

农田水利灌溉中泵站技术改造分析

代春晖

(寿县机电排灌中心管理站, 安徽 淮南 232200)

【摘要】在农田水利灌溉过程中, 泵站的技术改造可以有效地提高效率、节约能源、提高灌溉效益。基于这一点, 本文从实际情况出发, 简要分析了泵站技术改造的重要性, 探讨了泵站技术改造过程中存在的问题, 并对农田水利灌溉中泵站技术改造的技术要点进行了分析, 以供参考。

【关键词】农田水利灌溉; 泵站; 技术改造

随着使用年限的增长, 一些泵站的水泵设备性能逐渐下降, 运行稳定性也出现了波动, 已经难以达到较为满意的工作效率和质量。为了使泵站更好地服务于农田灌溉, 保证农业生产的发展, 需要对泵站进行技术改造。在实施泵站技术改造工作的过程中, 首先要对泵站的运行状况进行全面的调查和了解, 明确水源、灌区需水量和机电设备等的实际情况, 然后才能制定技术改造方案, 并按照标准执行。基于此, 作者结合自身的实际经验, 就有关问题作了如下的分析与讨论, 以供参考交流。

一、农田水利灌溉中泵站技术改造的重要价值

农田水利灌溉中泵站技术改造具有重要的价值, 可以带来多方面的益处, 其重要价值主要体现在如下^[1]:

(一) 有助于提高农田灌溉效率

通过对泵站进行技术改造, 可以提高水泵的性能, 优化水泵控制系统, 以及提高供水质量。采用先进的控制系统及自动化设备, 可以实现对泵站运行状态的准确控制与监控, 降低泵站的故障率。通过优化管网布局、改进灌溉模式, 构建高效灌溉系统, 可以减少水资源浪费, 保证灌溉水的科学合理利用, 从而达到节约资源、增加农田产量的目标。

(二) 有助于降低泵站运行成本

老旧泵站普遍存在着能耗高和维护费用高等问题, 泵站技术改造通过采用节能设备、优化工艺流程和完善自动化控制系统等措施, 可以使泵站的运行费用得到有效降低。降低泵站的运行费用不仅有利于农业可持续发展, 而且能使农户获得更有竞争力的农产品价格。

(三) 增强灌溉稳定性

泵站技术改造可以提升泵站的可靠性和稳定性, 从而确保农田灌溉的连续性和稳定性。通过采用先进的监测设备、预警系统及智能化控制技术, 使泵站可以更好地处理突发事件及异常状况, 实现

灌溉全过程的自动化与远程监控, 降低人工干预与操作风险, 提高系统运行稳定性。

二、泵站技术改造中的问题

(一) 改造技术缺陷

大部分泵站由于建造年代较长, 设施都有不同程度的老化和磨损, 影响了泵站的安全稳定运行。虽然各地都进行了泵站的技术改造, 但大部分泵站技术改造还停留在规划阶段, 没有得到有效的实施。另外, 泵站的技术改造, 没有结合当地的实际情况, 导致规划与设计间存在差异。在泵站技术改造过程中, 如果水泵类型、泵房形式与高程缺乏合理性, 就会影响泵站运行过程中的抽水问题, 导致泵站扬程无法满足实际需求。另外, 不合理的管控手段也是影响泵站技术改造效果的一个重要因素。

(二) 政策方面的问题

泵站在运行过程中一旦发生故障, 不仅会影响运行机制的形成, 还会影响泵站的稳定运行。另外, 在泵站改造期间, 缺乏资金与政策保障, 也会导致泵站的作用无法有效发挥。随着科学技术水平的不断提高, 自动化技术开始应用于泵站技术改造中。但是, 由于管理人员缺乏经验, 各种问题层出不穷。所以, 在泵站技术改造过程中, 如果忽略维护工作, 加之管理人员综合素质薄弱, 缺乏对现代技术的应用能力, 都会加大泵站的自动化运行与维护难度。

(三) 建设标准有待提升

我国多数泵站始建于 20 世纪 8、90 年代, 当时的泵站标准不高, 且规模较小, 功能比较单一。究其原因, 是受当时经济水平和技术水平的制约, 造成泵站设计水平不高, 规划布局不科学, 不仅影响了泵站的使用效率, 还增加了成本, 对泵站作用的发挥造成不利影响。

三、泵站技术改造前需要开展的必要调查和分析

(一) 调查分析泵站水情

泵站技术改造中的重要工作之一，就是对水源地区水位及水量进行核实。对于一些由于兴建水利工程、新型农业产业、现代农业或工业布局调整所导致的泵站情况，可能会出现水源水量减少甚至断流的情况。这将增加泵站的防洪工作难度，还将增大吸程，降低提水量。为解决这一问题，需要通过对比泵站水情资料的调查、分析，明确各种水位以及来水量与多年平均提水量之间的关系。通过核实水源的可靠性，可以为确定不同扬程、校核原水泵安装高程，以及制定防洪措施是否符合变化后的要求提供依据。经过认真核实所涉及的水位及水量，才能更准确地了解泵站所处的水资源条件，从而采取相应的应对措施，这有助于确保泵站的正常运行，满足灌溉需求^[2]。

（二）了解灌区的需水量变化

在灌区兴建各种农田水利设施和小型泵站后，原有农田的灌溉压力有所减轻，灌溉面积相对减小。在种植方面，若引进耐旱易种的作物，灌溉需水量将减少。通过对灌区实际灌溉面积、农作物种类、养殖结构等的了解，可对灌区的需水量变化情况进行评估，这对于制定合理的供水计划、优化水资源利用，以及保证农业可持续发展具有十分重要的意义。

（三）调查塘堰调蓄能力

调查塘堰的调蓄能力，需要考虑水利冬修和夏修工作对其蓄水量的影响。在丘陵灌区中，塘堰数量较多，但其蓄水能力会因为水利冬修和夏修工作的不同而有所变化。核实塘堰的蓄水能力具有以下好处：1. 提前充填塘堰，缓解农忙时供电紧张的难题；2. 在用水高峰时段，可以采用抽水与塘堰蓄水两种方式向灌区供水，以降低灌区用水高峰，减少提灌流量，达到降低改造规模的目的。通过对塘堰蓄水能力的调查，可以更好地利用水资源，合理安排供水计划，并优化农业灌溉系统，从而提高水资源利用效率，并进一步保障农业生产的可持续发展。

四、泵站技术改造要点分析

泵站技术改造需要按照《泵站技术改造通则》的要求，结合实际调查情况，予以科学实施。具体内容如下：

（一）提高管路效率的技术改造

1. 泵站管路效率的影响因素。主要包括以下几个方面：（1）摩擦损失。当水在管道内流动时，会与管壁发生摩擦，造成能量损耗。摩擦损失与管径、长度、流速、粗糙度有关。（2）弯头和管件。弯头和管件会产生附加的阻力，增加了管路的摩擦损失。弯头的角度、弯曲半径越小，能量损失越大。

（3）突跃变径。管道的突跃变径会引起流体速度的改变，从而产生能量损失。（4）阀门和控制装置。阀门和控制装置的存在会引入局部阻力，降低流体的过程效率。（5）主体布局。良好的管道布局可以减少不必要的弯曲、突跃，可以实现更高的效率。对于给定情况，可使用下列公式来计算管路效率（ $\eta_{\text{管道}}$ ）^[3]：

$$\eta_{\text{管道}} = (\text{流入出水池的流量} / \text{水泵出水量}) \times 100\%$$

其中，流入出水池的流量 $= (Q - q)$ （ m^3/s ）水泵出水量 $= Q$ （ m^3/s ）将上述值代入公式，可以算出管路效率（ $\eta_{\text{管道}}$ ）。需要注意的是，在实际应用中还需要考虑其他因素如管路阻力损失、水泵效率等。

2. 管路效率的技改措施。要提高管路效率，可以考虑以下技术改造措施：（1）减小管道阻力。采用较光滑的内壁材料，控制管道内壁的粗糙度，通过内壁涂层或使用光滑管道材料来减少摩擦损失。此外，要对管径、长度进行合理设计，避免过长过细的管道，以减少流体阻力。（2）优化布局。合理规划管道布局，尽量避免或减少弯头、突跃变径和管件的使用。在设计过程中，通过最短路径、平直线路布置等方式减少能量损失。（3）使用节能阀门和流量调节装置。选择低阻力的球阀、蝶阀等节能阀门，根据实际需要，合理配置调节阀、节流装置等流量调节装置，以确保流量控制的精确性和能量损失的降低。（4）定期检修和维护。定期检查、维护管道系统，清除污垢、异物等，保证管道内部的通畅，降低管道阻力。及时处理漏水、漏水等故障，保持管道的完整性和正常运行。（5）使用高效泵站设备。选择高效节能的泵站设备，如高效电机、变频器控制系统等，可以有效地降低泵站的能耗，提高泵站的整体效率。

（二）提升水泵效率的技术改造

水泵效率的高低是泵站效率高低的关键影响因素。对其进行技术改造，首先要对泵站的运行情况、维护和测试情况等数据信息进行调查了解，分析水泵的选型及安装是否合理，以便找出效率低下的原因，并提出有针对性的技术改造方案。

1. 对选型不当、技术落后的水泵技改。对于这类水泵，应及时将其更新为高效节能水泵，需要做好以下工作：（1）以多年平均扬程作为选择依据。通过对多年来使用情况及要求的分析，计算出多年平均扬程，以此作为选择水泵的参考依据，这样可以更好地配合水泵的流量与扬程，保证水泵的正常工作。（2）校核设计扬程和流量是否满足需要。

对所选水泵型号进行校核，在设计扬程范围内相应的流量是否能满足实际需要。确保水泵在正常工况下工作，以避免过载或无法满足流量要求的情况。考虑最大和最小扬程下的性能：水泵在最大和最小扬程下的性能表现也需要考虑。确保水泵在极限工况下不会出现超载或汽蚀的问题，保证水泵的可靠运行。（3）更新陈旧、质次、低效的水泵。针对陈旧、质次、低效的水泵，建议及时更新替换。选择新一代的高效节能产品，如采用先进的涡轮、离心技术，以及节能电机和变频器等，可以显著提高能效并降低运行成本。（4）考虑可维修性和可维护性。水泵的可维修性、可维护性也是水泵选型的重要内容。选择具有易于维修和更换零部件的水泵品牌和型号，以便在需要进行维修或更换时能够快速解决问题，减少停机时间并增加设备可靠性。

2. 对扬程过高的水泵进行技改。针对这种情况，可以采用以下技术措施^[4]：（1）根据实际需要及系统参数对水泵进行选型，确保选用的水泵能够满足所需的扬程要求，避免过高的扬程造成不必要的能耗和损耗。（2）优化管路设计，减少管道阻力损失，降低总扬程要求。可以通过增加管道直径、缩短管道长度、改善流动条件等方式来降低管路阻力。（3）对于长距离输送，可以考虑增设中间抽水站，对总扬程进行分段处理，减小单个泵站的扬程要求，从而使各泵站的负荷降低，提高系统的运行效率。对现有水泵进行调整或更换部件，提高水泵本身的效率，减少能耗和损耗。（4）利用变频器对水泵转速进行控制，根据实际工作要求灵活调整水泵的供水量及扬程，从而达到高效节能的目的。在技术改造过程中，应将系统的要求、经济性、可行性等各方面综合考虑，并与专业人员充分探讨、评估，以保证技术改造方案的可靠性、有效性。

（三）提升电动机性能的技术改造

作为泵站运行的核心动力部件，电动机的性能高低影响到泵站的工作效率与质量，对性能不佳的电动机进行技术改造具有重要价值。应按照以下技改方案进行：

1. 以调整和修复为主。在具体实施过程中要做好如下几方面的工作：（1）对电动机控制系统进行优化，包括启停方式、转速调节、保护设备等。根据实际运行要求，进行参数设置和调整，以提高电动机工作效率及运行稳定性。（2）对存在振动问题的电动机，实施平衡校正，消除转子不平衡对电动机运行的影响，提高电动机运行的平稳性，延长电动机的使用寿命。（3）全面检查现有电动机，

保证电动机各部件工作状况良好，对损坏的部件如轴承、绝缘子、风扇等应及时修理或更换。如发现电动机绝缘等级偏低，容易发生绝缘击穿和故障，可以考虑进行绝缘改造，提高绝缘等级，提升电动机的安全可靠。（4）清洁电动机外壳和冷却系统，确保散热正常，预防过热问题。同时，定期给电动机加注适量的润滑油，保证电动机内部零部件的正常运行。

2. 提高线路末端电压。在调查、检测过程中，一些泵站的电动机线路末端电压偏低，致使其无法正常运行，通过对其进行技术改造，采用并联电容器对其进行无功功率补偿，以提高功率因数，提高运行电压，减少线路损耗。具体实施包括如下内容：

（1）进行功率因数检测。首先，对电动机所在的泵站进行功率因数检测，确定实际的功率因数水平。

（2）计算电容器容量。根据实际情况及需要提高的功率因数指标，对所需电容器容量进行计算。可以咨询专业人员或依据相关的计算公式进行计算。

（3）安装并联电容器。根据计算出的电容容量，选用合适的电容，安装在电机旁或附近，与电机并联。（4）监测和调试。电容器安装完毕后，对系统进行监测和调试。通过观察功率因数和电压的变化情况，逐步调整电容器的容量，使得系统的功率因数提高到适宜的水平，同时保证电压稳定。

结论：

总之，由于我国泵站建设时间较长，在运行过程中出现了许多问题，使其功能得不到充分发挥。因此，通过泵站技术改造不仅可以提高农田水利的灌溉效率，而且可以促进农业可持续发展。在对泵站进行技术改造时，由于工程比较复杂，所以需要结合泵站的实际情况，引进先进的改造技术和专业人才，保证泵站技术改造的合理性，提高运行的安全性和稳定性。

参考文献：

- [1] 刘旭东. 泵站更新改造中的关键技术措施探讨[J]. 价值工程, 2018(10):195-197.
- [2] 胡嗣望, 习笑王禹. 节水灌溉技术在农田水利工程中的理论与实践[J]. 东北水利水电, 2021, 39(2): 53-54.
- [3] 邹秋华, 余敏, 韩玲. 一体化泵站在农田灌溉排水中的应用分析[J]. 南方农业, 2018, 12(26): 131-132.
- [4] 张志军. 一体化泵站在农田灌溉排水中的运用探究[J]. 内蒙古水利, 2019, 207(11): 70-71.