

## 第7章 空调区的气流组织和空调风管系统

空调区的**气流组织**（又称为**空气分布**）是指**合理地布置送风口和回风口**，使得经过净化、热湿处理后的空气由送风口送入空调区后，在与空调区内空气混合、扩散或者进行置换的热湿交换过程中，均匀地消除空调区内的余热和余湿，从而使空调区内**形成比较均匀而稳定的温湿度、气流速度和洁净度**，以满足生产工艺及人体舒适度的要求。

## 影响空气调节区内空气分布的因素有：

- 送风口的形式和位置
- 送风射流的参数（送风量、出口风速、送风温度）
- 回风口的位置
- 房间的几何形状
- 热源在室内的位置

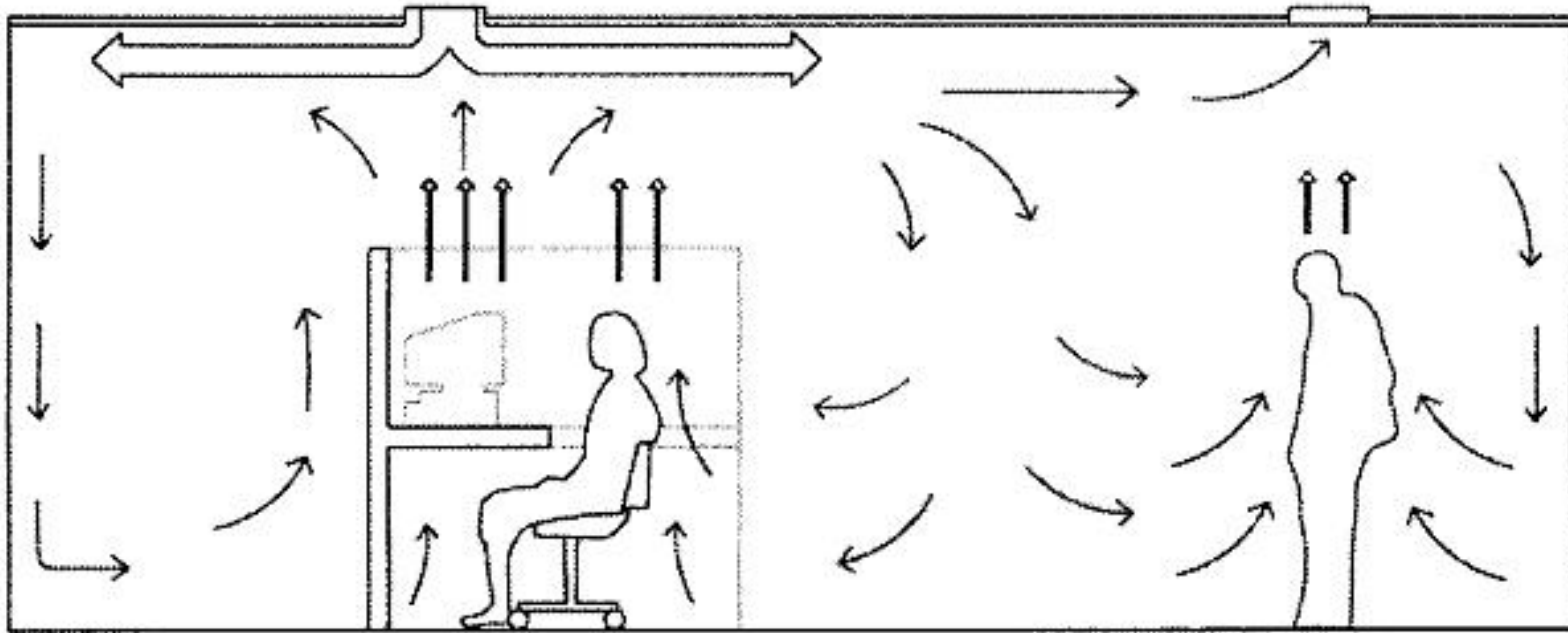
# 7.1 空调区的气流分布方式

- 顶(上)部送风系统
  - 置换通风系统
  - 工位与环境相结合的调节系统
  - 地板下送风系统
  - 单向流通风
- } 下部送风系统

## 7.1.1 顶(上)部送风系统

(Overhead Air Distribution System—OH系统)

### 1.顶部送风系统的基本原理

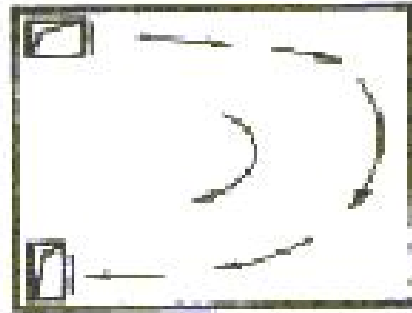


在进入人体活动区（高达1.8m）之前，  
把气流速度降低至容许的速度（不高于0.25m/s）

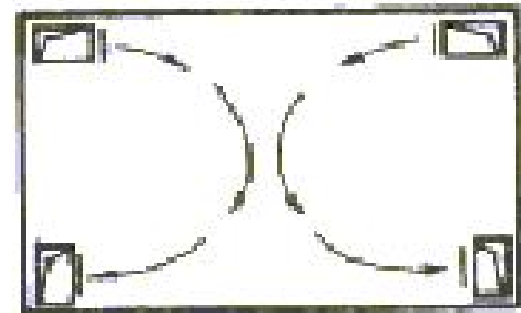
## 2.顶部送风系统的气流分布形式

- (1) 上送下回
- (2) 上送上回
- (3) 中送风

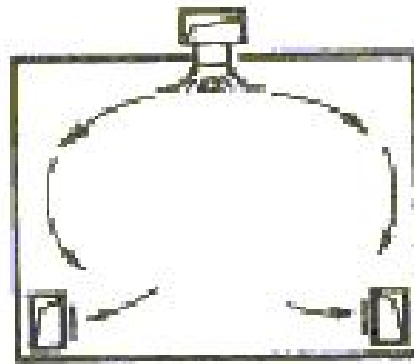
适用于有恒温要求和洁净度要求的工艺性空调及冬季以送热风为主且空调房间层高较高的舒适性空调系统



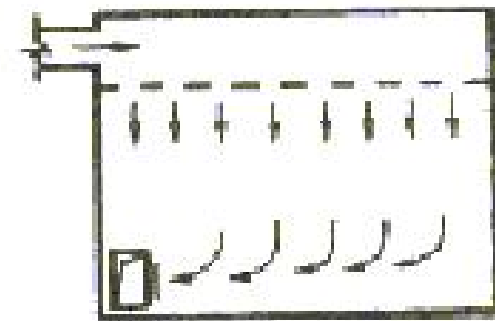
a)



b)



c)



d)

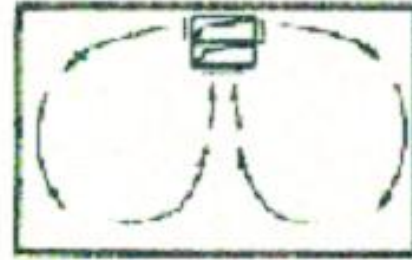
## 2.顶部送风系统的气流分布形式

(1) 上送下回



a)

(2) 上送上回



b)

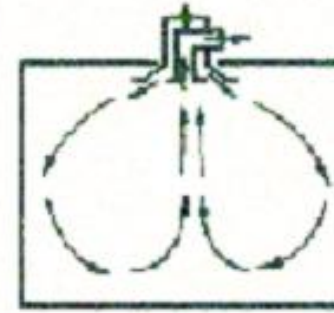
(3) 中送风



c)



d)



e)

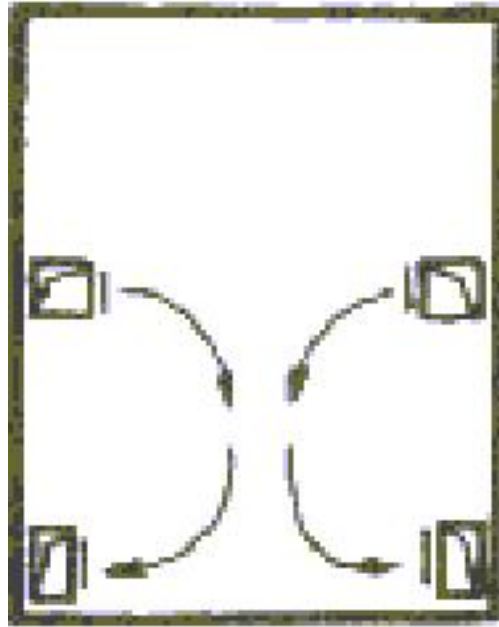
适用于以夏季降温为主且房间层高较低的舒适性空调系统。当房间下部无法布置送风口时，也采用这种形式。精度不高的恒温要求工艺性空调，也可采用上送上回。

## 2.顶部送风系统的气流分布形式

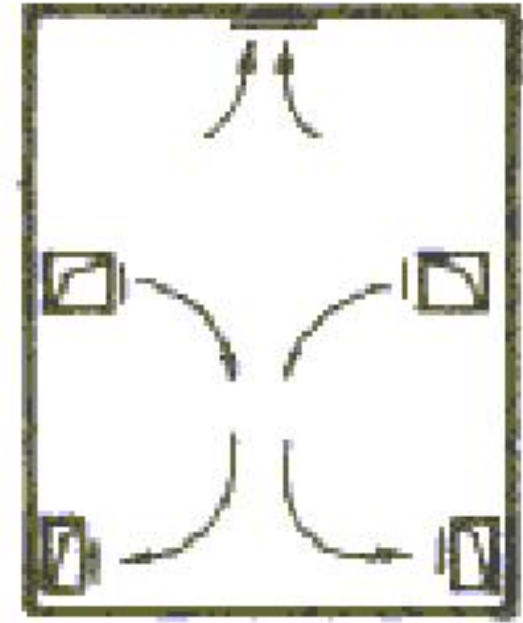
(1) 上送下回

(2) 上送上回

(3) 中送风



a)



b)

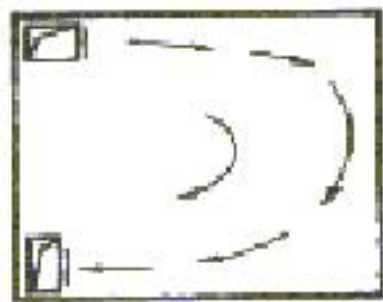
对于某些高大空间，实际的空调区处在房间的下部，没有必要将整个空间作为控制调节的对象，因此可采用中送风的方式。

主要适用于高大空间，通常称为分层空调。

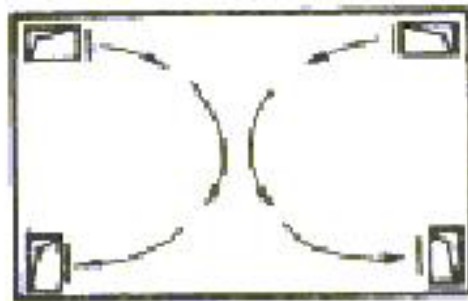
### 3. 顶（上）部送风系统空调区的送风方式

#### (1) 侧面送风

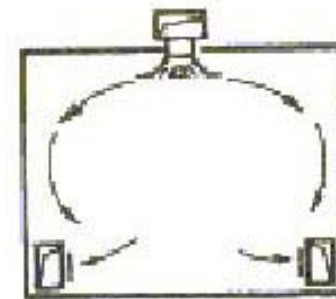
##### ● 气流流型



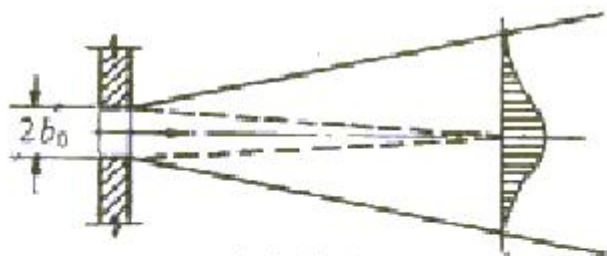
a)



b)



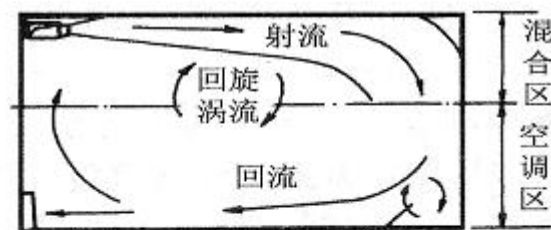
c)



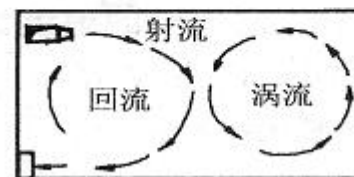
a) 自由射流



b) 贴附射流



a) 滞流



b)

贴附射流与自由射流的对比 侧送贴附射流流型和射流中途下落



### 3. 顶（上）部送风系统空调区的送风方式

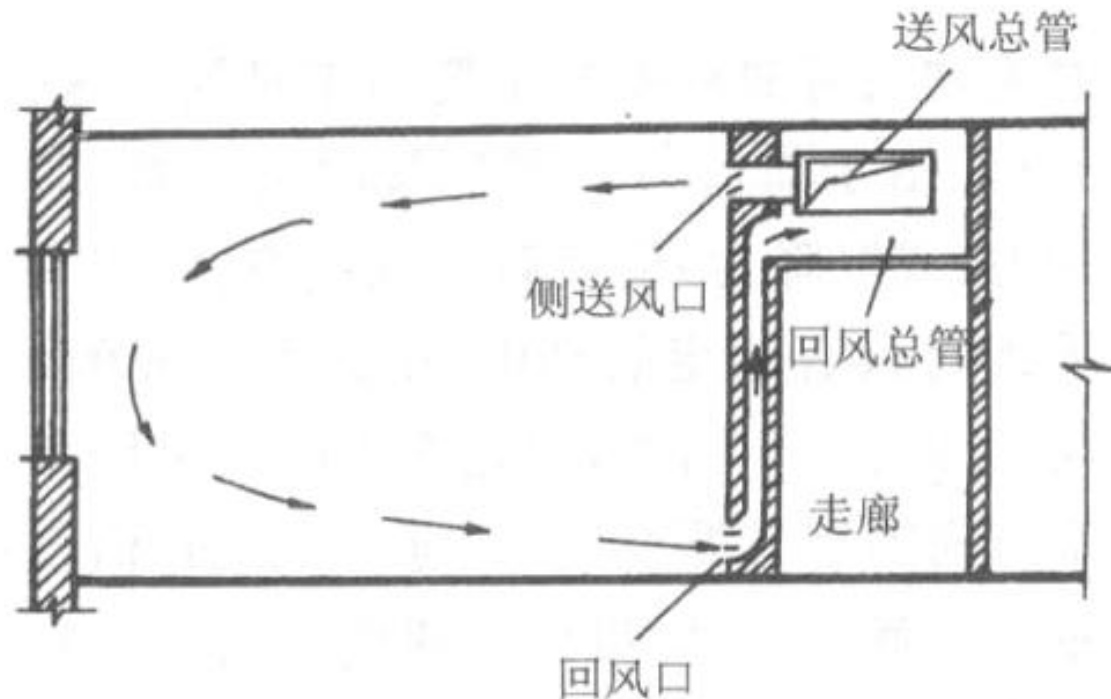
#### (1) 侧面送风

- ✓ 侧送贴附射流必须有足够的贴附长度
- ✓ 贴附长度主要取决于阿基米德数
- ✓ 冷射流、热射流
- ✓ 应考虑冬季可采取调节气流流型的措施

# (1) 侧面送风

## ● 布置方法

a. 对于单侧上送下回，将送风总管设在走廊的吊顶内，利用支管端部的风口向室内送风，回风口设在回风立管的端部，立管暗装在墙内，并利用吊平顶上部的空间做总回风风管。

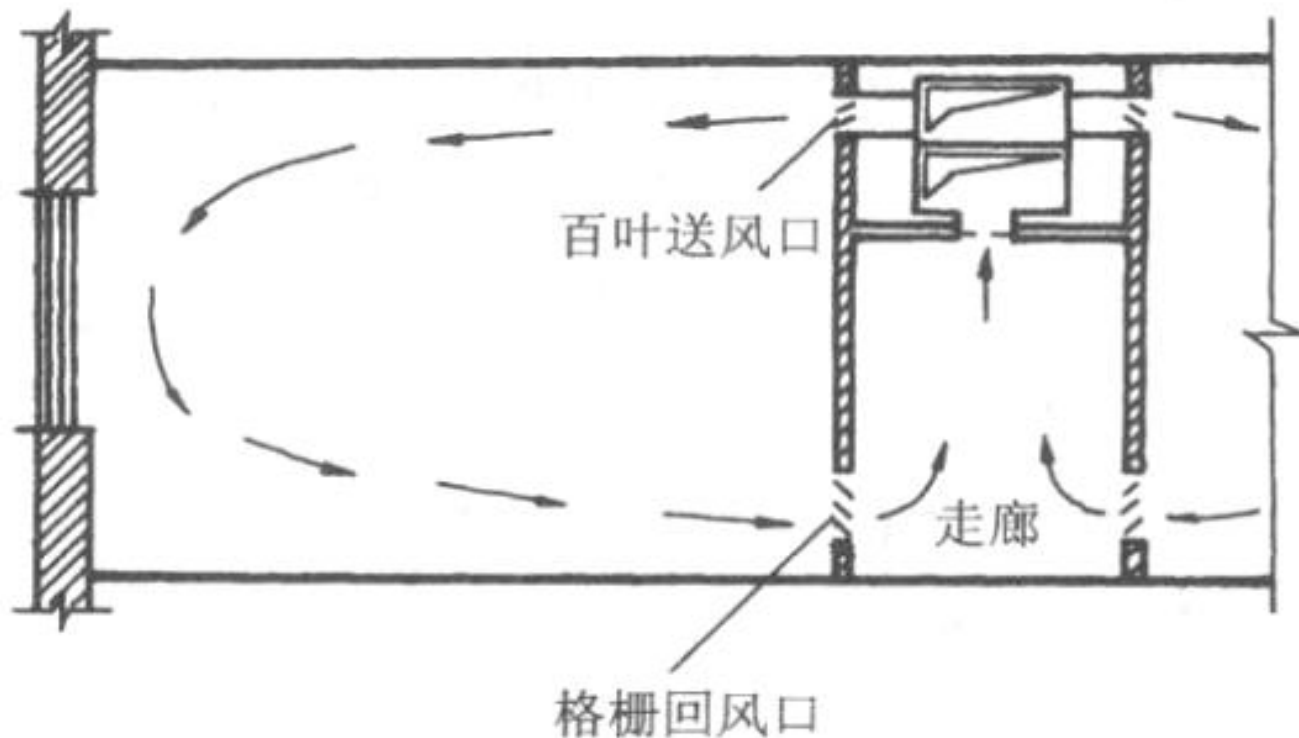




## (1) 侧面送风

### ● 布置方法

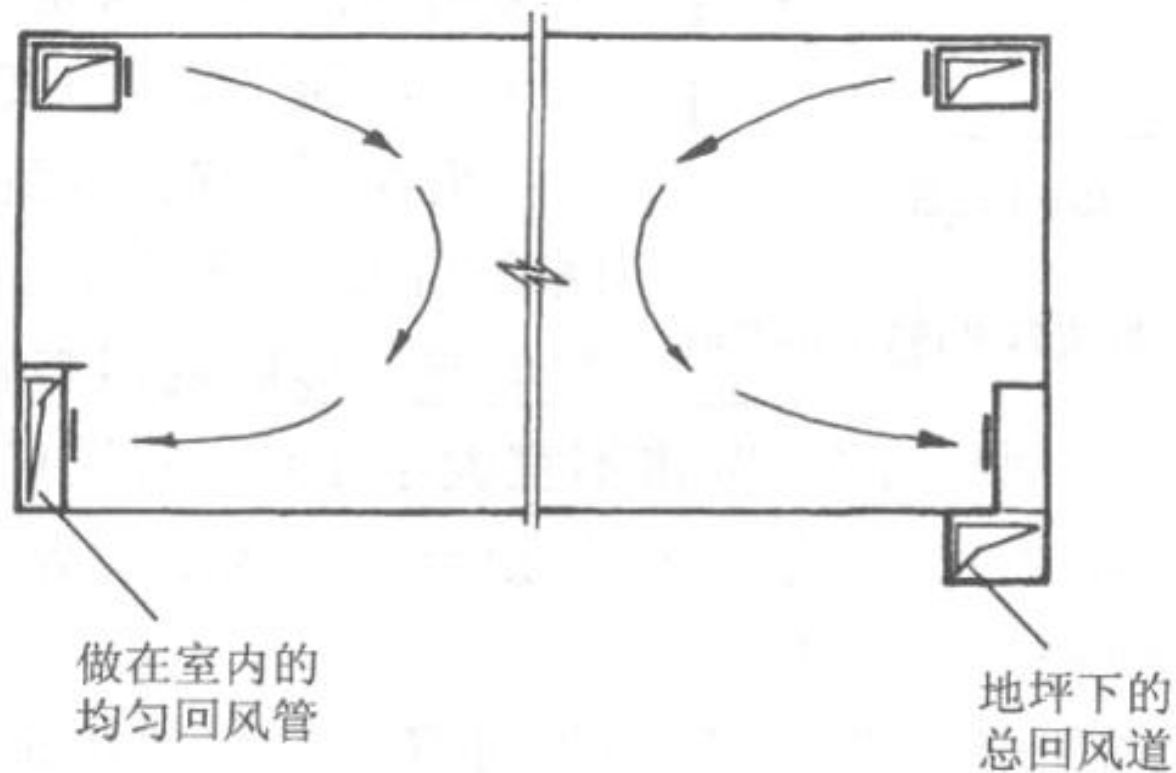
c. 将送风、回风总管设在走廊吊顶内，在房间内墙的下部设格栅回风口，回风进入走廊内，并由设在吊平顶内的回风总管上开设的回风口处被吸走。



## (1) 侧面送风

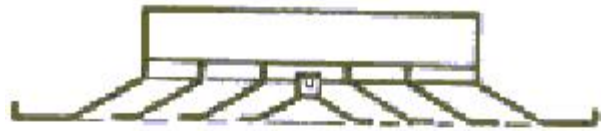
### ●布置方法

d. 对于双侧上送下回，其回风风管可以设在室内，也可在地坪下做总回风道。

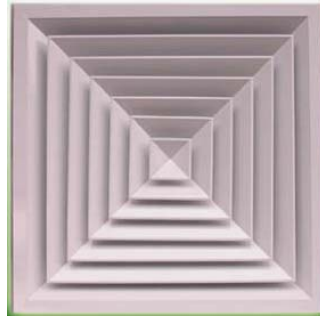




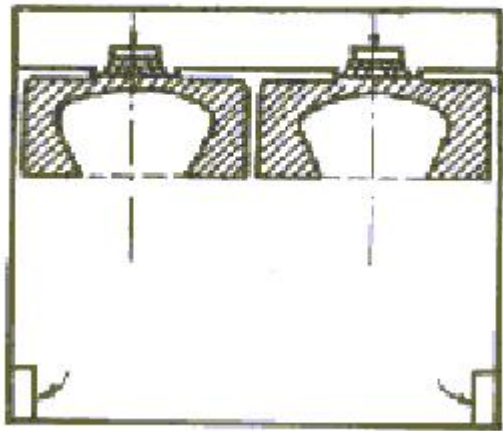
## (2) 散流器送风



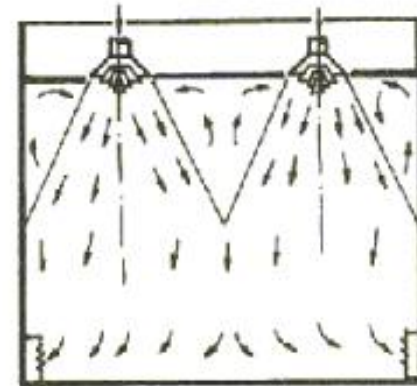
a) 平送散流器



a) 流线型散流器



b) 平送流型



b) 下送流型

### 散流器平送

散流器平送一般用于室温允许波动范围有一定要求，房间高度较低，但有吊顶可利用的空调系统

### 散流器下送

流线型散流器的下送方式，主要用于房间净空较高的净化空调工程







## (3) 孔板送风

### 1. 类型和布置

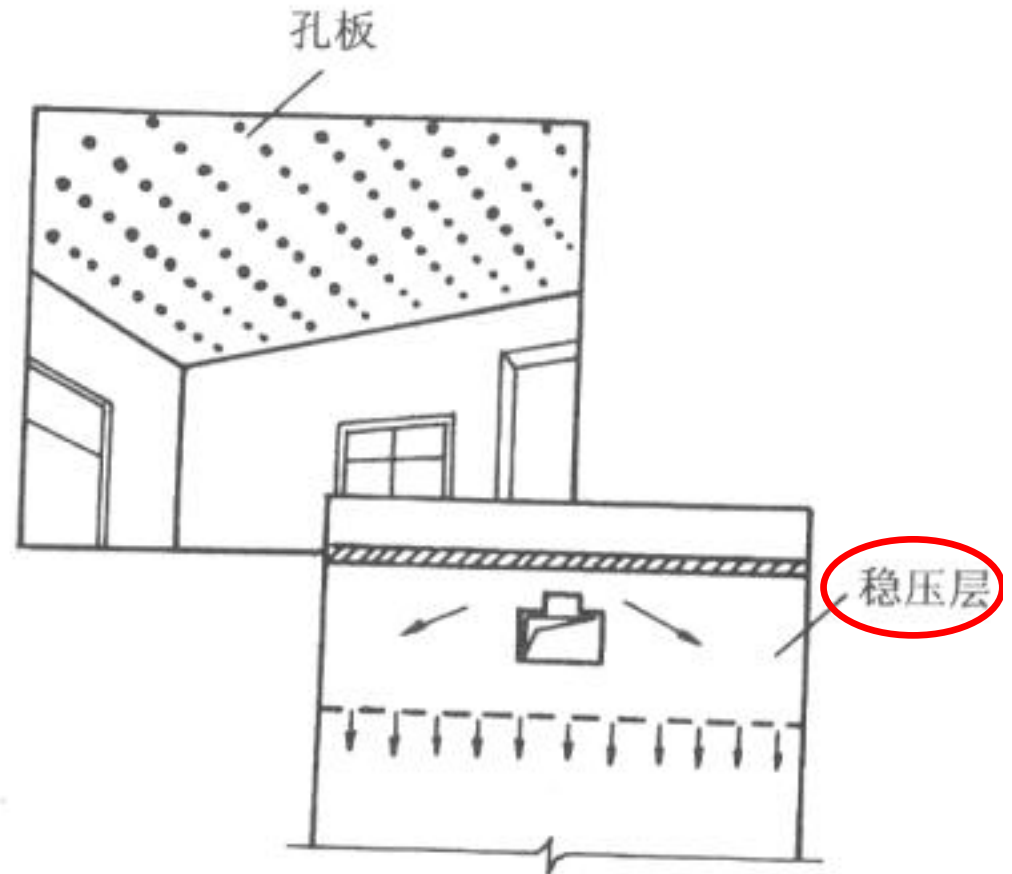
- ✓ 全面孔板
- ✓ 局部孔板

### 2. 气流流型及应有场合

- ✓ 全面孔板单向流流型
- ✓ 全面孔板不稳定流流型
- ✓ 局部孔板流型

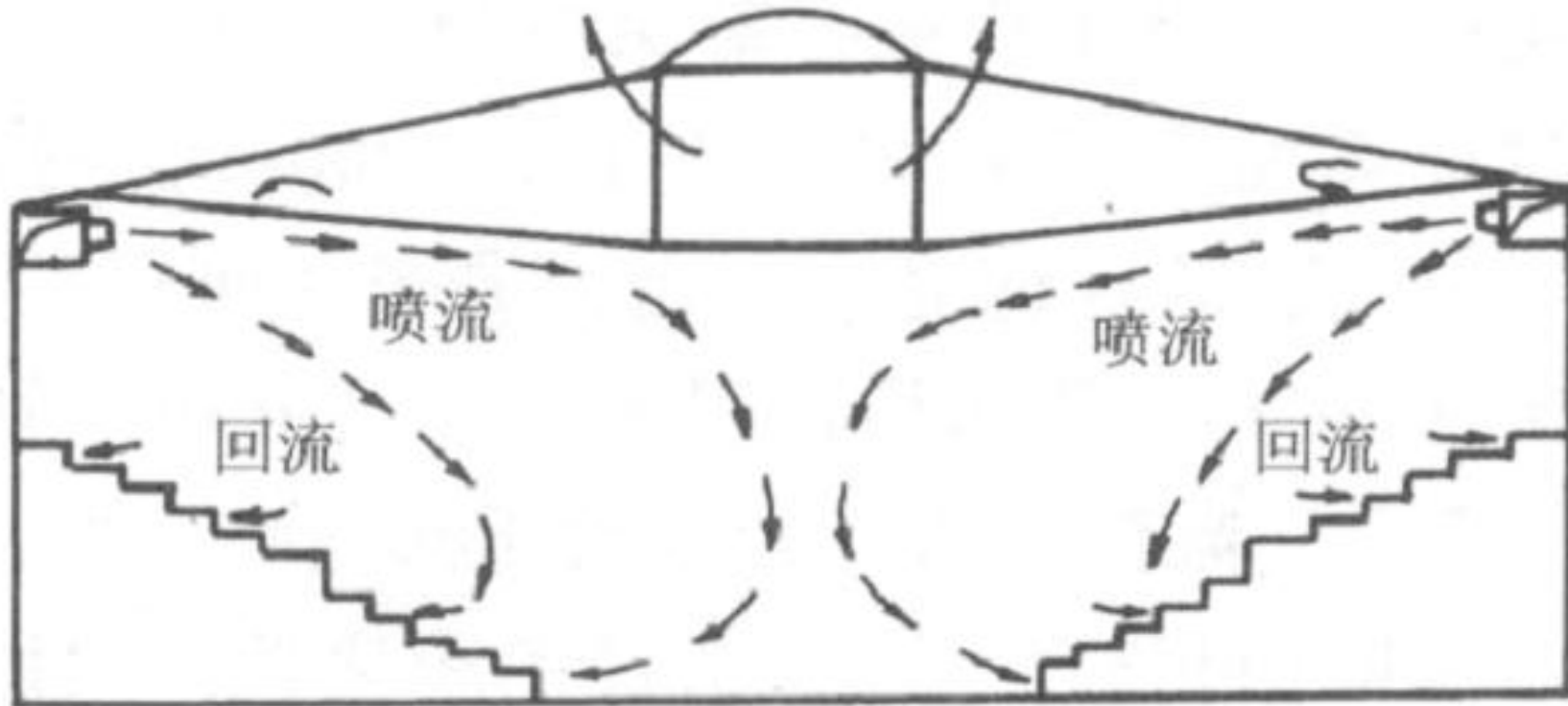
### 3. 稳压层设计

- ✓ 稳压层高度设计计算，但净高 $\geq 0.2\text{m}$
- ✓ 向稳压层送风的速度宜采用 $3\text{--}5\text{m/s}$





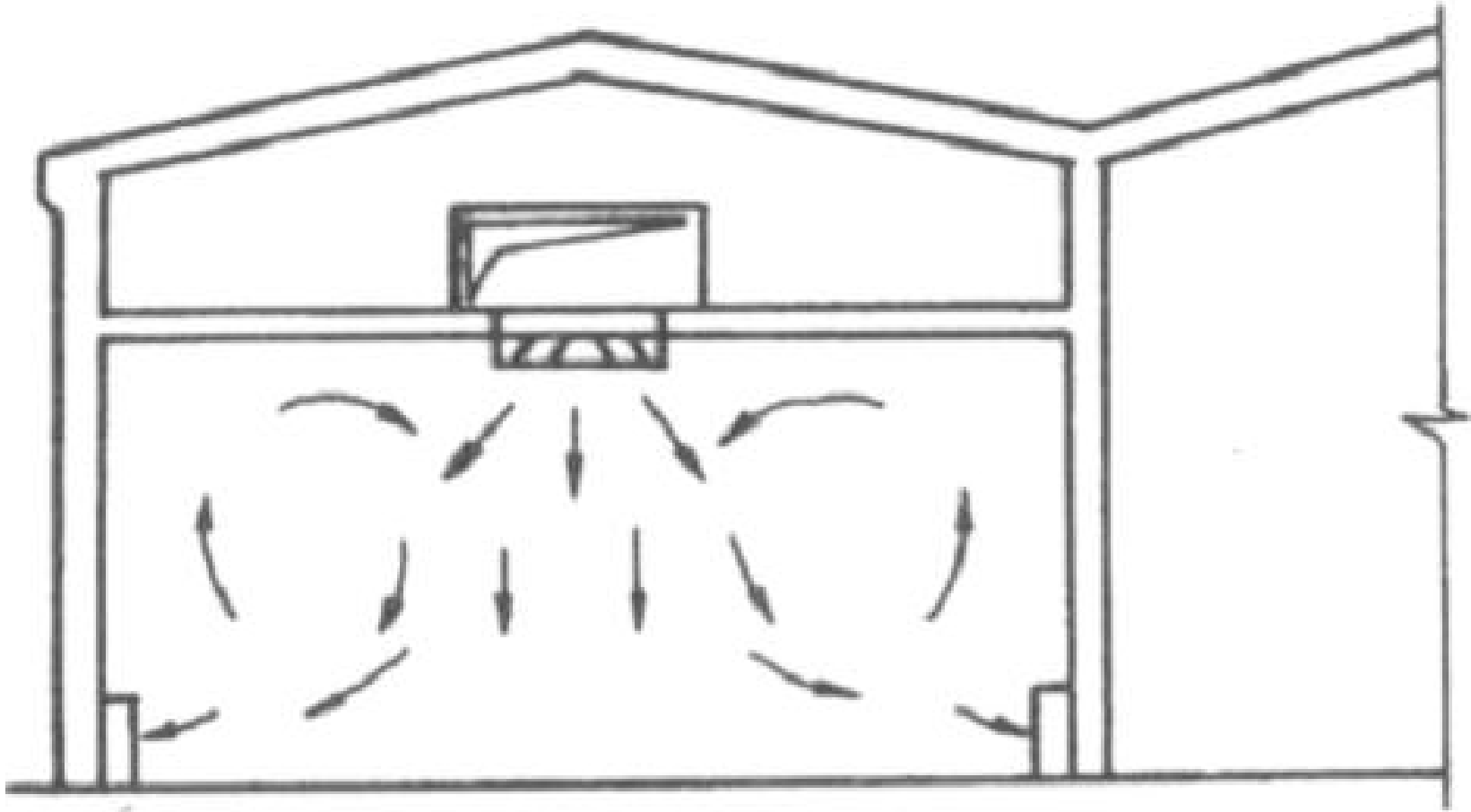
## (4) 喷口送风



喷口送风主要用于大型体育馆、礼堂、影剧院及高大空间（如工业厂房及其他公共建筑）的空调工程



## (5) 条缝送风

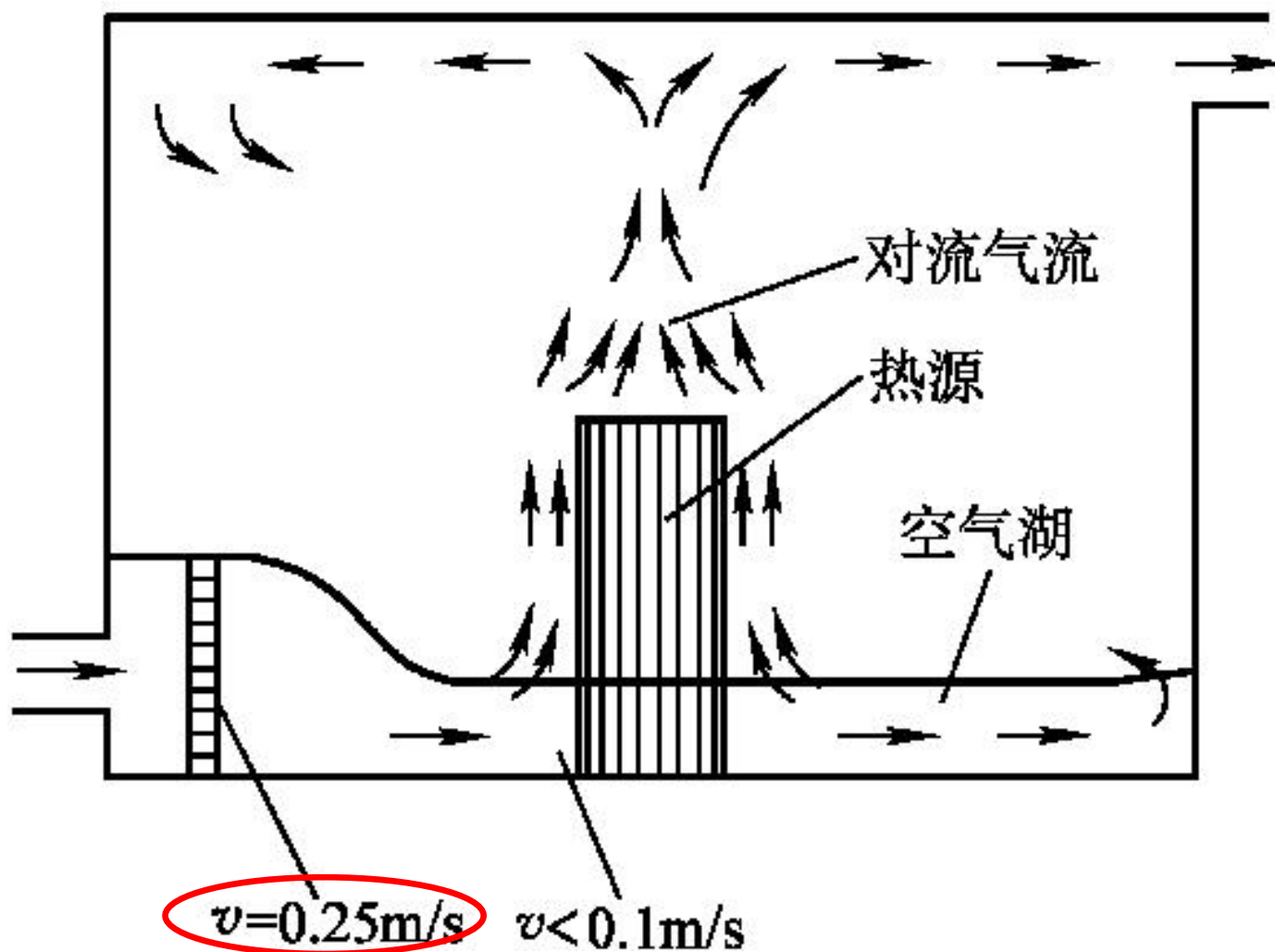


属于扁平自由射流，气流轴心速度衰减较快



## 7.1.2 置换通风系统

### 1. 置换通风系统的基本原理

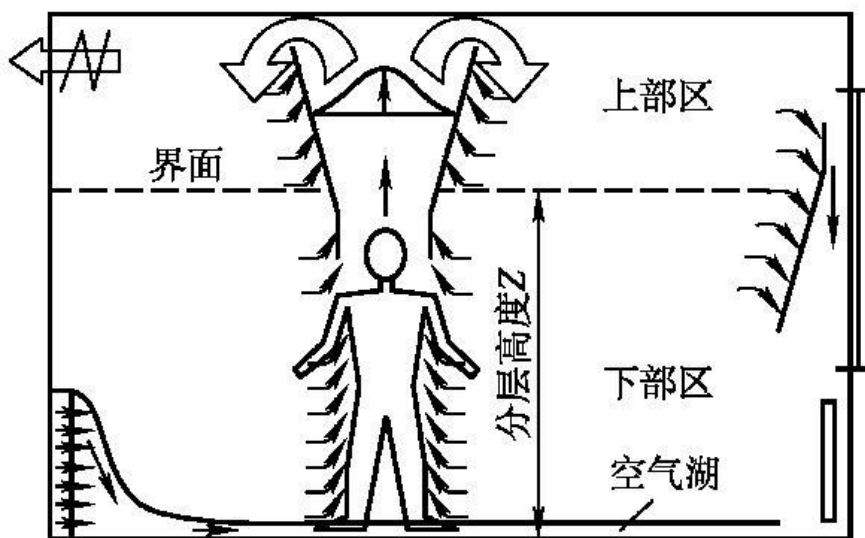




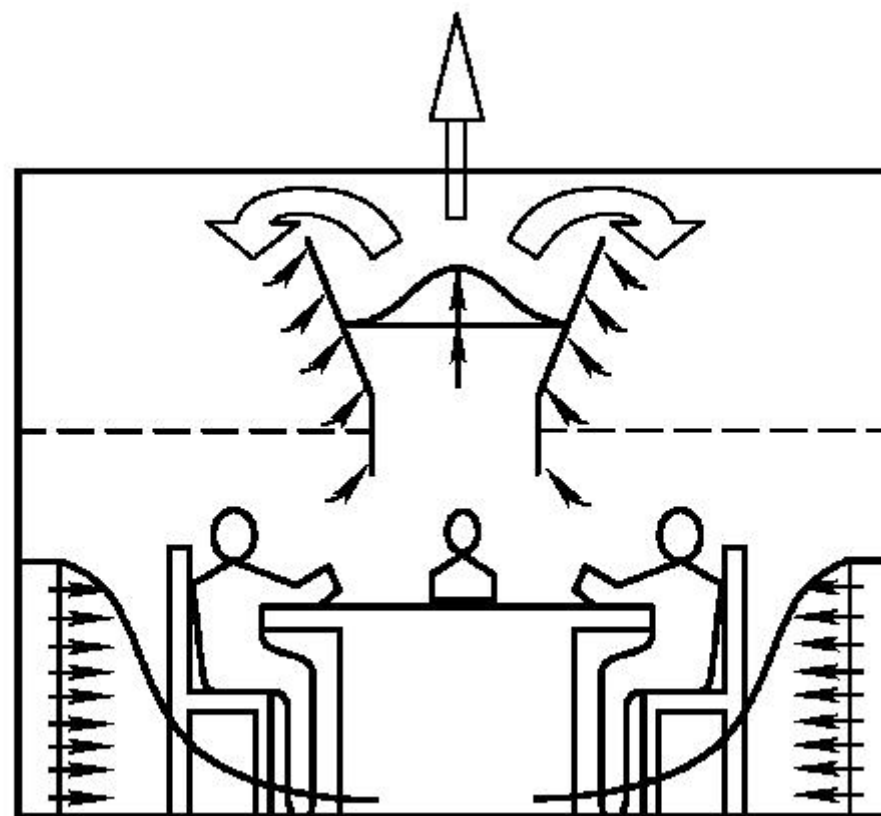
## 7.1.2 置换通风系统

### 2. 气流分布型式

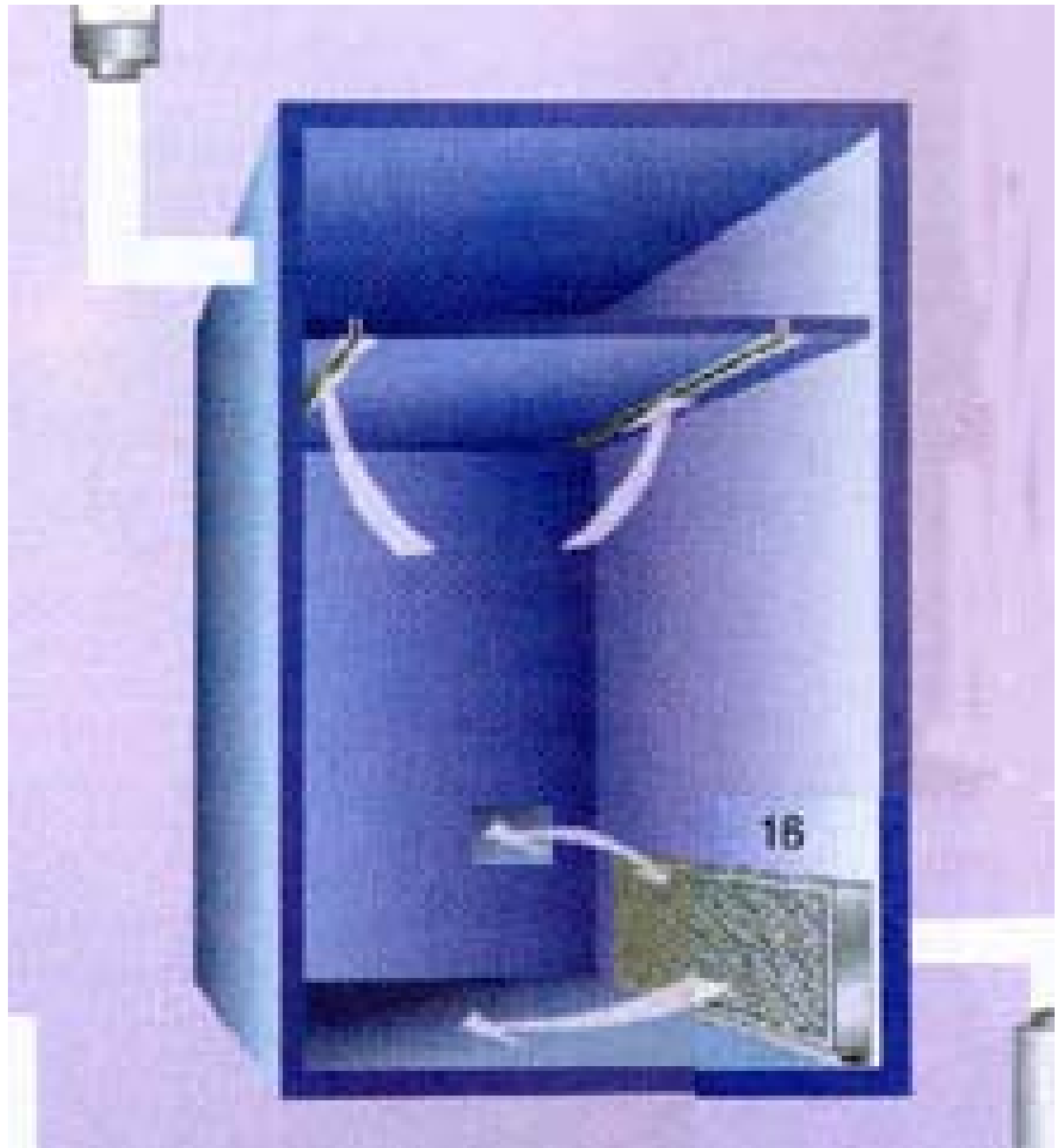
#### 热力分层现象



站姿人员产生的上升气流



坐姿人员产生的上升气流



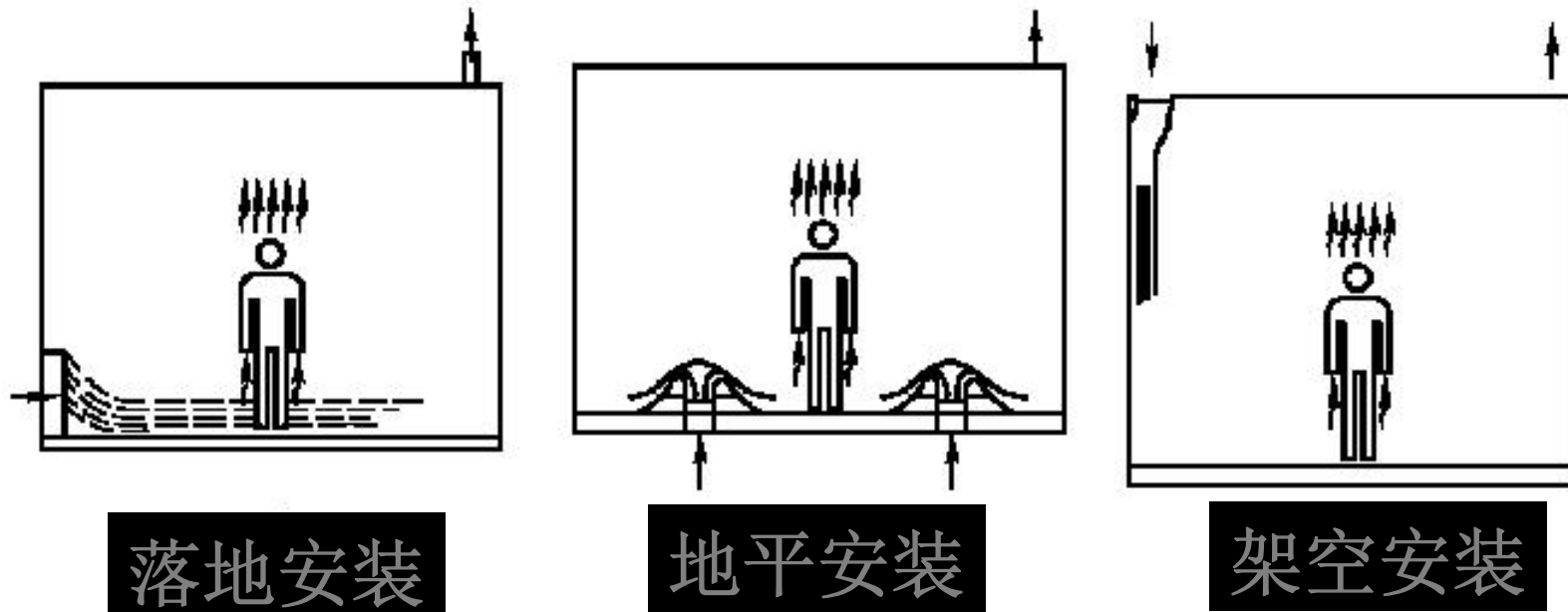
### 3. 热烟羽流量

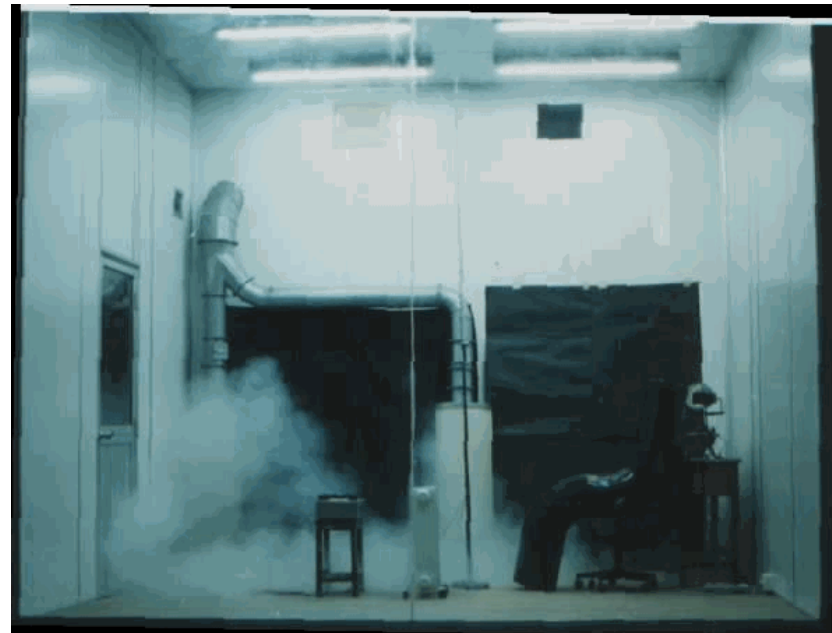
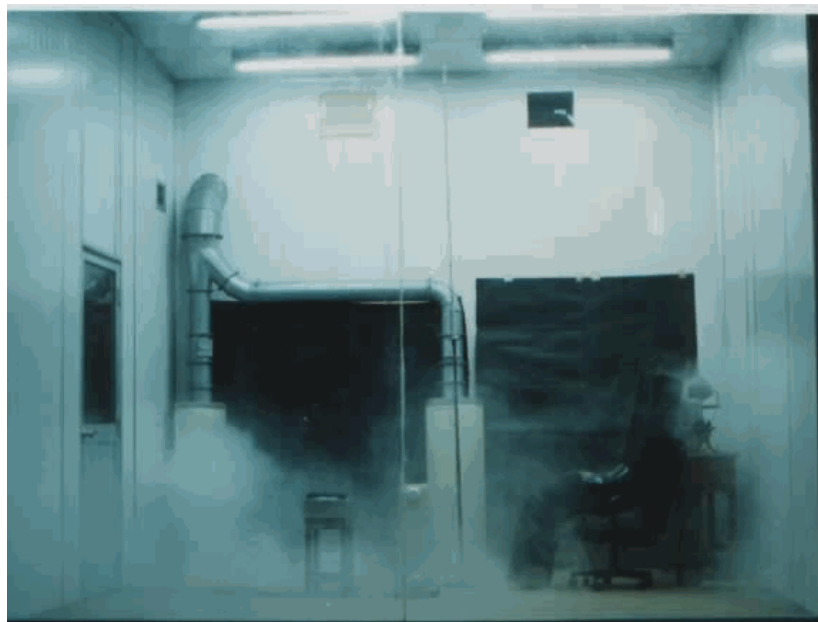
热烟羽是置换通风气流运动的原动力。在某个平面上，热烟羽流量刚好等于送风量，在稳定状态下，界面将室内空气分成两个区，上部紊流混合区和下部单向流动清洁区。

### 4. 置换通风房间室内温度、速度与浓度的分布

(图8-21)

### 5. 末端装置的布置型式及风口的选择





置换通风气流的发展过程

		混合通风	置换通风
气流组织形式			
目标		全室参数一致	人员活动区空气质量
气流动力		气流动量控制	浮力控制
机理		气流强烈掺混	气流扩散浮力提升
气流分布特性		上下均匀	气流分层
流态		高紊流	低紊流或层流
措施	1	大温差, 高风速	小温差, 低风速
	2	上送, 上回	下侧送, 上回
	3	风口掺混性好	风口扩散性好
	4	风口紊流系数大	风口紊流小
效果	1	消除全室负荷 (余热、污染物)	消除人员活动区负荷 (余热、污染物)
	2	空气品质接近回风	空气品质接近送风

## 7.1.3 工位与环境相结合的调节系统

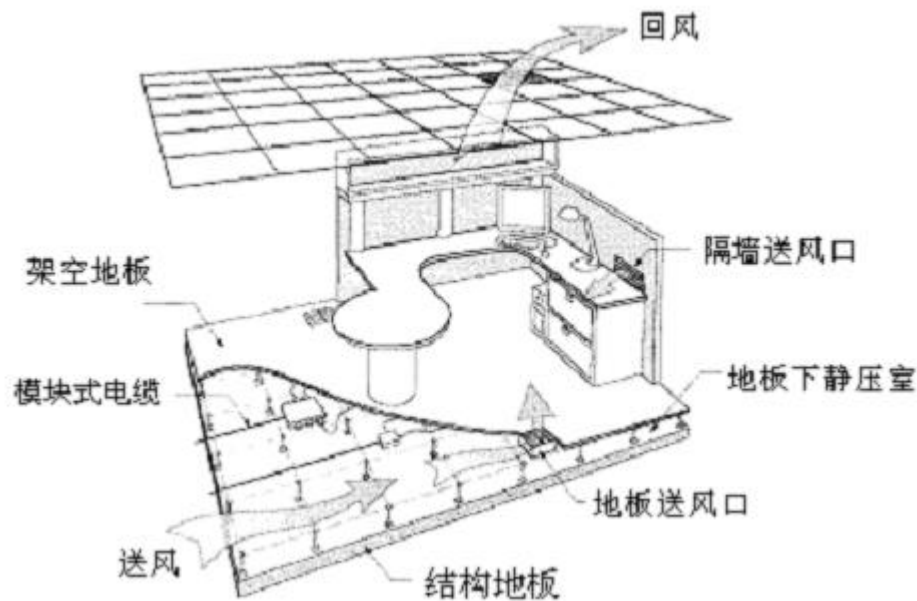
(Task-Ambient Conditioning System—TAC系统)

### 1. TAC系统的特点

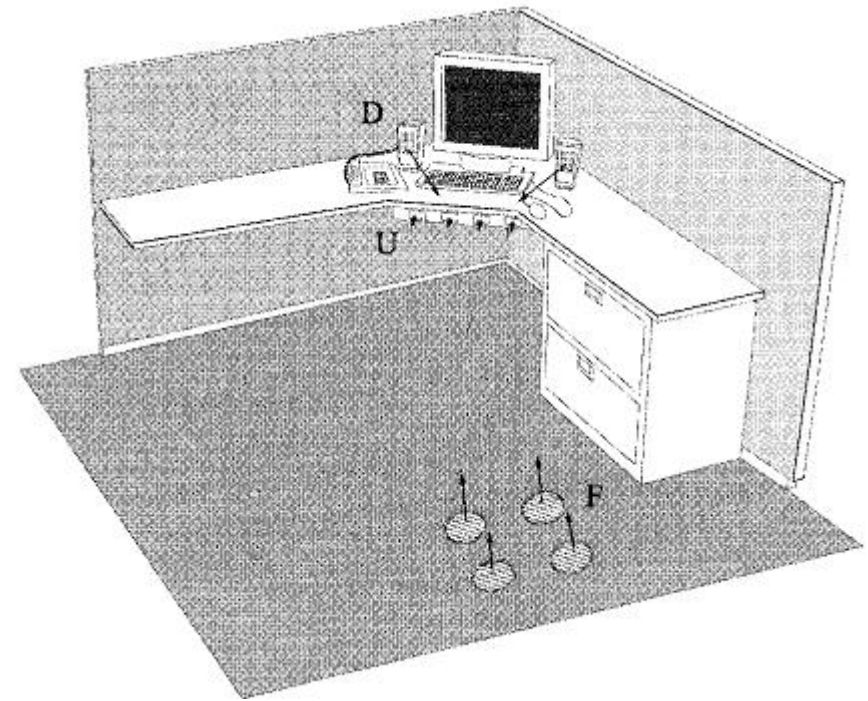
TAC系统的特点，就是降低了非关键区域内周围环境的空调要求，只有在需要维持室内人员舒适的时间和场合里，可单独控制的TAC送风口才能提供工位空调。

# 7.1.3 工位与环境相结合的调节系统 (Task-Ambient Conditioning System—TAC系统)

## 2. TAC系统的送风方式



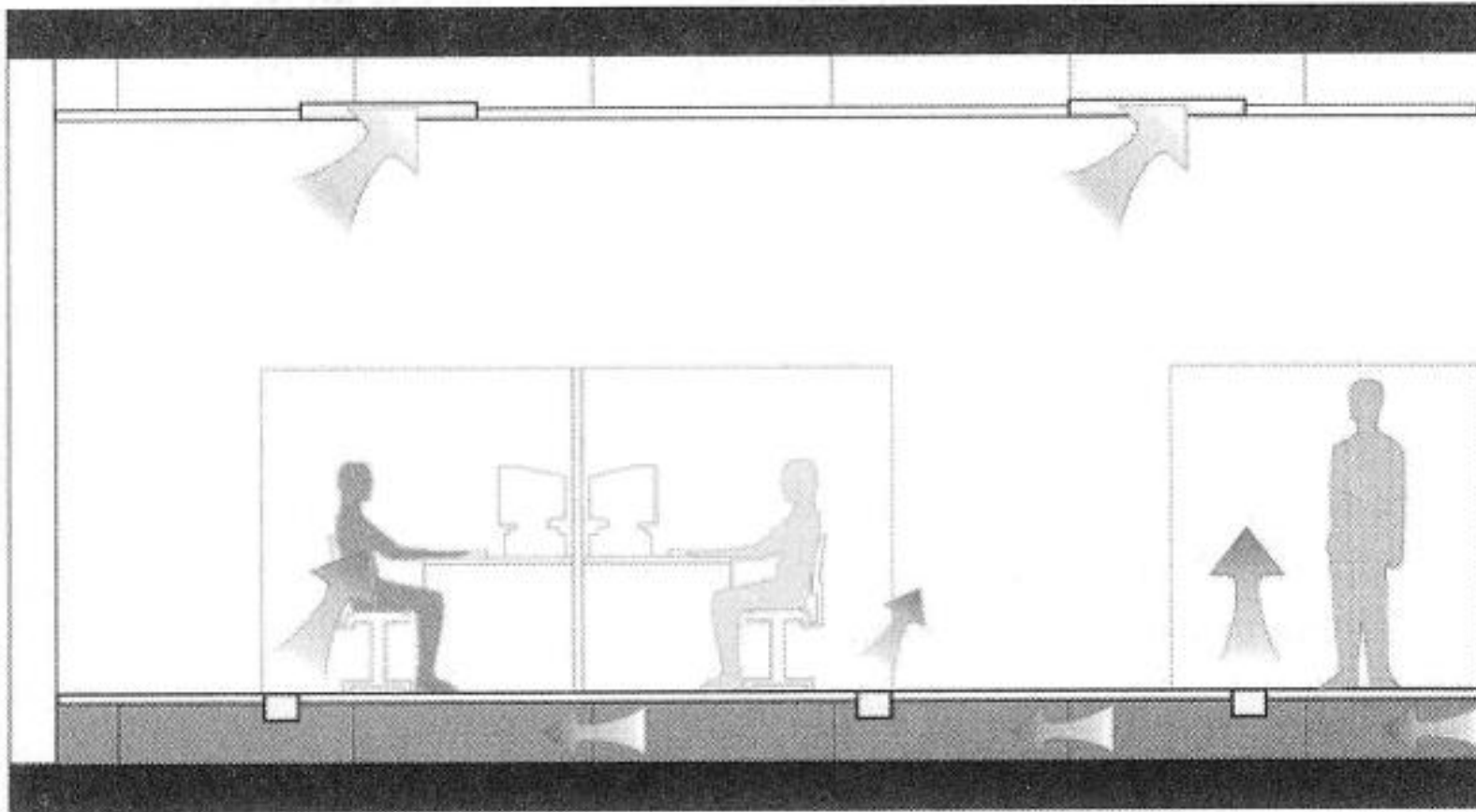
典型的办公空间的TAC系统



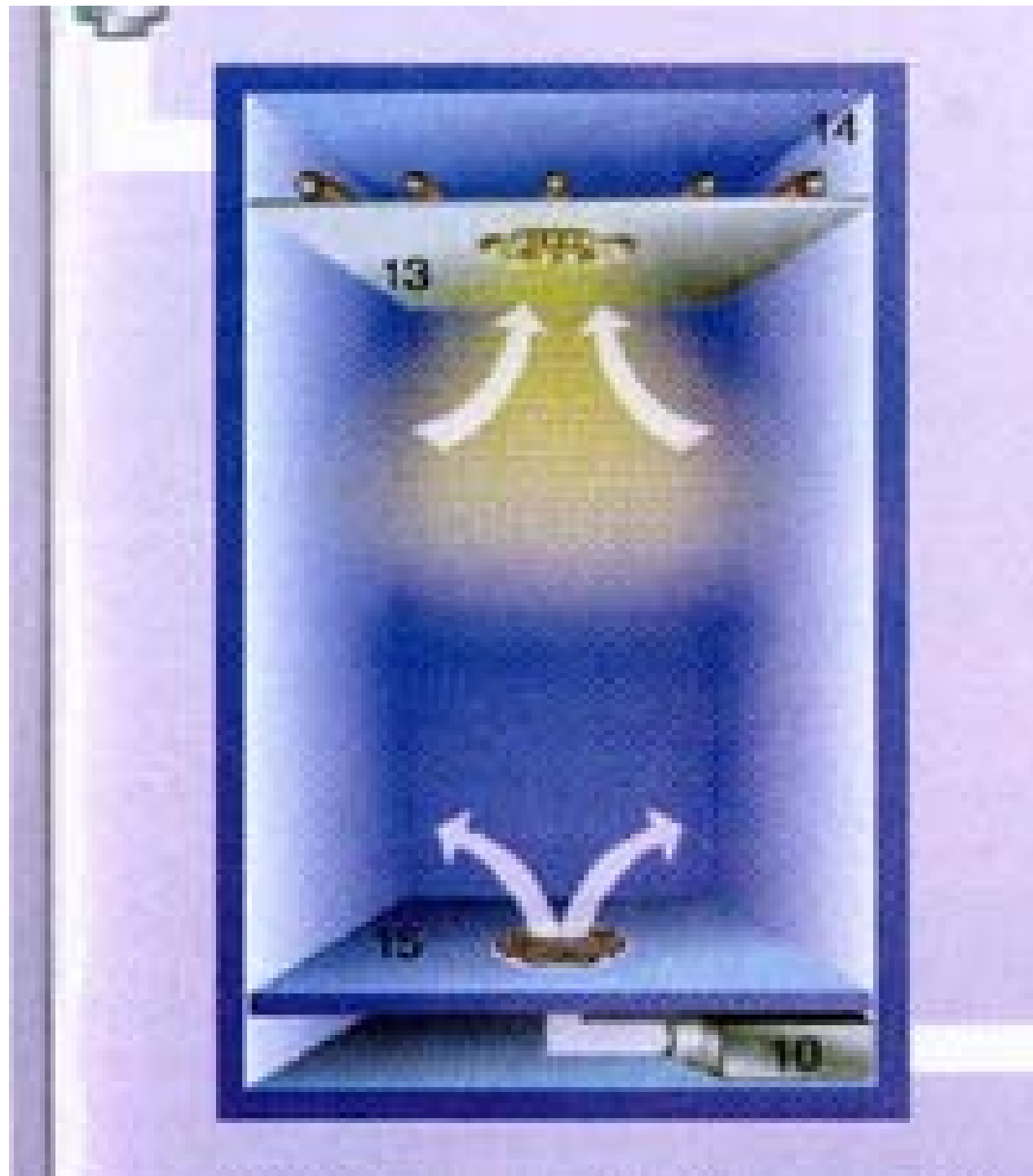
TAC散流器布置型式

## 7.1.4 地板下送风系统

(Underfloor Air Distribution System—UFAD系统)









地板散流器



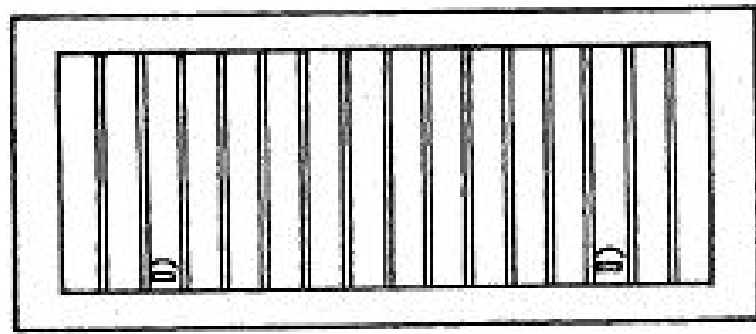
## 7.2 空调送风口、回风口的类型及应用场合



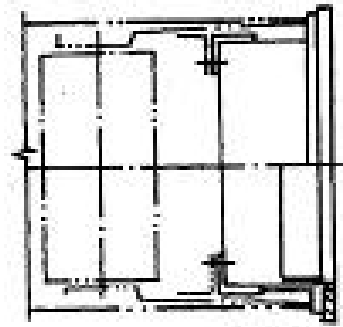
## 7.2 空调送风口、回风口的类型及应用场合

### 7.2.1 百叶风口

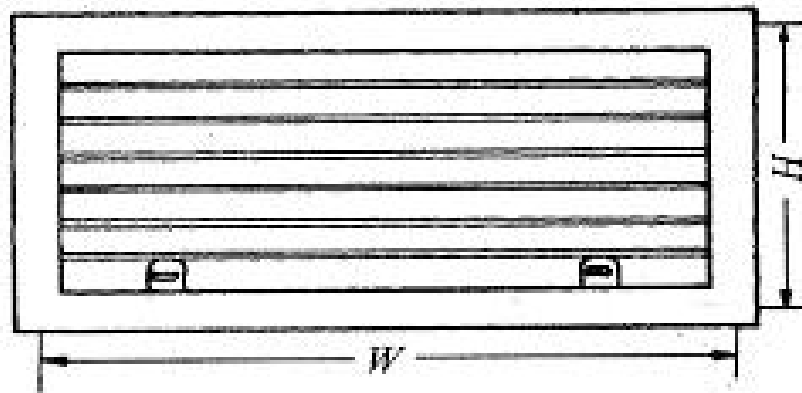
#### 1. 单层百叶风口



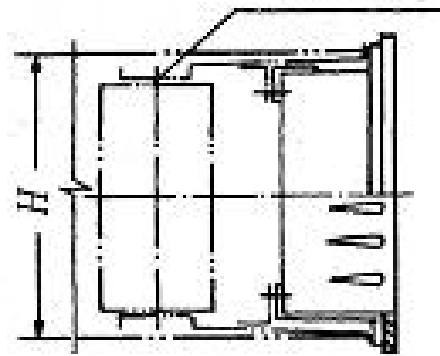
a) V式



对开式风量  
调节阀

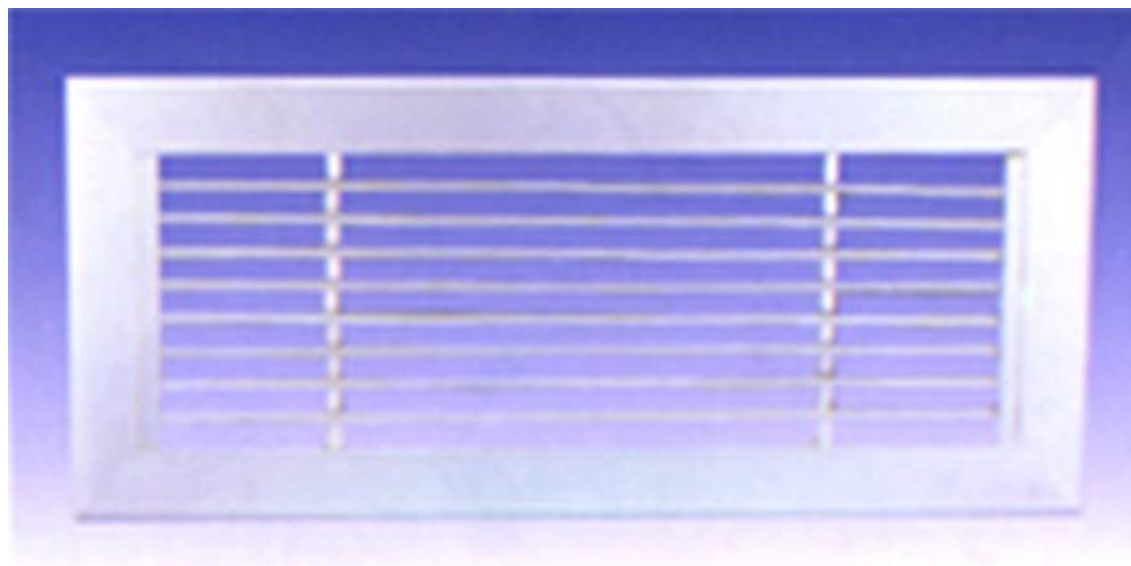


b) H式



## 7.2.1 百叶风口

### 1. 单层百叶风口



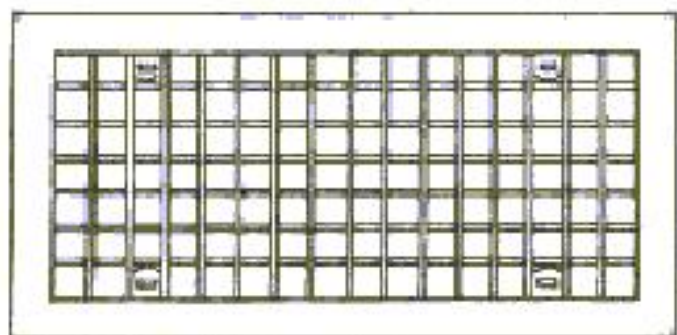
调节式百叶风口



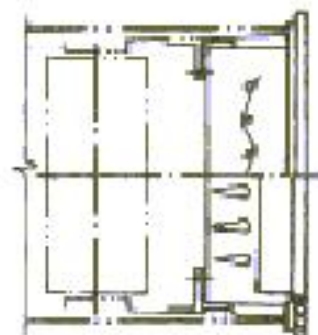
固定式百叶风口

# 7.2.1 百叶风口

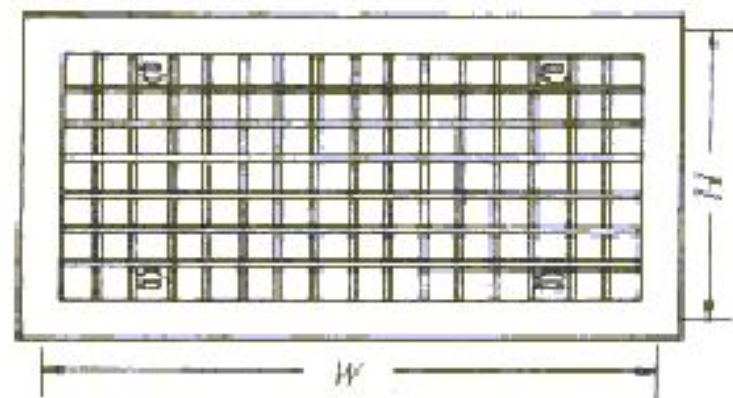
## 2. 双层百叶风口



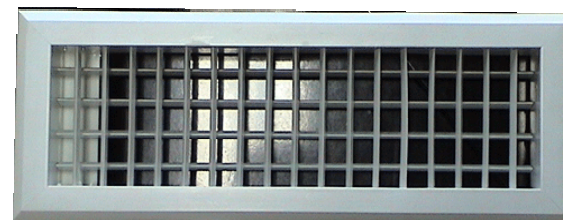
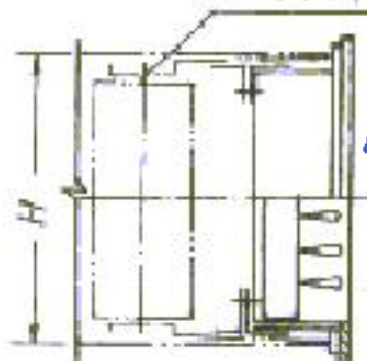
a) VIL式



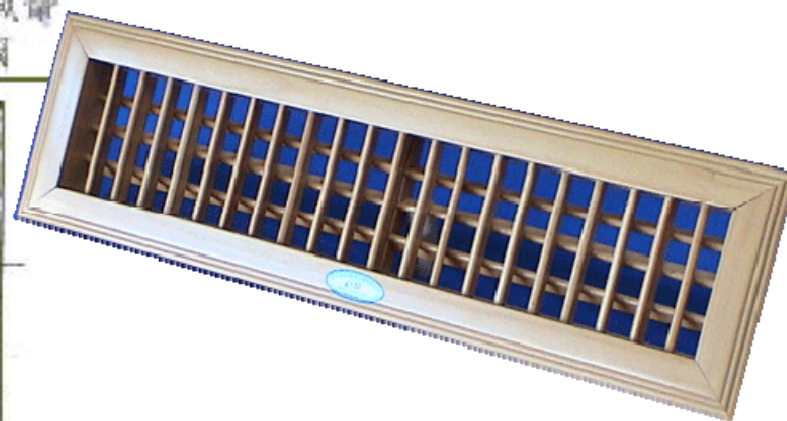
对开式风量  
调节阀



b) HV式



双层百叶

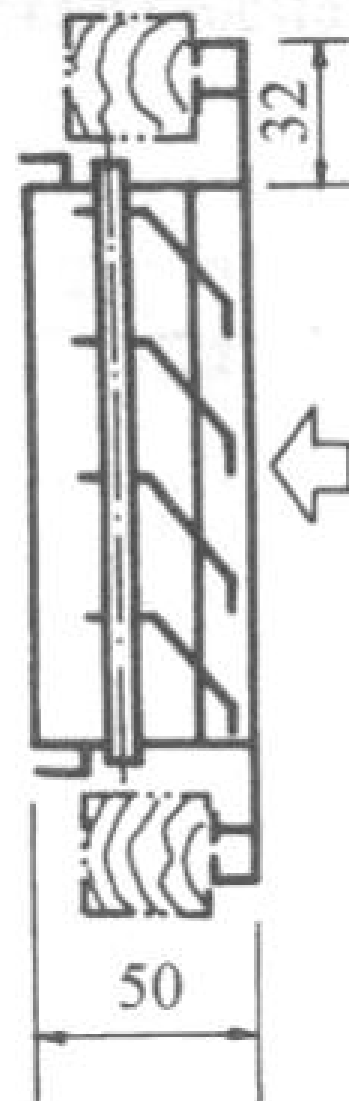
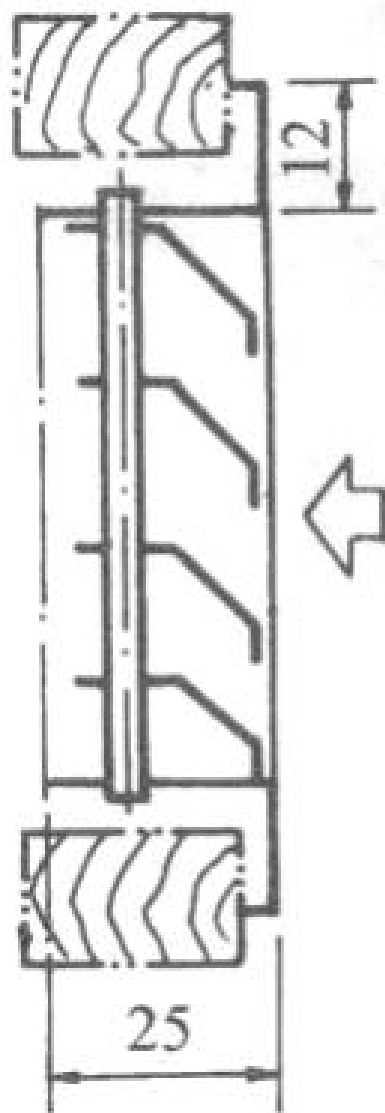


木质双层百叶

7.2.1 百叶风口  
3. 侧壁格栅风口

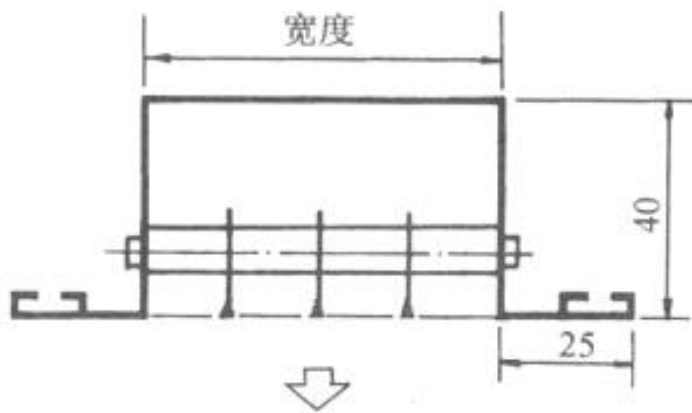
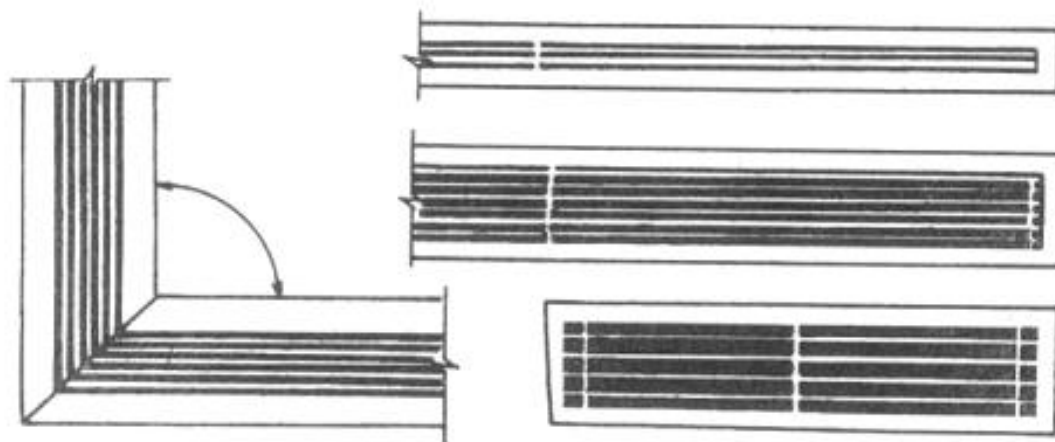


可开格栅带滤网



## 7.2.1 百叶风口

### 4. 条缝型格栅风口

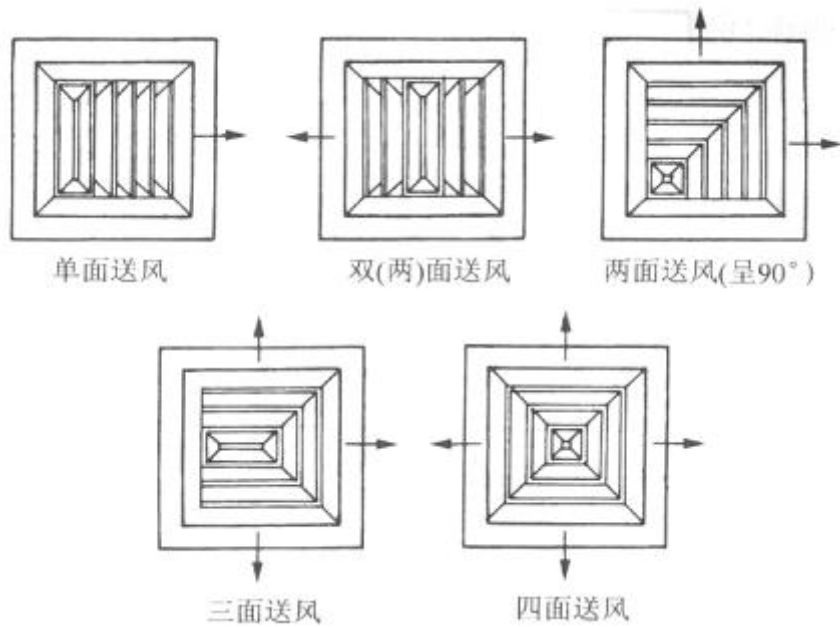






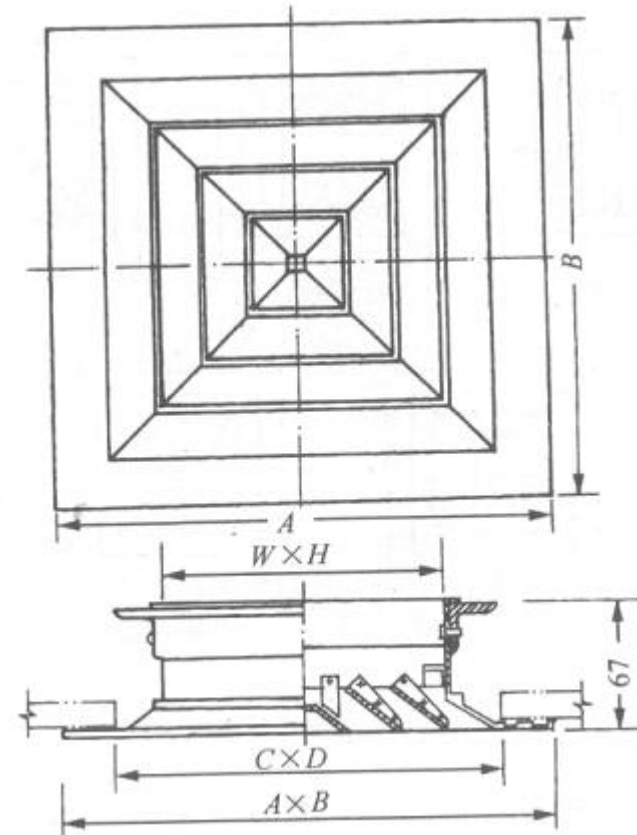
## 7.2.2 散流器

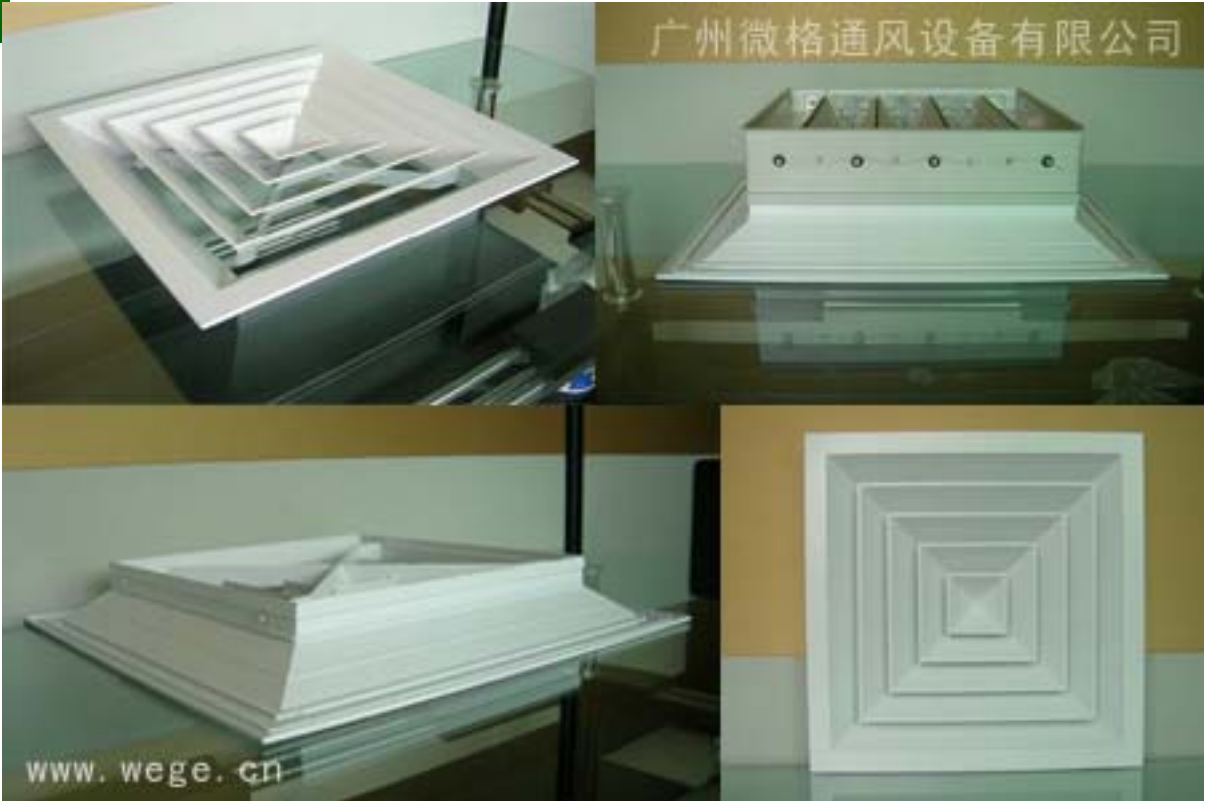
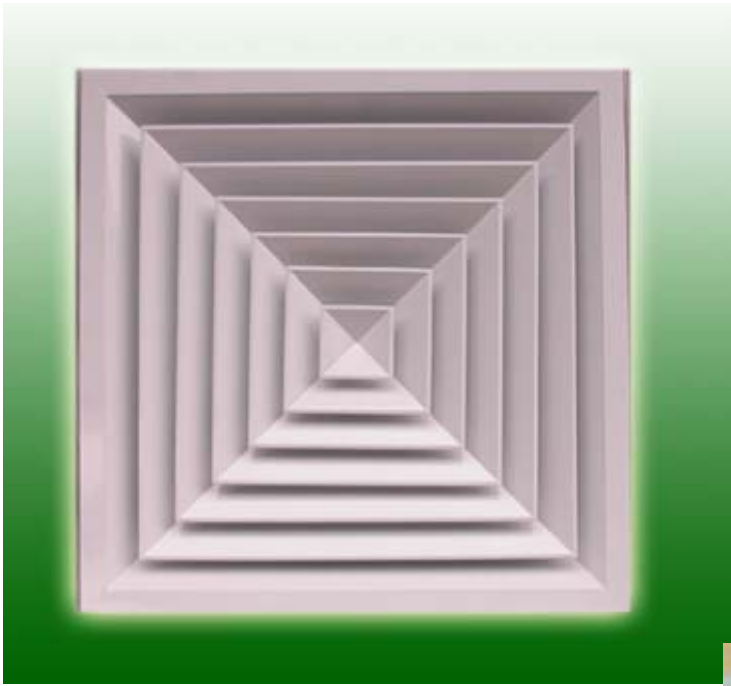
### 1. 方形散流器



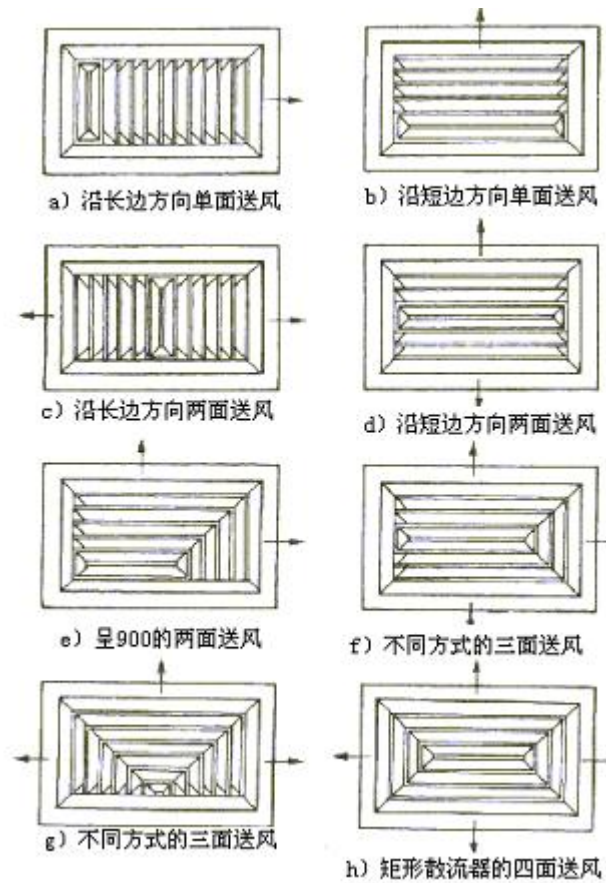
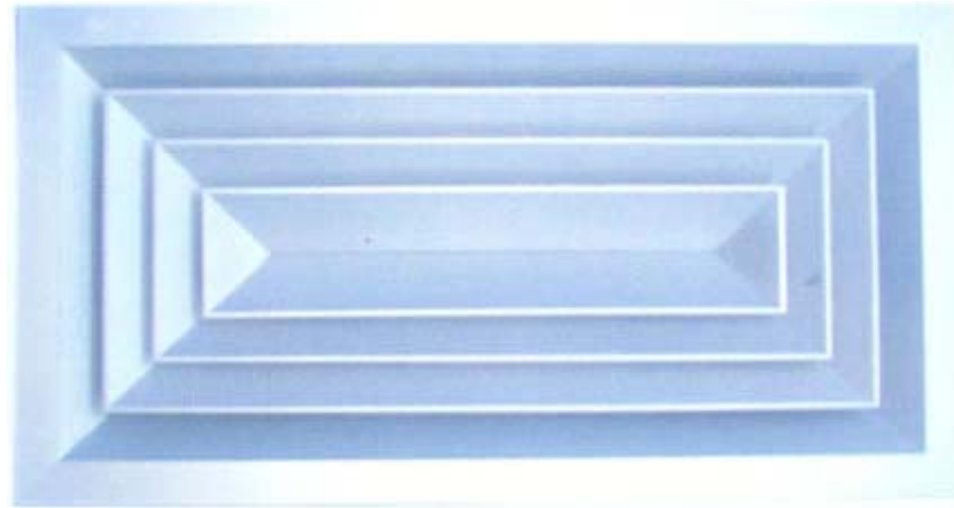
方形散流器的送风方向

### 四面送风方形散流器的结构图

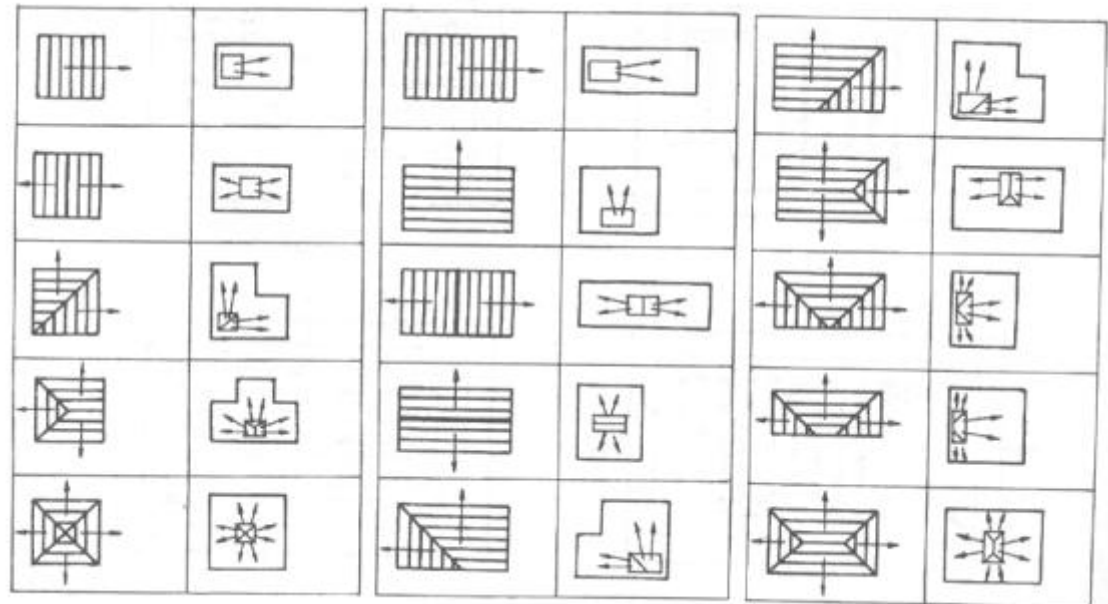




## 2. 矩形散流器

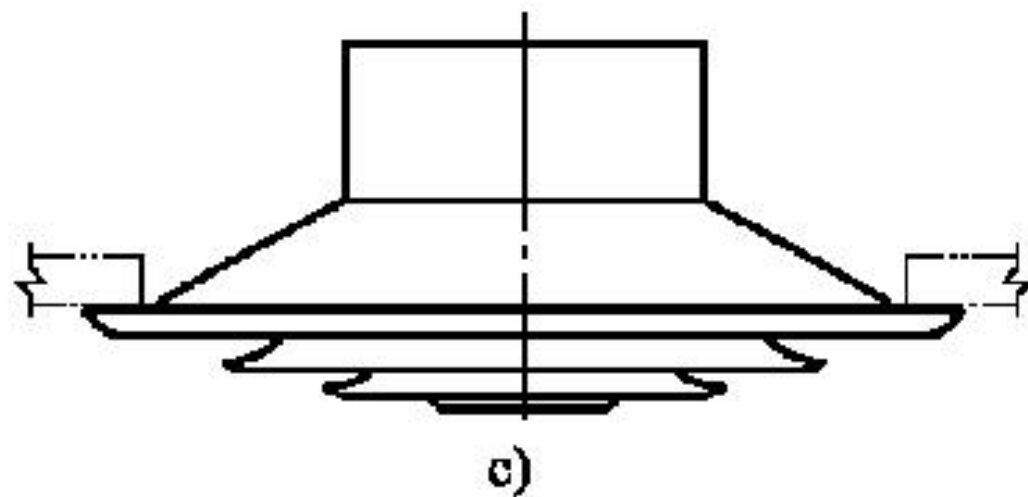
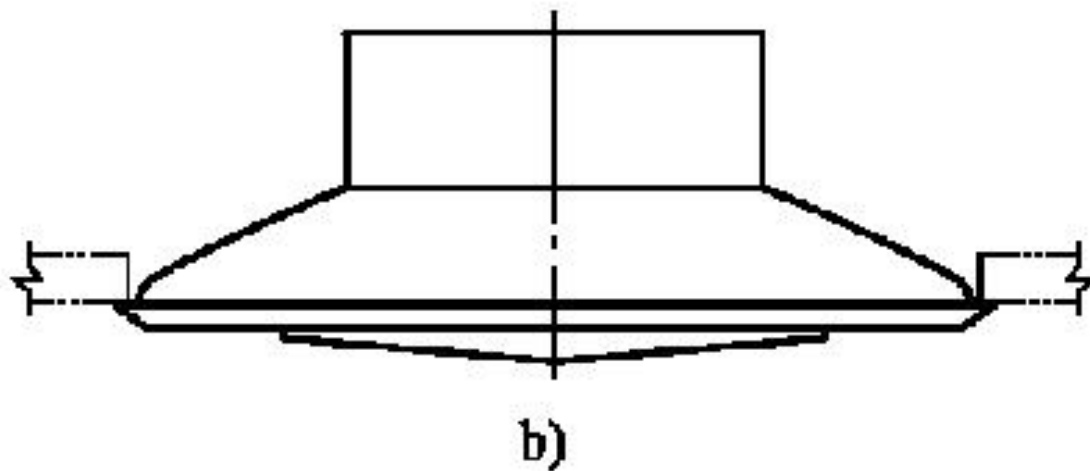
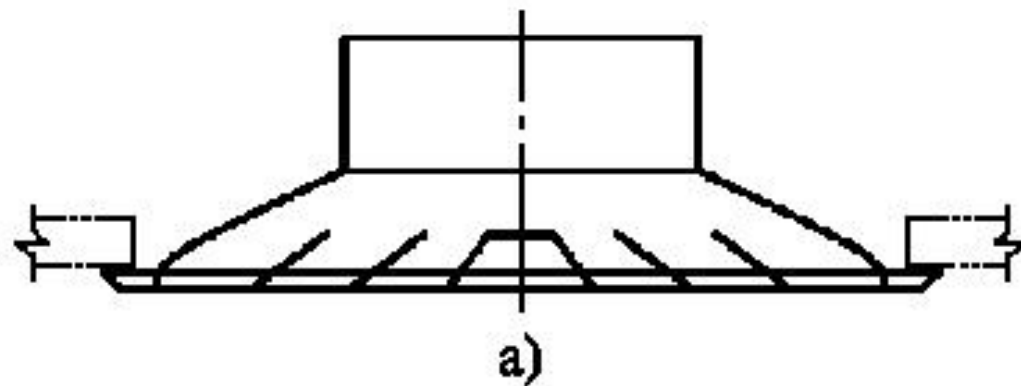


矩形散流器的送风方向

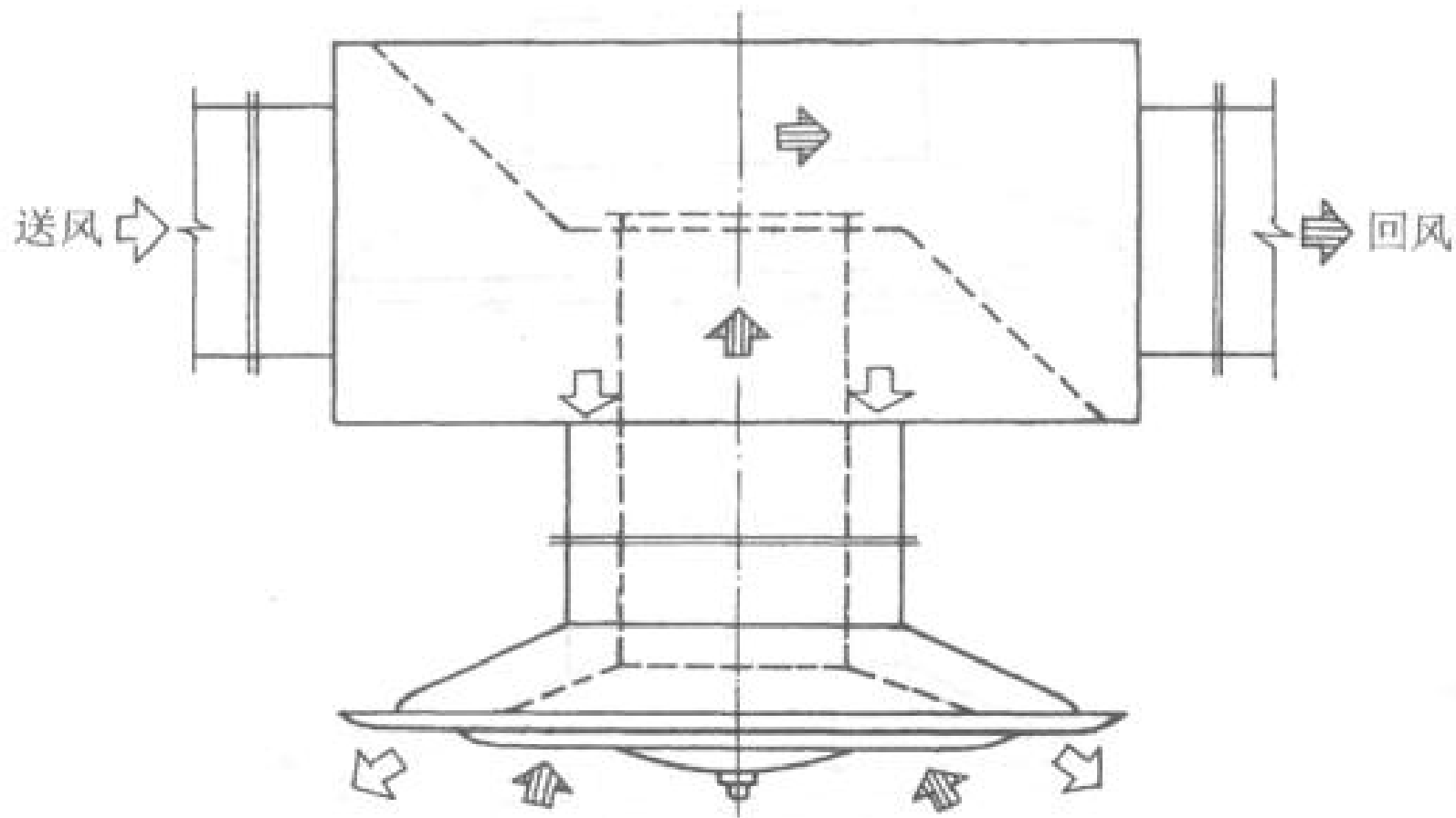


方形、矩形散流器在形状不同房间内的布置

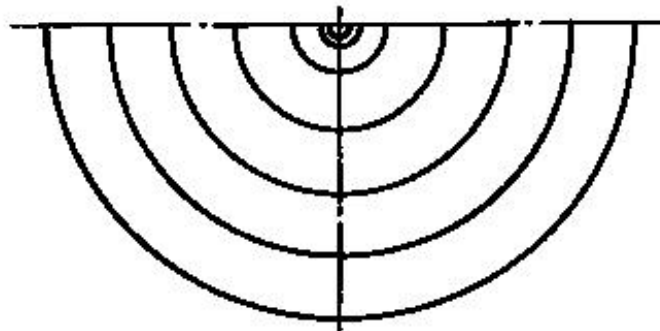
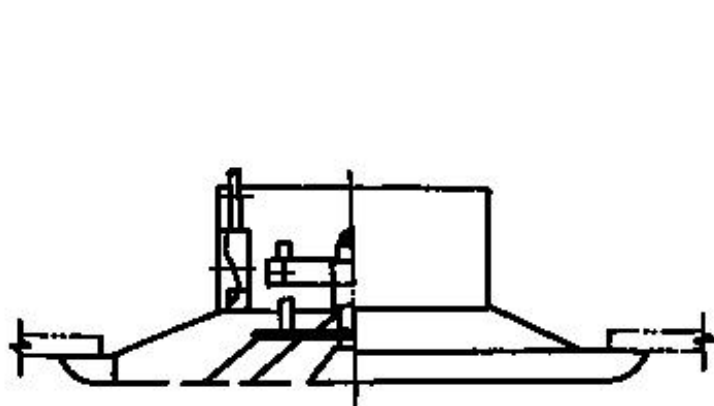
### 3. 圆形散流器



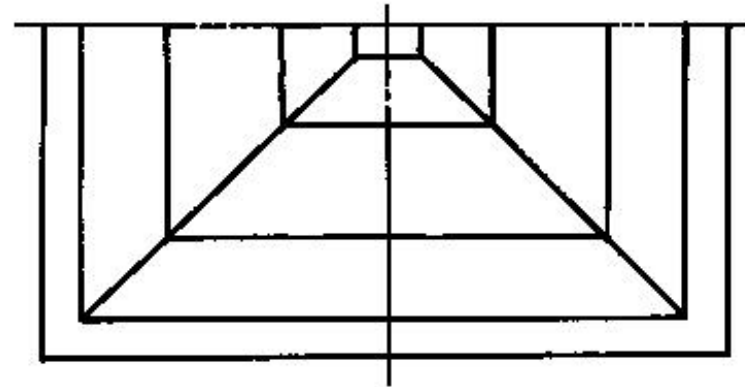
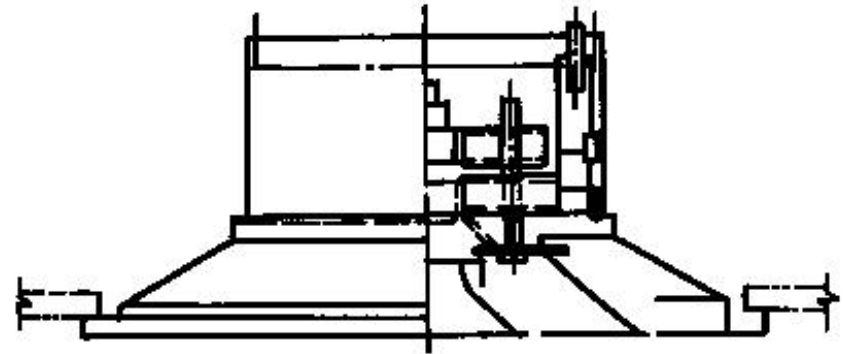
## 4. 送回（吸）两用型散流器



## 5. 自力式温控变流型散流器



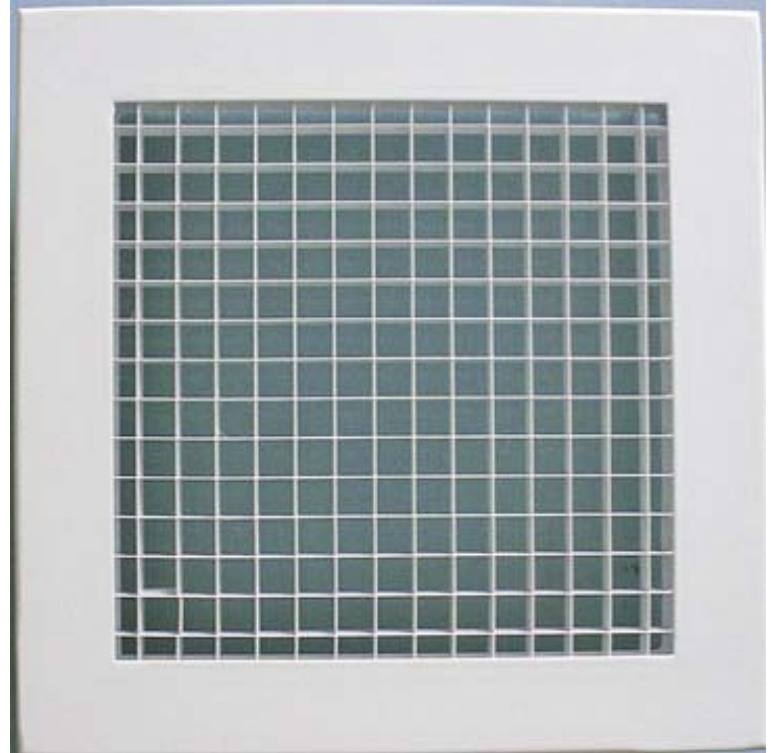
a)



b)



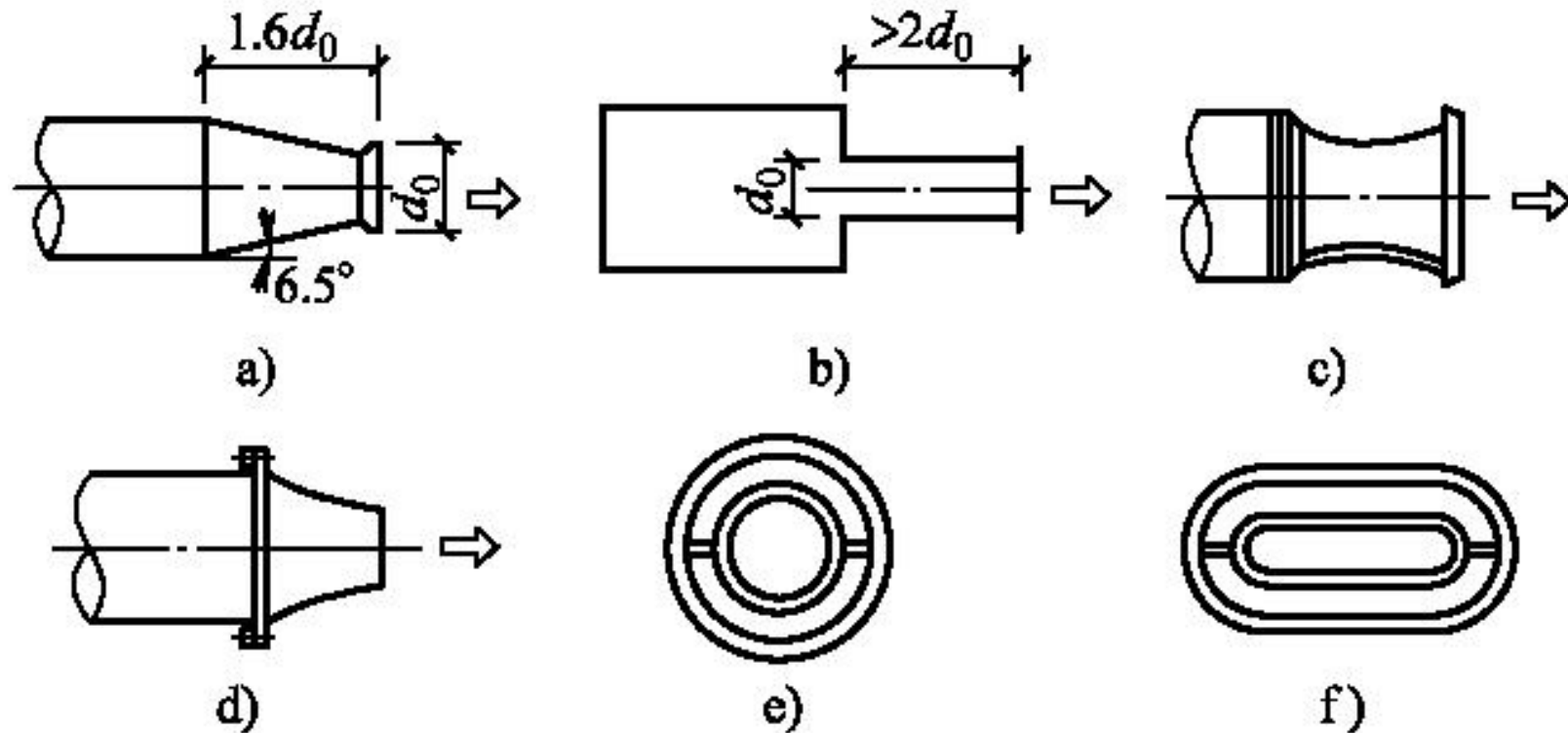
地板散流器



蛋格风口



## 7.2.3 喷射式送风口

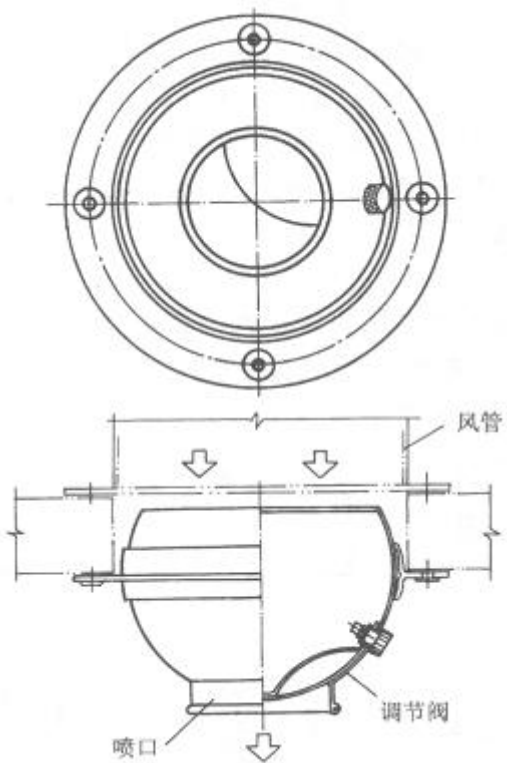


射流喷口（嘴）的型式

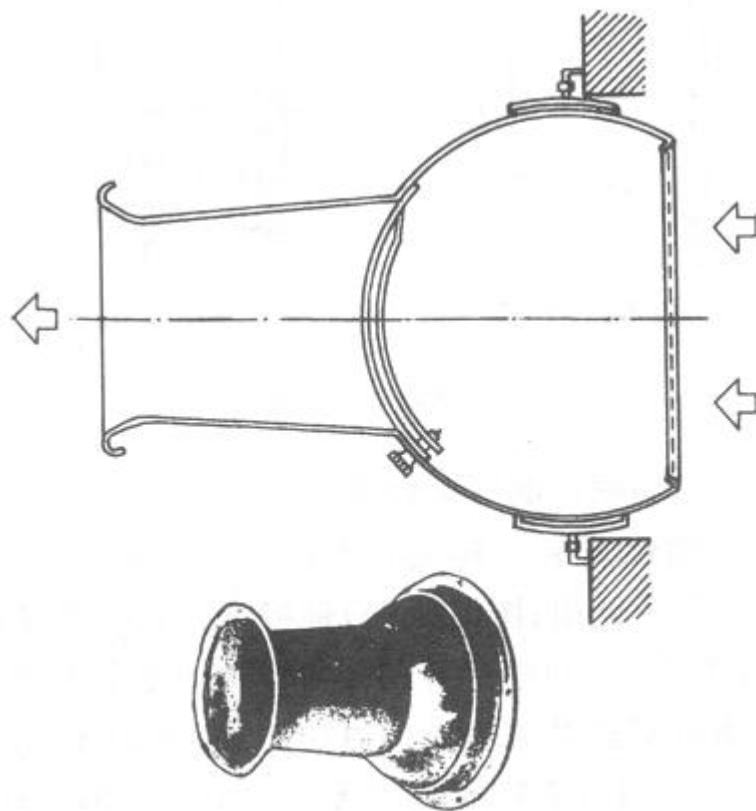
- a. 直线收缩型圆形喷口    b. 直筒型圆喷口    c. 减缩渐扩圆形喷口  
d. 圆弧型圆喷口    e. 两个圆筒型喷口同心套在一起  
f. 两个扁筒型喷口同心套在一起

## 7.2.3 喷射式送风口

### 球形旋转式风口



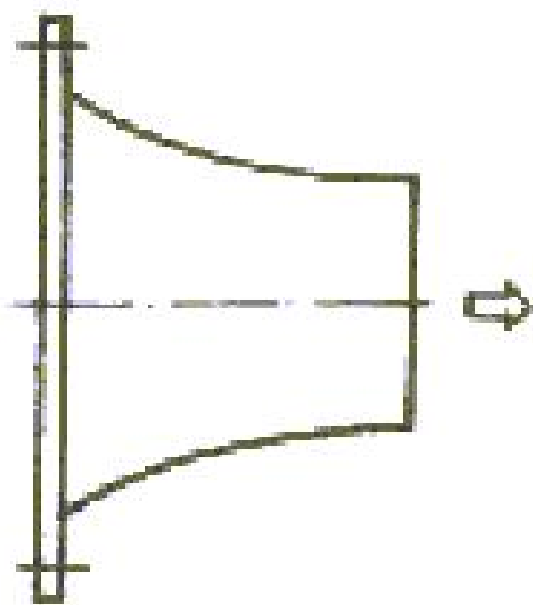
球形旋转式风口



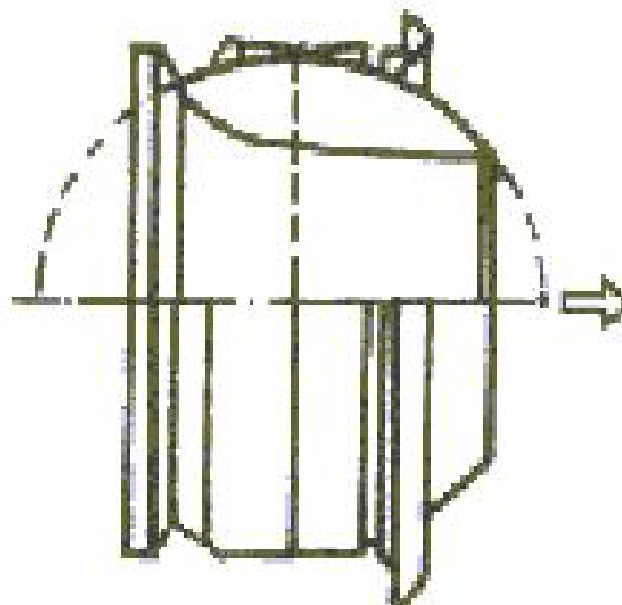
带长喷嘴的球形旋转风口

## 7.2.3 喷射式送风口

### 球形射流风口



a) DUK-F型



b) DUK-V型



球形风口



球形喷口

## 7.2.4 旋流送风口

旋流风口及安装用的地板（图8-48）

妥思（Trolox）旋流送风口

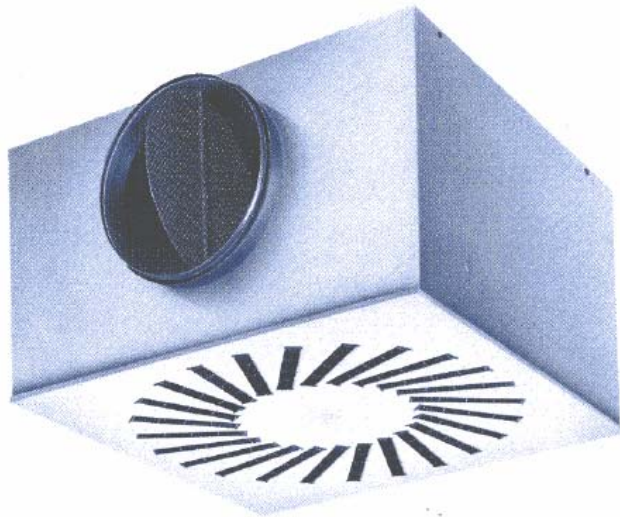
- （1）TDF系列固定式导流叶片旋流送风口（图8-51）
- （2）TDV系列可调式导流叶片旋流送风口（图8-52）
- （3）RFD系列旋流送风口（图8-53）
- （4）VDL系列风向可调旋流送风口（图8-54）







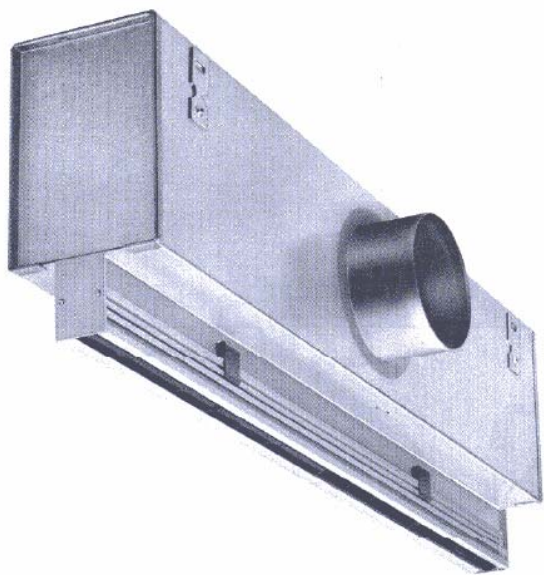
装饰风口



旋流风口



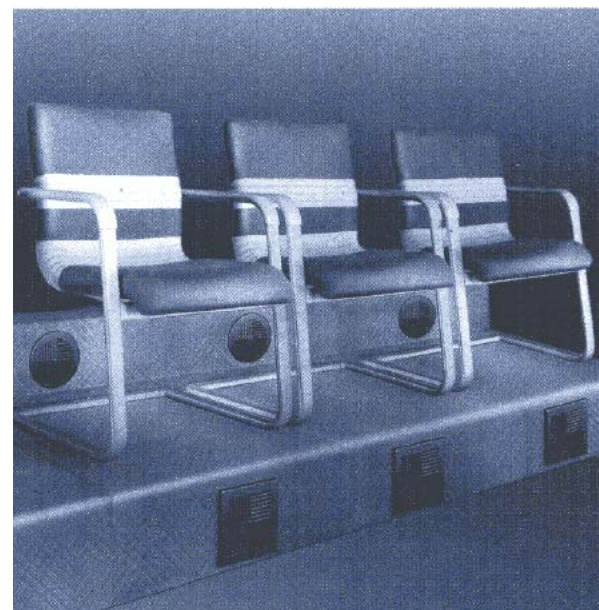
球形喷口



条形风口



地板散流器



阶梯形旋流风口



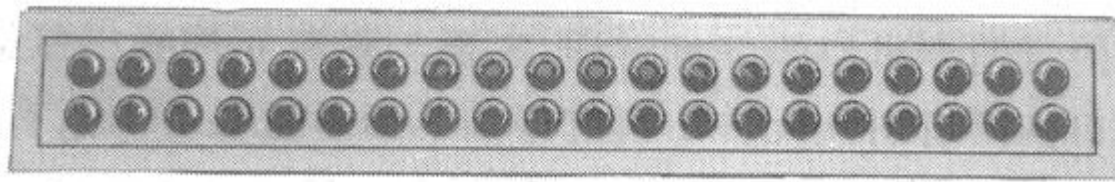
## 7.2.5 射流消声风口

### 1. 矩形消声风口

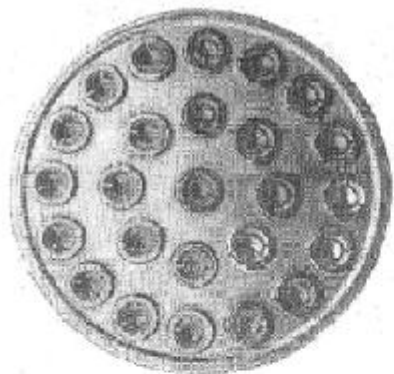
AR型矩形消声风口    ADR型矩形消声风口

### 2. 圆形消声风口（图8-56）

### 3. TYZ型灯具式消声风口（图8-57）



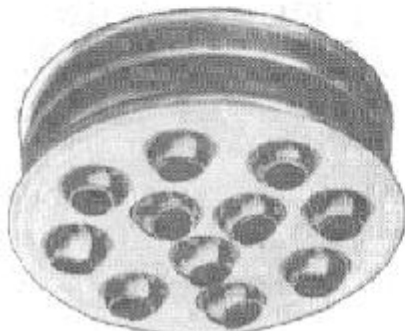
矩形消声风口



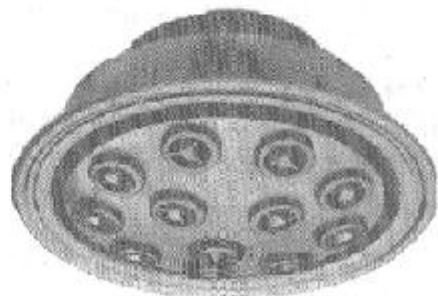
a) ADC型



b) ASC型



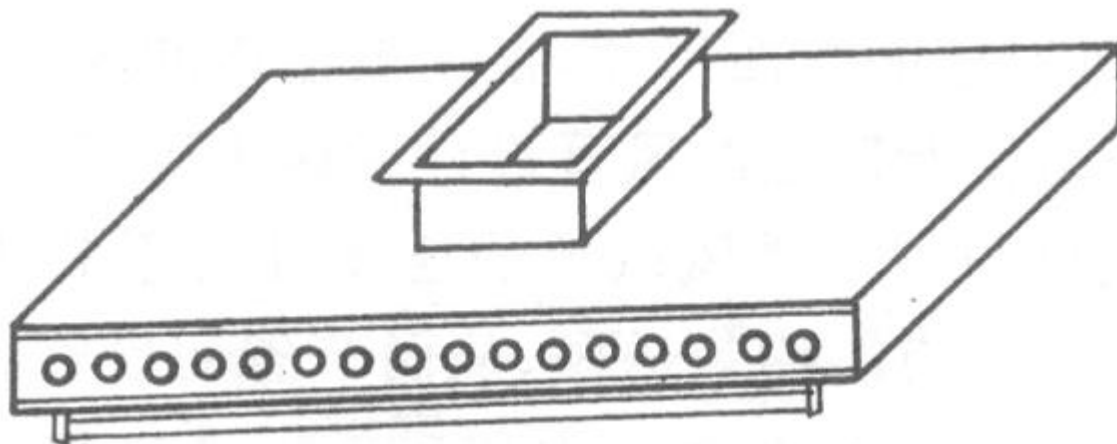
c) 转向型



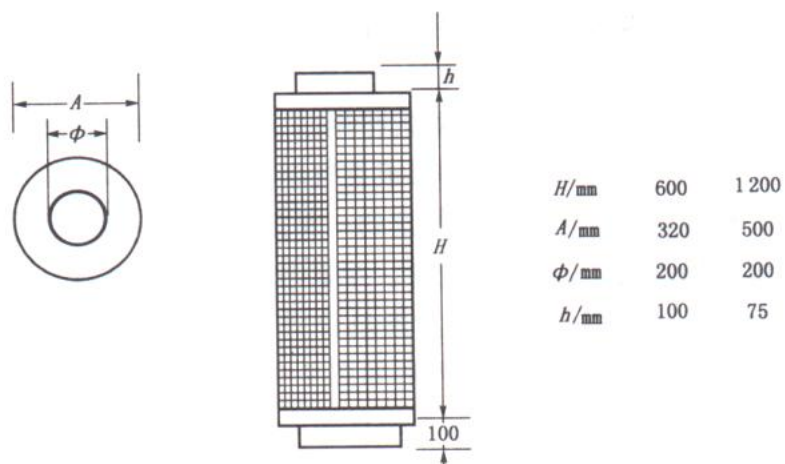
d) ADD型旋转射流

## 圆形消声风口

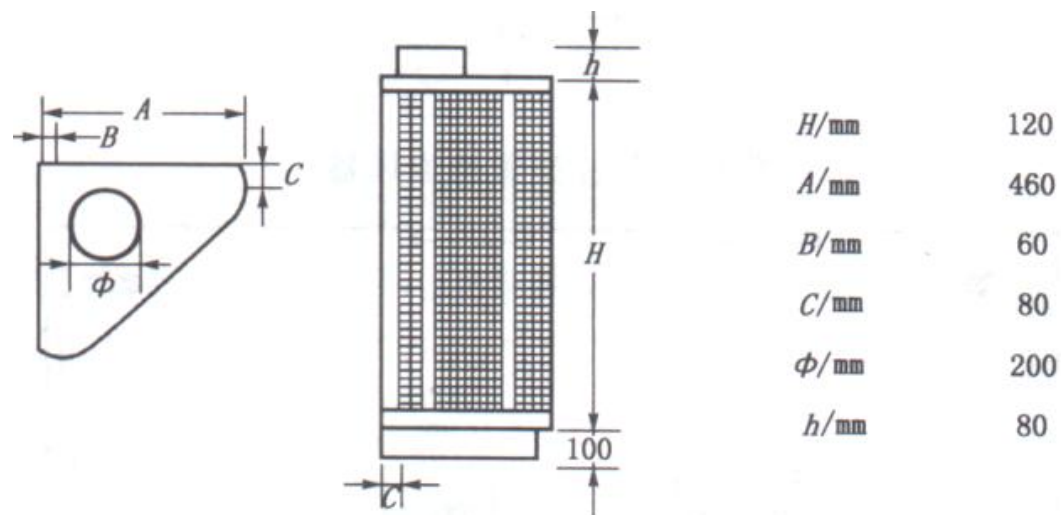
## 灯具式消声风口



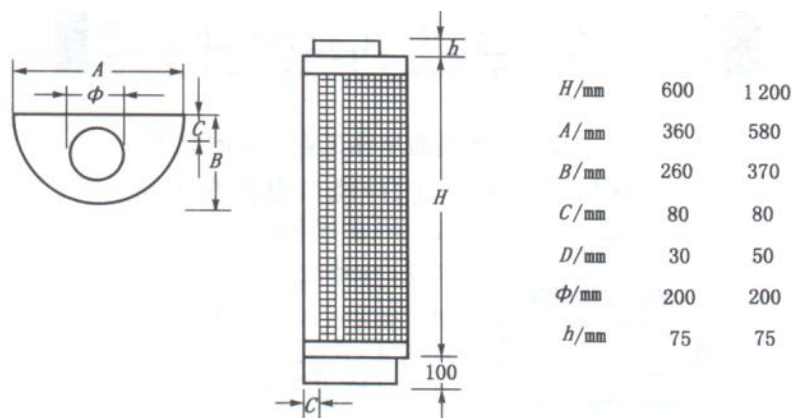
## 7.2.6 置换通风器



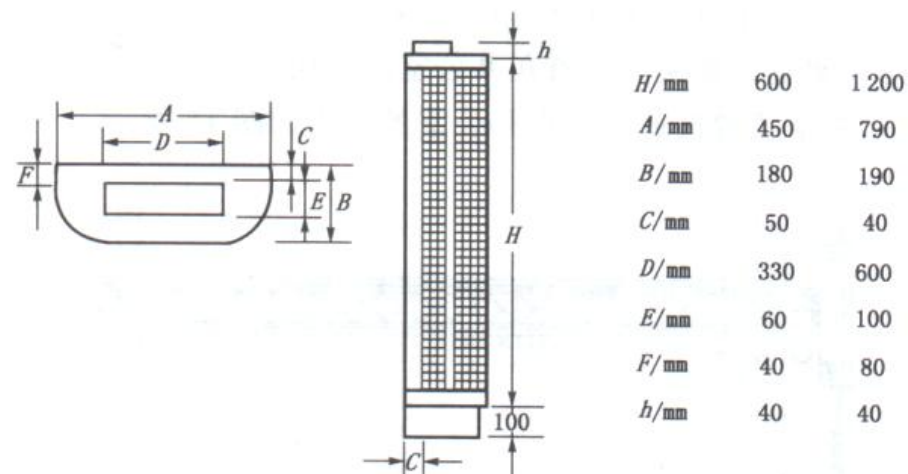
圆柱形置换通风器



1/4圆柱形置换通风器

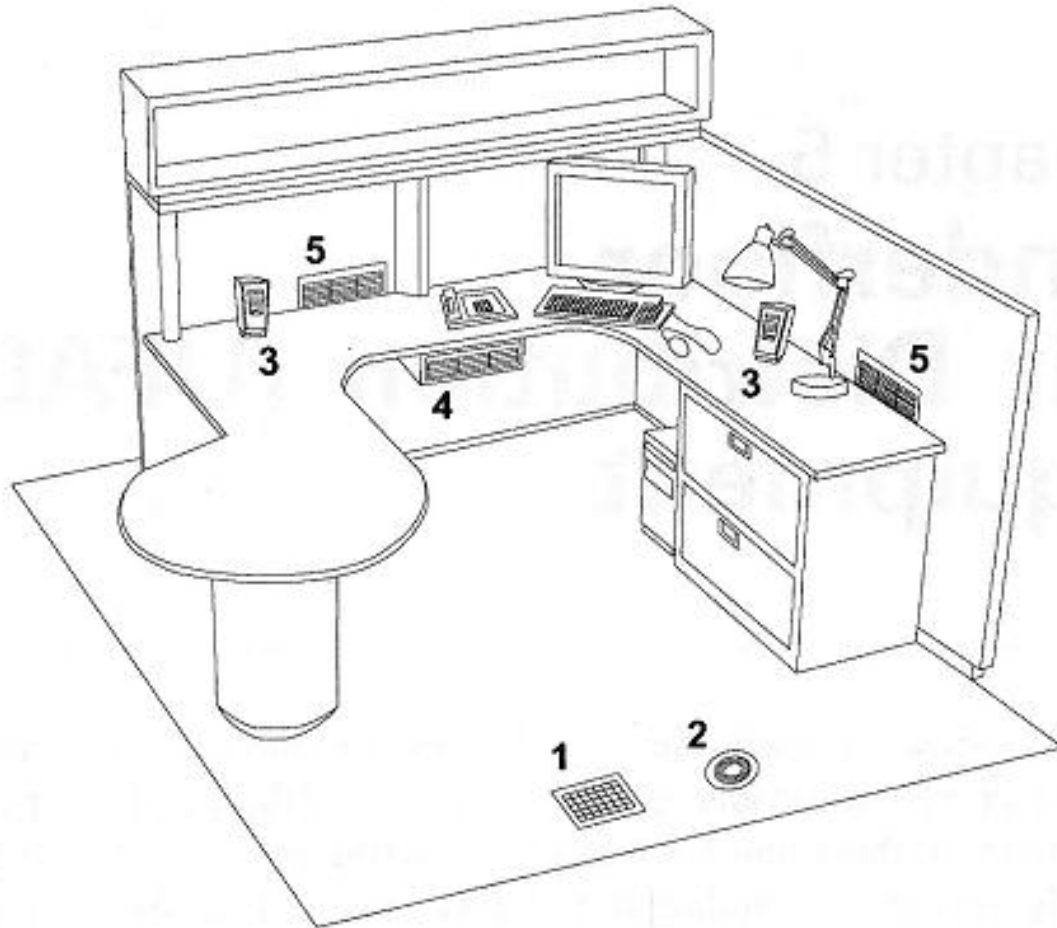


半圆柱形置换通风器



扁平形置换通风器

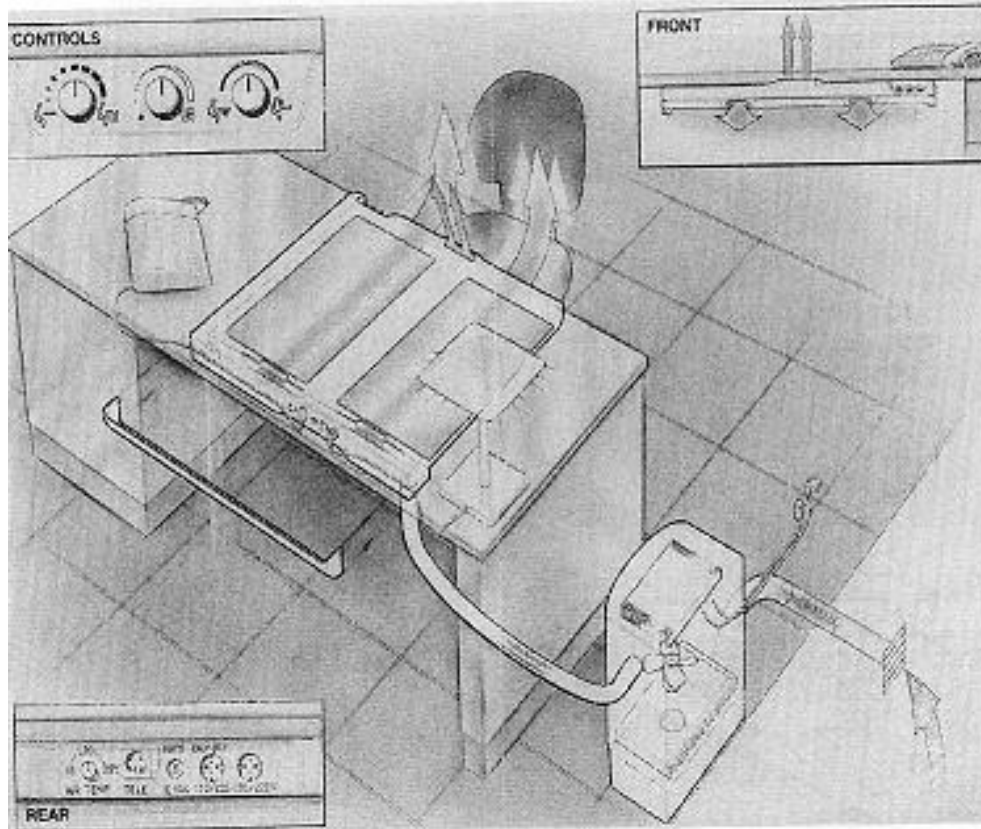
## 7.2.7 TAC送风口



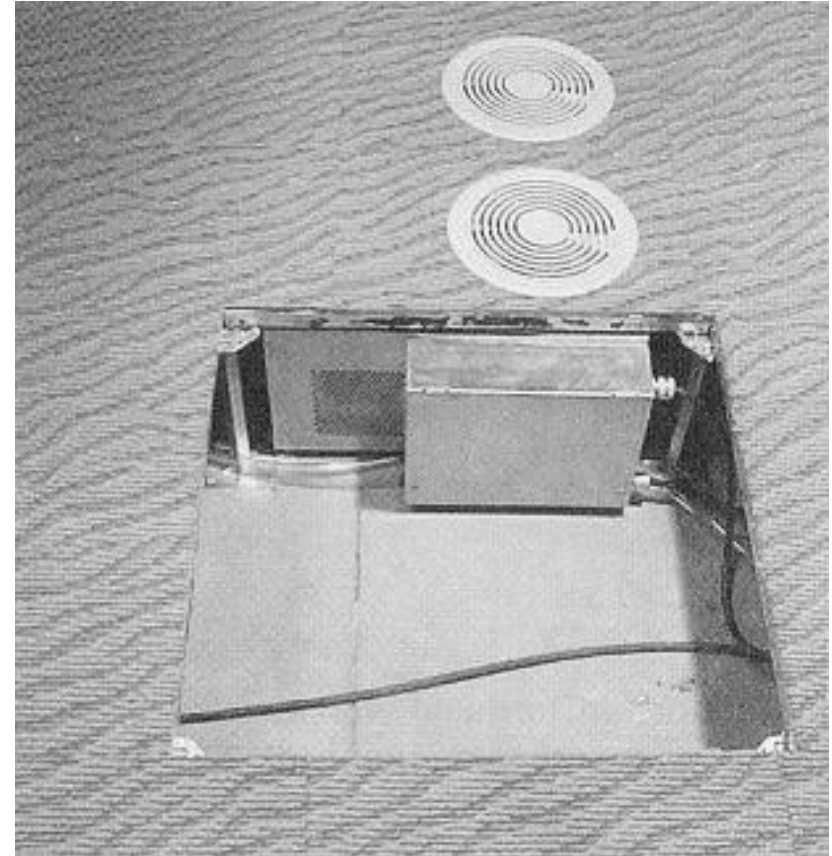
桌子上面TAC送风口



## 7.2.7 TAC送风口

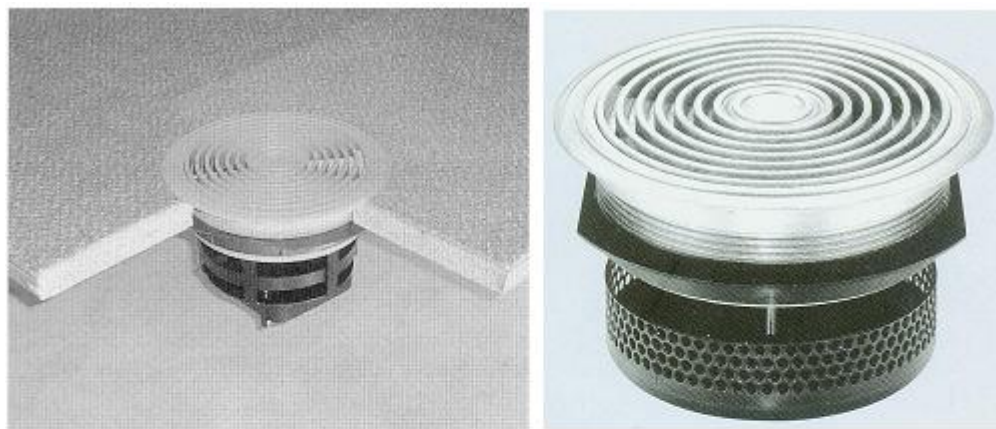


桌子下面TAC送风口

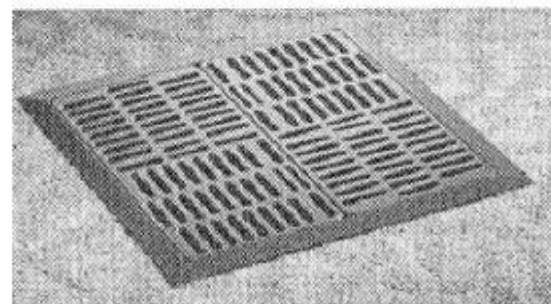
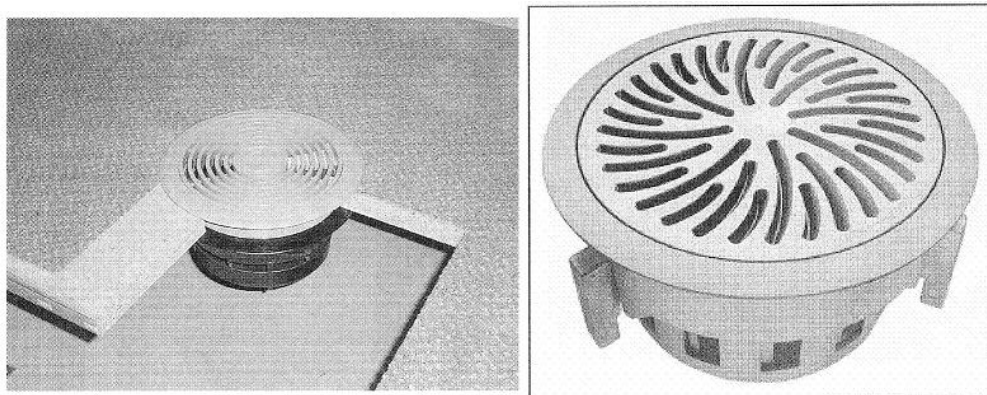


地面TAC送风口

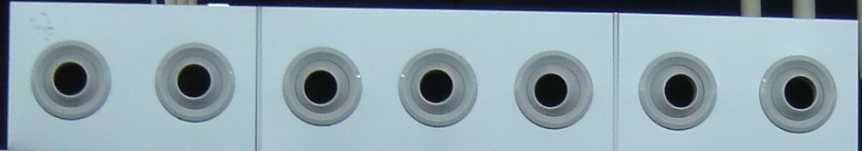
## 7.2.8 UFAD送风口



定风量UFAD送风口



变风量UFAD送风口



2007 8 13



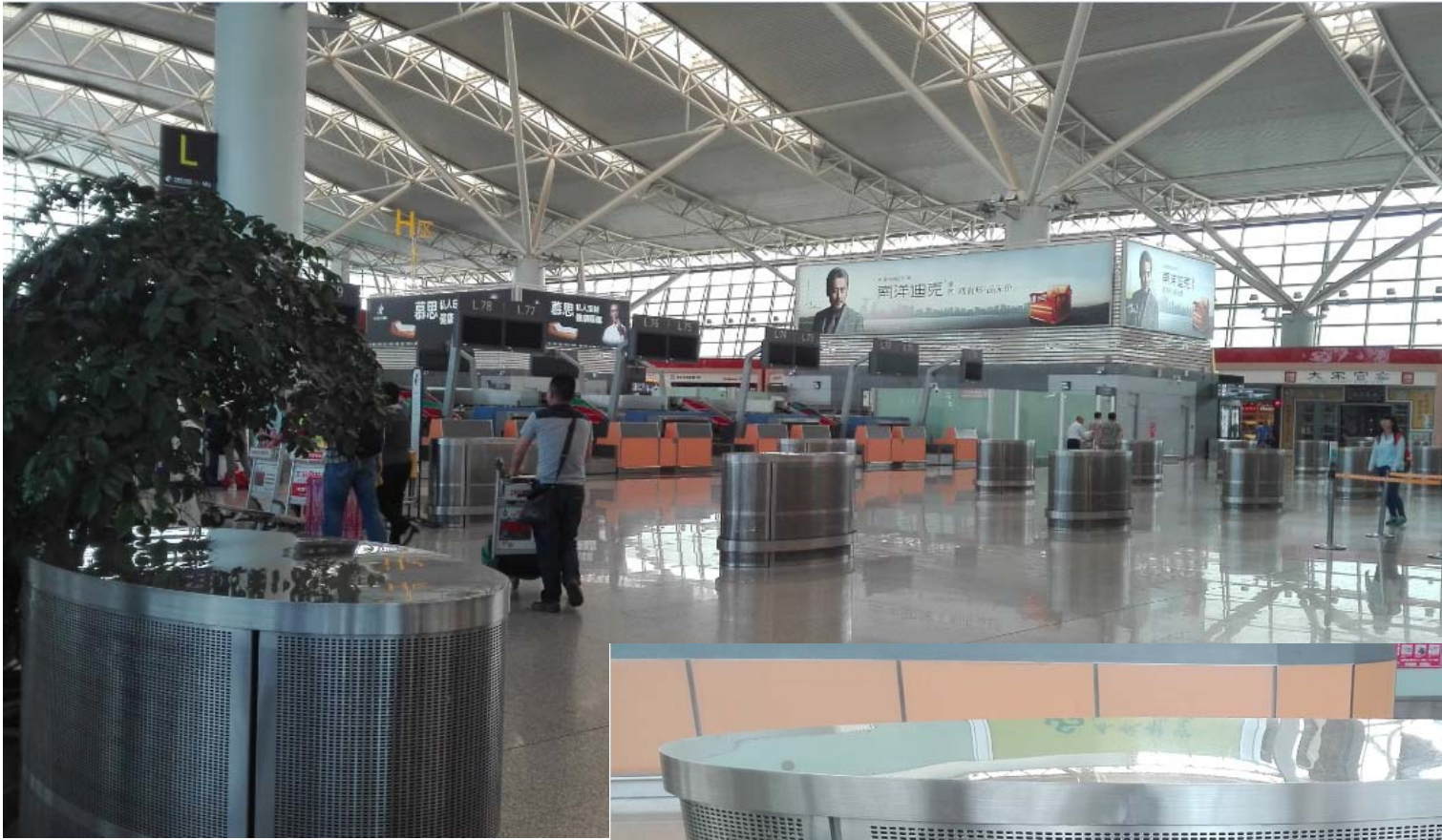




2007 11 7









## 7.2.9 回风口

### 1. 回风口类型

单层百叶风口、固定百叶直片条缝风口、网板、孔板回风口等

### 2. 回风口的布置方式

回风口的速度场分布呈半球状，其速度与作用半径的平方呈反比，吸风气流速度衰减很快，所以，空调区内气流流型主要取决于送风射流

设计时，应尽量避免射流短路和出现死区等现象

侧送时，回风口一般布置在送风口同侧

## 7.2.9 回风口

### 3. 回风口的吸风速度

- 避免靠近回风口处风速过大，防止对回风口附近经常停留的人员造成不舒适的感觉
- 不要因为风速过大而扬起灰尘及增加噪声
- 尽可能缩小风口断面，以节约投资

回风口的位置	最大吸风速度
房间上部	$\leq 4.0\text{m/s}$
房间下部不靠近人经常停留的地点	$\leq 3.0\text{m/s}$
房间下部靠近人经常停留的地点	$\leq 1.5\text{m/s}$



## 7.3 空调区气流组织的计算及气流性能评价

### ●侧面送风的计算

1. 防止出风口产生噪声，送风口出口风速在2~5m/s
2. 舒适性空调冬季室内风速不大于0.2m/s，夏季0.3m/s
3. 射流贴附长度达到距离对面墙0.5m处
4. 舒适性空调，射流末端的 $\Delta t_x$ 一般取1℃

### ●散流器送风的计算

散流器送风气流组织设计计算涉及的内容如下：

1. 送风口的喉部风速
2. 射流速度衰减方程及室内平均风速
3. 轴心温差

散流器中心线和墙的距离，一般不小于1m

## ● 喷口送风的计算

喷口送风时的送风温差宜取 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$

送风口高度宜保持 $6\sim 10\text{m}$

喷口送风喷流主要取决于喷口的位置和阿基米德数 $Ar$

喷口与水平方向有一倾角

射流弯曲在喷口送风计算中不能忽视

设计步骤见书403页

# 工程中送风口的设计方法

1. 布置风口（注意美观、整齐和间距）
2. 均分风量，确定每个风口的出风量（一般 $\leq 1000\text{m}^3/\text{h}$ ）
3. 根据风口高度、风量等选择散流器

● 格栅风口性能数据

120×120				120×120 160×160				120×280 160×250				160×320 200×250			
风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	风速 m/s	静压 损失 ( $\text{mmH}_2\text{O}$ )	到达 距离 m	风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	风速 m/s	静压 损失 ( $\text{mmH}_2\text{O}$ )	到达 距离 m	风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	风速 m/s	静压 损失 ( $\text{mmH}_2\text{O}$ )	到达 距离 m	风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	风速 m/s	静压 损失 ( $\text{mmH}_2\text{O}$ )	到达 距离 m
55	1.4	0.1	1.5	85	1.7	0.2	2.5	170	1.9	0.3	3.4	255	2.2	0.3	4.7
105	2.0	0.4	3.0	170	3.5	0.6	4.9	255	2.8	0.5	5.3	425	3.8	0.8	8.0
170	3.1	0.9	4.3	270	5.3	1.6	7.2	340	3.8	0.9	6.8	680	5.8	2.1	13.0
220	4.3	1.6	6.0	340	7.0	2.7	9.5	425	4.9	1.4	8.7	765	6.9	2.7	14.7
270	5.8	2.4	7.5	425	8.4	4.3	12.0	510	5.8	1.94	10.6	850	7.4	3.3	15.0
200×320 250×250				200×400 250×320				200×500 250×400 320×320				250×630 320×500 400×400			

● 条缝形风口性能数据(A=1000时)

型号	风 速 (m/s)	1	2	3	4	5	6	7	8
1 型	风 量 (m <sup>3</sup> /h)	108	215	315	423	525	630	735	839
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	0.1	0.6	1.3	2.3	3.8	5.2	7.2	9.5
	到达距离 (m)	1.2	2.4	3.7	4.8	6.1	7.2	8.4	9.6
	噪 声 dB(A)			26	34	40	44	48	52
2 型	风 量 (m <sup>3</sup> /h)	136	273	408	545	680	812	951	1085
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	0.1	0.6	1.3	2.3	3.8	5.2	7.2	9.5
	到达距离 (m)	1.3	2.7	4.2	5.6	7.1	8.5	10	11.5
	噪 声 dB(A)			27	34	40	44	48	52
3 型	风 量 (m <sup>3</sup> /h)	187	374	562	749	936	1123	1310	1498
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	0.1	0.6	1.3	2.3	3.8	5.2	7.2	9.5
	到达距离 (m)	1.6	3.2	4.9	6.5	8.2	9.8	11.6	13.2
	噪 声 dB(A)			27	35	41	45	49	53
4 型	风 量 (m <sup>3</sup> /h)	223	446	670	890	1116	1339	1560	1780
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	0.1	0.6	1.3	2.3	3.8	5.2	7.2	9.5
	到达距离 (m)	1.8	3.6	5.4	7.3	9.2	11.0	13.0	14.9

● SL 型方形散流器性能数据

公称尺寸 (mm)	喉部速度 (m/s)		2	3	4	5	6
	1# 120×120mm	风量 (m <sup>3</sup> /h)		100	140	190	230
静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)		H	1.4	2.9	5.3	5.9	8.8
全压损失 (mmH <sub>2</sub> O)		H	1.6	3.5	6.3	7.4	11.0
扩散半径 (m) 射程 (m)		H	1.1	1.5	1.8	2.1	2.4
2# 190×190mm	风量 (m <sup>3</sup> /h)		240	370	490	610	730
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.7	3.9	7.0	10.9	15.7
	全压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.9	4.5	8.0	12.4	17.9
	扩散半径 (m) 射程 (m)	H	1.5	1.9	2.2	2.5	2.8
3# 260×260mm	风量 (m <sup>3</sup> /h)		470	700	930	1160	1390
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.7	3.9	7.0	10.9	15.7
	全压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.9	4.5	8.0	12.4	17.9
	扩散半径 (m) 射程 (m)	H	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2
	风量 (m <sup>3</sup> /h)		760	1130	1510	1890	2270

4# 330×330mm	风量 (m <sup>3</sup> /h)		760	1130	1510	1890	2270
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.7	3.9	7.0	10.9	15.7
	全压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.9	4.5	8.0	12.4	17.9
	扩散半径 (m) 射程 (m)	H	2.1	2.5	2.9	3.2	3.5
5# 400×400mm	风量 (m <sup>3</sup> /h)		1120	1680	2240	2790	3350
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.7	3.9	7.0	10.9	15.7
	全压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.9	4.5	8.0	12.4	17.9
	扩散半径 (m) 射程 (m)	H	2.4	2.8	3.2	3.5	3.8
6# 470×470mm	风量 (m <sup>3</sup> /h)		1550	2330	3100	3880	4650
	静压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.7	3.9	7.0	10.9	15.7
	全压损失 (mmH <sub>2</sub> O)	H	1.9	4.5	8.0	12.4	17.9
	扩散半径 (m) 射程 (m)	H	2.7	3.1	3.5	3.8	4.1

注: 1. H——当送风射流为辐射状流型。

2. 射程或扩散半径末端速度为0.5m/s。

## 7.3.4 空调区气流性能的评价

### ■空气分布特性指标 (ADPI)

满足规定风速和要求的测点数与总测点数之比  
一般情况，应使ADPI  $\geq 80\%$

### ■不均匀系数

在工作区内取n个测点，分别测得各点的温度和风速，  
求其算术平均值和均方根差，温度（速度）不均匀系数  
指温度（速度）均方根与平均值的比值。

## ■ 能量利用系数及通风效率

余热被排出室外的迅速程度反映了气流分布的能量利用有效性，可用能量利用系数  $\eta_N$  表示 
$$\eta_N = \frac{t_p - t_0}{t_N - t_0}$$

当  $\eta_N < 1$  时，表明余热未被迅速而有效地排出室外，能量利用有效性低

与能量利用系数相类似，通风效率  $\eta_T$  物理意义是指移出室内污染物的迅速程度 
$$\eta_T = \frac{C_p - C_0}{C_N - C_0}$$

在混合式通风条件下， $\eta_T \approx 1$ ，置换通风  $\eta_T \approx 1 \sim 4$



## 7.4 空调风管系统的设计

- 空调工程中输送空气的风管包括：
  - ✓ 集中式全空气系统的送（回）风风管
  - ✓ 空气—水系统的新风风管
  - ✓ 空调建筑及其附属设施的排风风管
  - ✓ 机械加压送风风管
  - ✓ 机械排烟风管

## 7.4.1 风管的分类

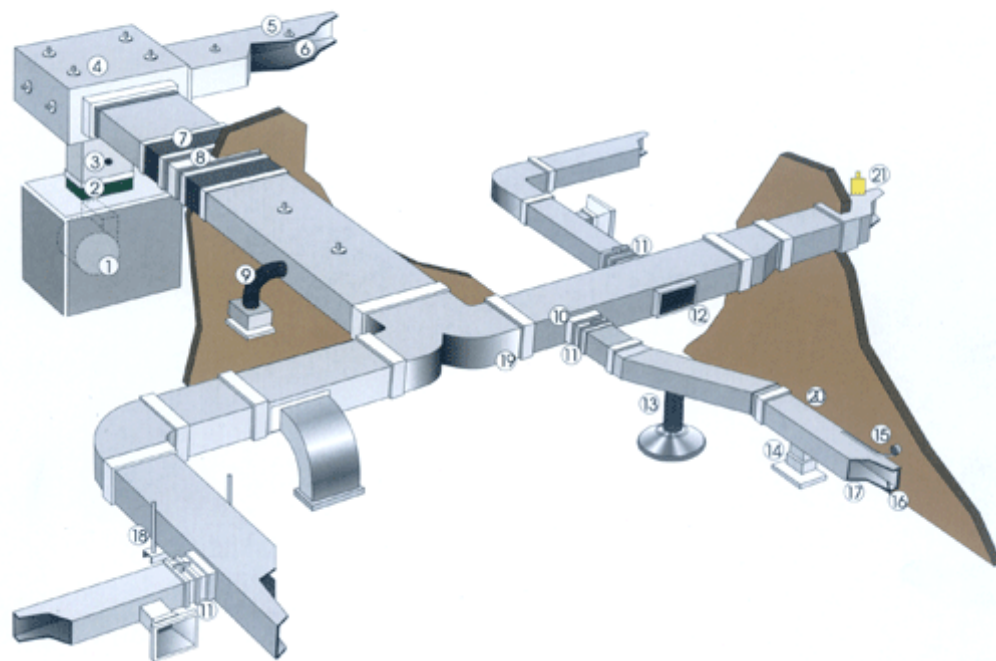
### ■按制作风管的材质分

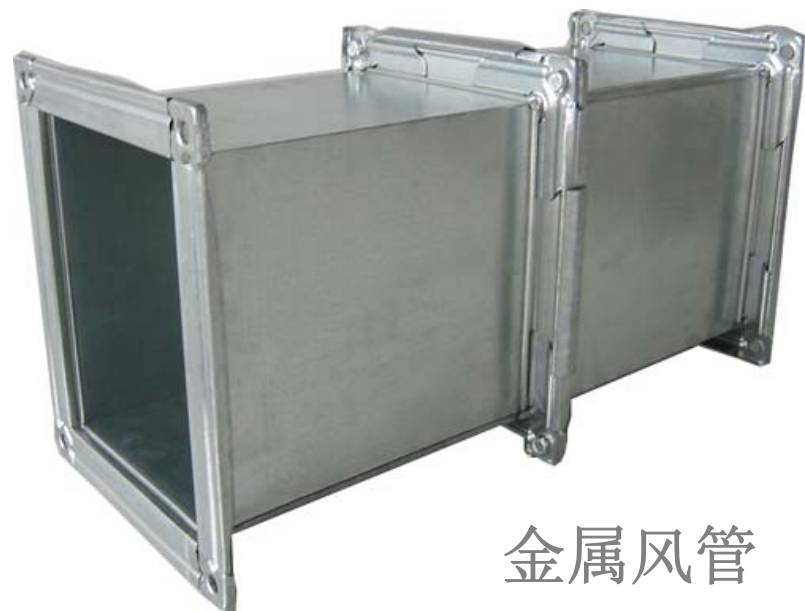
✓金属风管

✓非金属风管

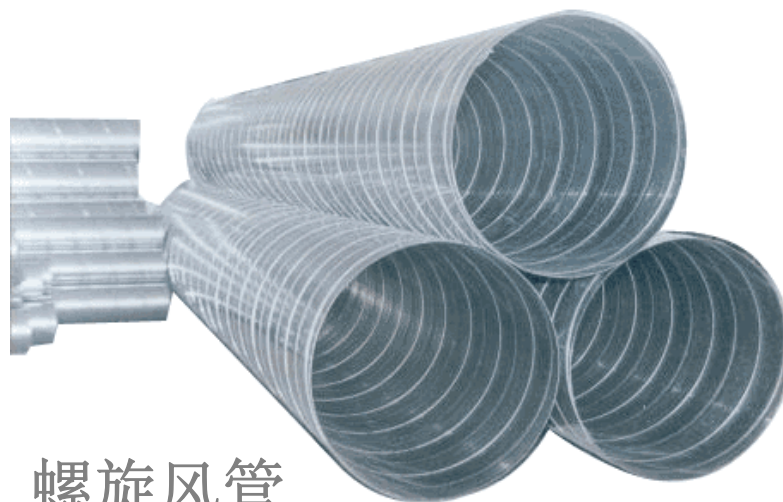
✓纤维织物风管

✓金属圆形柔性风管





金属风管



螺旋风管



塑料风管

无机玻璃钢风管





铝箔风管



挤塑复合风管





纤维织物风管



## 7.4.1 风管的分类

### ■按风管系统的工作压力分

#### ✓低压系统

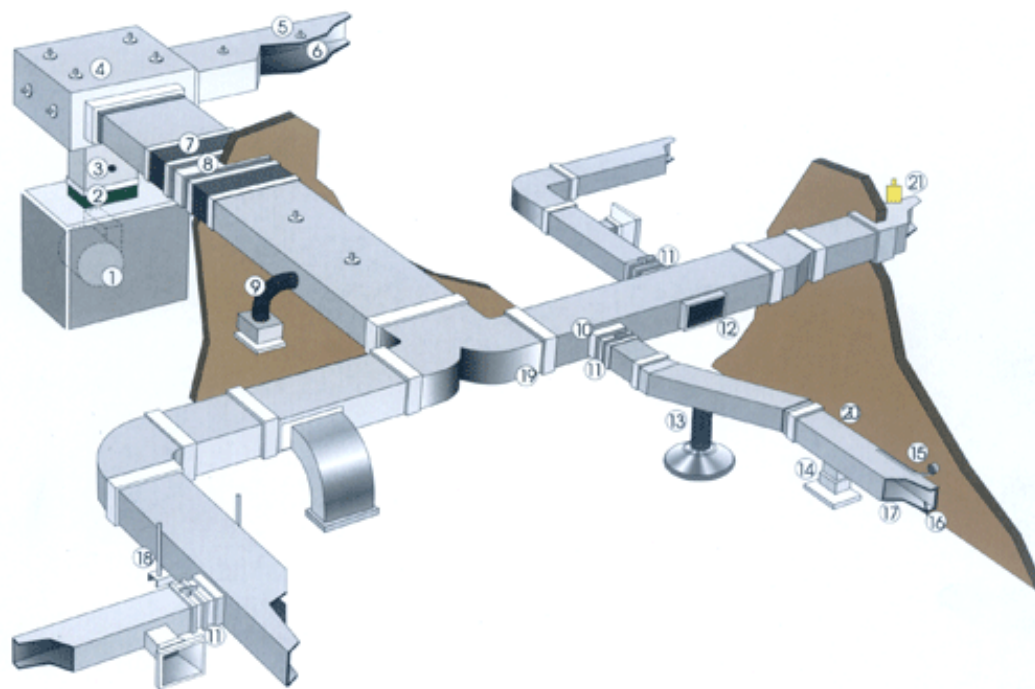
$$p \leq 500 \text{Pa}$$

#### ✓中压系统

$$500 < p \leq 1500 \text{Pa}$$

#### ✓高压系统

$$p > 1500 \text{Pa}$$



## 7.4.1 风管的分类

### ■按照风管的断面形状分

✓圆形

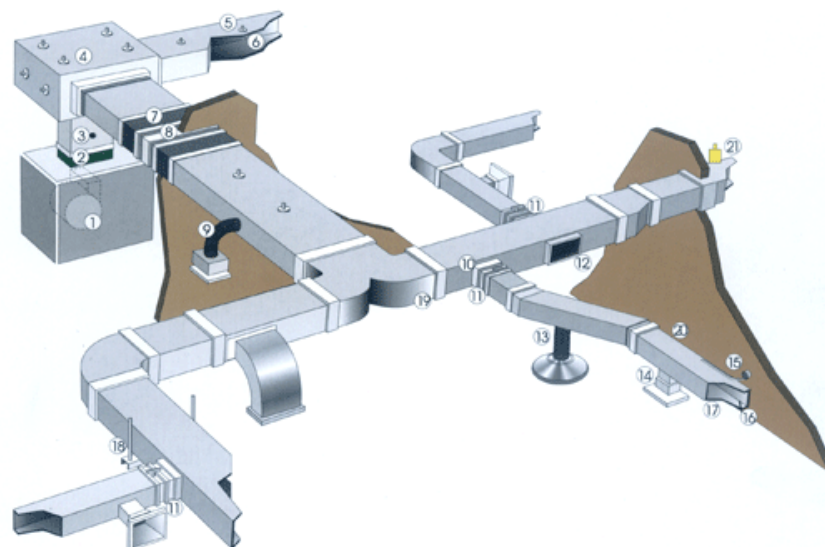
✓矩形

长短边之比不大于4

最大长短边之比不应超过10

✓扁圆形

✓其他形状



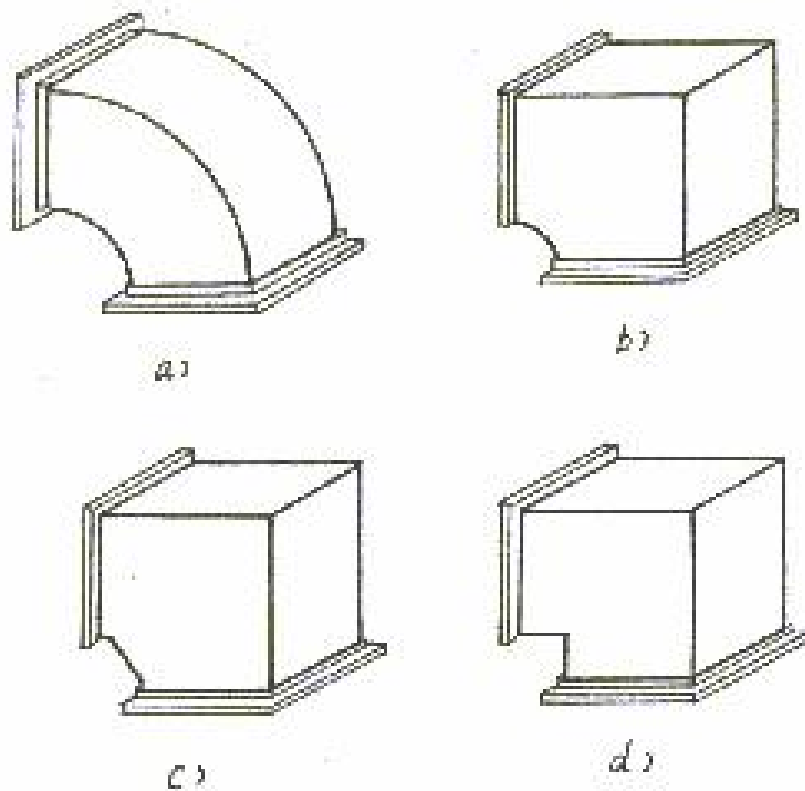
有关圆形风管、矩形风管的同一规格，以及金属风管、非金属风管及其配件的板材厚度，有关资料中可查具体数值。空调风管材质应为不燃烧材料。



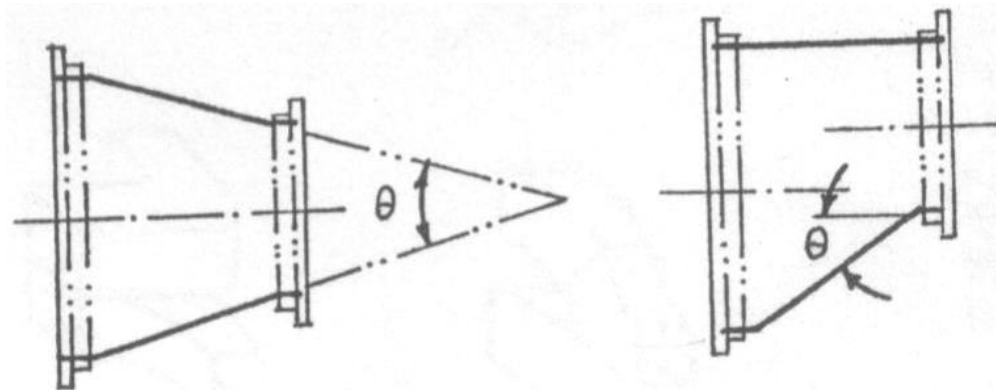
## 7.4.1 通风管道配件

### 1. 钢板矩形风管的配件

矩形弯管



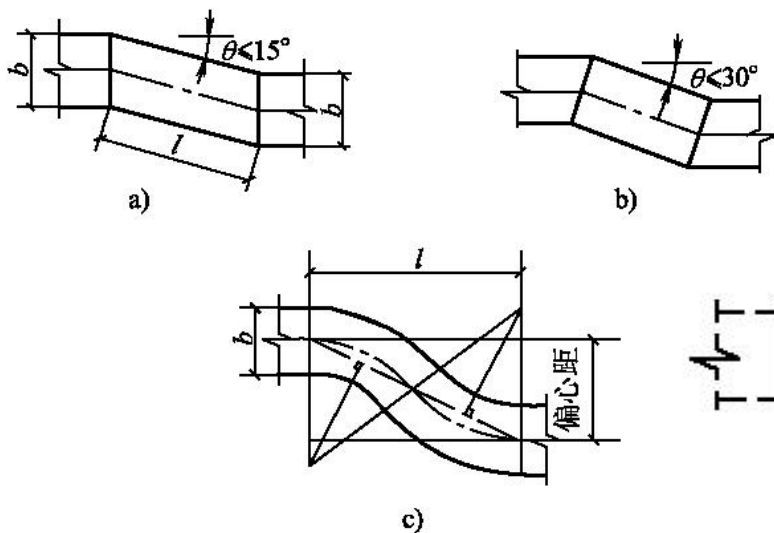
矩形变径管（大小头）



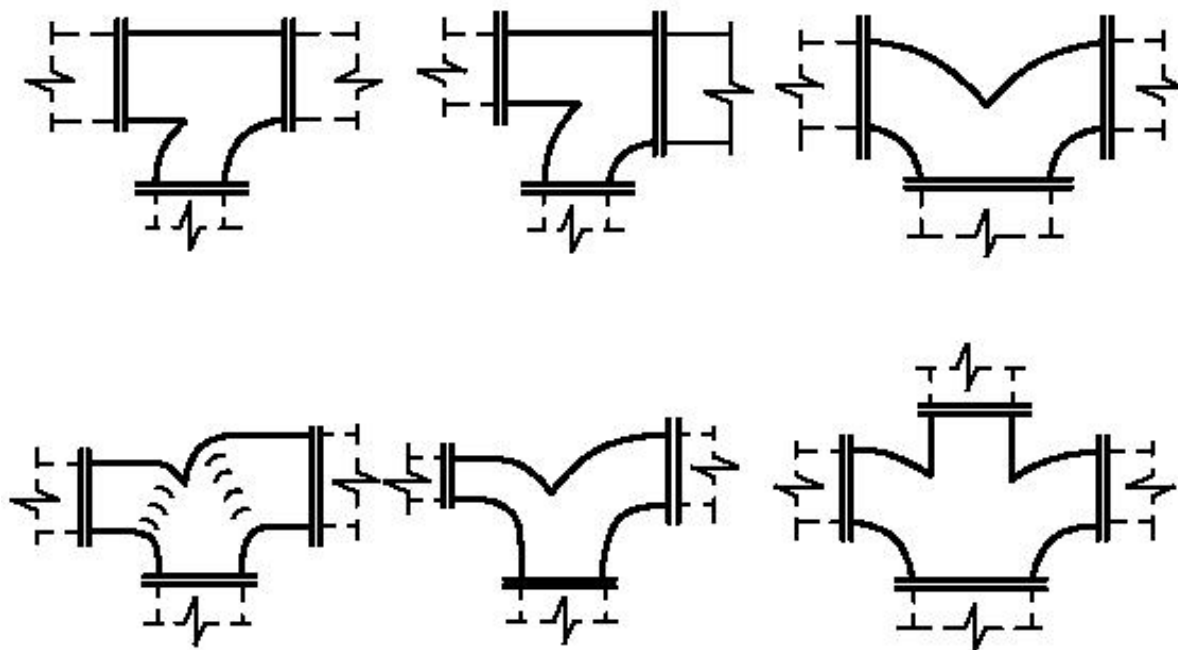
## 7.4.1 通风管道配件

### 1. 钢板矩形风管的配件

#### 矩形来回弯管

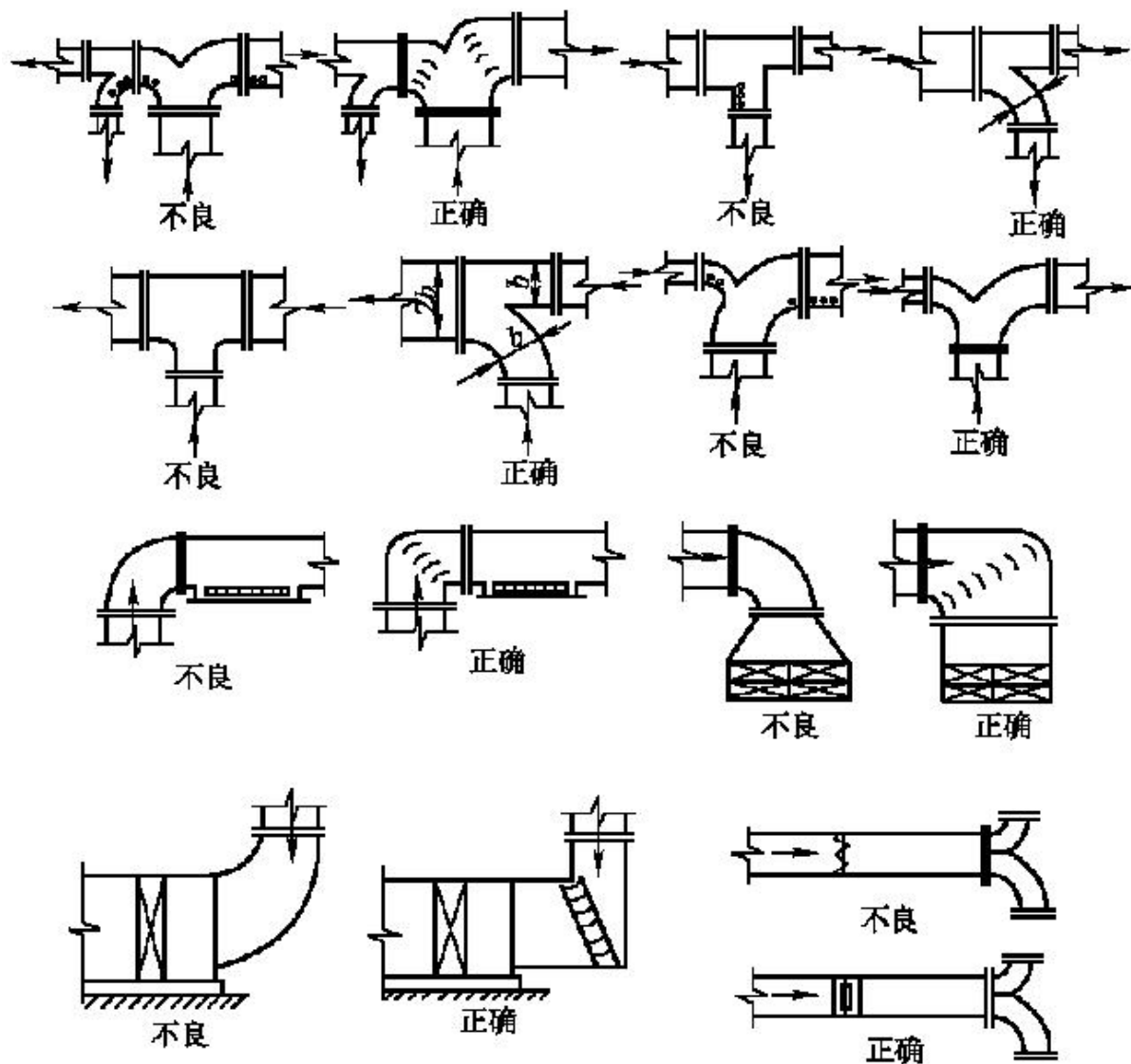


#### 矩形三通和四通



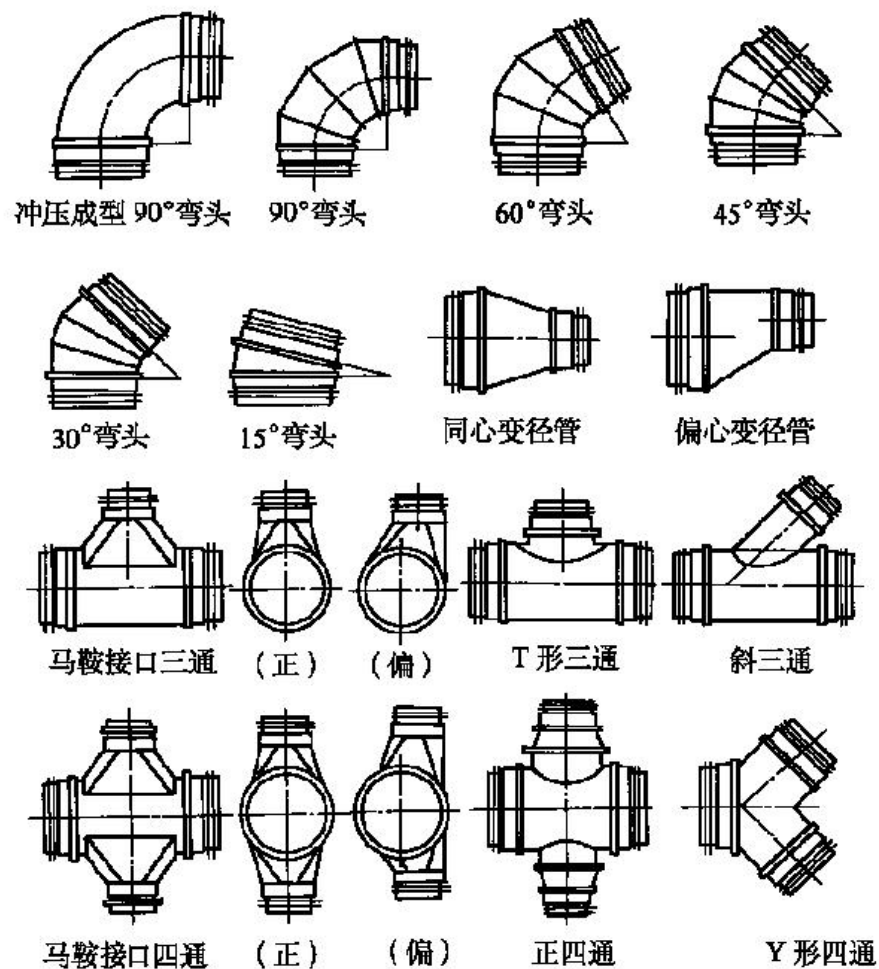
# 7.4.1 通风管道配件

## 钢板矩形风管配件的正、误做法

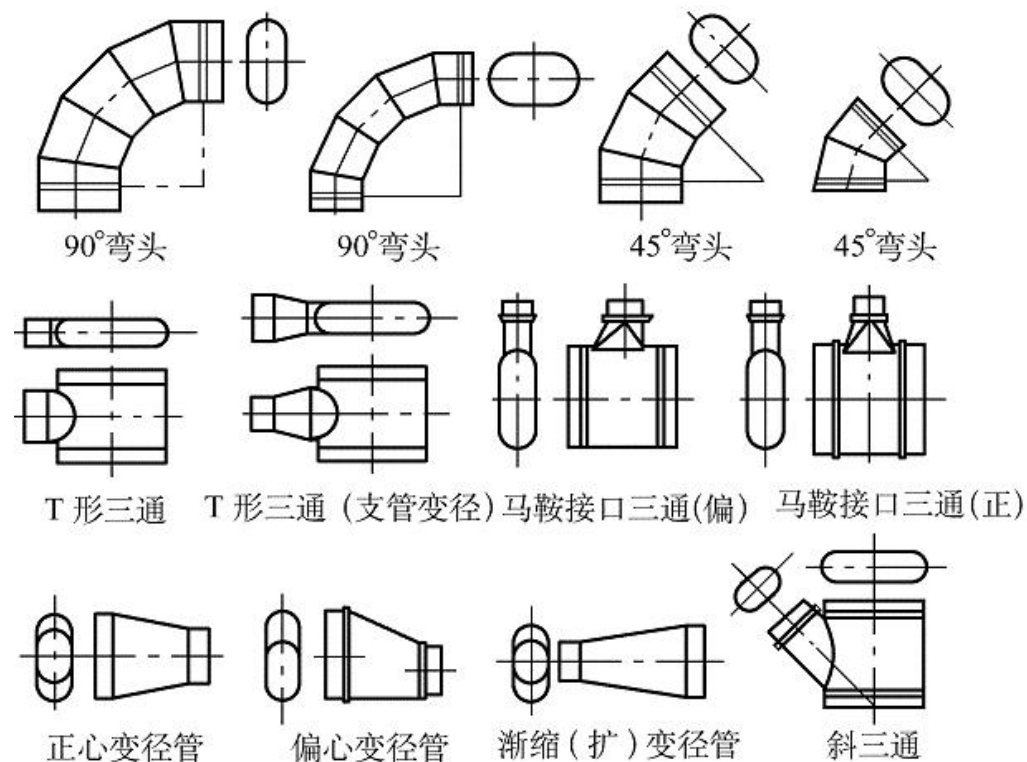


# 7.4.1 通风管道配件

## 2. 钢板螺旋圆风管的配件

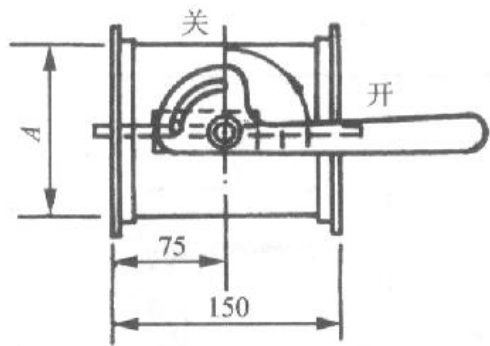
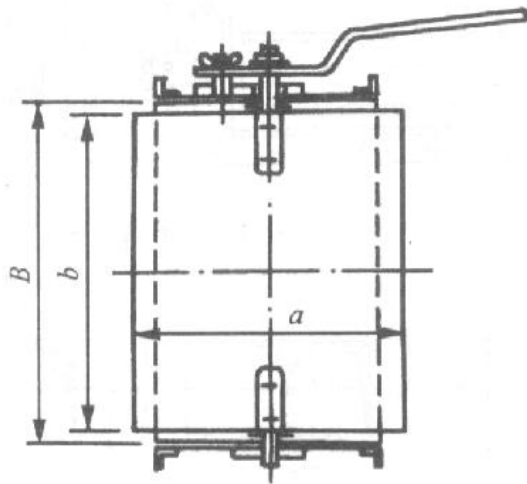


## 3. 螺旋扁圆形风管的配件



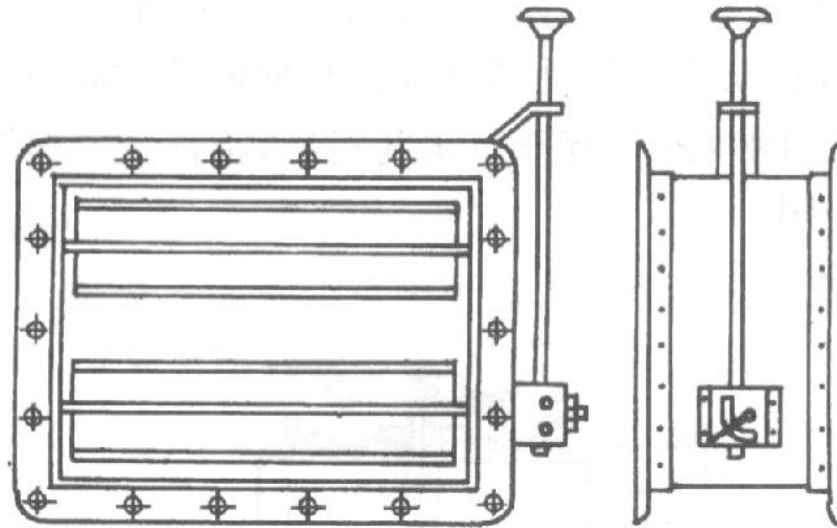
# 7.4.3 风量调节阀和定风量调节器

## 1. 风量调节阀



蝶阀

- 蝶阀
- 多叶调节阀
- 矩形三通调节阀
- 菱形调节阀



多叶调节阀



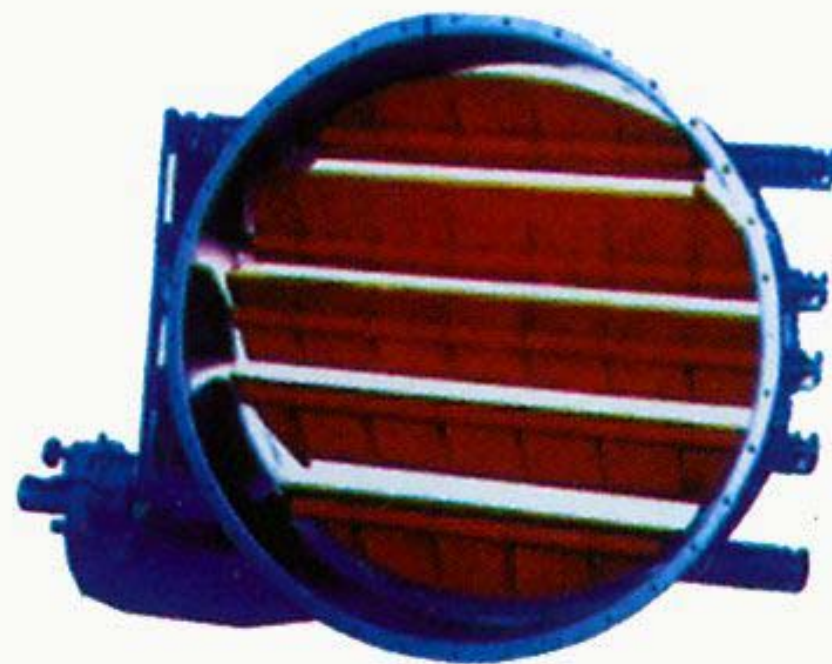
佛山格立通风设备厂

佛山格立通风设备厂



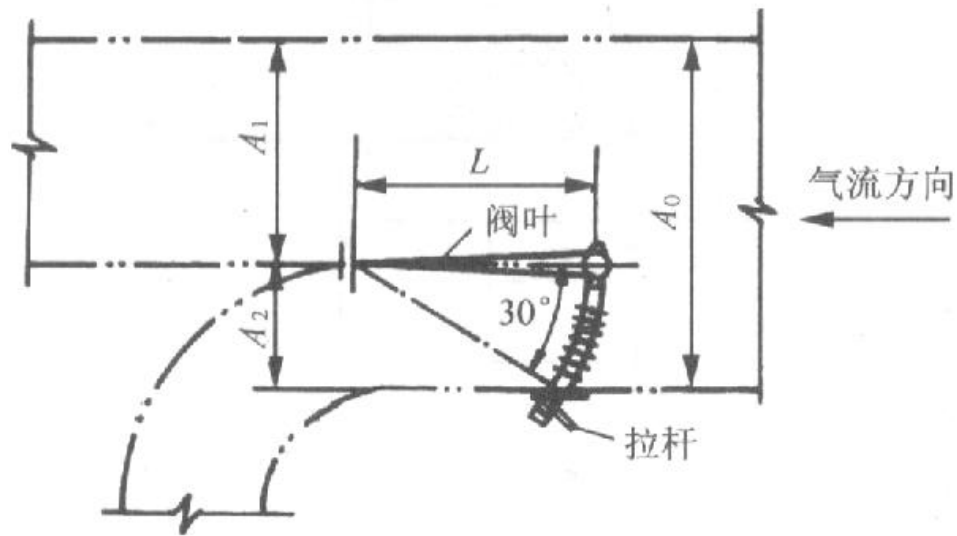
[www.fsgeli.cn](http://www.fsgeli.cn)

[www.fsgeli.cn](http://www.fsgeli.cn)

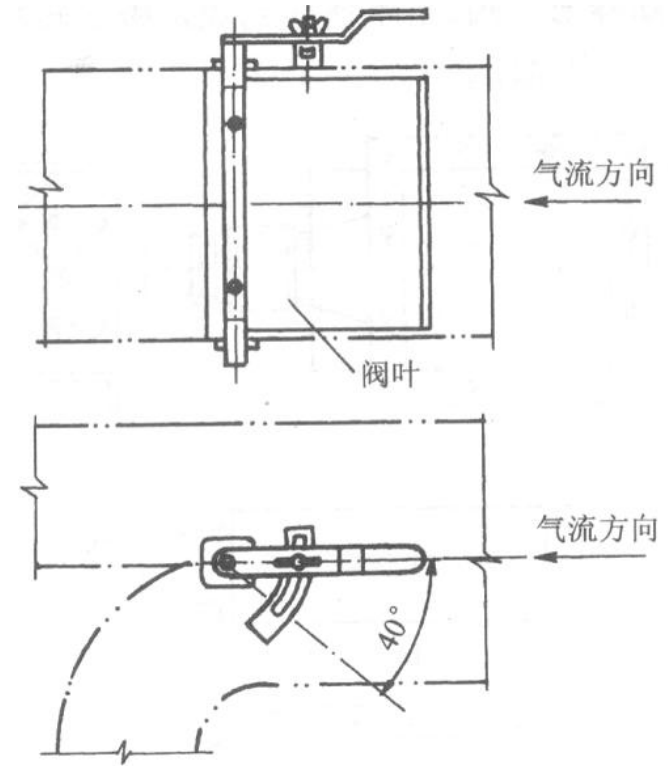


## 7.4.3 风量调节阀和定风量调节器

### 矩形三通调节阀

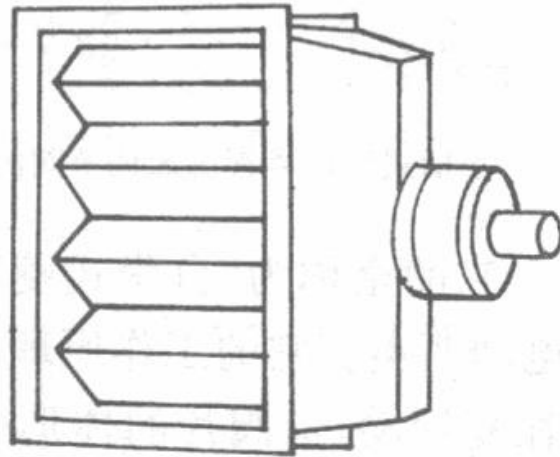
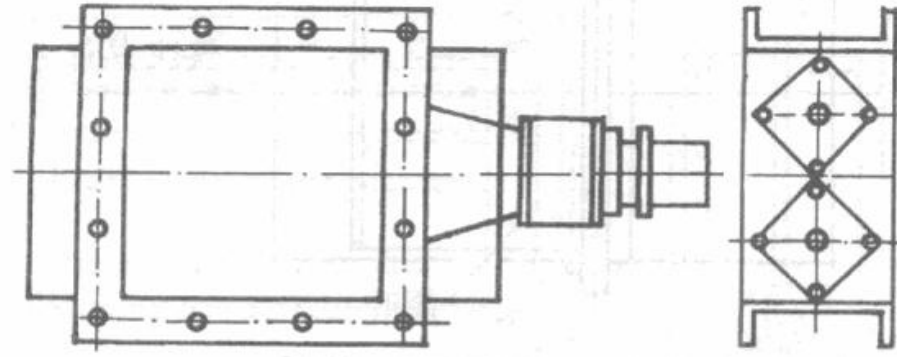


拉杆式



手柄式

## 7.4.3 风量调节阀和定风量调节器

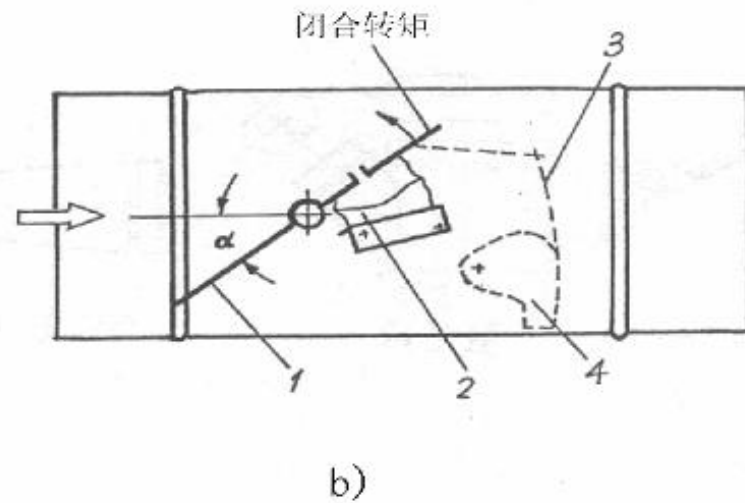
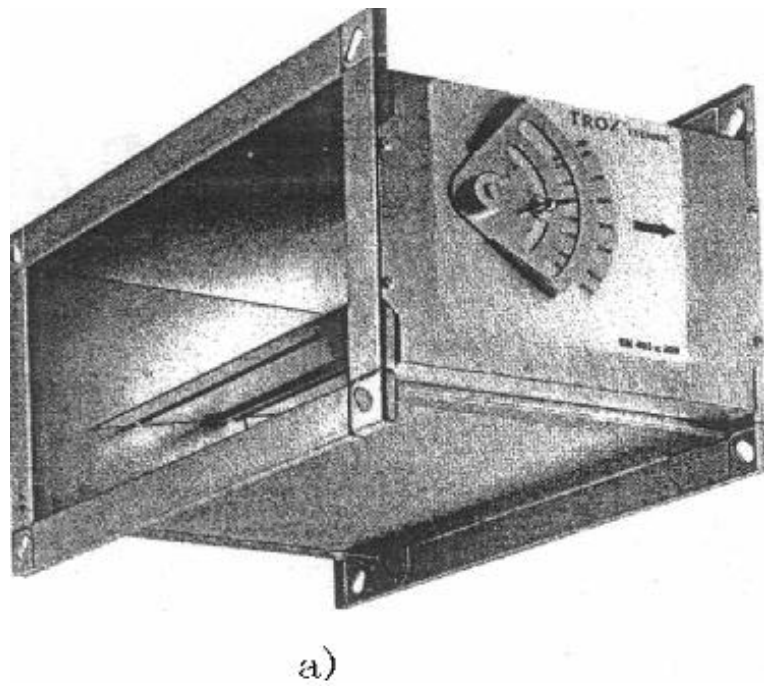


菱形调节阀



## 7.4.3 风量调节阀和定风量调节器

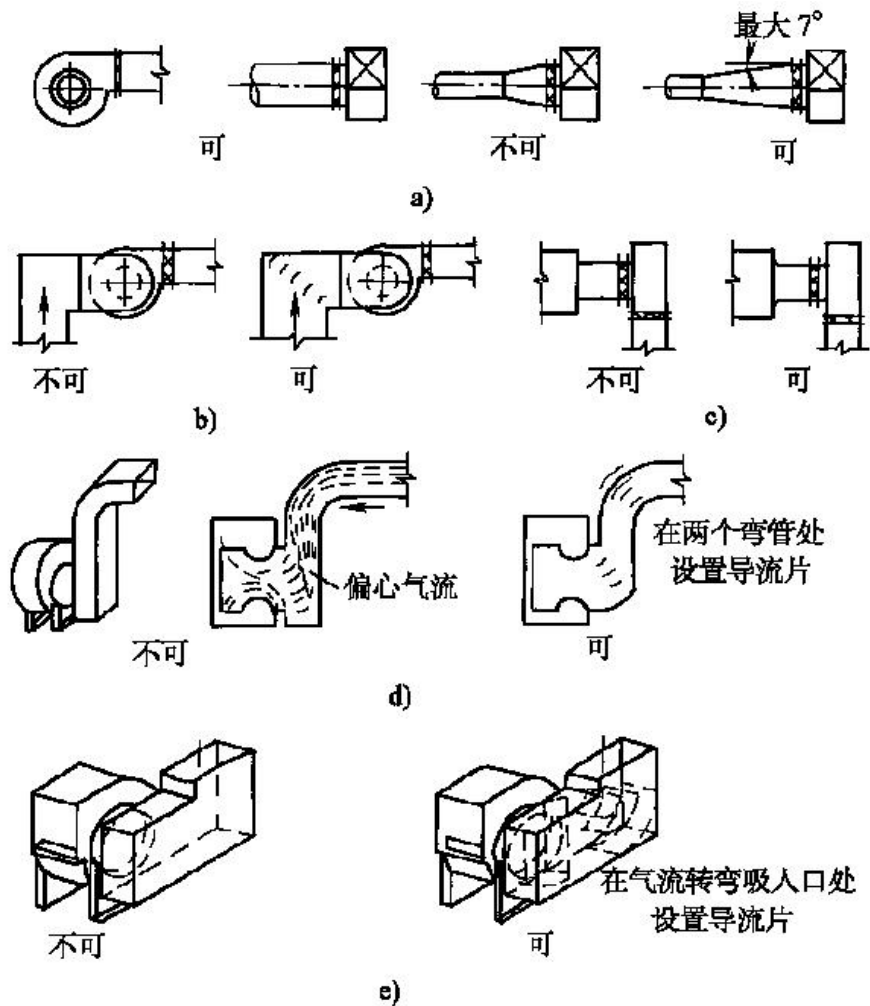
### 2. 定风量调节器



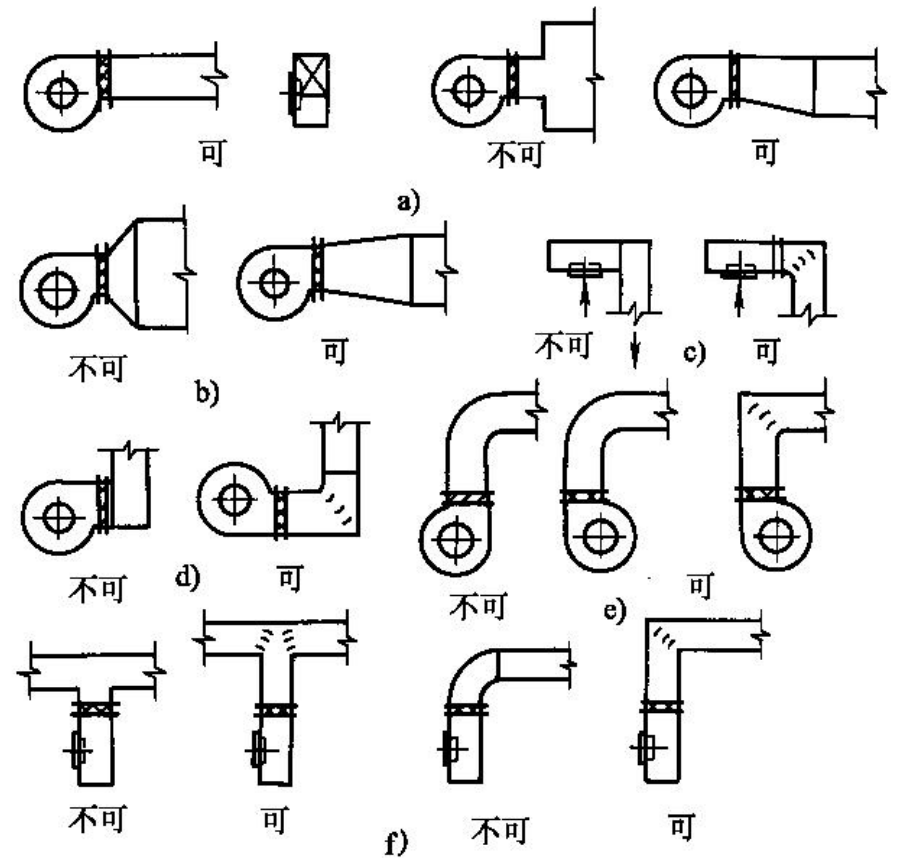
- 1. 阀片
- 2. 气囊
- 3. 弹簧片
- 4. 异形轮

# 7.4.4 风机与风管的连接

## 1. 风机吸入侧的连接



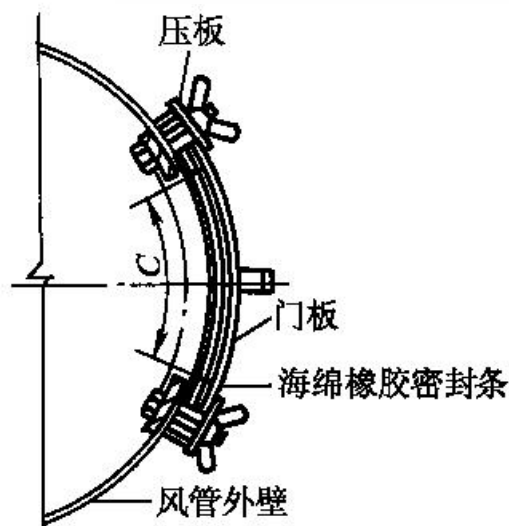
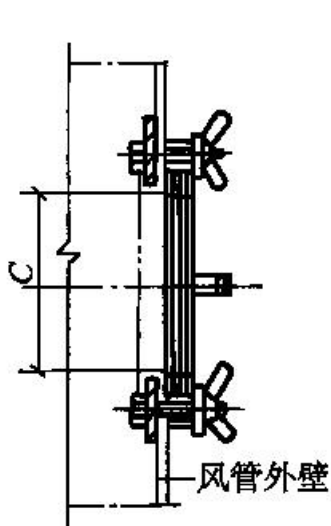
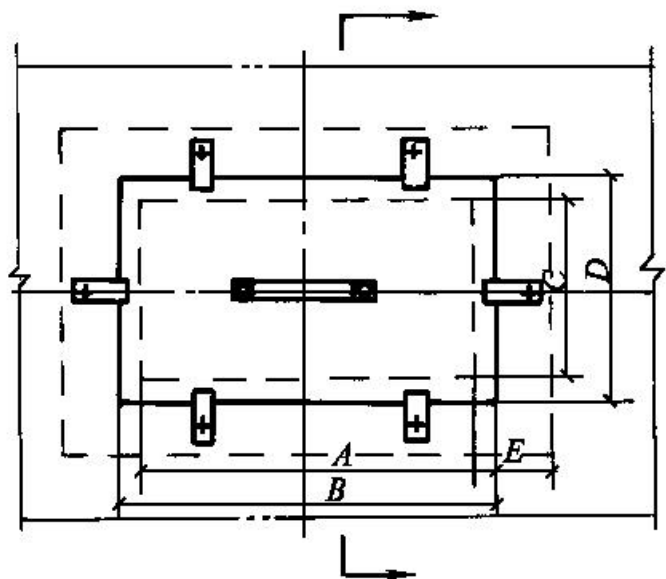
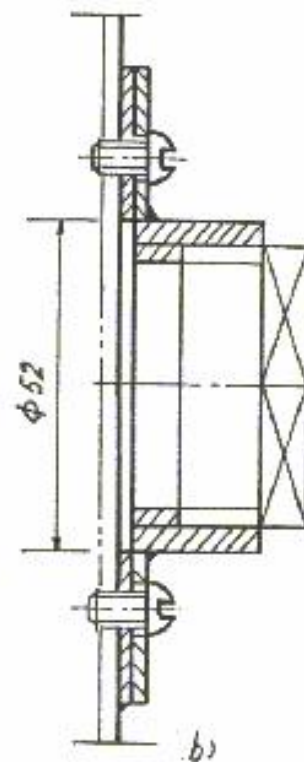
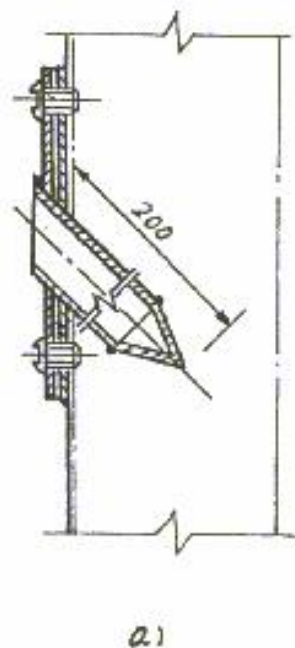
## 2. 风机压出侧的连接



## 7.4.5 风管测定孔和检查孔

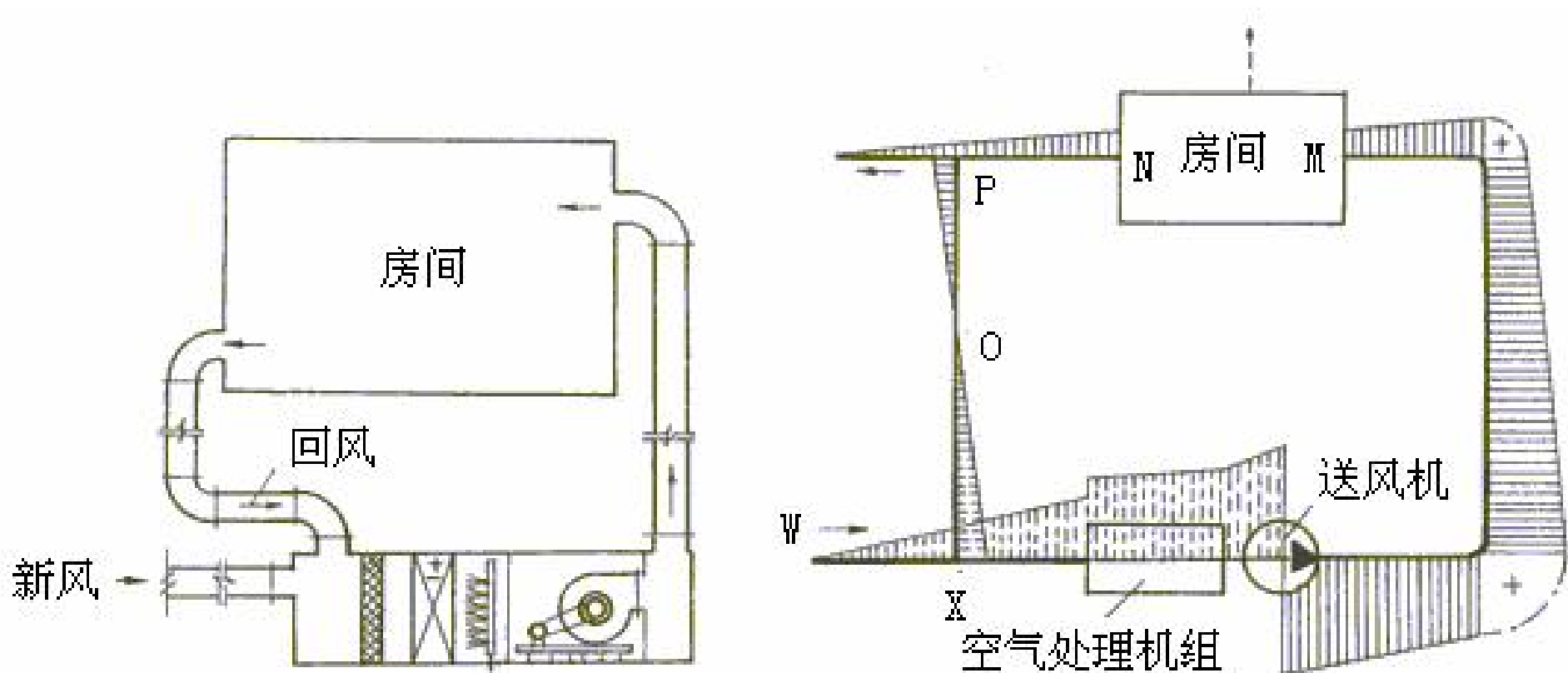
1. 风管测定孔  
(主要用于通风和空调系统的调试和测定)

2. 风管检查孔  
(主要用于系统中需要经常检修的地方)



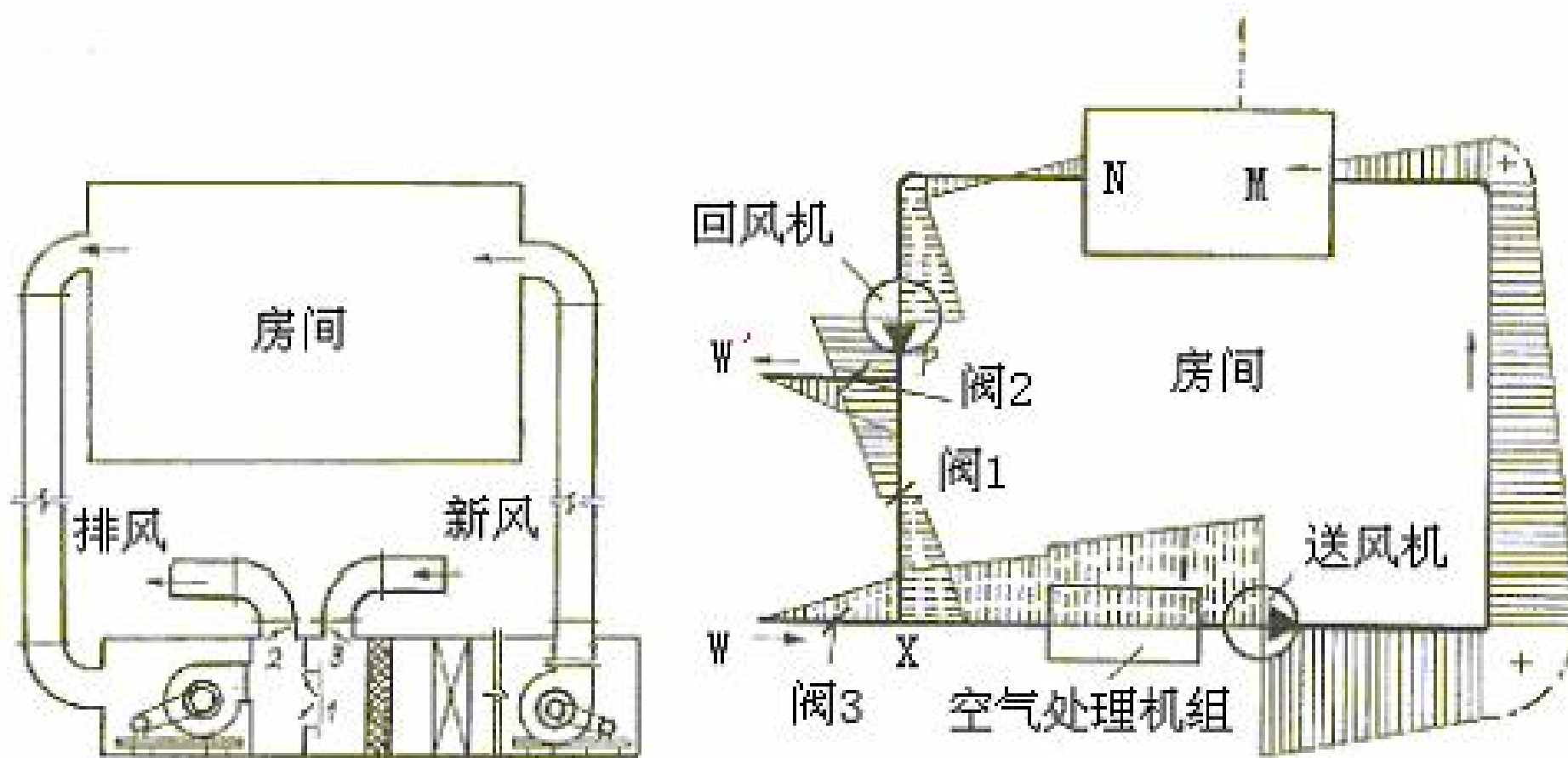
## 7.4.6 空调系统风管内的压力分布

### 1. 单风机系统的压力分布



## 7.4.6 空调系统风管内的压力分布

### 2. 双风机系统的压力分布



## 7.4.7 空调系统风管内的空气流速

### 1. 空调系统风管内的风速及部分部件的面风速

通风、空调系统风管内风速及通过部分部件时的面风速 (m/s)

部 位	推荐风速			最大风速		
	住宅	公共建筑	工厂	住宅	公共建筑	工厂
风机吸入口	3.5	4.0	5.0	4.5	5.0	7.0
风机出口	5.0~8.0	6.5~10.0	8.0~12.0	8.5	7.5~11.0	8.5~14.0
主风管	3.5~4.5	5.0~6.5	6.0~9.0	4.0~6.0	5.5~8.0	6.5~11.0
支风管	3.0	3.0~4.5	4.0~5.0	3.5~5.0	4.0~6.5	5.0~9.0
从支管上接出的风管	2.5	3.0~3.5	4.0	3.0~4.0	4.0~6.0	5.0~8.0
新风入口	3.5	4.0	4.5	4.0	4.5	5.0
空气过滤器	1.2	1.5	1.75	1.5	1.75	2.0
换热盘管	2.0	2.25	2.5	2.25	2.5	3.0
喷水室		2.5	2.5		3.0	3.0

# 7.4.7 空调系统风管内的空气流速

## 2. 暖通空调部件的设计风速

暖通空调部件的设计面风速 (m/s)

部件名称	面风速	部件名称	面风速
进风百叶窗		空气过滤器(高效)	
风量大于 10000 m <sup>3</sup> /h	2.0~6.0	密折型、无分隔板、有分隔板	
风量小于 10000 m <sup>3</sup> /h	2.0		
排风百叶窗		低速喷水室	2.0~3.0
风量大于 8000 m <sup>3</sup> /h	2.5~8.0	高速喷水室	3.5~6.5
风量小于 8000 m <sup>3</sup> /h	2.5	加热盘管(空气加热器)	2.5~3.0
空气过滤器(粗效)		冷却盘管(空气冷却器)	
板式、折叠式、袋式、卷绕式		无挡水板	2.5以下
空气过滤器(中效)		带挡水板	3.0~3.5
折叠式、袋式、楔形组合式			

## 7.4.7 空调系统风管内的空气流速

### 3. 对消声有严格要求的空调系统，风管和出风口的最大允许风速

对消声有严格要求的空调系统，风管和出风口的最大允许风速 (m/s)

室内允许噪声级 (dB)	干管	支管	风口
25~35	3.0~4.0	≤2.0	≤0.8
35~50	4.0~7.0	2.0~3.0	0.8~1.5
50~65	6.0~9.0	3.0~5.0	1.5~2.5
65~85	8.0~12.0	5.0~8.0	2.5~3.5

注：(1) 百叶风口叶片间的气流速度增加 10%，噪声的声功率级将增加 2dB；若流速增加一倍，噪声的声功率级约增加 16dB。

(2) 对于出口处无障碍物的敞开风口，表中的出风口速度可以提高 1.5~2 倍



## 7.4.7 空调系统风管内的空气流速

### 4. 高速送风系统中风管的最大允许风速

高速送风系统风管内的最大允许风速

风量范围 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	最大允许风速 ( $\text{m}/\text{s}$ )
100000~68000	30
68000~42500	25
42500~22500	22.5
22500~17000	20.5
17000~10000	17.5
10000~5050	15

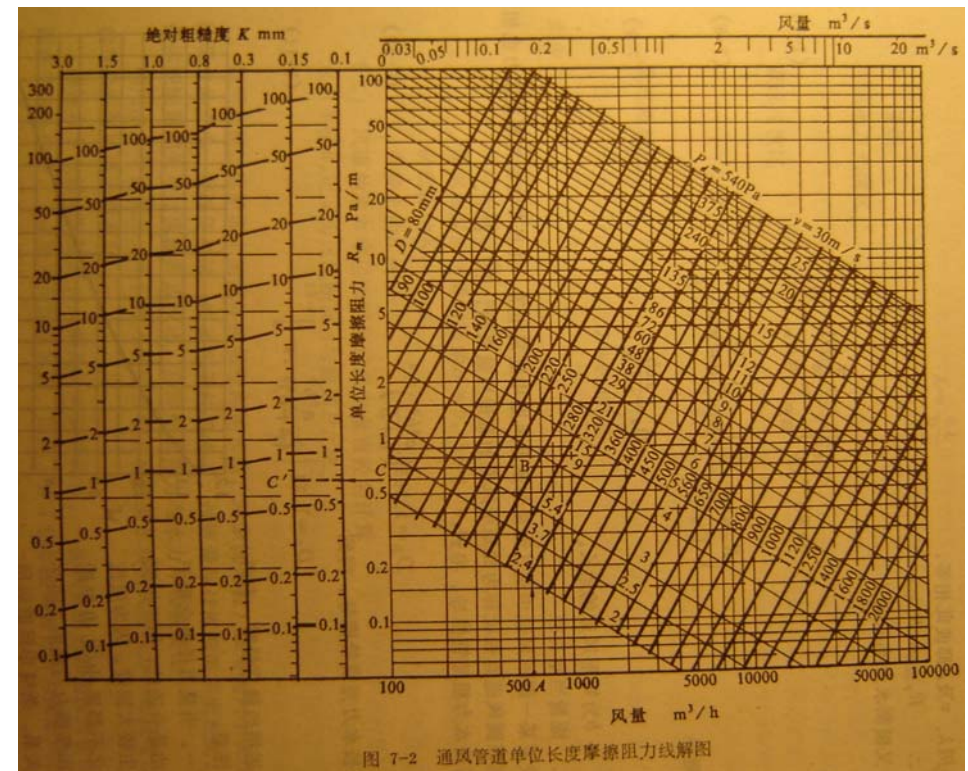
# 补充：空调系统风管的水力计算

风管内空气流动的阻力：摩擦阻力和局部阻力

摩擦阻力的计算：

对于圆形风管，  
利用通风管道单位长度摩擦阻力线解图确定

注意粗糙度修正和温度压力修正



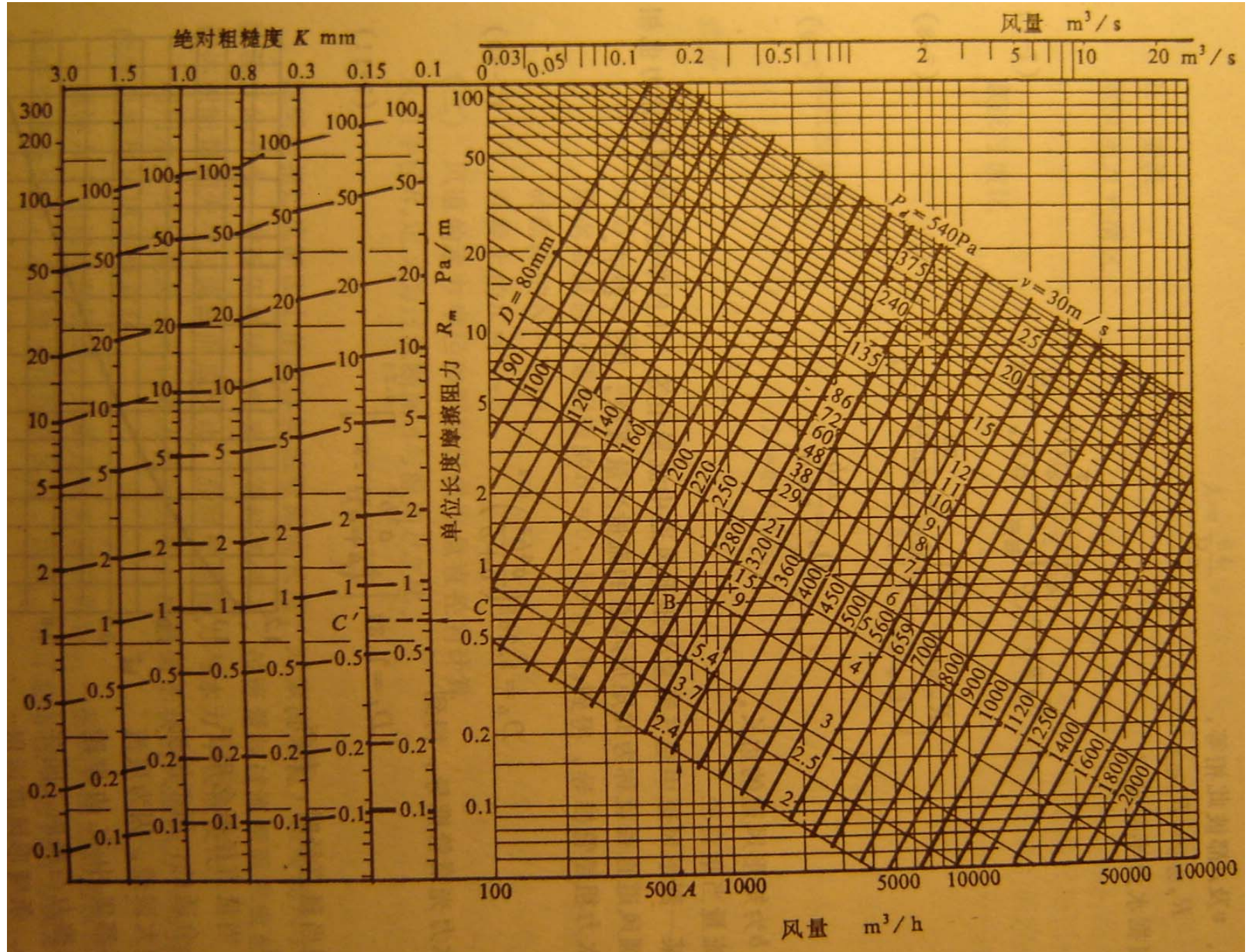


图 7-2 通风管道单位长度摩擦阻力线解图

# 补充：空调系统风管的水力计算

摩擦阻力的计算：

对于矩形风管 —— 当量直径

**流速当量直径：** 假设某一圆形风管中的空气流速与矩形风管中的空气流速相等，并且两者的单位长度摩擦阻力也相等，则该圆风管的直径就称为此矩形风管的流速当量直径，用 $D_v$ 表示  $D_v = \frac{2ab}{a+b}$

**流量当量直径：** 假设某一圆形风管中的空气流量与矩形风管中的空气流量相等，并且两者的单位长度摩擦阻力也相等，则该圆风管的直径就称为此矩形风管的流量当量直径，用 $D_L$ 表示  $D_L = 1.265 \left( \frac{2a^3b^3}{a+b} \right)^{0.2}$        $D_L = 1.31 \left[ \frac{2a^3b^3}{(a+b)^{1.25}} \right]^{0.21}$

在运用当量直径时，有两点需要注意：

1. 当量直径概念用于紊流流动时合适的，用于层流则会产生较大误差。条缝型风管运用当量直径时也会产生较大误差。

2. 在利用线算图查摩擦阻力时，一定要注意对应关系，**必须用 $D_V$ 和 $V$ 去查或者用 $D_L$ 和 $L$ 去查**，而**不能用 $D_V$ 和 $L$ 去查或者用 $D_L$ 和 $V$ 去查**，也不能用 **$L$ 和 $V$ 去查**。

无论用哪种方法查，结果都是相等的。

较常用的是流速当量直径。

局部阻力的计算：
$$Z = \zeta \frac{\rho v^2}{2}$$

影响局部阻力系数的主要因素有：管件形状、壁面粗糙度及雷诺数。由于通风空调系统的空气流动大都处于非层流区，故可认为局部阻力系数仅仅与管件形状有关。其数值目前常用试验方法确定。各种各样管件的局部阻力系数数值，在许多文献资料中都可查到。

## 空调通风管道的水力计算方法 —— 假定流速法

1. 绘制系统轴侧图，标注各管段长度和风量
2. 选定最不利环路，划分管段，选定流速
3. 根据给定风量和选定流速，计算管道断面尺寸，并尽量使其负荷通风管道统一规格，再用确定的断面尺寸及风量，算出风管内实际流速
4. 根据线算图查出单位长度摩擦阻力
5. 计算各段的局部阻力
6. 计算各段总阻力
7. 检查并联管路的阻力平衡情况
8. 选择风机

一般估算可取空调通风管道的总损失为5帕/米

# 武汉秀场空调系统介绍





## 一 项目概况

武汉东湖中央文化旅游区秀场项目位于武汉东湖J-1地块，是东湖中央文化旅游区的重要组成部分。秀场总建筑面积86000平方米(地上27500平方米，地下58500平方米)，建筑总高度 59.8米。剧场建筑由世界顶尖建筑艺术设计大师，北京奥运会、广州亚运会、伦敦奥运会开闭幕式艺术总监马克·菲舍尔先生设计，建筑外型灵感来自中国传统红灯笼造型。

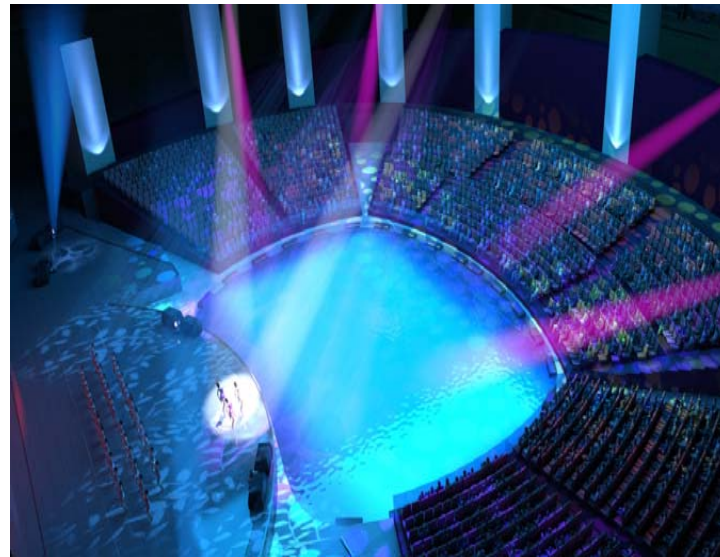


“红灯笼”秀场效果图

**汉秀”秀场是专门为一台固定的水秀节目而量身打造的超越目前世界所有演艺水平的舞台建筑，他的节目创意由世界舞台艺术第一人弗兰克·德贡先生亲自承担。秀场观众区共设2000个坐席，由升降座椅台和旋转座椅台组成，是世界上首个可以移动、旋转、升降的观众座椅台。演出开始时座椅台处于闭合状态，演出过程中结合节目的推进，前部旋转座椅台转动打开露出中央表演水池，后部座椅台垂直降下，整体座椅呈现开启状态。**

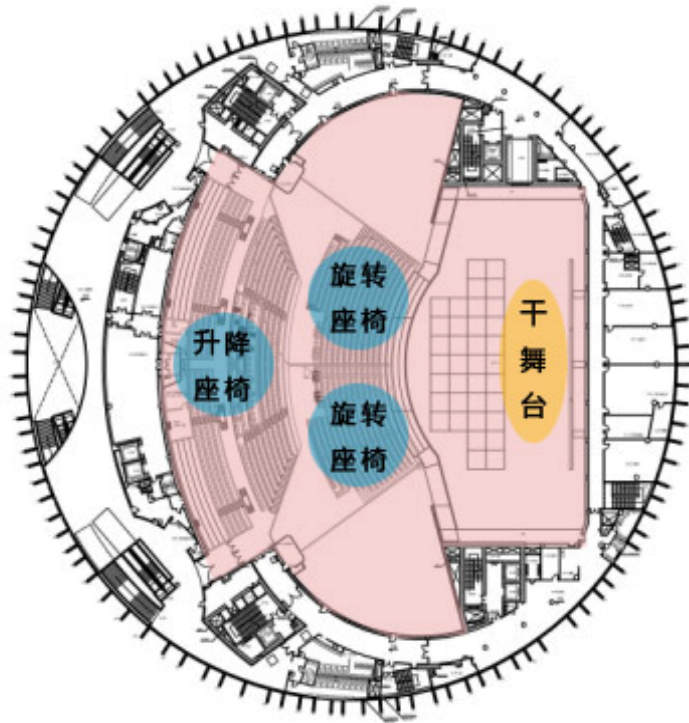


**座椅闭合状态**

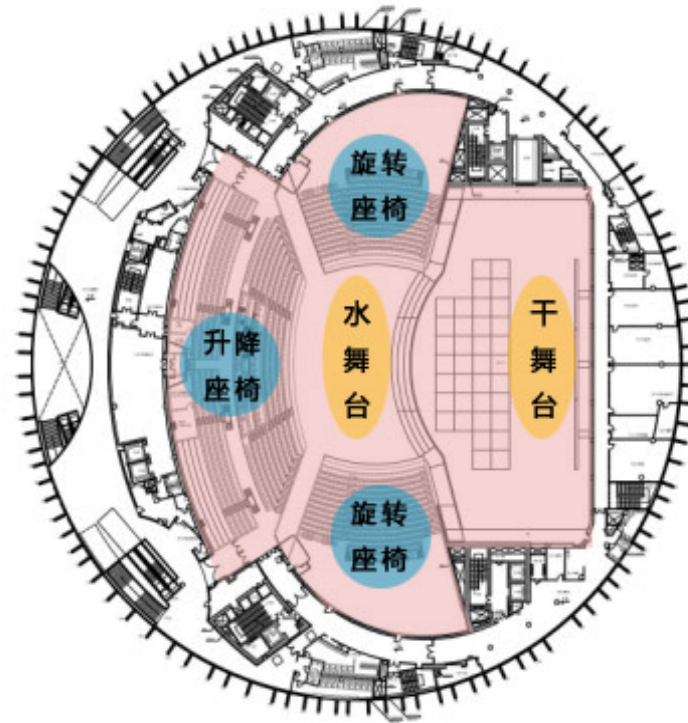


**座椅打开状态**

秀场表演区由水舞台和干舞台组成，其中水舞台水池长58米，宽32米，深10米，世界上最大的表演用水池，储水量相当于3-4个奥运会标准游泳池。干舞台后区有3块巨型LED显示屏固定在3个巨型机械臂上，可以实现旋转、平移等多个自由度的运动。



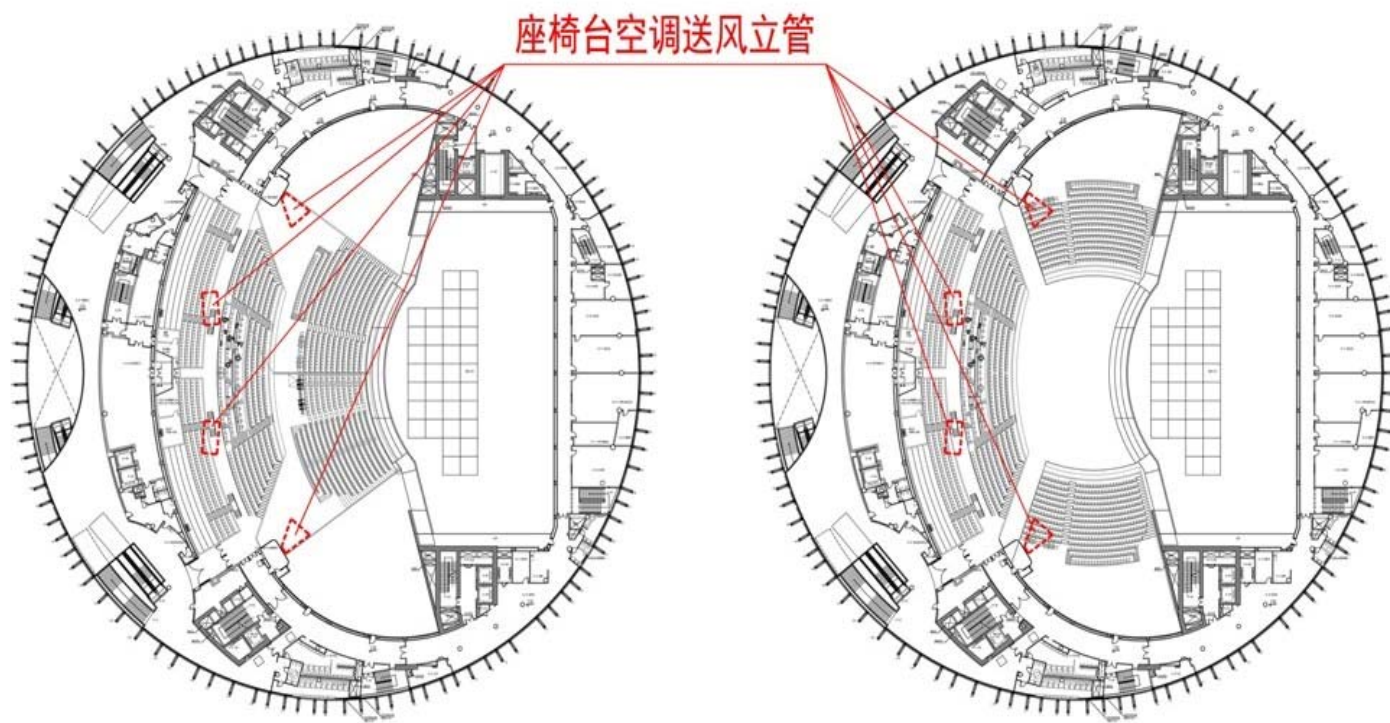
秀场座椅闭合状态平面图



秀场座椅打开状态平面图

#### 4. 移动座椅台风管连接设计

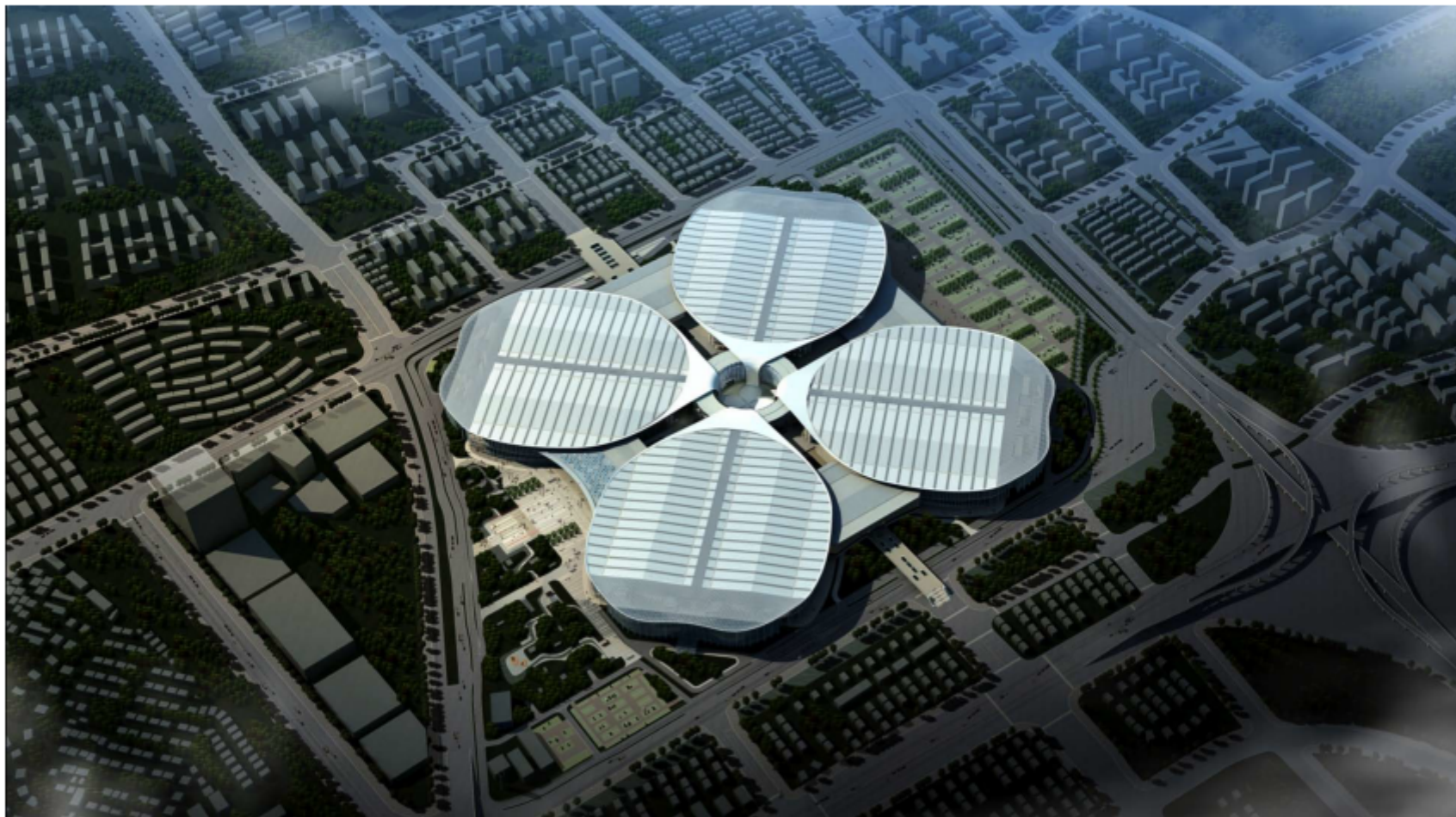
秀场观众区座椅台分为升降座椅台和旋转座椅台，升降座椅上下行程近7米，旋转座椅行程30余米，建成后将是世界载荷最大，行程最长的移动看台。座椅台由钢结构制作，台内包括有观众区空调静压箱和水区分隔气流送风管道，静压箱与分隔气流风管均通过竖井与设在地下三层的空调机组连接。



座椅闭合状态

座椅打开状态

## 超大展厅空调送风方式研究及优化策略

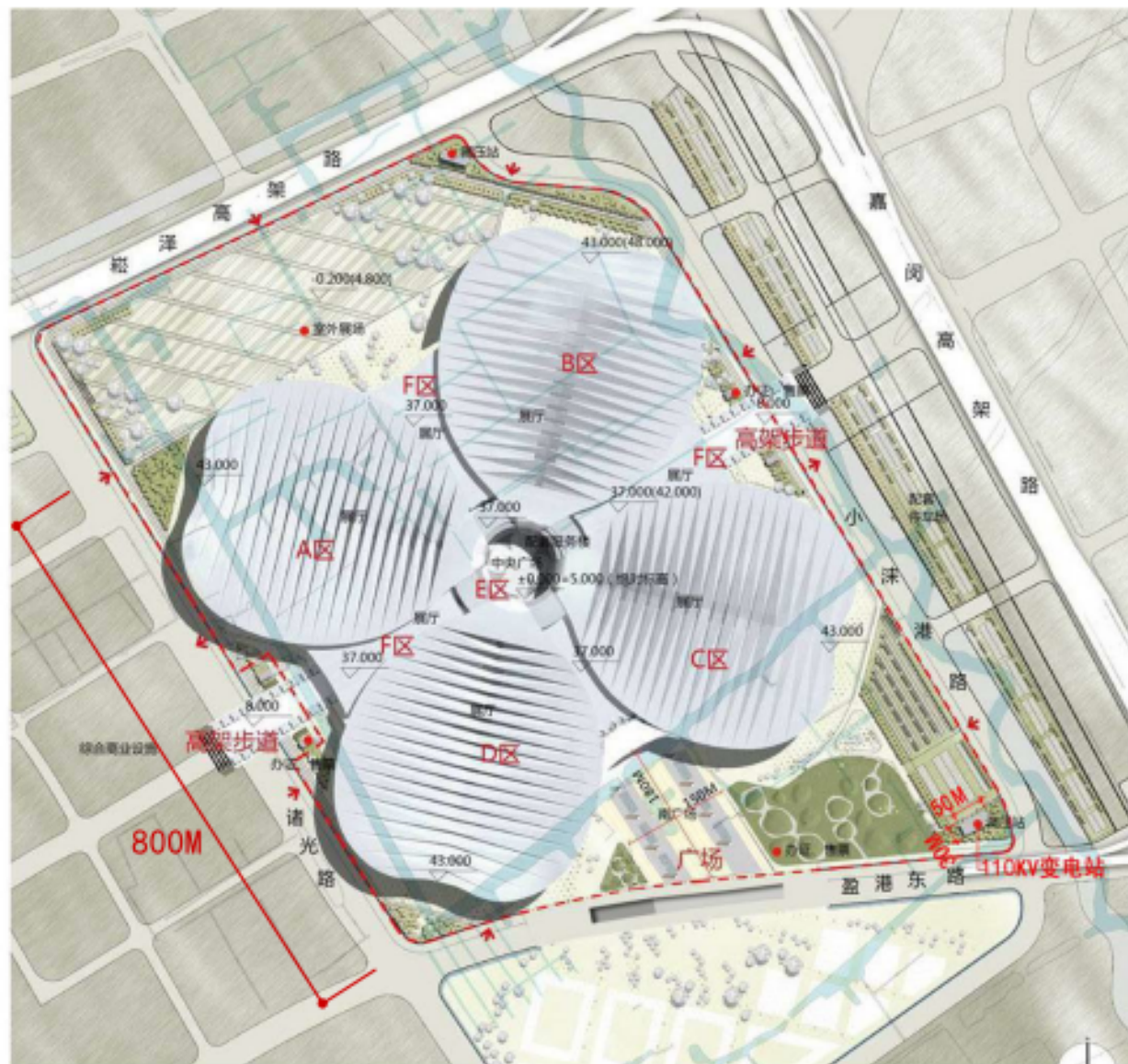


上海虹桥国家会展中心

# 第一部分

## 概况

### 项目介绍



### 总体技术经济指标

- 1.总用地面积 85.6万m<sup>2</sup>
- 2.建筑面积 147万m<sup>2</sup>
  - 其中 地上面积 127万m<sup>2</sup>
  - 地下面积 20万m<sup>2</sup>

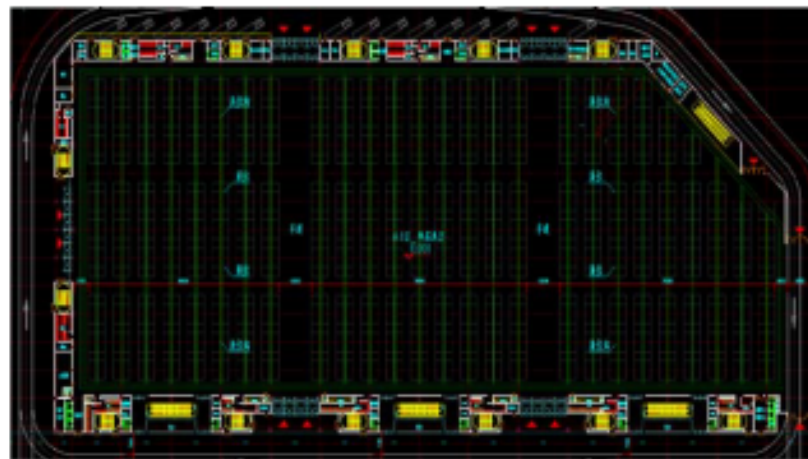
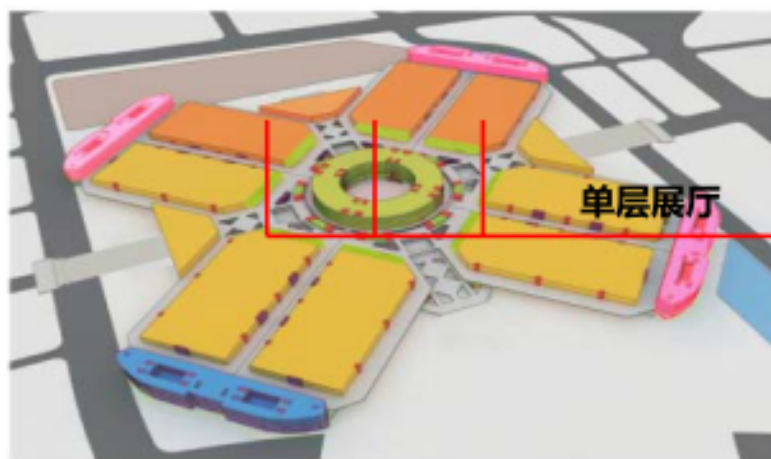
---  
用地红线及管控区

➔  
基地出入口

# 第一部分

## 项目介绍

### 单层展厅特点



- 宽：108m
- 长：270m
- 高：42m
- 体型巨大，内部无柱，无地下室

# 第二部分

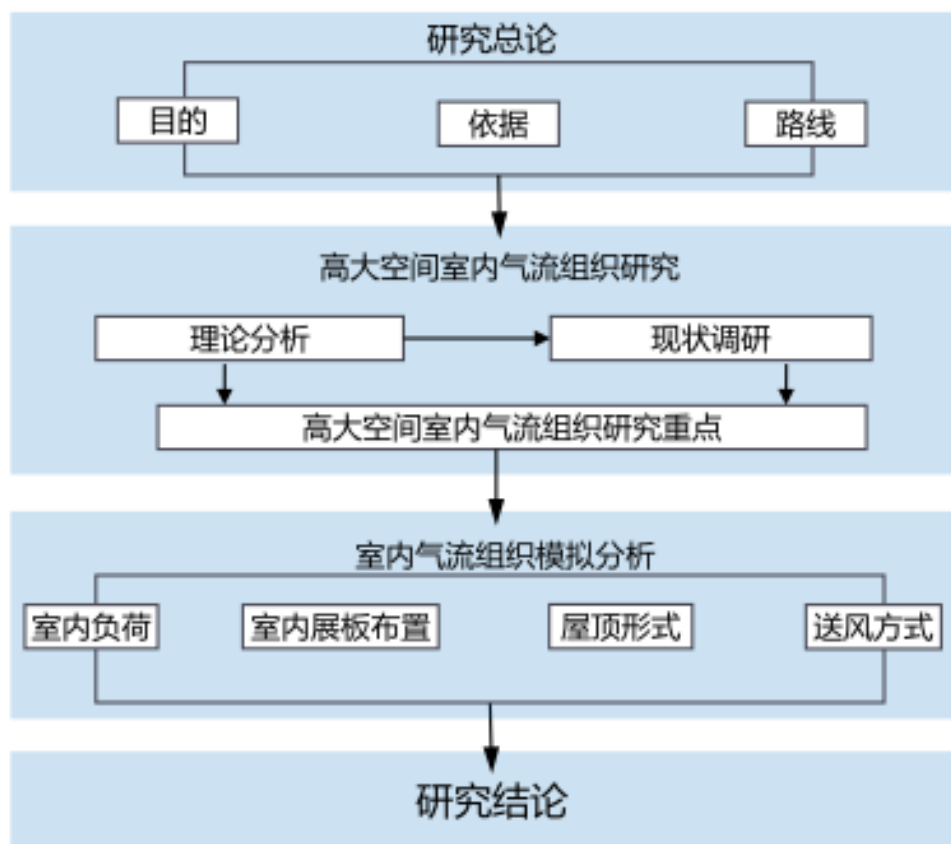
## 研究思路

解决路线

逻辑思路

研究主要内容框架

研究方法

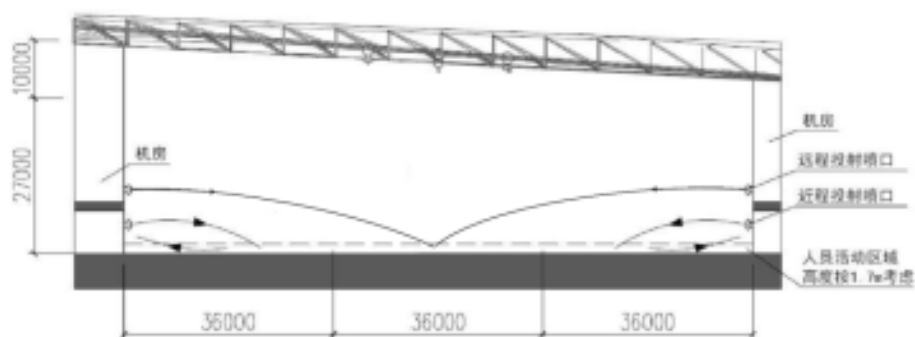




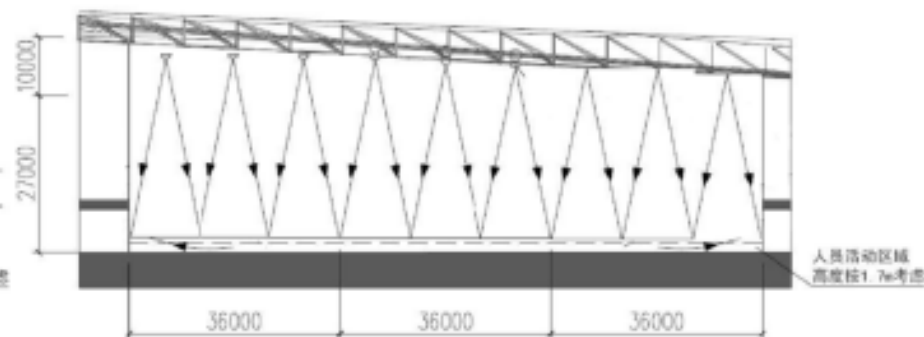
# 第二部分

解决路线

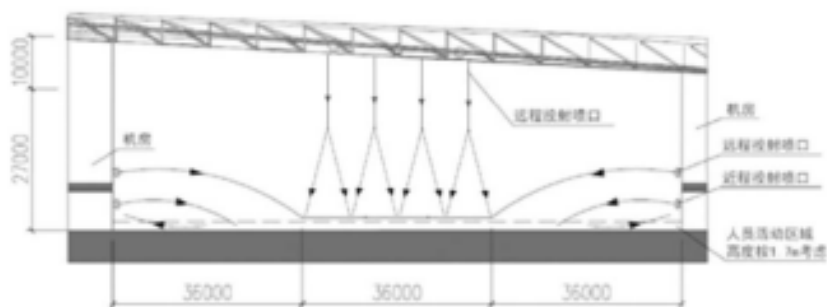
## 几种可能的送风方式



侧送风



顶送风



侧送+顶送

下送风

考虑到展厅可能展示重机械产品以及布展撤展施工问题，室内不考虑下送风方式。

# 第五部分

## 最终结论

### 最终结论

1. 由于挡板的存在，侧送风方式中央区域舒适性较差
2. 顶送风与侧送+中间顶送风可解决展馆中部送风不可及问题
3. 在满足相同舒适度的前提下，侧送风比顶送风、侧送+顶送风所需风量大
4. 结合展馆建筑功能及工艺要求，考虑顶送风形式



Fig. 1: Hoval Air-Injector