



# 中华人民共和国汽车行业标准

QC/T XXXXX—XXXX

## 电动汽车用电动动力系噪声测量方法

Measurement of the noise of electric power train system

for electric vehicles

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

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

本标准根据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。

本标准起草单位：。

本标准主要起草人：。

# 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噪声的测量方法，具体包括声功率级、表面声压级的确定导则。本标准适用于电动汽车用电动动力系及其子系统。

## 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 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 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 消声室和半消声室精密法

GB/T 15173 电声学 声校准器

GB/T 18488.1 电动汽车用电动机及其控制器 第1部分：技术要求

GB/T 19596 电动汽车术语

## 3 术语和定义

GB/T 6882-2016、GB/T 18488.1、GB/T 19596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

包括了电驱动系统与传动系统的动力系。

[GB/T 19596]

### 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必需的辅助装置的组合。

[GB/T 19596]

### 3.3

**测试的频率范围** frequency range of interest

中心频率为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）。

注：如果测试环境的频率范围达不到以上要求时，测试频率范围可以缩小并在测试报告中做出说明。

## 4 声学环境和测量仪器

#### 4.1 一般要求

测量应在半消声室内或半消声室内具有相邻两个反射面的环境下进行。在包络测量表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，以减小其对测量结果产生影响。

#### 4.2 背景噪声要求

见本标准第 6 章的表 1 和表 2。

#### 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没有其他反射体，使声源能够向反射面反方向的自由空间辐射，反射面应超出测量表面投影至少 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 本标准 8.2 给出了环境修正系数  $K_2$  计算方法。测试环境对 A 计权， $K_{2A} \leq 4$  dB，对测试频率范围内第  $j$  个频带， $K_{2j} \leq 4$  dB，则测试环境有效。

#### 4.4 测量仪器

包括传声器、电缆在内的声学仪器系统，应满足 GB/T 3785.1 中 1 级的要求。滤波器应满足 GB/T 3241 中 1 级的要求。每次系列测量的前后，应使用满足 GB/T 15173 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小于等于 0.5 dB。

### 5 测试对象

#### 5.1 概述

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 宜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 若传动轴为弹性的，则传动轴与负载测功机应为刚性连接；若传动轴为刚性的，则传动轴与负载测功机应为弹性连接。

5.2.1.3 电机控制器的安装有如下要求：

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，电机控制器与电机应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。如考虑电机控制器噪声，宜采用原车布置方式。

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性性能，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，宜将控制器放置在另外的半消声室内测量。

5.2.3.2 测量电机控制器的噪声时，应将其放置在反射面上。

## 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，被试件与测功机断开，驱动电机系统关闭，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 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℃~100℃范围内。

6.2.1.2 将驱动电机系统的直流母线电压设定在额定电压处，电机分别在电动和发电状态的峰值和持续工况下运行。

6.2.1.3 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。

6.2.1.4 如有需要，其他工况可由生产厂和用户共同协商确定。

6.2.1.5 如传动系具有多个挡位，则电动动力系应在所有挡位下按照 6.2.1.2~6.2.1.4 的要求执行。

#### 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6.2.1.2~6.2.1.4的要求执行。

### 6.3 声功率级的确定

#### 6.3.1 电动动力系

考虑不同结构的电动动力系，本标准采用了两种不同环境的平行六面体测量面进行电动动力系的声功率级测量，如表1所示。

注：本节描述的电动动力系可能不包含电机控制器。

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	精度等级
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. 1~A. 3和A. 5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；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。

### 6.3.2 驱动电机系统

考虑不同的测量环境，本标准采用了两种不同环境的测量面进行驱动电机系统的声功率级测量，如表2所示。

注：本节描述的驱动电机系统可能不包含电机控制器。

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	精度等级
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)

### 6.3.3 电机控制器

电机控制器声功率级测量，应采用表3的方法进行。

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	精度等级
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)

### 6.3.4 声功率级的测量与计算

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除8.2.3外的GB/T 3767-2016的8.2节，背景噪声与环境噪声修正按照本标准第8章执行。

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除9.4.2外的GB/T 6882-2016的9.4节，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，被试件与测功机断开，驱动电机系统关闭，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额定工况运行，并参照表 4 规定的转速进行测量，其中应包含最高转速。

表4 稳态工况表面声压级记录表

工况 声压级 转速	峰值电动	额定电动	峰值发电	额定发电
500 (r/min)				
1 000 (r/min)				
3 000 (r/min)				
5 000 (r/min)				
...				
最高转速 (r/min)				

注：转速间隔可自定义。

### 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、滑行等工况，由生产厂和用户共同协商确定。

## 7.3 表面声压级的确定

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 章的要求进行修订，非稳态工况的测量结果不需要修订。

## 8 测量修正

## 8.1 背景噪声修正

按照第6章和第7章规定方法在声源不工作时测得背景噪声。背景噪声声压级为 $L''$ ，在声源运行时测得的表面声压级为 $L'$ ，背景噪声影响修正就是从测得的声压级减去 $K_1$ 值（A计权或频带）， $K_1$ 值（单位dB）由式（2）计算得到：

$$K_1 = -10\lg(1 - 10^{-0.1\Delta L}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$$\Delta L = L' - L''。$$

当 $\Delta L > 15$  dB时不需要修正。

当 $6 \text{ dB} \leq \Delta L < 15 \text{ dB}$ 时，应根据公式（2）修正。即使测量在单个频带上无效，只要 $\Delta L \geq 6$  dB，其

A计权值仍然有效，这里 $\Delta L = L'_A - L''_A$ 。

当 $\Delta L < 6$  dB时，不符合本标准要求，测量结果准确度降低，但这样的测量结果也可以使用，按照

公式（2）（ $\Delta L = 6$  dB）修正后的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 $K_2 \leq 4$  dB，环境满足要求。

如果 $K_2 > 4$  dB，环境要求不能满足，测量结果准确度降低，但这样的测量结果也可以使用，按照 $K_2 = 4$  dB修正后的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

表面声压级按照式（3）计算：

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

## 9 记录内容

### 9.1 概述

以下信息和内容应被收集和记录。在报告中应说明计算得到的声功率级是否完全符合本标准。如有任何差别，应予以说明。

### 9.2 被测件信息

#### 9.2.1 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。

#### 9.2.2 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。

#### 9.2.3 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。

### 9.3 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。

### 9.4 仪器

9.4.1 说明测量用仪器的名称、品牌、型号、编号。

9.4.2 用于校准传声器的方法，校准日期和地点。

### 9.5 声学数据

9.5.1 1级准确度应按 GB/T 6882-2016 中 11.5 的要求。

9.5.2 2级准确度应按 GB/T 3767-2016 中 10.5 的要求。

9.5.3 表面声压级的测量结果应按照 2 级准确度要求处理。

附录 A  
(资料性附录)  
典型适用结构

电动动力系在布置形式上有多种结构，图A.1~图A.5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。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。

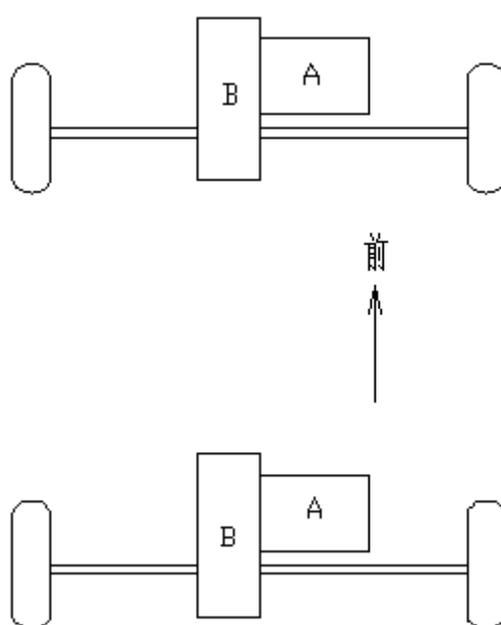


图 A.1

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。布置在前轴和后轴上的A和B的方向可以互换。

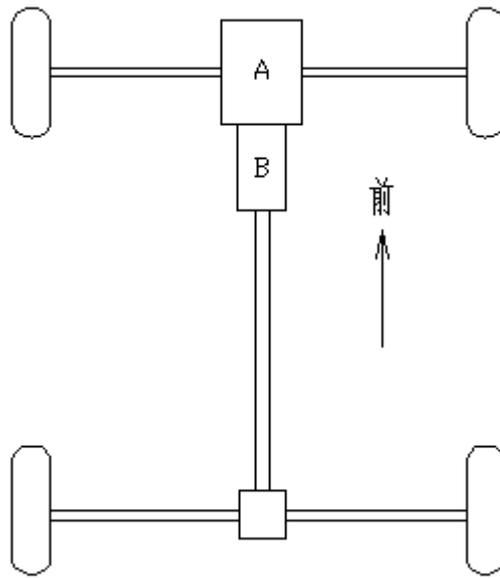


图 A. 2

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。

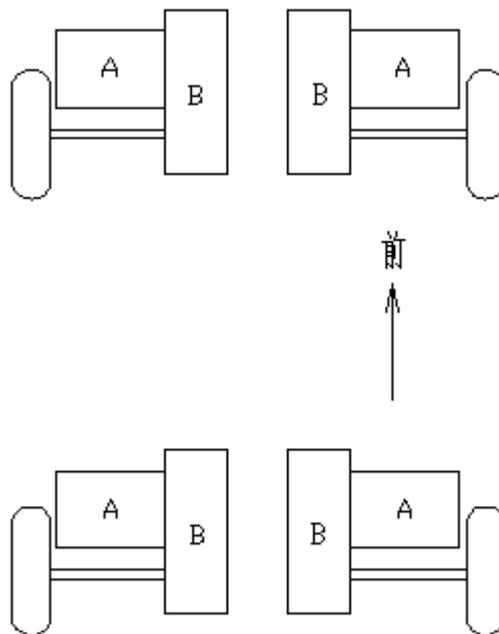


图 A. 3

说明：该类型结构的驱动形式可能是前轮驱动或后轮驱动或四驱。布置在每个车轮位置上的A和B的方向可以互换。

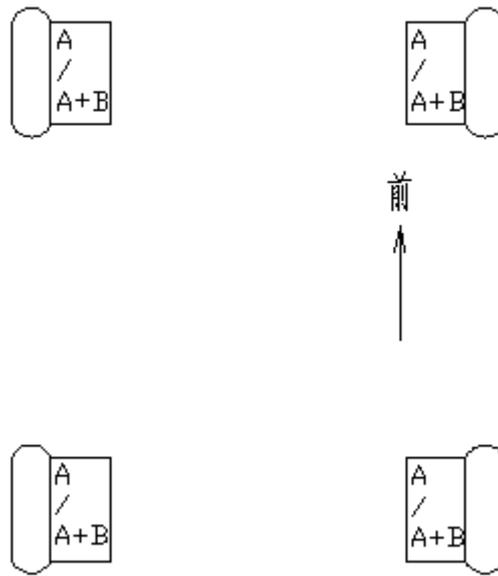


图 A. 4

说明：该类型结构的驱动形式可能是前轮驱动或后轮驱动或四驱。布置在每个车轮上的驱动系统是驱动电机系统或电动动力系。

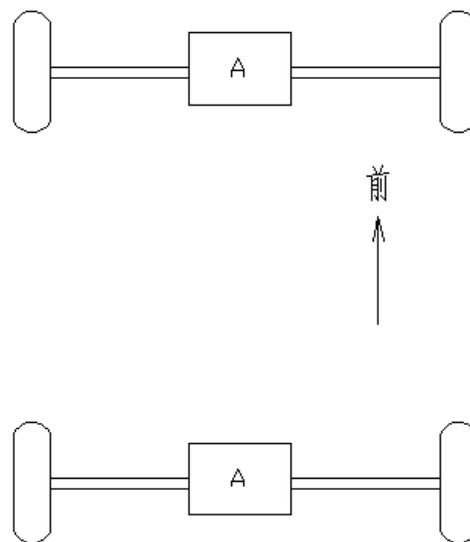


图 A. 5

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，推荐按照电动动力系的试验准备和噪声测定方法执行。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**声压级测定传声器的位置**

根据不同的被测件结构，声压级测定的传声器布置有两种方案，方案一如图B.1和图B.2，方案二如图B.3和图B.4。测量距离 $a$ 宜为1 m或0.5 m。

附录A中的图A.1~A.4的驱动电机系统可按照方案一进行测量，附录A中的图A.5的驱动电机系统可按照方案二进行测量，附录A中的图A.1~A.3的电动动力系可按照方案二进行测量。附录A中的A.4的电动动力系可按照方案一进行测量。

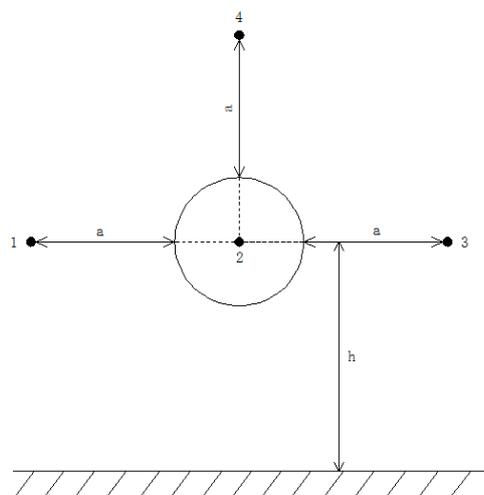


图 B.1 方案一主视图

说明：编号为1、3、4的三个传声器位置处于同一平面内，均垂直指向驱动电机系统几何中心。四个传声器均指向电机中心，且与被测件壳体表面的距离均为 $a$ 。

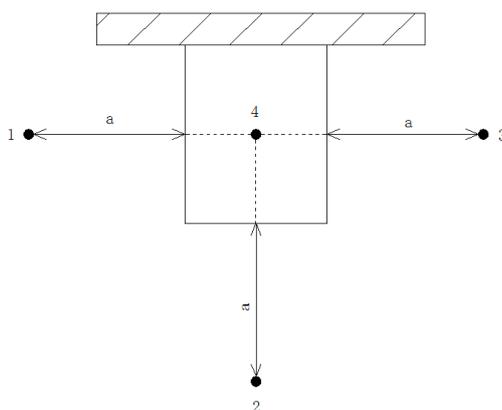


图 B.2 方案一俯视图

说明：编号为1、2、3的三个传声器位置处于同一水平面内，编号为2的传声器垂直指向驱动电机系统几何中心，三个传声器与被测件壳体表面的距离均为 $a$ 。

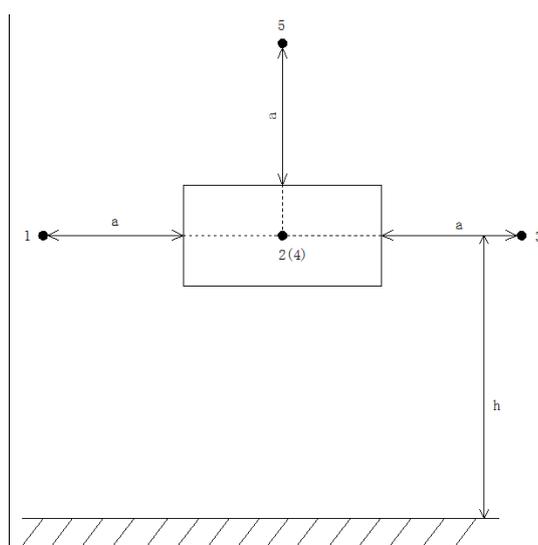


图 B.3 方案二主视图

说明：1、3、5三个传声器处于同一平面内，均垂直指向被测件包络体的几何中心，三个传声器与被测件壳体表面的距离均为 $a$ 。

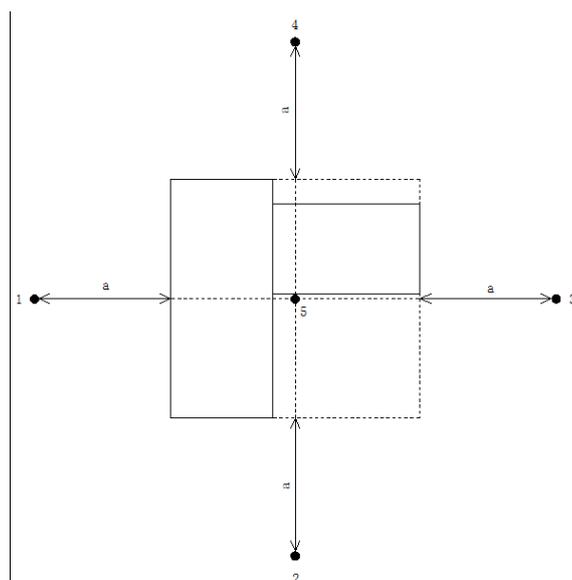


图 B.4 方案二俯视图

说明：1、2、3、4四个传声器位置处于同一水平面内，均垂直指向被测件包络体几何中心，四个传声器与被测件壳体表面的距离均为 $a$ 。