

“八五”国家科技攻关计划研究项目
国家黄金管理局地质科研项目

中国金矿床及其成矿规律

陈毓川 李兆鹑 毋瑞身 等 著



地质出版社

“八五”国家科技攻关计划研究项目
国家黄金管理局地质科研项目

中国金矿床及其成矿规律

陈毓川	李兆鼎	毋瑞身	沈保丰
邹光华	李华芹	王全明	林文蔚
李文元	刘姒群	欧阳宗圻	孟繁义
王登红	张招崇	毛德宝	陈富文
李景春	李俊建		

著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书以活动论及四维空间成矿规律研究为学术思想,吸取先进的地质理论与方法,在全国各类金矿床研究的基础上,总结其成矿规律、找矿标志;应用矿床成矿系列概念建立我国金矿床的主要矿床成矿系列和找矿系列类型,总结研究各类金矿床的时空分布及演化规律,提出各类主要矿床的地质、地球物理和地球化学找矿模型。

本书可供从事金矿床研究的人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

中国金矿床及其成矿规律/陈毓川等著.-北京:地质出版社,2001.10

ISBN 7-116-03350-5

I. 中… II. 陈… III. 金矿床-矿床成因论-研究-中国 IV. P618.510.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 071092 号

责任编辑:祁向雷 陈 磊 张长军

责任校对:李 玫

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 29 号,100083

电 话:82324508(邮购部);82324577(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:010-82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂印刷

开 本:787×1092¹/₁₆

印 张:30

字 数:740000

印 数:800

版 次:2001 年 10 月北京第一版·第一次印刷

定 价:65.00 元

ISBN 7-116-03350-5/P·2168



(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)

前 言

金做为贵金属的一员，自扣开人类社会门扇以来，就以其夺目的光彩、特有的品格博得了人类的青睐。在人类数千年的历史中，它曾是王权、神权、族权和富贵的象征，因此大量的黄金被用来装饰宫阙殿宇、冠带锦衣。在神学中金是太阳之子或古希腊太阳神阿波罗的化身，黄金加身，塑就无数的神龛佛像，在绵绵的香火中接受虔诚信徒的顶礼膜拜！炼丹士冥思奇想构思各种方案做他点石成金或炼就使人能永葆青春的金汁玉液的美梦。文学家杜撰出无尽的神奇故事，创造了数不尽的寓言、比喻和谚语。凡此种种，黄金无处不在，无处不弥散于人的意识和生活之中。同时，黄金也是掠夺、殖民的渊藪！正如博伊尔（1979）所言：“一声‘黄金’的呼唤，已诱使人们跨大陆，漂远洋，越高山峻岭，进北极苔原，入炙热沙漠，穿茂密丛林”。黄金的光辉怂恿人们从公元前 12 世纪至 16 世纪进行了一系列远征探险，演出了殖民和反殖民的一幕幕英勇悲壮的历史剧目！

金的产区遍及世界。由于金特有的光泽，引起各民族以不同的民族语言来描述金的这一特性。金（gold）这个术语起源于梵语 *jval*——发光之意；英语的 *gold* 一词来源于盎格鲁-撒克逊人的 *gold*，是从条顿人的 *gulth*——意思是灼热或发光的金属一词蜕化而来的；拉丁文称金为 *aurum*，并以其词头 *Au* 做为金的代号载于元素周期表中。多少年来金以其灿烂的光辉昭示世人，博得了万众膜拜。而在今天，人们用理性战胜神话，以科学预测未来，金只不过是贵金属族极普通一员，它的生成、开采、利用已在科学的指掌之间，但金仍以特殊的习性在货币、电子、航天、医疗、装饰等方面起着无可替代的作用，并且成为国际上国力的衡量指标。在中华民族自立于世界之林的今天，除有雄厚的政治、经济依托外，黄金的储备仍是一项重要的指标。为中华民族的振兴，我国地学界同仁仍需奋发努力，力求百尺竿头，为发展我国饶有特色的黄金事业而竭尽全力！

黄金的最早发现难觅历史的记载，这些元古的文化已经湮没于无文字的历史之中。据传公元前 3500 年前腓尼基人发现了黄金，古埃及、叙利亚、努比亚、伊比利亚、印度和马克特里亚都有着灿烂的史前文明，推动了采冶事业的发展。据 Quiring（1972）的报道，史前一古代时期的世界金产量达 10257 t，主要集中在埃及、努比亚、伊比利亚、高卢、巴尔干、印度和中国。原苏联的金矿床采冶应追溯到公元前 1500 ~ 公元前 1300 年，在公元前几百年，格鲁吉亚、乌拉尔、乌兹别克、阿尔泰一带的大量黄金，通过撒马尔罕的黄金之路源源不竭地流出境外。大约在 17 世纪末叶，沙皇在乌拉尔、西伯利亚、阿尔泰等地多处采金，在 15 ~ 19 世纪的 500 年中，原苏联金产量约 12000 t，成为仅次于南非的黄金大国。

公元前 2000 年，美洲的印第安人制做了许多精美的金制耳环、项链、面具、香炉。美洲金业突飞猛进的发展可能在 1600 年左右，西班牙人在新墨西哥州和亚利桑那州经营了金矿业，其后（1848 ~ 1849 年）加利福尼亚和内华达州科罗拉多先后成了采金重心，并且有一批重要的金矿床发现，如 1886 年发现了霍姆斯塔克金矿床。

加拿大这一黄金的富庶之邦，黄金的发现迟至 1576 ~ 1577 年，但其可靠的发现当属 W. W. Baddeley (1835) 在美国科学杂志上的报道 (Vol.28, 7 月号)。该报道简要地描述了魁北克金矿区地质，其后在哥伦比亚卡里布、育空地区的克朗代克采金热日趋白炽。1866 年在加拿大地盾首次发现脉金矿床，但是加拿大地盾中金矿床的大量发现却迟至 20 世纪初叶。1936 年在拉尔德尔湖地区发现了绿岩带中含金脉型金矿床，这对推动金矿床的地质研究作出了重要贡献。

澳大利亚于 1839 年首次报道蓝山山脉的脉金，此后的十余年中共产金 500 t，使之由殖民地变成具有雄厚经济实力的强国。

自远古至 1985 年底，世界黄金总产量约达 116000 t，在人类的历史中形成 3 个主要采金高潮。史前一古代是人类最重要的采金期之一，金的开采量约占总产量的 9.7%。中世纪 (公元 500 ~ 1492 年) 金业萎缩，15 世纪初叶至 1977 年是世界资本主义迅速发展的时期，殖民者在世界各地掠夺大量黄金，此阶段黄金产量为总产量的 85%。1977 年后金的产量连续下跌，每年均在 1200 t 左右徘徊。1980 年后又赢来了黄金探采新的高潮，在 1980 ~ 1987 年短短 7 年中新发现的金矿储量达 7000 t。世界黄金储量已达 193476 t 以上 (D.A.Singer, 1995, 表 0-1)，主要国家为南非、美国、澳大利亚、加拿大、俄罗斯、中国、乌兹别克斯坦和巴西。

我国幅员辽阔，具有悠久的采金历史和灿烂的黄金文化，早在 4000 年前的甲骨文中就有金的记载。出土文物证实，在夏、商、周时代我国就能用黄金制做精美饰品，战国时代金银错和鎏金工艺日渐完善。西汉中山靖王夫妇的金缕玉衣制做精美，巧夺天工。战国、秦、汉的大量鎏金制品发掘于河南、山东、河北、广西、江苏、云南、陕西、甘肃诸省区。唐代鎏金工艺更为精美，唐六典中称金有 14 种，曰缕金，曰拍金，曰镀金……表明我国古代黄金工艺已达到相当水平，足可以与世界任何国家的黄金工艺媲美。

黄金除制造饰品外还用于货币，春秋之末，楚人以金制造钱币，称“郢爰”或“陈爰”，秦统一中国后将黄金定为“上币”，汉武帝时代铸造了金饼和五铢钱。汉后金币不在市场上流通，只做为有一定价值的称量货币，成为王公贵族标志财富的储器或做为大额支付手段或为宫廷赏赐、馈赠的礼品。

大量黄金还用于宫廷、寺院、佛像的建造，1690 年兴建的布达拉宫有八座包金灵塔，仅五世达赖灵塔耗金就达 11.9 万两。

对黄金的需求刺激了官办民营采金事业的发展。在《金矿地质和找矿方法》一书中 (栾世伟等, 1987)，总括了《中国官办矿业史略》、《古矿录》、《中国古代矿业发展史》所提供的历代金矿床分布资料，表明自先秦至清代在我国河北、山西、辽宁、吉林、黑龙江、山东、江苏、安徽、江西、福建、河南、湖南、湖北、广东、广西、陕西、甘肃、四川、云南等 20 个省区都有黄金产地，而以四川、云南、两湖、江西、山东、河南、广西古采金业尤为发达，在区域上与我国川陕甘、滇桂黔、鄂皖赣、胶东等现代金矿成矿区相吻合。当时金业繁盛，人烟辐辏，中唐诗人刘禹锡曾描写采金盛况：“日照澄洲江雾开，淘金女伴涌江隈，美人首饰侯王印，尽是砂中浪底来”。

采矿业的发展促进了人们对金矿床地质规律的认识。早在战国时期《管子·地数》中就记载着“上有丹砂者，其下有黄金；上有慈石者，其下有铜金”。这可能是人类首次关于矿化分带和找矿标志的论述。唐朝段成武在《酉阳杂俎》中指出：山上有葱，下有银；

表 0-1 各国发现的金储量及矿床类型

单位: t

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	总量	所占比例 %	平方千米 产金量/kg
	Qrp	未分类	砂金	斑岩 Cu	Homestake	LS	Comstock	黑矿	SH	Qzra	斑岩 Au	热泉	OO	PR	SK	Sado	Creede	其他			
南非	80064	539	0	0	290	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	81070	41.90	66.40
美国	0	2656	3332	2103	1277	2128	1332	366	3075	1398	212	162	0	509	328	59	322	374	19633	10.15	2.10
澳大利亚	0	1774	1619	107	3050	1565	112	596	0	0	11	0	1200	0	17	0	0	319	10370	5.36	1.36
加拿大	0	682	478	1898	4698	250	101	1444	0	0	0	0	0	2	93	0	1	241	9888	5.11	0.99
俄罗斯	0	488	4849	0	0	822	390	776	0	0	0	0	0	0	0	200	0	407	7932	4.10	0.48
乌兹别克斯坦	0	815	0	1945	0	4870	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7630	3.94	18.73
巴西	0	989	5637	0	934	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7574	3.91	0.89
印度尼西亚	0	396	440	3117	0	0	576	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	2	4536	2.34	2.38
菲律宾	0	114	0	2515	0	0	903	142	0	0	7	0	0	0	53	0	0	0	3734	1.93	12.55
巴布亚新几内亚	0	0	225	1441	0	0	729	0	0	0	19	595	0	0	0	0	0	0	3009	1.56	6.35
智利	0	215	330	704	0	0	40	0	0	0	430	528	0	0	0	0	0	0	2247	1.16	3.03
津巴布韦	0	0	0	0	2232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2234	1.15	5.74
新西兰	0	0	490	0	0	82	1652	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2224	1.15	8.31
西班牙	0	1908	0	0	0	0	0	196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2104	1.09	4.18
印度	0	1135	0	90	821	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	2097	1.08	0.68
墨西哥	0	792	0	9	0	0	503	4	0	0	0	0	0	182	83	63	247	47	1929	1.00	0.98
苏丹	0	1737	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1741	0.90	0.69
加纳	368	1310	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1714	0.89	7.20
哥伦比亚	0	7	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1511	0.78	1.33
中国	0	430	250	285	0	500	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1470	0.76	0.15
哈萨克斯坦	0	144	0	570	0	359	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1109	0.57	0.40
南斯拉夫	0	1059	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1078	0.56	4.21
日本	0	208	0	0	0	14	372	146	0	0	10	0	0	0	1	134	13	115	1011	0.52	2.74
法国	0	814	0	0	0	113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	927	0.48	1.68
捷克斯洛伐克	0	547	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	806	0.42	6.30
其他	0	5632	1888	1167	602	1020	991	505	0	10	611	0	0	196	414	253	46	839	13902	7.19	
总量	80431	24391	21298	15952	13902	11727	7701	4214	3080	1408	1303	1285	1200	941	716	708	630	2590	193476		
所占比例/%	41.57	12.61	11.01	8.24	7.19	6.06	3.98	2.18	1.59	0.73	0.67	0.66	0.62	0.49	0.37	0.37	0.33	1.34	100.00		

1—石英脉岩 Au-U (兰德); 4—斑岩铜矿伴生矿床; 5—Homestake 太古宙脉金建造; 6—低硫石英脉型; 7—Comstock 浅成低温热液脉型; 9—沉积岩容矿 (卡林型); 10—浅成低温热液石英-明矾石型 (酸性硫酸盐); 13—奥林匹克坝; 14—多金属交代型; 15—夕卡岩型; 16—Sado 浅成低温热液脉型; 17—Creede 浅成低温热液脉型 (据 D. A. Singer, 1995)。

山上有薤，下有金；山上有姜，下有铜锡。这明显就是今天地球化学中的植物找矿法。李时珍在《本草纲目》中指出：“雌黄乃金之苗，银坑有铅”，“炉甘石（菱锌矿）为金银之苗”、“产于金坑中的炉甘石，其色黄，产于银坑中炉甘石，其色白或带绿、粉红”；“金有山金与砂金之分，根据其颜色，分七青、八黄、九紫、十赤四级，以赤为足色金”。由此可知，我国劳动人民在很早以前就知道了某些元素的共生原理和在找矿中指示元素的作用，并通过颜色来估计金的成分。

由上可知，对黄金及其采矿、成矿等诸多问题的认识，在我国乃至世界都是很早的。

到了近代，尤其是自 1886 年至今的百余年中，世界金业进入了蓬勃发展时期，一系列黄金产地的发现改变了前 19 世纪的布局，即世界金矿床以非洲、亚洲、欧洲为主的格局，改变成以非洲、美洲、大洋洲为主的新的采金重心。现代金矿地质工作的主要成就为：

(1) 发现和探明了一大批成矿特点各异的大型金矿床。如：南非的兰德盆地砾岩型金矿床，发现于 1886 年，现保有储量达五万多吨，已开采 4 万多吨，近几年来年产保持在 600 ~ 700 t。

加拿大安大略省的赫姆洛金矿床，发现于 19 世纪 60 年代，1977 ~ 1978 年有重大突破，1985 年开采，储量 600 t；加拿大多姆矿山 1984 年投产，储量 333 t。

美国霍姆斯塔克矿床 1886 年发现，储量 1100 t；加利福尼亚麦克劳林金矿山 1985 年投产，储量 100 t；詹姆斯敦金矿山 1984 年投产，储量 105 t；内华达州朗德芒廷金矿山 1983 年投产，储量 260 t。

巴西的塞拉佩拉达金矿山，1980 年投产，储量 500 t。

日本的菱刈金矿床 1903 年开始采掘，1981 年金矿勘查有突破性进展，获储量 112 t，1985 年扩大生产。

澳大利亚的奥林匹克坝金矿山 1986 ~ 1987 年开始生产，储量 270 t。

原苏联穆龙套金矿床发现于 20 世纪 50 年代（1956 ~ 1957 年），储量超过 3000 t，年产最高达 80 t。

美国内华达州的卡林金矿床发现于 20 世纪 60 年代，1965 年投产，累积产金已一百余吨，是产于碳酸盐岩石、粉屑岩和泥质建造中的微细浸染型金矿床。

这些金矿床的发现，促进了金矿储量的大幅增长，到 1995 年，世界的金矿储量已达到 19 万 t，并且大大促进了金矿床地质理论的发展，从而建立了绿岩带金矿床、条带状硅铁建造中的金矿床、含炭浅变质碎屑岩型金矿床、产于细碎屑岩-碳酸盐建造中微细浸染型金矿床和火山-次火山岩型等重要金矿床类型和成矿模式。更重要的是以此为线索，在世界范围内又找到了一大批与之类似的大型、超大型金矿床。

(2) 在新的地质理论、成矿模型的指导下，采用有效的地质、地球化学、地球物理等探测手段，系统地开展了成矿区（带）的研究，获得了突破性进展。如赫姆洛金矿床的勘查史可追溯至 19 世纪 60 年代，经几代人百余年的努力，而未获明显进展，至 1977 ~ 1978 年安大略地质调查所在该区做系统的地质测量及其后的电磁、航磁、甚低频电磁、激发极化等各种测量后才最终验定了该矿床的进一步勘察价值。原苏联穆龙套金矿床的发现是在详细的地质研究基础上，配合地球物理、地球化学研究成果，根据与金共生 As 的地球化学性状的研究，最终予以确定的。美国卡林型金矿床的发现是根据地质构造格局的推断及

元素地球化学中 As、Sb、Hg、Au 的共生关系确定的……凡此种种都说明了金的找矿已逾越经验找矿时代，步入了理性找矿时期。

(3) 金矿床地质理论与金的地球化学性状研究密切结合，推动了学科的发展，如同位素地质学的应用，在矿床成因的判释中起到了重要作用。

(4) 运用地质科学、相关学科及边缘科学的研究成就，综合研究金矿床成因、物质来源、成矿过程、金迁移富集机理，从四维空间中追溯金成矿的地质历史。在金矿床的成因研究中愈来愈多地显示出多元化（多来源、多阶段、多成因）的趋向，建立了一系列金矿床成因模式。如：①太古宇绿岩带金矿床的成因模式；②花岗岩岩浆与金形成的理论模型；③变质分泌-扩容理论；④金来自特定矿源的成矿模式；⑤海底海水循环同生沉积-变质改造多阶段模式；⑥变质流体多阶段成因模式；⑦金矿床的热泉成因模式；⑧金矿床的天水渗滤-混合成因模式；⑨金-煌斑岩类组合和金矿床的钙碱性煌斑岩深源岩浆成因模式；⑩与含金建造有关的金矿床多旋回综合成因模式。

(5) 随着测试方法的进步，对金的赋存状态、矿物化学、金的溶解、配合、搬运与沉积机理、含金流体地球化学、流体动力学、古地热场、化学动力学、微量元素地球化学、伴生元素地球化学及其指示意义、同位素地球化学、生物地球化学、吸附理论和金的天体化学以及金在地壳各地质体中丰度的测定，都获得了令世人瞩目的进展。以金在水体中的迁移形式而论，现已确定二十余种，每一种形式的确定都以一定的测试实验资料为依据。特别值得指出的是，20 世纪 80 年代初我国的超微量分析（ 10^{-9} 级）技术的成功，极大地推动了金矿床找矿工作，解决了此前未曾解决的一系列问题。

勤劳智慧的中华民族对世界金矿床的勘探曾有过卓越的贡献。对我国金矿床较系统的研究工作始于 20 世纪初叶。

早期有关我国矿产的介绍见于 1906 年周树人与顾依合编的《中国矿产志》，1910 年在《地学杂志》创刊号上刊登的“茅山金矿”的调查论文，1912 年北洋政府工商部采金局在调查过冀东金矿后撰写的调查报告。自 1922 年中国地质学会成立之后，老一辈地质学家对我国金矿床进行了一定的调查工作，如冯景兰、郭文魁、刘国昌对胶东金矿床的研究；曹世禄、李捷等对鄂豫皖交界处砂金矿床的研究；王晓青、喻德渊、廖士范、胡伯素对湘西、黔东金矿床做了大量工作；侯德封、杨敬之、李承三、袁见齐、郭令智对川康金矿床进行了工作；刘祖一深入研究了湖南、中国南部、西北部金的分布及富集规律；尹赞勋、夏湘蓉等为江西金矿床研究作出了贡献；李承三等对广东金矿床做了研究；高振西、王植等对广西金矿床作出了贡献。这些卓有成效的工作，特别是老一辈地质学家在国难重重、兵匪猖獗的情况下，仍怀惓惓赤子之心为发展我国地质事业而皆尽全力，这种精神使人感动殊深！

新中国成立后，在 1950~1976 年的二十余年里，随着我国国民经济的全面发展，各省区地质工作有计划地展开，系统地开展了区测、普查和矿产评价，为我国地质工作的高速发展奠定了稳固的基石。这一时期较为重要的研究成果是朱夏（1953）撰写的我国第一部金矿床地质综合专著——《中国的金》，它成为我国开展金矿普查的重要文献。嗣后刘祖一（1959）、谢家荣（1965）先后提出金矿床成因分类方案。20 世纪 70 年代后期，随着我国金矿床新类型的不断发现，国外金矿床信息的引入，测试手段和地质资料的不断丰富，促使我国在金矿床成矿理论、成矿模式、成矿预测研究上都有重要突破，从而使我国

金矿床的地质研究进入了一个与世界金矿床研究水平相叙仲伯的当代发展阶段。

70年代后期,我国开展了大规模有组织、有计划的黄金地质工作。特别在1985年国家成立了全国金矿地质领导小组,全面规划、计划及领导全国金矿找矿工作,国家特设了金矿地质勘查基金,支持找金工作。在此期间金矿找矿工作取得巨大成绩,“八五”期间探明独立金矿床的储量等于建国以来探明储量的总和。金矿床科研工作也得到空前发展,内容涉及到金矿床地质及找矿方法技术的各个方面,在理论上跟踪世界金矿床研究前沿,70年代编制了1:200万金矿床分布图,划分了我国金矿床的主要类型、矿化集中区、成矿远景区,对我国东北金矿床的各主要类型进行了详细研究。“六五”期间开展了第一轮地质科技攻关,研究了我国金矿床的主要类型和我国东部6个重要的金成矿区(带)的成矿条件、找矿方向,划分了116个找矿远景区。1986~1990年“七五”国家重点科技攻关列入了“75-55-金”项目,动员了数百名地质工作者对中国金矿床进行了系统、全面的研究,在国家自然科学基金的资助下,亦开展了基础性研究工作。新疆305项目对阿尔泰、准噶尔地区金矿床研究取得了明显进展。“八五”期间,国家黄金管理局负责的“中国微细浸染金矿床”、“中国炭硅泥型金矿床”,由地质矿产部负责的“中国绿岩型金矿床”、“中国火山岩-次火山岩地区金矿床”、“粤西、海南及三江地区成矿远景、找矿靶区研究”、“中国主要金矿床类型及成矿远景区带远景预测”等都取得了显著进展。这一阶段我国黄金找矿和地质研究的主要特色是:

(1)发现了一批新的金矿床和金矿带,老的矿床扩大了储量,如焦家式破碎带蚀变岩型是我国独特的金矿床新类型,新发现了广东云开地区、海南地区、云南哀牢山地区新的成矿带;同时借鉴国际新的研究成果,对绿岩建造中的金矿床、细碎屑岩及碳酸盐建造中微细浸染型金矿床以及火山岩-次火山岩中的金矿床进行了更深入的研究。

(2)我国已建成了胶东、小秦岭、燕辽、辽吉东部、黑龙江、川陕甘和黔滇桂三角区等黄金生产基地,划出了若干具有远景的金成矿区带,编制了系列图件,金矿床分布趋势显现了更有利于国民经济发展的新格局。

(3)从研究单个矿床到研究不同类型金矿床的时空组合,建立了我国金矿床的成矿系列和成矿系列类型组,发展了金成矿的各种模式;侧重于金矿床的形成分布与壳幔结构、岩石圈组成、地质构造单元性质及其演化历史,初始与衍生含金建造等各个方面,建立了适合我国国情的金矿床分类体系。

(4)在区域金矿床产出条件、成矿理论模型研究基础上,建立了一系列具有很强实用意义的找矿模型,并由二维模型扩建成三维模型,由静态模型演化成四维动态模型。在矿床预测方面除了常规的地质、物探、化探、遥感信息等方法外,又发展或深化了气体地球化学、生物地球化学、流体物理化学-流体动力学、同位素地球化学、古地热学、古地貌、古水文地质学等各种思想和方法。野外轻便测试仪器的研制也有很大进展。

本书是国家“八五”科技攻关项目“中国金矿主要类型、成矿条件和找矿标志”的研究成果。该项目经国家科委批准于1993年5月正式立项,列入国家攻关项目“紧缺矿产勘查与评价研究”(85-901)中85-901-08课题的一个专题,自1993年5月开始研究工作。国家黄金管理局为本项目研究的主持部门,地质矿产部科技司为组织部门,中国地质科学院为承担单位。

本项研究以活动论及四维空间成矿规律研究为学术思想,充分应用已有的研究成果,

吸取先进的地质理论与方法，在分类研究各类金矿床，总结其成矿规律、找矿标志的基础上，应用矿床成矿系列概念建立我国金矿床的主要矿床成矿系列和找矿系列类型，编制金矿床成矿系列图，总结研究各类金矿床的时空分布及演化规律，提出金矿床的分类意见和各类主要矿床的地质、地球物理、地球化学找矿模型。通过综合研究进行成矿区划，提出今后金矿床找矿的宏观部署意见。在研究工作技术路线上采取综合研究和典型矿床解剖相结合，金矿床类型研究与成矿地质背景研究相结合，矿床地质特征与成矿时代研究相结合，矿床地质规律研究与地、物、化找矿模型研究相结合的方针，既着重于提高地质规律研究，又侧重于找矿应用研究。研究工作期间除充分应用已有成果外，同时补充开展重要矿床的野外调查研究工作，尤其对重要矿床的成矿时代作了大量补充工作，取得一批新的年代数据。同时，首次编制了 1:500 万中国岩金矿床成矿系列图，开发了计算机成图技术。

本书前言由陈毓川、林文蔚编写；第一章由陈毓川、林文蔚、王登红编写；第二章由沈保丰、毛德宝、李俊建等编写；第三章由李兆薰、张招崇编写，胶东、小秦岭金矿床资料由沈保丰等提供；第四章、第五章由毋瑞身、李文亢、孟繁义、李景春编写；第六章由陈毓川、李华芹、沈保丰、刘姝群、林文蔚、王登红、毛德宝、毋瑞身、陈富文等编写；第七章由邹光华、欧阳宗圻编写；第八章由王全明等编写；结论由陈毓川等编写。最后由王登红、毋瑞身、李文亢等进行了统编。在项目研究过程中，项目办公室的朱明玉、李军同志承担了具体组织管理工作，宜昌地质矿产研究所承担了样品的年代测试工作，中国地质科学院区划研究室完成了成矿系列图的计算机编图工作；研究过程中还得到国家黄金局多方面的支持，得到各有关地勘单位、科研单位的大力协助，在此一并表示衷心的感谢。

目 录

前 言

第一章 概论	(1)
第一节 我国金矿资源的主要特征	(1)
第二节 金矿床分类	(2)
一、金矿床分类的历史回顾	(2)
二、各分类方案的评述	(9)
三、金矿床分类的基本原则	(11)
四、本文采用的金矿床分类方案	(11)
第三节 金矿床成矿系列	(15)
第二章 绿岩带金矿床	(32)
第一节 中国花岗岩-绿岩带的基本特征	(32)
一、绿岩带的基本概念及研究进展	(32)
二、绿岩带的空间分布特征和类型	(35)
三、高级变质的花岗岩-绿岩带	(37)
四、中级变质为主的花岗岩-绿岩带	(46)
五、绿岩带的形成及演化	(56)
第二节 绿岩带金矿床类型和空间分布	(58)
第三节 顺层细脉浸染型金矿床的地质地球化学特征	(61)
一、变质火山-沉积岩中的金矿床	(61)
二、条带状铁建造 (BIF) 中的金矿床	(67)
三、块状硫化物矿床中的伴生金矿床	(71)
第四节 脉型金矿床的地质地球化学特征	(73)
一、高级变质绿岩带中金矿床	(73)
二、中级变质为主绿岩带中的金矿床	(81)
第五节 绿岩带金矿床的成矿作用模式	(88)
一、成矿物质来源	(88)
二、成矿流体的性质	(93)
三、矿质的迁移和沉淀	(96)
四、金的成矿时代	(96)
五、成矿模式	(100)
第三章 与岩浆岩有关的金矿床	(102)
第一节 成矿背景和主要类型	(102)
一、成矿背景	(102)
二、主要类型和特征	(108)

第二节 与火山岩有关的浅成热液型金矿床	(111)
一、低硫浅成热液型金矿床	(111)
二、高硫浅成热液型金矿床	(119)
三、富碲浅成热液型金矿床	(123)
第三节 以火山-沉积岩为容矿围岩的块状硫化物型伴生金矿床	(126)
一、铜-金型金矿床	(126)
二、铅、锌、银型金矿床	(129)
第四节 岩体内、外变形带热液型金矿床（构造破碎带蚀变岩型金矿床）	(132)
一、主要成矿标志	(132)
二、胶东地区金矿床	(133)
三、小秦岭金矿床	(138)
四、岷耳崖金矿床	(140)
第五节 与斑岩有关的金矿床	(142)
一、角砾岩化斑岩型独立金矿床（S型）	(142)
二、角砾岩化斑岩型独立金矿床（I型）	(146)
三、斑岩铜矿的伴生金矿床	(150)
四、斑岩型铅锌银矿床的伴生金矿床	(152)
第六节 侵入体内、外的热液型和接触带型金矿床	(155)
一、侵入体内和接触带型金矿床	(155)
二、侵入体远接触带热液型金矿床	(158)
第七节 岩浆-水热体系的控矿系统	(160)
一、火山穹丘控矿系统（火山-地热系统）	(161)
二、破火山口控矿系统（火山-地热系统）	(162)
三、斑岩控矿系统（超浅成侵入体）	(164)
四、浅成侵入体控矿系统	(166)
五、火山喷气-沉积控矿系统	(168)
六、剪切带控矿系统	(170)
第八节 成矿机制和局部富集模式	(172)
一、金的运移和沉淀机制	(172)
二、局部富集模式——多元耦合-四维成矿的理论模式	(176)
第四章 沉积岩建造中的热液金矿床	(182)
第一节 概述	(182)
第二节 细碎屑岩-碳酸盐岩中微细浸染型金矿床	(184)
一、时空分布与成矿环境	(184)
二、矿床及控矿特征	(186)
三、典型矿床	(193)
第三节 变碎屑岩中脉型金矿床	(205)
一、时空分布及成矿背景	(206)
二、矿床地质特征	(207)
三、典型矿床	(213)
第四节 区域成矿规律及控矿因素	(219)
一、金的时空分布	(219)

二、地壳演化对成矿的控制	(220)
三、容矿围岩与金矿化的关系	(222)
四、构造与金矿化的关系	(223)
五、岩浆作用对成矿的影响	(225)
第五节 成矿机理和成矿模式	(225)
一、成矿物质来源	(225)
二、成矿物理化学条件	(230)
三、金的活化、迁移和富集	(235)
四、成矿模式	(237)
第五章 与表生作用有关的金矿床	(242)
第一节 砂金矿床	(242)
一、概述	(242)
二、矿床分类及地质特征	(242)
三、成矿区(带)划分	(245)
四、富集规律	(245)
第二节 红土型金矿床	(247)
一、概述	(247)
二、矿床地质特征	(248)
三、矿床成因	(250)
第三节 铁帽型金矿床	(251)
一、概述	(251)
二、成矿地质背景	(251)
三、矿床地质特征	(253)
四、矿床成因	(258)
第六章 金矿床成矿规律及若干问题讨论	(260)
第一节 金矿床区域分带及成矿集中区	(260)
一、金矿区、带划分的基本准则	(260)
二、我国金矿床主要成矿区、带及金矿集中区	(263)
第二节 岩金主要矿床类型的时空分布	(285)
一、岩金矿床类型	(285)
二、岩金主要矿床类型的时空分布规律	(287)
第三节 成矿历史的演化规律	(291)
一、各时代金矿床的分布、主要特点与对比	(291)
二、成矿的继承性问题	(294)
第四节 若干问题的探讨	(295)
一、地块边缘成矿问题	(295)
二、关于金的矿化集中区	(297)
三、剪切带控矿问题	(299)
四、钾质与钠质系列金矿床问题	(304)
五、不同时代金矿床成矿的叠加、改造、再造	(307)
六、喜马拉雅期金矿床的成矿问题	(309)
第七章 找矿模型及找矿方法	(313)

第一节 概述	(313)
第二节 绿岩带金矿床	(314)
一、矿床地球物理特征	(314)
二、矿床勘查地球化学特征	(322)
三、典型金矿床找矿模型	(328)
第三节 与岩浆岩有关的金矿床	(333)
一、矿床地球物理特征	(333)
二、矿床勘查地球化学特征	(350)
三、典型金矿床找矿模型	(362)
第四节 沉积岩建造中的热液金矿床	(372)
一、矿床地球物理特征	(373)
二、矿床勘查地球化学特征	(379)
三、典型金矿床找矿模型	(386)
第五节 找矿方法组合及工作程序	(393)
一、金矿物探化探方法的作用及应用条件	(393)
二、不同阶段的物探化探方法组合	(395)
第八章 金矿床成矿远景区定量预测评价	(398)
第一节 金成矿远景区(带)	(398)
一、远景区(带)圈定原则及方法	(398)
二、远景区(带)的圈定	(399)
第二节 金成矿远景区资源量定量预测评价	(401)
一、远景区(带)的分级	(401)
二、资源预测模型的建立	(402)
三、金成矿重点远景区(带)资源定量评价	(404)
四、潜在远景区(带)的资源量特征	(407)
五、金成矿远景区带资源量评述	(408)
第三节 大型、特大型金矿床的预测	(408)
一、大型、特大型金矿床的成矿类型	(408)
二、大型、特大型矿床的主要成矿特点	(408)
三、我国寻找大型、特大型金矿床的条件	(409)
四、大型、特大型金矿床的成矿远景区、带	(411)
五、重要成矿远景区带评述	(411)
结语	(417)
参考文献	(424)
附录 中国主要岩金矿床一览表	(433)
附图 中国岩金矿床成矿系列分布图	(465)

第一章 概 论

我国幅员辽阔，地质构造复杂，蕴藏着丰富的金银等贵金属矿产资源，勤劳睿智的中华民族远在数千年前就创造了辉煌灿烂的黄金文化，至清末（1888 年）我国黄金产量达 13452 kg，已步入世界黄金大国行列。朱夏（1953）统计了我国清末至 1942 年的黄金产量（表 1-1），反映了我国民国时期黄金生产的起伏状况。建国后，1949~1970 年黄金生产在逐步恢复中也几经起落（王友文，1985），1955 年黄金总产量跌至低谷，仅为 1880 年的 1/4。嗣后我国金业复苏，但也呈脉动式增长，至 1972 年黄金产量方始超过历史上最高产量，年产量达 14.06 t。其后，我国金矿床的探采及系统的地质研究获得了长足的进展，特别是 1985 年以来得到迅速发展。1980 年采金 24.13 t，1986 年为 44.5 t，1988 年为 77.8 t（位居世界第七位），1995 年产量 105 t（位居世界第六位），1999 年产量达到 162.5 t。

表 1-1 1888~1942 年我国黄金产量

年度	1888	1913	1929	1935	1936
产量/kg	13452	5505	1555	4517	263
年度	1937	1939	1940	1941	1942
产量/kg	7288	9401	10269	10358	10079

（据朱夏，1953）

目前，我国已建成胶东、小秦岭、燕辽-大青山、辽吉东部、黑龙江流域、川陕甘和黔滇桂三角区等多个黄金基地。与此同时，我国金矿资源储量也迅速增长，截至 20 世纪 90 年代末，已探明储量五千余吨，累计发现金矿床（点）7000 余处。

第一节 我国金矿资源的主要特征

（1）金矿床空间分布具有区域性集中的明显趋势。我国各省区均有金矿床产出，但各省区的金储量却判若霄壤，大部分黄金储量分布于滨太平洋成矿域中，其次为古亚洲成矿域和特提斯-喜马拉雅成矿域。受成矿背景的制约，在各成矿域中的金矿床分布也极不均衡，大多数金矿床产于古地台区及其边缘拗陷或断陷带中，如胶东金矿集中区拥有我国已探明金储量的 30%，黑龙江沿江地区集中了我国大部分的砂金储量，长江中下游是我国最重要的伴生金产区，其伴生金储量占该带总储量的 74%。

（2）大型金矿床较少，中小型金矿床居多。至 1992 年，在已探明的 1057 个金矿产地中，大型矿床占 4.7%，中型占 20.5%，小型占 74.8%。近年来，我国金矿床地质勘查工作得到飞速发展，加之对金矿床成矿理论、成矿模型、成矿系列认识的深化，大型矿床的比例有增加的趋势。至 1993 年 6 月，在被统计的 346 个岩金矿床中，大型矿床 66 个，其

储量占 61%，其中有 30 个是近期发现或储量大幅度增长的大型矿床（潘辉逖，1994）。可以预料，随着地质工作的不断深入，大、中型矿床的比例将有所增加。但是与国外富金国家相比，我国金矿床规模普遍偏小。据不完全统计，国外金储量大于 1000 t 者 7 个，500 ~ 1000 t 的 12 个，100 ~ 500 t 的 59 个，而我国单个金矿床储量绝大多数均在 100 t 以下，这与国外黄金储量绝大部分集中在少数超大型矿床中的情况不同。E.M. 涅克拉索夫（1980）报道了国外“深延”矿床的情况，矿化深度很大，平均深达 1600 m，最深可达 3500 m（印度科拉尔金矿床），而我国金矿体延深多在千米以内。

（3）伴生金矿床在我国具有重要意义，其探明储量约占我国金储量的 30% 以上，而其保有储量约为 32%，说明伴生金矿床的利用率较低。应该指出，我国许多伴生金矿床均属于大型矿床之列，如江西德兴铜厂铜矿田中的伴生金达二百余吨，是我国金矿床储量之最，但是这部分金只能伴随主元素开采，形成“细水长流”之势。

（4）成矿作用多次叠加，即有原生作用又有转生作用，赋矿岩系与金矿床的形成存在时差，是我国金成矿的重要特色。我国地壳经历了多期次的构造变动。岩浆活动和热液作用，促成了金的多次富集，特别是东部在中生代卷入了滨太平洋构造域，发生了大规模的构造、岩浆活动，形成了一批与燕山期构造-岩浆作用有关的岩浆期后热液成矿作用和前寒武纪变质基底中的叠加成矿作用，胶东、冀东、小秦岭、辽北-吉南、内蒙古、两广、陕西等地方均发现金矿床的再生富集现象，燕山期热事件在我国金成矿中占有举足轻重的地位。在原生和转生含金岩系基础上，与重熔岩浆作用有关的金矿床类型是我国金矿床殊于世界金矿床的重要特色。

（5）在不同大地构造单元，金成矿带有其特征的矿化类型和成矿特点。不同大地构造单元所处的深部构造位置、基底与盖层建造、构造变动、岩浆活动、变质作用及所经历的热历史不同，促成金的矿化类型、控矿因素、成矿作用的宏观和微观标志存在重要差别。如产于太古宇绿岩建造中的金矿床主要产于华北地台，具有多期成矿特征，其早期与区域变质有关，晚期常具有显生宙岩浆热液叠加成矿的特点。元古宙含金浅变质岩系常分布于地台隆起的边缘裂隙区，形成被褶皱构造控制的层状、鞍状矿体及受韧性剪切带制约的蚀变岩型金矿化。该类金矿床广布于我国辽、吉、冀、蒙、豫、鄂、湘、赣、川、陕、晋、粤、桂、琼诸省区，是我国重要金矿化类型和找矿远景区。古生代—三叠纪含金沉积岩系中微细浸染型金矿床以滇、桂、黔三角区最为发育，属华南加里东褶皱系右江褶皱带，区内岩浆岩不发育，矿化产于古生界—三叠系粉砂岩、碳酸盐岩及泥硅质岩系中，是我国重要的找矿远景区。显生宙含金火山岩系中的金矿床主要出现在古火山机构的边缘，分布于我国西部的古生代次火山岩系中及我国东部中—新生代火山岩区，特别集中于火山断陷的边缘区。

第二节 金矿床分类

一、金矿床分类的历史回顾

由于金独特的地球化学性质，它几乎能参与各种地质作用，并在适当条件下形成工业富集，甚至可以产出在地质条件迥然不同的矿床中，赋存于各种各样的岩石中，形成丰富

多彩的含矿建造，因此金的矿床类型十分丰富。金矿床的成因涉及到变质、岩浆、沉积、表生等各种地质作用和各种因素复杂影响的复合成矿过程，工业金矿床的形成与初始含金建造有时可存在长达十余亿年的时差。金矿床形成过程的复杂性、控矿条件的多样性给金矿床的合理分类带来很大困难，自 20 世纪 30 年代至今，据不完全统计，国内外金矿床分类方案已逾百种，其中在我国有较大影响的有 40 余种。它们遵循不同的分类准则，如按矿床成因分类；按成矿物质来源分类；按成矿大地构造环境分类；按容矿岩石和含金建造分类……无疑，这些分类方案具有时代的痕迹，也都在一定程度上集中反映出金的成矿规律，深化了对金矿床生成条件和工业价值的认识，推动了金矿地质事业的发展。

（一）早期以侧重于岩浆成矿作用为基础，以温度和深度为控制条件的分类

Lindgren (1913) 热液矿床的分类方案，即深成高温矿床（300 ~ 600℃，3 ~ 15 km）、中温中深矿床（200 ~ 300℃，1.2 ~ 4.5 km）和浅成低温矿床（50 ~ 200℃，近地表至 1.5 km），曾对世界和我国早期金矿床的地质研究有着深刻的影响。其他典型分类方案还有：

1. Emmons (1937) 的分类

分凝金矿床，伟晶岩金矿床，高温气液交代金矿床，高温金矿床，中温金矿床，低温金矿床，砂金矿床和含金砾岩金矿床。

2. 朱夏 (1953) 的分类

内生矿床——岩浆析集金矿床，含金石英脉及伟晶岩脉金矿床，接触变质金矿床。

3. 刘祖一 (1959) 的分类

内生金矿床，包括气成矿床，浅成热液矿床，中深热液矿床；外生金矿床。

4. 谢家荣 (1965) 的分类

深成矿床——含金伟晶岩脉气化金矿床，接触交代型金矿床，高温热液型金矿床，中温热液型金矿床；火山成因矿床；古砂金矿床；近代砂金矿床。

5. M.Б. 博罗达耶夫斯卡娅等 (1974) 的分类

内生金矿床，即近地表矿床（数米至 1 ~ 1.5 km），中—深成矿床（1 ~ 1.5 km 到 4 ~ 5 km），深部矿床（> 5 km）；表生金矿床，即风化壳矿床，机械沉积矿床（砂矿床）；变质成因金矿床。

（二）基于矿体形态、矿化类型的分类方案

1. Launay (1913) 根据金矿体与各种火成岩的关系提出的金矿床分类

各种成分火成岩中的包裹体金矿床，分凝作用形成的金矿床，产于局部容矿岩石中的金矿床和接触金矿床；与花岗岩化变质作用有关的深源弥散性浸染型金矿床，薄形复脉型金矿床；产于第三纪山链的大脉和网脉型金矿床；产于石灰岩中的金矿床，含金砾岩。

2. 我国岩金矿床地质勘探规范 (1984) 的金矿床分类

石英脉型金矿床（分石英单脉型金矿床，石英复脉型金矿床，石英网脉型金矿床），破碎带蚀变岩型金矿床，细脉浸染型金矿床，石英-方解石脉型金矿床。

3. B.И. 斯米尔诺夫 (1959) 的分类

石英-金热液矿床（含金石英脉，含金石英-碳酸盐矿脉，含金石英-重晶石矿脉，含金石英-电气石矿脉），金-银-碲热液矿床，黄铁矿-金热液矿床，含金围岩交代热液矿床，受