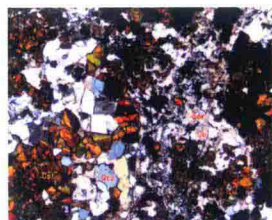


内蒙古大井矿床 成矿作用

王玉往 王京彬 龙灵利 等 著
廖 震 张会琼 王莉娟



科学出版社

内蒙古大井矿床成矿作用

王玉往 王京彬 龙灵利
廖 震 张会琼 王莉娟 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

内蒙古林西县大井锡-铜多金属矿床位于大兴安岭多金属成矿带南段,是中国北方著名的锡-铜多金属矿床,其查明的资源储量:锡 8.4 万 t、铜 33 万 t、铅锌 198 万 t、银 4000t,并伴生可供综合利用的钴、钼、金、镉、硫等。通常认为,锡与 S 型(壳源)花岗质岩浆有关,铜多金属与 I 型(混源)花岗质岩浆有关,而大井矿床则以锡与铜多金属共生为特征,并具有独特的矿化-蚀变分带结构,其成矿特征和成矿作用机制研究一直受到学者们的关注。

本书是在多年来大井锡-铜多金属矿床研究和勘查成果的基础上,对矿床地质特征和成矿作用进行系统总结研究的一部专著。主要运用成矿地质作用与成矿地质体、成矿构造与成矿结构面、成矿作用地球化学标志“三位一体”的研究方法,对大井矿床进行了深入研究,初步查明了矿区“岩浆作用-断裂活动-成矿阶段-矿化分带”之间的内在联系和规律性;建立了大井锡-铜多金属矿床双岩浆源复合成矿模式;揭示了多阶段断裂扩展-热液贯入成矿的矿化-蚀变分带机制;基于对成矿规律的新认识,开展了矿区深、边部找矿预测。为大井老矿山找矿提供了科学依据,对于开展同类型矿床的研究和找矿预测具有较大的参考价值。

本书可供矿床学研究、找矿勘查、矿山地质等方面的科研及技术人员、高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

内蒙古大井矿床成矿作用 / 王玉往等著. —北京:科学出版社, 2014. 11
ISBN 978-7-03-041845-6

I. ①内… II. ①王… III. ①多金属矿床-成矿作用-研究-内蒙古
IV. ①P618. 201

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 207888 号

责任编辑:王 运 韩 鹏 / 责任校对:邹慧卿
责任印制:肖 兴 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版
北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717
<http://www.sciencep.com>
中国科学院印刷厂印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 11 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2014 年 11 月第一次印刷 印张: 14 1/2 插页: 1
字数: 340 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

大井锡-铜多金属矿床位于内蒙古东部，地处大兴安岭南段，行政区划属内蒙古赤峰市林西县大井镇。

大井矿床是我国北方地区著名的锡-铜多金属矿床，Sn、Ag、Zn 均达大型，Cu、Pb 为中型规模，另外还伴生有 S、Co、In、Au、Cd 等多种可综合利用组分。大井矿区面积达 7.62km²，根据历史上不同勘查阶段和勘查程度，整个大井矿区习惯上被分为六个区段(图 1)：“老区”系指原辽宁省地质局昭盟二队勘查范围 (2.75km²)；“北区”指 46 至 96 勘探线之间的老区北部；“东区”指老区南边界东延以北、96 线及其以东区域；“西区”位于老区和北区西部，即 46 线以西、老区南边界西延以北地区；“西南区”位于老区西南部，东自 74 线，北至西区南界；“东南区”位于老区东南部，西起 74 线，北至东区南界。

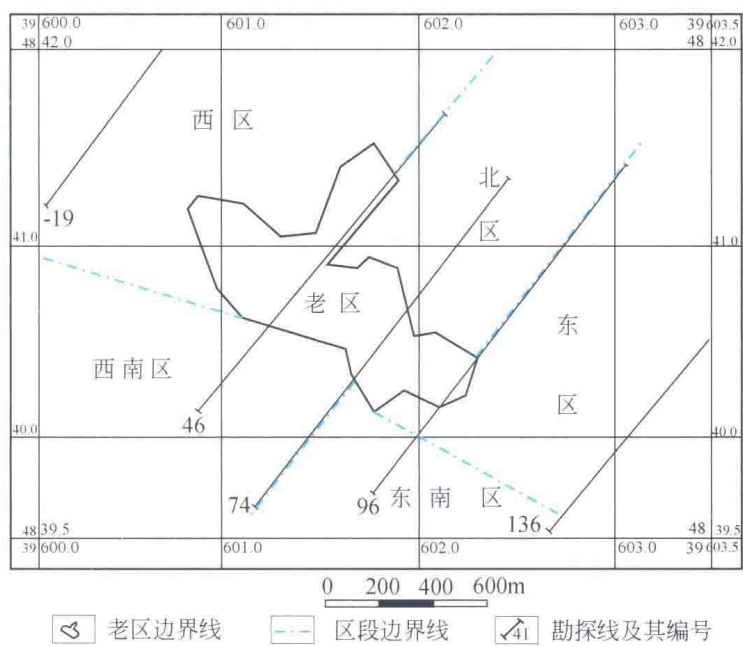


图 1 大井矿床分区图

由于历史原因，目前在大井矿区范围内有赤峰大井子矿业有限公司、富源矿业公司、鼎康矿冶公司大井铅锌矿、通和矿业公司等四家矿山企业从事采矿活动，总计处理矿石能力（采选）为 2600t/d。其中，赤峰大井子矿业有限公司建有矿区规模最大的矿山，其前身为国家中型一档企业大井银铜矿，始建于 1976 年，原属中国有色金属工业总公司，2006 年完成国有控股形式的股份制重组，并更名为赤峰大井子矿业有限公司，建有两个坑口，日选矿能力为 1000t，主采老区范围内铜锡矿体。富源矿业公司建有 300t/d 选厂一座，坑口及采矿范围在北区，主采北区南部与大井老区相邻的铜锡矿体。鼎康矿冶公司大井铅

锌矿选矿能力为 300t/d, 坑口及采矿范围主要在东区和北区, 主采东区和北区的铅锌矿体。通和矿业公司现有选矿能力为 1000t/d, 位于西南区, 主采西南区②号铜锌矿体。

大井被誉为“中国古代北方铜都”。据辽宁博物馆考古队 1975~1976 年考察, 大井铜矿已有 2700~2900 年的开采和冶炼历史。其古铜矿遗址位于大井镇中兴村北山南坡上, 地表可见的露天采矿坑道 47 条, 累计开采长度达 1570 多米, 最大开采深度 20m。考古还发现有用于冶炼的 8 个平台共 12 座炼炉遗址和部分用于铸造的古代器具。大井古矿冶遗址是我国最早发现发掘的矿冶遗址, 也是目前世界上唯一的直接以共生矿冶炼青铜的古矿冶遗址(王刚, 1994; 李延祥等, 2001, 2004)。

系统的矿区地质及找矿勘查工作始于新中国成立以后, 前后可明显分为四个时期:

(1) 矿床发现及评价时期。1959~1970 年为初步普查评价时期: 内蒙古地质局 201 队和辽宁省第二区测队先后在本区开展地质工作, 为古矿山焕发青春奠定了良好基础。

(2) 建矿前的找矿勘探时期。1972~1976 年为第一次地质找矿评价时期: 辽宁省地质局昭盟二队在本区开展系统的地质工作, 共投入钻探 60426.04m (185 孔), 坑探 1062.14m, 槽探 4986.1m³; 1:1000 地形地质测量 2.75km²。提交《内蒙林西县大井铜矿地质勘探报告》1 份, 圈定矿体 114 条, 其中编号并计算储量者 33 条, 提交 C+D 级矿石量 362.25 万 t, 其中 Cu 76860.8t、Sn 21094.0t、Ag 474.439t、Zn 37106t、Pb 153365.8t、Co 321.121t、In 166.816t。该阶段工作确定了矿床的工业意义, 将大井矿床定义为铜锡为主的中型矿床。

(3) 建矿后的找矿勘探时期。1976 年大井建矿后, 中国有色金属工业总公司地质局着手组织勘查队伍, 对勘探区外围实施综合找矿评价工作。1982~1994 年为第二次综合勘查时期: 由华北有色地质勘查局(综合普查大队及物探大队)对本区开展深部及全区地物化综合找矿勘查及评价工作, 期间主要累计新探明储量: Cu 18 万 t、Pb+Zn 180 万 t、Sn 5 万 t、Ag 3290t, 伴生 S 234721.8t、In 260.68t、Cd 61.18t、Au 447.31kg, 将大井由原来的中型铜锡矿床发展成为锡锌银为大型、铜铅为中型的多元素组合矿床。该期勘查工作分为三个阶段:

1983~1987 年为异常验证-深部找矿(普查)阶段: 1982 年华北有色地质勘查局综合普查大队王可南、徐景等在对大井矿区进行了现场踏查并分析了前人资料后, 提出本矿床具有扩大找矿远景的地质条件, 但因大面积第四系覆盖, 建议由华北有色地质勘查局物探大队配合华北有色地质勘查局综合普查大队开展深部找矿工作。经 1:1 万大功率激电中梯扫面, 发现了与老区已知矿吻合的 IP₁ 激电异常和北区的 IP₂ 异常, 1983 年对 IP₂ 异常验证见矿, 从而打开了该区的找矿新局面。

1988~1990 年为北区和东区详查阶段: 先后在北区和东区投入钻探 70048.78m (194 孔), 浅钻 1604.45m (26 孔), 坑探 1415.85m, 浅井 1263.60m, 槽探 19789.71m³。1:2000 地质简测、修测 6.2km², 1:2000 地形地质测量 7.62km²。分别提交《内蒙古自治区林西县官地乡大井矿区铜锡多金属矿(北区)详查地质报告》和《内蒙古自治区林西县官地乡大井矿区铜锡多金属矿(东区)储量计算说明书》。提交表内 C+D 级矿石量 1648 万 t, 金属量 Cu 74254.51t、Sn 25657.02t、Pb 66471.96t、Zn 367707.30t、Ag 907.06t。

1991~1994 年为详查区以外的普查找矿阶段: 其中华北有色地质勘查局 1991~1993

年在详查区外围针对西区、北区北部、东区北部及东部和东南区开展了深部地质普查工作，于1994年年底提交了《内蒙古自治区林西县官地乡大井铜锡多金属矿（普查区）普查地质报告》。与此同时华北有色地质勘查局物探大队于1991~1992年对西南区开展了详查工作，1992年11月提交了南区详查小结。

以上各时期、各区段探明的矿脉数和储量见表1。

表1 大井矿床各区探明的矿脉数和金属量

矿段（矿区）		勘探区和详查区				普查区	合计
		老区	东区	南区	北区	（D+E级）	
区段面积/km ²		2.75	0.5	2.3	0.7	3	7.62
矿脉总数/条		114	180	50	220	130	>694
编号并计算储量的矿脉数		33	62	50	55	130	330
金属量	Cu/万t	7.7	0.5	2.6	7.1	8.3	26.2
	Sn/万t	2.11	0.77	0.45	1.90	2.33	7.56
	Pb/万t	1.5	6.2		1.0	19.2	>27.9
	Zn/万t	3.7	36.2	10.0	2.7	106.4	159
	Ag/t	474	565	330	393	1851	3613

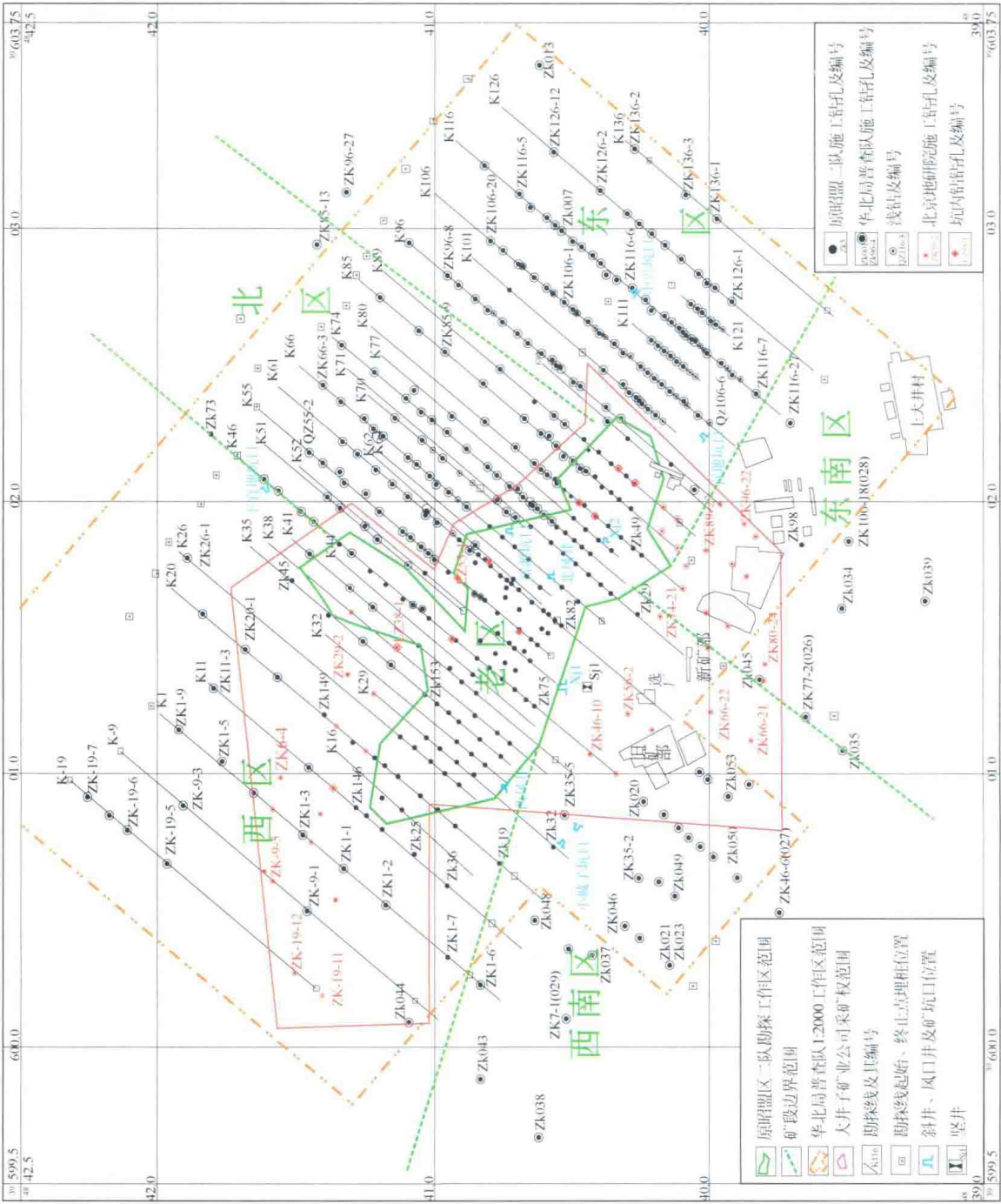
（4）危机矿山深、边部找矿时期。大井矿床随着30多年的开采，上述探明的资源量已基本消耗殆尽。针对这一严峻形势，全国危机矿山接替资源找矿专项项目管理办公室批准立项，设立“内蒙古自治区赤峰市大井银铜矿接替资源调查和勘查”项目，由北京矿产地质研究院承担。该项目与科研工作相结合，于2006年开始，对大井矿区深边部开始新一轮调查和找矿勘查工作，至2009年第一期工程结束，累计投入钻探约25000m（49孔），坑探约4250m，提交（122b+333）金属量Cu 6.6万t、Pb+Zn 11万t、Sn 0.85万t、Ag 385t，有效缓解了矿山资源危机压力。

与此同时，矿山自建矿之日起，为储量升级和资源增储也相应投入了部分探矿工程，对预采矿体进行控制，并发现少量新的可采矿体。

截至目前，大井矿区累计投入钻探176625.92m（471孔），其中老区60426.04m（185孔），北区32663.08m（95孔），东区37385.70m（99孔），普查区20652.28m（43孔），危机矿山找矿25498.82m（49孔）（含坑内钻探4125.6m，11孔）。其工程分布如图2所示。累计查明资源储量：Sn 8.4万t、Cu 33万t、Pb+Zn 198万t、Ag 4000t。

因该矿床复杂的地质特征和独特的经济意义，我国地质学家曾从不同角度对该矿床进行过研究。在各时期找矿勘探过程中，各生产单位对矿床基本地质特征及矿床类型做过相应的基础研究，并提交了相应的地质报告。

广泛的科研工作始于第二次综合勘查阶段。1985~1995年由国家科委组织，以有色总公司所属北京矿产地质研究所和华北地质勘查局、地质矿产部所属中国地质科学院矿床地质研究所和内蒙古地质局为主体，先后在大兴安岭南段包括大井矿床在内实施以地质研究和找矿预测为目标的“七五”和“八五”科技攻关计划。期间东北大学（东北工学院前身）、长春地质学院（现吉林大学地球科学系）、中国科学院长沙大地构造研究所、北京大学



等高校亦参加攻关或参与矿山研究工作。发表论文 30 余篇,涉及的研究内容主要包括:矿床地质特征与成因探讨、控矿构造、脉岩研究、矿物学、矿床地球化学、成矿预测以及地球物理等。这一阶段的科研工作总的来看存在的突出问题是:各项研究尚不够深入,对该矿床独特金属组合的内在联系和规律性揭示不够,对矿床成因认识不一。

中国矿物资源探查研究中心项目是 1993 年由中日两国政府批准的中国科学院与日本国际协力事业团(JICA)专项型技术合作项目,1994 年 9 月正式实施,于 2001 年 8 月 31 日结束。该项目以实施地球化学方法为主体,以矿物资源探查研究为目的,以华北北部地区为重点,选择了大井矿床作为典型矿床和实验基地。1995~2001 年七年间,项目针对大井矿床共组织了 20 余次的野外考察和调研工作,尤其是 1998~2001 四个年度,项目集中中日技术力量针对大井矿床组织了区域成矿背景、矿床地质、流体同位素地球化学、地球物理(浅层人工地震方法)等多学科综合研究。四年间参加项目的中日地质科学家和科研人员超过 20 人。通过野外观察和系统的测试工作,对大井矿床的成矿地质背景、成矿作用、成矿模式和成矿预测等方面提出了一系列新的认识,并对区域岩浆岩演化、二叠纪地层沉积环境、区域构造和矿化分布规律等开展了研究,建立了区域矿床成矿模式。2001 年 7 月,项目提交《中国矿物资源探查研究中心项目成果报告书》,发表论文 60 余篇(其中有关大井矿床的有 10 余篇),对研究成果作了比较全面的总结,为该区今后的科研及生产实践提供了新的思路。

在此之后,亦有部分地质学家先后开展过某些方面的补充研究。

通过上述勘查和科研工作,基本查明大井矿床属于与中生代岩浆作用有关的中高温热液脉状矿床,对矿床地质特征、成因类型、成矿规律、控矿因素、成矿模式等研究取得了新的进展,同时也存在着以下方面的不足:

(1) 随着多年开采,大井已被列入全国危机矿山之列,找矿预测迫在眉睫。但由于对该矿床特殊成矿条件和成矿规律的认识分歧,对找矿潜力和找矿方向、靶区的认识不清,从而影响了找矿决策,导致找矿进程滞后。

(2) 随着近年来深部采掘和探矿,揭示了新的矿床地质特征信息,需要重新研究矿床的形成规律,特别是深部变化规律,完善和修正已有认识,建立新的成矿模式。

(3) 岩浆作用与成矿的关系有待进一步厘清。目前虽能确定成矿与岩浆作用有关,但成矿母岩是出露在浅表的次火山岩(脉),还是可能存在的隐伏岩体?是否存有斑岩型矿化的可能?在什么位置?深部找矿前景到底怎样等。

(4) 成矿的关键问题尚未解决,特别是成矿物质来源研究相对薄弱,尤其是锡的来源问题一直存在争议。这主要是因为,虽然大井矿区脉岩发育,但一直没发现深成岩体,从而为解释成矿物质来源带来困难。

2007~2012 年实施的“危机矿山勘查理论、方法与技术总结”项目,对大井矿床进行了典型矿床解剖研究,结合勘查工作的新发现,以叶天竺教授级高工提出的成矿地质作用与地质体-成矿构造与成矿结构面-成矿流体与成矿作用特征标志“三位一体”的思路与方法作为指导思想,从区域地质背景、矿床地质特征、成矿期次和矿化阶段、成矿地质作用及成矿地质体、成矿构造系统与成矿结构面、成矿流体及成矿地球化学标志等方面对其进行系统研究,初步查明了矿区“岩浆作用-断裂活动-成矿阶段-矿化分带”之间的内

在联系和规律性,建立了大井锡-铜多金属矿床花岗质岩浆-中基性岩浆的双岩浆源复合成矿模式,揭示了多阶段断裂扩展-热液贯入成矿的矿化-蚀变分带机制。在此基础上,科学预测了找矿靶区,并对部分靶区进行了工程验证。

在上述 20 多年来一系列科研、勘查项目研究成果的基础上,本书对大井矿床地质资料进行系统梳理和综合研究,系多年研究成果的集成。本书共分八章:第一章为区域地质背景,主要对该区大地构造背景、区域矿产分布特征、控矿因素(锡林浩特微板块、二叠纪地层、岩浆岩、构造)特征进行介绍;第二章为矿床地质特征,对矿区地质、地球物理和地球化学异常进行描述,重点介绍矿体和矿石特征;第三章为成矿期次和矿化分带,该部分内容包括主要矿石类型及分布、矿化期与矿化阶段划分、各阶段主要矿物组合及成分特征、矿化分带特征等;第四章为成矿地质作用及成矿地质体,内容涉及矿区脉岩分布、岩石学和地球化学特征、大井邻区深成侵入岩特征、成矿地质体年代学、岩浆岩的成因及大地构造环境讨论以及成矿地质体的厘定等;第五章为成矿构造与成矿结构面,内容包括矿区断裂及褶皱构造特征、主矿脉与次矿脉的关系、构造应力分析、导-容矿构造体系等;第六章为成矿流体及成矿作用的特征标志,主要涉及流体包裹体的特征、成矿流体微量元素特征、蚀变矿物学标志,以及对成矿物理化学条件分析及络合物恢复等;第七章为矿床成因及成矿模式,在上述内容综合分析研究的基础上,对成矿物质来源进行探讨,分析成矿机理,建立了大井锡-铜多金属矿床花岗质岩浆-中基性岩浆的双岩浆源复合成矿模式;第八章为找矿预测及靶区验证,依据理论研究,探讨矿体分布规律、找矿新类型及找矿前景,对矿区外围找矿方向进行分析,并进行重点靶区验证。最后是对本书重点成果的总结。

本书前言、第八章和结束语由王玉往、王京彬执笔,第一章由龙灵利执笔,第二章由廖震、王玉往执笔,第三、五、七章由王玉往执笔,第四章由龙灵利、张会琼、廖震执笔,第六章由王玉往、王莉娟执笔。英文翻译石煜,审校龙灵利。书中插图、照片、表格由李德东、唐萍芝进行编辑和审核,王玉往、王京彬对全书进行了审核、修改和定稿。

本书完成过程中得到了全国危机矿山接替资源找矿专项项目管理办公室叶天竺总工程师的关怀和指导;有色金属矿产地质调查中心(北京矿产地质研究院)付水兴副主任及姜福芝、艾霞教授级高工,中色地科矿产勘查有限公司蒋炜、袁继明、林龙军高工,大井子矿业公司原总经理张德庆、周玉军、总经理姜建清、杨力勇部长、蔡志忠部长、张安立高工,中国科学院矿物资源探查研究中心涂光炽院士、翟明国院士以及黄鼎成主任、孙世华副主任,日本专家上本武、岛崎英彦、秋山伸一等,以及危机矿山接替资源找矿专项项目管理办公室吕志成、舒斌等领导,在工作中给予了各种支持和帮助。大井子矿业公司、富源矿业公司、鼎康矿冶公司大井铅锌矿、通和矿业公司等为野外工作开展提供了便利和帮助。有色金属矿产地质调查中心、华北有色地质勘查局、大井子矿业公司等单位提供了原始地质资料和图件。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不足和缺点,敬请读者批评指正!

目 录

前言

第一章 区域地质背景	1
第一节 区域地质概况	1
一、大地构造位置	1
二、区域地层	1
三、区域构造	4
四、岩浆岩	6
五、大兴安岭南段构造演化特征	9
第二节 区域控矿因素	11
一、区域矿产时空分布及成矿系列	11
二、控矿因素分析	12
第二章 矿床地质特征	17
第一节 矿区地质概况	17
一、地层	18
二、侵入脉岩类	20
三、构造	21
四、地球物理与地球化学异常	22
第二节 矿体及矿石特征	25
一、矿体类型及特征	25
二、矿石类型及矿石构造	31
三、矿石结构	34
四、矿石的矿物组成	39
五、矿石化学成分及元素赋存状态	45
第三章 成矿期次和矿化分带	47
第一节 成矿阶段划分	47
一、主要矿石类型及其分布	48
二、矿化期与矿化阶段划分	51
第二节 各阶段主要矿物组合及矿物成分特征	54
一、金属矿物	54
二、脉石矿物和蚀变矿物	63
第三节 矿化分带	66
一、矿脉的空间分带特点	67

二、金属矿物的空间分带	68
三、元素分带研究	73
四、矿化分带与矿化中心的讨论	76
第四章 成矿地质作用及成矿地质体	79
第一节 矿区岩浆岩（脉岩）地质地球化学特征	79
一、脉岩的岩石学特征	79
二、地球化学特征	84
三、脉岩的同位素年代学	101
四、岩浆特征及构造环境讨论	119
第二节 成矿地质体的厘定	122
一、矿体与地质体的时、空关系	122
二、马鞍子岩体的含矿性分析	124
三、矿区外围的火山岩	128
四、小结	128
第五章 成矿构造与成矿结构面	129
第一节 矿区构造基本格架	129
一、断裂构造	130
二、褶皱构造	132
第二节 成矿结构面特征	132
一、主矿脉与次要矿脉的关系	132
二、控制矿脉的构造特征	134
三、矿区断裂-裂隙系统的多期次活动控制了含矿热液的多期多阶段成矿	136
四、矿液致裂特征	137
五、矿脉与脉岩同属断裂（裂隙）构造控制	139
六、成矿后构造	140
第三节 成矿构造体系	140
一、构造应力分析	140
二、矿区 NE 向断裂可能为矿床的导矿断裂	143
三、矿床的导-容矿构造体系	145
第六章 成矿流体及成矿作用的特征标志	147
第一节 成矿流体特征	147
一、流体包裹体特征	147
二、流体包裹体的温度和盐度	148
三、成矿流体的物理化学条件	150
第二节 流体叠加特征	151
一、流体包裹体的温度、盐度区间	151
二、萤石中两种成矿流体的叠加特征	154
第三节 成矿流体的成分特征	156

一、成矿流体的气、液相成分	156
二、微量元素成分	160
第四节 成矿元素迁移、沉淀机制讨论	163
一、围岩蚀变特征	163
二、成矿元素的迁移沉淀形式	165
第七章 矿床成因及成矿模式	168
第一节 成矿物质来源	168
一、金属物质来源	168
二、S-O-H-C 稳定同位素来源特征	176
第二节 近岩体型矿化的可能与探讨	181
一、细脉浸染型矿化	181
二、围岩的面型蚀变特征	182
三、深成侵入岩体	182
四、成矿地球化学特征	183
第三节 成矿模式	185
一、成矿深度与剥蚀深度探讨	185
二、成矿作用与矿床成因总结	186
三、大井矿床成矿模式	187
第八章 找矿预测及靶区验证	189
第一节 矿区本身的找矿问题	189
一、矿脉分布规律及找矿预测	189
二、找矿新类型及前景	191
三、综合评价和综合利用问题	191
第二节 矿区外围地质条件分析及找矿方向	192
第三节 靶区验证	194
结语	195
参考文献	198
Abstract	209

Contents

Preface

Chapter 1 Regional Geological Setting	1
1.1 Overview of Regional Geology	1
1.1.1 Geotectonic position	1
1.1.2 Regional strata	1
1.1.3 Regional structure	4
1.1.4 Magmatic rocks	6
1.1.5 Tectonic evolution of southern section of the Da Hinggan Mountains	9
1.2 Regional Ore-controlling Factors	11
1.2.1 Spatio-temporal distribution of regional mineral resources and metallogenic series	11
1.2.2 Analysis of ore-controlling factors	12
Chapter 2 Geological Characteristics of Ore Deposit	17
2.1 Geological Overview of Ore District	17
2.1.1 Stratum	18
2.1.2 Magmatite	20
2.1.3 Structure	21
2.1.4 Geophysical and Geochemical anomaly	22
2.2 Orebody and Ore Characteristics	25
2.2.1 Orebody types and characteristics	25
2.2.2 Ore types and ore structure	31
2.2.3 Ore textures	34
2.2.4 Mineral composition of ore	39
2.2.5 Chemical composition and occurrence of elements of ore	45
Chapter 3 Metallogenic Stage and Mineralization Zoning	47
3.1 Division of Mineralization Stages	47
3.1.1 Main types of ore and their distribution	48
3.1.2 Division of metallogenic epoches and mineralization stages	51
3.2 Characteristics of Mineral Assemblages and Mineral Composition	54
3.2.1 Metallic minerals	54
3.2.2 Gangue minerals and alteration minerals	63
3.3 Mineralization Zoning	66

3.3.1	Characteristic of ore vein zoning in space	67
3.3.2	Metal mineral zoning pattern in space	68
3.3.3	Element zonation	73
3.3.4	Discussion on mineralization zoning and mineralization center	76
Chapter 4	Ore-forming Geological Process and Ore-forming Geological Body	79
4.1	Geological and Geochemical Characteristics of Magmatic Rock (Dykes) in Dajing Ore District	79
4.1.1	Petrological characteristics of dykes	79
4.1.2	Geochemical characteristics of dykes	84
4.1.3	Isotopic geochronology of dykes	101
4.1.4	Discussion on magma source and tectonic setting	119
4.2	Determination of Ore-forming Geological Body	122
4.2.1	Spatio-temporal relationship between ore body and geological body	122
4.2.2	Ore-bearing potential analysis on Maanzi rockbody	124
4.2.3	Volcanic rocks outside the Dajing area	128
4.2.4	Summary	128
Chapter 5	Ore-field Structure and Ore-forming Structural Plane	129
5.1	Structure Framework of Ore District	129
5.1.1	Fault structure	130
5.1.2	Fold structure	132
5.2	Ore-forming Structural Plane Characteristics	132
5.2.1	Relationship between main ore vein and minor ore vein	132
5.2.2	Structural characteristics controlling ore veins	134
5.2.3	Multi-stage fault activities role in mineralization stages	136
5.2.4	Hydraulic fracture features	137
5.2.5	Structural relationship between the dyke and ore vein	139
5.2.6	Post-metallogenic structure	140
5.3	Ore-forming Structure System	140
5.3.1	Structure stress analysis	140
5.3.2	NE extented ore-conducting fault	143
5.3.3	Ore transmit-hosting structure system	145
Chapter 6	Ore-forming Fluid and Characteristic Mineralization Indicators	147
6.1	Ore-forming Fluids Features	147
6.1.1	Fluid inclusion features	147
6.1.2	Temperature and salinity of fluid inclusions	148
6.1.3	Physical chemistry condition of ore-forming fluid	150
6.2	Fluids Overprinted Features	151
6.2.1	Temperature and salinity range of fluid inclusions	151

6.2.2	Characteristics of fluid overprinted by two ore-forming fluids in fluorite	154
6.3	Composition of Ore-forming Fluids	156
6.3.1	Gas and liquid components of ore-forming fluids	156
6.3.2	Trace elements composition	160
6.4	Discussion on Transportation and Deposition Mechanism of Ore-forming Elements	163
6.4.1	Characteristics of wallrock alteration	163
6.4.2	Mode of transportation and deposition of ore-forming elements	165
Chapter 7	Genesis and Metallogenic Model	168
7.1	Ore-forming Material Sources	168
7.1.1	Metal material sources	168
7.1.2	Source features of S-O-H-C isotope	176
7.2	Possibility of Close-rock Body Type Mineralization	181
7.2.1	Veinlet-disseminated mineralization	181
7.2.2	Planer wallrock alteration	182
7.2.3	Plutons discovered in the adjoining area	182
7.2.4	Some geochemical characteristics	183
7.3	Metallogenic Model	185
7.3.1	Discussion on ore-forming depth and erosion depth	185
7.3.2	Summary on the metallogenic process and origin of deposit	186
7.3.3	Metallogenic model of the Dajing deposit	187
Chapter 8	Prospecting Prediction and Target Test	189
8.1	Prospecting Issue of the Inner Ore District	189
8.1.1	Ore vein distribution pattern and prospecting prediction	189
8.1.2	New mineralization types and prospecting prediction	191
8.1.3	Issues on comprehensive assessment and utilization	191
8.2	Geological Condition Analysis and Prospecting Direction on Adjoining Area	192
8.3	Target Test	194
Concluding Remarks		195
References		198
Abstract		209

第一章 区域地质背景

第一节 区域地质概况

大井锡-铜多金属矿床位于大兴安岭南段的内蒙古林西县境内。大兴安岭南段具有晚古生代（二叠纪为主）基底和中生代盖层的两层结构模式，其中中生代陆相中酸性火山岩、花岗质侵入岩广泛出露。该区是中国东部著名的大兴安岭-太行山燕山期构造-岩浆活化带的重要组成部分，也是我国北方重要的锡、铜、铅、锌、银、钼多金属成矿带。

一、大地构造位置

大兴安岭南段晚古生代造山带地处中亚增生型造山带（Sengor *et al.* , 1993; Hu *et al.* , 2000; Jahn *et al.* , 2000; Zhao *et al.* , 2000）的东端，南以西拉木伦断裂带为界与华北陆块北缘为邻，北以二连浩特-贺根山断裂带为界与额尔古纳-兴安地块相隔，东以嫩江断裂带为界与松辽盆地相邻。在大地构造位置上，大兴安岭南段位于华北板块和西伯利亚板块的结合部位（图 1.1）。

二、区域地层

大兴安岭南部地区发育的地层有元古界、古生界、中生界和新生界（图 1.1，表 1.1）（内蒙古自治区地质矿产局，1991）。

本区前古生代基底岩系主要为元古界片麻岩类，且仅在局部地段呈残块零星分布。古生界以碎屑岩和部分海底火山喷发-碎屑岩为主，下古生界多为海相中基性火山-碎屑岩，主要分布在 EW 向西拉木伦河以南和锡林浩特以西，变质较深且呈紧闭褶皱的近 EW 向展布；上古生界分布较为普遍，除在林西拗陷内有大量海底火山喷发-碎屑岩外，大部分地区为陆相-海陆交互相碎屑岩夹中基性、中酸性火山岩类，地层变质程度较浅，但褶皱比较强烈，一般呈 NE 向展布。中生界以侏罗系分布最广，并以陆相火山-碎屑岩为特征，呈 NNE 向展布的短轴背斜与向斜出现。新生界第三系为砂砾岩、泥岩和面积玄武岩，分布于陆相拗陷盆地内和 EW 向深大断裂带所形成的槽地中。

大兴安岭南段的二叠系是我国北方著名的“黄岗-甘珠尔庙锡多金属矿化集中区”的主要容矿围岩地层。据统计，该矿集区 80% 以上大、中型矿床的产出均与二叠系有关（芮宗瑶等，1994；赵一鸣等，1994）。本区二叠系可分为上、下二统。



a. 据 Zhang *et al.*, 2010; b. 据内蒙古自治区地质矿产局, 1991; 任纪舜等, 1999 修改