

峡山水库方家屯供水枢纽节能改造及成效分析

于京凯,李效智,孙良

(潍坊市峡山水库管理服务中心,山东 潍坊 261000)

【摘要】在供水泵站运行中,供水设备的电量消耗是供水成本的主要组成部分,供水机组能耗的高低与否直接关系到供水泵站的经济效益。因此必须加强对供水设备的节能改造,通过调整水泵配置、合理选取电机、优化运行模式等方式来达到节能效果。文章以潍坊市峡山水库方家屯供水枢纽机组节能改造为例,对影响当前泵站运行中供水能耗的因素进行探究,分析了该泵站技能技术改造以及改造后的效果,并提出建议措施。

【关键词】峡山水库;方家屯供水枢纽;技术改造;节能降耗;安全运行

【中图分类号】TV697

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-07-0016-03

Energy-saving Transformation and Effectiveness Analysis of Fangjiatun Water Supply Hub in Xiashan Reservoir

YU Jingkai, LI Xiaozhi, SUN Liang

(Xiashan Reservoir Management Service Center of Weifang Municipality, Weifang, Shandong 261000, China)

Abstract: In the operation of water supply pumping stations, the power consumption of water supply equipment constitutes the main part of water supply costs, and the energy consumption level of water supply units directly affects the economic benefits of pumping stations. Therefore, it is necessary to strengthen energy-saving transformations of water supply equipment, such as adjusting pump configurations, reasonably selecting motors, and optimizing operation modes, to achieve energy-saving effects. Taking the energy-saving transformation of the units in the Fangjiatun Water Supply Hub of Xiashan Reservoir in Weifang Municipality as an example, this paper explores the factors affecting the water supply energy consumption in the current operation of the pumping station, analyzes the technical transformation and post-transformation effects of the station, and proposes recommendations and measures.

Key words: Xiashan Reservoir; Fangjiatun Water Supply Hub; Technical transformation; Energy conservation and consumption reduction; Safety operation

近年来,在以“水定城、以水定地、以水定人、以水定产”的新形势下,水资源的重要作用更加凸显。潍坊市峡山水库作为山东省最大的水库,不但是潍坊市主要水源地,也是省级战略水源地,素有“齐鲁第一库”的美称,承担着潍坊中心城区及附近县(市、区)70%以上的工业和生活供水。

潍坊市峡山水库管理服务中心方家屯供水枢纽始建于1997年,目前拥有1个提水泵站、5个供水泵站、1个净水泵站,总装机容量6050 kW,设计日供水能力41万 m^3 ,目前年供水量在8000万 m^3 以上,承担着寒亭、滨海、昌邑等区(市)居民生活用水和工业生产用水的重任。由于建设时间较

早,泵站采用传统的设计方法进行建设与管理,随着供水设备使用年限的增长和近年来运行条件不断变化,供水机组的运行成本和维护成本居高不下,不仅影响着供水泵站的经济效益,也降低了泵站的工作效率。因此,控制运行成本、降低供水能耗、提高供水效率已成为方家屯供水枢纽亟需解决的重要课题之一。

1 方家屯供水枢纽运行现状

在方家屯供水枢纽现有供水泵站中,寒亭泵

收稿日期:2025-01-08

作者简介:于京凯(1977—),男,正高级工程师

站、滨海泵站、海天泵站均为 2010 年之前投入使用,既存在着建设之初规划与设计不尽合理的问题,也有长期未进行过系统维护与更新的不足,部分泵站仍在使用很多老式、应淘汰的设备部件。以寒亭泵站为例,该泵站于 1998 年投入运行,部分电机、开关柜等设备的使用时间已超过 20 年,相关替换部件当前市面已难以购买,维护成本高且存在一定安全隐患。其余泵站也存在不尽相同的问题。一方面近年来实际运行工况较之前发生一定变化,部分现有水泵性能已不符合当前运行条件。另一方面在实际供水,部分用水企业用水量随机变化且波动较大,现有工频水泵通过控制阀门开度进行水量调节,导致水泵偏离高效运行区间,供水效率低、运行成本高,造成能源浪费。同时频繁进行阀门开度调节也会导致供水管道压力变化较大,当用水客户用水量锐减时供水管道压力突增,容易造成管网损坏。

2 泵站节能改造策略

2.1 寒亭泵站改造

寒亭泵站装机容量 925 kW, 安装有 5 台双吸离心泵,4 用 1 备,设计扬程 49 m,运行伊始供水领域涉及城乡居民生活、工业生产、热力供应等多个领域,但近年来随着社会发展和政策调整,恒联纸业、海龙化纤等部分用水企业进行了异地搬迁,当前供水对象以寒亭区自来水公司为主,用水规模较前期发生了根本性变化。

离心式水泵通常适合工业用水、居民日常供水的服务,且不同型号和配置的水泵均有着不同的运行效率,水泵的特性曲线和供水管道的阻力曲线交叉处的工程概况会在很大程度上影响离心式水泵的输出特性。寒亭泵站运行初期用水企业较多,供水量较大,采用工频机组供水模式较为合理。现状下以供应自来水为主,白天用水量大、夜间用水量少,水量调节全部依靠控制阀门开度进行,运行效率低、成本高,且频繁调节阀门开度对水泵、阀门、电机、管道等均会产生不利影响,缩短使用寿命。通过当前对寒亭泵站的电机电流、机组功率、管网压力、供水水量等运行数据进行收集和分析,现状工频运行模式下,时常导致水泵运转的工况点远离高效运行区,水泵的运转能力得不到充分有效发挥,导致运行效率低、

供水成本高。

在当前城市供水系统中,变频调压供水因其稳定性好、调速操作方法简单而得到了广泛应用,经科学分析论证,为达到节能经济的目的,决定对寒亭泵站 1#、2# 机组实行变频改造,将原有高压直起工频电机更换为变频电机,实现寒亭泵站变频供水模式的常态化运行。

通过选择具有变频调速功能的电动机,依靠变频电机科学调整水泵的运转速率,从而使水泵灵活适应不同的工况,水泵的功率消耗会随着其转速的降低而降低,从而节省更多的能源。改造后,一方面达到了节能降耗目的,电机运行功率由工频模式下 180 kW 下降至变频模式下 80 kW。实践证明在变频器的帮助下,节电率达到 50%~60%。供水成本得到了有效控制。另一方面,供水机组实现了软起软停和调速运行,供水管道平均运行压力减小 0.03 MPa,供水设备及管道运行的安全性极大提高。

2.2 滨海泵站改造

滨海泵站总装机容量 1 960 kW,安装有 7 台双吸离心式水泵,6 用 1 备,设计扬程 56 m,以向滨海区平原水库供水为主,同时为沿线恒联海龙生物新材料科技园、恒天海龙、恒联纸浆等企业提供生产用水,供水量一直较为恒定,现状工频供水模式较为合理。

在前期泵站规划设计选型中,为供水稳妥起见,采用了设计扬程为 56 m 的双吸离心泵。但滨海泵站与平原水库实际高程差为 18 m 左右,水泵在运转过程中,其设计的扬程未得到充分有效利用,实际所用扬程不足 50%,这样的运行扬程使得现有水泵的实际运行工况并不在最高效率区间范围,导致水泵运行效率低、能耗高。由于该泵站水泵一直处于非调速运转状态,现有条件下难以通过采取其他方法优化水泵的运转效率,经分析论证,考虑调换新水泵。

故将原有设计扬程 56 m 水泵调整为符合实际运行工况的设计扬程 30 m 水泵,水泵型号经过调整更换以后,水泵的运转效率得到了充分提高,单泵供水水量由 1 400 m³/h 提高至 1 850 m³/h,运行效率提高 32%,滨海泵站由 4 台机组常态化运行调整为 3 台新水泵机组常态化运行,总运行功率由 1 120 kW 降为 840 kW,极大节约了运行成

本,提升了供水效率。同时,电机运行电流由 19A 降至 13A,机组发热现象得到了明显改善,设备运行的安全性及稳定性得到明显改善。管道运行压力由 0.22 MPa 降低为 0.17 MPa,有效减小了对供水管道的压力冲击,供水生产更加稳定可靠。

因此,结合实际运行条件和工况进行水泵型号调整,不仅可以提高水泵的运转效率,达到最佳节能降耗的效果,也可以极大提升设备运行的安全稳定性能,为安全生产提供更加有力的保障,值得深入研究和长远发展。

2.3 海天泵站改造

海天泵站总装机容量 275 kW, 安装有 5 台双吸离心式水泵,4 用 1 备,设计扬程 19 m,以向昌邑市海天生物化工有限公司供水为主,现状实行工频供水模式。该泵站运行初期用水量相对较为恒定,单台机组满负荷运行模式下可满足企业用水需求。近年来由于企业生产规模发生变化,目前企业供水量需求与前期相比波动较大,水量调节全部依靠控制阀门开度进行,运行效率低、成本高,且频繁调节阀门开度对水泵、阀门、电机、管道等均会产生不利影响,缩短使用寿命。该泵站实际情况与寒亭泵站基本相似,通过对泵站的电机电流、机组功率、管网压力、供水水量等运行数据进行收集和分析,现状工频运行模式下,时常导致水泵运转的工况点远离高效运行区,水泵的运转能力得不到充分有效发挥,导致运行效率低、供水成本高。参照寒亭泵站节能改造模式,通过加装变频器,选择具有变频调速功能的电动机,将供水模式由工频运行调整为变频运行,依靠变频电机科学调整水泵的运转速率,使水泵灵活适应不同的工况,水泵的功率消耗会随着其转速的降低而降低,从而节省更多的能源。改造后,一方面达到了节能降耗目的,电机运行功率由工频模式下 50 kW 下降至变频模式下 30 kW,实践证明,在变频器的帮助下,节电率达到 40%。供水成本得有了有效控制。另一方面,通过变频调速运行,水量调节不再依靠阀门开度控制,电机及水泵轴承温度由 80 ℃ 降至 65 ℃,轴承发热问题得到了有效缓解,设备运行的安全性极大提高。

3 效益分析

方家屯供水枢纽在此次技术改造中,采用了

先进的变频调速技术,通过对供水机组的精准调控,依据实时用水需求动态调整电机转速,有效降低了能源的无效损耗。同时,引入新型高效节能水泵,显著提升了水泵的水力效率,减少了水流阻力,进而实现了能耗的降低。方家屯供水枢纽在实施技术改造前后的能耗变化对比情况见表 1。

表 1 方家屯供水枢纽近年来供水水量及运行电费统计表

| 年份 | 供水、调水 总量/m ³ | 运行电费/元 | 单方水运行 能耗/(元/m ³) |
|-----------------------|----------------------------|--------------|---------------------------------|
| 2019 | 80 075 197 | 9 054 782.84 | 0.113 1 |
| 2020 | 60 374 152 | 5 776 329.84 | 0.095 7 |
| 2021 | 69 128 564 | 6 692 022.03 | 0.096 8 |
| 2022 | 68 112 731 | 7 149 273.92 | 0.105 0 |
| 2023 | 84 163 343 | 8 697 501.44 | 0.103 3 |
| 2024 年 4 月份 实行技改以后 | 66 625 317 | 4 526 345.64 | 0.067 9 |

由表 1 可以看出,方家屯供水枢纽在实行技术改造后成效显著。实现了供水成本的大幅下降和供水效率的有效提升,成效显著。经运行数据精确测算,单方水供水能耗下降约 0.03 元,运行成本降低幅度达 30%。以年均供水量 7 500 万 m³ 进行推算,每年可节省电费约 220 万元。此外,供水机组设备运行稳定性大幅提升,为安全、稳定、高效供水提供了坚实保障。

在减排降耗层面,依据标准煤换算公式,每年可减少标准煤燃烧约 828 t,减少二氧化碳排放约 2 160 t,减少酸式气体排放约 14 t,减少粉尘排放约 10 t。这一系列数据表明,方家屯供水枢纽的技术改造是对国家大力倡导节能减排政策的有力践行。

4 结语

对于供水泵站来说,运行机组耗电量的高低直接关系到供水单位的经济效益。因此,结合实际运行工况,选择合适的水泵、电机以及运行模式,进行机组节能改造是十分必要的。应从涉及供水运行的各个方面进行技术分析,找出影响供水泵站运行经济性的主要因素并加以解决。技术改造既要适应供水需要,也要考虑降低运行成本,提高效益;既要保障安全正常运行,又要节省投资成本,实现节能降耗与安全生产的双赢。

(责任编辑 赵其芬)