

供水运营部关于《泵与泵站》知识普及

“工欲善其事必先利其器”，为进一步拓宽集团全员业务知识面，提高业务知识水平和业务能力，在集团上下营造重视学习、崇尚学习、坚持学习的浓厚氛围，现将“泵与泵站”相关知识整理印发如下。

第一章

一、什么叫泵

将原动机的机械能转化为被输送液体的能量，使液体获得动能或势能的机械设备叫做泵。

二、水泵的分类

泵按其作用原理可分为：

（一）叶片泵：靠叶片运动拨动水，使水产生运动来完成能量传递的泵。

1. 离心泵：液体质点主要受离心力作用，水流方向为径向（向外），扬程大，流量小。

2. 轴流泵：液体质点主要受轴向的拨动力（升力），扬程小，流量大。

3. 混流泵：液体质点既有离心力作用，又受轴向的拨动力，水流方向为斜向，扬程、流量适中。

（二）容积式泵：靠泵体工作室容积的改变来工作的泵。

1. 活塞式往复泵

2. 柱塞式往复泵

3. 水环式真空泵

往复泵侧重于高扬程、小流量。

(三) 流体能量交换式泵：靠流体能量交换来工作。

1. 螺旋泵：利用螺旋推进原理输送液体

2. 气升泵（空气扬水泵）

3. 射流泵（水射器）

4. 水锤泵

5. 水轮泵

利用高速液流或气流的动能或者动量来输送液体的。

第二章

一、离心泵的基本构造

叶轮（工作轮）、泵轴、泵壳（泵体）、泵座、轴封装置、减漏环、轴承座、联轴器和轴向力平衡措施。

二、离心泵的工作原理

(一) 工作原理是利用装有叶片的叶轮的高速旋转所产生的离心力来工作的。

(二) 离心泵的工作过程，实际上是一个能量的传递和转化的过程，它把电动机高速旋转的机械能转化为被抽升液体的动能和势能。在这个传递和转化的过程中，就伴随着许多能量损失，这种能量损失越大，离心泵的性能越差，工作效率越低。

三、叶片泵的基本性能参数

(一) 流量（抽水量） Q ：泵在单位时间内水泵所输送的液体数量。

(二) 扬程 (总扬程) H : 泵对单位重量液体所作的功。

(三) 扬程的值: 是液体经过水泵后比能的增加值。液体进入泵时的比能为 E_1 ; 流出泵时的比能为 E_2 。则水泵扬程: $H=E_2 - E_1$

(四) 轴功率 N : 原动机输送给泵的功率。

(五) 效率 η : 水泵有效功率与轴功率之比。有效功率 N_u : 单位时间内水泵对水所做的功。

(六) 转速: n =水泵叶轮的转动速度。水泵都是按一定的转速来设计的, 转速的改变使水泵的其它性能 (Q 、 H 、 η) 也改变。

(七) 允许吸上真空高度 (H_s) 及汽蚀余量 (H_{sv})

1. H_s : 水泵在标准状态下 (水温 20 摄氏度; 水表面为一个标准大气压。) 运转时, 水泵所允许的最大吸上真空高度 (mH₂O)。它反映了水泵的吸水性能。

2. H_{sv} : 指水泵吸口处, 单位重量液体所具有的超过饱和蒸汽压力的富裕压能单位: mH₂O 有时用 H 来表示。常用于轴流泵、锅炉给水泵、渣浆泵等。

四、什么叫水泵装置的极限工况点?

水泵配上管路以及一切附件后的系统称为“装置”, 水泵的 $H-Q$ 曲线和管道损失特性曲线 $Q-\Sigma$ 相交于 M 点, 若装置在此点工作时, 管道上的所有闸阀是全开着的, 则 M 点就称为水泵装置的极限工况点。

六、什么叫离心泵的特性曲线? 什么叫高效段 (高效段如何确定的)?

(一) 在离心泵的 6 个基本性能参数中, 把转速 (n) 选定为常量, 将扬程 (H)、轴功率 (N)、效率 (η)、以及允许吸上真空高度 (H_s) 等随流量 (Q) 而变化的函数关系用曲线的方式来表示, 就

称这些曲线为离心泵的特性曲线。

(二) 在最高效率点两侧效率下降 10%左右的区段, 在水泵样本中, 用两条波形线“ } ”标出称为泵的高效段。

七、水泵调速运行的意义

水泵调速使泵适应所需工况, 目的是节约能源; 大大地扩展了水泵的有效工况范围。

八、水泵调速的方法和调速的范围

(一) 调速方法

1. 直流调速电机: 造价高。

2. 液力耦合器: 它装置在电机与水泵之间, 驱动泵轮转的过程可由介质(透平油)的多少来调节, 输出转数可无级调速。

3. 变频调速: 现在常用成套的变频调速设备。原理: 改变鼠笼式电机的电源频率(常规 50Hz)来改变电机的转速。

(二) 调速的范围

调速后的转速不能与其临界转速重合、接近或成倍数。否则, 将可能产生共振现象而使水泵机组遭到损坏。通常, 单级离心泵的设计转速都是低于其轴的临界转速, 一般设计转速约为其临界转速的 75%~80%。对于多级泵而言, 临界转速要考虑第一临界转速与第二临界转速。水泵厂的设计转速(n)值一般是大于第一临界转速的 1.3 倍, 小于第二临界转速的 70% (即: $1.3nc_1 < n < 0.7nc_2$)。因此, 大幅度地调速必须慎重, 最好能征得水泵厂的同意。

九、水泵叶轮的切削律, 及切削叶轮调整工况点的意义

叶轮切削的目的: 节能; 解决水泵类型、规格的有限性与供水对象要求的多样性矛盾的一种方法, 扩大水泵的适应工况范围。

十、什么叫水泵的并联？并联的优点

(一) 并联：多台泵联合运行，通过联络管共同向管网或高位水池输水的设置形式。

(二) 特点：

1. 灵活性：可以加、减供水量，输水干管中的流量等于各台并联水泵出水量之总和。可以通过开停水泵的台数来调节泵站的流量和扬程。（流量变化大；扬程变化小。）

2. 可靠性：当并联工作的水泵中有损坏时或例行检修时，其水泵房仍可继续供水。因此，提高了泵站运行的可靠性。

3. 节能：选择开泵数量，适应各种不同时段管网中所需水量、水压变化。

十一、什么叫水泵的串联？串联特点和串联工作的限制条件

(一) 串联：将第一台泵的压水管，作为第二台泵的吸水管，水由第一台泵压入第二台泵，水以同一流速，依次流过各台泵。

(二) 特点：一台水泵的出口接入另一台水泵的入口（多级泵就是串联）

1. 各台水泵的流量相同（质量守恒定律）。

2. 水流所获得的能量是各泵所供能量之和。

(三) 水泵串联注意事项：

1. 泵高效流量范围要接近。否则，就不能保证在高效范围内运行。严重时，可能不如大泵单独运行。

2. 两泵串联要考虑第二台泵的泵壳强度问题。一般应得水泵厂的同意再串联。

十二、什么叫汽蚀？汽蚀的危害

(一) 汽蚀: 含有大量气泡的浊液进入高压区后, 气泡迅即破裂, 冲向气泡中心的油液相互冲撞, 造成局部高温高压, 引起躁动和噪声, 并使附近的金属表面出现麻坑, 汽穴引起的这种金属表面的损坏, 就是汽蚀。

(二) 危害: 产生振动和噪声; 降低泵的性能; 破坏过流部件。

(三) 产生汽蚀的原因: 水泵吸水口压力过低; 吸水口进汽。

十三、什么叫水泵的汽蚀余量?

汽蚀余量 H_{sv} : 指水泵进口处, 单位重量液体所具有的超过饱和蒸汽压(20℃水温)的富裕能量。

十四、离心泵的启动程序和停泵程序

(一) 启动程序: 关闭所有闸阀→开泵→开压力表; 真空阀→开吸水管阀→开压水管阀。

(二) 停泵程序: 关出水闸→停泵(实行闭闸停车)→关真空表、压力表阀→擦拭泵和电机。

第三章

一、射流泵的工作特点和应用场合

(一) 具有以下特点

构造简单、尺寸小、重量轻、价格便宜; 便于就地加工, 安装容易, 维修简单; 无运动部件, 启闭方便; 可以抽升污泥或其他含颗粒液体; 可以与离心泵联合串联工作从大口井或深井中取水。缺点是效率低。

(二) 主要用于以下场合

1. 离心泵充水。在离心泵的泵壳顶部接一射流泵，当泵动前，利用给水管道中的高压水作为射流泵的工作液体，通过射流泵来抽吸离心泵的泵体内空气，达到离心泵启动前抽气充水的目的。

2. 在小型水厂中，利用射流泵来抽升液氯和矾液，俗称水老鼠。

3. 在地下水除铁、除锰曝气充氧工艺中，利用射流泵作为带气、充气装置，射流泵抽吸的是空气，通过混合管与地下水混合，以达到充氧的目的，在此处一般称射流泵为加气阀。

4. 在排水工程中，作为污泥消化池中搅拌和混合污泥用泵。近年来，用射流泵作为生物处理工艺中的曝气设备及浮净化法中的加气设备发展十分迅速。

5. 在离心泵吸水管的末端装置射流泵，与离心泵串联工作以增加离心泵装置的吸水高度，常用于地下水较深地区取水。

6. 在土方工程施工中，用于井点来降低基坑的地下水位等。

二、往复泵的工作特点和应用场合

(一) 具有以下特点

1. 往复泵的流量不均匀。这一特性对泵的吸排工作性能有不利影响，即：吸、排管路中液流速度不稳定而产生惯性阻力损失，使吸入阻力增大而容易引起汽蚀，并且使排出压力波动。常采用多作用泵和空气室来改善往复泵的供液不均匀性。

2. 往复泵设有泵阀，在吸、排过程中泵阀的启阀阻力和流阻损失，会使泵缸内的吸入压力进一步降低而容易引起汽蚀，同时也会使排出压力升高。

3. 转速不宜太高。提高往复泵转速虽然可以增加泵的流量，但会使活塞不等速运动的加速度和惯性力增加，使泵容易汽蚀且排出压力

波动加剧；此外，泵阀也是限制转速的一个重要因素，转速过高会使泵阀启闭迟滞和撞击加剧，泵阀阻力也会增加等。若吸入阀阻力损失过大，甚至造成不能正常吸入。

4. 被输送液体含固体杂质时，泵阀和活塞环容易磨损，或可能将阀盘垫起造成漏泄，必要时需设吸入滤器。

5. 往复泵的结构较复杂，泵内需装设吸、排阀、因而易损件(如吸排阀、活塞环、活塞杆填料箱等)较多，维修量大。

6. 自吸能力强，使用不需要灌泵。

7. 对液体污染不敏感，适用于低黏度、高黏度、易燃、易爆、剧毒等介质。

(二) 主要用于以下场合

地下钻井中排出泥浆，吸走河道淤泥；高楼大厦地下车库等排水设施；石油化工等行业废水排放；用于农业灌溉等。

三、螺旋泵的工作特点和应用场合

(一) 具有以下特点

1. 提升流量大，省电。

2. 螺旋泵只要叶片接触到水面就可以把水提升上来，并可按进水位的高度，自行调节出水量，水头损失小，吸水井可以避免不必要的静水压差。

3. 泵站设施简单，减少土建费用。

4. 可以直接提升杂粒、木块、碎步等污物。

5. 结构简单，制造容易。由于低速运转，机械磨损小，日常维修简单。

6. 相比较离心泵，提升活性污泥缓慢，对绒絮破坏小。

7. 缺点：扬程一般不超过 6-8m，使用上受限制；不适用于水位变化较大的场合；螺旋泵必须斜装，占地较大些。

（二）主要用于以下场合

1. 输送润滑油，输送燃油，输送各种油类及高分子聚合物，适用于输送黏稠液体。

2. 输送高粘度介质：根据泵的大小不同可以输送粘度从 37000-200000 厘泊的介质。

3. 输送含有颗粒或纤维的介质：颗粒直径可以达 30mm（不超过转子偏心距）。纤维长可以 350mm（相当 0.4 位转子的螺距）。其含量一般可达介质容的 40%，若介质中的固体物为细微之粉末状时，最高含量可达 60%或更高也能输送。

4. 要求输送压力稳定，介质固有结构不受破坏时，选用单螺杆泵输送最为理想。

第四章

一、给水泵站的分类，及各类泵站的工艺特点

（一）按属类及用途分类

1. 取水泵站工艺特点

吸水井水位变化；常用圆钢筋砼结构；输水距离远；直供用户的取水泵站。

2. 送水泵站的特点

水量变化大；泵房形状：多为矩形，吸水井也多为矩形吸水井的形式；送水泵房吸水水位变化小（3-4mH₂O），一般设计成地面式或

半地下式；送水泵站运行管理复杂、流量有变化，无水塔时变化更趋于频繁。

3. 加压泵站的特点：为了节能，设加压泵站，可降低全管网的压力。

4. 循环泵站的特点：工业循环工艺流程有多种多样。要求水量、水压一般比较稳定；要求供水可靠性高，备用泵多，泵台数多；需水量随季节变化的，应在选泵时考虑到峰、谷用水量；开停水泵频繁时，多用自灌式。

二、选泵的原则和要点

（一）原则：满足最大排水量。投资少，节能，运行安全可靠，维修管理方便。

（二）选泵要点：大小兼顾，调配灵活；型号整齐，互为备用；合理地用尽各水泵的高效段；近远期相结合，考虑远期发展；大中型泵站要作选泵的技术经济比较。

三、选泵的主要依据

流量、扬程及变化规律。

四、选泵需要考虑的其它因素

（一）水泵的构造形式对泵房布置及泵房形状尺寸的影响。如立式泵：节省电机位置。单吸泵、双吸泵，平面布置不同（吸、压管方向不同）。

（二）保证水泵正常吸水条件：泵房尽量高，充分利用水泵的吸水性能。

（三）尽量选用高效泵：一般大泵效率比小泵高。

（四）备用泵数的确定：根据供水对象对停水危害的分析所确定

的规范限定条件。

(五) 选择性能好，厂家信誉好成系列定型泵。注意：生产厂及用泵地点的泵运输情况。

五、选泵后的校核内容

泵站的流量和扬程是否满足消防时的要求。

六、水泵机组有几种常见的布置形式

纵向排列、横向排列、横向双行排列。

七、水泵对吸水管路的要求及原因

要求：不漏气、不积气、不吸气。原因：避免上述情况降低吸水性能。

八、什么叫停泵水锤？什么叫断流水锤？

(一) 停泵水锤：泵机组因突然失电或其他原因，造成开阀停车时，在泵及管路中水流速度发生递变而引起的压力递变现象。危害：爆管、跑水、停水、淹泵房、损坏设备等。防止水锤升压过高的措施：设水锤消除器；设空气缸；采用缓闭止回阀；取消止回阀。

(二) 断流（弥合）水锤：当分离的水锤重新弥合时或“空腔段”重新被水充满时，由于两股水柱间的剧烈碰撞会产生压力很高的弥合水锤。危害：造成更具危害性的水锤，水锤压力更大。

九、泵站的引水方式有哪些？

引水方法可分为两大类，吸水管带有底阀；吸水管不带底阀。

(一) 吸水管带底阀

1. 人工引水：将水从泵顶的引水孔灌入泵内，同时打开排气阀。此法只适用于临时性供水且为小泵的场所。

2. 用压水管中的水倒灌引水：当压水管内经常有水，且水压不大

而无止回阀时，直接打开压水管上的闸阀，将水倒灌入泵内。如压水管的水压较大且在泵后装有止回阀，直接打开送水闸阀引水就不行了，而需要在送水闸阀后装设一旁通管引水入泵壳内。

(二) 吸水管不装底阀的水泵有下述引水方法：

1. 真空泵引水：此法在泵站中采用较快为普遍。其优点是水泵启动快，运行可靠，易于实现自动化。

2. 水射器引水：水射器引水是利用压力水通过水射器喷嘴处产生高速水流，使喉管进口处形成真空的原理，将水泵内的气体抽走。因此，为使水射器工作，必须供给压力水作为动力。水射器应连接与水泵的最高点处，在开动水射器前，要把水泵压水管上的闸阀关闭，水射器开始带出被吸的水时，就可启动水泵。水射器具有结构简单、占地少、安装容易、方便维护等优，缺点是效率低、需供给大量的高压水。

十、设计取水泵站或送水泵站的步骤是什么？

(一) 确定设计流量和扬程。

(二) 初步选泵和电动机或其他原动机，包括选择泵的型号，工作泵和备用泵的台数。

(三) 设计机组的基础。

(四) 计算泵的吸水管和压水管的直径

(五) 布置机组和管道。

(六) 精选泵和电动机。

(七) 选择泵站中的附属设备。

(八) 确定泵房建筑高度。

(九) 确定泵房的平面尺寸，初步规划泵站总平面。

(十) 向有关工种提出设计任务。

(十一) 审校、会签。

(十二) 出图。

(十三) 编制预算。

供稿：供水运营部 刘红艳