

小型水利工程改造提升中泵站水闸施工探讨

赵扬搏 程会旗 董元华 王苏红 杨靖

扬州市勘测设计研究院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i3.6177

[摘要] 小型水利工程在农业灌溉、防洪排涝等方面发挥着重要作用。泵站水闸作为小型水利工程的关键设施,其施工质量直接影响工程整体效益。本文深入剖析小型水利工程泵站水闸施工内容,分析施工难点问题,针对性地提出施工技术方案,完善难点应对策略,旨在为小型水利工程泵站水闸施工提供技术参考,保障工程顺利实施,提升小型水利工程的综合效益。

[关键词] 小型水利; 改造提升; 泵站水闸; 难点施工

中图分类号: TV66 **文献标识码:** A

Discussion on the construction of pump station sluice in the renovation and upgrading of small water conservancy project

Yangbo Zhao Huiqi Cheng Yuanhua Dong Suhong Wang Jing Yang

Yangzhou City Survey, Design and Research Institute Co., LTD.

[Abstract] Small water conservancy projects play an important role in agricultural irrigation, flood control and drainage. As the key facility of a small water conservancy project, the construction quality of the pump station sluice directly affects the overall benefit of the project. This paper deeply analyzes the construction content of the pump station sluice of small water conservancy project, analyzes the difficult problems in construction, puts forward the construction technical scheme, improves the difficult response strategy, aims to provide technical reference for the construction of the pump station sluice of small water conservancy project, ensure the smooth implementation of the project, and improve the comprehensive benefits of small water conservancy project.

[Key words] small water conservancy; renovation and upgrading; pumping station sluice; difficult construction

前言

小型水利工程是我国水利基础设施的重要组成部分,广泛分布于农村及城郊地区,对保障农业生产、改善生态环境、促进区域经济发展具有不可替代的作用。在小型水利工程改造提升项目中,泵站水闸作为控制水流、调节水位的关键建筑物,其施工质量直接关乎工程的安全性、稳定性以及运行效率。由于小型水利工程往往受到资金、技术、施工条件等多方面因素限制,泵站水闸施工过程中常面临诸多难点问题,影响工程进度与质量^[1]。

1 小型水利工程泵站水闸施工内容

1.1 基坑开挖

基坑开挖是泵站水闸施工的首要环节。在施工前,需依据工程设计图纸,精确测量定位基坑的边界与深度。测量过程中,运用全站仪、水准仪等测量仪器,确保测量精度控制在毫米级。同时,对施工现场的地质条件进行详细勘察,包括土层分布、地下水位、岩土力学性质等。根据勘察结果,制定合理的基坑开挖方案。对于土质较好、地下水位较低的区域,可采用放坡开挖方式,

坡度根据土质情况一般控制在1:0.5~1:1.5之间。在开挖过程中,分层分段进行,每层开挖深度不宜超过2m,避免土体失稳,引发基坑塌方等问题。对于地质条件复杂、地下水位较高的区域,则需采用支护开挖方式,如钢板桩支护、灌注桩支护等。钢板桩支护施工时,采用振动锤将钢板桩打入地下,钢板桩之间的锁口位置,工作人员需要遵循技术规范,实现锁口与锁口之间的紧密连接,防止漏水等问题发生,确保施工区域的密封性。灌注桩支护施工环节,工作人员应当遵循既定施工方案,组织开展钻孔作业,然后下放钢筋笼、浇筑混凝土,形成支护桩,有效稳定基坑结构。在基坑开挖过程中,还需设置有效的排水系统,如在基坑周边设置排水沟与集水井,及时排除基坑内的积水,确保基坑处于干燥状态,便于后续施工。

1.2 混凝土施工

混凝土施工是泵站水闸施工的核心内容之一。在混凝土原材料选择上,水泥应选用符合国家标准的普通硅酸盐水泥,强度等级一般不低于42.5MPa,以保证混凝土的强度与耐久性。骨料应选用质地坚硬、级配良好的砂和石子,砂的含泥量不超过3%,

石子的含泥量不超过1%,从过往经验来看,含泥量过大影响混凝土性能。外加剂的使用应根据工程实际需求,如为改善混凝土的和易性与抗渗性,可适量添加减水剂、引气剂等。混凝土配合比设计需通过试验确定,根据工程对混凝土强度、抗渗性、抗冻性等要求,调整水泥、骨料、外加剂及水的比例。在混凝土搅拌过程中,采用强制式搅拌机,搅拌时间不少于90秒,确保混凝土搅拌均匀。运输过程中,使用混凝土搅拌运输车,保证混凝土在规定时间内运至施工现场,且坍落度损失控制在10%以内。^[2]

1.3 水闸施工

水闸施工包括底板、闸墩、闸门安装等多个环节。在底板施工时,首先进行基础处理,对地基进行夯实、加固,确保地基承载力满足设计要求。然后进行钢筋绑扎与模板安装,钢筋的连接方式可采用焊接或机械连接,焊接接头的质量应符合相关标准。模板采用钢模板或木模板,安装应牢固、严密,防止漏浆。在混凝土浇筑过程中,从一端向另一端连续浇筑,振捣密实。闸墩施工时,在底板混凝土达到一定强度后,进行闸墩钢筋绑扎与模板安装。闸墩模板采用整体式模板,提高模板的整体性与稳定性。混凝土浇筑时,分层对称浇筑,避免闸墩因受力不均产生裂缝。

2 小型水利工程泵站水闸施工难点问题分析

2.1 基坑支护不到位

在小型水利工程泵站水闸施工中,基坑支护是保障施工安全与质量的重要环节,然而实际操作中常存在诸多问题。部分施工单位为节省成本,选用不符合标准的支护材料,如使用厚度不足6mm的钢板桩,正常情况下钢板桩厚度应在8—12mm,这就导致其抗弯、抗剪能力大幅下降,难以承受基坑周边土体的侧向压力。在灌注桩支护时,若配筋率低于0.6%,灌注桩的承载能力也会大打折扣。施工工艺不规范同样是一大难题。钢板桩施工时,施工人员如果没有按照要求,对机械设备进行操作,出现打桩设备功率不足的问题,导致钢板桩入土深度,相较于设计要求少1—2米,就无法有效约束土体变形。同时,锁扣连接不紧密,缝隙超过5mm,会使地下水渗漏进入基坑,造成坑壁土体软化、坍塌。灌注桩施工时,若混凝土浇筑速度过快,超过1.5m/h,容易产生堵管现象,导致桩身出现断桩、缩径等缺陷,严重影响支护效果。

2.2 混凝土裂缝发育

混凝土裂缝是小型水利工程泵站水闸施工中较为常见且棘手的问题。在低温季节,施工人员如果没有采取有效的保温措施,混凝土内部水化热散失过快,同样会加大内外温差,导致裂缝产生。混凝土配合比不合理也是裂缝产生的重要原因^[3]。当水泥用量超过450kg/m³,水灰比大于0.5时,混凝土的收缩变形会显著增大。过多的水泥用量会使混凝土在硬化过程中产生较大的水化热,后续降温阶段因体积收缩而开裂。水灰比过大则会降低混凝土的密实度,使其抗拉强度下降,难以抵抗收缩应力。水闸运行过程中,长期受到水压力作用,当水位差达到3—5米时,混凝土结构内部会产生较大的拉应力。

2.3 水闸结构强度不高

在设计阶段,若对泵站水闸结构受力分析不全面,闸墩厚度设计比实际需求薄5—10cm,就无法满足水闸在正常运行和特殊工况下的承载要求。底板配筋率若低于0.3%,在承受水压力、土压力及上部结构荷载时,底板容易出现开裂、变形等问题。施工过程中,钢筋加工不符合规范要求,如钢筋弯钩角度不足135°,锚固长度比设计值短10—20cm,会严重削弱钢筋与混凝土之间的粘结力,降低结构的整体强度。混凝土浇筑质量差,存在蜂窝、麻面、孔洞等缺陷,造成结构强度下降,蜂窝面积超过混凝土表面积的0.5%,孔洞最大尺寸超过30mm,会使混凝土的有效受力面积减小,结构强度降低。当水闸遭遇洪水等特殊工况,水位迅速上升,水压力瞬间增大,若结构强度不足,闸墩可能出现裂缝、倾斜,甚至倒塌。这不仅会导致水闸失去正常功能,还可能引发洪水漫溢,对周边农田、村庄造成严重的洪涝灾害,经济损失难以估量。

3 小型水利工程泵站水闸施工难题应对策略

3.1 基础挖掘施工技术

小型水利工程泵站水闸施工的基础挖掘前,运用地质雷达进行地质勘察,其扫描频率通常设置为200—400MHz,在此频率下可有效探测地下10—30米深度范围内的地质构造与地层分布情况,为后续施工提供准确的地质信息。工作人员在改造提升环节,采用静力触探试验时,探头贯入速率控制在20cm/s左右,能精准获取地基土的力学参数,如锥尖阻力、侧壁摩阻力等。依据勘察结果,若基坑深度在5米以内,且土质为黏性土,可采用放坡开挖,坡度控制在1:0.75—1:1.25,例如,在某小型水利工程中,基坑深度4米,土质为粉质粘土,放坡坡度设置为1:1,施工过程中边坡稳定,未出现坍塌现象。若基坑深度超过5米,或土质为砂土、粉土等不良土质,采用深层搅拌桩与钢板桩联合支护。深层搅拌桩直径一般为500—800mm,桩间距1.0—1.5m,水泥掺入量为15%—20%,通过专用搅拌设备将水泥浆与地基土强制搅拌,形成具有一定强度与止水性能的桩体。在基坑开挖过程中,运用全站仪进行位移监测,监测精度为±2mm,每开挖1—2米进行一次监测,实时掌握基坑边坡的位移情况。采用土压力盒对应力进行监测,精度为±5kPa,每3天采集一次数据,及时了解基坑支护结构所受的土压力变化。

3.2 混凝土施工技术

小型水利工程泵站水闸施工的混凝土施工时,需要优化混凝土配合比,以C30混凝土为例,水泥选用强度等级42.5的普通硅酸盐水泥,用量控制在350—400kg/m³;砂采用中砂,含泥量不超过3%,用量为700—800kg/m³;石子采用5—25mm连续级配碎石,含泥量不超过1%,用量为1000—1100kg/m³;水灰比控制在0.4—0.5,减水剂掺量为水泥用量的0.8%—1.2%,以改善混凝土的和易性与工作性能。在混凝土搅拌过程中,强制式搅拌机的搅拌时间不少于120秒,确保混凝土搅拌均匀,使各组分充分混合,保证混凝土的质量均匀性。在混凝土浇筑过程中,采用分层浇筑法,每层浇筑厚度不超过300mm,便于振捣密实,避免出现漏振或过

振现象。在高温季节施工时,采用冷水搅拌混凝土,水温控制在 10°C 以下,对骨料进行喷淋降温,使骨料温度不超过 25°C ,将混凝土浇筑温度控制在 30°C 以下,防止因温度过高导致混凝土出现裂缝等质量问题。采用插入式振捣器振捣,振捣棒插入间距不超过振捣棒作用半径的1.5倍,振捣时间以混凝土表面不再出现气泡、泛浆为准,一般为20—30秒。在混凝土初凝前,进行二次抹面,消除表面裂缝,提高混凝土表面的平整度与密实度。混凝土浇筑完成后,采用洒水养护,每天洒水次数不少于5次,保持混凝土表面湿润,养护时间不少于14天,确保混凝土强度正常增长。

3.3 泵站水闸主体结构施工

3.3.1 底板区域施工

泵站水闸主体结构的底板施工前,对地基进行强夯处理,夯锤重量为10—15t,落距为8—12m,夯击次数根据地基承载力要求确定,一般为8—12击,通过强夯使地基土密实度提高,承载力增强。在某工程实例中,地基经强夯处理后,承载力从原来的 100kPa 提升至 200kPa ,满足了工程设计要求。换填法施工时,采用级配砂石进行换填,砂石比例为3:7,换填厚度根据地基处理深度确定,每层压实厚度不超过300mm,压实系数不小于0.97,确保换填层的压实质量。钢筋绑扎时,钢筋间距偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$,锚固长度根据钢筋级别与混凝土强度等级确定,一般为 $35d$ — $40d$ (d 为钢筋直径),保证钢筋的锚固效果,使钢筋与混凝土协同工作。钢筋连接采用机械连接时,接头质量应符合《钢筋机械连接技术规程》(JGJ107-2016)要求,接头抗拉强度不小于钢筋母材抗拉强度标准值,通过现场拉伸试验进行检验,确保接头质量可靠。模板安装采用钢模板,模板拼缝宽度不超过2mm,相邻模板高差不超过1mm,采用对拉螺栓固定,对拉螺栓间距为 $500\text{mm}\times 500\text{mm}$,保证模板的稳定性与密封性,防止漏浆。混凝土浇筑采用分层浇筑、分层振捣,每层浇筑厚度不超过300mm,振捣时间不少于20秒,确保混凝土浇筑质量^[4]。

3.3.2 闸墩结构施工

泵站水闸主体结构的闸墩钢筋绑扎时,钢筋垂直度偏差不超过5mm,保护层厚度偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 。采用定位筋固定钢筋位置,定位筋间距为500mm,确保钢筋位置准确,满足设计要求。模

板安装采用整体式大模板,模板平整度偏差不超过3mm,垂直度偏差不超过2mm。模板安装完成后,进行严格的检查验收,通过吊线、靠尺等工具检查模板的尺寸、垂直度,确保模板符合设计要求。混凝土浇筑采用对称浇筑方式,浇筑速度控制在每小时 $3\text{—}5\text{m}^3$ 以内,避免闸墩因受力不均产生位移与裂缝。混凝土浇筑高度超过2m时,采用串筒、溜槽等方式下料,串筒、溜槽间距不超过3m,防止混凝土离析,保证混凝土的均匀性。在闸墩混凝土浇筑完成后,及时进行养护,可采用喷水养护或包裹塑料薄膜养护,养护时间不少于14天。在闸墩施工完成后,进行表面平整度与垂直度检测,表面平整度偏差不超过5mm,垂直度偏差不超过3mm,确保闸墩的外观质量与结构尺寸符合设计要求,保证水闸的正常运行^[5]。

4 结语

小型水利工程泵站水闸施工涉及基坑开挖、混凝土施工、水闸主体结构施工等多个环节,通过采用先进的基础挖掘施工技术、优化混凝土施工技术以及规范水闸主体结构施工技术,提高泵站水闸的施工质量,确保施工工艺符合规范要求。

【参考文献】

- [1]张连波.泵站水闸除险加固施工技术探析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):96—97.
- [2]陈建才.泵站水闸除险加固施工技术探析[J].江西建材,2023(1):232—233.
- [3]钟浩.水利建设中泵站水闸的施工质量管理及相关技术的解析[J].百科论坛电子杂志,2023(21):109—111.
- [4]房晓明,刘宝奎.水利建设中泵站水闸的施工技术研究[J].大众标准化,2024(13):27—29.
- [5]范广岐.水闸泵站施工中的安全管理与风险控制研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(17):73—75.

作者简介:

赵扬搏(1991—),男,汉族,江苏睢宁人,现就职于:扬州市勘测设计研究院有限公司,中级工程师、研究生,研究方向:水利工程。