

# 似膏体巷式充填采煤技术及应用

黄玉诚, 武 洋, 常 军

(中国矿业大学(北京), 北京 100083)

**摘要:**结合公格营子煤矿水体下压煤似膏体巷式充填开采的实践,介绍了似膏体充填材料的组成与配比及充填工艺流程,研究了巷式充填采煤的工作面布置方式、充填巷掘进充填顺序和支护方式、巷道充填工艺;分析了巷式充填开采的地表下沉和井下涌水控制效果及经济效益。实践表明,地表沉降得到有效控制,地表下沉系数仅为3.5%;井下涌水量由350 m<sup>3</sup>/h减小到150 m<sup>3</sup>/h,大幅改善了井下安全生产条件,可解放压煤量300万t。

**关键词:**似膏体充填;巷式充填;水体下采煤;巷道支护

**中图分类号:**TD823.7      **文献标志码:**A      **文章编号:**0253-2336(2014)01-0037-03

## Application and Technology of Coal Mining with Paste-like Roadway Backfill

HUANG Yu-cheng, WU Yang, CHANG Jun

(China University of Mining and Technology(Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract:** Combined with the mining practice with roadway paste-like backfill under water body in Gonggeyingzi Coal Mine, the composition and ratio of paste-like backfill materials and the backfill technique process were elaborated, the working face arrangement way of roadway paste-like backfill, the drivage backfill sequence and support pattern of backfill-roadway and the roadway backfill process were studied. In addition, with roadway backfill mining, the paper also analyzed the control effects and economic benefits of surface subsidence and underground water gushing. The practice indicated that the surface subsidence were effectively controlled, the subsidence coefficient was only 3.5%, the underground water inflow reduced to 150 m<sup>3</sup>/h from 350 m<sup>3</sup>/h, the coal mine production safety conditions had been greatly improved and three million tons of coal resources could be liberated.

**Key words:** paste-like backfill; roadway backfill; mining under water bodies; roadway support

## 0 引言

据统计,全国“三下”(即建筑物下、水体下、道路下)压煤约为140亿t。如何在不破坏环境的前提下,安全高效地开采“三下”压煤成为亟待解决的重大课题<sup>[1-3]</sup>。“三下”采煤中比较具有代表性的方法是条带开采与充填开采。相比之下,充填采煤法是既能控制开采沉陷又可提高资源采出率的有效方法,是解放“三下”压煤的有效途径,成为近年来煤矿绿色开采的一个重要方向<sup>[4-7]</sup>。巷式充填开采技术是金属矿常见的一种充填采矿方法<sup>[8]</sup>。近年来,

在我国煤矿也得到了越来越多的应用和发展,其主要工艺流程为:在规划区域采用掘进机依次掘进巷道,随采随支护,掘进后用充填材料充填巷道。与长壁式工作面充填开采相比,这种充填采煤方法具有投资小、工艺灵活、充填和采煤工序相互影响小等优势,比较适合局部充填开采<sup>[9]</sup>。公格营子煤矿位于内蒙古赤峰市,原设计采用垮落法管理顶板,留设了大量的防水煤柱<sup>[10-11]</sup>。为安全有效地开采水体下煤炭资源,延长矿井服务年限,公格营子煤矿采用似膏体充填采煤技术对水体下压煤进行开采<sup>[12-13]</sup>。采用充填法进行水体下采煤,不仅能提高煤炭采出

收稿日期:2013-08-02;责任编辑:张 扬      DOI:10.13199/j.cnki.est.2014.01.010

基金项目:中央高校基本科研业务专项基金资助项目(2010YZ03)

作者简介:黄玉诚(1966—),男,安徽巢湖人,教授,博士生导师,博士。Tel:13521235921, E-mail:hyc@cumtb.edu.cn

引用格式:黄玉诚,段仲捷,邵磊昌.似膏体巷式充填采煤技术及应用[J].煤炭科学技术,2013,42(1):37-39,54.

HUANG Yu-cheng, WU Yang, CHANG Jun. Application and Technology of Coal Mining with Paste-like Roadway Backfill [J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(1):37-39, 54.

率,而且能有效减小对水资源的破坏,保护地表环境,具有良好的经济、社会与生态效益,对矿区的可持续发展具有深远意义<sup>[14-15]</sup>。

## 1 工程概况

公格营子煤矿主采6号煤层为厚15 m的特厚煤层,倾角5°~14°,埋深120~150 m。井田东部有老哈河流过,表土层厚4~6 m,下为第四系冲洪积砂层,是厚度20~23 m的强含水层。在似膏体充填采煤技术应用的初期,采用了长壁式工作面分层充填工艺。工作面走向350 m,工作面长80 m,倾角12°,采高2.0 m,工作面充填步距为1.6~2.4 m。一采区第一、二分层充填开采实践表明,采用长壁工作面充填采煤工艺,存在以下突出问题:①支设充填挡浆模板工作量大、时间长、效率低,影响充填作业效率和工作面产量;②采空区充填后,料浆未凝固前,模板外侧的单体支柱不能撤出,无法进行下一轮的充填作业,因此,充填作业跟不上采煤速度。为了克服长壁工作面充填开采存在的问题,其后的充填采煤工艺改为巷式充填采煤工艺。

## 2 似膏体充填工艺

1)充填材料。公格营子煤矿似膏体充填开采中,采用普通水泥作为胶凝材料,骨料的选择应因地制宜,在满足充填要求的前提下尽量选取低价或废弃物料,以降低充填成本。骨料主要包括:粗骨料为粒度不大于20 mm的破碎煤矸石;细骨料主要选用电厂粉煤灰。充填料浆质量分数78%,材料配比(质量分数)为水泥4%、煤矸石52%、粉煤灰22%。

2)充填工艺。首先在地面充填站将碎煤矸石、粉煤灰、胶凝材料和水按设计配比用量经称料斗加入双卧轴搅拌机,经搅拌制成质量分数约78%的似膏体料浆;然后向充填泵受料斗下料,经充填泵加压,通过地面充填管路、充填钻孔、井下充填管路将似膏体料浆输送到井下充填工作面。充填工艺流程如图1所示。



图1 充填工艺流程

充填设计能力90 m<sup>3</sup>/h,充填制备站设在工业广场南侧东部,充填系统主要设备和设施有:双卧轴搅拌机1台,充填泵1台,胶凝材料仓1座,煤矸石仓1座,粉煤灰仓1座,配套钢结构1套。根据管路输送参数计算结果并考虑经济适用及井下安装方便,充填主管路选取内径为150 mm,壁厚12 mm的无缝钢管;充填支管道采用相同管径的钢丝缠绕乙烯管;工作面采用聚乙烯软管。

## 3 巷式充填采煤工艺

1)充填工作面布置。主采6号煤层为煤厚15 m的特厚煤层,采用上向分层开采,分层厚度3 m。工作面巷道由采区集中进回风巷引出,分别为区段运输平巷和区段回风平巷。工作面走向长度360 m,倾斜长度150 m,工作面布置如图2所示。

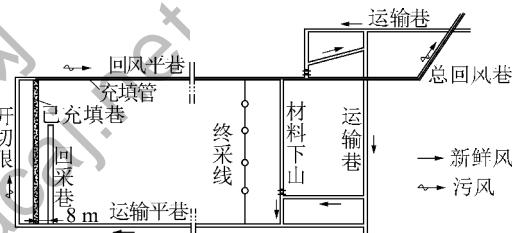


图2 工作面布置示意

工作面由运输平巷、回风平巷、开切眼、充填管路(设在回风巷)构成回采、通风、充填、运输各生产系统。采煤工艺采用巷式充填开采工艺,充填巷采用S100-A型掘进机进行截割采煤,掘进机后部挂接输送带,通过带式输送机将煤炭运出。掘进机由运输平巷沿倾斜方向向回风平巷掘进,与回风巷相通后,充填由回风平巷向下对已采巷道进行充填。运煤系统:充填巷掘进面→充填巷→区段运输平巷→运输巷。通风系统:运输巷→区段运输平巷→充填巷→开切眼→区段回风平巷。充填系统:总回风巷→区段回风平巷→充填巷。

2)充填巷断面形式及掘进充填顺序。综合考虑巷道施工工艺和生产效率,设计充填巷断面为拱形,巷道断面宽度4 m,高度3 m,其中椭圆拱高度1 m。充填巷采用木锚杆支护,锚杆长度1.6 m,直径40 mm,如图3所示。

充填巷掘进与充填顺序的合理布置主要考虑以下因素:①充填巷应交错掘进,已掘进巷道进行充填,其充填过程、料浆凝固及达到最终强度需要1个月,因此下一条巷道的掘进必须相隔一定距离;②前后掘进的2条巷道合理间距应考虑到煤(充填体)

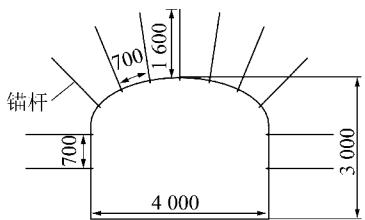


图3 充填巷断面

柱的稳定性和充填体的凝结时间。结合矿井地质生产资料,根据理论分析和充填施工实践,确定前后2条巷道的合理煤柱(充填体)宽度为8 m(图2)。充填巷掘进由开切眼侧向材料下山侧隔8 m煤柱逐次掘巷充填,至终采线完成第1次循环,其后在充填巷之间的煤柱中再进行第2、3次循环。

3)巷道充填工艺。待充填巷从运输平巷端掘进到回风平巷形成通路后,在充填巷靠近运输平巷及回风平巷处分别架设充填挡板。在回风平巷充填挡板接近巷道顶板处打孔,插入充填管。随后,在地面充填站制备似膏体料浆,通过泵送经充填钻孔、总回风巷、区段回风平巷向充填巷进行充填,巷道充填工艺如图4所示。该巷式充填工艺由于充填巷存在12°的倾角,巷道的充填率能够有效保证,而且充填作业和掘进采煤作业可以同时进行互不影响,工艺简单。

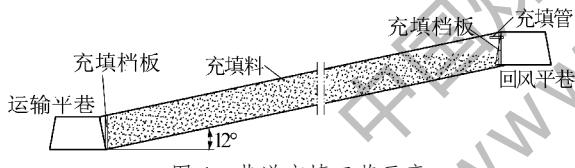


图4 巷道充填工艺示意

#### 4 技术经济分析

1)技术效果。在二采区2个分层的充填实践表明,采用似膏体巷式充填法,充填率达95%以上,充填体的强度和整体性良好,有效地控制了上覆岩层的移动和破坏,井下涌水量明显降低,由原来的350 m<sup>3</sup>/h减少到现在的150 m<sup>3</sup>/h,大幅改善了井下安全生产条件,节约了井下排水费用,实现了预期效果。为掌握似膏体巷式充填开采引起的地表移动变形规律,在二采区对应的地表布置了1条观测线。观测线长约为220 m,共布置12个观测点。对地表下沉进行了近18个月的观测。二采区6号煤层开采2个分层(共厚6 m)后,地表下沉观测结果见表1。观测结果表明,地表沉降得到较好的控制,地表下沉比较轻微。2个分层煤采用巷式充填开采后,地表最大下沉仅为209 mm,下沉系数约为3.5%。

表1 地表下沉观测结果

时间/ d	不同观测点的下沉量/mm											
	1号	2号	3号	4号	5号	6号	7号	8号	9号	10号	11号	12号
0	0	5	8	8	7	0	0	0	0	0	0	0
80	57	78	82	67	50	20	4	0	0	0	0	0
150	103	130	141	135	107	63	36	19	8	4	1	0
320	141	156	173	169	144	95	67	24	16	4	2	0
390	154	179	195	206	179	128	96	60	33	16	4	0
490	160	183	202	209	189	147	109	72	44	28	4	0

2)经济效益。经核算,吨煤成本净增充填费用42元。由于充填采煤法的实施,给企业带来明显的经济效益:①矿原设计的各种防水煤岩柱压煤量600万t,由于采空区实施了充填措施,预计可解放煤量300万t,可创产值6亿多元,利税2亿多元,经济效益显著。②采用采空区充填,有效地控制了井下的涌水量,节约排水费用600多万元/a。③该矿周围都是水浇农田,使用充填开采后,避免了治理煤矿塌陷和煤矸石占地,节约资金1亿多元,对农业的发展和生态环境保护也起到了积极作用。

#### 5 结语

似膏体巷式充填开采工艺灵活,采空区充填率高,可有效控制上覆岩层的沉降,从而实现水体下压煤资源的安全开采。似膏体充填应用于水体下采煤的技术和经济效果显著,为公格营子煤矿提高煤炭资源采出率,延长矿井服务年限,保护水体及地表村庄等建筑物开创了安全有效的采煤途径。充填开采能使地表沉陷得到有效控制,保护地表自然环境;减少了煤矸石长期堆存,避免了大气和地下水水质的环境污染,改善了矿区环境,实现了矿山绿色开采。

#### 参考文献:

- [1] 张华兴.对“三下”采煤技术未来的思考[J].煤矿开采,2011,16(1):1-3.
- [2] 徐法奎,李凤明.我国“三下”压煤及开采中若干问题浅析[J].煤炭经济研究,2005(5):26-27.
- [3] 钱鸣高,许家林.煤炭工业发展面临几个问题的讨论[J].采矿与安全工程学报,2006,23(2):127-132.
- [4] 郭惟嘉,张新国,史俊伟,等.煤矿充填法开采技术研究现状及应用前景[J].山东科技大学学报,2010,29(4):24-29.
- [5] HUANG Yu-cheng, FENG Rui-min, WANG Hong-pan, et al. The Coal Mining Mode of Paste-like Fill and Its Application Prospects [J]. Advances in Civil Engineering, 2011(4):3744-3748.

(下转第54页)