

## 贵州上二叠统炼焦煤分布成因解析

陈朝玉<sup>1,2</sup>, 黄文辉<sup>1</sup>, 陈国勇<sup>2</sup>

(1.中国地质大学(北京)能源学院,北京 100083;2.贵州地矿局104队,贵州 都匀 558000)

**摘要:**贵州上二叠统炼焦煤在平面上呈 $\chi$ 型环带状分布特征,通过对该地区深成热变质作用、莫霍面抬高热力异常及岩浆岩分布特征的分析,认为上覆地层及地温梯度影响的深成变质作用是贵州上二叠统炼焦煤呈 $\chi$ 型环带状分布的主控因素,莫霍面抬高形成的地热异常是对这个主控因素的加强,峨眉山玄武岩的楔形分布及研究区大地热流值从西向东的逐渐递减的分布形态是炼焦煤呈 $\chi$ 型环带状分布的不利因素,而燕山期小型侵入体在黔东南部的较强活动则刚好是这个不利影响因素的弥补。总之,几种热叠加变质的综合作用,可较好地解释贵州上二叠统炼焦煤呈 $\chi$ 型环带状分布的独特现象。

**关键词:**上二叠统;炼焦煤;环带状;热叠加

**中图分类号:** P618.11

**文献标识码:** A

### Genetic Analysis on Distribution of Upper Permian Coals for Coking in Guizhou

Chen Chaoyu<sup>1,2</sup>, Huang Wenhui<sup>1</sup> and Chen Guoyong<sup>2</sup>

(1. School of Energy Resources, CUGB, Beijing 100083;

2. No.104 Geological Team, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Duyun, Guizhou 558000)

**Abstract:** The distribution features of Upper Permian coals for coking in Guizhou Province presents  $\chi$  typed girdle pattern in plane view, based on analyses of deep-seated thermal metamorphism, thermal anomaly caused by elevated Moho and igneous rocks distribution, considered that the main controlling factor of the  $\chi$  typed girdle pattern distribution is deep-seated metamorphism impacted by overburden pressure, geothermal gradient and strengthened by geothermal anomaly caused by elevated Moho. Wedge-shaped distribution of the Emeishan basalt and terrestrial heat flow value gradually decreasing from west to east are the adverse factors to the  $\chi$  typed girdle pattern, while the rather strong activities of minor-scale Yanshanian intrusions are the prostheses of adverse factors. Finally the paper summarized some thermal superimposed metamorphisms have better interpreted the unique phenomenon of the  $\chi$  typed girdle pattern distribution features of Upper Permian coals for coking in Guizhou Province.

**Keywords:** Upper Permian Series; coal for coking; girdle pattern; thermal superimposing

## 0 引言

贵州省素有江南煤海之称,尤其是上二叠统龙潭组的煤,煤类齐全,分布广泛<sup>[1]</sup>,也是炼焦煤的主要产地。对贵州上二叠统炼焦煤分布的成因进行解析,对其炼焦煤的勘探开发也具典型意义。

促使煤变质的主要因素是温度、压力、和时间。其中温度是决定因素。中国煤变质作用可划分为以下几种主要的类型:煤的深成变质作用、煤的区域岩浆热变质作用、煤的接触变质作用、煤的热液变

质作用<sup>[2]</sup>。众多煤田地质学者观察到了贵州上二叠统龙潭组炼焦煤在平面上呈环带状分布的独特现象。总体上认为,该地区龙潭组炼焦煤是在区域地质背景下的深成变质叠加区域岩浆热力变质形成。笔者对贵州上二叠统炼焦煤分布独特现象的成因进行了解析,认为只是区域地质背景下深成变质叠加区域岩浆热力变质作用是不能全面解析贵州上二叠统炼焦煤呈 $\chi$ 环带状分布独特现象。本文试图从区域地质背景下的深成变质作用、区域岩浆热变质作用、大地地温梯度和大地热流值的区域热演化作用、莫霍面局部抬高构成地热异常以及燕山期隐伏岩体热异常几大因素在研究区综合作用结果来解析贵州上二叠统炼焦煤在平面上具东西两带呈 $\chi$ 环带状展布的成因。

**基金项目:**国家重点基础研究发展计划(2006CB202202),贵州省地矿局地质科研项目(20094009)。

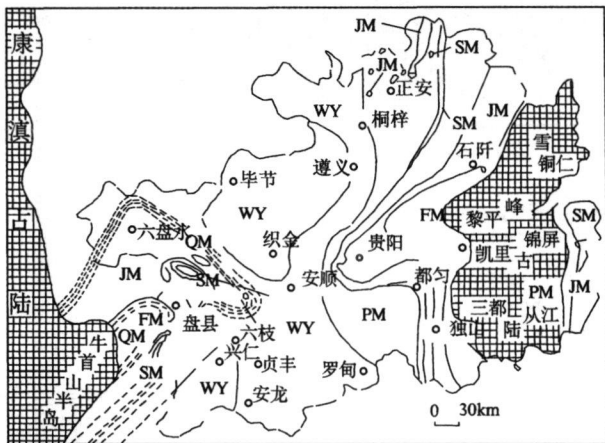
**作者简介:**陈朝玉(1974—),四川乐山人,中国地质大学博士生,贵州地矿局104队工程师,主要从事矿产地质勘查工作。

**收稿日期:**2010-03-31

**责任编辑:**唐锦秀

### 1 炼焦煤平面分布的基本特征

贵州上二叠统龙潭组的煤级分布在平面上呈环带状分布规律十分明显,在横向上具有东西两侧变质低,中部变质高的特点<sup>[3]</sup>。西部中低变质区指赫章—六枝—关岭—晴隆—普安一线以西是以气煤、肥煤、焦煤、瘦煤为主的炼焦煤。这一线相当于 $\chi$ 型的左边;东部中低变质区指习水—遵义—息烽—长顺—罗甸一线以东,这一线相当于 $\chi$ 型的右边。中部则为变质程度高的无烟煤分布区。炼焦煤总体上呈东西两带的似环带状分布,这就构成了贵州上二叠统炼焦煤呈 $\chi$ 环带状分布的独特现象(图1)。



QM—气煤;FM—肥煤;JM—焦煤;SM—瘦煤;PM—贫煤;WY—无烟煤

图 1 贵州省上二叠统龙潭组炼焦煤 $\chi$ 型分布特征

Figure 1 The  $\chi$  typed girdle pattern distribution features of Upper Permian Longtan Formation coals for coking in Guizhou Province

### 2 炼焦煤分布成因分析

#### 2.1 深成变质作用的影响

从贵州上二叠统煤系地层的埋深情况来看,中部无烟煤地区大致在4~6km,其中黔北无烟煤区大多在4.5~5km,埋深最大地区为黔北桐梓,约为5.8km。黔南无烟煤煤区大多在4.5~6km,埋深最大为黔西南兴仁龙头山,为6375m。无烟煤区的东西两侧,即环带区分布为炼焦煤区,煤系埋深一般都在2.3~4km范围内<sup>[3]</sup>(图2)。

据中国南方现今地温特征的研究表明,南方418个地温梯度数据中,最小值7.82°C/km、最大值为162.5°C/km,算术平均值为24.1°C/km。其中小于15°C/km和大于40°C/km的数据点分别为24个和16个,仅占全部数据点的9%。出现频率最高的是20°C~25°C/km,共163个,占总数的39%<sup>[4]</sup>。在贵州的地温研究结果总体较少,而相邻的四川盆地鄂西滇

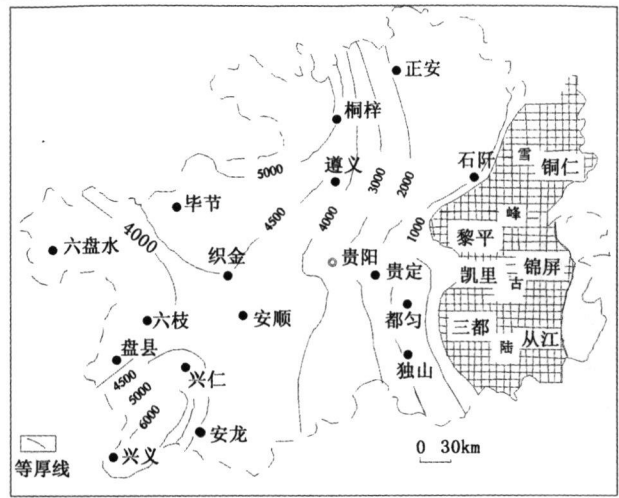


图 2 贵州省上二叠统龙潭组炼焦煤系上覆地层等厚线

Figure 2 Isopach of overburden above the Longtan Formation coal measures

东等地区的研究结果相对较多,从大地构造背景来看,贵州与四川盆地、鄂西滇东等地区同属上扬子地台,大地构造背景相对较为类似。中国南方现今地温特征研究显示在滇东—黔西一线地温梯度为15°C~20°C/km的低地温梯度值,这一地温梯度值分布区大致为威宁、水城、盘县地区。黔中地区地温梯度值为20°C~25°C/km,该地温梯度值分布区大致为习水—遵义—息烽地区。研究区具有局部小范围的25°C~30°C/km高地温梯度值,大致分布于毕节、织金地区。研究区地温梯度值的总体分布规律是中部高,东西两侧低。从地温梯度值的因素及上覆地层对煤变质作用影响分析,这与研究区东西两侧为变质程度较低的炼焦煤区,中间位变质程度较高的无烟煤区的分布形态是相吻合的。

#### 2.2 峨眉山玄武岩区域岩浆热变质及大地热流值综合变质作用

峨眉山玄武岩区域岩浆活动的总体演化由基性到酸性,由喷发到侵入,由海相到陆相。裂谷作用由泥盆纪至三叠纪。在中二叠世晚期—晚二叠世早期峨眉山玄武岩主喷发期间大规模峨眉山玄武岩岩浆喷发,其分布面积约为50万km<sup>2</sup>,跨越川、滇、黔三省,为基性岩浆活动的高峰期。峨眉山玄武岩在贵州西部广泛分布,其分布形态呈向东凸的舌形,西厚东薄。在西北部的威宁、盘县一带形成巨厚的峨眉山玄武岩,最厚处在威宁舍居乐,厚1319m。黔西—安顺一线以东厚仅数十米,且多不连续,在瓮安至福泉一带附近尖灭<sup>[5]</sup>。贵州省内岩浆岩出露面积不大,自早古生代以来,以晚古生代(二叠纪)峨眉山玄武岩活动最为强烈,其余均为零星分布<sup>[6]</sup>(图3)。

从图3可以看出,峨眉山玄武岩在研究区由西

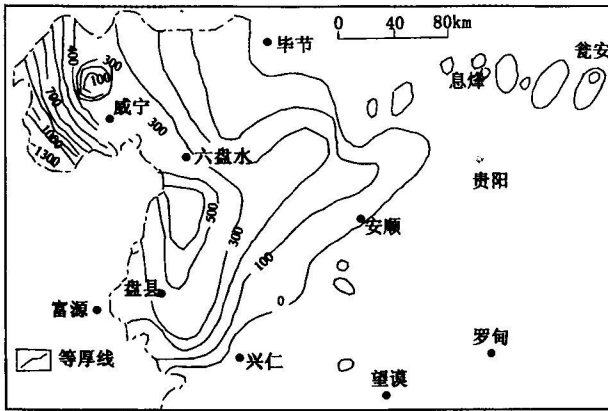


图3 峨眉山玄武岩等厚线分布图

Figure 3 Emeishan basalt isopach

至东成楔状分布,而岩浆活动是造成地热场异常的主要原因。不同形式、性质、规模的岩浆活动,形成不同形式、规模和分布特点的地热异常,对煤层产生不同变质程度的作用。因此,岩浆活动特点是划分煤变质区时必须考虑的因素。在研究区存在着岩浆活动特别强烈的地区,区内大型基岩广布,火山作用强烈,岩浆活动在区内形成连续、统一、持续时间长的高温地热场。

峨眉山玄武岩在研究区厚度由西向东的递减趋势大致与研究区大地热流值由西向东的逐渐递减的趋势一致。据中国南方大陆大地热流研究表明:楚雄盆地大地热流值可高达  $80\sim 90\text{mW/m}^2$ ,滇东—黔西一线大地热流值为  $60\sim 70\text{mW/m}^2$ ,黔中地区大地热流值为  $50\sim 60\text{mW/m}^2$ ,湘中地区大地热流值为  $30\sim 40\text{mW/m}^2$ ,这样大地热流值总体分布趋势是:在研究区东西向上由西向东逐渐递减。综合峨眉山玄武岩在研究区厚度分布规律及研究区大地热流值的分布状况,可以看出这两种作用对研究区煤变质影响程度的总体趋势是由西向东逐渐减弱。

### 2.3 莫霍面抬高构成地热异常的热变质作用

地幔物质上涌可导致局部地区的莫霍面较周围高,在研究区贞丰、罗甸的莫霍面就浅于周围地区约  $2\text{km}$ ,因此构成地热异常<sup>[6]</sup>。

上导高温的深大断裂和莫霍面抬高的地区常伴有岩浆活动,进一步提高了煤的变质程度。促使煤变质的热源中,以正常地温导致深成变质作用具有普遍性;而侵入岩浆热引起的区域岩浆热叠加变质作用显著。

贞丰、罗甸地区的煤变质程度高于周围,据图1标示的贵州上二叠统煤级的分布规律可以看出贞丰、罗甸地区为变质程度高的无烟煤区,而该无烟煤区的两侧盘县、水城、贵阳等地则为煤的中低变质区。据以上分析可以把莫霍面抬高构成的地热异常

的变质作用在研究区空间上东西部作用都低,而主要集中在中部地区。

### 2.4 燕山期小型隐伏岩体的热变质作用

从前面的分析可以看出,黔西的赫章、普安一带的煤变质受由西至东的楔形岩浆岩的热变质影响最大,而在东部的习水、罗甸一带的煤几乎没有受到楔形岩浆岩的热变质的影响。上覆地层及莫霍面抬升的热叠加变质作用对中部毕节、织金无烟煤区影响最显著,而对东西两侧的煤变质作用影响程度较弱。黔东南地区受燕山期小型隐伏岩体的影响最为显著,小型隐伏岩体在习水、罗甸一线呈零星分布,如罗甸背斜核部等处都有零星分布有燕山期辉下射姑的辉绿岩,经中科院贵阳地化所测定,其绝对年龄为  $115.5\text{Ma}$ ,大致相当于燕山晚期,即侏罗纪到白垩纪期间<sup>[9]</sup>。这说明燕山期的小型岩体可能是造成研究区东部含煤岩系变质为炼焦煤的主要原因。正是小型隐伏岩体零星分布所造成的局部高温对东部地区煤的变质作用影响较大。

### 2.5 热叠加的综合作用

峨眉山玄武岩在贵州呈自西向东的楔形分布,玄武岩的楔形分布状态决定了由玄武岩体产生的热对煤的变质程度的影响自西向东也是呈楔形状的;上覆地层厚度在研究区大致呈拱形分布,既是中部厚,东西两侧薄的分布状态。这个独特的分布状态决定了由上覆地层厚度所引起的地温对研究区的煤变质作用的影响是呈中部高两侧低的拱形分布;莫霍面在中部的局部抬升所引起的对煤的热变质作用主要集中在研究区中部地区;燕山期的小型隐伏岩体在研究区东部呈零星分布状态,燕山期小型隐伏岩体产生的局部高温对研究区东部地区煤变质作用是明显的。几种热叠加在研究区对煤变质影响的综合作用程度见图4。

## 3 结论

①贵州上二叠统炼焦煤在平面上呈  $\chi$  型环带状分布规律。研究区西部( $\chi$ 型左边)是炼焦煤区;中部是无烟煤区;东部( $\chi$ 型右边)是无烟煤区。

②研究区上覆地层的中部厚于东西两侧及地温梯度的中部高东西两侧低的似拱形分布形态是贵州上二叠统炼焦煤呈  $\chi$  型环带状分布的主控因素。故上覆地层及地温梯度影响的深成变质作用在中部最显著,在西部和东部次之,且在西部和东部大体相当。莫霍面在中部抬高形成的地热异常对中部煤的变质作用最显著;峨眉山玄武岩自西向东的楔形分布及大地热流值从西向东的逐渐递减对煤的变质作用的影响也呈楔形分布。

(下转第13页)

## 4 结论

①朱仙庄煤矿断裂构造是影响矿井构造复杂程度的主要因素,断裂网络的空间分布具有很好的统计自相似性结构特征;根据朱仙庄矿断裂构造的分维特征,可将矿井断裂网络复杂程度分为断裂网络分维值小于 1.0 的构造简单区,1.0~1.2 的构造较复杂区(构造中等)和大于 1.2 的构造复杂区三个等级,定量的表述了矿井不同区域的构造复杂程度。

②断裂构造复杂程度分维值与瓦斯聚集和赋存关系密切,分维值高的区域往往也是瓦斯含量较高的区域,因此,断裂复杂程度的分维值也可以作为瓦斯的聚集和赋存的指标之一。

### 参考文献:

[1] Williams R J, Rogis J. An analysis of the geological factors leading to

outburst-prone conditions at Collinsville, Queensland [G]/The Occurrence, Prediction and Control of Outbursts in Coal Mines Symposium, Australia. Parkville, Victoria, Australia: Inst. Min. Metall, 1980: 99-109.

[2] 武强,董东林,钱增江,等.试论华北型煤田立体充水地质结构理论[J].水文地质工程地质,2000,(2):47-49.

[3] 王桂梁,徐凤银.矿井构造预测[M].北京:煤炭工业出版社,1993:144-185.

[4] 徐志斌,王继尧,张大顺,等.煤矿断层网络复杂程度的分维描述[J].煤炭学报,1996,21(4):358-363.

[5] Xie Heping. Fractals in rock mechanics. Netherlands: A.A Balkema, 1992: 14-15.

[6] 金以文,鲁世杰.分形几何原理及其应用[M].沈阳:浙江大学出版社,1998.

[7] 张飞燕,陈晓山.分形概念及其在构造地质研究中的应用[J].中国煤炭地质,2008,20(3).

(上接第 9 页)

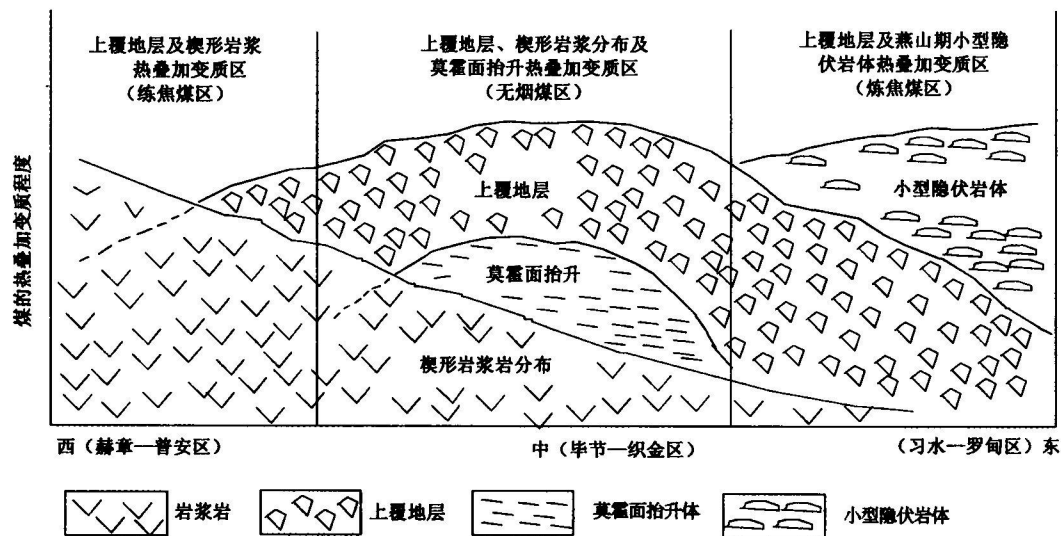


图 4 煤的热叠加变质作用图

Figure 4 Coal thermal metamorphic superimposing

燕山期小型侵入岩体在研究区东部较强的活动则是对峨眉山玄武岩和大地热流值在东部影响较弱的补充。最后几种热变质结果的叠加则很好地解释了贵州上二叠统炼焦煤呈  $\chi$  型环带状分布的独特现象。

### 参考文献:

[1] 徐彬彬,何明德.贵州煤田地质[M].江苏 徐州:中国矿业大学出版社,2003.

[2] 杨起,吴冲龙,汤达祯,等.中国煤变质作用[M].北京:煤炭工业出版社,1996.

[3] 刘进,冯常茂,牛新生.贵州上二叠统含煤岩系煤级分布的成因分析[J].煤炭科学技术,2007,(11).

[4] 袁玉松,马永生,胡圣标等.中国南方现今地热特征[M].地球物理学

报,2006,49(4):1118-1126.

[5] 聂爱国,秦德先,管代云,等.峨眉山玄武岩浆喷发对贵州西部区域成矿贡献研究[J].地质与勘探,2007,143(2).

[6] 贵州省地质矿产局,贵州省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.

[7] 滇黔桂石油地质志编写组.中国石油地质志(卷十一)滇黔桂油气区[M].北京:石油工业出版社,1992.

[8] 杨起.中国煤的叠加变质作用[J].地学前缘,1999,6(2).

[9] 陈学敏.贵州龙潭组煤类分布规律及其成因[J].煤田地质与勘探,1995,(2).

[10] 陈忠恕,吴玉东.川南地区晚二叠世峨眉山玄武岩与含煤建造[J].中国煤炭地质,2010,22(2).

[11] 田维江.贵州晚二叠世各煤田含煤性分析[J].中国煤炭地质,2008,20(4).