

水利施工中土石方开挖与填筑技术研究

索 彬

山东德州齐河黄河河务局 山东 德州 251100

摘 要：水利施工，作为国家基础设施建设的关键一环，土石方开挖与填筑技术在其施工过程中占据了举足轻重的地位。本文深入剖析了土石方开挖与填筑的施工准备工作、施工方法、质量控制措施以及环境保护策略，旨在为水利工程施工提供更为精细化的技术指导和实践参考，确保工程的安全性、稳定性和经济性。

关键词：水利施工；土石方；开挖；填筑

引 言

土石方工程是水利施工中的基石，其施工质量的优劣不仅影响工程进度和成本，更关乎工程的长期运行效果。随着科技的不断进步和工程实践经验的积累，土石方开挖与填筑技术也在持续优化与创新。本文将从施工准备、施工工艺、质量控制及环保要求等多个维度，全面阐述土石方开挖与填筑技术的精髓。

1 水利施工中土石方开挖技术分析

1.1 开挖前准备

1.1.1 地质勘察与设计

地质勘察与设计是开挖前的首要任务。通过综合运用钻探、坑探、物探等多种勘察手段，工程师们能够深入了解地层结构、土质特性、地下水位以及岩石硬度等关键地质信息。这些详实的数据为开挖方案的设计提供了科学依据。在设计开挖方案时，工程师们需充分考虑地质条件，结合工程的具体要求，精心规划开挖顺序、分层厚度、作业面布置以及支护方式等关键要素。例如，在土层较为松软或地下水位较高的区域，可能需要采用更为密集的支护结构以确保开挖过程中的边坡稳定。通过这样的设计，不仅能够确保开挖作业的安全与高效，还能有效减少对周边环境的影响。

1.1.2 施工规划与设备选择

施工规划与设备选择则是开挖前准备的另一重要环节。一份详尽的施工计划是确保施工流程顺畅的关键。它应涵盖开挖进度安排、人员配置、设备调配以及材料供应等多个方面，以确保各项资源得到合理高效的利用。在设备选择方面，工程师们需根据工程的规模和土质条件，精心挑选适合的开挖设备。挖掘机、装载机、自卸车以及破碎机等设备都是常用的选择。然而，并非所有设备都适用于所有情况。因此，在选择时，除了考虑设备的性能和效率外，还需充分考量其维护成本、操作难度以及与其他设备的协同作业能力等因素。通过合

理的设备选择，能够显著提升开挖作业的效率和质量。

1.2 开挖方法

1.2.1 顺槽开挖

顺槽开挖是一种较为精细的开挖方法，特别适用于土层较薄或需严格控制地表沉降的工程。通过开挖狭窄的槽沟并逐步推进，这种方法能够显著减少对周边环境的影响。在开挖过程中，加强支护是确保槽沟边坡稳定的关键^[1]。工程师们需根据土质条件和开挖深度，选择合适的支护方式，如锚杆支护、钢支撑等，以确保开挖作业的安全进行。

1.2.2 分层开挖

分层开挖则是一种更为普遍的开挖方法。它将土石方按一定厚度分层开挖，并在每层开挖后及时进行支护或回填。这种方法能够有效控制边坡变形，确保施工安全。分层厚度的确定需综合考虑土质条件、开挖设备能力以及支护结构的承载能力等多个因素。一般来说，分层厚度不宜超过3米，以确保支护结构能够有效承受开挖引起的土压力。

1.2.3 爆破开挖

对于坚硬岩石或大量土石方需要快速开挖的工程，爆破开挖则是一种高效且经济的方法。通过控制爆破技术，工程师们能够实现高效、安全的开挖。然而，爆破作业也伴随着一定的风险。因此，在进行爆破前，必须进行详细的爆破设计。这包括炸药用量、爆破参数、安全防护措施等多个方面。通过科学的设计和周密的安排，能够确保爆破过程的安全与可控。

1.3 质量控制

在土石方开挖过程中，质量控制是确保工程质量的关键环节。边坡稳定控制、超挖与欠挖控制以及排水处理是质量控制的主要内容。边坡稳定控制是土石方开挖中的重中之重。工程师们需定期监测边坡的变形情况，如位移、沉降等，以及及时掌握边坡的稳定状态。一旦发

现异常情况,需立即采取加固措施,如锚杆支护、注浆加固等,以确保边坡的稳定安全。在开挖过程中,应遵循“自上而下、分段开挖、及时支护”的原则,避免边坡长时间暴露而引发安全隐患。超挖与欠挖控制则是确保开挖精度的重要措施。通过精确测量控制开挖轮廓,工程师们能够避免超挖增加成本或欠挖影响结构安全的情况发生。在开挖过程中,需定期校核测量数据,确保开挖精度符合设计要求^[2]。对于超挖部分,应及时进行回填处理;对于欠挖部分,则需根据具体情况采取补挖或加固措施。排水处理也是土石方开挖中不可忽视的一环。合理的排水系统能够有效排除地下水或雨水,避免水对开挖作业和安全的影响。工程师们需根据地质条件和开挖区域的具体情况,合理布置排水系统,如排水沟、集水井等。同时,排水系统还需与周边排水系统相衔接,以确保排水顺畅无阻。在开挖过程中,还需定期检查排水系统的运行状况,及时清理堵塞物,确保排水系统的正常运作。

2 水利施工中土石方填筑技术分析

2.1 填筑材料选择与准备

2.1.1 材料要求

在选择填筑材料时,工程师们需综合考虑材料的物理力学性质。颗粒级配是评估土石料质量的重要指标之一,它决定了材料的密实度和抗剪强度。因此,应优先选择颗粒级配良好、大小均匀的石料。同时,含水量也是影响材料压实性和抗剪强度的重要因素。过高的含水量会导致材料难以压实,而过低的含水量则会使材料过于干燥,影响压实效果。因此,需严格控制材料的含水量,确保其处于最优含水量范围内。此外,压实性和抗剪强度也是评估材料质量的关键指标。通过实验室测试或现场试验,可以获取材料的压实特性和抗剪强度参数,为填筑材料的选择提供科学依据。在材料准备阶段,还需对填筑材料进行必要的处理。筛分、破碎和拌合是常用的处理方法。通过筛分,可以去除材料中的杂质和过大颗粒,确保材料的均匀性。破碎则可以将大块石料破碎成符合要求的颗粒大小,提高材料的压实性。拌合则是将不同性质的材料进行混合,以改善材料的整体性能。

2.1.2 料场规划

除了材料的选择外,料场的规划同样至关重要。合理的料场位置能够确保材料供应的充足性和运输的便捷性,从而降低施工成本和提高施工效率。在规划料场时,工程师们需充分考虑材料的储量、开采难度、运输距离以及周边环境等多个因素。同时,为了避免材料在

储存过程中受到污染或变质,料场还需设置防尘、防雨设施。这些设施不仅能够保护材料的质量,还能减少施工过程中的环境污染。

2.2 填筑方法

2.2.1 分层填筑

分层填筑是常用的填筑方法之一。它采用水平分层的方式进行填筑,每层厚度根据材料特性和压实设备能力确定,一般不超过30厘米。这种填筑方法能够确保每层材料都得到充分压实,提高填筑体的密实度和整体稳定性。在填筑前,需对基底进行清理、整平、压实等处理,以确保基底质量符合设计要求^[1]。这不仅能够提高填筑体与基底的结合力,还能减少因基底不平整而引发的沉降问题。

2.2.2 压实工艺

压实工艺是分层填筑中的关键环节。它使用振动碾、压路机等设备对每层填筑材料进行压实,以确保达到设计要求的密实度。在压实过程中,需严格控制压实速度、压实遍数、压实能量等参数。过快的压实速度会导致材料来不及调整位置,影响压实效果;而过慢的压实速度则会降低施工效率。同样地,压实遍数和压实能量也需根据材料特性和设计要求进行调整。通过合理的压实工艺参数控制,可以确保填筑体达到预期的密实度和稳定性。

2.2.3 接缝处理

接缝处理是填筑过程中不可忽视的环节。纵横向接缝应错开布置,以避免接缝处形成薄弱面。接缝处需采取挖槽、斜坡搭接、设置接缝材料等措施,以增强接缝处的结合力。挖槽处理可以确保接缝处材料得到充分压实;斜坡搭接则能够使接缝处材料更加紧密地结合在一起;而设置接缝材料则能够进一步提高接缝处的抗剪强度和稳定性。这些处理措施能够有效减少接缝处引发的质量问题,确保填筑体的整体稳定性。

2.3 质量控制

质量控制是土石方填筑技术中不可或缺的环节,它直接关系到填筑体的质量和整个工程的稳定性。为了确保填筑体的质量符合设计要求,必须采取严格的质量控制措施。密实度检测是质量控制的重要手段之一。它采用灌砂法、核子密度仪、取芯等方法定期检测填筑体的密实度,以确保密实度符合设计要求。检测频率需根据工程规模、填筑材料特性等因素确定。通过密实度检测,可以及时发现填筑体中存在的质量问题,如压实不足、松散等,并采取相应措施进行整改。含水量控制也是质量控制的重要环节。填筑材料含水量应控制在最

优含水量附近,以保证最佳压实效果。在施工过程中,需定期检测材料含水量,并根据含水量调整施工工艺参数。例如,当材料含水量过高时,可以通过晾晒或加入干料等方式降低含水量;而当材料含水量过低时,则可以通过洒水或加入湿料等方式提高含水量^[4]。通过含水量控制,可以确保填筑材料在最佳状态下进行压实作业,提高填筑体的密实度和稳定性。变形监测则是确保工程稳定性的重要手段。填筑完成后,需进行长期变形监测,如沉降观测、水平位移观测等。这些监测数据能够反映填筑体在长时间内的变形情况,为工程师们提供及时的反馈信息。通过定期分析、评估变形监测数据,可以及时发现填筑体中存在的异常情况,并采取相应措施进行处理。例如,当发现填筑体出现过大的沉降或水平位移时,可以通过加固处理或调整施工方案等方式进行整改,以确保工程的稳定性。

3 环境保护与可持续发展要求

3.1 生态恢复

施工结束后,针对开挖和填筑区域,应开展一系列生态修复工作。首先,结合当地的气候、土壤和植被条件,精心选择适宜的树种和草种进行种植。这一过程中,不仅要考虑植物的生长速度和抗逆性,还要兼顾其生态功能和景观效果。例如,在干旱地区,应选择耐旱、耐瘠薄的树种,如梭梭树、沙棘等,它们不仅能快速生长,还能有效防止风沙侵蚀,改善土壤质量。而在湿润地区,则可选择具有水土保持功能的树种,如樟树、松树等,它们能够形成茂密的树冠,减少地表径流,防止水土流失。除了植树造林外,土壤改良也是生态恢复的重要环节。通过对开挖和填筑区域的土壤进行翻耕、施肥、添加有机质等措施,可以改善土壤结构,提高土壤肥力,为植物的生长提供良好的条件。同时,还可以采用人工撒播或机械喷播的方式,在坡面、空地等区域播种草籽,形成茂密的草丛,进一步增加地表的植被覆盖度,减少水土流失。

3.2 水土保持

水土保持是水利施工中必须重视的环保措施,它旨在通过工程措施和生物措施相结合的方式,防止水土流失,保护周边环境。在土石方开挖与填筑过程中,应充分考虑地形、地貌、土壤等自然因素,制定科学合理的水土保持方案。工程措施方面,可以修建挡土墙、排水沟等构筑物,以阻挡土石方的流失,引导雨水有序排放。挡土墙可以采用重力式、悬臂式等多种形式,根据

具体情况进行选择;排水沟则应设计成合理的坡度和断面形式,确保雨水能够顺畅排出,不造成积水或冲刷。生物措施方面,植草护坡是一种有效的水土保持方法。通过在坡面种植草本植物,可以形成一层茂密的植被覆盖层,减缓雨水对坡面的冲刷作用,防止水土流失。同时,草本植物还能吸收土壤中的水分和养分,促进土壤结构的稳定。此外,还可以结合灌木、乔木等植物进行立体绿化,形成多层次的水土保持体系。

3.3 资源循环利用

资源循环利用是水利施工中实现可持续发展的重要途径。在土石方开挖与填筑过程中,应积极探索土石方材料的再利用途径,减少资源浪费。对于符合条件的开挖料,可以经过处理后用于填筑或其他工程项目中,实现资源的循环利用。同时,推广使用环保型施工材料和技术也是降低施工过程中的能耗和排放的有效手段。例如,采用新型环保型炸药进行爆破作业,可以减少对周边环境的污染;使用节能型施工机械和设备,可以降低能耗和排放;采用生物降解的润滑剂、脱模剂等辅助材料,可以减少对环境的危害。此外,还可以将资源循环利用的理念贯穿于整个施工过程中。例如,在施工现场设置废料回收站,对废弃的土石方材料、建筑垃圾等进行分类回收和再利用;在运输过程中,优化运输路线和运输方式,减少运输过程中的能耗和排放。

结语

土石方开挖与填筑技术是水利施工中的核心环节,其施工质量和效率直接关系到整个工程的成败。通过科学的施工规划、合理的施工方法、严格的质量控制以及有效的环境保护措施,可以显著提升土石方工程的安全性和经济性,促进水利工程的可持续发展。未来,随着技术的进步和环保理念的深入人心,土石方开挖与填筑技术将更加绿色、高效、智能化,为水利事业的发展贡献更大的力量。

参考文献

- [1]刘艳洲,刘彦龙,查萨.水利工程施工中的土石方施工技术探析[J].内蒙古水利,2024,(S2):59-60.
- [2]马哲.水利工程土石方开挖施工技术应用分析[J].人民黄河,2024,46(S1):188-189.
- [3]牟君之,胡卫中,肖明.水利水电工程土石方施工技术初探[J].科技风,2024,(13):79-81.
- [4]张丽丽,张光宝.水利工程土石方施工技术的应用及管理[J].珠江水运,2020,(15):107-108.