

原子能出版社

金 GOLD

黄金开发史和 金矿床成因

R. W. 伊博尔 著



黄金开发史和金矿床成因

〔加〕R.W.博伊尔 著
陈晓秦 陈振时 等译
周维勋 校

原 著 能 出 版 社

内 容 简 介

当今金矿地质和地球化学的文献浩如烟海却又分布零散,不少地质学者,尤其是长期在野外工作的地质学者,几乎无法接触到这些经典的文献。为此,美国经济地质学家学会倡议并委托 R.W.博伊尔博士写一本专著。博伊尔在金矿研究方面经验丰富并在国际上享有较高的声誉。他对黄金开采、金矿成因、金地球化学以及从古到今的金矿利用历史沿革等方面具有广泛的兴趣和渊博的知识。本书以黄金史简介作为开篇,展现各个时期形形色色的地质思路。接着介绍了金矿地球化学和金矿床类型,随后以全文、精选和摘要形式收录金矿的经典文章。作者用历史的观点对现代地质理论进行了评述和介绍。本书列出了大量的关于金矿的文献目录,供读者参考。

GOLD, History and Genesis of Deposits

R.W.Boyle

VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY

黄金开发史和金矿床成因

[加]R.W.博伊尔 著

陈晓秦 陈振时 等译

周维勋 校

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

地质出版社印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行·新华书店经售

☆

开本787×1092 1/16·印张27.375·字数654千字

1991年4月北京第一版·1991年4月北京第一次印刷

印数1—2200

ISBN 7-5022-0277-3

TD·6 定价: 16.80元

译校说明

博伊尔博士是国际上享有盛誉的金矿地质专家。本书是他继《金的地球化学和金矿床》(1979)之后撰写的又一本关于金矿的著作。

本书从历史演变的角度,探讨金矿床的发现过程及人们对金成矿作用认识的发展过程。细心的读者将会发现,目前流行的一些有关金矿成因的观点,实际上先辈们在文艺复兴时期、中世纪,甚至更早的时候就以较为原始的形式提出过;而各种学派又周期性地交替处于主导地位。这充分显示出创造性思维在探索中的能动作用,以及人类对自然认识沿螺旋式轨道不断深化的趋势。书中收录了发表于各个历史时期的重要金矿地质文献,这对于很多读者,特别是在偏僻山区和荒原工作的地质人员,将会很有裨益。

本书由浦志伟(序、前言、导言、第一章),陈振时(第二、三、四、五、六、七章),陈晓秦(第八章),周维勋(第九章),戎嘉树(第十章),周维勋(十一、十二、十三章),胡绍康、陈祖伊、侯涛(第十四章),浦志伟、宋伯庆(第十五章),李普洲(第十六、十七、十八章)等共同翻译而成;尔后由周维勋对全书作了审校和某些文字处理。

书中的地名和人名的翻译分别参照了中国地名委员会所编《外国地名译名手册》,周一良、吴于廑主编《世界通史》的地名、人名译名附录,以及《新英汉词典》等工具书的人名附录等。在不得不直译时也尽可能按照约定俗成的办法进行处理。然而,由于原名的语种繁多,误译之处仍会不少,谨此说明,并望读者不吝指正和给予谅解。

序

经济地质学家学会致力于出版《黄金开发史和金矿床成因》，以求及时充实对经济地质研究和经济地质学家至关重要的专门知识。由于采金业在80年代的重要地位，我们选择了本书作为金矿的综合性论著。1981年，经济地质学家学会的官员和顾问授权编写这本金矿专著，并指定R.W.博伊尔博士为该书的作者。

博伊尔博士在金矿床的研究方面经验丰富并享有较高的国际声誉。他在采金业、金矿床成因以及从古到今的金矿利用历史沿革等方面具有广泛的兴趣和渊博的知识。博伊尔博士利用金矿方面的重要出版物作原材料展现了各个时期形形色色的地质思路，向读者介绍现代地质理论。本书包含有大量有关金的资料。

经济地质学家学会希望本书能满足广大渴求深入了解金和金矿地质的读者的要求。黄金长期以来一直被认为是财富和权力的象征，而本书则将其视为一种矿物商品。千百年来人们对金矿地质的认识在不断的变化和发展，但对黄金的本能欲望仍一如既往。书中可找到有关这方面的资料，使读者有机会一览对黄金产出及其来源认识的发展历史。

早在60年代，学会考虑并否定了有关出版金矿的评论性通俗系列丛书意见，80年代重提这一想法，准备将本书作为丛书的首册。目前这一设想已经摒弃，而且不可能再予考虑。本书的出版可能会影响由经济地质学家学会指导编辑的其它有商品意向的评论性书刊的前途。

本书应归功于以下人员的辛勤劳动：E.L.奥勒和H.L.詹姆斯（基本构思），经济地质杂志编辑B.J.斯金纳和Van Nostrand Reinhold公司的E.S.哈钦森（编辑出版），经济地质学家学会出版委员会前主席R.O.赖伊和E.S.切尼（对本书的出版自始至终给以热情指导和帮助），尤其是J.F.斯莱克（审阅了书稿），R.P.阿什利、R.W.哈钦森和J.J.艾德尔等（完成了技术性审查）。

经济地质学家学会

前 言

本书的基本宗旨可以简述为收集、精选和分析关于被称为金属之王——金的历史及其矿床成因的重要文章。该书的出版看来是十分必要的，因为当今有关黄金地质和地球化学的文献浩如烟海却又分布零散，不少经济地质学家，尤其是那些在偏僻地区矿山中工作很少能进大图书馆的地质学家，几乎无法接触到这些经典的历史性文献。本书的构思正是为了缓解，至少是部分缓解这一矛盾。当然我们仍需强调，任何一本黄金专著都不可能收罗所有有关这一贵金属的历史和矿床成因的重要理论文献。

本书用金的历史简介作为开篇，接着是有关元素地球化学和金矿类型的背景性章节，它们是后续各章的基础。随后以全文、精选或摘要形式具体展现了世界文献中有关金的经典文章，所涉及的主要是从上世纪到近期的一些有关文献。每篇文章或每组文章都附有简介和结论。对一些非英语的文献，我们只为其中的近期部分提供译文。

本书对每篇文章或每组文章用历史的观点进行了介绍和评论，并强调了这些文章在黄金历史及其矿床成因思想发展过程中的重要作用。在每一章的最后都列出了足够的参考文献，以便于有兴趣的读者检索或详阅。

金的历史悠久，一直可以追溯到文明的启蒙时期，至少有5000年。同样，用来解释各类金矿成因的理论也有很长的历史。要将不同的金矿成因理论的发展按时间顺序编排是十分困难的，因为在某一时期可能流行两种或两种以上的理论，而在另外一些时期则可能只有一种理论比较普遍。此外，某些后生矿床和砂金矿的成因理论有一定的周期性，在经济地质学的历史中不时地出现。尽管如此，我认为，对于一些主要后生金矿床而言，可以确定有关理论的时间顺序。正像本书安排的那样，早期流行的是火成岩浆理论，这是一个岩浆热液理论占主导地位的时期，随后一个较短时期则以花岗岩化理论为标志，近期又以喷气理论为特色。分泌理论则是周期性的一个例子，这一学说在文艺复兴时期首先由阿格里科拉提出，不久便消声匿迹，然后在19世纪后期又以狭义侧分泌理论的形式出现；如今，在被遗忘将近50年之后，又以崭新的姿态表现为广义的变质和热液分泌理论。钠铁闪石石英砾岩金矿，是已知最大的金矿床，对其成因仍然有不同的解释，常见的有纯砂矿说、改造砂矿说和热液说。同样，对砂矿中细粒金和块金的成因也是众说纷纭，有的认为是纯粹机械作用富集，有的认为基本由化学作用形成，还有的则认为是化学-机械沉积作用复合所致。

从经济地质成为一门科学之时起，已提出了许多金矿分类方案。其中大多数，约二十多种，是基于成因机制划分的，具有主观推测的成分，通常离奇而不具有实用价值，J.M. 麦克拉伦多年前在他的金矿专题巨著中就强调过这一点。由于金矿成因的复杂性，从物理作用到化学作用，每个矿床类型本身就是一成因问题，因此，金矿的成因分类不会令人满意。我在1979年编写金矿专题著作时就遇到过这一个问题，其答案是按照金的地质背景和地球化学特征对矿床进行严格的科学分类。为了满足近期工作的需要，我们对这一分类作了适当修正，并在第一章中列出。读者可能会发现该方案与大多数经济地质学中的分类有所不同，但在我看来该方案要比基于假想的成因理论分类更有意义。通过对地质和地球化学特征的简明客观地描述，有可能鉴别大多数特定类型金矿的成因，更重要的是有可能预测可发现相似矿床的地质环境。

有关金的科学和经济学文献浩如烟海，但在公元467年西方罗马帝国覆灭之前的资料相当贫乏，尽管根据老普利尼的《自然史》记载，当时已有大量有关金的文献。早期文献的失传可能与约在公元290年谢世的戴克里先大帝关于销毁全罗马帝国炼金术（特别是金、银）书籍的命令有关，当时采取这一措施是为了防止金匠、银匠们聚集财富发动反对帝国的暴乱。中世纪由于连绵战火和政治动乱，采金业普遍衰退，从而导致金矿文献的再度减少。随着局势的稳定，尤其是在1445年印刷术问世以来，金矿文献数量持续增多。这些反复无常的变化给我们选择有代表性的文献造成了一定困难。尽管如此，我在选取有关金矿地质、地球化学、成因理论和金矿经济学的文章、摘要和语录时尽可能根据能够利用的文献资料保持适度的历史平衡。

本书中有关金的代表性文章提供了有关经济地质学进步，尤其是金及其各类伴生元素的工业矿床成因理论发展研究中的要点。这样的研究不仅是考古人员的兴趣所在，而且，对前人的理论和实践知识的充分了解，应当成为训练有志于掌握元素富集规律的经济地质学家必不可少的组成部分。对这些代表性文章的回顾，将为我们今后的探索指明方向。

致 谢

在包括“代表性”文献在内的经典文章的收集、整理过程中，我写信给世界各地熟悉金矿文献的许多地质学家和地球化学家，征求了他们的意见。在此，我诚挚地感谢给我答复的所有专家，尤其要感谢那些经常为我提供单印材料和金矿信息的同行，特别是多伦多的F. 埃巴特，加拿大地质调查所的H.S. 博斯托克、J.F. 亨德森和I.H. 约纳松，原美国地质调查所的A.S. 拉德克，法国地质矿产调查局奥尔良的J.J. 贝奇，印度地质调查所的M. 齐亚丁，南非威特沃特斯兰德大学的D.A. 普列托里阿斯，以及苏联科学院的N.A. 希洛、N.V. 彼得罗夫斯卡娅、I.S. 罗日科夫、N.V. 鲁斯亚科娃和N.A. 鲁斯亚科夫。

本书编写第一阶段的俄语经典文章的翻译是由C. 德卢坦布格完成的，后来则由在渥太华的翻译局、多语言服务公司和国家秘书局的人员承担。不少图件的绘制工作是在R.F. 多尔蒂指导下由加拿大地质调查所完成的。感谢加拿大地质调查所的图书馆人员，尤其是A.E. 布尔茹瓦和D.E. 特迪福特在收集和鉴别本书所引用和评述的经典文章方面所提供的巨大帮助。我还要感谢拉马克里斯纳大学的图书馆馆员，我们在印度进行古代科学、采矿和冶金进行研究期间，他们给予很大的协助。手稿的打印是在J. 莱热雷小姐的主持下由加拿大地质调查所文字处理中心完成的，对于他们的出色工作在此深表谢意。

R.P. 阿什利博士和R.W. 哈钦森博士审阅了全文并作了不少修改，作者尤为感激。

最后，我还要对我的夫人玛格丽特表示感谢，她在收集许多经典金矿田特征和稿件的阅读、校对和修改方面提供的帮助比纯金还要珍贵。

R.W. 博伊尔

导 言

人类早已漫游在黄金世界。

金，一直被认为是万恶之源、残暴的象征或文明的基础和救星，人们还赋予许多其它奇异的，有时是贬抑的称号。然而人类对这种金属的占有欲望已延续了5000多年，显然是由于它的自然魅力和永恒价值。

金的历史悠久，这一金属之王对不同的人来说却有不同含义。地球化学专家把它看作一种稀有金属，具有错综复杂的地球化学行为；对采矿和冶炼专家，则是从地球深处和矿石中被提取的对象；对艺术家、金匠和珠宝商，它是一种华丽而有永久魅力的金属。对工艺专家，它是一种具有独特性质，在电子和工艺中应用广泛的一种金属；对古币收藏家，它则是一种金属钱币，并流传着一个悠远而又动听的故事；最后对经济学家，它则是一种价值尺度，可以作为财富的度量标准和国际金融支付手段的永久媒介。

据学者和语言学家说，黄金“gold”一词源于梵语“jvalita”，由“jval”（意为“闪光”）引申而来。我们所指的“gold”源自古英语中的“gold”，显然是日耳曼语“gulth”（明亮或闪光的金属）的讹传。拉丁语中的金“aurum”和早期色宾语中的金“ausum”据说起源于早期意大利语“aurora”，意为“黎明之光”。另一种传说是，拉丁词“aurum”起源于希伯来语中的“aor”，意为“光”。拉丁语作为金的化学符号Au及其盐的名称“aurous”（亚金）和“auric”（正金）被留下来。

在几乎所有文化的文学作品中，金及其派生词在明喻和暗喻中的使用频度常常较其它词为高，形成了无数寓言、比喻和谚语。我们常说，黄金时代、金苹果、金驴、金枝玉叶、黄金海岸、金杯、金牛、金门、金手套、金尺和金本位，它们是隐喻的一些例子。至于明喻，常见的有，赤金般的心、赛金，等等。与金有关的两个最著名的谚语要数是“闪光的并非都是金子”和“金子就在你发现它的地方”。

埃及人用最完整的平面几何图形——圆，作为金这个最完美、最珍贵的金属的象征。炼金术士把黄金与太阳或希腊太阳神（阿波罗）联系在一起，并用最完美的符号来表示，一个圆和一个圆心，或四周缀有光束的圆环，表示金属之王或金属阿波罗。对早期的印度哲学家来说，金是矿物之光；而早期的西方哲学家则相信这种金属是阳光的象征，因而是宇宙神灵的化身。

求金之欲对人类历史产生了巨大影响，呼喊“黄金”之声引诱人们远涉重洋，跨越崇山峻岭，极地的冻原、灼热的沙漠、茂密的森林，到处都留下了寻金者的足迹。黄金之光激发了多少英雄豪杰的探险与征战，诸如色萨利的伊阿宋、波斯的居鲁士和大流士、马其顿的亚里山大、罗马的凯撒、热那亚的哥伦布、葡萄牙的瓦斯科·达伽马和阿梅里戈·维斯皮欧克西、西班牙的科尔特兹和毕萨罗、英格兰的拉利，以及其它历史人物。黄金给世界的偏僻角落带来了文明的火炬。遗憾的是，“罪恶的渴望”也给我们展现了奴隶制、战争和残酷竞争的恐怖场面。地球上的其它金属资源也无一不是世人所角逐的对象。

从贱金属中提取金是炼金术士所梦寐以求的，当然还有这些炼金术士试图发现使人长生不老万应灵药和青春泉的不懈努力，他们的劳动成果为我们今天的现代化学奠定了基础

金的产出十分广泛，几乎遍及世界各国，它对大多数国家的开发和建设具有一定的影

响。在非洲、欧洲和亚洲，有古金矿山的国家有埃及、西班牙、法国、英国、南斯拉夫、罗马尼亚、希腊、土耳其、沙特阿拉伯、伊朗、印度、中国、日本和苏联。古代人们在塔古斯河、瓜达尔基维尔河、台伯尔河、波河、罗纳河、莱茵河、马里查河、尼罗河、赞比西河、尼日尔河、塞内加尔河、佩特鲁斯河（位于古底亚境内）、奥克苏斯河（阿姆河，流经撒马尔罕的黄金之地）、印度河、恒河、勒拿河、阿姆尔河、长江等地淘砂金。安纳托利亚、美索不达米亚和印度河谷最早文明时期的工匠，从高加索、中亚、中东和印度半岛等地将黄金带入这些地区。埃及人在埃及和苏丹广泛采金的历史可追溯到4000年以前。正是从他们那里，波斯人、希腊人和罗马人才学到了金的找矿、采矿和冶炼技术。希腊人和罗马人在其帝国辽阔的含金区开采黄金。老普利尼（公元23~79年）在他的作品《自然史》中多次提到了黄金的开采和冶炼，文艺复兴时期的阿格里科拉以及在此以前中世纪的不少作者也涉及过这个问题。

与旧时期开采的砂金及金矿山相比，今天我们从事这类活动的部分目的是相似的，尽管看来北美和南美的土著除了将金用作为装饰品、珠宝和陪葬外很少注意金的真正价值。1492年，热那亚的哥伦布看到希斯帕尼拉（海地）的土著手中拥有金块，这一发现引起了西班牙人的兴趣，后来他们出征并征服了墨西哥和南美洲，于1550年在哥伦比亚的乔科地区找到了产有巨大砂金矿的“黄金国”。巴西的金矿是葡萄牙人在16世纪下半叶发现的，但这些矿床很小，仅在17世纪零星开采。1693年，在米纳斯格拉斯发现了金的经济矿床，此后一个世纪，该国成了世界的主要黄金产地。其中著名的莫洛费尔金矿已在地下开采了将近一个半世纪，现在仍保持较高的产量。

虽然银是墨西哥最重要的一种贵金属，但它的许多银-金矿床中还产有金，时代大多为第三纪。瓜纳华托地区维塔迈德雷产有巨大银-金网脉的岩金矿床是在1550年发现的，并立即进行开采。埃尔奥洛曾是一个首屈一指的金矿区，现在大部已开采完毕。它发现于1521年，1530年全面投产，此后断断续续开采了将近400年，生产黄金500多万盎司。

从19世纪初开始，寻找黄金的足迹遍布加拿大和美国，形成多次大规模的“淘金热”，1848年首先进入加利福尼亚，随后1857年到不列颠哥伦比亚，后来1896年到育空地区克朗代克，1899年到达阿拉斯加的诺姆。19世纪下半叶和本世纪上半叶，在许多砂矿已经采尽或已濒临闭坑的情况下，人们开始把注意力转向基岩矿床。加利福尼亚的马瑟洛德、格拉斯谷和在内华达的著名的科姆斯托克洛德是在19世纪50年代被发现和开采的。1892年，确定了位于科罗拉多的克里普尔克里克金碲化物矿床。1905年筹备开发位于内华达州的托诺帕和戈尔德菲尔德矿区。位于南达科他州莱德地区霍姆斯塔克矿床发现于1876年，不久后便正式投产。

在加拿大东部地区，19世纪50年代脉金在新斯科舍首先被开发利用，随后又首次在加拿大地盾中发现了安大略省黑斯廷斯县马多克附近的脉金矿。自1903年安大略省科博尔特地区发现自然银矿床以后，找矿者遍布了安大略、魁北克、马尼托巴、萨斯喀彻温和西北地区的前寒武系分布区。在安大略和魁北克，1906年，发现了阿比提比和拉德湖矿区；1909年，波库坪；1910年，斯瓦斯蒂加；1911年，科尔克兰德；1916年，马塔彻温；1924年，鲁安（诺兰达）；1925年，红湖。在马尼托巴，1911年发现了里斯湖矿区；在西北地区，耶洛奈夫地区沉积岩中的金矿床发现于1933年，绿岩带中的金矿发现于1935年。加拿大地盾的最新发现是安大略西北部赫姆洛地区的大金矿体，1869年就找到，本世纪80年代

早期才予全面开发。

在加拿大西部地区，不列颠哥伦比亚的岩金矿床所在的成矿省在1863年的第一次淘金热中就已引起了人们的注意。当时对这些发现无所作为，有不少很快就从人们的记忆中消失。在巴克维尔地区卡里布戈尔德、考茨和艾兰山矿山近侧，1860年勘探，1876年部分开采，以后又持续了几年，分别直到1933年和1934年，才有两个矿山得到大规模开采。1897年，对布里奇河地区的卡德沃拉德金矿带，包括布罗洛恩和派厄尼两个矿床，作了勘探，但直到1928年，派厄尼矿山才正式投产，接着布罗洛恩矿山于1932年交付使用。西库特内地区的罗斯兰德于1889年探明，1890年投产，斯图沃特地区的普兰米尔矿山于1918年建成。温哥华岛西海岸的泽巴勒斯金矿带于1934年发现和开采。

澳大利亚第一个盈利性砂金矿由E.H.哈格拉夫斯在1851年发现于澳大利亚新南威尔士的巴瑟斯特附近。接着在澳大利亚的本迪戈和巴拉勒特（1851年）、金皮（1867年）、气特斯托尔斯（1870年）、塔斯马尼亚的比肯斯菲尔德（1876年），莫根山（1886年），金伯利（1886年），库尔加迪（1892年），卡尔古里（1893年）和滕南特克里克（1932年）等地发现了大型残积砂金矿和岩金矿。在巴布亚新几内亚，莫罗贝的富金砂矿由西班牙人于1528年发现，但到1926年才投入大规模开采。

记载有关新西兰早年金矿开采历史的文献不多，所知道的主要是在加利福尼亚和后来的澳大利亚淘金热之后，找金者在这里活动，找到有经济意义的金矿（萨蒙，1963年）。砂金矿首次于1852年由查尔斯·林在北岛的发现德拉维克里克流域罗曼德尔（豪拉基金矿），后来又有南岛纳尔逊地区科林伍德（1857年），由G.里德在奥塔戈所发现的加布里埃尔斯伽里（1861年），以及于1864年在南岛西海岸发现的一系列金矿产地。在豪拉基金矿区，脉金主要集中在怀希、泰晤士、卡朗加克和科罗曼德尔，19世纪60年代首次开发，而在南岛奥塔戈的石英脉型矿床在该世纪70年代开始工作；里夫顿的富金石英脉在上世纪70年代产出了第一批黄金。

斐济岛上的黄金和金碲化物分布广泛，早期的斐济人当然也知道这些矿物的存在。据说巴龙·德·爱斯特于1872年在塔沃地区发现了金，但直到60年后才进行详细勘探。1932年，B.博思维克和J.辛克莱在奈西维河一条小支流——武尼塞那溪发现了可开采矿床。对这一发现的进一步调查和对瓦图科乌拉第三纪火山口的深入研究，又确定了不少新的矿床，其中著名的恩帕若矿山约自1935年起一直在开采（弗雷泽，1954年）。

太平洋地区的其它国家公元前就开始寻找和开采金。据说印度尼西亚的拉德建兰博金—银矿早在公元前900年就被印度人随意开采，自1700年后，开始了系统采掘。巴乌、沙劳越等地区的矿床已有悠久的历史，但仅自1820年后才受到人们的关注和重视。自公元纪元开始，中国人和印度人就熟知菲律宾群岛的黄金；早在1542年西班牙人那里找到了黄金，但这些矿床的大规模开采是在1898年西班牙把菲律宾群岛割让给美国以后。

中国人的采金历史已有上千年，最早反映于商朝（公元前1765年）的手工艺品。新近开采的金矿大多产于山东、云南、甘肃、四川等地的太古界、元古界和较新的地体内。同样，在朝鲜黄金开采也是一门古老的技术，至少可以追溯到公元前，如云山、努鲁皮、朔州和森塞等矿区。在日本，寻找黄金在公元前很久就已开始，考古研究表明，找金和采金的方法可能是从朝鲜传入的。位于日本海中佐渡岛上的佐渡矿是日本最大的金银生产基地，它发现于1542年，不久便投入生产。

印度是一个古老的产金地，最初采砂矿，尔后在较晚时期开采氧化带和原生带中的各类金矿。老普利尼在他世纪初写的《自然史》中提到了印度的黄金，另外，有些专家认为，旧约全书《列王纪上》第十章第十一节所提及的俄斐就相当于印度。考古资料和文字记载都表明，印度的砂金矿和氧化带富金矿在公元前很久就已开采。根据奥尔欣的意见（1962年），印度大规模的采金开始于公元前4世纪末莫利安对德干的殖民统治时期。戈拉尔矿田的发现看来要追溯到世纪初，或许与北部的胡蒂矿田同时。戈拉尔矿田中著名的钦姆比昂洛德现代矿山，重新发现于1873年，1880年开始采矿，并延续到现在。

苏联长期以来一直被认为是黄金资源丰盛的地域。在格鲁吉亚共和国，凡西斯河（即现在的里奥尼河）流经的科尔喀斯被誉为盛产黄金之地。另外还据说，波斯人从西徐亚人（居住在黑海北部地区的部落群）、伊朗人和居住在乌拉尔-乌兹别克-阿尔泰地区的其它部落那里得到了许多黄金。通向撒马尔罕的黄金之路在公元前几世纪就已闻名遐迩。那时，对黄金的垄断开采成了沙皇帝国的基柱，他们约于1774年首先在乌拉尔找到大面积的砂金矿和岩金矿，后来扩展到西伯利亚的许多地方，尤其是在阿尔泰地区，那里的砂金矿早在1820年就被开发。1829年勒拿的砂金矿首次开采；1840年，叶尼塞山脉的金矿投产；阿穆尔流域的砂金矿显然是在1867年前后首次开采的；远东沿海地区的矿山可能是在1870年前后或更早就已动工兴建。近几年中，更多的金矿区和矿床，不管是砂金还是岩金（如乌兹别克共和国的穆龙套），都已得到开发利用，使苏联成为世界第二大产金国。

西非的黄金早在19世纪甚至更早就已流入欧洲。大多数黄金用大篷车经撒哈拉送往巴巴里，继而进入欧洲，这些黄金原产于加纳、马里和松加伊王国。据说大部分黄金来自一个名叫旺瓦加拉的地区（可能属法莱梅河流域，是塞内加尔河的一条支流，以产黄金著称），但考虑到西非的含金条件，黄金在那里可能有更为广泛的分布。不管怎么说，由航海家亨利鼓动的葡萄牙人航海探险的一个主要动机肯定是确证和开发西非的黄金。尾随葡萄牙人的是一大批英国、法国、荷兰、丹麦和西班牙的商人。有人相信，在15世纪至16世纪之间，每年都有25万盎司*黄金从非洲流入欧洲。19世纪后叶，主要由于当地人民的劳动，在塞内加尔、几内亚、塞拉里昂、加纳、尼日利亚和黄金海岸的其它国家重新发现了许多金矿，包括岩金和砂金。在1876~1882年期间，被称为黄金海岸现代采金业之父的P.博纳采用现代化手段开发了加纳的前寒武纪塔克瓦含金砾岩（朱纳，1935年）。1895年阿散蒂金矿公司在加纳的奥布阿西地区开始工作，开发了阿散蒂和其它矿山，在1900年以后，黄金海岸地区的一些矿生产了大量黄金。所有这些矿床的时代都属前寒武纪。

津巴布韦（现罗得西亚）当地土著利用金矿的历史也许可追溯到世纪初。一长串氧化带中的古矿窿沿前寒武纪（太古代）地层的走向分布，这些矿床后来于本世纪初继由现代化手段开采。加伊卡矿山在1894年，格洛布和菲尼克斯在1895~1900年，埃尔多拉多在1905年，安蒂洛普在1908年，卡姆和莫托在1909年，沙姆瓦在1909~1910年开发。

在南非，1834年发生的事件从此影响了金矿历史：C.克鲁格在瓦尔河之北探险考察时在维特瓦特斯兰德，或白水山发现了金矿。但由于巴伯顿和迪卡普谷金矿田是到1885年一直是重点勘探对象，因而这一发现没有得到重视。1886年，澳大利亚找金者G.哈里森和英国人G.沃克在维特瓦特斯兰德找到了有经济价值的金矿脉。紧接着便对这一世界上已

* 1盎司 = 28.35g；1金衡盎司 = 31.1g

知最大矿床的巨大矿层进行开发,并使南非成为世界最著名的金矿产地。在开采的一个世纪中,在维特瓦特斯兰德矿床采出了约 4×10^9 t矿石,回收了 3.7×10^7 kg(12亿盎司)黄金。克里斯普(1974年)生动地描述了这一重大矿床的发现、约翰内斯堡的崛起以及人们为控制金矿和现今的南非而进行争夺的壮观场面。

据估计,截至1985年底,从地球上开采的黄金总量已达 3.85×10^9 金衡盎司(或 1.2×10^{11} g)。其中,2%是1492年以前,8%是1492~1800年期间,20%是1801~1900年期间,70%是1901~1985年期间(所有数据均为粗略估计)生产的。用体积来衡量,这些黄金将占6300m³或18.5m见方的空间。体积虽小,但它却记述了5000年来人类的痛苦和磨难,人间之喜悦和悲伤。

目前世界黄金年产量约为1338t(表18-2),50%左右的产量来自石英砾型矿床;20%源于未固化的残积型和冲积型砂矿;其余部分则采自不同的脉状和浸染型矿床。

有关金矿的历史记载可追溯到五千年以前,几乎与文字一同产生。最老的古碑“美索不达米亚人简史”,记述了公元前3100年的历史,提到了这一金属。体现赫梯人、伊拉姆人、埃及人、克里特人、印度人(哈拉帕人)和中国人的古代文明的象形文字和表音文字(音节词体系)古碑、古文稿也有同样的记载。

最早由地质学的角度涉及黄金的记载见于公元前1320年的著名《金矿图册》(Carte des mines d'or),这是一份拉美赛德(Rameside)朝代的抄本和一些残片。自那时起,有关金的地质和地球化学的文献与日俱增。因此,在今天的地球科学文献库中,有关金的参考资料较周期表中所有其它元素为多。

金在矿床理论的发展过程中,尤其是在脉矿和砂矿成因解释方面,起了独特而又显著的作用。因此,为了使读者了解这些背景,我在开篇中编写了金矿类型和金的地球化学,并在后续的几章中详细论述了各种金矿成因理论,简要讨论了这些不同理论发展的哲学、社会和科学背景。

参 考 文 献

- Acosta, J. de, 1940. *Historia natural y moral de las Indias*, Fondo de Cultura Economica, Mexico City, 638p.
Also *The Natural and Moral History of the Indies*, Hakluyt Society, no. 60-61, 2 vols. 1880.
- Adams, F. D., 1938. *The Birth and Development of the Geological Sciences*, Williams & Wilkins, Co., Baltimore, 506p.
- Agricola, G., 1556. *De re metallica*, Basle. H. C. and L. H. Hoover, Transl., Mining Mag., London, 1912, 637p.
- Aitchison, L., 1960. *A History of Metals*, 2 vols., MacDonald & Evans, London, 647p.
- Allchin, F. R., 1962. Upon the antiquity and methods of gold mining in ancient India, *Jour: Econ. Social History of the Orient* 5(pt. 2, 197):195-211.
- Andrée, J., 1922. *Bergbau in der Vorzeit*, C. Kabische, Leipzig, 72p.
- Barba, A. A., 1640. *El Arte de los Metales*, Madrid. (Trans. by R. E. Douglass and E. p. Mathewson as *The Art of the Metals*, John Wiley & Sons, New York, 1923, 288p.)
- Berkner, L., 1964. *The Scientific Age*, Yale Univ. Press, New Haven, 137p.
- Bernal, J. D., 1954. *Science in History*, Watts & Co., London, 967p.
- Biringuccio, V., 1540. *Pirotechnia*, Venice. C. S. Smith and M. T. Gnudi, Trans., M. I. T. Press, Cambridge, Mass., 1959, 477p.)
- Blainey, G., 1969. *The Rush that Never Ended, A History of Australian Mining*, Melbourne Univ. Press, Melbourne, 389p.
- Boas, M., 1970. *The Scientific Renaissance, 1450-1630*, Fontana-Collins, London, 350p.

- Boyle, R. W. , 1979. The geochemistry of gold and its deposits, Canada Geol. Survey Bull. 280, 584p.
- Bromhead, C. E. N. , 1940. The evidence for ancient mining, Geog. Jour 96:101-120.
- Buranelli, V. , 1979. Gold, An Illustrated History, Hammond, Maplewood, N. J. , 224p.
- Caley, E. R. , 1964. Analysis of Ancient Metals, Macmillan, New York, 176p.
- Caley, E. R. , and J. F. C. Richards, 1956. Theophrastus on Stones, Ohio State Univ. , Columbus, Ohio, 238p.
- Cambridge Ancient History, 1982-, 12vol. , Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Cambridge Medieval History, 1966-, 9vol. , Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Canadian Institute of Mining and Metallurgy, 1948, 1957. Structural Geology of Canadian Ore Deposits, 2 vols. , Canadian Inst. Min. Metall. , Montreal.
- Cartwright, A. P. , 1962. The Gold Miners, Purnell & Sons, Johannesburg, 340p.
- Chang, Kwang-Chih, 1978. The Archaeology of Ancient China, 3rd ed. , Yale Univ. Press, New Haven, 537p.
- Cline, W. , 1937. Mining and Metallurgy in Negro Africa, George Banta, Menasha, Wis. , 155p.
- Crisp, R. , 1974. The Outlanders, Granada Publishing, Mayflower Books, Frogmore, St. Albans, Herts. , England.
- Crook, T. , 1933. History of the Theory of Ore Deposits, Thos. Murby & Co. , London, 163p.
- Cumenage, E. , and E. Robellaz, 1898. L'or dans la nature, P. Vicq-Dunod et Cie, Editeurs, Paris, 106p.
- Curle, J. H. , 1905. The Gold Mines of the World, 3rd ed. , George Routledge & Sons, London, 308p.
- Davies, O. , 1935. Roman Mines in Europe, Clarendon Press, Oxford, 291p.
- Del Mar, A. 1902. A History of the Precious Metals, 2nd ed. , Cambridge Encyclopedia Company, New York, 478p.
- Dunn, E. J. , 1929. Geology of Gold, Charles Griffin & Co. , London, 303p.
- Emmons, W. H. , 1937. Gold Deposits of the World, McGraw-Hill, New York, 562p.
- Forbes, R. J. , 1964. Gold, in Studies in Ancient Technology, E. J. Brill, Leiden, Holland, pp. 151-192.
- Foster, R. P. , ed. , 1984. Gold' 82: The Geology, Geochemistry and Genesis of Gold Deposits, A. A. Balkema, Rotterdam, 753p.
- Fraser, J. A. , 1954. Gold Dish and Kava Bowl, J. M. Dent & Sons, London, 262p.
- Friedensburg, E. 1953, Die Metallischen Rohstoffe, heft 3 , Gold, F. Enke Verlag, Stuttgart, 234p.
- Gardiner, A. , 1961. Egypt of the Pharaohs, Clarendon Press, Oxford, 461p.
- Gmelin, 1950-1954. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, System-nummer 62, Gold, pts. I and 2, Weinheim/Bergstrasse, Verlag Chemie, GMBH, 406p.
- Govett, M. H. , and M. R. Harrowell, 1982. Gold: World Supply and Demand, Australian Mineral Economics Pty. , Sydney, Australia, 455p.
- Green, T. , 1973. The World of Gold Today, Walker & Company, New York, 287p.
- Hanula, M. R. , R. M. Longo, L. F. Jones, J. A. Miller, and L. C. Brown, eds. , 1982. The Discoverers, Pitt Pub. Co. , Toronto, 317p.
- Hawkes, J. , 1973. The First Great Civilizations, Knopf, New York, 465p.
- Hawkes, J. , and L. Woolley, 1963. Prehistory and the Beginnings of Civilization, Harper & Row, New York, 873p.
- Healy, J. F. 1978. Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World, Thames & Hudson, London, 316p.
- Hobson, B. , 1971. Historic Gold Coins of the World, Doubleday, Garden City, N. Y. , 192p.
- Holmyard, E. J. , 1957. Alchemy, Penguin Books, Toronto, 281p.
- International Geological Congress, 1930. The Gold Resources of the World, Bureau of the Congress, Session 15, Pretoria, South Africa, 457p.

- International Gold Corporation, 1968-, Gold Bulletin, International Gold Corporation, Marshalltown, South Africa.
- Isserow, S., and H. Zahnd, 1943. Chemical knowledge in the Old Testament, *Jour. Chem. Ed.* 20:327-335.
- Jacob, W., 1831. *Historical Inquiry into the Production and Consumption of the Precious Metals*, 2 vols., London.
- Jensen, M. L., and A. M. Bateman, 1979. *Economic Mineral Deposits*, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, 593p.
- Junner, N. R., 1935. Gold in the Gold Coast, *Gold Coast Geol. Survey Mem.* 4, 76p.
- Keessing, N., ed., 1967. *History of the Australian Gold Rushes*, Angus & Robertson, Melbourne, 412p.
- Keynes, J. M., 1930. *A Treatise on Money*, 2 vols., Harcourt, Brace & Co. New York.
- Levey, M., 1959. *Chemistry and Chemical Technology in Ancient Mesopotamia*, Elsevier, Amsterdam, 242p.
- Li, C., 1948. The Chemical Arts of Old China, *Jour. Chem. Ed.*, Easton, Pa., 215p.
- Lindgren, W., 1933. *Mineral Deposits*, 4th ed. McGraw-Hill, New York, 930p.
- Lucas, A., 1948. *Ancient Egyptian Materials and Industries*, 3rd ed., Longmans, London, 580p.
- Maclaren, J. M., 1908. Gold, Its Geological Occurrence and Geographical Distribution, *Mining Jour.*, London, 687p.
- Mellor, J. W., 1923. *A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry*, vol. 3, pp. 491-618, Longmans, Green & Co., London.
- Morgan, E. V., 1965. *A History of Money*, Pelican Books, Baltimore, Md., 237p.
- Morrell, W. P., 1940. *The Gold Rushes*, Adam & Charles Black, London, 427p.
- Napier, J., 1879. *Manufacturing Arts in Ancient Times*, Alexander Gardner, Paisley Scotland, 367p.
- Needham, J., 1954-1983. *Science and Civilization in China*, 6 vols., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Park, C. F., and R. A. MacDiarmid, 1970. *Ore Deposits*, W. H. Freeman & Co., San Francisco, 522p.
- Partington, J. R., 1935. *Origins and Development of Applied Chemistry*, Longmans, Green & Co., London, 597p. Reprint Arno Press, New York, 1975.
- Partington, J. R., 1960. *A Short History of Chemistry*, Harper Torchbooks, 415p.
- Partington, J. R., 1961. *A History of Chemistry*, 4 vols, Macmillan, London.
- Patterson, C. C., 1971. Native copper, silver, and gold accessible to early metallurgists, *Am. Antiquity* 36(3):286-321.
- Paul, W., 1970. *Mining Lore*, Morris Printing Co., Portland, Oreg., 940p.
- Petrovskaya, N. V., 1973. *Native Gold* (in Russian), Izd. "Nauka", Moscow, 347p.
- Pledge, H. T., 1966. *Science since 1500*, H. M. Stationery Office, London, 357p.
- Pliny the Elder (Gaius Plinius Secundus), A. D. 77. *Historia Naturalis*, 39 Books, Rome.
- Proust, G. P., 1920. *L'or—prospection, gisement, extraction*, Gauthier-Villars et Cie, Editeurs, Paris, 319p.
- Quiring, H., 1948. *Geschichte des Goldes*, F. Enke Verlag, Stuttgart, 318p.
- Raguin, E., 1961. *Géologie des gîtes minéraux*. Masson & Cie, Editeurs, Paris, 686p.
- Ray, P. C., 1904, 1925. *History of Hindu Chemistry*, 2 vols., Chuckerjarty & Chatterjee, Calcutta. Rev. ed. in one vol., as *History of Chemistry in Ancient and Medieval India*, Indian Chemical Society, Calcutta, 1956.
- Rickard, T. A., 1932. *Man and Metals*, 2 vols., McGraw-Hill, New York, 1068p.
- Ridge, J. D., ed., 1968. *Ore Deposits of the United States, 1933-1967*, 2 vols., Am. Inst. Min. Metall. Petrol. Eng., New York.
- Rose, T. K., and W. A. C. Newman, 1937. *The Metallurgy of Gold*, 7th ed., Charles Griffin & Co., London, 561p.

- Rosenfeld, A. , 1965. *The Inorganic Raw Materials of Antiquity*, Frederick A. Praeger, New York, 254p.
- Rosenthal, E. , 1970. *Gold!Gold!Gold!*, Macmillan, London, 372p.
- Routhier, p. , 1963. *Les gisements métallifères, t. I and II*, Masson et Cie, Paris.
- Salmon, J. H. M. , 1963. *A History fo Goldmining in New Zealand*, R. E. Owen, Government Printer, Wellington, 309p.
- Sagui, C. L. , 1930. *Economic geology and allied sciences in ancient times*, *Econ. Geology* 25:65-86.
- Sarton, G. , 1945-1948. *Introduction to the History of Science*, 3vols. , Carnegie Inst. Washington, Williams & Wilkins Co. , Baltimore, 2155p.
- Schneiderhöhn, H. , 1955. *Erzlagerrstätten*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 375p.
- Shepherd, R. , 1980. *Prehistoric Mining and Allied Industries*, Academic Press, London, 272p.
- Shilo, N. A. , 1981. *Fundamentals of the Study of Placers*, "Nauka", Moscow, 383p.
- Singer, C. , E. J. Holmyard, A. R. Hall, and T. I. Williams, 1954-1958. *A History of Technology*, 5vols. , Clarendon Press, Oxford.
- Smirnov, V. I. , 1976. *Geology of Mineral Deposits*, Mir Publishers, Moscow, 520p.
- Sprague de Camp, L. , 1963. *The Ancient Engineers*, Ballantine Books, Toronto, 450p.
- Street, A. , and W. Alexander, 1951. *Metals in the Service of Man*, Penguin Books, Harmondsworth, Middlesex, U. K. , 237p.
- Summers, R. , 1969. *Ancient mining in Rhodesia*, *Natl. Mus. Rhodesia Mem.* 3, Salisbury, 236p.
- Taylor, F. S. , 1949. *The Alchemists (Founders of Modern Chemistry)*, Henry Schuman, New York, 246p.
- Thorndike, L. , 1923-1958. *A History of Magic and Experimental Science*, 8 vols. , Columbia Univ. Press, New York.
- Tylecote, R. E. , 1962. *Metallurgy in Archaeology*, Edward Arnold, London, 368p.
- Tylecote, R. E. , 1976. *A History of Metallurgy*, The Metals Society, London, 182p.
- Vilar, P. , 1975. *A History of Gold and Money, 1450-1920*, New Left Books, London, 360p.
- Weeks, M. E. , and H. M. Leicester, 1968. *Discovery of the Elements*. 7th ed. , *Jour. Chem. Ed.* , Easton, Pa. , 896p.
- Wertine, T. A. , 1973. *The beginnings of metallurgy: A new Look*, *Science* 182:875-887.
- Wilson, A. J. , 1979. *The Pick and the Pen*, Mining Jour. Books, London, 308p.
- Williams, G. J. , 1974. *Economic geology of New Zealand*, Australasian Inst. Min. Metall. Monograph ser. 4, 2nd ed. , 490p.
- Zahnd, H. , and D. Gillis, 1946. *Chemical knowledge in the New Testament*, *Jour. Chem. Ed.* 23:90-97, 128-134.

目 录

序.....	(IV)
前言.....	(V)
导言.....	(VII)
第一章 金的地球化学和金的矿床类型	(1)
金的地球化学	(1)
金矿床	(2)
第二章 黄金：原始时期.....	(9)
原始时期发现的金矿床	(9)
第三章 黄金：古典时期.....	(14)
金矿床及其成因理论	(15)
第四章 黄金：中世纪时期.....	(22)
中世纪的金矿床成因理论	(23)
第五章 黄金：文艺复兴时期	(31)
文艺复兴时期的金矿床成因理论	(32)
第六章 黄金：向现代科学观点过渡时期	(41)
黄金和其它矿床的成因理论	(42)
第七章 黄金：现代社会.....	(50)
现代矿床成因理论概述	(51)
第八章 金的地球化学.....	(54)
金的地球化学	(56)
8-1 自然金.....	(57)
8-2 金(一)	(59)
8-3 金(二)	(64)
8-4 金(三)	(73)
8-5 银, 金.....	(79)
8-6 金地球化学概要.....	(83)
8-7 金在自然界的搬运和沉淀.....	(97)
8-8 金沉淀的碱金属硫化物理论.....	(105)
8-9 结论.....	(110)
8-10 金在含有机质地下溶液中的搬运	(113)
第九章 后生金矿床的形成机制——矿浆学说	(122)
生成金矿脉的矿浆说	(122)
9-1A 矿浆或矿液的成因:脉岩墙	(126)
9-1B 裂隙脉的成因	(127)
9-2 脉和岩墙导致围岩的膨胀, 加利福尼亚州的格拉斯谷.....	(129)
9-3 成矿流体的性质.....	(135)
第十章 后生金矿床的形成机制——岩浆热液学说.....	(138)
金矿床成因的岩浆热液说	(141)

10-1	金矿床与火成岩	(142)
10-2	加拿大地盾金矿床与火成岩的成因联系	(158)
10-3	诺瓦斯科舍金矿田	(165)
10-4	加利福尼亚金矿田	(167)
10-5	活动地热系统与热液矿床	(174)
第十一章	后生金矿床的成因——花岗岩化学说	(179)
第十二章	金矿床的成因——喷气学说	(185)
第十三章	后生金矿床的成因——分泌学说	(189)
第十四章	金矿床——石英卵石砾岩型和石英岩型	(204)
	维特瓦特兰德矿区	(205)
14-1	兰德含金砾岩中金的成因	(205)
14-2	结论性评述	(208)
14-3	兰德金矿床的热液成因	(219)
14-4	维特瓦特兰德矿区的砾岩	(222)
14-5	维特瓦特兰德群矿层、多米尼昂里夫矿层、文特斯多普接触带矿层及布莱 克里夫矿层中金和放射性矿物的产出和成因	(237)
14-6	维特瓦特兰德金矿田沉积环境：推论与观察的逐年回顾	(240)
14-7	产于南非维特瓦特兰德地区前寒武纪岩石中碳铀钍矿所包含的植物化石	(272)
	其它矿床	(283)
第十五章	砂金矿床	(285)
	残积砂矿	(286)
	冲积砂矿	(290)
15-1	砂金矿床富集带的规律	(292)
15-2	第三系砂砾中的金	(305)
15-3	经济地质学：砂金矿	(318)
15-4	苏联东南部砂矿形成过程中金的性状	(325)
15-5	苏联东北部现代构造中砂矿地质学的比较特征	(326)
15-6	阿拉斯加的砂金矿	(328)
15-7	基岩对砂金矿形成的作用（一）	(334)
15-8	基岩对砂金矿形成的作用（二）	(335)
15-9	基岩对砂金矿形成的作用（三）	(336)
15-10	基岩对砂金矿形成的作用（四）	(338)
第十六章	金矿床的氧化作用和次生富集	(344)
16-1	金（一）	(346)
16-2	金（二）	(357)
16-3	评《含金硫化矿床氧化带中金的性状》一书	(362)
16-4	佐治亚州卢姆帕金县卡尔洪矿山金的残积富集和表生搬运	(365)
第十七章	金矿床专论	(367)
	金矿床中矿物和元素的伴生特点	(367)
	金矿床中的Au/Ag值及自然金的成色	(368)
	金矿床中的围岩蚀变	(370)
	形成后生金矿床的构造条件	(376)