

双突工作面初采期间老塘快速垮落技术研究

解海军

淮北矿业（集团）有限责任公司临涣煤矿，安徽 淮北 235000

DOI:10.61369/ERA.2026010018

摘 要： 临涣煤矿十三采区为突出危险区，9133 工作面作为该采区关键生产工作面，实测最大瓦斯含量达 8.24m³/t、瓦斯压力为 1.7MPa，初采期间老塘顶板难以快速垮落，易引发瓦斯积聚超限等安全隐患，严重制约矿井安全高效生产。为解决这一难题，结合工作面地质条件及相邻工作面施工经验，创新采用深孔预裂爆破、浅孔爆破与液压支架扰动顶板相结合的综合技术方案。通过优化爆破参数、合理布置钻孔及规范施工流程，工作面推进至 4m 时直接顶实现全面垮落，有效缩短了顶板垮落周期，显著降低了初采期间瓦斯治理难度，成功化解了瓦斯易超限的风险。该技术方案的应用的成功，为淮北矿区及同类突出危险区综采工作面初采期间老塘快速垮落提供了可靠的工程实践依据，具有重要的推广应用价值。

关 键 词： 初放；采煤工作面；深孔预裂；快速垮落

Research on the Rapid Collapse Technology of the old pond during the Initial Mining Period of the Double-burst Working Face

Xie Haijun

Linhuan Coal Mine, Huaibei Mining (Group) Co., LTD., Huaibei, Anhui 235000

Abstract： The 13th mining area of Linhuan Coal Mine is a prominent danger zone. The 9133 working face, as a key production working face in this mining area, has a measured maximum gas content of 8.24m³/t and a gas pressure of 1.7MPa. During the initial mining period, the roof of the old pit is difficult to collapse rapidly, which is prone to cause safety hazards such as excessive gas accumulation, seriously restricting the safe and efficient production of the mine. To solve this difficult problem, based on the geological conditions of the working face and the construction experience of adjacent working faces, an innovative comprehensive technical solution combining deep hole pre-cracking blasting, shallow hole blasting and hydraulic support disturbance of the roof was adopted. By optimizing blasting parameters, rationally arranging boreholes and standardizing construction procedures, the working face was directly roofed to achieve full collapse when it advanced to 4 meters, effectively shortening the roof collapse cycle, significantly reducing the difficulty of gas control during the initial mining period, and successfully defusing the risk of gas exceeding the limit. The successful application of this technical solution has provided a reliable engineering practice basis for the rapid collapse of old ponds during the initial mining period in the fully-mechanized mining faces of the Huaibei mining area and similar prominent danger zones, and has significant value for promotion and application.

Keywords： initial release; coal mining face; deep hole pre-cracking; rapid collapse

引言

9133综采工作面2024年6月18日开始撕帮回采，6月26日工作面推进4m时直接顶全部垮落。在9133工作面我们采取了深孔预裂配合浅孔爆破加支架扰动顶板等措施，并取得了较好的效果，工作面未出切眼直接顶全部垮落，将初采期间的瓦斯管理难度降到了最低，极大的缓解了本矿瓦斯治理被动局面，保证了工作面安全高效回采，不仅为国内外综采工作面快速初放提供了工程实践借鉴，也为淮北矿区同类条件下综采工作面初采期间老塘快速垮落积累了宝贵经验。

一、工作面位置及概况

9133工作面位于9煤层突出危险区，走向长臂采区式布置，走向530m、面长190m，平均煤厚2.16m，煤层倾角 $5 \sim 11^\circ$ ，切眼标高 $-467.0 \sim -508.5\text{m}$ 。工作面采用综合机械化采煤法，顶板管理方法为自然垮落法。工作面采高2.6m，最大控顶距5.1m，最小控顶距4.3m。机巷设计断面 17m^2 ，风巷设计断面 15.6m^2 。

工作面煤种为1/3JM，煤层厚度 $0.4 \sim 4.08\text{m}$ 。煤层赋存较稳定，结构复杂，普遍含1~2层夹矸，夹矸厚 $0.25 \sim 1.7\text{m}$ ，平均 0.5m ，局部受断层、褶曲影响煤层变薄，煤层倾角 $5 \sim 11^\circ$ ，平均 8° ；老顶为细砂岩，平均厚度 4.49m ；直接顶为粉砂岩，平均厚度 7.16m ；直接底为泥岩，平均厚度 2.31m ；老底为粉砂岩，平均厚度 13.82m 。根据巷道实际揭露资料、三维地震精细化解释和透射槽波成果，回采范围内发育断层12条，其中落差 $\geq 2\text{m}$ 的断层3条，分别为NDF17、F9133-7、F9133-11断层，落差分别为 2.5m 、 2.5m 、 2.3m ，对工作面回采及煤质有一定影响，其余9条断层落差均小于 2m ，对工作面回采影响不大；另外工作面切眼发育宽缓背斜9133-1、9133-2对工作面回采有一定影响。工作面透射槽波对巷道揭露的7条断层进行了修正，落差大于煤厚的3条CH-F3、CH-F4、CH-F7，其余落差均小于煤厚。

工作面内安装有MG550/1430WD采煤机、SGZ-800/2 \times 700刮板输送机、SZZ800/400型转载机和PLM3000型破碎机各一部，机巷安装DSJ100/100/2 \times 200型1部。工作面采用四川航天电液控制系统128架型号为ZZ8800/20/40型液压支架、下端头2架ZZ8800/20/40型液压支架进行控制；工作面两巷采用ZQL2 \times 5000/21/40型超前支架进行支护。

二、相邻工作面初采期间概况

与9133采煤工作面相邻的9131采煤工作面于2018年4月回采结束，该面初采期间未采取水力切顶和深孔爆破预裂等各类措施，工作面推出切眼后直接顶才逐步垮落，当工作面推进15m直接顶全部垮落，当工作面推进30m时初次来压，老顶逐渐垮落。

三、工作面初采时采取的各类措施

临涣煤矿在以往在采煤工作面初采前1067综采工作面采取水力压裂配合浅孔爆破措施，工作面推进12m时直接顶全部垮实、10116综采工作面初采前采取浅孔爆破措施，工作面推进6m时直接顶开始垮落，工作面推进20m时直接顶全部垮落，在以往临涣矿综采工作面初采时也采取各类措施，但最终效果不尽如人意。我们在9133工作面创新采用6500钻机进行施工深孔预裂爆破孔配合浅孔爆破及支架扰动顶板措施。

（一）深孔预裂爆破

切眼内设计两排共计34个深孔爆破切顶钻孔，根据顶板岩性探查结果，我们设计深孔钻孔直接穿过老顶进行爆破，切眼架前布置A孔19个，架后布置B孔13个，C孔2个；A孔眼距10m、眼深16m，B孔眼距10m、眼深30~38m，C孔眼深20m，钻孔采用钻机施工，孔径为75mm。两巷采用钻机施工深孔爆破切顶钻孔12个，其中机巷5个、风巷7个，孔径94mm，总孔深880m。

深孔预裂爆破技术通过在顶板岩层中形成预裂面，削弱顶板整体性，为后续垮落创造条件，该技术在坚硬顶板处理中已得到广泛应用^{[1][3][5]}。

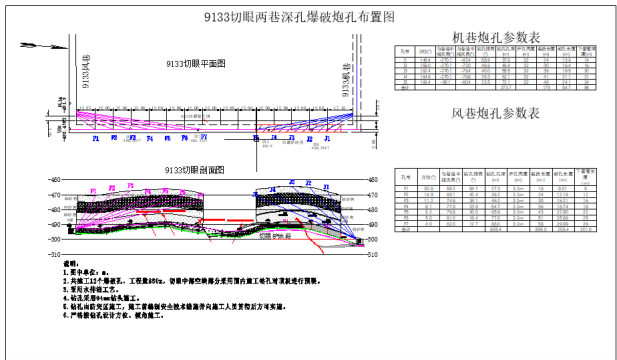


图1 9133切眼及两巷深孔爆破炮孔布置图

（二）浅孔预裂爆破

回采前浅孔欲裂切眼内共计380个炮孔（切眼内超高段不予施工），架前、架间各1排，架后2排，炮眼深 3.6m 、眼距 $2\sim 3\text{m}$ 、与顶板夹角 35° 。切眼上下出口连接处各设计爆破切顶孔18个、共计36个，炮眼深 3.6m 、与顶板夹角 45° 。

工作面回采后，每进1峒（ 0.7m ）后在煤壁侧（老塘侧不垮落或垮落效果差地段）施工一排爆破切顶，直至工作面直接顶全部垮落完毕。炮眼布置方式如下：眼位选在距离煤壁侧顶板 $0.5\sim 1.0\text{m}$ 处，自下向上沿工作面倾斜方向布置，一架布置一个炮眼，炮眼布置在支架架间，眼深 3.0m ，与顶板夹角为 75° ，采用正向装药，每眼装药3~4卷，封泥长度不得小于 1m 。两巷顶板预裂与工作面内同步进行，爆破参数相同。工作面所有锚索在安装期间支架调向时前全部退锚，个别无法退锚的，必须在锚索周围 0.5m 范围内施工爆破孔爆破，使其失去支护作用。浅孔预裂爆破作为深孔爆破的补充，可进一步细化顶板裂隙，提升垮落的均匀性^{[2][6][8]}。

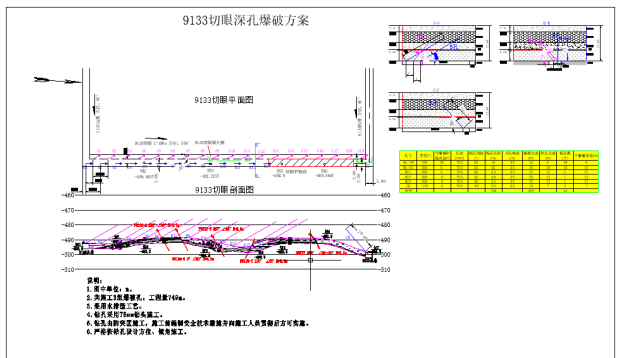


图2 9133切眼浅孔爆破炮孔布置图

（三）液压支架扰动顶板

工作面回采后，每进1峒（ 0.7m ）超前架拉过后，由跟班干部负责带着生产班支架工，采取液压支架扰动顶板，先降架将支架主梁与顶板脱离接触不超过 20mm ，然后迅速升起前后立柱，直至初撑力达到 35Mpa ，反复操作，单架3次升降为1循环。通过液压支架的机械扰动，可打破顶板的应力平衡，加速裂隙发育，促进顶板及时垮落^{[4][7]}。

四、初采前后通风管理

临涣煤矿为煤与瓦斯突出矿井，十三采取8（9）煤层为突出危险区，9133采煤工作面实测最大瓦斯含量、瓦斯压力分别为8.24m³/t、1.70MPa，采用底板穿层钻孔进行区域消突后残余瓦斯含量、残余瓦斯压力分别为4.52m³/t、0.19MPa；初采40m范围内掘进期间预测指标 Δh_2 、 S_{max} 分别为60Pa、3.2Kg/m。

9133工作面设计地面抽采井6口/3029m，抽采采空区及邻近煤层瓦斯，2# 钻井井径为D型，其他钻井井径为C+型，1# 井距切眼25m，1-6# 井距风巷50-60m，间距75-100m，钻井施工至9煤层顶板顶板上方5m左右岩层内。回采前1# 井完成施工并联网，具备抽采条件。

9133工作面设计定向长钻孔3个/1866m，抽采采空区及邻近煤层瓦斯，1#、3# 钻孔位于9煤层顶板10-19m砂岩层内，2# 钻孔位于7煤层顶板4-9m砂岩层内。钻孔距风巷分别为16m、36m、66m。

9133风巷设计5组斜交钻孔，工程量为1548m/25个，钻孔终孔位置分别位于工作面顶板2-12m处，钻孔采用“两堵一注”封孔工艺，下直径108mm铁质筛管，封孔深度不小于20m，对采空区瓦斯进行抽采。

9133机巷设计18个抽采钻孔，工程量为974m，钻孔终孔位置切眼高顶段，钻孔采用“两堵一注”封孔工艺，下直径108mm铁质筛管，封孔深度不小于20m，对高顶及顶煤瓦斯进行抽采。

9133风巷右帮安装1路10吋瓦斯抽采管路用于抽采斜交钻孔瓦斯，该管路作为老塘预埋抽采管路，初采前设置一路管路延接至切眼高顶区并留设站管，回采期间根据工作面瓦斯涌出量合理布置站管，9133风巷左帮安装1路10吋瓦斯抽采管路用于抽采高位定向长钻孔瓦斯，9133机巷安装1路10吋抽采管路，对切眼高顶段瓦斯进行抽采。

在双突工作面初采期间，瓦斯治理与顶板垮落控制需协同进行，通过优化通风系统、强化瓦斯抽采，可有效避免顶板垮落过程中瓦斯超限^{[4][9][10]}。

五、取得效果

9133采煤工作面初采时采取深孔预裂爆破孔配合浅孔爆破及支架扰动顶板措施，当工作面推进1峒时老塘内顶板出现离层、掉渣，当工作面推进2峒时工作面第10-20架、78-92架、100-114

架顶板逐渐开始垮落，当工作面推进3峒时工作面第8-46架、64-118架顶板逐渐开始垮落，当工作面推进4峒时3-60架、62-120架、124-127架顶板开始垮落，其中10-45架、80-118架已垮实，当工作面推进5峒时工作面除上、下隅角外均已垮实，当工作面推进6峒时，工作面总进尺4m，直接顶全部垮落。相比传统技术，该综合方案大幅缩短了顶板垮落距离，瓦斯浓度始终控制在安全范围内，实现了安全高效初采^{[5][6]}。

六、特色亮点

1. “学”的基础更加牢固。组织工作面初采管理人员及操作人员学习贯彻淮北矿业集团《关于加强工作面初采期间瓦斯管理的通知》文件要求与工作面初采安全管理措施，按照地面理论考，井下实操考的模式，确保关键岗位人员人人懂措施、会操作。

2. “严”的常态全面形成。严格落实初采安全管理清单，反向督导清单落实情况，利用每天工作面初采专题会对不落实的事和人严肃问责；严格执行“四级”跟班制度，监督现场措施落实，压实层级管理责任，构建齐抓共管格局。

3. “实”的导向鲜明树立。坚持问题导向，抓实各项措施落实。初采期间，专业系统领导以上率下，深入现场，全流程跟踪深孔预裂、强制放顶、退锚管理、通风系统及瓦斯管控工作，发现问题，现场解决，确保各项工作落到实处。

4. “新”的措施坚定坚决。坚决摆正安全与生产的关系，把安全工作抓在手上、放在心上、落在行动上。工作面每推进1峒将各项初采期间顶板扰动措施落到实处，缺项漏项严肃考核问责责任人。

七、结论

煤矿综采工作面初采期间顶板垮落与瓦斯治理是制约矿井安全高效生产的一大难题。以上述工程实例，9133工作面推进4m时，直接顶全部垮落，不仅为国内外综采工作面快速初放提供了工程实践借鉴，也为淮北矿区同类条件下综采工作面初采期间老塘快速垮落积累了宝贵经验。同时解决初采期间瓦斯易超限问题，极大的缓解了本矿瓦斯难治理的被动局面，为9133工作面安全高效回采提供了有力支撑。该综合技术方案通过多手段协同作用，实现了顶板快速垮落与瓦斯安全管控的双重目标，对同类突出危险区工作面具有重要的参考价值^{[8][10]}。

参考文献

- [1] 姬健帅, 李志华, 葛胜文, 程黎明. 坚硬顶板深孔预裂爆破强制初放技术研究 [J]. 矿业安全与环保, 2021(06): 34-39.
- [2] 赵红胜. 工作面初采顶板预裂爆破防治大面积悬顶技术应用 [J]. 山西化工, 2024(04): 199-200+205.
- [3] 刘桂璋, 许春宝, 薛雄飞. 综采工作面初采期间深孔预裂爆破强制放顶技术应用 [J]. 山东煤炭科技, 2022(05): 69-71.
- [4] 崔建峰. 突出煤层综采工作面初采期间瓦斯治理技术研究 [J]. 能源与节能, 2024(09): 153-155.
- [5] 王亚军, 张建国. 综采工作面深孔预裂爆破参数优化及应用 [J]. 煤炭工程, 2023, 55(02): 68-72.
- [6] 李刚, 张强. 浅孔爆破在工作面初采顶板垮落中的应用研究 [J]. 煤炭技术, 2022, 41(08): 118-120.
- [7] 陈晓光, 刘军. 液压支架扰动对顶板垮落影响的数值模拟分析 [J]. 煤矿机械, 2023, 44(05): 145-147.
- [8] 张宏涛, 李明. 突出矿井综采工作面初采期间顶板与瓦斯协同控制技术 [J]. 煤炭科学技术, 2022, 50(11): 156-162.
- [9] 吴天奇, 王磊. 双突工作面初采期老塘瓦斯积聚防治技术研究 [J]. 矿业工程研究, 2024, 39 (01): 45-50.
- [10] 孙晓峰, 赵亮. 坚硬顶板综采工作面快速垮落技术实践 [J]. 中国煤炭, 2023, 49 (07): 89-94.