

# 中华人民共和国国家标准

## 旋转电机噪声测定方法及限值 噪声工程测定方法

GB 10069.1-88

代替 GB 2806-81

Measurement of airborne noise emitted by  
rotating electrical machinery and the noise limits  
Engineering method for the measurement of airborne noise

本标准参照采用国际标准 ISO 1680.1(1986)《声学——旋转电机辐射空气噪声的测定方法——第一部分:反射平面上自由场条件的工程法》。

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了单台旋转电机稳定运行时在空气中所辐射噪声的工程测试方法。

按本标准所规定的方法测定电机噪声,其 A 计权声功率级的标准偏差不大于 2 dB。

本标准适用于外形尺寸在长、宽、高三个方向上均不大于 15 m 的单台电机在稳态运行时的噪声测定。

### 2 引用标准

GB 3102.7 声学的量和单位

GB 3241 声和振动分析用的 1/1 和 1/3 倍频程滤波器

GB 3947 声学名词术语

GB 3767 噪声源声功率级的测定 工程法及准工程法

GB 3785 声级计的电、声性能及测试方法

GB 4129 标准噪声源

GB 6881 声学 噪声源声功率级的测定 混响室精密法和工程法

GB 6882 声学 噪声源声功率级的测定 消声室和半消声室精密法

JJG 176 声级计校准器试行检定规程

JJG 188 声级计试行检定规程

### 3 测定项目

- a. 电机噪声的 A 计权声功率级;
- b. 电机噪声的 1/1 倍频程或 1/3 倍频程频谱分析(有要求时);
- c. 电机噪声的方向性指数(有要求时)。

### 4 测量仪器

#### 4.1 仪器要求

测量仪器应采用符合 GB 3785 规定的 I 型或 O 型的声级计或准确度相当的其他声学仪器;同时还应备有符合 GB 3241 规定的 1/1 倍频程或 1/3 倍频程滤波器。

中华人民共和国机械电子工业部 1988-08-31 批准

1989-07-01 实施

测量仪器应按 JJG 188 及 JJG 176 的规定定期进行检定。

#### 4.2 测量前后的校准

仪器在测量前后必须用精度不低于 0.5 dB 的声级校准器进行校准。

### 5 电机的安装要求

#### 5.1 弹性安装

对轴中心高  $H$  为 400 mm 及以下的卧式电机或电机高度的一半为 400 mm 及以下的立式电机,应安放在弹性垫上进行试验。

注:立式电机高度的一半系指立式安装的电机从顶端至地面高度(包括刚性过渡支架,见图 1,3)的一半。此时,过渡支架的高度应尽可能小。

5.1.1 对轴中心高或电机高度的一半为 250 mm 及以下的卧式或立式电机,其弹性支撑系统的压缩量  $\delta$  应符合式(1)的要求:

$$15\left(\frac{1\,000}{n}\right)^2 < \delta \leq \epsilon z \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $\delta$ ——电机放置后弹性系统的实际变形量,mm;

$n$ ——电机的转速,r/min;

$\epsilon$ ——弹性材料线性范围系数,对乳胶海绵  $\epsilon=0.4$ ;

$z$ ——弹性材料压缩前的自由高度,mm。

为保证弹性垫受压均匀,被试电机与弹性垫之间应放置有足够刚性的过渡板。电机底脚平面与水平面的轴向倾斜角度应不大于  $5^\circ$ 。

当刚性过渡板产生附加噪声时,必须设法消除附加噪声。所用措施应符合本条及第 5.3 条的要求。

5.1.2 对于轴中心高或高度的一半大于 250 但不超过 400 mm 的卧式或立式电机,弹性垫可以不按式(1)的要求,而直接采用橡胶板作弹性垫(推荐用两块 12 mm 厚、含胶量为 70% 的普通橡胶板相叠而成)。

#### 5.2 刚性安装

对轴中心高或电机高度的一半超过 400 mm 的卧式或立式电机,应采用刚性安装。此时,安装平台、基础和地基三者应刚性联结。

安装平台和基础应不产生附加噪声或与电机共振。

注:无底脚电机、上脚式电机,是以同一机座带底脚卧式电机(IMB3)的中心高作为其中心高。

#### 5.3 其他要求

测试场所的地面应为硬地坪,对声波有足够的反射,在任何情况下,电机的底脚应尽可能接近反射地坪,其底脚平面高于地平面的高度应不超过 50 mm;弹性垫的面积应不大于按基准体法投影面积的 1.2 倍〔见附录 A(补充件)〕。

### 6 电机在测定时的状态

电机应在空载稳定运行状态下进行测定。此时直流电机的转速和电压应保持额定值(串励特性的电机仅需保证转速为额定值);对交流电机则应保证供电频率和电压为额定值。当用静止整流电源供电时,电源应符合有关标准的规定。

对多速电机或调速电机,应在噪声为最大的额定转速下进行测定。

同步发电机一般应在额定电压下作为同步电动机运行状态下进行测定;对无法作同步电动机运行的发电机,其测试方法应在该产品标准中规定。

对允许正反转运行的电机,应在产生最大噪声的那个转向下测定。

## 7 背景噪声的修正

当测试点频带或计权声级的背景噪声低于被试电机在该点测得的噪声在 10 dB 以上时,测量值不作修正;在 4~10 dB 时,应按表 1 修正(即测量值减去表中修正值);在 4 dB 以下时,测量无效。

表 1 背景噪声修正值 dB

电机运转时测得的噪声级与背景噪声级之差	4	5	6	7	8	9	10
修正值 $K_1$	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.6	0.4

## 8 一个反射面上自由场或类半自由场的测量

### 8.1 测试环境声场条件的要求

一个反射面上的自由场为半自由场,一般指半消声室或室外硬地平面上无任何反射物的自由场。

对于无法进入消声室测试的电机,一般可在试验站或大房间等类似一个反射面上的自由场的类半自由场条件下测定;但测定结果必须进行反射声影响的修正,且声场条件还应符合下列要求:

- a. 具有坚硬、平坦的反射地面,其面积应大于被试电机测量面投影平面,各边超出的距离应不少于 1 m;
- b. 在测试区域内应无妨碍声扩散的一切障碍物;
- c. 反射地面的吸声系数应不超过 0.06。

注:类半自由场为既非混响场又非半自由场,而测试方法属于半自由场的声学环境。

### 8.2 半球面法的测点配置

本方法适用于轴中心高或电机高度的一半为 225 mm 及以下而电机长度(不包括轴伸长度)为中心高的 3.5 倍及以下的电机。测点一般为 5 点,其中第 1 至 4 测点的高度为 250 mm,测点的配置按图 1 的规定;测量半径  $r$  按下列情况决定:

- a. 对轴中心高或电机高度的一半为 90 mm 及以下的电机,测量半径  $r$  为 0.4 m(图 1a 中  $R$  为 0.31 m),第 5 测点一般可以取消;
- b. 对轴中心高或电机高度的一半大于 90 mm、但不超过 225 mm 的电机,测量半径  $r$  为 1 m(图 1a 和 b 中  $R=0.97$  m)。

### 8.3 半椭球面法的测点配置

本方法适用于中心高大于 90 mm、但不超过 225 mm,而电机长度(不包括轴伸长度)大于中心高 3.5 倍的电机。测点一般为 5 点,其中第 1 至 4 测点的高度为 250 mm。测点与电机外壳的距离  $d$  为 1 m,测点的配置按图 2 的规定。

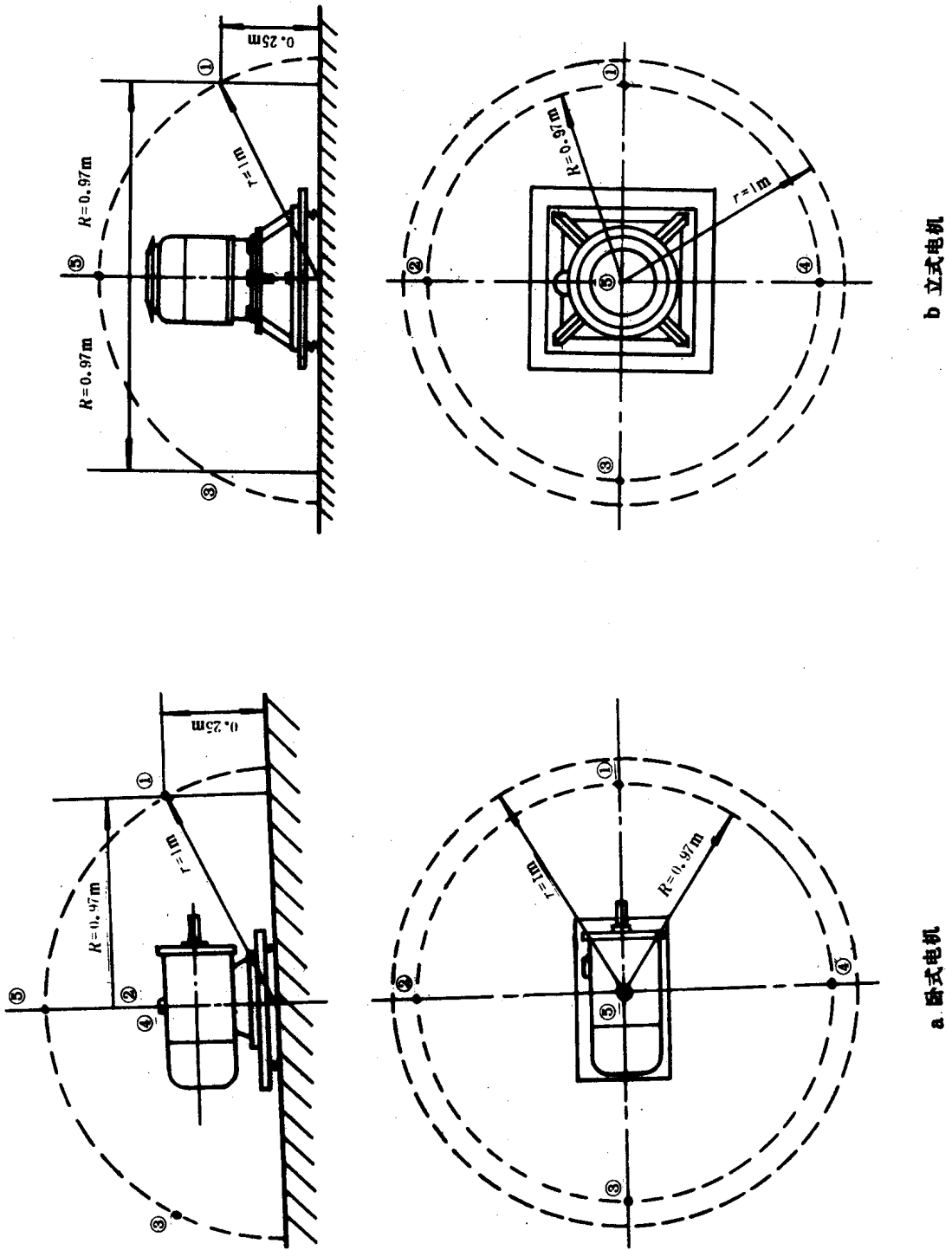


图 1 半球面法电机噪声测点分布图

a. 卧式电机

b. 立式电机

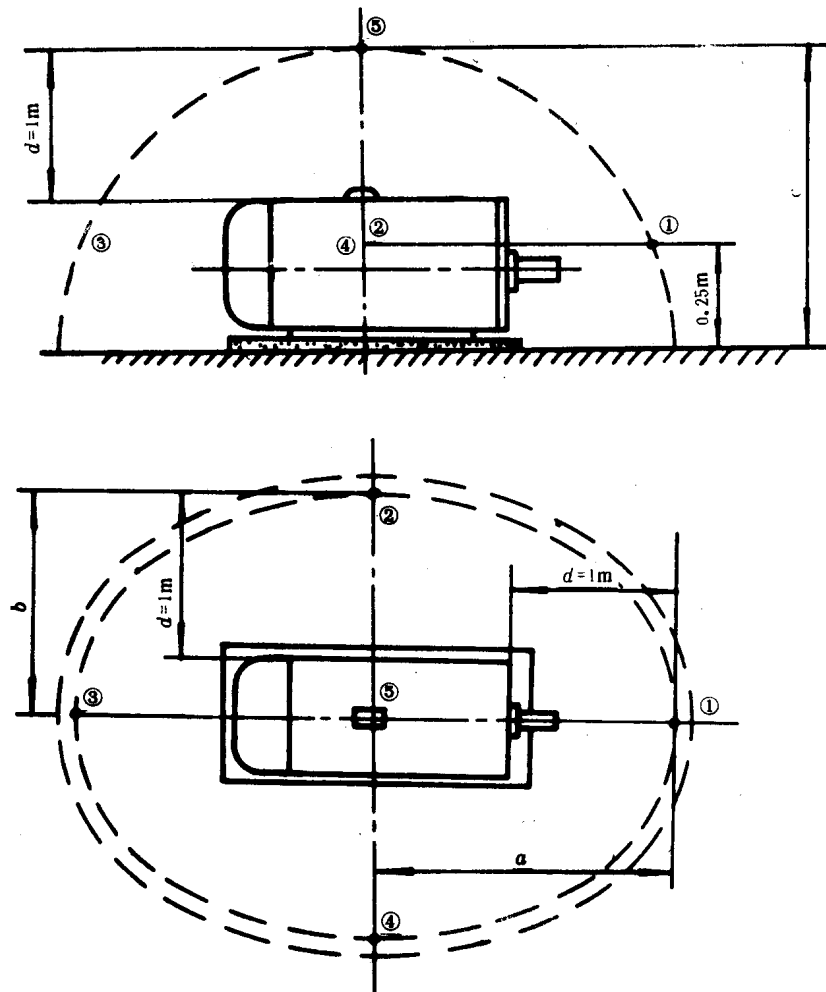


图2 半椭球面法电机噪声测点分布图

#### 8.4 等效矩形包络面法的测点配置

本方法适用于轴中心高或电机高度的一半大于 225 mm 的电机。测点的配置按图 3 和图 4 的规定，水平面测点高度为轴中心高（但应不低于 250 mm），测点与电机外壳的距离  $d$  为 1 m。对外形尺寸较大的电机，沿图 4 虚线上相邻测点的距离应等于和小于 1 m。

#### 8.5 电机外形尺寸的确定

对外形比较复杂的电机，其外形尺寸应用基准体法来确定〔见附录 A（补充件）〕，各测点与电机的距离以测点与基准体外形的距离为准。

#### 8.6 增加测点的原则

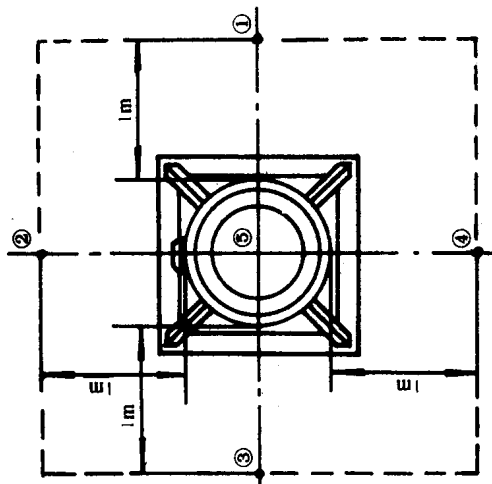
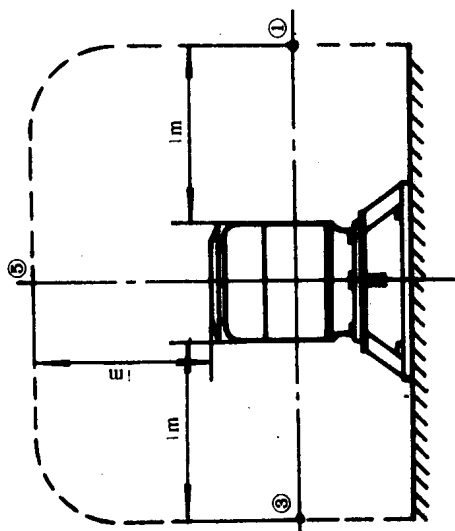
相邻两测点 A 计权声压级的差值为 5 dB 及以上时，应在该两测点间的测量面上增加测点。

#### 8.7 测点与反射面的距离

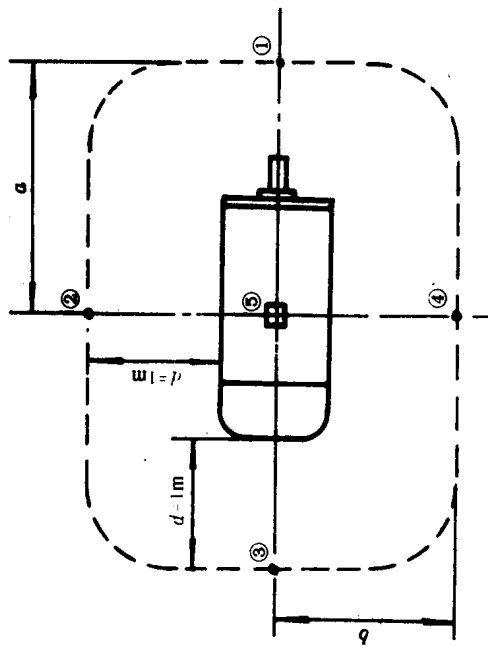
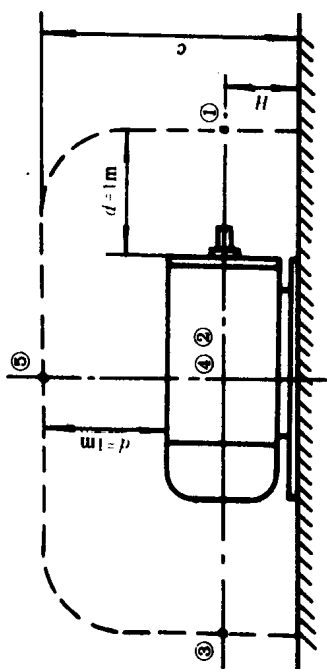
任何测点与反射面（除地面）的距离应不大于 1 m。

#### 8.8 传声器方向的调整

当传声器正对气流方向而影响测量精度时，应将传声器移至与气流方向成  $45^\circ$  的位置上配置测点，或在传声器上加标准的防风罩。在户外测试时风速应小于 6 m/s，且传声器应加防风罩。



b 立式电机



a 卧式电机

图3 等效矩形包络面法电机噪声测点分布图

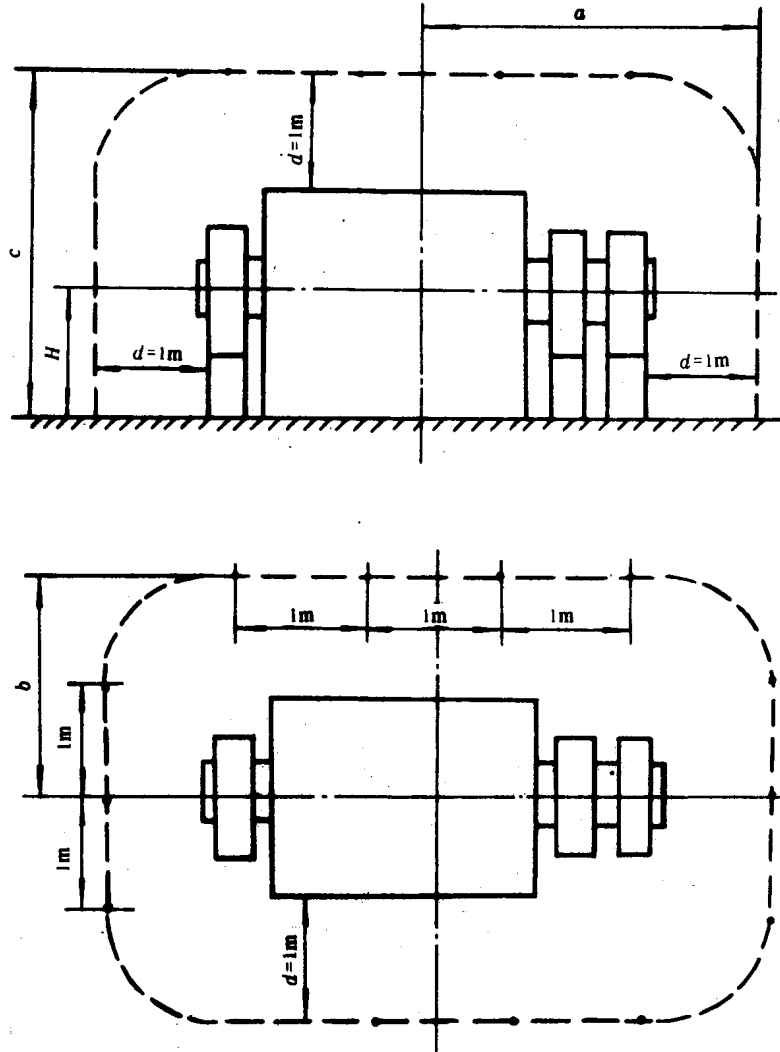


图4 外形尺寸较大电机噪声测点分布图

8.9 平均声压级的计算

电机噪声的 A 计权平均声压级  $\bar{L}_p$  应按式(2)计算,但在所有测点中任何相邻测点的声压级之差小于 5.dB 时,平均声压级  $\bar{L}_p$  可用算术平均值计算(如有异议,则以式(2)的计算结果为准)。

$$\bar{L}_p = 10\lg\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{pi}-K_{ii})}\right] - K_2 - K_3 \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $\bar{L}_p$ ——A 计权平均声压级, dB(A);

$L_{pi}$ ——第  $i$  点 A 计权声压级, dB(A);

$K_{ii}$ ——第  $i$  点的背景噪声修正值(按表 1);

$N$ ——测点数;

$K_2$ ——环境反射修正值(在自由场中  $K_2=0$ ,在类自由场的普通声场中  $K_2$  按附录 B、C 或 D 计算);

$K_3$ ——温度、气压修正值, dB;按式(3)计算:

$$K_3 = 10\lg\left[\sqrt{\frac{293}{273+t} \cdot \frac{p_0}{100}}\right] \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $t$ ——测试环境的温度, C;

$p_0$ ——测试环境的气压, kPa(一般情况下  $K_3$  为 0,当  $K_3 \geq 0.5$  dB 时才进行修正)。

8.10 频带平均声压级及 A 计权声压级计算

当背景噪声修正或环境反射修正需按频带进行时,应先按式(2)计算各种修正后的 1/1 倍频程或 1/3 倍频程平均声压级  $\bar{L}_{pf}$ ,然后按式(4)计算 A 计权平均声压级:

$$\bar{L}_p = 10\lg \left[ \sum_{f=1}^M 10^{0.1(\bar{L}_{pf} + K_{Af})} \right] \dots\dots\dots (4)$$

式中: $\bar{L}_p$ ——总的 A 计权平均声压级,dB(A);  
 $\bar{L}_{pf}$ ——第  $f$  个频带平均声压级,dB;  
 $K_{Af}$ ——频带声压级 A 计权修正值(按表 2);  
 $M$ ——频带数。

注:计算频带平均声压级  $\bar{L}_{pf}$ 时按式(2)进行,但式(2)中的  $\bar{L}_p$ 、 $\bar{L}_{pi}$ 应分别用  $\bar{L}_{pf}$ 和  $\bar{L}_{pfi}$ 代换。

8.11 环境反射修正值计算

当电机噪声测定不在自由场或混响场进行时,对测试结果应作环境反射修正。环境反射修正  $K_2$  应根据现场情况按附录 B、C 或 D(补充件)计算。

表 2 频带声压级 A 计权修正值  $K_{Af}$  dB

频带中心频率 Hz	1/3 倍频程频带修正值	1/1 倍频程频带修正值
100	-19	-16
125 <sup>D</sup>	-16	
160	-13	
200	-11	-9
250 <sup>D</sup>	-9	
315	-7	
400	-5	-3
500 <sup>D</sup>	-3	
630	-2	
800	-1	0
1 000 <sup>D</sup>	0	
1 250	1	
1 600	1	1
2 000 <sup>D</sup>	1	
2 500	1	
3 150	1	1
4 000 <sup>D</sup>	1	
5 000	1	
6 300	0	-1
8 000 <sup>D</sup>	-1	
10 000	-2	

注:1) 1/1 倍频程频带中心频率。

8.12 声功率级的计算

电机噪声的 A 计权声功率级应按式(5)计算:

$$L_w = \bar{L}_p + 10\lg \frac{S}{S_0} \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $L_w$ ——A 计权声功率级,dB(A);



$\bar{L}_p$ ——按式(2)或式(4)计算的 A 计权平均声压级, dB(A);

$S$ ——测量面面积,  $m^2$ ; 根据 8.2, 8.3 和 8.4 条的要求, 按式(6)、(7)和(8)计算;

$S_0$ ——基准面积,  $S_0=1 m^2$ 。

半球面法的测量面积为:

$$S = 2\pi r^2 \dots\dots\dots(6)$$

式中:  $r$ ——测量半径,  $m$ ; 按 8.2 条规定,  $r$  分别为 0.4  $m$  和 1  $m$ 。

半椭球面法的测量面积为:

$$S = 2\pi a(b + c) \dots\dots\dots(7)$$

式中:  $a = \frac{1}{2}l_1 + d, m$ ;

$b = \frac{1}{2}l_2 + d, m$ ;

$c = l_3 + d, m$ 。

$l_1, l_2, l_3$  分别为基准体的长、宽、高,  $m$ ;  $d$  为测量距离,  $m$ 。

等效矩形包络面法的测量面积为:

$$S = 4(ab + bc + ca) \frac{a + b + c}{a + b + c + 2d} \dots\dots\dots(8)$$

### 9 混响室中电机噪声声功率级的测量

#### 9.1 对混响室的要求

混响室应符合 GB 6881 的规定, 室内容积应不小于 70  $m^3$ , 但不大于 300  $m^3$ , 且应大于被试电机体积的 100 倍。室内混响时间  $T$  应大于  $V/S$  ( $V$  为室内容积,  $m^3$ ;  $S$  为室内总表面积,  $m^2$ )。

#### 9.2 测点的配置

被试电机应按第 5 章的要求安装。电机表面与墙壁的距离应不小于 1.5  $m$ 。测点与墙面和天花板的距离应不小于 1  $m$ , 与声源的距离应不小于 0.3 $V$  ( $V$  为混响室内容积,  $m^3$ )。测点数应不小于 3 点, 其相互间距离应不小于  $\lambda/2$  ( $\lambda$  为测量范围内最低有效频率的波长) 或 0.5  $m$ 。

对噪声频谱有突出纯音成分或窄频带成分的电机, 不采用混响室法作测定。

#### 9.3 混响室中噪声的测定结果计算

在混响室内测定时, 电机的声功率级可用直接法或比较法计算。

##### 9.3.1 直接法

频带声功率级按式(9)计算:

$$L_{wf} = \bar{L}_{pf} - 10\lg \frac{T}{T_0} + 10\lg \frac{V}{V_0} + 10\lg \left( 1 + \frac{\lambda S}{8V} \right) + 10\lg \frac{p_0}{100} + K_{Af} - 14.2 \dots\dots\dots(9)$$

式中:  $L_{wf}$ ——频带声功率级, dB;

$\bar{L}_{pf}$ ——频带平均声压级, dB; 按式(2)计算, 但不包括  $K_2$ ;

$T$ ——混响室的混响时间,  $s, T_0=1s$ ;

$V$ ——混响室内的容积,  $m^3, V_0=1m^3$ ;

$\lambda$ ——与  $T$  相应的中心频率波长,  $m$ ;

$S$ ——混响室内总表面积,  $m^2$ ;

$p_0$ ——大气压力,  $kPa$ ;

$K_{Af}$ ——频带声压级 A 计权修正值(按表 2)。

A 计权声功率级按式(10)计算:

$$L_w = 10\lg \sum_{f=1}^M 10^{0.1L_{wf}} \dots\dots\dots(10)$$

式中： $L_w$ ——A 计权声功率级，dB(A)；

$L_{wf}$ ——第  $f$  个频带 A 计权声功率级，dB(A)；

$M$ ——频带数。

### 9.3.2 比较法

频带声功率级按式(11)计算：

$$L_{wf} = L_{wrf} + (\bar{L}_{pf} - \bar{L}_{prf}) \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中： $L_{wrf}$ ——标准声源 A 计权频带声功率级标定值，dB(A)；

$L_{wf}$ ——频带声功率级，dB(A)；

$\bar{L}_{pf}$ ——在混响室中测得的电机平均 A 计权频带声级，dB(A)；

$\bar{L}_{prf}$ ——标准声源在混响室中测得的平均 A 计权频带声级，dB(A)。

由式(11)计算出 A 计权频带声功率级  $L_{wf}$  后，应按式(10)计算 A 计权声功率级。当被试电机无突出频率成分时，则 A 计权声功率级可直接按  $L_w = L_{wr} + (\bar{L}_p - \bar{L}_{pr})$  计算。

## 10 电机噪声方向性指数的确定

在半自由场中，当电机测量面上某方向的声压级为  $L_p$ ，该测量面上的平均声压级为  $\bar{L}_p$ ，则电机噪声的方向性指数  $G$ (dB)为：

$$G = L_p - \bar{L}_p + 3$$

在全自由场中，电机噪声的方向性指数  $G$ (dB)：

$$G = L_p - \bar{L}_p$$

## 11 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a. 被试电机型号、额定功率、额定转速；
- b. 安装测试条件；
- c. 环境条件说明；
- d. 电机外形尺寸；
- e. 电机制造厂厂名；
- f. 出品编号；
- g. 测点布置图；
- h. 测量仪器的型号和编号；
- i. 测试人员及日期。

通过测试数据处理，得出 A 计权声压级(注明测试距离)和 A 计权声功率级的数值。在有要求时还应提供电机噪声的频谱分析图和(或)方向性指数。

附录 A  
电机基准体外形的确定  
(补充件)

A1 在电机噪声测试中,为了合理地确定测试距离,需将电机外形进行规范化地简化,简化后的假想体称为基准体。基准体是环绕电机周围的最小直角六面体(包括反射平面的一面)。对于形状不规则的电机,如果突出部分为不可忽视的发声部分,则基准体应包括这些部分(如图 A1);如突出部分为次要发声部分,则不予考虑(如图 A2)。

图 A1、图 A2 中,由虚线部分的尺寸所决定的箱体即为基准体。

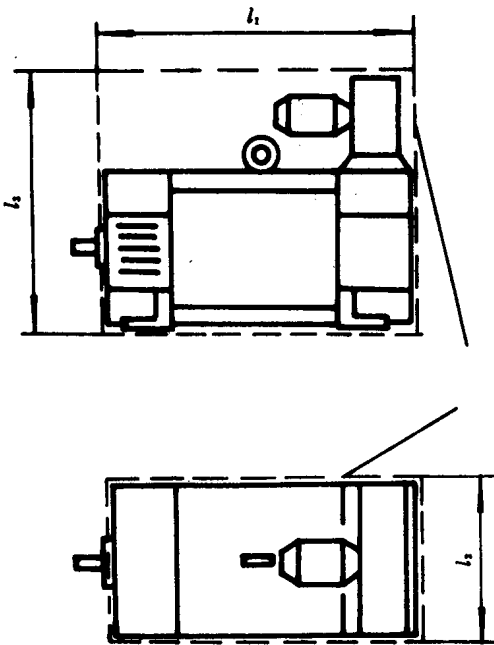


图 A1 基准体外形尺寸的确定例 1

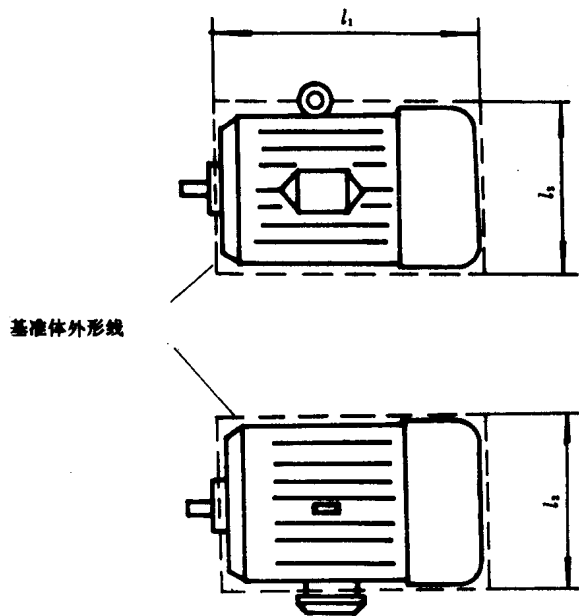


图 A2 基准体外形尺寸的确定例 2

## 附录 B

## 标准声源修正法

(补充件)

B1 在用标准声源对环境声场进行修正的几种方法(替代法、顶置法、并列法、旁置法)中,本标准推荐用替代法。按第 8 章进行测试时,环境反射修正值  $K_2$ (dB)按式(B1)计算:

$$K_2 = L_{wr} + L_{wto} \dots\dots\dots(B1)$$

式中:  $L_{wr}$ ——标准声源在电机测试地点所测得的 A 计权声功率级或频带平均声压级, dB(A);

$L_{wto}$ ——标准声源在消声室中标定的 A 计权声功率级或频带平均声压级, dB(A)。

一般情况下,  $K_2$  按 A 计权平均声压级直接计算修正值。在用替代法求取  $K_2$  时, 现场测定标准声源所用的测试面应与半消声室内标定时所用的测试面一样。

**附录 C**  
**混响时间法**  
(补充件)

C1 在使用混响时间法时,测试场所必须有一定的声扩散条件,声源(电机)应尽量置于中间空旷处。对强吸声的房间,不应用此法求取  $K_2$  值。

在有扩散的类半自由声场中测得房间混响时间后,环境反射修正值  $K_2$ (dB)应按式(C1)计算:

$$K_2 = 10 \lg \left( 1 + \frac{4S}{A} \right) \dots\dots\dots (C1)$$

式中:  $S$ ——测量面面积,  $m^2$ ;

$A$ ——房间的吸声量,  $m^2$ ;

$A=0.16V/T$  ( $V$  为房间容积,  $m^3$ ;  $T$  为所测得的频带混响时间,  $s$ )。

由于混响时间  $T$  与频带有关,故  $K_2$  是频带修正值。

一般情况下,可以用 A 计权的混响时间直接计算 A 计权的修正值。

当房间体积无法直接测量时,可用标准声法得到修正值  $K_2$ ,再按上式反算房间的等效容积。

混响时间法所修正的房间形状,其高度不应过矮,面积不应过于窄长,否则将会使测定结果带来较大偏差。

附录 D  
三表面法  
(补充件)

D1 当测试场所足够大时,采用增加测量面的三表面法进行环境的反射修正。对于按第 8 章所规定的测量面  $S$  上(即图中的  $S_1$ )的修正值  $K_2$ ,应按下列程序计算:

a. 先求得各测量面间的平均声级差:

$S_2$  面与  $S_1$  面的平均声级差按式(D1)计算:

$$\Delta L(2) = \bar{L}_{p2} - \bar{L}_{p1} \dots\dots\dots(D1)$$

$S_3$  面与  $S_1$  面的平均声级差按式(D2)计算:

$$\Delta L(3) = \bar{L}_{p3} - \bar{L}_{p1} \dots\dots\dots(D2)$$

式中,  $\bar{L}_{p1}$ 、 $\bar{L}_{p2}$ 、 $\bar{L}_{p3}$  分别为主测量面  $S_1$  和辅助测量面  $S_2$  和  $S_3$  上的相应平均声级。

b. 按式(D3)和(D4)求得两个修正系数:

$$K(2) = 10 \lg \frac{(S_1/S_2) - 1}{M_2 - 1} \dots\dots\dots(D3)$$

$$K(3) = 10 \lg \frac{(S_3/S_1) - 1}{1 - M_3} 10 \lg(S_3/S_1) \dots\dots\dots(D4)$$

式中:  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  —— 分别为各测量面面积,  $m^2$ ;

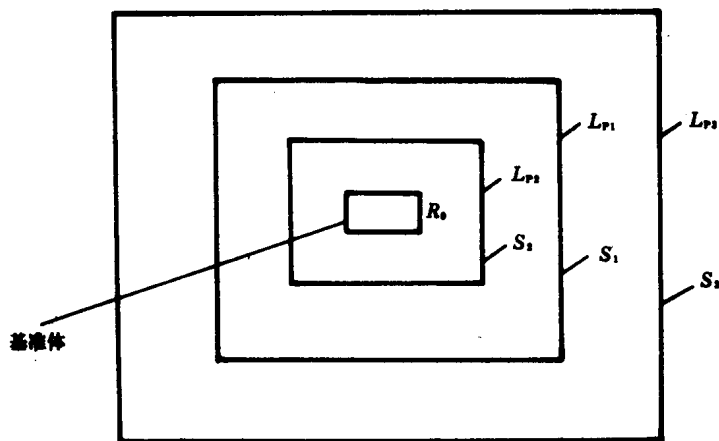
$M_2$  ——  $10^{0.1\Delta L(2)}$ ;

$M_3$  ——  $10^{0.1\Delta L(3)}$ 。

c. 确定测量面  $S_1$  上的环境反射修正值  $K_2$ :

取  $K(2)$ 、 $K(3)$  两者绝对值中的最小值为  $S_1$  面上的环境反射修正值  $K_2$ 。

在选择辅助测量面时,应保证  $\Delta L(2)$ 、 $\Delta L(3)$  都大于 2 dB,且任何测试面上的测点离反射面(非地面)的最小距离不小于 1 m。



采用多表面法求取  $K_2$  的示意图

# GB 10069.1-88

---

## 附加说明:

本标准由全国旋转电机标准化技术委员会提出并归口。

本标准由上海电器科学研究所、广州电器科学研究所和哈尔滨大电机研究所负责起草。