

ICS 27.040

K 59

备案号: 65963-2019

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 10090 — 2018

螺杆膨胀机与被驱动机械发出的 空间噪声的测量

Measurement of airborne noise emitted by screw
expander and driven machinery

2018-10-29 发布

2019-03-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 声学环境 2

5 测量仪表 2

6 机组的安装和运行条件 3

7 A 计权声压级的测量 3

8 表面声压级和声功率级的计算 5

9 记录的内容 6

10 测量的不确定度 7

11 测试报告 8

附录 A（规范性附录） 测试环境鉴定方法 9

参考文献 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国螺杆膨胀机标准化技术委员会（SAC/TC 512）归口。

本标准负责起草单位：西安热工研究院有限公司。

本标准参加起草单位：江西华电电力有限责任公司、合肥通用机电产品检测院。

本标准主要起草人：施延洲、胡达、林泽安、余岳峰。

螺杆膨胀机与被驱动机械发出的 空间噪声的测量

1 范围

本标准规定了在包络螺杆膨胀机与被驱动机械的组合物（以下简称螺杆膨胀机组）的测量表面上噪声的工程测量方法，同时给出了测试环境、测量仪表的要求以及表面声压级和声功率级的计算方法。

本标准适用于在稳态运行条件下测量螺杆膨胀机组的噪声。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 4129 声学 用于声功率级测定的标准声源的性能与校准要求

GB/T 30554 螺杆膨胀机 术语

IEC 61672（所有部分）电声学 声级计（Electroacoustics—Sound level meters）

3 术语和定义

GB/T 30554 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

声压级 sound pressure level

L_p

声压与基准声压之比值以 10 为底的对数乘以 20 的值。

$$L_p = 20 \lg \frac{p}{p_0}$$

式中，基准声压 p_0 等于 $20 \mu\text{Pa}$ 。

如果采用 IEC 61672-1 规定的特定频率和时间加权或特定频段，则用 A 计权表面声压级 $\overline{L_{pA}}$ 表示。

注：声压级单位为分贝（dB）。

3.2

声功率级 sound power level

L_w

声功率与基准声功率之比值以 10 为底的对数乘以 10 的值。

$$L_w = 10 \lg \frac{P}{P_0}$$

式中，基准声功率 P_0 为 1 pW (10^{-12} W)。

如果应用 IEC 61672-1 规定的特定频率加权或特定频段，则用 A 计权声功率级 L_{wA} 表示。

注：声功率级单位为分贝（dB）。

3.3

测量表面 measurement surface

包围声源的面积为 S 的一个假想表面。

注：测量声压级的传声器位于该假想表面上。

3.4

基准表面 reference surface

一个假想的恰好包围声源并终止于一个或多个反射面上的最小矩形六面体的表面。

3.5

测量距离 measurement distance

基准面和测量表面之间的距离。

3.6

背景噪声 background noise

来自被测声源以外所有的其他声源的噪声。

3.7

背景噪声修正 background noise correction

用于测量表面上所有传声器位置上时间平均声压级的平均值（能量平均值）的修正，用 K_1 表示，以考虑背景噪声的影响。A 计权用 K_{1A} 表示。

3.8

环境修正 environmental correction

用于测量表面上的所有传声器位置上的时间平均声压级的平均值（能量平均值）的修正，用 K_2 表示，以考虑反射或吸收的声音的影响。A 计权用 K_{2A} 表示。

4 声学环境

4.1 测试环境的充分准则

为了使声源辐射到反射面上的自由场中，理想的测试环境应除反射平面之外无反射物体。适合按本标准进行测量的测试环境，包括满足附录 A 鉴定要求的平坦室外场地和室内环境。

附录 A 阐述了考虑到测试环境与理想条件的偏差而确定环境修正（如果有的话）数值的方法。

注：如在不足附录 A 准则的空间内测量，试验结果的标准偏差可能大于第 10 章中给出的标准偏差。

4.2 背景噪声级的准则

在传声器位置上，背景噪声产生的 A 计权声压级至少应比有被测声源的机械运行时的 A 计权声压级低 3dB。

注：当被测声源的声压级高于背景噪声的声压级不到 3dB 时，无法对被测机械进行有效的测量。但是，在有更高背景噪声的情况下，测定的结果作为声源功率级的上限指示可能是有用的。

4.3 风速

如果在室外进行测量，风速应小于 5m/s。当风速高于 1m/s 时，应使用风屏以保证背景噪声级（由风和其他背景噪声源累积作用而产生）至少比有被测声源运行时的声级低 3dB。

5 测量仪表

5.1 总则

测量仪表为满足 IEC 61672 要求的声级计，应采用“慢”档时间计权。

为了将观测者对测量值的影响减至最小，在传声器和声级计之间应采用一根缆线或延伸杆。观测者不应站在传声器和被测声功率级的声源之间。

5.2 校准

至少在每次系列测量之前，应采用准确度为 0.5dB 声级校准计，在一个或多个频率下校验整个测量系统（如使用电缆，应包括电缆）中的传声器。校准频率应在 250Hz~1000Hz 的范围内。校准计应每年检定一次以证实输出没有变化。

6 机组的安装和运行条件

6.1 螺杆膨胀机组的安装

噪声测量要在螺杆膨胀机组及其所有隔热板、罩壳完全安装好的现场进行。

注：当没有受到安装的设备、传动装置、负载装置和场地上其他试验设备所辐射的附加的噪声影响时，在进行试验的场地上所做噪声测量的结果，才是可用的。

6.2 运行条件

测量噪声时一般应在额定转速及额定流量条件下进行，当与用户协商同意，也可在其他条件下测量，但应记录具体运行条件。

在进行任何噪声测量前，螺杆膨胀机组都应处于稳态运行工况。

应注意避免来自其他机械的噪声（见 6.3 和 7.3）。

注：在启动和停机期间，可在短期内出现由辅机（如旁路装置）产生的和部分由螺杆膨胀机组部件辐射的较高噪声级。这样的噪声源或运行工况不在本标准范围内。

6.3 辅助设备和被连接机械

被测的螺杆膨胀机组运行所需的、但并非机组部件的一切辅助设备不得对噪声测量有较大的影响（见 7.3）。

7 A 计权声压级的测量

7.1 基准表面和测量表面

相关的基准面由相邻的几个单独的基准矩形六面体组成，这样它们刚好包围包括保温层、任何噪声控制屏和罩壳在内的螺杆膨胀机组的各不同部件。该表面应终止在反射平面上。确定基准表面的尺寸时，突出在声源之外的非主辐射体零部件可忽略不计。通常，只是阀门要用基准面把它的任何突出部位包围进去。如果阀门不是螺杆膨胀机组主体的部件，应按本标准进行单独测量，基准面和测量表面的结构以及传声器位置的分布，应在测量报告中叙述清楚。

注：对于类似的机组为了得到相同的测量表面，即使该螺杆膨胀机组打算不带保温层运行，其基准矩形六面体也总是根据装好有保温层的螺杆膨胀机组来确定的。

传声器位于测量表面上，该表面是围住声源以及基准矩形六面体终止于反射平面，面积为 S 的一个假想表面。传声器应置于离地面或工作站台 1.2m 处。

对于螺杆膨胀机组，其测量表面由矩形六面体组成，如图 1 所示，其各侧平行于基准矩形六面体的各侧，并与基准矩形六面体的距离（测量距离）相等，测量距离 d 为 1m，如图 2 所示。

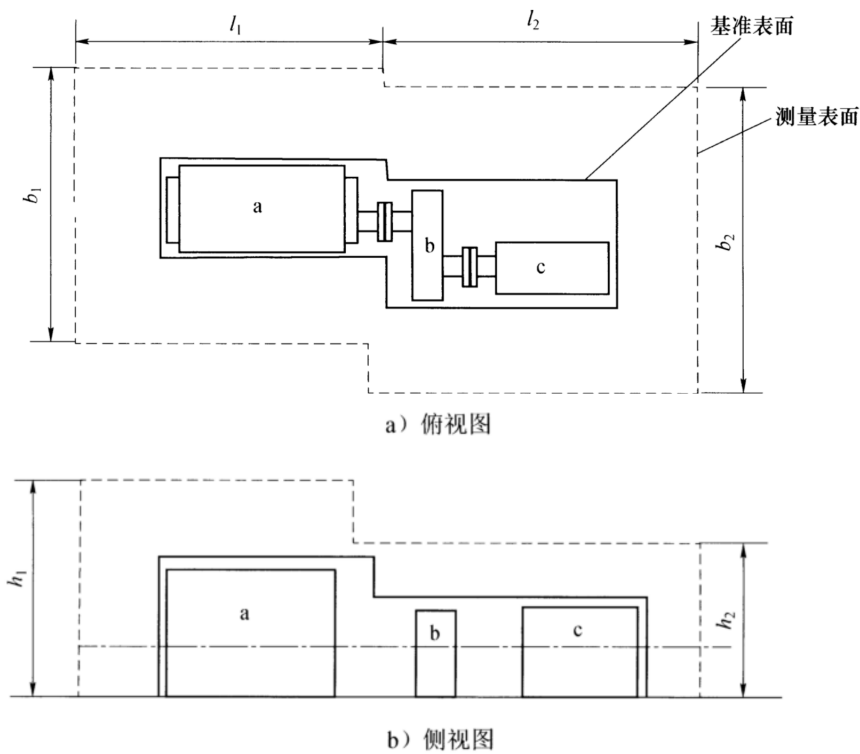
根据图 1，测量表面的面积 S 按式（1）计算。

$$S = 2h_{\max} \times b_{\max} + \sum_{i=1}^Z l_i (2h_i + b_i) \quad (1)$$

式中：

h_{\max} ——最大高度；

b_{\max} ——最大宽度；
 Z ——矩形六面体的个数。

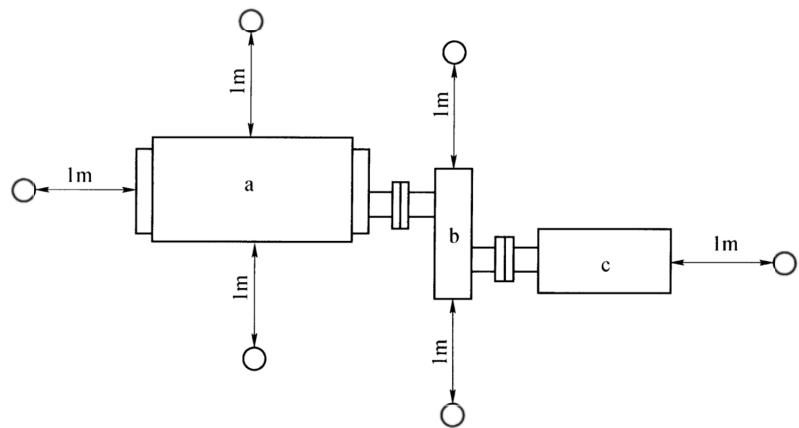


说明：
a——螺杆膨胀机；
b——变速箱；
c——发电机或被驱动设备。

图 1 基准表面和测量表面示意图

7.2 传声器的布置

典型螺杆膨胀机组传声器的位置布置图如图 2 所示。



说明：
○——测点位置。

图 2 传声器位置的典型布置图

注：当初步测量能够表明除去顶部测点对计算声源功率级的影响不大于 1dB 时，出于安全和价格的理由，顶部测点可以除去。

如果螺杆膨胀机组安装在高于地面的基础平台上，则机组某些部件辐射的噪声可传入运行层下面的空间中。在这个空间中，噪声通常主要来自非螺杆膨胀机组部件的设备。由于该空间背景噪声高，不推荐安放传声器。因为该空间的辐射表面与螺杆膨胀机组总表面相比很小，在测定螺杆膨胀机组的声功率级时该空间可忽略不计。

7.3 A 计权声压级的测量

在每个规定的位置上测量 A 计权声压级。对背景噪声进行修正（见 8.1）后，该数据用来按第 8 章的公式进行表面声压级和声功率级的计算。

7.4 测量条件

环境条件可能对用于测量的传声器产生不利影响。如强电场或强磁场，风、被试机械排出的空气或蒸汽的冲击，高温或低温这样的条件应通过正确选择传声器位置而加以避免，

注：关于传声器位置的选择，可参阅 GB/T 12060.4 和 IEC 61672。

声压级应在机组典型运行期间进行检测。A 计权声压级（相当于平均一平方声压级）应在各测点测取。所用的仪表应满足第 5 章的要求。

应测得以下数据：

- a) 试验机械运行期间的 A 计权声压级；
- b) 背景噪声的 A 计权声压级。

8 表面声压级和声功率级的计算

8.1 背景噪声修正

A 计权背景噪声修正值根据声源运行时测得的声压级与背景噪声声压级之差值，可直接从表 1 查得，也可由式（2）计算得到。

$$K_{1A} = -10\lg(1 - 10^{-0.1\Delta L_p}) \tag{2}$$

式中：

ΔL_p ——声源运行时测得的 A 计权时间平均声压级与背景噪声的 A 计权时间平均声压级之差值。

表 1 对背景噪声的修正

声源运行时测得的声压级与背景噪声声压级之差值 dB	为了得到声源单独产生的声压级，由声源运行时测得的声压级中要减去的修正值 dB
3	3.0
4	2.0
5	2.0
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	0.5
10	0.5
>10	0.0

注 1：在多数情况下（尤其是室内测量），不可能在螺杆膨胀机组停运时测定背景噪声级。此时，背景噪声只能通过考虑辅助设备的声功率级和试验房间的反射特性来进行估计。

注 2：另一种方法是进行噪声测量以确定主要背景噪声源，若适用，采用吸声层或隔声层，以减小背景噪声级。

8.2 环境修正

如果必要，测得的声压级应对试验环境中不希望有的反射予以修正，确定修正值的详细方法见附录 A.3。

8.3 计算测量表面上的平均声压级

根据每个测量的 A 计权声压级，计算测量表面平均声压级，见式 (3)。

$$\overline{L_p} = 10 \lg \left(\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{pAi}} \right) \quad (3)$$

式中：

$\overline{L_p}$ ——测量表面平均声压级，单位为分贝 (dB)；

L_{pAi} ——第 i 个测点上 A 计权声压级，单位为分贝 (dB)；

N ——测点总数。

8.4 A 计权表面声压级的计算

A 计权表面声压级由测量表面平均声压级扣除背景噪声和试验环境修正后得到，根据式 (4) 进行计算。

$$\overline{L_{pA}} = \overline{L_p} - K_{1A} - K_{2A} \quad (4)$$

式中：

$\overline{L_{pA}}$ ——A 计权表面声压级，单位为分贝 (dB)；

K_{1A} ——考虑背景噪声影响的 A 计权背景噪声修正，单位为分贝 (dB)；

K_{2A} ——考虑声反射影响的 A 计权环境修正 (计算方法见附录 A.3)，单位为分贝 (dB)。

环境修正值 K_{2A} 典型范围是从 0dB (对于室外测量) 到 10dB 以上 (高混响房间的室内测量)。使用本标准时，其允许的最大环境修正值为 7dB。

8.5 A 计权声功率级的计算

A 计权声功率级应由式 (5) 计算。

$$L_{WA} = \overline{L_{pA}} + 10 \lg(S / S_0) \quad (5)$$

式中：

L_{WA} ——声源的 A 计权声功率级，基准值为 1pW，单位为分贝 (dB)；

$\overline{L_{pA}}$ ——按 8.4 测得的 A 计权表面声压级，基准值为 20μPa，单位为分贝 (dB)；

S ——测量表面的面积，单位为平方米 (m²)；

S_0 ——1，单位为平方米 (m²)。

9 记录的内容

9.1 被测螺杆膨胀机组

对于被测螺杆膨胀机组，应记录和汇总下列可能用到的内容资料：

- 被测螺杆膨胀机组的说明 (包括其尺寸)。
- 运行工况。
- 安装条件和螺杆膨胀机组运行层面相对于螺杆膨胀机组和基础地面的位置。
- 如果机器有多个临时运行声源，应有测量期间内运行声源的说明。

- e) 可能影响传声器位置上噪声的附加设备和辅机噪声源的数量和位置。
- f) 噪声控制屏和/或罩壳的数量、类型、位置和大小。

9.2 声学环境

对于声学环境，应记录和汇总下列可能用到的内容资料：

- a) 试验环境的说明。如果是室内，应阐明墙壁、天花板和地面的实际处理状况，包括一张标注了声源位置的示意图，所有房间的容积和其他重要细节，如地板的开口情况的示意图；如果是室外，包括一张表明声源与周围场地相对位置的示意图，并包含该试验环境的实际状况。反射（地面）平面的性质应予记录。
- b) 测试环境的声学鉴定见附录 A。

9.3 仪表

对于仪表，应记录和汇总下列可能用到的内容资料：

- a) 测量所用的设备，包括名称、类型、编号和制造厂。
- b) 仪表系统校准的日期和地点。
- c) 检查传声器及其测量设备校准所使用的方法。

9.4 声学数据

对于声学数据，应记录和汇总下列可能用到的内容资料：

- a) 传声器位置（如需要，可包括示意图）和测量距离。
- b) 测量表面的面积 S 。
- c) 各传声器位置上的 A 计权声压级。
- d) 各传声器位置上背景噪声的 A 计权声压级和相应的修正值。
- e) 按附录 A 算得的环境修正值。
- f) A 计权表面声压级。
- g) 计算得的 A 计权声功率级，该值应圆整为最接近的整数分贝值。
- h) 详述噪声的主观感受（可听见的不连续音调、脉冲特性、频谱成分、瞬时特征等）。
- i) 测量日期和时间。

10 测量的不确定度

按照本标准进行的测量，其测量的不确定度不大于表 2 给出的值。

表 2 A 计权声功率级测量的不确定度

使用范围	标准偏差 dB
适用于包括分散主音调在内的声源	5
适用于频率均匀分布在人们关注的频率范围内的声源	4
注 1：如果本标准规定的方法用于比较类似机组全向和辐射宽频带噪声的声功率级，且在相似环境下测量，则此比较测量的不确定度的标准偏差不大于 3dB。	
注 2：本表所给出的标准偏差反映各种测量不确定度产生因素的累积效应，包括机器设备之间的差异可能引起的声功率级的变化，例如，改变声源的安装和运行工况引起的变化。试验结果的再现性和重复性可能会比表 2 所给出不确定度所表示的情况好很多。	
注 3：本表所给出的标准偏差值，从有效试验资料来看，认为是比较保守的。	

11 测试报告

报告应阐明完全按本标准的方法测量所得的 A 计权声功率级的内容，并说明该声功率级是以 1pW (10^{-12}W) 为基准，并以分贝值来表示。

报告至少提供如下数据：

- a) 被测螺杆膨胀机组的说明，包括噪声控制屏和/或罩壳装置。
- b) 运行工况。
- c) 经背景噪声修正后的、试验螺杆膨胀机组周围的各个传声器位置上的 A 计权声压级。
- d) A 计权表面声压级。
- e) A 计权声功率级。
- f) 测量日期和时间。

特殊情况下，试验报告有必要包含第 9 章所列的所有资料。

附 录 A
(规范性附录)
测试环境鉴定方法

A.1 总则

按本标准进行测量应提供一个反射平面以上近似自由场的环境。户外适当的试验场地或一个满足本附录所提要求的普通房间可作为测量环境。

除反射平面以外，反射物体应从被测机械的邻近处尽可能地移至最远处。试验房间应能理想地提供一个假定的测量表面，该表面位于：

- a) 基本上不受附近物体和房间边界反射干扰的声场之内；
- b) 近于被测声源的声场的外部。

对简易法而言，频率高于 100Hz 时，当测量点与被测声源的距离大于或等于 0.25m 时，则测量表面被认为是近场的外部。

对于室外测量，A.2 所规定的条件应予保证。对于室内测量，应遵循 A.3 两种鉴定方法之一。否则，测量就不符合本标准的要求。

A.2 测量环境条件

A.2.1 反射平面

A.2.1.1 反射平面的类型

对于室外测量，其反射平面应是不受干扰的土面或人造的混凝土地面或致密的沥青地面。对于室内测量，其反射平面通常是房间的地面。

注：当反射表面不是地平面或试验房间的地面时，注意确保其反射表面不会因振动而辐射任何明显的声能。

A.2.1.2 形状和尺寸

反射表面应大于测量表面在反射表面上的投影，并且最好大于该投影 4m 以上的距离。

A.2.1.3 吸声系数

在所考虑的范围内，反射平面的吸声系数宜小于 0.1。当在混凝土地面、沥青地面、沙或石地面上进行室外测量时，这要求一般是满足的；对于室内测量，木质地面和砖面是允许的。

A.2.2 反射物

测量时，测量表面的内部应无被测声源部件的反射物。

A.2.3 室外测量的注意事项

应认识到不利的气象条件（例如温度梯度、风量、降雨量以及湿度）都会影响测量值。测量期间应避免极端气象的条件。在一切情况下，应遵守制造商在仪表使用说明书中所指明的注意事项。

A.3 室内测量的鉴定方法和要求

A.3.1 使用标准声源的测试方法

环境修正值 K_2 也可通过计算标准声源的声功率级来确定, 该标准声源已在反射平面 ($K_2=0$) 上的自由声场中预先进行了标定。此时 K_2 由下式所示。

$$K_2 = L_w - L_{wT} \quad (\text{A.1})$$

式中:

L_w ——标准声源的声功率级, 基准值 1pW, 单位为分贝 (dB);

L_{wT} ——标准声源标定后的声功率级, 基准值 1pW, 单位为分贝 (dB)。

注: L_w 是在被测螺杆膨胀机组每条长边的中部进行两次测定的平均值, 测量表面距标准声源 1m。 L_w 是按 GB/T 3768 所述的方法测定的, 无环境修定值 K_2 (即 K_2 假定为零)。 L_{wT} 值按 GB/T 4129 所述方法测定。

A.3.2 其他方法

A.3.2.1 概述

环境修正值考虑了房间边界和/或被测声源附近的反射物体不希望有的声反射影响, 环境修正值的大小主要取决于试验房间等效吸声面积 A 和测量表面面积 S 之比值。其大小与声源在试验房间的位置基本无关。

在本标准中, 对应于 A/S 值的环境修正值由图 A.1 求取。测量表面面积 S 由 7.1 式 (1) 算得。

环境修正值 K_2 由下式给出, 曲线见图 A.1。

$$K_2 = 10 \lg[1 + 4(S/A)] \quad (\text{A.2})$$

式中:

A ——1kHz 频率上房间的等效吸声面积, 单位为平方米 (m^2);

S ——测量表面面积, 单位为平方米 (m^2)。

A.3.2.2 采用混响法确定 A 值

等效吸声面积由试验房间的混响时间确定, 混响时间测定, 用宽带噪声或脉冲声激发, 在接收系统上用 A 计权接收。 A 值 (m^2) 由下式给出:

$$A = 0.16(V/t) \quad (\text{A.3})$$

式中:

V ——试验房间的体积, 单位为立方米 (m^3);

t ——试验房间的混响时间, 单位为秒 (s)。

注: 当直接从 A 计权测量值确定环境修正值时, 建议使用中心频率为 1kHz 的频带混响时间。

A.3.2.3 采用近似法确定 A 值

房间表面的平均吸声系数按照表 A.1 估算。 A 值由下式给出:

$$A = \alpha \cdot S_v \quad (\text{A.4})$$

式中:

α ——表 A.1 给出的 A 计权平均吸声系数;

S_v ——测试房间边界总面积, 单位为平方米 (m^2)。

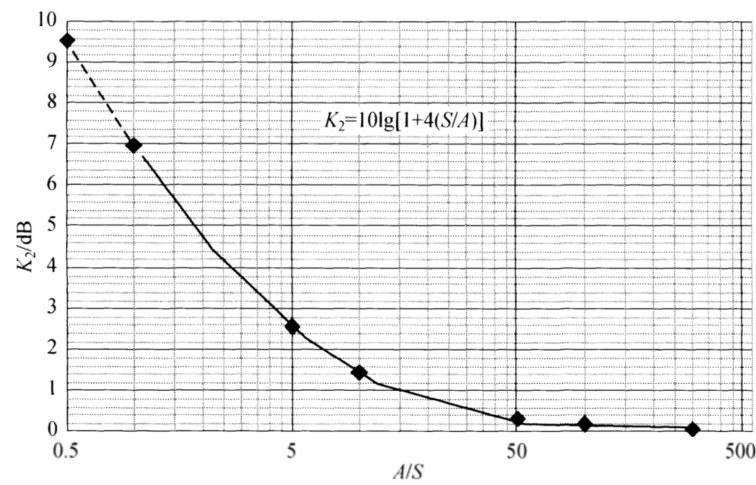


图 A.1 环境修正值 K_2

表 A.1 平均吸声系数的近似值

平均吸声系数	房 间 特 征
0.05	混凝土、砖、灰泥面或瓷砖贴面的光滑坚硬墙壁，房间几乎全空
0.10	混凝土、砖、灰泥面或瓷砖贴面的光滑坚硬墙壁，房间部分空
0.15	矩形机械间或工业厂房
0.20	不规则形状的机械间或工业厂房
0.25	天花板或墙面装有少量吸声材料的机械间或工业厂房
0.35	天花板和墙面均装有吸声材料的机械间或工业厂房
0.50	天花板和墙面均装有大量吸声材料的机械间或工业厂房

A.3.3 试验房间的鉴定要求

为了使试验房间中的测量表面能满足按本标准要求进行测量，环境修正值 K_2 应不大于 7dB，即 $K_2 \leq 7$ 。这意味着吸声面积 A 与测量表面面积 S 的比值应不小于 1，即 $A/S \geq 1$ 。

注：比值 A/S 越大越好。

如果上述要求不能满足，可在试验房间里放入吸声材料来增大比值 A/S ，并在新的条件下重新测定 A/S 值。

如果环境不能满足本条款的要求，则此环境不能用作按本标准要求进行被测声源的测量。

A.4 室外测量的鉴定要求

对于比螺杆膨胀机组体积大得多且未完全封闭的厂房，环境修正值可视作零。对于室外测量其反射平面应具有 A.2.1 所规定的特性，并且背景噪声级应符合 4.2 的要求。

参 考 文 献

GB/T 12060.4 声系统设备 第4部分：传声器测量方法

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
螺杆膨胀机与被驱动机械发出的
空 间 噪 声 的 测 量
NB/T 10090—2018

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2019年8月第一版 2019年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 27千字
印数 001—500册

*

统一书号 155198·1437 定价 15.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究
本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电力出版社官方微信



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息



155198.1437