

水利施工中的土石坝施工技术

罗睿¹ 朱国伟²

1. 河南黄河河务局郑州黄河河务局 河南 郑州 450000

2. 郑州黄河河务局荥阳黄河河务局 河南 郑州 450100

摘要: 本文聚焦水利施工中土石坝施工技术。阐述了土石坝定义及其施工技术发展历程,探讨筑坝材料选择原则与加工处理方法。随后详细介绍土石坝施工工艺流程,包括施工准备、土石料开挖运输、坝体填筑压实及排水反滤层施工。还分析了施工质量控制标准、方法与检测技术,最后强调施工安全管理及环保措施,旨在为水利施工中土石坝建设提供全面的技术参考与指导。

关键词: 水利工程;土石坝;施工技术

1 土石坝施工技术概述

1.1 土石坝的定义

土石坝是一种由土料、石料或混合料,经过抛填、碾压等方法堆筑成的挡水坝。它是历史最为悠久的一种坝型,在世界范围内应用极为广泛。土石坝之所以能够得到广泛应用,主要得益于其独特的优势。从材料来源方面看,土石坝可以利用当地天然材料,如河床砂砾石、山坡石料以及开挖基坑的土料等,大大降低了材料运输成本,同时也减少对外部材料的依赖。在结构特性上,土石坝能适应不同的地基条件,无论是软弱地基还是坚硬地基,都能通过合理的处理措施进行筑坝。而且,土石坝的结构相对简单,便于施工,对于施工技术和设备的要求相对较低,这使得在一些施工条件有限的地区也能顺利开展土石坝的建设。此外,土石坝还具有良好的抗震性能,在地震多发地区,土石坝能够更好地抵御地震力的作用,保障大坝的安全稳定运行。

1.2 土石坝施工技术的发展历程

土石坝施工技术发展历经古代、近代、现代三个阶段。古代,施工技术较为简单,主要依赖人力与简单工具筑坝。筑坝材料多就地取材,采用天然土料和石料。施工方法以抛填为主,将土料和石料直接抛至坝址后简单夯实。这一时期的土石坝规模小、高度低,多用于小型水利工程和农田灌溉。尽管技术相对落后,但为后续土石坝建设积累了宝贵经验^[1]。近代,工业革命兴起,机械动力逐渐应用于土石坝施工。蒸汽机、内燃机等动力设备的出现,大幅提高施工效率。筑坝材料方面,开始对材料进行筛选和处理,以提升坝体质量。施工方法也从单纯的抛填发展为分层填筑、碾压,利用碾压设备压实填筑层,增强了坝体的密实度和稳定性。这一时期,土石坝规模逐渐扩大,开始应用于一些大型水利工程。

现代,土石坝施工技术取得巨大进步。在筑坝材料上,深入研究材料性能,开发出多种新型筑坝材料,如高塑性黏土、人工砂石料等,以满足不同工程条件需求。施工设备不断更新,大型挖掘机、装载机、自卸汽车、振动碾等设备的应用,使施工实现机械化、自动化。施工方法更加科学合理,采用薄层轮加法、斜墙碾压法等先进工艺和技术,提高坝体施工质量和效率。同时,计算机模拟、卫星定位等现代科技手段广泛应用于土石坝施工,为施工过程的监控和管理提供有力支持。

2 土石坝筑坝材料选择与加工

2.1 筑坝材料的选择原则

选择合适的筑坝材料是土石坝建设的关键环节,直接关系到坝体的质量和安全。在选择筑坝材料时,需要遵循以下原则。首先,材料应具有良好的物理力学性能,土料的渗透性要适中,既不能过大导致坝体渗漏严重,也不能过小影响坝体的排水性能。颗粒级配要合理,以保证坝体的密实度和稳定性。石料要具有足够的强度和耐久性,能够承受坝体的自重和水压力等荷载。其次,材料应满足工程的经济性要求,在保证坝体质量的前提下,要尽量选择当地丰富的材料,减少材料的运输成本。同时要考虑材料的开采和加工成本,选择成本较低的材料。另外,材料应便于施工,材料的含水量要适中,便于填筑和压实。如果含水量过高,会导致填筑层难以压实;含水量过低,则会出现扬尘等问题,影响施工进度和质量。材料的颗粒形状和大小要适合施工设备的要求,以提高施工效率。最后,材料应具有良好的环境适应性。要考虑材料在不同环境条件下的性能变化,如温度变化、湿度变化等,确保坝体在长期运行过程中不会因材料性能的变化而出现安全问题。

2.2 筑坝材料的加工与处理

为了提高筑坝材料的质量,满足施工要求,需要对材料进行加工与处理。对于土料,常见的加工处理方法包括筛选、破碎、混合和调整含水量等。筛选可以去除土料中的杂质和过大颗粒,保证土料的均匀性。破碎可以将较大的土块破碎成较小的颗粒,提高土料的压实性能。混合是将不同性质的土料进行混合,以改善土料的性能。调整含水量是通过晾晒、洒水等方法,使土料的含水量达到最佳压实含水量范围,提高土料的压实效果。对于石料,加工处理主要包括开采、破碎和筛分等环节。开采时要选择合适的开采方法,保证石料的质量和完整性。破碎是将开采出来的石料破碎成符合要求的粒径。筛分则是将破碎后的石料按照不同的粒径进行分类,以满足不同部位的填筑要求。对于一些特殊的筑坝材料,如反滤料、排水料等,还需要进行特殊的加工处理。反滤料要保证其颗粒级配符合设计要求,具有良好的透水性和防堵性。排水料要具有足够的孔隙率,以保证排水效果。

3 水利施工中土石坝施工技术流程

3.1 施工前的准备工作

施工前的准备工作是土石坝施工顺利进行的基础,主要包括以下几个方面。一是技术准备,施工前要对设计图纸进行仔细审核,熟悉工程的设计要求和施工规范。进行施工组织设计,制定详细的施工方案和进度计划。对施工人员进行技术交底,确保施工人员了解施工工艺和质量要求。二是现场准备,对施工现场进行清理和平整,清除障碍物和杂物^[2]。修建施工道路,保证施工机械和材料的运输畅通。搭建临时设施,如办公区、生活区、材料堆放区等。三是材料准备,根据施工进度计划,提前采购和储备足够的筑坝材料。对材料进行检验和试验,确保材料的质量符合要求。四是设备准备,配备齐全的施工设备,如挖掘机、装载机、自卸汽车、振动碾等。对设备进行调试和维护,确保设备性能良好,能够正常运行。

3.2 土石料开挖与运输

在土石料开挖环节,必须依据工程地质条件和开挖深度来精准选择开挖方法。若为浅层土石料,考虑到施工的灵活性和经济性,可采用人工开挖或小型机械开挖。人工开挖能更好地适应复杂地形和狭窄空间,而小型机械开挖则能提高效率。对于深层土石料,由于其开挖难度大、工程量大,需采用大型挖掘机等设备进行开挖。大型挖掘机具备强大的挖掘能力,能快速完成土石料的挖掘任务。在开挖过程中,严格控制开挖坡度和深度至关重要,这不仅能保障施工安全,避免出现塌方等

安全事故,还能确保开挖后的土石料符合后续施工要求。同时要开挖出的土石料进行细致分类堆放,按照土石料的性质、粒径等因素进行区分,以便后续的加工和使用。在土石料运输方面,选择合适的运输工具和运输路线是关键。自卸汽车是常用的运输工具,它具有运输量大、效率高的显著优点,能快速将土石料从开挖地点运输至填筑现场。运输路线要尽量规划得最短,减少运输距离和时间,降低运输成本。在运输过程中,要采取有效措施防止土石料的洒落和扬尘,如对运输车辆进行覆盖、在运输道路上定期洒水等,以保护周边环境。

3.3 坝体填筑与压实

坝体填筑与压实是土石坝施工的核心环节,其质量直接关系到坝体的整体质量和稳定性。坝体填筑必须严格遵循分层填筑、薄层轮加的原则。每层填筑厚度要根据施工设备和压实要求来确定,一般控制在30-50cm左右。这样的厚度既能保证填筑层在压实过程中达到良好的密实度,又能提高施工效率。填筑时,要高度重视填筑面的平整度,使用专业的平整设备对填筑面进行处理,避免出现凹凸不平的情况,因为不平整的填筑面会影响压实效果和坝体的整体稳定性。不同性质的土石料要分层填筑,严禁混杂,因为不同性质的土石料在压实性能、渗透性等方面存在差异,混杂填筑会导致坝体内部结构不均匀,影响坝体的质量。压实是保证坝体密实度和稳定性的关键步骤,常用的压实设备有振动碾、羊足碾等。在压实过程中,要根据土石料的性质和填筑厚度选择合适的压实参数,如压实遍数、振动频率等。一般来说,土石料颗粒较细、含水量较高时,需要适当增加压实遍数;对于较厚的填筑层,可能需提高振动频率。压实要从坝体边缘向中间进行,这样可以避免出现漏压现象,确保坝体各部位都能达到规定的压实度。对于坝体与岸坡、建筑物等结合部位,由于其空间狭小,大型压实设备无法有效作业,要采用小型夯实设备进行夯实,确保压实质量,防止结合部位出现渗漏等问题。

3.4 排水与反滤层施工

排水设施主要包括棱体排水、贴坡排水、褥垫排水等。棱体排水是在坝脚处设置由块石堆砌而成的排水体,它能够有效降低坝体浸润线,减少坝体内的水压力,从而防止坝坡产生渗透破坏。在棱体排水施工过程中,要精心挑选块石,确保块石的强度和尺寸符合设计要求,并且要严格按照设计要求进行堆砌,保证排水体的稳定性和排水效果。贴坡排水是在坝坡表面铺设排水材料,将渗水排出坝体。贴坡排水的施工相对简单,但要注意排水材料的铺设质量,确保其与坝坡表面紧密贴

合,防止渗水从缝隙中渗入坝体。褥垫排水是在坝基上铺设排水材料,排除坝基渗水。褥垫排水的铺设要保证平整度和均匀性,避免出现局部积水的情况^[3]。在排水设施施工时,必须严格保证排水材料的质量和铺设质量,对排水材料进行严格检验,确保其具有良好的透水性和耐久性,要严格按照施工规范进行铺设,确保排水畅通。反滤层施工要在排水设施与坝体之间设置反滤层,反滤层由不同粒径的砂石料组成,其作用是防止土颗粒被渗水带走,同时保证渗水能够顺利排出。反滤层施工时要严格按照设计要求的颗粒级配进行铺设,对砂石料进行筛选和级配调整,保证反滤层的厚度和均匀性,确保其能够发挥应有的作用,保障坝体的安全稳定运行。

4 土石坝施工质量控制与检测技术

4.1 质量控制标准与方法

土石坝施工质量控制要遵循相关的标准和规范,确保坝体的质量符合设计要求。质量控制标准主要包括坝体的压实度、渗透性、强度等指标。压实度是衡量坝体密实程度的重要指标,一般要求达到设计压实度的95%以上。渗透性要满足坝体的排水要求,避免出现渗漏问题。强度要保证坝体能够承受各种荷载的作用。质量控制方法主要包括现场检查、试验检测等。现场检查要对施工过程中的各个环节进行监督检查,如填筑厚度、压实遍数、材料质量等。试验检测要对土石料、压实后的坝体等进行物理力学性能试验,如含水量试验、颗粒分析试验、压实度试验等。通过试验检测结果,及时调整施工参数,保证施工质量。

4.2 施工过程中的质量检测技术

施工过程中的质量检测技术是保证土石坝施工质量的重要手段。常用的质量检测技术包括环刀法、灌砂法、核子密度仪法等。环刀法是一种传统的压实度检测方法,通过在压实后的土体中取出环刀样,测定其干密度,从而计算压实度。灌砂法是利用均匀颗粒的砂置换洞中的土,根据砂的重量和体积计算土的干密度和压实度。核子密度仪法是一种快速、无损的检测方法,通过测量土体中的放射性射线强度,计算土体的密度和含水量。还可以采用地球物理探测技术对坝体的内部质量进行检测,如探地雷达、电阻率法等。

5 土石坝施工中的安全与环保措施

5.1 施工安全管理

施工安全管理是土石坝施工的重要保障,要建立健

全安全管理制度,加强安全教育培训,提高施工人员的安全意识。在施工现场要设置明显的安全警示标志,对危险区域进行隔离和防护。施工机械要定期进行检查和维护,确保设备的安全运行。施工人员要严格遵守安全操作规程,佩戴好个人防护用品。对于高空作业、爆破作业等危险作业,要制定专门的安全措施,并安排专人进行监护。同时要制定应急预案,对可能发生的安全事故进行预防和应对。定期组织应急演练,提高施工人员的应急处置能力。

5.2 环保措施与可持续发展

土石坝施工过程中要注重环境保护,采取有效的环保措施,实现可持续发展。在施工过程中要减少扬尘污染,对施工现场进行洒水降尘,对土石料进行覆盖。控制噪声污染,选用低噪声的施工设备,合理安排施工时间。对施工废水进行处理,达标后排放,避免对水体造成污染^[4]。要注重生态保护,尽量减少对周边生态环境的破坏,施工结束后,要及时对施工现场进行生态修复,如植树造林、种草等,恢复生态平衡。另外,要合理利用资源,提高资源的利用效率。对施工过程中产生的废弃物进行分类回收和再利用,减少资源浪费。通过采取这些环保措施,实现土石坝施工与环境保护的协调发展。

结束语

水利施工中的土石坝施工技术涉及多个关键环节,从材料选择到施工流程,再到质量控制与安全环保,每个步骤都紧密相连且至关重要。通过遵循科学的选择原则、采用合理的施工方法、严格把控质量标准以及落实安全环保措施,能够有效保障土石坝的建设质量与安全,实现工程效益与生态效益的双赢。未来,随着技术的不断进步,土石坝施工技术将进一步完善,为水利事业发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]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.
- [2]蒋昆明.水利施工中土石坝施工技术研究[J].中国高科技,2022(02):75-76.
- [3]刘军涛,牛婷.水利工程中的土石坝坝体施工技术[J].建筑·建材·装饰,2022(3):92-94.
- [4]黄振华.水利工程中土石坝的施工质量控制措施[J].建材与装饰,2022,18(36):150-152.