

邳州泵站提升工程运行管理效率探索

于贤磊¹, 孙 涛¹, 倪 春¹, 鲁 健¹, 王 飞², 石丽建³

(1. 南水北调东线江苏水源有限责任公司, 江苏 南京 210029; 2. 江苏省江都水利工程管理处, 江苏 扬州 225200;
3. 扬州大学 水利科学与工程学院, 江苏 扬州 225000)

摘要: 针对邳州泵站调水运行期间实测流量比上位机流量减少及产生力调电费问题, 用测流对比试验的方法, 研究启提安全栅对机组运行效率产生的影响, 同时研究线路功率因数对调水电费的影响, 通过对比试验及数据分析, 确定邳州站机组励磁系统功率因数最佳调节状态, 最大限度获得电费减免, 从而降低运行成本。

关键词: 运行管理; 邳州泵站; 降本增效

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2023)10-0064-0003

Exploration of operation management efficiency of Pizhou Pumping Station upgrading project

YU Xianlei¹, SUN Tao¹, NI Chun¹, LU Jian¹, WANG Fei², SHI Lijian^{3*}

(1. The Eastern Route of South-to-North Water Diversion Jiangsu Water Resource Co., Ltd., Nanjing 210029, China;
2. Jiangdu Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Yangzhou 225200, China;
3. College of Hydraulic Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225000, China)

Abstract: Aiming at the problem that the measured flow is less than the upper computer flow during the water transfer operation of Pizhou Pump Station of the South-to-North Water Transfer Project and the power regulation fee is generated, this paper studies the impact of lifting the safety barrier on the unit operation efficiency through the method of flow measurement and comparison test. At the same time, the influence of line power factor on water and electricity regulation fee is studied. Through comparative test and data analysis, the optimal regulation state of the power factor of the excitation system of Pizhou station is determined, so as to maximize the incentive of electricity fee reduction and reduce the operation cost.

Key words: operation management; Pizhou Pump Station; cost reduction and efficiency increase

1 工程概况

邳州站位于江苏省邳州市八路镇刘集村徐洪

河与房亭河交汇处, 是南水北调东线工程第六梯级^[1], 其主要任务是通过徐洪河抽引上一梯级泵站睢宁站来水进入房亭河下段送入中运河入骆马

收稿日期: 2023-02-06

基金项目: 江苏南水北调科技研发项目(JSNSBD202201)

作者简介: 于贤磊(1992—), 男, 工程师, 硕士, 主要从事泵站工程管理研究工作。E-mail: 2521002697@qq.com

通信作者: 石丽建(1989—), 男, 副教授, 博士, 主要从事流体机械优化设计理论研究工作。E-mail: yzdxslj@126.com

湖,同时结合抽排房北地区涝水。邳州站装设4台套(含1台备机)液压全调节竖井贯流泵组,主泵直径3.3 m,扬程3.1 m,单机流量 $33.4\text{ m}^3/\text{s}$,邳州站设计流量为 $100\text{ m}^3/\text{s}$ 。配套10 kV高压同步电机,转速750 r/min,功率1 950 kW,总装机容量7 800 kW^[2]。邳州站自2013年试通水以来,多次参与出省调水及省内抗旱运行,工程效益发挥显著。

在2020—2021年第一阶段出省调水运行期间,邳州站下游徐洪河出现较多被修剪丢弃的树枝以及垃圾袋、塑料水瓶等,部分小的树枝及垃圾穿下游清污机栅条后汇集于进水池。考虑到机组运行期间进水池水流湍急,无法及时划船进行打捞导致进水池污物积聚,部分污物被水流吸入卡滞于安全栅上,阻水形成水头损失导致机组运行效率降低。经测流对比,第一阶段调水末期,全站在设计流量 $100\text{ m}^3/\text{s}$ 工况运行时(上位机数据),实测流量为 $90\text{ m}^3/\text{s}$,减少 $10\text{ m}^3/\text{s}$ 。

泵站调水运行期间,产生的费用支出绝大部分是运行电费,根据历年来的运行情况,邳州站在整个调水期基本是按照设计流量 $100\text{ m}^3/\text{s}$ 运行。每月(按照30 d计算)消耗电量约为300万kW·h,产生电费约186万元。根据对邳州站以往运行期间调水电费的梳理,发现支付的电费中存在力调电费的情况。徐州地区线路的功率因数按照0.9进行考核,当线路功率因数低于0.9时,会额外收取力调电费作为补偿,当功率因数超过0.9时,将进行电费奖励^[3]。查阅邳州站往年电费核查联单显示,110 kV专线功率因数维持在0.89左右,电费中包含了0.5%的力调电费。当月调水运行天数较少时,功率因数更低,功率因数仅为0.82,需额外支付力调电费达4%。由于邳州站工程现场无法实时查看到线路的功率因数,故调水过程中无法通过数据有效控制和避免力调电费的产生。

因此,研究邳州站进水口安全栅是否存在阻流现象,采取措施减少运行过程中进水池垃圾在安全栅上的吸附效应,提高供电线路整体功率因数可以有效提高调水效率,减少电费支出达到降本增效的目的,为同类工程降本增效研究提供依据。

2 实施方案

2.1 启提安全栅测流对比及防淤堵实施方案

针对邳州泵站流道进水口安全栅阻流的情况,在安全栅未淤堵的情况下,通过测量启提安全栅

前后的全站功率、调水流量相关数据,经过数据对比分析,得出安全栅本身对机组运行效率的影响大小。通过在清污机后、进水口前设置拦网,将漏过清污机的水草垃圾拦蓄下来,防止调水运行过程中流道堵塞造成效率降低,从而保证机组运行效率。

2.2 励磁功率因数调整实施方案

针对调水运行用电产生力调电费的情况,探讨供电线路功率因数对调水运行电费的影响。通过对比邳州泵站工程现场励磁设备在不同功率因数运行时,供电线路的有功和无功功率变化情况,计算供电线路功率因数,综合确定邳州站机组励磁系统功率因数最佳调节状态,最大限度获得电费减免奖励,从而降低运行成本。

功率因数是电力系统的一个重要的技术数据,是衡量电气设备效率高低的一个系数,取值为0~1之间。功率因数低,说明电路用于交变磁场转换的无功功率大,增加了线路供电损失,因此供电部门对用电单位的功率因数有一定的标准要求。在交流电路中,电压与电流之间的相位差的余弦叫做功率因数,功率因数是有功功率和视在功率的比值^[2-3]。

3 实施效果

3.1 启提安全栅测流对比及防淤堵实施效果

通过开展启提安全栅测流试验,记录机组运行功率及流量数据,结果表明,启提安全栅后,实际测得泵站全站功率由3 938 kW增加至4 004 kW,增加66 kW,提高1.68%,实际测得流量(ADCP测流)从 $90.70\text{ m}^3/\text{s}$ 增加至 $91.25\text{ m}^3/\text{s}$,增加 $0.55\text{ m}^3/\text{s}$,提高0.61%。考虑到仪器测量及仪表跳动导致的误差,分析认为在安全栅未堵塞的情况下,有无安全栅对机组流量、运行效率影响非常小。邳州站启提安全栅前后的运行数据见表1。

为了防止进水池水草及垃圾再次堵塞安全栅,邳州站在清污机后额外设置了一道拦河网,大部分漏过清污机的水草及垃圾被拦河网阻挡了下来,邳州泵站现场根据拦污情况定期清理。从后续调水期间的测流和停机后安全栅检查清理情况来看,该措施可有效防止进水口安全栅被堵塞造成运行效率降低问题。

3.2 励磁功率因数调整实施效果

因邳州站110 kV线路计量点位于变电所,泵站现场无法实时查看到线路整体的功率因数,调水过

表1 邳州站启提安全栅前后运行数据

工况	扬程/m	运行机组	叶片角度/(°)	总有功功率/kW	实测流量/(m³/s)
启提安全栅前	2.85	1#、2#、4#	-0.96、-0.05、-3.24	3 965	90.0
	2.83	1#、2#、4#	-0.96、-0.05、-3.24	3 975	90.7
	2.81	1#、2#、4#	-0.95、-0.05、-3.24	3 875	91.4
启提安全栅后	2.85	1#、2#、4#	-0.97、-0.05、-3.24	4 013	91.8
	2.83	1#、2#、4#	-0.97、-0.05、-3.24	4 012	90.8
	2.85	1#、2#、4#	-0.97、-0.05、-3.24	3 988	91.2

程中难以通过现场机组运行数据有效控制和避免力调电费的产生。同步电机运行时调节励磁设备的功率因数,可改变向电网输送的无功功率大小,从而改变线路的功率因数^[4-6]。

运行过程中开展励磁功率因数调节试验,当运行流量为100 m³/s时,将各台机组功率因数调整一致,并将励磁功率因数从0.93逐步调整至0.98,待泵站机组稳定运行30 min后,由供电公司调度室监盘值班人员拍摄线路上有功功率、无功功率等相关数据,泵站现场同步记录相关运行数据。对数据进行计算分析,绘制线路功率因数随机组励磁功率因数的变化曲线,得出最优工况条件,从而指导现场运行。

结果表明,泵站现场励磁设备功率因数从小到大调整时,供电线路侧有功功率基本不变,无功功率变小(符号为负表示向电网输送无功),从而功率因数变大。当励磁功率因数调整至0.97时,供电线路侧功率因数最高,为95.65%。通过2020—2021年第二阶段出省调水期间励磁功率因数调整操作,获得电费奖励约2.05万元,对比以往运行电费缴存情况,从额外支付0.5%力调电费转变为减免电费0.6%,综合降低成本1.1%。

4 结 语

本文针对邳州站调水运行期间实测流量比上位机流量减少及产生力调电费问题,通过测流对比试验的方法,研究启提安全栅对机组运行效率产生的影响。同时,通过启提安全栅及调整励磁功率因数对比试验的方法,确定了邳州站机组励磁系统功率因数最佳调节状态,研究成果具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 杜选震,储训,杨淮,等.南水北调东线工程大型泵站设计研究[J].水利水电科技进展,2003(5):38-40.
- [2] 施伟,陈松山,倪春,等.南水北调邳州泵站叶片过调原因分析及解决措施[J].江苏水利,2022(3):26-30.
- [3] 段世方.基于无功补偿的降本增效新途径[J].节能,2017,36(2):48-50.
- [4] 王如彩,石洪勋.以大型同步电动机为主的石油化工企业的电网功率因数最佳运行点的探讨[J].电工技术杂志,1984(8):38-44.
- [5] 洪卫国,彭明生.典型10 kV线路通过无功补偿提高功率因数的方法[J].硅谷,2014,7(19):2-6.
- [6] 赵利.同步电动机励磁电流计算与用电系统功率因数提高[J].河北工业科技,2011,28(1):4-8.