

煤田地质构造复杂性对勘查精度的影响及应对

马伦

昭通市能源局, 云南昭通, 657000;

摘要: 煤田勘查精度直接决定煤炭资源储量计算、赋存条件判断的准确性, 是后续资源开发的核心依据。煤田地质构造的复杂性, 会通过改变煤层形态、破坏资源连续性, 同时干扰勘查数据采集与解读, 导致勘查精度下降。本文围绕煤田地质构造复杂性的核心表现, 从构造复杂性对勘查精度的具体影响、针对性应对策略、勘查精度保障机制构建三大维度, 梳理二者作用关系与解决路径, 通过技术适配与流程优化, 降低构造复杂性的干扰, 提升煤田勘查精度, 为煤炭资源精准开发提供可靠支撑。

关键词: 煤田; 地质构造复杂性; 勘查精度; 应对策略; 精度保障

DOI: 10.64216/3080-1508.26.01.086

引言

煤炭资源勘查是连接资源勘探和开发的关键环节, 勘查精度要满足储量计算、开采方案设计的核心需求。现在煤炭勘查越来越向地下深部、地质复杂的区域推进, 煤田地质构造不再是单一的褶皱或断层, 而是多种构造叠加、不同规模构造交织在一起, 给勘查工作带来很多挑战。构造复杂不仅会直接改变煤层原来的保存状态, 导致煤层破碎、缺失或厚度不均, 还会干扰勘查设备的信号传输和数据采集, 让勘查数据出现偏差。同时, 复杂构造下的地质现象更难解读, 容易误判资源储量和赋存范围。所以, 弄清楚构造复杂对勘查精度的影响, 制定科学的应对办法, 是提高复杂煤田勘查质量的关键。

1 煤田地质构造复杂性对勘查精度的具体影响

1.1 干扰勘查数据采集, 导致基础数据偏差

复杂构造区域里, 多种褶皱、断层交织, 不同岩层的岩性、密度差别大, 会对物探设备的信号产生反射、折射或屏蔽, 让设备接收的信号失真。比如, 断层密集的地方, 地震勘探的反射波会很乱, 很难准确找到煤层界面; 地下深处褶皱复杂的地方, 会削弱电法勘探的信号, 没法准确判断煤层厚度和埋深, 导致物探数据和实际地质情况不一样, 影响后续分析的准确性。同时, 复杂构造下的煤层大多破碎、裂隙多, 有些地方还有很多地下水或岩层空洞, 钻探时容易出现孔壁坍塌、钻孔偏斜, 没法按计划深度打到煤层, 或者采到的煤层岩芯不完整, 没法准确获取煤层厚度、结构等关键信息。如果钻孔穿过断层, 还可能把断层破碎带当成煤层, 认错煤层, 进一步降低基础勘查数据的可靠性。

1.2 破坏煤层赋存连续性, 增加储量计算误差

地质构造复杂会通过断层切割、褶皱叠加, 破坏煤层原来的连续性, 让煤层呈“碎片化”“块段式”分布。有些地方因为断层错开, 煤层完全缺失; 有些地方因为褶皱挤压, 煤层厚度变化很大。勘查时, 靠有限的勘查点(比如钻孔、物探测线), 很难覆盖所有构造块段, 容易漏掉小型断层分割的小煤块, 或者认错褶皱两侧煤层的延伸方向, 导致判断煤炭分布范围出现偏差。储量计算需要用到煤层厚度、分布面积、密度等参数。复杂构造区域里, 煤层厚度不均、分布不连续, 勘查得到的参数没法代表整个区域的实际情况, 按常规方法计算储量, 容易多算或少算。如果没发现隐藏的断层或褶皱, 还会让储量计算的边界范围不准, 进一步扩大误差, 没法给资源开发提供可靠的储量依据。

1.3 提升地质现象解读难度, 引发赋存条件误判

复杂构造区域里, 多种构造叠加, 容易形成复杂的地质现象, 比如断层和褶皱交汇的地方煤层叠加、节理密集带和破碎带同时存在, 给解读这些现象带来难度。勘查人员如果没法准确区分断层破碎带和煤层、褶皱中心和两侧的地质特征, 容易把断层破碎带当成薄煤层, 或者把褶皱导致的煤层厚度变化当成煤层缺失, 进而误判煤炭的赋存条件, 比如煤层完整程度、开采难度。另外, 复杂构造常常伴随地下水多、岩层应力集中等问题。勘查时如果没结合构造特征, 准确判断地下水分布规律和岩层应力状态, 会误判开发时的水害、顶板垮塌风险, 不仅影响勘查成果的实用性, 还可能给后续开发留下安全隐患。

2 应对煤田地质构造复杂性的勘查策略

2.1 优化勘查技术组合，提升数据采集精度

2.1.1 多物探技术协同应用

针对复杂构造对单一物探技术的干扰，采用“地震勘探+电法勘探+测井勘探”一起用的模式。地震勘探重点找大型褶皱、断层的分布和形态，明确构造的整体格局；电法勘探辅助判断煤层埋深和厚度，弥补地震勘探在识别薄煤层时的不足；测井勘探结合钻孔进行，准确识别钻孔里煤层、岩层的界面和小断层，校准物探数据的偏差。通过多种技术互补，减少构造复杂对信号的干扰，提高物探数据的准确性。

2.1.2 改进钻探技术与工艺

针对复杂构造下钻探容易出现的孔壁坍塌、钻孔偏斜问题，选用高强度、耐磨的钻探管材，搭配孔壁保护液，减少孔壁和岩层的摩擦，防止坍塌。采用定向钻探技术，实时监测钻孔轨迹，及时调整方向，确保按计划打到目标煤层，采到完整的煤层岩芯。在断层、褶皱多的区域，缩小钻孔间距，增加勘查点密度，提高对小型构造的识别能力，减少勘查盲区。

2.2 优化勘查方案与储量计算方法

2.2.1 动态调整勘查方案

勘查前期，先做区域地质调查和初步物探，把煤田里大型构造的分布格局弄清楚。然后按这个格局划分勘查区块：构造复杂的区块，加密物探测线和钻孔；构造相对简单的区块，适当放宽勘查密度，做到“复杂区域精准查、简单区域高效查”。勘查过程中，根据已经拿到的勘查数据，比如钻孔岩芯、物探剖面，实时修正对构造的判断。如果发现新的断层或褶皱，就及时调整后面勘查点的位置，避免因方案不变，导致漏查。

2.2.2 适配复杂构造的储量计算方法

不用常规的“平均厚度法”，改用“块段法”算储量。根据断层、褶皱等构造特征，把勘查区域分成多个独立块段，每个块段里，用钻孔数据算煤层厚度和分布面积，再把所有块段的储量加起来，减少因为煤层厚度不均带来的误差。如果构造特别复杂，勘查数据又有限，就用概率储量计算方法。结合构造发育的概率，估算出不同可信度下的储量范围，让储量计算更合理、更适用。

2.3 强化地质现象解读能力，精准判断赋存条件

勘查前，组织技术人员做复杂构造地质知识培训，

梳理断层、褶皱、节理等不同构造的典型地质特征，提高大家识别复杂地质现象的能力。勘查过程中，把物探剖面、钻孔岩芯、测井曲线等多种技术数据放在一起，做比对分析。比如，通过测井曲线判断钻孔里煤层和断层的界面，再结合物探剖面验证断层的延伸方向，避免只靠一种数据解读的局限。针对构造和地下水、岩层应力的关系，结合钻探时拿到的水位、岩芯破碎程度数据，判断哪里地下水多、哪里岩层应力大。同时，用三维地质建模技术，把勘查得到的构造、煤层数据整合起来，建一个三维地质模型，直观看到煤层和构造的空间关系，帮助判断煤层的连续性、厚度变化和赋存边界，减少地质现象解读的误判。

3 煤田勘查精度的保障机制构建

3.1 建立勘查数据全程管控体系

构建“数据采集-数据校验-数据归档”的全程管控流程。数据采集阶段，明确每种勘查技术的操作规范和数据记录要求，保证数据真实、完整。数据校验阶段，采用“交叉校验+第三方复核”的模式：物探数据和钻探数据互相验证，关键数据让第三方机构复核，去掉失真的数据，修正有偏差的数据。数据归档阶段，按规范整理勘查数据，建一个数据库，给每条数据标注清楚勘查点位置、技术参数和构造背景，方便后面追溯和复用，为勘查精度打下基础。

3.2 完善勘查质量验收标准

制定适合复杂构造煤田的勘查质量验收标准，明确物探、钻探、地质解读等各环节的质量指标，比如物探数据的分辨率、钻探岩芯的采取率、地质模型的匹配度等。验收时，不仅要查数据准不准、储量计算合不合理，还要查地质构造识别不全、赋存条件判断实不实用。对没达标的环节，要求限期整改，整改合格了才能进入下一个勘查阶段，通过严格验收，倒逼勘查质量提升，保障勘查精度。在动态调整勘查方案时，还要做好“边勘查、边总结”，每完成一个区块的勘查，就梳理该区块的构造特征与勘查效果，比如加密钻孔后是否精准识别了小型断层，物探测线加密后是否理清了褶皱延伸规律。把这些总结结果用到后续其他区块的勘查中，不断优化勘查密度与技术组合，让方案调整更具针对性，避免重复试错。比如某个构造复杂区块，初次按300米间距布置钻孔，发现仍有小型断层遗漏，后续就把该区块

钻孔间距缩小至200米,同时补充高密度物探测线,后续再遇到类似构造复杂程度的区块,就直接参考这个密度标准,提升方案调整效率。适配复杂构造的储量计算时,“块段法”的块段划分要格外严谨,不能随意按距离划分,必须以实际构造边界为依据。比如遇到断层,就以断层为块段边界;遇到褶皱,就以褶皱轴面为界,把褶皱核部和翼部分成不同块段,确保每个块段内的煤层赋存特征相对统一,这样计算出的单块段储量才更准确,汇总后总储量误差也会更小。用概率储量计算方法时,要多收集周边同类煤田的构造数据做参考,比如周边煤田小断层发育概率、褶皱厚度变化范围,结合本煤田已有的勘查数据,让构造发育概率估算更贴近实际,避免凭经验盲目设定概率,导致储量范围偏差过大。强化地质现象解读能力,除了培训和多数据比对,还可以邀请行业内有复杂煤田勘查经验的专家参与解读。比如遇到断层与褶皱交汇、煤层叠加难以判断的情况,组织专家结合多组数据共同分析,给出专业判断意见,减少因技术人员经验不足导致的误判。同时,要做好地质现象解读记录,把每个地质特征的解读依据(比如依据某钻孔岩芯、某段测井曲线)、解读过程中的疑问、最终判断结果都详细记录下来,后续如果发现解读有误,能快速追溯问题所在,也为后续技术人员学习提供案例。建立勘查数据全程管控体系,数据采集时要安排专人监督,比如钻探施工时,监督人员全程在场,核查岩芯描述是否真实、钻孔深度是否达标,避免操作人员为图省事编造数据;物探数据采集时,监督设备参数设置是否符合规范、信号记录是否完整,确保采集到的原始数据无问题。数据校验环节,交叉校验要覆盖所有关键数据,不能只抽部分数据验证。比如某个区块有50个钻孔,就要把每个钻孔的岩芯数据与对应位置的物探数据逐一比对,发现偏差就及时排查原因;第三方复核时,要选择有资质、无关联的机构,避免利益相关影响复核结果,确保关键数据的准确性。数据归档后,要做好数据库的日常维护,定期备份数据,防止数据丢失;同时设置不同权限,比如一线施工人员只能查看对应勘查点的数据,技术负责人可查看全区域数据并进行编辑,避免数据被随意修改,保证数据库内数据的安全性与准确性。完善勘查质量验收标准,验收人员要具备相应的专业能

力,熟悉复杂构造煤田的勘查特点与质量要求,不能只看数据是否达标,还要结合实际地质情况判断数据的合理性。比如某个钻孔的煤层厚度数据看似达标,但结合周边构造特征(如处于紧闭褶皱核部),实际煤层应更薄,这时就要怀疑数据是否有误,要求重新核查。验收整改时,要明确整改责任人与整改时限,不能只提整改要求不跟踪进度。比如物探数据分辨率不达标,就指定物探技术负责人牵头整改,限期补充物探采集,整改完成后,验收人员要重新核查,确认分辨率达标,还要验证整改后的数据是否能准确识别构造,避免整改流于形式。此外,保障机制还要考虑人员责任落实,把勘查数据采集、校验、归档,以及质量验收的责任,落实到具体个人,每个环节都明确责任人,出现问题能直接追溯,避免“人人有责、人人无责”的情况。同时,建立奖惩制度,对严格按规范操作、数据准确、验收达标率高的人员给予奖励;对数据造假、验收敷衍、整改不力的人员给予处罚,提高全员对勘查精度的重视程度。

4 结语

煤田地质构造复杂性对勘查精度的影响,核心体现在数据采集干扰、储量计算误差与地质解读误判三个层面,破解此问题需从技术、方案、能力三方面协同发力。通过多勘查技术协同、钻探工艺改进,可提升基础数据采集精度;优化勘查方案与储量计算方法,可减少构造复杂性导致的储量误差;强化地质解读能力与三维建模应用,可精准判断资源赋存条件。再依托数据全程管控与质量验收标准,构建完善的精度保障机制,可有效降低构造复杂性的干扰,提升煤田勘查精度。此类应对策略与保障机制,不仅能为复杂煤田勘查提供可靠技术路径,减少勘查盲目性与成本浪费,还能为后续煤炭资源精准开发、安全开发提供科学依据,助力煤炭行业高效发展。未来需进一步研发适应深部复杂构造的勘查技术,结合智能化手段提升勘查效率与精度,适配煤炭勘查向更复杂区域推进的需求。

参考文献

- [1]石倩.水文地质问题在煤矿地质勘查中的重要性分析[J].内蒙古煤炭经济,2023(18):190-192
- [2]骆昌平.煤田地质勘查中的常见问题及对策分析[J].石油石化物资采购,2023(13):154-156