

论华南含铀沉积建造^①

闵茂中 张祖还

(南京大学地球科学系)

提要 本文以华南含铀沉积建造的形成和分类,阐述该区内铀成矿前地质分布和铀成矿背景。提出在华南存在三类含铀沉积建造,即震旦—寒武纪地槽型陆源碎屑—火山沉积含铀建造(I)、上古生界地台型陆源碎屑沉积含铀建造(II)和中、新生界地台型陆源碎屑—火山沉积含铀建造(III),它们制约了华南绝大部分铀矿床的空间分布。最后,本文概括了华南含铀沉积建造的主要特征及与区内各类铀矿床的成因联系。

关键词 华南 含铀沉积建造 铀矿床

第一作者简介 闵茂中 男 50岁 副教授 地球化学

区域含铀沉积建造的存在,是区域铀成矿的第一前提。世界上一些巨型铀矿床(例如北澳大利亚派因克里克铀矿床,南非申弋洛布维铀矿床等)的产出,均受含铀沉积建造的制约(杜乐天等,1982)。华南是我国最重要的铀矿产区,区内铀矿床类型丰富、铀矿床数量多。自元古代至中、新生代,随着华南陆壳演化生成的若干含铀沉积建造,基本上制约了区内各类铀矿床的空间分布。因此,研究华南主要类型含铀沉积建造的铀丰度、分布及与华南陆壳演化的关系,对进一步查明华南铀成矿规律,确定铀找矿新靶区,具有重要战略意义。

1 华南含铀沉积建造类型及其与该区陆壳演化的关系

1.1 划分含铀沉积建造的原则

①含铀沉积建造的铀丰度较高。

②同一含铀沉积建造应具有相似的区域地质背景和古地理环境,因而也具有相似的岩石组合和物质来源。这也是划分含铀沉积建造的另一重要依据。

1.2 华南含铀沉积建造类型

按上述划分原则,可将华南含铀沉积建造分为三类,即震旦—寒武纪地槽型陆源碎屑—火山沉积含铀建造(I)、上古生界地台型陆源碎屑沉积含铀建造(II)和中、新生界地台型陆源碎屑—火山沉积含铀建造(III),其中建造I为华南最重要含铀沉积建造。按其所处构造层位置,建造I为华南加里东褶皱基底型含铀沉积建造,建造II、III为华南后加里东隆起盖层型含铀沉积建造。

2.3 华南含铀沉积建造形成与该区陆壳演化之关系

在中、晚元古代,华南已形成一个渐趋成熟的含铀陆壳,当时在区内沉积了一套巨厚层浅海相泥砂质复理石建造夹细碧角斑岩建造,铀在其中初步富集(表1),铀含量为4.0—6.3ppm

① 博士点基金资助项目

(广西四堡群高者达 6.6ppm),约为地壳平均铀含量的 2.4—3.8 倍。据陈祖伊(1990)用铀铅同位素体系计算,陈蔡群的原始铀含量超过 20ppm。中、上古界岩石中的铀来自前元古代古陆和中、晚元古代火山活动产物。一些人认为,这是华南最古老的含铀沉积建造(张祖还,1986;陈祖伊,1990)。笔者认为,华南元古界地槽型沉积建造中的铀含量一般较低,产出的有关铀矿床较少,不能列为含铀沉积建造,但其重要性在于,它不仅为衍生后期主要含铀沉积建造提供部分铀源,而且部分地制约了华南产铀花岗岩、产铀火山岩的空间分布。

表 1 华南元古界地槽型沉积建造的某些特征

Table 1 Some features of geosynclinal-type depositional formation in Proterozoic Era, South China

含铀层位	岩性组合	主要分布地区	铀丰度(ppm)	有关铀矿床
四堡群(Pt ₂)	绢云板岩 千枚岩、变质砂岩夹细碧角斑岩	桂 北	6.2 (92) ^①	376
双桥山群(Pt ₂)	凝灰质千枚岩、板岩、变质砂岩夹细碧角斑岩	赣 北	5.37 (21) ⁽⁷⁾	
陈蔡群(Pt ₂₋₃)	片岩、片麻岩夹大理岩和变粒岩	浙江绍兴、龙泉	4.23 (3) ⁽⁸⁾	
板溪群(Pt ₃)	凝灰质板岩、变质砂岩夹火山集块岩、凝灰岩、硅质岩	赣东北、湘西	5.0 (10) ^② 5.2 (119) ⁽¹⁶⁾	3012
九岭群(Pt)	粉砂质板岩、千枚岩夹细碧角斑岩、辉绿岩	赣 北	4.0 (53) ^②	
冷家溪群(Pt ₂)	板岩、变质砂岩、凝灰质板岩夹基性、中酸性火山岩	湖 南	6.3(组合样) ⁽¹⁶⁾	3011,3111

① 饶冰,1983,南京大学硕士研究生毕业论文;② 刘继顺,1989,南京大学博士研究生毕业论文。括号内数字为分析样品数。

雪峰运动后,华南某些元古界含铀地层褶皱隆起,形成岛弧状江南地背斜,成为富铀蚀源区。在震旦—寒武纪时,江南地背斜两侧浅海、海湾中接受地槽相碳质、泥质、(海底火山成因)硅质、磷质和碳酸盐沉积,这些岩石继承了蚀源区较丰富的铀,同时又吸附了海水中的部分铀,生成了华南最重要的含铀碳硅泥岩沉积建造,其铀含量约为 6.6—70ppm(平均约 8—20ppm,个别超过 100ppm)。在奥陶—志留纪时,华南古海水逐渐向西南方向退却,大部分地区隆起成陆,未形成重要富铀岩系。

加里东运动使华南震旦—寒武系褶皱隆起,并伴有花岗岩化和岩浆侵入,形成新的蚀源区和宽广的海西—印支拗陷区,接受了新老蚀源区丰富的铀,并吸附海水中的部分铀,形成地台型浅海相碳质泥岩、硅质岩含铀沉积建造。与建造 I 相比,该含铀沉积建造铀丰度(3.12—30ppm)明显低于建造 I;除二叠系外,其它岩系的硅质含量降低,表明这时期海底火山活动明显减弱。

印支运动后,华南绝大部分地区上升为陆,沉积环境由古生代的海相变为陆相。燕山运动使该区陆壳发生裂隙,火山活动以及断陷盆地基底花岗岩、富铀地层经风化、剥蚀、堆积,形成了华南中、新生界地台型陆源碎屑—火山沉积含铀建造。含铀陆源碎屑岩主要为含有机质的砂岩、泥岩,含煤砂泥岩等,其铀丰度约为 5—10ppm^①。火山—沉积岩主要为凝灰岩、流纹岩、次花岗斑岩、石英斑岩(次火山岩)等,其铀丰度为 5—10ppm。

2 含铀沉积建造的一般特征

(1)含铀沉积建造是由含铀层位和非含铀层位共同构成的一套地层组合,两者间具有密切

① 赵乙英等,1986,中国东南部大陆增生、发生与铀的演化成矿,江苏省地质学会会讯,第 2 期。

时空和成因联系,含铀层为成矿提供了绝大部分铀源,非含铀层则可能为成矿提供除铀以外的其它成矿物质,或成为有利成矿围岩。例如,碳硅泥岩型铀矿床的铀源层主要为炭质泥(板)岩、炭质泥质灰岩等,而与其互层的含炭硅质岩、白云岩等,因性脆易碎,常成为有利赋矿围岩。

(2)铀丰度较高,一般均超过地壳平均铀丰度数倍,有时达数十倍(建造 I 中某些层位铀丰度达 110ppm(闵茂中,1987))。

(3)实验研究结果表明,铀在其中主要呈吸附状态存在,铀在后期地质作用中易活化转移。例如,广西泥盆系各类岩石的铀浸出率达 25—84%,赣北下寒武统岩石的铀浸出率达 34—50%。

(4)富含有机质、黄铁矿、碳泥质、磷质等铀的吸附剂、还原剂。例如,桂北下寒武统清溪组碳质板岩、含碳硅质板岩含黄铁矿达 3—7%,含有机质达 3—10%;赣北下寒武统王音铺组含碳硅质泥(板)岩含黄铁矿为 2—7%,含有机质达 10—20%。泥质对铀具极强的吸附能力,例如,笔者把桂东南中泥盆统泥质灰岩置于铀浓度仅为 15ppb 的水溶液中,经 27 天后,岩石铀含量增高 10—20%,54 天后,竟增高 37—40%。

(5)铀在含铀沉积建造中分布极不均匀,其含量呈多峰状分布(图 1),其中低含量峰代表岩系铀含量的背景样品总体集合,高含量峰为高值总体,反映铀元素活化和后期叠加状态,指示富铀层位的发育。

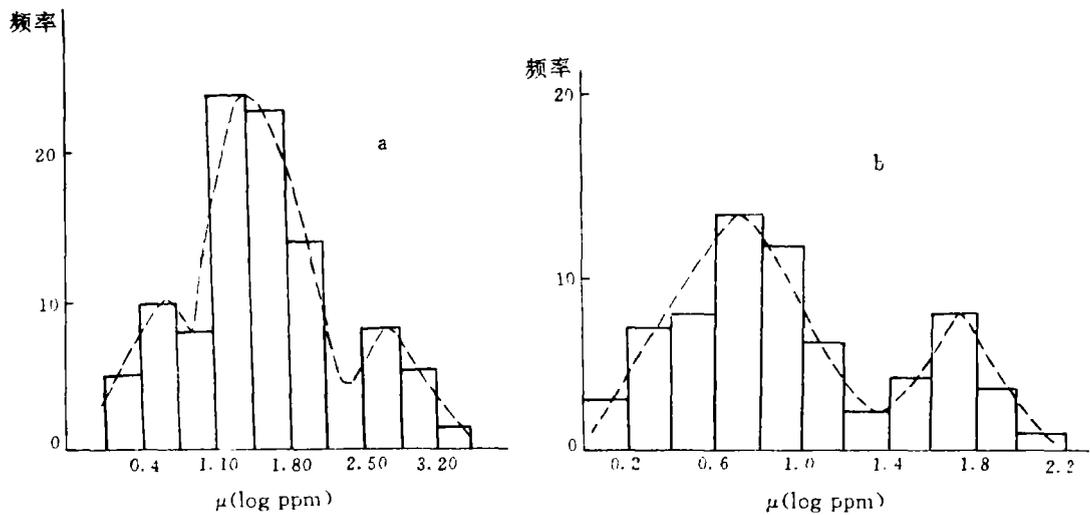


图 1 华南某些地区含铀沉积建造中铀含量的多峰分布

a. 赣北震旦—寒武系含铀沉积建造 b. 桂北震旦—寒武系含铀沉积建造

Fig. 1 Multipeak distribution of uranium content in some uraniumiferous depositional formations, South China

(6)由于地球化学性质的某些相似性,在还原条件下形成的富铀层中常富含 P、Mo、Ni、V、Zn、Cu、Pb、Ag 等元素,它们常成为铀矿中可供综合利用的有益组分。

(7)在铀矿区周围的含铀沉积建造,因成矿作用和后期地质作用,常出现其中铀的带出和

丢失,这已被铀—铅同位素体系研究结果证实。据黄世杰(1985)研究,3110铀矿床周围下寒武统、上震旦统铀源层岩石中铀丢失率分别达33.0—81.4%、43.1—89.5%。

3 华南含铀沉积建造对区内铀成矿的制约

3.1 各类含铀沉积建造制约了层控铀矿床的空间分布

华南碳硅泥岩型铀矿床主要分布在赣北、桂北、桂东南、湘、黔、粤等地区,受分布在江南地背斜两侧的震旦—寒武系地槽型陆源碎屑—火山沉积含铀建造(I),以及分布在湘、桂、粤、黔后加里东拗陷区的上古生界地台型陆源碎屑含铀沉积建造(II)的制约(图2)。

砂岩型铀矿床和含铀煤矿床主要受广布于华南断陷红盆地内的中、新生界地台型陆源碎屑—火山沉积含铀建造(III)的制约。华南火山岩型铀矿床具明显层控性,主要分布在区内火山盆地中,受上侏罗统打鼓顶组、鹅湖岭组、黄尖组、磨石山组和南园组等火山沉积含铀建造的制约。

3.2 某些含铀沉积建造部分地制约了产铀花岗岩体的空间分布

华南产铀花岗岩体的围岩主要为震旦—寒武系泥砂岩、低级变质片岩、千枚岩、碳质硅质泥岩以及中、上元古界浅变质岩等。岩石化学和微量元素地球化学研究表明,该类岩体的成岩物质来自周围含铀沉积建造^①。当产铀花岗岩体以不同时代、不同岩性的地层作围岩时,铀矿床常赋存于靠近以含铀沉积建造为围岩的一侧岩体内(图3、表2)。原先赋存在含铀沉积建造I、II和元古界岩石中的铀元素,经多旋回花岗岩化、混合岩化而被活化转移,最后在晚期花岗岩中富集,为华南花岗岩型铀矿床的形成奠定了物质基础。因此,华南改造花岗岩型铀矿床具有一定的层控特征(徐克勤等,1983)。华南与酸性火山岩有关的铀矿床也分布在以古生代含铀沉积建造为基底的地域内。

3.3 华南含铀沉积建造是该区内铀成矿的基础

它们通过不同成矿方式形成区内已知的主要类型铀矿床。如:经早期成岩作用富集或晚期成岩再造形成的成岩型碳硅泥岩铀矿床和成岩型含铀煤矿床;经表生地下水改造形成的淋积型碳硅泥岩铀矿床、淋积改造型砂岩铀矿床和淋积改造型含铀煤矿床;经各类热水溶液改造形成的热造型碳硅泥岩铀矿床、后成(热水)型砂岩铀矿床;经变质、深熔作用形成的花岗岩(热

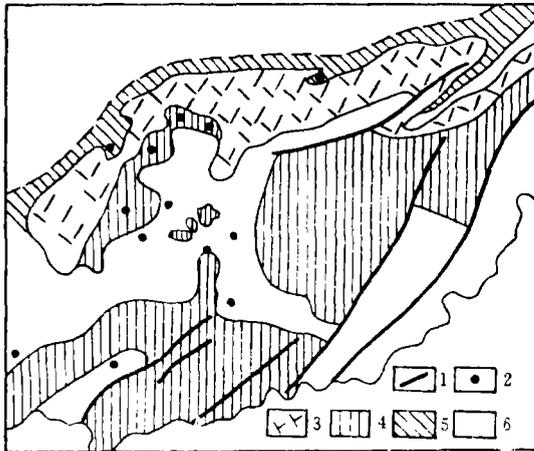


图2 华南碳硅泥岩型铀矿床分布的大地构造位置示意图(据张祖还,1986)

1. 断裂 2. 铀矿床(点) 3. 江南地背斜 4. 后加里东隆起
5. 边缘地槽后加里东隆起 6. 海西、印支拗陷

Fig. 2 Sketch map showing distribution position of carbonaceous-siliceous-pelite type uranium deposits in tectonic map, South China

^① 郑永飞, 1985, 南京大学研七研究生毕业论文。

液)型铀矿床和火山岩(热液)型铀矿床等。

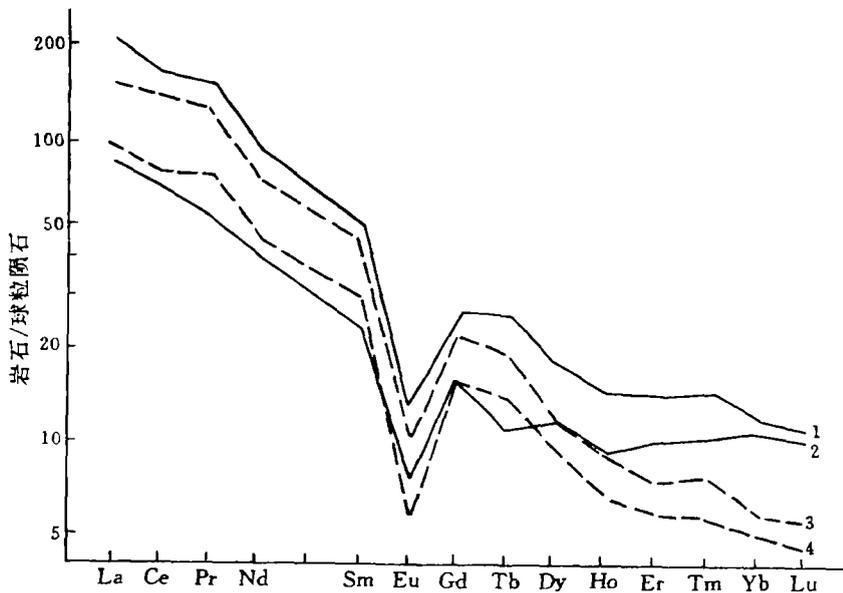


图3 某花岗岩型铀矿田中铀矿床产出部位示意图(据293大队)

1. 燕山期花岗岩 2. 铀矿床 3. 断裂硅化带 ϵ 、D、C、K 分别代表寒武系、泥盆系、石炭系、白垩系围岩

Fig. 3 Sketch map showing occurrence position of uranium deposits in a granite-type uranium ore field, South China

表2 华南某些改造型产铀花岗岩体的围岩时代及铀矿床产出部位

Table 4 Occurrence position of uranium deposits and geological era of host rocks for some transformation-type granite bodies in South China

产铀岩体代号(形成时代)	围岩形成时代	岩体内外铀矿床的赋存部位
JL(燕山期)	Z, ϵ	381 等三个铀矿床产于岩体与寒武系围岩的接触带上; 392 等三个铀矿床产于寒武系围岩中; 384 铀矿床产于近寒武系围岩一侧的岩体内
MT(雪峰期)	P ₁ (四堡群)	374 铀矿床产于岩体内; 376 铀矿床产于岩体内、外接触带
LC(海西期)	ϵ , O, D	3701 铀矿床产于岩体外接触带泥盆系围岩中
QD(燕山期)	Z, ϵ , D, C	铀矿田内 332 等十四铀矿床产于近寒武系围岩一侧岩体的内、外接触带, 另有二个铀矿床产于近泥盆系围岩一侧岩体内(图3)
TS(燕山期)	Z, ϵ	铀矿田内 6227 等十三个铀矿床产于岩体内
ZG(印支期)	Z, ϵ , O	322 铀矿田的三个铀矿床产于岩体内, 一个铀矿床产于岩体外带震旦—寒武系围岩中
XN(燕山期)	ϵ	633-2 铀矿床产于近寒武系围岩一侧的岩体内
WY(印支期、燕山期)	P ₁ ₂ (冷家溪群) P ₁ ₃ (板溪群)	3012 等三个铀矿床和十四铀矿化点大部分产于中、上元古界围岩中, 少部分矿体产于近元古界围岩一侧的岩体内

注: 绝大部分产铀花岗岩体为复式岩体, 表中所列岩体形成时代, 系指与含铀成矿有关的花岗岩形成时代。

结论和讨论

1. 华南存在三类含铀沉积(及火山沉积)建造,其中建造 I 属该区加里东褶皱基底型含铀沉积建造,建造 II、III 属后加里东隆起盖层型含铀沉积建造,它们制约了华南已发现的绝大多数层控铀矿床、火山岩型铀矿床和部分花岗岩型铀矿床的空间分布。因此,深入研究各类含铀沉积建造的地质地球化学特征及其区域分布,是在华南扩大找矿的首要战略措施。

2. 含铀沉积建造具有一系列显著特点:铀丰度较高;铀在岩石中主要呈易活化的吸附状态存在;富含有机质、黄铁矿、磷质、泥质等铀的吸附剂和还原剂;岩石颜色较深;具有一套特殊的微量元素组合;作为成矿铀源体,在其形成后常发生铀的带出和丢失等。

3. 华南中、上元古界是区内最古老、铀初步原生富集的沉积建造,它不仅为衍生后期含铀沉积建造提供物质来源,而且部分地制约了区内产铀花岗岩、产铀火山岩的空间分布。据统计,目前世界铀矿储量的 70% 赋存在元古界沉积—火山沉积含铀建造中。因此,对华南元古界的产铀潜力有必要作进一步的研究、评价。

4. 由衍生铀源层形成的大范围铀成矿区中,由于受以后的各种地质作用影响,使铀重新分布,形成局部铀正异常(高场)区及铀负异常(低场)区,这在金、铜等找矿工作中已被重视,在铀找矿工作中也应对铀的正、负异常进行综合分析,以有效地确定找矿靶区。

章邦桐教授对本文初稿提出了宝贵意见,致谢。

参 考 文 献

- 田龙赫,1986,铀矿地质,2卷5期,312—320页。
田应龙,1990,铀矿地质,6卷1期,11—18页。
李朝阳,1984,中国层控矿床地球化学,北京科学出版社,219—251页。
杜乐天、王玉明,1982,铀矿地质,2卷1期,1—14页。
杜乐天等,1982,花岗岩型铀矿文集,北京原子能出版社,40—42页。
张待时,1982,碳硅泥岩型铀矿文集,北京原子能出版社,1—14页。
张祖还,1986,铀矿地质,2卷6期,321—329页。
陈勤五,1989,矿床地质,8卷3期,14—20页。
陈勤五,1990,地质论评,36卷4期,341—348页。
陈祖伊、黄世杰,1990,铀矿地质,6卷6期,321—325页。
闵茂中,1982,南京大学学报,4期,928—935页。
郑懋荣,1985,第二届层控矿床地球化学会议论文集(摘要),195—196页。
闵茂中、王守春,1991,南京大学学报,3卷2期,158—165页。
闵茂中、孔令福、张祖还、江仪、张国文,1987,矿床地质,6卷4期,72—80页。
林祥溟,1990,铀矿地质,6卷5期,257—264页。
徐克勤、胡受奚、孙明志、张景荣、叶连俊,1983,地质学报,57卷2期,107—118页。

On Uraniferous Depositional Formation in South China

Min Maozhong Zhang Zuhuan

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

Abstract

In present paper the distribution of ore-forming material and ore-forming background before forming of uranium deposits in South China are reviewed according to the forming and classification of uranium depositional formations in this area. Author firstly proposes the three kinds of uranium depositional formation in South China, i.e. the uranium formation (I) of geosynclinal-type terrigenous fragment-volcanic deposit in Sinian-Cambrian periods, the uranium formation (II) of platform-type terrigenous fragmental deposit in Palaeozoic Era and the uranium formation (III) of platform-type terrigenous fragment-volcanic deposit in Mesozoic-Cenozoic Era. Most of uranium deposits in South China were controlled by those uranium depositional formations in space. Finally, author generalizes the principal features of uranium depositional formations and genetic relationship between all kinds of uranium deposits and various uranium depositional formations in South China.

The most important features of uranium depositional formations include: (1) It is composed of uranium strata as well as non-uraniferous strata; (2) Uranium abundance in it is higher than that in the earth crust, in general several times or tens times; (3) It is rich in organic material, pyrite, carbonaceous-pelite and phosphate etc. which could intensely adsorb and reduce uranium (VI); (4) In rocks uranium element unevenly distributes, often in the condition of multipeak; (5) Uranium element mainly is in the form of adsorption in rocks; (6) Uranium-rich strata relatively are rich in elements of P, Mo, Ni, V, Zn, Cu, Pb, Ag etc.

Among three formations the uranium formation of geosynclinal-type terrigenous fragment-volcanic deposit in Sinian-Cambrian periods (I) is the most important for forming of uranium deposits in South China. The geosynclinal-type depositional formations in Proterozoic Era are the ancient (maybe the most ancient) uranium strata in South China.