

凝结水泵的选型和计算

霍端志

(中国能源工程股份有限公司 北京 100037)

[摘要]通过对凝结水泵的选型和计算,分析泵的有效汽蚀余量(NPSHa)和必须气蚀余量(NPSHr),以及预防汽蚀的措施。

[关键词]凝结水泵;汽蚀余量;预防措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2019.12.641

0 前言

凝结水泵是电厂热力系统中输送凝汽器内凝结水主要设备,亦可用于介质和冷凝水相似的其他地方,是发电厂的关键设备之一。

1 凝结水泵的类型

常用的凝结水泵有两种,一种是立式筒袋泵,一种是卧式多级离心泵。主要是根据凝汽器的布置方式来选型,立式筒袋泵常用于汽轮机下排汽方式的凝汽器,卧式多级离心泵常用于汽轮机轴向排汽的凝汽器,凝结水泵入口的有效汽蚀余量是主要的选型依据。

2 凝结水泵的有效汽蚀余量(NPSHa)和必须气蚀余量(NPSHr)

NPSHa:泵的有效气蚀余量,NPSHr:泵的必须气蚀余量,这两个指标对于泵很重要,为了防止泵的气蚀,泵的有效气蚀余量必须大于泵的必须气蚀余量的0.3米,若输送的介质的温度接近该液体的沸点,应该满足有效气蚀余量大于等于必须气蚀余量的1.3倍。

NPSHa:是由设备及管道布置确定的,NPSHr:是由泵本身的性质决定的。

NPSHa一般应比NPSHr高1m左右,这是一个比较常见的选型依据。很多情况下NPSHa比较小,这就需要NPSHa和NPSHr的差值要小于10%~15%NPSHa。

NPSHa>NPSHr才能保证泵不汽蚀,考虑到操作液位波动、管路压降计算等有偏差以及泵的流道的铸造加工精度可能会引起NPSHr有变化,一般NPSHa-NPSHr>0.5,从安全考虑大点好,大于1.5可以不要每台做汽蚀余量试验,同型号抽查,小于1最好逐台做汽蚀余量试验。

3 凝结水泵的选型计算

3.1 凝结水泵的扬程计算

凝结水泵的扬程是指水泵能够扬水的高度,通常用H表示,单位是m。泵扬程=净扬程+水头损失(泵关断扬程+吸入扬程),净扬程就是指水泵的吸入点和高位控制点之间的高差,如从清水池抽水,送往高处的水箱。净扬程就是指清水池吸入口和高处的水箱之间的高差。如下所示:

L1:水箱的最低液位与泵入口管线中心线的位差,单位m;

L3:为最大工艺流量下,从罐出口到泵入口的磨阻损失(注意弯头要折算为管线的当量长度进行计算),单位m;

L2:为30℃下水的饱和蒸汽压,单位m;

L4:为大气压折算的水柱高度,单位m。(大气压折算的水柱高度,因为泵的NPSH是绝对压力)。则NPSHa=L1+L4-L2-L3

3.2 凝结水泵的流量计算

通常凝结水泵的流量是根据凝汽器的凝汽量来确定,设计选型是考虑凝汽器的最大凝汽量(数值来源于汽轮机的热平衡图)。

3.3 凝结水泵的功率计算

水泵功率通常指输入功率,即原动机传到泵轴上的功率,故又称轴功率,用P表示,即:泵的扬程和质量流量及重力加速度的乘积。

经验公式,一般水泵的效率按0.7考虑,计算如下:

功率 $\times 0.7 =$ 流量 \times 扬程 $\times 9.8$ 流量

(流量:立方米/秒,扬程:米,功率:千瓦)

4 凝结水泵预防汽蚀的措施

因为运行工况的原因,凝结水泵入口为微负压,而汽蚀现象是液体在一定温度下,降低压力至该温度下的汽化压力时,液体便产生气泡。把这种产生气泡的现象称为汽蚀。汽蚀时产生的气泡,流动到高压处时,其体积减小以致破灭。这种由于压力上升气泡消失在液体中的现象称为汽蚀溃灭。

泵在运转中,若其过流部分的局部区域(通常是叶轮叶片进口稍后的某处)因为某种原因,抽送液体的绝对压力降低到当时温度下的液体汽化压力时,液体便在该处开始汽化,产生大量蒸汽,形成气泡,当含有大量气泡的液体向前经叶轮内的高压区时,气泡周围的高压液体致使气泡急剧地缩小以至破裂。在气泡凝结破裂的同时,液体质点以很高的速度填充空穴,在此瞬间产生很强烈的水击作用,并以很高的冲击频率打击金属表面,冲击应力可达几百至几千个大气压,冲击频率可达每秒几万次,严重时会将壁厚击穿。

在水泵中产生气泡和气泡破裂使过流部件遭受到破坏的过程就是水泵中的汽蚀过程。水泵产生汽蚀后除了对过流部件会产生破坏作用以外,还会产生噪声和振动,并导致泵的性能下降,严重时会使泵中液体中断,不能正常工作。

为了预防汽蚀的产生,必须提高NPSHa,使NPSHa>NPSHr可防止发生汽蚀的产生,通常措施有如下:

A.减小几何吸上高度hg(或增加几何倒灌高度);

B.减小吸入损失hc,为此可以设法增加管径,尽量减小管路长度,弯头和附件等;

C.防止长时间在大流量下运行;

D.在同样转速和流量下,采用双吸泵,因减小进口流速,泵不易发生汽蚀;对于在苛刻条件下运行的泵,为避免汽蚀破坏,可使用耐汽蚀材料。实践表明,材料的强度、硬度、韧性越高,化学稳定性越好,抗汽蚀的性能越强;

E.改进泵的吸入口至叶轮附近的结构设计。增大过流面积;增大叶轮盖板进口段的曲率半径,减小液流急剧加速与降压;适当减少叶片进口的厚度,并将叶片进口修圆,使其接近流线形,也可以减少绕流叶片头部的加速与降压;提高叶轮和叶片进口部分表面光洁度以减小阻力损失;将叶片进口边向叶轮进口延伸,使液流提前接受作功,提高压力;

F.采用前置诱导轮,使液流在前置诱导轮中提前作功,以提高液流压力;

G.采用双吸叶轮,让液流从叶轮两侧同时进入叶轮,则进口截面增加一倍,进口流速可减少一倍;

H.设计工况采用稍大的正冲角,以增大叶片进口角,减小叶片进口处的弯曲,减小叶片阻塞,以增大进口面积;改善大流量下的工作条件,以减少流动损失。但正冲角不宜过大,否则影响效率。

5 结论

5.1 具体描述了凝结水泵的选型计算,并且分析了影响凝结水泵的相关因素。

5.2 结合凝结水泵的运行工况,提出有关汽蚀的预防措施。

参考文献

[1]中华人民共和国国家经济贸易委员会.《火力发电厂设计技术规程》.(DL 5000-2000).中国电力出版社.北京.2000.

[2]中华人民共和国国家发展和改革委员会.《火力发电厂技术经济指标计算方法》(DL/T904-2004)北京.2004.