

# 煤矿地质勘查技术及要点分析

张永超

郑州煤电股份有限公司芦沟煤矿 河南 郑州 452370

**摘要:** 煤炭资源开发的安全与效益高度依赖煤矿地质勘查精准度,核心通过多技术协同揭示地下地质特征、煤层分布及灾害隐患。主流勘查技术含地球物理、地球化学、钻探及巷探坑探等,各有适用场景与要点。本文剖析各类技术应用逻辑,聚焦前期资料梳理、范围精度确定等核心要点,明确技术选型与质量管控策略,可提升勘查效率与精度,为矿井设计、安全生产及资源高效利用提供地质支撑。

**关键词:** 煤矿地质; 勘查技术; 勘查要点

引言: 煤炭资源开发高度依赖精准地质勘查,以规避地质灾害风险、优化资源利用效益。地质勘查通过物探、钻探、地球化学等多技术协同,系统揭示地下构造形态、煤层分布规律及潜在灾害隐患,为矿井科学设计、安全生产及生态保护提供基础支撑。随着技术进步,勘查手段正从传统模式向智能化、精细化演进,持续提升地质认知精度与效率,持续强化资源开发全流程的安全性及可持续性。

## 1 煤矿地质勘查概述

煤矿地质勘查是围绕煤炭资源开发全周期开展的系统性地质工作,其核心目标在于精准识别矿区地质特征、评估资源潜力并防控开发风险。该工作以地质学理论为基础,结合物理、化学探测技术及工程实践,为矿井设计、安全生产及生态保护提供科学依据。在资源勘探阶段,通过地质填图、物探、化探等手段,系统查明煤层分布、厚度、埋藏深度及煤质特征,构建三维地质模型,为储量计算与开采规划奠定基础。例如,利用三维地震勘探技术可清晰刻画地下岩层界面,识别隐伏断层与陷落柱,优化巷道布置方案,减少无效挖掘。开发过程中,地质勘查持续发挥风险预警作用,通过水文地质调查与瓦斯监测,可评估地下水系分布、突水风险及瓦斯突出倾向,指导排水系统设计与通风防爆措施。在复杂地质条件下,微震监测与应力测试技术可实时追踪岩体应力变化,预警冲击地压等动力灾害,保障作业人员安全。此外,勘查工作兼顾生态保护需求,通过环境基线调查与动态监测,分析采矿对地表沉降、土壤侵蚀及地下水污染的潜在影响,指导制定生态修复方案,实现开发与保护的平衡<sup>[1]</sup>。煤矿地质勘查以科学方法论为支撑,贯穿资源开发全流程,既保障安全生产与资源高效利用,又兼顾生态保护,是煤炭工业可持续发展的核心支撑,其专业性与系统性直接决定矿井的经济效益与环境影响。

## 2 主流煤矿地质勘查技术类型

### 2.1 地球物理勘查技术

地球物理勘查技术通过探测地下介质物理性质差异,为煤矿地质勘查提供关键信息支撑;该技术涵盖重力、磁法、电法、地震等多种方法,各具独特适用场景与优势。重力勘探利用密度差异识别地下构造,如隐伏断层或岩体侵入体;磁法勘探通过磁性矿物分布特征推断地质构造,辅助圈定断裂带位置;电法勘探中,高密度电阻率法可探测含水层分布,瞬变电磁法能评估煤层顶底板电性特征,为防水治水提供依据。地震勘探作为核心手段,通过人工震源激发地震波,记录其反射、折射信号,构建地下岩层三维结构模型,精准刻画煤层形态、断层产状及陷落柱发育情况;该方法在复杂地质条件下优势显著,能优化矿井设计参数,减少开采风险。技术实施需注重方法组合优化与数据质量管控,科学选择物探方法,结合地质条件调整参数设置;强化数据采集、处理与解释全流程质量控制,运用先进软件与算法提升成果精度;重视多方法结果交叉验证,综合地质、钻探资料修正解释模型,避免单一方法局限性。地球物理勘查技术以物理场探测为基础,结合地质逻辑分析,是提升勘查效率与精度的关键技术手段,贯穿煤矿资源开发全周期。

### 2.2 地球化学勘查技术

地球化学勘查技术以元素迁移规律为核心,通过分析岩石、土壤、地下水等介质中的化学特征,为煤矿地质提供隐伏构造识别与矿体赋存推断依据;该技术聚焦煤系地层元素分布异常,利用微量元素组合、同位素示踪等手段,揭示煤层形成环境、后期改造过程及煤质变化规律。在具体应用中,土壤地球化学测量可圈定煤层顶底板岩性变化范围,通过元素异常带识别隐伏断层或褶皱构造;水系沉积物测量能追溯地下水流动路径,评

估采矿活动对周边水文环境的潜在影响。岩石地球化学测量则结合钻探岩芯分析,通过微量元素比值判断煤层沉积环境与热演化程度,辅助预测煤质变化趋势;该技术与物探、钻探形成多技术协同,如在物探异常区开展土壤地球化学验证,可明确异常成因是否由煤层或构造引起;结合钻探岩芯的元素分布,能精准刻画煤层边界与夹矸分布特征<sup>[2]</sup>。地球化学勘查具有成本低、效率高、信息直观的优势,尤其在复杂地质条件下,可有效补充物探技术的局限性,为矿井设计提供地质依据,同时支撑生态保护与灾害风险防控,是煤矿地质勘查中不可或缺的技术手段,其科学应用贯穿资源开发全周期,持续提升勘查精度与效率。

### 2.3 钻探工程勘查技术

钻探工程勘查技术是煤矿地质勘查中重要手段,能够直接获取地下岩芯样本,为准确了解煤矿地质情况提供关键依据。在煤矿地质勘查中运用钻探工程勘查技术,首先要进行科学的钻孔设计;依据煤矿的地质特征、勘查目标等因素,合理确定钻孔位置、深度和方向,钻孔设计有助于提高勘查效率,确保获取有代表性的地质信息。钻探过程中,选择合适的钻探设备和工艺至关重要;根据不同的地质条件,如岩石的硬度、地层的稳定性等,选用相应的钻头、钻杆和钻进方法,例如,对于坚硬岩石,可使用合金钻头或金刚石钻头;对于松软地层,则需采用特殊的钻进工艺以防止塌孔。获取岩芯样本后,要对其进行细致的分析和研究;观察岩芯的岩性、结构、构造等特征,判断地层的年代、沉积环境以及煤层的赋存情况,同时,还可以通过对岩芯的物理和化学性质测试,了解煤层的质量和储量。钻探工程勘查技术也存在挑战,钻探成本较高,且在复杂地质条件下施工难度较大,此外,钻探过程中可能会遇到各种技术问题,如卡钻、漏水等;因此,需要专业的技术人员操作和管理,确保钻探工作的顺利进行。通过科学运用钻探勘查技术,能够为煤矿的开发和利用提供可靠的地质依据。

### 2.4 巷探与坑探勘查技术

巷探与坑探勘查技术在煤矿地质勘查中发挥重要作用,直接揭露地下地质情况,为煤矿开采提供关键依据。巷探是在煤矿井下挖掘巷道,通过对巷道周围岩体和煤层的直接观察与测量,获取地质信息。在巷探过程中,地质人员可以直观看到煤层的厚度、倾角、夹矸情况以及地质构造的发育状况,例如,断层、褶皱等构造在巷道壁上会有明显的表现,通过详细记录这些构造的特征,准确判断其对煤层的影响程度;同时,巷探还可以采集煤样和岩样进行分析,了解煤层的质量和岩石的物理力学

性质<sup>[3]</sup>。坑探则是在地表挖掘探槽、试坑、浅井、竖井、平硐、平巷等,以揭露被覆盖的岩体或采集土层和试验样品,坑探技术在露天矿区或半露天矿区应用广泛;通过坑探,能够直接观察到地层的原始状态,确定煤层的埋藏深度和分布范围,对坑探采集的样品研究和分析,还可以了解煤层的产状和地质构造。不过,巷探与坑探勘查技术也存在一定局限性,施工过程中存在安全风险,如巷道坍塌、瓦斯爆炸等;而且,这两种技术的成本较高,施工周期较长。在实际应用中,需要综合考虑地质条件、勘查目的和经济因素,合理选择勘查技术,以提高效率和准确性。

## 3 煤矿地质勘查核心要点

### 3.1 勘查前期基础资料梳理要点

勘查前期基础资料梳理是确保勘查工作高效开展的关键环节,需系统整合多源信息以构建地质认知框架。第一,应全面收集区域地质背景资料,包括地层分布、构造演化、岩浆活动等基础地质信息,通过地质图、地质报告等文献资料厘定区域地质特征,为勘查目标区定位提供宏观依据。第二,需梳理历史勘查成果,整合钻孔岩芯数据、测井曲线、物探异常解释成果等,分析煤层厚度变化规律、构造发育特征及水文地质条件,识别潜在勘查风险点;例如,通过已有钻孔资料评估煤层连续性,为后续勘查布点提供依据。第三,应整合遥感影像与地理信息数据,结合地形地貌、地表覆盖特征,识别隐伏构造线索,优化勘查路线设计;还需关注环境基线数据,如地下水水位、土壤类型等,为生态影响评估奠定基础。基础资料梳理需注重数据质量评估与整合分析,通过多源信息交叉验证,修正地质认识偏差,确保勘查方案的科学性与可行性。这一过程以地质逻辑为主线,贯穿从区域背景到目标区细节的认知递进,是衔接前期准备与实地勘查的核心纽带,为后续勘查工作的精准实施提供坚实支撑。

### 3.2 勘查范围与精度确定要点

在煤矿地质勘查中,准确确定勘查范围与精度至关重要,这直接关系到勘查工作的成效和后续煤矿的开发利用。确定勘查范围时,需要综合考虑多方面因素,首先要依据煤矿的地质背景,了解区域地质构造、地层分布等情况,初步圈定可能含煤的区域;还要结合煤矿的规划和开发需求,明确勘查是为了新建矿井、扩大井田范围还是进行资源评估等,以此来合理界定勘查的边界。此外,周边已有的煤矿开采情况和地质资料也能为确定勘查范围提供参考,避免重复工作和资源浪费。勘查精度的确定同样不容忽视,它取决于勘查的阶段和目的,

在预查阶段,主要是大致了解含煤地层的分布和煤层的一般情况,精度要求相对较低;随着勘查工作的推进,进入普查、详查和勘探阶段,对煤层的厚度、结构、煤质等信息的精度要求逐渐提高。要根据不同阶段的需求,选择合适的勘查技术和方法,确保获取的数据能够满足相应的精度标准;同时,还要考虑经济因素,在保证勘查精度的前提下,合理控制成本,提高勘查工作的经济效益<sup>[4]</sup>。只有科学确定勘查范围与精度,才能为煤矿的安全、高效开发提供可靠的地质依据。

### 3.3 关键地质指标勘查要点

关键地质指标勘查需聚焦直接影响开采安全与资源效益的核心要素,通过多技术协同实现精准刻画。煤层厚度与埋藏深度是基础指标,需通过钻探取芯与测井曲线综合确定,结合三维地震勘探验证空间连续性,避免因厚度突变导致开采风险;构造特征如断层、褶皱、陷落柱等,需通过地震反演与钻探验证结合,识别隐伏构造形态,评估其对巷道布置与支护方案的影响。岩性组合与顶底板稳定性需通过岩芯描述、岩石力学试验及物性参数测试综合分析,指导支护参数设计与开采路径优化。水文地质条件需通过抽水试验、地下水动态监测及水化学分析,评估突水风险与含水层补给特征,为排水系统设计提供依据;瓦斯含量与分布特征需通过地质填图、钻孔测试及瓦斯压力监测,结合煤体结构分析,指导通风防爆措施与瓦斯抽采方案设计。勘查过程中需注重指标间的关联性分析,如构造控制煤层形态,岩性影响顶板稳定性,水文与瓦斯条件关联灾害风险。通过动态修正指标参数,结合新获取的地质信息,优化勘查方案,确保成果直接服务于工程实践,为煤矿安全生产与资源高效开发提供可靠地质支撑。

### 3.4 勘查数据整理与成果校验要点

勘查数据整理需构建系统化、标准化的数据处理流程;首先,对钻探岩芯、测井曲线、物探异常等多源数据统一编码格式,建立关联数据库,实现地质参数的可视化查询与动态对比,例如,将煤层厚度、断层产状等关键指标整合至三维地质模型,直观呈现空间分布特征,提

升数据利用效率。成果校验需注重多方法交叉验证与动态修正,物探异常解释需结合钻探岩芯验证,避免因单一方法局限性导致的误判;岩芯描述需与测井曲线对比,修正岩性组合与顶底板特征解释;水文地质参数需通过抽水试验与动态监测数据校验,确保突水风险评估的准确性。过程管控贯穿数据全生命周期,从数据采集的质量控制,到处理流程的规范执行,再到解释成果的专家评审,每一步均需严格遵循技术标准,确保成果科学可靠;同时,需建立成果动态更新机制,随新勘查数据获取持续修正地质模型,如通过新钻探数据更新煤层厚度模型,通过瓦斯监测数据调整灾害预警参数,使成果始终反映最新地质认知<sup>[5]</sup>。数据整理与成果校验以科学逻辑为根基,通过标准化、交叉验证与动态修正,确保勘查成果精准服务于工程实践,为煤矿安全生产与资源高效开发提供坚实数据支撑。

结束语:未来,随着人工智能、大数据等技术与地质勘查深度融合,勘查工作将实现从数据采集到解释的全流程智能化。例如,通过机器学习算法优化物探数据处理,提升构造识别精度;结合环境科学理论完善生态保护方案。技术迭代与跨学科融合将推动勘查向更精细化方向发展,为煤炭工业提供更精准的地质支撑,助力资源高效开发、灾害风险防控及生态平衡维护,夯实可持续发展基础。

### 参考文献:

- [1]孙树健.煤矿地质勘查技术及要点分析[J].能源与节能,2023(10):126-128.
- [2]张昆,谢春雷,王修明,李道龙.煤矿地质构造综合探查技术应用与钻探分析[J].内蒙古煤炭经济,2025(1):181-183.
- [3]张昆,谢春雷,王修明,李道龙.煤矿地质构造综合探查技术应用与钻探分析[J].内蒙古煤炭经济,2025(1):181-183.
- [4]郭廷稳,王均双.煤矿冲击地压地质灾害防治技术质量分析[J].新疆钢铁,2025(2):176-178.
- [5]李雷雷.物探技术在煤矿地质水文勘探中的应用分析[J].煤炭新视界,2025(1):198-199.