

围堰技术在水利工程施工应用

张 杰 支立鹏

江苏省水利工程科技咨询股份有限公司 江苏 南京 210029

摘要: 随着水利工程建设规模扩大,围堰技术愈发关键。本文围绕围堰技术在水利工程施工中的应用展开探讨。介绍了土石围堰、混凝土围堰、钢板桩围堰等常见类型,阐述了设计要点,包括合理选型、精确确定高程、重视防渗防冲设计及优化工程布局。详细说明了施工流程,涵盖前期准备、基础清理与处理、堤身填筑和护面施工等环节。同时提出应用策略,旨在为水利工程施工中围堰技术的科学应用提供理论支持与实践指导,提升水利工程施工质量与效率,保障工程安全稳定进行。

关键词: 围堰技术; 水利工程; 施工应用

引言: 水利工程作为关乎国计民生的重要基础设施,其建设质量与进度对经济发展和社会稳定影响深远。在水利工程施工过程中,水流干扰是常见难题,而围堰技术作为解决这一问题的关键手段,发挥着不可替代的作用。它通过构建临时挡水结构,为施工营造干燥环境,确保各项工序顺利开展。随着水利工程技术不断进步,围堰技术的应用也面临新挑战与机遇。深入探究其在水利工程施工中的应用,对提高工程建设水平、推动水利事业发展具有重要意义。

1 围堰技术类型

1.1 土石围堰

土石围堰是以土石材料填筑而成的临时挡水结构,广泛应用于水利、市政等工程领域。其核心优势在于材料获取便捷,可充分利用基坑开挖料或当地土石资源,显著降低运输成本。施工工艺简单,通过分层填筑、机械碾压即可完成,对基础适应性强,尤其适用于河床覆盖层较厚或地形复杂的区域。典型案例中,三峡工程导流明渠采用纵向土石围堰,通过抛投块石护坡、设置挑流矶头等措施,成功抵御了7m/s流速的考验,展现了其抗冲刷与稳定性。

1.2 混凝土围堰

混凝土围堰以常态或碾压混凝土浇筑而成,具有抗冲防渗性能强、断面小、挡水水头高等特点,多用于岩基或覆盖层较薄的河床。其结构形式以重力式和拱形为主,前者依靠自重维持稳定,后者通过拱效应分散水压力,减少材料用量。三峡工程上游碾压混凝土围堰高124m,月最大浇筑强度达40万m³,创下施工纪录。该类围堰可与永久建筑物结合,如作为坝体或闸室的一部分,兼具临时与永久功能。

1.3 钢板桩围堰

钢板桩围堰由带锁口的型钢构件组成,通过机械插打形成连续挡水结构,适用于深水或深基坑环境。其优势在于强度高、防水性好、可重复使用,且施工效率高,可通过导向装置定位、振动插打等方式快速成型。南京长江桥管柱基础采用直径21.9m的圆形钢板桩围堰,钢板桩长36m,水下混凝土封底后抽水深度达20m,成功支撑承台及墩身施工。施工时需避免硬岩河床,采用“屏风式打入法”克服砂层阻力,并通过错开接头、设置斜支撑等措施增强整体稳定性^[1]。

2 围堰技术在水利工程施工中的设计要点

2.1 合理选择围堰类型

合理选择围堰类型是水利工程施工中确保围堰功能有效发挥、保障工程顺利推进的关键。不同类型的围堰具有各自独特的性能与适用条件。土石围堰材料来源广泛,施工简便,成本相对较低,适用于地基承载力较好、水流速度较缓且水深不大的河段,在中小型水利工程中应用较多。混凝土围堰结构坚固,抗冲刷、防渗能力强,能抵御较高水头,常用于岩基或覆盖层较薄的河床,以及需要长期挡水或后续与永久建筑物结合的工程。钢板桩围堰强度高、防水性好、可重复使用,施工速度快,适合深水或深基坑作业,尤其在水流湍急、地质条件复杂的区域优势明显。选择时需综合考虑工程规模、水文地质条件、施工工期、成本预算等因素。比如,大型水利工程且地质条件复杂时,混凝土围堰可能是更优选择;而对于工期紧张、需快速施工且水深不大的项目,土石围堰则更具优势。

2.2 精确确定围堰高程

精确确定围堰高程对于水利工程施工中围堰的稳定性和安全性至关重要,它直接关系到围堰能否有效阻挡水流,保障施工区域干燥。确定围堰高程需全面考量多

方面因素。首先是设计洪水位，要依据工程所在地的水文资料，通过科学的水文计算和分析，准确预测不同频率下的洪水位，以此作为围堰高程设计的重要依据。其次是波浪高度，水流产生的波浪会对围堰顶部产生冲击，必须考虑最大波浪爬高对围堰顶的影响，预留足够的安全高度。此外，还需考虑沉降因素，围堰在施工和使用过程中会发生沉降，要根据地质条件和围堰结构类型，合理估算沉降量并纳入高程设计中。在实际操作中，要结合理论计算与现场实际情况，进行综合分析和判断。

2.3 重视防渗防冲设计

在水利工程施工中，重视围堰的防渗防冲设计是保障围堰稳定、确保施工安全与工程顺利推进的关键环节。防渗设计旨在防止水流渗透通过围堰，避免引发管涌、流土等渗透破坏。需根据围堰类型及地质条件，合理选择防渗措施。对于土石围堰，可采用黏土心墙、斜墙或铺设防渗土工膜等方式；混凝土围堰则可通过优化混凝土配合比、设置止水带等增强防渗性能。防冲设计主要应对水流对围堰的冲刷作用。在围堰迎水面，要设置合理的护坡结构，如干砌石、浆砌石或混凝土预制块护坡，增强其抗冲刷能力。同时，可根据水流情况，在围堰前部设置消能设施，如消力池、挑流坎等，降低水流对围堰的直接冲击。此外，还需结合工程实际，进行水力计算和模型试验，精准确定防渗防冲设计的各项参数，确保围堰在各种水文条件下都能有效抵御渗透和冲刷，维持长期稳定，为水利工程施工创造安全可靠的环境。

2.4 优化工程布局

在水利工程施工里，优化围堰工程布局对提升施工效率、保障工程安全以及控制成本意义重大。优化工程布局要充分考虑施工现场的地形地貌。若施工区域存在起伏较大的地形，需合理规划围堰走向，使其顺应地势，减少土方开挖与填筑量，降低施工难度与成本。例如在山区河道施工时，将围堰布置在相对平缓的地段，能有效减少工程量。同时，要结合水流方向与流速。让围堰轴线与主流方向夹角适宜，避免水流直接冲击围堰薄弱部位，增强其稳定性。并且依据水流情况，合理设置导流建筑物，引导水流平稳通过施工区域，减轻对围堰的冲刷。另外，工程布局还需兼顾施工交通与材料运输。合理规划场内道路，确保施工机械和材料能顺畅抵达各作业面，提高施工效率^[2]。

3 围堰技术在水利工程施工中的施工流程

3.1 前期准备工作

前期准备工作是围堰施工顺利推进的基石。施工前，需组建专业的勘察团队，对施工区域展开全面且细致的

现场勘查。不仅要精确测量地形地貌，确定高程、坡度等关键数据，还要深入分析地质条件，通过钻探、取样等方式，明确土层的物理力学性质、承载能力以及是否存在软弱夹层等不利因素。同时，收集详尽的水文资料，掌握水流速度、水位变化规律、洪水频率等信息。依据勘查结果，组织设计、施工、监理等多方参与的图纸会审，对围堰设计图纸进行深入研讨，确保设计合理、可行。此外，提前规划材料采购与设备调配，根据围堰类型和工程量，精准计算所需土石料、混凝土、钢材等材料的数量，选择质量可靠、信誉良好的供应商。

3.2 基础清理与处理

基础清理与处理是保障围堰稳定的关键环节。施工人员需使用挖掘机、推土机等大型机械，清除基础范围内的杂物、淤泥、树根等障碍物，确保基础表面平整、干净。对于软弱地基，要根据具体情况采取相应的处理措施。若地基承载力不足，可采用换填法，将软弱土层挖除，换填强度较高、压缩性较小的砂砾石、碎石等材料，并进行分层压实，提高地基的承载能力。还可以采用排水固结法，通过设置排水竖井、塑料排水板等排水设施，加速地基的固结沉降，增强地基的稳定性。

3.3 堤身填筑

堤身填筑是围堰施工的核心工序。填筑前，要根据设计要求划分填筑区域，并设置明显的标识。选择合适的填筑材料，土石围堰一般选用级配良好、透水性适中的土石料。填筑时，采用分层填筑、分层压实的方法，每层填筑厚度根据压实设备和土质情况确定，一般控制在30-50cm。使用自卸汽车将填筑材料运输至填筑区域，然后由推土机进行初步摊铺，再用振动压路机进行压实。在填筑过程中，要注意控制填筑的均匀性和密实度，避免出现局部松散或压实不足的情况。同时，要做好排水措施，在堤身内设置排水盲沟或排水管，及时排除堤身内的积水，防止因积水导致堤身沉降或滑坡。对于混凝土围堰，则要按照混凝土施工规范进行模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑和养护等工序，确保混凝土围堰的强度和質量。

3.4 护面施工

护面施工是增强围堰抗冲刷能力、延长使用寿命的重要措施。根据围堰类型和水流条件，选择合适的护面材料。对于土石围堰，常用的护面材料有干砌石、浆砌石、混凝土预制块等。干砌石护面时，要选择块度较大、形状规则的石块，按照从下往上、错缝砌筑的原则进行施工，确保石块之间紧密嵌合，形成稳定的护面结构。浆砌石护面则需要石块之间填充水泥砂浆，增强护面

的整体性和防水性。混凝土预制块护面时,要先在堤身表面铺设一层砂浆,然后将预制块整齐地铺设在砂浆上,并用木锤轻轻敲击,使其与砂浆紧密结合。对于混凝土围堰,可采用喷涂混凝土防护层、安装钢板护面等方式进行防护。在护面施工过程中,要严格控制施工质量,确保护面材料的规格、尺寸和质量符合设计要求,同时做好养护工作,保证护面结构的强度和稳定性^[3]。

4 围堰技术在水利工程施工中的应用策略

4.1 科学规划与精准设计

科学规划是围堰技术应用的基础。需全面勘测施工区域的地质、水文条件,明确水流流速、水位变化范围、河床冲刷特性等关键参数,为围堰选型提供依据。结合工程规模、施工周期与导流需求,合理确定围堰类型,如土石围堰适用于地基承载力较好的浅水区,混凝土围堰则多用于深水或高流速环境。精准设计需优化围堰结构尺寸,通过力学计算确保其抗滑、抗倾稳定性,同时考虑施工便利性。预留足够的安全超高与防渗宽度,制定多套应急导流方案,以应对极端水文条件,保障施工安全与进度。

4.2 精细化施工与质量控制

精细化施工是围堰质量的核心保障。基础处理阶段,需彻底清除淤泥、软土及杂物,采用换填、夯实或注浆等方法提高地基承载力,防止不均匀沉降。填筑时分层压实,控制每层厚度与压实度,确保堤身密实度达标。对于混凝土围堰,需严格把控混凝土配合比、浇筑温度与养护条件,避免裂缝产生。护面施工选用适配材料(如钢筋石笼、土工织物),确保与堤身连接牢固。施工全程执行“三检制”(自检、互检、专检),对关键工序进行旁站监督,确保质量符合设计规范。

4.3 动态监测与风险防控

动态监测是围堰安全运行的关键。施工期间需建立全方位监测体系,实时采集围堰位移、沉降、渗流量及内外水位差等数据,通过传感器与自动化系统实现数据远程传输与分析。设定安全阈值,当监测指标超限时立即触发预警,并启动应急预案。例如,若发现渗漏量异

常增大,需迅速定位漏点并采取灌浆封堵;若遇洪水超标,需加固围堰或启用备用导流设施。定期组织风险评估,更新防控措施,确保围堰在施工全周期内稳定可靠,降低事故发生率。

4.4 生态友好与资源优化

生态友好与资源优化是围堰施工的可持续发展要求。设计阶段需评估对水生生态的影响,采取避让保护措施,如调整施工时间以避开鱼类洄游期,或设置人工鱼巢补偿栖息地损失。施工时优先选用本地材料,减少运输能耗与碳排放;对拆除的围堰材料进行分类回收,如混凝土块用于路基填筑,钢材用于其他工程,实现资源循环利用。采用低噪音、低排放的施工设备,优化施工组织以缩短工期,降低对周边环境的扰动。通过绿色施工管理,实现工程建设与生态保护的和谐共进^[4]。

结束语

围堰技术作为水利工程施工中的关键屏障,其科学应用直接关系到工程安全、质量与生态效益。通过科学规划与精准设计,可确保围堰结构稳定、适配复杂水文地质条件;精细化施工与严格质量控制,能筑牢每一道防线,抵御水流冲刷与渗透风险;动态监测与风险防控体系,为施工安全提供实时保障;而生态友好与资源优化理念,则推动水利建设向绿色可持续方向转型。未来,随着新材料、新技术的不断融入,围堰技术将更加智能化、高效化,为水利工程建设提供更坚实的技术支撑,助力实现“人水和谐”的可持续发展目标。

参考文献

- [1]李帅.围堰技术在水利工程施工应用[J].四川水泥,2021(05):127-128.
- [2]赵方胜,李国栋.水利工程施工中围堰技术的应用与实施[J].四川水泥,2021(05):163-164.
- [3]赵玉丽.论水利工程施工中围堰技术的应用要点[J].中华建设,2021(03):152-153.
- [4]王琴,陈华.水利工程施工导流及围堰技术的应用[J].居舍,2021(02):41-42.