

# 常见水泵的故障诊断以及消除措施

在检修过程中，水泵故障的诊断是一个关键的环节，以下给出几种常见故障及消除措施，供大家有的放矢地进行水泵故障的诊断。

## 1、无液体提供，供给液体不足或压力不足

1)泵没有注水或没有适当排气

消除措施：检查泵壳和入口管线是否全部注满了液体。

2)速度太低

消除措施：检查电机的接线是否正确，电压是否正常或者透平的蒸汽压力是否正常。

3)系统水头太高

消除措施：检查系统的水头(特别是磨擦损失)。

4)吸程太高

消除措施：检查现有的净压头(入口管线太小或太长会造成很大的磨擦损失)。

5)叶轮或管线受堵

消除措施：检查有无障碍物。

6)转动方向不对

消除措施：检查转动方向。

7)产生空气或入口管线有泄漏

消除措施：检查入口管线有无气穴和 / 或空气泄漏。

8)填料函中的填料或密封磨损，使空气漏入泵壳中

消除措施：检查填料或密封并按需要更换，检查润滑是否正常。

9)抽送热的或挥发性液体时吸入水头不足

消除措施：增大吸入水头，向厂家咨询。

10)底阀太小

消除措施：安装正确尺寸的底阀。

11)底阀或入口管浸没深度不够

消除措施：向厂家咨询正确的浸没深度。用挡板消除涡流。

12)叶轮间隙太大

消除措施：检查间隙是否正确。

13)叶轮损坏

消除措施：检查叶轮，按要求进行更换。

14)叶轮直径太小

消除措施：向厂家咨询正确的叶轮直径。

15)压力表位置不正确

消除措施：检查位置是否正确，检查出口管嘴或管道。

## 2、泵运行一会儿便停机

1)吸程太高

消除措施：检查现有的净压头(入口管线太小或太长会造成很大的磨擦损失)。

2)叶轮或管线受堵

消除措施：检查有无障碍物。

3)产生空气或入口管线有泄漏

消除措施：检查入口管线有无气穴和 / 或空气泄漏。

4)填料函中的填料或密封磨损，使空气漏入泵壳中

消除措施：检查填料或密封并按需要更换。检查润滑是否正常。

5)抽送热的或挥发性液体时吸入水头不足

消除措施：增大吸入水头，向厂家咨询。

6)底阀或入口管浸没深度不够

消除措施：向厂家咨询正确的浸没深度，用挡板消除涡流。

7)泵壳密封垫损坏

消除措施：检查密封垫的情况并按要求进行更换

### **3、泵功率消耗太大**

1)转动方向不对

消除措施：检查转动方向。

2)叶轮损坏

消除措施：检查叶轮，按要求进行更换。

3)转动部件咬死

消除措施：检查内部磨损部件的间隙是否正常。

4)轴弯曲

消除措施：校直轴或按要求进行更换。

5)速度太高

消除措施：检查电机的绕组电压或输送到透平的蒸汽压力。

6)水头低于额定值。抽送液体太多

消除措施：向厂家咨询。安装节流阀，切割叶轮。

7)液体重于预计值

消除措施：检查比重和粘度。

8)填料函没有正确填料(填料不足，没有正确塞入或跑合，填料太紧)

消除措施：检查填料，重新装填填料函。

9)轴承润滑不正确或轴承磨损

消除措施：检查并按要求进行更换。

10)耐磨环之间的运行间隙不正确

消除措施：检查间隙是否正确。按要求更换泵壳和 / 或叶轮的耐磨环。

11)泵壳上管道的应力太大

消除措施：消除应力并厂家代表咨询。在消除应力后，检查对中情况。

### **4、泵的填料函泄漏太大**

1)轴弯曲

消除措施：校直轴或按要求进行更换。

2)联轴节或泵和驱动装置不对中

消除措施：检查对中情况，如需要，重新对中。

3)轴承润滑不正确或轴承磨损

消除措施：检查并按要求进行更换。

### **5、轴承温度太高**

1)轴弯曲

消除措施：校直轴或按要求进行更换。

2)联轴节或泵和驱动装置不对中

消除措施：检查对中情况，如需要，重新对中。

3)轴承润滑不正确或轴承磨损

消除措施：检查并按要求进行更换。

4)泵壳上管道的应力太大

消除措施：消除应力并向厂家代表咨询。在消除应力后，检查对中情况。

5)润滑剂太多

消除措施：拆下堵头，使过多的油脂自动排出。如果是油润滑的泵，则将油排放至正确的油位。

## 6、填料函过热

1)填料函中的填料或密封磨损，使空气漏入泵壳中

消除措施：检查填料或密封并按需要更换。检查润滑是否正常。

2)填料函没有正确填料(填料不足，没有正确塞入或跑合，填料太紧)

消除措施：检查填料，重新装填填料函。

3)填料或机械密封有设计问题

消除措施：向厂家咨询。

4)机械密封损坏

消除措施：检查并按要求进行更换。向厂家咨询。

## 7、转动部件转动困难或有磨擦

1) 水泵轴弯曲

消除措施：校直轴或按要求进行更换。

2) 水泵耐磨环之间的运行间隙不正确

消除措施：检查间隙是否正确。按要求更换泵壳或叶轮的耐磨环。

3) 水泵壳上管道的应力太大

消除措施：消除应力并向厂家代表咨询。在消除应力后，检查对中情况。

4) 水泵轴或叶轮环摆动太大

消除措施：检查转动部件和轴承，按要求更换磨损或损坏的部件。

5) 水泵叶轮和泵壳耐磨环之间有脏物，泵壳耐磨环中有脏物

消除措施：清洁和检查耐磨环，按要求进行更换。隔断并消除脏物的来源。

## 8、修泵时注意的事项。

蜗壳泵中叶轮出口中线即叶轮出口宽的中线应与蜗壳进口中线对齐。如果对齐不齐时，应在叶轮轮毂与轴肩通过加设垫片调整。应将两中线控制在 0.5 毫米的范围内。对于比转数大的泵稍差些对泵的性能影响不大，对于中低比速的泵由于叶轮出口很窄，例如叶轮出口宽仅 10 毫米，如果与蜗壳中线偏 1 毫米，对水泵的性能就有明显的影响。建议调整后可将两中线（叶轮及蜗壳）误差控制在叶轮出口宽的 5%以内为好。

导叶多级泵也是如此，是控制叶轮出口中线与导叶进口中线的误差。

空间导叶泵，最好用总装图给出的数据来确定叶轮在空间导叶中的位置。如果没有图纸，或凭经验，或通过试验结果调整叶轮的位置。

泵的汽蚀余量、吸程及各自计量单位表示字母。

泵在工作时液体在叶轮的进口处因一定真空压力下会产生汽体，汽化的气泡在液体质点的撞击运动下，对叶轮等金属表面产生剥蚀，从而破坏叶轮等金属，此时真空压力叫汽化压力，汽蚀余量是指在泵吸入口处单位重量液体所具有的超过汽化压力

的富余能量。单位用米标注，用 (NPSH)  $r$ 。吸程即为必需汽蚀余量  $\Delta h$ ：即泵允许吸液体的真空度，亦即泵允许的安装高度，单位用米。

水泵吸程=标准大气压 (10.33 米) - 汽蚀余量-安全量 (0.5 米)

标准大气压能压管路真空高度 10.33 米。

例如：某泵必需汽蚀余量为 4.0 米，求吸程  $\Delta h$ ?

则： $\Delta h$  的计算还要考虑汽化压力和管损

$\Delta h = P_c - P_v / \rho g - NPSH_a - h_c$  米

讨论  $\Delta h$  公式

$\Delta h$  的计算还要考虑汽化压力和管损

$\Delta h = P_c - P_v / \rho g - NPSH_a - h_{cm}$

## 水泵常见故障的原因

### 一、水泵不出水的原因分析

#### 进水管和泵体内有空气

(1) 自吸泵启动前未灌满足够的水，有时看上去灌的水已从放气孔溢出，但未转动泵轴交空气完全排出，致使少许空气残留在进水管或泵体中。

(2) 与水泵接触的进水管的水平段逆水流方向应用 0.5% 以上的下降坡度，连接水泵进口的一端为最高，不要完全水平。如果向上翘起，进水管内会存留空气，降低了水管和水泵中的真空度，影响吸水。

(3) 单级离心泵的填料因长期使用已经磨损或填料压得过松，造成大量的水从填料与泵轴轴套的间隙中喷出，其结果是外部的空气就从这些间隙进入水泵的内部，影响了提水。

(4) 进水管因长期潜在水下，管壁腐蚀出现孔洞，水泵工作后水面不断下降，当这些孔洞露出水面后，空气就从孔洞进入水管。

(5) 进水管弯管处出现裂痕，进水管与水泵连接处出现微小的间隙，都有可能使空气进入进水管。

### 二、水泵转速低

(1) 人为的因素。有部分用户因原配电机损坏，就随意配上另一台电动机带动，结果造成了流量小、扬程低甚至不上水的后果。

(2) 水泵本身的机械故障。叶轮与泵轴紧固螺母松脱或泵轴变形弯曲，造成叶轮多移，直接与泵体磨擦，或轴承损坏，都有可能降低水泵的转速。

(3) 动力机维修不灵。电动机因绕组烧毁，而失磁，维修中绕组匝数、线径、接线方法的改变，或维修中故障未彻底排除因素也会使水泵转速改变。

### 三、水泵吸程太大

有些水源较深，有些水源的外围地势较平坦处，而忽略了水泵的容许吸程，因而产生了吸水少或根本吸不上水的结果。要知道自吸离心泵吸水口处能建立的真空度是有限度的，绝对真空的吸程约为 10 米水柱高，而水泵不可能建立绝对的真空。而且真空度过大，易使泵内的水气化，对水泵工作不利。所以各离心泵都有其最大容许吸程，一般在 3 - 8.5 米之间。安装水泵时切不可只图方便简单。

### 四、水流的进出水管中的阻力损失过大

有些用户经过测量，虽然蓄水池或水塔到水源水面的垂直距离还略小于离心泵扬程，但还是提水量小或提不上水。其原因常是管道太长、水管弯道多，水流在管道中阻力损失过大。其原因常是管道太长、水管弯道多，水流在管道中阻力损失过大。一般情况下 90 度弯管比 120 度弯管阻力大，每一 90 度弯管扬程损失约 0.5-1 米，每 20 米管道的阻力可使扬程损失约 1 米。此外，有部分用户还随意水泵进、出管的管径，这些对扬程也有一定的影响。

## 五、其他因素影响

(1) 底阀打不开。通常是由于水泵搁置时间太长，底阀垫圈被粘死，无垫圈的底阀可能会锈死。

(2) 底阀滤器网被堵塞；或底阀潜在水中污泥层中造成滤网堵塞。

(3) 叶轮磨损严重。叶轮叶片经长期使用而磨损，影响了水泵性能。

(4) 闸阀可止回阀有故障或堵塞会造成流量减小甚至抽不上水。

(5) 出口管道的泄漏也会影响提水量。

## 六、常用简易的设备故障诊断方法

常用的简易状态监测方法主要有听诊法、触测法和观察法等。

### 1、听诊法

设备正常运转时，伴随发生的声响总是具有一定的音律和节奏。只要熟悉和掌握这些正常的音律和节奏，通过人的听觉功能就能对比出设备是否出现了重、杂、怪、乱的异常噪声，判断设备内部出现的松动、撞击、不平衡等隐患。用手锤敲打零件，听其是否发生破裂杂声，可判断有无裂纹产生。电子听诊器是一种振动加速度传感器。它将设备振动状况转换成电信号并进行放大，工人用耳机监听运行设备的振动声响，以实现对声音的定性测量。通过测量同一测点、不同时期、相同转速、相同工况下的信号，并进行对比，来判断设备是否存在故障。当耳机出现清脆尖细的噪声时，说明振动频率较高，一般是尺寸相对较小的、强度相对较高的零件发生局部缺陷或微小裂纹。当耳机传出混浊低沉的噪声时，说明振动频率较低，一般是尺寸相对较大的、强度相对较低的零件发生较大的裂纹或缺陷。当耳机传出的噪声比平时增强时，说明故障正在发展，声音越大，故障越严重。当耳机传出的噪声是杂乱无规律地间歇出现时，说明有零件或部件发生了松动。

### 2、触测法

用人手的触觉可以监测设备的温度、振动及间隙的变化情况。人手上的神经纤维对温度比较敏感，可以比较准确地分辨出 80℃ 以内的温度。当机件温度在 0℃ 左右时，手感冰凉，若触摸时间较长会产生刺痛感。10℃ 左右时，手感较凉，但一般能忍受。20℃ 左右时，手感稍凉，随着接触时间延长，手感渐温。30℃ 左右时，手感微温，有舒适感。40℃ 左右时，手感较热，有微烫感觉。50℃ 左右时，手感较烫，若用掌心按的时间较长，会有汗感。60℃ 左右时，手感很烫，但一般可忍受 10s 长的时间。70℃ 左右时，手感烫得灼痛，一般只能忍受 3s 长的时间，并且手的触摸处会很快变红。触摸时，应试触后再细触，以估计机件的温升情况。用手晃动机件可以感觉出 0.1mm-0.3mm 的间隙大小。用手触摸机件可以感觉振动的强弱变化和是否产生冲击，以及溜板的爬行情况。用配有表面热电偶探头的温度计测量滚动轴承、滑动轴承、主轴箱、电动机等机件的表面温度，则具有判断热异常位置迅速、数据准确、触测过程方便的特点。

### 3、观察法

人的视觉可以观察设备上的机件有无松动、裂纹及其他损伤等；可以检查润滑是否正常，有无干摩擦和跑、冒、滴、漏现象；可以查看油箱沉积物中金属磨粒的多少、大小及特点，以判断相关零件的磨损情况；可以监测设备运动是否正常，有无异常现象发

生；可以观看设备上安装的各种反映设备工作状态的仪表，了解数据的变化情况，可以通过测量工具和直接观察表面状况，检测产品质量，判断设备工作状况。把观察的各种信息进行综合分析，就能对设备是否存在故障、故障部位、故障的程度及故障的原因作出判断。通过仪器，观察从设备润滑油中收集到的磨损颗粒，实现磨损状态监测的简易方法是磁塞法。它的原理是将带有磁性的塞头插入润滑油中，收集磨损产生出来的铁质磨粒，借助读数显微镜或者直接用人眼观察磨粒的大小、数量和形状特点，判断机械零件表面的磨损程度。用磁塞法可以观察出机械零件磨损后期出现的磨粒尺寸较大的情况。观察时，若发现小颗磨粒且数量较少，说明设备运转正常；若发现大颗磨粒，就要引起重视，严密注意设备运转状态；若多次连续发现大颗粒，便是即将出现故障的前兆，应立即停机检查，查找故障，进行排除。讲的很详细了，这些诊断方法需要较长时期的经验累积才能判断准确。

补充一下：

听诊可以用改锥尖（或金属棒）对准所要诊断的部位，用手握改锥把，放耳细听。这样作可以滤掉一些杂音。温度手感判定训练：用一结点式温度计，测出金属表面的 50 度，60 度，70 度，80 度几种状态，对于低温时可以用描，考察手能接触的时间，根据不同时间来断定温度。对较高温度不能手摸时，可以淋少量的水滴观察水蒸发状态，然后记住这些状态。在诊断设备时使用，能得到较为准确的判断。

温度手感判定我在《现代机电设备安装调试、运行检测与故障诊断、维修管理实务全书》书中看到过，不过我想每个人的耐受能力可能各不相同，还是用总版主说的方法自己实际判断比较准确。

## 七、水泵跳闸故障排除

### 1：故障现象

发电厂 125 mw 机组自投产以来，水泵偶尔会发生一合闸即跳闸的问题，并无任何信号继电器掉牌。在排除了开关机构故障后，按常规方法检查电缆、二次回路接线和各继电器及其定值都正常，再次启动又往往成功。后怀疑是 dcs 系统软故障造成的，但改在控制盘上操作，仍会出现此现象。

### 2：试验查找原因

为查清楚此现象的原因，观察开关合闸过程中各表计的变化情况，以确认是何原因使其跳闸。试验其中电压表监视微机跳闸回路，毫安表监视差动继电器 1cj、2cj 动作情况，电流表监视热工保护回路。接好表计后，启动给水泵，经过一段时间的试验，终于有一次水泵一启动即跳闸，同时观察到毫安表的指针偏转了一下，其它监视表计没有反应，新换上的 xjl-0025/31 型集成块式信号继电器 1xj 亦动作掉牌，表明是由差动保护动作导致跳闸。

### 3：根源分析

差动保护动作，首先怀疑被保护设备内部有故障。通过常规检查，水泵电机及其电缆正常，差动继电器校验正常，电流互感器极性连接正确。在排除设备故障和接线错误的原因后，差动保护在电机启动过程中动作，表明在这过程中差动回路的差电流超过差动继电器整定值。正常情况下引起差动回路差电流的原因主要有两点：一是电机首尾两侧的电流互感器变比误差不同，存在一个很小的差电流，这个差电流小于电机额定电流  $i_d$  的 5%。二是首尾两侧电流互感器二次负荷的差别也会引起其变比的差别，从而存在一个差电流。在水泵电机差动保护回路中的电流互感器负荷差别只是二次电缆长度的不同，大约相差 50 m，并且在额定电流下，差动继电器的功率消耗不大于 3 va，二次负载并不重。检查发现给水泵电机差动保护用的首尾侧电流互感器型号均为 1mzbj-10，b 级 15 倍额定电流，变比 600/5，容量 40 va，完全能满足二次负载的要求。

以上分析是基于正常运行的条件下，在电机启动时，情况又有所不同。电机启动时电流很大，首尾两侧的电流互感器可能饱和，此时由于各电流互感器磁化特性不一致，二次差电流可能很大。根据阿城继电器厂的 lcd-12 型差动继电器整定说明，继电器的动作电流整定值  $i_{zd} = \Delta i_1 \times k_k \times i_n / n = 0.06 \times 3 \times 356 / 120 = 0.534a$  式中： $\Delta i_1$ —首、尾端电流互感器正常运行时的最大误差，0.04 ~ 0.06； $k_k$ —可靠系数，2 ~ 3； $i_n$ —电机额定电流； $n$ —电流互感器变比。应整定在 1.0a 的位置。在使用 b 级互感器的情况下，差动继电器动作电流整定在 1.5a，制动系数为 0.4 时，差动保护在电机启动时仍偶尔会动作，是由于 b 级电流互感器磁化特性饱和点较低，抗饱和能力较低，不能满足差动继电器的要求。通常要求差动保护回路的电流互感器采用 d 级，d 级互感器的饱和点高一些，没那么容易饱和，可以减小电机启动时流过差动回路的差电流。在更换为 d 级的电流互感器，同时把差动继电器动作电流整定在 1.0a，制动系数为 0.4 后，再没出现过开关一合闸即跳闸的故障。