

华南铀成矿期及其特征 的初步探讨

陈勤五

(广西地质学会)

内容提要: 本文从地洼构造与成矿学的角度, 论述了华南铀成矿期及其特征。根据 162 个铀矿石同位素年龄资料统计, 把区内划分为四个成矿期。同时指出: 晚侏罗世—早白垩世是华南比较重要的聚铀期, 所形成的火山岩型铀矿, 是地洼型构造—岩浆活化作用强烈阶段的产物; 晚白垩世—老第三纪是华南铀矿的高峰期, 矿床类型多, 分布广, 铀矿与该处地洼型构造—岩浆活化作用进入激烈与余动交替阶段密切相关; 其他成矿期铀矿化相对较弱。最后, 探讨了该区四个成矿期的相互关系。

主题词: 华南 铀矿 铀成矿期 成矿特征 地洼

一、引言

华南铀矿床是环太平洋金属矿带的组成部分。最近20年, 一些研究者对该区进行了广泛的同位素地质年代学的研究和总结(杜乐天等, 1982)^[1], 这些资料加深和扩大了我们对该区铀成矿规律的认识。本文在前人工作基础上, 根据已知资料, 着重对该区铀成矿期及其特征作初步探讨。

华南为我国东南地洼区的一部分。其大陆地壳由后加里东地台转化而成。该处地槽阶段, 开始于元古代, 结束于志留纪; 地台阶段自泥盆纪至晚三叠世中期或早期; 地洼阶段开始于晚三叠世晚期^[2]。活化阶段的激烈期在中晚侏罗世至白垩纪; 第三纪开始已进入活化减弱的余动期。在各个发展阶段中, 相应地形成了地槽型、地台型和地洼型含铀建造。而这些建造又普遍具有含铀量高(常为区域背景值的数倍或数十倍以上)和铀浸出率高之特点, 有的还富含有机物质、泥质和硫化物。他们均被认为是后期改造成矿不可缺少的主要的物质条件。

根据华南162个铀矿石同位素年龄资料统计, 将华南铀矿划分四个成矿期: (1)晚泥盆世—晚石炭世(378—293Ma)占2.47%; (2)晚侏罗世—早白垩世(149—100Ma)占27.67%; (3)晚白垩世—老第三纪(98—23Ma)占66.68%; (4)新第三纪(21—1.5Ma)占3.18%。由此可见, 有98%的铀矿石年龄数据落在中—新生代地洼期, 特别是晚白垩世至老第三纪, 这个时期地洼型构造—岩浆活化作用进入激烈与余动交替阶段, 对铀矿床的形成起了非常重要的控制作用。实际资料还表明, 矿化具多期多阶段性, 即在同一区域或同一矿床, 往往有二个至数个成矿期(表1)在空间上相重叠, 其中一个为主成矿期。因此, 深入研究成矿期及其特点, 无疑, 对地质找矿具有重要的理论和实践意义。

表 1 华南各类铀矿成矿时代表
Table 1. Metallogenic epochs of various uranium deposits in South China

铀成矿期	地区 ^①	围岩及时代	铀矿石年龄 (Ma)	资料来源
新第三纪	滇西盆地 12	中、上新世碎屑岩、含煤碎屑岩	6-2.2	王木清等, 1985
	105-III	古新世砂岩	22.5-2	陈戴生等, 1980
晚白垩世— 老第三纪	12	晚泥盆世白云岩、含碳黄铁矿泥页岩	21, 14, 1.5	谭友铨, 1980
	610	古新世砂岩	86-60	陈戴生等, 1980
	660	晚侏罗世碎屑岩、次火山岩	98, 93, 89	徐礼中, 1984
	102	晚侏罗世流纹岩	96-87, 44.2	何才一, 1983
	101	燕山早期黑云母花岗岩	71	《广西地质》, 1985, 第1期
	75	燕山早期二云母花岗岩	83, 82, 69, 64, 61, 57	同上
	61	中侏罗世砂岩	61, 51, 38	本文
	20	印支期黑云母二长花岗岩	82	二九一大队, 1979
	87	早二叠世硅质岩, 硅质碳质页岩	61, 46	谭友铨, 1980
	105-III	早石炭世石灰岩、白云岩	30	姚振凯, 1981
	701	晚泥盆世白云岩、含碳黄铁矿泥页岩	96, 63, 45, 43	谭友铨, 1980
	74	中泥盆世灰岩	65, 59, 2, 30, 7	闵茂中等, 1987
	110	雪峰期黑云母花岗岩	47	赖伏良, 1982
	84	早寒武世硅质板岩、碳板岩、碳硅板岩	89, 78, 75, 73, 59, 55, 31, 23	张待时, 1982
晚侏罗世— 早白垩世	75	晚震旦世白云岩	33, 28, 26	《铀矿地质》, 1985, 第3期
	60	中侏罗世砂岩	113	本文
	610	晚侏罗世熔结凝灰岩	134, 133, 128, 106	徐礼中, 1984
	660	晚侏罗世碎屑岩、次火山岩	145, 143, 139, 138, 137, 136, 130, 128, 126, 123, 120, 105, 102, 101	何才一, 1983
	61	晚侏罗世流纹岩	149, 143	二九一大队, 1979
	20	印支期黑云母二长花岗岩	104	谭友铨, 1980
	87	早二叠世硅质岩、硅质碳质页岩	106	姚振凯, 1981
晚泥盆世— 晚石炭世	76	早石炭世石灰岩、白云岩	135, 119	姚振凯, 1981
	76	雪峰期黑云母花岗岩	378, 360	赖伏良, 1982
			330	李耀松等, 1984
			293	张祖还等, 1984

①此栏数字代表矿区代号

二、晚泥盆世—晚石炭世成矿期

这是目前华南最老的聚铀时期,与其它成矿期相比,富集程度不高,分布范围局限,在矿床数量中所占的比重很小,仅在局部地区具有工业意义的矿床。如雪峰地槽系西南缘,雪峰期(760Ma)某花岗岩内即其一例。该处产铀花岗岩系陆壳改造型($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.735)的黑云母花岗岩(平均铀含量为7.1ppm)。铀矿石年龄(378 Ma和360Ma)与岩体变质年龄(374Ma)一致^[3]。另据李耀菴等(1984)、张祖还等(1984)报导^[4,5],铀矿化要延续到早石炭世(330Ma)和晚石炭世(293Ma)。矿体受岩体的小断裂、节理和羽状裂隙控制,为脉状-网脉状矿体。其形成过程可分为硫化物、沥青铀矿-蠕绿泥石-胶状黄铁矿、沥青铀矿-紫色萤石-方解石、绿泥石-微晶石英-浅色萤石和方解石-辉沸石-梳状石英五个阶段。矿床生成温度为230—250℃。矿石硫同位素组成, $\delta^{34}\text{S}$ 集中在-5.1—9.1‰之间,成矿溶液的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值为-6.3—5.4‰。由此可知,这是加里东晚期和海西期变质作用过程中产生的热水溶液,使岩体中的分散铀再度活化,而在局部地段重新富集而形成的铀矿。不过当时的地壳演化,属晚古生代地台阶段,由于构造-岩浆活动相对较弱,所造就的铀矿化,其工业意义远不及其它成矿期所形成的铀矿。

三、晚侏罗世—早白垩世成矿期

晚侏罗世—早白垩世,为燕山运动中期,该区地洼型构造-岩浆活化进入最强烈阶段,以大规模的地壳变形作用,多次花岗岩侵入和广泛的陆相火山喷发为特色。与本期岩浆活动有关的铀成矿作用,主要在浙赣闽地区,形成了一大批火山岩型铀矿床。已发表的49个沥青铀矿U-Pb年龄数据中,有35个落在149—100Ma间,成岩和成矿的时差很短,矿石与围岩具有同源性,它们都是地洼激烈期的产物。这类矿床主要分布于地洼区隆起与拗陷交接处或拗陷一侧。容矿围岩为上侏罗统(打鼓顶组、鹅湖岭组和磨石山组)地洼型陆相酸性熔岩、次火山岩、火山碎屑岩、火山-沉积碎屑岩。它们的铀含量为4—26.7ppm^①。由于火山作用的影响,矿石物质组成较为复杂。矿石矿物有沥青铀矿、铀石、钛铀矿、含钍沥青铀矿、含钍铀石、含铀方钍石、含钍钛铀矿以及含铀胶磷矿等等,这是其它类型矿床所罕见的。按矿物共生组合可划分为沥青铀矿-赤铁矿型、沥青铀矿-胶磷矿型、沥青铀矿-萤石型、沥青铀矿-绿泥石型、沥青铀矿-辉钼矿型和沥青铀矿-多金属硫化物型;按元素组合可划分为:单铀型、铀-钼型、铀-钍型、铀-磷型、铀-锌型、铀-铋型和铀-多金属型。除铀外,还含可利用的钼、银、铜、铅、锌和磷,钍和稀土元素含量也高。矿床生成温度为90—300℃,但主要集中于150—250℃之间^②,较少超过300℃。围岩蚀变强烈,赤铁矿化、黄铁矿化、萤石化、碳酸盐化、水云母化、绿泥石化与成矿关系密切。610地区火山岩铀同位素初始比值 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为0.713^①,硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值为-6.6—+23.1‰^②,表明成矿物质是火山热液带来的。按矿体

① 邱瑞姑等 1981年资料

② 徐礼中 1984年资料

赋存特征, 分层控型和脉型矿床两类。前者见于火山盆地内, 产在火山-沉积碎屑岩中, 矿体受层间破碎带或顺层裂隙带控制, 呈似层状和透镜状; 后者见于火山洼地内, 产在次火山岩和爆裂岩中, 矿体受火山构造(如环状断裂、塌陷断块、破火山口、角砾岩筒等)控制, 呈脉状。陈肇博等(1982)^[6]则把火山岩型铀矿划分为酸性热液形成的迪开石型、碱性热液形成的钠长石型和弱酸性热液形成的水云母型。

四、晚白垩世—老第三纪成矿期

晚白垩世—老第三纪, 为燕山运动晚期至喜马拉雅运动早期, 火山活动基本结束, 地洼发展进入活跃与平静交替期, 出现由挤压转向引张开启阶段, 块状断裂、地洼盆地广泛发育, 构造环境相对宁静稳定, 非常有利于铀的沉淀和保存, 是铀成矿的鼎盛时期。一大批花岗岩型、碳酸盐岩型和碳硅泥岩型铀矿以及部分火山岩型铀矿得以形成。它们广泛地分布于华南各地, 占矿床总数的80%以上^[7]。

花岗岩型铀矿是我国铀矿床中最重要的类型。最常见的产铀花岗岩属燕山期, 其次是印支期和雪峰期。南岭西部隆起区, 矿床形成于雪峰期黑云母花岗岩中。有两个聚铀期: 早期(378—293Ma)阶段生成铀-绿泥石型, 分布局限, 规模小, 不甚重要; 晚期(47Ma)阶段形成铀-微晶石英(玉髓)型。例如已知较为重要的有74地区。该区产铀花岗岩出露面积大于1000km²。岩石化学和地球化学特征为: SiO₂ 75.74%, Al₂O₃ > (CaO + Na₂O + K₂O), K₂O > Na₂O, K₂O + Na₂O 为7.01%。铀含量达7.1ppm, 且含晶质铀矿微粒, 铀浸出率为33.8%, Th/U比值为1.80。无疑, 岩体的岩性对后期再造(改造)作用成矿有利。铀矿体受北北东向硅化断裂带上下盘的分支断裂控制, 呈脉状。矿石中有用矿物为沥青铀矿, 与黄铁矿、赤铁矿、白铁矿、绿泥石、绢云母、水云母、微晶石英、玉髓和萤石共生。从中温到低温, 有三个成矿阶段: ①硅质脉-沥青铀矿阶段(形成温度为168—165℃); ②萤石-沥青铀矿阶段(形成温度145—135℃); ③玉髓-萤石-沥青铀矿阶段(形成温度125—102℃)。硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值平均为-5.56‰。与铀矿化相关的围岩蚀变有硅化、伊利水云母化、黄铁矿化和萤石化。以上特点表明, 矿床应属于岩浆地质体再造类型^[8]。南岭中部隆起区, 大部分脉型铀矿床形成于燕山早期(195—135Ma)黑云母花岗岩和二云母花岗岩中, 只有少数见于印支期(244—206Ma)黑云母二长花岗岩内。这些产铀花岗岩体出露面积大于1000km², 且大多是多期多阶段侵入的复式岩体。其岩石化学和地球化学特征为: SiO₂ 为70—75%, K₂O + Na₂O 为7.8—8.84%, K₂O > Na₂O, Al₂O₃ > (CaO + Na₂O + K₂O)。铀含量为15—20ppm, 可见晶质铀矿微粒, 铀浸出率为20—60%, Th/U比值小于2.5。无疑, 岩体的岩性对铀矿化有利。主要的成矿时代有晚白垩世(86Ma)、古新世(67Ma)。部分铀矿化可延伸到始新世(41Ma)。它们比主侵入相形成时间要晚100Ma左右, 而与最后一次岩脉(细粒花岗岩)活动时间(90—70Ma)相近(陈勤五, 1985)。矿体受陡倾斜破碎带(或裂隙带)控制, 呈脉状。矿石为浸染状、角砾状结构, 细脉—微脉状构造。矿石矿物为沥青铀矿, 与石英、玉髓、萤石、粘土矿物、赤铁矿及少量金属硫化物共生。按矿物组合可分为: 沥青铀矿-微晶石英(或玉髓)型、沥青铀矿-赤铁矿型、沥青铀矿-绿泥石型、沥青铀矿-黄铁矿型、沥青铀矿-萤石型、沥青铀矿-碳酸盐型。除铀外, 其它伴生元素无综合利用价值。硫同

位素组成, $\delta^{34}\text{S}$ 值总的摆动在+9.1—10‰之间^[9]。脉石矿物(石英、方解石)的氧同位素 $\delta^{18}\text{O}$ 为+5.11—15.44‰^①。围岩蚀变以硅化、赤铁矿化、胶状黄铁矿化和萤石化与成矿关系密切。铀的成矿温度为100—250℃。矿床多属复成因类型^[10]。

碳硅泥岩型铀矿,在区内由西北向东南,可划分为两个成矿区:①雪峰及邻区。含矿地层有上震旦统陡山沱组、灯影组(留茶坡组)和下寒武统清溪组、小烟溪组(牛碛塘组)。容矿围岩是地槽型海相碳酸盐—硅质岩—泥质岩(简称碳硅泥岩)。以泥质岩为主,铀的丰度值较高(10—40ppm),且富含有机质、炭质和硫化物,是区内铀的重要源岩。后经地洼阶段的地下水或地下热水作用的改造而形成就地改造型铀矿床,即矿源岩与容矿岩同属泥质岩。含铀地层的沉积时代是720—560Ma,而铀矿石年龄是130—14Ma,主要集中于89—23Ma,比围岩晚约600—500Ma。②湘桂粤毗邻地区。含矿地层有下泥盆统郁江组,中泥盆统四排组、应堂组、东岗岭组,上泥盆统榴江组,下石炭统石磴子组、梓门桥段,下二叠统当冲组和上二叠统龙潭组(乐平组)。容矿围岩是地台型海相碳酸盐岩、硅质岩、硅质碳质页岩和碎屑岩。以碳酸盐岩为主,但它的含铀量不高(<7ppm),其毗邻或上下必须有铀源岩(如含铀量高的碳泥质页岩等)互为依存,后经地洼期改造而形成近地改造型铀矿床,即碳酸盐岩起了容矿岩的作用^②。含铀地层的沉积时代为400—230Ma,而铀矿石年龄为140—1.5Ma,在32个年龄数据中有22个落在96—30Ma间,比围岩晚约200—300Ma。显然,这两个地区的铀矿床,都具有层控、岩控和时控的特点。矿床位于隆起带的边缘拗陷或隆起带内的断陷带。矿体多产在碳酸盐岩与碎屑岩界面上的层间破碎带内,呈似层状和透镜状。矿床基本保留了原沉积层的一些特征,多数矿石继承了围岩的组分,只有铀及其相关元素(包括 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 等)获得进一步富集。除铀外,尚含有可利用之Mo、Re、W、Ag等元素。矿石建造有单铀型、铀-汞型、铀-磷型和铀-多金属型。 $\delta^{34}\text{S}$ 具有数值大和多负值的特点,表明成矿物质可能主要来自沉积地层。按形成条件,多数矿床是在近地表中、低温热液作用下生成,且以100℃左右或150℃左右较为多见^[11],属沉积-热液改造型层控铀矿床。

五、新第三纪成矿期

该成矿期为喜马拉雅运动晚期,华南大部分地区地壳演化趋向于和缓时期,铀矿化作用普遍表现较弱。该成矿期以砂岩型铀矿为代表,容矿围岩主要为白垩系—第三系陆相红层中的浅色砂岩,当它的顶、底板被渗透性小的泥页岩所遮挡时,对成矿更为有利。这类矿床通常是矿层多、厚度薄,稳定性小,可在较小面积内发生分叉、尖灭等现象。铀在矿石中以吸附状态或次生铀矿物(铀黑、板菱铀矿、铜铀云母和钙铀云母)的形式存在。原生铀矿物少见。矿化地段常见粘土化和伊利水云母化。在这类矿床中,以华南邻侧滇西地洼盆地砂岩型铀矿为最典型。该处在早侏罗世时进入地洼,到了晚白垩世或老第三纪时活化达到最强烈。矿床形成于中新世(9—25Ma)的富含炭质、有机质和黄铁矿的花岗质碎屑岩和含煤碎屑岩中。铀矿化富集在基底古地形凹陷或凸凹变异地段。矿体呈似层状、透镜状与围岩整合产出。铀以吸附状态存在为主。矿石矿物有沥青铀矿和铀黑,见于胶结物中。成矿时代为上新世(6—2.2Ma),

① 周维勋, 1982年资料

② 陈勤五, 1983, 地洼期铀矿床的成因分类及其找矿意义

矿石与围岩并非同时形成。与本期有关的其它类型铀矿床, 见之甚少。如表1所列, 在碳酸盐岩型铀矿中, 仅有几个铀矿石的年龄值(21Ma、14Ma、1.5Ma)属之。总之, 这个阶段是以表生淋积作用为主形成的矿床, 铀的富集与有机质、硫化物有关。

六、结 语

综上所述, 华南铀的成矿期, 从晚泥盆世就已开始, 但该期铀矿化作用微弱, 分布局限, 居次要地位。最重要的聚铀期是晚白垩世—老第三纪, 具有矿床类型齐全, 分布广, 数量多, 矿石物质组分简单和矿、岩时差大的特点, 矿床多属复成因类型。其次是晚侏罗世—早白垩世, 以火山岩型铀矿为代表, 具有矿石物质组分复杂, 富含钼和稀土元素与矿、岩时差小的特点, 矿床在成因上与火山作用具有同源演化关系, 属火山热液型。少数地区尚有新第三纪的铀矿, 以砂岩型为代表, 具有矿石物质组分简单和蚀变较弱的特点, 矿床的形成与成岩期后地下水或地下水淋积作用有关。由此可见, 华南地区的铀矿, 在时控上的变化, 总的趋势是: 由东至西, 从陆缘到内部, 即浙赣闽地区→南岭中部和西部地区→湘桂粤毗邻地区→雪峰及其邻侧。含铀建造时代由新至老。而成矿时代主要为晚白垩世—老第三纪。仅在浙赣闽地区略早, 而以晚侏罗世—早白垩世为主。雪峰地穹系西南缘, 也有少数几个偏老的铀矿石年龄数据, 为晚泥盆世—晚石炭世。它们相互间的关系见表2。

表2 华南各铀矿类型、含铀建造与成矿期关系表

Table 2. The relationship between uranium ore types, uranium-bearing formations and metallogenic epochs

铀矿类型	含铀建造及时代	成 矿 期				分布地区
		晚泥盆世— 晚石炭世	晚侏罗世— 早白垩世	晚白垩世— 老第三纪	新第三纪	
砂岩	中—上新世砂岩(含煤砂岩)				+	华南各地 中生代 地洼盆地
	古新世砂岩			+	+	
	晚白垩世砂岩			+	+	
	中侏罗世砂岩		+	+		
火山岩	晚侏罗世火山岩		+	+		浙、赣、闽
花岗岩	燕山早期花岗岩		+	+		南岭中部 和西部
	印支期花岗岩		+	+		
	雪峰期花岗岩	+		+		
碳硅泥岩	早二叠世硅质岩、硅质碳质页岩		+	+		湘、桂、 粤毗邻
	早石炭世碳酸盐岩		+	+		
	泥盆纪碳酸盐岩		+	+	+	
	早寒武世碳硅板岩			+		雪峰及其 邻侧
	晚震旦世白云岩			+		

注: +++—主要成矿期; ++—次要成矿期

陈国珖教授、肖禧砥老师为本文提了宝贵意见, 在此深表谢意。

主要参考文献

- 〔1〕 杜乐天等 1982 花岗岩型铀矿文集 原子能出版社
- 〔2〕 陈国达等 1975 中国大地构造简述 地质科学 第3期
- 〔3〕 赖伏良 1982 一个老岩体铀成矿作用的探讨 桂林冶金地质学院学报 第4期
- 〔4〕 李耀松等 1984 M岩体的铀矿化及铀铅同位素研究 国际交流地质学术论文集(5) 地质出版社
- 〔5〕 张祖还等 1984 376铀矿床的同位素研究 南京大学学报(自然科学版) 第3期
- 〔6〕 陈肇博等 1982 华东南中生代火山岩中的铀矿床 地质学报 第56卷 第3期
- 〔7〕 陈勤五 1982 地洼阶段活跃与平静交替期是铀的成矿期 大地构造与成矿学 第6卷 第1期
- 〔8〕 涂光炽等 1983 燕山期成矿作用的多样性 地质论评 第29卷 第1期
- 〔9〕 王联魁、刘铁庚 1987 华南花岗岩型铀矿H、O、S、Pb同位素研究 地球化学 第1期
- 〔10〕 陈国达 1982 多因复成矿床并从地壳演化规律看其形成机理 大地构造与成矿学 第6卷 第1期
- 〔11〕 陈勤五 1987 华南及其邻区层控铀矿床 地质地球化学 第2期

A TENTATIVE DISCUSSION ON URANIUM METALLOGENIC EPOCHS OF SOUTH CHINA AND THEIR CHARACTERISTICS

Chen Qinwu

(Geological Society of Gutngxi, Nanning, Guangxi)

Abstract

In the light of geotectonics and metallogeny, this paper deals tentatively with the uranium metallogenic epochs and their characteristics. According to isotopic age data of 162 uranium ore samples, four metallogenic epoch can be recognized; (1) Late Devonian—Late Carboniferous (378—293Ma): It possesses 2.47% of the total reserves; the uranium deposits only occur in limited areas and are of small-size; it is therefore a metallogenic epoch of secondary importance and the deposit in Xuefengian granite(760Ma) can be taken as an example; (2) Late Jurassic—Early Cretaceous(149—100Ma): It possesses 27.6% and is a relatively important uranium metallogenic epoch. In Zhejiang—Jiangxi—Fujian region a series of volcanic type uranium deposits were formed which are products of strong diwa activities and belong mostly to hydrothermal type; (3) Late Cretaceous—Paleogene(98—23Ma). It possesses 66.68%, and is the most important period for uranium metallogenesis. In this epoch, lots of granite type, carbonate type, carbonaceous-siliceous mudstone type and part of volcanic type uranium deposits were formed. They are widely distributed, include a variety of types and possess over 80% of the total uranium ore deposits. The uranium deposits were mainly associated with the period when the evolution of the diwa entered the alternate active and tranquil stage and are mostly of complex geneses; (4) Neogene(21—1.5Ma): It possesses 3.18% and is also a less important metallogenic epoch. Represented by sandstone type uranium ores, the uranium deposits were related mainly to the groundwater or underground hotwater leaching (transformation) action when the diwa developed into the residual-mobility period.