

绿色勘察理念下工程勘察废弃物减量化与资源化路径

孙 哲

中铁第六勘察设计院集团有限公司 天津 300308

摘 要：绿色勘察理念强调生态优先、资源循环利用与全生命周期管理，对工程勘察废弃物减量化与资源化提出新要求。通过精准勘察技术革新、施工工艺优化及材料消耗控制，从源头减少废弃物产生；依托物质转化、能量回收及生态修复材料开发，实现废弃物资源高效利用；构建技术创新支撑、人才队伍建设及标准规范引领体系，保障技术落地与行业可持续发展。研究为工程勘察行业绿色转型提供理论支撑与实践路径，推动生态效益与经济效益协同提升。

关键词：绿色勘察；废弃物减量化；资源化利用；技术体系；实施保障

引言：工程勘察作为资源开发的基础环节，传统模式因高资源消耗与废弃物排放面临生态挑战。绿色勘察理念以生态优先、资源循环利用及全生命周期管理为核心，通过技术革新与管理优化，构建废弃物减量化与资源化技术体系。其核心在于打破线性资源消耗模式，推动勘察活动向集约化、循环化转型，实现生态保护与经济协同发展的协同共进。

1 绿色勘察理念核心内涵

1.1 生态优先原则

生态优先原则是绿色勘察理念的首要准则与价值根基，其核心在于将生态保护作为勘察活动的前置条件，通过科学评估与动态监测，确保勘察方案对区域生态系统的干扰降至最低。例如，在山地勘察中，需提前规划施工路径以避开珍稀植物分布区，并采用无人机勘测替代大面积地表清理，从而减少对地表植被、水体、土壤等关键生态要素的破坏^[1]。这一原则不仅契合生态文明建设中生态保护与经济发展协同共生的核心理念，也是新一轮找矿突破战略行动中绿色勘查实施的核心要求，更是工程勘察行业向绿色低碳转型的必然选择。通过严格落实生态优先原则，勘察活动能够与自然环境形成良性互动，避免因短期开发行为破坏生态系统自然演化进程，最终实现勘察工作与生态保护的协同推进。

1.2 资源循环利用导向

资源循环利用导向是绿色勘察理念的重要支撑，也是循环经济理念在工程勘察领域的具体落地。在资源日益紧张的当下，这一导向为工程勘察行业提供了可持续发展的新思路，有助于缓解资源供需矛盾，降低对自然资源的依赖。其技术路径严格遵循循环经济发展核心要求，以减量化、再利用、再循环为核心脉络，构建勘察过程中的物质闭环系统。这一导向打破传统勘察模式中资源消耗与废弃物排放的线性逻辑，推动勘察过程从粗

放式线性消耗模式向集约式循环再生模式转型。循环经济促进法明确提出减量化、再利用、资源化的发展要求，绿色勘察将这一要求细化落实到勘察全流程，通过优化勘察工艺、合理利用耗材、规范废弃物处理等方式，提高资源利用效率，减少各类勘察废弃物产生，实现勘察资源的高效循环与可持续利用，彰显绿色发展理念在工程勘察领域的实践价值。

1.3 全生命周期管理

全生命周期管理是绿色勘察理念落地实施的关键保障，构建起涵盖勘察设计、施工、监测、修复的全流程控制体系，实现对勘察各环节的系统性、精细化管控。该管理模式打破传统勘察各环节相互割裂的局限，将生态保护和资源节约要求融入每个环节，形成前后衔接、全程可控的管理格局。其核心要点在于强化各阶段废弃物产生的源头追溯与责任界定，明确勘察各环节的责任主体，确保每一个环节都能落实绿色勘察要求。这一管理模式呼应自然资源部关于绿色勘查全链条管控的要求，通过对勘察全过程的系统管控，从源头减少废弃物生成，保障绿色勘察理念落地见效，推动工程勘察行业向高质量、可持续方向转型，实现生态效益、经济效益与社会效益的统一。

2 废弃物减量化技术体系构建

2.1 精准勘察技术革新

精准勘察技术革新是废弃物减量化技术体系的核心支撑，依托现代信息技术与勘察技术的深度融合，实现勘察作业的精准化与高效化^[2]。遥感技术与地理信息系统集成应用，可实现对勘察区域的宏观精准把控，通过多源遥感数据的叠加分析，精准识别勘察重点区域与潜在异常区域，有效缩小地面勘察作业范围，减少地面扰动带来的废弃物增量。智能物探设备的研发与应用，通过优化探测算法与数据处理技术，提升地下地质体的识别

精度,精准定位勘察目标,大幅降低无效钻孔带来的岩土废弃物与耗材浪费。模块化钻探平台设计遵循标准化、可拆解理念,实现设备各构件的快速拆装与多场景重复利用,减少设备安装拆卸过程中产生的建筑垃圾,同时降低设备闲置造成的资源损耗,契合绿色勘察精准高效的核心要求。

2.2 施工工艺优化策略

施工工艺优化策略聚焦勘察作业全过程的废弃物源头减量,通过工艺革新替代传统高损耗作业方式,实现环保与高效的双重目标。定向钻进技术凭借精准的轨迹控制能力,可替代传统槽探作业,无需大面积开挖土方,有效控制土方开挖量,减少岩土废弃物的产生与堆放。泥浆循环净化系统的研发与应用,通过物理过滤、化学絮凝等多级净化工艺,实现钻井泥浆的循环复用,大幅减少废浆排放量,同时降低废浆处理带来的环境压力。数字化建模技术通过整合勘察区域地质资料,构建三维地质模型,精准指导勘察点位布设,明确各点位勘察深度与范围,避免重复勘察作业,从作业流程层面减少各类废弃物的无效产生,彰显工艺优化在废弃物减量化中的核心作用。

2.3 材料消耗控制机制

材料消耗控制机制围绕勘察过程中的耗材使用全流程,通过技术优化与管理升级,实现材料高效利用与废弃物减量。轻量化勘察装备设计依托新型复合材料与结构优化技术,在保证装备性能的前提下,降低装备自身重量,减少钢材、有色金属等原材料的使用强度,从源头减少材料消耗带来的废弃物。可降解润滑剂采用环保型可降解材料制备,替代传统高污染化学制剂,在满足勘察作业润滑需求的同时,降低化学废弃物对环境的污染风险,且降解后可融入自然环境,避免二次废弃物产生。标准化构件的广泛应用,实现勘察装备构件的通用化与互换性,提升构件周转效率,减少构件废弃量,通过材料循环利用进一步推动废弃物减量化,完善废弃物减量化技术体系的闭环管理。

3 废弃物资源化利用路径设计

3.1 物质转化技术路径

物质转化技术路径是废弃物资源化利用的核心路径,聚焦勘察废弃物的物质属性挖掘,通过专项技术处理实现废弃物向可用资源的转化,契合循环经济发展理念与绿色勘察资源循环导向^[3]。钻屑制备免烧砖技术依托钻屑自身的物理力学特性,结合胶凝材料改性处理,将勘察过程中产生的钻屑转化为免烧砖原料,实现固体废弃物的建材化利用,既解决钻屑堆放带来的环境压力,又替

代传统黏土砖原料,节约土地资源,符合新型建筑材料绿色低碳的发展要求。废泥浆固液分离与土壤改良剂制备工艺通过物理沉降、压滤等固液分离技术,实现废泥浆中固相与液相的有效分离,固相经改性处理可制备土壤改良剂,用于改善贫瘠土壤的理化性质,液相经净化处理后可循环复用,实现废泥浆的全组分资源化。金属废料磁选回收与再制造技术针对勘察过程中产生的废旧金属构件、钻头废料,通过磁选分离技术精准提取金属组分,经除锈、熔炼等再制造工艺处理,重新制备勘察用金属构件,实现金属资源的循环利用,降低金属材料消耗。

3.2 能量回收系统构建

能量回收系统构建聚焦勘察过程中各类废弃能量的回收利用,通过技术研发与系统设计,实现能量的梯次利用,提升勘察作业的能源利用效率,践行绿色发展理念。勘察设备余热回收装置开发针对钻探机、发电机等勘察设备运行过程中产生的余热,通过余热交换技术收集设备散热,经处理后用于勘察现场供暖、热水供应等,减少传统供暖方式的能源消耗,实现余热资源的高效利用。废旧电池梯次利用方案设计针对勘察设备使用后的废旧动力电池、储能电池,通过性能检测分类,对仍具备使用价值的电池进行梯次利用,用于勘察现场小型设备供电、应急储能等,无法梯次利用的电池经规范拆解回收,提取其中的有价金属,实现电池资源的全生命周期利用。太阳能-柴油混合动力系统应用结合勘察现场能源需求,整合太阳能与柴油发电技术,优先利用太阳能供电,柴油发电作为补充,减少柴油消耗与废气排放,同时实现太阳能资源的有效回收,构建清洁高效的勘察能源供应体系。

3.3 生态修复材料开发

生态修复材料开发立足勘察废弃物的生态价值挖掘,将废弃物转化为生态修复材料,实现废弃物资源化与生态环境保护的协同推进,呼应绿色勘察生态优先原则。勘察废土改良基质配比研究结合废土的土壤成分、颗粒级配等特性,通过添加有机肥、保水剂等改性材料优化配比,制备生态修复基质,用于勘察现场植被恢复、矿山生态修复等场景,改善修复区域土壤肥力与保水能力,促进植被生长。微生物修复剂载体制备技术以勘察废土、钻屑等废弃物为载体,负载功能性微生物制备微生物修复剂,用于受污染土壤、水体的修复,通过微生物代谢作用降解污染物,实现废弃物资源化与生态修复的有机结合^[4]。人工湿地填料优化设计利用勘察废石、钻屑等废弃物替代传统人工湿地填料,结合废弃物的孔隙结构

与吸附特性优化配比,提升人工湿地对污水的净化能力,同时解决废弃物堆放问题,实现废弃物资源化与水处理的协同发展。

4 实施保障体系构建

4.1 技术创新支撑体系

技术创新支撑体系是绿色勘察废弃物减量化与资源化落地实施的核心保障,立足绿色勘察技术发展需求,构建全方位、多层次的技术创新支撑格局,契合科技创新驱动绿色发展的战略导向。绿色勘察技术重点实验室建设聚焦减量化、资源化关键技术研发,搭建集基础研究、技术开发、中试转化于一体的创新平台,汇聚科研力量开展专项技术研究,破解技术瓶颈,为废弃物处理技术升级提供科研支撑。关键共性技术攻关计划制定围绕勘察废弃物减量化与资源化领域的核心技术难题,明确攻关方向、技术路线与实施步骤,整合产学研资源协同攻关,推动技术成果向实际应用转化,提升绿色勘察技术整体水平。技术成熟度评价体系完善结合绿色勘察技术特点,建立科学合理的技术成熟度评价指标,规范技术评价流程,精准判断技术应用可行性,为技术推广与应用提供科学依据,保障技术应用的稳定性与可靠性。

4.2 人才队伍建设机制

人才队伍建设机制聚焦绿色勘察领域复合型人才培育,构建完善的人才培养、认证与交流体系,为废弃物减量化与资源化实施提供人才保障,契合行业高质量发展对人才的需求。复合型人才培养方案设计立足绿色勘察技术与管理融合需求,优化人才培养课程体系,整合勘察工程、环境科学、循环经济等多学科知识,培养兼具技术能力与环保理念的复合型人才,满足行业发展对综合型人才的需求。技能认证与继续教育体系构建建立标准化的技能认证标准,规范人才技能评价流程,同时搭建常态化继续教育平台,开展绿色勘察新技术、新工艺培训,提升从业人员专业技能与业务水平,适应技术升级需求。国际化人才交流平台搭建依托国际合作渠道,搭建绿色勘察领域国际化人才交流平台,促进国内外人才双向交流、经验共享,引进先进技术与理念,提升我国绿色勘察人才的国际竞争力。

4.3 标准规范引领作用

标准规范引领作用通过构建完善的绿色勘察标准体系,明确废弃物减量化与资源化的技术要求、质量标准与实施流程,为行业发展提供规范指引,契合标准化推动绿色发展的行业共识。绿色勘察技术导则编制结合勘察作业实际场景,明确废弃物减量化、资源化的技术流程、操作规范与环保要求,统一行业技术标准,规范勘察企业作业行为,避免无序作业带来的资源浪费与环境影响。资源化产品性能标准制定针对勘察废弃物转化的各类资源化产品,明确产品质量指标、使用范围与检测方法,保障资源化产品质量,推动资源化产品市场化应用,提升废弃物资源化利用的积极性^[5]。全生命周期评价方法研究围绕勘察废弃物从产生到资源化利用的全流程,建立科学的全生命周期评价方法,量化废弃物处理各环节的资源消耗与环境影响,为绿色勘察方案优化提供数据支撑,推动行业向绿色低碳方向转型。

结束语

绿色勘察理念下废弃物减量化与资源化的实践,是工程勘察行业响应生态文明建设的关键举措。通过技术体系构建与资源化路径设计,行业正逐步突破传统线性发展模式,向循环再生方向转型。实施保障体系的完善进一步强化了技术落地与标准引领,为行业可持续发展奠定基础。随着技术创新与政策协同深化,绿色勘察将成为推动资源开发与生态保护平衡的重要力量,助力行业高质量发展与生态环境保护双赢。

参考文献

- [1]钱龙.建筑废弃物资源化回收利用技术研究与应用[J].建筑技术开发,2024,51(4):143-145.
- [2]沈诗洋.基于绿色建造的建筑废弃物全过程管理研究[J].未知期刊,2024,44(01):150-155.
- [3]徐进财,李静,姜广辉.建筑垃圾的源头减量化及资源化利用研究[J].河南科技,2021,767(33):63-65.
- [4]陈蕾.施工现场建筑垃圾减量化的思考[J].施工技术,2021,50(13):102-105.
- [5]惠伟.施工建筑垃圾减量化和资源化对策研究[J].建筑节能,2023,51(05):131-134.