

狗头金表生金 生物成矿作用

陆元法 刘宝珺 薛堂荣
王仲文 王小龙 著



西南交通大学出版社

狗头金表生金生物成矿作用

Doghead Gold Nugget • Supergene Gold •
Biom mineralization

陆元法 刘宝珺 薛堂荣 王仲文 王小龙 著

(地矿部成都地质矿产研究所)

(中国科学院成都生物研究所)

中国自然科学基金
地质科技发展基金

资助项目

西南交通大学出版社

(川)新登字 018 号

内 容 简 介

本书阐述了我国西部众多狗头金、砂金矿和氧化带金矿的特征和地质模式,生物有机质成矿作用,金的表生循环系统和有关沉积层控金矿成因问题。狗头金、砂金矿和氧化带金矿都是大陆沉积区和侵蚀区的表生金矿,是微生物有机质作用下的氧化还原产物。含金地质体氧化带的地质微生物生态系统结构和微生物溶金、聚金功能实验都显示微生物是表生金成矿作用的主导要素。本书还提出了液源,矿源主要来自表生水和地壳表层金循环系统的沉积层控金矿成因论。

本书运用沉积地球化学、微生物学等多学科的研究方法和手段,在生物有机质成矿作用、表生金成因、低温成矿等领域有所开拓并取得重要进展。丰富的资料信息、系统的论证和新颖的观点,可供地质找矿、科研、教学、生产人员应用和参考。

狗头金表生金生物成矿作用

陆元法 刘宝珺 薛堂荣 王仲文 王小龙 著

西南交通大学出版社出版发行

(成都 九里堤)

成都电脑激光印书公司排版印刷

开本:787×1092 1/16 印张:7.875

字数:183千字 印数:1—1000册

1994年10月第1版 1994年10月第1次印刷

ISBN7-81022-735-1/P·020

定价:8.00元

序

这本关于块金砂金矿和氧化带金矿成因和成矿作用研究的专著,总结了我国中西部地区众多矿区的研究成果。这是广大地质学家们长年工作的积累,也包含我们多年来沉积地球化学和地质微生物生态学等方面的新工作。

狗头金属于珍贵的一种大型块金,其研究价值和天然的工艺观赏价值不亚于其普通黄金价值,所以应该加以保护,以免在收购中被破坏。狗头金成因研究可能是解决砂金(矿)成因这个老问题的一条有效途径。这里提出的生物成矿论突破了碎屑成因和化学增生说的模式。过去大多数同行依照单一的碎屑搬运地质模式来解释,严重影响了砂金矿的找矿勘查,甚至漏掉了大型砂金矿,金的表生氧化还原循环系统与地质条件的综合分析,有可能改善和提高砂金找矿勘查效益。

狗头金、初始砂金和含金地质体氧化带金矿都属于表生金,主要是地表环境中金矿物和含金矿物氧化还原作用的产物。金的这种转化作用是在生物作用的促进下完成的,这已从氧化带和砂金矿区的微生物生态系结构、生物溶金和聚金功能模拟实验等方面得到证实。地质微生物生态学研究作为成矿模拟实验和成矿作用速率定量基础,作为工业源区和矿山环境保护工作的一部分,将日益受到社会的重视。

本研究对沉积层控金矿床成因的基本问题——矿源、液源、热(能)源和成矿作用方面作了分析,提出了新认识。过去讨论沉积层控金属矿床时,强调深部的岩浆热液和矿质来源,这与现代海洋和大陆上多数正在矿化的现象不相符合。固体地壳能不能通过物质的重新分配成为浅成低温热液矿质的来源?我们曾强调过(1980)沉积层控金属矿床中一些金属和非金属矿质可能来自地层本身,有些元素如硫甚至来自特定岩相的生物分解产物;沉积演化各阶段均可能形成矿床,对层控成矿来说,沉积期后分异作用尤其重要,不同阶段成矿的矿质可以来自上覆水(早成岩阶段)、深部地层水(后生期)、古陆潜水(表生成岩期);生物作用在沉积层控矿床各生成模式中都是一个极为重要的因素。与硫化物有密切关系的金表生成矿作用进一步说明了这些问题。滞于围岩而成矿的中低温热液金矿是层控金矿的重要类型之一,其低温成矿作用又是一个热点问题。书中金的表生循环系统和生物有机质成矿作用方面的论述,有助地热流体中矿源、成矿动力学和成矿环境意义的理解。

狗头金研究获得五方面重要成果,取得突破性进展,对表生成矿理论作出了积极贡献;开拓了新兴的研究领域,对深入研究微生物成矿作用有重要指导意义,并拓展了砂金找矿思路。氧化带金矿研究也有许多新的发现,尤其在地质生态领域中取得众多定量数据,找到热液成矿中的古细菌也有重要意义。因此,本书的出版有多方面的价值。值此著作付梓之际,谨为介绍,并向有关同行表示谢意。

中国科学院院士

刘宝瑞

1994年2月

前言

80年代早中期,在我国群采淘金热潮中,曾陆续从砂金矿中发掘出50多个大中型块金,这些块金因其巨大的经济价值,举世瞩目;其成因若谜,又引起地质工作者的广泛探讨。本书是在国家自然科学基金和地质科技发展基金资助的狗头金、表生金项目主要研究成果的基础上撰写而成。

“黄金实质上是人类发现的第一种金属”(卡尔·马克思《政治经济学批判·贵金属》,1847),我国是发现、使用、加工黄金最早的国家之一。约在公元前2800—3000年的五帝时代早期,即新石器晚期金(铜)石并用时代,我国古代劳动人民已发现和使用黄金。实物可追溯到商代早期(距今3500年左右)墓葬中的珥形金饰,河南辉县琉璃阁安阳小屯的殷墟出土的金块、金箔、金叶;商代中早期河北藁城县台西村宫殿遗址中的金块、金片。战国时期已有黄金铸币,如楚国的金币郢爰和陈采,是一块块带有方形钤记规则和不规则的板状金饼。《周礼·地官·甸人》已有按图采矿的文字记载。这些金块、金饼中可能有未经冶炼仅经压延的自然块金。因为人类首先发现和利用的是砂金和其中的扁平块金,故有“美人首饰侯王印,尽是沙中浪底来”(唐·刘禹锡)的描述,1965年在湖南韶山灌区墓葬中发现的瓜子金,就是一种小块金。

中国古代典籍中多以形态大小命名自然金。如狗头金、马蹄金(汉武帝时又为一种黄金形制)、金娃娃、瓜子金、橄榄金、带胯金、豆粒金、豆瓣金、沙金、麸金、糠金等等。沙金,原义状如细沙,细如沙屑;淘洗得之,又具产状义,原无成因意(李时珍,《本草纲目》,1596)。狗头金是以形态命名的一种大块自然金,这一名称含义可以追溯到古籍《异物志》(石增荣等,1989)。到明朝末年,狗头金一词已具有大块金的相同含义(宋应星《天工开物》,1637),并作为大块金的典型代表,泛指大块金了。80年代发现的大中型块金中具狗头形貌的有3块,最小的1350g,因此,现把狗头金划入大型块金行列,也把大型块金称作广义的狗头金。

砂金和砂金矿的成因是地质工作者熟悉和关心的问题,砂金成因看起来简单,但对一些砂金特征长期感到迷惑不解(R·W·Boyle,1979)。砂金矿中的块金成因,研究者较少。砂金(矿)的成因一直存在碎屑说和化学成因论之争,1986年12月中国地质报载文披露白玉县孔隆沟金毛狗子狗头金是“冰川和水流近源搬运的原生岩金”,同时也有化学增生论点。J·R·Watterson(1984)发现金晶体能在细菌孢子上成核的证据,还认为表生块金为冷冻和排除作用形成(1985)。D·J·Mossman等(1985)认为兰德砾岩型铀金矿可能与古原核生物群有关。这些论点反映了生物地质成矿作用领域的新进展和新动向。我们用沉积学、地球化学、微生物学等多学科相结合的研究方法,对中国中西部3个狗头金集中产地和青藏高原东部周缘切割带的近10个砂金矿区,作了广泛而不同程度的调查研究,提出了新的地质成因模式,并阐述了成矿机理。

通过川西、川西北到长江中下游地区17个含金地质体氧化带的调查研究,发现和建立了

与含金硫化物有关的地质微生物生态系统模式。结合微生物的一些溶金和聚金功能实验研究,探讨了地表低温、金质低浓度水液中自然金可能的形成机理,肯定了含金地质体氧化带的自然金和沉积区的砂金、块金都属于表生金,主要是表生环境中金矿物氧化-还原作用的产物;微生物有机质对表生金的生成起了关键性和主导性的成矿作用。还在东北寨原生金矿石中发现硫酸盐还原古细菌基础上简要阐述了有关含金地质体的沉积层控矿床成因。广义上,将地表和近地表环境中金的表生循环系统视为矿床的生和存的动态变化过程,因而存在改造成矿和各级次生源的物质运移成矿作用。对此,我们还将近地表的热泉型金矿化的研究中深入探讨。

狗头金表生金生物成矿作用研究工作自始至终在中国科学院院士刘宝珺教授主持下,由地矿部成都地质矿产研究所和中国科学院成都生物研究所(微生物室)合作完成,本书是在此研究成果的基础上撰写而成。全书共分四章,第一、二、四章和第三章第三节由主研人员陆元法副研究员撰写,第三章第一、二节分别由王仲文、薛堂荣副研究员撰写。其他章节的图表、图版由陆元法、王小龙编制,英文摘要由陆元法译,王承书校。全文由陆元法修定,曾绪伟副研究员审阅校改。参加部分工作的还有陈昭荣副研究员、刘爱华实验师、彭世琼和刘晓蓉助理实验师,及罗建宁研究员。感谢梁世伟教授(成都理工学院)、陈毓川研究员(中国地质科学院)、郭文魁院士(地矿部地质研究所)、黄世渭高级工程师(四川省地矿局)、萧永林研究员(地矿部成都地矿所)、吴衍庸研究员(中科院成都生物所)、胡永松教授(四川大学生物工程系)等的热情支持和十分宝贵的意见。研究工作还受到地质勘探公司和地矿局有关地质队及同行的大力支持,均深表谢意。

目 录

第一章 狗头金	(1)
第一节 狗头金和砂金矿产出的地貌地质特征	(1)
一、狗头金和砂金矿产出的地貌特征	(6)
二、狗头金和砂金矿产出的地质特征	(12)
第二节 狗头金和共生矿物的征物	(26)
一、狗头金的共生矿物和伴生矿物特征	(27)
二、狗头金和共生矿物的结构构造	(28)
三、块金和砂金的质量一粒(块)度分级	(33)
四、狗头金和砂金的纯度和化学成分	(33)
第三节 狗头金和砂金(矿)成因的地质模式	(35)
一、三种成因论和表生成岩成矿模式	(35)
二、表生成岩成矿模式的一些机理	(36)
第四节 砂金矿区水化学作用	(40)
一、水化学成分和变化	(40)
二、水化学在狗头金形成中的作用	(43)
第二章 表生金	(48)
第一节 含金硫化物地质体氧化带的地球化学	(49)
一、概述	(49)
二、氧化带类型和实例	(50)
第二节 氧化带金的成矿作用	(57)
一、含金地质体氧化淋滤水中的金	(58)
二、氧化带的发展阶段和氧化-沉积分异作用中的金	(60)
第三章 生物有机质成矿作用	(65)
第一节 狗头金的微生物成矿作用的实验研究	(66)
一、孔隆沟矿区的微生物类群和分布	(66)
二、霉菌和细菌的聚金试验	(69)
三、霉菌和细菌的溶金试验	(76)
四、BK-53号菌株对砂金的粘连试验	(77)
五、狗头金的微生物成矿机理探讨	(78)
第二节 含金地质体表生带中主要微生物类群的研究	(81)
一、样品和试验方法	(81)
二、微生物类群的组成和分布	(82)

(2)Development Stages of the Oxidation Zones and the Gold in Oxidation-Depositional Differentiation	(60)
III . Biomineralization	(65)
1. Experimental Study of the Biomineralization about the Doghead Gold Nuggets	(66)
(1)Microbial colonies and Distribution in Konglong Stream Ore District	(66)
(2)The Gold-Congregating Tests of Mycetes and Bacteria	(69)
(3)The Gold-Dissolving Tests of Mycetes and Bacteria	(76)
(4)The Test Adhering Placer Gold to the BK-53 Strain	(77)
(5)Approaches to the mechanisms for Biomineralization	(78)
2. Main microbial colonies in the Supergene Zones of the Gold-Containing Geologic Bodies	(81)
(1)Samples and Experimental Methods	(81)
(2)Composition and Distribution of Microbial colonies	(82)
3. Geologic Biogeocoensis and Metabolism of Material and Energy	(87)
IV . Supergene Cyclic Systems of Gold and the Origin of the Stratabound Gold Deposits in Sedimentary Rocks	(93)
1. Supergene Mineralization Systems of Gold	(93)
2. The Origin of the Stratabound Gold Deposits in Sedimentary Rocks	(94)
English Abstract	(98)
References	(106)
Explanation for Plates	(108)
Plates	(111)

第一章 狗头金

狗头金是以形态命名的一种大块自然金。这一名称含义可以追溯到古籍《异物志》(石增荣等,1989)。到明朝,这一含义有所变化。《天工开物》(宋应星,1637)记载“水沙中所出大者名狗头金,小者名麸麦金糠金”。其狗头金含义与现在我们称的大块金含义相同。可见我国自古以来就把狗头金作为大块自然金的典型代表了。80年代我国出土的50多块大中型块金中,有3块名符其形的狗头金块,都在千克以上(表1-1)。我们现把500g以上的大型块金称作广义狗头金。自然块金形态各异,也不乏有牛头金、葡萄金、金娃娃和豆瓣金、瓜子金、马蹄金等类物形状,但形似狗头的块金是相对多见的一种自然界产出的稀世珍宝,尤如植物类中珍贵的人参和人形何首乌一样,个中奥秘耐人探究。

狗头金的成因还鲜为人知,砂金成因也多受误解,是个老大难问题。本章从狗头金产出的地质、地貌、矿物、水化学和生物等特征,探讨狗头金乃至砂金(矿)的成因、地质模式和成矿作用。

第一节 狗头金和砂金产出的地貌地质特征

80年代我国发现的大中型块金和世界发现的主要块金分别列于表1-1和表1-2中。我国的大中型块金主要产于青藏高原山区,如青藏高原东部和东北部的大三角地区和祁连山地区(图1-1)和北疆的阿尔泰山地区;也产于中国东部的山前丘陵地区,包括大平原和大盆地边缘过渡地区,如长江中下游的益阳地区。虽然这些大中型块金大多产自第四系沉积物;但大平原和盆地内部却无大中型块金分布,启示块金产地离矿源较近的因果关系。

表1-1 我国各地产出的大中型块金

Table 1-1 The occurrence of the large-and middle-sized gold nuggets in China

产 地	重量(毛重-净重)	块度(长×宽×厚)	形态名称	发现人.时间	备 注
盐源县洼里	19000	180×110×(?)		叶煥文.1909	刘祖彝.1964
盐源县洼里	813			1978	
白玉县孔隆沟	1094			1984	同年还发现375和219g块金
白玉县孔隆沟	850—563			1984	据说散流—5500g大块金
白玉县孔隆沟	531			1984	
白玉县孔隆沟	2250			1984	
白玉县孔隆沟	1375-1350	123×(58—25)	小狗	1985.4	甘孜民族金融调研11期

续表 1-1

产 地	重量(毛重-净重)	块度(长×宽×厚)	形态名称	发现人、时间	备 注
白玉县孔隆沟	900			1985.4	甘孜民族金融调研 11 期
白玉县孔隆沟	550			1985.4	甘孜民族金融调研 11 期
白玉县孔隆沟	1200-1050		罗汉金	1985.4	甘孜民族金融调研 11 期
白玉县孔隆沟	4200.8—4122	235×125×30	甘孜州宝	泽翁公布等,1985.6	甘孜民族金融调研 11 期
白玉县孔隆沟	2166			1986	
白玉县孔隆沟	4900-4794	195×105×64	牛头金	1986.7	
白玉县孔隆沟	6360-5685.4	240×155×(25—40)	狮子狗	1986.9.26	
白玉县孔隆沟	850	102×94		1987.8.1	
白玉县孔隆沟	2500 和 1200			1878.10	四川地质矿产报, 11.4
白玉县东大沟	276			1986	
白玉县安孜沟	476,265			1990	还有 50-70g 的 11 个
色达县色尔坝	2063			1984	中国地质报, 1988.10.24
色达县德勒沟	480	85×65×30		1988	四川地质矿产报, 1989.2.24
甘孜县生康	117.48				三江区域矿产志, 1984
理塘县	332			1982	
松潘县漳腊	2200		草鞋金	1929	
松潘县漳腊	250			1959	
松潘县漳腊	165.625		葡萄金	1979	川西北地质大队, 1983.2
松潘县漳腊	103.125			1979	川西北地质大队, 1983.2
松潘县热务 601	224.65			李德荣等 4 人, 1985.5.13	阿坝极, 1985.5
青川县	3500				四川地质科技情报, 1984.1
南江县杨坝	700			1983	
汉中市南郑武学桥	810			王伯禹, 1983.5.23	河南日报, 5.30
青海扎陵湖北	445-195			1986.7	埋深 > 2.3m
青海星宿海	2187.5			1944	
青海海西哈拉湖东	550			湟中杨国兴 1987	
青海海西阿哈图	650			湟中周成义 1987	
青海祁连山	2100			大通马尔沙 1988	
青海海西雅沙图(杂务隆山北侧)	3561.047	145×90×60		湟中 3 农民 1983.6.20	青海地质报 7.20; 埋深 3 米
甘肃天祝县双龙沟	10700			1983.	武威地区黄金局
甘肃天祝县双龙沟	2175			哈溪镇农民 1986.11.11	中国地质报 1989.6.12
甘肃天祝县双龙沟	7740-7709.55	厚板状		大通 3 农民 1986.12 前	青海日报 12.12, 深 13—14m

续表 1-1

产 地	重量(毛重-净重)	块度(长×宽×厚)	形态名称	发现人、时间	备 注
新疆阿尔泰西北部哈雄沟	906.25			1917	谢彬《新疆游记》
新疆富蕴西岔河	7500			1958	新疆工业厅 1958 调查资料
新疆富蕴一福海	5312.5				
新疆福海县	421	似“小佛像”		1991	中国地质矿产报 11.15
湖南益阳毛角塘	约 3500			1938	
湖南益阳邓石桥楠木塘	281			周巧文 1977.9	
湖南益阳南郊蔡家坡(江南化工厂)	65			陈秋圃 1983.6.8	吉林日报 7.9
湖南益阳南郊蔡家坡(江南化工厂)	2160.8	140×90×50	狗头金	陈作良等 3 人 1983.6.12	人民日报 6.30; 埋深 1.7m
湖南益阳南郊蔡家坡(江南化工厂)	1650 和 950			姚少塘 1983.6.13	
湖南益阳南郊蔡家坡(江南化工厂)	1511.49			曹锦云 1983.7.12	吉林日报 7.16
湖南益阳南郊蔡家坡(江南化工厂)	949.8			陈义忠 1983.7.14	
广西田东县布兵乡	640	66.8×66.7×13.3		黄庆生父子 1988.6.1	中国地质报 8.1; 埋深 4m
广西田阳县叫嘎金矿	14960 和 3555				郑明华等 1987.12
云南墨江县金厂四十八两山	1500				郑明华等 1987.12
河南淅川县淇河沟	110			白庄村民 1987.4.28	中国地质报 1989.6.12
河南卢氏县范里乡土窑沟	964.5			张占魁 1989.7.13	中国地质报 1989.10.13; 含金 68.26%
山东栖霞马家瑶	812.5			马云香 1983.7.30	吉林日报 8.11; 含金 85%
山东栖霞县金矿选矿间	2730(87.36 两)			王国芳等 1984.10.12	陕西日报 10.27
山东蓬莱县黄金河	90.05 和 50	不规整的矩形		1988.6.8	中国地质报 8.5; 含金 86%
山东牟平县辛安河	3700	椭圆形饼状		1980.6.19	冶金报 7.12; 约含金 65%
山东威海市环翠区西山镇	750			于思泉 1992	中国地质矿产报 4.10
黑龙江呼玛县兴隆后沟	3325			岳书臣 1982.9.22	长春日报 10.10
黑龙江呼玛县兴隆沟	3347.17				岩金矿块
黑龙江嘉荫县乌拉嘎团结沟	1600(51.2 两)			武警黄金五支队 1989.9.11	中国地质报 10.23

表 1-2 世界著名的巨大型块金

Table 1-2 Giant gold nuggets known in the world

产 地	重量(kg)	块金名称	发现时间	备 注
俄国南乌拉尔 Миасское 地区	36.022	世界怪物,“大三角体”	1842	伊列梅尔河支流塔什古塔尔干河漂砂中
苏联伊尔库斯克 Aprleskiy 金矿区	12.24		1990	中国地质矿产报 1991.3.13
苏联东北亚科累马河流域	7.0			H. B. Нечепов. 1985
澳大利亚维多利亚州巴拉腊德矿	83.96—69.67	不速之客	1855	
澳大利亚维多利亚州巴拉腊德矿	68.958(2217 盎司)	欢迎	1985	巴克里山冲积物中 180 英尺深
澳大利亚新南威尔士州	68.98	希望者	1858	热兰内依块金?
澳大利亚维多利亚韦德伯恩金三角	27.30		1869	
澳大利亚达诺利区 Mo-liagul 山	70.92376 (2284 盎司)	受欢迎的陌生人	1869	炼得 69920.67 克纯金
澳大利维多利亚	34.6499 (1114 盎司)	Canterbury 伯爵		埋于冲积砾石层
澳大利维多利业	28.367(912 盎司)	Canterbury 伯爵夫人		埋于冲积砾石层
澳大利维多利亚	29.64	海神	1906	
澳大利亚维多利亚莫利亚古尔	235.14246	霍尔特曼(板)金块	1872.10.19	吉尼斯世界之最大金. 1991
澳大利亚“金三角”地区	27.3		1981	业余探金者乔治发现
澳大利亚	59.0		1980	
美国加利福尼亚洲马加利亚	20.142(54 金衡磅)	“狗镇”或马加利亚的维拉德金块	1859	Clark. W. B. 1970
美国加州卡拉维拉县卡森山	72.783(2340 盎司)			Gaarden. J. 1940
加拿大克朗代克	2.644(85 盎司)			Robinson. A. H. A. 1935
加拿大魁北克省吉尔伯特河	约 1.620 (52 盎司多)	Kilgour 金块		博斯县
加拿大魁北克省 Delury 特许区 16 段	约 1.410 (45 盎司多)	麦克唐纳金块		
巴西亚马逊丛林的秃山金矿	36.38, 33.5, 26.7		1983	《奥秘》, 1989.8
巴西库亚巴市	9 块大金块		1983.1.21	《奥秘》, 1989.8

祁连山属于昆仑祁连加里东—海西褶皱系。大块金主要产于祁连中南段山前地区和中段山区,地理上分布于青海东北部到甘西冷龙岭北坡,产地如海西雅沙图(塔塔棱河上游)、哈拉湖、阿哈图、祁连县酸刺沟一带和天祝双龙沟等地。盛产金的酸刺沟号称“金城”,双龙沟则以块金又大又多名闻遐迩。

川西、藏东和陕甘青南部地区,是地质上著名的大三角地区。这一地区是我国砂金矿和风化壳金矿的主要产区之一。内生金矿也日渐丰富,是黄金资源潜力大、找矿前景好的地区。其

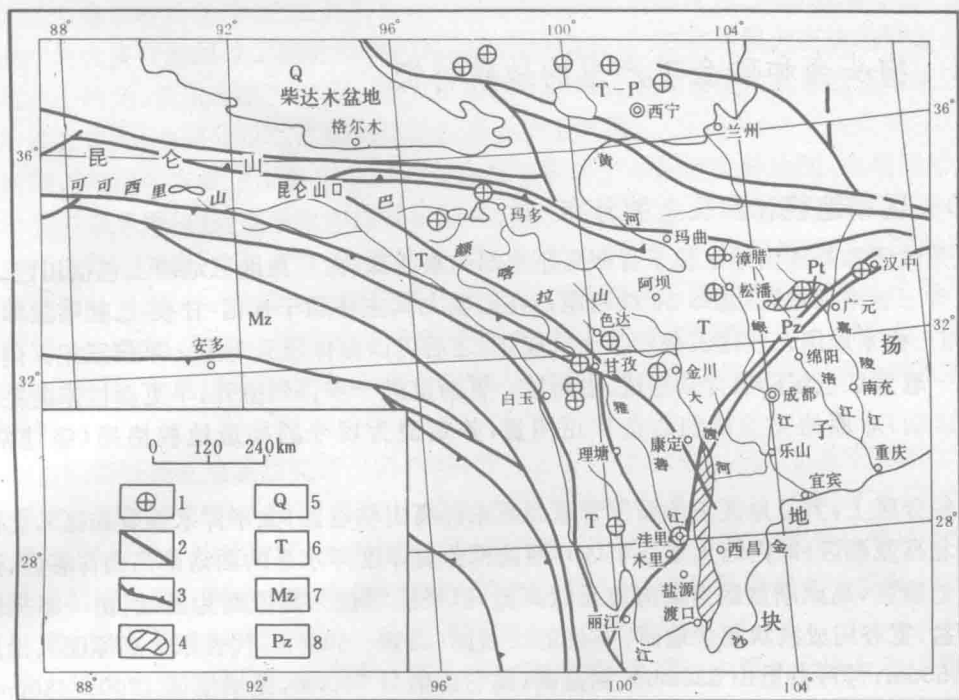


图 1-1 青藏高原“大三角区”大地构造和水系略图

Fig. 1-1 Sketch map showing tectonics and drainage systems in the "big geological triangular region" on the qinghai-Xizang Plateau

1. 块金产地 2. 主要断层 3. 板块缝合线 4. 前寒武基底 5. 第四系 6. 三叠系 7. 中生代地层 8. 古生代地层

东北部号称“金三角”的川甘陕九县(四川的广元、青川、平武,甘肃的文县、康县、成县,陕西的勉县、宁强和略阳)黄金资源和产量约占三省的 35—40%。陇南已发现大中型金矿 12 个,是该省砂金的主产区;青南(北纬 36°线以南)仅砂金矿床已发现 10 个以上,储量占全省砂金总储量的 60%以上;川西和川西北地区的砂金矿床(点)星罗棋布,岩金和砂金矿床都有十多个,其大中型块金著名产地亦多,如盐源洼里、木里固滴;白玉孔隆沟、东大沟、安孜沟,甘孜生康,色达渣玛隆和色尔坝,松潘漳腊、热务河。青海南部玛多鄂陵湖北、曲麻莱县星宿海和大场,陕南汉中南郑武学桥等地亦为大中型块金富产地;此外,在理塘、新龙、泸定、壤塘、彭县、青川、南江等地也曾见零星大中型块金。总之,大三角地区以块金分布面广、点多为特点。其中有一些以山间盆地小区的块金集产地,如昌台盆地的孔隆沟、岷江上游盆地的漳腊金河等地。

湖南益阳市南郊蔡家坡(江南化工厂)南至邓石桥一带低丘矮岗,也是大中型块金的集中产区和产地。1983 年 6—7 月,仅在江南化工厂—红旗砖厂就挖出 5 块以上大块金,最大一块重 2160.8g,这一矿区是 SSW 带状延伸,长约 3.5km。据说北延至市区桃花仑也曾发现过 700g 的块金。益阳的狗头金及有关的岩金、砂金矿产区约 50km² 范围。历史上宋代记载过益阳曾发现 24.5kg、4.9kg 及 4 块共 53.375kg 的巨大块金(《宋史·五行志》、《齐东野语》)。

下面将以孔隆沟、双龙沟、蔡家坡大块金集中产地为主,阐述其区域地貌和矿区微地貌及沉积相特征。

一、狗头金和砂金矿产出的地貌特征

(一) 区域地貌和狗头金的分布

大三角地区和祁连山地区位于青藏高原东部和东北部。大三角地区地理上包括川西、藏东和陕、甘、青三省南部地区(北纬 36°线以南),在地质上其主体属于松潘-甘孜-巴颜喀拉印支褶皱系,广布三叠系地层。该区三叠纪末上升成陆,之后仍以整体隆升为主。早第三纪区内山间盆地沉积一套紫红色粗碎屑含盐建造。上新世—更新世进一步强烈抬升,早更新世末的羌塘运动(元谋运动)对原始高原面的改造作用明显,并定型为现今的构造地貌格局(潘桂棠等, 1990)。

在地貌分区上,大三角区主体属于青藏高原东部高山峡谷区(太平洋水系分布区),北西部分属于藏北高原湖区(即内陆水系分布区),西南部分属印度洋水系的西南部高山深谷区,这是三个二级地貌区,高原湖盆区为高海拔丘状高原,以平缓起伏为高原面为基础,由一系列低山丘陵和湖盆、宽谷构成波状起伏地面。本区的山顶面(5800—6000m,代表原始高原面)、山原面(昆仑山 5500m,可可西里山 5300m)、湖盆面(昆仑山前麓 5000m,羌塘地区 4700—4800m)组成此二级地貌的三级夷平面,湖盆面是分布广的最低一级高原面,由于地处高寒、空气稀薄、干燥,形成内陆短浅河流和湖泊、盐湖。现代地质作用以面状冻融剥蚀为主,各种冰缘地貌极为发育。这一带的砂金资源较丰富,砂金粗粒,小块金也较多,大多富集在冰盖下 1—2km 的低级河流中或高原面上草皮底砂砾石中,闻名的青海红金台金矿即位于此区。红金台分水岭高 5604m,砂金产于 5000—5100m 高度的低级河流中的冰水砂砾石里。1986 年群采初时手拣手选,品位达 $n-100n \text{ g/m}^3$ 。这里水动力弱,为就地砂金矿。在青藏高原东部高山峡谷区里,西段是黄河、长江两大水系的发源地,其高原面起伏高差小于 500m,属浅切割的丘状高原区(三级地貌小区)。这里砂金矿以中小型为主,如曲麻莱县大场、星宿海、玛多县青水川、柯尔咱程。著名的大场砂金矿产于黄河源头约古列宗渠北岸支流大场河中上游地段。大场盆地海拔 4300—4450m,充填了冰碛和冰水堆积物,但砂金分布仍与现代季节性水流沉积物形影相依。为一典型的洪冲积-河漫滩型矿床(田耀亭等, 1988),冰碛砂矿皆单孔或单线见矿,极不连续。此小区在鄂陵湖北和星宿海地区皆产有大中型块金(表 1-1)。青藏高原东部高山峡谷区的东南部为黄河,长江上游及其主要支流大通河、湟水、汉水、白龙江、嘉陵江、涪江、岷江、大渡河、雅砻江,以及怒江、澜沧江发源和上游地带。它们切割了台原,形成原内和周缘切割带,连续的高原面多遭剥蚀,除阿坝草原是较大的三级夷平面外,色达、昌台等地都属小面积残存夷平面。该区主体为深切切割的高山峡谷地形地貌区(三级地貌小区)。此地貌小区又分为西秦岭 EW 向高山峡谷区和横断山 SN 向高山峡谷区。它们由平行的狭窄的高山河谷组成,高山河谷起伏可大于 1000m,气候垂直分带明显,剥蚀作用和流水侵蚀沉积作用发育。这里的沉积盆地区较小且大多为河流穿越的内湾式盆地,并发育侵蚀和堆积阶地。中深切切割的高山峡谷三级地貌区内,砂金和大中型块金都最为丰富。青南的 10 个砂金矿床大多产于峡谷区,其中称多县扎杂、多曲,班玛县多卡—吉卡,曲麻莱县德曲、解吾曲,直多县阿西涌,玉树县扎西科及乐扎曲等,其砂金储量占砂金矿总储量 80% 以上。川藏甘陕也以此类地貌小区砂金储量为主。在此高山峡谷三级地貌小区中,残留高原区和中深切切割的高山峡谷区两个亚类地形地貌中,都产大中型块金。

前者如昌台盆地的孔隆沟、色达德勒沟;后者如漳腊金河、盐源洼里、木里固滴等地。这些大中型块金产地大多在大河谷上游的低级河流及其近旁阶地中;而在中级大河流的砂金矿中,仅见到零星的小块金,偶尔有中型块金。在大三角区西南部的藏东印度洋水系二级地貌区里,产出不多的砂金矿点,主要分布在横断山高山峡谷地貌小区里。

湖南益阳地区在地理上属于中国西部山区与东部平原区的交界地区,也是江南丘陵区 and 长江中游两湖平原(洞庭湖平原和江汉平原)的南北交界区。湘西山地是云贵高原的东延部分,山脉和河流都是NE—SW走向,山脉倾没或河流汇注于洞庭湖。益阳恰好位于湖南省东、西两部自然地理分界线——雪峰山向洞庭湖的倾没端,地跨资水下游南北岸。这里地形平缓,高低起伏不过20—50m,属于地势低平的浅丘地貌。大中型块金产地蔡家坡一带也是NE—SW走向的低山、丘陵,呈与长条形盆地、河谷(细谷)相间的地形地貌。块金产于缓坡的坡积层中,距物源很近。

与益阳同处浅丘地貌的桂西田阳叫嘜,位于云贵高原东南隅,两广丘陵的西南部。珠江上游重要支流右江等切割了桂西北诸山,形成NW向平行山脉和河谷,叫嘜矿区位于百色盆地的南翼,属于中等丘陵地貌区,益阳和叫嘜均属亚热带湿润气候,红土化等化学风化较盛,叫嘜地处北回归线地带。两地受东南季风影响,夏季雨量多,冬季无霜期达150多天。

河南、山东、黑龙江大块金产地也属这类低山—丘陵地貌区。

从上述大中型块金和砂金产出与地貌区划的关系,说明大中型块金既分布于青藏高原东部高山河谷分区的台原地貌中,也分布于稳定剥蚀的浅丘陵区,但都赋存于低级河流中。此外,砂金矿成因类型和规模明显受地貌分区的制约,块金和砂金的富集与流水地貌发育史和发育程度有关。

(二) 典型矿床狗头金产出的地貌特征

从孔隆沟、双隆沟、蔡家坡等狗头金主要产区的地貌特征可探讨狗头金的产出、富集和微地形地貌,沉积相环境及气候的因果关系。

无论是高原区和周缘切割带,或是丘陵地区,都可以分为风化剥蚀地区和沉积地区两个基本的地貌地质单元。临时性、长年性水流,冲沟及河流,是物质运动的主要媒介,大中型块金主要分布在沉积区,产于新生代沉积盆地边缘的低级河流(I—II级)谷底及其近旁阶地第四系沉积物中,尤其富集于II级河流的中下游开阔河段,或是侵蚀区到沉积盆地区的交错过渡带的河谷(如孔隆沟)和阶地(漳腊金河、盐源洼里)沉积物中,或是未达沉积盆地前汇入II级河流的I级河沟口(如双龙沟、德勒沟)的沉积层中。这类块金都与砂金共生。蔡家坡块金产出的部位是更接近物源的坡积层。与低级河流有关的砂金矿称为支谷型和支谷阶地型砂金矿。这些支谷砂金一般规模较小(少数可达大型,如漳腊),但常可能是大中型块金集中产出地段。在IV级以上的中级和高级河流的大型河砂金矿中,一般只有小块金零星产出,如金川俄日河和白水河砂金矿中的块金分别重11g、6.9g。在初级河流或冲沟堆积物及边坡残积物中,西部地区尚未发现大中型块金,仅中南部的益阳蔡家坡等地有产出。

孔隆沟发源于白玉县昌台新生代沉积盆地东缘的东山脊(属沙鲁里山脉),向西流入扎拉曲,后依次流入昌曲和金沙江,是为I—II河流,全长约6.5km(图1-2)。地处北纬31°。砂金矿体赋存于孔隆沟中游的山口上下各400m的河谷和低阶地内,即由山谷流入高原草甸的交接地带。矿区河谷明显由窄变宽,呈“开门山”景观;山口东360m处河道分南北两支,为山脊分开,故又显示“关门山”景观。大块金产于砂金矿体下段即山口以西400m长的河谷底部。砂金

矿体上段河床坡角 3—4°, 局部 5°, 河床宽 45m; 山口以西河床坡度降到 2°左右, 甚至 1.5°, 河床也从 45m 豁然增宽至 56—93m, 又逐渐变窄至 46—14m(参见图 1-6)。据四川地矿局 108 地质队勘查, 河口处砂金品位最高, 向东向西都逐渐贫化, 向东也未见块金发育, 砂金粒度也变细; 沟口河谷两侧的低阶地内, 甚至高阶地的第三系堆积物中也有砂金分布。沟口以西的河谷南侧有两个洪冲积锥和一些泉水细流, 对河道沉积有一定影响。

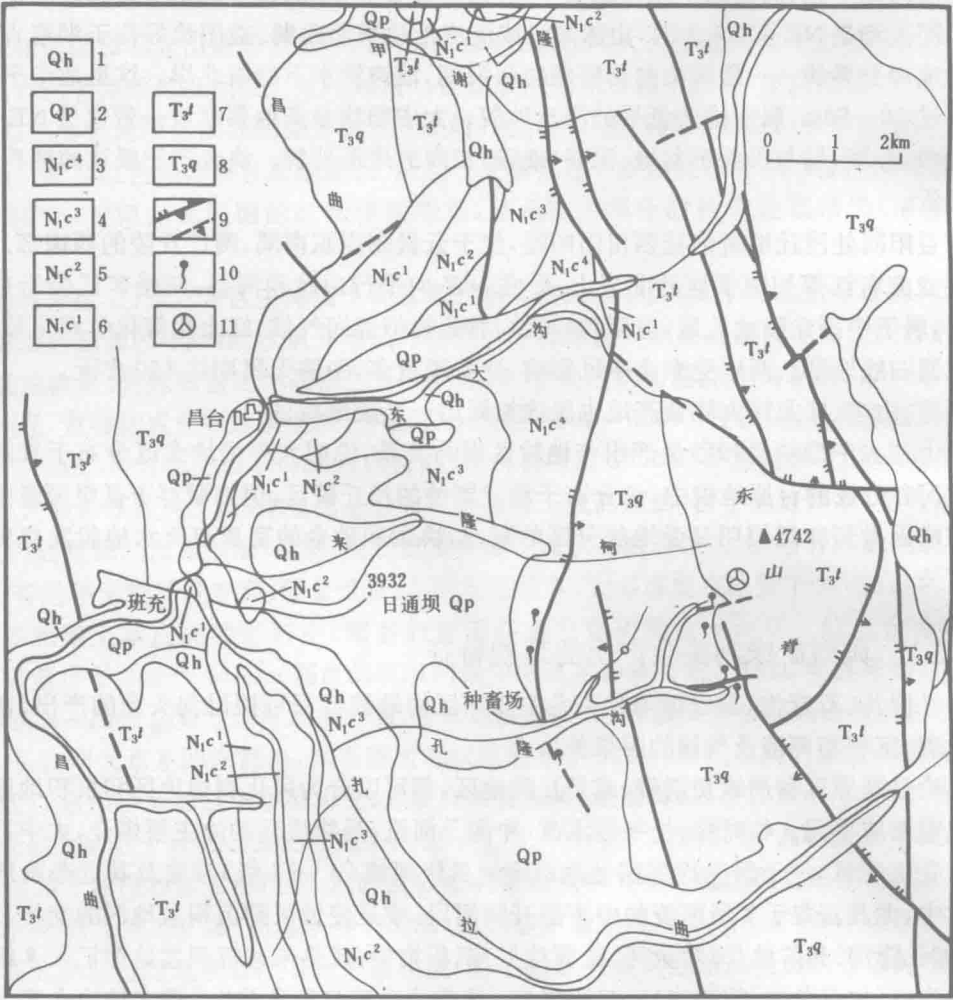


图 1-2 四川白玉县昌台盆地孔隆沟砂金矿区区域地质图

Fig 1-2 Regional geologic Map of the Konglong Stream gold placer ore district in the changtai Basin, Baiyu County, Western Sichuan

1. 第四系冲、洪积、残积 2. 第四系冰水、冰川堆积 3. 中新统第四段 4. 中新统第三段 5. 中新统第二段 6. 中新统第一段 7. 上三叠统图相组 8. 上三叠统曲嘎寺组 9. 断层和推测、性质不明断层 10. 泉水 11. 小型积锌矿

孔隆沟也有冰川地貌显示, 河谷横断面略呈 U 字型; 沟口西南的冲积锥和草甸地表留有呈浑圆形状, 直径可达 1—2m 的“冰川漂砾”, 而在河谷第四系剖面中下部未见到这类漂砾。沟口海拔高度 4000m, 区内空气稀薄, 气候变化剧烈, 偏于干燥和严寒, 年平均气温 10—15℃, 5—9 月为暖季, 其中 6—8 月为雨季, 年降雨量为 800—1100mm, 7 月份最高气温 27℃; 10 月至次年 4 月为寒季, 平均气温零下 5℃至零下 15℃, 元月份最冷, 最低气温达零下 29℃, 霜期

达8个月,整个冬春季天寒地冻,大雪覆盖,孔隆沟河水量不大,但潜流量仍不能忽视,5月份“关门山”处汇流河水量为 $0.5-2\text{m}^3/\text{s}$ 左右。河水水源为东山脊西坡的多个下降泉,是河水溶解金的主要来源。

双龙沟和德勒沟是地形地貌十分相似的支谷型砂金矿和块金集中产地。

天祝县双龙沟是发源于青分岭一带的Ⅰ河流,长约4.5km,向北流入天桥沟,黄羊河,至黄花滩和哈溪镇进入盆地沉积区(参见图1-9),汇入石羊河,最后消失于民勤县沙漠里。大块金主要产于双龙沟口至天桥沟扎麻台河段之间。1983—1987年群采期间曾在双龙沟口采到10700g大块金;初步查明1986年青海大通县3位农民交出的7709.55g大块金也采自这一带;县金矿办1991—1992年还在扎麻台采到768g和680g重的块金。砂金则分布到黄花滩附近的抓泥窝,且砂金成色最好。双龙沟河床较宽且陡,中游沉积河谷一般宽50—60m,下游河口增宽到100m以上;河流水量不大而潜流量较大。河床坡降大,河水流急,陡缓相间(陡坡角达 $4-7^\circ$),沟口海拔高度3000m,属高山寒冷气候,冰冻期达6个月以上,夏季凉爽,湿润,年降雨量达700mm以上。

色达渣玛隆是大渡河干流色曲中游的Ⅲ级河流,仅其Ⅰ级支流德勒沟产过480g、280g、210g和111g等中型块金和4500g大红铜块。砂金的分布,从德勒沟中游的初级支流直至渣玛隆沟和色曲边滩(低阶地),块金发育于德勒沟下游到沟口。此段河谷呈喇叭状增宽,河床坡角降到 $2.5-3.5^\circ$ 。矿区海拔3750m,地貌属高原浅丘陵,峰谷高差几十米,山峰都呈圆丘形状;年降水量一般600mm左右,旱季和降霜期达8个月,冻土深一般 $0.5-0.7\text{m}$,旱季河水量小。

零星的中型块金也发现于较大的河流中,1985年5月,曾在热务河上游的支流龚口沟沟口的边滩(低阶地)中,挖到一块224.65g的块金,热务河是岷江上游水量较大的支流,其上游分东(龙拉柯沟)西(龚口沟)两支。西支龚口沟是发源于高原侵蚀面上的Ⅲ级河流,长约30km。沟口杂贡桥处河谷宽70余米,河床包括河漫滩宽15—35m,曲流型河流的边滩发育(图1-3)。沟口海拔约3200m,属中等切割地区,可见3—4级阶地。阶地底部基岩面上有民采砂金矿硐;还曾在热务河红扎河段中掏到一块约250g的块金。

零星小型块金还见于白水河、俄日河等大河型砂金矿中。金川俄日河长约105km,流入太阳河和大渡河。历史上以产上赤砂金和瓜子金称著,淘金历史悠久。这里水深谷宽,朗达、老溪沟等处人们在水面下7—8m深处挖砂淘金,11g重块金见于朗达东岸河边(1988);这里河流切割较深,山峰河谷相差数百米,河岸可清楚划出3级侵蚀阶地和堆积阶地。阶地砂金矿发育于道孚维它乡至金川二凯一带。曾在二凯阶地和维它阶地的半胶结砾石层中挖出多个小块金。著名的白水河金矿区亦多发现多粒几克重的小块金。

在新生代以总体抬升为主的构造运动剧烈的青藏高原地区,侵蚀和堆积阶地地貌类型发育齐全,与大中型块金发育相关的阶地砂金矿,都属低级河流有关的支谷型阶地砂金,其沉积物也是第四纪早期的河流洪冲积砂砾石。是因晚近抬升和切割,由沉积区转化为侵蚀区的。现以漳腊和洼里砂金矿地貌特征为例阐述如下。

著名的漳腊砂金矿位于岷江上游槽形断陷盆地的西南隅,支流金河两岸的多级阶地中。本矿区1991—1992年共计产金28.43t,解放后仍不断土法开采(硐采和冲明槽法),1976—1982年经四川地矿局川西北地质大队勘查,确定其为大型砂金矿床。砂金粒粗, $>0.5\text{mm}$ 的金粒占总储量的95%以上。据不完全统计,发现的大中型块金分别为2200g(1929),1500g、165.625g(1979),103g、125g、250g(1959),93.75g、68g(1985)。它们大多产于金河中下游及两岸阶地中(图1-4)。金河全长3km,上游分南(三岔河)北(鸭舌沟)两支,发源于西面的金山(4139m)。矿