

百分表测量法把专用的夹具(对轮卡)或磁力表座装在作基准的(常是装在主机转轴上的)半联轴器上,用百分表测量联轴器的径向间隙和轴向间隙的偏差值。此方法使联轴器找正的测量精度大大提高,常用的百分表测量方法有四种。

A 双表测量法(又称一点测量法):

用两块百分表分别测量联轴器外圆和端面同一方向上的偏差值,故又称一点测量法,即在测量某个方位上的径向读数的同时,测量出同一方位上的轴向读数.具体做法是:先用角尺对吊装就位准备调整的机器上的联轴器做初步测量与调整。然后在作基准的主机侧半联轴器上装上专用夹具及百分表,使百分表的触头指向原动机侧半联轴器的外圆及端面。测量时,先测 0°方位的径向读数 a1 及轴向读数 s1。为了分析计算方便,常把 a1 和 s1 调整为零,然后两半联轴器同时转动,每转 90°读一次表中数值,并把读数填到记录图中。圆外记录径向读数 a1, a2, a3, a4, 圆内记录轴向读数 s1, s2, s3, s4, 当百分表转回到零位时,必须与原零位读数一致,否则需找出原因并排除之。常见的原因是轴窜动或地脚螺栓松动,测量的读数必须符合下列条件才属正确,即

$$a1+a3=a2+a4; s1+s3=s2+s4$$

通过对测量数值的分析计算,确定两轴在空间的相对位置,然后按计算结果进行调整。

这种方法应用比较广泛,可满足一般机器的安装精度要求。主要缺点是对有轴向窜动的联轴器,在盘车时其端面的轴向度数会产生误差。因此,这种测量方法适用于由滚动轴承支撑的转轴,轴向窜动比较小的中,小型机器。

B. 三表测量法(又称两点测量法)

三表测量法与两表测量法不同之出是在与轴中心等距离处对称布置两块百分表,在测量一个方位上径向读数和轴向读数的同时,在相对的一个方位上测其轴向读数,即同时测量相对两方位上的轴向读数,可以消除轴在盘车时窜动对轴向读数的影响,根据测量结果,取 0°~180°和 180°~0°两个测量方位上轴向读数的平均值,即

$$s1 = (s1' + s1'') / 2 \quad s3 = (s3' + s3'') / 2$$

取 90°~270°和 270°~90°两个测量方位上轴向读数的平均值,即

$$s2 = (s2' + s2'') / 2 \quad s4 = (s4' + s4'') / 2$$

s1, s2, s3, s4 四个平均值作为各方位计算用的轴向读数,与 a1, a2, a3, a4 四个径向读数记入同一个记录图中,按此图中的数据分析联轴器的偏移情况,并进行计算和调整。这种测量方法精度很高,适用于需要精确对中的精密或高速运转的机器,如汽轮机,离心式压缩机等。相比之下,三表测量法比两表测量法在操作与计算上稍繁杂一些。

C. 五表测量法(又称四点测量法)

在测量一个方位上的径向读数的同时,测出 0°,90°,180°,270°四个方位上的轴向读数,并取其同一方位上的四个轴向读数的平均值作为分析与计算用的轴向读数,与同一方位的径向读数合起来分析联轴器的偏移情况,这种方法与三表法应用特点相同。

D.单表法

它是近年来国外应用日益广泛的一种联轴器找正方法。这种方法只测定联轴器轮毂外圆的径向读数,不测量端面的轴向读数,测量操作时仅用一个百分表,故称单表法。

此种方法用一块百分表就能判断两轴的相对位置并可计算出轴向和径向的偏差值。也可以根据百分表上的读数用图解法求得调整量。用此方法测量时,需要特制一个找正用表架,其尺寸,结构由两半联轴器间的轴向距离及轮毂尺寸大小而定。表架自身质量要小,并有足够的刚度。表架及百分表均要求固紧,不允许有松动现象。单表测量的操作方法是,在两个半联轴器的轮毂外圆面上各作相隔 90°的四等分标志点 1a, 2a, 3a, 4a 与 1b, 2b, 3b, 4b。先在“B”联轴器上架设百分表,使百分表的触头接触在“A”联轴器的外圆面上的 1a 点处,然后将表盘对到“0”位,按轴运转方向盘动“B”联轴器,分别测得“A”联轴器上的 1a, 2a, 3a, 4a 的读数(其中 1a=0),为准确可靠可复测几次。为了避免“A”联轴器外圆面与轴不同心给测量带来误差,可同时盘动“B”与“A”联轴器。然后再将百分表架设在“A”联轴器上,以同样方法测得“B”联轴器上 1b, 2b, 3b, 4b 的读数(其中 1b=0)。

测出偏差值后,可得出“A”与“B”两半联轴器在垂直方向和水平方向两轴空间相对位置的各种情况

3. 调整方法

测量完联轴器的对中情况之后,根据记录图上的读数可分析出两轴空间相对位置情况。按偏差值作适当的调整。为使调整工作迅速,准确进行,可通过计算或作图求得各支点的调整量。测量方法不同,计算方法也不同。

(1) 两表测量法,三表测量法及五表测量法

两表,三表及五表测量都可得出同一方位上的径向读数和轴向读数,若测点位置及调整支点的位置如图 10 所示(请注意测量轴向读数百分表的指向),可用下式进行计算:

$$H1=L1*(s1-s3)/D+(a1-a3)/2-----(1-9)$$

$$H2=(L1+L2)*(s1-s3)/D+(a1-a3)/2-----(1-10)$$

式中 H1, H2-----支点 1 和支点 2 的调整量,(正值时为加垫负值时减垫),mm;

s1, s3 及 a1, a3-----分别为 0°和 180°方位测得轴向和径向百分表读数,mm;

D-----联轴器的计算直径(百分表触点,即测点到联轴器中心点的距离),mm;

L1-----支点 1 到联轴器测量平面间的距离, mm;

L2-----支点 1 与支点 2 之间的距离, mm;

应用上式计算调整量时的几点说明:

①式中 s_1, s_3, a_1, a_3 是用百分表测的读数, 应包含正负号一起代入计算公式。

②H 的计算值是由两项组成, 前项 $L(s_1-s_3)/D$ 中, L 与 D 不可能出现负值, 所以此项的正负决定于 (s_1-s_3) 。S1-s3 > 0 时, 前项为正值, 此时联轴器的轴向间隙呈形状, 称为“上张口”; S1-s3 < 0 时, 前项为负值, 联轴器的间隙呈形状, 称为“下张口”。当 $a_1-a_3 > 0$ 时, 后项为正值, 此时被测的半联轴器中心(主动轴中心)比基准的半联轴器中心(从动轴中心)偏低, 当 $a_1-a_3 < 0$ 时, 被测的半联轴器中心偏高,

③机器安装时, 通常以主机转轴(从动轴)做基准, 调整电机转轴(主动轴)。电机底座四个支于两侧对称布置, 调整时, 对称的两支点所加(或减)垫片厚度应相等。

④若安装百分表的夹具(对轮卡)结构不同, 测量轴向间隙的百分表触点指向原动机(触点与被测半联轴器靠结合面一侧的端面接触)时, 百分表的读数值大小恰与联轴器间实际轴向间隙方向相反, 所以 H 值的公式前项 s_1-s_3 应改为 s_3-s_1 , 即 $s_3-s_1 > 0$ 时为“上张口”, $s_3-s_1 < 0$ 时为“下张口”。

⑤机器在运转工况下因热膨胀会引起轴中心位置变化, 联轴器找正的任务时把轴中心线调整到设计要求的冷态(安装时的状态)轴中心位置, 使机器在热态(运转工况下)达到两轴中心线一致(既同心, 又平行)的技术要求。安装机器时各支点温升的数据可以从制造厂的安装说明书中得到; 有的直接给定机器冷态找正时的读数值; 也有的给定各支点的温升数据, 由图解法求出冷态找正时的读数值。在安装大型机组时, 有的给出各类机器在不同工况下的经验图表, 通过查表或计算找出冷态找正时的读数值。经验丰富的安装人员还可从实践中得出一些经验数据。总之, 对于安装者来说, 要考虑机器从冷态到热态支点处轴中心位置的变化, 在工作中保证机器能处于理想的对中状态。

⑥在水平方向上调整联轴器的偏差时, 不需要加减垫片, 通常也不计算。操作时利用顶丝和百分表, 边测量, 便调整, 达到要求的精度为止。一些大型的, 重要的机组在调整水平偏差时, 各支点的移动量可通过计算或作图求出。

(2) 单表测量时计算调整量的方法

计算前, 后两支点的调整量如下。以“B”轴作基准轴, 调整“A”轴时应先测定 X, Y, Z 之值(), 若以 δy 与 δz 分别表示前后支点的调整量, 从图(b)可推导出:

$$\triangle Oa'Oa''G \sim \triangle EO''F$$

由于 $GO''=XFO''=YGO''=3ac/2$ (忽略 $Oa''Ob''$)

$$\text{所以 } EF=Y/X \times 3ac/2$$

$$\delta y=EF+3b/2=Y/X \times 3ac/2+3b/2\text{-----}(1-11)$$

同理可得

$$HI=Z/X \times 3ac/2$$

$$\delta z=HI+3b/2=Z/X \times 3ac/2+3b/2\text{-----}(1-12)$$

几点说明:

① δy 及 δz 为正值, 则要求增加垫片厚度; 若为负值, 则减少垫片厚度。

②上式为垂直方向调整的计算。若水平方向计算调整量可用同样原理, 只是调整量为支点的左右移动量, 而不需增减垫片厚。

③上述方法是将两轴中心线调成一条直线(冷态联轴器对中), 然后根据各转轴支点处的热膨胀量大小撤去相应厚度的垫片, 以达到冷态找正的要求。为此, 首先根据 $3a, 3b$ 及 $3ac$ 的数值判断两轴之间的空间位置, 再进行计算。调整工作必须分成两步走: 先将两转轴中心线调成一条直线, 再按热膨胀量大小在支点处撤去相应厚度的垫片。

单表测量法在实际操作中可以在两个半联轴器上同时装上百分表架和百分表, 一个百分表指在“A”联轴器上, 另一个百分表指在“B”联轴器上, 互相错开 180° , 两轴同步盘动 360° , 两个百分表同时记录读数。可以免去装拆卸百分表架的麻烦, 减少发生误差的可能性, 加快调整速度。当水平面内两侧读数都不是零时, 为方便起见, 可在两侧读数中分别加上一个相等到的数(包括正或负), 使其中一侧变为零。这种数学变换对实际偏差没有影响。应该注意的是支脚螺栓孔和螺栓之间的空隙要满足在水平方向上的调整量, 否则应调整基准轴, 使其它轴的位置作相称应的调整。

此外, 随科技的发展, 现在有了激光对中仪, 价格从初时的 20 多万降到现在的 7, 8 万, 也已经非常普及了。相对于其它的找正方式, 它具有快捷, 简单, 准确性高的优势, 由其对于大型机组, 更为明显。它由几部分组成: 激光发射器, 激光接收器, 控制液晶屏, 这三者之间的连接数据线, 专用的链条式(或磁力表坐)卡具(用来把激光发射和接收器固定在联轴器上)。在把激光发射器和激光接收器固定在联轴器上之后, 再将连线和控制屏接到一起, 选择找正模式, 按提示输入相应的数据, 一般有激光发射器的回转直径, 激光发射器和激光接收器之间的距离, 调整机各支脚到接收器的距离。一般只须盘车 180° 即可, 之后各脚的加减垫片数据和水平方向移动调整数据将由控制液晶屏显示出来。一般经过两次调整即可完成。