

固海扬水工程扩灌十泵站改造相关问题探讨

何生辉

(宁夏固海扬水管理处, 宁夏 中卫 755100)

摘要 为解决固海扬水工程扩灌系统设备老旧、上水量不足、维护成本高、人力投入大等突出问题,对扩灌十泵站进行更新改造。改造过程中根据泵站实际情况,通过科学比对、严格筛选,选用价格合理、材料先进、性能优越的设备,通过改造前后对比分析,本次更新改造提高了上水能力,降低了能源单耗,极大地减轻了工作人员的劳动量,减少了事故停机率,提高了现代化管理水平,同时也为泵站更新改造提供了借鉴方案。

关键词 固海扬水工程; 大泵改造; 固海扩灌系统

中图分类号: TV67

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0106-03

泵站作为水利工程的重要组成部分,在解决受益县区干旱缺水、改善生态环境等方面起着不可替代的作用,承担着区域性的防洪、灌溉、供水的重任。固海扩灌工程受诸多因素影响改造迫在眉睫:一是受建设时期经济技术条件限制,建设标准偏低,设备性能偏差,配套不够完善,加之运行十八年,机电设备老化严重,使得维修频率明显变高、维修难度变大,经济效益变差,故障频发导致安全运行无法保障。二是为解决西吉县抗旱应急备用水源,置换部分超采严重地下水水源,改善和保护当地生态环境,为西吉城乡居民生活、工业及农业产业提供可靠水源保障。三是为贯彻落实黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略、水利部“水利工程补短板、水利行业强监管”总基调及自治区脱贫富民战略,对固扩灌区实施节水改造,提高水资源利用效率,增强供水安全保障能力。四是巩固区域脱贫攻坚成果,促进区域生态保护和经济社会高质量发展。然而固海扩灌工程设备老旧、故障频发、维护成本高,已无法满足日益增长的生产生活用水需求。由此可见,固扩扬水工程泵站更新改造刻不容缓。

1 工程概况

1.1 固海扩灌工程基本情况

固海扬水工程是国家级大型电力提灌工程,也是宁夏建设最早、规模最大的公益性生态扶贫扬黄灌溉工程,包括固海系、同心系、扩灌系。固海扩灌灌区位于宁夏中部干旱带。1999年动土建设,2003年全线通水。共建设泵站12座,渠道长160 km有余。工程通过将黄河水高扬远送到中卫市中宁县、海原县、吴忠市同心县以及固原市原州区,是自治区扶贫扬黄灌

溉工程的重要组成部分,是自治区重大扶贫移民安置工程。工程建成后,极大地改善了中部干旱带群众生产生活用水,对沿线百万群众巩固脱贫攻坚成果发挥了关键作用,也成为社会稳定、民族团结、生态改善的巨大基石^[1]。

1.2 固海扩灌十泵站基本情况

固海扩灌十泵站位于海原县七营镇,是固海扩灌扬水工程的第十级泵站。自固扩九干渠末端取水,供电等级按三级负荷设计。设计流量 $8.36 \text{ m}^3/\text{s}$,加大流量 $10.77 \text{ m}^3/\text{s}$,总扬程30.06 m,净扬程26.496 m。固海扩灌十干渠长8.23 km,出水管道布置4排管道,管道总长度1 520 m。泵房主厂房建筑面积1 007.46 m^2 ,前池设计水位1 502.421 m,出水池设计水位1 528.917 m。蓄水池1座,容积1 870 m^3 ,池底高程1 504.10 m,设计水位1 506.30 m,设计蓄水位2.2 m^[2]。

泵站设有“泵变合一”110 kV变电站1座,泵站总装机容量5 680 kW,总运行容量为4 560 kW。泵站总装机7台,其中异步变频电动机2台,异步工频电动机5台;设计工况下最大运行方式为3台大机组+3台小机组同时运行。泵站副厂房布置于主厂房一侧,副厂房设有10 kV高压配电室、10 kV变频器室、10 kV电容器室、站用变压器室、低压配电室以及中控室等功能室,泵站室外进水侧设有退水闸、清污机以及技术供水蓄水池等水工建筑物。

2 扩灌十泵站改造前状况

2.1 改造前水泵状况

固扩十泵站水泵安装于2003年,采用扬程30 m,流量 $2.25 \text{ m}^3/\text{s}$,转速495 r/min,配套功率1 000 kW的1200S-39型离心泵4台;采用扬程30 m,流量 $0.85 \text{ m}^3/\text{s}$,转速

960 r/min, 配套功率 400 kW 的 24SA-18 型离心泵 3 台。水泵均采用填料密封, 密封性能较差, 泄漏损失大、使用寿命短, 需要频繁更换填料, 导致检修压力重, 人力物力投入较大, 到六、七、八月份浑水期, 泵坑常因沉沙原因导致排水比利造成排水槽堵塞、水漫泵坑等给机组巡视带来极大不便; 机械损失大, 摩擦阻力大导致效率低、能源单耗高, 经济效益差。水泵均采用滑动轴承, 摩擦损耗大、磨损快、寿命短、精度要求高且摩擦会产生大量的热量需要额外冷却, 同样需要频繁更换轴承, 增加人力成本和设备维护成本。水泵的口环、轴套、泵轴均为铸铁材质易气蚀、锈蚀, 需要频繁维修和更换。水泵采用滑动轴承, 水循环冷却, 轴瓦温度较高, 且经常出现漏油、卡环、油脂污染、水循环管道堵塞等问题, 给运行维护带来极大不便。水泵进水侧不设蝶阀, 出水侧不设检修阀, 只设重锤式蝶阀, 机组并管运行, 在行水期间水泵发生故障时无法维修, 可靠供水无法保障^[3]。

2.2 改造前电动机状况

固扩十泵站电动机安装于 2003 年, 采用额定功率 1 000 kW, 额定电压 6 kV, 额定电流 129 A, 额定转速 497 r/min, 功率因数 79% 的 Y630 4-12 型异步电动机 4 台; 采用额定功率 400 kW, 额定电压 6 kV, 额定电流 49.3 A, 额定转速 988 r/min, 功率因数 83% 的 Y400 5-6 型异步电动机 3 台。电动机均为工频异步电动机, 转速不能随意调节, 难以满足调水需求, 只能通过倒换机组实现调水, 需要频繁开停机, 大大降低了电机的使用寿命; 频繁启动对电网冲击较大, 不利于节能, 对设备稳定运行造成一定影响, 同时给工作人员带来很大的工作量。电机材质较差, 铁芯温度高、噪声大, 电机冷却方式为风冷, 风机管道布置不合理, 巡视检查不便。

3 计划改造工程建设内容

扩灌十泵站更换水泵机组 7 台套, 新安装进水电动蝶阀 7 台、出水电动蝶阀 7 台、液控蝶阀 7 台、电磁流量计 7 台, 伸缩节共 21 台, 更换潜水排污泵 2 台, 更换天车 1 台, 更换安装控制柜、直流屏、振摆监测屏、通讯柜共 27 面, 更换混凝土钢管压力管道 1 520 m, 扩建副厂房, 修缮主厂房及厂区道路, 配套照明、排水、采暖、门窗等附属设施。新安装清污机 2 台, 新建 1 870 m³ 蓄水池 1 座, 安装技术供水加压泵 3 台, 过滤器 1 台, 配套技术供水控制柜及电动阀, 更换主变压器 2 台, 配电箱柜更新 5 台, 更换站用变压器 2 台,

冬用变压器 1 台, 高压开关柜 16 面, 低压开关柜 8 面, 变频器 2 组, 电容柜 10 面, 新建排气阀室 1 座, 安装排气阀 4 台, 安装视频监控 25 个, 安装自动化操作系统、振摆检测系统, 更新改造防雷接地系统, 厂房房机墩、操作台、前池混凝土浇筑, 安装人造石护栏^[4]。

4 主设备及工程改造方案

4.1 水系改造方案

4.1.1 水泵选型原则

1. 流量原则: 选择水泵时, 按照自身需求确定所需要的流量, 包括峰值流量、平均流量等, 选泵时应以满足最大流量需求为准。

2. 扬程原则: 应根据所要输送的液体的扬程要求来确定所需要的扬程值。

3. 使用环境原则: 包括介质的性质、环境温度、压力等。

4. 材质原则: 材料的选择应根据液体输送介质的性质、温度、压力、腐蚀性等特点进行。

4.1.2 水泵选型

1. 泵的类型: 如离心泵、自吸泵、排污泵、脱硫酸泵等等。离心泵适用于输送中、低黏度液体, 也是扬水泵站选用最多的水泵类型。

2. 流量和扬程: 应选择适合的流量和扬程, 满足实际的流量和扬程需求。对于液体流量太大或太小的设备, 不仅效率低下, 耗能大, 还会影响设备寿命。

3. 密封结构: 密封结构不妥当会造成介质泄漏及损坏泵体, 从而影响设备寿命, 应根据输送介质的恰当性和用户对泵的维护能力选择合适的泵型及密封结构。

4. 材料和制造工艺根据不同输送介质, 选择对应的泵体材质、叶轮材质等, 保证泵的稳定运行。

总之, 在选择水泵时, 应充分考虑泵站的实际需求、使用环境和介质等因素, 选择合适的水泵类型和选型参数, 才能保证设备的安全、高效运行。在水泵选择上重点考虑流量、扬程的适应性、总设备功率、单机容量及重量、效率、吸水特性、机组总造价、工程造价、维修与运行、启动条件等。

扩灌十泵站最终所选水泵型号及台数如表 1 所示。

表 1 扩灌十泵站选配主水泵型号及台数

型号	参数	数量
1 200×900 DV-CH -29.9	Q=2.55 m ³ /s, H=29.9 m, n=490 r/min	4 台
700×450 DV-CH -29.8	Q=0.88 m ³ /s, H=29.8 m, n=590 r/min	3 台

4.2 电动机改造方案

4.2.1 原则

1. 性能匹配：电动机的性能应满足生产机械的要求，如启动和制动性能、调速能力等。
2. 经济性和可靠性：选择结构简单、价格便宜、工作可靠、维护方便的电动机。根据具体应用场景选择最合适的类型^[5]。
3. 环境适应性：电动机的结构和防护方式应适应使用场所的环境条件，如防尘、防水、防爆等。

4.2.2 步骤

1. 确定负载特性：根据生产机械的负载特性（如启动和运行特性）选择最合适的电动机类型。
2. 选择电动机种类和型式：根据负载的要求（如是否需要频繁启动或调速）以及使用环境（如是否有爆炸性气体）选择合适的电动机种类和型式。
3. 计算和确定额定功率：根据生产机械的功率需求计算电动机的额定功率，确保电动机能够胜任负载要求，同时考虑效率和功率因数。
4. 考虑安装和防护：根据安装位置和环境条件选

择电动机的安装结构型式和防护方式，如开启式、防护式、封闭式或防爆式。

5. 考虑电气性能和机械性能：根据生产机械的电气和机械性能要求，选择合适的电动机极数和电压等级，以及考虑互换性和标准化的电动机。

扩灌十泵站最终所选电动机型号及台数如表2所示。

表2 扩灌十泵站选配电动机型号及台数

设备名称	型号	功率	额定电压	数量
电动机	Y710-12	1 120 kW	10 kV	2台
变频电动机	YSP710-12	1 120 kW	10 kV	2台
电动机	Y500-10	400 kW	10 kV	3台

5 改造前后指标对比

通过对比我们不难发现，在年度上水量增加2%的情况下，泵站效率、能源单耗有明显提高，且运行人数减少23%，主电机启动次数减少39%，电容投退次数减少15%，执行操作票次数减少51%，执行工作票次数减少81%，泵站更新改造大大降低了操作频次，减轻了工作人员工作量。（见表3）

表3 改造前后机电运行管理考核指标对比表

指标	泵站效率 (%)	能源单耗 (kW·h/ktm)	年上水量 (万方)	生产用电量 (万度)	机电运行人数 (人)	主电机台数 (套)	装机容量 (kW)	年运行天数 (天)	主电机运行台时 (台时)	主电机启动台次 (次)	电容投退次数 (次)	已执行操作票 (张)	工作票总数 (张)
2020年 (改造前)	64.15	4.24	308.11	1104	353.84	25	1300	127	6 257.91	87	28	247	11
2022年 (改造后)	68.69	3.93	421.06	1112	437.93	10	5 680	168	7 318.346	53	17	121	2

6 结论

经过更新改造，扩灌十泵站实现了机组一键启停、实时监控、数据自动生成并长期储存等功能，为运行维护、运行经济分析提供了便捷。变频机组的选用能够保证高效的调节水量，确保上下级泵站水位稳定；清污机的安装解放了人力，让拦污栅前后水位基本持平；机械密封的选择让水泵泄露成为历史；新工艺、新材料保障了机组设备可靠运行，缩短了检修频次，极大地减轻了工作人员的劳动量、检修难度以及设备维修费用高等诸多问题。泵站更新改造大大减少了事故停机率，提高了现代化管理水平，保证了机组设备的安全高效有序运行，为宁夏中南部地区的经济社会发展奠定了坚实的基础，为灌区乡村振兴提供了坚实的水安全保障。

参考文献：

- [1] 王东应. 固海扩灌扬水工程泵站施工的重难点分析及技术措施 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(07):163-165.
- [2] 岳疆陶. 龙华口调水工程施工技术的应用研究 [J]. 东北水利水电, 2024,42(07):7-9.
- [3] 张飞珍, 杨云, 黄赛花. 杭州三堡排涝工程运行管理实践与思考 [J]. 浙江水利水电学院学报, 2024,36(03):40-44.
- [4] 赵文竹, 李杨, 李肖男, 等. 胶东调水工程标准化管理评价工作经验探究 [J]. 水电站机电技术, 2024,47(05):135-138.
- [5] 夏玉宝. 某长距离双管输水工程水力过渡过程分析 [J]. 甘肃水利水电技术, 2024,60(02):33-38.