



中国航空工业规划设计研究院
康玉成 编著

建筑隔声设计

——空气声隔声技术

12.4

290



中国建筑工业出版社
CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

建筑隔声设计 ——空气声隔声技术

中国航空工业规划设计研究院

康玉成 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑隔声设计——空气声隔声技术/中国航空工业规划设计研究院 康玉成编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-06705-7

I. 建... II. 中... III. 建筑—空气声—隔声—声学设计 IV. TU112.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 059238 号

建筑隔声设计——空气声隔声技术

中国航空工业规划设计研究院

康玉成 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{1}{4}$ 字数: 257 千字

2004 年 9 月第一版 2004 年 9 月第一次印刷

印数: 1—3,500 册 定价: 18.00 元

ISBN 7-112-06705-7

TU·5859(12659)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书是建筑师从事建筑的空气声隔声设计的参考书，内容丰富、资料详实，具有设计手册和工具书的功能。同时书中深入浅出的理论阐述，也具有启迪建筑师设计想像力和创造力的作用。同时，对于建筑师与声学工程师协同完成某些特殊的隔声工程，本书亦具有较大的指导意义。

本书所涉及的隔声内容仅是建筑围护结构的空气声隔声。全书共设十六章，从空气声隔声所遵循的质量定律讲起，全面、详细地阐述了单层、双层、多层、轻型围护构件及门、窗等的隔声设计知识、设计原理、原则、技术手段。书中还介绍了评价构件隔声性能的多种方法，以求为建筑师广开思路。而在本书主要章节——第五章“单层构件隔声量计算公式”中，阐述并汇编了笔者当前所了解到的国内外声学家提供的诸多隔声量计算公式，并通过分析研究提出了笔者的计算公式，并提出建筑师如何确切地选用公式的建议。书中还节选了大量的各类建筑围护构件、门、窗等的隔声量实测数据及隔声构造详图。

本书主要对象是建筑师，但对相关专业的大专院校师生、其他建筑工程技术人员以及劳保、环保部门也有参考价值。

* * *

责任编辑：张 建

责任设计：崔兰萍

责任校对：王金珠

目 录

第一章 绪论	1
第二章 相关知识	3
第一节 空气声	3
第二节 人耳听觉的频率特性	3
第三节 质量和重量	4
第四节 声音的基本量度	4
第五节 A 声级	5
第六节 噪声评价量	9
第七节 隔声量	10
第三章 质量定律	12
第一节 质量定律的假定条件	12
第二节 质量定律	12
第四章 单层构件的隔声频率特性	14
第一节 构件隔声的三个频率控制区	14
第二节 劲度控制区 (I 区)	14
第三节 质量控制区 (II 区)	16
第四节 临界频率控制区 (III 区)	16
第五节 综合分析	19
第五章 单层构件隔声量计算公式	21
第一节 国外声学家的论述	21
第二节 国内声学家的论述	24
第三节 隔声量计算公式的归纳	27
第四节 隔声量公式的几点分析	28
第五节 推荐隔声量计算公式	30
第六章 m 与 R 关系图线判断隔声量	32
第一节 折线关系图线	32
第二节 直线关系图线	33
第三节 弧线关系图线	34
第四节 三种类型关系图线的综合分析	36
第七章 实测图表判断隔声量	37
第一节 概述	37
第二节 构件隔声量实测图表	37
第三节 分析说明	69

第八章 构件隔声的平台作图法	71
第一节 概述	71
第二节 平台作图法	71
第三节 平台作图法举例	72
第四节 几点分析	73
第九章 隔声指数——计权隔声量	75
第一节 概述	75
第二节 隔声指数	75
第三节 计权隔声量	78
第十章 计量单位的转换	80
第一节 关于“级”值不统一	80
第二节 统一“级”值探索	80
第十一章 双层墙的隔声	83
第一节 概述	83
第二节 双层墙的隔声频率特性	84
第三节 双层墙的共振频率	85
第四节 双层墙的吻合效应区及临界频率	86
第五节 双层墙隔声量经验计算公式	86
第六节 关于附加隔声量	88
第七节 关于双层墙中填充吸声材料	90
第八节 高隔声量结构的隔声	91
第九节 双层墙隔声量的实测举例	97
第十节 小结	100
第十一节 关于吊顶	100
第十二章 多层材料复合构件的隔声	102
第十三章 轻型墙体的隔声	104
第一节 概述	104
第二节 微孔块状材料轻墙的隔声	104
第三节 大孔块状材料轻墙的隔声	107
第四节 薄板板状材料轻墙的隔声	110
第五节 轻薄帘幕材料的隔声	114
第十四章 门窗的隔声	117
第一节 概述	117
第二节 门的隔声	117
第三节 窗的隔声	132
第十五章 组合墙板的隔声	142
第一节 概述	142
第二节 隔声量计算	142
第三节 孔洞、缝隙对隔声的影响	146

第十六章 围护构件的实际隔声量	148
第一节 单片构件的噪声降低量	148
第二节 整个房间围护构件的综合噪声降低量	149
第三节 隔声室	150
附录（一） 部分民用建筑及工业建筑隔声标准	155
附录（二） 各类建筑的允许噪声级（供参考）	158
附录（三） 国外建筑隔声标准简介	161
主要参考文献	163

第一章 绪 论

一、概述

建筑师在工业与民用建筑工程设计中,常遇到围护结构隔绝空气声的问题,并且一般都知道围护构件越厚重隔声效果越好,这种对隔声原理的认识,就是对“质量定律”的基本认识。

在对建筑围护构件隔声设计中,建筑师多是以“建筑物理”课本的阐述为依据,该课本从60年代初至今,已正式出版过数种版本。还有大量的国内外声学专著、论文、手册、资料集等,这些书籍对围护构件隔绝空气声理论以及计算公式的阐述,也给建筑师从不同角度提供了大量的设计依据。但是这些阐述尽管都是围绕质量定律,所表述的内容、视角却不尽相同。如隔声量计算公式差别就很大,对同一面密度构件的隔声量计算,按不同时期出版的《建筑物理》或声学书籍中提供的公式,其计算差值可达12dB以上。对此类问题,建筑师们一般都不会花更多的时间去探讨。

尽管建筑隔声普遍存在于各类建筑中,而且在技术上都能解决,但现实中却往往不被重视,忽视人的生产、生活环境,这也势必给建筑师的隔声设计实践带来影响。然而随着国家经济实力的增强、规范的健全、认识的提高,建筑隔声已经成为建筑设计中非解决不可的问题。

应该说要求高的、比较复杂的、特殊的隔声工程,例如隔声罩、隔声屏、高效隔声构件、高效隔声门窗等,宜由声学家主持设计,建筑师配合完成。而普遍存在于各类建筑中的围护构件隔绝空气声的设计,由于各设计单位不可能都有专业声学家及建筑声学专业组,所以一般要由建筑师来完成,这就要求建筑师也要具备较充实、完整、全面的空气声隔声知识。马大猷院士说:“建筑师要懂一些声学……”,这是对建筑师们的有益教诲。笔者多年来从事建筑设计及声学工程设计实践,深感有必要从实用出发编撰此书,以提供给建筑师们,作为其进行建筑围护结构构件隔绝空气声设计时的参考。

半个世纪以来,我国声学家们通过研究和实践,创造性地开拓和发展了我国的建筑声学及噪声控制工程技术,理论上取得了很大的进展,并积累了丰富的实践经验,显示出较高的学术和应用水平,跻身于国际声学界的先进行列,这些成就,是本书编著的基础。本书编写中,引用了有关单位及声学家们编著的建筑声学书籍中的图表等内容,在此仅向他们表示衷心的感谢。

这是一本立意实用,写给建筑师们的书,由于建筑师都学习过《建筑物理》课,所以本书未像很多声学书籍那样,从声学的最基础知识写起。

二、几点说明

1. 就笔者所知,多年来我国出版的与建筑设计有关的国内外各类声学著述是很多的,

而笔者所读过的显然是有限的、不全面的，但本书拟尽力反映空气声隔声理论与实践的现代水平。

2. 本书所指的建筑围护结构，是室内声场三维空间的围护构件，即内墙、外墙、楼板、顶板，以及门、窗等，并统一称之为构件。本书把楼板、顶板也明确包括在构件内，因为楼板不仅对隔绝撞击声很重要，对空气声的隔绝也是与墙一样重要的，建筑设计实践和建筑使用过程也都证明了楼板、顶板隔绝空气声的重要性，一点也不比墙的要求差。

3. 各类声学著述中使用的声学符号、汉语名词很不一致，本书则尽力使其统一于国家标准声学的量和单位（GB3102.7—93）。如对围护结构隔声量的称谓就有“传输损失”、“透射损失”、“隔声量”等，本书则统一采用“隔声量”。又如面密度（面质量）的符号则有“G”、“P”、“m”等，按国标力学的量和单位（GB3102.3—93）法定面密度符号应为 ρ_A 或 ρ_S ，但考虑到多年来大部分声学书籍都用 m ，本文也采用 m 。

4. 笔者是建筑师，不是专职的声学工作者，声学知识和实践都有限，所以本书仅是笔者的读书笔记和声学工程设计实践的心得体会。限于水平，不当之处在所难免，请专家和建筑师们多提宝贵意见。

第二章 相关知识

第一节 空气声

本文所指建筑围护结构构件的隔声,单指质量定律下空气声的隔绝。声音从声源传至人耳,要通过弹性媒质才能传播,传播的媒质是物质。气态的、液态的、固态的物质都可以作为媒质传播声音,没有物质的空间,如真空就不能传播声音。声音通过围护结构的传播,按传播规律有两种途径。一种是振动直接撞击围护结构,并使其成为声源,通过围护结构构件作为媒质,使振动沿固体构件而传播,这种传播方式,一般称为固体传声、撞击声,或称结构声,声音在固体媒质中的传播比在空气中的传播衰减得慢,传播得远,速度也更快;另一种是空气中的声源发声后,激发周围的空气振动,以空气为媒质,形成声波,传播至构件(大部分被反射),并激发构件这一媒质的振动,使小部分声能被透射传播到另一空间去,这种传播方式一般称为空气传声或称空气声。

实际上,不管是固体传声还是空气传声,最后都是通过空气这一媒质,传至人耳。

第二节 人耳听觉的频率特性

声的源头是振动,振动就具有频率(符号 f),即每秒种振动的次数,单位是赫兹,简称赫(符号Hz)。人耳能接受的声从频率上讲,不是所有频率都能感觉到,而是有一定的范围,正常人耳的听觉特性表明,只有振动频率为20Hz(一说16Hz)~20000Hz的声,人耳才能有声觉。20Hz的声对人耳的感受叫听阈或闻阈,20Hz以下振动频率所产生的“声”叫次声。20000Hz的声对人耳的感受叫痛阈,20000Hz以上振动频率所产生的“声”叫超声。低于20Hz或高于20000Hz频率的振动,人耳都不会有声的感觉。在建筑声学中,一般把频率在200~300Hz或以下的声称为低频声,500~1000Hz的声称为中频声,2000~4000Hz或以上的声称为高频声。在20~20000Hz这么宽的频段中,经研究对人最为敏感、最有影响的声频是100~3150Hz,也有的文献中说是125~4000Hz、100~4000Hz等。如此宽的频率范围,我们不可能也不必要对每个频率都去研究,所以就把很宽的声音频率变化范围,划分成几个小的频段,这就是平常所说的频段或频带,并取其中心频率为代表来研究。声学工程中常用的有1/1倍频段和1/3倍频段,而在隔声研究、设计实践中最常用的是六个倍频段,其中心频率是125Hz(90~180Hz)、250Hz(180~355Hz)、500Hz(355~710Hz)、1000Hz(710~1400Hz)、2000Hz(1400~2800Hz)、4000Hz(2800~5600Hz),括号内数字表示这六个倍频段中心频率所代表的频率范围。这六个倍频段基本上代表了常用的声频范围,从而大大简化了研究、测量和计算。

第三节 质量和重量

构件隔绝空气声的基本理论是质量定律，但建筑师在运用质量定律及隔声量计算公式时，常把构件的质量习惯地说成重量，因而存在着质量和重量这两个不同物理概念的术语含混使用的问题，比如常说 24cm 厚砖墙的“重量”是 $500\text{kg}/\text{m}^2$ 。

什么是质量：质量是量度物体（构件）惯性大小和引力特性的物理量，质量的值一般是用物体所承受的外力以及由此外力而引发的物体运动的加速度比来表示： $m = f/a$ ，惯性越大的物体，质量越大。物体受力后具有了速度，有了速度的质量 m 与速度为零时的质量 m_0 是不一样的，速度越大质量越小，但通常 m 和 m_0 相差极小，所以质量可以近似地看成是一个不变的量。质量的量度单位是克（g）、千克（kg）。

什么是重量：重量即重力的大小，重量是量度物体（构件）所受地球引力大小的物理量，由于地球上的不同纬度、不同高度，引力不同，同一物体在地球不同纬度、不同高度的重量也稍有不同，越接近南北极和地球表面重量越大。同时物体的重量还受到因地球自转而产生的惯性离心力的微小影响。重量的量度单位是牛（顿）（N），（ $1\text{N} = 0.1\text{kg}$ ）。

重量和质量的关系：物理学上重量与质量的关系表示为 $W = mg$ ，其中 W 为重力或称重量， m 为物体的质量， g 为重力加速度，约等于 $9.8\text{m}/\text{s}^2$ 。两个物体的质量之比等于它们的重量之比即 $\frac{m_2}{m_1} = \frac{W_2}{W_1}$ ，但条件是用梁式秤比较物体质量的基础。

质量定律以及质量定律下的隔声量计算公式，都是以质量为基础。我们在工程设计、隔声设计中，常把构件、墙、楼板等的容重、面密度等习惯地说成是重量，这是不确切的，这里所说的重量，从物理学的角度讲，实际上是质量。例如，我们常说 1m^3 钢筋混凝土的重量是 2400kg ，24cm 厚砖墙的面密度是重 $500\text{kg}/\text{m}^2$ ，去市场买 5kg 重的鸡蛋等，这里 2400kg 、 $500\text{kg}/\text{m}^2$ 和 5kg 都是质量的大小，而不是重量。由于将质量说成重量已经习以为常了，所以我们把其实是质量而在口头上常说成为重量，用在质量定律的理论及设计实践中，也是可以理解的。但概念上还是要清楚，质量定律中的面密度 m 是质量而不是重量。

第四节 声音的基本量度

1. 声强级：

单位分贝（dB）。声音作为一种能量具有一定强度，单位时间通过单位面积上的平均声能通量，就是声强（ I ）。声强的单位是瓦/米²（ W/m^2 ），例如点声源发出的球面波声场中某点的声强 $I = W/4\pi r^2$ （ W/m^2 ）。声强级是：

$$L_1 = 10\lg \frac{I}{I_0} \quad (2-1)$$

I_0 为基准声强，在本文限定的空气声隔声中， $I_0 = 10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$ ，这是人耳对 1000Hz 单音的可听阈声强，则可听阈声强级为： $L_1 = 10\lg (I_0/I_0) \text{dB} = 0\text{dB}$ 。将 $I_0 = 10^{-12}\text{W}/\text{m}^2$ ，代入 (2-1) 式则可得：

$$L_1 = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg I + 120 \text{dB} \quad (2-2)$$

L_1 是声场中某点的声强级。

2. 声压级:

单位分贝 (dB)。声音具有压力叫声压 (P)，声压的大小反映了声波的强弱，声压的单位是帕 (Pa)， $1 \text{Pa} = 1 \text{N/m}^2$ ，声压级是：

$$L_p = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0} \quad (2-3)$$

p 有效声压， p_0 基准声压，规定为 $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ，则基准声压级为： $L_p = 20 \lg (p_0/p_0) \text{dB} = 0 \text{dB}$ 。这里基准声压 $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ 与基准声强 $I_0 = 10^{-12} \text{W/m}^2$ 是相对应的，将 $p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ，代入 (2-3) 式则可得：

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{p_0} = 20 \lg p + 94 \text{dB} \quad (2-4)$$

L_p 是声场中某点的声压级。

3. 声功率级:

单位分贝 (dB)。声功率是声源本身所具有的，声源的声功率是单位时间内声源辐射的总声能量，单位是瓦 (W)，声功率级是：

$$L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0} \quad (2-5)$$

W_0 为基准声功率，规定为 $W_0 = 10^{-12} \text{W}$ ，则基准声功率 W_0 的声功率级为： $L_w = 10 \lg W/W_0 = 10 \lg W_0/W_0 = 0 \text{dB}$ 。基准声功率 $W_0 = 10^{-12}$ 与基准声强 $I_0 = 10^{-12} \text{W/m}^2$ 是相对应的。将 $W_0 = 10^{-12} \text{W}$ 代入 (2-5) 式则可得：

$$L_w = 10 \lg \frac{W}{W_0} = 10 \lg W + 120 \text{dB} \quad (2-6)$$

4. 三个“级”的相互关系:

声强与声压的相互关系是 $I = p^2/\rho c$ ， ρ ——空气密度， c ——声速，由此式可导出声强级与声压级的关系是 $L_1 \approx L_p$ ，即声强级与声压级基本相等，但条件是大气温度和大气压力是在标准条件下，由于温度和压力的影响只约为 $\pm 0.75 \text{dB}$ ，可以忽略，所以一般称 $L_1 = L_p$ 。

声功率级 L_w 与声强级 L_1 的关系是 $L_w = L_1 + 10 \lg S$ S 为包围声源的某一假想表面的总面积当声强是沿着 S 均匀分布而取 S 为 1m^2 时，则 $L_w = L_1$ 。

第五节 A 声 级

1. 国际上对噪声进行评价，其方法是不断改进的，它的发展历史大致有三个阶段。当前声学界广泛采用的是 A 声级（包括等效连续 A 声级），因为它能很好地模仿人耳的听

觉频率特性。

(1) “总声压级阶段”：在 1950 年以前为“总声压级阶段”，即用噪声频谱的总声压级作为评价噪声的指标，那个时期是防噪声研究的初始阶段。

(2) “倍频带声压级阶段”：由于用总声压级评价噪声比较笼统，不能反映噪声某些频率的影响，所以从 1950 年到 1966 年发展为“倍频带声压级阶段”，即用噪声频谱的倍频带声压级作为评价噪声指标，那个时期防噪声研究在国际上形成了高潮。

(3) “A 声级阶段”：用倍频带声压级评价噪声尽管比较符合实际情况，但比较复杂，不适合推广应用，所以从 1966 年至今又发展为“A 声级阶段”，即用噪声频谱的 A 声级作为评价指标。

当前，还有作为参考评价量的噪声评价数 NR 、隔声指数 I_a 、计权隔声量 R_w 等。

2. A 声级是考虑到人耳对不同声频率不一样敏感的特点，而模仿响度级 40 方 (Phon) 的等响曲线形成了 A 计权网络，引入 A 声级是为了使评价的声音尽力摆脱客观，接近人的听觉特性。我们从表示声音响度级的等响曲线图 2-1 可知，同一声压级值的纯音，由于频率不同，人的感受是不一样的，人耳对低频声的敏感程度比较迟钝，而对高频声，特别是 3000 ~ 4000Hz 的高频声比较敏感，也就是说，同样声压级的两个声，高频声比低频声

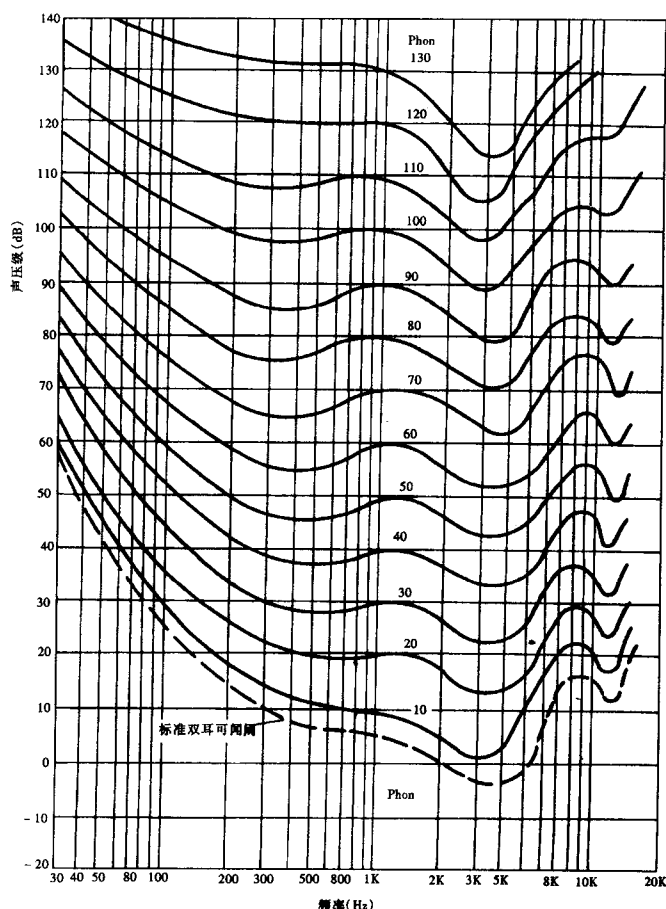


图 2-1 等响曲线图

听起来更响。例如同是 40dB 声压级的声，1000Hz 时的响度级是 40 方，而 100Hz 时就降为 25 方，主观感觉相差 15 方，这是人耳听觉特性造成的。

等响曲线提出了一个响度级的量，响度级是表示声音响度的量，是模仿声压级引入的概念，它将声压级和频率用一个单位统一起来，既考虑声音的客观物理效应，又考虑声音对人耳听觉的主观生理效应，是人们对声进行主观评价的基本量之一，响度级的单位是方 (phon)，它是以 1000Hz 纯音为基准声音，以其他频率的纯音和 1000Hz 的纯音相比较，调整前者的声压级，直到听者判断两个纯音一样响，则称该纯音的响度级方值在数值上等于那个等响的 1000Hz 纯音的声压级 dB 数。

3. 国际上通用的等响曲线，为国际标准化组织 ISO/R226—1961 采用的等响曲线，是由鲁宾逊和达逊提出的，曲线均为测试所得。A 声级是人耳对 40 方纯音的响应，与 40 方等响曲线倒立后的形状相接近，它使接收通过的低频段即 $f = 500\text{Hz}$ 以下的声音有较大的衰减。

设置计权网络的原意是对低于 55dB 的声音用 A 声级计量，对于 55~85dB 的声音用 B 声级计量，B 网络是模拟人耳对 70 方纯音的响应，对于高于 85dB 的声音用 C 声级计量，C 网络是模拟人耳对 100 方纯音的响应，其等级线近乎平直。可以看出，A 声级对低频而且是在 55dB 以下声压级的声，人耳听觉对其衰减得大，但对于 55dB 以上的声衰减并没有那么大，所以从理论上讲，A 声级尽管考虑了人耳的听觉特性，但只是对 55dB 以下声压级才比较适用。然而近年来的研究发现，不管多大声级的声音，由 A 声级测得的结果，都与入耳对声音的响度感觉相近，因此，当前人们就把 A 声级作为评价噪声的主要指标。

4. A 声级与声压级的级值都是声音量级的大小，但是物理概念不同。A 声级是经过 A 计权网络计权，反映了人的“主观”听觉的量级，称为声级，量级单位写法为 dB (A)。声压级是“客观”的物理量级，就称为声压级，量级单位写法为 dB。

5. 声级的叠加和 A 声级的 A 计权值：

(1) 声级的叠加：若声场中有两个或两个以上的声源，则声级的叠加不能简单地认为是各声级的算术和，这是因为用分贝表示的声级并不是一个线性标度，而是一个对数标度，所以声级的叠加可按下式：(设 $L_{p1} > L_{p2}$)

$$L_p = L_{p1} + A$$

与两个声源的差值 $L_{p1} - L_{p2}$ (dB) 相对应的附加 A 值见表 2-1、图 2-2，设声场中某点 B 同时收到三个单独的声级分别是 60dB、56.2dB、55dB，可按表 2-2 所示的次序按从小到大顺序依次叠加，最后求出的总叠加声级为 62.4dB。当得知某声源倍频带声压级后也可以计算出总声压级，例如已知某声源倍频带声压级为表 2-3 所示，运用图 2-3 可以计算出总声压级为 85.3dB。

相应于 $L_{p1} - L_{p2}$ 的 A 值

表 2-1

$L_{p1} - L_{p2}$ (dB)	A (dB)	$L_{p1} - L_{p2}$ (dB)	A (dB)	$L_{p1} - L_{p2}$ (dB)	A (dB)
0	3	6	1.0	12	0.3
1	2.5	7	0.8	13	0.2
2	2.1	8	0.6	14	0.2
3	1.8	9	0.5	15	0.1
4	1.5	10	0.4	16	0.1
5	1.2	11	0.3	> 16	0

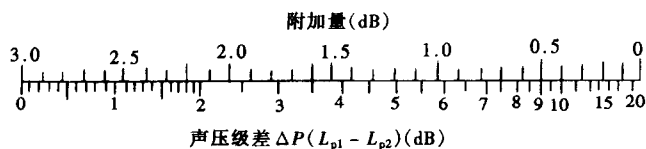


图 2-2 声压级叠加对线图

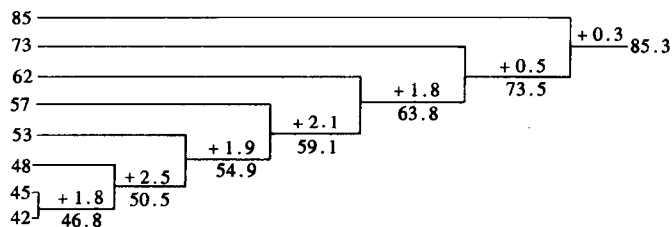


图 2-3 从倍频带声压级计算总声压级计算步骤

声级叠加顺序

表 2-2

L_{p1}	L_{p2}	L_{p3}	$L_{p2} - L_{p3}$	A_1	$L_p (2+3)$	$L_{p1} - L_p (2+3)$	A_2	L_{pT}
60	56.2	55	$56.2 - 55 = 1.2$	2.5	$56.2 + 2.5 = 58.7$	$60 - 58.7 = 1.3$	2.4	$60 + 2.4 = 62.4$

频谱相应的倍频带级

表 2-3

倍频带中心频率 (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
倍频带级 (dB)	73	85	62	57	53	48	45	42

(2) A 声级的 A 计权值:

任何一个宽带声音, 其 1/1 或 1/3 倍频带声压级谱, 都可以通过 A 计权转换为 A 声级, 但窄带噪声或只有可辨纯音的噪声, 一般不用 A 声级。由于不同频谱的声音可以具有相同的 A 声级, 所以 A 声级不可能返回求出确定的频带声压级谱。A 声级对正常人耳的听觉反映很好, 即 A 声级越高, 听起来越响, 对人耳的损伤越重。A 计权网络的 A 计权值如下:

频谱 (Hz): 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000

A 计权 (dB): -26.2 -16.1 -8.6 -3.2 0.0 1.2 1.0 -1.1

例如已知某声源倍频带声压级为表 2-3 所示, 运用表 2-4 及上述计算总声压级的逐次叠加方法, 可将表 2-4 中第四行叠加计算出 A 声级为 69.3dB。

频谱相应的倍频带级和 A 计权倍频带级

表 2-4

倍频带中心频率 (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
倍频带级 (dB)	73	85	62	57	53	48	45	42
A 计权 (dB)	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0.0	+1.2	+1.0	-1.1
A 计权倍频带级 (dBA)	46.8	68.9	53.4	53.8	53.0	49.2	46.0	40.9

6. 对任何一个声源, 当已知其声压级频谱后便可根据以上所述, 计算出总声压级、平均声压级以及 A 声级。但 A 声级与总声压级、平均声压级、声强级、声功率级之间没有量值上的规律性的互相换算关系。举例说明:

例 1 某声源: (低频为主要成分)

频谱 (Hz):	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
倍频带级 (dB):	73	85	62	57	53	48	45	42

经计算: 平均声压级为 58dB A 声级为 69dB 总声压级为 85dB

例 2 某声源: (高频为主要成分)

频谱 (Hz):	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
倍频带级 (dB):	56	56.5	66	70	70	81	78	72

经计算: 平均声压级为 69dB A 声级为 85dB 总声压级为 83.5dB

例 3 某声源: (频谱基本平直)

频谱 (Hz):	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
倍频带级 (dB):	90	90	90.5	92	90.5	89	88	72

经计算: 平均声压级为 88dB, A 声级为 96dB, 总声压级为 98.5dB。

以上三例表明: 当声源声压级频谱低频占主要成分时, 平均声压级低于 A 声级, A 声级低于总声压级。当声源声压级频谱高频、特别是 2000Hz、4000Hz 占主要成分时, 由于 A 计权值为正值 1.2、1.0, 所以, A 声级往往大于总声压级, 平均声压级低于 A 声级。当声源声压级频谱基本平直时, 平均声压级低于 A 声级, A 声级低于总声压级。总而言之, 平均声压级、A 声级、总声压级三者之间无确定规律性的数量之间的关系。

第六节 噪声评价量

评价噪声对人的危害以及对噪声的防治, 都必须有评价标准, 对此常用统计的方法。目前世界上有上百种噪声评价量, 这包括例如 L_A 、 L_B 、 L_C 、 L_D 、 L_E 声级, 等效连续 A 声级 L_{eq} , 统计声级 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} , 噪声污染级 L_{NP} , 交通噪声指数 T_{NI} , 昼夜等效声级 L_{dn} , 语言干扰级 SIL , 社会等效噪声级 $CNEL$, 噪声次数指数 NNI , 复合噪声评价数 CNR , 噪声暴露预报 NEF , 感觉噪声级 L_{Pn} 、噪声冲击, 噪声评价曲线 NC 、 PNC 、 NR (或称 N) 等等, 我们这里仅简单地介绍 NR 噪声评价曲线。

国际标准化组织 ISO TC43 于 1961 年提出的噪声评价曲线, 亦称噪声评价数或 NR 曲线, 见图 2-4, 它主要用于评价噪声对听觉损伤、语言干扰和周围环境的影响。噪声评价数是中心频率等于 1000Hz 时, 倍频程声压级的分贝数, 曲线考虑了高频噪声比低频噪声对人的影响更为严重, 所以图中分贝数越高, 曲线越平缓。曲线还表明, 同一条 NR 曲线上各倍频程的噪声级对人的影响是相同的。

如果我们知道了某声音的 8 个倍频带中心频率的声压级值, 我们便可以将测量的这个图, 等比例地标注在画有 NR 曲线的坐标图上, 这时测量得到的频谱折线图, 接触到的最

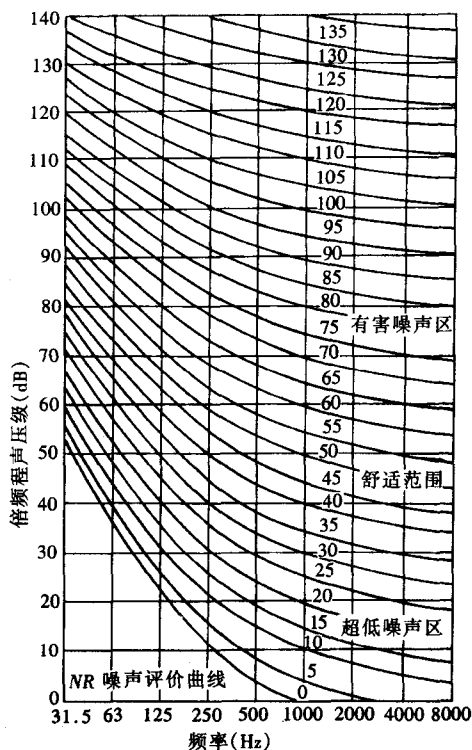


图 2-4 NR (或称 N) 噪声评价曲线

高一条 NR 曲线的 NR 数, 就是被测噪声的评价数。NR 曲线的每一条曲线代表一组噪声评价标准, 比如说某消声室的本底噪声要求不大于 NR15, 即表示该消声室本底噪声的每一个频段中心频率的声压级值都不能高于 NR15 所显示的值。研究发现, NR 数与 A 声级 L_A 有如下的关系: $NR = L_A - 5$, 如 A 声级为 80dB (A), 这个噪声可用 NR75 来评价; 反之, 某噪声 NR 数为 85, 它的 A 声级就是 90dB (A)。尽管规范中没有规定用噪声评价数 NR 作为噪声限制指标, 但设计中却常用噪声评价数 NR 作为噪声限制指标。在进行建筑围护结构构件的隔声量计算时, 建筑师还会发现声学书籍、声学规范中, 对构件的隔声量, 受声室内的允许噪声, 所采用的“级”是不一致的, 对此本书将在第十章中加以论述。

第七节 隔 声 量

假设隔声构件为密实、均质、各向同性, 且无限大, 则入射的平面声波, 由构件的一侧空间向另一侧空间传播时, 传播的声波方向垂直于构件板, 则声波传过构件板时必须通过两个界面, 一个是从空气到固体的界面, 一个是从固体到空气的界面。由于声波在同一种媒质中传播不会有反射, 只有遇到不同媒质时才会有反射, 所以声波在传过固体媒质时, 上述两个界面上的特性阻抗 ρc 骤然变化 (ρ 为媒质密度, c 为声波在媒质中的传播速度), 声波将产生两次反射, 所以透射过媒质的声能量就变得微弱, 只是入射声能的很