

# Analysis on efficient supporting of geological machinery for field geological exploration

Wenhai Ma

Anhui Provincial Coalfield Geological Bureau Hydrogeological Exploration Team, Suzhou, Anhui, 234000, China

## Abstract

Field geological exploration constitutes a vital component of geological work, providing scientific foundations for mineral development, infrastructure construction, and geological disaster prevention. With the increasing depth and precision of mineral exploration, there is growing demand for efficient coordination of geological machinery. This paper addresses practical needs in geological exploration by establishing fundamental concepts of equipment coordination, detailing core methodologies and major equipment types, and focusing on strategies to enhance mechanical efficiency under current conditions. Key measures include selecting appropriate drilling rigs, optimizing equipment integration, applying efficient exploration techniques, and improving field personnel's professional competencies. These comprehensive approaches aim to deliver theoretical guidance and practical assurance for boosting field geological survey efficiency while maintaining quality standards in field exploration operations.

## Keywords

field geological exploration; geological machinery; drilling machine support;

# 基于野外地质勘探的地质机械高效配套探析

马文海

安徽省煤田地质局水文勘探队, 中国·安徽 宿州 234000

## 摘要

野外地质勘查属于地质工作的重要内容之一, 为矿产的开发、建设以及预防地质灾害提供了科学依据。随着探矿的深度和精度的增加, 对地质机械配套的高效化提出了更高的要求。本文根据地质勘查实际需要, 从地质机械配套基本概念出发, 叙述地质勘查基本方法及其主要类型, 重点研究新形势下提高地质机械高效配套的措施, 包括钻机的选用、机械的高效配套、勘探方法的高效率应用及勘探人员综合业务水平的提高, 以期为提高野外地质勘查效率和保证野外地质勘查的质量提供理论参考和保证。

## 关键词

野外地质勘探; 地质机械; 钻机配套;

## 1 引言

地质勘探是地质资料信息来源的主要方式, 是矿产资源勘探开发、基础设施建设和环境保护的先导性工作。随着勘探工程不断走向深部和复杂地质环境, 传统的机械配套不能满足野外深部、复杂地质环境下的勘探需要, 机械配套的高效配套、勘探方法和工艺的科学化选择、专业人才的高水平作业直接影响到勘探项目的质量、效率和效益, 特别在新形势下能源结构调整、绿色勘探与信息化建设的大背景下, 如何将地质勘探机械高效配套应用在野外地质勘探生产中, 是行业亟待解决的重要课题。

## 2 地质机械配套基本概念

地质钻探机械配套即围绕具体的钻探任务, 在对地质对象、技术特征和作业环境充分了解的基础上, 选择或集成相关的机械设备、设备和相关装置, 构成具有科学功能、科学性能、科学效能等综合优势与特点的、功能更加强大和系统完整的钻探设备(综合系统)的技术和装备体系。地质钻探机械配套的主要目的是实现钻探作业的有效、可行、合理、可靠。传统的地质钻探设备包括: 钻机、钻杆、动力设备、循环介质、取芯设备等主体设备和运输、提升、供水、供电等配套设备, 而现代钻探设备还包括: 自动化控制装置、信息化监控系统、环保辅助设施等, 从而使钻探机械配套由单一的机械配套走向综合配套, 包括装备配套和系统配套。

【作者简介】马文海(1988-), 男, 中国安徽宿州人, 本科, 助理工程师, 从事地勘地质机械仪器方面的研究。

### 3 地质勘探基本方法和主要类型

#### 3.1 坑探地质勘探技术与方法

坑探作为最直接、最传统的勘探方法，其基础原理是采用人工开挖或机械掘进的方式形成地下探矿坑道，勘探人员可以进入矿体或围岩内部，通过直接观察、丈测、探测的方法直接获得地质体的形态构造、矿石分布及其围岩性状。这种方法最大的优点是获得实物资料，精度高、直观，获得的数据真实、可靠，能最直接、准确地为确定矿体几何形态参数、矿石的品位和结构提供最有价值的依据。因此，在对浅部矿体的勘探、矿体延伸方向已经确定或需要对矿体进行精确控制的情况下，坑探仍然是不可替代的一种勘探手段。

坑探工作中，工程布置一般是指坑探布置，布置形式主要有平硐、斜井、竖井、横川等，布置形式主要根据矿体产状和勘探工作要求而定。为了保证坑探作业效率高、施工安全，对坑探工作设备要求较高，常用的有掘进设备、装载和运输设备、通风设备、提升设备、排水设备和供电设备。掘进设备是坑探工作施工设备的核心，决定着设备破岩效率和施工效率，现代坑探施工多采用液压凿岩台车或小型隧道掘进机以适应较狭小的施工空间和地质条件。由于坑探施工作业封闭作业，空气不易流通，需要大容量的通风机，以便将洞内的有害气体进行稀释和排放粉尘等保证工人身体健康和作业安全。同时，坑道内的涌水问题很普遍，涌水量大时会增加排水泵的需求量以及做好坑道的防渗措施，使涌水及时排出保证坑道施工进度或防止坑道塌方等安全事故的发生。随着机械化、信息化的发展，现代坑道作业发展了自动化的掘进机、远程监控、预警等安全监测等以保证坑道施工的高速性、安全性要求<sup>[1]</sup>。

#### 3.2 钻探地质勘探技术与方法

钻探是目前地质勘探使用最多、最有效的手段，它是通过钻孔取得地下岩心样品或地质剖面等，以了解矿体赋存状态、围岩性质及地下构造等。钻探方法不受任何地质条件限制，尤其是当要获取深部矿体或难从露头或坑探直接获得的矿体时，钻探是比较有成效的手段，因为从地下打孔所取得的岩样是完整的，可用于分析矿石质量及其结构，并在钻孔时可进行地质编录、孔内测试、取样等工作，对矿体的评价具有重要的价值。

高效钻探技术的实施离不开适宜的工艺手段和配套的机械设备系统。钻探机械设备系统主要包括钻机系统、动力系统、循环系统、提升系统、取心设备及井口设备。应用最多的钻进方式为回转钻进、冲击回转钻进和定向钻进。其中回转钻进工艺适用软硬岩层均可，钻进效率高，取芯程度良好；冲击回转钻进工艺适合于坚硬或破碎岩层，能够大幅度地提高钻进效率；当需要对孔斜和孔向控制精确、定向精度要求高的井时，应该选用智能化控制技术全液压定向钻机或绳索取芯钻机，钻进才能控制孔斜与孔向的准确。泥浆循环系统是钻探施工作业不可缺少的部分，它的任务主要包括钻

头的冷却、钻井机器设备的润滑、钻屑的排除、井壁的稳定，以确保钻孔施工的安全。所以选择大排量、高压、配置固液分离泥浆泵，是极为重要的。同时，在绿色勘探理念的支撑下，采用绿色环保型钻井液、泥浆循环再利用、能耗消耗低等成为钻探施工的重点方向。

#### 3.3 地球物理勘探技术与方法

地球物理勘探是一种通过测量和分析地球物理场异常，间接推断地下地质结构、岩性分布及矿体赋存情况的勘探技术。这种方法通过岩石和矿石在物理属性（例如密度、磁性、电性和弹性）上的差异，观测这些物理场的特征，并结合数学反演计算，建立地下地质体的假设模型。常见的地球物理勘探技术包括重力勘探、磁法勘探、电法勘探和地震勘探等。重力勘探通常用于识别密度差异明显的地质体，比如大型矿床或构造带；磁法勘探则广泛应用于寻找具有显著磁性特征的矿产资源，如铁矿；电法勘探可以揭示地下介质的导电性差异，适用于金属矿和地下水的勘探；而地震勘探基于弹性波的传播特性，被广泛用于石油和天然气资源的勘探以及深部结构研究。物探技术的优势在于能够在较大范围内快速获取地下信息，工作效率高且不需要大规模工程开挖，因而在区域地质调查、资源普查及复杂构造区研究中具有重要意义。然而，由于物探结果属于间接信息，解释精度受限于数据分析和反演技术，因此往往需要结合钻探验证以提高勘探可靠性。随着数字化和智能化技术的发展，现代物探装备趋于轻量化、集成化和智能化，配备高精度传感器、GPS定位系统和数据实时传输模块，可实现多种物探方法的一体化联合作业，大幅提升野外勘探的数据采集效率和精度。在数据处理方面，基于大数据分析、人工智能反演的技术应用，使物探成果的解释更为精准和快速。

### 4 新时期地质机械高效配套提升措施探讨

#### 4.1 野外地质勘探中钻机的选择应用

钻机是完成地质勘探钻探作业的主要装备，其钻探机理、机构和相关技术对地质勘探钻探作业的效率和质量有重要的影响。新时期下进行钻机选择时要综合考虑机群钻机的地层适应性、操作灵活性以及能源利用率三个方面的需求。一方面钻机地层适应性是机群钻机选择的首要考虑因素，各类地层所选用的钻机的功率、扭矩、推力和取芯技术参数并不一致。一般来说，在坚硬地层条件下应当选择具备大功率和大扭矩的全液压钻机来破岩和钻井，如果在施工地层条件下钻井孔中存在崩解的可能时就应采用绳索取芯钻机、空气钻机等，这样可以有效减少孔壁压力，维持钻孔的稳定。另一方面，地层勘探钻探作业场地的空间条件及作业环境在很大程度上决定了钻机机构的可拼装性和钻机本身的轻量化要求，这就使得在设计钻机时应尽可能满足模块化设计，实现快速的拆装和搬运，使钻探作业不受地理空间和地形限制，降低搬运机器耽误时间的概率。同时，机械动力系统的

选取应为绿色勘探所要求,因此可以选择选择电驱动系统、混合动力系统或者优化功率、减少燃料消耗的柴油发动机驱动系统。此外,对钻机相关技术的更新升级,要求钻机中拥有自动化和智能化系统,这样才能够实现对钻探过程中参数的实时监控。近年来,使用装备的自动送钻、钻压调整、钻速调整等系统就可对钻探参数进行动态调整,从而减少人工操作钻机带来的失误,引发钻机钻具事故的发生<sup>[1]</sup>。

#### 4.2 野外地质勘探机械的高效化配套

机械设备的配套不仅仅是单机设备的堆积,而是涉及到动力配套系统、传动系统、辅助配套系统及信息化管理的系统集成。高水平的配套主要体现在两方面,首先是设备系统之间性能的参数配套和工作节奏配套,避免浪费和瓶颈工序出现。第一,钻机系统、泥浆循环系统配套。泥浆泵的排量与钻机钻速相匹配,若排量过低,则孔内钻屑不能及时排出,孔内压力不稳定,易出现孔内卡钻事故;若排量过大,不但浪费能耗,而且浪费泥浆。所以选用变频控制的高效泥浆泵,通过实时测量流量、压力值来优化排浆效率,确保孔内稳定。第二,提升系统、取芯系统、钻具重量的匹配程度,特别在深孔钻进中,提升系统的提升力、制动性能必须达到要求,确保岩心采取的准确可靠性。

配套机械的性能和布置方式也是影响因素。如配套供电设备选择高功率密度柴油发电机组或者太阳能和储能相结合的混合供电方式,避免因柴油机连续怠速运转而造成的油耗升高,同时也保证供电的稳定,实现连续供电;配套供水设备的自动加压和净水工艺,保证泥浆调配用水不间断;配套运输机械、通风机械和排水系统根据不同的勘探区域选择合适的效率更高的配套机械,对山区勘探而言,轻便的履带式运输机械大幅提高了钻探物资的运输效率,对深部坑探而言,高风压的通风机和智能自动排水的水泵直接决定了坑探施工环境的保持和继续。随着计算机和物联网技术的进步,在机械化装备的配套将逐步向集成化和模组化发展,通过无线传感网络汇总各配套设备的信息,传到控制中心,实现装备调度的动态化和系统控制优化,最终实现野外地质勘探作业机械系统的集成协调、协同高效运行<sup>[1]</sup>。

#### 4.3 野外地质勘探技术的高效化配套

随着钻机硬件水平的提高,如何提升野外地质钻探施工的高效化是装备和技术配套的保障,需要进行高效地质钻探工艺的应用,以及其他信息化、数字化技术与手段的渗透

和介入。一是应用效率更高钻探工程工艺如绳索取芯工艺能极大缩短起下钻时间、提升岩石取样的直观性和准确性等,定向钻进、分支钻孔、多管取芯钻进等工艺如遇深部矿体和深部位地址条件,实现以小换大,减少钻孔数目,获得更多的地质信息,降低钻探成本。二是发挥信息技术、数字化技术在野外钻探高效化中的重要作用。在钻探施工过程应用物联网(IoT)为基础的地质钻探施工设备管理系统,能动态监测钻探设备运行状态参数和工艺参数、能耗水平参数,同时结合网络上的大数据平台进行动态分析,对潜在异常或故障实现预测性维护,以降低停机事故率与风险、提升现场施工效率。三是应用高效的钻孔信息实时采集、传输与实时数据处理技术,实现在钻探过程地质信息的高效化传输,比如地质信息采用数据传感的高精度测量技术结合无线通信的传输,实现地层信息和钻探过程的实时快速传输,大幅减少以往地质数据的人工观测带来的误差与信息滞后风险;地质信息在解释过程中实现智能计算技术的应用,实现钻孔地球物理或地球化学信息、相关资料应用的人工智能分析,以快速生成三维地质模型,优化解释效果。绿色勘探理念的贯彻同样是技术高效化配套的重要内容,应推广使用环保型钻井液、可降解泥浆材料,并建设泥浆循环回收系统,以降低环境影响,满足可持续发展要求。

## 5 结语

野外地质勘探是地质工作的重要环节,地质工作机械配套的科学化、机械化不仅影响着地质勘探作业的成本、效率,而且影响着地质勘探成果的质量。随着地质找矿工作向深覆盖区和复杂地质环境发展,提高单机工作能力已经不能满足需求,唯有提高整个地质找矿装备的工作效率,才能提升地质找矿工作的效率。随着技术的发展,今后地质工作的装备将朝着智能化、绿色化、模块化的方向发展,行业应该积极加快新技术、新装备的推广应用步伐,不断改善地质工作机械配套的形式,促进地质找矿工作的高质量发展。

### 参考文献

- [1] 王磊. 基于信息技术的地质系统地质机械开发研究[J]. 中国信息界, 2024, (09): 36-38.
- [2] 李飞,文波. 矿山地质系统地质机械的研究与开发[J]. 世界有色金属, 2024, (15): 220-222.
- [3] 文波,李飞. 野外地质勘探中矿山地质机械高效配套浅析[J]. 世界有色金属, 2024, (07): 160-162.