

王从周 编著

中国花岗岩型铀矿床 地质特征

U

162

原子能出版社

中国花岗岩型铀 矿床地质特征

王从周 编著

原子能出版社

内 容 提 要

花岗岩型铀矿是我国重要的铀矿类型之一。本书是根据我国多年来对花岗岩型铀矿找矿勘探工作所取得的大量资料和研究成果编写而成，是第一部比较系统总结我国花岗岩型铀矿床地质特征的著作。基本反映了我国花岗岩型铀矿的研究现状和水平。全书共分四章，包括：概论、花岗岩型铀矿床、花岗岩型铀矿床基本地质特征及成因探讨等。本书内容丰富，提供了大量的实际资料，也是一本良好的教学参考书。

本书可供从事铀矿地质勘探、矿山、科研、教学部门有关技术人员参考。

中国花岗岩型铀矿床地质特征

王从周 编著

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

(限国内发行)

☆

开本787×1092 1/32·印张10 1/8·字数238千字

1985年10月北京第一版·1985年10月北京第一次印刷

印数1—2000·统一书号：15175·593

定价：2.25元

前 言

花岗岩型铀矿是我国的重要铀矿类型之一，在我国铀矿资源中占有相当的比重，而且，矿床类型之多，分布面积之广也是其它国家所少见的。经过多年的铀矿普查勘探工作，我国不仅探明了大量的花岗岩型铀矿资源，同时也积累了相当丰富的地质资料和宝贵的实践经验，尤其在花岗岩型铀矿床方面，积累的资料和经验更为丰富。对这些资料和经验进行整理和总结是有条件的，也是非常必要的。为此，笔者试图根据我国花岗岩型铀矿找矿勘探所取得的大量资料，对我国花岗岩型铀矿类型及其基本地质特征进行初步的归纳，并就矿床成因问题提出一些粗浅看法。由于笔者能力所限，掌握的资料不够全面，不可能对我国花岗岩型铀矿地质特征作出全面的总结。愿借此引玉之砖，与铀矿地质战线的同志们相互讨论，以求提高我们的认识水平，为发展我国铀矿地质事业共同努力。

本书引用的资料，除笔者历年在野外工作中积累的以外，主要是引用了地质队、矿山部门以及科研单位广大铀矿地质工作者工作的成果和研究的结晶。这些资料中，一部分尚未公开发表过，经有关部门同意在本书中予以引用，笔者对这些资料的作者表示衷心的感谢。本书是在高之林同志的指导下完成的。编写过程中，曾得到刘兴忠、王麟庭、杜乐天等同志的鼓励和帮助，提出了许多有价值的建议。初稿完成后，承蒙刘锡臣同志对全书进行了审阅，提出了许多宝贵的修改和补充意见。笔者谨向他们表示深切的谢意。

由于笔者水平所限，书中定会存在不少缺点和错误，恳
请读者批评指教。

王从周

1980. 2

目 录

前言	
第一章 概 论	1
第一节 花岗岩型铀矿床类型简介	2
一、岩浆型铀矿床	2
二、热液型铀矿床	7
第二节 关于岩浆型铀矿床成矿的几个问题	10
一、铀的来源	10
二、岩浆型铀矿床形成的构造环境	12
三、铀矿床与地质年代之间的关系	14
四、关于岩浆型铀矿床的成因	15
五、岩浆型铀矿床找矿准则	16
第三节 我国与法国花岗岩型铀矿床某些地质特征的比较	18
第二章 花岗岩型铀矿床	24
第一节 与大型花岗岩体有关的铀矿床	25
一、花岗岩体内部的铀矿床	25
二、花岗岩体外接触带沉积岩、变质岩中的铀矿床	113
三、花岗岩体外接触带中-新生代红层中的铀矿床	129
第二节 与小型花岗岩体有关的铀矿床	136
一、铀-铜型矿床	137
二、铀-多金属硫化物型矿床	144
三、铀-砷化物型矿床	152
第三章 花岗岩型铀矿床基本地质特征	156
第一节 产铀花岗岩体的地质特征	156
一、产铀花岗岩体的地质时代	156
二、产铀花岗岩体的形成方式	160
三、产铀花岗岩体的规模	165

四、产铀花岗岩体的侵入特征	166
五、产铀花岗岩体的岩石化学特征	168
六、产铀花岗岩体的副矿物特征	174
七、产铀花岗岩体的铀、钍含量及铀的配分	175
八、产铀花岗岩体中晶质铀矿的若干特征	185
九、产铀花岗岩体中断裂带、蚀变带特征	190
第二节 围岩对铀矿化的控制作用	193
第三节 碱交代作用与铀矿化	198
一、钠交代岩型铀矿床	199
二、钾交代岩型铀矿床	212
第四节 花岗岩型铀矿床构造特征	216
一、构造体系对铀矿分布的控制作用	216
二、控矿断裂的规模及其物质组成	222
三、岩体侵入接触面对铀矿化的控制作用	227
四、断陷带-控制铀矿田的一种重要构造类型	233
第五节 铀矿化类型及物质成分特征	238
一、矿化类型	239
二、矿石物质成分	241
三、围岩蚀变	254
四、铀矿床氧化带	260
第六节 花岗岩型铀矿石加工特征	266
一、概况	266
二、矿石加工类型划分的基本原则	267
三、矿石加工类型及其主要特征	270
四、几点认识	278
第七节 铀矿床形成温度	280
第八节 矿床的硫同位素组成	284
一、67岩体内外接触带铀矿床中黄铁矿硫同位素组成	284
二、80岩体内部及外接触带铀矿床中黄铁矿硫同位素组成	286
三、82岩体内部铀矿床中黄铁矿硫同位素组成	287

第九节 铀成矿时代	290
第十节 红层与铀矿化	299
第十一节 温泉分布与铀成矿作用	303
一、温泉分布特征	304
二、温泉概况	306
三、温泉水化学成分形成条件的探讨	307
第四章 关于花岗岩型铀矿床成因的初步探讨	312
第一节 成因假说简介	312
一、岩浆热液说	312
二、热液浸出说	315
三、热水浸出说	319
四、表生成因说	323
五、表生汲取成矿说	328
第二节 我国花岗岩型铀矿床成因探讨	330
一、与大型花岗岩体有关的铀矿床成因探讨	331
二、与小型花岗岩体有关的铀矿床成因探讨	336
第三节 找矿标志	337
一、区域性找矿标志	337
二、局部性找矿标志	337
参考文献	339

第一章 概 论

我国幅员辽阔，资源丰富，许多矿产资源早已闻名于世。解放前，我国地质勘探事业非常落后，作为原子能工业原料的铀矿资源来说更是地质上的空白。解放后，在党和政府的领导下，我国地质勘探事业获得了蓬勃的发展。根据原子能工业发展的需要，在五十年代中期，我国组建了铀矿地质专业队伍，开展了大规模的铀矿普查勘探工作。二十多年来，我国铀矿地质工作取得了很大的成绩，在我国辽阔的土地上发现了多种矿化类型的铀矿资源，为满足我国原子能工业发展的需要作出了贡献。花岗岩型铀矿就是我国重要的铀矿类型之一，在我国已探明的铀矿资源中它是一个很有远景的矿床类型。

在讨论我国花岗岩型铀矿床的地质特征之前，笔者认为首先介绍一些目前世界各国已发现的花岗岩型铀矿床的基本地质情况并和我国花岗岩型铀矿床地质特征做一简要比较，对于进一步理解我国花岗岩型铀矿床的成矿特征，扩大花岗岩型铀矿的找矿领域是有益的。

花岗岩型铀矿国外发现较早，在五十年代初期就有了很大的发展，主要分布在欧洲海西褶皱带以及美国、加拿大、澳大利亚等地区。但是，长期以来世界上开采的所有大型铀矿均产于沉积岩中（美国、尼日尔）或变质岩中（加拿大、南非、澳大利亚），而与花岗岩类岩石直接有关的铀矿床的储量只占已知总储量的10%以下，而且其中5%以上的储量又集中在西欧海西期花岗岩中。1966年，在非州的纳米比亚发

现了罗辛白岗伟晶岩型铀矿床，因此，与花岗岩有关的铀矿床的储量才急剧增长。罗辛铀矿床的工业价值的确定并进行开采对于勘探与花岗岩类岩石有关的铀矿床起了推动作用。阿姆斯特朗 (Armstrong, 1974) 指出，岩浆岩中低品位的“斑岩型”铀矿今后将成为铀的主要来源。许多西方产铀国家如美国、加拿大等，除了继续寻找本国传统类型的矿床外，对于与花岗岩类有关的铀矿床也进行了广泛的调查和研究并且取得了初步的成果。现就有关花岗岩型铀矿的几个问题概述如下。

第一节 花岗岩型铀矿床类型简介

花岗岩型铀矿床根据成矿作用可以分为两大类：一类是岩浆成因的铀矿床，另一类是热液成因的铀矿床。

一、岩浆型铀矿床

罗杰斯 (J. J. W. Rogers, 1978) 等^[1]将岩浆型铀矿床分为以下几类：

(一) 正岩浆结晶期形成的同生铀矿床

岩浆岩中的同生铀矿床是在岩浆结晶时期形成的，在这期间，大约有90%的岩浆结晶。含铀矿物如晶质铀矿、榍石、锆石、独居石、褐帘石和烧绿石等与岩浆岩的其他矿物组分几乎同时结晶并呈浸染状分布于岩浆岩中。

矿床形态具有岩浆岩体的形状；如果岩体产生分异的话，矿床就可能局限在特殊的岩带内。

矿床实例：美国新罕布什尔州的康韦花岗岩。

(二) 晚期岩浆结晶分异作用形成的铀矿床

1. 伟晶岩型矿床

伟晶岩结晶期所形成的矿床包括伟晶岩、白岗伟晶岩或细晶岩矿床。这些矿床是在岩浆主体结晶晚期，富含挥发组分的情况下形成的。在许多情况下，矿床富集在岩体的边缘。这类矿床包括世界上最大的岩浆型铀矿床，如罗辛、班克罗夫特等矿床。原生铀矿物如晶质铀矿、铀钍磁铁矿、铀钍矿或钍铀矿等呈浸染状存在于岩体中。

矿床形态可能具有深成岩体的形状，通常局限在接触带和岩钟附近。

矿床实例：纳米比亚的罗辛矿床、加拿大安大略省的班克罗夫特矿床、澳大利亚的奥拉里地区、美国科罗拉多州的惠勒盆地以及巴西的新库拉伊斯。

纳米比亚罗辛铀矿床^[2, 8]在区域构造位置上位于元古代晚期达马拉褶皱带的中心部位。矿床产于一个混合岩带的白岗伟晶岩中。白岗伟晶岩侵入于达马拉岩系和诺西布建造的片麻岩、片岩、石英岩和大理岩中。它与围岩呈整合或不整合接触，成小的石英-长石透镜体或大的侵入体和交代体（其结构、大小、侵入产状等差别很大）产出。根据同位素地质年龄资料，白岗伟晶岩形成时代为 510 ± 40 百万年。

含铀白岗伟晶岩由烟石英、碱性钾-钠条纹长石、奥长石和少量黑云母组成。原生铀矿物主要由晶质铀矿组成（占铀矿物总量的55%），其次为铀钍铀矿（占总量的5%），次生铀矿物有 β -硅钙铀矿、铜铀云母、钒钾铀矿、脂铅铀矿等（占总量的40%）。晶质铀矿粒径大小自几微米至0.3毫米，一般为0.05—0.1毫米。铀矿物呈细粒浸染状存在于石英、长石和黑云母中，也常常产于这些矿物的间隙中。铀矿物通常与独居石、锆石、磷灰石和榍石共生。偶而可见到黄铁

矿、黄铜矿、斑铜矿、辉钼矿、砷黄铁矿和磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿等矿物，而萤石则较为常见。

罗辛矿床的特殊之处，首先是铀的富集密度大，其次是铀与伟晶岩的典型元素（钍、锆、稀土元素）几乎完全产于不同的矿物中。

罗辛矿床约有10—15万短吨 U_3O_8 储量，1977年已进行开采。

班克罗夫特铀矿床^[4]在区域构造位置上位于格伦维尔成矿省。班克罗夫特地区基底岩石是由太古代的混合岩、片麻岩和角闪岩组成，其上被格伦维尔变质碎屑沉积岩与变质火山岩、片岩、长石砂岩、硬砂岩、铁质岩石、基性和超基性岩石覆盖。格伦维尔岩石强烈褶皱变质成为绿色片岩相。区内伟晶岩发育，顺层或切割太古代混合岩、角闪岩和片麻岩。铀矿化与花岗伟晶岩或正长伟晶岩有关。在伟晶岩内部的粗粒石英和长石的压碎面上或在伟晶岩和混合岩的接触处及构造断裂中见有铀矿化。

金属矿物呈串珠状排列，组成了一些直径为10—20厘米的黑色和棕色透镜体。这些透镜体又组成了不同宽度的矿化带。矿石物质组成比较复杂。铀矿物有晶质铀矿、铀钍矿、钍石、锆石、独居石、钶钽铀矿等；伴生金属矿物有磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、辉钼矿等；脉石矿物有构成伟晶岩的造岩矿物及楣石、褐帘石、萤石等。

矿体规模不大，一般长几十米至百余米。矿体形态不规则。矿床 U_3O_8 品位在0.1%左右。

矿床形成时代为600—1070百万年。

班克罗夫特矿床是一个铀、钍、稀土元素综合矿床，目前只是提取铀，其它元素没有利用。矿床在五十年代曾进行

过开采，后来关闭停产，1977年又恢复开采。

2. 接触交代型矿床

接触交代型矿床其成矿作用主要发生在岩浆结晶作用期以后，由含矿气水溶液的活动而形成。这类矿床常产于岩浆岩侵入体和碳酸盐岩石及其它岩石的接触带附近。

矿床实例：澳大利亚玛丽凯思林矿床、加拿大安大略省班克罗夫特的辉岩和矽卡岩矿床以及纳米比亚罗辛的矽卡岩矿床。

玛丽凯思林矿床在区域构造位置上位于芒特艾萨东部拗陷内。矿床产于卡宾塔利亚期（中元古代）的科雷拉建造闪岩相变质岩石中。

矿区内的基底岩石为阿盖拉建造，由酸性火山岩、石英岩和粉砂岩组成。其同位素地质年龄为1800—1900百万年。其上覆盖着科雷拉建造，原岩由钙质、硅质和泥质岩组成（中间夹有砾岩），遭受变质作用后变为不纯的大理岩、片岩、板岩和石英岩。矿区东部科雷拉建造受伯斯塔尔花岗岩、石英长石斑岩、流纹岩和基性岩墙的侵入。矿区西部为汪加花岗岩所侵入。两个花岗岩体的同位素地质年龄分别为1740和1720百万年，属于同一时期形成的。

科雷拉建造由于伯斯塔尔花岗岩和酸性岩墙的侵入产生交代变质作用，广泛发育有石榴石化和矽卡岩化，特别是在靠近流纹岩群的地方，产生一个交代变质带。

区内构造主要有玛丽凯思林向斜和玛丽凯思林剪切带。玛丽凯思林向斜不完整，其西翼被玛丽凯思林剪切带切割而产生位移，使向斜西部块段抬高1500米。剪切带走向大致为南北向，倾角陡立。矿化均赋存于剪切带以东，西部可能由于位移侵蚀关系，含矿层位均已被剥蚀掉。

铀矿化赋存于砾岩层的蚀变部位，含矿的岩石是一条含有少量透辉石、方柱石的块状致密的石榴石带。围岩在不同程度上被石榴石交代，石榴石一般属于钙铁榴石、钙铝榴石族。砾岩由于变质作用变得模糊不清。砾石成分有石英岩、火山岩。砾石分选性差，砾径大小不一，最大砾石直径可达2—3厘米。砾岩的渗透性对于矿化富集起着重要的作用。

矿体由含有晶质铀矿的褐帘石透视镜体组成，产在砾岩内。褐帘石透视镜体形状不规则，平面上大致呈椭圆形，长轴呈南北向。矿体向西倾斜，靠近地表矿体倾角缓，往深部逐渐变陡。褐帘石透视镜体厚1—2米，最厚10米。含矿褐帘石呈暗黑色，晶质铀矿呈浸染状分布其中，肉眼难以辨认。晶质铀矿也产于菱硼硅矿和氟磷灰石内，但这两种矿物数量很少。矿石中含有稀土元素矿物（氧化钬、氧化钕、氧化镨、氧化钹），稀土矿物含量可达4%。主要脉石矿物为褐帘石，其次为角闪石、葡萄石和方解石等。

玛丽凯思林矿床 U_3O_8 品位为0.119%，储量约为12800吨。1956年建设矿山，1958年投产到1963年共生产4500吨 U_3O_8 。以后由于世界市场对铀的需求减少，1963—1975年期间矿山关闭。1976年又开始恢复生产至今。

3. 高温脉型矿床

高温脉型矿床可根据其矿物成分与伟晶岩型和交代型铀矿床相区别。就矿物成分来说，伟晶岩型矿床与其有关的侵入岩体很相似，而脉型矿床却缺乏与其有关的岩浆侵入岩的一些或全部造岩矿物。例如，澳大利亚科罗克威尔伟晶岩型铀矿床，随着伟晶岩体中的长石减少而逐渐变成石英脉型矿床。

矿床实例：澳大利亚科罗克威尔富钛铀石英脉、纳米

比亚罗辛石英-萤石脉、加拿大班克罗夫特方解石-萤石-磷灰石脉。

4. 自交代型矿床

自交代型矿床是在岩浆侵入的蚀变期间由其所产生的富铀气水溶液形成的。铀矿物的结晶大致和交代蚀变作用是同时期的。矿化的分布可能具有深成岩体的形状，但一般局限于接触带附近。

矿床实例：美国阿拉斯加博坎山的罗斯-亚当斯矿床、尼日利亚卡福谷。

(三) 由含铀岩石局部就地熔融形成的伟晶岩型铀矿床

由地壳岩石的局部和就地熔融所形成的伟晶岩型矿床是在含铀变质岩经历局部熔融并形成小型的含铀岩浆室演化的结果。其特征是没有有关的同源岩浆深成岩体存在，伟晶岩显然是由层状黑云母片麻岩局部熔融形成的。

矿床实例：加拿大芒特劳里尔和澳大利亚新南威尔士州的塔克林加带。

二、热液型铀矿床

目前世界已知的花岗岩型铀矿床中具有经济价值的仍然是热液型铀矿床，而热液型铀矿床又主要集中分布在欧洲海西褶皱带内。海西褶皱带西起葡萄牙、西班牙，经法国、德意志联邦共和国，东部到捷克斯洛伐克的爱尔茨山地区。所谓伊比利亚型铀矿床，就是指分布在欧洲伊比利亚-梅塞塔地区的与海西期花岗岩有关的热液脉型铀矿床。这种类型的矿床在捷克波希米亚地块也具有重要的经济意义。其他地区如美国、苏联等也有热液型铀矿床产出。

热液型铀矿床按照产出的地质部位可以分为以下两类。

1. 产于花岗岩体内部的脉型铀矿床

此类矿床以法国的花岗岩型铀矿床为代表。法国的花岗岩型铀矿床主要集中分布在利木赞（马尔涅克、法纳格等）、布尔博内山（黑森林等）旺代（埃加尔皮埃尔、科芒德里等）的一些海西期花岗岩中。矿床主要产于花岗岩体内部，极少产于花岗岩体的边缘部位。矿石物质成分非常简单，除了黑森林矿床之外，脉石矿物一般不多，主要是各种类型的二氧化硅、萤石及少量碳酸盐。与主要铀矿物沥青铀矿伴生的金属矿物有数量很少的白铁矿、黄铁矿或铁的氧化物。现以布尔博内山的黑森林矿床为例^[6]对花岗岩体内部的脉型铀矿床说明如下。

黑森林矿床位于黑森林黑云母花岗岩体的顶部相内。黑森林花岗岩侵入于前寒武纪云母片岩、片麻岩以及泥盆纪和石炭纪的火山沉积岩中，其同位素地质年龄为 335 ± 8 百万年。

黑森林矿床含矿构造可区分为两种类型：第一类是老的東西向构造，第二类是北西 15° — 45° 方向的构造。这些构造与区域性构造方向是一致的。第一种类型的東西向构造以 G_3 脉为代表，倾向北，倾角 65° — 80° ，一些中间脉以及大部分中间矿体，倾向南，倾角 70° — 80° 。 G_3 脉的宽度从几十厘米至几米，其它的脉体为一些几十厘米宽的细网脉。较大的脉体中充填有以石英-沥青铀矿、铁的硫化物为胶结物的角砾。矿化很不连续，矿脉膨胀收缩明显。铀品位为 0.5 — 5% 。東西向构造在矿床上部，不同矿脉之间互相连接构成网脉状矿体，其宽度可达 10 米。这些地段铀矿化很富集，铀品位可达百分之几。 G_3 脉延深可达 520 米。

第二种类型北西 15° — 45° 走向的构造属于布尔博内山地

区“透镜状”构造体系。水平剪切形成几百米长的透镜体，沿着这些透镜体，矿化带可分为底板矿化带、顶板矿化带及中间矿化带等。这些矿化带的宽度从几米到几十米。所含矿石主要由次生铀矿物（铜铀云母、硅钙铀矿等）和烟灰状沥青铀矿组成。沥青铀矿覆盖在蚀变花岗岩、玉髓和带状石英的裂隙上，或者在蚀变花岗岩中呈浸染状产出。根据烟灰状沥青铀矿同位素地质年龄数据表明它们是第三纪时期形成的。铀品位为0.1—0.3%。一般远远低于第一种类型东西向构造中的铀品位，但是第二种构造类型中的铀储量却占矿床总储量的一半左右。

矿石物质成分比较简单。铀矿物为沥青铀矿和次生铀矿物；伴生金属矿物有黄铁矿、白铁矿、赤铁矿、黄铜矿、方铅矿、磁铁矿等；脉石矿物有微晶石英、萤石、方解石等。

黑森林矿床是1953年发现的，矿床自开采以来已采出6400吨金属铀。它是福雷地区规模最大的铀矿床。

2. 产于花岗岩体外接触带的脉型铀矿床

这类矿床产在西班牙、葡萄牙以及捷克斯洛伐克等国家。现以捷克斯洛伐克的波希米亚地块的脉型铀矿床为例作一说明^[6]。矿化在空间上与海西期花岗岩、伟晶岩或花岗岩细晶岩墙有关，其特点是不存在含铀伟晶岩，花岗岩体内部的铀矿化也很微弱。铀矿床一般位于花岗岩体与早期形成的沉积变质岩的接触带上或其附近。有利的含矿围岩是黑云母片麻岩、角闪岩、石英岩和大理岩。混合岩一般不含矿。

铀矿化受构造控制，产于糜棱岩带、断裂带和剪切裂隙中。但是重要的铀矿化主要是与断裂带上下盘的羽状剪切裂隙有关。沥青铀矿多成细脉或网脉状充填于裂隙系统中。矿体短小，一般规模不大。铀矿物共生组合比较复杂，最常见