

# 陕甘宁盐环定扬黄泵站更新改造建设实践与思考

陶东<sup>1</sup>, 吴荣<sup>1</sup>, 李嘉明<sup>2</sup>

(1.宁夏回族自治区固海扬水管理处, 755100, 中宁;

2.浙江省农村水利水电资源配置与调控关键技术重点实验室, 310018, 杭州)

**摘要:**陕甘宁盐环定扬黄泵站已运行 20 多年, 受建设时经济、技术条件所限, 泵站运行效益低、管理成本高。梳理了盐环定扬黄泵站更新改造中采用的技术措施, 探究泵站工程的改造效果, 并基于更新改造工程, 提出扬黄泵站现代化建设的思考建议, 为其他泵站更新改造工程提供参考。

**关键词:**盐环定扬黄泵站; 更新改造; 现代化; 生态灌区

**Practice and thinking on renovation and reconstruction of the Yanhuanding Yanghuang Pumping Station in Shaanxi-Gansu-Ningxia area//Tao Dong, Wu Rong, Li Jiaming**

**Abstract:** The Yanhuanding Yanghuang Pumping Station in Shaanxi has been running for 20 years. Limited by the economic and technical conditions during the construction, the pumping station has low operating efficiency and high management cost. This paper sorts out the technical measures adopted in the renewal of the pumping station, explores the effect of the pumping station project, and puts forward the thinking on the modernization of the pumping station based on the renewal project. It is recommended to provide reference for other pumping station renovation projects.

**Keywords:** the Yanhuanding Yanghuang Pumping Station; renovation; modernization; ecological irrigation area

中图分类号: TV675

文献标识码: B

文章编号: 1000-1123(2021)09-0060-03

随着灌区现代化改造逐步推进, 灌区管理水平不高、资源难以优化配置成为目前灌区泵站更新改造面临的主要问题。陕甘宁盐环定扬黄泵站已运行多年, 设计标准与当前工作条件相比已显落后; 长时间受到大量泥沙冲刷, 水泵结构磨损, 寿命严重缩短; 泵站运行涉及范围广, 需要应对复杂的工况, 但缺少相应的现代化调控调节系统等, 亟须对泵站进行现代化更新改造。本文根据盐环定扬黄泵站更新改造工程建设情况, 探究了泵站更新改造工程中存在的问题, 并提出相应的建议。

## 一、工程概况与存在的问题

### 1. 工程概况

陕甘宁盐环定扬黄泵站工程, 是

20 世纪 80 年代国家为解决陕西省定边县、甘肃省环县和宁夏回族自治区盐池县、同心县部分地区农村饮水困难、防治地方病、改善生态环境、发展农业灌溉而兴建的扶贫工程, 属于国家“八五”重点建设项目。该工程的共用工程包括泵站 12 座、配套主机组 101 台套、输水总干渠 123.8 km、渠系建筑物 192 座。泵站总装机容量 6.597 万 kW、总扬程 372.65 m。首级泵站设计流量 11 m<sup>3</sup>/s, 分配宁夏、陕西和甘肃三省(自治区)流量分别为 7 m<sup>3</sup>/s、2 m<sup>3</sup>/s 和 2 m<sup>3</sup>/s。工程担负着陕西定边县, 甘肃环县, 宁夏盐池县、同心县、利通区、红寺堡区、太阳山工业园区等 7 个县(区)、园区内超过 40 万人口和 39.2 万亩(2.61 万 hm<sup>2</sup>) 农田灌溉的供水任务。

### 2. 工程改造前存在的问题

盐环定扬黄工程于 1988 年 7 月开工, 1992 年 6 月开始陆续投入运行, 1996 年 9 月通过竣工验收, 至今运行已超过 20 年。由于工程规划设计时标准低, 建设时经济、技术条件较差, 工程运行后难以达到设计供水能力, 且大量工程设施设备得不到及时维修和更新改造, 导致泵站工程部分硬件设施、配套系统与相关建筑物带病运行, 存在诸多安全隐患, 严重影响泵站工程的安全运行和效益发挥。

盐环定扬黄泵站改造前存在的问题: ①泵站工程及配套水工建筑物年久失修, 泵站机电设备、金属结构老化严重; ②泵站工程竣工投产后长期以小流量运行, 工程效益无法发

收稿日期: 2021-01-20

作者简介: 陶东, 高级工程师。

挥;③灌区用水结构失衡,局部地区灌溉定额过高、灌区整体灌溉用水比重过大;④防洪能力不足,泵房四周、压力管道排水不畅;⑤工程通信系统主干环网光缆存在多处断点,通信系统可靠性低、通信设备容量不足;⑥泵站级间流量不匹配,需要机组频繁开停机,干渠水位不稳定;⑦泵站自动化管理水平低,信息化建设滞后。

## 二、更新改造目标任务与思路

### 1.目标任务

根据更新改造建设计划,盐环定扬黄工程在既有工程与现有配套设施的基础上,重点解决泵站主机泵设备、变电设备及压力管道老化失修,泵房封闭圈及底板老化渗水、泵站自动化及通信系统标准低下等问题。全面提升泵站工程的运行效率,恢复并有效提高泵站工程的供水能力,保障泵站工程的运行安全,为受水区实施精准扶贫,更好地为服务乡村振兴和经济社会发展提供水资源支撑。

### 2.思路

盐环定扬黄工程更新改造的指导思路是节能降耗、绿色环保和少人值守。针对影响工程安全高效运行的泵站设施与配套建筑进行翻修与升级改造,提高泵站装置技术参数、自动化管理水平、管理设施标准;将泵站工程升级成“设施完好、工程安全、运行节能、调度科学、站区优美、管理高效”的现代化泵站工程;实现泵站工程高度自动化、信息化、智能化,使工程良性运行,充分发挥其效益。

## 三、更新改造技术措施

### 1.优化泵站工程系统布局

在改造工程中,将原先第二、三泵站,第四、五泵站,第六、七泵站,第九、十泵站进行合并,减少骨干泵站4座,使共用工程的12座泵站减少至8座。共计拆除泵站10座,重建泵站5座,维修升级泵站3座。

除了优化泵站的布局,改造工程还累计更换压力管道44.32 km,改变了原有的“压力管线+渡槽”形式,全部调整为压力管道,原第二、四、六、九干渠有效增加了泵站出水压力管道长度,提高了渠系水的利用效率和运行可靠性。

### 2.更新升级水泵机组

针对工程运行环境泥沙含量高的特点,在水泵选型上,选择低转速、汽蚀性能好的水泵,以最大程度地减少泥沙对水泵性能的影响和对过流部件的磨损,并基于运行数据对水泵安装高程按含沙量大小予以修正。同时,叶轮、泵壳体、水泵过流部件采用目前成熟的抗磨蚀技术进行处理,以提高含沙介质中的抗汽蚀性能和耐磨性。水泵叶轮采用双相不锈钢铸造并喷涂碳化钨涂层;泵壳体采用铸钢铸造并喷涂聚氨酯;轴承选用SKF轴承。机组采用技术冷却供水系统。水泵选用泄漏量少、寿命长的先进的机械方式密封。电机采用空-水冷却系统,该系统具有较好的冷却、润滑效果,且密封水不易堵塞,水泵运行效率高,环境卫生条件好,利于机组的自动化运行。配备水泵机组在线状态监测分析装置,自动对水泵、电机各部件的不平衡、不对中、松动、磨损等进行识别和分析,实现对设备状态的实时监测,提高设备的可靠性。

### 3.建立水泵变频调节系统

在更新改造工程中,共计安装了12台高压交流变频器,采用变频调速技术对水泵转速、流量进行主动调节,有效解决宁夏灌溉泵站水泵流量不能主动调节的难题,以及高扬程、空管道的离心泵启动时超功率问题,为泵站节能运行和自动化水平提高提供了便利。

### 4.改善泵站生产运行环境

泵站工程更新改造后,主电机采用低转速、空水冷却电机,主厂房敷设消音板,使泵房噪音明显降低,经行业检测泵房各部噪音值低于相关

规范规定;厂房屋面采用玻纤棉保温隔热材料、外墙采用聚苯板保温,减少了室内外热量传导,保温效果较好;泵站工作区设立了隔离围栏,有效避免了外界干扰,为泵站智能管理创造了基础条件。

### 5.强化泵站自动化信息化智能化

泵站更新改造中,共计敷设通信光缆158 km,升级改造、完善了泵站工程的各项系统,设立了调度中心、各泵站以及干渠测控点的综合自动化系统、视频监控系统、信息化系统。采用互联网+、大数据、云计算、移动互联网、智能感知、模型分析等智慧手段,运用先进的信息采集技术、监控技术、通信和计算机网络技术、数据管理技术、信息应用与管理技术,实现泵站工程自动化与信息化两大系统的资源共享,提高了泵站工程运行自动化、信息化和智能化应用管理能力。

## 四、更新改造效果与思考建议

### 1.更新改造效果

2016年9月至2018年3月,盐环定扬黄泵站工程实施更新改造建设,共用泵站由建成之初的12座减少至8座,主机组设备由原先的101台套减少至53台套,泵站总装机功率减少4 225 kW,减少年均运行管理费1 128万元(其中,管理费800万元、维修费160万元、电费168万元)。共计敷设压力管道44.32 km、砌护渠道39.5 km,管道维护工作量和渗漏蒸发量减少,提高了渠道水利用率和运行可靠性。

泵站机组年启停机次数在改造后大幅度下降,2016年泵站共启停机2 274次,2018年泵站启停机次数降至455次。目前,泵站机组的年启停机次数基本维持在350次以下。

更新改造后,泵站运行效率大幅度提高,能源单耗指标明显下降。在盐环定扬黄泵站工程全年运行天数保持相对稳定的情况下,泵站年引水

量稳步上升,2016年泵站共引水10 876.51万 $\text{m}^3$ ,2020年泵站引水量达到12 512.42万 $\text{m}^3$ 。同时,泵站工程的配水量也由2016年的9 786.24万 $\text{m}^3$ 逐年上升至2020年的11 612.00万 $\text{m}^3$ ,配水量占引水量的比例由2016年的89.98%上升至2020年的92.80%。灌区农业综合生产能力显著提高,农民收入大幅度增加,泵站工程充分发挥了灌区饮水水源保障功能,保障了灌区饮水安全。

受益于更新改造,泵站能源单耗指标也呈下降趋势。2016年泵站工程更新改造之初,泵站年均能源单耗为4.18 kWh/(kt·m),2018年改造完成后,年均能源单耗为3.63 kWh/(kt·m)。此后,泵站年均能源单耗维持在3.60~3.70 kWh/(kt·m),泵站效率得以提升。管理处全年单方水耗电由改造前的1.134 kWh/ $\text{m}^3$ 降低到改造后的1.010 kWh/ $\text{m}^3$ ,与改造前相比,改造后每吨水节省电费成本近11%(现状电价0.106元/kWh)。

随着调度中心与信息化监测系统的建立,盐环定扬黄泵站工程实现了泵站和渠道斗口闸门水量监测、调度管理、视频监控、信息采集、信息监测等信息化。泵站工程具备了“现地、站控、调度”三级控制和遥测、遥控、遥调、遥视功能,形成全天候、多层次的智能化运行管理体系。泵站工程自动化与信息化两大系统实现资源共享,提高了泵站工程运行管理能力,为推进水利现代化提供了基础保障。

## 2. 思考及建议

通过对盐环定扬黄泵站更新改造建设内容与成果的分析总结,提出对该类泵站更新改造工程的思考与建议。

### (1) 贯彻新发展理念

以建设泵站工程科学、高效的标准化、规范化管理体系和建成“节水高效、设施完善、管理科学、生态良好”的现代化灌区为目标,加快推进

灌区建设管理现代化进程,不断提升灌区管理体系和管理能力现代化。以《大型灌区现代化建设主要内容与建设标准》作为指导,基于灌区的经济、自然地理条件、资源禀赋以及现代化建设需求,统筹规划泵站更新改造计划,通过泵站更新改造助力灌区现代化建设。

### (2) 转变泵站运行管理思路

积极应用先进的科学技术、科学的管理方法,建立信息化、智能化的泵站管理运行系统,提高泵站配水效率与配水灵活性,完善灌区与泵站的互馈管理机制,在促进灌区与泵站一体化与可持续发展的同时,针对泵站运行管理中遇到的技术问题开展专题研究,不断优化改进泵站系统的功能和硬件性能,提高泵站运行管理效率和水利用效率。提升泵站工程运行保障、安全管理和应急响应能力,促进泵站运行管理现代化。

### (3) 坚持以信息化驱动水利现代化

全面推进泵站自动化、信息化、智能化系统的建设,促进泵站工程系统运行的全方位监控、工程运行管理的智能化、灌区水资源调度配置的精准化。同时,加大信息化基础设施、业务应用系统建设,优化整合信息资源及其配置利用。强化信息技术与水利业务的深度融合,使泵站管理信息化与运行管理现代化相辅相成、互相促进。

### (4) 更新改造与灌区建设统筹规划

泵站改造工程需要服务于灌区现代化建设。因此,在进行改造规划时,需要统筹考虑灌区现代化建设的需求,将灌区内的种植结构、产业规划、生态需水等考虑在泵站的供水能力之内,加强泵站的水资源调度能力,确保泵站工程成为灌区现代化建设的坚实基础。需要满足节水型生态灌区建设中土地轮作休耕、作物种植结构调整、农田控制性灌溉技术实施、非常规水灌溉、高效节水

农业发展、水资源优化配置及水权转换、农田精准灌溉等农业节水管理措施对用水的时空要求,促进灌区节水管理。

### (5) 技术人员全程参与改造工程

灌区技术人员需要完全了解泵站内设备的结构,掌握泵站设备的装配、维护与调试,遵循统一的技术操作标准,特别是要将电机、阀门、继电保护、泵站综合自动控制、高压变频、泵站技术供水等泵站新设备和新技术作为关键内容进行重点实训,培养并提升技术人员操作、巡视检查、维护能力与水平。技术人员需能及时分析泵站设备效能指标动态状况,主动查找设备缺陷及原因,制定合理的设备消缺技术措施。 ■

### 参考文献:

- [1] 王艳兵.大中型灌溉排水泵站现代化建设分析[J].绿色环保建材,2019(8).
- [2] 许建中,李端明,李娜,等.大中型灌溉排水泵站现代化建设探讨[J].中国水利,2018(10).
- [3] 陕甘宁盐环定扬黄工程志[M].银川:宁夏人民出版社,2018.
- [4] 陈旭东,朱文军,道华.浅谈红寺堡扬水泵站主水泵和电动机运行现状及更新改造[J].水泵技术,2017(6).
- [5] 李端明,张印,肖若富,等.大型灌排泵站改造应用研究[J].中国农村水利水电,2020(3).
- [6] 江培福,晏清洪,任贺靖,等.我国大中型灌区用水效率监控体系研究[J].中国水利,2015(3).
- [7] 温鸿浦,等.双吸离心泵叶轮交替加载技术在固海泵站增流改造中的应用[J].中国农村水利水电,2019(9).
- [8] 高江永,王福军,瞿丽霞,等.大型双吸离心泵叶轮动应力特性[J].农业机械学报,2012(1).
- [9] 时爱祥.泵站工程混凝土裂缝实例分析及处理[J].中国水利,2015(2).
- [10] 张自超.双吸离心泵泥沙磨损特性研究[D].北京:中国农业大学,2016.

责任编辑 张金慧