

核能资源研究开放实验室资助项目

# 北秦岭伟晶岩铀矿

冯明月 戎嘉树 谢红接 编著  
孙志富 徐梓阳

原子能出版社

核能资源研究开放实验室资助项目

# 北秦岭伟晶岩铀矿

冯明月 戎嘉树 谢红接 编著  
孙志富 徐梓阳

原子能出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

北秦岭伟晶岩铀矿/冯明月 戎嘉树等编著. —北京:原子能出版社,1996. 12  
ISBN 7-5022-1591-3

I. 北… I. ①冯… ②戎… II. 伟晶岩-铀矿床-中国-秦岭 N. P619. 140. 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 13941 号

## 内 容 简 介

本书首先全面论述了关于伟晶岩的一般地质问题和国外伟晶岩型铀矿床的概况。接着在丰富的实际材料的基础上,阐述了北秦岭区域地质概况;秦岭群变质岩元素地球化学;北秦岭加里东期岩体、脉体特征;秦岭伟晶岩型铀矿的基本地质特征。在此基础上,对伟晶岩型铀矿的成岩成矿机理作了探讨。最后对伟晶岩型铀矿在秦岭的成矿远景作了论述。

本书可供生产、科研单位的科技人员利用,也可供高等院校师生教学和学习参考。

## 北秦岭伟晶岩铀矿

冯明月 戎嘉树 孙志富 徐梓阳 谢红接 编著

©原子能出版社,1996

责任编辑:刘其润

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092mm 1/16 印张 9.5 字数 234 千字

1996 年 12 月北京第 1 版 1996 年 12 月北京第 1 次印刷

印数:1—500

定价:17.00 元

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 前言                           | 1  |
| 第一章 伟晶岩的一般地质问题               | 3  |
| 一、伟晶岩的一般特点                   | 3  |
| 二、伟晶岩的分类                     | 3  |
| 三、伟晶岩与变质相的关系                 | 6  |
| 四、伟晶岩的母岩                     | 6  |
| 五、伟晶岩的内部分带                   | 7  |
| 六、伟晶岩脉群的区域分带                 | 8  |
| 七、伟晶岩体系与稀有金属花岗岩(及伟晶岩的成分)的相似性 | 9  |
| 八、Li, Na(F)伟晶岩的形成问题          | 10 |
| 九、伟晶岩的成因                     | 11 |
| 第二章 国外伟晶岩铀矿简述                | 13 |
| 一、加拿大伟晶岩铀矿                   | 13 |
| 二、巴西赛里杜矿化点                   | 14 |
| 三、印度普纳斯伟晶岩铀矿化                | 14 |
| 四、西班牙伟晶岩铀矿化                  | 15 |
| 五、罗辛矿床                       | 15 |
| 第三章 北秦岭区域地质概况                | 23 |
| 一、秦岭群的岩性特点                   | 23 |
| 二、秦岭群的变形变质作用                 | 23 |
| 三、秦岭群的形成时代                   | 25 |
| 四、秦岭群的归属                     | 25 |
| 五、北秦岭造山带构造发展简史               | 29 |
| 第四章 秦岭群元素地球化学                | 32 |
| 一、岩石类型及岩石化学特征                | 32 |
| 二、微量元素特征                     | 36 |
| 三、稀土元素特征                     | 36 |
| 四、铀、钍地球化学                    | 39 |
| 五、金的地球化学                     | 41 |
| 第五章 北秦岭加里东期花岗岩特征             | 44 |
| 一、概述                         | 44 |
| 二、灰池子岩体特征及成因                 | 45 |
| 三、漂池岩体特征及成因                  | 53 |
| 四、黄龙庙(二长花岗岩)岩体特征及成因          | 56 |
| 五、纸坊沟、大毛沟、陈家庄岩体特征及成因         | 59 |
| 六、小结                         | 63 |
| 第六章 北秦岭伟晶岩                   | 70 |
| 一、概述                         | 70 |
| 二、加里东期伟晶岩的特征                 | 71 |
| 三、各类伟晶岩的特点                   | 80 |

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 四、产铀伟晶岩的基本特征 .....                               | 86  |
| 五、产铀伟晶岩的形成条件 .....                               | 96  |
| 六、产铀伟晶岩寻找准则 .....                                | 102 |
| 第七章 伟晶岩铀矿的基本特征 .....                             | 103 |
| 一、铀的存在形式与配分 .....                                | 103 |
| 二、矿床工业铀矿物——晶质铀矿 .....                            | 104 |
| 三、矿床的矿物共生组合及其特征 .....                            | 110 |
| 四、矿床同位素地质 .....                                  | 113 |
| 五、矿床成因讨论 .....                                   | 117 |
| 六、矿床的利用问题 .....                                  | 118 |
| 第八章 伟晶岩铀矿成岩成矿机理 .....                            | 121 |
| 一、伟晶岩脉群形成的几种观点 .....                             | 121 |
| 二、伟晶岩形成时的温度 .....                                | 122 |
| 三、伟晶岩中挥发分 .....                                  | 125 |
| 四、Li,Rb,Cs,Nb,Ta,W,Sn,Be 与 U,Th,Zr,REE 的分离 ..... | 126 |
| 第九章 伟晶岩型铀矿在北秦岭的成矿前景 .....                        | 132 |
| 一、成矿条件分析 .....                                   | 132 |
| 二、成矿远景区预测 .....                                  | 134 |
| 参考文献 .....                                       | 139 |

## 前 言

北秦岭伟晶岩型铀矿床是近几年探明的一种新的铀矿床类型。它的主要工业铀矿物及其产出特点、矿床矿物共生组合、伴生元素的种类乃至加工利用方法都区别于以前被我们所认识的各种铀矿床(花岗岩型铀矿床、火山岩型铀矿床、砂岩型铀矿床和碳硅泥岩型铀矿床)类型。此类型铀矿床的最大特点是矿石和含矿主岩是统一的地质体,只是由于含晶质铀矿的多寡不同而区分为矿石和非矿石。它的形成环境、条件、产出部位和空间分布都有其固有的特征,因此,研究它不仅有实际的找矿意义,而且也有理论研究意义。

此类型铀矿床最早由西北一八二队(现西北地勘局)七队于60年代初发现于我国甘肃的红石泉地区,1976年以来由西北地勘局212大队进行勘探,落实了一个中型矿床。1982年北京第三研究所(现核工业北京地质研究院)王木清、涂江汉等对该矿床进行研究,提出该矿床属于与混合岩化有关的多阶段交代热液成因,其中以黑云母化阶段矿化为主的认识。1983年北京第三研究所戎嘉树、韩泽宏、夏毓亮等通过研究认为红石泉伟晶岩属早元古代吕梁期龙首山群的重熔岩浆成因,晶质铀矿是成岩阶段(1740~1760Ma, U-Pb 年龄)形成。它往往富集在黑云母(原生)的混染状伟晶岩中。海西期(300Ma)岩体受强烈变动,晶质铀矿遭受破坏(碎裂、溶蚀、重结晶),形成残余粉末状晶质铀矿、再生粉末状晶质铀矿及在富矿石附近的裂隙中或环绕晶质铀矿边部形成非晶质铀矿。此后西北地勘局203所也作过进一步研究。

北秦岭伟晶岩铀矿床是继红石泉矿床之后又发现的分布较广的铀矿床。1963年起,陕西地质局第三地质队相继发现了陈家庄、光石沟等异常点并进行了相应的填图工作。1972年西北224队进入该区,首先对陈家庄地区进行了详细的工作。1985年确定为揭露点,之后成为勘探基地,接着落实为中型矿床。后在光石沟地区又有新的突破,1992年已落实为中型矿床。随着勘探工作的进展,储量不断扩大。在北秦岭地区,除陈家庄、光石沟已落实为矿床外,从河南的西峡、卢氏到甘肃的天水绵延数百公里的范围内,已发现数以百计的好点好带。同时开展了北秦岭伟晶岩型铀矿的研究。1983年北京第三研究所杜乐天的研究生徐展对陈家庄矿床进行了研究,完成了硕士生论文。1986年核工业部西北地勘局224队对丹凤三角地区的铀矿进行了专项研究,对该区区域地质岩浆活动与铀成矿联系作了详细研究和系统归纳,其主要成果反映在“陕西省丹凤三角地带成矿地质背景、控矿因素和成矿远景预测”研究报告中,无疑为今后进一步研究打下了坚实的基础。稍后,核工业部西北地勘局203研究所李占游、万吉、柴宝民等也进行了研究工作,对伟晶岩的成因、控矿因素、远景预测等都提出了独到的见解。

我们对北秦岭伟晶岩铀矿的研究是在上述研究成果的基础上从1990年开始的。1990年9至10月,对伟晶岩铀矿的重点勘查地区——丹凤、商南进行了为时一个月的实地调研,参加人员有冯明月、孙志富、王驹、杜乐天、戎嘉树、谢红接。此次调研对该区的典型矿床(光石沟矿床、陈家庄矿床)、矿点(纸坊沟、毛芋园、大寺沟、小花岔、庙上、枣园、彭家沟、五狼沟

等)进行了概略工作并取了少量样品,对矿化特征有了粗略的了解,并对该区地层(秦岭群和丹凤群)作了实地踏勘,大致了解了其岩性特征及与伟晶岩的关系。在此期间,与224队的广大地质科技人员进行了广泛的交流,全面地听取了他们在该区研究所取得的认识。

1991年5月,核工业北京地质研究院科技委、科技处联合对该研究项目进行了论证,组成冯明月(组长)、戎嘉树、孙志富、徐梓阳四人课题组,224队刘启峰作为生产单位人员参加本课题组(戎嘉树研究员的研究生谢红接主要在光石沟矿区开展工作,编写硕士论文——《花岗伟晶岩型铀矿床地球化学特征、成岩成矿机理研究》)。同年9月至10月专题组进行了两个月的野外工作,主要在灰池子岩体的河南部分(黄龙庙-王佛堂沟-骑马河)、陕西部分(光石沟、小花岔、栾庄一带)、纸坊沟岩体的外带(毛芋园、纸坊沟)、小龙庄岩体外带(曹营、金盆、大韦园)进行工作。其目的在于研究花岗伟晶岩区域分布特点;岩体内外伟晶岩的区别;与花岗岩及地层的关系;各类伟晶岩与矿产的关系等。同时还对低品位(0.03%)矿石进行了小型(50kg级)重选试验研究,试图探索利用此类铀矿的新途径,提交了研究项目的第一个报告:“光石沟花岗伟晶岩型铀矿重选试验及技术经济初步评价”。在1992年5月召开的丹凤伟晶岩型铀矿论证会上,受到核工业地质局、矿冶局有关专家的重视。

1992年9月到10月两个月时间,重点对河南境内的漂池岩体内外(蛇尾、军马河、陈阳坪、捷道沟、五里川-瓦窑沟)的伟晶岩、陕西丹凤黄龙庙岩体、蓝田的葛牌岩体、户县的八里坪岩体等地的伟晶岩进行了工作,并穿越了几条丹凤群-秦岭群地层剖面,对伟晶岩的区域分布特点、伟晶岩与地层及变质程度的关系、与花岗岩体的关系等有了更深入地了解和认识。在上述野外观察的基础上,综合室内大量的样品分析、镜下观察和数据处理,积累了较多的资料,于1993年完成项目的第二个报告:“北秦岭伟晶岩型铀成矿条件初步分析”。在1993年10月底召开的第五届矿床会议上进行交流,受到矿床界同仁的关注。

1993年8月中至10月中两个月的时间,重点对光石沟矿床、陈家庄矿床、小花岔矿点进行了工作,目的在于研究伟晶岩型铀矿的矿化特点、矿化控制因素、矿物共生组合、富矿富集因素等,试图弄清此类型铀矿的形成机理。野外工作前后,还分别去河南省地矿局、陕西省地矿局、核工业西北地勘局203所等单位进行了资料收集。了解北秦岭伟晶岩的分布特点及与各种矿产的关系、产铀伟晶岩与产稀有金属伟晶岩的关系等。

1994年,对所取样品进行加工处理,综合几年来的野外工作成果,整理研究室内分析数据和镜下观察资料,吸取前人特别是224队在本区的研究成果和认识,编写研究项目的总报告:“北秦岭伟晶岩型铀矿形成机理及远景预测”。在此期间研究项目部分内容被选送参加“第九届国际矿床成因讨论会”交流并选入论文集。

本书是在研究报告的基础上经过重新加工修改编写而成。在编写中尽量吸收有关生产单位、研究单位及专家、学者的最新成果和认识。参加本书修改编写的人员有冯明月、戎嘉树、孙志富、徐梓阳、谢红接。最后由冯明月、戎嘉树统编定稿。

由于作者的水平和条件有限,书中定有许多不足和错误之处,热诚希望读者予以批评指正。

作者

## 第一章 伟晶岩的一般地质问题

伟晶岩是一种特殊的岩类,以晶粒粗大而与其他许多岩石相区别。我们这里讨论的全部是花岗质的伟晶岩。伟晶岩中可以产生诸如宝石、工业白云母、锂、铍、铌、钽、铷、锡、钨、铀、钍等稀有金属和放射性元素矿产,还可以当作陶瓷原料开采。国内外许多学者对伟晶岩类岩石作过许多详细研究和论述,下面作一些概括性和综合性的介绍,以了解一下伟晶岩产出的特点及对其研究的概况。

### 一、伟晶岩的一般特点

世界各地产出的伟晶岩虽然各有不同,但具有以下一些共同的一般特点。

伟晶岩体大小不一,宽几厘米至几十米,长几十厘米至几公里。以脉状、透镜状、管状、囊状、不规则状产出,但不会以细脉浸染状产出,而后者是某些热液成因的脉状矿床的典型特征。

伟晶岩一般与围岩具清楚的接触关系,少部分为过渡的接触关系。

伟晶岩的结晶粒度可以有很大变化,总体上比花岗岩粗大得多。

伟晶岩主要产于低—中级以上变质岩系及花岗岩体的内外接触带。它形成于 3km 以下的深处,而不在浅近地表的环境(次火山岩、喷发岩,及未变质的沉积岩系)中出现。

伟晶岩脉常成群出现在宽几公里,十几公里甚至上百公里的大范围内,构成伟晶岩田。

伟晶岩体内常显示内部分带倾向,尤其是当伟晶岩体呈大萝卜状、大透镜体状时。

伟晶岩脉群在区域上可显示出分带性。

当伟晶岩在空间上和成因上与某花岗岩有联系时,伟晶岩的成分与它相近,并明显表现出为该花岗岩浆的最后分异产物的一系列特点。

伟晶岩可具有一些特殊的结构,如文象结构、巨晶结构、各种交代结构。

伟晶岩中常发育富含挥发分( $H_2O, F$ )、碱金属和亲石稀有元素的矿物,其矿物组合往往随母岩浆成分不同而变。在超变质作用带和深熔作用带中发育的伟晶岩则贫乏稀有元素(甚至不存在母岩浆岩体)。

伟晶岩中所产矿物种类极多(多达 300 余种)。其中常见的分布广泛的矿物种类在花岗岩中也可遇到。另有一些在其他类型岩石或矿床中不会出现的特殊矿物,如锂辉石、透锂长石、锂霞石、铯榴石等。

### 二、伟晶岩的分类

费尔斯曼(Ферсман А. Е., 1929~1932, 1940)曾对苏联和世界范围的伟晶岩作过精辟的研究。他把伟晶岩的形成温度作为伟晶岩作用过程的主要衡量尺度。尽管当时对岩石形成温度的判定并不十分准确,他还是强调用温度来划分伟晶岩的不同地质相(Геофазы)是可行的和有意义的。他以 800℃ 和 400℃ 分别作为伟晶岩浆结晶温度的上限和下限,按温度递降

把伟晶岩\* 划分为 B, C, D, E, F, G 等六个地质相, 并确定了各地质相的对应的伟晶岩类型 (表 1-1)。

表 1-1 费尔斯曼按温度(地质相)划分伟晶岩类型

| 作用   | 地质相 | 温度(°C) | 类型  | 伟晶岩名称                 |
|------|-----|--------|-----|-----------------------|
| 岩浆   | A   | 800    |     |                       |
| 浅岩浆  | B   |        |     | (细晶结构, 含石榴子石和磁铁矿)     |
| 伟晶岩浆 | C   | 700    | I   | 一般伟晶岩(褐帘石和独居石)        |
|      |     |        | II  | U, Ti, Nb, Y, REE 伟晶岩 |
| 似伟晶岩 | D   | 600    | III | B, F 伟晶岩(黑电气石和云母)     |
| 浆    | E   |        | IV  | F, Be 伟晶岩(黄玉和绿柱石)     |
| 临界点以 | F   | 500    | V   | Na, Li 伟晶岩(钠长石和锂云母)   |
| 上    | G   |        | VI  | Mn 磷酸盐伟晶岩             |

从表 1-1 可见, 从一般伟晶岩, 经 U, Ti, Nb, Y, REE 伟晶岩, B, F, Be 伟晶岩至 Na, Li 伟晶岩, 其形成温度是逐渐下降的, 是伟晶岩浆演化的结果。他指出, 从一般伟晶岩至 F, Be 伟晶岩为过渡关系, 没有明确的界线, 而 Na, Li 伟晶岩与前面的各类伟晶岩则具明确的、甚至是切割的界线。在同一个伟晶岩中从边缘到内部可以出现若干个地质相, 如 B, C, D, E, F 相, 也可能缺失某一、二个相, 例如 B, C, E 相或 C, D, F 相等。

郭承基(1965)认为云母种类的变化对伟晶岩脉中稀有金属矿物出现的指示更为直接而明显, 故建议把伟晶岩分为黑云母型、两(二)云母型、白云母型。从黑云母型经二云母型到白云母型也反映了形成温度的降低。不同类型的稀有金属矿物分别赋存在黑云母型和白云母型伟晶岩中。

邹天人、徐建国(1975)也认为云母类矿物常常是稀有元素矿物特征的指示性矿物。他们建议分为黑云母伟晶岩(可产 REE-Nb-U-Th-Zr), 二云母伟晶岩(可产 Be), 白云母伟晶岩(可产 Be-Nb-Ta-Hf, 最好时可产 Li-Rb-Cs-Be-Nb-Ta-Hf), 锂云母伟晶岩(可产 Li-Rb-Cs-Ta-Hf)。

黑云母至白云母伟晶岩占绝大多数, 锂云母伟晶岩仅为极少数(陈西京, 1976)。

金兹堡(Гинзбург А. И.) 和罗吉奥诺夫(Родионов Г. Г.) (1960) 提出按形成深度划分伟晶岩的分类方案。金兹堡等在 1979 年出版的“伟晶岩地质基础”一书中再一次强调了这一分类。之后还得到加拿大伟晶岩学家切尔尼(Černý, 1982, 1986, 1989)的赞同, 并于 1982 年在加拿大温尼伯(Winnipeg)召开的西方国家学者参加的花岗质伟晶岩学术会议上作了推荐。金兹堡等按形成深度把伟晶岩分为四类:

①浅成伟晶岩, 亦称晶洞伟晶岩。形成深度 1.5~3.5km。

产于浅成花岗岩侵入体的顶部, 围岩为最浅变质岩系。

矿产: 压电水晶、光学萤石、黄玉、绿柱石等宝石原料。

②中深伟晶岩, 又名稀有金属伟晶岩。形成深度 3.5~7km。

产于花岗岩体之外低压-中高温的堇青石-角闪石变质相(至上绿片岩相)岩石中。

矿产: Li, Rb, Cs, Be, Ta(Sn, Nb)矿化。

\* 费尔斯曼把伟晶岩分为纯线式(指在形成过程中既无原始物质丢失又无外来物质加入, 即在封闭的物理-化学系统下形成)和交线式(指与外界有物质交换, 有其他因素影响下形成的)两种。大多数伟晶岩属纯线式伟晶岩, 这里就是指纯线式伟晶岩。

③深成伟晶岩,即白云母伟晶岩。形成深度7~11km。

产于较高压-高温铁铝榴石-角闪石变质相岩石中。与花岗岩体的关系有的清楚,有的不清楚。

矿产:主要是白云母,也含少量稀有金属(U,Th,REE,Li,Bc,Ti,Nb>Ta),也可作陶瓷工业原料。

④最深伟晶岩。形成深度>11km。

产于角闪岩相至麻粒岩相变质岩系中,与混合岩过渡,无明显花岗岩母岩。

矿产:无矿至弱矿化(U,REE,Bc,Nb),局部含褐帘石,独居石,刚玉。

这里所列的形成深度,并非自古地表,而是根据变质相、地质构造和上覆围岩的可能厚度估算的。

在这一分类中,浅成与中深可以过渡,深成与最深也可以过渡。中深的稀有金属伟晶岩与深成的白云母伟晶岩似应可以过渡,但据金兹堡见解,它们可以是分别分布的,似乎分属两套系列而不一定能呈过渡关系。这里,主要持富挥发分残余熔浆成因观点的金兹堡,大概是尊重在白云母伟晶岩分布地区长期工作的研究者们认为属交代成因为主的意见,以及产工业白云母伟晶岩与稀有金属伟晶岩分别产于不同区域变质地带的状况,所以单独列出深成白云母伟晶岩类型。切尔尼甚至认为能把伟晶岩不同成因观点加以妥善处理,正是金兹堡分类的成功之处。切尔尼(1986)还按造山组合和非造山组合对伟晶岩类别作了类似的划分,认为白云母伟晶岩不发育于非造山组合,而只发育于造山组合中。

仕玛金(Шмакин Б. М.)从1971年开始提出,后来在1983,1987年继续强调,对金兹堡的伟晶岩分类进行了修改。他认为稀有金属伟晶岩与白云母伟晶岩之间可以过渡。在这两者之间存在过渡的稀土-白云母伟晶岩类型,索科洛夫(Соколов Ю. М.等,1975)也持这一观点。此外还在最深伟晶岩中进一步分出铀-稀土伟晶岩和稀土伟晶岩类。对伟晶岩的形成深度也作了修改。

仕玛金的分类也反映了不同深度不同压力对形成不同伟晶岩类型的决定意义,而且把分布最广的稀土伟晶岩和白云母伟晶岩连结起来,从而也意味着白云母伟晶岩仍明确属含挥发分熔浆形成而不是交代成因所生成。仕玛金的分类还揭示了以U-REE为主要金属矿化的伟晶岩位于更深至最深处,以Li,Rb,Cs,Ta,Sn等为主要金属矿化的伟晶岩位于白云母伟晶岩之上的重要现实。这一分类无疑有助于今后深入研究伟晶岩系列的分异演化与放射性金属、稀土金属及稀有金属矿化的规律。我们把以上几位研究者对伟晶岩分类作一大致对比(表1-2)。

仕玛金和金兹堡(Гинзбург)等以形成深度进行分类,大体可以对比,但形成深度的估计差别很大。伟晶岩矿物中流体包体研究表明,结晶时初始压力明显高于围压(达3倍之多)。

金兹堡和仕玛金的分类中虽然没有标明形成温度,但也都认为深成伟晶岩的形成温度高于浅成的。郭承基、邹天人等按所含云母成分划分的分类大致可以与前述分类相对比。而费尔斯曼按形成温度的分类,严格讲是不能与之相对比的。但费尔斯曼也提到,高温相与形成压力大致相对应。这里,我们把费尔斯曼的分类也列上,并与前几个分类相对比,不过这种对比,只能是以某一地质相为主时的大致对比。

我们从伟晶岩的分类研究和对比中可以感觉到,产于某一地区的各种伟晶岩相互之间可能是有联系的,可能是同一个伟晶岩熔体的演化系列产物。伟晶岩熔体随着压力和温度的

逐渐降低而发生分异演化,形成主要矿物组合略有或有些差别,而矿化差异极大的各类伟晶岩的。

表 1-2 国内外伟晶岩分类大致对比表

| 金兹堡等<br>(1979)<br>(形成深度 km) | 仕玛金<br>(1987) |                  |                      |                         | 郭承基<br>(1965)<br>邹天人等<br>(1975) | 费尔斯曼<br>(1940) |                        | 形成温度<br>℃ |
|-----------------------------|---------------|------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------|-----------|
|                             | 名 称           | 形成<br>深度<br>(km) | 可能围<br>压(100<br>MPa) | 结晶时<br>初始压力<br>(100MPa) |                                 | 地<br>质<br>相    | 名 称                    |           |
| 浅成晶洞<br>(1.5~3.5)           | 晶 洞           | 3                | 0.7                  | 2                       |                                 |                |                        | 400       |
| 中深稀金<br>(3.5~7)             | 稀 金           | 3.5              | 0.9                  | 3                       | 锂云母                             | G W            | Mn 磷酸盐伟晶岩              | 500       |
|                             |               |                  | 1.2                  | 4                       |                                 | F V            | Li, Na(锂云母、钠长石)伟晶岩     |           |
|                             |               |                  |                      | 5                       | 白云母                             | E N            | F, Be(黄玉、绿柱石)伟晶岩       |           |
| 深成白云母<br>(7~11)             | 稀金-白云母        | 5                | 2                    | 7                       |                                 |                |                        | 550       |
|                             | 白云母           |                  |                      |                         |                                 | D II           | B, F(黑电气石和云母)<br>伟晶岩   | 600       |
| 最 深<br>(>11)                | 铀-稀土          | 8                | 2.4                  | 8.5                     | 二云母                             |                | 稀有元素                   | 650       |
|                             | 深 成<br>稀 土    |                  |                      |                         |                                 | I              | (U, Ti, Nb, Y, REE)伟晶岩 | 700       |
|                             |               |                  |                      |                         | 黑云母                             | C              | 一般(褐帘石、独居石)伟晶岩         |           |
|                             |               |                  |                      |                         |                                 | B              | 细晶岩                    |           |

### 三、伟晶岩与变质相的关系

不同类型的(不同深度形成的)伟晶岩,往往与不同的变质相带相对应。例如,俄罗斯西北部白云母伟晶岩产于属铁铝榴石-角闪岩相的蓝晶石-硅线石片岩中,而稀有金属伟晶岩则分布在属堇青石-角闪岩相的红柱石-堇青石-白云母亚相的红柱石-硅线石片岩中。伟晶岩往往与变质相带相对应,并非出于偶然。不少研究家们甚至用变质相的温度、压力条件来估算其中产出的伟晶岩的形成深度。不过,伟晶岩在形成时间上,显然要晚于变质作用。明显的空间联系,说明在区域前进变质作用结束后的相当长时间内,变质作用时的温度、压力条件是持续保持的,直到脉状伟晶岩贯入之际,尚未显著地降低。但是,许多显生宙的稀有金属伟晶岩和晶洞伟晶岩,往往比围岩变质作用的时代晚得多,这时与围岩变质相的关系就不一定严格一致。

### 四、伟晶岩的母岩

区域分带的伟晶岩的母岩应该是指派生出伟晶岩浆的母岩浆结晶而成的岩石。它往往成岩株、岩体状产出。区域分带产生的伟晶岩脉群(其中有稀有金属伟晶岩)围绕某一岩体分布,该岩体是否为伟晶岩的母岩,还取决于:1)岩体与伟晶岩不仅同时形成,而且两者具渐变过渡关系;2)岩体与伟晶岩具有近似一致的矿物组成和化学成分。对于成分较接近、但略早

于或略晚于伟晶岩的花岗岩体,是否属伟晶岩的母岩还有争议(有的认为是,有的认为不一定是)。对于成分上有明显差异的或早、或晚形成的花岗岩类岩体,一般不认为是伟晶岩的母岩。

金兹堡的分类中已提到,晶洞伟晶岩和稀有金属伟晶岩与花岗岩母岩的关系比较清楚,而白云母伟晶岩与母岩的关系,有的清楚有的不清楚,最深伟晶岩则更不易看到这种关系了。

郭承基提出,黑云母型伟晶岩、二云母型伟晶岩的母岩为黑云母花岗岩,而白云母型伟晶岩的母岩为二云母花岗岩和白云母花岗岩。当然,既然白云母伟晶岩带向内过渡到二云母伟晶岩带,最后到黑云母伟晶岩带,那么,伟晶岩体系的母岩,往往是成分上最靠近伟晶岩的浅色黑云母花岗岩。

母岩的岩石化学成分、主要造岩矿物和副矿物组合往往与周围的伟晶岩的相近似。此外,不少伟晶岩田的母岩在结构上、成分上还出现了一些很特征的不均匀现象,表现在伟晶状与细晶状浅色花岗岩成交替互层分布(见于加拿大马尼图巴东南部的温尼伯河伟晶岩田,美国南达科他布莱克山伟晶岩田和美国科罗拉多的阔茨克里克伟晶岩田)。这或许是由于从母岩浆房顶部派生出伟晶岩浆过程中因挥发分逸出引起液相线面相线温度提高而形成细晶结构花岗岩,而残留有挥发分的部位,构成伟晶状花岗岩,反映了母岩浆顶部,挥发分逸失和局部残留的动荡环境。

这里所论述的伟晶岩的母岩,由于剥露的程度总是有限,往往只是露出的顶部而已。难怪不少伟晶岩田尚未见到母岩,可能不是不存在母岩,而是由于剥露程度有限,母岩还未出露之故。

## 五、伟晶岩的内部分带

伟晶岩内部常具带状构造,也可以说具有内部分带性。这表现在从脉的边缘到核心,矿物成分和结构构造呈现有规律的变化(Cameron E. N. 等 1949),大致可以分为四个带:

边缘带——细晶岩带。厚度较薄,且不连续。由石英、斜长石、云母组成,微斜长石含量少。

外侧带——粗粒-伟晶花岗岩带。晶粒向内变粗,微斜长石含量增加。厚度较大。

中间带。可出现文象结构(由微斜长石和石英共结而成)。微斜长石占优势,成块体状巨晶。

内核。主要为石英块体,所以又称石英核。

以上的内部分带,对于一个透镜状伟晶岩体来说,往往见于其中央膨大部位,而其周边减薄部位,则以外侧带为主,往往缺失内核及中间带。

远带(上部带)伟晶岩,除显示上述内部分带外,有时还可以出现富Li富Na的伟晶岩(或产于中间带与内核中,或切割原已形成的伟晶岩内各带),而富Li富Na伟晶岩本身从边部向内又可呈现内部分带,如白云母-石英带、叶钠长石-锂辉石带、石英-锂辉石带、白云母-薄片状钠长石带、钠长石-锂云母带以及石英-石榴石带,使伟晶岩的内部分带现象更加繁多。

但是,近带(下部带)伟晶岩,尤其是靠下部的,内部分带往往不发育,缺少内核和中间带,边缘带也不明显,而只具有外侧带。黑云母型伟晶岩内部不显示分带甚至使不少地质工

作者认为它不属于伟晶岩而应属于花岗岩范畴。

然而,黑云母型(以及一些二云母型)伟晶岩脉从边部向内,尽管在结构上的分带性不明显,但在矿物组成上还是有些变化的,表现在边部斜长石和黑云母较富集,而内部则相对较贫乏,却相对地较富集微斜长石和石英。这种在矿物组合上的差异,与前述内部分带是一致的,应该说就是内部分带的表现,只是在结构上没有明显的差异,因而分带不明显而已。

## 六、伟晶岩脉群的区域分带

前已提及,伟晶岩脉往往成群分布,构成伟晶岩田。从母岩体向外,伟晶岩脉群在矿物组成,内部结构、微量元素含量和矿化特点等方面呈现系统变化,而显示区域分带性。

世界上许多大的稀有金属伟晶岩田都有这种区域分带。如果称靠近母岩体的一系列伟晶岩脉为近带(或下部带),远离母岩体的一系列伟晶岩脉为远带(或上部带),那么从近带到远带,窄的为几百米,宽的可达几公里至十余公里,甚至几十公里。

邹天人等(1975)归纳伟晶岩田中从近带到远带可以分出4类9型(表1-3)。

表 1-3 邹天人等(1975)伟晶岩类型划分及稀有金属矿化表

| 区域分带 | 伟晶岩 |      | 稀有金属矿化 |    |    |    |    |    |    |    |        |        | 造岩矿物平均含量(%) |    |      |    |    |     |     |     | 结构变化  |                                             |
|------|-----|------|--------|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------|-------------|----|------|----|----|-----|-----|-----|-------|---------------------------------------------|
|      | 类   | 型    | TR     | U  | Th | Nb | Ta | Zr | Hf | Be | Li     | Rb     | Cs          | Mi | Olig | Ab | Q  | Bi  | Ms  | Lep |       | Sp                                          |
| 远带   | 上   | 锂云母  | Ab     |    |    |    | •• |    | •• |    | •••••• |        |             | 3  |      | 40 | 20 |     | 1.5 | 30  | 2     | ↑<br>钠长石化<br><br>↑<br>内部分带<br><br>↑<br>文象结构 |
|      |     |      | Ab     |    |    |    | •• |    | •  |    |        |        |             | 7  |      | 60 | 20 |     | 7   | +   | +     |                                             |
|      |     | 白    | AbSp   |    |    |    | •  | •  |    | •  | •      | ••     |             | 3  |      | 40 | 40 |     | 5   | +   | 12    |                                             |
|      |     | 云    | MiAbSp |    |    |    | •  | •  |    | •  | •      | •••••• |             | 30 | +    | 30 | 30 |     | 5   | 0.5 | 5     |                                             |
|      |     | 母    | MiAb   |    |    |    | •  | •  |    | •  | ••     |        |             | 35 | +    | 25 | 30 |     | 8   |     |       |                                             |
|      |     | Mi   | 白云母矿   | •  |    |    | •  |    | •  |    |        |        |             | 50 | 10   | 4  | 30 |     | 5   |     |       |                                             |
|      | 二云母 | MiAb | •      |    |    |    | •  |    |    |    | •      |        |             | 42 | 8    | 15 | 30 | 1.5 | 4   |     |       |                                             |
|      |     | Mi   | •      |    |    |    | •  |    | •  |    | ••     |        |             | 55 | 15   | 2  | 25 | 1.5 | 1.5 |     |       |                                             |
| 近带   | 下   | 黑云母  | OligMi | •• | •  | •  | •  | •  |    | •  |        |        |             | 45 | 25   |    | 25 | 3   |     |     | 花岗岩结构 |                                             |

Olig——更长石;Mi——微斜长石;Ab——钠长石;Sp——锂辉石;Lep——锂云母;Ms——白云母;  
•——发育;••——很发育

可见,伟晶岩脉群从近带到远带,表现出如下变化:微斜长石逐渐减少;斜长石由更长石变为钠长石;以黑云母为主,变为以白云母为主,甚至出现锂云母;由花岗结构转为文象结构;内部分带愈益明显;顶部钠长石化发育,出现锂云母型伟晶岩;稀土,U,Th集中在最下部;Li,Rb,Cs,Ta(以及Sn,W)向上向顶部集中;Be相对处于中间部位或中间偏上部位。另外,Zr,Nb在下,Hf,Ta在上。但是在一个伟晶岩田中不一定每个类型都存在,并且愈是向上,表上所列的类型往往不一定单独出现,而可以复合地出现在同一个脉体中,即在一个脉体中从边缘向内,可以出现2个以上(按表上排列顺序)的类型。

## 七、伟晶岩体系与稀有金属花岗岩(及与翁岗岩的成分)的相似性

如果把伟晶岩田中产出的伟晶岩脉群作为一个体系来对待,那么它与稀有金属花岗岩在以下许多方面具有相似之处。

据若干已经详细勘探的稀有金属花岗岩矿区资料,同一个矿化花岗岩体具有垂向的岩相分带,从下到上:

①岩石结构由粗而细,在最顶部形成一个伟晶岩壳。

②愈偏浅色,所含暗色矿物愈益减少。

③随着云母的系列变化,可再细分为两类岩相分带(夏宏远,1982)

第一类由黑云母→二云母→白云母(由镁铁云母(黑云母)向铝云母(白云母)演化,岩石成分持续富钾)。对形成 W, Sn 矿有利。

第二类由黑云母→黑鳞云母→铁锂云母→锂白云母→锂云母(由镁铁云母(黑云母)向锂云母演化。岩石成分转为富钠)。对形成 Nb, Ta 矿化有利。

还存在有过渡型,即黑云母向既富铝又增锂的云母方向演化。

④钾长石从条纹长石→微斜长石,当斜长石从更长石变为钠长石后,微斜长石含量逐渐下降。

⑤斜长石从更长石→钠长石。转为钠长石后,含量逐渐增高。

⑥当斜长石变为钠长石后,石英含量略趋减少。

⑦在岩石化学成分上有相应的变化,表现在钠、锂、氟、铝逐渐增高,而铁、钛和硅逐渐降低。碱质中一般钠愈益变富(对形成 Nb, Ta 矿化有利),也有保持富钾的(对形成 W, Sn 矿化有利)。

⑧矿化分带性

稀有金属花岗岩矿化的垂向分带性在许多矿区都是十分明显的。以华南 430 岩体为例(表 1-4),稀土主要富集在岩体下部的中粗粒黑鳞云母花岗岩中,向上富集 Nb, Ta, 而 Ta 更明显富集在顶部似伟晶岩带中。

表 1-4 华南 430 稀有元素花岗岩稀土、铌、钽含量表( $\times 10^{-4}$ ) (据吴宗聚, 1985)

| 分带 | 岩 性          | TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|----|--------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 上  | 锂云母钠长石黄玉似伟晶岩 | 60~80                          | 120~400                        | 200~400                        | 3.5                                                            |
|    | 锂云母富钠长石花岗岩   | 5~65                           | 80~200                         | 150~230                        | 2                                                              |
|    | 锂白云母钠长石花岗岩   | 60                             | 80~90                          | 60~80                          | 0.8~2                                                          |
|    | 铁锂云母钠长石花岗岩   | 120~200                        | 80~110                         | 40~80                          | 0.4~0.9                                                        |
|    | 中粒二云母花岗岩     | 230                            | 39                             | 22~45                          | <1                                                             |
| 下  | 中粗粒黑鳞云母花岗岩   | 130~540                        | 70~90                          | 20~45                          | 0.3~0.5                                                        |

显然,花岗伟晶岩和稀有金属花岗岩在岩石成分、矿物组成、垂向分带和稀有元素矿化等许多方面都有明显的相似性或一致性。

但也有些不尽相似之处,例如在云母变化方面,对伟晶岩体系来说,从黑云母变到白云母,往往经过二云母,而不出现黑鳞云母→铁锂云母。而在白云母之后,可以演化到锂云母。这就是说,早期为第一类变化,晚期可转为第二类变化。

明显不同之处,显然在于产状和结晶粒度上。稀有金属花岗岩往往呈小岩株状,形成于

岩体的顶部凸起部位,而花岗伟晶岩则成岩脉(透镜体、囊体)群产出。

花岗伟晶岩不仅与稀有金属花岗岩,而且与浅近地表的翁岗岩、喷出地表的(黄玉)流纹岩成分相当近似(表 1-5)。Tanco 伟晶岩( $K > Na$ )与淡英斑岩的成分相近似,Harding 伟晶岩( $Na > K$ )与锂白云母钠长石花岗岩、翁岗岩以及秘鲁流纹黑曜岩的成分接近。后者之中也有一些是富含稀有金属的。这为花岗伟晶岩与稀有金属花岗岩、淡英斑岩、翁岗岩\*,以及一些流纹岩同属岩浆成因提供了极为有力的证据。据推测,形成深度 $> 3\text{km}$ ,封闭条件好,冷却缓慢者,可形成花岗伟晶岩,而形成深度在 $3\text{km}$ 左右,封闭条件较差,冷却较快者,形成稀有金属花岗岩。如果在引张环境下,迅速上升而浅近地表,可形成翁岗岩、淡英斑岩,喷出时形成流纹岩、黄玉流纹岩。

表 1-5 伟晶岩与稀有金属花岗岩、翁岗岩及(黄玉)流纹岩的成分对比表

|                    | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO      | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | H <sub>2</sub> O | F    | Li      | Rb    | Be   | Nb | Ta  | Ta/Nb |
|--------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|----------|-------------------|------------------|------------------|------|---------|-------|------|----|-----|-------|
| ①秘鲁流纹黑曜岩           | 72.32            | 0.2              | 15.63                          |                                |      | 0.52 | 0.06 | 0        | 0.23              | 4.1              | 3.53             |      | 1.31    | 1719  | 1189 |    |     |       |
| ②Spor 山流纹岩         | 72.6             | 0.03             | 14                             |                                |      | 1.24 | 0.06 | $< 0.01$ | 0.41              | 4.6              | 4.93             | 1.0  | 1.2     |       |      |    |     |       |
| 翁岗岩( $Na > K$ )    | 70.78            |                  | 16.78                          | 0.27                           | 0.26 | 0.18 | 0.2  | 0.34     | 5.24              | 3.31             | 0.94             | 1.99 | 1870    | 1876  | 19.2 | 69 | 67  | 0.97  |
| ③ 淡英斑岩( $K > Na$ ) | 71.42            |                  | 17.17                          |                                | 0.58 | 0.02 | 0.05 | 0.67     | 4.13              | 4.42             | 1.15             | 0.82 | $< 100$ | 870   | 2.6  | 39 | 47  | 1.2   |
| ④ 锂白云母钠长石花岗岩       | 71.47            | 0                | 15.43                          | 0.66                           | 0.49 | 0.1  | 0.4  | 0.21     | 4.92              | 4.05             | 0.82             | 0.74 | 836     |       |      | 95 | 127 | 1.34  |
| 快锂云母钠长石花岗岩         | 73.18            | 0.01             | 14.08                          | 1.22                           | 1.56 | 0.09 | 0.51 | 0.43     | 3.68              | 4.08             | 0.43             | 1.22 | 930     |       |      | 67 | 66  | 0.99  |
| 黑磷云母花岗岩            | 75.43            | 0.2              | 11.82                          | 0.61                           | 1.14 | 0.06 | 0.16 | 0.54     | 3.61              | 4.45             | 0.43             | 0.43 | 511     |       |      | 53 | 25  | 0.47  |
| ⑤ Harding 伟晶岩      | 75.24            | 0.05             | 14.42                          |                                | 0.65 | 0.18 | 0.01 | 0.2      | 4.23              | 2.74             |                  | 0.64 | 3019    | 1737  |      |    |     |       |
| ⑥ Tanco 伟晶岩        | 69.74            | 0.01             | 16.5                           |                                | 0.18 | 0.21 |      | 0.89     | 2.69              | 4.45             |                  | 0.2  | 5481    | 10058 |      |    |     |       |
| ⑦ Spruce Pine 伟晶岩  | 73.79            | 0.05             | 15.11                          | 0.26                           | 0.16 | 0.05 | 0.07 | 0.97     | 4.71              | 4.02             |                  |      | 46      |       |      |    |     |       |
| 世界花岗岩(Daly 1933)   | 70.18            | 0.39             | 14.47                          | 1.57                           | 1.78 | 0.12 | 0.88 | 1.99     | 3.48              | 4.11             | 0.84             |      |         |       |      |    |     |       |

注:Li Rb Be Nb Ta 为 $\times 10^{-6}$ ,其余为 $\times 10^{-2}$

①据 London 1990 ②据 Webster 等 1987 ③据林德松 1982 ④据李绍辉 葛英雅 1975

⑤据 Burnham 和 Jahne 1962 ⑥据 Morgan 和 London 1987 ⑦据 Burnham 和 Nekras 1986

## 八、Li,Na(F)伟晶岩的形成问题

Li,Na(F)伟晶岩以富 Li( $> 0.3 \sim 0.5\%$ ,南罗德西亚 Bibit 所产富 Li 伟晶岩含 Li 局部可高达 $2.9\%$ ), $Na_2O(\geq 4\%)F(> 0.5\%)$ ,富钠长石、含锂辉石、锂云母以及钽铁矿、锡石、铈榴石等稀有金属矿物为特征。其主要造岩矿物的量比关系不同于一般伟晶岩的 $Or > Pl(Ab) \approx Q > Ms$ ,而是 $Ab > Q > Lep(Sp)$ 。

在伟晶岩脉发育地区,Li,Na(F)伟晶岩占的比例很小,大约只占 $1\%$ (Stewart D. B. 1978),但却是最富含 Li,Rb,Cs,Ta,Sn,Hf 等稀有金属的伟晶岩。

Li,Na(F)伟晶岩出现在离母岩体很远、甚至最远的地方,即产于伟晶岩脉群体系的顶部、上部。与 Li,Na(F)伟晶岩接触的一般为含白云母的伟晶岩,常位于其内核部位,甚至可呈不规则脉状体切割白云母伟晶岩。

Li,Na(F)伟晶岩内部有时还呈现分带现象,一般锂辉石靠外,锂云母靠内侧,铈榴石位于核部。有时还显示垂直分带,较粗的钠长石(及红色电气石)位于顶部、上部,细晶钠长石位于下部。

许多岩石学家(Гинзбург,Беус)认为叶片状钠长石和锂云母集合体都属于交代成因,是

\* Наумов В. В. 对其黄玉斑晶边缘部位中原生玻璃包体测定了初始熔融温度为 $520 \sim 600^\circ\text{C}$ ,此温度区间与稀有金属花岗岩及花岗伟晶岩的形成温近似。

在固相线下交代了钾长石和锂辉石而成,从而认为至少部分 Li,Na(F)伟晶岩属交代成因。

不过,不少岩石学家怀疑交代成因,加之内部有时显示有结构成分分带性,认为应属原生成因(Jahns 1953,London 1990)。

费尔斯曼(1940)把这种 Li,Na(F)伟晶岩定为 F 地质相(约形成于 450~500℃)认为是伟晶岩浆从富 K 阶段演化到富 Li,Na 阶段的产物。不过,B,C,D,E 相均匀渐变过渡,F 相却为突变接触,费尔斯曼特别指出了这一点,但未作解释。

有些研究者相信应由一股独立的熔浆所形成(Lacroix),含 Li<0.01%的初始花岗岩浆实在难以通过结晶分异来形成含 Li 高达 0.7%(增加 70 倍以上)的 Li,Na 伟晶岩浆,于是提出是“由含 Li 变质沉积岩部分熔融时的最初熔浆所形成的”观点(Stewart,1978),并指出“继续加热会产生更多量的花岗岩浆,从而冲淡了 Li 含量”。但这也难以符合, Li,Na 伟晶岩不是最早期而是最晚期产物的事实。

近 20 余年来,实验岩石学研究表明,水饱和的浅色花岗岩浆体系中如果有 F 的加入,不仅可大大降低液相线、固相线温度,延长结晶作用过程,而且会发生液态分离。格留克(Глюк,1980)实验指出,在 100MPa 下,在含 Li>0.25%,含 F>0.7%含水充分的花岗岩熔浆系统中,于 770℃,熔浆便出现液态分离,分离为硅酸盐熔浆及氟化锂熔浆。饶冰(1992)所作的含 LiF-NaF-H<sub>2</sub>O(LiF+NaF>3%,H<sub>2</sub>O 饱和)的花岗岩体系液相不混溶实验表明,在 840℃以下,在相对贫 F 的硅酸盐熔体中,不仅有氟化物液态分离,还有相对富 F 的硅酸盐熔体分离。前者有可能相当于含矿囊包体,后者有可能相当于 LiF 花岗岩。这就是说, LiNa(F)伟晶岩有可能是含 F 量偏高的伟晶岩熔浆液态分离产物所形成。

## 九、伟晶岩的成因

自然界存在着各式各样的伟晶岩。有的花岗伟晶岩可富含 Li,Be,Nb,Ta,Rb,Cs,U,Th 等有用元素,有的则盛产宝石、工业白云母或可作陶瓷工业原料。对于花岗伟晶岩的成因,归纳起来,主要有以下三种看法:

岩浆成因说:认为是花岗岩浆演化到后期的、近共结的、富挥发分的残余熔体沿裂隙贯入到相对封闭的围岩中之后结晶而成。没有明显的外来物质的带入,但与围岩多少有些热交换和物质交换,并在最后阶段发育有自交代作用。这个观点最早由 Brögger W. C. (1880)提出,Lacroix A. (1898),Vogt J. H. (1926)和 Niggli P. (1925),Ферсман А. Е. (1932)所倡导,后来许多研究者 Jahns R. H. (1953),Бейс А. А. (1954),Власов К. А. (1956),Гинзбург А. И. (1960),Varlamoff N. (1960),郭承基(1965),Černý P. (1972),邹天人(1975),陈西京(1976)等都持这一观点。

交代成因说:认为伟晶岩的原岩为细晶岩或普通花岗岩脉,后来在深部来源的上升热液的影响下发生重结晶和交代作用,才形成伟晶岩的。上升热液可带有成矿物质。伟晶岩中的矿化便是热液作用的产物。这种“热液交代成因说”由 Schaller W. (1925),Hess F. L. (1925),和 Landes K. K. (1925)提出,Заварицкий А. Н. (1947),Руденко С. А. (1949),Никитин В. Д. (1955),Боровиков П. П. (1961)等持这一观点,认为伟晶岩形成于一个开放系统,伟晶岩及所有稀有金属矿物和有工业价值的云母都是细晶岩或花岗岩重结晶后形成的伟晶岩,又经交代作用而成。

变质分异论:认为伟晶岩在超变质作用和变质分异作用下形成的。持这一观点的主要是

一些在老地盾、地台地区从事前寒武纪伟晶岩研究的研究者,如 Eskola. P. (1932), Ramberg H. (1956), Соколов Ю. М. (1959), Судовиков Н. Г. (1967)等。

现在看来,大部分正常的花岗伟晶岩可以说是花岗岩浆晚期分异的近低共结合挥发分的熔体-流体分凝产物,是正岩浆期结束后热液期出现之前(约 650~400℃)随着演化,含挥发分愈益增多的残余熔体在较深部位的封闭条件下结晶产物。花岗伟晶岩中可以出现交代作用,特别是远带内的伟晶岩,微斜长石可以遭受叶片状、糖粒状钠长石化及云英岩化。有的认为 Li Na(F)伟晶岩就是交代作用形成的。至于交代溶液的来源,有的认为来自深部,有的认为是伟晶岩浆本身分异出来的。

总之,总体上可以认为,伟晶岩是由花岗岩浆的残余熔浆在相当大的深处缓慢冷凝而成的。整个伟晶岩脉群作为一个体系,是相当封闭的。深度、温度都是向上向远处逐渐下降,结晶作用也是由下而上而向远处逐渐进行,挥发分也是向上向远处集中,在深处温度较高而挥发分较少,形成不明显分带的伟晶岩,而向上,则温度较低而挥发分较多,形成显示内部分带的伟晶岩,从而使伟晶岩田呈现垂向分带,表现为区域水平分带现象。

残余花岗质熔浆(熔体-流体)结晶成伟晶岩之后,局部可以叠加一些交代作用,但交代作用可能不是形成伟晶岩面貌的主要作用。变质分异说因缺乏有力证据,至今拥护者甚少。局部的 LiNa(F)伟晶岩还有可能是由伟晶岩浆液态分离出来的一股少量的熔体冷凝而成。