

692162

墨西哥布兰卡地区 第三纪酸性火山岩型铀矿床

[法] B. 阿尼埃尔 著

**MOXIGE BULANKA
DIQU DISANJI
SUANXING
HUOSHANYANXING
YOUKUANGCHUANG**

中南工业大学

图书馆藏

原子能出版社

内 容 简 介

本书是关于墨西哥布兰卡地区产于第三纪酸性火山岩建造中铀矿床的研究成果。除中国、苏联以外,墨西哥是火山岩型铀矿床另一个重要产出地。作者通过野外地质观察和大批样品的室内分析,对该区两个主要含矿火山岩建造的岩石学和地球化学、铀矿化特征、蚀变作用以及热液流体的物理化学性质进行了深入的研究。尤其需要指出的是作者采用了电子顺磁共振法对石英进行的研究,为区分多期次的铀矿化作用提供了新的信息。在最后一章里,作者根据该区具原生铀矿物的诺帕尔I号矿床的研究资料,提出了该区铀矿化形成的六个主要阶段以及相应的成矿模式,并指出了该区今后的找矿方向。

本书是一篇博士论文,观点明确,图文并茂,采用了多种室内研究方法,列举了大量的实际资料,对于我国从事铀矿地质生产、科研和教学的人员,不失为一份较好的参考资料。

译自CREGU报告, 1983, No 2。

目 录

总论	(1)
第一章 综述	(4)
一、墨西哥地质概况	(4)
1. 概述	(4)
2. 墨西哥北部地区	(6)
二、布兰卡山区	(10)
1. 概述	(10)
2. 地层	(10)
三、铀矿床	(15)
1. 铀矿床产出位置	(15)
2. 矿床描述和取样地点	(18)
第二章 诺帕尔和埃斯夸特拉火山岩建造的岩 石学和地球化学	(29)
一、矿物研究	(29)
1. 诺帕尔建造	(29)
2. 埃斯夸特拉建造	(35)
3. 诺帕尔和埃斯夸特拉两建造的矿物比较	(40)
二、诺帕尔和埃斯夸特拉两个建造的化学成分研究	(40)
1. 常量元素	(41)
2. 微量元素	(41)
三、诺帕尔和埃斯夸特拉两建造的比较	(43)
1. 矿物成分方面	(43)
2. 化学成分方面	(44)

3. 标准样品	(43)
第三章 蚀变作用的矿物学和地球化学研究	(50)
一、矿物研究	(50)
1. 分析手段	(50)
2. 诺帕尔建造	(52)
3. 埃斯夸特拉建造	(84)
4. 蚀变作用的综述	(91)
5. 蚀变作用的演变	(93)
二、地球化学研究	(100)
1. 地球化学图解的确定	(100)
2. 常量元素	(101)
3. 微量元素	(117)
第四章 流体相	(130)
一、概述	(130)
二、布兰卡山矿区流体相研究	(131)
1. 引言	(131)
2. 结果	(133)
第五章 布兰卡地区的铀矿化	(142)
引 言	(142)
一、“还原”矿化	(143)
1. 铁-钛氧化物	(143)
2. 四价铀矿物	(147)
3. “U-Ti-Fe”、“Ti-Fe”和U矿物之间的 关系	(159)
4. 六价铀矿物	(159)
5. 伴生矿物	(163)
二、石英的电子顺磁共振的研究	(167)
1. 引言	(167)

2. 结果	(167)
三、实验地球化学	(171)
1. 实验方法和条件	(171)
2. 实验结果	(171)
第六章 重建地质史	(174)
一、各种资料的综合	(174)
1. 矿化的第一阶段	(174)
2. 热液蚀变以及与其共生的沥青铀矿-黄铁矿 矿化	(175)
3. 蒙脱石化	(179)
4. 氧化物	(181)
5. 晚期热液活动	(182)
6. 玛格丽特矿床	(182)
7. 普埃尔托Ⅲ号矿床	(183)
二、总的结论	(186)
1. 不同类型的铀矿床	(186)
2. 矿床史	(187)
参考文献	(191)

总 论

墨西哥的布兰卡地区的铀矿床是第三纪酸性火山岩经一系列相互叠加的改造活动之后形成的。本文从岩石学和铀的地球化学角度划分出六个阶段，有些阶段之间是相互连续演变的。

岩浆期后阶段

当诺帕尔建造的玻屑凝灰岩冷却时发生脱玻化作用，这时铀被释放出来，成为活动组分。冷却时另一个事件就是熔流上部“气相”矿物的结晶作用。流体富含气体，特别是富含 CO_2 。流体包裹体测出温度为 400°C 。

凝灰岩生成时或生成之后，钛铁矿斑晶经受了第一次改造作用（出溶作用形成薄层状赤铁矿）。

第一期热液活动阶段

在时间上这一阶段紧接上一阶段，流体的组分也与上一阶段相近。由于流体的局部聚集而造成超高压，导致产生断裂体系和角砾岩筒（如诺帕尔 I 号矿床）。随后的减压又造成流体的汽化。流体中的铀就以碳酸铀酰络合物形式沉淀在钛铁矿出溶作用而形成的赤铁矿薄片微裂隙中。流体的含盐度不高（ $\approx 2\%$ ），均一温度约在 $300\sim 350^\circ\text{C}$ 。

第二期热液活动阶段

这一阶段与上一阶段的主要不同之处是流体的组分不同，沿着断裂流通的是纯水液体，造成凝灰岩的高岭石化。离构造越远，高岭石化作用越弱。高岭石化蚀变时期，角砾岩筒外部，赤铁矿被淋失，而钛铁矿、磁铁矿则稳定。在角砾岩

筒内，由于硫的存在，含铀氧化物的钛铁矿分解成沥青铀矿-钛的氧化物-黄铁矿，沥青铀矿-黄铁矿呈磁铁矿假象，赤铁矿转变成黄铁矿。高岭石化时释放出来的二氧化硅结晶成微晶石英，使岩石呈现緻密外观。当发生这种蚀变作用时，随着时间的推移，从角砾岩筒中心向外，温度从250℃降低到150℃。

第三期热液活动阶段

在诺帕尔 I 号矿床，诺帕尔建造下段由于断裂活动而上升到目前的位置上，以后又由于在下伏灰岩中循环流通的、富含Ca和Mg的液体而发生蒙脱石化。在-70米中段还观察到凝灰岩的碳酸盐化。这两种类型的蚀变作用均晚于高岭石化。蒙脱石-沸石共生组合表明温度为100~150℃。在多米蒂拉矿床中（诺帕尔建造下段）也观察到蒙脱石-沸石共生组合。这种相似性说明与同时发生的地质事件有关。

表生改造阶段

埃斯夸特拉建造覆盖在诺帕尔建造之上，在其沉积时，基底遭受侵蚀（出现峡谷），其上发育土壤。这两个建造均遭受地下潜水层的影响，其中原生铀矿化（四价铀）或者在原地被氧化，形成六价铀矿物、铁的氧化物、高岭石（热液退变产物）的共生组合，如诺帕尔 I 号矿床、普埃尔托 I 号和Ⅷ号矿点；或者是经氧化-运移-再富集，如普埃尔托 III 号矿床，其中铀矿化受硅化带控制，而玛格丽特矿床的六价铀矿物富集在侵蚀谷的轴部。高岭石化-明矾石化型蚀变作用程度较弱，但范围波及整个建造。

第四期热液阶段

还观察到晚于表生改造阶段的新构造活动所造成的晚期和局部的热液活动。在诺帕尔 I 号矿床，这期热液活动表现为

铁氧化物-蛋白石-硅钙铀矿共生组合 (150℃)。在玛格丽特矿床，明矾石-蛋白石-黄钾铁矾共生组合则是火山活动之后的喷气活动的产物。这些活动可能与“盆地-山脉”型构造活动有关，这类构造活动可使矿床免遭地下水的影响。

第一章 综 述

一、墨西哥地质概况

1. 概 述

(1) 元古代地质史

墨西哥最古老的基底相当于北美克拉通的南部。在索诺拉地区西北部出露的基底岩石遭受了赫德逊造山运动(1700百万年)的影响(Silver, 1979)。在南部瓦哈卡地区也出露这类基底岩石,它们是格林维尔造山期的麻粒岩相岩石(Feries et al., 1962),年龄为 1025 ± 15 百万年(Ortega-Gutierrez, 1979)。

(2) 早、中古生代地质史

在墨西哥东部,岩相复杂、变质程度不同的古生代地层是美国东部阿巴拉契-瓦奇达体系的延伸(Ortega-Gutierrez, 1979; Tardy, 1980)。从全球构造角度来看,美洲东部海西期山脉是古大西洋闭合的结果,就是说往北西西向的俯冲自奥陶纪时就停止了,同时洋壳沿北美克拉通边缘产生仰冲(Demant, 1981)。

(3) 晚古生代至中生代地质史

海西建造的被剥蚀导致形成“新红色砂岩相”(二叠系)的磨拉石沉积。海侵使得西部山脉地区和东部中山地区发生变化。西部山脉地区新的红色砂岩在三叠纪被海相建造

覆盖，而东部中山地区则在侏罗纪被覆盖。

(i) 西部山脉地区

沿着北美大陆东部边缘，从三叠纪晚期开始，一直延续到白垩纪早期活动的俯冲带在索诺拉地区到加利福尼亚湾之间导致形成三个火山-深成岩带 (Rangin, 1978; Cordoba et al., 1980)。

好几期变形活动影响到这个地区：自白垩纪中期至末期，西部地区露出水面，之后，在100~50百万年之间，为深成岩生成期 (Silver, Anderson, 1974; Cordoba et al., 1980; Tardy, 1980)。

(ii) 东部中山地区

自侏罗纪开始的海侵在西马德雷山东部地区沉积了蒸发相岩石，其后为纯海相沉积。直到拉拉米造山运动期，由于造山挤压作用而使该区露出水面 (Tardy, 1980)。

(4) 新生代地质史

从新生代开始，西部山区和东部中山地区地质演变作用相同 (Tardy, 1980)。中部高原上的盆地被磨拉石所充填。这段时期内有两期火山-构造活动：一期发生在渐新世-中新世，为压性构造活动，这期活动与法拉荣板块的俯冲、底部宽缓褶皱的形成以及花岗-闪长岩的侵入有联系，形成西马德雷山；另一期活动发生在晚中新世至上新世-第四纪，这期为张性活动，北东-南西方向的运动形成了“盆地-山脉”型结构。加利福尼亚海湾边缘发育了玄武-流纹质火山作用，那里还可见到拉斑玄武质、钙-碱质和碱性火山熔岩。这种复杂情况可由这条裂谷带年龄较新得到解释 (Demant, 1980)。

在美国西南部 (亚利桑那州、新墨西哥州)、墨西哥的索诺拉地区以及墨西哥高原及其东南部，直至东马德雷山正

面都见到这种张性构造。

张性构造活动晚于东太平洋褶皱带的沉陷 (Atwater, 1970; Anderson, 1971)。在美国西部和墨西哥北部, 火山作用极为发育的情况就是和这种构造有关。

2. 墨西哥北部地区

很难通行的墨西哥北部地区的特点是火山岩极为发育, 只是根据几条大的横剖面 (剖面线间距离有时达数百公里) 对该地区进行过研究。从西到东可将该地区分成两大块段: 即西马德雷山和盆地-山脉区。而美国得克萨斯的特兰斯-佩科斯区则是墨西哥这两个块段向东部延伸的第三个块段。目前还没有弄清这三个块段之间的关系 (图1)。

(1) 西马德雷山

这个地区是酸性火山岩广泛发育的地区之一, 为宽120公里, 长270公里, 厚近1000米的辽阔高原。玻屑凝灰岩的不同单元构成近水平的方山, 形成于34~23百万年 (Cameron et al., 1980)。火山岩为钙-碱性、安山至流纹质火山岩 (Bagby et al., 1976; Magonthier, 1979; Cameron et al., 1980)。但在北部盆地-山脉区, 见有“中碱性”的岩系叠加在钙-碱岩系之上 (Cameron et al., 1980)。目前, 西马德雷山可分成三个部分 (Magonthier, 1982): 东部发育碱至超碱性钾质流纹岩; 中部由钙-碱性岩系构成; 西部则为流纹-英安质和流纹质岩石, 与超碱性钠质岩石共生。

(2) 盆地-山脉区

宽阔的西马德雷山脉往东与单个的小山脉组成的盆地-

山脉区相邻。该区的西部被称之为奇瓦瓦构造带(Goodell, 1981) (图2)。本文所研究的铀矿化所在地的布兰卡山就



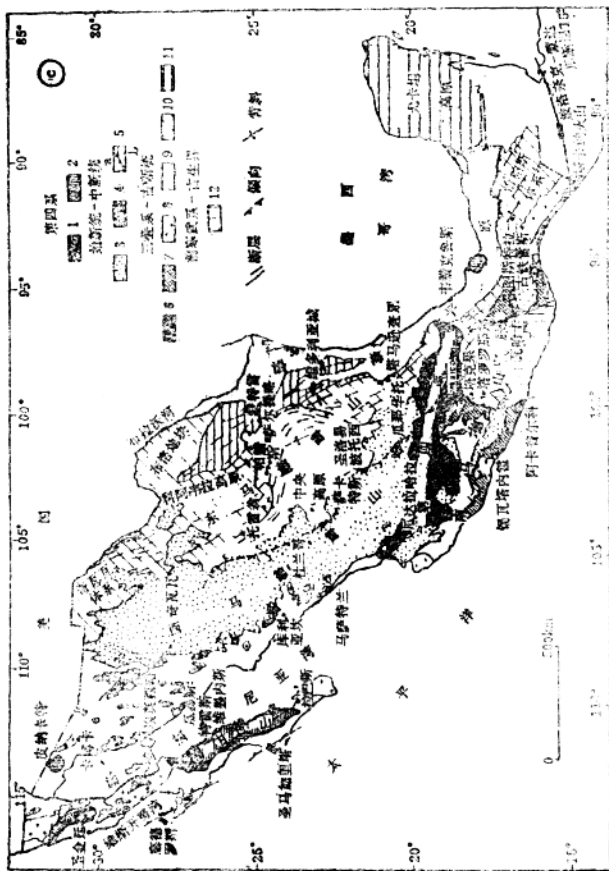


图1 墨西哥地质概图

①—第三纪火山建造分布图(根据Bagby et al., 1976); ②—本文涉及地区的位置; ③—构造概略图(据Cordoba et al., 1980; Tardy, 1980)

(3) 得克萨斯的特兰斯-佩科斯省

特兰斯-佩科斯位于美国靠近墨西哥边境的地方。该区火山岩形成于45~30百万年以前，属碱性至超碱性钾质火山岩 (Wilson et al., 1968)。麦克多维尔和克拉布夫 (Mac Dowell et Clabough; 1979) 曾经描述过这个地区从东往西的地球化学分带性，其西部的盆地-山脉区被看成是过渡碱性带。

二 布兰卡山区

1. 概 述

布兰卡山位于奇瓦瓦城东北30余公里处，呈北西西向展布，长70余公里。其西部有一地堑将其与尼多山隔开，其东部为阿尔丹玛山谷。这条山谷正是奇瓦瓦凹陷的界线。古德尔 (Goodell, 1981) 认为布兰卡山和尼多山应是一个整体 (图2)。

2. 地 层

布兰卡地区的基底为白垩系灰岩，基底之上覆盖着第三系各种火山岩系 (图3)。由于北方 (为年轻的火山岩) 和南方 (基本上是灰岩) 之间岩性的差异所造成了盆地-山脉型构造活动、并且影响到布兰卡地区的地层倒转 (图4)。

(1) 白垩系基底

主要由阿尔布阶和森诺曼阶灰岩组成，托瓦尔和瓦朗西亚 (Tovar et Valencia, 1974)、卡拉 (Calas, 1977) 等人都曾指出过这一点，并且斯太杰 (Stege, 1981) 最近又作了详细研究。图5表示不同的相在矿区的分布。

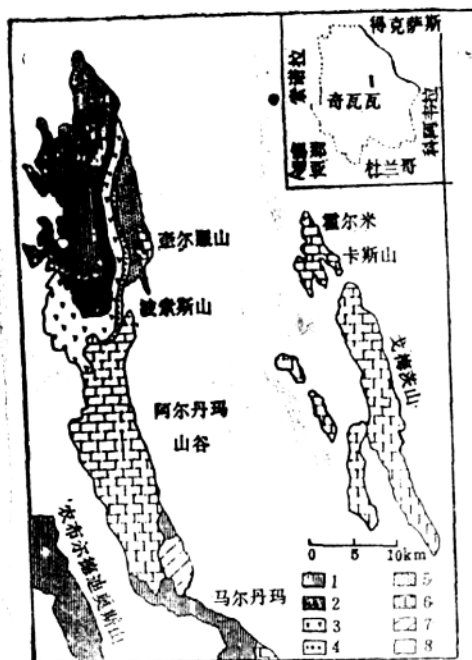


图4 布兰卡山地质概图

1—梅萨建造；2—埃斯夸特拉建造；3—诺帕尔建造；4—波索斯建造；5—奎尔伏建造；6—中、上白垩统；7—古生界；8—近代沉积

山脉的东北边缘，晚白垩世的奎尔伏建造的早期火山岩曾遭受过褶皱作用 (Catas, 1977)。

(2) 第三系建造

(i) 波索斯建造

白垩系灰岩基底遭到褶皱和断裂作用，第三纪初期和