

# 工艺芯轴转子平衡方法--风机叶轮

平衡机是模拟转子使用状态是机器，一边模拟转子工作，同时使得测量系统处于一个理想的测试环境。

HP16 硬支承平衡机系统的电子测量电路完全模拟平衡机的运转参数。首先输入的电测信号传输了转子不平衡量离心力的数学关系：

应该可靠---就是说测量结果没有水分，仪表的重复性、机械信号的纯度，机械信号干扰度，传感器的信噪比。

平衡机的线性工作范围，现代硬支承平衡机具有非常好的线性范围---就是一个转速下标定好以后，其他转速与其他大小的转子不用重新标定就可直接计算测量。

如果产品完全不具备这些功能，换一种不同的转子就要重新标定，给用户带来操作麻烦。

标定的本质就是  $E1/k1=E2/k2$

具体表现就是在左右对称的时候：左面加 100g 应该显示与右面加 100g 量值相同。

正常的平衡机应该 300rpm 显示 85g 角度 218 度，当转速提高到 500rpm 的时候变化量不大---85 变化 5-10g，角度变化 2-3 度。

芯轴夹具制作要求

- 1.穿芯轴的转子最高精度由芯轴的精度决定。G6.3 小于 0.02mm 径跳。
- 2.可操作的最好芯轴是 1:2000 锥度芯轴。（需要驱动电机是变频器控制）
- 3.芯轴与万向节接口误差可在连接处进行固定平衡连接的模式去除空轴影响量值。
- 4.限位影响的精度，可以用低干扰模式克服，
- 5.单面平衡的平衡机，必须考虑力偶的影响。否则不能达到振动精度要求。

$$U1=F1\cos(\omega t+\phi1)=m1r1\omega^2\cos(\omega t+\phi1)$$

$$E1=U1k1$$

$$U2=F2\cos(\omega t+\phi2)=m2r2\omega^2\cos(\omega t+\phi2)$$

$$E2=U2k2$$

其中角频率 $\omega=2\pi n/60$  转速 n rpm 是可以测量参数

所以当出厂时候标定好支撑架灵敏度 k1 k2

就可以计算出不平衡量值 m1 m2

$$m1=E1/[k1 r1(\pi n/30)^2\cos(\omega t+\phi1)]$$

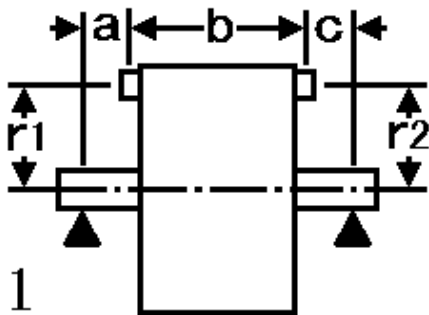
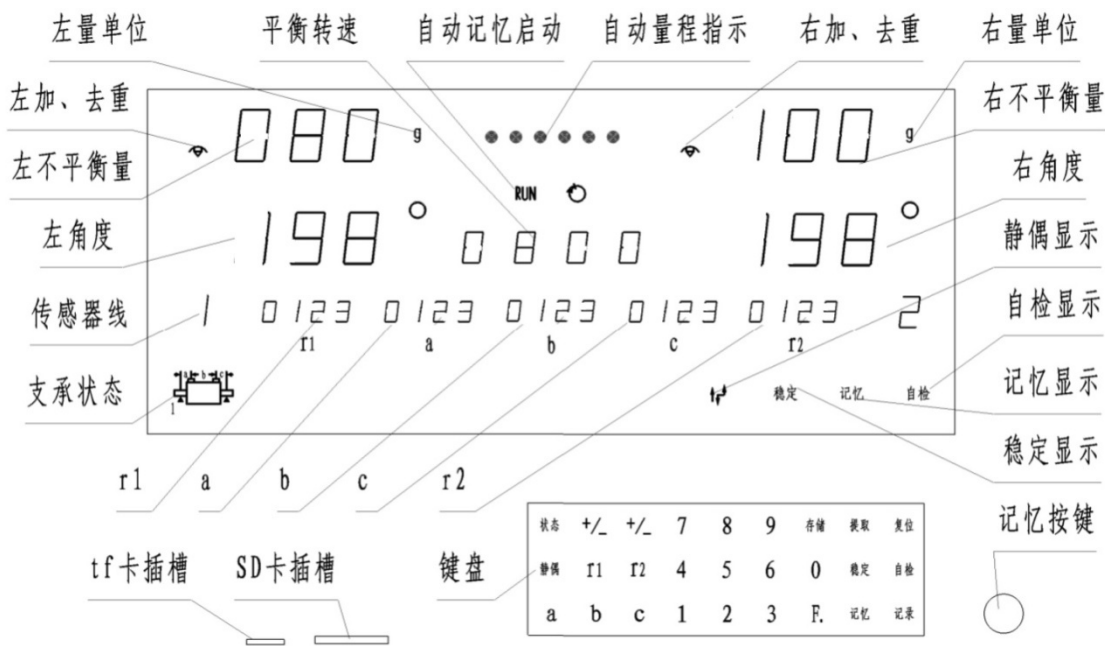
$$m2=E2/[k2 r2(\pi n/30)^2\cos(\omega t+\phi2)]$$

其中最大值为

$m1=E1/[k1 r1(\pi n/30)^2]$  E1, E2 是传感器输出的信号电量值。

$$m2=E2/[k2 r2(\pi n/30)^2]$$

其余 abc 运算



动平衡支承方式1



通过键盘设置 r1、r2、a、b、c 的值时，按下 r1、r2、a、b、c 任一键，对应字符变闪动，按数字键输入数值后，延时若干秒，自动保存在存储器。停电或关机不会丢失数据。

a、b、c、r1、r2 的单位为：毫米。

重新按一下键盘的字母可以重新输入对应的数据。

不用考虑前后顺序，随便操作。

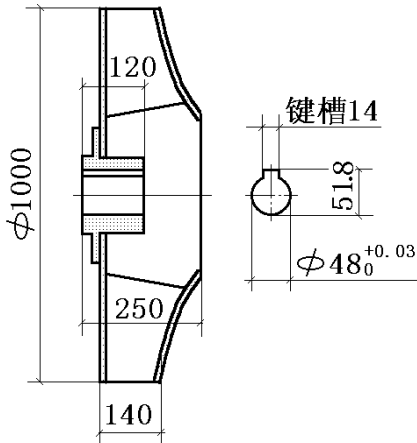
#### 4.1 一般通风机转子平衡操作过程

本节将以图九所示通风机转子为例，介绍一般风机叶轮平衡校测的操作过程。其他类型转子的平衡校测也可参考此过程。

##### 4.1.1 准备工作

4.1.1.1 首先应制作叶轮工艺轴和连接套。工艺轴及连接套图样见后面

图十、十一(注意：图示尺寸为对应图九所示叶轮尺寸)。



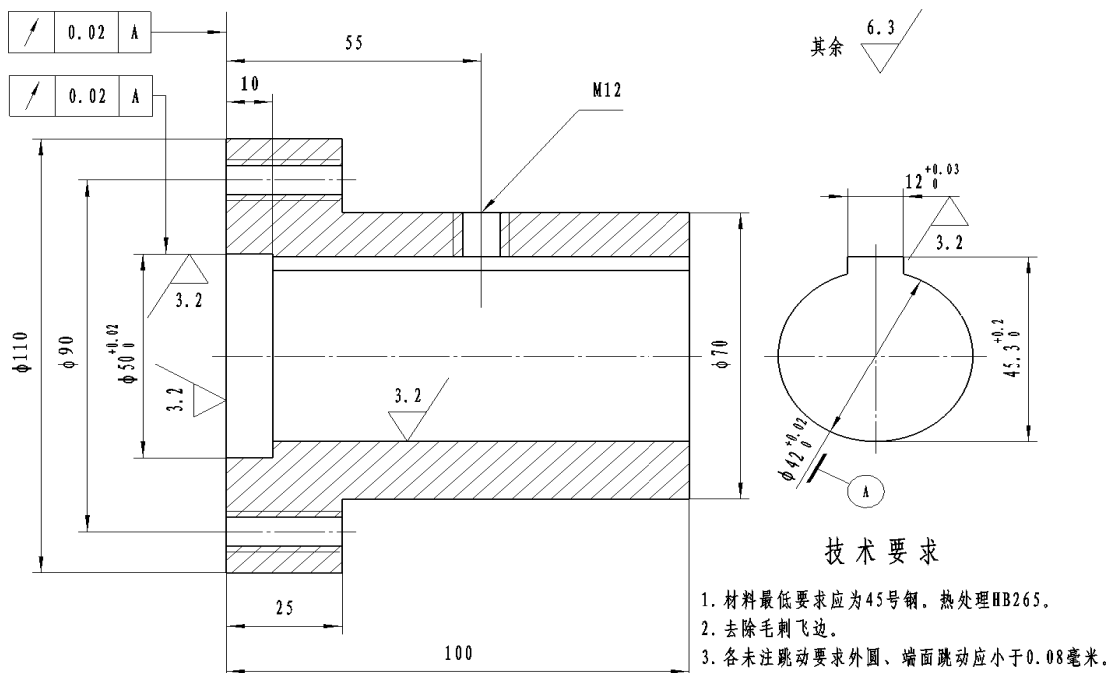
图九：示例转子简图

4.1.1.2 检查地脚螺栓有无松动，如有松动必须紧固。检查机器其他部分有无异常。

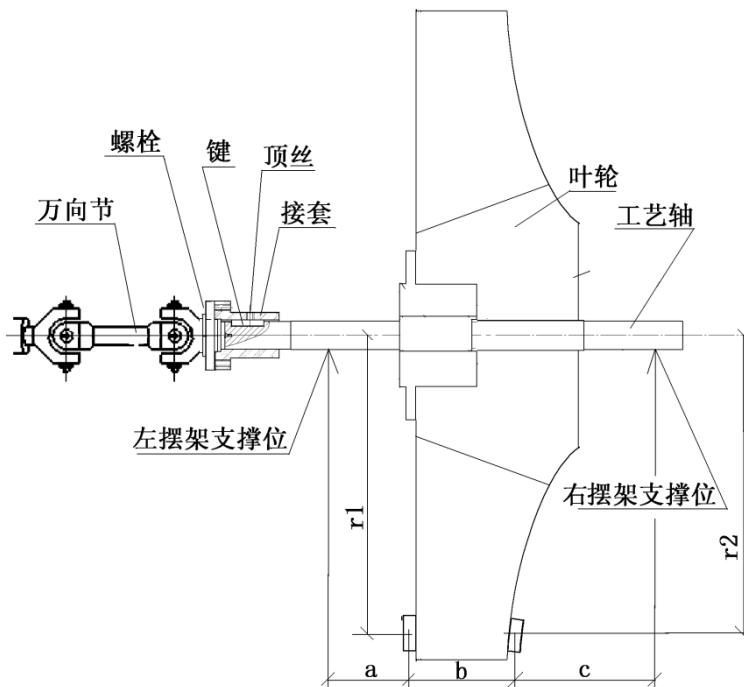
4.1.1.3 将电气控制箱上总电源开关置于“0”位（断开位置）。

4.1.1.4 检查各连线是否连接正常。注意，准备工作期间总电源不得通电。

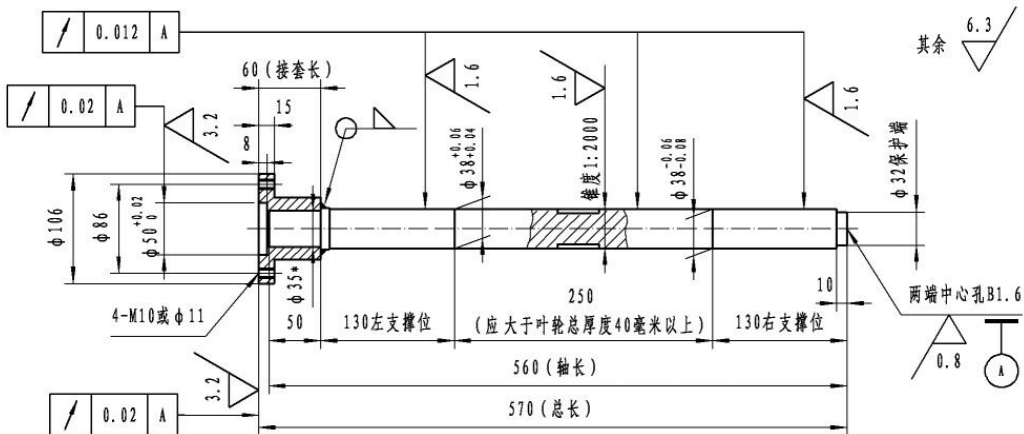
4.1.1.5 将滚轮架标尺调整到“43”位置，紧固滚轮架。调整两摆架位置，以合适此转子、工艺轴安装。按图十三所示安装并联结叶轮、工艺轴、万向节。要求各联结处必须连接牢靠。



图十：接套图样（例）



图十三：叶轮、工艺轴、万向节连接及a、b、c、r1、r2尺寸示意图



### 技术要求

1. 材料最低要求应为45号钢。热处理HB265。
2. 去除毛刺飞边。
3. 各轴位跳动要求为初始加工要求。使用过程中跳动超过0.05毫米时必须报废。
4.  $\phi 35^*$ 用于接套联接。较小规格工艺轴推荐：先将工艺轴和接套加工 $\phi 35^*$ 联结尺寸后焊接，然后参考本图加工。
5. 键槽对称加工，位置按工艺轴和叶轮试装确定。
6. 两个支撑位直径可加工成与转子装配轴位相同的直径和锥度，并一起加工成。  
但支撑位直径不得接近于滚轮外径的整数倍或整数分。例如：当滚轮直径为101时，此直径不得加工成：90-110或45-55。
7. 本图例用于：内孔 $\phi 38$ 、总厚度小于200毫米的转子。用户应根据转子实际情况调整长度尺寸，不必完全照搬此图！

### $\phi 38$ 锥度工艺轴图样（例）

4.1.1.8 注意检查：摆架、安全架、滚轮架等必须压紧，滚轮及工艺轴支撑位注意清洁，在四个滚轮表面涂上少许润滑油。

4.1.1.9 用手转动叶轮一周检查有无异常现象，确认所有机械连接都可靠。

4.1.1.9 将总电源开关置于“0”位（断开位置）。检查各连线是否连接正常。将变频器设定 20%位置，然后给整机送电，电源指示灯亮。

4.1.1.10 打开电测箱电源，电测箱前面板电源指示灯亮。

#### 4.1.2 不平衡量检测过程

4.1.2.1 确认所有机械连接可靠，尺寸 a、b、c、r1、r2 输入正确，

4.1.2.2 检查：平衡机工作时，在转子的旋转直径方向，决不能有任何人存在。

4.1.2.3 按“启动”按钮启动平衡机。

4.1.2.4 几秒钟后转子转速稳定，从电测箱上依次可以看到：a 转速表指示到一定读数后稳定，b 四个数字表稳定（或相对稳定）指示。

看电测箱的转速表，在旋转状态，可以以每秒钟变化 3-5 转/分的速度，慢慢调节转速旋钮。小转子置于 500-600 转/分，大的风机叶轮 100-300 转/分

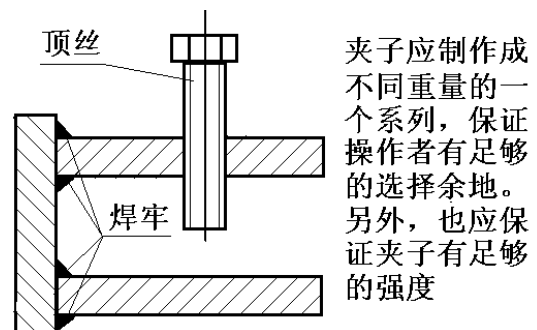
4.1.2.6 按下电测箱上“记忆”功能按键，转子停止转动。或者等 HP16 电测箱自动记忆然后自动停车。

4.1.2.7 按电测箱指示的量值和角度，在转子上相应位置加夹子试重（见下面图十五所示），要求大小及位置准确、装夹牢靠。（此过程为不平衡量试去除）

4.1.2.8 按电测箱指示值的变化验证夹子试重的大小和位置是否正确。

4.1.2.9 可以通过移动夹子位置（角度）和改变夹子大小（重量）来进行调整，以使剩余的不平衡量足够小。

4.1.2.10 在安装夹子位置上做好位置和配重大小标记。



图十五：夹子试重

#### 4.1.2.11 拆下转子焊接配重块。

注意：a 转子决不能在平衡机上进行焊接！

b 转子进行焊接时可以不拆工艺轴，但应注意保护。

c 配重块重量（包括焊条重量）应准确。

#### 4.1.2.12 重复 4.1.2.2—4.1.2.11 所述操作过程，直至达到转子要求的平衡精度。

### 4.2 轴流、斜流风机转子平衡操作过程

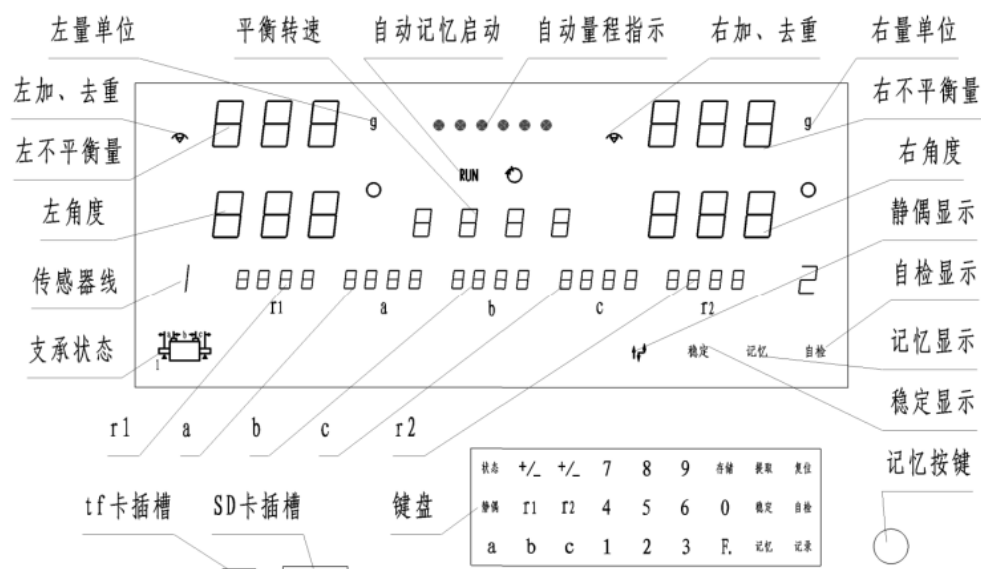
一般情况下，轴流、斜流风机转子进行静平衡校验即可达到平衡精度要求。下面主要内容为静平衡较验过程。如果需要，操作者可以结合本节和上一节内容进行动平衡校测。

4.2.1 进行制作叶轮工艺轴和连接套等准备工作。工艺轴及连接套图样参考图十、十一(注意：图示尺寸为对应图九所示叶轮尺寸，不同转子对应的工艺轴和连接套不同。尺寸应与对应转子配套)。

4.2.2 其他准备工作基本与 4.1 节相同或类似。

4.2.3 所有准备及转子安装工作完毕后，用手转动叶轮检查有无异常现象，确认所有机械连接都可靠。检查各连线是否连接正常。

4.2.4 参考第 3.3.1 节内容和图十六、十七、十八，输入尺寸 a、b、c、r1、r2，将左右校正面的轻重按键按下（表示轻、焊接配重）、动/静偶不平衡量校正方法选择键按下（静/偶平衡方式）、转子支承面，校正面相对位置的选择键按下（标准支承方式、转子内置），记忆按键、



4.2.5 启动测量过程按照 4.1 节内容，读数稳定后记忆、停机。

4.2.6 左面数字表显示为静不平衡量大小和角度，右面数字表显示为偶不平衡量大小和角度（参考图十六）。按左面数字表指示的大小和角度进行平衡配重操作，一般采用在转子壳内腔合适位置焊接配重块的方法进行配重。配重过程也应进行试配重操作。将左面数字表指示的静不平衡量平衡至要求精度以内，即认为转子平衡校测完成。

4.2.7 在轴流、斜流风机转子平衡操作过程中，右面数字表显示的偶不平衡量大小，可以不进行配重操作。

如果要进行偶不平衡量配重操作，应在静不平衡校测完成后，参照 4.1 节（动平衡方法）内容，重新调整 a、b、c 尺寸，静偶键将静偶状态（动平衡校正方式）。严格按照（动平衡方法）方法进行，直至达到精度要求为止。

#### 4.4.1 常见电机转子、曲轴等的平衡操作

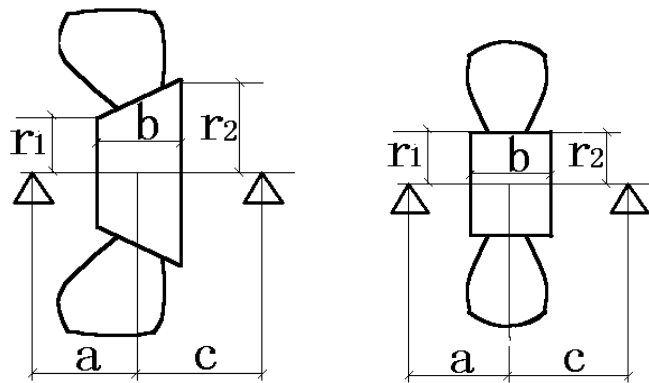
此类转子可采用 4.1 节介绍的方法、过程进行不平衡检测。进行平衡检测前需要加工对应的万向节接套。可直接将转子的轴承位作为平衡过程的支撑位置。由于没有工艺轴的误差的参与，实际平衡效果要好于有工艺轴参与的转子的平衡效果。

#### 4.4.2 飞轮、齿轮等盘类转子的平衡操作

此类转子可采用 4.2 节介绍的方法、过程进行不平衡检测。进行平衡检测前需要加工对应的万向节接套和工艺轴。当长度和直径的比小于 1 : 10 时，可以只进行静不平衡的校测。

### 5.平衡机操作注意事项、操 程及简略操作过程

作规



图十七：斜流风机转子装载示意图 图十八：轴流风机转子装载示意图

#### 5.1 操作过程注意事项

5.1.1 操作平衡机时，从启动到记录数据、停机必须由一个人操作。平衡机操作工以外的帮工必须听从操作工的指挥，决不能随意触动平衡机的任何按钮。

5.1.2 吊装转子之前，调节好平衡机的支承架，包括支承位置直径标尺，以及支承架的位置。转子放到支承架上以后，以上机构不允许再行调整。

5.1.3 较大的转子要用低速平衡，较小的转子用高速平衡。初始不平衡量大的转子也要用低速平衡。

5.1.4 平衡机属仪器仪表类产品，转子不平衡量检测过程中和完成后，应随时注意对平衡机的保养。不允许野蛮操作。

5.1.5 对于较大的转子，必须有相应配套的起重设备（>20kg），以利于安全操作，避免不必要的事故发生。

5.1.6 平衡机必须有按照地基图所示的坚实基础，否则他的平衡结果数据不稳定、不真实。

5.1.7 每一台平衡机的周围，须有安全护栏，此护栏距离平衡机尺寸一般在 500 毫米到 1000 毫米。

## 5.2 操作规程

当平衡机工作时，在转子的旋转直径方向，决不能有任何人存在！

5.2.1 操作平衡机时，从启动到记录数据、停机必须由一个人操作。较大的平衡机操作时，操作工以外的帮工必须听从操作工的指挥来安装转子，决不能触动任何平衡机的按钮。

5.2.2 转子决不能在平衡机上进行焊接！

5.2.3 吊装转子之前，调节好平衡机的支承架，包括支承位置直径标尺，以及支承架的位置。

5.2.4 启动平衡机之前，测量好转子的几何尺寸，输入电测箱。

5.2.5 较大的转子要用低速平衡，初始不平衡量大的转子也要用低速平衡。较小的转子用高速平衡。

5.3 转子安装正常后平衡机的简要操作顺序为：

5.3.1 手推转子试一下安装是否合适。

5.3.2 检查在转子的旋转直径方向，决不能有任何人存在。

5.3.3 启动平衡机。

5.3.4 测量、记录数据。

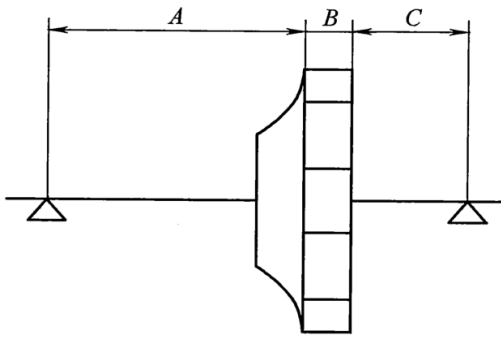
5.3.5 停机。

5.3.6 进行不平衡量试去除。

5.3.7 复检测量数值。

5.3.8 取下转子后焊接平衡块。





经一次工厂校准，符合下列要求：

平衡机所有信号均可计算：电测箱幅频特性满足以下要求：显示值变化小于要求

软支承转速传感器信号的幅频特性为角频率 $\omega$ 的一次方， $V=K1*\omega$

硬支承压电传感器信号的幅频特性为角频率 $\omega$ 的二次方， $V=K2*\omega^2$

硬支承转速传感器信号的幅频特性为角频率 $\omega$ 的三次方， $V=K3*\omega^3$

电测箱的相频特性满足以下要求：机器工作速度范围内，电测箱测量不平衡幅值变化小，显示角度变化小于要求

它可以确保平衡器在不同速度下显示相同的不平衡量（数量和角度），无需校准。



## 电机的动平衡工艺

电机的平衡工艺与风机差不多。

具体操作的平衡机有万向节平衡机与皮带驱动平衡机。

不管哪一种平衡机必须在平衡过程的转子需要与使用时候的质量分布接近。也就是说电机工作的时候，键槽是满的，或者是 75%满的（决定于电机的实际键的长度）。那么做动平衡必须保持 55%实际键的槽内质量。另外的 45%质量应该属于电机的输出负载体。

电机做平衡选用转速：根据具体平衡机的运转刚度参数选择。

一般大于 500kg 旋转 300-400rpm

小转子选择 600-800rpm

在皮带驱动的平衡机限位架影响平衡精度，尽量调整限位架的位置使得对平衡精度的影响最小。

电机与万向节接口误差可在连接处进行翻转 180 的方法去除万向节的影响量值。

做好转子平衡以后，万向节相对与转子的连接翻转 180 度相位，新出的不平衡量，万向节与转子各去除 50%的量值。

平衡精度选择。大转子 10g 左右 小转子 1-2g 左右即可。





张家口宣化北伦平衡机制造有限公司

地 址: 河北省宣化区东门外万丰路

邮政编码: 075100

联系电话: 0313- 3175800

传真 : 0313-3175900

互联网站: <http://www.beilun.com.cn>

<http://www.balance.net.cn>

电子邮件 : [cdf@beilun.com.cn](mailto:cdf@beilun.com.cn)