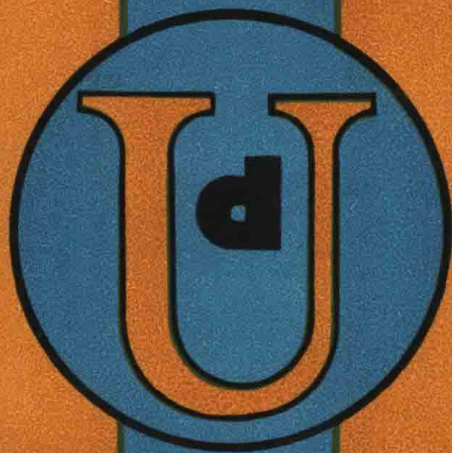


a

e

a



b

c

b

62

法国克鲁齐尔铀矿地质 及成因

〔法〕 J. 勒鲁瓦 著

原子能出版社

法国克鲁齐尔铀矿地质及成因

〔法〕J. 勒鲁瓦 著

孙维新 译

陈肇博 戎嘉树 校

原子能出版社

内 容 简 介

本书是一篇博士论文，是近年来法国花岗岩型铀矿地质研究的一个代表作。书中对主要产铀区利木赞的克鲁齐尔地区的二云母浅色花岗岩和铀矿常见围岩——变正长岩，从岩石学、矿物学、构造学、同位素地质学、地球化学等方面都作了详细讨论，特别是对变正长岩和铀矿形成后脉石矿物里气液包体形成温度、压力和成分、含盐度等都作了测定和推算。作者强调了一种成矿模式，即来自深部的富含 CO_2 流体使花岗岩中晶质铀矿溶解而形成重碳酸铀酰络离子，在张性构造发育时，由于压力骤降而导致沥青铀矿沉淀。本书可供铀矿地质工作者和科研人员、地质院校师生参考。

本书译自法国原子能委员会报告CEA-N-2042(1978)。

法国克鲁齐尔铀矿地质及成因

〔法〕J. 勒鲁瓦著

孙维新 译

陈肇博 戎嘉树 校

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

北京印刷一厂印刷

(北京西便门)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本 787×1092 1/32·印张 9·字数 199 千字

1982年9月第一版·1982年9月第一次印刷

印数 001—1200·统一书号：15175·426

定价：1.15

总 论

本文研究的克鲁齐尔矿区(马尔涅克矿床和法内矿床)位于圣西尔韦斯特花岗岩体中,在里摩日城(北利木赞)东北约20公里处。

以在布拉姆花岗岩和圣西尔韦斯特花岗岩之间的接触带(佩尼地区)的坑道中最近的观察为基础,对整个圣西尔韦斯特岩体,特别是对圣西尔韦斯特花岗岩作了重新解释。

谢纳瓦(Chenevoy, 1958)提出的圣西尔韦斯特岩体的单一性再次得到证实。从大地构造的角度对以前所取得的有关构造方面的资料(Autran和Cuillot, 1974年的综合资料)和同位素资料(Duthou, 1977)也作了重新解释,现在认为圣西尔韦斯特浅色花岗岩与喜马拉雅浅色花岗岩属同一成因模式。

岩浆作用和自变质作用(白云母化、钠长石化)使岩体中出现两个花岗岩相(布拉姆相和圣西尔韦斯特相)。这些作用改变了岩体的原先构造,并且使深带的初始共生组合(矽线石-正长石)在中带条件(二云母)下重新平衡。现在认为315百万年是表面年龄,是由于同位素($Rb-Sr$)部分重新均一化造成的,而不是岩体的生成年龄。这两个花岗岩相的生成年龄应为350—360百万年。

煌斑岩浆正是在构造重新活动(285百万年)时期侵入的。但这时的构造活动是以脆性断裂构造为主,而不是象在这以前是以塑性构造为主。这种情况在整个海西造山范围内是比

较普遍的。

已掌握有两组断裂构造体系，一组为东西向和南北向构造，一组为北西向构造。

随着煌斑岩浆的侵入，产生了热场。热场使浸泡岩体的“冷水”加热并使之对流形成地热体系。这些加热的水在最先产生的构造体系中流通造成花岗岩的云母“型变正长岩化”（石英溶解掉，全部斜长石、黑云母和部分正长石白云母化）。更早的另一种类型的变正长岩（长石型变正长岩，其中石英溶解掉，黑云母绿泥石化，白云母长石化）与将圣西尔韦斯特岩体褶皱成复背斜的P4塑性构造期（北北东至北东向）有关。

在煌斑岩生成以及花岗岩遭受云母型“变正长岩化”之后紧接着就是沥青铀矿-黄铁矿从富含 CO_2 的流体里沉淀出来（沥青铀矿沉淀的最年轻的年龄应是275百万年，而不是以前所说的240—250百万年）。产生这种沉淀是由于压力突然下降引起了流体中 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ 混合物的分解所造成的。在马尔涅克132号点“变正长岩柱”中测得的溶液温度接近345℃。

沥青铀矿沉淀之后，溶液又逐渐变得富含水了（微晶石英和黄铁矿的赤铁矿化）。含白铁石英的沉淀及沥青铀矿转变成铀石，表明促使发生云母型“变正长岩化”的加热水的流通已经逐渐停止，并且温度也已下降（330℃降至150℃）。

铀矿形成的末尾，温度继续下降（135℃以下），萤石、重晶石、方解石沉淀析出。

至此，原生矿床的历史已告结束，以后便是原生矿床的表生改造作用，形成次生铀矿物（铀黑、脂铅铀矿等），并且在目前被剥蚀的地表上形成一些矿床和矿化点。这些表生改造是近期的，根据对U-Pb同位素资料的重新解释，这些表生改造发生在30百万年左右，并且目前这种改造还在继续进行。

目 录

总论

第一章 圣西尔韦斯特岩体

一、一般介绍	1
二、圣西尔韦斯特花岗岩体的构造与变质概况	4
1. 地球化学研究	6
2. 构造和变质作用的研究	6
3. Rb-Sr 同位素资料	9
三、圣西尔韦斯特岩体——各种花岗岩	10
1. 岩石描述	10
2. 布拉姆花岗岩与圣西尔韦斯特花岗岩 之间的关系	16
3. Rb-Sr 同位素资料	24
4. 浅色花岗岩的成因	29
5. 这些花岗岩在北利木赞构造-变质演化 中的位置	31
6. 晶质铀矿和“富铀花岗岩”	35
四、其它同位素资料	39
1. 煌斑岩	39
2. 铀矿化	42
五、小结	47

第二章 马尔涅克矿床和法内矿床的断裂构造——

各期构造的年代	52
---------------	----

一、前人所做的工作	52
二、矿山实地观察和详细研究地质图件得到的认识	54
1. 长石型变正长岩化	56
2. 煌斑岩和微花岗岩	58
3. 云母型“变正长岩”	60
4. 含矿构造	62
5. 晚期泥质充填构造	65
三、上述构造的地质年代	67
四、小结	74
第三章 岩石学和地球化学	76
一、长石型变正长岩和云母型“变正长岩”	76
1. 长石型变正长岩	77
2. 云母型“变正长岩”	85
3. 与其它花岗岩体的变正长岩的对比	99
4. 小结:“变正长岩”术语的定义	102
二、煌斑岩和微花岗岩	103
1. 煌斑岩	103
2. 微花岗岩	110
第四章 铀矿化	112
一、历史	112
二、前人所作的工作	114
1. 克鲁齐尔矿床	114
2. J. 热弗鲁瓦(J. Geffroy) 1971年的描述	118
三、主要的已经开采的矿化带	120
1. 脉状矿化	120
2. 浸染矿化	131

四、沥青铀矿： a_0 参数和O/U比例的测定	135
1. a_0 参数的测定	135
2. O/U比值的测定	140
五、与矿化接触处岩石的变化	143
1. 云母型“变正长岩化”及类似的破碎岩石	144
2. 煌斑岩	148
第五章 共生的流体相	155
一、概论	155
1. 原生包体和次生包体	155
2. 研究技术	156
二、无水甘油中的压碎法	158
1. 引言	158
2. 浸染矿化	160
3. 脉状矿化	161
4. 小结	166
三、显微温度法	169
1. 引言	169
2. 结果	171
3. 小结	197
第六章 成因解释和成矿模式	199
一、长石型变正长岩	199
1. 观察和测定的综述	199
2. 解释	203
二、云母型“变正长岩化”	207
1. 观察和测定的综述	207
2. 解释	208
三、矿化	220

1. 观察与测定的回顾.....	220
2. 解释.....	222
3. 所提出的成矿模式及与已有的成矿模式 的比较.....	235
四、恢复地质史和预测有利地带	243
1. 恢复地质历史.....	243
2. 有利地带.....	246
附录	249
参考文献	268

第一章 圣西尔韦斯特岩体

一、一般介绍

本文研究的是核材料总公司（原先属原子能委员会）所开采的克鲁齐尔矿区，位于国家20号公路两侧、里摩日城东北20公里处。

由于里摩日的陶瓷工业需要长石而对北利木赞伟晶岩中的铀的次生矿物（钙铀云母、铜铀云母、钽铀云母）进行了普查和开采，早在1804年就对之有所了解。自十九世纪和二十世纪初开采这些伟晶岩以来，阿吕奥(Alluaud, 1812)、拉克鲁瓦(Lacroix, 1893—1910)、萨尔西亚(J. A. Sarcia)和弗特(Fitte, 1961)等人都描述过这种伟晶岩。

从1947年起，原子能委员会开始研究这个地区，1948年底终于发现了克鲁齐尔矿床。1949年建立了第一个竖井开始采矿，一直开采到1956年。同时，还进行了全面的勘查，发现了许多矿化点和矿床：1949年发现了波尔德里、拉泽斯、布律若、马尔涅克I号带，1950年发现了法内-萨尼、德耐勒斯，1951年发现了奥热尔，1953年发现了里托尔、马尔涅克II号带、III号带、IV号带，1954年发现了维拉尔。

布律若矿床已采完，圣西尔韦斯特岩体中新矿带弗雷斯、佩尼、贝勒扎纳、圣来热尔-拉蒙塔涅正在勘探。三个竖井（马尔涅克、法内和弗雷斯）仍在生产。

到1977年12月13日止,马尔涅克矿床的储量为9600吨(金属铀),平均品位为2.95‰,其中已开采4300吨;法内矿床储

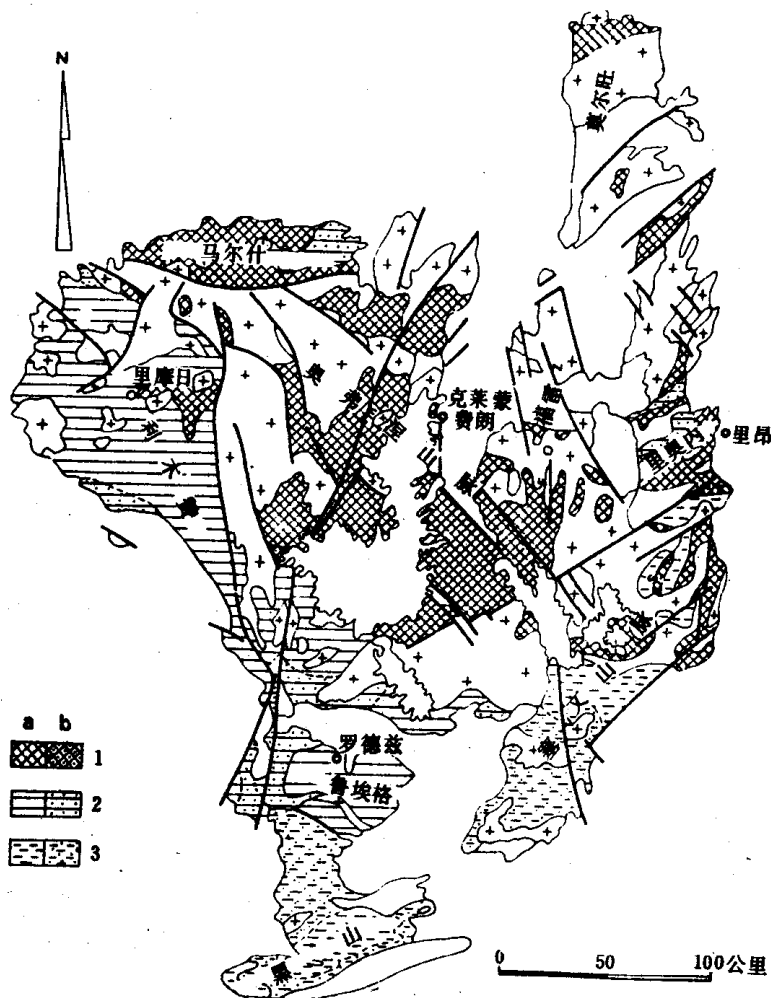


图 1 中央地块略图 (Chenevoy和Ravier,1971)

1—阿尔凡尔纳地核; 2—鲁泰诺-利木赞岩体; 3—塞文山脉。

a—中带和深带; b—浅成带片岩。

量为5200吨(金属铀),平均品位2‰,其中已开采2400吨;昂里埃特矿柱的平均品位高达31.2%,已经开采了103吨(金属铀)。整个克鲁齐尔矿区铀可靠储量为22500吨(金属铀),已开采9800吨。

克鲁齐尔矿区位于中央地块西北部的主要花岗岩岩体之一的圣西尔韦斯特岩体中(图1)。整个岩体的地形高低起伏

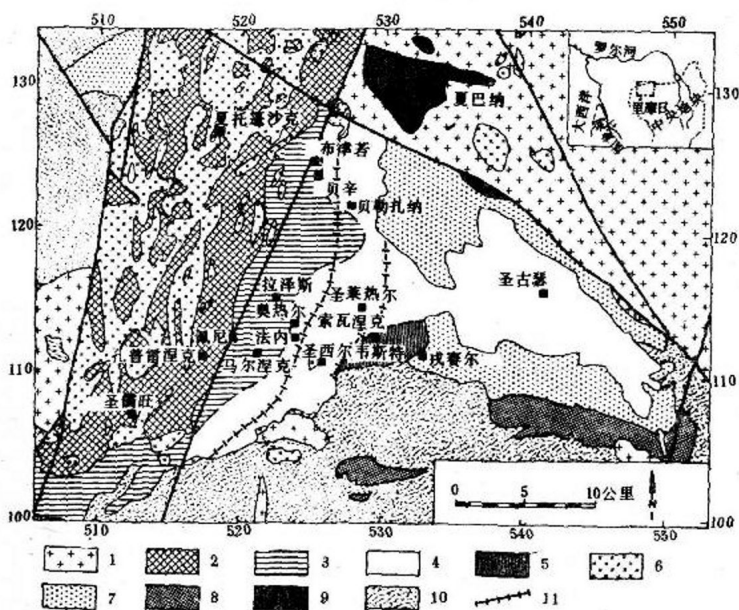


图2 圣西尔韦斯特岩体地质概图(Marquaire, Moreau, 1969; Ranchin, 1971)

1—黑云母花岗岩; 2—花岗-片麻岩; 3—二云母花岗岩无双晶条纹长石西部带; 4—二云母花岗岩双晶条纹长石东部带; 5—二云母花岗岩微粒相; 6—细粒二云母花岗岩; 7—云母片岩; 8—片麻岩; 9—深熔混合岩; 10—浸渗混合岩; 11—出现格子双晶的西部和东部界线。

不平，高处有盎巴札克山、圣古瑟山，低洼处是大大小小的坑、塘，通常这些坑、塘对于勘探工作是有用处的。

从地质上讲，这个花岗岩体是由切割贝拉克-布尔加纳夫云母片岩复向斜的两个单元组成的（图2）：

（i）布拉姆花岗岩体，主要是通常称之为“花岗-片麻岩”的黑云母-矽线石板状花岗岩和细粒二云母-红柱石花岗岩（即夏托蓬沙克花岗岩）。

（ii）盎巴札克岩体，其西部为圣西尔韦斯特二云母花岗岩，东部为圣古瑟花岗岩。

矿化点和矿床主要产于圣西尔韦斯特二云母花岗岩中。

二、圣西尔韦斯特花岗岩体的 构造与变质概况

谢纳瓦（Chenevoy, 1958）第一个对这个地区作了综合性描述，以后又进行了许多工作。

布拉姆花岗岩、圣西尔韦斯特花岗岩、圣古瑟花岗岩的变质围岩主要有三种（图3）：

（i）在圣古瑟花岗岩周围和圣西尔韦斯特花岗岩东北部为云母片岩和云母斜长片麻岩；

（ii）石英-长石片麻岩和长石麻粒岩（即“多里翁片麻岩”），这里面又分成好几个相：二云母眼球片麻岩相、二云母等粒片麻岩相以及铁黑云母片麻岩相（含或不含绿钠闪石）；

（iii）在多里翁片麻岩南部和楠蒂亚断层西部为混合岩，即拉诺混合岩，它形成一条南北走向的混合岩带，一直延伸到伏尔里花岗岩。

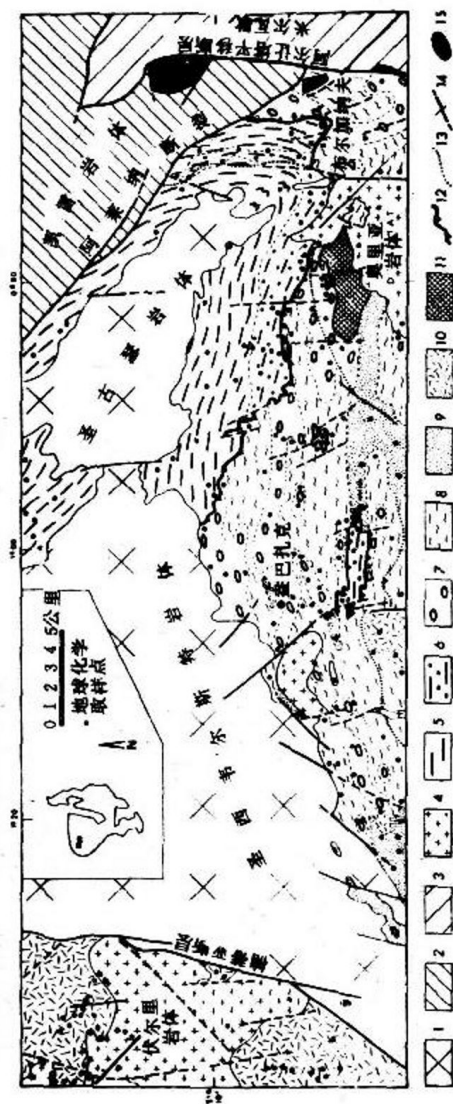


图 3 地质素描图 (据 de la Roche 等人, 1974)

1—二云母花岗岩 (圣西尔韦斯特-圣古瑟+布拉姆板状花岗岩); 2—凯雷花岗岩类; 3—米尔瓦歇花岗岩类; 4—黑云母花岗岩 (奥里亚、伏尔里及盎巴扎克附近的小岩体); 5—云母片岩; 6—云母斜长片麻岩; 7—石英-长石-二云母眼球片麻岩; 8—石英-长石-二云母等粒片麻岩; 9—石英-长石-铁黑云母 (产或不产绿帘闪石) 片麻岩; 10—石英-长石混合岩; 11—准辉长岩体 (蒙泰伊榴辉岩); 12—不整合接触线; 13—白云母不稳定的等变质线 (东部和南部为无原生白云母地区); 14—主要断层; 15—斯泰分统含煤盆地。* 地球化学取样品。

1. 地球化学研究

为了确定变质岩的特征, 对这些不同的变质岩主要进行了常量元素的地球化学研究 (de la Roche, Autran, Chantaine, Moine, 1974)。

云母片岩和云母斜长片麻岩来自硬砂岩和夹有基性火山岩夹层的页岩。这套变质岩的底部似乎以变质硬砂岩为主。

对多里翁片麻岩的来源有两种解释: 一种解释认为来自“长石质沉积物 (其中有些是趋向于硬砂岩的, 如黑云母片麻岩) 和流纹岩 (其中有些是火山岩与沉积物的混合物)”, 另一种解释认为来自“二云母浅色花岗岩及一些含铝较多的花岗岩 (黑云母片麻岩), 偶而还来自微花岗岩”。

混合岩可能与多里翁片麻岩来源相同。

2. 构造和变质作用的研究

可以看出有四期构造 (Autran, Guillot 等人, 1974—1975)(图 4)。

第一期构造 (P1) 时, 所有的建造中都出现片理。在多里翁片麻岩中甚至能产出变余糜棱岩。褶皱是很平缓的等斜褶皱, 走向为东西向至北西向。但已无法确定其倾向, 没有见到与这期褶皱有联系的大构造。

第二期构造 (P2) 将第一期褶皱所形成的片理褶皱成大而平缓的等斜褶皱, 而 P2 轴面可看作与 P1 片理面是很接近的。局部地方可观察到平行于片理 S2 的变余糜棱岩。

这期褶皱的走向为东西向, 奥特朗 (Autran) 和吉约 (Guillot) 认为其倾向通常是向北。

第三期 (P3)、第四期 (P4) 构造都是长达几公里的大构

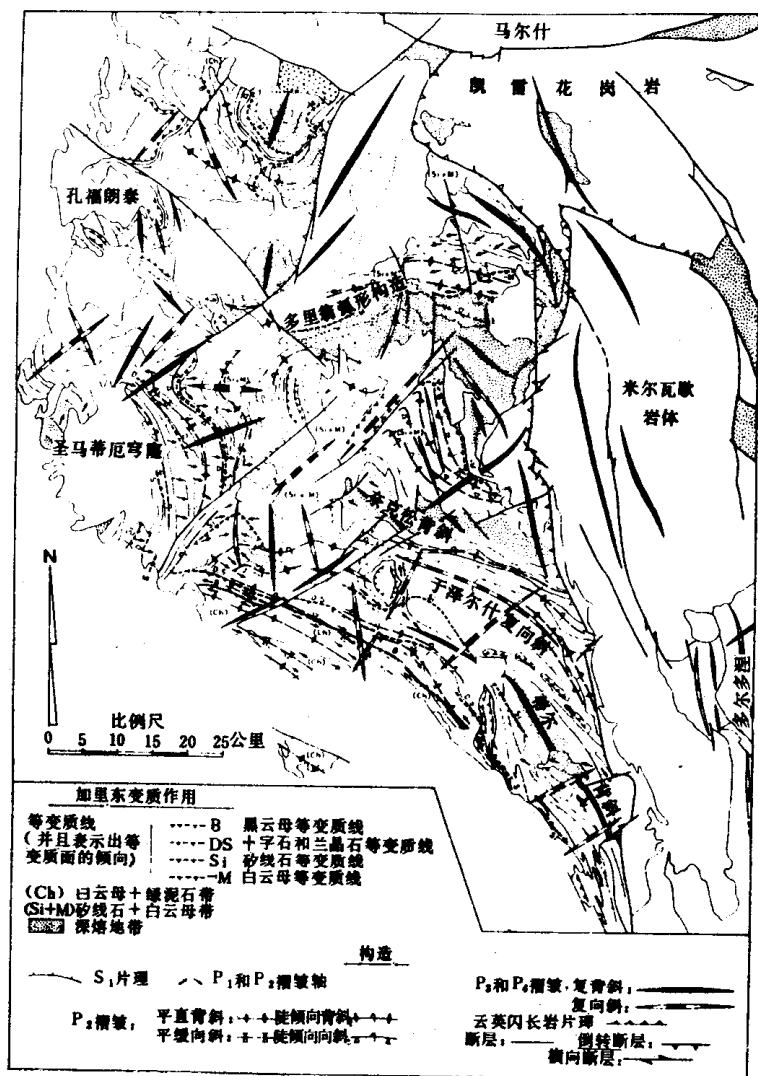


图 4 中央地块西北部塑性构造及变质作用素描图
(Autran, Guillot, 1974)

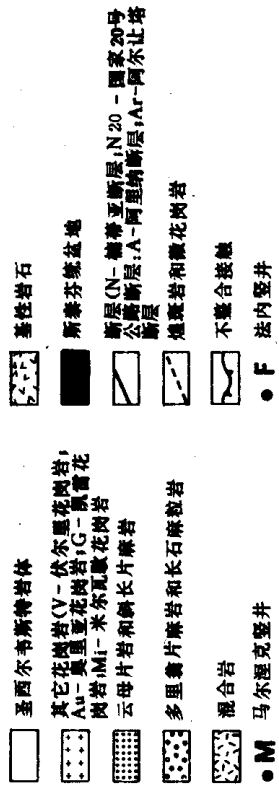


图 5 圣西尔韦斯特岩体断裂构造素描图