高等院校环境类系列教材

物 理 污 染 控 制

主　编　高艳玲　张继有
副主编　李晓华　孙　颖
参　编　（按姓氏笔画排序）
马　达　万秋山　王会法　王红芳
申左元　刘旭东　孙　颖　杨建文
金泥砂　陆洪宇　姚淑霞　黄应忠
楼　静　霍保全　董春艳

中国建材工业出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目（CIP）数据

物理污染控制/高艳玲，张继有主编. —北京：中国建材工业出版社，2005.7
（高等院校环境类系列教材）
ISBN 7-80159-887-3

Ⅰ.物… Ⅱ.①高，②张 Ⅲ.环境物理学-高等学校-教材 Ⅳ.X12

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 059792 号

内 容 简 介

本书系统地介绍了当今前沿的物理污染控制理论及方法，全面细致地阐述了目前已开展研究的声（振动）、电磁场、热、光和射线等对人类的影响及其评价，以及消除这些影响的技术途径和控制措施。本书分别对环境声学、环境电磁学、环境热学、环境光学以及环境辐射学进行了论述。

本书可作为高等院校环境类专业教材，也可供环境专业人员参考。

物理污染控制
主编 高艳玲 张继有

出版发行：中国建材工业出版社
地 址：北京市西城区车公庄大街 6 号
邮 编：100044
经 销：全国各地新华书店
印 刷：北京鑫正大印刷有限公司
开 本：787mm×1092mm 1/16
印 张：18.5
字 数：457 千字
版 次：2005 年 7 月第 1 版
印 次：2005 年 7 月第 1 次
定 价：28.00 元

网上书店：www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题，由我社发行部负责调换。联系电话：(010)88386906

《高等院校环境类系列教材》

编　委　会

编 委 会 主 任：王立新

编委会副主任：高艳玲　张继有

委　　员：万秋山　耿世刚　赵庆建　赫俊国

许春生　陆洪宇　马　达　刘满平

魏　群　金　文　王卫红

顾　　问：吕炳南

序　　言

随着人类对环境问题认识的加深，越来越多的企事业单位需要有懂得环境保护的专业人员参与管理。这些人才的培养责无旁贷地落在了高等教育上。高等院校环境专业领域的学生应该学到最新的环境专业概念；受到最新的环境技术研究、设计、运行管理等方面的教育，并树立正确的环境保护和可持续发展的观点。

环境教育课程一般具有综合学科的性质，并需要十分关注真正的实际环境问题。学生应是活跃的思考者和知识的产生者，而不应是消极的旁观者或仅仅是他人知识和思想的接受者，学生的知识和技能应集中于对环境保护的决策和解决环境问题的实践上。环境问题的解决应采用多学科的综合性方法，因此，要求学生具有综合分析问题和解决实际问题的能力。

编辑出版《高等院校环境类系列教材》的目的，就是要把现有的理论与实践经验汇集起来，传扬开去，交流出来，让更多的人看到这些成果，并通过这些成果增强学生解决相关实际环境问题的能力，为环境保护工作培养基础扎实、技术过硬的合格人才。

《高等院校环境类系列教材》的编者们，有的是环境领域的专家、学者，有的是在高等院校从事环境教育的教授，有的是科研院所和企业单位的科技骨干，他们既有扎实的理论基础，又有丰富的实践经验。从而保证了本系列教材的系统性、实用性、前沿性和权威性，是一套值得推广的教材，同时对于从事相关领域教学和科学研究的人员也具有较高的参考价值和实用价值。

中国工程院院士
哈尔滨工业大学博士生导师
北京工业大学博士生导师

张杰

2005 年 6 月

前　言

近年来，随着我国国民经济的突飞猛进，环境保护事业也迅速发展，人们越来越重视自己生存环境的变化。人类的健康，需要适宜的物理环境，但长期以来人们对物理性污染却缺乏了解。物理性污染和化学性、生物性污染相比有两个特点：

第一，物理性污染是局部性的，区域性和全球性污染较少见。

第二，物理性污染在环境中不会有残余的物质存在，一旦污染源消除以后，物理性污染也即消失。

物理性污染严重地危害着人类的身体健康和生存环境，必须对其进行控制和治理。物理性污染控制是环境科学在自然科学领域内的又一个研究方向，主要是通过研究物理污染同人类之间的相互作用，探寻为人类创造一个适宜的物理环境的途径。

本书较系统地介绍了当今前沿的物理污染控制理论及方法，力求全面细致地阐述目前已开展研究的声（振动）、电磁场、热、光和射线等对人类的影响及其评价，以及消除这些影响的技术途径和控制措施。本书分别对环境声学，环境电磁学，环境热学，环境光学，以及环境辐射学等进行了研究和讨论，并将物理性污染的危害和防治的最新信息和发展动态呈现给大家，使读者通过对本书的阅读和学习，引起对物理性污染的重视。通过理论的学习，指导在实践中采取措施改善生存物理环境，从而获得更好的生活质量。

全书分为十五章，第一章由申左元、万秋山编写，第二章由高艳玲、刘旭东编写，第三章、第四章由高艳玲、王红芳、杨建文编写，第五章、第六章由金泥砂、姚淑霞编写，第七章由高艳玲、孙颖编写，第八章由高艳玲、霍保全、黄应忠编写，第九章、第十章由张继有、董春艳、王会法编写，第十一章、第十二章由马达、陆洪宇、楼静编写，第十三章、第十四章、第十五章由李晓华编写，此外，张有锁在全书编写过程中做了大量文字校对工作，在此谨致感谢。

本书可以作为研究物理环境和物理性污染的基础读物，也可作为从事环境保护研究、监测的工程技术和管理人员的参考书，更是高等院校环境工程专业、环境监测专业、环境监理专业、环境管理专业、环境规划专业、环境学、市政工程等专业需要环境相关知识的专业参考书或教材。

限于编者水平和经验，缺点、疏误恐难避免，敬请读者提出建议和修改意见，供再版时修改。

编　者

2005 年 6 月

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

第一篇　噪 声 污 染

第一章　噪声控制理论…… 1

第一节　声音的产生、传播与接受…… 1
第二节　噪声的主要物理参量…… 3
第三节　噪声的主观量度和主要评价量 …… 13
第四节　噪声的传播特性 …… 26
第五节　噪声的危害与噪声的允许标准 …… 30
第六节　噪声防治的基本原则 …… 36

第二章　噪声测量 …… 41

第一节　测量仪器 …… 41
第二节　声功率的测量 …… 47
第三节　工业企业噪声测量 …… 49
第四节　振动及其测量方法 …… 51

第三章　吸声降噪 …… 54

第一节　吸声原理 …… 54
第二节　多孔性吸声材料 …… 55
第三节　吸声结构 …… 59
第四节　吸声降噪的设计 …… 62

第四章　隔声技术 …… 65

第一节　隔声结构的特性 …… 65
第二节　隔声墙板的原理 …… 66
第三节　隔声门和隔声窗 …… 68
第四节　隔声罩 …… 69
第五节　隔声屏 …… 71

第五章　隔振技术 …… 73

第一节　振动的危害与评价 …… 73

第二节　隔振设计 …… 74
第三节　隔振器和隔振垫 …… 79
第四节　阻尼材料 …… 84

第六章　消声器 …… 90

第一节　概述 …… 90
第二节　阻性消声器 …… 92
第三节　抗性消声器 …… 97
第四节　宽频带型消声器 …… 102
第五节　排气喷流消声器 …… 105

第二篇　辐 射 污 染

第七章　放射性概论 …… 108

第一节　原子和原子核 …… 108
第二节　放射性和同位素 …… 109
第三节　放射性衰变的类型 …… 110
第四节　放射性衰变的一般规律 …… 113
第五节　原子核反应、核裂变与核聚变 …… 116
第六节　核辐射与物质的相互作用 …… 120
第七节　放射性强度与辐射量 …… 121

第八章　环境中的放射性 …… 124

第一节　概述 …… 124
第二节　天然辐射源 …… 124
第三节　人工放射性污染源 …… 137
第四节　环境放射性物质进入人体的途径 …… 162
第五节　环境放射性对人群所致的辐射剂量 …… 163

第九章　样品的采集及其预处理 …… 167

第一节　大气的采集 …… 167
第二节　水样的采集 …… 172
第三节　土壤的采集 …… 176
第四节　生物样品的采集及制备 …… 180
第五节　样品的预处理 …… 182
第十章　放射性的物理测量 …… 184
第一节　放射源的制备 …… 184
第二节　总放射性的测量 …… 188

第三节　环境辐射剂量率的测量…… 195

第三篇　热　污　染

第十一章　热环境…… 200

第一节　环境的天然资源…… 200
第二节　太阳辐射强度的主要影响因素…… 202
第三节　热平衡及换热方程…… 207
第四节　热环境对人体的影响…… 210
第五节　高温环境…… 214
第六节　人类活动对热环境的影响…… 216
第七节　环境温度测量方法及其生理热指标…… 223

第十二章　热污染…… 227

第一节　热污染的形成及影响…… 227
第二节　水体热污染及其防治…… 233
第三节　大气热污染的影响及其防治…… 239

第四篇　电 磁 污 染

第十三章　电磁场的物理概念…… 246

第一节　电场与磁场…… 247
第二节　电磁场与电磁辐射…… 249
第三节　射频电磁场…… 250

第十四章　电磁辐射污染…… 254

第一节　电磁污染源…… 254
第二节　电磁污染的传播途径…… 255
第三节　电磁辐射的危害…… 256
第四节　作业场所电磁辐射安全卫生标准…… 261
第五节　电磁辐射环境安全标准…… 266

第十五章　电磁辐射的测量技术…… 271

第一节　电磁污染源的调查…… 271
第二节　电磁污染的监测方法…… 271
第三节　电磁污染测量仪器及使用…… 272

第十六章　电磁辐射污染的控制…… 277

第一节　电磁辐射的主要防护措施…… 277
第二节　高频辐射的屏蔽防护…… 279
第三节　微波辐射的安全防护…… 283
参考文献…… 286

第一篇　噪 声 污 染

第一章　噪声控制理论

第一节　声音的产生、传播与接受

一、声音的产生

噪声和声音有共同的特性，声音的产生来源于物体的振动。例如，敲锣时，我们会听到锣声。此时如果你用手去摸锣面，就会感到锣面在振动。如果用手按住锣面不让它振动，锣声就会消失。这就说明锣声的声源是锣面振动引起的，它属于机械运动。在许多情况下，声音是由机械振动产生的。如锻锤打击工件的噪声，机床运转发出的声音，洗衣机工作时产生的噪声，它们都是由振动的物体发出的。能够发声的物体称为声源。当然，声源不一定就是固体振动，液体、气体振动同样能发出声音。如内燃机的排气噪声，锅炉的排气噪声，风机的进、排气噪声，高压容器排气放空噪声，都是高速气流与周围静止空气相互作用，引起空气振动的结果。

二、声音的传播

前述物体振动发出的声音要通过中间介质才能把声音传播出去，送到人耳，使人感觉到有声音的存在。那么，声音是怎样通过介质把振动的能量传播出去的呢？

现以敲锣为例。当人们用锣锤敲击锣面时，锣面振动，即向外(右)运动，使靠近锣面的空气介质受到压缩，空气介质的质点密集，空气密度加大；当锣面向内（左）运动时，又使这部分空气介质体积增大，从而使空气介质的质点变稀，空气密度减小。锣面这样往复运动，使靠近锣面附近的空气时密时疏，带动邻近空气的质点由近及远地依次推动起来，这一密一疏的空气层就形成了传播的声波，声波作用于人耳鼓膜使之振动，刺激内耳的听觉神经，就产生了声音的感觉。声音在空气中的产生和传播如图 $1-1$ 所示。

声音在介质中传播的只是运动的形式，介质本身并不被传走，介质只是在它平衡的位置来回振动。声音传播就是物体振动形式的传播，故亦称声音为声波。产生声波的振动源为声源。介质中有声波存在的区域称为声场。声波传播的方向叫做声线。

在图 $1-1$ 中，声波在两个相邻密部或两个相邻疏部之间的距离叫做波长，或者说，声源振动一次，声波传播的距离叫波长。波长用 λ 表示，单位是 m。声波每秒钟在介质中传播的距离称为声速，用 c 表示，单位是 $\mathrm{m/s}$。每秒钟振动的次数称为频率，用 f 表示，单位是 Hz。波长 λ、频率 f 和声速 c 是三个重要的物理量，它们之间的关系为

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{1-1}$$

由式(1－1)可以看出，波长、频率和声速三个量中，只要知道其中两个便可求第三个。

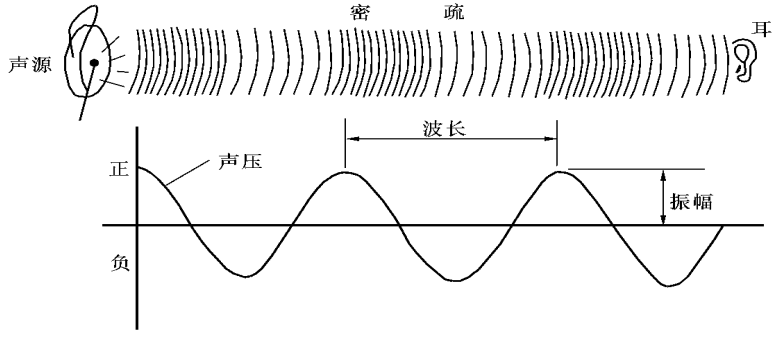


图 1－1　声音的产生和传播

声音不仅在空气中可以传播，在水、钢铁、混凝土等固体中也可以传播。不同的介质有不同的声速。如声音在钢铁中的声速约为 5 000m/s，在水中约为 1 500m/s，在橡胶中约为40～150 m/s。声速大小与介质有关，而与声源无关。空气是一种主要介质，其弹性与温度有关。

当温度 $t>30℃$ 或 $t<-30℃$ 时，声速由下式计算

$$c = 20.05\sqrt{T} \tag{1-2}$$

式中　T——绝对温度(K)，$T=273+t$(℃)，t 为摄氏温度(℃)。

当 $-30℃\leqslant t\leqslant 30℃$ 时，声速由下式计算

$$c = 331.5 + 0.61t \tag{1-3}$$

下面通过例题说明声波的波长、频率和声速的关系。

【例 1－1】　当空气温度为 40℃ 时，试计算空气中的声速，并求在该温度下频率为 500Hz 纯音的波长。

【解】　因为 $t>30℃$

由 $T=273+t$ 得

$$T=273+40=313(\mathrm{K})$$

由 $c=20.05\sqrt{T}$ 得

$$c=20.05\sqrt{313}\approx 355(\mathrm{m/s})$$

在 $f=500\mathrm{Hz}$ 时

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{355}{500} = 0.71(\mathrm{m})$$

【例 1－2】　当空气温度为 20℃时，试计算空气中的声速，并求在该温度下 1 000Hz 纯音的波长。

【解】　因为 $t<30℃$，由式 (1－3) 得

$$\begin{aligned} c &= 331.5 + 0.61t \\ &= 331.5 + 0.61\times 20 \\ &= 343.7\approx 344(\mathrm{m/s}) \end{aligned}$$

在 $f=1\ 000\mathrm{Hz}$ 时

需要全本请访问 www.ertongbook.com

$$\lambda = c/f = 344/1\,000 = 0.344(\mathrm{m})$$

【例 1－3】 试计算 1 000Hz 纯音在钢和空气中的波长，并对波长进行比较。

【解】 在常温下，钢中声速约为 5 000m/s，钢中声波波长为

$$\lambda_1 = 5\,000/1\,000 = 5(\mathrm{m})$$

常温下，空气中声速为 344m/s，则空气中的波长为

$$\lambda_2 = 344/1\,000 = 0.344(\mathrm{m})$$

由此得

$$\lambda_1/\lambda_2 = 5/0.344 = 14.53$$

由此看出，钢中的波长是空气中波长的 14.53 倍。

常温下（20℃）空气中的声速约为 344m/s，表 1－1 列出某些介质的声速、密度和声阻抗率（亦称声特性阻抗）。声阻抗率等于介质的密度与声速的乘积，单位是 Pa·s/m。声阻抗率（简称声阻）的大小决定着声波从一种介质传入另一种介质时的反射程度以及材料的隔声性能。

表 1－1　某些介质的声速、密度和声阻抗率

名称	温度 t/℃	密度 ρ/kg·m^{-3}	声速 c/m·s^{-1}	声阻抗率/kg·m^{-2}·s^{-1}
空气	20	1.205	344	410
水	20	1×10^3	1 450	1.45×10^6
玻璃	20	2.5×10^3	5 200	1.38×10^7
铝	20	2.7×10^3	5 100	1.30×10^7
钢	20	7.8×10^3	5 000	3.90×10^7
铅	20	11.4×10^3	1 200	1.37×10^7
木材		0.5×10^2	2 400	1.20×10^6
橡胶		$(1\sim2)\times10^3$	40～500	
混凝土		2.6×10^3	4 000～5 000	1.3×10^7
砖		1.8×10^3	2 000～4 300	6.5×10^6
石油		70	1 330	9.3×10^6

第二节　噪声的主要物理参量

一、声压、声强和声功率

声波引起空气质点的振动，使大气压力产生压强的波动，称为声压，亦即声场中单位面积上由声波引起的压力增量为声压，用 P 表示，其单位为 Pa。通常都用声压来衡量声音的强弱。

正常人的耳朵刚刚能够听到的声音的声压值是 2×10^{-5}Pa，称为听阈声压。使人耳产生疼痛感觉的声压是 20Pa，称为痛阈声压。

对声波，人们经常研究的瞬时间隔内声压的有效值，即随时间变化的均方根值称为有效声压值。其数学表达式为

$$P=\sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T p^2(t)\mathrm{d}t} \tag{1-4}$$

式中 $p(t)$——瞬时声压；

t——时间；

T——声波完成一个周期所用的时间。

对于正弦波，有效声压等于瞬时声压的最大值除以$\sqrt{2}$，如未加说明，即指有效声压。

声波作为一种波动形式，将声源的能量向空间辐射，人们可用能量来表示它的强弱。在单位时间内，通过垂直声波传播方向的单位面积上的声能，叫做声强，用 I 表示，单位为 $\mathrm{W/m^2}$。

在自由声场中，声压与声强有密切的关系

$$I=\frac{P^2}{\rho c} \tag{1-5}$$

式中 I——声强（$\mathrm{W/m^2}$）；

P——有效声压（Pa）；

ρ——空气密度（$\mathrm{kg/m^3}$）；

c——空气中的声速（m/s）；

ρc——声阻抗率［$\mathrm{kg/(m^2\cdot s)}$］。

由式（1－5）看出，如已知声压可求声强。

声源在单位时间内辐射的总能量叫声功率，通常用 W 表示，单位是 W，1W＝1N·m/s。

在自由声场中，声波作球面辐射时，声功率与声强有下列关系

$$I=W/4\pi r^2 \tag{1-6}$$

式中 I——离声源 r 处的平均声强（$\mathrm{W/m^2}$）；

W——声源辐射的声功率（W）；

r——离声源的距离（m）。

二、声压级、声强级和声功率级

从听阈声压 2×10^{-5} Pa 到痛阈声压 2×10^{1} Pa，声压的绝对值数量级相差 100 万倍，因此，用声压的绝对值表示声音的强弱是很不方便的。再有，人对声音响度感觉是与对数成比例的，所以，人们采用了声压或能量的对数比表示声音的大小，用“级”来衡量声压、声强和声功率，称为声压级、声强级和声功率级。这与人们常用级来表示风、地震大小的意义是相同的。声压级定义为

$$L_P=10\ \lg\frac{P^2}{P_0^2} \tag{1-7}$$

或

$$L_P=20\ \lg\frac{P}{P_0}$$

式中 L_P——声压级（dB）；

P——声压（Pa）；

P_0——基准声压，$P_0=2\times10^{-5}$ Pa。

【例 1－4】 某一声音的声压为 2.5Pa（均方根值），试计算其声压级。

【解】 由式（1－7）和已知条件 $P_0=2\times10^{-5}\text{Pa}$ 得

$$L_P=20\lg\frac{P}{P_0}=20\lg\left(\frac{2.5}{2\times10^{-5}}\right)=20\lg(12.5\times10^4)$$

$$=20(\lg12.5+\lg10^4)=20(1.096+4)$$

$$=101.9(\text{dB})$$

同理，声强级定义为

$$L_I=10\lg\frac{I}{I_0}\tag{1-8}$$

式中 L_I——声强级（dB）；

I——声强（W/m^2）；

I_0——基准声强，$I_0=10^{-12}\text{W/m}^2$。

【例 1－5】 对某声源测得其声强 $I=0.1\ \text{W/m}^2$，试求其声强级。

【解】 由式（1－8）和已知 $I_0=10^{-12}\text{W/m}^2$ 得

$$L_I=10\lg\frac{I}{I_0}=10\lg\left(\frac{0.1}{10^{-12}}\right)$$

$$=10\lg(10^{11})=10\times11$$

$$=110(\text{dB})$$

在自由声场中 $I=P^2/\rho c$，因此，声功率级和声强级数值相等。声功率级定义为

$$L_W=10\lg\frac{W}{W_0}(\text{dB})\tag{1-9}$$

式中 L_W——声功率级（dB）；

W——声功率（W）；

W_0——基准声功率（W），$W_0=10^{-12}\text{W}$。

【例 1－6】 某一汽车喇叭发出 0.2W 声功率，试求其声功率级。

【解】 由式（1－9）和 $W_0=10^{-12}\text{W}$

$$L_W=10\lg\frac{W}{W_0}=10\lg\left(\frac{0.2}{10^{-12}}\right)=10\lg(2\times10^{11})$$

$$=10(0.3010+11\times1)=113(\text{dB})$$

由此可见，在人耳敏感范围内，0.2W 的较小声功率将是一个相当大的噪声源。

声压级、声强级和声功率级的单位都是 dB（分贝），dB 是一个相对单位，它没有量纲。

为方便起见，图 1－2 列出声压级与声压，声强级与声强，声功率级与声功率的换算关系。

表 1－2 列出了某些声源或噪声环境的声压级，表 1－3 列出了某些声源或噪声环境的声功率级，以使人们对声压级、声功率级大小有初步的印象。

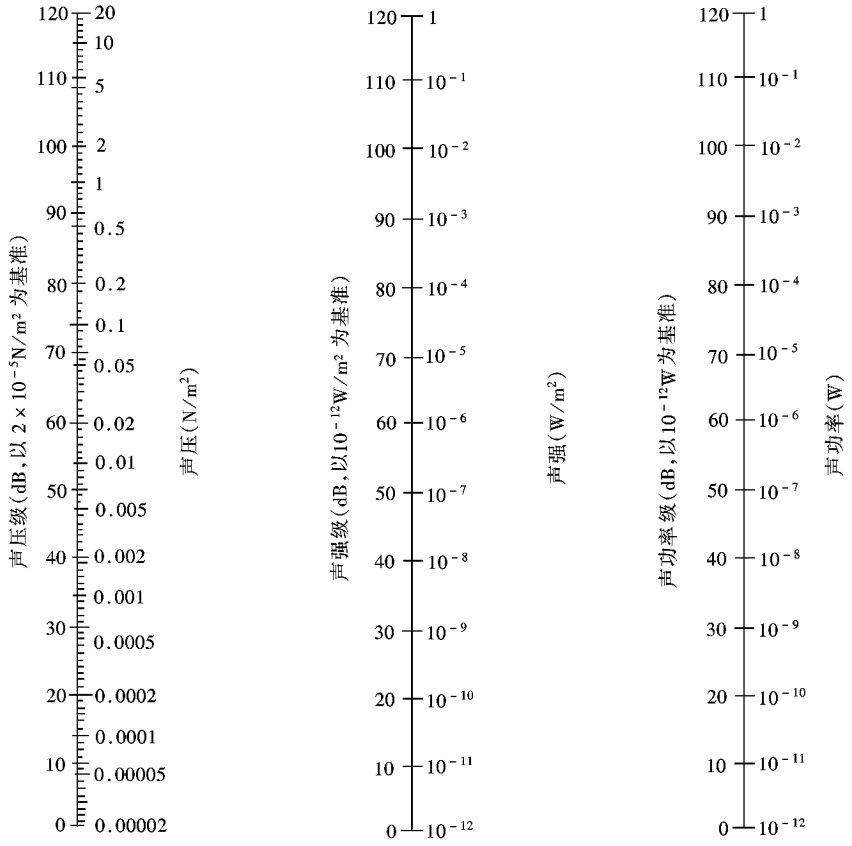


图 1－2　声压、声强、声功率和它们的级的关系

表 1－2　某些声源或噪声环境的声压级

声源或环境	声压级/dB	声源或环境	声压级/dB
核爆炸试验场	180	汽车喇叭，距离 1m	120
导弹、火箭发射	160	公共汽车内	80
喷气式飞机附近	140	大声讲话	80
锅炉排气放空	140	繁华街道	70
大型球磨机附近	120	安静房间	40
大型风机房（离机 1m）	110	轻声耳语	30
织布车间、机间过道	100	树叶沙沙声	20
冲床车间（离床 1m）	100	农村静夜	10

表 1－3　某些声源或噪声环境的声功率级

声源或噪声环境	声功率级/dB	声源或噪声环境	声功率级/dB
阿波罗运载火箭	195	通风扇	90
波音 707 飞机	160	大的喊叫声	80
螺旋桨发动机	120	一般谈话	70
空气锤	120	低噪声空调机	50
空压机	100	耳语	30

三、噪声级的合成

前述的声压级、声强级、声功率级都是通过对数运算得来的。在实际工程中，常遇到某些场所有几个噪声源同时存在，人们可以单独测量每一个噪声源的声压级，那么，当噪声源同时向外辐射噪声，它们总的声压级是多少呢？我们不能把两个声压级进行简单的代数相加，能进行相加运算的，只能是声音的能量。

（一）相同噪声级的合成

【例 1－7】 某车间有两台相同的车床，它们单独开动时，测得声压级均为 100dB，求这两台机床同时开动时的声压级是多少？

【解】 按照声压级的定义，它们的总声压级为

$$L_P = 20\ \lg\frac{P}{P_0} = 10\ \lg\frac{P^2}{P_0} = 10\ \lg\frac{P^2+P^2}{P_0} = 10\ \lg\frac{2P^2}{P_0^2}$$

$$=10\ \lg 2 + 20\ \lg\frac{P}{P_0} \approx 3 + 100 = 103(\text{dB})$$

由此可见，两个特性相同、声压级相等的噪声相加，其总声压级比单个声源的声压级增加了 3dB。

如果有 N 个性质相同、声压级相等的声源叠加到一起，总声压级可用下式表示：

$$L_{总} = L_P + 10\ \lg N \tag{1-10}$$

式中 L_P——一个声源的声压级（dB）；

N——声源的个数。

如有 10 个相同的声源，每个声源的声压级仍为 100dB，那么，由式（1－10）知，它们的总声压级为：

$$L_{总} = 100 + 10\ \lg 10 = 110(\text{dB})$$

（二）声压级分贝的加法

对声源不相同的声压级加法可以按如下方法计算。

设有两个不同声压级 L_{P1}、L_{P2}，并有 $L_{P1} > L_{P2}$，由声压级的定义

$$L_{P1} = 10\ \lg\frac{P_1^2}{P_0^2}$$

由反对数有

$$\frac{P_1^2}{P_0^2} = 10\ \frac{L_{P1}}{10}$$

$$L_{P2} = 10\ \lg\frac{P_2^2}{P_0^2}$$

由

$$\frac{P_2^2}{P_0^2} = 10\ \frac{L_{P2}}{10}$$

$$L_{总} = 10\ \lg\frac{P_1^2+P_2^2}{P_0^2} = 10\ \lg\left(\frac{P_2^2}{P_0^2}+\frac{P_2^2}{P_0^2}\right)$$

$$=10\ \lg\left(10\ \frac{L_{P1}}{10}+10\ \frac{L_{P2}}{10}\right)$$

$$=10\ \lg\frac{L_{P1}}{10}\left[1+10\left(\frac{L_{P2}-L_{P1}}{10}\right)\right]$$

$$=L_{P1}+10\ \lg\left[1+10-\left(\frac{L_{P1}-L_{P2}}{10}\right)\right]$$

令

$$\Delta = 10\ \lg\left[1+10-\left(\frac{L_{P1}-L_{P2}}{10}\right)\right] \tag{1-11}$$

有

$$L_{总} = L_{P1} + \Delta \tag{1-12}$$

由式（1－11）和式（1－12）看出，总的声压级等于较大的声压级 L_{P1} 加上一个修正项，修正项 Δ 是两个声压级差值的函数。为方便起见，通常由声压级叠加分贝的增值图 1－3 来计算，由图 1－3 看出，当声压级相同时，叠加后声压级增加 3dB；当声压级相差 15dB 时，叠加后的总声压级仅增加 0.1dB。因此，两个声压级叠加，若两者相差 15dB 以上，对总声压级的影响可以忽略。

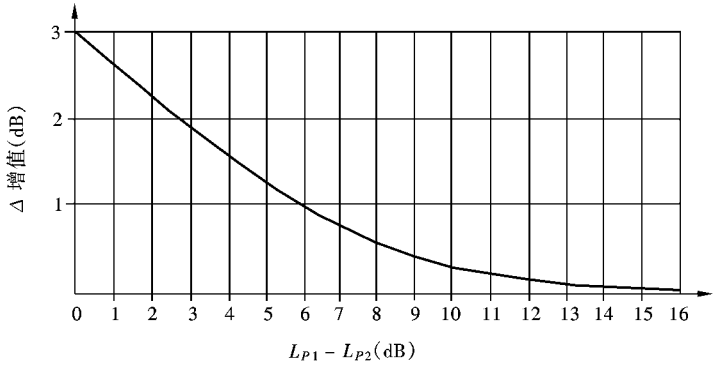
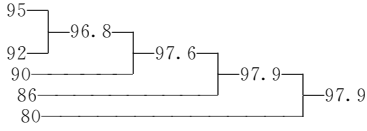


图 1－3　声压级叠加分贝的增值图

【例 1－8】　某针织厂 1 位挡车工操作五台机器，在她的操作位置测得这五台机器的声压级分别为 95dB、90dB、92dB、86dB、80dB，试求在她的操作位置产生的总声压级是多少？

【解】　先按声压级的大小依次排列，然后每两个一组，从前面两个开始由差值 3 查图 1－3得增值为 1.8，其和是 96.8，再后逐个相加，求得总声压级。



如 95 与 92 相加，两声压级相差 3dB，由图 1－3 查得修正项 Δ＝1.8dB。所以，95dB 和 92dB 的总声压级为 95＋1.8＝96.8(dB)，然后将 96.8dB 与 90dB 相加，它们的差值为 6.8dB，由图 1－3 查得 Δ＝0.8dB，因此，它们相加的总声压级为 96.8＋0.8＝97.6(dB)，其他依次相加，最后，得到这五台机器噪声的总声压级为 97.9dB。

由此题可得到这样的结论：两个相同声压级噪声相加，因其声压级差值为 0，则总声压级等于一个噪声的分贝数加上 3dB；两个噪声的声压级差值在 10dB 以上．则修正项 Δ 小于 0.5dB，即对总声压级影响较小；当差值大于 15dB 时，其对总声压级的影响可以忽略。

【例 1－9】　某车间有八台机器，在某一位置测得这八台机器的声压级分别为 100dB、95dB、93dB、90dB、82dB、75dB、70dB 和 70dB，试求八台机器在这一位置的总声压级为多少？

【解】　方法同例 1－8，由图 1－3，先按如下次序合成：

需要全本请访问 www.ertongbook.com