

# 长引桥加压离心泵运行稳定性探析

吕 鹏

东营港有限公司, 山东 东营 257400

[摘要] 东营港 5 万吨油品码头运行的过程中, 船舶自带货泵的扬程不能够充分满足油品运输的要求, 项目在引桥 2.6km 处设置了一个加压泵站来进行二次加压, 从而达到高效运输油品的目的, 文章研究了加压泵组运行的稳定性问题。

[关键词] 长引桥; 离心泵; 稳定性; 二次加压

DOI: 10.33142/sca.v2i7.1116

中图分类号: TH311

文献标识码: A

## Operating Stability of Pressure Centrifugal Pump for Long Approach Bridge

LYU Peng

Dongying Port Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257400, China

**Abstract:** During operation of 50,000-ton oil terminal in Dongying Port, lift of ship's own cargo pump can not fully meet the requirements of oil transportation. A pressurized pump station is set up at 2.6 km of the approach bridge for secondary pressurization, so as to achieve the purpose of efficient oil transportation. The paper studies the stability of pressurized pump group operation.

**Keywords:** long approach bridge; centrifugal pump; stability; secondary pressurization

### 引言

国内危化品码头油品接卸主要依靠油船自备的货泵卸船, 由于东营港油品码头距陆域罐区较远(约 15km), 油船货泵的扬程通常在 80~120m, 仅靠油船货泵难以满足作业周转时效的要求, 码头工艺中设计了一个离心泵组对船泵来油进行二次加压确保油品输送的速率, 这是该码头工程的关键工艺, 因此研究其运行稳定性、减少运行故障有着重要的实际意义。

### 1 输油机泵

所谓的机泵, 本质上是一种流体机械, 它可以实现机械能和动能的转换, 机械能和动能是流体压力的载体。简而言之, 泵是一种提供能量流体的流体机器。泵已被广泛用于国民经济建设。例如, 在化工和石油企业中, 生产过程中所需的原材料、半成品和成品大多是液体, 在生产过程中, 这需要复杂的生产工艺才能转化为最终产品, 而这些液体在不同装置间的流动都需要使用机泵。机泵也广泛用于农业, 我国农业面积大, 水泵被广泛应用于生产灌溉。机泵也常用于采矿和冶金。例如在采煤中, 机泵用于排水以及在矿物加工和冶炼过程中供水。在电力部门, 机泵也是必不可少的设备, 电加热装置有锅炉水泵, 冷凝泵等。总之, 机泵在各行各业生产得到了广泛的应用, 机泵的质量和性能往往会影响生产活动的效率。

东营港油品码头工程通过两条输油管道与库区罐区连接, 每条管道设计有一个加压泵组, 该泵组由 5 台大流量卧式离心泵组成, 四用一备, 设计额定流量 3600m<sup>3</sup>/h, 加压泵组的运行极大地提高了卸船作业效率。

### 2 加压离心泵运行的影响因素

前期的设计制造、选型会影响离心泵投用后的运行质量, 同时离心泵也会受到运行环境的显著影响, 在该案例中主要是船泵不稳定工况和油品环境因素。

#### 2.1 设计制造因素

离心泵的运行效率是指泵在传输运行中消耗的能量与总输入能量之比, 即系统效率, 它可以作为衡量泵能耗的重要指标。影响离心泵运行效率的主要因素有机械损失、容积损失和水力损失, 因此泵的能量利用水平和能耗与泵的设计制造密切相关。泵的合理设计, 加工精度和装配质量等关键因素直接影响泵的额定效率, 并在很大程度上影响泵的设计选型与运行。离心泵在出厂前, 厂家会对组装后的泵进行性能测试, 检测离心泵装配调节情况以及工艺参数是否符合设计要求。

#### 2.2 选型因素

离心泵在选型时通常会考虑一定的富裕量, 实际运行中再通过出口阀节流来满足工况。随着原油“双权”的放开, 进口轻质原油作业占比大幅上升, 该油品码头接卸油品出现轻质化趋势, 加压离心泵扬程选型偏大问题逐渐突出, 出口节流造成压头堆积, 降低了运行效率, 缩短了泵组的维护周期和使用寿命, 同时管路高积压也存在很大的运行风险。

### 2.3 船泵因素

油轮货泵多为汽轮机驱动,运行稳定性受到锅炉负荷、惰气系统的影响,卸船后期油舱液位降低,货泵容易吸入空气也会影响运行工况的平稳性。加压泵站要对船泵来油进行二次加压,与船泵是串联关系,而且受到场地限制,船泵和加压泵站之间并没有建设缓冲罐,这样油船货泵工况波动会直接影响加压泵组的运行。

### 2.4 油品因素

该加压泵站离心泵机械密封采用 PLAN11 冲洗方案,接卸油品作为循环介质,保持良好的冲洗润滑需要油品有较好的流动性。冬季接卸高粘度海洋原油,由于油品流动性差,机封冲洗不充分,密封端面温度升高容易造成端面结焦和磨损问题。机械密封频繁泄露,影响了加压泵组的平稳运行,也造成了额外的维修负担。

## 3 离心泵平稳运行的工艺措施

加压泵站离心泵组运行中面临复杂多变的工况环境,为此在前期设计中将变频调速应用到了离心泵组,在泵组投用后又对离心泵与管路特性优化问题进行了叶轮切割技改,另外针对油品环境问题,对泵组机械密封系统进行了升级改造。

### 3.1 优化加压离心泵与管路性能匹配

针对出现的加压离心泵扬程与管道阻力相比富余量较大的情况,公司技改中提出改变加压离心泵性能曲线的方案。实际通常做法是减少多级离心泵叶轮级数和叶轮外径切割。该加压离心泵由 3 级叶轮组成,减少叶轮级数会影响泵轴受力平衡,需要重新计算轴向力、轴挠度等,同时由于叶轮直径不同,减少叶轮级数也可能对泵体内液体流态稳定带来未知影响。技改方案因此选择了后者,对三级叶轮进行了同步切割。切割后离心泵额定扬程由 230m 降到 170m,实际运行工况更加接近高效区间。

### 3.2 应用变频调速技术

随着变频调速技术的快速发展和成熟,变频调速已成为许多工业企业在生产领域的需求,在化工机泵行业也得到了广泛应用。根据离心泵的相似定律,通过调节转速就可以改变离心泵的流量、扬程、功率,变频调速正是运用了这一原理,通过调节离心泵转速来改变运行工况,保证离心泵始终在高效区间运行。变频调速具有效率高,调速范围广的优点。对于船泵来油不稳定问题,应用变频调速后加压离心泵可以维持长时间低速下运行的工况,增加了加压泵组调整范围,使加压泵组能够更准确、及时的匹配船泵工况。考虑到复杂的工况,在加压泵站工艺前期设计中即考虑了运用变频调速,具体措施是在每组加压泵组选择 1 台机泵安装变频设备,通过单泵的变速调节增加了工况区间,实现了整个泵组的运行稳定性。

### 3.3 机封系统升级改造

根据高粘度原油作业量不大、接卸频繁的特点,指定高粘度原油的专用加压泵,并对相关机泵机械密封系统进行技改。机械密封辅助系统采用外冲洗方案,冲洗液选用工业白油,由预先加压的蓄能器给循环系统加压,白油进入密封腔冷却密封环的同时起到抑制泵内介质向外部泄露的作用。白油作为密封介质基本组分为饱和烃结构,化学惰性、光安定性良好,机封系统改造后提高了离心泵组安全运行系数。

### 3.4 运行维护技术

离心泵组的平稳高效运行,在注重选型及工艺设计因素的同时,同样不能忽略后期的维护保养措施。积极进行预防性维修与管理,分析故障问题,科学制定实施离心泵的维护作业计划。做好日常运行检查,尤其离心泵轴承部位的温度、润滑情况、机封与轴承的磨损、机械振动频率等重点内容的检测分析。积极地预防性维护能增强离心泵组的运行故障处理效果,改善其运行状况,从而保障离心泵组长期运行的稳定性。

## 4 结束语

离心泵的运行稳定性分析是个综合性问题,文章分析了该油品码头特殊工况环境下影响其离心泵组平稳运行的因素,并总结了前期设计和项目运行以来采取的工艺技改措施。

### [参考文献]

- [1]王晨.离心泵内动态失速涡的数值模拟及其特性研究[D].陕西:西安理工大学,2018.
- [2]周宇.离心泵内空化流动不稳定性及其控制研究[D].甘肃:兰州理工大学,2018.
- [3]柴立平,曹林松,李跃,等.前置叶片式叶轮对微型高速离心泵性能的影响[J].中国农村水利水电,2018(3):110-115.
- [4]张芬.低比转速离心泵的不稳定性研究[C].上海:第二十九届全国水动力学研讨会论文集(上册),2018.
- [5]杨春龙.探析如何进行单级离心泵的检查及维修[J].化工管理,2018(11).
- [6]周博宇.离心泵多目标优化设计及数值模拟研究[J].中国农村水利水电,2019(4):154-157.

作者简介:吕鹏,男,(1987-),初级职称,本科。