

附件三：

《噪声与振动控制工程技术导则》

Technical guidelines for noise and vibration
control engineering

（征求意见稿）

编制说明

《噪声与振动控制工程技术导则》编制组

目 录

1	任务来源.....	1
2	标准制定必要性	1
3	主要工作过程	1
4	国内外相关标准研究	2
5	同类工程现状调研	2
6	主要技术内容及说明	3
7	标准实施建议	16

1 任务来源

《噪声与振动控制工程技术导则》编制任务由原国家环保总局于2006年下达，下达文件名称为《关于下达2006年度国家环境保护标准修订项目计划的通知》（环办函〔2006〕371号），项目序号99，项目统一编号1439。

编制单位：中国环境保护产业协会、北京市劳动保护科学研究所、国家环境保护城市噪声振动控制工程技术中心、深圳中雅机电实业有限公司、北京绿创声学工程股份有限公司、四川正升声学科技有限公司。

2 标准制定必要性

环境噪声与环境振动是一种物理能量的传播与扩散，通常随距离的平方反比衰减，本身不存在残留的有害物质，故具有一定的空间局部性和时间局部性。虽然与其他环境污染相比危害程度和影响范围有限，但随着国民经济的高速发展，由工业建设和交通运输等引发的环境噪声与振动污染对人们工作、学习及生活的干扰与日俱增，对身心健康的危害已日益引起社会各界的广泛关注。据统计，在全国各地环境污染投诉中，噪声与振动的投诉比例始终高居首位，由此引发的环保纠纷和维权诉讼也呈不断上升趋势。经过相关科研、设计和施工单位多年来的共同努力，我国噪声振动控制技术领域的总体水平已经得到迅速提升，取得了大量科研成果、攻克了很多技术难题，全国各地、各行业也都实施了大量环境噪声振动治理工程，为改善人居声学环境做出了积极努力。但就噪声与振动控制工程的总体水平而言，其有效性、可靠性和规范化、合理化方面，还存在诸多问题。为了全面落实《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，使噪声与振动污染控制工程沿着正确的方向健康、有序发展，迫切需要制定噪声与振动控制工程指导性技术规范。本导则在深入的专业研究和工程治理经验的基础上，从控制技术及管理层面系统性地提出噪声与振动控制的规范性要求，以促进噪声与振动控制工作的规范化管理。

本标准的制定和颁布将起到促进噪声与振动控制工程的规范化、合理化、法制化的作用，规范行业竞争行为，使噪声与振动治理措施更规范、合理，降低工程造价，节约资源费用，对促进企业技术进步、提高行业技术水平具有积极而重要的意义。本标准对于噪声与振动工程治理及其设计施工具有指导意义，可为噪声振动控制专业人员从事相关工程设计和施工提供参考，为政府有关部门进行环境监管和建设单位实施环境项目管理提供技术依据。

3 主要工作过程

2006年6月，根据原国家环保总局下达的任务，编制承担单位组织相关单位，成立标准编制组，开展工作。

2007年7月，由环境保护部科技标准司组织召开了《噪声与振动控制工程技术导则》标准的开题会议，会议就该导则制定的原则、标准框架、主要内容和具体工作承担等问题进行了讨论和明确。

2007年11月在浙江宁波召开了《噪声与振动控制工程技术导则》编制研讨会，对经国

家环保总局初步审定的《导则》编制大纲做了一些调整，明确了导则编写的主导思想和写作模式。会后编制组积极开展调查，搜集资料，广泛调查和研究了国内环境工程领域内的主要法律法规、标准、工程技术手册、文献以及权威的教科书，并咨询领域相关专家，总结实际管理和操作中的经验。通过对现有资料和研究成果进行汇总整理，分析归纳，于 2010 年 12 月，形成了《噪声与振动控制工程技术导则》标准的初稿。

2011 年 1 月~9 月，根据产业协会的要求，编制组删除了标准中的部分管理性要求，对与现有标准、规范重合的部分进行了大量删减，尤其是对振动控制等方面的内容进行了较大的完善，并进一步简化了相关内容，最终形成征求意见稿草案。

4 国内外相关标准研究

4.1 国外概况

目前，国外发达国家和一些国际组织已开展了这方面工作，例如，欧盟和 ISO 在这方面已经做了大量工作，并取得较大进展。ISO 已经把噪声与振动控制领域中的很多内容列入工作组项目，主要有：低噪声机器设计导则、低噪声工作场所设计导则、消声器设计及在噪声控制中的应用、隔声罩设计及在噪声控制中的应用、隔声屏障设计规范、建筑施工噪声控制导则、建筑内吸声体的评价等；澳大利亚道路交通管理局（RTA）颁布有 Environmental Noise Management Manua 《环境噪声管理手册》（以及 Noise and Vibration Management Sub Plan 和 Construction Noise and Vibration Management Sub Plan 等）。非噪声专业工程技术人员通过这些标准规范，便可选定噪声治理方案，选购噪声控制产品，或者进行一般性的噪声控制工作。但就《噪声与振动控制工程技术导则》而言，尚无可等效采用的标准或可借鉴的资料。

4.2. 国内概况

我国在环境噪声质量标准和排放标准体系建设方面已初见成效，各地市和不同行业领域也颁布了一系列环境噪声管理条例和相关标准，但在工程技术规范方面与部分发达国家相比尚存在一定差距。近年来，我国在噪声振动污染治理工程方面做了大量工作，并取得显著成效，同时积累了丰富经验。随着噪声振动控制领域的技术进步和治理工程的经验积累，以及各种声学材料（包括吸声材料、隔声材料、阻尼材料及其复合材料）的标准化、系列化，制定噪声振动控制技术导则，用于指导噪声振动控制技术和工程的实施，不仅是必要的，而且是可能的。《噪声与振动控制工程技术导则》在我国是原创性首次编写。通过制定和贯彻这样的技术导则，将会促进整个噪声振动治理行业水平的提高和发展，从而推动我国噪声振动的环境污染治理工作向更高层次迈进。

5 同类工程现状调研

我国噪声与振动污染治理工程已成功走过半个世纪的发展历程，在理论研究、实用技术与产品研发、以及工程实践中已取得丰富成果，包括城市（村镇）建设项目的合理规划、合理布局或设计各功能区域（包括居民区、工业区、交通道路等）、合理布置设计居民楼房及

各居室以防治噪声；隔声技术、消声技术、吸声技术、隔振技术、阻尼减振技术以及噪声振动综合治理措施等。多学科相互交叉的综合降噪技术占据主导地位，新型多功能声学材料开发与应用成为主流，噪声控制行业的技术、装备水平普遍提高，噪声、振动控制产品结构更加合理，行业主流产品的性能质量显著提升，噪声测试与分析技术基本与国际同步。正如马大猷院士所说——“我国解决实际噪声问题的本领已达到国际水平”、“任何噪声问题几乎都能解决”、“开发新产品的范围超过了国外”、“开拓前进创新水平在国际上不出前五名……”。这些成果及其在实施过程中积累的宝贵经验，都为本标准的制定提供了充分的技术依据。

6 主要技术内容及说明

6.1 适用范围

本标准属于环境工程技术规范体系中的通用技术规范，适用于各类环境噪声振动污染治理工程。本标准规定了环境噪声与振动控制工程设计、施工、验收和运行维护的通用技术要求。本标准适用于各类环境噪声与振动控制工程。本标准可作为噪声与振动控制工程环境影响评价、设计、施工、竣工验收及运行与管理的技术依据。

6.2 编制依据

本标准编制首先以国家的相关法律法规和最新行业标准规范为依据(详见标准正文中的规范性引用文件)，其次成熟的理论技术成果和成功的工程应用实践也是本标准的构成要素。

6.3 编制原则

本标准的编制原则为：

1) 本标准在编写具体的噪声振动控制技术内容时，尽可能简明扼要地概括不同应用技术的特点、适用原则和选用方法；而区别于专业技术书籍和手册的写法，对于详细的设计计算方面的内容则较少赘述，以突出环境噪声与振动控制工程管理、实施和运行的要求。

2) 本标准基于我国多年来积累的工程实践经验，结合环境噪声与振动控制工程应用的具体特点，同时参考借鉴国外先进技术标准，吸收采纳其有益内容。

3) 本标准侧重基本技术层面，力求内容全面、方法科学、表述规范、通俗易懂，体现科学性、合理性和可操作性。

4) 本标准坚持先进与实用的原则，坚持科学发展观，注重科学、合理及实验验证，力求实用、低碳。既要保证措施先进，又要做到切合实际，既要注重环保效果，又要节省资金和节约资源。

6.4 主要编制内容

本标准是为规范各类环境噪声振动控制工程规划、实施、管理和相关技术应用而制订的通用性技术规范，是环境保护部工程技术规范系列标准中的基础标准。主要内容共分九章，包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、污染物与污染负荷、总体要求、工程设计、常用工程措施、施工与验收、运行与维护。下面就规范中的几个主要方面作说明。

6.4.1 术语和定义

6.4.1.1 导则中 3.18 Z 振级 VLz 的说明

振动及其对人体所受全身振动的影响、评价标准有水平方向、铅垂方向以及混合轴向之分，其中铅垂向振动统称为 Z（轴）向振动；我国制定的城市区域环境振动标准采用铅垂向 Z 振级作为城市区域环境振动的基本评价量，并以国际通用标准规定的计权曲线对振动加速度级进行修正后得到计权加速度级，即 VLZ。。

6.4.1.2 导则中 3.19 主动隔振的说明

主动隔振也称积极隔振，是为防止振源对周边环境的不利影响，而对主振设备进行隔振处理，将振源设备用隔振器或隔振垫层等隔振装置与基础隔开（有时需增加隔振台座和配重），从减少其对周围环境和设备的影响。

6.4.1.3 导则中 3.20 消极隔振说明

消极隔振又称为被动隔振，是与主动隔振相对应的。当外界环境振动有可能对精细、敏感系统形成干扰时，可将被保护设备、精密仪器或工作者等用隔振装置与基础隔离，以免免振源设备产生的振动对其产生不利影响。

6.4.1.4 导则 3.21 浮筑楼板的说明

浮筑楼板是现代建筑中隔绝固体声传导、改善楼板撞击声隔声性能最为行之有效的技术对策。其主体结构大同小异，但隔振材料及布局方式可灵活多选；施工细节对整体质量影响显著。

6.4.1.5 导则中 3.26 隔振器的说明

隔振器材的分类比较复杂，可按主体材质、结构形式或用途分为很多种，通常包括弹性隔振垫层、橡胶隔振器、金属弹簧隔振器、柔性接管以及弹性支吊架等。

6.4.2 噪声振动污染要素与强度

6.4.2.1 导则中 4.1、4.2 说明

工程实际中接触到的噪声振动污染要素属性和强度千差万别，近年来国内已有部分专业单位在开展相关噪声振动源强数据库建设，但能够一致认可和共享的还不多见。导则正文仅对部分常见环境噪声污染源分类及特性进行了归纳简介。对噪声源强的对比描述可参见表 1A；不同噪声强度下的主观感受参见表 1B。

表 1A 常见环境噪声污染源及其声功率级

声功率级[dB]	噪声源大致分类
160~190	火箭、导弹发射
160~140	大型火炮、矿山爆破（近场），F1 等高速赛车，喷气飞机发动机，高压气体排汽放空
140~130	螺旋桨飞机，高射机枪，打桩机，大型风机，高铁列车
130~120	大型球磨机、柴油发电机组、大型迪厅，气锤
120~110	织布机，电锯，透平压缩机，离心式冷冻机组，大型挖掘机
110~100	纺纱机，大型装载机、载重汽车，大型空压机，振捣器，水泥搅拌车，大型离心风机，大型轴流、混流风机，

100~90	大部分工业企业生产车间,大中型机力冷却塔,螺杆式冷冻机组直流输变电换流站,大部分地铁、轻轨列车……
90~80	大声讲话,交通干线,常规变电站,大型冷却塔、风冷热泵机组,小型汽车,蝉鸣蛙声……
80~70	一般交谈,普通冷却塔、风冷热泵机组,洗衣机……
70~60	复印机、低噪声冷却塔,家用空调室外机组……
60~50	普通房间内空调设备噪声,电脑等办公设备噪声,电冰箱
50~40	家用电风扇、……

表 1B 不同噪声强度的主观感受

声压级[dB]	噪声分类及所处环境	主观感受
150~140	大型高温高压气体排汽放空、大型火炮旁	无法忍受,会导致鼓膜穿孔和永久听力损伤
140~130	高压气体排汽放空、喷气飞机附近	难以忍受、听力损伤
130~120	赛车场、打桩机近场……	痛阈(120dB)
120~110	大型柴油发电机房,大型离心空压机房	强烈刺激
110~100	织布车间,大型印刷、装订车间,迪厅 歼击机座舱,打桩机,木工电锯	非常刺耳,暴躁,引发耳鸣和噪声性耳聋
100~90	纺纱车间,轧钢车间、冲压车间,空压机房 直升机座舱	烦躁,长期接触损害听力和身心健康
90~80	客机座舱,一般机加工车间,水泵机房	很吵,交谈困难
80~70	蝉鸣蛙声,高铁车厢内,交通干线附近	较吵,影响正常思考
70~60	燕语莺声,高档轿车内,洗衣机旁	可接受,可正常交谈
60~50	较安静的都市环境,大堂等公共场所	略显嘈杂
50~40	会议室,自然的乡村环境,电动剃须刀、电冰箱	较安静
40~30	优质住宅室内环境,寂静的乡村环境,轻声耳语	安静
30~20	万籁俱寂封闭房间,声学实验室、录音棚	极为安静

6.4.2.2 常见施工设备噪声源强

部分教科书、技术手册和标准文献中都对常见施工设备的噪声源强有不同形式的描述,但给出形式和源强数值大相径庭。表 2 中我们尝试给出较为准确的实测噪声源强供参考。

表 2 常见施工设备噪声源暨不同距离声压级 声压级[dBA]

施工设备名称	距振源 5 m	距振源 10 m	施工设备名称	距振源 5 m	距振源 10 m
液压挖掘机	82~90	78~86	振动夯锤	92~100	85~93
电动挖掘机	80~86	75~83	打桩机	100~110	95~105
轮式装载机	90~95	85~91	静力压桩机	70~75	68~73
推土机	83~88	80~85	风镐	88~92	83~85
移动式发电机	95~102	90~98	混凝土输送泵	88~95	80~88
各类压路机	80~90	76~86	商砼搅拌车	85~90	82~85
重型运输车	82~90	78~86	混凝土振捣器	80~88	72~80
木工电锯	95~99	90~95	云石机、角磨机	90~96	84~90
电锤	100~105	95~99	空压机	88~92	83~88

6.4.3 噪声振动污染治理总体要求

噪声振动控制工程首先必须符合我国环保法律法规、技术政策、设计规范以及相关环境噪声、振动标准，遵循以人为本、源强控制、综合治理、达标排放的原则，综合考虑技术经济效益、社会与环境效益，正确处理近期与远期的关系，兼顾安全、节能降耗与可持续发展。部分国家标准、政策在动态制修订中，应注重工程技术内涵与国家标准、政策的同步更新。

环境噪声振动控制工程的首要目标是“污染物排放标准”，同时要根据实际情况，兼顾考虑“声环境质量标准”和相关行业标准，并充分考量具体工程的实际情况和委托方的协议要求。

6.4.4 工艺设计

6.4.4.1 对导则中 6.1.1~6.1.2 的说明

工艺设计的一般规定是对噪声振动控制方案设计步骤的通常规定，即在设计降噪减振方案时首先要确定噪声或振动源的源强，对已运行项目可根据国家相应的规范和标准进行现场测试，对拟建项目可通过相似机组的噪声振动测试类比，然后根据该项目执行的噪声振动环境标准，分析评价噪声振动对周边环境的影响，并与业主适时沟通确定噪声振动控制的具体要求、目标及噪声振动控制方案（局部方案和总体方案）。最后需要对各项措施方案做效果预测，若预测结果不能满足设计需求，需要修正噪声振动控制方案然后再做效果预测，直至满足达标要求。

6.4.4.2 对导则中 6.2.1~6.2.3 的说明

导则中 6.2.1~6.2.3 是对敏感点执行标准和测量参数的规定。通过现行的国家相关标准和规范，确定噪声或振动源周边环境功能区的规划，进而确定敏感点执行的环境噪声/振动标准。然后根据测试标准或规范，按照环境功能区的不同对敏感点按需求进行测试。例如一般交通噪声、工业噪声等常测量 A 计权连续等效声级，而机场噪声常测量计权等效连续感觉噪声级等。

6.4.4.3 对导则中 6.2.4 的说明

导则中 6.2.4 规定了对于预期达到声环境排放标准项目的敏感点处所需要达到的降噪量的计算方法，同时指出背景噪声的影响。

6.4.4.4 对导则中 6.2.5 的说明

导则中 6.2.5 说明了噪声源对敏感点贡献量的分析方法，一般是根据声源声功率预测或者在敏感点对噪声源的贡献量进行测试并作频谱分析。

6.4.4.5 对导则中 6.2.6~6.2.7 的说明

导则中 6.2.6、6.2.7 讲述的是对噪声源的噪声控制要求。首先考虑主要声源，即对敏感点噪声影响贡献较大的声源，其次考虑因多声源叠加导致敏感点超标的非主要声源。在保证项目整体达标的情况下，可对不同声源采取不同的降噪措施，但要保证声源设备的正常使用

和维护，同时保证投入小，施工难度低等实际情况。

6.4.5 工程方案设计

噪声与振动控制途径共三种，分别是源强控制、传播途径控制和敏感点处的保护措施。下面分别对这三种途径进行说明。

6.4.5.1 对导则中 6.3.2 的说明

导则中 6.3.2 是对噪声与振动控制途径中源强控制的规定。源强控制是噪声控制中最根本、最有效的途径，是治本的途径，对机械设备的噪声控制而言，它包括机器设计阶段的低噪声设计、噪声预估，以及机器制造出来后经测试分析，对机械本身在降噪方面的改进，如减少振动、改善动平衡、结构改进等。为进行声源控制，必须弄清声源发声机理，据此限制噪声的发生。a)~g)列举了从设计、选材到工艺可能降低设备噪声或振动的各种方法和方向，既适用于单台和组合设备，也适用于工作系统和生产线；g)、h)则从管理角度和设备维修提出降低源强噪声或振动的一般方法。

6.4.5.2 对导则中 6.3.3 的说明

导则中 6.3.3 讲述的是噪声与振动控制途径中传播途径的控制措施。通常在源强控制受到局限或限制时，声传播途径控制则是最常用的手段，特别是对已有机器设备的噪声与振动控制来说，源强控制常常受到某些限制，有时甚至不可能，而采取传播途径控制则余地甚大，例如隔声、隔振、消声器等均属于传播途径的控制措施。a) 说明了噪声与振动控制途径中常规控制措施；b) 在城市规划建设和工厂设计中，合理优化建筑布局是环境噪声和振动控制的有效手段；c)阐述了常见民用建筑的振动源和噪声源及其治理方法；d)列举了部分主要工业设备振动源应采取积极隔振措施降低环境影响；e) 如有必要，对于高精度仪器或高灵敏设备可采取消极隔振；f)说明了对于特殊要求安静的环境应采取的控制措施。

6.4.5.3 对导则中 6.3.4 的说明

导则中 6.3.4 对敏感点防护措施进行了阐述。a),b),c)分别阐述了三种情况下，被动隔声和隔振的作用，这是一种不得已的方法。

6.4.6 常用工程措施

6.4.6.1 隔声设计

隔声是噪声振动污染治理工程的一个重要治理手段和措施，本节主要规定了隔声设计的一般原则。

导则中 7.1.1.1~7.1.1.5 条的说明如下：

1) 7.1.1.1 条 规定应当根据不同的污染源类型以及污染源与敏感点的不同位置关系，实施不同的合理隔声措施。说明了一般隔声方案与设备噪声源的性质、噪声影响程度和范围有关。

2) 7.1.1.2 条 对于固定的噪声源，适宜采用隔声罩和建筑隔声房的结构进行隔声治理。在采用隔声罩或隔声房进行噪声污染防治时，应该避免由于缝隙等原因造成的漏声，这是在

工程中尤为要注意的；隔声罩内还应有足够的吸声量。说明了对固定设备噪声源宜采取隔声罩或建筑隔声等封闭式隔声结构。

3) 7.1.1.3 条 规定在受声点对接受者采取保护性的隔声措施，是为避免噪声污染而采取的行之有效的隔声方式。

4) 7.1.1.4 条 说明了室外隔声屏障的几种形式。

5) 7.1.1.5 条 混响声对室内声环境会产生非常大地影响，规定在混响声场中的隔声设计需要充分考虑混响声的影响。

6.4.6.2 隔声构件

隔声构件是指在工程隔声治理措施中采用的具体隔声物体与结构。复杂的隔声构件由一些单层构件组成，它在隔声机理上有单层构件的特性，同时又有各种单层构件综合的特性，常见的隔声构件有：双层构件、轻型墙、隔声门窗、组合墙等。本节规定隔声构件的常规采用形式与设计注意事项。

7.1.2.1、7.1.2.2、7.1.2.3 以上条目规定了隔声构件隔声性能的评价量并说明了多层匀质板隔声结构的特点。

6.4.6.2.1 导则中 7.1.2.4 的说明

自由阻尼层结构，是由涂覆在基层板上的阻尼材料构成。当声波作用到复合板上时，板产生弯曲变形，阻尼层发生拉伸变形，起到阻碍弯曲振动的作用。

间隔阻尼层结构，是在阻尼层与基层板之间加一刚性的间隔层，不仅增加了板的刚度及隔热性能，而且大大增加了阻尼层的拉伸变形，进一步发挥阻尼作用。

约束阻尼层结构，是在自由阻尼层结构的基础上在阻尼层的外侧再粘加一层薄金属板使阻尼变形受到两金属板的约束，此时阻尼层受到的是剪切力，剪切的阻尼作用抑制基层板的弯曲振动，比自由阻尼结构有更好的效果。

间隔约束阻尼层结构，是在约束阻尼层结构的基础上在约束阻尼层与基层金属板之间，再加一层刚性的间隔层，大大增加了阻尼层的切形变，进一步发挥阻尼层的积极效果。说明在薄板上实施阻尼处理可以明显提高原有隔声构件的隔声量。

6.4.6.2.2 导则中 7.1.2.5 的说明

双层或多层中空隔声构造，利用声波透过双层或多层中空构造时，在不同介质界面间产生多次反射、损耗来提高隔声量。另外，从振动能量传递的角度来看，由于两板间没有刚性连接，声波在两板之间不能直接传播，只能通过两板间的空气传播，而空气又具有很大的弹性变形，衰减了两板间振动能量的传递，使双层板结构的隔声性能有较大的提高；如果在两板中间填充一定厚度的吸声材料，以降低空腔内的声能量密度，可以进一步提高中空构造的隔声性能。说明了双层或多层中空隔声构件在空腔填充吸声材料可以提高隔声量及其原理。

6.4.6.2.3 导则中 7.1.2.6~7.1.2.12 的说明

隔声门窗是以塑钢、铝合金、碳钢、冷轧钢板建筑五金材料，经挤出成型材，然后通过切割、焊接或螺接的方式制成门窗框扇，配装上密封胶条、毛条、五金件、玻璃、塑料弹性体、吸声棉、木质板、钢板、镀锌钢板等材料，同时为增强型材的刚性，超过一定长度的型材空腔内需要填加钢衬（加强筋），这样制成的门和窗，称之为隔声门窗。针对不同的噪声源，系统考虑影响隔声效果的所有因素，有针对性地选用不同的型材与特殊工艺组合，充分考虑不同用户的需求应运而生的一种产品。隔声门窗的制作可分为采光隔声门窗、填芯式隔声门窗、折板式通风隔声门窗、外包开启式隔声门窗、防火隔声门窗等多种结构。

夹胶玻璃也称夹层玻璃，是两片或数片玻璃中间夹以强韧胶膜，经热压胶合而成。

7.1.2.7 说明了提高隔声门隔声量的三项技术措施。

7.1.2.8 采用双道隔声门时应采用带有声闸的门斗形式可以提高隔声量，是一种常用的高隔声量隔声结构。

7.1.2.9 夹胶玻璃的隔声性能比具有相同面密度的单层玻璃好，原因是前者的阻尼高于后者；也往往优于普通中空玻璃。

7.1.2.10 常规中空玻璃通常并没有针对隔声要求进行优化，往往因双层薄玻璃存在耦合共振、吻合效应和驻波共振，在某些特定频率下削弱隔声效果，在隔声窗工程中应审慎采用。

7.1.2.11 常规民用单层玻璃窗隔声量低，为提高隔声量应采用隔声窗。7.1.2.12 说明了提高平开窗和推拉窗隔声量的方法。

6.4.6.2.4 导则中 7.1.2.13 的说明

大型冷却塔和冷热泵机组隔声降噪工程有效治理方法通常为：

1) 采用消声器，控制冷却塔排风扇进出气口噪声，可在冷却塔进排风处安装特制消声器。对进排气口噪声突出的冷却塔，此方法降噪效果明显。

2) 设置有效隔声屏障，将消声通风百叶隔声结构与隔声板组合成适宜的隔声结构是降低冷却塔整体噪声的有效方法。这种隔声结构可以降低冷却塔进排气噪声、淋水噪声、电动机和传动设备的机械噪声。

3) 隔振器及橡胶软连接，冷却塔脚座与地面间安装阻尼弹簧隔振器，管路中安装橡胶软接头，大大减少振动带来的影响和噪声。阐明了大型冷却塔和冷热泵机组隔声降噪工程通常采用的两类典型措施，当然对于降低机组群噪声影响也常采用上述典型措施的组合方案。

6.4.6.3 吸声设计

吸声处理是噪声控制工程中一项常用的重要降噪措施。本节主要规定了吸声设计的一般原则。

6.4.6.3.1 导则中 7.2.1.1 的说明

吸声降噪机理，声源发出的声音遇到墙面、顶棚、地坪及其它物体时都会发生反射现象。室内声场通常都是由声源直接辐射的直达声和由室内各表面反射的混响声叠加构成。在靠近声源处，直达声占优势；在远离声源处，则是混响反射声为主。吸声降噪主要是通过提高室

内平均吸声系数，减弱反射声的能量，以达到降低室内噪声的目的。其效果取决于所用吸声材料的声学性能、吸声面积、房间原有的吸声条件以及接收点与声源的距离等因素。

环境噪声涉及的面较广，包括工业噪声、交通噪声、施工噪声和社会生活噪声等诸多方面，在环境噪声控制工程中广泛使用吸声材料和吸声结构。

工业产品中的吸声元件，噪声控制产品中的消声元件还有隔声罩、隔声室、集控室、值班室等都需要吸声，高噪声的公建配套设施和各种站房都要吸声降噪。

通用建筑中的厅堂音质、大型公用建筑、演艺界的场馆、电视电影制作场所等都需要用吸声技术控制混响时间，都会采用各种吸声结构满足其使用要求。

交通噪声控制中，铁路、高速公路、高架道路、地铁、磁浮、试车场等广泛使用的隔声吸声屏障、吸声防眩屏、封闭式声屏障等，还有隧道、候车站台、转乘大厅、设备机房等都会采用吸声降噪技术，降低噪声影响。

另外，社会生活噪声中的歌舞厅、KTV、卡拉OK、迪斯科等娱乐场所的大厅和包房，还有饭店、宾馆、酒楼等高档住宅、餐饮、休闲等场所，都可采用吸声降噪技术，为消费者创造一个安静、舒适、文明、安全的环境。主要说明吸声降噪主要用于建筑声学 and 噪声控制领域，其中噪声控制领域，吸声降噪主要用于大型工业高噪声生产车间和各类机器设备的隔声罩、隔声室、集控室、值班室、隔声屏障及一些大型的公共建筑（例如机场候机大厅、车站候车室、码头候船室、展览大厅、歌舞厅、KTV、卡拉OK、迪斯科等娱乐场所等）。

6.4.6.3.1 导则中 7.2.1.2~7.2.1.8 的说明

说明了吸声降噪的有效性和基本原则，确定了合理的吸声处理面积和布置方式。阐述了吸声材料和吸声结构的选择除了考虑声场的频率特性外，还应满足防火、防水、防霉兼顾通风、采光、照明及表面装潢和经济要求。如果室内分布多个声源，室内各处的直达声都很强，吸声效果就比较差，往往只能降低 3-4dB。尽管降低量有限，但减少了混响声，室内工作人员的主观上消除了噪声来自四面八方的混乱感，反映较好吸声处理对于声源距离近的位置效果差，对于声源距离远的位置效果好，对传到室外的噪声降低效果也很明显。

在实施室内吸声设计时，应针对声源的频谱特性选择吸声材料，吸声材料的频谱应与噪声源的频谱特性匹配。高频噪声大用高频吸声多的材料，低频噪声大用低频吸声多的材料。如使用穿孔共振吸声材料，最好使吸声频率峰值与噪声频率最大值相对应，若噪声在中高频存在峰值，这样处理的降噪效果就非常显著。

6.4.6.4 吸声材料

吸声材料，是具有较强的吸收声能、减低噪声性能的材料。借自身的多孔性、薄膜作用或共振作用而对入射声能具有吸收作用的材料，本节是对吸声材料种类与结构及参数等进行一般规定。

6.4.6.4.1 导则中 7.2.2.1~7.2.2.3 的说明

影响多孔材料吸声性能的参数主要有：

流阻，它是在稳定的气流状态下，吸声材料中的压力梯度与气流速度之比。当厚度不大时，低流阻材料的低频吸声系数很小，在中、高频段，吸声频谱曲线以比较大的斜率上升，高频的吸声性能比较好。增大材料的流阻，中、低频吸声系数有所提高；继续加大材料的流阻，材料从高频段到中频段的吸声系数将明显下降，此时，吸声性能变劣。所以，对一定厚度的多孔材料，有一个相应适宜的流阻值，过高和过低的流阻值，都无法使材料具有良好的吸声性能。

孔隙率，指材料中连通的孔隙体积与材料总体积之比，多孔吸声材料的孔隙率一般在70%以上，多数达90%。

结构因子，材料中间隙的排列是杂乱无章的，但在理论上往往采用毛细管沿厚度方向纵向排列的模型，所以，对具体的多孔材料必须引进结构因子加以修正。多孔材料结构因子，一般在2~10之间，也有高达20~25的。在低频范围内，结构因子基本不起作用，这是因为在这个范围内，空气惯性的影响很小，而弹性起主要作用。当材料流阻比较小时，若增大结构因子，在高、中频范围内，可以看到吸声系数的周期性变化。7.2.2.1说明了吸声材料的五种分类，其中在环境噪声和工业噪声广泛应用还是第一类无机纤维材料，例如离心玻璃棉毡、板等系列产品；7.2.2.2说明了多孔性吸声材料的吸声性能与自身的物理性质状态有关；7.2.2.3阐明了评价吸声材料吸声性能的规定。

6.4.6.4.2 导则中 7.2.2.4~7.2.2.5 的说明

穿孔板吸声结构，是在穿孔薄板的背后，设置空气层或多孔材料，并固定在刚性壁上的一种吸声结构，可看成是由质量和弹簧组成的一个共振系统。当入射声波的频率和系统的共振频率一致时，穿孔板中的空气就激烈振动、摩擦，加强了吸收效应，形成了吸收峰，使声能显著衰减。远离共振频率时，则吸收作用较小。如果在穿孔板后放置多孔材料增加声阻，会使结构的吸收频带加宽。穿孔板吸声结构是噪声控制和室内音质设计经常采用的一种吸声结构。它的吸声特性取决于穿孔板的厚度、穿孔孔径和孔距、穿孔板后空腔的深度以及底层材料等。

微穿孔板吸声结构，是在穿孔板吸声结构的基础上把穿孔的孔径缩小到毫米以下，可以增加孔本身的声阻，而不必外加多孔材料就能得到满意的吸声系数。为了展宽频率范围和提高吸声效果，还可以采用不同穿孔率和孔径的多层结构

薄板共振吸声结构，是在不透气的薄板背后设置空气层并固定在刚性壁上的一种吸声结构。当入射声波的频率和该系统的共振频率一致时，就发生共振，由此引起的内部摩擦将声波吸收。它的吸声频率范围很窄，只能作为吸收共振频率邻近的频带为主的吸声构造。吸声结构的分类及其在设计和应用中除了吸声性能还应权衡考虑的诸如成本、环保和美学等因素。

6.4.6.5 消声设计

消声设计解决空气动力机械设备辐射的空气动力性噪声。本节主要规定了消声设计的一

般原则。7.3.1.1 定义了消声设计中消声概念。

6.4.6.5.1 导则中 7.3.1.2 和 7.3.1.3 的说明

消声器是阻止声音传播而允许气流通过的一种器件，是消除空气动力性噪声的重要措施。消声器是安装在空气动力设备(如鼓风机、空压机)的气流通道上或进、排气系统中的降低噪声的装置。消声器能够阻挡声波的传播，允许气流通过，是控制噪声的有效工具。消声器的种类很多，根据其消声机理可分为六种主要的类型，即：阻性消声器、抗性消声器、阻抗复合式消声器、微穿孔板消声器、小孔消声器和有源消声器。7.3.1.2 阐述了消声器的应用范围；7.3.1.3 说明了消声器设计中必须注意的 3 个最基本的要求。

6.4.6.5.2 导则中 7.3.1.4 的说明

气流再生噪声是气流通过消声器时，由于气流与消声器结构的相互作用，产生的二次噪声。气流再生噪声叠加在原有噪声上，会影响消声器实际使用效果。

气流再生噪声的产生机理，有两点：一是气流经过消声器时，由于局部阻力和摩擦阻力而形成一系列湍流，相应地辐射噪声；二是气流激发消声器构件振动而辐射噪声。

气流再生噪声的大小主要取决于气流速度和消声器的结构。一般来说，气流速度越大，或消声器内部结构越复杂，则产生的气流噪声也就越大。与之相适应，降低消声器内气流再生噪声的途径是：尽量减低流速；尽量改善气体的流动状况，使气流平稳，避免产生湍流。说明了一般消声器设计与选用过程中应遵守的 5 个步骤，对于专业化更强的系统消声设计（如汽车、空调等）应分别遵从各自专业的设计程序。

6.4.6.6 阻性消声器

阻性消声器是阻止声音传播而允许气流通过的一种器件，是消除空气动力性噪声的重要措施，它利用声波在多孔性吸声材料或吸声结构中传播，因摩擦将声能转化为热能而散发掉，使沿管道传播的噪声随距离而衰减，从而达到消声目的的消声器。常用吸声材料有玻璃纤维丝、低碳钢丝网、毛毡等。

阻性消声器对消除高、中频噪声效果显著，对低频噪声也可以通过优化设计获得比相同体积、相同压力损失的抗性消声器更好的消声效果，可以广泛应用。其消声量与消声器的结构形式、空气通道横断面的形状与面积、气流速度、消声器长度，以及吸声材料的种类、密度、厚度等因素有关，护面板材料及其型式对消声效果也有很大影响；护面用的穿孔板一般采用薄钢板、铝板、不锈钢板加工制成。为了发挥吸声材料的吸声性能，穿孔板的穿孔率应大于 20%，孔径 3 mm~10mm。

目前社会上很多阻性消声器有粉尘污染的缺点，建议避免在洁净系统中采用阻性消声器。7.3.2.1 与 7.3.2.2 说明了阻性消声器的构成及其主要形式；7.3.2.3 说明了阻性消声器在设计和选用过程中应遵守的规定，这些规定是历经了多年实践的验证。

6.4.6.7 抗性消声器

抗性消声器是通过管道截面的突变处或旁接共振腔等在声传播过程中引起阻抗的改变

而产生声能的反射、干涉，从而降低由消声器向外辐射的声能，以达到消声目的的消声器。

抗性消声器可针对低频噪声特定频率进行调谐设计。其最大的优点是不需使用多孔吸声材料，因此在耐高温、抗潮湿、对流速较大、洁净要求较高的条件下比阻性消声器好。但往往往自身积、压力损失较大，特别是宽频带连续广谱消声效果不如阻性消声器。

抗性消声器是由突变界面的管和室组合而成的，好像是一个声学滤波器，与电学滤波器相似，每一个带管的小室是滤波器的一个网孔，管中的空气质量相当于电学上的电感和电阻，称为声质量和声阻。小室中的空气体积相当于电学上的电容，称为声顺。与电学滤波器类似，每一个带管的小室都有自己的固有频率。当包含有各种频率成分的声波进入第一个短管时，只有在第一个网孔固有频率附近的某些频率的声波才能通过网孔到达第二个短管口，而另外一些频率的声波则不可能通过网孔，只能在小室中来回反射，因此，我们称这种对声波有滤波功能的结构为声学滤波器。选取适当的管和室进行组合，就可以滤掉某些频率成分的噪声，从而达到消声的目的。7.3.3.1 说明了抗性消声器的定义及其两种型式（扩张室式、共振式）；7.3.3.2 说明了扩张室消声器的结构特点并规定了扩张室式消声器设计和选用过程应遵守的规定；7.3.3.3 说明了共振式消声器的结构特点并规定了共振式消声器设计和选用过程应遵守的规定。

6.4.6.8 微穿孔板消声器

微穿孔板消声器是衬装微穿孔板消声结构的消声器。能在较宽的频带范围内消除气流噪声，而且具耐高温、耐油污、耐腐蚀的性能，即使在气流中带有大量水分，也不影响工作。由于穿孔直径小、板面光滑，因此由表面摩擦形成的沿程压力损失比一般阻性消声器要小，更适合高速系统和耐腐蚀、洁净系统的消声；但因片型较厚，局部压力损失偏大。以相同消声量和体量比较，微孔板消声器的压损普遍比阻性消声器大。穿孔的声阻抗（非线性阻）与声压和气流速度有关，设计微孔板消声器时要计入这些影响。微孔板消声器常用于鼓风机排气、空调系统、燃气轮机排气、飞机发动机试车室排气、喷气发动机的进气道、内燃机进排气等。

微穿孔板消声器一般是用厚度小于 1mm 的纯金属薄板制作，在薄板上用孔径小于 1mm 的钻头穿孔，穿孔率为 1%~3%。选择不同的穿孔率和板厚不同的腔深，就可以控制消声器的频谱性能，使其在需要的频率范围内获得良好的消声效果。7.3.4.1 阐明了微穿孔板消声器的结构特点；7.3.4.2 说明了微穿孔板消声器能够适应的几种较为恶劣的环境条件；7.3.4.3 说明了常用的排气放空消声器的适用范围及常见结构型式。

6.4.6.9 隔振设计

隔振是用专门装置将工程结构与振源隔离，以减少振动影响的措施。本节规定隔振设计的一般规定和原则。7.4.1.1 说明了隔振设计的适用范围；7.4.1.2 拉开与振动源的距离以减少对敏感点的影响是在工程规划布局阶段常用的一种方法；7.4.1.3 说明了隔振设计和隔振装置的选择必须要考虑的因素

6.4.6.9.1 导则中 7.4.2.1 和 7.4.2.2 的说明

从隔振原理和隔振性能分析结果来看，隔振设计可以分以下几步进行：

1) 测试分析，确定被隔振设备的原始数据，包括设备及安装台座的尺寸、质量、重心和中心主惯性轴的位置，机器质量和转动惯量，以及激励振动源的大小、方向、频率、位置等。以上数据通常可以通过调查统计或查阅相关机器设备制造和安装图纸加以确定。

2) 由以上数据，按频率比的要求计算隔振系统的固有频率，也可以根据隔振设计的具体要求，例如设备所允许的振幅，来计算隔振系统的固有频率。在计算频率比时，如果有几个频率不同的振动源都需要隔离，则激励频率应该取激励频率中最小的那个为设计计算值。

3) 根据隔振系统所需要的固有频率，计算隔振器应该具有的刚度。

4) 计算设备工作时的振幅，核算是否满足隔振设计的要求，必要时通过降低隔振系统的刚度或增加机座的质量来达到要求的隔振指标。

5) 根据计算结果和工作环境要求，选择隔振器的类型以及安装方式，计算隔振器的尺寸并进行结构设计。最后必须考虑隔振系统隔振效率和设备启停过程中通过共振区时的振幅，由此决定隔振系统的阻尼。阐述了一般隔振设计应分 4 步进行，大型或复杂隔振工程在设计过程中要根据隔振对象、保护目标、环境因素及技术经济条件细化为更多步序，甚至要求多步序反复计算考虑才能较好地完成隔振设计；7.4.2.2 隔振设计所需的振动传递比的公式是不考虑阻尼的单自由度隔振系统（质量弹簧系统）情况下成立的，它主要说明了隔振效果与频率比的关系。实际隔振工程较为复杂应根据隔振工程专业手册提供的振动传递比公式或相应图表确定振动传递比。

6.4.6.9.2 导则中 7.4.2.3~7.4.2.6 的说明

隔振元件是连接设备和基础的弹性元件，用以减少和消除由设备传递到基础的振动力和由基础传递到设备的振动。设计和应用隔振元件，须考虑下列因素：①能提供所需的隔振量；②能承受规定的负载；③能承受温度和其他环境条件（湿度、腐蚀性流体等）的变化；④具有一定的隔振特性；⑤满足应用隔振器的设备对隔振器重量和体积的要求。7.4.2.4 说明了隔振系统静态压缩量是由振动传递比等因素确定，规定的频率比取值 2.5~4 很重要。7.4.2.5 对于楼板上的隔振系统，其楼下房间内的降噪量计算公式：

$$\Delta L_p \approx \Delta L_v \approx 20 \lg (1/T_r)$$

由于楼板辐射噪声与楼板表面振动速度相关，此式是正在验证的经验公式；

7.4.2.6 说明了对于高隔振效率及复杂振动的隔离不推荐上述方法。应按相关技术手册的规定进行计算与设计。

6.4.6.10 隔振元件

隔振元件一般是在基座下面放置的隔振装置，用以隔离激振源与地基等周围物体，使机器的振动不致传向周围，也包括金属软管等等弹性软连接器。

6.4.6.10.1 导则中 7.4.3.1~7.4.3.3 的说明

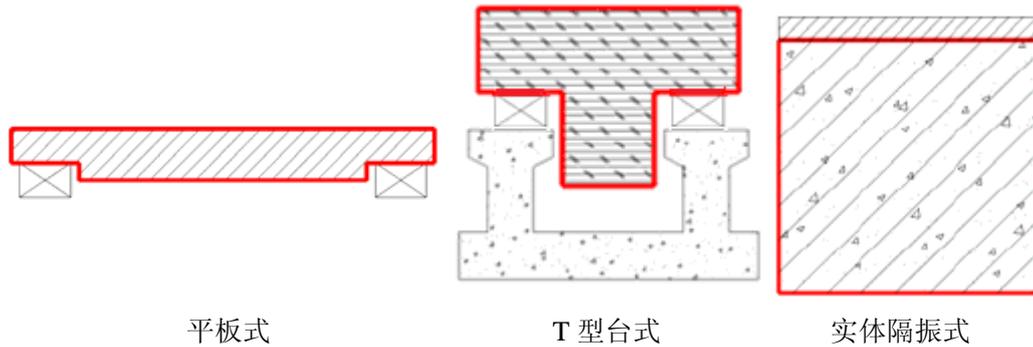
金属弹簧隔振器是目前国内应用最广泛的隔振器，常作为振动设备的减振支撑。优点是固有频率可达到2Hz~3Hz以下，价格便宜，性能稳定，耐高温，耐低温，耐油，耐腐蚀，耐老化，寿命长。可适用于各种要求的弹性支撑，可预压也可以做成悬吊型使用。缺点是阻尼性能差，高频振动隔振效果差。在高频时，弹簧逐渐成刚性，弹性变差，隔振效果变差，被称为“高频失效”。目前较多使用的是小型螺旋钢弹簧组合，配以铸铁外壳，做一定的阻尼处理，但实际阻尼改善不大。将在安装隔振器时垫入橡胶垫和减弱高频失效的影响，但有些橡胶在承压状态下容易老化，有时也可安装在辅助楼板上，效果更理想。

橡胶隔振器是将橡胶固化、剪切成型，可形成各式各样的橡胶隔振器。优点是不仅在轴向，而且在回转方向均具有隔离振动的性能，固有频率和控制15Hz以内。橡胶内部阻尼比金属大很多，高频隔振效果好。安装方便，容易与金属牢固的粘结，体积小，重量轻，价格低。缺点是耐老化问题普通橡胶使用温度范围是0℃~70℃，特殊工艺下限温度方可达-50℃；在空气中容易老化，特别是在阳光直射下会加速老化，一般寿命5~10年，荷载特性常不一致，经受长时间打荷载的作用，会产生松弛现象。橡胶隔振器的性能与质量主要取决于橡胶的配方和硫化工艺，硫化温度和时间是非常重要的，常需经过反复试验总结才能确定最佳工艺。

橡胶隔振垫与橡胶隔振器不同，橡胶隔振垫是一块橡胶板，可大面积的铺在振动设备和基础之间。橡胶隔振垫表面常切划出一些凹槽，是为了受压时变形的需要。因其具有持久的高弹性，有良好的隔振、隔冲、隔声性能，使用非常广泛。橡胶隔振垫的适应隔振固有频率在10 Hz~15Hz，多层叠放可低于10Hz。橡胶隔振垫与橡胶隔振器的缺点类似，容易受温度，油质、日光即化学试剂的腐蚀，造成性能下降、老化，一般寿命为5~10年，应定期检查更换。本条目的规定符合理论要求并经历了实践验证。压缩型橡胶隔振器一般静态压缩量小所以导致系统固有频率高；剪切型橡胶隔振器、橡胶隔振垫（2层~5层）容许静态压缩量大，系统固有频率低一些；金属弹簧隔振器、空气弹簧隔振器容许静态压缩量更大，使系统固有频率可以低至1赫兹；7.4.3.2说明了隔振系统的布置和隔振器的使用应注意的要求，这些要求是成熟的经验，应当做规定执行；7.4.3.3说明了管道系统的振动隔绝应注意的事项，这些事项要求也是系统整体隔振的需要，应当做规定执行

6.4.6.10.2 导则中 7.4.3.4 的说明

规定了常用隔振机座的结构和质量要求，对于复杂系统隔振应按相关技术规范或手册进行合理设计。常见的混凝土隔振机座有平板式，T型台式和实体隔振式等，其结构形式由下面的图形所示。



6.4.6.11 隔振技术典型应用

隔振技术已经广泛地应用在航空航天、国防工业、建筑施工、一般工业、重工业、海洋行业、能源行业和精密加工行业等，本节说明隔振技术的典型应用。

6.4.6.11.1 导则中 7.4.4.1 和 7.4.4.2 的说明

说明了现有轨道交通的隔振措施及效果；7.4.4.2 列表说明了现代建筑物内的设备隔振常用的成品隔振器及其效果。现在用于轨道交通的隔振方法有很多，总结起来有弹性隔振扣件和阻尼弹簧浮置道床等，它们隔振效果见表 3。

表 3 轨道交通的几种典型隔振措施及效果

隔振措施	隔振效果 dB	隔声效果 dB	其它
GJ-III轨道隔振器扣件	8	≤8	60Hz 以下有效衰减很小
弹性支撑块式整体道床	10	≤10	50Hz 以下有效衰减很小
Vanguard 减振扣件	13	≤8.4	40Hz 以下的有效衰减很小
梯形轨枕轨道隔振器	12	≤12	30Hz 以下的有效衰减很小
橡胶浮置板隔振道床	≤18	≤15	20Hz 以下的有效衰减很小
阻尼弹簧浮置板隔振道床	≤25	≤20	15Hz 以下的有效衰减很小

轨道隔振措施的具体选择，除考虑减振降噪需求和工程费用差异等要素外，还应特别关注使用有效寿命以及“波磨”等特殊因素的影响。

7 标准实施建议

为了推行本标准的实施，改善当前噪声与振动污染治理工程的现状，需要国家和地方政府实施一系列噪声与振动污染治理设施运行管理相关政策，强化污染设施运行的监管力度。同时，需要政府采用鼓励措施，调动企业开展低噪声生产的积极性，从源头上消减、控制噪声污染。