

经济技术管理

神东集团煤炭资源高效回收经验分析

任仰辉^{1,2}, 李瑞峰², 杨青², 邢相²

(1. 中国矿业大学(北京)资源与安全工程学院, 北京 100083; 2. 神华科学技术研究院有限责任公司, 北京 100211)

[摘要] 针对我国煤炭产业发展水平极不均衡, 东北、华南等地区煤矿生产效率和资源回收率较低, 且安全事故高发, 而晋陕蒙宁甘区域煤矿生产效率、资源回收率和安全生产水平较高等的情况, 总结分析了神东集团主要煤矿各项高效回收指标情况, 提炼了其煤炭高效回收的典型经验, 以期为类似条件矿区推广神东经验, 提高煤炭高效回收水平提供借鉴。

[关键词] 神东集团; 煤炭资源; 高效回收经验

[中图分类号] TD9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2017) 06-0100-04

Analysis of Shendong Group Coal Resources High Effectively Recycle Experience

REN Yang-hui^{1,2}, LI Rui-feng², YANG Qing², Xing xiang²

(1. Resource and Safety Engineering School, China University of Mining Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. Shenhua Science Technology Research Institute Co., Ltd., Beijing 100211, China)

Abstract: Coal industrial development level utmost disproportion in domestic, coal mine production efficiency and resources recovery were low in Northeast part and China south and so on, security incidents occurred frequently, but production effectively, resource recycle ratio and safety production level were high in Shanxi, Shaanxi, Mongolia, Ningxia, Gansu and so on, all kinds of high effectively recycle indexes in the main coal mine of Shendong group were summarized and analyzed, and the typical experience of coal resources high effectively recycle was summarized also, it references for mine district with similar situation.

Key words: Shendong group, coal resources; high effectively recycle experience

2016年全球煤炭产量约7.374Gt^[1], 其中我国煤炭产量为3.41Gt, 占全球的46.2%。一方面, 我国一次能源禀赋特征为“贫油、少气、相对富煤”, 煤炭在我国能源结构中仍将长期占据主导地位。2016年我国煤炭消费量占能源消费总量的62%, 根据《能源发展“十三五”规划》, 到2020年我国煤炭消费比重降低到58%以下^[2], 而根据预测, 到2030年, 我国煤炭消费比重仍将在50%左右; 另一方面, 我国不同地区、不同规模的企业, 煤炭资源回收水平差异较大。东北、华南等地区煤炭产量仅占全国的16%, 区内大量小煤矿开采工艺落后, 生产效率和资源回收率均偏低, 资源浪费严重, 安全事故高发^[3]; 而晋陕蒙宁甘区域煤炭产量占到全国的70%以上, 特别是陕北以及内蒙古中部的大型煤炭企业, 其机械化程度、生产效率、资源回收率以及安全生产水平等指标与美国、澳大利亚等发达产煤国家水平基本相当。本文以神东煤炭集团为实证案例, 深入分析其煤炭资源高效回收的典型技术与方法, 以期在条件相似矿区推广其先进经验, 提高煤炭资源高效回收水平, 促

进煤炭行业转型升级。

1 概况

神东集团煤炭总产能接近0.2Gt, 占神华集团煤炭总产能的50%, 是神华集团煤、电、油、运一体化产业链的源头和重要组成部分。

神东矿区开发建设以来, 始终坚持安全高效的生产建设方针, 累计生产原煤2Gt, 百万吨死亡率控制在0.03以下, 多次实现生产亿吨煤炭零死亡, 企业安全、生产、技术主要指标达到国内第一、世界领先水平。2007—2016年神东集团原煤产量如图1所示, 2007—2016年全国及神东集团原煤生产百万吨死亡率如表1所示^[4-6]。

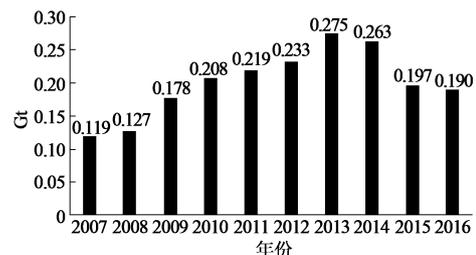


图1 2007—2016年神东集团原煤产量

[收稿日期] 2017-09-22

[基金项目] 中国工程院重点咨询项目(2015-XZ-15)

[作者简介] 任仰辉(1984-), 男, 山东郓城人, 高级工程师, 博士研究生, 主要从事煤矿技术经济评估、煤矿安全等方面的研究工作。

[引用格式] 任仰辉, 李瑞峰, 杨青, 等. 神东集团煤炭资源高效回收经验分析[J]. 煤矿开采, 2017, 22(6): 100-103.

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2017.06.025

表1 2007-2016年全国及神东集团百万吨死亡率

人/百万吨	年份									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
全国平均	1.485	1.182	0.892	0.783	0.564	0.374	0.293	0.25	0.162	0.156
神东集团	0.008	0	0.016	0.015	0.026	0.004	0.014	0.004	0.001	0

2 煤炭资源条件

2.1 矿区自然地理条件

神东矿区位于内蒙古西南部、陕西、山西北部,公司所属矿井井田面积共1278.8km²。矿区地处毛乌素沙地和黄土高原的过渡区,西北部为固定和半固定沙丘地貌,东南部为黄土丘陵沟壑地貌,植被稀疏,平均海拔约1130m,属于典型的半干旱大陆性气候,干旱少雨,蒸发量大,年平均降雨量约400mm,年平均蒸发量约1965mm。

2.2 开采技术条件

2.2.1 煤层赋存

神东中心矿区属神府东胜煤田,主要含煤地层是侏罗系中下统延安组,由陆相碎屑岩沉积而成,煤层分叉、合并、尖灭频繁出现。区内主要可采煤层包括12上,12,22上,22,31,42,43,52上,52共9层。上层煤埋藏深度一般为50~150m,覆盖层主要为第四系松散层和白垩-侏罗系基岩,12上煤至52煤层间距一般为170m。矿区内煤层

倾角在0~5°,地质构造及水文地质条件较为简单,瓦斯含量低,煤层容易自燃,煤尘有爆炸危险性,总体上煤层开采技术条件较好。

2.2.2 构造条件

矿区构造单元处于鄂尔多斯台地向斜的东翼-陕北斜坡上,为缓缓向西倾斜的单斜构造,地层倾角1°左右,有宽缓的波伏起伏,区内断层较少,煤层露头发育烧变岩,无岩浆活动。

3 高效回收指标

中国工程院2015—2016年重点咨询项目《我国煤炭资源高效回收与节能战略》相关研究,对煤炭资源高效回收指标进行了界定,主要包括安全、效率、回收、环保等4个方面的8个指标。通过现场调研,得到神东集团大柳塔、上湾等主要煤矿2014年的高效回收6个指标情况(如表2所示),神东集团高效回收指标与全国、美国及澳大利亚^[7-8]对比情况如表3所示。

通过对表2、表3进行分析,从百万吨死亡

表2 神东集团主要矿井2014年高效回收指标情况

指标	大柳塔	上湾	乌兰木伦	石圪台	补连塔	榆家梁	布尔台
安全指标	百万吨死亡率/%	0	0	0	0	0	0
效率指标	开采机械化程度/%	100	100	100	100	100	100
	原煤效率/(t·工 ⁻¹ ·d ⁻¹)	120	86	51	59	131	89
回收指标	采区采出率/%	86	85	84	86	85	87
环保指标	沉陷区治理率/%	100	100	100	100	100	100
	“三废”达标排放率/%	100	100	100	100	100	100

表3 神东集团高效回收指标与全国、美国及澳大利亚对比情况

指标	神东	全国	美国	澳大利亚
安全指标	百万吨死亡率/%	0	0.255	0.018
效率指标	开采机械化程度/%	100	大型企业95,中小企业30	100
	原煤效率/(t·工 ⁻¹ ·a ⁻¹)	26000	大型企业2600,中小企业500	12000
回收指标	采区采出率/%	86	大型企业75,中小企业40	79
环保指标	沉陷区治理率/%	100	大型企业部分达标	普遍达标
	“三废”达标排放率/%	100	中小企业普遍不达标	普遍达标

率、采煤机械化程度、原煤效率、沉陷区治理率等指标来看,我国煤炭资源高效回收平均水平与美国、澳大利亚相比,还有较大的差距^[9-10],但神东煤炭集团的各项指标均排在前列,百万吨死亡率、采区采出率、机械化程度等均为世界领先水平,原煤效率是美国的2倍多。从各主要高效回收指标数据来看,神东集团煤炭高效回收水平居于世界前列。故总结分析并推广神东集团煤炭资源高效回收

的经验对提高我国煤炭行业的高效回收水平具有重要的意义。

4 高效回收典型经验

4.1 采用先进适用工艺,推行机械化开采

神东集团煤炭回采工艺主要有3种:一是7m以下煤厚采用一次采全高综合机械化采煤工艺;二是7m以上煤厚采用综合机械化放顶煤开采工艺;

三是针对边角煤或小块段煤采用短壁式机械化开采工艺。主运输采用连续带式输送机, 辅助运输采用无轨胶轮车。掘进工艺全部采用机械化掘进, 主要掘进设备包括连续采煤机、掘锚一体机、岩石综掘机以及全断面高效快速掘进系统。特别是神东最新研制的全断面高效快速掘进系统, 月进尺最高达 3088m。

(1) 厚及特厚煤层一次采全高技术 神东公司首创了 4.5, 5.5, 6.3, 7.0m 厚煤层一次采全高工艺, 成功破解了厚及特厚煤层整层安全高效开采技术难题。截至 2016 年, 7m 大采高综采工作面自动化开采技术先后在大柳塔、补连塔、上湾、三道沟等 4 个矿井运用, 单个工作面最高日产可达 46kt, 工作面采出率达到了 96.8%。

(2) 侏罗纪煤田放顶煤技术 近年来, 为提高生产效率和采出率, 通过不断改进生产装备, 成功将放顶煤技术应用到矿区冒放性较差的侏罗纪煤田, 相继在柳塔、布尔台煤矿采用了放顶煤工艺, 月产量 0.80Mt, 采区采出率由原来的 76% 提高到 85.8%, 经济和资源效益显著。

(3) 短壁机械化全部垮落法回采工艺技术 为开采不适宜布置综采工作面的断层、火烧边界、井田边界附近的不规则块段资源, 经过多年的不断探索和总结, 形成连采机+梭车+锚杆机+带式输送机+行走支架的新工艺。该回采工艺具有机动灵活、适应性强、安全可靠等特点, 回采工作面顶板实现了完全垮落, 采区采出率由 40% 提高到 70% 以上, 同时消除了房柱式回采工艺采空区大面积悬顶的安全隐患。

4.2 简化开拓布置, 增大工作面参数

(1) 创新无盘区布置 将井田主要大巷布置在主采煤层, 沿大巷两侧布置工作面, 彻底改变了传统煤矿的多采区(盘区)布置格局, 减少了矿井大量的采区(盘区)准备巷道工程量及护巷保安煤柱损失, 进而降低了矿井生产接续各类工程量, 简化了煤矿各个生产系统和日常生产管理, 提高了煤炭资源采出率。

(2) 大规格工作面布置 随着装备制造水平的提升, 神东公司不断进行创新, 根据不同地质及煤层赋存条件, 将综采工作面长度由 200m 加宽到 450m, 工作面推进长度由 2000m 增加至 6000m 左右。既减少了搬家倒面次数, 提高了生产效率, 节约了生产成本, 又减少了煤柱留设损失, 提高了资源回收利用水平。

4.3 创新适用技术, 提高资源采出率

(1) 无煤柱开采技术 为了减少采区煤柱损失, 提高资源采出率, 自 2013 年以来, 神东公司先后在榆家梁煤矿、上湾煤矿和哈拉沟煤矿采用了柔模混凝土墙沿空留巷、沿空掘巷和切顶卸压成巷等一系列无煤柱开采技术, 解放了大量煤柱资源。

(2) 通过灾害治理回收呆滞煤炭资源 工作面中部遇古冲沟薄基岩富水区时, 按照常规做法, 要留设防水、防沙煤柱, 形成部分呆滞煤量而无法开采。通过采取地表水导流、井下疏放水、井上下注浆改造等综合治理手段, 使得工作面可以直接进行开采, 避免了形成呆滞煤量, 提高了资源采出率。如石圪台矿 22401, 哈拉沟矿 22206 工作面多采出煤炭资源 3.3Mt。

(3) 异形工作面布置技术 在断层、火烧边界附近及大巷煤柱、边界煤柱等不规则区域, 因地制宜布置刀把形、凹形、凸形等小型综采工作面, 最大限度回收煤炭资源。如榆家梁 42225, 42227 等工作面, 多回收煤炭资源 0.321Mt。

为了减少工作面切眼与井田边界或断层之间的三角形煤柱损失, 将工作面切眼调斜, 回采过程中再通过调整设备角度, 使斜切眼逐步过渡为垂直切眼。以 300m 宽的工作面为例, 每个工作面可多回收三角煤柱 15~58kt。

(4) “井露联合”开采 大柳塔井三盘区煤层埋藏浅、基岩薄、不适宜井工开采, 遂采用露天开采方式, 并与井工开采联合布置, 实现了薄基岩区煤炭资源的安全高效回收。

4.4 建设数字矿山, 实现减员提效

神东集团积极开展数字矿山建设, 以锦界数字矿山建设示范项目为突破口, 研发、推广信息化、自动化项目, 建成了覆盖全矿区井上下的信息网络与工控系统, 从煤矿井下的运输、供电、通风、排水等生产大系统到煤矿地面的洗选加工、储装运转、供转配电、设备维修等配套的辅助生产系统都因地制宜地实现了集中自动化控制, 实现了用人少、效率高、安全性高的目标。

4.5 加强风险管控, 建立本质安全体系

(1) 坚持“生命无价、安全为天、无人则安、零事故生产”理念, 把本安体系作为基础建设来抓, 在全国煤矿率先开展本质安全体系建设。

(2) 开展全管理流程、全业务工种、全工作任务的危险源辨识, 突出水、火、瓦斯、煤尘、顶板等重大灾害的系统性危险源辨识、管控与隐患整改, 提高安全风险意识及管控能力。

4.6 实施绿色开采, 保护生态环境

实施开采前、开采过程中及开采后的全过程生态保护措施, 实现绿色开采。塑造了现代化煤矿“井口出煤不见煤, 矿井污水不外排, 地表没有矸石堆, 路边消除粉煤灰, 采后沙漠变绿荫”的良好形象, 做到了绿色开采和清洁生产。

(1) 采前防治 通过防风固沙、水土保持等措施增强生态系统功能, 提高抗开采扰动能力。

(2) 采中控治 通过采取井下超大工作面整体沉降、矿井水井下存储净化利用、井下煤矸置换等绿色开采技术, 做到了矿井水不外排, 掘进矸石不外排。

(3) 采后修复 采取封育围护、人工促进自然恢复、微生物复垦、沉陷区生态功能优化等技术, 全面修复开采对地表生态环境的影响, 建设永续资源宝库。

通过采取以上一系列先进技术和综合保障措施, 神东集团形成了以“生产规模化、技术现代化、服务专业化、管理信息化”为基本特征的新型集约化高效生产模式, 各项安全、技术、经济、环境等指标均达到国内领先、世界一流水平。神东集团注重资源回收, 推动可持续发展; 加强环境保护, 建成绿色生态矿区; 坚持互利共赢, 促进了区域经济和社会发展。

5 结 论

(1) 从煤炭高效回收指标数据来看, 我国煤炭资源高效回收平均水平与美国、澳大利亚相比,

还有较大的差距, 但神东集团的煤炭高效回收水平位于世界领先水平, 总结分析并推广神东集团煤炭资源高效回收的经验对提高我国煤炭行业的高效回收水平具有重要的意义。

(2) 神东集团煤炭高效回收典型经验主要有: 采用先进适用工艺, 推行机械化开采; 创新开拓布置, 增大工作面参数; 研发适用技术, 提高资源采出率; 建设数字矿山, 实现减员提效; 加强风险管控, 建立本质安全体系; 实施绿色开采, 保护生态环境。

[参考文献]

- [1] BP. BP 世界能源统计年鉴 (2017 版) [M]. 2017.
- [2] 国家能源局. 能源发展“十三五”规划 [EB/OL]. http://www.nea.gov.cn/2017-01/17/c_135989417.htm, 2017-01-17.
- [3] 李瑞峰. 中国煤炭市场分析与研究 [J]. 煤炭工程, 2013, 45 (1): 1-3.
- [4] 神华集团有限责任公司. 神华集团志 (上册) [M]. 2012.
- [5] 中国神华能源股份有限公司. 《中国神华能源股份有限公司 2015 年度报告》[R]. 2016.
- [6] 中国神华能源股份有限公司. 《中国神华能源股份有限公司 2016 年度报告》[R]. 2017.
- [7] EIA. Annual Coal Report (2014) [R]. 2016.
- [8] 罗 淦, 钟 师, 车勤健. 中美两国煤炭产业发展模式的比较分析 [J]. 中国煤炭, 2010, 36 (11): 124-126.
- [9] 滕霄云, 李瑞峰, 任仰辉, 等. 美澳煤炭资源高效回收研究 [J]. 中国煤炭, 2017, 43 (2): 123-126.
- [10] 李瑞峰, 任仰辉, 聂立功, 等. 关于煤炭生产效率与去产能的思考 [J]. 煤炭工程, 2017, 49 (3): 1-3.

[责任编辑: 周景林]

(上接 95 页)

法主要有微震法和煤层应力法。由于彬长煤田煤层较硬, 煤层应力监测和钻屑法适应性较差。解危方法主要有煤层钻孔卸压、煤层爆破及顶板爆破。

(4) 陕西省冲击地压灾害出现时间晚, 防治技术力量总体薄弱, 专业技术人员匮乏, 亟需加强人才培养工作。早期大巷布置方式与后期出台的法规相冲突, 亟需相关解释。

[参考文献]

- [1] 潘俊锋, 毛德兵. 冲击地压启动理论与成套技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2016.
- [2] 原德胜, 韩拴祥, 武光辉. 胡家河矿井掘进工作面动力显现机理及防治研究 [J]. 煤矿开采, 2014, 19 (4): 103-105 A1.
- [3] 杨红民. 特厚煤层复杂开采条件下动力显现机理及防治技术 [J]. 煤矿安全, 2014, 45 (7): 124-126.

- [4] 武光辉, 焦 彪, 史星星, 等. 胡家河矿井防冲击地压工作的认识与实践 [J]. 陕西煤炭, 2016, 35 (2): 1-4.
- [5] 刘 虎, 冯超辉. 深部超高地应力煤层冲击地压区域防范技术研究 [J]. 陕西煤炭, 2016, 35 (6): 54-56.
- [6] 吕大钊, 王 飞. 高地压复合构造区煤层矿井冲击地压规律分析 [J]. 煤, 2015 (2): 54-55.
- [7] 林 青, 纵 峰, 李 根, 等. 崔木煤矿动静载联合作用下冲击地压防治技术 [J]. 煤矿开采, 2016, 21 (5): 86-88, 100.
- [8] 王书文, 毛德兵, 杜涛涛, 等. 基于地震 CT 技术的冲击地压危险性评价模型 [J]. 煤炭学报, 2012, 37 (S1): 1-6.
- [9] 李万仕, 胡少文. 易自燃厚煤层综放开采综合防灭火技术 [J]. 煤矿开采, 2013, 18 (4): 115-117.
- [10] 史庆稳. 特厚煤层中掘进巷道过联络巷期间巷道围岩活动规律研究 [J]. 中国煤炭, 2016, 42 (2): 33-36.
- [11] 王 龙, 卓青松, 高永刚. 复杂围岩巷道底脚治理与监测 [J]. 煤矿安全, 2014, 45 (6): 185-187, 191.
- [12] 何 涛, 邹 磊. 高位瓦斯抽采条件下采空区“三带”分布规律研究 [J]. 陕西煤炭, 2017, 36 (3): 1-4.

[责任编辑: 潘俊锋]