

水利工程施工中土方填筑施工技术

沙煜海¹ 邢天一²

1. 徐州市正泰水利建筑工程检测有限公司 江苏 邳州 221300
2. 徐州市水利工程建设监理中心有限公司 江苏 徐州 221000

摘要：随着水利工程建设规模的不断扩大和技术标准的持续提升，土方填筑作为堤坝、堤防、渠道等结构的基础性施工环节，其施工质量直接关乎工程的整体稳定性与防渗性能。本文围绕水利工程施工中土方填筑施工技术展开研究，阐述了该技术需遵循的就近取料、挖填结合、均匀性施工等准则，分析了土料选择与处理、摊铺平整、压实、接缝处理、排水防渗等关键技术环节，并探讨了其发展趋势，包括智能化技术应用、绿色环保技术推广、新型材料研发及施工工艺优化创新。旨在为水利工程土方填筑施工提供技术参考，以提升施工质量与效率，保障水利工程的稳定性和安全性。

关键词：水利工程施工；土方填筑施工；技术

引言：土方填筑是水利工程施工的核心环节，直接关系到工程的结构稳定性、防渗性能及使用寿命。在水利工程建设中，土方填筑需结合工程地质条件、土料特性及施工要求，通过科学的技术手段实现高效填筑。当前，随着水利工程规模的扩大和技术要求的提高，传统填筑技术面临诸多挑战，如施工效率低、质量控制难等。因此，深入研究土方填筑施工技术准则、关键技术及发展趋势，对推动水利工程建设现代化具有重要意义。

1 水利工程土方填筑施工技术准则

1.1 就近取料

就近取料是水利工程土方填筑施工的核心准则之一，其核心目标是通过缩短土料运输距离，降低施工成本并提高施工效率。在工程规划阶段，需对施工区域及周边的土料资源进行全面勘察，包括土料的分布范围、储量、物理力学性质等，确保就近选取的土料满足填筑质量要求。例如，在河道整治工程中，可优先利用河道开挖产生的弃土作为填筑材料，既减少了土料运输成本，又实现了废弃物的资源化利用。同时，就近取料还能减少运输过程中的土方流失和环境扰动，符合绿色施工理念。

1.2 挖填结合

挖填结合是实现水利工程土方平衡的关键准则，通过将施工区域内的开挖作业与填筑作业有机结合，减少土方的外运和内运量，提高施工效率。在制定施工方案时，需精确计算开挖量和填筑量，合理规划土方的运输路径和堆放场地，确保开挖的土料能及时用于填筑作业。例如，在水库大坝施工中，坝体填筑所需的大量土料可来自坝基开挖、库区清淤等作业，通过统筹安排开

挖和填筑的施工顺序，实现土方的实时调配。挖填结合还能避免因大量堆土占用场地、引发水土流失等问题，同时降低因长期堆放导致的土料质量变化风险。

1.3 均匀性施工

均匀性施工是保障水利工程土方填筑结构稳定性的重要准则，要求在填筑过程中保证土料的摊铺厚度、压实度等指标均匀一致，避免因局部质量缺陷引发工程隐患。在施工过程中，需严格控制土料的摊铺工艺，采用机械摊铺时，应确保摊铺厚度均匀，一般每层摊铺厚度控制在30-50cm，具体数值需根据土料性质和压实机械性能确定。同时，压实作业应遵循“先轻后重、先慢后快、先边缘后中间”的原则，确保土料各部位的压实度达到设计标准。对于不同类型的土料，需采用分段填筑的方式，避免将性质差异较大的土料混合填筑，以防出现不均匀沉降^[1]。

2 土方填筑施工的关键技术

2.1 土料选择与处理技术

土料选择与处理是土方填筑的基础环节，其质量直接关系到整个工程的稳定性，需结合工程类型和地质条件综合考量。对于坝体等对防渗性能要求较高的结构，应优先选用黏性适宜的粉质黏土，这类土料能有效阻挡水分渗透；而堤岸等需要兼顾强度和一定透水性的部位，则适合选择级配良好的砂壤土，以满足工程对结构强度和排水的双重需求。同时，需严格控制土料中的有机质和可溶性盐等有害成分，防止其对填筑体产生化学性破坏。在土料处理方面，需根据土料的实际状况采取针对性措施。当土料含水率过高时，可通过翻晒、掺入干土或利用机械通风烘干等方式降低水分；若含水率偏

低,则采用喷雾洒水的方式补充水分,确保土料湿度适宜。对于含有杂质的土料,要经过筛分和破碎处理,去除较大石块,降低含泥量,保证土料的纯净度。对于黏性过大的土料,可掺入适量级配砂和生石灰进行改良,提升其施工性能。对于膨胀土、盐渍土等特殊土料,处理过程需更加精细。膨胀土需先进行特性测试,根据测试结果采用石灰土拌合料的方式改良其膨胀性;强溶陷性盐渍土则多采用换填法处理,以消除其溶陷特性。

2.2 摊铺与平整技术

摊铺与平整技术是土方填筑施工中衔接土料处理与压实作业的关键环节,直接影响后续压实质量和填筑体的均匀性。施工时需遵循“分层摊铺、循序渐进”的原则,根据土料类型和压实机械性能确定合理的摊铺厚度,确保每层土料都能被充分压实。摊铺过程中,应采用推土机、平地机等设备配合作业,将土料均匀分布在填筑区域,避免出现局部堆积或漏铺现象。为保证摊铺平整度,需在填筑区域设置高程控制桩,通过拉线或激光找平设备实时监测摊铺高度,及时调整机械作业参数。对于边角、斜坡等特殊部位,机械难以到位时,可采用人工辅助摊铺,确保土料覆盖全面。摊铺完成后,需对表面进行初步平整,消除土料颗粒的大孔隙,使土料密度趋于均匀,为后续压实创造良好条件。此外,摊铺作业需与土料运输环节紧密配合,根据摊铺速度合理安排土料运输量,避免因土料供应不足导致摊铺中断,或因堆料过多造成二次搬运。同时,雨天摊铺时需采取防雨措施,已摊铺未压实的土料若被雨水浸泡,需重新翻晒处理后再进行平整,防止影响填筑质量。

2.3 压实技术

压实技术是确保土方填筑体强度与稳定性的核心环节,通过外力作用减少土料孔隙率,提升密实度。施工需遵循“先轻后重、先慢后快、先边缘后中间”的原则,根据土料性质选择合适的压实机械,如黏性土宜用振动碾,砂性土可采用轮胎碾或振动碾,以达到最佳压实效果。压实作业前需进行试碾,确定碾压遍数、行进速度等参数。碾压时,机械行走应保持直线,相邻碾压带需重叠一定宽度,避免出现漏压区域。对于机械难以压实的边角、桥台等部位,可采用蛙式打夯机或人工夯实,确保压实均匀。压实过程中,需实时监测土料含水率,若偏离最优范围,需及时采取晾晒或洒水措施调整,防止因含水率不当影响压实度。此外,压实质量需通过环刀法、灌砂法等检测手段验证,确保填筑体压实度符合设计标准。碾压完成后,若发现局部出现弹簧土、起皮等现象,需及时开挖返工,重新处理土料并压

实,保障填筑体整体质量。压实技术的严格把控,是防止水利工程后期出现沉降、渗漏等问题的关键。

2.4 接缝处理技术

接缝处理技术是保障土方填筑体整体性的关键,若处理不当易形成渗漏通道或引发结构开裂,需根据接缝类型采取针对性措施。常见接缝包括纵向接缝(平行于填筑轴线)和横向接缝(垂直于填筑轴线),其中纵向接缝多因分段施工产生,横向接缝则与铺料层厚度及碾压范围相关。处理纵向接缝时,需采用阶梯式搭接法,先填筑的一侧预留斜坡,斜坡坡度根据土料性质确定,一般不陡于1:3。后续填筑时,需将斜坡面的虚土、浮土清理干净,洒水湿润后再铺新料,确保新旧土料紧密结合。碾压时,碾压机械应跨越接缝区域,重叠碾压宽度不小于规范要求,增强接缝处的密实度。横向接缝处理需注重层间结合,前一层碾压完成后,在边缘预留一定宽度的未碾压土带,作为后一层的搭接基础。铺料前需将表层土刨松,必要时掺入适量水泥浆增强黏结力,再进行分层碾压。对于与岸坡、建筑物连接的接缝,需先清理接触面的杂物和松动岩体,涂刷界面剂后分层填筑,采用小型压实机械逐层夯实,确保接缝处无空隙。施工中需对缝面平整度、结合密实度进行重点检查,发现蜂窝、空洞等缺陷及时修补,避免因接缝问题影响填筑体的整体防渗性和稳定性。

2.5 排水与防渗技术

排水与防渗技术是保障土方填筑体长期稳定的重要支撑,二者协同作用可有效防止雨水渗透、地下水上升引发的填筑体变形或渗漏。排水系统设计需结合工程地形与水文条件,通常由表面排水和内部排水两部分组成。表面排水可通过设置边坡截水沟、填筑面排水沟,及时排出雨水,避免积水渗入土料;内部排水则采用盲沟、排水管等设施,将填筑体内的渗水引至外部,降低孔隙水压力。防渗技术需根据工程防渗要求选择合适方案。对于防渗要求高的部位,可铺设土工膜,其铺设需确保接缝焊接严密,避免出现褶皱或破损;也可采用黏土防渗墙,通过分层碾压形成连续的防渗屏障,黏土需达到规定的压实度和抗渗指标。此外,在填筑体与岸坡、建筑物的结合处,可设置防渗齿墙或帷幕灌浆,增强接触部位的防渗性能,防止出现集中渗漏。施工中需注重排水与防渗设施的协同施工,例如土工膜铺设前需平整基层,避免尖锐物体刺破膜体;排水盲沟需与防渗结构衔接紧密,确保渗水顺利排出。同时,需定期检查排水系统的通畅性和防渗结构的完整性,发现堵塞或破损及时处理,保障填筑体的水稳定性^[2]。

3 水利工程施工中土方填筑施工技术的发展趋势

3.1 智能化技术的应用

智能化技术正深刻改变水利工程土方填筑的施工模式，其核心在于通过数字化、自动化手段提升施工精度与效率。目前，无人压实设备已在部分大型水利工程中试点应用，借助全球定位系统（GPS）和传感器技术，设备可实时获取填筑区域的压实度、摊铺厚度等数据，自动调整作业参数，避免人为操作误差。同时，BIM（建筑信息模型）技术的引入实现了填筑全过程的可视化管理，从土料选取、运输到摊铺压实，各环节信息均能在模型中实时更新，便于管理人员动态监控施工质量。

3.2 绿色环保技术的推广

在生态保护理念日益强化的背景下，绿色环保技术成为土方填筑施工的重要发展方向。一方面，施工过程中更注重对周边生态环境的保护，例如采用低噪声压实机械减少对沿线居民的影响，通过设置围挡和洒水降尘系统控制扬尘污染。另一方面，土料的循环利用技术不断升级，针对工程开挖产生的弃土，通过改良处理使其满足填筑要求，减少对天然土料的开采；对于污染土料，采用生物修复或化学改良技术降低其环境危害后再利用。此外，生态型填筑材料的应用逐渐增多，如在土料中掺入植物纤维增强抗渗性，既提升了工程性能，又减少了水泥等建材的使用，降低碳排放。绿色环保技术的推广不仅符合可持续发展要求，也为工程赢得了更好的社会环境效益。

3.3 新型材料的研发与应用

新型材料的研发为土方填筑施工提供了更多技术选择，有效弥补了传统土料的性能缺陷。高性能土料改良剂是当前研究的热点，例如高分子聚合物改良剂可显著提升土料的抗剪强度和水稳定性，使原本无法直接使用的软土、砂质土满足填筑要求，扩大了土料来源。此外，复合土工材料的应用更加广泛，如土工格栅与土料的结合使用，能通过格栅的侧向约束作用增强填筑体的整体稳定性，减少不均匀沉降，尤其适用于高填方水利

工程。纳米材料也开始在土料改良中探索应用，纳米颗粒可填充土料孔隙，提升其密实度和防渗性能。未来，随着材料科学的进步，兼具高强度、低渗透性和生态兼容性的新型填筑材料将逐步实现工程化应用，推动填筑技术向高性能、多功能方向发展。

3.4 施工工艺的优化与创新

施工工艺的持续优化是提升土方填筑质量和效率的关键。在压实工艺方面，传统的单一机械压实逐渐向“多机械协同+动态调整”模式转变，例如根据土料含水率的实时监测数据，灵活切换振动碾的频率和振幅，确保不同区域的压实度均匀达标。接缝处理工艺也在不断创新，采用阶梯式搭接结合高压喷射注浆技术，可有效解决纵向接缝的渗漏问题，提高填筑体的整体性。此外，模块化施工理念的引入缩短了工期，通过预制土料模块在现场快速拼接，配合机械化压实，大幅提升了施工效率。施工工艺的优化与创新始终以工程实际需求为导向，未来将更加注重与智能化技术、新型材料的融合，形成更高效、更可靠的施工体系^[3]。

结束语

水利工程土方填筑施工技术是保障工程安全与耐久性的核心支撑，其涵盖的土料选择、摊铺压实、接缝处理及排水防渗等环节，环环相扣且需严格把控。从技术准则的遵循到关键工艺的实施，再到智能化、绿色化的发展趋势，每一项进步都推动着填筑质量与效率的提升。实践表明，只有将科学的技术方法与严谨的施工管理相结合，才能构建稳定可靠的填筑结构，抵御自然风险并发挥工程效益。

参考文献

- [1]吴洪雨.水利工程施工中土方填筑施工技术探析[J].科技经济导刊, 2020, 28(25): 54+53.
- [2]孙军萍.水利工程施工土方填筑施工技术[J].河南水利与南水北调, 2020, 49(08): 67-68.
- [3]张光宝, 钱建红.试论水利工程施工中土方填筑施工技术[J].绿色环保建材, 2020(08): 175-176.