

项目一、多级水泵安装实训指导教程

项目所需课时：四节

项目实施形式：分组实训，每组 2-5 人

项目实训地点：机械拆装实训室

项目指导教师：1-2 人

一、项目的教学目标

知识目标：

1. 掌握多级水泵的工作原理。
2. 学会利用多级水泵人结构图去了解多级水泵的结构。

能力目标：

1. 初步学会零部件检测、水泵拆装、调试、维护操作的正确方法与技巧。
2. 培养学生独立完成多级水泵的相关元件的检测技能。
3. 培养学生独立完成多级水泵拆、装的技能。
4. 培养学生独立完成多级水泵的调试和常见故障的排除方法。

职业素养目标：

1. 培养学生自主探索的认知能力和机械拆装安全常识。
2. 训练学生良好分析解决问题的能力 and 机械设备拆装技术职业操作习惯，培养团队合作精神。

二、项目相关的理论知识讲解

1. 瓦拆卸及轴瓦间隙的测量

在拆卸多级泵时，首先应对其两端的轴承(一般为滑动轴承)进行检查，并测量水泵在长期运行(一个大修间隔)后轴瓦的磨损情况。

轴瓦的径向间隙一般为 $1\% \sim 1.5\% D$ (D 为泵轴直径)，若测出的间隙超过标准，则应重新浇注轴瓦合金并研刮合格。此外，还应检查轴瓦合金层是否有剥离、龟裂等现象，若严重影响使用，则应重新浇注合金。在轴瓦检测完毕后，即可按顺序拆卸，并注意做好顺序、位置标记。

2. 泵体的拆卸

在分解两侧的上轴瓦并测量其间隙和紧力后，即可取出油挡。再退出填料压盖，取出盘根及水封环，然后即可将轴承座取下。对 DG 型水泵，应先由出水侧开始解体，基本顺序为：

(1) 首先松开大螺母并取下拉紧泵体的穿杠螺栓，然后依次拆下出口侧填料室及动、静平衡盘部件。拆除的同时，要做好测量这些部件的调整套、齿形垫等的尺寸的工作。

(2) 拆下出水段的连接螺栓，并沿轴向缓缓吊出出水段，然后退出末级叶轮及其传动键、定距轴套，接着可逐级拆出各级叶轮及各级导叶、中段。拆出的每个叶轮及定距轴套都应做好标记，以防错装。

(3) 在拆卸叶轮时，需用定位片测量叶轮的出口中心与其进水侧中段的端面距离
叶轮出口定位片测量

1-定位片；2-进水段；3-叶轮

叶轮的流道应与导叶的流道对准，不然应找出原因。在泵体的分解过程中，需注意以下事项：

(1) 拆下的所有部件均应存放在清洁的木板或胶垫上，用干净的白布或纸板盖好，以防

碰伤经过精加工的表面。

(2) 拆下的橡胶、石棉密封垫必须更换。若使用铜密封垫, 重新安装前要进行退火处理; 若采用齿形垫, 在垫的状态良好及厚度仍符合要求的情况下可以继续使用。

(3) 对所有在安装或运行时可能发生摩擦的部件, 如泵轴与轴套、轴套螺母, 叶轮和密封环, ……均应涂以干燥的 MoS₂ 粉(其中不能含有油脂)。

(4) 在解体前应记录转子的轴向位置(将动、静平衡盘保持接触), 以便在修整平衡盘的摩擦面后, 可在同一位置精确地复装转子。

二、静止部件的拆装

在泵体全部分解后, 应对各个部件进行仔细检查, 若发现损坏或缺陷, 要予以修复或更换。本节将介绍对静止部件的检查与修复。

1、泵壳(中段)

(1) 止口间隙检查

多级泵的相邻泵壳之间都是止口配合的, 止口间的配合间隙过大会影响泵的转子与静止部分的同心度。检查泵壳止口间隙的方法如下:

将相邻的泵壳叠置于平板上, 在上面的泵壳上放置好磁力表架, 其上夹住百分表, 表头触点与下面的泵壳的外圆相接触

随后, 将上面的泵壳沿十字方向往复推动测量二次, 百分表上的读数差即为止口之间存在的间隙。通常止口之间的配合间隙为 0.04~0.08mm, 若间隙大于 0.10-0.12mm, 就应进行修复。最简单的修复方法是在间隙较大的泵壳公止口上均匀堆焊 6~8 处, 然后按需要的尺寸进行车削。

(2) 裂纹检查

2、导叶

多级泵的导叶若采用不锈钢材料, 则一般不会损坏; 若采用锡青铜或铸铁, 则应隔 2~3 年检查一次冲刷情况, 必要时更换新导叶。凡是新铸的导叶, 在使用前应用手砂轮将流道打磨光滑, 这样可提高效率 2%~3%。此外还应检查导叶衬套(应与叶轮配合在一起)的磨损情况, 根据磨损的程度来确定是整修还是更换。导叶与泵壳的径向配合间隙为 0.04~0.06mm, 过大时则会影响转子与静止部件的同心度, 应当予以更换。用来将导叶定位的定位销钉与泵壳的配合要过盈 0.02~0.04mm, 销钉头部与导叶配合处应有 1.0—1.5mm 的调整间隙。导叶在泵壳内应被适当地压紧, 以防高压泵的导叶与泵壳隔板平面被水流冲刷。通常, 压紧导叶的方法是在导叶背面叶片的肋上钻孔, 加装 3~4 个紫铜钉(尽量靠近导叶外缘, 沿圆周均布), 如图 2-5 所示, 利用紫铜钉的过盈量使导叶与泵壳配合面密封。加装的紫铜钉一般应高出背面导叶平面 0.50~0.80mm。

3、平衡装置

在水泵的解体过程中, 应用压铅丝法来检查动、静平衡盘面的平行度, 方法是:

①将轴置于工作位置, 在轴上涂润滑油并使动盘能自由滑动, 其键槽与轴上的键槽对齐。

②用黄油把铅丝粘在静盘端面的上下左右四个对称位置上, 然后将动盘猛力推向静盘, 将受撞击而变形的铅丝取下并记好方位;

③再将动盘转 180°重测一遍, 做好记录。用千分尺测量取下铅丝的厚度, 测量数值应满足上下位置的和等于左右的和, 上减下或左减右的差值应小于 0.05mm, 否则说明动静盘变形或有瓢偏现象, 应予以消除。检查动静平衡盘接触面只有轻微的磨损沟痕时, 可在其结合面之间涂以细研磨砂进行对研; 若磨损沟痕很大、很深时, 则应在车床或磨床上修理, 使动、静平衡盘的接触率在 75% 以上。

4、密封环与导叶衬套

目前, 密封环与导叶衬套一般都是用不锈钢或锡青铜两种耐磨材料制成的。选用不锈钢

制造的密封环与导叶衬套寿命较长,但对其加工及装配的质量要求很高,否则易于在运转中因配合间隙略小、轴弯曲度稍大而发生咬合的情况。若用锡青铜制造,则加工容易,成本低,也不易咬死,但其抗冲刷性能相对稍差些。新加工的密封环和导叶衬套安装就位后,与叶轮的同心度偏差应小于 0.04mm。密封环与叶轮的径向间隙随密封环的内径大小而不同,具体可参阅表 2-3-1。密封环与泵壳的配合间隙一般为 0.03~0.05mm。

表 2-1 密封环与叶轮的径向间隙(mm)

密封环内径	装配间隙	磨损后的允许 间隙	
80~120	0.09 ~0.22	0.48	
120~150	0.105 ~ 0.255	0.60	
150~180	0.12 ~0.28	0.60	
180~220	0.135 ~ 0.315	0.70	
220~260	0.16 ~0.34	0.70	
260~290	0.16 ~0.35	0.80	
290~320	0.175 ~ 0.375	0.80	
320~360	0.20 ~0.40	0.80	

导叶衬套与叶轮轮毂的间隙一般为 0.40~0.45mm。叶衬套与导叶之间采用过盈配合,过盈量为 0.015~0.02mm,并需用止动螺钉紧固好。

三、转子部件的拆装

转子部件主要有泵轴、叶轮和平衡盘等。水泵能否长期安全可靠地运行,与转子的结构、平衡精度及装配质量有密切的关系。下面将对这几个主要部件的检修工艺进行介绍。

1、泵轴

轴是水泵的重要部件,它不仅支承着转子上的所有零部件,而且还承担着传递扭矩的作用。

(1) 泵轴的检查与更换

泵解体后,对轴的表面应先进行外观检查,通常是用细砂布将轴略微打光,检查是否有被水冲刷的沟痕、两轴颈的表面是否有擦伤及碰痕。若发现轴的表面有冲蚀,则应做专门的修复。在检查中若发现下列情况,则应更换为新轴:

- 1) 轴表面有被高速水流冲刷而出现的较深的沟痕,特别是在键槽处。
- 2) 轴弯曲很大,经多次直轴后运行中仍发生弯曲者。

(2) 轴弯曲的测量方法及校正

- 1) 将泵轴放在专用的滚动台架上,也可使用车床或 V 形铁为支承来进行检查。
- 2) 在泵轴的对轮侧端面上做好八等分的永久标记,一般以键槽处为起点,如图所示。在所有检修档案中的轴弯曲记录,都应与所做的标记相一致。

- 3) 开始测量轴弯曲时,应将轴始终靠向一端而不能来回窜动(但轴的两端不能受力),以保证测量的精确度。

- 4) 对各断面的记录数值应测 2~3 次,每一点的读数误差应保证在 0.005mm 以内。测量过程中,每次转动的角度应一致,盘转方向也应保持一致。在装好百分表后盘动转子时,一般自第二点开始记录,并且在盘转一圈后第二点的数值应与原数相同。

- 5) 测量的位置应选在无键槽的地方,测量断面一般选 10~15 个即可。在进行测量的位置应打磨、清理光滑,确保无毛刺、凹凸和污垢等缺陷。

6) 泵轴上任意断面中, 相对 180° 的两点测量读数差的最大值称为该端面的“跳动”或“晃度”, 轴弯曲即等于晃度值的一半。每个断面的晃度要用箭头表示出, 根据箭头的方向是否一致来判定泵轴的弯曲是否在同一个纵剖面内。

7) 测量

完成后, 根据每个断面的弯曲值找出最大弯曲断面, 然后可用百分表进一步测量确定出泵轴的最大弯曲断面(此断面不一定恰好是刚才的测量断面), 并往复盘转泵轴, 找到此断面最凸、最凹点并做好记录和标记。

8) 检查泵轴最大弯曲不得超过 0.04mm, 否则应采用“捻打法”或“内应力松弛法”进行直轴, 而“局部加热直轴法”则尽量不要采用。具体的直轴操作详见后面的有关内容。

2、叶轮

(1) 叶轮及其密封环的检修

在水泵解体后, 检查叶轮密封环的磨损程度, 若在允许范围内, 可在车床上用专门胎具胀住叶轮内孔来车修磨损部位, 修正后要保持原有的同心度和表面粗糙度。最后, 配制相应的密封环和导叶衬套, 以保持原有的密封间隙。叶轮密封环经车修后, 为防止加工过程中胎具位移而造成同心度偏差, 应用专门胎具进行检查。

3、转子的试装

(1) 试装的目的及应具备的条件

转子试装主要是为了提高水泵最后的组装质量。通过这个过程, 可以消除转子的紧态晃度, 可以调整好叶轮间的轴向距离, 从而保证各级叶轮和导叶的流道中心同时对正, 可以确定调整套的尺寸。在试装前, 应对各部件进行全部尺寸的测量, 消除明显的超差。各部件径向跳动的测量方法可参考前面的内容, 对各部件端面晃度的检查方法为: 叶轮仍是采用专门的心轴插入叶轮内孔, 心轴固定在平台上, 轻轻转动叶轮, 百分表的指示数值即为端面的跳动。此跳动值不得超过 0.015mm, 否则应进行车修。

四、水泵的总装与调整

将水泵的所有部件都经清理、检查和修整以后, 就可以进行总装工作了。组装水泵按与解体时相反的顺序进行, 回装完成后即可开始如下的调整工作:

1、首级叶轮出水口中心定位

准备好一块定位片(其宽度 K 是经测量后得出的), 把定位片插入首级叶轮的出水口。将转子推至定位片与进水段侧面接触(此时首级叶轮与挡套、轴肩不能脱离接触而产生间隙), 这时叶轮出水口中心线应正好与导叶入水口中心线对齐。在与入口侧填料室端面齐平的地方用划针在轴套外圆上划线, 以备回装好平衡装置后检查出水口的对中情况和叶轮在静子中的轴向位置。

2、测量总窜动

测量总窜动的方法是: 装入齿形垫, 不装平衡盘而用一个旧挡套代替, 装上轴套并紧固好锁紧螺母后, 前后拨动转子, 在轴端放置好的百分表的两次指示数值之差即为轴的总窜动量。另外, 也可采用只装上动平衡盘和轴套的方式, 将轴套锁紧螺母紧固到正确位置后, 前后拨动转子, 两次测量的对轮端面距离之差即为转子的总窜动量。不论采用何种方式测量总窜动量, 在拨动转子的同时, 用划针在轴套外圆上以入口侧填料室端面为基准划线, 往出口侧拨动划线为 a , 往入口侧拨动划线为 b , 则首级叶轮出水口对中定位时的划线 c 应大致处于 ab 线的中间。当调整转子轴向位置时, 应以此线(c 线)作为参考。

3、平衡盘组装与转子轴向位置的调整

首先, 将平衡盘、调整套、齿形垫、轴套等装好, 再将锁紧螺母紧固好。前后拨动转子, 用百分表测量出推力间隙。如果推力间隙大于 4mm, 应缩短调整套长度, 使转子位置向出口侧后移; 若推力间隙小于 3mm, 则应更换一新的齿形垫, 增加其厚度, 使转子位置向入

口侧前移。注意：切不可采用加垫片的方法来进行调整。

4、转子与静止部分的同心度的调整

水泵的本体部分组装完成后，即可回装两端的轴承，其步骤为：

(1) 在未装下轴瓦前，使转子部件支承在静止部件如密封环、导叶衬套等的上面。在两端轴承架上各放置好一个百分表。

(2) 用撬棒将转子两端同时平稳地抬起(使转子尽量保持水平)，做上、下运动，记录百分表上下运动时的读数差，此差值即转子同静止部件的径向间隙 Δd 。

(3) 将转子撬起，放好下轴瓦，然后用撬棒使转子作上、下运动，记录百分表的读数差 δ ，直至调整到 $\delta=\Delta d/2$ 。调整时可以上下移动轴承架下的调整螺栓，或是采用在轴承架止口内、轴瓦与轴承架的结合面间加垫片的方法来进行。

(4) 在调整过程中，要保持转子同静子之间的同心度，方法同上(需把下轴瓦取出)。测量时，可用内卡测出轴颈是否处于轴承座的中心位置。

(5) 至此即可紧固好轴承架螺栓，打上定位销了。

(6) 完成上述工作后，可研刮轴瓦和检验其吻合程度，回装好轴承。要求轴瓦紧力一般为 $\pm 0.02\text{mm}$ ，轴瓦顶部间隙为 $0.12\sim 0.20\text{mm}$ ，轴瓦两侧间隙为 $0.08\sim 0.10\text{mm}$ 。

5、其余工作

水泵的检修完成后，检查水泵盘转正常，各部件无缺陷且运转时振动也很小，再次复测转子和静子的各项间隙、转子的轴向总窜动量等合乎要求，组装后的动静平衡盘的平行度偏差小于 0.02mm ，泵壳的紧固穿杠螺栓的紧固程度上下左右误差不大于 0.05mm ，则可以认为水泵检修、安装的质量合格。五、施工技术措施：

三、实训课后作业

1、根据实训过程记录，认真撰写实训报告和实训体会与收获。实验报告要求如实填写实训过程的做法、数据，进行分析讨论比较后得出实训收获与体会。将理论与实训有机的融合在一起。

2、说明导叶的作用。

3、分析多级水泵的工作原理。

4、上网查找多级水泵的其他常用资料。

四、项目考核方式、内容及评价标准

(一) 考核结果标准及评分细则。

1、结果成绩 (满分 40 分)。

(1)在规定的时间内能正确安装电路，且试运转成功。

(2)安装工艺达到基本要求，接点牢靠、接触良好。

(3)文明安全操作，没有安全事故。

2、过程考核 (满分 40 分)。

3、实训报告质量 (满分 20 分)。

(二) 过程打分评价标准 (见表 1-1)

表 1-1 任务实训过程打分评价标准

评分内容	标准满分 分分值	自我评分 (30%)	班组评分 (30%)	教师评分 (40%)
是否遵守了实习纪律 (有无迟到早退等现象)	2			
是否领会了实验内容, 及操作流程(有无课前预习)	4			
工作流程, 工艺水平 操作是否规范(是否发生 安全事故)	6			
是否在规定的时间内 完成及完成的质量	10			
是否独立完成或是小 组成员的核心	6			
实训过程记录是否如实 详尽	6			
是否遵守安全规程, 做到环保节约, 做到文明 生产实训	4			
对实训内容提出合理 性建议或评价	2			
总分	40			

(三) 实训过程记录表格(见 1-2)

表 1-2 项目一实训记录表(分组实训)

班级		日期	年 月 日 午第 节	指导老师	
----	--	----	------------	------	--

实训内容					
实训过程记录					
设备检查记录	学生签名： 教师签名：				
分组学生签名					
备注	1.实训中要严格遵守《操作规程》、《实训室管理制度》等规章制度，严防安全事故发生。 2.实训前发现设备故障（除已登记尚未维修的外），及时向实训指导教师报告。 3.实训结束后，指导老师需认真检查实训设备、关闭电源、锁好门窗。 4.完整填写《实训记录表》并存档。				

(四) 实训报告提要

1、实训名称

- 2、所属课程名称
- 3、学生姓名、学号、合作者及指导教师
- 4、实训日期和地点(年、月、日)
- 5、实训目的
- 6、实训原理
- 7、实训内容
- 9、实训步骤
- 10、实训结果
- 11、实训收获和不足