

# 招贤煤矿侏罗系特厚煤层综放开采 离层水防治技术

## 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 74.8km<sup>2</sup>，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）。

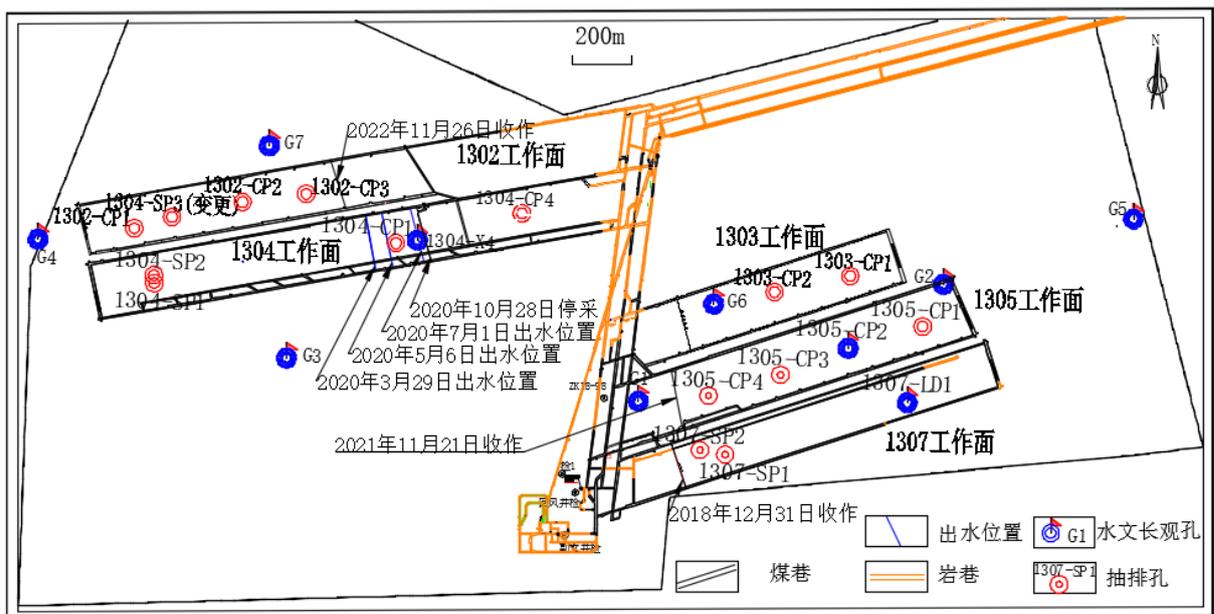


图 1 招贤一采区工作面及抽水孔布置图

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、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 420m<sup>3</sup>/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

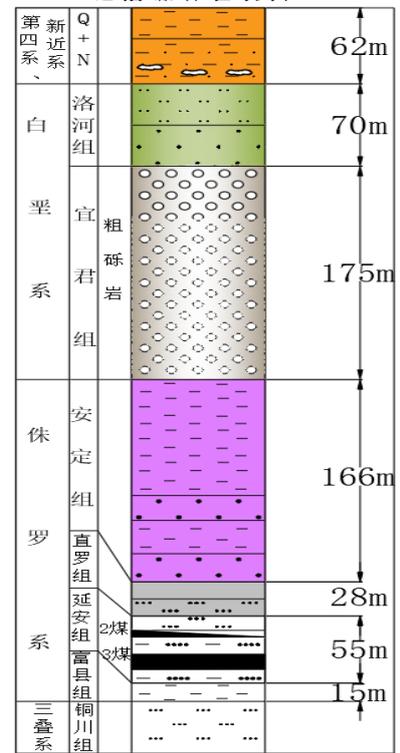


图 2 招贤地层综合柱状图

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。

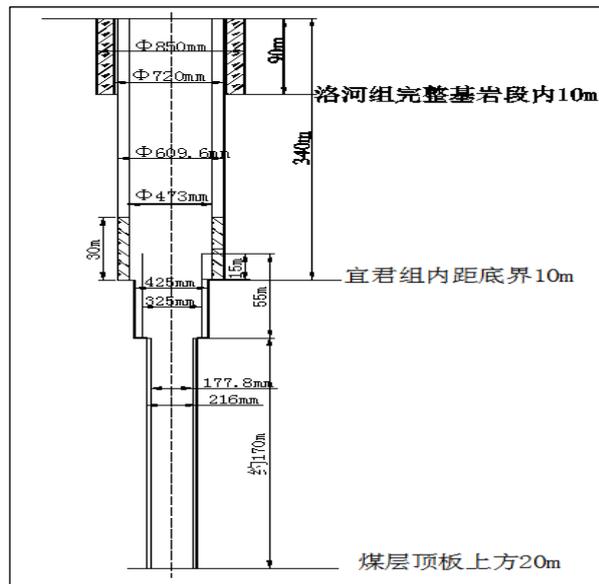


图 3 泄水加抽水一体化钻孔结构

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，为抽水孔布置优化提供了依据。

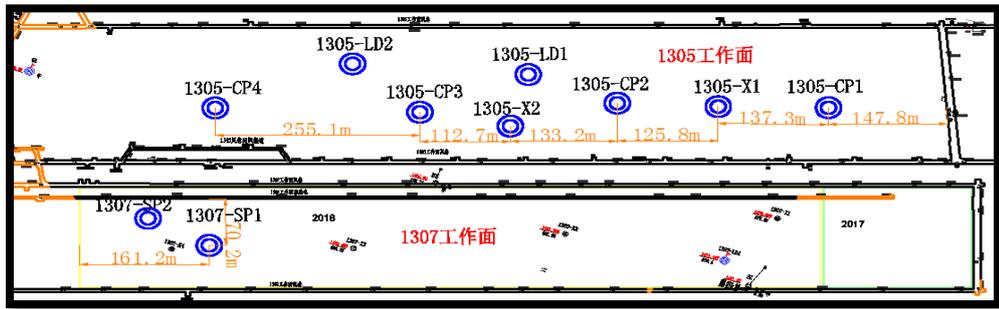


图 4 1305 工作面抽、泄水孔布置设计图

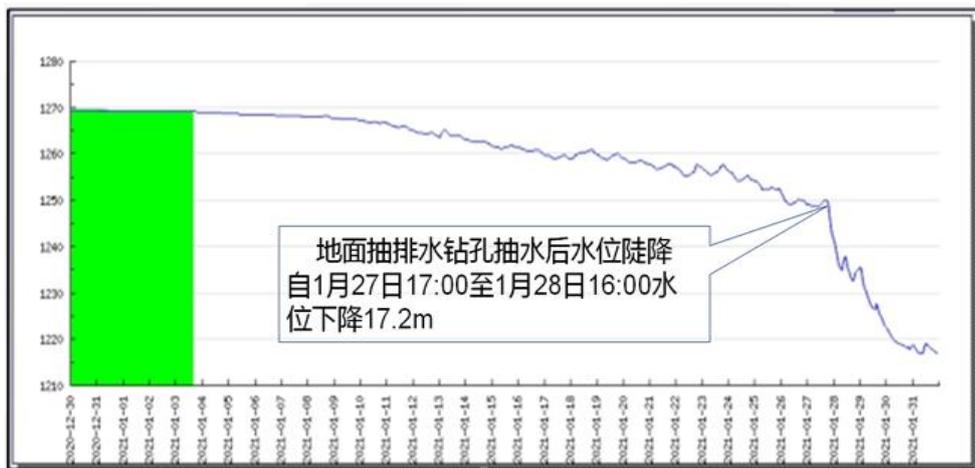


图 5 1305-cp1 抽水效果图

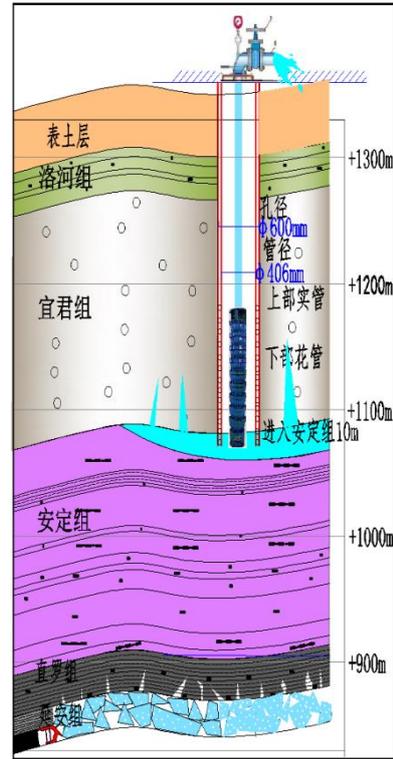
在总结 1305 工作面施工的抽水孔等经验的基础上，在 1302 工作面回采时直接施工抽水孔实现了安全回采。至此，以“抽”为主的防治离层水综合技术措施获得成功，从源头上解决了离层水害的难题。

### 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。

## “抽”——地面抽排离层水

在地面施工抽排离层水钻孔，终孔层位于安定组上部，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 $60\text{m}^3/\text{h}$ ，水位能降到宜君组底部（图1、图6）。



## “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6 抽排离层水示意图



图7 水泵远距离控制系统

## “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。

## “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）。

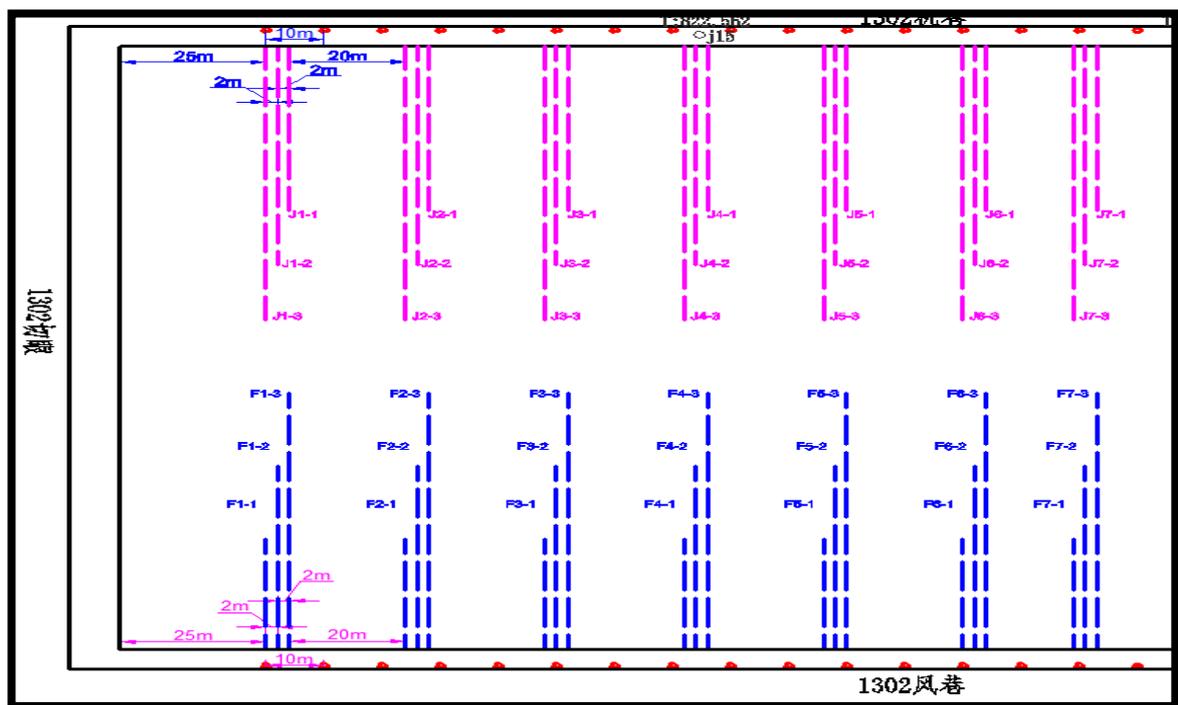


图8 工作面顶板预裂孔平面图

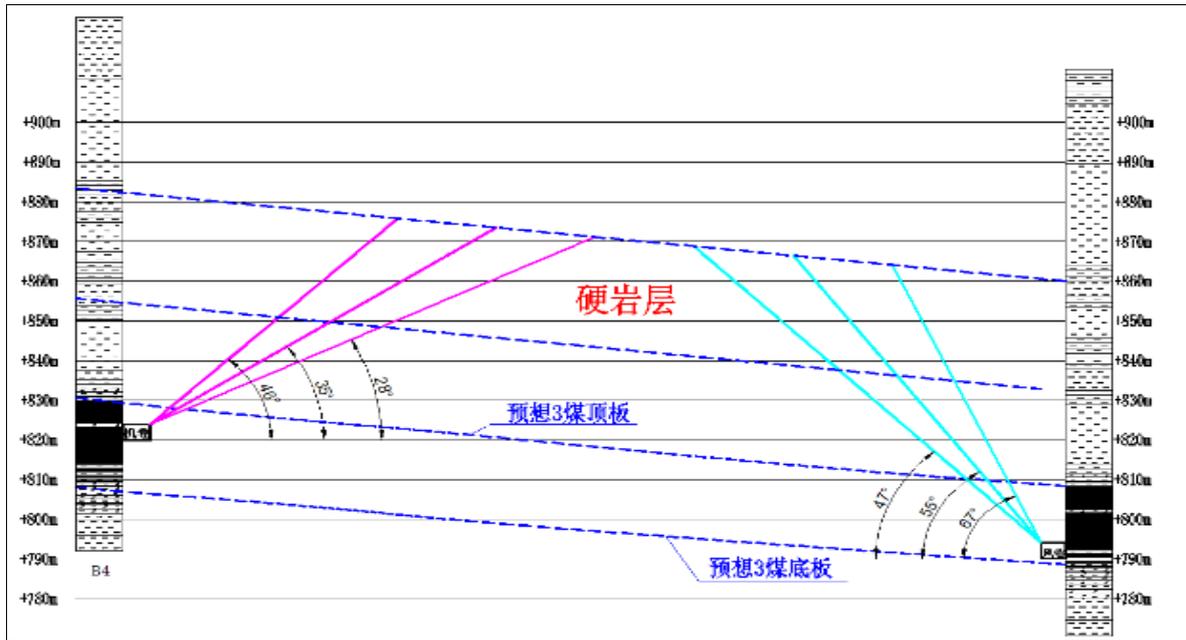


图 9 工作面顶板预裂孔剖面图

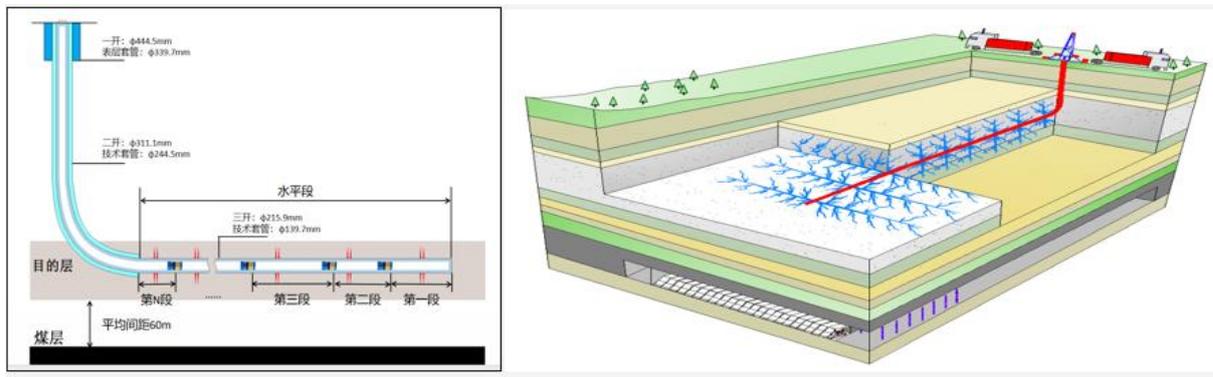


图 10 地面水力压裂工艺示意图

### “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。

## “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。

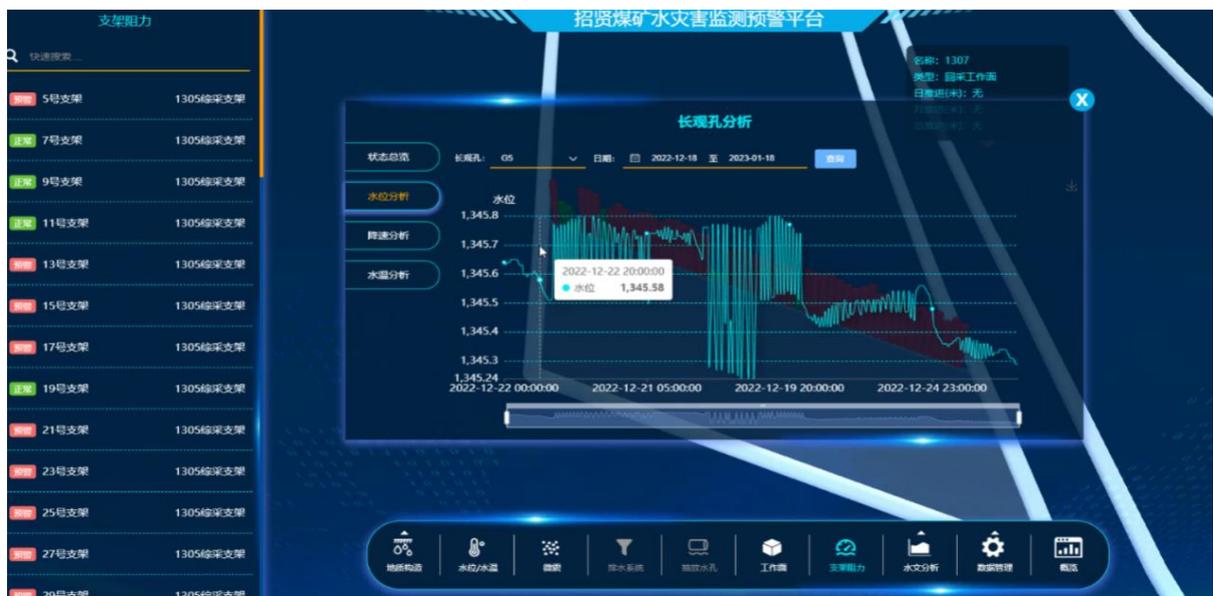


图 11 离层水害综合预警平台

## 五、取得的效果

1.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。

2.“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。

招贤煤矿将继续坚持煤炭能源安全、高效、绿色开采，积极开展科研攻关，从源头上消除离层水的威胁，践行安全生产“两个根本”（从根本上消除事故隐患、从根本上解决问题），推动矿井高质量发展。