

金矿床地质学

张成喜 等编著

东北工学院出版社

金 矿 床 地 质 学

张成喜 郑 超 李 力 编著

东北工学院出版社

内 容 提 要

本书共三篇二十五章。第一篇为总论，主要阐述金的地球化学、金矿物及金的成矿时代等问题；第二篇着重编述金的成矿作用，为本书的基础成矿理论部分；第三篇为各论，从矿床成因类型划分入手，论述各种类型矿床的成矿机理及其主要地质特征，并附有典型矿床实例。

本书可作为地质勘探金矿地质专业教材和教学参考书籍，也可供广大野外地质和科研地质工作者参考。

金 矿 床 地 质 学

张成喜 郑 超 李 力编著

东北工学院出版社出版
(沈阳·南湖)

辽宁省新华书店发行
东北工学院印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：18.5 字数：450 千字
1989 年 5 月第 1 版 1989 年 5 月第 1 次印刷
印数：1~2100 册

责任编辑：张殿斌 责任校对：杨 红
封面设计：郭承宗

ISBN 7-81006-120-8/TD·5 定价：4.02 元

序

黄金是人类开发和使用最早的贵金属之一。我国黄金开采历史悠久，早在公元前夏、商、周时期就已利用和生产了黄金，到汉代、唐代和清代又出现过黄金生产的几次高潮。中华人民共和国成立后，特别是 1975 年以来，我国黄金地质和开采工作有了许多新的成就和突破。

当前，我国正处在进一步对外开放、对内搞活的改革时期。黄金是硬通货，对国家黄金储备、对外贸易都十分重要，对美化生活亦日益引起人们关注；特别是随着科学的发展和新技术的出现，黄金的应用领域在扩展，黄金的作用在加大。所以，加速开发黄金资源，无疑是急迫而又是十分重要的工作。

历史和现实一再告诉我们，发展黄金生产必须先抓住黄金地质这一关键环节。只有加强黄金地质的理论研究、总结金矿床的成矿规律、提高找矿的预测水平，才能发现和探明更多、更好可供矿山建设利用的金矿储量，才能确保我国黄金生产持续稳定地发展。

沈阳黄金学院地质系矿床教研室张成喜副教授等同志，为适应黄金发展和教学的需要，编著了《金矿床地质学》一书。这本书的出版，对培养黄金地质科技人才，对金矿地质的基础理论研究和金矿床的找矿勘探工作，将会起到一定的促进作用，同时对金矿地质学术上的“争鸣”也会起到有益的作用。

石增荣

1988 年 6 月于沈阳黄金学院

前 言

自古以来,黄金一直保持着昂贵的价格。在国际贸易中,黄金是一种重要的支付手段。黄金在工业上的用途也日趋重要,核反应堆、飞机、火箭、电子电气等工业都需要它做为重要材料。黄金又是昂贵的装饰品。在国际尖锐复杂的政治经济斗争中黄金成为越来越重要的斗争工具。

由于黄金的上述作用,使得世界各国都普遍重视黄金生产。

近来,由于黄金价格猛涨,国际上又出现了一股“黄金热”。一些主要黄金生产国采取了一系列措施来发展黄金生产。诸如,深入开展金的新的成矿理论的研究以及在找矿勘探上广泛地应用新技术、新方法;积极研究改进黄金的采选冶提取工艺;研究处理低品位金矿,恢复一些已闭坑的老金矿山的生产;强化开采或建成一批中小型金矿,研究利用过去被废弃的尾矿等。预计这种趋势在未来的几十年中将会持续发展下去。

我国蕴藏着相当丰富的金矿资源。这些金矿分布广,远景可观,为今后大力发展采金事业提供了良好条件。

据古书记载,我们的祖先早在4000年前就已经知道使用黄金;从出土文物和文献记载可知,汉朝的黄金就有相当高的质量。我们的祖先在找金、采金及应用黄金方面,都有悠久的历史,积累了丰富的经验。

解放后,黄金的地质普查找矿和黄金的生产都得到了相应的发展,探明了相当一些黄金储量,但步子迈得不大,与国外相比尚处于落后状态。更由于我国经济形势的发展和在国际贸易的需要,目前黄金的储量还不能满足实现四个现代化的急需,黄金资源问题亟待解决。

“金矿床地质学”是我院地质系高年级学生必修的专业课。鉴于国内尚缺乏这方面适当的教材,张成喜于1982年、1985年分别编写了“金矿床地质学”(上册)和“外生金矿床地质学”为高年级学生讲授;有关地质勘探队金矿地质学习班和兄弟院校都将此书作为教材使用过。

几年来,要求使用和索取本书的同志和单位日益增多。鉴于这种情况,特将“金矿床地质学”(上册)和“外生金矿床地质学”重新修订并编写合为“金矿床地质学”与读者见面。

参加这次编写工作的尚有郑超、李力同志。这次重编工作是在我们几年来的金矿地质教学和科研工作的基础上,广收国内外有关金矿地质方面的最新研究成果,经过筛选,编撰而成的,力求在基础理论和实践经验方面有所突出。

本书在编写过程中,得到院、系领导的大力支持与亲切关怀;长春地质学院张宝政、戚长谋教授给予亲切的指导,并审阅了原稿,提出了宝贵意见。此外,于素梅、董志芳、赵洪远同志以及地质系85届李武等同学,在清稿工作中给予了很大的帮助。更应提出的是,书中引用了科研、生产、教学单位和某些作者的一些成果,谨向这些同志致以衷心的感谢。

鉴于编写时间过于仓促,加之作者水平有限,书中不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1987年12月于沈阳黄金学院

目 录

序 前言

第一篇 总 论

第一章 绪 论	(1)
第一节 黄金在国民经济中的意义	(1)
第二节 世界黄金资源概况	(2)
第三节 世界黄金产量情况	(3)
第四节 我国金矿地质工作者的任务	(5)
第二章 金的地球化学	(8)
第一节 金的物理、化学性质	(8)
第二节 金的地球化学性质	(9)
第三节 内生成矿作用中金的地球化学	(16)
第四节 外生成矿作用中金的地球化学	(26)
第三章 金的矿物及其成色	(37)
第一节 金的赋存状态	(37)
第二节 金的矿物	(38)
第三节 金的成色	(51)
第四章 金的成矿时代	(61)
第一节 各成矿期的主要特点	(61)
第二节 金在各地质时期的演化规律	(64)

第二篇 金的成矿作用

第五章 太古代绿岩带与金的成矿作用	(66)
第一节 太古代绿岩带的地质特征	(66)
第二节 太古代绿岩带与金的成矿作用	(72)
第六章 混合岩化与金的成矿作用	(80)
第一节 混合岩化成矿作用的依据	(80)

第二节 混合岩化热液金矿的成矿作用.....	(81)
第三节 混合岩化热液金矿床的地质特征.....	(87)
第七章 构造变动与金的成矿作用.....	(88)
第一节 构造活动的控矿作用.....	(88)
第二节 构造控矿特征.....	(92)
第八章 火山活动与金的成矿作用.....	(97)
第一节 板块构造与岩浆活动.....	(97)
第二节 火山岩相的主要地质特征.....	(102)
第三节 火山热液金矿的控矿因素.....	(104)
第四节 火山热液金矿成矿作用的主要特征.....	(108)
第九章 地下水热液与金的成矿作用.....	(117)
第一节 地下水热液的成矿作用.....	(117)
第二节 卡林金矿床的成矿机制.....	(120)
第十章 构造运动与砂金的成矿作用.....	(125)
第一节 构造部位与砂金的成矿作用.....	(125)
第二节 新构造运动与砂金的形成.....	(128)
第十一章 流水地貌与砂金的成矿作用.....	(130)
第一节 山岳地貌与砂金的形成.....	(130)
第二节 水系地貌与砂金的形成.....	(131)
第三节 河谷地貌与砂金的形成.....	(133)
第四节 河谷沉积层的组成及其含矿部位.....	(143)
第十二章 补给源与砂金的成矿作用.....	(150)
第一节 砂金的补给源.....	(150)
第二节 砂金的补给方向和搬运距离.....	(153)
第三节 补给源的距离与砂金的成色.....	(156)
第十三章 流水动力与砂金的成矿作用.....	(158)
第一节 砂金搬运和沉积的流水动力条件.....	(158)
第二节 流水的成矿作用.....	(161)
第三节 流水作用中砂金的主要性状.....	(164)

第三篇 各 论

第十四章 金矿床的成因分类.....	(170)
第一节 金矿床分类概况.....	(170)

第二节 本书采用的金矿床成因分类方案·····	(179)
第十五章 沉积-变质金矿床 ·····	(181)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(181)
第二节 沉积-变质金矿床实例·····	(182)
第十六章 变质热液金矿床 ·····	(187)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(187)
第二节 变质热液金矿床实例·····	(188)
第十七章 岩浆热液金矿床 ·····	(201)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(201)
第二节 岩浆热液金矿床实例·····	(202)
第十八章 渗滤热液金矿床 ·····	(212)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(212)
第二节 渗滤热液金矿床实例-美国卡林金矿床·····	(213)
第十九章 淋滤残余砂金矿床 ·····	(221)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(221)
第二节 淋滤残余砂金矿床实例-麦卡英淋滤残余矿床·····	(222)
第二十章 残积砂金矿床 ·····	(229)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(229)
第二节 残积砂金矿床实例-湖南七宝山残积砂金矿·····	(231)
第二十一章 坡积砂金矿床 ·····	(234)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(234)
第二节 坡积砂金矿床实例-苏联白山坡积砂金矿床·····	(237)
第二十二章 冲积砂金矿床 ·····	(239)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(239)
第二节 冲积砂金矿床实例·····	(246)
第二十三章 滨岸砂金矿床 ·····	(252)
第一节 成矿机理和矿床地质特征·····	(252)
第二节 滨岸砂金矿床实例-美国诺姆滨岸砂金矿·····	(254)

第二十四章 冰川砂金矿床	(257)
第一节 成矿机理和矿床地质特征.....	(258)
第二节 冰川砂金矿床实例.....	(261)
第二十五章 砾岩金矿床	(271)
第一节 成矿机理和矿床地质特征.....	(271)
第二节 砾岩金矿床实例-南非维特瓦特斯蓝德砾岩金矿床	(274)
附录 金的衡量	(281)
参考文献:	(281)

第一篇 总 论

第一章 绪 论

第一节 黄金在国民经济中的意义

黄金是人类开采和使用最早的一种贵金属。马克思说过：“金实际是人所发现的第一种金属”。在人类历史上，黄金曾荣获“百金之王”、“五金之长”及“金属骄子”等桂冠。

随着黄金应用领域的不断扩大，黄金在人类生活中的作用不断加强，对黄金的需要量正日趋扩大。为此，世界各国都非常重视黄金的寻找、生产及储备。由于它在国民经济中占有重要地位，把金矿地质工作和黄金生产搞上去，对促进我国经济的发展，有着积极的作用。

增加黄金储备，可以提高我国的经济实力和对外经济交往的信誉。黄金是国际贸易结算的手段及货币使用的基础，是硬通货和保值手段。国际上把黄金储备作为衡量一个国家支付能力和经济实力的重要标志之一。黄金储备是一个国家财富的标志，在一定程度上决定着这个国家的经济命脉。为此，许多国家、国际组织都想方设法增加黄金储备，加强自己货币的后盾。据有关报导，世界上一些国家和地区的黄金储备达 57 979t。其中，官方黄金储备最多的是美国中央银行，达 8 226t；私人储备最多的是法国，达 6 251t，美国和印度均为 3 732t；国际性组织的世界中央银行为 29 106t，国际货币基金组织为 6 108t；苏联黄金储备为 1 773t。为了增加黄金储备，1985 年香港进口黄金 160t，日本 1985 年进口 197t，1986 年达到 600t 左右。

黄金可为国家多创外汇。自古以来，金一直起着货币金属的作用。马克思说：“金银天然不是货币，但货币天然金银”。从公元前六世纪吕底亚国王克利萨斯制造了第一块金币以来，人类被黄金统治了 6 000 多年。尽管今天不用金币作为流通手段，但在国际上只要有黄金，几乎什么东西都可以换到。为加快我国经济建设的步伐，国家需要大量的外汇资金引进国外的先进技术和设备。如果我们能够为国家提供更多的黄金矿产资源，增加我国的黄金产量，为国家多创外汇，对实现外汇平衡，将能起很大的作用。

黄金可以改变产金地区经济落后现状，推动地方经济发展。我国黄金产区一般都地处山区或边远地区，交通不便，自然条件差，历来比较贫穷。因此，开发黄金资源，使这些地区积累资金，发展经济，增加收入，是群众脱贫致富的一条既稳妥又实惠的路子。现在许多地区已取得可喜的成果。群众办黄金是一条利国富民的正确方针，必须长期坚持下去。

黄金可以美化人民群众的生活。由于人民群众生活水平的提高，对黄金装饰品的需求也逐渐热起来了。随着经济发展和消费结构的变化，市场对黄金的需求将会越来越大，现在各地市场首饰已变为紧俏商品。如果能较快地增加黄金产量，就可以增加首饰的产量，这对回笼货币，保持经济稳定，是很有好处的。

黄金可以用于工业生产及科学技术的发展。由于黄金具有优异的稳定性、延展性、导电导热性以及易于与银、铜、铂族金属形成合金，使它在工业上，特别是在电子工业上的用途越来越

广泛，如高级真空管的涂料，特种用途的电力接头，精密电子仪器中的拉丝导线和电镀金的高频导体等。据估计，每年约有 110~120t 的金用于电子工业、电力工程工业中。在化学工业中，金也有独特的用途；航空、航天工业中金的使用也在发展与开拓之中；金在科学技术上的应用领域还处于不断发展之中。总之，金的用途越来越广，人类对黄金的需要量将越来越大。

第二节 世界黄金资源概况

世界黄金资源储量（含在目前技术经济条件下尚无经济价值的资源和 20% 伴生储量）约为 61 250t。目前具有经济价值的黄金储量为 32 255t，占总储量的 52.7%。

据美国地质测量局的最新资料，世界现有黄金总储量为 59 375t，主要分布在南非、苏联、美国、加拿大、澳大利亚等国（表 1-1）。其中：

表 1-1 世界黄金资源储备(t)

国 家	储 量	潜 在 储 量	合 计 储 量
北美洲合计	5938	5312	11250
美国	3458	4062	7500
加拿大	1406	625	2031
墨西哥	375	406	781
其他	619	219	938
南美洲合计	781	313	1094
欧洲合计	8125	2188	10313
苏联	7813	1719	9372
其他	312	469	781
非洲合计	19063	14062	33250
加纳	125	781	906
罗德西亚	469	312	781
南非	18125	12500	30625
其他	313	625	938
亚洲合计	1250	625	1875
日本	156	156	312
菲律宾	562	219	781
其他	531	250	782
大洋洲合计	1563	781	2344
澳大利亚	1094	625	1719
其他	469	156	625
世界合计	37500	21875	59375

南非 约在 1200 年前即已开采黄金，但当时找到的金矿资源远远落后于我国及其它一些国家。由于南非具有得天独厚的金矿成矿地质条件，而到 19 世纪 50 年代后，相继发现并找到驰名世界的大型金矿，如 1886 年发现了威特瓦特斯兰德金矿（简称兰德金矿），当时联合国总统鲍尔·克鲁格宣布了这一重大发现，并决定把采金作为增加共和国财政收入的应急措施，使南非的黄金储量跃居世界首位。直到现在仍保持其领先地位。它保有黄金储量 18 125t，占世界总保有储量的 48.3%，根据推测还有潜在储量 12 500t。

苏联 自 20 世纪 60 年代中期之后，为了发展黄金生产，增加黄金储备，相继采取了

一系列重大措施，大力加强金矿床的地质勘探和科学研究，并在国内发动群众找金，给金矿床的发现者颁发奖金、勋章。这在某种程度上刺激了黄金找矿勘探的发展，随之相继发现和开发了许多新的含金区和新的大型金矿床，成为苏联 70 年代迅速增加黄金产量的可靠基地。据不完全统计，苏联拥有大小金矿 412 个，其中砂金矿 308 个。原生金矿 104 个。探明保有储量约 7 813t，占世界保有总储量的 20.8%，潜在储量约有 1 719t。苏联砂金矿的金储量占总储量的 2/3 左右。苏联是世界黄金资源大国之一，其储量仅次于南非居世界第二位。

美国 第二次世界大战结束初期，自封“金元帝国”的美国，拥有资本主义世界黄金储备的 70% 以上，美元成为世界货币体系的霸主。但好景不长，由于连续的经济危机，使美国黄金大肆外流，目前仅占资本主义世界黄金储备的 33.3%。从而爆发了一次又一次的美元危机。美国为了维持其霸主地位，于 60 年代颁布执行了以找金为主的所谓“重金属计划”。20 多年来在美国陆续发现并找到许多新的金矿床，目前保有储量 3 438t，占世界保有总储量的 9.2%，其潜在储量为 4 062t，居世界第三位。主要是脉金和伴生金矿床。

加拿大 黄金保有储量为 1 406t，占世界已知储量的 4.3%，其潜在储量为 625t，居世界第五位。主要是脉金矿床。

澳大利亚 黄金储量占世界第六位，当前保有储量为 1 094t，占世界已知保有储量的 3.4%，潜在储量约为 625t。主要产在太古代绿岩带中。

其它国家如巴西、墨西哥、加纳、罗德西亚和菲律宾等均有较丰富的金矿资源。

虽然我国政府没有正式公布过黄金资源总储量，但据有关报道我国黄金矿产资源比较丰富，仅次于南非、苏联、美国，居世界第四位。

第三节 世界黄金产量情况

随着人类社会的发展，黄金消费量不断增加，加上政治、经济等因素的影响，黄金价格暴涨。因此世界上的一些黄金资源国非常重视黄金矿产的开发，黄金生产的速度与强度都有很大的发展。

人类开发利用黄金约有 5 000 年的历史，截止到本世纪 80 年代初，全世界累积黄金产量约为 97 721t。近百年生产黄金约达 70 000t，占累积总产量的 70% 左右。近代黄金产地主要集中在 60 多个国家和地区：

非洲 16 个，主要有南非、津巴布韦和加纳等；

美洲 18 个，主要有美国、加拿大、墨西哥、巴西和多米尼加等；

欧洲 10 个，主要有苏联等；

亚洲 9 个，主要有中国、菲律宾等；

大洋洲 5 个，主要有澳大利亚和巴布亚·新几内亚等。

在这些国家和地区中，黄金产量很不平衡，年产量 10t 以上的有 11 个国家，其产量占世界年总产量的 95% 左右，其中南非和苏联的年黄金产量之和约为 950t 上下，占世界年总产黄金的 80% 以上。近年来世界上主要产金国家的金产量见表 1-2。主要产金国的情况如下。

表 1-2

世界主要产金国全年产量表(t)

年 代	1970	1980	1981	1982	1983
南非	1000	675	662	664.1	679.9
苏联	346.7	290	300	295.4	283
加拿大	74.9	48	55	64.7	70.9
巴西	9.0	35	3.8	24.9	44.1
美国	54.2	30	40	45	57.4
澳大利亚	19.5	17	18	26.7	29.2
菲律宾	18.7	22	26	25.9	25.5
巴布亚、新几内亚	0.7	14.1	18	17.7	18.1
加纳	21.9	13	14	10.2	9.4
津巴布韦	15.0	11	12	13.3	13.3
总 计	1 638.3	1288	1323	1 337.2	1 385

南非 黄金产量 1884 年为 0.07t。自 1886 年 3 月 15 日发现目前已知世界黄金储量最大的兰德金矿之后, 至今已有 101 年的历史。南非黄金产量大幅度增长(表 1-3), 到 1910 年年产量黄金达到 234t, 于本世纪 60 年代中期至 70 年代中期是南非黄金生产的高峰, 平均年产量为 900t 左右, 1970 年生产黄金高达 1 000t。但从此以后, 由于一些主要金矿的资源枯竭, 品位降低, 南非黄金生产开始走下坡路, 产量逐年下降, 1981 年降至 658t。从 1982 年开始, 又略有回升, 到 1984 年又恢复到 683t。到 1985 年又略有下降, 生产黄金 673t。

表 1-3

南非黄金年产量表(t)

年 份	黄 金 产 量	年 份	黄 金 产 量
1884	0.07	1940	436.9
1890	13.7	1950	362.6
1900	10.8	1960	665.1
1910	234.0	1970	1000.0
1920	259.0	1980	674.0
1930	333.0	1884~1980	36 477.9

南非 1884~1985 年总共生产黄金 39 807.9 t, 约占人类有史以来生产的黄金总量的 40.74%。

苏联 为迅速发展黄金生产, 从 1925 年开始就采取一系列重要措施。1927 年成立的黄金托拉斯的领导人塞列布洛夫斯基以莫斯科矿业学院教授的身份前往美国考察, 专门研究美国金矿的开采问题, 并高薪聘用有经验的美国工程师, 学习美国的经验。到了 60 年代中后期, 又重新设置专门管理机构, 加强对黄金生产的领导; 重视科学研究, 加强地质勘探; 不惜代价, 强化开采; 以高奖金鼓励工人采金, 对发现新金矿者一律奖给 30 000 卢布。因此, 苏联黄金生产发展极为迅速, 据估算自沙皇时代至今黄金总产量约在 10 000t 左右, 占世界总产量的 10%, 其中, 砂金产量为 6 000t。苏联已成世界当代第二黄金生产大国。

美国 自 19 世纪大规模开采黄金以来, 到 1980 年底, 共生产黄金 10 062t, 是世界

上仅次于南非生产黄金最多的国家。美国从本世纪 50 年代以来,黄金产量逐渐下降,从 1960 至 1970 年下降到 30~40t,到 1983 年回升至 57.4t。美国《American Gold Necos》1985 年 9 月根据 1983 与 1984 年美国黄金的生产能力,预测至 1990 年黄金生产可达到 143t。

加拿大 采金业始于 19 世纪,截止到 1980 年末累计生产黄金 6 435t。在 20 世纪 50 至 60 年代中期,年产黄金达 130t 左右,其后因矿石品位降低,生产成本增高关闭了一些金矿山,而产量下降,到 1985 年黄金产量为 86t。

澳大利亚 在历史上曾是世界上重要的产金国,黄金总产量约为 6 586t,仅次于南非、苏联、美国,居世界第四位。1985 年生产黄金排世界第五位。

其它国家如巴西、菲律宾、巴布亚·新几内亚、加纳和津巴布韦等均是世界上主要的黄金生产国。

我国黄金开采历史悠久,早在公元前数百年即有黄金生产。我们的祖国一向是盛产黄金的国家,见表 1-4。到清朝采金业得到很大的发展,特别是在光绪年间的 1888 年可谓历史上产金的鼎盛时期,产金已达 13.44t,比南非 1900 年产金 10.8t 还多,占当时世界产金总量的 7%,居世界第五位。

中华人民共和国成立以来,国家对黄金生产的发展较为重视,尤其是十一届三中全会以来,国家对发展黄金生产逐步实行了“政策补贴”、“发展基金”、“专项资金”、“外汇分成”、“调整金价”以及各种奖励等一整套“以金养金”的优惠政策,使黄金生产得到较快发展,取得了较好的成果,黄金产量得到较快发展和持续增长。据有关部门介绍,1984 年我国黄金产量第一次突破了百万两大关。1986 年生产黄金,居世界第六位,使我国黄金产量重新进入世界黄金生产大国的行列。

表 1-4 1988~1942 年我国黄金产量(kg)

年 度	产 量	年 度	产 量
1888	13 452	1937	7 228
1913	5 505	1939	9 401
1929	1 555	1940	10 269
1935	4 517	1941	10 358
1936	263	1942	10 079

(引自朱夏 1935)

第四节 我国金矿地质工作者的任务

一、金矿地质工作现状

近年来,在世界上出现了一个全球性找金热,许多国家均千方百计加强或强化普查勘探工作,扩大了老矿区的远景,在新区发现了大量的新类型金矿床。

我国金矿地质工作是从 1957 年起步,直到目前金矿普查勘探得到迅速稳步的发展,特别是国务院进一步确定了金矿地质工作的地位,采取了一系列有力措施,金矿地质工作出现了前所未有的大好形势。

（一）金矿地质工作的进展

我国在寻找新类型矿床方面已有重大突破。如前寒武破碎带蚀变岩型金矿（焦家式）、中生代陆相火山岩型矿床（团结沟式）、云南墨江金厂基性-超基性岩外接触带硅化石英岩型金矿床、贵州西南碎屑岩中微细粒浸染型矿床、东风山硅铁质建造型矿、河南上宫元古代古火山岩型矿床及安徽铜陵铁帽型矿床等，这些新型矿床的发现，结束了我国只有含金石英脉型及砂金的时代。

在找矿方法上，应用地球化学方法找金，在许多地区均获得成功，表现出明显的找金效果。如河南上宫大型破碎带蚀变岩型金矿床的发现，就是应用水系沉积物地球化学测量在熊耳山地区找金的一次重大突破。1977~1979年，在该区进行1:5万水系沉积物地球化学测量，圈出52个综合异常区，经钻探验证，相继找到一个大型斑岩钼矿床和上宫大型金矿床，显示出化探方法在找金中的重大作用。

在金矿测试分析技术方面，近年来快速、高灵敏的微量金的分析方法已经出现，目前处于国际领先地位。应用化学光谱法使金的分析灵敏度达到0.3~0.1ppb。这使我国化探从只能以其他元素间接找金的状态，进入了以金找金的新阶段，使我们能有效地利用分析微量金来发现更多不易发现的金矿床。

在1976~1985年间发现矿床（点）数千处，普查勘探了一大批金矿床。目前已形成胶东、豫西、黑龙江及川、陕、甘三角地带四处黄金生产基地，其保有储量之和为全国保有储量的56%。近年来，在我国贵州、广西、云南和四川四个省区毗邻地带，已探明七个大中型金矿床，发现六条黄金成矿带和数百个矿点，为此，西南地区将有可能成为我国的“黄金谷地”。据有关报道，最近几年在山东招远掖县成矿带玲珑金矿田内探明一处特大型金矿，矿床类型系“玲珑式”与“焦家式”混合型。

（二）金矿地质工作存在问题

尽管我国探明保有储量，居世界第五位，但在世界保有总储量中仅占3%，而且90%以上的保有储量已被利用。许多金矿山储量出现危机，寿命不长。黄金生产建设仍然处于“等米下锅”的局面。加强金矿地质工作，更多地探明金矿储量，是目前大力发展黄金生产的关键所在。

我国大型金矿床少，特大型更少，这是我国黄金事业发展缓慢的重要原因之一。我国虽已探明金矿床近千处，而多为中小型。根据国外经验，大型金矿储量多，矿山规模大，产量高，对黄金生产起着决定性作用。如苏联穆龙套金矿年产量黄金达80t。

金矿成矿理论的预测水平不高，是金矿地质工作所面临的主要问题。因此，加强成矿理论研究，总结成矿规律，提高找矿预测水平是金矿地质工作当务之急。加拿大在找矿史上经历着直接找矿→方法找矿→理论找矿的历程，说明找矿技术的发展也要与区域成矿规律和找矿预测研究结合起来，才能有效地发挥其作用。运用成矿规律预测成矿区，优选找矿靶区，用先进勘探技术提高找矿效果，是当代各国地质工作者所普遍关注的问题。

二、金矿地质工作的任务

金矿地质工作虽已取得很大成就，但无论从当前还是长远来看，仍不能适应社会主义现代化建设的需要。为了尽快地把我国建设成四个现代化的社会主义强国，需要数量更多，质

量更好的黄金矿产资源。特别是要实现国务院提出的到 1990 年末黄金生产能在 1985 年黄金产量的基础上翻一番的任务,并为长远黄金生产持续发展准备足够的勘探基地,必须加快金矿地质工作步伐,争取金矿勘查尽快有较大突破,不断发现新的金矿床,寻找并探明更多的可供矿山建设利用的金矿储量,以确保黄金生产能够持续稳定地发展。这是摆在金矿地质工作者面前的一项紧迫而又光荣的任务。

虽然金矿地质工作的任务是非常繁重而又艰巨的,但从现有地质资料分析,我国金矿资源勘查的前景很好,实现上述任务,解决好金矿储量不足与生产建设之间的矛盾完全可能。首先,我国地处不同的构造单元衔接地带,具有复杂多样的地质构造环境,成矿地质条件有利,金矿点星罗棋布,具备良好的找金地质前提条件;其次,我国金矿地质工作发展还很不平衡,许多地区找金工作则刚刚起步,不少地区金矿地质工作程度很低,我国西部大面积地区几乎还是找金的处女地,寻找金矿还有很大潜力;第三是世界上产金占主导地位的一些巨大的金矿床类型,在我国均存在类似的地质条件,已陆续有所发现或以不同程度地发现一些找矿线索,一定能取得突破性的进展;第四是老矿区及其周围找矿还有较大潜力,有些矿区地质工作程度虽然较高,但在不断总结、深化成矿规律的基础上,就矿找矿,同样可以取得找矿的新成果。

为了完成国家赋予我们的找金任务,把上述的可能性变为找金的现实,必须充分发挥金矿地质队伍的内部潜力,调动各方面的积极性,进一步贯彻黄金地质工作会议确定的“搞好规划协调,积极推进改革,实行五个并举,采用先进技术,改进组织管理,提高队伍素质,挖掘内部潜力,多做地质工作”的金矿地质工作方针和各项措施。我国金矿地质工作者,必须围绕发展我国黄金事业的需要,从中国自身的地质条件和金矿床特点的实际出发,加强金矿床地质和成矿规律研究工作,以期为我们伟大的社会主义祖国找出更多、更好的黄金矿产资源,并对金矿成矿理论和金矿床地质学的发展作出应有的贡献。

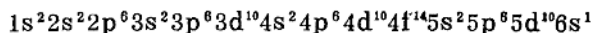
第二章 金的地球化学

金的地球化学行为决定了金在自然界中的存在状态、迁移形式及其富集规律。而金在成矿地质作用中的地球化学行为,除受控于成矿地质环境和物理化学条件外,更重要地还受金本身的物理、化学性质制约。

第一节 金的物理、化学性质

金的原子序数为 79,在化学元素长周期表上位于第六周期第一副族 (IB),和铜、银一起通常称为铜族元素。

金的相对原子质量为 197,原子半径与银一样,均为 0.144nm。金共有 23 种同位素,其质量数为 183~201,其中只有 197 为稳定同位素存在自然界中,其它均为放射性同位素。金的电子层结构为



金在周期表中的位置处于镧系元素之后。金原子内部 4f 电子亚层全部充满。经镧系收缩,原子核对外层电子吸引力较大,原子有效半径小,是一种高密度、高电离能的重金属元素。与所在的第 I 副族元素铜、银比较,核电荷数、质量数增加很大,而原子半径基本相近。因而金的外层电子云的变形性小,离子极化能力强,电负性高。金原子对外层 s 电子的束缚力较强,从而决定了金的地球化学性质的不活泼性,在自然界中多呈自然元素状态存在。

由于金的次外电子层中的 5d 电子与最外层的 6s 电子能量相差不多,与其它元素化合时不仅 6s 电子可参加反应,5d 电子也可以参加成键,故金可呈正一价和正三价出现,而以正三价化合物比较稳定。一价金的化合物易分解而氧化为三价金离子和金属金。



金在常温下为晶体,等轴晶系,但在自然界完好的晶体或晶形却罕见,一般多呈不规则粒状、团块状、片状、网状、树枝状、纤维状及海绵状集合体。

纯金为金黄色,故称黄金。当含有杂质时,其颜色则相应变化,如含银或铂时变淡,含铜时则变深。金的成色可用试金石鉴定,称为“条痕比色”。所谓“七青、八黄、九紫、十赤”即指条痕为青色含金 70%,黄色 80%,紫色 90%,红色则是纯金。金无足赤,所谓纯金只是相对较纯而言。

金具有极强的延展性能,可以拉成只有 0.5mg/m 的细丝,可制成 10^{-5} mm 厚的金箔,其机械加工性能是所有金属中最好的。

金在 18℃ 时的密度为 19.31t/m^3 ,熔点为 1063℃,金熔化后的液态金密度降至 17.36t/m^3 。当温度达到 2860℃ 时金即可沸腾。金具有较低的硬度,其绝对硬度为 172N/mm^2 ,摩氏硬度为 3.7。

金的导电导热性能很高,在所有金属中仅次于银和铜而居第三位。