

谈水电站技术供水系统问题

熊道树

(成都水力发电学校)

水电站的供水系统由技术供水、消防供水与生活供水三部分组成,其中技术供水又是电站油、气、水三大系统中比较复杂的重要系统。多年来国内大中型水电站由于技术供水系统引起的事故与故障,已屡见不鲜。本文所述及的几个主要问题,望能引起有关部门特别是电站运行管理中予以注意。

对技术供水的要求,可概括为:水量足够、水压合适、水质良好、水温适宜。从我国已投入运行的电站看,技术供水的水量、水温两项较正常,而问题往往来自以下两个方面。

一、水质与水量分配问题

多年来由于水电站技术供水水质未作统一规定,虽有参考试行标准,但执行、检查不力,带来一些问题;特别是汛期泥沙、漂浮物等,常常带来麻烦,甚至停机。例如某大型电站2号机投产运行不久,水导瓦温从 40°C 猛升至 52°C ,将冷却水系统倒为反向供水运行,仍无效,被迫停机。检查发现原因之一是水导冷却系统被泥沙堵塞。又如某大型电站投产初期,供水系统工作比较正常,但运行一个时期后,库区泥沙淤积逼近取水口,技术供水水质愈来愈差。汛期一个班(8小时)要反冲四、五次,每次四、五个人手动操作,工作繁忙,十分被动。

在黄河干流上修建的八盘峡等水电站,因采用了斜流式沉淀池或水力旋流器进行处理,泥沙堵塞有所好转,这就提醒我们,在南方河流上修建水电站,对技术供水泥沙问题不可掉以轻心。如果汛期水质严重恶化,应想法切换处理(或预留处理位置)后,再送至技术供水系统、只要重视,事故就会减少,如主轴平板密封及深井泵橡胶轴承用的清洁水源,历来大家都比较重视,水源亦精心选择,运行情况就比较好。应当看到,如技术供水含沙量大,不仅堵塞冷却器,降低冷却效果,而且加大检修工作量,使水泵填料涵盘根磨损加剧,吸水管底阀堵塞,无法正常工作。

有的水电站采用增加冷却器的办法试图提高冷却效果,但因泥沙堵塞严重,以致加了一个冷却器而发电机热风冷却效果并无明显提高。甚至有的电站

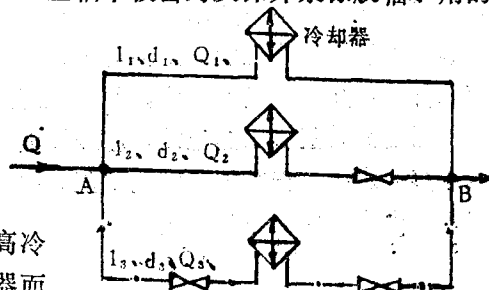


图1 冷却器的并联图

因加装并联冷却支路,引起原支路流量减小,导致瓦温升高而造成事故。对于并联管路切不可忘记以下两点(以图1为例,其中第3条支路是电站自行增设的)。

一是并联支路有公共的分流与汇流点(A、B),尽管图中三条支路的管长、管径、局部阻力系数等各不相同,但并联后每一支路在各水力参数的相互调节下,水头损失都是相同的。

$$h_{w1} = h_{w2} = h_{w3} = h_{wAB}$$

式中 h_{wAB} ——单位重量水体在A、B间的水头损失,可由任一支路求得(分流、汇流点的局部水头损失应算在各支路之内)。

$$h_{wAB} = h_{w1} = (\lambda_1 l_1 / d_1 + \sum \zeta_1) V_1^2 / 2g$$

$$h_{wAB} = h_{w2} = (\lambda_2 l_2 / d_2 + \sum \zeta_2) V_2^2 / 2g$$

$$h_{wAB} = h_{w3} = (\lambda_3 l_3 / d_3 + \sum \zeta_3) V_3^2 / 2g$$

二是根据水流连续原理,可得

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = \frac{Q}{1 + \frac{\mu_2 d_2^2 + \mu_3 d_3^2}{\mu_1 d_1^2}} \quad ; \quad Q_2 = \frac{Q}{1 + \frac{\mu_1 d_1^2 + \mu_3 d_3^2}{\mu_2 d_2^2}}$$

$$Q_3 = \frac{Q}{1 + \frac{\mu_1 d_1^2 + \mu_2 d_2^2}{\mu_3 d_3^2}}$$

式中 μ ——管路流量系数,由管路 λ 、 l 、 d 、 ζ 值而定。

有了上述两点认识,不仅可以计算并联管路的流量分配和水头损失,同时在增设或操作某一支路的元件时,也可由此而得知对其它支路的影响。如总的流量不变,当改变某一支路的长度、管径、管壁糙率或局部阻力时,流经各支路的流量及作用水头将随之而变。

这里择要谈及水质中的泥沙与漂浮物两项,至于水质的硬度、活性反应等项从略。

二、水压与水泵使用问题

技术供水系统的水压应维持在一定的范围内,以保证必要的流速和流量。特别是机组各冷却器的入口水压,限制比较严格,高出上限,冷却器强度不够,易裂损;低于下限,又不能满足运行要求。目前比较普遍的问题是水压调整的数值偏高,以致造成冷却器铜管破裂(实践证明,紫铜管比黄铜管好),使水混入油中。也有的因冷却器接头螺栓未拧紧或垫子脱落而漏水,影响机组正常运行。

· 对自流减压供水的电站,应按最大水头损失管线所需的最低水压,由减压阀或闸阀削减多余水头。当前的问题是减压阀弹簧等元件不能持久可靠地工作,以至影响水压的稳定。由水力学淹没出流的公式可知:

$$V = \frac{1}{\sqrt{\lambda l / d + \sum \zeta}} \sqrt{2gH}$$

在管径、管线已定的情况下，若不削减多余水头，即相当于上式中的 H 值增大，流速 V （流量 Q ）必然增大。为保持设计流量，维持流速不变，在一定范围内可用关小阀门的办法加以削减。为保证各冷却器有足够的压力水头，对水电站常用的并联管路，可用各支路排水侧阀门削减或供排水两侧的阀门共同调整。当然，若需要削减的压力值超过阀门实际可能削减的范围，应另设减压装置。

对水泵供水的水电站，要勤于维护，加强管理，节省动力与材料消耗，保持水泵良好工作状态。切不可忘记某电站转子风扇脱落，造成绝缘损坏、导致发电机起火的教训。值班员不知消防供水阀门的部位，安装人员找到后，消防栓口径大小又不配套，仍灭火不成，损失严重。

有的电站消防泵长时间不启动检查，一旦有事，十分被动。

水泵是大量消耗厂用电的主要设备之一。有的中型电站供排水泵就有 20 多台，节省动力消耗并非小事。长期以来，“不求效益，只图无事”的想法在一些运行人员的头脑中可以说是根深蒂固的，维护管理不善，有的是缺乏认识，有的是不负责任。例如水泵填料涵有的调整偏紧，填料磨损加剧，引起功率损失增大；有的调整又过松，水滴如注。一则水泵容积损失加大，再则易进入空气，引起水泵运行故障。以调整为每分钟 50~100 滴为佳。又如采用润滑脂润滑时，并不是油脂加得愈多愈好，过多的供给，则因润滑脂的搅拌，往往反而会发热。因此，只要加足轴承盒容积的 $1/3 \sim 1/2$ 即可。不能只注意有形的浪费，而不注意提高水泵的效率和使用寿命。

有的水泵装置压水管较长，而水泵出口未装逆止阀或虽装了但工作不可靠。在电动机电源切断后，水泵将出现三种工况（见图 2）。第一阶段是继续正转正流，仍是“水泵工况”运转；第二阶段是正转逆流，水泵处于“制动工况”运转；第三阶段是逆转逆流，水泵处于“水轮机工况”运转。严重时，第一阶段出现的压力降低，第二、三阶段出现的压力上升，还有逆转，均会给管道、水泵、阀门等带来危害。

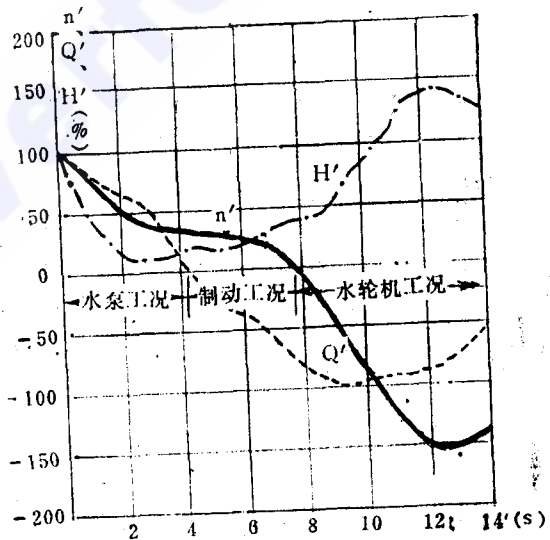


图 2 电动机断电后 H' 、 Q' 、 n' 的变化（相对值）

图 2 电动机断电后 H' 、 Q' 、 n' 的变化（相对值）