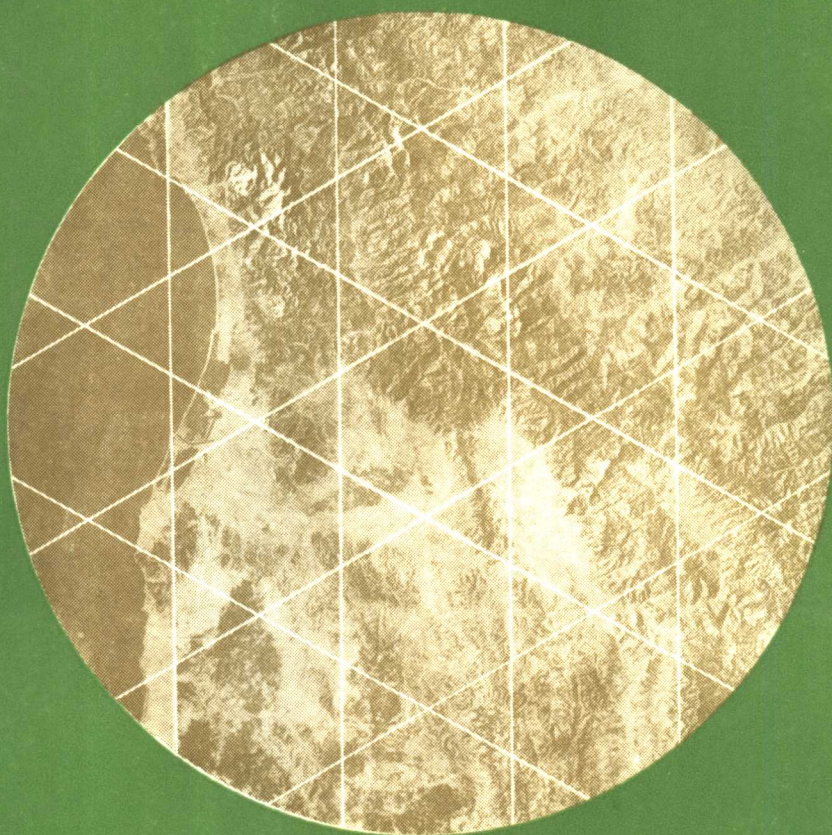


大型铜矿地质 与找矿

王之田 等著



冶金工业出版社

57131
036

大型铜矿地质与找矿

王之田 秦克章 张守林 著

冶金工业出版社

(京)新登字 036 号

内 容 简 介

本书是作者积 40 年对我国绝大多数中型以上规模铜矿、成矿集中区和国外部分成矿集中区进行野外实地调查和考察基础上综合研究写出的专著。全书九章,分总论、分论和结论。本书对国内外大型以上规模的铜矿床类型、时空分布、成矿环境、矿床特征、成矿模式、实例、找矿评价标志和潜力等进行了深入细致的阐述和对比研究,内容丰富、资料详实、文图并茂。本书是一本大型-超大型铜矿床成矿地质条件、评价准则和找矿潜力等的专著。

本书可供有关管理人员、找矿勘探人员、科研人员及高等院校师生参考。

大型铜矿地质与找矿

王之田 秦克章 张守林 著

责任编辑 姚参林

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号)

新华书店总店科技发行所经销

北京昌平长城印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 11 插页 1 字数 253 千字

1994 年 6 月第一版 1994 年 6 月第一次印刷

印数 1~1000 册

ISBN 7-5024-1386-3

P·19 定价:11.00 元

序

人类认识、开发和利用铜的矿产资源为时甚早，早于对铁矿的认识、开发与利用。但是，在世界范围内，一些著名的拥有巨大储量的铁矿在本世纪40年代前即已多被发现，在40年代后找到的大规模铁矿为数较少。而铜矿则不然，不少拥有超过1000万吨铜金属储量的巨大铜矿，如澳大利亚的奥林匹克坝、俄罗斯的乌多坎，还有智利的两个斑岩铜矿等只是在70年代后才被发现。这从一个侧面说明了寻找大型以上规模铜矿的难度。

我国的铜矿普查勘探事业在1949年后有很大的发展，但主要的大型以上规模铜矿如白银、德兴、玉龙等都是在50~70年代初即已确立，近20年来则进展不够理想，因而，寻找大型和大型以上规模铜矿的必要和难度在我们的广大国土上就显得更为突出。解决这一难题的途径之一是立足国内、借鉴国外找矿经验，力图解答成矿集中区、靶区以及找矿潜力的剖析等问题。正是在这种严峻形势推动之下，王之田等同志的专著《大型铜矿地质与找矿》问世了。

本专著首先根据容矿岩系将我国大型以上规模铜矿划分为斑岩型、海相火山岩块状硫化物型等六大类型，并分别就它们产出的地质背景、矿床特征、时空分布、成因模式和较多实例等进行了阐述，并着重讨论了中国和其他国家同类型矿床的异同。在大量综合和系统对比的基础上并主要从我国岩石圈发育与演化的特征出发，专著探讨了不同类型铜矿在我国的找矿潜力，并划分了我国大型以上规模铜矿成矿集中区、远景区等。

本专著在论述不同类型铜矿的成矿地质背景时，是从板块构造理论出发的。在这方面，作者作出了有益的尝试。如在分析和对比环太平洋东西两侧斑岩铜矿成矿背景的共性及特性时，作者多方面地论述了东西两带在构造背景、基底成分、过渡带的组成和宽度、俯冲速度及成矿时代的异同并进一步探讨了我国东部斑岩铜矿规模不及美洲西部及缺乏对应连续矿带的原因。作者对困扰矿床学家的一些理论及实际问题进行了较深程度的探索，这将有助于找矿思路的开拓。

相信本专著的出版将在朝着深化我国铜矿的普查找矿工作方向迈出可贵的一步。

徐志大

1993.1.26

前言

本专著系根据中国有色金属工业总公司于1989年正式下达给北京矿产地质研究所的指令科研项目——“国内外大型超大型铜矿成矿地质环境对比研究及成矿预测”课题(90中色科字第0179号文)的研究成果编写而成。

本专著旨在系统总结我国大型铜矿成矿特点,研究国外大型铜矿成矿规律,进行全球对比,总结其共性,找出差异,从而明确找矿方向。在此基础上,提出我国大型以上规模铜矿成矿集中区,分析其成矿环境,选出靶区并做出潜力预测,为勘查战略规划和找矿评价战术安排提供科学依据,以切实推进我国大型以上规模铜矿的发现。

铜矿勘查、开发利用一直伴随着人类的文明和工业发展。铜已成为当今世界工业发展不可缺少的基础金属原料。没有铜,电器、工程、建筑、运输和军事工业将难以运转。因此人类要发现更多的铜矿资源,以保证人类对铜的不断增长的需求。从世界范围看,铜矿资源是丰富的,铜金属供过于求。但我国长期以来铜金属市场一直求大于供。建国以来,广大地质工作者对我国铜矿的找矿勘探和研究作了大量工作,取得很大成绩,但我国现有许多重要铜矿床由于多种原因一时难以开发利用,使得我国自产铜的自给率不高,铜矿资源远不能适应国民经济发展的需要,形势比较严峻。大型、超大型矿床由于它们不言而喻的经济效益而为各国经济地质学家所重视。就铜矿来说,世界已开发和有经济价值的矿床中,0.55Mt以上规模的矿床占总储量的92.41%,而其中5.5Mt以上规模的矿床占总储量的66.37%(P. Laznicka, 1983)。我国已知大型以上规模铜矿床计31个,占全国总储量的66.67%,其中大型25个占33.41%,特大型4个占16.16%,超大型2个占17.1%。因此认真研究总结、勘查和开发大型以上规模的铜矿床,是根本解决铜矿资源问题的重要途径。而全球对比研究,总结其共性,找出其差异,进行成矿区带和靶区选择,是70年代以来经济地质学家的热门方法。

5000年来,人类开采的铜矿床品位越来越低,规模越来越大,这是一个历史趋势。各种铜矿类型的发现及其重要性也依此为转移。这些类型大体依次是脉状铜矿、矽卡岩铜矿、块状硫化物铜矿、铜镍硫化物铜矿、砂页岩铜矿和斑岩铜矿。60年代以来以品位低、规模大为特点的斑岩铜矿的大量发现与开发,最好不过地说明了这个趋势。国内外地质工作者近50年来对铜矿床类型划分,各种类型铜矿背景、成矿地质特征、分布规律及其成因,都做过不同程度的探讨。特别是近30年来各种学科的渗透和新技术的引进,使铜矿地质由描述性认识向理性高度发展。近20年一批有关成矿区、带的专著和典型矿床总结,特别是近10年一些国际学术会议和大量经济地质文献的发表,为今后铜矿地质向更深更广方面研究奠定了基础。我国老一代地质学家谢家荣、孟宪民、郭文魁、宋叔和等对我国铜矿的勘查研究和总结做过开创性贡献。这就是大型铜矿地质与找矿的研究现状。

本课题技术负责人40年来对我国中型以上规模铜矿和成矿集中区,绝大部分都进行过

• VII •

野外现场实地调查研究和考察,其中长江中下游和内蒙满洲里-新巴尔虎地区做过比较深入的工作,同时对国外部分成矿地区也做过考察,即不同程度地掌握了第一性资料。在接受本项任务之前,本课题技术负责人曾对我国铜矿床做过一些综合研究,如60年代针对我国铜矿资源形势,提出过《中国铜矿资源现状分析与找矿方向研究》咨询报告(冶金部铜矿座谈会主文件,1966);80年代对我国123个铜矿进行了综合研究,提出了《中国铜矿床类型、成矿环境及其时空演化分布》研究报告(中国有色金属工业总公司铜矿座谈会,1986;地质学报,1988—获《地质学报》1982~1992优秀论文奖)。这些是本项研究的直接工作基础。

关于铜矿规模,国内外有大型、特大型、超大型、巨型铜矿之称,除我国对大型铜矿规模一般定为大于0.5Mt外,没有统一标准。根据国内外铜矿储量规模情况,本项研究划分规模级别是:铜金属储量0.5~1.99Mt,大型;2~4.99Mt,特大型;5~9.99Mt,超大型;10~49.99Mt,巨型;>50Mt,超巨型。特大型标准主要是考虑我国的情况。超大型、巨型、超巨型标准主要是考虑国外情况。

在潜力估计上,依把握程度,本书使用了可见潜力、潜力、待揭开潜力区及一定程度等用语。

关于铜矿类型的划分,国内外尚不统一。本书采取以容矿岩系划分类型,其亚类基本以构造环境划分。

关于对比的类型,主要是世界四大类型的对比,即斑岩型、海相沉积(变质)岩型、海相火山岩块状硫化物型、镁铁质-超镁铁质岩铜镍型的对比。由于海相沉积岩块状硫化物型和矽卡岩型在我国占有重要位置,因此也进行了讨论对比。而陆相沉积岩型目前在国外几乎不占比例,而在国内尚未发现大型铜矿,故本书未讨论。至于玄武岩中自然铜型在世界已知有一处超大型铜矿,在我国还没有成型矿床,故也未讨论。

关于对比,本项研究除分别国内、世界总的概述外,具体对比依类型对比。每一类型大体依分类、时空分布、成矿环境、矿床特征、成因模式、主要成矿区带和典型矿床、国内外对比小结、找矿判别评价标志、该型在我国的潜力等层次展开。然后重点讨论了中国大型以上规模铜矿成矿集中区及其潜力预测。最后结论,包括简结、热点和建议。

本项研究采取的工作原则:

(1) 首先深入现场调研,特别是那些有争议的地区,力求实地弄清情况。此项工作基本在1990年底结束。

(2) 尽早地明确中国成矿集中区并预测其潜力。此项工作基本在1991年上半年完成。

(3) 力求应用国内外最新成果,尽可能多地吸取意见。着重宏观环境,结合必要的微观资料,理出认识。由1991年下半年全部转入专著编写,至1992年6月完成初稿。

(4) 本专著主要采用讨论对比方式,不采用表格对比形式。力求系统、实用、简明扼要。全文主线着眼在找矿上,即回答成矿集中区、靶区优选及其潜力预测上。对每一类型均专辟一节,总结了该型找矿判别评价标志,目的便于应用。

(5) 中间成果或认识及时送交有关领导和单位,或交流或公开发表,以求及时推动找矿工作,使成果尽早转化。

三年来提交的中间成果有:

(1) 中国大型铜矿床类型、成矿环境与主要成矿集中区潜力。

(2) 斑岩铜矿成矿地质环境及其找矿判别评价标志。

(3) 70年代以来国外铜矿勘查进展及其意义。

(4) 扭转我国铜矿资源困难局面的几点建议。

研究组成员有王之田(技术负责人,教授级高工)、秦克章(组员,工程师)于1989年6月接受此项任务。1990年8月张守林(助工)参加本项工作。至1991年5月秦克章、张守林调出参加其它工作。至此主要由王之田一人工作,直至1992年6月完成本专著初稿,同年12月定稿。

本书编写分工如下:

前言、第一章、第三章、第五章、第六章、第九章及结论:王之田。

第四章:秦克章。其中有关找矿判别评价标志和潜力两节由王之田提出。

第七章、第八章:张守林。其中有关潜力两节由王之田提出。

第二章:王之田、秦克章、张守林。

最后由王之田负责统一修改定稿。本专著可供有关管理、找矿评价勘探、科研及教学人员参考。希望对他们有用。

三年半来,野外调研中得到有关地质队、矿山地质人员的大力协助。研究过程中得到我所在有关地区工作的多位同仁介绍最新情况。华北有色勘查局普查队绘图组为本专著清绘全部附图。我所吴俞斌、祝新友、王焕章等青年同仁热情为本专著微机录入和排版。本项目得到我所及有色总公司有关领导的极大关心和支持。李仪贞高工为本书及时公开出版给以极大帮助。宋叔和学部委员、朱上庆教授、郑之英教授及涂光炽学部委员先后审阅了全文,并提出宝贵意见。承蒙涂光炽先生为本书作序。谨此一并致以谢忱!

本专著涉及面较宽,工作量较大,面对浩瀚的资料和错综复杂的地质事实,虽然我们作了最大努力,限于人力、时间和作者水平,错误肯定存在。谨此敬请有关领导、使用单位、各位同行给予批评指正。

目 录

前言

1 中国大型铜矿床类型、成矿环境与时空分布概述	1
1.1 中国大地构造骨架、陆壳模型与大地化学背景	1
1.2 大型铜矿床类型及成矿环境	2
1.3 中国大型铜矿床的时空分布特点	6
2 世界大型铜矿床类型、成矿环境与时空分布概述	9
2.1 铜矿类型	9
2.2 特大型以上规模铜矿	10
2.3 主要亚类型铜矿的吨位—品位模型	13
2.4 主要类型的成矿环境与时空分布	15
3 国内外大型—超大型斑岩铜矿成矿地质环境对比及中国大型—超大型斑岩铜矿 潜力	17
3.1 概述	17
3.2 斑岩铜矿的分类	18
3.3 斑岩铜矿的时空分布	19
3.4 斑岩铜矿产出大地构造环境	23
3.5 斑岩铜矿成矿的火山—深成岩浆活动条件	26
3.6 斑岩铜矿成因	27
3.7 斑岩铜矿成矿系列	32
3.8 国外主要斑岩铜矿成矿集中区	36
3.9 中国若干典型斑岩铜矿床实例	43
3.10 中外斑岩铜矿对比小结	46
3.11 大型-超大型斑岩铜矿找矿判别评价标志	47
3.12 中国大型-超大型斑岩铜矿的潜力	49
4 国内外大型-超大型海相火山岩块状硫化物型铜矿成矿地质环境对比及中国 大型-特大型海相火山岩块状硫化物型铜矿潜力	60
4.1 概述	60
4.2 分类	60
4.3 时空分布	63
4.4 成矿地质环境与矿床地质特征	63
4.5 成因模式	67
4.6 国外主要成矿区带与典型矿床实例	71

4.7	中国大型海相火山岩块状硫化物型矿床实例	81
4.8	国内外海相火山岩块状硫化物型铜矿床对比小结	84
4.9	海相火山岩块状硫化物型铜矿床的找矿评价标志	86
4.10	中国大型-特大型海相火山岩块状硫化物型铜矿的潜力	88
5	国内外大型-超大型海相沉积岩块状硫化物型铜矿成矿地质环境对比及中国大型-特大型海相沉积岩块状硫化物型铜矿的潜力	89
5.1	概述与分类	89
5.2	时空分布	89
5.3	产出大地构造环境	90
5.4	矿床特征	92
5.5	成因模式	93
5.6	典型成矿区带与矿床	94
5.7	国内外大型-超大型海相沉积岩块状硫化物型铜矿比较	99
5.8	大型-超大型海相沉积岩块状硫化物型铜矿的找矿判别评价标志	100
5.9	中国大型-特大型海相沉积岩块状硫化物型铜矿的潜力	101
6	国内外大型-超大型海相沉积(变质)岩型铜矿成矿地质环境对比及中国大型-超大型海相沉积(变质)岩型铜矿潜力	102
6.1	概述	102
6.2	海相沉积(变质)岩型铜矿的分类	102
6.3	时空分布	104
6.4	成矿地质环境	104
6.5	矿床特征	104
6.6	成因模式	106
6.7	主要成矿区带和典型矿床	109
6.8	国内外海相沉积(变质)岩型铜矿比较	121
6.9	大型-超大型海相沉积(变质)岩型铜矿的找矿判别评价标志	122
6.10	中国大型-超大型海相沉积(变质)岩型铜矿的潜力	123
7	国内外大型-超大型镁铁质-超镁铁质岩铜镍型矿床成矿地质环境对比及中国大型-特大型铜镍矿潜力	124
7.1	概述	124
7.2	分类	124
7.3	铜镍矿床的时空分布	125
7.4	铜镍矿床的成矿地质环境与矿床特征	125
7.5	成因模式	132
7.6	国内外大型-超大型铜镍硫化物矿床比较	132
7.7	大型-超大型镁铁质-超镁铁质岩铜镍矿床的找矿标志	133
7.8	中国大型-特大型镁铁质-超镁铁质岩铜镍矿的潜力	133
8	国内外大型-特大型矽卡岩型铜矿成矿地质环境对比及中国大型矽卡岩型铜矿的潜力	134

8.1 概述	134
8.2 分类	134
8.3 矽卡岩铜矿的时空分布	134
8.4 矽卡岩铜矿床的成矿地质环境与形成条件	135
8.5 矿床地质特征	137
8.6 成矿演化模式及成矿物质来源	138
8.7 矽卡岩铜矿若干实例	140
8.8 国内外大型矽卡岩铜矿比较	142
8.9 大型矽卡岩铜矿床的找矿标志	142
8.10 中国大型矽卡岩铜矿的潜力	143
9 中国大型以上规模铜矿成矿集中区、远景区划分, 成矿条件分析与找矿潜力	144
9.1 山西断隆	144
9.2 内蒙地轴	144
9.3 康滇地轴	145
9.4 滇东拗陷带	145
9.5 下扬子拗陷带	145
9.6 江南地轴	145
9.7 华南褶皱系	146
9.8 额尔古纳褶皱系	146
9.9 内蒙—大兴安岭褶皱系	146
9.10 阿尔泰褶皱系	147
9.11 天山褶皱系	147
9.12 祁连褶皱系	147
9.13 秦岭褶皱系	148
9.14 巴颜喀拉—甘孜褶皱系	148
9.15 三江褶皱系	148
9.16 冈底斯—念青唐古拉褶皱系	148
结论	149
1. 对我国大型以上规模铜矿成矿特点和潜力的简结	149
2. 未来 10~20 年世界铜矿地质勘查研究热点	150
3. 对我国铜矿勘查研究工作的几点建议	151
主要参考文献	152
英文摘要	156

GEOLOGY AND EXPLORATION OF LARGE COPPER DEPOSITS

Contents

Preface

Chapter 1. An outline for the types, metallogenic environments and temporal and spatial distribution of large copper deposits in China 1

- 1.1 Tectonic framework, cotinental crust model and chemical setting of continental crust in China 1
- 1.2 Types and metallogenic environments of large copper deposits in China 2
- 1.3 Characteristics of temporal and spatial distribution of large copper deposits in China 6

Chapter 2. An outline for the types, metallogenic environments and temporal and spatial distribution of large copper deposits in the world 9

- 2.1 Copper deposit types 9
- 2.2 Copper deplsits over especial-large scale 10
- 2.3 Tonnage-tenor models for major subtype copper deposits 13
- 2.4 Metallogenic environments and temporal and spatial distribution of major type copper deposits 15

Chapter 3. Metallogenic environment comparison for large-superlarge porphyry copper deposits between China and the world, and potentialities of large-super large porphyry copper deposits in China 17

- 3.1 Introduction 17
- 3.2 Classification of porphyry copper deposits 18
- 3.3 Temporal and spatial distribution of porphyry copper deposits 19
- 3.4 Tectonic setting of porphyry copper deposits 23
- 3.5 Volcanism-plutonism conditions in relation to porphyry copper deposits 26
- 3.6 Genesis of porphyry copper deposits 27
- 3.7 Metallogenic series of porphyry copper deposits 32
- 3.8 Major metallogenic concentration provinces of porphyry copper deposits abroad 36
- 3.9 Typical examples of porphyry copper deposits in China 43
- 3.10 Brief summary of correlation on porphyry copper deposits between Chian and the

• N •

world	46
3.11 Explorational distinguishing and assessing criteria for large-superlarge porphyry copper deposits	47
3.12 Potentialities of large-superlarge porphyry copper deposits in China	59
Chapter 4. Metallogenic environment comparison for large-superlarge submarine volcanic-hosted massive sulfide copper deposits between China and the world, and potentialities of large-especial large copper deposits of this type in China ...	60
4.1 Introduction	60
4.2 Classification	60
4.3 Temporal and spatial distribution	63
4.4 Metallogenic geological environments and characteristics of ore deposit geology	63
4.5 Genetic model	67
4.6 Major metallogenic belts and typical examples of this type deposits abroad ...	71
4.7 Examples of large VHMS deposits in China	81
4.8 Brief summary of correlation on VHMS deposits between China and the world	84
4.9 Explorational assessment criteria for VHMS copper deposits	86
4.10 Potentialities of large-especial large VHMS copper deposits in China	88
Chapter 5. Metallogenic environment comparison for marine sedimentary-hosted massive sulfide copper deposits between China and the world, and potentialities of large-especial large copper deposits of this type in China	89
5.1 Introduction and classification	89
5.2 Temporal and spatial distribution	89
5.3 Metallogenic geological environments	90
5.4 Characteristics of ore deposits	92
5.5 Genetic model	93
5.6 Typical metallogenic belts and ore deposits	94
5.7 Correlation of Large-superlarge copper deposits of SHMS between China and the world	99
5.8 Explorational distinguishing and assessing criteria for large-superlarge SHMS copper deposits	100
5.9 Potentialities of large-especial large SHMS copper deposits in China	101
Chapter 6. Metallogenic environment comparison for large-superlarge (metamorphosed) marine sedimentary copper deposits between China and the world, and Potentialities of large-superlarge copper deposits of this type in China	102
6.1 Introduction	102
6.2 Classification of (matamorphoesd) marine sedimentary copper deposits	102
6.3 Temporal and spatial distribution	104

6.4	Metallogenic geological environments	104
6.5	Characteristics of ore deposits	104
6.6	Genetic model	106
6.7	Major metallogenic belts and typical ore deposits	109
6.8	Correlation of (metamorphosed) marine sedimentary copper deposits between China and the world	121
6.9	Explorational distinguishing and assessing criteria for large-superlarge (metamorphosed) marine sedimentary copper deposits	122
6.10	Potentialities of large-superlarge deposits of (metamorphosed) marine sedimentary copper deposits in China	123
Chapter 7. Metallogenic environment comparison for large-superlarge copper-nickel deposits in mafic-ultramafic rocks between China and the world, and potentialities of large-especial large Cu-Ni deposits in China		
7.1	Introduction	124
7.2	Classification	124
7.3	Temporal and spatial distribution of Cu-Ni deposits	125
7.4	Metallogenic geological environments and characteristics of Cu-Ni deposits	125
7.5	Genetic model	132
7.6	Correlation of large-superlarge Cu-Ni sulfide deposits between China and the world	132
7.7	Explorational criteria for large-superlarge Cu-Ni deposits in mafic-ultramafic rocks	133
7.8	Potentialities of large-especial large Cu-Ni deposits in mafic-ultramafic rocks in China	133
Chapter 8. Metallogenic environment comparison for large-especial large skarn type copper deposits between china and the world, and potentialities of large skarn copper deposits in China		
8.1	Introduction	134
8.2	Classification	134
8.3	Temporal and spatial distribution of skarn copper deposits	134
8.4	Metallogenic geological environments and metallogenic conditions of skarn copper deposits	135
8.5	Characteristics of ore deposit geology	137
8.6	Metallogenic evolution model and source of ore-forming materials	138
8.7	Some examples of skarn copper deposits	140
8.8	Correlation of large skarn type copper deposits between China and the world	142
8.9	Explorational criteria for large skarn copper deposits in China	142

8.10	Potentialities of large skarn copper deposits in China	143
Chapter 9. Division of Metallogenic provinces and prospects, analysis for metallogenic conditions and prospecting potentialities of copper deposits more than large scale in China		
		144
9.1	Shanxi fault-uplift	144
9.2	Inner Mongolian axis	144
9.3	Xikang-Yunnan axis	145
9.4	Eastern Yunnan downwarping belt	145
9.5	Lower Yangtze downwarping belt	145
9.6	Jiangnan axis	145
9.7	South China fold system	146
9.8	Ergun fold system	146
9.9	Inner Mongolian-Greater Khingan fold system	146
9.10	Altay fold system	147
9.11	Tianshan fold system	147
9.12	Qilian fold system	147
9.13	Qinling fold system	148
9.14	Bayanhar-Garze fold system	148
9.15	Sanjiang fold system	148
9.16	Gangdise-Nyainqentanglha fold system	148
Conclusions		149
1	Brief summary of metallogenic characteristics and potentialities of copper deposits more than large scale in China	149
2	The popular aspects of exploration and research for copper deposits in the world at next 10 to 20 years	150
3	Suggestions to exploration and research works for copper deposits in China ...	151
References		152
Abstract in English		156

中国大型铜矿床类型、成矿 环境与时空分布概述

1.1 中国大地构造骨架、陆壳模型与大地化学背景

中国大型铜矿成矿特点, 与中国地壳性质和大地构造格局发展有关。

中国板块为欧亚板块的一部分。以克拉美丽山—索伦山—西拉木伦河缝合线与西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块分开; 以印度河—雅鲁藏布江缝合线与印度板块分开; 以台湾大纵谷缝合线与太平洋板块分开 (李春昱等, 1982)。

中国大地构造发展、演化, 可以概括为四大阶段: (1) 太古宙—古元古代阶段, 中朝古板块的逐渐形成, 约 1700Ma 前固化; (2) 中新元古代阶段, 杨子古板块及塔里木古板块的形成, 约 700Ma 前固化; (3) 古生代阶段, 古亚洲大陆的逐步形成; (4) 中、新生代阶段, 滨太平洋构造带和特提斯—喜马拉雅构造带的形成和发展。环绕中朝—塔里木和扬子板块的增生褶皱带由老到新依次形成, 并镶嵌于古板块边缘, 使中国大陆逐渐增生扩展。

中国陆壳模型及其特征可以概括为: (1) 中国陆壳面积: 地台区 (包括中朝地台、扬子地台和塔里木地台) 占 1/3, 其余为增生褶皱带区 (包括北缘亚区、青藏亚区和华南亚区); (2) 中国陆壳所占质量百分比: 地台区 29.7%, 褶皱带区 70.29%, 而全球则相反, 地台区 69.6%, 褶皱区 30.4%; (3) 中国陆壳平均厚度 (47km) 大大超过全球陆壳的平均厚度 (36.5km)。中国陆壳沉积层平均厚约 5km, 硅铝层厚 26km, 硅镁层厚 16km, 所占的质量百分数分别是 9.21%、55.19%、35.60%。中国陆壳沉积层质量百分数大大高于全球陆壳沉积层质量百分数 (2.2%), 硅铝层/硅镁层的质量比 (1.55) 低于全球陆壳之质量比 (2.61) (黎彤, 1989)。

中国地壳最上部构造层的大地化学背景概括为: 中朝地台 K_2O 、 Na_2O 含量高; 扬子地台 FeO 、 MgO 含量高; 塔里木地台 CaO 和 CO_2 含量最高。增生褶皱带北缘亚区以高 Na_2O 和 K_2O , 低 MgO 和 CaO 为特征; 青藏亚区相反, 低 Na_2O 和 K_2O , 高 MgO 和 CaO ; 华南区以高 Na_2O 和 MgO , 低 K_2O 和 CaO 为特征。中国陆壳沉积圈的化学成分具有含 CaO 极高和 Na_2O 极低的特征。其上陆壳 (包括沉积层和硅铝层) 含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 K_2O 较高, 而 FeO 、 MgO 、 CaO 较低。与全球陆壳的平均化学成分相比较, 中国陆壳化学特征表现为硅、铝含量低, 而 K_2O 含量较高 (据黎彤, 1989, 1991)。

1.2 大型铜矿床类型及成矿环境

历史表明,矿床成因分类只是一个暂时可以接受的概念。经过长期的探讨,国内外对铜矿类型趋于以容矿岩石分类。这是因为一定的铜矿类型总是和一定的岩石类型相关联,而岩石组合最能反映矿石产出地质环境和经济意义。本文根据容矿岩系分类原则将我国4大型以上规模铜矿划分为六大类型(表1-1)。我国地质构造复杂,成矿条件多样,因此铜矿类型比较齐全。其中以斑岩型最为重要,其次为海相沉积岩块状硫化物型、矽卡岩型、海相火山岩块状硫化物型、镁铁质-超镁铁质岩铜镍型和海相沉积(变质)岩型。我国陆相砂页岩型,已知中、新生代红盆中的单个矿床均属中、小型,而古生代盆地陆相沉积物中尚未发现成型铜矿,故本文在此未作专门讨论,当然这并不排除该型在今后找到大型铜矿的可能。

表1-1 中国已知大型铜矿床类型及地质时代占有储量百分比^①

类型 \ 时代	太古宙 (%)	古元古代 (%)	中元古代 (%)	新元古代 (%)	早古生代 (%)	晚古生代 (%)	中生代 (%)	新生代 (%)	类型百分比 (%)
斑岩型		5.62				7.05	25.92	17.36	55.95
海相沉积岩块状硫化物型							10.04	0.55	10.59
矽卡岩型							9.44	0.55	9.99
海相火山岩块状硫化物型		4.69			2.50	1.20			8.39
镁铁质-超镁铁质岩 铜镍型			7.69						7.69
海相沉积(变质)岩型			7.38						7.38
陆相砂页岩型									0
时代百分比(%)	0	10.31	15.07	0	2.50	8.25	45.40	18.46	99.99

①成矿时差大者以最终成矿时代为准,由几个类型复合的矿床均以具体类型分别统计。

1.2.1 斑岩型

中国大型斑岩铜矿(Cu; Cu、Au; Cu、Mo; Cu、Pb、Zn、Ag),产出大地构造环境可分大陆边缘(包括陆内古板边)和岛弧(古岛弧)环境。根据时空条件又可划分为造山晚期、造山期后和克拉通活化环境成矿。大型斑岩铜矿不论与板块俯冲消减带的关系密切与否,都与区域性深大断裂有关,而这种深大断裂带均产生在两个较大的正负构造单元发生大幅度相对运动的位置,并常见于深大断裂的横向断裂上或陆相火山断陷盆地边。所谓陆内活化实际上就是陆内古板边的活化。

我国大型斑岩铜矿多与广泛发育的钙碱系列中酸性火山—深成作用形成的多期次复式杂岩体有关。火山岩主要为安山岩—英安岩—流纹岩建造,而侵入岩则为闪长岩—花岗岩—闪长岩—花岗岩建造。其区域基底多为粉砂—泥质岩系(姜齐节,1984)。其原始岩浆起源于下地壳或上地幔,或壳幔混源并受上部地壳的混染。成矿物质具多源特征,或与分熔岩浆一起来自下地壳或上地幔,或来自上地壳,或来自地表岩层。参与蚀变和成矿的热液是一

些含矿岩浆水和大气水的富含金属和盐类矿物的混合热液，通常具有早期正岩浆和晚期对流的蚀变矿化证据。典型的矿化蚀变，从斑岩系统中心向外过渡，为两期叠加，即早期的钾化—青磐岩化，为晚期的石英绢云母化—青磐岩化叠加，形成现今常见的由斑岩体向围岩方向的蚀变分带模式：钾化—石英绢云母化—青磐岩化。相应的矿化分带为 Mo (Cu、Au)—Cu (Mo、Au)—Pb、Zn、Ag。矿化蚀变随剥蚀深度而异。矿石结构由内向外为浸染—浸染细脉—细脉—大脉。常有小型或大型角砾岩筒出现。我们强调蚀变的规模、面型分带性和叠加性对成矿的控制作用。大型铜矿的蚀变范围大，如铜厂、玉龙 $>8\text{km}^2$ ，乌奴格吐山（简称乌山） $>5\text{km}^2$ ，且具中心式环状对称蚀变分带。近年（1985~1987）我们发现斑岩热液蚀变过程中主岩和围岩的稀土元素变化具互补性，斑岩蚀变矿化后出现明显销亏损，销亏损对斑岩铜矿化具指示意义。我国江西银山为一个侵蚀甚浅具直立延伸、连同陆相火山岩至侵入岩达数千米比较完整的斑岩系列，由上往下为围岩中的大脉 Pb、Zn、Ag 矿—大脉 Cu、Au 矿—围岩和斑岩中的细脉浸染 Cu、Au 矿。主要由上侵斑岩冷却而导致斑岩和围岩广泛发育的多期破裂裂隙控制着大型斑岩铜矿的蚀变和矿化。关于次生作用，我国已知大型斑岩铜矿床由于缺乏完整的内部和外部特定条件，故未形成厚大次生富集带。

中国大型斑岩铜矿主要分布见（图 1-1）情况是：

（1）中国大陆东部，属环太平洋成矿域西部带的外带，成矿时代均为燕山期。有华南褶皱系新发现的紫金山铜金矿（91~102Ma，据石礼炎、李子林，1989），下扬子拗陷带的城门山铜矿，江南地轴的铜厂（斑岩为 168Ma，蚀变斑岩为 112Ma，芮宗瑶等，1984）、富家坞、朱砂红、银山铜矿等。我国大陆东部与美洲西部在构造背景、基底成分、过渡带组成和宽度、俯冲速度和角度及成矿时代上存在明显不同，其差异详见 3.4 节。

（2）中国西南部，属特提斯—喜马拉雅成矿域的东段，在我国为印度板块与中国板块及其间的冈底斯—念青唐古拉中间板块的俯冲、碰撞兼有大陆边缘和岛弧的成矿带。成矿时代为中、新生代。有三江褶皱系的玉龙（37.9~55Ma，芮宗瑶等，1984）、馬拉松多、多霞松多铜矿等。

（3）中国北部，属古亚洲成矿域的外带，为西伯利亚、哈萨克斯坦与中朝—塔里木板块间海洋盆地兼有洋脊扩张和俯冲消减及碰撞的古大陆边缘和岛弧环境。成矿时代主要为海西期。有大兴安岭褶皱系的多宝山（283Ma，杜琦，1988）和受太平洋板块运动影响波及的额尔古纳褶皱系的乌山（燕山期，138Ma）铜矿。

此外，山西断隆的中条隆起产有铜矿峪前寒武纪“变斑岩铜矿”，为古元古代优地槽早期海底喷流火山沉积容矿岩铜矿（2150Ma），以后地槽回返造山（古元古代末，吕梁运动），被陆相中酸性次火山岩（1700Ma，冀树楷，1990）顺层侵入改造，形成“变斑岩铜矿”，但并没有从根本上改变矿床受原生岩石控制的特点。

1.2.2 海相沉积岩块状（条带状、层纹状）硫化物型

本类型即为作者 1988 年明确划分出的海相碎屑岩—碳酸盐岩过渡层间的块状（条带状、层纹状）硫化物型铜矿，以下简称海相沉积岩块状硫化物型。成矿环境为大陆地壳海西—印支期海相断裂拗陷带，为受一定层位控制的沉积改造型矿床。沉积成矿时期为晚古生代，改造富集时期为中生代，两者成矿时差约 200Ma。它们几乎都分布在华南晚古生代第一个海侵岩系底部，由碎屑岩向碳酸盐岩过渡的部位。为海底热泉喷流沉积形成胚胎矿，后