

高等学校教学用书

环境噪声控制

GAODENG
XUEXIAO
JIAOXUE
YONGSHU

冶金工业出版社

884551

高等学校教学用书

环境噪声控制

昆明理工大学 李家华 主编

冶金工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境噪声控制/李家华主编. —北京:冶金工业出版社, 1995,
高等学校教学用书
ISBN 7-5024-1688-9

I. 环… I. 李… III. 环境噪声-噪声控制-高等学校-
教材 IV. X827

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 03830 号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)
三河市灵山中学印刷厂印刷, 冶金工业出版社出版; 各地新华书店发行
1995 年 11 月第 1 版, 1995 年 11 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16; 9.75 印张; 222 千字; 145 页; 1—2000 册
8.10 元

前 言

噪声污染、水污染和大气污染被认为是当今世界的三大污染。治理污染为人们创造一个美好的工作、生活、休息环境,是环境保护工作者迫切的任务。随着工业、农业、交通运输事业的迅速发展,噪声污染日趋严重,它对人们身心健康的危害,日益为人们所认识和关注,噪声的控制迫在眉睫。

要使噪声控制在人们所能接受的程度,必须了解噪声的允许标准,以及如何评价噪声;要在目前技术、经济允许的条件下对噪声进行有效的治理,首先必须对噪声进行测试,以了解噪声的特性,再根据降噪原理确定降噪措施,这样才能既经济又有效地降低噪声使之达到国家标准。因此,为使环境工程类专业的学生在环境噪声的管理和噪声的治理中,能得心应手地从事上述工作而编写了本书。当然,就其内容而言,亦可作为建筑设计、城市规划等方面的工程技术人员参考。

本书内容供 40 学时讲授。在有条件的院校,根据本书噪声测量的内容应开出一定的实验。在学时允许的条件下,还可以搞一些噪声治理方面的课程设计。

本书第 1~4 章由昆明理工大学李家华副教授编写;第 5、8、9 章由青岛冶金建筑学院薛祥立副教授编写;第 6、7 章由西安建筑科技大学刘君华讲师编写。全书由昆明理工大学廖伯瑜教授和郭之锁教授、云南大学郑苏民教授、东北工学院林茂森副教授审稿。

限于编者水平和时间关系,不足之处衷心希望读者给予批评和指正。

编 者

1994 年 1 月

目 录

1 绪论	1
1.1 噪声	1
1.2 噪声的危害	1
1.2.1 噪声引起耳聋	2
1.2.2 噪声能诱发多种疾病	2
1.2.3 噪声影响人们的正常生活	3
1.2.4 噪声影响工作	3
1.3 环境声学研究的内容	3
1.3.1 噪声污染规律的研究	3
1.3.2 噪声评价方法和噪声标准的研究	3
1.3.3 噪声控制措施的研究	4
1.3.4 噪声测量设备和技术的研究	4
1.4 噪声的分类	4
1.4.1 按城市环境噪声分类	5
1.4.2 按发声机理分类	5
1.5 控制城市环境噪声的行政管理措施和规划性措施	6
1.5.1 行政管理措施	6
1.5.2 规划性措施	7
习题 1	8
2 声波的基础知识	9
2.1 声波的产生和瞬时声压的定义	9
2.2 频率、波长和声速	9
2.3 频程和频谱	10
2.3.1 频程	10
2.3.2 频谱	12
2.4 声波传播中的三个基本方程	12
2.4.1 运动方程	13
2.4.2 连续性方程	13
2.4.3 物态方程	14
2.5 平面波	15
2.5.1 声压波动方程	15
2.5.2 瞬时声压和有效声压	15
2.5.3 质点振动速度和声阻抗率	16
2.5.4 声能密度	17
2.5.5 声强和声功率	18
2.6 球面波	18
2.6.1 瞬时声压和振动速度	18
2.6.2 声阻抗率、声强和声功率	19

2.7	声压级、声强级和声功率级	19
2.8	声压级、声强级和声功率级之间的关系	21
2.8.1	声强级与声压级的关系	21
2.8.2	声功率级与声强级的关系	21
2.9	声源的指向性	22
习题 2		22
3	噪声在传播中的特性和分贝的计算	24
3.1	声波的叠加	24
3.1.1	相干波	24
3.1.2	不相干波	25
3.2	平面声波的反射、透射和折射	26
3.2.1	垂直入射的反射和透射	26
3.2.2	斜入射的反射和折射	27
3.3	声波的绕射	28
3.4	噪声在传播中的衰减	29
3.4.1	扩散引起的衰减	29
3.4.2	空气吸收引起的衰减	30
3.4.3	其它原因引起的衰减	31
3.5	分贝的计算	31
3.5.1	分贝相加	31
3.5.2	分贝的“相减”	33
3.5.3	分贝的平均	34
习题 3		35
4	噪声的评价和标准	36
4.1	噪声的评价量和评价方法	36
4.1.1	等响曲线、响度级和响度	36
4.1.2	A 声级	37
4.1.3	等效连续 A 声级	39
4.1.4	昼夜等效声级	40
4.1.5	语言干扰级	40
4.1.6	统计声级	41
4.1.7	更佳噪声标准曲线	42
4.1.8	NR 评价曲线(N 评价曲线)	43
4.1.9	城市环境噪声评价	44
4.2	噪声评价标准	46
4.2.1	工业企业噪声卫生标准	46
4.2.2	环境噪声标准	46
4.2.3	工业企业噪声控制设计标准	48
4.2.4	机动车辆允许噪声标准	48
4.2.5	机械产品噪声标准	49
习题 4		49

5 噪声测量	50
5.1 测量仪器	50
5.1.1 声级计	50
5.1.2 滤波器和频谱分析仪	53
5.1.3 电平记录仪和磁带记录仪	54
5.1.4 实时分析和快速分析系统	54
5.2 声功率级的测量	55
5.2.1 自由场法测声功率	55
5.2.2 混响场法测声功率	56
5.2.3 标准声源法测声功率	57
5.3 声强的测量	58
5.4 环境噪声测量	59
5.4.1 城市区域环境噪声的测量方法	59
5.4.2 城市交通噪声的测量	60
5.4.3 城市环境噪声长期监测	60
5.5 工业企业噪声测量	61
5.5.1 生产环境(车间)的噪声测量	61
5.5.2 工业企业现场机器噪声的测量	62
5.5.3 厂(场)区的噪声测量	62
习题 5	63
6 吸声	64
6.1 吸声系数和吸声量	64
6.1.1 吸声系数	64
6.1.2 吸声量	66
6.2 吸声结构	66
6.2.1 薄板共振吸声结构	66
6.2.2 穿孔板共振吸声结构	68
6.2.3 微穿孔板吸声结构	71
6.2.4 薄塑料盒式吸声体	72
6.3 多孔吸声材料	72
6.3.1 吸声原理	72
6.3.2 吸声材料种类	72
6.3.3 吸声特性及影响因素	73
6.4 空间吸声体	74
6.5 室内吸声减噪处理	75
6.5.1 混响时间	75
6.5.2 室内声压级	78
6.5.3 吸声减噪量的计算	80
习题 6	82
7 隔声	83
7.1 隔声原理	83

7.2	透声系数与隔声量	83
7.3	单层匀质墙的隔声性能	84
7.3.1	单层匀质墙隔声的频率特性	84
7.3.2	吻合效应	85
7.3.3	单层匀质墙的隔声量与质量定律	86
7.4	多层墙的隔声	88
7.4.1	双层墙的隔声	88
7.4.2	多层复合板的隔声	89
7.5	隔声间	90
7.5.1	具有门、窗的组合墙平均隔声量的计算	91
7.5.2	孔洞对墙板隔声的影响	92
7.5.3	门、窗的隔声和孔洞的处理	92
7.5.4	隔墙的噪声衰减	93
7.5.5	隔声间的噪声衰减	96
7.6	隔声罩	96
7.6.1	隔声罩的插入损失	97
7.6.2	隔声罩设计的要点及应用	98
7.7	隔声屏	100
7.7.1	隔声屏的插入损失	100
7.7.2	隔声屏的设计要点及注意事项	105
习题 7		105
8	消声器	107
8.1	消声器的分类和评价	107
8.1.1	消声器的分类	107
8.1.2	对消声器的基本要求	107
8.2	消声量的表示方法	107
8.2.1	插入损失 L_{IL}	107
8.2.2	传递损失 L_R	108
8.2.3	减噪量 L_{NR}	108
8.2.4	衰减量 L_A	108
8.3	阻性消声器	108
8.3.1	单通道直管式消声器	108
8.3.2	片式消声器	109
8.3.3	其它型式的消声器	110
8.3.4	高频失效	111
8.3.5	气流对阻性消声器声学性能的影响	111
8.3.6	阻性消声器的设计	112
8.4	抗性消声器	114
8.4.1	扩张室消声器	114
8.4.2	共振消声器	120
8.5	阻抗复合式消声器	123

8.5.1 阻性-扩张室复合消声器	124
8.5.2 阻性-共振腔复合型消声器	124
8.6 微穿孔板消声器	125
8.6.1 消声原理及分类	125
8.6.2 消声量的计算	125
8.6.3 微穿孔板消声器的设计及应用	126
8.7 扩散消声器	127
8.7.1 小孔喷注消声器	127
8.7.2 多孔扩散消声器	128
8.7.3 节流降压消声器	129
8.7.4 其它类型消声器	130
习题 8	131
9 隔振与阻尼	133
9.1 振动对人的影响	133
9.1.1 局部振动标准	133
9.1.2 整体振动标准	133
9.1.3 环境振动标准	134
9.2 隔振	134
9.2.1 隔振原理	135
9.2.2 隔振措施	138
9.3 阻尼减振	142
9.3.1 阻尼减振原理	142
9.3.2 阻尼材料	142
9.3.3 阻尼减振措施	143
习题 9	143
主要参考文献	145

1 绪 论

1.1 噪声

人类处在声音的包围之中,声音对于人类社会实践是非常有用的,它可以帮助人们借助听觉熟悉周围环境;它可以向人们提供各种信息;它可以让人们互相交流思想;借助它可以使医生能诊断一些病症;它可以为操作工人提供机器运转是否正常的根据。但是,有一些声音会使人感到烦躁不安,影响人们的正常工作和健康,这种声音就是噪声。从心理学观点出发,噪声的定义是:凡是人们不需要的声音,称为噪声。从物理学观点来看,噪声是由许多不同频率和强度的声波,无规则的杂乱无章组合而成。在示波器上观察噪声的波形,一般都是不规则的和无调的,并不象纯音和乐音的波形。图 1-1 是典型的纯音、乐音和噪声的波形。

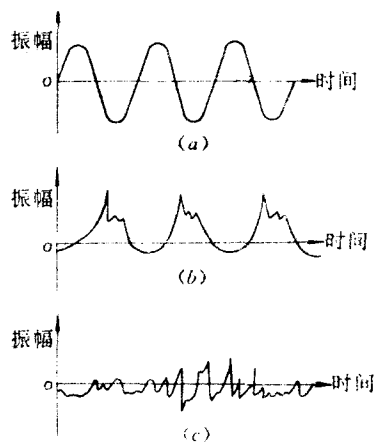


图 1-1 波形

(a)纯音; (b)乐音; (c)噪声

由噪声的定义可知,一切可听声都可能被判断为噪声。因此,噪声控制主要是降低和减少可听声,噪声的测试也局限在可听声。可听声的频率范围大致为 20Hz 至 20k Hz。频率低于 20Hz 的声称为次声,频率高于 20k Hz 的声称为超声。

噪声对周围环境造成不良影响,就形成噪声污染。噪声污染属于物理性污染,它只会造成局部性污染,一般不会造成区域性和全球性污染。噪声污染没有残余污染物,噪声源停止运行后,污染就立即消失。噪声的声能是噪声源能量中很小的部分,噪声再利用的价值不大。因此,人们对声能的回收并不重视。

1.2 噪声的危害

噪声对人的危害是多方面的,噪声会使听力受到损害,会引起神经系统、心血管系统、消化系统的疾病,噪声妨碍人们交谈,影响睡眠和休息,干扰工作。

1.2.1 噪声引起耳聋

当人们在较强的噪声环境中,呆上一段时间,会感到耳鸣。此时,若到安静的环境中,会发现原来听得到的声音,这时听起来弱了,有的声音甚至听不到。但这种情况持续时间并不长,只要在安静的环境里,停一段时间,听觉就会恢复原状。这种现象叫做暂时性听阈迁移,亦称听觉疲劳。所谓暂时性听阈迁移,就是在强噪声作用下,听觉皮质层器官的毛细胞,受到暂时性的伤害,而引起听阈级的暂时性迁移。如原来听起来是 55dB 的声音,出现暂时性听阈迁移时,听起来只有 30dB,等到听力恢复后,又能听到 55dB 的声音。

长期暴露在高噪声环境中,听觉器官不断受到噪声刺激,暂时性听阈迁移恢复越来越慢,久而久之,听觉器官发生器质性病变,便失去恢复正常的听阈能力,成为永久性的听阈迁移,称此为听力损失。噪声引起的听力损失,是由于过量的噪声暴露,导致听觉细胞的死亡,死亡了的细胞不能再生,因此噪声性耳聋是不能治愈的。

* 国际标准化组织(ISO)确定听力损失 25dB 为耳聋标准;25~40dB 为轻度聋;40~55dB 为中度聋;55~70dB 为显著聋;70~90dB 为重度聋;90dB 以上为极端聋。在不同的噪声级和不同的噪声暴露时间下,耳聋的发病率见表 1-1。从表中看出,噪声达到 110dB,工作 10a 以上,耳聋发病率将超过 55%。也就是说,大部分人在这样的条件下工作,都会患噪声性耳聋。

表 1-1 噪声性耳聋发病率

单位: %

等效连续 A 声级 (dBA)	噪声暴露时间(a)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
≤80	0	0	0	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7	8	9	10
90	4	10	14	16	16	18	20	21
95	7	17	24	28	29	31	32	29
100	12	29	37	42	43	44	44	41
105	18	42	53	58	60	62	61	54
110	26	55	71	78	78	77	72	62
115	36	71	83	87	84	81	75	64

当噪声超过 140dB(A),听觉器官发生急性外伤,致使耳鼓膜破裂出血,螺旋体从基底膜急性剥离,使两耳失听,这种一次刺激致聋的,称为暴震性耳聋。

1.2.2 噪声能诱发多种疾病

在噪声的影响下,会不会诱发某些疾病,是与人的体质和噪声的频率和强弱有关。

噪声作用于人的中枢神经系统,使大脑皮层的兴奋和抑制平衡失调,导致条件反射异常。这些生理变化,在噪声的长期作用下,得不到恢复,就会出现头疼、脑胀、头晕、疲劳、失眠、记忆力衰退的神经衰弱症的症状。

暴露在噪声环境中的人,易患胃功能紊乱症,表现为消化不良、食欲不振、恶心呕吐,长期如此,将导致胃病及胃溃疡发病率的增高。

噪声会使人的交感神经不正常,导致代谢或微循环失调,引起心室组织缺氧,从而引起散在性的心肌损害,并引起血中胆固醇增高。噪声会使交感神经紧张,从而使心跳加快,心律不齐,心电图 T 波升高或缺血型改变、传导阻滞、血管痉挛、血压变化等现象。因此,近年来一些医学家认为,噪声可以导致冠心病、动脉硬化和高血压。据调查,长期在高噪声环境下工

作的人与低噪声环境相比,冠心病、动脉硬化和高血压的发病率要高出 2~3 倍。

此外,噪声对视觉器官会产生不良影响,噪声愈大,视力清晰度稳定性愈差;噪声影响胎儿的正常发育;噪声对胎儿的听觉器官会造成先天性的损伤等等。总之,在高噪声环境中工作的人,一般健康水平会逐年下降,疾病发病率增高。

1.2.3 噪声影响人们的正常生活

人在睡眠时,受到连续噪声的作用,会使熟睡时间缩短,出现多梦。若经常受到噪声的干扰,就会睡眠不足,出现头昏、头痛等症状。突然响起的噪声,只要有 60dB(A),就能使 70% 睡觉的人惊醒。一般来说,大约低于 40dB(A)的噪声对睡眠影响较小,高于 55dB(A)的噪声对睡眠干扰较严重。

人们用语言交谈时,当噪声与谈话声声级接近时,就会干扰交谈。普通谈话声一般为 60dBA,若两人相距 1.5m 距离交谈,此时若有 50dBA 的噪声,则双方可轻松的交谈。噪声到 60dBA 还能满意的对话。当噪声到 66dBA,则要提高声音,对方才能听得清楚。当噪声达到 90dBA 以上,就是大声喊,也听不清楚。

1.2.4 噪声影响工作

噪声对工作的影响是广泛而复杂的,很难定量的反映这种影响。人们在噪声的刺激下,心情烦躁、注意力分散、易疲劳、反应迟钝,从而导致工作效率降低。对那些要求注意力高度集中的工作(如司机、文字校对等),不仅影响工作进度,而且降低工作质量,容易出差错和引起事故。高强度噪声,还会掩蔽运输音响信号,使行车安全受到威胁。

1.3 环境声学研究的内容

1.3.1 噪声污染规律的研究

噪声污染规律的研究,是指研究噪声级与有关参数的关系,以及噪声的时间和空间分布。目前,一些参数对噪声传播中的时间、空间关系还没有定量化,如风速、温度梯度等对噪声传播中的衰减关系。有的虽已定量化,但计算很复杂,难以运用。因此,噪声污染规律的研究还有很多工作需要做。

噪声污染规律的研究成果,将用来指导环境质量的评价和预测,以便估计环境噪声的发展趋势。

1.3.2 噪声评价方法和噪声标准的研究

环境噪声来自各种具有不同特性(噪声强度、频率和时间特性等)的噪声源,噪声对人的危害与噪声源的特性有关,此外还与人耳的听觉特性和人对噪声的主观心理反应有关。如何将人处于不同的噪声环境和噪声暴露时间的影响程度反映出来,这就是噪声评价的任务。为评价各种情况下噪声对人的干扰,迄今为止,相继出现的评价量和相应的评价方法已有几十种。一些评价方法在实践中被淘汰,一些方法得到不断的修改完善。第 4 章将介绍常用的评价量和评价方法。

噪声要降到什么样的水平,人们才能接受,它依赖于噪声的评价标准。噪声标准的制订是个比较复杂的问题。首先,要研究噪声对人体影响的各主要方面,找出噪声级大小、噪声持续时间、噪声起伏状况等参数对人体诸方面影响的定量关系,为制订噪声标准提供可靠的科学依据。有可靠的科学依据,再结合技术、经济的可行,来确定噪声的限值。这样制订的标准,才有可能创造一个适宜人们工作、学习、休息的声学环境。

目前,许多国家制订的噪声标准,大都以听力损伤为评价依据,而缺少噪声对人体影响的全面的科学依据。对于后者,一些国家正在开展研究。我国于1975年,由北京劳动保护科学研究所等单位,对上百个工厂,近万人进行调查,研究了工业噪声对听力、神经系统、心血管系统、消化系统等的影响。研究表明,噪声对所研究的诸方面都会产生影响,影响大体可分为下述三类情况:75dBA以下的噪声对人体基本上没有伤害;85~90dBA的噪声对人体有轻度的影响,只对少数人产生轻度伤害;超过95dBA的噪声,会使人体受到中度,甚至重度伤害。从上述研究结果可以得到下述结论:噪声在75dBA以下是理想的,未来的工业噪声标准应当向这一目标靠近;85~90dBA作为目前工业噪声标准,对大多数人可以接受,并且目前技术、经济也可以实现,故该标准在目前是合理的;不能允许人在大于95dBA的环境中长期暴露,对这样高噪声的环境必须治理,或者对个人采取防护措施。

1.3.3 噪声控制措施的研究

噪声来源于噪声源,对噪声源的发声机理进行研究,以便积极有效地降低噪声。对噪声源的控制,一般从以下三方面进行研究。

(1)若某一种生产工艺不可避免地发出强噪声,用降噪的一些措施都不见效,就应该对工艺过程进行研究,用低噪声工艺来代替高噪声工艺。

(2)研究降低噪声源辐射噪声的激振力,例如,研究如何提高旋转部件的动平衡精度;研究如何减少撞击和摩擦;对高压、高速流体,研究如何降低其压差、流速和改变流体的喷嘴等。

(3)研究降低噪声源中,噪声辐射部件对激振力的响应,例如发声系统的固有频率与激振力频率相同或接近时,系统将最有效地传递振动和辐射噪声,只有使固有频率远离激振力频率,辐射部件对激振力的响应才弱,噪声辐射效率才会降低。

噪声传播途径上的控制研究,是研究城市、工厂、车间如何全面合理地布局;研究传播途径上的声学技术控制,如吸声、隔声、隔振等的研究。

对噪声接收者个人防护措施方面,主要是研究对听力保护起作用的耳塞、耳罩、头盔等。

为创造适宜人们活动的声学环境,需要研究制定控制噪声的法规。噪声控制法规,可由国家和地方权力机关分别制定。噪声控制法规具有强制性,要求噪声污染者积极采取治理措施。噪声控制立法的实施,对于噪声控制技术的研究、应用和推广会起到促进的作用。有法可依,才能使已被恶化的声学环境得到改善;新开发的城镇、区域和新建工厂从一开始就注重环境保护。这样才能使人们有一个美好的生活和劳动环境,保护人民健康,促进经济发展。

综上所述,噪声控制措施的研究,包括声源、传播途径、个人防护器的研究以及法规的制订。

1.3.4 噪声测量设备和技术的研究

计算机技术的发展给噪声测量分析带来了巨大变化,快速傅里叶变换分析装置、声强测量分析系统等都已有现成设备。声强测量系统的应用研究,使声功率级数据的获得更为方便,数据更为准确。以电子计算机和双通道分析仪为基础的通用测量设备的不断发展,使过去需要几天、几十天的测量分析工作,现在可以在几分钟内完成。

1.4 噪声的分类

噪声可以从很多方面来分类,例如为区分由于自然现象和人为产生的噪声,可分为自然

噪声和人为噪声；又如按频率分布，把噪声分为低频(<500Hz)、中频(500~1000Hz)和高频(>1000Hz)噪声。不同的分类法，有时对同一噪声可以有不同的名称。

1.4.1 按城市环境噪声分类

城市环境噪声可分为交通噪声、工业噪声、建筑施工噪声、社会生活噪声。

交通噪声包括道路机动车辆(载重汽车、客车、摩托车、手扶拖拉机等)、内河航运船舶、铁路车辆以及飞机等的噪声。由于城市交通干道的增加，机动车辆数目增长很快，使得这类噪声成为城市的主要噪声源。交通干道的噪声，一般等效连续 A 声级可达 70~87dBA。飞机数目、飞行速度、载重量的增加，使得飞机噪声愈来愈大。民航机在起飞和着陆时，噪声在 85~105dBA 范围内。飞机在低空飞行时，噪声的影响范围可以达到几公里。火车运行的噪声，在距 100m 处约 75dB。

工业噪声主要是工厂的各种动力设备、加工机械、生产设备等产生的噪声。设备噪声的声级大小与设备种类、功率、型号有关，就是同一种类、功率相同的设备，由于厂家不同和使用年限不同，声级可能都会有很大差别。常见工业设备噪声范围见表 1-2。从表中看出，工业噪声的声级一般较高，因此对工人的危害以及工厂附近居民的干扰都很突出。

表 1-2 常见工业设备噪声范围

设备名称	声级范围 dB(A)	设备名称	声级范围 dB(A)
飞机发动机	107~140	冲床	74~98
振动筛	93~130	砂轮	91~105
球磨机	87~128	风铲(镐)	91~110
织布机	96~130	轧机	91~110
鼓风机	80~126	冲压机	91~95
引风机	75~118	剪板机	91~95
空压机	73~116	粉碎机	91~105
破碎机	85~114	磨粉机	91~95
蒸汽锤	86~113	冷冻机	91~95
柴油机	107~111	抛光机	96~100
锻机	89~110	锉锯机	96~100
木工机械	85~120	挤压机	96~100
电动机	75~107	卷扬机	80~90
发电机	71~106	退火炉	91~100
水泵	89~103	拉伸机	91~95
车床	91~95	细纱机	91~95

建筑施工噪声，主要来源于建筑机械发出的噪声。在距声源 15m 测得打桩机噪声 95~105dBA，混凝土搅拌机噪声 80~90dBA，推土机噪声 78~96dBA。建筑施工一般在居民较为集中的地区进行，严重影响居民的睡眠和休息。

社会生活噪声，包括人们的社会活动和家用设备发出的噪声。前者指商业、文娱、体育活动等的人群喧闹声。后者指空调、洗衣机、电冰箱、电风扇等发出的噪声。在距声源 1m 处，测得缝纫机噪声为 70~74dBA、洗衣机 47~71dBA、电冰箱 34~52dBA。

1.4.2 按发声机理分类

按噪声产生的机理，可分为机械噪声、空气动力性噪声、电磁噪声。

机械噪声是由于机械部件之间在摩擦力、撞击力和非平衡力的作用下振动而产生的。简

而言之,是固体振动产生的噪声。机械噪声的特征与受激振部件的大小、形状、边界条件、激振力的特性有关。织布机、球磨机、车床、刨床、齿轮等发出的噪声是典型的机械噪声。

空气动力性噪声,是由于高速或高压气流与周围空气介质剧烈混合而辐射噪声(如锅炉排气放空噪声);或气流流经障碍物后,形成涡流而辐射噪声(如气流流经阀门产生的噪声);或旋转的动力机械作用于气体,产生压力脉冲而辐射噪声(如飞机螺旋桨转动时发出的噪声);或进、排气时,使周围空气的压强和密度不断受到扰动而产生噪声(如内燃机、压缩机、鼓风机的进、排气噪声)。综上所述,凡高速气流、不稳定气流以及由于气流与物体相互作用产生的噪声,称为空气动力性噪声。空气动力性噪声的特征与气流的压力、流速等因素有关。

电磁噪声是由电磁场的交替变化,而引起某些机械部件或空间容积振动产生的。噪声的主要特征,取决于交变磁场特性、被激发振动部件和空间的大小形状等。电磁噪声如电动机、发电机、变压器和日光灯镇流器等发出的噪声。

我国各省市调查统计的结果,三类噪声中机械性噪声源所占比例最高,空气动力性噪声次之,电磁性噪声源比例较小。表 1-3 列出部分省(市、自治区)三种类型噪声发生源所占比例的情况。

表 1-3 部分省市噪声发生源类型所占比例

省、市	北 京	吉 林	江 苏	湖 南	四 川	黑 龙 江	云 南	西 藏	新 疆
机 械 性(%)	89.2	49.3	83.5	56.5	86.4	85.3	78.3	68.8	68.8
空气动力性(%)	10.5	49.4	11.9	39.0	12.1	13.0	20.9	19.5	26.3
电 磁 性(%)	0.3	1.1	4.6	4.5	1.5	1.7	0.8	11.7	4.9

1.5 控制城市环境噪声的行政管理措施和规划性措施

控制城市环境噪声可采取行政管理措施、规划性措施和声学技术措施。声学技术措施详见第 6、7、8、9 章。

1.5.1 行政管理措施

由于工业和交通事业等的发展,使城市环境噪声污染日趋严重。对噪声污染进行系统的研究,提出各种系统明确的管理办法,以便管理和限制环境噪声的污染。城市噪声的行政管理措施,被认为是控制城市噪声最有效的手段之一。噪声管理的基本办法是立法。目前许多国家都有噪声控制法,有的国家还详细规定了交通噪声、机动车辆噪声、飞机噪声、工厂噪声、建筑施工噪声等的环境噪声允许标准和实施办法,凡超过标准的属于违法行为,要追究法律责任,依情节轻重给予罚款甚至判刑的惩罚。

我国对环境噪声污染的行政管理,在《中华人民共和国环境保护法》中,有关的规定是:

(1)一切企业事业单位的选址、设计、建设和生产,都必须充分注意防止对环境的污染和破坏。在进行新建、改建和扩建工程时,必须提出对环境影响的报告书,经环境保护部门和其他有关部门审查批准后才能进行设计;其中防止污染和其他公害的设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产。已经对环境造成污染和其他公害的单位,应当按照谁污染谁治理的原则,制定规划,积极治理,或者报请主管部门批准转产、搬迁。

(2)积极防治工矿企业和城市生活的废气、废水、废渣、粉尘、垃圾、放射性物质等有害物质和噪声、震动、恶臭等对环境的污染和危害。

(3)加强对城市和工业噪声、震动的管理;各种噪声大、震动大的机械设备、机动车辆、航空器等,都应当装消声、防震设施。

为了环境保护法能得以贯彻执行,该法中还规定了环境保护机构的职责,并规定了奖励和惩罚的条款。

我国除环境保护法外,还制定了一些限制噪声的国家标准(参见第4章)。一些地区和城市根据当地情况,还制订适用于本地区的标准和条例,例如上海为降低交通噪声,规定距离机动车前方2m米处测定的声级不得高于105dBA;机动车辆在市区行驶时,零时至五时禁止鸣号。这些管理措施,对改善城市环境噪声起到很好的作用。

城市环境噪声与交通噪声关系很大,而道路交通噪声主要决定于车流量、重型车辆数和车辆行驶速度。若适当限制车流量、车速等,可以降低噪声。从表1-4和表1-5可以看出,对交通噪声采取某些管理措施产生的效果。表1-4和表1-5中的噪声降低值指等效声级(L_{eq})或昼夜等效声级(L_{dn})。

表 1-4 降低大型车辆比例的降噪效果

大型车比例降低值 (%)	交通噪声降低值(dBA)	
	48km/h	88km/h
从20降至15	1	1
从15降至10	1.5	1.5
从10降至5	2.5	2.5
从5降至0	6.5	4.5

表 1-5 改变大型车车速的降噪效果

大型车车速 (km/h)	交通噪声降低值(dBA)		
	大型车占5%	大型车占10%	大型车占20%
104降至88	0.5	1.0	1.5
104降至72	1.0	1.5	2.0
104降至48	2.0	3.0	3.0
88降至72	1.0	1.0	1.0
88降至48	1.0	2.0	2.0
72降至48	1.0	1.0	1.0

1.5.2 规划性措施

城市用地规划和建设影响深远,现代化的城市建设,必须考虑环境噪声允许标准,对城市未来的噪声污染趋势作出科学的估计。规划得合理,城市才会有一个理想的声学环境。规划不合理,将造成严重的噪声污染,带来难以挽回的后果。

1.5.2.1 区域规划

城市布局应按功能分区,妥善安排工业、交通运输、居住等用地的相对位置。运用噪声随距离衰减的特性,把目前不易降低噪声的高噪声源(如飞机场)安排在远离居住区的地方,使人们集中的居住区,有一个较安静的环境。图1-2是一个城市合理规划方案的示意图。从图中看出,高噪声源的飞机场、铁路、公路干道、重工业区都布置在远离市区的郊外,并依次按噪声由高到低来布局。居住区与高噪声区之间应有商业区、绿化带,使噪声在传播途中得以衰减。

对于小区域的布局,也仍然要将高噪声源集中布置在离安静环境(如学校、医院等)较远的地方,两者之间还可利用土丘、屏障(如绿化带、仓库等)等来降低噪声对安静区的干扰。

1.5.2.2 道路规划

为降低城市噪声,要减少穿行市中心的车辆,可在市区边缘建外环路,使过境车辆在外环路上通过。在车流量大的路段建立交桥、单行道,以减少鸣喇叭、刹车、停车等的噪声。

交通干道离居住区要有足够的距离,一般不应小于30m。一级公路、二级公路和铁路不

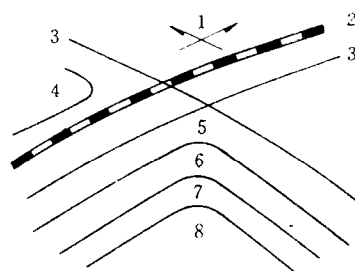


图 1-2 城市合理布局的示意图

1—飞机场;2—铁路;3—公路;
4—重工业区;5—工业区;6—商业区;
7—绿化开阔区;8—居住区

应穿过居民、文教区。一些交通干道可建于地下。道路两侧可利用绿化带或土坡等来屏蔽噪声。

1.5.2.3 控制城市人口密度

研究表明,城市噪声随人口密度的增长而增加。例如,人口密度愈高,车辆就愈集中,街道上人流愈多,汽车鸣号愈频繁。为降低城市人口密度,除采取发展卫星城的办法外,要严格控制人口的增长速度。美、日关于城市噪声与人口密度之间的关系,引用下述关系式:

$$L_{dn}=10\log\rho+26 \quad (1-1)$$

式中 L_{dn} ——昼夜等效声级,dBA;

ρ ——人口密度,人/(km)²。

我国城市环境噪声与人口密度关系,基本与式(1-1)类似,但常数项对不同城市有不同的值。

习 题 1

1. 什么样的声音称为噪声?
2. 原来听起来有 65dB 的声音,出现听力损失后,听起来只有 35dB,问听力损失多少 dB? 耳聋的程度属哪一级? (30dB)
3. 噪声会诱发哪些疾病?
4. 环境声学研究哪些内容?
5. 噪声按发声机理分为哪几类? 简述各类噪声的发声机理。
6. 通常人们所说的“三同时”,在环境保护法中是怎样叙述的。
7. 每小时行驶 88km 的大型车辆,若这类车的比例从 20% 下降到 5%,问噪声可降低多少 dB(A)? (5dBA)
8. 某城市因建卫星城后,人口密度下降 20%,问该城市昼夜等效声级下降多少 dB(A)? (1dBA)