

泵站施工中的围堰技术与基坑支护研究

张玉良

(化隆回族自治县水利局, 青海 海东 810900)

摘要 泵站工程是水利水电工程建设的重要组成部分, 其施工质量与安全直接影响工程的长期稳定运行。在泵站工程施工中, 围堰与基坑支护是保证工程顺利实施的关键。围堰技术主要用于截流, 为泵站的建设创造干地施工条件; 基坑支护技术是指通过对基坑周边环境进行支护、补强、防护等措施来保证基坑的安全。随着工程技术的不断进步, 其研究与应用也越来越广泛。本文认为对泵站施工围堰及支护技术进行系统研究, 在提高施工效率、保证施工安全、优化资源配置等方面具有重要的理论与实际意义。

关键词 水利水电工程; 泵站施工; 围堰技术; 基坑支护

中图分类号: TV67

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.14.039

0 引言

围堰与基坑支护是泵站工程中最基本也是最关键的两项施工工艺。围堰的主要功能是截流, 并为泵站工程提供干地作业环境。基坑支护技术在基坑开挖过程中既能保证基坑的稳定与安全, 又能防止土体坍塌、地下水倒灌, 还能保护周围环境不受破坏。围堰与基坑支护技术的选择与应用应从工程地质条件、施工环境、工程规模及造价等方面进行综合考虑。合理运用这些工艺, 不仅能保证施工安全, 而且能有效地提高施工效率与质量。因此, 对泵站施工围堰及基坑支护技术进行深入研究, 对提高水利水电工程建设水平具有重要意义。

1 围堰技术类型及其适用性分析

1.1 土围堰技术

土围堰是一种比较传统的地基围堰, 一般用当地的粘土或砂性土进行填筑。施工过程比较简单, 造价也比较低廉。土围堰适用于浅水(一般不超过2米), 流速较慢, 且地质条件良好(如粘土、粉质粘土等)区域。在施工过程中, 应对河床底部的杂物、淤泥等进行清理, 然后由岸侧开始, 分层回填土料, 厚度控制在30~50厘米之间, 采用小型压实机械压实, 保证围堰的稳定。土围堰的坡降通常是根据土质及围堰高度来确定的, 对于粘性土, 内坡比降一般取1:0.5~1:1, 外坡比降为1:1~1:1.5^[1]。

1.2 土石混合围堰技术

土石混合围堰兼具土围堰与石围堰的优点。围堰上游面、坡脚等易受水流冲刷影响较大的部位, 采用块石、碎石等材料进行防冲加固; 为了保证围堰的防渗效果, 在围堰内填充土料。此项技术可应用于2~4

米、流速较大的工程现场。在施工过程中, 先抛填块石作为地基, 块石粒径一般在30厘米以上, 再铺一层土工织物, 防止土料流失, 再进行填筑压实。土石混泥土围堰边坡一般按1:1.5~1:2进行, 背水面一般采用1:1~1:1.5的方式进行^[2]。

1.3 钢板桩围堰技术

钢板桩围堰是由带锁口或钳口的热轧钢板桩组合而成的封闭式围堰。钢板桩因其高强、耐水性好、施工快捷等优势, 特别适合在深水(5~10米)和砂性土、粉土、粉质土等复杂地质条件下使用。施工时, 将钢板桩从岸边运到桩位, 用振动锤或液压锤逐根打进河床, 并对钢板桩的垂直度进行控制, 偏差一般在1%以内。钢板桩间的锁口应紧扣, 锁口应涂上黄油或其他密封材料, 以提高防水能力。钢板桩围堰一般采用工字钢或H型钢支护, 其支护间距应根据围堰尺寸及受力情况进行合理布置。

1.4 钢筋混凝土板桩围堰技术

钢筋混凝土板桩围堰是一种新型的围堰结构形式。板桩在工厂内预制, 质量容易控制, 耐久性能好。钢筋混凝土板桩可按工程要求选用矩形或T型截面。采用打桩机将板桩打入土中, 用榫槽将板桩连接起来。为加强围堰整体性, 在板桩上设置钢筋混凝土冠梁。钢筋混凝土板桩围堰内支撑体系与钢板桩围堰相似, 但由于板桩本身具有更大的刚度, 所以支撑间距可以适当增加。

2 围堰施工流程及关键技术要点

2.1 施工前准备工作

围堰施工前, 要对施工现场的地形、地质和水文条件进行详细调查。同时, 为建设工程提供必要的材料、

设备、人员。原材料方面,保证土料、石料、钢板桩、钢筋混凝土板桩等符合设计要求。设备方面,配有高质量打桩机、振动锤、挖土机、装载机、压实机等设备。通过技术交底、安全培训等方式,让施工人员熟悉施工过程及安全防范措施。

2.2 围堰定位与基础处理

土围堰及土石混合围堰施工时,应先对地基做好处理,将淤泥、杂物等软弱层清除干净,遇到局部较深的坑,则采用砂石或灰土回填夯实。对于钢板桩、钢筋混凝土板桩围堰,为了保证桩的稳定性,在打桩前应先将桩位整平。

2.3 围堰填筑或打桩施工

土围堰及土石混合围堰应按分层填筑,分层压实原则进行填筑。在施工过程中,要对围堰边坡、顶面高程进行检查,并及时调整。通常采用逐根法或筛网法进行沉桩,虽然施工速度较快,但容易引起桩身倾斜;筛网法虽然能保证桩身的垂直度,但施工速度较慢。在灌注桩时,应密切注意桩的入土量及垂直度,如有问题应及时改正。

2.4 围堰防渗处理

土围堰、土石混合围堰可在迎水面铺设土工膜,土工膜铺设应平整无褶皱,搭接宽度不得小于 100 毫米,采用焊接或粘接方法连接。对于钢板桩、板桩围堰,除保证锁口、榫槽密封外,还可以在围堰内侧涂以膨润土泥浆等防渗材料。围堰施工结束后,要检查防渗效果,可以通过注水试验等方法,发现渗漏要及时进行封堵。

2.5 围堰拆除

泵站主体工程完工后,需要将围堰拆掉。一般来说,拆除顺序和施工顺序相反,先拆内支撑系统,后拆围堰主体。土围堰、土石混合围堰采用挖掘机等机械设备直接开挖;对于钢板桩、钢筋混凝土板桩围堰,可用振动锤等设备进行拔桩。在拆除时,应注意保护周围环境及已建工程,防止对周围环境造成破坏。

3 基坑支护技术原理与分类

3.1 重力式挡土墙支护技术

重力式挡墙是一种以自身自重为基础,抵抗基坑侧壁土压力的支护形式,其材质多为块石、砼或钢筋砼。该方法适用于较浅(一般不超过 5 米),周围有开阔场地和良好的土壤条件^[3]。为提高稳定性,重力式挡墙一般采用梯形断面,并增加墙体底部宽度。施工过程中,先开挖地基,再分层浇筑或砌筑墙体,墙后

回填应分层压实,防止回填过程中回填墙侧压力过大。

3.2 悬臂式支护结构技术

悬臂支护结构主要包括悬臂钢板桩和悬臂钢筋混凝土桩,悬臂式钢筋混凝土桩是常用的支护结构形式。悬臂钢板桩具有施工简便、桩速快等优点,但其刚度偏小;悬臂钢筋混凝土桩具有刚度大、变形小等优点,但施工技术比较复杂。在施工过程中,应进行桩基施工,对钢筋混凝土桩进行灌注,并确保桩身混凝土浇筑质量,且垂直度偏差在 1% 以内。为加强支护结构整体性,在桩基施工结束后,对桩顶进行处理,并设置冠梁。

3.3 内支撑支护结构技术

内支撑支护结构是指在基坑内设置水平支撑系统,将侧壁的土压力传递给支护,再由支护向周围土体或基础传递。内支撑系统可以用工字钢、H 型钢等钢支撑,也可以用钢筋混凝土支撑。在施工过程中,先对围护结构(如地下连续墙、钻孔桩等)进行施工,再根据基坑开挖的进度,按顺序安装内支撑。安装内支撑时,应确保安装位置准确、连接牢固,施加预应力时,应严格控制拉紧程度,使其偏差不大于设计值的 5%。

3.4 锚杆支护技术

锚杆支护是指在基坑侧壁钻孔,在钻孔中插入锚杆,灌注水泥浆,使锚杆和土体连成一体,为基坑提供锚固力,从而达到稳定基坑的目的。锚杆支护是一种常用的支护结构形式,适用于土质良好,地下水位较低的基坑支护。在施工过程中,需要先进行钻孔,钻孔的深度应满足设计要求,且偏差在 50 毫米以内。为保证锚杆与土体紧密结合,应及时注浆,注浆压力一般为 0.5 ~ 1.0 MPa^[4]。

4 基坑支护施工工艺与质量控制要点

4.1 施工前准备

为施工准备材料,如钢筋、水泥、钢、砂、石料等,保证材料的质量。对钻机、混凝土搅拌机、吊车等施工设备进行调试,确保设备正常工作。通过技术交底、安全培训等方式,让施工人员熟悉施工过程及质量控制要点。

4.2 围护结构施工

对于重力式挡墙,在地基开挖、墙砌筑或浇筑阶段,需按设计要求进行。块石挡墙施工时,应注意块石强度、砌筑质量、灰缝饱满、表面平整。对于悬臂、内支撑等支护结构,如灌注桩、地下连续墙等,应严格控制桩位偏差及垂直度。在钻孔灌注桩施工中,应注意泥浆配制及使用,以确保孔壁的稳定。在地下连续墙施

工中,应严格控制槽段垂直度及接头质量,采用锁口管、工字形接头等措施保证墙体的整体性。

4.3 内支撑与锚杆施工

内支撑施工时,应按设计要求制作、安装支架。钢支撑安装应确保节点连接牢固,施加预应力时应使用专用千斤顶及压力表,以保证预应力值的准确。在施工过程中,应注意钢筋绑扎及混凝土浇筑质量,待支撑达到设计强度后方可开始下一道工序。锚杆的钻孔必须垂直,深度要符合设计要求。为提高锚杆锚固力,可采用二次灌浆法。

4.4 基坑开挖与监测

基坑开挖应遵循“分层、分段、先支后开挖,严禁超挖”的原则,并对基坑工程进行分析研究。按设计要求分层开挖,每层不能超过2米。基坑开挖时,应及时埋设内支撑,或采用锚杆支护,以防止基坑长期暴露。同时,还要对基坑边坡的位移、沉降和地下水的变化情况进行实时监测。监测频率视基坑开挖深度及施工进度而定,一般在开挖初期每日监测1~2次,随开挖深度增加可适当提高监测频次。

4.5 质量验收

基坑支护工程竣工后,必须对其进行质量检验。验收内容主要包括围护结构的尺寸、强度、垂直度,内支撑及锚杆的安装质量,预应力的施加,基坑的位移与沉降监测等。验收标准应按有关建筑规范及设计规范进行。对不符合质量要求的部位,应立即进行整改,整改完毕后,再重新验收,保证基坑支护工程的质量,为泵站施工创造一个安全、可靠的工作环境。

5 围堰与基坑支护技术协同应用及案例分析

5.1 案例一:某小型泵站施工

某小型泵站位于河道边坡1.5米处,地质条件属于粉质粘土,可采用土围堰与重力式挡墙联合支护的施工工艺^[5]。采用土围堰法,将河床清理干净后,用本地粘土分层填筑,压实度达90%以上,并在此基础上进行填筑。围堰顶宽为2米,内侧为1:1,外侧为1:1.5;围堰完工后,开始开挖基坑,基坑周围用块石砌筑重力式挡墙,底宽1.2米,顶宽0.6米,高3米。墙后留有2米宽的排水孔。施工期间对围堰及基坑支护进行监测,无明显位移、沉降现象,泵站主体工程顺利完成,效果显著。

5.2 案例二:某中型泵站施工

某中型泵站地处城郊,水深4米,地质条件属砂性土,地下水水位偏高。在工程实践中,采用钢板桩围堰与内撑联合支护技术。采用拉森钢板桩作为围堰,

长12米,桩顶标高偏差小于0.8%。围堰合拢后,开始施工内支撑,内支撑为H型钢,间距为3米。对基坑开挖进行实时监测,根据基坑变形情况,对内支撑预应力进行实时调整。同时,采用在围堰内壁涂刷膨润土泥浆的方法,对钢板桩围堰进行了防渗处理。最后,通过现场试验,验证该技术在复杂地质水文条件下的可行性与有效性。

5.3 案例三:某大型泵站施工

某大型泵站位于8米深的滨海地区,上覆淤泥质土层,下覆砂性土层,地质情况复杂,采用了钢筋砼板桩围堰与锚碇联合施工工艺。钢板桩采用打桩机打入地下,桩长为15米^[6]。在板桩的上部安装一根钢筋混凝土的冠梁。在此基础上,进行长10米、间距2米的锚杆施工。施工期间,对围堰及基坑支护进行全面的位移、沉降和应力监测。根据监测数据,及时调整锚杆张拉应力及施工进度,为工程建设提供依据。通过项目的实施,解决泵站在复杂地质条件下的施工难题,保证工程的质量与安全。

6 结束语

在泵站施工过程中,围堰与基坑支护技术是保证施工安全,提高施工效率,实现资源优化配置的关键。围堰技术是一种行之有效的截流、挡水措施,为泵站建设创造有利条件;基坑支护技术是一种既能保证基坑支护结构稳定,又能保证周围环境安全的支护技术。未来,随着施工工艺的不断完善和工程实践的不断积累,围堰及基坑支护技术将向科学化、精细化、高效率方向发展。可结合先进的监测技术与智能施工管理,使围堰与基坑支护技术在水利水电工程建设中发挥更大的作用,为我国水利水电工程的高质量可持续发展提供强有力的支撑。

参考文献:

- [1] 吴辉.深基坑水中承台引孔钢板桩围堰施工技术[J].运输经理世界,2021(32):7-9.
- [2] 赵超,吕金浩.高压喷射注浆法在围堰止水中的应用[J].工程质量,2021,39(10):53-56.
- [3] 朱曙光.深水基坑支护结构施工的监理控制技术[J].运输经理世界,2021(28):116-118.
- [4] 吴云鹏,陈明华,成定林,等.深水库区咬合桩围堰施工技术研究与监测分析[J].公路,2021,66(06):127-132.
- [5] 冯玉松.大型桥梁深基坑支护施工方案比选[J].交通世界,2021(11):97-98,102.
- [6] 罗毅,王建新,彭琦,等.海域双排钢板桩围堰与明挖基坑变形特性分析[J].水利与建筑工程学报,2021,19(01):34-38,101.