

内蒙古苏亥图-苦草洼地区太原组和山西组煤质特征及综合利用研究

郭根万, 杨 才, 弓贵斌

内蒙古自治区地质调查院, 内蒙古 呼和浩特 010020

摘 要: 苏亥图-苦草洼地区位于鄂尔多斯盆地的西部, 古生界煤层的煤质为中灰、中高挥发分、中硫、低磷、低氯煤, 煤类以气煤为主, 局部以 1/3 焦煤或弱黏煤为主, 可以作为炼焦配煤、动力燃料及民用煤, 也可作煤的深加工原料煤等。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 苏亥图-苦草洼地区; 炼焦配煤; 内蒙古

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2017.01.006

QUALITY AND UTILIZATION OF THE COAL FROM TAIYUAN FORMATION AND SHANXI FORMATION IN SUHAITU-KUCAOWA AREA, INNER MONGOLIA

GUO Gen-wan, YANG Cai, GONG Gui-bin

Inner Mongolian Institute of Geological Survey, Hohhot, China

Abstract: The Suhaitu-Kucaowa area is located in the west of Ordos Basin, where the coal from the Paleozoic formations is characterized by medium ash content, medium-high volatile component, medium sulfur, low phosphorus and low chlorine. The coal is dominated by gas coal, with locally 1/3 coking coal or weakly caking coal, which can be used as coking blend, power fuel and domestic coal, moreover, as raw material for deep processing.

Key words: Ordos Basin; Suhaitu-Kucaowa area; coking blend; Inner Mongolia

苏亥图-苦草洼地区位于鄂尔多斯盆地的西部, 行政隶属内蒙古鄂尔多斯市, 其最大含煤面积为 735.85 km², 区内含煤地层为石炭系上统太原组和二叠系下统山西组, 平均厚度 226.30 m。煤层总厚度 2.99~30.48 m, 平均 17.61 m; 可采煤层总厚度一般在 13 m 以上, 平均 11.77 m。山西组和太原组含 9 层可采煤层, 其中 4 层煤为较稳定型的、全区或大部分可采煤层(编号为 8、9、16-1、16-2); 煤质为中灰、中高挥发分、中硫、低磷、低氯煤; 煤类以气煤为主, 局部以 1/3 焦煤或弱黏煤为主, 均为炼焦用煤。区内石炭系上统太原组和二叠系下统山西组煤炭资源量 30.8×10⁸ t, 是内蒙古地区重要的焦煤基地^[1]。

1 主要可采煤层煤质特征

1.1 煤岩特征

1.1.1 宏观煤岩特征

区内煤为黑色, 条痕黑褐色—褐黑色, 条带状结构及透镜状结构, 沥青光泽—弱玻璃光泽, 半亮型—光亮型煤, 内生裂隙发育, 常由方解石及黄铁矿薄膜填充, 平坦状、参差状断口, 层状构造, 煤层中局部含黄铁矿结核。

1.1.2 显微煤岩特征

区内各煤层有机显微组分以镜质组和惰质组为主, 镜质组平均含量 52.18%~77.20%, 惰质组含量 22.32%~43.71%, 壳质组含量为 0.00%~4.41%; 煤中的

收稿日期:2016-04-25; 修回日期:2016-06-20。编辑:李兰英。

基金项目:内蒙古自治区地质勘查基金项目“内蒙古自治区鄂托克前旗苏亥图煤炭普查”(07-1-MT01), “内蒙古自治区鄂托克前旗苦草洼北区煤炭详查”(12-1-MT03)和“内蒙古自治区鄂托克前旗苏亥图煤炭详查”(08-2-MT05)。

作者简介:郭根万(1964—), 男, 高级工程师, 主要从事煤田地质勘查工作, 通信地址 内蒙古呼和浩特市赛罕区金桥开发区世纪五路, E-mail//nmguogw@163.com

矿物质以黏土类含量最高, 平均含量 8.84%~15.59%, 硫化物类平均含量为 0.12%~1.13%, 含量较少; 各煤层镜质组最大反射率为 0.5%~1.2%, 平均 0.82% (表 1)。结合其他指标, 据此确定变质程度为烟煤 II 阶段, 即

气煤阶段。
1.2 煤的化学性质
石炭系上统太原组和二叠系下统山西组各可采煤层化学成分具有如下特征, 详见表 2。

表 1 太原组、山西组煤层煤岩鉴定结果统计表

Table 1 Identification results of the coal from coal beds in Shanxi Formation and Taiyuan Formation										
煤层 编号	去矿物质基/%			含矿物质基/%					镜质组反射率 (R_{m})/%	统计 样数
	镜质组(V)	惰质组(I)	壳质组(E)	显微组分总量	黏土矿物	硫化物矿物	碳酸盐	氧化硅		
7	60.04	38.16	1.84	84.72	14.96	0.32	0.00	0.00	0.8231	12
8	52.18	38.65	3.32	87.07	8.84	0.25	0.13	0.85	0.8125	16
9	53.63	43.71	2.40	83.86	15.59	0.31	0.26	0.05	0.7463	35
15	74.65	22.32	1.28	88.83	10.33	0.62	0.00	0.43	0.8839	6
16-1 上	61.55	36.90	1.55	90.52	9.37	0.12	0.00	0.00	0.7031	7
16-1	64.46	34.32	1.26	90.52	8.84	0.68	0.00	0.00	0.7435	10
16-2	48.88	42.15	4.41	84.99	13.48	1.13	0.39	0.24	0.7890	26
16-2 下	61.50	38.50	0.00	67.90	13.60	0.60	0.00	0.00	0.5900	3
16-3 中	77.20	22.75	0.05	84.85	14.65	0.55	0.00	0.00	0.7844	5

表 2 太原组、山西组可采煤层煤质特征汇总表

Table 2 Quality of coal in the minable coal beds of Shanxi Formation and Taiyuan Formation							
煤层	浮选情况	工业分析/%			发热量/(MJ/kg)		硫分/%
		Mad	Ad	Vdaf	Q _{gr.d}	Q _{net.d}	St.d
7 煤	原煤	0.26~11.94	4.35~42.84	26.8~64.3	13.57~31.17	12.87~30.25	0.08~4.05
		1.69(63)	24.95(62)	36.13(63)	24.40(63)	23.66(63)	1.23(63)
	浮煤	0.10~4.38	4.27~26.59	22.23~40.23	24.69~30.95	24.02~30	0.1~3.53
8 煤	原煤	0.35~3.51	9.96~47.8	25.7~50.8	15.97~31.14	15.46~29.9	0.28~4.77
		1.77(94)	26.37(94)	36.64(94)	24.11(94)	23.50(56)	1.10(94)
	浮煤	0.26~3.55	5.26~33.21	23.65~40.80	21.86~34.29	21.24~30.48	0.35~3.81
9 煤	原煤	0.26~12.07	4.7~43.29	20.45~62.43	17.18~41.85	16.58~40.55	0.05~4.82
		1.89(106)	27.07(102)	36.44(106)	23.91(104)	23.59(79)	1.07(104)
	浮煤	0.75~10.58	4.58~29.17	24.41~58.90	23.84~51.22	23.19~49.73	0.15~3.85
15 煤	原煤	0.20~9.92	9.87~42.2	25.1~47.3	18.36~31.07	17.82~28.32	0.45~5.71
		1.55(32)	23.80(32)	35.59(32)	24.77(32)	23.64(18)	2.07(30)
	浮煤	0.22~12.86	5.86~28.53	24.19~41.76	23.70~32.81	23.16~31.87	0.54~8.11
16-1 上	原煤	0.35~2.70	6.09~37.47	25.8~43.9	18.64~31.69	17.99~30.70	0.51~5.01
		1.32(40)	22.89(40)	36.46(40)	25.59(40)	24.81(40)	2.03(40)
	浮煤	0.34~2.52	2.37~24.67	25.39~47.67	24.67~32.48	23.91~31.46	0.50~3.34
16-1 煤	原煤	0.27~12.75	4.54~46.11	25.1~51.47	15.87~41.87	15.31~40.67	0.05~5.44
		1.85(59)	23.91(59)	36.69(59)	25.09(59)	24.33(59)	2.04(59)
	浮煤	0.33~10.62	3.74~26.05	24.38~43.97	23.34~31.67	22.60~30.68	0.08~3.69
16-2 煤	原煤	0.31~11.45	4.36~42.28	23.1~51.4	16.64~41.94	16.05~40.73	0.11~7.54
		1.73(77)	25.77(77)	37.10(70)	24.89(77)	24.10(55)	1.94(75)
	浮煤	0.38~12.4	4.14~27.30	25.97~51.8	23.34~42.90	22.67~41.58	0.14~4.39
16-2 下	原煤	0.31~2.11	17.42~45.75	27.4~43.1	15.98~29.13	15.41~28.36	1~3.48
		1.08(7)	29.7(7)	34.3(7)	23.05(7)	22.33(7)	2.2(7)
	浮煤	0.50~2.53	9.05~18.66	27.47~39.75	27.84~30.91	27.08~29.97	0.8~3.32
16-3 中	原煤	0.33~10.22	9.67~45.65	25.8~42.2	16.34~28.82	15.77~28.00	0.36~7.64
		1.71(31)	25.05(31)	35.54(31)	24.49(31)	23.65(31)	2.20(31)
	浮煤	0.28~6.89	6.46~19.18	23.91~43.04	27.57~30.91	26.78~29.97	0.53~5.31

1.2.1 水分

区内原煤水分一般为 0.20%~12.86%，平均值 1.32%~1.77%。各可采煤层原煤水分一般在 5% 以下。

1.2.2 灰分

区内各可采煤层原煤灰分为 4.35%~47.80%，平均值为 22.89%~26.37%。各可采煤层以中灰煤为主，低灰煤、中高灰煤次之；特低灰煤及高灰煤仅呈零星点状分布。

1.2.3 挥发分

区内各煤层原煤挥发分产率为 20.45%~64.35%，平均值 34.21%~37.10%；浮煤挥发分产率 22.23%~58.90%，平均值 28.26%~35.71%。因而，该区煤层以中高挥发分煤为主，其次为高挥发分煤，少量中等挥发分煤。

1.2.4 有害元素

区内各可采煤层原煤硫平均含量为 1.05%~2.20%，原煤以中硫煤为主；各煤层以低磷煤为主，浮煤磷含量较低，平均值为 0.019%~0.036%；原煤氯含量平均值为 0.060%~0.076%，以低氯煤为主；原煤砷含量平均值在 2×10^{-6} ~ 6×10^{-6} 之间，浮煤平均值在 1×10^{-6} ~ 3×10^{-6} 之间，以一级含砷煤 ($\leq 4 \times 10^{-6}$) 为主；原煤氟平均值在 185×10^{-6} ~ 250×10^{-6} 之间；浮煤氟含量平均值为 121×10^{-6} ~ 224×10^{-6} 之间，以高氟煤为主，中氟煤次之。

1.2.5 元素分析

各可采煤层的浮煤元素组成中碳含量 (C_{daf}) 67.83%~87.83%，氢含量 (H_{daf}) 3.47%~8.21%，氮含量 (N_{daf}) 0.74%~5.03%，氧含量 (O_{daf}) 2.24%~25.22%。各煤层干燥无灰基的碳、氢、氧、氮 4 种元素含量稳定，变化较小。

1.3 工艺性能

1.3.1 发热量

区内各可采煤层原煤干燥基高位发热量在 13.57~41.94 MJ/kg，平均发热量较高，在 23.05~25.59 MJ/kg 之间。区内各可采煤层以中发热量—中高发热量煤为主，浮煤主要为高发热量煤。

1.3.2 黏结性及焦渣类型

区内各可采煤层的焦渣类型为 3~10，黏结指数为 0~99，以中黏结煤为主，其次为中强黏结性煤。

1.3.3 煤的热稳定性(TS)

区内各煤层热稳定范围 (TS_{40}) 为 97.34%~99.08%，平均 98.60%，属高热稳定性煤。煤层气化热稳定性指标 I 级煤 $TS_{40} > 80\%$ 。本区煤层热稳定性高，达到 I 级煤 $TS_{40} > 80\%$ 的标准。

1.3.4 低温干馏

区内各可采煤层焦油产率 (Tar, d) 为 2.21%~14.02%，平均 7.63%~10.29%，属富油煤。

1.3.5 煤灰成分与灰熔融性

区内各可采煤层煤灰成分以 SiO_2 为主，平均含量 42.46%~46.98%，其次 Al_2O_3 含量为 28.14%~38.58%， CaO 2.21%~5.19%， Fe_2O_3 4.63%~14.07%， SO_3 2.22%~3.64%。各可采煤层的煤灰软化温度 (ST) 多数值大于 1 500℃，少数值为 1 350~1 500℃，以高软化温度灰为主，较高软化温度灰次之。

1.3.6 结渣性

结合煤灰成分、灰熔融性等指标综合评价，区内煤以弱结渣为主。

1.3.7 可选性

区内 7 煤层拟定精煤灰分 (Ad) 为 15.0% 时，为难选；拟定精煤灰分为 16.0% 时，为较难选。9 煤层拟定精煤灰分为 10.0% 时，为难选—极难选；拟定精煤灰分为 15.0% 时，为难选。16~2 煤层拟定精煤灰分为 10.0% 时，为极难选；拟定精煤灰分为 15.0% 时，为难选。

2 煤的综合利用分析

据《中国煤炭分类》(GB/T 5751-2009) 国家标准^[2]，区内石炭系上统太原组和二叠系下统山西组各煤层透光率为 56%~85%，黏结指数 (GRI) 0~99，平均 48~65，浮煤挥发分为 29.97%~58.96%，平均值 36.43%~38.31%，胶质层厚度 Y 值为 6~24 mm，故苏亥图—苦草洼地区中南部区域为以气煤 (QM) 为主，其次 1/2 为中黏煤 (1/2 ZN)，弱黏煤 (RN) 零星分布；苏亥图—苦草洼地区的北部区域以 1/3 焦煤 (1/3 JM) 或弱黏煤 (RN) 为主，次为气煤 (QM)。

①刘清泉,等.内蒙古自治区鄂托克前旗苦草洼北区煤炭详查报告.内蒙古煤炭建设工程(集团)总公司,2014.

②杨才,等.内蒙古自治区鄂托克前旗苏亥图煤炭普查报告.内蒙古自治区地质调查院,2010.

③李恒旺,等.内蒙古自治区鄂托克前旗苏亥图煤炭详查报告.内蒙古自治区煤田地质局 117 勘探队,2014.

2.1 炼焦配煤

区内各可采煤层机械强度高、块度均匀、灰分和硫分低,在炼铁炉中能起到还原和熔化矿石、提供热能和支撑炉料、保持炉料透气性能良好的作用,适用于炼焦配煤使用。

2.2 动力用煤

该区煤可直接用作发电厂、各种工业锅炉的燃料。煤质坚硬,抗碎强度高,热稳定性好,非常适合燃用块煤的炉型。

2.3 气化用煤

该区原料煤的固定碳大于80%,灰分(Ag)小于25%,硫分(SgQ)小于或等于2%,要求粒度均匀,为25~75 mm或19~50 mm或13~25 mm,机械强度大于65%,热稳定性 $S_{+13}>60\%$,灰熔点(T2)大于1 250℃,煤层以中高挥发分煤为主,化学反应性愈强愈好,适用于固定床煤气发生炉气化。

2.4 低温干馏用煤

该区各可采煤层焦油产率(Tf)大于7%,胶质层

厚度小于9 mm,热稳定性 $S_{+13}>40\%$,粒度6~13 mm,最好为20~80 mm,适用以制取低温焦油,同时还可以得到半焦和低温焦炉煤气以制取低温焦油。

3 结论

苏亥图-苦草洼地区石炭系上统太原组和二叠系下统山西组煤质特征为中灰、中高挥发分、中硫—中高硫、特低—低磷、低氯、一级含砷、高氟、中高发热量、中黏结、中等可磨、高热稳定性、灰熔点高为特点。煤类以气煤(QM)为主,其次1/2中黏煤(1/2 ZN),少量弱黏煤(RN);局部煤类以1/3焦煤(1/3 JM)、弱黏煤(RN)为主,次为气煤(QM)。可以作为炼焦配煤、动力燃料及民用煤,也可作煤的深加工原料煤等利用。

参考文献:

- [1]王双明,吕道生,佟英梅,等.鄂尔多斯盆地聚煤规律及煤炭资源评价[M].北京:煤炭工业出版社,1996.
- [2]罗隽飞,姜英,陈亚飞,等.中国煤炭分类类(GB/T 5751-2009)[S].北京:中国标准出版社,2010.

(上接第17页 /Continued from Page 17)

参考文献:

- [1]黎世美.熊耳山地区构造蚀变岩型金矿成矿模式及矿床成因探讨[J].豫西地质,1990,14(1):1-10
- [2]黄守民,武新强,崔燮祥.河南省吉家洼金矿床地球化学特征[J].河南地质,1998,16(1):1-7
- [3]博伊尔 R W.金的地球化学及金矿床[M].北京:地质出版社,1984:310-366.
- [4]翟裕生.关于构造-流体-成矿作用研究的几个问题[J].地学前缘,1996,3(4):230-236.
- [5]华仁民,李晓峰,张开平,等.金山金矿热液蚀变黏土矿物特征及水-岩反应环境研究[J].矿物学报,2003,23(1):24-30.
- [6]陈明扬.铲子坪金矿北西向构造蚀变带特征及其研究意义[J].湖南地质,1996,15(2):78-84.
- [7]白凤军.嵩县小公峪金矿区构造蚀变岩型金矿的基本特征与找矿标志[J].有色金属矿产与勘查,1999,8(6):493-497.
- [8]张群喜,王建国,孙忠实.山东招远谢家沟金矿围岩蚀变特征及与金矿化关系[J].桂林工学院学报,2007,27(1):13-17.
- [9]吴长航,浮海梅,李江山,等.河南吉家洼金矿床矿石特征及金的赋存状态[J].地质与资源,2008,17(4):261-263.
- [10]李雪林.河南省吉家洼金矿床地质特征及找矿方向[J].职业圈,2007(3):146-147.
- [11]刘耀文,李广岸,邓红玲.吉家洼金矿床矿化富集规律及找矿方向[C]//河南省地质学会,编.河南地球科学通报(上册).2010.
- [12]吴长航,金云霄,韩新志.吉家洼金矿床矿石及矿物特征研究[J].黄金,2005,26(7):15-17.
- [13]智洪若,王新建,铁健康,等.河南省吉家洼金矿外围F1含矿带中深部金矿成矿潜力预测[J].地质调查与研究,2010,33(1):42-48.
- [14]王子刚,杨怀辉,陈小生.浅析虎沟金矿床金矿围岩蚀变类型及找矿意义[J].甘肃冶金,2012,34(5):56-62.
- [15]吴长航,方念乔,金云霄,等.吉家洼金矿床围岩蚀变与金矿化特征研究[J].有色金属,2008,60(5):19-22.
- [16]贾兴杰,肖昶,李铁军,等.河南石盘沟破碎带蚀变岩型金矿成矿条件浅析[J].西部探矿工程,2007(10):116-118.