

土木工程施工中的边坡支护技术要点分析

何其磊 苗宝强 余化龙

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：边坡支护是土建施工保障边坡稳定、规避施工隐患的关键工序，复杂的地质与场地条件极易引发坡面失稳问题，影响施工推进。本文结合土建工程边坡施工的全流程工序，系统梳理施工前期勘察、方案选型、场地筹备的标准化技术内容，细化土钉墙、锚杆、排桩、喷射混凝土等主流支护工艺的操作要点，明确开挖施工、工序衔接、特殊工况的管控规范，同时完善材料、工艺、安全及后期养护的管控体系，能够有效规范现场施工行为，稳固边坡结构性能，为土建边坡施工质量管控提供可靠的技术参照。

关键词：土木工程；边坡支护；施工工艺；质量管控；岩土施工

引言：现代土木工程施工场地地形地质条件复杂多变，人工边坡在开挖、施工过程中易受土体结构、地下水、气候环境等因素干扰，出现土体松动、坡面坍塌等安全隐患，对施工安全与工程质量造成直接影响。边坡支护通过专项岩土加固与坡面防护工艺，能够有效改善边坡受力状态，抵御外界环境对岩土体的侵蚀破坏。依托标准化、精细化的技术管控模式落实支护施工，可有效规避各类施工隐患，保障边坡结构长期稳定，对提升土建工程整体施工品质具备重要的现实意义。

1 边坡支护施工前期技术把控要点

1.1 边坡现场工况勘察技术要点

边坡施工开展前，需完成全方位现场工况勘察工作，为后续支护施工筑牢技术根基。工作人员重点探查施工区域土体结构，辨别土层分布层次，明确土体土质类型与固结状态。针对施工场地地下环境开展细致排查，摸清地下土层含水分布状态，掌握地下水层埋藏深度与水体流动规律。认真核查施工场地周边地形状态，记录边坡原始坡度、坡面平整度及岩土裸露情况。细致排查场地周边岩土松散、裂隙发育等不良地质情况，精准定位不稳定岩土区域。全程梳理场地内隐蔽地质问题，全面掌握施工现场自然条件与地质特征，为后续支护方案制定提供真实有效的现场依据^[1]。

1.2 支护方案选型适配技术要点

支护方案选型依托前期勘察获取的现场工况数据开展，结合土木工程施工场地的实际建设需求完成选型工作。选型过程优先参照边坡自身结构特征，针对高度低于6m的低矮边坡优先选用土钉墙支护，高度6m至18m的高陡边坡适配锚杆与排桩组合支护工艺，结合坡面形态及

岩土稳定状态筛选适配的支护工艺。充分考量施工场地空间条件，依据场地开阔程度、周边构筑物分布情况，确定支护结构的布设形式与施工工艺。结合项目整体施工节奏，匹配适配性强、施工难度合理的支护技术，规避施工过程中出现结构适配偏差问题。严格区分不同支护技术的施工特性与适用场景，根据场地地质复杂程度筛选对应的支护结构，保障选定的支护方案可以适配场地整体施工条件，满足边坡结构稳定的建设要求。

1.3 施工前期准备工序技术要点

明确支护施工方案后，有序推进各项前期准备工序，规范落实各项技术管控要求。清理边坡施工区域表层杂物，平整施工作业场地，清理坡面松动岩土，打造规整、安全的施工作业面。完成施工所需建材的筛选与核验工作，检查建材规格、材质及性能指标，保障所有进场建材符合施工技术标准。调试各类施工机械设备，检查设备运行部件、控制系统及作业性能，排查设备运行隐患，保证设备可稳定投入现场作业。划定专属施工作业区域，做好场地分区规划，梳理施工工序流程，明确各施工环节的技术标准与作业要求，为边坡支护施工的有序推进做好全方位前期铺垫。

2 常见边坡支护类型施工核心技术要点

2.1 土钉墙支护施工技术要点

土钉墙支护施工采用分层作业模式，依托原状土体的自身承载能力稳固边坡结构。施工开始前，精准定位钻孔位置，严格把控孔径大小与钻进深度，保持孔道笔直规整，规避孔壁坍塌、孔位偏移等常见施工问题。钻孔工序完成后，彻底清扫孔内残留渣土和杂物，保证孔道内部干净通畅。将土钉杆件平稳放入孔道，调整杆件

位置保持居中状态,防止杆件歪斜、变形。按照施工标准调配注浆材料,匀速完成灌注作业,让浆液充分填满孔内空隙,使土钉和周边土体紧密固结为整体。施工期间同步修整坡面,平整高低错落的区域,为后续面层施工打造平整作业面^[2]。铺设坡面钢筋网时,把控好网片间距与搭接长度,保证网面平整舒展、铺设规范。开展混凝土喷射作业时均匀匀速施工,把控喷射厚度,施工完成后及时做好养护工作,保障支护结构成型完好、整体质量达标。

2.2 锚杆支护施工技术要点

锚杆支护适用于边坡高差大、土体侧向压力较强的施工场景,整套施工工序规范细致,技术标准较高。施工前期结合边坡受力特点,确定锚杆的布设角度与孔位间距,标记好施工点位后开展定向钻孔作业。根据现场土层软硬程度灵活调整钻进速度,减少施工操作对原状土体的扰动破坏。钻孔深度达到施工要求后,及时清理孔内积水和松散土粒,完成清孔作业。安放锚杆体时保证杆件整体顺直,避免出现扭曲、破损等质量问题。通过高压灌浆工艺,让浆液充分渗透周边土体缝隙,浆液固结后形成稳定可靠的锚固结构。待浆液强度达标,分层开展张拉锁定作业,平稳控制张拉力度,避免荷载过大损坏支护结构。张拉锁定完成后封堵孔口缝隙,对坡面进行封闭处理,有效增强锚杆支护的整体稳定性。

2.3 排桩支护施工技术要点

排桩支护依靠刚性桩体承载边坡侧向土压力,适合地质条件复杂、施工场地受限的边坡工程。施工过程中,严格按照设计轴线定位桩位,精准校正点位偏差,确保所有桩体排列规整、位置准确。结合现场土质情况选取适配的成孔工艺,全程做好孔壁防护工作,规避塌孔、缩径等常见施工缺陷。依照设计规格加工钢筋笼,保证主筋与箍筋焊接牢固,整体结构刚度满足施工要求。钢筋笼吊装过程平稳缓慢操作,严控吊装垂直度,避免钢筋笼磕碰孔壁,造成土体松动。混凝土浇筑全程连续进行,合理把控浇筑速度与振捣频次,消除桩体内部气泡和空隙。成桩施工结束后,及时清理桩顶浮浆,保持桩顶平整。严格遵循设计标准控制桩体间距,形成完整连续的支护挡土结构,有效限制边坡土体位移,抵抗侧向土压力。

2.4 喷射混凝土支护施工技术要点

喷射混凝土支护是边坡表层防护的主流工艺,可快速封闭裸露坡面,削弱风化、雨水冲刷等外界因素对岩土体的侵蚀损伤。施工初期,彻底清理坡面表层浮土、

松动碎石和破碎岩层,修整坡面整体轮廓,剔除凸起结构,让坡面整体平顺规整。按照施工标准拌合混凝土原料,精准控制骨料粒径与水灰比,保证拌合料性能均匀稳定。提前调试喷射设备的运行压力,把控喷头与坡面的合理距离,采用分层分次的方式开展喷射施工。首层喷射厚度控制在合理范围,等待表层初凝后,再开展后续喷射作业,逐层施工直至达到设计厚度。喷射施工全面覆盖整个坡面,杜绝表层空鼓、开裂、厚薄不均等质量问题。施工完成后开展常态化养护工作,合理把控养护湿度与周期,提升混凝土表层密实度和结构强度,有效稳固边坡表层防护体系。

3 边坡支护施工过程关键控制技术要点

3.1 边坡开挖施工技术控制要点

边坡开挖作业需遵循分层、分级的施工原则,依照现场地质条件设定合理的开挖坡度与开挖深度。开挖作业自上而下有序推进,杜绝超挖、乱挖等不规范操作,最大程度保护原状土体结构。普通土层单次开挖厚度控制在1.5m以内,硬质岩层单次开挖厚度不超过2.5m,土层质地偏软的区域适当降低开挖厚度,硬质岩土区域可适度调整作业幅度。开挖过程持续修整坡面形态,及时清除坡面松动岩土,规避局部土体悬空、坍塌的隐患^[3]。作业期间实时观察土层变化,发现裂隙、松散土层等不良地质情况,及时调整开挖节奏与作业方式,保障开挖作业平稳推进。

3.2 支护结构安装浇筑技术控制要点

支护结构安装与浇筑作业是保障边坡整体稳定性的核心环节,需落实精细化技术管控。各类支护构件安装前做好尺寸核对与质量检查,杜绝破损、变形构件投入施工。构件安装校准好位置与垂直度,固定点位牢固可靠,规避偏移、松动问题。混凝土浇筑前检查作业面整洁度,排查基底杂物与积水,为浇筑作业提供良好施工条件。浇筑作业保持匀速推进,搭配规范振捣操作,减少结构内部空隙与蜂窝麻面缺陷。严格把控浇筑成型厚度与结构尺寸,成型后做好表层收面处理,保障支护结构成型规整、受力性能稳定。

3.3 施工工序衔接技术控制要点

边坡支护施工工序衔接紧密,任一环节出现滞后都会影响整体施工质量与结构稳定性。严格遵循既定施工流程推进作业,落实先开挖、后修整、再支护的基础施工逻辑。前一道工序施工质量验收合格后,方可开展后续施工内容,杜绝工序交叉混乱、违规赶工的情况。合理规划各环节施工节奏,混凝土结构固化静置时长不少

于 24h,预留充足的结构固化、养护时间,避免未达标结构承受施工荷载。梳理各工序施工重点,衔接阶段做好现场交接与质量复核,保障整套施工流程顺畅有序。

3.4 特殊工况施工技术控制要点

边坡施工会遭遇多变的现场工况,需针对性落实专项技术管控措施。雨季施工提前完善场地排水布设,疏导坡面积水,减少雨水对土体的浸泡冲刷,延缓岩土软化速度。高温天气调整作业时段,延长结构养护时长,规避混凝土表层快速失水引发的开裂问题。面对土质松散、岩层破碎等复杂地质,缩减单次开挖范围,加密支护布设密度,提升边坡整体防护能力。低温环境做好成品保温防护,降低温度变化对支护结构成型质量的影响,保障各类工况下边坡施工质量稳定可控。

4 边坡支护施工质量与安全技术管控要点

4.1 施工材料质量管控技术要点

边坡支护施工所用材料的性能品质,直接决定支护结构的成型质量与使用年限。材料进场前需开展全面查验工作,核对出厂相关资料,核查外观形态、规格尺寸,杜绝不合格材料进入施工场地。钢筋、管材等主材重点检查表面锈蚀、变形、裂纹等缺陷,把控材质强度与韧性指标。水泥、砂石等拌合原料严控颗粒级配、纯度及含水率,从源头规避拌合料性能不达标问题^[4]。材料存放阶段落实分区管理,做好防潮、防雨、防尘保护,规避外界环境侵蚀造成材料性能衰减。定期抽检库存材料状态,及时清理变质、失效物料,保障施工所用材料始终符合施工技术标准。

4.2 施工工艺标准化管控技术要点

规范的施工工艺是保障边坡支护质量稳定的关键手段。施工全过程严格依照行业标准与设计方案推进,统一各施工环节的操作规范与技术标准。钻孔、注浆、浇筑、喷射等核心工序,严格把控操作流程与技术参数,杜绝随意更改施工工艺参数的行为。针对容易出现质量缺陷的施工环节,提前制定针对性管控措施,规范操作手法与施工流程。每段施工完成后开展细致自查,及时整改施工偏差与质量隐患。全程规整施工工艺执行标准,弱化人为操作带来的质量波动,让整体施工工艺保持统一、规范的落实状态。

4.3 施工现场安全防护技术要点

边坡施工多为露天高空作业,现场环境复杂,安全防护管控工作尤为关键。施工区域外围设置稳固防护

围挡与警示标识,划分专属作业禁区,阻挡无关人员、设备进入施工范围。高空作业人员规范佩戴防护用具,搭设稳固作业平台,消除高空坠落风险。施工设备定期检查运行状态,排查机械故障与操作隐患,规范设备操作流程。坡面作业期间实时监测岩土状态,发现土体松动、坡面开裂等隐患,立刻停止现场作业,落实加固防护措施。全方位筑牢现场安全防线,营造稳定规范的施工作业环境。

4.4 后期养护及动态管控技术要点

支护结构施工成型后,需落实常态化养护与动态管控工作,稳固结构整体性能。混凝土结构成型后及时开展养护作业,常规环境下养护周期不少于 7d,低温潮湿环境延长至 14d,根据环境温度调整养护周期与保湿方式,规避结构干裂、表层脱落等问题。养护阶段定期检查结构成型状态,记录表层完整性、结构密实度等情况。整体施工完成后,建立常态化巡查机制,前期每 3d 开展一次坡面巡查,稳定后每月巡查一次,定期排查坡面、支护结构的细微变化^[5]。及时处理结构裂缝、表层破损等轻微问题,阻止隐患持续扩大。持续的动态管控可以长期维持边坡支护结构的稳定状态,保障工程整体施工成效。

结束语

边坡支护施工是一项系统性的岩土防护工程,涵盖前期筹备、工艺实施、过程管控及后期养护多个核心环节,各类支护工艺有着差异化的操作标准与适用场景。严格落实前期场地勘察与方案适配工作,规范各类主流支护技术的施工流程,强化施工全过程的动态管控与安全防护,能够切实解决边坡施工中的常见质量问题。常态化的养护与管控举措,可维持边坡结构稳定性,全面提升土建边坡工程的施工规范化水平。

参考文献

- [1] 龙振杰. 土木工程施工中的边坡支护技术要点分析[J]. 建筑与装饰,2026,29(10):148-150.
- [2] 白卿鹏. 土木工程施工中的边坡支护技术要点分析[J]. 建材发展导向,2026,24(2):64-66.
- [3] 何琳琳. 边坡支护技术在土木工程施工中的运用分析[J]. 散装水泥,2026(2):106-108.
- [4] 王丽. 土木工程施工技术中的边坡支护技术要点[J]. 全体育,2022(21):105-106.
- [5] 邓永丽. 分析土木工程施工技术中的边坡支护技术要点[J]. 数字化用户,2024(47):117-118.