

中国金矿床概论



中国金矿床概论

罗镇宽 关 康 编著
王曼祉 王传泰

天津科学技术出版社

内 容 提 要

本书是关于中国金矿床研究的一部较全面、较系统的专著。依据中国的地质情况,研究总结了中国金矿床的成矿地质背景、成矿地质条件、主要矿床类型、矿床地质地球化学特征和矿床成因。并对 10 个重点成矿区带成矿地质背景和矿床地质特征进行了深入的剖析。书中吸收和应用了当代最新的地学思想和认识,内容丰富,观点新颖。对中国金矿床成矿规律的研究有积极的促进作用;对金矿床的勘查工作的战略部署有重要参考价值。本书可供广大金矿地质工作者、地质科研工作者、金矿地质工作者、地质院校师生、地质系统技术领导干部阅读和参考。

津新登字(90)003号

责任编辑 宗洁

中国金矿床概论

罗镇宽 关 康
王曼社 王传泰 编著

天津科学技术出版社出版、发行

天津市张自忠路 189 号 邮编 300020

天津地质研究院印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 19.25 插页 9 字数 482 000

1993 年 10 月第 1 版

1993 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1-1 000

ISBN 7-5308-1480-X/TD.3 定价 22.00 元 精装定价: 30.00 元

序

罗镇宽等同志编著的《中国金矿床概论》问世了。这是一部内容丰富、材料新颖的专著，它涉及到中国金矿床地质的各个方面。从最宏观的成矿地质背景——板块地体构造与金矿成矿关系谈起，讨论了金矿成矿的地质条件、金矿床成因分类和以含矿建造为基础的分类方案、矿床围岩蚀变，之后又阐述了金矿微观研究领域，如硫、铅、氢、氧同位素、矿物学、成因矿物及矿物组合等。专著最后又回到宏观而又重要的问题——主要成矿区带的区域成矿地质特征。可以说，这是迄今为止，对中国金矿地质所作的最新的全面系统的研究总结。

为了考察金矿，作者等在过去的几年间走遍了大江南北、长城内外。除了古老的矿山外，更多地注意到新发现、新开拓的金矿，包括若干处于边远省区、交通不便的矿床。

国内外金矿床的开发利用均开始较早，早于许多其他金属矿床。由于各种历史原因，金矿的研究与开发长期停滞不前，但在最近 30 年来又突飞猛进地发展起来。无论在西方、在我国，近年来黄金地质在宏观和微观领域的新进展，诸如分布规律、成矿理论、矿床类型、储量等各方面均远远超过了其他金属矿床。可以毫不夸张地说，如果没有 20 多年来金矿地质的新进展、新认识、新理论、新方法，则整个金属矿床地质学的内容就要减色不少。换言之，金矿床地质的新成就在一定程度上代表了整个金属矿床地质的新成就。这就要求适时的较全面而系统的金矿研究总结。罗镇宽等同志的专著适应了这一要求，尽管伴随着工作程度的日益深入，将要求更高层次的总结。

涂光炽

1993 年 4 月 14 日

前 言

本书是根据 75-55-金重点科技研究项目“中国金矿床成矿地质条件、主要矿床类型、成矿区划和找矿方向”研究报告修改而成。

80 年代，随着改革开放的深入发展；为适应经济建设的需要，国家加速发展黄金生产，加强了黄金矿产资源的勘查工作，积累了大量的第一性资料，为黄金地质科研工作者提供了广阔的用武之地，也对黄金地质科研工作提出了更多更高的要求。中国金矿床时间，空间分布规律是什么？有哪些主要矿床类型？受哪些成矿地质条件控制？应当去哪些地方寻找它们？这些问题对发展黄金生产，有效而又快速地查明金矿资源都是至关重要的。作者就是在这样的形势下，承担了前述研究项目，试图对上述问题交出一份令人满意的答卷。全课题组成员在 5 年的研究期间（1986-1990 年），对我国 80 余个大中型矿床开展了野外地质调查研究工作，足迹遍及长城内外、大江南北、西北戈壁、西南高原，汗水洒遍了几十个金矿山的大小山头。通过调查研究，首先建立了对主要金矿床形成条件的宏观认识。

在野外调研基础上，又对调研期间采集的 1200 余件岩矿标本进行了认真细致的室内研究，包括岩矿石的光、薄片鉴定、电子探针分析、流体包裹体研究等岩矿石测试研究。

课题组成员还阅读综合了 80 年代以来大量有关金矿地质方面的文献，包括专著、文集、期刊论文、研究报告、勘探报告等，收集了上千件的硫、铅、氢、氧同位素数据，几百件岩石、矿石、单矿物的化学分析数据，进行了整理、综合分析研究，从理性上加深了对我国金矿床分布规律、形成地质条件、矿床成因机理的认识。

在此基础上撰写了约 40 万字的文字报告。1991 年 3 月，聘请中国科学院地学部主任涂光炽先生为主审的 8 位专家，对报告进行了认真的评审鉴定。认为研究报告是当今一部关于中国金矿床较系统较全面的专著，在总体上达到了国内领先水平，建议修改出版，以资交流。

此后，作者在原研究报告的基础上，进行了认真的修改，补充了部分资料，对章节也进行了必要的调整。全书共分七章。第一章成矿大地构造背景，应用板块-地体构造学说，论述了板块-地体构造对中国金矿床总的分布格局的控制，特别是指出了中国东部广大地区属西太平洋弧后大陆边缘活化成矿带，具有矿源层老，成矿时代相对较新的特征；第二章成矿地质条件，提出原生金矿床主要是热液矿床，因此成矿物质来源、控矿构造、促使金活化迁移成矿的热动力条件就成了形成金矿床最主要的地质条件，作者对上述三大条件进行了较为深入的分析研究；同

时也讨论了砂金矿床的形成条件，首次提出了砂金矿床是在洪水期形成的认识；第三章金矿床类型，在前人的分类基础上提出了中国金矿床成因分类方案，同时还提出了一个按含金地层建造的分类方案，后者简单地把原生金矿划分为与太古宙（或早前寒武纪）绿岩建造有关的绿岩型金矿床；与元古宙-古生代变碎屑岩建造有关的变碎屑岩型金矿床；与显生宙粉砂质、泥质、碳酸盐质沉积岩建造有关的沉积岩型金矿床；与显生宙（主要是中生代）火山岩建造有关的火山岩型金矿床；与元古宙-古生代浅变质中基性火山岩建造有关的金矿床；产在花岗岩类侵入体接触带内外的金矿床等；共六大类。这个分类方案反映了地壳演化与金矿床类型之间的关系，比较简单实用，也容易为人们所接受。第四章同位素地球化学，分别讨论了五个重要类型金矿床的同位素地球化学特征及其地质和矿床成因意义，特别是应用绿岩型金矿床铅同位素的差异划分了华北地块上的绿岩地体。第五章矿物、矿物组合、矿物标型特征及其成因和找矿意义，总结了不同成因类型金矿床的矿物组合特征；讨论了石英、黄铁矿的标型特征及其找矿意义；通过矿相学研究，配合电子探针分析等测试手段，在中国金矿床中发现了众多的前人未发现的硫酸盐类矿物、碲化物、铋矿物及天然合金矿物，其中硫酸铋铅铁铜矿，碲铋银矿、 α 汞金银矿等 5 种矿物是国内首次发现的罕见矿物。本章对上述矿物的特征及成因意义均作了总结，丰富了我国金矿床矿物学。第六章围岩蚀变，按五大类型金矿床，分别讨论了它们的围岩蚀变特征，并对影响围岩蚀变的基本因素进行了分析，指出了其找矿意义。第七章主要成矿区带成矿地质特征，对我国 10 个最主要的成矿区带区域成矿地质条件及矿床地质特征作了更深入的剖析。

第一、二、三章由罗镇宽撰写，第四、六、七章由罗镇宽、关康共同撰写；第五章由王曼祉撰写；王传泰编绘了主要图件。全书由罗镇宽、关康统一校阅定稿。

苗来成、张齐道帮助编绘了部分插图；张兆英和郑汝华清绘了全书插图，王连柱、刘国顺、李晶等同志为本书的微机照排付出了巨大的劳动。在此一并致以谢意。

本书参考引用了 80 年代以来国内外有关金矿床地质方面的文献资料，特别是国内的文献，除正式列入参考文献和脚注中列出的文献外，还参考了许多学术会议文集，普查勘探报告。从某种意义上说本书是全国金矿地质工作者集体成果的体现，作者向广大金矿地质工作者致以诚挚的谢意。

冶金工业部天津地质研究院院长侯宗林、胡桂明、杨敏之，科技处黄佳展、连俊坚同志对本书的编写、出版给予了极大的支持、关心和帮助。书稿完成之后，承蒙地质出版社沈文彬先生对全书进行加工修改；并荣幸地邀请了中国科学院地学部主任涂光炽教授为本书撰写序言，在此致以衷心的感谢。

目 录

第一章 成矿大地构造背景	(1)
第一节 板块-地体构造与金矿成矿作用	(1)
一、板块构造旋回与金矿成矿作用	(1)
二、地体构造与金矿成矿作用	(5)
第二节 中国板块-地体构造轮廓	(6)
第三节 中国板块-地体构造与金矿成矿作用	(11)
一、塔里木-华北地块北缘及其以北地区的 海西构造成矿活动	(12)
二、西南地区的特提斯-喜马拉雅构造成矿活动	(13)
三、中国东部燕山期构造成矿活动	(14)
第二章 成矿地质条件	(15)
第一节 原生金矿床成矿地质条件	(15)
一、成矿物质来源——矿源层或矿源岩	(15)
二、我国的含金地层建造——矿源层	(31)
三、花岗岩类侵入体的成矿作用	(36)
四、控矿构造	(44)
第二节 砂金矿床成矿地质条件	(57)
一、砂金的来源	(57)
二、砂金矿床形成的水动力条件	(61)
三、保存砂金的地形地貌条件	(63)
第三章 金矿床类型	(64)
第一节 关于金矿床成因分类评述	(64)
第二节 我国金矿床成因分类发展	(65)
第三节 金矿床成因分类方案	(67)
一、岩浆热液金矿床	(67)
二、区域岩浆热源热液金矿床	(67)
三、火山、次火山热液金矿床	(69)
四、成岩改造-变质热液金矿床	(72)
五、热水淋滤金矿床	(73)
六、沉积变质金矿床	(74)
七、风化壳金矿床	(75)
八、沉积金矿床	(77)
第四节 以含金地层建造为基础的原生金矿床分类	(81)
一、与太古宙变基性火山岩(绿岩)建造有关的金矿床 ——绿岩型金矿床	(81)
二、与元古宙-古生代变碎屑岩建造有关的金矿床 ——变碎屑岩型金矿床	(83)

三、与显生宙粉砂质、泥质、碳酸盐质沉积岩建造有关的 金矿床—沉积岩型金矿床	(85)
四、与显生宙钙碱系列火山岩建造有关的金矿床 —火山岩型金矿床	(88)
五、与元古宙—古生代浅变质中基性火山岩建造有关的 金矿床	(88)
六、产在花岗岩类侵入体接触带内外的金矿床	(89)
第四章 同位素地球化学	(92)
第一节 绿岩型金矿床的同位素地球化学	(94)
一、硫同位素组成及其矿床成因意义	(94)
二、铅同位素组成及其矿床成因意义	(99)
三、氢氧同位素组成及其矿床成因意义	(107)
第二节 变碎屑岩型金矿床的同位素地球化学	(113)
一、硫同位素组成及其矿床成因意义	(113)
二、铅同位素组成及其矿床成因意义	(116)
三、氢氧同位素组成及其矿床成因意义	(121)
第三节 沉积岩型金矿床的同位素地球化学	(125)
一、硫同位素组成及其矿床成因意义	(125)
二、铅同位素组成及其矿床成因意义	(126)
三、氢氧同位素组成及其矿床成因意义	(128)
第四节 火山岩型金矿床的同位素地球化学	(130)
一、硫同位素组成及其矿床成因意义	(130)
二、铅同位素组成及其矿床成因意义	(131)
三、氢氧同位素组成及其矿床成因意义	(134)
第五节 花岗岩类侵入体接触带内外金矿床的同位素地球化学 ..	(135)
一、硫同位素组成及其矿床成因意义	(135)
二、铅同位素组成及其矿床成因意义	(137)
第五章 金矿床矿物、矿物组合、矿物标型特征及其成因和找矿 意义	(142)
第一节 不同成因类型金矿床矿物组合特征	(142)
第二节 石英和黄铁矿的标型特征及其成因和找矿意义	(144)
一、石英	(144)
二、黄铁矿	(145)
第三节 毒砂及其他含砷矿物	(150)
一、毒砂的含金性	(150)
二、毒砂的微量元素特征	(150)
三、含金毒砂的物性特征	(150)
四、细粒、碎裂毒砂常有利于含金	(150)
第四节 常见多金属硫化物	(151)

一、黄铜矿	(151)
二、闪锌矿和方铅矿	(152)
第五节 金银系列矿物及其他金的自然合金矿物	(155)
一、金银系列矿物的产出状态及伴生共生关系	(155)
二、金银系列矿物金的成色及其成因意义	(156)
三、汞金银矿物	(160)
第六节 碲化物、铋矿物和硫盐类矿物	(161)
一、碲化物	(161)
二、铋矿物	(162)
三、铜和银的硫盐类矿物	(163)
第六章 围岩蚀变	(165)
第一节 影响围岩蚀变的因素	(165)
一、容矿围岩性质	(165)
二、成矿流体性质	(166)
三、矿床成因	(168)
第二节 绿岩型金矿床的围岩蚀变	(168)
一、以角闪石质变质岩为围岩的金矿床蚀变特征	(168)
二、以交代重熔花岗岩类为围岩的金矿床蚀变特征	(176)
第三节 变碎屑岩型金矿床的围岩蚀变	(187)
第四节 沉积岩型金矿床的围岩蚀变	(188)
一、黔西南地区沉积岩型金矿床围岩蚀变特征	(188)
二、川西北东北寨金矿床围岩蚀变特征	(189)
三、秦岭太白双王金矿床围岩蚀变特征	(190)
四、凤县八挂庙金矿床围岩蚀变特征	(192)
第五节 火山岩型金矿床的围岩蚀变	(194)
一、团结沟金矿床围岩蚀变特征	(195)
二、延边地区火山岩型金矿床围岩蚀变特征	(197)
三、浙东南地区火山岩型金矿床围岩蚀变特征	(199)
第六节 围岩蚀变有关问题的讨论	(202)
一、围岩蚀变的期次和时间顺序	(202)
二、围岩蚀变属开放系统还是封闭系统	(204)
三、钾交代和钾质来源	(205)
四、围岩蚀变的找矿意义	(206)
第七章 主要成矿区带成矿地质特征	(209)
第一节 爱珥-呼玛成矿带	(209)
第二节 佳木斯成矿区	(210)
一、团结沟金矿床	(210)
二、东风山金矿床	(212)
三、老柞山金矿床	(214)

第三节 夹皮沟成矿带	(215)
一、夹皮沟金矿田	(215)
二、海沟金矿床	(221)
第四节 丹东-营口成矿区	(223)
一、丹东五龙金矿床	(224)
二、猫岭金矿床	(228)
第五节 燕辽成矿带	(229)
一、冀东成矿亚带	(230)
二、赤峰-北票成矿亚带	(233)
三、张宣成矿亚带	(236)
第六节 胶东成矿带	(240)
一、招掖成矿亚带	(240)
二、牟乳成矿亚带	(252)
第七节 小秦岭-熊耳山成矿带	(257)
一、小秦岭成矿亚带	(257)
二、熊耳山成矿亚带	(264)
第八节 长江中下游成矿带	(270)
一、成矿地质条件	(271)
二、同位素地球化学及矿床成因讨论	(272)
三、矿床实例	(274)
第九节 “江南古陆”成矿带	(277)
一、德兴-景德镇成矿亚带	(278)
二、平江-汨罗江成矿亚带	(279)
三、益阳-沅陵成矿亚带	(281)
第十节 粤西-海南成矿带	(284)
一、云开隆起成矿亚带	(284)
二、大瑶山隆起成矿亚带	(290)
三、海南西部成矿亚带	(291)
参考文献	(293)
图版	(299)

第一章 成矿大地构造背景

长期以来,人们通过找矿勘探的实践已经深刻认识到成矿作用与大地构造之间存在着极为密切的关系,大地构造控制了各种矿床总的分布规律,金矿也不例外。

60年代,由于海洋地质学和地球物理学的发展,诞生了板块构造学说,这个新兴的学说被西方学者誉为地学界的革命、新地球观,给予了极高的评价。

板块构造的突出优点是将构造事件与沉积事件、岩浆事件、变质事件和成矿事件有机地联系起来,更好地阐明了地壳运动与各种事件之间的关系。地壳运动—板块运动是决定其他事件的主导因素。板块的增生、消减、转换、碰撞必将在地质构造、沉积建造、岩浆活动、变质作用和成矿作用方面留下它们的记录。仔细观察和研究这些记录,并将其进行去粗取精、去伪存真、将今论古但又不以今当古的进化论的综合分析研究,不仅可以对构造形迹、沉积建造、岩浆岩组合和变质相带作出新的解释,也可以对矿床的分布规律作出新的解释,对有利成矿区作出新的预测。

地体构造是70年代在板块构造学基础上形成和发展起来的,但它又不同于板块构造,它建立的基础主要依赖大陆地质,是当代地质学的又一重大突破。它解释了一些板块构造难以完全解释的地质构造问题。不同的地体有不同的地质构造发展史,不同的地层建造,不同的构造形式,不同的岩浆岩组合和不同的矿床系列。这为我们解释金矿床的分布规律和成矿预测提供了又一新的理论。

第一节 板块—地体构造与金矿成矿作用

一、板块构造旋回与金矿成矿作用

板块构造的问世为解释金矿床的分布规律提供了新的理论依据。由于板块边界上火山喷发、岩浆侵入、热变质、动力变质、沉积作用和侵蚀作用都十分活跃,为金矿成矿作用提供了丰富的物质来源和能量来源。其中板块的消减边界尤为突出。自显生宙以来,差不多大部分金矿床都集中在不同时代的俯冲带或碰撞缝合带上。

古生代金矿主要集中在北美的阿巴拉契亚褶皱带,俄罗斯的乌拉尔山褶皱带,中俄、中蒙之间的天山、阿尔泰山褶皱带,中国的华南褶皱带。按板块构造观点,这些不同时代的褶皱带都是古板块的边界所在。优地槽褶皱带相当于古板块的俯冲带。

中生代金矿床的分布更清楚地显示了板块构造与金矿床之间的密切关系。世界上有两个巨大的中生代金(银)矿床成矿带。一个是环太平洋成矿带,这是大家所熟悉的,也是最重要的金矿带,它严格受板块俯冲消减带控制;另一个是阿尔卑斯—喜马拉雅成矿带,西起西班牙,沿地中海北岸经罗马尼亚,穿过黑海到达高加索山脉,进入亚洲的土耳其、伊朗、阿富汗到达喜马拉雅山地区,最后延伸到缅甸和我国的西南地区与环太平洋成矿带相交。这是板块碰撞带的位置,其矿化不如环太平洋成矿带重要。目前只是在西班牙、罗马尼亚的阿普塞尼山脉、高加索山脉、捷克的东部四个地区形成有经济价值的金

矿。在喜马拉雅地区 and 我国西南地区，由于工作条件差、工作程度低，其重要性尚未完全显露出来，但已发现一些有重要工业价值的矿床，如墨江金厂金矿床、老王寨金矿床等。这个带受着古特提斯海古板块的俯冲带和最后的碰撞带控制。

大洋盆地的发生、发展、消亡是地学中最重大的课题，长期以来，许多学者曾提出过各种理论和假设。加拿大学者 J.T.威尔逊 (1974) 应用板块构造观点科学地总结了大洋盆地发展的六个不同阶段 (表 1-1)，人们称之为威尔逊旋回，实际上就是板块运动旋回。L.鲍曼 (1984) 在威尔逊旋回的基础上，结合板块运动与成矿作用的关系，把板块活动划分为八个阶段 (图 1-1)，并论述了每个阶段的内、外生矿化的类型和强弱程度。在板块运动的不同发展阶段，板块运动的方式存在差异，从而导致构造变形、岩浆活动、沉积建造以及变质作用等各方面特征均有不同，因而，成矿作用也有差异。下面我们将重点讨论板块构造旋回不同阶段的金矿化作用。

表 1-1 大洋盆地演化旋回中的各个阶段及其主要特征

阶 段	实 例	主导运动	特 征 形 态	岩 浆 组 合	沉 积 建 造	变质作用
I 胚胎期	东非裂谷	抬 升	裂 谷	拉斑玄武岩溢流,碱性玄武岩	少量陆源沉积	埋藏变质
II 幼年期	红海 亚丁湾	扩 张	狭海,平行海岸的中央凹陷	拉斑玄武岩溢流和碱性玄武岩中心	陆架和海盆陆源沉积,可能有蒸发岩	埋藏变质
III 成年期	大西洋	扩 张	有活动中脊的洋盆	拉斑玄武岩溢流,镁铁质岩墙,超镁铁质岩带	丰富的陆架沉积	埋藏变质
IV 衰退期	太平洋	扩张与消减同时存在	环绕大陆边缘的岛弧、活动大陆边缘及毗邻的深海沟	大陆边缘或岛弧上的钙碱系列火山岩、花岗岩-花岗闪长岩	大量源于岛弧的优地槽沉积和弧后的冒地槽沉积	双变质带-高温低压带和低温高压带
V 终结期	地中海	收缩并抬升	年青山系,残海盆	边缘的火山岩及花岗闪长岩	大量源于岛弧的优地槽沉积物,可能有蒸发岩	同 上
VI 遗迹 (地缝合线)	喜马拉雅山	抬 升	年青山系	有可能出现大面积重熔花岗岩	红层磨拉石建造	广泛的区域变质

1、地拱和裂谷阶段

这一阶段主要表现由于地幔对流产生地幔上拱，陆壳活化、张裂，进而有超镁铁及镁铁质岩浆的喷发及侵入。伴随这些岩浆活动，可能形成伴生金的岩浆矿床，如 Cr-Pt 矿床，Cu-Ni (Co) 硫化物矿床、V-Ti 磁铁矿矿床。如南非的布什维尔德、加拿大的肖德贝里、俄罗斯的诺里尔斯克以及中国攀西地区的 V-Ti-Fe 矿等。这些矿床或多或少伴生金。加拿大的肖德贝里是金的主要产地之一。现代东非裂谷系的高盐度卤水湖，湖底正在形成富含金属的卤泥沉积物，其中也伴生有金，将来有可能发展为金矿床。

2、红海-大西洋阶段

随着地幔上涌，裂谷扩张，大陆裂谷逐渐向红海、亚丁湾裂谷发展，最后逐渐发展成为大西洋型。在此阶段，裂谷中岩浆不断涌出，除了形成上述岩浆矿床外，更为重要的是

由于海底火山喷气沉积,可以形成富含 Fe、Mn 和 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 等金属的软泥沉积,一旦成岩固结,就成为富含 Au、Ag 的多金属块状硫化物矿床。采用潜水艇考查海洋裂谷已证实裂谷中的这种成矿作用。这种矿床常与海底拉斑玄武岩-细碧角斑岩伴生,产在熔岩层的上部火山碎屑岩或喷气沉积物中。它们形成于裂谷,但最后就位却是在板块边界处作为增生体的组成部分。金只是作为伴生元素产出,少数含金较高的可以成为金的共生矿床。而大量的金似乎还是以微量元素分散在岩石中。这种含金丰度较高的岩石可以成为以后成矿作用的矿源层。

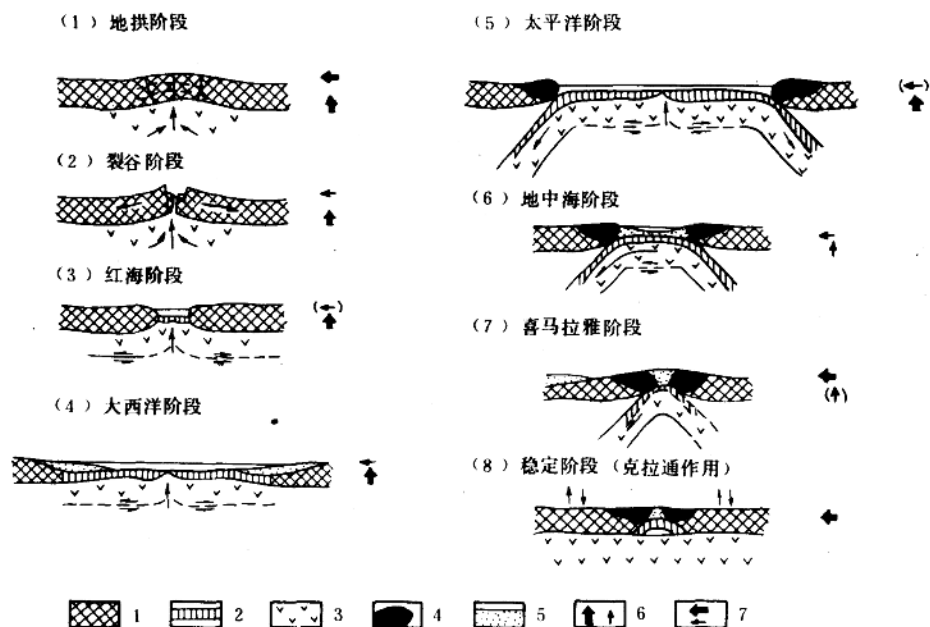


图1—1 板块构造旋回的发展阶段 (据鲍曼, 1984)

1. 陆壳 2. 洋壳 3. 下部岩石圈 4. 岩浆岩 (钙碱性系列) 5. 年轻的沉积物 6. 广泛的以及小范围的内生矿物物质的富集 7. 广泛的以及小范围的外生矿物物质的富集

由于大西洋阶段大陆是载在洋壳上一起运动的,陆壳与洋壳之间没有相对运动,也即没有板块的俯冲消减作用,因此,大西洋型陆缘不利于金矿化。

3、太平洋消减阶段

板块运动发展到太平洋消减阶段,一方面洋壳在裂谷处不断增生;另一方面又在安第斯型活动大陆边缘或岛弧-海沟系中不断消减。产生了大洋板块与大陆板块之间的相对运动。

(1) 安第斯型大陆边缘消减带 (图 1-2) 大洋中脊增生的洋壳 (蛇绿岩套) 被地幔对流形成的传送带运移到大陆边缘的深海沟,大部分俯冲消减、重熔,在大陆一侧形成一个与深海沟平行的钙碱系列火山岩带 (安山岩带)。此时分散在洋壳中的金由于洋壳俯冲重熔形成钙碱系列火山岩而被活化,形成斑岩型金矿、矽卡岩型金矿和共 (伴) 生金矿、火山热液型金 (银) 矿。上述环太平洋成矿带的东半环—即美洲西海岸的科迪勒拉—安第

斯成矿带就是在这—环境下形成的。在北美洲，洋壳连同大洋中脊—同被俯冲于大陆之下，为金矿成矿作用提供了更丰富的物质来源和热动力条件，这或许是北美西部地区——从加拿大的育空地区经不列颠哥伦比亚到美国的内华达、加利福尼亚等地浅成热液金银矿床和“卡林型”金矿床特别发育的原因所在。

有少部分被带到消减带的洋壳没有被消减而是被推挤仰冲至陆壳之上，这就使部分伴生金的 Cr-Pt 矿床和块状硫化物矿床被保存下来，同时这部分洋壳也是以后矿化有利的矿源层。

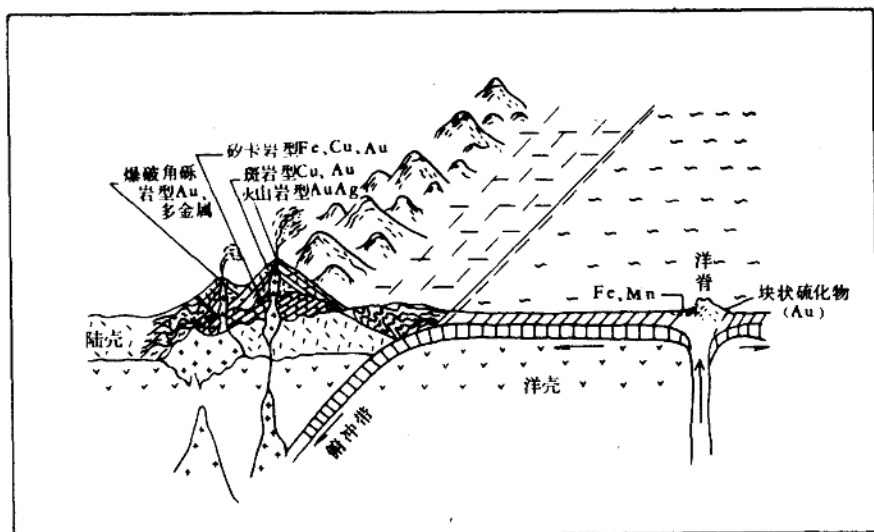


图1—2 安第斯型造山带示意图

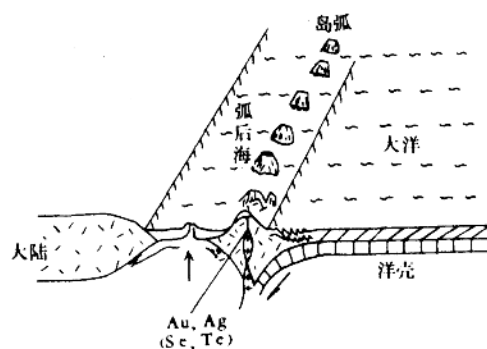


图1—3 岛弧型造山带示意图

(2) 西太平洋岛弧型消减带 (图1-3) 岛弧是西太平洋和西南太平洋最独特的板块构造景观。当洋壳被传送到大陆—侧俯冲—消减时，不是俯冲在大陆之下，而是消减在离大陆—定距离的海域中并在那里形成岛弧。岛弧的成矿作用大体上与安第斯型大陆边缘相似，即常常产有斑岩型、砂卡岩型、爆破角砾岩型、火山浅成低温热液型金矿床。如日本的菱刈金矿床、菲律宾的碧瑶金矿床、印尼、巴布亚新几内亚、斐济、新西兰北岛等地的金矿床。

(3) 东亚地区弧后大陆边缘活动带 从目前所获得的资料看，亚洲大陆东部边缘从中生代以来是处于弧后的大陆活动边缘。这与科迪勒拉—安第斯型大陆活动边缘有许多不同之处。在这里没有成带产出的安山岩带和I型(同熔型)花岗岩带，因此，也就没有成带产出的斑岩型 Cu-Au 矿床或 Cu-Mo 矿床。这里大面积分布的火山岩主要不是洋壳重熔

形成的，而是在太平洋板块俯冲挤压影响下由陆壳活化重熔形成的，所以也没有成带产出的火山浅成热液金银矿床。从这个意义上讲，东亚大陆边缘金矿化不如岛弧和科迪勒拉-安第斯型大陆边缘有利。但东亚大陆边缘广泛分布有前寒武纪矿源层，当这些矿源层被重熔形成重熔花岗岩时，所含的金也就有条件活化成矿。如团结沟金矿床，铅同位素证明，至少部分物质是来自下伏的黑龙江群。浙江遂昌的银坑山金矿床，铅同位素证明，矿源层是下伏陈蔡群变质岩系。华北地块的五龙、胶东、燕辽、五台、太行等地区的金矿床，矿源层几乎都是前寒武纪的，但其中大部分成矿事件却发生在晚古生代、中生代。俄罗斯远东地区也有类似情况。这是东亚大陆边缘金矿床的一大特征。充分认识到这一点对指导中国金矿找矿是有意义的。

4、地中海-喜马拉雅碰撞阶段（图 1-4）

太平洋消减阶段是板块运动由全盛转向消亡的转折点。当大洋中脊扩张停止后，已不再有新的洋壳增生，该洋盆将趋向消亡；发展到地中海阶段，海域逐渐变窄，最后导致大陆与大陆碰撞，洋盆完全消失，这就是现在的喜马拉雅造山带。至此一个板块活动旋回（威尔逊旋回）宣告结束。这个带上的金矿床就是前述的阿尔卑斯-喜马拉雅成矿带。在这个带上可以保留原来两侧大陆边缘消减带形成的金矿床，还可以产生与板块碰撞作用有关的金矿床。碰撞作用所产生的巨大压力，使一个大陆俯冲于另一个大陆之下，会使俯冲的大陆产生重熔。当被重熔的岩石富含金时，也会使其活化成矿。对此，我们所知甚少，尚待进一步研究。

二、地体构造与金矿成矿作用

1983 年 8 月，在美国斯坦福大学举行的环太平洋地体学术讨论会上，D.G.Howell 综合了其他研究者的意见，提出了比较完整的地体概念：构造地层地体是以断层为边界的具有区域性延伸的地质实体，每个地体均有与相邻地体不同的地质历史。每个地体内，沉积、构造、火成作用和变质作用应当是统一的和连贯的。而两个并列地体如有同时代地层，其间绝不可能出现把两者联系起来的过渡岩相，即两者必定是截然不同的，在地质历史上毫不相关。自地体构造问世以来，很快在世界各地传播，并为许多地质工作者接受、应用、发展。郭令智等（1984）首先把这一学说介绍到我国，并应用这一学说来研究中国的构造（郭令智，1984），使这一学说在我国得到广泛的传播、应用和研究。1988 年在南京大学举行了第 4 届国际构造地层地体学术讨论会，更进一步推动了我国地体构造的研究。

前寒武纪绿岩型金矿床在世界上占有极为重要的地位，它产在太古宙地盾区绿岩带中。应用地体构造的观点，研究者们发现，过去认为稳定统一的大地盾区，实际上是由众多的绿岩地体拼贴而成的。比如北美加拿大地盾，Hoffman（1988、1989）应用同位素年代学研究，绘制了一幅新的构造单元图，认为北美太古宙的原始克拉通是由 7 个块体（地体）组成，而这些太古宙地体则是通过元古宙的碰撞焊接在一起的。应用地体构造观点，发现华北地块也绝不是具有统一结晶基底的大地盾，而是由众多太古宙地体拼贴而成（详后）。这一认识虽然尚缺乏系统的年代学作为基础，依据也尚不十分充分，但却得到了越来越多的研究者的认同。就是这些绿岩地体控制了中国绿岩型金矿成矿带的展布，在第四章，同位素地球化学将证明胶东、夹皮沟、燕辽、赤峰-辽西、冀东、张宣和小秦岭等绿岩型金矿带分别受不同绿岩地体控制。

太古宙没有类似现在的大陆块，也不可能有现在规模的板块运动。但据 B.F.Windley (1981) 的研究，前寒武纪地球的放射性物质产生的热能要比现在高，而对流作用是消耗和驱散热的极为有效的途径。据此推测，从地球形成的那一天开始，地球的热对流机制就已经开始了。由于这种热对流机制，加之当时的硅铝壳比较薄甚至缺失，这就导致太古宙超镁铁质和镁铁质火山活动十分强烈，这就是地史上的所谓“泛地槽阶段”。当地壳变得较稳定以后，这些火山物质就形成一个绿岩地体。元古宙的地层把这些地体缝合起来，才形成较大的陆台。我们可以把这些绿岩地体视为太古宙的“小板块”。绿岩地体控制了绿岩金矿床的分布，从这个意义讲，太古宙绿岩型金矿床也是受类似驱动现代板块运动的热对流机制控制。

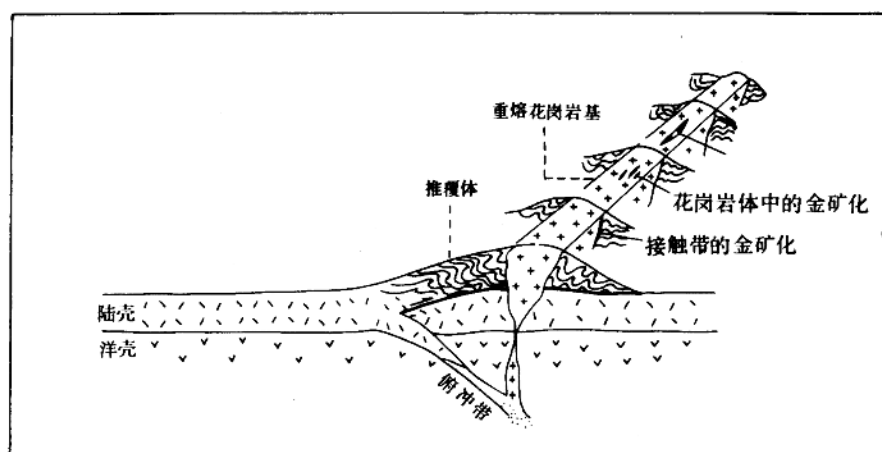


图1—4 特提斯型造山带示意图

在褶皱带中，也常挟持一些大小不等、时代不同的地体，其中某些地体也不同程度控制了金矿床的分布。如黑龙江的漠河地体和佳木斯地体分别控制了该区的砂金分布，是砂金的重要来源；同时也控制了原生金矿床的分布，团结沟、老柞山、东风山金矿床就产在佳木斯地体中。陕、甘、川三角交界区的碧口地体是嘉陵江、汉水上游砂金矿床砂金的主要来源，本身又产有煎茶岭、李家沟、东沟坝、铍厂沟等金矿床。湖北的黄陵地体控制了区内一些小型金矿床的分布等等。

第二节 中国板块—地体构造轮廓

在讨论中国金矿成矿作用时，首先要涉及的是中国的大地构造。中国 960 万 km^2 的大地，东临浩瀚的太平洋，西部耸立着有世界屋脊之称的青藏高原。有众多的大大小小的前寒武纪结晶地块，更为突出的是在这些结晶地块周围环绕着重重叠叠的褶皱带、造山带，形成千姿百态，纷繁复杂的构造格局。她虽受全球性构造格局的控制，但更多地具有它本身的发展特征。与世界其他地区相比，地质构造显的更加复杂。正因如此，在中国这块大陆上，诞生了黄汲清的旋回说、李四光的地质力学、张文佑的断块学说、陈国达的地洼说、张伯声的波浪镶嵌说。这些学说虽然观点各异，甚至大相径庭，但都从不同角度

阐明了中国大地构造特征及矿床的分布规律。

70年代,尹赞勋首先把板块构造学说介绍到中国,经李春昱、郭令智、朱夏、金性春等人的传播、研究和广大地质工作者的工作,使板块构造学说在中国大陆上得到运用、验证和发展,为解释中国的大地构造特征和矿床分布规律提供了新的理论依据。

运用板块构造观点,我们认识到,中国大陆主要是以华北—塔里木地块为核心,由不同时代的褶皱带缝合起来的众多大小地块的复杂镶嵌体。

按地体构造观点,华北地块也不是一个具有统一的前寒武纪结晶基底的克拉通,而是由众多的前寒武纪地体拼贴而成,由不同时代的元古宙地层把它们缝合到一起的。各个地体具有各自的地质构造发展史、地层建造、构造变形特征、岩浆岩组合、矿床系列,彼此很难对比。

鲁东和鲁西地区,一条郯庐断裂之隔,彼此存在明显的差别。鲁东的太古宙胶东群蕴藏着我国最丰富的金矿资源;鲁西的太古宙泰山群至今尚未发现有重要工业意义的绿岩型金矿床和沉积变质铁矿床。在鲁东胶东群上不整合覆盖着元古宙粉子山群和蓬莱群及中生代陆相碎屑岩和火山岩,缺失稳定环境下的古生代盖层性沉积;在鲁西泰山群上不整合覆盖有华北地块较普遍存在的稳定环境下的古生界盖层性沉积。看来鲁东和鲁西是两个不同的地体。鲁东地体是中生代才拼贴到华北地块上来的,郯庐断裂实为一拼贴带(何永明等,1990)。鲁东又是联合地体(郭令智等,1984),即墨—牟平断裂带将其分为胶北地体和胶南地体(贾东等,1990)。目前发现的金矿床主要产在胶北地体胶东群分布区。鲁东与辽东南一海之隔,辽东南鞍山群以产有我国最大的沉积变质铁矿闻名于世,其上覆辽河群大石桥组产有超大型菱镁矿。胶东群与鞍山群不能对比;粉子山群也无法与辽河群对比。因此它们应分属不同的前寒武纪地体。

华北地块北缘,辽河平原(或郯庐断裂带的北延)以东的辽吉地区、以西的燕辽地区和冀蒙省界以西的阴山地区,在地质构造发展史、地层建造、矿床系列等方面也有明显差异。

辽吉地区,鞍本的太古宙鞍山群和吉南的龙岗群及夹皮沟群(原统称鞍山群)并不能对比。鞍山群富含变质铁矿床,夹皮沟群下部老牛沟组(原三道沟组下部)是著名的夹皮沟金矿床的容矿围岩,上部三道沟组(原三道沟组上部)产有沉积变质铁矿床,但不能和鞍本地区变质铁矿床对比。在鞍山群上不整合覆盖了下元古界辽河群和榆树砬子群,而在夹皮沟群上不整合覆盖了下元古界集安群和老岭群。这四个群的地层均以变碎屑岩和碳酸盐岩为主,火山岩相对比较少,是花岗岩—绿岩形成的活动环境解体后的过渡型沉积(张秋生等,1987)。其上才是稳定环境下的盖层性碎屑岩和碳酸盐岩沉积(细河群)。其下部钓鱼台组石英岩中海绿石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法测定的年龄值平均为937Ma(付国民,1989)。综上所述辽吉地区也不是一个独立地体,而是一个联合地体,其上的稳定性沉积盖层的时代相对较晚。

燕辽地区的冀北部分以赤城—平泉—凌源断裂带为界分为南北两部分,断裂带以南属“燕辽沉降带”,断裂带以北属“内蒙地轴”。“燕辽沉降带”的太古宙结晶基底从东到西依次为迁西群、密云群、桑干群,富含变基性火山岩,变质程度达麻粒岩相,产有沉积变质铁矿床和绿岩型金矿床,可视为广义的绿岩建造。它们分别分布在山海关隆起、密怀隆起和