水泵试验中常见错误分析

田 莉

(中南林业大学, 湖南 长沙 410004)

摘要：泵试验操作中常见错误有：基准面测量困难，汽蚀试验方法选择及操作不当，泵进、出口压力测量中仪器仪表选择方面有问题，吸入管路安装、选择不当，流量测量中节流式流量计漏水或气体未放尽、涡轮式流量计中有异物等；试验数据处理中常见错误有数据处理不恰当等。针对这些问题，分别提出了解决方法和注意事项。最后指出，泵产品的试验是一项涉及多种专业知识的工作，在试验中要认真对待、处理好每一个环节。

关键词：水泵;性能;试验;误差

中图分类号：TK730.7 文献标识码：C 文章编号：1005-6254(2006)02-0050-03

泵是一种量大面广的通用机械产品，在国民经济各部门中起着广泛而重要的作用。泵产品性能的优劣可由性能试验来检验，准确的试验结果是判定泵产品合格与否的依据，而准确的试验结果来自正确的试验操作和数据处理。可见，正确的试验操作对泵试验来说有极为重要的意义。

1 水泵试验中常见错误分析

1.1 对汽蚀试验的影响

1.1.1 泵基准面的选择

泵基准面是计算排出、吸入水头时确定位置水头基准的水平面，标准 GB/T7021、GB/T3216 都有明确的规定，对 IS、IH、IR、IT、S、Sh、Y、IY、D、DG 等卧式泵，其基准为泵轴中心线所在的水平面，这类泵的基准面比较容易确定；对立式泵是通过叶轮叶片进口边的外端所描绘的圆的中心的水平面；对 DL、LD、LG 等立式多级泵，其基准为首级叶轮叶片进口边最大直径那一点所在的水平面；对立式双吸泵，以上部叶片为基准[1]，这类泵的基准面确定就很难准确，容易出现误差，见图 1a。实际运行时泵内水流压力的最低点在叶轮进口叶片端部背面，即在叶轮进口边几何位置最高点附近，不在叶轮的轴线上。对于小泵，按标准规定的基准面与实际压力最低点即最易发生汽蚀的部位相差较小；可对于大型泵，这个差就较大了，因此应按图 1c 来选择基准面。

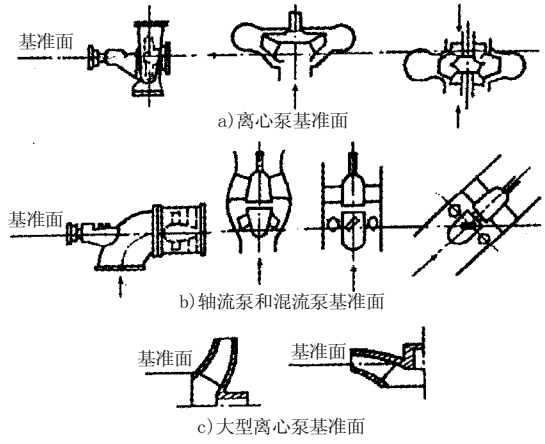


图1 水泵基准面的确定

1.1.2 汽蚀试验的方法选择不当

针对不同汽蚀性能的泵产品，要采取不同的适当的试验方法。文献[1]中指定了 3 种汽蚀试验方法：1)增加吸入管阻力、2)改变自由液面高度、3)设置闭式回路系统。现在行业企业中比较常用的是用调节闸板阀的开度以改变吸入阻力的方法来进行试验的，这种方法由于闸板阀的内部结构影响流动状态，进而影响节流阀进口水流的速度分布和压力分布，当节流阀关闭到一定程度时，介质通过阀的速度增大，由此产生的动能急剧增大，压力也急剧降低，若泵汽蚀余量较小，节流阀易先于泵发生汽蚀，致使泵的汽蚀试验在一些情况下误差较大。这对于汽蚀余量值较大的泵影响不大，而对于汽蚀余量值小的泵则影响甚为明显，因此对于这类泵的汽蚀试验，应采用第 3 种方法即闭式试验台，用改变吸入液面上压力的方法进行

作者简介：田 莉(1957-)，女，湖南益阳人，工程师；主要从事水力机械质量监督检验工作。

万方数据

试验(即抽真空的方法),但闭式回路系统必须有足够的容积,避免试验过程中水温上升过快。

对流量、扬程大的泵,试验可以采用计算机自动控制;流量、扬程小的泵,最好采用人工手动调节,每一工况点的数据采集,一定要有足够的稳定时间,直到流动状态稳定后再采集数据。

1.1.3 汽蚀试验操作上的不当

文献[1]中规定临界汽蚀余量 $NPSHc$ 值是在给定的流量下,或者在给定的扬程下,在第一级内引起第一级扬程或效率下降 $(2+k/2)\%$ 时的 $NPSH$ 值。在试验操作中,都是以水泵扬程或效率的初测值为参考值,当扬程或效率下降 $(2+k/2)\%$ 时的 $NPSH$ 值即为临界汽蚀余量 $NPSHc$ 值。因此初测值一定要准,如果有偏差,则会影响到临界汽蚀余量 $NPSHc$ 值。

再如果在试验中不能合理布置试验点,特别是在汽蚀发生前没有一定的试验点,就无法找到 $H-NPSH$ 曲线拐点,即汽蚀发生点。这样作出的 $H-NPSH$ 曲线扬程下降的斜率会减小,$NPSHc$ 值会随之增大[2]。

1.2 对扬程的影响

水泵扬程是指通过水泵每单位重量液体(1 N)实际所获得的能量(J),单位为 m,因此其值可用几何高度"米"来表示。实验中水泵扬程是根据泵出口与进口液体总水头之差求得,即

$$H=Z_2-Z_1+\frac{p_2}{\rho g}-\frac{p_1}{\rho g}+\frac{v_2^2}{\rho g}-\frac{v_1^2}{\rho g}$$

式中,Z_2,Z_1 分别为泵基准面到泵出口、进口测压仪器中心的竖直距离,m;p_2、p_1 分别为泵出口、进口压力,Pa;v_2,v_1 分别为泵出口、进口测压断面的流速,m/s;ρ 为抽送液体的密度,kg/m^3;g 为当地重力加速度,m/s^2。

由上式可见,影响泵扬程测量的因素主要有泵基准面的选择、压力的测量、和流速的计算等。

1.2.1 泵基准面的选择的影响

泵基准面应按第 1.1.1 项所述来选择。但对长轴井泵、潜水电泵等液下泵,因其基准面难以测量,泵扬程由下式计算:

$$H=Z_{21}+\frac{p_2}{\rho g}+\frac{v_2^2}{\rho g}$$

式中,Z_{21} 为液面至出口测压仪器中心的竖直距离,m。

1.2.2 泵进、出口压力的测量

1.2.2.1 测试仪器带来的误差

在试验过程中,由于测试仪器仪表的选择不当,给试验结果带来了误差。常见的有:①测试仪器仪表的精度不够,仪器仪表没有按 GB3216 的要求进行选择,精度比较低,误差增大;②测试仪器仪表的量程选择得不合适,偏大或偏小;③测试仪器仪表的使用时间超过标定的有效期。

1.2.2.2 吸入管路安装、选择不合理的影响

由于吸入管路安装、选择不合理,影响试验精度,具体情况:①吸入管路联接密封性不好,吸入管路漏气。由于在试验运转时,吸入管路内是负压,此处的漏气不易被发现,因此在吸入管路装好后应预先进行水压试验,检查密封性的质量,安装合格后在没有特殊情况下,不要轻易拆卸。②吸入管路的大小选择得不合适。一种情况是吸入管路的内径小于泵吸入口法兰的内径;另一种情况是吸入管路直管稳流段的长度没有按标准要求选取。吸入直管段的内径应选取与泵吸入法兰内径相一致的规格,吸入直管段的长度要大于或等于 $12D$ (D 为泵吸入管的内径)。③测压管断面的直径选择不合适。因为标准钢管管径不是按照管内径选择,而断面流速计算时是按内径计算,如果内径差 1%,流速计算就会有 2%的误差,因此应尽可能选择内径与法兰尺寸一致的钢管。

1.2.2.3 泵的进口产生预旋,应进行修正

有时在性能试验过程中,在小流量区泵进口产生预旋,使得试验数据不准确,性能曲线产生驼峰;更有甚者,会使泵的性能试验进行不下去,大流量调不上去。遇到这种情况,对有预旋情况下测得的试验数据,按文献[1]规定的方法进行校正;对于性能试验进行不下去的情况,特别是低扬程泵,可选择一额定流量相近的泵作辅助泵,与被测泵串联再进行试验[3]。

1.3 对流量测量的影响

1.3.1 节流式流量计

节流式流量计有孔板流量计、喷嘴流量计和文吐里流量计等。流量计中的节流件使流束局部收缩,流速增大,压力降低,在节流件前后形成压力差。流量越大,压力差越大。通过测量压力差,从而换算出流量。

1.3.1.1 放气孔处漏水

有时在节流式流量计放气孔处泄漏少许水,试验人员对此没有引起重视,认为泄漏量很小,对流量影响不大。而实际上会给实测结果带来较大误差。节流式流量计是通过测量两个截面的压力差,从而测量流量的。虽然泄漏量小,但对测量

万方数据

截面的测量压力值的影响是明显的,因此对流量的测量结果也有明显影响。

1.3.1.2 流量计的气体未放尽

在试验过程中,有的试验操作人员由于认识不足,在给节流式流量计放气时,气体没有放尽。节流式流量计的设计是按充满液体介质设计的,不是按气液两相设计的。在试验的液体输送中,少量的气体对实测的流量结果影响较大。笔者在实验过程中就发现测量误差达到20%以上,因此在试验中一定要重视节流式流量计处的放气问题,把此处的气体放尽。

1.3.2 涡轮流量计

涡轮流量计叶轮上的异物是造成测量误差的主要原因。流量计安装在管路上,不容易被检查,而试验系统的介质中有时会有树叶、棉纱头等异物,异物随介质流经流量计时可能被叶轮挂住或粘在叶轮上,使叶轮旋转频率改变,影响流量的测量精度。因此要经常保持试验水池的清洁,经常检查流量计的叶轮。

2 数据处理中的错误分析

试验数据处理不恰当,也会造成结果有较大误差。

1)有的试验计算员往往为了省事,在计算临界汽蚀余量时,直接在试验记录数据上的两个工况点之间进行插值求得。这样做是不准确的。在汽蚀状态的情况下,流动状态是相当恶劣的,流量、压力的波动都比较大,这样采集到的数据误差是较大的。若试验操作人员工况调节程序不正确,将给试验结果带来更大的误差。正确的处理方法是根据试验记录数据绘制 $H-NPSH$ 性能曲线,根据扬程的规定下降值相应在曲线上求得临界汽蚀余量。

2)有的试验人员在处理试验数据时,往往忽视实际转速与标准转速不同时,汽蚀余量的换算。当实际转速与标准转速的差别很小时,误差相应小一些。但有些情况下,转速的差异是不容忽视的,例如:IS型泵的规定转速为2 900 r/min,而实测转速却较高,一般为2 990~2 980 r/min左右,如表1所示,此项误差就已超过标准规定的5.3%(C级标准)的误差[4]。

表1 汽蚀余量的误差

实测转速/r/min	实测转速下的 $NPSHc'$/m	规定转速/r/min	规定转速下的 $NPSHc$/m	误差/%
2 991	2.1	2 900	1.97	6.4
2 992	3.7	2 990	3.45	6.4
2 991	4.6	2 990	4.32	6.4

3 结束语

泵产品的试验是一项涉及多种专业知识的工作,诸如泵的专业知识、电气知识、计算机知识、测试知识等,要真正全面熟悉掌握这门工作,也并非一件容易的事情,需要试验人员去探索、积累、掌握。在试验中要认真对待、处理好每一个环节,同时要进一步研究水泵的各种特性,探求新的测量技术和设备,更准确地测量水泵性能,为生产、科研和实际应用服务。

参考文献:

[1] GB/T3216-1989, 离心泵 混流泵 轴流泵和旋涡泵试验方法[S].

[2] 裴毅. 影响泵汽蚀余量测量的有关问题探讨[J]. 企业技术开发,2000(1).

[3] 关醒凡. 现代泵技术手册[M]. 北京:宇航出版社,1995.

[4] 刘强,王洋,王准. 泵在不同试验台试验数据偏差原因分析[J]. 排灌机械,2005,23(1):48-50.

Common Mistakes in Pump performance Tests

TIAN Li

(Central South University of Forestry & Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: In the course of pump performance tests, some mistakes occur often, including inaccurate measure of the base level, incorrect operation in cavitations test, wrong selection for the pressure measure meter and suction pipes, leakage or containing air within flow meters, bad data processing etc. Aiming at these problems, some solution and attention were put forward. Finally, an advice was pointed out, the work of pump test involves much professional knowledge, they should be handled seriously.

Key words: Pump; Performance; Test; Mistakes

万方数据