

煤矿地质透明化技术及应用

程建远

13509182686
c jy6608@163.com

总工程师
研究员
博士生导师

中煤科工西安研究院（集团）有限公司

2024年10月30日. 陕西咸阳

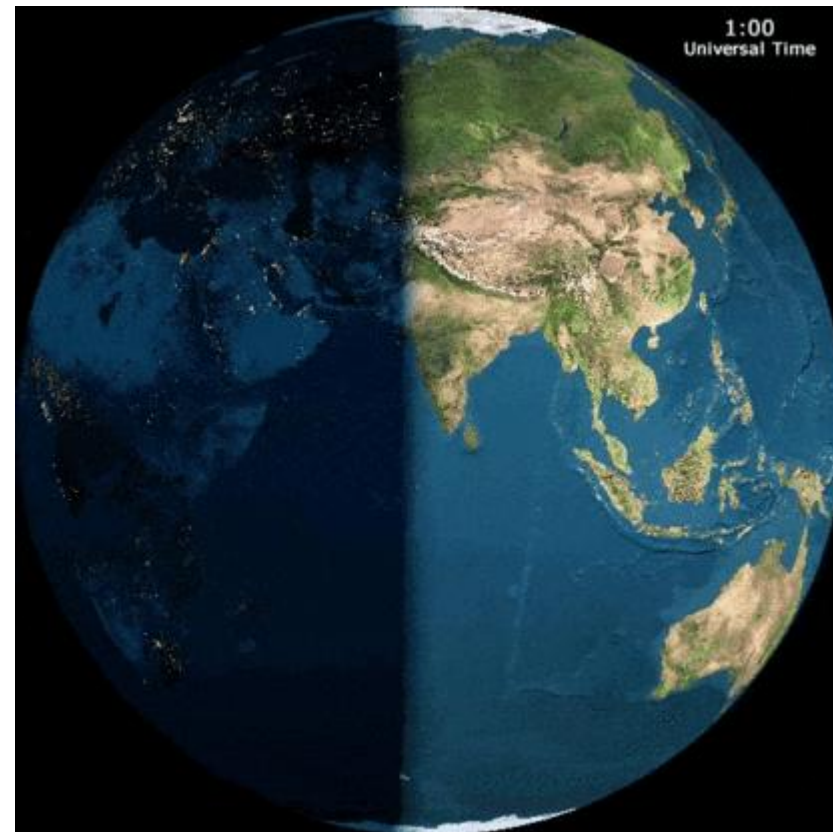
汇报提纲

1. 地质透明化的**基本概念**
2. 地质透明化的**关键技术**
3. 地质透明化的**三维建模**
4. 地质透明化的**示范应用**
5. 地质透明化的**未来发展**

透明地质的概念

什么是地质？什么是透明？

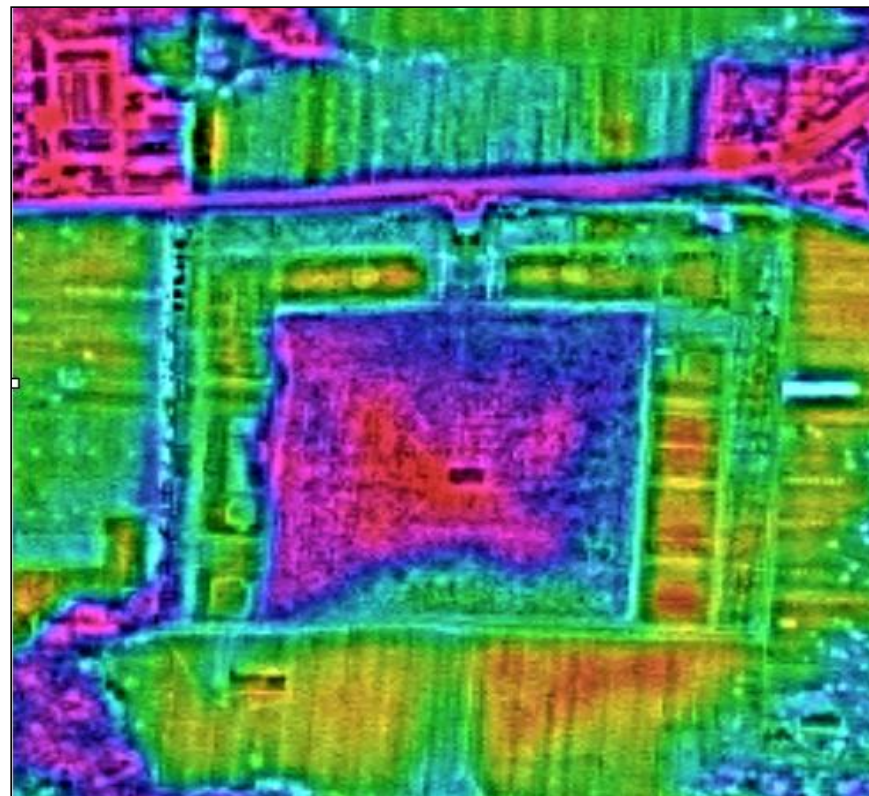
- **地质**主要是指地球的物质组成、结构、构造、发育历史以及矿产资源的赋存状况和分布规律等
- **透明**是指物质透过光线的性质或情况，形容透亮和明白



透明地质的概念

地质能透明吗？

- **地质透明化**是地质信息采集、处理、建模、预报并不断迭代优化的动态技术过程
- **透明地质**是新一代ICT技术与地质透明化技术融合后的三维地质可视化表达



透明地质的概念

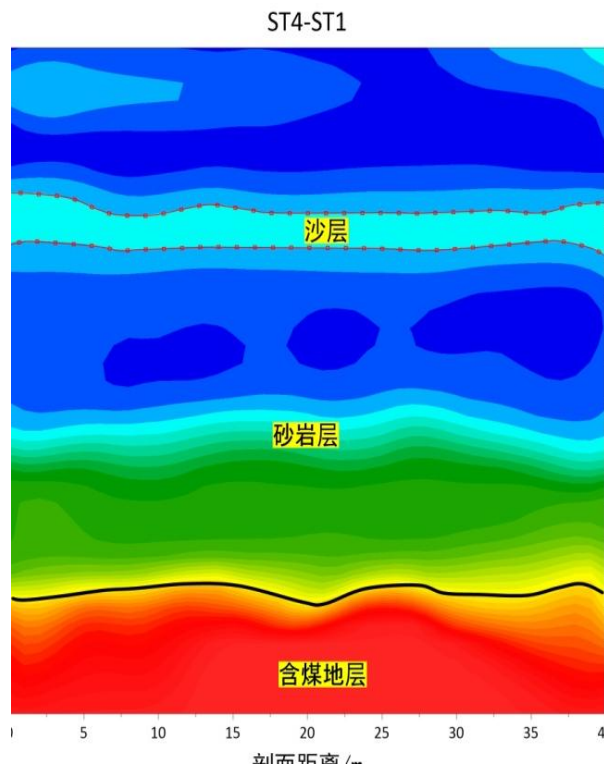
不“透”不“明”



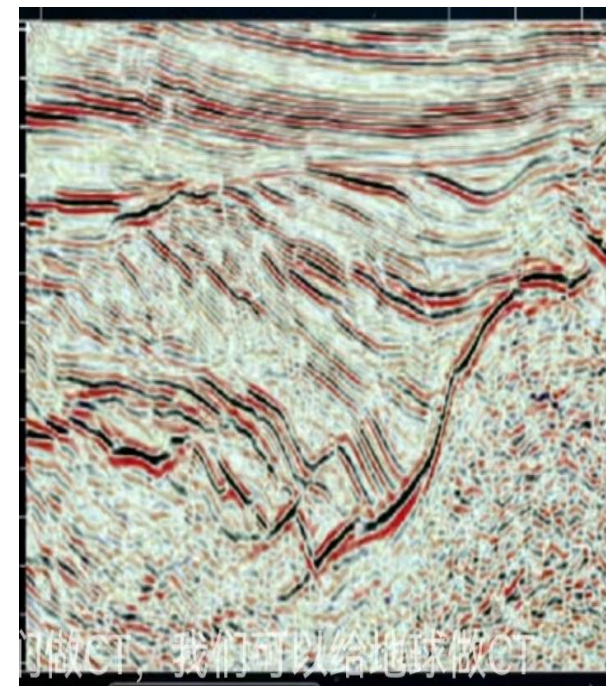
透射—X光



反射-胎儿搞怪



透射—电磁波



反射—地震波

透明地质的概念

煤矿地质透明化

基于“数据驱动”、“数字采矿”的理念，将地质数据与工程数据进行深度融合，采用地质数据推演、地质数据多元复用、地质数据智能更新等方法，建立实时数据更新的地质与工程数据高精度融合模型，实现**矿井地质信息的透明化**

推广智能采掘工作面的随采智能探测、随掘智能探测与监测的技术装备，研发示范智能钻探、智能物探、智能探测机器人等新技术与新装备，形成基于**高精度动态地质模型**

《智能化煤矿建设指南（2021年版）》

煤矿地质透明化

透明化思路

- 空间：递进
- 时间：超前
- 精度：适用
- 整体：协同

透明化方法

- = 精细探测
- ⊕ 动态监测
- ⊕ 三维建模
- 采掘优化

汇报提纲

1. 地质透明化的基本概念
- 2. 地质透明化的关键技术**
3. 地质透明化的三维建模
4. 地质透明化的示范应用
5. 地质透明化的未来发展

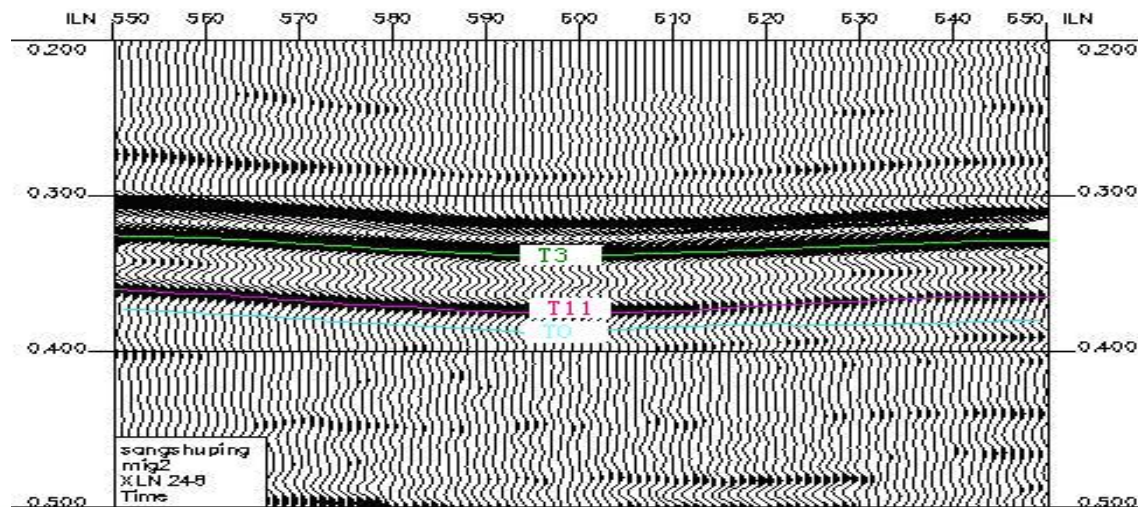
地质透明化探测技术



三维地震技术

渭北矿区

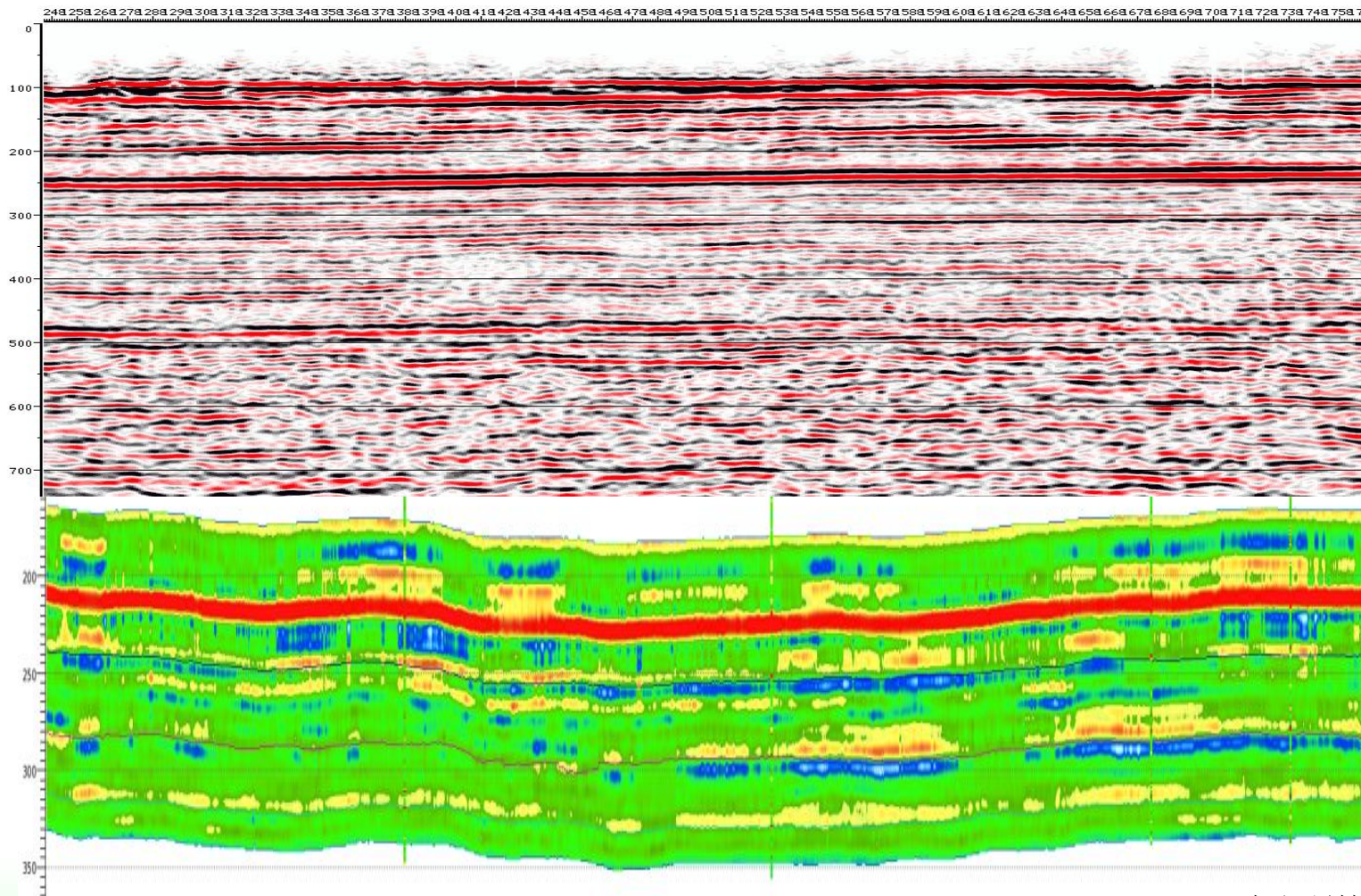
- 渭北矿区煤炭资源开发较早，完成三维地震 $\geq 100\text{km}^2$
- 韩城桑树坪二号井全数字高密度三维地震在采空区、无煤带及奥灰顶界面的实例



三维地震技术

榆神府矿区

- 陕煤集团在榆横矿区一直开展三维地震工作，勘探面积近200km²
- 以曹家滩三维地震为例

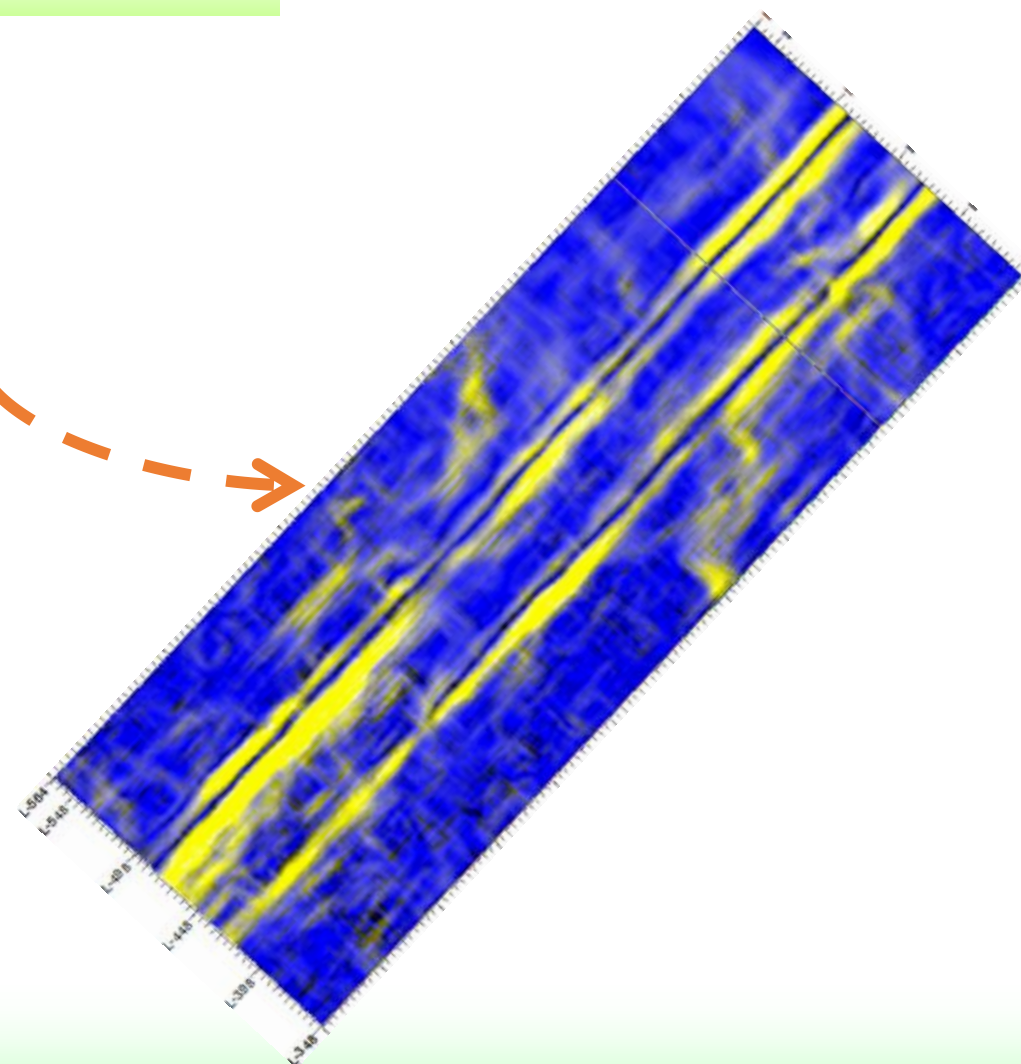
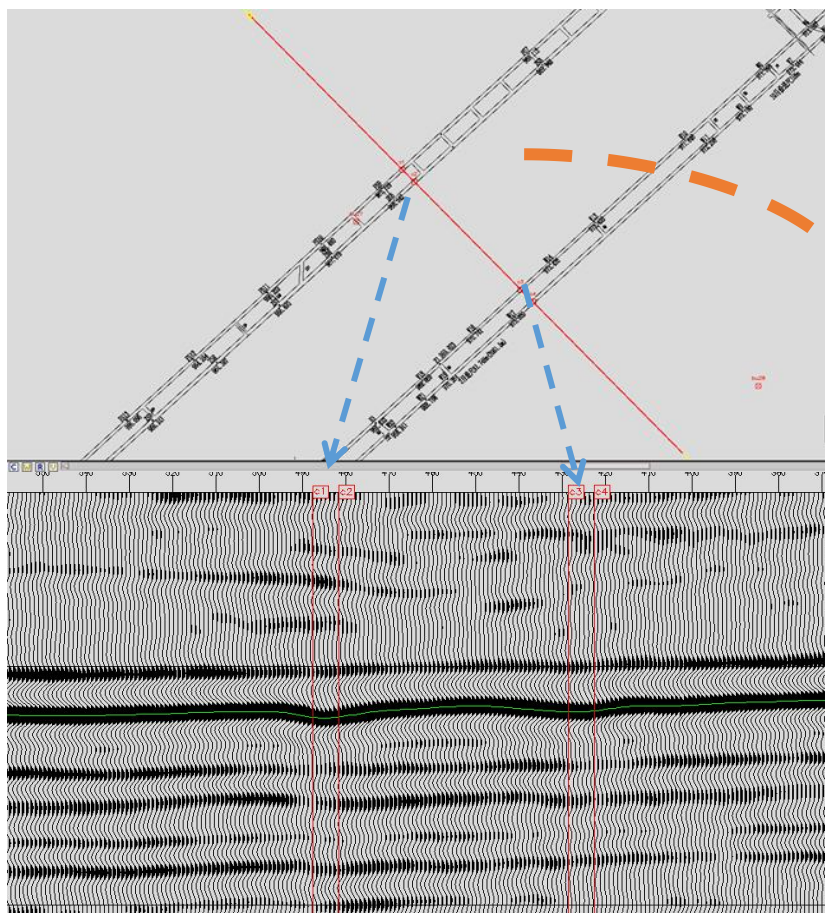




中国煤科

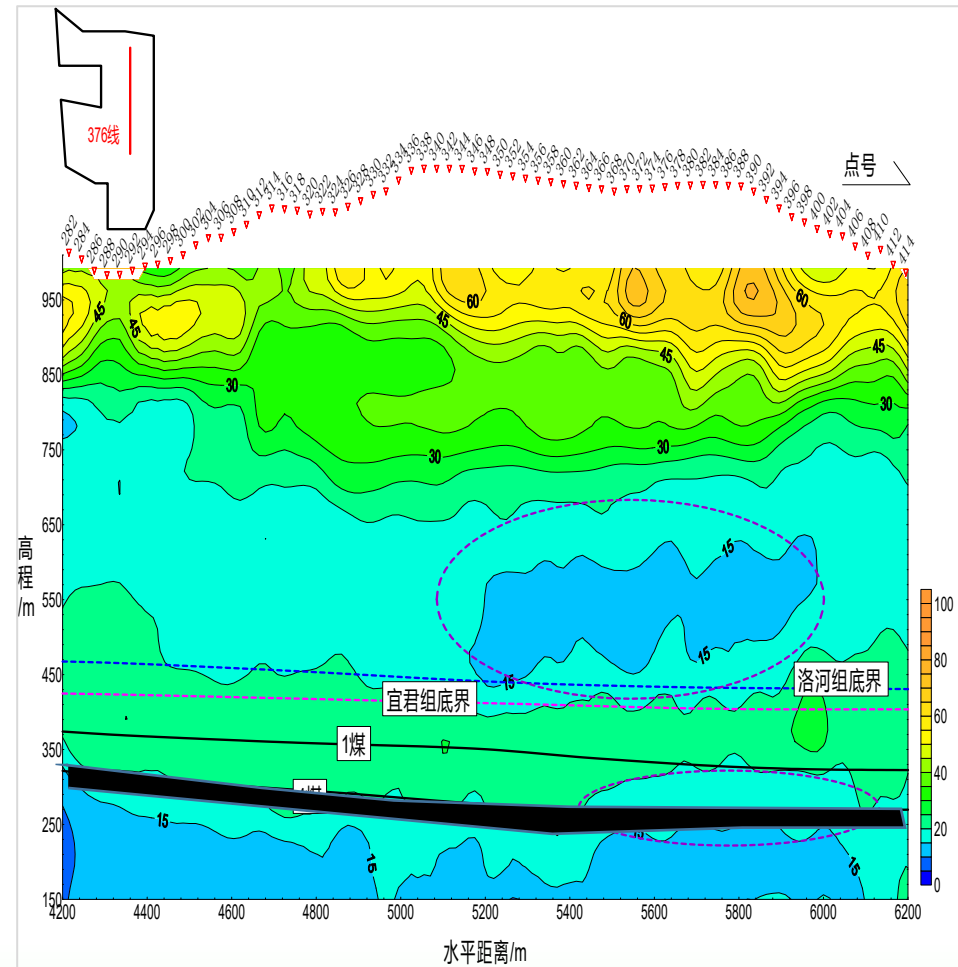
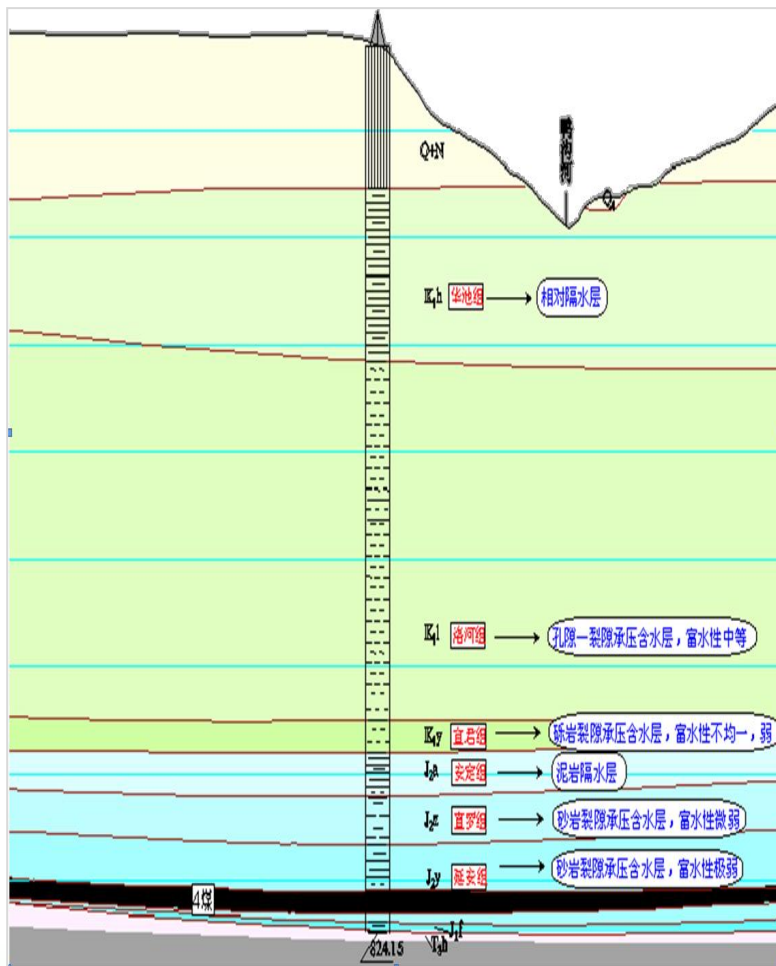
三维地震技术

三维地震分辨率



地面电法探测

华彬雅店

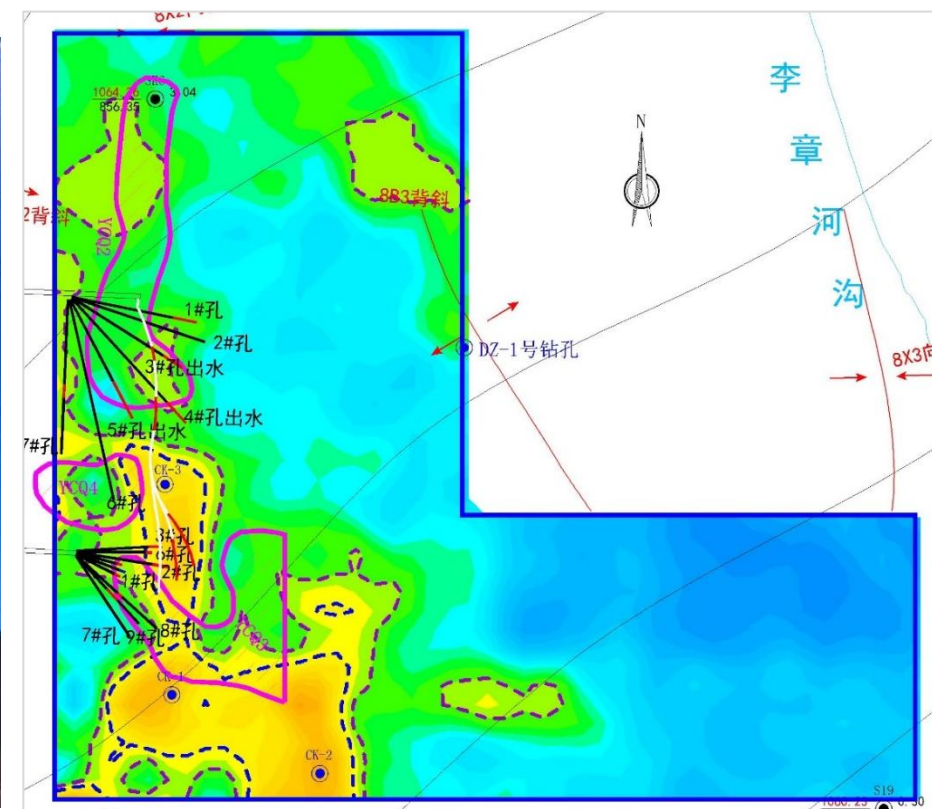


地面电法探测

黄陵一矿

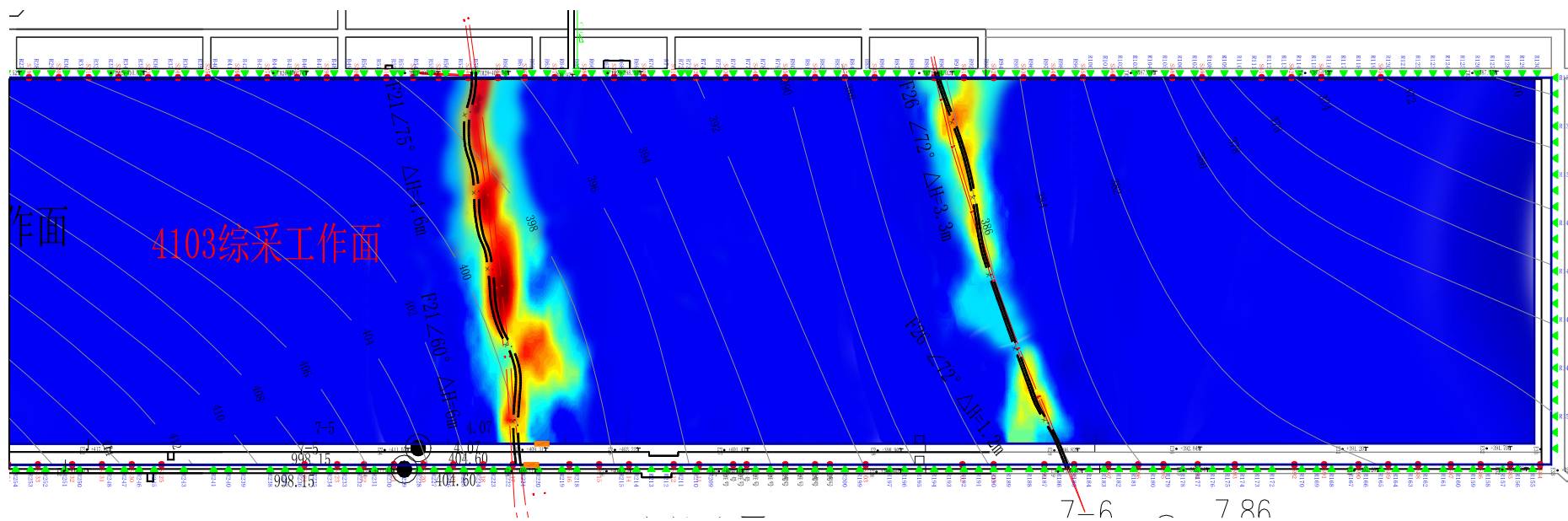


地-空瞬变电磁探测



矿井槽波探测

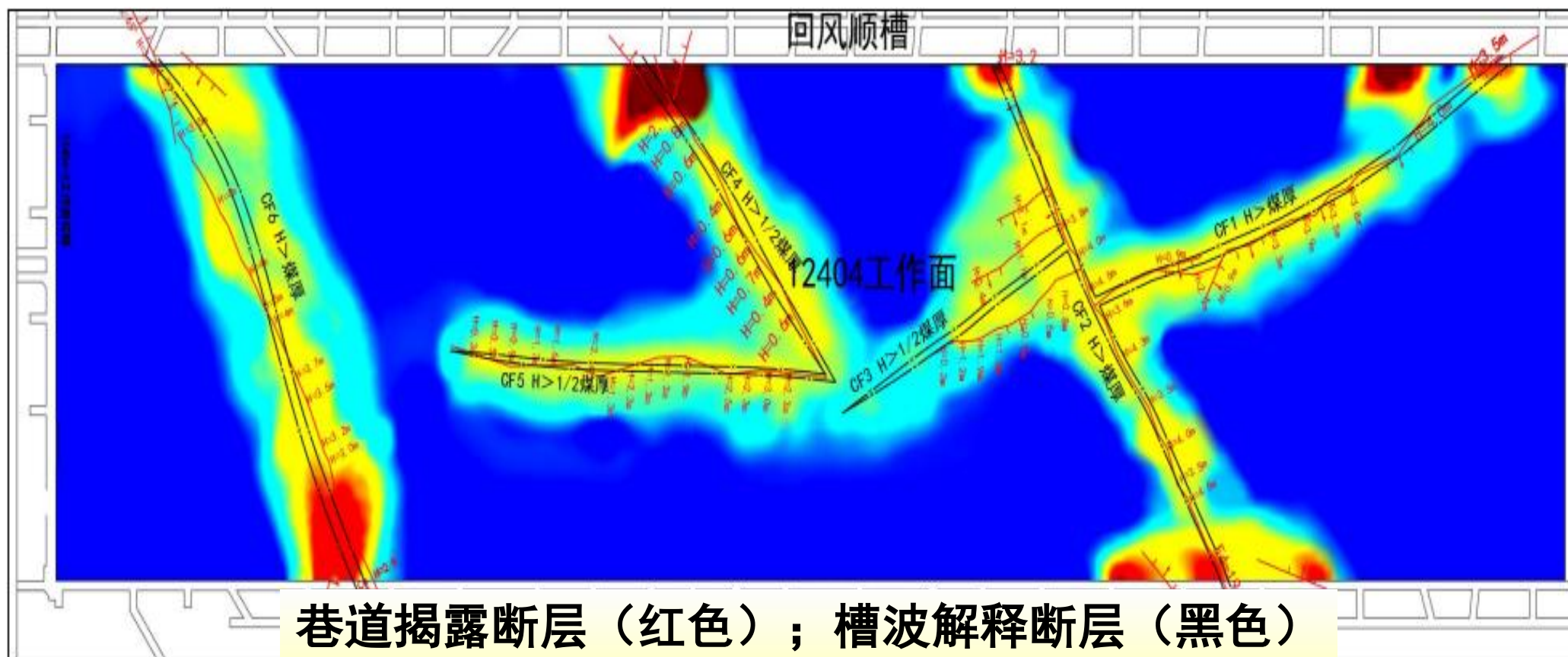
文家坡4103工作面断层探测



巷道揭露断层（红色）；槽波解释断层（黑色）

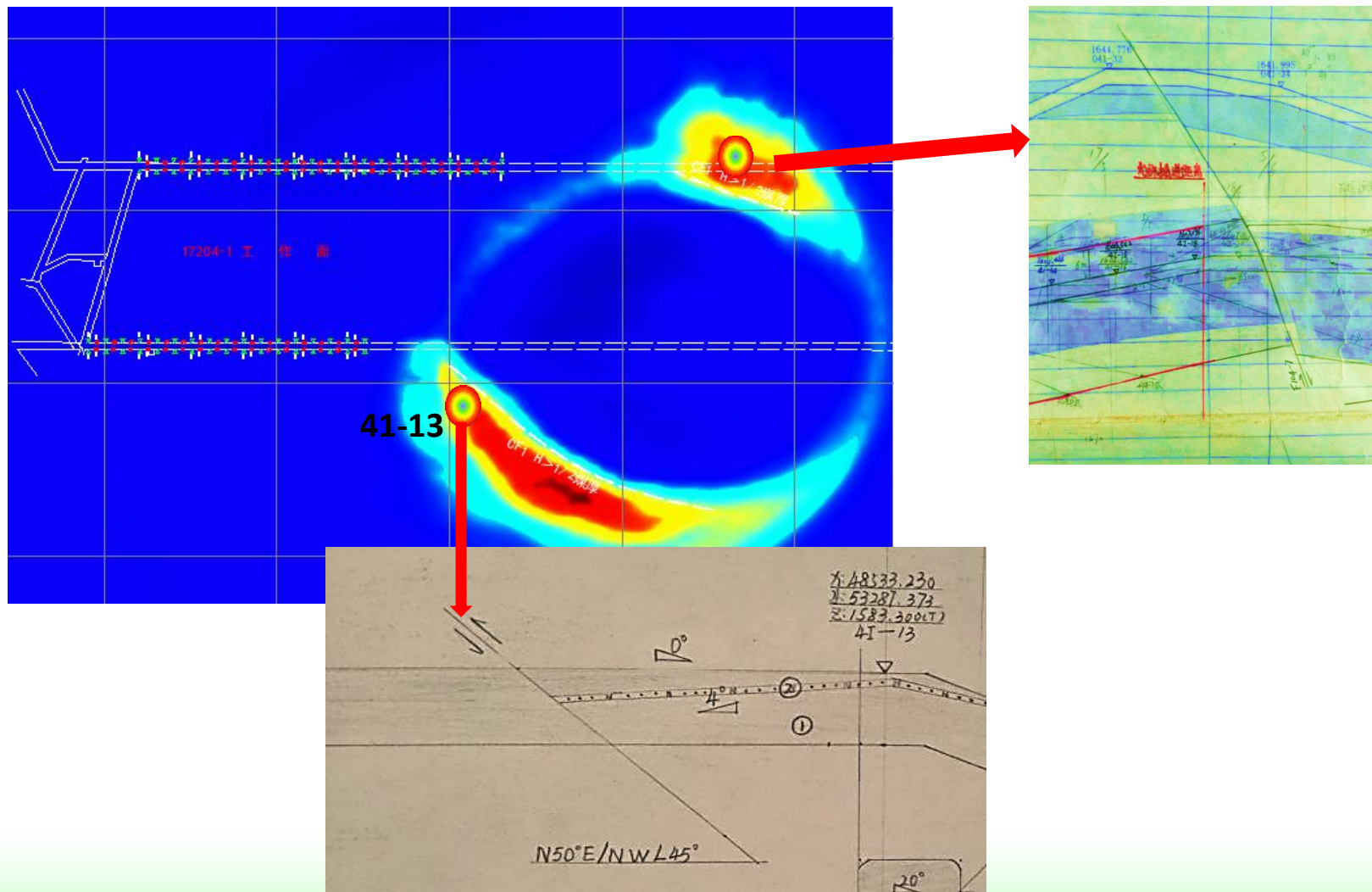
矿井槽波探测

乌兰木伦1204工作面构造探测



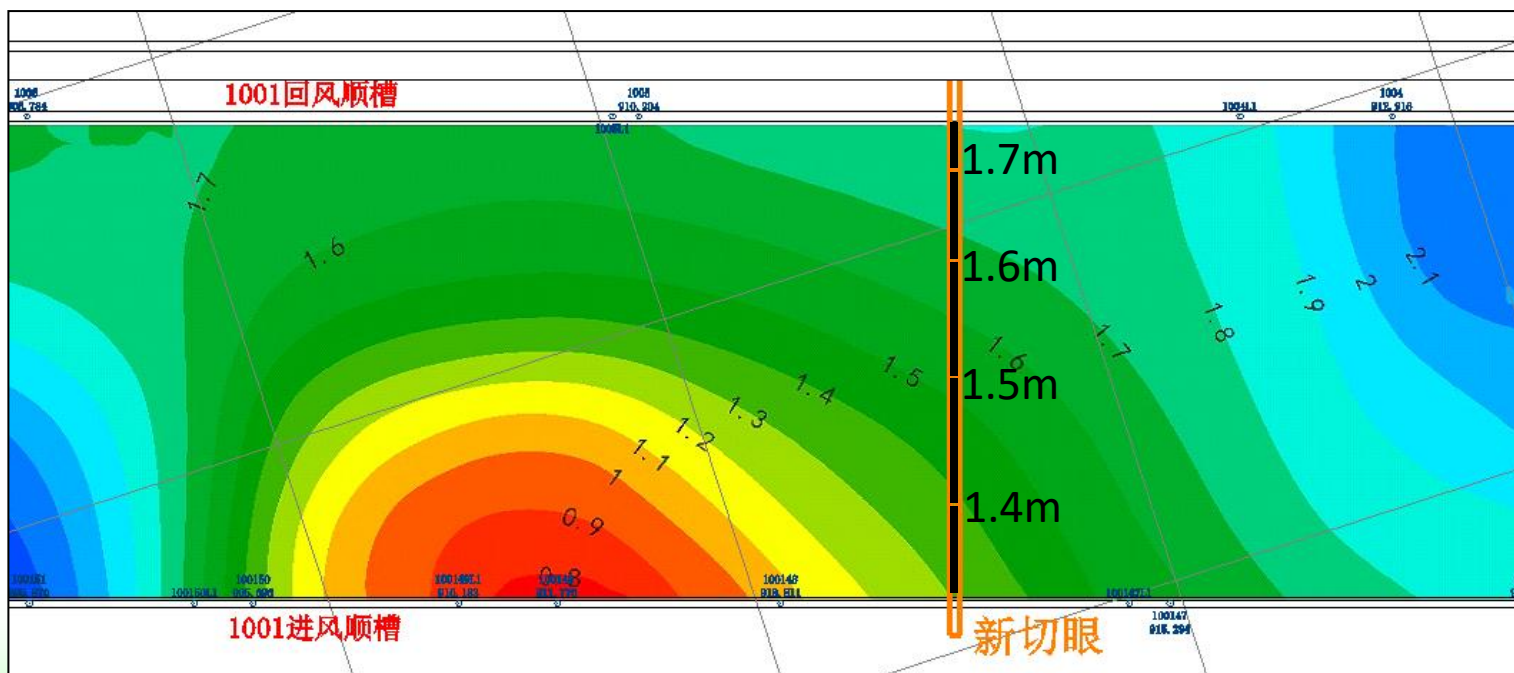
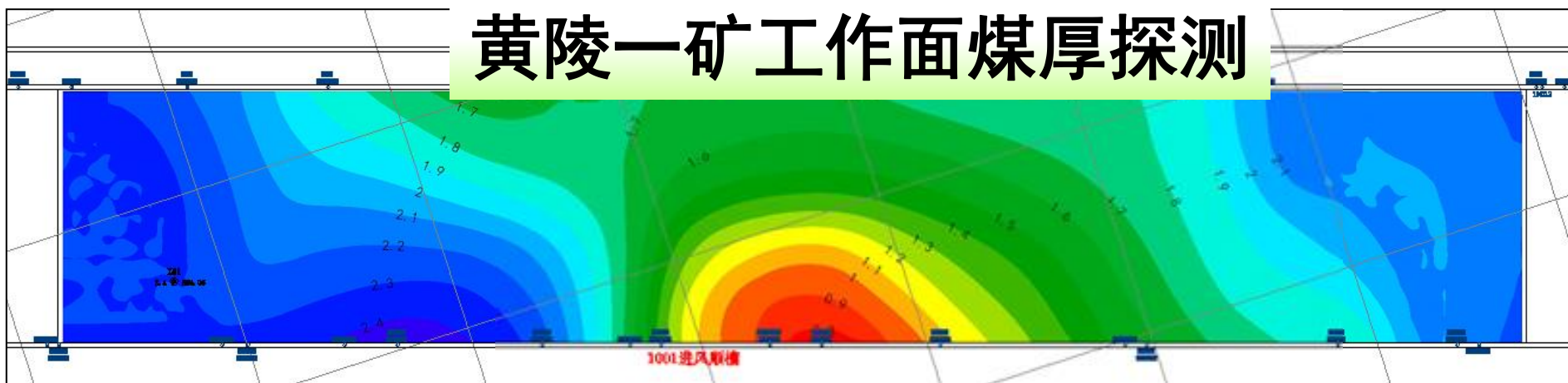
矿井槽波探测

甘肃窑街金河煤矿超前探测



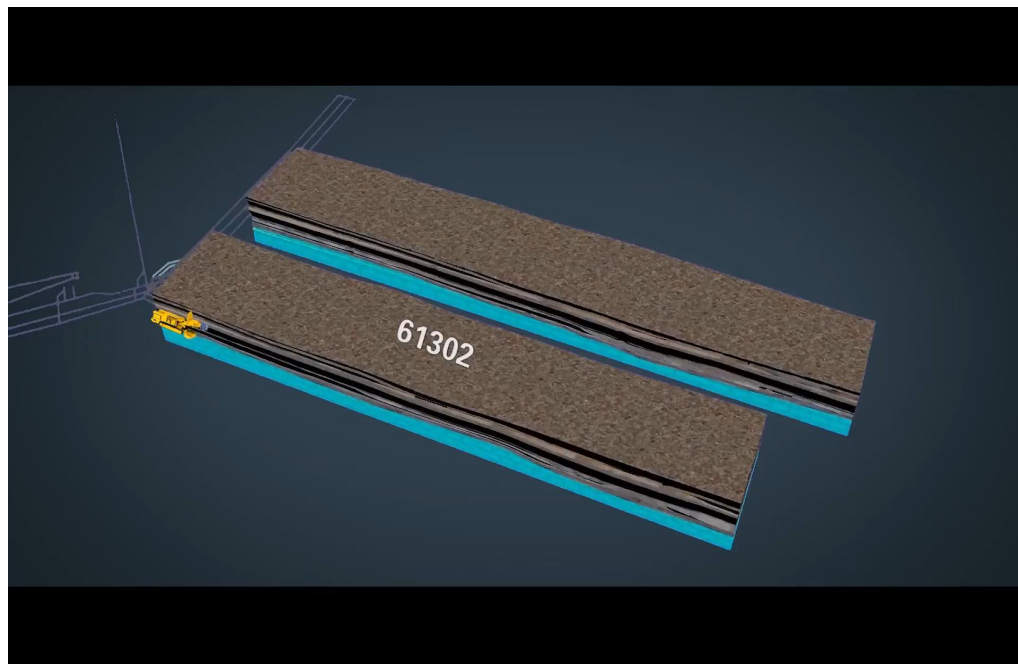
矿井槽波探测

黄陵一矿工作面煤厚探测



钻孔瞬变电磁

常规瞬变电磁

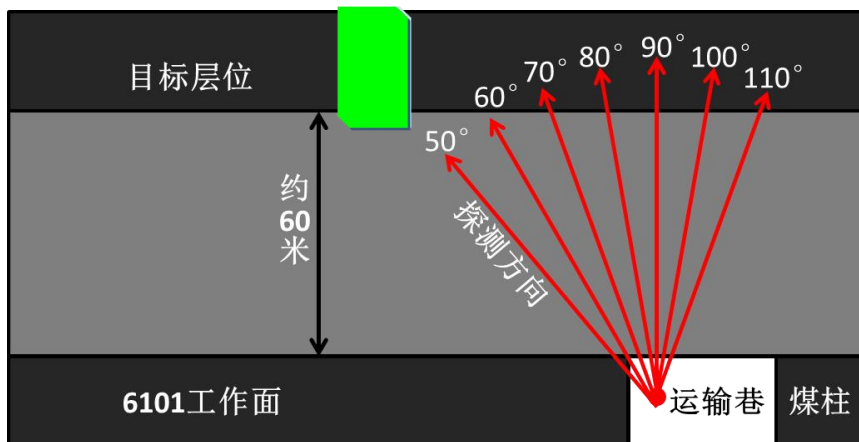


钻孔瞬变电磁

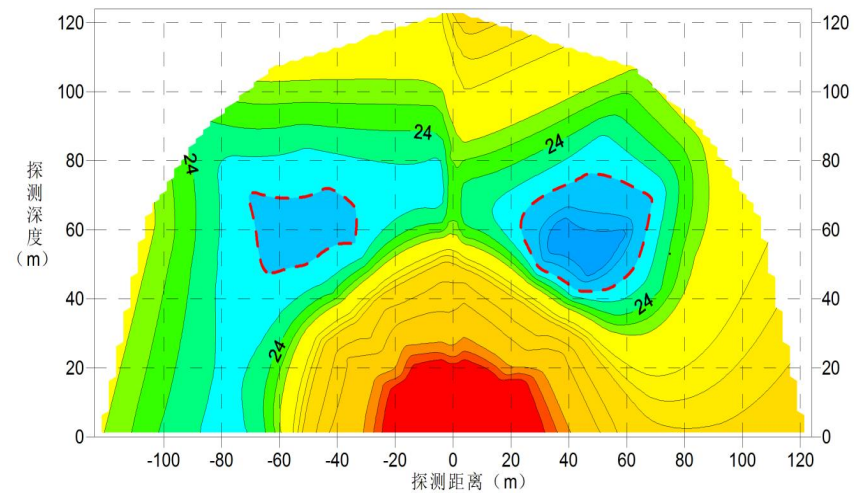


钻孔瞬变电磁

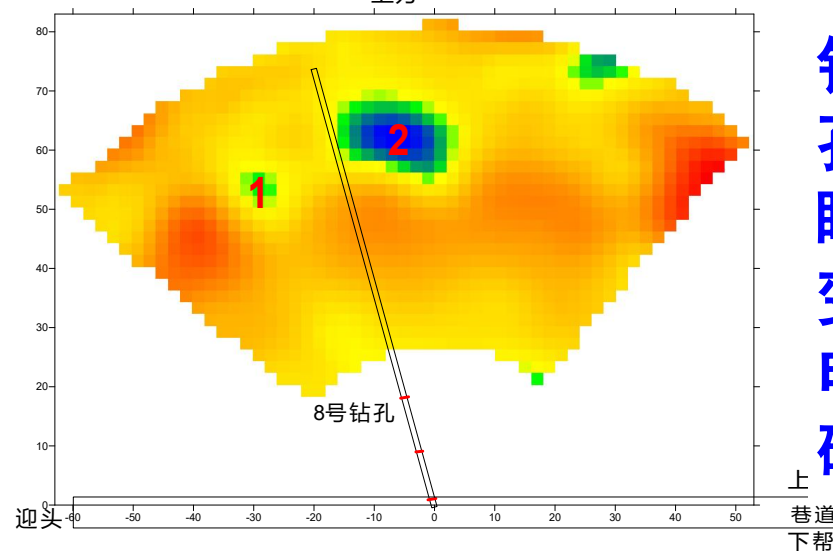
老空水的瞬变电磁探测对比



上部老空巷道探测



常规瞬变电磁



钻孔瞬变电磁

地质透明化监测技术



中国煤科

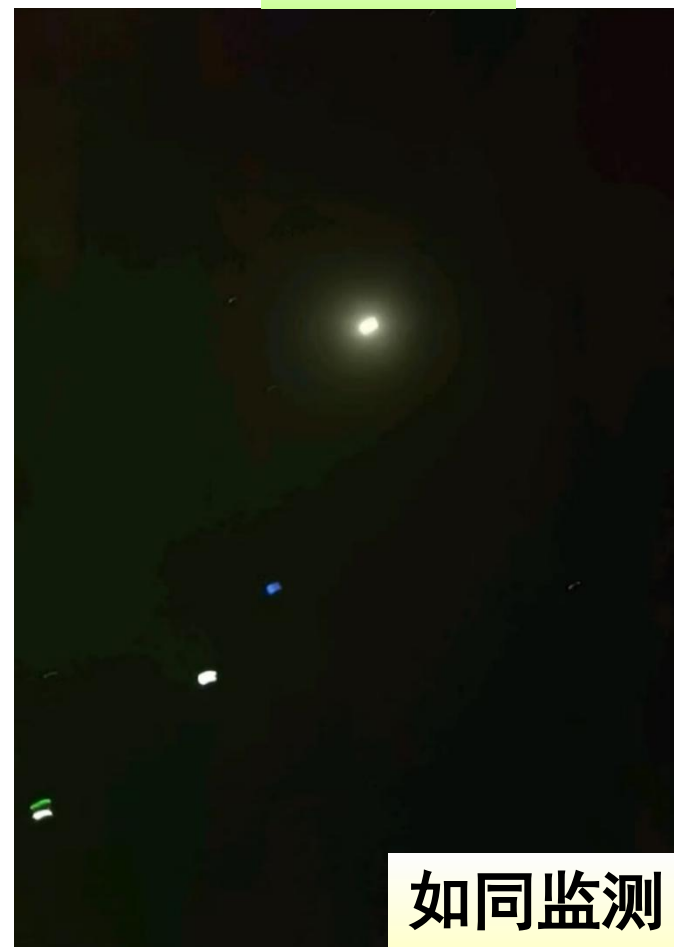


引言

照 像



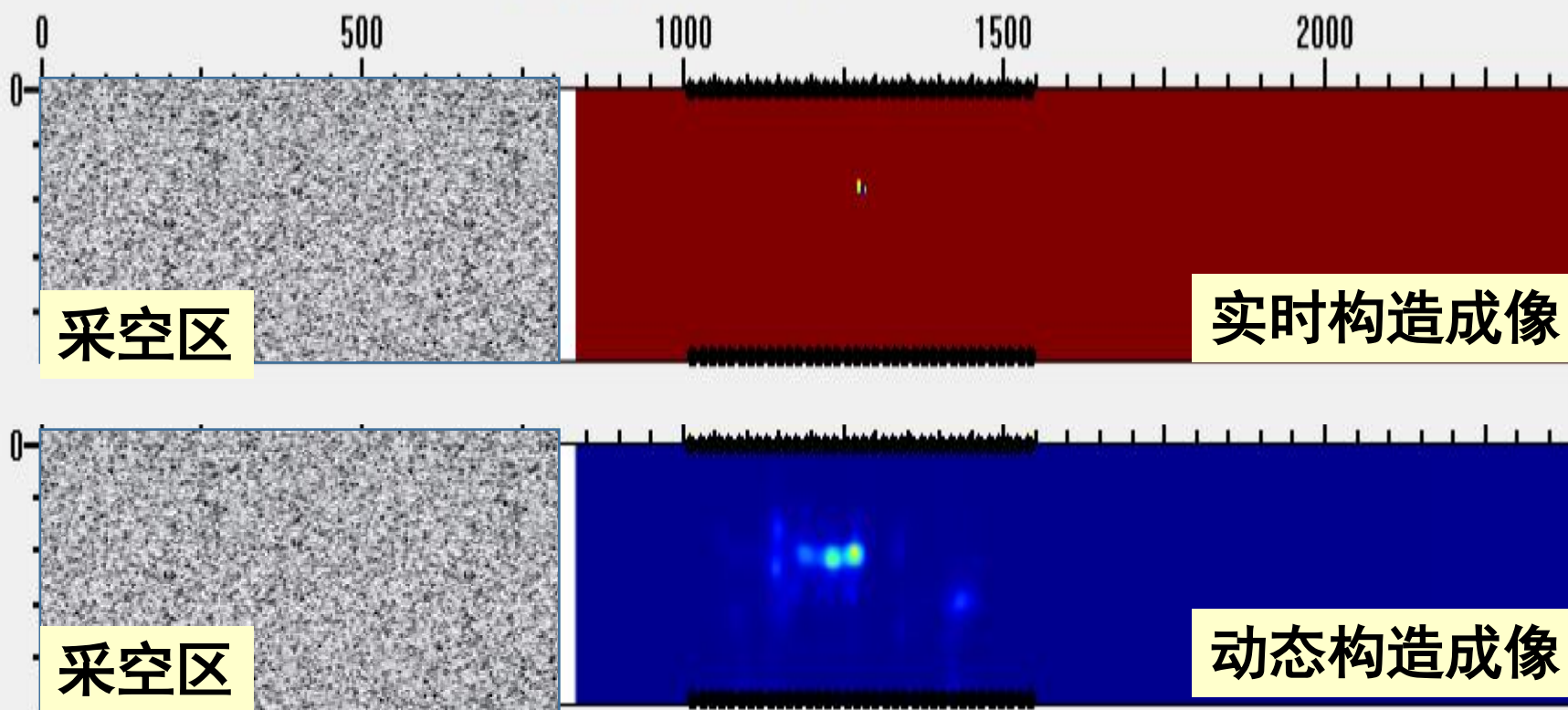
录 像



随采地震监测

唐家会61304

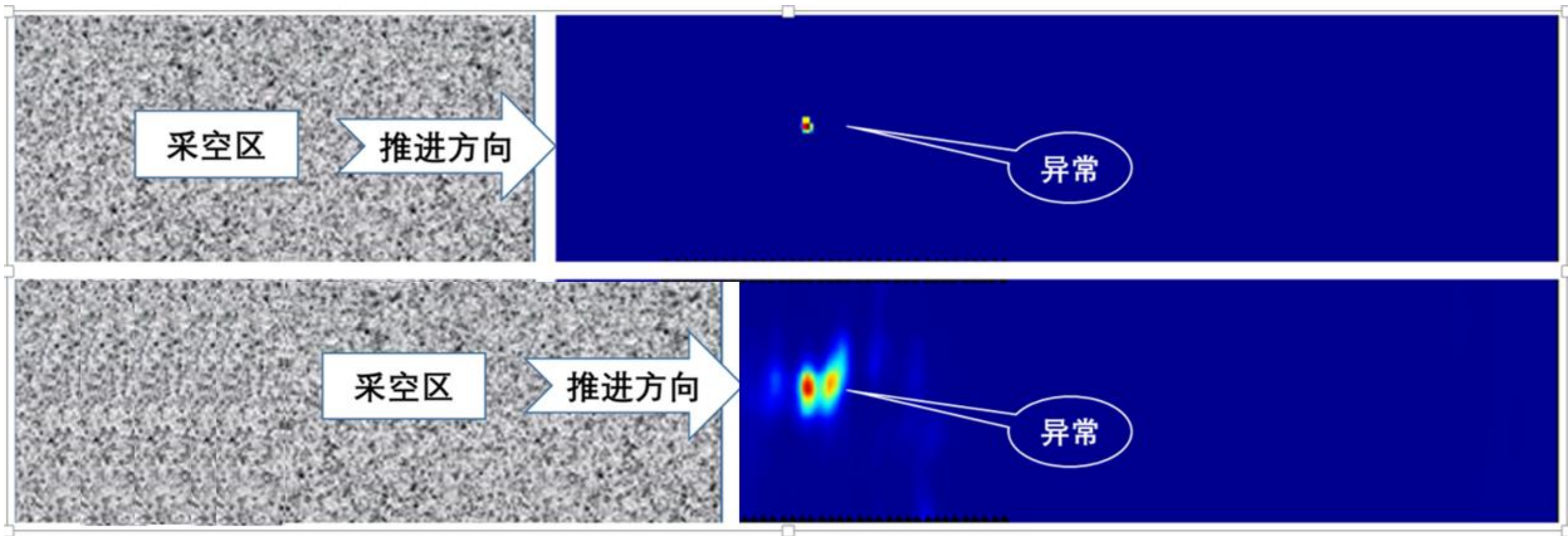
监测时间：2021-07-31 01:34:49



2021年8月17号开始随采地质预报，当时退尺906米

随采地震监测

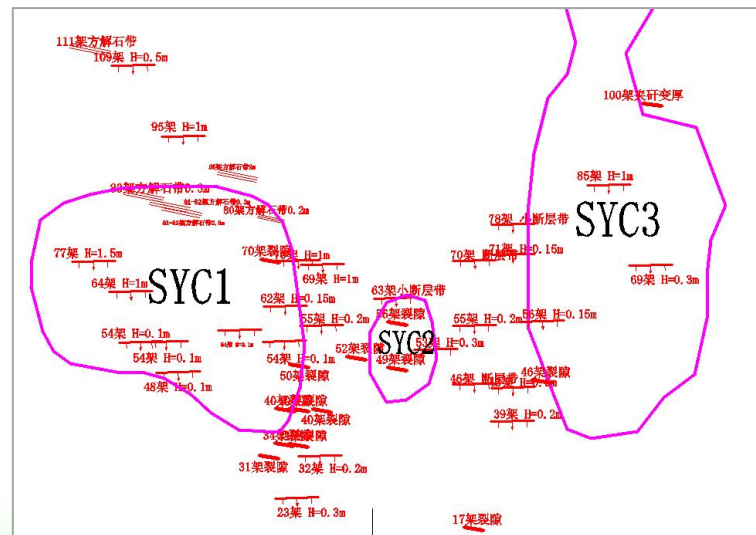
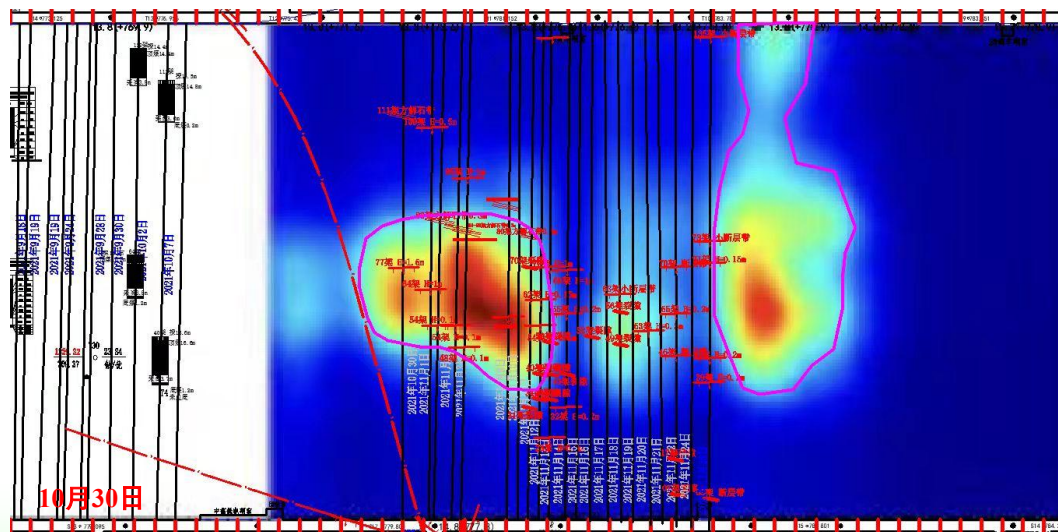
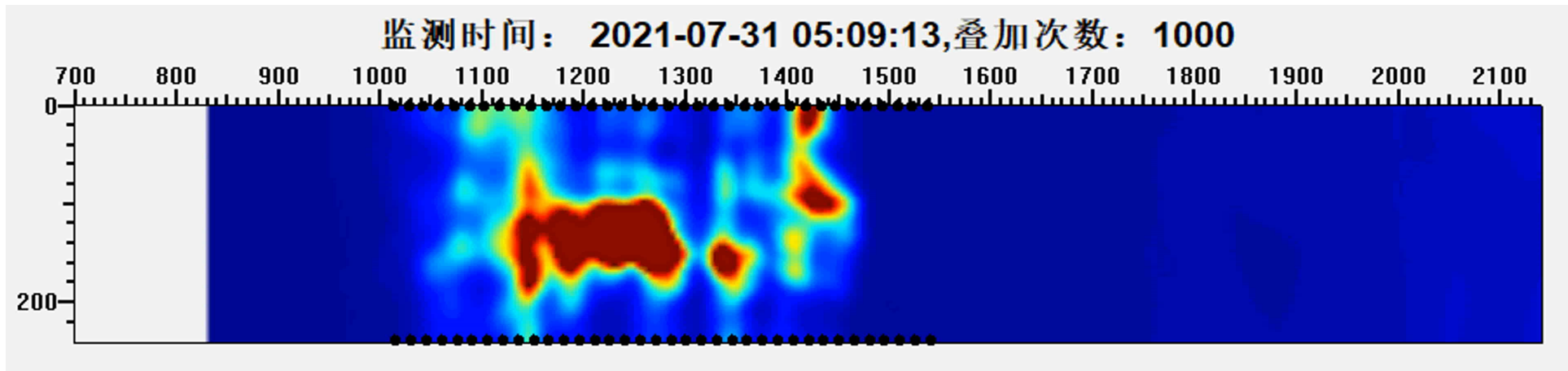
随采随探



随采地震 1d 与 30d 动态探测数据成像结果对比。

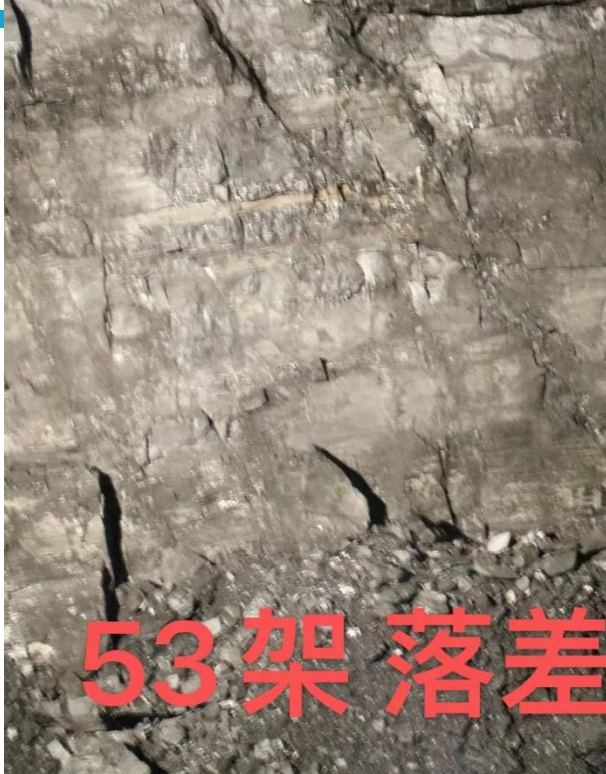
随采地震监测

唐家会61304工作面



61304智能回采工作面

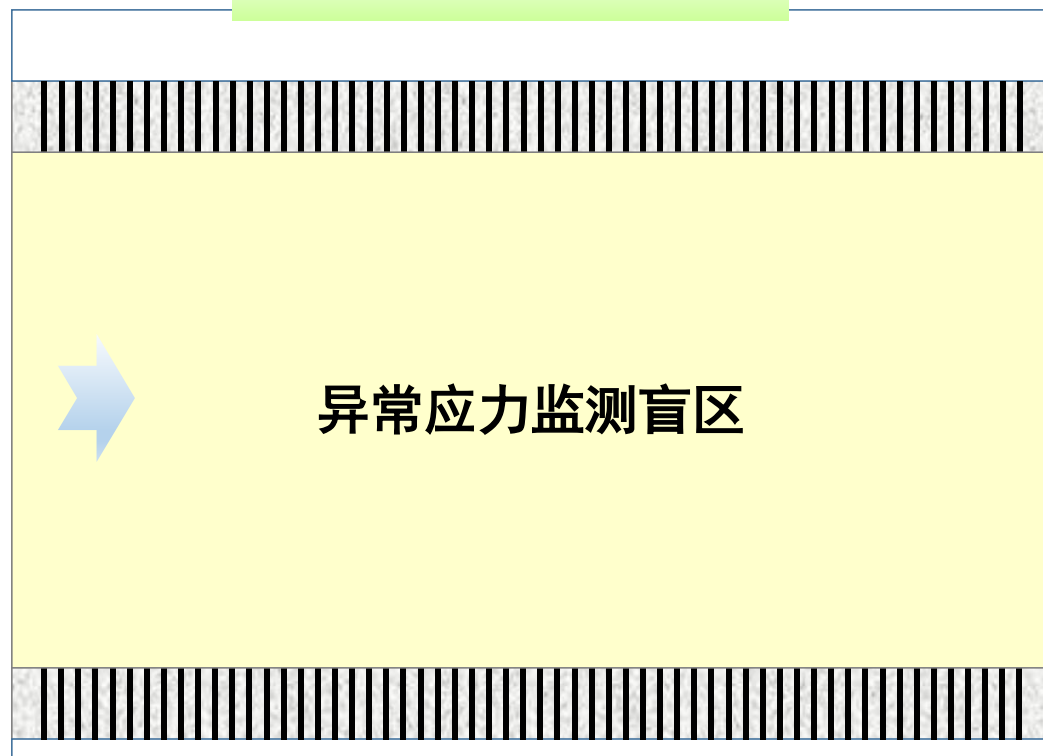
中国煤科



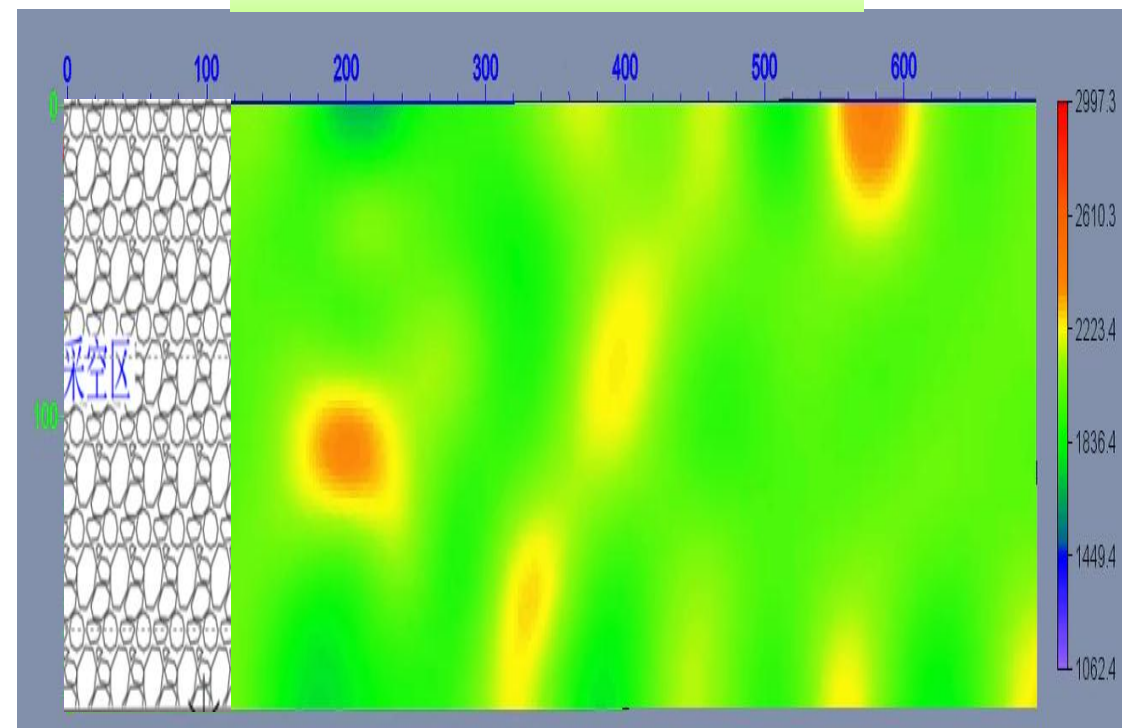
回采实揭异常图片

随采地震监测

常规应力监测



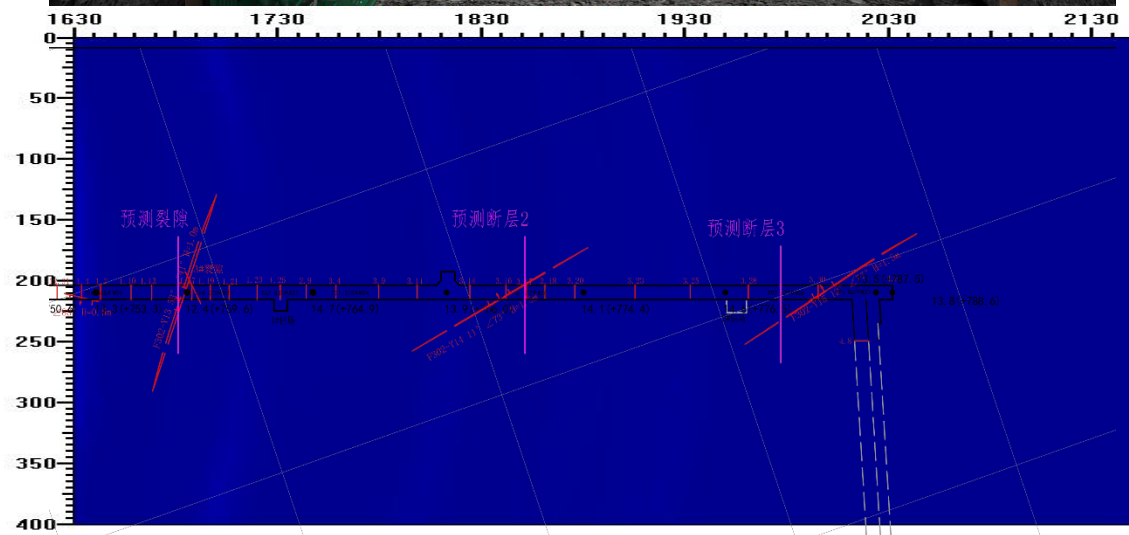
随采应力监测



潘一山院士：煤体的应力监测区域一般设置在煤壁8-14m深度，处于卸压带内，而导致冲击地压的应力，应该是远场应力集中区

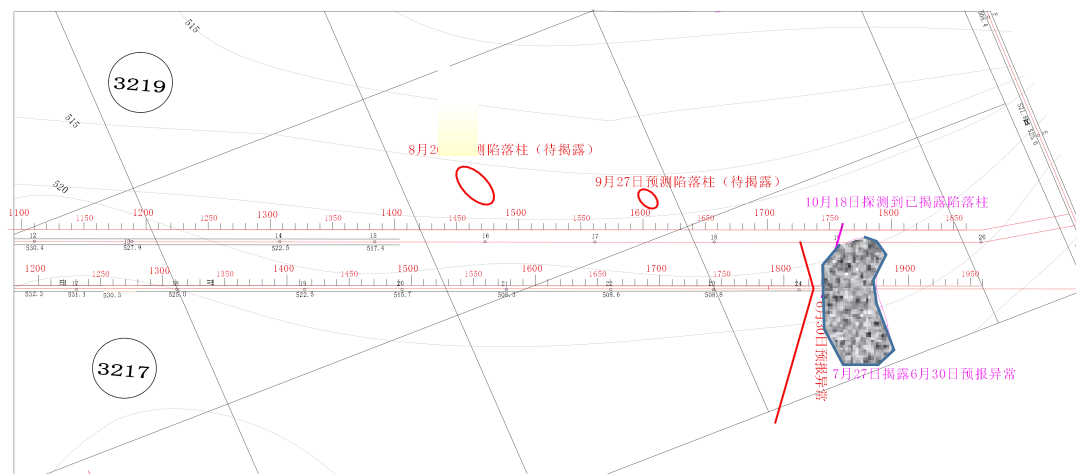
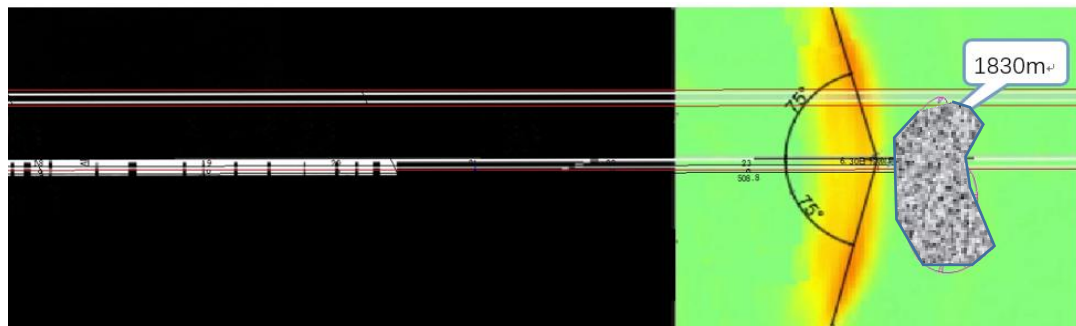
随掘地震监测

随掘探测



随掘地震监测

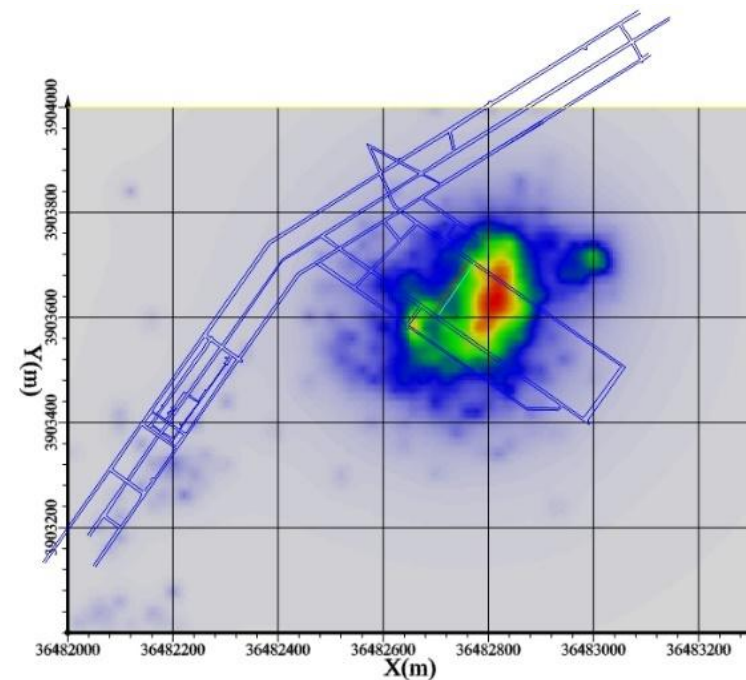
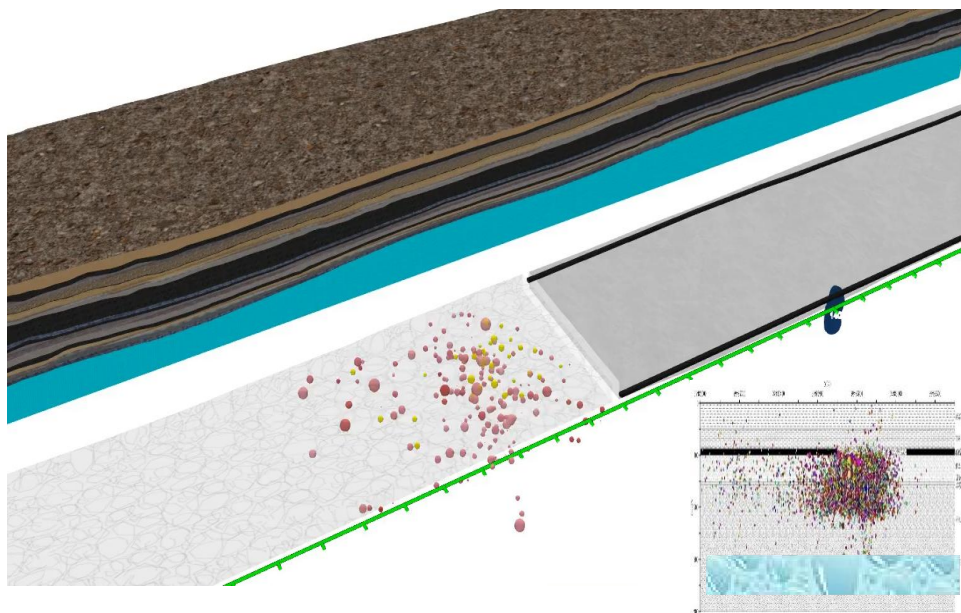
王坡煤矿随掘地震探测



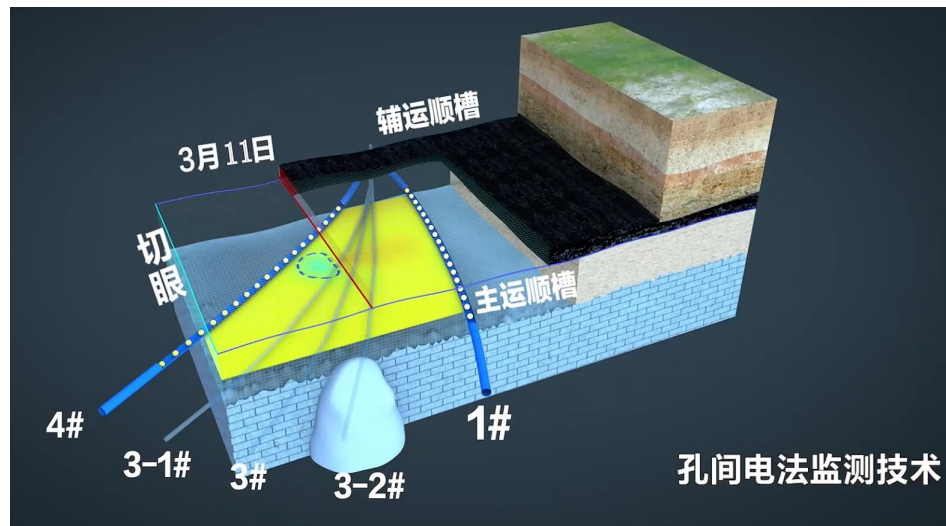
- 2023年6月30日：随掘探测时发现迎头前方存在异常，初步推测其为**断层**
- 2023年7月27日：巷道掘进揭露**陷落柱**，长轴90m，短轴43m
- 随掘地震超前**27天**预报异常、超前预报距离**119m**，陷落柱位置预报**误差8m**

微震动态监测

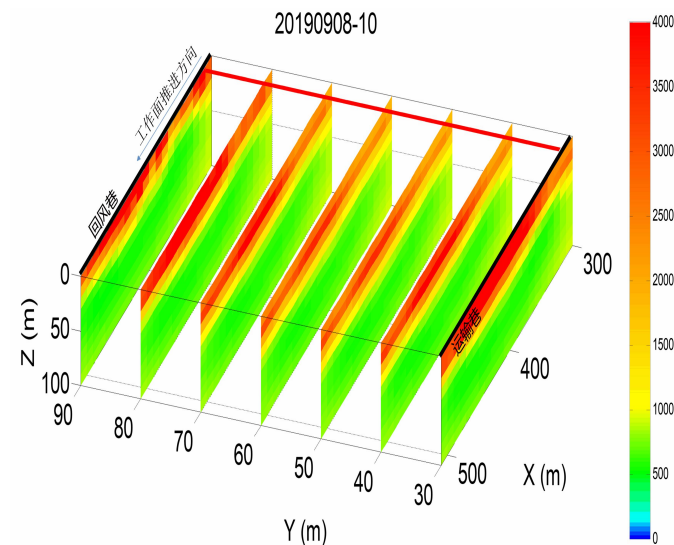
微震动态监测



视电阻率监测



孔间电阻率监测



孔间电阻率变化

利用注浆钻孔内预先埋设的电法监测系统，对工作面推采过程中底板破坏、裂隙发育以及异常区的变化，进行动态智能监测，可实现水害隐患全过程的探测、检测与监测

汇报提纲

1. 地质透明化的基本概念
2. 地质透明化的关键技术
- 3. 地质透明化的三维建模**
4. 地质透明化的示范应用
5. 地质透明化的未来发展



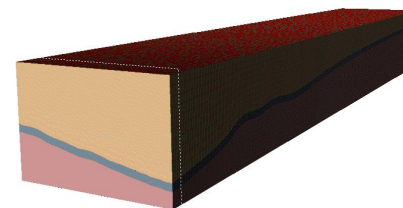
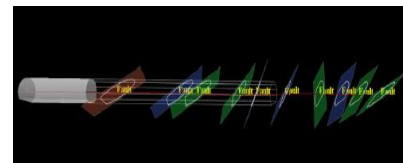
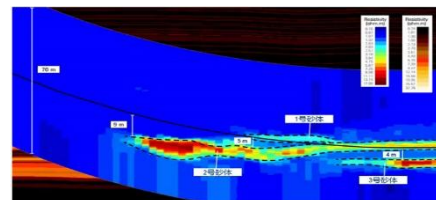
汇报提纲

1. 地质透明化的基本概念
2. 地质透明化的关键技术
3. 地质透明化的三维建模
- 4. 地质透明化的示范应用**
5. 地质透明化的未来发展

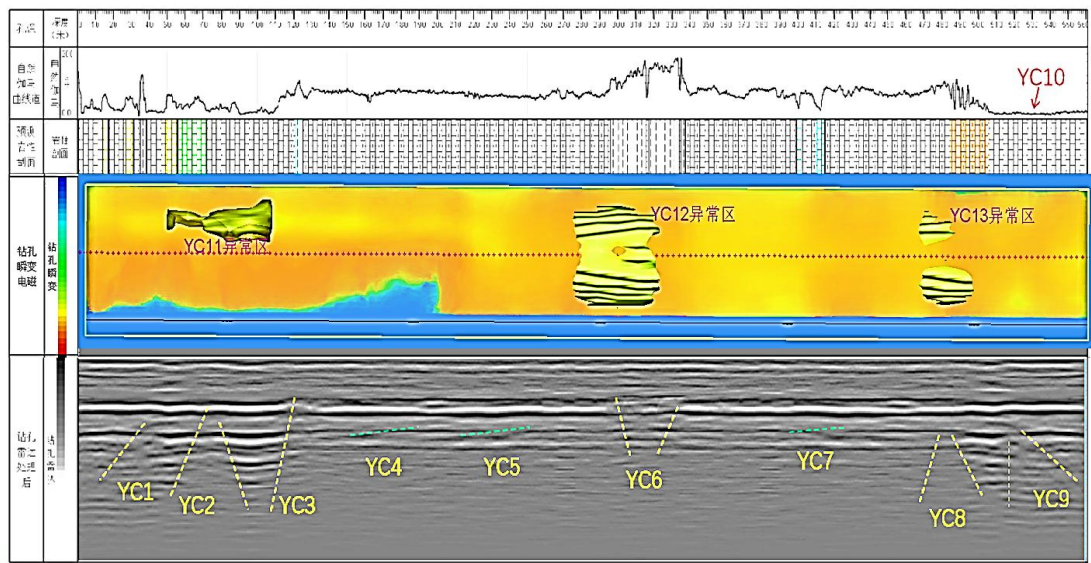
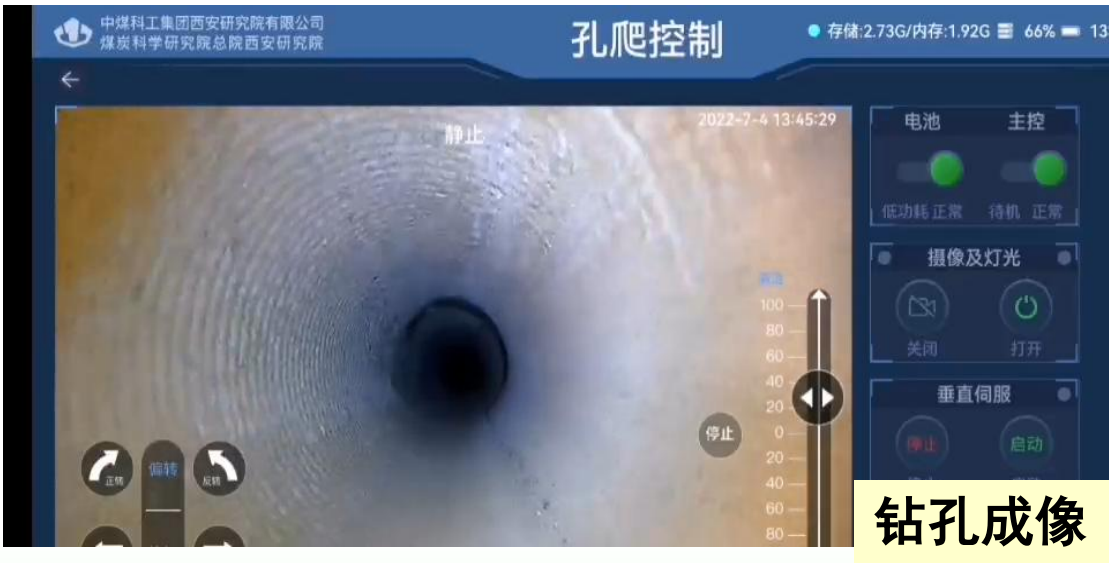
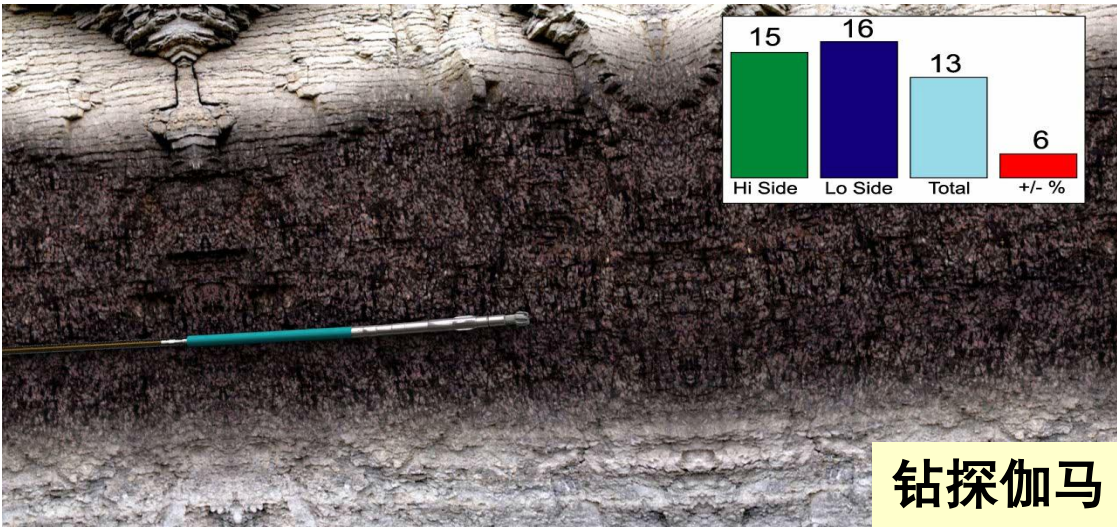
地质透明化的示范应用

应用场景

- 钻孔地质透明化
- 掘进地质透明化
- 采煤地质透明化

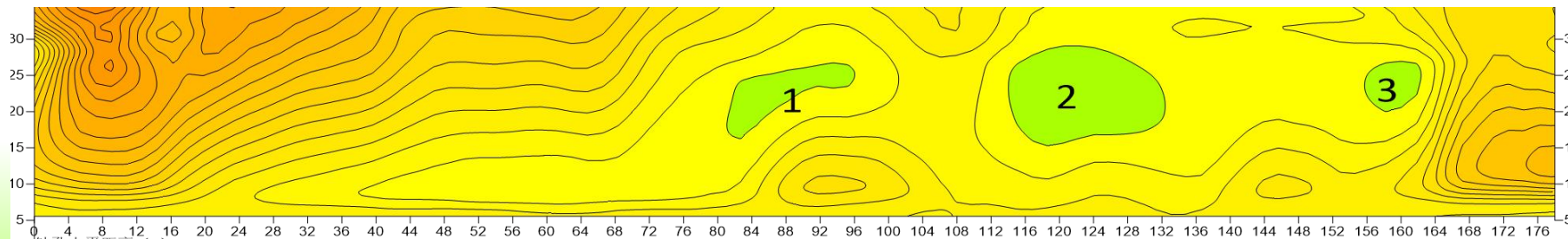


钻孔地质透明化



钻孔地质透明化

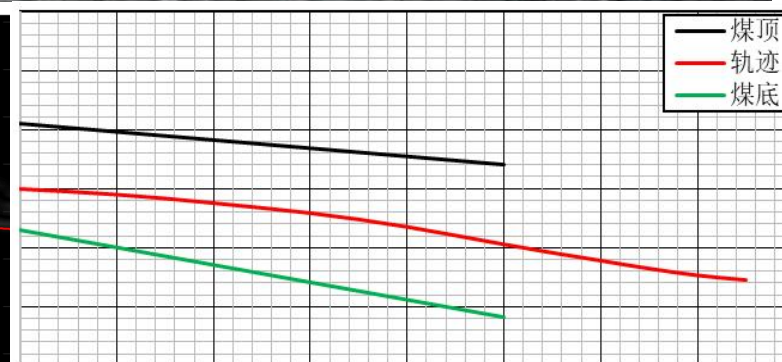
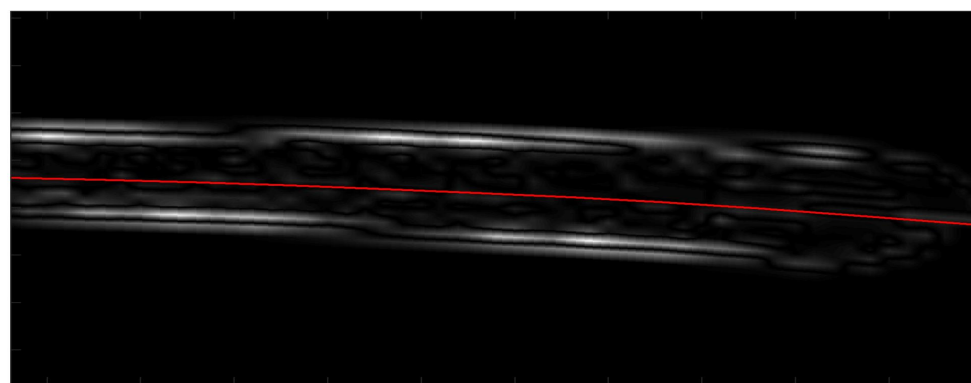
钻孔瞬变



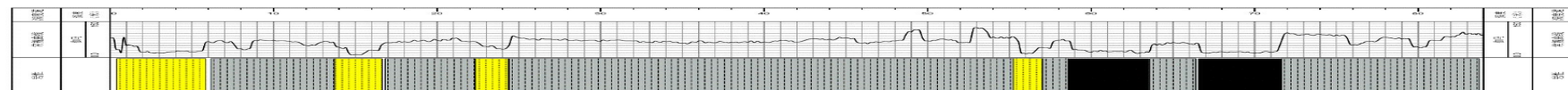
钻孔



钻孔雷达



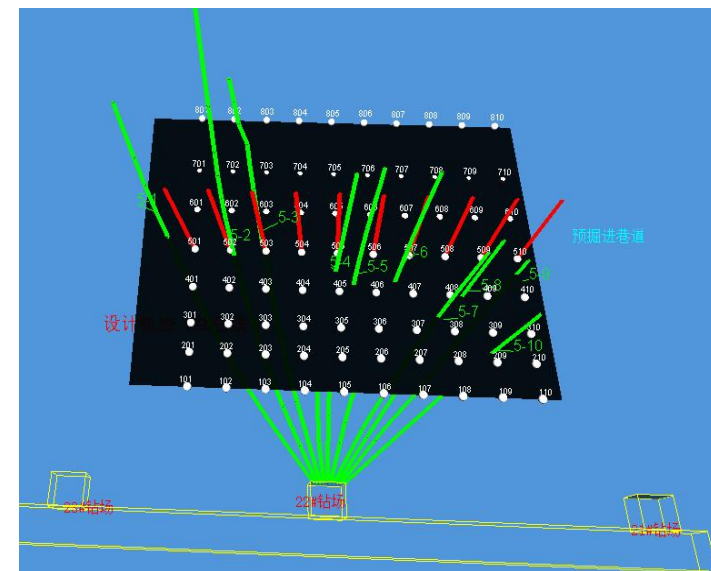
伽马



钻孔地质透明化

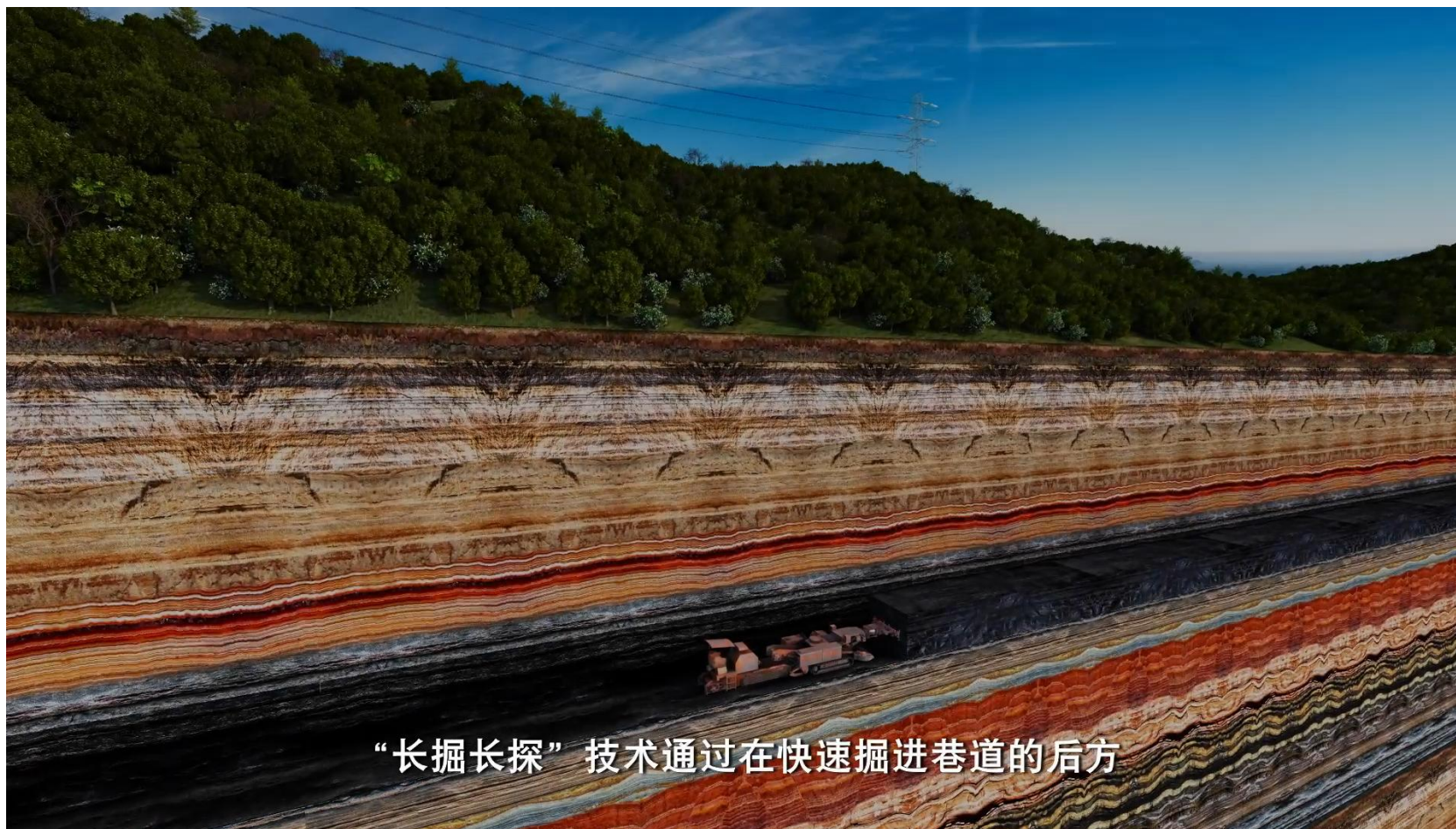
钻孔物探仪器

- 开孔定向——瞄准镜
- 钻孔测斜——导航仪
- 钻孔测深——执法仪
- 钻孔成像——摄像机
- 钻孔测井——岩性解释
- 钻孔雷达——构造探测
- 钻孔瞬变——水患探测



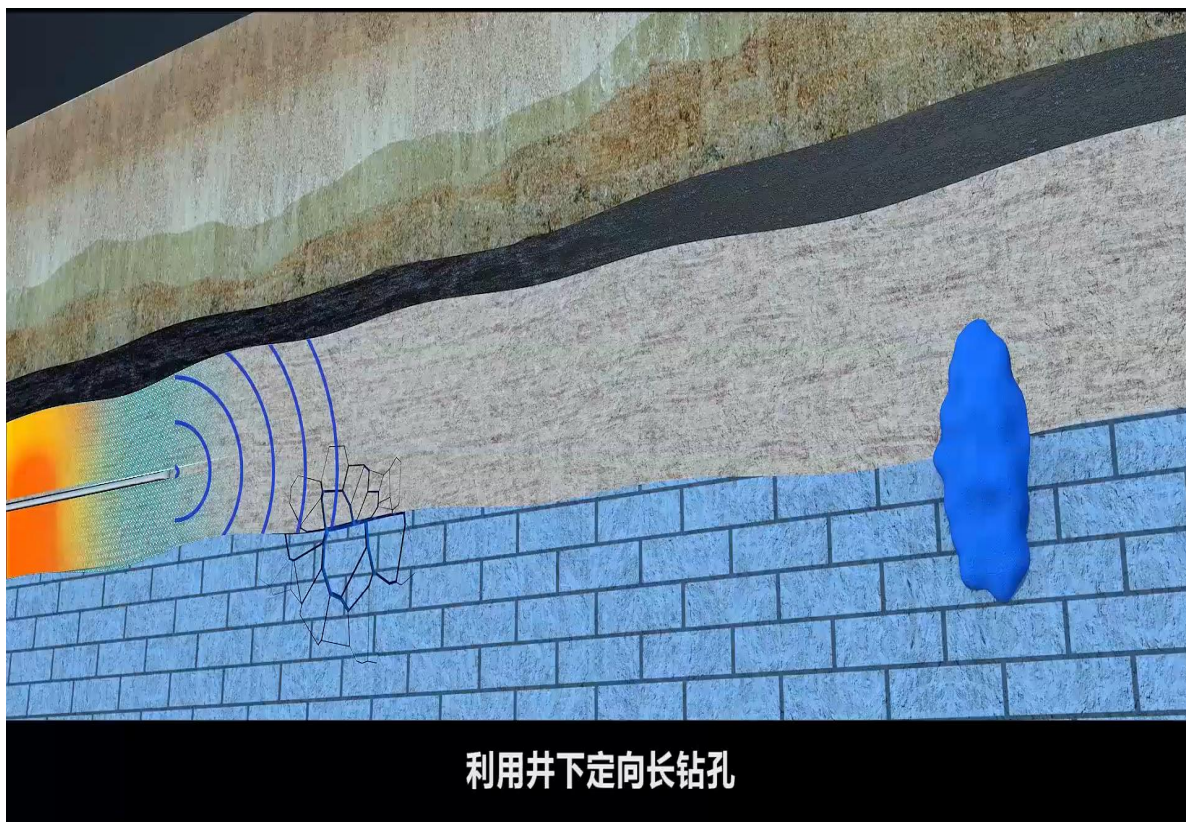
掘进地质透明化

长掘长探



掘进地质透明化

长掘长探

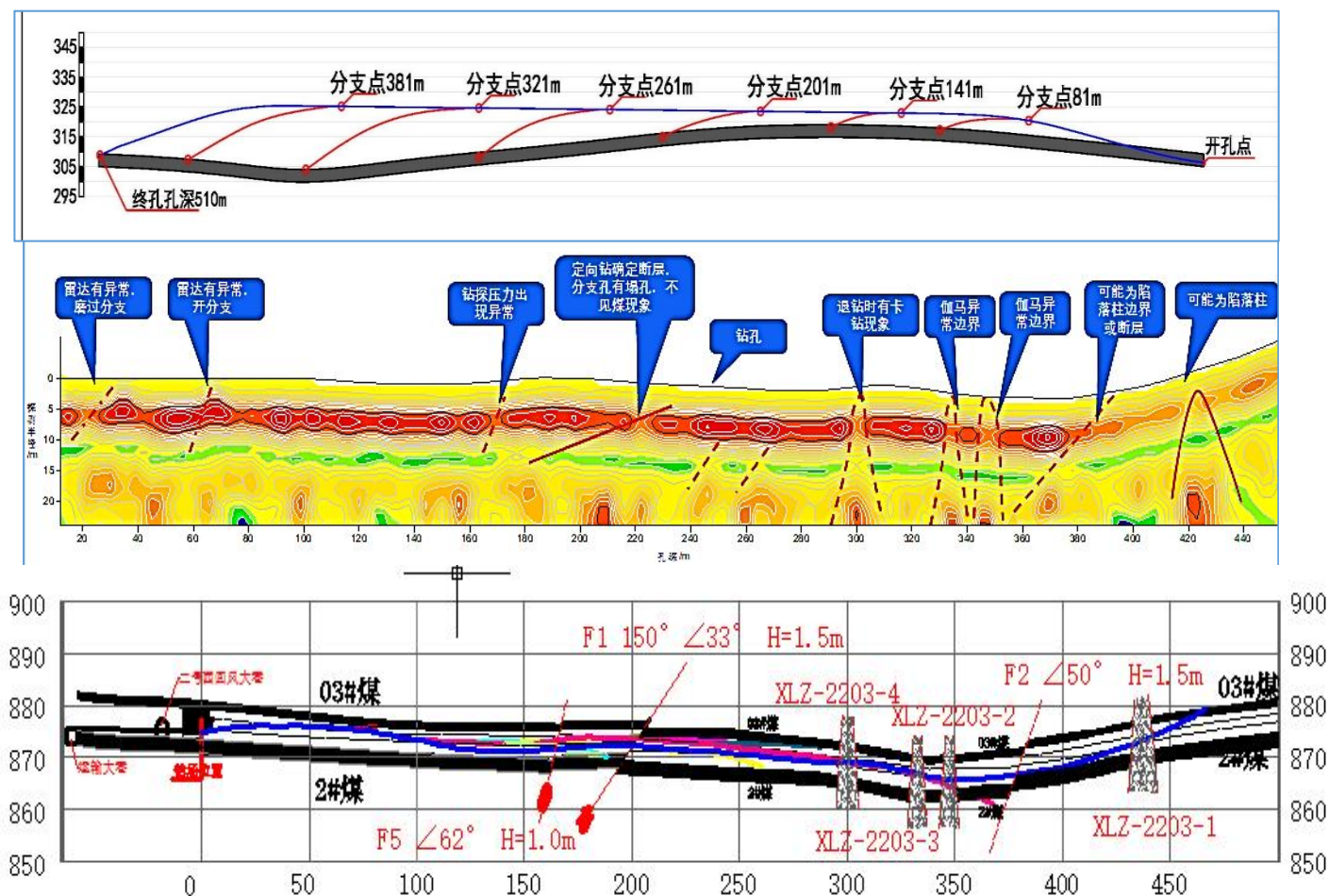


主要优势

- 探钻分离→探钻一体
- 掘探串行→掘探平行
- 未掘未知→未掘先知
- 采掘失调→采掘协调
- 一孔多用：探放水/瓦斯抽采/起伏/构造/煤厚/...

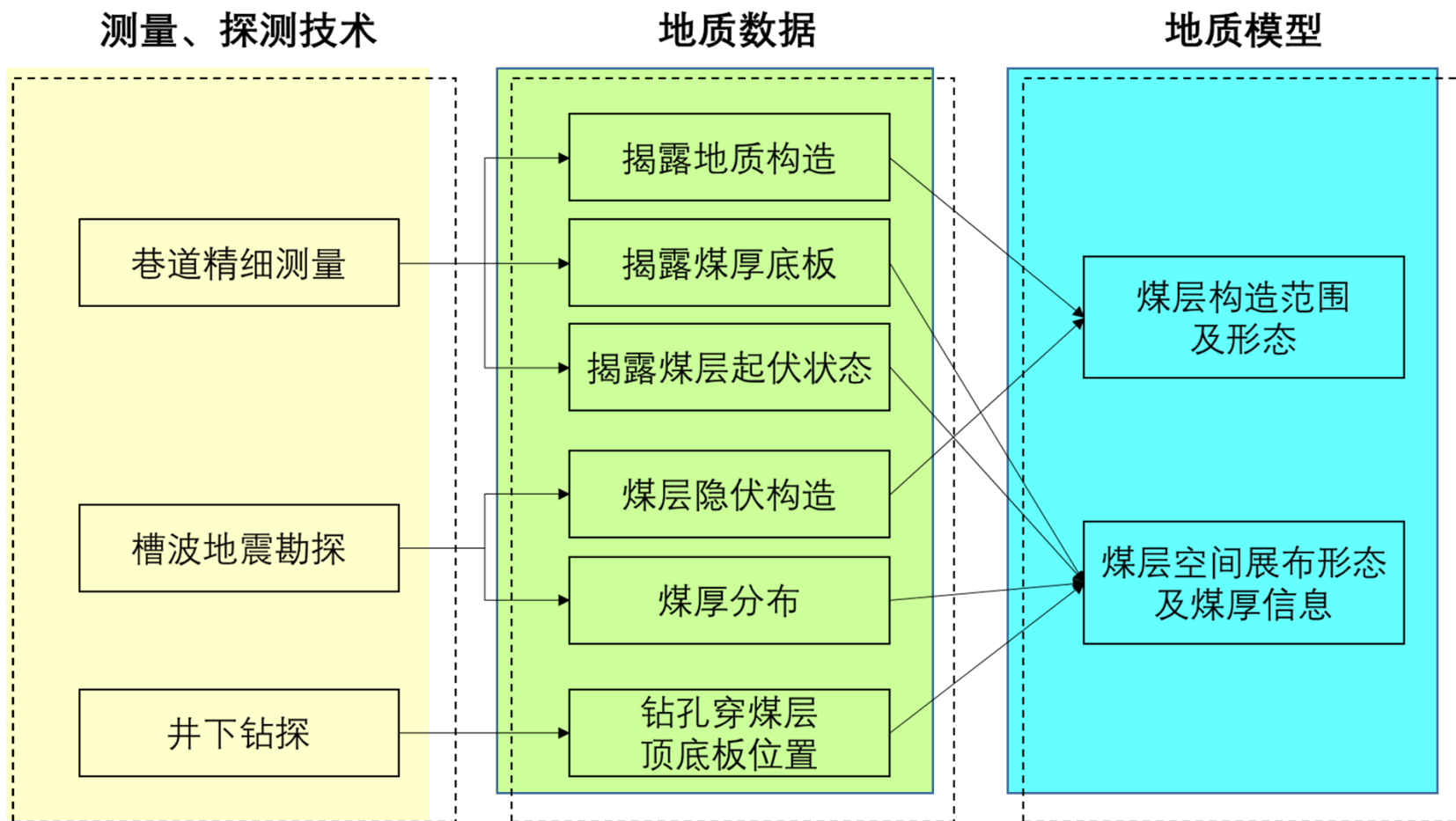
掘进地质透明化

应用实例



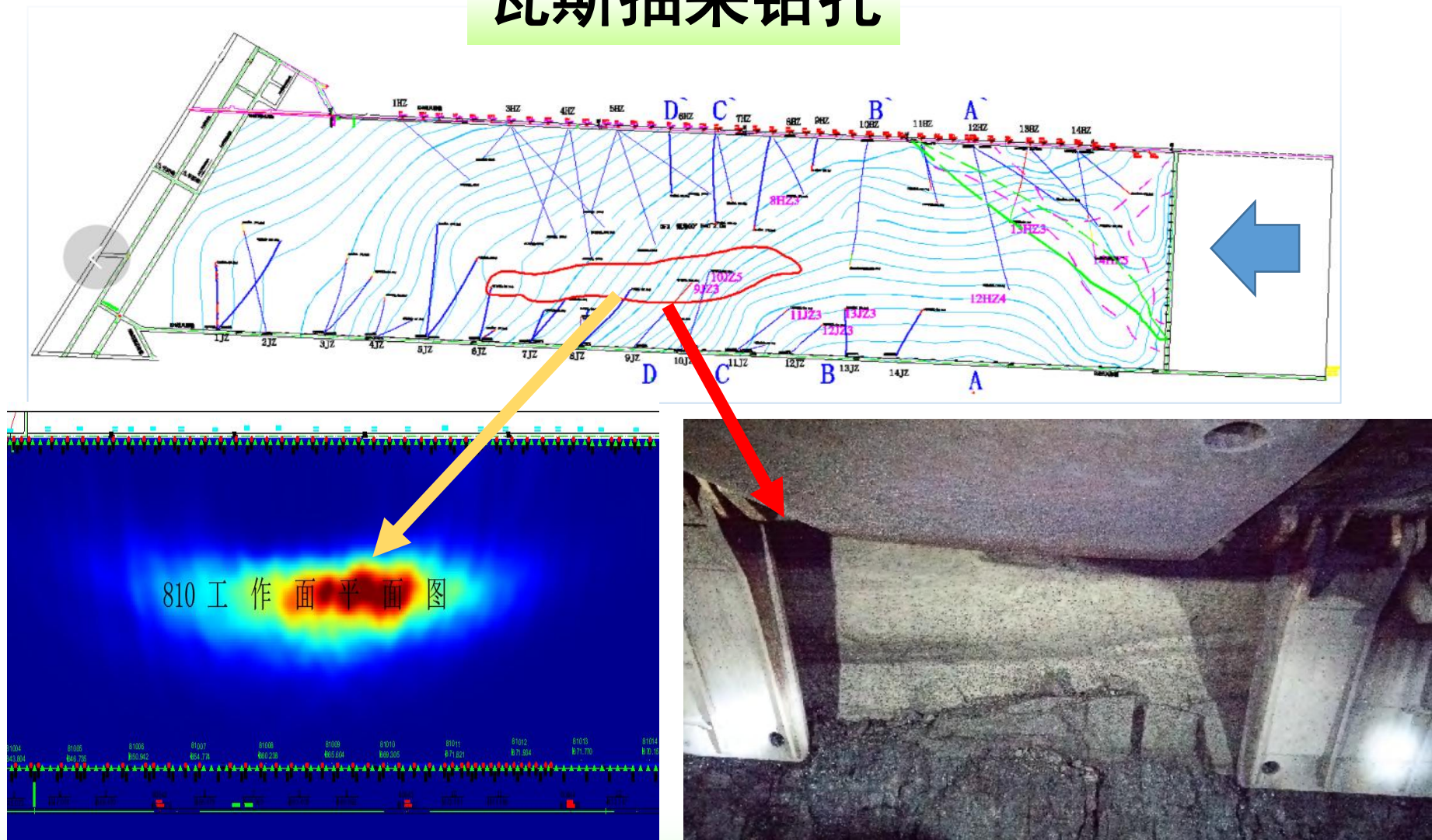
采煤地质透明化

黄陵810工作面



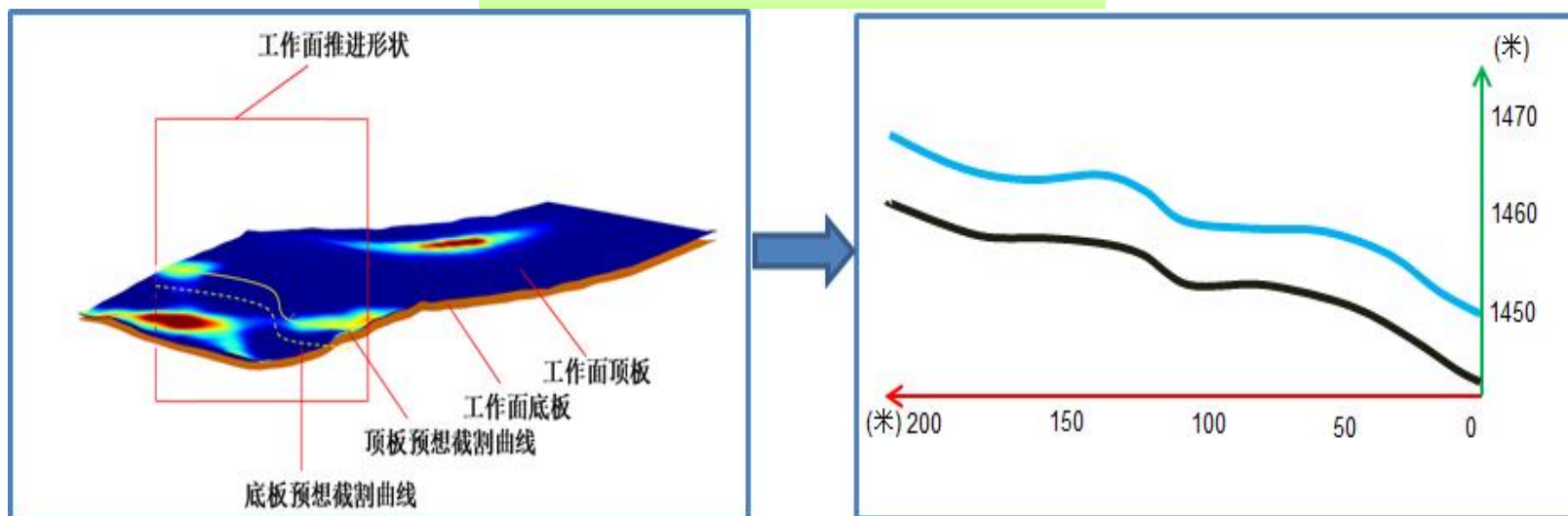
采煤地质透明化

瓦斯抽采钻孔



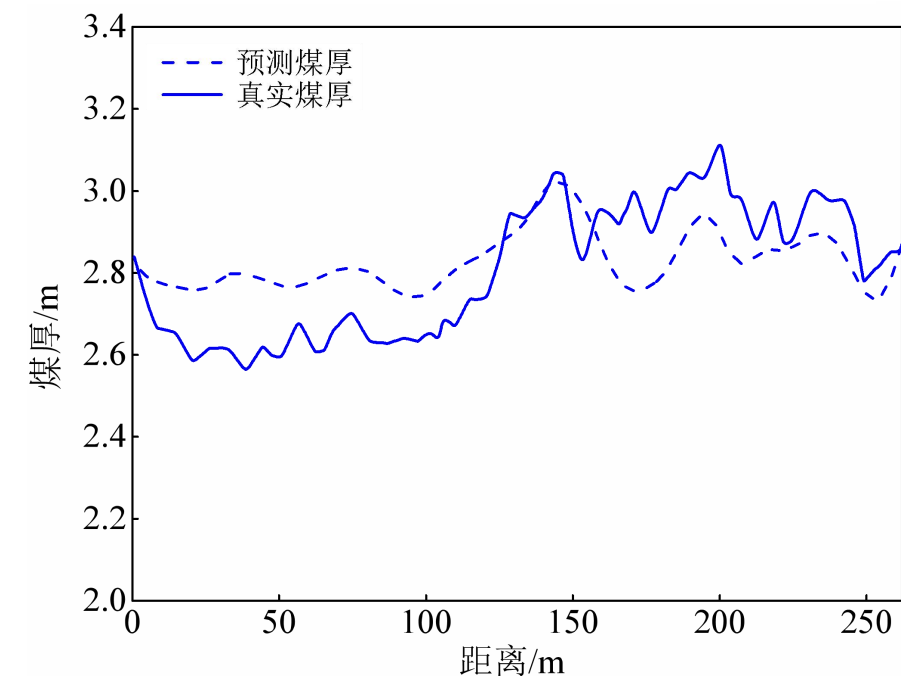
采煤地质透明化

工作面地质模型

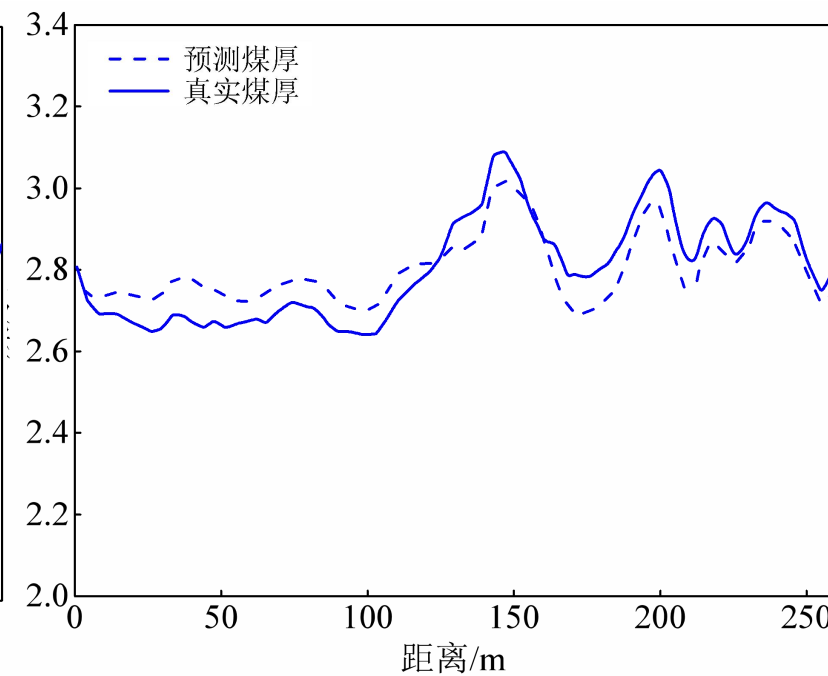


采煤地质透明化

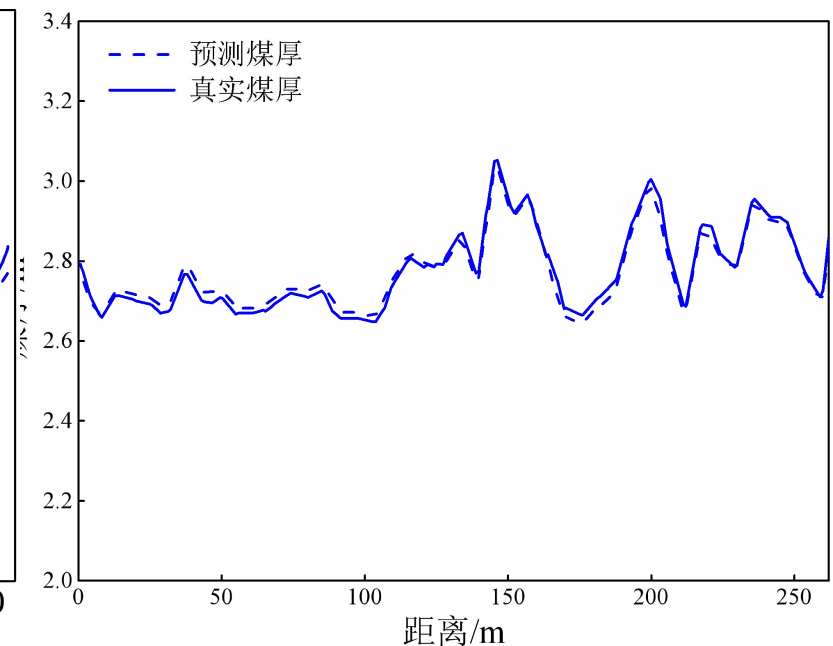
基于透明地质的智能开采



黄陵1008工作面
平均误差50cm



黄陵二号矿303工作面
平均误差30cm



黄陵一号矿627工作面
双龙202工作面
平均误差15cm

汇报提纲

1. 地质透明化的基本概念
2. 地质透明化的关键技术
3. 地质透明化的三维建模
4. 地质透明化的示范应用
- 5. 地质透明化的未来发展**

地质透明化的未来发展

煤矿智能化建设进展

- 截至2024年4月底：全国累计建成智能化采煤工作面1922个、智能化掘进工作面2154个
- 截至2024年6月12日：全国70座智能化示范矿井中，已建成国家级示范煤矿近60处、省级（央企级）示范煤矿200余处
- 目前，全国逐步形成了不同区域、不同建设条件的智能化建设模式

地质透明化的未来发展

煤矿智能化十大“痛点”

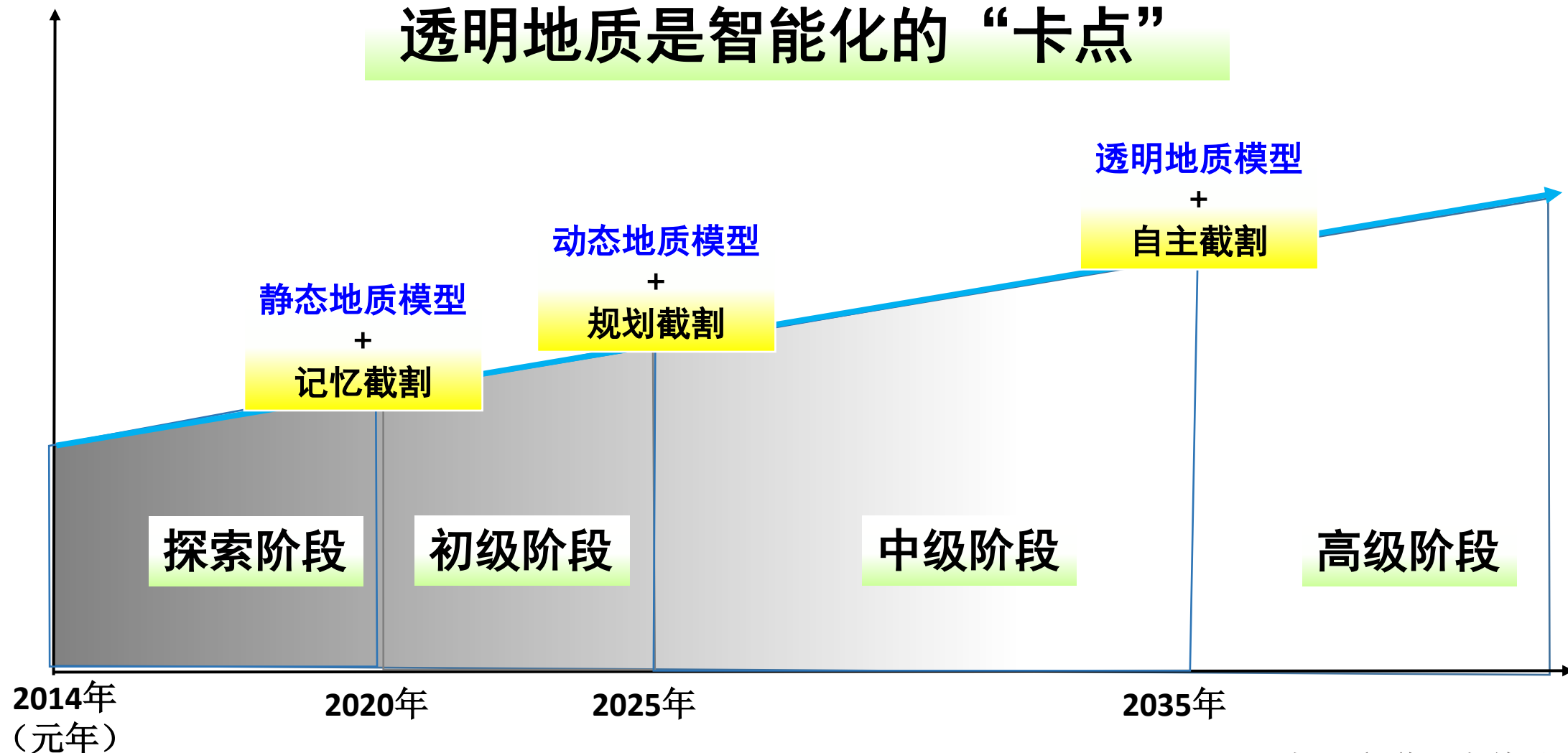
1. 煤矿智能化认识和理念不统一
2. 煤矿智能化发展不平衡
3. 智能化煤矿5G 模型构建和生态匮乏
4. “透明地质” 技术保障支撑能力不足
5. 采掘失衡、掘支失衡问题尚未突破
6. 智能化技术难以适应复杂工作面条件
7. 智能化巨系统兼容协同困难
8. 井上下智能机器人作业技术有待突破
9. 智能化煤矿管理与人才储备不足
10. 智能化煤矿投入保障不足



- 地质数据尚未全部实现数字化
- 地质探测精度难以满足要求
- 地质体三维高精度建模技术有待提升
- 难以建立高精度“透明地质”模型
- 地质信息与工程信息尚未实现融合
- 地质探测技术与装备的智能化程度较低

地质透明化的未来发展

透明地质是智能化的“卡点”

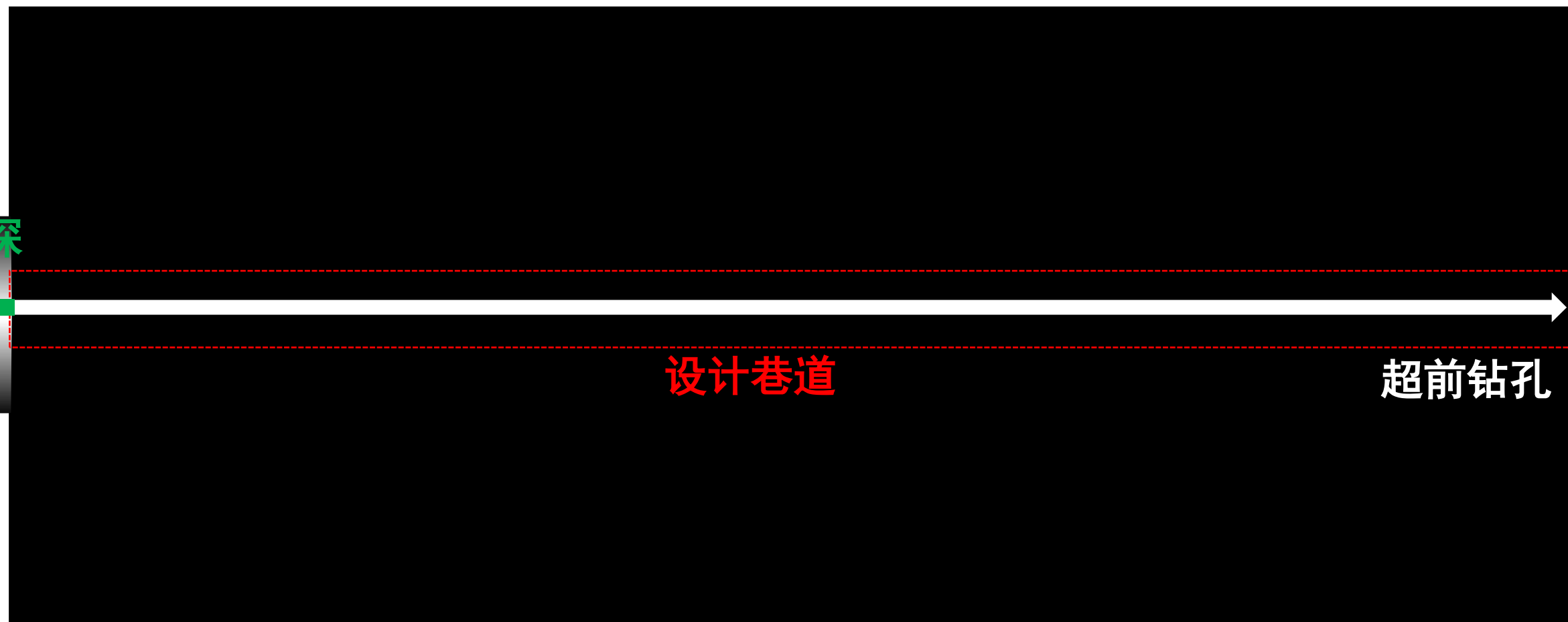


(引自范京道, 有修改)

地质透明化的未来发展

钻孔地质透明化

大
孔物探
巷

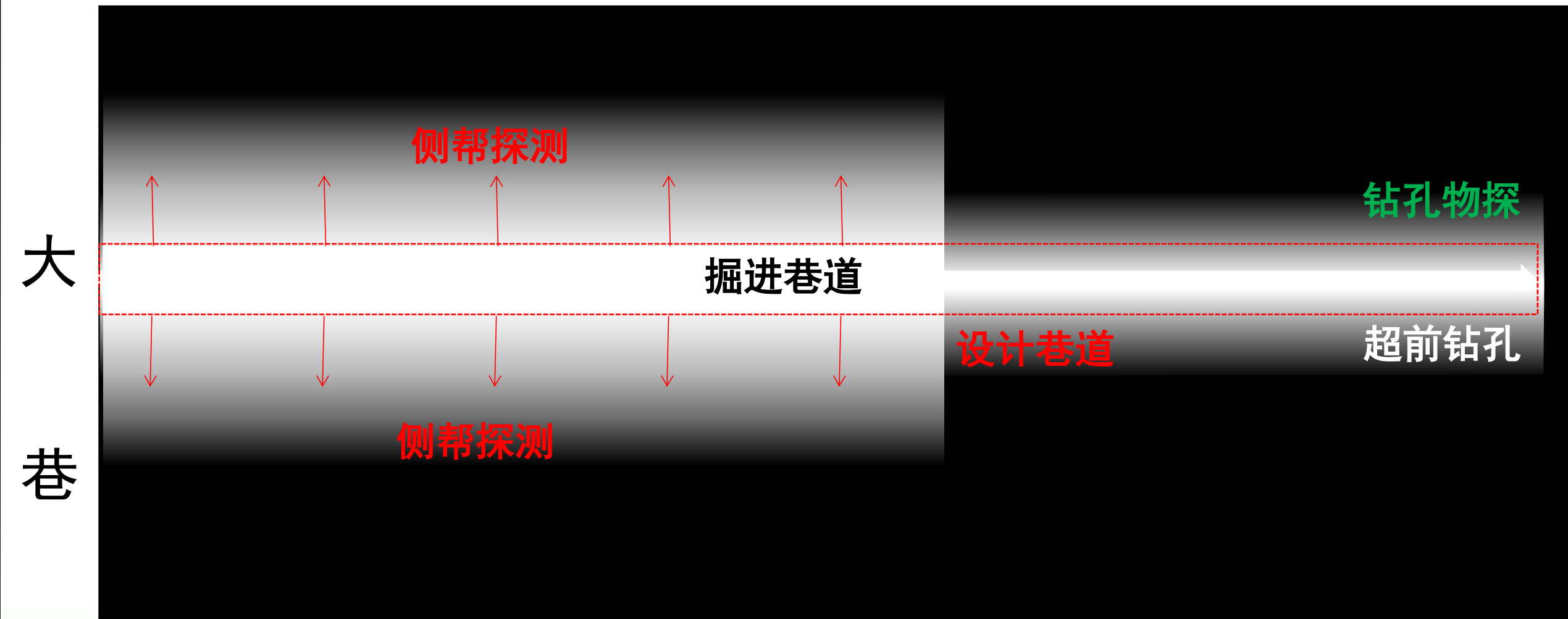


设计巷道

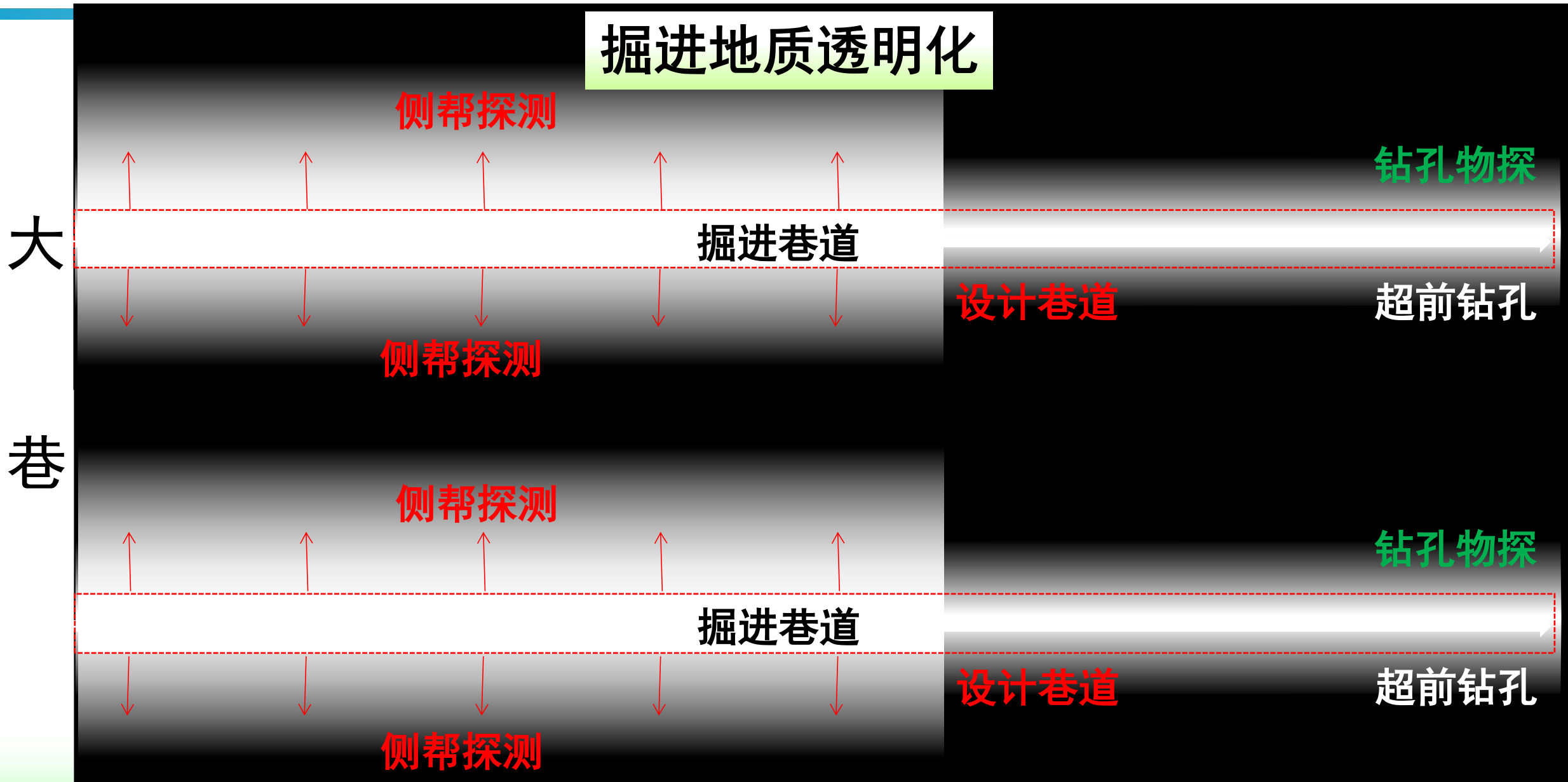
超前钻孔

地质透明化的未来发展

掘进地质透明化

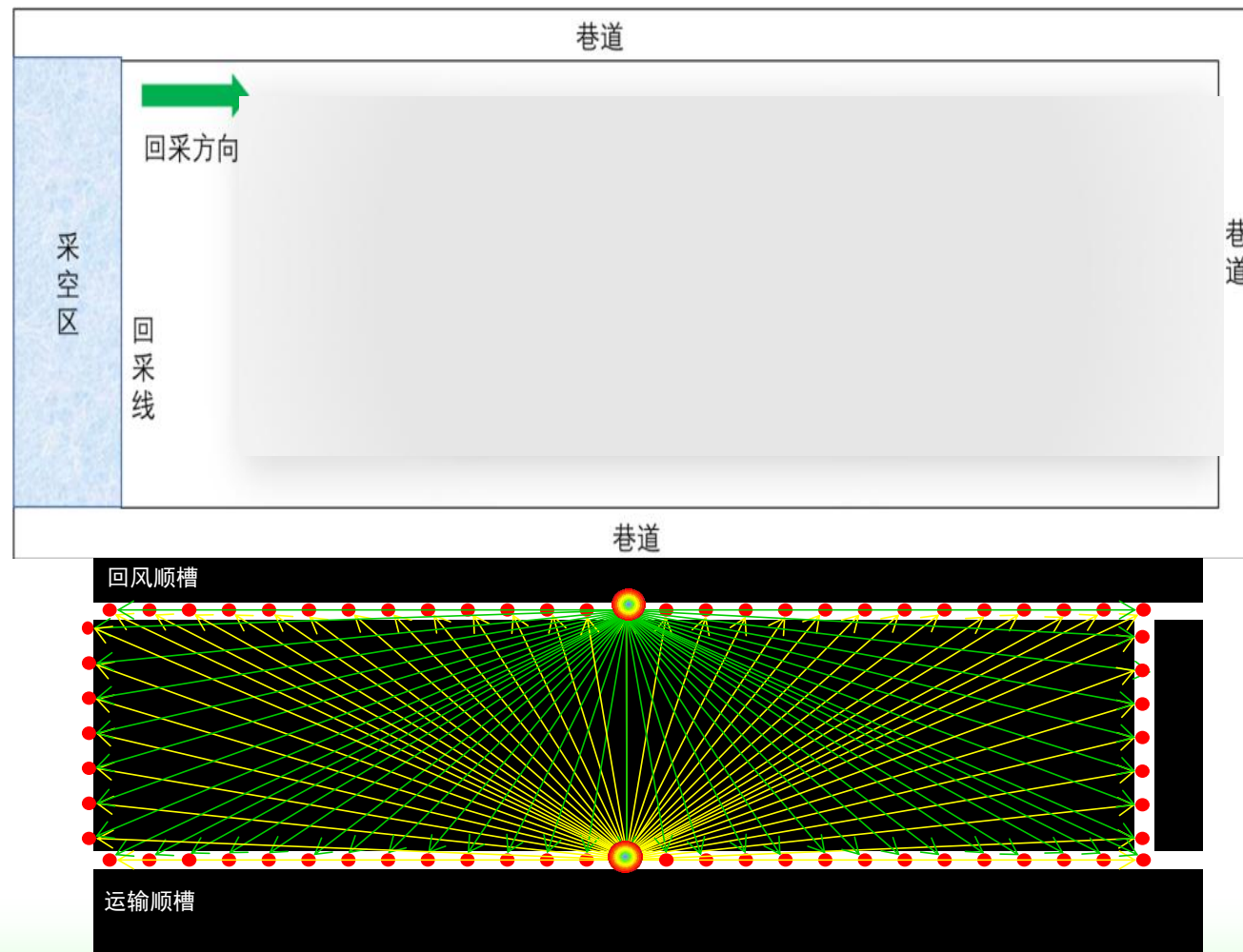


地质透明化的未来发展



地质透明化的未来发展

采煤地质透明化



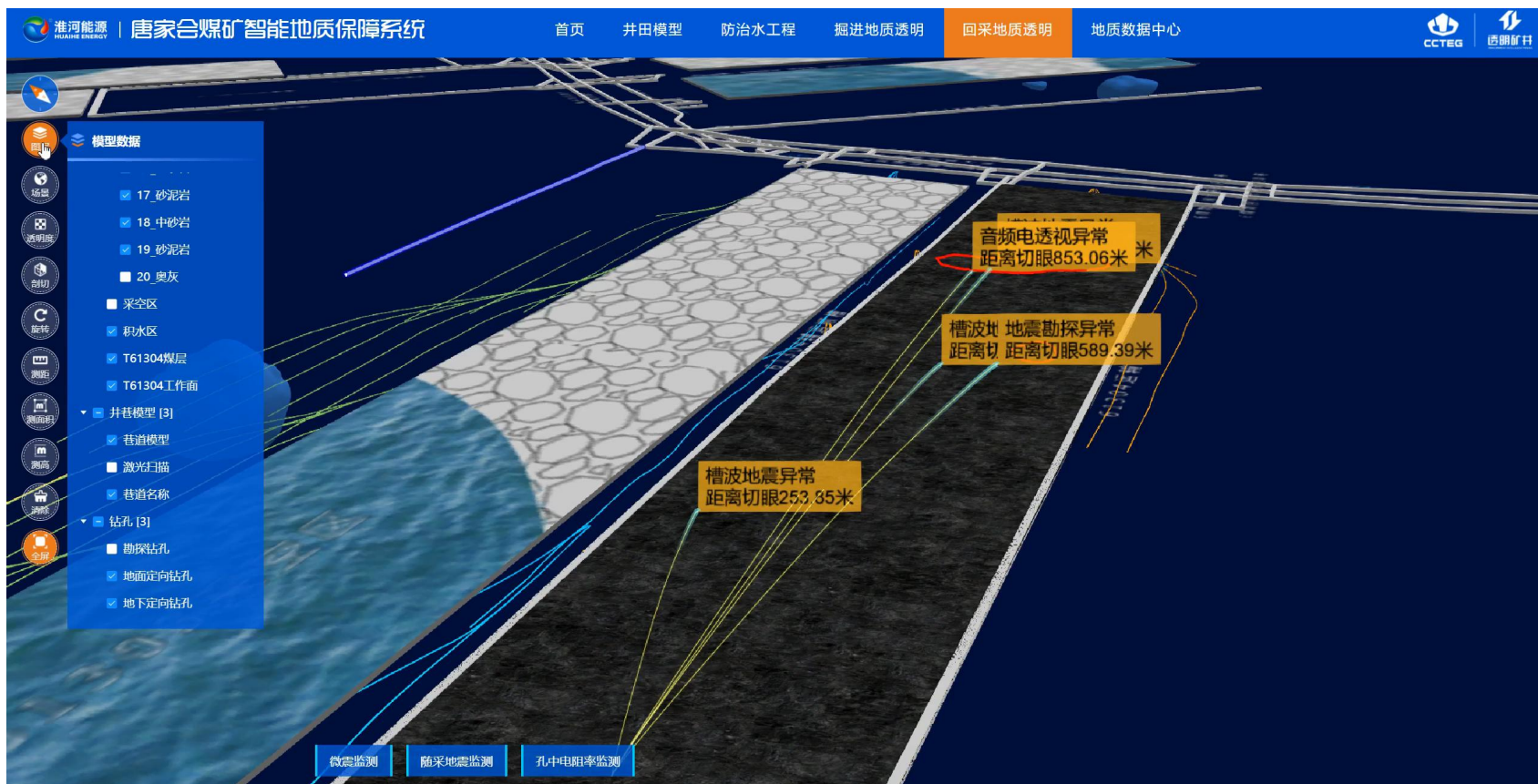
地质透明化的未来发展

采煤地质透明化



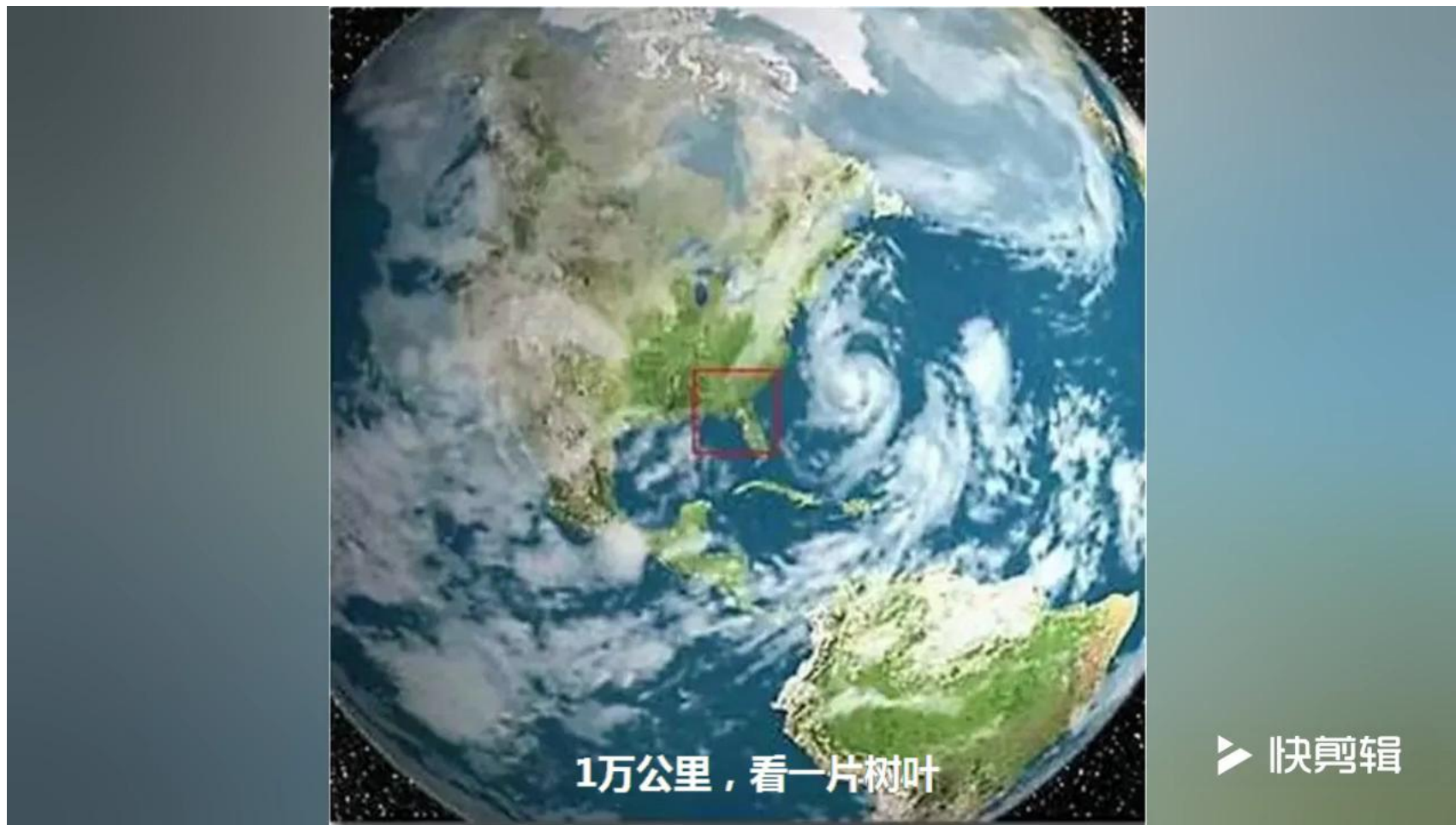
地质透明化的未来发展

基于透明地质的智能开采



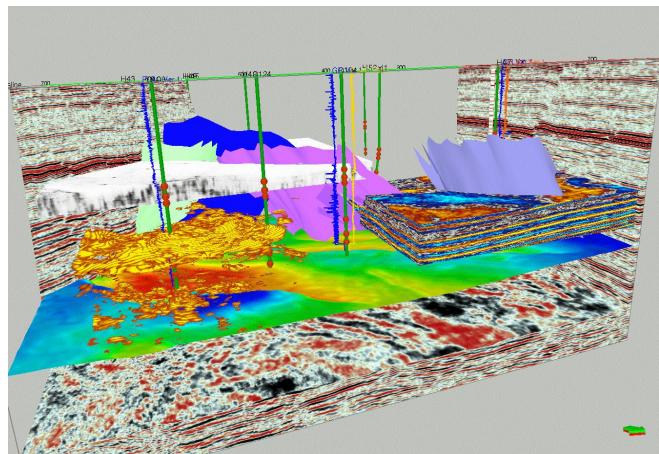
结束语

透明化是一个渐进的过程

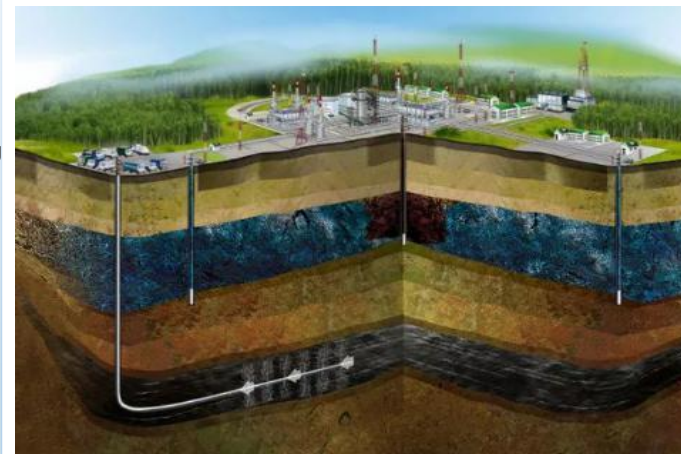


结束语

煤矿透明地质不是“梦”



“采矿就是采数据，掘进就是掘模型”，开展智能地质探测，建立高精度地质模型，实现三维地质动态透明化的梦想！



中煤科工集团西安研究院有限公司

Xi'an Research Institute , CCTEG

中国煤科西安院欢迎您



电话：13509182686

邮箱：cjy6608@163.com



中煤科工西安研究院(集团)有限公司

2024年10月