附表 1 石炭纪 159 次野火记录总结

Appendix 1 A summary of 159 occurrences in the Carboniferous wildfire record

时期	野火证据类型	位置	纬度(°N)	经度(°E)	古纬度(°N)	古经度(°E)	地层	岩性	参考文献
早杜内期	生物标志物	越南	20.7	106.9	2.5	102.07	Pho Han 组	页岩、灰岩	Shizuya et al.,2020
早杜内期	惰质组	挪威(斯瓦特尔群岛)	78.6	16.5	9.99	−6.35	Hørbybreen 组	煤	Blumenberg et al.,2018
早杜内期	惰质组	俄罗斯(Permskaya)	55.87	37.71	0.34	15.55	seam 5、9、11、13	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
晚杜内期	木炭	英国(苏格兰)	55.6	−2	−13.42	−1.84	Ballagan 组	砂岩	Clack et al.,2019
晚杜内期	惰质组	挪威(斯瓦特尔群岛)	78.6	16.5	9.99	−6.35	Hørbybreen 组	煤	Blumenberg et al.,2018
晚杜内期	惰质组	俄罗斯(Permskaya)	55.87	37.71	0.34	15.55	seam 5、9、11、13	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et alet al.,2001
早维宪期	惰质组	中国(黔南)	26	106	−15.03	98.85	Dawuba 组	页岩	Yuan et al.,2021
早维宪期	惰质组	挪威(斯瓦特尔群岛)	78.6	16.5	19.04	0.03	Hørbybreen 组	煤	Blumenberg et al.,2018
早维宪期	惰质组	挪威(斯匹次卑尔根岛)	78.84	17.84	19.37	0.16	未知	煤	Diessel et al.,2010;Abdullah et al.,1988;Wollenweber et al.,2006
早维宪期	惰质组	德国(博尔纳)	50.8	13.12	−6.81	15.28	Hainchen 组	煤	Diessel et al.,2010; Wollenweber et al.,2006
早维宪期	惰质组	尼日尔(Agades 盆地)	18.57	9.32	−40.4	4.34	未知	煤	Diessel et al.,2010
早维宪期	惰质组	俄罗斯(莫斯科盆地)	55.8	37.71	5.31	20.09	未知	煤	Diessel et al.,2010; Volkova, 1986
早维宪期	惰质组	俄罗斯(Tul'skaya)	55.72	37.68	5.24	20.13	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
早维宪期	惰质组	俄罗斯(Smolenskaya)	55.74	37.48	5.18	20.03	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
早维宪期	惰质组	哈萨克斯坦(Karagandinskaya)	49.69	72.63	23.02	55.43	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
早维宪期	惰质组	俄罗斯(Kaluzhskaya)	44.78	38.9	−2.19	28.2	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
早维宪期	惰质组	加拿大(育空)	67.13	−138.66	24.37	−31.24	Kayak 组	煤	Glasspool et al.,2010; Cameron et al.,1994
早维宪期	惰质组	澳大利亚(猎人谷)	−32.30	150.21	−44.83	150.99	Conger 组	煤	Glasspool et al.,2010; Diessel et al.,1975
早维宪期	惰质组	俄罗斯(Kama 盆地)	58.211	53.715	13.47	23.98	未知	煤	Glasspool et al.,2010
早维宪期	木炭	爱尔兰(多尼戈尔湾)	54.9	−8.43	−5.93	−3.13	Shalwy 组	砂岩	McMahon et al.,2022
晚维宪期	惰质组	中国(黔南)	26	106	−15.03	98.85	Dawuba 组	页岩	Yuan et al.,2021
晚维宪期	惰质组	挪威(斯瓦特尔群岛)	78.6	16.5	19.04	0.03	Hørbybreen 组	煤	Blumenberg et al.,2018
晚维宪期	惰质组	德国(博尔纳)	50.8	13.12	−6.81	15.28	Hainchen 组	煤	Diessel et al.,2010; Wollenweber et al.,2006
晚维宪期	惰质组	尼日尔(Agades 盆地)	18.57	9.32	−40.4	4.34	未知	煤	Diessel et al.,2010
晚维宪期	惰质组	俄罗斯(莫斯科盆地)	55.8	37.71	5.31	20.09	未知	煤	Diessel et al.,2010; Volkova, 1986
晚维宪期	惰质组	欧洲(北海)	50.48	5.42	−8.75	5.98	未知	?	Diessel et al.,2010; Petersen and Nytoft, 2007
晚维宪期	惰质组	哈萨克斯坦(Karagandinskaya)	49.69	72.63	23.02	55.43	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
晚维宪期	惰质组	加拿大(育空)	67.13	−138.66	24.37	−31.24	Kayak 组	煤	Glasspool et al.,2010; Cameron et al.,1994
晚维宪期	惰质组	英国(苏格兰,邓巴)	56.04	−2.65	−4.42	0	Lower Limestone 组., Longcraig Coal	煤	Glasspool et al.,2015;Romero-Sarmiento et al.,2011
晚维宪期	木炭	爱尔兰(多尼戈尔湾)	54.9	−8.43	−5.93	−3.13	Shalwy 组	砂岩	McMahon et al.,2022
晚维宪期	惰质组	加拿大(马更些地区)	55.339	−123.078	12.76	−39.28	Mattson 组	煤	Glasspool et al.,2010; Potter et al.,1993;Cameron et al.,1994
晚维宪期	惰质组	德国	51.34	13.16	−6.29	15.11	未知	煤	Glasspool et al.,2010

续附表 1

时期	野火证据类型	位置	纬度(°N)	经度(°E)	古纬度(°N)	古经度(°E)	地层	岩性	参考文献
谢尔普霍夫期	惰质组	波兰(雷布尼克)	50	18.5	−0.66	21.62	未知	煤	Nádudvari et al.，2016
谢尔普霍夫期	惰质组	美国(肯塔基州)	37.1	−87.9	−11.19	−27.83	Tar Springs、Cypress ss.	砂岩、页岩	Hower et al.，2017
谢尔普霍夫期	木炭	中国(甘肃)	37	105	11.18	67.14	Jingyuan 组	粉砂质页岩	Cheng et al.，2017
谢尔普霍夫期	惰质组	乌拉圭(Intrasud 盆地)	−33.96	−57.67	−59.68	−59.68	未知	煤	Diessel et al.，2010；Mastalerz et al.，1994
谢尔普霍夫期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	49.47	33.53	3.84	28.49	未知	煤	Diessel et al.，2010；zart et al.，2006；Sachsenhofer et al.，2003
谢尔普霍夫期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	48.04	38.05	4.54	31.73	d4 Krw	煤	Glasspool et al.，2010；zart et al.，2006；Sachsenhofer et al.，2003
谢尔普霍夫期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	48.47	34.85	3.56	29.79	Seam c1	煤	Glasspool et al.，2015；Brownfield et al.，2001
谢尔普霍夫期	惰质组	波兰(卢布林盆地)	51.24	22.67	1.65	21.69	Terebin 组	煤	Glasspool et al.，2010；Waksmundzka，2006
谢尔普霍夫期	惰质组	波兰	51.99	19.28	1.36	19.47	Walbrzych 组	煤	Glasspool et al.，2010；Mastalerz et al.，1992
谢尔普霍夫期	惰质组	捷克(Ostrava-Karvin 煤田)	49.57	15.59	−1.78	20.05	Petrkovice M	煤	Glasspool et al.，2010；Dopita，1993
谢尔普霍夫期	惰质组	加拿大(马更些地区)	55.32	−123.09	18.08	−34.02	Mattson 组	煤	Glasspool et al.，2010；Potter et al.，1993
谢尔普霍夫期	惰质组	美国(肯塔基州)	37.3	−88	−10.97	−27.8	Chesterian Stage	煤	Diessel et al.，2010
巴什基尔期	惰质组	波兰(上西里西亚盆地)	51	19	0.38	21.51	未知	煤	Parzentny et al.，2020
巴什基尔期	惰质组	波兰(Central Sudetes)	50.5	16.5	−0.7	20.25	Zacler 组	页岩、砂岩、泥岩	Uglik et al.，2015
巴什基尔期	惰质组	波兰(卢布林盆地)	51.3	23	1.8	21.84	Lublin 组	煤	Parzentny et al.，2018
巴什基尔期	惰质组	英格兰(约克郡)	53.7	−1.45	−0.75	7.05	Low Barnsley Seam	煤	Scott et al.，2022
巴什基尔期	生物标志物	北美(阿纳达科盆地)	36.5	−97.9	−7.34	−34.97	Morrow 组	页岩	Gorenekli，2018
巴什基尔期	惰质组	美国(威利斯顿盆地)	47	−109	6	−34.57	Tyler 组	煤	Pocknall et al.，2021
巴什基尔期	惰质组	波兰(上西里西亚煤盆地)	50.5	19.3	0	21.89	Załęże Beds、Ruda Beds	煤	Godyń et al.，2018
巴什基尔期	惰质组	波兰(上西里西亚煤盆地)	49.8	19.3	−0.64	22.18	未知	煤	Bielowicz et al.，2020
巴什基尔期	惰质组	波兰(卢布林盆地)	50.9	23.1	1.48	22.08	未知	煤	Bielowicz et al.，2020
巴什基尔期	惰质组	美国(肯塔基州)	37.4	−84	−12.37	−24.88	Gray Hawk coal	煤	Hower et al.，2017
巴什基尔期	惰质组	美国(印第安纳州)	37.5	−88	−10.8	−27.7	Caseyville 组	煤	Eble et al.，2019
巴什基尔期	惰质组	美国(伊利诺斯盆地)	37.7	−89	−10.23	−28.3	未知	煤	Presswood et al.，2016
巴什基尔期	惰质组	美国(阿巴拉契亚盆地)	37.62	−83.41	−12.38	−24.36	Grundy 组	煤	Eble et al.，2016
巴什基尔期	惰质组	美国(田纳西州)	36.09	−85.02	−13.17	−26.24	未知	煤	Diessel et al.，2010；Shaver et al.，2006
巴什基尔期	惰质组	加拿大(布雷顿角岛)	41.93	−70.5	−11.84	−13.32	未知	煤	Diessel et al.，2010；Beaton et al.，1993
巴什基尔期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	49.47	33.53	3.84	28.49	未知	煤	Diessel et al.，2010；zart et al.，2006
巴什基尔期	惰质组	加拿大(蒙特利尔魁北克省)	45.5	−73.65	−7.77	−14.51	未知	煤	Diessel et al.，2010；Teichmüller，1963；Strehlau，1988，1990
巴什基尔期	惰质组	欧洲	50.74	20.18	0.45	22.3	未知	煤	Diessel et al.，2010；Nowak et al.，1999
巴什基尔期	惰质组	土耳其	−31.05	−51.56	−60.63	−47.93	未知	煤	Diessel et al.，2010；Radke et al.，1980；Teichmüller，1982；Strehlau，1988，1990
巴什基尔期	惰质组	哈萨克斯坦(Ekibastuz)	50.84	74.26	27.3	50.77	未知	煤	Diessel et al.，2010；Volkova，1986

续附表 1

时期	野火证据类型	位置	纬度(°N)	经度(°E)	古纬度(°N)	古经度(°E)	地层	岩性	参考文献
巴什基尔期	惰质组	阿根廷	−29.28	−63.68	−52.79	−61.09	未知	煤	Diessel et al.,2010; Hower et al.,2000
巴什基尔期	惰质组	美国(北卡罗莱那州)	34.95	−76.4	−18.06	−17.76	未知	煤	Diessel et al.,2010; Marques, 2002
巴什基尔期	惰质组	美国(佛罗里达州)	28.41	−81.33	−22.54	−24.54	未知	煤	Diessel et al.,2010; Hower et al.,1996; Hower et al.,1989
巴什基尔期	惰质组	美国(威斯康星州)	43.69	−88.33	−5.27	−24.88	未知	煤	Diessel et al.,2010; Trinkle and Hower, 1985
巴什基尔期	惰质组	澳大利亚	−33.04	149.75	−53.87	160.88	未知	煤	Diessel et al.,2010; Rimmer et al.,2000; Hower et al.,1994
巴什基尔期	惰质组	美国(弗吉尼亚州,阿巴拉契亚盆地)	37.21	−78.69	−15.3	−18.75	Norton 组	煤	Glasspool et al.,2010
巴什基尔期	惰质组	美国(田纳西州,阿巴拉契亚煤田)	35.82	−86.03	−13.03	−27.11	Sewanee	煤	Glasspool et al.,2010
巴什基尔期	惰质组	美国(宾夕法尼亚州,阿巴拉契亚煤田)	40.82	−77.26	−11.32	−18.59	Freeport 组	煤	Glasspool et al.,2010
巴什基尔期	惰质组	美国(俄亥俄州,阿巴拉契亚煤田)	39.67	−82.71	−10.76	−22.95	Pottsville Gp	煤	Glasspool et al.,2010
巴什基尔期	惰质组	美国(肯塔基州,阿巴拉契亚煤田)	37.7	−85.2	−11.67	−25.62	Breathitt 组	煤	Glasspool et al.,2010
巴什基尔期	惰质组	美国(伊利诺斯州)	41.72	−88.29	−7.01	−25.81	Gentry	煤	Glasspool et al.,2010; Harvey et al.,1985
巴什基尔期	惰质组	美国(阿拉巴马州,阿巴拉契亚煤田)	32.84	−86.72	−15.38	−29.09	Pottsville 组	煤	Glasspool et al.,2010
巴什基尔期	惰质组	美国	39.22	−99.28	−4.51	−34.21	Amburgury Seam	煤	Glasspool et al.,2010; Greb et al.,1999
巴什基尔期	惰质组	英国(威尔士)	52.19	−3.95	−2.45	5.77	Bute Seam	煤	Glasspool et al.,2010; Gayer et al.,1999
巴什基尔期	惰质组	英国(英格兰)	53.49	−2.3	−1.03	6.59	未知	煤	Glasspool et al.,2010; Wollenweber et al.,2006
巴什基尔期	惰质组	英国(英格兰 Durham 煤田)	55.69	−2.09	1.16	6.39	Plessey (M) Coal	煤	Glasspool et al.,2010; Murchison et al.,2000
巴什基尔期	惰质组	英国(英格兰 Disington 煤矿)	54.66	−3.5	0.03	5.73	未知	煤	Glasspool et al.,2010; Wollenweber et al.,2006
巴什基尔期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	48.04	38.05	4.54	31.73	h8 Sha Glub	煤	Glasspool et al.,2010; zart et al.,2006; Sachsenhofer et al.,2003
巴什基尔期	惰质组	土耳其(Zonguldak 盆地)	41.28	31.86	−23.97	50.01	Cinarli Seam	煤	Glasspool et al.,2010; Karayigit et al.,1998
巴什基尔期	惰质组	西班牙	39.92	−4.75	−12.25	7.33	Aurora Unit, Sucia Seam	煤	Glasspool et al.,2010; Marques, 2002
巴什基尔期	惰质组	俄罗斯(Rostovskaya)	48.03	40.86	5.75	33.17	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
巴什基尔期	惰质组	波兰(下西里西亚盆地)	52.13	17.14	0.94	18.21	Coal 430	煤	Glasspool et al.,2010; Nowak et al.,1999
巴什基尔期	惰质组	波兰(卢布林盆地)	51.24	22.67	1.65	21.69	Deblin 组	煤	Glasspool et al.,2010; Waksmundzka,2006
巴什基尔期	惰质组	波兰(上西里西亚盆地)	51.48	17.16	0.37	20.26	Coal 207	煤	Glasspool et al.,2010; Gmur et al.,2002
巴什基尔期	惰质组	德国(鲁尔盆地)	51.41	7.35	−1.81	12.77	Westphalian B, Z, Seam 30	煤	Glasspool et al.,2010; Radke et al.,1980
巴什基尔期	惰质组	捷克(Ostrava-Karvin 煤田)	49.77	15.75	−1.56	20.08	Sucha M Upper	煤	Glasspool et al.,2010; Dopita et al.,1993

续附表 1

时期	野火证据类型	位置	纬度(°N)	经度(°E)	古纬度(°N)	古经度(°E)	地层	岩性	参考文献
巴什基尔期	惰质组	加拿大(新斯科舍省)	45.21	−62.99	−9.77	−7.21	Kimberly Middle Split Coal 16	煤	Glasspool et al.,2010; Hower et al.,2000
莫斯科期	惰质组	保加利亚(Dobrudzha 盆地)	43.6	28.3	−3.03	28.82	Krupen 组、Makedonka 组	煤、碳质页岩	Zdravkov et al.,2017
莫斯科期	惰质组	波兰(上西里西亚盆地)	50.2	19.2	−0.3	21.95	Cracow Sandatone Series	煤	Bielowicz et al.,2017
莫斯科期	惰质组	波兰(上西里西亚盆地)	49.7	19.2	−0.75	22.16	Low high-rank coal	煤	Gody'n et al.,2020
莫斯科期	惰质组	波兰(上西里西亚盆地)	51	19	0.38	21.51	未知	煤	Parzentny et al.,2020
莫斯科期	惰质组	德国(鲁尔盆地)	51.8	7	−1.49	12.46	Lembeck 组、Dorsten 组	煤	Zieger et al.,2019
莫斯科期	惰质组	西班牙(Peñarroya 盆地)	38.2	−5.16	−13.56	6.15	未知	煤	Lorenzo et al.,2017
莫斯科期	惰质组	波兰(卢布林煤盆地)	51.3	23	1.8	21.84	Lublin 组	煤	Parzentny et al.,2018
莫斯科期	惰质组	美国(肯塔基州)	37.4	−82.7	−12.82	−23.93	Breathitt 组	煤	Hower et al.,2022
莫斯科期	惰质组	美国(肯塔基州)	37.2	−83.7	−12.65	−24.76	未知	煤	Saikia et al.,2019
莫斯科期	惰质组	美国(印第安纳州)	38.4	−87.5	−10.2	−26.91	Linton 组	煤	Mastalerz et al.,2019
莫斯科期	惰质组	美国(伊利诺斯州盆地)	37.7	−89	−10.23	−28.3	未知	煤	Presswood et al.,2016
莫斯科期	惰质组	英国(英格兰,约克郡)	53.7	−1.45	−0.75	7.05	Low Barnsley Seam	煤	Scott et al.,2022
莫斯科期	惰质组	美国(肯塔基州)	37.1	−82.9	−13.02	−24.21	Leatherwoodcoal bed	煤	Johnston et al.,2017
莫斯科期	惰质组	美国(肯塔基煤田)	37.5	−83.3	−12.52	−24.33	Hyden 组、Pikevile 组	煤	Eble et al.,2017
莫斯科期	惰质组	俄罗斯(顿涅茨盆地)	56.1	38.1	10.76	26.56	未知	煤	Misch et al.,2016
莫斯科期	惰质组	波兰(雷布尼克)	50	18.5	−0.66	21.62	未知	煤	Nádudvari et al,. 2016
莫斯科期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	49.47	33.53	3.84	28.49	未知	煤	Diessel et al.,2010; zart et al.,2006
莫斯科期	惰质组	土耳其	−31.05	−51.56	−60.63	−47.93	未知	煤	Diessel et al.,2010;Radke et al.,1980; Teichmüller, 1982;Strehlau, 1988, 1990
莫斯科期	惰质组	美国(Herrin 煤)	32.96	−117.14	2.4	−48.29	未知	煤	Diessel et al.,2010; Hower et al.,2001
莫斯科期	惰质组	美国(斯托克顿煤)	37.79	−120.68	4.62	−49.32	未知	煤	Diessel et al.,2010; Pierce et al.,1993
莫斯科期	惰质组	澳大利亚	−24.89	134.64	−51.62	135.4	未知	煤	Diessel et al.,2010; Piedad-Sánchez et al.,2004
莫斯科期	惰质组	加拿大(Stefanian)	42.55	−82.94	−8.08	−21.87	未知	煤	Diessel et al.,2010; Prange, 1988
莫斯科期	惰质组	美国(匹兹堡煤)	40.67	−79.77	−10.76	−20.45	未知	煤	Diessel et al.,2010;Renton et al.,1988
莫斯科期	惰质组	美国(西弗吉尼亚州,阿巴拉契亚煤田	38.26	−81.14	−12.55	−22.42	Kanawha 组	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(田纳西州,阿巴拉契亚煤田	36.01	−85.67	−13	−26.75	Pee Wee	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(阿巴拉契亚煤田)	41.01	−77.8	−11	−18.91	Allegheny 组	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(俄克拉荷马州,西部煤田)	35.69	−97.38	−8.24	−35.12	McAlester 组	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(俄亥俄州,阿巴拉契亚煤田)	39.67	−83.24	−10.59	−23.33	Pottsville Gp	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(蒙大纳州,西部煤田)	47.12	−109.1	6.13	−34.53	Krebs 组	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(俄克拉荷马州,西部煤田)	35.69	−97.38	−8.24	−35.12	Cabaniss 组	煤	Glasspool et al.,2010

时期	野火证据类型	位置	纬度(°N)	经度(°E)	古纬度(°N)	古经度(°E)	地层	岩性	参考文献
莫斯科期	惰质组	美国(印第安纳州,东部煤田)	40.32	−85.01	−9.4	−24.27	Brazil 组	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国(东部煤田)	41.72	−88.29	−7.01	−25.81	Carbondale 组	煤	Glasspool et al.,2010 ; Harvey et al.,1985
莫斯科期	惰质组	美国(阿肯色州,西部煤田)	35.03	−99.43	−7.77	−36.87	Savanna 组	煤	Glasspool et al.,2010
莫斯科期	惰质组	美国	39.22	−99.28	−4.51	−34.21	Block 煤	煤	Glasspool et al.,2010; Walker et al.,2004
莫斯科期	惰质组	英国(英格兰)	54.59	−2.93	0.01	6.07	Sample 12−E48390	煤	Glasspool et al.,2010; Armstroff et al.,2006
莫斯科期	惰质组	乌克兰(Donetskaya)	48.06	37.92	4.5	31.65	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
莫斯科期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	48.04	38.05	4.54	31.73	m3 Trudo	煤	Glasspool et al.,2010; zart et al.,2006; Sachsenhofer et al.,2003
莫斯科期	惰质组	土耳其,(Zonguldak 盆地)	41.28	31.86	−23.97	50.01	Tavan seam	煤	Glasspool et al.,2010; Karayigit et al.,1998
莫斯科期	惰质组	西班牙(Peñarroya-Belmez-Espiel 盆地)	38.26	−5.14	−13.52	6.2	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Rodrigues et al.,2011
莫斯科期	惰质组	西班牙	39.92	−4.75	−12.25	7.33	Soton Pack	煤	Glasspool et al.,2010; Piedad-Sánchez et al.,2004
莫斯科期	惰质组	俄罗斯(Rostovskaya)	48.03	40.86	5.75	33.17	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Brownfield et al.,2001
莫斯科期	惰质组	波兰	51.99	19.28	1.36	19.47	Laziska Beds,coal 207	煤	Glasspool et al.,2010; Jelonek et al.,2007
莫斯科期	惰质组	荷兰(Limbricht 1/1a 井)	51	5.93	−2.44	12.03	Seam XXV	煤	Glasspool et al.,2010; Veld et al.,1990
莫斯科期	惰质组	德国(鲁尔煤田)	51.41	7.35	−1.81	12.77	Seam Volker	煤	Glasspool et al.,2010; Strehlau et al.,1990
莫斯科期	惰质组	德国(萨尔煤田)	49.43	7.07	−3.62	14.83	Westphalian D coal	煤	Glasspool et al.,2010; Prange et al.,1988
莫斯科期	惰质组	德国(Ibbenburen 煤田)	52.39	7.93	−0.77	12.84	Seam Flottwell	煤	Glasspool et al.,2010; Strehlau et al.,1990
莫斯科期	惰质组	加拿大(新斯科舍省)	45.21	−62.99	−9.77	−7.21	Hub Seam	煤	Glasspool et al.,2010; Marchioni et al., 1994
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(新墨西哥州)	34.9	−106.7	0.11	−36.88	Bursum 组	煤	DiMichele et al.,2016
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	波兰(卢布林煤盆地)	51.3	23	7.2	26.52	Lublin 组	煤	Parzentny et al.,2018
卡西莫夫期-格舍尔期	木炭	德国(Saar-Nahe 盆地)	49.2	6.9	1.62	17.61	Heusweiler 组	粘土岩	Uhl et al.,2021
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	英国(英格兰,约克郡)	53.7	−1.45	4.97	11.6	Low Barnsley Seam	煤	Scott et al.,2022
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(西弗吉尼亚州,阿巴拉契亚煤田)	37.65	−80.6	−8.04	−17.3	Conemaugh 组	煤	Glasspool et al.,2010
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(宾夕法尼亚州,阿巴拉契亚煤田)	40.87	−77.65	−5.81	−14.03	Monongahela 组	煤	Glasspool et al.,2010
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(俄亥俄州,阿巴拉契亚煤田)	36.98	−81.14	−8.51	−17.96	Washington 组	煤	Glasspool et al.,2010
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(马里兰州,阿巴拉契亚煤田)	39.42	−76.83	−7.3	−13.21	Glenshaw 组	煤	Glasspool et al.,2010
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(伊利诺伊州,东部煤田)	41.72	−88.29	−1.93	−21.08	Mattoon 组	煤	Glasspool et al.,2010

续附表 1

时期	野火证据类型	位置	纬度(°N)	经度(°E)	古纬度(°N)	古经度(°E)	地层	岩性	参考文献
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	乌克兰(顿涅茨盆地)	48.04	38.05	9.52	36.61	o2 Svet	煤	Glasspool et al.,2010; zart et al.,2006 Sachsenhofer et al.,2003
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	德国,(萨尔煤田)	49.5	6.79	1.89	17.46	Stephanian A coal	煤	Glasspool et al.,2010; Prange et al.,1988
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	葡萄牙(Douro 盆地)	40.17	−8.4	−5.17	8.02	未知	煤	Glasspool et al.,2015; Rodrigues et al.,2011
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	法国(阿勒斯盆地)	48.49	2.67	0.3	15.06	Samples A30-36 (one seam)	煤	Glasspool et al.,2010; Copard et al.,2002
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	澳大利亚(库伯盆地)	−27.51	140.53	−59.05	148.13	Merrimelia 组	煤	Glasspool et al.,2015; Smyth, 1972
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	捷克(Intra-Sudetic 盆地)	50.59	16	4.76	22.75	Odolov 组	煤	Sýkorová et al.,2016
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(伊利诺斯州盆地)	37.7	−89	−5.27	−23.39	未知	煤	Presswood et al.,2016
卡西莫夫期-格舍尔期	木炭	德国(Saar-Nahe 盆地)	49.5	7.4	1.99	17.84	Glan subgroup	砂岩、泥岩	Uhl et al.,2004
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	中国(太原)	37.89	112.69	20	84.13	太原组	煤	周慧堂等,1990
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	中国	36.99	112.43	19.31	83.48	山西组	煤	Sun et al.,2002
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	美国(宾夕法尼亚州)	40.74	−79.86	−5.36	−15.65	Sewickley coal bed	煤	Eble et al.,2003
卡西莫夫期-格舍尔期	惰质组	中国(准噶尔煤田)	40.84	110.13	23.54	83.86	太原组	煤	Dai et al.,2008

参 考 文 献

Abdullah W, Murchison D, Jones J, Telnaes N, Gjelberg J. 1988. Lower Carboniferous coal deposition environments on Spitsbergen, Svalbard. Organic Geochemistry, 13(4-6): 953～964.

Armstroff A, Wilkes H, Schwarzbauer J, Littke R, Horsfield B. 2006. Aromatic hydrocarbon biomarkers in terrestrial organic matter of Devonian to Permian age. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 240(1-2): 253～274.

Beaton A, Kalkreuth W, MacNeil D. 1993. The geology, petrology and geochemistry of coal seams from the St. Rose and Chimney Corner coalfields, Cape Breton, Nova Scotia, Canada. International Journal of Coal Geology, 24(1-4): 47～73.

Bielowicz B, Misiak J. 2017. The forms of occurrence and geochemistry of sulfides in hard coal deposits of the Libiaz Beds in the Upper Silesian Coal basin, southern Poland. Geology, Geophysics and Environment, 43(2):109～125.

Bielowicz B, Misiak J. 2020. The impact of coal's petrographic composition on its suitability for the gasification process: The example of polish deposits. Resources, 9(9): 111.

Blumenberg M, Weniger P, Kus J, Scheeder G, Piepjohn K, Zindler M, Reinhardt L. 2018. Geochemistry of a middle Devonian cannel coal (Munindalen) in comparison with Carboniferous coals from Svalbard. Arktos, 4(1): 1～8.

Brownfield M E, Steinshouer D W, Povarennykh M Y, Eriomin I, Shprit M, Meitov Y, Sharova I, Goriunova N, Zyrianova M V. 2001. Coal quality and resources of the Former Soviet Union—An ArcView Project.

Cameron A, Goodarzi F, Potter J. 1994. Coal and oil shale of Early Carboniferous age in Northern Canada: Significance for paleoenvironmental and paleoclimatic interpretations. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 106(1-4): 135～155.

Cheng Chen, Wan Mingli, Yan Mengxiao, Zhou Weiming, Wang Jun. 2017. First record of charcoalified sphenopterid mesofossils from the Serpukhovian (Mississippian, Early Carboniferous) Jingyuan (Tsingyuan) Formation in Gansu Province, Western China. Palaeoworld, 26(3): 479～488.

Clack J A, Bennett C E, Davies S J, Scott A C, Sherwin J E, Smithson T R. 2019. A TournaisianEarliest Carboniferous) conglomerate-preserved non-marine faunal assemblage and its environmental and sedimentological context. PeerJ: 6e5972.

Copard Y, Disnar J R, Becq-Giraudon J F. 2002. Erroneous maturity assessment given by Tmax and HI Rock-Eval parameters on highly mature weathered coals. International Journal of Coal Geology, 49(1): 57～65.

Dai Shifeng, Li Dan, Chou Chenlin, Zhao Lei, Zhang Yong, Ren Deyi, Ma Yuwen, Sun Yingying. 2008. Mineralogy and geochemistry ofBoehmite-rich coals: New insights from the Haerwusu Surface Mine, Jungar Coalfield, Inner Mongolia, China. International Journal of Coal Geology, 74(3-4): 185～202.

Diessel C F. 1975. The Carboniferous coals of New South Wales. Coal Monogr. Austral. Inst. Min. Metal. 6: 58～63.

Diessel C F. 2010. The stratigraphic distribution of inertinite. International Journal of Coal Geology, 81(4): 251～268.

DiMichele W A, Schneider J W, Lucas S G, Eble C F, Falcon-Lang H, Looy C V, Nelson W J, Elrick S D, Chaney D S. 2016. Megaflora and palynoflora associated with a Late Pennsylvanian coal bed (Bursum Formation, Carrizo Arroyo, New Mexico, USA) and paleoenvironmental significance. New Mexico Geological Society Field Conference Guidebook.

Dopita M, Kumpera, O. 1993. Geology of the Ostrava-Karviná coalfield, Upper Silesian Basin, Czech Republic, and its influence on mining. International Journal of Coal Geology, 23(1-4): 291～321.

Eble C F, Pierce B S, Grady W C. 2003. Palynology, petrography and geochemistry of the Sewickley coal bed (Monongahela Group, Late Pennsylvanian), northern Appalachian basin, USA. International Journal of Coal Geology, 55(2-4): 187～204.

Eble C F, Greb S F. 2016. Palynologic, petrographic and geochemical composition of the Vancleve coal bed in its type area, eastern Kentucky Coal Field, Central Appalachian Basin. International Journal of Coal Geology, 158: 1～12.

Eble C F, Greb S F. 2017. Compositional variability of Middle Pennsylvanian coal beds near the north-west margin of the Eastern Kentucky Coal Field, Central Appalachian Basin, USA. Palynology, 41: 221～246.

Eble C F, Greb S F, Williams D A, Hower J C, O'Keefe J M. 2019. Palynology, organic petrology and geochemistry of the Bell coal bed in western Kentucky, Eastern Interior (Illinois) basin, USA. International Journal of Coal Geology, 213:103264.

Gayer R, Rose M, Dehmer J, Shao Longyi. 1999. Impact of sulphur and trace element geochemistry on the utilization of a marine-influenced coal—Case study from the South Wales Variscan foreland basin. International Journal of Coal Geology, 40(2-3): 151～174.

Glasspool I J, Scott A C. 2010. Phanerozoic concentrations of atmospheric oxygen reconstructed from sedimentary charcoal. Nature Geoscience, 3(9): 627～630.

Glasspool I J, Scott A C, Waltham D, Pronina N, Shao Longyi. 2015. The impact of fire on the Late Paleozoic Earth system. Frontiers in Plant Science, 6:756.

Gmur D, Kwiecińska B K. 2002. Facies analysis of coal seams from the Cracow sandstone series of the Upper Silesia Coal Basin, Poland. International Journal of Coal Geology, 52(1-4): 29～44.

Godyń K, Dutka B. 2018. The impact of the degree of coalification on the sorption capacity of coals from the Zofiówka Monocline. Archives of Mining Sciences, 63(3):727～746.

Godyń K, Dutka B, Chuchro M, Młynarczuk M. 2020. Synergy of parameters determining the optimal properties of coal as a natural sorbent. Energies, 13(8): 1967.

Greb S F, Eble C F, Chesnut D R, Phillips T L, Hower J C. 1999. An *in situ* occurrence of coal balls in the Amburgy Coal Bed, Pikeville Formation (Duckmantian), central Appalachian basin, USA. Palaios, 14(5): 432～450.

Gorenekli Y S. 2018. Geochemical characterization of the lower Pennsylvanian Morrow shale in the Anadarko Basin of Oklahoma. Master's thesis of the University of Oklahoma.

Harvey R D, Dillon J W. 1985. Maceral distributions in Illinois coals and their paleoenvironmental implications. International Journal of Coal Geology, 5(1-2): 141～165.

Hower J C, Pollock J D. 1989. Petrology of the River Gem Coal Bed, Whitley County, Kentucky. International journal of coal geology, 11(3-4): 227～245.

Hower J C, Taulbee D N, Rimmer S M, Morrell L G. 1994. Petrographic and geochemical anatomy of lithotypes from the Blue GemCoal Bed, Southeastern Kentucky. Energy & fuels, 8(3): 719～728.

Hower J, Ruppert L, Eble C, Graham U. 1996. Geochemical and palynological indicators of the paleoecology of the River GemCoal Bed, Whitley County, Kentucky. International Journal of Coal Geology, 31(1-4): 135～149.

Hower J C, Calder J H, Eble, C F, Scott A C, Robertson J D, Blanchard L J. 2000. Metalliferous coals of the Westphalian a Joggins Formation, Cumberland Basin, Nova Scotia, Canada: Petrology, geochemistry, and palynology. International Journal of Coal Geology, 42(2-3): 185～206.

Hower J C, Williams D A. 2001. Further examination of the ragged edge of the Herrin coal bed, Webster County, western Kentucky coal field. International Journal of Coal Geology, 46(2-4):145～155.

Hower J C, O'Keefe J M, Eble C F. 2017. Mississippian (Serpukhovian; Chesterian Stage) coals from the Fluorspar District, Crittenden and Caldwell counties, Kentucky: Petrological and palynological compositions and their indications for peat-producing ecosystems. International Journal of Coal Geology, 174:23～30.

Hower J C, Eble C F, Muciño F, Rimmer S M, Mastalerz M. 2022. Petrology of the Pittsburgh coalbed (Gzhelian (Stephanian C), Monongahela Group/Formation) in Pennsylvania, West Virginia, and Ohio. International Journal of Coal Geology, 249: 103907.

Jelonek I, Kruszewska K, Filipiak P. 2007. Liptinite as an indicator of environmental changes during formation of coal seam No. 207 (Upper Silesia, Poland). International Journal of Coal Geology, 71(4): 471～487.

Johnston M N, Eble C F, O'Keefe J M, Freeman R L, Hower J C. 2017. Petrology and palynology of the Middle Pennsylvanian LeatherwoodCoal Bed, Eastern Kentucky: Indications for depositional environments. International Journal of Coal Geology, 181:23～38.

Karayigit A I, Gayer R, Demirel I. 1998. Coal rank and petrography of Upper Carboniferous seams in the Amasra coalfield, Turkey. International Journal of Coal Geology, 36(3-4): 277～294.

Lorenzo E, Borrego A, Márquez G, González F, Moreno C. 2017. Petrography, biomarker composition, mineralogy, inorganic geochemistry and paleodepositional environment of coals from La Ballesta mine, Peñarroyabasin, Spain. Journal of Iberian Geology, 43(1): 13～32.

Marchioni D, Kalkreuth W, Utting J, Fowler M. 1994. Petrographical, palynological and geochemical analyses of the Hub and Harbour seams, Sydney Coalfield, Nova Scotia, Canada—implications for facies development. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 106(1-4): 241～270.

Marques M. 2002. Coal facies and depositional environments of the Aurora and Cabeza de Vaca Units, Peñarroya-Belmez-Espiel Coalfield (Cordoba, Spain). International Journal of Coal Geology, 48(3-4): 197～216.

Mastalerz M, Wilks K R. 1994. Variations in seam thickness, coal type and coal quality in the Namurian succession of the Intrasudetic basin (Southwestern Poland). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 106(1-4): 157～169.

Mastalerz M, Ames P R, Drobniak A. 2019. The Survant Coal Member of the Linton Formation (Pennsylvanian) in Indiana: Geometry, Resources, and Properties. Indiana Journal of Earth Sciences, 1.

McMahon W J, Pierik H J, Shillito A P, Salese F, Van Der Kwaak B, Parsons D R, Kleinhans M G. 2022. Superimposed allogenic and biological controls on siliciclastic architecture: An early Mississippian (Visean) example from tropical Laurussia. Palaios, 37(6): 224～250.

Misch D, Gross D, Huang Qing, Zaccarini F, Sachsenhofer R. 2016. Light and trace element composition of Carboniferous coals from the Donets basin (Ukraine): An electron microprobe study. International Journal of Coal Geology, 168:108～118.

Murchison D, Pearson J. 2000. The anomalous behaviour of properties of seams at the Plessey (M) horizon of the Northumberland and DurhamCoalfields. Fuel, 79(8): 865～871.

Nádudvari Á, Fabiańska M J. 2016. The impact of water-washing, biodegradation and self-heating processes on coal waste dumps in the Rybnik Industrial Region (Poland). International Journal of Coal Geology, 154: 286～299.

Nowak G J, Górecka-Nowak A. 1999. Peat-forming environments of Westphalian A coal seams from the Lower Silesian Coal Basin of SW Poland based on petrographic and palynologic data. International Journal of Coal Geology, 40(4): 327～351.

Parzentny H R, Róg L. 2018. Modes of occurrence of ecotoxic elements in coal from the Upper Silesian Coal Basin, Poland. Arabian Journal of Geosciences, 11(24): 1～14.

Parzentny H R, Róg L. 2020. Dependences between certain petrographic, geochemical and technological indicators of coal quality in the Limnic Series of the Upper Silesian Coal Basin (USCB), Poland. Archives of Mining Sciences, 65(3): 665～684.

Petersen H I, Nytoft, H P. 2007. Assessment of the petroleum generation potential of Lower Carboniferous coals, North Sea: Evidence for inherently gas-pronesource rocks. Petroleum Geoscience, 13(3): 271～285.

Piedad-Sánchez N, Suárez-Ruiz I, Martýìnez L, Izart A, Elie M, Keravis D. 2004. Organic petrology and geochemistry of the Carboniferous coal seams from the Central Asturian Coal basin (NW Spain). International Journal of Coal Geology, 57(3-4): 211～242.

Pierce B S, Stanton R W, Eble C F. 1993. Comparison of the petrography, palynology and paleobotany of the StocktonCoal Bed, West Virginia and implications for paleoenvironmental interpretations. Organic Geochemistry, 20(2): 149～166.

Pocknall D, Thomas M, Melville E, Demchuk T. 2021. Palynology and organic petrography of the Tyler Formation (Lower Pennsylvanian), Williston basin, North Dakota, USA. Palynology, 45(2): 321～335.

Potter J, Richards B, Cameron A. 1993. The petrology and origin of coals from the Lower Carboniferous Mattson Formation, southwesterndistrict of Mackenzie, Canada. International Journal of Coal Geology, 24(1-4): 113～140.

Prange C M. 1988. Untersuchungen von Saarkohlen zur Charakterisierung des technologischen Verhaltens anhand kohlenpetrologischer, physikalischer und geochemischer Methoden unter besonderer Berücksichtigungder Fluoreszenzmikro Skopie. Doctoral dissertation of Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.

Presswood S M, Rimmer S M, Anderson K B, Filiberto J. 2016. Geochemical and petrographic alteration of rapidly heated coals from the Herrin (No. 6) Coal Seam, Illinois Basin. International Journal of Coal Geology, 165: 243～256.

Radke M, Schaefer R G, Leythaeuser D, Teichmüller M. 1980. Composition of soluble organic matter in coals: relation to rank and liptinite fluorescence. Geochimica et Cosmochimica Acta, 44(11): 1787～1800.

Renton J, Bird, D S. 1988. Petrographic zonation within the Pittsburgh coal. InternationalJournal of Coal Geology, 10(2): 109～139.

Rimmer S M, Hower J C, Moore T A, Esterle J S, Walton R L, Helfrich C T. 2000. Petrography and palynology of the Blue GemCoalBed (Middle Pennsylvanian), southeastern Kentucky, USA. International Journal of Coal Geology, 42(2-3): 159～184.

Rodrigues S, Suárez-Ruiz I, Marques M, Camean I, Flores D. 2011. Microstructural evolution of high temperature treated anthracites of different rank. International Journal of Coal Geology, 87(3-4): 204～211.

Romero-Sarmiento M F, Riboulleau A, Vecoli M, Laggoun-Défarge F, Versteegh G J. 2011. Aliphatic and aromatic biomarkers from Carboniferous coal deposits at Dunbar (East Lothian, Scotland): Palaeobotanical and palaeoenvironmental significance.

Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 309(3-4): 309～326.

Sachsenhofer R, Privalov V A, Izart A, Elie M, Kortensky J, Panova E A, Sotirov A, Zhykalyak M. 2003. Petrography and geochemistry of Carboniferous coal seams in the Donets basin (Ukraine): Implications for paleoecology. International Journal of Coal Geology, 55(2-4): 225～259.

Saikia M, Hower J C, Das T, Dutta T, Saikia B K. 2019. Feasibility study of preparation of carbon quantum dots from Pennsylvania anthracite and Kentucky bituminous coals. Fuel, 243: 433～440.

Scott A C. 2022. Charcoalified vegetation from the Pennsylvanian of Yorkshire, England: Implications for the interpretation of Carboniferous wildfires. Review of Palaeobotany and Palynology, 296:104540.

Shaver S A, Eble C F, Hower J C, Saussy F L. 2006. Petrography, palynology, and paleoecology of the Lower Pennsylvanian Bon Air coal, Franklin County, Cumberland Plateau, Southeast Tennessee. International Journal of Coal Geology, 67(1-2): 17～46.

Shizuya A, Oba M, Ando T, Ogata Y, Takashima R, Nishi H, Komatsu T, Nguyen P D. 2020. Variations in trace elements, isotopes, and organic geochemistry during the Hangenberg Crisis, Devonian-Carboniferous transition, northeastern Vietnam. Island Arc, 29(1): e12337.

Smyth M. 1972. A petrographic study of the stratigraphy of Australian coal seams. Master thesis ofWollongong University College.

Strehlau K. 1988. Fazies und Genese von Kohlenflflözen des Oberkarbons imnordwestdeutschen Oberkarbon. DGMK (Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdgas, Erdöl und Kohle, Project 384.

Strehlau K. 1990. Facies and genesis of Carboniferous coal seams of Northwest Germany. International Journal of Coal Geology, 15 (4): 245～292.

Sun Yuzhuang, Püttmann W, Kalkreuth W, Horsfield B. 2002. Petrologic and geochemical characteristics of seam 9-3 and seam 2, Xingtai Coalfield, Northern China. International Journal of Coal Geology, 49(4): 251～262.

Sýkorová I, Kríbek B, Havelcová M, Machovič V, Špaldoňová A, Lapčák L, Knésl I, Blažek J. 2016. Radiation-and self-ignition induced alterations of Permian uraniferous coal from the abandoned Novátor mine waste dump (Czech Republic). International Journal of Coal Geology, 168:162～178.

Teichmüller M. 1963. Die Kohlenflöze der Bohrung Münsterland 1. Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 11: 129～178.

Teichmüller M. 1982. Fluoreszenzmikroskopische Änderungen von Liptiniten und Vitriniten mit zunehmendem Inkohlungsgrad und ihre Beziehungen zu Bitumenbildung und Verkokungsverhalten. Krefeld: Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen.

Trinkle E J, Hower J C. 1985. Petrography of the middle Pennsylvanian Upper Elkhorn no. 3 coal of Eastern Kentucky, USA. Sedimentology of Coal and Coal-Bearing Sequences, 349～360.

Uglik M, Nowak G J. 2015. Petrological recognition of bituminous inertinite enriched coals of the Lower Silesian Coal basin (Central Sudetes, SW Poland). International Journal of Coal Geology, 139:49～62.

Uhl D, Jasper A 2021. Wildfire during deposition of the "Illinger Flözzone"(Heusweiler-Formation,"Stephanian B", Kasimovian-Ghzelian) in the Saar-Nahe basin (SW-Germany). Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 101(1): 9～18.

Uhl D, Lausberg S, Noll R, Stapf K. 2004. Wildfires in the Late Palaeozoic of Central Europe—An overview of the Rotliegend (Upper Carboniferous-Lower Permian) of the Saar-Nahe basin (SW-Germany). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 207(1-2): 23～35.

Veld H, Fermont W. 1990. The effect of a marine transgression on vitrinite reflectance values, 151～169.

Volkova I. 1986. The petrography of the coals of the USSR. An inventory of the petrographic composition of the coal basins of the USSR. Inst. Geol. AP Karpinskovo. NS, 333:248.

Waksmundzka M I, Ptak B. 2006. IGCP 469: Late Variscan terrestrial biotas and palaeoenvironments: 2006 Krakow Meetingabstracts, 25～29.

Walker R, Mastalerz M. 2004. Functional group and individual maceral chemistry of high volatile bituminous coals fromSouthern Indiana: Controls on coking. International Journal of Coal Geology, 58(3): 181～191.

Wollenweber J, Schwarzbauer J, Littke R, Wilkes H, Armstroff A, Horsfield B. 2006. Characterisation of non-extractable macromolecular organic matter in Palaeozoic coals. Palaeogeography,Palaeoclimatology, Palaeoecology, 240(1-2): 275～304.

Yuan Kun, Huang Wenhui, Fang Xinxin, Wang Ting, Lin Tuo, Chen Rong. 2021. Evaluation of Favorable Shale Gas Intervals in Dawuba Formation of Ziyun area, South Qian Depression. Geofluids, 2021

Zdravkov A, Bechtel A, Sachsenhofer R, Kortenski J. 2017. Palaeoenvironmental implications of coal formation in Dobrudzha Basin, Bulgaria: Insights from organic petrological and geochemical properties. International Journal of Coal Geology, 180: 1～17.

Zhou Huitang, Fu Zeming, Li Zhen, Luo Zengqiang, Du Shiqing, Song Zhijian. 1990. Depositional environments and coal-forming sedimentary characteristicsof Taiyuan Formation of Late Carboniferous in Pingdingshan coal field, Henan Province. Acta Sedimentologica Sinica, 8(3): 35～45(in Chinese with English abstract).

Zart A, Sachsenhofer R, Privalov V A, Elie M, Panova E A, Antsiferov V A, Alsaab D, Rainer T, Sotirov A, Zdravkov A. 2006. Stratigraphic distribution of macerals and biomarkers in the Donets basin: Implications for paleoecology, paleoclimatology and eustacy. International Journal of Coal Geology, 66(1-2): 69～107.

Zieger L, Littke R. 2019. Bolsovian (Pennsylvanian) tropical peat depositional environments: The example of the Ruhr basin, Germany. International Journal of Coal Geology, 211:103209.

周慧堂,付泽明,李祯,雒增强,杜士清,宋志坚. 1990. 河南省平顶山煤田晚石炭世太原组沉积环境和聚煤沉积特征. 沉积学报, 8(3): 35～45.