

研究论文

舒兰街矿区煤层煤质特征及洁净等级划分

何保¹,李振南¹,李茂丰²,姜再富²

(1. 辽宁工程技术大学 矿业学院,辽宁 阜新 123000;2. 吉林省煤田地质 102 勘探公司,吉林 梅河口 135007)

摘要:为了高效清洁利用舒兰街矿区煤炭,基于舒兰街矿区地质概况、含煤地层特征及煤的物化性质,对矿区煤的煤质特征进行工业分析,确定煤的类型、工业性能和用途,根据最新煤炭资源潜力评价提出的煤炭洁净等级6级划分方案,选取灰分、硫分为主要评价因子对矿区煤的洁净等级进行初步划分。结果表明,矿区煤的宏观煤岩组分以暗煤为主,显微煤岩组分以镜质组为主;矿区煤属中高灰、特低硫、特高挥发分、低发热量的长焰煤;矿区原煤总体洁净等级为Ⅵ级,属差洁净煤,精煤总体洁净等级为Ⅲ级,属较好洁净煤。由于矿区煤发热量低、焦油产率较高、煤灰软化温度和流动温度较高,且经分选后煤炭质量和洁净等级明显增加,可作为动力用煤、气化用煤和炼油用煤原料,经济价值较大。

关键词:舒兰街矿区;煤质特征;工艺性能;工业用途;洁净等级

中图分类号:P618.11;TQ53

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2018)02-0020-06

Characteristics and cleanliness class of coal seam in Shulan Street mining area

HE Bao¹, LI Zhennan¹, LI Maofeng², JIANG Zaifu²

(1. College of Mining Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China;

2. No. 102 Exploration Company, Jilin Bureau of Coal Geological Exploration, Meihekou 135007, China)

Abstract: In order to efficiently and cleanly use the coal in Shulan Street mining area, the coal quality was analyzed based on the general geology, characteristics of coal-bearing strata and physico-chemical property. The type, industrial properties and usage of coal were determined according to the proximate analysis. The rank of coal cleanliness in this mining area was drawn primarily from the aspects of ash and sulfur content on the basis of 6 grades of coal cleanliness class proposed for new coal resource potential evaluation. The results show that durain is the main lithotypes in as-mined coal, and huminite is the main maceral. The coal in this mining area is mainly long flame coal with medium-high ash, extremely low sulfur, extremely high volatile and low calorific value. The cleanliness rank of raw coal is VI, which belongs to low clean coal. The cleanliness rank of clean coal is III which belongs to higher clean coal. After washing, coal possessed lower calorific value, higher tar yield, higher ST and FT, and its cleanliness are increased significantly. It thus can be used as steam coal, gasification coal and even coking coal with greater economic value.

Key words: Shulan Street mining area; coal quality characteristics; process performance; industrial use; cleanliness class

0 引言

煤炭工业是我国经济发展的重要产业之一。近年来,伴随着煤炭工业的迅猛发展,煤炭的高强度开采和粗放式加工利用等现象日渐严重^[1],煤炭资源

总体质量不断下降,生态环境遭到污染。因此加强煤炭资源的清洁开发利用和分选加工,提高煤炭质量,建立清洁、高效、低碳、安全、可持续发展的现代煤炭清洁利用体系是今后煤炭工业发展的必然趋势^[2-3]。煤质作为评判煤炭质量和洁净程度的重要

收稿日期:2017-09-08;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2018.02.004

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51374121);国家青年科学基金资助项目(51404134)

作者简介:何保(1963—),男,辽宁阜新人,副教授,博士,研究方向为煤田地质、洁净煤。通讯作者:李振南,研究方向为煤田地质、洁净煤。E-mail:1142001723@qq.com

引用格式:何保,李振南,李茂丰,等.舒兰街矿区煤层煤质特征及洁净等级划分[J].洁净煤技术,2018,24(2):20-25.

HE Bao, LI Zhennan, LI Maofeng, et al. Characteristics and cleanliness class of coal seam in Shulan Street mining area[J]. Clean Coal Technology, 2018, 24(2): 20-25.

指标,在煤炭勘探、开发和加工利用过程中发挥着重要作用。许多学者对煤炭煤质特征和清洁利用等方面进行研究。唐跃刚等^[4]对山西省太原组和山西组的煤质空间分布及煤变质程度进行研究,为山西省煤炭资源的评价和合理开发利用提供有利依据。潘强等^[5]对宁东矿区煤质与不同气化技术的匹配性进行研究,发现仅羊场湾煤适合制备水煤浆,其余煤质更适合采用GSP干燥粉气化技术,提高了宁东矿区煤的清洁利用率。石瑛^[6]和胡明岩^[7]探讨了煤质分析在煤的勘探、开采及合理利用等阶段的意义,并强调加强煤质的检测、监督和管理等工作。杨淑婷等^[8]依据我国最新煤炭资源预测工作要求,构建了煤炭资源洁净等级评价指标体系,确定了评价方法,并进行等级量化,为今后全国煤炭资源洁净等级的评价打好基础。前人对舒兰街矿区的研究主要集中在构造型式和构造特征等方面,而未对矿区煤层煤质特征和煤炭洁净等级进行研究。本文基于矿区地质概况、含煤地层特征及煤的物化性质,对矿区的煤层煤质特征及洁净等级进行研究,通过煤的工业分析,进一步判定煤的属性级别,确定煤的工业性能和用途,为今后矿区煤炭的合理开发和清洁利用提供可靠依据。

1 矿区地质概况

舒兰街矿区位于舒兰市南西侧,距舒兰市1.0 km,为舒兰煤田已探明区的北东区段。地理坐标为东经126.88°~126.94°,北纬44.37°~44.42°。矿区全长5.3 km,平均宽2 km,面积为10.6 km²。行政区划归吉林省舒兰市所管辖。矿区被吉长、拉滨线铁路和吉林至舒兰公路所贯穿,交通便利。矿区主要含煤地层为新生界古近系舒兰组。矿区主体构造形态是北西翼大部分遭破坏,南东翼显扭曲,轴向北东倾没的狭长向斜构造,断层有2组方位:一组是北东方向的走向正断层,一组是北西或北西西方向的斜交正断层。矿区煤层较稳定,未见岩浆岩侵入。

2 含煤地层

含煤地层由灰白色、浅绿灰色、灰褐色砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩和煤层所组成,以河漫相、沼泽相和湖泊相为主。主要含煤段约250 m。含煤约26层,其中可采和局部可采13层。煤层总厚度21.12 m,含煤系数8.5%,可采和局部可采煤层总厚度17.76 m。根据含煤岩系、岩性、岩

相、煤层沉积状况等特征,可将主要含煤段划分为上、下含煤段,以13和15号煤层中间的泥岩顶界,其上为上部含煤段(1~13号煤层),其下为下部含煤段(15~28号煤层)。

3 煤质特征

3.1 物理性质

矿区煤一般呈褐色~褐黑色,条痕呈深棕色~棕黑色,多为暗淡光泽和沥青光泽,质硬脆,贝壳状断口,块状构造和层状构造较常见。以条带状结构为主,均一状结构次之。煤的视密度1.31~1.73 g/cm³,平均1.47 g/cm³;真密度1.53~1.82 g/cm³,平均1.62 g/cm³。透光率(PM)为30%~50%。

3.2 煤岩特征

煤的宏观煤岩组分包括镜煤、亮煤、暗煤和丝炭,是肉眼可分别的煤的基本组成单元^[9]。矿区煤的变质程度低,宏观煤岩组分以暗煤为主,其次为镜煤,镜煤多以条带状和透镜状分布。煤的宏观煤岩类型包括暗淡型和半暗淡型,暗淡型煤较为常见。

矿区煤的显微组成以镜质组为主,惰质组次之,壳质组较少。镜质组中主要为基质镜质体,其次为均质镜质体,结构及团块镜质体含量少;惰质组中以菌类体为主,微粒体次之,含少量碎屑惰质体。壳质组中以小孢子为主,含少量树脂体及藻类体。

3.3 化学性质

矿区在详查、勘探和开采过程中采取各类煤样,并对可采煤层煤质进行工业分析,煤质数据来源于《吉林省舒兰煤田舒兰街深部煤炭资源储量复核报告》。舒兰街矿区原煤、精煤煤质工业分析见表1。

3.3.1 工业分析

1) 水分

矿区原煤水分中最低的是13煤,为4.51%,最高的是1煤,为21.75%,平均12.07%,含量中等;精煤水分中最低的是23煤,为5.32%,最高的是1煤,为16.27%,平均11.57%。

2) 灰分

矿区原煤灰分最低的是1煤,为9.92%,最高的是26煤,为49.95%,平均33.49%,依据GB/T 15224.1—2010《煤炭质量分级 第1部分:灰分》,确定矿区煤为中高灰煤。精煤灰分最低的是13_中煤,为5.39%,最高的是26煤,为16.40%,平均10.04%,相比原煤灰分下降70%左右,说明矿区煤可选。

表1 舒兰街矿区原煤、精煤工业分析和元素分析

Table 1 Proximate and ultimate analyses of raw coal and clean coal in Shulan Street mining area

煤层	原煤工业分析/%			原煤元素分析/%				精煤工业分析/%		
	M_{ad}	A_d	V_{daf}	C_{daf}	H_{daf}	N_{daf}	$S_{t,d}$	M_{ad}	A_d	V_{daf}
1	8.33 ~ 21.75 13.83	9.92 ~ 46.79 25.52	43.98 ~ 57.40 52.82	69.22 ~ 70.91 70.27	5.23 ~ 6.33 5.73	1.91 ~ 2.15 2.03	0.19 ~ 0.34 0.28	7.74 ~ 16.27 11.96	8.02 ~ 16.34 11.68	45.34 ~ 57.10 47.82
2	8.05 ~ 18.95 13.20	24.10 ~ 45.23 35.60	47.22 ~ 58.00 53.13	—	—	—	—	—	—	—
3	8.92 ~ 18.42 13.05	32.57 ~ 49.56 42.79	46.63 ~ 57.44 53.39	—	—	—	—	—	—	—
13 _上	9.42 ~ 14.91 11.90	15.72 ~ 49.18 33.07	50.38 ~ 58.65 54.39	68.80	5.84	1.87	—	5.81 ~ 10.98 8.40	7.25 ~ 10.40 8.83	42.89 ~ 49.66 46.28
13 _中	9.33 ~ 16.13 12.02	17.53 ~ 48.44 34.44	50.14 ~ 55.41 53.04	67.95 ~ 70.63 69.54	5.87 ~ 6.68 6.17	1.86 ~ 2.19 2.04	0.13 ~ 0.19 0.16	6.39 ~ 14.20 11.04	5.39 ~ 13.27 8.84	44.18 ~ 49.49 46.88
13	4.51 ~ 18.46 12.95	13.06 ~ 48.26 30.77	46.31 ~ 58.68 53.42	69.67 ~ 71.12 70.24	5.70 ~ 6.94 6.22	1.88 ~ 2.21 2.04	0.20 ~ 0.33 0.25	7.28 ~ 15.81 11.33	7.18 ~ 12.06 9.75	44.64 ~ 50.62 48.12
15	7.51 ~ 15.94 12.66	15.49 ~ 47.39 32.75	48.14 ~ 55.47 51.77	67.39 ~ 70.75 69.49	5.37 ~ 5.87 5.55	1.75 ~ 2.11 1.93	0.28	5.85 ~ 15.62 9.86	8.46 ~ 10.11 9.12	45.74 ~ 47.29 46.37
19	6.22 ~ 16.46 11.84	15.63 ~ 49.31 33.50	49.90 ~ 59.45 52.94	68.11 ~ 71.50 69.90	5.49 ~ 7.82 6.22	1.71 ~ 2.02 1.83	0.13 ~ 0.25 0.18	6.11 ~ 14.95 12.10	5.91 ~ 12.48 8.44	44.94 ~ 48.21 46.56
20	7.26 ~ 17.09 11.35	18.69 ~ 48.89 32.06	49.56 ~ 57.96 54.32	68.28 ~ 71.29 69.89	5.72 ~ 6.99 6.09	1.66 ~ 1.97 1.82	0.17 ~ 0.32 0.23	6.12 ~ 14.75 11.79	5.81 ~ 11.71 9.14	46.60 ~ 52.93 48.80
23	7.24 ~ 16.67 11.31	21.48 ~ 49.26 35.10	47.25 ~ 62.77 55.50	68.97 ~ 72.02 70.33	6.21 ~ 6.69 6.44	1.57 ~ 1.85 1.65	0.09 ~ 0.29 0.18	5.32 ~ 15.27 11.92	6.77 ~ 13.45 10.76	48.75 ~ 52.72 50.22
26	8.80 ~ 16.87 11.36	15.09 ~ 49.95 35.14	43.13 ~ 58.79 52.07	65.08 ~ 70.25 68.40	6.07 ~ 7.01 6.31	1.59 ~ 1.94 1.75	0.16 ~ 0.17 0.17	12.10 ~ 14.28 13.34	7.74 ~ 16.40 11.58	45.82 ~ 53.44 49.74
27	7.54 ~ 14.79 10.68	20.28 ~ 44.51 38.93	51.46 ~ 63.83 55.84	68.53 ~ 69.80 69.17	5.14 ~ 6.63 5.89	1.51 ~ 1.74 1.63	0.35	9.31 ~ 13.80 11.50	10.51 ~ 14.14 12.05	48.68 ~ 51.08 49.07
28	7.39 ~ 16.65 10.91	17.42 ~ 46.86 37.54	48.51 ~ 59.41 54.43	—	—	—	0.19	—	—	—

注： M_{ad} 、 A_d 、 V_{daf} 、 $S_{t,d}$ 、 C_{daf} 、 H_{daf} 、 N_{daf} 为(最小值~最大值)/平均值。

3) 挥发分

矿区煤层的原煤挥发分最低的是 26 煤,为 43.13%,最高的是 27 煤,为 63.83%,平均 53.84%,依据 MT/T 849—2000《煤的挥发分产率分级》,确定矿区煤为特高挥发分煤。精煤挥发分最低的是 13_上 煤,为 42.89%,最高的是 1 煤,为 57.10%,平均 48.05%。

3.3.2 元素分析

矿区煤层中原煤碳含量最低的是 26 煤,为 65.08%,最高的是 23 煤,为 72.02%,平均 69.83%;氢含量最低的是 27 煤,为 5.14%,最高的是 19 煤,为 7.82%,平均 6.11%;氮含量最低的是 27 煤,为 1.51%,最高的是 13 煤,为 2.21%,平均

1.87%;硫含量最低的是 23 煤,为 0.09%,最高的是 27 煤,为 0.35%,全区平均 0.22%,依据 GB/T 15224.2—2010《煤炭质量分级 第 2 部分:硫分》,确定矿区煤为特低硫煤。

仅对矿区煤层原煤中 3 煤的 P、As、Cl 有害元素进行化验,化验样品少,数据少,代表性差,故在此不作讨论。

3.4 工艺性能

1) 发热量

恒湿无灰基高位发热量 $Q_{gr,maf}$ 最低的是 2 煤,为 26.73 MJ/kg,最高的是 23 煤,为 29.86 MJ/kg,全区平均 28.37 MJ/kg。

干燥基高位发热量 $Q_{gr,d}$ 最低的是 13 煤,为

12.62 MJ/kg,最高的是15煤,为21.39 MJ/kg,全区平均16.52 MJ/kg。根据GB/T 15224.3—2010《煤炭质量分级 第3部分:发热量》,确定矿区煤为低发热量煤。

2) 煤灰成分与煤灰熔融性

舒兰街矿区煤灰成分与煤灰熔融性见表2。

由表2可知,矿区煤层中的煤灰成分以 SiO_2 和 Al_2O_3 为主,二者含量占80%以上,说明矿区原煤中黏土矿物含量较高。煤灰成分中 SiO_2 平均含量为55.23%, Al_2O_3 平均含量为29.75%, Fe_2O_3 平均含量为3.95%, CaO 平均含量为2.15%, MgO 平均含

量为1.82%, SO_3 平均含量为0.79%,其余成分含量低。

煤灰熔融性对锅炉和气炉的选择起决定性作用,是工业用煤的评价指标之一^[10]。矿区煤灰软化温度(ST)最低的是1煤,为1 170℃,其余煤层为1 300~1 500℃,流动温度(FT)最低的是1煤,为1 250℃,其余煤层为1 300~1 500℃。依据MT/T 853.1—2000《煤灰软化温度分级》和MT/T 853.2—2000《煤灰流动温度分级》标准,确定矿区煤灰为较高软化温度灰和较高流动温度灰。

表2 舒兰街矿区煤灰成分与煤灰熔融性

Table 2 Coal ash composition and fusibility of Shulan Street mining area

煤层	煤灰成分含量/%						煤灰熔融性/℃	
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	ST	FT
1	$\frac{47.50 \sim 58.77}{51.61}$	$\frac{24.85 \sim 30.10}{27.48}$	$\frac{4.36 \sim 9.51}{5.93}$	$\frac{2.38 \sim 5.95}{4.48}$	$\frac{2.19 \sim 2.94}{2.53}$	$\frac{0.90 \sim 2.57}{1.50}$	$\frac{1\ 170 \sim 1\ 390}{1\ 292}$	$\frac{1\ 250 \sim 1\ 410}{1\ 332}$
13 _上	$\frac{54.30 \sim 55.85}{55.08}$	$\frac{29.30 \sim 30.70}{30.00}$	$\frac{3.63 \sim 3.88}{3.76}$	$\frac{2.57 \sim 2.74}{2.66}$	$\frac{1.45 \sim 2.48}{1.97}$	$\frac{0.75 \sim 0.89}{0.82}$	>1 430	—
13 _中	$\frac{52.23 \sim 57.53}{55.33}$	$\frac{11.10 \sim 30.23}{23.06}$	$\frac{2.23 \sim 6.97}{4.94}$	$\frac{0.49 \sim 2.47}{1.62}$	$\frac{1.32 \sim 2.25}{1.74}$	$\frac{0.24 \sim 0.69}{0.55}$	$\frac{1\ 410 \sim \geq 1\ 430}{\geq 1\ 430}$	>1 430
13	$\frac{53.68 \sim 58.05}{55.74}$	$\frac{26.35 \sim 34.10}{31.81}$	$\frac{3.23 \sim 6.27}{4.67}$	$\frac{1.03 \sim 3.55}{2.04}$	$\frac{0.04 \sim 2.49}{1.57}$	$\frac{0.16 \sim 1.10}{0.57}$	$\frac{1\ 360 \sim \geq 1\ 430}{\geq 1\ 430}$	$\frac{1\ 380 \sim \geq 1\ 430}{\geq 1\ 430}$
15	$\frac{52.30 \sim 57.53}{54.92}$	$\frac{28.00 \sim 29.95}{29.47}$	$\frac{3.95 \sim 4.51}{4.23}$	$\frac{2.43 \sim 3.54}{2.99}$	$\frac{1.36 \sim 2.22}{1.79}$	$\frac{0.53 \sim 1.97}{1.25}$	$\frac{1\ 380 \sim \geq 1\ 430}{\geq 1\ 430}$	>1 430
19	$\frac{51.41 \sim 58.92}{55.89}$	$\frac{22.30 \sim 31.75}{28.92}$	$\frac{2.59 \sim 4.72}{3.65}$	$\frac{1.17 \sim 4.60}{2.05}$	$\frac{0.62 \sim 2.53}{1.70}$	$\frac{0.21 \sim 2.04}{0.77}$	$\frac{1\ 420 \sim \geq 1\ 430}{\geq 1\ 430}$	>1 430
20	$\frac{49.39 \sim 57.87}{54.82}$	$\frac{28.45 \sim 33.60}{31.50}$	$\frac{1.05 \sim 4.24}{3.00}$	$\frac{0.85 \sim 3.00}{1.82}$	$\frac{0.52 \sim 4.09}{1.85}$	$\frac{0.27 \sim 1.29}{0.73}$	>1 430	—
23	$\frac{50.50 \sim 57.57}{55.59}$	$\frac{29.00 \sim 39.35}{31.54}$	$\frac{2.56 \sim 4.02}{3.32}$	$\frac{0.62 \sim 3.22}{1.78}$	$\frac{0.36 \sim 2.38}{1.50}$	$\frac{0.17 \sim 1.06}{0.58}$	>1 430	—
26	$\frac{54.34 \sim 57.54}{56.33}$	$\frac{29.45 \sim 30.85}{30.20}$	$\frac{3.20 \sim 5.00}{3.89}$	$\frac{1.05 \sim 1.73}{1.33}$	$\frac{1.64 \sim 2.29}{2.07}$	$\frac{0.21 \sim 1.18}{0.74}$	$\frac{1\ 420 \sim \geq 1\ 430}{\geq 1\ 430}$	>1 430
27	$\frac{55.02 \sim 59.85}{56.98}$	$\frac{29.30 \sim 30.65}{30.10}$	$\frac{3.15 \sim 4.13}{3.42}$	$\frac{1.27 \sim 1.94}{1.64}$	$\frac{1.21 \sim 2.07}{1.74}$	$\frac{0.09 \sim 1.09}{0.73}$	>1 430	—
28	58.87	28.55	3.91	1.12	1.94	0.56	1 430	—

注: SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 SO_3 、ST、FT为(最小值~最大值)/平均值。

3) 低温干馏

对矿区煤样进行管式低温干馏试验,测得煤的焦油产率($T_{\text{ar,d}}$)最低的是19煤,为5.52%,最高的是23煤为12.70%,全区平均9.16%。其中19煤层焦油产率小于7%,为含油煤,23煤层高达12.70%,为高油煤,其他各煤层7%~12%,为富油煤。

3.5 煤类及工业用途

矿区在煤炭详查和勘探阶段均将煤类初定为褐煤,后期复核报告也定为褐煤。通过对矿区煤的物化性质、工艺性能等综合分析得出:矿区煤的水分平均为12.07%,灰分平均33.49%,挥发分平均53.84%,大于37%,硫分平均0.22%,透光率30%~50%, $Q_{\text{gr,d}}$ 平均16.52 MJ/kg, $Q_{\text{gr,maf}}$ 平均

28.37 MJ/kg, 大于 24 MJ/kg, 故确定矿区煤为中高灰、特低硫、低发热量的长焰煤。

由于矿区煤的水分中等、灰分较高、发热量较低、焦油产率较高、煤灰软化温度和流动温度较高, 故可作为动力用煤、炼油用煤和气化用煤原料。也有研究将其用于配煤炼焦, 可代替少量气煤配煤炼焦^[11-12], 工业用途广泛。

4 煤炭洁净等级划分

煤炭洁净等级的划分是评价煤炭质量的重要依据^[8]。根据煤炭资源潜力评价提出的煤炭洁净等级 6 级划分方案, 参考杨淑婷等^[8]对评价因子 6 级浓度限值的划分方法进行分级, 其中主要评价因子灰分、硫分依据 GB/T 15224. 1—2010《煤炭质量分级 第 1 部分: 灰分》、GB/T 15224. 2—2010《煤炭质量分级 第 2 部分: 硫分》的 5 级划分方案确定其 6 级浓度限值。考虑煤炭资源洁净等级评价的特殊性, 对比评价方法优缺点, 采用广义对比加权标度指数法进行煤洁净等级评价。结果发现, 采用动态综合指数评价方法与依据灰分和硫分的国标等级划分进行人工判定的结果差别不大^[8]。故本研究选取灰分和硫分为主要评价因子, 采用 6 级分类方案来对矿区煤洁净等级进行初步划分, 具体见表 3。在综合评级过程中, 若各评价因子的洁净等级不一致, 则以洁净等级最差者为准。

表 3 洁净煤等级划分方案及评价因子

Table 3 Coal cleanliness class scheme and assessment indices

等级名称	等级描述	$w(S_{t,d})/\%$	$A_d/\%$
I 特好洁净煤	以特低硫和特低灰煤为主	0.50	5
II 好洁净煤	以低硫分和低灰分煤为主	1.00	10
III 较好洁净煤	以低中硫分和低中灰分煤为主	1.50	20
IV 中等洁净煤	以中硫分和中灰分煤为主	2.00	30
V 较差洁净煤	以中高硫分和中高灰分煤为主	3.00	40
VI 差洁净煤	煤中硫分大于 3% (高硫分煤) 或灰分大于 40% (高灰分煤)	4.50	50

矿区原煤、精煤洁净等级综合评级结果见表 4。

矿区原煤中 1 煤洁净等级为 IV 级, 属中等洁净煤; 3 煤洁净等级为 VI 级, 属差洁净煤; 其余煤的洁净等级为 V 级, 属较差洁净煤; 矿区原煤总体洁净等级为 VI 级, 属差洁净煤。矿区精煤中 13_上煤、13_中煤、13 煤、15 煤、19 煤、20 煤洁净等级为 II 级, 属好洁净煤, 其余煤的洁净等级为 III 级, 属较好洁净煤, 矿区精煤总体洁净等级为 III 级, 属较好洁净煤。可见, 矿区原煤经分选后, 煤的洁净等级明显增加。

表 4 舒兰街矿区原煤、精煤洁净等级划分结果

Table 4 Cleanliness class results of raw coal and clean coal in Shulan Street mining area

煤层	原煤			精煤		
	$w(S_{t,d})$ 评级	A_d 评级	综合 评级	$w(S_{t,d})$ 评级	A_d 评级	综合 评级
1	I	IV	IV	I	III	III
2	I*	V	V	I*	III	III
3	I*	VI	VI	I*	III	III
13 _上	I*	V	V	I*	II	II
13 _中	I	V	V	I	II	II
13	I	V	V	I	II	II
15	I	V	V	I	II	II
19	I	V	V	I	II	II
20	I	V	V	I	II	II
23	I	V	V	I	III	III
26	I	V	V	I	III	III
27	I	V	V	I	III	III
28	I	V	V	I	III	III
全区	I	VI	VI	I	III	III

注: * 取矿区平均值, 综合评级以各评价因子评级的最差者为准。

5 结 论

1) 舒兰街矿区主要含煤地层为新生界古近系舒兰组, 宏观煤岩组分以暗煤为主, 显微煤岩组分以镜质组为主。工业分析显示全区灰分平均 33.49%, 硫分平均 0.22%, $Q_{gr,d}$ 平均 16.52 MJ/kg, $Q_{gr,maf}$ 平均 28.37 MJ/kg, 大于 24 MJ/kg, 透光率为 30% ~ 50%, 重新确定矿区煤的分级属于中高灰、特低硫、低发热量的长焰煤, 而非褐煤。

2) 矿区原煤中 1 煤洁净等级为 IV 级, 属中等洁净煤; 3 煤洁净等级为 VI 级, 属差洁净煤; 其余煤的洁净等级为 V 级, 属较差洁净煤; 矿区原煤总体洁净等级为 VI 级, 属差洁净煤。矿区精煤中 13_上煤、13_中煤、13 煤、15 煤、19 煤、20 煤洁净等级为 II 级, 属好

洁净煤,其余煤的洁净等级为Ⅲ级,属较好洁净煤,矿区精煤总体洁净等级为Ⅲ级,属较好洁净煤。可见矿区原煤洁净等级较差,为差洁净煤,但经分选后,煤的洁净等级明显增加,为较好洁净煤。

3)根据矿区煤层煤质特征分析及煤洁净等级划分结果,确定矿区煤为中等水分、低发热量煤,煤灰软化温度和流动温度较高、焦油产率较高,经分选后煤炭质量和洁净等级明显增加,可减少煤炭开发、利用过程中产生的污染,是较好的动力用煤、气化用煤和炼油用煤原料,实用广泛,经济价值较大。

参考文献(References):

- [1] 李静琴,张丽维,李明培. 陕北河兴梁井田 5^{-3} 煤洁净等级及分布特征[J]. 煤质技术,2017(3):17-20.
LI Jingqin, ZHANG Liwei, LI Mingpei. Cleanliness grade and distribution characteristics of No 5^{-3} coal seam in Hexingliang mine field of Northern Shaanxi[J]. Coal Quality Technology, 2017(3): 17-20.
- [2] 许红星. 我国煤炭清洁利用战略探讨[J]. 中外能源,2012,17(4):1-13.
XU Hongxing. A discussion on China's clean coal utilization strategy[J]. Sino-Globol Energy, 2012, 17(4): 1-13.
- [3] 陆小泉. 我国煤炭清洁开发利用现状及发展建议[J]. 煤炭工程,2016,48(3):8-10,14.
LU Xiaoquan. Present situation and suggestion for clean coal development and utilization in China[J]. Coal Engineering, 2016, 48(3): 8-10, 14.
- [4] 唐跃刚,程爱国,王海生,等. 山西省太原组和山西组煤质特征分析[J]. 煤炭科学技术,2013,41(7):10-15.
TANG Yuegang, CHENG Aiguo, WANG Haisheng, et al. Coal quality characteristic analysis of Taiyuan formation and Shanxi formation in Shanxi province [J]. Coal Science and Technology, 2013, 41(7): 10-15.
- [5] 潘强,杨红波,任淑荣. 宁东矿区煤质与气化技术的匹配性研究[J]. 洁净煤技术,2013,19(2):36-38.
PAN Qiang, YANG Hongbo, REN Shurong. Adaptability of coal gasification technologies to raw coal in Shendong mining area [J]. Clean Coal Technology, 2013, 19(2): 36-38.
- [6] 石瑛. 浅谈煤田地质勘探中煤质研究和评价的意义[J]. 中国煤田地质,2007,19(4):87,90.
SHI Ying. An Elementary introduction to coal quality study and evaluation in coal geological exploration[J]. Coal Geology of China, 2007, 19(4): 87, 90.
- [7] 胡明岩. 煤田地质勘探中煤质工作的重要性[J]. 中国煤炭,2009,35(11):78-80.
HU Mingyan. On the significance of coal quality determination in coal field geological exploration[J]. China Coal, 2009, 35(11): 78-80.
- [8] 杨淑婷,唐跃刚,解锡超,等. 煤炭资源洁净等级评价研究[J]. 洁净煤技术,2011,17(1):5-8,11.
YANG Shuting, TANG Yuegang, XIE Xichao, et al. Research on clean potential assessment of coal resources [J]. Clean Coal Technology, 2011, 17(1): 5-8, 11.
- [9] 李增学,魏久传,余继峰,等. 煤地质学[M]. 北京:地质出版社,2009.
- [10] 王艳柳,张晓慧. 煤灰熔融性对气化用煤的影响[J]. 煤质技术,2009(4):55-58.
WANG Yanliu, ZHANG Xiaohui. Effect of ash fusibility on gasfying coal [J]. Coal Quality Technology, 2009(4): 55-58.
- [11] 陈忠峰,郑明东,张代林,等. 长焰煤配煤炼焦的可行性研究[J]. 选煤技术,2010(6):27-30.
CHEN Zhongfeng, ZHENG Mingdong, ZHANG Dailin, et al. Feasibility study on cokemaking with blending long flame coal [J]. Coal Preparation Technology, 2010(6): 27-30.
- [12] 王金柱,张文成. 长焰煤配煤研究应用[J]. 化工进展,2012,31(S2):109-113.
WANG Jinzhu, ZHANG Wencheng. Study and application of flame coal in coal blending [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2012, 31(S2): 109-113.