

前 言

本标准是对 JB/Z 239—85《电动工具用单相串激电动机转子的平衡精度和工艺规程》的第一次修订。
本标准根据 GB/T 1.1—1993《标准化工作导则 第 1 单元：标准的起草与表述规则 第 1 部分：标准编写的基本规定》编写。
本标准自实施之日起代替 JB/Z 239—85。
本标准由全国电动工具标准化技术委员会提出并归口。
本标准的起草单位：上海电动工具研究所。
本标准主要起草人：罗选强、黄扬。

电动工具用单相串激电动机转子的
平衡精度和工艺规程

JB/T 9601—1999

代替 JB/Z 239—85

Balance accuracy and process rule of single—phase series
motor of electric tools

1 范围

本标准适用于电动工具中单相串激电动机转子(以下简称转子)的动平衡,供制造厂参照采用。

2 术语

2.1 刚性转子

转子的不平衡为固定量值,与转速无关。

凡可在两个(任选)校正平面上进行校正,并在校正后,在任意转速直至最大工作转速下,其剩余重心偏移值不会明显地超过不平衡公差,这样的转子可视为刚性转子。

2.2 不平衡公差

刚性转子径向平面上存在的重心偏移值的最大允许值,低于此值的不平衡状态定为合格。

2.3 动态不平衡

若转子的中心主惯性轴线不与轴线重合,则该转子旋转时产生的不平衡状态称为动态不平衡。

动态不平衡量值可由两个选定平面(与轴线相垂直)中的两个等效不平衡矢量求得。这两个等效不平衡矢量完全表示了转子的不平衡状态。

2.4 不平衡量

不平衡质量和其重心离轴线的距离的乘积,即为转子中不平衡量值(属于某一个平面),不考虑不平衡角位。

不平衡量单位为 $\text{g} \cdot \text{mm}$ 。

2.5 转子重心偏移值

不平衡量除以转子的质量,即为转子单位质量的不平衡量。

转子重心偏移值的单位为 μm 。

2.6 初始转子重心偏移值

平衡前转子就存在的重心偏移值。

2.7 剩余转子重心偏移值

平衡后仍遗留下来的转子重心偏移值,用符号 ϵ 表示。

2.8 许用转子重心偏移值

刚性转子的最大允许转子重心偏移值,用符号 e 表示。凡小于此值的不平衡状态都是许可的。

2.9 校正平面

与转子轴线垂直的、作不平衡校正的平面。

2.10 测量平面

与转子轴线垂直的、测定重心偏移值和角位的平面。

2.11 分离平面

与转子轴线垂直的、作平面分离的平面。

2.12 定标平面

与转子轴线垂直的、对转子的特定的平衡精度作标定的平面。

2.13 校准转子

用以调整平衡机的转子，通常为相同类型中的一个。

2.14 试验转子

一种具有适当质量，用于校验平衡机的刚性转子。

2.15 平面分离

对于特定的转子，用平衡机减少校正平面干扰比的操作过程。

2.16 最小可达和剩余转子重心偏移值

平衡机可以达到的剩余转子重心偏移值的最小值。

2.17 不平衡减低率

经一次校正后去掉的不平衡除以初始不平衡得出的比率。通常，比率以百分数表示。

2.18 校正平面干扰比

转子两个校正平面 A 和 B 干扰比 I_{AB} 和 I_{BA} ，由下列关系得出：

$$I_{AB} = \frac{U_{AB}}{U_{BB}} \dots\dots\dots (1)$$

式中： U_{AB} 和 U_{BB} 是平面 B 上加上不平衡量后，分别在校正平面 A 和 B 上产生的不平衡量的示值。

$$I_{BA} = \frac{U_{BA}}{U_{AA}} \dots\dots\dots (2)$$

式中： U_{BA} 和 U_{AA} 是平面 A 上加上不平衡量后，分别在校正平面 B 的 A 上产生的不平衡量的示值。

3 技术要求

3.1 转子的平衡精度

转子的平衡精度应优先采用 G6.3 级。根据各种产品在经济与技术上的不同要求，可以采用其它精度等级，但不得低于 G16 级。

3.2 许用转子重心偏移值

许用转子重心偏移值按下式计算：

$$e = \frac{1000 G}{\omega} \dots\dots\dots (3)$$

式中： e ——许用转子重心偏移值， μm ；

G ——平衡精度， mm/s ；

ω ——转子角速度， rad/s 。

3.3 多速电动工具中许用转子重心偏移值

多速电动工具应以转子的最大工作转速为准，根据 3.2 规定的公式计算许用转子重心偏移值 e 。

3.4 每个定标平面上许用转子重心偏移值

每个定标平面上许用转子重心偏移值为转子重心偏移值的二分之一。

$$e_L = e_R = \frac{1}{2} e \dots\dots\dots (4)$$

式中： e_L ——左平面许用转子重心偏移值， μm ；

e_R ——右平面许用转子重心偏移值， μm 。

如果转子的质心落在支承距离中间的三分之一区域外，则须按照转子的质量分布分配其重心偏移值。

3.5 设计图样上的表达方法

制造厂在转子设计图样上，应给出符合 4.1 规定的平衡精度等级或每一校正平面的许用转子重心偏

移值、校正平面的位置等数据。

4 工艺规程

4.1 动平衡机的一般要求

- 4.1.1 动平衡机的校验应使用随平衡机带来的试验转子。
- 4.1.2 动平衡机的最小可达的剩余转子重心偏移值应小于 $0.5\ \mu\text{m}$ 。
- 4.1.3 动平衡机的不平衡减低率大于 80%。
- 4.1.4 动平衡机的灵敏度不低于 $0.1\ \mu\text{m}/\text{格}$ 。
- 4.1.5 当转子的重心偏移值为 $0.5\ \mu\text{m}$ 时，定位误差不超过 $\pm 15^\circ$ ，或相位不稳定但也不超过 $\pm 15^\circ$ 。
- 4.1.6 仪表指示稳定，其变化幅值小于 5%。
- 4.1.7 校正平面的干扰比小于 10%。
- 4.1.8 对于相同的不平衡量，左右平面的仪表指示值相同，误差小于 5%。
- 4.1.9 两摆架的 V 型槽中心应与转子轴线在同一直线上。
- 4.1.10 动平衡机除了发现故障须及时修理外，还须定期校验。
- 4.1.11 动平衡机应水平安装在坚固平稳的工作台上和振动小、电磁干扰小的室内。在动平衡机上无校测转子时，仪表读数为零。

4.2 校准转子

- 4.2.1 没有电模拟装置的动平衡机须做校准转子。
- 4.2.2 校准转子应具有和成批被校测转子相同的形状、尺寸和重量。
- 4.2.3 校准转子的剩余重心偏移值小于 $0.5\ \mu\text{m}$ 。
- 4.2.4 校准转子轴颈的圆度和同轴度小于 $2\ \mu\text{m}$ ，表面粗糙度在 $Ra0.8$ 以上。
- 4.2.5 校准转子应妥善保存，一般不应横放而应当竖放，防止其变形。在使用一段时间后应当重新校验。

4.3 待校测转子的技术要求

- 4.3.1 待校测转子须带风扇。
- 4.3.2 待校测转子的轴颈上不得残留漆膜、毛刺或其它污物。
- 4.3.3 控制转子在轴压铁芯、绕线、滴漆、压装风扇等工艺造成的初始转子重心偏移值，一般不超过 $50\ \mu\text{m}$ 。

4.4 选频

- 4.4.1 须用加上不平衡重量的校准转子选频。
- 4.4.2 调整动平衡机的支承架，使得转子的轴颈中间位置支承在 V 型架的中心，转动时无轴向窜动和上下跳动。
- 4.4.3 调节平衡转速或平衡机电路系统的工作频率，使微安表的指针达最大数值。若选频正确，则在改变加重和去重的选择时，不平衡量的相位正好反相，相位稳定。
- 4.4.4 对于闪频型动平衡机，不平衡量的相位应正确反映在水平位置上。若出现倍频信号，闪光停像出现重影，应重新调节转速。
- 4.4.5 为了保证定位的精度，可采取下列措施：
 - a) 启动时，需在轴颈处加少许润滑油；
 - b) 传动带上擦少许滑石粉；
 - c) 及时调换拉松后弹性差的传动带；
 - d) 及时调换磨损的塑料支承。

4.4.6 动平衡机宜配稳频稳压装置，如果电网电压和频率不稳定，而动平衡又无稳频稳压装置，则在校正过程中需要经常选频。

4.5 平面分离

4.5.1 没有电模拟装置的动平衡机须用校准转子做平面分离。

4.5.2 分离平面一般应和校正平面一致。

4.5.3 平面分离时所使用的不平衡质量应是被校测转子精度标定质量的 5~10 倍, 增加平面分离的效果。

4.5.4 平面分离应使校正平面的干扰比为最小, 即当校准转子 A 平面上加上上述的不平衡量时, B 平面的仪表指示值应为最小, 反之亦然。

4.5.5 平面分离应交叉重复进行多次。

4.6 转子的平衡转速和转向

4.6.1 平衡转速不宜小于转子实际工作转速的十分之一。

4.6.2 如果动平衡机的驱动装置是感应电动机, 平衡转速应避免其同步转速的禁区。

4.6.3 在转子的校测过程中平衡转速不变。

4.6.4 动平衡机上被校测转子的转向宜和实际工作转向一致。

4.7 定标

4.7.1 每个定标平面上标定精度用的不平衡质量按下式计算:

$$m_L = \frac{e_L \times M}{r_L} \dots\dots\dots (5)$$

式中: m_L ——左平面的不平衡质量, g;

M ——转子质量, kg;

r_L ——左平面配重所在的半径, mm。

$$m_R = \frac{e_R \times M}{r_R} \dots\dots\dots (6)$$

式中: m_R ——右平面的不平衡质量, g;

r_R ——右平面配重所在的半径, mm。

4.7.2 定标平面须和校正平面一致。

4.7.3 把根据左右平面许用转子重心偏移值计算的不平衡质量分别放在校准转子的左右两个校正平面上, 驱动它到平衡转速, 使用合适的衰减档和量程。使仪表微安值 I_L 和 I_R 指示在恰当的整数刻度上, 则该刻度就是确定的许用转子重心偏移值的标定值。为了充分利用平衡机的灵敏度, 并考虑操作时观察的方便, 仪表的标定值不要太小。

4.7.4 当动平衡支架重新调节时, 或被校测转子掉换类型、规格时, 必须对该类型规格的转子重新进行选频—平面分离一定标。

4.8 校正方法

4.8.1 转子近似刚性转子, 应是动态平衡的。

4.8.2 允许采用去重法、加重法或去重加重混合法等不同的校正方法。一般可在铁芯表面、风扇上配重。

4.8.3 配重规则:

4.8.3.1 配重的位置(或校正平面)应选择在离转子轴颈尽可能近的地方。

4.8.3.2 如果在转子的铁芯上配重, 除非两校正平面上的不平衡量处于同相, 一般每平面配重长度不超过迭片铁芯总长的五分之二。

4.8.3.3 在转子的圆周上, 配重的扇形角度一般不超过 120° 。

4.8.3.4 对于配重困难的转子应用平衡块校动平衡。

4.8.3.5 应先平衡不平衡量较大的一面, 左右两平面相互轮换直至平衡到标定刻度以下。

4.8.4 在安装以前, 如果已校完动平衡的转子发生跌、撞等原因引起意外变形, 则须重新校正该转子。

5 剩余转子重心偏移值的测量方法

5.1 直接法

根据 4.7.3 中标定值 I_L 和 I_R ，计算仪表单位微安所代表的重心偏移值。

$$b_L = \frac{e_L}{I_L} \dots\dots\dots (7)$$

式中： b_L ——左平面单位微安的转子重心偏移值， $\mu\text{m}/\mu\text{A}$ ；
 I_L ——左平面仪表的标定值， μA 。

$$b_R = \frac{e_R}{I_R} \dots\dots\dots (8)$$

式中： b_R ——右平面单位微安的转子重心偏移值， $\mu\text{m}/\mu\text{A}$ ；
 I_R ——右平面仪表的标定值， μA 。

把被校测转子放在对转子重心偏移值有标定刻度的动平衡机上，从仪表上可以直接读出 i_L 、 i_R 值。

$$\epsilon_L = b_L \cdot i_L \dots\dots\dots (9)$$

式中： ϵ_L ——左平面的剩余重心偏移值， μm ；
 i_L ——左平面的电量指示值， μA 。

$$\epsilon_R = b_R \cdot i_R \dots\dots\dots (10)$$

式中： ϵ_R ——右平面的剩余重心偏移值， μm ；
 i_R ——右平面的电量指示值， μA 。

5.2 正弦法

选定一试块，其质量相等于转子预计剩余不平衡质量的 5~10 倍，试块应用分析天平称量。记录下试块质量、转子质量、配重所在的半径。

将试块分别加在转子定标面(两个平面分别进行)的各等分点位置上，等分点一般上 12 点，应尽可能不按顺序地施加试块，通常是隔几点跳跃进行，如图 1 所示。从仪表上分别读取相应角度位置上读数，做好记录。如果有两个位置反应出有相同的最大和最小值，则需在这两点中间补测一次，取其大值或小值。

若以试验不平衡质量的角度为横座标，仪表读数为纵座标，则相应角度位置上的读数在座标平面上形成一近似正弦曲线，如图 2 所示。



图 1 剩余不平衡的试验程序

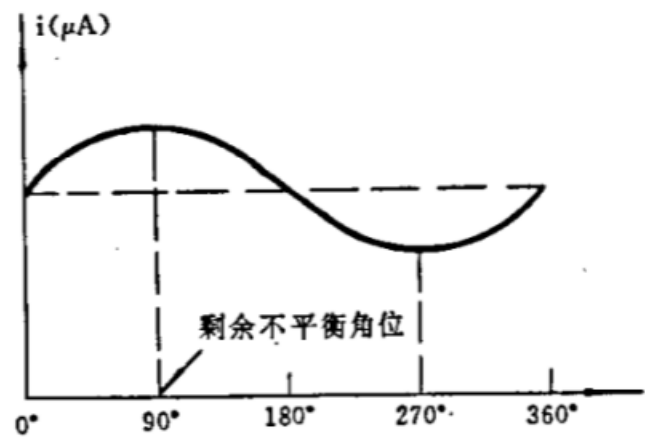


图 2 剩余不平衡的测量图线

每平面上剩余转子重心偏移值：

$$\epsilon_L = \frac{i_{Lmax} - i_{Lmin}}{i_{Lmax} + i_{Lmin}} \cdot \frac{W_L \cdot r_L}{M} \dots\dots\dots (11)$$

式中： i_{Lmax} ——左平面电量指示的最大值， μA ；
 i_{Lmin} ——左平面电量指示的最小值， μA ；
 W_L ——左平面的试块质量， g 。

$$\epsilon_R = \frac{i_{Rmax} - i_{Rmin}}{i_{Rmax} + i_{Rmin}} \cdot \frac{W_R \cdot r_L}{M} \dots\dots\dots (12)$$

式中： i_{Rmax} ——右平面电量指示的最大值， μA ；
 i_{Rmin} ——右平面电量指示的最小值， μA ；
 W_R ——右平面的试块质量， g 。

6 检验规则

两个平面的剩余转子重心偏移值都不得超过 3.5 规定许用值，允差为+15%，可视为合格。若其中有一个平面超过就可视为不合格。