

机械的平衡的目的

机械的平衡的目的 对于现代机械的设计和运行，机械的平衡时一个相当重要的课题。

例如一个质量为 180kg 的燃气轮机的转子，转速为 16000r/min，如转子质量的偏心距为 0.25mm，根据 $F=mr^2$ 计算可知，其惯性力为 126300N，是其转子本身质量的70倍，此惯性力将对轴承产生动压力，从而在轴承中引起附加摩擦力与附加内应力，只是轴承磨损加剧，并使零件的强度、寿命降低，同时还产生有害振动，导致机械的工作精度、可靠性、机械效率和使用寿命降低，甚至可能因共振而使机械破坏。

因此，为完全地或部分地消除惯性力和惯性力矩的影响，减小消除附件动压力，精良减轻有害的机械振动，以改善机械工作性能和延长其使用寿命，是研究机械平衡的目的。

本文重点讨论刚性转子的平衡问题，绕固定轴线回转的构件，在转速第一阶临界转速，其旋转逐县挠曲变形和忽略的转子，可以看成是刚性的，在不平衡惯性力系作用下，不会产生明显的弹性变形。

三点法找风机转子动平衡 贵州发耳电厂周英奇[553017] 1 动不平衡的定义、形成及特点

动不平衡指整个转子的重心虽然与旋转中心相重合，但由于转子沿径向方向质量分布不均，转子旋转时，不平衡质量会造成两个或两个以上相反的离心力，使转子在力偶(力偶就是作用在同一物体上的等值、反向、不共线的一对力)的作用下而产生绕轴线摆动的现象。

因为静止时它是平衡的，只有在旋转时才表现出不平衡。

转子找动平衡的目的是为了消除动不平衡，使转子转动平稳，所产生的振动值在允许范围之内。

为了达到这一目的，通过找动平衡的方法，确定不平衡重量的大小及所在位置。

找动平衡的方法很多，但其基本原理大体相似，即：

转子旋转时，产生的离心力与转子不平衡重量的大小成正比，产生的振动值与离心力的大小成正比。

一般找动平衡时，要给转子一个已知的试加重量，测量出产生振动值的大小及方位，根据比例关系，推导出由不平衡重量所产生振动值的大小及方位，从而确定不平衡重量的大小及方位，然后在转子的适当位置 加(或减)适当的重量，达到平衡转子的目的。

转子找平衡的方法分为静平衡找正和动平衡找正，转子的静平衡找正就是静止时在转子上加减平衡质量的方法，使其质量重心回到转子轴线上，从而使转子的合力得以平衡。

当找静平衡不能解决转子振动值超标时，要考虑找动平衡，发电厂的转子在生产厂家出厂之前已经做过动平衡并校验合格，但在现场工作中由于转子叶片磨损等原因，经常会遇到转子振动超标，这时就

要在现场做动平衡校验。

动平衡校验主要有以下特点：1. 动平衡可解决静平衡不能解决的振动超标。

2. 花费的时间相对静平衡较长。

3. 对大型风机的电机(6000 伏)起动，中间要有时间间隔。

转子找动平衡的方法有许多，主要有：1. 画线法，2. 画线算法，3. 两点法，4. 三点法，5. 闪光测相等。

下面以离心风机为例，就三点法找风机转子动平衡作具体介绍：

2 使用工器具及耗材测振仪、电焊机、钢卷尺、气割工具、精度为克的电子台秤、配重块若干、石笔、焊条、圆规、计算器、量角器、三角板等。

3 具体步骤 1. 确定试加配重块的重量：

根据风机的原始振动值，用测振仪测量垂直、水平两个方向的振动值，取其中最大的值作为平衡计算的依据，确定试加配重块的重量。

试加配重块的重量与风机的叶轮重量和最大振动值有关，用电子台秤称重量完全相同的三块试加配重块：

$$M1=M2=M3。$$

2. 焊接试加配重块并测量最大振动值：

(画图加以说明)根据风机叶轮直径算出叶轮外沿的圆周

长 L ，将叶轮外圆周长 L 三等分，即先在风机叶轮边缘上任意定一点为第一点，然后从该点沿顺时针方向 120° 得第二点，沿第一点逆时针方向 120° 得第三点，并用石笔打上记号，分别在三个点写上 1、2、3 三个数字。

然后取配重块 M_1 焊接在第一个点上，这三个点的位置均位于风机叶轮的边缘上，焊接该配重块时要注意：

1. 焊接的量越小越好，只要保证试加配重块 M_1 在试转过程中不飞出即可，因为该试加配重块只是临时焊接，试转完后要取下。

2. 焊接时所焊的焊条重量要计入，即实际所加重量 M ：

$M_1 + M_a$ 其中 M_a 表示所焊接的焊条重量，并要求焊接的焊条重量 M_a 在三次焊接过程中一样重。

然后封检修门起动风机，测量风机在水平、垂直两个方向的振动值，取其中最大振动值作为第一次记录的数值 A_1 ，在起动风机的过程中要有专人站在事故按钮处，当发现振动很大或风机轴与固定油封摩擦起火花危及风机安全运行时，要及时打跳风机（遇到这种情况重新在风机叶轮上确定三个点）。

风机起动过程中测量人员站在轴向位置，风机起动后测量人员快速测量风机在水平、垂直两个方向的振动值，测量完后马上停运风机，防止振动值偏大运行时间过长损伤风机的轴承、固定油封等部件。

停运风机后，将第一次焊接的试加配重块 M_1 用角磨机将焊疤打掉并取下试加配重块 M_1 ，并用角磨机清除干净在风机上的剩余焊疤。

同理按上述方法测得在第二及第三点的最大振动数值 A_2 、 A_3 。

3. 画图确定应加配重块的位置及重量:

在一张准备好的纸上以 O 点为圆心，以 A1、A2、A3 的数值或将这三个数按比例转化后的数值为半径，画圆弧得到三段圆弧 A1、A2、A3。

在三段圆弧 A1、A2、A3 上分别取三点 b、a、c 作一个等边三角形 Aabc，且等边三角形 Aabc 的中心点为 s，并以 s 为圆心作等边三角形 $\triangle abc$ 的外接圆，与 Os 连线相交于 s 点。

s 点即是应加平衡重量的位置。

用三角板测量 Os 及 as 的长度，并用量角器量出角 $\angle s$ ，sb 的夹角，根据该 1 夹角算出圆弧 s b 的边长，然后根据几何比例关系：

(as 的长度 / 风机叶轮半径长度 = 圆弧长度 / 风机叶轮圆弧的长度)，就可求出风机叶轮的配重点，s 点位于风机叶轮第二点逆时针方向 s b 长度位置 (s 点是整个风机叶轮动不平衡最轻点)。

根据动平衡公式代人得：

应加平衡块重量 $i_n = M O_s / a_s$ 。

4. 焊接最终配重块：

在风机叶轮上 s 焊上应加平衡块，应加平衡块的重量 i_n = 焊条除去药皮的重量 + 配重块的重量，要求应加平衡块焊接于叶轮外沿边缘位置 (与前三次焊接的试加配重块径向位置相同)。

焊接时配重块要求每条边都焊接牢固，并将药皮清除干净，如风机是在含粉尘环境中工作的要将实际配重块焊接在不直接受迎风冲刷的面，这样有利于减小配重块的磨损，从而延长下一次找平衡的时间间隔。

5. 试转风机。

用动平衡方法消除一次风机转子振动 黄晓

(湛江电力有限公司, 广东湛江 524099) 摘要:

文章介绍了锅炉一次风机振动, 经分析是由于转子失重不平衡造成的, 则采用三点法进行动平衡找正转子平衡, 最后使风机振动消除, 符合技术标准, 提高了风机经济性和安全性, 日后同类型风机转子不平衡处理可采纳此方法, 具有一定参考价值。

关键词:

锅炉一次风机; 转子振动; 三点法动平衡; 处理 中图分类号:

TH113 文献标识码:

A 文章编号:

1006-8937 (2010) 22-0123-02 湛江电厂 430MM 机组使用的一次风机型号为 G4- 73- 11N015D, 转速为 1480 rad/min, 共安装有八台, 每台炉有两台, 由上海鼓风机厂生产设计, 此风机在长时间运行过程中, 或者是大修防护打磨除锈完试运过程中, 都会出现转子振动现象, 给安全运行造成不稳定的工况。

1 一次风机转子振动的分析 锅炉设备的一次风机转子运转时的振动, 是由于转子的重心位于转子一侧而产生的, 当转子无论静止或在运行中时, 中心线各侧重心不平衡而造成振动。

一台离心悬臂式风机振动直接反映在轴承箱上、基础上、平台栏杆上等，转子振动的类型有轴向振动，径向振动，水平振动；其中径向振动对机械运转的影响最大，所以横向（径向）振动就作为振动检测的主要对象，如果转子找动平衡首先要分析转子产生振动的原因，转子产生振动的原因有：

转子不平衡、轴承箱底脚螺栓松动、轴弯曲、对轮联轴器中心不正、轴承被磨损、轴承间隙调整过大、叶轮进水。

如果转子产生振动，首先要认真详细分析产生振动的每项因素是否符合技术标准要求，方可开始找动平衡。

例如风机在运行工况的额定转速下，转速降低振动值就降低，这证明是基础振动，如果振动值不变，就是叶轮动不平衡。

图 1 为动平衡实例示意图。

2 转子现场动平衡校验 根据振动的原因分析，在排除其他种种可能性的情况下，只要是由于转子腐蚀、磨损失重和制造长时间运行等情况造成的转子不平衡而振动，就可以对转子进行动平衡，即可以从根本上解决转子的振动问题。

转子的动平衡方法有两种，一是拆叶轮在平衡机上微电脑加减法，其特点是高效、精密、准确度高，但是工作量大；二是现场动平衡法，其优点是可以补偿转子的腐蚀和磨损产生的不足，并节省时间、费用和工作量等，但电机却需要多次启动和找准相位角。

现场动平衡方法有二点法、三点法、画线法等。

而我们现采用的是最准确、最常用、最快最普及的三点法进行动平衡校验，在确定用三点法对风机叶轮进行找动平衡后，就需要准备好=10mm 的 A3 铁块最为合适，其他还有托盘称、画规、测振仪等。

接下来根据风机叶轮半径、转速、和转子总重量这几方面来考虑计算试加重量大小，原始振幅是在轴承箱上轴向、径向、水平的方向上选取最大振动值。

通过计算出公式加重为 578.5 g 后，就可以根据风机叶轮叶片来分等份。

分为 12 等份，等份的圆周半径要相等，然后根据风机转向进行等分，用三点法固定试加重量位置为 1 点、5 点、9 点在同等半径位置上（就是叶轮 0、120、240 位）作为试加重量定位，打开风机蜗壳人孔门，在叶轮的前盘第一点即 0 位置上用电焊点焊上一块厚 10 mm 的铁块，重量为试加重量减去焊条去药皮的重量；点焊的铁块要易于磨取下来，焊接的地线要接到叶轮位置上，以免产生电弧损坏轴承；焊接好试加重量的铁块后，恢复人孔，启动风机，用测振仪切换到 mm 单位进行测量轴承箱轴向、径向、水平的振动值，并做好记录，取振动最大值作为 A1 振幅值，测量好第一点振动值后，停止风机，确认断电后，再把第一次试加重量以相同质量按风机转向加在 120 位置上，即叶轮第五点，其步骤如下：

①量原始的初始不平衡振幅 A。

②选择试加重量大小，位置角度及半径。

③以相同的速度运转三次，每次试加重量大小相同，半径相同，位置角度不同，做好每次的记录，相继测出 A1 位置角度（1 点）、A2 位置角度（5 点）、A3 位置角度（9 点），取每次试加重量的最大振动值第一次的振幅值为：

0.195 mm, 第二次的振幅值为:

0.203

mm，第三次的振幅值为：

0.059 mm；根据三次测量的振幅振动值，作三弧法如图 2 所示。

作图和计算方法如下：

以 O 点为圆心，取振幅值三次 A_1 、 A_2 、 A_3 为半径作三弧 A、B、C；做出三条弧后，以 OA_2 为最大半径在 B 弧上任取两点距离。

以最短的弧 OA_3 为半径在 B 弧上一点画线交于 A 弧上 a 点，以 a 点 b 点为半径画线交于 c 弧于 C 点上。

三弧上三点间彼此距离相等，连线 a、b、c 则 $\triangle abc$ 为等边三角形；作等边 $\triangle abc$ 的角平分线交于 S 点，连接 OS；以 S 点为圆心 Sa ($Sa=Sb=Sc$) 为半径作圆， $\triangle abc$ 为外切圆，OS 虚线交于图 S' 点，S' 点即为平衡重量的位置。

在三角形外切圆上 a 点即是叶轮叶片 1 等分位置，b 点即为叶片 5 等分位置，c 点即为叶片试加重量 9 等分位置上。

应加平衡重量 Q 的大小可按式进行计算：

计算出应加重量 Q 为 341 g。

从三次试加重量平衡法图中，可以看出 S' 点比较靠近 C 点即第三次试加重量处，又因为 C 点即 9 等分处振动值振幅为最小。

可以判断出画图是正确的，测量的振幅值也是正确的；可得出应加重量应加在 9 等分和 10 等分之间，靠近 9 等分处。

把应加重量的铁块焊接牢固在叶轮 S' 点上，再启动风机。

3 效果试验

经过画图计算，最后启动风机开启进出口风门 50%进行效果试验，再次测量轴承箱的轴向、径向、水平振动值，均符合风机技术要求：

最大径向振动值为 0.01 mm。

试验证明，通过三点试加重法简便可行，对消除风机转子叶轮振动效果明显。

4 总结动平衡经验通过以上一系列的作图和计算，总结出用动平衡方法消除风机的转子振动，笔者根据以上的试验所做的记录总结，和对所有风机的运行工况进行跟踪调查，并整理出几条自我经验：

①在对转子找动平衡之前，首先要确认判断转子产生振动的原因，一步一步进行排除，如果确认转子是由于质量不平衡产生的振动，方可做动平衡校验。

如果此风机振动值超过风机转速的振幅技术参数 3 倍以上，转速超过 2 500 rad/min 或转速更高，那此风机先进行静平衡试验再找动平衡，因为风机在大范围内振动，在叶轮上再加上试加重量，启动运行会产生的离心力太大，会造成叶轮飞车，轴断，轴变形，轴承损坏，轴承座松脱等事故，所以风机动平衡的校验是在一定的振动值范围内进行更安全。

②从作图和计算三次试加重量平衡法中为了更准确判断出作图是否正确。

计算是否准确，又可用四圆法进行作图、计算。

得出的结果是否偏差。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/275002144242011313>