

水利堤防护坡工程中的混凝土砌块护坡施工

毛富婕

天津市诚远工程管理咨询有限公司 天津 300350

摘要：水利堤防护坡是保障堤防安全、抵御水流冲刷的关键工程，混凝土砌块因强度高、耐久性好、生态适配性强，成为护坡工程的优选材料。本文结合相关理论基础，系统阐述混凝土砌块护坡的材料特性、作用机理及施工工艺，重点分析施工前期准备、基础施工、砌块铺设及后期收尾等关键环节，明确质量控制与安全管理要点，对比其与其他护坡形式的适用差异，为同类水利堤防护坡工程施工提供科学参考，助力实现工程防护与生态保护的共赢。

关键词：水利堤防护坡工程；混凝土砌块；护坡施工

引言：堤防作为防洪减灾的重要基础设施，其边坡稳定性直接关系到人民生命财产安全与区域生态环境。当前，水流冲刷、土体侵蚀等问题频发，对堤防护坡工程的防护性能提出更高要求。混凝土砌块护坡凭借标准化程度高、施工便捷、兼顾防护与生态等优势，在水利工程中广泛应用。基于此，本文围绕水利堤防护坡工程中混凝土砌块护坡施工展开研究，梳理施工流程、明确质量安全要点，为提升护坡工程质量、保障堤防安全提供技术支撑。

1 水利堤防护坡工程及混凝土砌块护坡相关理论基础

1.1 水利堤防护坡工程核心要求

(1) 护坡工程的功能定位：核心是实现防冲刷、防侵蚀、保稳定、促生态四大目标，抵御水流、波浪对堤防边坡的冲刷破坏，防止土体风化侵蚀，维持边坡结构完整稳定，同时兼顾生态兼容性，减少对周边环境、植被的影响，实现防护与生态共赢。(2) 堤防边坡工程的设计标准与技术参数：需结合堤防等级、流域水文条件确定，核心参数包括边坡坡度、护坡厚度、抗滑稳定性系数，同时需满足当地防洪标准，考虑水流速度、波浪高度等水文指标，确保护坡工程在极端水文条件下仍能发挥防护作用。

1.2 混凝土砌块的材料特性与分类

(1) 混凝土砌块的核心性能要求：需具备足够强度以承受边坡应力和水流冲击，良好的抗冻性适应严寒地区冻融循环，优异的抗渗性防止水分渗透破坏砌块，以及长期的耐久性，确保在水环境中长期稳定服役，减少维护成本。(2) 常用混凝土砌块的分类：按形状可分为矩形、异形砌块，异形砌块适配边坡弧度；按强度等级分为不同标号，适配不同防护等级；按用途分为普通防护砌块和生态砌块，前者侧重防护，后者预留植草孔，兼顾生态^[1]。

1.3 混凝土砌块护坡的作用机理

(1) 力学防护机理：通过标准化砌块的有序拼接，形成完整的刚性防护层，有效分散边坡土体的应力分布，降低局部受力集中，同时直接抵御水流冲刷和波浪冲击，减少土体流失，增强边坡整体抗滑、抗倾覆能力，保障堤防结构稳定。(2) 生态协同机理：采用生态型混凝土砌块时，可通过预留孔洞种植水生或陆生植被，实现护坡防护与生态环境的适配，既发挥防护功能，又能改善水体周边生态环境，提升生物多样性，实现工程防护与生态保护的共赢。

1.4 混凝土砌块护坡与其他护坡形式的对比

(1) 与浆砌石、干砌石护坡的优劣对比：优势是施工便捷、工期短，砌块标准化程度高，后期维护方便；劣势是整体刚性略逊于浆砌石，抗强冲击能力稍弱，成本略高于干砌石。(2) 与植被护坡、土工材料护坡的适用场景差异：植被护坡适用于坡度较缓、水流平缓的区域，生态性好但防护强度低；土工材料护坡轻便、施工快，但耐久性较差；混凝土砌块护坡适用于坡度较陡、水流湍急、防洪要求高的区域，兼顾防护与生态适配性。

2 水利堤防护坡工程中混凝土砌块护坡施工工艺

2.1 施工前期准备工作

(1) 施工场地清理与平整：施工前需对堤防边坡及周边施工区域进行全面清理，彻底清除杂草、树木、建筑垃圾及浮土等杂物，避免影响施工质量。同时对边坡进行修整，严格按照设计坡度修整坡面，确保坡面平整、顺直，无凸起、凹陷等缺陷；对护坡基底进行夯实处理，去除松软土层，保证基底承载力满足设计要求，为后续施工奠定坚实基础。(2) 材料准备与检验：混凝土砌块需选用符合设计标准的产品，进场时严格检验其强度、抗冻性、抗渗性等核心性能，核查产品合格证、检测报告，不合格产品严禁进场。砂浆需按设计配合比精准配制，原材料水泥、砂、水等需经检验合格后方可使用；所有材

料需分类存放,混凝土砌块堆放整齐,做好防雨、防潮措施,砂浆原材料妥善保管,防止受潮变质^[2]。(3)机械配备与人员配置:根据施工规模和工艺要求,选用合适的施工机械,包括挖掘机、装载机、夯实机、切割机等,进场前检查机械设备性能,确保正常运行。配备足够数量的专业操作人员,施工前进行全面培训,明确施工流程、操作规范及安全注意事项,做好技术交底工作,确保操作人员熟练掌握施工要点,避免违规操作。

2.2 基础施工工艺

(1)基槽开挖:按照设计图纸要求的尺寸、深度进行基槽开挖,开挖坡度严格遵循设计标准,结合土体性质调整,防止基槽边坡坍塌。开挖过程中及时清理槽内浮土,控制开挖深度,避免超挖或欠挖,开挖完成后对基槽尺寸、坡度进行复核,合格后进行基底夯实,夯实度需达到设计要求,确保基底稳定。(2)垫层施工:垫层材料选用级配砂石、水泥砂浆等,根据设计要求确定铺设厚度,一般为10~20cm。铺设过程中均匀摊铺,采用平板振动器振捣密实,控制垫层平整度,误差不超过设计允许范围,垫层表面需平整、坚实,无松动颗粒,为后续混凝土砌块铺设提供平整的作业面^[3]。(3)基础加固处理:针对软土地基区域,需采取针对性的加固措施,常用方法包括换填垫层法、夯实加固法等。换填垫层法需挖除软土,换填强度高、稳定性好的填料并夯实;夯实加固法通过机械夯实提高软土地基承载力,确保基础在后续施工及使用过程中不发生沉降、变形,保障护坡结构稳定。

2.3 混凝土砌块铺设施工

(1)铺设顺序与方法:采用自上而下的铺设顺序,从边坡顶部开始,逐排向下铺设,避免自上而下铺设导致下部已铺砌块被扰动。铺设时遵循错缝搭接原则,相邻砌块搭接长度符合设计要求,一般不小于10cm,确保砌块之间连接紧密,形成整体防护层,避免出现缝隙过大、搭接不严等问题。(2)砌筑工艺:根据设计要求选择砂浆砌筑或干砌工艺,砂浆砌筑时,砂浆铺设均匀,厚度控制在2~3cm,砌块砌筑平整、牢固,灰缝宽度均匀,一般为8~12mm,灰缝饱满度不低于90%,避免出现通缝、假缝。干砌工艺需确保砌块之间贴合紧密,借助砌块自身重量及摩擦力固定,必要时采用碎石填充缝隙,增强整体性^[4]。(3)转角与边坡顶部的特殊铺设处理:边坡转角处采用异形砌块适配转角弧度,确保铺设平整、贴合,避免出现缝隙;边坡顶部铺设需超出边坡顶部边缘,形成护顶,护顶长度符合设计要求,同时做好顶部密封处理,防止雨水渗入边坡内部,侵蚀基底土体,影响护坡

稳定性。

2.4 施工后期收尾工作

(1)缝隙填充与密封:砌块铺设完成后,及时对砌块之间的缝隙进行填充,填缝材料选用水泥砂浆、沥青麻絮等,符合设计要求。填充时均匀饱满,确保缝隙被完全填充,填充完成后进行密封处理,防止雨水、水流渗入缝隙,破坏砌块连接及基底稳定性,延长护坡使用寿命。(2)坡面清理与养护:清理坡面施工垃圾、多余砂浆等杂物,保持坡面整洁。对铺设完成的混凝土砌块及砂浆进行养护,养护时间不少于7天,养护期间避免碰撞、扰动砌块,定期洒水保持湿润,确保砂浆强度正常增长,砌块与砂浆结合紧密,提升护坡结构的耐久性。(3)施工临时设施拆除与场地恢复:施工完成并经检验合格后,拆除施工现场的临时设施,包括临时围挡、脚手架、材料堆放场等,拆除过程中避免损坏已完成的护坡工程。对施工区域进行场地恢复,清理施工垃圾,平整场地,恢复原有植被,减少施工对周边生态环境的影响,确保施工区域整洁、美观。

3 水利堤防护坡工程中混凝土砌块护坡施工质量控制与安全管理

3.1 施工质量控制核心要点

(1)材料质量控制:严格执行原材料验收标准,混凝土砌块进场时需核查产品合格证、性能检测报告,现场抽样复检强度、抗冻性、抗渗性等核心指标,不合格产品严禁进场使用。砂浆原材料需按设计配合比选用,水泥、砂、水等进场后逐一检验,确保符合质量标准,配制过程中精准控制配合比,避免出现强度不足、和易性差等问题。(2)施工工序质量控制:建立各施工环节验收流程,每道工序完成后,由施工班组自检、技术人员复检,合格后报监理单位验收,验收合格方可进入下一道工序。重点把控基槽开挖、垫层施工、砌块铺设等关键环节,明确各工序质量标准,如基槽夯实度、垫层平整度、砌块搭接长度等,杜绝违规施工导致的质量隐患。(3)外观质量控制:严格控制砌块铺设平整度,坡面无凸起、凹陷,误差控制在设计允许范围内;灰缝宽度均匀一致,一般为8~12mm,灰缝饱满度不低于90%,无通缝、假缝、漏缝;确保坡面完整性,砌块无破损、松动,转角及顶部铺设规范,无缝隙、翘边等缺陷,整体外观整洁、顺直。

3.2 施工过程中的质量检测方法

(1)现场检测:强度检测采用回弹法或钻芯法,每批次砌块及砂浆随机抽样检测,检测频率符合规范要求;坡度检测采用坡度尺现场测量,每5米检测1点,确保符

合设计坡度；平整度检测采用2米靠尺配合塞尺，每10米检测3点，控制坡面平整度误差。（2）实验室检测：对进场原材料进行复检，混凝土砌块检测强度、抗冻性等指标，砂浆原材料检测水泥强度、砂的级配等；砂浆强度试验按规范制作试块，标准养护后检测，每配合比每工作班制作不少于1组试块，确保砂浆强度达标。（3）质量缺陷的识别与判定标准：重点识别砌块松动、灰缝不饱满、坡面塌陷、平整度超标等缺陷，明确判定标准，如砌块松动位移超过5mm即为不合格，灰缝饱满度低于90%需返工处理，坡面塌陷面积超过 0.5m^2 需彻底整改，确保质量缺陷早发现、早判定、早处理。

3.3 施工安全管理措施

（1）现场安全防护：边坡施工设置防护栏杆，悬挂安全警示标志，防止人员坠落；高空作业人员必须系安全带、戴安全帽，搭设安全脚手架，确保作业安全；施工现场用电采用三级配电、两级保护，电线架空铺设，避免漏电、触电事故，配电箱加装防雨罩，专人负责管理。（2）机械设备安全管理：施工机械设备进场前全面检修，确保性能良好，配备完整的安全防护装置；操作人员严格按照操作规范作业，严禁违规操作，机械设备定期维护保养，做好检修记录；停用设备及时断电、停放整齐，防止机械损坏或意外启动伤人。（3）人员安全管理：所有施工人员上岗前进行安全培训，考核合格后方可上岗，定期开展安全警示教育；施工前做好安全技术交底，明确各岗位安全注意事项；制定完善的安全应急预案，针对高处坠落、机械伤害等事故开展定期演练，提升人员应急处置能力。

3.4 质量与安全事故的预防与处理

（1）常见质量事故的预防措施：针对砌块松动，严格控制铺设工艺，确保错缝搭接、灰缝饱满，加强后期

养护；针对坡面塌陷，做好基底加固处理，严控基槽开挖坡度，避免雨水浸泡基底，定期巡查坡面，及时处理隐患。（2）常见安全事故的预防措施：针对高处坠落，强化高空作业防护，严禁违规作业；针对机械伤害，加强设备检修和人员操作培训，划定机械作业安全区域，禁止无关人员进入；加强现场安全巡查，及时排查安全隐患。（3）事故发生后的应急处理流程与整改措施：事故发生后，立即启动应急预案，组织人员抢救伤员、控制事故扩大，保护事故现场；及时上报相关部门，查明事故原因，明确责任；制定针对性整改措施，整改完成后组织验收，验收合格方可恢复施工，同时吸取事故教训，避免同类事故再次发生。

结束语

混凝土砌块护坡施工是一项系统性工程，需严格遵循设计标准，把控材料质量、施工工序及安全管理等关键环节，才能充分发挥其防冲刷、保稳定、促生态的核心作用。本文全面总结了该施工技术的理论与实践要点，明确了各环节的操作规范与质量要求。后续施工中，需结合工程实际优化工艺，强化质量安全管理，推动混凝土砌块护坡技术的完善与应用，为水利堤防工程的长效安全运行提供有力保障。

参考文献

- [1]刘华国.水利堤防护坡工程中混凝土砌块技术的应用[J].砖瓦,2021,(2):161-162.
- [2]时明丽.探析水利工程中的河道堤防护岸工程施工技术[J].水上安全,2023,(15):25-27.
- [3]脱延龙.水利工程中河道堤防护岸工程施工技术探讨[J].水上安全,2023,(12):178-180.
- [4]傅美龄.水利工程河道堤防护岸施工技术分析[J].水上安全,2023,(12):193-195.