

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

华北地区南部晚古生代煤的变质成因

——地下水热液对煤变质作用影响的进一步探讨

钟 宁 宁

曹 代 勇

(江汉石油学院,湖北沙市)

(中国矿业大学北京研究生部)



在分析造成华北地区南部晚古生代煤变质分带性的地质因素基础上,阐述了煤变质成因与区域构造格局演化的密切联系;从古地热异常形成机制出发,着重讨论了地下水热液对煤变质作用的影响,建立了煤的地下水热液变质作用地质模式;用古地热-煤变质系统的概念,根据热源、载热体和通道、聚热体 3 个要素的配置,分析了煤变质成因。

关键词 煤变质作用 有机质热演化 地下水热液 古地温异常
古地热-煤变质系统 晚古生代煤系

华北地区南部系指以秦岭-大别山、陇海铁路和京沪铁路为边界构成的三角形区域,包括河南省全部和苏、鲁、皖三省局部,相当于煤田地质学所称的华北聚煤区南部。石炭纪、二叠纪含煤建造是该区最重要的含煤岩系,煤系东厚西薄,900—600m;含煤层位自北向南抬高,含煤最多可达 50—80 层,分为 8—9 个煤组。二叠系山西组下段的二煤层在全区稳定可采,是本文的主要研究对象。该区煤变质成因一直是许多煤田地质工作者关注的问题之一^{[1-3][2]}。笔者曾就河南石炭纪、二叠纪含煤岩系在煤热变质作用条件下的变化特征,初步分析了地下水热液对煤变质的影响。本文在以往研究的基础上,着重从热源、通道和载热体、聚热体 3 个要素入手,进一步探讨地下水热液对煤变质的影响,并以古地热-煤变质系统的概念对煤变质成因进行讨论。

1 煤变质带的展布

以煤的镜质组反射率表征其变质程度。华北地区南部二煤层的反射率等值线图(图 1)反映出以下煤变质分布特征。

1. 煤变质具有明显的分带性,以济源—开封—永城—线由 $R_{\max}^0 = 2.5\%$ 等值线圈出的巨大无烟煤带为中心,呈对称的环带状分布,由中心带向外侧依次为:鹤壁—夏邑—周口北—密县南—登封—新安贫煤带 ($R_{\max}^0 1.8\% - 2.5\%$); 荷泽南—周口—禹县南—临汝

1) 唐亚兰. 河南平顶山—荥巩煤田煤变质特征及其原因. 中国地质大学(北京)硕士研究生毕业论文. 1983.

2) 钟宁宁. 河南中北部煤之热变质作用. 中国矿业大学北京研究生部硕士研究生毕业论文. 1984.

本文 1991 年 10 月收到, 1992 年 6 月改回, 刘淑春编辑。

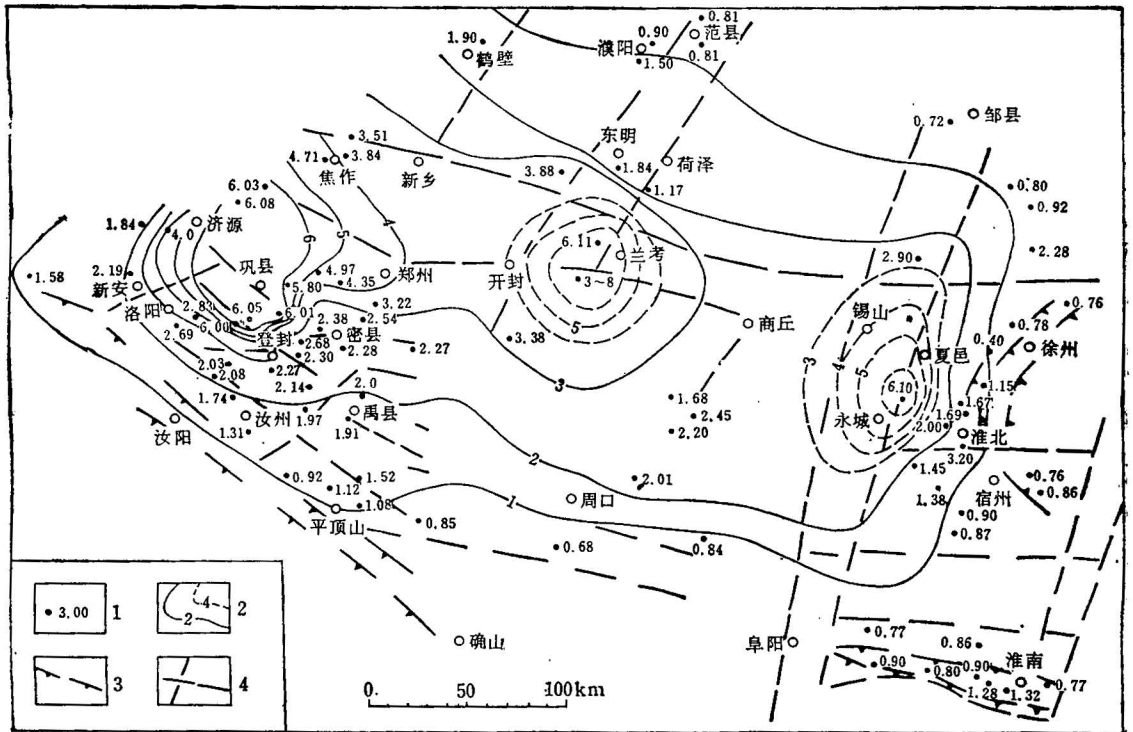


图 1 华北地区南部上古生界二煤层煤级分布图

Fig. 1 Rank distribution of seam 2 of the Upper Paleozoic in the south of North China

1. 资料点; 2. 镜质体反射率等值线; 3. 逆冲断层; 4. 正断层和平移断层

1. Data point; 2. isopleth of vitrinite reflectance; 3. thrust; 4. normal fault and strike slip fault

瘦煤带 (R_{max}^0 1.5%—1.8%); 东濮凹陷南部—淮北—周口—平顶山焦煤、肥煤带 (R_{max}^0 1.0%—1.5%); 最外围是东濮凹陷北部—徐州、宿县—淮南—周口南的肥气煤、气煤带 (R_{max}^0 0.6%—1.0%)。在无煤带中, 还存在 3 个分别以济源—郑州、开封—兰考和永城为中心的高变质无烟煤区, 其镜质组反射率值高达 4% 以上。纵观全区, 除永(城)夏(邑)煤田和淮北煤田内不同牌号的煤互相穿插, 情况比较复杂外, 煤变质的分带极有规律。

2. 煤变质区间宽, 煤种多, 从气焰煤至无烟煤都有分布, $R_{max}^0 \geq 6.0\%$, 构成完整的变质系列。

3. 变质带的展布具有明显的方向性。上述分带构成半封闭的椭圆形, 长轴沿济源—郑州—永城一线呈北西西向展布, 3 个高变质无烟煤区呈北北东向叠加在主体变质带之上, 并使其发生畸变。这种取向性体现了北西西和北北东 2 个方向区域性控制因素的存在。

此外, 由无烟煤带向外, 煤变质的垂向梯度逐渐减小。以豫西煤田为例, 由中心区的济源、荥(阳)巩(县)诸矿区向南, 垂向反射率梯度的变化依次为: 荥(阳)巩(县)矿区 0.57%/100m; 新(郑)密(县)矿区 0.21%/100m; 临汝矿区 0.23%/100m; 禹县矿区和平顶

山矿区北部 0.10%—0.12%/100m。不同的研究者都认为,它们比正常地温梯度下形成的垂向反射率梯度(一般 0.023%—0.06%/100m)大得多^{[1][2]},反映了异常古地温的叠加影响。同时,这种梯度变化趋势意味着等变质面是以无烟煤带为中心向外侧倾斜的。

2 影响煤变质的区域构造演化及岩浆活动特征

华北聚煤区南部属于华北古板块的南端,南接秦岭-大别山造山带,东隔郟庐断裂和双沟推覆带与华南古板块相望。秦岭-大别山造山带、郟庐断裂和双沟推覆带、地壳岩石圈结构变化,是控制该区盖层构造格局和演化的三大地球动力学条件,因此使得区内构造面貌除具有与华北古板块主体相同的基本特征外,还具有处于稳定区与活动带之间的过渡特点。

近东西向、北西—北西西向和北北东—北东向是盖层构造的三组主要构造线方向(图2)。其中近东西向一组是继承性的基底构造,对晚古生代煤系的形成起控制作用;北西—

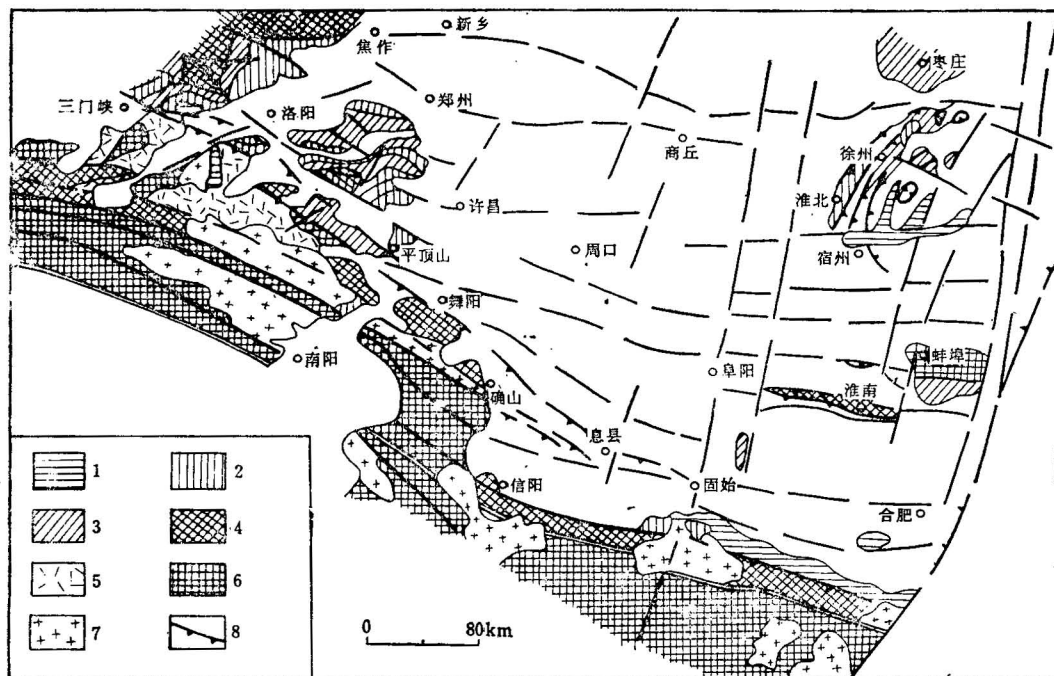


图2 华北地区南部构造简图

Fig. 2 Schematic tectonic map of the south of North China

1. 侏罗系和白垩系; 2. 石炭系至三叠系; 3. 上元古界至奥陶系; 4. 中上元古界; 5. 中元古界;
6. 太古界至下元古界; 7. 中生代侵入岩体; 8. 逆冲断裂带

1. Jurassic and Cretaceous; 2. Carboniferous to Triassic; 3. Upper Proterozoic to Ordovician;
4. Upper-Middle Proterozoic; 5. Middle Proterozoic; 6. Archeozoic to Lower Proterozoic;
7. intrusion of Mesozoic; 8. thrust zone

1) 唐亚兰, 河南平顶山—莱州煤田煤变质特征及其原因, 中国地质大学(北京)硕士研究生毕业论文, 1983.
2) 钟宁宁, 河南中北部煤之变质作用, 中国矿业大学北京研究生部硕士研究生毕业论文, 1984.

北西西向构造与秦岭-大别山造山带的演化有关,以早期挤压,晚期伸展为特征;北北东-北东向构造与郟庐断裂和双沟推覆带有关,经历了早期挤压,中期平移走滑,晚期裂陷伸展的演化过程⁹⁾。

该区盖层构造的一个鲜明特点是多层次、多类型滑脱构造的普遍发育,按几何形态和成因机制特点,分别属于华北聚煤区南缘逆冲推覆构造带、徐淮推覆-滑覆构造系统和豫西重力滑动构造区三大滑脱构造系统。前两者为挤压型滑脱构造系统,均位于研究区的边缘,由构造活动带的影响所致,其强度向稳定区内部递减。而内部广大地区则以中新世的裂陷伸展作用为特征,表现出大规模的断块掀斜运动,在此背景下发生的重力滑动构造在豫西煤田内部十分发育^{4,5)}。

中新世的岩浆活动在空间展布上受构造格局控制,与区域构造线一致。南侧秦岭-大别山为一条北西-北西西向的中新世构造岩浆岩带,以反映挤压环境的“S”型花岗岩为特征。值得注意的是,华北断块区内发育的三条北北东向中新世裂谷型岩浆岩带均延伸达研究区内⁶⁾。自西向东依次为:太行山东麓岩浆岩带,南端止于豫北太行山区;鲁西岩浆岩带,南段二条分支分别延续至兰考和永城一带;郟庐断裂岩浆岩带。中生代岩浆活动有自西而东侵位深度逐渐抬高,由深成、中深成向中浅成及浅成岩体变化的趋势。研究区东侧的徐州、淮北地区中生代浅成辉绿岩侵入煤系乃至顺煤层侵入现象十分普遍。

3 煤变质作用地质因素分析

华北聚煤区南部煤变质作用研究中,长期悬而未决的问题是高变质煤的成因。对此,先后有动力变质作用、二次深成变质作用、区域岩浆热变质、岩浆热变质、地下水热液变质等多种解释。上述成果均正确地认识到叠加在深成变质作用之上的高地热条件对变质分带形成所起的决定性作用。但对古地温异常的古地热系统的一些基本要素,如热源、热的作用方式等问题,尚存在很大的分歧。事实上,区内高变质煤的成因比较复杂,不能用单一模式加以概括。

1. 对石炭纪、二叠纪煤系埋藏史及沉积盖层的恢复可以发现,叠加异常古地热场之前,石炭纪、二叠纪煤的变质具有原始分带性。

区内的石炭系、二叠系和三叠系是连续沉积。二叠系厚度不大且稳定,侏罗系、白垩系局限于孤立的小型断陷盆地内。因此,三叠系的厚度及其变化将决定区域性的原始煤变质分带。豫西济源一带为华北南部的三叠系沉积中心^{7,8)},厚度达 3 700m,在假定古地温梯度 3℃/100m 的条件下,二煤层经受的最高古地温约 150℃,根据 TTI 法换算的 R_{max}^0 为 2.08%,实测值却 >6.0%。以济源为中心向外侧,三叠系的厚度减薄,原始煤级也相应降低,郑州附近换算的 R_{max}^0 为 1.03%,实测值 4.0%;许昌换算的 R_{max}^0 为 0.65%,实测值 1.5%;平顶山南部、淮南等地的换算值与实测值接近。可见,除局部地区外,前燕山期的“正常”深成变质作用已能使原始煤级达到气煤-焦煤阶段。不同的研究者对原始煤级及其分带的分析会略有差别,但有一点相同,原始煤级虽有分带却远不如现今的明显和

1) 曹代勇. 华北聚煤区南部滑脱构造研究. 中国矿业大学北京研究生部博士研究生毕业论文. 1990.

完善,燕山运动以来叠加的异常古地温促使原始煤级进一步增高,分带逐步完善^{[1,9]12)}。

2. 煤级分布特征体现了叠加热场的性质,岩浆热变质作用的影响自东向西减弱。

淮北矿区和永(城)夏(邑)矿区位于鲁西构造岩浆岩带南端,中生代岩浆活动比较明显,岩浆热变质作用显然是造成局部中高煤级煤分布的主要原因。其特点为:(1)岩体规模一般不大,热容量有限,以单向传导型的热扩散作用为主,热衰减快;直接与岩体接触的煤层常伴生天然焦,热变质影响范围仅数米至数十米,即使面积几十平方公里的中酸性侵入岩体产生的热变质带宽度也不过几公里至十余公里。(2)平面上出现以岩体为中心的变质单元,其往往孤立分布具有较高的变质梯度。(3)由于岩体侵入活动受构造格局控制,沿东西向的丰(县)沛(县)断层、宿(县)北断层和北北东向的丰(县)颍(上)断层都有串珠状侵入体出现,因而导致中高变质带圈闭也沿上述次级断裂岩浆岩带呈串珠状展布。

豫东开封—兰考高变质煤带圈闭也与侵入体有关。它位于北北东向的聊(城)(兰)考次级裂谷岩浆岩带^[6]与东西向的新乡—沛县断层交汇处,在此高变质煤圈闭内的太参1井、兰古1井和长1井均钻遇燕山期中酸性岩体,并见天然焦。

需要指出的是,上述2个高变质煤圈闭的规模远不如豫西的高变质煤圈闭大。勘探实践表明,它们由一系列环绕侵入体分布、孤立的小变质单元构成,在图1这样的小比例尺图上不易表示出来。

由此,豫西煤田大面积连续的高变质无烟煤的成因,历来被认为是华北地区南部煤变质成因研究的关键所在。这是因为若也以岩浆热变质解释,豫西现今的煤田分布范围内并无确切的中生代岩浆活动证据。航磁异常多数反映结晶基底顶界面的起伏或岩性变化³⁾,排除了盖层内存在大规模隐伏岩体的可能性。即使存在一些由较高正磁异常圈出的隐伏岩体,其规模也难以造成象豫西煤田这样大面积连续高变质煤的分布。煤田南侧的秦岭—大别山—一线有大规模的中生代岩浆岩体分布,但煤系并不直接与岩体接触,比较靠近岩体的平顶山、临汝等矿区基本上不受岩体产生的叠加热场的影响。相反,它们的煤级却围绕着位于郑州—济源一带的高变质中心分带(图1,图2)。所以,笔者认为,岩浆热变质作用不是区域性中高煤级煤形成的主要原因,其影响自东而西减弱。

3. 动力变质作用没有导致煤变质程度明显提高。

一般情况下,压力只能促进煤的物理性质变化和晶格结构变化,并不能直接促使煤变质程度增高,只有强烈活动的压剪性断层产生的摩擦加热效应才能形成狭窄的摩擦热变质条带^[10]。这种动力变质必需的地质条件,与豫西煤田以伸展裂陷作用形成的正断层为主的事实不符^[5]。豫西煤田内的正断层动热效应微弱。事实上,尽管淮北、淮南煤田逆冲推覆构造发育,也未伴随明显的煤变质效应,只是使得煤镜质组反射率各向异性发生不同程度的改变,“反射率椭球体”成为一种应变指示计。这方面问题笔者已另有专文讨论^[11,12]。总而言之,动力变质作用在华北聚煤区南部不具普遍意义。

分析表明,传统的煤变质作用模式似是可以解释华北地区南部部分高变质煤的成因和煤变质的原始分带性,但却未能很好解释豫西煤田大面积连续的高变质煤的成因。

1) 唐亚兰. 河南平顶山—荃巩煤田煤变质特征及其原因. 中国地质大学(北京)硕士研究生毕业论文. 1983.

2) 钟宁宁. 河南中北部煤之热变质作用. 中国矿业大学北京研究生部硕士研究生毕业论文. 1984.

3) 航空物探大队911队. 河淮平原构造航磁普查报告(内部). 1981.

4 豫西煤田的地下水热液变质作用

在豫西煤田,笔者注意到以下事实:

1. 中高煤变质带内的石炭纪、二叠纪煤系普遍具有中低温热液蚀变矿化现象,石英脉和方解石脉发育,包裹体测温(均一法)确定最高成矿温度达 200—350°C^[9]。

2. 石英中气液包裹体水的 δD 和 $\delta^{18}O$ 同位素分析和化学成分分析结果表明,热液中的水主要来自大气降水,表现出受深断裂控制的深循环型地下水热液的某些性质。也就是说,在古地热系统中,有着沿断层或破碎带深循环的载热流体^[3,13,14]。

3. 高变质煤带的主体沿济源—开封—永城一线呈北西西向,与构成研究区北侧构造边界的焦作—沛县深断裂毗邻而行;济源—郑州、开封—兰考、永城 3 个高变质无烟煤圈闭均位于此断裂与北北东向中生代裂谷岩浆岩带^[6]的交叉部位。

4. 在地壳等厚图上(图 3),洛阳—焦作之间存在一个莫霍面次级隆起,它位于中国东部和中部之间的太行山—武陵山上地幔顶界面斜坡带上。一些学者认为^[15,16],这一斜坡带的形成和中生代晚期华北地区大地构造格局变化有着密切关系。上地幔顶界面起伏态势变化之际,上地幔物质位移的重力能可以转换成巨大的热能,脉动地上传递热流和岩浆^[4,14],从而造成古地热异常。豫西煤田的中高变质煤的分布范围正好与此次级隆起吻合。诚然,仅仅是高变质煤圈闭位于深部莫霍面次级隆起上方,尚不足以证明它们之间的因果联系,但如果这一位置同时还是深大断裂交汇处,上下两者之间有深大断裂沟通,并为载热流体所联系,那么,对于豫西高变质煤的形成,这就不是巧合而可能是一种必要的配置了。

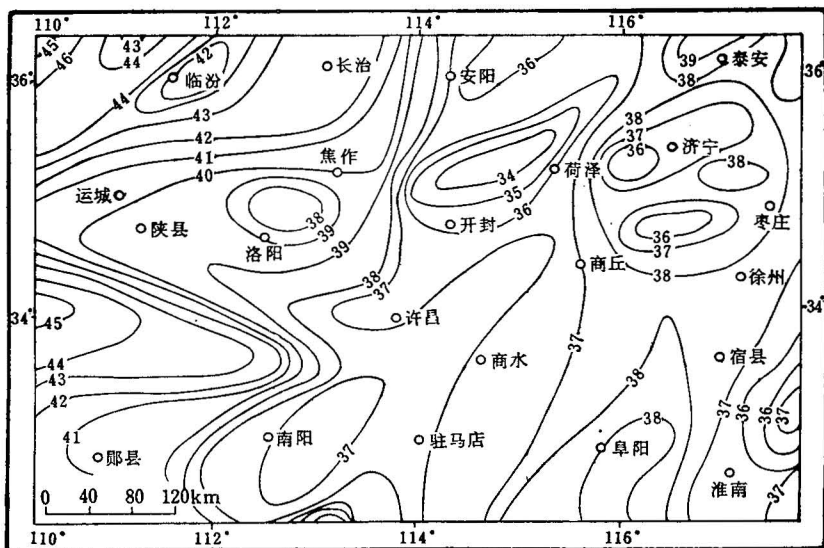


图 3 华北地区南部地壳等厚图(据史志宏等, 1983 年,简化)

Fig. 3 Isopach map of the earth's crust in the south of North China

据此,笔者提出了导致豫西煤田煤变质分带形成的地下水热液变质作用模式(图 4)。

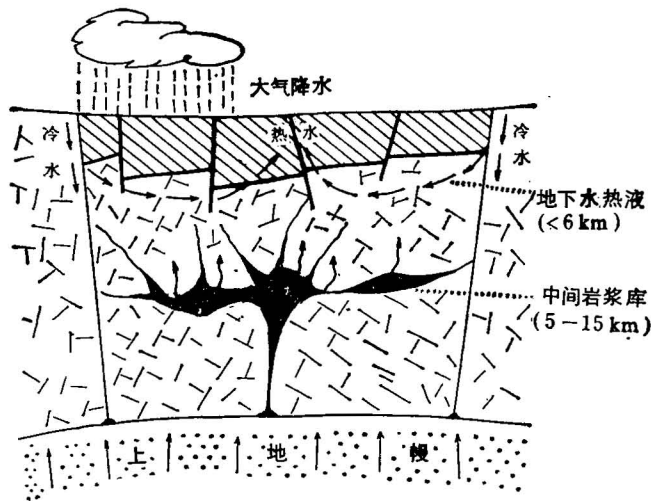


图 4 煤的地下水热液变质作用地质模式

Fig. 4 Geological model of thermal groundwater metamorphism of coal

在此模式中，地下水热液作为深部热源与煤系之间的传热媒介。热源的形成与莫霍面次级隆起有关，莫霍面的隆起意味着地下深处高温界面的升起，随之以热流的增强。特别是上地幔物质向地壳下部注入，使下部地壳物质受热重熔，发生软塑性流动，形成不同深度的融熔体，导致大面积的古地温增高。这种从地幔深处向地表运移途中的“中间岩浆库”一般在 5—15km 深处，它使区域发生热活化、热流和地温增高，对此，国内外学者都有过论述^[4,17]。深断裂与深部熔融源沟通，成为深部岩浆和热流上涌的通道，同时还为地下水的深循环提供了条件。

地下水通过深循环获得高温，其与围岩的相互作用包括了在渗流过程中的蚀变作用与与围岩的热交换，对煤系加温，促成煤的热变质^[3]。断裂系统是控制中间岩浆库形成和地下水深循环的重要因素，因此，中高级煤变质带的展布与上地幔次级隆起和深断裂的走向密切相关。这样一个模式把深部地壳结构演化—区域构造特征—地热异常形成—煤变质联系为一个有机的整体。许多学者所论述的中生代晚期华北地区南部上地幔顶界面起伏态势及大地构造格局变化^[4,6,8,15,16]是深部热源形成的必要和充分条件。地下水热液形成和活动时期，也就是煤发生热变质的时期，相当于控制性断裂的主要活动期及中间岩浆库产生和形成以后存在的时期。据国外一些学者^[4]计算，中间岩浆库的产生约需 2—3Ma 到 10—15Ma，而存在时间为 20—30Ma，比较起单个侵入体的热寿命来说，如此长时间的地热异常更有利于煤的变质。

5 古地热-煤变质系统和煤变质区带

通过进一步讨论，提出这一模式的意义不仅仅在于表示地下水热液变质作用，而且还在于指出煤变质作用中，热源、载热体和通道、聚热体 3 个要素构成了古地热-煤变质系统。同一系统内 3 个要素的影响，或相互叠加或相互补偿或相互制约。较之于传统的模式，该“系统”的概念不拘泥于某个岩体的存在与否，而更注重古地热场中热源向煤系的主

要热扩散方式,即载热体的性质和通道条件所控制的传热效率。若具备合适的载热体和通道,较深、较远的热源可以造成广泛的影响,产生强烈的煤变质效应。循此概念,豫西煤田就是一种地下水热液对流型的古地热-煤变质系统,它的 3 个要素分别是:热源——中间岩浆库或上地幔、载热体及通道——地下水热液及断裂、聚热体——煤系(图 5)。在对流型古地热-煤变质系统中,热扩散方式以对流传热为主,热源的热效率要高于传导型的传热方式。煤田内开放性断裂发育、煤层破碎、裂隙众多等因素都为热液活动提供了良好的场所,从而大大增强了深部热源的影响力,形成一种透入性的高地温场,导致大范围连续的高变质煤分带的形成。可见,在地下水热液对流型古地热-煤变质系统中,地壳及岩石圈的结构、断裂构造格局是控制煤变质带范围和取向的决定性因素。同时,断裂的性质、规模及其演化也对煤变质起着重要作用。

由图 3 不难发现,两淮地区的地壳厚度仅为 37—38 km,略小于豫西地区(38—39km)。而且,淮北、永城等地还有众多的中生代岩体侵入和/或接近煤系。它们似乎都有更好的热源条件,但却没有产生像豫西煤田那样深刻的影响,这要归结于古地热-煤变质系统的差别。首先,这与通道——深大断裂的规模和影响深度有关,如前所述,华北南部的 3 个高变质煤圈闭均与深大断裂交汇处吻合,但由豫西而及开封—兰考和永城—淮北,北北东向的中新生代裂谷岩浆岩带的规模及影响深度递减、岩浆活动时期渐新^[4,6],岩浆岩体侵位深度渐浅,岩体规模也变小。其次,这与断裂构造的性质有关,豫西煤田以正断层为主,中生代晚期以来,在区域引张应力场作用下发生大规模伸展掀斜运动,构成开放型地热系统,深部的热能通过地下水循环被有效地携带至浅部释放;而两淮地区中生代以挤压机制下的逆冲推覆作用为主要构造活动方式,断裂以压剪性质为主,对深部热流起着屏蔽作用,不利于载热流体的循环。从通道条件与不同深度热源的关系看,永城—淮北地区虽亦处于深断裂与裂谷岩浆岩带交汇处,产生了不同深度的侵入体,但由于盖层构造性质不同,侵入岩体的热主要以传导方式作用于煤系。诸多原因构成了这些地区的相封闭的传导型古地热场,而未能形成象豫西煤田那样大范围的异常高温古地热场,却造成一系列小范围、相互独立的古地热-煤变质系统,故热源的总体热效应远不如豫西煤田,只形成环绕岩体规模不大的独立煤变质单元。至于淮南煤田,构造位置不处在深断裂与裂谷岩浆岩带的交汇点,主体构造格架为一逆冲推覆构造系统,岩浆活动微弱。它既缺乏形成豫西类型古地热-煤变质系统的通道条件,也缺乏形成永城、淮北类型古地热-煤变质系统的热源条件,因此,与豫西煤田南缘的平顶山矿区相似,属正常的古地热-

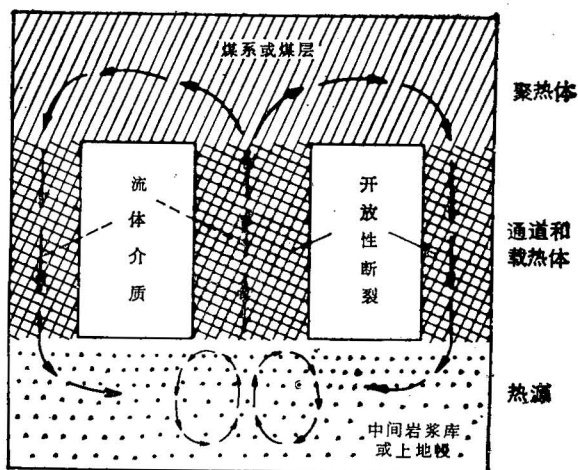


图 5 对流型古地热-煤变质系统示意图

Fig. 5 A sketch of the convective paleogeotherm-coal metamorphism system

煤变质系统,古地温取决于正常的地热增温率,受叠加的异常古地热场的影响甚微,基本保持了前燕山期深成变质的面貌。简言之,尽管华北地区南部由西向东地壳厚度减薄,但形成深循环地下水对流型古地热-煤变质系统的条件却不如豫西。

综上所述,对应于不同的古地热-煤变质系统,华北地区南部可以划分出3个煤变质区带:(1)豫西地下水热液变质区;(2)永(城)夏(邑)、淮北岩浆热变质区;(3)平顶山、淮南深成变质区。

参 考 文 献

- 1 杨起,潘治贵,翁成敏,苏玉春,汪正平. 华南石炭二叠纪煤变质特征与地质因素探讨. 北京:地质出版社,1988.
- 2 郝永富. 论豫西北无烟煤的变质成因. 中国煤田地质,1989,1(1): 13—18.
- 3 钟宁宁,任德临. 河南石炭二叠纪含煤岩系煤热变质作用下的变化. 地质论评,1990,36(2): 130—139.
- 4 马杏垣,刘和甫,王维襄,汪一鹏. 中国东部中生代裂陷作用和伸展构造. 地质学报,1983,57(1): 22—32.
- 5 曹代勇,王昌贤. 河南省西部煤田新生代断块掀斜运动. 煤炭学报,1988,13(3): 26—32.
- 6 张文佑,张筑,赵永贵,蔡新平,王信和,徐贵忠,吴海成,韩贝传,曾湘山. 华北断块区中生代地质构造特征及岩石圈动力学模型. 地质学报,1983,57(1): 33—42.
- 7 周兴熙,袁容. 华北盆地南部三叠系分布探讨. 石油实验地质,1983,6(2): 87—94.
- 8 张抗. 华北断块区中生代大型沉积盆地的发育特征. 石油与天然气地质,1983,4(2): 202—208.
- 9 秦勇,侯士宁,李大华,或国清. 豫西北地区山西组二煤层的生烃历史. 煤田地质与勘探,1990,(6): 31—36.
- 10 Teichmüller M, Teichmüller, R. Stach's Textbook of Coal Petrology (3rd Edition), edited by E. Stach et al. 1982.
- 11 曹代勇,王文笑. 镜质组反射率各向异性分析技术及其在构造研究中的应用. 中国煤田地质,1990,2(1): 1—8.
- 12 曹代勇. 安徽淮北煤田推覆构造中煤镜质组反射率各向异性研究. 地质论评,1990,36(4): 333—339.
- 13 Rybach L, Muffler L J P. Geothermal Systems—principles and case histories, John Wiley and Sons Ltd. 1981.
- 14 沈照理主编. 水文地质学. 北京:科学出版社,1985. 723—778页.
- 15 马文溪,何国奇,刘站站. 太行山带晚中生代岩浆活动及其构造含义. 地质论评,1983,29(1): 31—39.
- 16 黄培华,傅容珍. 中国大陆地壳对流格局和岩石圈层构造运动. 地质科学,1984,10(3): 235—243.
- 17 Ю. П. 马佐尔等. 煤的变质作用. 国外地质科技,1985,(6): 14—25.

GENESIS OF COAL METAMORPHISM OF LATE PALEOZOIC COALS IN THE SOUTH OF NORTH CHINA

—A FURTHER APPROACH TO THE EFFECTS OF THERMAL GROUNDWATER ON COAL METAMORPHISM

Zhong Ningning

(Jiangnan Petroleum Institute, Shashi City, Hubei)

and Cao Daiyong

(Beijing Graduate School, China University of Mining and Technology, Beijing)

Abstract

There are some complex genetic types for coal metamorphism of Late Paleozoic coals in the south of North China. It is not to be expected to establish a unique

pattern for several genetic types. Based on the assessment of the geological factors which cause the zonation of coal metamorphism, the genesis of a vast extent of higher anthracite in western Henan can not be explained reasonably by any traditional models of coal metamorphism. Having considered the relationship among the coal metamorphism, evolution of the deeper earth's crust structure, characteristics of regional tectonics and mechanism of formation of geothermal anomalies, one could conclude that thermal groundwater had deeply influenced the formation of anthracites of western Henan. There might exist a complete set of geological factors for the thermal groundwater metamorphism of coal in western Henan, such as the secondary rise of the Moho and production of intermediate magma chambers, intersection of deep faults and development of open fractures in the covers, and transfer of heat energy by thermal groundwater circulation. Heat diffusion dominated by the circulation of heat-carrying fluids, a fact that should be thought highly, must be favourable to forming a profound effective anomalous paleogeothermal field.

The three elements-heat source, heat-bearer and pathway and heat collector-are comprised in a system of paleogeotherm-coal metamorphism. The effects of these factors depended on mutual superimposition, compensation or conditioning of the three factors under different geological conditions. According to the notion of the system of paleogeotherm-coal metamorphism, there are the western Henan, subregion of thermal groundwater metamorphism the Yongxia-Huaipei subregion of magmatic thermal metamorphism and the Pingdingshan-Huainan, subregion of burial metamorphism, which respectively correspond with a system of convective paleogeotherm-coal metamorphism, multitudinous separated system of conductive paleogeotherm-coal metamorphism and a normal system of which temperature increase with the normal geothermal gradient.

Key words: coal metamorphism, thermal evolution of organic matter, thermal groundwater, abnormal paleogeotherm, paleogeotherm-coal metamorphism system, Late Paleozoic coal-bearing series

作者简介

钟宁宁,生于1960年7月,1984年毕业于中国矿业大学北京研究生部煤田专业。现为江汉石油学院测试中心讲师,从事有机岩石学和煤地质学的研究工作。通讯处:湖北省沙市市江汉石油学院测试中心。邮政编码:434102。