

探讨离心泵的汽蚀危害及其预防措施

杜江波 杨扬

(河北德林机械有限公司, 河北 石家庄 051130)

摘要 在离心泵叶轮内两项轮流的原理中, 离心泵发生汽蚀的危害是极大的, 本文主要分析了离心泵发生汽蚀的原因极其危害, 并且对离心泵汽蚀的预防措施加以阐述, 通过汽蚀的参数对这种情况的危害加以解析, 从而得出发生汽蚀的临界条件, 为预防离心泵汽蚀提供了有效的数据支持并为其控制和与预防提供了先决条件。

关键词 离心泵 汽蚀机理 汽蚀危害 预防措施

中图分类号: TH311

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)05-0054-02

1 汽蚀机理

汽蚀的过程就是离心泵在运转中的液体汽泡从产生到破裂的全过程, 一般情况下, 汽泡从产生到消失的时间非常短, 且这一过程的动态较为复杂。

当离心泵中的液体发生流动时, 其中流道内的每个点的压强是不相同的。液体流动的静压力降低就会产生一定的汽化, 因为就一般情况下的流体物理学来说, 虽然和外界没有能量交换, 外界的热量也没有传达到液体中, 但是由于液体快速流动所产生的低压低于汽化的压力, 就会使得质点产生汽化, 这种汽化的表现形式就是在离心泵的液体中产生很多的汽泡, 同时这些汽泡中有很多充斥着液体的蒸汽, 这些蒸汽有些随着汽泡破裂而消散, 有些则是在汽泡中和液体相融合, 如图1所示为离心泵汽蚀。

被汽化的液体中含有的氧汽和被汽化液体周围的液体中的氧汽都被分离并析出, 混合到汽泡内的蒸汽里, 并且随着液体的流动, 汽泡也随着进入离心泵的高压区, 这时流体的静压力再次升高, 当流动液体的静压力大于汽化的压力时, 汽泡内外的压强就会不一致, 从而导致汽泡迅速的凝结, 然后周围的液体迅速地填充入汽泡破裂后的孔位中, 并产生巨大的内向性质的冷凝冲击, 使得蒸汽又重新凝结变成液体, 这种冷凝现象会使得其它的汽泡消失。^[1]

破裂的汽泡凝结成液体的同时这部分液体就会产生能量, 形成无数细小的高频撞击柱冲击金属的表面, 长此以往就会造成金属表面的腐蚀。

2 汽蚀的危害

2.1 产生振动和噪音

在离心泵发生汽蚀的过程中, 汽泡进入到高压区会迅速地受到冲击而产生缩小和破裂的现象, 然后周围的液体质点会飞速的回填汽泡破裂所产生的空穴, 从而产生巨大的能量, 这种能力会产生水力高频冲击, 这种高频的冲击一定会伴随着振动和噪声。

一般情况下, 通过相关的实验检测, 汽蚀所引起的振动频率范围从 1000HZ 到 25000HZ 之间, 如果汽蚀所产生

冲击的频率和离心泵内装置的固有频率接近, 就会产生共振现象。

然后由于汽泡的破裂, 液体微团之间也会发生碰撞, 从而导致和流道壁表面发生冲击, 这种冲击频率不同, 因此会产生各种频率范围的噪声, 产生的噪声时高时低。当汽蚀现象较为严重的时候, 会引起离心泵强烈振动并发出巨大的噪音, 这不仅会对工作环境造成危害, 同时也会使得离心泵无法正常工作。

2.2 过流部件的汽蚀破坏

流动液体所差生的汽泡在金属表面破裂的过程中, 金属表面会受到连续的猛烈冲击, 这种冲击主要来自于破裂的汽泡凝结成液体时, 这部分液体产生的能量, 形成无数细小的高频撞击柱冲击金属的表面, 这就会导致金属表面的晶粒松动并且剥落, 让金属表面呈现出海绵状, 甚至出现大量的空洞。

3 汽蚀参数

3.1 汽蚀余量

离心泵入口处的单位质量的液体会超出液体汽化的压力, 这样就会产生出来一部分富余的能量, 这种能量统称为离心泵汽蚀效应的汽蚀余量。汽蚀余量的数值等于以基准面算起的离心泵口总吸入压力减去泵内流体的液体汽化压力, 这种压力属于绝对压力, 用米液注来测量。

3.2 有效汽蚀余量

有效的汽蚀余量是指由离心泵内装置系统来确定的汽蚀余量, 这种余量的大小是由吸入的管路系统参数和管路中液体流动的流量通过计算来确定的, 和离心泵的内部构造有关联。

3.3 必需汽蚀余量

必需汽蚀余量是离心泵制造厂商通过出场前的性能测试来确定的汽蚀余量。

3.4 汽蚀参数控制

离心泵在工作时产生汽蚀是比较常见的事情, 汽蚀效应会对泵体和内部构造产生严重的损害, 因此要通过汽蚀



图1 离心泵汽蚀

余量参数的相关计算来合理的规避汽蚀所造成的危害，并且可以采取一定的手段防止汽蚀的产生。

4 汽蚀现象的控制措施和预防措施

4.1 确定合理的吸入高度

要在离心泵的出厂设计上来增加吸取液体面的位置或者降低离心泵的安装位置，这样就能够提升汽蚀余量的绝对值。对液体的吸取装置，可以采用真空罐来引水，这种引水方式的吸程较短，可以有效地防止汽蚀现象的产生。

这种方法的缺陷是会增加设备的投资费用，但是也具有的优势，可以使得离心泵的操作变得简单适用。在倒灌装置中，离心泵的安装高度在一定的条件下会增加吸入设备的高度，从而使得汽蚀余量得到有效增加。

4.2 减小离心泵的入口水力流失

要尽量地减少水吸入管道中的水力流失，从而减低液体的饱和蒸汽压，这就要求在设计吸入管道的时候要尽可能的增大离心泵吸水入口的直径，从而减少管内的液体流动。在确保液体流动减缓后，再缩短管道的长度，从而降低因吸入管道过长而导致的水力损失，从而有效的提高离心泵的汽蚀余量。

4.3 进行合理的管道布置

为了防止汽蚀现象的发生，要使得吸入管道在设计时避免出现一些形状，例如“凸”字型和“几”字型，并且要使得管道的管路具有一定的坡度。

对于吸上装置，要在离心泵口的地方偏心管采用顶平连接，并且使得管路的坡向容器能够和管路口距离尽可能减少。对于倒灌装置，在离心泵口处采用底平连接，然后使得管路坡向泵。

4.4 增加离心泵的吸入压力

通过增加前置离心泵的入口压力能够极大的提升有效

汽蚀余量。在离心泵运行中能够保障前置泵的良好运行状态，并且保证离心泵入口的压力足够大，这些都能够极大的提升离心泵的有效汽蚀余量。

4.5 提高离心泵本身的抗汽蚀性能

要改进离心泵的吸入口到叶轮附近的结构设计，增加液体的流动面积。然后增大叶轮盖板进口部分的曲率半径，使得液体流动的加速和降压能够得到有效的控制。^[2]然后提高叶轮和叶片进口部分的表面光洁度，从而减少因阻力过大而带来的流体能量损失。

应用前置诱导轮，使得液体流动在前置的诱导轮中能够比往常的做功流程提前，从而使得液体的有效压力增加。采用双吸叶轮，让液体从两侧流入双吸叶轮，这样就可以让液体进口扩大一倍，使得流速降低。

5 结语

由于效率指标相对来说较为重要，因此在离心泵的整体运转中，在满足装置汽蚀余量的前提下，为了效率指标而牺牲汽蚀余量的指标，因此需要对这种现象进行深入的分析 and 探讨，并对预防汽蚀现象的发生提供有利的措施。

参考文献：

- [1] 董胜强. 生产岗位专业技术培训教材(汽机分册)[M]. 山西: 山西大唐国际临汾热电有限责任公司, 2017.
- [2] 张林伟, 段海鹏, 郭玉朋, 张东岭. 煤矿用多级离心泵的汽蚀及预防[J]. 水力采煤与管道运输, 2016(03):6-11.