



“中国成矿体系与区域成矿评价”项目系列丛书

总主编：陈毓川 常印佛 裴荣富 任纪舜 汤中立 翟裕生

ZHONGGUO ZHUYAO CHENGKUANGQU (DAI) CHENGKUANG DIZHI TEZHENG
JI KUANGCHUANG CHENGKUANG PUXI

中国主要成矿区（带） 成矿地质特征及矿床成矿谱系

朱裕生 等著



地质出版社

中国主要成矿区(带)成矿 地质特征及矿床成矿谱系

肖克炎 宋国耀 阎升好 陈郑辉
朱裕生 梅燕雄 李纯杰 刘亚玲 王美玉 等著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统总结了成矿区带划分的历史、划分的原则和我国成矿带划分的成果。全国划分出古亚洲、秦祁昆、特提斯、滨西太平洋、前寒武纪 5 个成矿域、16 个成矿省、81 个成矿带和厘定 81 个成矿区带范围内的矿床成矿系列。阐述了 16 个成矿省内的物质结构（地层、岩浆岩、产出的矿产、地球化学 39 个元素值等）特点与成矿作用演化之间的关系；提出了“矿床成矿作用异相定位”、矿床成矿系“缺位”；多元信息“类比—求同”和地质体“对等求异”等 4 项预测理论；对全国矿产资源进行预测评价，圈定 214 处预测远景区，经验证，已有 45 个预测远景区产生找矿效益；对全国矿产勘查工作提出部署建议。在新一轮矿产勘查工作中认为“地区集中”、“资金集中”和“科技含量集中”是当前矿勘查的指导原则；“点上突面”、“面上评价”、“已知矿床（矿山）深部及外围找矿”和“盲区”找矿的矿产调查是开展矿产勘查的战略要点，提出了 179 处在当前可以部署矿产勘查的靶区。

本书全面反映了我国矿产预测的成矿地质理论和矿产预测的基本理论，是我国矿产预测领域的新成果、新内容、新理论。本书可供区域成矿学、矿产预测、矿产开发、教育和生产部门人员应用和参考。

图书在版编目（CIP）数据

中国主要成矿区（带）成矿地质特征及矿床成矿谱系/朱裕生等著. —北京：地质出版社，2007. 5

ISBN 978 - 7 - 116 - 05178 - 2

I. 中... II. 朱... III. 成矿区—矿床成因论—中国
IV. P612

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 062610 号

组稿编辑：王大军 白 铁

责任编辑：白 铁 汪福炳

责任校对：王素荣

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）；（010）82324579（编辑室）

网 址：<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱：zhs@gph.com.cn

传 真：（010）82310759

印 刷：北京地大彩印厂

开 本：787mm × 1092mm¹/₁₆

印 张：29.5 插页：2 页

字 数：740 千字

印 数：1—1200 册

版 次：2007 年 5 月北京第 1 版·第 1 次印刷

审 图 号：GS（2007）330 号

定 价：100.00 元

书 号：ISBN 978 - 7 - 116 - 05178 - 2

（如对本书有建议或意见，敬请致电本社；如本书有印装问题，本社负责调换）

总 序

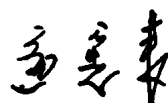
不断将地质调查和地质科研成果进行综合集成，形成系列地质科学文献，具有重要价值。由中国工程院院士陈毓川主持，常印佛、汤中立、裴荣富、任纪舜、翟裕生、滕吉文、张本仁等 200 多位专家共同参加完成的“中国成矿体系与区域成矿评价”项目及其所属各课题、专题研究成果陆续出版，将为中国地质学界提供一批重要的文献资料。

“中国成矿体系与区域成矿评价”是 1999 年中国地质调查局设立的国土资源大调查关于矿产资源调查评价工作的全国性、综合性研究项目。该项目成果是对新中国成立 50 多年来广大野外地质工作者和地质科研工作者辛勤劳动成果的一次全面、系统总结和提升，是目前关于我国大陆矿床成矿系列、主要地质时期大规模成矿作用及其时空结构与成因机理、主要成矿区（带）成矿物质富集规律和定位机制等方面研究最新、最完整的世纪性科学巨著。

在“中国成矿体系与区域成矿评价”系列成果中，涉及全国性的成矿背景的成果包括“中国地质构造环境、演化及其对成矿的控制”、“中国大陆地球物理场与深部结构及其对成矿作用的制约”及“中国地球化学场与成矿”等；涉及全国性和区域性成矿规律研究的成果有“中国主要成矿区带研究”及“大别-台湾走廊域成矿区带形成的四维结构”等；涉及不同时代成矿作用的包括“前寒武纪成矿作用”、“古生代成矿作用”、“中生代成矿作用”及“新生代成矿作用”等；涉及区域成矿理论的有“中国矿床成矿系列、成矿系列组合、成矿谱系”及“主要成矿系列形成机制和结构特征”的研究，并在此基础上构筑了“中国成矿体系”框架；涉及矿产资源评价的有“综合信息区域成矿评价系统”及

“全国成矿远景评价与重要矿产资源潜力评估”等专题成果及相应的专著。同时，各省、自治区也分别对区域成矿规律进行了系统的总结，对找矿前景和找矿方向进行了分析，并且结合地质大调查资源评价项目的实施，取得了很好的找矿效果。这一系列成果的出版，无疑是对几十年来中国区域成矿规律研究的检阅，也将对今后的地质勘查和地质科研工作产生极大影响，同时对矿产资源调查评价工作部署和生产实践具有重要的指导意义。

中国地质调查局局长



2005 年 1 月

前 言

我国成矿区（带）研究始于 20 世纪 20 年代，一直延续至今，有将近 90 来年历史。在漫长的研究进程中，研究内容基本上附属在成矿规律研究之中，特别是编制矿产地质图、成矿规律图时，成矿区（带）划分属其中的内容之一，始终未能作为成矿区（带）专门“体系”的独立研究。“中国主要成矿区（带）成矿地质特征及矿床成矿谱系”列入“中国成矿体系与区域成矿评价”（K1.4）项目的独立内容进行单独研究，剖视中国区域成矿规律，达到矿产预测和部署矿产勘查工作的目的，形成成矿区（带）的独立研究体系。本专著是这一“体系”的雏型。

本专著是在全国 26 个省、自治区成矿区（带）、成矿预测研究的基础上，综合了全国性的基础地质、矿产地质、物化探险和最新科研成果的资料，以矿床成矿系列理论为指导、先进的技术方法（主要是计算机技术和矿产预测新理论、新方法）为支撑、成矿区（带）划分为主题、进行科学预测和提出矿产勘查部署建议为目标，达到研究与矿产勘查相结合的目的。这也鲜明地体现了本专著立意清晰、起点高、针对性强、实用性明确的科学发展观，展示了集体劳动成果的强大动力。

划分全国成矿区（带）是从研究区域成矿规律出发，以此缩小矿产勘查靶区，突出矿产勘查的重点矿种和找矿突破的勘查靶区，明确地勘费（国拨和民营企业）的投向，以提高矿产勘查效益。成矿区（带）的划分处在矿产勘查全过程的首要环节。这些重要内容越来越被更多的同行地质专家和决策部门的理解。书中对全国成矿区（带）的划分成果、勘查实践中总结的基本理论、采纳的思路、使用的划分原则和方法将引起同行的兴趣和重视，笔者希望本书能够起到抛砖引玉的作用。

成矿区（带）划分和研究是一个国家和一个地区的基础地质工作，服务于找矿决策。在当前，对矿产资源的需求量不断增加的总体背景环境中逐步构筑全球资源配置体系是当前的主要任务，对全球成矿规律进行研究，将全国成矿区（带）划分引申到全球成矿区（带）研究，促进在全球范围内筛选境外勘查的目标矿种和可能具有重大突破前景的勘查靶区，这对做好开拓境外勘查的前期工作具有重要意义。

本书在研究和编写过程中得到了国土资源部有关司局，中国地质调查局，各省、自治区地勘局（或国土资源厅）的大力支持和帮助；还得到了众多学者和专家的指导，充实了新的内容，在此，作者谨向以上单位和同行表示诚挚的感谢。本书可供同行及广大地质工作者参考，诚恳地希望他们按自己的工作实践和积累的经验，充实和完善“成矿区（带）体系”的研究内容，发展区域成矿学；更盼同行们提出改进意见和建议，将成矿区（带）研究推向新的高峰。

作 者

2006 年 5 月

目 次

总 序

前 言

第一章 绪论	(1)
第一节 中国主要成矿区(带)研究概况	(1)
第二节 成矿区(带)研究的历史回顾	(3)
第三节 矿床成矿系列研究的新进展	(8)
第二章 中国成矿区(带)的划分	(13)
第一节 成矿区(带)研究的概况	(13)
第二节 中国成矿区(带)的划分	(16)
第三章 成矿区(带)的物质结构	(25)
第一节 成矿省的地质结构	(25)
第二节 岩浆岩类结构	(36)
第三节 成矿省的物质成分结构	(45)
第四章 成矿省重要成矿区(带)的成矿地质环境及区域成矿谱系	(68)
第一节 成矿地质环境概述	(68)
第二节 古亚洲成矿域	(71)
第三节 滨太平洋成矿域	(114)
第四节 秦-祁-昆成矿域	(178)
第五节 特提斯成矿域	(209)
第六节 中国大陆区域成矿作用的演化轨迹	(248)
第五章 中国主要成矿区成矿作用与邻区对比	(257)
第一节 中国西部成矿省与邻区构造-成矿带的衔接对比	(257)
第二节 中蒙边境成矿构造-成矿带	(273)
第三节 西南太平洋岛弧成矿带	(274)
第四节 东、西太平洋构造-成矿带的对比	(276)
第六章 矿产预测的地质理论	(279)
第一节 矿产预测的特点和基本内容	(279)
第二节 矿产预测的基本理论	(284)
第三节 预测远景区的优选和勘查靶区定位	(296)
第七章 矿产勘查战略部署建议	(317)
第一节 新一轮矿产勘查战略部署建议提出的背景	(317)
第二节 新一轮固体矿产勘查部署的目标任务	(319)

第三节 新一轮矿产勘查部署的基本内容	(321)
主要参考文献	(325)
附件：成矿系列特征表	(331)
英文摘要	(457)

Contents

General foreword

Preface

Chapter 1 Introduction	(1)
Section 1 General research on the major metallogenic regions (belts) in China	··· (1)
Section 2 History of research on the major metallogenic regions (belts)	····· (3)
Section 3 New progressing research on the metallogenic series of ore deposits	····· (8)
Chapter 2 Classification of metallogenic regions (belts) in China	(13)
Section 1 General research on metallogenic regions (belts)	····· (13)
Section 2 Classification of metallogenic regions (belts) in China	····· (16)
Chapter 3 Material structure of metallogenic regions (belts)	(25)
Section 1 Geological structure of metallogenic provinces	····· (25)
Section 2 Structure of magmatic rocks	····· (36)
Section 3 Material composition structure of metallogenic provinces	····· (45)
Chapter 4 Geological setting and regional metallogenic pedigree of ore deposits in the significant metallogenic regions (belts) of metallogenic provinces	····· (68)
Section 1 General introduction of geological setting	····· (68)
Section 2 Ancient Asian Metallogenic domain	····· (71)
Section 3 Circum-Pacific metallogenic domain	····· (114)
Section 4 Qinling-Qilian – Kunlun metallogenic domain	····· (178)
Section 5 Tethys metallogenic domain	····· (209)
Section 6 Evolvment track of regional mineralization in the continent of China	····· (248)
Chapter 5 Comparison of regional mineralization among the major metallogenic regions in China and the adjacent regions	(257)
Section 1 Link up-Comparison of the Metallogenic provinces in western China and the tectonic-metallogentic belt of the adjacent regions	····· (257)
Section 2 China-Mongolia boundary tectonic – metallogenic belt	····· (273)
Section 3 Southwestern Pacific island arc metallogenic belt	····· (274)
Section 4 Comparison of the east and west Pacific tectonic – metallogenic belts	··· (276)
Chapter 6 Geological theory for prognoses of mineral resources	(279)
Section 1 Features and basic contents of prognoses of mineral resources	····· (279)
Section 2 Basic theory of prognoses of mineral resources	····· (284)

Section 3	Selection and location of exploration targeting regions in the prognostic prospective areas	(296)
Chapter 7	Suggestion on strategic distribution of exploration of mineral resources	(317)
Section 1	Background of suggestion on strategic distribution of the new round exploration of mineral resources	(317)
Section 2	Goal and task of the new round exploration distribution of solid mineral resources	(319)
Section 3	Basic contents of the new round exploration distribution of mineral resources	(321)
References		(325)
Accessory: Table of features of metallogenic series of ore deposits		(331)
Abstract		(457)

第一章 绪 论

成矿区（带）是扫描全球性的、区域性（含矿田和矿床）成矿作用的缩影。矿床是划定成矿区带的主体，也是勘查工作的目标。就矿产地质工作而言，以往的工作都从点上开始，发现和勘探了大批矿床，给社会带来的财富是难以估量的。矿床学家从众多的矿床地质特征的材料中证实，矿床规模，成因类型在空间上的分布规律是可循的，用它指导矿产勘查工作是大家熟知的；在社会经济和其他种种因素的驱动下，大型、超大型矿床始终是勘查的对象。大型、超大型矿床固然重要，但不容易发现。在一个地区，或在构造单元内如果有几个或几十个大、中型（或中、小型）矿床集中出现，其矿产开发和矿产品的潜在经济价值仍然不能低估。成矿区（带）是在上述勘查实践中提出的。在构造单元内划定了成矿区（带），将有助于区域成矿作用的纵横向对比、阐明成矿规律和逐步紧缩勘查工作区范围。由此可知，成矿区（带）划分从提出之日起，地质学家始终把它列入区域成矿学研究的基本内容。

全球成矿规律和地区性的区域成矿规律的认同、矿产空间分布的集中性和准确划分成矿区（带）是互相关联的；矿产勘查工作的客观部署是以成矿区（带）为前提的；勘查工作的目标区（或靶区）通常是在低级次的成矿区（带）内标出的。由此可以认为，矿床的空间分布和成矿区（带）是一对“孪生”兄弟；提升矿床成矿规律认识是成矿区（带）对成矿学理论方面的创新和发展；紧缩勘查工作区范围和捕捉勘查目标是成矿区（带）研究取得效益的具体化。以上的叙述，归根到底，对我国成矿区（带）作全面整体划分是区域成矿学和矿产勘查的需要提出来的基本任务。设置“中国主要成矿区（带）成矿地质特征及矿床成矿谱系研究”是基础理论研究和勘查实践结合的创新领域。

第一节 中国主要成矿区（带）研究概况

本专著是“中国成矿体系与区域评价”（K1.4）项目的组成部分，研究工作从2000年开始至2004年的五年期间开展了由大部分省（自治区）参加的全国范围的研究工作。研究工作以区域成矿学为基础，矿床成矿系列理论作指导，抓住成矿区（带）划分、成矿地质环境分析、成矿区（带）内矿床成矿系列的标定和矿产预测评价等关键内容分阶段逐步实施。

参加研究工作的人员（按姓氏笔画）有朱裕生、李纯杰、刘亚玲、肖克炎、宋国耀、陈郑辉、梅燕雄、阎升好；后期王美玉参加了全国资料的汇总工作。各省、区参加研究工作的有26个省、区，具体名单和提交省、区研究报告人员见表1-1。

据表1-1，全国共提交了26份研究报告（实际29份，因为有的省提交了两份或3份）。

表 1-1 中国主要成矿区（带）成矿地质特征和矿床成矿谱系研究的省（区）和编写人主要人员名单

省（自治区）名	子专题编号	完成人员	报告名称
黑龙江	K1.4-2-1-1	韩振新、徐衍强	额尔古纳-兴安岭和小兴安岭-老爷岭成矿带研究
吉林	K1.4-2-1-2	陈尔臻、张宁克、彭玉鲸、王宏光、韩雪、刘大瞻、关键	中国主要成矿区（带）研究（吉林省部分）
内蒙古	K14-2-1-3	邵和明、张履桥	内蒙古自治区主要成矿区（带）和成矿系列
山西	K1.4-2-1-4	陈平、张京俊、贾秀明、田永清	山西省矿床成矿系列特征及主要成矿区带的形成规律与成矿远景
河北	K1.4-2-1-5	陈华山、肖文遹、毕伏科、马国玺	阜新-集宁成矿区矿床成矿系列及成矿模式研究
		陈华山、马国玺、肖文遹	涿源-武安成矿带成矿系列及成矿规律
山东	K1.4-2-1-7	艾宪森、张成荃、苏守德	山东主要成矿区研究报告
江苏	K1.4-2-1-8	陆瑞宝、刘秋富	长江中下游成矿带江苏段研究报告
浙江	K1.4-2-1-9	朱安庆、张永山、陆祖达、张春林	浙江省金属、非金属矿床成矿系列和成矿区带研究
福建	K1.4-2-1-10	石礼炎、翁朝峰、连天萍	福建省矿床成矿系列、成矿规律、成矿模式和成矿预测
江西	K1.4-2-1-11	包家宝、杨明桂、赖新平	江西省主要矿产成矿系列研究
河南	K1.4-2-1-12	郑德琼、罗铭玖	河南省矿床成矿系列、成矿规律、成矿模式和成矿预测研究报告
湖北	K1.4-2-1-13	李均权、谭秋明、李江洲、张万平、芮翊、陈娟	湖北省矿床成矿系列、成矿规律和成矿预测
湖南	K1.4-2-1-14	蒋中和、徐惠长、魏绍六	湖南省矿床成矿系列及其成矿预测
广东	K1.4-2-1-15	伍广宇、覃慕陶	中国主要成矿区（带）研究报告（广东省部分）
海南	K1.4-2-1-16	黄香定、何圣华、钟盛中、廖香俊、丁式江	海南省矿床成矿系列及成矿预测
广西	K1.4-2-1-17	邵兆典、张忠伟、陈开礼、李青、陈凌云、陈海	广西区域成矿研究报告
贵州	K1.4-2-1-19	王砚耕、冯学仕、罗孝桓、邓小万、王常微	贵州区域成矿研究报告
四川	K1.4-2-1-21	胡正纲、傅德明、肖懿、张兴润、陈才金、金文举、王保坤、李淑慧、周正华、孙国花、徐家玉	西南三江（四川部分）成矿带研究、松潘-甘孜成矿区研究扬子准地台西缘元古宙、华力西、燕山期铜铁（钒钛）铅锌银稀土稀有铝土矿磷矿成矿带研究总结
云南	K1.4-2-1-22	张翼飞、谢蕴宏	云南省主要成矿系列研究
陕西	K1.4-2-1-24	陈如意、宋小文、张拴厚、董王仓、王根宝、张保卫、张培轩	陕西省主要成矿区（带）研究总结
甘肃	K1.4-2-1-25	刘建宏、赵彦庆、任丰寿、牛洪斌、李文胜	甘肃矿床成矿系列研究报告
青海	K1.4-2-1-26	任家琪、党兴彦	青海省主要成矿区（带）研究总结
新疆	K1.4-2-1-27	刘德权、唐延龄、周汝洪	新疆维吾尔自治区矿床成矿系列、成矿规律、成矿模式和成矿预测研究报告
安徽	K1.4-2-1-31	周云生、刘湘培、孙道伟、姚仲伯、王永敏、陈乃福、王建伟、李良军	中国主要成矿区（带）研究（安徽部分）
辽宁	K1.4-2-1-32	杨占兴、王文清、王长峰、杨晓波	辽宁省成矿系列与成矿区带研究
宁夏	K1.4-2-1-33	许铁成、潘行适、戴晨耕、张树铭、任国银、范晋安、任怀民	宁夏回族自治区成矿区（带）研究报告

2003 年, 开始了全国资料的汇总工作, 编写了送审稿。本专著是在各省、区研究报告的基础上重新整理了全国性的资料和补充了矿床成矿系列、矿产预测新理论的情况下撰写而成的。在此再次向参加过本专题研究、支持本专题研究的各单位和专著中引用文献及资料的作者致以诚挚的感谢。

第二节 成矿区(带) 研究的历史回顾^①

成矿区(带) 从提出的那一天起至今已进行了一个多世纪的研究, 在实践中不断深化和发展提高, 直至今日, 在理论上和实际应用过程中都达到新的水平。

早在 1905 年, L. de Launay (法国) 是研究成矿区(带) 的首创人, 提出成矿区(带) 是研究金属(和某些其他物质) 的自然富集作用的单元, 至 1913 年, 又提出新的论述。他指出: 把一些特别富含某些金属的地区看作“成矿省”的概念。当时有以下实际问题: ①成矿省没有给出明确的边界, 成矿省的大小始终是研究者捉摸不定、难以从空间上确定的“地质体”, 有时成为地质人员随意确定的“想象”对象; ②当时尚无“成矿省”研究的典型实例, 其研究的方法、手段、内容的表达方式零乱无序; ③当时国家级或世界级的矿产图还未出版, 研究者仅占有一部分矿床实例, 未能面对矿床空间分布的实际资料对成矿区(带) 作出精细探讨。

大致相同的时期内, 我国矿床学家翁文灏先生提出了“成矿带的概念”, 发表了“中国矿产区域论”。谢家荣先生在 1923 年和 1936 年先后发表了“中国矿产时代及矿产区域论”和“扬子江下游铁矿志”(来源见第二章), 将我国划分 16 个成矿区, 编制了相应的成矿区图, 将成矿区带的概念初步具体化。与此同时, 原苏联学者 С. С. Смирнов 发表了“外贝加尔东部地区多金属矿床的成矿规律”, 将该区划分为多金属、钨-锡、铜-金三个矿带, 与翁文灏先生的划分原则似乎有“异日同语”之感。

1945 年, 原苏联学者 С. С. Смирнов 提出太平洋成矿带的新概念, 按成矿构造环境和金属矿床组合, 将环太平洋成矿带分为外带(钨锡铁) 和内带(铜金)。从此提出了全球成矿带(成矿域) 划分的新认识。

20 世纪 50 年代初, W. Lindgren (1950)^② 对成矿省研究做出特殊的贡献, 他提出成矿省是对区域内整个成矿过程、还应包括相关矿物成分、典型矿床形态、矿床类型和相关年代等综合特征圈出的空间地域。同年 Bateman^③ 提出成矿区(带) 是在较短地史时期内形成的一种或多种金属矿床类型组成的地区。以上两种认识的共同点是成矿区(带) 必须赋予一个“四维空间”的概念, 这些认识充实了前人研究成矿区(带) 的基本内容。

以上事实说明, 在 20 世纪初至 50 年代是成矿区(带) 研究概念形成过程和局部地区实例的探索时期, 明确了成矿区(带) 研究的对象、目的、任务、内容和手段。

20 世纪中叶至 90 年代, 是成矿区带研究迅速发展和取得勘查效益的进展时期。该时期世界各国和研究机构投入较多的人力和财力进行全面的、大规模的探索研究。具体标志是: ①20 世纪 50 年代初, 包曼和 G. 梯申多尔夫提出“成矿带是关于自然矿物学在空间

① 成矿区(带) 研究的历史转引自《全球成矿规律研究》和《地质科学史纲》。

② 转引 1976. B. N. 斯米尔诺夫. 矿产地质学(见参考文献)。

和时间上发生、形成和分布等诸规律的科学。”^① 这一认识,更进一步明确了成矿区(带)研究的内容;②Ю. А. Бигибин (1955)^② 发表了《成矿区及成矿时代》的名著,提出地槽发展的五阶段模式,每阶段都可划分出构造-岩相-成矿带,提出了研究成矿区(带)与大地构造结合的新认识,提供了成矿区(带)划分中基础地质学应用的理论依据。之后相继出现加拿大的阿巴拉契亚山脉(W. D. Mac Cartney, 1964)、特提斯褶皱^③山脉、安第斯山脉(J. Aubouin, 1977)^④、美洲西部的科迪勒拉山脉(E. Lathram 和 R. Nairn, 1974)、太平洋成矿带(米·伊·伊齐克松, 1981)等一批研究成果。1981年,我国在郭文魁院士指导下编制了《1:400万中国内生金属成矿图》,图中划分出66个成矿区带,并在某些地区研究中将大地构造等基础学科与成矿区(带)研究有机结合,获得了全球成矿区(带)和区域成矿区(带)研究新成果,提出了成矿区(带)的等级序次概念(20世纪50年代到80年代的研究史转引《全球成矿规律研究》和《地质科学史纲》,见参考文献);③编制典型地区的成矿规律图,应用该类图件的表达方式阐明各级成矿区(带)的内涵和序次之间的关系,如原苏联在1976年公布C. В. Смирнов编制的全苏成矿规律图,将原苏联境内划分为五个成矿期,16个成矿省;④1988~1993年,陈毓川、裴荣富院士和邱小平研究员在“中国矿床成矿系列及其理论在成矿预测中的应用”(国家科委编号015-1,该成果公开发表时改为“中国矿床成矿系列初论”,1998)研究中编制了我国首张《中国矿床成矿系列图》(1:500000,内部),将我国划分为19个成矿区带,并提出一个成矿区(带)除具有有利于成矿的构造-地层、岩石组合和构造-岩浆条件外,同时应有矿床(点)、蚀变带或化探异常的产出和分布的认识,成为成矿区(带)研究的典型案例,还较为系统地探讨了成矿区(带)的级次和划分的原则,使成矿区(带)的研究发展到内容完善时期。该时期的特点如下。

1. 成矿单元的级别和次序定型化

据Ю. А. 毕利宾(1955)、沙塔活夫(1968)和P. 鲁蒂埃(1981)对成矿区(带)的划分原则、规模、形态和等级提出具体的划分建议(表1-2)。

表 1-2 成矿单元分类 (按规模与形状)

规 模		形 状		备 注
面积/km ²	级 别	线状的	等距的	
$n \cdot 10^6$	行星的	大带	省	区域成矿单位
$n \cdot 10^5$	次行星的			
$n \cdot 10^4$	区域的Ⅰ	带	亚省	
$n \cdot 10^3$	区域的Ⅱ	亚带		
$n \cdot 10^2$	局部的Ⅰ	矿 区		局部成矿单位出现 矿化作用
$n \cdot 10^1$	局部的Ⅱ	矿 田		
$n \cdot 10^0$	局部的Ⅲ	矿 床		
$n \cdot 10^{-1}$	局部的Ⅳ	矿 体		
至 $n \cdot 10^{-2}$				

注:转引自《成矿规律》(湖北省地质局科技情报室编撰的《国外地质参考资料》,1983)。

① 成矿区(带)研究的历史转引自《全球成矿规律研究》和《地质科学史纲》。

② 转引1976. B. N. 斯米尔诺夫. 矿产地质学(见参考文献)。

2. 各级成矿区（带）赋予完整的含义

有了表 1-2 的分级认识，并依次赋予各级成矿单元的如下内涵。

大成矿带：P. 鲁蒂埃称为超成矿省，该含矿单元与地球上全球性的构造单元相对应（例如太平洋成矿带、特提斯成矿带等）。这类成矿单元可能经历了几个大地构造-岩浆旋回，并且每一旋回出现特定的矿床类型组合。

成矿省：成矿省是与大地构造单位（地槽或副地槽）相对应的含矿单元。它是在一个构造旋回或几个大地构造旋回的地质历史时期形成的（例如，中欧华力西成矿省、喀巴阡山阿尔卑斯成矿省），一个成矿旋回的特定矿床类型组合与另一个旋回特定矿床类型组合叠加一体。

成矿带：与一定的地槽或地台构造单元相关（例如萨克森-提林根成矿带）。成矿带与 Ю. 比利宾的“构造-成矿带”概念相当。在其范围内发育着与一个构造成矿旋回为主，其他构造-成矿旋回为辅的矿床类型。

成矿省和成矿带还可按需要分为亚省或亚带（例如，富矿山成矿亚带）。更小的成矿单元依次有：矿区（例如，富矿山矿区）、矿田（例如，弗赖贝格矿田）、矿床或矿点。

3. 成矿构造环境

20 世纪 80 年代初，A. H. G. 米契尔等（1981）提出成矿作用的构造环境，应用板块构造理论，将成矿构造环境划分为 41 种，每种成矿地质环境赋存有一种或一种以上的矿床成因类型。用他阐述了矿床成因类型与成矿构造环境之间的关系，其研究成果，恰恰符合以矿床分类为基础划分矿床成矿系列的成矿理论，两者之间的关系密切。但成矿构造环境分类时，既未考虑规模、形态和分级等实际问题，又未说明成矿区（带）的级序与成矿构造环境之间的联系，给成矿区（带）研究的实践中带来诸多的不便，在一定程度上还不能自圆其说。

4. 不同学术观点的相互争论，促进了成矿区（带）研究的深化提高和找矿实践中应用效益的积累

自 20 世纪 50 年代开始，研究成矿区（带）的气氛甚为浓厚，发表的专著和论文与日俱增，出现了不同的学派，P. 鲁蒂埃（1980）概括为三派：①Ю. А. 毕利宾和 W. D. Mac Cartney 为代表的年代-构造-岩相学派，从地槽成矿理论出发，应用构造-成矿带的统称划分不同级次的成矿区（带）；②以 R. A. Sander 和 P. Hupe 为代表的线性构造（或断裂构造）学派，认为大规模成矿作用发生在断裂交汇处，据此定准断裂交汇便是成矿富集区的空间位置；③以 R. H. Sittlooe 和 P. W. Guleed 为代表的全球构造学派，运用板块构造理论和板块俯冲消亡的过程解释成矿作用的发生、发展、赋存空间和元素的富集、矿床的形成，提出“大陆活动边缘”矿产富集的基本原理。比较多的学者认为，据此圈定的成矿区（带）与成矿构造环境较为融合。

三派的争论促进了全球成矿域的划分及提高了成矿域范围内对成矿区（带）进行细化研究的程度。20 世纪 70 年代以后，成矿区（带）的研究与区域矿产预测评价结合一体，初步获得了一定的勘查效益。

5. 成矿区（带）研究应用物-化-遥多元地学信息，实现了定位研究

20 世纪 80 年代前，正如上述所介绍的那样，成矿区（带）的研究是按大地构造理论，区域成矿学和矿床学等基础地质学科理论为依据进行的。进入 80 年代后，随着大地

地球物理学、深部地质构造学、区域地球化学和遥感地质学的发展,成矿区(带)的研究普遍应用了多元地学信息,这些丰富的信息,弥补了地表观察的缺陷和提高了推断深部地质构造的能力,特别是原苏联成矿学专家 Ф. И. Богъфсон 对成矿区(带)的地球物理场特征,各级区(带)地球物理场显示的信息图像做了系统研究,用图示方法直观地展示成矿省、成矿亚省、矿区、矿田、矿体五个序次多元信息的判别标志,用地质剖面推断了各级成矿区(带)向深部延深的地质体特征(见《成矿地质背景分析》一书,朱裕生、李纯杰 1999 年转引张肇元资料,1990); J. A. Noble (1970、1974) 提出地球化学省的概念,认为地球原始物质不均一性导致成矿区(带)成矿元素富集的专属性和不同地质构造环境下成矿元素的富集和有些元素分散表示出来的差异(转引谢学锦,2001)等事实使成矿区(带)的研究由平面走向立体,开拓了成矿区(带)四维空间的研究新途径。

综上所述,20 世纪中叶至 90 年代前,是成矿区(带)理论研究和实用研究相结合时期,平面和立体的结合进入了成矿区(带)四维空间研究的新高度。

在该时段内,我国对成矿区(带)的研究力度超过世界上其他国家,强调研究工作与矿产预测、成矿规律总结融合一体。以成矿区(带)划分为基础的全国一二轮(1979~1983 年和 1990~1995 年)成矿远景区划的工作开展、以成矿区(带)为界限的科技攻关项目的设置(如华北地台北缘有色金属成矿规律研究,南岭成矿带稀有、有色金属研究等)等方面都能体现出来。直至今日,把成矿区(带)纳入矿床成矿体系的研究内容,组成总结区域成矿规律和开展矿产预测三大区域成矿理论。

上文已述,在 20 世纪 20 年代,我国学者翁文灏和谢家荣先生都是用成矿区(带)的概念解释了矿产区域分布的特征。所以在 20 世纪 50 年代前,我国已建立了成矿区(带)的基本概念,在一些地区进行探索的基础上,总结了成矿规律,所以我国在成矿区(带)概念形成时期始终站在研究工作的前沿,与成矿规律研究融合一体,获得显著的成果。

20 世纪 50 年代至 80 年代末,我国成矿区(带)研究是按大地构造理论进行的,典型实例有《中国内生金属成矿图》(1:400 万,1987),《中国矿床成矿系列图》(陈毓川,裴荣富等,1989)和全国 30 个跨省成矿远景区划项目的成果(苗树屏、袁君孚等,1983)。这些全国性的成矿区(带)研究成果,可以与《太平洋成矿带》(米·伊·伊齐克松,1986)、《苏联成矿区划图》(1:5000000,1980)相媲美。但是我国在成矿区带研究中,增添了矿床成矿系列、矿床成矿谱系、矿产预测、矿产勘查的宏观部署等内容,组成研究的系统工程,是目前世界上任何国家无法比拟的。包括的具体内容如下。

1) 准确划分成矿区(带)的级别和序次:我国成矿区(带)划分采取五分法,又称五级划分法,具体名称是:①成矿域,又称Ⅰ级成矿带;②成矿省,又称Ⅱ级成矿带;③成矿区(带),又称Ⅲ级成矿带;④成矿亚带,又称Ⅳ级成矿带;⑤矿田,又称Ⅴ级成矿带。

2) 全国成矿区(带)Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级的统一划分:圈定五个成矿域、17 个Ⅱ级区带、73 个Ⅲ级区带(陈毓川、朱裕生,1986)。

3) 与矿产勘查宏观部署结合取得明显的找矿效益:“七五”期间实施新一轮普查的宏观布局是在第一轮全国区划基础上提出的 29 个重点片(苗树屏、袁君孚,1975)的基础上部署的;“八五”期间全国地质找矿的重点片的确定,是从全国划出 29 个重要成矿区带中选定的(李文祥、朱裕生,1989)。在“九五”期间全国的地质工作部署内容是在

“矿产勘查跨世纪工程”基础上实施的(陈毓川、朱裕生, 1995)。在成矿区(带)范围内获得地质找矿重大突破的事实已载入矿产勘查史册。

进入 20 世纪 90 年代以后, 随着计算机技术和信息技术的发展, 整个社会开始向信息化发展, 成矿区(带)的研究, 也不例外, 其研究方法与以前有较大差别。现在的成矿区(带)的研究工作在 GIS 平台上应用基础地质数据库、重力和航磁数据库、化探数据库、遥感图像数据库及其他多种数据资料、信息(在网络系统支持下, 应用全世界的相关资料)进行高度综合, 按多元地学信息要求浓缩成矿区(带)内的矿化信息, 实现全球、全国成矿区(带)的统一划分, 对太平洋成矿域、特提斯成矿域、古亚洲成矿域、南亚成矿域、澳洲成矿域、非洲成矿域等划分方案基本已趋于一致。跨入我国境内的全球成矿域再进一步划分出成矿省和成矿区(带)的成果是应用多元信息研究成矿区(带)的范例。信息化时期在我国的基本特点如下。

(1) 增强了成矿区(带)综合研究的概括性

信息化时期在 GIS 平台上应用空间数据库系统、网络系统有可能将基础地质、矿产地质、物化探、遥感图像和科研成果资料等信息有效浓缩起来, 圈出矿产成群出现, 与矿床类型在时间、空间上联系密切的地区, 较科学地圈定不同级序的成矿区(带)边界。

(2) 剖析了区域成矿作用和成矿区(带)之间的有机联系

在 GIS 平台上, 充分发挥空间数据库的汇集多元地学信息的功能, 从中提取区域矿产成因特征、区域控矿因素、区域矿产空间分布特征之间的有机联系, 按四维空间阐述区域矿产形成的全过程——成矿作用演化细节, 厘定成矿区(带)之间的异同点, 进行区(带)与区(带)之间的综合对比, 形成和提出了矿床成矿系列的新理论——矿床成矿系列组和矿床成矿谱系。在区域成矿学的理论上拓宽了它的广度和深度。应用成矿系列组和成矿谱系表达的区域成矿作用相互的联系性体现在: ①成矿区(带)内和成矿区(带)间矿种、矿床的成因、时间、空间联系; ②成矿物质集中、分散、叠加、成矿元素组合之间的自然联系; ③矿床成矿系列的自然属性与成矿带内的岩石、构造、地层、物质交换(成矿物质的壳幔交换、地质营力作用、热液交换等)等要素相互之间的联系; ④重新认识成矿地质环境在区域成矿学中所处的地位和对区域成矿过程中应起作用。由此可知, 成矿区(带)圈定和细化研究, 推进了区域成矿学理论的发展。

(3) 突出成矿区(带)研究的整体性

信息化时期有条件从全球地质构造的宏观背景着手, 认识成矿区(带)内成矿物质在特定域内高度富集的成矿机制, 成矿区(带)形成的过程, 将成矿作用的空间分带性和成矿物质富集的阶段性和区域成矿旋回融合成一个整体, 从四维空间剖视成矿机理。特别是地球化学块体理论(谢学锦, 1992)的提出, 更增加了成矿物质演化和成矿物质来源的准确信息, 属成矿区(带)整体化研究的新内容。

今后随着信息化时期的推进, 成矿区(带)的整体化研究的趋势将越来越明显。

国内外成矿区(带)研究的概念形成、全面研究和多元地学信息研究三个时段的界限是很清楚的, 我国的研究工作与世界同步进行。到信息化时期, 我国的研究成果列于世界之巅, 这是我国的一大特色。我国将成矿区(带)的划分与矿床成矿系列的空间定位、矿床成矿规律总结、矿产预测和矿产勘查融合一体, 是理论与实际相结合的体现, 在国际上尚属罕见。