

一七九岩体接触带铀成矿特征

蒋向新

(中南地勘局三〇一大队)

内容提要: 一七九岩体接触带产有铀矿床。该矿床矿石组合为沥青铀矿-金属硫化物-方解石。赋矿岩石为晚元古代浅变质岩、晚古生代碳硅泥岩及印支期花岗岩等围岩中的碎裂岩。该矿体既具花岗岩型铀矿的一般特征(如受岩体和断裂构造控制,与该岩体内的微晶石英型铀矿床,有着密切的时空和成因联系),也有自身的某些特点(如沥青铀矿主要沉淀于碳酸盐热液期,在成因上具多源性和复成性,属混合热液型);在成矿地质背景方面,具铀源条件较差、碳酸盐岩与水云母化发育等重要特色。矿床属花岗岩型铀矿中的一个特殊类型。

主题词: 一七九岩体接触带 碳酸盐型铀矿床 成矿特征 复成热液成矿 钙沉淀期

一、区域地质背景

一七九岩体处于PJC-SK隆起带中部。区内广泛出露晚元古代浅变质岩系,其次为中泥盆世至早三叠世碳硅泥岩系,其东缘为白垩纪红色岩系(图1)。地层中铀丰度一般为4—7ppm,其中上元古界达6—11ppm。

一七九岩体为印支期复式花岗岩体,呈岩基状产于上元古界及泥盆系—石炭系中,出露面

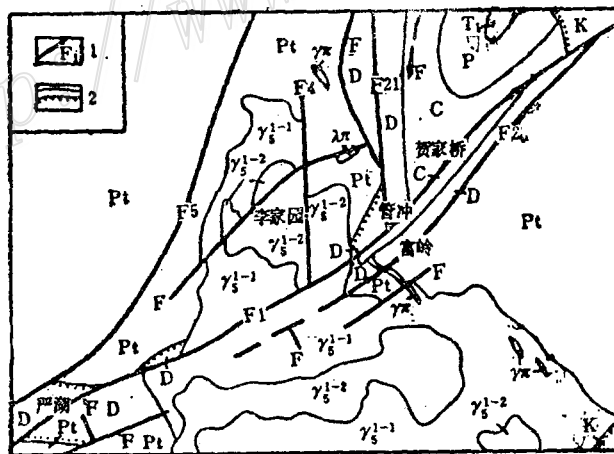


图1 179岩体北部地质示意图

Pt—元古界; D—泥盆系; C—石炭系; P—二叠系; T₁—下三叠统; K—白垩系; γπ—花岗斑岩; λπ—石英斑岩; γ_s¹⁻²—印支期花岗岩补体; γ_s¹⁻¹—印支期花岗岩主体; 1—断层; 2—地质界线和不整合线

Fig. 1. Sketch geological map of the northern part of No. 179 rock body.

Pt—Proterozoic; D—Devonian; C—Carboniferous; P—Permian; T₁—Lower Triassic; K—Cretaceous; γπ—Granite porphyry; λπ—Quartz porphyry; γ_s¹⁻²—Supplementary body of Indosinian granite; γ_s¹⁻¹—Main body of Indosinian granite; 1—Fault; 2—Geological boundary and unconformity.

积约260km²,其主岩体由粗粒至中粒黑云母二长花岗岩组成,补体主要由中细粒至细粒黑云母二长花岗岩构成。二者均不含角闪石,其化学成分均富硅(SiO_2 为73.29—73.67%)、少钙(CaO 为0.78—1.00%)、偏碱($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 为7.64—7.76%)、钾大于钠($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为1.60—1.69)、铝过饱和(Al_2O_3 为12.86—12.89%, $\text{Al}/(\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca}) = 1:11—1:14$)及三氏评价参数大于20(20.41—20.62)等特征;其分异不完全,铀丰度为8.4—9.0ppm, Th/U 为1.82—1.89。可见,该岩体具有成铀岩体的许多特点^{①②}。脉岩主要有燕山早期的花岗斑岩和细粒花岗岩等,也有燕山晚期的辉绿岩等基性岩脉。上、下白垩统之间还见玄武岩出露。

构造线主要呈北东向、北北东向和近南北向,其次为北西向。断裂活动具长期性、多期性和继承性等特点。

区内热液蚀变作用发育,岩体北部云英岩化普遍,沿构造断裂常见硅化、绢云母化、水云母化和绿泥石化等。其中,呈北东向展布的一号断裂带(F_1),在切割岩体部位处有宽达数十至百余米的弱硅化-水云母化碎裂岩带。区内矿化除铀外,还有钨、铜、铅锌和萤石。

二、铀矿化特征

本区碳酸盐型铀矿化受花岗岩体和断裂构造控制,而且断裂构造对铀矿化具多级控制特点。矿区正处于岩体东北接触带舌形突出部位,定位于北东向断裂带(F_1)切割岩体的交叉区段。矿床分布于岩体与围岩接触部位,或在外接触带数百米范围内,具体定位于北东向平行断裂的夹持区(富岭矿床),或不同方向断裂的交汇区(管冲矿床),并直接受次一级断裂破碎带控制。矿体赋存于北东向或北北东向含矿断裂的碎裂岩带内,或充填于更次一级的构造裂隙中。控制矿体的主要构造部位有:断裂构造的变异或分支复合部位,断裂切割有利岩层的叠加部位,以及当断裂切割岩体接触带时,在其上盘沿接触界面发育的碎裂岩带(图2)。

铀矿化对围岩的时代和岩石类型没有直接依赖关系,但受围岩中的前期蚀变作用(如黄铁矿化、绿泥石化和硅化等)控制。此外,还见铀矿体与钾化体紧密伴生。

铀矿化受一定标高控制,且与钨矿化存在上下“壳层”^②关系。铀矿化分布标高为-60—+300m,含钨石英脉产于300m标高以上。

铀成矿作用以充填为主,交代为辅。成矿期热液脉体主要有碳酸盐脉,其次为硅质脉。根据脉体成分及相互穿插关系,可明显分为两个成矿期五个成矿阶段。从早至晚为:早期硅质热液期,分中—细晶石英脉阶段和微晶石英脉阶段(先后生成白色微晶石英脉和含铀红色微晶石英脉);晚期碳酸盐热液期,分细晶—微晶方解石脉阶段、中—粗晶方解石脉阶段和菱铁矿—方解石脉阶段。在细晶—微晶方解石脉阶段,发育含铀肉红色细晶—微晶方解石脉和白色细晶—微晶方解石脉。铀矿化主要富集于晚期的开始阶段,大量胶状沥青铀矿伴随细晶—微晶方解石快速沉淀;在早期的后一阶段,也有少量铀矿物伴随微晶石英析出。由上可知,两期脉体的矿物粒度演化顺序截然不同,然而铀矿物总是跟随细微晶组分共同沉淀析出。工业铀矿体常由上述两期含铀脉体叠加而成。成矿期的近矿围岩蚀变种类较多,常见有方解石化、硅化、绿泥石化和水云母化等。

①黄世杰,1979,我国四种主要铀矿类型的特征及其找矿方向(内刊)

②杜乐天,1982,我国花岗岩型铀矿的主要地质规律及成矿模式,花岗岩型铀矿文集,原子能出版社

矿石的矿物组合简单,脉石矿物因矿脉种类而异。矿石矿物主要有沥青铀矿、黄铜矿和胶状黄铁矿,其次为闪锌矿、方铅矿、黝铜矿和辉铜矿等,在200m标高以上,发育铀黑、钙铀云母、铜铀云母以及斑铜矿、铜蓝等次生矿物。

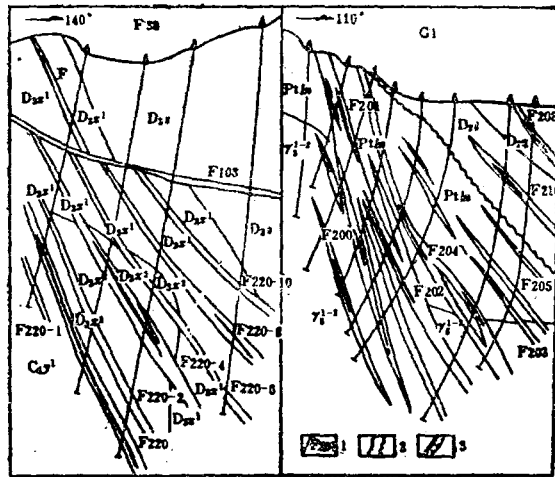


图2 F38、G1勘探线地质剖面示意图

F38—富岭矿床38线; G1—管冲矿床1线; C_{1y}¹—岩关阶下段泥灰岩; D_{3x}¹⁻²—锡矿山组上、下段石英砂岩、泥灰岩; D_{3s}—余田桥组白云质灰岩; D_{2q}—棋子桥组灰岩; D_{2t}—跳马涧组砂岩; P_{1h}—冷家溪群云母石英角闪岩; γ₅¹⁻²—印支期补体黑云二长花岗岩; 1—构造(碎裂岩); 2—地质界线和整合界线; 3—铀矿体

Fig. 2. Sketch geological sections along F38 and G1 exploration lines.

F38—No. 38 line of the Fuling ore deposit; G1—No. 1 line of the Guanchong ore deposit; C_{1y}¹—Marl of Lower Member of Yanguan Stage; D_{3x}¹⁻²—Quartz sandstone and marl of Upper and Lower Member of Xikuangshan Formation; D_{3s}—Dolomitic limestone of Shetia-qiao Formation; D_{2q}—Limestone of Qiziqiao Formation; D_{2t}—Sandstone of Tiaomajian Formation; P_{1h}—Mica-quartz hornfels of Lengjiayi Group; γ₅¹⁻²—Supplementary body of Indosinian biotite monzonitic granite; 1—Structural cataclastic rocks; 2—Geological boundary and unconformity; 3—Uranium orebody.

矿体形态复杂,主要呈脉状、透镜体状和不规则状等。矿体规模小到中等,品位中等且变化较大。

对成矿期石英、萤石和方解石中的包体研究结果:均一法测得成矿温度为130—200℃,主要用低—中等盐度的包体测压法测定,并用含CO₂的包体克分子个数法和CO₂包体—低盐度包体测压法加以检验,求得成矿压力为320×10⁵Pa—370×10⁵Pa,属中低温热液矿体。

三、矿床成因特点

本区碳酸盐型铀矿床,在成因上具多源性和复成分等特点。

多源性:成矿物质多源性的主要依据有:区内花岗岩分异不完全,这种岩体难以形成铀

沥青铀矿以胶状结构最发育,其次为共结结构和乳滴状结构等。金属硫化物有胶状结构、变胶状结构、交代残留结构和固溶体分离结构等。以上结构表明:在成矿过程中,含铀溶液开始冷却较快,以后相对减慢。沥青铀矿为初期快速冷凝而成;而金属硫化物形成时间较长,从开始呈胶状结构快速冷凝,直到后期慢速形成分离结构。矿石构造多为典型的热液充填构造,如细脉状构造、网脉状构造、碎裂构造、角砾状构造和皮壳状构造等。

铀主要以沥青铀矿形式存在于细晶—微晶方解石脉的脉壁,或矿物颗粒之间,其次呈超显微粒状矿物或吸附状态存在于硅质脉内的微晶石英或胶黄铁矿中。

与铀矿化伴生的主要元素是Pb(其含量较围岩增高数倍至十倍),时有Cu、Zn、Mo、Co和Be等,但均无综合利用价值。

的工业富集^①。而本区铀丰度为8.4—9.0ppm,接近产铀岩体的下限值^{①②③}。其围岩的铀丰度也不高(一般为4—7ppm),看来,单一的铀源难以成矿。区内某些地层的岩石铀浸出率显著高于花岗岩(表1),其中,晚元古代浅变质岩还具有分布广、厚度大和铀丰度相对较高等特点,无疑可成为铀成矿的重要来源。区内广泛发育的前期蚀变,有利于铀的活化转

表1 花岗岩、云英岩化花岗岩与某些地层铀浸出率对比

Table 1. Comparison in immersion extraction ratio between granite greisenized granite and some strata

岩体或地层	花 岗 岩		云英岩化花岗岩		上元古界	下石炭统 岩关阶
	主 体	补 体	主 体	补 体		
铀浸出率(%)	9.2	10.3	27.4	53.7	31.7	13.6

移^{②③},如花岗岩经云英岩化后,铀浸出率一般可提高3—5倍(表1),最高铀浸出率达73%。

根据5个沥青铀矿样品铀-铅法同位素年龄数据,用图解法求得铀的成矿年龄为60Ma,相当白垩纪—第三纪红层形成时期,岩体已经裸露,气候条件适于地壳上部铀活化转移^{②③}。而矿区及其外围,碳酸盐岩较发育,是近地表形成碳酸盐溶液的物质基础。在当时的表生氧化条件下,这种弱碱性碳酸盐溶液,对岩石中的铀具有较强的溶解迁移能力^④。当其转入地下向深处渗流途中,由于温度和压力不能提高,其碱度随之增强,对铀的溶解迁移能力,也

表2 成矿期热液脉体硫、氧及碳同位素数据^①

Table 2. Sulfur, oxygen and carbon isotopic data of hydrothermal veins of ore-forming stage

矿 脉 类 别	脉 体 名 称	硫 同 位 素		氧、碳 同 位 素		
		测试矿物	$\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$	测试矿物	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
硅 质 脉	中—细晶石英脉	黄铁矿	-9.9, -2.3 ⁽²⁾ (1) (1)	石 英	5.06 (1)	
	红色微晶石英脉	黄铁矿	-0.2—+0.6 (2)	石 英	6.63 (1)	
碳酸盐脉	肉红色细晶—微晶方解石脉	黄铁矿	-12.0—-9.9, (3) +2.6(1)	方解石	20.24 (1)	-4.13 (1)
	白色细晶—微晶方解石脉	黄铁矿	-4.2—-3.3 (2)	方解石	18.34 (1)	-3.35 (1)
	中—粗晶方解石脉			方解石	16.84 (1)	-3.52 (1)

① $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta^{13}\text{C}$ 均由北京第三研究所测定; $\delta^{34}\text{S}$ 值由桂林冶金地质研究所测定

② () 中数字为样品个数

① 北京第三研究所, 1974, 我国花岗岩型铀矿和成因, 第26页, (内部资料)

② 据黄世杰, 1979年资料

③ 据杜乐天1982年资料

④ 成都地质学院三系第三教研室矿床组, 1974, 放射性矿床学(试用), 第185—188页(内部发行)

就相应提高^①。

北东向大断裂(F₁)切割了花岗岩体和区内全部构造层,其中又有辉绿岩脉充填,这些表明可能沟通了地壳深部液源,成为深部溶液上升的通道,同时,亦可作为上部含铀溶液渗流汇集的良好渠道。另外,在探矿钻孔中,时见辉绿玢岩产于不同时代的岩石中,说明燕山晚期的基性岩浆活动,已波及矿区范围。

表 3 本区碳酸盐型铀矿床与碱交代型、微晶石英型特征对比

Table 3. Characteristics of carbonate type uranium deposits in this area and alkali-metasomatism type as well as microcrystalline quartz type uranium deposits

矿床类型 矿化特征	碱交代型	微晶石英型	碳酸盐型(本区)
主要矿物共生组合	沥青铀矿、赤铁矿、钠(钾)长石、碳酸盐、绿泥石、磷灰石	沥青铀矿、黄铁矿、水针铁矿、石英	沥青铀矿、黄铁矿、黄铜矿、方解石
脉体分期	很不明显	很明显	很明显
近矿围岩蚀变	钠(钾)长石化、绿泥石化、赤铁矿化、碳酸盐化	硅化、水云母化、蒙脱石化、高岭土化	方解石化、硅化、绿泥石化、水云母化
矿石构造	微脉浸染	脉状、角砾状、块状	细脉状、碎裂状、角砾状等
矿石品位变化	很稳定	很不均匀	不稳定
主要伴生元素	Th、Y、Nb、Ce等	Pb、Mo	Pb(时有Cu、Zn、Mo等)
矿体构造	碎裂岩带型	大脉、中脉、小脉	碎裂岩带型
矿体形态产状	矿体呈肥大透镜体分布于控矿构造带外,二者产状不一致	矿体呈板状、透镜体状或柱状、分布于控矿构造带内部,二者产状一致	矿体呈脉状、透镜体状或不规则状,分布于构造带内部,二者产状基本一致
矿体数目	不多,有主矿体	少,有主矿体	多,有主矿体
矿床产出地质部位	可在岩体内外或无岩体的沉积变质岩系之中	多在岩体内部	在岩体接触带
中基性岩墙在成矿中的作用	无关	很突出	很重要
矿区特征岩类	岩类多样	富硅岩石发育	碳酸盐岩发育
矿前特征蚀变	大碱交代体	大硅化带(或大石英脉)	大水云母化带
铀源条件	要求较低(可<10ppm)	一般较高(10—30ppm)	较低(<10ppm)
成矿温度	(暂缺)	150—250℃	130—200℃
矿化地表显示	矿化易淋失、贫化,地表γ强度往往降低	矿化淋失不明显,地表γ强度高,地表矿体明显	矿化易淋失、贫化,地表γ强度显著降低。另外多盲矿体

硫、氧及碳同位素资料表明:矿期硅质脉和碳酸盐脉的主要物质来源,为深部和近地表(表2)。

综上所述可以认为:早期含铀硅质热液,主要来自深部,其初始热液与燕山晚期的基性岩浆

① 据戴杰敏等 1986年资料

活动有成因联系,在其上升途中,又有粒间溶液和地层水参与,并不断吸取沿途岩石中的 SiO_2 、U和其他成矿组分,但本区花岗岩含铀性较差,深部铀源先天不足,故该期铀矿化不佳。对于含铀碳酸盐热水而言,其液源主要为大气降水,热源主要与燕山晚期的构造-(基性)岩浆活动有关,在其下渗途中,也有地层水和粒间溶液参与,并强烈汲取沿途岩石中的 CaO 、U和其他成矿物质,从而改善了本区的铀源条件,提高了铀成矿的能力。显然,成矿铀是由不同来源、不同成因及不同性质的成矿溶液在运移途中从不同深度的各类固体岩石中不断汲取而来。

复成分:铀成矿作用复成分的主要标志有二:①主期成矿作用为复成热液成矿,它是在含铀碳酸盐复成热液系统中进行的,这种复成热液是来自近地表的含铀碳酸盐热水,同来自深部的含铀硅质热液经早期成矿作用后的剩余溶液相混合而成;②叠加形成富矿体,即由晚期含铀碳酸盐脉叠加,并改造早期含铀硅质脉而成。在本区,缺少这一叠加成矿作用时,一般矿化不好。如岩体内的李家团矿床,因含铀方解石脉不发育,矿床规模小。又如岩体西部外接触带严湖地段,因早期含铀硅质脉不发育,仅形成矿化点。

综观本区碳酸盐型铀矿床,它具有花岗岩型铀矿的普遍特征,在空间和成因等方面,均与花岗岩体有着密切联系,应当归为花岗岩型铀矿。按其主成矿期热液性质,则属碱性热液铀矿床。然而同另一类碱性热液铀矿床——碱交代型^[1]差异甚大,而与酸性热液铀矿床有更多的相似特点(表3)。同岩体内的微晶石英型铀矿床相比,在空间上二者受同一岩体控制,在时间上它继微晶石英型之后形成,在含矿热液的成因、性质及矿化特点等方面,二者既有联系,又有差别。因此,可以把本区碳酸盐型铀矿床看作是花岗岩型铀矿中的一个特殊类型。其主成矿期含铀热液,是由两种不同来源、不同成因和不同性质的含铀溶液相混合而成,因此,应属混合热液型铀矿床。

本文在撰写过程中,参考了有关地质成果和科研资料,得到刘勋阶、李振球同志帮助,并承蒙中南地勘局王学曾、姚振凯同志审阅,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] A. U. 图加林诺夫 1981 同位素和矿质来源 内生矿床和矿质来源 地质出版社

CHARACTERISTICS OF URANIUM MINERALIZATION ALONG THE CONTACT ZONE OF No.179 INTRUSIVE BODY

Jiang Xiangxin

(No. 301 Party, Geological and Exploration Bureau of Central South China, Hengyang, Hunan)

Abstract

The No. 179 rock body is an Indo-Sinian complex granite body. Along its contact zone occurs a carbonate type uranium deposit which has the characteristic association of pitchblende-metallic sulfides-calcite. Pitchblende-calcite veins occur in cataclasis zones within such wall rocks as late Proterozoic

epimetamorphic rocks, late Paleozoic carbonaceous siliceous mudstone and Indo-Sinian granite.

Uranium mineralization in this ore deposit is mainly controlled by granite body and fracture structures; uranium mineralization is chiefly in the form of colloidal filling and possesses obvious poly-stage characters; the rock-forming temperatures are 130—200℃, belonging to mesothermal-epithermal type; uranium mineralization age is 60Ma, indicating a rather great time difference between the ore and the rock; this ore deposit has a quite close temporal-spatial and genetic connection with the microcrystalline quartz type uranium deposit in the granite body. All these phenomena suggest that this ore deposit possesses the common characteristics of the granite type uranium deposits.

The ore deposit also shows lots of its own features: the apparent difference in sulfur, oxygen and carbon isotope determinations between mineralization veins of the two stages suggests that their ore-forming substances came from the depth and the near-surface places respectively; uranium was extracted uninterruptedly through different means from different solid rocks with different depths; uranium mineralization belongs to acid siliceous stage and carbonate hydrothermal stage (corresponding to calcium deposition stage of granite type uranium deposits); the ore deposit is genetically of mixed hydrothermal type and is fundamentally different from the microcrystalline quartz type uranium deposit. This ore deposit, therefore, is of a special type in granite type uranium deposits.

× × × × × × × × × × × × × ×

(上接69页 continued from p. 69)

Soda metasomatism led to the growth of effective porosity of granite and reduced its compressive strength. As a result, weak places favorable for structural activities occurred. Soda metasomatism changed the mode of occurrence of uranium and caused its mobilization and transference. During soda metasomatism many uranium-carriers such as biotite amphibole were replaced by albite and this also accounts for the mobilization and transference of uranium. The sponge bodies formed as a result of soda metasomatism provided most favorable room for the precipitation of uranium, and soda metasomatism also supplied uranium mineralization with material basis.