

水利施工中土石坝施工技术研究

安昊磊

宁夏六盘山水务有限公司 宁夏回族自治区 固原 756000

摘要:水利工程是国家基础设施建设的重要构成,关乎防洪、灌溉、发电等民生大事。本文聚焦水利施工中的土石坝施工技术。先阐述其经济性突出、结构与施工优势明显、地基适应性强且类型丰富等技术特点,分析了铺料厚度、碾压参数、填筑层结合部位及边界控制等坝体施工风险。进而详细探讨施工技术要点,涵盖施工前期在场地、材料设备、技术人员方面的准备,料场的时间、空间、质量规划,土石料加工、运输,填筑压实过程,以及坝基与岸坡处理等,为水利工程中土石坝施工提供技术参考。

关键词:水利施工;土石坝施工;技术研究

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,在防洪、灌溉、发电等方面发挥着关键作用。土石坝因其独特优势,成为水利工程中常见坝型。它在施工技术上有诸多特性,对工程建设影响深远。同时,土石坝施工过程存在多种风险,需精准把控施工技术要点。深入研究土石坝施工技术,对保障水利工程质量、提升工程效益意义重大,能够为水利事业高质量发展提供有力支撑。

1 土石坝施工技术特点

1.1 经济性突出

土石坝施工技术经济性显著。其主要筑坝材料为当地土石,来源广泛、成本低廉,极大降低材料采购与运输成本。施工工艺相对简单,无需复杂设备与技术,减少设备租赁及人工费用。同时,土石坝后期维护成本低,耐久性好,全生命周期内经济性远超其他坝型,在水利工程建设预算有限时优势尽显^[1]。

1.2 结构与施工优势明显

在结构上,土石坝依靠自身重力维持稳定,结构形式简单。坝体由散粒体材料构成,能较好适应地基变形。施工时,可采用分层填筑压实方法,施工流程清晰。施工设备通用性强,像挖掘机、装载机、压路机等常见设备均可用于土石坝施工,施工组织与管理难度降低,施工效率得以提高,加快工程进度。

1.3 地基适应性强

土石坝对地基要求相对不高。由于坝体材料具有一定柔性,可通过适当的地基处理措施,适应不同地质条件。无论是软土地基、岩石地基,还是存在断层、裂隙的复杂地基,土石坝都能较好适应。与混凝土坝等相比,无需对地基进行大规模、高成本加固处理,降低地基处理难度与费用,拓宽水利工程选址范围。

1.4 类型丰富多样

土石坝类型丰富,以筑坝材料和施工方法区分,有土坝、堆石坝、土石混合坝等。土坝依土料特性又分均质土坝、黏土心墙坝等;堆石坝按石料压实工艺有抛填堆石坝、碾压堆石坝等。多样类型能满足不同地形、地质、气候及工程功能需求,在水利工程建设中可根据实际灵活选择合适坝型。

2 坝体施工风险

2.1 铺料厚度控制风险

铺料厚度直接关乎坝体质量。若厚度过大,下层材料难以压实,易出现压实度不足,在后续运行中可能引发坝体沉降不均、渗漏等问题。反之,铺料过薄,不仅会降低施工效率,还可能因多次铺料导致层面结合不紧密。施工过程中,受地形起伏、机械设备操作精度等因素影响,精确控制铺料厚度难度较大,一旦失误,将给坝体稳定性带来隐患。

2.2 碾压参数控制风险

碾压参数包括碾压遍数、碾压速度、激振力等。参数设置不合理,无法使土石料达到设计压实标准。若碾压遍数过少或速度过快,土石料颗粒间无法充分嵌挤密实;激振力不足,则难以克服材料内摩擦力。而地质条件复杂多变,不同区域土石料特性有差异,若未能及时调整碾压参数,坝体各部位压实质量参差不齐,严重影响整体强度与防渗性能^[2]。

2.3 填筑层结合部位处理风险

填筑层结合部位是坝体薄弱环节。施工时,若前一层填筑面未清理干净,存在浮土、杂物等,新老填筑层间无法有效粘结,形成水平薄弱带,易引发渗漏通道。另外,层间搭接宽度不足或碾压不充分,也会削弱结合强度。在坝体长期运行受水位变化、地震等外力作用

下,结合部位易出现裂缝、脱开,威胁坝体安全。

2.4 边界控制风险

坝体边界包括与岸坡、坝基及周边建筑物的连接部位。边界处理不当,容易产生绕坝渗漏。例如,与岸坡连接时,若岸坡开挖不规范、未做好齿槽嵌入,水易沿岸坡与坝体接触面向下游渗漏。与坝基连接,若清基不彻底,残留软弱层,坝体易产生不均匀沉降,致使边界部位开裂。而与周边建筑物连接复杂,若连接方式不合理,也会因相对位移引发渗漏与结构破坏风险。

3 水利施工中土石坝施工技术要点

3.1 施工前期准备

3.1.1 施工场地规划

施工场地规划对土石坝施工至关重要。首先要依据工程规模、地形地貌,合理划分办公区、生活区、材料堆放区与机械设备停放区,保障人员生活便捷与施工有序开展。针对料场,需规划好开采区域与运输路线,减少物料运输距离与交叉干扰。同时,要妥善布置排水系统,及时排除雨水与施工废水,防止场地积水影响施工进度与质量。

3.1.2 材料与设备准备

材料与设备是土石坝施工的物质基础。材料方面,要依据设计要求,对土料、石料等进行严格筛选与检测,保证其各项性能指标符合标准。从优质料场采购足量材料,并做好储存管理,防止材料变质、受损。设备上,按照施工方案,调配挖掘机、装载机、压路机、运输车辆等机械设备。提前对设备进行调试、维护与保养,确保其在施工期间性能稳定、运行可靠,避免因设备故障延误工期。

3.1.3 技术与人员准备

技术与人员是施工质量的保障。技术准备阶段,组织技术人员深入研究施工图纸与技术规范,编制详细的施工组织设计与专项施工方案,明确施工流程、技术标准与质量控制要点。开展技术交底工作,确保全体施工人员熟悉施工技术要求。人员准备上,根据工程需要,配备经验丰富的项目经理、技术负责人、施工人员与质量安全管理人员。对施工人员进行技能培训与安全教育,提升其专业素养与安全意识,打造一支技术过硬、安全意识强的施工队伍。

3.2 料场规划布置

3.2.1 时间规划

时间规划在料场管理中意义重大。施工前,需依据工程进度安排,精准制定土石料开采计划。详细考量不同施工阶段对材料的用量需求,比如在基础施工初期,

对石料需求量大,应优先安排石料开采;坝体填筑时,土料供应需跟上节奏。同时,要预留一定弹性时间,应对可能出现的天气变化、设备故障等突发状况,避免因材料供应不及时导致施工停滞,确保施工进度紧凑、有序推进。

3.2.2 空间规划

空间规划着重于料场的合理布局。要依据地形地势,划分出清晰的开采区、暂存区和运输通道。开采区按土石料类别、质量分层分区设置,方便分类开采,提高开采效率。暂存区用于临时存放已开采但暂未使用的材料,需临近运输通道,便于装卸运输。运输通道要保持平坦、宽阔,确保运输车辆畅行无阻,减少运输时间损耗。各区域间做好隔离与标识,防止材料混杂,保障施工材料供应有条不紊。

3.2.3 质量规划

质量规划是确保坝体质量的源头保障。在料场选定阶段,对土石料的物理力学性质、颗粒级配、含水量等指标进行严格检测,只有符合设计标准的料场才能投入使用。开采过程中,定期抽检材料质量,若发现质量波动,及时调整开采方式或更换开采区域。对暂存材料采取覆盖、排水等防护措施,防止其受雨水冲刷、风化等影响而变质。通过全流程质量把控,为土石坝施工提供优质稳定的材料,筑牢坝体质量根基。

3.3 土石料的加工

3.3.1 土料加工要点

土料加工是保障土石坝施工质量的重要环节。首先要进行含水量调节,若土料过湿,可采用翻晒、掺加吸水性材料等方式降低含水量;若过干,则适当洒水湿润,确保土料含水量处于最优压实范围。接着,需剔除土料中的杂质,像树根、草皮、大颗粒石块等,防止其影响土料压实效果与坝体整体性。对于粘性较大的土料,必要时进行粉碎处理,使其颗粒细化,提升压实均匀性。加工过程中,要定时检测土料各项指标,保证加工后的土料符合设计要求,为坝体填筑提供合格材料^[1]。

3.3.2 石料加工要点

石料加工需严格遵循规范。开采后的石料常存在粒径过大、形状不规则问题,需通过破碎设备进行粗碎、中碎与细碎处理,使其粒径满足设计级配要求。在破碎过程中,利用筛分设备对石料进行分级筛选,将不同粒径石料分类存放,便于后续按比例混合用于坝体不同部位填筑。为增强石料抗风化、抗侵蚀能力,可对加工后的石料进行表面处理,如采用防护涂层等方式。同时,密切监测石料加工过程中的质量波动,及时调整设备参

数,确保产出的石料质地坚硬、级配合理,为构建稳固的土石坝提供坚实基础。

3.4 土石料的运输

3.4.1 运输方案选择

土石料运输方案的敲定,需全方位权衡。距离是关键,短距选小型自卸车,小巧灵活,便于场地内周转;长距则靠大型载重卡车,单次运量大,减少行程频次。材料特性不可忽视,像易失水或怕雨淋的土料,得用密封车,维持含水量稳定;石料运输则侧重车辆承重。路况也左右选型,山路崎岖就需越野性能好的车辆,而平坦道路常规车型即可。同时,要对比燃油费、租车费等成本,选出性价比高的方案,保障运输高效且经济。

3.4.2 运输过程管理

运输过程管理直接关系到施工质量与进度。车辆调度方面,依卸料点分布和填筑节奏,构建指挥体系,规划行车路线、安排卸料顺序,防止现场拥堵,保证运输连贯。利用GPS技术监控车辆,实时掌握位置与状态,灵活调整运输计划。防护措施也很重要,土料盖篷布,防水分增减;石料运输检查车厢密封,避免颗粒散落。

3.5 填筑及压实过程

3.5.1 填筑施工工艺

填筑施工工艺是土石坝建设的核心环节。首先,要对坝基和已填筑层面进行严格清理,去除杂物、浮土,确保结合面清洁,增强层间粘结力。铺料时,依据设计要求控制铺料厚度,采用进占法或后退法卸料,确保土石料分布均匀。对于不同类型土石料,要按照设计比例进行混合铺筑,避免出现集中分布现象。铺料完成后,利用推土机进行初步平整,使层面大致平顺,为后续压实创造良好条件。在填筑过程中,要注意分段作业的衔接,保证各段填筑质量一致,防止出现薄弱部位,确保坝体整体结构稳定。

3.5.2 压实作业要点

压实作业直接决定坝体的密实度与稳定性。开始压实前,需根据土石料特性和设计压实标准,通过现场试验确定合理的碾压参数,包括碾压遍数、碾压速度、激振力等。碾压时,遵循先轻后重、先静后振、先慢后快的原则,从坝体边缘向中心逐步推进,确保碾压均匀无遗漏。相邻碾压带应重叠一定宽度,避免出现漏压区域。在压实过程中,实时检测土石料的含水量,若含水量偏离最优值,及时采取洒水或翻晒措施调整。每完成一层压实,要进行压实度检测,只有达到设计标准后,

方可进行下一层填筑,严格把控坝体压实质量,保障土石坝长期安全运行。

3.6 坝基与岸坡处理

3.6.1 坝基处理技术

坝基处理是保障土石坝稳定性的基础。针对不同地质条件,采用相应技术。若坝基为软土地基,常运用排水固结法,通过设置砂井、塑料排水板等,加速软土排水固结,提高地基承载能力;对岩石地基,要进行清基处理,凿除表面风化层、破碎带,确保坝基岩体坚实。对于存在断层、裂隙的地基,可采取灌浆处理,向缝隙中注入水泥浆或化学浆液,填充空隙,增强地基整体性与抗渗性。施工时,需严格遵循设计方案,控制处理深度、范围,保障坝基能承受坝体传来的巨大荷载,为土石坝安全运行筑牢根基。

3.6.2 岸坡处理要求

岸坡处理对土石坝防渗与稳定意义重大。首先,岸坡开挖要规范,按照设计坡度进行削坡,清除表面松散土石、植被,防止因岸坡失稳引发坝体滑坡。岸坡与坝体结合部位需设齿槽,增加坝体与岸坡连接的紧密性,有效阻止绕坝渗漏。在岸坡表面,若存在节理、裂隙,需进行封堵处理,可采用水泥砂浆勾缝或喷射混凝土等方式。同时,对岸坡进行防护,如设置挡土墙、护坡等,防止雨水冲刷、风化侵蚀对岸坡造成破坏,确保岸坡长期稳定,维持土石坝整体性能^[4]。

结束语

综上所述,水利施工中的土石坝施工技术涵盖多个复杂且关键的环节。其在经济性、结构适应性等方面优势显著,但施工风险也不容小觑。从前期精细的准备工作,到料场合理规划、土石料精准加工运输,再到填筑压实以及坝基与岸坡处理,每一环节技术要点的严格把控,都是保障土石坝工程质量与安全的基石。

参考文献

- [1]王瑞恭.论水利工程土石坝的施工技术及发展趋势[J].工程建设与设计,2021(11):177-178+181.
- [2]叶理辉.水利施工中土石坝施工技术分析[J].四川水泥,2021(05):255-256
- [3]谭秀云.土石坝施工技术在水利水电工程施工中的应用[J].科技经济导刊,2020,27(09):188-187
- [4]潘超群.土石坝施工技术在水利水电工程施工中的应用[J].居舍,2021(25):169-170