



中华人民共和国汽车行业标准

QC/T 1132—2020

电动汽车用电动动力系统噪声测量方法

Measurement methods of the noise of electric power train system for electric vehicles

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）提出并归口。

本标准主要起草单位：中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、合肥巨一动力系统有限公司、上海电驱动股份有限公司、联合汽车电子有限公司、上海蔚来汽车有限公司、北京理工大学、浙江尤奈特电机有限公司、苏州汇川联合动力系统有限公司、中国第一汽车集团有限公司、深圳市大地和电气有限公司、奇瑞新能源汽车技术有限公司、东风汽车有限公司东风日产乘用车公司、泛亚汽车技术中心有限公司。

本标准主要起草人：高辉、崔国旭、汤祥、朱克非、蔡振巍、许力文、宋强、褚静娟、周乃涛、文彦东、马先红、郗世洪、何鹏林、曹冬冬、沙文瀚、张国辉、张栖霞。

电动汽车用电动动力系噪声测量方法

1 范围

本标准规定了电动汽车用电动动力系的声功率级和表面声压级的测量方法。
本标准适用于电动汽车用电动动力系及其子系统，其他类似结构和部件可参考使用。

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，仅所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 3241—2010 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

GB/T 3767—2016 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 反射面上方近似自由场的工程法

GB/T 3785.1—2010 电声学 声级计 第1部分：规范

GB/T 6882—2016 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 消声室和半消声室精密法

GB/T 15173—2010 电声学 声校准器

GB/T 18488.1—2015 电动汽车用驱动电机系统 第1部分：技术要求

GB/T 19596—2017 电动汽车术语

3 术语和定义

GB/T 6882—2016、GB/T 18488.1—2015、GB/T 19596—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电动动力系 electric power train system

包括了驱动电机系统与传动系统的动力系。

[GB/T 19596—2017]

3.2

驱动电机系统 drive motor system

驱动电机、驱动电机控制器及其工作所必需的辅助装置的组合。

[GB/T 19596—2017]

4 声学环境和测量仪器

4.1 一般要求

4.1.1 测量应在半消声室内或具有相邻两个反射面的半消声室内进行。在包络测量面内尽量减少试验台附属设备（驱动法兰、台架支撑、冷却管路等）、运转所必需的部件（控制器、线缆、悬置支架等）等所有附件的安装和布置，其较大反射表面部位应进行声学处理。

4.1.2 测试的频率范围为中心频率 125 Hz~16 000 Hz 的倍频带（对于 1/3 倍频带，中心频率为 100 Hz~20 000 Hz）。如果测试环境的频率范围达不到以上的频率范围，测试频率范围可以缩小并在测试报告中做出说明。

4.2 背景噪声要求

见表 1 和表 2。

表 1 电动动力系声功率级测量环境及测量面的确定

测量面	参考标准	测量环境	对背景噪声的限定	推荐测点数目	准确度等级
平行六面体	GB/T 3767-2016 附录C.7	半消声室	$\Delta L \geq 6$ dB (如可能, 大于15 dB)	9	2级 (工程法)
	GB/T 3767-2016 附录C.12	半消声室内具有相邻 的两个反射面	$\Delta L \geq 6$ dB (如可能, 大于15 dB)	6	2级 (工程法)
注：附录A中的图A.4的电动动力系可按照具有两个反射面声学环境的平行六面体测量面进行测量，其他结构的电动动力系可按照半消声室环境的平行六面体测量面进行测量。					

表 2 驱动电机系统声功率级测量环境及测量面的确定

测量面	参考标准	测量环境	对背景噪声的限定	推荐测点数目	准确度等级
半球	GB/T 6882-2016 附录E	半消声室	$\Delta L \geq 10$ dB (如可能, 大于15 dB)	20	1级 (精密法)
平行六面体	GB/T 3767-2016 附录C.12	半消声室内具有相邻 的两个反射面	$\Delta L \geq 6$ dB (如可能, 大于15 dB)	6	2级 (工程法)

4.3 测试环境声学合用性要求

4.3.1 测试环境除反射面外应无其他反射体，使声源能够向反射面反方向的自由空间辐射。1级准确度等级测量环境的反射面应超出测量表面在该反射面上投影边界，超出量不低于最低测量频率声波波长的 1/4 和 0.75 m 的较大者，反射面吸声系数在测试频率范围内应小于 0.06。2级准确度等级测量环境的反射面应超出测量表面在该反射面上投影边界至少 0.5 m，反射面吸声系数在测试频率范围内应小于 0.1。

4.3.2 测试环境对 A 计权，环境修正系数 $K_{2A} \leq 4$ dB，对测试频率范围内第 j 个频带，环境修正系数 $K_{2j} \leq 4$ dB，则测试环境有效。

4.4 测量仪器

4.4.1 包括传声器、电缆在内的声学仪器系统，应满足 GB/T 3785.1—2010 中 1 级的要求。

4.4.2 滤波器应满足 GB/T 3241—2010 中 1 级的要求。

4.4.3 每次系列测量的前后,应用满足 GB/T 15173—2010 中 1 级要求的声校准器在测量频率范围内的一个或多个频率上对整个测量系统进行校验,每次系列测量前后校准所得的读数之差应不大于 0.5 dB。

5 测试对象与安装条件

5.1 测试对象

本标准适用的电动动力系典型结构参见附录 A。

5.2 安装条件

5.2.1 电动动力系

5.2.1.1 推荐采用原车悬置系统和传动轴,安装姿态应符合设计要求。

5.2.1.2 传动轴与负载测功机的连接,至少要有一套具有隔振功能的弹性联轴器。

5.2.1.3 电机控制器的安装有如下说明:

a) 对于电机控制器与电机集成在一起的驱动电机系统,将电机控制器视为电机的一部分,电机控制器与电机按实际匹配情况安装;

b) 对于电机控制器与电机可分开的驱动电机系统,应将电机控制器远离电机,并对其进行声学处理,使其不影响电机本体噪声测试结果。如需包含电机控制器噪声,推荐采用原车布置方式。

注:电机控制器的安装位置和声学处理方式在测试报告中进行说明。

5.2.2 驱动电机系统

5.2.2.1 驱动电机系统安装姿态应符合实际使用情况。

5.2.2.2 驱动电机系统应采用刚性安装支撑方式,连接测功机和电机的驱动法兰应具备高刚度低惯量性能,同时加入弹性隔振元件。

5.2.2.3 电机控制器的安装说明参照 5.2.1.3。

5.2.3 电机控制器

5.2.3.1 如需单独测试电机控制器的噪声,宜将控制器放置在单独的半消声室内测量。

5.2.3.2 电机控制器应放置在半消声室内的反射面上,保证平稳静止。

6 声功率级的测定

6.1 一般要求

6.1.1 根据被测件的结构,在表 1 和表 2 中选择一个合适的测量方法进行声功率级的测定。

6.1.2 测量背景噪声时,被测件和传声器均放置于待测位置,被测件与测功机断开,驱动电机系统断电,测功机以测量工况转速运转。

6.2 运行工况

6.2.1 电动动力系

6.2.1.1 被测电动动力系的冷却和润滑应满足设计要求。试验过程中传动系统润滑油温宜在 60 °C~100 °C 范围内。

- 6.2.1.2 驱动电机系统的直流母线电压设定为额定电压，分别在电动和发电状态的峰值扭矩、峰值功率和持续扭矩、持续功率工况下运行。测试电源应满足被测件的设计要求。
- 6.2.1.3 试验过程中应保持边界条件一致。
- 6.2.1.4 测量 6.2.1.2 工况下各转速的声功率级，工况应记录在试验报告中。
- 6.2.1.5 如有需要，其他工况可由生产厂和用户共同协商确定。
- 6.2.1.6 如传动系具有多个挡位，则应在所有挡位下按照 6.2.1.1~6.2.1.5 的要求进行测量。

6.2.2 驱动电机系统和电机控制器

- 6.2.2.1 冷却应满足设计要求。
- 6.2.2.2 运行工况按照 6.2.1.2~6.2.1.5 的要求执行。

6.3 测量环境及测量面的确定

6.3.1 电动动力系

电动动力系声功率级的测量环境及测量面应符合表1规定。

注：5.2.1.3中a)和b)的描述均适用于表1。

6.3.2 驱动电机系统

驱动电机系统声功率级的测量环境及测量面应符合表2规定。

注：5.2.1.3中a)和b)的描述均适用于表2。

6.3.3 电机控制器

电机控制器声功率级应采用表3的方法进行测量。

表3 电机控制器声功率级测量环境及测量面的确定

测量面	参考标准	测量环境	对背景噪声的限定	推荐测点数目	准确度等级
半球	GB/T 6882-2016 附录E	半消声室	$\Delta L \geq 10$ dB (如可能, 大于15 dB)	20	1级 (精密法)

6.4 声功率级的计算

- 6.4.1 测量面与传声器布置参考 GB/T 3767-2016 标准时，声功率级的测量与计算方法参考 GB/T 3767-2016 中的 8.2.1、8.2.2、8.2.4、8.2.5，背景噪声与环境噪声修正按照本标准第 8 章执行。
- 6.4.2 测量面与传声器布置参考 GB/T 6882-2016 标准时，声功率级的测量与计算方法参考 GB/T 6882-2016 的 9.4.1、9.4.3、9.4.4，背景噪声与环境噪声修正按照本标准第 8 章执行。

7 表面声压级的测定

7.1 一般要求

- 7.1.1 根据被测件的结构，在附录 B 中选择一个合适的测量方法进行声压级的测定。
- 7.1.2 测量背景噪声时，被测件和传声器均放置于待测位置，被测件与测功机断开，驱动电机系统断电，测功机以测量工况转速运转。

7.1.3 不同声学环境下的表面声压级测量结果不宜进行对比。

7.2 运行工况

7.2.1 稳态工况

电机分别在电动和发电状态下的峰值和持续工况运行，并参照表 4 规定的转速进行测量，其中应包含最高转速。将每个工况测量的声压级结果记录在表 4 中。

表 4 稳态工况表面声压级记录表

	峰值电动	持续电动	峰值发电	持续发电
500 (r/min)				
1 000 (r/min)				
3 000 (r/min)				
5 000 (r/min)				
.....				
最高转速 (r/min)				
注 1: 转速间隔可自定义。				
注 2: 峰值工况包括峰值扭矩和峰值功率，持续工况包括持续扭矩和持续功率。				

7.2.2 非稳态工况

可参考被测件在整车状态下的加速、制动、滑行、倒车工况，其他工况由生产厂和用户共同协商确定。

7.3 表面声压级的计算

7.3.1 根据附录 B 确定驱动电机系统和电动动力系的传声器位置。

7.3.2 附录 B 中的 h 应不小于 0.5 m，如不满足要求，应在试验报告中予以说明。

7.3.3 计算所有传声器测量的平均声压级 L' 。由公式 (1) 计算得到：

$$L' = 10 \lg \sum_{i=1}^n \frac{10^{0.1L_{pi}}}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

L_{pi} ——第 i 个传声器位置的声压级。

n ——传声器位置个数。

7.3.4 稳态工况的测量结果参照第 8 章的要求进行修正，非稳态工况的测量结果不需要修正。

8 测量修正

8.1 背景噪声修正

按照第 6 章和第 7 章规定在声源不工作时测得背景噪声，背景噪声平均声压级为 L'' 。在声源运行时测得的平均声压级为 L' ，背景噪声修正值 K_1 (A 计权或频带) 由式 (2) 计算得到，单位为 dB：

$$K_1 = -10 \lg(1 - 10^{-0.14L}) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$$\Delta L = L' - L''$$

当 $\Delta L \geq 15$ dB时无需修正。

当 $6 \text{ dB} \leq \Delta L < 15 \text{ dB}$ 时，应根据公式（2）修正。当测量在单个频带上无效时，若 $\Delta L \geq 6 \text{ dB}$ ，则A计权值有效，这里 $\Delta L = L_A' - L_A''$ 。

当 $\Delta L < 6 \text{ dB}$ 时，不符合本标准要求，测量结果准确度降低，但仍可以按照公式（2）修正，结果作为被测声源的噪声上限，并在报告的正文和结果图标中说明。

8.2 环境噪声修正

环境修正 K_2 （A计权或频带）按GB/T 3767—2016附录A给出的方法之一测定。

如果 $K_2 \leq 4 \text{ dB}$ ，则环境满足要求。

如果 $K_2 > 4 \text{ dB}$ ，则环境不能满足要求，测量结果准确度降低，但仍可以按照 $K_2 = 4 \text{ dB}$ 修正，结果作为被测声源的噪声上限，并在报告的正文和结果图标中说明。

在满足GB/T 6882—2016附录A要求的半消声室中测量时，可不作环境修正。

8.3 修正计算

修正后的表面声压级 L 照公式（3）计算：

$$L = L' - K_1 - K_2 \dots\dots\dots (3)$$

9 记录内容

9.1 被测件信息

9.1.1 基本参数

包括但不限于型号、尺寸、所带附件、驱动电机额定功率/转速、额定扭矩/转速、峰值功率/转速、峰值扭矩/转速、最高转速、传动系速比、制造厂家、编号等。

9.1.2 安装条件

包括但不限于台架安装姿态、悬置系统、传动轴、控制器的布置、附件信息等。

9.1.3 监控参数

包括但不限于电压、电流（直流/交流）、转速、扭矩、功率、驱动电机冷却液的温度、润滑油的温度等。

9.2 声学环境

半消声室说明截止频率和背景噪声等，用简图说明被测件位置和半消声室布局。

9.3 仪器

9.3.1 说明测量用仪器的名称、品牌、型号、编号。

9.3.2 用于校准传声器的方法，校准日期和地点。

9.4 声学数据

- 9.4.1 1级准确度参考 GB/T 6882-2016 中 11.5 对声功率级的要求。
- 9.4.2 2级准确度参考 GB/T 3767-2016 中 10.5 的要求。
- 9.4.3 表面声压级的测量结果按照 2 级准确度要求处理。

工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

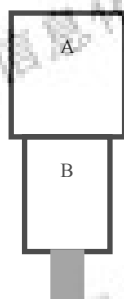
附录 A
 (资料性附录)
 电动动力系常见结构

电动动力系在布置形式上可有多种结构，图A.1~图A.6所示的结构适用于本标准，其中A代表驱动电机系统，B代表传动系统。对于包含多个驱动电机系统和/或多个传动系的单个电动动力系同样适用于本标准。



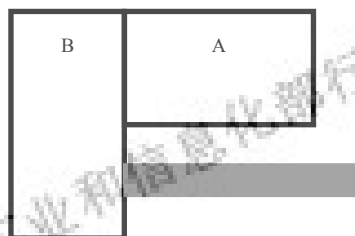
说明：该类型结构的驱动形式可能是前置前驱或后置后驱或四驱。A和B的位置可以互换。

图 A.1 横置结构



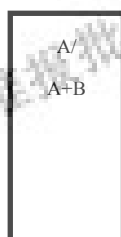
说明：该类型结构的驱动形式可能是前置前驱、前置后驱、中置后驱、后置后驱或四驱。

图 A.2 纵置结构



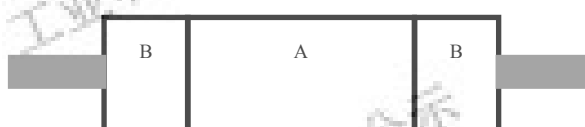
说明：该类型结构的驱动形式轮边驱动。A和B的位置可以互换。

图 A.3 轮边结构



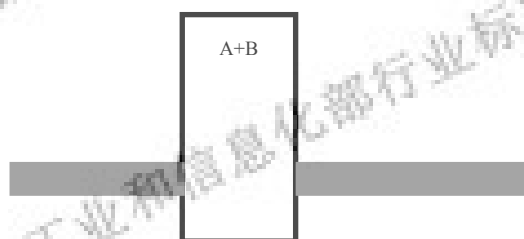
说明：该类型结构的驱动形式是轮毂驱动。

图 A.4 轮毂结构



说明：该类型结构的驱动形式是车桥式驱动，有无B均可。

图 A.5 车桥式结构



说明：该类型结构的驱动形式是混合动力驱动，电动动力系集成到变速器壳体内。

图 A.6 混合动力结构

附录 B
(规范性附录)

声压级测定传声器的位置

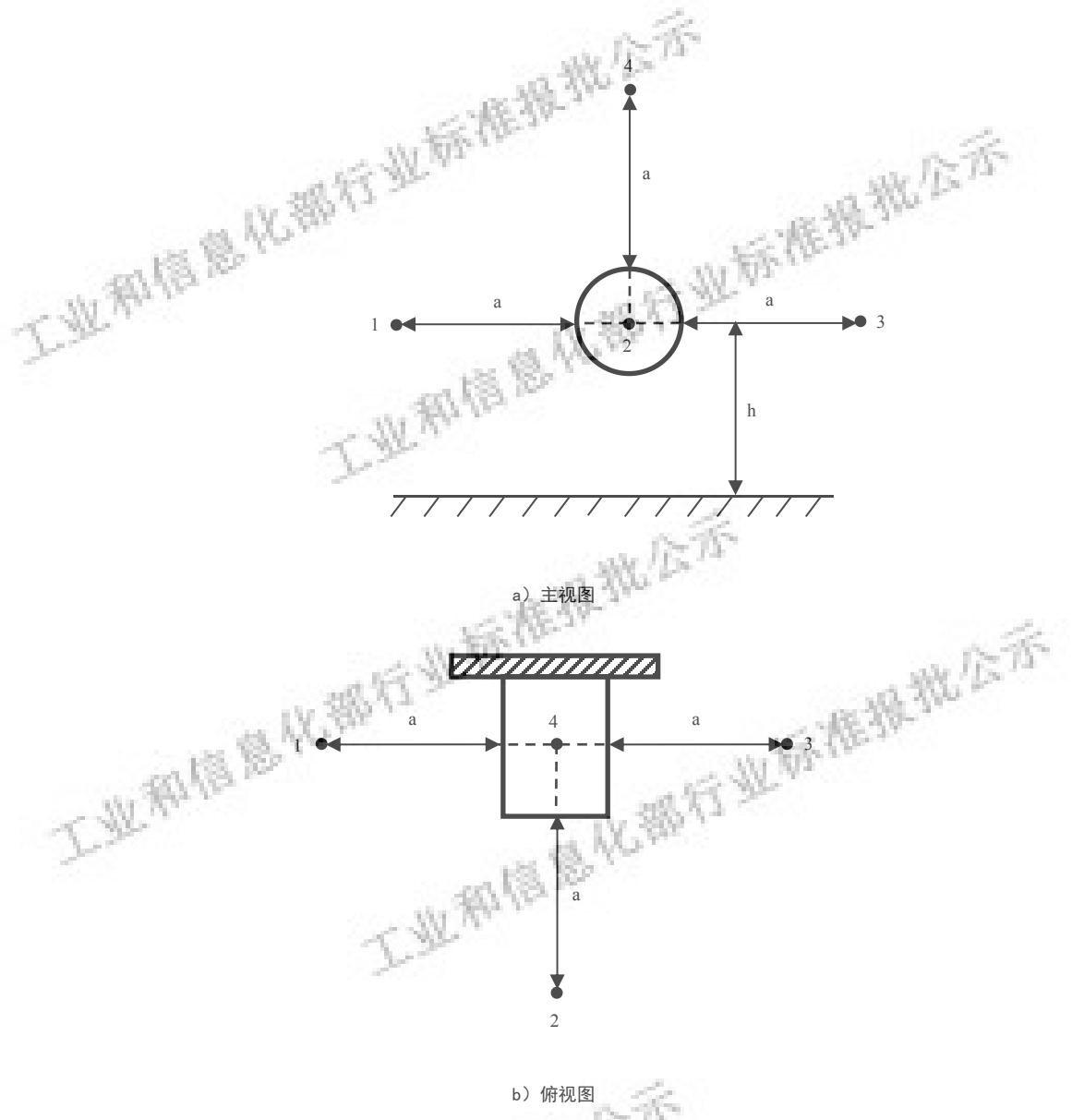
- B.1 根据不同的被测件结构，声压级测定的传声器布置有三种方案，见图B.1、图B.2和图B.3。测量距离 a 推荐1 m或0.5 m。
- B.2 附录A中的图A.1~A.4和图A.6的驱动电机系统可按照方案一进行测量，图A.5的驱动电机系统可按照方案二进行测量。
- B.3 附录A中的图A.1~A.3和图A.5的电动动力系可按照方案二进行测量，附录A中的图A.4的电动动力系可按照方案一进行测量，图A.6的电动动力系可按照方案三进行测量。

工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

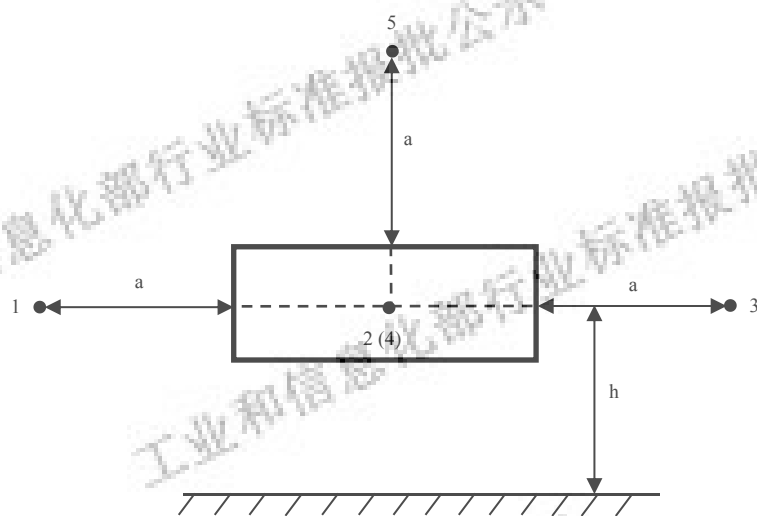
工业和信息化部行业标准报批公示

工业和信息化部行业标准报批公示

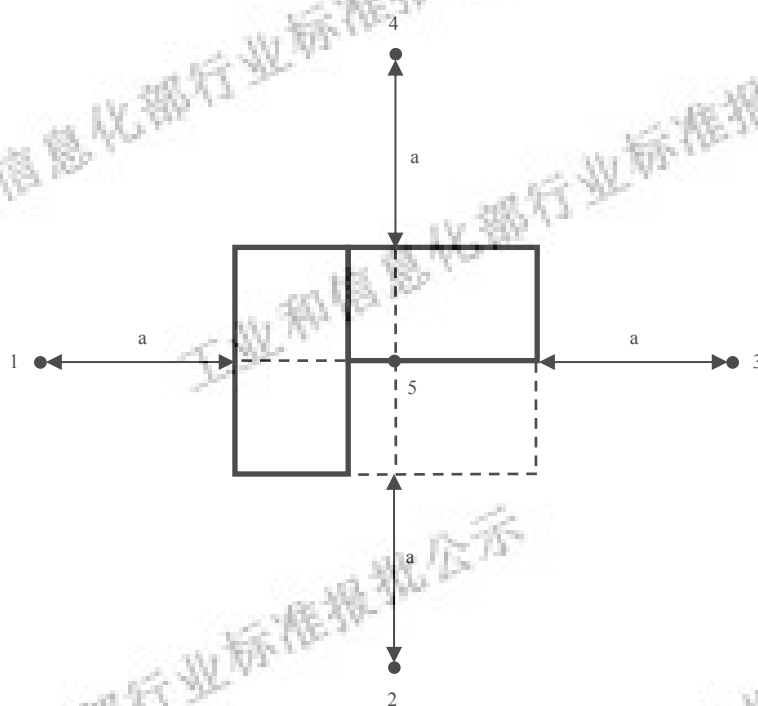


说明：1、2、3号传声器处于同一水平面内，4号传声器垂直于该水平面，四个传声器均垂直被测件表面并指向几何中心，且与被测件表面的距离均为a。

图 B.1 方案一



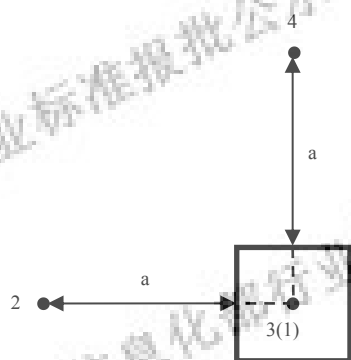
a) 主视图



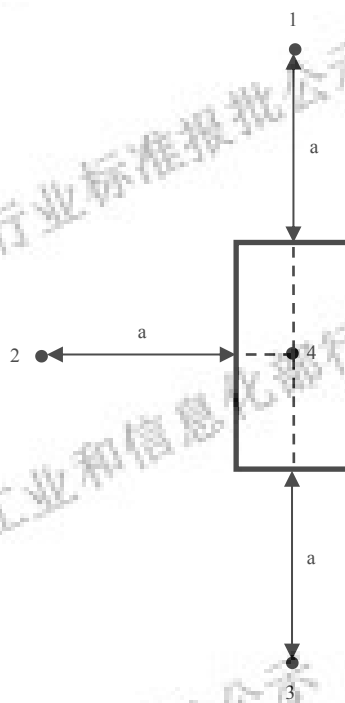
b) 俯视图

说明：1、2、3、4号传声器处于同一水平面内，5号传声器垂直于该水平面，五个传声器均垂直被测件表面并指向几何中心，且与被测件包络面的距离均为a。

图 B.2 方案二



a) 主视图



b) 俯视图

说明：1、2、3号传声器处于同一水平面内，4号传声器垂直于该水平面，四个传声器均垂直被测件表面并指向几何中心，且与被测件包络面的距离均为a。

图 B.3 方案三