

开采技术与装备

神府矿区薄煤层自动化开采工艺探析

王 健

(天地科技股份有限公司 国内成套装备部, 北京 100013)

[摘 要] 神府矿区煤层埋深浅、开采条件好,但矿区开采煤层多,且多为薄及中厚偏薄煤层,制约了矿井规模。以三道沟煤矿为例,论述薄煤层自动化开采工艺在神府矿区实施的必要性及可行性,并在分析刨煤机综采、螺旋钻采和采煤机综采3种薄煤层采煤工艺基础上,结合相临矿井薄煤层开采经验推荐使用采煤机综采工艺及其设备选型配套,为矿区其他矿井薄煤层的开采提供参考。

[关键词] 神府矿区; 薄煤层; 自动化综采; 分采分运

[中图分类号] TD355.43 [文献标识码] B [文章编号] 1006-6225(2013)03-0030-03

Discussion of Thin Coal-seam Automated Mining Technique in Shenfu Mining Area

1 神府矿区概况

神府矿区煤层埋深浅、开采条件好,煤质优良,属于13个国家煤炭规划基地中神东基地的主力矿区之一。矿区共有煤炭地质资源量27.82Gt,可采储量18.56Gt。其中,煤层厚度 $<1.8\text{m}$ 的薄及中厚偏薄煤层可采储量约为4.6Gt。矿区主要可采煤层9层,分别为 $1^{-2\pm}$, 1^{-2} , $2^{-2\pm}$, 2^{-2} , 3^{-1} , 4^{-2} , 4^{-3} , 5^{-1} , 5^{-2} 层煤,除 5^{-2} 层煤为特厚煤层外,其余可采煤层以薄及中厚煤层为主。

矿区煤的特低灰、特低硫、高热值远近闻名,是少有的环保型洁净煤,在国际市场和沿海地区具有很强的竞争力,是主要的外运商品煤矿区。

区内现建有大柳塔、活鸡兔、榆家梁、柠条塔、何家塔、三道沟、南梁、海湾、杨伙盘等一批大型、特大型现代化矿井,另有青龙寺、郭家湾、沙沟岔等在建矿井,矿区规划产能约262Mt/a。

矿区煤层厚度稳定、近水平、瓦斯含量低、涌水量小、地质及水文地质条件简单,具有得天独厚的赋存条件及开采技术条件。但由于上部煤层以薄及中厚煤层为主,压覆了下部主采的 5^{-2} 层煤,制约了矿井的生产能力。以矿区南部的三道沟煤矿为例,该煤矿可采 4^{-3} , 4^{-4} , $5^{-2\pm}$, 5^{-2} 号煤层,目前正在开采 5^{-2} 煤层,其上方赋存的 4^{-3} , 4^{-4} 煤层为薄煤层,尚未开采,造成了部分资源破坏。全矿 4^{-3} , 4^{-4} 煤层地质资源量合计为390Mt,如不进行开采,势必造成大量资源浪费。为此,本文以三道沟煤矿薄煤层为例,论述薄煤层自动化开采工艺在矿区实施的必要性及可行性,并对工作面设备进行

了选型,为矿区其他矿井薄煤层的开采提供参考。

2 三道沟井田概况与薄煤层开采分析

2.1 矿井及煤层赋存状况

三道沟井田东西走向长17.7~20.7km,南北宽8.6~10.8km,面积214.3km²,矿井设计生产能力9.00Mt/a。共含可采煤层8层,自上而下分别为 2^{-2} , 3^{-1} , 3^{-2} , 3^{-3} , 4^{-3} , 4^{-4} , $5^{-2\pm}$, 5^{-2} 号煤层。其中 2^{-2} , 3^{-1} , 3^{-2} , 3^{-3} 已划归地方开采,本矿井开采 4^{-3} , 4^{-4} , $5^{-2\pm}$, 5^{-2} 号煤层,地质资源量合计为1.583Gt。其中 5^{-2} 煤层为全区可采的厚煤层,该煤层平均厚度为4.97m,合并后的 5^{-2} 煤层厚度一般大于6m; 4^{-3} , 4^{-4} 为薄煤层,赋存于井田西部, 4^{-3} 煤层厚0.80~1.61m,平均1.17m, 4^{-4} 煤层厚0.80~1.47m,平均1.09m; $5^{-2\pm}$ 煤层为 5^{-2} 煤层上分岔,赋存于井田东部,平均厚度1.91m。4层煤层间距自上而下分别为13.88m, 14.24m和18.97m。

煤层顶板以泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩为主,次为中、细粒砂岩和炭质泥岩。底板以泥岩、粉砂质泥岩为主,次为泥质粉砂岩、炭质泥岩和中、细粒砂岩。

井田瓦斯含量低,地质构造简单,为倾角1~3°的单斜构造,未发现断层及褶皱构造。

4^{-3} 煤可采总面积181.40km²,地质资源量为230Mt,可采储量为160Mt; 4^{-4} 煤可采总面积116.46km²,地质资源量为160Mt,可采储量为100Mt。

2.2 薄煤层开采必要性

[收稿日期] 2013-01-20

[作者简介] 王 健(1981-),男,山东淄博人,工程师,现主要从事煤矿机械及自动化系统的研究与开发管理工作。

(1) 矿井达产的需要。三道沟煤矿设计生产能力为 9.0Mt/a, 设计厚薄搭配开采, 由于 4^{-3} , 4^{-4} 薄煤层不具备上行开采的条件, 根据国家能源产业政策, 应先期开采上覆的 4^{-3} , 4^{-4} 薄煤层, 以尽快解放 5^{-2} 号煤层。

(2) 节约能源, 可持续发展的需要。

(3) 提高资源采出率, 延长矿井服务年限。

(4) 提高经济效益^[1]。

2.3 薄煤层开采工艺

(1) 采煤工艺选择 适宜 4^{-3} , 4^{-4} 号煤层的采煤工艺有: 刨煤机综采、螺旋钻采和采煤机综采。

刨煤机综采适于开采厚度较薄、硬度较低且地质构造简单的煤层, 其主要优点: 采煤工艺简单, 开机率高, 安全性好; 刨头结构简单, 维护方便, 便于实现无人工作面; 采出的块煤率高, 工作面煤尘量少。主要缺点: 对地质构造及煤层厚度变化适应性差; 煤层硬度不能太大; 国产设备尚不稳定, 进口设备投资高, 备品备件供货周期长, 价格高^[2-3]。

螺旋钻采广泛应用于开采围岩较稳定的薄煤层和极薄煤层, 并且可以用来开采边角煤、三下压煤和回收各种煤柱。主要优点: 采高更低; 投资比薄煤层综采投资降低约 50%; 安全性好, 实现无人工作面。主要缺点: 效率低; 采出率低^[4-5]。

采煤机综采的主要优点: 适应性强, 可适用于各种煤层硬度、厚度、构造等变化情况; 可以实现自动斜切进刀; 可实现喷雾降低煤尘; 破岩能力强。主要缺点: 工艺较复杂, 实现无人工作面困难大; 最低开采高度较大^[6-7]。

三道沟煤矿为特大型矿井, 采煤工艺选择的主要原则是推进速度要快, 以解放 5^{-2} 煤层。螺旋钻采采煤工艺单台钻机推进速度慢, 需要多台设备同时开采, 占用人员多, 效率低, 工作面接续困难^[8], 不适用本矿井; 4^{-3} , 4^{-4} 煤硬度大, $f=3 \sim 4$ 。由于煤层过硬对刨煤机刨头强度要求较高, 目前国内刨煤机开采类似硬度煤层没有先例, 现有设备适应性问题需要进一步研究。采煤机综采能够适应三道沟煤层煤质较硬的特点, 且本矿区已有中厚偏薄煤层自动化综采成功经验, 因此, 推荐采用该采煤工艺。

本矿井 4^{-3} , 4^{-4} 煤层开采条件与区内榆家梁煤矿、哈拉沟煤矿和石圪台煤矿相似, 只是煤层厚度更薄, 但通过设备重新选型, 完全能够实现自动化综采。

(2) 自动化综采工作面设备选型 根据前面论述, 三道沟煤矿对于薄煤层工作面要求安全高效、快速推进, 因此需要提高工作面自动化程度。综采工作面自动化系统是以工作面监控中心为核心, 集支架电液控制、综采设备智能自动化控制系统、集成供液、视频监控、喷雾降尘、通讯于一体, 对综采工作面的液压支架、采煤机、刮板输送机、转载机、破碎机、工作面巷道胶带输送机、电气开关、泵站等设备进行集中自动化控制, 确保各设备协调、连续、高效、安全运行。以实现综采工作面生产过程自动化、采煤智能化、管理信息化以及操作的少人化甚至无人化为目标^[8]。

综合应用控制、以太网、无线、视频、音频、通信、液压等技术应用于综采面。实现在采煤生产过程中以采煤机记忆割煤为主, 人工远程干预为辅; 以液压支架跟随采煤机自动动作为主, 人工远程干预为辅; 以综采运输设备集中自动化控制为主, 就地控制为辅; 以综采设备智能感知为主, 视频监控为辅。即“以工作面自动控制为主, 监控中心远程干预控制为辅”的工作自动化生产模式, 实现“无人跟机作业, 有人安全值守”的开采理念, 在采煤过程中以工作面无人^[10]为选型原则。

自动化控制系统组成: 工作面巷道操作平台; 通讯系统有无线通讯系统、有线通讯系统、专用通讯系统; 综采工作面输送设备工况实时监测系统; 动力中心数据监控系统; 泵站控制及供液监控系统; 视频监控平台; 地面操作平台; 三机联动控制软件、综采面采高与底板检测软件、支架电液系统的数据通讯驱动软件、视频监控软件等。

根据国内设备现状, 结合矿区煤层开采条件, 三道沟煤矿自动化综采工作面主要设备选用天地科技股份有限公司薄煤层成套装备, 设备选型结果见表 1。

2.4 采掘比

薄煤层综采采掘比例大、掘进率高, 采掘接替紧张。为保证工作面正常接续, 设计每个自动化综采工作面配备 2 套大功率半煤岩掘进机组, 掘进机为 EBH315TY 型半煤岩掘进机, 煤矸不分装, 掘进煤直接进入地面选煤厂。

2.5 薄煤层分采分运及洗选

受煤层厚度限制, 4^{-3} , 4^{-4} 煤层开采的顶板混矸将增加原煤灰分; 同时, 4^{-3} , 4^{-4} , 5^{-2} 号煤层的开拓、回采巷道以半煤岩巷道为主, 进入煤流系统也将增加原煤灰分, 因此, 这部分原煤需要和 5^{-2} 号煤层的主系统实行分采分运。设计考虑利用

表 1 采煤工作面主要装备

设备名称	型号及规格	数量
采煤机/台	MG720/710-WD1, 截深 800mm, 牵引速度 0~12m/min, 采高 1.2~2.1m, 功率 710kW, 配备记忆割煤及遥控	1
掩护式液压支架/架	ZY9750/10/19, 配套 PM32 电液控制系统, 支持自动移架功能	180
端头液压支架/架	与上述掩护式支架相配套	5
可弯曲刮板输送机/台	SGZ764/630, 运输能力 1000t/h	1
刮板转载机/台	SZZ1000/375, 运输能力 1000t/h	1
破碎机/台	PCM110 型, 破碎能力 1000t/h, 功率 110kW, 电压 1140V	1
可伸缩胶带输送机/台	SSJ1000/2×110, 带宽 1000mm, 长度 3500m, 输送能力 1000t/h, 功率 2×110kW, 电压 1140V	1
自动化控制系统/套	支架电液控制系统、采煤机控制系统、三机集控系统、视频监控、喷雾降尘系统、集成供水系统等子系统组成	1

原有措施斜井作为薄煤层的运煤斜井,并在措施斜井地面建设洗煤厂。

2.6 经济效益

(1) 工作面投资估算: 工作面设备投资 7800 万元, 自动化控制系统投资 1200 万元, 共投资 9000 万元。

(2) 生产成本及售价: 根据对直接生产成本的预算并参照矿区生产矿井吨煤生产成本。煤炭直接成本为 65 元/t, 销售及其他成本按 20 元/t (估算), 完全成本为 140 元/t。工作面年产量按 1.50Mt, 原煤综合售价按 300 元/t, 年销售收入 4.5 亿元, 年利润总额 2.4 亿元。

(上接 62 页)

950mm 和 745mm。

上述观测结果说明由于 1412 (1) 综采面轨道巷提高了巷道初始支护强度, 有效地控制住了巷道围岩初期变形和破坏, 掘进期间巷道围岩表面位移较小。

6 结论

(1) 顶板锚索与槽钢梁、顶板锚杆与 M 型钢带组合而成的整体支护结构有利于防止顶板垮落和保证巷道支护安全; 巷帮锚杆与 M 型钢带组合而成的水平组合护帮结构有利于防止片帮和实现巷帮及时支护, 张集矿 1412 (1) 典型沿空巷道所采用的锚索网支护形式是合理的, 所选用的主要技术参数是安全的, 试验研究的锚索网支护形式及其主要技术参数可在类似条件的巷道中推广应用。

3 结论

矿区内薄煤层资源条件优越, 地质构造简单, 煤层赋存稳定, 储量丰富, 适宜采用薄煤层自动化综采工艺, 地面建设选煤厂, 有条件时可分采分运, 能够实现薄煤层的快速推进, 充分解放下部的厚煤层, 既提高了资源采出率, 满足了国家政策, 又能创造良好的经济效益和社会效益。

[参考文献]

- [1] 田成金. 薄煤层自动化工作面关键技术现状与展望 [J]. 煤炭科学技术, 2011, 39 (8): 83-86.
- [2] 李建平, 杜长龙, 张永忠. 我国薄与极薄煤层开采设备的现状和发展趋势 [J]. 煤炭科学技术, 2005 (6): 65-67.
- [3] 王永志, 张鸿斌. 薄煤层刨煤机回采技术实践 [J]. 煤矿开采, 2008, 13 (5): 35-37.
- [4] 董书满, 潘庆林. 国产薄煤层综采设备开采技术浅议 [J]. 江西煤炭科技, 2008 (1): 41, 70.
- [5] 冯庆全, 宋天成, 王振坤. 薄煤层综合机械化成套设备的研制与实践 [J]. 山东煤炭科技, 2004 (4): 1-2.
- [6] 梁洪光. 薄煤层综采技术发展现状 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (1): 9-11.
- [7] 江卫, 王明南. 薄煤层综采设备的研制及工艺参数优化 [J]. 中国煤炭, 2004 (11): 32-34.
- [8] 孔祥喜. 淮南矿区薄煤层开采方法的探索 [J]. 煤炭技术, 2007 (12): 65-66.
- [9] 高士岗. 薄煤层自动化无人工作面开采 [J]. 科技信息, 2009 (33): 355.
- [10] 梁和平. 开滦矿区薄煤层开采技术发展与实践 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (2): 1-2.

[责任编辑: 邹正立]

(2) 1412 (1) 沿空巷道数值模拟结果揭示出的掘进期间巷道围岩变形规律, 与现场实测结果相吻合, 表明数值模拟可以很好地指导现场实践。

[参考文献]

- [1] 柏建彪. 沿空掘巷围岩控制 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2006.
- [2] 谢文兵, 郑百生. 采矿工程问题数值模拟研究与分析 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2005.
- [3] 王卫军, 侯朝炯, 李学华. 基本顶给定变形下综放沿空掘巷合理定位分析 [J]. 湘潭矿业学院学报, 2001, 16 (2).
- [4] 陈晓祥, 谢文兵, 荆升国, 等. 数值模拟研究中采动岩体力学参数的确定 [J]. 采矿与安全工程学报, 2006, 23 (3): 341-345.
- [5] 侯朝炯, 郭励生, 勾攀峰, 等. 煤巷锚杆支护 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.

[责任编辑: 林健]