



中国地学院士文库
国家“十五”重点图书

古陆边缘成矿系统

● 翟裕生 等著

GULUBIANYUAN CHENGKUANGXITONG

地质出版社

中国地学院士文库
国家“十五”重点图书

古陆边缘成矿系统

翟裕生 邓 军 汤中立 肖荣阁 宋鸿林
彭润民 孙忠实 王建平 向运川 黄华盛
张正伟 杨立强 白云来 陈丛喜 丁式江
王庆飞 胡 玲 徐章华 苗来成 苏尚国
李强之 龚羽飞 著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以系统论、活动论和历史观为指导,以华北古陆为重点探讨古陆边缘成矿系统。阐述了华北古陆边缘构造演化过程并重新对其构造单元进行了划分;利用水系沉积物地球化学测量数据,详细分析华北古陆的金、银、铜、铅、锌、镍、钴、钨、钼等的地球化学块体。在此基础上,以成矿系统及演化为主线,分别对华北古陆的西北边缘、西南边缘、东部边缘和东南边缘的地壳结构及物质组成、构造格局演化、主要成矿作用、典型成矿系统以及区域成矿动力演化进行了详细的研究,初步再造了华北古陆边缘的地质成矿历史,探讨了华北古陆区域成矿特征。并与扬子古陆和世界上其他古陆成矿作用进行了对比研究,总结提出古陆边缘成矿的10个要素。

本书研究思路新颖,资料丰富翔实,是一部关于古陆边缘区域成矿的系统论著。本书对从事矿床学、岩石学、地球化学、构造地质、地质勘探的教学、科研人员及地质勘查人员有重要参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

古陆边缘成矿系统/翟裕生等著.-北京:地质出版社,2002.10

中国地学院士文库、国家“十五”重点图书

ISBN 7-116-03736-5

I. 古… II. 翟… III. ①大陆边缘-矿床成因论-研究②大陆边缘-矿床-构造动力学-研究 IV. P611

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第093971号

责任编辑:白铁 王大军 渠洁瑜
责任校对:黄苏晔
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083
电 话:(010)82324508(邮购部)
网 址:<http://www.gph.com.cn>
电子邮箱:zbs@gph.com.cn
传 真:(010)82310759
印 刷:北京京科印刷有限公司
开 本:787mm×1092mm¹/₁₆
印 张:27.25
字 数:670千字
印 数:1—700册
版 次:2002年10月北京第一版·第一次印刷
定 价:80.00元

ISBN 7-116-03736-5/P·2332

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

国家“十五”重点图书
《中国地学院士文库》编委会

主 编:李廷栋

编 委:(按姓氏笔画排列)

马宗晋	王鸿禛	叶大年	卢耀如	孙殿卿
刘宝琚	刘广润	任纪舜	许志琴	李廷栋
汤中立	陈庆宣	陈毓川	宋叔和	沈其韩
肖序常	张本仁	张宗祜	张国伟	林学钰
杨遵仪	杨 起	於崇文	郑绵平	赵鹏大
赵文津	欧阳自远	郭令智	殷鸿福	袁道先
常印佛	谢学锦	裴荣富	翟裕生	戴金星

前 言

古大陆边缘是壳幔作用最活跃、构造运动最复杂、成矿作用最显著的地带之一。中国大陆由华北、扬子、塔里木 3 个古陆和若干造山带组成,古陆边缘构造带分布广阔,产生了多个矿集区和巨型矿床,在提供矿业基地和深入研究成矿学方面均有重要意义。为加强古陆边缘成矿系统及其成矿作用动力学的研究,原地质矿产部(现国土资源部)“九五”期间设立了前沿科技项目“古大陆边缘成矿系统与成矿构造动力学研究”(项目编号:9501107),由中国地质大学翟裕生教授、邓军教授等负责的研究集体承担完成。

该项目以华北古陆边缘为主,研究古陆边缘主要金属矿床的形成和演化过程,建立不同类型古陆边缘的成矿系统;研究大陆边缘构造演化过程及不同成矿系统间的时空关联,建立区域成矿谱系;总结古陆边缘的构造-成岩-成矿作用机制,建立不同构造环境下成矿系统演化的动力学模型;初步总结提出古陆边缘成矿学的理论格架与方法,从而丰富和发展区域成矿理论,为新一轮矿产地质勘查提供新的思路和模式。

项目的主要任务是:遵循点面结合、重点突出的原则,研究对象为元古宙古大陆边缘,适当延伸到早古生代,以铜、铅、锌、金、银、镍、钼等金属矿床为主。地区选择在研究程度较高、地质构造特点较清晰、大型矿床和矿集区较集中的华北地台边缘,深入解剖华北地台北缘中西段(狼山—白云鄂博—赤峰)和华北地台西南缘(龙首山—合黎山,北祁连山)两个区域,同时对比研究华北地台东缘及华北地台东南缘的金属成矿特征,以期对华北地台边缘的构造演化与金属成矿特征取得进一步的系统认识。

研究内容包括:

- (1)古陆边缘地质构造演化和成矿地质-地球化学背景。
- (2)研究总结区域中主要矿床类型及其成矿条件,综合分析各类成矿地质作用过程的特征、性质、聚矿能力及其时空分布,划分不同的成矿系统。
- (3)运用历史分析方法,研究古陆边缘板块构造体制的演变和相应的成矿背景与环境的变化,以及不同年代成矿系统间的叠加、复合、继承与转化关系,建立区域成矿谱系。
- (4)运用 GIS 和数学模拟等方法研究成矿物质的运输、反应、堆积过程的动力学机制,建立古陆边缘不同环境下成矿系统的动力学模型。
- (5)对研究区主要矿产(金、铜、铅、锌、镍、钼等)的成矿潜力进行评价,提出新的成矿远景区。
- (6)研究华北地台边缘元古宙—早古生代时期的构造演化和成矿系统,并与扬子等古陆成矿特征作对比分析,初步总结提出古陆边缘成矿的基本控制因素。

作者运用活动论、系统论与历史观,以区域成矿系统演化为核心,将华北地台边缘及其周边的各个成矿区域作为统一的“华北古大陆边缘”,研究其地质构造演化与成矿系统。这

既是新的科学思维,也是新的科研实践。通过野外现场调查、实验室工作和综合及对比研究,深化了对本区成矿规律的认识,取得了一系列新成果。其中包括:

(1)对华北古陆边缘的地质构造格局及其演变作了新的解释,划分了陆内裂谷及陆缘裂谷,确定了华北古陆北缘和南缘构造演化的大体一致性,即由早期中元古代被动陆缘到早古生代转为主动陆缘,在古陆东部到中生代时又转为走滑型边缘;并重点阐明了华北古陆西南缘和西北缘的区域成矿演化及其构造动力学制约。

(2)根据对华北、扬子两古陆的构造演化及成矿特征,参考对比其他古大陆,划分了三类古陆边缘构造成矿系统:①离散型陆缘构造成矿系统(如狼山—渣尔泰中元古代裂谷成矿系统);②会聚型陆缘构造成矿系统(如白银厂地区新元古代—早古生代沟弧盆地成矿系统);③走滑型陆缘构造成矿系统(如郯庐断裂系中-新生代走滑构造成矿系统)。这种分类有一定的普遍意义。

(3)提出了古大陆边缘金属巨量富集的 10 个要素:①成矿物源丰富多样;②成矿地质流体汇聚;③高热动力异常;④壳幔物质循环作用显著;⑤大型构造密集并长期活动;⑥多种成矿地质环境;⑦漫长地质成矿历史;⑧多种临界转换成矿动力学机制;⑨多期叠加改造成矿;⑩矿床的适度保存。

(4)提出了矿床形成后的变化改造模式,即“五变化、四结局”模式。“五变化”指矿床的变形、变质、变品位、变规模、变位置;“四结局”指矿床的基本保存、部分保存、转型和消失。在研究区内,金川铜-镍矿床为基本保存型;白云鄂博为部分保存型。并以此为指导发现了白云鄂博矿区南约 20km² 范围内有相当数量的稀土-铁矿砾石(为原生矿受剥蚀与洪积、冲积堆积而成),并断定白云鄂博矿床形成时的储量规模明显大于现探明总量。

(5)对华北北缘的古老地层作了进一步研究,包括确定了白云鄂博原生矿体围岩中存在碱性火山岩类,如火山碎屑岩、火山熔岩、碳酸岩质火山岩;鉴定了热水沉积富钾硅质岩、钠质火山岩;对含矿岩系的岩性层序及矿床构造形态有了新的认识,认为白云鄂博原生铁矿是以火山热液沉积为主,具有后生褶皱热液叠加富集;稀土矿则以后生富集为主。白云鄂博主矿及东矿本身由一复式向斜构成。

(6)在东升庙超大型矿床的含矿岩系——狼山群中发现并确认出变质的“双峰式”火山岩夹层,同时首次在炭窑口矿区含矿狼山群二组岩层中发现同沉积期的钾质细碧岩。这些发现为深入认识中元古代狼山-渣尔泰裂谷的壳幔活动和同沉积火山作用与成矿关系提供了新的信息与思路,并提出狼山式多金属矿床的近火山-热液喷流沉积成矿模式。

(7)对辽吉裂谷广泛发育的古元古代富镁碳酸盐建造及有关的硼、镁矿床作了系统研究,阐明地壳演化与成矿的内在联系以及成矿物质赋存状态、溶解、迁移和富集的规律,建立了构造、流体、聚矿的成矿系统,首次提出了该区的古元古代富镁非金属矿的成矿系统模式。

(8)进一步确定了华北地台北缘金的成矿年代,发现含矿花岗岩类包括金成矿年龄有由西向东总体上逐渐变新的趋势,建立了华北地台北缘晚古生代—晚中生代热液金矿成矿系统,并以哈达门沟为例,提出了碱性花岗岩有关的成岩成矿演化模式。

(9)对金川铜-镍矿的成矿构造背景有了新的认识,查定含矿变质岩系——龙首山群的 Sm-Nd 同位素年龄为 3056Ma,说明该区变质基底具古陆核性质,这是迄今在华北陆块西南缘获得的最老年龄数据。

(10)研究了甘肃北部地区寒山、鹰嘴山金矿地质特征,提出华北古陆西缘由白银厂铜

矿、金川铜-镍矿、桦树沟铁-铜矿、小柳树沟钨矿、吊大坂铅-锌矿、寒山-鹰嘴山金矿组成的古陆缘金属成矿系统及其时-空演化轨迹。这是对河西走廊区域成矿特征的新的概括。

(11)将构造体制、同位素急变带与成矿系统三者结合,对华北古陆南缘东秦岭一带展开探索研究,并进行成矿预测,取得了新进展。研究表明,东秦岭 Pb 同位素地球化学急变带与华北古大陆南缘的深部构造边界相吻合,并与地球物理重力梯度带相互交叉,在交叉方向上由于壳幔相互作用形成了大型矿集区,沿 Pb 同位素急变带形成高温矿床,两侧分别发育中低温热液矿床。

(12)以华北地台北缘东段金矿床(夹皮沟矿区)为主要对象,在全面研究成矿条件的基础上,重点研究了构造动力系统的转移性、交叉性和旋回性,提出构造动力体制转换与含金流体多层循环成矿动力学的新思路,初步构建了成矿系统与成矿构造动力学的总体框架。

(13)通过对胶东金矿集中区(以焦家金矿田为主)综合地质异常(地质的、地球化学的、地球物理的)研究,进一步加深了该区构造控矿的认识,提出“主断裂型金矿”与“次级断裂型金矿”的概念,认识到成矿作用中“临界转换”地质异常和金成矿系统具有嵌套的分形结构,提出“五场”(物质场、能量场、流体场、空间场、时间场)成矿模式,建立了金成矿系统与综合地质异常的框架模型。

(14)对华北和扬子两古陆的陆缘构造演化与成矿谱系作了对比研究,发现其共同的成矿元素为 Fe、Au、Cu、Ni,其差异性在于华北陆缘的 REE、Mo、B、Mg 成矿显著,扬子以 Sn、Ag、Sb、Hg 成矿为特征。还简要对比了华北、扬子两古陆与非洲、澳洲、南美、西伯利亚、印度等古陆边缘主要成矿元素的异同。

(15)运用区域成矿系统分析方法,综合评价了区内主要成矿元素的地球化学块体特征及异常信息,进行了成矿预测,提出了若干处新的成矿远景区。在分析构造动力体制转换与矿体定位关系基础上,结合其他定位预测方法,在古陆东缘胶东夏甸金矿与矿山合作成功预测隐伏矿体,探获 C+D 级金属量 20 余吨。

本书是在该项目成果的基础上,经进一步加工深化而成。

本研究项目先后有 20 余人参加野外和室内的研究工作。本书由翟裕生、邓军主持编著。具体分工为:第一、二章—翟裕生;第三章—宋鸿林;第四章—彭润民、向运川、王建平;第五章—汤中立、白云来、徐章华、苏尚国;第六章—肖荣阁、彭润民、宋鸿林、胡玲、苗来成、李强之、龚羽飞;第七章—邓军、孙忠实、陈丛喜、杨立强、王建平、丁式江;第八章—邓军、张正伟、王庆飞;第九章—翟裕生、王建平;第十章—翟裕生、邓军、杨立强、王庆飞。英文摘要—王建平,余鸿彰教授审校。王建平、彭润民、杨立强、王庆飞做了大量的技术工作,全书由翟裕生、邓军统一定稿。

除上述人员外,参加项目研究的还有王美娟、戚开静、韩淑琴、孙肖、刘爱玲等同志。

本书的撰写尚源于作者们其他科技研究项目的成果。这些项目是:“九五”国家攀登预选项目“与寻找超大型矿床有关的基础研究”(编号 95-预-25-3-3)以及“地质流体及其成矿效应”(编号 95-预-39-2-1)、国家自然科学基金“构造体制转换与流体多层循环成矿动力学”(编号 40172036)和“华北北缘富钾硅岩(钾长石岩)建造及硅钾卤水成矿地球化学”(编号 40073013)、国土资源部“中国重要铜、金矿床综合地质异常研究”(编号 95-02-013)、中国地质调查局“大陆成矿体系及区域矿产潜力预测”(编号 K1.4-1-5)以及“区域成矿学研究方法指南”(编号 200110200069)。作者感谢这些项目主持人和有关专家的关

心、帮助及所给予的大力支持。

项目野外工作期间,得到甘肃、陕西、河南、内蒙古、河北、辽宁、吉林、山东、安徽等省(区)地质矿产勘查局及有关地勘队和区调所(队)的大力支持,同时甘肃省科委、金川有色金属公司、山东招金集团公司、酒泉地质调查队、达茂旗政府、白云鄂博矿区、白乃庙矿区、霍各乞矿区、哈达门沟矿区、焦家金矿、夏甸金矿、望儿山金矿、新城金矿、河东金矿、河西金矿、上庄金矿、玲珑金矿等为项目研究提供了便利条件。室内测试工作得到中国地质科学院、武警黄金地质研究所、吉林大学(原长春科技大学)、中国地质大学等单位的大力支持,在此均表示感谢。

项目研究过程中,曾先后同程裕淇、王鸿祯、谢学锦、常印佛、肖序常、李廷栋、马宗晋、任纪舜、陈毓川、於崇文、赵鹏大、裴荣富、张本仁等院士,白瑾、周永昶、游振东、石准立、蔡克勤、祁思敬、李思田、杨振升等教授(研究员),刘同友、殷先明等教授级高工进行了有益的讨论,得到了许多宝贵的启示。在著述过程中,还参阅了很多地质单位和专家个人的研究成果。在此向以上专家及有关单位一并表示衷心的感谢。

本书作为“211工程”项目成果的一部分,由中国地质大学的“211工程”建设项目资助出版。

最后,对参加此项研究工作的所有同仁,以及为本书的付梓做了大量工作的地质出版社的有关专家,一并致以诚挚感谢。

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
一、研究意义	(1)
二、研究简史	(1)
三、学术思想与研究方法	(3)
第二章 成矿系统基本概念与古陆边缘构造型式	(5)
第一节 成矿系统及其演化	(5)
一、成矿系统结构	(5)
二、成矿系统基本要素	(5)
三、成矿系统动力学过程	(8)
四、成矿系统作用产物	(9)
五、成矿系统后期变化与保存	(10)
六、成矿系统类型划分	(11)
第二节 古陆边缘构造与成矿	(13)
一、不同类型古陆边缘构造成矿系统	(13)
二、古陆边缘产出大型超大型矿床的基本因素	(17)
第三章 华北古陆边缘地质构造格局	(19)
第一节 地质发展史及构造格局演变	(19)
一、克拉通结晶基底的形成	(19)
二、中元古代大陆裂谷发育阶段	(20)
三、新元古代至早古生代稳定地台盖层及大陆边缘海发育阶段	(21)
四、加里东期末活动大陆边缘发育阶段及华北古陆的整体抬升	(22)
五、中生代活化阶段	(23)
第二节 地质构造单元划分	(23)
第三节 区域地球物理场特征	(24)
一、重力场特征	(24)
二、地磁场特征	(26)
第四节 区域成矿构造动力学背景	(27)
一、大型构造对成矿的作用	(27)
二、华北古陆边缘区域成矿的构造动力学制约	(28)

第四章 华北古陆边缘成矿元素地球化学特征	(30)
第一节 华北古陆地壳化学组成与金属元素丰度	(30)
一、华北古陆地壳结构与化学组成	(30)
二、华北古陆边缘金属元素丰度	(32)
第二节 华北古陆及其周边主要成矿元素区域地球化学	(34)
一、区域地球化学特征	(34)
二、金地球化学块体分布特征	(35)
三、银地球化学块体分布特征	(39)
四、铜地球化学块体分布特征	(42)
五、铅、锌地球化学块体分布特征	(46)
六、镍、钴地球化学块体分布特征	(50)
七、钨、钼地球化学块体分布特征	(50)
八、多元素综合地球化学块体	(57)
第五章 华北古陆西南缘成矿系统与成矿构造动力学	(58)
第一节 区域构造单元	(58)
一、龙首山陆缘带	(59)
二、河西走廊海盆	(59)
三、北祁连缝合带	(59)
四、中祁连离散型岛弧地体	(61)
五、南祁连弧后盆地	(61)
六、柴达木板块北缘	(61)
第二节 区域地球化学场特征	(61)
一、概述	(61)
二、主要构造单元元素丰度与分布特征	(62)
第三节 区域地球物理场特征	(64)
一、重力场特征	(64)
二、地磁场特征	(66)
三、地震测深特征	(67)
第四节 区域岩石圈组成及结构	(67)
一、哈拉湖—金塔综合地球物理剖面地质解释	(67)
二、湟源—金昌—北大山综合地球物理剖面地质解释	(72)
三、区内地壳结构基本特征	(72)
第五节 区域成矿系统时空背景及演化	(73)
一、太古宙—古元古代地质构造轮廓	(73)
二、中新元古代地质构造轮廓	(81)
三、古生代地质构造格局	(86)
四、中生代以来板块构造特征	(94)
第六节 区域成矿系统的确定与特征	(96)
一、成矿系统划分原则	(96)

二、离散型陆缘成矿型式	96
三、汇聚型陆缘成矿型式——加里东期活动大陆边缘成矿系统	119
四、碰撞型陆缘成矿型式——碰撞造山成矿系统	134
五、转换型陆缘成矿型式——走滑断层系成矿系统	137
第七节 区域成矿构造动力学	140
一、前寒武纪成矿构造动力学	140
二、早古生代成矿构造动力学	140
三、北祁连缝合带的形成	141
四、构造演化地球动力学	141
第八节 区域成矿规律与成矿预测	142
一、成矿规律	142
二、成矿预测	147
第六章 华北古陆北缘中西段成矿系统与成矿构造动力学	149
第一节 陆缘地壳结构与组成	149
一、区域地壳结构	150
二、古陆变质基底岩石建造	151
三、陆缘裂谷期沉积建造	154
第二节 陆缘构造格架与构造演化	162
一、构造格架	162
二、陆缘裂谷盖层的构造形迹	164
三、构造演化分析	166
第三节 陆缘花岗-绿岩带金成矿系统	168
一、区域金丰度及物源岩	168
二、哈达门沟金矿	169
三、赛乌苏金矿	177
四、金成矿年龄	180
五、古砂金矿与现代河谷砂金矿	184
第四节 狼山区陆缘裂谷铜-多金属成矿系统	186
一、东升庙-炭窑口区铅锌铜硫矿床	187
二、霍各乞铜铅锌铁矿床	197
三、成矿系统控制因素	207
第五节 白云鄂博稀土稀有磁铁矿叠生成矿系统	210
一、矿区地层及矿化围岩	210
二、矿床矿化特征	220
三、成矿地质年龄分析	224
四、元素相关分析	225
五、成矿作用与成矿期次	227
六、矿床保存条件及表生变化	228
七、控矿因素及成矿预测	230

第六节 白乃庙区火山岩建造及铜、金多金属硫化物成矿系统	(230)
一、矿化围岩	(230)
二、白乃庙铜-多金属矿床	(233)
三、白乃庙金矿床	(235)
四、矿床成因分析	(237)
第七节 区域成矿谱系与成矿预测	(240)
一、变质岩金矿成矿系统控矿因素与成矿预测	(241)
二、火山岩及喷流沉积成矿系统控矿因素与成矿预测	(242)
第七章 华北古陆东缘成矿系统与成矿构造动力学	(244)
第一节 辽东古元古代镁质碳酸盐岩建造非金属成矿系统	(244)
一、成矿地质背景	(244)
二、含矿建造	(250)
三、区域成矿构造	(254)
四、区域成矿流体	(257)
五、成矿系统分析	(261)
六、镁质碳酸盐岩建造成矿对比研究	(272)
七、找矿标志与找矿方向	(275)
第二节 胶东地区花岗-绿岩带金成矿系统	(278)
一、含矿岩石建造	(278)
二、成矿物质来源	(279)
三、区域流体活动成矿效应	(289)
四、金矿床主要类型与成矿特征	(297)
五、区域成矿系统与成矿谱系	(298)
六、区域成矿构造动力学模式	(304)
七、典型矿床隐伏矿体预测	(308)
第三节 吉林古陆边缘成矿系统	(308)
一、成矿地质背景	(311)
二、主要矿床成矿特征	(313)
三、古陆边缘成矿系统类型	(316)
四、古陆边缘成矿系统形成时代	(317)
五、古陆边缘成矿系统动力学机制	(320)
六、古陆边缘成矿系统、成矿系列与地壳演化	(332)
第八章 华北古陆东南缘成矿系统与成矿构造动力学	(336)
第一节 地壳结构模型	(336)
第二节 构造格架及演化	(337)
一、构造单元划分与物质组成	(337)
二、构造演化	(340)
第三节 铅同位素地球化学急变带	(343)
第四节 区域成矿系统	(344)

一、区域成矿系统划分	(344)
二、各成矿系统分述	(344)
第五节 区域成矿系统及成矿构造动力学	(351)
一、壳幔相互作用与区域成矿系统	(351)
二、东秦岭壳幔相互作用成矿构造动力学证据	(352)
三、成矿构造动力学模型	(352)
第六节 区域成矿谱系	(352)
第九章 华北古陆边缘构造演化与成矿特征	(355)
第一节 华北陆块构造演化与成矿特征	(355)
一、太古宙—古元古代基底构造演化与成矿特征	(355)
二、中新元古代构造演化与成矿特征	(356)
三、古生代构造演化与成矿特征	(357)
四、中生代构造演化与成矿特征	(358)
第二节 华北陆块主要矿种及其地球化学背景	(359)
第三节 华北陆块边缘成矿分带	(363)
一、主要成矿区带	(363)
二、区域矿化分带	(365)
三、陆缘构造成矿格架	(365)
第四节 华北陆缘与扬子陆缘成矿对比	(366)
第五节 全球主要古陆边缘成矿简要对比	(369)
第十章 古陆边缘成矿要素及成矿构造动力学	(371)
一、成矿物源丰富多样	(371)
二、成矿地质流体汇聚	(372)
三、高热动力异常	(374)
四、壳幔物质循环作用显著	(375)
五、大型构造密集并长期活动	(377)
六、多种成矿地质环境	(378)
七、漫长的地质成矿历史	(379)
八、多种临界转换成矿动力学机制	(380)
九、多期叠加成矿	(382)
十、矿床的适度保存	(383)
参考文献	(385)
英文摘要	(398)

CONTENTS

PREFACE

CHAPTER 1 Introduction	(1)
1) Research significance	(1)
2) Brief research history	(1)
3) Academic thought and research methods	(3)
CHAPTER 2 Basic concepts of metallogenic system and tectonic types of palaeocontinental margin	(5)
1. Metallogenic system and its evolution	(5)
1) Structure of metallogenic system	(5)
2) Basic elements of metallogenic system	(5)
3) Dynamic processes of metallogenic system	(8)
4) Products of metallogenic system	(9)
5) Post-ore modification and preservation of metallogenic system	(10)
6) Classification of types of metallogenic system	(11)
2. Tectonics and metallogeny of palaeocontinental margin	(13)
1) Different tectono-metallogenic systems in different types of palaeocontinental margins	(13)
2) Basic factors favoring the occurrence of large and superlarge ore deposits in palaeocontinental margins	(17)
CHAPTER 3 Geo-tectonic frame of margins of the North China Craton	(19)
1. Geological history and evolution of Geo-tectonic frame	(19)
1) Formation of the crystalline basement in the craton	(19)
2) Development of continental rift in Mesoproterozoic era	(20)
3) Development of cover formation and epicontinental sea of the stable craton during Neoproterozoic and Eopaleozoic	(21)
4) Active continental margin in late Caledonian and uplift of the whole North China Craton	(22)
5) Reactivity in Mesozoic	(23)
2. Classification of Geo-tectonic units	(23)
3. Regional geophysical fields	(24)
1) Characteristics of gravity field	(24)

2) Characteristics of geomagnetic field	(26)
4. Tectono-dynamic setting of regional metallogeny	(27)
1) Macroscopic structure control of ore formation	(27)
2) Tectono-dynamic control of regional metallogeny in margins of the North China Craton	(28)
CHAPTER 4 Geochemical features of ore-forming elements in the margins of the North China Craton	(30)
1. Crustal chemical composition and abundance of metals of the North China Craton	(30)
1) Crust structure and chemical composition of the North China Craton	(30)
2) Abundance of metallic elements in the margins of the North China Craton	(32)
2. Regional geochemistry of main ore-forming elements of the North China Craton and its peripheral area	(34)
1) Regional geochemistry	(34)
2) Distribution of the gold geochemical blocks	(35)
3) Distribution of the silver geochemical blocks	(39)
4) Distribution of the copper geochemical blocks	(42)
5) Distribution of the lead and zinc geochemical blocks	(46)
6) Distribution of the nickel and cobalt geochemical blocks	(50)
7) Distribution of the tungsten and molybdenum geochemical blocks	(50)
8) Multi-element comprehensive geochemical blocks	(57)
CHAPTER 5 Metallogenic systems and ore-forming structural dynamics of the southwestern margin of the North China Craton	(58)
1. Classification of geological units	(58)
1) The Longshoushan continental margin	(59)
2) Marine basin in the Hexi Corridor	(59)
3) The North Qilianshan suture zone	(59)
4) The divergent island arc terrane in the Middle Qilianshan	(61)
5) The South Qilianshan backarc basin	(61)
6) The northern margin of the Qaidam plate	(61)
2. Regional geochemistry	(61)
1) Introduction	(61)
2) Abundance and distribution of ore-forming elements in major tectonic units	(62)
3. Characteristics of regional geophysical fields	(64)
1) Gravity field	(64)
2) Geomagnetic field	(66)
3) Seismic sounding feature	(67)
4. Composition and structure of regional lithosphere	(67)
1) Geological interpretation of the Halahu – Jinta comprehensive	

geophysical profile	(67)
2) Geological interpretation of the Huangyuan-Jinchang-Beidashan comprehensive geophysical profile	(72)
3) Structural feature of regional crust	(72)
5. Temporal-spatial setting and its evolution of regional metallogenic system	(73)
1) Structural outline of the Archean – Paleoproterozoic era	(73)
2) Structural outline of the middle and Neoproterozoic era	(81)
3) Geological structure of the Paleozoic era	(86)
4) Plate tectonics since Mesozoic	(94)
6. Classification and features of regional metallogenic systems	(96)
1) Rules for classifying different metallogenic systems	(96)
2) Mineralization in divergent continental margin	(96)
3) mineralization in convergent continental margin——metallogenic system in active continental margin during Caledonian	(119)
4) Mineralization in collisional continental margin——collisional orogenic metallogenic system	(134)
5) Mineralization in transform continental margin——strike-slip fault type metallogenic system	(137)
7. Regional ore-forming structural dynamics	(140)
1) Archean ore-forming structural dynamics	(140)
2) Early Paleozoic ore-forming structural dynamics	(140)
3) Formation of the North Qilianshan suture zone	(141)
4) Geodynamics of tectonic evolution	(141)
8. Regional ore-forming regularities and ore prediction	(142)
1) Ore-forming regularities	(142)
2) Ore prediction	(147)
CHAPTER 6 Metallogenic systems and ore-forming structural dynamics of the middle and west section of the northern margin of the North China Craton	(149)
1. Crust structure and composition of continental margin	(149)
1) Structure of regional crust	(150)
2) Metamorphic basement formation of the palaeocontinent	(151)
3) Sedimentary formation during rifting stage of the palaeocontinent	(154)
2. Structural frame of the continental margin and structural evolution	(162)
1) Structural outline	(162)
2) Structure in cover rocks of the continental margin rift	(164)
3) Analysis of structural evolution	(166)
3. Granite-greenstone belt gold metallogenic system in continental margin ...	(168)
1) Regional gold abundance and source rock	(168)

2) The Hadamengou gold deposit	(169)
3) The Saiwusu gold deposit	(177)
4) Gold mineralization age	(180)
5) Ancient gold placer and gold placer in modern river valley	(184)
4. Copper-polymetallic ore-forming system of continental margin rift in the Langshan area	(186)
1) Pb, Zn, Cu and S deposit in the Dongshengmiao—Tanyaokou area	(187)
2) The Huogeqi Pb, Zn, Cu and Fe deposit	(197)
3) Ore-controlling factors of the metallogenic system	(207)
5. The Bayan Obo REE-rare element-magnetite superimposed metallogenic system	(210)
1) Strata and mineralized host rock of the ore deposit	(210)
2) Mineralization features of the ore deposit	(220)
3) Analysis of the ore-forming age	(224)
4) Correlation analysis of elements	(225)
5) Ore-forming processes and mineralization stages	(227)
6) Preservation condition and hypergene change	(228)
7) Ore-controlling factors and ore prediction	(230)
6. Volcanic rock formation and Cu-Au polymetallic sulfides ore-forming system in the Bainaimiao area	(230)
1) Mineralized host rock	(230)
2) The Bainaimiao polymetallic ore deposit	(233)
3) The Bainaimiao gold ore deposit	(235)
4) Genetic analysis of the ore deposits	(237)
7. Regional metallogenic pedigree and ore prediction	(240)
1) Ore-controlling factors and ore prediction of gold metallogenic system in metamorphic rocks	(241)
2) Ore-controlling factors and ore prediction of metallogenic system in volcanic rocks and SEDEX metallogenic system	(242)
CHAPTER 7 Metallogenic systems and ore-forming structural dynamics of the eastern margin of the North China Craton	(244)
1. Non-metal metallogenic system in Paleoproterozoic magnesian carbonatite formation in east Liaoning province	(244)
1) Ore-forming geological setting	(244)
2) Ore-hosting formation	(250)
3) Regional ore-forming structure	(254)
4) Regional ore-forming fluids	(257)
5) Analysis of metallogenic system	(261)
6) A comparison study on magnesian carbonatite formation	(272)