

# 节段式多级泵水力优化

西安泵阀总厂有限公司 (陕西西安 710025) 李永龙 戴贵荣  
兰州理工大学能动学院 (甘肃兰州 730050) 杨军虎

**【摘要】**对BB4型节段式多级泵水力部件进行优化,使其效率提高,成本降低。

**【关键词】**节段式多级泵 压水室

## 一、前言

节段式多级泵是API610标准归类的双支撑式离心泵中的BB4型泵,广泛应用于煤化工、石油精制石油化工和其他输送各种清洁的或带有微量颗粒的中性或具有腐蚀性液体,主要输送锅炉给水、煤化工碳洗塔除氧水、盐化工采卤水、石油化工流程及其他化学工业产品等。西安泵阀总厂有限公司常规产品DMT型节段式多级离心泵质量可靠,及到了用户的一致好评。但随着国家政策调整及化工行业的高速发展,响应国家号召节能减排,进一步提高泵的效率,降低能耗及成本就显得尤为重要,对于公司发展及泵产品的优化来说,此项优化改进是必不可少的。

## 二、原水力结构

目前行业常用节段式多级泵结构主要为对称式结构,其过流部件结构主要由以下三部分组成:泵进口采用下部加隔舌的环形吸水室、中间过流部件采用导叶结构和泵出口采用导叶加环形压水室。

## 三、原水力结构及可选优化分析

在节段式多级泵中,因结构原因,中间过流部件

的导叶有着不可替代的作用,所以此次水力优化分析着重从进口的环形吸水室及出口的环形压水室进行分析优化。

1) 环形吸水室在流体运行时,液体以突然扩大的形式进入环形空间,之后又以突然缩小的形式转为轴向进入叶轮,液体在此过程中的损失很大,且流动不均匀,不能保证叶轮进口具有轴对称均匀的速度场。

2) 吸水室结构中的直锥形吸水室,结构简单,性能优良。其中液体在直锥形收缩管中流动,流速渐增,分布均匀,水力损失小,保证叶轮进口有均匀的速度场;但因其结构限制,常用于单级悬臂式泵。

3) 吸水室的另外一个结构是半螺旋形吸水室,它的断面面积是从大到小逐渐变化的,外壁是螺旋型的,如果设计得当,水力性能并不亚于直锥形吸水室,常用于双吸泵。所以此次尝试半螺旋形吸水室用于节段式多级泵,即环形吸水室改进为半螺旋形吸水室。

同理,环形压水室性能差,因多级泵出口压力高,流速大,故环形压水室对于水力效率的影响更大,而压水室性能最好的莫过于蜗壳(螺旋形压水室),螺旋形压水室流动比较理想,适应性强,高效率范围广,故此次尝试用蜗壳代替节段式多级泵出口的环形压水室。

从结构来讲,原泵出口段设计为导叶加环形压水室,现在由蜗壳代替后,无疑减少了两个末级导叶零件,降低了成本,且减小了整机的轴向尺寸,使其运

行更安全可靠,且铸造及加工亦无难度,所以优化是切实可行的。

#### 四、优化方案

综上所述,具体优化方案如下:

1) 节段式多级泵进口设计为半螺旋型吸水室,中间过流段保持导叶结构,出口段设计为蜗壳结构。

2) 运用Pumplinx分析软件对改进前后的模型进行模拟分析,同时进一步优化水力模型,具体步骤如图1所示。



图1 优化步骤

3) 结合分析结果,进行试验对比,优化前后图分别如图2、图3所示。

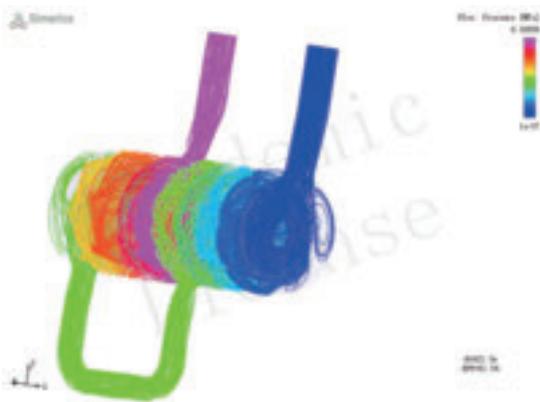


图2 优化前

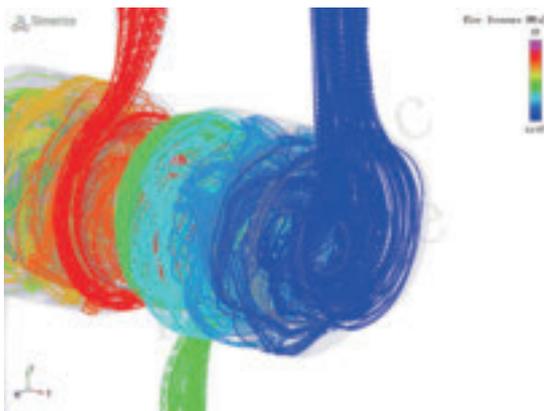


图3 优化后

从仿真模拟结果可明显看到,优化后进口与出口流线光滑,无旋涡回流,流动理想。优化结果对比见表1。

表1 优化结果对比

状态	流量Q	扬程H	效率 (%)	功率/kW
改进前	120	801	63.8	418
	100	822.3	61.5	362
	70	823	49.3	320
改进后	120	799	68.6	380
	100	830	64.5	350
	70	837.2	52.9	301

经过对比,扬程和效率都有不同程度的提高,而功率同比下降,所以优化是成功的。

经过样机试验,优化后试验性能效率比优化前至少高6%,扬程提高较小,而功率降低至少5%,优化效果明显。符合模拟结果。

#### 五、结语

此次水力性能的优化从以上理论和分析结果及试验结果都验证了提高效率是切实可行的,且铸造加工亦无难度,故对于节段式多级泵来说,可考虑采取此种优化措施,提高效率,降低成本,响应国家节能减排号召,增加市场竞争力,同时提高效益。

#### 参考文献

- [1]袁寿其,施卫东,刘厚林.泵理论与技术[M].北京:机械工业出版社,2014.
- [2]关醒凡.现代泵理论与技术[M].北京:中国宇航出版社,2010. GM

(收稿日期:2019/11/11)

#### 中国石油海外油气业务取得历史性突破

2019年1月13日,中油国际公司统计数据 displays,2019年,中国石油海外油气权益产量当量达到1.04亿t,实现历史性突破。互利共赢的油气合作在取得良好经济效益的同时,进一步提升了我国能源安全保障能力,有力带动了资源国经济社会发展,也为全球能源供应及油气贸易做出了积极贡献。

这些油气产量来自中国石油已建成的中东、中亚—俄罗斯、非洲、美洲和亚太五大油气合作区。其中,中东油气合作区贡献了超过65%的原油产量,成为中国石油海外原油主产区。在天然气生产方面,中亚—俄罗斯油气合作区产量占比达86%,多年持续领跑。