

泵吸入管路上直管段的设置分析

易志丹

(五环科技股份有限公司, 武汉 430223)

摘要: 为了找出泵吸入管路上直管段的设置原则, 将我国泵吸入管路上直管段的设置要求和国外公司的设置要求进行比较, 进而分析不同点, 并利用泵的结构特点论证, 从而推导出泵吸入管路上如何设置直管段。

关键词: 单吸叶轮; 双吸叶轮; 预旋; 轴向推力; 反推力

中图分类号: TQ 051.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-3281(2009)01-0039-03

Analysis of Setting Straight Pipe on Pump Suction Section

YI Zhi-dan

(Wuhuan Engineering Co., Ltd, Wuhan 430223, China)

Abstract: In order to find out the principle of setting straight pipe on pump suction section, the comparison of requirements specified in Chinese standard with that in foreign companies' specification was carried out. The different points were, then, analyzed. Based on the structural features of pumps, the method of setting straight pipe on pump suction section was deduced.

Keywords: single-suction impeller; double-sided impeller; pre-rotation; axial thrust; reaction thrust

对于泵周围的配管设计, 在国内大量的书籍手册中都有详细的叙述, 例如为改善泵的吸入条件、为防止水锤, 对泵的进出口管道设计作了相应的规定。然而, 近年来和国际工程公司合作越来越频繁, 许多国外公司对泵的吸入管路上有一些直管段的设置要求, 这在国内项目中很少见到, 现就泵吸入管路上直管段的具体设置要求进行分析。

1 泵吸入管道的重要性

离心泵管道, 特别是吸入管道, 能严重影响泵的操作效率和寿命, 是确保泵经常处于正常工作状态的关键。吸入管道设计不当将导致空气或水蒸气夹带进入泵中引起汽蚀, 导致振动, 并使泵偏离平衡位置。汽蚀能引起叶轮的严重磨损, 而偏离平衡位置能导致轴轻微的偏心转动, 最终磨损泵的轴承和密封, 造成停车检修。

泵的吸入端必须是连续充满液体的, 当液体进入泵嘴时, 如有偏流、旋涡流时则会破坏液体在叶轮内的流动平衡, 使泵的扬程发生改变, 也影响轴功率, 同时由于流体进入叶轮角度与设计时要求不同, 会出现气阻、液体与叶轮片不接触等现象, 造成振动噪声, 因而使泵的性能变劣, 泵的寿命缩短。特别是转速高的泵, 如轴流泵, 更易受影响。

2 比较分析

2.1 不同的规范、手册中对直管段的定义

在 GB 50275—98 中指出离心泵的吸入管路的配置应符合: 泵入口前的直管段长度不应小于入口直径 3 倍^[1]。

另外, 国内一些手册中指出对于侧面吸入的离心泵, 入口外要有一段长度大于 3 倍管径的直管段, 然后才能接弯头。双吸入的离心泵, 为了避免双向吸入引起水平离心泵的汽蚀, 双吸入管要对称布置, 以保证两边流量分配均匀, 图 1 表示垂直管道通过弯头与泵进口管嘴直接连接, 但泵的轴线一定要垂直于弯头所在的平面。此时, 进口配管要求尽量短, 弯头接异径管, 再接进口法兰。其他条件下, 为使泵轴两侧的推力相等, 叶轮平衡, 此时需要有 7~10 倍管径的直管段^[2]。

在 TECHNIP 管道设计规定中, 要求对于“侧-侧”形式的双吸泵, 当吸入侧的第一个弯头是水平安装时, 在泵的吸入端和第一个弯头之间应有最少

收稿日期: 2008-09-10; 修回日期: 2008-10-20

作者简介: 易志丹(1981—), 女, 湖北武汉人, 助理工程师, 工学学士。主要从事管道设计工作, 曾参与多个涉外项目的工程设计工作。

5倍管径的直管段。反之当吸入侧的第一个弯头是垂直安装时,泵的吸入端的直管段可以忽略,见图1.2。在川崎的管道设计规定中则要求单吸泵入口前的直管段长度不应小于入口直径3倍(见图3),双吸泵入口前的直管段长度不应小于入口直径5倍,直管段是指泵的吸入端和异径管间的距离,临时过滤器包括在这个直管段中。

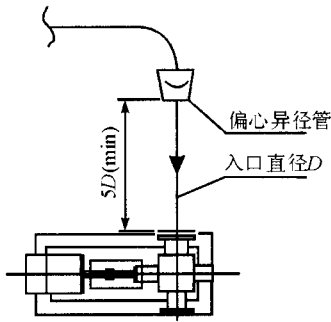


图1 5倍直管段要求

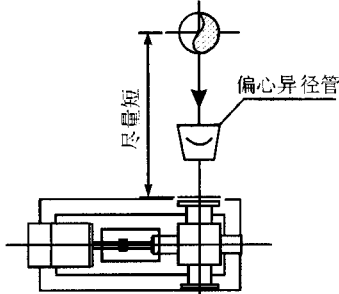


图2 最小距离要求

2.2 离心泵的结构分析

鉴于各规定中的不同度量,首先从离心泵的结构开始分析,以推导出泵吸入管路上如何设置直管段。

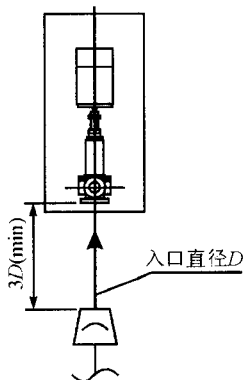


图3 3倍直管段要求

在单吸叶轮中,液体仅从一侧进入到叶轮进口。双吸叶轮实际上是两个单级叶轮背靠背地布置在一个壳体内,抽送的液体同时从两侧进入叶轮。此时,壳体的两个吸入流道与共同的吸入通道和单独的吸入短管相连接^[3],见图4。

不正常的进口条件和不合理的吸入流道形状,都可能在叶轮进口之前吸入管的某一位置处引起螺旋形液流,这种现象称为预旋^[3]。由于预旋使液体以不同于设计者计算所得的角度进入叶轮叶片之间,液体预旋与叶轮转向相同会降低泵的压头;液体预旋与叶轮相反转向则会增加泵的压头和功率,也可能使驱动装置过载并改变泵的曲线形状和系统的性能。所以,将液体以流线型的流动方式导入叶轮进口是最合理的。为了有一个最优的流动形式,避免对叶轮的干扰,要求吸入管在紧靠泵吸入法兰前设置一定的直管段。

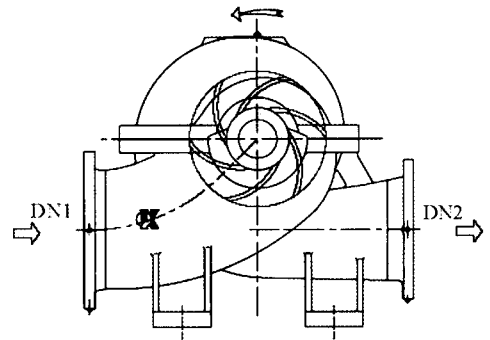


图4 双吸泵

另外,对于双吸泵,轴向推力平衡是很重要的。轴向推力是指沿轴向作用在叶轮上的不平衡力之和。从理论上来说,双吸叶轮一侧的压力和另一侧的压力因相等而抵消,所以在轴向得到水力平衡。然而实际上,由于下述原因,这种完全的平衡是不可能达到的^[3]:

- (1) 通向两侧吸入眼的吸入流道,难以保证供给相等的或均匀流量;
- (2) 外部条件,诸如弯管离泵的吸入管太近等,可能引起两侧吸入眼的流量不等;
- (3) 排出壳体流道两侧可能不对称,或叶轮位置可能偏心;
- (4) 通过两个泄漏接缝的泄漏量不等,可能会干扰平衡。

作用在叶轮盖板上的压力造成的轴向推力见图5^[3]。当两侧吸入眼的流量不等时,作用在双吸叶轮上的推力是不相等的,则其反推力差异也大,反推力对壳体的破坏程度也随之不同,将引起工作能力和效率的下降、轴承超载、噪音、汽蚀,从而会损坏叶轮和壳体。所以,在布置泵的吸入管道时,在满足其他条件的情况下,一定要注意泵入口前直管段的设置长度。

对于单吸泵的进口处,最好配置一段长度不小于入口直径3倍的直管段,如图6所示^[4]。

当布置上无法在吸入侧设直管段时,可以在泵嘴附近安装整流管或加导流板使液体以流线型的流动方式进入泵吸入口。然而整流管的造价高于直管段,建议在设备布置时优先留出一定距离以便在泵

吸入管道上设置最小直管段,这样设计上既合理,费用上也节省。

对于直管段的范围划定,指等直径的直管段,一般不考虑偏心异径管,因为直径上的大变化会干扰流向叶轮的流型,并引起振动,加快磨损^[4]。

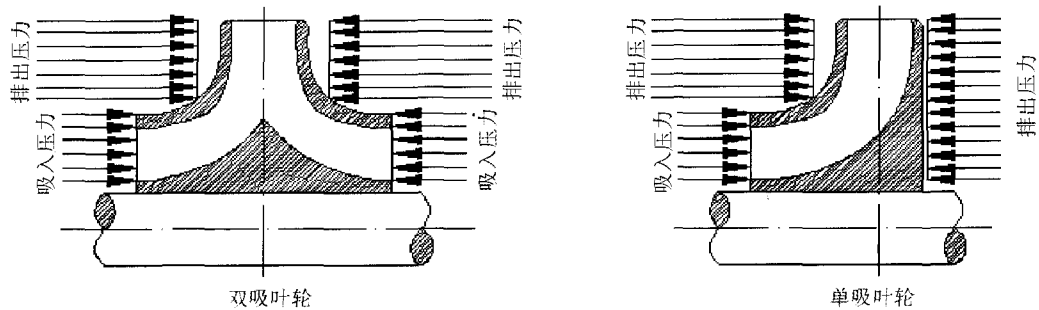


图5 作用在叶轮上的轴向推力^[3]

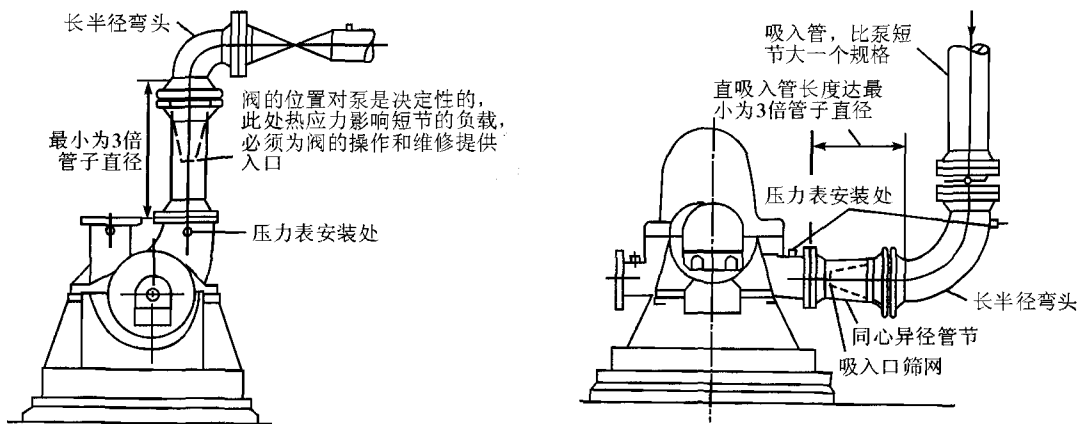


图6 单吸泵入口处配管示意^[4]

3 结束语

综上所述,对于单吸泵的进口处,最好配置一段长度大于入口直径3倍的直管段。对于双吸泵的进口处,当吸入侧的第一个弯头是水平安装且弯头是长曲率半径的弯管时,在泵的吸入端和第一个弯头之间最好配置一段长度大于入口直径5倍的直管段;当吸入侧的第一个弯头是水平安装且弯头是短曲率半径的弯管时,在泵的吸入端和第一个弯头之间最好配置一段长度大于入口直径8倍的直管段;当吸入侧的第一个弯头是垂直安装时,泵的吸入端的直管段可以忽略。其中直管段是指泵的吸入端法

兰与第一个弯头或其他分散水流的元件之间的距离,临时过滤器可以包括在当中,但不包含偏心异径管。所有对单台泵的要求均适用于集合管泵系统。

参考文献

- [1] GB 50275—98,压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范[S].
- [2] 蔡尔辅. 石油化工管道设计[M]. 北京:化工工业出版社, 2004:231-232.
- [3] 卡拉西克 I.J. 泵手册(第一分册)泵的理论、性能、结构、使用、试验[M]. 关醒凡等译. 北京:机械工业出版社, 1983:154-181.
- [4] 卡拉西克 I.J. 泵手册[M]. 陈允中等译. 北京:中国石化出版社, 2002:1315-1316.