

国家矿山安全监察局会议材料



冀中能源集团有限责任公司
JIZHONG ENERGY GROUP CO., LTD.

科技赋能水害防治 筑牢煤矿安全屏障

冀中能源集团总经理 张党育

河南·焦作

2025年5月



目录

COMPANY

01

基本概况及问题

02

总体思路

03

关键技术进展及成效

04

主要成果及下一步研发方向

05

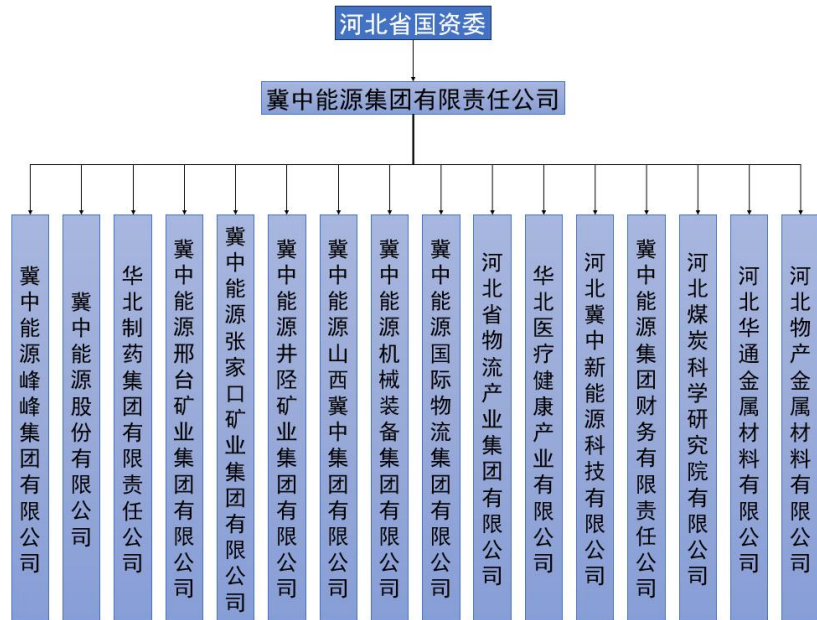
结语



01 基本概况及问题

1. 冀中能源基本概况

- 冀中能源集团是一家以煤炭为主、多产业发展的大型国有企业，河北省属大型骨干企业。
- 下辖11家主要子公司，控股“冀中能源”“华北制药”两家上市公司，拥有一家财务公司，产业涉及煤炭、医药健康、现代物流三大主导产业，以及新能源、化工新材料两大培育主业，分布在河北、山西、内蒙、新疆等14个省区。



冀中能源集团组织架构图

1. 冀中能源基本概况

- 拥有6家产煤子公司、45处生产矿井。
- 邯邢矿区为我国典型的华北型煤田大水矿区，受奥灰岩溶水害威胁严重。
- 600m以深的煤炭资源储量占比为42%，大部分矿井转入深部和下组煤开采。采深超过800m的矿井有8处，其中4处超1000m，下组煤开采矿井7处，水文地质类型复杂矿井13处、极复杂矿井4处。



冀中能源集团省内煤矿分布

1. 冀中能源基本概况

- 邯邢地区多数矿井断层、陷落柱发育，地质条件复杂，防治水难度大，历史上曾发生多起突水淹井事故，东庞矿2903工作面峰值突水量达70000m³/h。
- 突水事故有两种类型：一是以隐伏陷落柱为通道的底板突水（4起）；二是以小断裂构造及裂隙带为通道的底板突水（8起）。

序号	矿井名	时间	突水量 (m ³ /h)	损失 (万)	突水原因
1	梧桐庄矿	1995. 12. 3	34002	484. 52	基建期间施工主-副井联络巷时揭露落差H=8. 0m 导水断层 。
2	孙庄矿	1996. 11. 24	9000	22400	小煤矿非法越层越界边界F6断层防水煤柱，引发 断层 下盘奥灰强含水层突出。
3	东庞矿	2003. 4. 12	70000	4196	2903工作面掘进遇 导水陷落柱 奥灰突水。
4	牛儿庄矿	2004. 9. 26	5160	38275	小煤矿非法越层开采下组煤，导致奥灰突水。
5	临城矿	2006. 12. 16	4200		0915工作面由于 隐伏导水小断层 导通奥灰突水。
6	九龙矿	2009. 1. 8	7200	3774. 44	15423N工作面下42. 5m位置 隐伏导水陷落柱 导通奥灰突水。
7	辛安矿	2010. 11. 19	6000	600	112124运输巷掘进由于 导水断层 控制程度差，导致防水煤（岩）柱留设宽度不足导致突水事故。
8	辛安矿	2011. 12. 11	24000	1334	112106工作面回采遇 隐伏断层与陷落柱复合 导水构造导致奥灰水突破煤层底板发生滞后突水。
9	梧桐庄矿	2014. 7. 25	11250	4328	182306工作面由于 底板小断层与隐伏导水陷落柱 连通，发生奥灰滞后突水淹井事故。

2. 矿井防治水主要问题

- ✓ 大采深“三高一扰动”条件下突水因素复杂，滞后突水增多
- ✓ 隐伏小型构造及陷落柱探测技术难度增大
- ✓ 开采煤层接近或超过“突水系数”规定上限
- ✓ 大采深高承压水井下钻探安全难以保证
- ✓ 缺乏有效的突水实时监控预警技术和平台
- ✓ 浅部矿井防治水理论、技术、经验不能满足深部开采需要

由于大采深高承压水矿井面临以上诸多问题，常规井下局部探查治理模式难以满足安全开采需要，亟需在防治水治理思路和技术方面寻求突破。



02 总体思路

二、总体思路



理念提升

01

夯基础、重预防、强科技、抗大灾

02

水害是可防、可控、可治的

03

没有治不了的水害，只有执行不到位的工程和措施

04

不掘突水头，不采突水面

05

疑点不排除不施工，治水不达标不生产

06

管理规范化、程序化、标准化、精细化

二、总体思路

五大转变

探查为主向超前改造治理为主转变

以治促查，查治结合

井下局部治理向地面区域治理转变

改变“一面一治理”传统模式

通道、薄层灰岩治理向奥灰源头治理转变

实现根本性治理

采前治理向掘前治理转变

先治后建、先治后掘

措施经验型向工程、监控型转变

由治标到治本，实现开采监控预警

矿井底板水防治 “四大原则”

超前主动

区域治理

全面改造

实时监控

二、总体思路

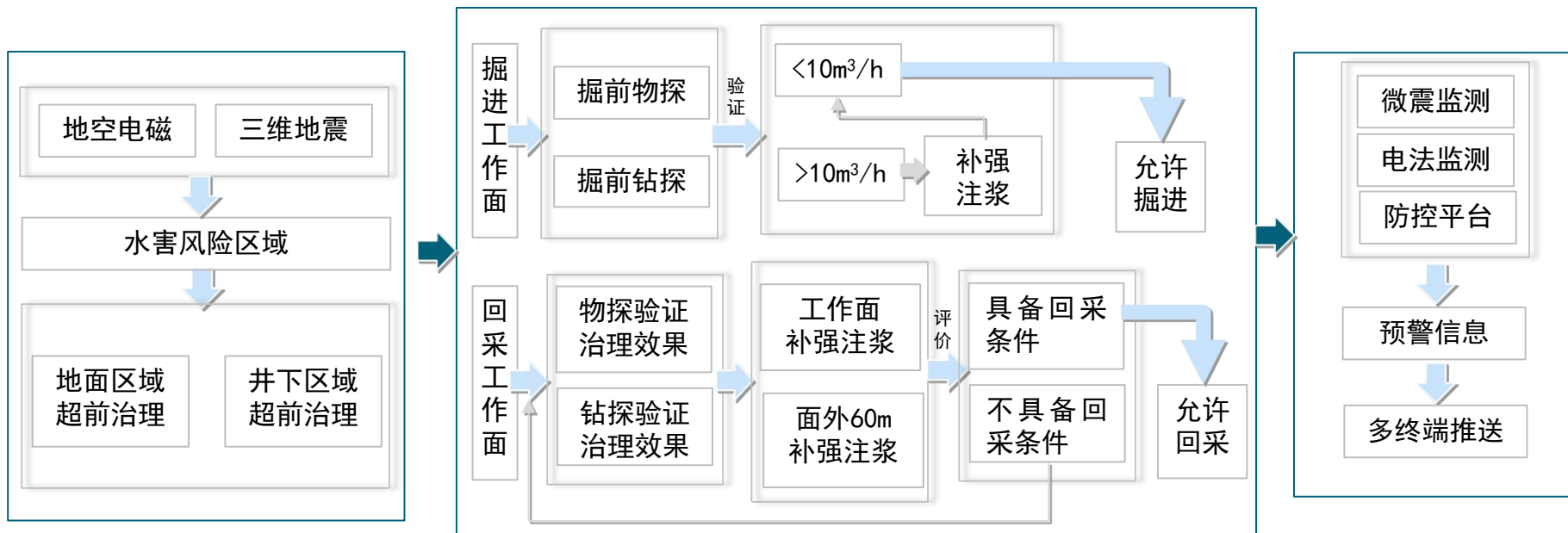
■ 技术路线

“探-治-监”三位一体

精准探测 (探)

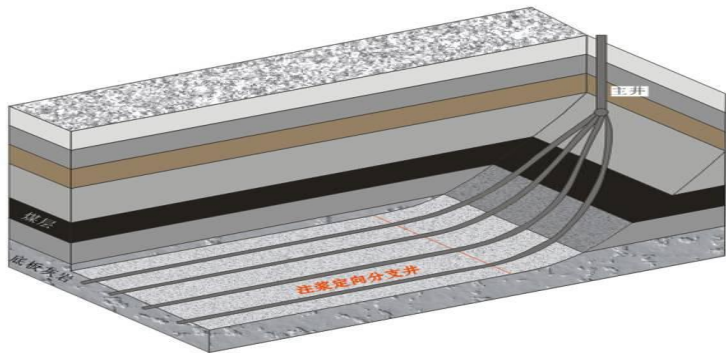
科学治理 (治)

动态防控 (监)



二、总体思路

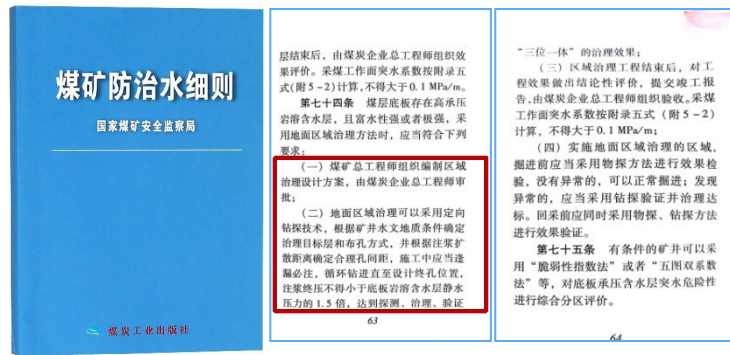
为解放大量受水害威胁深部资源，2012年开始引入地面定向钻探技术，对奥灰含水层进行区域治理，变含水层为相对隔水层，同时封堵底板垂向导水通道。



2015年在冀中能源集团召开全国煤矿水害防治现场会，将“地面区域治理技术”“矿井水害微震监测技术”向全国推广。

二、总体思路

2018年写入《煤矿防治水细则》，可采用地面区域治理技术注浆加固底板隔水层、改造含水层，改造后的突水系数 $<0.1\text{MPa/m}$ ，邯邢矿区大量呆滞深部资源得以解放。



近年来，冀中能源持续加大推广力度和资金投入，17处水文地质类型复杂、极复杂矿井全部实施地面区域治理，近3年投资达16.40亿元，探明大型断层80条，陷落柱19个，解放煤量1.4亿t，安全采出煤量5020.8万t，实现了煤矿防治水本质安全。



03 关键技术进展及成效

技术一

地面区域治理技术



技术一：地面区域治理技术

1. 治理目标层选择不断调整优化

- ✓ 区域水害治理目标层选择是工程设计的关键，最初奥灰治理目标层定在八段底部、七段顶部，治理后保证了大多数矿井安全。
- ✓ 邢台矿区最大采深矿井邢东矿奥灰八段为70m，治理层位在奥灰顶面以下70~90m。治理工程实施后，区域治理范围内的三个工作面回采时相继发生了奥灰出水。

认真吸取邢东矿经验教训，通过浆液扩散机理分析、数值模拟，以及井下大量底板改造钻孔浆液扩散实际资料，对目标层选择做出**两个改变**：

- 根据具体带压开采条件，按治理后突水系数不大于0.1 MPa/m，确定奥灰顶面下治理厚度，一般不超过40m；
- 治理厚度超过40m时，应自上而下选择双层或多层治理，上下层钻孔要交错布置。

技术一：地面区域治理技术新进展

2. 提出底板岩溶水害多层“三维立体”综合治理新模式

根据近几年区域治理实践，对于受奥灰及薄层灰岩多层岩溶水威胁的矿井，采用单层单一治理模式难以取得良好的治理效果。

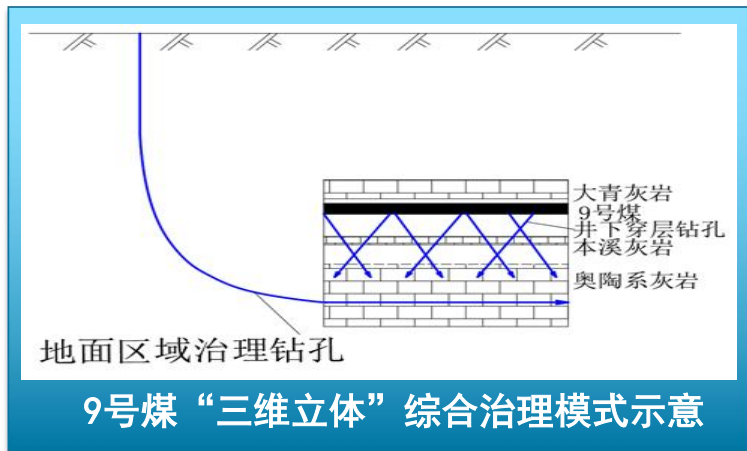
奥灰治理与
薄层灰岩治
理相结合

地面治理与
井下治理相
结合

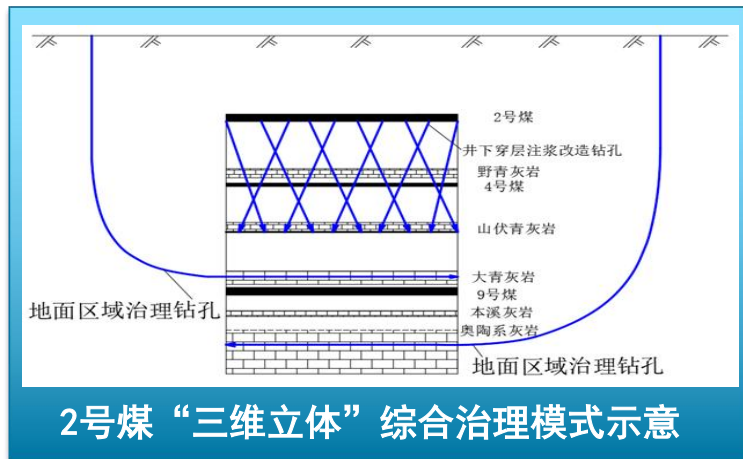
顺层治理与
穿层治理相
结合

技术一：地面区域治理技术新进展

■ 9号煤层、2号煤层开采水害区域治理模式



采用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（本灰）及对奥灰顶部进行检查补注相结合、顺层治理与穿层治理相结合、奥灰顶部与本溪灰岩同时治理的“三维立体”综合治理模式。



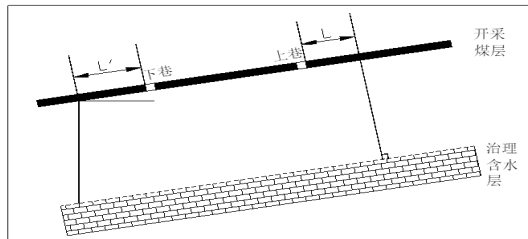
梧桐庄矿受奥灰、野青灰岩、山伏青灰岩和大青灰岩多层底板岩溶水害威胁。治理目标层除奥灰含水层外，对上部野青灰岩、山伏青灰岩和大青灰岩三个薄层灰岩含水层进行“三维立体”综合治理。

技术一：地面区域治理技术新进展

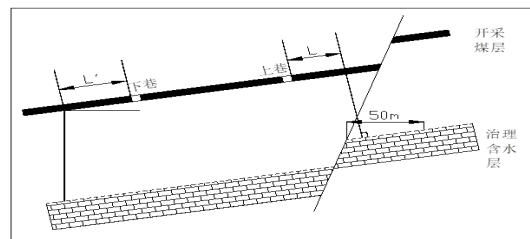
3. 研究出工作面安全治理范围计算方法

某工作面区域治理到外围34m，工作面外侧87m一处断层，导致工作面发生出水。

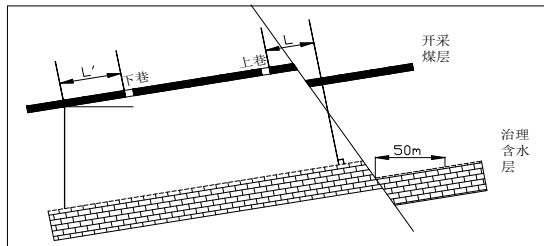
工作面最小安全治理范围主要考虑工作面外围情况。一般分为以下5种情况进行计算：



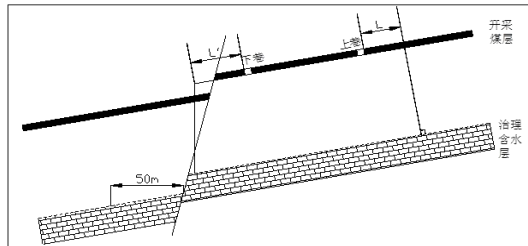
工作面外围无构造时外围最小治理范围计算示意图



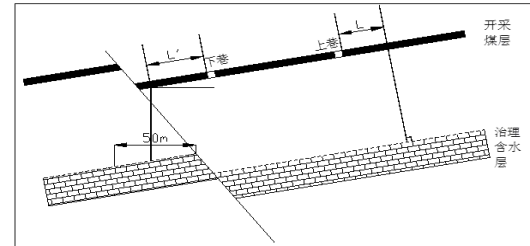
工作面上巷外侧存在正断层且工作面位于上盘时外围最小治理范围计算示意图



工作面上巷外侧存在正断层且工作面位于上盘时外围最小治理范围计算示意图



工作面下巷外侧存在正断层且工作面位于下盘时外围最小治理范围计算示意图

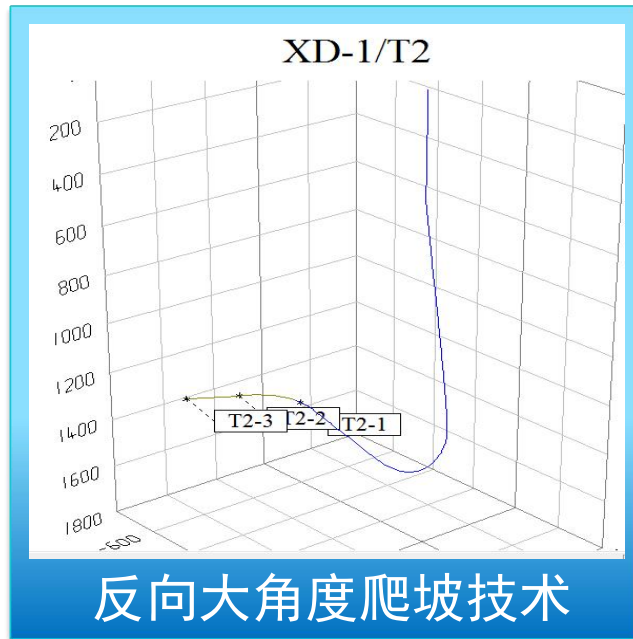


工作面上巷外侧存在正断层且工作面位于上盘时外围最小治理范围计算示意图

技术一：地面区域治理技术新进展

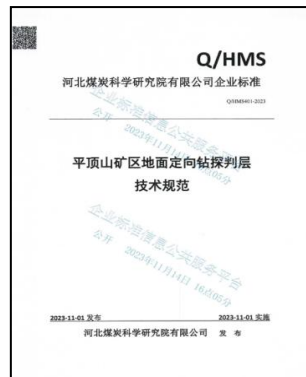
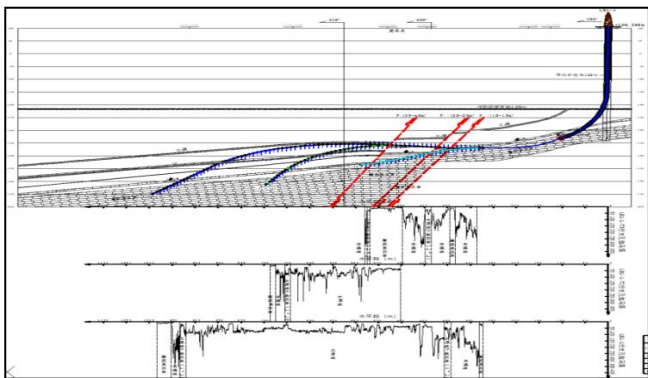
4. 地面长距离定向钻探新技术、新工艺

成功研发了录井综合判层技术
（地面定向钻进过程中地质判层标准）、不提钻压水装置、定向水平孔取芯技术、反向造斜技术、大角度爬坡技术等，有效提高了钻孔的适用性及钻进效率。



结合岩屑、伽马值、钻井参数等，提出了地面区域治理探查地质补勘方法，制定地面定向钻探综合判层技术标准，获发明专利1项。成功在冀中能源、平煤集团得到应用。

梁北二井11采区东翼地质及水文地质条件复杂，在地面区域治理薄层灰岩施工中，为首采工作面新探明及修正断层11条（新探出断层6条，调整断层4条，排除断层1条），调整工作面设计。



技术一：地面区域治理技术新进展

6. 注浆关键技术

■智能制浆系统

推广运用自动化、数字化高速涡流注浆系统。实现了多种注浆材料的自动配比、自动计量和自动控制，提高了注浆工程质量及注浆系统适用性。

■注浆材料优化

优化注浆材料粒度与受注层裂隙的合理匹配。研究了水泥单液浆、黏土水泥浆、粉煤灰水泥浆等多种注浆材料的适用条件及配方。

■注浆系统管控

研究注浆站集中控制及在线监测系统。利用互联网构建了集多处区域治理矿井为一体的注浆参数统一在线监测平台，旨在加强注浆工程质量的集成化在线监控。

冀中能源集团有限责任公司文件

冀中能源安字〔2023〕29号

冀中能源集团有限责任公司
关于印发《煤矿带压开采地面区域治理
技术管理规范》的通知

集团公司所属有关单位：

为进一步规范集团公司煤矿带压开采地面区域治理技术管理工作，确保地面区域治理水害效果，提升矿井防范重大水害事故工作水平，经充分征求意见，对集团公司《煤矿带压开采地面区域治理技术规范(试行)》企业标准进行了修订，现印发给你们，请结合本单位实际，认真组织学习并贯彻执行。

本企业标准自2023年12月1日起施行，原《煤矿带压开采地面区域治理技术规范(试行)》(冀中能源安字[2019]51号)同时废止。

通过改进注浆系统，深入研究注浆工艺，保证了注浆治理效果，发布1项地面区域治理注浆技术管理规范。

技术一：地面区域治理技术新进展

7. 注浆效果检验技术

效果评价

01

水平分支孔间隔施工，利用后续水平孔岩粉、岩芯、漏失点数量及漏失量、注浆量等指标动态分析综合评价注浆效果。

02

通过压水试验，计算单位吸水率，是否达到相对隔水层标准（单位吸水率 $\leq 0.01\text{Lu}$ 吕荣）。

03

通过治理前后物探工程结果对比进行治理效果评价。

04

通过治理后井下钻探进行注浆效果检验。

05

逐步构建地面区域治理定量评价指标体系。

技术一：地面区域治理技术新进展

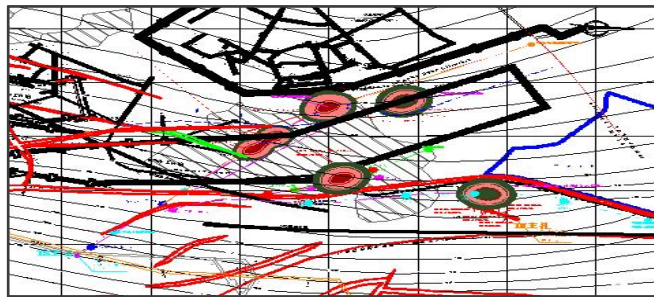
8. 地面定向钻探技术应用拓展

拓展1：小煤矿采空区探查

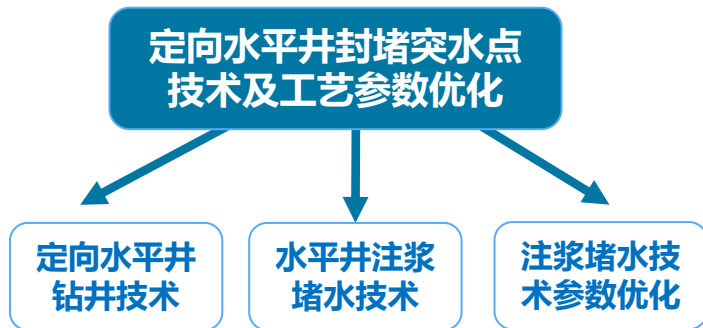
东庞矿北井开展两期地面定向钻探探查周边小煤矿采空区工程，查明5处越界采空区，减少了井下探查钻探工程量，同时避免了井下探查透水事故风险。

拓展2：长期出水点治理

依托“地面区域治理”技术，在峰峰集团5处矿井开展了长期出水点治理，年节支4800万元。



小煤矿采空区地面定向钻探查成果平面图



技术一：地面区域治理技术新进展

9. 制定系列技术标准

- 区域治理设计、施工、检验等全过程技术规范
- 区域治理注浆站建设标准
- 区域治理钻探综合录井地质判层工作标准
- 不同岩溶发育条件注浆工艺标准
- 地面区域治理技术管理规范

冀中能源遵循认识升级，管理升级，动态升级相关制度标准，让制度标准更切合实际，解决实际问题。

技术二

矿井水害微震监测技术

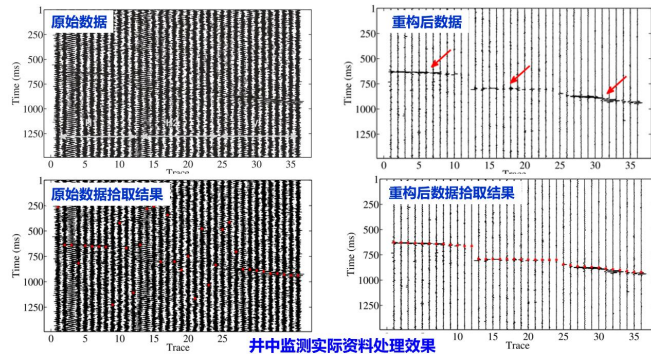


技术二：矿井水害微震监测技术

2014年，冀中能源率先将微震技术引入到煤矿水害监测，先后攻克了一系列关键技术难题。

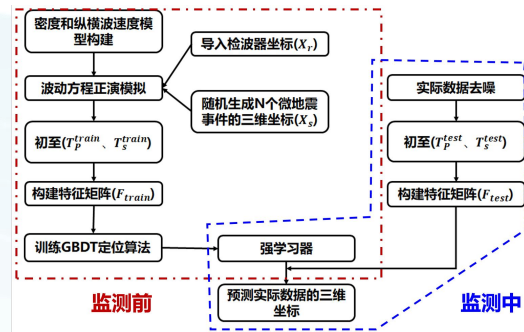
1. 突水弱信号智能识别技术

融合多源数据，基于深度学习理论，利用正交化多尺度形态分解与重构技术进行突水弱信号识别。



2. 非线性高精度定位算法

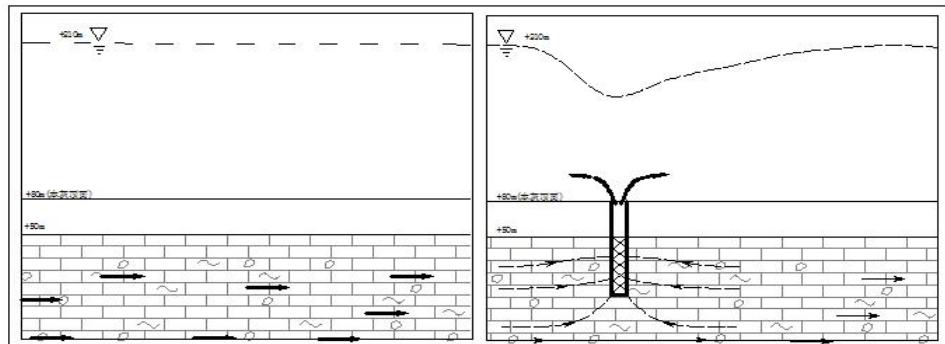
基于微震信号进行非线性建模，利用智能优化算法（机器学习、等效路径）迭代求解信号源位置。



技术二：矿井水害微震监测技术

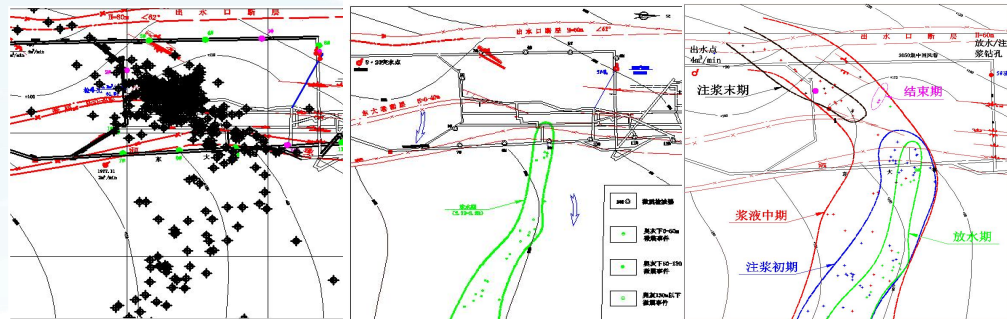
3. 人工诱震监测技术

研发了“人工诱震干扰场监测技术”，监测效果、效率大幅提高。



4. “时空簇”分析技术

研发了微震数据时空簇分析技术，解决了海量微震事件时空展布及演变问题。



微震事件

空间簇（奥灰内）

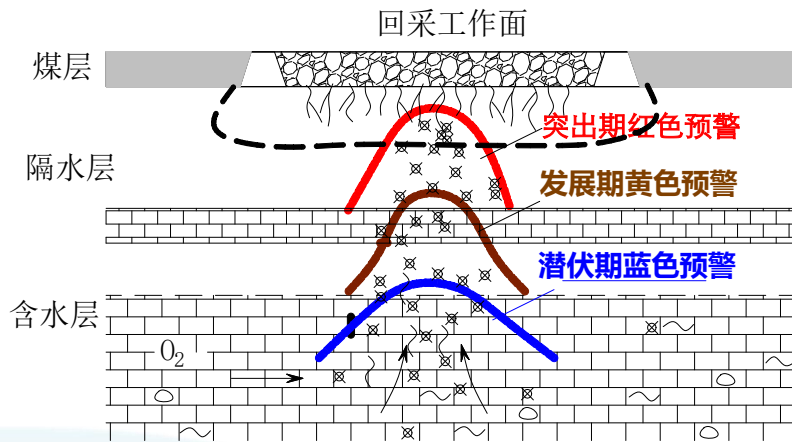
时间簇

技术二：矿井水害微震监测技术

5. 底板突水预警技术

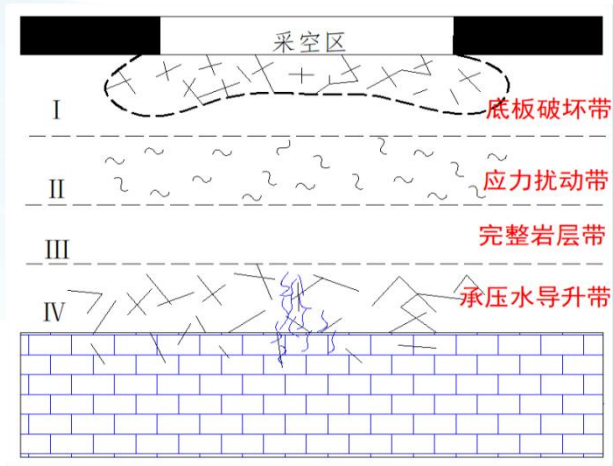
薄隔水层条件下“三级预警”模型

- ✓ 潜伏期预警周期一周；
- ✓ 发展期预警周期为1-2天；
- ✓ 突出期预警周期为1-2小时。



厚隔水层条件下“下四带”模型

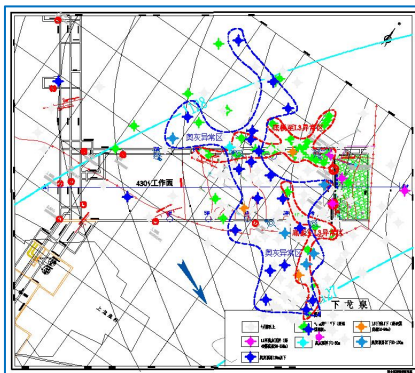
- ✓ 底板破坏带；
- ✓ 应力扰动带；
- ✓ 完整岩层带；
- ✓ 承压水导升带。



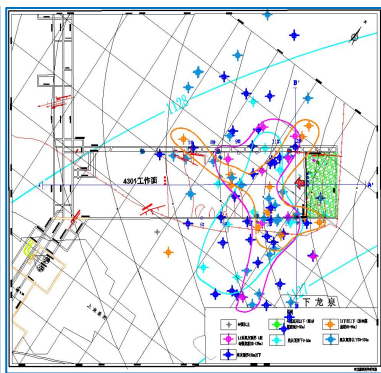
技术二：矿井水害微震监测技术

6. 浆液扩散微震监测技术

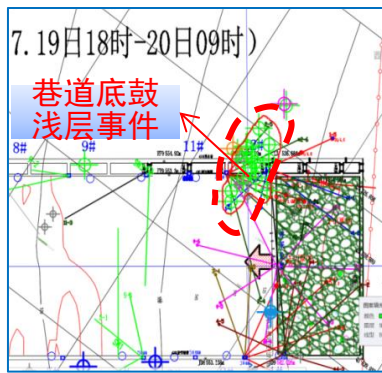
2017.11-2019.3，山西某矿井下注浆堵水工程，进行了注浆全过程微震监测研究。



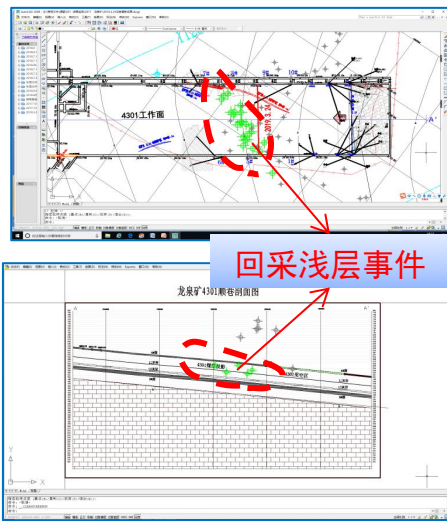
注浆前



注浆中



注浆后期

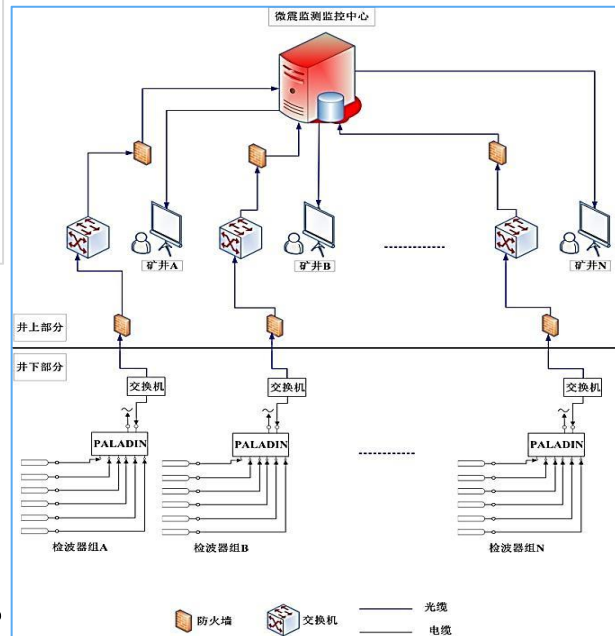


注浆结束

技术二：矿井水害微震监测技术

微震监测技术在底板突水风险预警、突水水源判别、隐伏导水构造探查等方面发挥了重要作用，成果达到国际领先水平，填补了矿井水害动态预警空白。

- 研发“1+N”远程监测模式；
- 建成国内首家区域性矿井水害微震中心；
- 在六省区144个工作面成功应用；
- 监测发现隐伏导水构造15处、预测突水6次。



技术三

煤矿水害风险预警与防控技术



技术三：煤矿水害风险预警与防控技术

按照全国安全生产信息化总体目标要求，2017年，建成国内**首家**煤矿水害风险预警与防控系统，实现**河北省生产矿井全覆盖**，数据同步接入国家局。在国家局规定的5类数据基础上，增加了**微震、电法、矿压**数据，形成“**5+3**”模式，在全国范围内推广应用。



技术三：煤矿水害风险预警与防控技术

发展历程

01

- ✓ 2017年11月，建成首家省级“煤矿水害风险预警与防控系统”，排水量、水位/水温、微震、视频等4类信息全部接入系统。

02

- ✓ 2018年12月，河北省19处水文地质条件复杂、极复杂和大采深矿井全覆盖。

03

- ✓ 2019年11月，应急管理部、国家矿山局对“河北省煤矿水害预警与防控系统”数据进行了采集。

04

- ✓ 2020年10月，河北省煤矿水害系统进行二期建设，实现了河北省35处生产矿井全覆盖。

05

- ✓ 2023年，在国家局规定的5类数据基础上，增加了微震、电法、矿压数据，形成“5+3”模式，在五省区8个煤炭企业推广应用。

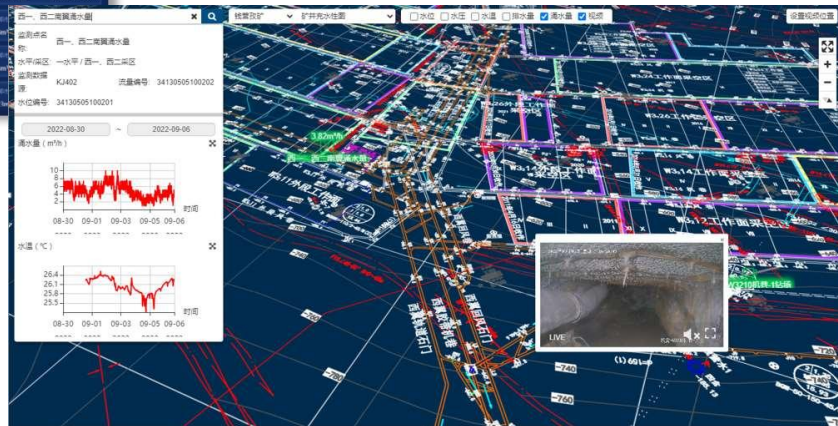
技术三：煤矿水害风险预警与防控技术



降雨量超限直接发布预警；
矿井排水量、涌水量变化，提供矿井发生出水水量大小、危险程度如何等信息。



水位（水压）/水温变化，可提供目前突水来自于哪个含水层（或水体）、突水发展趋势如何等信息，解决突水水源判别问题。



技术三：煤矿水害风险预警与防控技术



微震、电法、矿压监测数据，对出水风险进行预警，确定突水通道空间位置、判断导水通道类型，为确定突水治理方案提供技术依据。

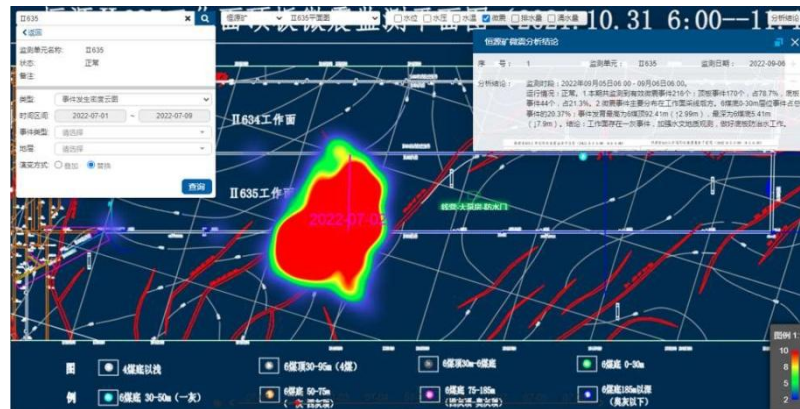
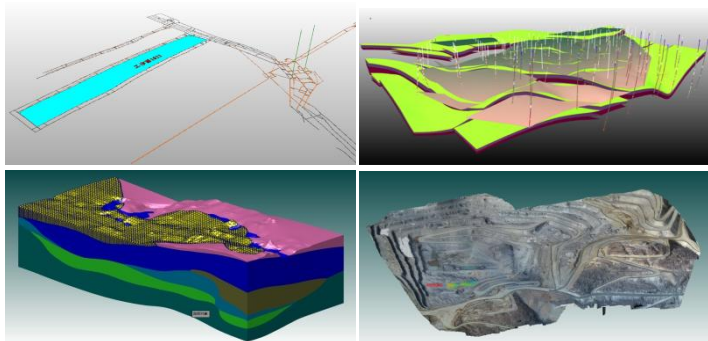


探放水及泵房视频等多类
信息采集。



技术三：煤矿水害风险预警与防控技术

基于多维异构数据融合，自主研发水害风险综合评估模型，实现**单参数多维度**动态关联分析、**多源参数耦合**、**跨矿井协同**联动的智能预警。



技术三：煤矿水害风险预警与防控技术

系统建成以来，为强化平台管理、实现高效运行，组织多次培训，并制定多项管理办法

“河北省煤矿水害风险预警与防控系统”培训班

《冀中能源集团煤矿水害微震监测管理办法》

《冀中能源集团煤矿水害风险预警与防控系统管理办法》

《关于加强煤矿水害风险预警与防控系统运行管理的通知》



技术四

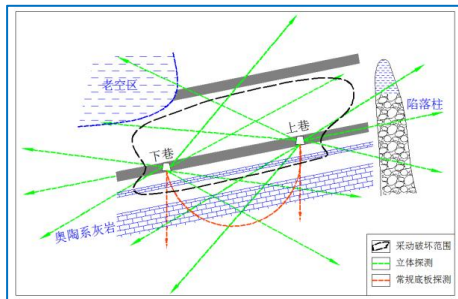
超前立体探测技术

技术四：超前立体探测技术

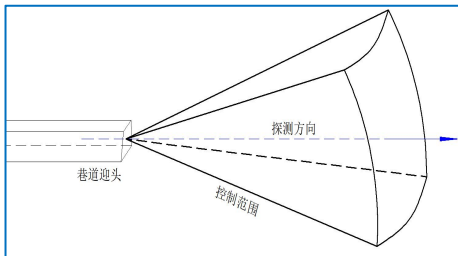
1. 井下立体探测技术

提出“环工作面采动破坏影响圈采前立体探测”理念，研发出“重大突水隐患井下物探探测技术”“工作面采前空间立体探测技术”“巷道多方位超前探测方法”系列技术。

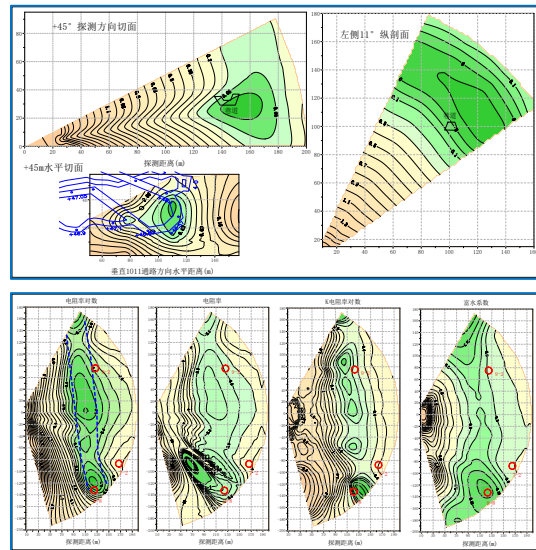
立体探查技术



超前探测技术



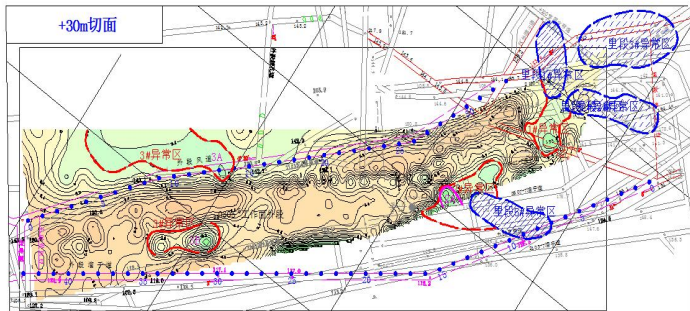
多参数空间立体成图技术



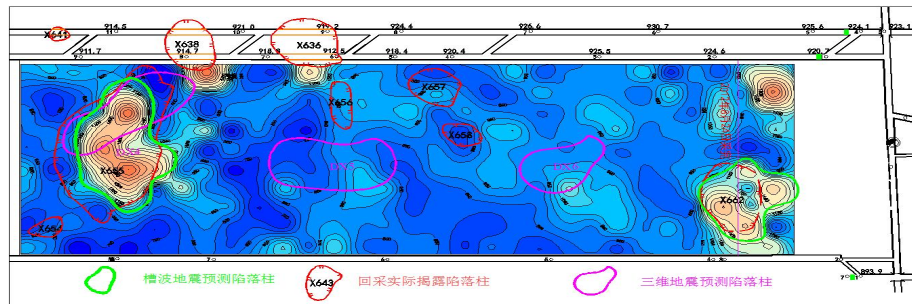
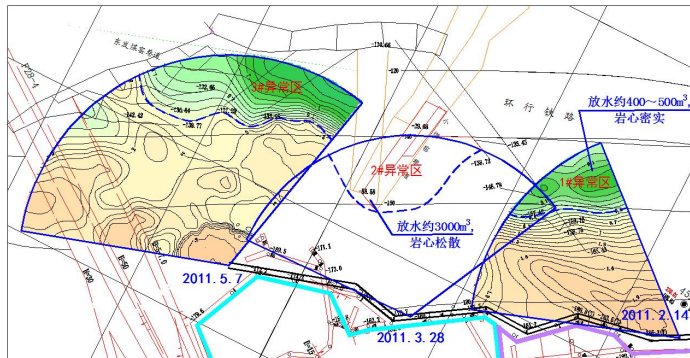
技术四：超前立体探测技术

1. 井下立体探测技术

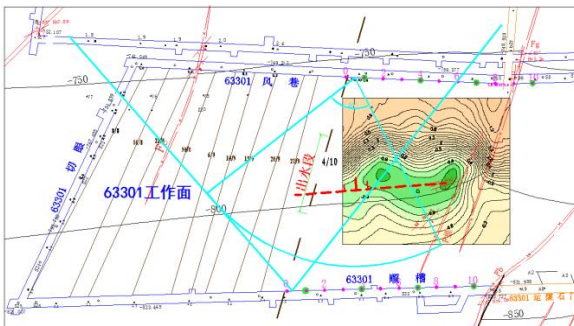
溃砂危险区探测



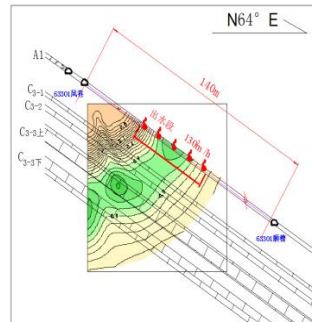
老空水超前连续探测



陷落柱探测



导水断层探测



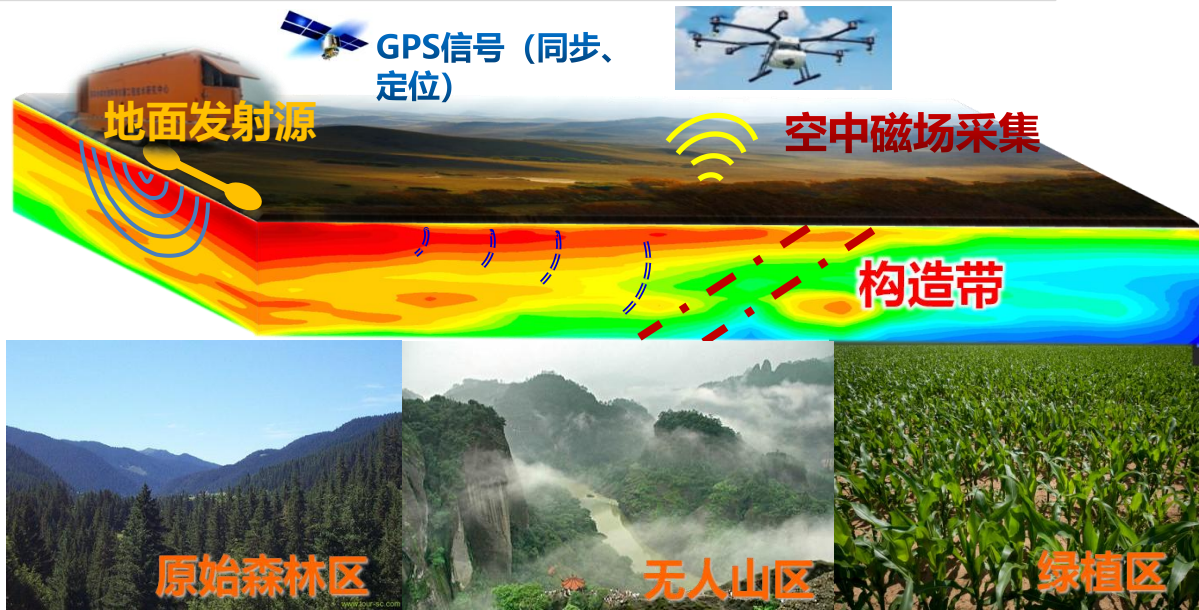
技术四：超前立体探测技术

2. 地空电磁探测技术

与吉林大学林君院士合作开发了地空电磁技术，有效测深800m。
在河北、山西、河南、内蒙、贵州等多个矿区得到成功应用。

技术特点：

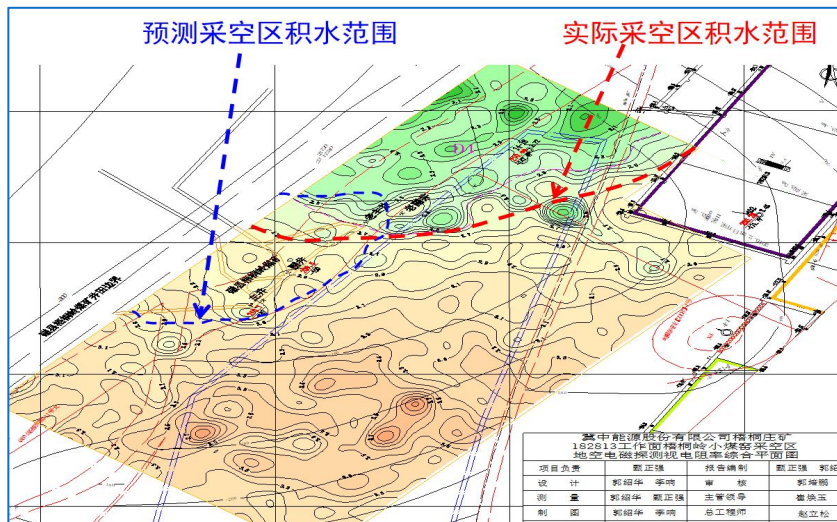
- 测深大
- 效率高
- 探测无盲区
- 不受地形地物影响



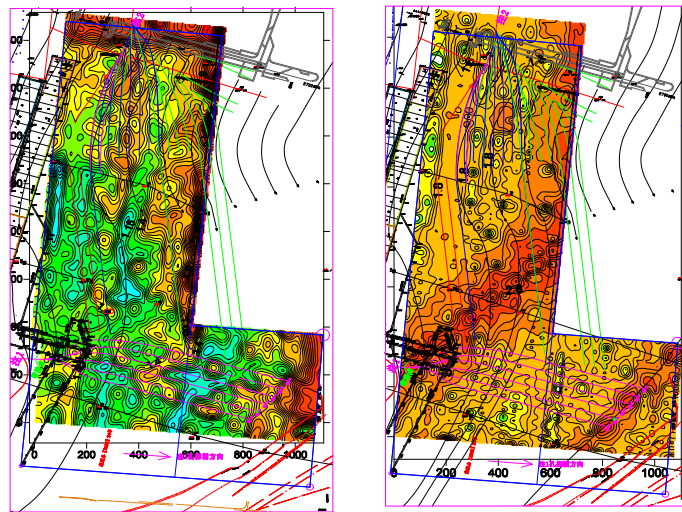
技术四：超前立体探测技术

2. 地空电磁探测技术

应用领域：老空水探测、隐伏导水构造探查、注浆效果评价、超前探测等



梧桐庄小窑老空区探测切面图



河北邢台西庞矿注浆效果评价

2. 地空电磁探测技术



山西老母坡煤矿老空区探测切面图

图中绿色部分为地空电磁探测低阻异常区, 已验证异常包括:

1#、2#异常区为已知积水区 (积水面积约 98475m^2 , 积水量约 39390m^3)。

4#异常区为老母坡矿主、副水仓位置。

7#异常区为已知积水区 (积水面积 6500m^2 , 积水量约 $2300\sim 3800\text{m}^3$)。

8#异常区为小窑越界采空积水区, 后期累计放水 60000m^3 。



04 主要成果及下一步 研发方向

四、主要成果及下一步研发方向

1. 科研平台体系

冀中能源集团联合吉林大学和河北工程大学，共建“**矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局重点实验室**”，以“**矿井物探河北省工程研究中心**”“**矿井微震河北省重点实验室**”为支撑，实现了“水害探测-监测预警-工程治理”全产业链科研平台组合。



四、主要成果及下一步研发方向

1. 科研平台体系

矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局 重点实验室定位

聚焦行业水害防治关键共性技术难题，建设以先进适用技术研发为特色的国家级重点实验室。

构建“全空间精准探查、全时空监测预警、全过程治理防控”三位一体的矿井水安全技术创新体系。

发挥实验室平台优势，建立煤矿防治水技术推广机制，创建跨省区矿井水害防控技术研究及产业化中心。

四、主要成果及下一步研发方向

2. 科研成果

近几年，水害防治领域获奖情况国家奖1项，省部级奖励90余项。



四、主要成果及下一步研发方向

3. 技术标准

主持和参与制定水害探查、微震监测预警、区域治理等国家标准**14项**、行业标准**38项**、地方标准**23项**、团体标准**9项**、企业标准**43项**，为加快煤矿水害防治标准化、信息化、科学化、体系化进程，为推动煤矿水害防治技术发展贡献了冀中力量。



四、主要成果及下一步研发方向

4. 知识产权

建立了以发明专利、软件著作权、论著为核心的知识产权体系，为煤矿水害防治技术成果推广、转化奠定了坚实基础。



四、主要成果及下一步研发方向

5. 下一步研发方向

冀中能源承担了国家“深部开采底板高承压水地面区域治理+微震监测技术攻关试验”项目，在5个矿井开展深部开采及下组煤开采防治水工程试验。重点开展突水机理、精细探查、区域治理、监测预警和智能化装备等六个专项，设置19项课题、7项技术标准技术攻关。

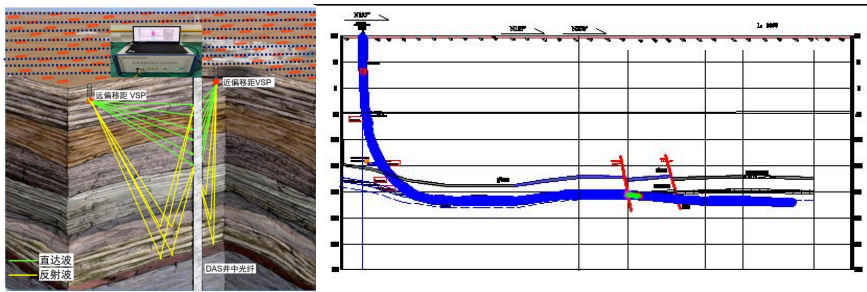
主要攻关课题：

- 1) 深部开采矿压显现规律与突水机理研究。研究深部厚隔水层导升、下组煤隔水层整体断裂两种突水机制，提出地应力、矿压、水压和岩层隔水性能耦合突水机制。
- 2) 超前区域治理及效果定量评价。开展带压开采水害治理模式研究、区域治理效果定量评价、建立超前区域水害探查治理技术及标准体系，构建水害全过程防控技术体系。

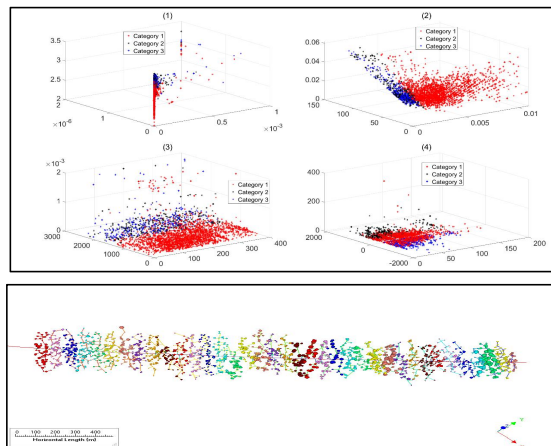
四、主要成果及下一步研发方向

5. 下一步研发方向

3) 基于井中分布式声传感光纤的DAS精细成像技术研究。研制激发震源与激发策略，形成基于DAS技术的煤矿地质结构成像技术体系，实现小构造精细探测及注浆效果评价。



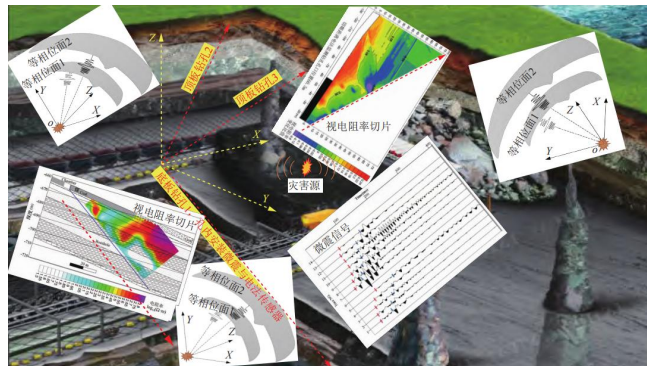
4) 矿井水害微震多属性全时空智能预警技术研究。实现工作面回采过程中应力分布、裂隙反演分析与三维成像。



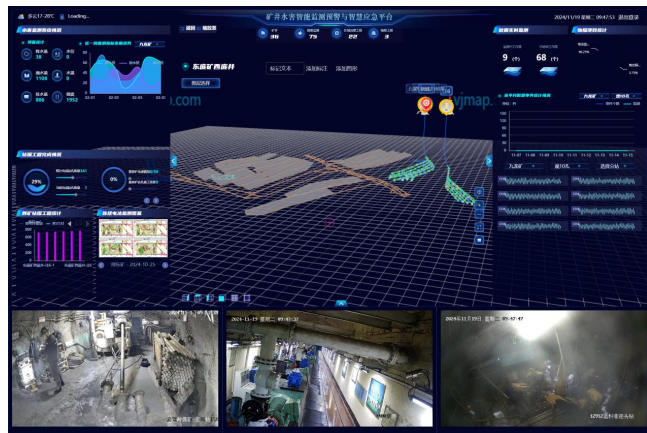
四、主要成果及下一步研发方向

5. 下一步研发方向

5) **震-电-压多场耦合监测水害预警技术研究**。开展全矿井微震和多场融合监测，形成“全矿井-全时空”突水风险多源监测预警技术，



6) **矿井水害智能监测预警与智慧应急平台**。建立区域性“空-地-井-孔”一体化探测、监测网络，不断完善水害智能监测指标体系，为区域安全提供技术支撑。

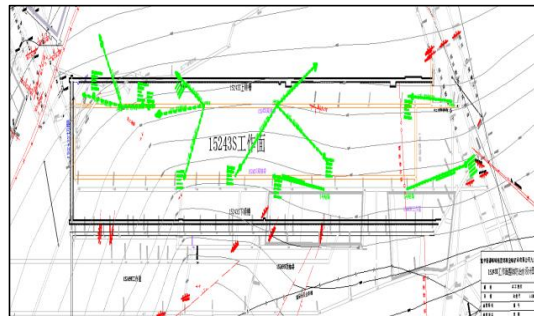
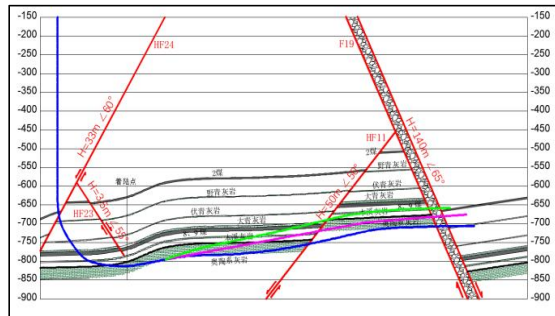
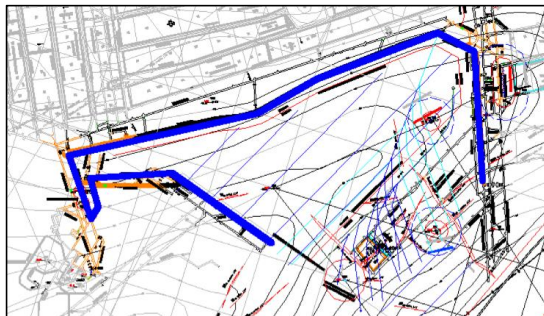


四、主要成果及下一步研发方向

5. 下一步研发方向

理论上，力争在厚隔水层无显性构造突水机理、超千米深部煤层开采及下组煤原始突水系数超过0.10MPa/m安全性评价方面取得突破；

技术上，力争在全矿井微震监测、空-地-井-孔结合、有源-无源结合、震-电-压结合、超千米采深构造及含水性探测精度方面，区域空间立体治理、指标定量化、不良地质体的靶向治理方面，水害预警规范等方面取得突破；

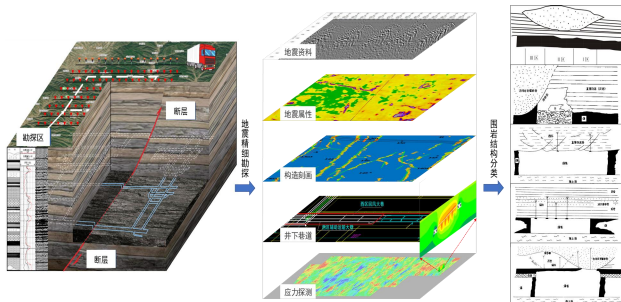


四、主要成果及下一步研发方向

5. 下一步研发方向

装备上，力争在地面水平孔中物探、高精度微震系统、区域性空-地机器人探地数据采集中心、多平台协同快速充填系统及装备研发等方面取得突破；

成效上，建成5个示范性矿井，实现千米深井及原始突水系数大于0.10MPa/m的煤炭资源安全带压开采，构建水害全过程防控技术体系。

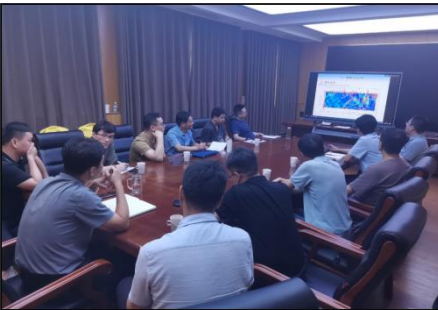
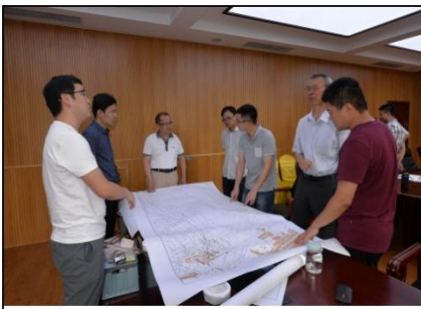
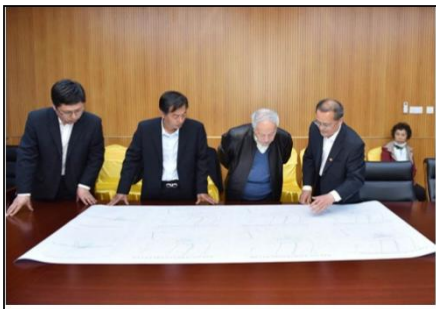




05 结语

结语

多年来，在防治水战略指引、科研平台建设、技术研发等方面，冀中能源得到了国家矿山安全监察局领导和多位专家的大力支持，在此表示感谢！



结语

针对煤矿采深越来越大、条件日趋复杂的严峻形势，冀中能源将在国家矿山局领导的指导下，充分利用“**矿井水害探测与防控国家矿山安全监察局重点实验室**”等科研平台，以“**深部开采底板高承压水地面区域治理+微震监测技术攻关试验**”为契机，力争在“深部开采安全评价指标体系、区域靶向治理与定量评价、微震智能监测预警、井地联合精细探查”等关键技术研究方面取得突破，充分发挥“**国家矿山安全监察局煤矿水害防控技术支撑团队**”关键作用，为我国深部开采水害防治做出更大贡献。



冀中能源集团有限责任公司
JIZHONG ENERGY GROUP CO., LTD.

欢迎批评指正，谢谢大家！

