

噪声控制大全

第一分册

C. M. 哈里斯编

科学出版社

噪声控制大全

(第一分册)

噪声控制学基础

C. M. 哈里斯 編

呂如榆 方 至 譯
夏佩玉 柯 峯

科学出版社

1965

DY61/30

C. M. Harris
HANDBOOK
OF
NOISE CONTROL
McGRAW-HILL BOOK COMPANY, INC.
1957

内 容 简 介

噪声控制是综合性学科,涉及面很广,不但与声学有关,还与医学、语言学、生理学、心理学、无线电测量学、电讯电力工程、机械工程、建筑工程、汽车火车飞机工业等都有密切关系。

本书由 C. M. 哈里斯主编,由四十多位欧美学者分别执笔。中文版分四分册出版。第一分册包括:声波的性质、听觉器官、噪声对听力的影响、听力测试设备和技术、护听器、噪声对语言通讯的影响、噪声对行为的影响、振动对人的影响等内容。

本书可供与上述各方面有关的工程技术人员、科学研究工作者、高等院校师生等参考。

噪 声 控 制 大 全

(第一分册)

[美] C. M. 哈里斯 编

吕如榆 方 至 译
夏佩玉 柯 峯

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街117号

北京市书刊出版业营业许可出字第061号

五三五工厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1965年6月第一版 开本:787×1092 1/18
1965年6月第一次印刷 印张:14 2/9
印数:0001—3,400 字数:317,000

统一书号:15031 194

本社书号:3242·15—10

定价:[科六]1.80元

譯 者 的 話

这里只对翻譯和校对过程中的几个問題,作一点說明如下:

(1) 本书所用的专业名詞,声学方面以中国科学院編譯出版委员会名詞室(現为中国科学院自然科学名詞編訂室)和电子学研究所声学室合編的“声学术語”为准;属于其他学科方面的专业名詞,尽量采用中国科学院編譯出版委员会或其他有关机构已审定或已出版的为准。有少数沒有現成名詞的,則按原义譯出。

原书中有关“名詞和定义”几节,考虑到已由“声学术語”出版,因此均已删去,讀者要参考时,可查閱該书。

(2) 原书使用单位混淆,基础部分多用厘米·克·秒制或米·公斤·秒制,振动和机械工程方面多用英制,有时公制和英制并列。为适合我国情况并求得統一起見,已一律改为米·公斤·秒制,必要的图表也重新作了繪制。

(3) 全书譯文以尽量忠实原著为主,但某些显然不合我国条件的部分內容,已删去或改写。

为更便于讀者查找需要閱讀的內容,本书每章中的节都編了号,并且把节、小节的标题都編入了目录。

(4) 本书分四分册出版,第一分册为噪声控制学基础,第二分册为控制原理和測量技术,第三分册为机械零件和部件以及运载工具的噪声控制,第四分册为城市噪声和噪声控制的其它方面問題。很多同志参加了本书的翻譯工作(見各分册目录)。翻譯过程中,中国科学院声学研究所馬大猷教授給了多方指导,并校訂了部分稿件。担任本书校訂工作的还有:同济大学数理系章启馥教授、王季卿先生,中国科学院心理学研究所龙叔修教授和本人等。全书最后由我作了一次总的校訂和統一。

呂 如 榆

1964. 10. 8. 于北京

編 者 序

人們不喜歡噪声。按定义，噪声是**不需要的**声音。它能干扰工作或业余活动中的語言通訊；在某些方面，噪声能影响人的行为；它甚至能导致暂时性听力損失，如果噪声級足够強，还能使听觉产生永久性損伤。

因此，噪声控制是具有重大社会意义和經濟意义的問題。这在近年变得日益明显了，因而已經吸引下述各行业工作者的密切注意：声学工程技术人員，物理学工作者，电机工程技术人員，軍事装备設計工作者，航空工程技术人員，机械工程技术人員，通风工程技术人員，結構工程技术人員，建筑师，城市規劃設計工作者，公共卫生学工作者，工业卫生学工作者，耳科学工作者，生理学工作者，心理学工作者，运输工程技术人員，工业设计工作者，商业工作者，法律工作者以及其他有关人員等等。涉及范围之广，已由参与編写本书的作者們反映出来，他們的工作崗位遍布政府机构、高等学校和工业企业。

虽然，关于噪声的各个方面，已經有很多学术論文，各政府部門和工业企业也发表过詳細的技术报告，但本书还是在美國出版的第一本专談噪声控制的著作。

多年来不断地积累了有关噪声的資料，其中有好些是不太严格的通俗讀物。因此，有必要編写一部闡述整个噪声領域的科学著作。曾經考虑把这領域分成几部分，相应地，个别出版专人撰写的书。但是噪声控制中所有部分之間是相互联系的，出版专题著作，不能象一本綜合性著作那样有效地处理此种联系；而且，題材一定会有不必要的重复。而一部象本书那样大全形式的书，将能高度协调地处理分別由有关专家执笔的各个专题。

本书各章节分属以下几个主题：声音的性質，噪声对人的影响（第一分册），振动控制，測量仪表和噪声測量，噪声控制技术，建筑物中的噪声控制（第二分册），噪声源和噪声控制实例，机械和电气设备的噪声控制，运输业中的噪声控制（第三分册），城市噪声以及噪声控制的其他方面（第四分册）。

（下略）

C. M. 哈里斯

第一分冊目錄

譯者的話	(iii)
編者序	(v)

第一章 緒 論

C. M. Harris

§ 1 引言	(1)
噪声是什么	(1)
噪声如何传输	(1)
声源、路径和接收器的统计性	(1)
声源、路径和接收器之间的相互作用	(2)
§ 2 什么是噪声控制	(2)
§ 3 噪声控制技术	(3)
声源的噪声控制	(3)
降低激发力	(3)
降低系统中噪声辐射部件对激发力的响应	(4)
改变操作程序	(4)
传输路径的控制	(4)
接收器的防护措施	(5)
采用个人防护设备	(5)
关心羣众和改善社会秩序	(5)
噪声曝露的控制	(5)
§ 4 需要的减噪量	(5)
接收器周围环境噪声级的确定	(5)
噪声控制评价标准	(6)
附录 1.1 各类典型噪声源的测量数据	(6)

第二章 噪声的物理性质及其表述

R. W. Young

§ 1 引言	(13)
声	(13)
噪声	(13)
§ 2 波动	(13)
频率	(13)
位移	(14)

速度	(14)
加速度	(14)
简谐运动	(15)
方均根值	(15)
整流平均值(简称平均值)	(15)
同相	(15)
迭加	(15)
反相	(15)
矩形波	(16)
平均时间	(16)
§ 3 声波	(16)
声压	(16)
声速	(17)
波长	(17)
发散	(18)
自由声场	(18)
混响	(19)
强度	(19)
声功率	(20)
指向性因数	(21)
§ 4 级和分贝	(21)
声压级	(21)
基准声压	(22)
典型的声压级	(22)
其他级	(23)
声压谱级	(23)
指向性增益(指向性指数)	(24)
发散	(24)
§ 5 噪声测量图示	(25)
频带宽度(带宽)	(25)
倍频带	(25)
1/2 倍频带	(25)
1/3 倍频带	(25)
连续分布	(26)
纯音标记	(27)
恒定带宽	(27)
频谱的斜率	(27)
谱级作图	(28)
斜格	(28)
指向性图案	(29)

§ 6 分貝的計算	(29)
声压级的合成	(29)
由倍频带数据计算宽频带级	(30)
由谱级计算宽频带级	(31)
本底噪声	(32)
附录 2.1 压力比和分貝的換算表	(33)
附录 2.2 功率比和分貝的換算表	(35)

第三章 声音在露天中的传播

I. Rudnick

§ 1 引言	(37)
§ 2 声波扩散引起的发散損失	(37)
§ 3 空气中声音的衰减	(38)
§ 4 雾的影响	(39)
§ 5 围墙引起的减噪量	(40)
§ 6 树丛引起的减噪量	(40)
§ 7 温度和风速梯度引起的声綫折射	(40)
大气的温度分布	(41)
大气的风速分布	(43)
大气中声綫的折射	(43)
声綫方程	(44)
无风时声綫路径的计算	(45)
风速梯度的影响	(46)
声綫的简化作图法	(46)
声影范围	(48)
声影中声压的变化	(49)
温度梯度的反常效应	(50)
靠近地面是逆温, 高度较高处是温度递减的情况	(50)
声道	(50)
§ 8 均匀大气中靠近地面的声传播	(51)
地面的声源和接收者	(52)
实例	(54)
边界是法向声阻抗率恆定的情况	(54)
参考文献	(54)

第四章 听觉器官

H. Davis

§ 1 引言	(55)
§ 2 听觉器官解剖学	(55)

外耳和中耳.....	(55)
内耳.....	(56)
§ 3 听觉器官的功能.....	(58)
外耳.....	(58)
中耳.....	(58)
骨传导.....	(59)
组织传导.....	(60)
保护作用.....	(60)
振动方式.....	(60)
耳内的神经性反射.....	(60)
非线性畸变.....	(60)
§ 4 听觉敏度.....	(61)
听觉区域.....	(61)
听觉疲劳.....	(62)
听觉定位.....	(62)
§ 5 听力损伤.....	(63)
外耳.....	(63)
异物和“外耳炎”.....	(63)
耵聍栓塞.....	(63)
中耳: 传导性听力损失.....	(63)
鼓膜.....	(63)
中耳炎.....	(64)
耳硬化症.....	(64)
气压损伤.....	(64)
内耳.....	(64)
神经性耳聋和耳蜗性耳聋.....	(64)
耳鸣和复听.....	(65)
中枢性耳聋.....	(65)
老年性耳聋.....	(65)
职业性听力损失和听觉外伤.....	(65)
参考文献.....	(66)

第五章 声音的响度

W. A. Munson

§ 1 引言.....	(67)
响度.....	(67)
听标度.....	(68)
等响曲线.....	(68)
听响度标度.....	(68)
§ 2 响度的计量.....	(69)

声级计测量	(69)
声音的判別测量	(70)
响度计算	(70)
§ 3 响度計算的方法	(71)
等响纯音法	(71)
倍频带等响纯音法的局限性	(72)
修正的等响纯音法(倍频带)	(73)
修正的等响纯音法(1/2 倍频带)	(74)
修正的等响纯音法(1/3 倍频带)	(76)
等响噪声法	(77)
倍频带计算	(78)
1/2 倍频带计算	(80)
1/3 倍频带计算	(81)
§ 4 短暂的声音	(81)
短暂声音的判別测量	(81)
§ 5 噪声的掩蔽作用	(82)
噪声对纯音的掩蔽	(82)
噪声对噪声的掩蔽	(83)
§ 6 响度图样	(83)
噪标度	(83)
响度图样	(85)
参考文献	(85)
附录 5.1 响度級(叻)和响度(唛)的換算表	(86)

第六章 工业中的听力测试

A. Glorig, J. D. Harris

§ 1 引言	(89)
§ 2 純音听力测试	(89)
简单气导听力测试	(91)
设备	(93)
校准	(93)
测试环境	(94)
测试步骤	(95)
受试人的准备工作	(95)
听阈测试	(95)
数据记录	(96)
技术员的训练	(96)
其它气导听力测试法	(96)
分组测试	(96)
过滤式变频听力测试法	(96)

语言听力测试	(97)
诊断听力测试	(97)
自动听力测试	(98)
参考文献	(100)
附录 6.1 听力保健登记卡和 I. B. M. 编码	(101)
一 听力保健登记卡填表说明	(101)
副页	(101)
卡片编号	(101)
A. 简历	(101)
B. 近期噪声暴露	(101)
C. 前期噪声暴露	(102)
D. 病史和症状	(102)
E. 最近噪声暴露	(102)
F. 听力损失	(103)
二 按机器总噪声级的编码草案	(103)
三 按区域总噪声级的编码草案	(104)
四 按工种编码草案	(105)
五 听力保健登记卡打孔说明	(106)
I. 总则	(106)
II. 细则	(106)
六 为听力保健登记卡用的 I. B. M. 编码	(107)
附录 6.2 为一般诊断用的测听器的美国标准规格(标准 Z24.5-1951. A.S.A.)	(111)
§1 使用范围和目的	(111)
1.1 使用范围	(111)
1.2 使用目的	(111)
§2 定义	(111)
2.1 正常听阈	(111)
2.2 听力损失	(111)
§3 使用要求	(111)
3.1 一般要求	(111)
3.2 电源	(112)
3.3 频率	(112)
3.4 气导测量听力损失的间隔和范围	(112)
3.5 气导测试用耳机的声压输出	(112)
3.5.1 电源电压的变化	(112)
3.5.2 响度平衡	(112)
3.5.3 声压输出的测量	(113)
3.6 气导耳机输出中的谐波	(113)
3.7 气导耳机中的噪声	(114)
3.7.1 计权声压的测量	(114)
3.7.2 为满足噪声要求的测试	(114)

3.8 骨导放大器	(114)
3.9 露电危险	(114)
3.10 听力图的表格	(114)
3.11 声音断续器	(115)

第七章 噪声暴露引起的听力损失

W. Rudmose

§ 1 引言	(116)
§ 2 老年性耳聋	(118)
§ 3 稳态噪声的連續暴露	(119)
举例	(120)
听力损失的统计分布	(122)
纯音平均听力损失与语言平均损失的关系	(123)
暂时性听阈改变	(124)
极低频噪声的影响	(126)
§ 4 稳态噪声的間歇暴露	(127)
§ 5 非稳态噪声的暴露	(129)
間歇暴露: 铆钉噪声	(129)
耳塞的使用	(129)
脉冲噪声: 试射	(130)
冲击噪声: 落鍛机	(130)
听阈改变与初始听力的关系	(131)
§ 6 小結	(131)
参考文献	(132)

第八章 护耳器

J. Zwislocki

§ 1 引言	(134)
护耳器的必要性	(134)
护耳器的种类	(134)
耳塞	(134)
耳栓	(134)
耳罩	(135)
帽盔	(135)
对护耳器的基本要求	(135)
§ 2 护耳器产生的声衰减	(136)
影响声衰减的因素	(136)
耳塞系统	(137)
耳罩系统	(139)
耳塞和耳罩的组合系统	(144)

骨导·····	(145)
声衰减上限·····	(146)
声衰减与语言通讯·····	(146)
§ 3 舒适性和其他要求·····	(147)
压力·····	(147)
重量·····	(148)
温度·····	(148)
时间因素·····	(148)
毒性·····	(149)
清洗·····	(149)
耐用·····	(149)
佩戴方便·····	(149)
§ 4 护耳器的评价·····	(150)
衰减测试·····	(150)
舒适性和毒性的测试·····	(152)
适用性评价标准·····	(152)
§ 5 商品护耳器·····	(152)
耳塞·····	(153)
耳机套·····	(155)
耳罩·····	(156)
耳栓·····	(158)
帽盔·····	(158)
参考文献·····	(158)

第九章 噪声对语言通讯的影响

M. E. Hawley, K. D. Kryter

§ 1 引言·····	(160)
§ 2 语言的统计性质·····	(160)
§ 3 可懂度测试·····	(161)
§ 4 噪声对语言收听的影响·····	(163)
§ 5 单词可懂度的计算·····	(164)
语言干扰级·····	(168)
面对面通话·····	(169)
语言通讯系统性能的评价标准·····	(170)
§ 6 语言通讯系统的部件·····	(170)
发言人和他周围的环境·····	(170)
传声器·····	(171)
放大器·····	(172)
扬声器·····	(176)

耳机组·····	(177)
耳塞·····	(178)
§ 7 工厂噪声条件下通讯系统的設計实例·····	(179)
参考文献·····	(182)

第十章 噪声对行为的影响

D. E. Broadbent

§ 1 引言·····	(185)
§ 2 烦恼·····	(185)
讨厌的是不是有害的?·····	(185)
最恼人的噪声·····	(187)
响度·····	(187)
音调·····	(188)
间歇噪声和不规则噪声·····	(189)
噪声定位·····	(190)
可避免的或非必要的声音·····	(190)
对自身活动的适应性·····	(191)
烦恼的个别差异·····	(191)
关于烦恼的结论·····	(192)
§ 3 生理量度·····	(192)
惊异或情绪反应的量度·····	(192)
机体对噪声适应性的量度·····	(193)
其它生理效应·····	(193)
极高强度噪声对效率可能产生的持久影响·····	(194)
感觉的相互作用·····	(194)
§ 4 效率·····	(194)
计量效率的方法·····	(194)
工业上的研究结果·····	(196)
音乐在工业中的作用·····	(197)
非熟悉噪声的影响·····	(199)
不受噪声影响的感觉和运动机能·····	(202)
运动机能·····	(203)
熟悉的噪声对复杂劳动的影响·····	(205)
噪声对智力影响的实验研究·····	(205)
噪声对感觉运动的工作影响的实验研究·····	(207)
视觉注意力和连续工作·····	(208)
在噪声中的行为性质的说明·····	(212)
个别差异和态度对效率的影响·····	(215)
关于噪声降低与行为的实际结论·····	(216)

参考文献·····	(217)
-----------	-------

第十一章 振动对人的影响

D. E. Goldman

§ 1 引言·····	(220)
§ 2 仪器和测量·····	(220)
§ 3 振动对人的影响·····	(221)
物理效应·····	(221)
生物效应·····	(222)
振动的感觉·····	(222)
对振动的生理反应·····	(224)
心理(主观的)反应·····	(225)
振动的病理反应(损伤)·····	(225)
§ 4 振动的工业卫生和公共保健问题·····	(226)
评价标准·····	(227)
§ 5 人体的机械特性·····	(227)
解剖结构·····	(227)
细胞和组织的机械特性·····	(230)
人体的动力学特性·····	(231)
参考文献·····	(237)

第一章 緒 論

§1 引 言

噪 声 是 什 么

收音机播送出宏亮而优美的音乐,对住所中收听的一家来说,是非常悦耳动听的,但是对于要入睡的邻居,却是一种干扰;它不需要,就是噪声。按定义:**噪声是不需要的声音。**

可惜的是,为工业生产、高速运输,或者为改善人们生活和工作条件、提高工作效率、保证更多的业余时间以增进人们生活乐趣等等而制作的多数机器,都伴随着产生噪声。因为噪声对人的影响是多方面的——听觉、交谈能力以及行为举止,所以,噪声控制,不管从经济的还是从医学的观点来看,都极其重要。此外,噪声控制之所以有意义,还在于它能为我们提供更舒适的生活环境。下面各章将要讨论噪声对人的各种影响,噪声的测量,噪声控制技术及其实际应用,以及噪声问题的其他方面。

噪 声 如 何 传 输

噪声可以经由任何一个可能途径到达听者。例如,如果他在房间里听到楼上的钢琴声,则有部分声音可能是从楼上房间的窗户传出,经窗外空间,再进入他的窗户,这样直接沿大气传入的。钢琴所辐射的部分声音,将投射到墙面,并使墙面作微小振动,这种振动的一部分能量将沿建筑结构传播,引起建筑物中其他墙面的振动而辐射声音。与此不同,有些振动能量可能完全沿着固体的路径,通过钢琴架传入楼板,引起楼板振动,因而楼下房间内有辐射声音。

为方便起见,工程问题中,声音自声源到听者的传输,可以利用图 1.1 的示意图表示。实际上,标以**声源**的框格,可以不只代表一个,而是代表很多个振动能源,例如它可以把在某一特定区域上空飞行的所有飞机包括在内。如上所述,传播路径可能是很多的。最后,标以**接收器**的框格,可以代表一个人、一群人、全体居民、或者某种设备中对噪声敏感的精致部件。

声源、路径和接收器的统计性 在噪声控制的领域内,记住图 1.1 所示各单元的统计性,是很重要的。首先,标以**声源**的框格所代表的噪声发生器,数量可能变化,其噪声输出也可能随时改变——例如,交叉路口车辆通行的情况。

噪声从声源到达耳朵的路径,也是统计性的。例如,一围绕地面听者飞行的飞机,由于大气的不均匀性,噪声传输路径会有很大变化。这种大气传播特性的统计变化,就使听者耳朵上声压级有很大的起伏。又例如,考虑一个办公室中的噪声级,办

公室隔一間壁与吵鬧的工厂相邻，而間壁开有一門。当門打开时，传播路径就改变了，这样，办公室中的噪声級就在許多因素影响下作統計性的变化，影响因素之一就是通向工厂区域的門的开启頻度。

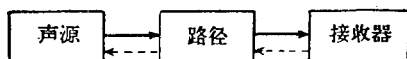


图 1.1 代表声源到接收器的声传输的示意图，标以声源的框格可以代表多于一个的声源，路径可以是多样的，接收器可以代表一个人，一羣人，全体居民，也可以代表对噪声敏感的设备。实线箭头代表声源到接收者的声传输，虚线箭头代表图中各单元间的相互作用

图 1.1 中的接收器同样具有統計性。如果接收器代表一大羣人，則这羣人中实际的人数，可以随时改变，这羣人中各人的听阈也不同，而每个人的听阈也是可能随着時間变化的。

声源、路径和接收器之間的相互作用 虽則声源、路径和接收器在示意图 1.1 中用分別的单元表示，但它們之間有显著的相互作用——它們不是彼此独立的元件。

声源的輸出并不总是恆定的，而可視路径和接收器而定。从工程技术的意义上讲，当噪声源的輸出受到如上述的周围影响时，就意味着环境改变了声源的“辐射阻抗”。当声源是讲演人时，就可能发生环境对声源輸出的另一种类型的影响。若他在小房間中对一个靠近的听者談話，語言功率可能相当低，但在大厅中或戶外远距离讲话，他的功率将自动增加。事实上，讲演人受接收器和路径的影响。要是他知道听众听不清时，他是会自动提高他的音量的。說明路径和接收器对声源的影响的另一例子，是产生噪声之机器的操作者，他可能按照干扰噪声源所在的周围之条件和受此操作所干扰的人們的情况，改变他的操作工序。

路径特性会受到声源和接收器的影响，往往不为人知。例如，第二十一章中証明，消声器和滤声器所提供的衰减，很大程度上取决于声源和接收器的特性，这就是說，路径的衰减不是与声源和接收器无关的常数。

同样，接收器的反应，取决于路径和声源的特性。例如，一个家庭主妇可以从容地从事她的家务而对头上飞过的飞机所发出的声音无动于衷。要是吵鬧的电气冰箱引起碗柜中盘子的咯咯作响，她也可能沒有反应。但是，如果盘子的咯咯之声是由飞机声引起的，她的反应可能就完全不同了。因此，显見声源、路径和接收器之間，正象它們各自的組成部分之間一样，相互作用是很大的。

§ 2 什么是噪声控制

噪声控制是在符合經濟和操作的考虑下，在接收器所在地获得允許噪声环境的技术；接收器可能是一个人、一羣人、全体居民、或者对噪声敏感的操作設備的一个部件。当使用“允許”这个詞的时候，接着就提出这样的問題：在什么条件下允許？对誰允許？这样的問題，对具体噪声讲，因为有关的經濟和操作考虑的复杂性，以及所