

排水泵站在水利工程建设中的选型与优化研究

马良 马勇 赵鹏

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 排水泵站作为水利工程的一个关键环节,承担着废水和洪水的排放与处理的重要任务。随着城市化进程的加快,城市地表硬化程度不断增加,污水排放量也随之上升,促成了排水泵站建设的加速发展,以应对这一挑战。这要求在水利工程规划与施工中,对排水泵站的设计布局 and 关键设备的选择给予充分重视。因此,本文将结合实际案例,讨论排水泵站在水利工程建设中的选型与优化策略。

关键词: 排水泵站; 水利工程建设; 选型与优化

前言: 随着全球气候变化带来的影响加剧,城市排水系统的优化升级变得更加迫切。通过采用先进的设计理念和技术,加之对设备性能和操作维护的精细管理,能够显著提高排水泵站处理废水和洪水的的能力,为城市的可持续发展提供坚实的基础。

1 水利工程建设中的排水泵站介绍

在水利工程的构建中,排水泵站扮演着不可替代的角色。这些泵站不仅是保证区域内水文平衡的关键,而且对于维护生态系统健康、保障人类活动空间以及防止水灾害具有至关重要的作用。泵站的主要职能是有效控制和调度水位,通过引水或排水手段,保持特定区域的地表水和地下水水位在理想范围内。排水泵站的设计和建设涉及多个环节,包括选址、设计、建设和管理等,每个环节都要考虑到环境保护、经济成本和工程效率。首先,合理的选址对于减少泵站建设和运营成本,提高排水效率有着直接影响。泵站的位置需要根据水文地质条件、周边环境保护需求以及与其他水利设施的相对位置综合考量。设计阶段,排水泵站要确保具有足够的排水能力和运行效率^[1]。设计人员需要通过当地降雨和洪水模式的分析评估,确定泵站的配置,包括泵的类型、数量、排水能力等关键参数。同时,泵站的建设还应充分考虑到可能的气候变化对未来排水需求的影响,保证其长期的应对能力。

2 项目介绍

位于赣江威严左岸,南昌市昌北城区内尤为特别的一片区域——沙井治涝区,它是红谷滩新区的一部分,拥有其独特的地理和功能定位。沙井治涝区坐落在乌沙河的温柔右岸与赣江强悍左岸之间的一个天然台阶上,这里的地形平坦但略显低洼,一直依赖边际的沿江大堤和丰和联堤来保护着它免受洪水侵袭。沿江大堤堪称城区的坚强防线,它是Ⅰ级堤防,设计上能够防御赣江百

年一遇的洪水威胁。而丰和联堤则是Ⅱ级堤防,其抗洪设计标准是能够抵御每五十年一遇的洪水。依据《南昌市城市防洪规划报告(修编)》和《江西省南昌市昌北城区乌沙河综合整治工程可行性研究报告》,以及城区的市政建设雨水排放状况,丰和电排站被赋予了重要的使命。它主要负责的排水区域从丰和大道东起,经过丰和联堤,一路向西,南到南昌大桥引线,北至庐山南大道,同时,红谷滩中心区的一、二路等周边区域的积水也会汇入这里,整个排水面积达到7.95平方公里(这里排除了直接排入赣江的丰和立交部分面积)^[2]。

如今的丰和电排站由两部分构成,旧站和新站,它们共同维护着沙井治涝区的干燥与安宁。旧站的装机规模为930千瓦,拥有6台各155千瓦的设备,排水能力为每秒7.36立方米。2014年,新站建成并投入使用,装机规模提升到1000千瓦,由4台各250千瓦的设备组成,设计排涝流量达到每秒9.58立方米。因此,沙井治涝区现在拥有的总排涝流量为16.94立方米/秒,总装机规模为1930千瓦。为了更有效地管理洪水,治涝区内还精心设置了一个100亩(约0.0667平方公里)的涝水调蓄区,其水位调节起点为16.50米,最高蓄涝水位定在17.50米,能够调蓄的水深达到1.0米。相应地,这使得调蓄区的容积达到了66700立方米,这些精心的设计和措施形成了沙井治涝区独特的防洪排涝体系,确保了这一区域即使在极端天气下也能保持安全与干燥。

3 排水泵站在水利工程建设中的作用

排水泵站在水利工程的建设和管理中扮演着不可或缺的角色。它主要负责将多余的水量从低洼或水浸地区排出,以保护农田、城市及工业设施不受洪水侵害,确保地区的正常运作和居民的生活安全。排水泵站的设计和运行直接关系到水利系统的效率和可靠性,因此,其重要性不容忽视。排水泵站通过有效控制水位,为农业

灌溉提供了可靠保障。在雨季或洪水期间,排水泵站能迅速将农田中的积水排出,防止作物被淹没,保证农业生产不受影响。这一点对维持粮食安全和促进农业发展至关重要^[1]。

此外,城市排水泵站是城市排水系统的关键组成部分之一。在极端气候造成的强降雨或台风等自然灾害情况下,排水泵站能够快速排除城市积水,减轻城市内涝现象,保障市民的生命财产安全。同时,这也有助于减少因内涝导致的交通拥堵和城市功能瘫痪,提升城市的抗灾能力。对于工业区而言,排水泵站同样发挥着至关重要的作用。它能有效避免工业用水在暴雨期间对工厂设备的潜在危害,保障生产过程的连续性和安全性。此外,排水泵站还负责处理和排放工业废水,保护周边环境,减少对自然水体的污染。排水泵站的设计和建设需要考虑到多个因素。首先,选址和布局需要确保其能够有效地服务于保护区域,同时考虑到与周边环境的兼容性。其次,泵站的规模和泵选型必须根据排水要求和区域降水特性进行科学计算,确保在极端天气条件下的足够排水能力。尽管排水泵站在水利工程中占有重要地位,但其建设和运行也面临一系列挑战。例如,排水泵站的运行和维护成本相对较高,尤其是在能源消耗方面。因此,提高泵站的能效和运行效率成为了一项重要任务。同时,随着城市化进程的加快,原有排水系统面临的压力越来越大,如何有效提升排水系统的扩展能力和灵活性,应对日益复杂化的水文条件,也是当前的一个重要研究方向。

4 排水泵站在水利工程建设中的选型与优化措施

4.1 安装形式、高程、进水流道

针对直径超过1.2米的轴流潜水泵,选择混凝土井筒式结构作为安装方式是一个明智的决策。与钢制井筒式结构相较,它不仅在结构稳定性方面有明显优势,同时能有效减小运行中的震动和噪音,因此,在本阶段,混凝土井筒结构被推荐作为优选方案。规划泵站的详细参数时,有几个关键高程需要明确:最低运行水位定为15.00米;叶轮中心线下的水深需保持在1.5米,从而确定叶轮中心的标高为13.50米。在喇叭口的设计上,考虑到从叶轮中心至喇叭口有0.8米的高差,并预留1.2米的悬空高度以及0.1米的富余量,泵房底板高度被确定为11.40米。类似地,出口处的拍门中心高度被设定为18.40米。为满足1400QZB-70型潜水轴流泵的需求,拍门设计为1.6米×1.8米的双节浮箱式,相关的布局、尺寸和高程都可以在随文附图中找到详细说明^[4]。

当考虑水泵流道的选择时,通常会基于名义出口口

径的尺寸来决定。对于出水口径大于1200毫米的机组,选用流道进水口通常能够带来一系列好处,比如提升水力性能、增加机组效率以及减少泵组之间的间距。进水流道可以根据实际需求选用肘型或簸箕型两种形式。这两种设计在水力性能上表现相似,但簸箕型流道的高度较低,这意味着它能够提高底板高度,从而减少挖掘工作量和节省土建成本。基于这些考量,簸箕型流道被选为本阶段的推荐方案。

4.2 机组暂态

为了解决本泵站水泵停机时可能出现的大量水体倒灌和长时间反转的问题,泵站特别设计了一种防反设备。具体做法是在水泵的出水口安装了尺寸为1.6米乘以1.8米的双节浮箱式拍门。这种拍门能有效阻挡水回流,保护泵站的正常运作。此外,为优化泵组的启停性能,泵站在拍门前沿管路的最高点加装了一个DN250规格的进排气管。这个设施主要用于在水泵启动或停止时调节管内压力,进而平稳泵组的运行,减少因压力突变可能导致的设备损害。泵站的核心设备包括4台1400QZB-70型潜水轴流泵和4台YQGN630/16P型异步电动机,每台电动机的配套功率为630千瓦。整个系统采用了钢筋混凝土井筒式结构设计,入水流道设计成簸箕形状,旨在实现更高效的水流动力学性能,确保泵站高效、稳定地运行。

4.3 辅助机械、设备

考虑到特定厂家设备的重量及布局要求,选用了一台具有25吨吊重能力和12米起升高度的汽车起重机,旨在同时处理控制闸门和水泵的起吊工作。针对泵组的运行及其维护需求,计划安装两台80QW60-13-4型潜水排涝泵。此外,为了确保控制闸门槽保持清洁,选择了一台KQL65-165(I)A型管道泵作为闸门槽冲淤用水加压装置,该水源则直接来源于外河。这种布局不仅充分考虑了系统的实际工作需求,还保证了高效利用自然资源。

在对泵组启停进行有效控制与监视的同时,项目还特别强调了水位测量设备的配置。通过在前池、外河以及拦污栅前后合理布置水位测量装置,可以实时监控水位变化,从而更精确地管理整个系统的运作。此外,为了全面监测泵组的流量,计划安装两套YLX-03型水泵流量效率监测仪。这将进一步确保整个系统不仅能高效运行,同时也在能耗和运维方面保持优异性能。项目的这一安排显著地展现了对复杂水泵系统管理的深思熟虑,不仅考虑了设备的物理搭建和配置,还细致规划了运行过程中的各项监控措施。采取这样的方法,能很大程度上保证系统稳定运行,有效预防和解决潜在问题,确保供水安全及环境保护需求得到满足。实施过程中,通过

集成先进的监测设备和高效的水泵技术,该泵房设计方案不仅提高了水资源的利用效率,也为维护工作提供了极大便利。优化的水位监控系统和流量监测仪的部署,为操作团队提供了实时数据支持,使得调整和应急处理更为迅速和准确。通过综合考虑现场实际情况和设备性能要求,该方案展现了高度的专业度和前瞻性,确保了项目在技术和经济效益上的最优化。这样的工程设计不仅为当前需求提供了解决方案,也为未来可能的扩展和升级留下了足够的灵活性和空间,从而真正实现了长期可持续发展的目标^[5]。

4.4 水力机械设备设置

在卫东电排站的排涝作业中,部署了四台1400QZB-70型潜水轴流泵,每台配备了630kW的YQGN630/16P型异步电动机以驱动。为了有效地组织这些机组,它们被安排成两个单元,每两台机组共享一个压力水箱和一个出水涵管,这样的布局旨在优化空间利用并提高排水效率。具体到空间布局,相邻的两台机组设置了4.5米的中心间隔距离,以保证足够的操作空间和维护通道。泵房本身的宽度达到了19.9米,这样的尺寸考虑了设备的安装、交通流线的规划以及未来可能的扩展需要。为了平衡进水与出水的便利性,机组的中心线与进水侧、出水池内侧均保持了4.6米的距离,这个距离的选定既考虑到了水流的动力学要求,又兼顾了设备运输和安装时的空间需求。

这种布局的设计不仅仅是基于物理空间的考量,更重要的是它体现了工程设计中对效率和安全性的深思熟虑。共用压力水箱和出水涵管的设计减少了重复建设,降低了项目成本,同时也简化了系统的运行和维护。通过合理分配机组间和机组与池壁之间的距离,既保证了系统运行的高效性,又避免了在紧急情况下可能出现的相互干扰。足够的间距使得日常维护工作更加安全、便

捷,即便是在需要紧急维修或者替换部件时,也能够保证足够的操作空间,避免因空间限制而带来的额外风险。卫东电排站采取的这种机组布局方案,是在多种因素考量之后的结果,涉及到工程学、水力学以及安全学的多重考虑。它不仅确保了排涝系统的高效运作,也保障了设备和人员的安全,体现了现代工程设计中对于综合性、实用性和安全性的高度重视。在未来,这种综合考虑各种因素的设计方法将继续为类似的工程项目提供重要的参考价值。

结语:在水利工程中,水泵的选择至关重要,它不仅需要满足泵站的设计流量和提升高度的要求,而且还必须确保在整个工作范围内能够安全且稳定地运行。此外,高效率的运营也是选型过程中需要考虑的一个重要因素。以卫东电排站项目为实例,本次分析深入探讨了如何选取合适的泵站、确定合理的机组数量以及选择最佳的安装方式。通过综合考虑后期的运行管理、工程成本等多方面因素,本研究旨在提供对于市政电排站建设的有益参考,从而支持城市的可持续发展。这不仅提升了工程效率,也为未来相关项目的规划和执行提供了宝贵的经验和指导。

参考文献

- [1]庄馨.中小型电排站排水泵站设计选型探讨[J].陕西水利,2022,(11):139-141+144.
- [2]刘铁军,熊根,尧金才.某金属矿山露天采场排水接力泵站优化探讨[J].有色冶金设计与研究,2022,43(03):4-7+21.
- [3]何兰艾.城市排水泵站的优化运行管理[J].大众标准化,2020,(12):217-218.
- [4]王东兴.基于PLC控制的区域联动自动排水装置研究[D].浙江工业大学,2020.DOI:10.
- [5]杨旭,赵文博.城市排水泵站常见问题与优化管理研究[J].农家参谋,2020,(12):245.