

## 《建筑环境学》题库

### 第七章 建筑声环境

#### 填空题

- 1、声音的产生与传播过程包括三个基本要素：声源、传声途径和接受者。
- 2、一个向周围媒质辐射声波的振动系统叫声源。
- 3、声源在单位时间内向外辐射的声能称为声功率。
- 4、有声波传播时，压强随声波频率产生周期性的变化，其变化的部分，即有声波时的压强与静压强之差，称为声压。
- 5、单位时间内，通过垂直于传播方向上的单位面积内的平均声能量称为声强。
- 6、描述一个简谐声波只需要频率（音调）和声压幅值（响度）两个独立变量。
- 7、人耳能够听到的声波频率范围约在 20 Hz~20000Hz。
- 8、音色取决于谐频分量的构成。
- 9、在应用声学中，通常用倍频程和 1/3 倍频程来表示声音强度。
- 10、倍频程的中心频率为 31.5 Hz、63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1000 Hz、2000 Hz、4000 Hz、8000 Hz、16000Hz。
- 11、上下限频率值之差，称频程宽度，简称频带宽。
- 12、所谓一个倍频程，就是上限频率比下限频率高一倍
- 13、平面声波向前传播，声音不衰减。球面声波要衰减。
- 14、所谓分贝是指两个相同的物理量之比取以 10 为底的对数并乘以 10（或 20）。
- 15、A 声级是参考 40 方等响曲线，对 500Hz 以下的声音有较大的衰减，以模拟人耳对低频不敏感的特性。
- 16、在对不稳态噪声的大量调查中，已证明等效连续 A 声级与人的主观反映存在良好的相关性，我国使用该量作为噪声评价指标。
- 17、室内声场是含直达声、反射声等的混合声场。
- 18、在声源停止发声后衰减 60dB 的时间称为混响时间。
- 19、舒适的住宅声环境有两方面的含义：低噪声、声音私密。
- 20、透声系数是透射声功率与入射声功率之比。
- 21、离声源一定距离处测得的隔声构件设置前的声功率和设置后的声功率之差称为插入损失。
- 22、环境噪声控制的原则是“闹静分开”、改变噪声传播的方向或途径、充分利用天然地形的吸声、降噪作用、采取声学措施，包括吸声、消声、隔声、隔振和减振等噪声控制技术。
- 23、城市噪声主要来自交通噪声、工厂噪声、施工噪声和社会生活噪声。
- 24、城市噪声的控制方法包括：消除噪声源、切断传播途径、合理规划城区。

- 25、工程上通常采用 125Hz、250 Hz、500 Hz、1000 Hz、2000 Hz、4000Hz 的吸声系数来表示一种材料和结构的吸声特性。
- 26、吸声量是用以表征某个具体吸声构件的实际吸声效果的量，它等于吸声构件的面积乘以吸声系数。
- 27、消声器是一种允许气流通过、又能有效阻止或减弱噪声向外传播的装置。甚至可降低噪声 20~40dB。
- 28、高频噪声选择阻性消声器，中低频噪声选用抗性消声器。
- 29、利用电子设备产生的背景噪声掩蔽令人讨厌的噪声，以解决噪声控制问题，则该背景噪声称为掩蔽噪声。该背景噪声通常被比喻为“声学香料”或“声学除臭剂”。
- 30、我们常用的消声器可分为阻性消声器 和抗性消声器 前者适用于消除中高频噪声后者适用于中低频噪声。
- 31、一个封闭空腔通过一个开口与外部空间相联系的结构称作空腔共振吸声结构。

### 选择题

- 1、声音的产生与传播过程包括三个基本要素不包括下面哪一项？（ ）。D  
A 声源 B 传声途径 C 接受者 D 震源
- 2、一个向周围媒质辐射声波的振动系统叫（ ）。A  
A 声源 B 传声途径 C 接受者 D 震源
- 3、声源在单位时间内向外辐射的声能称为（ ）。A  
A 声功率 B 声强 C 声压 D 声功
- 4、有声波时的压强与静压强之差，称为（ ）。C  
A 声功率 B 声强 C 声压 D 声功
- 5、单位时间内，通过垂直于传播方向上的单位面积内的平均声能量称为（ ）。B  
A 声功率 B 声强 C 声压 D 声功
- 6、一般来说，人耳能够听到的声波频率范围下限是（ ）。A  
A 20Hz B 100Hz C 1000Hz D 20000Hz
- 7、一般来说，人耳能够听到的声波频率范围上限是（ ）。D  
A 20Hz B 100Hz C 1000Hz D 20000Hz
- 8、音色取决于（ ）的构成。D  
A 频率 B 幅值 C 响度 D 谐频分量
- 9、下面哪一项是倍频程的中心频率？D

A 20Hz    B 100Hz    C 200Hz    D 1000Hz

10、下面哪一项不是倍频程的中心频率？ D

A 250Hz    B 500Hz    C 1000Hz    D 1500Hz

11、所谓一个倍频程，就是上限频率是下限频率的（ ）倍。 B

A 1.26    B 2    C 3    D 6

12、（ ）声波向前传播，声音不衰减。 A

A 平面    B 柱面    C 点源    D 球源

13、A 声级是参考（ ）方等响曲线，对 500Hz 以下的声音有较大的衰减，以模拟人耳对低频不敏感的特性。 A

A 40    B 50    C 60    D 70

14、A 声级是参考 40 方等响曲线，对（ ）Hz 以下的声音有较大的衰减，以模拟人耳对低频不敏感的特性。 C

A 125    B 250    C 500    D 1000

15、高频噪声一般选用（ ）消声器。 A

A 阻性    B 抗性    C 板状    D 小孔

16、中低频噪声一般选用（ ）消声器。 B

A 阻性    B 抗性    C 板状    D 小孔

17、（ ）是被国际标准化组织建议用于评价公众对户外噪声的反应。 B

A 声级    B NR 曲线    C NC 曲线    D 等效连续

18、在声源停止发声后衰减（ ）dB 的时间称为混响时间。 C

A 20    B 40    C 60    D 80

19、（ ）是在直达声的声能密度与反射声的声能密度相等处，距声源的距离，也称临界半径。

A

A 混响半径    B 直达声半径    C 反射声半径    D 建筑声源半径

20、下面哪一项不是城市噪声的主要来源？ D

A 交通噪声    B 工厂噪声    C 施工噪声    D 设备噪声

21、强吸声结构的吸声系数要求达到（ ）以上。 D

A 0.90      B 0.94      C 0.96      D 0.99

22、由于人的听觉系统对声音强弱的响应接近于对数关系，所以，对声压或声强采用对数标度就比较方便，这种表示方法称为（ ） D

A 响应等级      B 声压级      C 声强级      D 分贝标度

23、如果噪声源在邻室，在邻室的墙面上敷设吸声材料的方法（ ） B

- A、不起作用，因为不增加隔墙的隔声量是没有用的
- B、可以减少噪声干扰，因为可以降低邻室的整体噪声水平
- C、会增加噪声干扰，因为吸声材料的隔声效果都比较差
- D、可以减少噪声干扰，因为隔墙的隔声量会因此而增加

24、室内有四个 40dB 的噪声源，综合的效果相当于（ ） B

- A、44 dB
- B、46 dB
- C、83 dB
- D、160 dB

25、以下四个室内声源中哪个声源的指向性因素最大？声源的位置分别是（ ） C

- A、在房间正中央
- B、在两面垂直墙面的交线上
- C、在三角垂直墙面的交角上
- D、在一面墙的表面

26、声功率级和声压级这两个评价指标在应用上有何区别？（ ） A

- A、声功率级用于评价声源，声压级用于评价空间声环境
- B、声功率级用于评价自由声场，声压级用于评价室内声场
- C、声功率级用于评价噪声，声压级用于评价小噪声
- D、声功率级用于评价工业建筑，声压级用于评价民用建筑

27、背景噪声 50dBA，四台风冷热泵机组组装在一起，每台风冷热泵的噪声为 76dBA，请问机组前 1 米处测得的总噪声级约为多少？（ ） C

- A、304dBA
- B、130dBA
- C、82dBA
- D、79dBA

28、指向性因数和指向性指数的作用是什么？ ( ) D

- A、是描述室内声场特征的专用指标
- B、用于描述室内声场的反射声声场分布
- C、用于描述声场的混响水平
- D、用于描述有方向性声源形成的声场分布

29、室内有两个 45dB 的噪声源和一个 30dB 的噪声源，综合的效果相当于 ( ) A

- A. 48dB
- B. 49.8dB
- C. 90dB
- D. 115dB

30、声压级为 0dB 的噪声叠加，结果是( ) B

- A.依然是 0dB，但人耳能听见
- B.变成 3dB，人耳能听见
- C.变成 2dB，人耳能听见
- D.依然是 0dB，但人耳听不见

### 名词解释：

#### 1、声功率

指声源在单位时间内向外辐射的声能，单位为 W。

#### 2、声强

衡量声波在传播过程中声音强弱的物理量，单位  $W/m^2$ 。声场中某一点的声强，是指在单位时间内，该点处垂直于声波传播方向上的单位面积所通过的声能。人耳能听到的下限声强为  $10^{-12}W/m^2$ ，上限声强为  $1W/m^2$ 。人耳的容许声强范围为 1 万亿倍。

#### 3、声压

所谓声压，是指介质中有声波传播时，介质中的压强相对于无声波时介质静压强广东该变量，单位为 Pa。

#### 4、分贝

分贝:所谓分贝是指两个相同的物理量（例 A1 和 A0）之比取以 10 为底的对数并乘以 10（或 20）。声压级  $L_p=20lg(P/P_0)$ 。

#### 5、声压级

所谓级是做相对比较的量。将人可闻区段的声压级划分为 0~120 分贝，声压级  $L_p=20lg(P/P_0)$ ， $P_0$ ，为参考声压，以可听阈  $2*10^{-5}P_a$  为参考值。

## 6、声强级

声强级也是以可听阈作为参考值，表示为  $L_I=10\lg(I/I_0)$ ， $I_0$ ，为参考声强，以可听阈  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  为参考值。

## 7、声功率级

声功率级定义为  $L_W=10\lg(W/W_0)$ ， $W_0$ ，为参考声功率，以  $10^{-12} \text{ W}$  为参考值。

## 8、响度

声音入射到耳鼓膜使听者获得的感觉量，单位为方。取决于：声压、声强、频率。

## 9、A 声级

参考 40 方等响曲线，对 500Hz 以下的声音有较大的衰减，以模拟人耳对低频不敏感的特性。

## 10、统计声级

累计分布声级就是用声级出现的累计概率来表示这类噪声的大小。累计分布声级  $L_x$ ，是表示测量时间的 X% 噪声所超过的声级。通常，在评价交通噪声或其他噪声时，多用  $L_{10}$ ， $L_{50}$ ， $L_{90}$ 。

## 11、混响时间

在声源停止发声后衰减 60dB 的时间称为混响时间。

## 12、混响半径

在直达的声能密度与反射声的声能密度相等处，距声源的距离，也称临界半径。

## 13、响度级

将听起来一样响的声音的响度用 1000Hz 纯音对应的声压级代表，单位为方。反映了人耳对不同频率声音的敏感度变化

## 14、降噪系数

工程上常把 250、500、1000、2000Hz 四个频率吸声系数的算术平均值作为降噪系数。

## 15、消声器

消声器是一种允许气流通过，又能有效阻止或减弱噪声向外传播的装置。甚至可降低噪声 20~40dB，分为阻性消声器、抗性消声器和阻抗式消声器。其中高频噪声选择阻性消声器，中低频噪声选用抗性消声器，宽频噪声选用阻抗式消声器。

## 16、掩蔽噪声

利用电子设备产生的背景噪声掩蔽令人讨厌的噪声，以解决噪声控制问题，该背景噪声称为掩蔽噪声。掩蔽噪声通常被比喻为“声学香料”或“声学除臭剂”。

## 17、掩蔽效应现象

许多情况下，可以利用电子设备产生的背景噪声来掩蔽令人讨厌的噪声，以解决噪声控制问题。这种人工噪声通常被比喻为“声学香料”或“声学除臭剂”，它可以有效地抑制突然干扰人们宁静气氛的声音。这种现象叫掩蔽效应现象。

## 18、分贝标度

由于人的听觉系统对声音强弱的响应接近于对数关系，所以，对声压或声强采用对数标度就比较方便，这种表示方法称为分贝标度。

## 19、插入损失

插入损失是指在声源预测点之间插入消声器前后，在某一固定点所测得的声压级之差。

## 20、传递损失

传递损失是指消声器进口端入射声的声功率级与消声器出口端投射声的声功率级之差。

## 21、双耳听闻效应现象。

声波传到两只耳朵有时间差、强度差、相位差，根据这些差别，使听者能够辨别声音方向。双耳辨别方向的能力称为双耳听闻效应现象。

## 问答题

### 1. 当几个不同的声源同时作用于某一点时，该点的声级叠加如何进行？

当几个不同的声源同时作用于某一点时，该点的总声强是各个声强的代数和，即

$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ ，而它们的总声压是各声压的平方和开根值，即

$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}$ ，声压级叠加时，不能进行简单的算术相加，而要求按对数运算规律

进行，n 个声压级为  $L_{p1}$  的声音叠加，总声压级为  $L_p = 20 \lg \frac{\sqrt{np_1^2}}{p_0} = L_{p1} + 10 \lg n$ 。声压级的叠

加计算可利用书中图进行。（附图如下，答题时不用答，但要掌握该图用法）



## 2. 声音所具备的三种要素是什么？

人耳识别声音的三个基本要素是：声音的强弱，音调的高低和音色的好坏，其中声音的强弱可用声强级、声压级或总声级等表示；音调主要取决于声音的频率  $f$ 。频率越高、音调越高，同时音调还与声压级和组成成分有关。音色的好坏是反应复合声的一种特性，它主要是由复合声中各种频率成分及其强度决定的，即由频谱决定。

## 3. 声音在传播过程中遵循的传播规律如何？

当声波遇到障碍物时所遵循的传播规律：一是声波遵循反射定律，即一部分声波被物体反射，一部分被吸收，一部是由于声波使障碍物产生振动形成了辐射声波（称透射声波），还有一部分声波绕过障碍物继续向后面传播（称为声绕射）；二是声波在传播中遵循衰减规律，即传播衰减和吸收衰减，前者主要取决于声源的性质，而后者主要与声波在传播过程中的环境有关。

## 4. 被人们公认的噪声评价量和评价方法是什么？为什么把 A 声级作为保护人的力与健康以及环境噪声的评价量。

公认的评价量与评价方法有：A 声级 ( $L_A$ )；等效连续 A 声级 ( $L_{Aeq}$ )；统计声级 ( $L_x$ ) 和 NR 评价曲线等。其中 A 声级主要与人的主观反映有良好的相关性，所以世界各国均用作听力与健康和环境噪声的评价量， $L_{Aeq}$  主要用于非稳态的噪声环境； $L_x$  是利用概率统计方法，记录随时间变化的噪声的 A 声级；NR 评价曲线是国际标准化组织建议用于评价公众对户外噪声的反应或用于对工业噪声治理的限值。

## 5. 消声器根据其消声原理量可分为几类，各类消声器的基本消声原理为何？

根据消声原理大致可分为阻性消声器、抗性消声器两大类，阻性消声器利用在管内壁上的吸声材料或吸声结构的吸声作用，使沿管道传播的噪声迅速随距离衰减，从而达到消声的目的，其作用类似于电路中的电阻，对中、高频噪声的消声效果较好；抗性消声器不使用吸声材料，主要是利用声阻抗的不连续性来产生传输损失。它又分扩张室消声器和共振消声器，前者借助于管道截面的突然扩张和收缩达到消声目的；后者则是借助共振腔，利用声阻抗失配，使沿管道传播的噪声在突变处发生反射、干涉等现象达到消声目的，其作用类似于电路中的滤波器，适宜控制低中频噪声。

## 6. 降低环境噪声的基本途径有哪些？

1.降低声源噪声：a 改革工艺和操作方法来降低噪声，b 降低噪声源的激振力；c 降低噪声辐射部件对激振力的影响；2.在传播途径上降低噪声：对强噪声源的位置合理地布置，改变噪声的传播方向和途径，或采用声学措施消声；3.掩蔽噪声，利用掩蔽效应降低噪声，掩蔽作用效果取决于声音之间的相对强度和频率、结构，掩蔽声的声压级越大，掩蔽量就越大。低频声对高频声的掩蔽作用较大，而高频声对低频声的掩蔽作用则有限。

## 7、山西永济莺莺塔共 13 层，高 36.76 米。敲打石阶转角处有一大石上三两个凹坑，游人可



以听到 10 余种不同的回音现象，其中主要的一种就是这种听起来很像蛙鸣的声音。试从声学观点予以解释。

根据研究表明主要有三个原因：

- (1) 塔的地形地貌，塔的地势特别高，周围特别平坦。它可以接受大范围内传出来的声音。
- (2) 它的建筑结构，它的每层塔檐都呈凹形，可以聚集反射波。
- (3) 它的建筑材料，在古代全部采用青砖所做的，表面特别光滑，可以大大提高声波的反射系数。

因为塔高低不同，时间不同，一棱一棱的就形成了酷似青蛙的叫声了

## 8、简述噪声控制的原则。

- ① “闹静分开”的原则
- ② 改变噪声传播的方向或途径
- ③ 充分利用天然地形的吸声、降噪作用
- ④ 采取声学措施，包括吸声、消声、隔声、隔振和减振等噪声控制技术

## 9、什么是消声器？叙述消声器的分类及特点

消声器是一种允许气流通过，又能有效阻止或减弱噪声向外传播的装置。甚至可降低噪声 20~40dB。可分为阻性消声器、抗性消声器和阻抗式消声器。

阻性消声器：利用吸声材料消声的吸收型消声器。

抗性消声器：依靠管道界面的突变或旁接共振腔等在声传播过程中引起阻抗的改变，从而产生声波的反射、干涉现象，从而降低由消声器向外辐射的声能，达到消声的目地。

阻抗复合式消声器：由阻性消声器与抗性消声器组合而成。微穿孔板消声器是阻抗复合式消声器一种特殊形式

高频噪声选择阻性消声器，中低频噪声选用抗性消声器，宽频噪声选用阻抗式消声器。

## 10、吸声减噪的使用原则

(1) 内平均吸声系数较小时，吸声减噪法收效最大。对于室内原有吸声量较大的房间，该法效果不大。

(2) 吸声减噪法仅能减少反射声，因此，吸声处理一般只能取得 4~12dB 的降噪效果，试图通过牺牲处理得到更大的减噪效果是不现实的。

(3) 在靠近声源、直达声占支配地位的场所，采用吸声减噪法将不会得到理想的降噪效果。

## 11、试阐述不同吸声材料和建筑吸声结构的性能、作用。

### 1. 多孔吸声材料

原理：当声波入射到多孔材料表面时，声波能顺着微孔进入材料内部，引起孔隙中的空气振动。由于摩擦和空气的粘滞阻力，使一部分声能变为热能；气体绝热压缩时温度升高，反之，绝热膨胀时温度降低，由于热传导作用，孔隙中的空气与孔壁、纤维之间进行热交换，结果也会使声能转化为热能。应用：地毯棉被和衣物等。

## 2.薄板和薄膜共振吸声结构

原理：当声波入射到薄板和薄膜上时，将激起面层振动，使板或膜发生弯曲变形。由于面层和固定支点的摩擦，以及面层本身的内损耗，一部分声能被转化为热能。将不透气、有弹性的板状或膜状材料（如胶合板、硬质纤维板、石膏板、石棉水泥板、皮革、人造革、帆布等）周边固定在框架上，板后留有一定厚度的空气层，就成了薄板和薄膜共振吸声结构。

应用：木桩修时，在薄板边缘防止一些橡皮条、海绵条、或毛毡等材料达到吸声的效果。在送风孔洞的风口、干管上加橡皮条也能达到此目的。

## 3.空腔共振吸声材料

各种穿孔板、狭逢板背后设置空气层形成吸声结构，均属于空腔共振吸声结构。（如：可用穿孔的石棉水泥板、石膏板、胶合板等）该结构优点：既能满足吸声要求，材料本身又具有一定强度。

## 4.空间吸声体

把吸声体悬挂在声能流密度大的位置（如靠近声源处、反射有聚焦的地方），具有好的吸声效果。应用：工业厂房的噪声控制，体育馆等。

## 12、阻性消声器的原理

利用布置在管内壁上的吸声材料或吸声结构的吸声作用，使管道传播的噪声迅速随距离衰减，从而达到消声的目的。对中、高频噪声的吸声效果较好。

## 13、风道弯头为什么有消声作用？为了减少阻力，在风道弯头里加了导流叶片，弯头的消声能力会有什么变化？为什么？

因为噪音沿管道传播过程中遇到风道弯头，噪音在这个突变处发生反射、干涉等现象，空腔孔颈空气栓，由于共振而激烈运动，消耗能量，腔内空气起弹簧作用，以达到消声作用。流体流经风道弯头时，流体的流速和流向均会发生变化，由于流体流向发生改变，流体必定与风道壁面发生碰撞消耗能量。因此流体经过风道弯头后流速会减少，气流噪声减少，故风道弯头有消声作用。风道产生旋涡，有噪声，加导流片，增加空气摩擦阻力。

## 14、多孔吸声材料具有怎样的吸声特性？随着材料密度、厚度的增加其吸声特性有何变化？试以超细玻璃棉为例予以说明

多孔材料具有大量内外连通的微小空隙和孔洞，可使一部分声能转化为热能而被损耗，吸收多，反射少，吸声性能好

多孔材料一般对中高频声波具有良好的吸声，以超细玻璃棉为例，随着其厚度增加，中低频吸声系数显著增加，高频变化不大。厚度不变，增加密度，也可以提高中低频吸声

## 15、等响曲线与 NR、NC 曲线有什么异同？

以连续纯音做实验，取 1000HZ 的某个声压级作为参考标准，则听起来和它同样响的其他频率纯音的各自声压级就构成一条等响曲线，依次改变参考用的 1000HZ 纯音的声压级就可以得到一组等响曲线。等响曲线是对某一频率的某个声压级的纯音的响度级的评价。NR

曲线是作为噪声允许标准的评价指标，确定了某条曲线作为限值曲线，就要求现场实测噪声的各个倍频带声压级值不得超过由该曲线所规定的声压级值。NC 曲线也是作为噪声允许标准的评价指标，对低频的要求比 NR 曲线苛刻

### 16、扩张式消声器为什么有消声作用？

原理：抗性消声器不使用吸声材料，主要是利用阻抗的不连续性来产生传输损失，利用声音的共振、反射、叠加、干涉等原理达到消声目的，而扩张式消声器借助于管道截面的突然扩张和收缩，声波在传递过程中产生反射、叠加、干涉。从而达到消声。

17、某地有两台机器同时运行，噪声分别为 95dB 和 100dB，请问叠加后的噪音是多少分贝？可利用以下所给的图进行计算。



图 7-4 声压级的差值与增值的关系

由题目可知，两个噪声之间的差值是 5dB，查图，当声级差为 5dB 时，加到较高声级上的数值应为 1.2dB，所以叠加后的总噪音应为 101.2dB.