

全国矿山防治水工作现场会 经验交流材料汇编

国家矿山安全监察局

2023年5月

目 录

一、大会经验交流材料

1. 安徽省应急管理厅.....	1
2. 国家矿山安全监察局河北局.....	8
3. 山西省长治市应急管理局.....	13
4. 皖北煤电集团.....	18
5. 山东能源集团.....	23
6. 大唐集团龙王沟煤矿.....	28
7. 山东莱钢谷家台铁矿.....	33

二、书面经验交流材料

8. 国家矿山安全监察局安徽局.....	39
9. 国家矿山安全监察局山东局.....	45
10. 山西省应急管理厅.....	51
11. 湖北省黄石市应急管理局.....	56
12. 山西省晋中市介休市应急管理局.....	60
13. 山西焦煤集团.....	64
14. 冀中能源集团.....	75
15. 河南能源集团.....	80
16. 安徽省金鼎矿业股份公司.....	86
17. 陕西金源招贤矿业有限公司.....	92
18. 山东能源新汶矿业公司协庄煤矿.....	100
19. 广东中金岭南凡口铅锌矿.....	106
20. 湖北武钢大冶铁矿.....	112
21. 河北河钢中关铁矿.....	116

22. 冀中能源峰峰集团南洺河铁矿	123
23. 内蒙古扎哈淖尔煤业公司露天煤矿	129
24. 河北省煤炭科学研究所	138

安徽省应急管理厅经验交流材料

一、安徽省非煤矿山和水文地质基本情况

安徽沿江近海、居中靠东、历史悠久，全省国土面积 14 万平方公里，矿产资源丰富。目前已发现矿种 158 种，开采 105 种，其中，煤、铁、铜等储量居全国前 10 位，主要分布于沿江、沿淮地区及庐江至枞阳一带。现有金属非金属矿山 811 家，其中地下矿山 278 家（大型 39 家、中型 27 家，小型 212 家）、露天矿山 423 家（大型 162 家、中型 71 家、小型 190 家）、尾矿库 110 座（二等库 1 座、三等库 8 座、四等库 34 座、五等库 67 座，其中“头顶库”33 座）。

安徽大气降水充足，地表水系发育，有长江、淮河水系，分淮北平原、江淮波状平原、大别山中低山、沿江平原丘陵和皖南中低山 5 个水文地质区。水文地质特点包括：水系发育，地表有水体，主要为长江、淮河水系。地下水发育，以孔隙含水层充水为主的矿床在我省的淮北平原；以岩溶含水层充水为主的矿床主要分布在我国南方。矿床地质条件复杂，部分矿山由于历史原因，钻孔封孔质量差，矿矿相通等问题，易形成水害。目前全省共有水文地质类型复杂地下生产矿山 12 座、水文类型中等地下生产矿山 21 座，主要集中在淮北平原水文地质区、沿江平原丘陵水文地质区。

针对水文地质类型复杂的矿山，我们坚持“水害不治、矿无宁日”的防治水理念，不断加快实现防治水工作由过程治理向源头治理、局部治理向区域治理、井下治理向井上下结合治理、措施防范向工程治理的转变。我省金鼎矿业井下构筑三道帷幕墙，采取墙内疏水降压，水位降至开采标高以下开采的区域防治水措施，其他多数水文地质类型复杂矿山均采取近矿体帷幕注浆、物探先行、钻探验证，预留超前距循环掘进等综合防治水措施。

二、主要工作做法

（一）聚焦责任抓落实，筑牢矿山防治水“主阵地”。坚持以责任为抓手，层层落实非煤矿山防治水责任，推动各项防治水工作落实落细。**一是高位推动抓落实。**省委、省政府高度重视矿山安全生产工作，每年汛期省政府安委会在研究防汛工作时，都对矿山等重点领域防治水工作提出明确要求，省政府主要负责同志、分管负责同志经常在汛期重点时段调度、指导、检查矿山防治水工作。省应急厅充分发挥安委办职能优势，强化与经信、能源、矿山监察等部门的互联互通，定期议事协商、分析研判非煤矿山防治水形势，近3年出台涉及非煤矿山防治水制度性文件4个，累计解决矿山水文地质掌握不清、缺乏防治水专业人才等20余个问题。**二是严密部署抓落实。**省应急厅把防治水工作作为非煤矿山安全监管的重点，列为安全生产考核的重要指标，督促各级应急管理部门做好水灾水患的提前预防和防治水工作的督导检查。建立与气象、水利等部门的信息共享机制，强化风险研判和

监测预警，加大矿山防治水检查力度，在汛期等重点时段实施“周报告、月通报”制度，近3年先后下发汛期防治水提醒40余次，召开安全防范会议10余次，并印发《非煤安全生产汛期执法检查表》，明确水害隐患排查、探放水作业等8方面重点，确保各级应急管理部门行动有向、检查有效。三是**拧紧链条抓落实**。强化非煤矿山安全风险责任体系建设，印发《尾矿库市、县（市、区）行政首长 市、县（市、区）监管部门主要负责人 企业主要负责人 技术负责人 巡坝负责人责任清单（试行）》，出台《落实金属非金属地下矿山安全生产包保责任的通知》，推动各地完成市、县政府领导包保尾矿库、非煤地下矿山安全生产工作，明确尾矿库“五级”46项职责，地下矿山政府领导4项责任，实行清单化管理、项目化调度，形成了“政企联动、各司其责、齐抓共管、高效有力”的工作机制。近3年，全省市级政府领导检查指导非煤矿山70余次，县（区、市）政府领导检查指导500余次。

（二）聚焦风险强整治，打好矿山防治水“主动仗”。突出矿山探放水队伍和机制建设、水害隐患治理、防治水现场作业等环节，聚焦水文地质类型中等及复杂的地下矿山，加大执法检查力度，防止水害事故发生。一是**细摸底、严把关**。以隐蔽致灾因素普查治理为抓手，全面摸清我省273座地下矿山地下含水体、地下溶岩、不良钻孔等6个方面水文地质致灾因素，逐矿形成“一企一策”，并及时将普查治理成果录入地下矿山基本信息APP。严格源头把关，省应急厅按照国家矿山局的要求，及时下文把非煤地下矿山、设计边坡高度

超过 200 米的露天矿山和尾矿库安全生产许可证审查，以及地下矿山、设计边坡高度 150 米露天矿山和尾矿库建设项目安全设施设计审查权限，全部调整至省级负责，对所有领证的地下矿山提前 1-3 个月进行现场审核，对隐蔽致灾因素普查治理不到位、防治水工作不到位的坚决不予许可。2022 年以来对 95 家非煤矿山安全生产许可证进行前置审查，对不具备安全生产条件的 28 家非煤矿山作出不予许可决定。

二是强监管、严执法。制定印发“强监管严执法年”专项行动，明确水害防治专项整治作为全年 3 项重点整治之一，以查大系统、除大隐患、防大事故为重点，聚焦水害隐蔽致灾因素普查治理不到位、“三专两探一撤”落实不到位等 6 个方面突出问题，组织各级应急管理部门在企业自查自改的基础上，深入矿山一线执法检查，顶格处罚违法违规行为。专项行动以来，全省各级应急管理部门深入检查非煤矿山 871 矿次，查处隐患 2995 条，其中防治水隐患 305 条，实施行政处罚 37 次，罚款 118.3 万元，责令停产整顿 10 矿次。

三是专项查、异地查。组织开展汛期专项检查，督促企业开展汛前隐患自查自改，对水泵、水管、闸阀、配电设备和线路等 10 余种重点设备或场所进行全面检查和维护，按照分级分类原则由属地应急管理部门逐一组织现场复核。在企业自查、属地检查的基础上开展异地互查，由各市应急局分管局长带队，采取“执法+专家”工作模式对水文地质情况复杂、周边存在大型水体、塌陷区等情况的矿井进行重点检查，严防各类汛期事故发生。截至目前，已异地互查重点矿山 17 座，发现各

类隐患 44 条，曝光重大案例 2 例。

（三）聚焦需求送服务，激发矿山防治水“主动能”。2015 年原安徽省安全生产监督管理局委托相关研究单位开展了《安徽省非煤矿山大水矿床开采安全生产技术现状调研及对策措施》项目，组织对全省 10 家地下大水矿山安全生产技术现状进行调研。针对每座矿山编制安全生产技术现状调研及对策措施意见书促进了我省非煤矿山大水矿床安全生产。为切实巩固提升 2015 年全省大水矿山防治水专项研究和治理成果，进一步深入一线摸清企业防治水工作现状需求，我厅于 2022 年启动防治水专家技术指导服务，着力解决企业防治水烦心事、揪心事、难心事。一是开展专家会诊。印发《关于开展全省金属非金属地下矿山防治水工作专家技术指导服务的通知》，制定了具体工作方案及现场检查表，梳理细化 13 大项 46 条检查内容，对标对表精准检查。明确 24 家水文地质类型中等及复杂的矿井作为技术服务对象，委托省应急管理科学院成立防治水专家技术指导服务组，帮助企业查阅矿井水文地质调查、勘探报告或专项研究报告，查看水文地质相关图纸等资料，梳理地面、井下防治水工作开展情况，帮助企业查找一般隐患 278 项，重大隐患 9 条，提出相关建议 45 项。二是全面整改提升。做好问题整改闭环，针对专家会诊发现的问题隐患，逐一向 7 个有关地市下发交办函，由市应急部门督促企业落实整改责任，做到隐患整改责任、措施、资金、时限、预案的“五落实”，并将整改情况反馈至省应急厅。同时，对水文地质条件已发生变化或现有

水文地质资料不能满足生产建设需要的 7 家矿山，责令对其水文地质进行补充调查，重新核实水文地质类型及水害防治措施。省应急厅印发《安徽省应急管理厅关于安徽省金属非金属地下矿山防治水工作专家技术指导服务情况的通报》，深入总结 5 类防治水共性问题，明确 6 项改进方向，对整改不到位的进行严重处罚，责令 1 家矿山停止建设，对 4 家矿山实施处罚。今年上半年，我省又对去年开展的防治水指导服务，组织了“回头看”。**三是强化指导服务。**在全省范围开展非煤矿山安全宣讲教育活动中，将“送安全理念、送安全知识”等服务贯穿年度工作全过程，将普法宣传、会诊检查与指导服务相结合，针对发现的隐患问题，逐一向企业讲解相关法律法规或规范标准依据，并逐条提出整改措施建议，指出问题的同时，告知解决的途径及方法，真正做到寓检查于服务之中。全省开展非煤矿山安全宣讲活动 140 余次，下沉企业班组宣讲 530 余次。**四是压实企业责任。**督促企业严格落实主要负责人是本单位防治水工作第一责任人责任，健全防治水管理机构，配齐地质防治水专业技术人员，开展水害隐患排查治理，保证防治水所需资金投入，组织全员防治水知识培训和水害应急演练等，并对照《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》（AQ2061-2018）规定，完善水文地质基础台账、图纸，健全有关制度。定期开展矿井水害隐患排查治理、水害预测预报等工作。

三、工作成效

一是防治水责任进一步压实。通过建机制、强包保、压

责任，全省非煤矿山安全生产的政府领导责任、部门监管责任、企业主体责任进一步落实，形成了防治水工作齐抓共管的工作局面，合力破解防治水问题 100 余个，有效遏制了非煤矿山水灾事故的发生。

二是矿山风险隐患进一步消除。全省非煤矿山普遍建立了安全风险分级管控和隐患排查治理的双重预防机制，形成了企业自查自改，监管部门严格督察整改的良好机制。2022 年以来我省累计消除风险隐患 1.3 万条，其中重大隐患 60 余条，水患等各类风险得到进一步消除。

三是防治水基础进一步夯实。全省正在生产、建设的非煤地下矿山水文地质致灾因素已全部普查摸清，24 家水文地质中等以上的重点矿山均落实了“三专两探一撤”制度，普通矿山防治水作业管理进一步规范，基层基础进一步夯实。

四是防治水意识进一步增强。企业负责人防治水工作理念进一步提高，能根据矿山水文地质条件，采取针对性的综合防治措施，建全防治水管理机构，配齐专业技术人员，开展水害隐患排查治理，保证防治水所需资金投入，组织全员防治水知识培训和水害应急演练，积极做好防治水管理工作。

国家矿山安全监察局河北局经验交流材料

近年来，在国家矿山安全监察局党组的坚强领导下，河北局认真贯彻落实习近平总书记关于安全生产重要论述，牢固树立“人民至上，生命至上”安全发展理念，深入分析研判河北省煤矿水害特点和治理实际，深入推进水害防治理念创新和技术更新，煤矿防治水工作水平和能力持续提升巩固，连续6年全省煤矿未发生水害伤亡事故、未发生淹井事故，“零死亡”、“零淹井”的态势全面形成。

一、突出理念创新，夯实灾害治理基础

河北省主要矿区地处华北石炭二叠系岩溶裂隙水害分布区，矿井水文地质条件极为复杂，历史上水害事故多发频发，2000年至2015年间，发生水害生产安全事故27起、死亡195人，发生奥灰水突水淹井事故9起，经济损失数十亿元，严重危及人民生命财产安全和煤矿企业的生存发展。面对严峻复杂形势，我局牢固树立绝不退缩、更进一步、以小胜积大胜的坚定信心决心，充分分析研判全省煤矿水害风险实际和防治工作的短板弱项，大力探索创新水害防治工作理念，提高工作标准和目标要求，研究制定“12345”水害防治监察工作思路（即坚持一个定位、树立双零目标、熟悉三个规范、突出四个重点、务求五个精准），引导推动煤矿企业牢固树立“超前预防、源头治理、区域治理”、“井上治理与井下

治理相结合”等先进理念，确立“超前主动、区域治理、全面改造、带压开采”水害防治工作原则，在全国率先提出水害地面区域超前治理理念、采用地面超前区域治理技术，将微震监测技术创新应用到水害防治工作上，全面推进防治水工作实现“五个转变”，有效破解了华北地区下组煤受奥灰水严重威胁无法开采的难题，对 14 处煤矿实现地面超前区域治理，安全回采 80 余个采煤工作面、煤量 5000 余万吨。

二、突出体系建设，夯实现场管理基础

坚持推进水害防治规范性文件和地方标准建立健全，持续加力对煤矿水害防治水平提升的制度保障。**一是强化制度供给。**按照煤矿防治水的新规定新要求，结合河北煤矿水害防治新形势新任务，修订完成《河北省煤矿防治水管理办法》，经省政府同意印发，创新设立水害定期分析、水害风险预警与防控系统定期查看等 11 种制度，细化“两单”、“两牌”、“两监测”制度内容和“三专两探一撤”具体操作标准。组织编制了地面区域治理、底板注浆加固等 10 项水害防治地方标准，率先出台《煤矿水害风险预警与防控系统建设规范》，填补国内空白。**二是强化示范带动。**选取并指导 5 处煤矿，分别以顶板水害防治、底板构造探查治理、底板注浆加固、地面区域治理、老空水害防治为重点，建成类型齐全的防治水示范化矿井样板，有力带动了全省煤矿水害防治工作科学化规范化精细化水平的提升。**三是强化机构人员配备。**督促全省煤矿企业完善了防治水组织体系，建立健全防治水领导机构，配齐“三专”和专职防治水机构，水文地质类型复杂、极复

杂矿井全部配备地测防治水副总工程师，极复杂矿井增设防治水副矿长，保障了煤矿管理层的技术能力和灾害治理水平。

三、突出监测预警，夯实风险防控基础

坚持超前监测，强化研判管控，着力把风险见之于未萌、化之于未发。**一是超前监测预警。**充分运用大数据和云技术，基于水位、水温、排水量和微震等因素的煤矿水害综合监测方法，在全国首创建成河北省煤矿水害风险预警与防控系统，构建了多元信息存储、查询、分析和一张图展示技术及风险预警指标体系，实现对全省生产建设煤矿的67个排水泵房、124个水文观测孔水文动态和50个采掘工作面的自动监测、智能预警，水害微震监测推广至晋蒙皖豫等省（区）部分煤矿。通过水害风险预警与防控系统，发现承德市某矿因极端强降雨天气，造成涌水量骤增的险情，我局立即发出预警，要求该矿立即停产撤人，有效避免人员被困井下的风险。**二是超前风险管控。**严格落实“年预判、月分析、周调度”重大安全风险研判管控工作机制，创新实施风险管控一张图管理，对全省煤矿逐头逐面进行水害分析研判，建立“一矿一策”、“一面一策”常态化风险管控台账，逐月跟踪督促落实，做到风险管控底数清、情况明，并定期开展措施落实“回头看”，检验措施的落实情况 and 实际成效。持续推动煤矿企业开展隐蔽致灾因素普查治理，联合矿山企业开展会商研判，加强对老空积水、底板奥灰水和顶板裂隙水导水通道的探查。

四、突出科技攻坚，夯实技术保障基础

坚持以科技保安全、以创新促安全，大力推进水害防治

技术攻关。**一是加大技术创新。**创新底板奥灰水“三维立体”综合治理模式，地面区域治理奥陶系灰岩与井下底板注浆加固改造薄层灰岩及对关键层进行检查补注相结合、顺层治理与穿层治理相结合、奥灰顶部与薄层灰岩同时治理，取得了良好效果。峰峰矿区梧桐庄矿 182602 工作面采用“三维立体”综合治理，有效解决以往治理模式的短板弱项，实现高效安全回采。**二是加大新装备的推广应用。**积极推广应用井下定向钻探装备和智能化钻机，大力提升钻探效率。开滦集团采用智能化钻机，实现了远距离（50~80m）一键操控，避免了高危区域钻探现场可能引发的安全风险。组织对激光指向陀螺仪技术指标进行指导完善，有效保证井下钻孔开孔的精准定位。创新应用地面定向钻技术辅助井下循环钻探，对小煤矿疑似开采区进行探查，有效弥补单一探查手段的漏洞缺陷，提升了探查的准确性、安全性。**三是大力推动产学研结合。**积极推动煤矿企业与科研单位联合攻关，有效解决底板水害防治难题。开滦集团与院校合作，开展《开滦矿区深部带压开采安全性评价与对策研究》，冀中能源集团研发了工作面深部隐伏导水通道探查方法、钻孔注浆浆液空间扩散范围及路径描述方法等新技术，为突水预警提供了理论支撑。

五、突出执法推动，夯实责任落实基础

坚持执法与服务深度融合，持续提升监察效能，压紧压实煤矿企业主体责任。**一是紧盯关键重点。**始终把水害防治作为监察执法的关键重点，汛期前由局领导带队，从全局抽调所有防治水专业监察员，组成“大兵团”监察组，对全省水

文地质类型复杂、极复杂煤矿开展全覆盖监察，监察做到“三个坚持”：**坚持**提前分析研判煤矿水害风险，把控防治工作重点；**坚持**“三专两探一撤”落实必查，对照水患风险检查对应管控措施；**坚持**工程措施关键环节必核，采用回放监控录像、查询人员轨迹等方式比对现场施工原始记录，反演还原施工过程。**二是强化监察与服务有效融合。**创新实施煤矿差异化精准执法，科学评定矿井等级，推进煤矿企业自查自报自改重大事故隐患，企业自主保安意识明显增强。搭建拓展水害灾害治理技术交流平台，推动先进技术、典型经验进一步落地河北。组织召开煤矿防治水专业研讨会、调研座谈会，总结交流煤矿水害防治工作经验，座谈研讨防治水相关规定执行分歧，明确可采区、缓采区、禁采区划分的标准，规范统一对有关规定的执行标准要求。完善极端天气停产撤人消警机制，明确极端天气过后恢复人员入井要求，让矿山企业有章可循、有规可遵，有效避免盲目安排人员入井带来的风险。

山西省长治市应急管理局经验交流材料

长治市辖区内现有煤矿 112 座，其中生产矿井 96 座、建设矿井 16 座，112 座矿井中水文地质类型复杂矿井 3 座、承压矿井 56 座。受历史性小窑开采、资源整合和开采深度增加等多种因素影响，老空水、奥灰承压水已经成为长治煤矿两大主要水害。近年来，我们坚持以习近平总书记关于安全生产重要论述为统领，牢固树立“水害事故可防可控”理念，以“零透水”、“零死亡”为目标，紧紧扼住矿井水害源发点，找准水害防治突破口，蹄疾步稳蹚出了长治煤矿水害防治新路子，杜绝了煤矿水害事故发生，推动了煤炭经济高质量发展。

一、瞄准“透明地质”，摸准水文实情

长期以来，长治市委市政府高度重视矿井水害防治和水文地质工作，尤其是 2021 年遭遇罕见极端强降雨天气后，市委市政府主要领导高度警觉，特别提出并积极实施了“透明地质”行动计划。**一是力求查得清。**调动组织各类专门技术力量和社会服务队伍，大力度开展煤矿老空水害调查、隐蔽致灾因素普查等工作，重点针对水文地质补勘行动，制定出台一系列措施办法，推动煤矿主体企业及煤矿落实补勘主体责任。全市仅 2022 年就安排落实补勘资金高达 1.5 亿元，施工验证钻孔 274 个，补勘面积达到 383km²，圈定（解释）

采空积水异常区 887 处，积水量 1154 万方。**二是力求探得准。**着眼掌握老空水和奥灰承压水第一手资料，积极引导煤矿采取物探与长短（钻）探相结合的方式加强探测，同步强化日常扫孔、通孔等可控放水措施，2022 年共施工物探距离 57 万米，超前钻探 50 万米，安全疏放老空及含水层水 1062 万方。同时督导煤矿超前探测，确定承压开采地段，通过引入微震和电法耦合技术监测监控承压开采区，特别推行并行的电法、无线电波透视和槽波地震等物探方法，深度探测面内及底板方向岩层富水性特征等情况。**三是力求分得明。**督导组组织全市煤矿认真对照煤矿防治水“三区”划分标准，严格进行防治水“三区”管理，重点针对划分出的 163 处禁采区和 287 处缓采区，分区建账，从严管控。

二、立足“源头防控”，构建制度体系

我们注重从源头上谋划、系统上规范、根本上立规。**一是健全完善水害风险预判和高质量整改机制。**大力推行矿井水害风险煤矿区队日预判、企业周预判、县级监管部门月预判、市级监管部门季预判工作制度，针对预判出的风险隐患，督导组煤矿建立实行“述情、析因、追责、明责和治源”、“五步工作法”高质量风险隐患整改机制，做到防险于灾前、除患于未然。**二是构建水害分级监管机制。**统筹煤矿水害预防与治理的新变化新特点，综合确定防治水重点监管矿井 49 座，逐级建立水害矿井监管清单，明确水害矿井监管职责，形成了全面覆盖、动态跟进、高效有为的水害矿井管控模式。**三是推行矿井采掘事前报备制度。**督导组煤矿将积水异常区采

掘活动、工作面两种物探实施等情况，按月报备属地应急管理部门，建账立档，视情治理。**四是严格矿井水害防治费用提取制度和应急演练制度。**督促煤矿企业严格按照“不低于安全费用10%”的标准提取防治水专项资金，必须做到专款专用、足额使用。凡兼并重组或受到老空水威胁的矿井，每年至少组织2次以上老空水害事故应急实战演练，切实增强应急处置实力。

三、突出“科技治水”，用活先进技术

借科技赋能、靠技术防灾、凭技能治水，已经成为长治市煤矿防治水的一贯做法。**一是常用专家技术。**采用政府购买社会化服务方式，连续5年政府财政投入1200多万元，组织聘请包括国内知名高等院校、科研机构 and 大型煤炭集团的30多位防治水专家学者，全覆盖高频次展开矿井防治水专家会诊，及时排查重点隐患问题4200多条，提出合理化意见建议1500多项；同时每年组织多次矿井水害防治专家级培训，并常态化将透水征兆、发现透水征兆后职工的权利和义务及避水灾线路做为煤矿“逢查必考”的主要内容执行至今，提升了煤矿职工应急处置和逃生自救能力。**二是重用“智探技术”。**坚持把“智能化探放水系统”建设作为长治煤矿防治水的重中之重，强制推行“无视频不作业、无监控不探水”工作模式，而且要全视频高精度建立“一探一验一视频”影像资料档案，并将“留痕”的影像资料纳入监管部门日常必查范畴，真正用科技手段管控杜绝不探、假探和漏探行为。**三是抢用先进技术。**积极引进千米钻机和矿用随

钻测震轨迹仪等新型装备，积极推广水质指标数据库建设，全面消除“化探跟进”盲区，同时大力推行可控源和天然源音频大地电磁探查等新技术，科技防治水害实力明显增强。

四、创新“水害监管”，规范安全秩序

始终坚持“关口前移、靠前服务、过程管控、跟踪问效”工作理念，重点出击，严格执法。**一是事前服务做实。**采用组织专家逐矿会诊、送防治水技术下矿等方式，帮助煤矿破解矿井防治水疑难困惑 62 项次，攻克关键性技术难题 7 个，特别是通过实施“一矿一策”帮扶行动，及时扫除了水害防治障碍。**二是现场监管跟紧。**强化发挥驻矿安检员与“五人监管小组”“前哨”作用以及安全监管专员派驻优势，建立风险预警机制，全过程跟踪监督落实“预测预报、先探后掘、先治后采”的水害防治原则和“超前探测、采前治理、采后监测”的奥灰水防治要求。**三是“打非治违”从重。**充分释放煤矿综合组、精查组和专项组等执法检查力量，重点督查专家会诊意见建议落实整改情况，严查重处非法违法行为。近年来因防治水不力等原因，依法叫停矿井 3 座、停止采掘工作面 54 处，依法处罚 235 万元。**四是复工复产把严。**特别把隐蔽致灾因素普查治理、防治水“三区”管理及“一探一视频”建设作为复工复产必备条件，倒逼煤矿增强了水害防治行动力和综合安保力。

五、紧盯“极端天气”，做足水害应对

鉴于强降雨天气日渐增多增强的新趋势，我们不折不扣落实习近平总书记“两个坚持、三个转变”重要指示。**一是**

汛前准备到位。每年入汛前均要修订完善煤矿雨季“三防”工作方案，重点督导煤矿评估核定并储备加强矿井整体排水能力，坚决根治极端天气“应备不备”、“应停不停”、“应撤不撤”问题。**二是预判预警到位。**特别建立煤矿气象灾害综合预警服务平台和矿井响应人工作台账，2022年汛期发送预警信息153条次，及时督促停产撤人3矿次411人，第一时间制止入井1矿1班次。**三是紧急处置到位。**严格执行山西矿井水害防治“三制度一预案”和“五必须、六严禁”要求，积极推行井下主要泵房无人值守和远程控制模式，确保做到令行禁止。**四是协同行动到位。**强化督导遭受地表河流影响煤矿超前治理水患的同时，主动对接水利、气象等部门，科学做好错峰泄洪，共同守护汛期矿井安全。

皖北煤电集团经验交流材料

皖北煤电成立于1984年，现有生产矿井11对，核定产能2875万吨/年。所属矿井水文地质条件复杂，主要受华东地区松散层底含水、鄂尔多斯盆地巨厚砂岩离层水、华北型岩溶高承压水及西北地区老空水害威胁，水害类型齐全，防治难度较大，历史上曾发生1996年任楼煤矿陷落柱、2001年祁东煤矿松散层底含突水淹井事故，给企业发展带来巨大损失。教训深刻，催人警醒。

近年来，我们深刻汲取事故教训，牢固树立“两个至上”理念，认真落实国家矿山安全监察局和省委省政府工作部署，坚持把煤矿水害防治作为安全生产重中之重，立足所属煤矿水文地质条件，学习借鉴兄弟单位好的经验做法，大力实施地面区域治理，从源头上消除水害隐患，通过多年的实践总结，逐步形成“五抓五促”水害防治工作方法。集团自2001年以来，连续23年未发生过影响矿井安全生产的水害事故。

一、抓机制促效能提升

坚持理念引领，牢固树立“水害事故可防可控”和“超前预防、区域治理”理念，坚决做到水害治理不达标不开采；持续加强防治水安全培训教育，提升职工水害防范意识，切实筑牢水害防治思想根基。**健全管理体系**，建立党委统一领导、总工程师技术负总责、防治水副总工程师专业负责、地

测防治水部统筹协调的防治水工作体系，修订完善防治水管理规章制度34项，细化各监管流程，确保制度规定落细落实。**做到规划先行**，按照“规划十年、细排五年、精排三年”的工作要求，精心编制防治水中长期规划，持续动态开展隐蔽致灾因素普查治理，精准划分防治水“三区”，详细制定防治水“一矿一策，一面一策”年度计划，推动灾害治理超前有序实施。

二、抓防控促风险化解

实施风险辨识，建立“年总体辨识、月动态辨识、周专项辨识”制度，严格落实采掘接续计划，根据风险要素变化，动态更新管控措施，通过辨识评估将风险控制在隐患形成之前、将隐患消灭在事故发生之前。**强化过程管控**，完善“区-科-矿-部门-公司”五级风险管控责任体系，建立“年排查、月会商、周分析、日调度、班实施”联动工作机制，年底前排查次年重大风险隐患，每月召开水害风险管控及隐患排查专题分析会，矿井每周开展一次水害安全风险专项分析，每日上报水害突敏信息，细化班组现场水害风险管控。**突出监测预警**，打造水害风险预警与防控系统平台，融合矿井水文、排水、视频、微震等实时监测数据，实现水害风险实时监测和异常预警；建立底板水害微震监测系统，实现底板突水动态监测预警。**加强应急防范**，编制水害应急预案并开展演练，对存在陷落柱突水威胁的矿井，井下出现渗水、淋水等情况时，第一时间停止作业，第一时间向上汇报，第一时间取样化验分析，及时采取应对措施。

三、抓要素促保障到位

强化人员保障，设置公司和矿两级专职防治水副总工程师，配足防治水专业技术人员，成立物探、钻探、化探专业化队伍。充分依托国家煤矿水害防治工程技术研究中心、矿山水害防治国家矿山安全监察局重点实验室等平台，积极开展实操、交流学习，加强防治水专业队伍能力建设。**强化系统保障**，全面实施地面高密度三维地震勘探，各矿均建立完善三维地震精细解释工作站，实现构造精细探查与动态解释；公司及各矿均建成“GIS一张图”系统，与人员定位、安全监测、水文监测融合形成动态管理；以麻地梁、钱营孜等矿为试点，推广三维动态地质建模，推进透明地质矿山建设，提高灾源探查与预测预警能力。**强化装备保障**，持续加大装备专项投入，近两年共投入1.3亿元，配置60多台定向、履带钻机，以及随掘随采震波检测仪、瞬变电磁仪等先进物探设备；在钱营孜煤矿开展工作面震电一体化动态监测智能物探，在任楼煤矿建成远距离操控的自动化钻探作业线，进一步增强了防灾保障能力。

四、抓创新促产研融合

持续加强平台建设，在国家煤矿水害防治工程技术研究中心基础上，联合中国矿业大学（北京）等院校组建矿山水害防治国家矿山安全监察局重点实验室，成立安徽禹恒煤矿水害防治工程技术有限公司。中心及实验室拥有一支以中国工程院院士武强为首、多名国内防治水知名专家学者组成的科研团队，建有岩土力学、水文地质、地下水动力学、注浆

材料与工艺、水文监测监控等专业实验室及物探、钻探、化探中心，打造了5个工程化示范基地。**集聚力量组织攻关**，组织专业研究团队围绕煤矿水害防治难题开展联合攻关，在松散层水害、底板岩溶水害、顶板离层水害、陷落柱水害防治及突水预测预警、混合水源识别等关键共性技术方面取得一系列突破，获省部级以上科技进步奖17项，完成国家能源行业标准制定8项，获得国家发明专利25项，发表论文(SCI/EI)145篇，出版专著5部，开展学术及技术交流会6次，培训专业人员1000多人次。

五、抓工程促成果显现

近3年，我们投入近6亿元，重点实施了岩溶水害区域治理、松散砂层注浆改造、离层水综合防控、松散层底含水综合防治、陷落柱综合探控、新区地面超前探查等水害防治工程，取得较为显著成效。**安全效益方面**，消除了重大水害隐患，杜绝了严重安全事故发生，保障了企业安全形势持续稳定。在恒源煤矿实施以采区为单元的岩溶高承压水区域超前探查及注浆改造，实现了岩溶水害源头治理；在招贤煤矿研发应用“抽、排、用、裂、支、控”离层水综合防控技术，成功破解了顶板离层水害突水压架难题；与中煤科工西安院合作，在五沟煤矿实施松散砂层注浆改造（国内首创），探索出松散层水体下煤炭资源安全回收新路径；在任楼煤矿探索实施“地质预判、水质预警、物探定位、钻探控制、定向封堵”陷落柱综合探控技术，成功实现2个导水陷落柱超前探查与治理；在恒源、祁东、任楼三矿创新实施新区多煤层

一次性地面超前探查，破解了井下常规探查中安全风险高、掩护距离短、精准探查难、掘进影响大等难题。**经济效益方面**，进一步解放煤炭资源，提高回收率，实现绿色高效开采，近年来共解放底板岩溶高承压水区域煤炭 951 万吨，解放松散层防塌煤柱下优质煤炭资源 160 万吨，累计回收松散层防水煤柱储量达 2100 万吨，安全回采受离层水害威胁煤炭资源 640 万吨，产生经济效益近 200 亿元。**社会效益方面**，积累了宝贵的防治水工作经验，形成了一批成熟的水害治理技术，得到了国际矿井水协会、国家矿山安全监察局的高度认可，相关技术在行业推广运用，其中离层水治理技术在鄂尔多斯盆地永陇矿区、顶底板水治理技术在安徽两淮矿区，均实现了广泛运用，起到良好的示范推动作用。

山东能源集团经验交流材料

山东能源集团是山东省大型能源企业集团，2022 年度位居中国能源企业 500 强第 5 位、中国企业 500 强第 23 位、世界 500 强第 69 位，下属兖矿能源、新矿集团、枣矿集团等 7 家涉煤二级企业，现有国内外生产矿井 85 对，核定产能 31350 万吨/年，分布在澳大利亚和国内主要产煤省份。山东能源集团认真贯彻习近平总书记安全生产重要批示指示精神，落实应急部、国家矿山安全监察局和省委省政府一系列工作部署，不断夯实煤矿防治水基础，强化责任，科技赋能，精准施策，不断提高水害可防可控可治水平。

一、强化理念引领，提高防治水工作重要性认识

切实提高防治水重要性认识，理念引领防治水工作向高水平提升。集团所属煤矿分布范围广，水害类型全，受顶板水（巨厚砂岩水、松散层水、火烧区水）、底板水、老空水、地表水等威胁严重，防治水工作凸显重要，集团以“时时放心不下”的责任感、“须臾不可放松”的紧迫感和“事事落实到位”的执行力，扎实做好煤矿防治水工作。一是树立水害事故“可防可控可治”的预防理念。通过近几年不懈努力，积累了不同类型水害分类施策技术方法手段，牢固树立矿井水害“可防可控可治”的坚定信心。二是树立“只要突水就可能淹井，水害事故出不起、不能出”的安全理念。只要出水预警，就意味着发生突水，就存在淹井的可能，严格执行

“停产撤人”规定，牢牢守住不发生重大安全风险的底线。三是树立“突水就是事故，就要追责”的责任理念。敬畏法治，国家加大了防范化解重大安全风险决心，刑法修正案加大了行刑衔接力度，重大水害隐患不整改或发生水害事故就要追责，强化防范化解重大水害风险责任，坚决遏制重特大水害事故发生。

二、强化责任体系建设，健全制度保障体系

充分发挥制度建设保障作用，着力构建重大水害防治制度保障体系。一是以机构建设为基础，成立防治水领导小组，建立健全能源集团、二级公司、矿井三级重大水害防治机构，理顺管理层级，强化技术管控，严格激励考核，促进各级岗位责任制的有效落实。二是以技术体系为保障，建立集团各类水害防治技术体系，进一步明确规范各类水害技术管控流程，确保水害防治措施落实到位。三是以灾害管控为重点，严把工程治理和技术服务关，严格重大水害治理时间，重大水害分级预警、分级管控，突出区域治理先行重要性，强化重大水害防治系统保障，制定《煤矿重大灾害治理工程管理办法》，从工程立项、招标、治理及验收全流程对灾害治理工程监督管控，确保重大灾害治理工程效果；制定《防治水技术服务机构（团队）指导意见》，优选团队技术水平高、业内口碑好、服务质量优、管理能力强的技术服务机构，做到全过程留痕、可追溯、可评价，实现安全无风险。四是以安全评价为抓手，定期组织开展防治水专项评价和综合评价，对水文地质条件复杂、极复杂、受水威胁严重的矿井组织委托外部专家开展专家会诊工作，全面准确查找存在的重大水

害风险，制定切实可行的防范措施，确保安全。

三、强化分类精准施策，全面提升矿井水害防治水平

能源集团经过多年防治水研究和实践，针对各类水害，坚持精准施策、一矿一策原则，总结了各类水害治理经验。如在地表水害治理方面，新矿集团先后投入 3.5 亿元，对柴汶河流域沿岸矿井地表水害风险进行了全面治理；在顶板砂岩水害治理方面，西北矿业正通煤业先后投入 2.6 亿元，实施地面区域注浆封堵减水，效果明显；底板承压水害区域治理方面，黄河北煤田的赵官能源、邱集煤矿累计投入 10.6 亿元，解放煤炭资源 2200 万吨，累计安全采出煤炭 191 万吨。已形成不同水害类型防治技术体系。**地表水害防治方面：**以新矿集团协庄煤矿为代表形成了“查、防、堵、疏、控、排、测”及地表主动治理、井下分级控制、监测监控预警立体综合地表水害防治技术体系，先后对柴汶河流域沿岸实施筑坝、河床铺底、砌坝护坡、修整河道、构筑导水槽，沿岸煤层露头区域采取低洼区回填、注浆封堵等，确保年安全采出受水威胁煤量 1000 万吨以上。**老空水害防治方面：**以新疆能化硫磺沟、兖矿能源天池煤矿为代表形成了“地面截流+高位疏堵+河流防渗”及“查全、探清、疏干、验证”四步工作法等防治技术体系，实现了老空水害防治安全。**松散层水害防治方面：**以兖矿能源鲍店煤矿为代表形成了“精准探查、可研论证、措施保障、监管监控”为核心的松散层水害防治技术体系，累计解放煤炭资源储量 2701 万吨。**顶板砂岩水害防治方面：**以西北矿业正通煤业为代表探索形成了“查、疏、控、通、泄、拦、堵、脱、清、排”彬长矿区巨

厚承压含水层顶板水害防治“十法”技术体系，率先引进TBM（全断面隧道掘进机）用于低位泄水巷施工，并在地面帷幕注浆和平面改造含水层的基础上，推出了侧向帷幕注浆和采后封堵相结合的治水理念，进一步强化了顶板注浆效果，实现了极复杂大水矿井的防治水安全。

底板承压水防治（地面区域治理）方面：以新矿集团邱集、赵官煤矿为代表，吸收国内先进技术和肥城治水经验形成了“地质分析、区域治理、探注结合、动态预警、综合防护”为核心的“五位一体”区域底板水害防治技术体系，实现了黄河北煤田后组煤开采“从无到有”的突破。

底板承压水防治（井下治理）方面：以鲁西矿业白庄煤矿为代表形成了“查清条件、躲避断裂、注浆改造、疏水降压、帷幕截流、减扰开采、注浆堵水”的“七位一体”的井下底板水害防治技术体系和奥灰顶部注浆改造技术体系。针对注浆改造中隐蔽工程，建设了全自动地面注浆站，整站实现了注浆数据全方位自动监测和实时传送功能。做到了“地面造浆自动控制高效化、注浆系统标准化、注改设计规范化、打钻注浆施工分序严密化、效果验证与评价科学化”，实现了井下注浆改造工作面精准治理，累计安全采出煤量960万吨。

四、强化科技助力，全面构建防治水技术保障体系

围绕底板奥灰水、巨厚顶板砂岩水、浅埋深薄基岩松散层水、火烧区水、突水溃沙、老空（窑）水、地表水、厚冲积层井筒水、深部厚隔水层隐伏导水断层及陷落柱水等重大水害的探查、治理、预警等关键技术与高端防治水科研机构、高校和企业，建立“产、学、研、用”相结合的深度融合创

新模式，开展科技攻关研究，破解防治水安全生产难题，为安全高效绿色智能开采提供技术保障。一是提升水害监测智能预警水平，推进水害监测预警向精准智能化提升，受底板水害危险矿井全面推广应用微震或微震与电法耦合等监测预警技术；二是建设煤炭板块GIS地理信息系统公共服务平台，深度融合煤矿防治水与“大数据”、“数字化矿山”、“互联网+”、“云服务平台”等新理念、新技术，逐步实现煤矿地测防治水数据采集、台账编制、图件绘制、计算评价和智能化预测预报预警一体化管理，引领地测防治水智能化与矿井智能化开采建设同步升级；三是积极学习推广应用“随采随探”、“随掘随探”、“长掘长探”等防治水物探新技术、新方法，全面提升矿井水害防治水平。

五、强化专业人员素质提升，增强防治水人才保障能力

加强技术人员教育培训的力度，本着“干什么学什么，缺什么补什么”的培训原则，对所属二级公司、矿井防治水专业骨干进行全员培训。大力推进矿井防治水从业人员“素质提升”工程。通过建设防治水实操培训基地、定期举办“防治水大讲堂”活动、委托防治水人才培养和新技术培训等方式，进一步创新了素质提升新途径。建立人才培养机制，合理挖掘、开发、培养企业战略后备人才队伍，建立人才梯队，特别注重培养选拔企业水害防治“工匠”和“大师”，为企业的可持续发展提供人才保障。

大唐集团龙王沟煤矿经验交流材料

大唐集团龙王沟煤矿井田位于内蒙古鄂尔多斯市，矿井可采储量 5.9 亿吨，生产能力 1500 万吨/年，2020 年 6 月 30 日通过竣工验收，是国家安全文化建设示范企业、国家首批智能化示范煤矿、一级安全生产标准化矿井、特级安全高效矿井。

矿井采用斜井开拓，综采放顶煤一次采全高采煤工艺、全部垮落法管理顶板。主要含煤地层为石炭二叠系，可采煤层 5 层，主采 6 号煤层，平均煤厚 23.8 米。矿井水文地质类型中等，煤矿开采主要受底板奥灰水威胁，目前开采的 61 盘区全区带压，隔水层底板最大承压 2.28MPa，突水系数为 0.047 ~ 0.092MPa/m。龙王沟煤矿始终把水害作为重大风险进行管控，始终坚持“两个至上”，立足“两个根本”；统筹发展和安全，以高度的政治责任感和使命感落实国家矿山安全监察局文件精神，不断创新和总结，形成了具有龙王沟煤矿特色的水害防治管理体系。

一、智能管控，推进水害防治安全体系建设

公司深入学习贯彻习近平总书记安全生产重要论述，坚持红线意识、底线思维；坚持问题导向、目标导向，始终将水害防治摆在首要位置，始终将水害分析研判贯穿安全生产全过程，为矿井水害防治工作打下了坚实基础。

（一）树理念、抓践行，提升全员水害防治意识。龙王沟煤矿提出了“干一天龙王沟，讲一天防治水”的安全理念，要求人人都学防治水，将水害防治成效作为薪酬分配和岗位晋升的评判依据，执行水害防治“一票否决”制度，强化了全员水害防治责任意识。

（二）保投入、配三专，夯实矿井水害防治基础。2020年至今，矿井在水害防治方面累计投入2.88亿元，释放安全储量6000多万吨，为配强“三专”提供了有力的资金保障。公司成立了探放水专业队伍和管理部室，与华北科技学院合作共建了矿井水害防治研究中心，聘请了国家级专家提供技术支持，建设了以定向钻机为主体的智能化钻场，以地面注浆为依托的智能化注浆站，以水源快速识别为核心的水质化验中心，为水害防治提供了强大载体。

（三）抓培训、提能力，强化科技治灾人才支撑。一是围绕“三功两素”（即知识功底、专业功力、技能功夫和身心素质、职业素养）开展精准培训，在钉钉办公系统开辟了“学习强企”培训模块，形成了自主学习、网络考核的新模式。二是建立了裸眼“3D”教学矩阵和VR实操课堂，实现了技能培训的“智能”管控。三是组织职工参加学历提升教育，80%的防治水从业人员具有专科及以上学历，为高端智能装备的应用提供了人才支撑。

（四）明责任、严管控，压实水害防治长效机制。一是规范了双重预防“三五五”管控流程（三定：定时间、定责任、定人员，五级：矿每月、专业每半月、区队每天、班组

每班、岗位动态，五落实：落实整改内容、整改标准、整改措施、整改期限、责任人员），实现了风险防控重心下移。二是以“动态检查、垂直管理、现场考核”为抓手，建立了“处处有标准、事事有考核”的考核机制，实现了质量管控关口前移。三是将解决实际问题作为履职尽责的唯一标准，按照“有法可依、立即考核、持续优化”的原则不断夯实水害防治责任体系。

二、智慧赋能，提高水害防治智能化水平

遵循“实际、实用、实效”的原则，将智能装备、多源数据与软件系统深度融合，持续推进水害防治智能化提升。

（一）统筹推进，构建水害防治智能体系。矿井建设了以微震监测、水动态实时监测、电法智能监测和水源快速识别为基础的水害信息感知平台；建设了以四维地理信息系统、水文地质保障系统和真三维组态地质模型为核心的数据决策平台；建设了以千米定向钻机、智能钻机和智能注浆站为主体的工程治理平台；形成了矿井水害智能监测与精准治理体系。

（二）多元融合，打造透明地质保障系统。一是以地面勘探资料为基础，通过高程转换和数据推演，构建三维地质初始模型。二是扩展工程信息、物探成果和钻探数据录入，对三维地质模型进行精细处理。三是增强动态监测数据、反演采掘信息，实现透明工作面的多源数据耦合，构建四维时空地质模型，为智能采掘提供了高精度地质保障。

（三）全息感知，实现水害参数智能监测。矿井基于“本

源-全息-模态”的数据算法平台，将5个水害动态监测系统
进行融合管控，实现了矿井水位、水压、水质等21项水文
参数的智能监测，同时应用灾害全息感知技术打破信息孤岛，
实现数据的统一存储、耦合分析和联动决策，为水害防治提
供了数据支撑。

（四）数据赋能，筑牢智慧班组“双基”建设。基于管
理平台和智能终端，构建了班组的沟通与互动模式，平台可
实时调取井下监控图像、区域风险评价数据和应急处置方案；
通过智能终端实现了安全生产信息的随时随地调用和传递，
提高了班组管理的智能化应用水平，增强了班组管理的透明
度和时效性，夯实了基层和基础工作。

三、创新驱动，引领水害防治工作高质量发展

龙王沟煤矿结合区域奥灰水文地质特征，坚持源头治理
和超前治理相结合，不断加强科技攻关，增强科技孵化能力，
依靠科技创新实现了新的技术突破。

（一）系统思维，打造水害防治技术新模式。一是形成
了“一化两震三钻四电”的多维度综合勘探手段，“一化”
是指水质化验；“两震”是指三维地震和槽波地震；“三钻”
是指地面钻探、定向钻探和常规钻探；“四电”是指瞬变电
磁、直流电法、孔中物探和音频电透视。二是创新采用井上
下相结合的区域治理方法，超前完成“三区转换”。三是提
炼了“查疑、设计、施工、评价”四步工作法，实现了矿井
水害的科学防控。

（二）多策并用，规范工作面水害防治流程。一是采掘

施工前，编制工作面防治水设计并组织专家评审论证。二是针对邻近老空水，采取“U型孔长距离定向钻”进行超前疏放。三是针对综采工作面，采用“定向钻、常规钻和多种物探方法进行探查；采用注浆封堵、可控疏放等措施进行治理。四是针对富水异常区，采用“微震、电法和水文监测”的方法进行耦合监测。五是针对地面塌陷区，采用钻探实测和数值模拟确定“三带”发育高度，采用“无人机航测和视频监控”方式进行巡查，确保工作面安全回采。

（三）“两探”创新，突破快速掘进探查瓶颈。一是在快速掘进工作面创新应用了定向钻超前探查，开展定向钻快速封固工艺和分支造斜技术研究，实现了“一孔多用、长掘长探”的目标。二是在超过1000米的定向钻探查孔中开展孔中物探，形成直径60米的物探成果。从根本上解决了常规钻探盲区大、钻孔偏斜、停掘探查影响掘进效率的弊端。目前，该技术已经取代常规探查，成为龙王沟煤矿巷道掘进超前探测的主要手段。

（四）分层探查，实现构造异常体靶向治理。一是根据地质赋存条件和区域探查成果确定构造异常体发育特征，圈定重点治理区域。二是根据底板奥灰水害威胁程度和采掘扰动影响范围确定分层探查层位。三是在走向平行定向钻孔的基础上布置倾向平行钻孔，形成对构造异常体底板的网格化探查。四是以微震突水监测系统和智能电法监测系统为监测主体，掌控浆液运移方向和注浆效果，实现构造异常体的精准治理。

莱芜钢铁集团莱芜矿业有限公司谷家台铁矿 经验交流材料

莱钢集团莱芜矿业有限公司前身是始建于 1958 年的山东省莱芜铁矿，谷家台铁矿是莱芜矿业有限公司三座地下矿山之一，位于山东省济南市莱芜区西北 8 公里处，为砂卡岩型磁铁矿床，采用中央罐笼竖井-斜井-斜坡道联合开拓方案，采用机械化盘区下向进路胶结充填采矿法开采，目前开采深度 426 米（+176-250m），生产能力 130 万吨/年。

谷家台铁矿为水文地质条件复杂的岩溶裂隙直接充水矿床。矿区地表水系丰富，主干河流流经矿区，中奥陶系灰岩含水层为矿体的直接顶板，岩溶裂隙发育，富水性强，断层导水通道畅通。目前矿坑日均涌水量 9000-10000 立方米，矿井排水能力 51000 立方米/天。

作为大水矿山，我公司在政府各级应急管理部门的关心指导下，认真贯彻落实习近平总书记一系列关于安全生产的重要指示精神，牢固树立“人民至上，生命至上”的理念，落实企业主体责任，始终把矿山防治水工作作为重中之重，注重管理改进和技术创新，持续提升矿山防治水水平。

自 2004 年以来，矿区自上而下全面实施“全覆盖、无缝隙、立体式”近矿体上盘灰岩帷幕注浆，截至 2022 年底，全矿共完成钻探 84.9 万米、注浆 50.82 万吨，累计投入 5.6

亿多元。通过注浆治水，矿坑日平均排水量由原来的 36000 立方米减少至 9000 立方米左右，累计解放矿量 1320 万吨，为矿山安全生产创造了先决条件。下面就我公司谷家台铁矿防治水工作汇报如下：

一、持续抓好防治水管理体系建设，为系统性开展防治水工作奠定基础

多年来，公司认真贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，持续完善和规范矿山防治水工作，严格落实“三专两探一撤”措施要求，建立了系统的防治水管理体系，成立了专职的防治水施工队伍，配备了高效的钻探注浆施工设备，为谷家台铁矿系统性开展防治水工作奠定了基础。

成立了由董事长任组长的防治水领导小组，负责制定矿山防治水工作规划、技术和施工方案审查等；下设由 5 名水文工程技术人员组成的矿山防治水办公室，负责矿山防治水的技术管理；专门成立了由 106 名人员组成的注浆工区，负责矿山防治水工程施工。

根据井下探水注浆施工要求，我们及时配置和更新适宜的钻探、注浆设备，改造完善注浆设施。目前在井下配有 2 台 U6 钻机、7 台前哨钻机、4 台 20Mpa 及 1 台 30Mpa 的高压聚能泵等钻探注浆设备；在地面新建了 1 座自动化制浆站，具备 2 套独立的自动化制浆系统，满足了井下注浆治水施工要求。

在多年来的矿山防治水工作中，我们重视制度建设，根据实际情况陆续制定完善了《水文会商制度》、《井巷工程施

工探水规定》、《注浆堵水质量评价制度》等管理制度和规定。

矿山注重完善防水应急预案，每年定期进行两次防水专项应急预案演习，不断查找预案不足并进行完善，同时有针对性地加强职工防水安全知识与技能培训，持续提升全员防治水意识和隐患排查治理能力。建立了矿井水害应急预警报警体系与救援体系，配足了相应的物资，组建了救援队伍，定期组织应急救援演练。

二、持续创新完善井下近矿体帷幕注浆技术，构筑安全可靠帷幕隔水屏障

谷家台铁矿自矿山建设以来就确定了“不疏干、不塌陷、不搬迁、不改河、不还水”的“五不”方针，通过多年来的防治水技术研究与现场施工实践，持续优化改进防治水技术，形成了一整套系统的井下近矿体帷幕注浆综合技术方案，以构筑近矿体顶板灰岩内安全可靠的帷幕隔水屏障，为矿山安全生产提供保障。

井下近矿体帷幕注浆是在接近矿体的井下围岩中，施工一系列不同方位不同角度的钻孔，利用高压注浆方式将注浆材料通过钻孔扩散到围岩裂隙或岩溶中去，与天然隔水围岩形成一个严密整体，在矿体周围形成隔水帷幕，保障帷幕内矿体安全开采。作为大水矿山防治水的一项新技术，其堵水率能达到90%以上，不仅解决了疏干排水易引起地面塌陷及高昂的排水费用问题，同时也解决了地面帷幕注浆堵水率较低、工程造价高等多方面问题。

经过多年来的探索与实践，我们根据超前探查、全面注

浆的思路，利用巷道和硐室工程进行分序设计、施工，目前形成了谷家台铁矿独有的“探、掘、注、检”四步施工顺序，即水平展开、向下推进、分步循环的帷幕注浆技术方案。

第一步“探”：即超前探水孔；对下分段掘进施工前的岩溶构造分布情况进行水文地质勘探，实施下向孔覆盖，覆盖要超出下分段后续计划施工的上盘掘进工程前方、下方15~25米的范围，以查明导水断裂带产状、特征，岩溶构造蓄水空间、水量及分布情况，并利用钻孔实施注浆治理。

第二步“掘”：即实施上盘注浆工程掘进；根据第一步“探”揭露的水文地质条件，工程尽量避开大的张裂破碎带、透水溶蚀带等复杂地段，实在避不开时要超前进行加固治理。

第三步“注”：即实施上盘帷幕注浆；根据第一、二步探查的水文地质情况，布置帷幕注浆钻孔，利用注浆钻孔进行注浆，形成上盘整体隔水帷幕。隔水帷幕厚度由技术要求的30米提高到60米，以确保隔水帷幕安全可靠。

第四步“检”：即在完成上盘整体隔水帷幕注浆后，再利用各分段水平巷道布置注浆检查钻孔；根据钻孔揭露的岩体构造和水文情况，再一次对隔水帷幕进行加密注浆。加密注浆完成后，综合进行注浆质量评价，必须通过评价后才能对此帷幕范围内的矿房进行回采。

三、更新采矿方法，完善采充工艺，保障注浆隔水帷幕安全

针对采用的帷幕注浆防治水施工方案，从更有利于保障注浆隔水帷幕顶板安全考虑，自2010年起，公司探索采用

更适宜的采矿方法，由原采用的预控顶上向分段充填采矿法更新为机械化盘区下向进路胶结充填采矿法。该采矿方法一是自上而下分层开采，与自上而下推进的帷幕注浆施工相匹配；二是分层回采高度及进路宽度均只有 4-5m，有效减少了隔水帷幕顶板的暴露面积；三是采用浅孔落矿，有效降低了爆破振动对隔水帷幕顶板的影响；四是采用膏体充填，采空区充填接顶率能达到 90%以上，有效保障了隔水帷幕的稳定性。

更新后的采矿方法和完善后的采充工艺，与注浆堵水技术相匹配，降低了采矿生产对隔水帷幕的影响，防止了采掘作业中的突水风险，保障了矿山安全生产，同时有效提升了矿山生产能力，矿山生产能力由原来的 65 万吨/年提高到 130 万吨/年。

四、多年来防治水实践取得的经验

经过多年来的探索与实践，我们在矿山防治水工作上取得了一定的经验：

（一）不断强化全员防治水安全意识，持续抓好全员责任落实。我们坚持防治水意识和技能的教育培训常态化，坚持责任落实的追踪与检查，特别抓好现场一线职工在采掘、钻探注浆施工中的防治水责任落实，坚持有疑必报、有报必处，严格落实采掘施工前的钻孔超前探水施工，在确保无突水风险之后再进行后续施工。

（二）注重防治水制度建设，强化防治水制度管理。公司在矿山防治水工作中注重制度建设，根据实际情况陆续制

定完善了防治水工程设计、施工、验收等管理制度和规定，加强防治水工程施工质量管理与考核，实现闭环管理，确保每一个环节都能执行到位，以保证防治水安全技术措施落实到位。

（三）注重钻探注浆施工计划落实，坚持以超前治水保障安全生产。按照治水先行的原则，坚持超前探水超前治水，注重科学合理编排钻探注浆施工计划并严格抓好落实。在采掘生产计划落实中，坚持治水超前采矿，不消除突水风险，绝不安排采矿生产。

（四）坚持月度水文会商例会，持续完善防治水工作方案。公司每月召开月度水文会商例会，坚持问题导向，重点查找和解决防治水工作中在技术、施工、设备、材料等方面出现的问题，及时制订完善下一阶段防治水工作方案。

（五）加强与科研院所合作，以技术创新保证矿山防治水安全。我们注重与科研院所合作，积极推进矿山防治水技术创新，分别与长沙矿山研究院、青岛理工大学签订了技术合作合同，通过合作，不断改进钻探注浆工艺技术，持续提升矿山防治水效果，建设完善监测隔水帷幕的预报、预警系统，保障矿房回采后顶板隔水注浆帷幕的安全。

国家矿山安全监察局安徽局经验交流材料

安徽省现有煤矿 41 对，核定产能 13106 万吨/年，其中：水文地质类型复杂矿井 11 处、极复杂的矿井 6 处，复杂、极复杂煤矿数量、产能分别占 41.5%、52.6%，矿数占比是全国的 6.42 倍，产能占比是全国的 3.3 倍。安徽省煤矿水害涵盖所有水害类型，地质条件极复杂，隐伏陷落柱、断裂构造发育，突水通道难以探查，突水安全风险高、探查治理难度大，水害防治任务艰巨，曾发生多起淹井、水害事故。近年来，在应急管理部、国家矿山安监局和省委、省政府的正确领导下，我局立足“两个根本”，不断推进水害地面治理、区域治理、超前治理，取得了较好成效。全省煤矿已连续 57 个月未发生水害事故。

一、坚持理念引领，推进水害治理体系建设。坚持“人民至上、生命至上”，督促引导全省煤矿企业不断创新思想，以先进理念引领水害防治工作，积极推进煤矿防治水工作由过程治理到源头预防、局部治理到区域治理、井下治理到井上下综合治理、措施防范到工程治理、单一治水到治保结合的转变，构建“七位一体”的水害防治工作体系，做到“综合探查，分源防治，定量评价，达标开采”。皖北煤电集团提出“超前预防、区域治理”、“水害事故可防可控”的理念，坚守“水害治理不达标不开采”的安全红线。淮河能源

集团提出“水害不治、矿无宁日”理念，探索形成淮南特色的灰岩水害“四层网”综合防治体系。淮北矿业集团提出“老空水害是集团公司最大的水害”理念，坚持“先治水后掘采，不达标不掘采”，形成了“尊重自然、求真务实，迎难而上、敢为人先”的治水精神。中煤新集公司树立“现场地质及水文地质条件变化是隐患预兆”灾害理念，实行水害分源防治、精准施策。

二、坚持地质先行，充分发挥地质保障作用。查清地质条件是加强煤矿防治水工作的前提，我局始终把推进煤矿查清开采区域地质地质条件作为防治水监察重中之重。**一是**强化地质超前探查。要求煤矿采区设计前，必须完成地面高精度三维地震勘探及精细解释，查清采掘工作面及其周围的水文地质条件；对水文地质条件复杂的采区，要求煤矿在地面三维地震勘探的基础上，开展地面电法勘探；对太灰含水层富水性强、存在导水陷落柱的区域，要求煤矿采取地面定向顺层钻孔区域超前探查治理措施；对煤矿新水平、新采区开拓延伸工程或采掘活动影响范围存在水害威胁的区域，要求做到“有掘必探”，全过程落实“钻探+物探”、“两探”措施。目前，全省煤矿均建立三维地震工作站，生产开拓区域实现地面三维地震勘探全覆盖，三维地震勘探面积1438Km²，解释96个疑似陷落柱和异常体。**二是**强化隐蔽致灾因素普查。督促煤矿企业紧密结合采掘接续和采场布局，常态化开展隐蔽致灾地质因素普查工作，定期编制、上报隐蔽致灾因素普查报告，及时更新采空区、陷落柱、地下含水

体、导水裂隙带等 8 种隐蔽致灾因素普查治理台账，做好防治水“三区”管理工作。2022 年，全省煤矿共排查隐蔽致灾地质因素 690 处，其中影响采掘的老空积水 49 处、陷落柱及物探异常区 11 个。

三、坚持关口前移，及时防范化解水害重大风险。始终把安全风险挺在隐患前面，化解在萌芽之时、成灾之前。**一是强化源头防范。**印发《安徽省煤矿采掘接续和灾害治理中长期规划编制工作指导意见》，要求各煤矿企业以采掘接续中长期规划为主线，同步编制水害治理规划、做到“精排三年、细排五年、规划十年”并每年滚动修编，超前实施重大水害防治工程，确保防治水达标煤量与生产准备及回采煤量平衡。同时，将全省煤矿存在尚未治理导水陷落柱的区域或强含水层和老空水淹区域下的急倾斜煤层划定为禁采区；将近水体煤层未查清水体水文地质条件的，与强含水层存在水力联系的含（导）水断层煤柱的，物探异常区未采取补勘验证的区域划定为缓采区，源头防范水害重大风险。**二是建立水害重大风险管控机制。**印发安徽省煤矿重大安全风险管控暂行办法，编制水害防治等重大风险辨识指导手册，推进煤矿建立健全“年排查、月会商、周分析、日调度、班实施”风险防控工作机制。每年会同省能源局对煤矿年度重大风险进行集中会商，编印全省煤矿年度重大风险管控清单。2020 年以来，帮助指导煤矿查找辨识煤矿重大安全风险 4089 项，其中水害重大风险 861 项。**三是强化水害重大风险过程管控。**坚持“季会商、月分析、周调度”工作机制，定期开展水害

重大风险会商研判，发现管控不力的，及时预警告知，督促煤矿企业落实风险管控责任、管控措施。针对生产过程中的出现新情况、新问题，及时会同地方监管部门、煤矿上级公司进行现场会商，帮助指导煤矿研究制定对策措施，消除水害威胁，避免多起突水、淹井事故。2020年以来，累计下达预警告知书181份，提出会商意见498条。

四、坚持创新驱动，大力推广防治水新技术新装备。近年来，全省煤矿企业加大安全投入，不断提高水害防治科技装备水平。**一是**依托皖北煤电集团公司组建了国家煤矿水害防治工程研究中心，深入开展煤矿防治水“产、学、研、用”深度合作和技术交流，推进全省煤矿实施地面区域探查治理、顶板“离层水”超前探查疏放、松散砂层注浆改造和缩小防隔水煤（岩）开采等重大水害防治工作，充分发挥技术平台技术支撑作用。**二是**建立全省煤矿防治水专家库，推进全省煤矿建立落实重大水害防治方案专家评审评价和异常情紧急处理处置制度，帮助指导煤矿根据不同的水害类型科学采取工程防治措施，提高措施针对性、有效性。**三是**推广先进适用水害防治技术与装备。召开全省煤矿定向长距离钻孔技术现场会，大力推广底板灰岩水害地面区域超前探查治理、井下定向钻孔疏放太灰水、定向钻孔远距离探放老空水、顶板砂岩水等技术，督促煤矿建立水害风险防控系统和潜水电泵应急排水系统，不断提升煤矿防灾减灾抗灾能力。皖北煤电集团钱营孜煤矿建成“GIS一张图”及三维地质建模，实现防治水信息化、智能化。淮北矿业集团朱仙庄煤矿采取

“帷幕截流、疏干开采”区域治理措施，成功阻断“五含”水煤炭安全开采威胁。淮河能源集团确立了“奥灰水与太灰水防治并重，区域超前探查治理垂向导水通道和井下疏水降压相结合”的技术路线，实现A组煤连续安全开采。中煤新集公司建立探查、治理、验证、评价、监测“五位一体”的底板灰岩水防治技术管理体系和治理效果评价标准。近三年，全省煤矿完成地面区域超前探查治理工程面积25.33Km²，投入资金33.14亿元，解放可采储量1.8亿吨；9处煤矿13个采煤工作面建立承压水害微震监测预警系统。

五、坚持严格执法，压实企业水害治理主体责任。一是完善法规标准体系。认真贯彻落实《煤矿安全规程》、《煤矿防治水细则》和国家矿山安全监察局防治水工作要求，结合安徽煤矿实际，先后2次对《安徽省煤矿防治水和水资源利用管理办法》进行修订完善，并制定《煤矿防治水体系建设》、《顶板水害防治》、《井下底板注浆加固》、《地面区域治理》、《老空水害防治》等5项省级地方标准，推进水害防治工作制度化、规范化、标准化。**二是**扎实开展水害专项监察。每年由省局领导带队，集中防治水专业监察员，邀请煤矿防治水专家，成立集中监察组，对全省水文地质类型复杂、极复杂煤矿开展防治水专项监察，重点检查雨季“三防”措施、防治水“一矿一策、一面一策”落实等情况，决不允许煤矿在地质情况不清、水患没有超前治理或治理不到位的情况下进行开采。**三是**强化汛期安全监察工作。成立以局主要负责人为组长的应对极端天气工作领导小组和驻地应急处置小

分队，与地方相关部门、煤矿企业建立自然灾害预警协调联动机制，每次接到橙色、红色气象灾害预警信息，第一时间通过电话、微信等方式“点对点”向煤矿企业发布预警信息，督促企业严格落实安全防范措施。**四是**强化极端天气应急处置。要求暴雨、大风、雷电等气象橙色预警时，两回路电源引自同一区域变电所不同母线的煤矿或近年来发生过全矿井掉电事故的煤矿，提前停止井下作业，撤出井下作业人员，做到防患于未然。联合省应急管理厅、省能源局分别印发非煤矿山、煤矿生产安全紧急情况停产撤人规定，进一步细化明确紧急停产撤人情形，确保发生险情第一时间停产撤人。

国家矿山安全监察局山东局经验交流材料

近年来，国家矿山安监局山东局紧紧围绕国家矿山安监局工作部署，认真落实《煤矿防治水细则》、《煤矿地质工作规定》及有关文件要求，立足查大系统、控大风险、治大隐患、除大灾害、防大事故，以煤矿安全专项整治三年行动为总抓手，多措并举抓防治，强化监察执法，推动水害防治能力、基层基础和装备水平不断提升，煤矿防治水工作更加稳固，水害事故大幅下降，连续 17 年未发生较大及以上水害事故，近 5 年没有发生水害伤亡事故，全省煤矿防治水安全形势持续稳定。

一、积极履行核心职责，强化防治水监察执法

（一）构建防治水责任体系。推动地方政府、煤矿企业健全防治水监管体系、地测防治水保障体系，建立健全煤矿企业主要负责人、总工程师、防治水副总工程师、班组长等“关键少数”、“业务保安、环环相扣”的防治水安全共管机制。

（二）扎实开展防治水“三区”划分。重点部署，联合省能源局制定《煤矿防治水“三区”管理办法实施细则》，规范煤矿防治水“三区”划分与管理，培训煤矿工程技术人员 900 人次，全省煤矿“三区”划分报告均已编制完成。

（三）强化防治水监察执法。严格按照国家局《关于印发防范遏制煤矿水害事故若干措施的通知》、《煤矿水害防

治监管监察执法要点（2022年版）》开展水害防治监察执法。落实国家局“九个紧盯”要求，每季度对水害威胁严重煤矿至少监察一次。先后开展防治水专项监察、汛期专项监察、隐蔽致灾因素普查专项监察，共监察110矿次，查处防治水类问题隐患737条、地质类问题437条，罚款2248.4万元。

二、聚焦防治水重点，突出重大水害治理

（一）强化地表水治理。加强柴汶河地表水防治，持续推动新矿集团实施柴汶河河床铺底、砌坝护坡、修整河道等综合治理工程，先后投入5.8亿元，累计完成河床铺底22万 m^2 ，筑河坝1.1万 m ，基本消除了柴汶河地表水威胁。

（二）强化老空水防治。严格落实“查全、探清、放净、验准”四步工作程序，督促泰安市、枣庄市制定“有掘必探，不探不掘不采”措施加强老空水探查。2022年，山东能源集团疏放老空水340万 m^3 ，枣庄市疏放积水24.3万 m^3 ，杜绝了老空水害事故的发生。泰安市利用老窑水为电厂供水，降低对相邻生产矿井的水害威胁。

（三）强化承压水害区域治理。实施“一矿一策”精准治理方案和重大水害分类治理方案，推动受承压水威胁的肥城、新汶、黄河北煤田积极开展深孔远距离区域注浆改造，实施地面区域水害治理工程，新矿集团投资9亿多元，先期解放煤量350万吨，确保安全开采。

（四）从严管控提高上限开采。利用开采上限“三必查”、“提限开采三张图”分析法，采用等高线分析排查、基岩厚度等值线法对煤矿提高开采上限工作面的煤柱留设进行穿透

式监察。先后查处了钻孔基岩厚度及阻隔水煤（岩）柱造假、煤层露头区阻隔水煤（岩）柱留设不足等重大事故隐患。

三、多措并举，精准防范重大水害风险

（一）精准防范化解水害重大风险。每季度与省能源局开展风险分析研判和预警通报，2022年全省煤矿共辨识水害重大风险262项，每月开展矿山事故及安全风险分析研判，及时报送国家局。开展年度季度预防性技术监察，提前防范因采掘接续紧张造成水害治理工期不足、治灾效果差引发的突水风险。

（二）应用新技术装备管控水害风险。建设复合灾害预警系统，实现井下涌水量、水压等自动化、可视化、智能化监测管理。正在建设煤矿智能化监察分析平台，利用智能AI视频识别技术，远程监控井下探放水作业规范性，自动抓取违法行为、自动固定违法证据。所有煤矿主要泵房均建立了远程集控系统，水文复杂矿井安装水害微震与电法耦合监测预警系统。推动山东能源集团实施防治水科研项目47项，投入资金2.5亿元。

（三）推动隐蔽致灾因素普查治理。把隐蔽致灾因素普查治理开展情况作为督导地方政府的主要内容，推进煤矿隐蔽致灾因素普查治理取得实效，目前全省煤矿均已完成报告编制，煤矿致灾因素基本查清。开展隐蔽治灾因素普查专项监察，查处问题隐患547条。

（四）全面做好汛期防治水工作。2022年召开两次全省煤矿汛期安全生产会议和事故警示教育会议，全面部署汛期

防治水工作。汛期前，组织开展拉网式、起底式隐患排查，督促所有煤矿开展水害应急演练和停产撤人演练。发布停产撤人警示2017次，停产撤人及未组织人员入井1260矿次、14.9万人次，实现安全度汛。

四、探索创新防治水方式方法，提高应急能力

（一）创新主要负责人重大风险隐患审核机制。实施分管副局长和局长重大风险、重大隐患双重审核，坚持监察执法和风险辨识同步进行，把风险挺在隐患前面，每周对监察执法处上报的重大风险、重大隐患严格审核把关。2022年以来审定41条防治水重大风险，推动煤矿企业提升风险辨识能力和管控效果。

（二）提高应急电源保障能力。积极应对极端天气引发的大面积停电带来的风险，按照“宁可备而不用，不可用而不备”原则，全省煤矿均配备应急电源，容量不小于提升机功率的1.5倍，高瓦斯煤矿不小于主要通风机功率的2倍，确保应急电源能快速接入，接入后15分钟内恢复提升机供电，60分钟内完成人员提升撤离。汛期前督促煤矿对应急电源进行可靠性试验。

（三）采用“互联网+”超前预测预警。与省气象局天气预报系统实现对接，实时获取全省气象卫星云图、灾害天气预警等信息；自动关联井下人员定位系统数据，对大雨暴雨天气停产撤人状态进行实时监测报警，24小时降雨量达到50mm时，立即启动人员升井。2022年汛期，累计采集降雨量记录19.42万条。推动煤矿实施水位突变自动预警，实现与

矿井应急广播、人员定位联动，提高水害应急处置能力。

五、依法治水，构建防治水长效机制

下一步，我局将严格落实防治水系列制度规定及本次会议要求，以防治水“五零”（“零突水、零透水、零溃水、零溃砂、零事故”）目标为主线，重点抓好以下六个方面工作：

（一）强化水害风险管控和隐患排查治理。2023 年开展煤矿安全生产风险专项整治，提升防治水风险辨识管控质量。现场监察与远程监察及风险研判同步进行，提高防治水重大风险研判精准度。

（二）强化水害应急处置。督促煤矿汛期前开展水害应急演练，落实矿井领导干部在岗带班和汛期 24 小时值班制度，执行灾害性天气停产撤人规定。健全“叫应”机制，及时发布灾害性天气预报预警信息，确保安全度汛。

（三）强化水害威胁严重煤矿治理。督促受老空水、承压水、松散层水、地表水威胁严重的煤矿，严格落实防范措施，坚决杜绝水害事故发生。督促煤矿加强探放水现场管控，严格落实井下探放水工作录像制度，留存视频资料。

（四）强化培训及警示教育。常态化开展煤矿地质及防治水专题培训，提升各级管理人员、技术人员业务素质，提升煤矿防治水工作水平。定期开展警示教育活动，汲取历史上重特大水害事故和因暴雨洪水淹井造成的事故灾难教训，防范遏制煤矿水害事故发生。

（五）推动防治水科技攻关。督促引导煤矿企业加强与煤炭院校、科研院所交流合作，攻克防治水技术难题。对水

害隐患严重的煤矿，组织专家开展“双专双查”。利用煤矿智能化监察分析平台和智能 AI 视频识别技术，时时监控井下探放水作业，杜绝不按设计施工、弄虚作假等违法行为。

（六）严惩重处防治水违法违规行为。组织开展防治水专项监察和汛期抽查督查，对标对表国家局印发的防范遏制煤矿水害事故十项措施，以受奥灰承压水、老空水、地表水、松散层水威胁煤矿为检查重点，对不执行停产撤人制度、擅自开采各类防隔水煤（岩）柱、超层越界、水文地质资料造假、不按规定探放水等严重违法违规行为，依法依规从严查处。

山西省应急管理厅经验交流材料

山西省现有煤矿 890 座。其中，生产煤矿 703 座、正常建设煤矿 70 座、长期停（缓）建及其他煤矿 117 座。多年来，全省煤矿领域认真学习贯彻习近平总书记关于安全生产的重要论述，始终坚持“两个至上”，立足“两个根本”，统筹发展和安全，严格落实国家矿山安监局和省委、省政府部署要求，以煤矿安全专项整治三年行动为抓手，深刻吸取省内外典型水害事故教训，以高度的政治责任感和使命感狠抓煤矿水害治本攻坚，有效防范遏制了重特大水害事故发生。“十二五”以来未发生特别重大水害事故，“十三五”以来未发生重大水害事故。主要做了以下几方面工作：

一、以构建制度体系为立足点，着力推动企业水害防治主体责任落实

紧紧抓住企业主体责任落实、抓住煤矿矿长这个“关键人”，出台了《山西省加强煤矿安全生产工作特别规定》、《山西省煤矿矿长安全生产考核记分办法》及补充规定，大力推行煤矿安全监管专员、煤矿安全监察专员“双专员”制度，对煤矿井下探放水等关键环节实行“双保险”，促进了煤矿水害防治技术管理体系、责任、管理制度、规程措施等方面落实到位。着眼煤矿水害专项整治，制定《煤矿安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制实施规范》(DB14/T2248-2020)，

其中将煤矿 6 大类水害重大安全风险辨识上升为山西省地方标准，强化了源头管控和超前预防；制定《山西省煤矿防治水“三专两探一撤”规定》，强化探掘分离、有掘必探、物探钻探相到验证；制定《煤矿水害隐蔽致灾因素普查治理办法》，明确“谁来查、查什么、怎么查，谁来治、治什么、怎么治，不查不治怎么办”，加强和规范煤矿水害隐蔽致灾因素普查治理工作，确保煤矿开采活动区域内水害情况查清楚、治到位。在国家矿山安监局强调的“三必须”、“五严禁”防治水措施基础上，又结合山西实际增加了“必须落实遇有突（透、溃）水征兆紧急撤人措施，必须按规定保证煤矿水害防治工作所必需的资金投入”和“严禁疏放老空积水后未进行效果验证、安全评价而进行采掘作业”，形成了我省煤矿防治水“五必须”、“六严禁”措施。创新组织编制《煤矿防治水“三区”管理报告编制提纲》，统一规范编制标准、提高编制质量，这在全国煤矿防治水工作中尚属首次。

二、以隐蔽致灾因素普查治理为着力点，切实加强水害重大安全风险管控

预判风险是防范风险的前提，把握风险走向是谋求安全主动的关键。2021 年 9 月-2022 年 6 月，我们认真落实国家矿山安监局要求，紧密结合 2021 年国庆期间我省遭遇强降雨侵袭、致使一些煤矿井下涌水异常增大实际，结合煤矿防治水专家会诊成果报告，突出矿井老空、采空区及周边废弃老窑（井筒）、封闭不良钻孔，地表水体、地下水体及断层、陷落柱、导水裂缝带，以及现有生产系统与井田周边小煤窑

废弃井巷贯通区段密闭等重点部位，组织开展隐蔽致灾因素普查治理，全省正常生产建设和部分停产停建共 736 座煤矿完成了隐蔽致灾因素普查治理工作。认真落实煤矿防治水“三区”管理办法，至 2022 年底有 705 座矿井编制完成了煤矿防治水“三区”管理报告。同时，我们强化水害风险识别管控，督促煤矿按照相关规范定期开展研判，实行风险、措施、责任“三个清单”管控，力争把水害重大风险隐患发现和处置于萌芽状态。经摸排有 474 座煤矿共存在 596 项水害重大风险，从而为水害防治精准管控奠定基础。

三、以深化水害专项整治为关键点，大力推进矿山重大水害治本攻坚

一是强化灾害治理措施落实抓攻坚。深刻吸取水害事故教训，坚持问题导向，督促煤矿严格执行“三专两探一撤”和“四步工作法”工作要求，落实“探掘分离、审核确认”的探放水工作机制，强化物探成果验证评价，强化钻探治本之策，强化疏放水效果验证验准，强化灾害严重矿井工程治理。据统计，全省 714 座生产建设煤矿共配备地质、水文类专业技术人员 2542 人、专职探放水作业人员 12459 人、专用探放水钻机 5323 台、物探设备 1223 台，有 208 座煤矿设置了强排水系统，120 座承压开采矿井装备了突水监测预警系统，31 座受承压水威胁的矿井开展了底板注浆加固工程。**二是强化采取信息手段抓攻坚。**会同国家矿山安全监察局山西局制定下发《关于在煤矿重要作业场所增设完善视频监控的通知》，在全省煤矿开展了“用视频、反三违、防风险”活动，

创新信息化监管监察方式，构建无监控不作业、作业行为受监督的煤矿作业现场可视化监控环境，对有效防范“三违”行为起到积极促进作用。据了解，目前全省煤矿共增设 8900 多个视频监控探头，实现对井下所有采掘、巷修、打钻等高危作业的全过程监督和透明化管理。**三是强化重要时段抓攻坚。**及早开展煤矿雨季“三防”风险研判，督促煤矿汛前开展以查汇水积水渗漏、山洪河流影响、防排水系统运行等为重点的“十查”工作，主汛期开展重点部位、关键环节风险隐患不间断巡查，严格落实“三制度一预案”（即领导到岗带班和关键岗位 24 小时值班制度、灾害性天气预报预警制度、极端天气条件下紧急停产撤人制度、发现重大险情或事故立即启动应急预案）。深刻吸取历史上省内外露天煤矿边坡滑坡、坍塌事故教训，督促露天煤矿进一步加强冻融期、汛期边坡管理工作，2022 年组织完成了对全省 17 座正常生产建设的露天煤矿开展边坡管理专项检查。2022 年汛期，全省煤矿安全监管部 门共发布灾害预报预警信息次数 1175 次，自行和紧急停产 363 矿次，累计撤人 33133 人次，确保了煤矿安全度汛。

四、以防范遏制水害事故为落脚点，不断强化矿山安全监管执法

坚持执法检查理直气壮，2021 年，全省各级煤矿安全监管部门先后组织开展了煤矿防汛、防治水专项检查，会同国家矿山安监局山西局联合开展了煤矿井下防溃水溃砂专项检查，共检查煤矿 2958 矿次、查出问题隐患 12806 条、行

政罚款 760 万元，依法责令停止井下采掘工作面 44 处，责令停止使用相关设施、设备 23 台，从危险区域撤出作业人员 2 次，责令停产整顿、停止施工 8 次。2022 年共检查煤矿 2256 矿次、查出问题隐患 9866 条、行政罚款 521 万元，依法责令停止井下采掘工作面 13 处，责令停产停建煤矿 4 座，有效遏制了煤矿重特大水害事故发生。同时，我们注重加强服务指导，围绕解决“防治水技术薄弱、防治能力不足”等突出问题，2021-2022 年组织 30 名专家对近 200 座重点煤矿开展了防治水会诊服务，发现问题及隐患 2068 条，提出合理化建议 1493 条。充分发挥煤矿水害防治典型示范引领作用，组织征集了各级煤矿安全监管部门、省属国有重点集团和煤矿企业 50 余篇隐蔽致灾因素普查治理和 100 余篇煤矿水害防治制度性、科技性、研究性、经验性典型经验，汇编成册印发，组织学习借鉴。建立监管部门微信工作群，及时推送防治水工作要求，发布事故警示、预报预警信息；建立 490 多名专家、专业技术人员参加的防治水交流群，发挥专家优势，集思广益，加强经验交流，探讨技术方法，服务企业建言献策，破解专业难题，不断提升全省煤矿水害防治能力和水平。

湖北省黄石市应急管理局经验交流材料

一、黄石市矿山水文地质基本情况

全市目前正常生产基建的地下矿山共 44 家，占全省 29.06%，其中水文地质条件中等及复杂的共 23 家，占全市 52.27%。域内地下矿山大气降水、地表水与井下连通较好；矿床类型多为矽卡岩型岩溶大水矿山，受区域控矿构造、岩溶发育及前期抽排水诱发塌陷等因素叠加影响，矿区导、储水体复杂多变；水害形式表现为老窿水、顶底板岩溶裂隙水及地表水诱发的水害；富水系数大于平均值 $2.04\text{m}^3/\text{t}$ ，最大涌水量与正常涌水量之比大于 2。矿山水患防治压力大：据统计 2000 年-2010 年共发生 4 起透水事故，累计造成 20 人死亡；黄石市委、市政府高度重视，采取了一系列措施，2010 年后未发生透水亡人事故。

二、近年防治水工作成效

（一）市县联动，查缺补漏，提高企业安全风险防范能力。认真学习国家局、省厅相关防治水文件精神，联合县（市、区）应急管理部门进行系统辨识，查缺补漏，有针对性的进行补强。委托中钢集团武汉安环院开展安全防治水风险分级评估及隐患排查第三方服务，提高企业安全风险防范能力，按照分级原则明确监管主体和检查内容，以此为基础对县市区监管进行效能评估，理顺了监管体系。督促企业严格执行

《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》，坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，落实“防、堵、疏、排、截”综合治理措施。要求县（市、区）应急管理部门日常监管中严厉打击防治水措施不落实的违法违规行为。

（二）强化气象预警和应急响应联动，提升矿山灾害防范应对能力。我局与市气象局建立气象预报预警信息共享机制，实现暴雨、台风、强对流天气等气象预报预警信息的实时共享，第一时间提示矿山做好防灾、减灾准备。今年湖北大冶“4·3”滑坡成功避险避灾典型案例被中国应急管理部风险监测和综合减灾司通报表扬。

（三）创新安全管理人才共享机制，提高业务科室专业水平。探索“政-校-企”合作长效机制，实现三方共建共享共赢。为学生联系实习及就业单位，解决企业安全工程专业技术人员短缺的问题；依托高校技术力量为地下矿山防治水工作和“智慧矿山”建设提供助力；激励高等院校、科研机构及企业积极参与“非煤矿山突水探测智能技术装备”的科技研发、推广和成果转化，鼓励高等院校、科研机构及企业参与相关技术研究。

（四）督促隐蔽致灾因素普查，开展安全设施设计复核，增强域内矿山本质安全水平。按照省厅隐蔽致灾因素普查的相关要求，摸清了采空区和防治水工作底数，并委托专业技术机构进行逐一核对；在开展安全设施设计复核过程中，结合《金属非金属矿山安全规程》对水文地质条件中等及以上

地下矿山的防治水设计情况进行了重点检查，督促域内企业补充完善了防治水专项设计。

（五）开展矿山防突透水应急演练，夯实事故应急处置能力。以鄂东南矿山救护队为基础，建立综合应急救援队伍，帮助企业审定应急预案，指导并配合矿山开展实战化应急演练，提升了企业应对突发事件的应急处置和减灾避险能力；印发《关于采取有效措施切实做好汛期非煤矿山安全生产工作的通知》，要求地下矿山认真落实防治水设计要求，严格执行“三专两探一撤”，加强防排（洪）水系统建设、维护和管理；要求县（市、区）应急局加强会商研判和预警预报，督促企业做好汛期应急值守和应急处置等工作，落实政府领导、地下矿山企业联系包保，并组织开展汛期安全生产专项督查。

（六）“送智入企”、“传经送宝”，加强矿山重大水患风险防范化解能力。2019年7月30日，武钢大冶铁矿井下发生重大水患风险。省厅领导带领专家，组织黄石局、开铁局现场踏勘、研判风险，并成立隐患治理小组；黄石市、开铁区安委会下发督办通知，督促企业制定井下水患治理整改方案；省厅领导收集国内矿山防治水权威专家及机构信息，积极向企业推荐，助力企业水害防治；最终大冶铁矿过水通道被成功封堵，透水事故得到解决。省厅委托武汉大学组织召开学术研讨会，为同类矿山的水患防治工作提供借鉴与指导。

（七）推进智慧矿山建设，提升企业本质安全水平。以

国有矿山及条件较好的民营矿山为试点，分批、分类逐步推动矿山智能化建设。印发《黄石市智慧矿山建设方案》，督促企业建设在线环境安全感知系统、矿山排水自动监控系统、智能超前探测系统以及水害预警系统，实时在线监测井下水位、水压、水量等指标，具备井下水害智能预测、预警功能，能够与排水系统联动。

山西省晋中市介休市应急管理局 经验交流材料

晋中市介休市煤田位于沁水煤田和霍州煤田交汇处的大断裂带，断层多、地质构造极为复杂，开采难度大，全市煤炭地质储量约 8.1 亿吨，可采储量约 4.7 亿吨，储量面积约 103.7 平方公里。现有 16 座煤矿，除受地表水、采空积水等类型水害影响外，许多矿井还受底板奥灰承压水威胁，涉及承压开采的矿井有 10 座，其中 6 座为全矿井带压，最大带压近 7 兆帕，4 座为局部带压。2017 年-2020 年连续四年先后有四座煤矿发生 5 起突（透）水涉险事故，水害形势十分严峻。为此，介休市深刻吸取事故教训，痛定思痛，全面开展水患风险专项辨识评估，注重科技运用，强化超前治理，创新监管手段，煤矿防治水工作取得明显成效，从 2020 年下半年以来，未发生一起水害事故。

一、建设探放水智能系统，创新远程监管模式

自 2020 年 8 月起，介休市应急局统筹煤矿企业建设探放水智能化识别系统，2021 年 1 月全市 15 家正常生产矿井全部安设完成并进入试运转，截止目前全市煤矿企业总计安设完成 70 套探放水监控设备，基本实现井下掘进工作面探放水视频监控全覆盖，做到了“一钻一视频”，有效识别探水钻孔数、钻深米数等，真正把探放水工作落到实处。同时，将井下作业面现场视频联网上传到市监管平台，并由专人监控

煤矿现场探放水作业，开创了“现场+互联+电子资料留存”新的远程监管模式，对监控发现的问题隐患及时采取了针对性的现场检查执法。去年现场监控 654 探水次数、3006 个打钻过程和疏放采空积水总计 368482.94m³，有效杜绝煤矿不探、少探、假探等违法违规行为。

二、升级井下探放水设备，不断提升钻探功效

大功率钻机具备探查精度高、施工效率高、穿层能力强的作业优势，为提升探放水精准度和功效，介休市要求煤矿企业升级配置大功率钻机，逐步淘汰小功率液压钻机，有效解决了小功率钻机钻探功效低、卡钻现象频发的施工现状，解决了终孔层位探查偏差的问题。目前全市 15 座正常生产的煤矿企业均已配置功率在 2000N·M 以上的履带钻机。

三、有效应用钻孔轨迹仪，保障钻探施工质量

介休市正常生产矿井全部购置配套钻孔轨迹仪，结合探放水监管平台，对煤矿井下钻探效果验证钻孔、探查异常钻孔、构造钻孔等轨迹数据“回看”，对钻探轨迹、终孔层位出具成果报告，对钻探勘探程度是否到位、终孔层位是否符合设计等进行细致分析，有效评估关键钻孔钻探工作成效。2022 年度共开展钻孔成果验证 200 余次，进一步提升了探放水施工质量。

四、建设水质化验实验室，实现水源快速识别

为解决煤矿防治水化探工作存在的短板，介休市政府牵头，与中煤科工集团重庆研究院有限公司开展合作，组建了水质化验实验室，建立了煤矿企业水化学离子库，为测试分

析地下水主要离子、主要化学性质和测试奥灰水创造了条件，填补了介休市煤矿水化学方面的空白。同时要求煤矿企业全部购置水源快速识别仪，通过应用水源快速识别仪对井下涌水点水质对比，研判水源并及时制定防治措施，实现快速反应、及时处理、措施防范的目的。

五、强化煤矿水害监测预警，实现水害预测预报

为进一步提升全市煤矿承压水开采防灾抗灾能力，介休市政府组织、应急局统一协调，承压开采矿井全部建设完成水文动态监测预警系统并投入运行，实现了对井田范围内主要含水层水位、水温、水质，矿井涌水量及采空区水位（水压）、水量、水质动态监测，对水位异常及时报警并将数据上传。

六、深入隐蔽致灾因素普查，强化灾害超前治理

针对全市煤矿普遍存在老空水、承压水两种水害相互叠加的影响和特点，要求煤矿企业从严开展隐蔽致灾因素普查，采取地面物探全覆盖和水文地质钻孔实测相结合等手段，突出导水裂隙带高度测试和底板破坏深度测试工作，精准获取地质变化信息，指导企业科学编制防治水“三区”管理报告，合理制定矿井未来五年开采规划及年度采掘计划和重大灾害超前治理工程方案，有效防范上覆老空水、地表水体下开采以及承压开采等水害威胁。同时，本着“先治后采”的原则，介休市强化煤矿重大灾害超前治理，督促受承压威胁的9座煤矿开展地面瞬变电磁探查、构造导水性探查、底板注浆加固、断层注浆施工、效果检验评估等区域治理工程。如：义

棠煤业下组煤六采区南翼施工井下定向注浆钻孔 28 个，累计注浆量 73834.935m³，水泥用量 14623.28t，黏土用量 228.59t，完成南翼底板注浆加固工程并进行效果评价评审，解决了在隔水层厚度薄的情况下实现安全回采的问题；青云煤业针对 F3 断层注浆施工，钻探工程量 1.6 万余米，累计注浆量 1.9 万吨，探索了在高承压、构造复杂的情况下进行安全回采的途径；倡源煤业完成南翼七采区地面瞬变电磁探查治理前期工作并编制完成 X2 陷落柱探查治理方案；左则沟煤业完成了构造导水性探查和治理，地面共布置 3 个勘探钻孔和一个定向分支钻孔，钻探总进尺 3453 米，完成效果检验评估工作；大佛寺煤业、旺源煤业、鑫峪沟煤业相继开展区域治理工作。2022 年介休市煤矿企业在水害防治投入 2.2 亿元。

七、强化技术管理合作，加强水害防治技术力量

为进一步提升煤矿安全监管的精准度和实效性，本着“监管与服务并重”的新时代监管理念，由市政府牵头，分管副市长组织协调中煤科工集团重庆研究院有限公司组建了介休市煤矿灾害防治服务中心，利用专业团队的先进技术和科学理念，紧紧围绕全市矿井水害防治核心内容，针对煤矿企业灾害重，技术力量薄弱的现状，建立水害探查、防治水技术服务为一体的煤矿水害防治技术研究的实验平台和装备支撑体系，为企业提供系统、便捷、权威和专业的服务，为政府提供灾害防治监管意见，进一步提升了煤矿水害防治安全管理和技术水平，有效防范和遏制了煤矿水害事故发生，促进了全市煤矿安全形势持续稳定好转。

山西焦煤集团公司经验交流材料

山西焦煤集团有限责任公司（简称山西焦煤）是具有国际影响力的炼焦煤生产加工企业和市场供应商，炼焦煤产销量居于世界前列，位居 2022 年世界 500 强企业第 431 位。现有 151 座煤矿，规划能力 2.67 亿吨/年；50 座选煤厂，入洗能力 1.6 亿吨/年；4 座焦化厂，设计能力 940 万吨/年；6 座燃煤电厂，32 座瓦斯、余热电厂，总装机容量 5007MW；民爆产能 12.2 万吨/年。

煤矿分布在山西省 9 个地市的 38 个县区，所属煤矿及周边存在 4900 余个小窑井口，部分矿井煤层埋藏浅，小窑采掘破坏严重，一些小窑老空区还位于河床沟谷下部，地表水通过塌陷坑、小窑井筒、导水裂隙等方式进入矿井，严重威胁矿井安全。历史上曾多次发生水害事故，造成了巨大的人员伤亡和经济损失。1996 年 7 月下旬至 8 月初，太原西山矿区连续降暴雨半月之久。8 月 4 日，官地矿周边的风峪沟山洪暴发，由于沟内小窑开采堆积的矸石和煤堵塞泄洪通道，致使洪水水位升高，洪水通过周边小窑井口及破坏区灌入官地矿井下，致使矿井被淹，造成井下 33 人遇难。与此同时，杜儿坪矿、西铭矿、马兰矿等矿相继出现洪水通过小窑井筒、塌陷坑、煤层风氧化带等灌井事故。



图 1 官地矿 8.4 洪灾示意图

官地矿 8.4 洪灾风峪沟进水窑口

为此，山西焦煤高度重视煤矿地表地质调查工作，加强了对地表小煤窑、废弃井筒、河流沟谷、煤层露头、塌陷坑的巡视检查，对人工无法到达的地点应用无人机进行巡视，发现异常及时治理，变被动防治为主动治理，提前采取河道治理、封堵小窑井口、治理塌陷坑、井下构筑防水闸墙等措施，确保了煤矿安全。

一、“截”流、疏“排”上游洪水，局部治理变区域治理

万杰煤业井田西部存在一季节性沟谷，沟谷区域 2#煤层埋深 39-50m，汛期沟谷内汇水量增大，对井下回采面水害威胁较大。煤矿利用 2-105 工作面北部 50 米位置泄洪涵洞，在排水涵洞处修设拦水坝对上游来水进行截流，沿沟谷西侧在采空区沉降稳定区域修筑柔性排水明渠，明渠内铺设水泥毯，将沟谷上游山洪引流至下游排出井田。工作面开采后，降雨期间井下涌水量无明显变化，有效消除汛期沟谷区域水害威胁。



图 2 万杰煤业 2-105 工作面上游截流图



图 3 万杰煤业 2-105 工作面地表明渠铺设水泥毯治理图

二、加强河道治理，措施防范变工程治理

为彻底杜绝河道洪水灌井隐患，自上世纪 90 年代后，深刻吸取官地矿水害事故教训，山西焦煤组织开展了大规模河道治理工作，变措施防范为工程治理。各煤矿针对不同地质条件和采掘情况，地表河道治理采用片石砌坝混凝土铺底、柔性材料治理、涵洞（管）治理、钢筋混凝土整体硬化、地面注浆治理等多种方式，取得了良好效果。

（一）片石砌坝混凝土铺底。

河道治理前期，重点考虑河道泄洪能力，大部分采用了

就地取材的片石砌坝混凝土铺底方式，如西铭矿磺厂沟、官地矿黄冶沟、杜儿坪矿虎峪沟等。通过治理，河道畅通，提高了泄洪能力。



图4 西铭矿磺厂沟河道治理前后对比图（片石砌坝混凝土铺底）图

（二）柔性材料加防冲击坝。

柔性材料选择土工布、强夯加粘土铺底或水泥毯等，主要适用于河道下煤层部分开采的临时治理，减少地表水下渗；强夯加粘土铺底用于防止小窑老空滞后塌陷灌井，也可用于沟谷宽缓、坡度较小的区域防渗治理。如西铭矿冀家沟、马兰矿屯兰河、西曲矿矾石沟、亚辰矿大川河、晋牛煤矿西坡河等。柔性材料可有效抵抗采动变形影响，成本较低，依据采动后破坏、变形情况，可进一步选择修复或钢筋混凝土永久治理。



图5 西铭矿冀家沟河道采用水泥毯治理图



图 6 西曲矿矸石沟河道（土工布、强夯加粘土铺底）图



图 7 晋牛煤矿西坡河道（土工布、黄土夯实铺底）图

（三）涵洞（管）治理。

对于受山体滑坡影响，易堵塞、积水的河道采用涵管引流的方式进行治理，可保证正常行洪，减小井下入渗量。主要用于地表沉降大、山体滑塌形成堰塞湖等条件下的治理。



图 8 西曲矿矸石沟滑坡段治理（涵管）图



图9 西铭矿磺厂沟滑坡段河道治理（涵洞）图

（四）钢筋混凝土治理。

受地表水影响较大的小密破坏区、浅埋区、煤层风氧化带附近以及渗漏量大的河床，如煤层采动影响周期结束，采用钢筋混凝土刚性材料进行治疗，河床强度高，抗变形、防渗漏效果好，使用寿命长，但投资成本较大。



图10 柳湾矿孙义河道治理前后对比图



图 11 马兰矿西沟河道治理前后对比图

（五）地面注浆治理。

对于沟谷窄、坡度大、植被发育等施工条件差，无法进行河道开挖的区段，采用注浆治理，封堵基岩导水裂隙。一般以河道中央为中心线，部分河道变宽处采用补钻方式进行注浆加固。



图 12 生辉煤业余家岭沟河床注浆治理图

多年来，山西焦煤每年对河床进行排查，规划河道治理工程，累计治理河道 10 万余米，保证了矿井安全度汛。

三、填埋封堵小煤窑井口、塌陷坑，过程治理变源头预防

小窑井口和采动塌陷坑是地表水进入矿井的主要通道。

山西焦煤定期开展煤矿废弃井筒专项排查，坚持每 15 天一个循环，开展拉网式地毯式排查，同时完善各小窑“一表一图一调查报告”（即填写小煤矿基本信息表、调查收集小煤窑采掘图、调查编制调查报告），并建立档案。制定了《小窑老空分级管控办法》，根据小窑老空对矿井安全生产的影响程度分为 A、B、C、D 四级，实行分级管控，把巡查、治理重点放在河道附近小窑井口、沟谷老空塌陷等对矿井威胁大的隐患点，对所有井口进行了编号、标识，并填图，基本杜绝了地表洪水由小窑井口和采动塌陷坑灌井隐患。2022 年。山西焦煤组织排查大矿井筒 985 个、小窑井筒 4908 个（其中可观测 2442 个，无法观测的井口树立指示牌），封堵治理不合格的小窑井口 175 处。



图 13 屯兰矿木瓜会煤矿主立井封堵图



图 14 辽源煤业黄岩矿主斜井图



图 15 封堵后由于地形地貌变化不可直接观测的井口设置统一标识图

采动塌陷坑具有随机性，重点是要加强地表日常巡查，特别是汛期雨前、雨中和雨后巡查，及时发现及时治理。同时利用冬季草木枯萎、塌陷坑气温较高（冒气）的特点，排查隐蔽区域塌陷坑，治理时应用水泥浆全部浇灌。柳湾煤矿在地表调查过程中，发现处于沟谷地段的 12 个小煤窑井筒出现不同程度的下沉，为此矿井组织对下沉井筒全部进行充填，保障了矿井的安全生产。



图 16 西铭矿地表塌陷坑填埋图



图 17 杜儿坪矿南峪沟地表塌陷坑治理前后对比图



图 18 柳湾矿井沟副井封堵图

四、施工泄水巷工程，“疏”、“排”防治相切换

泄水巷枯水期时可以有序疏放采空积水，汛期时能作为一个大的缓冲仓，防止采空区积水突然涌出，降低雨季洪水突然涌水的风险。柳湾矿四盘区属于浅煤层开采区域，可能会导致地表水渗入并汇集，据此该矿组织施工四盘区泄水巷，通过 3 个钻孔有序疏放该区域的采空积水，疏放采空积水 14.1 万 m³。



图 19 柳湾矿泄水巷密闭图

五、构筑井下防水闸墙，完善安全设施，治水变治保

山西焦煤制定了《煤矿井下防水闸墙管理办法》，要求井下与小窑老空区贯通，受小窑老空水、地表水灌井威胁的

工作面或采区，与地表水联系密切的工作面等必须构筑防水闸墙，防水闸墙泄水孔要安装流量在线监测和视频监测设备，开展实时监测预警。截止 2023 年 4 月，山西焦煤共构筑防水闸墙 517 道，有效实现了水害区域与现生产区域的安全隔离。



图 20 屯兰矿北一胶带巷防水闸墙



图 21 马兰矿北一暗斜防水闸墙

山西焦煤经过多年来持续不断对地表水进行治理，基本消除了地表洪水由小窑废弃井筒、河床、采动塌陷坑等灌井隐患，确保了矿井的安全生产。

冀中能源集团经验交流材料

冀中能源拥有七个产煤子公司、矿井 42 处，分布于河北、山西、内蒙、新疆等省。水文地质类型复杂矿井 12 处、极复杂矿井 4 处，主要集中在河北邯邢地区。邯邢矿区属我国典型的华北型煤田大水矿区，水文地质条件极其复杂，受奥灰岩溶水害威胁严重，历史上曾发生多起突水淹井事故。面对复杂的水文地质条件和严峻的防治水形势，冀中能源直面安全生产难题，通过构建防治水安全长效机制，健全防治水安全综合保障体系，在矿井水害区域治理、监控预警等核心技术方面精准攻关、不断突破，全面提升了防治水工作的管理水平、技术水平和保障能力。

一、坚持理念引领，推进实现“五个转变”

坚持“水害是可防、可控、可治的”、“没有治不了的水害，只有执行不到位的工程和措施”的防治水新理念；以“不掘突水头，不采突水面”为目标；坚定“先治后建、先治后掘、先治后采”、“疑点不排除不施工，治水不达标不生产”的指导原则；严格执行“超前治理、采前评价、综合验收、达标开采”的工作程序。切实实现了防治水工作由被动治理向主动超前防范、由措施防范向工程治理、由局部治理向区域治理、由经验管理向体系、标准，由以治为主向治保结合的“五个转变”。

二、推进体系建设，助力防治水本质安全

为了构建防治水安全长效机制，按照“体系健全、路线正

确、技术先进、程序规范、标准全面、措施严密、检验有效”的原则，认真编制了《矿井防治水安全保障体系及工作标准》，该套体系和标准主要包括六大防治水安全保障体系、三大管理程序、九大系列技术工作标准和规范。使矿井防治水工作更加系统化、规范化、程序化、标准化、科学化。

（一）系统化管理，全面提升综合管理水平。按照领导负责、组织健全、责任明确、管理高效的管理机制，建立了一套主要领导负责、业务部门主抓、安全部门监管的三级防治水工作管理体系。建立完善了各级领导、部门和个人的防治水安全责任制，按照“分级管理、逐级负责”逐级分解防治水责任目标，确保安全责任有效落实。建立和完善了各项防治水技术管理体系，用规程、规定、规范和各项管理制度管理好日常防治水工作。按照精细化管理要求，将每项防治水工作的关键环节细化为工作标准，每一个环节未达标不得进入下一个程序，形成了防治水工作程序化、精细化、标准化管理体系。

（二）创建技术体系，确保水害防治全过程综合保障。按照“预测预报、综合治理、效果检验、监测预警”、“四位一体”全时空、全过程水害防治要求，创建了针对各种水害的“综合勘探、条件论证、采场探查、改造治理、采前评价、开采改进、监测预警”完整的综合配套技术和关键技术安全保障体系和标准。真正实现了全过程、全时空的综合技术保障体系。

（三）全力推进工程建设，夯实防治水工程基础。冀中能源确保各项防治水工程投入，2019年至2022年累计投入

资金量 14.7 亿元，累计完成了以区域治理工程为主的钻探工程量 67.85 万 m，注浆量 121.23 万 t，安全回采工作面 28 个，安全采出煤量约 1418.8 万吨。此外，利用地面区域治理技术开展“找煤增寿”和“减水增效”工作，取得了巨大的经济效益和社会安全效益显著。

（四）完善装备保障体系，筑牢矿井“三道防线”。冀中能源不断加大防治水装备投入，近五年先后投入资金超过 3 亿元，进一步完善了矿井各级排水抗灾系统、分区隔离系统、物探钻探装备、井上下注浆系统、水文地质自动观测系统、水情水害监测预警系统、水源快速判别系统、矿区水文地质信息管理系统等，并于 2018 年建成了全国首家“煤矿水害风险预警与防控中心”。

三、践行创新赋能，防治水技术取得新突破

冀中能源始终坚持贯彻“科技兴安”战略，发展和完善了地面区域治理技术、底板水害微震监测技术和水害风险预警等核心技术，努力实现煤矿防治水本质安全。

（一）地面区域治理关键技术。2010 年，冀中能源在全国率先开展地面区域治理技术研究及实践工作，取得了圆满成功并将该技术推广全国。近年来不断总结及科技攻关，主要创新体现在：1.提升智能化水平，推进标准化建设。大力推广运用了自动化、数字化高速涡流注浆系统和远程集中控制系统，探索出区域治理工程地质及水文地质信息综合识别技术等。在此基础上，发布了《带压开采地面区域治理技术管理规范（试行）》、《区域治理工程注浆站建设及注浆工

艺标准》；2.创新治理模式，量化安全治理范围。提出多层“三维立体”区域治理新模式，做到了奥灰改造治理与薄层灰岩治理相结合、地面治理与井下治理相结合、顺层治理与穿层治理相结合，大大提高了区域治理的可靠性。创造性提出了6种情况下地面区域治理工作面外围最小安全治理范围计算方法。3.持续改进施工工艺，提高钻注效率。探索总结出采空区（巷道）下及奥灰厚含水层注浆改造控制性注浆新技术、新工艺；研发了不提钻压水装置和定向水平孔取芯、反向造斜及大角度爬坡技术，大大提高了钻注效率和工程适应性。

（二）底板水害微震监测技术。2014年，冀中能源率先将微震技术用于矿井突水预警，该技术在隐伏导水构造探查、注浆效果评价、突水预警等方面取得良好技术效果，先后写入《煤矿防治水细则》及《先进适用技术目录》。主要成果体现在：1.研发了矿井突水监测预警微震系统。2.构建了“监测阵列模型优化及现场数据测试”、“逐次迭代算法”为核心的微震数据质量保障体系。3.提出了“1+N”的工作模式。即多个矿井（N）监测数据通过物联网实时、连续地传输到微震中心(1)，有效解决了“厂家卖设备、矿上负责用”模式存在的技术效果难以保证难题。4.先后构建了集微震能量激增预警、警戒层预警、采线远端密集区预警等于一身的“煤矿突水预警模式和指标体系”。5.建成跨省区微震监测预警中心，形成了以日报分析、专项研究相结合的工作模式。

（三）水害风险预警与防控技术。2018年建成国内第一家省级“煤矿水害风险预警与防控中心”（政府版）。39处生

产矿井全部接入系统，实现了河北省内生产矿井全覆盖及水害信息的全省联网、自动监测、智能预警。为提高我国防治水工作的信息化、智能化、数字化水平进行了积极探索。2019年11月，系统数据同步接入国家局。2020年以来，相继建成淮河能源、皖北煤电、中煤新集、平煤十矿、太原龙泉矿等煤炭企业版突水预警与防控系统，进一步增加和完善了GIS、井下分区涌水量、钻场视频、矿井防治水动态数据库等功能。

（四）平台建设及成果成效。冀中能源拥有矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局重点实验室和煤矿水害防治与水资源保护技术创新中心2个国家级科研平台、4个省部级矿井水害防控平台。平台承担了一系列矿井防治水科技项目研发、工程技术服务等。近3年，多项防治水研究成果获得奖项，共获得省部级科技奖励27项，其中一等奖4项、二等奖15项，发明专利20余项，出版专著2部。

四、加大成果转化，积极推进产业化发展

为了提升防治水科技研发、成果转化和技术推广能力，提高防治水产业化水平，冀中能源以河北煤科院为主体，在原有的物探工程中心、微震监测预警中心基础上，整合全集团防治水人才、技术、装备优质资源成立了“防治水工程技术中心”。目前已形成条件探查、综合治理、安全评价、监测预警等“探治监”一体化、全产业链“一条龙”的防治水专业服务能力。服务市场遍布河北、河南、山西、陕西、内蒙、新疆、安徽等矿区，实现年收入1亿元以上。

河南能源集团经验交流材料

一、公司概况与水害防治工作简述

河南能源集团有限公司是河南省属国有独资企业，集团现有煤炭资源储量超过 300 亿吨，其中正常生产 55 处，技改 2 处，其中水文地质复杂、极复杂矿井 12 对，水害致灾因素复杂、类型齐全、问题突出、形势严峻，据不完全统计，开采历史上曾发生淹采区以上事故 72 起，面对突出的水害问题，河南能源深入贯彻落实习近平总书记关于安全生产重要指示批示精神，认真落实规程、细则、办法和相关文件要求，力行“十个坚持”，突出分类防治、源头治理，实现了水害有效防范与高效治理，为矿井安全生产提供了坚实的基础保障。

二、力行十个坚持，夯实水害防治基础

（一）坚持理念引领。确立“主动防御、超前治理”、“水患不除、矿无宁日”、“可控、可防、可治”等水害防治理念，咬定“老空零透水、底板零突水、顶板零溃冒、地表零溃入”目标，坚持“系统保障、队伍建设、人财物管、工程治理、监测预警、异常处置”等 6 优先原则，持续引领水害防治。

（二）坚持管理创新。推进实施水害治理关键环节、关键工序旁站管理，制定并推进水害防治系统管控清单、水害风险辨识要素清单和《煤矿防治水技术规范》现场落实，提高水害管控与治理能力。

（三）坚持体系完善。建立“预测预报准确、治理精准高效、评价验证可靠、采掘管控到位”水害防治体系、“内容科学、责任清晰、程序合规、管理规范、奖罚明晰、运行有效”制度体系和“全面考核、重点抽查、动态检查、突出效果”考核评价体系，推动水害防治体系化建设。

（四）坚持队伍建设。建成 5 支物探队伍、2 支地面区域治理队伍和 48 支井下探放水作业队伍；落实核心管理人员专职化，保证防治水副总配备到位，逐步落实水文地质类型复杂、极复杂矿井配备防治水副矿长。

（五）坚持系统完善。全面推进矿井主排水系统升级改造和注浆加固工程矿井地面注浆系统建设；推进水文动态观测、微震监测预警、视频监钻、重大危险源水体监测、老空水疏排点视频监控等系统建设，保证水情异常信息及时辨识处置。

（六）坚持地质先行。以透明化地质为目标，推进实施精细化地质工作。三年来，完成补勘地质钻孔 30 余个，地面物探 30 余 km²，实现现有及规划采区地面物探全覆盖；大力开展井下超前钻探工作，年工程量近 70 万 m，远距离定向探测工程量超过 5 万 m，保证了致灾因素的精准探查与控制。

（七）坚持重点管控。坚持以三个变化、四个区域、五个地点、六个环节、七个工序等为水害超前辨识和过程管控的重点，开展专盯专管、跟班写实，有效防控水害风险。

（八）坚持专家问诊。组织高水平调研人员成立专家组，

并采取专家组帮扶指导、集团公司重点落实、二级煤业公司督促整改、基层矿井全面整改模式开展重大灾害把脉问诊工作。累计解决防治水方面技术难题 20 余项，提出合理化建议 160 余条，为解决矿井水害防治难点问题提供有效指导。

（九）坚持示范创建。推进示范矿井建设，建成了陈四楼矿、赵固一矿等 6 对水害治理示范矿井，提升了水害治理标准和效果。其中水害治理示范矿井建设经验被河南省工信厅以“豫工信办煤行〔2021〕53 号”在全省进行推广。

（十）坚持创新驱动。2018 年以来，围绕水害防治立项 100 余项，创新成果获市厅级及以上奖励 60 余项，在地面区域治理、薄基岩下安全开采、远距离超前定向探测、复杂典型老空水害防治等方面取得了较大突破，为科技保安提供了重要保障。

三、坚持源头治理、抓实水害防治效果

河南能源坚持以老空水防治为关键，以底板水防治为重点，推行分类防治、源头治理，实现了水害的高效防治。

（一）抓实老空水防治关键。

1. 坚定思路不动摇。坚持“定期排查、弄清范围，合理布面、减少积水，留设煤柱、可靠有效，有掘必探、疏水到位，探后评价、消灾采掘”的防治模式，严格执行“33344”工作法（坚持物探、钻探、化探“三探”结合查条件，坚持“三区”、“三线”科学划分和严格管理，坚持老空水防治“四步工作法”和超前探水“四步实施法”）；严把“六关”：思想关、辨识关、设计关、落实关、评价关和预警关，做到思想重视、辨识全

面、提级审查、过程管控、双探验证、动态评估，保证治理过程安全和治理效果可靠。

2.分类防治见成效。坚持以工程治理手段消除老空水害威胁，根据不同条件，实施分类治理措施。**一是**限压放水。在车集、城郊等矿井下山无煤柱沿空掘进工作面实施安全限压放水工程，累计 10 余个头面放水近 20 万 m³。**二是**预留泄水孔疏泄。全面推进采煤工作面低洼点底抽巷（岩巷）超前实施泄水钻孔工程，使采空区涌水自然流入底抽巷，防止采空区积水形成。**三是**控水限压疏排。在丰阳、枣园等矿井推进实施邻近关闭矿井钻孔控制放水工程，控制水位、降低威胁。（特别是丰阳矿，针对 2021 年雨季极端异常天气后邻近小煤矿积水水位快速上升情况，果断增加放水孔数量和放水量，及时降低水位，降低水害风险。）**四是**定向钻机远距离超前疏放。在榆树岭、石壕等矿井开展远距离老空水超前疏放工程，累计施工钻孔近 20 个，疏放水量超过 40 万 m³，效果显著。**五是**井下帷幕注浆加固。为解决邻近小煤矿老空水威胁问题，在新安等矿井开展井下煤（岩）柱薄弱区帷幕注浆加固工程，累计注浆干料近 2 万 t，加固效果显著，安全采出煤炭 200 余万 t。**六是**地面注浆堵巷帷幕。为解决邻近大水矿井关闭后涌水量激增溃水风险，在主焦等矿井实施地面注浆堵巷帷幕工程，切断了开采区域与邻近大水矿井的水力联系。**七是**老空水与地表水协同治理。针对 2021 年极端异常天气老空水与地表水协同致灾问题，积极推进观音堂、常村等重点矿井综合治理工程实施，消除了威胁矿井安全生

产的重大风险。

（二）突出底板水防治重点。

1.推进地面区域治理技术。于2016年正式开展地面区域治理工程，经多年推进实施，至2022年底，已施工结束地面区域治理工程30余项，解放煤炭资源6000余万t，安全采出煤量近4000万t；目前正在施工或即将开展地面区域治理矿井17对，施工钻机近60部。地面区域治理技术在提高水害治理效果、缩短治理周期、降低限员影响等方面起到积极促进作用，为解决复杂条件下水害高效防治提供了有力支撑。

2.推行分区分类治理措施。按照“一矿一策、一区域一措施”分类治理的思路，由传统的全面底板注浆改造工艺转变为“宜疏则疏、疏注结合、区域治理、全面验证”的综合治理工艺，在保证安全回采同时，实现治理成本下降。近年来在车集矿26和29采区、顺和矿24采区、城郊矿20采区、新义矿11采区等区域实施，综合防治效果显著。

3.构建“三位一体”评价体系。建立了钻孔、钻场、采煤工作面“三位一体”的底板改造效果评价体系，按照“三不”要求由点到面进行全方位过程管控。实行物探-钻探-复探三步走的改造步骤，对底板富水异常区进行精准控制，真正做到物探无盲区、改造无空白。

4.拓展区域治理应用范围。一是应用于大型断层超前立体注浆加固，有效解决井下治理困难、效果差问题，改善预掘巷道围岩特性、消除水害威胁。目前赵固一矿、九里山矿

等矿井正在实施。二是应用于突水点帷幕注浆减水，利用定向多层、大孔径、大注浆量优势，解决构造破碎、突水点分散区域井下难以治理问题。如中马村矿已完成 211 采区西翼突水点封堵，堵水率达 92%，减水量达 360m³/h。同时将地面区域治理技术拓展应用于地质构造精细探查验证、多含水层立体注浆加固改造、煤层与瓦斯赋存状况探查等领域，也取得了较多的应用成效。

近三年来，河南能源年均防治水投入 6.5 亿元，年均老空水探放工程进尺约 5 万 m、疏放老空水 200 万 m³ 以上；年均底板注浆钻孔进尺约 60 万 m，注浆干料约 45 万 t。通过水害工程治理、源头治理的持续实施，实现了水害治理目标。

安徽省金鼎矿业股份有限公司

经验交流材料

一、企业基本概况

安徽省金鼎矿业股份有限公司于2010年6月通过招拍挂取得黄屯硫铁矿探矿权后成立，是一家集矿山采、选为一体的民营企业，现有员工785人。黄屯硫铁矿建设项目得到了国家局、省、市、县各级应急管理部门的大力支持，虽然困难重重，但在各级领导的关心和我们锲而不舍的努力下，历经十年终于建成投产。

矿山设计采选100万吨/年，矿山建设采用竖井开拓，上向水平分层（分段）充填采矿方法。黄屯硫铁矿是一个以铜、金、硫为主，并共生、伴生铁、银等多金属大型隐伏矿床，已探明资源储量5455.95万吨。

自2013年8月获得采矿许可证后开工建设，共累计投入16.3亿元。2021年7月8日通过省市县应急管理部门参加的安全生产许可现场验收，并于7月20日、7月27日分别申领取得矿山安全生产许可证和尾矿库安全生产许可证，2021年9月26日通过省经信厅参加的竣工验收后正式生产，2022年实现达产。

二、防治水工作开展情况

我公司防治水工作，主要体现为四大保障。

（一）科研技术保障。与长沙矿山研究院签订《黄屯硫铁矿防治水项目合作框架协议》及《黄屯硫铁矿黄屯硫铁矿大水矿床防治水技术研究及防治水工程设计》合同，采用地面帷幕注浆堵水为主，井下控制疏干为辅的综合防治水方案，该方案既可消除井下突水威胁，有效减少矿坑涌水量，又可减轻对矿区及周边地区生态环境的影响，缓解矿农矛盾关系。2013年6月经过专家评审认为该方案可行。2013年12月提交了《防治水主体工程设计》，该工程设计经过试验段工程优化后于2014年4月底通过专家审查。

地面帷幕工程施工到井下控制疏干长沙院全程服务，直到现在我公司仍然与长沙矿山研究院签订了防治水服务合同，为我公司防治水工作提供技术服务和工作指导。

（二）防治水工程保障。委托广东省物探大队对黄屯硫铁矿矿区进行了水文地质拉网式物探详查，采用地震折射法和音频大地电磁法两种物探方法开展工作。通过水文物探初步查明了矿区水文地质情况，初步分析地下水水流场的方向，对边界水文地质条件和地下水补给关系进行初步判断，经过探查分析共查出断层5条、地质破碎带5条的产状、规模、深度及富水性；初步判断地下水流场自南向北径流，矿区地下水补给来源主要是通过矿区东部及南部大面积出露的刚性脆性火山岩，接受大气降水后再以裂隙、孔洞对矿床地下水进行补给；矿区地表水与矿床地下水无大的水力联系。

委托湖南省勘测设计院进行矿区专项水文地质勘探工作，通过一年时间累计钻孔33个4995.15m；利用前期4个

井筒检查孔 1621.67m，前期地质勘探钻孔 8 个共 2434.96m，马鞭山观测孔 7 个共 1900m，岳山铅锌矿井、孔 4 个共 450m，泉井 2 个作为观测孔，本次水文专项勘探累计利用钻孔 56 个共 11401.78m。按要求完成动态观测、单孔、多孔、群孔抽水试验、压水试验和数值模拟等各项工作；进行了两次大口径、大流量、大降深的群孔抽水试验。

通过此次水文地质勘探查明了地下水水流场方向由南向北迳流，主要含水层为侏罗系上统龙门院组火山碎屑岩及熔岩类裂隙孔洞水；验证了前期物探断层及破碎带性质，揭示了矿区水文地质边界条件，东部 F2-2 及西部 F1 断层均可作为隔水边界，并分别采用解析法、数值模拟法估算了-340m 矿坑正常涌水量 108668m³/d；最大涌水量 121480m³/d。我公司黄屯硫铁矿专项水文地质勘探为我省大水矿山首次，施工单位湖南勘测设计院也因该项目获得湖南省优秀工程勘查二等奖。

地面帷幕注浆工程由湖北中南勘察基础工程有限公司负责该项工程施工。2014 年 3 月 3 日开工，至 2016 年 11 月 9 日帷幕整体竣工，历时 32 个月。中南西帷幕全长 2722.1m，其中中帷幕长 1052.9m；南帷幕长 969.1m；西帷幕长 700.1m。三段帷幕与 F1 断层南段及 F2-2 断层平面上形成首尾相连。帷幕幕顶为基岩面，帷幕底板布置在相对弱含水层。帷幕厚度设计为 6m，注浆材料采用水泥粘土浆及改性水泥粘土浆。

帷幕注浆工程共施工 419 个钻孔（含 21 个加密孔及 20 个检查孔），累计钻探进尺 143485.17m，累计注浆量

654297.438m³，钻孔平均单位注浆量 4.560m³/m。其中南帷幕共施工钻孔 136 个(其中加密孔 4 个，检查孔 9 个)，总钻探进尺为 46606.95m。后期经过双方认可的第三方专业单位安徽省煤田地质水文队评价帷幕注浆堵水率：水位降至 -240m 水平时堵水率为 59.996%；水位降至 -340m 水平时堵水率为 57.256%。帷幕注浆工程虽然没有达到我们预期 80% 的堵水率，但是有效管控了南侧来水，为后期井下注浆补强和井下疏干创造了有利条件。

委托安徽省煤田地质水文队进行群孔抽水试验评价帷幕工程效果，在矿区 6 线富含水区域施工两个直径 1.0m 孔深 220m 主抽水孔，2017 年 2 月 9 日开始正式抽水，平均流量 1024m³/h (24576m³/d)。本次群孔抽水试验抽水主孔 2 个，观测孔 45 个，水文观测站 3 个，民井 5 个，共计 53 个观测孔(点)。2017 年 5 月 29 日主抽水孔水位由 -24.0m 下降至 -128.0m，降幅大于 100m。至 2018 年 3 月 8 日两个主抽水孔抽干，水位降至孔底。目前矿体附近 K221 观测孔水位为 -300.50m。

为保障平巷施工安全，严格按照“有掘必探，先注后掘”的原则进行超前探水注浆，按探注 60m 掘进 50m 的原则进行平巷掘进，遇断层破碎带则缩短探注长度。正常施工 9 个探水注浆孔，当时每个孔平均出水量约 50~100m³/h，最大单孔出水量达到 300m³/h，水压达到 3MPa。建设地面注浆制浆系统，通过高压管路送至井下各工作面，反复注浆 2~3 次，注浆压力最高达到 12MPa，每 60m 循环平均注浆量约

300~500 吨水泥。注浆结束扫孔检查进行效果总结评价，然后转入掘进循环，掘进期间执行短探即“探 4 米掘 2 米”。同时利用 -240m、-290m 下盘沿脉运输巷对南帷幕进行有针对性的注浆补强。2016 年 11 月~2021 年 5 月全矿防治水巷道掘进约 1.2 万米，累计使用注浆水泥约 15 万吨，井下巷道防治水注浆费用超 1 亿元。

井下施工疏干孔放水加快疏干进度，在井下集中运输巷、-240m 中段和-290m 中段施工 10 处 32 个放水孔。按照有利于疏干的原则确定疏干孔位置，然后施工放水硐室，每个硐室内施工 4~6 个孔，孔深 60m~100m，出水量大于 50m³/h，每孔下 10m 套管，安装高压闸阀、法兰盘，通过井下管道泵排到地面。通过疏干放水矿井水位下降明显，2019 年春节后 -240m 中段放水孔已疏干无水，2021 年春节后 -290m 巷道顶板已无水。

经过以上防治水工程的实施，矿井涌水量由刚开始的 5 万 m³/d 下降到目前 2 万 m³/d，矿井水位也已降至 -300.50m。-290m 以上矿体全部解放，实现无水开采。

(三) 预警系统保障。建立了井上下水文观测监测系统，矿区周边其他水文孔和井下放水孔 8 个点定期人工监测，2021 年安装水文监测及预警系统，对地表黄屯河、帷幕外水文孔、井下观测孔等 7 个点进行在线监测；同时重点监测井下帷幕体和 F1 断层，做到 24 小时监测，实时预警。

(四) 排水系统保障。按最大正常涌水量 5 万 m³/d 设置排水系统，在最低中段 -290m 设置 2 个主排水泵房（副井水

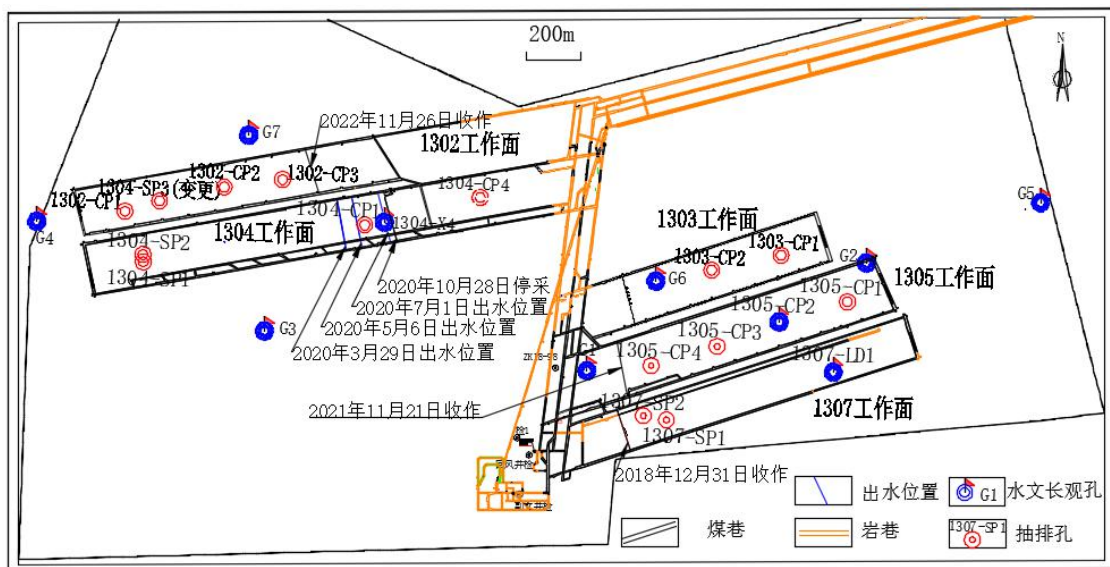
泵房和进风井水泵房，两水仓合计容积达 11802m³)。共配置 10 台 DF450 - 60 × 6 型水泵及 7 条排水管路，通过联合运转试验，7 台泵同时工作，最大排水能力为 63000m³/d。

目前两台水泵正常排水 16 小时能排出井下 24 小时涌水量，排水系统能力远远高于目前矿井涌水量。

陕西金源招贤矿业有限公司经验交流材料

一、矿井概况

招贤煤矿属于永陇矿区，位于陕西省宝鸡市麟游县西北部，井田面积 74.8km²，煤炭资源量 3.78 亿吨，主采侏罗系延安组 3 煤（平均煤厚 12m）。矿井采用主斜井、副立井、回风立井综合开拓方式，综采放顶煤开采方法，全部垮落法管理顶板。矿井核定生产能力 240 万吨/年，共划分为 9 个采区，首采区为一采区。目前一采区已经依次回采了 1307、1304、1305 和 1302 工作面，正在开采 1303 工作面（图 1）。



矿内地层由老至新依次为：三叠系铜川组，侏罗系富县组、延安组、直罗组、安定组，白垩系宜君组、洛河组，新近系、第四系（图 2）。

矿井水文地质类型复杂，直接充水水源为顶板砂岩裂隙水，富水性弱；间接充水水源为离层水。

二、离层水防治策略

在永陇矿区以往多年的生产过程中，白垩系砂岩含水层易与下伏侏罗系安定组泥岩产生不协调下沉变形，进而产生离层积水空间，一旦导水裂隙贯穿安定组隔水层，则发生离层水害。据统计，2005年5月以来全国共发生过离层突水的矿井多达30余对，造成工作面、采区被淹，甚至出现人员伤亡。

招贤煤矿充分认识到离层水的危害性，先后制定了几种疏放离层水策略。前期，在井下施工上仰泄水孔，但无法穿过安定组巨厚泥岩；中期，采用以地面泄水孔为主的防治措施，但是泄水效果不理想，2020年1304工作面依然发生三次离层水害，最大瞬时涌水量达到420m³/h，出水伴随顶板切冒压架，携带泥砂淤堵工作面，对生产造成了严重的影响。

2020年7月24日皖北煤电集团公司邀请武强院士等6位国内知名防治水及矿压防治专家就招贤煤矿离层水害问题进行会诊，确定了“抽、排、用、裂、支、控”的复合灾害综合防治技术方案。

为更好实施综合防治技术方案，矿与中国矿业大学、中

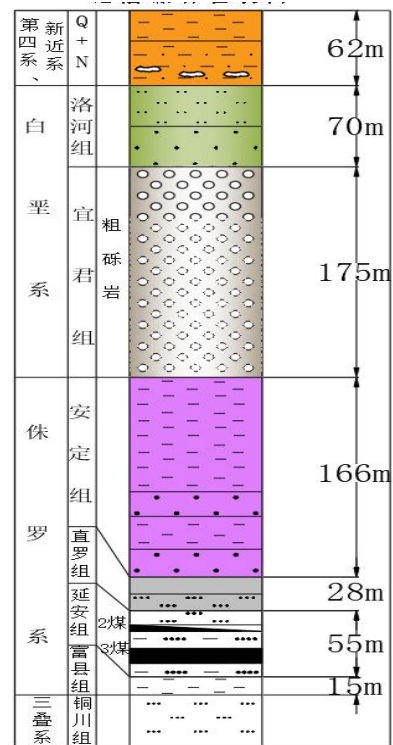


图 2 招贤地层综合柱状图

煤科工集团西安研究院等科研院校开展合作，深入研究采区工程地质与水文地质条件，建立了采动覆岩工程地质模型，总结了工作面回采期间覆岩移动、变形、破断规律，构建了工作面支架-直接顶-基本顶和高位突水离层带系统结构力学模型。在此基础上开展了大量的工程试验。

1.在 1304 工作面第三次出水回采位置后方 80m，试验施工一个泄水加抽水一体化钻孔（图 3），抽水后宜君组长观孔水位下降明显。

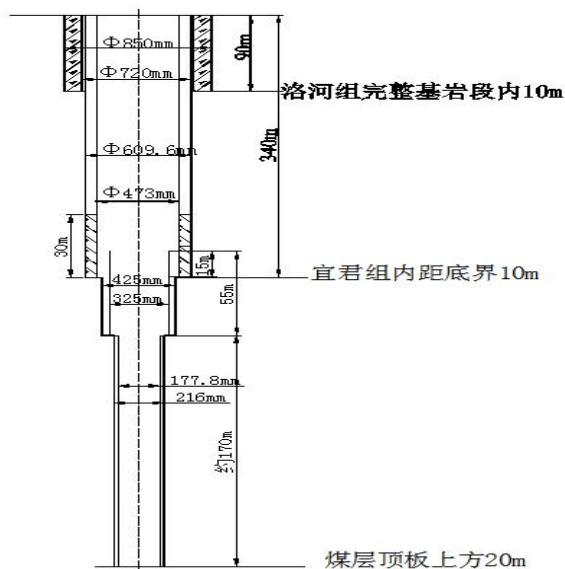


图 3 泄水加抽水一体化钻孔结构示意图

2.在前期研究及工程实践的基础上，在 1305 工作面试用“抽水孔和泄水孔”相间布置的方式（图 4）。抽、泄水孔间距均为 260m 左右，定制高扬程大排量的深井潜水泵，在工作面回采过抽水孔 70m 后进行抽水；结果显示，仅有抽水孔效果明显（图 5）。与此同时，在相邻 1307 采空区最低处试验布设抽水孔，结果表明相邻工作面上覆离层水的连通性较好，为抽水孔布设优化提供了依据。

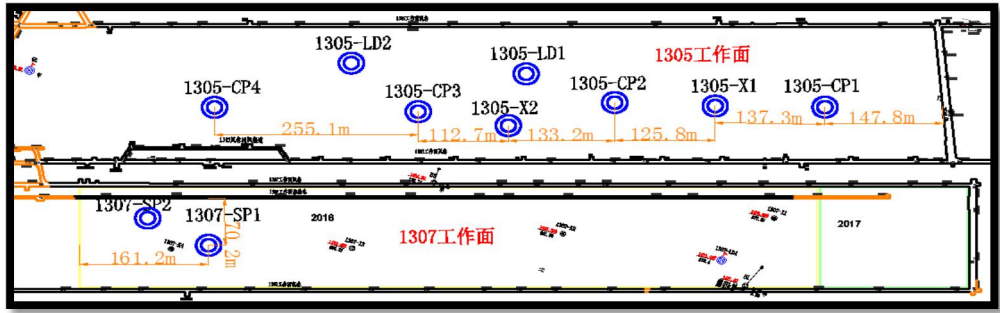


图 4 1305 工作面抽、泄水孔布置设计图

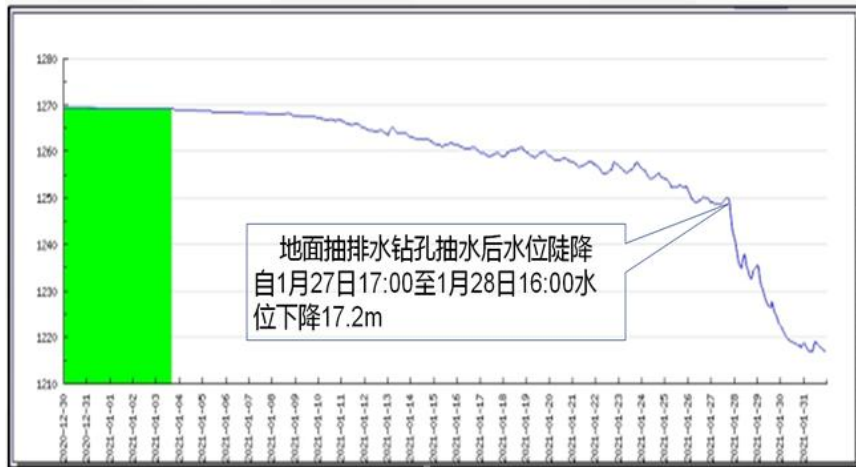


图 5 1305-cp1 抽水效果图

在总结 1305 工作面施工的抽水孔等经验的基础上，在 1302 工作面回采时直接施工抽水孔实现了安全回采。至此，以“抽”为主的防治离层水综合技术措施获得成功，从源头上解决了离层水害的难题。

三、离层水综合防治技术

经过皖北煤电集团公司和科研院校共同努力，确定了“抽、排、用、裂、支、控”的复合灾害综合防治技术。

（一）“抽”——地面抽排离层水。

在地面施工抽排离层水钻孔，终

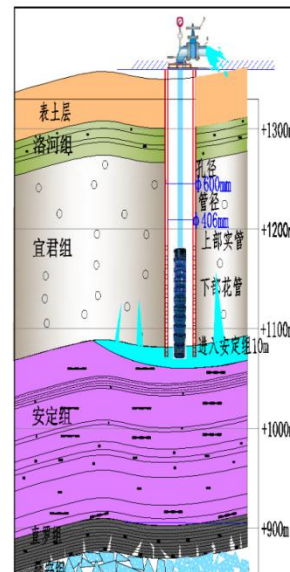


图 6 抽排离层水示意图

孔层位位于安定组上部，安装特制的大功率深井潜水泵，配套变频控制柜，对工作面采动后煤层上覆岩层离层空间积水进行提前抽排。经测量，单孔抽水量稳定在 60m³/h，水位能降到宜君组底部（图 1、图 6）。

（二）“排”——完善井下防灾排水系统。1304 工作面离层水害造成巷道淤堵，因此后期矿井排水系统具备水砂双向控制的作用，在工作面两巷根据需求建立拦砂网、水仓、水沟以及沉淀池，水仓内安装潜水排沙泵进行排水。为安全快速地开启水泵，在地面调度指挥中心安装了水泵远距离控制系统，实现工作面水泵无人值守，远距离控制水泵开停（图 7）。



图 7 水泵远距离控制系统

（三）“用”——变害为宝综合利用。抽排的水经过化验，符合饮用水标准，可以用于生产生活用水。目前，将抽排出的离层水全部作为招贤矿业、招贤镇居民生产及生活用水。

（四）“裂”——超前深孔爆破弱化顶板。在工作面两

巷施工深孔预裂爆破孔，利用深孔爆破措施提前弱化顶板，减小基本顶滑落、回转强度。爆破孔每组设计钻孔3个，组间距20m，同组内钻孔间距2m（图8），设计钻孔高度控制在垂直巷道顶板50m左右的硬岩层（图9）。2023年计划采用地面水力压裂技术对煤层顶板进行超前弱化（图10）。

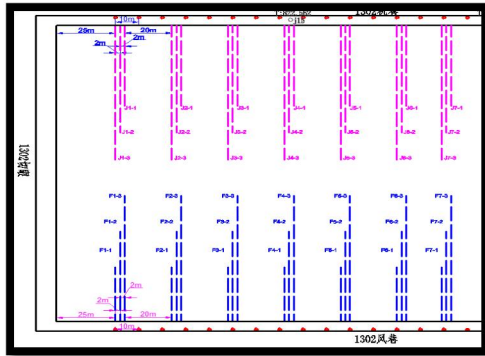


图 8 工作面顶板预裂孔平面图

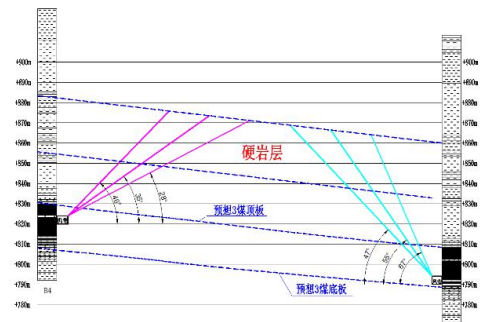


图 9 工作面顶板预裂孔剖面图

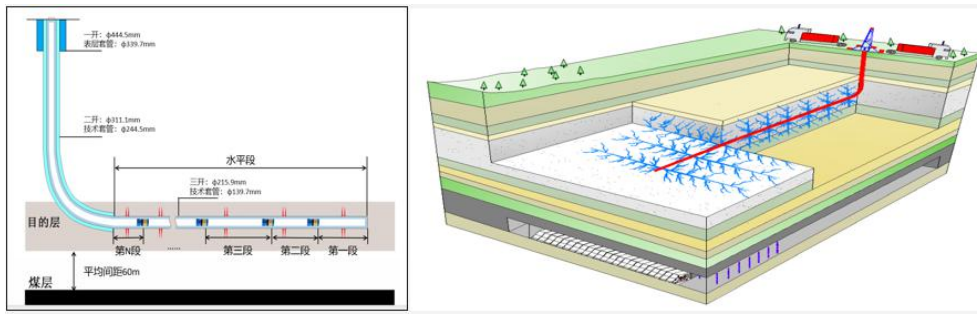


图 10 地面水力压裂工艺示意图

（五）“支”——工作面及两巷超前加固支护。工作面回采期间，一是对支架初撑力、架形、设备使用与维护等加强管理；二是采用锚索对两巷帮部超前加固、单元垛式支架超前支护顶板，解决了巷道两帮及顶底板移近量过大，保证了工作面匀速推进。三是对液压系统水源进行多级过滤，杜绝跑冒滴漏。

(六) “控”——控制回采高度、速度。在综采放顶煤工作面过向斜轴部、构造发育等位置，坚持限高开采或只采不放，快速推进；在顶煤较厚区段，控制采高均衡放煤。实现工作面匀速推采，避免停采滞采。

四、离层突水预警系统

为有效预测预警离层水害，招贤煤矿联合科研单位研发了离层水害智能监测预警平台（图 11），通过矿压、长观孔水位、瓦斯涌出量、微震监测数据等指标，实现了水害实时预警。



图 11 离层水害综合预警平台

五、取得的效果

招贤煤矿实施“抽、排、用、裂、支、控”的复合灾害综合防治技术措施后，实现了 1305、1302 及 1303 工作面的安全回采，安全回收煤炭资源 640 万吨；创造性地采取“抽”的方式，从源头上消除离层水的威胁，得到周边矿井及政府部门的认可，2022 年 7 月由国家矿山安监局陕西局、宝鸡市

应急管理局、麟游县人民政府联合举办的宝鸡咸阳区域煤矿水害治理经验现场交流会在招贤矿召开。

“采动覆岩离层水害，生态环境效应及防控关键技术”荣获中国煤炭工业科学技术奖一等奖，申报专利 5 项，发表论文 4 篇。项目研究成果对类似条件下的离层水防治，具有重要参考和借鉴价值。

山东能源新汶矿业公司协庄煤矿 经验交流材料

历年来，协庄煤矿认真贯彻省委省政府一系列安全指示精神，落实国家矿山安全监察局及各级主管部门对安全工作的具体部署，切实转变安全理念，在矿井防治水方面，不断夯实基础，强化责任，科技赋能，精准施策，针对地表水害威胁，按照“地表治理、井下隔离、监测监控预警”的总体思路，实施了地表水害综合防治工程，构建了具有矿井特色的地表水害综合防治体系，提升了防灾抗灾能力和水害防治水平，为保障矿井安全奠定了坚实基础。

一、矿井基本情况

协庄煤矿地处山东省泰安市新泰市小协镇境内，东距新泰市 13 公里，井田面积为 41.51Km²。1958 年建矿，1962 年投产，原设计生产能力为 120 万吨/年，1998 年改扩建后生产能力达到 180 万吨/年，目前，矿井核定生产能力为 120 万吨，井田内可采煤层共 6 层，为二、四、六、十一、十三和十五层，矿井开拓方式为混合式开拓，现生产水平为-550 和-850 水平。

二、地表水害综合防治措施

（一）把脉地表水害隐患，找准影响安全症结。柴汶河是矿区内主要地表水系，自东向西流经井田浅部，井田内长度

约10公里，井田内有光明河、广宁河、崖头河、羊村河、奎龙河等多条季节性河流，多呈正交型由南北两侧汇入柴汶河。治理前柴汶河流域地表水害隐患主要有以下三个方面。

1.井田内柴汶河沿岸大部分无人工堤防，为自然河岸，防洪标准低，河床中树木杂多、泥砂淤积严重，两岸矿渣、厂房、建筑物挤占河道，致使河道行洪不畅，严重影响河道行洪安全；

2.各煤层以及灰岩露头位于柴汶河两岸接受地表水补给，矿井浅部开采至河床下，存在由露头煤柱、灰岩岩溶裂隙向井下进水的水害风险，个别相邻地方煤矿擅自提高开采上限，导致地表水与矿井采空区联系更为紧密；

3.沿河两岸有大量取土采砂坑及报废井筒等，均与矿井连通，对矿井形成重大水害隐患。

（二）因地制宜，多措并举，持续推进地表水害治理。

为有效治理柴汶河及其支流水害隐患，保证矿井安全，自2007年开始，协庄煤矿按照“地表治理、井下隔离、监测监控预警”的地表水害综合防治思路，本着“先急后缓、上下一体、源头治理、彻底根除”的原则，先后投入资金2亿余元，对柴汶河流域沿岸水害隐患进行了全面治理。根据地表水害威胁程度，先后实施了柴汶河及其支流河床铺底及筑坝护坡治理工程、取土挖砂坑和低洼区回填土地复垦治理工程、薄层灰岩含水层露头浅截帷幕注浆治理工程、露头残存煤柱注浆加固工程、废弃井筒注浆栓堵工程、河床下采空区及巷道注浆充填工程及井下报废采区封闭隔离工程等七大治理工

程，建立健全了井上下水文监测预警系统，制定了全面查、源头防、露头堵、通道截、井下疏、强排水、筑隔离、监控细的地表水害井上下综合一体化综合治理方案，构建了“防、堵、疏、排、截、探、监”立体防水体系，取得了显著治理效果。

1. 采用先进的物探技术，查清漏水通道，精准施策，以最低的投入，取得最大的治理效果。

通过应用探地雷达、高密度电阻率成像法、EH4 电磁法电导率剖面成像技术等先进的探测技术对煤柱完整性及开采采空区分布位置进行探查，累计完成探地雷达探测测线长 12270m，高密度电法成像测线 15000m，EH4 大地电磁法测线长 2600m，瞬变电磁法测线长 3000m。精准有效查明了隐患地点，为有的放矢的精准施策提供了依据，避免了报废钻孔的施工，减少了工程费用投入。

2. 实施地面堵源引流，解除地表水溃水威胁。

（1）修筑河道双坝工程，提高安全保障

为防治雨季期间柴汶河河水暴涨，冲垮河坝，从而进入沿河两岸煤层及薄层灰岩露头区，形成水害隐患威胁，首先在柴汶河北岸副河槽内修筑矸石坝副河堤，筑坝长度 7411 米，消耗矸石 75.9 万 m³，防止柴汶河河水淹没露头低洼区，以切断水源进而溃入井下。

（2）实施柴汶河及支流主河道河床铺底、砌坝护坡治理工程，规整河道，形成导水槽，防止溃水。

协庄煤矿自 2008 年以来先后对柴汶河及其支流采用钢

筋混凝土进行铺底，并加设防水土工布，并在主河槽两岸砌筑浆砌石护坡工程，完成铺底工程量 16.6 万 m²，河道护坡 4519m，有效的防止了河水通过河床下的裂隙进入井下，保障了矿井的安全。

(3) 实施薄层灰岩、老空区注浆加固及废弃风井充填封堵综合治理，封堵隐伏过水通道。

积极采用薄层灰岩浅截帷幕注浆堵漏、露头残存煤柱注浆加固技术、废弃井筒注浆栓堵等技术对河床下及其附近的灰岩露头、煤层露头采空区、废弃井口进行治理，累计施工注浆钻孔 951 个，钻探进尺 4.22 万 m。通过有效采用残存防水煤柱做骨架向老空区注入充填材料进行充填，对残存煤柱进行加固补强，整体上构成一隔水帷幕，有效堵截老空区的导水通道，并对老空上覆岩层进行注浆加固支撑，防止在河床下的采空区因防水煤岩柱过小而导致的变形、垮塌，采空区塌陷导致河水溃水进入矿井，从而达到了防止地表水由被破坏的露头煤柱进入矿井的目的。

(4) 实施露头区取土挖沙坑、塌陷区、低洼区回填复垦工程，减少汛期地表积水渗漏。

通过实施对煤层露头区大面积采砂、取土挖砂坑及低洼区进行矸石回填以及覆土治理，采用坑底填入大块的毛石并用混凝土浇筑，厚度不低于 1.0m，然后上部填入煤矸石，夯实填平至地表原始标高，然后在坑口上部覆土，回填沙坑 15 个、面积 25 万 m²，使用矸黄土 11.9 万 m³，覆土造田面积近 400 亩，防止汛期地表积水并渗漏井下。

3. 创建“一个防治水研究平台+三大保障系统”，提升水害预控能力和应急管理水平

(1) 一个防治水研究平台。为强化落实强基治灾，全面抓好水害防治工作，矿井高度重视防治水工作，组建了集团公司首个防治水研究室，成立了课题研究专班，组织防治水骨干力量集体研讨、联合办公，集众智聚力攻关，编绘了“地表水害防控一张图”和“地表水—浅部老空水害防控一张图”，形成“双图”工作模式，并实行挂图作战，超前研判和管控，为开展水害预测及制定防治水措施提供依据。

(2) 三大保障系统。建立完善了井上、下矿井水文监测预警系统及应急救援指挥系统，全面提升水害预控水平及应急管理能力，同时建立了数字化水文监测监控预警系统，实现了数据处理分析、水情动态分析及声光报警功能，并采用手机 App 水文监测应用软件，实现随时随地浏览信息和短信预警推送功能，增强了数据的准确性、可靠性和传输数据稳定性、预警性。

一是井上监测监控系统。一是在柴汶河大桥上安装红外视频探头和超声波水位监测系统，实现对柴汶河水位视频实时监控，确保水位达到警戒线时及时撤人；二是在矿工广区安装无线降雨量自动观测系统，并实现了降雨量与井下涌水量变化形成一张“关系网”，随时随地查看两者关系；三是对矿井周边已关闭的小协、光明煤矿老空积水区施工了水位观测孔并安装了自动监控系统，实现了对关闭矿井老空积水水位的远程无线实时监控，并与安全监测系统连接，实现实时

监控，与手机 App 联网实时查看涌水、水压变化情况，同时能够实现短信预警功能。

二是井下监测监控系统。一是对井下各水平及主要过水地点均安装了涌水量监测仪，实现了实时传输；二是建立了徐灰、奥灰等各含水层钻孔水压观测系统，通过安装水压监测仪，实现对矿井徐灰、奥灰含水层水位变化情况得到有效监控；三是在井下各水平安设了 16 个水害监测视频专用探头，实现了对井下水情视频的实时监测，并在偏远地点安装了定位和通讯系统，做到发现异常情况及时汇报。

三是应急救援指挥系统。自主研发了“应急救援集成指挥系统”，集水、火、瓦斯、顶板等各类事故应急处置为一体，涵盖信息发布平台、语音系统、应急物资、监测监控、救援路线、人员定位、应急预案等子系统，对避灾路线、调度指挥、三级响应、多方救援、事故处理等实行全过程优化。

近年来，矿井通过对柴汶河及其支流的治理，提高了河道的行洪能力，彻底根除了柴汶河汛期水患。治理后与地表水联系密切的矿井浅部水平汛期最大涌水量由 $654\text{m}^3/\text{h}$ 降至 $362\text{m}^3/\text{h}$ ，同比减少 $262\text{m}^3/\text{h}$ ，年节省排水费用近 200 万元；同时，恢复了沿河两岸的地质生态环境。

广东中金岭南凡口铅锌矿经验交流材料

凡口铅锌矿是我国有名的水文地质条件复杂的岩溶大水矿山，矿坑涌水量旱季平均 28000m³/d，雨季平均 38000m³/d，最大达到 69000m³/d。1958 年建矿以来，采用专用截水巷道与分中段超前疏干相结合的方式治理地下水，保证了矿床的安全开采。但长期疏干排水，也产生了地面沉降、开裂和塌陷等地质灾害，特别是雨季凡口河道发生塌陷时会造成河水断流直灌井下，严重威胁安全生产。由于井下排水量大，排水费用高昂，仅排水费每年达 2000 万元，塌陷治理费每年达 400 余万元，影响了矿山经济效益。此外，矿区边部浅部矿段 526 万多吨优质矿石处在疏干系统保护之外，如继续采用疏干排水方法开采，导致漏斗进一步扩大，势必会大幅增加排水量，产生更严重的水害和地质生态环境问题。

为确保矿山高质量可持续安全发展，在原有疏干截流系统的基础上，矿山从 2002 年开始探寻新的防治水害、岩溶塌陷的技术途径，启动了新一轮防治水害技术方法的研究与应用工作。先后开展了一系列物探勘查、注浆工艺、注浆材料等帷幕注浆堵水试验，经过多次论证，选定了适合矿山水文地质条件、技术上可行、经济上合理的帷幕注浆技术方法，并历经 8 年时间，实施完成了帷幕注浆防治水工程，从根本上解决了矿山水害和地质生态环境问题。

一、主要做法

不论综合防治还是采用专有技术，防治水方案均是一矿一策。依据帷幕注浆截流防治水工程规模大，一次性投资高特点，为最大限度的降低工程成本，提高注浆效果及新材料新技术应用的可靠性，凡口铅锌矿采取“积极稳妥、探索试验、分段实施”的办法稳步推进帷幕注浆防治水工程。首先拟定帷幕总体方案和试验方案。2007年3月完成了《凡口铅锌矿帷幕注浆截流工程试验段施工设计》。经专家论证后，同年8月选定了地下水向矿坑充水的主径流带位置上进行第一试验段工程，主要开展改性黏土浆及其灌注工艺技术试验。2008年又进行第二试验段工程，主要进行尾砂浆及其灌注工艺技术试验。经过两段总长136m的帷幕注浆材料及其灌注工艺技术试验，综合分析水文地质条件和帷幕注浆堵水效果后，对总体帷幕设计进行了优化。2009年开始，按分段实施的方法开展了第三段、第四段及第五段帷幕施工。其间，根据水文地质条件开展了改性黏土双液浆、改性尾砂浆、泡沫砂浆等注浆材料研究应用工作。随着防治水工程的推进，水害防治效果和地质生态环境治理效果逐步显现。至2014年2月，全部完成了帷幕工程施工，注浆堵水率达到75%以上，远远超过了67%的设计目标。之后继续开展了一系列检查、监测和评价等工作。

（一）明确技术路线。常言道：思路决定出路。明确了技术路线才能更好的开展防治水工作。首先，开展矿区帷幕注浆可行性试验探查研究，重点查明过水通道地层的渗透性

及可注性。其次，开展注浆帷幕的优化设计，采用钻探、物探等手段进一步核实帷幕边界，探查帷幕线含水层分布及其渗透参数、主过水通道的位置和规模，对帷幕线走向及注浆孔的设计布置提供参考。第三，采用数值模拟技术对帷幕位置及参数进行优化设计，对帷幕堵水效果进行分析及预测。第四，通过室内材料试验选定能大幅度降低注浆成本的廉价注浆材料，降低工程造价，然后根据优化设计成果，分段组织注浆施工。第五，施工过程中，一方面对注浆材料及工艺进行优化调整，另一方面加强矿区水文地质条件的研究，采用数值模拟、示踪试验、自能化监测等技术对帷幕施工和运行进行动态指导及监测。最后，采用资料分析、检查孔探查及水文试验、幕内外水位观测、坑内涌水量观测等方式评价帷幕注浆截流效果。

（二）精准实施工程治理。一是运用数值模拟技术研究矿区地下水流场，优化设计帷幕线位置。开展好帷幕施工过程中的水文地质条件变化的动态研究。二是通过试验开发廉价注浆材料，大规模应用到帷幕施工中，并根据现场注浆情况，及时修正注浆材料及配比，最大限度的降低注浆成本。通过现场试验不断对帷幕注浆工艺进行优化调整，针对不同注浆材料匹配相适应的注浆工艺。三是针对强动水情况，及时开发适宜的注浆材料及注浆工艺，确保控浆效果和过水通道封堵效果。四是运用数值模拟对帷幕施工进行动态指导，对帷幕质量进行预测。运用水动态监测技术、示踪试验、物理探测等技术寻找帷幕薄弱环节，指导后续注浆孔施工。五

是建立矿区水文地质自能监测系统。及时收集、整理、分析钻探、注浆及物探资料，处理施工过程中出现的技术问题，开展现场技术研讨进行不断总结和改进。

二、攻克技术难题

凡口铅锌矿已有 54 年的开采历史。矿区实施帷幕防治水工程之前，多年疏干排水形成了一个半径 2900m、深达 110m、疏干范围达 7.75km²的降落漏斗。由于顶板含水层属白云质灰岩、灰岩等可溶岩，岩溶发育强烈，长期疏干排水使矿区岩溶通道畅通，地下水流速快，给矿区地面帷幕建设造成很大的困难。通过技术攻关和方法创新最终解决了以下难题。

（一）含水岩发育强岩溶注浆效果差的难题。凡口铅锌矿施工了总长 1698m 的帷幕，注浆钻孔 278 个，钻探进尺 45834m，注浆 197126 m³，单位注浆量 4.3 m³/m。累计揭露溶洞 1348 个，溶洞总高 1649.49m，最大溶洞达 10.30m，钻孔遇溶洞率达到 82.4%，其中大于 1m 的溶洞 558 个，占溶洞总数的 41.39%，揭露幕址白云岩含水层的平均岩溶率为 6.18%，平均透水率在 22~60 吕荣之间。所以对吸浆控制、注浆压力控制、注浆工艺及浆液结石体强度都提出了很高的要求。根据国内帷幕大数据统计分析，孔序单位注浆量递减率在 0.25~0.75 之间，凡口铅锌矿注浆工程单位注浆量递减率在 0.4~0.7 之间，说明经过注浆后溶洞裂隙基本充填饱满，浆液前后搭接良好，帷幕钻孔单位透水率均小于 5 吕荣。

（二）解决了集中过水通道（暗河）的灌注难题。在帷

幕注浆第五段 ZK151 孔段孔深 80m 处，揭露了宽 2m、高度 1~2m 的管道式集中过水通道（暗河）。根据示踪试验及井中电视勘察分析，通道地下水流速为 0.23m/s，涌水量在 8000m³/d 以上。而在大型矿区帷幕截流技术的研究中，上述大流量、强动水管道暗河式的过水通道封堵，在国内尚属首例。

（三）解决了生产矿山强动水对浆液控制要求高的难题。

矿区幕址地段白云岩含水层岩溶发育，且受到多组断层的影响使得矿区水文地质条件复杂，平均透水率在 22~60Lu 之间。矿区长期疏干排水使地下水岩溶通道畅通，局部表现为管道式集中过水通道，使得地下水流速快，平均水力梯度超过了 1.6，且在局部水流集中，导致浆液控制难度大。矿山为生产矿山，帷幕施工不能影响矿山安全生产，而帷幕线最近处距离截流系统仅 300m 左右，以上条件增加了地面帷幕施工的难度，对帷幕注浆工艺、浆液选择及注浆参数优化提出了较高的要求。

三、取得的效果

（一）安全风险大幅降低。一是注浆堵水帷幕与已有的专用截水巷道、分中段超前疏干的防治水技术与工程相结合，构筑了三道防治水防线，为矿山安全采矿保驾护航。二是帷幕建成后，确保了金星岭、东矿带及狮岭南矿段地下水面以下的 526 万多吨优质黄铁铅锌矿的安全开采。三是封堵了 75% 的浅层地下水，大幅减少了矿坑废水排放，有力的保护了区域地下水资源安全和北江水系环境安全。从根本上消

除了地面塌陷地质灾害，确保了矿区生态环境安全。根据监测资料，帷幕已运行 10 年仍未发生衰减现象，将为矿山长周期安全发挥重要的防护作用。

(二) 取得了良好经济和社会效益。一是矿山井下水排至地面最低综合成本约为 1.0 元/m³。帷幕完成后，一个完整水文年内减少排水量 698 万吨，年产生直接经济效益 698 万元。以此为基数计算，矿山寿命 40 年，则减少排水费 2.79264 亿元。二是帷幕注浆工程完成后，少量流入幕内的地下裂隙水得以澄清，每年综合利用裂隙水 211.7 万吨，节约排水及地表清水输送费用 254.04 万元，40 年节约排水及清水费 1.01616 亿元。三是帷幕注浆工程竣工后，矿区降落漏斗大幅回缩，地面塌陷范围大幅缩小，使得原塌陷活跃区趋于稳定，原保留的 324 亩土地将逐步复垦，矿区的生态环境大幅恢复改善，有效地保护了矿区地质生态环境和土地资源。

湖北武钢大冶铁矿经验交流材料

大冶铁矿是武钢资源集团全资子公司，年产 430 万吨，可生产 7 种矿石产品，并能直接和间接回收铁、铜、硫、钴、金、银等金属和非金属元素，是毛主席生平唯一视察过的铁矿山。矿区从西往东有铁门坎、龙洞、尖林山、象鼻山、狮子山、尖山 6 个矿体，分为东、西采区。2020 年以前坑内采矿方法为无底柱分段崩落法，2020 年后改为充填法采矿，目前西采区已采至-245 米，东采区已开采至-255 米。

矿区主要充水含水层（大冶群灰岩、大理岩岩溶裂隙含水层）构成井巷围岩，富水性弱-中等，由于大理岩岩性差异和所处构造部位的不同，其富水性极为不均。矿山以往多年的矿业活动，形成了较大面积的露采、塌陷、变形错动区，改变了矿区地下水补给、径流及排泄条件，大气降水可通过露采、地表塌陷、变形错动区直接进入矿坑。

一、矿山主要水害影响

（一）矿山以往开采存在的主要水害。大冶铁矿自转入井下开采以来，一直面临的主要水文地质灾害是井下矿巷突水造成淹井，矿山的露采区及井下多次被淹。1998 年 7 月中旬特大暴雨，矿山地表截水沟被不同程度地冲溃，山洪造成铁门坎采区、尖林山二期石塔沟采区、东露天采区等多处矿井被淹，直接经济损失高达 1720 万元。2017 年 12 月 2 日，

东采区象鼻山矿段-270m 中段运输巷道发生巷道底板突水灾害，淹没巷道。2020 年 7 月，本区连续降雨，连续降雨产生的地表径流沿地表露采、塌陷变形区灌入井下矿巷，造成了矿山井下大规模的淹井灾害。

（二）矿山目前面临的主要水害。一是由于前期矿山开采导致区域内地形地貌变化较大，形成主截水沟范围内的塌陷、错动、汇水面积较大等问题，暴雨时形成的地表径流几乎都灌入了井下矿巷，巷道涌水量增大，容易造成暴雨期淹井灾害的发生。二是矿区南部大理岩带的地下水位标高在+50m 左右波动，井下巷道水头值高，水压大，属带压作业，将来矿山在井下开采掘进过程中，一旦揭露大的岩溶溶蚀裂隙发育带、富水带，可能会引发井下突水灾害。

二、矿山防治水工作举措

（一）提高站位，高度重视防治水工作。一是认真学习贯彻落实习近平总书记关于安全生产、防灾减灾救灾等重要指示精神，健全完善防治水工作机制，定期召开防治水专题会议，研究部署防治水工作。二是加大投入，强化防治水工作。委托专业单位开展水文地质调查、勘察，编制了《大冶铁矿矿区水文地质勘察报告》、《大冶铁矿-270m 中段涌水（含泥沙）地质灾害成因分析研究报告》、《大冶铁矿防治水方案和专项设计》、《大冶铁矿隐蔽致灾因素普查治理报告》等，修建截水沟 13435m，每年投入 100 多万元用于截水沟修缮。仅 2022 年注浆封堵涌水点 5 个，投入资金 100 余万元。三是建立完善的地下水位观测网。在矿区设置了七

个水文地质观测孔用以观测矿区地下水位动态变化特征，指导矿山井下疏排水工作。**四是**改变采矿工艺。采用充填采矿法，对采空区进行胶结充填，杜绝了地表塌陷，雨水沿塌陷区渗透至井下的现象。

（二）突出重点，实施精准防控。一是依照《金属非金属地下矿山防治水安全技术规范》（AQ2061-2018）规定，大冶铁矿委托专业第三方单位编制《大冶铁矿防治水方案和专项设计》，严格按照设计要求开展矿山防治水工作。二是结合矿区走向跨度长，由原露天开采矿转向地下开采，汇水面积大的特点，实施“分区治水”的防治水策略，采取先截流、后分散措施。在各采区露采坑、塌陷坑外围修建 9 条防洪水沟，互相联通，截流外排，井下东西区分设各自独立的泵站，分别向地表排水。比如，铁门坎采区建有铁-50 泵房、铁-230 泵房共计 14 台排水泵，将汇集该区域地表渗水和矿巷涌水排入地面铁区污水处理站后排出。尖-170 泵房 9 台排水泵，将汇集尖林山采区地表渗水和矿巷涌水排入地面尖区污水处理站后排出；东区-180 泵房 8 台排水泵，将汇集东露天矿坑地表水和矿巷涌水排入地面东区污水处理站后排出。

随着采矿活动向下延伸，以及充填采矿方法的实施，地表塌陷和水土流失不再发生，并且形成“人造隔水层”---充填体，充分利用隔水层，在深部-540 泵房只设 6 台水泵，将作为最后一道防线，汇集东区、西区余水排入地面东区污水处理站后排出。这样在平面上（东、西区）、垂直面上（-50m、-170m、-180m、-540m 等水平）形成“分区治水、分层排水”

大冶铁矿的井下防排水模式，有效分散了矿区排水压力，矿区防治水成效明显。

（三）提前谋划，组织实战演练。主动与地方气象、防汛部门建立联系，健全和完善灾害性天气预警和防汛机制。认真编制“矿井综合水文地质图”、“矿井充水性图”等基础图纸，通过矿区地下水动态观测网，定期开展水害隐患排查。建立暴雨洪水可能引发淹井等事故灾害紧急情况井下人员撤离制度，制定详实的“排、抽、堵、疏、填、撤”综合防治措施。修订洪汛灾害事故专项应急预案，突透水事故专项应急预案，井下跑黄泥、跑矿事故专项应急预案，成立防洪抢险队伍，储备充足的防洪抢险物资，定期组织井下防洪实战演练（井下防水门试关仅用时 15 分钟），提升矿山应急处置能力。

（四）智慧升级，提高风险管控水平。大冶铁矿建成先进的管控中心，对各采区井下水泵房进行了优化升级，实现了水仓水位自动监测和报警，排水泵自动开启和停机，设备系统的联机控制和保护，视频监控以及信息管理等远程“一键操作”，提高了大冶铁矿井下水泵房排水运行的安全可靠性和经济性能。同时，投入 90 余万元建设安全风险管控信息平台，运用“红橙黄蓝”四色安全风险空间分布图，根据内部和外部条件的变化，实时监控风险分级和隐患排查治理情况，对安全风险进行动态评估，实现事故后治理向事故前风险管控的转变。

河北河钢矿业中关铁矿经验交流材料

一、矿山基本情况

（一）矿山概况。河北钢铁集团沙河中关铁矿有限公司（简称：中关铁矿）隶属河钢集团矿业有限公司。2020年7月底项目建成试生产，11月25日取得安全生产许可证投入正式生产，设计生产能力200万吨/年，矿山服务年限为30年，被列入国务院《钢铁产业调整和振兴规划纲要》，是国家冶金矿山重点建设项目。

（二）水文地质条件。中关铁矿是邯邢地区典型的大水矿床，矿区含水层主要有第四系含水层组，石炭、二叠系砂页岩、薄层灰岩含水层、奥陶系灰岩含水层，构造骨架为一走向北北东或北东，倾向南东的单斜构造。从区域地下水径流条件来看，为半封闭的蓄水结构。矿体全部埋藏于矿区地下水位之下，奥陶系中统灰岩含水层为矿体的直接顶板。中关铁矿位于邢台“百泉流域”径流带中，外部水源从从矿区西南、西北两个口子进入矿区，从东北方向流出，属于第三类第二亚类以岩溶裂隙水充水为主的矿床，水文地质条件属于复杂型，具有厚度大、分布面积广、富水性强及地下水静储量丰富的特点。

二、防治水之“防”的手段

（一）开展帷幕注浆工程。

1.帷幕注浆工程背景。为了解除限制性开采，选择在矿区端矿体集中区，采用环形单排全封闭帷幕注浆堵水方案。该方案既可以保护地下水资源与水文地质环境，显著改善采矿作业条件，又提高了井下作业的安全程度，同时可大幅度降低矿山排水费用。

2.帷幕注浆作业。中关铁矿帷幕注浆于 2008 年开始施工，2010 年完成，历时 882 天，该工程的注浆孔从地表设计位置开始钻进，直至闪长岩下 10m 终止，帷幕幕顶从+100m 开始进行注浆作业直至孔底，投资近 2 亿元，共完成注浆孔、检查孔、加密孔、观测孔共计 341 个，总钻探进尺 197279.57m，最终建成了最小厚度 10m、全长 3397m、最浅处 348m、最深处 825m 的以闪长岩为底板的地下单排环形全封闭帷幕，创冶金矿山地下单排环形全封闭帷幕之最。同时，根据井下涌水量监测，平水年井下涌水量由预测的 15 万 m³/d，下降至 2.9 万 m³/d，堵水效果达到 80%以上。根据矿区水位监测也显示在帷幕内外形成明显的水位差，最大差值达到 60m 以上（cg31 和 cg32），证明在帷幕堵水作用下，中关矿区地下水形成了一个相对独立且封闭的地下水系统。

（二）开展井筒预注浆工程。为确保施工安全同时加快施工进度，中关铁矿在矿区注浆帷幕的保护范围内，针对一主井（深 712m）、一副井（深 660m）、二风井（深 450m）共四条井筒，开展了井筒预注浆工程，四条井筒均按单排孔沿圆周进行布置，共布置钻孔 30 个，帷幕幕顶从+80 米开始注浆，工程于 2008 年开工，2009 年结束，历时近一年，共

完成钻探 13423.92 米。经井筒掘进实际验证，预注浆效果良好，单个井筒掘进工作面达到小于 $10\text{m}^3/\text{h}$ 涌水量标准，满足安全施工要求。

（三）开展溜破系统预注浆工程。 中关铁矿溜破系统位于 -409m 至 -488m 标高水平，因作业部位在地表 632 米以下，上部顶水压力大，突水风险高，为了确保施工作业的安全与顺利推利，中关铁矿于 2014 年开始进行地表预注浆工程，2015 年施工结束，共历时 382 天，完成钻孔 18 个，其中溜井部分钻孔 6 个，破碎硐室及下部矿仓钻孔 8 个，破碎硐室钻孔 4 个。工程整体注浆效果良好，井筒涌水量实测为 $5\text{m}^3/\text{h}$ ，涌水量完全满足设计要求。为了进一步降低主溜井出水量，在投产前，中关铁矿又于 -365 水平对主溜井施工了专门的放水措施巷道，并沿着主溜井施工了一圈放水孔，将井筒涌水量降低到 $1\text{m}^3/\text{h}$ 以下，有效保证了安全生产。

（四）建立水文监测系统。 为加强矿区水文监测，实时掌握各监测点的变化情况，中关铁矿根据前期矿区井上井下布设的 53 个水文监测点，建立了自动水文监测系统。其中，地表帷幕线内布置有 11 个监测孔，帷幕线外布置有 12 个水文监测孔，以观测帷幕内水位变化情况；井下安装水量水压监测设备 30 个，包括水流量监测设备 12 个，水压监测设备 10 个，水仓水位计 8 个，以观测水压、水量、水仓水位的变化情况。每年至少进行两次系统标定，对传感器、线缆、电池、保护盖等设备进行维护，并形成总结分析报告，以确保监测数据的准确，

（五）建立矿山排水系统。为了确保井下安全生产，中关铁矿在-260m中段布置了主排水系统，其中，水仓8条，水仓总容积为16080m³，可容纳井下6h的正常涌水量。主排水水泵房内共设置6台水泵，包括3台潜水泵和3台多级离心泵，单台泵排水能力均为1100m³/h，并布设了4条排水管路。主排水系统可同时开启4台泵，总流量最高可达4400m³/h，完全可满足当前及后续回采的排水需求。目前该系统实现了无人值守、远程启停的自动化操作模式。每年雨季前，矿山进行4台水泵联合排水实验，以确保应急状态下的最大排水能力满足安全要求。

三、防治水之“治”的方法

（一）设置防治水管理机构，配备专业人员、设备。中关铁矿配备了国家正规院校地质专业毕业的防治水专业技术人员3名，专业探放水队伍36人，并对探放水队伍人员进行统一培训，考试合格后，发放内部合格证书，同时，配备专用探放水钻机3台，其中坑道专用钻机2台，ZLJ-200架柱式液压钻机1台，以满足日常探放水作业的需要，为井下安全生产保驾护航。

（二）开展日常探放水工程。中关铁矿在掘进过程中，严格落实“预测预判、有疑必探、先探后掘、先治后采”的防治水原则，结合物探成果，针对存在突水风险的区域施工探放水工程。

1.掘进面探放水。为确保探放水工程落实到位，中关铁矿严格执行“设计-审批-施工-验收”的工艺纪律。考虑到中关

铁矿为大水矿山，目前处于“带压开采”状态，且矿房底板大多处于砂卡岩和围岩蚀变带，隔水能力相对较差，顶底板都存在一定的突水风险。因此，中关铁矿在防治水安全技术规范要求的基础上，将掘进面的探放水由规定的 3 个增加至 5 个探水孔，其中，1 个中心孔向正前探水，4 个边孔分别外扩 7° 探水，从而最大程度的探明掘进面前方、两侧及顶底板的水文地质情况，以降低突水风险。

同时，中关铁矿对探放水界线在巷道内进行划线标识，并标明探放水方向，以明确探水距离和安全掘进距离。其中：“TQ”代表探水作业起点，“60”代表探水距离为 60m，“JZ”代表巷道安全掘进终止点，“48”代表上回次至本回次的安全掘进距离为 48m。从而为井下掘进作业提供了可靠的安全依据。在实际作业过程中，要根据巷道设计及矿房长度等信息，及时调整探放水距离和安全掘进距离，以确保探放水工程更加合理规范，符合实际。

2.矿房探放水。为了进一步探明矿房范围内、上方及四周的水文地质条件，降低作业过程中的突水风险，从而提前对矿房进行疏干放水，降低原矿含水量，避免由于水分含量过高，导致井下喷料的风险。中关铁矿不仅开展掘进面探放水工作，而且将矿房探放水作为一道严格的采掘工序进行落实，要求不开展探放水作业决不允许爆破作业。

作业时，在矿房底部每个出矿进路布置 2 个孔，60m 长，并以 81° 向上外扎的方式布置，探放水矿房四周的近矿裂隙水是否存在，一般布置探放水孔 8 个；同时，在矿房顶部凿岩

硐室内每 10m 布置一组（4 个）探放水孔，扇形布置，30m 长，并以 81° 向上外扎方式布置，以探放矿房上部的近矿裂隙水，阻断上部含水层与矿房的水力联系，一般布置探放水孔 24 个。

3.矿区水文情况分析。为了及时掌握矿区水文动态变化情况，为井下安全生产提供保障，中关铁矿充分利用水文监测系统，对地表帷幕内外监测孔水位、井下各水平流量、水压大小等信息进行实时监测，并开展井下各分层主要出水点的现场人工实测工作。每周统计分析矿区水文总体变化趋势，并形成分析报告，每周开会分析结果进行专项通报，确保及时开展针对性的水害防治措施。

（三）开展防治水专项安全培训。为提高井下作业人员开展风险辨识、处理隐患风险、避免水害事故的能力。中关铁矿于每年雨季前针对所有涉及井下作业的人员开展防治水专项培训。从而让井下作业人员从思想上高度重视防治水工作，并提高了防治水专项技能。

（四）开展防透水事故应急演练。为检验各相关部门面对透水事故的应急动员能力和井下作业人员的应急处置能力，进一步增强了相关人员对应急救援知识的掌握程度。中关铁矿按照所有涉及水害的部门全部参与的原则，每年于汛期前制定专项演练预案，组织防透水事故应急演练，切实执行，深入总结分析演练的各个环节，编写演练评估报告，报应急管理部门备案。

四、矿山水资源平衡管理

（一）建立矿山水处理系统。井下 12 个分层的所有涌水经 -260m 主泵房直排至地表水处理车间进行净化处理。水处理车间采用低成本纳滤组合水处理技术，对矿井排水进行深度净化处理，达到国家规定的二级饮用水水质标准。且每年第三方水质检测机构到矿进行两次水质检测，以确保净化后水质的合规合法。

（二）建立净化水回灌系统。为了合理利用深度净化后的水资源，确保水资源平衡。一部分清洁水通过矿区东侧布置的 3 口回灌井，回灌至矿体帷幕外灰岩含水层，以维持地水平衡，另一部分清洁水供给厂区生活用水。对于纳滤处理后产生的废水，则进入矿山生产水系统，用于选矿生产及充填造浆、绿化、降尘等方面。矿井水利用率真正达到 100%，无废水外排。

近年来，中关铁矿大力开展防治水技术攻关工作，在综合防治水技术研究上获得重大突破：

一是中关铁矿水文地质补充勘探和综合水文分析基本排除出大水的可能性；**二是**采区溜井治水效果显著；**三是**通过矿房人工假顶有效消除了淋水对出矿的影响；**四是**取得了一系列技术成果，防治水领域荣获科技成果奖 17 项：其中中国冶金矿山科技特等奖 1 项、省科技进步二等奖 1 项等。

冀中能源峰峰集团南洺河铁矿 经验交流材料

一、南洺河铁矿简介

冀中能源峰峰集团武安市南洺河铁矿始建于 1970 年，2010 年 3 月采矿权人变更为冀中能源峰峰集团武安市南洺河铁矿有限公司。

南洺河铁矿设计生产规模为 120 万 t/a，采用竖井-盲竖井-斜井联合开拓，设计分两期进行建设开采，一期开采系统于 2010 年 3 月正式投产；二期工程于 2020 年 8 月施工完成并组织了竣工验收。

二、南洺河铁矿水文地质简介

南洺河铁矿属于水文地质条件复杂矿山，矿区为一个相对独立的次一级的水文地质单元，其中：矿区东部沿鼓山断层（矿区 F15 断层）构成矿区东部的隔水边界；南部南洺河断层（矿区 F11 断层）构成矿区南部的隔水边界；矿区西部的闪长岩体和郭二庄~玉泉岭断层（矿区 F1 断层）共同控制着矿区西部的水文地质边界；矿区北部奥灰岩埋藏深度大，透水性弱，构成矿区北部的隔水边界。

矿区主要含水层为奥陶系灰岩含水层，其次有煤系地层中的薄层灰岩和砂岩裂隙含水层、第四系砂砾石含水层和粘土砾石弱含水层以及闪长岩风化裂隙含水层。

三、矿山设计防治水方案

南谿河铁矿矿体埋藏于地下水位以下，矿床直接顶板为中奥陶统石灰岩，其岩溶裂隙、断层构造发育，为强含水层，是矿区水害防治主要对象。

存在的主要受水害威胁的风险有：

1.基建生产时需在高水头下作业。

2.矿区内断层发育，是各含水层之间水力联系、地下水运动和富集的主要通道。

3.中奥陶统灰岩含水层分布面积大，溶洞、裂隙发育，赋存有丰富的地下水静储量。

疏干采矿方案：根据矿区水文地质条件及开采的施工顺序分析，南谿河铁矿矿床开采必须要进行预先疏干。因此，矿山防治水设计采用矿床超前疏干然后再采矿的方案，采用丛状放水孔疏干，将疏干巷道及放水硐室等工程，布置在相对隔水的闪长岩体中，在不扰动灰岩含水层的情况下提前施工，使之形成完善的排水系统，然后在放水硐室内向含水层一侧施工丛状放水钻孔，进行降压放水。放水钻孔的长度一般进入灰岩含水层 50~150m。矿山坚持“早期预测、预防为主、治理为辅、防治结合”的原则，建立地面、井下水位观测网及地面沉降监测网，掌握矿床疏干排水、矿体开采产生沉降等变化情况，为下一步预测和防治提供依据。

注浆堵水方案：探矿、基建期间，未疏干以前、静水位标高以下的工程施工作业，需要逐步查明矿区的地质、水文地质、工程地质条件，特别是查明断层、破碎带及陷落柱、溶洞及溶隙的分布规律、含水导水性质、充填程度。巷道、

钻孔等坑下施工作业均针对现场水文地质条件进行分析研究，并制定严格的注浆堵水安全技术措施，预测与预防突水，接近含水的断层、溶洞时，或附近有与钻孔相通的断层破碎带时，坚持“逢掘必探，先探后掘，先治后采”的原则，提前采取注浆堵水措施，严防突水。

四、防治水安全管理工作

为加强防治水管理，矿成立了以总经理为组长，总工程师、各副总经理为副组长，由技术副总工程师、相关科室和部门正职为成员的防治水组织机构，设立防治水科，配备地质、矿山地质与勘查等专职技术管理人员 3 人和专业探放水队伍 12 人，配备专业物探和钻探设备共 7 台，制定了《防治水工作管理制度》、《防治水技术管理制度》、《探放水作业管理制度》等相关制度。

（一）矿区水位观测。矿区地面先后建有罗峪水位观测孔和杨二庄水位观测孔，结合万年煤矿 W10 号水位观测孔数据、以及在我矿井下-320m 和-480m 疏干中段布置的 8 个水位观测点，形成了矿区井上、井下立体观测网络，并建立观测台账，每天进行观测，实时掌握矿区水位变化情况，每两个月填绘更新矿区水文地质图一次。

（二）井下防治水管理。探矿、基建期间，未疏干以前、静水位标高以下的工程施工作业，受到水害威胁，南洛河铁矿坚持“预测预报，有疑必探，先探后掘、先治后采”的原则进行，我矿物探工作使用本安型瞬变电磁仪，有效探测范围为岩石完整 100 米，岩石破碎 80 米，现场测量、数据处理

可得到三维立体图,能直观观察前方 100 米范围内水体情况,结合已有地质资料分析掘进前方区域有可能出现的水文地质情况,设计在该方向上进行重点钻探验证;钻探出水后进行注浆堵水,形成巷道止浆“岩帽”,然后施工验证孔,经确认无水患后,安排采掘作业。

探放水工作严格按设计进行施工,作业前必须编制专项探水注浆施工安全技术措施,经矿总工程师审批后,方可执行。措施内容包括止水岩帽超前距、设计钻孔方位、角度等技术参数,以及孔口管固管、试压、钻探和注浆等环节技术要求。

南洛河铁矿探水注浆工作:

1.在闪长岩内由于裂隙极小,导水性较差,采用“稀浆慢注”的方式远距离扩散进行注浆堵水。

2.当探水注浆区域有断层、破碎带等构造或者钻孔进入奥灰等含水层或导水性较好的岩层时,先使用稠浆进行注浆,待注浆到一定压力后转为稀浆慢注,注浆效果较好。注浆浆液配比:水泥:水(质量比):1:1(稠浆)~1:6(稀浆)之间,根据具体的水文地质条件确定。

保障探水注浆效果的针对性措施:

1.开孔埋设孔口管,孔口管管长根据作业面的静水位标高计算确定,通过注浆充填孔内间隙,加固孔口管。孔口管固定好以后凝固时间不少于 4 小时,然后开孔 4 米注水进行耐压试验,压力不小于设计终压,南洛河铁矿试验压力一般会超出计算值,控制在 10Mpa 左右,在稳定 30 分钟孔口管不

出现松动，且孔口管周围不出现渗水时，方可钻进，否则重新固管试压。

2.注浆堵水探水孔的位置、方向、数目、孔径、每次钻进的深度和超前距离，应根据水头高低、岩石结构与硬度等条件在设计中明确规定(一般钻孔数不少于 5 个，钻孔向外围偏斜 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 。对于长距离作业面，偏斜角加大，以控制巷道截面的探水范围)，保证侧帮有效防护厚度。要求单个孔一次性完成钻进和注浆，一个孔注浆完成后再钻进下一个，避免钻孔间串浆影响注浆效果。

3.钻探过程中发生卡钻或单孔涌水量大于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 时安排停钻注浆，注浆完成后再复孔继续钻进。

4.全作业面探注完成后通过设计施工验证孔来检验注浆堵水效果。

(三) 地面防治水管理。南洺河铁矿每年雨季前出台雨季三防工作安排文件，做好雨季“防洪、防排水、防雷电”工作，确保矿井安全生产。

主要措施有：

1.每年雨季前开展一次矿区范围内的全面隐患排查，雨季期间定期排查、每次强降雨后重点排查，对排查出的问题及时制定整改方案进行处理。

2.对井上下供电站所、供电线路、排水系统进行全面隐患排查并安排定期巡查，主要水仓、水沟、沉淀池等区域进行清理，做好联合排水试验，确保供电排水系统正常运行。

3.持续关注气象预报，根据预报情况制定针对性的防范

措施和方案。

4.保持与南洛河上游水库的联络，实时掌握上游水库情况，在上游水库放水期间第一时间采取相应的安全措施。

5.在遭遇雷电、暴雨等极端天气时，及时按照相关部门要求实施停产撤人。

五、南洛河铁矿防治水效果

根据南洛河铁矿而且工程建设过程中，探水注浆统计分析结果来看，在探水过程中一般涌水量较大的区域均有断层构造，遇到的最大单孔涌水量在 $90\text{m}^3/\text{h}$ 左右，注浆堵水后掘进揭露巷道顶帮后，大部分情况均仅剩局部淋水，有效控制了作业面的水患，注浆效果明显。

南洛河铁矿在探水注浆作业过程中先后采用了稠浆快注、稠浆慢注、稀浆快注等方法，注浆后往往在施工验证孔时仍有较大涌水，注浆堵水效果不理想。最终通过反复试验分析，选择了稀浆慢注的方法，施工验证孔后基本不会再出大水，注浆效果较理想，能够满足安全生产需要。

南洛河铁矿设计使用充填法开采，可以有效控制地表沉降，同时在多年的生产过程中，通过总结各种防治水经验，形成适合南洛河铁矿的防治水管理模式，自 2010 年恢复生产以来,经历了 2016 年 7 月 19 日特大洪水及季节性河流水，南洛河河床及矿区地表水均未直接向井下渗漏，较好的充填效果对地面防治水起到至关重要的作用，在采掘作业过程中从未发生过水灾事故，尤其在疏干开采方面，始终坚持在静水位标高以下采矿，为安全开采提供了有力保障。

内蒙古扎哈淖尔煤业公司露天煤矿 经验交流材料

一、项目开展背景

扎哈淖尔露天煤矿是一座大型的智慧化露天煤矿，煤炭生产能力为 1800 万吨/年，属于蒙东（东北）区域重要的煤炭生产基地。其位于霍林河盆地，地处山前平原，西南高，东北低，海拔高度 950m~875m，相对比高 75m，矿区北侧是为“三湖”草原保护区。矿区内第四系孔隙潜水丰富，含水层厚度大，含水层厚度一般为 2~26m，分布连续，含水层岩性以黄色、黄褐色及浅灰色中、细砂为主，是矿区的主要充水含水层，该含水层渗透性差，但补给来源充沛，地下水长期在边坡渗流涌出，边坡流沙、坍塌现象普遍，对露天矿边坡稳定、高效生产及标准化建设造成诸多不利影响。

其中地下水的活动引起了岩体蠕变及松散层流动变形，降低岩体强度并增大边坡失稳概率，均降低了边坡稳定系数。扎哈淖尔露天煤矿第四系中、细砂地层厚度 2~26m，下伏粉质粘土、粘土及白垩系泥岩、砂岩。岩体硬度低，以软岩为主，对地下水影响较敏感，独特的地质条件，导致边坡治理难度艰巨，降低地下水的影响成为了提高边坡稳定的可控、有效的方法。同时矿区位于“三湖”草原保护区，治理地下水水害的过程中仍需考虑地下水资源及环境的保护。

随着扎哈淖尔露天煤矿不利的地形地貌及水文地质条件成为露天矿高效生产的制约因素，地下水局部汇集，地表沼泽化、含水层厚度大、富水性强等问题接踵而至，其地下水向采场内渗流排泄的状况也越来越严重，边帮坍塌、涌砂，平盘积水入渗、采场排水等一系列问题严重的制约生产效率，被动式治理的工程成本及代价不可估量。如何经济有效的防治地下水水害又能综合利用水资源、保护水资源成为扎哈淖尔露天煤矿生产的第一要务。

二、项目主要工作方法及成果

(一) 有疑必探、先治后采。扎哈淖尔露天煤矿东西长13.27km，南北宽1.15-3.58km，矿区面积30.52km²，矿区范围大，水文地质条件复杂，第四系细砂含水层厚度变化较大，分布规律差，不同边帮区域含水层富水性差异也较大，为确保准确找到富水区域、涌水通道等治理靶区，采用地空协同时间域电磁法等物探勘查方法进行前期勘查，通过对成果数据的资料解释并结合区内已知地质、水文地质资料综合对比分析，查明细砂含水层分布规律、埋藏特征，为下一步防治水工作提供基础依据。在治水有效、稳帮有利的条件下进行采矿工作。

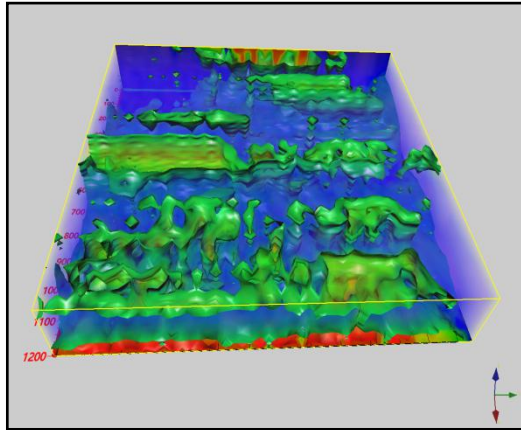


图 1 矿区西帮三维视电阻率模型

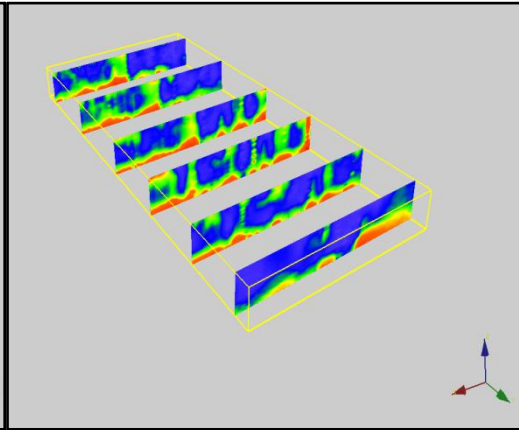


图 2 矿区西帮三维视电阻率模型切片图

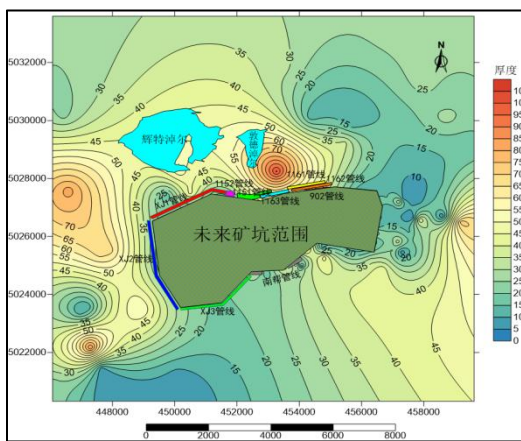


图 3 第四系孔隙潜水防治规划图

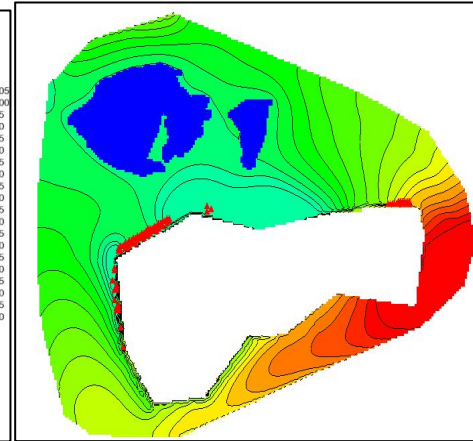


图 4 第四系孔隙潜水防治效果评估

（二）外截内排、超前降水。自 2018 年开始，扎哈淖尔露天煤矿组织相关技术专家研讨，势必要解决露天矿地下水隐患。同内蒙古煤炭地质勘查（集团）四七二有限公司经过多次的现场踏勘和实验论证，通过以反循环清水钻进工艺成井和定降深超前排水为核心的技术措施，解决了中、细砂含水层成井难、汇水难、降水难的技术难题，为露天矿厚层细砂含水层降水开辟了新的治理水害方向。以地面物探勘查技术为基础，快速准确掌握矿区第四系孔隙潜水含水层的埋藏特征，通过数值模拟及采矿规划，在采矿境界外布设施工

疏干降水井群，按照“外截内排、循环利用”的原则开展疏干降水工作。

1.2019年，扎哈淖尔露天煤矿北帮（非工作帮）地下水涌出问题日益严重，边坡蠕变加剧，日最大位移量达到9cm（MSR边坡雷达监测数据），边坡有潜在发生大型滑坡风险隐患。扎哈淖尔露天煤矿攻克了在回填边坡钻井施工技术难题及蠕变边坡钻井施工、排水运行的技术难题，最终在北帮建设以“抗蠕变、定降深自动降水”为基础的疏干降水井群，形成了人工的隔水边界，有效的阻截地下水向采场边坡渗流排泄。2019年北帮边坡日平均位移量为9cm，年累积位移量约为14m，疏干降水井群投入运行使用，北帮地下水水害得到有效治理，边坡蠕变速率逐渐降低，边坡稳定性显著提高。2020年北帮边坡日平均位移量为5.8cm，年累积位移量约为11m（MSR边坡雷达监测数据）；2021年北帮边坡日平均位移量为1.8厘米，年累积位移量约为4.5m。疏干降水成为了边坡稳定的有利保障，不仅提高了生产效率，减少了工程成本，创造了几千万的经济效益，更为露天矿安全生产提供了了不可衡量的价值。

2.2020年开始，随着疏干降水井成井技术、降水设备的不断升级创新，疏干井降水截流的技术方法越发成熟，也逐渐应用在露天矿的工作帮。以扎哈淖尔露天煤矿西帮（工作帮）为例，随着扎哈淖尔露天煤矿采场逐渐向西采掘推进，地下水向采场内渗流排泄的状况也越来越严重，边帮坍塌、

涌砂，平盘积水入渗、采场排水等一系列问题严重的制约生产效率，通过查明区域地下水分布，采用“超前降水、综合利用”的治理原则，将疏干井降水效果最大化。2020年至2022年，经过疏干降水的持续运行，西帮边帮150m范围内地下水水位埋深由2020年的0~6m,下降至9~20m,地下水水位降低至中、细砂含水层底板，有效解决了边坡地下水渗流问题。自此西帮平盘积水减少、松散层平盘稳定性提高、生产效率显著提高，同时减少了清淤（砂）工程量、硬岩转运工程量及疏干排水工作难度，质量标准化工作难度小，效果显著。



图5 超前降水前第四系细砂含水层



图6 超前降水后第四系细砂含水层



图7 治理前西帮区域影像图

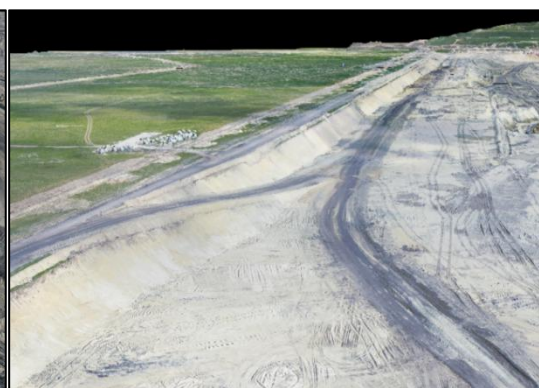


图8 治理后西帮区域影像图

（三）治保结合、综合利用。矿区位于“三湖”草原保护

区附近，考虑持续的采矿生产和疏干降水对地下水及环境的不利影响，扎哈淖尔露天煤矿认真贯彻落实“绿水青山就是金山银山”的环境保护理念以及“治保结合”的工作主向，全力推进矿区生态复垦绿化，恢复植被原貌，同时将采场疏干水、疏干降水井排水等水资源回灌至上游蓄水池，自然渗透补给矿区地下水资源，并利用疏干水进行矿区复垦绿化、洒水降尘等，实现了矿区水资源的循环利用，保护了矿区地下水资源，也使矿区一片绿意盎然。



图 9 2019 年北帮区域影像图



图 10 2022 年北碚区域实拍照片

（四）监测预警、智慧监管。

1.疏干降水智慧监管平台。以全自动定降深降水技术为核心，实现了疏干降水自动化运行，包括疏干降水远程控制启停、液位控制自动启停、流量监测、水位监测、运行状态（故障、电流、电压、运行时长）监测等内容。达到了运行稳定、数据可靠的疏干降水管控措施，确保疏干降水效果。

2.疏干排水智慧监管平台。采场疏干排水工作以智能化、无人化目标为指引，在实现水泵供水与冬季水泵防结冰技术基础上自主研发疏干排水泵站及加水站远程控制无人值守系统，实现矿区五座加水站及七座疏干排水泵站无人值守，有效解决制约生产经营的技术及安全难题。疏干排水泵站及加水站远程控制无人值守系统具备设备运行状态检测、水量数据分析、全过程实时监控、远程操控、故障预警等功能，便于监控人员实时监测系统运行状态并进行相应操作。系统

投入运行后，疏干排水现场实现无人化运行，智慧化控制。

3.高寒地区水资源智慧管理平台。在以往疏干降水、疏干排水、净化水等智慧监管控制平台的基础上，将所有涉及露天煤矿水资源利用相关的领域结合，正在研发扎哈淖尔露天煤矿水资源综合智慧管控系统平台，将现有的疏干降水、疏干排水、生活水系统、消防水系统、复垦绿化供水系统、污水处理系统、供热系统统一集中到一个“智慧平台”进行管控。以自动化控制系统、网络化数字视频监控系统、计算机网络等现代信息技术为支撑，在各个水系统自动化设备改造及增加视频监控设备的基础上，实现在实时地图的基础上一体化管控平台远程对水系统相关泵房配电设施、水泵机组、辅机设备等的全自动实时监测、监视和控制，在保证整个机电系统安全可靠运行的前提下，实现遥测、遥控、遥调功能，实现“一键开机”、“一键停机”及“基于事故状态下的自动连锁停机”，同时对遥测数据进行统计分析；运用数字孪生技术进行3D建模在管控平台将系统运行情况进行仿真展示，同时实现人机交互。



图 11 研发中的水资源智慧管控平台

三、工作总结

地下水防治一直是矿山生产的重要课题，也一直是露天矿安全、高效生产的前提保障。近年来扎哈淖尔露天煤矿落实防治水工作主体责任，推进防治水工作“五个转变”，构建“七位一体”的工作体系，加强与院校、企业的合作研究，利用物探勘查、疏干降水、智慧化管理等措施，有效治理地下水水害，提高采矿生产与边坡稳定的本质安全，并秉持“治保结合”理念，将地下水水害变害为宝，综合用于回灌地下水资源、矿山生态修复、矿区洒水降尘等领域，实现了矿区水资源循环利用。

河北煤炭科学研究院经验交流材料

河北煤炭科学研究院有限公司，是一家煤炭行业综合性研发机构、高新技术企业、河北省创新型企业、国家知识产权优势企业、河北省知识产权研究会副理事长单位。是我国矿井水害防治、充填采煤、矿井辅助运输技术研发基地。建有矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局重点实验室、国家能源充填采煤重点实验室、河北省矿井微震重点实验室、矿井物探河北省工程研究中心、河北省煤矿水害风险预警与防控中心、冀中能源防治水工程技术中心。拥有发明专利 42 件、软件著作权 10 件，发布国家标准 3 项、地方标准 8 项，服务范围涵盖 20 余个省区。2016 年以来，7 项成果专家鉴定达到国际领先水平，获得省部级一等奖 6 项、二等奖 5 项；建成纵贯矿井水害探查-预警-工程治理全产业链科研平台组合，为防治水技术研发、产业化示范提供了强大支撑。

在国家矿山安全监察局河北局大力支持下，2018 年建成“河北省煤矿水害风险预警与防控系统”（政府版）。39 处生产矿井全部接入系统，实现了河北省内生产矿井全覆盖及水害信息的全省联网、自动监测、智能预警。为提高我国防治水工作的信息化、智能化、数字化水平进行了积极探索。2020 年 11 月，系统数据同步接入国家局。

2020 年以来，相继建成淮河能源、皖北煤电、中煤新集、

平煤十矿、太原龙泉矿等突水预警与防控系统（企业版）。

系统自建成以来，接待政府部门及煤炭企业领导调研、考察、交流超过六十批次。获得授权发明专利 4 件、登记软件著作权 2 项、发布地方标准 5 项，获得 2022 年中国安全生产协会一等奖，促进了煤矿防治水工作的信息化、智能化、平台化，为煤矿水害综合预警做出了积极有益的探索。

一、系统构成

（一）矿端采集系统。在矿端部署数据传输服务器（DTS），内置数据传输管理软件，通过新建、改造、集成，实现了泵房排水量、水位/水温、微震及泵房视频、井下明渠管道流量、气象监测、地表水等多类信息采集，并通过专线实时、连续地传输至系统。

（二）数据存储与运算系统。以自主开发的《河北省煤矿水害风险预警与防控系统 V1.0》、《矿井水害微震监测数据处理软件 V1.0》为核心，以新建的数据存储与运算平台为载体，实现了煤矿排水量、水位/水温、微震监测和泵房视频等数据的录入、分类、清洗、存储、处理、分析和展示等功能。

（三）水害预警系统。开发煤矿防治水监控预警分析系统，融合上述各类实时数据，结合大数据分析、数据挖掘等技术，建立风险预警指标体系和风险预警分析模型，通过数据的实时、量化分析，以图、表、声、像多维度、立体展示预警结果，为水害防控提供依据。

二、系统功能

（一）数据库功能。系统建成了以矿井涌水量、观测孔水位、工作面微震监测三类信息为核心的突水预警动态数据库。系统新增和完善了 GIS、井下明渠管道流量、气象监测、地表水、实时电法、矿压监测、钻场及突水点视频、矿井防治水工程及年度水害动态数据库等功能。

（二）实时采集、传输及展示。统一各系统数据格式，实现多种系统数据的实时采集、传输、融合、展示等功能，并可以随时查看各矿实时数据、设备状态及连通情况。系统具备各类数据的存储、统计、调阅、查询等功能。实现了传统纸质水文地质台账的数字化、信息化、网络化、可视化，增加了多种信息即时查询、自动成图（表）等大数据分析功能。

（三）联网、共享功能。以“互联网+”技术及专业软件平台为载体，形成了以省局监控中心为中枢、联通全省矿井的水害风险监控网络，实现了水害监测数据由封闭到共享、由零散到系统、由数字到数据、由人工分析到系统自动分析、智能预警的显著提升。

相关信息由省局、分局、煤炭企业、煤矿多方共享。为政府监管部门和煤炭企业集团实时掌握煤矿水害动态，为相邻矿井数据的关联分析提供了条件。

（四）预警功能。系统构建了集数据突变、趋势线异常、单因素双向预警、多矿井多要素关联预警于一体的实时、智能突水预警体系，根据水量监测、水位/水温监测、微震监测三类数据变化，自动启动预警判别系统，实现了煤矿水害风

险的智能预警。预警信息一旦出现，系统会以声光报警，并以手机推送方式发给目标人群，方便各级领导在第一时间了解水害风险情况、多方联动、快速反应，将风险及损失降到最低。

三、系统特点

（一）率先建立了省级煤矿水害风险预警与防控系统。实现了企业和监管部门联合监管，以及全方位、多层次、规范化的实时信息化监管模式，提高了煤矿水害预警水平与防控能力。

（二）采用基于水位/水温、排水量和微震等因素的煤矿水害综合监测方法，建立了多元信息存储、查询、分析和一张图展示技术及风险预警指标体系，实现了矿井水害的高精度智能化监测预警。

（三）将“物联网”、“大数据”应用于煤矿水害预警与防控，通过矿端现场与远程专家的信息互通，保障了监测数据解释结果的可靠性。通过大数据分类对比、风险预测，增强了系统预测风险的及时性与可靠性。

四、矿井水害微震监测技术

矿井水害微震监测技术是通过感知导水通道形成过程中的岩石破裂，精细定位处理解释，对导水通道的发育过程进行监测识别。2014年以来，河北煤科院联合国内高校、院所，率先将微震技术用于矿井突水预警。在隐伏导水构造探查、注浆效果评价、突水预警等方面取得良好技术效果。专家鉴定达到国际领先水平，先后写入2018年颁布的《煤矿

防治水细则》及自然资源部 2022 年《先进适用技术目录》。

（一）工作模式创新。传统微震工作是以设备销售为主的“一矿一系统”工作模式。河北煤科院革新模式，形成以微震数据处理、分析为核心的“1+N”工作模式（专利号 2015202296696.5）。建成河北煤科院为中心，可连接 30-40 个矿井的微震系统平台，由专业团队进行实时监测、预警分析。

（二）微震系统特点。河北煤科院自主研发了能满足对弱（ $10^{-5} \sim 10^{-6}V$ ）、极弱微（ $10^{-7} \sim 10^{-8}V$ ）、超弱微（ $< 10^{-9}V$ ）微破裂事件监测采集的矿井突水监测预警系统设备和软件，采用北斗时间同步技术完成系统授时，监测半径达 400 ~ 500m、空间定位误差小于 10m。

（三）微震数据质量保障技术。形成了覆盖设备参数、软件功能、监测阵列设计、现场调试等多环节的数据质量保障体系。在解决井下施工干扰、工业用电干扰、岩层结构干扰造成的信噪比低、信号不稳定、数据丢包等问题方面，取得显著技术效果。发布微震数据采集规范（标准号 DB 13/T 2527--2017）。

（四）“人工诱震”主动监测技术。发明了基于人工注液的地下水流场及注浆浆液扩散范围、路径描述方法（ZL201510635846.7、ZL201511010704.8）。隐伏导水通道探出率及预警提前量大幅提高，为可控注浆实现与注浆效果评价提供了技术支撑。

（五）构建了矿井突水微震监测预警技术体系。研究、

建立了“三级预警”、“下四带”等突水模型。研发了“工作面深部隐伏导水通道探查方法”、“钻孔注浆浆液空间扩散范围及路径描述方法”等，为突水预警提供了理论支撑。形成“煤矿突水预警指标体系”。

目前，已在冀蒙晋豫皖贵等省区 105 个工作面开展监测，总计 8 次突水均采集到明确预警信号，其中，最长预警期 20 天，最短预警期 2-3 天。能够实现突水危险地段预警、深部隐伏突水通道探查、构造导水性监测评价、浆液扩散范围描述及注浆效果监测、回采安全性监测等功能，效果显著。