

水利工程施工中土方填筑施工技术

曹海燕 刘丽霞

内蒙古河套灌区水利发展中心解放闸分中心，内蒙古自治区巴彦淖尔市，015400；

摘要：土方填筑是水利工程的关键技术，工程质量直接影响水利工程的安全性和稳定性。但是由于土方填筑工程工序复杂，施工影响因素多，质量控制难度相对较大。水利工程施工中土方填筑施工技术确保工程结构稳定性和防渗性能的核心环节，其质量直接关系到水利设施的长期安全运行。在施工过程中，需系统遵循“就近取材、挖填结合、均匀施工”的基本原则，通过科学选择土料、优化压实工艺及动态质量控制，实现工程经济性与可靠性的平衡。

关键词：水利工程施工；土方填筑；施工技术

Construction technology of earthwork filling in water conservancy project construction

Cao Haiyan, Liu Lixia

Jiefang Sluice Sub-center, Inner Mongolia Hetao Irrigation District Water Resources Development Center, Bayannur City, Inner Mongolia Autonomous Region, 015400;

Abstract: Earthwork filling is the key technology of water conservancy project, and the quality of the project directly affects the safety and stability of water conservancy project. However, due to the complexity of earthwork filling engineering process and many construction influencing factors, quality control is relatively difficult. Earthwork filling construction technology is the core link to ensure the structural stability and anti-seepage performance of water conservancy projects, and its quality is directly related to the long-term safe operation of water conservancy facilities. In the process of construction, it is necessary to systematically follow the basic principles of "taking materials nearby, combining excavation and filling, and uniformly constructing", and realize the balance between engineering economy and reliability through scientific selection of soil materials, optimization of compaction technology and dynamic quality control.

Keywords: water conservancy project construction; Earthwork filling; construction technique

DOI: 10.69979/3041-0673.26.03.084

水利工程施工中的土方填筑施工技术确保工程质量和安全的关键环节，其核心流程包括施工准备、填筑作业及质量控制，以下是主要技术要点分析。

1 施工准备

1.1 技术准备

施工方案编制与报批，根据工程设计要求、地质条件及现场实际情况，编制详细的土方填筑施工方案，明确施工工艺、质量控制标准及安全措施。方案需经监理单位及业主审批通过后方可实施，确保技术可行性和安全性。技术交底与安全培训，施工前需对作业人员进行技术交底，明确填筑厚度、压实遍数、接缝处理等关键参数，确保操作规范。开展安全培训，重点强调机械操作、边坡稳定、防塌方等风险防控措施，提升人员安全意识。土料击实试验，通过室内击实试验（如标准击实法）测定土料的最大干密度和最优含水率，作为现场填

筑控制的基准指标。试验需覆盖不同料场土样，确保数据代表性，指导实际施工中含水率调整（如晾晒或洒水）及压实度检测^[1]。

1.2 外业准备

在水利工程土方填筑施工中，外业准备是确保填筑质量的基础环节，需重点关注料场选择、机械参数试验及场地处理。以下是具体技术要点：外业准备核心内容，代表性料场选择，通过地质勘探选取3-5个候选料场，取样进行颗粒分析、含水率及击实试验，优先选择土质均匀、杂质少、储量充足的料场。对黏性土料需检测其塑性指数（如黏土宜控制在10-17），避免使用冻土或腐殖土。碾压机械与参数初选，机械选型：根据土料性质选择振动碾（适用于砂砾料）、羊足碾（黏性土）或气胎碾（薄层压实）。参数试验：铺土厚度：黏性土一般≤30cm，砂砾料可放宽至50cm；碾压遍数：通过现场

试压确定,通常振动碾需6-8遍,羊足碾需8-10遍;行车速度:振动碾宜控制在2-3km/h,避免过快导致压实不均。场地清理与排水设置,清理要求:清除表层植被、腐殖土及杂物,对软弱地基进行换填或强夯处理。排水措施:沿填筑区周边开挖截水沟(断面尺寸30×30cm),坡度 $\geq 0.5\%$;填筑面设置横向排水坡(2%-3%),防止雨水积聚;低洼区域布置集水井,配合水泵抽排^[2]。

2 填筑作业流程

2.1 铺料与整平

在水利工程土方填筑施工中,铺料与整平是确保填筑质量的关键工序,需结合前文技术准备要求,严格控制以下要点:(1)分层铺料控制,分层厚度标准,根据土料性质及碾压设备确定铺土厚度,通常黏性土 $\leq 30\text{cm}$,砂砾料 $\leq 50\text{cm}$ 。振动碾压时需同步控制振动频率(如25-35Hz)和行走速率(2-3km/h),避免过厚导致压实不足。铺料均匀性,采用“进占法”卸料,避免集中堆料;超径石料需破碎或剔除,防止碾压时破坏土体结构。(2)整平与排水处理,整平作业要求,使用推土机或平地机整平,表面高差控制在 $\pm 3\text{cm}$ 以内;结合部需预留台阶(高宽比1:1.5),确保层间结合紧密。排水坡度设置,整平后填筑面应形成1%-2%的上游倾斜坡度,便于雨水沿坡面排入截水沟;低洼区域增设临时排水沟,防止积水浸泡填筑层。(3)质量联动控制,含水率调整:若铺料后土料含水率偏离最优值($\pm 2\%$),需通过晾晒或洒水处理;压实前检测:整平后需复测铺土厚度及平整度,合格后方可进行碾压。通过规范铺料与整平工艺,可有效提升压实均匀性,避免因排水不畅导致的土体软化或滑坡风险,为后续碾压工序提供合格工作面^[3]。

2.2 碾压与压实

在水利工程土方填筑施工中,碾压与压实是确保填筑体密实度和稳定性的核心环节。结合前文技术准备及铺料整平要求,具体操作要点如下:(1)碾压设备与参数控制,设备选型,振动碾:适用于砂砾料、砂壤土等非黏性土,通过高频振动增强土颗粒密实度;气胎碾:适用于黏性土或薄层填筑,利用柔性轮胎的揉压作用减少土料结构破坏。碾压参数,碾压遍数:根据击实试验结果确定,通常振动碾需6-8遍,气胎碾需8-10遍;行车速度:控制在2-3km/h,确保碾压均匀;搭接宽度:

相邻碾压带重叠1/3轮宽,避免漏压。(2)雨季施工特殊处理,防雨措施,碾压完成后立即覆盖防雨布,防止雨水渗透导致表层土料含水率超标;填筑区周边设置临时排水沟,快速导流雨水。雨后复工要求,清理表面湿土至合格层,检测含水率(需在最优值 $\pm 2\%$ 范围内);若土料过湿,需翻松晾晒或掺入干土调整,重新碾压至密实度达标。(3)质量联动控制,压实度检测:每层碾压后采用环刀法或灌砂法检测,压实度需 \geq 设计值(如95%);接缝处理:分段填筑时,接缝处加强碾压并检测,避免薄弱带。

2.3 结合部位处理

在水利工程土方填筑施工中,结合部位处理是确保填筑体整体性和防渗性能的关键环节。以下是针对坝体结合部位处理的详细技术要点:(1)结合部位处理核心要求,加强碾压措施,在坝体与岸坡、新旧填筑体等结合部位,需采用小型振动碾或蛙式夯进行补强碾压,碾压遍数应比常规区域增加2-3遍,确保结合部位密实度达到设计要求。特殊处理工艺,对岸坡结合面应开挖台阶式接合槽,台阶宽度不小于1.5m,高宽比1:1.5;填筑前需清除表面松土、杂物,并洒水湿润处理。(2)控制要点,密实度检测,采用核子密度仪或灌砂法进行检测,取样点应重点布置在结合部位压实度需比设计值提高1-2个百分点(如设计95%则按96-97%控制)防渗处理,在结合部位可铺设土工格栅或土工布增强整体性对重要防渗部位,可采用水泥土拌合等特殊处理方式^[4]。

3 质量控制要点

3.1 土料选择

(1)土料选择原则,就近取材,经济高效,优先利用工程开挖的土料,减少运输成本,降低工程造价。通过地质勘探与土质检测,筛选储量充足、参数(如塑性指数、颗粒级配)符合设计要求的料场。示例:某水库工程中,通过利用开挖区黏性土(黏粒含量12%-15%),节省外购土料费用约20%。避免不合格土料,杂质控制:严禁使用含植物根茎、砖瓦、垃圾等杂质的土料,入场前需进行筛分试验,杂质含量控制在0.5%以内。含水率管理:通过击实试验确定最优含水率(如黏性土18%-22%),施工中采用“晾晒+洒水”动态调整法,确保含水率波动在 $\pm 2\%$ 范围内。风险规避:禁用冻土、腐殖土或高盐分土料,防止因土质问题导致填筑体沉降或

渗漏。(2)质量控制要点,检测与验收,土料入场前需提供检测报告,重点核查塑性指数、最大干密度等参数。现场采用环刀法或灌砂法检测压实度,确保达到设计值(如 $\geq 95\%$)。(3)施工注意事项,结合部位处理:对坝体与岸坡、新旧填筑体等结合部位,需开挖台阶式接合槽(高宽比1:1.5),并采用小型振动碾补强碾压。应急管理:现场常备防雨布、水泵等物资,应对突发降雨影响。土料选择需以“就近取材、严控质量”为核心,通过科学检测与动态管理,从源头保障填筑体的密实度与稳定性。实践表明,规范的土料选择可显著降低工程成本,避免因土质问题导致的返工或安全隐患。

3.2 特殊地基处理

在水利工程土方填筑施工中,特殊地基处理是确保填筑体稳定性和承载力的关键环节。针对软基(如淤泥、淤泥质土等不良地质条件),需采用针对性技术措施进行加固。(1)软基处理核心方法,换填法,原理:挖除软弱土层,回填强度较高的砂石、灰土或素土,分层压实形成持力层。适用条件:浅层软基(深度 $\leq 3\text{m}$);土质为淤泥、淤泥质土或松散填土;需快速提高地基承载力并减少沉降。技术要点:换填材料需级配良好(如砂石含泥量 $\leq 5\%$),分层厚度 $\leq 30\text{cm}$;压实度需达到设计值(如 $\geq 95\%$),通过环刀法检测;雨季施工时,需覆盖防雨布并增设临时排水沟,防止雨水浸泡。(2)小木桩加固法,原理:通过打入木桩形成复合地基,利用桩体与土体的摩擦阻力分担荷载。适用条件:软基厚度较薄($\leq 5\text{m}$);地下水位较低,需快速施工的场景;对沉降控制要求较高的工程。技术要点:木桩选用松木

或杉木,长度2.5-6m,直径10-20cm;桩间距0.8-1.2m,呈梅花形布置;打入深度需穿透软弱层,进入持力层 $\geq 1\text{m}$;桩顶铺设碎石垫层,增强整体性。(3)排水法,开沟排水法:在填筑区周边及内部开挖排水沟(断面 $30 \times 30\text{cm}$),坡度 $\geq 0.5\%$,导流雨水至集水井;适用于地表水丰富的软基,需配合覆盖防雨布使用。沉箱法:通过沉箱结构(如钢筋混凝土箱体)下沉至持力层,形成封闭排水通道;适用于深层软基(深度 $> 5\text{m}$),需配合砂井或塑料排水板加速固结^[5]。

水利工程土方填筑施工技术需以“质量第一、安全为本”为核心,通过规范化的土料选择、压实工艺及特殊地基处理,结合动态监测与技术创新,可有效提升填筑体的承载力和长期稳定性。未来,随着数字化施工技术的普及和生态友好型材料的应用,土方填筑施工将向更高效、更环保的方向发展,为水利工程高质量建设提供有力支撑。

参考文献

- [1]杜瑞.水利大坝填筑施工关键技术分析[J].黑龙江水利科技,2022(12):168-170.
- [2]王国.水利工程施工中的土方填筑施工技术[J].建筑工程技术与设计,2022(13):3753.
- [3]张勇.龙溪水治理工程中河岸坡填筑与防护设计[J].黑龙江水利科技,2022,45(10):56-58.
- [4]卢志.水利工程施工中土方填筑施工技术分析[J].科学技术创新,2019(24):100-101.
- [5]王红.水利工程施工中的土方填筑施工技术[J].黑龙江科技信息,2020(21):266.