

YFW - 1000 型 硬 支 承 平 衡 机 使 用 说 明 书



张家口宣化北伦平衡机械制造有限公司

操作者必须熟读此说明书，认真按照说明书指定的操作方法和注意事项操作。以避免不必要的设备故障和其他意外人身事故。

目 录

1. 概述	3
1.1 适用范围及基本功能	3
1.2 使用平衡机的必要性	3
1.3 YFW-1000 型风机叶轮平衡机的主要特点	3
2. 基本参数及主要技术性能指标	3
2.1 工作参数	3
2.2 主要性能技术指标	4
3. 平衡机外观结构及功能简介	4
3.1 平衡机正面外观结构简图	4
3.2 平衡机后面外观及接线图	4
3.3 电测箱操作功能及说明	4
3.4 电气控制箱操作功能及说明	7
3.5 车头箱及皮带罩部分简介	8
3.6 万向联轴器	9
3.7 左右支承架	10
3.8 机座	11
4. 平衡机操作过程、方法简介	11
4.1 一般通风机转子平衡操作过程	11
4.2 轴流、斜流风机转子平衡操作过程	17
4.3 高速风机转子平衡操作过程	18
4.4 其他转子平衡操作过程	18
5. 平衡机操作注意事项、操作规程及简略操作过程	19
5.1 操作过程注意事项	19

5.2 操作规程	19
5.3 转子安装正常后平衡机的简要操作顺序	19
附录一：平衡机的地基、安装及水平调整	21
附录二：平衡机的电气控制原理及原理图	23
附录三：电测箱简介	24
附录四：平衡机的承载能力、运转能力和工作转速选择方法及原则	28
附录五：常见转子平衡精度选择方法及原则	30
附录六：转子平衡中对工艺轴的技术要求	32
附录七：各类转子适用的配重方法	33
附录八：硬支承平衡机的测量原理	34
附录九：转子支承方式及相应 a、b、c、r1、r2 设定方法	35
附录十：平衡机的一般故障诊断	38
附录十一：平衡机故障诊断四点法	40
附录十二：翻转 180° 高精度平衡法	41

1. 概述

1.1 适用范围及基本功能

YFW-1000 型风机叶轮平衡机,适用于旋转机械(如电动机、鼓风机、柴油机、汽车、飞机)中旋转零、部件的动平衡校测。尤其适用于各类风机叶轮的动平衡校测。详细工作范围(参数)见第2章。

正常使用情况下, YFW-1000 型风机叶轮平衡机(以下简称平衡机)可直接显示出被平衡零、部件(以下简称转子)不平衡量的大小(千克、克或毫克)和所在位置(设定半径尺寸、设定长度, 尺寸显示角度)。操作者按仪表读数指定位置进行配重操作(常用配重方法见附录),即可达到转子的平衡精度要求。详细工作及操作方法见后面内容。

1.2 使用平衡机的必要性

随着旋转机械日趋精密化和高速化,使得消除机器振动的问题已越来越重要。而旋转机械中旋转零、部件的振动将直接影响到机器的效率、寿命和人身安全。而动不平衡正是产生振动的主要原因之一。

因此,为了有效地解决振动问题,对各类机器的旋转零、部件进行动平衡检测、校正是必不可少的工艺措施之一。

1.3 YFW-1000 型风机叶轮平衡机的主要特点

YFW-1000 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、数字表显示等通用形式。除具有通用卧式硬支承平衡机的所有特点之外,还专门针对风机叶轮的特点给定了2个重要参数。其一,最大平衡转子直径1500毫米;其二,最大转子质量1000公斤。

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	20~1000 kg
2.1.2 每个支承架的偶然超载	700 kg
2.1.3 工件最大直径	1800 mm
2.1.4 工件支承轴颈范围	15~120 mm
2.1.5 最大支承长度	1500 mm
2.1.6 电动机功率	3/4.5 KW
2.1.7 平衡工作转速	180, 360, 450, 900 转/分
2.1.8 转速限制值:	用户必须遵守本说明书中有关转速选择的规定。

否则，将直接影响平衡机的使用寿命直至出现设备和人身事故。详细内容见附录四。

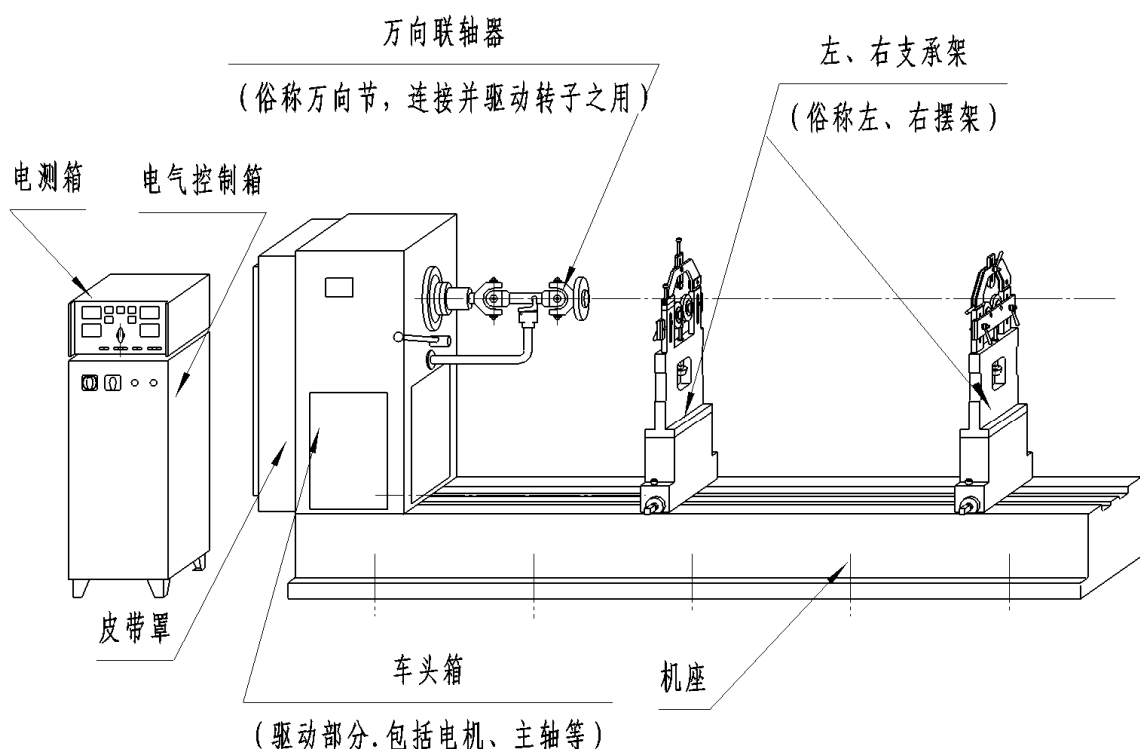
2.2 主要性能技术指标

2.2.1 最小可达剩余不平衡度 $e_{\text{mar}} \leq 1 \text{g} \cdot \text{mm}/\text{kg}$

2.2.2 不平衡量减少率 $\text{URR} \geq 90\%$

3. 平衡机外观结构及功能简介

3.1 平衡机正面外观结构简图（见图一）




图一 YFW-1000型风机叶轮平衡机外观简图

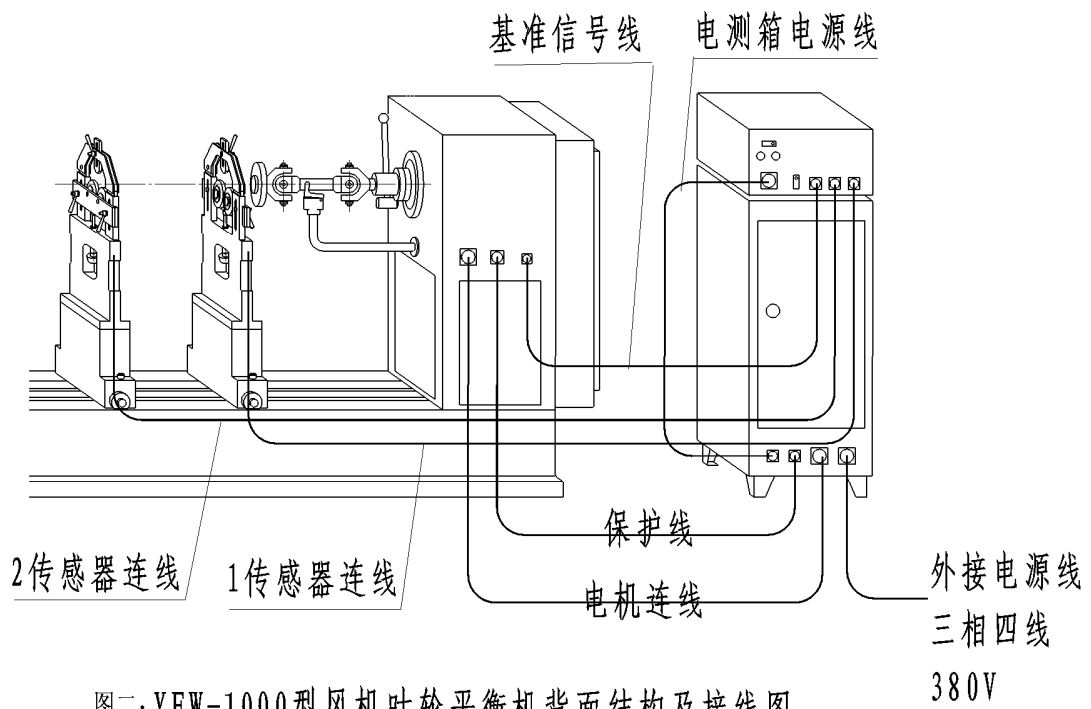
3.2 平衡机后面外观及接线图（见图二）

3.3 电测箱操作功能及说明


3.3.1 电测箱操作前面板的功能及简要说明（参看图三）：

- (1) POWER 电源指示灯。
- (2) PLL 锁相指示灯。灯亮并且在转速表有正常、稳定指示的前提下，电路开始正常工作测量（自检时同样）。
- (3) 转速表。指示工件在平衡机上的工作转速。
- (4) 分别为左右校正面的轻重按键。


“”（此键弹起）表示校正平面指示位置偏重，需通过去重（钻孔、磨、铣削等）来校正。




图二: YFW-1000型风机叶轮平衡机背面结构及接线图

“” (此键按下) 表示校正平面指示位置偏轻, 需通过加重 (焊接、铆接、粘接等) 来校正。


(5) 动/静偶不平衡量校正方式的选择键。

“” 动不平衡校正方式。

“” 静力不平衡和力偶不平衡校正方式。

(6) 带宽选择开关 “BW” 。

表示自动带宽电路工作 (起阻尼作用)。

(7) 记忆功能 “”

数据在显示数字表上记忆。然后停机。操作者依据数字表上记忆的数据 (必须) 在停机状态下进行不平衡修正。

(8) “TEST” 自检按键。

为了便于停车时单独检查电测箱是否正常, 可按下此键, 这时电测箱切断外接的测量信号和基准信号, 转而由电测箱内产生一个信号进入基准和测量通道, 从数字表显示出一对不平衡量。每台平衡机的自检信号为确定值, 参见电测箱说明书。

注: 自检信号仅作检查电箱工作是否正常之用, 不可以此考核电箱精度。

(9)

(10) 转子支承面, 校正面相对位置的选择键。

(11) r_1 、 r_2 分别为左右 (①②) 校正面校正半径 (配重位置与转子中心线距离) 的尺寸输入。其单位为毫米。

注: r_1 、 r_2 不许置 000 位置。

(12) a 、 b 、 c 分离尺寸。

“ a ” ①校正面到①支承面距离尺寸, 或静不平衡校正面到①支承面的距离尺寸。

“ b ” ①校正面到②校正面的距离尺寸, 或一对偶不平衡校正面之间的距离尺寸。注意! b 不许置 000 位置。

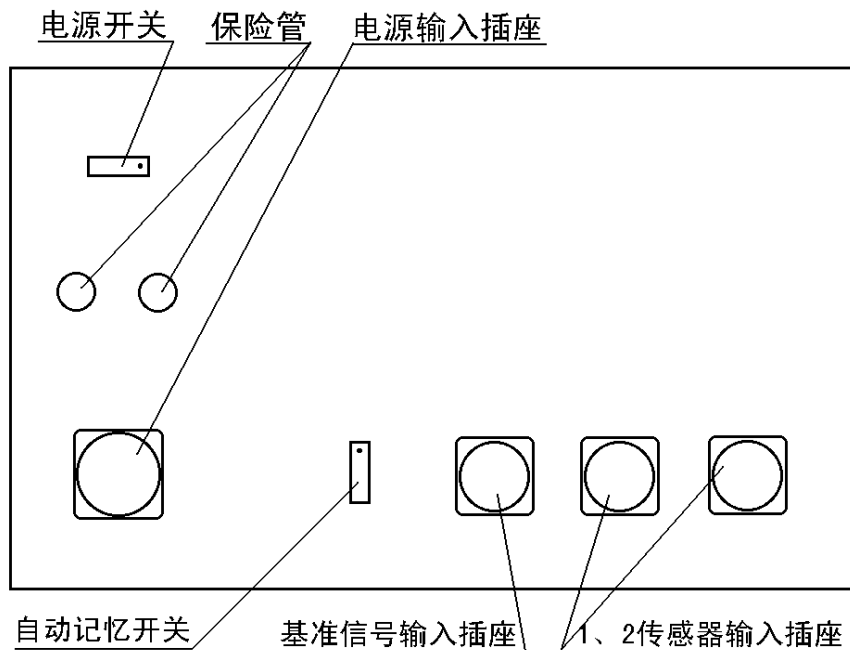
“ c ” ②校正面到②支承面距离尺寸, 或偶不平衡校正面到 ②支承

面的距离尺寸。

注：选定 a、b、c 尺寸的说明：

a、b、c 尺寸的长度单位可以任意选定，但三个尺寸单位必须一致。例如：毫米或厘米等。需要指出的是 a、b、c 三个尺寸允许同时扩大或缩小任意比例。

3.3.2 电测箱后面板的简要说明(参看图四)：



图四：电测箱后面板简图

平衡机正常操作时，将基准信号输入插座和传感器插座的连线一一对应插好，打开自动停车记忆功能选择开关（有些机型无此功能）。然后打开电源开关，前面板电源指示灯亮，电测箱即进入正常工作状态。

启动、停止按钮控制电机的启动、停止，也即转子的运转和停止。

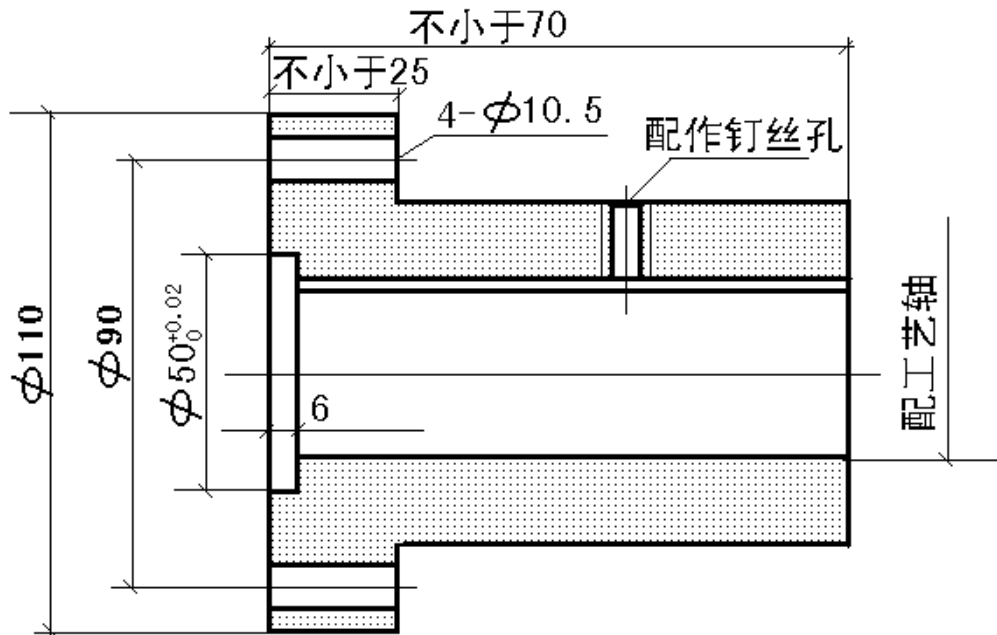
3. 4.2 电气控制箱后面说明(参看图二)

电气控制箱有维修用门，配备专门锁具。非专业维修人员不得打开。

后下面为各连线插座，有关连线参考第 3.2 条平衡机后面外观及接线图。有关电气控制箱的详细操作说明请参考本说明书第 4.1 节内容。

3.6 万向联轴器

驱动部分通过万向联轴器连接并驱动转子。用户在进行转子平衡操作前，应首先配好连接套(见下面图七)，此连接套一端连接万向联轴器，另一端连接转子轴或转子工艺轴。



图七 YFW-1000动平衡机 材料：45# 热处理调质HB265
万向节配用接套

3.7 左右支承架（图八）

图示以右（②）摆架为例：

左右支承架主要作用有以下两项：

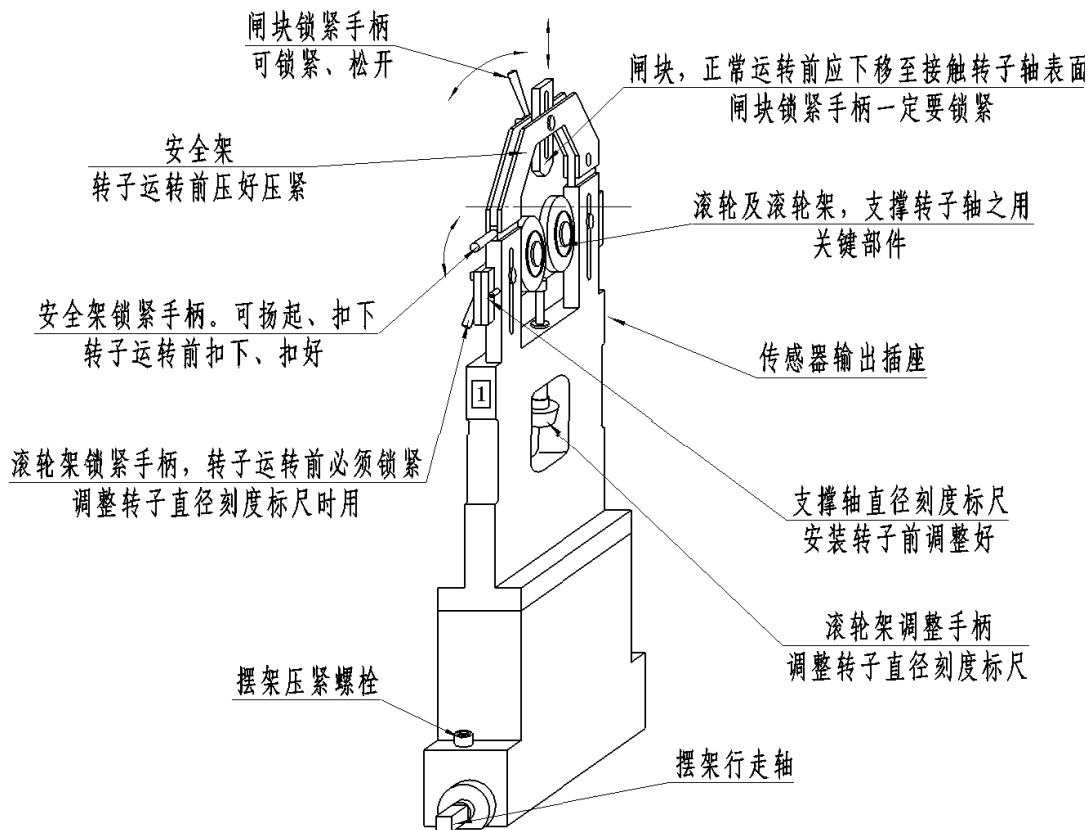
- I：支撑转子；
- II：将转子旋转产生的离心力通过传感器转换为电信号；

3.7.1 安全架

转子运转时，安全架主要起保障安全作用，防止转子在非正常情况下跳起或其他异常情况。尤其是在已知转子偏重较大时，或转子重心在两个摆架外边时，都必须将安全架扣下、扣好，闸块压紧。

3.7.2 滚轮及滚轮架

平衡机正常操作时，转子轴（或工艺轴）直接安放在两滚轮中间。



图八：左 (①) 摆架简图

滚轮及滚轮架起支撑转子作用，同时被测转子旋转产生的离心力，通过摆架内部的传感器转换为电信号。

正常操作使用本部分时应注意：

滚轮表面要擦拭清洁，并在滚轮表面上加少许清洁的机油；

安装转子前根据转子被支撑处轴径尺寸，参看滚轮架直径刻度标尺读数，调整好两个滚轮架高度并将滚轮架紧固。严禁安装转子后进行此项调整；

严禁野蛮操作；

严禁在平衡机上对转子进行焊接，否则会直接损坏滚轮表面和滚轮轴承内滚道，造成关键部件—滚轮报废；

3.7.3 摆架行走及压紧

松开摆架压紧螺栓，使用附件中的棘轮扳手（或其他扳手），可在平衡机导轨方向移动摆架，当摆架移动到合适位置后将摆架压紧螺栓压紧。尤其是转子在平衡机上安装完成后，一定要检查摆架压紧螺栓是否拧紧压好。

3.8 机座

机座是整个平衡机的基础部件。正常使用平衡机时，应经常检查地脚螺栓是否松开。另外要注意保持清洁，导轨面上经常涂油防锈。

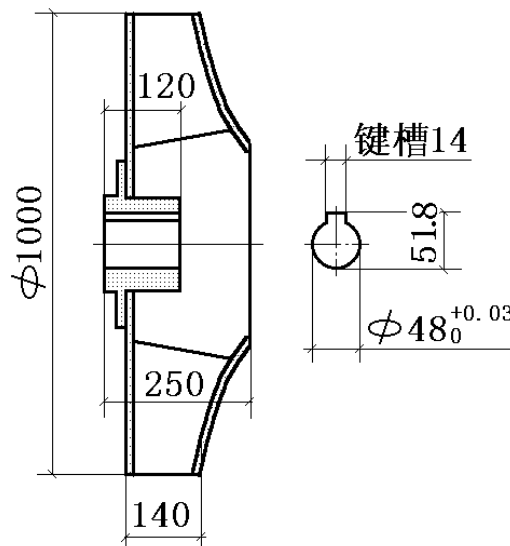
4. 平衡机操作过程、方法简介

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。

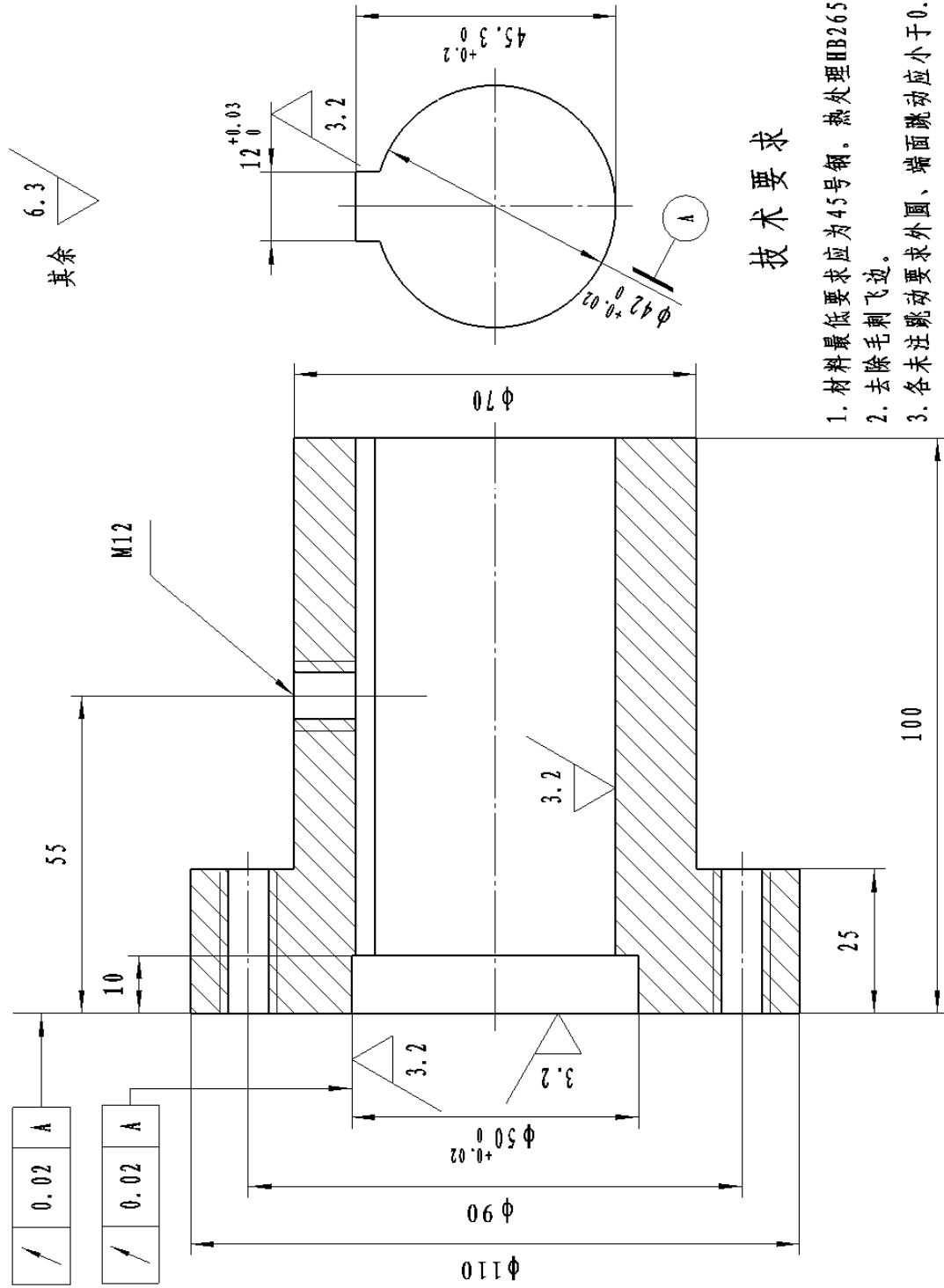
4.1.1.3 将电气控制箱上总电源开关置于“0”位（断开位置）。

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。

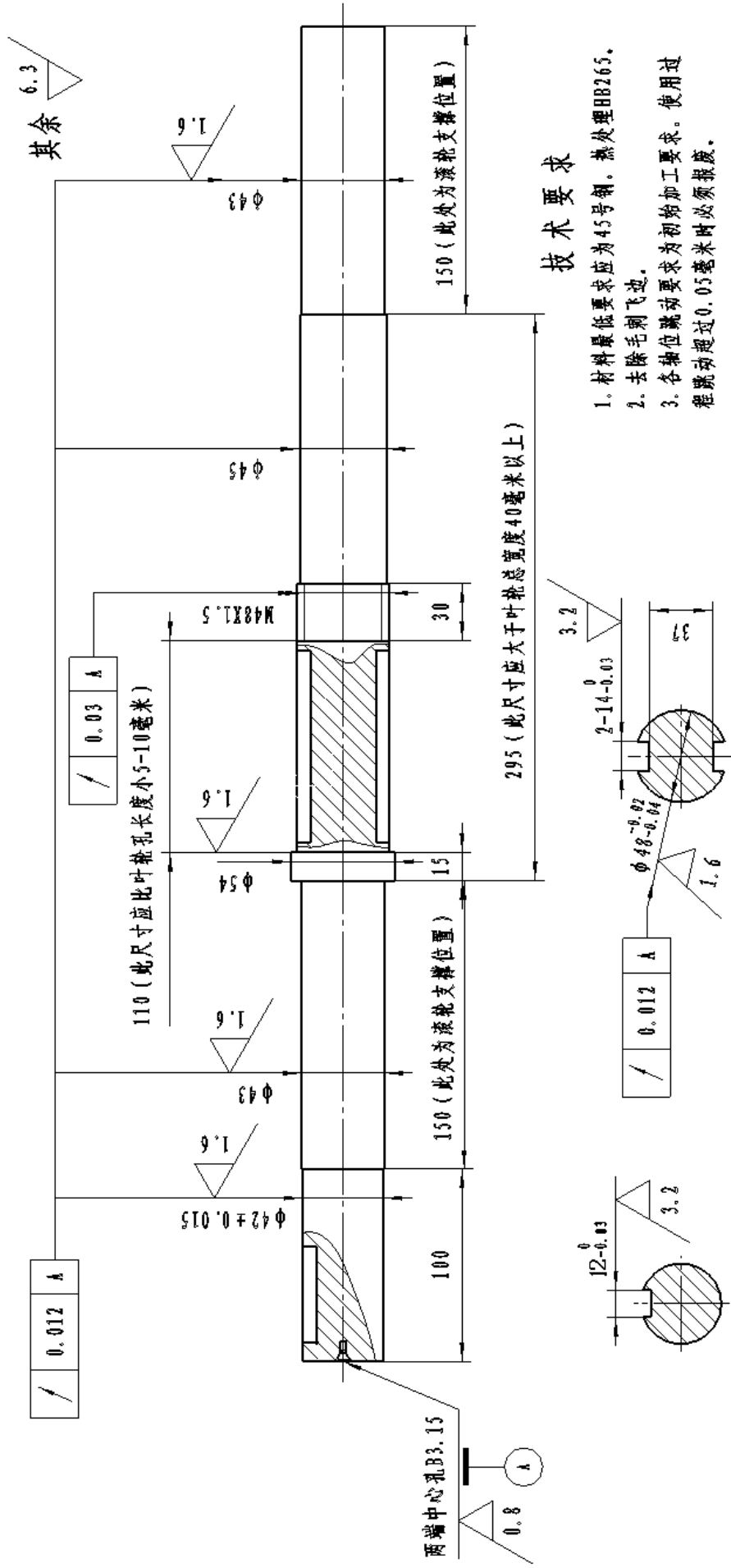
4.1.1.5 打开皮带罩门，将皮带配置到低速档皮带槽位置（见图十二）。

4.1.1.6 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。

摆架调整过程参考 3.7 节全部内容。

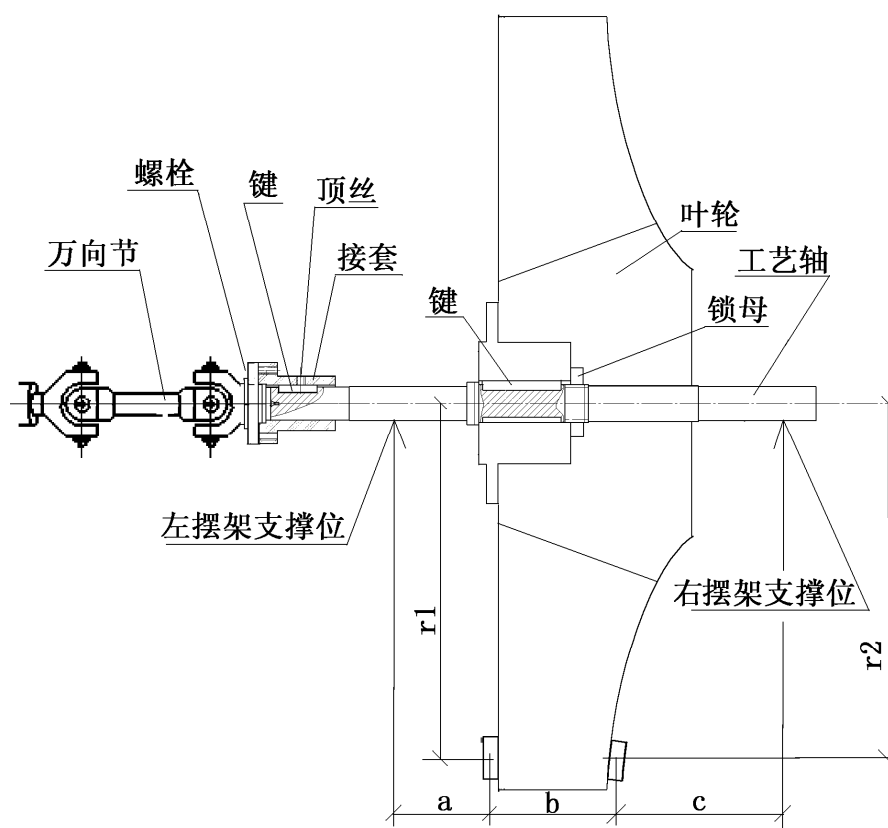


图十：接套图样（例）



图十一：工艺轴图样(例)

4.1.1.7 按图十三所示，参考 3.3.1 节 (11)、(12) 内容，测量尺寸 a、b、c、r1、r2 分别输入到电测箱。



图十三：叶轮、工艺轴、万向节连接及a、b、c、r1、r2尺寸示意图

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。将高低速开关置于“低速”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，参考第 3.3.1 节内容和图十四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弹起（动平衡方式）、转子支承面，校正面相对位置的选择键按下内侧两键（标准支承方式、转子内置，外侧键弹起），其余如：带宽选择开关键“BW”、记忆功能按键、“TEST”自检按键全部弹起。将倍率转换开关转到 1Kg 档。

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。

注意：a 平衡机正常使用时，必须保证转向正确：

b 平衡机在安装后第一次使用和平衡机外接供电系统有变动时，都应验证平衡机工作转向是否正确。方法为：按“启动”按钮，然后立即按下“停止”按钮，看转子旋转方向是否与车头部分转向标牌指示一致。

c 验证转向过程必须在转子安装过程（4.1.1 节内容）完成后进行。

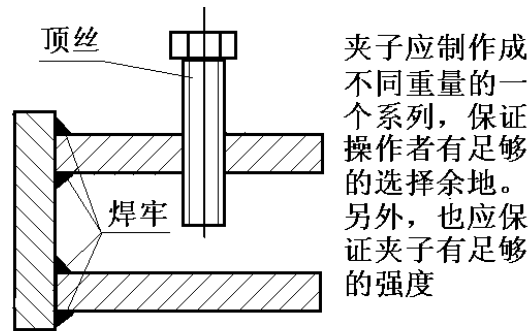
4.1.2.3 将转速置于“低速”。确认在转子的旋转直径方向，没有任何人存在。按“启动”按钮启动平衡机。

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，run 灯亮，数字表稳定（或相对稳定）指示。

4.1.2.5 注意观察两个量值数字表指示值。

4.1.2.6 按下电测箱上记忆功能按键，转子停止转动。

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）



图十五：夹子试重

4.1.2.8 弹起记忆功能按键，重复 4.1.2.3—4.1.2.6 所述操作过程，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。

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。

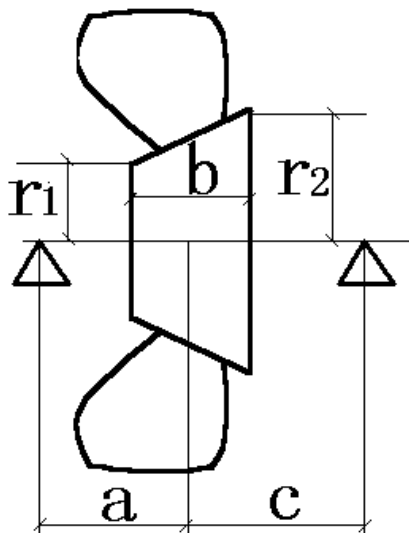
4.2.4 参考第 3.3.1 节内容和图十六、十七、十八，输入尺寸 a、b、c、r1、r2，将左右校正面的轻重按键按下（表示轻、焊接配重）、动/静偶不平衡量校正方法选择键按下（静/偶平衡方式）、转子支承面，校正面相对位置的选择键

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。

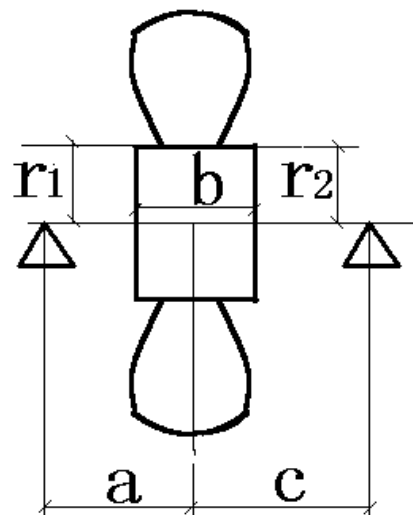
4.2.6 左面数字表显示为静不平衡量大小和角度，右面数字表显示为偶不平衡量大小和角度（参考图十六）。按左面数字表指示的大小和角度进行平衡配重操作，一般采用在转子壳内腔合适位置焊接配重块的方法进行配重。配重过程也应进行试配重操作。将左面数字表指示的静不平衡量平衡至要求精度以内，即认为转子平衡校测完成。

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，严格按照 4.1 节（动平衡方法）方法进行，直至达到精度要求为止。



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

4.3 高速风机转子平衡操作过程

高速风机转子与一般通风机转子类似。但由于直径尺寸大、宽度尺寸相对较小，所以应先采取静/偶平衡方法（参考 4.2 节内容）校验，静不平衡量合格后，再采取动平衡方法（参考 4.1 节内容）校验，直至完全合格。

4.4 其他转子平衡操作过程

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、操作规程及简略操作过程

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 转子决不能在平衡机上进行焊接。

5.1.5 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。

5.1.6 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，避免不必要事故的发生。

5.1.7 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。

5.1.8 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。

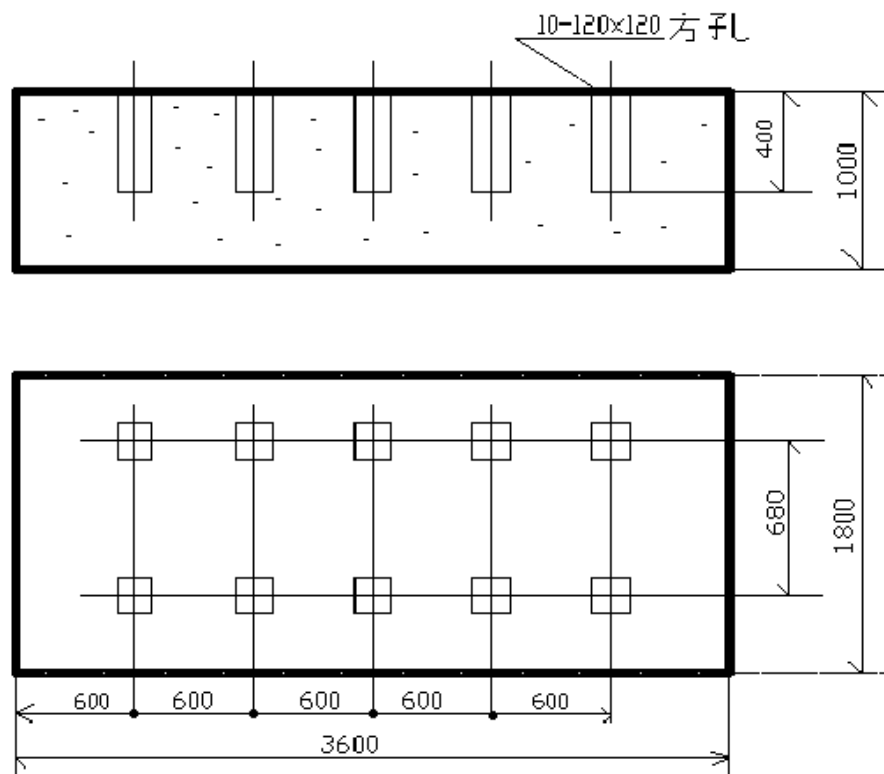
- 5.2.4 启动平衡机之前，测量好转子的几何尺寸，输入电测箱。
- 5.2.5 较大的转子要用低速平衡，初始不平衡量大的转子也要用低速平衡。较小的转子用高速平衡。
- 5.3 转子安装正常后平衡机的简要操作顺序为：
 - 5.3.1 手推转子试一下安装是否合适。
 - 5.3.2 检查在转子的旋转直径方向，决不能有任何人存在。
 - 5.3.3 启动平衡机。
 - 5.3.4 测量、记录数据。
 - 5.3.5 停机。
 - 5.3.6 进行不平衡量~~试~~去除。
 - 5.3.7 复检测量数值。
 - 5.3.8 取下转子后焊接平衡块。

附录一：平衡机的地基、安装及水平调整

平衡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可能影响读数不稳定，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。间隙用混凝土填满。



附图一 YFW-1000 型硬支承平衡机
地基图

依据附图一用混凝土予制主地基。

待主地基混凝土完全凝固后，将机器带地脚螺栓及调整水平结构按附图二安放连接好，初步调整水平，二次浇灌地脚方孔。

待二次浇灌混凝土完全凝固后按附图二所示结构精调水平至要求，将地脚螺栓压紧压好。

精调水平方法为：

二次浇灌混凝土完全凝固后,参照附图二,通过松、紧两条 M16×45 螺栓,调节床身对应此位置的水平度,水平度合适后压紧地脚螺栓上的 M16 螺母。各处地脚依次调整,直至完全达到水平度要求为止。将地脚螺栓压紧压好。

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。

操作者应经常检查地脚螺栓是否松动,如有松动现象应及时压紧。否则会直接影响最终的平衡精度。

附录二:平衡机的电气控制原理及原理图

本机电控部分的原理,请看电气控制原理图。

附录三:电测箱简介

附录四:平衡机的承载能力、运转能力和工作转速选择方法及原则

在平衡机实际使用过程中,转子转动会使支撑架受到对称循环弯曲(及剪切)疲劳应力作用。决定这一应力大小的主要参数为转子质量、转子重心偏心距和转速。而影响这一应力极限的主要参数为振动系统的刚度。由于振动系统的刚度要受到平衡机灵敏度的制约,所以对于一台平衡机而言,其最大转子重量和不同转子条件时可选择的最高转速应有一定限制。本平衡机的最大转子重量为:1000 公斤。重量-转速限值公式为:

$$Gn^2 \leq 120 \times 10^6 \text{ Kg/min}^2$$

同时,在转子启动时,电动机输出功率为最大。设转子启动时间最长为 15 秒,传动系统效率为 95%。本平衡机的转动惯量-转速限值公式为:

$$(GD^2)n^2 \leq 30 \times 10^6 \text{ Kg.m}^2/\text{min}^2 \quad (\text{用电机低速档 3 千瓦时})$$

$$(GD^2)n^2 \leq 45 \times 10^6 \text{ Kg.m}^2/\text{min}^2 \quad (\text{用电机高速档 4.5 千瓦时})$$

如果被平衡转子为风机叶轮转子,还应考虑风阻因素对电机拖动功率的损耗:

$$n^3/3 \leq N^3/P \quad (\text{用电机低速档 3 千瓦时})$$

$$n^3/4.5 \leq N^3/P \quad (\text{用电机高速档 4.5 千瓦时})$$

以上五个公式中:

附录五：常见转子平衡精度选择方法及原则

平衡机的测量装置，能够准确地测量出微小的不平衡量。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。

根据不同类型机械的特性和实践经验，下表列出国际标准化组织（ISO）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	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。
G2.5	2.5	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。
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。

一般通风机转子可以选 G6.3 级，用工艺轴进行平衡时可按 G5.6 进行计算。

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。

选择好精度级别后，可按下面方法折算到配重工艺面上。

假设转子重量为 G ，转子实际工作转速为 n ，如果是风机转子平衡精度选择 6.3 级。

那么，转子允许重心偏移 $e = 6.3 \times 10000/n$

由公式 $e \times G = r \times m$ (偏心距乘以总重量等于配重半径乘以残余偏重量) 推导出：

在转子指定配重面指定半径的最大允许不平衡量 $m = e \times G/r$

以上式中：

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)

G -- 转子质量，公斤 (kg)

附录六：转子平衡中对工艺轴的技术要求

本平衡机的技术指标中，有一个精度参数：

$$e_{\text{mar}} = 1 \text{ g.mm} / \text{kg} (\mu\text{m})$$

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，可以说：叶轮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：

假设：转子的质量 $G = 30$ 公斤，

工艺轴有偏心（跳动） $e = 5$ 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

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

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

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，保证平衡轴有足够的几何精度，这样才能保证平衡的最终精度目的。

一般情况：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。

同样道理，如果平衡工艺轴和转子内孔有椭圆或锥度现象，转子就不可能与平衡工艺轴牢靠结合，必将导致较小不平衡量无法准确检测。

另外，平衡工艺轴的材料以 45 号钢，并经过调质热处理为最低要求。以保证平衡工艺轴的有效寿命

风机的平衡精度要求 $G = 6.3 \text{ mm/s}$

附录七：各类转子适用的配重方法

平衡工艺中的配重方法，以焊接、铆接、粘贴（加重法）或钻孔、磨（去重法）等方法最为常见，特殊转子也可采用调整配重块位置的办法进行。常见转子对应的配重方法有如下几种：

a: 一般通风机转子，可以采取在前、后盘外端面靠近外圆的位置焊接配重块的方法进行配重。

b: 轴流和斜流风机转子，可以采取在转子壳内腔合适位置焊接配重块的方法进行配重。

c: 中小型电机转子，一般采用在鼠笼两端铆接配重块的方法进行配重。

d: 大型电机转子，一般设计有配重环槽。采用在配重环槽内调整配重块位置、大小或增、减配重块的方法进行配重即可。

e: 微型电机转子，一般采用在两端合适位置粘贴环氧树脂的方法进行配重，环氧树脂直接作为配重材料。

f: 常见曲轴转子，一般采用在指定位置钻孔的方法进行配重，不平衡量太大时，可以铣削加工。

g: 汽车传动轴转子，采取在中间轴管两端焊接配重块的方法进行配重。

h: 一般汽车车轮，在轮毂外缘加特制配重块进行配重。

i: 有防爆要求的各类风机转子，只能采取磨削（砂轮机、砂带机）的方法进行配重。

j: 玻璃钢材料的各类风机转子，可在选定位置粘贴与转子相同材料的方法进行配重。

各类配重方法，应根据转子的特点进行选择。应首先保证不破坏转子的使用性能，在此前提下尽量采取简便、可行的平衡工艺方法。

附录八：硬支承平衡机的测量原理

本机由车头箱、万向联轴节、摆架、传感器、机座电控箱、电测箱等部分组成。车头电机用三角皮带拖动主轴旋转，主轴通过联轴节拖动转子转动。转子不平衡量由旋转时产生的不平衡力，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，在主轴中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（此脉冲作为平衡机的电气 0 度），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，分别驱动左右数字表，从而由数字表显示出左右校正面上的不平衡量的大小和相位。

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转速（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，仅能使刚度架产生极微小的摆动，可以忽略转子和支承架水平方向所产生的振动偏移，因而惯性力也可略去不计，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、右支承架上各自的合力等于零。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。

首先，在平衡机的两个摆架上的传感器输出信号代表两个支承面的不平衡矢量，通过电测箱的信号处理计算，可确定出刚性转子在支承面上的不平衡量。

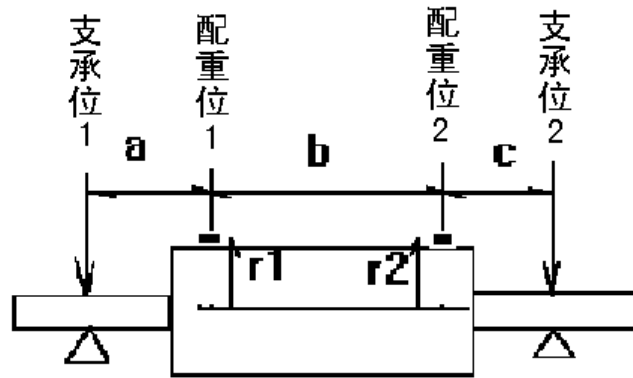
由于传感器是安装在支承架上，而在实际转子的平衡工艺中，转子的配重工艺面是有规定的，因此，在平衡时需确定两个工艺允许的校正平面，这就需把支承架测定的不平衡量信号，解算到工艺允许的两个校正面上。这可用力的矢量合成原理来实现。

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。

转子支承方式及相应 a、b、c、r1、r2 设定方法见附录八。

操作者可依据以上原理，按照本说明书介绍的操作方法，通过电测箱面板上的各种设定操作，实现各种各样转子的数据设定。使平衡结果直接显示为指定配重工艺面的相应不平衡量。

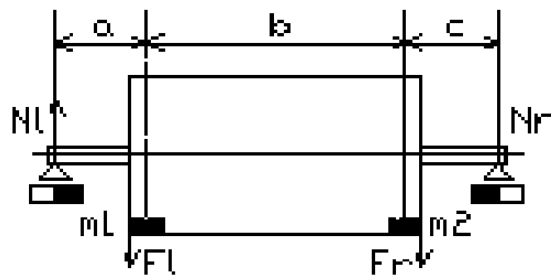
附录九：转子支承方式及相应 a、b、c、r1、r2 设定方法
 以下图形为标准支承方式 a、b、c、r1、r2 示意图：



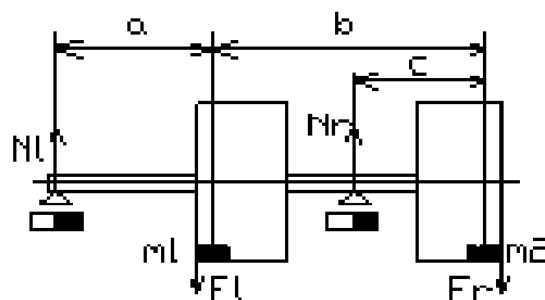
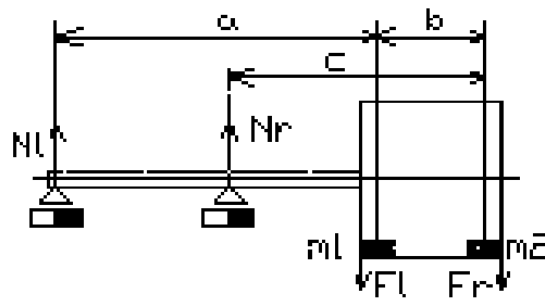
标准支承方式示意图

a、b、c、r1、r2 五个置数配合(10)转子支承面、校正面相对位置选择键和(5)动/静偶不平衡量校正方式选择键可设定各种支承方式：

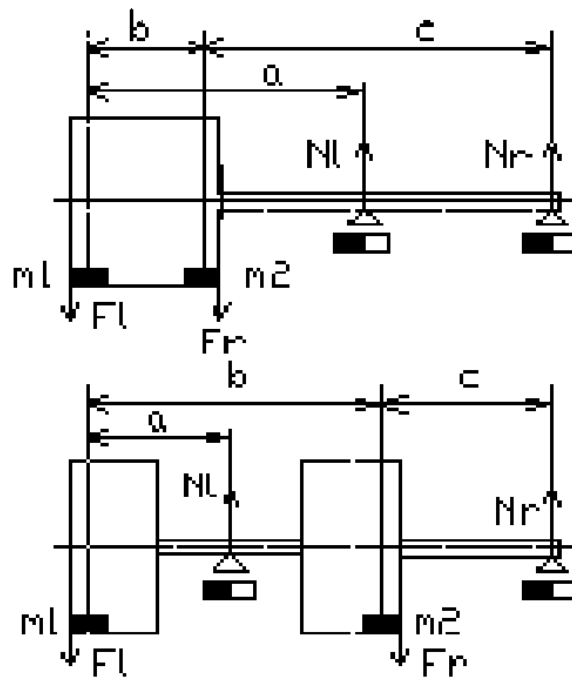
I：标准支承方式



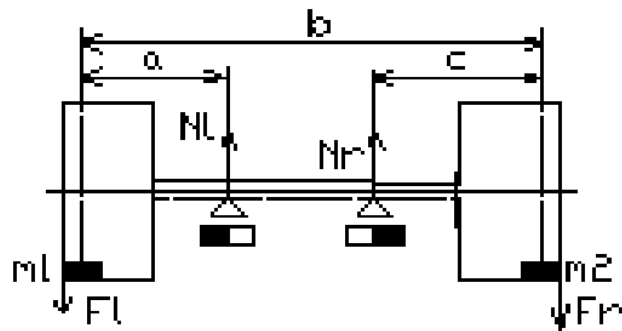
II：右外悬支承方式



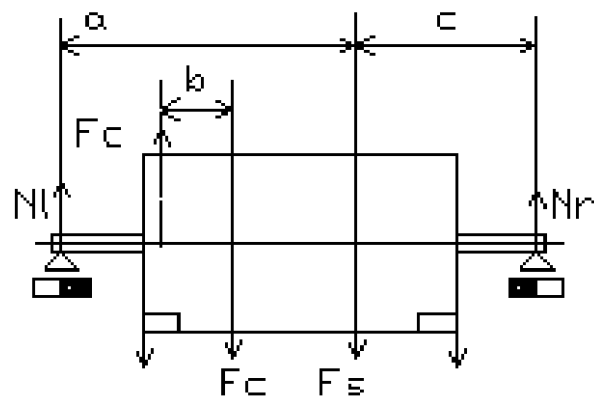
Ⅲ：左外悬支承方式



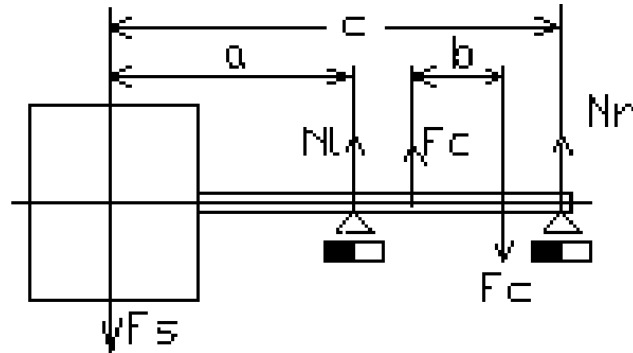
Ⅳ：双外悬支承方式



Ⅴ：标准支承方式静/偶平衡

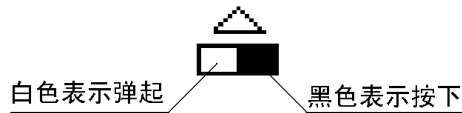


VI：外悬支承方式静/偶平衡



其中 I、II、III、IV 为动平衡（两平面分离）校正方式，V、VI 为静偶平衡（静偶分离）校正方式。

以上图中：白方块表示该键弹起，黑方块表示该键按下



图中除 a、b、c、r1、r2 外，其余符号为：

- FL FR 左右支承架上受的动压力
- fL fR 左右校正面上不平衡质量产生的离心力
- mL mR 左右校正面上不平衡质量
- Fs 静不平衡量
- Fc 偶不平衡量

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十分方便和合理的。

本平衡机在作静偶分解时，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，r1 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，此时平面分离状态选择平衡方式键 $\left| \rightarrow \leftarrow \right|$ 于 $\left| \cup \cup \right|$ 时左表指示值为静不平衡量，右表指示值为右偶不平衡量，这时即可在相应的静不平衡量校正面上，在确定的半径上校正左表指示的静不平衡量；在右偶不平衡校正面上，在确定的半径上校正右表指示的偶不平衡量；同时在左偶不平衡校正平面上的同样校正半径上校正右表指示的偶不平衡量，但校正方向相反。

附录十：平衡机的一般故障诊断

I. 电机不能正常启动

- I.1 此类故障检查及排除应该请专业电工进行，以免发生人身事故。
- I.2 检查电机连线是否正常连接（参考 3.2 节平衡机后面外观及接线图）。
- I.3 用万用表，在电控箱总电源开关进线端检查三相四线供电是否正常。
- I.4 检查电控箱内所有熔断器熔芯是否正常。
- I.5 按附录二平衡机原理图，请专业电工进行全面检查、维修。

II. 平衡机显示量值、角度不准确，转子不能进行正常平衡操作

- II.1 首先检查所有连线是否正常连接（参考 3.2 节平衡机后面外观及接线图）。特别是两个传感器连线必须正常连接，且一一对应，不能互换。
- II.2 在平衡机正常运转测量而且转子仍有残余不平衡量的情况下，拔下一个传感器线插头，看仪表显示数值有无变化。如有明显变化，则证明此传感器线一切正常。如无变化，则证明此传感器线有问题。用户可以找专业电工对照另一个传感器线进行修理。
- II.3 为减少光点晃动，工件支承轴径应避开与滚轮外径相同或接近直径、半径，以免干扰。（如：滚轮外径 137 毫米时，工件支承轴径不得为 34 毫米、45 毫米、68 毫米、137 毫米。）
- II.4 检查转子与工艺轴的配合状态，有无松动、椭圆或锥度等不正常现象。上述现象的任何一种，都会导致此故障发生。
- II.5 检查转子（工艺轴）与滚轮配合处的状态，如果轴径粗糙、刀纹明显或滚轮表面有伤，均会导致此故障发生。
- II.6 按第 4 章规定操作步骤检查平衡机操作过程是否正确，所有要求紧固位置是否紧固牢靠。同时检查所有要求紧固的连接位置包括地脚螺母是否紧固牢靠。
- II.7 按第 4 章规定操作步骤检查平衡机操作过程中，电测部分所有按键及尺寸输入是否正确。
- II.8 所有检查项目完成后，仍然有问题。可以按附录十一对平衡机进行四点法故障诊断。如平衡机能够达附录十一所述要求，则认为平衡机没有任何故障。如平衡机能够近似达到附录十一所述要求，则认为平衡机有轻微定标不准确问题。此问题一般会引起操作效率的下降，而不致引起大的操作错误。如平衡机有轻微定标不准确问题，用户可以按附录三电测箱简介中的常见故障排除方法进行排除，也可通知制造厂家进行处理。
- II.9 另外，此故障出现后，应首先更换不同规格尺寸的转子、工艺轴、

和接套，进行平衡校测。如果故障排除，则证明问题出在原转子和工艺轴、接套上。

Ⅲ.平衡机显示转子达到平衡精度要求，但实际安装后运转仍然震动

Ⅲ.1 首先按上一节所有项目依次检查。

Ⅲ.2 按附图在平衡机上检查工艺轴与与转子配合轴径的跳动量。此跳动量在平衡精度选 6.3 级时一般不得超过 0.05 毫米，平衡精度更高时此跳动量要求也应相应提高。

Ⅲ.3 检查转子实际安装轴状态，如：跳动、锥度、椭圆、粗糙度等，跳动量最好不要超过 0.03 毫米。

Ⅲ.4 检查转子及转子实际安装支架、外壳等是否按正规图纸生产，并且质量完好。

Ⅲ.5 对于小转子或要求不平衡残余量非常小的转子，可以参考附录十二进行翻转 180° 高精度平衡。

Ⅲ.6 如有必要，可以按附录十一对平衡机进行四点法故障诊断。

IV.电测部分没有显示

IV.1 如果电测部分所有灯及数字表都没有显示或可以确定电测箱部分有故障，可以按附录三：电测箱简介部分内容进行处理。

V. 为减少光点晃动，工件支承轴径应避开与滚轮外径相同或接近直径、半径，以免干扰。（如：滚轮外径 137 毫米时，工件支承轴径不得为 34 毫米、45 毫米、68 毫米、137 毫米。）

附录十一：平衡机故障诊断四点法

特殊情况下，可以对平衡机进行四点法故障诊断。如平衡机能够近似达到以下要求，则认为平衡机有轻微定标不准确问题。此问题一般会引引起操作效率的下降，而不致引起大的操作错误。

以下按第 4.1 节举例转子为例，介绍四点法故障诊断方法。

将转子按第 4.1 节内容操作，平衡至能够达到的最高精度（残余量应小于 3 克）。

在转子的任一面指定配重位置圆周处 0 角度上加一个已知配重（以下假设配重块重 100 克），此配重最好是配重夹子（见 4.1.2.7）。

按第 4.1 节操作启动平衡机，平衡机应指示在 355—5 度、90—110 克（按 90%去重率）。

停机后将配重拆下安装在转子的同一面指定配重位置圆周处 90 度角度上。

按第 4.1 节操作启动平衡机，平衡机应指示在 85—95 度、90—110 克（按 90%去重率）。

停机后再将配重拆下安装在转子的同一面指定配重位置圆周处 180 度角度上。

按第 4.1 节操作启动平衡机，平衡机应指示在 175—185 度、90—110 克（按 90%去重率）。

停机后再将配重拆下安装在转子的同一面指定配重位置圆周处 270 度角度上。

按第 4.1 节操作启动平衡机，平衡机应指示在 265—275 度、90—110 克（按 90%去重率）。

同样道理，在转子的另一面指定配重位置圆周处 4 个角度上依次安装此配重进行检查。

如平衡机有轻微定标不准确问题，用户可以按附录三电测箱简介中的常见故障排除方法进行排除，也可通知制造厂家进行处理。

如平衡机确实不能达到上面要求，用户应通知制造厂家进行处理。

如平衡机能够达上面所述要求，则认为平衡机没有任何故障。

附录十二：翻转 180° 高精度平衡法

目前一般的机加工手段所能达到的最高精度，都建立在 10 微米级（俗称丝或道）。而平衡机的测量装置，能够准确地测量出转子微米级的重心偏心距误差。如用户要求的平衡精度较高时，只能采取以下两种办法：

a：尽力提高工艺轴、接套等相关零件的加工精度和平衡精度。

b：采用本附录提供的翻转 180° 平衡法。

注意：除了特殊需要，没有必要对每一个转子都进行翻转 180° 平衡法操作。

以本说明书第 4.1 节举例转子为例，具体翻转 180° 高精度平衡法操作过程及原理如下：

- 1.首先，按第 4.1 节内容将转子平衡至能够达到的最高精度。
- 2.将转子与工艺轴的装配位置，在圆周方向翻转 180°。（注意：第 4.1 节图十一中轴上的对称双键槽，即专门为此而设。）
- 3.确认所有机械连接可靠，启动机器进行测量，然后记忆、停机。
- 4.在转子的两个配重面上进行半配重操作。

所谓半配重操作意为：假设右配重面有 10 克偏重量，那么配重操作时只去掉这个偏重量的一半——即 5 克。同样，假设左配重面有 6 克偏重量，那么配重操作时只去掉 3 克。

进行半配重操作时应注意角度的准确性。

- 5.在工艺轴上将剩余的一半偏重量去掉。
- 6.重复以上操作步骤 2-5，直至翻转 180° 后显示的不平衡量满足要求或不能再继续进行平衡配重操作。
- 7.假如出现连续翻转 180° 显示的不平衡量毫无规律，且不能再继续进行平衡配重操作的情况，那么认为此时已达到对应现在工况状态的最高平衡精度。
- 8.如果最终显示的偏重量能够满足要求，则认为转子已经达到平衡要求精度。而最为重要的是：针对同样结构尺寸、同样重量的转子，此次平衡的工艺轴、接套等的平衡状态已达到最佳。以后再平衡同样结构尺寸、同样重量的转子，无须再进行翻转 180° 平衡法操作，仍然能达到同样精度。
- 9.如果最终显示的偏重量不能够满足要求，则认为工艺轴、接套等的连接精度有问题，尤其应重点检查工艺轴与转子的配合精度和工艺轴与滚轮的接触精度。

注：此过程的原理同样适用于万向联轴器的平衡。

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 13903130916

传真 : 0313-3175900

互联网站: <http://www.beilun.com.cn>

电子邮件 : cdf@beilun.com.cn