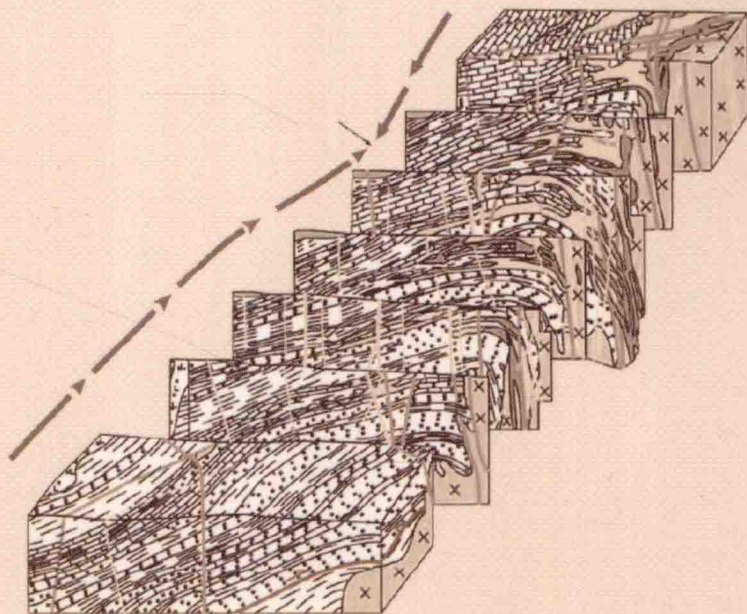


国土资源部危机矿山项目（20109905）研究成果

矽卡岩型矿床 成矿规律及成矿模式

XIKAYANXING KUANGCHUANG
CHENGKUANG GUILU JI CHENGKUANG MOSHI

赵永鑫 等著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

国土资源部危机矿山项目(20109905)研究成果

矽卡岩型矿床

XIKAYANXING KUANGCHUANG

成矿规律及成矿模式

CHENGKUANG GUILU JI CHENGKUANG MOSHI

赵永鑫 等著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

矽卡岩型矿床成矿规律及成矿模式/赵永鑫等著. —武汉:中国地质大学出版社,2015.5
ISBN 978-7-5625-3301-6

- I. 矽…
- II. ①赵…
- III. ①矽卡岩矿床-成矿规律-研究②矽卡岩矿床-成矿模式-研究
- IV. ①P619.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 301894 号

矽卡岩型矿床成矿规律及成矿模式		赵永鑫 等著
责任编辑:周 华 阎 娟		责任校对:张咏梅
出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)		邮政编码:430074
电 话:(027)67883511	传 真:67883580	E-mail:cbb@cug.edu.cn
经 销:全国新华书店		http://www.cugp.cug.edu.cn
开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16		字数:380 千字 印张:14.75
版次:2015 年 5 月第 1 版		印次:2015 年 5 月第 1 次印刷
印刷:武汉市教文印刷厂		印数:1—300 册
ISBN 978-7-5625-3301-6		定价:50.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

本书主要反映了“全国危机矿山接替资源找矿专项”中“危机矿山矽卡岩型矿床成矿规律总结及模式完善”课题的研究成果,也涉及了笔者以往的研究积累。

几年来危机矿山接替资源找矿专项已开展了数百个矿床的深部及外围找矿工作,并对100多个矿床开展了成矿规律研究,其中矽卡岩型矿床近30个,积累了丰富的资料,为进一步深入研究奠定了较好的基础。矽卡岩型矿床矿产种类多,分布广,品位高,是多种矿产重要的矿床工业类型,其中铁、铜、钨、金等矿产在我国的矿产资源结构中占有较大比重。

按照危机矿山办公室的要求,本书研究主要对长江中下游地区代表性矽卡岩型矿床进行专题研究;对危机矿山专项实施以来所涉及的矽卡岩型矿床分为铁矿、铜金矿、铅锌矿和钨锡(钼)矿进行全面总结;对列入典型矿床的矽卡岩型矿床相关数据进行校正和综合研究,完善具有中国特色的矽卡岩成矿模式。

笔者一贯认为矿床成因研究必须建立在扎实的对矿床地质现象的细致观测和正确识别的基础上,因此在研究过程中,我们所选专题研究的矿床除了长江中下游地区以外还涉及其他地区,先后对湖北大冶铁山铁铜矿床、铜绿山铜铁矿床、铜山口铜铂矿床、灵乡铁矿田、安徽铜陵地区铜官山—天马山铜金矿田、繁昌桃冲铁矿床、池州黄山岭铅锌多金属矿床、河南栾川南泥湖铂钨多金属矿田、新疆蒙库铁矿床、阿巴宫铁矿床和湖南柿竹园钨锡钼铋矿床做了不同程度的现场地质研究,并针对不同的问题开展了实验室观测和测试研究,在矽卡岩成矿作用和成矿模式研究的许多方面提出了新的见解,一定程度上提高或完善了矽卡岩矿床成矿模式。

参加研究工作的人员有赵永鑫、刘勇胜、李建威、孙华山、伍刚、王敏芳、皮道会、陈志军、方菊、栗春芳和陆建培教员11人,毛亚晶、柳丰华、易瑞峰、刘辉、田坎、熊迅、孔繁鹏、马渊博、陈露和方水丽研究生10人,蔡汝圣、李海峰、耿翔、蔡健健、郑鸿杰、陈恒、吴雯辉、岑志辉、戴进玲、朱传卫、郑瑞瑞、周增辉和杨巧梅本科生13人。

本书编写及分工:第一章赵永鑫;第二章熊迅、伍刚;第三章马渊博、陈露、王敏芳;第四章田坎、皮道会;第五章孔繁鹏、刘辉、陈志军;第六章赵永鑫、刘勇胜、李建威、皮道会;第七章赵永鑫;第八章赵永鑫。全书最后由赵永鑫统编定稿。

完成样品加工和测试的单位有中国地质大学地质过程与矿产资源国家开放实验室、澳实测试、南京大学开放实验室、武汉地质调查中心实验室、中国地质大学(武汉)流体包裹体实验室、矿相实验室、岩矿制片室等。相关研究项目在立项、设计过程中得到“全国危机矿山接替资源找矿”项目办公室领导、技术专家的热心指导;野外工作中得到前述矿山部门领导和技术人员的协助和帮助;实验室管理人员为实验室研究工作提供了保障服务。在此特对所有为本研究的开展提供指导、帮助和服务的同志们表示衷心感谢。

野外调研工作得到了许多矿山和相关地质勘查单位领导和技术同行的支持和帮助,特别是河北符山铁矿、安徽黄山岭铅锌矿、安徽省地质矿产局 321 地质队、湖北大冶铁矿、铜绿山铜矿、江西武山铜矿、新疆金宝矿业公司、新疆宏泰矿业公司阿巴宫铁矿、河南栾川县冷水镇矿管站等单位领导提供了工作和生活上的极大便利,是研究工作能够顺利达到预期目的的重要保障之一,在此向他们表示感谢。

本书主要针对危机矿山计划内的矿床开展研究,但也涉及到很多其他矿床的文献资料,书中所涉及的大部分文献在参考文献中已经列出,但也有一些文献可能属于间接涉及或仅引用一些数据,限于追索困难未能全部列出,在此向本书所涉及的所有文献作者表示谢意,也向出处不详的数据资料的原作者表示歉意。

赵永鑫

2015 年 3 月 25 日

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 研究意义	(1)
第二节 矽卡岩矿床研究综述	(1)
一、成矿大地构造环境方面	(1)
二、矽卡岩成因方面	(2)
三、成矿物质来源方面	(2)
四、成矿流体研究方面	(2)
五、成矿物理化学条件方面	(2)
六、成矿过程方面	(3)
七、成矿作用方面	(3)
第三节 存在的问题	(4)
第四节 研究思路	(5)
第五节 主要进展	(6)
第二章 矽卡岩型铁矿床成矿规律	(7)
第一节 成矿地质体	(8)
一、成矿侵入体岩石学	(8)
二、成矿地质体常量元素地球化学	(9)
三、成矿地质体微量元素地球化学	(11)
四、成矿地质体示踪同位素	(17)
五、岩浆演化环境	(19)
第二节 成矿地质体与成矿的关系	(21)
一、矿体分布与成矿地质体的空间关系	(21)
二、复式岩体成矿的时间位置	(23)
三、成岩与成矿的时限	(27)
四、成矿侵入体成矿专属性	(27)
五、成矿侵入体规模与成矿潜力	(28)
第三节 成矿构造	(29)
一、大地构造环境	(29)
二、控岩结构	(30)
三、接触带构造组合样式	(30)
第四节 成矿作用	(32)
一、矽卡岩	(32)
二、矿体	(34)

三、矿化分带·····	(34)
四、成矿阶段·····	(35)
五、物理化学条件·····	(36)
六、同位素示踪·····	(37)
第五节 成矿规律·····	(39)
一、时间分布规律·····	(39)
二、空间分布规律·····	(40)
三、成矿物质规律·····	(41)
第三章 矽卡岩型铜金矿床成矿规律·····	(43)
第一节 成矿地质体·····	(43)
一、成矿侵入体岩石学特征·····	(43)
二、成矿岩体产状·····	(44)
三、成矿地质体地球化学·····	(44)
四、成矿地质体微量元素地球化学·····	(50)
五、成矿地质体示踪同位素·····	(50)
六、岩浆演化环境·····	(55)
第二节 成矿地质体与成矿关系·····	(58)
一、成矿地质体和矿体的空间位置关系·····	(58)
二、成矿复式岩体成岩时代·····	(58)
三、成岩与成矿的时间关系·····	(61)
四、成矿侵入岩的成矿专属性·····	(61)
五、成矿侵入体的规模与成矿潜力·····	(61)
第三节 成矿构造及其控矿特征·····	(62)
一、大地构造环境·····	(62)
二、控岩构造·····	(62)
三、接触带构造组合样式·····	(63)
第四节 成矿作用·····	(67)
一、矽卡岩·····	(67)
二、矿体·····	(71)
三、矿化分带·····	(71)
四、成矿期及成矿阶段·····	(76)
五、成矿物理化学条件·····	(78)
六、同位素示踪·····	(85)
第五节 成矿规律·····	(93)
一、时间分布规律·····	(93)
二、空间分布规律·····	(93)
三、成矿物质规律·····	(94)
第四章 矽卡岩型铅锌矿床成矿规律·····	(97)
第一节 成矿地质体·····	(97)

一、成矿侵入体岩石学特征	(98)
二、成矿岩体产状	(98)
三、成矿地质体常量元素地球化学	(100)
四、成矿地质体微量元素地球化学	(102)
五、成矿地质体示踪同位素	(102)
六、岩浆演化环境	(103)
第二节 成矿地质体与成矿关系	(105)
一、矿体分布与成矿地质体的空间关系	(105)
二、复式岩体成矿的时间	(105)
三、成岩与成矿时间关系	(107)
四、成矿侵入岩成矿专属性	(107)
五、成矿侵入体规模与成矿潜力	(108)
第三节 成矿构造及其控矿	(108)
一、大地构造环境	(108)
二、控岩构造	(109)
三、接触带构造组合样式	(110)
第四节 成矿作用	(111)
一、矽卡岩	(111)
二、矿体	(113)
三、矿化分带	(115)
四、成矿阶段	(115)
五、物理化学条件	(116)
六、同位素示踪	(117)
第五节 成矿规律	(121)
一、时间分布规律	(121)
二、空间分布规律	(121)
三、成矿物质规律	(122)
第五章 矽卡岩型钨锡钼矿床成矿规律	(124)
第一节 成矿地质体	(124)
一、成矿侵入体岩石学特征	(124)
二、成矿岩体岩相学	(125)
三、成矿地质体常量元素地球化学	(126)
四、成矿地质体稀土元素地球化学	(127)
五、成矿地质体示踪同位素	(129)
六、岩浆演化环境	(130)
第二节 成矿地质体与成矿关系	(132)
一、矿体与成矿地质体的空间关系	(132)
二、成岩成矿时间	(133)
三、成矿侵入体成矿专属性	(137)

四、成矿侵入体规模与成矿潜力	(137)
第三节 成矿构造及其控矿	(138)
一、大地构造环境	(138)
二、控岩构造	(139)
三、接触带构造组合样式	(139)
第四节 成矿作用	(140)
一、矽卡岩	(140)
二、矿体	(143)
三、矿化分带	(143)
四、成矿阶段	(144)
五、物理化学条件	(145)
第五节 成矿规律	(146)
一、时间分布规律	(146)
二、空间分布规律	(147)
三、成矿物质规律	(147)
第六章 成矿模式要素研究	(149)
第一节 成矿岩浆起源及岩浆房	(149)
一、岩浆起源问题	(149)
二、重要成矿区带与地幔不均一性存在一定联系	(150)
三、岩浆房问题	(151)
第二节 成矿物质来源问题	(152)
一、成矿物质来源研究的地球化学方法	(152)
二、长江中下游上石炭统是否存在原始沉积矿层问题	(155)
三、成矿物质来源的地质对比分析	(160)
第三节 矽卡岩型矿床成矿流体性质问题	(160)
一、关于铁矿浆问题	(161)
二、关于岩浆矽卡岩问题	(169)
第四节 成矿方式与矿体边界特征	(170)
一、成矿作用方式	(170)
二、交代矿体的边界问题	(171)
第五节 复式岩体成矿的时间定位问题	(172)
第六节 成矿演化	(175)
第七节 岩石-构造环境及矿化分带	(177)
一、构造-岩性控矿	(177)
二、矿化分带	(178)
第八节 碱交代作用与成矿关系问题	(180)
第九节 成矿深度估算问题	(181)
一、成矿温度和压力	(181)
二、成矿深度问题	(181)

第七章 矽卡岩型矿床成矿模式.....	(185)
第一节 矽卡岩型矿床成矿模式.....	(185)
第二节 矿床系列成矿模式.....	(189)
一、东秦岭南泥湖钼多金属矿田成矿地质概况	(189)
二、成矿系列成矿模式	(192)
第三节 矿床成矿模式——湖南柿竹园多金属矿床成矿模式.....	(194)
第四节 专题成矿模式.....	(195)
第八章 结 论.....	(198)
第一节 主要结论.....	(198)
第二节 存在的问题.....	(201)
参考文献.....	(203)

第一章 绪 论

第一节 研究意义

矽卡岩型矿床是一个古老矿床成因类型,在全球都有分布。矽卡岩型矿床产出矿产种类多,Fe、Cu、Mo、Au、Ag、Pb、Zn、W、Sn、Mo、Bi,甚至包括 Ti 和 Te 都可作为主产品产于矽卡岩矿床中,并且还可以伴生多种有益成分,可以综合利用。我国矽卡岩型矿床占有更加重要的地位,是富铁矿石和富铜矿石的主要来源。虽然矽卡岩型矿床规模一般较小,但也有不少大矿床,甚至有像湖南柿竹园这样的特大型矿床。

随着地质找矿工作的开展和矿床的不断开发,大量的、新的成矿地质现象也不断地积累,关于矿床形成作用和分布规律的认识也得到深化和提高。近年来,全国危机矿山接替资源找矿项目涉及到许多矽卡岩型矿床,对 30 余个矽卡岩型矿床开展了典型矿床研究,积累了丰富的、系统的资料,为进一步深入研究打下了很好的基础。在新的资料和研究成果的基础上进一步开展系统的综合研究,提高成矿作用研究的水平,总结成矿规律,建立完善的成矿模式,这不仅具有重要的理论意义,而且也是进一步开展深部找矿所提出的要求,具有重要的现实意义。

本书对危机矿山专项研究执行以来所涉及的矽卡岩型矿床的既有资料进行全面综合研究,同时针对一些矿床学中的热点问题和难点问题,选择一些代表性矿床开展针对性的专题研究,以期能够对矽卡岩型矿床的成矿作用和成矿规律有更深入的认识和取得具有一定创新性的成果,争取能够体现出矿床学的某些中国特色。

第二节 矽卡岩矿床研究综述

一、成矿大地构造环境方面

矽卡岩型矿床产出的大地构造环境较为复杂,各种地球动力学背景都有矽卡岩矿床的形成(Yan - Jing Chen *et al.*, 2007)。就世界范围来看,在大洋岛弧带、大陆边缘以及造山带中都有矽卡岩型矿床产出,并且大多数的矽卡岩型矿床是与陆壳俯冲带中的岩浆弧有关。加拿大西部的钙铁矽卡岩型矿床都赋存于海洋-岛弧环境中;所有的阿根廷的矽卡岩型铁矿床都赋存于大陆岩浆弧环境中,并且南部的矽卡岩型铁矿床是与 Nazca 板块向东俯冲到南美板块之下的岩浆活动有关(Lanfranchini M E *et al.*, 2007)。沙特阿拉伯的 Al - Madhiq 矽卡岩型矿

床形成于大陆边缘和弧前环境的碳酸盐沉积岩和火山岩建造中(Ahmed Z, 2006)。我国的绝大多数矽卡岩型矿床也分布在几大陆块的边缘或者造山带中,如新疆蒙库铁矿床位于西伯利亚板块南缘的阿尔泰造山带中(徐林刚等, 2007)。

二、矽卡岩成因方面

20 世纪 80—90 年代,国内对某些矿床的矽卡岩提出岩浆成因的观点。林新多(1987)针对长江中下游地区有些矿床中见到的脉状矽卡岩,认为是贯入裂隙的矽卡岩成分的熔浆经冷却结晶作用形成的。吴言昌(1992)也对一些地区的类似于矽卡岩成分的地质体冠以“岩浆型矽卡岩”的称呼,并指出岩浆矽卡岩除具侵入岩的产状外,常以含硬石膏和方解石为基本特征。赵斌等(1993)对岩浆矽卡岩进行了实验论证。

三、成矿物质来源方面

矽卡岩型矿床成矿物质通常以岩浆来源为主,而有些矿床可能具有多元性。张乾等(1994)利用 Pb 同位素比值的对比研究了中国某些矽卡岩型矿床,发现矽卡岩型矿床的 Pb 来源于岩浆岩,而有些矿床显示为岩浆岩与地层的混合。Levresse *et al.* (2006)研究了墨西哥北部的 MVT 型和岩浆热液型萤石矿床,其中 El Pilote 矿床与流纹岩的侵入相有关,但其 REE 含量和配分模式反映该矿床的氟可能来自 MVT 矿床氟的活化。

四、成矿流体研究方面

Kamvong(2009)通过对不同阶段的载体矿物的流体包裹体的氢氧同位素测定和流体盐度计算,认为矽卡岩型矿床形成的早期成矿流体是岩浆水,而退化交代阶段有大气降水的混合。利用 LA-ICP-MS 测定单个流体包裹体的成分,发现在某些矿床存在极高的矿化度的流体。Gonzalez-Partina *et al.* (2003)报道了墨西哥 Las Animas 矿床的矿化分带,自下而上依次是铜硫化物为主带→铅锌硫化物带→银硫盐+锑+萤石带→萤石+方解石带,自下带向上流体包裹体均一温度逐渐降低,但盐度在偏上部带更高。

许多矽卡岩型矿床的富铁矿体被认为是深部与岩浆发生熔离的铁氧化物熔体(铁矿浆)贯入形成的。石准立等(1983)在对鄂东南大冶铁矿床的研究中,根据多处可见铁矿体与大理岩截然接触,矿石中常见的密集成层的“气孔构造”,部分磁铁矿的爆裂温度高于 500℃ 等现象,提出铁山矿床由两期成矿作用形成,早期主成矿期是以铁矿浆贯入形成的。针对鄂东南矽卡岩型 Fe-Cu 矿床常见的矿体中 Mt 和矽卡岩矿物分布不均匀的现象,张淑贞等(1987)提出“过渡性成矿流体”的概念,认为来自深处的原生稳定态的岩浆-热液过渡性流体在成矿部位发生分化,既显示矿浆成矿特征,又显示热液交代成矿特征。

五、成矿物理化学条件方面

矽卡岩型矿床成矿的物理化学条件的研究在国内外一向受到重视,方法以矿物流体包裹体技术为主,微量元素、同位素地质温压计也得到广泛应用。Fuertes-Fuente *et al.* (2000)用矿物组合相图讨论了西班牙西北部 Ortosa 矽卡岩型 Au-Bi-Te 矿床的形成物化条件;Brown 和 Essene(1985)用石榴子石和辉石的成分计算氧化还原条件,Khin Zaw 和 Singoyi(2000)用矽卡岩矿物中的 $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ 指示氧化还原条件;Zang *et al.* (1995)提出了绿泥石地

质温度计;Ciobanu *et al.* (2008)用 LA-ICP-MS 研究了美国 Crown Jewel 矽卡岩型 Cu-Au 矿床中石榴子石的 REE,认为富 Al 的石榴子石形成于围岩成分控制的低水/岩比值的扩散交代作用,而富铁石榴子石则形成于与岩浆水有关的高水/岩比值的流动交代作用;Bertell *et al.* 在 2009 年对墨西哥 Bismark 铅锌矿床采用 LA-ICP-MS 对不同阶段流体包裹体的阳离子进行测定,借助 GWB 软件模拟矽卡岩型矿床形成过程和条件。为评估矽卡岩型矿床形成的物理化学条件,开展大量的成矿模拟实验,如梁祥济(1986)针对柿竹园矿床矽卡岩矿物组合进行模拟实验,得出矽卡岩矿物组合的形成温度应该在 400℃ 以上。

六、成矿过程方面

虽然 20 世纪 50 年代卡尔波娃提出的矽卡岩矿床形成过程的二期五阶段方案一直沿用至今,而 Einaudi M T(1981)对矽卡岩进行分类和成矿过程研究,区分了反应矽卡岩和交代矽卡岩两种成因类型的矽卡岩,并对一个矽卡岩型矿床的形成过程划分为 3 个大的阶段,即侵入岩体引起围岩的热变质(thermal)阶段、进化交代(prograde)阶段和退化(retrograde)交代阶段,近年来这一方案在国外相当时兴,但是对于进化蚀变与退化蚀变界限和漫长的退化蚀变的细分又有不同的方案。如 Kamvong(2009)对泰国某 Cu-Au 矽卡岩型矿床划分为热变质、进化交代和退化交代 3 个阶段,后两者则各细分出两个亚阶段。Calagali *et al.* 在 2006 年对伊朗的 Sungunchay 河矽卡岩型铜矿床的过程划分为:prograde 阶段,再分出变质双交代亚阶段(相当于 Einaudi 的热变质阶段)和 prograde 交代阶段;retrograde 阶段再分出早期亚阶段(绿帘石、阳起石、透闪石、多种硫化物、磁铁矿、赤铁矿)和 retrograde 交代阶段(细粒绿泥石、黏土、赤铁矿、方解石)。而 Oztuik *et al.* 在 2008 年将热液作用形成的闪石类和磁铁矿、磁黄铁矿归于早期的 prograde 阶段,而 retrograde 仅指更低温的硫化物、绿泥石和黏土类矿物以及方解石和非晶质 SiO₂ 的形成时期。

七、成矿作用方面

典型的矽卡岩型矿床被认为是发育在中酸性岩浆岩与碳酸盐岩有关的接触带上,近年来的研究发现,中基性岩浆也可以形成矽卡岩型矿床,例如我国新疆磁海铁矿床与辉绿岩体有关,伊朗北部发现了与辉长岩有关的矽卡岩型矿床(Somanin A K *et al.*, 2002),以及土耳其中部中基性岩体形成矽卡岩型钛铁矿矿床(Altunbey M *et al.*, 2003)。矽卡岩型矿床一般产于侵入体与其围岩的接触带,但有些矿床可以产于接触带以外,如埃及中东沙漠 Um Nar 地区的矽卡岩远离与成矿有关的花岗岩的距离大于 500m(Galal H *et al.*, 2004)。Einaudi *et al.* (1981)提出以火山岩为围岩的矽卡岩属交代矽卡岩,是大范围的岩浆热液流体渗透与火山岩反应的结果,并受热液流体性质控制。赵一鸣等(1990)将这类矿床称为“与火山气液作用有关的矽卡岩矿床”,认为其是在含矿火山气液的作用下主要以接触反应交代方式形成的。然而姚凤良等(2006)则认为这样的矿床应该属于热液矿床,而不应该划为矽卡岩型矿床之列。

对于层状矽卡岩矿床,常印佛等(1983)通过对安徽等地多处层状矽卡岩发育的矿床与同期产于接触带矿床的对比,认为它们主要还是某些与地层有关因素影响的热液交代成因,并谓之“层控式”矽卡岩矿床。但也有人主张这类矿床是原先的沉积矿层受到后期岩浆侵入和热液改造而成。

有些矿床矽卡岩很发育,主张热水沉积成矿的研究者认为矽卡岩是海底火山喷流成矿时

热液沿火山碎屑岩交代的产物,如西藏的甲玛铜矿床等(潘凤雏等,2002)。

陈紫英在20世纪80年代对大冶铁矿床的研究中,首先发现了大理岩方解石中的熔融包裹体(科研报告),近期赵斌等(2004)、汪劲草等(2006)也报道了在大冶铁山和铜山口矿区大理岩中发现了大量熔融包裹体,并认为可能存在一种壳熔成因的碳酸岩。

Grammatikopoulos *et al.* 在2006年研究了加拿大安大略西南部发育的硅灰石矽卡岩矿床,通过对比分别产于绿片岩相、角闪岩相和麻粒岩相变质岩中的3个矿床,指出它们不是区域变质作用的产物,而是与各个矿床附近不同成分的侵入岩有关。

此外,矽卡岩型矿床类型研究方面也有一些新的进展。除了前面提到的矽卡岩型钛铁矿矿床外,碲也可以形成矽卡岩型矿床。Ortosa Au-Bi-Te 矽卡岩型矿床,成矿与富含钛铁矿的石英二长岩岩株有关,是Au、Bi、Te 矿物沿着毒砂和磁黄铁矿的孔隙和裂隙充填或交代的结果。

第三节 存在的问题

总体来讲,矽卡岩型矿床是老的矿床类型,其矿床地质特征、成矿作用和成矿规律的研究已具有较高的程度,前人的研究积累了大量的数据资料,为继续研究奠定了较好的基础。但是在矿床的成因问题上仍然存在着不少疑惑,需要不断地深入研究,加以完善和深化。其中与本书研究任务密切相关的主要问题如下。

(1)长江中下游成矿带实际上存在着一个以铁为主的成矿系统,一个以铜为主,兼有Mo、Au多金属的成矿系统,可能还有一个以Mo、W、Pb、Zn、Ag组合的成矿系统,前两个系统之间在有些地区有过渡现象。这3个成矿系统在时间上有一定的同步性和时空演化差异性,它们的深部作用过程和关系是怎样的?比如鄂东南地区铜-铁成矿有同步、过渡和交叉的特点,应该给予合理的解释。

(2)成矿物质来源方面,长江中下游地区上石炭统与上泥盆统的界面往往控制矿体或矿化蚀变带产出,因而许多人主张上石炭统底部存在原始沉积矿层或者矿源层。最近许多人认为这个层位的黄铁矿是原生沉积的,而铜、金等成矿元素是后来岩浆热液作用叠加的。鄂东南地区下三叠统层位也存在类似的问题,有人认为大冶铁矿是原生沉积的菱铁矿经岩浆热和热液改造的产物。湖南、广西、云南一带的锡矿多产于燕山期花岗岩与泥盆系碳酸盐岩或钙质碎屑岩的接触带附近,有的矿体顺层产出(如个旧等),有人主张层状矿体是沉积的矿源层,甚至是原生热水沉积矿层。但是关于这方面的论证相当不充分,目前许多研究资料仍然停留在“矿区某个地层层位成矿元素含量高,因此它就是矿源层,能为成矿提供充足的物质来源”这种认识上,这在大多数情况下是因果倒置、不合逻辑的推断,因此需要开展以地质产状、地质体含矿性数据及其空间关系和成矿物质运动及其方向性的综合研究。

(3)就矽卡岩型矿床而言,矽卡岩的成因问题是一个观点纷繁、证据严重不足的重大问题。目前似乎一看到矽卡岩脉体就认为是矽卡岩浆贯入而成;一看到脉体界线明显就认为不是交代作用所能解释的。在矽卡岩矿物中见到熔融包裹体就认为矽卡岩是矽卡岩浆贯入结晶形成的。这些论断都有一定的片面性,交代作用同样可以形成脉体(lode),边界清楚的脉体如果没有更细节的论证也不能排除交代的可能性,更不用说在未知熔体相成分的情况下就认定成矿流体是熔浆状态也是没有说服力的。如果真的这么简单,那么同一个矿物内成千上万的气液

包裹体岂不更加有力证明成矿流体是气液流体。可见矿物流体包裹体资料的解释方面尚存在问题。

(4)关于铁矿成矿流体的性质,同样缺乏严密的论证。虽然实验室模拟实验可以得到熔体不混溶现象,但是只注意结果而忽略条件是不行的。实际上,长江中下游地区富铁矿成因研究最需要的是要找到真正支持铁矿浆确实存在的地质依据,这方面存在着去伪存真的问题。

(5)成矿方式问题。虽然几乎所有的矿床学教科书教给学生的都是:充填作用形成的矿体边界清楚,而交代作用形成的矿体与围岩是渐变过渡的。但是一些矿床的实际情况却暗示这种高度概括的公式化结论过于简单了,实际上存在着许多边界清楚甚至截然的矿体却很可能是交代作用的产物,比如大冶铁矿床的部分矿体。

(6)长期以来,人们对于矽卡岩型矿床往往理解为矿体边缘必须具有矽卡岩蚀变带,作为矽卡岩型矿床的重要标志。而一些产于大理岩中的矿体直接与大理岩接触,二者之间缺少矽卡岩蚀变带,因而这种矿床或矿体被质疑是否属于矽卡岩型矿床。通过对这些矿体的细致的地质观测发现,其实有些矿体内部的确存在矽卡岩矿物,因此这方面也要做更加细致的论证。

(7)关于一些矿床的控矿构造问题,一方面,接触带差异性控矿的因素是多方面的,究竟层状矽卡岩的主要控制因素是什么?是含矿性?是岩性?还是构造因素?另一方面,陷入岩体中的围岩捕虏体何以能够吸引大量的矿质?是周围岩浆中矿质向捕虏体汇聚?拟或是捕虏体与岩浆岩之间存在构造薄弱带而有利于深部含矿流体的运移?

(8)成铅锌矿的矽卡岩的空间定位问题。形成铅锌矿的矽卡岩往往富含 Mn 质,离相关的侵入体有一定距离,而在多数情况下,在接触带形成铁铜或钨锡等高温元素矽卡岩矿体,向外形成矽卡岩不发育的铅锌矿体。那么是什么原因使得含矿流体远离接触带才形成矽卡岩矿物组合呢?

(9)成矿真实温度的合理确定问题。目前对于透明矿物获得的都是均一温度,而均一温度与矿物形成的真实(捕获)温度可能相差甚远,尤其是当包裹体体积很小的时候甚至可能相差几百摄氏度(Rodder,1985)。这可能是某些磁铁矿爆裂测温时升温 700℃ 都无包裹体爆裂的可能原因之一。

(10)成矿深度的估计方面尚缺乏普遍有效的方法。一方面,静岩压和静水压的问题合理性欠佳,应该结合地质分析法综合估计;另一方面,在应用地质压力计估计成矿压力时忽略了压力计的适用条件。

(11)关于成矿元素迁移和沉淀机制,许多人重视超临界流体的溶矿能力和流体的沸腾作用。对于多数金属来说,流体沸腾时因其倾向于分配到液相中而使液相浓度增高,过饱和引起沉淀。但是近年来的实验发现 Cu 和 Au 在一定的条件下倾向于向气相中富集,按理说高温液相的沸腾汽化不易引起这些金属的过饱和沉淀,因此在构建成矿模式时还要探索更加合理的机制。

第四节 研究思路

针对本书研究的基本任务,我们开展工作的基本思路如下。

(1)以危机矿山专项计划所涉及的矽卡岩型矿床资料为基础,全面收集以往文献中零散存

在的资料和数据,按照不同的矿产组合总结其成矿规律,再按成矿要素和矿化特征全面总结矽卡岩型矿床的成矿规律。

(2)成矿模式研究,在成因认识上有重大争议的矿床中兼顾矿产类型选择代表性矿床,本着实事求是的态度,突出重点,有针对性地对各代表性矿床开展以细致的现场地质观测为基础,辅以各种可行的微观微量测试技术手段的专题研究,用辩证唯物主义方法对宏观和微观资料进行综合加工,探讨矿床的成因问题,最终构建具有一定特色的各种类型矽卡岩型矿床的成矿模式。

第五节 主要进展

(1)虽然矽卡岩矿床可以形成于各种地质构造背景,但基于大多数矿床成矿物质来自成矿的岩浆系统,大多数矽卡岩矿床与中酸性岩浆岩有关,以及很多矽卡岩矿床发育晚期基性岩脉等事实,推断在岩石圈伸展构造体制下,幔源基性岩浆的底垫作用是形成大型矽卡岩矿床有利的大地构造环境。

(2)通过与成矿同期基性岩的含矿性和区域地质演化研究,分析壳幔作用过程中成矿物质的运动轨迹,探讨性认为南泥湖钼矿田初始矿源为下地壳变质火山岩。

(3)以柿竹园多金属矿床为例,基于成矿岩体结构研究、成矿地质体认定和主矿化与各期岩体的关系的研究,提出了解释复式岩体早期成大矿的“丰水高位岩浆房+构造筛”的成矿模式。

(4)根据矽卡岩矿床与其他矿床类型的时空分布特征及其与成矿岩浆系统的演化在时间上的耦合关系,认为多种矿床类型的形成常构成一个有密切成因关联的成矿系列。

(5)矽卡岩矿床不仅受构造活化的接触带控制,与接触带连通的地层界面和不整合面也是重要的控矿构造。层状构造控制的矿化的关键因素仍然是岩浆作用。捕虏体与岩体界面发生构造叠加是形成工业矿体的重要方面。

(6)多数矽卡岩矿床的主要成矿物质来自相对深处的岩浆房,其他来源一般居于次要地位。

(7)通过对大冶铁山矿床矿体产状、矿石构造及其与围岩产状的关系的详细研究,认为产于大理岩中与围岩截然接触的铁矿体是气液流体交代大理岩的产物,提出了磁铁矿直接交代大理岩的演化模式,探讨了交代反应机理,指出交代作用可以形成清楚的、甚至截然的矿体边界,丰富了热液交代成矿作用的理论。

(8)探讨了带状矽卡岩的形成机制,为:蚀变带边缘相对低温的矿物组合是交代作用相对较早的产物,在进化蚀变的物化场中相对高温的矿物相从内侧交代改造并取代早期相带,将较早的蚀变带依次外推移,最终形成分带的矽卡岩体。

(9)认为接触变质作用为成矿做了场地准备,真正的矽卡岩成矿作用从成矿流体介质开始,提出了与目前流行方案有别的三期五阶段的矽卡岩矿床演化模式,并指出渗滤交代作用是成矿的主要方式。

(10)用组合图表的形式构建了矽卡岩矿床的概念模式,并分别示例一个矿床系列成矿模式和一个矿床成矿模式,分别反映了本书(项目)研究在成矿机理方面的重要认识。

第二章 矽卡岩型铁矿床成矿规律

矽卡岩型铁矿床是我国主要铁矿类型之一,也是目前重要的富铁矿类型,其富矿储量占全国已探明富铁矿储量的一半左右。本类型铁矿床在我国分布很广,在全国绝大部分省(市、自治区)均有产出,常成群成带出现,但其分布不均匀,主要集中在河北、湖北、山东、福建、广东、新疆、山西、黑龙江、安徽和青海等省区。

矽卡岩铁矿床生成地质环境十分广泛,包括古老地盾区、地台内部活化区、地台边缘拗陷区、地槽褶皱带等。其成矿时代从元古宙、早古生代、晚古生代、中生代均有,我国东部以中生代的燕山期为主。与成矿有关的岩浆岩也非常复杂,有各类基性、中性、中酸性和酸性侵入岩、火山岩,其中以中性和中酸性侵入岩占优势。

如图 2-1 所示,本书研究选取晋冀鲁豫皖苏矽卡岩型铁矿成矿区中的山东金岭铁矿床,河北符山铁矿床,河北西石门铁矿床,山西二峰山铁矿床,江苏利国铁矿床,长江中下游的矽卡岩铁铜矿成矿带中的湖北大冶铁矿床,湖北程潮铁矿床,安徽桃冲铁矿床,江苏韦岗铁矿床,江

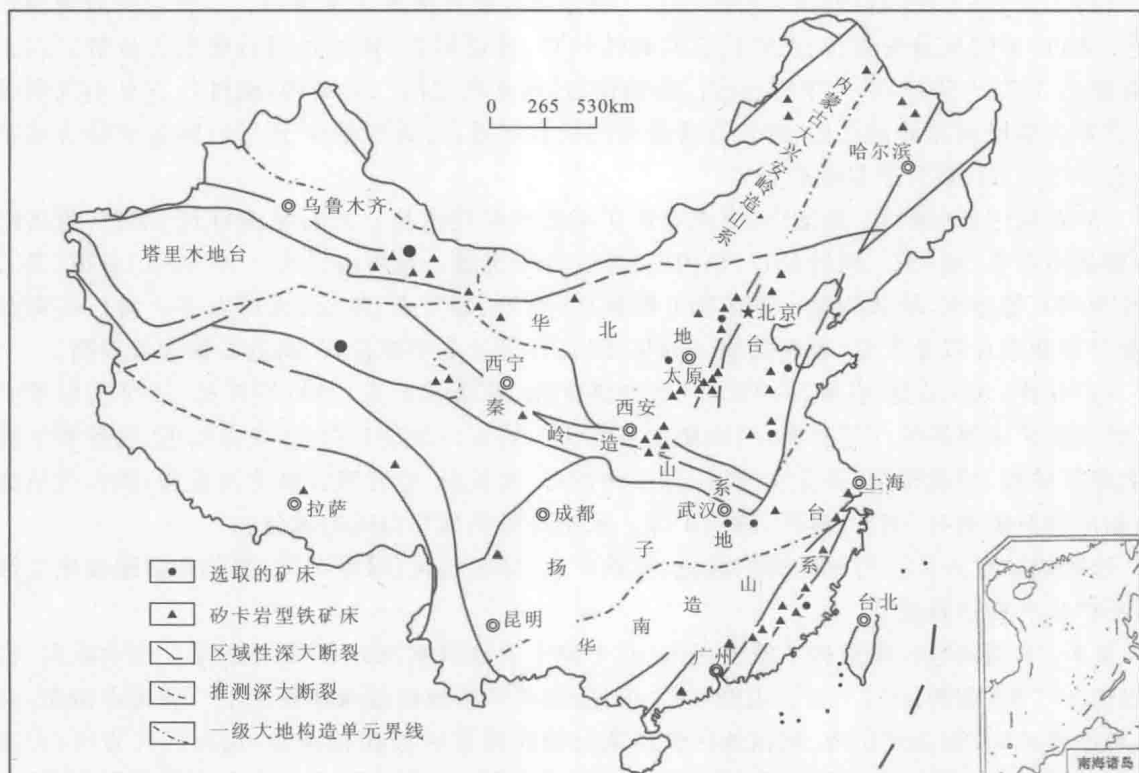


图 2-1 选取本书研究矿床分布示意图