

# 水利水电工程土石坝施工技术

王欣林

海阳市晶海水利勘测设计有限公司 山东 烟台 265100

**摘要：**本文全面阐述了水利水电工程中土石坝的作用及其施工技术要点。首先，明确了土石坝在防洪、蓄水、灌溉及发电等方面的关键作用。深入分析了施工前的勘察与设计、材料选取、方案制定等准备工作。详细讨论土石料开采与加工、填筑与压实、防渗与排水、爆破及围堰与导流等关键施工技术，强调了环保与生态恢复的重要性。本文旨在为水利水电工程土石坝的施工提供理论依据和实践指导，促进工程的顺利实施与环境的和谐发展。

**关键词：**水利水电；土石坝；施工技术

## 1 土石坝结构在水利水电工程的作用

土石坝在水利水电工程中扮演着至关重要的角色，其结构特性和多功能性使其成为不可或缺的基础设施之一。土石坝主要由土料、石料等天然材料筑成，不仅具有良好的适应性和经济性，而且能够有效地控制水流，实现多重目标。第一，土石坝是防洪减灾的重要屏障。通过合理设计和建设，土石坝能够阻挡洪水的侵袭，减轻洪水对下游地区的威胁，保护人民生命财产安全。在汛期，土石坝能够有效调节和控制水流，避免河流泛滥，确保防洪安全。第二，土石坝在水利工程中还具有蓄水、灌溉和供水等重要作用。通过形成水库，土石坝可以蓄积雨水和河水，为农业灌溉和城市供水提供稳定可靠的水源。这对于促进农业发展、满足城市用水需求具有重要意义<sup>[1]</sup>。第三，土石坝还广泛应用于水电站的建设中。水电站是我国重要的清洁能源之一，而土石坝作为水电站的重要组成部分，不仅能够蓄水发电，还能为水电站的安全运行提供有力保障。通过合理调节水流，土石坝能够确保水电站机组的高效稳定运行，提高能源利用效率。

## 2 土石坝施工前的准备工作

在水利水电工程中，土石坝作为核心结构之一，其施工前的准备工作至关重要，它直接关系到后续施工的顺利进行以及工程的整体质量与安全。

### 2.1 勘察与设计阶段的工作要点

勘察与设计是土石坝施工前期的基石，这一阶段的工作质量直接影响到后续施工的成败。首先，地质勘察是必不可少的步骤，需要对拟建坝址区域进行全面的地质调查，包括地层的岩性、结构、稳定性、地下水位、地震活动性等因素。通过钻探、物探、原位试验等手段，获取详尽的地质资料，为坝体设计提供科学依据。同时，还需要进行水文勘察，了解河流的水文特征、洪

水规律及流量变化，为水库的蓄水、防洪及调度设计提供依据。设计阶段，根据勘察成果，综合考虑工程要求、经济性及环境影响，进行坝型选择、坝体结构设计、防渗体系设计、排水系统布置等。设计时需充分考虑土石坝的渗流稳定性、抗滑稳定性、沉降变形等问题，并制定相应的技术措施。同时，还需进行必要的试验研究和数值模拟分析，验证设计方案的可行性和合理性。另外，环保设计也是不可忽视的一环，需评估工程对生态环境的影响，并提出减缓措施。

### 2.2 土石材料的选取与质量要求

土石材料的选取对于土石坝的施工质量和长期稳定性至关重要。在材料选取过程中，应坚持就地取材、因地制宜的原则，充分利用当地丰富的自然资源。对于土料，需考虑其物理力学性质、渗透性、压缩性及抗剪强度等指标，优先选择渗透性低、压缩性小、抗剪强度高的土料作为筑坝材料；还需对土料进行取样试验，确定其最优含水率、最大干密度等参数，为后续施工提供指导。对于石料，需考虑其坚硬程度、耐磨性、抗风化性等因素。石料应无裂纹、无夹层，且大小适中，以便于运输和碾压。在选取过程中，还需进行必要的筛分和破碎处理，以满足设计要求；还需对土石材料进行质量检测，确保其符合相关标准和规范要求。对于不合格的材料，应及时予以淘汰或采取必要的处理措施。

### 2.3 施工方案制定及安全预防措施

施工方案的制定是土石坝施工前的重要环节。施工方案应包括施工方法的选择、施工机械设备的配置、施工人员的组织安排、施工进度计划的编制等内容。在制定施工方案时，需充分考虑工程特点、施工条件、技术难度及安全风险等因素，制定科学合理、切实可行的施工方案。进行必要的经济技术比较，选择最优的施工方案<sup>[2]</sup>。在土石坝施工过程中，需严格遵守安全生产法律法

规和规章制度,建立健全的安全管理体系和应急预案。施工前应对施工人员进行安全教育和培训,提高他们的安全意识和自我保护能力。施工过程中应加强安全检查和监督,及时发现并消除安全隐患。对于高风险作业环节,如爆破作业、高处作业等,需制定专门的安全措施和操作规程,确保施工安全;关注施工对环境的影响,采取有效措施减少施工噪音、粉尘污染和生态破坏。加强施工过程中的环境监测和管理,确保施工活动符合环保要求。

### 3 水利水电工程土石坝施工关键技术分析

在水利水电工程中,土石坝作为一种常见的挡水建筑物,其施工技术的优劣直接关系到工程的安全、质量和经济效益。

#### 3.1 土石料开采与加工技术

土石料的开采与加工是土石坝施工的首要环节,其质量直接影响坝体的稳定性和耐久性。开采前,需对料场进行详细的勘探,了解土石料的物理力学性质、储量、分布及开采条件,以此为基础制定科学合理的开采方案。开采方式通常包括露天开采和地下开采两种。露天开采适用于土层较厚、石料分布广泛的情况,采用挖掘机、装载机等机械设备进行作业,具有效率高、成本低的优势。地下开采则适用于石料储量丰富但地表覆盖层较厚的区域,需采用掘进机或爆破等方法进行作业。在加工环节,土石料需经过破碎、筛分、洗选等工序,以满足坝体填筑对粒径、含泥量等指标的要求。加工过程中,需严格控制加工质量,确保土石料的级配合理、含泥量低,以提高填筑质量;对于特殊要求的土石料,如防渗土料,还需进行专门的处理,如改性、搅拌等,以提高其防渗性能。

#### 3.2 土石坝填筑与压实技术

填筑与压实是土石坝施工的核心环节,直接关系到坝体的密实度和稳定性。填筑前,需根据设计要求进行坝基处理,包括清除表层植被、软弱土层和不良地质体,并进行必要的夯实和加固。填筑过程中,应严格按照设计要求进行分层填筑,每层厚度需控制在合理范围内,以确保压实效果;需注意填筑材料的均匀性和连续性,避免出现大颗粒集中或空洞现象。在填筑过程中,还需加强对填筑质量的监控,通过检测密实度、含水率等指标,及时调整填筑参数,确保填筑质量达标;压实是填筑后的重要环节,通过振动碾、气胎碾等压实机械对填筑层进行反复碾压,使土石料颗粒重新排列、紧密结合,提高坝体的密实度和强度。压实过程中,需控制压实速度和遍数,确保压实效果<sup>[1]</sup>。注意对压实质量的监控和检测,通过取样试验等方法评估压实效果,确保坝

体达到设计要求的密实度。

#### 3.3 土石坝防渗与排水技术

防渗与排水是土石坝施工中的重要环节,直接关系到坝体的安全和稳定性。防渗措施主要包括水平防渗和垂直防渗两种。水平防渗主要通过在上游铺设防渗土料或土工膜来实现,防止库水通过坝体渗漏;垂直防渗则通常采用灌浆帷幕或混凝土防渗墙等方式,在坝基或坝体中形成连续的防渗体。在防渗施工中,需严格控制防渗材料的质量和施工工艺,确保防渗层的连续性和完整性;对防渗效果进行监测和评估,通过观测渗流量、渗流场等指标来判断防渗效果是否达标;排水措施则主要通过坝体内部或坝脚设置排水系统来实现,将坝体内的渗水及时排出,降低浸润线,增强坝体的稳定性。排水系统通常包括排水孔、排水廊道等设施,需根据工程实际情况进行合理设计和布置。

#### 3.4 爆破技术及其应用

爆破技术在土石坝施工中具有广泛的应用,尤其在料场开采和基坑开挖中发挥着重要作用。爆破施工前,需进行详细的爆破设计,包括确定爆破参数(如炸药用量、孔距、排距等)、布置爆破网络、制定安全措施等。爆破施工中,需严格遵守爆破安全规程,确保施工人员和设备的安全;加强对爆破效果的监控和评估,通过观测爆破后岩体的破碎程度和飞石距离等指标来判断爆破效果是否满足要求;爆破技术的应用还需考虑其对周围环境的影响,如振动、噪音、空气冲击波等。因此,在爆破施工中需采取必要的减振降噪措施,减少对周围环境和居民的影响。

#### 3.5 围堰与导流技术

围堰与导流技术是土石坝施工中的重要辅助措施,对于保障施工安全和顺利进行具有重要意义。围堰主要用于在河道中围出施工区域,形成干地施工条件。围堰的设计和施工需根据河流的水文特性和施工要求来确定,确保其具有足够的稳定性和耐久性;导流技术则通过修建导流明渠、导流隧洞等设施将河流流量引导至施工区域之外,以避免水流对施工区域的干扰和破坏。导流设施的设计和施工需充分考虑河流的水文地质条件和施工期洪水标准,确保其具有足够的导流能力和安全性;在围堰与导流施工中,还需加强监测和预警工作,及时发现并处理可能出现的险情和事故<sup>[4]</sup>。制定完善的应急预案和抢险措施,确保在发生突发事件时能够迅速响应和有效处置。

### 4 土石坝施工中的安全管理

#### 4.1 水利水电工程土石坝施工现场安全管理

在水利水电工程土石坝的施工现场,安全管理是工程顺利进行的基础。首先,需建立健全的安全管理制度,明确各级管理人员的安全职责和权限,确保安全生产责任制的落实;加强对施工现场的安全检查和监督,定期组织安全隐患排查和整改,及时消除潜在的安全风险;施工现场应设置明显的安全警示标志和警示牌,提醒施工人员遵守安全规程,注意自身安全。对于高空作业、爆破作业等高风险作业,需制定详细的安全操作规程,并进行专门的安全培训,确保施工人员掌握必要的安全技能和应急处理知识。另外,加强对施工机械设备的管理也是关键。需定期对施工机械设备进行检查和维护,确保设备性能良好,避免机械故障引发安全事故;合理调配和使用施工机械,避免超载作业和违章操作,提高施工效率和安全性。

#### 4.2 防汛措施与抢险预案的制定与实施

水利水电工程土石坝施工常面临复杂的水文地质条件,防汛工作尤为重要。首先,需根据工程实际和当地水文气象资料,制定科学的防汛措施和预案,明确防汛目标和任务,落实防汛责任和措施。在防汛期间,需加强监测和预警工作,密切关注河流、水库的水位和流量变化,及时发布预警信息,为抢险工作提供科学依据;建立健全的抢险队伍和物资储备体系,确保在发生洪水等突发事件时能够迅速响应,有效组织抢险救灾工作;制定详细的抢险预案是保障抢险工作顺利进行的关键。预案应包括抢险组织机构、抢险队伍、抢险物资、抢险方法和程序等内容,明确各级抢险责任人和联系方式,确保在发生险情时能够迅速、有序地开展抢险工作。

#### 4.3 环保与生态恢复的重视与实践

水利水电工程土石坝施工过程中,环保与生态恢复工作同样不可忽视。施工期间需严格遵守国家环保法律法规,采取有效措施减少施工对周边环境的影响。例如,通过优化施工方案、采用环保型材料和施工机械等方式,减少施工过程中的噪音、粉尘、废水等污染物的

排放。在土石坝施工结束后,应积极开展生态恢复工作。根据施工区域的地形地貌、植被分布等情况,制定科学合理的生态恢复方案。通过植树造林、恢复植被等方式,改善施工区域的生态环境质量,实现工程建设与环境保护的协调发展<sup>[5]</sup>。加强环保宣传教育也是必不可少的。通过组织施工人员参与环保培训、开展环保宣传活动等方式,提高施工人员的环保意识和责任感,让他们充分认识到保护生态环境的重要性和紧迫性。在土石坝施工中,环保与生态恢复并重。严格遵守环保法,采用低碳环保技术,控制施工污染,减少噪音、粉尘及废水排放。工程完成后,依据当地生态条件,定制生态修复计划,如恢复湿地、增植本土植被,恢复生物多样性。

#### 结束语

综上所述,水利水电工程土石坝施工技术的综合应用对确保工程质量和安全具有至关重要的意义。从勘察设计到施工管理,从技术应用到环保实践,每个环节都需严谨细致,力求精益求精。随着技术的进步和经验的积累,相信未来土石坝施工技术将更加先进和环保,为水利水电事业的可持续发展做出更大贡献。

#### 参考文献

- [1]贾美亭.水利水电工程土石坝施工技术[J].中国住宅设施,2024(6):148-150.
- [2]周中华.水利水电工程土石坝施工技术的探究[J].大科技,2023(4):67-69.
- [3]刘进会.水利水电工程土石坝施工技术探析[J].建筑工程技术与设计,2019(20):3169.  
DOI:10.12159/j.issn.2095-6630.2019.20.3094.
- [4]陈庆宇.水利水电工程中的土石坝施工技术研究[J].科技风,2020,(2).  
DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202002104.
- [5]黄林喜.水利工程土石坝标准施工技术探讨[J].水上安全,2023,(05):34-36.