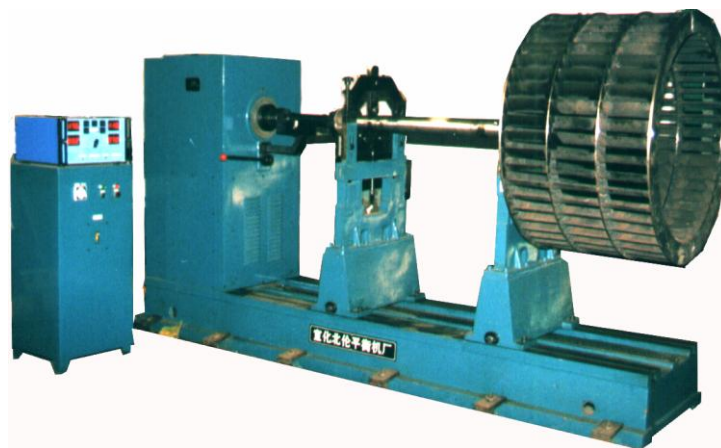


YFW - 2000 型

硬 支 承 平 衡 机

使 用 说 明 书



张家口宣化北伦平衡机制造有限公司

目 录

- 1、概述
- 2、基本参数及主要技术性能指标
- 3、主要结构简介
- 4、硬支承动平衡机的测量原理分析
- 5、操作使用说明
- 6、保养与维修
- 7、基础安装及调整
- 8、附：HP 电测箱使用说明书

1、概述

随着现代工业的发展，旋转机械的精密化和高速化，使得消除机器振动的问题已日趋重要，对于旋转机械（如电动机、鼓风机、柴油机、汽车、飞机），其旋转部件的振动将直接影响到机器的效率，机器的寿命和人身安全，而动不平衡是旋转机械产生振动的主要原因之一，因此为了有效地解决机器振动问题，对旋转体（以下简称转子）进行动平衡校测是必不可少的工艺措施之一。

硬支承平衡机是近年来迅速发展起来的、用途范围比较广的新型通用平衡机，它具有效率高、操作简便、显示直观、测量迅速、稳定性好等特点，是一种较为先进的动平衡设备，适用于各种旋转零部件的动平衡校验，因此本系列平衡机成为越来越受用户欢迎的产品。

YFW-2000 型风机叶轮平衡机是本厂针对风机制造行业专门设计制造的一种平衡机。本机设计为卧式硬支承、万向节传动、矢量表显示或数字表显示等通用形式。除具有通用卧式硬支承平衡机的特点之外，还专门针对风机叶轮的平衡特点给定了 2 个重要参数。其一，最大平衡转子直径 2400 毫米；其二，最大转子质量 2000 公斤，可保证以最高灵敏度检测绝大部分尺寸适用于本机的叶轮。

2. 基本参数及主要技术性能指标

2.1 工作参数:

2.1.1	工件质量范围	20~2000kg
	20N.M 万向节	20~300kg
2.1.2	每个支承架的偶然超载	1500kg
2.1.3	工件最大直径	2400mm
2.1.4	工件支承轴颈范围	15~120mm
2.1.5	最大灵敏度	10g.mm/格
2.1.6	最大支承长度	1800mm
2.1.7	电动机功率	15KW
2.1.8	平衡工作转速	120—900 转/分

2.2 主要性能技术指标

2.2.1	最小可达剩余不平衡度	$e_{mar} \leq 1g.mm/kg$
2.2.2	不平衡量减少率 URR	$\geq 90\%$

3 主要结构简介:

本机由车头箱、摆架、万向联轴节、传感器五部分组成。车头电机用三角带拖动主轴旋转，主轴通过联轴节拖动工件转动。工件不平衡量旋转时产生的不平衡力，迫使摆架振动，并传给传

感器转换成电信号。传感器输出的电信号馈给电测箱，另一方面，在主轴尾部安装的光电信号发生器，随着主轴旋转将产生与主轴旋转速度同频的脉冲信号，此信号与传感器信号同时输入到电测箱，在电测箱内经电子电路滤波、解算、整流等处理后，分别驱动左右光点矢量表，从而由光点矢量表显示出左右校正面上的不平衡量的大小和相位。

4. 硬支承平衡机的原理分析:

硬支承平衡机的设计原理要求:工作时的平衡转速远小于参振系统的共振频率。

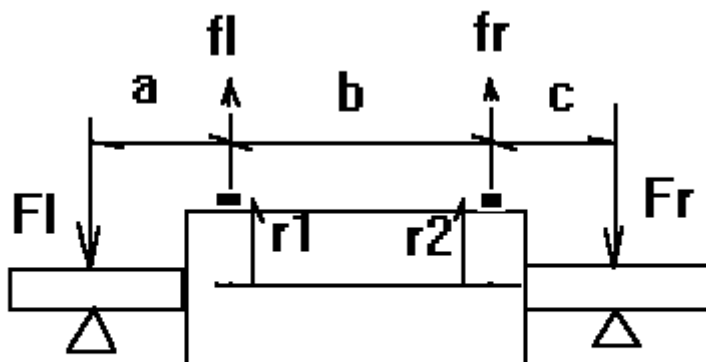
一般要求： ω 远小于 $0.3\omega_0$ 。

ω 平衡转速角频率

ω_0 参振系统共振角频率

在硬支承平衡机中，由于支承刚度很大，由转子不平衡量旋转时所产生的离心力，仅能使刚度架产生微小摆动，因而忽略转子和支承架水平方向所产生的振动偏移，因为惯性力已略去不计，故支承反力和不平衡力是平衡的。所以他们在轴心线所在的水平面上左支承架与右支承架上的各自合力等于零。由此可推导出：在如上所述的条件下，任何一个刚性转子旋转时的不平衡力，可以等效解算到转子上的任何两个不重合平面上。在平衡机的两个摆架上的传感器输出信号代表两个测量面的不平衡矢量，由此通过电测箱的信号处理可计算确定出刚性转子的去除不平衡量的相位及半径。

由于传感器是安装在支承架上，而在实际转子的平衡工艺中，转子的加工工艺面是有规定的，由此，在平衡时需确定两个工艺允许的校正平面，这就需把支承架测定的不平衡量信号，解算到工艺允许的两个校正面上。这可用力的矢量合成原理来实现：



$$\Sigma F=0 \quad \Sigma M=0$$

F_L F_R 左右支承架上受的动压力
 f_L f_R 左右校正面上不平衡质量产生的离心力
 m_L m_R 左右校正面上不平衡质量
 a c 左右校正面至左右支承架间的距离
 b 左右校正面间的距离
 r_1 r_2 左右校正面的半径
 ω 旋转角速度

根据已知条件 a 、 b 、 c 、 r_1 、 r_2 和 F_L 、 F_R （可由传感器测量）及 ω 求 m_L 、 m_R

根据力的合成原理，转子处于动平衡时，满足 $\Sigma F=0$ $\Sigma M=0$ 的初始条件，由此得出：

$$\begin{cases}
 F_L + F_R - f_L - f_R \\
 f_L a + f_R b - F_R (b + c) = 0 \\
 \\
 f_R = m_R r_2 \omega^2 \\
 \\
 f_L = m_L r_1 \omega^2
 \end{cases}$$

由以上可解得：

$$\begin{aligned}
 m_R &= \left((1 + c/b) F_R - a/b F_L \right) / r_2 \omega^2 \\
 m_L &= \left((1 + a/b) F_L - c/b F_R \right) / r_1 \omega^2
 \end{aligned}$$

以上方程的物理意义：

1) a 、 b 、 c 、 r_1 、 r_2 为已知，则校正平面上应加的校正量（或减去的校正量）可直接测出，并以克数显示。实现了支承架测定的不平衡量信号向校正平面的转换。

2) 工件两校正面的不平衡量的相互影响（ $a/b F_L$ 和 $c/b F_R$ ）取决于 a 、 b 、 c 等具体尺寸，这些参数可以在电箱中设置其相应计算电路。

根据转子的不同支承形式，可按照其校正平面与支承架之间的相对位置，可以有六种不同的装载形式。通过计算可得到四种模拟方程式。

5. 操作使用说明

5.1 使用前的准备工作

5.1.1 首先要根据转子和联轴节配好接头，其要求是：形状对称，在强度允许的情况下重量要轻，各内外园保证同心，各端

面保证垂直。工件和联轴节的配合精度为 H6/h6。

风机叶轮平衡中的问题

每一个新老用户在动平衡工艺操作时，往往遇到操作结果不尽人意的情况。例如加重点位置变化、量值大小变化、转子试机振动等等。下面介绍一些可能的解决办法：

1.判断平衡机的工作正常与否

一台正常的平衡机其正常的操作功能应该具备：即按左右表显示的量值加试重（用卡子或橡皮泥）基本上可加回去所显示的量值。经过两三次操作而去掉不平衡量是正常的操作方式。

当转子的残余不平衡量基本认为不大的状态下，加一个大于残余不平衡量 20 倍的试重，放在残余不平衡量所在的相位上，如果显示的数据基本正确，则平衡机的测量显示装置为正常状态，否则要请厂方人员来维护此机了。

2.在风机叶轮的平衡工艺中，对叶轮工艺轴有特殊的要求：

平衡工艺轴的材料以 45 号钢，并经过调质热处理后为最低要求。

平衡工艺轴的加工一定要经过磨削工艺。表面粗糙度：0.8 或 1.6。

在平衡机的技术指标中，有一个精度的参数：

$$e \text{ m a r} = 1 \text{ gmm} / \text{ k g} \text{ (量纲为 } \mu\text{m-微米)}$$

这个参数的意义意味着平衡机的测量精度在微米的数量级上，而工件的机械几何加工精度在 1 丝--10 丝之间，也就是说在 10 微米 - 100 微米之间。

从这个数量级的具体意义来看，转子的平衡精度主要决定于工艺轴的几何加工精度。

转子的平衡精度体现在具体的参数上为：

设：转子的质量 $W = 30$ 公斤，

工艺轴的加工跳动为 $e = 5$ 丝 = 50 微米

转子的半径为 $r = 200$ 毫米

那么，由工艺轴的跳动引起的不平衡量 m

$$m = W \times e / r = 30 \times 50 / 200 = 7.5 \text{ g (克)}$$

$$U = m r = 7.5 \times 200 = 1500 \text{ 克毫米} = 150 \text{ 克厘米}$$

由此看来，5 丝的精度有如此大的影响，而 5 丝的保证已经有所不易，所以平衡工艺轴的加工一定要经过磨削工艺，这样才能保证平衡的最终精度目的。

平衡工艺轴的修正极限为：当跳动大于 5 丝时，必需修正，否则平衡效果为假平衡。

风机的平衡精度要求 $G = 6.3 \text{ mm/s}$

$$G = 6.3\text{mm/s} = e\omega / 1000 = en / 10000$$

$$U = We = 10000WG / n \text{ 克毫米} = mr$$

$$m = U / r \text{ 克}$$

转子的质量	W 公斤	30 公斤
工艺轴的加工跳动为 e	微米	
转子的半径为	r 毫米	200 毫米
不平衡量	m 克	
转子的工作使用转速	n 转/分	2800 转/分

例如: $U = 10000 \times 30 \times 6.3 / 2800 = 675 \text{ 克毫米}$

$$m = U / r \text{ 克} = 675 / 200 = 3.375 \text{ 克}$$

由以上的推论得知,叶轮转子平衡精度的真正关键在于工艺假轴,工艺轴与转子的装配重复精度就是转子平衡精度。

3.当不平衡量较小时,焊上的不平衡量没有使重复测量不平衡量变小。

这样的情况往往表现为:同时出现前后盘两个大小相近,相位相差180度的不平衡量。这情况的原因主要是因为转子与叶轮的装配位置微观变化(轴孔的加工椭圆度引起)。还有是转子在焊接不平衡量时,由于焊接热变形,引起转子的形变,从而出现新的不平衡量。

4.虽然动平衡的精度以达到较高的水平,但是,当转子安装到机器上后,感觉仍然振动,不符合出厂的要求。这时,引起这种情况的原因有两种:第一 平衡轴弯曲:这个情况可以通过用磁座百分表打一下此轴的跳动精度,如果大于0.05毫米时,要求修理此轴、或更换之。第二 安装的使用轴弯曲,也可以通过上面的办法解决。

平衡精度等级的选择

平衡机的测量装置,能够准确地测量出微小的不平衡。而且,测量装置的精度通常总是远远高于用户的平衡精度要求。

在确定旋转工件的平衡精度时,除了特殊实验,没有必要将转子平衡至极限精度。

根据不同类型的机械的特性和实践经验,下表列出国际标准化组

织颁布的“典型刚性转子的平衡精度等级”，作为在选择平衡精度时的参考。

精度等级 G	$e\omega$ (毫米/秒)	转子类型举例
G630	630	刚性安装的船用柴油机的曲轴驱动件；刚性安装的大型四冲程发动机的曲轴驱动件。
G250	250	刚性安装的高速四缸柴油机的曲轴驱动件。
G100	100	六缸和多缸柴油机的曲轴驱动件。汽车、货车和机车用的（汽油、柴油）发动机整机。
G40	40	汽车车轮、箍轮、车轮整体；汽车、货车和机车用的发动机的曲轴驱动件。
G16	16	粉碎机、农业机械的零件；汽车、货车和机车用的（汽油、柴油）发动机个别零件。
G6.3	6.3	燃气和蒸气涡轮，包括海轮（商船）主涡轮刚性涡轮发电机转子；透平增压器；机床驱动件；特殊要求的中型和大型电机转子；小电机转子；涡轮泵。
G2.5	2.5	海轮（商船）主蜗轮机的齿轮；离心分离机、泵的叶轮；风扇；航空燃气涡轮机的转子部件；飞轮；机床的一般零件；普通电机转子；特殊要求的发动机的个别零件。
G1	1	磁带录音机及电唱机驱动件；磨床驱动件；特殊要求的小型电枢。
G0.4	0.4	精密磨床的主轴、磨轮及电枢、回转仪。

当转子的平衡精度要求高于 G2.5 时，必须以自驱或非常接近实际工作状态的驱动、支承方式进行平衡，才有可能得到最好的平衡效果。

5.1.2 机器使用前一定要做好清洁工作，特别是工件支承轴径、滚轮表面、摆架底部与轨道之间接触部位等连接处，均要擦试清洁，并在滚轮表面上加少许清洁的机油。注意：严禁转子与联轴节未接

牢靠就启动机器。

5.1.3 调整两摆架之间的距离以适应转子两端支承位置间的距离。并根据转子轴径尺寸，参看滚轮架标尺读数，调整好滚轮架高度并将滚轮架紧固。

5.1.4 将工件安放在滚轮上并与联轴节安装并紧固，同时将联轴节的锁紧螺母锁好。

5.1.5 对于初始不平衡量较大的或重心处在两摆架外侧的转子，安装转子时应将安全架压在支承轴径上并紧固牢靠。

5.1.6 检查电测箱、电控箱与车头箱、电机、传感器、基准信号发生器等各部分之间的连线是否接好。

5.1.7 按照电测箱说明书规定，确定 a、b、c、两个 r 共五个参数，选择平衡轻重方法和装载形式，接通电控箱和电测箱电源，检查无误后即可开机平衡。

5.1.8 平衡工作转速可按照工件质量、工件最大外径、初始不平衡量以及拖动功率来决定。按照本说明书前面所规定的方法选择好工作转速。若工件初始不平衡量较大，应先采用低速平衡，当工件上带有风叶时，也只能以低速进行平衡。

5.1.9 为减少光点晃动，工件支承轴径和滚轮外径 137 应避开相同或接近，以免干扰半径，以免干扰。例如 68.5 毫米、45.7 毫米。

5.2 电控说明

本机强电部分的原理，请看电气控制原理图。

本机的电机拖动部分选用双速电机。

操作过程如下：

开启 H K 电源总开关，按钮上的电源指示灯亮。在以上 5.1--5.1.9 工序中，工件全部与万向节、支承架等，连接、安装好的情况下，将电机转速开关置于“低速”的位置上，按下“启动”开关，这时电机开始正常以要求方向旋转（如果有不正常的声音，立即按下“停机”开关）。这时就可以测量工件的不平衡量了。测定好数据并记忆后，按下“停机”开关，即可进行去重工艺加工了。这里要求转子的不平衡量不能在平衡机上进行电弧焊接。

同样，将电机“转速”开关置于“高速”的位置上，按下“启动”开关，这时电机开始正常以要求方向低速旋转，20 秒后(可设定)，自动变为高速运转。

当按下“停机”开关 T A 后，K M 1 停止工作，电机全部失电，停止旋转动力。

这时主机的惯性旋转，可等其自行停机。也可在小转子时，用手动制动之。

5.3 注意事项

5.3.1 电控箱、电测箱与主机车头箱、传感器、基准信号发生器及电机等的连线工作时应一一对应并插好。

5.3.2 采用光点矢量表形式显示不平衡量时，平衡校正量为光点在矢量表盘上的指示值读数（以格数表示）与灵敏度标牌指示值和倍率开关指示值的乘积，所在相位可直接读取。采用数显电测箱时，数显表头直接显示不平衡量的所在相位和真值。

所以要求操作者必须熟知熟记电测箱各操作键的功能和不平衡量的计算方法，以做到工作正确无误。

5.3.5 不平衡量（g.mm）和重心偏移（ μm ）的关系为：

$$e = \frac{m \cdot r}{W} \quad \text{或不平衡量 } m \cdot r = W \cdot e$$

式中： e -- 转子校正平面的重心偏移，微米（ μm ）或称比不平衡量 $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$

m -- 转子校正平面上 r 半径处的不平衡质量，克（ g ）

r -- 不平衡质量 m 所在处的半径，毫米（ mm ）

w -- 转子质量，公斤（ kg ）

5.3.6 特殊转子的不平衡方法

(1)、带有叶片的转子，旋转时有风压负荷，有可能使拖动电机过载，同时过大的风压产生的空气阻流将使传感器信号的噪声增大，光点晃动，影响平衡精度和效率，在这种情况下，可以用纸封住进风口来校验转子。

(2)、薄片状转子，这类转子的二个校正平面之间的距离远小于外径 D ，即： $b/D \leq 0.2$ ，此时可用静平衡的方法：即单面平衡来校验，校验时平衡选择方式键置于 $\text{L} \perp$ $\text{L} \neg$ 同时平衡状态键全部松开，这时左表指示值即为静不平衡量值。

5.3.7 静/偶分解平衡方法

任何一个动不平衡量，既可用两面分解的方法予以校正，也可用静偶分解的方法校正，对于某些特殊转子的动平衡校正，采用静偶分解的方法是方便和合理的。

本机在作静偶分解时，可按图设定 a, b, c 参数， a, c 分别为左右支承到不平衡校正面距离， $a + c$ 等于两支承间距离， b 为偶不平衡校正面之间的距离， r_1 为静不平衡校正半径，平衡状态选择键按偶不平衡校正面与支承的关系选择，一般偶不平衡校正均在支承内侧，此时平面分离状选择平衡方式键 $\text{L} \rightarrow$ $\leftarrow \text{L}$ 于 $\text{L} \perp$ $\text{L} \neg$ 时左表指示值为静不平衡量，右表指示值为右偶不平衡量，这时

即可在相应静不平衡校正面的校正半径上校正左表指示的静不平衡量；在右偶不平衡校正面的校正半径上校正右表指示的偶不平衡量；在左偶不平衡校正平面的校正半径上校正右表指示的偶不平衡量，但校正方向相反。

6、保养与维修

6.1 机械部分

6.1.1 必须保持机器的清洁，导轨面上经常涂油防锈，非经常用的导轨面部分涂上防锈油并贴上油纸保护。

6.1.2 支承滚轮表面保持清洁，不准粘附铁屑灰尘杂物，每次工作前必须擦净支承滚轮和工件的轴颈，并加上少量的润滑油。

6.1.3 使用制动手柄时，不宜用力过猛，先轻后重，以免损坏万向联轴节。

6.1.4 本机备有塑料防尘罩,工作完毕后应将其罩上。

6.2 电测部分

6.2.1 电测箱是本机的关键部分，必须妥善保管，应避免强烈振动和受潮箱内附有干燥剂，失效后应予调换，工作完毕后应首先关断电测箱面板上电源开关，再切断总电源。

6.2.2 电测箱备有塑料防尘罩，工作完毕后应将其罩好。

6.2.3 在本面周围应无较强烈振动的机器工作和强电磁场干扰。

6.2.4 在长期不使用本机期间，电测箱要定期通电几小时。

6.2.5 电测箱面板上所有旋转与开关均不得任意拨动以免元件损坏和带来测量误差甚至错误的测量，整个机器应有专人保管、操作。

6.2.6 电箱维修请参看电测箱使用说明书。

7. 安装及调整

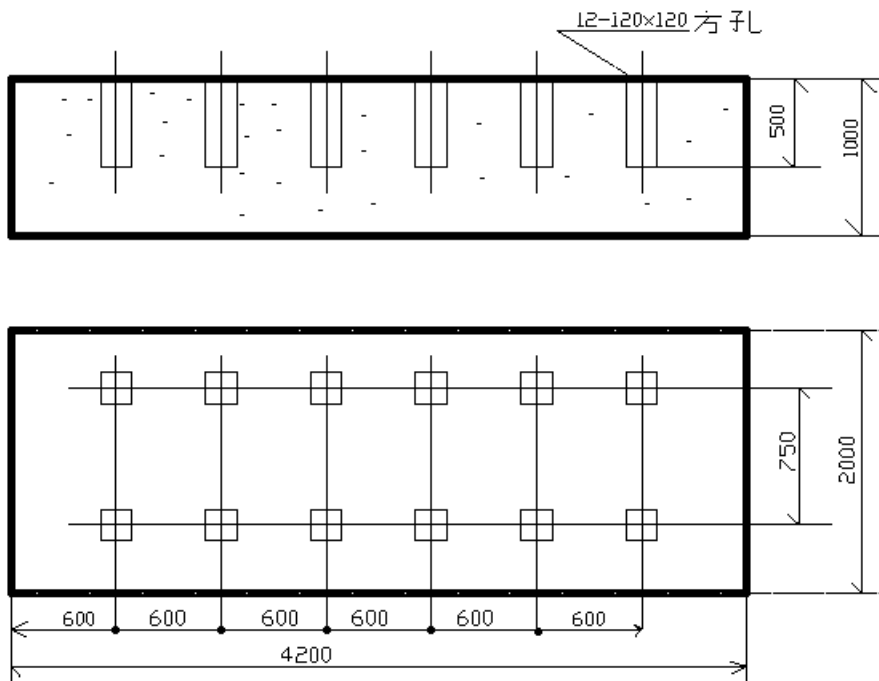
本机的安装应尽可能避开外界振动源和强电源的干扰，如行车或其它机床的频繁启动和停车都会影响电表瞬时晃动，最好能将电源连接在少有电源干扰的电路上。

平衡机的地基的基础质量一般要求：应是平衡机最大工件质量的 15 倍以上。

平衡机安装在一般地基上后，应用水平仪校正水平，使纵横二个方向的水平度达到 0.5/1000 要求以内。调整好水平后需将螺母拼紧。间歇用混凝土填满。

注意：在安装时，要仔细检查床身底面和水泥基础，其间不准有任何杂物，以免影响机器寿命。

注意事项



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。

每一台平衡机必须有按照图示的坚实基础，否则他的平衡结果数据不稳定。

每一台平衡机的周围，须有安全护栏，此护栏距离平衡机在 500 毫米到 1000 毫米，大型机大于此距离。

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！

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。

决不能在平衡机上焊接！

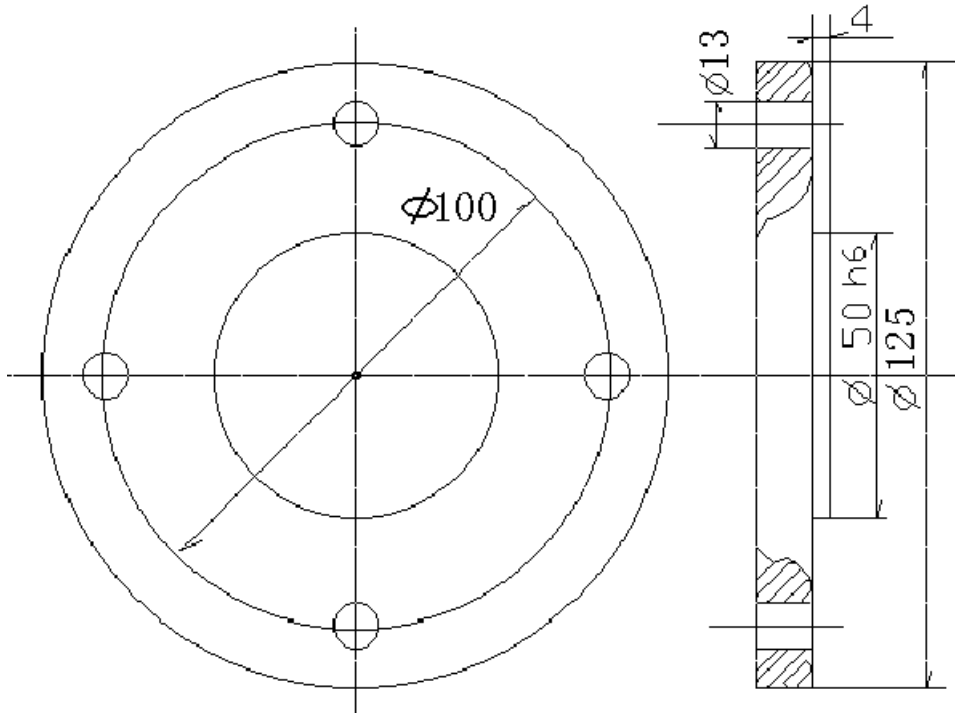
吊装转子之前，调节好平衡机的支承架，包括支承位置直径标尺，以及支承架的位置。

启动平衡机之前，测量好转子的几何尺寸，输入电测箱。

较大的转子要用低速平衡，较小的转子用高速平衡。

操作顺序为：

1. 手推转子试一下安装是否合适，
2. 看在转子的旋转直径方向，决不能有任何人存在，
3. 启动平衡机，
4. 测量、记录数据，
5. 停机，
6. 进行不平衡量试去除，
7. 复检测量数值，
8. 取下转子后焊接平衡块。



万向节输出接口尺寸

地 址: 河北省张家口市宣化北门外大街 10 号
邮政编码: 075100

电 话: 0313-3175800 13903130916
网 址: <http://www.beilun.com.cn>