



任务 3.11 水泵的维护维修



知识目标

- (1) 认知水泵的典型结构与工作原理；
- (2) 认知水泵的性能特性；
- (3) 掌握水泵的正确操作方法；
- (4) 掌握水泵的维护保养技术；
- (5) 掌握水泵常见故障的分析和维修方法。



能力目标

- (1) 能进行水泵的日常运行管理；
- (2) 能进行水泵的简单维护保养；
- (3) 能进行水泵简单的故障维修分析；
- (4) 能进行水泵简单故障维修处理；
- (5) 能协调厂商对水泵进行全面维修。

引入思考

- (1) 水泵是流体输送设备，你知道水泵是如何分类的吗？他们的分类依据是什么？
- (2) 你知道离心水泵的结构和工作原理吗？
- (3) 当你遇到水泵简单故障时，你知道该怎样进行维修工作吗？

水泵是输送液体或使液体增压的机械。它将原动机的机械能或其他外部能量传送给液体，使液体能量增加，主要用来输送液体包括水、油、酸碱液、乳化液、悬乳液和液态金属等，也可输送液体、气体混合物以及含悬浮固体物的液体。衡量水泵性能的技术参数有流量、吸程、扬程、轴功率、水功率、效率等；根据不同的工作原理可分为容积水泵、叶片泵等类型。



任务描述

1. 熟悉离心式水泵的特点。
2. 熟悉水泵起动检查事项。
3. 掌握水泵维护保养内容。
4. 熟悉水泵常见故障及故障维修要点。

3.11.1 水泵的基础知识

在中央空调的水系统中，驱动水循环流动所采用的水泵绝大多数是各种卧式单级单吸离心泵和双吸离心泵。离心泵具有转速高、体积小、质量小、效率高、流量大、结构简单、运行平稳、密封性好、噪声低、容易操作和维修方便等特点，且离心泵的出口可向左、向右、向上三个方向，便于管道布置安装，节省空间；离心泵起动前泵内要灌满水。

卧式单级单吸离心泵基本构造如图 3-81 所示，立式单级单吸离心泵基本构造如图 3-82 所示，其部件作用如下：

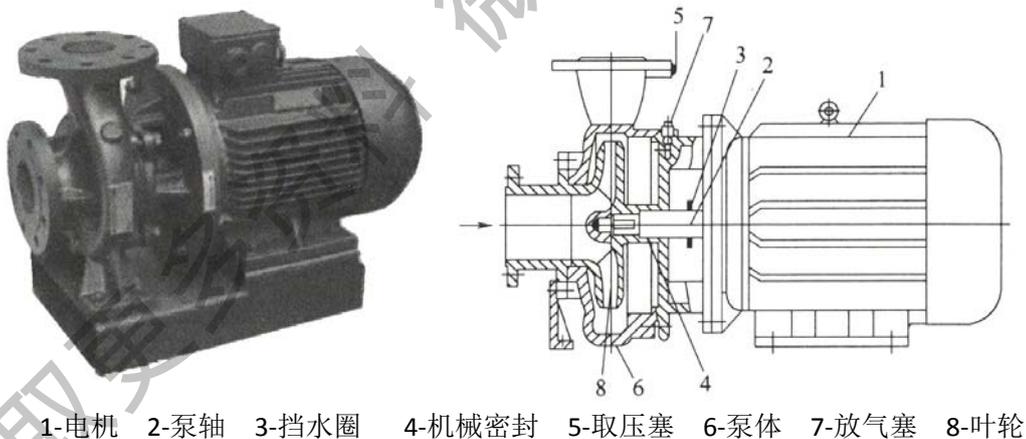
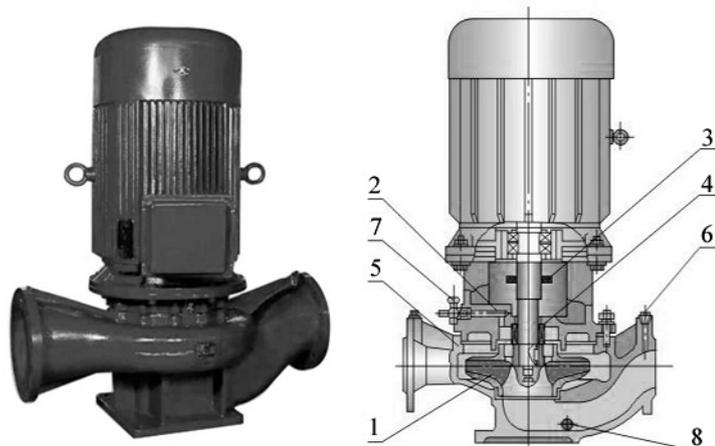


图 3-81 卧式单级单吸离心泵结构



1-叶轮 2-泵盖 3-挡水圈 4-机械密封 5-泵体 6-取压塞 7-放气塞 8-放气塞

图 3-82 立式单级单吸离心泵结构

- 1) 电动机。直接与水泵连接传送动力。
- 2) 泵轴。与电动机同轴，为电动机加长轴，确保了轴的同心，使泵运行平稳、无噪声和振动现象。
- 3) 挡水圈。防止因密封漏水而使电动机进水。
- 4) 机械密封。采用不锈钢、碳化钨、氟橡胶等材料制成。平衡式耐高温、高压机械密封，运行时间长、不渗漏，对轴无磨损，不积水垢，保证工作环境的整洁。
- 5) 取压塞。可安装压力表直观监控泵的正常高效运行。
- 6) 泵体。压出室和吸入室采用优秀水力模型设计而成，既美观又高效，设有安装底脚，便于安装和运行稳固。
- 7) 放气塞。灌泵时排尽泵内空气，保证泵的正常起动。
- 8) 叶轮。通过电动机带动旋转，使水受到离心力从而使水具有机械能，用先进的水力模型设计而成，具有效率高、可靠性高等特点。



特别提示

喘振是离心泵工作中常见的故障，喘振发生时，泵产生噪音、振动，使泵的流量、扬程和效率急剧下降而无法正常运行。喘振时泵内高频的水力冲击，使泵内过流零件表面疲劳、剥落，出现大面积的麻坑，严重时可在短时间内损坏叶轮。



发生喘振现象实际上是泵的运行区域接近泵的失速区的一种表现。有时泵的工作区在失速区的下方，有时在两个失速区之间。在开机时有一个冲转过程，也就是要快速冲过第一失速区。对于离心泵来讲，如果设计没问题，出现喘振的主要原因是入口介质密度发生变化引起的。引起入口介质变化的原因很多，如温度变化、由于压力变化引起的溶解气体量的变化、入口液位变化等等。当泵的设计工作区比较靠近失速区时，上述任一因素变化都会引起泵的工作转速变化，而使工作点飘逸的失速区附近，引起泵的暂时性喘振。

3.11.2 水泵的检查与维护保养

1. 水泵的运行检查

水泵的正确起动、运行与停车是系统安全、经济运行的前提。

(1) 起动前的检查当水泵停用时间较长，或是在检修及解体清洗后准备投入使用，要做好以下检查与准备工作：

- 1) 电动机及泵现场的清洁，周围不允许有妨碍运行的物件。
- 2) 联轴器（又叫靠背轮）的联接螺栓和保护罩牢固完整，盘动联轴器应灵活无摩擦。
- 3) 泵内油质、油位（ $1/2 \sim 2/3$ ）正常。
- 4) 压力表良好，表门开启。
- 5) 空气自动排气阀应完好灵活，放尽泵内空气，入口应保持水量充足，并开启水泵入口阀门，关闭出口阀门。如果能将出水管也充满水，则更有利于一次开机成功。
- 6) 电动机绝缘合格，外壳接地良好，长期停运，水泵在起动前，应由电气值班员测量电动机绝缘。

(2) 起动与运行

- 1) 再次检查全开阀门，关闭出口管路阀门。
- 2) 接通电源，当泵达到正常转速后，再逐渐打开出口管路上的阀门，注意关闭阀门运行时间不得超过 5min，否则，轴承和机械密封容易损坏。
- 3) 调节工况：使运行工况在说明书使用范围内，尽量靠近设计点。由于流量和功率一般无法看到，因此压力（出口压力—进口压力=水泵扬程）和电流应在额定范围内调节。



4) 检查轴封情况。机械密封：10 滴 / min；填料密封：1~2 滴 / s。如果超过标准，应及时处理。

5) 检查振动和噪声情况。

6) 地脚螺栓和其他各联接螺栓的螺母无松动。

7) 基础台下的减振装置受力均匀，进、出水管处的软接头无明显变形，都起到了减振和隔振作用。

(3) 停车

1) 水泵要停车时，应先关闭压力表，再逐渐关闭出口管路阀门，使泵轻载，同时防止水的倒灌。然后切断电源，停转电动机，关闭吸入阀门、机械密封冲洗水等。

2) 如果环境温度低于 0℃，应该把泵内的液体放尽，以免冻坏。

3) 如果长期停用，应将泵拆卸清洗，包装后保管。

2. 水泵的日常维护保养

为了使水泵能安全、正常地运行，保证水泵有一个良好的工作状态，发现问题能及时解决，出现故障能及时排除以外，还需要定期做好以下几方面的维护保养工作。

(1) 加油 轴承采用润滑油润滑的，在水泵使用期间，每天要观察油位是否在油镜标识范围内。油不够时要通过注油杯加油，并且要一年清洗换油一次。

轴承采用润滑脂润滑的，在水泵使用期间，每工作 2000h 换油一次。

(2) 更换轴封 由于填料用一段时间就会磨损，当发现漏水或漏水滴数超标时就要考虑压紧或更换轴封。

(3) 解体检修 一般每年应对水泵进行一次解体检修，内容包括清洗和检查。清洗主要是刮去叶轮内、外表面的水垢，特别是叶轮流道内的水垢要清理干净，因为它对水泵的流量和效率影响很大。此外还要注意清洗泵壳的内表面以及轴承。在清洗过程中，对水泵的各个部件顺便进行详细认真的检查，以便确定是否需要修理或更换，特别是叶轮、密封环、轴承、填料等部件要重点检查。

(4) 除锈刷漆 水泵在使用时，通常都处于潮湿的空气环境中，有些没有进行保温处理的冷冻水泵，在运行时泵体表面更是被水覆盖（结露所致），长期这样，泵体的部分表面就会生锈。因此，每年应对没有进行保温处理的冷冻水泵泵



体表面进行一次除锈刷漆作业。



知识链接——离心泵的并联与串联

实际生产中,当要求提供的流量或压头超出了原来安装的离心泵的调节范围时,可以将两台或多台离心泵并联或串联在一起操作。

当单台泵的扬程足够,但流量不能满足的情况下,可采用两台型号相同的泵进行并联。并联操作时的特性曲线可以在相同压头下把流量增加一倍。图 3-83 所示即为两台泵并联操作时的特性曲线,图中的曲线 I 为单台泵的特性曲线,点 G' 是它的工作点;曲线 II 为两台泵并联后的特性曲线,工作点为 G 。从图 3-83 中可以看出,在管路特性曲线 III 不变的情况下,并联后所获得的流量并不是每台泵单独使用时流量的两倍。离心泵并联效果并联的台数越多,流量增加的程度越小,亦即其经济价值越小,所以,一般都只采用两台泵并联操作。

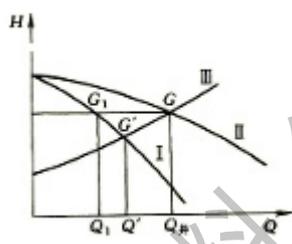


图 3-83 离心泵的并联

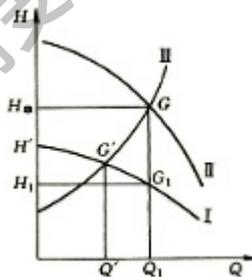


图 3-84 离心泵的串联

实践证明,不同型号的泵并联之后,其流量增加很小,这种操作无实际意义。

当单台泵的流量足够,而扬程不能满足需要的情况下,可采用两台型号相同的泵进行串联。串联操作时的特性曲线可以在相同流量下把扬程增加一倍。图 3-84 所示即为两台离心泵串联操作时的特性曲线,图中曲线 I 为单台泵的特性曲线,点 G' 是它的工作点;曲线 II 是两台泵串联后的特性曲线,工作点为 G 。从图 3-84 中可以看出,在管路特性曲线不变的情况下,离心泵串联效果串联后的扬程并不是每台泵单独操作扬程的一倍。必须指出,多台泵的串联就相当于一台多级泵在工作,但却需要多台电动机,流体漏损的机会增多,当串联的台数过多时,随着每增加一级,泵所承受的压力相应增大,有可能导致最后一台泵因强度不够而损坏。因此,除了特殊情况外,不如选用一台多级离心泵更为方便、可靠。

3.11.3 水泵故障分析与维修



水泵在启动后及运行中经常出现的故障及其原因分析与解决方法参见表3-40。

表3-40 水泵常见故障及其原因分析与解决方法

故障	原因分析	解决方法
启动后出水管不出水	<ol style="list-style-type: none"> 1) 进水管和泵内的水严重不足 2) 叶轮旋转方向反了 3) 进水和出水阀门未打开 4) 进水管部分或叶轮内有异物堵塞 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 将水充满 2) 调换电动机任意两根接线的位置 3) 打开阀门 4) 清除异物
启动后出水压力表有显示,但管道系统末端无水	<ol style="list-style-type: none"> 1) 转速未达到额定值 2) 管道系统阻力大于水泵额定扬程 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查电压是否偏低,填料是否压得过紧,轴承是否润滑不够 2) 更换合适的水泵或加大管径、截短管路
启动后出水压力表和进水真空表指针剧烈摆动	有空气从进水管随水流进泵内	查明空气从何而来,并采取措​​施杜绝
在运行中突然停止出水	<ol style="list-style-type: none"> 1) 进水管、口被堵塞 2) 有大量空气吸入 3) 叶轮严重损坏 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 清除堵塞物 2) 检查进水管、口的严密性,轴封的密封性 3) 更换叶轮
轴承过热	<ol style="list-style-type: none"> 1) 润滑油不足 2) 润滑油(脂)老化或油质不佳 3) 轴承安装不正确或间隙不合适 4) 泵与电动机的轴不同心 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 及时加润滑油 2) 清洗后更换合格的润滑油 3) 调整或更换 4) 调整找正
泵内声音异常	<ol style="list-style-type: none"> 1) 有空气吸入,发生气蚀 2) 泵内有固体异物 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 查明原因,杜绝空气吸入 2) 拆泵,清除异物
泵振动	<ol style="list-style-type: none"> 1) 地脚螺栓或各联接螺栓螺母有松动 2) 有空气吸入,发生气蚀 3) 轴承破损 4) 叶轮破损 5) 叶轮局部有堵塞 6) 泵与电动机的轴不同心 7) 轴弯曲 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 拧紧 2) 查明原因,杜绝空气吸入 3) 更换轴承 4) 修补或更换 5) 拆泵,清除异物 6) 调整找正 7) 校正或更换
流量达不到额定值	<ol style="list-style-type: none"> 1) 转速未达到额定值 2) 阀门开度不够 3) 输水管道过长或过高 4) 管道系统管径偏小 5) 有空气吸入 6) 进水管或叶轮内有异物堵塞 7) 密封环磨损过多 8) 叶轮磨损严重 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查电压、填料、轴承 2) 开到合适开度 3) 缩短输水距离或更换合适的水泵 4) 加大管径或更换合适的水泵 5) 查明原因,杜绝 6) 清除异物 7) 更换密封环 8) 更换叶轮
耗用功率过大	<ol style="list-style-type: none"> 1) 转速过高 2) 在高于额定流量和扬程的状态下运行 3) 填料压得过紧 4) 水中混有泥沙或其他异物 5) 泵与电动机的轴不同心 6) 叶轮与蜗壳摩擦 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查电动机、电压 2) 调节出水管阀门开度 3) 适当放松 4) 查明原因,采取清洗和过滤措施 5) 调整找正 6) 查明原因,消除
发生水击	<ol style="list-style-type: none"> 1) 突然停电,造成系统压力波动,溶于液体中的气泡逸出,使泵或管道内存在气体 2) 高压液柱由于突然停电迅猛倒灌,冲击在泵出口单向阀的阀板上 3) 出口管道的阀门关闭过快 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 将气体排净 2) 对泵不合理的出水系统的管道、管道附件布置进行改造 3) 慢慢关闭阀门



拓展专题

双吸离心泵

双吸泵作为离心泵的一种重要形式，因其具有扬程高、流量大等特点，在工程中得到广泛应用。这种泵型的叶轮实际上由两个背靠背的叶轮组合而成，从叶轮流出的水流汇入一个蜗壳中，相当于双吸泵有两个进水口，而单吸只有一个进水口。

双吸泵工作时，它相当于两个相同直径的单吸叶轮同时工作，在同样的叶轮外径下流量可增大一倍；泵壳水平中开，检查和维修方便，同时，双吸泵进出口在同一方向上且垂直于泵轴，利于泵和进出水管的布置与安装；双吸泵的叶轮结构对称，没有轴向力，运行较平稳。

双吸离心泵结构特点如下：

- 1、结构紧凑 外形美观，稳定性好，便于安装。
- 2、运行平稳 优化设计的双吸叶轮使轴向力减小到最低限度，且有优异水力性能的叶型，并经精密铸造，泵壳内表面及叶轮表面极其光华具有显著的抗汽蚀性能和高效率。
- 3、轴承载运行平稳，噪音低，使用寿命长。
- 4、轴封 选用机械密封或填料密封。能保证 8000 小时运行无泄漏。
- 5、安装形式 装配时不需调整，可根据现场使用条件。分立式或卧式安装。
- 6、加装自吸装置，可实现自动吸水，即不需安装底阀，不需真空泵，不需倒灌，泵可以启动。

双吸离心泵容易产生效率下降，分析其原因大致如下：

- 1、由于水流的冲刷，水泵流道内壁和叶轮过水面变得粗糙不平，水泵内流道的摩阻系数增大，再加上水在泵内的流速很大，水头损失增加。水力效率降低。
- 2、由于在泵前投加药物或水质等原因，使泵壳内严重积垢或腐蚀。泵壳内积垢严重的可以使泵壳壁厚增加，而且水泵内壁形成垢瘤后，使泵体容积缩小、抽水量减少、并且流道粗糙，水头损失增加。容积效率和水力效率都降低。
- 3、由于水泵加工工艺造成的铸造缺陷、汽蚀、磨蚀、腐蚀和化学浸蚀等原



因造成泵流道内产生空洞或裂缝，水流动时产生旋涡而造成能量损失。水力效率降低。

4、叶轮表面的汽蚀。由于叶片背水面运行时产生负压，当压力 $P_k < P_{va}$ 时，产生汽穴和蜂窝表面后，在电化学腐蚀作用下，使泵叶汽蚀。

5、容积损失和机械损失。由于泵使用时间长，机械磨损产生漏失和阻力增大，使容积效率和机械效率降低。

以上种种原因，使水泵性能变差。运行效率降低 2~5%，严重的可以使水泵效率降低 10% 以上。可以通过采用高分子复合新材料、新型密封技术来解决这一问题。

在水泵过流面和叶轮上喷涂高分子复合材料，使其表面形成水力光滑表面，超光滑表面涂层表面光洁度是经过抛光后不锈钢的 20 倍，这种极光滑的表面减少了泵内流体的分层，从而减少泵内部紊流，降低了泵内的容积损失和水力损失，降低了电耗。达到降低水流阻力损失的目的，从而提高水泵的水力效率，同时也在一定程度上也可提高机械效率和容积效率。

涂层分子结构的致密性，能隔绝空气、水等介质和水泵叶轮母材的接触，最大程度减少电化学腐蚀及锈蚀。另外，高分子复合材料本质是高分子聚合物，具有抗化学腐蚀性，可以提高泵的抗腐蚀性，能大大增强泵抵抗冲蚀和抗腐蚀能力。

水泵在工作过程中有一部分能量损失，其中包括机械磨损、容积损失和水力损失，机械损失是指水泵的轴套密封摩擦、轴承摩擦、叶轮表面与液体摩擦等。采用 Blu-Goo 超级润滑剂来降低水泵轴套密封摩擦、轴承摩擦，从而达到提高水泵效率、节能降耗的目的。