

文章编号: 1001-1986(2001) 01-0011-03

不同成因类型煤的可选性评价

代世峰, 艾天杰, 焦方立, 侯慧敏, 毛鹤龄 (中国矿业大学, 北京 100083)

马凤学, 李宝春, 辛泽时 (内蒙古乌达矿务局, 内蒙 乌海 016040)

摘要: 煤的可选性受控于煤的聚积环境。通过对内蒙古乌达矿区主采煤层 9 10 12 13 和 15 煤中黄铁矿和粘土矿物的赋存特征与煤层成因关系的研究, 发现河控下三角洲平原形成的煤层中黄铁矿含量低, 粘土矿物含量高, 其可选性较好; 潮控下三角洲平原形成的煤层, 其硫分含量高, 粘土矿物含量较低, 其可选性中等, 而在潮坪沉积基础上形成的煤层中黄铁矿和粘土矿物的可选性最差。

关键词: 成因类型; 可选性; 聚煤环境; 乌达矿区

中图分类号: P618. 1104 **文献标识码:** A

1 引言

中国洁净煤技术的重点不同于发达的工业国家, 而在于燃煤前的洁净生产。可选性预测是对原煤进行洗选加工提高煤炭质量的保证。现行煤的可选性评价方法对结构简单的煤层和易洗选的煤较为有效, 但不适合于结构复杂的煤层。从我国实际情况来看, 原煤的入洗率只有 22%, 动力煤的入洗率只占火电用煤的 11. 28%。中国煤中约有 80% 属于难选煤, 其中相当一部分属于不同聚煤环境中形成的结构复杂的煤层。煤层结构、洗选的难易程度和矿物在煤中的分布状态受控于煤的聚积环境。不同煤层或相同煤层的不同分层由于聚煤环境的变迁, 其有机质与矿物、有机质与有机质之间的组合关系以及矿物在煤中的赋存特点是不同的。为了探讨煤层的成因或聚煤环境对煤可选性的控制作用, 研究了内蒙古乌达矿区主采煤层 9 10 12 13 和 15 煤层的聚积环境以及可选性。

2 主采煤层的地质成因

乌达矿区位于华北地台的西缘, 其煤系地层为上古生界石炭系和二叠系, 石炭系包括本溪组 and 太原组, 二叠系包括山西组和石盒子组, 其中太原组和山西组是本区的主要含煤地层。主采煤层 (包括 9 10 12 13 和 15 煤层) 的镜质组反射率 $R_{\text{max}} = 0.90\% \sim 1.20\%$, 其聚积环境为障壁砂坝—泻湖—三角洲沉积体系。其中 9 10 煤层是在潮控下三角洲平原基础上形成的煤层, 12 13 煤层是在河控下三角洲平原基础上形成的煤层, 15 煤层是在潮下砂坪基础上形成的煤层, 各主采煤层的聚煤环境和特征如表 1

所示。煤中的主要矿物为粘土矿物和黄铁矿, 此外还有少量的石英、方解石、白铁矿和金红石。其中黄铁矿和粘土矿物在煤中的赋存状态决定了煤可选性的优劣。粘土矿物的能谱分析结果表明其 K Na 和 Fe 的含量一般不超过 0.8%, 为自生的高岭石。

3 不同成因类型煤的可选性

3.1 潮控下三角洲平原成煤的可选性

9 10 煤层是在潮控下三角洲平原形成的, 是一个煤层的两个分叉。两个煤层的活性组分、惰性组分、硫分和矿物含量以及煤层本身的特征是相似的。9 10 煤层是在海侵期间形成的煤层^[1], 在其形成过程中的泥炭沼泽发育期间, 由于海水的经常介入, 形成了高硫煤。该煤层受淡水影响较小, 潮汐流作用的结果造成了潮湿的环境促进了凝胶化作用的进行, 使得煤中镜质组含量较高并且分布稳定。

由于相同的聚积古环境, 9 10 煤层黄铁矿的粒度分布特征相似, 小于 $50\mu\text{m}$ 的黄铁矿颗粒分别占 71.54% 和 71.78%, (表 2) 较难洗选; 小于 $10\mu\text{m}$ 的黄铁矿颗粒基本上呈细小的晶粒状沿层理分布于煤的基质镜质体中, 这种沿层理方向展布的晶粒状黄铁矿是凝胶化作用较强的特定界面产物。黄铁矿化的低等生源在 9 煤层占 20.52%, (表 3) 主要是一些杆状菌落, 其外形特殊, 边缘不整齐, 个体呈针状或棒状, 群体排列呈放射状, 并有阶段生长的现象^[2], 其硫同位素比较轻, 经测定为 $-18.7\text{‰} \sim -19.1\text{‰}$, 反映了菌藻类等低等生物对高硫煤的形成做出了贡献^[3]。这类黄铁矿的群体大于 $50\mu\text{m}$, 一般为 $100\mu\text{m}$ 左右, 易于洗选。

9 10 煤层中粘土矿物的分布主要有 2 种情况:

收稿日期: 2000-01-26

基金项目: 煤炭科学基金资助项目 (编号 97 地 10205)

作者简介: 代世峰 (1970-), 男, 山东日照人, 中国矿业大学北京校区讲师, 博士研究生, 从事煤和油气地质教学与研究。

表 1 主采煤层的特征及聚煤环境

煤层	聚煤环境	煤层厚度 /m	洗精煤硫分 /%	活性组分 /%	矿物含量 /%	煤层的 稳定性	煤层 结构	主要宏观 煤岩类型
9	潮控下三角 洲平原	0.96~ 5.80 3.10	0.98~ 3.58 2.33	45.00~ 79.37 62.50	1.40~ 23.20 6.74	稳定	简单	半亮煤
10	潮控下三角 洲平原	0.21~ 4.86 1.96	1.02~ 3.87 2.13	45.87~ 73.80 61.66	4.50~ 14.70 7.99	较稳定	简单	半亮煤
12	河控下三角 洲平原	1.32~ 9.62 5.37	0.85~ 2.75 1.62	25.00~ 72.07 52.82	5.90~ 32.20 19.11	较稳定	复杂	半暗煤至 半亮煤
13	河控下三角 洲平原	1.22	0.39~ 1.30 0.70	44.97~ 67.77 58.61	3.40~ 33.60 16.93	较稳定	复杂	半暗煤
15	潮坪沉积	1.50	0.45~ 1.09 1.13	33.53~ 68.40 47.90	3.80~ 20.00 12.10	稳定	中等	半暗煤

表 2 主采煤层黄铁矿的粒度及其可分性

w_B /%

煤层	可分性			粒度分布 / μ m			
	不可分	部分可分	可分	< 5	5~ 20	20~ 50	> 50
9	49.21	18.51	32.28	18.54	24.86	28.14	28.46
10	56.88	17.82	25.30	26.66	28.54	26.58	28.22
12	54.32	19.89	25.79	40.05	47.12	10.76	2.07
13	84.08		15.92	90.37	9.63		
15	86.27	5.17	8.56	46.20	37.52	10.26	6.02

表 3 主采煤层中黄铁矿的分类 含量及其赋存特征

黄铁矿分类		粒径 μ m	洗选的 难易程度	主采煤层黄铁矿的含量 %				
				9煤层	10煤层	12煤层	13煤层	15煤层
无生物 结构	晶粒状	< 5	难洗选	8. 95	14. 52	40. 25	80. 12	24. 22
	充填于植 物腔中	不定	难洗选	10. 38	19. 56			39. 21
	团块状	不定	不定	34. 21	27. 42	59. 75	19. 88	18. 58
	莓球状	10~ 100	易洗选	25. 38	18. 66			16. 74
	脉状	不定	不定	0. 56	0. 92			1. 25
	结核状	> 20	易洗选		0. 46			
有生物 结构	黄铁矿化的 菌落	> 50	易洗选	20. 52	18. 46			

表 4 各主采煤层粘土矿物的赋存特点

w_B /%

煤层	粘土矿物 总含量	透镜状或团 块状 (< 5/ μ m)	透镜状或团 块状 (> 5/ μ m)	细分散状 或浸染状	条带状或 薄层状	充填于植 物胞腔中	其它 产状
9	5.42	14.76	32.47	14.69	20.48	16.35	1.25
10	6.08	10.49	34.95	13.12	23.47	17.00	0.97
12	18.96	6.45	74.31	5.87	11.35	2.02	
13	16.88	5.56	69.14	8.42	9.66	5.38	1.84
15	12.04	8.67	6.25	40.27	38.15	6.43	0.23

一是呈小团块状或透镜状 (5~ 20 μ m)分布于煤的基质镜质体或粗粒体中,由于其粒径较大,较易洗选;二是呈薄层状或以稍大的颗粒充填于丝质体的胞腔中,这部分粘土矿物洗选中等。此外,还有部分粘土矿物呈浸染状分布于煤的基质镜质体或粗粒体中,或沿层理方向与微粒体共生,由于其颗粒细小,和有机质关系密切,难以洗选,但以这种形态分布的粘土矿物含量不高,约占总粘土矿物颗粒的 18%。(表 4)

3.2 河控下三角洲平原成煤的可选性

12 13煤层是在河控下三角洲平原形成的煤层。12煤层是在下三角洲平原的上部,靠近上三角

洲平原的部位形成的,它受到海水和淡水的双重作用影响非常明显,以分流河道沉积与河道间湿沼地沉积密切共生的关系为泥炭沼泽的持续发育创造了有利条件,形成较厚而且分布稳定的煤层,由淡水带来的陆源物质特别是粘土矿物得以沉淀,煤层中矿物含量较高。在泥炭形成过程中,由于海洋咸水在大潮期间可通过分流河道进入该体系,海水带来的 SO₄²⁻造成该煤层硫分含量较高。在显微组分上,由于淡水条件的影响其活性组分比 9 10煤层低 10%左右,矿物含量比其它煤层都高得多。13煤层与 12煤层相比较,显微组成相似,但煤中硫的含量低,其中黄铁矿为 0%~ 0.06%,对全硫的贡献不大。通过

对五虎山井田和苏海图井田 13 煤层沉积层序中的泥岩进行微量元素测定,其结果是: B 的含量为 56×10^{-6} , Sr/Ba 的值在 0.5 左右, Rb/K 值为 0.0042 左右。反映出一种受潮汐作用影响下的下三角洲平原河口坝—潮河混合水道,但主要为陆上淡水条件下沉积,有多条分流河道在本区汇聚,淡水注入量大,受海水影响较小,矿物含量较高,煤中硫分含量较低,煤中的丝质体大部分发生膨化,甚至演化为粗粒体。

由于较强的水动力条件,12 和 13 煤层中粘土矿物以大于 $5 \mu\text{m}$ 的团块状、透镜状或不规则状为主分布于煤的有机显微组分中,分别占 74.31% 和 69.14%, (表 4) 由于粘土矿物个体颗粒之间结合紧密,但与有机质之间结合比较疏松,易于洗选。13 煤层属于低硫煤,黄铁矿对全硫的贡献不大,并且大多是小于是 $5 \mu\text{m}$ 的不可分黄铁矿微晶,因此对黄铁矿的深度破碎脱除意义不大。

3.3 潮坪沉积成煤的可选性

15 煤层硫分含量较高,矿物含量平均为 12.1%。与河控、潮控下三角洲相比,其活性组分偏低,惰性组分偏高,而矿物含量高于潮控下三角洲平原形成的煤层,低于河控下三角洲平原形成的煤层。15 煤层是在潮下砂坪沉积基础上发育成的煤层。潮汐流的影响不仅造成 15 煤层较高的硫含量,而且较强的潮汐流活动经常造成氧化环境,使得煤中惰性组分含量增高,活性组分含量低,但在横向上分布稳定,且规律性较强;在泥炭堆积过程中,原先未固结的泥炭颗粒由于潮汐流的影响而发生搬运和再沉淀作用。

15 煤层的显微组分在组合关系上主要有两种情况: 一是镜屑体、惰屑体、孢子体、粘土矿物及黄铁矿呈共生的组合关系。这可能是在潮汐水道的附近,反映了一种动荡的水介质条件。以这种形态分布的粘土矿物大多以浸染状或细分散状存在于煤的基质镜质体中,占 40.27%,由于其粒径一般小于 $5 \mu\text{m}$,与有机质接合密切,难于洗选。二是各种组分呈平行

状排列,粘土矿物呈细条带状。这可能是远离潮汐水道,反映了一种平静的水介质条件。但这部分粘土矿物与呈团块状的相比,亦难以解离,主要是因为粘土矿物颗粒之间的接合比较疏松,在 500 倍油浸显微镜下,可见孤立存在的个体粘土矿物颗粒,但它是分散于煤的基质镜质体中,与有机质关系密切,这部分粘土矿物占 38.15%。

从黄铁矿的粒度分布特征来看,15 煤层只有 6.02% 的颗粒粒径大于 $50 \mu\text{m}$,大部分是分布于植物的胞腔中,或者呈晶粒状和较小的团块状,可分的黄铁矿只占 8.56%,而不可分的则高达 86.27%,难以洗选^[4]。

4 结论

聚煤环境控制了煤中矿物,特别是粘土矿物和黄铁矿的赋存状态及其可选性。从煤层的成因研究煤的洗选特性,可以深入研究煤中矿物的分布特征及其洗选的难易程度,从根本上揭示影响煤可选性的内在因素,对煤的可选性预测,特别是对编制可选性预测图有着重要的意义,使煤炭在大量开采以前,不需要大量样品便可提供煤的可选性资料^[5]。

致谢: 感谢任德贻教授、唐跃刚教授的帮助和支持。

参考文献

[1] 彭苏萍,张建华等. 乌达矿区含煤地层沉积环境及其对矿山开采的影响 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1996. 52~ 78.
[2] 代世峰,任德贻,唐跃刚等. 乌达矿区高硫煤中菌藻类体的发现及意义 [J]. 中国矿业大学学报, 1999, 28(1): 57~ 60.
[3] Chou C L. Geological factors affecting the abundance, distribution, and speciation of sulfur in coals [A]. In Yang Q, eds. Proceedings of the 30th International Geological Congress. Geology of Fossil Fuels-Coal [C]. The Netherlands: VSP, Utrecht, 1997, 18 Part B. 47~ 57.
[4] 代世峰,潘相卿,毛鹤岭等. 乌达矿区煤中矿物显微赋存特征对洗选的影响 [J]. 选煤技术, 1998, (5): 3~ 6.
[5] 唐跃刚,代世峰,唐真. 乌达矿区煤质特性及动态评价研究 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999.

Evaluation on coal washability of different genetic coal seams

DAI Shi-feng, AI Tian-jie, JIAO Fang-li, HO U Hui-min, MAO He-ling
(China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

MA Feng-xue, LI Bao-chun, X IN Ze-shi

(Inner Mongolia Wuda Coal Mining Administration, Wuhai 016040, China)

Abstract The coal washability is controlled by coal accumulating area. The research on relationship between characteristics of pyrite and clay mineral distribution and the coal genesis types of main minable coal seams No. 9, No. 10, No. 12, No. 13, and No. 15, in the Wuda mining area, Inner Mongolia, indicated that the coal seams formed in a fluvial-dominated delta plain are characterized by low pyrite content, high clay mineral content and better washability, but the coal seams formed in tide-dominated delta plain are characterized by high sulfur, low clay mineral content and the mid degree of washability. In addition, the washability of pyrite and clay mineral of the coal seam formed in tidal flat is the worst.

Key words genetic types; coal washability; accumulating environment; Wuda mining area