

排涝泵站水闸工程技术重点难点与对策措施

张家泽

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300000

摘要：本文聚焦排涝泵站水闸工程，阐述了其作用、分类、组成部分及工作原理。重点探讨了工程技术重点，包括设计流量和扬程确定、水泵选型与配套、水闸结构设计及电气系统设计。深入分析了技术难点，如软土地基处理、施工防渗与排水、大型设备安装调试、自动化控制系统集成与优化，并提出相应对策措施，如针对软土地基的处理方法、施工防渗排水技术措施、大型设备安装调试质量控制及自动化控制系统可靠性提升方法，为排涝泵站水闸工程建设提供参考。

关键词：排涝泵站；水闸工程；技术重点；难点；对策措施

引言：排涝泵站水闸工程在防洪排涝、保障农业生产和人民生活中发挥着关键作用。随着社会经济的发展，对其建设质量和运行效率的要求不断提高。然而，在工程实施过程中，面临着诸多技术重点和难点。如何准确确定设计参数、合理选型设备、优化结构设计以及解决施工中的复杂问题，成为工程成功的关键。

1 排涝泵站水闸工程概述

1.1 排涝泵站水闸的作用

排涝泵站的主要作用是在洪涝灾害发生时，迅速排除低洼地区的积水，降低内涝水位，保护人民生命财产安全和农业生产。它通过水泵将积水抽排到外河或其他指定区域，有效地缓解内涝压力。水闸则主要用于调节河道水位和流量，控制水流的方向和分配。在洪水期间，关闭水闸可以防止洪水倒灌；在枯水期，开启水闸可以引水灌溉或维持河道生态流量。同时，水闸还能起到分隔水域、通航等作用。

1.2 排涝泵站水闸的分类

排涝泵站根据其工作原理和结构形式可分为多种类型。常见的有轴流泵泵站、混流泵泵站和离心泵泵站等。轴流泵泵站适用于低扬程、大流量的排涝工况；混流泵泵站则在中等扬程和流量范围内表现出色；离心泵泵站常用于高扬程、小流量的场合。水闸按照功能可分为节制闸、分洪闸、排水闸等。节制闸用于调节河流水位和流量，控制上下游通航和灌溉用水；分洪闸主要用于分泄洪水，减轻河道行洪压力；排水闸则用于排除内涝积水，降低地下水位。

1.3 工程组成部分及工作原理

排涝泵站通常由进水建筑物、泵房、出水建筑物和附属设施等组成。进水建筑物包括进水渠道、前池等，其作用是引导水流平稳地进入泵房。泵房内安装有水

泵机组和电气设备，是泵站的核心部分。出水建筑物包括出水管道、出水池等，用于将水泵排出的水流顺畅地引入受纳水体。附属设施包括变电站、管理房等，为泵站的正常运行提供保障。排涝泵站的工作原理是利用水泵的叶轮旋转产生离心力或推力，将低处的水提升到高处。当需要排涝时，启动水泵机组，水泵叶轮旋转带动水流运动，使进水口处形成低压区，水在大气压的作用下被吸入泵体，经过叶轮的加速和增压后，从出水口排出。水闸一般由闸室、上游连接段和下游连接段组成。闸室是水闸的主体结构，包括闸门、闸墩、底板等。上游连接段包括上游翼墙、铺盖等，用于引导水流平顺地进入闸室，并防止水流对河岸的冲刷。下游连接段包括下游翼墙、消力池等，用于消除水流的能量，防止对下游河道的冲刷。水闸的工作原理是通过闸门的升降来控制水流的通过或阻挡^[1]。当需要蓄水时，放下闸门，阻挡水流；当需要放水时，升起闸门，让水流通过。

2 排涝泵站水闸工程技术重点

2.1 设计流量和扬程的确定

设计流量和扬程是排涝泵站水闸工程设计的关键参数，直接关系到泵站的排涝能力和运行效率。设计流量的确定需要综合考虑排涝区域的面积、地形地貌、土壤类型、降雨量、径流系数等多种因素。通过水文分析和计算，预测在不同降雨频率下的径流量，以确定能够满足排涝要求的设计流量。扬程的确定则要考虑进水池水位、出水池水位以及管道系统的水头损失等。进水池水位受河道水位变化的影响，而出水池水位通常与受纳水体的水位相关。此外，管道系统中的沿程水头损失和局部水头损失也需要精确计算，以确保所选水泵能够在实际运行中提供足够的扬程，克服各种阻力，顺利完成排水任务。

2.2 水泵选型与配套

水泵的选型与配套对于排涝泵站的性能和运行可靠性至关重要。在选型时,需要根据设计流量和扬程,结合水泵的性能曲线,选择合适的水泵类型和型号。常见的水泵类型如轴流泵、混流泵和离心泵,各自具有不同的特点和适用范围。轴流泵适用于大流量、低扬程的工况;混流泵则在中等流量和扬程范围内性能较好;离心泵在高扬程、小流量的情况下表现出色。同时,还要考虑水泵的效率、汽蚀余量、安装和维护的便利性等因素。除了水泵本身,配套设备的选择也不容忽视。包括电机的功率和转速要与水泵匹配,以保证正常驱动;传动装置的选择要考虑传动效率和可靠性;进水管道的直径和材质要根据流量和压力要求合理确定,以减少水头损失。

2.3 水闸结构设计

水闸结构设计需要确保其在各种工况下的稳定性和安全性。首先,要根据过闸流量和上下游水位差确定闸孔的尺寸和形式。闸孔的形状可以是矩形、拱形或其他形式,以满足过流能力和结构强度的要求。闸室的结构设计包括底板、闸墩、闸门槽等部分。底板要承受上部结构传来的荷载和地基反力,其厚度和配筋需要经过计算确定;闸墩不仅要支撑闸门,还要承受水压力和土压力,其结构强度和稳定性必须得到保障;闸门槽的设计要考虑闸门的安装和运行要求,保证闸门能够顺畅启闭。此外,上下游连接段的设计也非常重要。上游翼墙和铺盖可以引导水流平顺进入闸室,减少冲刷;下游翼墙、消力池和海漫等设施则用于消除水流能量,防止对下游河床和岸坡的破坏。

2.4 电气系统设计

电气系统是排涝泵站水闸正常运行的重要保障^[2]。在设计电气系统时,首先要确定供电方案,根据泵站的规模和重要性,选择合适的电源类型,如市电、自备电源或双电源供电。电机的选择和控制在电气系统的核心部分。要根据水泵的功率和运行要求,选择合适的电机类型和规格,并配置相应的启动、调速和保护装置。同时,还需要设计合理的电气控制系统,实现对水泵的远程监控和自动化操作,提高运行管理的效率和可靠性。照明、通风和弱电系统的设计也要满足泵站运行和人员工作的需求。照明系统要保证站内各个区域有足够的亮度;通风系统要排除站内的潮湿空气,保持良好的工作环境;弱电系统包括通信、监控和自动化控制等,为泵站的智能化管理提供支持。

3 排涝泵站水闸工程技术难点

3.1 软土地基处理

在排涝泵站水闸工程建设中,经常会遇到软土地基的情况。软土地基的特点是承载能力低、压缩性高、透水性差,这给工程建设带来了巨大的挑战。如果处理不当,可能会导致建筑物的不均匀沉降、倾斜甚至倒塌。常用的软土地基处理方法包括排水固结法、深层搅拌法、强夯法等。排水固结法通过设置排水系统,加速软土的排水固结,提高地基强度;深层搅拌法将固化剂与软土搅拌混合,形成复合地基;强夯法则通过重锤夯实,提高地基的密实度。然而,选择合适的处理方法需要综合考虑地质条件、工程要求、施工条件和经济成本等因素。软土地基处理效果的监测和评估也是一个难点。需要采用多种监测手段,如沉降观测、孔隙水压力监测等,及时掌握地基的变形和稳定情况,以便调整施工参数或采取补救措施。

3.2 施工中的防渗与排水

防渗与排水是排涝泵站水闸工程施工中的关键环节。如果防渗措施不到位,水可能会通过地基或建筑物的缝隙渗漏,影响工程的正常运行和结构安全。在水闸的闸基和两岸连接处,需要采取有效的防渗措施,如设置防渗帷幕、铺设防渗土工膜等。同时,要合理设计排水系统,及时排除基坑内的积水和地下水,为施工创造良好的条件。然而,在实际施工中,由于地质条件的复杂性和不确定性,防渗和排水的效果往往难以达到理想状态。例如,在复杂的地质条件下,防渗帷幕的施工质量难以保证;地下水的水位和流量变化可能会导致排水系统失效。因此,需要根据实际情况不断优化防渗和排水方案,加强施工过程中的质量控制。

3.3 大型设备的安装与调试

排涝泵站通常配备大型水泵、电机等设备,这些设备的安装与调试精度要求高、难度大。首先,大型设备的运输和吊装就是一个难题,需要选择合适的运输路线和吊装设备,确保设备安全到达安装位置。在安装过程中,要保证设备的轴线、水平度和垂直度等参数符合设计要求,这需要高精度的测量和调整手段。同时,设备之间的连接和密封也至关重要,任何微小的偏差都可能导致设备运行故障或效率降低。调试阶段需要对设备的电气系统、机械系统和控制系统进行全面测试和优化,确保设备能够稳定运行、达到设计性能。这需要专业的技术人员具备丰富的经验和精湛的技能,能够迅速准确地诊断和解决出现的问题。

3.4 自动化控制系统的集成与优化

随着科技的发展,排涝泵站水闸工程越来越多地采用自动化控制系统,以提高运行管理效率和可靠性。然

而,自动化控制系统的集成与优化并非易事。需要将各种传感器、控制器、执行器等设备有效地集成到一个系统中,实现数据的采集、传输、处理和指令的下达。不同设备之间的通信协议和接口标准可能不一致,增加了系统集成的难度。优化控制系统的性能也是一个挑战。要根据实际运行情况,调整控制参数和算法,使系统能够快速准确地响应各种工况变化,实现智能化控制。同时,还需要考虑系统的可靠性和容错性,确保在部分设备故障的情况下,系统仍能正常运行。

4 对策措施

4.1 针对软土地基的处理方法

对于软土地基,可采取多种处理方法以提高其承载能力和稳定性。一是换填法,将软弱土层挖除,换填强度高、压缩性低的材料,如砂、碎石等,从而改善地基性能。但此方法适用于软土层较薄的情况。二是预压法,通过在地基上堆载预压,促使软土排水固结,提前消除大部分沉降。真空预压法是其中一种有效的方式,通过在地基中设置排水板和密封膜,利用真空泵抽真空,加速软土固结。三是水泥搅拌桩法,将水泥浆喷入软土中并搅拌均匀,使软土与水泥发生化学反应,形成具有一定强度的桩体,从而提高地基承载力^[1]。四是桩基础法,如灌注桩、预制桩等,将建筑物的荷载传递到深层较好的土层中。在选择处理方法时,应综合考虑工程地质条件、工程造价、施工进度等因素,进行详细的方案比选和设计计算。

4.2 施工防参与排水的技术措施

施工中的防参与排水至关重要。在防渗方面,可采用高压喷射灌浆、帷幕灌浆等技术,形成连续的防渗帷幕。对于水闸的闸基和边墙,可采用混凝土防渗墙,增加防渗效果。同时,选用高质量的防渗材料,如土工膜、止水带等,并确保施工安装质量。在排水方面,首先要做好施工场地的地表排水,设置截水沟、排水沟等,防止地表水流入基坑。在基坑内部,应设置集水井和排水明沟,采用水泵及时抽排地下水。还可采用井点降水法,降低地下水位,为施工创造良好条件。在施工过程中,要加强对防渗和排水设施的检查和维护,确保其正常运行。

4.3 大型设备安装调试的质量控制

为确保大型设备安装调试的质量,首先要制定详细的安装调试方案和工艺流程,明确质量标准和验收程序。在设备安装前,对基础进行验收,确保其平整度、标高和地脚螺栓位置等符合要求。安装过程中,严格控制设备的轴线、水平度和垂直度,采用高精度的测量仪器进行监测和调整。对于关键部位的连接,如联轴器的安装,要保证同轴度和间隙符合标准。调试阶段,应先进行单机调试,检查设备的电气、机械和润滑等系统的运行情况,然后进行联机调试,模拟实际运行工况,对整个系统进行综合测试。在调试过程中,要做好数据记录和分析,及时发现并解决问题。同时,对操作人员进行培训,使其熟悉设备的操作和维护方法。

4.4 自动化控制系统的可靠性提升

为提高自动化控制系统的可靠性,应从硬件和软件两方面入手。在硬件方面,选用高质量、可靠性高的传感器、控制器和执行器等设备,并采用冗余设计,如电源冗余、控制器冗余等,提高系统的容错能力。加强设备的防护措施,如防潮、防尘、防雷等,确保设备在恶劣环境下能正常运行。在软件方面,采用成熟稳定的控制算法和编程软件,进行严格的软件测试和验证,确保程序的正确性和稳定性。建立完善的故障诊断和报警系统,能够及时发现系统故障并发出警报,便于维护人员快速处理。同时,定期对系统进行维护和升级,更新软件版本,修复漏洞,提高系统的性能和可靠性。

结语:通过对排涝泵站水闸工程技术重点难点的研究及对策措施的探讨,我们在理论和实践方面都取得了一定的认识和成果。但在实际工程中,仍需不断探索创新,结合具体工程条件灵活应用对策措施。同时要加强技术研究和人才培养,提高工程建设和管理水平。随着技术的进步和经验的积累,排涝泵站水闸工程将在未来发挥更大的作用,为社会的稳定和发展提供更有力的保障。

参考文献

- [1]张文彬.市政给排水工程发生质量通病的原因及对策分析[J].工程建设与设计,2022,(13):119-121.
- [2]李鹏.基于智能技术的排涝泵站优化控制研究[D].武汉理工大学,2023.
- [3]黄江华.城市内涝防治问题分析及排涝泵站应用探讨[J].广东建材,2022,(11):184-185.