

# Discussion on the Continuous Mining and Filling Mining Technology of a Well Industrial Coal Mine in Ordos, Inner Mongolia, China

Qiang Pang

Ningxia Xinhui Mine Exploration Design and Research Institute Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

## Abstract

Coal industry is an important basic industry in China and an important basis for energy security in China. Coal mining has a long history in China, and the coal mining technology is actively improved in the continuous exploration. Continuous mining and charging technology of coal mine is an advanced mining technology, which combines the two processes of continuous coal mining and filling, and realizes the dual goals of efficient mining and environmental protection of coal mine. Through the scientific planning and design, this process organically combines the coal mining operation and the filling operation together, forming a complete set of technological process flow. The mining process of a coal mine in Ordos, Inner Mongolia combines the process of continuous mining and filling, forming a complete set of process flow. The process selects advanced mining technology and equipment, which organically combines coal mining and filling operations, to achieve the dual goals of efficient mining and environmental protection.

## Keywords

coal mining; filling coal mining; continuous mining and filling process; gangue recycling

# 中国内蒙古鄂尔多斯某井工煤矿连采连充开采工艺探讨

庞强

宁夏鑫汇矿山勘查设计研究院有限公司, 中国·宁夏 银川 750000

## 摘要

煤炭产业是中国重要的基础产业,是中国能源安全保障的重要基础。煤矿开采在中国历史悠久,煤矿开采工艺在不断探索中积极提升。煤矿连采连充工艺是一种先进的开采技术,它结合了连续采煤和充填两个过程,实现了煤矿的高效开采和环境保护的双重目标。这种工艺通过科学的规划和设计,将采煤作业与充填作业有机地结合在一起,形成了一套完整的工艺流程。内蒙古鄂尔多斯某井工煤矿连采连充开采工艺,这种工艺结合了连续采煤和充填两个过程,形成了一套完整的工艺流程。该工艺选用先进的开采技术和设备,将采煤作业与充填作业有机地结合在一起,实现了高效开采和环境保护的双重目标。

## 关键词

煤矿开采; 充填采煤; 连采连充工艺; 矸石回收利用

## 1 引言

煤矿连采连充可以提高开采效率,提高经济效益,减少人力投入;该工艺可将污染环境的煤矸石全部回填到井下,实现绿色环保,并延长生产接续时限,提高经济效益。此外煤矿连采连充工艺还符合国家和内蒙古自治区的相关政策,享受资源税、环保税及企业增值税的减免政策。积极推广连采连充采煤工艺对中国煤炭开采事业意义重大。

## 2 煤矿概况

### 2.1 地形地貌

该煤矿地势总体为南部高,北部低,海拔标高一般

在 1425~1350m。最高点位于井田的东南角,海拔标高为 1424.20m;最低点在井田的西部,海拔标高为 1347.50m。最大海拔标高差 76.70m,一般相对高差 40m 左右。

井田属高原侵蚀性丘陵地貌,大部分地区为低矮山丘,新生界广泛分布,基岩零星出露,为荒漠~半荒漠地区,植被稀疏。井田内无常年地表径流,大气降水就地渗入地下,雨季大雨过后可形成短暂的表流,由东南向西北方向流出区外,汇入棋盘井沟,最终注入西部的黄河。煤矿连采连充可以提高开采效率,提高经济效益,减少人力投入,还可以降低对环境的影响:采用封闭式开采方式,有效减少煤尘和有害气体的排放,减轻对环境的影响。

煤矿连采连充工艺还符合国家和内蒙古自治区的相关政策,享受资源税、环保税及企业增值税的减免政策。此外,该工艺可将污染环境的煤矸石全部回填到井下,实现绿色环

【作者简介】庞强(1989-),男,回族,中国宁夏吴忠人,本科,助理工程师,从事煤矿开采研究。

保,并延长生产接续时限,提高经济效益。

## 2.2 气候特征

井田位于鄂尔多斯高原西部边缘,属干旱的温带高原大陆性气候,气候干燥,降雨量稀少,蒸发强烈。年平均气温 7.8℃~8.0℃,最高气温 39.4℃,最低气温 -32.6℃,年降水量为 54.19~357.6mm,平均 158.1mm,且主要集中在 7、8、9 三个月内,年总蒸发量 3132.1~3913.3mm,平均 3485.1mm,平均风速 3.1m/s,最大风速可达 24m/s。冻结期可达半年之久,最大冻土深度 1.24m。

## 2.3 矿井开拓方式

该矿井采用斜、立井综合开拓方式,布置有主斜井、副斜井、副立井和回风立井,4条井筒位于同一工业场地内,工业场地位于井田西北部边界附近。

主斜井倾角 20°,斜长 1120m,井口标高 +1367m,井底标高为 +1007m;副斜井倾角 6°,至 16 号煤层斜长为 4275m,井口标高为 +1367m,井底标高为 +1015m,副立井,井口标高 +1360m,井底标高 +989.5m 垂深 370.5m,副立井底车场布置有中央水泵房、水仓、井底煤仓等硐室;回风立井井口标高 +1359m,井底标高 +989.5m,垂深 369.5m。

井田划分为一个主水平和一个辅助水平,主水平开采 16 号煤层,辅助水平开采 9-1、9-2、10 号煤层。

## 2.4 通风方式

通风系统采用中央并列式,通风方法为机械抽出式,由主斜井、副立井、副斜井入风,回风立井回风。

## 3 连采连充开采工艺选用

### 3.1 开采工艺的选择

由于该煤矿排矸场地属于临时排矸场地,占地面积较大,堆积量巨大,每年矸石量不断增加,矸石处理问题十分严峻,给矿井矸石日常处理和后期治理增加极大费用,严重影响其正常生产、经营活动。矿方拟回收工业场地、国道公路、220kV 高压线、居民区、公墓、加油站等地区压覆资源和光缆、天然气管道保护煤柱以及边角资源。

矸石的处理及煤炭资源量的回收问题成为了该煤矿的难题,经过多方探讨、调研,通过固体充填采煤工艺可以一举两得。既可以解决矸石排放问题,大幅减少煤矿矸石外排甚至实现零排放,同时解放宝贵的“三下”压覆资源,提高矿井资源采出率,延长矿井服务年限。

### 3.2 开采方式的应用

在煤矿连采连充工艺中,采前准备是首要环节。在开始采煤作业之前,需要对矿区进行详细的勘探和规划,确定合理的采煤方法和充填方案。在采煤作业阶段,使用连续采煤机或掘进机进行煤层的切割和挖掘,通过运输设备将剥离的煤运出矿区。在充填作业阶段,利用重力或压力将充填材料填充到采空区中,实现对矿区地表的控制和环境保护。

矿井目前在 9 号煤层布置 1 个综采工作面,采用走向

长壁采煤法、综合机械化一次采全高采煤工艺、全部垮落法管理顶板。本矿井选煤厂每年产生约 45 万吨矸石。

根据连采连充开采工艺特点,按照常规的长壁工作面布置方法,选定一个试采区域,试采区域选定 9 煤层,9 煤层平均厚度为 5.48m。将选定的试采区域分成为 3 个充填工作面,每个工作面长度 70m,区域内工作面开采顺序为下行式开采,充填材料选用采出的矸石。

## 4 连采连充开采工艺简要介绍

### 4.1 连采连充开采

#### 4.1.1 开采、充填循环顺序

连采连充工作面支巷设计长度 70m,按照常规的长壁工作面布置形成工作面全风压通风和两个安全出口。

支巷、煤柱巷分层开采工作面布置使用两台综掘机。

根据相邻 9 煤层开采实际揭露情况,平均采高 5.48m。

支巷、煤柱巷开采均采用分层卧底的方式进行:第一次开采上分层高度 3.5m,第二次采用卧底的方式开采下分层高度 1.98m。

工作面回采采用跳采间隔充填的方式,先采奇数支巷,采完后对已采支巷下头进行封堵充填,待充填支巷强度稳定后开采偶数煤柱巷,采完后充填,全采全充。工作面连采连充生产循环示意如图 1 所示。

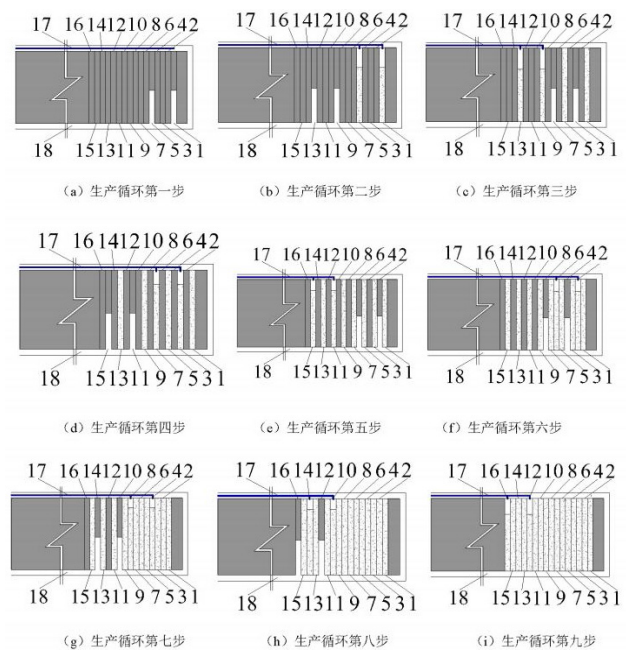


图 1 连采连充生产循环示意

支巷开口位于运输顺槽,开采方向由下至上(运输顺槽至回风顺槽),支巷长 70m,巷道宽 5.4m,支巷高度与煤层平均厚度保持一致。设计回采时采用跳采间隔充填的方式,即先采奇数支巷、留设偶数支巷作煤柱,待已采支巷充填完毕充填物稳定后,再由内向外开采偶数支巷(即奇数支巷间留设的煤柱),直到整个工作面回采充填完毕。

连采连充工作面需开采煤柱巷时,需对第一个煤柱巷两侧的充填体进行取芯实验,当强度都不低于4MPa时方可进行该煤柱巷的开采。连续对5条煤柱巷两侧充填体进行取芯实验,以此用来最终确定矸石与浆液的小时用量。随后随着工作面的开采每100米进行一次取芯实验<sup>[1]</sup>。

#### 4.1.2 充填工作面设备及配套设备设施

①综掘机(EBZ-160,160kW),数量2台,含智能远程控制。

②无反复支撑临时支护装置(ZLJ2×300/18/22),数量15架,采煤支巷。

③连续带式输送系统(运煤)(DLY80/40/5×22),数量1部,采煤支巷。

④煤矿用液压锚杆钻车(CMM1-10),数量2台,无。

⑤刮板输送机(SGB620-40T型,255kW),数量2台,无。

⑥运煤带式输送机(DSJ100/80/2×160型,2×160kW),数量1部,运输顺槽。

⑦液压支架搬运装置(BLY3-1.2,40kW),数量1辆,支架搬运。

⑧履带式支架搬运车(WCL3Y),数量1辆,支架前移。

⑨防爆装载机(ZL30EFB,75kW),数量1辆,无。

⑩支巷局部扇风机(FBD№6.3/2×30型,2×30kW),数量2台,采煤支巷。

⑪乳化液泵(BRW80/20,37kW),数量2台,两泵一箱。

⑫潜水泵(BQS50-150/2-45/N,45kW),数量3台,无。

⑬运矸带式输送机(DSJ100/80/2×160型,2×160kW),数量1部,回风顺槽。

⑭充填巷局部扇风机(FBD№6.3/2×22型,2×22kW),数量2台,充填支巷。

⑮连续带式输送系统(运矸)(DLY80/40/5×22),数量1部,充填支巷。

⑯运矸带式输送机(DSJ100/80/160型,160kW),数量1部,运输顺槽联络巷。

⑰运矸带式输送机(45kW),数量1台,措施巷。

⑱矸浆自动配比装置,无型号及规格,数量1套,充填支巷。

⑲充填智能控制系统,无型号及规格,数量1套,充填支巷。

⑳混料抛矸装置,无型号及规格,数量1套,充填支巷。

#### 4.2 连采连充充填系统

连采连充工作面的充填系统主要由两大系统构成:浆料输送和矸石输送系统。

矸石主要为洗选矸石,由洗煤厂通过汽车运至储矸场。水泥等充填材料通过罐车汽运,来自附近水泥厂及电厂。

浆料输送系统由制浆站、输浆孔及输浆管道组成。制浆站将水泥(42.5硅酸盐水泥)、专用添加剂及水通过一定配比搅拌后制成成品浆料,利用静压通过输浆管道输送至工作面各

充填支巷,通过专用混合装置与矸石充分混合进行充填<sup>[2]</sup>。

矸石输送系统由矸石储存场地、输矸孔上矸石给料带式输送机、输矸孔、输矸孔下矸石缓冲仓及井下运矸胶带输送机组成。储存场地矸石经给料胶带输送机通过输矸孔下送到矸石缓冲仓,再由井下运矸皮运带、连续带式输送系统进入待充填支巷内,通过专用混合装置与胶结料浆充分混合后进行充填。

地面制浆站采用制浆设施和设备集中布置,即将集料场、料仓、微机配比系统、搅拌系统、监测系统集中布置。

#### 4.3 连采连充工作面顶板管理

根据矿井9煤巷道的支护经验以及煤层赋存特征,上下顺槽、回采支巷及煤柱巷采用锚(索)网支护,即使用锚杆将顶板加固形成“组合梁”,并用锚索将其悬挂于较坚固的岩层中。

##### 4.3.1 临时支护

使用无反复支撑临时支护装置做临时支护。无反复支撑临时支护装置是一种交替循环临时支护装备,共设置15个无反复支撑临时支护装置(其中13个支撑顶板,2个循环备用),能够实现顶板无反复支撑。

##### 4.3.2 永久支护

①工作面运输顺槽方式。顶板采用锚网带支护,顶板布置6根锚杆,锚杆排间距1000×1000mm,锚杆规格:φ20×2400mm螺纹钢;顶板居中成对布置2根锚索,锚索排间距3000×2200mm,锚索规格:φ17.8×L8200mm。当顶板有裂隙、离层或顶板破碎时锚杆排距缩小至900mm并加强支护。

帮部采用锚网带支护,两帮各布置3根锚杆,锚杆规格:φ18×L2000mm的螺纹钢锚杆,锚杆排间距1000×1200mm。上方锚杆距顶板0.5m,两帮菱形网必须按规定连扣,连接牢固<sup>[3]</sup>。

②支巷和煤柱巷支护方式。支巷顶板采用锚网带支护,顶板布置5根锚杆,锚杆排间距1400×1300mm,锚杆规格:φ20×L2000mm螺纹钢;锚索居中成对布置,锚索排间距4200×2600mm,锚索规格:φ17.8×L4500mm,锚索眼打在锚杆支护两档之间。当顶板有裂隙、离层或顶板破碎时锚杆排距缩小至1200mm并加强支护。

支巷帮部采用锚网支护,支巷上分层两帮各布置3根锚杆,锚杆排间距1400×1200mm,锚杆规格:φ18×L2000mm玻璃钢,上方锚杆距顶板0.5m,两帮塑料网必须按规定连扣,连接牢固,帮锚支护数量根据支巷卧底高度而定。

煤柱巷两帮充填体强度大,不易片帮,同时支巷两帮的塑料网在煤柱巷开采后充当了煤柱巷护帮网,煤柱巷两帮不再进行支护。

#### 4.4 连采连充工作面通风系统

试采工作面采煤支巷开采时采用压入式局部风机供

风,贯通后采用全风压通风,贯通处使用带有专用调节风窗的控风风帘进行控风。开采期间除切眼外,有一条支巷实行全风压通风。

#### 4.5 连采连充工作面运输系统

##### 4.5.1 井下煤炭运输系统

综掘机割煤后,使用连续带式输送系统将煤转运至刮板运输机上,再转载至运输顺槽带式输送机进行出煤。

充填工作面综掘机→连续带式输送系统→刮板输送机→工作面运输顺槽运煤带式输送机→煤门运煤带式输送机→集中运输大巷带式输送机→集中运输大巷联络巷带式输送机→主井底煤仓→主斜井带式输送机→地面<sup>[4]</sup>。

##### 4.5.2 井下矸石运输系统

地面矸石储存场→输矸孔→矸石缓冲仓→输矸联络巷运矸带式输送机→措施巷运矸刮板输送机→工作面回风顺槽矸石带式输送机→充填支巷运矸连续带式输送系统。

##### 4.5.3 充填工作面辅助运输系统

副斜井→连采连充工作面辅运煤门→充填工作面。

#### 4.6 连采连充工作面生产能力

充填工作面生产能力计算:

①充填工作面参数的确定。

工作面长度:充填工作面长度 288m,采煤支巷长度 70m。

工作面采高:根据实际揭露情况,确定 9 号煤层充填工作面平均采高 5.48m。

②充填工作面生产能力。

工作面月生产能力按下式计算:

$$Q=V \cdot \gamma \cdot L \cdot N$$

式中:Q——连采工作面月产量,万吨;

V——连采工作面支巷断面面积,取 29.6m<sup>2</sup>;

γ——煤的容重,1.52t/m<sup>3</sup>;

L——工作面的支巷长度为 70m;

N——工作面月推进度为 71m;(每月可推采支巷、煤柱巷 13 条,巷道宽度 5.48m)

则工作面月生产能力:

$$Q=29.6 \times 1.52 \times 70 \times (71/5.4) = 4.1 \text{ (万 t)}$$

由以上进度计算,工作面月产量 4.1 万 t,年产(按每年 11 个月组织生产)量 11 × 4.1 = 45.1 万 t。

日充填矸石量计算:

充填工作面中充填体积等于支巷开采体积,支巷月开采充填矸石量可用以下公式计算:

$$V=L \times L1 \times \gamma \times h$$

式中:V——支巷工作面月充填矸石量,t;

L——支巷工作面月推进度,取 71m;

L1——支巷长度,取 70m;

γ——矸石的容重,1.8t/m<sup>3</sup>;

h——支巷采高,5.48m;

工作面月充填矸石量:

$$V=L \times L1 \times \gamma \times h=71 \times 70 \times 1.8 \times 5.48=49024 \text{ (t)}$$

按照充填物配备比例 矸石在充填物中占比不低于 85%,则:

工作面月所需充填矸石体积为:49024 × 0.85 = 41670 (t);

工作面日充填矸石量:1389 (t);

则每天消耗矸石 1389t,年消耗矸石 45.8 万 t。该煤矿年产出矸石约 45 万 t 左右,连采连充采煤法可将产生的矸石基本全部消耗。

## 5 结语

该煤矿井下连采连充采煤工艺由以上采煤系统及充填系统构成,采煤系统和充填系统分别为两套独立的系统,采煤系统包括回采支巷及煤炭运输,充填系统包括回采完毕后支巷的充填及充填物料的运输,两套系统分工明确、互不影响,同时平行作业,提高采煤及充填工作效率,实现“连采连充”“以充保采”“以充促采”的目的。

通过连采连充采煤工作面应用,既可以解决矸石排放问题,大幅减少煤矿矸石外排甚至实现零排放,同时解放宝贵的“三下”压覆资源,提高矿井资源采出率,延长矿井服务年限。

煤矿连采连充工艺具有以下技术特点:

采煤效率高:采用先进的采煤设备和工艺,能够实现煤层的连续切割和高效运输,提高了采煤效率。

地表破坏小:通过充填材料对采空区进行填充,能够有效地控制地表沉陷和变形,减小对环境的影响。

安全管理完善:通过科学的规划和技术手段,能够实现采煤和充填作业的安全管理,降低了事故发生的概率。

煤矿连采连充工艺具有广泛的应用前景。在各类煤矿中,无论是露天矿还是地下矿,都可以应用该工艺进行开采。随着环境保护意识的增强和矿产资源开采的不断推进,煤矿连采连充工艺的应用前景将更加广阔。

总之,煤矿连采连充工艺是一种先进的煤矿开采技术,具有采煤效率高、地表破坏小、安全管理完善等优点。随着科学技术的不断发展和应用,该工艺将在未来的煤矿开采领域中发挥越来越重要的作用。

## 参考文献

- [1] 赵阳.连采连充工艺在煤矿开采中的应用与展望[J].矿业工程,2020,18(4):48-51.
- [2] 马海波.基于连采连充工艺的煤矿自动化开采系统研究[J].煤矿机械,2021,42(2):6-9.
- [3] 张志强,王大鹏.基于连采连充工艺的绿色开采技术研究[J].煤炭科学技术,2020,48(7):9-13.
- [4] 常建军,王海波.基于连采连充工艺的井下排矸系统优化设计[J].中国矿业大学学报:自然科学版,2020(6):467-473.