

地质矿产勘查及绿色勘查技术创新

路诚飞

四川川煤第六工程建设有限公司 吉林 长春 130000

摘要：地质矿产勘查是连接矿产资源与开发利用的关键纽带，核心是通过专业技术精准识别矿产特征、为合理开发提供依据。当前行业正向精细化、智能化转型，但传统勘查模式存在生态扰动大、资源利用效率低等局限，推动绿色勘查技术创新成为必然。绿色勘查将生态保护融入全过程，核心围绕物探化探、钻探、智能化及废弃物资源化等方向创新，通过多技术协同、流程优化与人才培育，实现勘查与生态协同发展，助力行业高质量、可持续转型。

关键词：地质矿产勘查；绿色勘查；技术创新；生态协同；勘查优化

引言：矿产资源是重要的战略基础，地质矿产勘查作为资源开发的前置环节，其技术水平直接影响资源利用效率与生态环境。随着行业发展，传统粗放式勘查模式的局限日益凸显，对生态环境的扰动、资源的浪费等问题，制约了行业可持续发展。在此背景下，绿色勘查理念应运而生，将生态保护与勘查技术深度融合，通过技术创新破解行业发展瓶颈，兼顾资源开发与生态保护已成为行业转型的核心方向，下文将围绕相关技术创新展开具体阐述。

1 地质矿产勘查的核心内涵与行业发展现状

地质矿产勘查是通过一系列专业技术手段，对地下矿产资源的分布、储量、品质、赋存状态及开采条件进行系统调查、分析与评价的过程，是连接矿产资源与开发利用的关键纽带，其核心目标是精准识别矿产特征，为资源合理开发提供科学依据。地质矿产勘查涵盖前期地质调查、物探、化探、钻探、采样测试等多个环节，每个环节的技术水平直接决定勘查成果的准确性与可靠性。当前，行业整体呈现出勘查精度不断提升、技术手段不断丰富的发展态势，逐步从传统的粗放式勘查向精细化、智能化勘查转型。但同时，传统勘查模式仍存在诸多局限，部分勘查技术对生态环境存在一定扰动，资源利用效率偏低，勘查过程中产生的废弃物处理不够规范，这些问题制约了行业的可持续发展，也推动了绿色勘查技术的创新与应用^[1]。

2 传统地质矿产勘查的局限与绿色勘查的核心需求

2.1 传统地质矿产勘查的主要局限

传统地质矿产勘查以资源发现为核心，对生态保护重视不足，存在诸多生态与技术局限。技术上，物探、化探分辨率低，难以精准识别深埋及复杂地质条件下的矿产资源，易形成勘查盲区造成资源浪费；钻探技术传统，钻孔施工对地表植被、土壤扰动较大，废弃钻孔

未有效处理易引发水土流失与土壤污染。资源利用上，废泥浆、岩屑等废弃物粗放处理，既污染环境又浪费资源，且勘查耗水大、缺乏节水措施。此外，智能化水平低，数据采集分析依赖人工，效率低、误差大，无法满足精细化勘查需求。

2.2 绿色勘查的核心内涵与发展定位

绿色勘查是将生态保护融入勘查全过程，采用环保技术与工艺，最大限度减少生态扰动，实现“勘查与环保同步”的模式。其核心内涵包括三方面：一是勘查过程环保化，优化技术工艺减少对地表植被、土壤、水体的破坏；二是资源利用高效化，提升资源利用率，实现废弃物资源化循环利用；三是技术应用绿色化，用环保型装备与试剂替代高污染、高消耗手段。其发展定位是推动行业从“资源导向”转向“生态与资源双导向”，实现矿产开发与生态保护协同发展，为行业可持续发展注入动力。

2.3 绿色勘查技术创新的核心需求

绿色勘查技术创新源于行业转型与生态保护的双重需求，主要体现在三点：一是生态扰动最小化，需创新技术工艺减少生态破坏，降低生态风险，实现勘查与环境共生；二是勘查效率与精度提升，在控扰的同时精准识别矿产分布与赋存特征，减少资源浪费、降低成本；三是资源循环利用，创新废弃物处理技术，实现废泥浆、岩屑、废水等资源化回收。此外，勘查区域向偏远山区、生态敏感区延伸，对绿色勘查技术的适应性及灵活性提出更高要求，需研发适配复杂地质与生态条件的技术^[2]。

2.4 绿色勘查与传统勘查的核心差异

二者核心差异体现在理念、技术、目标三个层面。理念上，传统勘查以资源开发为核心，生态保护居次要地位，绿色勘查则将生态保护融入全程，坚持“生态优

先”；技术上，传统勘查依赖粗放式传统技术，生态扰动大，绿色勘查采用环保、精细、智能化技术，优化流程、减少废弃物排放；目标上，传统勘查侧重发现与评价资源以满足开发需求，绿色勘查则在精准勘查的同时最大化保护生态，实现勘查可持续性，兼顾三大效益。这种差异决定了绿色勘查技术创新是行业转型的必然趋势，也是行业高质量发展的关键。

3 地质矿产绿色勘查技术创新的核心方向与应用要点

3.1 物探与化探绿色技术创新

物探与化探是地质矿产勘查的核心技术手段，其绿色化创新主要聚焦于技术优化、设备升级与试剂改良，实现勘查过程的低扰动、高精度。在物探技术方面，传统物探技术存在分辨率低、勘查范围有限、对生态环境有一定扰动等问题，绿色创新主要体现在高精度、非接触式物探技术的研发与应用。例如，优化航空重力、航磁矢量勘查技术，提升勘查分辨率，扩大勘查范围，减少地面勘查活动，降低对地表植被的破坏；研发高精度地面物探技术，采用轻量化、便携式勘查设备，替代传统大型勘查设备，减少设备搬运过程中的生态扰动。同时，创新物探数据处理技术，采用智能化数据解析算法，提高数据处理效率与精度，减少无效勘查作业，降低资源消耗。

在化探技术方面，绿色创新重点在于环保型化探试剂的研发与采样技术的优化。传统化探采样过程中，采用的试剂多具有腐蚀性、毒性，易造成土壤与水体污染，且采样过程中土壤扰动较大。绿色化探技术通过研发无毒性、可降解的环保型试剂，替代传统高污染试剂，减少试剂对生态环境的污染；优化化探采样技术，采用微创采样、分层采样等方式，减少土壤扰动，避免土壤结构破坏，同时提高采样的代表性与准确性。此外，创新化探数据分析技术，实现化探数据的精准解析，减少采样点数量，降低勘查过程中的生态扰动与资源消耗，实现化探勘查的绿色化、精细化^[3]。

3.2 钻探工程绿色技术创新

钻探工程是地质矿产勘查中扰动生态环境最明显的环节之一，其绿色技术创新主要围绕减少地表扰动、废弃物资源化、节水节能等方面展开，核心是实现钻探过程的环保化、高效化。在钻探设备创新方面，研发模块化、轻量化岩心钻机，替代传统大型钻机，实现设备的快速拆装与便捷搬运，减少设备搬运过程中对山区、林地等区域的道路要求和场地扰动，降低生态破坏风险。同时，优化钻机的动力系统，采用节能型动力设备，降低能源消耗，减少废气排放，实现节能与环保的双重

目标。

在钻探工艺创新方面，重点优化钻进参数与钻具组合，提升钻进效率，减少钻孔数量，降低地表扰动。例如，采用长寿命高效钻具，优化钻具组合，克服硬岩“打滑”和破碎地层取心困难等问题，保障岩心完整性，减少无效钻进，降低资源消耗；采用定向钻进、水平钻进等先进工艺，减少钻孔对地表植被的破坏，适应复杂地形与生态敏感区的勘查需求。在废弃物处理技术创新方面，研发废泥浆、岩屑等废弃物的资源化处理技术，实现废泥浆的循环利用，减少废水排放；对岩屑进行分类处理，将符合要求的岩屑用于场地回填、道路铺设等，实现资源化回收，减少废弃物堆放对生态环境的污染。此外，创新钻孔封堵技术，对废弃钻孔进行科学封堵，防止地下水渗漏与土壤污染，实现钻探工程的全流程绿色化。

3.3 勘查智能化技术创新

智能化技术是推动绿色勘查技术升级的重要支撑，其创新主要体现在勘查数据采集、分析、处理的智能化，以及勘查装备的智能化升级，实现勘查过程的高效化、精准化、低扰动。在勘查数据采集智能化方面，研发无人机勘查系统、智能采样机器人等设备，替代人工采样与勘查，减少人工操作对生态环境的扰动，同时提高勘查数据的采集效率与准确性。无人机勘查系统可实现大范围、高精度的地表地质调查，快速获取地质信息，减少地面勘查活动，降低对地表植被的破坏；智能采样机器人可实现微创采样、精准采样，减少土壤扰动，同时避免人工采样过程中的人为误差。

在勘查数据处理智能化方面，构建大数据、人工智能驱动的勘查数据解析平台，整合物探、化探、钻探等多源勘查数据，采用智能化算法进行数据挖掘、分析与预测，提高资源识别的精准度，减少无效勘查作业，降低资源消耗与生态扰动。例如，通过人工智能算法对勘查数据进行分析，精准识别矿产资源的分布范围、赋存状态，优化勘查方案，避免盲目勘查，提高勘查效率与质量。在勘查装备智能化方面，研发智能控制钻机、智能监测设备等，实现勘查装备的自动化、智能化操作，减少人工干预，提高勘查效率，同时降低勘查过程中的生态扰动。此外，构建智能化勘查管理系统，实现勘查过程的全程监测与管控，及时发现并解决勘查过程中的环保问题，确保绿色勘查技术的有效落实^[4]。

3.4 勘查废弃物资源化技术创新

勘查废弃物主要包括钻探产生的废泥浆、岩屑，化探产生的废弃试剂、采样废弃物，以及勘查过程中产生

的废水、废渣等,其资源化技术创新是绿色勘查的重要组成部分,核心是实现废弃物的减量化、无害化、资源化。在废泥浆资源化处理方面,研发废泥浆固液分离技术,将废泥浆中的固体颗粒与液体分离,液体经过处理后循环用于钻探施工,固体颗粒经过固化处理后,可用于场地回填、道路基层铺设等,实现废泥浆的循环利用,减少废水排放与废弃物堆放。同时,优化废泥浆处理工艺,采用环保型处理药剂,减少处理过程中的污染物排放,确保处理后的废弃物达到环保要求。

在岩屑资源化处理方面,对岩屑进行分类分级处理,根据岩屑的成分与性质,实现差异化利用。对于富含有用矿物的岩屑,采用分选技术提取有用矿物,实现资源回收;对于普通岩屑,经过固化、稳定化处理,用于场地回填、土壤改良等,减少废弃物堆放对生态环境的影响。在废水资源化处理方面,研发高效废水处理技术,对勘查过程中产生的废水进行过滤、净化处理,去除水中的污染物,处理后的废水可循环用于勘查施工、植被灌溉等,提高水资源利用率,减少水资源消耗与水体污染。此外,创新废弃试剂的处理技术,对化探产生的废弃试剂进行回收、再生处理,减少试剂浪费与环境污染,实现勘查废弃物的全流程资源化利用。

3.5 绿色勘查技术创新的协同推进路径

绿色勘查技术创新并非单一技术突破,而是多技术、多领域的协同创新,需从技术研发、流程优化、人才培养等多方面协同推进,确保技术创新的实用性与可操作性。技术研发层面,需加强产学研协同创新,整合科研机构、高校、企业的技术资源,聚焦绿色勘查核心技术难题开展针对性研发,重点突破环保型勘查试剂、智能化勘查装备、废弃物资源化处理等关键技术,推动技术成果转化与应用,同时加强行业技术交流合作,借鉴先进经验优化技术方案,提升创新水平。勘查流程优

化层面,需将绿色理念融入勘查全过程,从前期地质调查、方案设计,到中期施工、废弃物处理,再到后期场地恢复,构建全流程绿色勘查体系;优化方案设计以适配区域地质与生态条件,规范施工流程强化环保管控,完善后期场地恢复技术,修复受损植被与土壤,减少生态扰动。人才培养层面,需加强绿色勘查专业人才培养,打造兼具地质勘查与绿色环保知识的复合型人才队伍,同时强化现有从业人员培训,提升其技术水平与环保意识,推动技术广泛应用。此外,需加强技术标准体系建设,完善绿色勘查技术规范与评价标准,规范技术应用,推动行业向绿色化、高质量发展转型^[5]。

结束语:绿色勘查技术创新是地质矿产勘查行业转型的关键路径,有效破解了传统勘查在生态与技术层面的局限,实现勘查过程环保化与资源利用高效化。围绕物探化探、钻探、智能化及废弃物资源化开展多元技术创新,构建起全流程绿色勘查体系。未来应持续深化产学研协同,加强人才培养与标准体系建设,推动技术落地应用,促进资源勘查与生态保护协同共进,支撑行业实现高质量可持续发展。

参考文献

- [1]任志栋.地质矿产绿色勘查技术创新策略[J].中国金属通报,2026(1):177-179.
- [2]莫良栋.试论地质矿产勘查与绿色开采技术创新思路[J].石油石化物资采购,2025(11):85-87.
- [3]陈超,高润森,王茹.探讨地质矿产勘查及绿色开采技术创新策略[J].中国金属通报,2025(9):46-48.
- [4]王亚宁.地质矿产勘查及绿色开采技术创新思考[J].中国金属通报,2025(17):89-91.
- [5]刘凯渊.地质矿产勘查及绿色开采技术创新思考[J].中国金属通报,2025(2):61-63.