

南京大學

研究生畢業論文摘要匯編

地學版(一)



南京大學研究生處

一九八二年四月

3
7

目 录

云开大山罗定地区变质作用、混合岩化、花岗岩化作用与构造关系的研究·····	杨树锋(1)
湘东裂谷系构造特征及区域矿产分布规律的研究·····	金鹤生(2)
浙江桐庐火山侵入杂岩的特征和演变·····	周金城(4)
8411铀矿床物质成分及矿床成因探讨·····	闵茂中(6)
江西武宁早奥陶世新厂期地层及笔石动物群研究·····	刘怀宝(11)
岩溶水消耗期动态规律及应用·····	程俊贤(12)
第四纪气候与海面·····	杨达源(13)
水培大米草吸收汞及其净化环境作用的初步探讨·····	钦 佩(15)
DEAP·HCl 对同步培养的斜生栅列藻 <i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz	
超微结构和某些生理指标的作用·····	张小平(16)
切变——涡发展过程中的 ω 分布和涡度平衡·····	王汉杰(17)
南海地区赤道辐合带活动和个例结构的分析研究·····	蒋全荣(19)
原始方程模式中关于水汽凝结加热的计算方案及试算个例·····	徐叔章(20)
梅雨期间 100 毫巴副热带环流及其波谱的演变特征·····	黄润龙(21)
异常梅雨季节转换期的对流层上半部温压场特征·····	沙文钰(22)
从东亚环流看我国东部地区雨带的季节变动·····	查良松(23)

云开大山罗定地区变质作用、混合岩化、 花岗岩化作用与构造关系的研究

区域地质专业78级研究生 杨树锋

指导教师: 郭令智教授 施央申副教授

罗定地区位于华南加里东地槽褶皱区云开大山隆起带。该区变质岩、混合岩、花岗岩广泛出露,断裂作用极其强烈,造岩作用与构造作用之间有着密切的联系。本文试图以构造地质学与岩石学相结合的方法探讨两者之间在成因上的联系,特别是强调断裂作用在角闪岩相变质作用,混合岩化作用和花岗岩形成中起了积极的和主导的作用。

区内的褶皱构造可分为南北二部分:北部是一由加里东构造层组成的全型线状复式褶皱,轴向北东 60° ,褶皱紧闭,局部倒转;南部为一由寒武系八村群组成的叠加褶皱,其轴面为东西向,褶皱近于直立。

本区断裂构造非常发育,罗定—云浮断裂带横贯全区。通过野外地质工作,查明该断裂带全长100多公里,是由五个走向北东—北东东的平移逆断层所组成,倾向以北西为主,倾角 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$,具有多次活动的特征。该断裂带规模大,切割深,在卫星照片,航磁异常上均有明显反映。

研究表明,本区变质岩的原岩属寒武系八村群,主要是由一套泥质岩石经变质改造而成。根据标志变质矿物的首次出现,将变质岩分为四个变质带:(1)绢云母带;(2)黑云母带;(3)铁铝榴石—十字石带;(4)兰晶石—硅线石带。按矿物组合前二个带属绿片岩相,后二个带属角闪岩相。在空间分布上,绿片岩相变质带呈弧形展布,与地层界线,褶皱构造一致;而角闪岩相变质带呈线性平行罗定—云浮断裂带分布,并切割褶皱构造及绿片岩相变质带。野外的地质调查、显微镜下矿物生成顺序的确定以及同位素年龄测定均表明绿片岩相变质作用发生在加里东期,是伴随褶皱造山运动的产物,而角闪岩相变质作用及混合岩化、花岗岩化作用发生于海西—印支期受罗定—云浮断裂带控制。

罗定地区的混合岩类前人称为“那蓬岩体”。本次工作按混合岩化的强弱将其分成三个岩相带:(1)部分混合岩化带;(2)混合岩带;(3)混合花岗岩带。本文从下述八个方面论证了那蓬岩体是华南典型的改造型花岗岩(或称S型花岗岩):

1. 花岗岩与混合岩、变质岩呈渐变过渡关系,未见侵入接触现象。
2. 岩体内部极不均匀,可见大量变质岩残留体。
3. 花岗岩中含有多量硅线石、红柱石、堇青石等变质矿物。

4. X光分析, 费氏台上光性的测定均表明花岗岩中微斜长石的三斜度为 $0.8 \sim 1$, 属最大微斜长石。

5. 花岗岩中石英气液包裹体测温, 获得均一温度为 $320^{\circ} \sim 550^{\circ}\text{C}$ 。

6. 花岗岩具片麻状构造, 及各种交代结构。

7. 含有磨圆的锆石。

8. 岩石化学研究表明花岗岩、混合岩的铝饱和度 $(\text{Al}/\text{Na} + \text{K} + \frac{\text{Ca}}{2})$ 均在 1.1 以上, 其他各项参数也均落在 S 型花岗岩区。

那蓬岩体的形成时代一直来众说纷云。作者综合了多方面的证据, 认为云开大山不仅有加里东期形成的花岗岩, 而且在罗定—云浮断裂带附近又有海西—印支期花岗岩化作用的叠加改造。

文章最后探讨了本区变质作用、混合岩化、花岗岩化作用与构造作用之间的密切成因联系, 指出区内变质岩、混合岩类的形成经历了以下三个阶段:

1. 地槽期(加里东阶段)复理石建造的形成。

2. 加里东运动使本区褶皱隆起并伴随绿片岩相变质作用, 形成的绿片岩相变质岩带与地层及褶皱构造一致。

3. 地槽褶皱隆起以后, 进入海西—印支期的块断造山阶段, 在褶皱的基础上形成了罗定—云浮断裂带, 断裂活动初期以挤压剪切为主, 在较高的构造应力及热力影响下迭加了角闪岩相变质作用, 使早期已经形成的绿片岩相变晶矿物通过一系列的变质反应转变为铁铝榴石、十字石、兰晶石等, 形成的角闪岩相变质带呈线状平行断裂带分布。断裂活动后期, 相对应力松弛阶段, 深部除了热能以外, 大量的化学能(Si、K、Na等)沿断裂带上升交代早先的各种岩石形成混合岩、花岗岩。

上述构造作用与造岩作用之间的成因联系具有一定的普遍意义, 类似的例子可见于澳大利亚库马地区, 苏联阿尔泰—萨彦褶皱区以及我国山西娄烦县等地区。

湘东裂谷系构造特征及区域 矿产分布规律的研究

区域大地构造专业78级研究生 金鹤生

指导教师: 郭令智教授、施央申副教授

工作区为长沙、宁远一线以东的湘东地区和广东、江西部份地区, 面积约八万平方公里。在总结了文献中百余个裂谷的地质、地球物理特征后, 认为从现代观点看裂谷有如下六个主要标志即:

1. 裂前穹起—裂谷发育前有一隆起阶段。

2. 有一巨大的断裂系、经常表现为地垒—地堑系。裂谷的边界断层是倾向盆地内部的正断层，高角度的、张性的。

3. 沉积特征：(a)厚度：裂谷沉积厚度比裂谷肩厚几倍—十几倍。(b)沉积建造：典型的裂谷建造，在陆相时是红色建造，类磨拉石建造、膏盐建造；在海相时是黑色页岩建造。

4. 火山活动：大多数裂谷有或多或少的火山活动。大多以碱性玄武岩为标志。部份裂谷以钙碱性—一次碱性的硅质岩浆为主。

5. 地球物理特征：(a)浅源地震频繁。(b)高热流值。(c)布格重力负异常或负异常背景上的轴带正异常。

6. 地幔隆起，地壳变薄。裂谷下有一到几个低速度低密度的裂谷垫的存在。

文章重点论述了湘东裂谷系确定的主要依据。作者通过对湘东地质地球物理特征的研究分析，认为湘东在晚二迭—早三迭世和白垩—老第三纪时是裂谷系。裂谷的初始活动也许在中泥盆世。综合起来湘东裂谷系确定的主要依据如下：

第一，裂前穹起：晚二迭—早三迭世裂谷发育前在湘南存在一个隆起区。从早石炭世—早二迭世各组的等厚线图及剖面图可见该隆起中心稳定，范围广（直径100—150公里）、持续时间长应是由深部原因造成。早二迭世中晚期该隆起向北向东扩展成长条状。白垩—老第三纪裂谷的裂前穹起表现为绝大部份缺失晚侏罗世沉积，仅湘南局部有与隆起破裂有关的陆相火山沉积。

第二，断裂构造：晚二迭—早三迭世裂谷及白垩—老第三纪裂谷的边界断裂都是倾向盆地内部的正断层。大多裂谷是东侧厚，西侧薄的不对称裂谷。

第三，沉积：①厚度：晚二迭—早三迭世的湘东裂谷龙潭组—大冶群最大总厚3853米，西侧裂谷肩小于600米，东侧裂谷肩无沉积。白垩—老第三纪裂谷厚度3—6千米，裂谷肩无沉积。②沉积建造：白垩—老第三纪裂谷有裂谷典型的红色建造，类磨拉石建造，膏盐建造。晚二迭—早三迭世裂谷为杂砂岩建造，砂泥质类复理石建造，泥质碳酸盐类复理石建造。砂岩成熟度低。③裂谷沉积中有滑塌堆积，浊流沉积等反映沉积当时地貌反差大的特征。

第四，岩浆活动：①火山活动：(a)晚二迭—早三迭世裂谷的火山活动见于：(i)裂前穹起阶段，第一组中在萍乡、安福一带有中酸性熔岩凝灰岩或凝灰质熔岩，厚20余米。(ii)裂谷发育早期—龙潭组中在连县和衡山有中酸性凝灰岩，衡山的火山岩有5层，总厚大于150米。(iii)裂谷发育中期的火山活动见于长兴组顶部和大冶群底部，于连县、永兴一带，为中酸性玻璃凝灰岩。②侵入岩浆活动：区内280—160百万年的中酸性侵入岩投影于A·R对SiO₂图上可看出：裂谷（晚二迭—早三迭世裂谷）内的侵入岩绝大多数位于碱性区；而裂谷外的侵入岩则绝大多数在钙碱性区。裂谷内岩体K₂O + Na₂O值一般大于8，而裂谷外岩体一般小于7。

第五，地球物理特征：①有些裂谷（如礼攸裂谷）已测定布格重力值，为明显的布格重力负异常。②高地热体制：龙潭组的煤凡在晚二迭—早三迭世裂谷内的都是无烟煤，而在裂谷外的都是烟煤。反映煤变质程度的二大指标中，可燃基挥发份：裂谷内煤层<6%，而裂谷外煤层>18%；镜质组在油浸液下的最大反射率：裂谷内煤层一般>6，裂谷外煤层一

般 <2 。造成裂谷内外变质程度差异的主要原因论文中经详细论证认为是当时裂谷内存在高地热体制。

第六：在莫霍面等深线图上可见，湘东有一弧形的宽约50公里的地幔隆起带。带内莫氏面深度34—36公里，两侧36—40公里。其范围与湘东裂谷系大体符合。

总之湘东裂谷系具备裂谷的全部6个方面标志，因而作者认为确定湘东是裂谷系的依据是充分的。

文章第二部分讨论了裂谷的两类岩浆活动：东非等以碱性玄武岩为特征；美国南俄克拉荷马等以钙碱性一次碱性酸性岩浆（流纹岩，花岗岩）为主。

作者认为岩浆活动的不同是由于基底固结程度的不同和当时地热体制的不同。作者划分出了两类裂谷—在“地台”基础上发育的裂谷和在“褶皱带”基础上发育的裂谷。它们在裂谷系形态，沉积建造、岩浆活动，断裂深度，地壳变形的特征等方面有差异。

文章第二大部分总结了湘东地区矿产分布与构造（裂谷构造）的关系，并提出了19个找矿远景区。对今后本区的详细矿产普查有一定指导意义。

浙江桐庐火山侵入杂岩的特征和演化

岩石矿物专业78级研究生 周金城

指导教师 孙鼎教授 王德滋教授

浙江桐庐（新登）火山岩盆地是在浙西钱塘江海西—印支拗陷的基础上，在燕山运动第一幕形成的北东向断陷盆地。盆地边缘和盆地中央的断裂是岩浆喷发、侵入的通道。桐庐火山岩盆地中与火山侵入作用有关的岩浆活动历经二个旋迴。第一喷发旋迴形成劳村组（ J_1^1 ）中的火山岩，主要分布于盆地的西北缘和南缘。第二喷发旋迴具有喷发—侵入的特性，其岩浆作用又可以分成三个阶段。第一阶段形成流纹质的火山岩，如流纹质的玻屑凝灰岩，流纹质的泡沫熔岩及晶屑强熔结凝灰岩等，构成黄尖组（ J_2^1 ）第一冷却单元；第二阶段早期形成流纹英安质的火山岩，如流纹英安质的晶屑凝灰熔岩及晶屑强熔结凝灰岩等，构成黄尖组第二冷却单元，晚期形成流纹英安质的各种次火山岩如次二长花岗斑岩，自碎二长花岗斑岩等；在第三阶段，石英粗安质岩浆形成浅成侵入体，如石英二长闪长岩，石英二长斑岩等，并形成少量次火山岩。在盆地中火山岩围绕盆边分布，浅成岩体位于盆地中心，两者之间分布的是一种次火山岩即自碎二长花岗斑岩，三者构成三重“圈层构造”。桐庐火山岩盆地中火山岩，次火山岩，浅成岩体的分布以及盆地的形状均为北东向断裂所控制，所以具有线性火山机构的特性，火山喷发类型属卡特曼式。

桐庐火山岩盆地中次火山岩的产出形式多种多样，对于产状和结构比较特殊的自碎二长花岗斑岩的成因长期以来有过激烈的争论，争论的实质是如何进行岩相划分的问题。这种岩石

呈岩刃状侵入在盆地南缘边界断裂中或沿盆地中央的断裂分布,与外围化学成分相同的流纹英安质火山岩呈渐变关系。其基质具有酸性浅成岩特有的粒晶结构,花岗结构。斑晶破碎,钾长石晶屑周围的“珠边”是岩石在超浅成环境形成的结构标志。钾长石晶屑的结构状态兼有火山岩,次火山岩两者的特征。其黑云母,普通角闪石的化学成分表明,与相应的流纹英安质火山岩比较,自碎二长花岗斑岩成岩时的温度较低,压力较大,因此是一种次火山岩。这种次火山岩在中国东部中生代陆相火山岩分布区有一定的普遍性,断陷盆地内的火山穹窿或复活破火山口是这种次火山岩集中的地方。

空间上密切共生的桐庐火山侵入杂岩来自同一岩浆源,同属于一个钙碱质岩系,岩系的钙碱指数56.3,各种岩石的里特曼指数 σ 变化于1.8—3.3之间,形成火山侵入杂岩的流纹质,流纹英安质,石英粗安质岩浆是同一岩浆房中的岩浆分异演化的产物。这种分异和演化,不仅表现在不同阶段所形成的岩石中主要氧化物的逐渐变化,表现在分异指数(D.I.),里特曼指数 σ 、碱度率(A.R)的逐渐变化上,同时还表现在随着岩石酸度的增加, K_2O/Na_2O , Ba/Sr, Rb/Sr 比值均逐渐加大。稀土元素中 Eu 的亏损逐渐明显。不同岩石及其中的造岩矿物和付矿物的稀土配分模式比较充分地证明了该盆地中火山侵入杂岩的同源性以及形成这些杂岩的岩浆的分异和演化特征。

盆地中大多数岩石具有相似的矿物组合,随着岩相的变化,各种矿物的化学成分和构造状态亦发生明显的相应的变化。由火山岩经次火山岩到浅成侵入体,由浅入深,斜长石有序率从 $S=0-25$ 变化到 $S=35-70$; 钾长石-2V 逐渐加大,从低透长石变化到高正长石,从高的单斜有序变化为低的三斜有序,黑云母中的 MgO 逐渐减少,四次配位离子数降低,普通角闪石中的 Al_2O_3 和四次配位离子逐渐增加,这些变化都与成岩温度的降低,压力的加大有关。

自碎二长花岗斑岩的 Rb—Sr 同位素成分给出的成岩年龄为 161.8 百万年,这说明在浙西的海西—印支拗陷里,在中生代第一个热幕(中侏罗世, J_2) 中,可能伴随着花岗质岩浆的活动就开始有火山作用。

自碎二长花岗斑岩的 Sr^{87}/Sr^{86} 的初始比值为 0.706,说明形成桐庐火山侵入杂岩的岩浆的原始物质不可能是上部地壳的硅铝质岩,这种岩浆可能是下部地壳部分熔化的产物。燕山早期强烈的造山运动产生的地热异常是使下部地壳熔化的热源,盆地两侧的深大断裂可能会导致地幔中派生岩浆向上侵入,从而促进了下部地壳的部分熔化,岩浆向上运移过程中又混染了少量上部地壳的硅铝物质,因而产生了中等偏低的初始比值。

按副矿物组合特征,桐庐火山岩盆地内火山侵入杂岩中的次火山花岗岩的岩石类型属磁铁矿型,其黑云母的化学成分在 $Fe^{+3}-Fe^{+2}-Mg$ 图上的投影位于 $Fe_3O_4-Fe_2O_3$ 缓冲线和 $NiO-Ni$ 缓冲线之间,这亦是磁铁矿型花岗岩所具有的特征之一。岩浆起源于下部地壳的部分熔化是形成这种磁铁矿型花岗岩的决定性因素。把桐庐次火山花岗岩类的矿物,岩石,地球化学特性及所处地质背景等特征进行对比,亦可以看出,它可归属同熔型花岗岩。

可以认为,在酸性火山岩分布的地区,一定存在着大量的次火山花岗岩类。在作岩石学工作时必须特别注意喷发旋迴,喷发阶段和火山作用产物的岩相划分,目的是把火山作用的时间和空间关系搞清楚。在这方面主要造岩矿物的特性的研究是进行火山侵入杂岩的期次和岩相划分的重要手段之一。

8411铀矿床物质成份及矿床成因探讨

放射地质专业78级研究生 闵茂中

指导教师 张祖还教授

8411矿床是一个与石英正长岩侵入体密切有关的复合成因中——大型铀矿床,在我国属一种新的铀矿床类型。主要矿体赋存于侵入体外接触带(0—200米)中、下侏罗统象山群中粒长石石英砂岩中,局部延伸至内接触带中粒石英正长岩中,受岩性、构造两因素控制。

一、矿石物质成份

1. 矿物共生组合和矿化阶段划分

按成矿围岩的差异,本矿床中段矿石可分为两类:石英正长岩型和砂岩型,主要为砂岩型。两类矿化脉体矿物成份相似,

砂岩型矿石物质成份较简单。矿石矿物:沥青铀矿、极少量铀黑、准铜铀云母、钙铀云母、硅钙铀矿,伴生金属矿物:量少,黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、辉钼矿、黄铜矿、白铁矿、磁铁矿、赤铁矿、红砷镍矿、针镍矿、硫钴矿、针铁矿、孔雀石、铜蓝;脉石矿物:微晶石英、钠长石、石英、铁白云石、方解石、萤石、水云母、电气石、重晶石、高岑石。

根据脉体相互穿插、胶结及矿物组合特征,笔者将矿化过程划分为八个矿化阶段。

I——早期硫化物——碳酸盐阶段;Ⅱ——含铀红色微晶石英(Q_1)阶段;Ⅲ——含铀黑色微晶石英(Q_2)阶段;Ⅳ——沥青铀矿——黑色微晶石英(Q_3)阶段;Ⅴ——沥青铀矿——碳酸盐阶段;Ⅵ——含铀红色微晶石英(Q_4)阶段;Ⅶ——灰白色微晶石英(Q_5)阶段;Ⅷ——晚期碳酸盐阶段。其中I为矿前期,Ⅶ、Ⅷ为矿后期,Ⅲ——Ⅳ为成矿期。

2. 主要矿物描述

(1) 沥青铀矿

为主要铀矿物。不同矿化阶段其单体产出形态也不同:在含铀微晶石英中呈不规则星散状(0.01—0.02mm),有时呈0.01—0.02mm圆球状;在第Ⅳ矿化阶段黑色微晶石英脉中呈0.01—0.02mm密集浸染状,单体形态不规则或显微胶粒状;在第Ⅴ矿化阶段则形成致密状沥青铀矿,常呈被壳状、葡萄状沿早期碳酸盐、硫化物或砂岩角砾沉淀,胶状结构及脱水裂隙常见,可被方铅矿、胶黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿等硫化物充填、交代、可交代黄铜矿、黄铁矿方铅矿等。

(2) 准铜铀云母

少见，翠绿色，正方板状集合体， $0.1-2.0\text{mm}$ ，(001)解理发育，玻璃——珍珠光泽，半透明，+轴晶(+)， $N_g=1.620$ ， $N_p=1.618$ 。经光谱及X光粉晶分析验证之。

(3) 钙铀云母

偶见于残余铀黑表面，黄色，细鳞片状集合体，半透明，玻璃——珍珠光泽，单偏光下黄色，多色性显著，二轴晶(-)， $N_e=1.579$ ， $N_p=1.552$ 。

(4) 微晶石英

为主要脉石矿物，致密瓷状，石英微晶约 $0.01-0.03\text{mm}$ ，显微半自形镶嵌结构，其颜色取决于混入物的性质及数量：红色由云雾状赤铁矿所致，当含硫化物或沥青铀矿时，则呈灰黑——黑色；较纯者呈白色——灰白色，含少量水白云母时使呈浅灰绿色。

(5) 黄铁矿

伴生的主要金属矿物。出现世代繁多，大致可分为矿前期、成矿期、矿后期三种黄铁矿，其中以矿前期黄铁矿为主，形成 $0.1-1\text{mm}$ 宽的黄铁矿脉，结晶较粗。成矿期黄铁矿呈丝脉状及细浸染状，与铀矿化关系密切，常成为沥青铀矿的“寄生体”。

(6) 闪锌矿

数量少，分布广，至少可分三个世代：Ⅰ——形成于第Ⅰ矿化阶段，褐色胶状，半透明——不透明，含铁高，以普遍含多量乳滴状黄铜矿固溶分高体(0.001mm)为特征；Ⅱ浅茶褐色，透明——半透明，常沿致密状沥青铀矿边缘沉淀；Ⅲ——形成于矿后期，无色透明，含铁极低。Ⅰ、Ⅱ世代闪锌矿常被方铅矿交代。

(7) 碳酸盐

浅肉红色、白色，常成为沥青铀矿沉淀核心或沿其解理、裂隙渗透沉淀。它至少可为三个世代。

(8) 红砷镍矿

见于砂岩型矿石中，与胶状黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、沥青铀矿伴生。

(9) 针镍矿、硫钴矿

少见， $0.1-0.3\text{mm}$ ，与黄铜矿相互构成固溶体出溶连晶。

3. 围岩蚀变

矿床围岩蚀变显著。近矿围岩蚀变种类取决于围岩性质：砂岩型矿化——黄铁矿化、碳酸盐化、硅化、红化、水云母化；石英正长岩型矿化——碳酸盐化、红化、水云母化。

在镜下发现与铀矿化伴生的钠长石化现象，所谓“退色”蚀变实系钠长石化、硅化的结果，矿体主要赋存于“退色”蚀变带中，属矿前蚀变。钠长石化岩石分布特点：1.主要见于砂岩中，愈近岩体，钠交代愈强烈，2.钠交代愈强，范围愈宽，其附近铀矿化较富；3.交代岩与矿体在空间上有位移。

由砂岩型围岩蚀变过程中主要造岩元素带进带出计算结果可见：1.各蚀变带中Na含量变化不大，唯“退色”带中Na强烈带入，表明来自热液，Fe、Mg的带出即“退色”的内在原因；2.红化时， Fe^{3+} 带进与 Fe^{2+} 带出相等，表明为就地 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ 过程，主要由先存 Fe^{2+} 硫化物氧化而成；3.各蚀变带中Ca、Mg均带出，广泛发育的碳酸盐化是这些带出作用的结果。

4. 伴生元素特征

矿石及各蚀变带岩石的大量光谱分析资料表明, 含矿地段含量增高的元素有: Cu、Pb、Zn、Mo、Zr、Be、Sn、Ni、Y、Co、等, 尤其 Cu、Pb、Zn、Mo 等元素与 u 关系密切, 其含量可增高 1—3 个数量级, 可作为寻找盲矿体的指示的元素。

5. 矿化类型及矿石化学成份

矿床中段可划分出下列矿化类型: (一) 石英正长岩型矿化; (二) 砂岩型矿化, 后者进而又可分为: (1) 铀——赤铁矿型矿化; (2) 沥青铀矿——微晶石英型矿化; (3) 沥青铀矿——碳酸盐型矿化。

由 422 个矿蕊的铀含量分析获得的累积频率展直线为两段型即相应由一般矿化(铀——赤铁矿型、沥青铀矿——微晶石英型)及富矿化(沥青铀矿——微晶石英型、沥青铀矿——碳酸盐型)两个母体迭加而成。在总体上矿化可划为铀——微晶石英型。

对采集的 19 个富矿蕊 (u : 0.09%—3.43%, 平均 0.62%) 化学成份数据进行了电算处理。由因子分析看, 在第一因子中负载最大的是 Cu、MnO、MgO 和 u, 它们在成份组合图上关系紧密, 反映了富矿化与碳酸盐(铁白云石)的关系最密切(沥青铀矿——碳酸盐组合), 伴有黄铜矿。在第二因子中负载最大的是 SiO_2 和 u, 反映铀——微晶石英型矿化在富矿石中也占有极重要地位。在第三因子中, Pb、Zn、 SiO_2 、 Fe_2O_3 与 u 有关, 反映富矿石的铀——赤铁矿型矿化背景。

6. 矿石结构构造

主要结构有: 变余砂状结构、碎裂结构、角砾胶结结构、胶状结构。

主要构造有: 角砾状构造、浸染状构造、条状带结构、块状构造。

7. 铀的赋存状态

矿石人工重砂、光片、薄片、放射性照相及价态化学分析等研究表明, 矿石中铀主要以原生沥青铀矿(偶有铀黑、铀云母)形态存在。伴生的主要脉石矿物中、红、黑微晶石英含铀较高, 它们的电子探针 X 射线图象表明, 大部分铀的分散特征与铁无关, 这是由于, 原始硅胶吸附的铀在其重结晶, 自纯作用中, 部分铀析出, 运移, 或可被先存硫化物、碳酸盐矿物俘获沉淀, 形成超显微状沥青铀矿, 分布不均匀。铀——赤铁矿型矿石中除少量显微浸染沥青铀矿外, 铀大多呈均匀分散状, 在电子探针 X 射线图象上铀与铁的分布特征大致吻合, 赤铁矿鳞片: u ——0.18%~0.28%, Ee ——22.80%~25.90%, 这可能与铀氧化物或超显微铀酰离子团被吸附有关。

二、矿床成因探讨

笔者研究认为, 本矿床主要属岩浆期后热液成因, 少量热液浸取迭加。

(一) 岩浆期后热液成因

1. 铀主要源自深部岩浆

(1) 区域内燕山晚期火山活动——侵入作用频繁，铀矿化在时间上表现出明显的连续性，矿石时差仅7—9百万年，即岩体侵入后尚未完全固结即开始铀矿化。

(2) 区域内火山岩和侵入岩石成份上表现出演化的连续性，产状由喷发（火山）——喷溢——侵入，岩石成份由安山岩→粗安岩、粗面岩→石英正长岩→花岗岩。

(3) 铀矿化与侵入体空间相依，演化合拍

(4) 黄梅尖岩体 $T_h/u=3.63$ ，与隕石中 T_h/u 比值相似，可能由上地幔分浆岩浆形成。

(5) 沥青铀矿同位素年龄为108—109百万年，矿岩时差及矿化年龄特征与我国某些火山岩型早期铀矿化特征相似。

(6) 沥青铀矿初始铅同位素比值（ $Pb206/Pb204=16.85\pm0.96$ ）接近正常值，表明铀主要源于深部正常岩浆，成铀阶段黄铁矿 $\sigma_{s34}=-2.3\text{‰}-+6.6\text{‰}$ 也反映这一特征。

2. 侵入接触界面形态控制矿化

大部分矿体赋存于界面形态呈阶梯状、凹陷等变化急剧部位附近。向深部近侵入体时矿化趋富。

3. 钠长石化——侵入体与铀矿化之间的纽带

侵入体岩石富钠（ $Na>K$ ），自变质钠长石化强烈，局部形成钠长岩，推测与矿前热液钠长石化的“钠质”皆源于侵入岩浆。碱质溶液不仅对成矿物质具较大的搬运能力，而且通过与围岩碱交代可促使成矿元素活化转移，于有利的地质环境中富集成矿。

4. 构造控制矿化

8411矿床位于近东西向主构造断裂 F_5 与岩体的夹持部位，主要矿体分布在断裂 F_2 （NW走向）两侧，容矿构造为 F_5 、 F_2 侧旁次级张性构造及顺层破碎角砾带。

5. 铀矿化是围岩蚀变交代带的一部分。

矿化和围岩蚀变是热液演化过程中不同阶段的产物，蚀变带实系热液演化沉淀带，矿体属蚀变交代柱的一部分，尤其富矿化则常位于蚀变晕核部。经系统的镜下研究确定了砂岩型铀矿化围岩的蚀变分带性由矿体向外依次为：碳酸盐化、黄铁矿化、硅化带——红化带——水云母化带——钠长石化、早期硅化（“退色”）带——浅绿色（热变质）带——正常中粒长石石英砂岩，各带渐变并有迭加，各带宽度由内向外显著增大。

6. 典型的热液矿物、元素组合

具黄铜矿分离体的深色闪锌矿、辉钼矿、各色微晶石英、电气石、萤石、钠长石等为典型热液矿物，红砷镍矿胶状外形及与方铅矿规连生是典型低温热液产物；伴生元素S、Pb、Zn、Cu、Mo等为一套热液元素组合。

7. 中——低温矿化特征

(1) 主要矿物测温结果均低于 300° 。

(2) 普遍含有多量乳滴状黄铜矿分离体（理论形成温度 $300^{\circ}-350^{\circ}C$ ）期的早闪锌矿中 $Fe/Cd=35.1$ 。应属中温热液产物，它大致代表矿化热液温度上限

(3) 典型中——低温近矿围岩蚀变组合；矿化脉体矿物粒度小，结晶差、胶体结构常见；矿化以充填为主，角砾胶结结构多见。

由测温表明，矿化期温度围约为 $350^{\circ}-100^{\circ}C$ ，沥青铀矿形成温度下限应 $>170^{\circ}C$ ，推测其主要形成温度为 $200^{\circ}C$ 左右。

8. 沥青铀矿参数

两个沥青铀矿实测含氧系数分别为2.210、2.284, 晶胞参数分别为5.436Å、5.420Å, 与典型脉状热液型沥青铀矿晶胞参数相近(5.44—5.41Å), 显著区别于其它成因沥青铀矿(沉积成岩型为5.392—5.401Å, 淋积型为5.388Å)。与华南花岗岩型(分别为2.37—2.70, 5.401—5.418Å)和国内其它许多热液型沥青铀矿相比, 本矿床沥青铀矿的特点是含氧系数较小, 晶胞参数较大, 可能主要反映岩浆残余热液含氧度较热水吸取热液低, 形成温度较后者高。

沥青铀矿差热曲线反映其氧化程度较低, 热量曲线特征与内生热液型相同。

(一) 热液浸取迭加

1. 矿石微量元素继承性

对比中粒长石石英砂岩、矿石、中粒石英正长岩三者的微量元素表明, 矿石中Cu、Pb、Zn、Mo、Ni含量显著高于正长岩和砂岩, 显然由成矿热液带入; 矿石中的Ba、V、Cr、Ti则继承了砂岩的特征, 显著高于正长岩。

2. 沥青铀矿微量元素

矿物含Ba、V、Ca等元素较高, 个别样品V含量达0.56%, 在电子探针X射线分布图上V分布均匀。Ba、V是砂岩中的特征元素。

3. 角岩化时铀的活动转移

角岩的 γ 放射性强度普遍低于正常粉砂岩, 化学分析表明, 紫红色粉砂岩($u=5.47\text{PPm}$)角岩化时($u=4.30\text{PPm}$)含铀量降低。

4. 硫同位素测定

测得12个不同阶段黄铁矿 δs_{34} 值变化范围较大($-2.3\text{‰} - +20.5\text{‰}$), 具非均一特征, 显然有地壳硫加入。矿前黄铁矿 $\delta s_{34}=+13.2\text{‰}$, 可能与岩浆上侵时同化中三迭统泻相膏盐层($\delta s_{34}=+27\text{‰}$)及热液浸取象山群紫红色粉砂岩中重硫有关。铀沉淀期(黄铁矿化)黄铁矿 $\delta s_{34}=-2.3\text{‰} - +6.6\text{‰}$, 主要反映其深部岩浆来源, 略受地壳硫混染。

(三) 淋积说的疑难

1. 氧化带不发育

2. 矿石基本处于U—Ra放射性平衡状态。

3. 铀矿化与脉动热液作用有关, 各期矿化脉体形成温度均高于常温。

最后, 在侵入体、矿化类型、矿物组合、围岩蚀变、成矿环境、矿化年龄、矿化垂幅、沥青铀矿参数、矿床成因等方面, 将本矿床与华南花岗岩中微晶石英型铀矿床——作了对比, 两者差异显著。

本文是在张祖还教授及南大地质系铀矿地质教研室老师们指导下写成的, 深致感谢!

江西武宁早奥陶世新厂期地层 及笔石动物群研究

古生物地层专业78级研究生 刘怀宝

指导教师 俞剑华 副教授

江西武宁县境地处赣西北修水流域,地层区划属江南地层区的边缘,北面与扬子区相接。这里的奥陶纪地层发育完好,化石丰富,同时兼有不同动物群区的分子,是我国研究奥陶系的良好地区之一。

本文详细介绍了测自江西武宁地区的早奥陶世新厂期地层剖面,系统描述了本区新厂期的笔石化石计16个属54个种和亚种,其中新种和新亚种18个,在国内首次描述的种7个,这是迄今国内外发现于相当新厂期地层中属种最丰富的一个笔石动物群,它的发现,大大丰富了这一时期的笔石动物群内容。

武宁地区新厂期笔石动物群可分为四个组合,文中相应建立了四个笔石带,自上而下为:

- (4) *Adelograptus asiaticus*-*Clonograptus minutus* 带;
- (3) *Aletograptus orientalis* 带;
- (2) *Staurograptus dichotomus* 带;
- (1) *Dictyonema flabelliforme parabola* 带;

文中对各笔石带的主要特征进行了分析,比较详细地阐述了与国内外同期笔石带的对比情况,论述了本区 *Dictyonema flabelliforme parabola*带和 *Staurograptus dichotomus* 带与作为国内划分标准的新厂期第一个笔石带(X_1)带、*Aletograptus orientalis* 带与(X_2)带以及 *Adelograptus asiaticus*-*Clonograptus minutus* 带与(X_3)带的对比关系,证明本区早奥陶世新厂期的笔石序列是齐全的。

武宁地区早奥陶世新厂期地层中的笔石,既有华南型笔石动物群中的反称笔石科分子,如 *Staurograptus*, *Anisograptus*, *Aletograptus*, *Triograptus*, *Clonograptus* 等,同时还见有许多华中型笔石动物群中的树笔石科分子,如 *Dictyonema*, *Dendrograptus*, *Callograptus*, *Airograptus*, *Aspidograptus* 等,它们同时在武宁地区出现,不仅为笔石动物群分区的研究提供了新的化石材料,而且为我国南方和北方新厂期地层的对比提供了直接的化石依据。

在奥陶系的研究中,关于底界问题的探讨是目前国内外古生物地层工作者特别重视的研究课题之一。我们在武宁地区奥陶系的底部,首次发现了曾见于欧洲等“大西洋笔石动物群区”奥陶系最底部的特征化石 *Dictyonema flabelliforme parabola* Bulman,而且该亚种在

本区还与“太平洋笔石动物群”中的 *Staurograptus* 等反称笔石科分子共生, 这为不同笔石动物群区奥陶系底界附近含笔石层位的对比带来有利的条件。因为所谓的“大西洋区”和“太平洋区”奥陶系底界含笔石层位的对比, 实际上是 *Dictyonema flabelliforme* 类与 *Staurograptus* 等的对比问题, 这也是目前关于奥陶系底界研究中一个尚有意见分歧的问题。国内外都曾有人对 *Staurograptus* 等反称笔石类能否作为奥陶系的最低化石带使用提出怀疑, 甚至认为太平洋区缺少以 *Dictyonema flabelliforme* 为标志的奥陶系最低笔石带。武宁地区奥陶系底部 *Staurograptus* 等与 *Dictyonema flabelliforme parabola* 共生情况的发现, 不仅充分证明我国奥陶纪早期的笔石序列是完整的, 同时也证明这两类笔石的生存时代大致相当, 为两大笔石动物群区奥陶系的底界对比提供了重要的化石证据。通过与国内外的重面对比, 武宁地区以 *Dictyonema flabelliforme parabola* 和 *Staurograptus minutus* 为标志的奥陶系底界, 可能代表了我国奥陶系的最低化石层位, 同时, 本区寒武系与奥陶系为连续沉积, 因此本区可作为我国研究寒武系与奥陶系分界的重要地区之一。

文中还对 *Staurograptus* 的演化进行了研究。见于江西武宁地区的 *Staurograptus* 共有 6 个不同的种和亚种, 它们主要分布于奥陶系底部附近的三个层位中, 我们发现, 从较低层位到较高层位, *Staurograptus* 属具有一个明显的发展规律: 即种数和个体数量逐渐增多, 笔石体直径逐渐增大, 原始枝逐渐加长, 分枝级数逐渐增加。十字笔石属的这种发展规律可能代表了它们从较早期到较晚期, 从较原始到较高级的演化趋向。这种演化趋向表明, 这类笔石在个体大小、原始枝长短, 分枝级数多少等方面表现出来的差异, 并非完全是个体发育不同阶段的差异, 从而证明根据原始枝性质等对其进行分类的重要性。此外, *Staurograptus* 的这种演化趋向的研究, 还有利于不同地区奥陶系底界附近地层的对比。

最后, 论文还就网格笔石类的分类问题进行了探讨, 分析了这类笔石目前在分类方面出现混乱的原因, 并结合武宁地区发现的许多保存完好的网格笔石, 论证了笔石体始部构造特征及原始枝数多少在分类上的意义, 提出除根据茎的有无及胎管裸露与否将庞杂的网格笔石类分为固着的 *Dictyonema* (狭义) 和漂浮的 *Rhabdinopora* 两个属以外, 同时还可以根据原始枝数, 将上述两属中现有的种归并为若干组。

文中另附图表及插图 18 幅, 化石图版 15 个。

岩液水消耗期动态规律及应用

地貌与第四纪地质专业 78 级研究生 程俊贤

指导教师 任美镔教授

本文是论述裸露型岩溶区, 地下水唯一靠大气降水垂向渗入补给及无大气降水有效渗入条件下的消耗期 (或贫雨期) 间, 流量 Q 和水位 h 随时间推移的自然消耗水动态规律以及亚动态划分的主要物理参数: d —消耗系数或称排泄系数; θ^* —角差; T —半衰期; η —耦合

系数。作者首次提出应用辛浦生数值积分法与消耗期水动态规律方程（属指数衰减规律），直接建立求解岩溶含水层系统（或储水体）的大气降水有效渗入系数 I_e ，渗入系数 I_i 及调蓄系数 I_r 的流量动态法（简称流量法）的数学模型： $I_e = \frac{V_e}{F \cdot \sum p_i} \times 10^{-3}$ 及它们之间的函数关系式： $I_i = I_e + I_r$ 。从而基本上解决了无地表径流的裸露型岩溶区，利用流量动态观测数据，直接计算大气降水有效渗入系数 I_e 的难题。

作者还通过大量的岩溶水 $Q \sim t$ 曲线分析，归纳出消耗期水动态两者显著性特点：其一，相对稳定性；其二：连续性和差异性。首次提出岩溶水消耗期，流量遵循指数规律衰减的三个主亚动态（管道流，过渡流及扩散流）划分的物理参数 d ， θ 及 T 的经验区间值，对消耗期水动态规律和特点进一步进行了深入研究，并为岩溶含水层系统介质蓄水类型的划分奠定了定量性基础。

在系统理论分析的基础上，根据水均衡原理，推导出流量 Q 与水位 h 或者含水体储量 W 与水位 h 呈线性函数关系即 $Q = ah$ 或 $W = KQ$ 的流量自然消耗方程： $Q_t = Q_0 e^{-d(t-t_0)}$ 及水位自然消耗方程： $h_t = h_0 e^{-\beta(t-t_0)}$ 。同时还通过大气降水有效渗入的输入端的雨量图和输出端的排泄流量图之间的系统转换过程分析，颇有成效地获得了正确判定含水层系统中，不同含水介质的亚系统特征的水流类型：管道流或扩散流或蓄水类型，管道型或扩散型信息。

本文中初步论述并论证了流量消耗方程法和水位消耗方程法，计算大气降水有效渗入系数 I_e 的精度比较。运算结果，已初步表明前者比后者（由南斯拉夫研究者提出的）计算程简单，精度略高于后者。实例 I_e 系数运算结果还表明，前者比后者略低 4—11%。

第四纪气候与海面

地貌与第四纪地质专业79级研究生 杨达源

指导教师 杨怀仁教授

本文全文30,000余字，插图17幅，插表9件，附主要参考文献238篇。全文分（一）前言，（二）更新世气候与海面，几个问题的讨论，（三）全新世气候与海面，以及（四）结论与建议等几大部分，对第四纪几百万年来地球环境的变迁，进行了全面系统的论述。

本文作者强调，气候变化对人类发展，社会经济繁荣有深刻影响，要预测未来气候变化，就必须研究其变化的过程和规律，及其种种原因，“过去”是启开未来大门的钥匙。气候变化研究在科学领域中的地位，将得到进一步提高。不同时间尺度的地球气候变化，有不同的研究方法。陆上古气候研究，很大程度上受到沉积物与历史记载连续性的限制。本文提倡从多方面进行古气候研究，相互对比，互相补充，力求得出比较完整的气候旋回。在本文中论述了地球气候变化与海面运动的关系，海面变化研究的气候学意义。我国河北平原，基于其特殊的地理位置和第四纪地壳运动条件，实为古气候与古海面研究的理想场所之一。我

国学者有条件在世界古气候研究中作出更大贡献。

本文作者具体分析多个河北东部的钻孔实际资料，提出了250万年来9次冰期旋回理论，并且论证了9次冰期划分的普遍性意义。因此，深海沉积的氧同位素阶段和“黄土—古土壤”气候旋回，其中有多次寒冷期或温暖期，在冰期旋回中只具有间冰期，间冰期或气候阶段意义。

深海沉积氧同位素曲线所反映的，近几十万年内寒冷气候时间长度的比例，与陆上古气候记录不完全相符。根据洞穴沉积，黄土—古土壤剖面 and 海面变化资料的详细分析，本文作者认为近几十万年内，陆上的真正寒冷气候的时间长度比例，不是90%，而是大约不超过1/2—1/3。

一次正常冰期气候大冰流的发展，可能既不是几万年，也不是几百年，据现有资料分析，正常冰期气候初期几千年，中纬地带的气候特点是冷而湿度大，中期几千年为海面大幅度下降，表明陆上大冰流迅速扩张，中纬地带的气候特点是严寒、干燥。国外有些学者据目前部分地区降水减少情况，预言新冰期来临，本文作者认为时尚早。

第四纪平均海面高度的变化，国外学者认为是步步下降之势。作者据河北平原东部的钻孔资料分析，消除地壳运动影响后所得出的第四纪平均海面变化曲线，为“高一低一高”马鞍型，

近12,000年来的地球气候变化，作者据我国华北平原钻孔资料，西部山地冰川进退与树木年轮分析资料，历史记载和考古资料等综合分析，初步分为8个阶段，中期温暖程度比较高，但早晚期温寒气候比较突出，并且认为，不同地理环境与纬度地带的全新世气候变化，是有差别的。进而作者强调，地理环境对一个具体地区的气候特点形成，有明显的影响作用，因此，在预测未来世界气候变化、具体地区的气候特点时，要充分考虑地理环境的影响作用。

全新世海面变化，在我国东部大体可分为二期与之后的主要四次相对高海面。关于近5,000年来海面变化趋向，目前国内外均有争论。本文作者认为，据一些地区的实际资料编制海面运动曲线，要考虑构造变形与均衡运动等的影响，据不同地区的实际资料归并拟编海面曲线的做法，也不相宜。在初步尝试消除构造变形和均衡运动的影响之后，得出的河北平原东部近5,000年来的海面曲线，表明海面运动具有上升速度放慢，在波动中趋于稳定的特点。

气候变化与海面波动，基本上完全相对应，不过在时间上存在后者滞后的现象，不同时间尺度的气候变化，海面升降滞后的时间长度也不相同。

最后，作者建议，从长远考虑，宜建立多学科性的气候研究机构，为发展国家经济服务。

本文在杨怀仁教授的积极指导和教研室老师的大力协助下完成，并得到许多单位，许多同志的热情支持，作者一致致谢。

水培大米草吸收汞及其 净化环境作用的初步探讨

植物专业79级研究生 钦 佩

指导教师 仲崇信教授

盐生植物大米草 (*Spartina anglica*) 生命力很强, 抗汞性很显著。水培大米草加汞试验证明了这一点。

1. 大米草水培试验是选用2—3片真叶的实生苗与4—5片真叶的三年生分蘖苗为材料的。

2. 水培大米草用的营养液是 Hoagland (1938年) 溶液, PH为5.3, 共分四—五个不同浓度组 (另有一对照组), 每周换营养液时向其中加一定浓度的汞。

3. 水培在实验室内进行, 在水培苗上方2 m处安置400W生物效应灯补光, 照度为150Lux, , 每日开灯10小时左右。

4. 水培大米草试验的营养液中无需通气, 尽量避免透光, 以减少汞的损失和汞形态的变化。

5. 水培4周后加汞, 加汞4周后进行汞含量测定。检测仪器是国产YYG—77型冷原子荧光测汞仪。

6. 大米草有很强的抗汞性, 对汞有很高的吸收。5个不同汞浓度组的水培大米草地上部分对汞的吸收为原营养液汞浓度的10—56倍, 而根部的吸收倍数为250—2500倍, 尤其是汞浓度组中生长的大米草分蘖苗4周内吸汞总量接近原加汞总量的一半, 这是具有生态意义的。大米草对汞的吸收曲线是正相关的指数曲线。

7. 不同基质中大米草吸收汞的能力不同, 土培大米草地上部分对汞的吸收比水培的低77倍, 而根部则比水培的低14倍。

8. 大米草不同器官富集汞的能力不同, 其富汞大小的顺序为: 根 > 叶 > 地茎。

9. 大米草分蘖苗的抗汞能力显然大于实生苗, 前者对汞的吸收略大于后者, 但二者的富汞倍数经方差分析, 并无显著差异°

10. 大米草具高度的抗汞和吸汞能力, 可用于治理汞污染和净化环境。在净化环境时, 应发挥大米草生态系统的综合治理作用。