

噪声与振动控制 设备及材料 选用手册

吕玉恒 王庭佛 编著

机械工业出版社

X593-62
L-919.2

噪声与振动控制设备 及材料选用手册

第 2 版

吕玉恒 王庭佛 编著



机械工业出版社

888336

本手册较系统地介绍了我国目前生产的用于治理噪声与振动污染所需要的设备、装置、材料、仪器等,给出了这些设备装置的型号、规格、主要技术参数、选用原则、安装要求、生产单位等。针对各类噪声源和振动源的特点,阐述了控制方法,列出了估算公式,提供了治理实例,是一本综合性的工具书。与本手册第一版相比,增删内容一半以上,汇集了近十年来国内噪声与振动控制技术的最新成果,使本手册具有实用性、科学性、可靠性和先进性。内容包括消声器、吸声降噪、隔声构件、隔振器材、阻尼材料、声振测量仪器、个人防护和低噪声产品等八章,能满足设计选型、施工安装、设备配套等需要。

本手册可供噪声与振动控制科研设计人员,环境保护、劳动保护、安全卫生、基本建设等部门的工程技术人员以及有关专业师生使用、参考。

图书在版编目(CIP)数据

噪声与振动控制设备及材料选用手册/吕玉恒、王庭佛编著. -2版. -北京:机械工业出版社, 1999.5
ISBN 7-111-07034-8

I. 噪… II. ①吕… ②王… III. ①噪声控制-设备-选型-手册②振动控制-设备-选型-手册③噪声控制-工程材料-手册④隔板材料-手册
N. TB53-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 07489 号

出版人: 马九荣(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 武江 版式设计: 张世琴 责任校对: 李秋荣
封面设计: 姚毅 责任印制: 路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1999 年 5 月第 2 版第 1 次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·33.5 印张·2 插页·817 千字
0 001—4 000 册
定价: 53.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

序

噪声是影响范围最广的污染源，城市居民无不受到或多或少的噪声干扰，农村居民也许好一些，但是拖拉机的噪声，特别是村办工业有时也很严重。噪声达到五、六十分贝，人就觉得不舒适，影响思考和精神集中，到八、九十分贝以上，不但影响更大，长时间（10年以上，每天8小时）暴露还导致噪声性耳聋，影响社会生活和音乐欣赏。所以噪声控制对人们的工作和生活关系都很重要，是保证和提高人们的生活质量所必需。巴黎的一张报纸提出21世纪的50项重要工作，其第11项就是声学工程师，指的是噪声控制工作。

噪声的工程控制技术已发展到成熟的程度，几乎是任何噪声问题都可以解决。在实践中，关键在于如何用最经济的措施取得最高效果。一个噪声问题涉及声源、传声途径和受者三个环节，各有不同特点要求和处理手段。充分掌握控制噪声的要求和各个环节可能采用的措施是做出最经济、最有效控制方案的必要基础。吕玉恒同志等所著《噪声与振动控制设备及材料选用手册》提供了这方面的充分参考资料，是噪声控制技术实践中的主要参考。第1版出版10年以来，用者称便，在我国的噪声控制工作中起了积极作用。现在吕玉恒同志等将第1版中大部分资料更新、修订，并增加了重要参考资料，使本书更为实用。《噪声与振动控制设备及材料选用手册》第2版的出版，标志着我国噪声控制工作的重要发展，当为广大读者所欢迎，行将使我国噪声控制工作的实践更为发展。聊志数语，以资祝贺。

马大猷

1998.12.01

10/07

第2版前言

现代工业、交通运输业和建筑业的飞速发展，随之而产生的噪声和振动问题已引起人们广泛的重视。噪声和振动影响人们的健康，妨碍人们的学习、工作和休息，强烈的噪声和振动，还会损坏机器设备和建筑物。噪声和振动污染已成为举世瞩目的一大公害。控制日益严重的噪声和振动污染，为人们创造一个安静、舒适、文明的环境，既要依靠科学技术的进步，也要依赖于法规和管理加强。我国政府颁布了《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(1996)和一系列噪声与振动控制限值与测量方法国家标准，使噪声污染防治有了法律手段和技术依据，从而有效地抑制了噪声与振动污染，同时促进了噪声与振动控制技术的发展。

积极的控制办法是在噪声源和振动源上采取措施，生产和使用低噪声产品。但由于受到技术、经济、使用等条件限制，制造新的低噪声设备可能在一段时间内尚有困难，因此，当前多数情况是对噪声与振动污染场所或对现有较高噪声设备，在其传播途径上和接受者身上采取消极的办法加以治理。无论是积极控制，还是消极控制，最终都要以选用或加工制造合适的设备来实现。

为适应噪声与振动污染控制的需要，1988年7月由机械工业出版社出版了《噪声与振动控制设备选用手册》(第一版)。本手册出版10年来，国内噪声与振动控制技术有了较大进步，噪声与振动控制设备在品种规格上有了很大发展，质量上有较大提高，有必要对本手册第一版进行增删修订。淘汰过时的、效率低的、成本高的设备，增加新的、先进的、具有国际国内领先水平的设备。与第一版相比，增减了一半以上，使本手册具有实用性、科学性、可靠性和先进性。

据统计，目前国内从事噪声与振动控制设备生产的单位有近400家，产品数千种。根据控制对象的不同，正确选用这些设备，才能达到效率高、效果好、经济合理的目的。

本手册主要取材于国内噪声与振动控制设备生产单位的较成熟的设备、材料、装置、仪器等产品样本资料，所选登的产品多数是经过鉴定的或认定的或申请了专利的或获得省市级以上成果奖励的。本手册是一本综合性工具书，可供科研设计、环境保护、劳动保护、基建施工、教学等专业人员参考。主要内容包括消声器、吸声降噪、隔声构件、隔振与阻尼减振、声振测量仪器、个人防护、低噪声产品等。为查阅方便，附录3中列出了国内噪声与振动控制单位名称、地址、主要产品等，附录2列出了已颁布的有关噪声与振动国家标准代号名称等，附录1列出了国内已公开出版发行的有关噪声与振动控制的书名、作者及出版年月等。

本手册第一版编写时得到了马大猷教授、陈绎勤教授、章奎生教授、王季卿教授、张重超教授、严济宽教授等的指导，并审阅了有关章节。

本手册第2版仍由吕玉恒主编，并负责第1、2、3、5、6、7、8章及附录1、2、3的编写，王庭佛编写了第4章。

在本手册第2版的编写过程中得到了中国船舶工业总公司第九设计研究院领导和有关同志的帮助和支持，赵双花工程师帮助绘制图表和整理，有关厂提供了资料和资助，国内不少专家学者给予指导，尤其是得到了著名声学专家、中国科学院院士马大猷教授的具体指导，马

先生还为本手册做了序，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，本手册难免有不当之处，请读者指正。

编者

1999 年 4 月



吕玉恒 1938年7月生,山西左权人,1961年毕业于华北工业大学仪器系,现为(上海)中国船舶工业总公司第九设计研究院高级工程师。长期从事噪声控制和建筑声学设计研究,完成了20余个各类消声室(占国内1/5)和100余个噪声治理项目设计工作,并获得多项奖励。在消声室设计和噪声综合治理方面造诣较深,具有丰富的实践经验。主编了《噪声与振动控制设备选用手册》(第一版,1988年),参与编著了《机械工程手册》环保篇、《中国环境保护产业技术装备水平评价》噪声篇、《噪声与振动控制工程手册》设备篇和低噪声产品篇、《环保技术和设备》噪声振动篇等。在国内各类杂志上发表论文40余篇。兼任中国环保产业协会噪声与振动控制委员会副秘书长、中国声学学会咨询委员会委员、上海振动学会理事等职。

目 录

序

第 2 版前言

第 1 章 概 述

1.1 噪声与振动控制是环境保护的主要内容之一	1
1.2 噪声与振动控制技术发展迅速	2
1.3 噪声与振动控制设备基本满足需求	4
1.4 噪声与振动控制设计程序及设备的选用	5

第 2 章 消 声 器

2.1 消声器的要求、评价、分类及选用	7
2.1.1 简介	7
2.1.2 对消声器的要求	7
2.1.3 消声器评价方法	8
2.1.4 消声器的分类	10
2.1.5 消声器的选用	15
2.1.6 消声器的安装	16
2.2 风机消声器	17
2.2.1 风机及其噪声简介	17
2.2.2 ZP100 型消声器系列	19
2.2.3 ZP200 型消声器系列	19
2.2.4 T701-6 型通风空调风机配套消声器系列	21
2.2.5 ZP300 型片式消声器	24
2.2.6 ZDL 型中低压离心通风机消声器系列	25
2.2.7 Z02 型中低压离心风机消声器系列	30
2.2.8 KZY 型双层阻性消声器	30
2.2.9 L 型螺旋式消声器系列	33
2.2.10 ZKS 型折板式消声器系列	34

2.2.11 GPX 型管片式消声器	35
2.2.12 TF 型大型通风空调消声器系列	36
2.2.13 F 型高压离心通风机消声器系列	39
2.2.14 Z03 型中高压离心风机消声器系列	41
2.2.15 ZFP、ZYP、ZYG 型离心风机消声器系列	42
2.2.16 GPL 型消声器系列	48
2.2.17 SLZ 型高压离心风机消声器	48
2.2.18 LF 型消声器系列	48
2.2.19 L 型消声器系列	52
2.2.20 D 型罗茨鼓风机配套消声器系列	52
2.2.21 ZHZ-55 型直管式阻性消声器系列	54
2.2.22 CG 型罗茨鼓风机消声器系列	57
2.2.23 Z 型罗茨鼓风机消声器系列	58
2.2.24 BHB 型罗茨鼓风机消声器系列	59
2.2.25 YHZ 型罗茨鼓风机消声器	59
2.2.26 GX 型锅炉鼓风机消声器	60
2.2.27 Z 型轴流风机消声器系列	62
2.2.28 WP 型轴流风机消声器	62
2.2.29 JX 型微穿孔板轴流局扇消声器	65
2.2.30 纳普 (NAP) 通风用 D、H 系列消声器	66
2.2.31 P 型盘式消声器	69
2.2.32 P ₂ 型盘式消声器	72
2.2.33 CP 型通风机进口消声器系列	72
2.2.34 ZWS050/100 型水平弯头消声器系列	73
2.2.35 ZWL050/100 型立管弯头消声器	

系列	77	2.4.6 ZX 型蒸汽空气放空消声器	
2.2.36 VKT22 型消声弯头	80	系列	113
2.2.37 CB 型矩形消声弯头系列	81	2.4.7 MM 型小孔排气消声器系列	115
2.2.38 V 型弯头消声器	82	2.4.8 PX 型锅炉排气消声器系列	116
2.2.39 微穿孔板消声器	83	2.4.9 AFP 型锅炉安全阀排气消声器	
2.2.40 WG 型微穿孔板管式消声器		系列	116
系列	85	2.4.10 ZK-V 型排气放空消声器	
2.2.41 W 型微穿孔板消声器系列	86	系列	118
2.2.42 WX 型微孔板消声器	87	2.4.11 CS-B 型多孔陶瓷消声器	119
2.2.43 VT 型圆形微孔板消声器		2.5 柴油机排气消声器	120
系列	88	2.5.1 柴油机排气噪声特点	120
2.2.44 VXF 型微穿孔板复合消		2.5.2 C 型柴油机排气消声器系列	121
声器	89	2.5.3 195 柴油机排气消声器	122
2.2.45 微穿孔板净化通风消声器		2.5.4 汽车、拖拉机、摩托车消	
系列	89	声器	122
2.2.46 WZ-X01 型微穿孔板		2.5.5 JX 型节油型汽车排气净化消	
消声器	92	声器	124
2.2.47 WW 型微穿孔板消声弯头		2.6 电机消声器	124
系列	93	2.6.1 电机噪声简介	124
2.2.48 VW 型微穿孔板消声弯头	93	2.6.2 电机配套消声系列	124
2.3 空压机消声器	95	2.7 其它消声器	127
2.3.1 空压机及其噪声简介	95	2.7.1 蒸汽加热消声器	127
2.3.2 K 型空压机消声器系列	96	2.7.2 QX 型气动元件聚乙烯微孔排	
2.3.3 XL 型空压机消声器	97	气消声器	128
2.3.4 KYJ 型空压机进气消声器		2.7.3 消声道、消声坑、消声塔、	
系列	99	消声房等	128
2.3.5 KYX 型空压机进排气消声器			
系列	100		
2.3.6 NH-82 型空压机消声器系列	101		
2.3.7 ZKSG 型组合式空气消声			
过滤器	102		
2.3.8 XW-05 型空压机微穿孔板消声			
器系列	105		
2.4 排气喷流消声器	106		
2.4.1 排气喷流噪声简介	106		
2.4.2 KX-P 型排气消声器系列和 KX-A			
型安全阀消声器系列	107		
2.4.3 XF 型高温高压小孔消声器			
系列	109		
2.4.4 WF 型微穿孔板放空消声器			
系列	109		
2.4.5 KF 型扩散缓冲放空消声器			
系列	113		

第3章 吸声降噪

3.1 吸声降噪机理及吸声结构选

用原则

3.1.1 吸声降噪效果

3.1.2 吸声性能评价

3.1.3 影响吸声降噪效果的因素

3.1.4 吸声材料和吸声结构的分类

3.2 多孔性吸声材料

3.2.1 影响多孔性吸声材料吸声性能的

因素

3.2.2 防潮离心玻璃棉

3.2.3 岩棉

3.2.4 玻璃棉

3.2.5 矿棉(矿渣棉)

3.2.6 阻燃聚氨酯声学泡沫塑料

3.2.7 纺织废纤维	147
3.2.8 全棕纤维弹性材料	148
3.2.9 吸声泡沫玻璃	150
3.2.10 矿棉吸声板	151
3.2.11 膨胀珍珠岩装饰吸声板	152
3.2.12 珍珠岩穿孔复合吸声板	154
3.2.13 软质纤维板	155
3.2.14 木丝板及其它材料压合板	156
3.3 薄板振动吸声结构	158
3.4 穿孔板吸声结构	159
3.4.1 普通穿孔板吸声结构	159
3.4.2 微穿孔板吸声结构	160
3.4.3 微孔玻璃布吸声结构	160
3.4.4 微孔波形纸板吸声结构	165
3.5 特殊吸声结构	167
3.5.1 特殊吸声结构概述	167
3.5.2 特殊吸声结构悬挂要求	168
3.5.3 龙牌岩棉空间吸声体	168
3.5.4 KX-B 型板状空间吸声体	170
3.5.5 吸声尖劈	171
3.5.6 离心玻璃棉板空间吸声体	171
3.5.7 新型宽频高效吸声体	177
3.5.8 薄型塑料盒式吸声体	178
3.5.9 玻璃棉板空间吸声体	178
3.5.10 HA 吸声板	181
3.5.11 陶土吸声砖	184
3.5.12 高温和常温颗粒吸声砖	184
3.5.13 TS-A 型吸声隔声保温砌块	185
3.6 饰面板、饰面布	187
3.6.1 金属穿孔饰面板	187
3.6.2 GHP 系列金属活动顶棚与 隔墙	188
3.6.3 莱特板 (又称莱特 FC 板)	188
3.6.4 乐思龙 (LUXALON) 铝合金 装饰吸声板	190
3.6.5 硬质木纤维穿孔饰面板	191
3.6.6 永久性阻燃吸声装饰织物	192
3.6.7 石膏纤维装饰吸声板	194
3.6.8 拉法基石膏建材	197
3.7 常用建筑材料吸声性能	198

第 4 章 隔振器与阻尼材料

4.1 机械隔振与阻尼减振	203
4.1.1 振动的产生与危害	203
4.1.2 振动的控制及防范	204
4.1.3 积极隔振与消极隔振	205
4.1.4 振动传递率和隔振效率	205
4.1.5 隔振系统中控制振动的三个 基本因素	207
4.1.6 冲击隔离	208
4.1.7 阻尼减振	209
4.1.8 机械设备振动隔离的设计 要点	211
4.1.9 常用机械设备的隔振示例	216
4.2 隔振器、隔振元件与隔振材料的 分类及主要性能	220
4.2.1 隔振器	220
4.2.2 隔振垫	224
4.2.3 管道柔性接管	225
4.2.4 弹性吊钩——吊式隔振器	226
4.2.5 其它隔振元件	226
4.2.6 隔振元件的选择原则	226
4.3 隔振器、隔振元件与隔振材料 的选用	228
4.3.1 金属螺旋弹簧隔振器	228
4.3.2 金属碟形弹簧隔振器	240
4.3.3 不锈钢钢丝绳隔振器	243
4.3.4 橡胶隔振器	245
4.3.5 金属丝网隔振器	256
4.3.6 专用设备隔振器	258
4.3.7 弹性吊钩 (吊式隔振器)	260
4.3.8 油阻尼器	267
4.3.9 橡胶隔振垫	268
4.3.10 软木、毛毡、玻璃纤维及矿棉等 隔振材料	271
4.3.11 柔性接管	273
4.3.12 轨道减振器扣件	286
4.4 阻尼材料	286
4.4.1 概述	286
4.4.2 阻尼板材	287
4.4.3 阻尼涂料	297
4.4.4 阻尼钢板	299

第5章 隔声构件

5.1 隔声构件分类	300	5.8.2 BHB 型风机隔声罩	333
5.2 隔声性能评价	300	5.8.3 SZE85-2 型大电机系列 隔声罩	334
5.2.1 透射系数	300	5.8.4 FZ 系列多层复合结构隔声罩	334
5.2.2 隔声量 (又称传声损失或透声 损失)	300	5.8.5 ZK ₄ 型消声隔声箱	335
5.2.3 平均隔声量	300	5.8.6 SHZ-GZ 型隔声罩系列	337
5.2.4 隔声指数	301	5.9 隔声室	338
5.2.5 插入损失	301	5.9.1 SHS-GS 型组装式隔声室 系列	338
5.3 影响隔声性能的因素	302	5.9.2 CH 型组装式轻型隔声室	339
5.3.1 入射声波的频率特性	302	5.9.3 高速冲床隔声室	340
5.3.2 隔声构件的质量	303	5.9.4 装配式球磨机隔声室	341
5.3.3 阻尼涂层和吸声材料	305	5.9.5 HBE-G 型系列隔声室	341
5.3.4 孔、洞、漏缝与声桥	305	5.9.6 BM908 系列测听室	341
5.3.5 隔声构件上的门与窗	306	5.9.7 ZGZJ 型系列组合隔声室	342
5.3.6 声屏障	307	5.10 隔声屏障 (简称声屏障)	343
5.4 隔声构件的选用原则	307	5.10.1 GP 系列隔声屏障	343
5.4.1 按要求确定隔声构件的型式	307	5.10.2 FZP 型防噪声屏系列	343
5.4.2 隔声构件的隔声量要大于计算 所得的“需要隔声量”	308	5.10.3 GYB 型声屏障	344
5.4.3 应按“等传声”原则选择隔声 构件	308	5.10.4 SHP-W 型微穿孔吸声屏障	345
5.4.4 核算隔声构件的共振频率和 临界频率	308	5.10.5 纳普隔声屏障 (SOUND SNAP)	347
5.4.5 按噪声源不同的频谱特性选择 隔声构件	308	5.10.6 高架道路防噪声屏系列	347
5.4.6 合理估算隔声构件通风散热量和 换气次数	309	5.11 隔声门	348
5.4.7 隔声构件应坚固耐用	309	5.11.1 SHM-GM 型轻质高效装饰隔 声门系列	348
5.5 常用隔声材料和隔声结构实测 隔声性能	309	5.11.2 ATD-30 型钢质隔声平开门	348
5.6 噪声控制工程中典型的隔声材料 和隔声结构的隔声特性曲线	312	5.11.3 J649 型全国通用隔声门 系列	349
5.7 隔声板材	328	5.11.4 GM-D 型和 GM-SH 型隔 声门	350
5.7.1 FC 板	328	5.11.5 SK 系列隔声门	351
5.7.2 PC 板	328	5.11.6 ZGSM 型系列防火隔声门	351
5.7.3 WJ 板	329	5.11.7 纳普 (NAP) 公司 DYNA 隔声门	352
5.7.4 彩色夹芯板	330	5.11.8 GM 型耐高温隔声门	352
5.7.5 金属隔声板	330	5.12 隔声窗	353
5.8 隔声罩	332	5.12.1 SK 系列隔声窗	353
5.8.1 组装式轻型钢质隔声罩	332	5.12.2 通风隔声窗	354
		5.12.3 KB 型消声百叶窗	354
		5.12.4 消声遮阳百叶窗	355
		5.13 其它隔声结构	356

5.13.1 电话亭和听力测试室	356
5.13.2 装配式消声室	357
5.13.3 船用机舱恒温隔声操纵室	357
5.13.4 钢球磨煤机(球磨机) 隔声套	357

第6章 噪声个人防护

6.1 耳塞	360
6.1.1 82型耳塞	361
6.1.2 TFZF-2型耳塞	362
6.1.3 耳研-5型耳塞	362
6.1.4 其它型耳塞	362
6.2 耳罩	363
6.3 头盔	364
6.4 听力计	364

第7章 声学 and 振动测量仪器

7.1 声级计	365	7.7.1 YD系列加速度计	399
7.1.1 AWA5610系列积分声级计	367	7.7.2 CD系列磁电式速度传感器	399
7.1.2 AWA5620系列噪声监测仪 (显示屏)	370	7.7.3 JS系列剪切式压电加速度计	399
7.1.3 HY系列声级计	371	7.7.4 JYD系列加速度传感器	400
7.1.4 HS系列声级计	373	7.7.5 AMH105型电子集成加 速度计	402
7.1.5 NN系列噪声监测仪	379	7.7.6 CA-YD系列压电式加速度计	402
7.1.6 NL型及其它型声级计	380	7.7.7 HE141系列压电加速度计	402
7.2 滤波器	381	7.7.8 9254型加速度校准仪	405
7.2.1 噪声频谱分析用滤波器	381	7.8 放大器	405
7.2.2 振动、冲击频谱分析用 滤波器	384	7.8.1 FDC-2A型传声放大器	406
7.3 传声器	385	7.8.2 NF5型测量放大器	406
7.4 声级校准仪	386	7.8.3 YE5810型测量放大器	407
7.5 声强计	387	7.8.4 QW5810A型低噪声测量 放大器	407
7.6 测振仪	388	7.8.5 QW5811型低噪声测量 放大器	407
7.6.1 HE系列测振仪	388	7.8.6 DHF-3型电荷放大器	408
7.6.2 YE系列测振仪	391	7.8.7 YE系列电荷放大器	408
7.6.3 GZ系列测振仪	392	7.8.8 HE5860型电荷放大器	408
7.6.4 DZ系列振动测量仪	392	7.8.9 GF系列功率放大器	410
7.6.5 JS系列测振仪	396	7.9 频率分析仪	411
7.6.6 200系列振动测量仪	396	7.9.1 JS6270型声频分析仪	411
7.6.7 HS5944型振动检测仪	398	7.9.2 JS4072型FFT信号分析仪	412
7.7 拾振器(振动传感器)	398	7.9.3 DP-1型低频频率计	412
		7.9.4 6220型双通道FFT信号 分析仪	412
		7.9.5 MT-401(A)型多功能四通道 信号分析仪	412
		7.9.6 JSPF-2型数字式频率分析仪	413
		7.9.7 BP-28型低频频谱分析仪	414
		7.9.8 SFY-1型数字信号分析仪	414
		7.9.9 HP系列噪声分析仪器	415
		7.9.10 多功能声信号测量分析系统	417
		7.10 记录仪	419
		7.11 标准噪声源	421
		7.11.1 ARSS-2型标准噪声源	421
		7.11.2 DYSR-2型电动扬声器式标准 噪声源	422
		7.11.3 标准精密打击器	423

第8章 低噪声产品

8.1 低噪声产品简介	424	鼓风机	463
8.2 低噪声轴流风机	424	8.8 低噪声冷却塔	474
8.2.1 DZ 系列低噪声轴流风机	424	8.8.1 BLS 系列低噪声冷却塔	474
8.2.2 BYG 型高效率低噪声可调式 轴流通风机	425	8.8.2 BLSS 系列超低噪声冷却塔	475
8.2.3 DQ35-11 系列低噪声轴流 通风机	427	8.8.3 BLSSS 系列静音型冷却塔	475
8.2.4 BZJ 系列防爆低噪声轴 流风机	430	8.8.4 FBLSSS 系列方形逆流式静音 型冷却塔	479
8.2.5 JT-LZ 系列低噪声冷却塔 专用风机	431	8.8.5 DBNL ₃ 系列逆流式低噪声 冷却塔	479
8.3 低噪声离心风机	433	8.8.6 CDBNL ₃ 系列超低噪声 冷却塔	481
8.3.1 11-62-02 系列低噪声 离心风机	433	8.8.7 DBHZ 系列横流式低噪声 冷却塔	481
8.3.2 DJT 系列低噪声节能型离心 通风机	435	8.8.8 DBHZ 系列组装式节能低噪声 横流式玻璃钢冷却塔	483
8.3.3 ZDT9 型单进风轴向可变低噪声 离心通风机	435	8.8.9 CDBHZ 系列组装式节能超低噪声 横流式玻璃钢冷却塔	484
8.3.4 DT9 型多翼式低噪声离心 通风机	436	8.9 DZG 系列低噪声滚筒机 (球磨机)	485
8.4 低噪声混流式通风机	439	8.10 低噪声螺杆压缩机	486
8.4.1 SWF 系列高效低噪声混 流式通风机	439	8.11 MB504B 型低噪声木工 平刨	488
8.4.2 HL3-3A 系列低噪声节能型混 流式通风机	443	8.12 MT05-450 型低噪声 切面机	488
8.4.3 PYHL-15A 系列高温排烟低 噪声节能型混流式通风机	446	8.13 低噪声电机	489
8.5 WTF 系列低噪声屋顶风机	450	8.13.1 YDFW 系列三相异步低噪声 风机电动机	489
8.6 G6-41 系列低噪声锅炉鼓风机 和 Y6-41 系列低噪声锅炉 引风机	451	8.13.2 YYWD 型外转子低噪声单相 三速异步电动机	490
8.7 低噪声罗茨鼓风机	452		
8.7.1 3LWD 型高效节能低噪声三叶 罗茨鼓风机	452		
8.7.2 SSR 型低噪声三叶罗茨 鼓风机	453		
8.7.3 TS 系列低噪声罗茨鼓风机	462		
8.7.4 WR 系列低噪声水中罗茨			

附 录

附录1 我国出版的噪声与振动控制 书籍目录	492
附录2 我国噪声与振动控制有关 国家标准	500
附录3 国内噪声与振动控制设备 (材料) 生产单位一览表	511
参考文献	524

第一章 总论

1.1 噪声与振动控制是环境保护的主要内容之一

国家把环境保护作为基本国策之一，既是从大局、从长远出发的一种决策，又是从现实、从具体工程实施考虑的一种依据。噪声和振动污染防治与水污染防治、大气污染防治、废弃物污染防治一样，是环境保护的重要内容之一。噪声和振动的危害不仅已被人们所认识，而且正设法采取各种措施加以控制。

噪声和振动控制大体分为三个方面，一是制定各种法规、标准、条例、规范，限制噪声和振动污染；二是从设备上采取对策，提供低噪声产品，同时在噪声和振动传播途径上采取措施，减小噪声和振动辐射；三是在管理上采取必要的制度，限制噪声和振动污染的超标排放。

以环境噪声污染防治为例，为了保护和改善生活环境，保障人体健康，防止噪声污染环境，促进经济和社会发展，国家颁布了《环境噪声污染防治法》。环境噪声分为四大类：工业生产噪声、建筑施工噪声、交通运输噪声、社会生活噪声等。

(1) 工业生产噪声防治

工业生产噪声是指工业企业在生产过程中使用的工艺性固定式生产设备或辅助生产设备产生的噪声，这些设备有的已制定了噪声限值标准和噪声测量方法，积极而有效的方法是从声源上降低噪声影响。为了限制工业企业噪声对外界的影响，国家还制定了《工业企业厂界噪声标准》，按不同功能区域的要求，厂界边界噪声限值分为Ⅳ大类。每类都规定了昼间和夜间噪声标准值。本着“谁污染，谁治理”的原则，凡厂界噪声超标的，工业企业应进行治理，做到达标排放。

(2) 施工噪声防治

城市区域进行基本建设，在施工过程中产生的噪声，将会污染周围环境。为此，国家颁布了《建筑施工场界噪声限值》及测量方法国家标准。施工单位在工程开工之前一方面应向工程所在地的政府环保主管部门申报该工程的项目名称、施工场所和期限、可能产生的环境噪声值；另一方面，应采取防止施工噪声污染的技术措施。根据不同施工阶段作业所用机具可能产生的噪声对周围敏感区域的影响，分为土石方、打桩、结构、装修等几个阶段。例如打桩阶段所用的各种打桩机，昼间传至施工场地边界处的噪声应低于 85dB(A)，夜间禁止打桩施工。

(3) 交通运输噪声防治

随着社会经济的增长，近年来交通运输业得到了很大发展，交通运输工具的成倍增长和公路、铁路、航运、高速公路、高架道路、地铁、轻轨的建设迅速发展，交通运输噪声也随之增加。为此，国家对机动车辆、铁路机车、机动船舶、航空器等交通运输工具在运行时产生的干扰周围生活环境的噪声，作了许多限制。例如，禁止制造、销售或进口超过规定的噪声限值的汽车，机动车辆应安装消声器，在规定的城区内，禁鸣喇叭。经过敏感区的高速公路、城市高架和轻轨道路，应设置声屏障或者采取其它有效控制措施。在已有的城市交通干

线两侧建设噪声敏感建筑物的,应按规定间隔一定距离建造或采取减轻、避免交通噪声影响的措施。民用航空器不得飞越城市闹区上空。凡在航空器起飞、降落的周围建设噪声敏感建筑物的,建设单位应采取减轻、避免航空器运行时产生的噪声影响的措施。凡穿越城市居民区、文教区的铁路,因铁路机车运行造成噪声污染的,铁路部门和其它有关部门应按规划要求,采取有效措施,船舶的鸣笛声也应进行控制,以减轻环境噪声污染。

(4) 社会生活噪声防治

社会生活噪声是指除工业噪声、建筑施工噪声和交通运输噪声之外的其它人为活动所产生的干扰周围生活环境的噪声。例如商业经营活动所用的固定设备产生的噪声——冷冻机、空调器、冷却塔、水泵、热泵机组、油烟脱排机、风机、空压机等;营业性文化娱乐场所产生的噪声——迪斯科舞厅、歌舞厅、卡拉OK、KTV包房等;商业性活动场所所用的音响设备产生的噪声;公共场所集会、娱乐活动所用的音响器材产生的噪声;居民住宅中家庭所用的乐器、家用电器(洗衣机、空调器、吸尘器、冰箱、彩电、吹风机、收音机等)以及其它室内娱乐活动时产生的噪声;还有进行室内装修时产生的噪声,都属于社会生活噪声。凡超过标准规定给周围环境带来噪声污染、引起居民矛盾的均应采取治理措施,以减轻和避免对周围居民造成环境噪声污染。

国家规定,环境污染防治设施必须与建设项目的主体工程实行“三同时”,即同时设计、同时施工、同时投产使用。对落后的设备实行淘汰制度。国家鼓励、支持环境噪声污染防治的科学研究、技术开发、推广先进技术等。对于违犯有关噪声污染防治法规定的,应承担法律责任。

1.2 噪声与振动控制技术发展迅速

噪声与振动控制的基础是声学 and 振动理论,噪声控制技术是声学理论的应用,声学上的重大理论成果,在噪声控制上都会产生深刻的影响。噪声与振动控制技术可以说是一门迅速发展的边缘学科,它涉及机械、建筑、材料、电子、环境、仪器乃至医学等领域,它是环保产业的组成部分之一。

随着人们物质文化生活水平的提高,环境意识的增强,国家重视,政策优惠,噪声与振动控制技术得到了迅速的发展,取得了不少成果。

(1) 噪声与振动控制工业已初具规模

据统计,在70年代,我国生产噪声与振动控制设备的厂家只有十几个,产品几十种,年产值数百万元,属于起步阶段。到1982年,生产厂家计130余个,产品600余种,年产值几千万元。80年代末,生产厂家300余个,产品近千种,年产值3亿元。90年代中期,生产厂家400余个,年产值近10亿元(详见本手册附录3)。噪声与振动控制设备生产厂家多数是中小企业,又是以乡镇企业居多,虽然已初具规模,但有待发展,技术水平、装备水平、工艺水平有待提高。

(2) 噪声与振动控制技术队伍不断壮大

据统计,目前国内直接从事噪声与振动控制的设计、研究、教学、监测、计量的单位约500余个,人数约8000余人,可以说,噪声与振动控制技术队伍已基本形成。

全国性噪声与振动控制学术交流活动十分活跃,国内六大学会联合召开的“全国噪声与振动控制学术交流会议”已开过7次,交流论文1500余篇。据统计,国内公开出版发行的有

关噪声与振动控制方面的专著有 160 余本,其中 80%以上是近 20 年来出版的(详见本手册附录 2)。国内公开发行的刊登有噪声和振动控制栏目的杂志有 20 余本。这些专著和刊物较系统而全面地介绍了国内外噪声与振动控制技术,对噪声控制工业的发展起到了指导和推动作用。它既是噪声控制工业初具规模的具体体现,又是噪声与振动控制技术水平的现实反映。

(3) 噪声与振动控制管理机构已经建立,有关法规标准正在完善

近 10 年来,国家和地方各级政府建立健全了环境保护管理机构、环境监测监理系统以及环保产品质量监督检验体系,颁布了环境噪声污染防治法和各种噪声与振动限值标准及测量方法,使噪声和振动控制有法可依,有标准可循。据统计,已颁布执行的有关噪声和振动国家标准有 300 余个,其中限值标准有 30 余项(详见本手册附录 2)。国家环保总局还制定了包括噪声和振动控制在内的各类环保产品认定技术条件,建立了环保设备质量监督检验中心,为提高噪声与振动控制设备的质量创造了条件。

(4) 噪声与振动控制技术开发应用有新的进展

从噪声源和振动源上控制噪声和振动是最积极、最有效、最合理的措施之一,提供低噪声产品是噪声控制工业的努力方向。近年来,国内不少大专院校、科研设计单位及工厂企业开展了产品低噪声化研究、实践,深入分析研究各种噪声源的发声机理及其传播途径,研制成功并批量生产了 20 余种低噪声产品。例如低噪声轴流风机、低噪声离心风机、低噪声罗茨风机等。风机是以流体动力性噪声为主的典型设备,研究者从气动力学(流场)与声学特性(声场)两个方面着手进行探索,发现在不改变气动功率的情况下,减小流动气体与风机叶片之间的速度比,可以降低噪声,由此对离心风机采取了增加叶片数目,加大转子尺寸,采用前弯叶片、减小吸气边的压力等措施,从而使离心风机噪声降低了 10~15dB(A)。对于轴流风机采取增加叶片数、加大叶片直径、宽度和叶片角,改变叶片形状,吸气边加装导向叶片等措施,从而使轴流风机噪声降低了 10dB(A)左右。以往需要在这些风机的进出口端加装消声器降低其气流噪声,现在可以不装消声器了。低噪声冷却塔也是从其主要噪声源——风机及淋水声着手,有的采用双速低噪声冷却塔专用风机,集水盘上安装降噪材料;有的在冷却塔上部加装消声帽,下部加装进风消声窗等,使冷却塔噪声降低了 15~20dB(A)。鉴于噪声的高低已成为评价机电产品和家用电器产品质量好坏的标准之一,产品的低噪声化是人们追求的目标之一,也是噪声控制技术发展的方向之一,因此可以相信,国内外将会有更多的低噪声产品问世。

有源噪声控制技术有突破性进展。有源噪声控制技术有的叫反声技术,有的叫声抵消技术,有的叫电子消声技术,它是用一个新声源产生一个与原声源相位相反、幅值相等的声音,以抵消原声源。从原理上来说,声抵消技术是可行的,但因声场环境复杂,噪声源频谱多变,随时间起伏较大,加上控制技术的约束,多年来这个领域的研究工作进展不大。但进入 70 年代以来,随着电子计算机技术和信号处理技术的发展,有源噪声控制技术又被提了出来,做了不少研究工作,取得了很大进展。声抵消技术已应用于管道消声和局部空间消声。到了 80 年代中期,有源噪声控制技术又提出了新的概念,其核心内容不是简单的声场抵消,而是加入一个与原声源极性相反、强度相等的新声源,使新声源与原声源组成一个复合声源,这个复合声源将辐射小得多的声功率。有人形象地比喻说,这种控制技术就是在声源附近引进一个“陷阱”,将原来要辐射出去的声功率大部分被引导到“陷阱”中去,使噪声辐射降低。这是有源噪声控制技术的重大进展,将声场抵消技术变成了改变声源特性技术,从而使在大空

间内降低噪声成为可能。其优点是针对性强,低频效果好,在降噪的同时可以保证语言信号的传输,所需设备体积小,重量轻。这一技术在发达国家发展很快,我国也已着手研究,但进展较慢。有源噪声控制技术正向两个方面发展,一是理论研究,例如有限空间声场的控制,薄板弯曲振动有源控制,流体力学过程中的非稳定性有源控制和分布声场的有源控制等;二是实际应用,例如将比较成熟的管道有源消声器应用于空调系统送排风管道和发动机的进出气口消声。提供有源护听器产品,它能消除噪声,但同时可以传输语言信号。另外,对于简单的分离谱噪声源(如变压器噪声等)和一些重复性噪声实现有源控制。

(5) 计算机技术在噪声与振动控制上的应用前景广阔

如前所述,有源噪声控制技术和声源识别技术的发展,关键是借助了计算机技术。声强测量技术和信号分析技术发展很快,它使得声源识别能够迅速有效地实施。对于一个复杂的设备来说,要从众多的发声部位中找出主要发声部位,搞清楚其发声机理和声源特性,确定治理方案,这些都是靠计算机来实现的。计算机技术在声学测量、数据分析、实时数据处理以及有源噪声控制的应用上,前景广阔。另外,利用计算机技术建立噪声源数据库和环境噪声数据库,进行噪声预测和评价;在噪声控制工程设计和新产品设计中,应用计算机进行优化设计,这些领域应用已较普遍。可以预计,随着整个国民经济的发展和技术水平的提高,计算机在噪声控制技术领域的应用,将会有有一个很大的发展。

1.3 噪声与振动控制设备基本满足需求

一般来说,噪声控制途径不外乎三个方面,一是在声源上进行控制,称为积极主动治理或有源噪声控制;二是在传播途径上加以控制,即消极被动的治理,又称为无源噪声控制;三是在接收者身上采取隔离措施,减小噪声对接收者的危害。无源噪声控制是一种传统的、有效的、常用的技术,包括消声、吸声、隔声、隔振、阻尼减振等。

(1) 消声器

对于空气动力性噪声最有效的措施是加装各种类型的消声器。据统计,目前国内已能生产8大类、100多种型号400多种规格的各类消声器。例如风机类消声器就有高压离心式风机消声器、中低压离心式风机消声器、轴流风机消声器、罗茨风机消声器等。还有空压机消声器、排气放空消声器、柴油机汽油机消声器、蒸汽消声器、电动机消声器、各类消声弯头等,有源管道消声器正在研制。值得指出的是,根据著名声学专家、中科院院士马大猷教授微穿孔板吸声结构理论而研制的微穿孔板消声器,是我国首创,居世界领先水平。微穿孔板消声器的特点是消声频带宽,抗潮湿,不怕水和雾,压力损失小,气流再生噪声低,洁净,不蛀,不霉,耐高速气流冲击等。它适用于医药、卫生、食品、净化、电子以及高级住宅、写字楼、宾馆等行业气流噪声的消声。还有我国生产的小孔消声器,适用于发电厂、化工厂、制药厂等高温、高速、高压、大流量排气放空,其消声效果好,结构新颖,体积小,在国际上也处于领先地位。

(2) 吸声

采用吸声材料、吸声结构降低反射引起的混响声,从而达到控制噪声的目的,是常用的方法之一。近年来,我国对吸声机理、吸声结构、吸声材料等进行试验研究,开发出了不少新产品。例如各型空间吸声体、高效吸声尖劈、HA吸声板和狭缝吸声砖等。在吸声材料方面,除了已广泛使用的岩棉、矿棉、膨胀珍珠岩、陶土吸声砖外,还从国外引进设备和工艺而大