

石油天然气 管道安装设计 维修管理与施工标准实务全书

SHIYOU TIANRANQI GUANDAO ANZHUANG SHEJI
WEIXIU GUANLI YU SHIGONG BIAOZHUN SHIWU QUANSHU



哈尔滨地图出版社

第四章 离心泵的拆装、修理与安装

第一节 离心泵的拆卸

拆卸工作进行得当与否,往往对整个修理工作产生极大的影响。

一、概要

1. 拆卸前的准备工作

为了使拆卸工作能顺利进行,在设备拆卸前必须做到以下几点:

- (1) 熟悉机械构造并仔细阅读待修设备的图纸和有关资料,深入分析了解设备的结构特点,零部件的结构特点和相互间的配合关系,明确各部件的用途和相互间的作用。
- (2) 确定合适的拆卸方法,制定拆卸顺序。
- (3) 选择合适的拆卸工具和设施。
- (4) 选择拆卸地点。拆卸地点应无风沙、无尘土。
- (5) 排出机械中的润滑油。

2. 拆卸的一般原则

(1) 拆卸前必须首先弄清机械的构造,应根据不同的结构构造考虑拆卸程序。

(2) 能不拆的就不拆,该拆的必须拆。机械的拆装不仅增加了修理的劳动量,而且对零件的工作寿命也有很大的影响。如果不经拆卸就能判断这个机械的部件或零件的好坏时,就不要拆卸。如要不能肯定内部零件的技术状态时,就必须拆卸检查,以保证修成机械的质量。对不能拆卸或拆卸后会降低质量和损坏一部分零件的连接,应尽量避免拆卸。如密封连接、过盈连接、铆接和焊接的连接件,螺钉连接是可以拆卸的,但如因年长日久,螺栓锈蚀,不能拧下,可先用煤油浸润数小时,然后再旋,如仍无法旋松,则可用锯、气割等方法去除螺栓,但要防止伤及机体。

(3) 严格遵守正确的拆装方法:

①要正确地使用合适的拆装工具,避免猛敲狠打损坏机械,严禁用手锤在零件的工作面上敲击。如必须敲击时,可以用铜质或铅质锤,或在工作物与锤头之间加上软质衬垫。不许拿量具、锉刀代替锤子,用铰头、錾子代替扳手使用。

②由表及里,由总体到部件、再到零件,逐级拆卸。一面拆卸,一面检查,拆卸后的零件,也按照顺序放在木架、木箱或零件盘内,或将其存放在清洁的木板上面,用硬纸板盖好,以防碰伤经过精加工的表面。要防止零件的散乱或因为潮湿而生锈。

(4) 拆装要为装配做好准备:

①核对记号做好记号。不可互换的零件,拆卸前应按照原来的部位或顺序和角度标明记号,以免在装配时发生错乱。这一点对转子部位特别重要。

②在拆卸以前,应将转子轴向位置记录下来,以便在修整平衡盘同平衡座之间的摩擦面时,可在同一位置精确地复装转子。在进行这一测量以前,应使平衡盘和平衡座的摩擦面相接触。其它一些零部件相互间位置与间隙的检查测量,也应在拆卸过程中进行。在同一个内部部件,由于尺寸或间隙没有变化(或变化不大)而重新使用的情况下,对这些测量是很重要的,因为可据以检查复装是否正确。例如,叶轮与密封环只是稍有磨损而可重新使用时,则在拆卸过程中,测量出转子与静子间的总间隙,就可供复装时做核对使用。

③密封(摩擦)面、承力面和交迭面,必须完全保持清洁,不能有刻痕、划伤。拆卸时用力要适当,特别要注意保护主要结构件,不使其发生损伤。相配合的零件,在不得已必须拆坏一个零件的情况下,应保存价值较高的、制造采购困难的及质量较好的零件。

④长径比值较大的零件,如细长轴,拆下后,随即清洗,垂直悬挂。重型的零件可多加支撑后卧放,以免变形。精密零件,要专门安放或用油纸包好,防止碰伤。

⑤分类存放零件,按照零件的大小、精确程度存放,以免混杂或损伤。细小易丢失零件如定位螺钉、销钉等,清洗后尽可能再装在原零件上,以免遗失。轴上零件拆下后,用铁丝按顺序串接,以便装配。

⑥有方向性而无定位的相配件,有正反方向要求的垫圈和形状相同选配、装配的相配件在拆卸后应作好标记,以便在拼装时辨认。

二、输油泵站常用离心泵的拆卸顺序

离心泵的类型非常之多,要详细论及每种类型的泵需要很大的篇幅,由于输油管道泵站的多数泵都是卧式剖分式泵壳的结构,吸入口与排出口都在下半个壳体。这里讨论的就是这种类型的泵。除了有必要把泵体从底座拆离的修理之外,在修理和大修这类泵时,都不必拆开吸入管或排出管或移动泵体。拆开泵体的必要步骤是:

- (1) 打开泵体排放孔;
- (2) 拆除排空管线;
- (3) 拆除封油管线;
- (4) 拆开电动机与泵联轴器,如果采用隔离环弹性联轴器,要拆下隔离环;
- (5) 从轴承内端板与外端板拆除轴承壳体对开式上壳和下壳。
- (6) 拆除固定在壳体上的填料压盖或机械密封的螺帽;
- (7) 拆除紧固上、下对开式壳体螺栓上的螺母;
- (8) 吊起壳体上盖时,应确信轴不会被吊起来。如果磨损环卡在槽上非常紧的话,轴会一起被吊起来;
- (9) 小心检查下半泵壳里轴的组件;
- (10) 吊起整个转子组件——包括轴、叶轮、机械密封和滚珠推力轴承。吊起上半部壳体时,应确信轴不会由于壳体耐磨环粘附在槽上,因而把轴的中心线扭弯。

拆泵程序几乎完全取决于故障的性质与修理或更换的程度。轴套有左旋螺纹与右旋螺纹之分,以防轴转动时轴套发生松退。联轴器通常是安装在锥形轴头上(板销),以便锁紧螺母拆下之后可以很容易地取出。如果叶轮是轻配合装在轴上的,应用一段管子套在轴上撞击

叶轮轮毂来拆卸。(装在轴上的叶轮螺纹也有左旋、右旋两种。)

三、离心泵拆卸的操作技术

(1) 拆卸联轴器时, 不要用力锤猛打, 否则不仅可能损坏对轮, 而且容易使轴弯曲。如用图 3-4-1 所示的专门工具来拆卸, 非常方便可靠。这种工具可以应用于一定大小范围内的联轴器拆卸工作, 因为穿入联轴器螺栓孔的螺栓, 可以沿导轨移动。

(2) 轴承架的瓦套在拆卸时要注意不要损坏。瓦套与轴承架配合一般均较紧, 小型瓦套一端突缘上, 常常有两个丝孔, 这时可拧入顶丝, 如图 3-4-2 所示, 即可将瓦套卸下。较大的轴瓦, 一般没有丝孔, 这时不可硬打硬撞, 以免打坏瓦套。可用铜套顶住瓦套, 再用锤轻轻敲打铜套, 这样就不易打坏瓦套或轴承架。拆卸瓦套时要尽可能保持清洁。

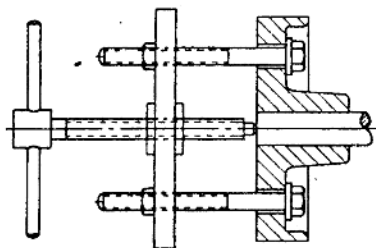


图 3-4-1 联轴器的拆卸

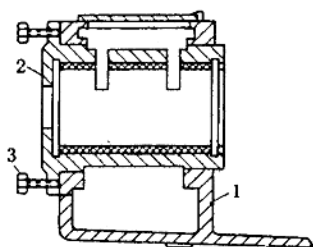


图 3-4-2 利用顶丝拆卸瓦套

1—轴衬架；2—瓦套；3—顶丝

如果轴承是滚动轴承拆卸时应当非常小心, 不使轴承受伤。不能用手锤直接敲打滚动轴承的外圈, 因为很可能损伤滚珠或滚道, 还可能损伤沙架, 甚至还可能把滚珠轴承的外圈打裂。

同样也不能用手锤和敲杆的方法来拆卸轴承, 因为敲杆很容易从内圈端面上滑下来, 容易打坏沙架, 甚至损坏内圈 [图 3-4-3 (a)]。

拆卸滚动轴承的最好方法是用压力机来拆卸, 如图 3-4-3 (b) 所示, 压力机的压杆顶在轴上, 逐渐把轴承压出。轴承的外面应该放上垫板紧紧地靠在轴上, 使压力由内圈承受。

如果外圈承受压力, 则可能损坏滚珠、滚道和沙架。滚动轴承也可用手摇螺旋压力机来拆卸, 如图 3-4-3 (c) 所示。

如果轴承内圈和轴配合很紧时, 可以采用将轴承加热的方法。用机械油预先加热到 $90 \sim 100^{\circ}\text{C}$, 把油装到油壶内向内圈注入。内圈首先受热而膨胀, 使它很容易取下, 如图 3-4-3 (d) 所示。在轴上可能落上热油的地方, 应先用石棉或硬纸盖上, 以便使轴受热很小, 可能滴到地上的油要用油盒接住, 以免浪费油脂。

(3) 轴上的键在拆卸时, 应当编号并作上标记, 以免装配时弄错。同样各叶轮、导水轮和导水盘, 最好也作上记号, 以便如能再用时装配方便。

(4) 轴在拆卸后, 要保护装轴承处的表面, 不要受伤或弄脏。应该在安装轴承的地方, 用破布或棉纱包裹, 搬运时尤应注意不要碰伤。

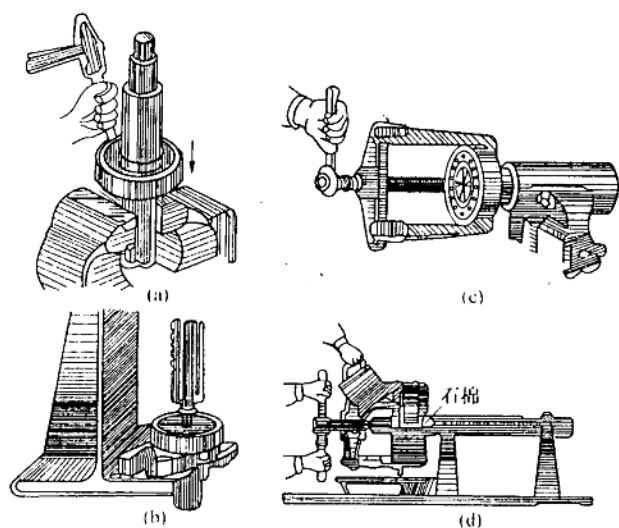


图 3-4-3 滚动轴衬的拆卸方法

(5) 叶轮拆装时,因叶轮与泵轴为静配合有 0.10mm 的紧力,所以必须用气焊喷嘴直接加热,其速度要缓慢,部位要均匀;加热温度为 300°C 左右。具体掌握可用火柴试验,若火柴杆接触叶轮时能自燃时,即可拆卸或安装。工作人员必须带石棉手套,注意安全。装配时注意叶轮的轴向定位。叶轮套入轴后再用火嘴加热一遍,以纠正偏斜的现象。

从轴上取下叶轮时,应该用手来拆卸。如果卸不下,不可猛敲硬打。可用敲杆斜插入叶轮水道内,并应尽量靠近轮叶,然后用手锤轻轻敲打敲杆,以取出叶轮。拆叶轮时要注意压紧螺栓的螺纹方向,螺纹方向和叶轮的旋转方向相反。由于腐蚀和结垢叶轮可能拆不下来,这时可用蒸汽加热,用铜棒轻轻振动。但对耐酸泵叶轮绝对不能敲打,因耐酸泵叶轮多数是硅铁的,很脆。必要时也可使用类似拆卸轴承的专门拆卸器。有时由于叶轮与轴配合的表面生锈,拆卸较为困难,这时可在配合的地方渗入煤油,即可容易拆卸些。

(6) 拆卸轴承架及各段导水轮时,要注意不损伤接触面。不要用扁铲硬铲,应用楔形垫铁逐步使它们松脱。

(7) 整体外壳多级离心泵、导流器与外壳的配合面,有的是有斜度的,拆卸时很容易,有的没有斜度,拆卸较难些,一般在导流器上均有专供拆卸的丝孔,拆卸时拧入相应的螺栓,很便于拉出。由于使用日久,在导流器和外壳的接触面间生了锈,也可能有杂质沉淀固结住这个接触面,这时拆卸便感到困难了。一般将外壳加热到一定时间后较容易拆卸。也可用如图 3-4-4 所示的方法来拆卸。把水泵两端的排水盖卸下后,放入事先做好的铁环 1,再装上外盖 5,均匀地拧紧盖上的螺帽 2,通过铁环推动导流器移动。导流器移动一段距离后,再换上一个较宽的铁环或者再加一个铁环,继续通过铁环推动导流器,最后可把导流器取出。如果导流器数目很多,需用推动力很大,如果还利用原有铸铁制的外盖来推动,有可能损坏外盖。这时可以专制一个较厚的推动外盖的圆环,来代替外盖。

(8) 拆卸各部螺帽时,要用扳子或螺丝刀等工具,不可使用扁铲来将螺帽铲松,这样就损坏了螺帽。使用扳子时,也不可用过长的扳子来卸较小的螺帽。这样可能损坏螺栓或螺

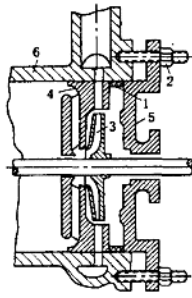


图 3-4-4 拆卸整体外壳导流器

1—铁环；2—螺帽；3—叶轮；4—导流器的盖；5—外盖；6—泵体

母，如果拆卸螺母困难时，可以渗入煤油或加热，也可用手锤敲打螺帽的六方体的相对两面，都容易使螺帽卸下。

第二节 离心泵零件的检查与泵轴的检修更换

一、离心泵零件的检查

1. 零件的检查

离心泵拆卸开后，要对各部分零件进行检查，以便确定哪些零件需要修理或更换。

在检查前应将各部分的油垢、泥沙进行清扫，像导流器、叶轮、排水盖、吸水盖等大零件，可用煤油棉纱擦拭，水管冲洗，小的零件可以放在油盘浸泡或水池内冲洗，然后擦拭干净。还有一部分零件，如轴瓦、滚珠轴承、键等，不要用水清洗而要用煤油清洗，然后擦拭干净。

零件经过洗涤以后，应进行检查和测量，并加以选别，把它们分成三大类：

- (1) 合格零件 这类零件的磨损程度，是在允许的范围以内，可以不用修理继续使用。
- (2) 需要修理的零件 这类零件的磨损比规定的磨损程度要大，但只要经过修理，仍可继续使用，或者经过加工，可以改制为它种小型零件。
- (3) 不合格的零件 这些零件的磨损是不可能消除的，或者修复的价值过大，不如新换来得经济。

检查零件时，一般常用的方法是用眼看、敲击和用量具进行测量。

零件的一些显著的缺陷，如裂纹、刻痕、擦伤、毛刺、秃扣、崩落、断裂及残存变形等，用眼睛观察即可检查出来。有些零件可借敲击发出的声音来判断它内部是否有裂纹，或零件相配得是否好，当然这需要具有一定的经验。至于零件的几何精度，如公差尺寸的变化、轻微的弯曲等，要求比较精确和可靠的检查时，那就要利用各种量具和专门的装置来进

行检查。

检查零件时, 应该注意以下几点:

(1) 参看有关的资料, 如事故和故障记录、运转记录等, 或向运行人员了解使用中的情况, 这样对检查修理工作会有很多帮助。

(2) 根据过去修理中更换零件的情形, 了解到哪些零件需要经常更换, 以便设法提高零件的质量或研究改进。

(3) 有些零件不能由单独零件的检查而判断它是否需要修理, 这就需把有关零件组合起来检查。

(4) 在检查时要注意零件的一些不正常损坏情况并进行分析, 这样可以帮助了解上一次检修的缺点, 来改进这一次的检修工作, 例如在多级水泵中发现只有一个叶轮磨损, 这就说明在上次装配时没装好, 叶轮的间距不适当等。

(5) 有时可以从一个零件的磨损情况, 判断另一个有关零件的缺点, 例如叶轮尾部或轴套只有一面磨损或磨损比另一面严重时, 这在许多情况下, 是说明轴弯了。

二、泵轴的检修与更换

(一) 泵轴的初步检查

(1) 泵解体后, 对轴的表面应进行外观检查。用细砂布略微打光, 检查是否有被油冲刷的沟痕, 两轴颈表面是否有擦伤、碰痕。在一般情况下不需特意加以修整。但是在输油泵中, 由于叶轮与叶轮或叶轮与平衡盘接触端面之间不严, 特别是在平衡盘与叶轮接触端面之间, 因压力差较大, 当原油中含有腐蚀性物质时, 更容易损坏。在这种情况下, 如果不太严重时, 可以不加修理还能再用, 只是在再装配时应该注意使其接触严密; 当压力流体通过轴面冲刷而在轴的表面有冲蚀或在轴上留下小沟, 则应做专门的修整, 修理的方法是利用机床磨去这些痕迹, 并保持轴颈表面的光洁度。如果只有轻微的沟痕, 可以用细砂布加以研磨; 如果过于严重, 损害轴的强度时, 就应该更换新轴。

(2) 经检查后, 若发现下列情况之一者, 应考虑更换新轴:

①轴表面发现裂纹。因为裂纹会在交变载荷的作用下, 不断发展, 有效截面积不断减少, 继续使用会导致断轴事故。

②轴表面有被流体冲刷而出现的较深的沟痕, 尤其是在键槽处。

③轴弯曲很大, 经多次直轴, 运行以后仍发现弯曲者。

(二) 轴颈的检修

轴颈是轴与轴承摩擦的部位, 如果轴颈不光滑, 运行中轴承发热, 如果轴颈圆度不精确, 运行中泵将产生剧烈的振动。

当轴颈无较严重的沟槽、椭圆度和圆锥度, 只有轻微的腐蚀痕迹或麻点时, 可用砂布加油包住轴颈, 再用毛毡包住砂布, 然后用麻绳将毛毡绕上几道, 由两个人拉绳子来回转动研磨轴颈, 研磨过程中逐次更换砂布细度, 直至轴颈光滑为止。

当轴颈磨损量不超过 0.2mm 时, 一般可用镀铬法, 镀铬层厚度一般为 0.1~0.2mm, 并且还产生一定硬度。镀好后, 还要进行磨削至配合公差。磨量约留 0.03~0.1mm 即可。镀

铬一般委托电镀厂加工。

当轴颈有较深的沟槽,或椭圆度和圆锥度均大于 0.03mm 时,可以在车床上仔细找正后车削加工,车削量一般为 $0.2\sim 0.3\text{mm}$ 。为了得到较高的光洁度,车削的速度要快,走刀要慢,车削完成后在车床上用 $00\#$ 细砂布加油打磨,此时因轴颈直径小了,必须重新浇铸轴瓦,以得到标准的轴瓦间隙。

轴颈如磨损量较大,则可将轮孔镗大;压装衬套,再用骑缝螺钉固定,加工新键槽,再与修磨过的轴颈配合。

轴颈的光洁度很重要,只有得到很高的光洁度,才能在液体摩擦时形成良好的油膜,从而延长轴承和轴颈的使用寿命。

(三) 泵轴弯曲度的测量

轴弯曲后,要测出轴的弯曲度,找出最大弯曲点,绘出曲线。将轴装在车床上调量弯曲最为方便,精度也可满足要求。也可在自制的专用工具上进行。

在泵轴对轮侧端面上,将轴分成8等分,并在端面上用钢字头打上永久记号。一般应以泵轴对轮键槽为第一点。在所有的检修记录及检修档案中,所记录的轴弯曲的位置、角度,都应该与此记号一致。

测量时用一只千分表或几只千分表均可。采用多只表时,表要装在一侧等高面上,表距要求相等,并避开键槽。一般取 $15\sim 18$ 个测量断面,表杆垂直轴面,表要经过检查确认准确完好。轴要打磨光滑无毛刺、无凹坑污垢,轴放在滚珠轴承支架上。将表对零,先将轴旋一周,表应回零。

如果用一只千分表测量则从一点开始依次向另一侧测量。如果用几只千分表测量则轴旋转一周之后即知道泵轴的弯曲情况。泵轴任何一个断面每旋转一周千分表有一个最大读数和最小读数,最大读数与最小读数的差即是泵轴的跳动值(晃度)。差值的一半即为泵轴的弯曲值。将各测量点的弯曲值按比例填入图3-4-5中,自两端支点起将点连成二直线,其交点即为可能的最大弯曲点。为了准确地得到最大弯曲断面,应在曲线交点两侧最近的两个测点之间左右移动千分表,仔细寻找最大弯曲断面。因为最大弯曲断面不一定正好就是测量的断面。各断面的记录数值应测量两次,以便相互校对是否存在读差和写差。每点读数误差应在 0.005mm 以内。确定了最大弯曲断面以后,往返盘动泵轴,找出最凸和最凹的点并作好记录。往往最弯曲的点,不是一定在分点上,这点要特别注意。最大弯曲值可从得到泵轴的弯曲曲线图中算出。

图3-4-5中的纵坐标是用放大的比例尺表示的弯曲值,横坐标是用缩小的比例尺表示的轴全长和测量点间距离。

(四) 泵轴的校直

离心泵轴最大弯曲值不得超过 0.04mm ,否则应该进行校直。泵轴校直的常用方法有“捻打法”、“机械校直法”、“内应力松弛法”和“局部加热直轴法”。尽量避免采用“局部加热直轴法”。

1. 冷直轴法(捻打法)

轴径较大及弯曲较小时,可以采用此法,这是输油泵站常用的方法。

(1) 原理

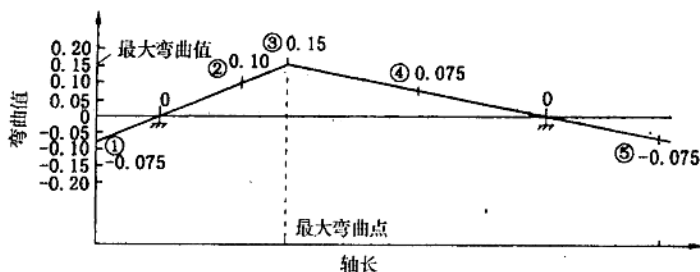


图 3-4-5 泵轴弯曲测量图

冷直轴法就是利用捻棒来冷打轴弯曲凹下处，故又称捻打法。直轴原理是通过捻打振动，使凹处（纤维被压缩而缩短的部分）的金属分子间的内聚力减小而使纤维伸长。同时，在捻打处，轴表面金属产生塑性变形，其中纤维具有了残余伸长，因而达到直轴的目的。在被捻打处变形的纤维中产生了压缩应力，此应力的大小与金属的变形程度、轴的刚性和轴的弯曲程度有关。

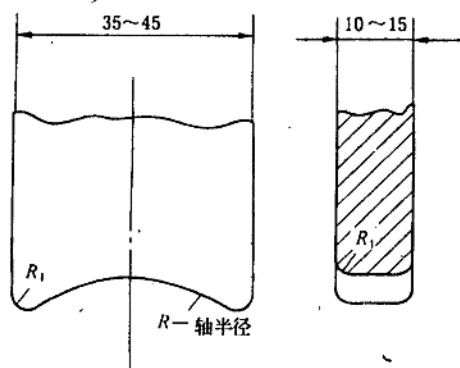


图 3-4-6 捻棒

(2) 方法

①根据对轴弯曲的测量结果，确定直轴的位置，作好记号。

②制做捻打用的捻棒。为了使锤击捻棒所引起的振动有效地传到轴上，捻棒的材料采用硬钢为宜，一般是采用 45 号钢。黄铜等软材料做成的捻棒，不会达到直轴的目的。捻棒的几何尺寸，根据轴颈来选择，图 3-4-6 为捻棒的一种形状。对于光轴，捻棒宽度可采用 35~45mm，厚度 10~15mm。捻棒的顶部圆弧尺寸必须与轴颈弧面相符。边缘要倒圆无尖角（ $R_1=2\sim3\text{mm}$ ），捻棒要多准备几个，因捻棒被打后，顶部容易卷起。为避免打坏泵轴，捻棒要及时修理更换。

③直轴时，将轴的凹面朝上放置，在最大弯曲断面下部用硬木支撑并垫以铅板，如图 3-4-7 所示。

④直轴时，最好把轴放在专用的台架上，轴的两端设法向下压住（或拉住），以便达到加速分子振动而使纤维伸长的目的。

⑤捻打的范围为圆周的 $1/3$ （即 120° ），此范围可预先在轴上画好，捻打的轴向长度可

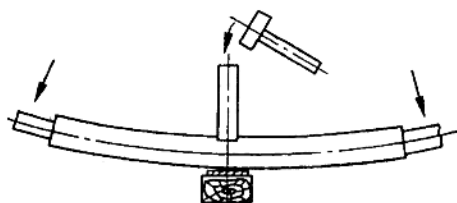


图 3-4-7 捻打直轴方法

根据轴弯曲的大小, 轴的材质, 轴的表面硬化程度来决定, 一般可在 50 ~ 100mm 或轴颈的 1.5 ~ 2 倍范围内作轴向移动。

圆周 1/3 的中点为捻打的起始点, 左右均匀地移动捻棒, 锤击次数应做到由中央左右两侧递减, 并应沿圆周 1/3 左右相间地锤击, 不可打完一侧再打另一侧。锤击次序见图 3-4-8 所示。

⑥为了移动捻棒位置准确, 建议在捻棒中心画一刻度线, 此线应对准套在轴上的刻度盘, 如图 3-4-9 所示。

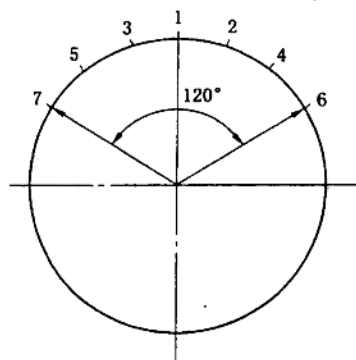


图 3-4-8 锤击次序

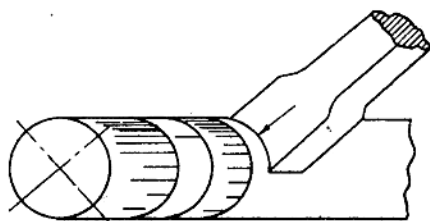


图 3-4-9 捻棒中心与轴上的刻度盘

⑦准备妥当之后, 可用 1 ~ 2kg 的手锤敲打捻棒, 仅用锤头自身重量下落即可。也可用 1.51b 的手锤, 一般检修人员中等力量锤击即可。

⑧每打完一次, 应用百分表检查一次轴弯曲。轴的伸直与锤打次数不是成正比关系, 最初伸直较快, 以后由于轴表面逐渐硬化, 轴的伸直也逐渐减慢。

⑨捻打直轴以后, 轴应向原来弯曲的反方向稍行弯曲, 也就是稍微过直一些。一般可在弯曲允许范围内考虑选择过弯曲 0.01 ~ 0.02mm。

⑩检查轴弯曲达到需要数值时, 捻打工作可以结束。此时, 应对轴的各个断面进行全面仔细地测量, 并作好记录。

(11) 将轴进行稳定热处理 (低温退火)。

上述冷直法通常仅仅适于轴颈较小、弯曲度不太大的轴, 一般是轴弯曲在 0.2mm 以下。其优点是直轴精度高, 易控制, 应力集中不大, 轴不会发生裂纹。缺点是在直轴后在一小段轴的材料内残留压缩应力, 直轴速度较慢。

2. 利用手摇螺旋压力机校直

轴径较细及弯曲较大时,可采用此法。首先将轴放在三角缺口块内架住,或放在机床上利用顶针尖顶住轴的两端,然后将轴弯曲的凸面顶点朝上。利用螺旋压力机压住凸起顶点,向下顶压,直到轴校直为止,如图 3-4-10 所示。

3. 用螺旋千斤顶矫直

当轴的弯曲量不大时(为轴长的 1% 以下),可以在冷态下用螺旋千斤顶矫直,如图 3-4-11 所示。在矫直时,考虑到轴的回弹,要过矫一些,才能保证矫正后的轴比较正直。这种方法的精度可达到 $0.05 \sim 0.15 \text{ mm/m}$ 。

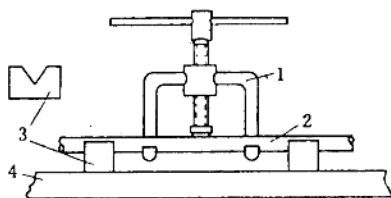


图 3-4-10 手摇螺旋压力机直轴

1—手摇螺旋压力机; 2—轴;
3—三角形缺口块; 4—平台

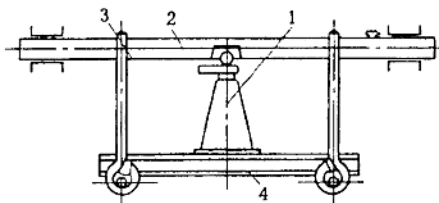


图 3-4-11 螺旋千斤顶直轴

1—千斤顶; 2—轴; 3—弯钩; 4—工字钢轨

4. 局部加热直轴法

(1) 原理

这种方法是在泵轴的凸面很快地进行局部加热,人为地使轴产生超过材料弹性极限的压缩应力。当轴冷却后凸面侧的金属纤维被压缩而缩短,产生我们所需要的弯曲,以达到直轴的目的。

(2) 方法

①测量轴弯曲,绘制轴弯曲曲线,测量轴的布氏硬度 HB。

②在最大弯曲断面的整个圆周上,将轴清扫到发亮的程度,用十倍的放大镜进行仔细检查轴的表面有无裂纹(尤其是凹面)。清扫的方法是先用水磨砂纸将直轴处的轴表面打磨光滑,再用蒸汽冲洗后,用棉花蘸 10% 的硝酸溶液浸蚀,然后用水冲洗,并用干滤油纸吸干。如有裂纹则在五分钟左右裂纹呈黑色,可用放大镜看出,也可用 15% 的过硫酸铵水溶液的脱脂棉团,复在轴面上进行浸蚀检查,这种浸蚀要持续 $10 \sim 20 \text{ min}$ 。在这种情况下,轴的表面上浸蚀成为一层黑暗颜色,然后用水将它洗掉,并用棉花擦拭之,而后用浸入 3% 硝酸溶液的棉花团重新复上,持续时间为 $1 \sim 2 \text{ min}$ 。此后,表面用 10% 碱溶液洗涤,被浸蚀的表面用水清洗之后,用滤油纸吸干,并涂上一薄层机械油或凡士林油。在浸蚀之后,利用放大镜检查轴表面。当有缺陷时,在银白色底子上可以看见暗色的裂纹。大的缺陷往往是很快地出现,细小的缺陷经过一昼夜之后才能出现。

检查被浸蚀区域后,用细砂布将浸蚀的痕迹完全擦掉,作好记录,记录检查的位置和缺陷情况。

③将轴平放在专用的台架上,凸面向上。在靠近加热处的两侧装两块千分表,以观察加热后的变化。

在被加热的表面上半部用湿石棉布盖好，上方开一椭圆形或长方形的加热孔，湿石棉布开口的尺寸沿轴向中心线为 $0.1 \sim 0.15d$ ，宽度为 $0.3d$ (d 为加热处轴的直径)。

④加热时，应用氧炔焰（中性火焰），氧气压力保持 $0.4 \sim 0.5\text{MPa}$ 。一般泵轴可采用较小的二号或三号火嘴加热。火嘴小可以加长加热时间，这样可以加大加热深度，而且增高轴的稳定性。

加热时，要均匀地、周期地移动火嘴，轨迹呈椭圆形，火嘴切勿停留在某一处不动。火舌长 $10 \sim 15\text{mm}$ ，白火舌距轴面 $20 \sim 30\text{mm}$ ，加热时应以石棉窗孔的中间开始，然后逐渐扩展至轴的露出的全部表面，而后再回到圆弧的中心，即加热的起点。

加热的温度一般到 $500 \sim 550^\circ\text{C}$ （轴表面呈暗红色），当加热完毕之后，应立即用石棉布盖住加热窗口，以避免冷却过快轴表面硬化。

⑤因泵轴直径较小，一般可采用观察热弯曲值的办法来控制加热时间。所谓热弯曲值就是当用火嘴加热轴的凸起部分时，轴就更加向上凸起，如图 3-4-12 所示。

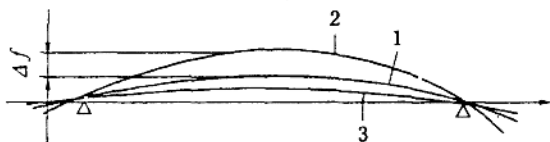


图 3-4-12 加热轴时的情形

1—加热前的状态；2—加热后的状态；3—热弯曲值

轴线 1 是加热前状态，轴线 2 是加热后的状态，轴线 3 是轴线 2 与 1 在百分表上的读数差即是热弯曲值 Δf （一般百分表放在最大弯曲断面的附近）。当加热完毕之后，轴立即开始伸直。当轴冷却到常温时，轴线 2 变到 3，即比未加热前轴弯曲减小了，一般热弯曲值为轴伸直量的 $8 \sim 17$ 倍，即把轴加热突起 $0.08 \sim 0.17\text{mm}$ 时，轴冷却后可伸直 0.01mm 。具体数值与轴的长径比和轴的材料有关。所以对某一根水泵轴，第一次加热后的热弯曲值与轴的伸长量之间的关系，应当看作作下一次加热直轴的依据。

⑥当轴冷却到常温后，在确信轴的凸起和凹下部分温度已经完全相等时用百分表测量轴弯曲并画出弯曲曲线。

假若未直到要求的数值时，可重复再加热一次，如果在轴的最大弯曲处再次加热无效时，可在原加热处前后（轴向）移动一位置，每侧移动的距离，不应超过轴径的 $1 \sim 1.5$ 倍。这是因为在一个位置连续加热两次以上时，往往由于轴表面硬化而得不到预想的结果。

假若轴上有数处弯曲时，在第一次试验性加热之后，可同时在所有弯曲点上依次进行加热，也就是说不必等待第一点完全冷却之后，再进行第二点加热。

⑦为避免低温退火时或运行中再度弯曲，要求过直 $0.01 \sim 0.03\text{mm}$ 。这个过头的数值，在轴进行退火之后，一般会减小或完全消失。

⑧一般局部加热法，每次约能直过来 $0.01 \sim 0.15\text{mm}$ 。

局部加热法应注意下列问题：

- 加热温度不要超过 $500 \sim 550^\circ\text{C}$ ，观察轴表面的颜色，不得戴有颜色的眼镜。
- 直轴工作应在光线较暗和没有冷风通过的室内进行。
- 直轴所必须的应力大小，可用两种方法调节：一是增加加热的表面，二是增加被加

热轴的金属层的深度。无论是用哪种方法,能直过来多少,都与加热速度、金属纤维膨胀阻力的大小有关。

采用此法直轴的可靠性,与变形金属层厚度有关,因为利用此层金属迫使弯曲伸直。所以,加热区域的尺寸,应当根据弯曲度的大小来决定。加热时间长短,加热深度大小,应当在加热过程中逐渐摸索积累经验。

d. 当轴有局部损伤,或直轴部位局部表面有高硬度时,建议不采用局部加热法直轴。当泵轴是合金钢材料,并且屈服点又很大时($>800\text{MPa}$),也不采用此法直轴。因为这种直轴法的调直作用,主要是在轴的部分钢材内,人为地造成超过屈服点的应力,使轴在冷却之后产生所需要的弯曲。利用这种方法直轴时,残余的应力如果不以热处理的方法消除,在泵启动和运行时的交变应力作用下,都会使直轴时所造成的残余应力重新分布,泵轴就有可能失掉自己的正规形状而重新弯曲。

5. 直轴前后的低温热处理

(1) 热处理的理由

直轴前和直轴后均应在直轴位置进行消除内应力和表面硬化的低温退火热处理。低温退火是将非淬火钢加热到低于珠光体的转变温度(A_{c1})的某一温度,保温一定时间,然后缓慢冷却。其目的是为了消除泵轴内的残余应力。

直轴前进行热处理,在一般情况下,轴的弯曲程度可以降低一些。经验表明,一般可以校直25%~50%。这是由于在形成弯曲的过程中,材料内部必然存在着内应力,因此经过低温退火,内应力消除会获得调直的一些效果。另外,经过低温退火的轴,在调直过程中将会感到容易些。

直轴后进行热处理,是因为在直轴后材料内部一定存在着内应力,由于捻打或加热、冷却速度等因素,会产生表面硬化现象。如不用热处理的方法消除,则轴在运行中会重复弯曲,材料韧性降低和可能引起裂纹等不良现象。

(2) 低温退火热处理

泵轴在制造过程中均已进行过热处理。直轴工作后的退火,主要是为了消除内应力和表面硬化,因此只要采取低温退火即能满足要求。如果温度高于临界点,反而会改变原来轴的组织,会使泵轴硬度、强度降低。

退火温度的选择,最高不超过 650°C ,输油泵的退火一般是把轴缓慢均匀地加热至 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ 。因为轴在退火前存有剩余内应力,为了避免翘曲或裂开,必须降低加热速度,特别是用“局部加热法”直轴后,尤应注意。一般合金元素含量越高、轴径越大的轴加热速度越要慢些。当达到规定的温度后,一般应该在此温度下恒温2~3h,最少不得低于1h,以完全消除内应力。然后在加热处保温的情况下进行冷却。降温速度也不宜过快,以免造成表面硬化,降低材料韧性。一般用石棉布包扎好加热处,以每小时 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的冷却速度,使之缓慢冷却到 $50\sim 70^{\circ}\text{C}$ 即可达到退火的目的。

第三节 叶轮的修理

一、口环的检修

叶轮和口环是用铸铁、铸钢、黄铜及耐酸的合金钢制成,近来用铜的很少了。口环装在叶轮入口外面,以防止或减少水的漏损,它与叶轮的配合间隙,对水泵的生产能力及效率影响很大,一般间隙规定很小。固定式的口环,多半用螺钉固定或紧嵌在导水盘、导水轮上。

叶轮和口环在使用一定时期后,由于自然磨损、油料中含有固体颗粒、叶轮晃动等原因,使离心泵叶轮口环与密封环的径向间隙变大或出现密封环破裂的现象,起不到密封作用,造成大量回流,降低泵的实际流量。当水泵拆卸后,首先应当检查密封环是否完好,然后测量其径向间隙。径向间隙的测量方法,通常是用游标卡尺或分厘卡尺测量密封环的内径和叶轮口环的外径两者之差的一半即为径向间隙,如图 3-4-13 所示。为了使测量准确,应当测量几个方向后,求平均值,以免密封环失圆,使测得的数据偏大或偏小。当径向间隙超过表 3-4-1 中所规定的值时,在输油泵站一般采用换件处理。对于挂有乌金的铜口环,当间隙磨大时,只须重新挂乌金,无需更换新口环。当原有乌金无脱落现象,磨损量又不大时,可用补焊的方法修复。补焊步骤如下:

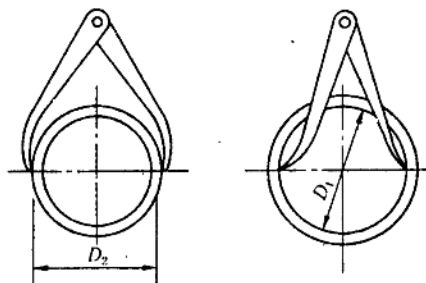


图 3-4-13 测叶轮口环间隙

- (1) 刷去口环上的污物;
- (2) 用 5% 的盐酸清洗一遍;
- (3) 放到温度为 90℃, 浓度 10% 的烧碱中浸洗 10 分钟, 然后取出放到 90℃ 的清水中清洗;

(4) 补焊乌金。其方法是: 把口环预热到 100℃ 左右, 用气焊熔掉口环上原有的乌金, 然后用与原有乌金同牌号的乌金制成的焊条, 顺口环周围纵长方向一道道堆焊上去(不得反复重焊)。焊接完后, 可进行机械加工, 达到所要求的标准尺寸。如图 3-4-14 所示。

表 3-4-1 叶轮与口环间的间隙

mm

口环直径	壳体口环与叶轮口环		中间托瓦与中间轴套	
	标准间隙	更换间隙	标准间隙	更换间隙
< 100				
≥ 100	0.40 ~ 0.60	1.00	0.30 ~ 0.40	0.80
≥ 100	0.60 ~ 0.70	1.20	0.40 ~ 0.50	0.90

如乌金磨损很大或乌金已脱落, 则要重浇乌金。

新口环装上后, 应检查它与叶轮的径向间隙是否符合要求。同时要检查两者间有无摩擦现象, 其方法是在叶轮口部外圆上涂上红铅粉, 然后转动转子, 若口环上粘有红铅粉, 则必须返修。

二、叶轮的修理与更换

在检修离心泵的叶轮时, 首先要检查进水口处由于汽蚀的结果所造成的腐蚀情况。

叶轮在使用一段时间后可能出现下列一些情况需要修理和更换。

1. 叶轮的修理

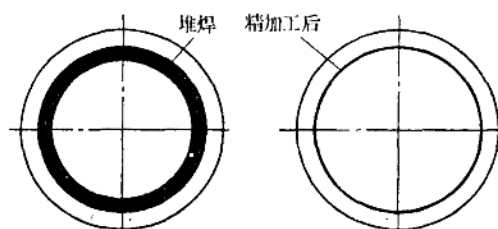


图 3-4-14 口环间隙过大的修理方法

(1) 如果叶轮入口处磨损沟痕或偏磨现象不严重, 则可用砂布打磨, 在厚度允许情况下亦可车光。

(2) 检修叶轮还要测量叶轮内孔和轴颈的配合间隙。由于长期使用及多次装拆, 叶轮内孔和轴颈之间因磨损而造成间隙过大会影响转子的同心度, 使转子晃度增大, 装配后便能引起转子振动。经测量发现间隙过大, 可在叶轮轴孔内局部点焊后再车削, 也可以进行镀铬后再磨光。

(3) 首级叶轮的叶片容易被汽蚀所损坏, 可进行补焊修复好。输送温度低于 80°C 的水泵或溶解性不强的液体泵, 如果叶片上有轻微的汽蚀小孔洞可采用环氧树脂粘结剂进行修补。修补前必须把叶轮表面清理干净, 以免树脂脱落。清理的方法很多。在贴补前将贴补区域的氧化皮打去再用汽油或苛性钠溶液洗刷, 除去污物, 再用清水洗净。或采用喷灯喷烧, 使其表面温度逐渐升高, 达到 $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 时停止喷烧。用钢丝刷把表面刷净, 一直刷到露出金属光泽为止。喷烧的目的是为了除去油污和水分。也可以用酸洗的办法, 但酸洗后也要用铁刷把表面刷净和干燥掉水分。常用的几种环氧树脂粘结剂的配方见表 3-4-2。

表 3-4-2 常用的几种环氧树脂粘结剂的配方

固化剂种类	配方重量/份	工艺过程	固化过程
间苯二胺	环氧树脂 100 二丁脂 20 间苯二胺 15 填料 200~300	(1) 将环氧树脂加热到 80~90℃ (2) 将二丁脂加入, 搅拌均匀 (3) 将固苯二胺加温至 60~65℃ 后, 加入树脂中搅拌均匀 (4) 加入填料搅拌混合均匀	80℃ 固化 6~8h
乙二胺	环氧树脂 100 二丁脂 20 乙二胺 8 填料 200~300	(1) 将环氧树脂加热到 40~50℃ (2) 将二丁脂加入, 搅拌均匀 (3) 将乙二胺倒入均匀混合 (4) 加入填料搅拌混合均匀	常温下固化 12~18h
己二胺	环氧树脂 100 二丁脂 20 己二胺 15 填料 200~300	(1) 将环氧树脂加热到 40~50℃ (2) 将二丁脂加入, 搅拌均匀 (3) 将己二胺加热至 40~50℃, 加入树脂中搅拌均匀 (4) 加入填料搅拌混合均匀	

(4) 叶轮腐蚀如不严重或砂眼不多时, 可以用补焊的方法修复。铜叶轮用黄铜补焊, 铁制叶轮亦可用黄铜补焊。补焊是把焊件加热到 600℃ 左右, 在补焊处挂锡, 再用气焊火焰把黄铜棒熔到砂眼里。焊件厚度约 14~20mm 时用 6 号焊嘴, 20~30mm 时用 7 号焊嘴。焊完后移去热源, 用石棉板盖好保温, 使其缓慢冷却, 以免产生裂纹。冷却后, 则可进行机加工。

2. 叶轮的更换及新叶轮的检查修理

(1) 叶轮有下列情况之一者, 应更换新的:

- ① 叶轮表面出现裂纹;
- ② 叶轮表面因腐蚀或汽蚀而形成较多的孔隙;
- ③ 因冲刷而造成叶轮盖板及叶片等变薄, 影响了机械强度;
- ④ 叶轮口环处发生较严重的偏磨现象而无修复价值者。

(2) 对新叶轮应进行如下的工作:

① 新换叶轮时, 每个叶轮均应进行检查, 并修整轮叶的进口及出口处, 铲除毛刺及清理流水道。要求流道内无残留的型沙。清理时可用手工和专用工具打磨, 或喷沙清理, 以提高流道的光洁度。同时去掉飞边、毛刺、凸凹不平 and 氧化皮等。实践证明, 流道光洁度提高了, 水泵的效率也可提高。

② 新制叶轮由于铸造或加工时可能产生偏重, 妨碍油泵的正常运转, 甚至使轴损坏。因此必须进行叶轮的静平衡检查, 以消除或减少偏重现象。

③ 更换新叶轮时, 应对新叶轮各部分尺寸进行校核, 检查叶轮的几何尺寸是否与图纸尺寸相符合, 主要检查以下几处:

- a. 叶轮口环直径对轴孔的同心度和跳动值;

- b. 端面对轴孔的跳动；
- c. 轮毂两端面的垂直度与平行度；
- d. 键槽中心线对轴线的歪斜，偏移量；
- e. 外径、出口宽度、总厚度等。

(3) 叶轮流道的清理。叶轮流道的清理方法很多，可根据现场情况灵活处理。下面介绍一种常用的方法：

首先对叶轮的毛坯进行粗加工，然后把叶轮装在有砂石（直径 2~3mm）和水混合的闭罐里。如图 3-4-15 所示。罐内砂石层高度应与叶轮的入口端部相平齐。如果相距大了砂石不能进入流道，影响清理的效果。但也不能使叶轮埋入砂石中，否则不仅增大了电机的功率，而且叶轮外缘也受磨损。每个叶轮清理时间取决于铸造的质量，一般 20~30 min 即可。

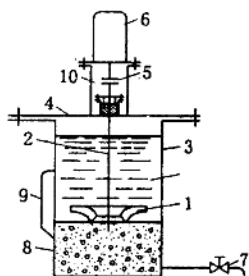


图 3-4-15 叶轮的清理

1—叶轮；2—轴；3—清洗罐体；4—罐上盖板；5—联轴节；6—电动机；7—排污管；8—砂石混合层；9—砂石循环管；10—电机支架

如果要清洗叶轮叶片的背面，也可把叶轮吸入口向上反装。经过清洗后，叶片的表面光洁度可达 $\nabla 3 \sim \nabla 4$ 。清洗一定时间后，要换新的砂石。对没有清理掉的氧化皮或不光滑部分，可用铰刀或小砂轮清理，清理后进行精加工。

3. 叶轮的静平衡试验

转子是水泵重要的组成部件，它的制造质量好坏将直接影响水泵的质量。离心泵正常工作的主要条件之一是泵内不发生因转子不平衡而引起的振动。实践证明，水泵的振动原因很多是由于水泵转子平衡不良而引起的。转子在制造过程中，因其各个零件的重心很难与旋转中心线相重合，而产生较大的不平衡的离心力，使转子在轴承中振动，增加轴承负荷，缩短轴承寿命。因此，在水泵制造过程中，找平衡是必不可少的工序。而在检修更换转子上的零件后，找平衡则成为检修中的重要项目。

(1) 静平衡所用的设备

静平衡所用的设备种类很多，有平行导轨式平衡台、滚柱轴承式平衡台、圆盘式平衡台、平衡天平等。平行导轨式平衡台不但结构简单，使用方便，精度也高，应用最普遍，对于水泵叶轮采用此种平衡台进行静平衡为宜。地点应在室内，地面无振动和风力的影响，否则将会影响效果。