

水泵间距对水泵吸水能力的影响探讨

曹成亮

(中国医药集团联合工程有限公司上海分公司 上海 200000)

摘要: 本文通过分析某海水泵系统原五台泵吸入流态, 对比新增四台泵后系统的吸入流态, 分析评价新增水泵与原有水泵系统是否存在相互干扰情况。为需增设水泵的泵站提供参考。

关键词: 水泵; 吸入流态; 吸水特性

0 引言

水泵作为取水的重要设备之一, 其控制策略的好坏直接关系到取水效率的高低。而提升泵站作为水处理工艺中的一个环节, 通常设置多台水泵, 采用多用多备的方式 24 h 不间断运行。在使用过程中, 随着日益增长的需求, 原有的水泵组合往往不能够满足当下的用水要求, 因此需要增设水泵。

本文通过对某海水泵系统吸入流态进行分析, 评价新增水泵与原有水泵系统是否存在相互干扰情况。

1 系统概述

某海水泵系统已投入运行五台海水泵, 现新增四台海水泵。分析最苛刻工况 - 最低液位工况下已投入运行的五台海水泵的吸入流态, 对比分析最低液位工况 - 新增四台泵后, 共九台海水泵系统吸入流态, 完成相互之间的分析对比评价。

已投入运行的五台泵流量分别为 3800/3800/1160/1850/1100 m³/h; 吸入口径分别为 620/1250/1250/1250/480 mm; 插入深度均距坑底 500mm。新增的四台泵流量分别为 1200/1200/550/550 m³/h; 吸入口径均为 500 mm; 插入深度均距坑底 500mm。

2 计算模型描述

2.1 几何模型描述

根据海水泵系统布置图, 按最苛刻工况对泵池进行三维建模, 模型比例为 1:1。由于常规计算足以支撑本项目的分析计算及评价, 因此建模过程中, 未考虑泵池细小圆角及过渡形状。

2.2 网格模型选择

网格划分方面, 应用 ANSYS ICEM 网格划分软件, 采用适应性较强的非结构化四面体网格类型, 并对叶片进口、出口、圆角等重要位置进行了局部加密处理, 常规整机计算域总网格数量约 560 万。

根据设计工况参数, 初步预估过流区域最大特征流速, 则根据不同位置特征长度估计过流区域内雷诺数处于 106 至 107 量级, 当采用壁面函数, 满足近壁 Y^+ 值不大于 100 时, 通过下式即可对近壁区域的网格分布尺度 Y_{wall} 进行初步预估。

$$y_{wall} = 6 \left(\frac{\rho^* V_{ref}}{\mu} \right)^{-7/8} \left(\frac{L_{ref}}{2} \right)^{1/8} * Y^+$$

其中 V_{ref} 为特征速度、 L_{ref} 为特征长度。

在网格划分时, 综合考虑网格尺度过渡均匀性、计算的网格数量级及估计所得的网格近壁布置特征尺度, 同时验证整机模型网格无关性假设后, 确定最终的网格总数。以 Quality 指标衡量的网格质量在 0.3 以上, 网格质量可以满足一般工程计算精度要求。

2.3 计算条件设置

在计算过程中采取定常计算方式来模拟流体流动状态, 控制方程采用连续方式和雷诺时均 N-S 方程, 选用标准 $k-\varepsilon$ 湍流模型封闭方程组; 采用多重参考坐标系 (MRF) 策略, 近壁区采用标准壁面函数法; 假定进口来流垂直于进口边界, 进口采用总压进口, 出口采用质量流量边界 [4]。采用 ANSYS CFX 求解软件, 计算收敛准则最大残差低于 10^{-5} 。

3 计算结果分析及评价

对已投入运行的五台泵吸入段区域静压分布进行分析, 发现五台泵吸入口静压分布符合泵常规吸入段附近区域的压力分布, 呈现较为良好的吸入特性, 为泵稳定性运行提供了保障。

对吸入段区域速度分布分析, 发现不同位置泵相对于泵坑海水进口的方位不同, 速度分布呈现不同。每台泵出现速度最高的位置均处于泵吸入口处, 其中吸入速度最大泵, 其吸入口尺寸最小。在相同的吸入流量下, 吸入口尺寸越小, 吸入速度越大; 每台泵速度从吸入口向外呈现扩散降低的状态, 绝大部分区域的速度值在 0 ~ 0.6m/s, 这对泵的吸入状态影响是非常小的。

对距坑底 250mm、350mm、450mm 范围下的速度分布分析, 发现泵进行常规运转时, 其抽吸作用会使泵吸入口周围的介质产生周向漩涡, 与上文分析趋势相同, 随着周向漩涡的半径加大, 其速度值越来越小, 在吸入口径 500mm, 周向漩涡的速度值下降至 0.2m/s 左右, 对泵的吸入性能不会产生影响。

新增 4 台泵后, 对海水泵系统吸入段区域静压分布分析, 发现: 原已运行的 5 台泵吸入口静压分布仍符合泵常规吸入段附近区域的压力分布; 新加入的 4 台泵自身也呈现较为良好的吸入压力分布, 为泵稳定性运行提供了保障。

(下转第 42 页)

双料传感器(通过检测料厚,判断是一张板料还是多张板料),同理传感器的选用也可以做在配方中切换。

通用端拾器如用在机器人拆垛,限制较少,可以调整机器人轨迹实现避开分张器等。如采用轨迹固定的拆垛机械手,在设计吸盘排布时要注意避让磁力分张器。同时,为了避免双料感应器吸盘与料垛干涉(双料吸盘尺寸较大,与料垛干涉的可能性较大,容易损坏,单价也较高),更好地实现多板料切换,可以给双料传感器增加一套气缸顶出装置,在选中的条件下,双料检测装置落下使用,未选中则升起,减少与料垛的干涉。普通吸盘如与料垛干涉,可以调整板料在料片架上的定位来解决,也可以将大吸盘更换为尺寸较小的吸盘。不建议将所有的吸盘支架(拆垛吸盘本身应使用弹簧杆支架,减少吸盘损坏,提高料垛不等高的容差)均采用气缸顶出,这样会导致端拾器过重,拆垛手负载过大,提高不必要的成本。

2.2.2 视觉对中通用端拾器

主流的对中分为机械对中和视觉对中两种。传统的机械对中采用硬限位对中,速度慢,故障率高,自动换模困难,难以满足高速线的生产需求。而扫描仪加扭转台的新型机械对中因专利原因及专业性门槛较高,价格较为昂贵,只有少数设备厂家使用,机器人视觉对中仍然是当前的主流。

目前对中通用端拾器运用并不广泛,多数主机厂仍然选用更换端拾器的方式满足不同产品的需求。通用端拾器制作门槛较高,要求在制作前将所有的板料数模重叠模拟,以选

择端拾器吸盘的最佳布局。目前对中通用端拾器常采用两套端拾器(两大两小)适应全部板料(高速线一般采用两台视觉对中机器人以满足节拍需求),小的端拾器适应双胞胎板料(两台机器人协同工作),两套大的端拾器足以适应各种大板料及异型板料(单台机器人工作)。端拾器的选用也做在配方中,生产不同零件时自动调用。

对中通用端拾器因需要更换,机器人末端的自动换手装置是影响对中通用端拾器运用的瓶颈。目前主流的自动换手装置只有 8 路气源,这意味着无法实现单个吸盘的独立控制,只能分组控制,因而在端拾器设计阶段也需要考虑这方面的因素。

3 结语

单边分张、气动式自走分张器及通用端拾器的应用,大幅度缩小了冲压线线首拆垛区域的占地面积,减少了端拾器的存放区域,同时也降低了整线设备制造成本和后期维护成本。

参考文献:

[1] 杨庆志. 冲压自动化线规划 [J]. 汽车制造业, 2009 (20)
[2] 方芳. 端拾器在冲压自动化生产线上的应用 [J]. 金属加工 (热加工), 2013 (017)
[3] 曹署. 实现机械手自动化冲压线端拾器共用的方法 [J]. 装备制造技术, 2017(09)
[4] 樊留群. 端拾器的自动化设计 [J]. 机械设计, 2007(04)

(上接第 37 页)

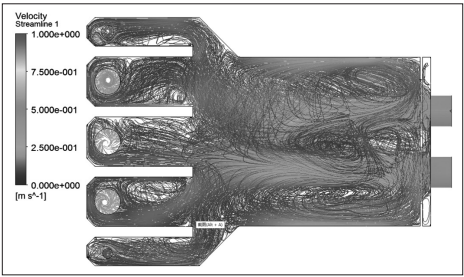


图 1 已投入运行海水泵系统整体质点流线分布

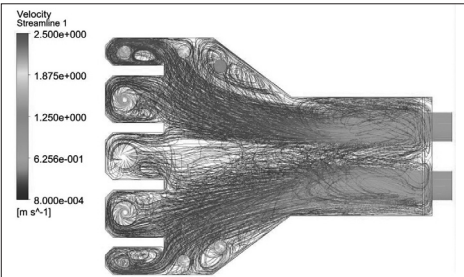


图 2 增设泵后整体质点流线分布

对九台泵吸入口速度分析,发现不同位置泵相对于泵坑海水进口的方位不同,速度分布呈现不同。每台泵出现速度最高的位置均处于泵吸入口处,由于泵坑内直接流速很慢,因此对相互之间泵的吸入特性影响很轻微。在垂直于泵吸入口方向,随着距泵入口距离的减小流场分布呈现越来越好的趋势,每台泵布置间距较为理想,与泵的吸入半径不发生干涉,从总体上来看,现有设计方案的泵方位布置对泵的吸入特性造成的影响很小。

4 结语

通过将已投入运行的五台泵的整机流场分布与新增四台泵后整机过流的流场分布及压力场分布的对比分析可得出:新增四台泵后,相互之间干扰很轻微,对泵的吸入特

性没有影响。在水泵组合的长期运行过程中,要注意合理的调度,尽量保持所有水泵累积运行时间与启停次数大致相等,避免部分水泵一直长期运行,部分水泵长期闲置,一定程度上可以提高水泵的性能,缩短检修频率,减少水泵的能耗。

参考文献:

[1] 陈可卿,田伟. 多台水泵均衡调度度的优化控制策略研究与应用——以祁阳县黎家坪污水处理厂项目提升泵站为例 [J]. 自动化应用, 2020,(1):16-19.
[2] 张龙. 叶片式抛送装置气动噪声数值预测与试验研究 [D]. 内蒙古工业大学, 2017.
[3] 陈丽娜. 立式沉降罐的流场模拟 [D]. 中国石油大学 (华东), 2010.
[4] 冯建军,杨冠帆,朱国俊,罗兴铸,李文锋. 进口管壁面轴向开槽消除轴流泵特性曲线驼峰 [J]. 农业工程学报, 2018,(13):105-112.

作者简介: 曹成亮 (1986-), 男, 汉族, 上海市人, 给排水工程师, 工程管理硕士, 研究方向: 给排水设计在精细化工程中的运用。