尺寸: 长	mm	1520	1800	2140	2300
	宽	mm	550	550	1360	1100
	高	mm	1080	1150	1380	1820

钢筋的焊接:

钢筋焊接方法, 常用的有闪光对焊、电弧焊、电渣压力焊和电阻点焊。此外还有预埋件钢筋和钢板的埋弧压力焊、气压焊等。

钢筋的焊接质量与钢材的可焊性、焊接工艺有关。可焊性与含碳、合金元素的数量有关, 含碳量、锰量增加, 则可焊性差; 而含适量的钛, 可改善可焊性。焊接工艺(焊接参数与操作水平)亦影响焊接质量, 即使可焊性差的钢材, 若焊接工艺合宜, 亦可获得良好的焊接



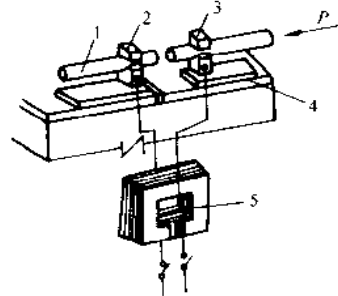
UN₁-75 型手动对焊机

质量。

闪光对焊:

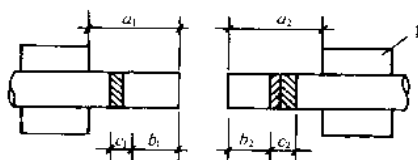
闪光对焊广泛用于钢筋接长及预应力钢筋与螺丝端杆的焊接。热轧钢筋的接长宜优先采用闪光对焊, 不可能时才用电弧焊。常用对焊机技术性能见表, 图示为 UN₁-75 型手动对焊机示意。

图名	闪光对焊(一)	图页	2-46
----	---------	----	------



钢筋闪光对焊原理

1—钢筋；2—固定电极；3—可动电极；4—机座；5—焊接变压器



调伸长度示意图

a_1 、 a_2 —代表调伸长度； b_1 、 b_2 —闪光留量； c_1 、 c_2 —顶锻留量；1—电极

钢筋闪光对焊原理：

钢筋闪光对焊原理，如图，是利用对焊机使电极间的钢筋两端间断接触通电、闪火花，使钢筋端部达到温度后，施加压力顶锻，形成对焊接头。

闪光对焊工艺：

根据钢筋的品种、直径和所用的对焊机功率大小，闪光对焊分为连续闪光焊、预热闪光焊和闪光——预热——闪光焊三种。对Ⅳ级钢筋有时在焊接后进行通电热处理。

连续闪光焊：连续闪光焊的主要工艺过程为：先将钢筋夹入对焊机的两极中，闭合电源，然后使钢筋端面轻微接触，形成连续闪光过程。当钢筋烧化到规定程度后，即以适当的压力迅速进行顶锻挤压。连续闪光焊宜用于焊接直径 22mm 以内的Ⅰ～Ⅲ级钢筋和直径 16mm 以内的Ⅳ级钢筋。

预热闪光焊：预热闪光焊主要工艺过程为：一次闪光将钢筋端部闪平，然后使两钢筋端面交替轻微接触和分开，断续闪光使钢筋预热，当钢筋烧化到预热留量后，随即进行连续闪光和顶锻。预热闪光焊适用于焊接直径大于 25mm，且端面较平整的钢筋。

闪光——预热——闪光焊：闪光——预热——闪光焊是在预热闪光焊前加一次闪光过程，目的是使不平整的钢筋端面烧化平整，使预热均匀。它适宜焊接直径大于 25mm，且端面不平整的钢筋。

闪光对焊参数：为确保对焊接头的质量，必须选择最佳的焊接参数，焊接参数包括：调伸长度、闪光留量、闪光速度、预热留量、顶锻压力、顶锻速度和变压器级次等。

调伸长度：调伸长度是指钢筋从电极钳口外伸的长度，其长度应能使钢筋接头区域均匀加热并达到焊接温度，顶锻时又不致弯曲为原则。调伸长度包括闪光留量和顶锻留量在内。闪光留量是钢筋闪光烧化的长度。顶锻留量是钢筋带电和断电加压时金属压缩长度。其具体尺寸需经焊接试验取得。调伸长度如图所示。

闪光速度：闪光速度表示钢筋烧化进行的快慢，闪光速度是由慢到快的过程。闪光速度与钢筋直径大小有关，随钢筋的直径加大而降低。

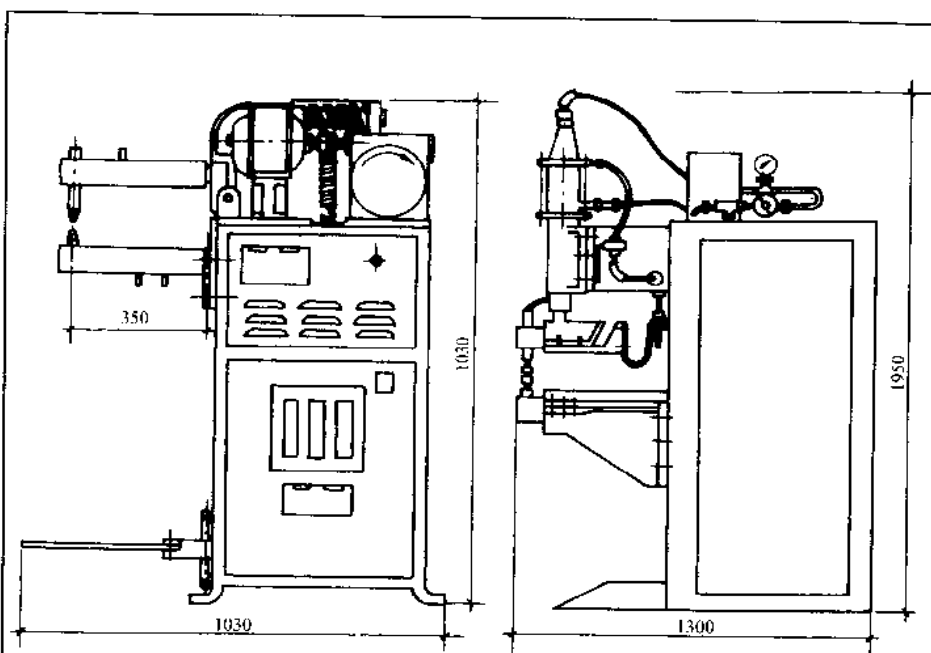
顶锻速度与顶锻压力：焊接时由闪光到顶锻是连续进行的，一般顶锻速度越快越好，顶锻初始 0.1s 应将钢筋压缩 2~3mm，以使焊口迅速闭合而避免氧化。顶锻压力大小与钢筋直径有关，随钢筋直径加大而增大。顶锻压力应足以将全部的熔化金属从接头内挤出，而且还要使邻近接头处（约 10mm）的金属产生适当的塑性变形。

变压器级次：调节变压器级次，目的是选择合适的焊接电流。焊接电流的大小与钢筋直径有关，钢筋越粗，变压器级次越高。

质量检查：

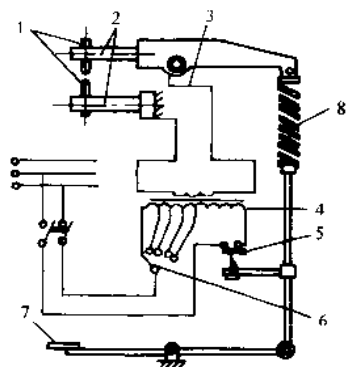
对焊接头表面不应有裂纹和明显的烧伤，接缝处应适当镦粗，毛刺均匀。接头处钢筋轴线偏移应不大于 $0.1d$ 且不大于 2mm。如接头处有弯折时，其偏角不得大于 4° 。对焊接头机械性能检验按钢筋品种和直径分批进行，每 200 个接头为一批，每批切取 6 个试样，3 个做拉伸试验，3 个做冷弯试验。试验结果应符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ18-96 的规定。

图名	闪光对焊(二)	图页	2-47
----	---------	----	------



电动凸轮式点焊机

气压传动式点焊机



点焊机工作原理图

1—电极；2—电极臂；3—变压器的次级线圈；4—变压器的初级线圈；
5—断路器；6—变压器的调节开关；7—踏板；8—压紧机构

电阻点焊：

电阻点焊主要用于钢筋的交叉连接，如用来焊接钢筋网片、钢筋骨架等。

点焊机工作原理如图示。点焊过程是将钢筋的交叉点放在电焊机两极间，电极通过钢筋闭合电路通电，点接触处电阻大而迅速加热钢筋并达到焊接温度，立即加压把钢筋交叉点焊接在一起。

常用的点焊机有单点点焊机和多头点焊机。单点点焊机用于较粗的钢筋焊接，多头点焊机同时可点焊多个焊点，用于钢筋网的焊接。图示为电动凸轮式点焊机和气压传动式点焊机。

电动凸轮式点焊机常用型号有 DN_1-75 型，可焊钢筋最大直径一般为 $3 \sim 12\text{mm} + 4 \sim 25\text{mm}$ ，每小时可焊 3000 点，这种点焊机是通过电动机带动的。当踩下踏板，离合器合上，电压传动装置与加压凸轮及焊接时间调节片连接，使凸轮和时间调节片同时转动，凸轮使弹簧压缩，并通过压力臂及电极使钢筋加压，而时间调节片控制焊接时间，点焊过程即能自动循环进行，当不需自动焊接时，脚松开踏板，使离合器脱开，焊接即自动停止，这样脚踩踏板一次，即焊接一点。

气压传动式点焊机常用型号有 DN_2-75 型，可焊钢筋最大直径一般为 $3 \sim 12\text{mm} + 4 \sim 25\text{mm}$ ，每小时最高可焊 3600 点，这种点焊机电极的行程和压力是通过压缩空气来获得的，所以当需要自动化操作时，只需踏住脚踏开关，电极便能周期上下。如不需要自动操作时，每焊一点踩动一次脚踏开关。

多头点焊机常用型号为 $DN_3-6 \times 35$ 型，一次可焊 6 个焊点，能焊成宽度为 1500mm 的钢筋网，可点焊钢筋直径为 $3 \sim 8\text{mm} + 3 \sim 6\text{mm}$ ，是一种钢筋网专用点焊机，其传动形式还是属于气压传动式。

电阻点焊的主要焊接参数为：电流强度，通电时间和电极压力与焊点压入深度等。应根据钢筋级别、直径及焊机性能合理选择。

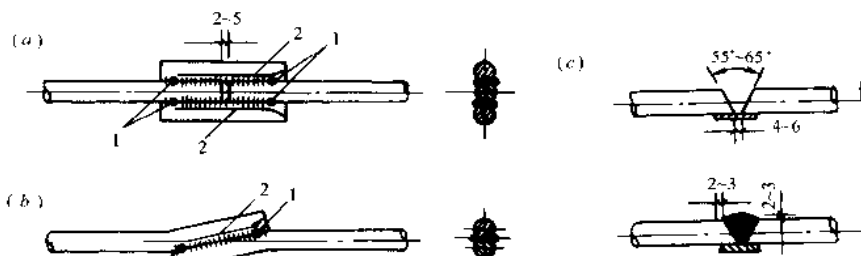
焊点应进行外观检查和强度试验。热轧钢筋的焊点应进行抗剪试验。冷处理钢筋的焊点除进行抗剪试验外，还应进行拉伸试验。

图名	电阻点焊	图页	2—48
----	------	----	------

钢筋电弧焊焊条型号

钢筋级别	电弧焊接头形式				
	帮条焊搭接焊	坡口焊熔槽帮条焊 预埋件穿孔塞焊	窄间隙焊		钢筋与钢板搭接焊 预埋件T形角焊
I	E4303	E4303	E4316	E4315	E4303
II	E4303	E5003	E5016	E5015	E4303
III	E5003	E5503	E6016	E6015	—

注：窄间隙焊不适用于余热处理II级钢筋。



电弧焊接头形式

(a) 帮条焊；(b) 搭接焊；(c) 坡口焊

1—定位焊缝；2—弧坑拉出方位

电弧焊：

电弧焊是利用弧焊机在焊条与焊件之间产生高温电弧，使焊条和电弧燃烧范围内的焊件溶化，待其凝固便形成焊缝或接头。电弧焊用于钢筋接头、钢筋骨架焊接。装配式结构接头的焊接、钢筋与钢板的焊接等。

钢筋电弧焊的接头形式（见图）有：搭接接头（单面焊缝或双面焊缝）、帮条接头（单面焊缝或双面焊缝）、坡口接头（平焊或立焊）。

帮条焊与搭接焊的接头结构与适用范围参见一般构造部分的焊接接头的类型。

采用帮条焊时，两主筋端面之间的间隙应为2~5mm；采用搭接焊时，钢筋的预弯和安装，应保证两钢筋的轴线在一条直线上；帮条

和主筋之间用四点定位焊固定，搭接焊时，用两点固定，如图，定位焊缝应离帮条或搭接端部20mm以上。

施焊时，引弧应在帮条或搭接钢筋一端开始，收弧应在帮条或搭接钢筋端头上，弧坑应填满。

坡口焊的接头结构与适用范围参见一般构造部分的焊接接头类型。钢筋坡口面要平顺，凹凸不平度不得超过1.5mm，切口边缘不得有裂纹和较大的钝边、缺棱；钢筋根部间隙应按接头结构的尺寸取用，但最大间隙均不宜超过10mm。其工艺要求：焊缝根部、坡口端面以及钢筋与垫板之间均应熔合良好。焊接过程中应经常清渣。为防止接头过热应采用几个接头轮流施焊。加强焊缝的宽度应超过V形坡口边缘2~3mm；其高度亦为2~3mm。若发现接头有弧坑、未填满、气孔及咬边等缺陷时，应立即补焊。III级钢筋接头冷却后补焊时，需用氧乙炔焰预热。

电弧焊的主要设备是弧焊机，有交流与直流之分。常用的为交流弧焊机。交流弧焊机（焊接变压器）建筑工地常用的型号有BX₃-120-1、BX₃-300-2、BX₃-500-2和BX₂ 1000等；直流弧焊机（焊接发电机）建筑工地常用的型号有AX₁-165、AX₄-300-1、AX-320、AX₅-500、AX₃-500等。

焊条的种类很多，钢筋焊接根据钢材等级和焊接接头形式，选择焊条，如表所示。焊条表面涂有焊药，它可保证电弧稳定，使焊缝免致氧化，并产生熔渣覆盖焊缝以减缓冷却速度。

焊接电流根据钢筋和焊条的直径选择。

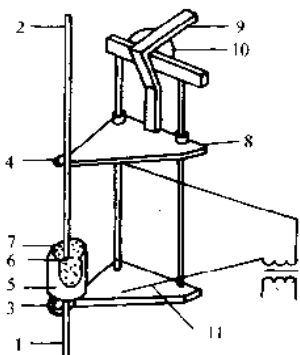
质量要求：搭接接头的长度、帮条的长度、焊缝的宽度和高度等均应符合规范的规定。搭接焊、帮条焊和坡口焊的接头，除外观质量检查外，亦需抽样作拉伸试验。如对焊接质量有怀疑或发现异常情况，还可以进行非破损方式（X射线、γ射线、超声波探伤等）检验。

图名

电 弧 焊

图页

2—49



电渣压力焊示意图

1、2—钢筋；3—固定电极；4—滑动电极；5—药盒；6—导电剂；
7—焊剂；8—滑动架；9—手柄；10—支架；11—固定架

电渣压力焊焊接参数

钢筋直径 (mm)	渣池电压 (V)	焊接电流 (A)	焊接通电时间 (s)
14	25 ~ 35	200 ~ 250	12 ~ 15
16		200 ~ 300	15 ~ 18
20		300 ~ 400	18 ~ 23
25		400 ~ 450	20 ~ 25
32		450 ~ 600	30 ~ 35
36		600 ~ 700	35 ~ 40
40		800 ~ 900	45 ~ 50

电渣压力焊：

电渣压力焊是利用电流通过渣池产生的电阻热将钢筋端部熔化，然后施加压力使钢筋焊合，适用于现浇钢筋混凝土结构竖向钢筋的接长，一般可焊 I ~ II 级钢筋。

电渣压力焊采用弧焊机，弧焊机的功率与钢筋直径大小有关，焊接直径 $d \leq 22\text{mm}$ 的钢筋时，可采用一台 20kVA 交流弧焊机；当直径 $d > 22\text{mm}$ 时，可采用一台 40kVA 弧焊机或两台 20kVA 弧焊机并联使用。

手动电渣压力焊焊接夹具和焊接示意如图。夹具由下钳口（固定电极）、上钳口（滑动电极）、加压机构及焊剂盒组成。焊接时，先清除钢筋端部 120mm 范围内的浮锈等，然后将钢筋分别夹入钳口，在上、下钢筋对接处放上铁丝小球或导电剂，通电后钢筋端头及焊剂相继熔化而形成渣池，维持数秒后，用操纵杆使钢筋缓缓下降，熔化量达到规定值（用标尺控制）后，断开电路并用力迅速顶压，挤出熔渣和熔化金属，形成坚实的焊接接头，待冷却 1 ~ 3min 后，打开焊剂盒卸下夹具，敲去熔渣。

钢筋电渣压力焊的主要焊接材料为 431 焊剂。该焊剂含有高锰、高硅与低氟成分，其作用除起隔绝空气、保温及稳定电弧作用外，在焊接过程中还起补充熔渣，脱氧及添加合金元素作用，使焊缝金属合金化。

电渣压力焊的参数主要包括：渣池电压、焊接电流、焊接通电时间等，可参照表中数值选用。

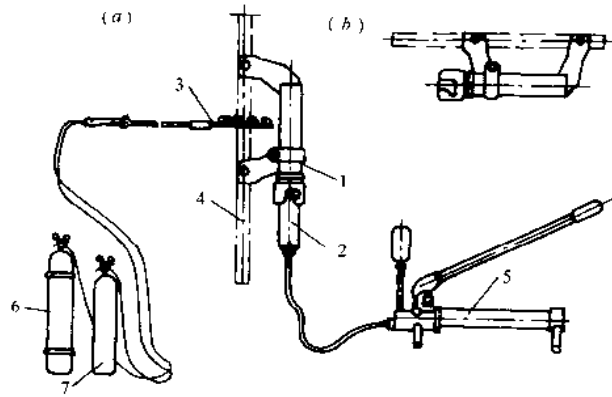
电渣压力焊要求接头四周铁浆饱满均匀，没有裂纹；上下钢筋的轴线一致，其最大偏移不得超过 $0.1d$ ，同时不得大于 2mm。抗拉试验的要求与闪光对焊接头相同。

图名

电渣压力焊

图页

2—50



气压焊装置系统图

(a) 竖向焊接; (b) 横向焊接

1—压接器; 2—顶头油缸; 3—加热器; 4—钢筋;

5—加压器 (手动); 6—氧气; 7—乙炔

钢筋气压焊:

钢筋气压焊是以氧气和乙炔火焰来加热钢筋的结合端部, 使之达到塑性状态或表面熔融状态, 并施加压力把钢筋结合在一起。适用于 I ~ III 级热轧钢筋, 直径相差不大于 7mm 的不同直径钢筋及各种方向布置的钢筋的现场焊接。

气压焊的设备包括氧、乙炔供气装置、加热器、加压器等, 如图。

压接用气: 压接用气是氧气和乙炔的混合气体。氧气的纯度在 99.5% 以上, 乙炔气体的纯度在 98% 以上。氧气的工作压力为 0.6 ~ 0.7MPa, 乙炔的工作压力为 0.05 ~ 0.1MPa。

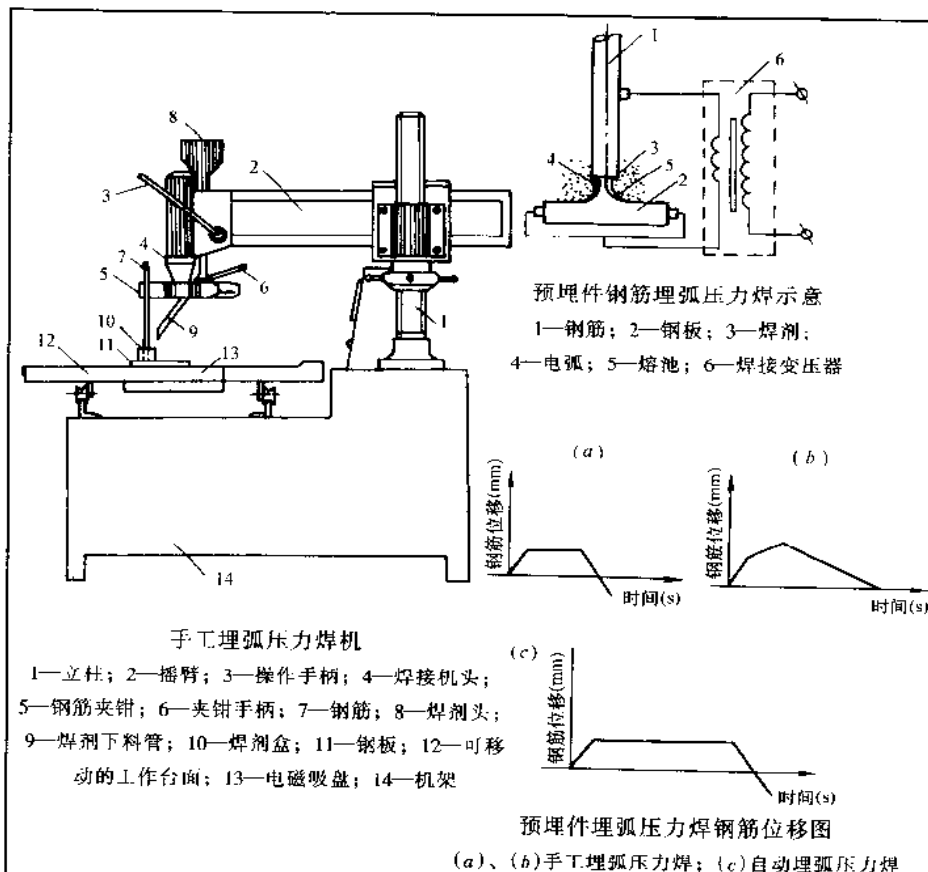
加热器: 加热器由混合气管 (握柄) 和火钳两段组成, 火钳中的火口数按焊接钢筋直径大小的不同, 从 4 个火口到 16 个火口。对直径 20 ~ 28mm 的钢筋为 6 ~ 8 个, 对直径 32 ~ 36mm 的钢筋为 10 ~ 12 个。为使钢筋接头能均匀受热, 火钳宜设计成环状钳形。

加压器和压接器: 加压器有电动和手动两种, 均为油泵。压接器为嵌固钢筋和压接钢筋之用, 要求有足够的刚度, 对钢筋有足够的夹紧能力, 并使钢筋不产生偏心、弯曲。

焊接工艺: 钢筋下料要用砂轮锯, 不得使用切断机, 以免钢筋端头呈马蹄形而无法压接。钢筋端面在施焊前要用磨光机打磨见新。边棱要适当倒角, 端面要平, 不准有凹凸及中洼现象。钢筋端面基本要与轴线垂直。接缝与轴线的夹角不得小于 70°; 两钢筋对接面间隙最大不得超过 3mm。钢筋端面附近 50 ~ 100mm 范围内的铁锈、油污、水泥浆等杂物必须清理干净。施焊时先将钢筋固定于压接器上, 并加以适当的压力, 使钢筋接触, 然后将火钳火口对准钢筋接缝处, 加热钢筋端部至 1100 ~ 1300℃, 表面发深红色时, 立即施加顶锻压力。压接部分的膨鼓直径为钢筋直径的 1.4 倍, 其形状呈平滑的圆球形。待钢筋加热部分火色退消后, 即可拆除压接器。

质量要求: 钢筋气压焊接头应逐个进行外观检查, 焊接部位钢筋轴线偏心, 应小于钢筋直径的 1/10; 焊接处隆起的直径不小于钢筋直径的 1.4 倍; 变形长度为钢筋直径的 1.3 ~ 1.5 倍, 焊接钢筋轴线夹角不得大于 4°。在一般结构施工中, 以 200 个同类型接头为一批, 从每批成品中切取三个试样进行拉伸试验, 其抗拉强度均不得低于该级别钢筋的抗拉强度标准值, 全部试样断于焊缝之外并呈塑性断裂。根据工程需要, 可另取三个试样作弯曲试验, 弯心直径应比原材弯心直径增加 1 倍钢筋直径, 弯曲角度为 90°, 当弯曲试样弯至 90°时, 不得在压焊面发生破断。

图名	气 压 焊	图页	2—51
----	-------	----	------



埋弧压力焊：

埋弧压力焊是利用焊剂层下的电弧燃烧将两焊件相邻部位熔化，然后加压顶锻使两焊件焊合，如图所示。

焊接设备：

焊接电源：宜采用 BX₃-500 型、BX₃-630 型或 BX₂-1000 型弧焊变压器。

手工埋弧压力焊机：由焊接机架、工作平台和焊接机头组成，如图。

自动埋弧压力焊机：该焊机是在手工埋弧压力焊机的基础上，增

加带有延时调节器的自动控制系统。

焊剂：宜采用 431 型，其性能见电渣压力焊部分。

焊接工艺：

施焊前，钢筋钢板应清洁，必要时除锈，以保证台面与钢板、钳口与钢筋接触良好，不致起弧。

当采用手工埋弧压力焊时，接通焊接电源后，立即将钢筋上提 2.5~3.5mm，引燃电弧。随后，根据钢筋直径大小，适当延时（图 (a)）；或者继续缓慢提升 3~4mm，再渐渐下送（图 (b)），使钢筋端部和钢板溶化，待达到一定时间后，迅速顶压。

当采用自动埋弧压力焊时，在引弧之后，根据钢筋直径大小，延续一定时间进行熔化，随后及时顶压（图 (c)）。

焊接参数：

埋弧压力焊的焊接参数主要包括：焊接电压、焊接电流和焊接通电时间等。

焊接电压在电弧过程宜为 35~45V，在电渣过程宜为 22~27V。

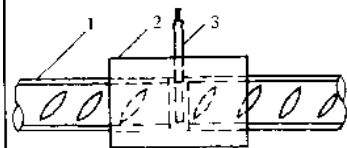
焊接电流在钢筋直径 8~22mm 时为 400~600A，在钢筋直径 25~36mm 时为 550~800A；通电时间相应为 6~30s、35~60s。

质量要求：

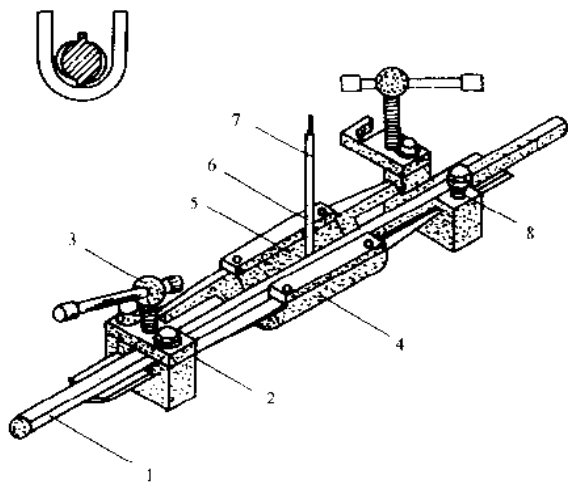
外观检查：预埋件钢筋 T 形接头的外观检查，应从同一台班内完成的同一类型成品中抽取 10%，并不得少于 5 件。检查结果应符合下列要求：焊包均匀；钢筋咬边深度不得超过 0.5mm；与钳口接触的钢筋表面无明显烧伤；钢板无焊穿、凹陷现象；钢筋相对钢板的直角偏差不大于 4°；钢筋间距偏差不大于 ±10mm。

强度检验：以 300 件同类型成品作为一批，每批成品中切取 T 形接头拉伸试件进行拉伸试验。试验结果应符合下列要求：I 级钢筋接头不得低于 360N/mm²；II 级钢筋接头不得低于 500N/mm²。

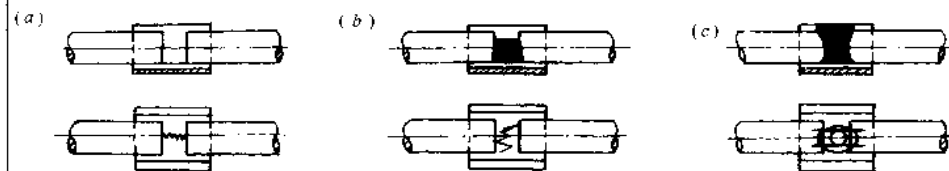
图名	埋弧压力焊	图页	2—52
----	-------	----	------



水平钢筋窄间隙焊示意
1—钢筋；2—铜模；3—焊条



水平钢筋窄间隙焊模具
1—钢筋；2—压板；3—丝杠；4—托架；
5—铜模；6—引弧板；7—焊条；8—螺栓



水平钢筋窄间隙焊工艺过程

水平钢筋窄间隙焊的焊接参数

钢筋直径 (mm)	间隙尺寸 (mm)	焊条直径 (mm)	焊接电流 (A)
20、22	12	3.2	100~110
25、28	13	4.0	150~160
32	14	4.0	150~160
36、40	15	5.0	210~220

水平钢筋窄间隙焊：

水平钢筋窄间隙焊是将两根钢筋的端部放在 U 形铜模中，留出一定的间隙予以固定，随后采取电弧连接焊接，填满空隙而形成接头的一种熔化焊接法，如图。适用于现浇混凝土结构中直径 16~40mm 的 I~III 级水平钢筋的接长。

焊接设备与焊条：焊接电源，可采用空载电压大于 75V 的交流或直流电焊机，其二次电流的容量应不小于 300A；焊接模具，包括 U 形铜模与夹紧装置。铜模大小应与焊接钢筋直径匹配，图示是 ZGH20-40 型焊接模具；焊条，对 I 级钢筋，选用 E4303 (J422) 钛钙型酸性焊条；对 II 级钢筋，选用 E5016 (J506) 低氢钾型碱性焊条；对 III 级钢筋，选用 E6016 (J606) 低氢钾型碱性焊条。

焊接工艺：水平钢筋窄间隙焊工艺过程如图示，第一步（图 (a)），焊条插入间隙底部一侧的钢筋端面引燃电弧，并充分熔透钢筋端面下口和使熔池金属超过 1/2 的间隙，接着，电弧移至另一侧钢筋端面下部，重复上述动作，使熔池金属连成一体，然后，交替运弧完成打底焊缝。第二步（图 (b)），焊条前后左右运弧连续焊接，使熔池金属充填至 4/5 的间隙高度。第三步（图 (c)），逐渐扩宽焊缝，可改连续焊为继续焊，直至完成盖面焊缝。

焊接参数：主要包括间隙尺寸、焊条直径和焊接电流。焊接参数随钢筋直径大小而变化，如表所示。

质量要求：

外观检查：水平钢筋窄间隙焊接头外观检查应逐个进行。检查结果应符合下列要求：接头处焊缝应饱满，不得有裂纹，不得有深度大于 0.5mm 的咬边；接头的轴线偏移不得超过钢筋直径的 0.1 倍，同时不得大于 2mm；接头处的弯折不大于 4°。

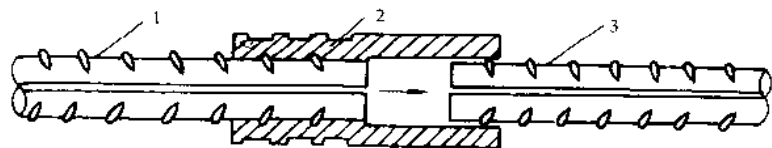
强度检验：以 300 个接头为一批，每批切取 6 个试样，3 个做拉伸试验，3 个做冷弯试验，要求与钢筋闪光对焊基本相同。

图名

水平钢筋窄间隙焊

图页

2—53

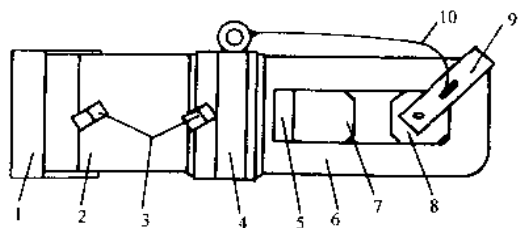


套筒挤压连接

1—已挤压的钢筋；2—钢套筒；3—未挤压的钢筋

钢套筒的规格和尺寸

钢套筒型号	钢套筒尺寸 (mm)			压接标志道数
	外径	壁厚	长度	
G40	70	12	240	8×2
G36	63	11	216	7×2
G32	56	10	192	6×2
G28	50	8	168	5×2
G25	45	7.5	150	4×2
G22	40	6.5	132	3×2
G20	36	6	120	3×2



挤压钳的结构示意

1—提把；2—缸体；3—油路接头；4—吊环；5—活塞；6—机架；
7—上压模；8—下压模；9—模挡铁；10—链绳

钢筋挤压设备的主要技术参数

设备型号	YJH-25	YJH-32	YJH-40	YJ650Ⅲ	YJ800Ⅲ
额定压力 (MPa)	80	80	80	53	52
额定挤压力 (kN)	760	760	900	650	800
外形尺寸 (mm)	φ150×433	φ150×480	φ170×530	φ155×370	φ170×450
重量 (kg)	28	33	41	32	48
适用钢筋 (mm)	20~25	25~32	32~40	20~28	32~40
电机	380V、50Hz、1.5kW				
高压泵	80MPa、0.8L/min				
低压泵	2.0MPa、4.0~6.0L/min				
外形尺寸 (mm)	790×540×785 (长×宽×高)				
重量 (kg)	96	油箱容积(L)	20		
超高压胶管	100MPa, 内径6.0mm, 长度3.0m (5.0m)				

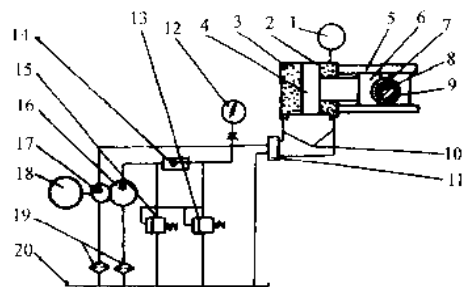
套筒挤压连接:

套筒挤压连接是将两根待接的带肋钢筋插入钢套筒,用挤压连接设备沿径向挤压钢套筒,使之产生塑性变形,依靠变形后的钢套筒与被连接钢筋的纵、横肋产生机械咬合成为整体。用于挤压直径为16~40mm的Ⅱ、Ⅲ级带肋钢筋的径向挤压连接。

钢套筒:钢套筒材料应选用适于压延加工的钢材,其力学性能应符合下列要求:屈服强度 $225 \sim 350\text{N/mm}^2$,抗拉强度 $375 \sim 500\text{N/mm}^2$ 延伸率 $\delta_s \geq 20\%$ 。钢套筒的规格与尺寸,应符合表中的规定,其允许偏差为:外径 $\pm 1\%$ 、壁厚 $+12\%$ 、 -10% 、长度 $\pm 2\text{mm}$ 。

挤压设备:钢筋挤压设备由压接钳,超高压泵站及超高压胶管等组成。其型号与参数如表。钢筋压接钳由油缸,机架和活塞组成,其结构如图所示。

图名	套筒挤压连接(-)	图页	2-54
----	-----------	----	------



钢筋挤压设备工作原理图

- 1—悬挂器；2—缸体；3—液压油；4—活塞；5—机架；6—上压模；
7—套筒；8—钢筋；9—下压模；10—油管；11—换向阀；
12—压力表；13—溢流阀；14—单向阀；15—限压阀；16—低压泵；
17—高压泵；18—电动机；19—滤油器；20—油箱

钢筋挤压设备的工作原理：如图所示，超高压电动油泵输出的压力油，经手动换向阀，超高压胶管，进入钢筋压接钳的A腔。在A腔压力油的作用下，活塞带动压模向前运动，并挤压钢套筒。这时，B腔的油经转向阀，超高压胶管，流回油箱。当挤压到预定压力时，转动转向阀，使压力油由压钳的B腔进入，退回压模及活塞。A腔的油经换向阀，超高压胶管流回油箱，完成一次挤压过程。重复以上步骤，即可根据不同规格钢筋所要求的道次，逐一挤压。

挤压设备有下列情况之一时，应对挤压机的挤压力进行标定：新挤压设备使用前；旧挤压设备大修后；油压表受损或强烈振动后；套筒压痕异常且查不出其他原因时；挤压设备使用超过一年；挤压的接头数超过5000个。

压模、套筒与钢筋应相互配套使用，压模上应有相对应的连接钢筋规格标记。

高压泵应采用液压油。油液应过滤、保持清洁、油箱应密封、防止雨水灰尘混入油箱。

挤压工艺：

挤压前应做下列准备工作：钢筋端头的锈皮、泥砂、油污等杂物应清理干净；应对套筒作外观尺寸检查；应对钢筋与套筒进行试套，如钢筋有马蹄、弯折或纵肋尺寸过大者，应预先矫正或用砂轮打磨；对不同直径钢筋的套筒不得相互串用；钢筋连接端应划出明显定位标记，确保在挤压时和挤压后可按定位标记检查钢筋伸入套筒内的长度；检查挤压设备情况，并进行试压，符合要求后方可作业。

挤压操作应符合下列要求：应按标记检查钢筋插入套筒内的深度，钢筋端头离套筒长度中点不宜超过10mm；挤压时挤压机与钢筋轴线应保持垂直；挤压宜从套筒中央开始，并依次向两端挤压；宜先在地面上挤压一端套筒，在施工作业区插入待接钢筋后再挤压另一端套筒。

工艺参数：在选择合适材质和规格的钢套筒以及压接设备、压模后，接头性能主要取决于挤压变形量这一关键的工艺参数。挤压变形量包括压痕最小直径和压痕总宽度，见“同规格钢筋连接时的参数选择”和“不同规格钢筋连接时的参数选择”表。

压痕总宽度是指接头一侧每一道压痕底部平直部分宽度之和。压痕总宽度一般由各生产厂家根据各自设备，压模刃口的尺寸和形状，通过在其所售钢套筒上喷出挤压道数标志或出厂技术文件中确定。

在实际工程中，由现场操作者来控制的主要是压痕最小直径。压痕最小直径一般是通过挤压机上的压力表读数来间接控制的，由于钢套筒的材质不同。造成挤压至所要求的压痕最小直径时所需的压力也不同，所以在挤压不同批号和炉号的钢套筒时必须进行试压，以确定挤压到标准所要求的压痕直径时所需的压力值。

图名

套筒挤压连接(二)

图页

2—55

同规格钢筋连接时的参数选择

连接钢筋规格	钢套筒型号	压模型号	压痕最小直径允许范围 (mm)	压痕最小总宽度 (mm)
φ40~φ40	G40	M40	60~63	≧80
φ36~φ36	G36	M36	54~57	≧70
φ32~φ32	G32	M32	48~51	≧60
φ28~φ28	G28	M28	41~44	≧55
φ25~φ25	G25	M25	37~39	≧50
φ22~φ22	G22	M22	32~34	≧45
φ20~φ20	G20	M20	29~31	≧45
φ18~φ18	G18	M18	27~29	≧40

不同规格钢筋连接时的参数选择

连接钢筋规格	钢套筒型号	压模型号	压痕最小直径允许范围 (mm)	压痕最小总宽度 (mm)
φ40~36	G40	φ40端 M40	60~63	≧80
		φ36端 M36	57~60	≧80
φ36~φ32	G36	φ36端 M36	54~57	≧70
		φ32端 M32	51~54	≧70
φ32~φ28	G32	φ32端 M32	48~51	≧60
		φ28端 M28	45~48	≧60
φ28~φ25	G28	φ28端 M28	41~44	≧55
		φ25端 M25	38~41	≧55
φ25~φ22	G25	φ25端 M25	37~39	≧50
		φ22端 M22	35~37	≧50
φ25~φ20	G25	φ25端 M25	37~39	≧50
		φ20端 M20	33~35	≧50
φ22~φ20	G22	φ22端 M22	32~34	≧45
		φ20端 M20	31~33	≧45
φ22~φ18	G22	φ22端 M22	32~34	≧45
		φ18端 M18	29~31	≧45
φ20~φ18	G20	φ20端 M20	29~31	≧45
		φ18端 M18	28~30	≧45

质量要求:

以 500 个接头为一批,每批中随机抽取 10%的挤压接头作外观检查;抽取三个试样作单向拉伸试验。

外观检查应符合下列要求:挤压后套筒长度应为 1.10~1.15 倍原套筒长度,或压痕处套筒的外径为 0.8~0.9 原套筒的外径;挤压接头的压痕道数应符合形式检验确定的道数;接头处弯折不得大于 4°;挤压后的套筒不得有肉眼可见的裂缝。

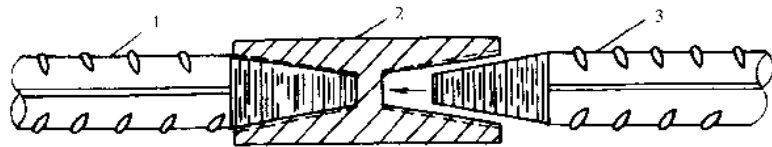
单向拉伸试验:接头根据静力单向拉伸性能以及高应力和大变形条件下反复拉、压性能的差异分为三个性能等级。A 级为接头抗拉强度达到或超过母材抗拉强度标准值,并具有高延性及反复拉压性能;B 级为接头抗拉强度达到或超过母材屈服强度标准值的 1.35 倍,具有一定的延性及反复拉压性能;C 级为接头仅能承受压力。其抗拉强度要求:挤压接头试样的钢筋母材应进行抗拉强度试验;三个接头试样的抗拉强度均应满足 A 级或 B 级抗拉强度的要求;对 A 级接头,试样抗拉强度尚应大于等于 0.9 倍钢筋母材的实际抗拉强度,计算实际抗拉强度时,应采用钢筋的实际横截面面积。

图名

套筒挤压连接(三)

图页

2-56



锥螺纹钢筋连接

1—已连接的钢筋；2—锥螺纹套筒；3—未连接的钢筋

锥螺纹套筒连接：

锥螺纹套筒连接是将两根待接钢筋端头用套丝机做出锥形外丝，然后用带锥形内丝的套筒将钢筋两端拧紧的钢筋连接方法。可连接各种钢筋，但所连接钢筋直径之差不宜大于9mm。

机具设备：

钢筋套丝机：是加工钢筋连接端的锥形螺纹用的一种专用设备。有SZ—50A、ZL—4等型号，可套制 $\phi 16 \sim \phi 40$ II、III级钢筋。

扭力扳手：是保证钢筋连接质量的测力扳手。它可以按照钢筋直径大小规定的力矩值，把钢筋与连接套拧紧，并发出声响信号。型号有PW360（管钳型），性能100~360N·m。

量规：有牙形规、卡规和锥螺纹塞规。牙形规是用来检查钢筋连接端的锥螺纹牙形加工质量的量规；卡规是用来检查钢筋连接端的锥螺纹小端直径的量规；锥螺纹塞规是用来检查锥螺纹连接套加工质量的量规。

锥螺纹套筒与钢筋锥螺纹的加工与检验：

锥螺纹套筒的加工宜在专业工厂进行，以保证产品质量。钢筋锥螺纹加工在钢筋套丝机上套丝。锥螺纹套筒和钢筋锥螺纹都要经过检查验收合格后才能使用。

锥螺纹钢筋的连接：

连接钢筋拧紧力矩值

钢筋直径 (mm)	16	18	20	22	25~28	32	36~40
拧紧力矩 (N·m)	118	145	177	216	275	314	343

连接前，将下层钢筋上端的塑料保护帽拧下来露出丝扣，并将丝扣上的污物清理干净；连接钢筋时，将已拧套筒的上层钢筋拧到被连接的钢筋上，并用扭力扳手按表中规定的力矩值把钢筋接头拧紧，直至扭力扳手在测定的力矩值发生响声，并随手画上油漆标记，以防有的钢筋接头漏拧。

质量要求：

钢筋拧紧力矩的检查：首先目测已做油漆标记的钢筋接头丝扣，如发现有一个完整丝扣外露，应重新拧紧或进行加固处理。然后用质检用的扭力扳手对接头质量进行抽检。抽检数量对梁、柱构件为每根梁、柱1个接头；对板、墙构件为3%（但不少于3个）。抽检结果应达到规定的力矩值。如有一种构件的一个接头达不到规定值，则该构件的全部接头必须重新拧到规定的力矩值。

钢筋接头强度的检查：在正式连接前，按每种规格钢筋接头每300个为一批，做3个接头试样作拉伸试验。当接头试样达到下列要求时，即为合格接头；屈服强度实测值不小于钢筋的屈服强度标准值；抗拉强度实测值与钢筋屈服强度标准值的比值不小于1.35倍，异径钢筋接头以小直径抗拉强度实测值为准。

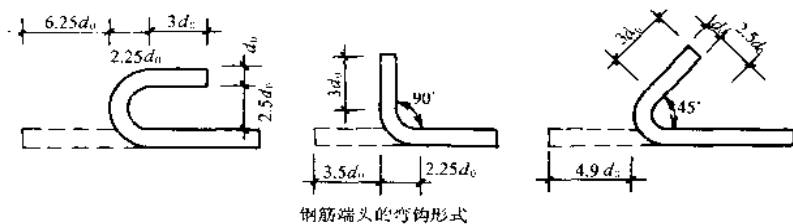
当质检部门对钢筋接头的连接质量产生怀疑时，可以用非破损张拉设备作接头的非破损拉伸试验。如有一个锥螺纹套筒接头不合格，则该构件全部接头采用电弧贴角焊缝方法加以补强，焊缝高度不得小于5mm。

图名

锥螺纹套筒连接

图页

2—57



钢筋端头的弯钩形式

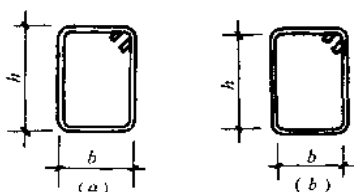
半圆弯钩增加长度参考表 (用机械弯)

钢筋直径 (mm)	≤6	8-10	12-18	20-28	32-36
一个弯钩长度 (mm)	40	6d ₀	5.5d ₀	5d ₀	4.5d ₀

钢筋弯曲调整值

钢筋弯曲角度	30°	45°	60°	90°	135°
钢筋弯曲调整值	0.3d ₀	0.5d ₀	0.8d ₀	2d ₀	2.5d ₀

注: d₀ 为钢筋直径。



箍筋长度量度方法

(a) 量外包尺寸; (b) 量内皮尺寸

箍筋调整值

箍筋量度方法	箍筋直径 (mm)			
	4-5	6	8	10-12
量外包尺寸	40	50	60	70
量内皮尺寸	80	100	120	150-170

钢筋配料就是根据施工图, 分别计算出钢筋下料长度和根数, 填写配料单, 申请加工。

钢筋下料长度计算: 钢筋切断时的直线长度称为下料长度。

结构施工图中注明的钢筋尺寸是指加工后的钢筋外轮廓尺寸 (从钢筋外皮到外皮量得的尺寸), 称为钢筋外包尺寸。钢筋的外包尺寸是由构件的外形尺寸减去钢筋保护层厚度求得。

由于钢筋弯曲时, 外皮伸长而内皮缩短, 只是轴线长度不变, 而量得的外包尺寸总是要大于钢筋轴线长度, 弯曲钢筋的外包尺寸和轴线长度之间存在的差值称量度差值。量度差值在计算下料长度时必须加以扣除。

钢筋两端一般要做成弯钩, 弯钩有三种形式 (如图)。钢筋外包尺寸不包括弯钩的增加长度, 所以钢筋下料长度应考虑弯钩增加长度, 三种弯钩增加长度如图, 半圆弯钩增加长度经验数据如表。

弯起钢筋中间弯折量度差值 (简称弯曲调整值) 与钢筋的弯折角度和钢筋直径有关, 如表所示。

箍筋调整值即为箍筋弯钩增加长度和弯曲调整值两项之差, 如表, 计算时将箍筋外包尺寸或内皮尺寸加上箍筋调整值即为箍筋下料长度。箍筋长度量度方法如图示。

钢筋的下料长度根据其形状不同由下面公式确定:

直钢筋下料长度 = 构件长度 - 保护层厚度 + 弯钩增加长度

弯起钢筋下料长度 = 直段长度 + 斜段长度 - 弯折量度差值 + 弯钩增加长度

箍筋下料长度 = 直段长度 + 弯钩增加长度 - 弯折量度差值

或箍筋下料长度 = 箍筋周长 + 箍筋调整值

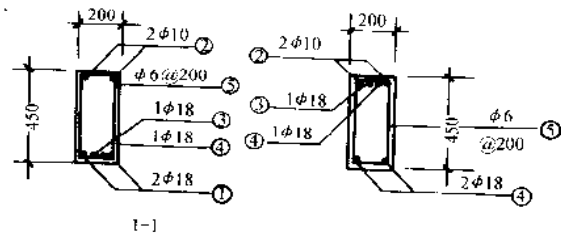
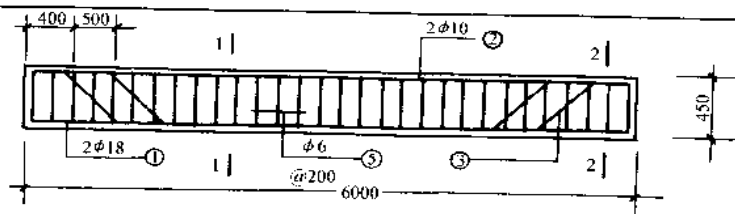
以上钢筋若需搭接, 还应增加搭接长度。

图名

钢筋配料(一)

图页

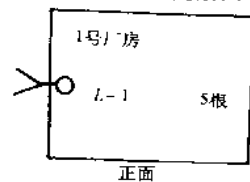
2-58



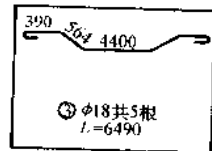
1-1

L₁ 配筋图

2-2



正面



反面

钢筋料牌
钢筋配料单

构件名称	钢筋编号	简图	直径 (mm)	钢号	下料长度 (m)	单位根数	合计根数	公称质量 (kg)
1号厂房 L-1 梁 计5根	1		18	φ	6.21	2	10	123
	2		10	φ	6.11	2	10	37.5
	3		18	φ	6.50	1	5	64.7
	4		18	φ	6.50	1	5	64.7
	5		6	φ	1.20	31	155	41.3
备注	合计 φ6 = 41.3kg; φ10 = 37.5kg; φ18 = 252.4kg							

例：某工程共有 5 根 L₁ 矩形梁要现场预制，试编制 L₁ 梁钢筋配料单。L₁ 梁配筋如图所示。

解：梁上下保护层厚度取 25mm，梁两端保护层厚度取 10mm。

①号钢筋是 2 根 φ18 的直线钢筋，下料长度计算如下：

$$\text{直钢筋下料长度} = \text{构件长} - \text{两端保护层厚度} + \text{两端弯钩增加长度} \\ = 6000 - 2 \times 10 + 6.25 \times 18 \times 2 = 6205\text{mm}$$

②号钢筋是 2 根 φ10 架立钢筋（直钢筋），下料长度计算如下：

$$= 6000 - 2 \times 10 + 6.26 \times 10 \times 2 = 6105\text{mm}$$

③号钢筋是一根 φ18 弯起钢筋，其钢筋简图见表，其下料长度计算如下：

弯起钢筋下料长度 = 端部平直段长 + 中间平直段长 + 斜段长 + 端部弯钩 - 弯曲调整值

$$= (400 - 10) \times 2 + (6000 - 2 \times 10 - 2 \times 390 - 2 \times 400) + (450 - 2 \times 25) \times 1.41 + 2 \times 6.25 \times 18 - 4 \times 0.5 \times 18 \\ = 780 + 4400 + 1128 + 225 - 36 = 6497\text{mm}$$

④号也是一根 φ18 的弯起钢筋，其计算方法同③号钢筋

$$\text{下料长度} = 1780 + 3400 + 1128 + 225 - 36 = 6497\text{mm}$$

⑤号钢筋是 φ6 的箍筋，下料长度计算如下：

箍筋下料长度 = 内皮尺寸 + 箍筋调整值

$$= (400 + 150) \times 2 + 100 = 1200\text{mm}$$

箍筋的个数：(5980 ÷ 200) + 1 = 31 个

配料计算完成以后，需要填写配料单，申请加工，钢筋加工班接到配料单后，按钢筋号，每号钢筋制作一块料牌，料牌可用 100mm × 70mm 薄木板、纤维板制成，如图所示。

L-1 梁的钢筋配料单如表所示。

图名

钢筋配料(二)

图页

2-59

代换原则:

当施工中遇有钢筋品种或规格与设计要求不符时,可参照以下原则进行钢筋代换;

等强度代换:当构件受强度控制时,钢筋可按强度相等原则进行代换;

等面积代换:当构件按最小配筋率配筋时,钢筋可按面积相等原则进行代换;

当构件受裂缝宽度或挠度控制时,代换后应进行裂缝宽度或挠度验算。

代换方法:

等强度代换方法:如设计图中所用的钢筋设计强度为 f_{y1} ,钢筋总面积为 A_{s1} ,代换后的钢筋设计强度为 f_{y2} ,钢筋面积为 A_{s2} ,则应使

$$A_{s1} \cdot f_{y1} \leq A_{s2} \cdot f_{y2}$$

$$\text{即 } n_1 \frac{\pi d_1^2}{4} f_{y1} \leq n_2 \frac{\pi d_2^2}{4} f_{y2}$$

$$n_2 \geq \frac{n_1 d_1^2 f_{y1}}{d_2^2 f_{y2}}$$

式中 n_2 ——代换钢筋根数;
 n_1 ——原设计钢筋根数;
 d_2 ——代换钢筋直径;
 d_1 ——原设计钢筋直径。

等面积代换方法:

$$A_{s1} \leq A_{s2}$$

$$n_2 \geq n_1 \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

式中符号同上。

钢筋代换后,有时由于受力钢筋直径加大或根数增多而需要增加排数,则构件截面的有效高度 h_0 减少,截面强度降低。通常对这种影响可凭经验适当增加钢筋面积,然后再作截面强度复核。

钢筋代换注意事项:

钢筋代换时,应征得设计单位同意,并应符合下列规定:

对重要受力构件,如吊车梁、薄腹梁、桁架下弦等,不宜用Ⅰ级光面钢筋代替Ⅱ级带肋钢筋;

钢筋代换后,应满足配筋构造规定,如钢筋最小直径,间距、根数、锚固长度等;

同一截面内,可同时配有不同种类和直径的代换钢筋,但每根钢筋的拉力差不应过大(如同品种钢筋的直径差值一般不大于5mm),以免构件受力不匀;

梁的纵向受力钢筋与弯起钢筋应分别代换,以保证正截面与斜截面强度;

偏心受压构件(如框架柱、有吊车的厂房柱、桁架上弦等)或偏心受拉构件作钢筋代换时,不取整个截面配筋量计算,应按受力面(受拉或受压)分别代换;

当构件受裂缝宽度控制时,如以小直径钢筋代换大直径钢筋,强度等级低的钢筋代替强度等级高的钢筋,则可不作裂缝宽度验算;

有抗震要求的梁、柱和框架,不宜以强度等级较高的钢筋代换原设计中的钢筋。如必须代换时,其代换的钢筋检验所得的实际强度,尚应符合下列要求:钢筋的实际抗拉强度与实际的屈服强度的比值应大于1.25;钢筋的实际屈服强度与钢筋标准强度的比值,当按Ⅰ级抗震等级设计时,不应大于1.25,当按Ⅱ级抗震等级设计时不应大于1.4。

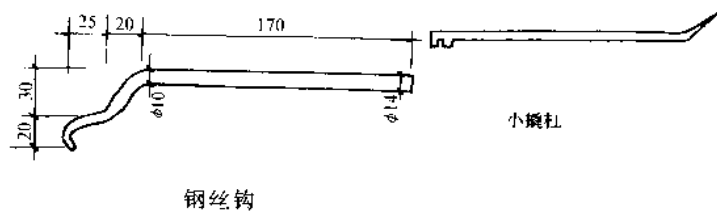
例:某梁主筋是2Φ12,现工地没有Φ12的钢筋,只有φ12的钢筋,问需要几根方可代换?

解:查材料部分的钢筋强度设计值表,Ⅰ级钢筋(φ)抗拉强度设计值为210N/mm²,Ⅱ级钢筋(Φ)抗拉强度设计值为310N/mm²。代入等强度代换公式,即

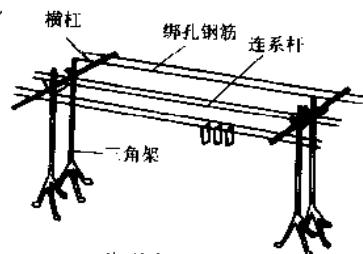
$$n_2 \geq \frac{n_1 d_1^2 f_{y1}}{d_2^2 f_{y2}} = \frac{2 \times 12^2 \times 310}{12^2 \times 210} = 2.95$$

所以采用3根φ12钢筋代换即可符合要求。

图名	钢筋代换	图页	2—60
----	------	----	------



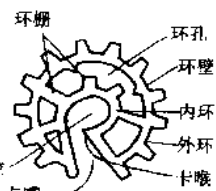
钢丝钩



绑扎架



(a)



(b)

控制混凝土保护层用的塑料卡
(a)塑料垫块; (b)塑料环圈

受拉钢筋绑扎接头的最小搭接长度

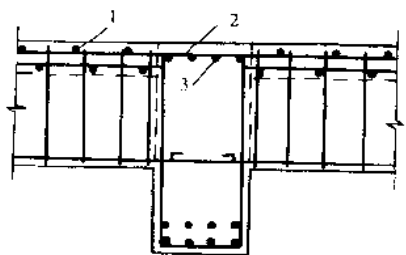
项次	钢筋种类	混凝土强度等级			备注
		C20	C25	≥C30	
1	I级钢筋	35d	30d	25d	1. 当II、III级钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时, 其受拉钢筋的搭接长度应按表中数值增加 $5d$ 采用 2. 当混凝土在凝固过程中受力钢筋易受扰动(如滑模施工)时, 其搭接长度宜适当增加 3. 在任何情况下, 纵向受拉钢筋的搭接长度不应小于 300mm , 受压钢筋搭接长度不应小于 200mm 4. 轻骨料混凝土的钢筋绑扎搭接长度应按普通混凝土上搭接长度增加 $5d$ (冷拔低碳钢丝增加 50mm) 5. 当混凝土上强度等级低于 C20 时, I、II级钢筋最小搭接长度应按表中 C20 的相应数值增加 $10d$, III级钢筋不宜采用 6. 有抗震要求的框架梁的纵向钢筋, 其搭接长度应相应增加。对一级抗震等级相应增加 $10d$; 对二级抗震等级相应增加 $5d$ 7. 两根直径不同钢筋的搭接长度, 以钢筋的直径为准 8. 受压钢筋绑扎接头的搭接长度应为表中数值的 0.7 倍
2	月牙 II级钢筋	45d	40d	35d	
3	III级钢筋	55d	50d	45d	
4	冷拔低碳钢丝	300mm			

准备工作: 核对成品钢筋的钢号、直径、形状、尺寸和数量等是否与料单牌相符; 准备绑扎用的工具(如钢筋钩、带板口的小撬杠)、绑扎架, 如图; 准备好绑扎用的铁丝, 可采用 20~22 号铁丝, 其中 22 号铁丝只用于绑扎直径 12mm 以下的钢筋; 准备好控制钢筋保护层用的水泥砂浆垫块或塑料卡(如图), 塑料卡的形状有塑料垫块和塑料环圈两种, 塑料垫块用于水平构件(如梁、板), 塑料环圈用于垂直构件(如柱、墙)。

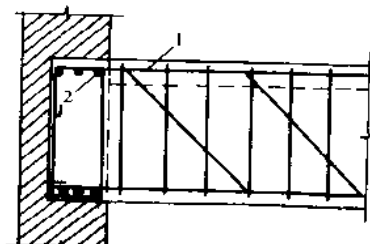
钢筋绑扎程序是: 划线、摆筋、穿箍、绑扎、安放垫块等。

钢筋的接头应符合一般规定中讲述的接头区段受力钢筋接头面积允许百分率等要求。绑扎接头的搭接长度应符合表中要求。绑扎接头在搭接长度内应绑扎三点。

钢筋绑扎应符合下列规定: 钢筋的交叉点应用铁丝扎牢; 板和墙的钢筋网片, 除靠外围两行钢筋的相交点全部扎牢外, 中间部分的相交点可相隔交错扎牢, 但必须保证受力钢筋不位移。双向受力的钢筋网片, 必须全部扎牢; 梁和柱的箍筋, 除设计有特殊要求外, 应与受力钢筋垂直设置。箍筋弯钩叠合处, 应沿受力钢筋方向错开设置; 柱中的竖向钢筋搭接时, 角部钢筋的弯钩应与模板成 45° (多边形为模板的内角的平分角; 圆形柱应与柱模板切线垂直); 中间钢筋的弯钩应与模板成 90° ; 如采用插入式振捣器浇筑小型截面柱时, 弯钩与模板的角度最小不得小于 15° ; 板、次梁与主梁交叉处, 板的钢筋在上, 次梁的钢筋居中, 主梁的钢筋在下, 如图所示; 当有圈梁或梁垫时, 主梁的钢筋在上, 如图所示。



板、次梁与主梁交叉处钢筋
1—板的钢筋; 2—次梁钢筋; 3—主梁钢筋



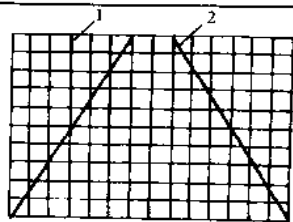
主梁与垫梁交叉处钢筋
1—主梁钢筋; 2—垫梁钢筋

图名

钢筋的现场绑扎

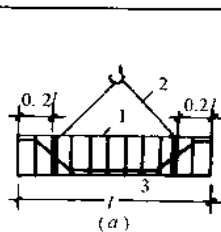
图页

2—61



绑扎钢筋网的临时加固

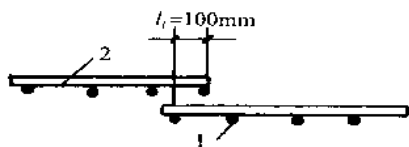
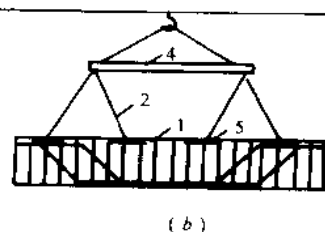
1—钢筋网；2—加固筋



钢筋骨架的绑扎起吊

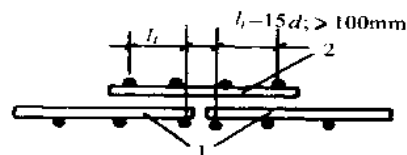
(a) 二点绑扎；(b) 采用铁扁担四点绑扎

1—钢筋骨架；2—吊索；3—兜底索；4—铁扁担；5—短钢筋



焊接网沿分布钢筋方向不加焊接的搭接接头

1—受力钢筋；2—分布钢筋



焊接网沿分布钢筋方向不加焊接、用附加钢筋网的搭接接头

1—基本钢筋网；2—附加钢筋网

受拉焊接骨架和焊接网绑扎接头的搭接长度

项次	钢筋类型	混凝土强度等级			
		C20	C25	≥C30	
1	I级钢筋	30d	25d	20d	
2	月牙肋	II级钢筋	40d	35d	30d
		III级钢筋	45d	40d	35d
3	冷拔低碳钢丝	250mm			

注：1. 搭接长度除应符合本表规定外，在受拉区不得小于250mm，在受压区不得小于200mm。

2. 当混凝土强度等级低于C20时，对I级钢筋最小搭接长度不得小于40d；表中II级钢筋不得小于50d；III级钢筋不宜采用。

3. 当月牙肋钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时，其搭接长度应按表中数值增加5d采用。

4. 当混凝土在凝固过程中易受扰动时（如滑模施工），搭接长度宜适当增加。

5. 轻骨料混凝土的焊接骨架和焊接网绑扎接头的搭接长度应按普通混凝土搭接长度增加5d（冷拔低碳钢丝增加50mm）。

6. 有抗震要求时，对一级抗震等级相应增加10d，二级抗震等级相应增加5d。

绑扎钢筋网与钢筋骨架的安装：

钢筋网架的分段（块）应根据结构配筋特点及起重运输能力而定。一般钢筋网的分块面积以 $6 \sim 20\text{m}^2$ 为宜，钢筋骨架的分段长度以 $6 \sim 12\text{m}$ 为宜。

钢筋网架为防止在运输和安装过程中发生歪斜变形，应采取临时加固措施，图示为绑扎钢筋网的临时加固情况。工地上常用架子车改装的钢筋运料车作为钢筋网架运输。

钢筋网架的吊点应根据其尺寸、重量及刚度而定。宽度大于1m的水平钢筋网宜采用四点起吊。跨度小于6m的钢筋骨架宜采用二点起吊（图（a）），跨度大，刚度差的钢筋骨架宜采用铁扁担四点起吊（图（b））。为防止吊点处钢筋受力变形，可采取兜底吊或加短钢筋。

绑扎钢筋网与钢筋骨架交接处作法与钢筋的现场绑扎同。

焊接钢筋网与钢筋骨架的安装：

焊接钢筋网架沿受力方向的搭接接头宜位于构件受力较小部位。

受拉焊接骨架和焊接网在受力钢筋方向的搭接长度如表所示。受压焊接骨架和焊接网在受力钢筋方向的搭接长度，为表中数值的0.7倍。

焊接网沿分布钢筋方向的搭接长度 $l_l = 100\text{mm}$ （如图）。受力钢筋直径 $\geq 16\text{mm}$ 时，焊接网沿分布钢筋方向的接头宜铺以附加钢筋网，每边搭接长度 $l_l = 15d$ （ d 为分布钢筋直径），且不小于100mm。

在构件宽度内有若干焊接网或焊接骨架时，其接头位置应错开。在搭接长度 l_l 区段内搭接的受力钢筋的总截面面积不得大于构件截面中受力钢筋全部截面面积的50%。在轴心受拉及小偏心受拉的构件（板和墙除外）中，不得采用搭接接头。

图名

钢筋网与钢筋骨架的安装

图页

2—62

钢筋位置的允许偏差

项次	项 目	允许偏差 (mm)	
1	受力钢筋的排距	±5	
2	钢筋弯起点位置	20	
3	箍筋、横向钢筋间距	绑扎骨架	±20
		焊接骨架	±10
4	焊接预埋件	中心线位置	5
		水平高差	+3、-0
5	受力钢筋的保护层	基 础	±10
		柱、梁	±5
		板、墙、壳	±3

钢筋安装完毕后，应检查下列方面：

根据设计图纸检查钢筋的钢号、直径、根数、间距是否正确，特别是注意检查负筋的位置；

检查钢筋保护层是否符合要求；

检查钢筋接头的位置及搭接长度是否符合规定；

检查钢筋绑扎是否牢固，有无松动变形现象；

钢筋表面不允许有油渍、漆污和颗粒状（片状）铁锈；

钢筋位置的允许偏差，不得大于表中的规定。

隐蔽工程验收：

隐蔽工程是指那些在施工过程中上一工序的工作结束，被下一工序所掩盖，而无法进行复查的部位。钢筋工程属于隐蔽工程，在浇筑混凝土前，有关人员按照设计要求和施工规范，采用必要的检查工具，对钢筋的品种规格、数量、位置、形状、焊接尺寸、接头位置、预埋件数量及位置，以及材料代用情况等内容进行检查与验收。如果符合设计要求及施工规范规定，应及时签署隐蔽工程纪录手续，以便继续下一工序（即浇筑混凝土）的施工，同时，将隐蔽工程纪录交承包单位归入技术资料。如不符合有关规定，监理人员应以书面形式通知承包单位，按期处理，处理符合要求后监理人员应进行隐蔽工程验收与签证。

图名

钢筋安装完后质量检查

图页

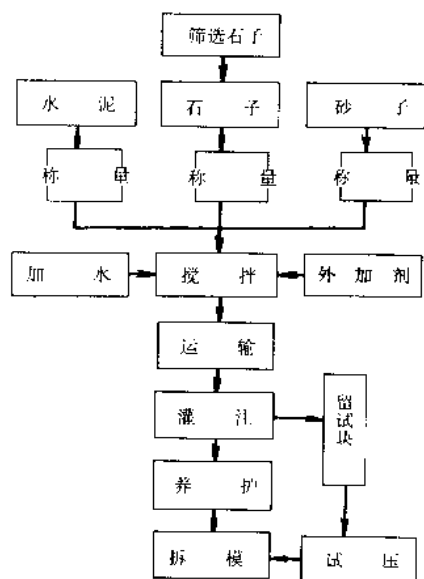
2—63

(三) 混凝土工程

混凝土的组成材料:

普通混凝土是以水泥、水、普通碎(卵)石、砂,需要时掺入外加剂和矿物质混合材料,按适当比例配合,经过均匀拌制、密实成型及养护硬化而成的人工石材。

水泥: 配制混凝土所用的水泥,应采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥或粉煤灰质硅酸盐水泥,必要时也可采用其他品种水泥,水泥的性能指标必须符合现行国家有关标准的规定。水泥进场必须有出厂合格证或进场试验报告,并应对其品种、标号、包装或散装包号、出厂日期等检查验收;当对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月(快硬硅酸盐水泥超过一个月)时,应



混凝土工程工艺流程

复查试验,并按试验结果使用。

碎(卵)石: 由天然岩石或卵石经破碎、筛分而得的粒径大于5mm的岩石颗粒称为碎石;由自然条件作用而形成的粒径大于5mm的岩石颗粒,称为卵石。普通混凝土所用的碎(卵)石应符合国家现行有关标准的规定。碎(卵)石的颗粒尺寸一般多在5~80mm之间,因此又称作粗骨料。按其颗粒大小分为粗(40~80mm)、中(20~40mm)、细(5~20mm)、特细(5~10mm)四级。混凝土用的碎

(卵)石原则上应选用较大颗粒。为了尽可能减少水泥浆用量及充分利用石子的强度,粗细颗粒之间应有适当的级配。石子的最大颗粒尺寸不得超过结构截面最小尺寸的1/4,同时也不得大于钢筋间最小净距的3/4。对于厚度小于或等于100mm的混凝土实心板,可采用一部分(不超过25%)最大粒径达1/2板厚的石子。

砂: 由自然条件作用而形成的,粒径在5mm以下的岩石颗粒,称为天然砂,按其产源分为河砂、海砂和山砂。按砂的粒径可分为粗砂、中砂和细砂,目前是以细度模数来划分,但习惯上仍用平均粒径来划分。拌制混凝土宜用粗砂或中砂,但仅用粗砂将降低混凝土的和易性,水泥耗量也大,因此必须粗细搭配。砂的粒径一般在0.15~0.5mm之间,因此又称细骨料。普通混凝土所用的砂应符合国家现行有关标准的规定。砂中的含泥量和有害杂质应加以限制。

水: 拌制混凝土宜采用饮用水。当采用其他来源水时,水质必须符合国家现行标准《混凝土拌合用水标准》的规定。钢筋混凝土和预应力混凝土,均不得采用海水拌制。

外加剂: 混凝土中掺入适量外加剂,能改善混凝土的工艺性能,加速工程进度和节约水泥。外加剂有早强剂、防冻剂、减水剂、速凝剂、缓凝剂、引气剂等,外加剂的质量应符合现行的国家标准的要求。外加剂的品种及掺量必须根据对混凝土性能的要求、施工及气候条件、混凝土所采用的原材料及配合比等因素经试验确定。在蒸汽养护的混凝土和预应力混凝土中,不宜掺用引气剂或引气减水剂;当掺用含氯盐的外加剂时,应符合规范的有关条文规定。

矿物质混合材料: 为降低水泥用量,改善混凝土的技术特性(如改善和易性、降低水化热等)可在混凝土中掺加矿物质混合材料。混合材料(如粒状高炉矿渣、粉煤灰、火山灰、石英砂粉等)的质量应符合国家现行标准规定,其掺量应通过试验确定。

混凝土工程工艺流程:

混凝土工程包括: 配料、搅拌、运输、浇筑和养护等主要施工过程,其施工工艺流程如图所示。

图名	混凝土的组成材料与施工工艺流程	图页	2-64
----	-----------------	----	------

常用混凝土配合比参考表

使用材料：325号水泥、碎石、中砂

混凝土 强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C10	5~20	0~10	180	273	672	1305
		10~30	189	286	681	1264
		30~50	198	300	688	1224
	5~40	0~10	165	250	672	1363
		10~30	174	264	681	1321
		30~50	184	279	688	1279
C15	5~20	0~10	180	327	596	1327
		10~30	189	344	604	1283
		30~50	198	360	611	1241
		50~70	208	378	617	1197
	5~40	0~10	165	300	596	1389
		10~30	175	318	604	1343
C20	5~20	0~10	180	383	523	1344
		10~30	190	404	530	1296
		30~50	199	423	536	1252
		50~70	209	445	541	1205
		70~90	218	464	547	1167
	5~40	0~10	165	351	522	1412
		10~30	175	372	530	1363
		30~50	184	391	538	1317
		50~70	194	413	544	1269
		70~90	203	432	550	1225

使用材料：425号水泥、碎石、中砂

混凝土 强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C10	5~20	0~10	180	231	747	1272
		10~30	190	244	755	1231
		30~50	200	256	762	1192
	5~40	0~10	165	212	746	1327
		10~30	175	224	755	1286
		30~50	180	237	763	1246

续表

混凝土 强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C15	5~20	0~10	180	273	672	1305
		10~30	189	286	681	1264
		30~50	199	302	687	1222
		50~70	208	315	694	1183
	5~40	0~10	165	250	672	1363
		10~30	175	265	680	1320
C20	5~20	30~50	184	279	688	1279
		50~70	194	294	696	1236
		0~10	180	316	600	1334
		10~30	190	333	607	1290
		30~50	199	349	614	1248
	5~40	50~70	209	367	620	1204
		70~90	218	382	627	1163
		0~10	165	290	599	1396
		10~30	175	307	607	1351
		30~50	184	323	615	1308
C25	5~20	50~70	194	340	622	1264
		70~90	203	356	629	1222
		0~10	180	367	546	1337
		10~30	190	388	553	1289
		30~50	199	406	560	1245
	5~40	50~70	209	427	565	1199
		70~90	218	445	570	1157
		0~10	165	337	545	1403
		10~30	175	357	553	1355
		30~50	184	376	561	1309
C30	5~20	50~70	194	396	567	1263
		70~90	203	414	574	1219
		0~10	180	409	479	1362
		10~30	190	432	485	1313
		30~50	199	452	493	1266
	5~40	50~70	209	475	498	1218
		70~90	218	495	503	1174
		0~10	165	375	478	1432
		10~30	175	398	485	1382
		30~50	184	418	494	1334
5~40	50~70	194	441	500	1285	
	70~90	203	461	506	1240	

图名

常用混凝土配合比参考表
与施工配合比(-)

图页

2-65

使用材料：525号水泥、碎石、中砂

混凝土强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C20	5~20	0~10	180	240	724	1286
		10~30	190	253	731	1246
		30~50	199	265	739	1207
		50~70	209	279	746	1166
	5~40	0~10	165	220	723	1342
		10~30	175	233	732	1301
		30~50	184	245	740	1261
		50~70	194	259	748	1219
C25	5~20	0~10	180	316	600	1334
		10~30	190	333	607	1290
		30~50	199	349	614	1248
		50~70	209	367	620	1204
	5~40	0~10	165	290	599	1396
		10~30	175	307	607	1351
		30~50	184	323	615	1308
		50~70	194	340	622	1264
C30	5~20	0~10	180	353	550	1347
		10~30	190	373	557	1300
		30~50	199	390	565	1256
		50~70	209	410	570	1211
	5~40	0~10	165	324	549	1412
		10~30	175	343	557	1365
		30~50	184	361	566	1319
		50~70	194	380	572	1274
C35	5~20	0~10	181	385	503	1361
		10~30	190	404	511	1315
		30~50	200	426	517	1267
		50~70	210	447	523	1220
	5~40	0~10	167	355	501	1427
		10~30	176	374	510	1380
		30~50	185	394	518	1333
		50~70	195	415	525	1285
		70~90	205	436	531	1238

续表

混凝土强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C40	5~20	0~10	180	419	476	1355
		10~30	190	442	483	1305
		30~50	199	463	489	1259
		50~70	209	486	494	1211
	5~40	0~10	166	386	475	1423
		10~30	175	407	485	1375
		30~50	185	430	490	1325
		50~70	194	451	497	1278
		70~90	204	474	502	1230

使用材料：625号水泥、碎石、中砂

混凝土强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C25	5~20	0~10	180	281	650	1319
		10~30	190	297	657	1276
		30~50	199	311	665	1235
		50~70	209	327	671	1193
	5~40	0~10	165	258	649	1378
		10~30	175	273	657	1335
		30~50	184	288	667	1292
		50~70	194	303	673	1250
C30	5~20	0~10	180	310	601	1339
		10~30	190	328	609	1293
		30~50	199	343	616	1252
		50~70	209	360	623	1208
	5~40	0~10	165	285	600	1400
		10~30	175	302	609	1354
		30~50	184	317	617	1312
		50~70	194	334	624	1268
		70~90	204	352	630	1224

图名

常用混凝土配合比参考表
与施工配合比(二)

图页

2-66

续表

混凝土强度等级	石子粒径 (mm)	坍落度 (mm)	每立方米混凝土材料用量 (kg)			
			水	水泥	砂	石子
C35	5~20	0~10	181	342	572	1335
		10~30	190	358	580	1292
		30~50	200	377	587	1246
		50~70	210	396	592	1202
		70~90	219	413	598	1160
	5~40	0~10	167	315	571	1397
		10~30	176	332	580	1352
		30~50	185	349	588	1308
		50~70	195	368	594	1263
		70~90	205	387	601	1281
C40	5~20	0~10	180	367	527	1356
		10~30	190	388	534	1308
		30~50	200	408	541	1261
		50~70	210	429	546	1215
		70~90	219	447	552	1172
	5~40	0~10	166	339	525	1420
		10~30	175	357	534	1374
		30~50	185	378	541	1326
		50~70	195	398	548	1279
		70~90	204	416	556	1235
C45	5~20	0~10	180	400	481	1369
		10~30	190	422	488	1320
		30~50	200	445	494	1272
		50~70	209	464	501	1226
		70~90	219	487	505	1179
	5~40	0~10	166	369	479	1436
		10~30	176	391	487	1386
		30~50	185	411	495	1339
		50~70	195	433	502	1290
		70~90	205	456	507	1242
C50	5~20	0~10	180	429	455	1366
		10~30	190	452	462	1316
		30~50	200	476	468	1266
		50~70	210	501	473	1217
		70~90	219	522	478	1171
	5~40	0~10	167	398	452	1433
		10~30	176	419	461	1384
		30~50	185	440	469	1336
		50~70	195	464	475	1286
		70~90	205	488	481	1236

混凝土的配合比是指混凝土的组成材料用量的比例关系(重量比),一般以水:水泥:砂:石表示,而以水泥作为基数1。混凝土配合比

的选择是根据工程特点、组成材料的质量、施工方法等因素,通过理论计算及试配确定的。现场混凝土拌制时,必须根据实验室给定的配合比进行配料。常用的混凝土配合比可参考表中所列的数值试配采用。

实验室给出的配合比和表中给出的配合比所用的骨料都是干燥的,而现场使用的砂、石都具有一定含水率,而且随季节气候不断变化,这样就造成了各种原材料用量间的实际比例不符合原来配合比的要求,为了保证混凝土工程质量,在施工时要按砂、石实际含水率对原配比进行修正,调整后的配合比称为施工配合比。

假设原实验室配合比为:水泥:砂子:石子 = 1 : x : y

水灰比为: W/C

现场测得砂含水率 W_x 、石子含水率 W_y

则施工配合比为:水泥:砂:石子 = 1 : x (1 + W_x) : y (1 + W_y)

水灰比: $\frac{W}{C}$ 不变 (但用水量要减去砂石中含水量)

例:混凝土实验室配合比为 1:2.28:4.47, 水灰比 $\frac{W}{C} = 0.63$, 每立方米混凝土水泥用量 $C = 285\text{kg}$, 现场实测砂含水率 3%, 石子含水率 1%, 求施工配合比及每 m^3 各种材料用量。

解:施工配合比: 1 : x (1 + W_x) : y (1 + W_y) = 1 : 2.28 (1 + 0.03) : 4.47 (1 + 0.01) = 1 : 2.35 : 4.51

按施工配合比求每立方米混凝土各组成材料用量:

水泥: $C' = C = 285\text{kg}$

砂: $G'_s = 285 \times 2.35 = 669.75\text{kg}$

$G'_g = 285 \times 4.51 = 1285.35\text{kg}$

用水量: $W' = W - G'_s W_x - G'_g W_y$ (G'_s 、 G'_g 为按实验室配合比计算每立方米混凝土砂、石用量)

$W' = 0.63 \times 285 - 2.28 \times 285 \times 0.03 - 4.47 \times 285 \times 0.01 = 147.32\text{kg}$

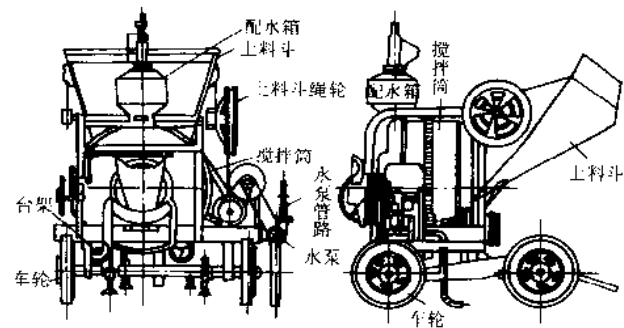
混凝土配料前应先检查水泥、砂、石和外加剂的质量是否符合规定。使用衡器应有校验制度,经常保持其准确性。各种材料投料偏差不得超过施工规范规定值:水泥、混合材料为 $\pm 2\%$;粗、细骨料为 $\pm 3\%$;水、外加剂为 $\pm 2\%$ 。

图名

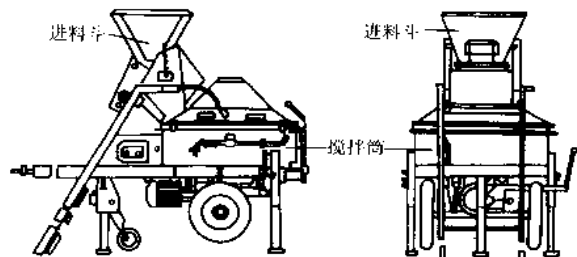
常用混凝土配合比参考表
与施工配合比(三)

图页

2-67



自落式混凝土搅拌机



强制式混凝土搅拌机

混凝土搅拌的最短时间 (s)

混凝土坍落度 (cm)	搅拌机机型	搅拌机容量 (L)		
		< 250	250 - 500	> 500
≤ 3	自落式	90	120	150
	强制式	60	90	120
> 3	自落式	90	90	120
	强制式	60	60	90

- 注：1. 掺有外加剂时，搅拌时间应适当延长；
 2. 全轻混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，砂轻混凝土可用自落式搅拌机搅拌，但搅拌时间应延长 60~90s；
 3. 轻骨料宜在搅拌前预湿，采用强制式搅拌机搅拌的加料顺序是先加粗细骨料和水泥搅拌 60s，再加水继续搅拌；采用自落式搅拌机的加料顺序是：先加 1/2 的用水量，然后加粗细骨料和水泥，均匀搅拌 60s，再加剩余用水量继续搅拌；
 4. 当采用其他形式的搅拌设备时，搅拌的最短时间应按设备说明书的规定或经试验确定。

混凝土搅拌的均匀性与搅拌方法、投料顺序、搅拌机类型和搅拌时间有关。

混凝土搅拌方法有人工搅拌和机械搅拌两种。人工搅拌是在一块铁板或在包有铁皮的木拼板上进行，拌合一般用“三干三湿”法，即先将水泥加入砂中干拌两遍，再加入石子翻拌一遍，此后，边缓慢地加水，边反复湿拌三遍。人工拌合质量差、消耗水泥多，只在工程量很小时采用。目前一般均采用机械搅拌。

混凝土搅拌机：

混凝土搅拌机按搅拌原理分为自落式和强制式两类，如图。自落式多用于搅拌塑性混凝土和低流动性混凝土，适用于施工现场；强制式主要用以搅拌干硬性混凝土和轻骨料混凝土，也可以搅拌低流动性混凝土，一般用于预制厂或搅拌站。

搅拌机的主要工艺参数为工作容量，国产搅拌机的工作容量，一般为进料容量。进料容量又称干料容量，指该搅拌机可装入各种材料体积之总和，以此来标定搅拌机的规格。每次搅拌出的混凝土的体积，称为出料容量。 $\frac{\text{出料容量}}{\text{进料容量}} = \text{制成量系数}$ ，通常取 0.65。

搅拌制度的确定：

为了获得质量优良的混凝土拌合物，除合理选择搅拌机型号外，还必须正确确定搅拌制度，即确定搅拌时间、投料顺序等。

搅拌时间：混凝土的搅拌时间是影响混凝土质量及搅拌机生产率的一个主要因素。搅拌时间过短，混凝土不均匀；搅拌时间过长，混凝土和易性又重新降低，且降低搅拌机生产率。混凝土搅拌的最短时间（即自全部材料装入搅拌筒中起、到卸料止）可按表中数值确定。通过充分搅拌，应使混凝土的各种组成材料混合均匀，颜色一致。

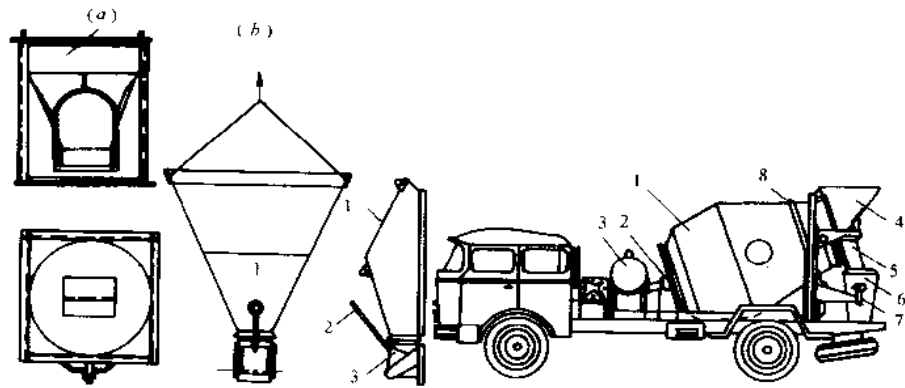
投料顺序：搅拌时加料顺序一般是先在搅拌机料斗中装入石子，再装水泥及砂。在鼓筒内先加水或在提升料斗过程中加水。这种上料顺序是把水泥夹在石子和砂子之间，上料时不致飞扬，而且水泥也不致粘在料斗底和鼓筒上。上料时水泥和砂先进入筒内形成水泥浆，缩短了包裹石子的过程，能提高搅拌生产率。

图名

混凝土上的搅拌

图页

2-68



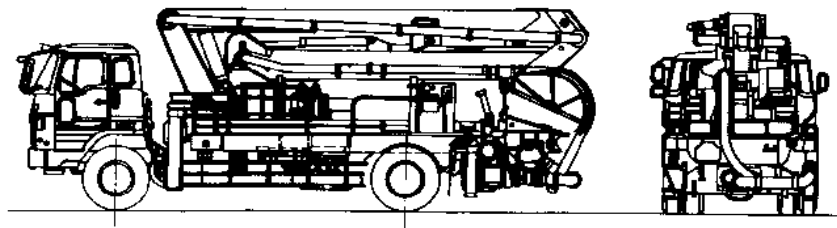
混凝土浇筑料斗

(a)立式料斗；(b)卧式料斗

1—入料口；2—手柄；3—卸料口的扇形门

混凝土搅拌运输车外形示意图

1—搅拌筒；2—轴承座；3—水箱；4—进料斗；
5—卸料槽；6—引料槽；7—托轮；8—轮圈



混凝土汽车泵

混凝土运输设备：

拌好的混凝土，一般需经过水平和垂直运输，才能送到浇筑部位。混凝土的运输设备主要有水平运输设备、垂直运输设备及混凝土泵。

混凝土水平运输设备有手推车、机动翻斗车、混凝土搅拌运输车(如图)和自卸汽车。手推车和机动翻斗车多用于路程较短的现场内运输。当混凝土需要量较大，运距较远或使用商品混凝土时，则

多采用自卸汽车和混凝土搅拌运输车。混凝土搅拌运输车有安装在汽车底盘上的混凝土搅拌筒，搅拌筒在运输过程中可按规定要求慢速转动，从而使装入筒内的混凝土拌合物连续得到搅拌，以保证混凝土通过长途运输后，仍不致产生离析现象。在运输距离很长时，也可以将混凝土干料装入筒内，在运输途中加水搅拌，这样能减少由于长途运输而引起的混凝土坍落度损失。

混凝土垂直运输设备常用的有井架和塔式起重机。井架多用于高度不大于45m的工业与民用建筑，井架装有升降平台，用双轮手推车将混凝土推到升降平台上，然后提升到施工的楼层上，再将手推车沿铺在楼面上的跳板送到浇筑地点。塔式起重机主要用于高层建筑的混凝土垂直运输，混凝土装入料斗(如图)，由塔式起重机提升至工作地点进行浇灌。料斗有立式和卧式两种，料斗容积在 0.3m^3 以上，上部开口装料，下部有扇形斗门用来卸料，可以直接把混凝土浇入模板。

混凝土泵主要适用于大体积混凝土工程(如整体式高层建筑)的混凝土水平和垂直运输，混凝土可以连续输送。泵送混凝土，由混凝土泵和混凝土输送管两大部分组成。混凝土泵的类型很多，应用最广泛的是液压活塞式混凝土泵，输送管有直管、弯管、锥形管和浇注软管等，锥形管用于连接不同管径的输送管，在管道出口处接有软管，以便在不移动运输管的情况下，扩大布料范围。

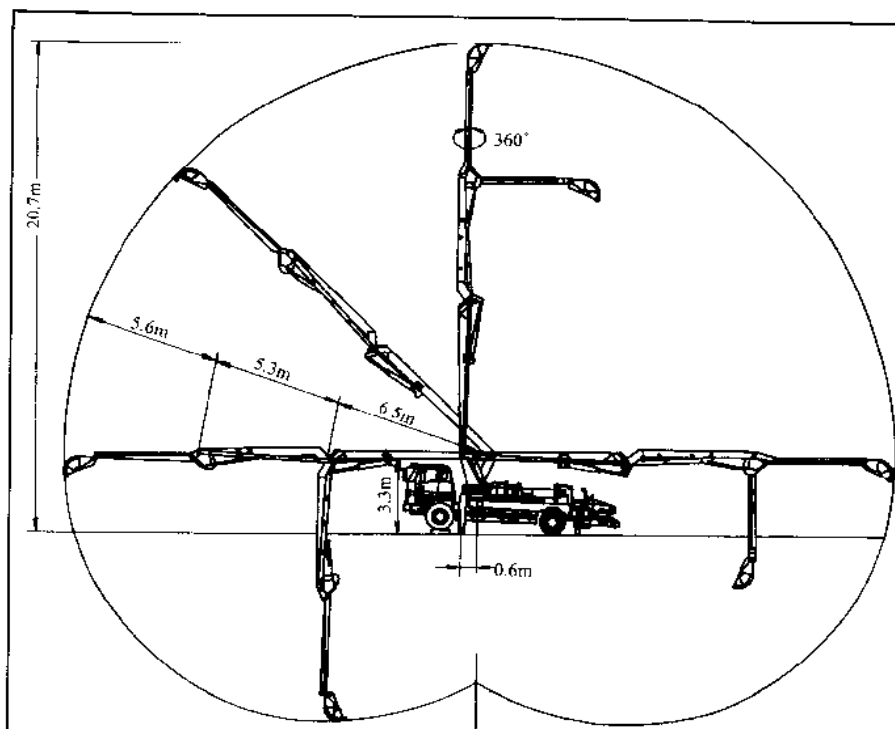
将混凝土泵装在汽车上便成为混凝土汽车泵(如图)，车上还装有可以伸缩或屈折的布料杆(如图)，其末端是一软管，可将混凝土直接送到浇筑地点，混凝土泵车的输送能力一般为 $80\text{m}^3/\text{h}$ ；当水平运输距离为520m和垂直输送高度为110m时，输送能力为 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

图名

混凝土运输(一)

图页

2—69



三折式布料杆浇筑范围

混凝土浇筑时的坍落度

结构种类	坍落度 (mm)
基础或地面等的垫层、无配筋的大体积结构（挡土墙、基础等）或配筋稀疏的结构	10~30
板、梁和大型及中型截面的柱子等	30~50
配筋密列的结构（薄壁、斗仓、筒仓、细柱等）	50~70
配筋特密的结构	70~90

- 注：1. 本表系指采用机械振捣的坍落度；采用人工捣实时可适当增大；
 2. 需要配制大坍落度混凝土时，应掺用外加剂；
 3. 曲面或斜面结构混凝土；其坍落度值，应根据实际需要另行选定；
 4. 轻骨料混凝土的坍落度，宜比表中数值减少10~20mm。

混凝土从搅拌机中卸出后到浇筑完毕的延续时间 (min)

混凝土强度等级	气温	
	< 25℃	≥ 25℃
低于及等于 C30	120	90
高于 C30	90	60

对混凝土运输要求：

由于混凝土凝固前，各组分的相互位置是不稳定的，在运输过程中易形成分层离析现象，即粗骨料下沉，细骨料和水泥浆上浮。分层离析现象可使混凝土强度降低或形成蜂窝麻面。为保证混凝土工程质量，对混凝土运输应满足下列要求：混凝土运至浇筑地点，应符合浇筑时规定的坍落度（如表），当有离析现象时，必须在浇筑前进行二次搅拌；混凝土应以最少的转载次数和最短的时间，从搅拌地点运至浇筑地点。混凝土从搅拌机卸出到浇筑完毕的延续时间不宜超过表中的规定；运输工作应保证混凝土浇筑工作连续进行；若运距较远可掺缓凝剂，其延续凝结时间长短由试验确定；运输混凝土的容器应严密，不漏浆，容器的内壁应平整光洁，不吸水。粘附的混凝土残渣应经常清除。

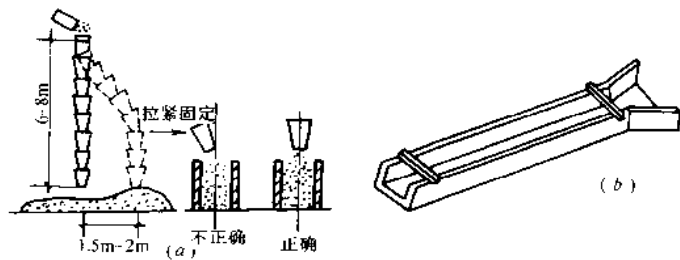
采用泵送混凝土应符合下列规定：混凝土的供应，必须保证输送混凝土的泵能连续工作；输送管线宜直，转弯宜缓，接头应严密，如管道向下倾斜，应防止混入空气，产生阻塞；泵送前应先用适量的与混凝土内成分相同的水泥浆或水泥砂浆润滑输送管内壁；预计泵送间歇时间超过45min或当混凝土出现离析现象时，应立即用压力水或其他方法冲洗管内残留的混凝土；在泵送过程中，受料斗内应具有足够的混凝土，以防止吸入空气产生阻塞。

图名

混凝土运输(二)

图页

2—70

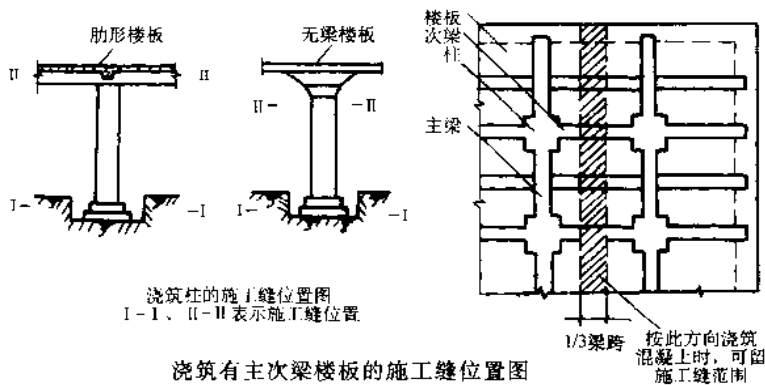


串筒与溜槽

(a)串筒及其使用方法; (b)溜槽

混凝土浇筑层厚度

项次	捣实混凝土的方法	浇筑层的厚度 (mm)	
1	插入式振捣	振捣器作用部分长度的 1.25 倍	
2	表面振动	200	
3	人工捣固	在基础、无筋混凝土或配筋稀疏的结构中	250
		在梁、墙板、柱结构中	200
		在配筋密列的结构中	150
4	轻骨料混凝土	插入式振捣器	300
	混凝土	表面振动 (振动时需加荷)	200



浇筑柱的施工缝位置图
I-I、II-II 表示施工缝位置

浇筑有主次梁楼板的施工缝位置图

1/3梁跨 按此方向浇筑混凝土时,可留施工缝范围

混凝土的浇筑成型工作包括布料摊平、捣实和抹面修整等工序。混凝土浇筑前,应对模板系统和钢筋进行复核,无误后,方可浇灌混凝土。

混凝土的浇筑:

混凝土浇筑时的坍落度:混凝土浇筑前不应发生初凝和离析现象,如已发生,应进行二次搅拌,使混凝土恢复流动性和粘聚性后再进行浇筑。混凝土浇筑时的坍落度应满足混凝土运输中所列表的要求。

混凝土的自由下落高度:为了保证混凝土浇筑时不产生离析现象,混凝土自高处倾落时的自由倾落高度不宜超过 2m。若混凝土自由下落高度超过 2m,要沿溜槽或串筒下落。溜槽一般用木板制作外包白铁皮(图 (b)),使用时其水平倾角不宜超过 30°。串筒用薄钢板制成,每节筒长 70cm 左右,用钩环连接,筒内有缓冲挡板,串筒及其使用方法如图 (a)。

混凝土的分层浇灌:为了使混凝土振捣密实,应分层浇筑分层振捣,并在下层混凝土凝结之前,将上层混凝土浇灌、振捣完毕。每层浇筑厚度与捣实方法、结构配筋情况有关,混凝土浇筑层厚度应符合表中的规定。

混凝土的连续浇筑:混凝土的浇筑工作应尽量连续作业,尽量缩短间歇时间,并要在前层混凝土凝结前,将次层混凝土浇筑完毕。间歇的最长时间应按所用水泥品种及混凝土凝结条件确定,一般不得超过混凝土运输中所列的混凝土从搅拌机中卸出后到浇筑完毕的延续时间的规定。

施工缝:由于技术或组织方面的原因,混凝土不能一次连续浇筑完毕,停歇时间又超过混凝土的初凝时间,则应留施工缝。

施工缝留设的位置:浇筑混凝土前,应预先确定施工缝的位置。施工缝应留在结构受剪力较小且便于施工的部位。一般柱应留水平缝;梁、板和墙应留垂直缝。柱子的施工缝宜留在基础顶面、梁或吊车梁牛腿下面、吊车梁的上面和无梁楼盖柱帽下面,如图所示;与板连成整体的大截面梁,施工缝应留在板底面以下 20~30mm 处;单向板留在平行于板短边的任何位置;有主次梁的楼盖,宜顺着次梁方向浇筑,施工缝留在次梁跨度的中间 1/3 范围内,如图所示;墙留置在门洞口过梁跨中 1/3 范围内,也可留在纵横墙交接处。

施工缝的处理:在施工缝处继续浇筑混凝土时,应待混凝土抗压强度不小于 1.2MPa 方可进行。混凝土达到这一强度的时间决定于水泥的标号、混凝土强度等级、气温等,可以根据试块试验确定,也可

图名

混凝土的浇筑与振捣 (-)

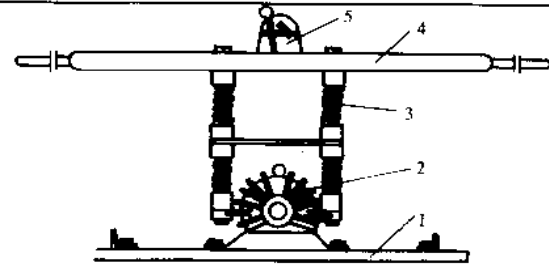
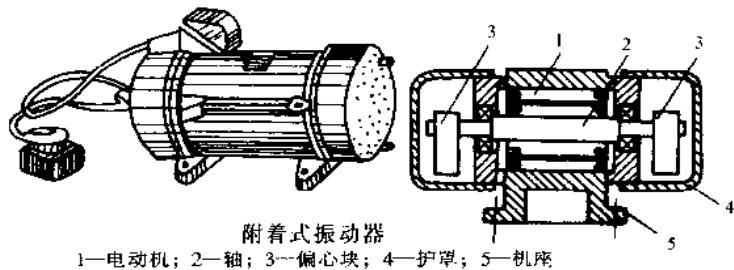
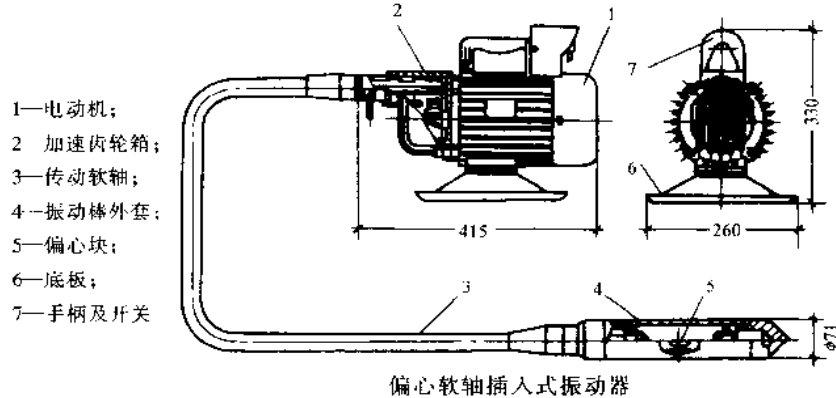
图页

2-71

普通混凝土达到 1.2N/mm² 强度所需龄期参考表

外界温度	水泥品种及标号	混凝土强度等级	期限 (h)	外界温度	水泥品种及标号	混凝土强度等级	期限 (h)
1 ~ 5℃	普通 425	C15	48	10 ~ 15℃	普通 425	C15	24
		C20	44			C20	20
	矿渣 325	C15	60		矿渣 325	C15	32
		C20	50			C20	24
5 ~ 10℃	普通 425	C15	32	15℃ 以上	普通 425	C15	20 以下
		C20	28			C20	20 以下
	矿渣 325	C15	40		矿渣 325	C15	20
		C20	32			C20	20

注：1. 水泥采用峨眉水泥厂生产普通水泥 425 号，琉璃河水泥厂生产矿渣水泥 325 号；
2. 砂石采用北京八家山河砂、中砂和 0.5 ~ 2.0cm 卵石；
3. 水灰比，采用普通水泥为 0.65 ~ 0.8，采用矿渣水泥为 0.56 ~ 0.68。



1—振动底板；2—电动机；3—缓冲弹簧；4—手柄；5—开关

以参考普通混凝土达到 1.2N/mm² 强度所需龄期参考表确定。在施工缝处继续浇筑混凝土之前，应清除施工缝处的浮浆和松动石子，洒水润湿冲刷干净，然后浇水泥浆（水泥：水 = 1:0.4）或与混凝土成分相同的水泥砂浆一层，厚度为 10 ~ 15mm，以保证接缝的质量，施工缝处应细致捣实，使其紧密结合。

混凝土的振捣：

新拌混凝土灌入模板后，由于骨料和砂浆之间摩阻力与粘结力作用，混凝土流动性很低。不能自动充满模板内各个角落，其内部是疏松的，有一定体积的空洞和气泡，不能达到要求的密实度，必须进行适当的振捣，促使混凝土混合物克服阻力并逸出气泡消除空隙，使混凝土满足设计强度等级要求和足够的密实度。

混凝土振实方法有人工振捣和机械振捣两种。人工振捣是用捣锤和插杆等工具的冲击力来使混凝土密实成型，只用于缺少机械或工程量不大的情况下，才进行人工捣实。机械振捣是通过振动器的振动力传给混凝土使之发生强迫振动而密实成型。

混凝土的振捣设备：混凝土振捣常用的机具设备，按其传递振动方式不同分为内部振动器、表面振动器、附着式振动器和振动台。振动台一般在预制厂用于振实干硬性混凝土和轻骨料混凝土。

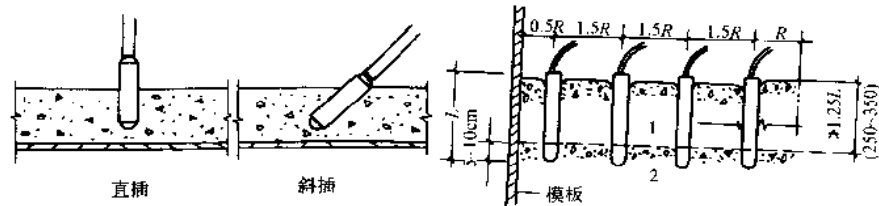
内部振动器：内部振动器又称插入式振动器，如图。其工作部分是一棒状空心圆柱体，内部装有偏心振子，在电动机带动下高速转动而产生高频微幅振动。多用于振捣基础、柱、梁、墙等构件和大体积混凝土结构。

图名

混凝土的浇筑与振捣(二)

图页

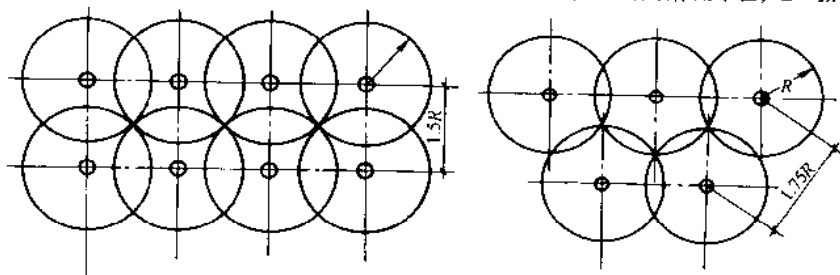
2—72



内部振动器振捣方法

插入式振动器的插入深度

1—新浇筑的混凝土；2—下层已振捣但尚未初凝的混凝土； R —有效作用半径； L —振动棒长



行列式排列

边格形排列

插点排列

R —振动棒作用半径

附着式振动器：附着式振动器（如图）是将一个带偏心块的电动振动器利用螺栓或夹具固定在构件模板外侧，不与混凝土接触，振动力通过模板传给混凝土，故又称外部振动器。适用于振动钢筋密、厚度小及不宜使用插入式振动器的构件，如墙体、薄腹梁等。

表面振动器：表面振动器又称平板振动器，是将附着式振动器固定在一块底板上而成，如图所示。它适用于振动楼板、地面、板形构

件和薄壳等。

振动器作业：

内部振动器振捣方法有两种，一种是直插，即振动棒与混凝土表面垂直；一种是斜插，即振动棒与混凝土表面成 $40^\circ \sim 50^\circ$ 的角度（如图）。振动器的操作，要做到“快插慢拔”，每一振点的振捣延续时间以使混凝土密实为准，即振至混凝土不再沉落，气泡不再排出，表面开始泛浆并基本平坦为止，一般每点振捣时间为 $20 \sim 30s$ 。振动器插点要均匀排列，可采用“行列式”或“交错式”（如图）的次序移动，不应混用，以免造成混乱而产生漏振，每次移动位置的距离应不大于振动棒作用半径 $R = 1.5$ 倍，一般振动棒的作用半径为 $30 \sim 40cm$ 。振动棒距模板不应大于振动棒作用半径的 0.5 倍。混凝土分层浇筑时，每层混凝土厚度应不超过振动棒长的 1.25 倍，在振捣上一层时，应插入下层中 $5cm$ 左右，以消除两层之间接缝，同时在振捣上层混凝土时，要在下层混凝土初凝之前进行，如图所示。另外振动器不得挂在钢筋上并尽量避免碰撞钢筋、模板、芯（胶）管、吊环、预埋件等。

表面振动器在每一位置上应连续振动一定时间，以混凝土停止下沉，表面平整并均匀出现浆液为准，一般约为 $25 \sim 40s$ 。表面振动器的移动距离，应能保证振动器的平板压过已振实的混凝土边缘，一般压边 $30 \sim 50mm$ 。表面振动器的作用深度约为 $200mm$ 左右。

附着式振捣器的作用深度约为 $250mm$ 左右，如构件较厚，则在构件两侧安设振动器同时振捣。附着式振动器设置间距应通过试验确定，一般为 $1 \sim 1.5m$ 。振动器要在混凝土入模后方可开动，混凝土浇筑高度要高于振动器安装部位。当钢筋较密和构件断面较深较窄时，亦可采用边浇筑边振动的方法。

图名

混凝土的浇筑与振捣(三)

图页

2—73

混凝土浇筑后，所以能逐渐凝结硬化，主要是因为水泥水化作用的结果，而水泥水化作用需要适当的湿度和温度，另外，在混凝土尚未具备足够的强度时，其中水分过早地蒸发还会产生较大的收缩变形，出现干缩裂纹，为保证已浇筑好的混凝土在规定龄期内达到设计要求的强度，并防止产生收缩裂纹，必须认真做好养护工作。

覆盖浇水养护：

当日平均气温高于 5℃ 时，用吸水保温能力较强的材料（如草帘、芦席、麻袋、锯末等）将混凝土覆盖，经常洒水使其保持湿润，使混凝土在一定时间内保持水泥水化作用所需要的适当温度和湿度条件。覆盖浇水养护应符合下列规定：

应在浇筑完毕后的 12h 以内对混凝土加以覆盖和浇水。

混凝土的浇水养护时间，对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d，对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得小于 14d。

当采用其他品种水泥时，混凝土的养护应根据所采用的水泥技术性能确定。

浇水次数以能保持混凝土处于润湿状态为宜。

混凝土的养护用水应与拌制用水相同。

当日平均气温低于 5℃ 时，不得浇水。

薄膜布养护：

采用不透水、气的薄膜布（如塑料布）覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应用薄膜布覆盖严密，并应保持薄膜布内有凝结水。这种养护方法的优点是不必浇水，操作方便，薄膜布能重复使用，能提高混凝土的早期强度，加速模具的周转。

薄膜养生液养护：

混凝土的表面不便浇水或使用塑料布养护时，可采用涂刷薄膜养生液，防止混凝土内部水分蒸发的方法进行养护。

喷洒薄膜养生液（如过氯乙烯养生液）养护适用于不易洒水养护的高耸构筑物和大面积混凝土结构及缺水地区。它是将养生液用喷枪喷洒在混凝土表面上，溶液挥发后在混凝土表面形成一层塑料薄膜，使混凝土与空气隔绝，阻止其中水分的蒸发以保证水化作用的正常进行。在夏季，薄膜成型后要防晒，否则易产生裂纹。

对于表面积大的构件（如地坪、楼板、屋面、路面等），也可用湿土、湿砂覆盖，或沿构件周边用粘土等围住，在构件中间蓄水进行养护。

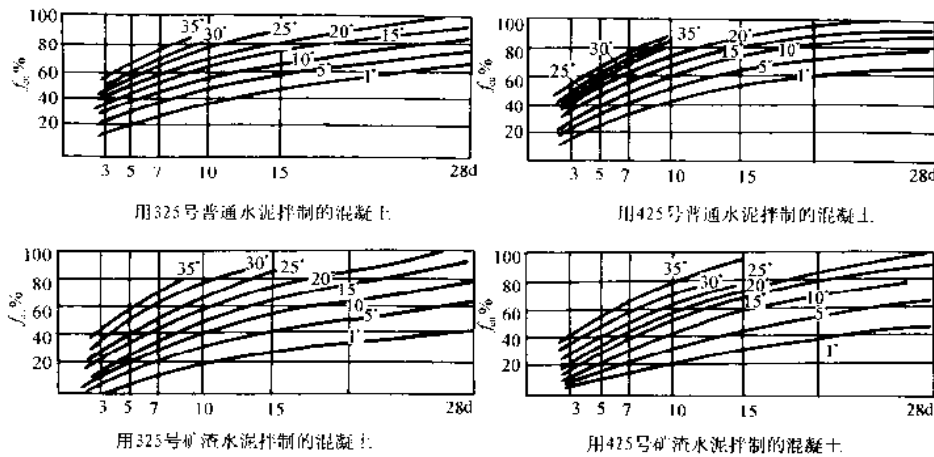
混凝土必须养护至其强度达到 1.2N/mm^2 以上，才准在上面行人和架设支架，安装模板，但不得冲击混凝土。

图名

混凝土的自然养护

图页

2-74



温度、龄期对混凝土强度影响曲线

允许的试件最小尺寸及其强度折算系数

骨料最大粒径 (mm)	试件边长 (mm)	强度折算系数
≤ 30	100	0.95
≤ 40	150	1.00
≤ 50	200	1.05

混凝土坍落度与要求坍落度之间的允许偏差 (mm)

要求坍落度	允许偏差
< 50	± 10
50 ~ 90	± 20
> 90	± 30

混凝土施工过程中的质量检查:

混凝土在拌制和浇筑过程中应按下列规定进行检查:

检查拌制混凝土所用原材料的品种、规格和用量, 每一工作班至少两次;

检查拌制混凝土在浇筑地点的坍落度, 每一工作班至少两次; 在每一工作班内, 当混凝土配合比由于外界影响有变动时, 应及时检查。

混凝土的搅拌时间应随时检查。

当采用预拌混凝土时, 预拌厂应提供水泥品种、标号及每立方米混凝土中的水泥用量; 骨料的种类和最大粒径; 外加剂、掺合料的品种及掺量; 混凝土强度等级和坍落度; 混凝土配合比和标准试件强度等资料, 应在商定的交货地点进行坍落度检查, 实测的混凝土坍落度与要求坍落度之间的允许偏差应符合表中的要求。

混凝土养护后的质量检查:

混凝土养护后的质量检查分为外观检查、实测检查和强度检查。

混凝土的强度检查:

混凝土的强度检查主要是指抗压强度检查。对有抗冻, 抗渗要求的混凝土, 尚应进行抗冻性、抗渗性等试验。混凝土的抗压强度是以标准方法制作的边长为 150mm 的标准尺寸的立方体试件, 在温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 90% 以上的环境或水中的标准条件下, 养护至 28d 龄期时按标准试验方法测得的混凝土立方体抗压强度。

与结构构件同条件养护试件的强度, 在不同温度、不同龄期达到标准条件养护 28d 强度的百分率可采用温度、龄期对混凝土强度影响曲线, 如图。当试验结果与曲线图中的数值相差较大时, 应检查原因, 并确定处理办法。

实际施工中允许采用的混凝土立方体试件的最小尺寸应根据骨料的 最大粒径确定, 当采用非标准尺寸试件时, 应将其抗压强度值乘以折算系数, 换算为标准尺寸试件的抗压强度值。允许的试件最小尺寸及其强度折算系数如表所示。

图名

混凝土质量检查(一)

图页

2-75

合格判定系数

试件组数	10 ~ 14	15 ~ 24	≥ 25
λ_1	1.70	1.65	1.60
λ_2	0.90	0.85	

评定结构或构件混凝土强度质量的试件，应在混凝土的浇筑地点随机取样制作。试件的留置应符合下列规定：

每拌制 100 盘且不超过 100m³ 的同配合比的混凝土，其取样不得少于一次；

每工作班拌制的同配合比的混凝土不足 100 盘时，其取样不得少于一次；

对现浇混凝土结构，其试件的留置尚应符合以下要求：每一现浇楼层同配比的混凝土，其取样不得少于一次；同一单位工程每一验收项目中同配比的混凝土，其取样不得少于一次。

每次取样应至少留置一组标准试件，同条件养护试件的留置组数，可根据实际需要确定。

预拌混凝土除应在预拌混凝土厂内按规定留置试件外，混凝土运到施工现场后，尚应按上述规定留置试件。

每组三个试件应在同盘混凝土中取样制作，并按下列规定确定该组试件的混凝土强度代表值：

取三个试件强度平均值，作为该组试件强度代表值；

当三个试件强度中的最大值或最小值之一与中间值之差超过中间值的 15% 时，取中间值作为该组试件强度代表值；

当三个试件强度中的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的 15% 时，该组试件不应作为强度评定的依据。

混凝土强度的评定应按下列要求进行：

混凝土强度应分批进行验收。同一验收批的混凝土应由强度等级相同、生产工艺和配合比基本相同的混凝土组成，对现浇混凝土结构构件，尚应按单位工程的验收项目划分验收批，每个验收项目应按现行国家标准《建筑安装工程质量检验评定统一标准》确定。对同一验收批的混凝土强度，应以同批内标准试件的全部强度代表值来评定。

当混凝土的生产条件在较长时间内能保持一致，且同一品种混凝土的强度变异性能保持稳定时，应由连续三组试件代表一个验收批，其强度应同时符合下列要求：

$$m_{fcu} \geq f_{cu,k} + 0.7\sigma_0$$

$$f_{cu,min} \geq f_{cu,k} - 0.7\sigma_0$$

当混凝土强度等级不高于 C20 时，尚应符合下式要求：

$$f_{cu,min} \geq 0.85f_{cu,k}$$

当混凝土强度等级高于 C20 时，尚应符合下式要求：

$$f_{cu,min} \geq 0.90f_{cu,k}$$

式中 m_{fcu} ——同一验收批混凝土强度的平均值 (N/mm²)；

$f_{cu,k}$ ——设计的混凝土强度标准值 (N/mm²)；

σ_0 ——验收批混凝土强度的标准差 (N/mm²)；

$f_{cu,min}$ ——同一验收批混凝土强度的最小值 (N/mm²)。

验收批混凝土强度的标准差，应根据前一检验期内同一品种混凝土试件的强度数据，按下列公式确定

$$\sigma_0 = \frac{0.59}{m} \sum_{i=1}^m \Delta f_{cu,i}$$

式中 $\Delta f_{cu,i}$ ——前一检验期内第 i 验收批混凝土上试件中强度的最大值与最小值之差；

m ——前一检验期内验收批总批数。

注：每个检验期不应超过三个月，且在该期间内验收批总批数不得少于 15 组。

当混凝土的生产条件不能满足上述的规定，或在前一检验期内的同一品种混凝土上没有足够的强度数据用以确定验收批混凝土标准差时，应由不少于 10 组的试件代表一个验收批，其强度应同时符合下列要求：

$$m_{fcu} - \lambda_1 S_{fcu} \geq 0.9f_{cu,k}$$

$$f_{cu,min} \geq \lambda_2 f_{cu,k}$$

式中 λ_1 、 λ_2 ——合格判定系数，按表中数值取用；

图名

混凝土质量检查(二)

图页

2—76

现浇混凝土结构的允许偏差 (mm)

项 目		允许偏差	
轴线位置	基 础	15	
	独立基础	10	
	墙、柱、梁	8	
	剪力墙	5	
垂直度	层 间	≤5m	8
		>5m	10
	全 高	H/1000 且 ≤30	
标 高	层 高	±10	
	全 高	±30	
截面尺寸		+8 -5	
表面平整 (2m 长度上)		8	
预埋设施中心线位置	预 埋 件	10	
	预埋螺栓	5	
	预 埋 管	5	
预留洞中心位置		15	
电梯井	井筒长、宽对定位中心线	+25 0	
	井筒全高垂直度	H/1000 且 ≤30	

注: H 为结构全高。

S_{fcu} ——验收批混凝土强度的标准差 (N/mm^2), 当 S_{fcu} 的计算值小于 $0.06f_{cu,k}$ 时, 取 $S_{fcu} = 0.06f_{cu,k}$ 。

验收批混凝土强度的标准差 S_{fcu} 应按下式计算:

$$S_{fcu} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^2 - nm_{fcu}^2}{n-1}}$$

式中 $f_{cu,i}$ ——验收批内第 i 组混凝土试件的强度值 (N/mm^2);

n ——验收批内混凝土试件的总组数。

对零星生产的预制构件的混凝土或现场搅拌批量不大的混凝土, 可采用非统计法评定。此时, 验收批混凝土的强度必须同时符合下列要求:

$$m_{fcu} \geq 1.15f_{cu,k}$$

$$f_{cu,min} \geq 0.95f_{cu,k}$$

当对混凝土试件强度的代表性有怀疑时, 可采用非破损检验方法或从结构、构件中钻取芯样的方法, 按有关标准的规定, 对结构构件中的混凝土强度进行推定, 作为是否应进行处理的依据。

混凝土的实测检查:

现浇混凝土结构构件拆模后, 应对构件的轴线、垂直度、标高、截面尺寸、表面平整度、预埋件和预留洞位置进行实测检查, 各项允许偏差应符合表中的规定, 当有专门规定时, 尚应符合相应规定的要求。

混凝土的外观检查:

当混凝土结构构件拆模后, 应对构件逐一进行检查, 有无存在蜂窝、麻面、孔洞、露筋、裂纹等缺陷。对于混凝土表面缺陷, 应根据具体情况进行修整。

图名

混凝土质量检查(三)

图页

2-77

混凝土结构构件拆模后,如发现缺陷,应找出原因,并根据具体情况采取不同措施进行修整。对影响混凝土结构性能的缺陷,必须会同设计等有关单位研究处理。

混凝土质量缺陷的产生原因:

麻面:麻面是结构构件表面上呈现无数的小凹点,而无钢筋暴露现象。这类缺陷一般是由于模板润湿不够,不严密,捣固时发生漏浆,或振捣不足,气泡未排出,以及捣固后没有很好养护而产生。

露筋:露筋是指钢筋暴露在混凝土外面。产生的原因主要是浇筑时垫块位移,钢筋紧贴模板,以致保护层厚度不够所造成。有时也因保护层的混凝土振捣不密实或模板湿润不够,吸水过多造成掉角而露筋。

蜂窝:蜂窝是结构构件中形成蜂窝状的窟窿,骨料间有空隙存在。这种现象主要是由于材料配合比不准确(浆少、石子多),或搅拌不均,造成砂浆与石子分离,或浇筑方法不当,或捣固不足以及模板严重漏浆等原因产生。

孔洞:孔洞是指混凝土结构内存在着空隙,局部地或全部地没有混凝土。这种现象主要是由于混凝土捣空,砂浆严重分离,石子成堆,砂子和水泥分离而产生。另外,混凝土受冻,泥块杂物掺入等等,都会形成孔洞事故。

缝隙及夹层:缝隙和薄夹层是将结构分隔成几个不连接的部分。产生的原因主要是混凝土内部处理不当的施工缝、温度缝和收缩缝,以及混凝土内有外来杂物而造成的夹层。

缺棱掉角:缺棱掉角是指梁、柱、墙板和孔洞处直角边上的混凝土局部残损掉落。产生原因主要是:混凝土浇筑前模板未充分湿润,造成棱角处混凝土中水分被模板吸去,水化不充分,强度降低,拆模时棱角损坏;拆模过早或拆模后保护不好造成棱角损坏。

裂缝:结构构件产生裂缝的原因比较复杂,有温度裂缝、干缩裂缝和外力引起的裂缝。

混凝土强度不足:产生混凝土强度不足的原因是多方面的,主要是由于混凝土配合比设计、搅拌、现场浇捣和养护四个方面造成的。配合比设计方面:有时不能及时测定水泥的实际活性,影响混凝土配合比设计的正确性;另外套用混凝土配合比时选用不当;外加剂用量控制不准,都可能导致混凝土强度不足。搅拌方面:任意增加用水量,配合比以重量折合体积比造成称料不准;搅拌时颠倒加料顺序及搅拌

时间过短等,造成搅拌不均匀,导致混凝土强度降低,现场浇捣方面:主要是施工中振捣不实及发现混凝土有离析现象时未能及时采取有效措施来纠正。养护方面:主要是不按规定的方法、时间,对混凝土进行妥善的养护,以致造成混凝土强度降低。

混凝土质量缺陷的防治和处理:

表面抹浆修补:对于数量不多的小蜂窝、麻面、露筋、露石的混凝土表面,主要是保护钢筋和混凝土不受侵蚀,可用1:2~1:2.5水泥砂浆抹面修整。在抹砂浆前,须用钢丝刷或加压力的水清洗润湿,抹浆初凝后要加強养护工作。对结构构件承载能力无影响的细小裂缝,可将裂缝处加以冲洗,用水泥浆抹补。如果裂缝开裂较大较深时,应将裂缝附近的混凝土表面凿毛,或沿裂缝方向凿成深为15~20mm,宽为100~200mm的V形凹槽,扫净并洒水湿润,先刷水泥净浆一度,然后用1:2~1:2.5水泥砂浆分2~3层涂抹,总厚度控制在10~20mm左右,并压实抹光。

细石混凝土填补:当蜂窝比较严重或露筋较深时,应除掉附近不密实的混凝土和突出的骨料颗粒,用清水洗刷干净并充分润湿后,再用比原强度等级高一级的细石混凝土填补并仔细捣实。对孔洞事故的补强,可在旧混凝土表面采用处理施工缝的方法处理,将孔洞处疏松的混凝土和突出的石子剔凿掉,孔洞顶部要凿成斜面,避免形成死角,然后用水刷洗干净,保持湿润72h后,用比原混凝土强度等级高一级的细石混凝土捣实。混凝土的水灰比宜控制在0.5以内,并掺水泥用量万分之一的铝粉,分层捣实,以免新旧混凝土接触面上出现裂缝。

水泥灌浆与化学灌浆:对于影响结构承载力,或者防水、防渗性能的裂缝,为恢复结构的整体性和抗渗性,应根据裂缝的宽度、性质和施工条件等,采用水泥灌浆或化学灌浆的方法予以修补。一般对宽度大于0.5mm裂缝可采用水泥灌浆,宽度小于0.5mm的裂缝,宜采用化学灌浆。化学灌浆所用的灌浆材料,应根据裂缝性质、宽度和干燥情况选用。作为补强用的灌浆材料,常用的有环氧树脂浆液(能修补缝宽0.2mm以上的干燥裂缝)和甲凝(能修补0.05mm以上的干燥细微裂缝)等。作为防渗堵漏用的灌浆材料,常用的有丙凝(能灌入0.01mm以上的裂缝)和聚氨酯(能灌入0.015mm以上的裂缝)等。

图名

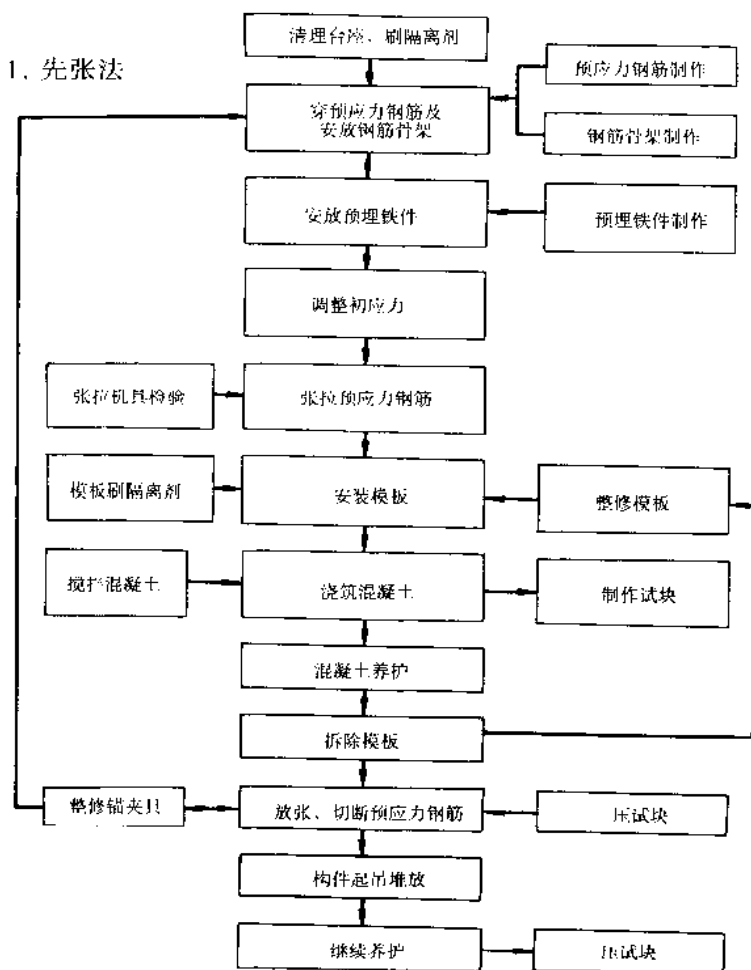
混凝土缺陷修整

图页

2—78

(四) 预应力混凝土工程

1. 先张法



先张法施工工艺流程图

预应力混凝土是在外荷载作用前，预先建立有预压应力的混凝土。混凝土上的预压一般是通过张拉预应力筋实现的。

普通钢筋混凝土构件的抗拉极限应变值只有 0.001 ~ 0.0015，如果保证混凝土不开裂，则受拉钢筋的应力只能达到 20 ~ 30N/mm²。允许出现裂缝的构件，由于受裂缝宽度的限制，钢筋应力也只能达到 150 ~ 250N/mm²。虽然高强钢筋不断发展，但在普通钢筋混凝土构件中却不能充分发挥其作用。预应力混凝土是解决这一矛盾的有效方法，即在构件的受拉区预先施工压力产生预压应力，当构件在荷载作用下产生拉应力时，首先要抵消预压应力，然后随荷载不断增加，受拉区混凝土才受拉开裂，从而推迟了裂缝的出现和限制裂缝的开展，提高了构件的抗裂度和刚度。

预应力混凝土与普通混凝土相比，除能提高构件的抗裂度和刚度外，且具有能增加构件的耐久性、节约材料、减轻自重等优点，但在制作预应力构件时，增加了张拉工作，需要专门的材料与设备，而且制作工艺也较为复杂。

预应力混凝土按施工方式不同可分为：预制预应力混凝土、现浇预应力混凝土和叠合预应力混凝土等。按预加应力的方法不同可分为：先张法预应力混凝土和后张法预应力混凝土。先张法是在混凝土浇筑前张拉钢筋，预应力是靠钢筋与混凝土之间的粘结力传递给混凝土。后张法是在混凝土达到一定强度后张拉钢筋，预应力靠锚具传递给混凝土。在后张法中，按预应力筋粘结状态又可分为：有粘结预应力混凝土和无粘结预应力混凝土。有粘结预应力混凝土是在张拉后通过孔道灌浆使预应力筋与混凝土相互粘结，无粘结预应力混凝土由于预应力筋涂有油脂，预应力只能永久地靠锚具传递给混凝土。

预应力混凝土结构中的钢筋有预应力钢筋和非预应力钢筋。非预应力钢筋多采用 I 级、II 级、III 级热轧钢筋和乙级冷拔低碳钢丝；预应力钢筋有甲级冷拔低碳钢丝、冷拉 II ~ IV 级钢筋、碳素钢丝、钢绞线、热处理钢筋及精轧螺纹钢等。

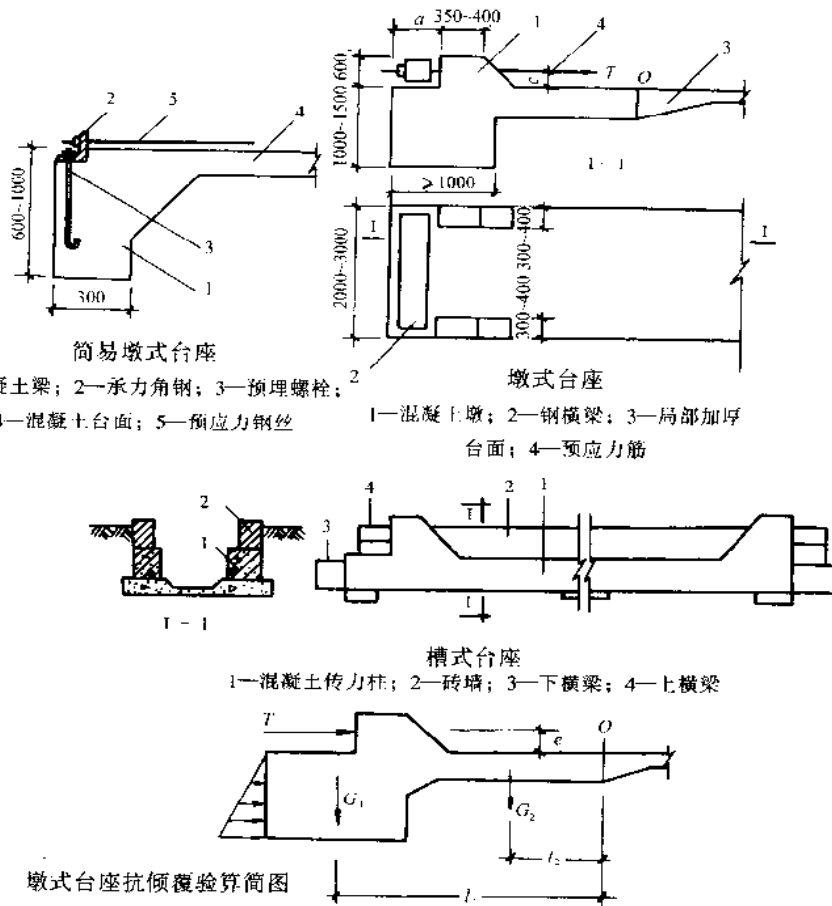
为了能建立较高的预应力值，预应力混凝土结构的混凝土强度等级不宜低于 C30，当采用碳素钢丝、钢绞线、热处理钢筋作预应力筋时，混凝土强度等级不宜低于 C40。

先张法施工工艺流程：

先张法是将预应力筋张拉到设计控制应力，用夹具临时固定在台座或钢模上，然后浇筑混凝土。待混凝土达到规定强度（一般不低于混凝土设计强度标准值的 75%），保证预应力筋与混凝土有足够的粘结力时，放张或切断预应力筋，借助混凝土与预应力筋间的粘结，对混凝土产生预压应力。

先张法施工工艺流程如图所示。

图名	先张法施工工艺流程	图页	2-79
----	-----------	----	------



1—混凝土梁；2—承力角钢；3—预埋螺栓；
4—混凝土台面；5—预应力钢丝

1—混凝土墩；2—钢横梁；3—局部加厚台面；4—预应力筋

1—混凝土传力柱；2—砖墙；3—下横梁；4—上横梁

墩式台座抗倾覆验算简图

先张法生产可采用台座法或机组流水法。采用台座法时，预应力筋的张拉、锚固，混凝土构件的浇筑、养护和预应力筋放张等工序留在台座上进行，预应力筋的张拉力由台座承受。采用机组流水法时，预应力筋的张拉力由钢模承受，构件连同钢模按流水方式，通过张拉、浇筑、养护等固定机组完成每一生产过程，用于预制厂生产定型构件。

先张法由于台座或钢模承受预应力筋的张拉能力受到限制，并考虑到构件的运输条件。因此先张法适用于生产中小型预应力混凝土构件，如空心板、屋面板、中小型吊车梁、檩条等。

台座：

台座是先张法张拉和固定预应力钢筋的承力结构。台座承受预应力筋的全部张拉力，所以要求台座具有足够的强度、刚度和稳定性。台座构造形式有墩式台座、槽式台座等。选用时根据构件种类、张拉吨位和施工条件而定。

墩式台座：生产空心板、平板等平面布筋的钢筋混凝土构件时，由于张拉力不大可采用简易墩式台座，如图；生产中小型构件或叠层构件，可采用如图所示的墩式台座，台座局部加厚，以承受较大的张拉力。墩式台座是由承力台墩、台面、横梁组成。

承力台墩设计时，应进行稳定性和强度验算。稳定性指台座的抗倾覆能力和抗滑移能力。抗倾覆验算的计算简图如图所示，按下式验算：

$$K_0 = \frac{M'}{M} \geq 1.5$$

式中 K_0 ——台座的抗倾覆安全系数；

M ——由张拉力产生的倾覆力矩 (kN·m)， $M = T \cdot e$ ；

e ——张拉力合力 T 的作用点到倾覆转动点 O 的力臂 (m)；

M' ——抗倾覆力矩 (kN·m)。

如忽略土压力，则 $M' = G_1 l_1 + G_2 l_2$

抗滑移能力按下式验算：

$$K_s = \frac{T_1}{T} \geq 1.3$$

式中 K_s ——抗滑移安全系数；

T ——张拉力合力 (kN)；

T_1 ——抗滑移的力 (kN)。对独立的台墩，由侧壁上压力和底部摩阻力等产生；对与台面共同工作的台墩，其水平推力几乎全部传给台面，不存在滑移问题，可不作抗滑移计算，此时应验算台面的强度。

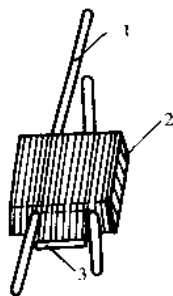
强度验算：承力台墩、台面按钢筋混凝土结构计算方法；钢横梁按钢结构计算方法进行验算，其挠度应控制在 2mm 以内。

槽式台座：槽式台座由钢筋混凝土传力柱、上下横梁、台面和砖墙组成，如图，既可以承受张拉力，又可以作蒸汽养护槽，适用于张拉吨位较高的大型构件，如吊车梁、屋架等。槽式台座亦需进行强度和稳定性验算。

图名	台座	图页	2—80
----	----	----	------

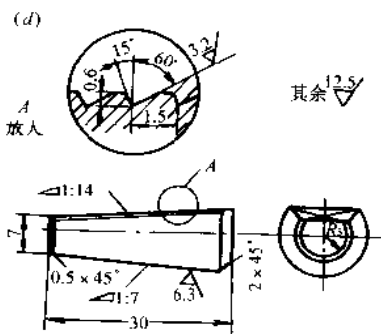
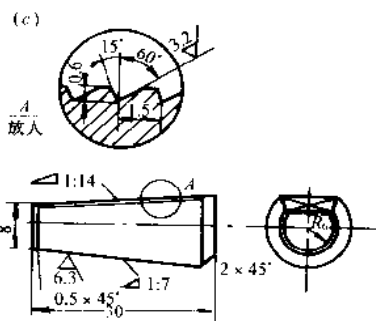
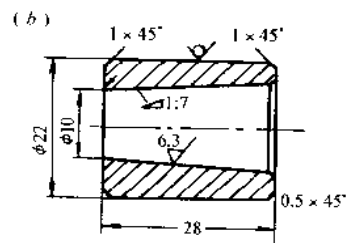
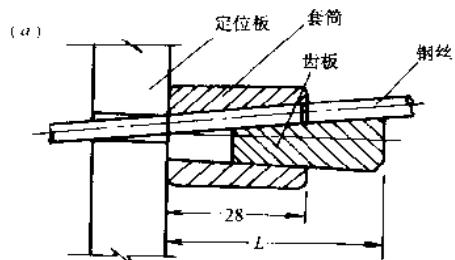


偏心式夹具



楔形夹具

1- 钢丝; 2- 锚板; 3- 楔块



圆锥齿板式夹具

(a) 装配图; (b) 套筒; (c) I型齿板; (d) II型齿板

先张法中采用的夹具按其用途不同分为张拉夹具和锚固夹具。

张拉夹具:

张拉夹具是将预应力筋与张拉机械连接起来, 进行预应力张拉的工具, 常用的张拉夹具具有:

偏心式夹具: 偏心式夹具是由一对带齿的月牙形偏心块组成, 如图所示。

楔形夹具: 楔形夹具是由锚板和楔块组成, 如图所示。

锚固夹具:

锚固夹具是将预应力筋临时固定在台座横梁上的工具。常用的锚固夹具具有:

锥形夹具: 锥形夹具是用来锚固预应力钢丝的, 由中间开有圆锥形孔的套筒和刻有细齿的锥形齿板或锥销组成。它又分成圆锥齿板式夹具和圆锥三槽式夹具, 如图所示。

圆锥齿板式夹具的齿板分两种, I型齿板可锚固 ϕ^b3 和 ϕ^b4 钢丝; II型齿板可锚固 ϕ^b4 和 ϕ^b5 钢丝。套筒和齿板均用45号钢制作, 套筒不作热处理, 齿板热处理后的硬度为HRC40~45。

圆锥三槽式夹具锥销上有三条半圆槽, 依锥销上半圆槽的大小, 可锚固一根 ϕ^b3 、 ϕ^b4 或 ϕ^b5 钢丝。套筒和锥销均用45号钢制作, 套筒不作热处理, 锥销热处理后的硬度为HRC40~45。

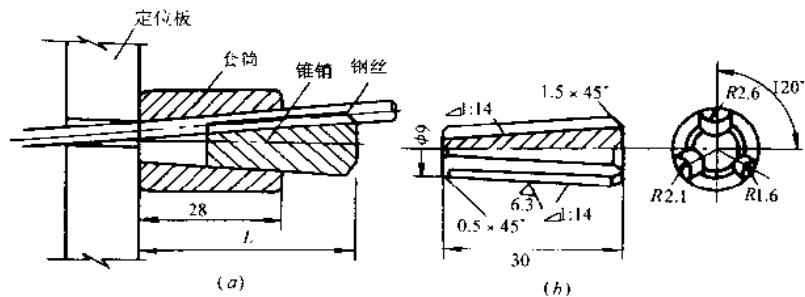
锥形夹具锚固碳素钢丝时, 套筒应作热处理, 热处理后的硬度为HRC32~36, 齿板或锥销热处理后的硬度为HRC48~52。

锥形夹具工作时依靠预应力钢丝的拉力就能够锚固住钢丝。锚固夹具本身牢固可靠地锚固住预应力筋的能力, 称为自锚。

圆套筒三片式夹具: 圆套筒三片式夹具是用来锚固预应力钢筋的, 由中间开有圆锥形孔的套筒和三片夹片组成, 如图所示。三个夹片互成120°, 钢筋夹持在三夹片中心, 夹片内槽上有齿纹, 以保证钢筋的锚固。

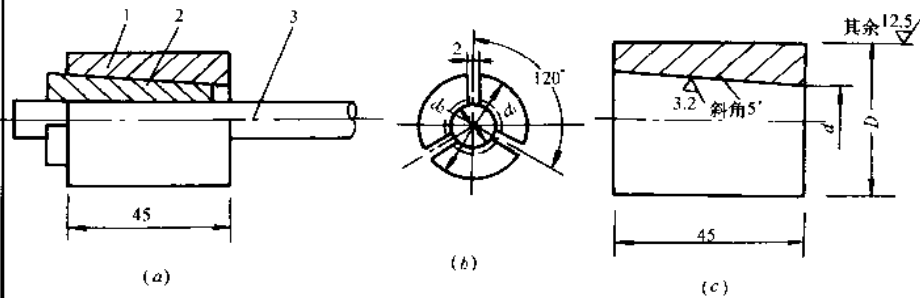
圆套筒三片式夹具可锚固 $\phi12$ 或 $\phi14$ 的单根冷拉II、III、IV级钢筋。套筒和夹片均用45号钢制作, 套筒热处理后的硬度为HRC35~40, 夹片热处理后的硬度为HRC40~45。

图名	夹具(一)	图页	2-81
----	-------	----	------



圆锥三槽式夹具

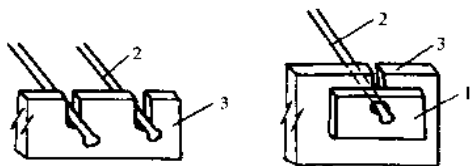
(a) 装配图; (b) 锥销



圆套筒三片式夹具

(a) 装配图; (b) 夹片; (c) 套筒

1—套筒; 2—夹片; 3—预应力钢筋



镦头夹具

1—垫片; 2—镦头钢丝; 3—承力板

镦头夹具：镦头夹具如图所示，将钢丝端部冷镦或热镦形成粗头，通过承力板或梳筋板锚固。镦头夹具用于预应力钢丝固定端的锚固。

夹具的要求：

先张法用夹具的静载锚固性能，由预应力夹具组装件（由夹具和预应力筋组装成）静载锚固试验测定的夹具效率系数 η_c 确定。夹具的静载锚固效率系数应符合下列要求：

$$\eta_c \geq 0.95$$

$$\eta_c = \frac{F_{u,c}^p}{\eta_c \cdot F_{u,c}^c}$$

式中 η_c ——夹具效率系数；

$F_{u,c}^p$ ——预应力夹具组装件的实测破断拉力 (N)；

$F_{u,c}^c$ ——预应力夹具组装件中各根预应力筋破断拉力之和 (N)；

η_c ——预应力筋的效率系数。对于重要的预应力混凝土工程，参照《预应力锚夹具技术标准》确定。对于一般预应力混凝土工程，当预应力筋为钢丝、钢绞线或热处理钢筋时， η_c 取 0.97；当预应力筋为冷拉 II、III、IV 级钢筋时， η_c 取 1.00。

除上述要求外，夹具还应具备以下性能：在预应力夹具组装件达到实际破断拉力时，全部零件均不得出现裂缝和破坏；应有良好的自锚性能；应有良好的放张性能。需大力敲击才能松开的夹具，必须证明对预应力的锚固无影响，且对操作人员安全不造成危险时，才能采用。

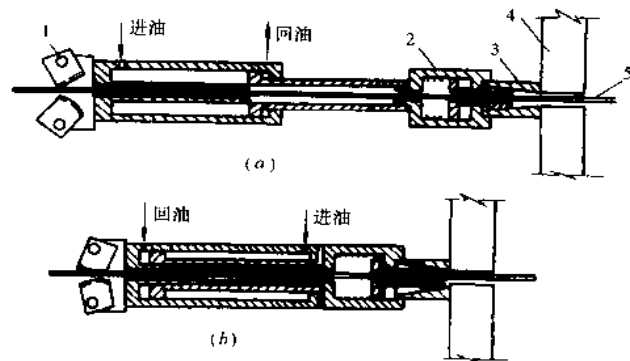
先张法用的连接器，必须符合夹具的性能要求。

图名

夹具(二)

图页

2—82



YC-20 型穿心式千斤顶

(a)张拉; (b)复位

1—偏心块夹具; 2—弹性顶压头; 3—夹具; 4—台座; 5—预应力筋

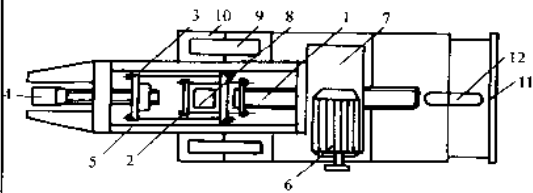
张拉预应力筋的设备, 要求工作可靠, 操作简单, 能以稳定的速率加荷, 先张法施工的预应力筋可单根进行张拉或多根成组进行张拉。常用的张拉设备有:

YC-20 型穿心式千斤顶: YC-20 型穿心式千斤顶由偏心式夹具、油缸和弹性顶压头组成。最大张拉力 200kN、张拉行程 200mm, 可用来张拉直径 12~20mm 单根预应力钢筋。YC-20 型穿心式千斤顶的张拉过程: 首先穿入预应力钢筋, 然后油嘴进油推动油缸向后伸出 (同时偏心块夹具锁紧预应力钢筋), 随油缸的后移钢筋被张拉, 直至达到控制应力, 如图 (a) 所示。利用钢筋回弹和弹性顶压头的作用, 将夹具的夹片顶入套筒把钢筋锚固在台座横梁上, 再向油嘴供油, 使油缸退回, 此时偏心块夹具也自动松开, 如图 (b) 所示。

电动螺杆张拉机: 电动螺栓张拉机由电动机、变速箱、测力装置、张拉螺杆、承力架和夹具组成, 如图所示。最大张拉力为 300~600kN, 张拉行程为 800mm。张拉时, 承力架支承在台座横梁上, 钢筋用夹具锚固, 电动机经变速带动张拉螺杆, 通过拉力架张拉钢筋。张拉力大小由压力计反映出来。

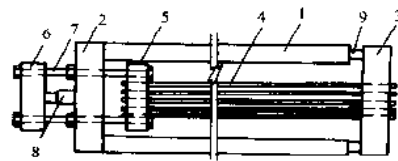
油压千斤顶: 油压千斤顶可以张拉单根预应力筋或多根成组预应力筋。多根成组张拉时, 可采用四横梁装置进行, 如图所示: 四横梁式油压千斤顶装置, 用钢量较大, 大螺杆加工困难, 调整预应力筋的初应力费时间, 油压千斤顶行程小, 工效低, 但其一次张拉力大。

选择张拉设备时, 为了保证设备、人身安全和张拉力准确, 张拉设备的张拉力应不小于预应力筋张拉力的 1.5 倍; 张拉设备的张拉行程应不小于预应力筋张拉伸长值的 1.1~1.3 倍。



电动螺杆张拉机

1—螺杆; 2、3—拉力架; 4—夹具; 5—承力架; 6—电动机; 7—变速箱; 8—压力计盒; 9—车轮; 10—底盘; 11—把手; 12—后轮



四横梁式油压千斤顶张拉装置

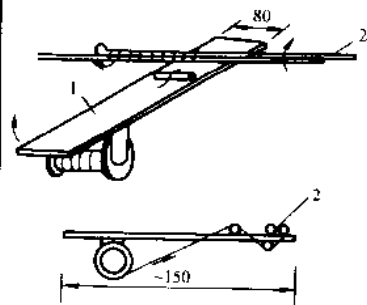
1—台座; 2—前横梁; 3—后横梁; 4—预应力筋; 5、6—拉力架横梁; 7—大螺杆; 8—油压千斤顶; 9—放张装置

图名

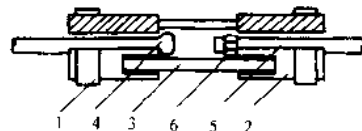
张拉设备

图页

2-83



钢丝拼接器
1—拼接器；2—钢丝



对拼式套筒连接器
1—钢圈；2—半圆形套筒；3—连接钢筋；
4—预应力筋；5—螺丝端杆；6—螺母

张拉控制应力 σ_{con} 允许值

项次	预应力钢材品种	张拉方法	
		先张法	后张法
1	碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线	$0.75f_{pk}$	$0.7f_{pk}$
2	热处理钢筋、冷轧带肋钢筋、冷拔低碳钢丝	$0.70f_{pk}$	$0.65f_{pk}$
3	冷拉钢筋精轧螺纹钢	$0.90f_{pk}$	$0.85f_{pk}$

注：1. 预应力筋的标准强度 f_{pk} 及 f_{pyk} ，对项次 1~2 指标准抗拉强度；对项次 3 指屈服点强度。

2. 在下列情况下，表中 σ_{con} 允许提高 $0.05f_{pk}$ 或 $0.05f_{pyk}$ ：

- (1) 为了提高构件在施工阶段的抗裂性能而设置在使用阶段受压区内的预应力筋；
- (2) 为了部分抵消由于应力松弛、摩擦、钢筋分批张拉，以及预应力筋与张拉台座之间的温差因素产生的预应力损失。

3. 项次 1~2 的张拉控制应力 σ_{con} 不应小于 $0.4f_{pk}$ ，项次 3 的 σ_{con} 不应小于 $0.5f_{pk}$ 。

先张法施工工艺：

预应力筋的铺设：

长线台座台面（或胎模）在铺设钢筋前应涂隔离剂。隔离剂不应沾污钢丝，以免影响钢丝与混凝土的粘结。如果预应力筋遭受污染，应使用适当的溶剂加以清洗。在生产过程中，应防止雨水冲刷台面上的隔离剂。

预应力钢丝宜用牵引车铺设。如果钢丝需要接长，可借助于钢丝拼接器用 20~22 号铁丝密排绑扎（如图）。绑扎长度：对冷拔低碳钢丝不得小于 $40d$ ；对冷拔低合金钢丝不得小于 $50d$ ；对刻痕钢丝不得

小于 $80d$ 。钢丝搭接长度应比绑扎长度大 $10d$ （ d ——钢丝直径）。

预应力钢筋铺设时，钢筋之间的连接或钢筋与螺杆的连接，可采用套筒双拼式连接器，如图所示。

预应力筋的张拉：

预应力筋张拉应根据设计要求进行。当进行多根成组张拉时，应先调整各预应力筋的初应力，使其长度、松紧一致，以保证张拉后各预应力筋的应力一致。

预应力筋张拉控制应力 σ_{con} 按设计规定，设计无规定时可参考表中数值采用。控制应力的数值影响预应力的效果，控制应力高，建立的预应力值则大。但控制应力过高，预应力筋处于高应力状态，使构件出现裂缝的荷载与破坏荷载接近，破坏前无明显的预兆，这是不允许的。此外，施工中为减少由于松弛等原因造成的预应力损失，一般要进行超张拉，如果原定的控制应力过高，再加上超张拉就可能使钢筋的应力超过屈服点。为此，预应力筋的最大超张拉力，对冷拉 II~IV 级钢筋不得大于屈服点的 95%；钢丝、钢绞线和热处理钢筋不得大于标准强度的 80%。张拉后实际预应力值的偏差不得大于或小于规定值的 5%。

张拉程序可按下列程序之一进行：

$$0 \rightarrow 105\% \sigma_{con} \xrightarrow{\text{持荷 2min}} \sigma_{con}$$

或 $0 \rightarrow 103\% \sigma_{con}$ 。

预应力筋由零开始，进行超张拉并持荷 2min，目的是使钢筋因松弛引起的应力损失尽量减小，并促使钢筋的松弛过程尽快趋于完成，最后退回全设计控制应力值。或根据经验从零一次连续拉至控制应力的 103%，不再经过 2min 的持荷过程，也不退至控制应力值，是考虑留出 3% 的应力损失。

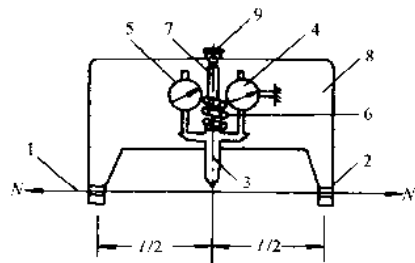
当采用应力控制方法张拉时，应校核预应力筋的伸长值。如实际伸长值比计算伸长值大于 10% 或小于 5%，应暂停张拉，在采取措施

图名

先张法施工工艺(一)

图页

2—84



2CN-1型双控钢丝测力计

- 1—钢丝；2—测力计的挂钩；3—测头；
4—测挠度百分表；5—测力百分表；6—
弹簧；7—推杆；8—表架；9—螺丝

予以调整后，方可继续张拉。

预应力筋的计算伸长值 Δl (mm)，可按下列式计算：

$$\Delta l = \frac{F_p \cdot l}{A_p \cdot E_s}$$

式中 F_p ——预应力筋的平均张拉力 (kN)，直线筋取张拉端的拉力；两端张拉的曲线筋，取张拉端的拉力与跨中扣除孔道摩阻损失后拉力的拉力平均值；

A_p ——预应力筋的截面面积 (mm^2)；

l ——预应力筋的长度 (mm)；

E_s ——预应力筋的弹性模量 (kN/mm^2)。

预应力筋的实际伸长值，宜在初应力为张拉控制应力 10% 左右开始测量，但必须加上初应力以下的推算伸长值。

张拉时应以稳定的速率逐渐加大拉力，并保证使拉力传到台座横梁上，而不应使钢丝夹具产生次应力（如钢丝在分丝板、横梁或夹具处产生尖锐的转角或弯曲）。锚固时，敲击锚塞用力应均匀，以免用力大小不同，引起各钢丝应力不同。张拉锚固后，张拉设备应逐步放松，以免冲击张拉设备或夹具。

张拉完毕，预应力筋对设计位置的偏差不得大于 5mm，也不得大于构件截面最短边长的 4%。

多根钢丝同时张拉时，断裂和滑脱的钢丝数量，不得超过结构同一截面预应力钢材总根数的 5%，且严禁相邻两根断裂或滑脱，构件在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力钢丝必须予以更换。

同时张拉多根预应力钢丝时，应预先调整初应力，使其相互之间的应力一致，张拉后应抽查钢丝的应力值，其偏差不得大于设计规定预应力值的 $\pm 5\%$ 。预应力钢丝的应力可利用 2CN-1 型钢丝测力计进行测定，其工作构造如图所示。

2CN-1 型钢丝测力计工作时，先将挂钩 2 勾住钢丝，旋转螺丝 9 使测头与钢丝接触，此时百分表 4 和百分表 5 读数均为零，继续旋转螺丝 9，使测挠度百分表 4 的读数达到实验确定的常数时，从测力百分表 5 的读数便可知道钢丝的拉力 N 。2CN-1 型钢丝测力计精度为 2%。

实际施工中，亦可根据敲击钢丝发出的声音来判别钢丝的应力是否一致。

混凝土的浇筑与养护：

确定预应力混凝土的配合比时，应尽量减少混凝土的收缩和徐变，以减少预应力损失，应采用低水灰比，控制水泥用量，对骨料采用良好的级配，预应力混凝土构件制作时，必须振捣密实，特别是构件端部，以保证混凝土的强度和粘结力。混凝土的浇筑必须一次完成，不允许留设施工缝。

浇筑时，振捣器不应碰撞钢丝，并在混凝土未达到一定强度之前，仍不允许碰撞或踩动钢丝。

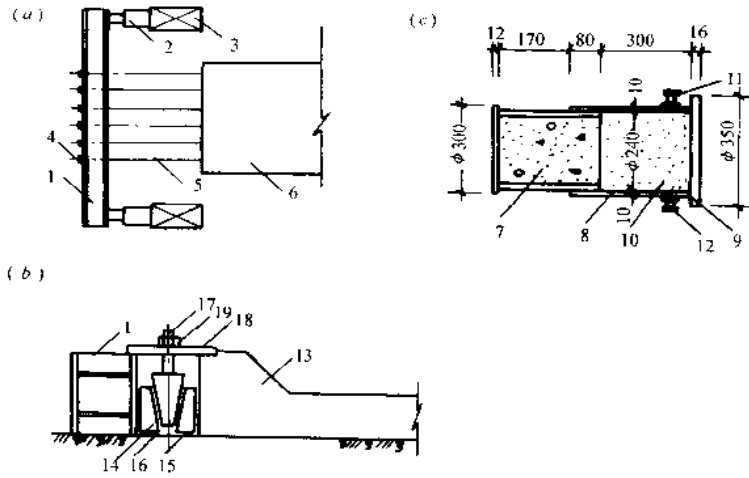
预应力混凝土可采用自然养护或蒸汽养护。在台座上生产预应力混凝土构件，为了减少温差引起的预应力损失，应采取二次升温法养护混凝土，即开始蒸汽养护混凝土时，控制温差不得超过 20°C ，待混凝土强度达到 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 后，再按正常升温制度加热混凝土。以机组流水法生产预应力混凝土构件，由于预应力筋和钢模之间不存在温差引起的预应力损失，故可按正常升温制度加热养护混凝土，不需二次升温。

图名

先张法施工工艺(二)

图页

2-85



预应力筋放张装置

(a)千斤顶放张装置；(b)砂箱放张装置；(c)楔块放张装置

1—横梁；2—千斤顶；3—承力架；4—夹具；5—钢丝；6—构件；7—活塞；8—套箱；9—套箱底板；10—砂；11—进砂口(φ25螺丝)；12—出砂口(φ16螺丝)；13—台座；14、15—钢固定楔块；16—钢滑动楔块；17—螺杆；18—承力板；19—螺母

预应力筋放张：

预应力筋放张时，混凝土的强度应符合设计要求，如设计无规定，不应低于强度等级的75%。

放张顺序：轴心受预压的构件（如拉杆、桩等），所有预应力筋应同时放张；偏心受预压的构件（如梁等），应先同时放张预压力较小区域的预应力筋，再同时放张预压力较大区域的预应力筋；如不能满足上述要求时，应分阶段、对称、交错地放张，以防止在放张过程中构件产生弯曲、裂纹和预应力筋断裂。

放张方法：配筋不多的中小型钢弦混凝土构件，钢丝可用砂轮锯或切断机等方法放张，配筋多的钢弦混凝土构件，钢丝应同时放张，如逐根放张，则最后几根钢丝将由于承受过大的拉力而突然断裂，易使构件端部开裂。放张后预应力筋的切断顺序，一般由放张端开始，

逐次切向另一端。预应力筋为钢筋时，对热处理钢筋及冷拉Ⅳ级钢筋，不得用电弧切割，宜用砂轮锯或切断机切断，数量较多时，应同时放张，可用油压千斤顶、砂箱、楔块等装置放张，如图所示。

千斤顶放张（图 a）：张拉前将千斤顶活塞打出一定长度，设置在台座与横梁之间。放松分几次完成，每次两个千斤顶同时等距离回程。

砂箱放张（图 b）：装砂时，将活塞抽出 1/3 ~ 2/5 的长度，从进砂口灌满铁砂或烘干的砂子，并用千斤顶以大于张拉力的压力压紧砂箱，然后在张拉前将砂箱放在台座与横梁之间。放张时打开砂口，砂子徐徐流出，钢筋即逐渐放松。

楔块放张（图 c）：楔块装置放在台座与横梁之间，预应力筋放张时，旋转螺母使螺杆向上运动，带动楔块向上移动，钢块间距变小，横梁向台座方向移动，从而同时放张预应力筋。

放张注意事项：

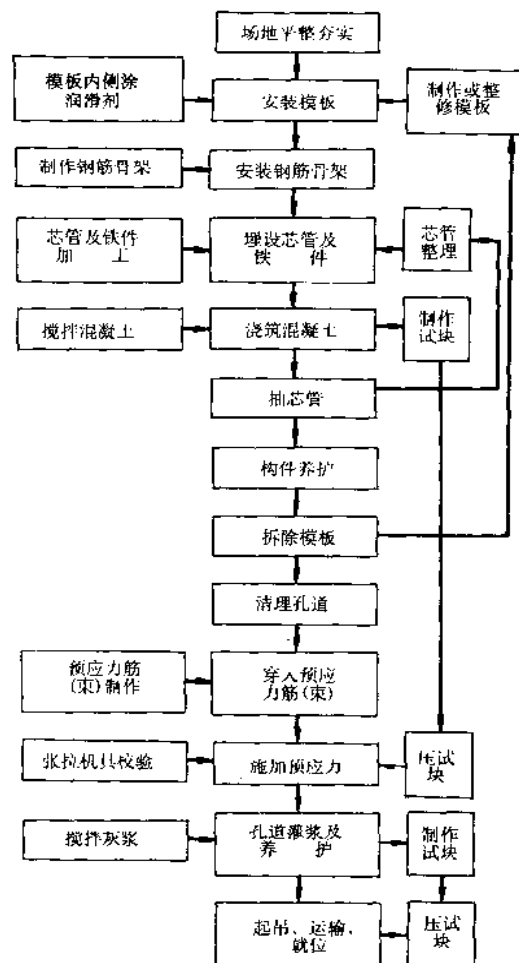
为了检查构件放张时钢丝与混凝土的粘结是否可靠，切断钢丝时应测定钢丝往混凝土内的回缩情况。钢丝的回缩值：对冷拔低碳钢丝不应大于 0.6mm，对碳素钢丝不应大于 1.2mm。如果最多只有 20% 的测试数据超过上述规定值的 20%，则检查结果是好的。如果回缩值大于上述数值，则应加强构件端部区域的分布钢筋，提高放张时混凝土强度等。

放张前，应拆除侧模，使放张时构件能自由压缩，否则将损坏模板或使构件开裂。对有横肋的构件（如大型屋面板），其端横肋内侧面与板面交接处作出一定的坡度或作成大圆弧，以便钢筋放张时端模肋能沿着坡面滑。必要时在胎模与台面之间设置滚动支座。这样，在预应力筋放张时，构件与胎模可随着钢筋的回缩一起自由移动。

当用氧炔焰或电弧切割时，应采取隔热措施，防止烧伤构件端部混凝土。电弧切割时的地线应搭在切割点附近，不能搭在另一头，以防止过电后使预应力筋伸长造成应力损失。

图名	先张法施工工艺(三)	图页	2—86
----	------------	----	------

2. 后张法



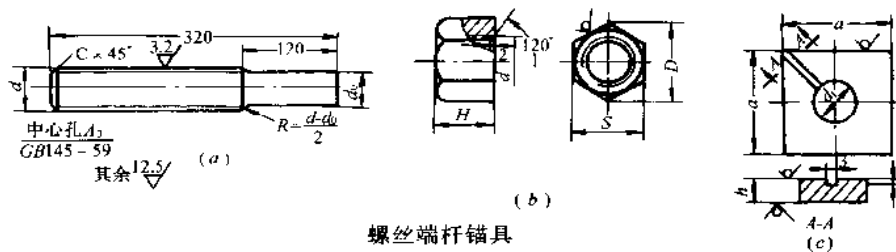
后张法施工工艺流程图

后张法施工工艺流程：

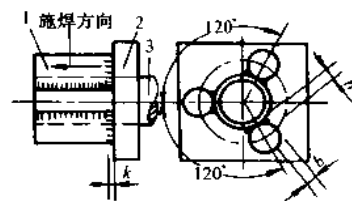
后张法是先制作构件，并在构件中按预应力筋的位置留出相应的孔道，待构件混凝土强度达到设计规定的数值后，穿入预应力筋，用张拉机具进行张拉，并利用锚具把张拉后的预应力筋锚固在构件的端部。预应力筋的张拉力，主要靠构件端部的锚具传给混凝土构件，使其产生预压力。张拉锚固后，立即在预留孔道内灌浆，使预应力筋免受锈蚀，并与构件形成整体。后张法施工工艺流程如图所示。

后张法是直接在构件上张拉，不需要台座设备，现场生产时可避免构件的长途搬运，所以适宜于在现场生产的大型构件，特别是大跨度的构件，如薄腹梁、吊车梁和屋架等。后张法又可作为一种预制构件的拼装手段，可先在预制厂制作小型块体，运到现场后，穿入钢筋，通过施加预应力拼装成整体。但后张法需要在预应力钢筋两端设置专门的锚具，这些锚具永久留在构件上，不能重复使用，耗钢量较大，且要求加工精密，费用较高；同时，由于预留孔道、穿筋、灌浆及锚具部分预压应力局部集中处需加强配筋等原因，使构件端部构件和施工操作都比先张法复杂，所以造价一般比先张法高。

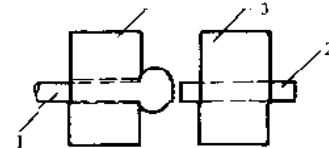
图名	后张法施工工艺流程	图页	2—87
----	-----------	----	------



螺丝端杆锚具
(a)螺丝端杆; (b)螺帽; (c)垫板



帮条锚具
1—帮条; 2—衬板; 3—主筋



钢筋热镦示意图
1—钢筋; 2—紫铜棒; 3—电极

螺丝端杆锚具尺寸 (mm)

型号	钢筋直径 (mm)	螺纹 \$d\$	\$d_0\$	\$C\$	\$H\$	\$S\$	\$D\$	\$a \times h\$	\$d_1\$
LM18	18	M22 \$\times\$ 1.5	20	1.0	32	32	36.9	90 \$\times\$ 14	24
LM20	20	M24 \$\times\$ 2	22	1.5	36	36	41.6	90 \$\times\$ 16	26
LM22	22	M27 \$\times\$ 2	25	1.5	40	41	47.3	90 \$\times\$ 16	29
LM25	25	M30 \$\times\$ 2	28	1.5	45	46	53.1	90 \$\times\$ 20	32
LM28	28	M33 \$\times\$ 2	31	1.5	50	50	57.7	90 \$\times\$ 20	35
LM32	32	M39 \$\times\$ 3	35	2.0	55	55	63.5	90 \$\times\$ 22	41
LM36	36	M42 \$\times\$ 3	39	2.0	60	65	75	100 \$\times\$ 25	44

注: 1. 图中螺杆长度仅用于长度不大于 24m 的构件; 构件长度大于 24m 或预应力筋冷拉采用应力控制时, 应根据实际情况增加螺杆长度。
2. 螺母也可采用圆形的六槽螺母, 其高度不变, 外径约取 0.94D。

帮条与焊缝尺寸

钢筋直径 (mm)	帮条尺寸 (根数 \$\times\$ 直径 \$\times\$ 长度)	焊缝尺寸			衬板尺寸 (厚 \$\times\$ 长 \$\times\$ 宽)
		\$b\$	\$h\$	\$k\$	
18	3 \$\times\$ 14 \$\times\$ 50	8	4	4	15 \$\times\$ 70 \$\times\$ 70
20	3 \$\times\$ 14 \$\times\$ 50	10	5	4	15 \$\times\$ 70 \$\times\$ 70
22	3 \$\times\$ 16 \$\times\$ 50	10	5	4	15 \$\times\$ 80 \$\times\$ 80
25	3 \$\times\$ 18 \$\times\$ 55	12	6	4	15 \$\times\$ 80 \$\times\$ 80
28	3 \$\times\$ 20 \$\times\$ 55	14	7	4	20 \$\times\$ 90 \$\times\$ 90
32	3 \$\times\$ 22 \$\times\$ 55	14	7	6	20 \$\times\$ 100 \$\times\$ 100
36	3 \$\times\$ 25 \$\times\$ 60	16	8	6	20 \$\times\$ 110 \$\times\$ 110

后张法构件生产中, 预应力筋、锚具和张拉机具是配套的。目前, 后张法中常用的预应力筋有单根粗钢筋、钢筋束 (或钢绞线束) 和钢丝束三类。它们是由冷拉 II、III、IV 级钢筋、冷拉 5 号钢钢筋、碳素钢丝和钢绞线制作。锚具有多种类型, 根据锚具的工作特点分为张拉端锚具和固定端锚具, 要求锚具有可靠的锚固能力, 构造简单, 施工方便预应力损失小, 成本低廉。

单根粗钢筋锚具和预应力筋制作:

锚具: 单根粗钢筋的预应力筋, 张拉端一般用螺丝端杆锚具; 固定端一般用帮条锚具或镦头锚具。

螺丝端杆锚具由螺丝端杆、螺母和垫板组成, 如图所示。这种锚具适用于直径 18 ~ 36mm 的 II、III 级钢筋。螺丝端杆与预应力筋对焊连接, 应在预应力钢筋冷拉之前进行。螺丝端杆锚具尺寸见表。

帮条锚具由帮条和衬板组成, 如图所示。适用于锚固直径 18 ~ 36mm 的 II、III 级钢筋。帮条焊接应在预应力筋冷拉前进行。三根帮条互成 120°, 与衬板相接触的截面应在一个垂直面上, 以免受力时产生扭曲。焊条应选用结 50x。帮条与焊缝尺寸见表。

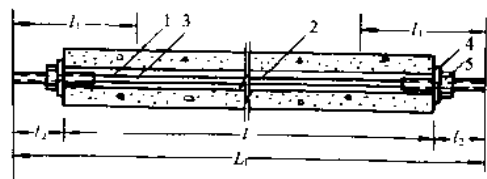
镦头锚具由镦头和垫板组成。当预应力筋直径在 22mm 以内时, 端部镦头可用对焊机热镦, 将钢筋及紫铜棒夹入对焊机的两电极中, 使钢筋端面与紫铜棒接触, 进行脉冲式通电加热, 当钢筋加热至紫红色呈可塑状态时, 即逐渐加热加压, 直至形成镦头为止, 钢筋热镦示意图如图。当钢筋直径较大时, 可采用加热锻打成型。

图名

锚具和预应力筋制作(一)

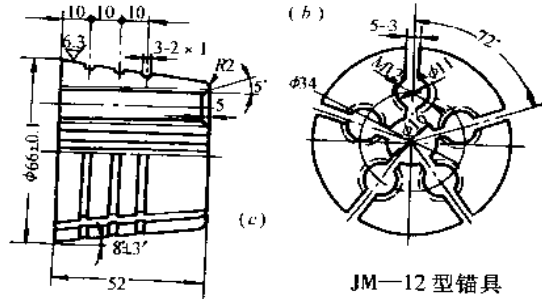
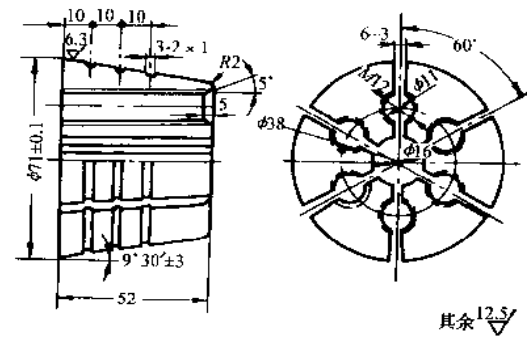
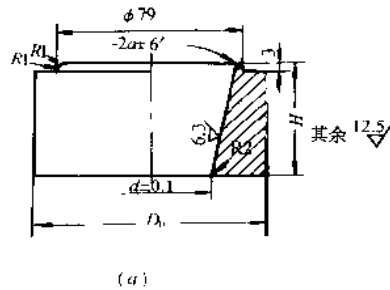
图页

2-88



粗钢筋下料长度计算示意图

1—螺丝端杆；2—预应力钢筋；3—对焊接头；4—垫板；5—螺母



JM-12型锚具

(a)锚环；(b)、(c)夹片

锚环尺寸

型号	绞 JM-12-5	绞 JM-12-6
D_0 (mm)	φ100	φ100
d (mm)	φ50	φ52
α	8°	9°30'
H (mm)	55	55

预应力筋制作：单根粗钢筋预应力筋的制作，包括配料、对焊、冷拉等工序。预应力筋的下料长度由计算确定，计算时要考虑构件的孔道长度、锚具厚度、千斤顶长度、焊接接头或镦头的预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值等。现以两端用螺丝端杆锚具预应力筋为例（如图示），其下料长度计算如下：

预应力筋的成品长度（即预应力筋和螺丝端杆对焊并经冷拉后的全长） L_1 ：

$$L_1 = l + 2l_2$$

预应力筋（不包括螺丝端杆）冷拉后需达到的长度 L_0 ：

$$L_0 = L_1 - 2l_1$$

预应力筋（不包括螺丝端杆）冷拉前的下料长度 L ：

$$L = \frac{L_0}{1 + \gamma - \delta} + n\Delta$$

式中 l ——构件的孔道长度；

l_2 ——螺丝端杆伸出构件外的长度；

张拉端： $l_2 = 2H + h + 5\text{mm}$ ；

锚固端： $l_2 = H + h + 10\text{mm}$ ；

l_1 ——螺丝端杆长度，一般为 320mm；

γ ——预应力筋的冷拉率（由试验确定）；

δ ——预应力筋的冷拉弹性回缩率（一般为 0.4% ~ 0.6%）；

n ——对焊接头数量；

Δ ——每个对焊接头的压缩量（一般为 20 ~ 30mm）；

H ——螺母高度；

h ——垫板厚度。

钢筋束和钢绞线束锚具和预应力筋制作。

锚具：钢筋束和钢绞线束目前使用的锚具有 JM-12 型、XM 型和镦头锚具等。

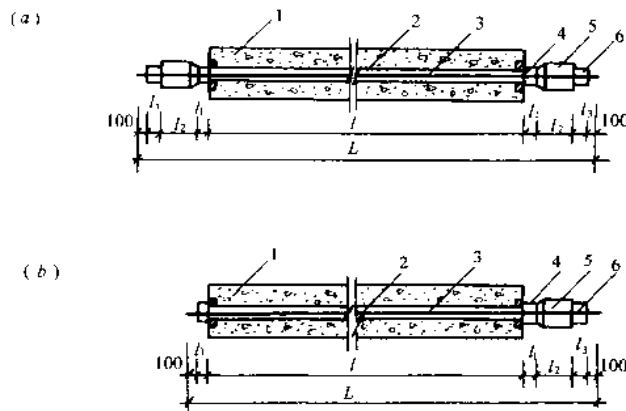
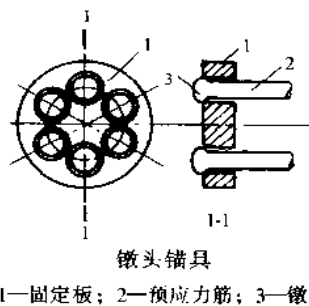
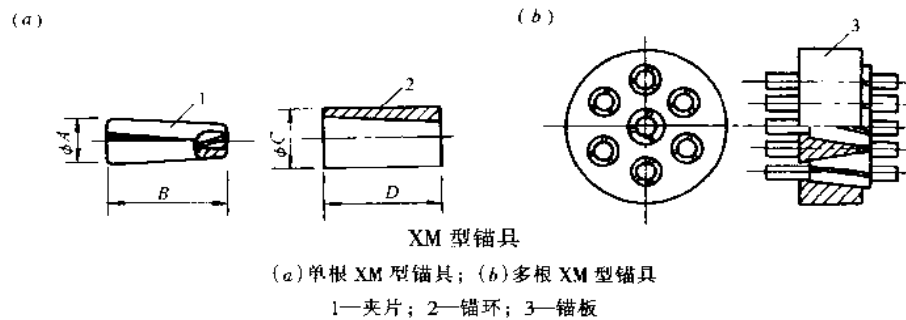
JM-12 型锚具由锚环和夹片组成，如图，锚环和夹片均由 4.5 号钢制作预应力筋靠夹片压紧的摩阻力固定。JM-12 型锚环分为甲型和乙型两种。甲型锚环为一具有锥形内孔的圆柱体，使用时直接放置在构件端部的垫板上；乙型锚环是圆柱体外部增加一方形肋板，使用时将锚环预先埋在构件端部而不需要放置垫板。绞 JM-12-5、绞 JM-12-6 锚环尺寸如表。不同型号的 JM 型锚具可用于锚固 3 ~ 6 根直径为 12mm 的光圆或螺纹的钢筋束，也可以用于锚固 5 ~ 6 根直径为 12mm 或 15mm 的钢绞线束。

图名

锚具和预应力筋制作(二)

图页

2—89



钢筋束、钢绞线束下料长度计算简图

(a) 两端张拉; (b) 一端张拉

1—混凝土构件; 2—孔道; 3—钢绞线; 4—夹片式工作锚; 5—穿心式千斤顶; 6—夹片式工具锚

XM 型锚具由锚环和三块夹片组成, 如图。XM 型锚具的锚环用 45 号钢制作, 经热处理硬度 $HB = 285 \pm 5$ 。夹片为 120° 均分的三片式夹片, 夹片的开缝沿轴向有倾斜角, 倾斜角的方向与钢绞线的扭角相反, 以确保夹片能夹紧钢绞线或钢丝束中每一根外围钢丝, 形成可靠的锚固。夹片开缝宽度一般平均为 1.5mm, 夹片的齿形为“短牙”三角螺纹, 是一种齿顶较宽, 齿高较矮的特殊螺纹。XM 型锚具既可用于锚固钢绞线束, 又可用于锚固钢丝束; 既可锚固单根预应力筋, 又可锚固多根预应力筋; 当用于锚固多根预应力筋时, 既可单根张拉, 逐根锚固, 又可成组张拉, 成组锚固; 它既可用作工作锚, 又可用作工具锚。XM 型锚具通用性好, 锚固性能可靠。

楔头锚具由楔头和锚固板组成, 如图。

钢筋束、钢绞线束的制作:

钢筋束所用的钢筋一般是呈盘圆状供应, 长度较长, 不需对焊接长。钢筋束预应力筋的制作工序一般是: 开盘冷拉→下料→编束。

当采用 JM 型、XM 型锚具, 用穿心式千斤顶张拉时, 钢筋束和钢绞线束的下料长度 L , 应等于构件孔道长度加上两端为张拉、锚固所需的外露长度, 如图所示, 按下式计算:

$$\text{两端张拉时: } L = l + 2(l_1 + l_2 + l_3 + 100)$$

$$\text{一端张拉时: } L = l + 2(l_1 + 100) + l_2 + l_3$$

式中 l ——构件的孔道长度 (mm);

l_1 ——工作锚厚度 (mm);

l_2 ——穿心式千斤顶长度 (mm);

l_3 ——夹片式工具锚厚度 (mm)。

热处理钢筋、冷拉 IV 级钢筋及钢绞线下料切断时, 宜用切断机或砂轮锯切断, 不得用电弧切割。钢绞线切断前, 在切口两侧各 50mm 处, 应用铅丝绑扎, 以免钢绞线松散。

预应力钢筋或钢绞线束的编束, 主要是保证穿入构件孔道的钢筋束或钢绞线束不发生扭结。编束工作一般把钢筋或钢绞线理顺后, 用铅丝每隔 1m 左右绑扎成束, 在穿筋时应注意防止扭结。

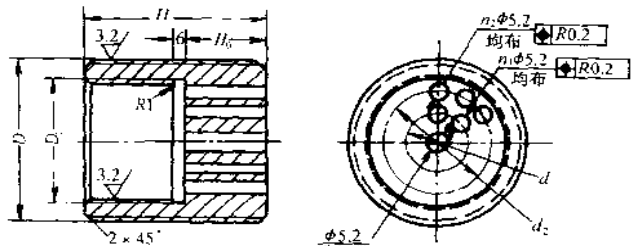
图名

锚具和预应力筋制作(三)

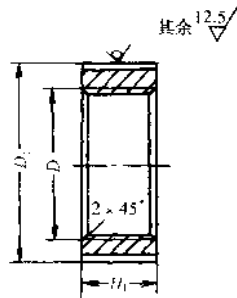
图页

2—90

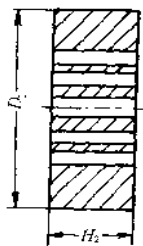
(a)



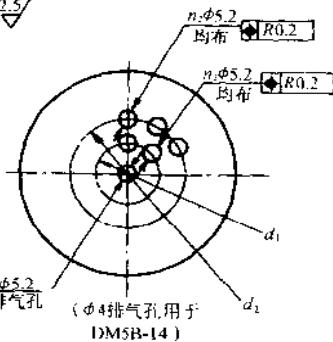
(b)



(c)



全部 12.5



锚头锚具

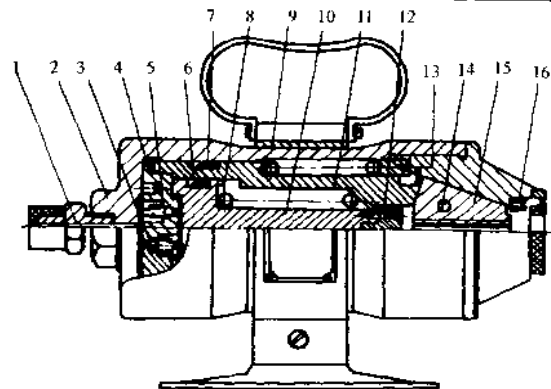
(a)DMSA 锚杯; (b)DMSA 螺帽; (c)DMSB 锚板

锚杯与螺帽尺寸 (mm)

型号	钢丝根数	螺纹 D	螺纹 D ₀	H	H ₀	n ₁	n ₂	d ₁	d ₂	H ₁	D ₁
DMSA-14	14	M56 × 2	M40 × 2	60	25	4	10	12	28	25	85
DMSA-16	16	M60 × 2	M42 × 2	70	30	5	11	14	30	25	90
DMSA-18	18	M64 × 3	M45 × 2	70	30	6	12	16	32	25	95
DMSA-20	20	M68 × 3	M48 × 2	75	35	7	13	19	35	30	100
DMSA-22	22	M72 × 3	M52 × 3	75	35	8	14	22	38	30	105
DMSA-24	24	M76 × 3	M55 × 3	75	35	9	15	25	41	30	110

锚板尺寸 (mm)

型号	钢丝根数	D ₂	H ₂	n ₁	n ₂	d ₁	d ₂
DMSB-14	14	80	25	4	10	12	28
DMSB-16	16	85	30	5	11	14	30
DMSB-18	18	85	30	6	12	16	32
DMSB-20	20	90	35	7	13	19	35
DMSB-22	22	90	35	8	14	22	38
DMSB-24	24	95	35	9	15	25	41



LD10型钢丝锚头器构造图

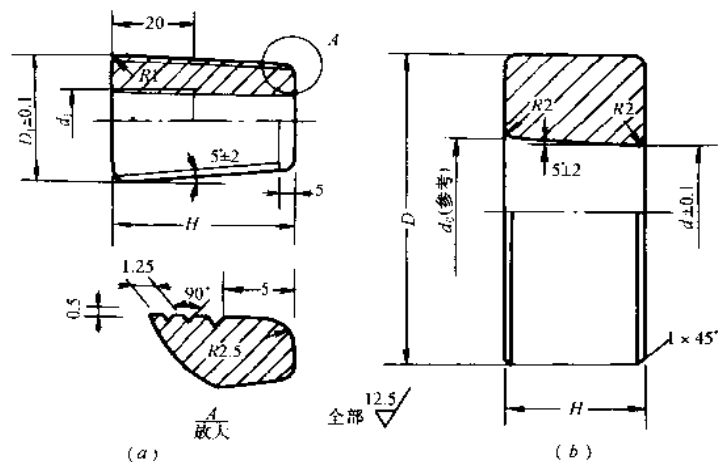
1—油嘴; 2—缸体; 3—顺序阀; 4—O形密封圈; 5—回油阀; 6、7—Y形密封圈; 8—锚头活塞回程弹簧; 9—夹紧活塞回程弹簧; 10—锚头活塞; 11—夹紧活塞; 12—锚头楔; 13—锚环; 14—夹片张开弹簧; 15—夹片; 16—夹片回程弹簧

图名

锚具和预应力筋制作(四)

图页

2—91



钢质锥形锚具
(a) 锚塞; (b) 锚环

钢质锥形锚具尺寸

型 号	钢丝根数	D	H	d	d ₀	D ₁	H ₁	d _i
GES—12	12	65	45	27	34.9	27	50	M8 × 1
GES—18	18	100	50	39	47.7	40	55	M16 × 15
GES—24	24	110	55	49	58.6	51	60	M16 × 15

钢丝束锚具和预应力筋制作:

锚具: 钢丝束一般由几根到几十根直径 3~5mm 平行的碳素钢丝组成。目前采用的锚具有钢质锥形锚具、XM 型锚具和钢丝束镦头锚具等。

钢质锥形锚具 (又称弗氏锚具) 由锚环和锚塞组成如图所示。用于锚固以锥锚式双作用千斤顶张拉的钢丝束。锚环和锚塞均用 45 号钢制作, 锚塞和锚环的锥度应严格保持一致, 保证对钢丝的挤压力均匀, 不致影响摩阻力, 锚塞上刻有细齿槽, 夹紧钢丝防止移动。钢质锥形锚具适用于锚固 18 根以下的 ϕ^5 碳素钢丝。钢质锥形锚具尺寸见表。

钢质锥形锚具的主要缺点是当钢丝直径误差较大时, 易产生单根滑丝现象, 且滑丝后很难补救, 如果采用加大顶锚力的办法来防止滑丝, 过大的顶锚力又易使钢丝咬伤。此外, 钢丝锚固时呈辐射状态, 弯折处受力较大。

钢丝束镦头锚具的构造如图所示。镦头锚具锚环与螺帽尺寸、锚板尺寸见表。钢丝束镦头锚具适用于锚固 12~54 根 ϕ^5 碳素钢丝的钢丝束。分 DM5A 型和 DM5B 型, DM5A 型用于张拉端, 由锚杯和螺母组成; DM5B 型用于固定端, 仅有一块锚板。锚杯与锚板用 45 号钢制作, 先经调质热处理后再进行机械加工。螺母用 30 号钢制作。锚杯的内外壁均有丝扣, 内丝扣用于连接张拉螺杆, 外丝扣用于拧紧螺母锚固钢丝束。锚杯和锚板四周钻孔, 以固定镦头的钢丝, 孔数和间距由钢丝根数而定。钢丝用 LD10 型液压冷镦器 (如图) 进行镦头。钢丝束一端可在制束时将头镦好, 另一端则待穿束后镦头, 故构件孔道端部要设置扩孔。

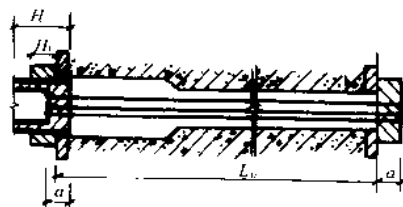
张拉时, 张拉螺杆一端与锚杯内丝扣连接, 另一端与拉杆式千斤顶的拉头连接, 当张拉到控制应力时, 锚杯被拉出, 则拧紧锚杯外丝扣上的螺母加以锚固。

图名

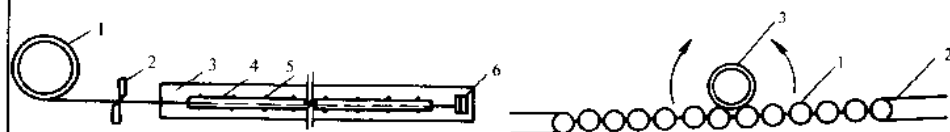
锚具和预应力筋制作(五)

图页

2—92



用锚头锚具时钢丝下料长度计算简图



钢管限位法下料

1—钢丝；2—切断器刀片；3—木板；
4— $\phi 10$ 黑铁管；5—铁钉；6—角铁挡头

钢丝束的编束

1—钢丝；2—铅丝；3—衬圈

钢丝束的制作：钢丝束的制作包括调直、下料、编束和安装锚具等工序。当采用钢质锥形锚具、XM型锚具时，预应力钢丝束的制作和下料长度计算基本上与预应力钢筋束相同。对钢丝束锚头锚固体系，如采用锚头锚具一端张拉时，钢丝的下料长度 L ，可按图示用下式计算：

$$L = L_0 + 2a + 2\delta - 0.5(H - H_1) - \Delta L - C$$

式中 L_0 ——构件孔道长度，按实际丈量；

a ——锚板厚度；

δ ——钢丝锚头留量（取钢丝直径的2倍）；

H ——锚杯高度；

H_1 ——螺母高度；

ΔL ——钢丝束张拉伸长值；

C ——张拉时构件混凝土上的弹性压缩值（当其值很小时可略去不计）。

当采用钢丝束锚头锚具时，为了保证张拉时钢丝束中每根钢丝受力均匀一致，钢丝束制作时必须等长下料，同束钢丝中下料长度的相对差值应控制在 $L/5000$ （ L 为钢丝下料长度）以内，且不得大于 5mm。为保证达到上述精度，一般有二种方法：一是采用应力下料，即把钢丝拉至 $300\text{N}/\text{mm}^2$ 应力的状态下，划定长度，放松后剪切下料。二是用钢管限位法，即将钢丝通过小直径的钢管（钢管内径比钢丝直径大 3~5mm）至另一端角铁限位器时，用切断装置切断。限位器与切断器切口间的距离，即为钢丝的下料长度，如图所示。

钢丝下料后，应逐根理顺进行编束。用锚头锚具时，根据钢丝分圈布置的特点，编束时首先将内圈和外圈钢丝分别用铁丝顺序编扎，然后将内圈钢丝放在外圈钢丝内扎牢。钢丝束编好后，先在一端套上锚杯或锚板并完成锚头工作，另一端的锚头，待钢丝束穿过孔道后再进行。

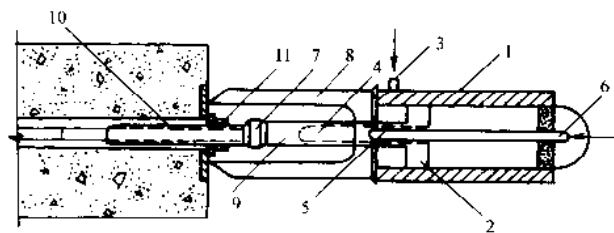
当采用钢质锥形锚具时，在平整场地上先把钢丝理顺平放，然后在其全长上每隔 1m 左右用 22 号铅丝编成帘子状（如图）再每隔 1m 放一个按锚塞直径制成的螺丝衬圈，并将编好的钢丝绕衬圈围成圆束绑扎牢固。

图名

锚具和预应力筋制作(六)

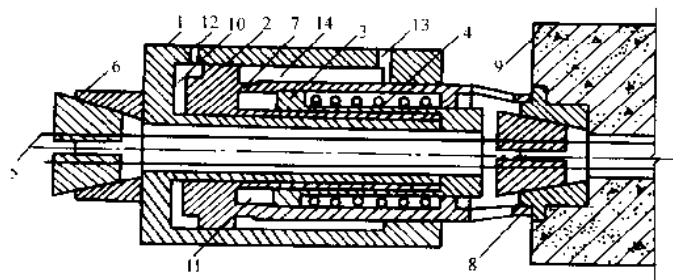
图页

2—93



拉杆式千斤顶

1—主缸；2—主缸活塞；3—主缸进油孔；4—副缸；5—副缸活塞；6—副缸进油孔；7—连接器；8—传力架；9—拉杆；10—螺丝端杆；11—锚固螺栓



YC-60型穿心式千斤顶示意图

1—张拉油缸；2—顶压油缸；3—顶压油塞；4—弹簧；5—预应力筋；6—工具式夹具；7—油孔；8—锚具；9—构件；10—张拉油室；11—顶压油室；12—张拉油室油嘴；13—顶压油室油嘴；14—回程油室

张拉机具设备：后张法张拉机具设备主要由液压千斤顶、高压油泵和外接油管三部分组成。

千斤顶：常用的千斤顶有预应力拉杆式千斤顶（简称拉伸机）、穿心式千斤顶和锥锚式千斤顶三种。

拉杆式千斤顶：拉杆式千斤顶适用于张拉以螺丝端杆锚具为张拉锚具的粗钢筋，张拉以锥形螺杆锚具为张拉锚具的钢丝束，张拉以DMSA型镦头锚具为张拉锚具的钢丝束。拉杆式千斤顶的构造及工作

过程如图所示。

拉杆式千斤顶张拉预应力筋时，首先使连接器与预应力筋的螺丝端杆相连接，顶杆支承在构件端部的预埋钢板上。高压油进入主缸时，推动主缸油塞向右移动，同时带动拉杆和螺丝端杆向右移动，实施对钢筋的张拉。当达到张拉控制应力后，即拧紧螺丝端杆的螺母进行最后固定。张拉结束后，高压油进入副缸，推动副缸，使主缸活塞和拉杆向左移动，恢复到张拉前的原位上。

拉杆式千斤顶的张拉力有 400kN、600kN 和 800kN 三级，张拉行程为 150mm。

穿心式千斤顶：穿心式千斤顶是一种适应性很强的千斤顶，它既适用于张拉采用 JM12 型和 XM 型锚具的预应力钢丝束、钢筋束和钢筋绞线，而且配置撑脚、拉杆等附件后，又可作为拉杆式千斤顶使用，是目前应用最为广泛的张拉机械，已经形成 YC（穿心式千斤顶代号）型系列产品。YC 型千斤顶的张拉力，一般有 180kN、200kN、600kN、1200kN 和 3000kN，张拉行程由 150mm 至 800mm 不等。图示为 YC-60 型千斤顶示意，它主要由张拉油缸、顶压油缸、顶压油塞和弹簧组成。该机特点是沿千斤顶轴心有贯通孔道，预应力筋可以通过。而沿径向有内外两层工作油缸，外层油缸用于张拉，内层油缸供顶压锚具用。由于张拉和顶压固定预应力筋双重作用，因而得名穿心式双作用千斤顶。YC-60 型穿心式千斤顶张拉力为 600kN，张拉行程 200mm。

YC-60 型穿心式千斤顶的张拉工作过程是：首先将安装好锚具的预应力筋穿过千斤顶的中心孔道，利用工具式夹具将预应力筋锚固在张拉油缸端部。高压油进入张拉油室，作用在油缸底面和张拉活塞上，推动油缸向左移动从而对钢筋进行张拉。

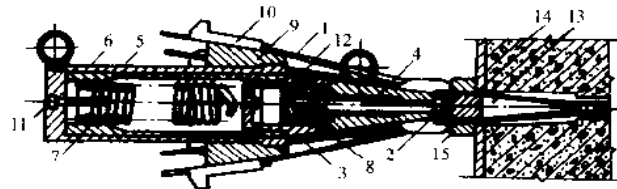
YC-60 型穿心式千斤顶顶压过程是：当预应力筋张拉到控制应力后即关闭张拉室油嘴，转向顶压室送高压油，推动顶压油塞向右移动，顶压锚具的夹片进入锚环，达到顶压力后将预应力筋固定。最后回油卸压，弹簧恢复到原位，完成张拉与顶压全过程。

图名

张拉机具设备(一)

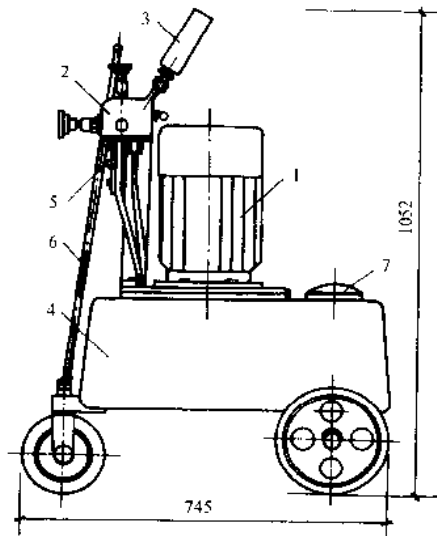
图页

2—94



锥锚式双作用千斤顶构造及工作示意图

- 1—预应力筋；2—顶压头；3—副缸；4—副缸活塞；5—主缸；6—主缸活塞；7—主缸拉力弹簧；8—副缸压力弹簧；9—锥形卡环；10—楔块；11—主缸油嘴；12—副缸油嘴；13—锚塞；14—混凝土构件；15—锚环



ZB₄/500型电动高压油泵

- 1—电动机及泵体；2—控制阀；3—压力表；4—油箱小车；5—电气开关；6—拉手

锥锚式双作用千斤顶：锥锚式双作用千斤顶适用于张拉以钢质锥形锚具为张拉锚具的钢丝束，张拉以KT-Z型锚具为张拉锚具的钢筋束和钢绞线束。锥锚式双作用千斤顶张拉力为300kN和600kN，张拉行程300mm。

锥锚式双作用千斤顶由主缸、主缸活塞、主缸拉力弹簧、副缸、副缸活塞、副缸压力弹簧、顶压头、卡环和锚环等主要部件组成，如图所示。

其张拉工作过程是：将预应力筋用楔块锚固在锥形卡环上，使高压油经主缸油嘴进入主缸，主缸带动锚固在锥形卡环上的预应力筋向左移动，进行预应力张拉。其顶压工作过程是：张拉工作完成后，关闭主缸的油嘴，开启副缸的油嘴使高压油进入副缸，由于主缸仍保持一定的油压，故副缸活塞和顶压头向右移动，顶压锚塞锚固预应力筋，顶锚完成后，主、副缸同时回油，主缸及副缸在弹簧力作用下复位。

电动高压油泵、电动高压油泵类型较多，图示为ZB₄/500型电动高压油泵，它由泵体、控制阀、车体、管路等组成。

机具设备及仪表维护和校验：施工预应力所用的机具设备及仪表，应定期维护和校验。

张拉设备应配套校验，以确定张拉力与仪表读数的关系曲线。压力表的精度不宜低于1.5级，校验张拉设备用的试验机或测力计精度不得低于±2%，校验时千斤顶活塞的运行方向，应与实际张拉工作状态一致。

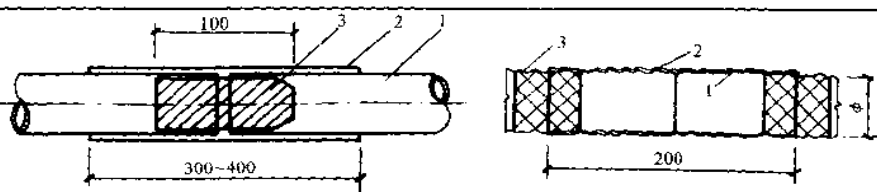
张拉设备的校验期限，不宜超过半年。如在使用过程中，张拉设备出现反常现象或在千斤顶检修以后，应重新校验。

图名

张拉机具设备(二)

图页

2—95

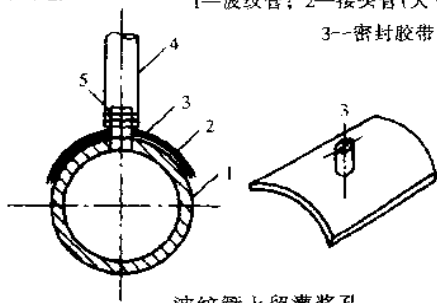


钢管连接方式

1—钢管；2—白铁皮套管；2—硬木塞

波纹管的连接

1—波纹管；2—接头管(大一号波纹管)；
3—密封胶带



波纹管上留灌浆孔

1—波纹管；2—海绵垫；3—塑料弧形压板；
4—塑料管；5—铁丝扎紧

后张法施工工艺：

后张法构件生产中，关于模板、钢筋、混凝土等工序已经进行了介绍，以下介绍孔道留设、预应力张拉和孔道灌浆施工。

孔道留设：孔道留设是后张法预应力混凝土构件制作的关键工序。孔道的直径应由设计决定，如设计无规定时，对粗钢筋，孔道的直径应比预应力筋直径、钢筋对焊接头处外径或需穿过孔道的锚具或连接器外径大10~15mm；对钢丝或钢绞线，孔道的直径应比预应力束外径或锚具外径大5~10mm，且孔道面积应大于预应力筋面积的两倍。孔道留设方法可采用钢管抽芯、胶管抽芯和预埋波纹管成型。对孔道成型的基本要求是：孔道的尺寸与位置应正确，孔道应平顺，端部预埋件钢板应垂直孔道中心线等。

钢管抽芯法：钢管抽芯法适用于留设直线孔道。在浇灌混凝土前，先将钢管敷设在模板内孔道位置并加以固定，通常每隔1m用钢筋井字架固定钢管。要求钢管表面平直、光滑，使用前应除锈、刷

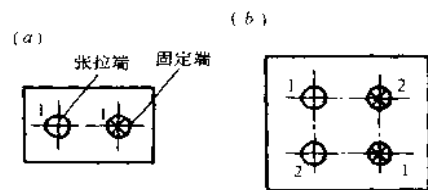
油。钢管长度一般不超过15m，以利于转动和抽管，较长的构件可用两根钢管，接头处用0.5mm厚铁皮做成的套管连接，如图所示。混凝土浇筑后，定时(10~15min)转动钢管一次，防止其与混凝土粘结。抽管时间应根据水泥品种、水灰比、气温和养护方法而定。具体时间应通过试验确定，一般宜在混凝土初凝后终凝前进行，以手指按压混凝土表面，不显印痕时为适宜。常温下抽管时间可控制在混凝土浇灌后3~6h。在同一截面上的钢管抽出顺序宜先上后下。抽管时要平稳、速度均匀、边转边抽，严禁导致孔道边缘的混凝土松动。

留设预留孔道的同时，还要在设计规定的位置留设灌浆孔和排气孔。一般在构件两端和中间每隔12m左右留设一个直径为20mm的灌浆孔，两端各设一个排气孔。

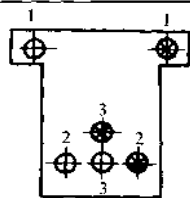
胶管抽芯法：留孔用胶管一般采用有5~7层帆布夹层，壁厚6~7mm普通橡胶管。胶管由于质软、弹性好便于弯曲，适用直线、曲线或折线形孔道。为了增强胶管的刚度和便于抽出，使用时，胶管一端密封，另一端接上阀门充入压力为0.6~0.8N/mm²的压力空气或压力水，使胶管外径张大4~5mm，每隔50cm用钢筋井架固定在孔道设计位置上。浇灌混凝土后，待混凝土硬化并具有一定的强度时，即可释放管内的压缩空气或压力水，待胶管回缩与混凝土自行脱离即可抽出。抽管时应先上后下，先曲后直。

预埋波纹管法：预埋波纹管是采用镀锌双波纹金属软管永久埋设在构件中而形成预留孔道。波纹管每根管长一般为4~6m，在1kN径向力作用下不会变形，使用前应作灌水试验，检查有无渗漏现象。在混凝土浇灌前，在模板内孔道位置上安放波纹管，每隔0.8m用钢筋井字架固定，曲线孔道时应加密。波纹管的连接，采用大一号同型波纹管，接头管长度为200mm，用密封胶带或塑料热塑管封口，如图所示。当采用预埋波纹管成型时，灌浆孔孔距不宜大于30m，灌浆孔的作法是：在波纹管上开口，用带嘴的塑料弧形压板与海绵垫覆盖并用铁丝扎牢，再接增强塑料管(外径20mm，内径16mm)，如图所示。

图名	后张法施工工艺(一)	图页	2—96
----	------------	----	------



屋架下弦杆预应力筋张拉顺序
(a) 两束; (b) 四束
1、2—预应力筋分批张拉顺序



吊车梁预应力筋张拉顺序
1、2、3—预应力筋的分批张拉顺序

预应力筋张拉:

张拉时对混凝土构件强度的要求: 预应力筋张拉时, 结构混凝土强度应符合设计要求, 当设计无具体要求时, 不应低于设计强度标准值的 75%。对块体拼装的混凝土构件, 除应符合上述规定外, 其拼接立缝混凝土或砂浆强度, 如设计无要求时, 不应低于块体混凝土设计强度等级的 40%, 并且不得低于 $15\text{N}/\text{mm}^2$ 。

张拉控制应力和张拉程序: 张拉控制应力取值应按设计规定或直接按《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89) 的规定取值。张拉程序与所采用锚具种类有关, 一般与先张法相同, 即:

$$0 \rightarrow 105\% \sigma_{con} \xrightarrow{\text{持荷 } 2\text{min}} \sigma_{con}$$

$$\text{或: } 0 \rightarrow 103\% \sigma_{con}$$

张拉顺序: 配有多根预应力筋的混凝土构件, 需分批并按一定顺序进行张拉, 避免构件在张拉过程中承受过大的偏心压力, 引起构件弯曲裂缝现象, 通常是分批、分阶段、对称地进行张拉。

预应力混凝土屋架下弦预应力筋的张拉顺序如图所示, 当预应力筋为两束时, 采用一端张拉方法, 用两台千斤顶分别设置在构件两端, 一次张拉完成; 当预应力筋为四束时, 需要分两批张拉, 用两台千斤顶分别张拉对角线上的两束, 然后张拉另两束。预应力混凝土吊车梁预应力筋张拉顺序 (采用两台千斤顶) 如图所示, 上部两束直线预应力筋一般先张拉, 下部四束曲线预应力筋采用两端张拉方法分批进行张拉, 为使构件对称受力, 每批两束先按一端张拉方法进行张

拉, 待两批四束均进行一端张拉后, 再分批在另一端补张拉以减少先批张拉的所受的弹性压缩损失。

在分批张拉时, 要考虑后批预应力筋张拉时对混凝土产生的弹性压缩, 从而引起前批张拉造成的预应力损失值应分别加到先张拉钢筋的控制应力内。

曲线预应力筋或长度大于 24m 的直线预应力筋的张拉, 要考虑钢筋与孔道之间的摩擦对张拉控制应力的影响, 应在构件两端进行张拉。对于长度等于或小于 24m 的直线预应力筋, 可在一端进行张拉, 但张拉端宜交替设置在构件两端。当两端同时张拉一根 (束) 预应力筋时, 为了减少预应力损失, 宜先在一端锚固, 再在另一端补足张拉力后进行锚固。

平卧重叠浇筑的预应力混凝土构件, 预应力筋的张拉应自上而下逐层进行, 减少上层构件重压和粘结力对下层构件张拉影响。为了减少上下层构件之间因摩擦阻力引起的应力损失, 可自上而下, 逐层加大拉力, 但底层构件的张拉力不宜比顶层构件张拉大 5% (用于钢丝、钢绞线和热处理钢筋) 或 9% (用于冷拉 II ~ IV 级钢筋), 并且不得超过超张值的限制值。

孔道灌浆: 预应力筋张拉完毕后, 应尽快进行孔道灌浆, 防止钢筋锈蚀, 使预应力筋与构件混凝土有效地粘结, 增强结构的整体性和耐久性。

孔道灌浆应采用标号不低于 425 号普通硅酸盐水泥配制的水泥浆; 对空隙大的孔道, 可采用砂浆灌浆。水泥浆及砂浆强度, 均不应小于 $20\text{N}/\text{mm}^2$ 。灌浆用水泥浆的水灰比宜为 0.4 左右, 搅拌后 3h 泌水率宜控制在 2%, 最大不得超过 3%, 当需要增加孔道灌浆的密实性时, 水泥浆中可掺入对预应力筋无腐蚀作用的外加剂。

灌浆前孔道应湿润、洁净; 灌浆顺序宜先灌下层孔道; 灌浆应缓慢均匀地进行, 不得中断, 一次完成。灌浆时应排气通顺, 当排气孔出浆后, 封闭排气孔, 继续加压至 $0.5 \sim 0.6\text{MPa}$ 稍后再用木塞将灌浆孔堵塞。不掺外加剂的水泥浆, 可采用二次灌浆法。

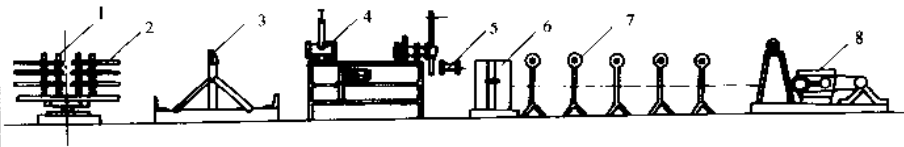
图名

后张法施工工艺(二)

图页

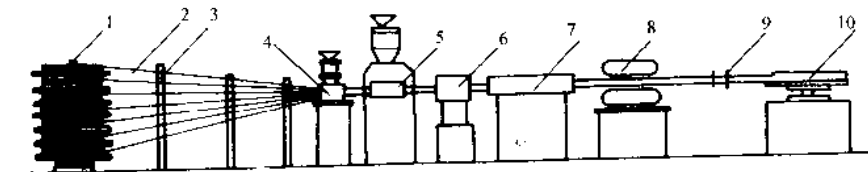
2—97

3. 无粘结预应力



无粘结预应力束缠纸工艺流程图

1—放线盘；2—盘圆钢丝；3—梳子板；4—油枪；5—塑料布卷；
6—切断机；7—滚道台；8—牵引装置



挤压涂层工艺流水线图

1—放线盘；2—钢丝；3—梳子板；4—给油装置；5—塑料挤压压机头；
6—风冷装置；7—水冷装置；8—索引机；9—定位支架；10—胶线盘

后张法中，按预应力筋粘结状态分为有粘结预应力混凝土和无粘结预应力混凝土，前述后张法施工中预应力筋张拉后通过孔道灌浆使预应力筋与混凝土相互粘结是有粘结预应力混凝土，无粘结预应力混凝土的作法是在预应力筋表面刷涂料并包塑料布（管）后，如同普通钢筋一样先铺设在支好的模板内，进行浇筑混凝土，待混凝土达到强度后进行张拉锚固。当前主要用在双向连续平板和密肋板中。

无粘结预应力筋制作：无粘结预应力筋由预应力钢丝、涂料层和外包层以及锚具组成。

原材料选择：无粘结筋宜采用钢丝、钢绞线等预应力钢材制作。一般选用7根 $\phi 5$ 高强钢丝组成钢丝束，也可选用7 $\phi 4$ 或7 $\phi 5$ 钢绞线。无粘结筋的涂料层，可采用防腐油脂或防腐沥青制作，涂料应有

较好的化学稳定性、韧性；在 $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，不裂缝、不变脆、不流淌；能较好地粘附在钢筋上，对钢筋和混凝土无腐蚀作用；不透水、不吸湿；润滑性好，摩阻力小。无粘结筋的外包层，可采用高压聚乙烯塑料制作，外包层应符合下列要求：在 $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，低温不脆化，高温化学稳定性好；必须具有足够的韧性，抗破损性强；对周围材料无侵蚀作用；防水性好。制作单根无粘结筋时，宜优先选用防腐油脂作涂料层，塑料外包层宜采用塑料注塑机注塑成型。防腐油脂应充足饱满，外包层应松紧适度。成束无粘结筋可用防腐沥青或防腐油脂作涂料层。当使用防腐沥青时，应用密缠塑料带作外包层，塑料带各圈之间的搭接宽度应不小于带宽的 $1/2$ ，缠绕层数不应小于四层。

锚具：无粘结筋的锚具性能，应符合Ⅰ类锚具的规定，高强钢丝预应力筋主要用墩头锚具；钢绞线作为无粘结预应力筋，则可采用XM型锚具。

无粘结预应力筋的制作：无粘结预应力筋的制作一般采用缠纸工艺和挤压涂层工艺两种。

缠纸工艺：缠纸工艺是在缠纸机上连续作业，完成编束、涂油、墩头、缠塑料布和切断等工序。缠纸工艺流程如图所示。制作时，钢丝放在放线盘上，穿过梳子板汇集成束，成束钢丝通过油枪均匀涂油，涂油钢丝穿入锚杯用冷墩机冷墩锚头，带有锚杯的成束钢丝用牵引机牵引向前，与此同时开动装有塑料布条的缠纸转盘，钢丝束边前进边缠绕塑料布条。塑料布条的宽度根据钢丝束直径大小而定，一般宽度为50mm。当钢丝束达到需要长度后，进行切割，成为一完整的无粘结预应力筋。

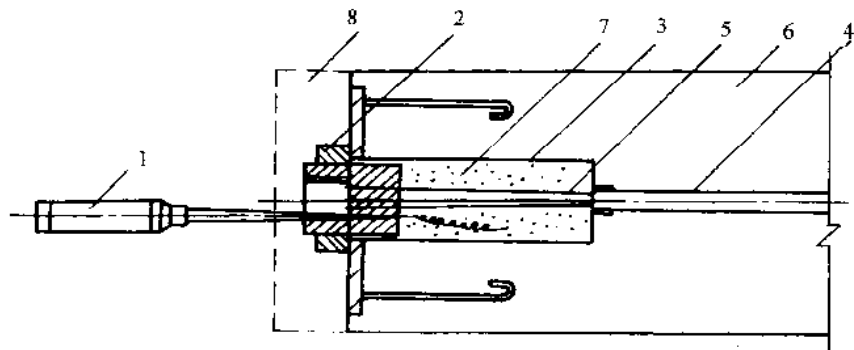
挤压涂层工艺：挤压涂层工艺制作无粘结预应力筋的流水工艺如图所示。挤压涂层工艺主要是钢丝通过涂油装置涂油，涂油钢丝束通过塑料挤压机涂刷塑料薄膜，再经冷却筒模成型塑料套管。

图名

无粘结预应力筋制作

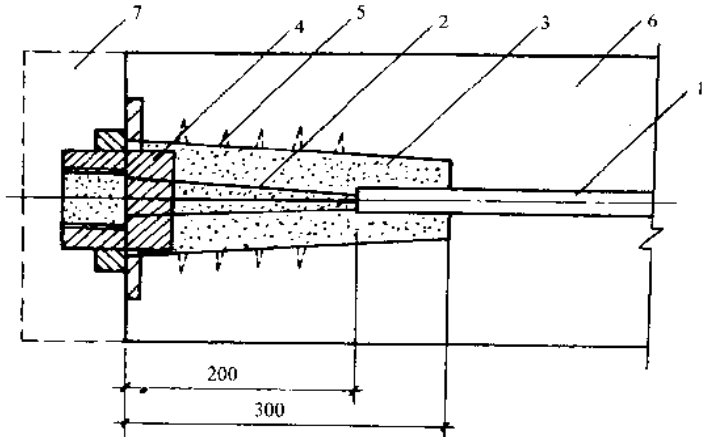
图页

2—98



锚头端部处理方法之一

- 1—油枪；2—锚具；3—端部孔道；4—有涂层的无粘结预应力束；
5—无涂层的端部钢丝；6—混凝土构件；7—注入孔道的油脂；8—混凝土封闭



锚头端部处理方法之二

- 1—无粘结预应力束；2—无涂层的端部钢丝；3—环氧树脂水泥砂浆；
4—锚具；5—端部加固螺旋钢筋；6—混凝土构件；7—混凝土封闭

无粘结预应力筋的铺设：无粘结筋使用前，应逐根进行检查外包层的完好程度，对有轻微破损者，可包塑料带补好，对破损严重者应予以报废。铺设无粘结筋时，无粘筋的曲率，可用垫铁马凳控制。铁马凳高度应根据设计要求的无粘结筋曲率确定，铁马凳间隔不宜大于2m，并应用铁丝与无粘结筋扎紧。铺设双向配筋的无粘结筋时，应先铺设标高低的无粘结筋，再铺设标高较高的无粘结筋。应避免两个方向的无粘结筋相互穿插编结。

无粘结预应力筋的张拉：无粘结预应力筋的张拉与后张法带有螺丝端杆锚具的有粘结预应力钢丝束张拉相似。张拉程序一般采用 $0 \rightarrow 103\% \sigma_{con}$ 。由于无粘结预应力筋一般为曲线配筋，故应采用两端同时张拉。无粘结预应力筋的张拉顺序，应根据其铺设顺序，先铺设的先张拉，后铺设的后张拉。无粘结筋张拉过程中，当有个别钢丝发生滑脱或断裂时，可相应降低张拉力，但滑脱或断裂的数量，不应超过结构同一截面无粘结预应力筋总量的2%。对多跨双向连续板，其同一截面应按每跨计算。

锚头处理：无粘结预应力筋由于一般采用墩头锚具，锚头部位的外径比较大，因此，钢丝束两端应在构件上预留有一定长度的孔道，其直径略大于锚具的外径。钢丝束张拉锚固以后，其端部便留下空腔，并且该部分钢丝没有涂层，因此，无粘结筋的锚固区，必须有严格的密封防护措施，以防水汽进入，锈蚀预应力筋。锚头端部处理方法如图所示，在无粘结筋张拉完毕后，应立即用防腐油脂（方法之一）或环氧树脂水泥砂浆（方法之二），通过锚具或锚具附近的灌注孔，将锚头部位的空腔全部灌注密实。灌注后将端部用C30细石混凝土封闭。

图名	无粘结预应力施工工艺	图页	2—99
----	------------	----	------

参 考 文 献

1. 建筑结构构造资料集编委会编·建筑结构构造资料集(上、下). 北京: 中国建筑工业出版社, 1990
2. 牛晓荣, 应芬芳. 建筑结构构造设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995
3. 《建筑施工手册》(第三版)编写组. 建筑施工手册(第三版) 4. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997
4. 柳惠训等. 建筑工程施工图识读. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994
5. 《组合钢模板施工手册》编写组. 组合钢模板施工手册. 北京: 中国铁道出版社, 1984