

对矿井地测防治水预测预报的探讨

徐 臻

中煤集团山西有限公司 山西 太原 030000

摘 要：矿井地测防治水预测预报是煤矿安全的关键要素，涵盖地质构造、水文监测与灾害预警等。本文探讨其内容、方法、效果与影响及优化策略。预测预报内容广泛，包括地质变化、水文波动、工程进度及安全评估，以图文形式直观表达。在方法层面，综合应用综合物探、三维地震模拟及超前地质勘查等技术，显著增强了预测预报的精确性和时效性。这些技术不仅降低了水文灾害风险，还提升了开采经济效益。通过精确预测，减少了冗余勘查，优化了资源利用，同时确保了生产安全与煤炭质量。针对现存问题，本文提出健全组织体系、明确责任分工、完善相关制度并强化原则执行，以及加强防排水设施建设与管理等建议。这些措施为预测预报提供了坚实的组织与技术支撑。综上所述，矿井地测防治水预测预报在煤矿安全中发挥着核心作用。其持续优化与提升对于保障煤矿安全、促进可持续发展具有重要意义。未来，随着技术与管理的不断完善，预测预报将更加精准高效，为煤矿行业的稳健前行奠定坚实基础。

关键词：矿井地测；防治水；预测预报

引言：矿井地测防治水预测预报在煤矿安全生产中占据着举足轻重的地位。随着煤炭开采深度的增加，水文地质条件日益复杂，水害威胁愈发严峻。因此，准确、及时地开展矿井地测防治水预测预报，对预防水害事故、保障生产安全具有重要意义。本文旨在深入探讨矿井地测防治水预测预报的相关内容，以为煤矿安全生产提供更加科学、有效的技术支撑和管理策略。

1 矿井地测防治水预测预报内容

1.1 文字内容

（1）预测预报的变化描述：说明近期矿井地质构造的动态变化，如断层活动迹象、煤层赋存状态改变等；阐述水文方面的波动，包括地下水位升降幅度、涌水量增减趋势，以及降水对水害风险的影响程度，明确威胁等级变化。（2）矿井地测周围的工程进展状况：介绍井下掘进面、回采面的推进距离，巷道支护与防水设施施工进度；说明地面钻孔、注浆工程完成情况，周边矿井开采边界变动及可能产生的相互影响。（3）地质地矿状况及当地水文条件：描述井田内煤层厚度、倾角及顶底板岩性特征，新发现的褶皱、裂隙等构造；阐述区域含水层分布、富水性，地表水与地下水补排关系，以及水质、水温等水文参数。（4）矿井附近的安全性问题：排查周边老空区积水、废弃巷道位置及范围，评估断层导水、底板突水风险；指出地表塌陷、裂缝对水体下渗的影响，明确需重点监控的隐患点及防治措施落实情况^[1]。

1.2 图像内容

（1）用图像表达预测预报的变化：绘制矿井涌水量动态曲线图，标注不同时期的峰值与谷值，叠加降水时

段与开采进度标注；制作地质构造变化示意图，用不同颜色标注断层活化区域及煤层位移方向，直观呈现预测期内的地质水文变动。（2）示意矿井附近的安全条件及工程进展变化：更新矿井工程平面布置图，用箭头标注掘进方向与进度，不同色块区分已完成与待施工区域；绘制安全风险分区图，以红、黄、绿三色分别标示高、中、低风险区域，同步标注新增防水闸墙、排水泵站等设施位置。

2 矿井地测防治水预测预报的方法

2.1 综合物探防治水治水技术

（1）技术原理与应用：综合物探技术融合地震勘探、电磁法、直流电法等多种手段，通过发射特定物理场信号，接收地下介质的反射或折射信息，分析岩层电阻率、波速等参数差异，识别含水构造、断层带等隐患。广泛应用于井田边界勘查、采区超前探测及老空区积水定位。（2）在预测预报中的作用：可快速圈定富水异常区，为水害风险分级提供数据支撑，提前预警掘进前方的突水隐患，减少盲目掘进导致的安全事故，同时为防水工程布置提供精准靶区。（3）实例分析：某矿在3201掘进工作面采用瞬变电磁法与地质雷达组合探测，发现距工作面15-20米处存在低阻异常区，推测为导水断层。经钻探验证，该断层含水性强，随即采取预注浆封堵措施，避免了突水事故。

2.2 三维地震模拟数据防水治水技术

（1）三维地震模拟数据的运用：通过地面布设密集检波器，采集人工激发地震波的三维反射数据，经计算机处理生成地下岩层的三维构造模型，清晰呈现煤层、

含水层、断层的空间分布及接触关系。(2) 提高预测精度的优势: 相比二维地震, 三维数据可实现多方位、多角度解析, 分辨率提升30%以上, 能准确识别小尺度含水裂隙带, 量化断层导水通道的走向与倾角, 为水害预测提供立体参数^[2]。(3) 实例分析: 某深部矿井利用三维地震数据反演, 发现-800m水平运输大巷上方存在一隐伏向斜构造, 核部为强含水层。结合钻探验证后, 调整巷道布置避开富水区, 降低了90%的突水风险。

2.3 超前地质勘查防水治水技术

(1) 超前地质勘查方法的设备与操作: 主要采用超前钻探(如ZDY系列全液压钻机)、孔间透视仪等设备, 在掘进工作面迎头施工超前探水孔, 通过测量钻孔涌水量、水位及岩芯分析, 判断前方水文地质条件, 操作中需严格控制钻探角度与深度, 确保覆盖巷道轮廓线外5-10米范围。(2) 在预测预报中的普及度与优势: 因设备便携、操作简便, 在中小矿井普及率达85%以上。可直接获取地下水文数据, 预测结果直观可靠, 能实时指导掘进进度, 尤其适用于复杂构造带的近距离探测。(3) 存在的局限性与改进方向: 单孔探测范围有限, 易受钻孔偏斜影响; 未来需结合定向钻探技术, 扩大探测半径, 并开发钻孔数据实时传输系统, 实现动态预测。

2.4 综合辅助技术

(1) 通过检索历年地质状况档案寻找规律: 梳理矿井历年钻探、物探数据及水害事故记录, 建立水文地质数据库, 运用统计分析识别涌水量与开采深度、降水量的关联性规律。(2) 对隐蔽性工程的进展帮助: 为井下隐蔽防水闸墙、注浆帷幕等工程的位置选择提供历史数据参考, 评估工程对周边水文环境的长期影响, 优化施工方案。(3) 实例分析: 某矿通过分析近20年地质档案, 发现3号煤层开采时, 当采深超过500米且月降水量超100mm, 涌水量骤增概率达70%。据此在雨季前提前加固排水系统, 成功应对2023年汛期突水险情。

3 矿井地测防治水预测预报的效果与影响

3.1 升级矿井地测行业设计方案

(1) 依据地质构造推断地质孕育规律: 预测预报技术通过整合三维地震、物探等多源数据, 能精准解析矿井地质构造的空间展布及演化特征。例如, 对断层走向、倾角及含水性的动态监测, 可反演区域地质运动的力学机制, 推断煤层与含水层的共生关系及演化趋势。这为矿井设计提供了从宏观构造到微观裂隙的全维度地质模型, 使设计方案从传统的静态规划升级为动态适配地质规律的科学方案, 推动行业设计理念向“地质驱动”转型。(2) 减少工作量, 提高开采储量: 精准的

预测结果能有效规避无效勘查与盲目掘进, 某矿应用综合预测技术后, 钻探孔数减少40%, 物探重复作业率降低50%, 直接节省前期勘查成本超800万元。同时, 通过圈定安全可采区域、修正资源储量计算误差, 使原本因水害风险被搁置的3处煤层区块重新纳入开采计划, 新增可采储量230万吨, 显著提升了资源利用率^[3]。

3.2 降低水文灾害风险

(1) 及时预测工作面正断层与积水区: 借助超前地质勘查与实时监测系统, 可提前30-50米预警工作面正断层的导水性及周边积水区的分布范围。某矿在1205掘进工作面施工中, 通过断层超前探测发现落差2.5米的正断层存在导水通道, 同步探明断层另一侧50米处有老空区积水, 为防治工作争取了关键时间。(2) 选择合适方法消除危险状况: 基于预测数据可针对性制定治理方案, 对小型积水区采用“钻探疏水+加密监测”, 对导水断层实施“注浆封堵+截水帷幕”。某矿区近三年通过该模式处置18处重大水害隐患, 治理成本较传统方法降低35%, 水害事故发生率较之前下降70%, 实现了风险的精准管控。

3.3 提高矿井开采经济效益

(1) 保障生产安全与品质: 预测预报技术通过规避突水风险, 减少因停产抢修造成的损失。某矿曾因突水导致停产15天, 直接损失1200万元; 应用预测系统后, 连续四年无重大水害, 生产连续性提升65%, 煤炭产品因开采环境稳定, 灰分波动控制在 $\pm 0.5\%$ 以内, 优质煤率提高18%, 售价较同类产品每吨高出30元。(2) 为矿井开采项目打下坚实基础: 精准的水文地质数据支撑开采方案优化, 某大型矿井据此调整巷道布置, 减少防水煤柱留设量15%, 增加回采率8%; 同时为智能化开采设备提供了精确的地质参数, 使综采工作面效率提升40%, 吨煤成本降低15元, 为后续产能提升与技术升级奠定了坚实基础, 项目投资回收期缩短2年。

4 优化矿井地测防治水预测预报的建议

4.1 健全组织体系与明确责任落实

(1) 建立防治水工作领导小组与技术管理体系: 成立以矿长为组长、总工程师为副组长, 地测、安监、生产等部门负责人为成员的防治水工作领导小组, 明确领导小组对预测预报工作的统筹决策、资源调配及责任考核职能。同时构建“领导小组-技术科室-现场班组”三级技术管理体系, 技术科室负责预测数据的分析研判与方案制定, 现场班组承担实时监测与信息反馈任务, 形成“决策-执行-反馈”闭环管理机制。例如, 某矿通过该体系将预测预报责任细化到12个岗位, 使数据传递效率提

升40%，隐患响应时间缩短至2小时内。（2）提高地测防治水专业队伍素质：制定年度培训计划，涵盖物探技术操作、水文地质数据分析、应急处置等内容，每月组织不少于8学时的集中培训，每季度开展实战演练。鼓励员工参加注册安全工程师（煤矿安全）、水文地质工程师等资格认证，对取得证书者给予薪资上浮奖励。同时引进地质工程、水文与水资源工程等专业高校毕业生，优化队伍知识结构，要求35岁以下技术人员占比不低于60%。某矿通过三年队伍建设，专业人员持证上岗率从65%提升至98%，预测数据准确率提高25%。

4.2 完善制度与坚持原则

（1）制定相关规章制度与应急处理预案：出台《矿井地测防治水预测预报管理办法》，明确数据采集标准、分析流程、报告格式及审批权限，要求采掘工作面预测预报报告需经总工程师签字方可实施。编制《水害事故应急救援预案》，划分预警等级（一般、较大、重大），对应明确响应程序、救援队伍调度及物资保障方案，每年至少组织2次实战演练。建立预测预报数据溯源制度，对原始记录、分析报告等资料存档保存不少于5年，确保责任可追溯。某矿通过制度完善，使预测预报工作合规率从70%提升至100%，成功处置3次突水险情。（2）坚持“预测预报，有疑必探，先探后掘，先治后采”原则：将该原则纳入矿井安全生产责任制考核，对违反原则的掘进、回采行为实行“一票否决”。在采掘作业前，必须完成三维地震、超前钻探等预测预报工作，对富水性异常区、断层破碎带等“可疑区域”，增加钻探孔数与密度，确保探测范围覆盖巷道轮廓线外10米以上。例如，某矿在掘进工作面遇到电阻率异常区时，严格执行“先探后掘”，额外施工5个验证孔，发现隐伏积水区并提前治理，避免了突水事故^[4]。

4.3 加强防排水设施的建设与管理

（1）设立排放水管与观测孔：在井底车场、主要运输大巷及采掘工作面顺槽等关键区域，按“每50米设1个排水点”的标准布设排水管路，管径不小于150mm，

确保排水能力满足最大涌水量1.2倍以上。在断层带、含水层露头区等重点部位设置观测孔，孔深穿透含水层底板，安装自动水位监测仪，实时传输水位、水压数据至地面监控中心。某矿通过优化设施布局，使井下排水覆盖率从80%提升至100%，水位监测数据采集间隔缩短至10分钟/次。（2）定期验算与试验排水能力，及时整改问题：每季度由地测科牵头，联合机电科对主排水泵、备用泵及管路系统进行排水能力验算，对照《煤矿安全规程》要求，确保水泵联合运转时的排水能力不低于正常涌水量的2倍、最大涌水量的1.5倍。每月开展1次排水系统联动试验，模拟最大涌水工况，检验水泵启动速度、管路承压能力及应急供电可靠性。对试验中发现的管路漏水、泵体异响等问题，建立整改台账，明确责任人与完成时限，验收合格后方可恢复使用。某矿通过强化管理，使排水系统完好率从85%提升至98%，连续三年未因排水不畅导致生产中断。

结束语

矿井地测防治水预测预报是煤矿安全生产的基石，通过科学预测与精准施策，有效降低了水害风险。随着技术进步，预测方法日益完善，为矿井安全生产提供了有力支撑。未来，需持续探索新技术，加强预测预报的智能化与精准度，同时强化组织管理与设施建设，确保预测预报的有效性。我们坚信，在共同努力下，矿井地测防治水预测预报将为煤矿行业的稳健发展贡献力量。

参考文献

- [1]王辰.矿井地测防治水预测预报精准性的提高[J].能源与节能,2022,(04):41-42.
- [2]贾利宾.提高矿井地测防治水预测预报精准性的技术创新研究[J].矿业装备,2022,(03):26-28.
- [3]刘超.提高矿井地测防治水预测预报精准性的技术创新研究[J].矿业装备,2022,(12):136-137.
- [4]薛宏杰.提高矿井地测防治水预测预报精准性的技术创新对策分析[J].能源技术与管理,2022,(10):99-100.