

中华人民共和国国家标准

GB/T 17249.2—2005/ISO 11690-2:1996

声学 低噪声工作场所设计指南 第2部分：噪声控制措施

Acoustics—Guidelines for the design of low-noise workplaces—
Part 2: Noise control measures

(ISO 11690-2:1996 Acoustics—Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery—Part 2: Noise control measures, IDT)

2005-09-09 发布

2006-04-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
声学 低噪声工作场所设计指南
第 2 部分:噪声控制措施

GB/T 17249.2—2005/ISO 11690-2:1996

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 45 千字
2006 年 2 月第一版 2006 年 2 月第一次印刷

*

书号:155066·1-26919 定价 15.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

前 言

GB/T 17249《声学 低噪声工作场所设计指南》共分三个部分：

- 噪声控制规划；
- 第2部分：噪声控制措施；
- 第3部分：工作间声传播和噪声预测。

本部分为 GB/T 17249 的第2部分，等同采用 ISO 11690-2:1996《安装机器的低噪声工作场所推荐设计方法 第2部分：噪声控制措施》。本部分推荐了工作场所噪声控制的基本原则和方法。在本部分编制中，按我国国家标准的要求，将引用文件和参考文献中部分 ISO 标准替换为我国正在实施的对应国家标准，一些名词术语、格式和文字描述更符合我国的相关标准和惯例。

本部分的所有附录均为资料性附录。

本部分由中国科学院提出。

本部分由全国声学标准化技术委员会归口(SAC/TC 17)。

本部分起草单位：北京市劳动保护科学研究所、中机国际工程设计研究院、大连明日环境工程有限公司。

本部分主要起草人：任文堂、王道禄、刘云彬、武道忠、刘运峰。

引 言

噪声对人健康的危害和工作效率的影响是多方面的。为减少工作场所中的噪声危害,许多国家都颁发了相应的法规。这些法规都要求通过噪声控制措施使噪声发射、噪声照射和噪声暴露降低到一个合适的限度。本标准涉及降低工作场所噪声的系列标准之一。

在一些噪声问题中,往往可能有多种噪声控制方法可以选择,重要的是根据实际情况选取最适当的噪声控制措施,这就需要考虑下列因素:

- 可能采取的措施;
- 相关的技术进步状况;
- 声源的噪声控制措施;
- 机器设备的合理选择、规划和布置。

本部分和系列标准其他部分共同给出了工作场所(包括室内外)的噪声控制程序,包括噪声控制规划、噪声控制措施和噪声预测。

本标准可提供下列人员使用:企业领导、管理人员、建筑师、工程技术人员、企业职业安全卫生人员和工作场所工作人员等。

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 噪声控制技术概述	1
5 声源的噪声控制	2
6 传播途径中的噪声控制	6
7 工作位置的噪声控制	8
8 验证方法	9
9 新技术	9
附录 A (资料性附录) 机器部件的调整和更换	10
附录 B (资料性附录) 噪声源的布局	11
附录 C (资料性附录) 隔声罩	11
附录 D (资料性附录) 消声器	13
附录 E (资料性附录) 室内声屏障	13
附录 F (资料性附录) 房间吸声处理	14
附录 G (资料性附录) 结构声隔离	15
附录 H (资料性附录) 空气声隔离	16
附录 I (资料性附录) 工作位置的噪声控制	16
附录 J (资料性附录) 有源控制技术应用	17
参考文献	18

声学 低噪声工作场所设计指南

第 2 部分:噪声控制措施

1 范围

GB/T 17249 的本部分涉及工作场所的噪声控制的各个方面,它包括不同的技术措施、相关的声学评价量、噪声降低量及其检测方法。

本部分仅涉及可听声。

注:参考文献列出了和噪声控制措施相关的标准和文献。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 17249 的本部分的引用而成为本部分的条款,凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 17249.1—1998 声学 低噪声工作场所设计指南 噪声控制规划(eqv ISO 11690-1:1996)

3 术语和定义

GB/T 17249.1—1998《声学 低噪声工作场所设计指南 噪声控制规划》中第 3 章所有的定义适用于本部分。

4 噪声控制技术概述

降低噪声的措施可以分别在声源(发射),声源和接受者之间(传播途径)以及工作位置(接受者)上采取(图 1)。

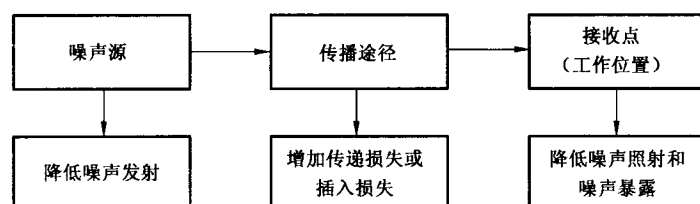


图 1 噪声控制的基本原理

降低机器、设备和生产过程等的噪声发射时,所有可能的噪声降低措施都应考虑(见第 5 章和 GB/T 17249.1—1998)。为了确定噪声发射是否降低到合理可行,必须对机器设备的噪声发射量进行评价。机器设备的噪声发射值可以由它的噪声发射标称值给出(见 GB/T 17249.1—1998 第 5 章),也可以按相关标准规范进行测量。

对在传播途径中采取的隔声罩、局部隔声罩、声屏障和消声器等噪声控制装置进行评价,可采用插入损失等评价量(见 6.2)。

对车间和建筑物的声质量进行评价可参考采用对空气声、固体声的隔离的评价量(6.4)和声传播参数(见 6.3)。

对噪声控制措施总效果的评价可采用工作位置处的噪声照射值。

一般说来,在工作位置处或机器设备附近的操作者直接受到机器设备辐射噪声的影响。为降低工

作场所的噪声,声源控制方法是最有效的措施(主要措施)。在有些情况下,传播途径的控制措施(次要措施)要影响工作和生产工艺,而变得不可行。在选择噪声控制措施时,从职业安全角度出发,应优先考虑声源的低噪声辐射。

噪声控制的基本方法见图 1(参见 GB/T 17249.1—1998),在后面将予以讨论(第 5 章~第 7 章)。

为降低工作场所的噪声,对可能采取的措施要全面考虑和规划。图 2 给出了一些可能采取的噪声控制措施。

在对工厂、车间或建筑中的现有的机器设备进行重新布局、更改和替换的阶段,或安装新机器设备的阶段,噪声控制是最有效的(见 GB/T 17249.1—1998 第 6 章)。各有关部门,特别是噪声控制的专家,都应参与这一过程。在机器、生产工艺、车间、项目的开始设计阶段,各部门进行合作,将使噪声控制措施更有实效(见 GB/T 17249.1—1998 第 7 章)。设备运行、材料运输、安全技术、人机工程、环境保护方面的问题也应在这个阶段考虑。



图 2 噪声控制措施实施步骤

5 声源的噪声控制

5.1 概述

本章噪声控制措施是有关降低机器设备和工作过程本身辐射的噪声。由于追加措施往往影响操作要求,成本也较高,应该在设计阶段进行实施。对于已有的噪声源,如果可行也推荐采用。

工作场所的声源控制措施主要包括:现有机器设备的噪声降低、低噪声加工工艺和生产技术的开发和选择、机器零部件的更换和声源降噪效果的评价等。

声源控制措施效果通过测量和声发射量的已有数据(例如供应商和制造商提供的数据)比较来评价(见 GB/T 17249.1—1998 第 8 章)。

5.2 设计阶段的声源控制

机器设备噪声(或生产工艺噪声)主要由流体动力噪声(气体或液体)和机械噪声构成。

流体动力噪声是由流体的压力和速度起伏变化所产生的。例如燃烧过程、风机、排气放空和液压系统噪声都是典型的流体动力噪声。

机械噪声是由受撞击、质量不平衡等原因而引起的动态力激发机器设备部件振动而产生的。振动传递给

机罩、工件等辐射表面,产生噪声。齿轮、电机、锻锤、震动器具和压力机是典型的机械噪声源(图 3)。

对声源进行控制,应首先从噪声产生的机理进行考虑。

下列一些方法可以降低流体动力噪声:

- a) 减少激励源周期性的压力起伏;
- b) 降低流体速度;
- c) 避免压力突变;
- d) 流体通过部件的合理设计。

下列一些方法可以降低机械噪声:

- a) 通过附加弹性层等方法增加撞击响应时间,以降低动态激发力;
- b) 在不能改变激励力的情况下,通过调整刚度和附加质量(惯性块),降低机械结构在激励点的振动速度;
- c) 通过采用弹性元件和具有高内阻材料(铸铁等),降低由激发点到噪声辐射表面的振动传递(固体声);
- d) 降低振动结构的声辐射效率,例如:
 - 采用加肋的薄壁取代厚的刚性壁,
 - 在金属薄板上附加阻尼层,
 - 在不需隔声的场所,采用带孔洞的金属板;
- e) 采用包扎、厚壁结构(在辐射表面附近增加薄阻尼金属板)等隔声措施。

有关更详细的信息见 ISO/TR 11688-1 和 ISO/TR 11688-2。

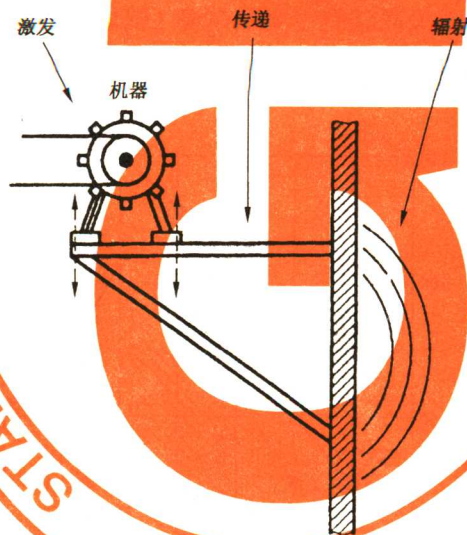


图 3 机械噪声的产生过程

5.3 噪声发射资料

噪声发射资料除了在供应商/制造厂的技术文件中给出外(见 GB/T 17249.1—1998 第 8 章),还可以在数据库、专业期刊、贸易协会杂志等找到。

对于某些系列设备,还有在规定运行条件下得到的噪声发射数据表,这些表可以帮助购买者选择低噪声机器设备(见 GB/T 17249.1—1998 附录 A)。

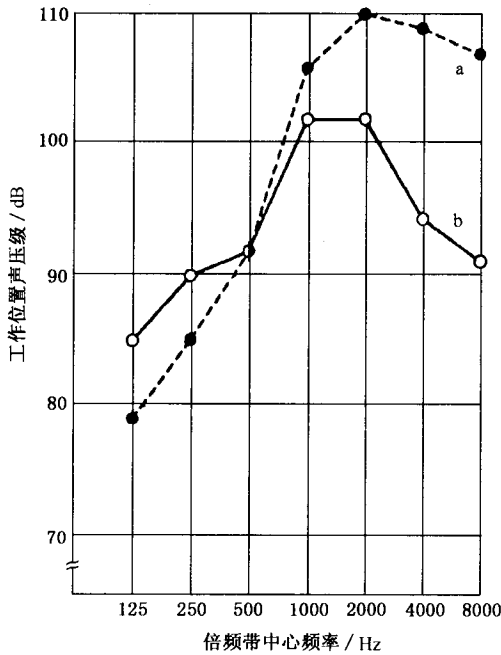
5.4 低噪声机器设备选用

在有些情况下,用低噪声机器设备取代噪声大的机器设备,比采用更加昂贵的噪声控制措施更经济有效(见表 1)。

表 1 改变工艺降低噪声的示例

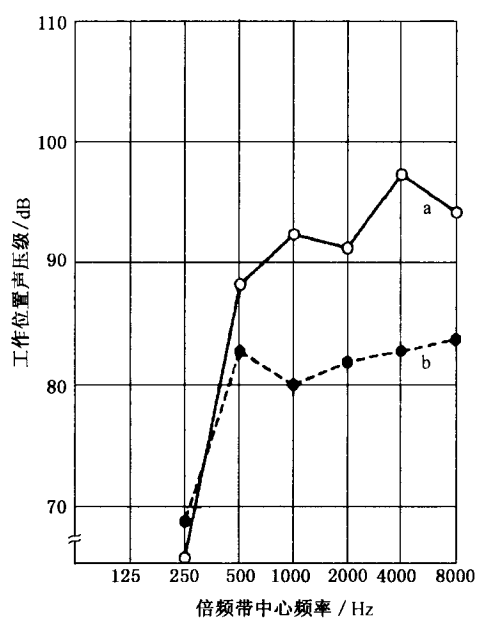
高噪声工艺	低噪声工艺
冲击铆接	压接和滚接
压缩空气和内燃机驱动	电驱动
气动设备或内燃机为动力的切割或冲孔(如在石材和混凝土上冲孔)	钻孔机或有钻石齿的圆锯
镦粗模	锥型模和挤型模
推切割	拉切割
气流干燥	辐射干燥
等离子氧切割	水中等离子切割
振动切割和冲压切割	激光切割
传统电弧焊	电弧保护焊
火焰淬火	激光淬火
铆接固定	压接固定
冲压成型	液压成型
点焊	缝焊
注	
1 当部件材料和/或形式在制造改变时,可以容许采用低噪声工艺。	
2 此表仅为一部分示例。	

当高噪声的操作和固定设备无关联且是主要噪声源(例如手动工具)时,仔细地选择工具和合理的工艺是必要的(如低噪声锤、减振工作台、低噪声研磨盘、阻尼磁垫等)。图 4~图 7 给出了采用这种措施,明显降低噪声的实例。



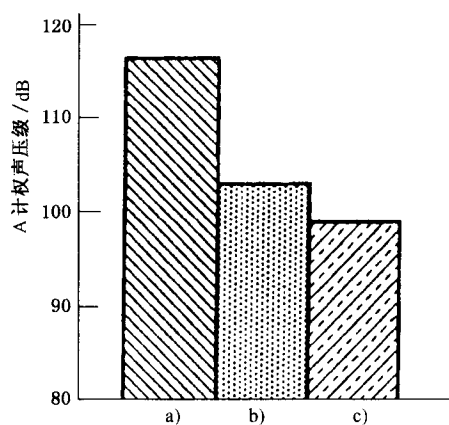
a——普通钢锤,115 dB(A);
b——低噪声反冲锤,107 dB(A)。

图 4 锤击过程中的声压级



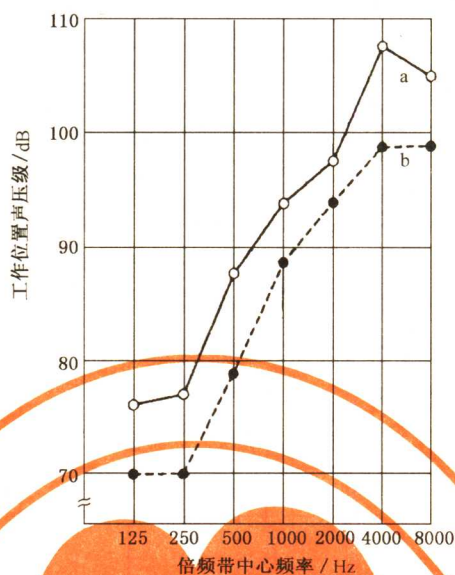
- a——硬抛光轮, 100 dB(A);
b——粘接研磨剂的抛光轮, 89 dB(A)。

图 5 铸铁电机罩抛光处理噪声



- a——钢工作台, 25 mm 厚;
b——经阻尼处理的工作台, 40 mm 厚;
c——钢工作台, 200 mm 厚。

图 6 锤击过程的声压级



a——不采用磁垫,111 dB(A);
b——采用磁垫,102 dB(A)。

图 7 抛光钢板时的声压级

5.5 调整和更换机器零部件

如可能,通过更换或者调整机器设备中零部件(在不影响性能情况下)可降低机器内部噪声传递和表面辐射。附录 A 给出了一些这类的噪声降低措施实例。

5.6 低噪声生产工艺技术

如可行,最好采用低噪声机器设备取代高噪声设备。有时,可采用不同工作原理,例如:直接驱动的螺丝刀取代冲击式螺丝刀。

采取这种措施时要对原有工艺过程和取代工艺的噪声级进行调查,并特别要注意这种取代是否影响工作效率。

寻找低噪声生产工艺取代一个生产工艺,需要进行系统的考察。

成功地采用这种措施,可以在长期内保持一个较安静的环境。

5.7 机器设备和噪声控制装置的维护

机器设备由于缺乏保养、缺少润滑、安装误差、不平衡和零部件松动等原因,也能增加噪声。保持机器设备处于最佳运行状态对降低噪声也是有益的。任何维修上的不足一般都增加噪声。

对机器设备附带的噪声控制装置也应注意维护,同时对隔声罩、隔声屏、消声器的效果进行细心地监测。

6 传播途径中的噪声控制

6.1 噪声源的合理布局

对噪声源进行合理布局,也可使工作位置处的噪声获得明显降低。这种措施特别适于新厂房规划和新安装机器设备的规划阶段。如可能,对现有的厂房也可以采用这种方法。

增加声源和接受者的距离可以降低噪声(附录 B)。

6.2 噪声控制装置的使用

隔声罩(附录 C)、消声器(附录 D)、隔声屏(附录 E)对于机器设备、管道系统和开口可以是有效的噪声控制措施。

隔声罩是一种机器设备的完全围护隔声装置,它通常内饰一定的吸声材料,经常采用的隔声结构有

金属板、木板、混凝土等。它的降噪效果主要取决于隔声罩罩体的空气声隔声量和内饰材料的吸声量。实际上,开口、缝隙的漏声和固体声的传递会限制隔声罩降噪效果,应采取必要的消声管道、隔振等措施,减少漏声和固体声传递。

隔声罩、消声器和隔声屏的效果可以采用插入损失、传递损失和噪声降低来测量和评价。

6.3 吸声降噪

噪声发射和噪声照射的关系是由声传播特性来确定的(见 ISO/TR 11690-3)。一个房间的声传播特性和声环境质量受房间表面(墙壁和天花板)吸声处理的影响,吸声材料的选择要考虑噪声频谱。对于低频噪声,吸声处理的效果较差。

室内的噪声由噪声源辐射的直达声和周围反射物(地板、墙壁、天花板和其他机器设备)产生的反射声组成的。对室内内部进行吸声处理仅能降低反射声。

对房间内部的声质量或进行吸声处理的效果进行评价,可以采用声压级空间衰减率 DL_2 (在 GB/T 17249.1—1998 称为空间降低率)和声压级愈量衰减 DL_1 (在 GB/T 17249.1—1998 称为声压级超出量)。这些量可以由空间声场分布的测量或采用预测方法取得(GB/T 17249.1—1998 定义和 ISO/TR 11690-3)。推荐的 DL_2 值在表 2 中给出(也可参见 GB/T 17249.1—1998 表 3)。

如果 DL_2 低, DL_1 高,房间的声环境质量就好。对于不同类型的房间和表面处理,典型的吸声系数和声传播参数 DL_2 、 DL_1 在表 2 中给出。

通常,工业噪声主要集中在 500 Hz~2 000 Hz 范围,采用吸声处理降低噪声效果可达到(和硬的墙壁、天花板比较):

- 在近场因壁面吸声处理效果非常小,噪声降低值为 1 dB(A)~3 dB(A), (见 GB/T 17249.1—1998 定义);
- 在过渡区域噪声降低值通常为 3 dB(A)~8 dB(A);
- 在远场噪声降低值一般可达到 5 dB(A)~12 dB(A),它决定于房间的尺寸、吸声处理的面积和内部的配置。

为了评价直达声场外的吸声处理效果,应注意具有扩散声场条件和不具有扩散声场条件房间的区别(见 GB/T 17249.1—1998 定义和附录 F)。

图 8 和图 9 给出了一些不同形状和尺寸房间进行不同表面吸声处理前后的典型声场分布曲线。

采用吸声处理和声屏障等相结合的综合措施,能取得比仅采取单项措施更好的效果(见附录 E 和附录 F)。吸声降噪效果的评价除进行客观测量外,主观感觉的改进也是重要的。

附录 F 给出了有关吸声降噪的更多信息。

表 2 房间过渡区域平均吸声系数和声传播描述量 DL_1 、 DL_2 典型值

房间特征	α	DL_1 /dB	DL_2 /dB
中小体积($V < 10\,000\text{ m}^3$, $h < 5\text{ m}$) 未吸声处理天花板、未安装设备	< 0.2	8~13	1~3
大体积($V \geq 10\,000\text{ m}^3$, $h \geq 5\text{ m}$) 未吸声处理天花板、安装设备	< 0.2	6~9	2.5~4
天花板吸声处理并安装设备	> 0.3	5~8	3.5~5

注: DL_1 是声压级愈量衰减, DL_2 是距离加倍声压级的空间衰减率。见 GB/T 17249.1—1998 定义。

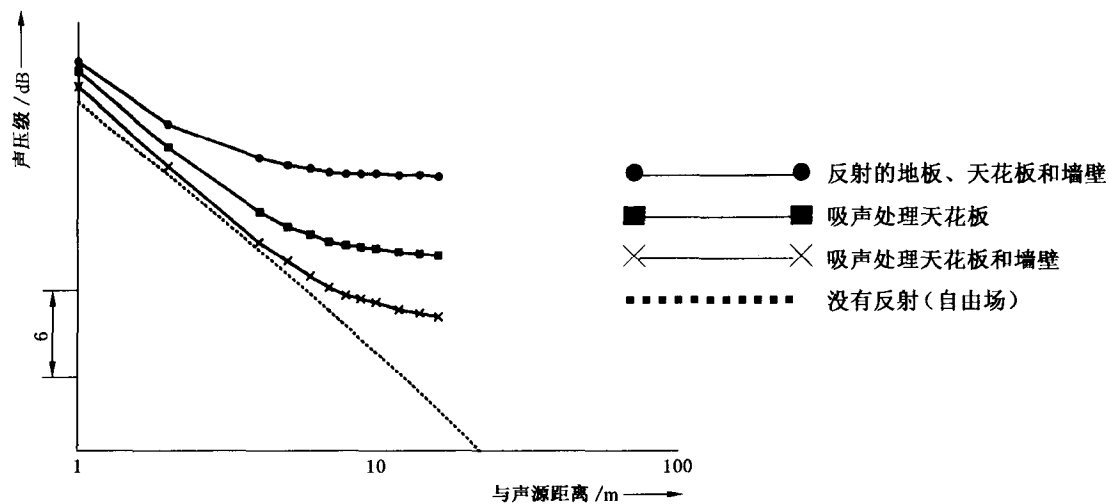


图 8 具有扩散声场条件的房间吸声处理前后的典型空间声衰减曲线
(房间的长、宽、高具有同样数量级)

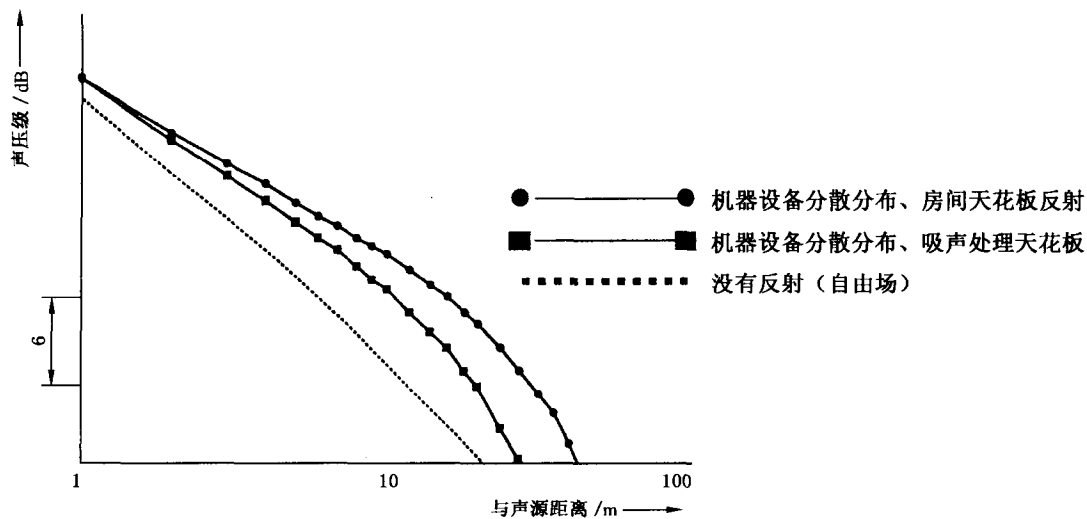


图 9 安装设备的非扩散声场房间吸声处理前后的典型空间声衰减曲线
(房间高度远小于长和宽)

6.4 结构声隔离及其控制措施

空气声向相邻房间或开阔空间的传播可以通过增加墙壁、天花板、窗、门的隔声来控制(见附录 H)。

结构声一旦形成,控制非常困难,因此要在开始就应注意预防。控制空气声和结构声的措施(附录 G 和附录 H)在规划阶段就应考虑,否则实施将较为困难。

7 工作位置的噪声控制

除对噪声源和在传播途径中采取噪声控制措施外,也可以在工作位置处采取噪声措施进行补充,例如采用隔声屏障、隔声间等(附录 E 和附录 I)。

8 验证方法

8.1 概述

声源、噪声控制设备的效果、声传播、工作场所的噪声级和建筑的隔声都通过声学量来描述。这些声学量和由特定控制措施取得的噪声降低的测量经常采用规定的方法进行测量,或者在设计、计划和合同中予以商定。这些声学量的数值和控制措施的成功与否都应该在现场进行认证。在进行比较时,应将不确定度考虑进去。

8.2 声源

机器设备噪声发射标称值的验证可以采用 GB/T 14574 标准。验收鉴定噪声发射的数据可以采用相关机器的噪声试验规范和噪声发射测量基础标准(ISO 3740 系列、GB/T 16404 系列和 GB/T 17248 系列)。验证机器噪声标称值时,要求机器设备的运行条件和安装条件应符合噪声标牌或产品相关文件的规定。噪声控制措施由噪声发射差评价。

8.3 噪声控制设备

噪声控制装置的效果可以采用插入损失、传递损失或声压级降低量来测量和鉴定验收(见附录 C、附录 D、附录 E 和附录 I)。购买者和供货商应就此达成一致。

8.4 工作间

车间和办公室内的声质量可以采用声传播参数:声压级空间衰减率(DL_2)、声压级愈量率减(DL_f)和混响时间来评价。这些数值可以测量或计算。相关方协议一致的这些量在设计阶段可以采用计算方法,在验收时是进行测量。

检验方法:

采用一个已知声功率的无指向性声源。声源置于地面上方附近,所有测点应具有同样高度。如果采用一个可以旋转的声源并测量每个测点的等效声级,声源的指向性影响可以忽略。

当测量声传播时,应测量一个给定频率分布范围或倍频带声级。测量的传播路径应保证声源和测点之间直视可见。当进行设计值和验收结果比较时,传播的路径和距离范围应该相同。

当测量空间声场分布曲线时,在障碍物(例如机器)后面的声压级要比直视可见的状况下所测的声级最高可低 10 dB(平均 3 dB~4 dB)。在测量房间中的空间声场分布曲线或工作位置的声压级时,对这一影响要予以考虑。

8.5 指定位置和工作位置

噪声控制效果和噪声照射可以用某一特定位置的声压级来测定和验收,通常采用工作位置处。只有运行条件和测量方法是同样时,采用噪声控制措施的效果才可以比较。

9 新技术

在有些情况下,在噪声控制规划阶段,从发展的角度应考虑新技术的应用是必要的。

附录 J 给出了有源控制技术的资料:自适应有源控制技术。降低需控制的机械波和/或声波、二次产生的反位相波干涉。

附录 A

(资料性附录)

机器部件的调整和更换

A.1 限制噪声的产生和传递

推荐下列措施:

- a) 避免撞击和快速运动,而采用匀速运动或慢加速运动;通过降低撞击速度而减少撞击噪声,例如降低落体高度、减小落体质量;在撞击表面上使用阻尼材料,例如夹层材料或弹性材料。
- b) 气流管道系统设计中,避免采用限制流量的管道排列方式,和横截面积突变、不连续。
- c) 采用多个小喷嘴代替单一大口。
- d) 避免速度接近声速,采用多级降压阀门,避免空化现象。
- e) 采用内齿轮传动泵代替轴向活塞泵。
- f) 如果机器负载允许,采用塑料齿轮。
- g) 用螺旋齿传动代替直齿传动。
- h) 对于摩擦滚动接触的机器零部件,提高表面加工精度,保证合理的公差。
- i) 确保所有旋转部件平衡度。
- j) 选择低噪声轴承(滑动轴承一般比滚动轴承噪声低)。
- k) 合理安装设备,使其处于最佳工况。
- l) 选择最佳组合材料(如塑料/钢)和表面润滑材料。
- m) 在系统设计时,选择低噪声的力传递方法,例如弹性耦合、液压传动、摩擦轮驱动、三角皮带、平皮带代替齿轮传动、螺旋齿轮、摩擦齿轮等,提高齿轮加工精度,选用高阻尼的材料制作齿轮,采用多级电机和调速电机直接驱动。

A.2 降低噪声辐射

推荐下列措施:

- a) 当不需要对空气声隔离时,选用穿孔率 30%左右的穿孔板。
- b) 使用高阻尼的材料,例如灰口铸铁、夹层板、塑料等。
- c) 对向辐射表面传递的结构声进行隔离。
- d) 提高空气声隔离结构的质量,或采用充填吸声材料的双层壁。
- e) 机器罩体内部表面饰以吸声材料,如果传递到罩体的结构声不突出时,此措施更有效。
- f) 密封所有不需要的孔洞、缝隙,和用水泥浆充填连接处。
- g) 在需要保留的孔洞处,安装消声器或其他消声装置。

附 录 B

(资料性附录)

噪声源的布局

B.1~B.4 为推荐措施。

B.1 把高噪声源放在一起,减少它们对远的工作位置影响

两个等噪声强度的声源放在一起,总的噪声级增加 3 dB,如果把两个声源拉开一定距离,则它们周围的每一个区域也都受到影响。

B.2 最吵闹声源的位置

如果生产工艺允许,高噪声设备应和噪声低的设备分离。这可以通过把高噪声设备放在分离的房间或通过带有隔声门的墙壁隔离来实施。当高噪声设备集中放在一个房间时,A 声级可能仅增加几个分贝,这个增加可以通过房间壁面的适当处理加以抵消。

B.3 辅助作业的安排

低噪声作业也可以和高噪声作业分离,一般辅助作业不和噪声源相连,例如各部分的清洗、保养、维修和生产准备、生产后续作业(例如包装等)安排在低噪声区域。

B.4 使用遥控装置

如有可能,对一些高噪声的机器设备,采用遥控操作,为此操作者可远离噪声源。

附 录 C

(资料性附录)

隔 声 罩

隔声罩的降噪效果决定于其设计结构和噪声源的频谱。如果声源低频噪声为主,效果较低。

典型的隔声罩 A 计权噪声降低为:

- 隔声包扎 5 dB~10 dB
- 饰以吸声材料的单层壁隔声罩 10 dB~25 dB
- 饰以吸声材料的双层壁隔声罩 25 dB 以上

图 C.1 给出了典型的的不同结构隔声罩的插入损失频率特性。

隔声罩的孔洞和缝隙对其降噪效果特别是高频噪声有明显影响,开口面积应尽量小,例如泄露面积占 10%、1%、0.1% 的隔声罩其最大降噪量分别为 10、20、30 dB(A)。

只有设计很好的全隔声罩,并采用隔振支撑安装,没有孔洞或有孔洞安装消声器,采用适当密封的隔声门,才能获得很高的降噪值。

隔声罩的效果随着使用时间要降低,仔细地保养维修是必要的。

GB/T 18699.1—2002 和 GB/T 18699.2—2002 分别给出了隔声罩效果的实验室测量和现场测量方法。

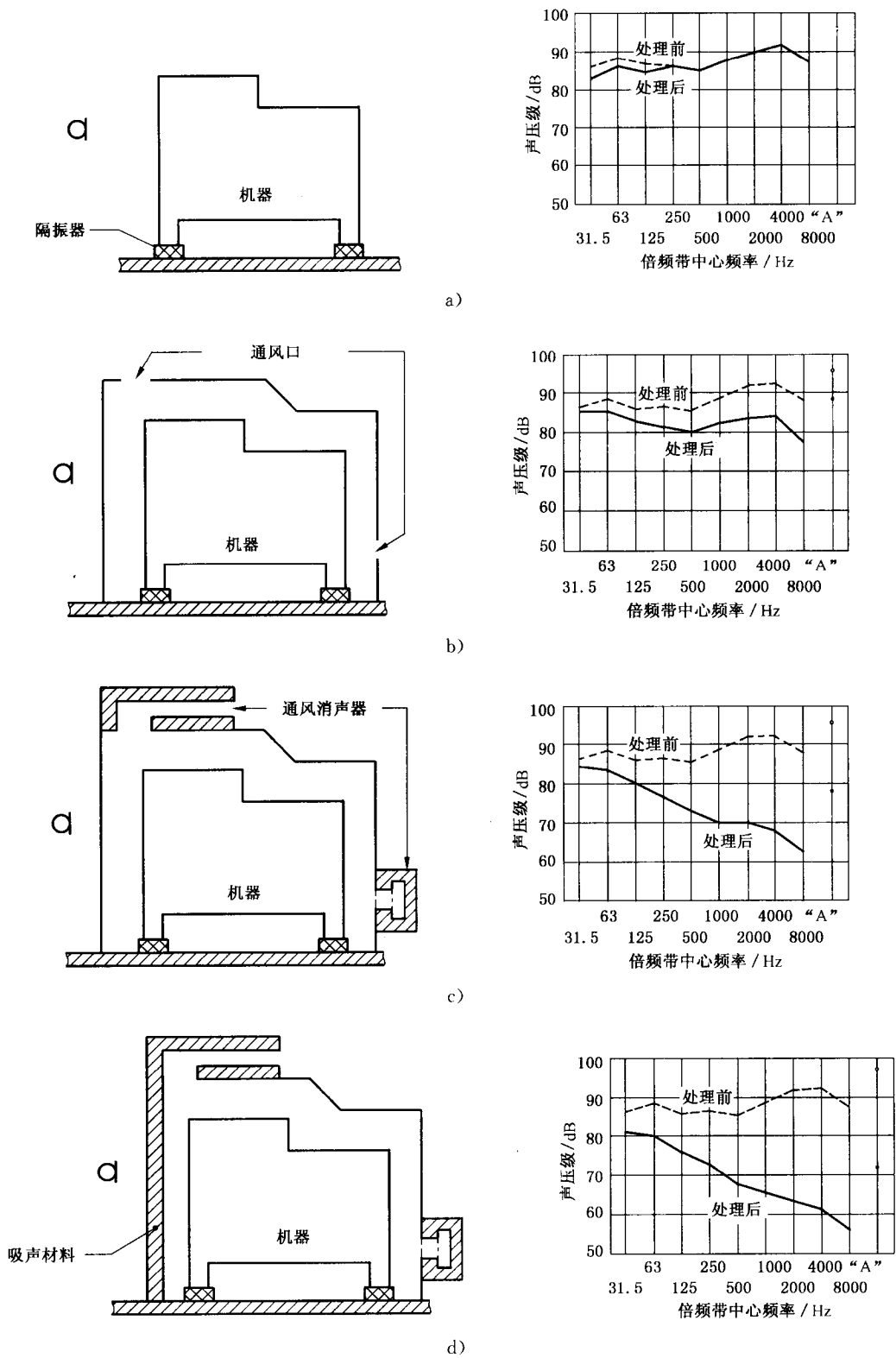


图 C.1 不同隔声罩的典型的降噪效果