

水利施工中土石坝施工技术运用

冯玲玲

丽水弘盛工程建设有限公司 浙江 丽水 323000

摘要：本文围绕水利施工中土石坝施工技术展开探讨。阐述了填筑施工各环节要点，包括料场规划、运输堆放、坝面作业、接缝处理及特殊气候应对；分析了防渗与排水技术体系及应用；介绍了护坡与坝顶施工要点。同时展望了土石坝施工技术创新方向，如新型材料应用、施工智能化升级及低碳施工路径，为提升土石坝施工质量与效益提供参考。

关键词：土石坝施工技术；防渗体系；低碳施工；数字孪生；新型材料

引言：水利工程是国家基础设施的重要组成部分，土石坝作为常见坝型，其施工技术直接影响工程质量和安全。随着水利事业不断发展，对土石坝施工技术提出更高要求。本文聚焦水利施工中土石坝施工技术，深入剖析填筑、防渗排水、护坡坝顶等环节的关键要点，并探讨未来技术创新方向，以期水利行业提供有益借鉴，推动土石坝施工技术持续进步。

1 水利施工中土石坝填筑施工技术

1.1 料场规划与开采

水利施工中土石坝填筑工程的顺利进行，依赖于对料场的精心规划与科学开采。料场的选择需满足质量优良、储量丰富、开采条件良好、运输便利以及经济合理等原则。这些标准不仅确保了材料的质量和供应的稳定性，还兼顾了成本效益。根据料场地形、地质条件及土石料特性，选择合适的开采方法至关重要。例如，在某些地形条件下，立面开采可能更为适宜；而在其他情况下，平面开采则能更有效地利用资源。开采过程中，精确控制开采深度和坡度是关键环节之一，这有助于防止不同类型的土石料混杂，从而保证土石料质量的稳定性和一致性。

1.2 坝料运输与堆放

选定料场并开始开采后，下一步便是考虑如何高效地将坝料从开采地点运输到施工现场。依据运输距离、运输量以及地形条件的不同，选择最合适的运输方式显得尤为重要。对于较短距离或小规模运输任务，自卸汽车可能是最佳选择；而在长距离或大规模运输时，胶带机运输则更加高效。有效的运输过程管理包括做好运输车辆的调度和协调工作，以减少土石料洒落和污染的风险，并确保运输安全^[1]。到达施工现场后，按照不同的土石料类型和规格进行分类堆放，并设置明显的标识牌，便于后续取用和管理。这种组织方式不仅提高了工作效

率，还能确保物料使用的准确性。

1.3 坝面作业流程与技术

坝面作业作为土石坝填筑的核心环节，其效率和质量直接影响到整个工程的成功与否。通过将坝面划分为铺料区、压实区和检测区等多个区域，可以实现流水作业模式，从而显著提高施工效率。采用诸如后退法、进占法等多种铺料方法，可以确保铺料均匀分布，厚度符合设计要求，并精准控制铺料边界。根据土石料含水量情况，合理进行洒水或晾晒措施，使土石料达到最佳含水量状态，这对于后续的压实效果至关重要。选择适当的压实设备，如振动碾、凸块碾等，并确定合理的压实参数，包括压实遍数、铺土厚度和碾压速度等，都是保证压实质量的关键要素。这种方法不仅能够提升施工效率，还能确保工程质量。

1.4 接缝与结合部处理

接缝与结合部的处理对于保障土石坝的整体稳定性和防渗性能至关重要。纵缝处理上，采用斜接缝或台阶接缝的方式，能够保证接缝处的压实度和抗剪强度，防止接缝渗漏现象的发生。横缝处理方面，预留一定宽度的平台，运用削坡法或土工膜连接法来处理横缝，以此确保横缝的稳定性和防渗性能。当涉及到与岸坡及建筑物的结合部时，采取挖台阶、设置反滤层等措施，可以确保结合部紧密结合，防止出现渗漏和变形的问题。这些细致入微的技术措施，为土石坝提供了强大的结构支持，增强了其抵抗自然灾害的能力。

1.5 特殊气候条件下的施工

面对特殊气候条件下的施工挑战，制定相应的应对策略显得尤为关键。在雨季施工期间，加强防雨设施建设和排水系统的完善是必要的准备工作之一。做好土石料的防雨覆盖，合理调整施工进度安排，尽量避开雨天进行铺料和压实作业，可以最大限度地减少不利天气对

施工的影响。冬季施工时,降低土料含水量、提高压实温度并使用保温材料覆盖等措施,能保障土石料在低温环境下依然保持良好的压实质量。而在高温季节,科学安排施工时间,避开白天高温时段进行大体积土石料的铺料和压实作业,并采取洒水降温等手段,能够有效预防土石料因失水干裂而影响工程质量的情况发生。

2 水利施工中土石坝防渗与排水施工技术

2.1 防渗技术体系

在水利施工中,土石坝的防渗技术是确保坝体稳定性和安全性的关键。垂直防渗技术涵盖多种方法,包括混凝土防渗墙、塑性混凝土防渗墙、高压喷射灌浆防渗墙和土工膜垂直防渗等。每种防渗墙都有其独特的施工原理、适用条件和施工要点。例如,混凝土防渗墙通过浇筑混凝土形成坚固屏障,防止水分渗透;塑性混凝土防渗墙则利用具有较高柔韧性的材料,在复杂地质条件下提供更好的适应性^[2]。高压喷射灌浆防渗墙通过高压将水泥浆注入地下,形成有效的防渗层;而土工膜垂直防渗则是通过铺设高密度聚乙烯膜来阻止水分渗透。水平防渗技术同样至关重要,如粘土铺盖、沥青混凝土心墙和土工膜水平防渗等。这些技术主要通过覆盖或构建一层或多层防渗材料来实现。粘土铺盖依靠天然粘土材料的低渗透性来阻挡水分;沥青混凝土心墙则结合了沥青的防水性能与混凝土的结构强度,提供双重保护。土工膜水平防渗采用高分子聚合物膜材,具备优异的防渗性能,适用于各类土壤条件。防渗效果检测与评估也是不可忽视的一环。常用的检测方法包括钻孔取芯、压水试验和电法勘探等,这些方法能够帮助了解防渗体的实际性能,并根据检测结果对防渗体的质量进行评估。

2.2 排水技术原理与应用

坝体排水设施的设计和施工对于维持坝体稳定性至关重要。常见的坝体排水设施有棱体排水、褥垫排水、管式排水和贴坡排水等。棱体排水通过设置一系列梯形或三角形截面的排水棱体,引导水流有序排放;褥垫排水则是在坝体底部铺设一定厚度的排水材料,以减少坝基压力并促进排水。管式排水系统利用管道直接将水从坝体内排出,避免积水对坝体造成损害;贴坡排水则是在坝坡表面设置排水层,有效降低坝坡内的水分含量。坝基排水系统的合理布置对于降低坝基扬压力、保证坝基稳定性起着重要作用。设置排水孔和排水沟等措施可以有效降低坝基内部的水压力,增强坝基的整体稳定性。排水系统的布置需要考虑地质条件、地下水位等多种因素,以确保排水效果的最大化。为了保持排水设施的长期有效性,定期检查和维护工作不可或缺。及时清

理堵塞物、修复损坏部位,可以确保排水设施始终处于良好状态,从而保障整个水利工程的安全运行。

3 水利施工中土石坝护坡与坝顶施工技术

3.1 护坡类型与施工要点

在水利施工中,土石坝的护坡设计和施工对于坝体的稳定性和耐久性至关重要。干砌石护坡是一种常见的护坡形式,通过选择合适的块石规格和材质,并掌握块石的砌筑方法,可以保证护坡的平整度和稳定性。每一块石头都需要精心挑选并放置到位,以确保整个护坡结构的稳固。浆砌石护坡则需要特别注意砂浆的配合比和强度控制,以及块石之间的勾缝处理。合理的砂浆配合比不仅能够提高护坡的整体抗渗性能,还能增强其耐久性。勾缝处理是关键步骤之一,不仅能美化外观,还能有效防止水分渗透,延长护坡使用寿命。混凝土预制块护坡以其高效、美观的特点受到广泛应用。预制块的制作要求严格,从原材料的选择到成型工艺都有具体标准。铺设时,需按照规定的工艺进行,确保各块之间连接紧密,确保护坡的整体性和美观性。这种护坡方式不仅提高了施工效率,还增强了坝体的防护效果^[3]。草皮护坡作为一种生态环保型护坡方式,越来越受到重视。草种的选择直接影响到护坡的效果,应根据当地气候条件和土壤特性来确定适宜的草种。播种时间也极为重要,通常选在春季或秋季,此时温度适中,有利于种子发芽生长。养护管理包括定期浇水、施肥和除草等措施,以促进草皮健康生长,发挥其护坡和生态功能。

3.2 坝顶结构与施工要求

坝顶作为土石坝的重要组成部分,其设计需充分考虑水利枢纽的功能和运行要求。坝顶结构的设计首先要确定宽度、坡度和结构形式。公路型坝顶适用于交通需求较大的场景,而非公路型坝顶则更侧重于防洪和灌溉等功能。无论哪种类型,都需确保坝顶结构的安全性和功能性。坝顶路面施工也是不可忽视的一环。根据实际情况选择合适的路面材料,如沥青混凝土或水泥混凝土等。掌握路面基层和面层的施工工艺对于保证路面质量至关重要。无论是基层还是面层,都需要严格按照施工工艺操作,以确保路面的平整度、强度和抗滑性能。良好的路面不仅方便通行,还能提高坝体的整体安全性。坝顶附属设施的安裝同样重要,这些设施包括防浪墙、路灯、栏杆和观测设施等。每个设施的安裝位置都需要精确规划,以确保其功能完善和安全可靠。例如,防浪墙的高度和位置需根据波浪高度和频率来确定;路灯的布置要考虑夜间照明的需求;栏杆的设计要兼顾美观与安全;观测设施则需便于监测坝体状态,及时发现潜在

问题。通过细致入微的设计和严格的施工管理,可以有效提升土石坝的整体质量和使用寿命。护坡和坝顶施工技术的发展,不仅保障了水利工程的安全运行,也为生态环境保护做出了贡献。不同类型的护坡和坝顶结构各有特点,在实际应用中需根据具体情况灵活选用,以达到最佳效果。这样,既能满足工程需求,又能兼顾环境保护的要求,实现可持续发展目标。

4 土石坝施工技术水利创新方向

4.1 新型水利功能材料应用

在土石坝施工技术的创新方向中,新型水利功能材料的应用占据重要位置。智能防渗材料如自修复土工膜和膨胀土复合材料正逐渐成为研究热点。自修复土工膜能够在遭受损伤后自动修复微小裂纹,有效防止水分渗透,提升防渗效果。膨胀土复合材料则通过吸收周围环境中的水分而膨胀,填充潜在的裂缝或孔隙,增强土体的整体性和稳定性。这些材料不仅提高了土石坝的耐久性,还减少了维护成本。生态型反滤排水材料也是近年来的研究重点之一。植物纤维基透水材料利用天然植物纤维作为主要成分,具备良好的透水性和生物降解性能。这种材料不仅能有效过滤水流中的杂质,还能促进植被生长,增强边坡稳定性的同时改善生态环境。这类材料的应用,使得水利工程在实现其功能性的同时,也兼顾了环境保护的要求。

4.2 水利施工智能化升级

随着科技的进步,水利施工的智能化升级成为可能。施工过程中的水利参数实时监测系统,如渗压计、测斜仪等设备与物联网组网结合,实现了对施工现场关键参数的全天候监控。这不仅提高了施工的安全性,还为及时调整施工方案提供了依据^[4]。通过实时获取的数据,可以迅速发现并处理潜在问题,确保工程顺利进行。数字孪生技术模拟施工是另一项重要的技术创新。这项技术通过对渗流-应力-变形耦合分析,构建虚拟模型来模拟实际施工过程。这样可以在不干扰现实环境的情况下测试不同的设计方案和施工方法,预测可能出现的

问题,并提前制定应对措施。数字孪生技术的应用,极大地提升了施工效率和工程质量,降低了风险。

4.3 低碳水利施工路径

面对全球气候变化的挑战,探索低碳水利施工路径显得尤为重要。施工弃渣的资源化利用是一种有效的策略。通过骨料回收与再利用工艺,将施工过程中产生的废渣转化为有用的建筑材料,既减少了废弃物的排放,又节约了原材料。这一过程不仅有助于降低碳排放,还能减少对自然资源的依赖。节能型水利施工设备的研发和应用同样关键。例如,电动碾压机和太阳能监测系统的使用,显著降低了能源消耗。电动碾压机相比传统燃油机械更加环保,运行噪音低,且无需频繁加油,操作便捷。太阳能监测系统则利用清洁能源供电,减少了对传统电力的依赖,进一步降低了碳足迹。这些设备和技术的引入,标志着水利施工向更加绿色、可持续的方向发展。

结束语

水利施工中土石坝施工技术涵盖多方面内容,从填筑到防渗排水,再到护坡坝顶施工,每个环节都至关重要。积极探寻施工技术创新方向,应用新型水利功能材料、推进施工智能化升级以及探索低碳施工路径,是适应行业发展需求、提升工程品质的必然选择。未来,需持续加强技术研究与实践应用,为水利事业发展筑牢坚实基础。

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]朱衍贺.水利工程土石坝施工技术要点及质量控制措施[J].四川水泥,2023,(05):101-103.
- [3]赵晓晖,魏福生.水利工程土石坝施工的技术探讨[J].河北水利,2023,(02):46-47.
- [4]蒋昆明.水利施工中土石坝施工技术研究[J].中国高新科技,2022,(02):75-76.