

43.020

T40

# 团 体 标 准

T/CSAE XX—2020

## 电驱动总成噪声品质测试评价规范

Sound quality measurement and evaluation specification of  
electric drive system

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

20xx-xx-xx发布

20xx-xx-xx实施

中国汽车工程学会 发布

# 目 录

目 录.....	I
前 言.....	III
电驱动总成噪声品质测试评价规范.....	1
1. 范围.....	1
2. 规范性引用文件.....	1
3. 术语和定义.....	1
4. 测试环境和测量仪器.....	6
4.1 概述.....	6
4.2 背景噪声准则.....	6
4.2.1 环境要求.....	6
4.2.2 工作背景噪声.....	7
4.3 测试环境声学合适性原则.....	7
4.4 测量仪器.....	7
4.5 测试准备.....	8
4.5.1 样件检查.....	8
4.5.2 试验前准备.....	8
5. 测试对象.....	8
5.1 概述.....	8
5.2 安装条件.....	8
5.2.1 电驱动力系.....	8
5.2.2 驱动电机系统.....	9
5.2.3 电机控制器.....	9
5.2.4 车桥.....	9
5.2.5 变（减）速器.....	9
6. 技术要求表面声压级的测量与计算.....	9
6.1 概述.....	9
6.2 运行工况.....	9
6.2.1 稳态工况.....	9
6.2.2 非稳态工况.....	10
6.3 测点布置.....	11
6.4 表面声压级的计算.....	11
7. 声功率级的测量与计算.....	11

7.1 概述.....	11
7.2 声功率级的测量与计算.....	12
8. 背景噪声修正.....	12
9. 记录内容.....	12
9.1 概述.....	12
9.2 被测件信息.....	12
9.2.1 基本参数.....	12
9.2.2 安装条件.....	13
9.2.3 监控参数.....	13
9.3 声学环境.....	13
9.4 测量仪器.....	13
9.5 声学数据.....	13
10. 突出率评价方法.....	13
10.1 概述.....	13
10.2 确定中间频带.....	13
10.3 下临界频带确定.....	14
10.4 上临界频带确定.....	14
10.5 突出率确定.....	15
10.6 电驱动总成噪声品质等级评定及标识.....	错误!未定义书签。
<b>附 录 A.....</b>	<b>17</b>
<b>附 录 B.....</b>	<b>19</b>

## 前 言

为了客观科学评价新能源汽车的电驱动总成（包括电机、减速器、电机控制器等，或集成一体的电驱动装置）噪声性能，在开展 10 款国内主要典型电驱动系统噪声与声品质的测试评价方法研究基础上，包括评价指标、测试方法、数据处理方法、试验仪器设备与试验环境要求，形成噪声性能测试评价规范，按照 GB/T1.1—2000《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》的要求制定。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规范由电动汽车产业技术创新战略联盟组织提出。

本规范起草单位：xxxxxxx 等

本规范主要起草人：xxx、xxx、xxx、xxx、xxx、xx 等

本规范于 XXXX 年 XX 月首次发布。

# 电驱动总成噪声品质测试评价规范

## 1. 范围

该标准规定了新能源汽车电驱动总成及其子系统噪声品质的测试评价方法。

本标准适用于新能源汽车电驱动总成及其子系统，包含驱动电机、电机控制器、变（减）速器、车桥。对于其它具有类似功能的总成和部件，可参照此规范进行。

## 2. 规范性引用文件

下列文件对于本文本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 755-2008	旋转电机定额和性能标准
GB/T 1859.3-2015	往复式内燃机 声压法声功率级的测定 第3部分：半消声室精密法
GB/T 3241	电声学 倍频程和分倍频程滤波器
GB/T 3767-2016	声学 声压级测定噪声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 6882-2013	声学 声压法测定噪声声功率级 消声室和半消声室精密法
GB/T 8170-2008	数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB 10069.1-1988	旋转电机噪声测定方法及限值 噪声工程测定方法
GB/T 14097-2018	往复式内燃机 噪声限值
GB/T 15173	电声学 声校准器
GB/T 18488.1	电动汽车用电机及其控制器 第1部分：技术要求
GB/T 19596-2017	电动汽车术语
ECMA-74-2008	Measurement of Airborne Noise emitted by Information Technology and Telecommunications Equipment

## 3. 术语和定义

GB/T 18488.1、GB/T 19596-2017、GB/T 6882-2016界定的以及下列术语及定义适用于本文件。

### 3.1

#### 电驱动系统 electric drive

由驱动电机、动力电子装置和将电能转换到机械能的相关操纵装置组成的系统。

### 3.2

#### **电驱动力系 electric power train**

包括了电驱动系统与传动系统的动力系。

### 3.3

#### **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。

### 3.4

#### **驱动电机 drive motor**

为车辆行驶提供驱动力的电动机。

### 3.5

#### **电机控制器 electrical machine controller**

控制动力电源与电机之间能量传输的装置，由控制信号接口电路、电机控制器和驱动电路组成。

### 3.6

#### **额定功率 rated power**

在额定条件下的输出功率。

### 3.7

#### **额定转速 rated speed**

额定功率下电机的最低转速。

### 3.8

#### **额定转矩 rated torque**

电机在额定功率和额定转速下的输出转矩。

### 3.9

#### **峰值功率 peak power**

在规定的持续时间内，电机允许的最大输出功率。

### 3.10

#### **峰值转矩 peak torque**

电机在规定的持续时间内允许输出的最大转矩。

### 3.11

#### **车桥 drive axle**

将输入的动力降低转速后传给车轮的装置，它也可用于支承汽车的部分重力，传递各种外力及反作用力；同时还具有差速作用，以保证汽车正常行驶。

## 3.12

**转速控制精度 speed control accuracy**

转速实际值与转速期望值的偏差，或转速实际值与转速期望值的偏差占转速期望值的百分比。

## 3.13

**转矩控制精度 torque control accuracy**

转矩实际值与转矩期望值的偏差，或转矩实际值与转矩期望值的偏差占转矩期望值的百分比。

## 3.14

**转速响应时间 respond time of speed**

驱动电机控制器从接收到指令信息开始至第一次达到规定容差范围的期望值所经历的时间。

## 3.15

**转矩响应时间 respond time of Torque**

驱动电机控制器从接收到指令信息开始至第一次达到规定容差范围的期望值所经历的时间。

## 3.16

**声压 sound pressure**

$p$

瞬时压强与静压强之差。

## 3.17

**声压级 sound pressure level**

$L_p$

声压平方与基准声压平方之比，取以10为底的对数的10倍，用分贝（dB）表示。

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \quad (3.1)$$

式中：

$p_0$ ——基准值， $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

## 3.18

**时间平均声压级 time-average sound pressure level**

$L_{p,T}$

在指定的持续时间段T（起始于 $t_1$ ，终止于 $t_2$ ）内，声压 $p$ 平方的时间均值与基准值 $p_0$ 平方之比，取以10为底的对数的10倍，用分贝（dB）表示。

$$L_{p,T} = 10 \lg \left[ \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \quad (3.2)$$

式中：

$p_0$ ——基准值， $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ 。

### 3.19

#### 自由声场 free sound field

无边界的均匀各向同性媒质中的声场。

### 3.20

#### 半消声室 hemi-anechoic room

在反射面上方可获得自由声场的测试室。

### 3.21

#### 背景噪声 background noise

除被测声源之外，所有其他声源贡献的噪声。

注：背景噪声包含空气声、结构振动噪声和仪器的电噪声。

### 3.22

#### 背景噪声修正 background noise correction

$K_f$

对被测量表面的每个被测声压级进行背景噪声影响的修正。

### 3.23

#### 环境修正 environmental correction

考虑反射声对位于基准测量面的平均声压级影响的修正。

### 3.24

#### 声功率 sound power

$P$

通过某一测量面的声压 $p$ 与在该测量面上质点振速的法向分量 $\mu_n$ 的乘积在整个测量面上的积分。

### 3.25

#### 声功率级 sound power level

$L_W$



声源的声功率 $P$ 与基准值 $P_0$ 之比，取以10为底对数的10倍，用分贝（dB）表示。

$$L_w = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} \quad (3.3)$$

式中：

$P_0$ ——基准值， $P_0 = 1\text{pW}$ 。

### 3.26

#### 正驱动 positive drive

台架试验时，从变（减）速器输入端提供试验动力。

### 3.27

#### 反驱动 reverse drive

台架试验时，从变（减）速器输出端提供试验动力。

### 3.28

#### 发电 Electricity generation

台架试验时，定子接电源，但电机转子不接机械负载，而用测功机拖动驱动电机的转子以逆转磁场方向旋转。

注：异步电机的转子以大于同步转速旋转，同步电机的转子以同步转速旋转。

### 3.29

#### 电动 power-driven

台架试验时定子接电源，转子在电磁转矩的驱动下旋转。

### 3.30

#### 蠕行 worm

电动机驱动设备缓慢运动。

### 3.31

#### 突出率 prominence ratio

被研究的以音调为中心的临界频带的功率和两相邻临界频带功率的比值。

### 3.32

#### 电驱动总成噪声品质等级 electric drive sound quality grade

按电驱动总成测定的噪声声功率级和突出率(Prominence Ratio)大小进行的划分。

### 3.33

#### 1 级噪声品质电驱动总成 electric drive sound quality grade 1; EDSQ-1

所有运行工况的A计权声功率级全部在趋势线 I 以下且突出率(Prominence Ratio)测定值小于或等于20.0dB的电驱动总成。

### 3.34

#### 2 级噪声品质电驱动总成 electric drive sound quality grade 2; EDSQ-2

所有运行工况的A计权声功率级全部在趋势线 II 以下且突出率(Prominence Ratio)测定值小于或等于23.0dB的电驱动总成。

### 3.35

#### 3 级噪声品质电驱动总成 electric drive sound quality grade 3; EDSQ-3

所有运行工况的A计权声功率级全部在趋势线 III 以下且突出率(Prominence Ratio)测定值小于或等于26.0dB的电驱动总成。

### 3.36

#### 4 级噪声品质电驱动总成 electric drive sound quality grade 4; EDSQ-4

所有运行工况的A计权声功率级部分或全部在趋势线 III 以上且突出率(Prominence Ratio)测定值小于或等于29.0dB的电驱动总成。

### 3.37

#### 5 级噪声品质电驱动总成 electric drive sound quality grade 5; EDSQ-5

所有运行工况的突出率(Prominence Ratio)测定值大于29的电驱动总成。

## 4. 测试环境和测量仪器

### 4.1 概述

适用于本标准的测试环境为：可隔离外界噪声的能提供一个反射面上方自由声场的半消声室。应尽量消除试验台、线缆、数采设备等除被测样件外的设备与部件对自由声场的破坏。应确保半消声室环境中存在的反射面不会因振动而引起明显的声辐射。并能保证在测试过程中半消声室其他附件（如空调系统）不产生额外噪声辐射。在传声器位置上平均后的背景噪声时间平均声压级应比未修正的被测声源时间平均声压级至少低10dB(A)，最好低15dB(A)以上。

### 4.2 背景噪声准则

#### 4.2.1 环境要求

若无特殊要求，所有试验应在满足如下要求的环境条件中进行：

- 1、 半消声室环境温度：25±2℃；
- 2、 相对湿度：40%~80%；
- 3、 海拔：不超过1000m，若超过1000m参照GB755-2008相关规定执行。

#### 4.2.2 工作背景噪声

将被测件按照实际测试时的布置方式安装在台架上，断开被测件与台架之间的连接，保持台架和测量系统正常运行，测点布置保持与实际测试一致，详细布置参照附录B。台架空载运行，测量各转速的A计权噪声有效值并进行平均，针对不同的类型被测件有不同的限值，但不得高于下表中所限定的数值。

表 1 测试台架工作噪声限值 1

台架转速 (r/min)	0	500	1000	1500	2000
噪声 dB (A)	33	38	41	43	46

注：适用于两轴输出的电驱动总成，详见附录 A 图 A.1、A.2。

表 2 测试台架工作噪声限值 2

台架转速 (r/min)	0	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
噪声 dB(A)	33	41	47	51	53	55	57	58	59	60	61	62	63

注：适用于变（减）速器、车桥以及单轴输出的电机或电驱动总成，详见附录 A 图 A.3。

#### 4.3 测试环境声学合适性原则

半消声室的声学环境应符合GB/T 6882-2013附录B的规定。

半消声室内应没有其他声反射物，对于必要的工装（支架、连接法兰等）、线束、冷却管路有较大反射面的部件应做声学处理。反射面（地面）应超出测量表面投影0.75m，反射面的吸声系数在测试频率范围内应小于0.06。

#### 4.4 测量仪器

传声器、记录仪、线缆等声学测试设备应满足GB/T 3785.1中1级的要求，滤波器应满足IEC 61260中1级的要求。

声校准器应满足GB/T 15173规定的1级仪器的要求。在每次测量前后，每个测量系统应在测试频率范围内一个或多个频率上用声校准器进行校准，每次系列测量前后测量系统不做调整的校准读数的差值应小于或等于0.3dB，否则系列测量无效。

## 4.5 测试准备

### 4.5.1 样件检查

驱动电机、车桥等样件应结构完整，空转灵活且无异响、卡滞。紧固件完整且无损并按整车使用状态要求紧固力矩拧紧并安装。样件表面应无破损、变形、锈蚀等目测可见的异常。样件各结合面和油封处应密封良好，不应有渗漏油。

驱动电机系统应包含驱动电机和电机控制器。液冷型驱动电机与电机控制器均应能承受不低于200kPa压力无渗漏。电机控制器应绝缘性能完整，满足GB/T18488.1中5.2.7.3要求，且能满足整车要求的通讯与供电功能。

### 4.5.2 试验前准备

包含齿轮传动的样件在进行噪声品质测试时，应对样件进行磨合处理，其要求如下：

- 1、以电机最高转速50%为输入转速， $\pm 10\text{r/min}$ ；
- 2、以电机最大转矩50%为输入转矩， $\pm 5\text{Nm}$ ；
- 3、正驱动磨合时间不少于2h，反驱动磨合时间不小于1h；
- 4、润滑油的油品和油量按测试对象设计规定添加。

试验过程中，润滑油油温不应超过最高许用温度，且温度-时间曲线平滑无突变。

## 5. 测试对象

### 5.1 概述

本标准使用的电驱动总成及电机典型结构参见附录 A。

### 5.2 安装条件

#### 5.2.1 电驱动力系

**5.2.1.1** 安装方式应与正常使用时相同，宜采用原车悬置系统和传动轴。若不能使用原车悬置系统可使用专用橡胶块（推荐使用三块厚度为12mm、含胶量为70%的普通橡胶块，在电驱动力系悬置安装处与其连接）代替原车悬置系统，但应保证安装后姿态与原车安装状态一致。

**5.2.1.2** 应保证样件与负载测功机之间的连接不为刚性。传动轴宜按照整车安装角度安装，或采用水平位置安装。

**5.2.1.3** 对于考虑电机控制器产生的噪声或电机控制器与驱动电机集成为一体的驱动电机系统，应直接按原车状态安装。对于非集成式驱动电机系统，且电机控制器与驱动电机可分离，应将电机控制器进行声学处理或可装在试验环境之外。

## **5.2.2 驱动电机系统**

**5.2.2.1** 驱动电机与负载测功机之间连接应采用柔性连接。

**5.2.2.2** 驱动电机安装状态应与原车安装状态保持一致。对于带悬置系统的驱动电机，安装方式参照 5.2.1.1。

**5.2.2.3** 电机控制器安装方式参照 5.2.1.3。

## **5.2.3 电机控制器**

若单独测量电机控制器噪声，宜将其平稳安置于半消声室内反射面上测量。

## **5.2.4 车桥**

**5.2.4.1** 车桥宜使安装姿态保持与原车状态一致。

**5.2.4.2** 车桥与负载测功机之间应采用柔性连接。

## **5.2.5 变（减）速器**

变（减）速器应使用刚性安装支撑方式，安装姿态与原车状态保持一致。通过原车传动轴与负载测功机连接。传动轴与驱动测功机之间应确保柔性连接。传动轴宜与原车状态相同安装角安装，或采用水平安装。（传动轴安装角度宜与原车状态保持一致）

# **6. 表面声压级的测量与计算**

## **6.1 概述**

**6.1.1** 根据被测件结构，在附录 B 中选择一个合适的测量方法进行声压级的测定。

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

## **6.2 运行工况**

### **6.2.1 稳态工况**

以正驱动工况为主要运行工况，反驱动工况为选做工况。其中，正驱动工况包括电动（正扭矩）和发电（负扭矩）两种状态。参考表 4 所规定的输入端转速和扭矩进行测量，其中最高转速不得超过最高车速

对应电机转速。（依据传动比和轮胎规格进行换算，不得超过该类车型的最高车速限制）。表中转速间隔为 2000r/min，或者可自定义转速间隔。

针对两档及多档位变速器进行试验时，各个档位应根据实车实际使用车速和标定工况确定得到的对应电机转速；若无法得到对应的电机转速信息，则对各个档位的所有电机转速范围（建议所有电机转速范围内至少选取 5 个等分的转速测点）进行试验。

注：以 P215/50R17 型轮胎为例：限速 140km/h，令常用速度系数 1.17，即最高车速 140km/h；传动比为 10；则最高转速取整为：12000r/min。

表 4 稳态工况表面声压级记录表

电机转速	扭矩						
	声压级	空载	50%正向最大扭矩	100%正向最大扭矩	25%馈电最大扭矩	50%馈电最大扭矩（选做）	100%馈电最大扭矩（选做）
500 r/min							
1000 r/min							
1500 r/min							
2000 r/min							
2500 r/min							
3000 r/min							
3500 r/min							
4000 r/min							
6000 r/min							
8000 r/min							
10000 r/min							
12000 r/min							
爬行（选做）							

## 6.2.2 非稳态工况

工况应包含电动和发电两种状态，参考表 5 所规定的输入端转速和扭矩进行测量，其中最高转速不得超过最高车速时对应电机转速（依据传动比和轮胎规格进行换算，不得超过该类车型的最高车速限制，换算方式见 6.2.1），记录整个电机转速变化范围内（2000r/min-12000r/min）各转速点和对应扭矩工况下的表面声压级。扭矩包含但不限于空载、50%正向最大扭矩、100%最大正扭矩、25%最大负扭矩、50%最大负扭

矩、100%最大负扭矩。可参考被测件在整车状态下的加速、制动、滑行等工况，如加速时间可以按照整车实际工况对应的时间为准。

针对两档及多档位变速器进行试验时电机转速范围应在 2000-12000r/min 之间（以实际测试要求为准）。

表 5 非稳态工况表面声压级记录表

电机转速 \ 声压级 \ 扭矩	空载	50%正向最大扭矩	100%正向最大扭矩	25%馈电最大扭矩	50%馈电最大扭矩(选做)	100%馈电最大扭矩(选做)
2000 r/min						
4000 r/min						
6000 r/min						
8000 r/min						
10000 r/min						
12000 r/min						

### 6.3 测点布置

不同形式的被测件需按照附录 B 选择测点布置。

### 6.4 表面声压级的计算

所有传声器位置处测得的声压级平均值按式（6.1）计算，单位为分贝（dB）。

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n \frac{10^{0.1L_{pi}}}{n} \quad (6.1)$$

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. 声功率级的测量与计算

### 7.1 概述

考虑到不同结构的电驱动总成的布置形式，本标准推荐使用两种不同声功率级测量方式。

测量附录 A 中图 A.1、A.2 的电驱动总成可按照半消声室环境的平行六面体测量面进行测量，如附录 B 图 B.1 所示；附录 A 中图 A.1、A.2、A.3 的驱动电机、变（减）速器、车桥和图 A.3 的电驱动总成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，如图 B.3 所示。

## 7.2 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 标准执行，声功率的测量与计算方法参考 GB/T 3767-2016 的 8.2 节。其中，测得声功率级的最大允许偏差可参考 GB/T 6882-2016 规定的 10.4 节标准偏差典型值。

表 6 复现性标准偏差的典型上限值

频率带宽	1/3 倍频带中心频率 Hz	标准偏差 dB
1/3 倍频带	50~80	2.0
	100~630	1.5
	800~5000	1.0
	6300~10000	1.5
	12500~20000	2.0
A 计权		0.5

## 8. 背景噪声修正

当背景噪声声压级和测得被测样件噪声声压级差距不大时 (<15dB)，需对测得噪声声压级进行背景噪声修正。通过被测件运行时表面声压级  $L_{ps}$  和背景噪声声压级  $L_{pB}$  之差  $\Delta L_p$  来确定是否修正。修正系数  $K$  (单位 dB) 由式 (8.1) 得到：

$$K = -10 \lg(1 - 10^{-0.1\Delta L_p}) \quad (8.1)$$

其中：

$$\Delta L_p = L_{ps} - L_{pB}$$

当  $\Delta L_p \geq 15dB$  时，无需修正。

当  $6dB \leq \Delta L_p < 15dB$  时，按  $K$  值修正。

当  $\Delta L_p < 6dB$  时，测试结果不可用。

## 9. 记录内容

### 9.1 概述

以下信息和内容应被收集和记录。

### 9.2 被测件信息

#### 9.2.1 基本参数

包含但不限于型号、电机类型、尺寸、所带附件、工作电压、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、减(变)速箱齿轮齿数、电机极对数、定子齿槽数、转子齿槽数、制造厂家、出厂日期等。



## 9.2.2 安装条件

包含但不限于基座特性及电驱动总成与其联接方式（弹性或刚性）、电驱动总成与台架的联接方式（弹性或刚性）、电驱动总成安装高度、安装姿态、控制器布置等。

## 9.2.3 监控参数

包括但不限于测试过程中的电流、电压、转速、扭矩、功率、冷却液温度、齿轮箱油的温度等。

## 9.3 声学环境

9.3.1 测试环境的描述（包括半消声室自由场半径、截止频率，以及被测声源的位置草图）。

9.3.2 噪声测试时半消声室内的气象状况（包括大气压、温度、相对湿度）。

## 9.4 测量仪器

9.4.1 测量仪器的描述，包括名称、型号、编号和制造商。

9.4.2 声校准器和测量系统等的检定方法、日期和结果。

## 9.5 声学数据

9.5.1 测量方法及准确度等级。

9.5.2 基准体尺寸、测量距离、传声器位置及其数目。

9.5.3 表面声压级  $\overline{L}_p$ 。

9.5.4 声功率级  $L_w$ 。

9.5.5 突出率(Prominence Ratio)。突出率评价方法详见第 10 章节。

## 10. 突出率评价方法

### 10.1 概述

突出率(Prominence Ratio，以下简称为 PR)为被研究的以音调为中心的临界频带的功率和两相邻临界频带功率的比值。用突出率可判定离散音是否突出。突出率详细说明可参考 ECMA-74-2008 标准。

### 10.2 确定中间频带

设中间带宽为  $\Delta f_m$ ，中间频率为  $f_m$ ，中间频带下限频率为  $f_{m,l}$ ，中间上限频率为  $f_{m,u}$ ，中间频带边界频率计算如式（10.1）-（10.4）：

当中心频率  $f_m \leq 500\text{Hz}$  时：

$$f_{m,l} = f_m - \frac{\Delta f_m}{2} \quad (10.1)$$

$$f_{m,u} = f_m + \frac{\Delta f_m}{2} \quad (10.2)$$

若中心频率  $f_m > 500\text{Hz}$

$$f_{m,l} = -\frac{\Delta f_m}{2} + \frac{\sqrt{(\Delta f_m)^2 + 4f_m^2}}{2} \quad (10.3)$$

$$f_{m,u} = f_{m,l} + \Delta f_m \quad (10.4)$$

其中  $\Delta f_m$  按式 (10.5) 计算

$$\Delta f_m = 25 + 75 \times \left[ 1 + 1.4 \times (f_m / 1000)^2 \right]^{0.69} \quad (10.5)$$

### 10.3 下临界频带确定

下临界频带与中间频带相连，下临界频带上限频率与中间频带下限频率相同为  $f_{m,l}$ ，因此只需求解下临界频带下限频率  $f_{l,l}$ 。

$$f_{l,l} = C_{l,0} + C_{l,1}f_m + C_{l,2}f_m^2 \quad (10.6)$$

其中：

$f_m$ ——所关注的中心频率

$C_{l,0}$ 、 $C_{l,1}$ 、 $C_{l,2}$  定义如下表：

频率范围 (Hz)	$C_{l,0}$	$C_{l,1}$	$C_{l,2}$
$89.1 \leq f_m \leq 171.4$	20	0	0
$171.4 < f_m \leq 1600$	-149.5	1.001	$-6.90 \times 10^{-5}$
$1600 < f_m < 11200$	6.8	0.806	$-8.20 \times 10^{-6}$

### 10.4 上临界频带确定

上临界频带与中间频带相连，上临界频带下限频率与中间频带上限频率相同为  $f_{m,u}$ ，因此只需求解上临界频带上限频率  $f_{u,u}$ 。

$$f_{u,u} = C_{u,0} + C_{u,1}f_m + C_{u,2}f_m^2 \quad (10.7)$$

其中：

$f_m$ ——所关注的中心频率

$C_{u,0}$ 、 $C_{u,1}$ 、 $C_{u,2}$  定义如下表：

频率范围 (Hz)	$C_{u,0}$	$C_{u,1}$	$C_{u,2}$
$89.1 \leq f_m \leq 1600$	149.5	1.035	$7.7 \times 10^{-5}$
$1600 < f_m < 11200$	3.3	1.215	$2.16 \times 10^{-5}$

### 10.5 突出率确定

当关注中心频率高于 171.4Hz 时，突出率  $\Delta L_p$  计算式 (10.8A) 和式 (10.8B) 所示，单位 (dB)：

$$\Delta L_p = 10 \lg(10^{0.1L_{p,m}}) - 10 \lg \left[ \left( 10^{0.1L_{p,l}} + 10^{0.1L_{p,u}} \right) \times 0.5 \right] \quad (10.8A)$$

其中：

$L_{p,m}$ ——中间频带声压级；

$L_{p,l}$ ——下临界频带声压级；

$L_{p,u}$ ——上临界频带声压级；

当关注中心频率小于等于 171.4Hz 时，突出率  $\Delta L_p$  计算如下，单位 (dB)：

$$\Delta L_p = 10 \lg(10^{0.1L_{p,m}}) - 10 \lg \left[ \left( \left[ 100 / \Delta f_l \right] 10^{0.1L_{p,l}} + 10^{0.1L_{p,u}} \right) \times 0.5 \right] \quad (10.8B)$$

其中：

$L_{p,m}$ ——中间频带声压级；

$L_{p,l}$ ——下临界频带声压级；

$L_{p,u}$ ——上临界频带声压级；

$\Delta f_l$ ——下临界频带带宽

### 10.6 电驱动总成噪声品质等级评定及标识

根据 6.2 中所有运行工况下电驱动总成的 A 计权声功率级、PR 测定值和计算得到的对应工况的 A 计权声功率级、PR 限值，来评定电驱动总成噪声品质等级及标识。其中，A 计权声功率级测定值为五个测点得到的 A 计权声功率级的平均值，PR 测定值为五个测点中 PR 的最大值。按照 GB/T 8170 规定的修约值比较法判定电驱动总成噪声品质测定值是否满足相应等级的限值要求。其中，A 计权声功率级趋势线 I、II、III 如图所示。

趋势线公式为 I:  $y = 2E-11x^3 - 6E-07x^2 + 0.0056x + 70.757$ ; II:  $y = 2E-11x^3 - 6E-07x^2 + 0.0058x + 75.855$ ;

III:  $y = 3E-11x^3 - 7E-07x^2 + 0.006x + 82.474$ 。

电驱动总成分为 1 级噪声品质电驱动总成、2 级噪声品质电驱动总成、3 级噪声品质电驱动总成、4 级噪声品质电驱动总成、5 级噪声品质电驱动总成，1 级噪声品质最好，5 级噪声品质最差。

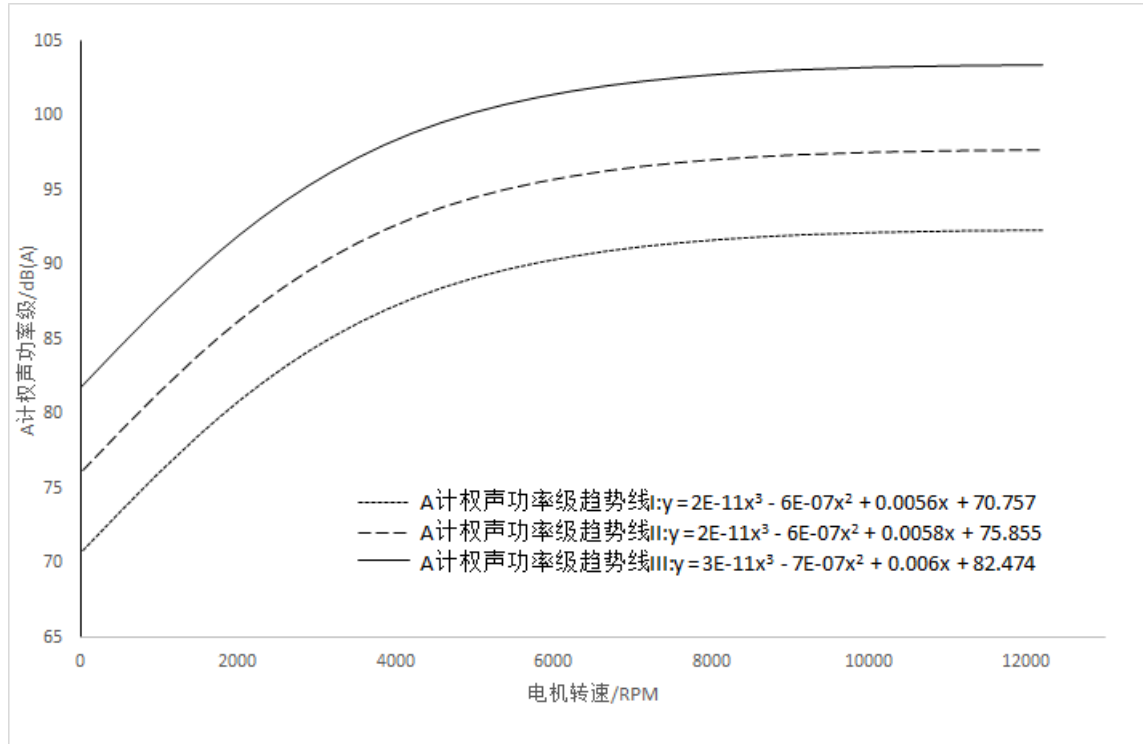


图 3 A 计权声功率级趋势线 I、II、III 图示

噪声品质等级	A 计权声功率级所在区域及 PR 限值	标记	标志
1 级	A 计权声功率级在趋势线 I 以下且 $PR \leq 20.0$	EDSQ-1	■ □ □ □ □
2 级	A 计权声功率级在趋势线 II 以下且 $PR \leq 23.0$	EDSQ-2	■ ■ □ □ □
3 级	A 计权声功率级在趋势线 III 以下且 $PR \leq 26.0$	EDSQ-3	■ ■ ■ □ □
4 级	A 计权声功率级在趋势线 III 以上且 $PR \leq 29.0$	EDSQ-4	■ ■ ■ ■ □
5 级	$PR > 29.0$	EDSQ-5	■ ■ ■ ■ ■

## 附录 A

(规范性附录)

### 典型适用结构

电驱动总成在布置形式上有多种结构，图 A.1-A.3 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。对于含多个驱动电机系统和/或多个传动系的单个电驱动总成同样适用于本标准。

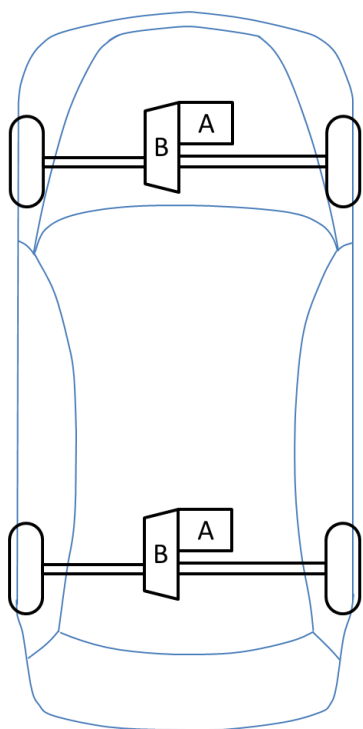


图 A.1

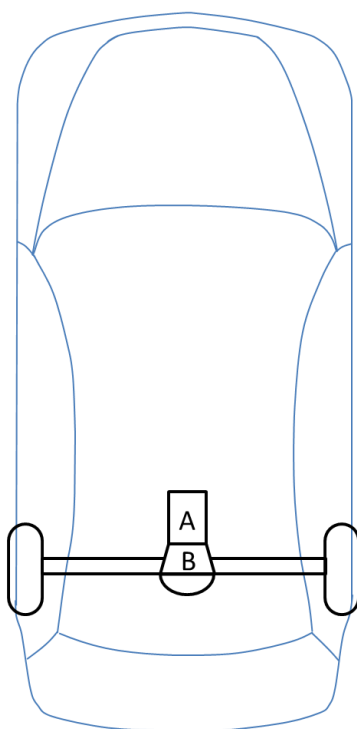


图 A.2

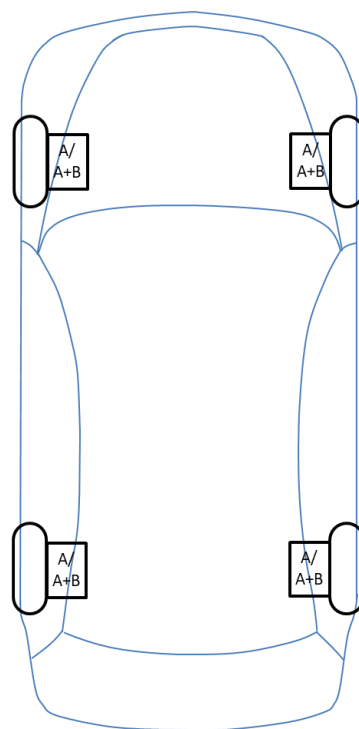


图 A.3

说明：图 A.1 所示结构的驱动形式可能是前置前驱、后置后驱或四驱，其中 A 和 B 方向可以互换。

图 A.2 所示结构的驱动形式是后置后驱，其中 A 可以横置或纵置。

图 A.3 所示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驱动总成。



## 附录 B

(规范性附录)

### 参考测点布置

根据不同的被测件形式，应该选用不同的测点布置方案，测点布置距离被测件测量面均为 1000mm。

注：测量面为包含整个声源的最小假想矩形六面体的外表面。

附录 A 中图 A.1 所示的结构应采用方案一（推荐）或方案二进行测点布置

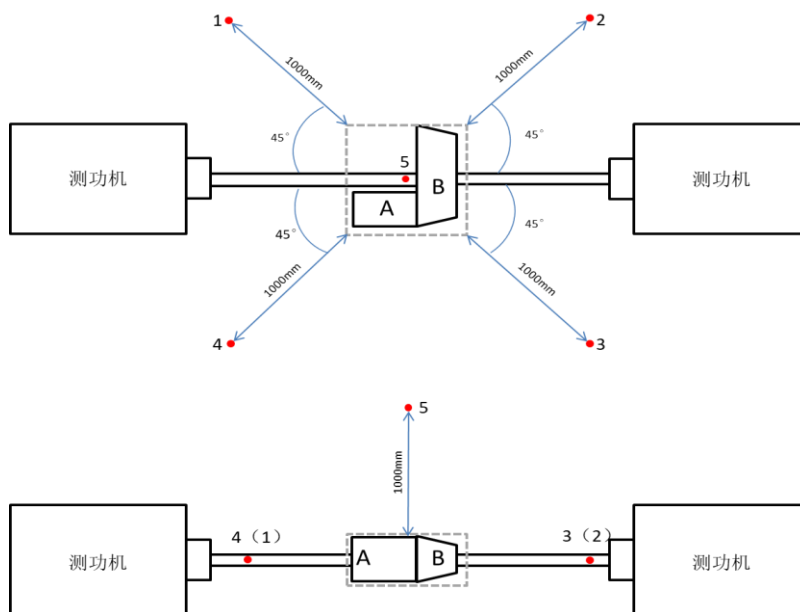


图 B.1.1 方案一测点布置俯视图及主视图

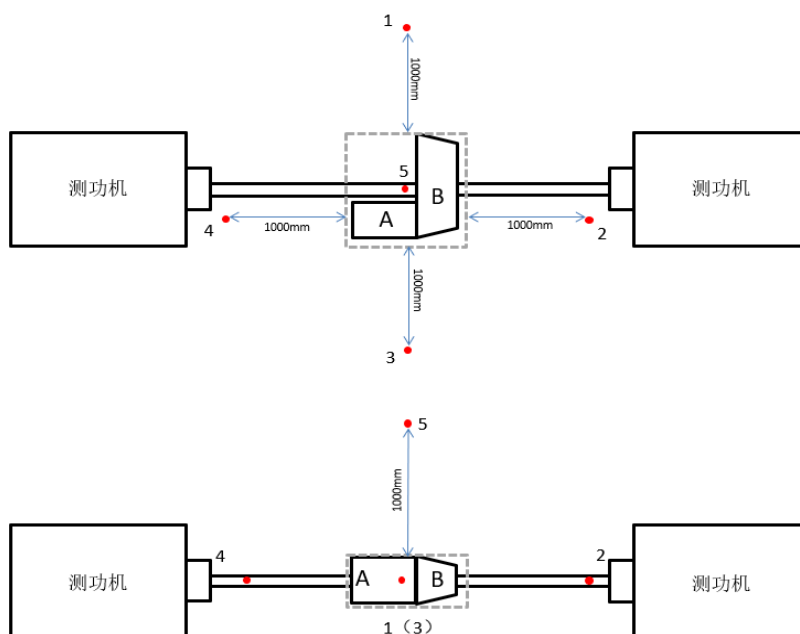


图 B.1.2 方案二测点布置俯视图及主视图

图 B.1 方案一、方案二测点布置俯视图及主视图

说明：该测点布置共使用 5 个传声器，其中 1、2、3、4 号传声器距离被测件测量面 1000mm，与驱动半轴呈 45° 夹角，且高度与驱动半轴高度相同；5 号传声器位于被测件测量面中心正上方，距离为 1000mm。

附录 A 中图 A.2 所示的结构应采用方案三（推荐）或方案四进行测点布置

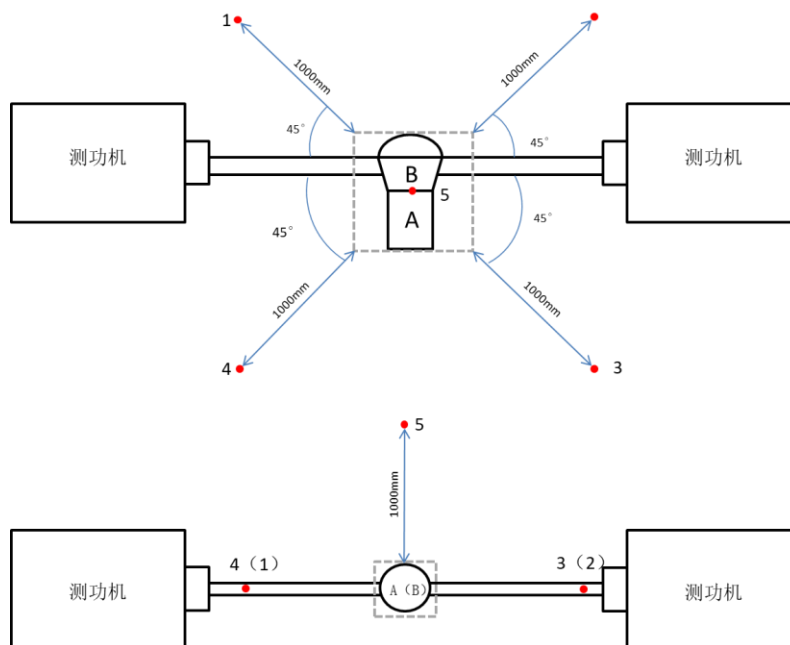


图 B.2.1 方案三测点布置俯视图及主视图

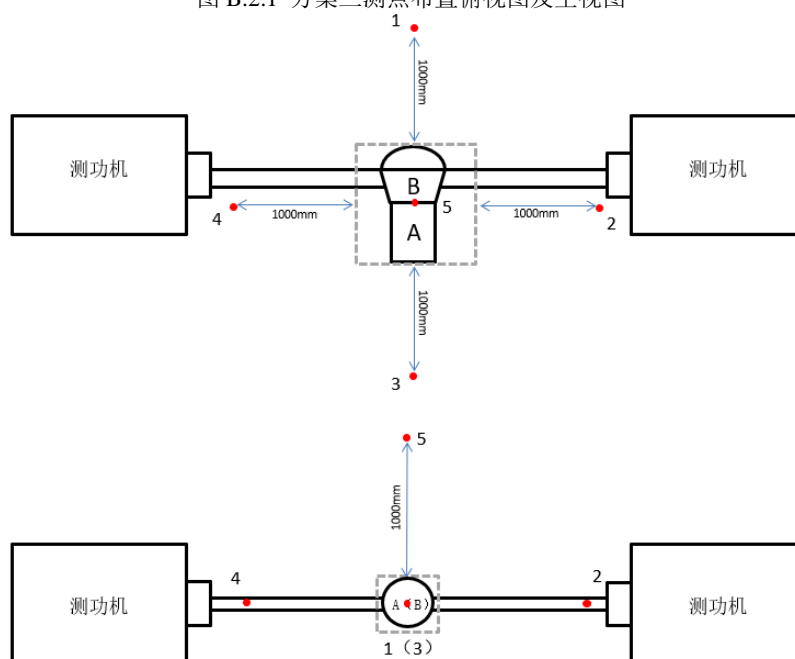


图 B.2.2 方案四测点布置俯视图及主视图

图 B.2 方案三、方案四测点布置俯视图及主视图

说明：该测点布置共使用 5 个传声器，其中 1、2、3、4 号传声器距离被测件测量面 1000mm，与驱动半轴呈 45° 夹角，且高度与驱动半轴高度相同；5 号传声器位于被测件测量面中心正上方，距离为 1000mm。

附录 A 中图 A.1 所示结构的变（减）速器应采用方案三进行测点布置



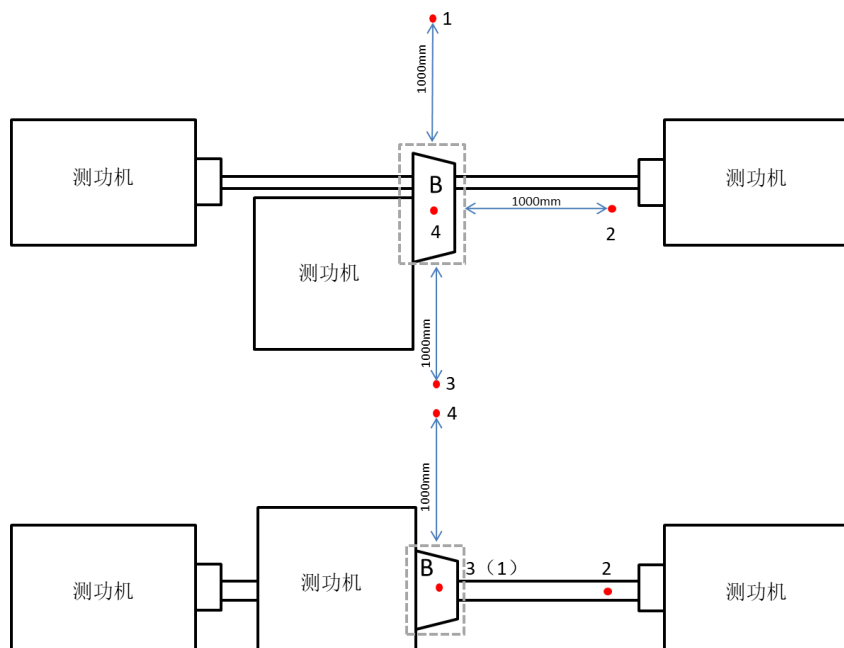


图 B.3 方案三测点布置俯视图及主视图

说明：该测点布置共使用 4 个传声器，其中 1、2、3 号传声器距离被测件测量面 1000mm，与驱动半轴平行或垂直，且高度与驱动半轴高度相同；4 号传声器位于被测件测量面中心正上方，距离为 1000mm。

附录 A 中图 A.1、A.2 所示结构的驱动电机应采用方案四进行测点布置

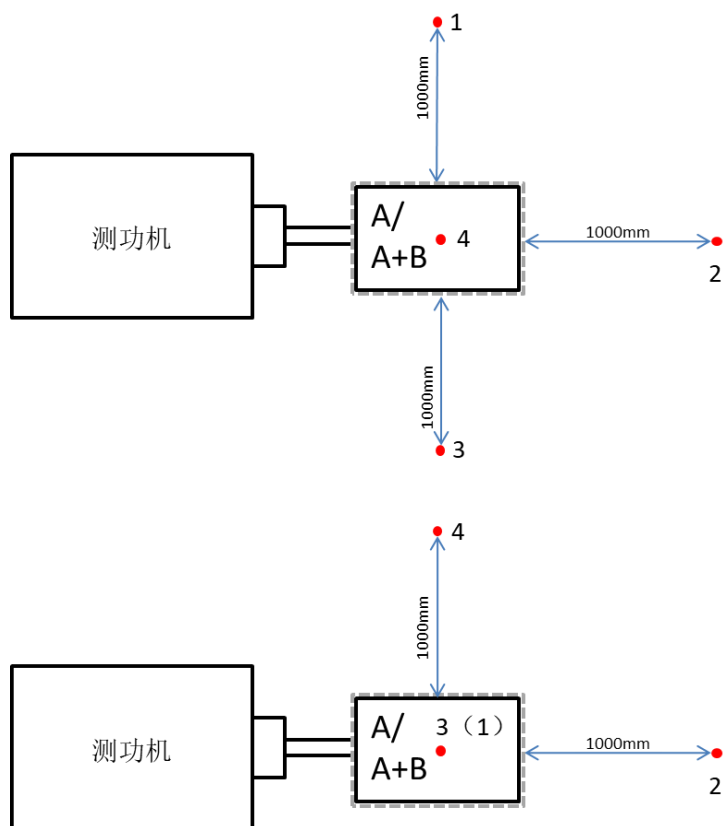


图 B.4 方案四测点布置俯视图及主视图

说明：该测点布置共使用 4 个传声器，其中 1、2、3 号传声器距离被测件测量面 1000mm，与轴平行或垂直，且高度与轴高度相同；4 号传声器位于被测件测量面中心正上方，距离为 1000mm。