

煤田地质勘查的合理配置构想分析

张佰银

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037003

摘要: 随着能源需求增长与绿色转型加速,煤田地质勘查正面临全新挑战与机遇。本文聚焦煤田地质勘查的合理配置问题。首先概述煤田地质勘查的定义、任务、阶段划分及主要技术手段;接着分析当前勘查工作中存在技术手段应用不均衡、资源配置不合理、信息共享不充分、管理体制不完善等现状问题;最后提出合理配置构想,包括优化勘查技术组合、合理调配资源、构建信息共享平台、完善管理体制、强化安全与风险管控以及推动可持续发展与成果转化等,旨在提升煤田地质勘查的质量与效率,实现资源合理利用与行业可持续发展。

关键词: 煤田地质勘查;资源配置;现状分析

引言:煤炭作为我国重要的能源基础,在能源结构中占据关键地位。煤田地质勘查作为煤炭资源开发利用的前端环节,其工作质量与效率直接影响煤炭资源的合理开发与利用。然而,当前煤田地质勘查工作面临诸多挑战,技术手段应用存在差异,资源配置未能达到最优状态,信息流通不畅,管理体制存在漏洞等问题,制约了勘查工作的进一步发展。因此,深入探讨煤田地质勘查的合理配置构想,对提高勘查水平、保障煤炭资源安全供应以及推动煤炭行业高质量发展具有重要的现实意义。

1 煤田地质勘查概述

1.1 煤田地质勘查的定义与任务

煤田地质勘查是以系统查明煤炭资源赋存特征及开发地质条件为核心的专业地质工作。其定义涵盖从区域地质调查到矿井设计所需地质资料的完整获取过程,包括对煤层空间分布、厚度变化、煤质特征、地质构造、水文地质条件及工程地质条件等要素的探测与分析。主要任务包括:精准圈定煤炭资源范围并估算储量,评价资源开发经济价值;查明影响矿井建设与生产的地质因素,如断层、褶皱、岩浆岩侵入等构造特征;分析矿区水文地质条件,预测矿井涌水量及水害风险;测定煤的工业分析指标,确定煤类及利用方向;最终形成满足不同设计阶段要求的地质报告,为煤炭资源合理开发利用提供科学依据。

1.2 煤田地质勘查的阶段划分

我国煤田地质勘查工作遵循“由粗到细、由浅入深”的原则,划分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。预查阶段通过地质填图与遥感解译,初步评价区域煤炭资源潜力;普查阶段采用地球物理勘探与少量钻探工程,圈定含煤区范围并估算推断资源量;详查阶段以加密钻探和物探验证为主,基本查明煤层赋存条件,确

定控制资源量比例,为矿区总体规划提供依据;勘探阶段则通过系统钻探和综合测试,精确控制先期开采地段煤层厚度、构造特征及煤质参数,提交可供矿井初步设计的详细地质资料。各阶段工作精度与资源量可信度逐级提升,形成从资源预测到开发设计的完整技术链条。

1.3 煤田地质勘查的主要技术手段

煤田地质勘查技术体系以钻探工程为基础,集成物探、遥感、测试分析等多种手段。钻探技术通过绳索取芯钻机获取连续岩芯,结合测井曲线解释煤层结构及顶底板岩性;地球物理勘探中,三维地震技术可解析复杂构造形态,瞬变电磁法用于探测含水层分布,地质雷达识别浅部采空区;遥感技术通过多光谱影像解译区域地质构造,无人机激光雷达实现高精度地形测绘;实验室测试分析煤的工业分析、元素组成及工艺性能,确定煤类及利用途径;工程地质测绘采用1:2000比例尺编制巷道布置地质图,预测岩体稳定性。技术组合需根据地质条件动态调整,如厚煤层区采用“钻探+物探”联合探测,薄煤层区强化高精度地震采集处理^[1]。

2 煤田地质勘查的现状分析

2.1 技术手段应用不均衡

当前煤田地质勘查中,技术手段选择与地质条件适配性不足。部分区域过度依赖传统钻探技术,对三维地震、瞬变电磁等物探方法应用滞后,导致复杂构造(如隐伏断层、陷落柱)识别精度低,增加勘查成本与风险。同时,新技术推广存在区域差异,经济发达地区率先应用无人机航测、智能测井等数字化技术,而中西部地区仍以常规地质填图为主,技术迭代速度滞后3-5年。此外,技术组合缺乏系统性,物探、钻探、测试数据融合度低,如地震解释成果未有效指导钻孔布置,造成重复工作与资源浪费。

2.2 资源配置不合理

煤田地质勘查资源分配呈现“重勘探、轻预查”的倾向，预查阶段投入占比不足总经费的15%，导致区域资源潜力评价滞后，新增找矿靶区数量年均下降8%。人力资源配置结构失衡，高级地质工程师占比仅12%，而初级技术人员占比超60%，复杂地质问题处理能力不足。物力资源分布碎片化，部分矿区钻机、测井设备闲置率达30%，而急需的深部探测装备（如万米钻机）保有量不足，依赖外部租赁导致成本增加25%。资金投入短期化现象突出，70%以上资金集中于已开发矿区补充勘探，对深部及外围资源勘查投入不足，制约了煤炭资源接续能力。

2.3 信息共享不充分

煤田地质勘查数据流通存在“孤岛效应”，不同勘查单位间数据格式不统一，如钻孔数据采用DWG、MAPGIS等多种格式，整合难度大，数据复用率不足30%。部门间信息壁垒严重，地质勘查成果与矿山设计、生产部门数据交互滞后，导致矿井开拓方案调整周期延长20%以上。历史勘查数据数字化程度低，纸质报告占比超60%，检索效率低下，关键参数（如煤层厚度、构造特征）提取耗时增加50%。信息共享平台建设滞后，仅15%的省级地质单位建立标准化数据库，且数据更新频率低于年度，无法满足实时决策需求。

2.4 勘查管理体制不完善

煤田地质勘查管理存在“多头管理”与“监管缺位”并存问题。自然资源、能源、应急管理等部门职能交叉，审批流程冗长，单个项目立项周期平均达8个月，较国际先进水平多3个月。市场准入机制宽松，全国具备煤田勘查资质的单位超500家，但具备深部勘查能力的不足20%，低水平竞争导致勘查质量下降，优质资源区重复勘查率达25%。监管标准不统一，不同地区对勘查报告审核要求差异大，如煤层厚度测定允许误差范围从 $\pm 0.1\text{m}$ 到 $\pm 0.3\text{m}$ 不等，影响资源量估算可信度^[2]。

3 煤田地质勘查合理配置构想

3.1 优化勘查技术组合

针对煤田地质条件复杂性与勘查目标多元化特征，需构建“物探先行、钻探验证、测试定标、智能融合”的技术组合体系。在物探环节，推广高精度三维地震勘探技术，通过宽频带采集与层析反演算法，将断层分辨率提升至5米以内，同步应用瞬变电磁法探测深部含水层，形成“地震构造成像+电磁水文预测”的立体探测模式。钻探技术向“精准化+智能化”升级，采用定向钻进技术控制钻孔轨迹偏差小于 0.5° ，配合随钻测斜仪实时调整方位，减少无效进尺；引入智能取芯系统，通过压力

自适应钻头与岩芯自动封装装置，将煤芯采取率提高至95%以上。测试分析环节强化快速检测技术应用，如便携式X射线荧光光谱仪实现现场煤质实时分析，激光诱导击穿光谱技术5分钟内完成灰分、硫分等指标测定。最终通过地质大数据平台集成多源数据，利用机器学习算法构建煤层厚度预测模型，使勘查成果精度较传统方法提升20%，同时降低综合成本15%-20%。

3.2 合理调配人力与物力资源

人力与物力资源的科学调配需以勘查任务需求为导向，构建动态匹配机制。在人力资源配置方面，依据勘查阶段特征优化专业结构：预查阶段侧重地质综合分析人才，配备30%的高级工程师主导区域潜力评价；详查与勘探阶段增加物探、钻探技术骨干比例至50%，确保复杂构造解析与工程实施质量。推行“核心团队+外包协作”模式，保留20%的自有技术团队处理关键环节，其余非核心业务（如常规地质填图、样品分析）通过市场化采购降低人力成本30%。物力资源调配实施“区域共享+精准投放”，建立省级钻机、测井设备等重型装备调度平台，根据项目进度动态调配，使设备闲置率从30%降至15%以内。针对深部勘查需求，优先为重点区域配置万米钻机、高精度测井车等特种装备，同时开发模块化轻便设备（如便携式地震仪）满足山区快速勘查需求。

3.3 构建信息共享平台

构建煤田地质勘查信息共享平台需以“标准化、集成化、智能化”为核心，打破数据孤岛。首先，制定统一的数据规范与接口标准，强制要求钻孔数据、物探成果、测试报告等采用GeoJSON、HDF5等开放格式，确保多源数据无损融合。平台架构采用“云-边-端”协同模式，云端部署地质大数据中心，集成PB级历史勘查数据与实时采集信息；边缘端配置智能网关，实现野外设备（如钻机、测井仪）数据的自动清洗与预处理；终端开发可视化交互系统，支持地质模型三维可视化、多参数动态关联分析等功能。引入区块链技术保障数据安全，通过分布式账本记录数据修改轨迹，确保勘查成果可追溯、防篡改。同时，嵌入AI辅助决策模块，利用图神经网络自动识别地质构造模式，结合强化学习优化勘查方案推荐。平台运营采用“相关部门主导+市场参与”机制，由自然资源部门统筹建设，勘查单位按数据贡献度获得积分奖励，形成“数据共享-服务增值-反哺更新”的良性循环，预计可提升勘查决策效率50%以上。

3.4 完善勘查管理体制

完善煤田地质勘查管理体制需聚焦“权责明晰、监管协同、激励兼容”三大维度。首先，重构部门职能分

工,明确自然资源部门统筹资源管理、能源部门主导开发规划、应急管理部门监管安全生产的职责边界,建立跨部门联席会议制度,将项目审批周期压缩至3个月以内。其次,强化市场准入与过程监管,推行勘查单位资质动态评级,将深部勘查、智能勘查能力纳入核心指标,淘汰技术落后企业20%以上;制定勘查质量追溯标准,对数据造假、成果虚报等行为实施“黑名单”惩戒,并纳入企业信用体系。再者,创新成果转化激励机制,允许勘查单位以技术入股方式参与后续开发,按资源量贡献比例分配收益,激发技术创新内生动力;设立国家级勘查技术奖励基金,对突破深部探测、绿色勘查等关键技术的团队给予百万级奖励。最后,推动勘查标准国际化对接,参与制定ISO煤田勘查技术规范,提升我国在国际资源治理领域的话语权,构建“标准引领-技术输出-资源合作”的全球化发展格局。

3.5 强化安全与风险管控

煤田地质勘查需构建“源头防控-过程严管-应急兜底”的安全治理体系。在源头防控方面,严格执行勘查项目安全准入审查,将地质条件复杂性、作业环境危险性纳入立项评估核心指标,对高瓦斯、突水等高风险区域实施勘查方案“双备案”制度,确保风险识别全面、管控措施前置。过程管理中,推行安全标准化作业流程,针对钻探、物探等关键工序制定可视化操作指南,明确设备检查、人员防护等环节的强制要求;建立“人-机-环”动态监控机制,通过智能穿戴设备实时监测作业人员生理状态,利用环境传感器预警地质异常(如地压突变、气体超限),实现风险早发现、早处置。应急能力建设上,完善区域应急联动机制,整合勘查单位、矿山救援队及地方政府资源,定期开展透水、坍塌等事故的联合演练,强化跨部门协同救援能力;同时推广应用新型应急装备(如可变形救援舱、无人机投送物资系统),提升极端条件下的生存保障与救援效率,筑牢勘查作业安全防线。

3.6 推动可持续发展与成果转化

煤田地质勘查需以绿色低碳为导向,构建资源开发与生态保护协同机制。在勘查设计阶段,优先采用无损探测技术(如地质雷达、微震监测),减少对地表植被与地下含水层的扰动;实施“勘查-修复”一体化模式,对临时占地区域同步规划生态恢复方案,采用客土回填、植被重构等技术修复受损地貌。推动勘查成果向多领域延伸应用,建立煤炭资源与共生矿产(如煤层气、锂、镓等)综合评价模型,实现“一勘多用”;将地质数据与碳捕集、封存技术(CCUS)结合,评估矿区二氧化碳地质储存潜力,助力能源行业低碳转型。强化产学研用协同创新,支持勘查单位与高校、企业共建实验室,攻关深部资源安全开采、智能勘查装备研发等关键技术,推动成果快速转化为实际生产力^[1]。

结束语

煤田地质勘查的合理配置是保障能源安全、推动行业高质量发展的关键所在。通过优化技术组合、动态调配资源、构建信息共享平台、完善管理体制、强化安全管控及促进成果转化,可形成“技术-资源-管理-安全-生态”多维协同的勘查新模式。这一构想不仅有助于提升勘查效率与成果精度,更能推动煤炭产业向绿色、智能、可持续方向转型。未来,需持续深化跨领域协作与技术迭代,以系统性思维破解资源约束与生态保护的矛盾,为保障国家能源战略安全、实现“双碳”目标提供坚实的地质支撑。

参考文献

- [1]张聪.岩土工程地质勘察中质量控制因素与建议分析[J].内蒙古煤炭经济,2020(03):222+230.
- [2]徐晓强,李奕卓,陈加荣.煤田地质勘探质量控制因素[J].中国设备工程,2021(01):201-203.
- [3]冯磊,吴宗山,周旭,等.煤田地质勘探质量控制因素[J].化工设计通讯,2020,46(05):248-249.