

凤阳山矿区太原组和山西组煤质特征分析

朱建刚,陈荔荔,王永丽,李俊芳

(河南省地质矿产勘查开发局 第二地质勘查院,河南 许昌 461000)

摘要:基于煤岩测试和工业分析数据评价了凤阳山矿区太原组、山西组可采煤层煤质特征,探讨了可采煤层煤质特征与成煤环境的关系。结果表明:太原组煤层为低灰分(A_d)、低挥发分(V_{daf})、高硫分($S_{i,d}$)之贫煤,山西组煤层为低灰分、低挥发分、低硫分之贫煤。从下到上煤层镜质组含量、挥发分、硫分含量降低。山西组和太原组煤层灰分含量均较低,但山西组煤层灰分含量变化较大,灰成分指数较高。山西组煤层硫成分以 $S_{p,d}$ 、 $S_{o,d}$ 为主,硫分明显低于太原组煤层。从下向上成煤环境从浅海、滨海过渡相向陆相演化,泥炭沼泽水介质也从咸水、半咸水向淡水演化,因此,相应煤层煤质特征也表现出垂直分带性。

关键词:煤质特征;成煤环境;凤阳山矿区

中图分类号:P618.11

文献标识码:A

Coal quality characteristic of Taiyuan formation and Shanxi formation in Fengyangshan mining area

ZHU Jian-gang, CHEN Li-li, WANG Yong-li, LI Jun-fang

(The Second Geological Exploration Institute, Henan Bureau of Geo-exploration & Mineral Development, Xuchang, He'nan Xuchang 461000, China)

Abstract: According to test date of coal petrologic test and proximate analysis, this paper provides an overall coal quality in mineable coal seam of Taiyaun formation and Shanxi formation in Fengyangshan mining area. On this basis, the correlation between coal quality of mineable coal seam and coal formation environment was discussed in detail. The results show that the mineable coal seam of Taiyaun formation is lean coal which characterized by low ash yield(air dried basis), low volatile(air dried ash free basis), high sulfur($S_{i,d}$), and that the mineable coal seam of Shanxi formation is lean coal which characterized by low ash yield(air dried basis), low volatile(air dried ash free basis), low sulfur($S_{i,d}$). The ash content of mineable coal seam of Taiyaun formation and Shanxi formation were both low, but Changes of ash yield in Shanxi formation coal seam is obviously larger, and the coal ash composition parameter is higher. The main sulphur components in mineable coal seam of Shanxi formation are $S_{p,d}$, $S_{o,d}$, which is much lower than the components in coal seam of Taiyuan formation. It builds the coal-forming environment from the bottom up, from neritic facies, transitional facies to continental facies evolution. The Water in peat bog also evolved from salt water, brackish water to fresh water. So the relative coal quality features also showed vertical zonation.

Key words: coal quality; coal-forming environment; Fengyangshan mining area

煤质特征在很大程度上决定于成煤环境。加强成煤环境研究及煤质特征评价对充分合理利用煤炭资源有重要意义。关于煤质特征与成煤环境方面的研究许多学者已做大量工作,现代煤质分

析方法更注重无机有害杂质分析^[1]。文献[2-10]总结了我国煤中硫分、灰分等煤质特征分布赋存特征,并对其成因做了分析。李元建等^[11]总结了河南石炭二叠系煤层煤质特征。黄波

等^[12]分析研究了禹州煤田沉积环境特征。龚绍礼^[13]分析了禹州煤田煤质特征与成煤环境。本文结合凤阳山矿区大量测试资料,对矿区内山西组、太原组煤层的煤质特征进行了分析总结。

1 煤质特征

1.1 煤的物理性质和煤岩特征

1) 宏观煤岩特征及其物理性质。区内二₁煤层呈黑色,条痕褐黑色,以粉、粒状煤为主,少量呈碎屑状,质软而松散,宏观煤岩类型为半亮型~半暗型,以半亮型煤为主,由于受后期构造运动挤压,发生了层间滑动,在煤层、煤芯样中常可见到滑光面及小揉皱现象,致使原生煤岩结构遭到破坏,呈现层间挤压、揉搓的构造煤特征。

一₄煤为碎块状半亮型煤,常见黄铁矿结核。

2) 显微煤岩组分特征。本次对区内二₁煤层10个样品显微煤岩组分进行分析,主要测试成果见表1。镜质组含量平均为51.5%,半镜质组含量平均为15.4%,惰质组含量平均为17.1%。镜质组油浸反射光下呈白~浅灰色,一般未保存细胞结构,多为无结构镜煤及均一状凝胶化基质。丝炭化物质多为亮白色,次为白色、黄白色,一般突起不很高。在506-3号样中见有镶边状消光,并在1514-10、1618-1号样中见有较多的火焚丝炭。丝炭化物质多呈碎片状,可见到保存较好的细胞结构,胞腔是空的,但往往被矿物杂质所充填。由于煤的变质阶段较高,稳定组分消失。二₁煤层镜质组最大反射率平均为1.924%,主要为V变质阶段。二₁煤层的无机组分含量平均为15.9%,以粘土类矿物为主,多呈细粒状结构,充填于胞腔之中。

一₄煤有机组分含量一般为75%~90%,以镜质组为主,丝炭化及半丝炭化组分含量一般小于20%,丝炭化物质多呈碎片状。无机组分以粘土类矿物为主,平均含量为14.31%,粘土矿物一般结晶较好。黄铁矿含量较高,平均为1.3%。

由表1可以看出有机显微组分由下向上减少,惰质组则由下向上增多。一₄煤及二₁煤无机组分均以粘土矿物为主,其次为硫化物和碳酸盐类,由下向上粘土类含量升高,而硫化物类则降低。

1.2 煤的化学性质

1) 灰分。二₁煤原煤干燥基灰分为9.14%~26.57%,平均为15.05%,属低灰煤(注:灰分分级

按GB/T 15224.1-2010划分,下同)。平面上灰分产率由南向北逐渐降低(图1)。一₄煤原煤干燥基灰分为5.97%~25.86%,平均为18.01%,属低灰煤。平面上—₄煤灰分变化不明显。

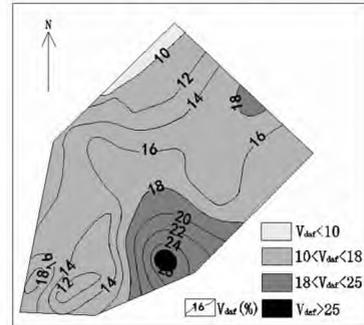


图1 凤阳山矿区二₁煤层灰分含量等值线图

Fig.1 Isogram of coal II1 coal seam ash yield

二₁煤层煤灰成分以SiO₂和Al₂O₃为主,二者之和大于55%,一般在70%~80%之间。CaO含量变化较大,在1.89%~27.97%之间,Fe₂O₃含量变化亦较大,在3.17%~16.73%之间,SO₃含量为0.22%~8.84%,平均为2.94%,MgO含量为0.38%~6.58%,SO₃含量低于2%。一₄煤灰成分以SiO₂、Al₂O₃为主,其次为CaO、Fe₂O₃、SO₃、MgO。样品测试结果显示一₄煤灰成分含量变化不明显(见表2)。

2) 挥发分。山西组(二₁煤)煤层浮煤干燥无灰基挥发分V_{daf}(以下简称挥发分)为13.85%~18.01%,平均15.00%,整体上由北向南逐渐升高。太原组(一₄煤)煤层浮煤挥发分V_{daf}为14.05%~20.01%,平均为18.00%,整体上也呈由北向南逐渐升高的变化趋势。分析表明,随埋藏深度增加,山西组(二₁煤)煤层、太原组(一₄煤)煤层挥发分均呈降低趋势。

3) 硫分。山西组(二₁煤)煤层原煤干燥基全硫(S_{t,d})为0.10%~1.91%,平均为0.55%,属低硫煤(注:硫分分级按GB/T 15224.2-2010划分,下同)。太原组(一₄煤)煤层原煤干燥基全硫(S_{t,d})为0.77%~6.03%,平均为4.50%,为高硫煤。

样品分析表明:平面上太原组、山西组煤层硫分分布规律不明显,而空间上下部太原组煤层硫分明显高于山西组煤层硫分。二₁煤硫分以硫化铁硫(S_{p,d})、有机硫(S_{o,d})为主,硫化铁硫(S_{p,d})含量稍高,占56.14%。一₄煤以有机硫(S_{o,d})为主,占86.18%。硫酸盐硫含量均不高。浮煤全硫含量较原煤有所下降,且硫化铁硫(S_{p,d})含量越高,浮煤硫分降低幅度越大(见表3)。

表1 煤层显微煤岩组分鉴定统计表

Tab.1 Statistics of maceral content in each coal seam

煤层	有机组分/%			无机组分/%			反射率 R _{0,max} /%
	镜质组	半镜质组	惰质组	粘土类	硫化物类	碳酸盐类	
— ₁	42.3 ~ 66.2 51.5	5.4 ~ 23.0 15.4	13.3 ~ 24.7 17.1	6.9 ~ 29.1 13.3	0.0 ~ 10.5 0.4	0.1 ~ 3.8 1.2	1.740 ~ 2.107 1.924
— ₄	53.7 ~ 84.4 67.2	4.6 ~ 10.9 7.9	5.6 ~ 36.6 13.9	2.2 ~ 27.9 8.31	0.6 ~ 2.0 1.3	0 ~ 1.9 0.6	1.74 ~ 2.284 2.012

表2 各煤层灰成分含量统计表

Tab.2 Coal ash composition in each coal seam

煤层	煤灰成分/%									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	MnO ₂
二 ₁	42.83	32.80	7.00	9.53	1.96	2.94	1.52	0.27	0.43	0.029
— ₄	41.5	25.05	12.11	9.05	1.52	5.76	1.20	-	-	-

注:“-”表示未测定

表3 各煤层硫分含量统计表

Tab.3 Statistics of sulfur content in each coal seam

煤层	原煤							浮煤								
	S _{t,d}		S _{p,d}		S _{o,d}		S _{s,d}		S _{t,d}		S _{p,d}		S _{o,d}		S _{s,d}	
	min ~ max avg(qty)	A	B	A	B	A	B	min ~ max avg(qty)	A	B	A	B	A	B		
二 ₁	0.10 ~ 1.91 0.55(170)	0.53	56.14	0.29	42.98	0.01	0.88	0.34 ~ 0.69 0.43(15)	0.13	13.67	0.24	85.61	0.01	0.72		
— ₄	0.77 ~ 6.03 4.50(13)	0.36	13.59	4.17	86.18	0.01	0.23	0.55 ~ 5.02 4.13(5)	0.28	5.77	4.02	93.40	0.04	0.83		

注:“A”代表占全样的百分数,“B”代表占全硫的百分数。

2 成因分析

2.1 太原组沉积环境分析

太原组是由泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、煤层和石灰岩组成的一套海陆交互相沉积。根据煤岩层组合特征可分为下部灰岩段、中部碎屑岩段和上部灰岩段。其中下部灰岩段含 L₁ ~ L₄ 灰岩及—₁ ~ —₄ 煤层, L₁、L₄ 灰岩较发育。灰岩中常见介形虫和部分有孔虫生物化石。本段灰岩主要形成于浅陆表海环境, 自下而上沉积层序为: 灰黑色泥岩或含砂泥岩(高潮坪)、潮间-潮下生物屑灰岩、灰黑色泥岩(高潮坪)、黑色砂质泥岩和粉砂岩(低潮坪或潮间坪)和煤(泥炭坪)(图2)。

2.2 山西组沉积环境分析

山西组是一套由砂岩、砂质泥岩、泥岩和煤层组成的潮坪相、沼泽相、三角洲相沉积, 其沉积环境是与太原组连续过渡的。晚石炭世末陆表海缓

波型的碳酸盐沉积是一个由生物碎屑堆积而成的覆水极浅的宽广平台, 为随后早二叠世海退潮坪上大面积发育成煤沼泽创造了有利的古地理条件。从太原组顶部至二₁ 煤底板为一套典型半闭塞海湾内的海退潮坪沉积, 二₁ 煤就发育于该潮坪之上(图3)。其下部主要由泻湖相、障壁岛相和

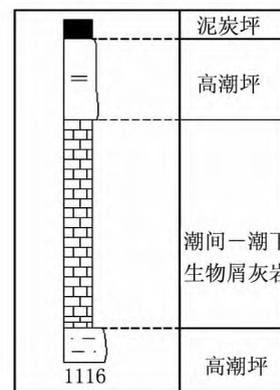


图2 太原组沉积相组合(1116孔)

Fig.2 Sedimentary face association of Taiyuan Formation

障壁岛后泥炭沼泽相组成的泥岩、砂质泥岩、含炭泥岩以及障壁岛相的砂岩组成;上部主要由滨海沼泽相的煤层(2_1)和泻湖相、沼泽相泥岩、炭质泥岩组成。

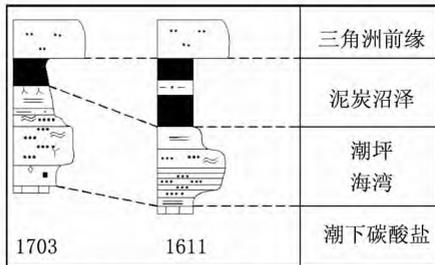


图3 山西组沉积相组合(1703孔、1611孔)
Fig.3 Sedimentary face association of Shanxi Formation

2.3 煤质特征与沉积环境关系

2_1 煤挥发分较 1_4 煤低,这是因为山西组煤层形成于积水较浅的泥炭沼泽环境,还原、凝胶化作用较弱,形成的镜质组较 1_4 煤低,而惰质组较高。

成煤环境中碎屑物质的供应决定了煤层灰分含量的高低,而灰成分的变化则反映了泥炭沼泽水介质的化学性质。 2_1 煤形成于海退背景下,属在潮坪沉积基础上形成的滨海平原成煤环境,为堤滩后沉积,沉积环境稳定,水体中陆源碎屑物质供应较少,因此,灰分含量较低。 1_4 煤形成于广阔的陆表海环境,为潮间-潮下咸水泥炭沼泽沉积,低能的水体环境缺乏陆源碎屑物质,所以灰分含量亦较低。分析表明 1_4 煤灰成分指数较 2_1 煤低, 1_4 煤 Fe_2O_3 及 SO_3 含量明显较 2_1 煤高,反映了成煤环境从浅海、滨海过渡相向陆相演化,水体介质从咸水、半咸水到淡水的变化过程。同时 2_1 煤局部灰分较高,灰成分变化较大,也在一定程度上说明 2_1 煤在成煤过程中受到海水介质影响。

硫含量的变化与煤层成煤沼泽水介质相关。 1_4 煤位于太原组中部,形成于广阔的陆表海环境,沉积水介质受海水影响,煤中硫含量较高,有机硫比例大,全硫含量通常 $>1\%$ 。 2_1 煤位于山西组下部为滨海平原成煤环境,沉积基底相对抬升,还原性降低,古盐度变小,硫含量较低,有机硫比例也相对降低,全硫含量通常 $<1\%$ 。 1_4 、 2_1 煤层硫含量的垂向分带性反映了太原组、山西组成煤环境从浅海、滨海过渡相向陆相的演化过程,成煤沼泽水介质也从咸水、半咸水向淡水演化。

3 结论

1)太原组(1_4 煤)煤层为低灰分(A_d)、低挥发分(V_{daf})、高硫分($S_{i,d}$)之贫煤,山西组(2_1 煤)煤层为低灰分(A_d)、低挥发分(V_{daf})、低硫分($S_{i,d}$)之贫煤。从下到上煤层镜质组含量、挥发分、硫分含量降低。山西组和太原组煤层灰分含量均较低,但山西组煤层灰分含量变化较大,灰成分指数较高。山西组煤层硫成分以 $S_{p,d}$ 、 $S_{o,d}$ 为主,硫分明显低于太原组煤层。

2)太原组、山西组煤层成煤环境从浅海、滨海过渡相向陆相演化,泥炭沼泽水介质也从咸水、半咸水向淡水演化,而相应煤层煤质特征也表现出垂直分带性。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 李文华,翟炯. 中国煤中灰分的分布[J]. 煤炭加工与综合利用, 1992(3): 7-10.
- [3] 李文华,翟炯. 我国炼焦煤灰分 and 全硫的分布[J]. 煤炭分析与利用, 1994(1): 21-23.
- [4] 李瑞. 中国煤中硫的分布[J]. 洁净煤技术, 1998(4): 44-47.
- [5] 唐跃刚,张会勇,彭苏萍,等. 中国煤中有机硫赋存状态、地质成因的研究[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2002, 21(4): 1-4.
- [6] 罗隽飞,李文华,姜英,等. 中国煤中硫的分布特征研究[J]. 煤炭转化, 2005, 28(3): 14-18.
- [7] 胡军,郑宝山,王明仕,等. 中国煤中硫的分布特征及成因[J]. 煤炭转化, 2005, 28(3): 14-18.
- [8] 胡军,郑宝山,王滨滨,等. 中国煤中有机硫的分布及其成因[J]. 煤田地质与勘探, 2005, 33(5): 12-15.
- [9] 张秀玲,王爱国. 煤质指标在霍西煤田煤层对比中的应用[J]. 中国煤田地质, 1999, 11(3): 70-71.
- [10] 康耀芳,褚开智. 鱼卡煤田东部煤质特征及变质规律探讨[J]. 中国煤田地质, 2007, 19(5): 8-9.
- [11] 李元建,范云霞,刘素青,等. 河南石炭二叠系煤层煤质特征与综合利用研究分析[J]. 洁净煤技术, 2010, 16(6): 54-57.
- [12] 黄波,杨晓娜,廉有轩. 河南禹州煤田含煤演替以及沉积环境探讨[J]. 煤, 2012, 21(4): 42-45.
- [13] 龚绍礼. 河南禹县煤矿区煤质特征与成煤环境的关系[J]. 沉积学报, 1989, 7(3): 83-89.

(责任编辑 刘存英)