

中国金矿 地质地球化学研究

第一集

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室主编

科学出版社

中国金矿 地质地球化学研究

(第一集)

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室主编



科学出版社

1993

(京)新登字 092 号

内容简介

本文集汇集了中国科学院“七五”黄金科技研究中有关地质、地球化学、遥感等方面的主要研究成果,包括成矿理论研究、若干地区不同类型金矿成矿作用与远景预测研究、若干新技术新方法研究等三方面内容,反映了我国主要金矿类型的成矿模式、找矿方向与远景预测的研究进展。

本书可供黄金科技部门的找矿、勘探和科研管理部门参考,对地质、地球化学、遥感地质以及构造地质、矿床地质的科研、生产、教学部门有参考价值。

中国金矿地质地球化学研究 (第一集)

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室主编

责任编辑 李文范

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

北京朝阳大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1993年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

1993年8月第一次印刷 印张: 20

印数: 0001—1 000 字数: 461 000

ISBN 7-03-003742-1/P.703

定价: 18.80 元

序

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室编辑出版的《中国金矿地质地球化学研究》和《黄金提取研究》两本文集，旨在反映中国科学院在黄金科研中取得的主要成果和进展，藉以同国内外从事黄金科研和生产的同行们广泛交流，进一步推动我国黄金科技与生产的发展。

中国科学院早在 50 年代就开始了黄金研究。当时在我院大地构造和地球化学研究中已把金矿的成矿构造和矿床地球化学列为主要内容之一。70 年代，我院进一步加强了黄金科研工作，在华北断块、沉积成矿、中国东部中、新生界火山岩和我国铂矿床等研究工作中又取得了一批成果，提出了关于我国金矿的大地构造控矿和若干金矿类型等许多新的见解。尤其是在我院重大科研项目成果《中国层控矿床地球化学》和《花岗岩成岩成矿作用》两部专著中，系统总结了我国层控金矿床和花岗岩型金矿床的成矿规律。在包括黄金在内的贵金属的提取方面，进行了大量有关的基础研究和工程研究，为后来全面开展黄金采选冶研究提供了宝贵的科研积累。

1987 年初，中国科学院明确提出了“把全院的主要科技力量动员和组织到为国民经济服务的主战场，同时保持一支精干力量进行基础研究和高技术跟踪”的方针。周光召院长对黄金工作十分关心，多次听取汇报，进一步推动了我院的黄金工作。同年 9 月，涂光炽、陈国达两位学部委员和我联名向中央写信，反映我院科技人员对发展我国黄金科技工作的积极性并提出请战，得到了国务院的鼓励和批准。此后，我们把黄金科研列为院“七五”重大项目，成立了黄金科技工作领导小组，对全院的黄金科技工作进行了统一部署和较大的调整与扩充，研究范围包括金矿地质、遥感和采选冶。为了达到理论方面有突破，预测方面有成效，技术方面有创新，储量方面有贡献的目标，在涂光炽、陈国达、叶连俊和陈家镛四位学部委员带领下，全院 23 个研究所 500 多名科技人员参加，开展了 46 个课题的研究。

“七五”期间，我院的黄金科技工作是围绕“我国主要金矿类型的成矿模式、找矿方向与远景预测以及冶炼新技术方法的研究”这个总题目展开的。以单金矿及可能成为金矿的伴生金为主，以探索新类型、新地区为主；抓成矿理论和成矿模式的提高，抓找矿和冶炼新技术方法的提高；把成矿理论研究向获取预测储量及供工业开发的储量延伸，把选冶实验室的实验向工业生产延伸。通过深入细致的研究工作，取得了积极的成果。

在金矿成矿理论方面，提出了中国金矿的主要类型，推动了中国超大型金矿和其他超大型矿床的研究；提出了前地槽、地台、地洼和多阶段演化的不同控矿条件和找矿目标；阐明了沉积层控金矿床同古大陆边缘的相关性；对火山晚期热液成矿、小岩体成矿、碱性岩成矿、绿岩带成矿等认识，取得了验证和发展；对微细粒金的赋存形式的认识，有了新的进展；对砂金形成与赋积的地质、地貌、第四纪条件取得了新的认识。在遥感地质找矿方面，采用了多源和多层遥感技术，航空彩色红外、多光谱和侧视雷达技术，开发了红外细分光谱扫描技术。在这些理论认识的基础上，同地质、化探、物探结合，在新疆、粤西和海南等地区圈出了一批找矿的靶区和远景区，并对这些地区进行了一定的工业验证，提交了一定数量的科研预测储量，还同地质勘探部门结合获取了少量工业储量，以验证理论

研究的成果，提出服务经济的定量指标和探索向生产延伸的途径。

在采选冶新技术的研究中，针对我国的资源特点，开发了铅基金矿碳酸化转化、高硫高砷难浸金矿酸性加压催化氧化预处理新过程；进行了细菌氧化脱硫脱砷的预处理新技术研究；研制了由山楂核制取活性炭新工艺；合成了新的提金萃取剂并应用了液膜法提金新技术；开展了各种非氰提金试剂和强化提金手段的试验探索；试验了逐层融化剥离法，水针法和泡沫冰等防解冻方法，大大延长了冻土区砂金的开采期；解决了全尾砂回填技术中高浓度全尾砂浆的制备和输送等关键问题；提出了分析找矿和选冶过程中微量金及其他伴生元素的新的简便有效的测试方法并研制了相应的仪器。以上这些新技术、新工艺和新产品，有的已经或即将为生产和科研部门采用，有的已转让厂家生产，产品已投放市场。

此外，在黄金科技情报方面也作了许多有价值的工作。

这些成果表明，在国务院黄金工作领导小组的领导和有关部门的支持下，中国科学院广大科技工作者在黄金科研中的艰苦努力是有成效的，对发展学科理论和服务经济建设都发挥了积极作用。我们希望，在“八五”期间，紧密围绕国家关于黄金发展的战略设想，继续发挥中国科学院的特色，继续抓高水平的理论研究和高水平的技术开发，继续促进科研工作向生产延伸，我院的黄金科技工作将更上一层楼，为我国的黄金事业做出更大的贡献。

中国科学院副院长



一九九一年七月十一日

前 言

“七五”以来，中国科学院在金矿的地质和采选冶两方面开展的科学研究，取得了一批成果。为及时、全面地总结经验，展示成果，促进我国黄金科研水平的提高，推动黄金生产的发展，加强国内外学术交流与合作，中国科学院黄金科技工作领导小组决定将研究论文选编出版，并按地质与采选冶专业分别成立编辑出版小组。

中国科学院金矿地质地球化学遥感科研成果编辑出版小组由易善锋(组长)、章振根、刘秉光、张湘炳、郭华东、丁暄、王秀璋、张爱新、胡寿永、张金东等组成，涂光炽、叶连俊、陈国达、孙枢四位教授任学术指导。本小组负责选编我院在黄金的地质、地球化学、遥感研究方面的科研论文，并以《中国金矿地质地球化学研究》为书名分辑陆续出版。作为第一辑，本书汇集了“七五”期间对若干地区不同类型金矿的成矿规律和部分基础理论与新技术、新方法的研究成果。作者中既有老科学家，也有许多中青年学者。

本书编辑出版是在中国科学院黄金科技工作领导小组的直接领导下进行的，孙鸿烈副院长特为本书作序；涂光炽、叶连俊、刘秉光、章振根等审阅了全部论文；英文摘要由王毅审定；中国科学院地质研究所承担了计算机排版和部分编辑加工，并绘制了全部插图，谨此一并致谢。

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室

目 录

序	孙鸿烈 i
前言	中国科学院黄金科技工作领导小组办公室 (iii)
华南前地槽型金矿的找矿前景	陈国达 1
沉积及层控金矿床的成矿过程和展布规律	叶连俊 范德廉 刘秉光 8
关于砂金矿床形成条件及砂金矿床与原生金矿床空间关系的讨论	涂光炽 22
西准噶尔新发现的一种蚀变岩型金矿 ——以 V 号岩体金铜矿床远景区为例	金成伟 张秀棋 沈远超 28
东疆金窝子金矿床地球化学特征	章振根 52
东疆金窝子矿区 210 矿床地质地球化学研究	章振根 李志荣 63
海南岛戈枕金矿带成矿规律及找矿方向	侯 威 梁新权 97
粤西金矿带金矿类型和若干矿床的地质地球化学特征	涂光炽 张绍初 洪笃豪等 113
滇西北衙金矿床特征、成因及找矿远景预测	蔡新平 季成云 应汉龙等 134
桂西北典型微粒金矿成矿作用	刘金钟 范德廉 刘铁兵等 152
龙水金矿 I 号矿化带有机质与包裹体研究	李统锦 张 湖 杨秀珍 167
桂西北中三叠统板纳组浊积岩中金的赋存状态及自然金的发现	刘金钟 178
江西修水地区两种不同成因花岗岩研究及其与成金关系探讨	徐文新 王联魁 张绍立等 184
西秦岭南亚热带拉尔玛-邛莫碳硅泥岩型金矿地质及地球化学	高计元 董维权 193
华北地台南缘绿岩带型金矿成因	周作侠 李秉伦 赵 瑞等 206
黑龙江流域砂金成矿规律及找矿方法的研究	中国科学院长春地理研究所自然资源室黄金课题组 219
阿尔泰山的砂金物质来源与风化壳	中国科学院新疆地理研究所砂金课题组 244
红外多光谱遥感技术在金矿调查中的应用研究	童庆禧 丁 暄 薛永棋等 254
多波段多平台遥感技术应用于新疆地区金矿资源探测	郭华东 270
粤西-海南金及伴生元素生物地球化学效应遥感探矿机制及应用 ——以粤西河台金矿为例	徐瑞松 295

CONTENT

Foreword	Sun Honglie (i)
Preface	(iii)
Perspective of Prospecting for Pre-geosynclinal Type Gold Deposits in South China	Chen Guoda (1)
The Genetic Process of Sedimentary and Stratabound Gold Deposits and Their Regularity in Distribution	Ye Lianjun et al. (8)
A Discussion on the Genetical Condition of Placer Gold Deposits and Its Spatial Relation With Primary Gold Deposits	Tu Guangzhi (22)
A New Type of Gold Mineralization Occurring in Altered Rocks Discovered in Western Junggar	Jin Chengwei et al. (28)
Geochemical Characteristics of Jinwozi Gold Deposit, Eastern Xinjiang	Zhang Zhenggen (52)
Geological and Geochemical Studies of Gold Deposit 210, Jinwozi, Eastern Xinjiang	Zhang Zhenggen et al. (63)
Mineralization Regularities of Gezhen Gold Ore Zone and Its Direction of Deposit Exploration in Hainan Island	Hou Wei et al. (97)
Types of Gold Deposits and Geological and Geochemical Characteristics of Some Gold Deposits in West Guangdong Gold Belt	Tu Guangzhi et al. (113)
Metallogenesis and Prospecting of Beiya Gold Deposit	Cai Xinping et al. (134)
Ore-forming Processes of Fine-disseminated Gold Deposits in the Northwest Zhuang Autonomous Region of Guangxi	Liu Jinzhong et al. (152)
Organic Matter and Fluid Inclusions in Mineralization Zone II, Longshui Gold Deposit	Li Tongjin et al. (167)
Native Gold Discovery and Its Existing Form in Turbidites of the Middle Triassic Banna Formation in Northwest Zhuang Autonomous Region of Guangxi	Liu Jinzhong (178)
Studies on Two Genetic Series of Granites and Their Relations to Gold Mineralization, Xiushui, Jiangxi	Xu Wenxin et al. (184)
Geology and Geochemistry of the Larma-Qungmo Carbonate-Silica-Mud Rock Type Gold Deposit in the South Subzone of West Qinling Mountains	Gao Jiuyan et al. (193)
The Gold Ore Genesis of Greenstone Belt Type in Southern Margin of Northern China Platform	Zhou Zuoxia et al. (206)
Study on Metallogenic Laws of Placer Gold and Methods of Searching for Deposits in the Heilong River Basin	Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences (219)

The Relationship Between the Source of Placer Gold and Residuum in the Altay Mountains	Yuan Fangce et al (244)
Gold Mineral Exploration by Infrared Multispectral Remote Sensing	Tong Qingxi et al (254)
Multi-Source Remote Sensing Data for Gold Exploration in Xinjiang, China	Guo Huadong (270)
The Principle and Application of Gold Exploration by Biogeochemical Remote Sensing in Areas of Western Guangdong and Hainan Island ——An Example of Hetai Gold Deposit of Western Guangdong	Xu Ruisong (295)

华南前地槽型金矿的找矿前景

陈国达

(中国科学院长沙大地构造研究所, 长沙 410013)

摘 要

前地槽型金矿是指古老结晶基底中的金矿, 包括著名的绿岩带型以及高级变质区型。这类矿床在华南地区是否有存在, 过去注意不够。原因一是只从地层时代角度决定它们有无存在, 却没有从大地构造单元成矿专属性角度考虑。而华南的太古宇现知是不太发育的。二是“华夏古陆”有无存在尚有争论, 从而涉及本区地壳演化史中有无经历过有利于形成这类矿床的前地槽阶段问题。本文从地洼学说的成矿理论角度看, 认为本区这类矿床是有存在的, 前景是良好的。其找矿方向是前地槽构造层而限于太古宇。

前地槽型金矿特别重要, 其中主要的有常以形成大型至超大型著称的绿岩带型以及高级变质区型矿床。在各个大陆型壳体的陆核构造部位, 由古老变质岩系构成的结晶基底中, 赋存于科马提岩系列的火山-侵入岩组合里面的金矿床, 均是属于这种大地构造类型。在东亚壳体的我国华北、华中一些地区, 例子颇多。对于华南此型金矿床的找矿前景, 也要注意。本文试从地洼学说的成矿学角度来谈一点粗浅看法, 以就正于高明。

一、地壳演化的前地槽阶段

按照地洼学说的地壳动定转化递进理论(陈国达, 1986, 1959), 地壳演化的历程是多阶段的; 由此所形成的相应构造是多单元的。除以前熟识的地槽(I)及地台(Ⅱ)阶段外, 还有前地槽阶段(x)和后地台阶段即地洼阶段(Ⅲ); 以及其他阶段(y)。地槽阶段最早出现的时代已知者为早元古代初(2.5Ga, 例如华北地区), 而组成硅铝壳的最老岩石已知年龄达3.8Ga(格陵兰的伊苏阿, 南非的巴布顿和津巴布韦)。在前地槽阶段如此悠长(超过1.3Ga)的岁月中, 可能包括了多个大地构造发展阶段。它们通过活化和稳化交替, 互相转化, 递进前进(陈国达, 1963, 1962)。就现有资料分析, 其中至少可划分出如下的几个阶段, 并形成了相应的几个构造单元, 表现为相应的动定旋回。它们自新而老为: x-1, 即地原区或原陆壳稳定区; x-2, 即地盆区或原陆壳活动区; x-3, 即萌陆壳稳定区; x-4, 即萌陆壳活动区。此外还有x-n, 为硅镁壳, 它与x-4之间是否尚有以及有多少个构造单元, 有待详究。其中, 硅镁壳是后来各个硅铝壳构造单元发育的基础。

因为地壳发展是不平衡的, 上述的几个前地槽阶段在不同地区不独在开始的时间及延续的长短方面可各有差别, 而且它们中有无缺失(即超越阶段)的情况, 也可各不相同。

一般说来, 在一个壳体①中的硅铝层诞生最早的那些部分, 即可称为“萌陆核”的那些构造部位, 其发展阶段及其时所形成的构造层齐全或比较齐全。而在远离萌陆核的那些地带, 则常可有一部分构造层 (特别是代表发展顺序上较先阶段的构造层) 缺失, 甚至全部缺失。最后一种情况意味着超越了整个前地槽阶段, 表现为地槽构造层直接发育于硅镁壳 (x-n) 之上。这在显生宙, 特别是时代较晚才发展到地槽阶段的地区, 这种情况尤为多见。

在一个地区的地壳发展过程中, 当其处于前地槽的活动区阶段时, 通常表现为强烈的裂谷作用, 有大量岩浆 (特别是基性及超基性岩浆) 广泛喷出及侵入, 以及强烈的变质作用, 形成了活动区型构造层; 到转入稳定区阶段时, 则表现为地壳运动、岩浆活动及变质作用相对减弱, 在遭受过较深变质、复杂构造变动的活动区构造层所成基底之上 (主要是宽浅盆地中), 形成了变质较浅、变形较轻的稳定区型构造层, 主要由沉积岩 (石英岩、碳酸盐岩等) 伴生有镁铁质及长英质火山岩所成。因此, 仅就前地槽阶段的活动区型构造层而论, 主要是由变质岩组成, 其变质程度可以达到高级。其中包括花岗岩类-绿岩组合及麻粒岩-片麻岩组合。这两种岩石组合中, 以前者更为常见, 分布更广, 其成矿作用也最大, 为前地槽型活动区的典型岩浆-沉积-变质建造。其主要特征是镁铁质及超铁镁质火山岩占据优势, 也有变质沉积岩, 厚度大, 成分复杂; 并以科马提岩的发育广泛为特色; 构造相呈紧闭形线状褶曲及断裂 (特别是剪切带), 表现为狭长带状, 其中时有狭长形花岗岩穹隆出现。这些岩带通常出现于硅镁壳隆起区或陆核的较早形成部分的块体之间及其边缘, 形成了绿岩带。这些绿岩带把后者联结一起及增生扩大, 形成更大的陆核。至于麻粒岩-片麻岩组合, 其特征是主要由片麻岩-混合岩-麻粒岩的杂岩体组成; 其中灰色片麻岩占绝大部分。此外还有层状火成侵入体及少量高级变质的上壳岩残留体和镁铁质岩墙。其岩石的变质程度高达角闪岩相至麻粒岩相, 成为高级变质区。它们常呈卵形隆起, 主要是由硅镁壳及陆核的较早形成部分的块体因受活动区阶段的高温而发生强烈变质造成麻粒岩化所成。

关于前地槽发展阶段的起止时代, 由于地壳发展的不平衡性, 各地颇不一致: 不同壳体或同一壳体的不同部分, 都可有差异。一般说来, 主要开始出现于太古宙早期, 结束于太古宙晚期。例如, 格陵兰和南非, 其代表前地槽构造层的绿岩带年龄最大为 3.5—3.8Ga, 为已知的最古绿岩带。东亚壳体的华北地区, 前地槽阶段开始的记录, 也在 3.7Ga 前。但延至中元古代甚至晚元古代者, 也不乏其例: 美国西南部及加拿大尼托巴的绿岩带, 年龄为 1.7—1.8Ga, 加拿大格林维尔的绿岩带年龄仅 1.3Ga。大体上说, 在壳体的最先出现硅铝壳 (雏陆核, 即陆壳萌芽) 的部分, 其前地槽构造层诞生最早; 自此往外, 逐步推迟。例如, 华北冀东地区组成前地槽构造层的已知最老岩石年龄为 3.65—

①“壳体”是1977年作者提出的一个构造概念。它是指地壳 (岩石圈) 在其形成和发展过程中, 可能先后不一地诞生于不同地域, 在成长、运动、变化和发展等方面分异进行, 既在演化又在运动时空综合全球性超级基本构造单元。它们在形式上表现为地壳的块体, 具有各自的诞生时代, 形成方式和发展历程, 演化阶段和成熟度, 物质组成及地壳性质, 地壳结构, 构造单元组成, 面积厚度、形状及其变化, 整体及内部的运动等方面的特点。不同壳体可由不同数目和 (或) 不同性质类别的大地构造体制的构造区组成。这个概念是地洼学说的第四组成部分, 体现该学说的“历史-因果论大地构造学”的学科范畴特色。

3.72Ga (张理刚, 1991; 黄立言, 1990)。华北豫皖地区 (孙枢等, 1985) 晚太古代时伴随裂谷作用形成了登封群, 为活动区阶段 (相当于地盆区, x-2) 的产物, 嵩阳运动 (约 2.5—2.6Ga) 使登封群最后形成了花岗-绿岩带及片麻岩高级变质区, 并转化为地原区。华中地区的前地槽构造层已知最早年龄为 2.5—2.9Ga (黄立言, 1990), 或 3.2Ga (张理刚, 1991); 华南 (福建清流) 为 2.24Ga (蔡嘉猷, 1986) 或 2.5Ga (张理刚, 1991)。

二、前地槽型金矿的特点

根据大地构造单元成矿专属性分析, 前地槽构造区是一些重要的金成矿地质体。这是由于: (1) 当时还是地球硬壳 (岩石圈) 形成或部分地形成的初期, 由于地幔岩层及硅镁层尚不很发育, 大陆型壳体中虽已开始出现硅铝层的雏形, 但其总的地壳厚度尚小, 很不巩固, 易受变动。(2) 地幔蠕动因当时温度较高而较活跃, 致使初生的陆壳发生强烈的变动而破裂, 引起从地幔分泌出来的基性、超基性岩浆及其分异物喷出或侵入。(3) 陆壳开始形成未久, 其时产出的构造层直接盖在作为发育基础的硅镁壳之上, 或与之贴近, 易被上述岩浆的侵袭。基于上列几方面的原因, 在前地槽阶段, 特别是其中的活动区阶段的构造单元形成时期, 地壳运动强烈, 裂谷作用盛行, 导致了以含金丰度高为特色的幔源镁铁质、超镁铁质岩浆, 及由它们分异出来的长英质岩浆等, 广泛地、大量地侵入和喷出, 并带来了丰富的成矿物质, 形成了陆壳中最早的一些金元素富集层, 实际资料也已证明: 有不少大型至超大型已知金矿床即形成于这些构造区的形成时期或者是以这些构造区所成矿床为基础由较晚地壳演化阶段 (最重要的是地洼阶段) 成矿作用叠加、改造或再造, 以致进一步富化或富集而成的多因复成矿床。依目前所知, 其中储量之特大者, 可达千吨以上。例如, 加拿大的波丘潘金矿, 储量达 1550t, 澳大利亚的卡尔古利金矿达 1050t。次者储量也有数百吨。如印度的科拉尔金矿为 700t, 加拿大的赫姆洛金砂为 597t, 巴西的莫罗-维络金矿为 250t, 加拿大的恩金矿为 230t。至于储量百余吨者, 则更多见。在我国已发现的一些著名金矿中, 属于前地槽型者也不少, 如吉林夹皮沟、金厂峪、小营盘等金矿就是其例。

属于前地槽型的金矿床, 产在以古老结晶基底为代表的前地槽构造层中。特别以上述的绿岩带为最重要的含矿地层。其中又以变质火山岩及含大量火山物质的变质岩为最有利的岩。例如, 加拿大的通德拉金矿 (储量 150t), 产于绿岩带的长英质凝灰岩、集块岩中; 赫姆洛金矿产于绿岩带的黄铁矿化绢云母片岩中。高级变质岩中的金矿床, 也颇多见, 如澳大利亚的大贝尔金矿等。

在西澳大利亚的绿岩带分老新二期。其中以新绿岩带 (年龄为 2.7—3.0Ga, 可能相当于该处的地盆 (x-2) 构造层) 的金矿化为更好。卡尔古利金矿的形成即系与之有关。加拿大的赫姆洛金矿, 其含矿地层为变质沉积岩及海相火山岩, 年龄为 2.6—2.8Ga, 可能也是属于这一发展阶段的构造层。

前地槽型金矿床的控矿特征, 往往是以多控矿因素为特色的: 它们既受层控, 又受岩控及构控。在构控方面, 除裂谷型的深大断裂带外, 含金剪切带 (特别是韧性剪切带) 发育, 为常见的次级控矿构造。

这类金矿的矿体产出特征及类型，以一些著名的绿岩带型矿床为例，是多种多样的。它们有脉状、浸染状、层状、带状、透镜状等。脉状矿体中又包括了脉状、细脉状、网脉状、块状脉、树枝状脉等。有时同一矿床具有一种以上的矿体形态和产状。如加拿大的波丘潘金矿，就有脉带、细脉带，及细脉浸染状矿体；澳大利亚的卡尔古利金矿，主要为浸染状矿带，同时又有少量树枝状脉。

三、前地槽型金矿床在华南的找矿前景

关于在华南地区的前地槽型金矿床，其找矿前景过去未受到足够的注意。原因是：

(1) 过去只从时代角度去看绿岩带型金矿床的产出，而没有把它与大地构造单元成矿专业性联系起来，以为一个地区有无绿岩带型金矿的蕴藏及其远景大小，决定于该处有无太古宙的发育以及发育程度如何。而华南地区这一时代的地层是不怎么发育，或者所知较少的。(2) 关于“华夏古陆”有无存在的问题，至今尚有争论。这涉及地区地壳演化史中有无经历过有利于绿岩带型及高级变质区型金矿形成的大地构造发展阶段的问题，即有无经历过前地槽阶段问题。

从大地构造单元成矿学角度对本区地壳演化中的现有认识看来，前地槽型金矿，包括绿岩带型及高级变质区型在华南的找矿前景还是有的。其理由是：

1. 绿岩带型及高级变质区型金矿为前地槽构造单元的专属矿床类型，通常赋存在前地槽构造层的富含镁铁质、超镁铁质变质岩系及高级变质岩系中。它的产出时代虽然以太古宙为最多见，但某个地区是否有其找矿远景并非单纯决定于该处有无太古宙地层的发育，而更重要的是要看有无前地槽构造层存在。因为在不少地区，其前地槽阶段的出现或结束时间可以较晚。大致说来，在雏陆核（即陆核的最先诞生部分）地区，前地槽构造层的时代最老。远离该处即可逐步推迟。其时代延至早或中晚元古代才结束者，其例颇多，已如上述。因而以之为含矿层的金矿床其成矿时代也可以相应地延迟。如加拿大的安大略柯克兰湖金矿、麦肯太尔和霍林格爾金矿，澳大利亚的卡尔古利金矿等，其成矿时代即系从晚太古代至早元古代。

由此可见，绿岩带型金矿虽有层控的特点，但层控并非主要由于它的时代控矿，而是主要由于它的建造控矿。即是说，某个地层是否含有绿岩带型金矿，并非决定于它的时代，而是决定于它的建造类型。后者是与其相对应的大地构造体制的反映。绿岩带型金矿既是前地槽构造单元的专属矿床类型，其找矿标志就应该是前地槽型的岩浆-沉积-变质建造，而不完全是地层的时代。换言之，找矿的靶区应是前地槽构造层而不是限于太古宙地层。

2. 关于华南有无经历过前地槽阶段问题，即所谓“华夏古陆”是否存在问题，还值得探讨。考“华夏古陆”是1924年由A. W. 葛利普 (Grabau) 所提出的。当时他的根据是该处存在着由古老深变质岩构成的前震旦纪结晶基底。1953年A. C. 霍敏多夫斯基 (Хоментовский) 把该处划为两部分，西部称为“加里东褶皱带”，东部划为“太平洋褶皱带”。随后许多学者即根据霍氏的看法认为“华夏古陆是站不住脚的”，或不存在的（喻德渊，1954；黄汲清，1954；杨鸿达，1953等）。自70年代以来，持相同或相似意见者更多，大都是认为该处是“俯冲带”，作为否定“古陆”存在的依据。

作者在《中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题》一文(陈国达, 1956)中, 曾经明确指出该处古老结晶基底即前地槽构造层或陆核的存在; 中生代的造山型强烈地壳运动及岩浆活动只是后来经历了地槽及地台阶段之后, 进入活化区(1959年又称地洼区)阶段的表现。

随着对东南诸省地质研究的深入, 同位素年龄测定方法的不断提高, 业已证明, 这一地区之有前震旦纪的前地槽构造层存在, 已可无疑。例如(蔡嘉猷, 1986), 浙江遂昌大拓沙口的陈蔡群黑云斜(钾)长片麻岩类, 其年龄测定为 $1\ 568.62\text{Ma}$ (Rb-Sr 法, 以下同), 龙殿的陈蔡群黑云母二长片麻岩为 $1\ 813.4 \pm 9\text{Ma}$, 舟山大衢岛冷峙石英片岩中的伟晶岩为 $1\ 930\text{Ma}$, 温州东边距海岸约 100km 的灵峰-井第三系之下的片麻岩为 $1\ 680\text{Ma}$ 。又如, 在福建清流洛坑, 从震旦系变质沉凝灰岩中分选出来的磨圆度较好的锆石, 其年龄为 $2\ 240\text{Ma}$ (U-Th-Pb 法)。

在华南其他地区, 也有前地槽构造层存在之迹。据地质矿产部地球物理探矿局航测大队 904 航空磁测队的探测结果, 在雪峰山区的大范围内, 地槽构造层(主要由元古宙板溪群构成)之下 $4\ 000\text{m}$ 深处, 存在着结晶基底。近年地质矿产部、国家地震局及中国科学院所作的台湾-黑水地学大断面(GGT), 也证实了这个基底的存在(秦葆瑚, 1991)。另据肖禧祇(1983)的研究, 在雪峰山区北端益阳附近出露的中元古界冷家溪群, 其中上部为 $2\ 500\text{m}$ 厚的变质镁铁质-超镁铁质火山岩系, 并在其下部发现了玄武岩质科马提岩。

粤西(例如云开大山)地区的前寒武系变质岩中已知有锆石铀年龄为 $1\ 247\text{Ma}$ 。

陈惠芳等(1991)在海南岛土外山金矿区的云英质糜棱岩、长英质糜棱岩及斜长角闪糜棱岩中, 采得其 Sm-Nd 等时线年龄依次为 1.2227Ga , 1.3796Ga 及 1.7009Ga 的标本。同时, 他们还在蚀变糜棱岩型矿石中选择黄铁矿测普通铅。依所测数据, 其源区年龄为 $2.4\text{—}2.6\text{Ga}$, $2.3\text{—}2.4\text{Ga}$ 及 $1.7\text{Ga} \pm$ 三个区间值。陈惠芳等(1991)并在屯昌这套绿色岩系中发现了科马提岩类岩石。

根据上述的已知测定年龄数值, 可以看出, 华南的结晶基底年龄约为 $1.3\text{—}2.6\text{Ga}$ 左右。尽管这一段时间内, 华北地区的地壳发展已进入地槽阶段甚至地台阶段, 华中地区也已进入地槽阶段, 而在华南或其中一部分还处于前地槽阶段。这种情况, 从地壳发展的不平衡性, 以及东亚壳体中陆核群的增生扩大时空大致顺序看来, 是易于理解的。所以, 华南地区既有前地槽阶段有利于形成绿岩带型及其他前地槽型金矿床的大地构造环境和条件, 自然有形成这种金矿床类型的可能; 不必因为其时代较晚而放松重视。

现有资料也已表明, 在华南地区的前地槽构造层分布地区, 确有这一成矿期的金元素富集, 有些已形成了工业矿床, 或者成为后期(特别是地洼阶段)进一步富化或富集成为较大矿床的物质基础。例如, 依李培铮(1990)的研究, 浙江地区的仙霞-会稽地穹里面的陈蔡群, 由含石榴子石、硅线石黑云斜长片麻岩等组成的深变质岩系中, 含金丰度可达 11.44ppb , 并已发现有由变质热液或混合岩化热液成因的金矿床存在。如东阳罗山、炼仙坞、诸暨马郛、遂昌杨梅岗及冶岭头所见者是。其中有些矿床(例如冶岭头金银矿), 是以前震旦纪的前地槽型矿床为基础, 加上中生代地洼阶段火山热液作用的叠加而形成的重要的多因复成矿床。又如前述的海南岛所发现的科马提岩类岩石中, 已确定有金粒存在(陈惠芳, 1991); 土外山金矿床, 依其含矿地层及所具矿床特征看(陈惠芳, 1991), 也显然属于前地槽型矿床。此外, 肖禧祇(1987)研究结果, 湖南益阳等处的金矿也属绿岩带

型矿床。这些例子可作为今后在华南寻找前地槽型金矿床的启示。

总之,在华南地区,前地槽型金矿,包括绿岩带型及高级变质区型矿床是有存在的,其找矿前景是良好的。找矿方向是已知有前地槽构造层分布的地区。例如东南沿海诸省(包括大陆架)、海南岛、雪峰山区、云开大山区等处,均有希望找到较大的绿岩带型金矿床。

参 考 文 献

- 肖禧祗, 1983, 湖南益阳玄武岩质科马提岩及其形成环境, 中南矿冶学院学报, (2), 1—17。
- 肖禧祗, 1987, 湖南益阳绿岩带型金矿地质特征及成因浅析, 矿产与地质, (4), 7—15。
- 孙枢等, 1985, 华北断块区南部前寒武纪地质演化, 冶金工业出版社。
- 李培铮, 1990, 浙江金矿及其形成机制 (地洼学说丛书: 金成矿学 1 号), 地质出版社。
- 陈国达, 1956, 中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题, 地质学报, 36(3), 239—272。
- 陈国达, 1959, 地壳动“定”转化递进说——论地壳发展的一般规律, 地质学报, 3(93), 279—292。
- 陈国达, 1986, 先震旦纪大地构造性质问题, 大地构造学 (第十章), 中南矿冶学院出版社, 陈国达地洼学说文选, 147—153。
- 陈国达, 1986, 活化、稳化, 动定递进转化, 中国科学院中南大地构造研究室参加湖南省地质学会, 1963 年学术年会论文集, 见陈国达地洼学说文选, 154。
- 陈国达, 1963, 大地构造学的哲学问题, 科学通报, (2), 1—17。
- 陈惠芳, 1991, 海南岛存在古老结晶基底, 中国科学院长沙大地构造研究所。
- 陈惠芳, 1991, 海南岛发现科马提岩类岩石, 中国科学院长沙大地构造研究所。
- 张理刚等, 1991, 中国东部中 (新) 生代构造同位素地质学研究, 桂林地质学院学报, 41(1), 351—48。
- 秦葆瑚, 1991, 台湾—黑水地学大断面简介兼论湖南深部构造, 湖南省地质学会。
- 杨鸿达, 1954, 中国地质, 南京大学地质系。
- 黄汲清, 1954, 中国区域地质的特征, 地质学报, 3(43), 217—244。
- 黄立言, 1990, 我国对中国大陆及邻海岩石圈研究的进展, 地质论评, 36(6), 564—569。
- 喻德渊, 1954, 中国的大地构造与矿产分布, 地质学报, 34(3), 257—1270。
- 蔡嘉猷, 1986, “华夏古陆”的讨论, 第一届全国地洼学说成矿学术讨论会论文摘要汇编, 中国科学院长沙大地构造研究所。
- A. C. 霍敏多夫斯基, 1953, 中国东部地质构造的基本特征, 地质学报, 32(4), 243—297。
- Grabau, A. W. 1924, Stratigraphy of China, pt. I. Geol. Surv. China, Beijing.

PERSPECTIVE OF PROSPECTING FOR PRE-GEOSYNCLINAL TYPE GOLD DEPOSITS IN SOUTH CHINA

Chen Guoda

(Changsha Institute of Geotectonics, Academia Sinica, Changsha 410013, China)

Abstract

Pre-geosynclinal gold deposits refer to gold deposits in old crystalline basement, including those of greenstone belt type and high-grade metamorphic terrain type. In the past little attention was put on the existence of this kind of gold deposits in South China. One reason is that their presence or absence was determined only from the angle of the age of strata, not the metallogenic specialization of tectonic elements. The Archean in South China is known to be poorly developed. The other reason is that the presence of the "Cathaysia" is a matter in dispute and, therefore, a problem has arisen: whether South China experienced a pre-geosynclinal stage in its history of tectonic evolution? Based on Diwa theory metallogeny, the author believes that in South China such a kind of gold deposits is present, and perspective of prospecting for them is promising. It is expected to be found in a pre-geosynclinal tectonic layer, not restricted to the Archean.

沉积及层控金矿床的成矿过程和展布规律

叶连俊 范德廉 刘秉光

(中国科学院地质研究所, 北京 100029)

摘 要

本文试图通过综述若干国内外有代表性的不同类型的金矿床来探讨多因素、多阶段沉积成矿的某些规律、特点、过程及模式^[1]。但是, 由于我们掌握的材料还不够多, 对某些问题的具体分析和探讨也还仅仅是初步的, 因而在本文中就只能就少数几个经常遇到的具体问题列举它们的若干事实反映。这里比较着重地论述了以下几个问题: (1) 生物成矿问题。因为国内外许多重要的工业矿床, 以及若干超大型矿床的形成都是与大陆边缘复理式建造中的黑色岩系有关, 而黑色岩系的突出特点就是含有机碳较高。(2) 成矿的地质背景特点及展布规律问题。在找矿工作中, 首先希望解决的基础理论问题就是成矿的地质背景条件的标志问题及一定成因类型矿床的展布规律问题。现在我们已经清楚各种成因类型的工业金矿床多半都集中在大陆边缘的外陆架盆地和陆隆区域的复理式建造中, 特别是其中的黑色岩系中。空间上特别是集中在枢纽带及大陆肩地带, 以及沿同生继承性深大断裂带附近的韧性剪切或脆性破碎带附近。目前国内外的找矿勘探工作也多半是集中在这类区域中。(3) 砂金矿床的物源问题。对于新的, 有前景的砂金矿床成矿区域的预测根据, 首先是金的物源问题, 金不能来自“无源之水”。过去, 对这个问题一向总是习焉不察, 认为金粒的来源必定是依靠河流蚀源区必有的相应山金的存在, 把“假定”作为“信念”, 从不怀疑。然而近年来新揭露出来的大量事实却冲击了这一传统信念, 而暴露出金在蚀源区风化壳形成过程中先期浓集的更为普遍的重要性; 山金的存在与否并不是绝对的条件。

一、各类型岩石中金的丰度

各类岩石中金含量列入表 1—5 中; 可看出, 沉积岩中特别是黑色岩系, 砂、砾岩, 泥质岩及火山沉积岩中具有较高的金含量, 从而决定了它们在金矿形成中的重要作用。

表 1 火山岩的金丰度^{a)} (ppb)

岩性	样品数(个)	丰度值	平均值
花岗岩	310	0.1—20	1.7
花岗闪长岩	380	0.1—40	3.0
花岗细晶岩	23	1.9—60	4.2
闪长岩类	261	0.1—50	3.2
辉长岩类	580	0.3—79	4.8
纯橄榄岩、橄榄岩	149	0.6—63	6.6
流纹岩类	188	0.1—22	1.5
玄武安山岩类	696	0.1—48	3.6

a) 据美国地球化学手册, 1974 年。