

机泵不同轴度的调整

栾炳心

(石油部管道局第三工程公司)

大功率高转数离心泵和离心式压气机不同轴度的调整, 是通过两半联轴器找正来达到对正中心的。如果找正方法不当或找正工具不灵敏, 都将会在轴和联轴器中引起很大的应力, 轴瓦因过载而烧毁或者发生震动, 效率降低, 浪费大量电力, 甚至不能使用。

据了解几家施工公司在不同轴度的调整方面都不符合“国标”的要求, 有的提高了标准, 有的降低了标准。如图1所示, 只要 a_1 和 a_2 、 b_1 和 b_2 的偏差值不超过允许偏差即认为合格。这与国标《机械安装工程及验收规范T231(一)-75》不相符合。因为 a_1 和 a_2 、 b_1 和 b_2 都不是最大偏差, 它们仅是 x 轴和 y 轴的偏差值, 以它们作为验收标准显然是错误的。

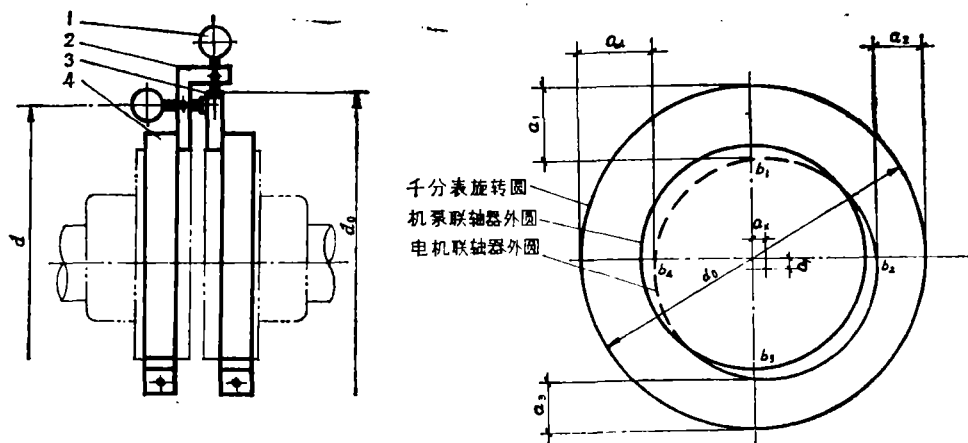


图1 径向位移测量

1—千分表; 2—表架1 (见图3a); 3—表架2 (见图3b); 4—固定环 (见图3c)

另外, 习惯上用千分表旋转直径测量的开口值作为验收标准也是错误的。因为最大开口值与实际开口值各为相似三角形的对应边, 而千分表旋转直径大于联轴器的外径 (图2) 这

实际上提高了不必要的标准。基于上述情况有必要把找正、测量方法统一起来,以提高工程安装质量,降低输油成本。

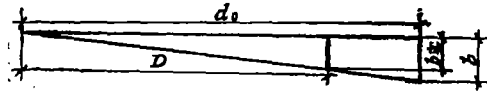


图2 测值与实值示意图

一、径向位移开口值与倾斜率计算

1. 径向位移的计算

$$a_x = \frac{a_2 - a_4}{2}$$

$$a_y = \frac{a_1 - a_3}{2}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$\alpha = \arctg \frac{a_y}{a_x}$$

式中 a_x —— 两半联轴器在x轴方向的径向偏移, mm;
 a_y —— 两半联轴器在y轴方向的径向偏移, mm;
 a —— 两半联轴器最大合成径向位移, mm;
 α —— 径向倾斜方向, °。

2. 开口计算

$$b_x = b_2 - b_4$$

$$b_y = b_1 - b_3$$

$$b = \sqrt{b_x^2 + b_y^2}$$

$$\beta = \arctg \frac{b_x}{b_y}$$

式中 b_x —— 两半联轴器在x轴方向的开口值, mm;
 b_y —— 两半联轴器在y轴方向的开口值, mm;
 b —— 两半联轴器的最大合成开口值, mm;
 β —— 开口值倾斜方向, °。

3. 倾斜率计算

$$\theta_x = \frac{b_x}{d}$$

$$\theta_y = \frac{b_y}{d}$$

$$\theta = \sqrt{\theta_x^2 + \theta_y^2}$$

式中 θ_x —— 两半联轴器在x轴方向的倾斜率, 无因次;
 θ_y —— 两半联轴器在y轴方向的倾斜率, 无因次;
 θ —— 两半联轴器最大合成倾斜率, 无因次;

联轴器两轴的各项指标允许值

表 1

联轴器外形最大直径(mm)	开 口 值 (mm)	径 向 位 移(mm)	倾 斜 率
105~170	0.035	0.05	0.2/1000
190~260	0.05	0.05	
290~350	0.07	0.10	
~500	0.10	0.10	

计算 $a_x = \frac{0.10 - 0.30}{2} = -0.10$ (取其绝对值) ;

$$a_y = \frac{0.29 - 0.10}{2} = 0.09$$

$$a = \sqrt{0.10^2 + 0.09^2} = 0.135 > \text{允许值}[0.10], \text{不合标准};$$

从上述计算结果得知, a_x 和 a_y 都小于允许径向位移, 而最大径向位移却大于允许径向位移。其它项目就没必要再算了, 这就需要进行精找正。

由上述测量的数据得知, $b_1 < b_3$ 、 $a_1 > a_3$ 属于表 2 中第 7 种倾斜类型, 需要调整前后基础垫片的厚度 h_1 和 h_2 (单位 mm)。

$$\begin{aligned} h_1 &= \frac{b_1 - b_3}{D} \cdot l_1 - \frac{a_1 - a_3}{2} \\ &= \frac{0.04 - 0.16}{450} \cdot 350 - \frac{0.29 - 0.11}{2} \\ &= -0.183 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= \frac{b_1 - b_3}{D} \cdot (l_1 + l_2) - \frac{a_1 - a_3}{2} \\ &= \frac{0.04 - 0.16}{450} \cdot (350 + 3000) - \frac{0.29 - 0.11}{2} \\ &= -0.983 \end{aligned}$$

从表 2 简图里可以看出轴承座₁要撤出个 0.183mm 厚的垫片, 轴承座₂要撤出个 0.983mm 厚的垫片 (左右方向不存在加垫、撤垫问题可按相似三角形调整)。经过撤垫调整, 拧紧地脚螺栓后, 再测量其结果如下: (单位为 mm)

$$a_1 = 1.08, \quad a_2 = 0.965, \quad a_3 = 0.92, \quad a_4 = 1.035;$$

$$b_1 = 0.0675, \quad b_2 = 0.08797, \quad b_3 = 0.0225, \quad b_4 = 0.00607.$$

验算测量调整后的各项偏差是否合格, 径向位移 (单位为 mm)

$$a_x = \frac{a_2 - a_4}{2} = \frac{0.965 - 1.035}{2} = -0.035$$

$$a_y = \frac{a_1 - a_3}{2} = \frac{1.08 - 0.92}{2} = 0.08$$

最大径向位移 (单位为 mm)

机泵轴心倾斜的八种类型

表 2

序号	测量的数据	倾斜简图	调整计算
1	$b_1 = b_2$ $a_1 < a_2$		$h = h_1 = h_2 = \frac{a_1 - a_2}{2}$
2	$b_1 = b_2$ $a_1 > a_2$		$h = h_1 = h_2 = \frac{a_1 - a_2}{2}$
3	$b_1 > b_2$ $a_1 = a_2$		$h_1 = \frac{b_1 - b_2}{D} \cdot l_1$ $h_2 = \frac{b_1 - b_2}{D} (l_1 + l_2)$
4	$b_1 < b_2$ $a_1 = a_2$		$h_1 = \frac{b_1 - b_2}{D} \cdot l_1$ $h_2 = \frac{b_1 - b_2}{D} (l_1 + l_2)$
5	$b_1 > b_2$ $a_1 > a_2$		$h_1 = \frac{a_1 - a_2}{2} + \frac{b_1 - b_2}{D} \cdot l_1$ $h_2 = \frac{b_1 - b_2}{D} (l_1 + l_2) + \frac{a_1 - a_2}{2}$
6	$b_1 < b_2$ $a_1 < a_2$		$h_1 = \frac{a_1 - a_2}{2} + \frac{b_1 - b_2}{D} \cdot l_1$ $h_2 = \frac{b_1 - b_2}{D} (l_1 + l_2) + \frac{a_1 - a_2}{2}$
7	$b_1 < b_2$ $a_1 > a_2$		$h_1 = \frac{b_1 - b_2}{D} l_1 - \frac{a_1 - a_2}{2}$ $h_2 = \frac{b_1 - b_2}{D} (l_1 + l_2) - \frac{a_1 - a_2}{2}$
8	$b_1 > b_2$ $a_1 < a_2$		$h_1 = \frac{b_1 - b_2}{D} l_1 - \frac{a_1 - a_2}{2}$ $h_2 = \frac{b_1 - b_2}{D} (l_1 + l_2) - \frac{a_1 - a_2}{2}$

$$a = \sqrt{(-0.035)^2 + (0.08)^2} = 0.0873 < \text{允许值}[0.10], \text{合格};$$

倾斜方向 $\alpha = \arctg \frac{0.08}{0.035} = 66^\circ 22'$

开口值 (单位为mm) $b_x = b_2 - b_4 = 0.08797 - 0.00607 = 0.0779$

$b_y = b_1 - b_3 = 0.0675 - 0.0225 = 0.045$

此处实际开口值为

$$b_{\text{实}} = \frac{b}{d} \cdot D = \frac{0.0899}{450} \cdot 350 = 0.0699 < \text{允许值}[0.07], \text{合格};$$

$$\beta = \arctg \frac{0.045}{0.0779} = 30^\circ$$

$$\text{斜倾率 } \theta_x = \frac{b_x}{d} = \frac{0.0779}{450} = 1.73 \times 10^{-4}$$

$$\theta_y = \frac{b_y}{d} = \frac{0.045}{450} = 1.0 \times 10^{-4}$$

$$\text{最大倾斜率 } \theta = \sqrt{(1.73 \times 10^{-4})^2 + (1.0 \times 10^{-4})^2} = 1.65 \times 10^{-4} \quad \text{合格。}$$

把上述结果代入式 (1) 和式 (2) 看上式是否成立, 以验证正确与否 (单位为 mm)。

$$a_1 + a_3 = 1.08 + 0.92 = 2.0$$

$$a_2 + a_4 = 0.965 + 1.035 = 2.0$$

$$\text{所以 } a_1 + a_3 = a_2 + a_4$$

$$\text{因为 } b_1 + b_3 = 0.0675 + 0.0225 = 0.09$$

$$b_2 + b_4 = 0.08397 + 0.00603 = 0.09$$

$$\text{所以 } b_1 + b_3 = b_2 + b_4$$

所以找正测量结果正确无误。

三、消除轴向窜动采取的措施

轴向窜动影响找正精度, 尽管机泵电机都装有轴向推力轴承, 但仍有少许的游动量, 如果不加以消除, 找正测量精度将受影响。为了防止轴向窜动, 设置轴向弹簧螺栓使两轴处于一起靠扰的极限位置, 使两轴不回窜, 如图 4 所示。

四、证明 $a_1 + a_3 = a_2 + a_4$ 及 $b_1 + b_3 = b_2 + b_4$

联轴器的找正测量是否正确, 可以用式 (1) 和 (2) 是否成立来判断。如把实测数字代入式 (1) 和 (2), 若成恒等式, 说明测量过程正确。如恒等式不成立, 要查找原因。这个概念很重要, 切不可忽略。

下面以例证明, 设机泵联轴器和千分表旋转圆为同心圆, 其坐标原点 O (如图 5)。电动机联轴器中心坐标为 $a_x = 0.24$ 、 $a_y = 0.2$, 联轴器旋转半径 $r = 200$, 由圆轨迹方程 (以下单位为 mm)

$$(x + a_x)^2 + (y - a_y)^2 = r^2$$

当 $x = 0$ 、 $y = 0$ 、 $a_x = 0.24$ 、 $a_y = 0.2$ 、 $r = 200$ 时

$$\text{解得 } x_2 = 200.239, x_3 = 200.199$$

$$x_4 = 199.759, x_1 = 199.799$$

$$\text{由图 5 可知 } \frac{d_0}{2} = a_4 + x_4 = a_2 + x_2 = a_1 + x_1 = a_3 + x_3$$

式中 d_0 ——千分表旋转直径, 401mm。

$$a_1 = \frac{401}{2} - 200.239 = 0.261$$

$$a_2 = \frac{401}{2} - 199.759 = 0.741$$

$$a_3 = \frac{401}{2} - 200.199 = 0.301$$

$$a_4 = \frac{401}{2} - 199.799 = 0.701$$

因为 $a_1 + a_3 = 0.701 + 0.301 = 1.002$

$$a_2 + a_4 = 0.261 + 0.741 = 1.002$$

所以 $a_1 + a_3 = a_2 + a_4$

按类似的方法也可证出 $b_1 + b_3 = b_2 + b_4$

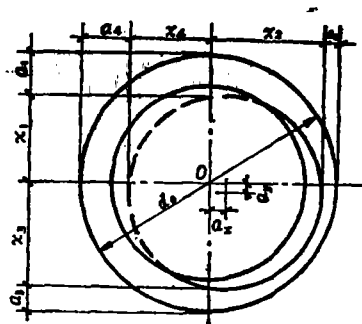


图 5 测量同心圆轨迹

阴极保护技术在预应力混凝土管道上首次应用

1984年9月，国家建材局主持召开了阴极保护在预应力混凝土管道（以下简称管道）上应用的部级鉴定会。来自39个单位的54名代表出席了会议。

在管道铺设环境腐蚀性强、保护层质量差的情况下，因混凝土不能对钢筋起到良好地保护而引起钢筋的腐蚀，是影响管道使用寿命的主要因素之一。我国自1961年以来，就发生过多起因钢筋腐蚀造成管子破坏，甚至全线报废的事故。例如，辽宁省营口市 $\phi 600\text{mm}$ 的盖一营输水管道，穿越盐田、盐碱地，其保护层质量又有问题，使用三年后就发生了这类事故，造成全线停水。为抑制或防止钢筋的腐蚀、延长管道使用寿命，我们从1982年起就进行了应用阴极保护的研究工作，并在11km长的输水管道上实施获得了成功。使用十八个月后，检查片的保护度为96.3%，二十二个月后保护单元末端电位为 $-988 \sim -1090\text{mV}$ ，可以大大地延长管道使用寿命。这项技术为扩大预应力钢筋混凝土管子的使用范围、提高其耐久性找到了一条有效的途径。

与会代表们认为，在管道上采用牺牲阳极法阴极保护，途径正确、工艺合理、选用的材料和参数是可行的，并且投资少、经济效益高。

代表们认真回顾了我国预应力钢筋混凝土管的使用情况，注意到我国有漫长的海岸线，有分布广泛的盐渍田（3~4亿亩），还有少数局部受污染的土壤，同时考虑到国内制管工艺水平。指出，这一成果可在土壤腐蚀性强、钢筋已受到腐蚀的管道上推广应用，可以作为新建管道实施阴极保护的主要依据，也可以为土壤和水中的钢筋混凝土构筑物实施阴极保护提供经验。建议应继续在不同土壤、不同环境中进行阴极保护参数和施工工艺的研究，丰富和扩大这一成果，以利更广泛地推广应用。

苏州混凝土水泥制品研究院 周正
辽宁省营口市自来水公司 李春俊