

# 水泵基本知识



## 预备知识

### 一、流体

流体是气体和液体的统称。流体最显著的特点是具有流动性。

### 二、密度

单位体积物体所具有的质量称为物体的密度。单位是 $\text{Kg/m}^3$ ，读作千克每立方米。液体的密度受压力的影响很小，一般忽略不计；但密度随温度变化而变化。

### 三、压力

流体垂直作用于单位面积上的力称为流体的压力。

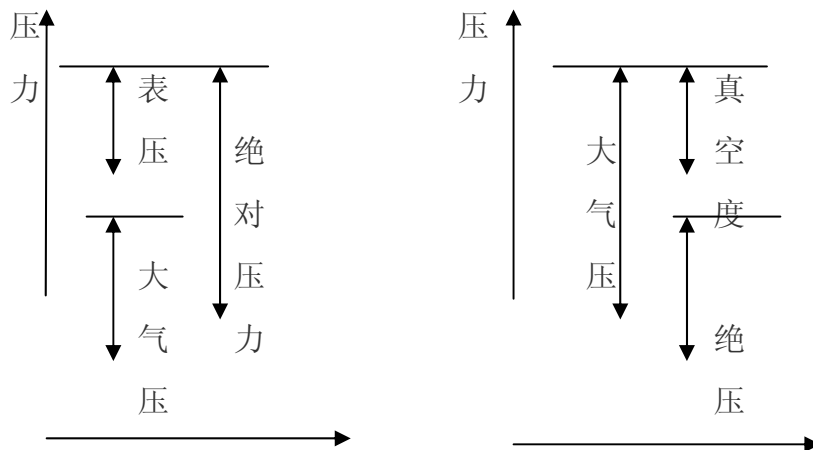
工程上容器内流体的压力是由压力表测定的。由于压力表的各个元件均处于大气压的环境中，只有当真实压力超过大气压时，表上的指针才开始移动。所以表上所指示的压力数值是真实压力超过大气压的部分，称为表压。流体的真实压力称为绝对压力。可见：

绝对压力=大气压力+表压

如所测压力比大气压力低，测压表指示的读数称为负压或真空度。则有：

绝对压力=大气压力-真空度

绝对压力、表压力、大气压力和真空度之间的关系如下图：



在国际单位制中，压力的单位为帕斯卡，简称帕，代号为 Pa。由于帕单位较小，为了方便，常用千帕（KPa）、兆帕（MPa）表示。它们之间的换算关系为：

$$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ Kpa} = 10^6 \text{ Pa}$$

工程中常用的单位有：工程大气压（at），米水柱（ $\text{mH}_2\text{O}$ ）等，它们的换算关系为：

---

$$1 \text{ (at)} = 1 \text{ (Kgf/cm}^2\text{)} = 10 \text{ (mH}_2\text{O)} = 9.81 \times 10^4 \text{ Pa}$$

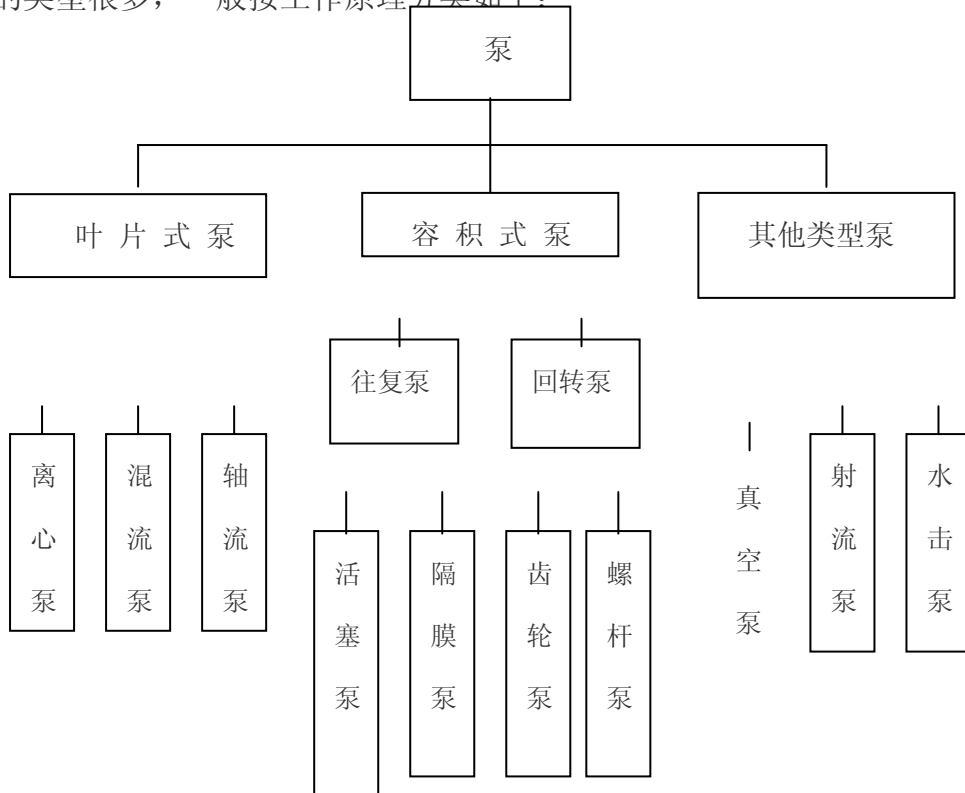
#### 四、粘度

生活中我们会发现，水比油的流动要畅快一些，而热沥青、稀浆糊等流体的流动就更加阻滞。粘性就反映了流体运动的这一特性。

流体运动时，在流体层间产生内摩擦的特性称为流体的粘性。而表示粘性大小的物理量称为粘度。流体的粘度越大，则表示流体的流动性越差。

### 泵的分类

泵的类型很多，一般按工作原理分类如下：



叶片式：它是利用旋转的叶片和流体之间的作用来输送流体。

容积式：它利用工作室容积周期性的变化来输送流体的。

其他类型泵：一般是利用能量较高的流体来输送能量较低的流体。

### 泵的主要性能参数

#### 1、流量

流量俗称出水量。它是指单位时间内所输送液体的数量。可以用体积流量和质量流量表示，体积流量的常用单位为 $\text{m}^3/\text{s}$ 或 $\text{m}^3/\text{h}$ ；质量流量的常用单位是 $\text{Kg/s}$ 或 $\text{t/h}$ 。

---

## 2、扬程

单位重量液体通过泵后所获得的能量称为扬程，用字母 **H** 表示。泵的扬程单位一般用液柱的高度（m）表示。

## 3、功率

轴功率：指泵的输入功率。即泵轴从电动机获得的功率。

有效功率：指泵的输出功率。即单位时间内泵对输出液体所做的功。

由于泵在运转时可能出现超负荷的情况，因此配用电机的功率应为轴功率的 1.1—1.2 倍。

## 4、效率

效率是指泵的有效功率与轴功率的比值。

## 5、转速

转速是指泵轴每分钟的转数。用字母 **n** 表示，常用单位为 r/min。

### 离心泵的工作原理

在化工生产中，离心泵的使用最广泛，用以输送清水、泥浆、酸、碱、盐溶液以及液态有机物等物料。

“水往高处走，有泵不用愁”，离心泵是如何把液体送到高处、远处的。这可以从日常生活现象来说明，例如，雨天，当我们打着伞外出时，如果将伞柄急速旋转，伞上的雨点由于离心力的作用便沿着伞的周围飞溅出去，伞越大或旋转得越快，雨点就飞溅得越远。离心泵的工作原理和这种现象很相似，当离心泵叶轮旋转，在叶轮中的液体，由于受离心力的作用便飞离叶轮向四周甩去，甩出去的液体速度变慢，压力增加，于是不但能沿排出管流出，并由于压力的作用还能将液体送到高处，这就产生扬程。

为什么在离心泵工作时又能从贮液槽中将液体吸入泵内呢？这也可用日常生活现象来说明。例如，我们用一根管子喝汽水时，只要对着管子一吸，汽水就会沿着管子吸到嘴里。这是由于用肺吸嘴里的空气，使嘴里的空气减少，形成局部真空，于是瓶里的水在大气压的作用下便进入嘴里。离心泵的吸液原理和这种现象相似。当将泵和吸入管中灌满液体而启动后，叶轮中心附近的液体受离心力作用被甩向叶轮的周围，这时在叶轮中心附近形成了没有液体的局部真空，贮液槽内的液体在大气压作用下，经吸入管进入叶轮中。因此叶轮不断旋转，泵便能不断吸入液体，吸入液体就不断能沿排出管排出，并能排送到一定高度。

---

离心泵在准备开始工作时，如果泵体和吸入管路中没有液体，它是没有抽吸液体的能力的。它的吸入口和排出口是相通的，叶轮中无液体而只是空气时，由于空气的密度比液体密度小得多，不论叶轮怎样高速旋转，叶轮进口都不能达到较高的真空。因此离心泵启动前需要在泵内和吸入管中灌满液体或抽出空气后才能启动工作。

### 汽蚀现象及对泵工作的影响

#### 一、汽蚀现象

水泵的汽蚀是由水的汽化引起的，所谓汽化就是水由液态转化为汽态的过程。水的汽化与温度和压力有一定的关系，在一定压力下，温度升高到一定数值时，水才开始汽化；如果在一定温度下，压力降低到一定数值时，水同样也会汽化，把这个压力称为水在该温度下的汽化压力。如果在流动过程，某一局部地区的压力等于或低于与水温相对应的汽化压力时，水就在该处发生汽化。

汽化发生后，就会形成许多蒸汽与气体混合的小气泡。当气泡随同水流从低压区流向高压区时，气泡在高压的作用下破裂，高压水以极高的速度流向这些原气泡占有的空间，形成一个冲击力。金属表面在水击压力作用下，形成疲劳而遭到严重破坏。

因此我们把气泡的形成、发展和破裂以致材料受到破坏的全部过程，称为汽蚀现象。

#### 二、汽蚀的危害

(1) 材料破坏

(2) 噪声和振动 气泡破裂和高速冲击会引起严重的噪声和振动。

(3) 性能下降 汽蚀发展严重时，大量气泡的存在会堵塞流道的截面，减少液体从叶轮获得的能量，导致扬程下降，效率也相应降低。

### 离心泵部分易损部件简介

#### 一、密封环

密封环是装在与叶轮进口相对应的泵壳或泵盖内孔上的圆环形零件，用来防止叶轮出口处的高压液体向叶轮进口回流，造成液流短路的泵内循环，从而可以防止离心泵出口压力的降低。同时，借助于密封环还可以延缓泵壳的磨损，处长泵壳的使用寿命。环的外圆与泵壳的内孔实现少量的过盈配合，内圆又与叶轮进口端外圆实现间隙配合。

#### 二、轴向密封

离心泵的轴向密封可以防止外界空气进入泵壳内，同时又能阻止泵壳内的高压液体沿泵轴向外泄漏。常用的轴向密封有填料密封和机械密封两种。

---

## 1、填料密封

填料密封是将有弹性的填料装入填料函中，当其受到填料压盖的挤压之后，填料产生径向膨胀，充满轴套与填料函之间的间隙，起到密封的作用。

填料的挤压要适当。填料压得过紧，虽然能减少泄漏，但填料与轴之间的摩擦损失增加，会降低填料和轴的寿命，严重时造成发热冒烟，甚至将填料和轴烧坏；如压得过松，起不到密封作用。

泵壳与轴之间存在径向间隙，当此间隙过大时，填料会由这里被挤入泵壳内，出现所谓“吃填料”的现象。这是影响离心泵密封效果的一个因素。

有些离心泵为了提高密封性能，延长使用寿命，在填料的中间增加一个水封环。将高压水从水封环四周的小孔内引入，泵轴旋转时带动高压水在水封环处形成高压水环，阻止泵壳内液体泄漏。这样既加强了填料的密封性能，又对填料起到冷却和润滑作用。

装填料时，应遵循以下要点：

① 填料应逐圈加入填料函中，每圈的长度为围泵轴一周的长度。两端切口应互相平行，并且呈  $45^\circ$  斜切；

② 相邻两圈填料的切口应错开  $120^\circ - 180^\circ$  ；

③ 每加一圈填料，应加润滑油少许，以利于减小填料与轴套的摩擦；

④ 有水封环的填料函，在水封环的两侧都要加入填料，并且把水封环先装得靠外一些，当拧紧压盖螺栓时，水封环便向里移动，对准水管入口。

⑤ 拧紧压盖螺栓时，要对称均匀，不能将压盖压得过紧或出现歪斜现象。

## 2、机械密封

机械密封依靠静环与动环的端面相互贴合，并作相对转动而构成的密封装置。动环装在转轴上随转轴旋转；静环固定在泵壳上。两端面之所以始终紧密贴合是借助于压紧弹簧通过推环来实现的，动环和静环经常用不同的材料制成，动环硬度较大，而静环硬度较小。在正常操作时，由于两摩擦端面经过很好的磨合，并适当调整弹簧的压力，使正常工作时两个端面间形成一层薄薄的液膜，造成很好的密封和润滑条件，在运转中可以达到既不渗透，也不漏气的程度。

由于动环与静环之间的相对运动，使得它们的接触面时刻都在产生摩擦和磨损。如果两者的摩擦面磨损严重可出现裂纹等缺陷时，应更换新的零件。弹簧的损坏多半是疲劳、腐蚀或磨损，而失去了原有的弹性。对于失去弹性的弹簧，应更换新的备品配件。

单级密封安装时，必须保证动、静环平行，轴套、轴颈部位不应有毛刺和划伤。双级密封安装时一定保证定位环尺寸和间隙，并一次推到位置，O形环不能脱出凹槽，否则损坏机封密封面。

与填料密封相比，机械密封具有密封性能好，结构紧凑，消耗功率小，使用寿命长等优点，缺点是零件加工要求高，成本较高，装卸和更换零件不便等。

### 三、轴套

轴套的作用是保护泵轴，使填料与泵轴的摩擦转变为填料与轴套的摩擦。所以轴套是离心泵的易损部件。

## 泵的运行

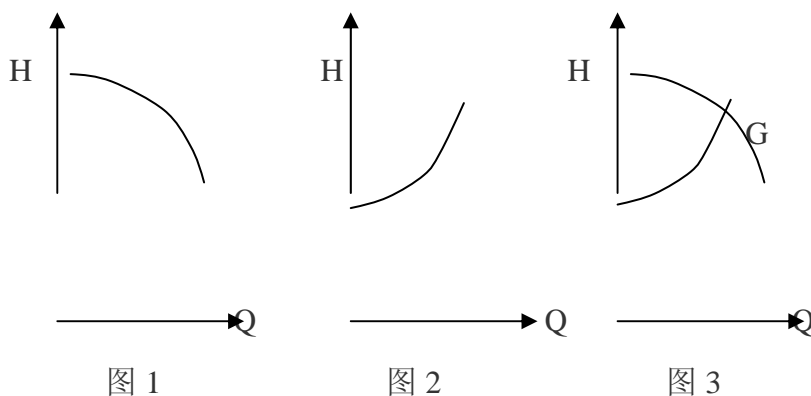
### 一、工作点

离心泵工作时的扬程、功率和效率等主要性能参数并不是固定的，而是随流量的变化而变化。把其变化关系画在一张坐标纸上得出的曲线称离心泵的工作性能曲线或特性曲线。

图 1 为流量—扬程曲线，表明：扬程  $H$  随流量  $Q$  变化而变化，流量越大，扬程越小。

表示管路所需外加压头与流量之间关系的曲线，称为管路特性曲线。如图 2 所示。

输送液体是靠泵和管路相互配合完成的，两者处在同一体系中，两者的流量和扬程必须一致。如果将两者的特性曲线画在同一张坐标纸上，两条曲线必然有一个交点  $G$ ，泵在这一点工作时，即满足了管路系统的需要。如图 3 所示。



### 二、运行工况的调节

在实际生产过程中，根据工艺要求改变流量是经常的。由于离心泵的工作流量和扬程取决于管路特性曲线和泵性能曲线的交点，所以流量调节实质上是改变两曲线的交点。

#### (1) 节流调节

---

节流调节就是在输送流体的管道上改变阀门的开度来调节泵的流量，即改变管路特性曲线。常用出口端节流调节，因为入口节流调节会使进口压力降低，有引起汽蚀的危险。

节流调节的缺点是泵流量较小时，叶轮容易引起汽蚀。这是因为离心泵的叶轮在原动机的带动下高速旋转，当阀门开度减小，流量太少时，不能将叶轮与液体摩擦所产生的热量完全带走，使泵内液体温度升高。因而引起液体汽化，形成汽蚀。尤其是发电厂中锅炉给水泵更为显著。所以采用节流调节时要设置再循环系统，加大泵的输出流量以防止汽蚀。当给水流量降到最大流量的 1/3 时，就应开启再循环门，使通过给水泵的流量适当增加，以保证给水泵内液体温度不至上升。

## (2) 变速调节

改变叶轮的工作转速，泵的性能随之发生改变，由此可以变更工作点位置。这种调节方法没有附加的阻力，调节效率高，但变速装置及变速原动机投资昂贵，故一般中小型机组很少采用。如采用变频器及双速电动机等。

## 离心泵的使用和维护

### 一、离心泵的试车

#### 1、试车前的检查

为了保证水泵的安全运行，水泵启动前应对机组作全面仔细的检查，尤其是对新安装或检修后的泵，启动前更要注意做好检查工作，以便发现问题及时处理，主要检查下列各项：

- (1) 泵的各连接螺栓及地脚螺栓有无松动现象，两刚性联轴器的平面间隙为 2.2—4.2mm；
- (2) 轴承的润滑油是否充足；
- (3) 润滑、冷却系统做到畅通无阻、不滴不漏；
- (4) 均匀盘车，无摩擦及时紧时松现象，泵内应无杂音；
- (5) 电源接线是否正确；
- (6) 检查出水管上的闸阀启闭是否灵活。

#### 2、空负荷试车

泵内无工作介质，启动后空车运行的试车叫空负荷试车。应注意下列问题。

- (1) 观察电动机转向是否与泵所要求的转向相同。



---

(2) 滚动轴承温升一般不得超过环境温度 30-40℃，最高温度不应超过 70℃。若无合适的温度测量仪器，可用手触摸轴承座外壁，以不烫手为宜。触摸时间不宜过短，否则，手感觉不到真实的温度。

(3) 运转平稳无杂音，冷却润滑系统正常。

### 3、负荷试车

#### 3.1、负荷试车的步骤

(1) 盘车。应注意轻重均匀。泵内应无杂音、擦碰。

(2) 灌泵。一般小型离心泵大多采用灌水排气的方法，此时吸水管下端应装有底阀。对大中型离心泵大多采用水环式真空泵抽气引水。

(3) 将进口阀开至最大流量，启动电动机，运转平稳后再缓慢打开出口阀，直至出口阀开至流量最大位置。

值得注意的是，切忌泵在启动时出口阀和入口阀处于开启位置，那样将造成电动机负荷过大，可能会烧毁电动机（一般电动机启动时的电流为正常运行时的 5-7 倍，如带负荷启动，其电流值就更大。）也不可关闭入口阀，开启出口阀启动，那样将造成吸入管路真空度过大而导致泵的汽蚀。

水泵在闭闸情况下，运行时间一般不应超过 2-3min，如时间太长，泵内水流会因不断地在泵壳循环流动而发热，致使水泵某些零部件发生损坏。

(4) 用出口阀调节泵的流量。

#### 3.2、负荷试车应达到的要求

(1) 密封漏损应符合要求，填料密封的滴漏应小于 10—20 滴/分，机械密封滴漏速度应小于 5 滴/分。

(2) 温升正常，运转平稳。

(3) 流量、压力能够达到要求，并且较为平稳。

(4) 电流不超过额定值。

(5) 连续运转 4 小时。

### 二、离心泵的停车

(1) 关闭真空表和压力表阀；

(2) 慢慢关闭出口闸阀，然后停电机。

注意：

(1) 离心泵如先停电机而后关闭出口阀，压出管中的高压液体可能反冲入泵内，造成叶轮高速反转，以致损坏。

(2) 如停泵后长时间不用或环境温度低于 0℃，应将泵内水放出。

(3) 对轴流泵一般压水管路上不设闸阀，可以直接停机。

(4) 对于深井泵，停车后不能立即再次启动水泵，以防水流产生冲击，一般待 5 分钟以后才能再次启动。

### 三、离心泵运转中常见故障及处理

故障现象	产生原因	解决办法
无液体排出	1、叶轮或进口阀被异物堵塞 2、吸液高度过大 3、吸入管路漏入空气 4、泵没有灌满液体 5、被输送液体温度过高 6、出口阀或进口阀因损坏而打不开	1、清除异物 2、降低吸液高度 3、拧紧松动的螺栓或更换密封垫 4、停泵灌液 5、降低液体温度或降低安装高度 6、更换或修理阀门
流量不足	1、叶轮反转 2、叶轮或进口阀被堵塞 3、叶轮腐蚀，磨损严重 4、入口密封环磨损过大 5、吸液高度过大 6、泵体或吸入管路漏入空气	1、改变转向 2、清除堵塞物 3、更换或修理叶轮 4、更换入口密封环 5、降低吸液高度 6、紧固，改善密封
运转声音异常	1、异物进入泵壳 2、叶轮背帽脱落 3、叶轮与泵壳摩擦 4、滚动轴承损坏 5、填料压盖与泵轴或轴套摩擦	1、清除异物 2、重新拧紧或更换叶轮背帽 3、调整泵盖密封垫厚度或调整轴承压盖垫片厚度 4、更换滚动轴承 5、对称均匀地拧紧填料压盖

泵体振动	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、联轴器找正不良</li> <li>2、吸液部分有空气漏入</li> <li>3、轴承间隙过大</li> <li>4、泵轴弯曲</li> <li>5、叶轮腐蚀、磨损后转子不平衡</li> <li>6、液体温度过高</li> <li>7、叶轮歪斜</li> <li>8、地脚螺栓松动</li> <li>9、电动机的振动传递到泵体上</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、找正联轴器</li> <li>2、紧固螺栓或更换密封垫</li> <li>3、更换或调整轴承</li> <li>4、校直泵轴</li> <li>5、更换叶轮</li> <li>6、降低液体温度</li> <li>7、重新安装、调整</li> <li>8、紧固螺栓</li> <li>9、消除电动机振动</li> </ol>
轴承过热	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、中心线偏移</li> <li>2、缺油或油中杂质过多</li> <li>3、轴承损坏</li> <li>4、泵体轴承孔磨损，轴承外环转动</li> <li>5、轴承压盖压得过紧</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、校正轴心线</li> <li>2、清洗轴承，加油或换油</li> <li>3、更换轴承</li> <li>4、更换泵体或修复轴承孔</li> <li>5、增加压盖垫片厚度</li> </ol>
泵壳过热	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、出口阀未打开</li> <li>2、泵设计流量大，实用量太小</li> <li>3、叶轮被异物堵塞</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、打开出口阀</li> <li>2、更换流量小的泵或增大用量</li> <li>3、清除堵塞物</li> </ol>
填料密封泄漏过大	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、填料没有装够应有的圈数</li> <li>2、填料的装填方法不正确</li> <li>3、使用填料的品种或规格不当</li> <li>4、填料压盖没有压紧</li> <li>5、存在“吃填料”现象</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、加装填料</li> <li>2、重新装填料</li> <li>3、更换填料，重新安装</li> <li>4、适当拧紧压盖螺母</li> <li>5、减小径向间隙</li> </ol>
机械密封泄漏量过大	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、冷却水不足或堵塞</li> <li>2、弹簧压力不足</li> <li>3、密封面被划伤</li> <li>4、密封元件材质选用不当</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、清洗冷却水管，加大冷却水量</li> <li>2、调整或更换</li> <li>3、研磨密封面</li> <li>4、更换耐蚀性能较好的材质</li> </ol>
密封垫泄漏	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、紧固螺栓没有拧紧</li> <li>2、密封垫断裂</li> <li>3、密封面有径向划痕</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、适当拧紧紧固螺栓</li> <li>2、更换密封垫</li> <li>3、修复密封面或予以更换</li> </ol>

消耗功率过大	1、填料压盖太紧，填料函发热 2、泵轴窜量过大，叶轮与入口密封环发生摩擦 3、中心线偏移 4、零件卡住	1、调节填料压盖的松紧度 2、调整轴向窜量 3、找正轴心线 4、检查、处理
--------	--	--

遇有下列情况之一者，应紧急停车处理。

- (1) 泵内发出异常的声响；
- (2) 泵发生剧烈振动；
- (3) 电流超过额定值持续不降；
- (4) 泵突然不排液。

### 离心泵的型号

离心泵的型号编制由四个部分组成。其组成方式如下：

I    II    III    IV

I 代表泵的吸入口直径，是用 mm 为单位的阿拉伯数字表示，如 80、100 等。

II 代表泵的基本结构、特征、用途及材料等，用汉语拼音字母的字首标注。如 B 表示单级单吸悬臂式泵；S 表示单级双吸离心泵；D 表示分段式多级离心泵；F 表示耐腐蚀泵；Y 表示单级离心式油泵；YS 表示双吸式油泵等。

III 代表泵的扬程及级数，是用以 m 液柱高度为单位的阿拉伯数字表示。

IV 代表泵的变型产品，用大写汉语拼音 A、B、C。

例如：

80D12×3----表示吸入口直径 80mm，单级扬程为 12 m，总扬程为  $12 \times 3 = 36$  m，3 级分段式多级离心泵。

IS 型泵的型号编制中表示有吸入口、排出口和叶轮直径的大小，由五个部分组成，组成方式如下：

I    II-III-IV    V

I 代表泵的名称，用符号“IS”表示；

II 代表泵的吸入口直径，以 mm 为单位，用阿拉伯数字表示；

III 代表泵的排出口直径，以 mm 为单位，用阿拉伯数字表示；

IV 代表泵的叶轮名义直径，以 mm 为单位，用阿拉伯数字表示；

---

V 代表泵的变型产品，用 A、B、C 三个字母表示。

例如：IS125-100-200A

IS---单级单吸离心泵；

125---吸入口直径 125mm；

100---排出口直径 100mm；

200—叶轮名义直径 200mm；

A---叶轮经第一次切割。

## 其他类型泵简介

### 一、往复泵

往复泵是容积式泵的一种，它是依靠在泵缸内作往复运动的活塞（或柱塞）来改变工作室的容积，从而达到吸入和排出液体的目的。其工作原理可分为吸水和压水两个过程。当活塞由原动机带动向泵缸外移动时，泵缸内工作室的容积逐渐增大，压力逐渐降低形成局部真空。这时压水阀补压而关闭，吸水阀便被泵外大气压力的作用下的水压力推开，水由及水管进入泵缸。当活塞移动到最末端，工作室容积达到最大值，所吸入的水量也达到最大值，这个过程就是吸水过程。相反，当活塞向内移动时，泵缸内的水受到挤压，压力增高，吸水阀被压而关闭，压水阀受压而开启，将水从压水管排出。当活塞移动到最顶端位置时，所吸入的水排尽，这个过程就是压水过程。如此，周而复始，活塞不断进行往复运动，泵便不断地进行输水。

### 二、齿轮泵

#### （一）、工作原理：

齿轮泵是容积泵的一种，由两个齿轮、泵体与前后盖组成两个封闭空间，当齿轮转动时，齿轮脱开侧的空间的体积从小变大，形成真空，将液体吸入，齿轮啮合侧的空间的体积从大变小，而将液体挤入管路中去。吸入腔与排出腔是靠两个齿轮的啮合线来隔开的。

齿轮泵的排出口的压力完全取决于泵出处阻力的大小。

#### （二）、运行维护

##### 1、起动：

- （1）启动前检查全部管路法兰，接头的密封性。
- （2）盘动联轴器，无摩擦及碰撞声音。
- （3）首次启动应向泵内注入输送液体。

(4) 启动前应全开吸入和排出管路中的阀门，严禁闭阀启动。

(5) 验证电机转动方向后，启动电机。

2、停车：

(1) 关闭电动机。

(2) 关闭泵的进、出口阀门。

各种泵的比较

类型	离心泵	往复泵	旋转泵	流体作用泵
流量	1、均匀 2、量大 3、流量随管路情况而变化	1、不均匀 2、量不大 3、流量恒定，	1、比较均匀 2、量小 3、流量恒定	1、量小 2、间断排送
扬程	1、一般不高 2、对一定的流量只有一定的扬程	1、较高 2、对一定的流量可有不同的扬程，由管路系统确定	同往复泵	扬程不宜高，愈高效率愈低
操作	1、启动前要充液，运转中不能漏气 2、可用阀很方便地调节流量 3、不因管路堵塞而发生损坏现象	1、不能用出口阀而只能用支路阀调节流量 2、扬程汽量改变时能保持高效率	不能用出口阀而只能用支路阀调节流量	流量难调节
适用范围	输送腐蚀性或悬浮液，对粘度大的流体不适用，一般流量大而扬程小	高扬程、小流量的清洁液体	高扬程、小流量、特别适于输送油类等粘性液体	间歇地输送腐蚀性液体