综采工作面缩面开采实践

李俊杰，常进海
（开滦（集团）荆各庄矿业分公司，河北 唐山 063026）

摘 要： 针对开滦矿区煤炭资源匮乏、在边角余煤及地质条件复杂区域内布置不规则工作面越来越多的现状，在东欢坨矿 2087 和荆各庄矿 0091 两个综采工作面进行了不同缩面方式开采试验，通过合理工程组织，采取缩面收尾期间缩面段端头网、绳、梁超前创造条件及 2 种缩面方式下缩面端头相应空间加打木垛等措施加强缩面段端头顶板控制，解决了不规则综采工作面缩面端头顶板控制的技术难题。实践表明：综采工作面缩面开采，不论工程组织还是矿压显现，先拆后采方式均优于先采后拆方式，此实践可为以后的综采工作面缩面开采方式选择提供借鉴经验。

关键词： 缩面收尾工艺；缩面段端头顶板控制；缩面方式；矿压显现
中图分类号： TD822.1 **文献标志码：** A **文章编号：** 0253－2336（2011）02－0022－04

Practices on Face Width Shortening Coal Mining of Fully Mechanized Coal Mining Face

LI Jun-jie, CHANG Jin-hai
(*Jinggezhuang Coal Mining Branch, Kailuan Group, Tangshan* 063026, *China*)

Abstract: According to the coal resource shortages in Kailuan Mining Area and the status of more and more abnormal coal mining faces layout in the boundary corner seam and the geological condition complicated area, a trial mining with different face width shortening method was conducted in No. 2087 fully mechanized coal mining face of Donghuantuo Mine and No. 0091 fully mechanized coal mining face of Jingezhuang Mine. With the rational engineering organization, during the face width shortening terminal period, the steel mesh, wire and beam was applied to create the pilot conditions at the face width shortening ends and two face width shortening modes were applied to set the timber packs and other measures at the related spaces of the downward width shortening face end to reinforce the roof control at the end of the face width section and to solve the technical problems of the roof control at the face ends of the abnormal fully mechanized coal mining face. The practices showed that the fully mechanized coal mining face with the face width shortening mining, whatever the engineering organization or the mine pressure behaviors, the first removal and then mining mode would be better than the first mining and then removal mode. The practices could provid the references to the selection of the face width shortening mining mode for the fully mechanized coal mining face.

Key words: face terminal mining technique with face width shortening; roof control at face ends of shortening width face section; face width shortening method; mine pressure behavior

在矿井改扩建及生产过程中，为了增加工作面可采走向长度以及在工作面遇断层等地质构造情况下提高煤炭采出率、提高煤质，工作面常布置成对接或缩面回采。而综采工作面缩面开采，如何确保施工组织有序、保证缩面端头顶板控制，选择何种缩面方式确保缩面后安全顺利开采越来越受到重视。通过总结开滦矿区东欢坨矿 2087 工作面及荆各庄矿 0091 工作面的缩面开采实践经验，分析 2 个工作面的缩面特点并进行比较，以期为综采工作面缩面开采提供借鉴经验。

1 工作面概况

东欢坨矿 2087 工作面平均走向长 2 084 m，大工作面倾斜长 105 m，小工作面倾斜长 83 m。煤层厚度 1.60～3.60 m，平均 3.02 m，煤层倾角 18～24°，平均 20°，整个煤层比较稳定。伪顶为 0.71 m 深灰色粉砂岩，层理、节理均发育；直接顶为 3.69 m 灰白色粉砂岩，凝灰质胶结、遇水易膨胀软化；基本顶为 5.14 m 灰色细砂岩，致密均一、层理发育；直接底为 0.99 m 深灰色黏土岩，基本

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

底为 5.54 m 深灰色粉砂岩。工作面巷道均采用 10.4 m^2 金属拱形支架进行支护。采用走向长壁后退式综合机械化采煤法，工作面沿底板推进，一次采全高，自然垮落法管理顶板。工作面采用主要设备为 MG300/730 - QWD 型电牵引采煤机、ZY3600/20/45 型液压支架及 SGZ - 730/400 型中双链刮板输送机。

荆各庄矿 0091 工作面走向平均长度 1 050 m，大工作面倾斜长 111 m，小工作面倾斜长 59 m。煤层厚度 2.8 ~ 8.5 m，平均 7.1 m，煤层倾角 1 ~ 8°，平均 4°。基本顶为 14.94 m 砂岩；直接顶为 9.65 m 致密均一的黏土岩；直接底为 9.78 m 泥岩。地质条件较复杂，受断层影响，煤层厚度、产状及顶板条件变化较大。工作面巷道均采用 10.5 m^2 金属拱形支架支护。采用走向长壁后退式综合机械化采煤法，采高为 2.3 m。工作面采用主要设备为 MG - 375 型双滚筒采煤机、ZY3200/13/32 型液压支架及 SGZ - 730/320 型中双链刮板输送机。2087 和 0091 工作面布置如图 1 所示。

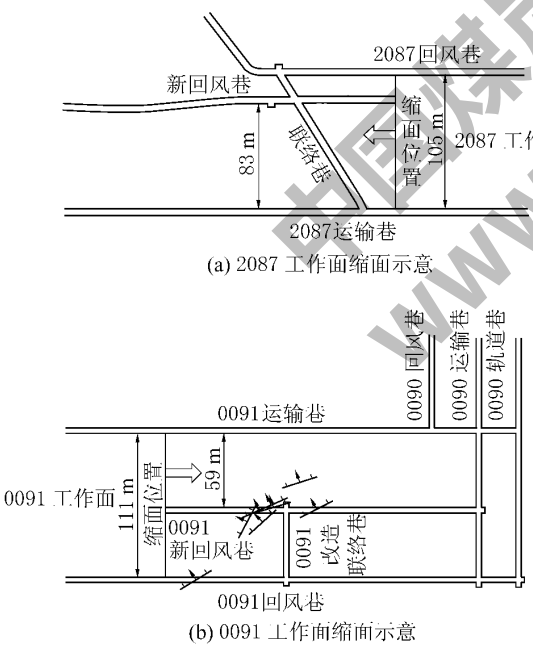


图 1　2087 和 0091 工作面布置

2　工作面缩面准备

为简化 2087 工作面系统，回收边角煤炭资源，增加可采走向长度，减少安拆工序，工作面在回采过程中，推采到联络巷前，开始施工掘进新回风巷，施工至预定位置后，巷道采用局部通风，等待工作面缩面收尾与新回风巷贯通。

由于 0091 工作面受落差 9 m 断层及伴生断层影响，为减少设备损坏，同时确保煤质稳定，避开地质构造变化段，工作面确定后，为分析断层影响范围及变化程度，立即开始施工改造联络巷及新回风巷。新回风巷也作为探巷，提供地质分析、回采可行性分析所需基础资料，同时作为缩面后工作面的回风巷。新回风巷施工至煤层正常位置后，将新回风巷密闭，待工作面推采至新回风巷以前将密闭启封，做缩面前准备工作，缩面段收尾至与新回风巷贯通。工作面缩面支架拆除后倒安装至改造联络巷，小面推采至改造联络巷后再进行工作面对接，然后继续回采。

3　缩面段收尾工艺

两工作面收尾工艺相同，首先确定缩面终采位置，回采工作面距新回风巷 20 m，须对新回风巷加强支护。随工作面推进，当回采工作面距预定停采位置（即缩面位置）12 m 时，工作面进入缩面收尾阶段，此时缩面侧出口改为使用 3.00 m × 0.15 m × 0.15 m 方木支护，并使用方木打 3 道托梁。

1）铺网。当工作面距预定停采位置 10 m 左右时，工作面缩面段沿支架梁端开始铺设双层金属网，网成鱼鳞状布置，2 层网沿走向错距 600 mm，倾向搭接长不小于 500 mm，网扣间距 80 ~ 160 mm，16 号铅丝双丝单扣。

2）挂钢丝绳。当双网进入工作面支架顶梁 1 m 时，梁前开始挂第 1 条钢丝绳，钢丝绳直径不小于 18.5 mm。钢丝绳从缩面侧出口挂至铺网段尽头，钢丝绳间距（500 ± 100）mm，钢丝绳用 16 号铅丝联接在网上，双丝单扣，扣距不大于 300 mm，钢丝绳一端在缩面侧出口的木板梁下固定，并用 8 号铅丝或绳卡子将绳头拴牢，铺绳不少于 12 条，并保证矸石无法进入工作面。

3）缩面位置端头顶板控制准备。当缩面收尾挂第 4 条钢丝绳时，在要回撤的第 1 组支架上方沿工作面倾向铺 3 m 长的 π 型钢梁或方木，间距 0.6 m，为下一步工作面推采或拆除创造条件。例如 2087 工作面在支架上铺设 π 型钢梁，其中在欲回撤的第 1 组支架（56 号支架）上搭放 1 m，在继续推采支架（54 号、55 号支架）上搭放 2 m；

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

0091 工作面上 π 型钢梁在欲回撤的第 1、2 组支架(41、42 号支架) 上搭放 2 m，在继续推采支架(40 号支架)，上搭放 1 m。

4) 铺设方木或 π 型钢梁。当工作面推至距缩面位置为 1.7 m 时，回采段按正常推采移架，缩面回撤段支架定位，停止移动，通过移动刮板输送机使机组割煤至缩面线。缩面段采用沿走向在支架上铺 3 m 方木 (2087 工作面) 或 3 m 的 π 型钢梁 (0091 工作面) 的方法控制顶板。停止移架割煤时，要及时伸出伸缩梁；一刀割完后，如果顶板较好，可直接降架，将方木或 π 型钢梁沿走向铺到支架顶梁上，1 组支架铺 2 根，沿倾向铺设要均匀；如顶板破碎，可先沿煤壁和倾向铺 3 m 方木控制好顶板后，再铺方木或 π 型钢梁。第 2 刀开始，将支架与刮板输送机分离，十字头和销轴保留在支架上，此时使用液压单体支柱或推移千斤顶前加短木柱的方法推移刮板输送机。随落煤随向前移方木或 π 型钢梁，每刀向前移一个截深距离，方木或 π 型钢梁端头必须顶至煤壁且垂直煤壁直到终采线。然后，将双层网改为单层网，在每块方木或 π 型钢梁的梁头贴帮柱。贴帮柱与支架回转梁端部走向间距不小于 1.7 m，方木或 π 型钢梁与支架主梁搭接不少于 400 mm，一梁一柱，贴帮柱采用 DW 系列 3.0 m 或 2.5 m 液压单体支柱，单体支柱顶端用 16 号铅丝与上顶支护材料拴牢，柱脚压住金属网。采至终采线后，缩面段刮板输送机用推移装置软连接方式将其拉回 0.5 m 左右，将机组停放在工作面回采段合适位置，以便回采段刮板输送机恢复运转后正常回采。缩面段支架定位收尾完成后，每架支架下方补打 2 根液压单体支柱或与支架相应高度的直径不小于 150 mm 的圆木，以防顶板来压造成支架高度降低。

5) 回撤出口抹角、绞车硐室。与正常收尾时做回撤出口抹角、绞车硐室相同。

以 2087 工作面收尾工艺为例，如图 2 所示。

4　缩面方式

2087 工作面缩面收尾后，工作面回采段继续推进，然后再对缩面段支架进行回撤。相关工程保障措施为提前对缩面段工作面通风系统进行改造，以便回采段工作面继续推进后，缩面段工作面及回风巷能及时供风；将工作面刮板输送机在交界处断开，拆除富余的中部槽、然后将原工作面刮板输送机机尾、过渡槽移至缩面段工作面的机尾位置，使刮板输送机正常运转；新回风巷用作工作面供电、供水、乳化液泵供液、轨道运输。缩面端头顶板控制，随工作面继续推进，当所留最上部支架 (55 号支架) 前移至离欲回撤第 1 组支架 (56 号支架) 1.2 m 的距离后，及时在所留支架铺设的 π 型钢梁下补打单体支柱；当达到 2.4 m 的距离时，及时在其下加打木垛，并将单体支柱替换出，随着回采工作面向前推进，随时加补木垛。在新回风巷回撤第 1、2 组支架前，用木垛替换单体支柱以维护回撤空间。2087 工作面缩面如图 3 所示。

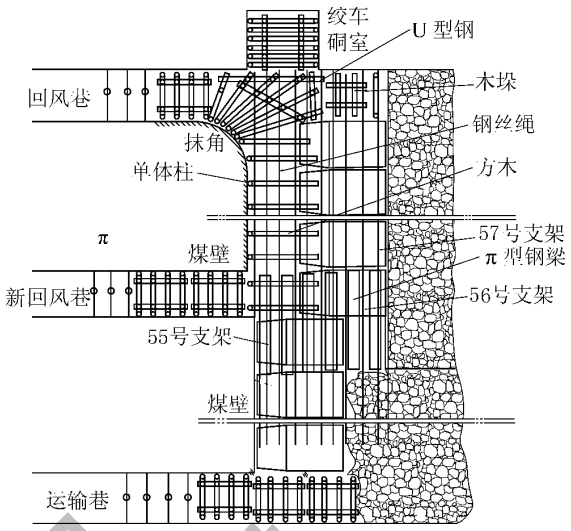


图 2　2087 工作面收尾工艺

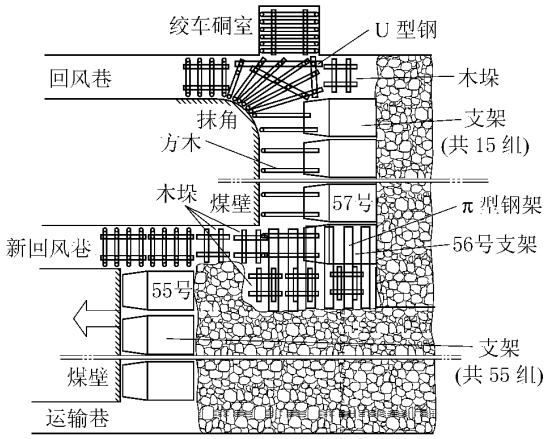


图 3　2087 工作面缩面示意

0091 工作面缩面收尾后，采取先拆除缩面段支架，然后回采段工作面再向前推采方式。相关施工保障措施为工作面回撤段提前准备通风设施；拆

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

除缩面段及缩面后刮板输送机尾预定位置中部槽；回撤缩面段支架，首先收回 41 号支架的前梁，用 3 m 的 π 型钢梁与 DW25 －25/100 型单体液压支柱配合支护，托住支架顶梁前上方所铺的 π 型钢梁，π 型钢梁顺采面方向布置，一端在支架前梁上，另一端在液压单体支柱上。缓慢降下 41 号支架的立柱，待露出前梁销时停止降柱，用 ø140 mm 以上的圆木将前梁支好，用 JH －14 型绞车配合人工操作把 41 号支架前梁销抽出，拆下的前梁及时运出。然后在 42 号支架顶梁上挂好导向轮，JH －14 绞车绳通过挂好的导向轮拴在 41 号支架的立柱上将其拉出。41 号支架拆除后，在支架架顶所铺的方木下按每块补打 3 根液压单体支柱，然后再用木垛替换采空区侧液压单体支柱。42、43 号支架的拆除方法和 41 号支架相同，42、43 号支架拆除后，第 41、42、43 号支架对应出口位置按正常工作面出口管理并加打托梁，采空区侧及新回风巷缩面侧加补木垛，为回采段工作面正式回采端口空间创造条件。0091 工作面缩面如图 4 所示。

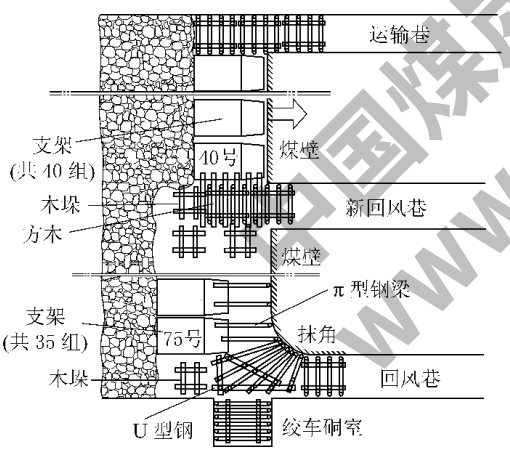


图 4　0091 工作面缩面示意

缩面段断路后需及时通风，其余支架按正常拆除工序进行。支架回撤期间，综采队负责恢复采面刮板输送机、新回风巷供电、供水、供液系统、轨道运输系统的完善，待拆除 10 组支架以后，回采段工作面新回风巷作为正式回风巷，开始正常回采推进。

5　两工作面缩面方式对比分析

虽然两工作面煤层赋存、顶底板特点、工作面支护所用架型有差异，但通过比较 2 种缩面方式效果，先拆后采方式要优于先采后拆方式。

2087 工作面采用先采后拆。从出煤时间上有所提前，但各准备工序非常紧张，不利于安全管理，而且从回采实践看，虽然在推采过程中，采取了加强回撤空间的顶板支护，但 56、57 号支架矿压显现非常明显，支架几乎被压死，给支架安全顺利拆除造成了较大困难。根据西德埃森采矿研究中心对回采空间周围应力分布进行的模拟研究表明，两相邻回采工作面相衔接的拐角处应力最高，应力集中系数可达 7，甚至更高。继续推采期间，2087 工作面缩面交点位置的压力显现印证了此理论。另外，在回采段推采过程中，随着采空区悬顶面积的不断扩大，顶板垮落亦对缩面段遗留支架造成冲击，尤其是正常回采段与缩面段交界处的支架影响最大，如 56、57 号支架。随着距回采段采空区距离的增加，影响逐渐减弱。

0091 工作面采用先拆后采，通过调整生产组织，减少了交叉作业时间，各准备工序可以有条不紊地进行。停产期间，整个工作面顶板压力相对比较稳定，缩面段回撤的前 3 组支架（41、42、43 号）相应位置，用木垛及液压单体支柱置换出来，随着支架的拆除，虽然顶板随之冒落，但冒落是一个缓慢过程，而且冒落面积较之回采相对小得多，对回采段遗留支架没有大的冲击。综采队 4 d 后开始推采，从缩面后回采效果看，新回风巷出口顶板非常稳定，回采段支架（40、39、38 号）没有出现支架立柱下缩现象。推采后，对准备区拆架范围顶板没有影响，准备区 7 d 完成了 35 组支架的拆除倒安装任务。

6　结　　语

1）工作面缩面开采是一个复杂的系统工程，各工序衔接非常紧密，方案确定后必须制定详细的工程安排，进行周密的生产组织，确保施工质量。

2）不论采取何种缩面方式，缩面段与回采段交界位置顶板控制都是缩面开采技术管理与生产管理的重点，如收尾联网、挂钢丝绳至回采段至少 5 组支架，交接位置支架顶梁上铺 3 m 方木或 π 型钢梁及推采后或拆除后支架相应空间加打木垛，为拆除或回采互创良好的顶板条件及工作空间。

3）综采工作面缩面开采的成功，扩大了不规则工作面综采方式，对于资源枯竭型矿井储量挖

（下转第 54 页）

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

干燥无水分掺杂，直至压力为 0 时仍有瓦斯涌出，且测压结果与矿方根据瓦斯地质资料推算的结果相近，因此认为测定的瓦斯压力数据结果是可靠的。

5 结　　语

用胶囊黏液封孔器封孔，压力稳定所需时间较短，能够快速测得煤层瓦斯压力。由于戊$_{10}$煤层透气性较差，此次测定过程用了 6 d 时间压力才稳定，但相比于其他封孔方法仍节省了一半左右的时间。现场的应用情况表明，在近距离煤层群条件下穿煤层测定瓦斯压力时，采用下长套管结合高压注浆技术处理钻孔，再用胶囊黏液封孔器封堵测压钻孔的工艺方法，能够很好地封堵穿煤层测压钻孔封孔段的裂隙和含水岩层的水系，防止钻孔煤孔段坍塌，并有效隔绝了邻近层与测压层的瓦斯沟通。该技术解决了近距离煤层群条件下穿煤层测定瓦斯压力出现的很多技术难题，能够快速、准确地测定煤层的瓦斯压力。

参考文献:

[1] 俞启香. 矿井瓦斯防治 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1992: 10 – 11.

[2] JIANG Cheng – lin. Fast Determination of Gas Pressure Before Coal Uncovering in Cross – cut and Shaft [J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2008, 18 (4): 494 – 499.

[3] 张超杰. 突出煤层危险区域划分的新方法研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2010: 25 – 26.

[4] 李晓伟. 复杂地质条件下石门及井筒揭煤突出危险性快速预测技术研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2009: 81 – 84.

[5] 解庆雪. 煤巷构筑岩石段法测定瓦斯压力技术研究 [D]. 徐州: 中国矿业大学, 2009: 81 – 84.

[6] 李　波, 李长松, 魏建平, 等. 套管带压固结封孔技术在瓦斯压力测定中的应用 [J]. 煤炭科学技术, 2009, 37 (3): 34 – 37.

[7] 高礼奎, 余德成. 煤层瓦斯压力实测方法的实践与认识 [J]. 矿业安全与环保, 2009, 30 (6): 57 – 59.

[8] 何书建, 张仁贵, 王　凯, 等. 新型封孔技术在煤层瓦斯压力测定中的应用 [J]. 煤炭科学技术, 2003, 31 (10): 33 – 35.

[9] 周世宁, 林柏泉. 煤层瓦斯赋存与流动理论 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999: 139 – 140.

[10] 杨晓亮, 古兴龙. 煤层瓦斯压力测定封孔新工艺 [J]. 中州煤炭, 2009 (3): 17 – 18.

[11] 殷　宏. 胶囊 – 压力黏液封孔测定煤层瓦斯压力技术应用 [J]. 煤, 2008, 17 (9): 12 – 13.

[12] AQ/T 1047—2007, 煤矿井下煤层瓦斯压力的直接测定方法 [S].

作者简介: 杨　洋 (1986—), 男, 安徽合肥人, 硕士研究生, 研究方向为煤与瓦斯突出防治。Tel: 13913451802, E – mail: yyangcumt@163.com

收稿日期: 2010 – 09 – 06; 责任编辑: 王晓珍

(上接第 25 页)

潜、地质复杂矿井工作面高效、提质提效、延长工作面可采期，减少安拆环节，提高煤炭资源采出率具有重要意义。

4) 通过两种缩面方式对比分析，为综采工作面以后的缩面开采提供了经验。4 d 成功拆除缩面支架，减少了交叉作业时间，缩面端头顶板稳定，确保了缩面后顺利继续回采。此缩面方式对于其他类似工作面缩面开采具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 钱鸣高, 刘听成. 矿山压力及其控制 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1991.

[2] 韦玉沛. 不等长综放工作面三角煤缩面回采技术 [J]. 煤炭科学技术, 2006, 34 (9): 20 – 22.

[3] 李普红, 刘　军. 复杂地质条件下综放面旋转缩面回采工艺 [J]. 煤炭科技, 2009 (1): 69 – 70.

[4] 顾怀宏, 王琼伟. 综采工作面缩面工艺的应用与实践 [J]. 西北煤炭, 2008, 6 (2): 26 – 27.

[5] 王世金, 宋海兵. “刀把式”不等长综放工作面快速缩面的技术实践 [J]. 能源技术与管理, 2008 (6): 60 – 61.

[6] 王永国, 刘鹏飞. 综放工作面的延面与缩面设计 [J]. 煤炭技术, 2003, 22 (9): 47 – 48.

[7] 宋佶和, 包寿胜. 综采放顶煤工作面缩面工艺 [J]. 煤矿开采, 2000, 5 (S): 30 – 33.

[8] 张成立, 鲁　展. 综采工作面缩面技术 [J]. 煤矿开采, 2000, 5 (2): 21 – 22.

[9] 王文政. 4302 综放工作面缩面工艺的实践 [C] //山东煤炭学会 2004 年度优秀学术论文集. 济南: 山东省科学技术协会, 2004: 255 – 257.

作者简介: 李俊杰 (1972—), 男, 河北三河人, 工程师, 工程硕士, 现任开滦 (集团) 荆各庄矿业分公司安全管理部主任工程师, 主要从事安全、生产技术管理工作。Tel: 0315 – 3043732, E – mail: lijj – 1211@163.com

收稿日期: 2010 – 09 – 12; 责任编辑: 张　扬

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net