

煤变质作用研究*

杨 起

(中国地质大学, 北京)

摘 要 本文从4个方面扼要地讨论了煤变质作用的近期进展。在煤级参数方面对被质体反射率及其缺点和弥补的方法做了介绍。简述了近期提出的新的煤级参数。在煤化作用机理与特点方面概述了涉及煤化作用的煤结构研究新进展及其在煤化过程的演变中与镜质体反射率、挥发份的内在联系;煤化作用跃变与沥青化作用;“慢性组的煤化径迹”——煤化作用的一个新的方面。新的煤变质作用类型探讨。煤变质因素和煤化作用平衡。煤变质作用研究应用于其它地质学科。最后指出了应进一步研究的煤变质问题。

关键词 煤变质作用 煤化作用 煤变质作用类型 镜质体反射率 煤化作用跃变

我国是煤炭资源大国,煤的储量占世界第三位,产量已跃居世界首位。粗略看来,煤只是黑色的岩石,但若制成薄片在显微镜下观察,它们却是由多种显微组分构成,呈现出鲜艳的色彩;用化学方法可分析出多达470余种成分。因此除了燃烧生热外,煤还有多种工业用途,如炼焦用于冶金,干馏、气化、液化以制取流体燃料,作为化工原料生产化肥、塑料、合成纤维、药品、农药、染料、香料等。据统计,加工后煤的经济效益可达用于直接燃烧的1500倍。但总的说来我国对煤的合理利用、综合利用不够重视,将可用于冶金、化工的优质煤不分青红皂白地当作一般燃料烧掉。不仅如此,采煤的计划性也较差,我国的炼焦用煤的储量仅约占煤炭总储量的5%,但是目前炼焦用煤的年产量却达煤总年产量的50%,显然很大一部分炼焦用煤是通过燃烧浪费掉了。因之节约用煤不应单纯着眼于数量,同时还要根据煤质的不同合理利用、综合利用,做到物尽其用。而物尽其用的经济效益并不亚于数量上的节约,是煤炭工业的重要内容。此处对作为最后决定煤质与用途的煤变质作用的近期研究动态作一简单介绍。

1 煤级参数的研究

首先明确几个有关术语的概念:煤变质作用指由褐煤转变为烟煤、无烟煤、超无烟煤的物理化学作用;煤化作用指泥炭转变为褐煤以生物化学为主的成岩作用加上随后的变质作用,煤化作用的范围是从泥炭转变到超无烟煤,而煤变质则是从褐煤到石墨的演变。但

收稿日期:1992年8月20日。

*国家自然科学基金与地质部行业基金联合资助项目。

这两个术语的使用并不严格,如煤级指煤的演化程度,可用于表示煤的变质程度或煤化程度;煤级梯度指煤化梯度,也用以表示煤的变质梯度。

镜质体反射率是目前最好的煤级参数,但它具有在低煤化阶段变化缓慢和在高煤化阶段各向异性明显的缺点。低煤化阶段的缺点已为壳质组的荧光性研究所弥补,因为壳质组的荧光强度、荧光光谱和红/绿商在低煤级阶段都随煤化作用增高做有规律的变化。后一缺点的出现是由于当煤级大于 $5\%R_{\max}$ 时, $R_{\min}$ 由增高转而随煤变质程度的增高而降低,因此镜质组的各向异性增强。此缺点是采用各向异性指数 $R_{\max}$ 、 $R_{\min}$ 、各向异性比 $R_{\max}/R_{\min}$ 或相对各向异性指数 $R_{\max}-R_{\min}/R_{\max}$, $R_{\max}-R_{\min}/R_{\min}$ 弥补。在 $R_{\max}$ 达到6%后,亦可以 $R_{\min}$ 作为煤级参数。

在进一步研究如何使镜质体反射率作为煤级参数更趋完善的同时,煤岩学家还在探寻新的煤级参数。如应用孢粉在煤化过程中颜色和半透明程度的变化的热变指数(TAI)和采用牙形石在煤化过程中颜色的改变的色变指数(CAI)以确定煤化程度。TAI适用于低煤级到 $1.5\%R_m$ 阶段,包括生油阶段在内;与TAI相反,CAI适用于较高煤级直到 $5\%R_m$ 阶段,又由于牙形石产于海相灰岩中,故可应用于缺镜质组、少孢粉的前泥盆纪岩石。

在光片中除了镜质体反射率外,还可测渗出沥青体、煤化的笔石($\epsilon-S$)、疑源类(前 $\epsilon-R$)、基丁虫类(O-D)以及微体化石如沟鞭藻(T-R)的反射率。之所以测定早古生代甚至更早岩石中有机质的反射率,是因煤化作用及其参数的研究已广泛应用于其它地质学科。

矿物形成温度和粘土矿物随温度增高产生的变化亦用于确定成煤温度,进而估算出煤化程度。前者是把矿物分带与煤化程度进行对比;后者则是根据各种粘土矿物含量随埋深的变化以大致确定地温,如法国南部某钻孔资料表明,侏罗系从地表到不足3000 m埋深,高岭石时有时无,在深3000 m处完全消失;伊利石-蒙脱石混层在埋深接近3000 m时开始减少,约在3500 m深处消失,而伊利石比例则相应增高。伊利石结晶度在大于 $4\%R_m$ 的近变质带也是较好的煤级参数。

2 煤化作用机理与特点

与煤化作用有关的煤结构研究也取得了进展。在理论性研究方面由于煤的不均一性和不同成因引起的复杂化,使煤的总体结构研究尚未突破。但腐殖煤、腐泥煤的结构模型研究取得了进展,改变了过去只研究结构较简单、易于溶解的烟煤,近期则向两个方向发展,深入到研究泥炭和无烟煤,所提出的煤的结构模式也就不限于过去的烟煤,带动了根据官能团反应机理等理论研究的发展。

煤的直观性研究由于80年代测试手段增多而得到发展,如核磁共振、色质联用、低角度X射线衍射、电镜技术、激光喇曼等技术方法的应用,使煤结构研究取得了不少新的认识,如高分辨透射电镜做到了直观观察煤中芳香层的大小、形态、排列及其与煤中微孔的关系等;除验证了过去X射线的研究结果外,在煤的工艺性质和加工利用方面起到了推动作用,特别是对煤的生油潜力、煤中微孔对储气空间和运移通道等研究发挥了作用。

近年来有机地化的开辟对解释煤化作用的地球化学机理有较快的进展,已经涉及到区分煤的变质类型,但对因受热方式不同引起的煤结构变化,如天然焦、石墨的形成机理尚少研究。

一般认为化学成分主要是腐殖质的镜质组，其结构总的是由芳香族稠环（简称芳香环）和富氧桥、脂肪族侧链及各种官能团所组成。随着煤化作用的进行，官能团、侧链、桥等从芳香环上脱落并以气态逸出，而芳香环则缩合成更大的芳香结构，同时挥发份产率减少，镜质体反射率增高，而以此些变化为内容的煤化作用，不是均匀演变而是跃变的。在煤化程度很低的阶段，由于煤中析出气体的成分主要为 CO_2 和 H_2O ，只有少量 CH_4 ，因此芳香环的缩合作用不明显，镜质体反射率自然变化不大，在这阶段镜质体反射率和挥发份产率都不是好的煤级参数。煤化程度增高，官能团、脂肪族、脂环族等的脱落，产出以 CH_4 为主的挥发份；在接近 $0.5\%R_m$ 阶段，开始了形成沥青的沥青化作用，与石油的开始形成阶段相当。此即为煤化作用的第一次跃变。在煤化作用进行到 $1.35\%R_{\text{max}}$ 左右阶段，煤中由以缩合作用为主转而以裂化为主，生成大量挥发物质，此即为与石油的死亡门限相当的煤的第二次煤化跃变。

到贫煤阶段芳环叠片的有序化排列还只是开始，挥发份和镜质体反射率在 $0.5\%R_m$ 到贫煤阶段都是较好的煤级参数。及至无烟煤阶段芳环叠片进一步增大，叠片间的距离缩小，叠片间偏斜方位由低煤化阶段的 30° 降到 15° ，排列有序化加强，各向异性开始明显，但镜质体反射率仍可作为煤级参数，这一明显变化相当于煤化作用的第三次跃变。进入无烟煤阶段挥发份产率已小于 8% ，进一步煤化不可能有大的变化，因此挥发份产率在无烟煤阶段已经不是好的煤级参数。大于 $4\%R_{\text{max}}$ 的超无烟煤阶段，由于芳环叠片的间距进一步缩小和排列更加有序化，芳环叠片彼此近于平行，加以 R_{max} 继续增高的同时， R_{min} 却转为随煤化程度的加深而降低，使光学各向异性更为突出，是煤化作用的第四次跃变。在此阶段镜质体反射率就难以准确测出煤级，挥发份变化更小，也不能作为煤级参数。天然焦阶段则以高得多的反射率（可达 $12.2\%R_{\text{max}}$ ）和强得多的光学各向异性（ $9.8\%R_{\text{max}} - R_{\text{min}}$ ）为特征。

煤化过程中最引人注意的是沥青化作用，它不仅反应了最重要的两次煤化跃变，而且新生成的沥青，如充填于镜质组裂缝和孔隙中的次生显微组分“渗出沥青体”、强荧光的液滴和镜质组经蓝光照射后表面上出现的油污薄膜，促使煤变软并具有粘结性，这已为近期镜质体荧光性与粘结性参数的比较研究进一步证实。并且煤在沥青化阶段特别适于加氢以制取液体燃料。有些煤以油源而闻名，它们是在海相环境下沉积的富氢镜质组，如加里曼丹的第三纪煤和欧洲北海的侏罗纪煤。

X-射线证明沥青生成引起的“液体构造（liquid structure）促进芳环层的有序化和平行于层面的排列，因此含氢量高的显微组分，如壳质组，富氢镜质体以及渗出沥青体比较容易达到有序化。因之，在经历相同热史的情况下，富氢镜质组比“正常”镜质组易于产生强的光学各向异性。

煤化作用一个新的方面——“惰性组的煤化径迹”有可能逐渐受到重视。多年来一般认为高反射率、富碳的惰性组在煤化过程中变化很少，只有少数人提过煤化过程中的“惰性化作用”（inertization）。但如今惰性组分微粒体是原生富氢组分的煤化产物已得到共识，这犹如生油后残留下的沥青体。M. Teichmüller 使用术语“煤级丝质体”（rank inertinite）指出，应注意褐煤中很少丝质体和其它惰性组分这一事实；Smith 等提到有些澳大利亚煤的惰性组反射率在褐煤到高挥发份烟煤这一煤化阶段，从 0.2% 增加到 0.9% ，表明在此阶段中曾产生并释放出“煤化作用气体或液体”；又如 M. Teichmüller 还提到澳洲波温盆地煤级为 $1.1\%R_m$ 的煤易于发生甲烷突出，其与高惰性组含量的关系应受到注意，

以及有些加拿大白垩纪煤和澳大利亚煤的惰性组在碳化过程中并不显示惰性, 它们甚至在绿光激发下发出荧光。针对这些情况有人假定部分惰性组也有一个位于褐煤和高挥发烟煤之间的“煤化跃变”。当然, 这一跃变不适用于高反射率的火焚丝质体, 但它可能与加拿大北极区、澳洲古柏盆地等丰富的“成岩甲烷”(diagenetic methane)有关。

另一个近期研究成果是煤中“超微类脂体”的作用。澳大利亚吉普斯兰盆地惰性组生油是由于惰性组中填充了大量源自藻类的超微类脂体; 我国松辽某坳陷产油, 其Ⅲ型干酪根为含有大量来源于孢粉“超微类脂体”的富氢镜质组。

3 煤变质因素

3种煤变质因素(煤化作用因素)中温度是主要的。正常情况下温度取决于沉降深度、地温梯度以及围岩的导热性。低于50℃温度的作用可略而不计。温度是促使煤变质的主要因素, 岩浆侵入煤层可以生成天然焦就是最好的说明。低温成煤说已被肯定下来, 但不同作者所提出的温度有所不同。这些温度值多是根据埋藏深度、地温梯度、共生矿物的形成温度或数学公式计算出的。

关于时间因素, Bostick等提出的“有效加热时间”系指煤处在最高埋藏温度15℃范围内的时间, 而最高埋藏温度对煤变质程度起着决定性作用。与时间和温度因素都有关系的“煤化作用平衡”受到了重视。澳洲吉普斯兰盆地近岸海域在中一晚第三纪出现快速沉积, 导致镜质体反射率滞后于温度的现象。由于沉积过快以致某一深度与地温梯度之间的温度尚未达到平衡, 即尚未达到其深度相适应的温度, 这样对这一深度来说就可能尚未达到应有的煤化程度。原因是快速沉积形成超压地带, 而超压地带的热流低于同温度的常压地带, 所以需要更长的时间才能达到煤化作用平衡。Suggate认为有机物质反应达到稳定需要100万到1000万年; Loptin提出沉积速率低于10m/Ma才能达到煤化作用平衡。

关于压力因素, 静压力延迟化学煤化作用反应已再次被各种压力下的煤化作用实验所证实, 同样的加热温度与时间, 正常气压下的反射率大于高压下的反射率; 在封闭压力条件下加热也延迟牙形石的色变进程。

另一方面, 新的研究成果肯定了构造应力对镜质体反射率和光学各向异性的影响, 如Bustin发现加拿大境内落基山脉从紧靠逆断层或在相应剪切带的煤薄膜上测得的镜质体反射率为3%, 远高于正常的0.8% R_m , 他认为是粘滑断层短期摩擦热所致。又如在碎屑岩中由于周围的矿物因局部的切向力而被压进镜质体, 使后者具有二轴晶特性。因而也证明了镜质体最大反射率可以从各个方向测得的看法过时了。构造应力还促进半石墨化与石墨化作用, Rousel 1980的实验表明, 在5 kbar压力下可在1000℃从无烟煤中获得半石墨, 在1600℃发生石墨化作用, 而在常压下则分别需2200℃和3000℃。Bonijoly (1982)等从热力学观点认为, 在自然界渐进的石墨化作用是不可能的, 只有在剪切力参予下可在550℃~700℃发生。

4 煤变质作用类型

1973年希尔特规律的提出, 奠定了煤的深成变质作用类型的基础。一百多年以来煤的变质作用类型(亦称煤化作用类型)一直是煤化作用研究的重要课题之一, 根据热源及其作用方式一般划分出4种煤变质作用类型: 以正常地温为热源的深成变质作用, 以直接侵

入煤层的岩浆热为热源的接触变质作用，由大面积岩浆侵入导致区域性热异常为热源的区域岩浆热变质作用和由于构造变动摩擦生热伴随剪切力引起的动力变质作用。

由于深成变质作用的热源是随埋深而升高的地温，故具有普遍意义，可以说是一种背景变质作用。在多数国家中与其它类型的变质作用相比，煤的深成变质作用占主导地位，因此是变质作用研究中的主要对象，研究程度较高，前述的煤变质特点和煤变质研究在地质领域中的应用主要与深成变质作用有关。

接触变质作用比较直观，但一般影响的范围小。有时岩床的面积相对较大，不过所影响到的也主要是被侵入的煤层本身。

由于我国中、新生代岩浆活动强烈而频繁，因此区域岩浆热变质作用具有重要影响，而且由于中生代岩浆侵入多有一定的方向性，因此结合区域岩浆热变质的特点对分析煤级分带的规律性颇为有利。这两种由于岩浆活动引起的煤变质作用合起来称为岩浆热变质作用。

动力变质作用是为解释美国阿帕拉契亚和俄罗斯乌拉尔等无烟煤煤田的成因提出的，认为煤的变质程度与构造复杂程度呈正相关关系。后来的工作证明了这些无烟煤是在山系褶皱之前的地槽沉降阶段形成的，是深成变质作用的结果，而非动力变质的产物。麻佐尔对动力变质的认识具有一定的代表性，他说：划分出动力变质作用很成问题，即使存在也应称为“构造热力变质作用”，因为所有已知类型的煤变质作用都可以说是热力变质作用，亦即煤变质主要是在温度的作用下完成的。当前对动力变质作用的评价已在变质因素一节中介绍过，总是静压力延迟化学煤化作用；构造剪切力在逆掩断面可以提高镜质体反射率，加大光学各向异性。在高温共同作用下形成半石墨、石墨，影响局限。

针对我国地质特点，除重视具有普遍意义的深成变质作用外，还应强调研究区域岩浆热变质的重要性。研究各类变质作用所引起的有关变化特点以确定变质类型，是研究煤级分布规律的重要基础。

在对已划分的变质作用深入研究的同时，还应探讨新的煤变质作用类型。国内外提出的有：由于放射性元素蜕变热引起的煤变质，就目前所知实例少，但很值得研究；进一步将深成变质划分为造山期前、造山期和造山期后变质作用，其中造山期变质作用不易辨认；因热液活动导致的热液变质作用和以岩浆的高温蒸气为热源的气成热液变质，或二者合起来的变质作用；与构造体系相联系的构造应力变质作用；国内提出的还有“对流型古地热—煤变质系统”；国外还有一种特殊变质类型即“冲击变质作用”，实例是西伯利亚波皮盖境内被陨石撞击成一个直径约100 km的等轴状陨石坑，使晚古生代煤进一步变质。但这是偶然事件造成的煤变质，与地质条件很难联系。潘治贵等（1988）以青海热水煤田为实例的“煤热水变质作用”具有与已知类型不同的特点，如在正常剖面中，中间一层煤的煤级比其上、下煤层都高，并且在煤系厚度变化不大的情况下，中间煤层的煤级自东向西沿走向降低的同时，中间还有高低起伏变化，这层煤在同一剖面上自底至顶煤级也有不规则的高低起伏。热源是大气降水与深循环的热水混合体沿煤田南缘多期活动的断层上升的。

寻找迄今还未发现的新的煤变质作用类型应从多方而探讨热源，特别是我国赋存有从褐煤到超无烟煤各种变质程度的煤，而煤系及其上覆岩系大多比较薄，不是深成变质所能完全解释的。杨起等提出我国很大一部分煤是因中、新生代岩浆活动导致在深成变质作用的基础上叠加了区域岩浆热变质作用，即“煤的多热源叠加变质”。这一观点还阐明了我国很大一部分煤经历了3个阶段的地质演化。近期的工作表明有的煤是在深成变质的基础上

叠加一种变质作用，主要是区域岩浆热变质作用；也有的煤叠加的是另一类型变质作用或叠加了一种以上的变质作用。探讨促使煤变质的新热源还应考虑深大断裂的通道作用，莫霍面的局部较高，板块的活动等可能造成的热异常。

煤化作用研究用于其它地质问题日益受到重视。应用于油气的找矿勘探自不待言，煤级测定可以解释一个地区的构造，如根据若干个重复出现的煤级增高剖面识别出比利时和法国的次华力西前渊拗陷的推覆构造；阐明鲁尔盆地博胡姆复向斜的构造发展过程都是有名的实例。由于煤对温度升高很灵敏，煤中镜质体反射率能够将沉积盆地的受热变化与构造变动的信号保存下来。因此以镜质体反射率和沉降曲线为主要基础，利用一些深钻孔的煤化作用剖面 and 编绘煤化作用图，能够重建盆地的轮廓、构造史与受热史。有时也将热动力学考虑在内。Bustin 根据煤级梯度推算出加拿大北极群岛白垩纪与第三纪的最大古沉积厚度，很好地确定了盆地的边缘，以数字模拟为基础计算出古地温梯度介于 $15^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}/\text{km}$ 之间。Oncken (1982) 根据 Wolf 对华力西莱茵山脉的煤化作用研究，包括地槽沉积厚度、热史和造山期后的剥蚀程度，重建了华力西地槽的发展史。利用笔石反射率、伊利石结晶度及标志矿物查明英国威尔斯盆地奥陶纪阿伦尼格期和志留纪温洛克斯笔石的反射率从盆地边部的 $0.5\%R_{\text{max}}$ 增加到中部的 $8\sim 9\%R_{\text{max}}$ ，是由于埋深加大和古地温增高造成的。又如澳洲悉尼煤盆地根据 R_m 和剥蚀厚度计算出海岸线附近古地温梯度较高，为 $45^{\circ}\sim 63^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ，并结合古地磁研究认为高的古地温是 7600 万年前开始的塔斯曼海的海底扩张所致。

应进一步探讨的有关煤变质（煤化）作用的部分问题：

(1) 阐明成岩凝胶化作用（gelification）的整个过程与原因。可在模拟地质上的温度与压力条件下，进行褐煤腐殖组与油源岩中沥青的混合物实验。

(2) 继续探讨煤、油、气在成因上的联系。哪些煤是油的源岩，类脂组和富氢镜质体之外还有哪些组分具有生油潜力，以及煤中油的运移问题。

(3) 系统研究单一显微组分与亚组分的煤化规律，特别是正常的、低氢和富氢镜质组的煤化规律。

(4) 阐明沥青化作用、“流体结构”与镜质组较强光学各向异性之间的关系。

(5) 探明煤及其它岩石的热导率对增高煤级所起的作用。

(6) 研究煤化过程中“惰性化作用”，“煤级惰性组”的前身（如富纤维素、富类脂的细胞壁和腐殖碎屑）及其与早期产生的非生物成因的甲烷的关系。

(7) 对很高煤级煤（ $>5\%R_{\text{max}}$ ）加温加压所引起的各种镜质体反射率的变化，如逆转等。

(8) 盆地沉降速度对煤化作用进行的影响，如达到煤化作用平衡所需的时间。

(9) 各类型变质作用的特征与影响范围。

参 考 文 献

- 1 Stach E et al. Stach's Textbook of Coal Petrology. Gebrüder Borntraeger, 1982
- 2 Teichmüller, M. Recent advances in coalification studies and their application to geology. In: Andrew C Scott (ed),

- Coal and Coal-bearing Strata: Recent Advances. Blackwell Scientific Publications, 1987
- 3 Scott A C. Coal and Coal-bearing Strata: Recent advances and future prospects. In: Andrew C Scott (ed). Coal and Coal-bearing Strata: Recent advances. Blackwell Scientific Publications, 1987
 - 4 Bustin R M. Heating during thrust faulting in the Rocky Mountains: friction or friction Tectonophysics. 1983
 - 5 Bustin R M, England T D J. Timing of organic maturation (Coalification) relative to thrust faulting in the Southeastern Canadian Cordillera. International Journal of Coal Geology, 1989, 13
 - 6 Robert P. The thermal setting of Carboniferous basins in relation to the Variscan orogeny in Central and Western Europe. International Journal of Coal Geology, 1989, 13
 - 7 杨起, 潘治贵, 靳成敏, 苏玉春, 汪正平. 华北石炭—二叠纪煤变质特征与地质因素探讨. 北京: 地质出版社, 1988

THE STUDY OF COAL METAMORPHISM

Yang Qi

(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract

In this paper recent advances on coal metamorphism study are stated briefly. Part one is about the vitrinite reflectance, especially the improvements to the deficiency of vitrinite reflectance as a coal rank parameter, as well as the rank parameters newly suggested. Part two is about the mechanism and characteristics of coalification including: the study of coal structure relating with coalification, the internal relations between coal structure and the vitrinite reflectance and volatile matter during coalification, bituminization and coalification jump, a new aspect of coalification—coalification track of inertinite. The other two parts are some patterns of coal metamorphism newly suggested besides the traditional ones, and causes of metamorphism, coalification equilibrium and some examples of the application of coal metamorphism study to geology. This paper is concluded with the problems need to do further works about coal metamorphism.

Key words: coal metamorphism, coalification, pattern of coal metamorphism, vitrinite reflectance, coalification jump

鄂东南—赣西北地区中生代中酸性 侵入体岩浆起源、演化与成矿

石准立 张永利

(中国地质大学,北京)

摘要 作者以野外工作为基础,通过对本区侵入体侵入顺序的确定,结合岩浆起源和演化的研究,将鄂东南—赣西北地区中生代中酸性侵入体划分为9个单元、4个超单元。主要根据岩浆岩与成矿的时间关系,将本区内生成矿作用划分为8个成矿阶段并查明了其与岩浆岩单元的时间、空间关系。依据控制成矿作用的岩浆物质同源性,建立了与超单元相对应的5个成矿亚系列。通过区域构造演化的研究,提出了本区导岩构造的演化控制了不同构造阶段岩浆岩单元的空间分布,从而总结和阐明了受本区岩浆侵入所控制的铁、铜矿床的空间分布规律。

关键词 鄂东南 赣西北 中生代岩浆岩侵入体 岩浆起源和演化 铁铜矿成矿规律

鄂东南—赣西北地区是我国重要的铁、铜产地之一。70年代以来,经众多地质工作者的不断探索,本区地层、构造、岩浆岩、成矿作用及矿产分布规律的研究取得了一系列重要进展,但在中生代中酸性侵入体的岩浆岩单元、超单元的划分、岩浆起源和演化及其对成矿的制约以及区域构造演化与成矿规律等方面的研究尚较薄弱。本文是以70年代以来,特别是近几年来的工作为基础对上述问题进行专门研究的成果。

1 区域地质简介

鄂东南—赣西北地区处于扬子地块西段,夹持于大别地块和江南地块之间。自震旦纪至三叠纪,本区处于相对稳定的构造发展时期。除中下泥盆统无沉积外,发育了很厚的海相沉积。随着印支构造运动末期中朝板块与扬子板块相对接^[1],近南北向的挤压造成了一系列近东西向的大型弧形褶皱和断裂,区域上以NWW—SEE向挤压为主,形成了一系列北北东向的小型叠加褶皱。晚白垩世由于印支—澳大利亚板块向北迁移、与欧亚大陆靠拢及碰撞,本区最大主压应力方向转变为近南北向。中生代以来,这种构造发展所形成的导岩和容岩构造具有不同的方向,控制了不同阶段侵入体的空间排列。

本区中生代岩浆侵入活动形成了铁山、鄂城、金山店、灵乡、阳新和殷祖6个复式杂岩体以及武山、铜山口等一系列小型岩体(图1)。各杂岩体和小岩体的组成岩石,包括闪长岩、二

收稿日期:1992年6月25日。