

国外金矿地质研究新进展

(第三集)

甘肃科学技术出版社
中国科学院地质研究所西准黄金科考队
中国科学院兰州文献情报中心
新疆维吾尔自治区有色公司哈图金矿

序

近10年来,在世界范围内人们在找金和采金以及对金矿床的成因类型、展布规律、控矿因素和成矿模式的认识上取得了很多重大进展。

地质学家们在找金过程中经常在思考:自然界是如何使金富集到工业品位的,以及怎样和在什么地方去寻找新的、具有工业意义的金矿床。目前,对各类金矿床的金的来源,迁移形式和成矿的过程及其机制积累起了很多新资料和新见解。

1988年5月在澳大利亚墨尔本市召开的国际金矿会议是近年来规模最大的一次国际金矿学术交流会议。在这次会议上全面地提出和讨论了当前国际上有关金矿床的新资料和新思想。这本译文集的文章主要选自这次国际金矿会议交流的论文。本文集不但重点地介绍了形成在太古代绿岩带和元古代维特瓦德斯兰德盆地的金矿床实例,还较详尽地介绍了近10年来在找金方面取得重大突破的环太平洋地区晚中生代-第三纪以至近代金矿床成矿的地质背景、控矿因素和成矿模式。此外,还介绍了西澳大型的Boddington红土型金矿床详细的地质资料。大家知道,在强烈风化地区内识别金矿床是很困难的,而这类金矿床的发现因它可以进行低成本的露天开采而能收到较大的经济效果。该译文集的大多数文章短小精悍、论点明确。

相信译文集所介绍的新资料对我国金矿地质工作者在推进各自的工作方面能起到很好的借鉴作用。

1990年6月

编 者 的 话

本书是《国外金矿地质研究新进展》系列译文集的第三集（第一集1988年，第二集1989年）。内容主要选自1988年5月在澳大利亚墨尔本市召开的“88年国际金矿会议”中的部分学术交流论文，共46篇，插图113幅，约40万字。

“88年国际金矿会议”是庆祝澳大利亚建国200周年活动的一部分，也是近年来规模最大、影响深远的一次国际金矿地质学术研讨的盛会。著名金矿地质学家R. Woodall作了“世界黄金概况”的主旨报告，在全面介绍了世界黄金产量、供求情况、各主要黄金生产国的金矿勘查的开发现状，以及某些国家在黄金事业上取得的重大突破的成功经验之后，他明确指出了在世界范围内可望找到大型金矿床的有利地区。R. Woodall最后强调：“现在还没有证据表明，世界黄金储量因采矿的消耗而正在减少。恰恰相反，新的勘查思想，新的勘查技术以及较低的生产成本将更多地补偿一直延续至今的因采矿而引起的金矿自然资源量的下降。只是当勘查工作因受到缺乏想象力的管理部门或政府政策的阻碍或金价出现大幅度下跌时，我们才会看到不论是黄金产量或是黄金储量的下降。相反的是，看来在短期内世界黄金的产量和储量更大的可能都将是增加。”正是基于这一主导思想，我们向国内黄金界推出这本译文集。

本译文集内容主要包括，黄金成矿区总认识，单个矿床实例研究和黄金成矿的模式探讨等。重点讨论了澳大利亚和南太平洋的黄金成矿作用，同时还交流了对世界其他地区黄金成矿的新认识。译文集中的大多数文章着重介绍了关于金矿化期形成的金矿床的最新研究成果。很多资料可以证明，在世界范围内有两个重要的金矿化期，其一为太古代（以西澳地盾和加拿大地盾的绿岩带为代表）和早元古代（以南非的维特瓦德斯兰德盆地为代表），几乎拥有60%以上的世界金储量。其二是经过约25亿年的漫长时期，在晚中生代和第三纪至近代的火山活动又发生了大规模的达到工业品位的金的富集（以环太平洋地区的浅成低温热液金矿床为代表）。

译文集所选的文章大都短小精悍，论点明确，译文几乎包括了金矿地质研究的各主要领域。所有上述国际最新研究理论和研究成果对促进我国黄金地质工作无疑将起到有力的推动作用，同时对其他方面读者也不无裨益。

本译文集是中国科学院兰州文献情报中心在中国科学院黄金科技工作领

导小组办公室支持下，采用横向合作方式进行的黄金科技情报服务项目之一。著名地质学家叶连俊教授对本书出版给予了极大关注，并为其作序。中国科学院兰州文献情报中心主任刘全根、中国科学院地质研究所西准黄金科考队队长沈远超领导了本书的立项、选题和组织出版工作。新疆维吾尔自治区有色公司哈图金矿总工程师刘福成、总工办主任李义甫，中国科学院地质研究所副所长易善锋、情报室主任邵兴亚，中国科学院兰州文献情报中心情报室史斗、孙成权同志等，对本书的立项，经费和有关事宜给予了大力支持和帮助。中国科学院地质研究所西准黄金科考队王哲、孙秀英，中国科学院兰州文献情报中心黄金科技情报调研组于又华、阎惠红等同志为本书的出版承担了具体事务及校对工作。参加制图有：欧阳雪梅、陈爱华、沈晓东、赵小荣、王军芝等同志。对以上诸同志和关注本书出版的其他同行一并致谢。

中国科学院地质研究所陈友明，中国科学院兰州文献情报中心谷治成任编辑。由于译编水平有限，错误难免，敬请批评指正。

1990年7月

ISBN 7-5425-0325-7/TD·2 定价 9.50 元

试读结束：需要全本请在线购买：www.ertongbook.com

目 录

序

编者的话

世界黄金概况	(1)
南非维特瓦德斯兰德金矿田地质研究新进展(包括沉积期后作用的重要意义)	(10)
西太平洋岛弧区金矿床的地质环境、类型和成因	(17)
巴布亚新几内亚波格拉(Porgera)金矿床	(26)
巴布亚新几内亚利海尔岛Ladolam金矿床地质特征	(36)
日本菱刈金矿的勘探历史和现状	(45)
斑岩铜矿体系中深成金来源的成因模式——以菲律宾吕宋岛西北部Guinaoang地区的Tirad斑岩铜矿为例	(51)
砂卡岩矿床中的金和银	(57)
澳大利亚新南威尔士Browns Creek砂卡岩金-铜矿化	(60)
北美西部浅成低温热液型金-银矿床的岩性特点及构造背景	(65)
美国内华达州Sleepers浅成低温热液型金富矿体的矿化特征	(70)
澳大利亚新南威尔士Budawang裂谷火山作用的浅成低温热液型金银矿化的成因	(73)
日本九州第四纪金矿化及其地质环境	(75)
新西兰金矿床的构造背景及构造控制	(81)
岩石地球化学在勘查西南太平洋浅成低温热液型金矿化中的应用	(85)
津巴布韦太古代金矿化作用——矿床成因和勘查	(88)
加拿大Abitibi亚省Val d'Or和Timmins地区太古代含金石英脉或剪切带的矿化作用与火成侵入体的关系——与金有关的岩浆地球化学特征	(97)
加拿大Val d'Or-Rouyn地区含金建造及在金矿床周围的含金晕	(101)
美国内华达州Jerritt峡谷金矿区赋存在沉积岩(似碧玉岩)中的浸染型金矿床流体混合成因的证据	(104)
美国内华达州赋存在沉积岩中的某些卡林型金矿床金的产出情况及其与矿脉和矿物共生的关系	(108)
蚀变作用与脉体的关系:在勘查以沉积岩为容矿岩的卡林型金矿床中的应用	(114)
菲律宾吕宋岛中西部Dizon富金斑岩铜矿的地质特征及构造背景	(117)
马来西亚半岛中央金矿带金的矿化作用	(123)
捷克波希米亚地块Mokrsko金矿床——一种新的金矿化类型	(128)
含金和黄铁矿的岩石的风化作用——次生金矿床金的一种来源	(129)
风化作用过程中原生矿石的矿物组成对金的化学迁移的影响	(131)
大型断裂带附近由构造诱发的金矿化作用	(134)
剪切和断裂对金矿化的控制:找矿回顾	(139)

介绍一种富金毒砂：晶体化学、金的赋存状态及其结晶物理化学条件·····	(142)
法国热液金矿脉的流体-矿物平衡·····	(146)
植物中的金·····	(149)
西澳大利亚的金矿床·····	(151)
第 I 部分 西澳东金矿田省Norseman-Wiluna带金矿化的地质背景·····	(151)
第 I 部分 西澳东金矿田省Norseman-Wiluna带的金矿化作用·····	(182)
第 II 部分 西澳东金矿田省Norseman-Wiluna带有关金矿床分论·····	(200)
卡尔古利背斜带·····	(200)
卡尔古利采矿联合体租借地的地质特征 ·····	(202)
New Celebration金矿床·····	(210)
Paddington金矿床 ·····	(214)
Widgiemooltha地区 ·····	(222)
Pioneer穹隆·····	(225)
Kambalda-St Ives金矿区和Victory-Defiance 杂岩·····	(227)
Norseman金矿床 ·····	(231)
Leonra金矿床区域地质特征 ·····	(238)
Gwalia “多子” 金矿山·····	(248)
Lancefield金矿床 ·····	(250)
西澳大利亚Boddington红土型金矿床 ·····	(256)
澳大利亚北昆士兰Kidston角砾岩管中的金矿化·····	(270)
东澳大利亚古生代火山成因的块状硫化物系统中金的分布和成因·····	(277)

世界黄金概况

R. Woodall

作为商品的黄金

黄金的历史和政策

采金业作为人类的一种工业几乎有6000年的历史了，萨姆莱人（Sumeian）曾是最早的金矿工，在公元前3800年他们曾在今天伊朗的地方进行过采金。至少从公元前3000年开始，埃及人曾组织起规模可观的采金业，在古代世界上他们拥有最大的金库，黄金开采储备使法老们（埃及帝王）把埃及建成中东地域的主要力量。他们利用黄金去购买他们所不能生产的物品，并利用黄金去负担他们的军队和维持他们的贸易中心。由P.R. Thomas和E.H. Boyle（1986）提供的数字表明，截止1985年底世界已产黄金总量约125000吨。黄金本身所具的价值及其不可毁灭性确保了过去生产的绝大部分黄金至今仍然在利用着。

早在埃及、中国、波斯和巴比伦古代文明时期，黄金已是一种有价值的储备。数千年来人们一直把黄金作为货币使用；中国约从公元前1200年、埃及约从公元前1000年以及巴比伦和米诺斯从公元前300年开始的。在拜占庭帝国繁荣和稳定的800年间，他们是以黄金为基础的货币体系进行贸易的。从1814年以来，一些欧洲国家在他们从落后的农业社会变为先进的工业国的进程中，采用以黄金为标准的货币体系。以黄金为基础的货币体系才有信用，这种信用在于所使用的货币能维持其价值；这种货币之所以具有吸引力在于黄金本身所具的属性（Sutton, 1977）。

来自美洲的黄金推动了18世纪发生在英国的工业革命，以及在澳大利亚的较短的历史中，曾有过三次因其他经济部门遭受到衰退时，是黄金带来了繁荣和工业发展。在1988年，澳大利亚的采金工业再次成为国家繁荣和昌盛的主要财源。

历史告诉我们，战争、腐败、政治力量的角逐和贪得无厌导致通货膨胀，而且随后引起纸币和货币的贬值（Sutton, 1977）。这就是为何被J.M. Keynes所称呼的“这个凶残的僵尸”仍然顽强地缠住人们的心头。黄金依然是唯一普遍采用的交换和最终流通媒介，一个国家，不论她是资本主义的还是社会主义的，都用黄金作为向别国支付其债务的最终货币（Green, 1985）。

黄金的供给

世界大部分黄金是由南非、苏联、美国、加拿大和澳大利亚等五个国家在较近期内生产的（表1）。

1988年西方世界的黄金产量为1538吨。近几年来，黄金产量增长较多的国家是美

表 1

1493—1985年期间世界黄金产量

	首次重大发现	吨	%
南 非	1872年	39800	36.9
苏 联	1775年	13000	12.0 (只是估计)
美 国	1799年	10600	9.8
加 拿 大	1866年	6900	6.4
澳大利亚	1851年	6000	5.5
世界其它地区		31700	29.4

表中资料来源：(1)Thomas和Boyle (1986)

(2)G.Milling-Stanley和T.Green (1986)

国、澳大利亚、加拿大和巴西(表2)，这反映出这些国家具有较优越的地质条件、成功的勘探、新的冶炼提取方法和以本国通货币为标准的金价。大多数国家因美元升值和本国通货币对美元的贬值(图2)使黄金生产获得利益。

表 2

西方世界近年来的黄金产量(吨)

国家或地区	1985	1986	1987	1988	国家或地区	1985	1986	1987	1988
南 非	671.7	640.0	607.0	621.0	智 利	18.2	18.9	20.0	22.7
美 国	79.5	118.3	154.9	205.3	委内瑞拉	12.0	15.0	16.0	16.0
加 拿 大	90.0	105.7	116.5	128.5	其他非洲国家	51.7	52.6	63.4	66.9
澳大利亚	58.5	75.1	110.7	152.0	其他拉美国家	44.8	47.3	48.8	53.6
巴 西	72.3	67.4	83.8	100.2	其他亚洲国家	23.1	35.0	38.4	44.5
菲 律 宾	36.9	38.7	39.5	42.7	和大洋洲				
哥伦比亚	26.4	27.1	32.5	33.4	欧 洲	16.5	15.3	16.9	18.6
巴布亚新几内亚	31.3	36.1	33.9	32.6	总 计	1232.9	1292.5	1382.3	1538.0

注：译者根据《Mining Annual Review》，1988，1989两期所载资料作了补充

东方集团国家1986年的黄金产量估计约350至400吨，或者可能更高一些(Fisher, 1987)。

预计至2000年前后世界黄金产量可能达到2000吨。

对黄金的需求

直到20世纪的60年代，所采出的黄金的主要买主是控制中央银行的政府，但是，从1965年开始，中央银行却成为向私人纯倾销2256吨黄金的卖方。以金币和金条作为政府的财政储备曾使用了5000余年的这一历史上的货币金属，从1965年起还与金刚石、白金和银共同作为商业和私人投资的媒介物。基于黄金对工业、珠宝业和私人投资者所具的价值，它在世界上必然是前途无量的(Green, 1987)。

在1968年至1985年间珠宝业吸引了13635吨黄金，相当于私人拥有黄金的57%。由于南非的Krugerrand金币、加拿大的Maple Leaf金币、美国的Eagle金币、日本的Hirohito金币和澳大利亚的Nugget金币的需求，私人投资者的铸币业目前已成为黄金

的巨大消耗者。尽管如此，珠宝业仍然是黄金市场的支柱（图1）。

黄金需求情况对于黄金的价格是非常敏感的（图2）。这种敏感程度在中东、印度和东南亚等地黄金的传统囤积区是最明显不过的。这些地区的国家把黄金用于珠宝业或用以制造假金币和假金条是赈救数百万人民的主要手段（Green, 1987）。在这些地区的投资者于1978年买进了约450吨黄金。可是，在1982年当金价上涨到每盎司400美元时，这些投资者又将150吨黄金抛回黄金市场。

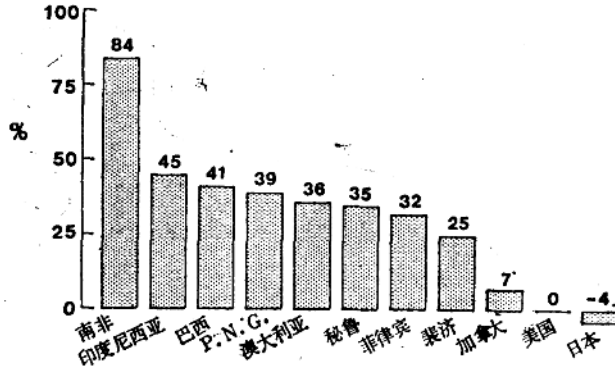


图1 黄金生产国的相对货币贬值

(1980年1月至1986年1月期间各国货币对美元实际交换的贬值，资料来源：I.M.F国际金融统计)；P.N.G—巴布亚新几内亚

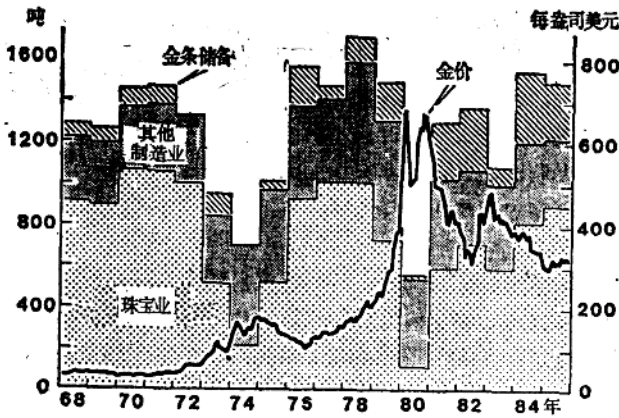


图2 近20年来世界黄金需求和金价变化

由于美元贬值以及日本和欧洲更趋向繁荣，黄金在除美元外的流通领域内价格显得愈来愈重要了。例如，在日本空前繁荣时期，以日元计价的金价下跌了。在日本，对黄金需求的增长达到了这样的程度——远远补偿了因以美元计价的金价上涨所引起的消极影响。

黄金的产出情况

有工业价值的金矿床在整个地质时代中的分布特征是地球历史的不可思议的问题之一（图3）。这种在时间上的分布情况能告诉我们整个地球历史中有关构造事件和岩浆火山作用事件以及也许还有地幔脱气等方面极为重要的信息。在2800—2600Ma之间的太古代时期是最有利于金的富集的，那时在太古代克拉通内形成了维特瓦德斯兰德盆地的特大型金矿床以及与火山岩相伴生的金的聚集。直至地球历史的最后100Ma前，有工业价值的金矿床的形成速度再也没有达到上述水平。在地球历史的最后100Ma，也即在晚中生代和第三纪形成了广泛的浅成低温热液金矿床以及第三纪至近代的砂金矿床。

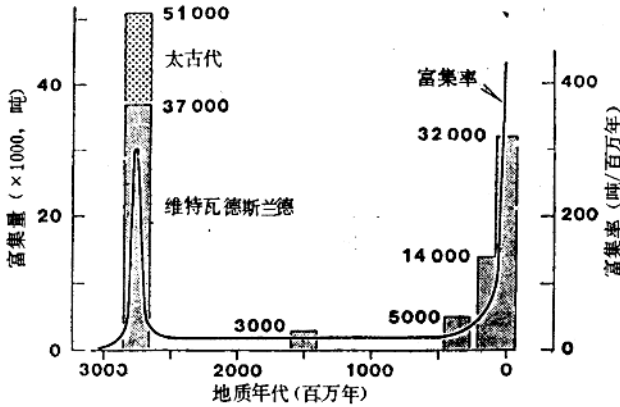


图3 金在地质时代中的分布

对西方世界来说，在下列地质区发现新的金矿床的机会是最大的：

1. 维特瓦德斯兰德盆地及与其时代相当的外围地区和类似的盆地；
2. 加拿大、澳大利亚、巴西、非洲和亚洲的太古界分布区；
3. 包括北美西部在内的环太平洋地区。

澳大利亚

澳大利亚已产出黄金6300吨，其中1700吨来自砂金和4600吨来自脉金。脉金主要是从西澳的太古界（2500吨）和东澳的古生代岩石中（1900吨）采出的。

澳大利亚在近四年中黄金产量几乎翻了两番，1985年为58.5吨，至1988年增至152吨。如果目前的金价和财政政策（免交公司税）的状况得以继续下去的话，那么澳大利亚今后的黄金产量将会得到进一步的增长，这一产量在世界黄金总产量中虽然所占的比重是较小的，但在澳大利亚经济范围内却具有重大意义。黄金工业免交公司税，这并不意味着政府对黄金工业一切都免税，政府对黄金工业收缴的税项包括收入税、销售税以及州和联邦政府各种形式的其它税收，使这一工业为政府增加收入作出了较大贡献。

澳大利亚近几年来黄金产量的迅猛增长，是由于高的金价、联邦政府对采金工业通过免缴公司税给以鼓励、在旧矿山周围发现新矿床以及采用新技术使过去发现的矿床具有

工业意义。炭浆法 (carbon-in-pulp) 和炭浸法 (carbon-in-leach) 萃取技术的进展具有重要意义, 这样使处理金品位低的、富含粘土的氧化矿石在经济上可以有利的, 而且在这些选矿流程中可以利用咸水。

要在澳大利亚维持目前的产量水平将有赖于新的金矿床和金矿区的发现。近期发现的三个新矿床和新矿区是具有特殊意义的, 它们是在Kambalda以南的St. Ives金矿区、Boddington红土型金矿和恰特兹堡以南的几个金矿床 (Pajingo, Wirralee, Yan Dan)。近年来, 对旧矿山之下的深部矿床的勘查给予了很大注意, 并在勘探上取得了成功, 在西澳Laverton附近的Lancefield矿山下面的深部矿床的发现在这方面取得成功的一个实例。

南非

南非在本世纪70年代初期黄金的年产量曾达到1000吨, 可是以后一些年来其黄金产量逐年下降, 在1985年产量为671.7吨, 至1987年降到最低点 (607吨), 于1988年又有所增长 (621吨), 尽管如此, 在公元2000年前南非仍然是一个主要产金国。随着已有矿山的扩建和新矿山的兴建, 到本世纪末南非的黄金年产量可望增至800吨 (Krige, 1987)。

环太平洋地区 (包括中美洲)

近年来, 日本具有特高品位的菱刈金矿、巴布亚新几内亚的利海尔 (Lihir) 和波格拉 (Porgera) 金矿、美国加利福尼亚州的麦克劳林金矿、智利的El Indio和多米尼加共和国的Pueblo Viejo-Montegro金矿床的发现再次生动表明, 在环太平洋地区的晚中生代至现代火山活动区具有良好的找金远景 (表3)。

表3 近年来在西太平洋地区发现的金矿床

矿床	国别	储量 (吨)
Porgera	巴布亚新几内亚	335 (a)
Lihir	巴布亚新几内亚	360 (b)
Misima	巴布亚新几内亚	70 (b)
Martha Hill	新西兰	85 (c)
Gold Ridge	苏罗门群岛	100 (c)
Kelian	印度尼西亚	90 (c)
菱刈	日本	120 (c)
		1160 吨

资料来源: (a) 一据Fleming et al., 1986

(b) 一据Tyrwhitt, 1986

(c) 一据F.Reid, 1986 (私人通讯)

除美国和加拿大外, 环太平洋地区1985年的黄金产量为186吨 (Milling-Stanleg和Green, 1986), 1986年已接近200吨。该地区今后良好的找金远景在于: 这些地区是很有利于浅成低温热液金矿床形成的, 而且大多数地区因地处遥远, 勘查工作做得很

少。可是，自然环境比较恶劣、没有恰当的政策措施以及对深部构造缺乏了解可能成为开发阶段的一系列障碍。

美国

美国已产出黄金约11600吨，主要产自西部诸州。其中，约有5500吨来自脉金，3500吨来自砂金，1400吨来自伴生金（Cargill, 1980; Milling-Stanley和Green, 1986; Thomas和Boyle, 1986）。目前尚拥有脉金储量1500吨，在这些脉金产出的地区仍然是有找矿远景的。

近几年来，美国的黄金产量增长很快，自1985年的79.5吨至1988年增至205.3吨。其产量增长的一个重要因素发现了大量的适于露采和堆浸的低品位矿石。

加拿大

加拿大也是世界上的一个主要产金国，已产黄金7000余吨。近几年来，该国的黄金产量逐年稳定增长，自1985年的90吨至1988年升至128.5吨。

自1979年以来，加拿大在新探明黄金储量上取得了重大突破，曾发现了49个具有工业价值的金矿床，增加黄金总储量达1200吨，其中1981年发现的Hemlo金矿床几乎占其储量的一半（Crastone et al., 1987）。

巴西

这个国家具有悠久的采金史，可追溯到1550年，已生产黄金1750吨。

巴西在发现新的金矿床方面是具有巨大潜力的，目前的十个大型金矿床其中有七个是在1976年以来发现的。该国具有辽阔的太古界分布区、广泛的古生代沉积区（在这些沉积层中有大量的黄金产出）以及广大的冲积和浅部的塌积区。

多年来，尤其从1971年以来，巴西有25万至50万的探采工（garimpeiros）在进行采金，这是巴西黄金生产的一个重要特点。

非洲（不包括南非）

津巴布韦、扎伊尔和加纳是该地区的主要产金国。也只有这些国家才有采金量记载，但其他非洲国家的大部分黄金产量越过了政府的控制。目前该地区的黄金年产量约50吨（Fishor, 1987）。在有更多政府鼓励私人采金业的情况下，该地区的黄金产量将会有所增长。

西方世界其他地区

西方世界其余国家1985年黄金产量为31吨。其中印度的黄金生产是有些莫名其妙的。尽管这个国家在过去，尤其从著名的科拉尔金矿田（储量达790吨）有大量黄金产出，可是该国1986年仅生产黄金2吨。

东方集团国家

估计苏联1984年的黄金产量为270—360吨，预计到1990年可达310—500吨（Fisher, 1987）。中华人民共和国也是一个重要的产金国，其1985年的黄金产量可能为70吨（Fisher, 1987）。

面向2000年的黄金勘查

由于黄金价格的上升要比成本的提高更快以及生产技术的改进，目前正在生产的绝大多数矿山将超过它们所公布的储量年限而可以继续生产下去。实际上这种情况能否出现在很大程度上将取决于黄金的价格及经营者和政府政策，这比金矿区的自然资源条件更为重要。如果剩余资金作为红利和税收被吸收掉，那么对矿区勘探就失去了足够的资金，这样就没有充分能力去发现新矿床以显著地延长矿山寿命。然而，如果矿山依靠地学家（geoscientist）对已知矿床和它们的地质条件作认真细致的研究，并利用新的勘探技术，这样就会发现大量的新的矿石（矿床）。在这项工作中为受聘于政府机构的科学家和受过高等教育的人员贡献力量提供了广阔的天地。在所有问题中矿山地质条件可能是最重要的，而且在已有矿山附近发现新矿床是最有利可图的。

对矿区资料作仔细的汇编、矿山经营有方以及用免征法人税的方式作为政府的支持性政策所取得的良好结果的一个例子是在西澳的Norseman矿山。该矿区50年来的生产史示于图4中。无论在哪个阶段，中央Norseman黄金有限公司所公布的储量只能维持数年的生产，然而该矿山却持续生产了半个世纪，这是由于，通过对地质情况认识上的提高以及哪怕在资金处于严重不足的时期，对勘探资金仍然给予支持，从而有可能及时地找到一些重要矿床。在过去的10年中，中央Norseman黄金有限公司所花费的勘探费用为1100万澳元，作为报酬是增加黄金储量650000盎司，其找矿成本每盎司黄金仅为17澳元。

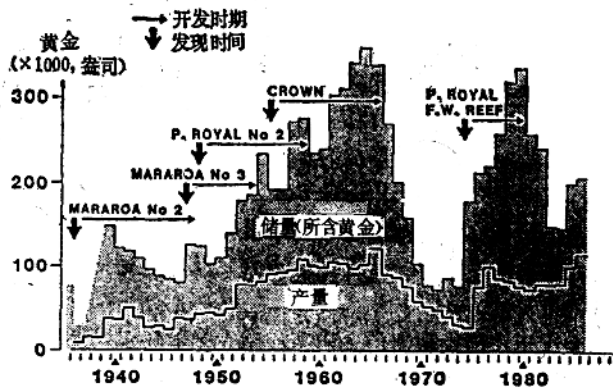


图4 澳大利亚中央Norseman黄金有限公司的黄金年产量和储量

只要采取下列一些常识性的政策，而且在那里确有重要矿床的话，那么就可重复出现“中央Norseman经验”。

1. 矿山管理部门必须鼓励那些对正在开采的矿体和它们产出的区域地质条件作持续的科学研究。
2. 矿山必须依靠那些具有高度主观能动性和训练有素的地质人员，并在勘探资金上给予这些人员的支持。

3. 政府必须提供一个稳定的、有章可循的环境，具有支持性的采矿立法、鼓励找矿工作的税收政策，并保证对取得成功的找矿人员以优厚的报酬。

科学家们正在把兴趣放在下列两个问题上：自然界是如何使金富集到工业品位的，以及怎样和在什么地方能找到新的、具工业意义的矿床。许多国家正在最大限度地集中研究已为人们所熟悉的黄金工业所面临的问题。地质学家和化学家们正在扩充认识地球内部金的可能来源、其运移方式和金从溶液中沉淀出来形成矿床的知识。

人们对地热体系的物理和化学性质认识的提高，正有助于加深我们对浅成低温热液金矿床形成的认识。对风化过程中金的性质认识的进展，正改善我们对金在强烈风化地区的垂向和侧向运动的正确评价。然而，当风化层可能由数次叠加的风化旋回造成的情况下，那么这些体系是比较复杂的。现在我们已经认识到活动的金是如何能存在于风化带内的，即使在地表受到强烈淋滤的情况下，活动的金也能在风化带内富集达到工业品位的。

由于发展起了灵敏度极高的分析技术，使目前有可能对土壤、沉积物和岩石中数个ppb的金作经济的常规测定。这样就有可能圈定出浓度低至5—20ppb的明显金异常，这种异常可能覆盖在工业金矿床的上面。现在，快速的多元素分析和元素丰度的大量资料的计算机处理，有助于研究分布在工业金矿床周围的次生晕和原生晕。

地球物理曾对金矿勘查作出了巨大贡献，尽管其作用常是间接的，它主要服务于帮助进行岩性、构造、伴生的矿化带和蚀变带的地表和地下填图。磁法、电法和电磁法得到了最广泛的应用。

近十年来，地球物理技术已发生了巨大变化：为获取数据由微处理机控制的仪器的出现，改进的导航仪、计算机硬件和软件以及图像处理仪的进展。尤其在缺乏露头的地区，地球物理技术在勘查金矿方面正起着愈来愈大的作用。

在有关如何更好地勘查金矿和在什么地方去勘查金矿仍然有大量问题要我们去学习。在维特瓦德斯兰德盆地内为何有这许多的黄金？为什么在地球上发现的如此多的黄金是与维特瓦德斯兰德盆地几乎同时形成的那些火成岩有关的？为什么在经历了约25亿年的漫长时间之后，在晚中生代和第三纪的火成活动又发生了达到工业品位的金的富集？最重要的问题是，为什么那些范围很小的、出现频率很低的和独一无二的大型矿床产出在它们目前所在的地方？这样一些大型矿床的发现，这对具有高度风险的黄金勘查事业作长期投资是很值得的。

究竟要花费多少费用才能发现新的金矿床？绝大多数还未发现的大型金矿床很可能被土壤、淋滤带、被搬运来的盖层或较年轻的沉积物所覆盖，或者它们产在遥远的和荒凉的地区。要发现这样一些矿床不是轻而易举的，我们可以作这样的期待，在下一个十年内，每发现一个新的大型金矿床可能平均耗资3000—5000万澳元。这些估算是依据1955—1978年的24年间在澳大利亚所发现的具有工业价值的金矿床的花费而得出的(Mackenzie和Bilodeau, 1984)。

目前在澳大利亚开展的找金，其每盎司黄金的找矿成本自不足10澳元至高于100澳元。在西澳，自1979年7月至1984年6月之间的五年内用于勘查黄金的费用为3.95亿美元，而在此期间找到黄金250吨，每盎司黄金的找矿成本为50澳元。在加拿大，自1981

至1985年间用于勘查黄金的费用为11.42亿加元，每盎司黄金的找矿成本为36加元。然而，若没有特大型的Hemlo金矿的发现，其找金成本为每盎司87澳元（Crastone et al., 1987）。

勘查黄金较之勘查其他一些金属具有更显著的经济效益：若是矿床产于近地表，哪怕是小型矿床的发现，都能进行有利可图的开采，这是因为投资较低、从矿床的发现到开采时间周期短和产品便于销售。因此，即使发现一些小型金矿床对金矿勘查的投资也会产生巨大的经济影响，虽然所找到的这些金矿床对总产量可能不具重大意义。

还没有这样的证据，世界黄金的储量因采矿的消耗而正在减少。恰恰相反，新的勘

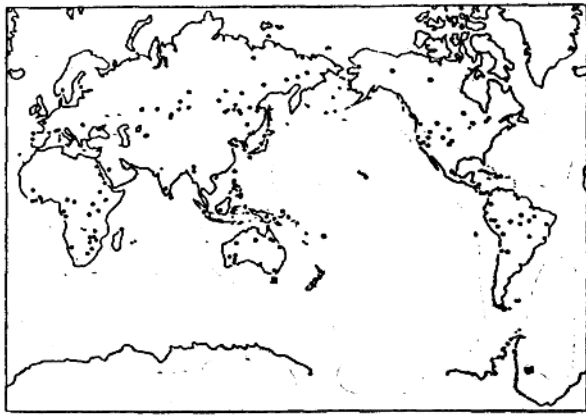


图5 世界金矿床分布图

查思想、新的勘查技术以及较低的生产成本将更多地补偿一直延续至今的因采矿而引起的自然资源量的下降。只是当勘查工作因受到缺乏想象力的管理部门或政府政策的阻碍或金价出现大幅度下跌时，我们才会看到不论是黄金产量或是黄金储量的下降。相反的是，看来在短期内黄金产量和其储量更大可能都将是增长的。

重要的金矿床遍布各个大陆，而且还有许多地方有待于勘查(图5)。若是人们觉察到在其他国家找矿能获得更多的利润的话，那么那个国家的自然资源将难以吸收到足够的勘查资金。至少下列诸因素是至关重要的：以本国货币计价的黄金价格、成本、缴税、政府对利润的留成和资本偿还的态度以及生活条件等。谁要准备把他们的资金冒险地投入到找金中去，他们应该受到鼓励，因为黄金勘查是一项风险性很大的事业，只有抱着能获得巨额报酬的希望，才能使投资者心甘情愿地把资金投入勘查工作，而且勘查人员也要心甘情愿地去从事勘查工作。

译自《Bicentennial Gold 88, Oral Programme》，1—11

陈友明 译 沈远超 校

南非维特瓦德斯兰德金矿田地质研究 新进展(包括沉积期后作用的重要意义)

G.N. Phillips 等

摘 要 在维特瓦德斯兰德盆地中,在早于27亿年的大陆基底上沉积了厚达5—10km的以碎屑岩为主的沉积岩。区域性的绿片岩相变质作用影响到了每个金矿田,但是在盆地的中心和边缘变质程度更高。在维特瓦德斯兰德变质沉积岩(metasediment)中的变形作用集中在伴生有矿体的较薄的泥质岩中,而不是在较厚的均匀的石英岩内。在提高应变适应性的变质作用期间,在整个盆地范围内的流体活动导致广泛的蚀变作用,并沿层面和主要断裂开辟了通道。

一种广泛的Au-C和(或)Au-Fe-S-As化学组合是金的重要组合,而且有工业价值的金矿与不整合面具有密切关系。在岩性上没有多少专属性,因为在碳质层和砾岩层中都赋存有规模巨大的金矿床,而且所有其它岩石类型在局部都可以具有中等金品位。横穿盆地没有一种特殊的矿石类型具有普遍性的重要意义,但是在一个矿山范围内,沉积作用情况对于黄铁矿、碳和金的分布影响是极为明显的。在一些特定的区域内,断裂、褶皱和岩墙与金品位的显著变化是有关的,但这些关系只是到目前才进行较充分而详尽的论述。

前 言

维特瓦德斯兰德金矿田的显著特点是,它们的规模非常巨大(金储量在40000吨以上)、个别矿层延伸范围很大(沿走向延长达50km,沿倾向延伸达10km,厚达0.1至2m)以及金的品位稳定(在数十公里范围内的水平上金的品位是很稳定的)。

在历史上,对于金矿曾提出过砂矿成因和热液成因,但更新的想法则强烈地倾向于砂矿成因。以往赞成砂矿模式的理由是:金的分布与一些沉积特征(不整合、黄铁矿质砾岩、碳质层)之间具有密切关系、在矿床中缺乏蚀变作用、缺乏能允许沉积期后流体运移的渗透性、缺乏矿物的垂向分带,以及流体对金未具明显的搬运标志。

本文是对维特瓦德斯兰德盆地层序的沉积期后历史研究的最新进展作一总结。我们工作的用意是要提出一种能了解较新的(沉积期后的)事件的方法,而这些事件比推测的那些最早的事件(如沉积环境)更重要,而且还需要结合构造,岩石学,地球化学和同位素的研究。

地 质 概 况

维特瓦德斯兰德层序划分为西兰德群和中兰德群。西兰德群由泥岩和砂岩地层(厚