

水利工程泵站优化设计与运行控制研究

牛月

天津中水新华工程规划设计有限公司 天津 300000

摘要: 水利工程泵站的优化设计和运行控制是确保泵站在运行过程中达到高效、安全、稳定的关键环节。优化设计可以提升泵站的运行效率、降低能耗,而运行控制可以实现自动化、智能化以及远程监控,提高运行效率和减少人力成本。本文从水利工程中泵站安全运行管理存在的问题入手,分析水利工程泵站优化设计,探讨水利工程泵站运行控制措施,以供参考。

关键词: 水利工程; 泵站; 运行; 控制

水利工程泵站作为实现水资源高效利用和水供应的关键设施,在现代社会中起着至关重要的作用。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,对供水稳定性、能源节约等方面的需求越来越迫切。因此,对泵站进行优化设计和运行控制,成为促进水资源可持续利用和能源节约的重要手段。

1 水利工程中泵站安全运行管理存在的问题

1.1 泵站设计不合理

泵站设计不合理是导致泵站长期低效运行的主要原因之一。泵站设计应综合考虑水源情况、供水需求、管道布局等因素,合理选择泵型、管道尺寸和水头,从而实现泵站的高效工作。但是,一些泵站存在泵选型错误、管道布置不合理等问题,导致泵站的工作效率低下、能源消耗大、运行成本高。因此,在泵站的设计阶段,需要加强专业人员的培养和项目设计的科学化,以改善泵站的设计质量和效率^[1]。

1.2 缺乏完善的安全运行管理制度

泵站安全运行管理制度的缺乏是导致泵站安全风险的重要原因之一。一些泵站缺乏明确的运行规程和操作规范,缺乏规范化的管理制度,导致运行人员在操作中出现错误,增加泵站事故发生的可能性。为了提高泵站安全运行的水平,需要建立和完善泵房管理、设备操作和维护等方面的安全运行管理制度。制定明确的责任分工、操作程序和维护计划,加强对运行人员的培训和考核,从而提高泵站的安全性和稳定性。

1.3 管理人员综合素质低下

泵站管理人员、一线工作人员的综合素质低下是导

致泵站安全运行管理问题的重要因素。一些泵站缺乏经验丰富、技术过硬的管理人员和操作人员,缺乏应急处理能力和技术支持。这可能导致泵站运行中的问题无法及时解决,影响泵站的安全性和效率。为了提高管理人员和一线工作人员的综合素质,需要加强培训和教育,提供专业知识和技能的学习机会,提高其技术水平和工作能力^[2]。同时,加强专业人才的引进和队伍建设,提高泵站管理和运行水平。

1.4 缺乏先进的科学技术、仪器设备

一些泵站在科学技术和仪器设备方面存在滞后的问题,这直接影响了泵站安全运行管理的水平。例如,缺乏先进的泵站自动化控制系统、信息化管理系统、远程监控等技术手段,导致泵站的操作和管理依赖人工,效率低下,运行风险提高。此外,还存在传统的监测仪器设备,无法满足实时监测和故障预警的需求,造成了设备故障无法及时发现和处理。因此,为了提高泵站安全运行管理的水平,必须引入先进的科学技术和仪器设备,实现泵站的自动化控制、智能化管理和可视化监测。

1.5 泵站的维修维护管理不足

泵站的维修维护管理是确保泵站安全运行的重要环节。然而,当前一些泵站在维修维护管理方面存在问题。首先,缺乏完善的维修计划和检修制度,导致维修工作无章可循,临时维修和应急维修频繁出现。其次,人员管理不到位,维修人员技术水平低,缺乏持续的培训和更新知识的机会,导致维修工作质量无法得到保证。此外,还存在维修材料、备件的供应不及时和质量不可靠的问题,无法满足维修需求。因此,为了提高泵站的维修维护管理水平,需要加强规范化管理,制定维修计划和检修制度,提高维修人员技术水平,加强维修材料供应链管理。

2 水利工程泵站优化设计

2.1 优化水利工程泵站机组

通讯作者: 牛月, 出生年月: 1988.03, 民族: 汉, 性别: 女, 籍贯: 河北保定, 单位: 天津中水新华工程规划设计有限公司, 职称: 中级工程师, 学历: 硕士研究生, 邮编: 300000, 研究方向: 水工建筑物方向。

泵站机组是泵站的核心部分,泵的选择和配置对泵站的运行效率和能耗有直接影响。

在进行泵站机组优化设计时,应根据泵站的特点、供水需求和水源情况,合理选择和配置泵。首先,根据水源特点和供水需求确定合适的泵型,考虑流量、扬程、效率等参数。根据泵站的供电情况和经济效益,选择适当的泵的数量和配置方式。还需考虑泵站的运行安全和可靠性,保证泵运行在最佳工况范围内。泵站机组的自动化控制是提高泵站运行效率和稳定性的重要手段^[3]。通过采用先进的自动化控制系统,实现对泵站机组的自动调节和监控,能够实时监测和响应水位、压力等参数变化,调整泵的运行状态,提高运行效率。自动化控制系统还能够实现远程监控和远程操作,有效降低人工干预,减少操作人员巡视量,提高泵站的管理效率。泵站机组的节能优化设计是提高泵站能源利用率的重要手段。通过选择高效率的泵,采用变频调速技术,根据实际需求调整泵的运行速度,减少能耗。此外,还可以采用能量回收技术,将泵站产生的余热、余压进行利用,提高泵站的能源利用效率。

2.2 泵站进水流道与出水流道优化设计

泵站的进水流道和出水流道是确保泵站正常运行和供水安全的关键部分。优化进水流道和出水流道的设计可提高泵站的水利性能和运行效率。

良好的水力性能在进水流道设计中起着重要作用。进水流道的布置和长度应当合理,以确保水流能够平稳地进入泵站。如果进水流道的布置不合理,水流可能会产生涡流和冲击,从而增加水头损失和水流阻力。在设计时需要考虑水流的路径和进入方式,以避免涡流和水流冲击。进水流道的截面形状和尺寸也需要合理选择。截面形状和尺寸的选择可以降低水流速度,减少能量损失。通常情况下,圆形或矩形截面形状是常见的选择,这些形状在水流进入泵站时能够减少水流速度,并降低水流与流道壁的摩擦损失。进水流道的尺寸应根据需求合理确定,以确保能够容纳预期的水流量。进水流道的表面光滑度也是非常重要的。表面光滑度高可以减少水流与流道壁的摩擦损失。因此,在设计和施工过程中,应保证进水流道的表面光滑度能够满足要求。常见的措施包括使用光滑的建筑材料、精细的施工工艺等。

出水流道的设计对于保证出水平稳流动是非常关键的。不仅可以防止压力冲击和水锤对设备和管道造成的损坏,还可以提高流水的效率^[4]。首先,要设计合适的出水流道长度和斜率。这取决于泵站的出水需求。如果出水流道长度过长,则会增加阻力和摩擦损失;如果斜

率过大,则会增加能量损失。因此,要根据实际情况确定合适的长度和斜率,以减小阻力和能量损失。还可以采用流道扩张和缩窄的设计。通过扩张和缩窄流道的宽度,可以减少水流速度的变化,降低能量损耗和压力冲击。在流道的适当位置进行扩张和缩窄设计,可以使水流平稳地通过,减少涡流和水锤的产生。出水流道的光滑度和阻力系数也需要合理控制。如果流道的表面光滑度不够,会增加水流的摩擦损失;如果阻力系数过大,会使出水效率下降。因此,在设计中,需要注重流道表面的加工工艺,保证其光滑度;同时,选用合适的材料,控制阻力系数的大小,以提高出水效率。

3 水利工程泵站运行控制

3.1 计算水利工程泵站运行日均提水量

计算泵站运行日均提水量是保障供水稳定的关键。首先,需要明确供水的需求,根据农田灌溉或城市供水来确定所需的日均提水量。这一步可以通过分析历史用水数据、了解农作物的水分需求、考虑人口增长和用水变化等因素来完成。只有清晰地了解供水需求,才能确保提供足够的水量。水资源情况也是计算泵站运行日均提水量时需要考虑的重要因素。不同地区的水资源量和水质状况存在差异,需要根据当地的实际情况来制定合理的提水计划。同时,还要注意保护水源地,避免水质受到污染和浪费。泵站机组的特性也会对提水量的计算产生影响。了解泵站机组的运行特性、效率和出力等参数,可以更加准确地估计泵站的运行日均提水量。各种技术参数和运行经验应被充分考虑,以确保泵站的运行效率和供水的稳定性。

3.2 基于PLC技术的泵站运行自动控制

PLC技术的应用使得泵站能够实现全面的自动控制,从而提高了泵站的运行效率和安全性。其中,水位控制是一项重要的自动控制内容。通过安装水位传感器等监测设备,PLC能够实时检测水位高度,并通过控制电机的启停来实现水位的自动控制。当水位低于设定值时,PLC启动泵运行;当水位高于设定值时,PLC关闭泵。这种自动水位控制的实施可以有效地提供稳定的水量供应,避免了水位过高或过低的问题。压力控制也是基于PLC技术的自动控制内容之一。通过安装压力传感器等监测设备,PLC能够实时监测泵站的供水压力。根据设定的压力范围,PLC可以调节泵的运行状态,从而实现压力的自动控制。当压力过低时,PLC启动泵运行;当压力过高时,PLC关闭泵^[5]。这种自动压力控制的实施可以确保供水压力在合理范围内,提供稳定的供水效果。

4 水利工程泵站优化设计后运行控制效果

4.1 泵站效率提升

水利工程泵站的优化设计在提升泵站效率方面具有重要意义。通过合理选择和配置泵的机组,优化流道以减小水力损失,可以提高泵站的效率。而运行控制的自动化和智能化则保障了泵站在不同工况下以最佳工作点运行,从而进一步提高了效率。通过优化设计和运行控制,可以减小水力损失、降低泵站的能耗。合理选择并配置高效的泵机组,减少流量和扬程对应不合适的技术指标,使泵机组在高效工作点运行,减少能源的浪费。泵站的设计和控制改善了水的运动路径,减少了水的摩擦和阻力损失,从而提高了水量的提升率。这意味着在相同时间内,泵站可以提供更多的水量,提高了供水系统的供水能力。泵站的设计和运行控制的优化可以缩短单个工作周期内的运行时间,提高工作效率。节省时间意味着更多的时间可以用于其他任务,提高了泵站的设备利用率和供水效率。泵站效率的提升不仅减少了能源消耗,还提高了供水能力,使得泵站在满足供水需求的同时也能够提高经济效益。

4.2 能源节约

水利工程泵站的优化设计和运行控制对于能源节约有着显著的效果。能源节约是当前社会发展和环保要求的重要方面,对于减少能源消耗、降低环境污染具有重大意义。通过合理的机组选择与配置,优化泵站的水力系统,减小水力损失,使泵站机组在高效工作点运行,降低电力消耗。运行控制的自动化和智能化减少了人力成本,降低了运维费用。自动化控制系统能够对设备状态进行实时监测和预警,有效防止设备故障,降低维护和修理的成本。优化设计和运行控制可以实现对泵站可回收的余能的有效利用。例如,通过余压回收系统或余热回收系统,将泵站在运行过程中产生的压力和热能转化为可再利用的能源,提高系统的能源利用效率。能源节约不仅对减少能源消耗和降低运行成本具有重要意义,也符合可持续发展的目标,对环境保护和资源节约起到积极的推动作用。

4.3 运行稳定性提高

水利工程泵站的优化设计和运行控制能够提高泵站的运行稳定性,确保泵站在各种工况下的安全可靠运

行。基于PLC技术的自动化控制系统可以减少人为操作的干预,减少了人为因素导致的操作失误,提高了运行的稳定性和可靠性。自动化控制系统可以根据实时监测到的数据和设定好的控制策略,动态调整泵机组的运行状态,以适应不同工况的需求。基于远程监控系统,运维人员可以通过监控中心实时获取泵站的运行数据和状态信息。这能够及时发现泵站运行中的异常情况,并进行快速响应和处理,提高故障的处理效率,降低停机时间。优化设计和运行控制系统在泵站的故障保护方面发挥重要作用。自动化控制系统可以通过设定的安全保护措施,如高温保护、过载保护、断电保护等,对泵站设备进行实时监测和保护。一旦发生异常情况,自动化控制系统能够及时发出警报信号,采取相应措施避免进一步损坏。运行稳定性的提高不仅能够确保泵站的安全可靠运行,保障供水系统的正常运转,同时也降低了维护和修理的成本,提高了经济效益。

结语:综上所述,水利工程泵站的优化设计和运行控制能够提升泵站效率、节约能源,并提高运行稳定性。通过合理选择和配置泵机组、流道的优化设计,结合基于PLC技术的自动化控制,泵站能够以更高的效率、更低的能耗、更稳定的运行状态,为农田灌溉和城市供水等提供可靠的服务。优化设计和运行控制的效果不仅体现在具体的效率、成本和稳定性指标上,更体现在对可持续发展目标的符合和环境保护的贡献上。

参考文献

- [1]田均兵,吕锋,曾祥磊,李密. 某山区水利工程浮船泵站优化设计研究[J]. 海河水利,2023,(05):26-29.
- [2]曹可凡. 高扬程泵站输水工程水锤特性及空气罐多目标优化设计研究[D]. 江苏大学,2022.
- [3]张国荣. 水利工程泵站结构设计及流道优化设计研究[J]. 内蒙古水利,2020,(02):69-71.
- [4]杨朝碧. 登盆水库工程提水泵站水力机械优化设计[J]. 科技创新与应用,2016,(31):230.
- [5]王挺. 福清东桥防洪工程排涝系统优化设计及试验研究[J]. 水利建设与管理,2016,36(05):16-21.