

国外矿产 勘查实例分析 及政策研究

王 文 主编

GUOWAI KUANGCHAN KANCHASHILI
FENXI JI ZHENGCE YANJIU

中国大地出版社

国外矿产勘查实例分析及 政策研究

王 文 主 编

中国大地出版社
· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

国外矿产勘查实例分析及政策研究 / 王文主编. —北京: 中国大地出版社, 2004.3

ISBN 7-80097-635-1

I. 国 II. 王 III. 矿产—地质勘探—经验—
国外 IV. P624

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 008323 号

责任编辑: 程 新 陈维平

出版发行: 中国大地出版社

社址邮编: 北京市海淀区大柳树路 19 号 100081

电 话: (010) 62183493 (发行部) 62189564 (编辑部)

传 真: (010) 62183493

印 刷: 北京纪元彩艺印刷厂

开 本: 850mm×1168mm^{1/32}

印 张: 9.75

字 数: 244 千字

版 次: 2004 年 3 月第 1 版

印 次: 2004 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~2000 册

书 号: ISBN 7-80097-635-1/P·31

定 价: 28.00 元

(凡购买中国大地出版社的图书, 如发现印装质量问题, 本社发行部负责调换)

前 言

矿产资源是国民经济发展的重要物质基础，尤其是石油、天然气、煤炭等作为工业和其他产业发展的基础能源，对社会发展起着至关重要的作用。新中国成立以来，我国矿产资源勘查与开发利用取得了举世瞩目的成就，基本保障了国民经济和社会发展对矿产资源的需求。目前我国已经进入加快推进社会主义现代化建设的新阶段，产业结构将会随着经济水平的发展而不断调整。第一产业比重还会下降，第二产业比重将会上升一个时期，第三产业比重会较快上升。也就是说，在今后较长的一段时间内，国民经济和工业的发展还将主要依靠矿产资源供给的保障。

目前，我国从矿产资源总量上说是仅次于美国和俄罗斯的第三矿业大国，但人均矿产资源储量尚不及世界平均水平的一半，在世界排名第 53 位。为了实现我国全面建设小康社会的目标，我国经济将保持较高的发展速度，对矿产资源的需求将持续增长。但我国现在掌握的矿产资源储量中，经济可利用的只占 $1/3$ ，经济可利用性差和经济意义未确定的占 $2/3$ 。目前已有 $2/3$ 的国有骨干矿山进入中老年期，400 多座矿山因资源枯竭濒临关闭。我国 45 种主要矿产中有一半以上的资源储量消耗速度大于增长速度，而且找矿难度不断加大、勘探成本越来越高，石油、富铁矿、铜等一些重要矿产进口量不断增加，对国外依存度日趋攀高。水资源尤其是地下水资源供需矛盾日益突出。我们必须加强国内资源的调查，努力实现找矿找水的新突破，不断提高资源保障能力。学习借鉴国外矿产资源的勘查经验、现有规律和高新技术，对于开展我国矿产勘查很有必要并具现实意义。

除此之外,矿产资源也要从依靠国内“一种资源、一个市场”转向发挥比较优势、参与全球化的“两种资源、两个市场”。要加强全球矿产资源战略研究,抓住国际上矿产资源供应较充足、价格相对稳定的时机,趋利避害,积极参与矿产资源国际竞争与合作。油气和非油气矿产勘查全球化是能源和矿业全球化的突出表现。我国现已具备相当的对外投资能力,有的大型集团公司在境外开发油气、矿产等资源取得了实质性进展。随着我国加入 WTO,国内的矿产勘查企业走向国外参与或独立开展矿产勘查是时代的必然,同时我国也制订和实施了多项优惠政策吸引外国企业投资参与我国矿产勘查。因而了解国外矿产勘查阶段的划分,国外勘探协议的内容和制订,国外探矿权、采矿权管理制度,不但有助于我国企业“走出去”参与国外矿产资源勘查,也有利于国家更好地制订相关政策吸引外资,加大我国矿产勘查工作力度。

为借鉴国外市场经济体制较成熟的矿业发达国家在矿产资源勘查方面的经验,更有效地开展我国矿产资源勘查工作,2001年中国地质调查局立项,并委托中国国土资源经济研究院开展了“国外矿产资源勘查过程实例分析”项目研究。该项研究工作时间为2001~2002年。课题组收集并整理了相关资料268份,翻译英文资料20余份,召开专家研讨会10余次。课题组有关人员分别对俄、澳、英、法等国进行了学术访问,同时走访国内有关单位10余家,访问了国内外相关网站。在广泛收集、翻译资料、深入研究的基础上,形成了《国外矿产资源勘查过程实例分析》报告。本书是在该报告基础上形成的,同时吸收了相关专家的大量理论研究成果。

本书通过对27个国家、26个矿种的70个典型矿床发现过程和一些国家的勘查组织、勘查程序、矿业融资、探矿权采矿权流转、地质勘查资料管理以及矿业公司上市等方面的深入分析研

究,总结了国外矿床发现史及其规律、国外勘查组织、勘查程序、探矿权采矿权与勘查协议、矿业融资、勘查技术和地质勘查资料管理等7个方面的经验和相关的典型案例分析,并在矿床发现规律等方面提出一些对我国具有借鉴意义的结论和启示。

本书对我国矿产勘查具有借鉴和指导作用,可以作为相关人员的培训教材。由于研究时间有限,本书存在的缺点和不完善在所难免,敬请专家、读者不吝赐教,以便于我们以后进一步完善。

本书共7章。全书编写由王文主持,王文、陈仁义、郝芳统编了全书。参加本书编写的人员具体分工:第一章由王文、王永生编写;第二章由钱丽苏、王志刚编写;第三章由马芳、张家义编写;第四章由郝芳、夏英煌编写;第五章由邹永生、郑敏编写;第六章由马芳、谭文兵编写;第七章由郝芳、邹永生编写。

在本书编写过程中,梁光明、刘玉霞为本书提供了翻译资料,苏迅、孟旭光提供了附件资料,中国矿业联合会地质矿产勘查分会、国土资源部咨询中心、国土资源部信息中心、中国国土资源经济研究院等提供了相关资料,在此一并表示感谢!

目 录

前 言

第一章 矿床发现史（过程）及其规律·····	(1)
第一节 矿床发现的一般规律·····	(2)
第二节 国外矿床发现的一般特点及其对我国矿产 勘查业的启示与建议 ·····	(55)
第二章 矿产勘查组织 ·····	(69)
第一节 国家地质调查机构 ·····	(69)
第二节 勘探公司 ·····	(79)
第三节 地质勘查资料管理 ·····	(83)
第三章 矿产勘查程序 ·····	(86)
第一节 矿产勘查阶段的划分 ·····	(86)
第二节 矿床开发可行性评价的阶段划分·····	(103)
第三节 勘查预算实例·····	(105)
第四节 不同经济体制下勘查过程的对比·····	(112)
第四章 探矿权采矿权制度与勘查协议·····	(113)
第一节 探矿权采矿权流转制度·····	(113)
第二节 探矿权采矿权管理制度·····	(117)
第三节 勘探协议类型及主要内容·····	(120)
第四节 探矿权采矿权协议案例·····	(123)
第五章 矿业融资·····	(137)
第一节 矿业融资发展史·····	(137)
第二节 矿业融资渠道·····	(140)
第三节 国际矿业资本市场·····	(142)
第四节 不同勘查阶段融资方式·····	(147)

第五节	证券公司对矿业公司上市的要求	(154)
第六节	融资案例	(157)
第六章	勘查技术及应用	(172)
第一节	勘查技术新进展	(172)
第二节	重点勘查领域及技术应用	(188)
第三节	各种勘查技术的选择及综合应用	(200)
第七章	固体矿产勘查政策	(212)
第一节	固体矿产勘查体制及机制概况	(212)
第二节	固体矿产勘查产业政策	(218)
第三节	经验与启示	(224)
第四节	矿产勘查政策案例	(226)
附 件		
附件一	70 个典型矿床发现史统计表	(231)
附件二	加拿大矿业税收政策概述及对中国的启示	(246)
附件三	赴英国和法国地质调查局考察报告 (节选)	(265)
附件四	赴俄罗斯考察报告	(286)
主要参考文献		(300)

第一章 矿床发现史(过程)及其规律

每一个矿床的发现都蕴涵着一定的必然性与偶然性, 或者以一个早已存在的矿藏露头为线索而深入展开, 或者通过文献资料的二次开发重新发现, 或者通过多种技术系统勘探而逐渐发现, 等等。通过对国外典型矿床发现史的研究, 总结出国外矿床发现的一般规律, 将给我国的矿产勘查业以启示与借鉴。

为此, 我们选择性地对国外 70 个典型矿床的勘查发现过程进行了统计、分析研究。其中, 在国别上涉及澳大利亚、加拿大、美国、智利、爱尔兰等 27 个国家; 包括金、银、铜、铁、铀等 26 个不同类型矿种; 中文资料 60 份, 英文资料 10 份。这些矿床发现的时间大都集中在 1950~2000 年(详见表 1-1)。

表 1-1 70 个典型矿床国别、矿种与发现时间

序号	矿床所在国		矿床种类		矿床发现时间	
	国家	数量	矿种	数量	发现时间	数量
1	澳大利亚	17	金	11	1900 年以前	1
2	加拿大	11	铀	5	20 世纪头 10 年	1
3	美国	11	油气	6	1910~1919 年	0
4	爱尔兰	3	硫化物	5	20 世纪 20 年代	0
5	原苏联	3	铅锌银	5	20 世纪 30 年代	0
6	南非	2	多金属	5	20 世纪 40 年代	0
7	智利	2	铜	4	20 世纪 50 年代	2
8	乌克兰	1	金铜	3	20 世纪 60 年代	6
9	奥地利	1	铅锌	3	20 世纪 70 年代	22
10	葡萄牙	1	金刚石	3	20 世纪 80 年代	18

续表

序号	矿床所在国		矿床种类		矿床发现时间	
	国家	数量	矿种	数量	发现时间	数量
11	多米尼加	1	铁	3	20 世纪 90 年代	18
12	马里	1	钾盐	2	21 世纪初	2
13	博茨瓦纳	1	铜镍	2		
14	毛里塔尼亚	1	白钨	1		
15	泰国	1	锌	1		
16	印度	1	汞	1		
17	格陵兰	1	金银	1		
18	印度尼西亚	1	金铂	1		
19	委内瑞拉	1	钼	1		
20	芬兰	1	铂钯	1		
21	巴基斯坦	1	锰	1		
22	菲律宾	1	铬铁	1		
23	玻利维亚	1	稀土	1		
24	巴拿马	1	硼	1		
25	利比亚	1	煤	1		
26	英国	1	铜铀	1		
27	墨西哥	1				

第一节 矿床发现的一般规律

对 70 个矿床发现史资料进行研究分析, 首先按照矿床名称、发现时间、地点、勘查组织、勘查程序、主要技术方法、发现规律点评以及其他等统计项目, 对样本进行了分析和摘要统计, 得出了一些初步规律; 然后, 在初步研究基础上, 为了显化规律, 进行了重新分类统计。统计内容包括: 前期工作基础、勘查技术应用、找矿区域、资料再开发、勘查程序、勘查组织等 6 个方面(统计结果见表 1-2)。由此, 我们可以总结概括出国外矿床发现的一般规律。

表 1-2 发现史典型实例数据统计结果表

序号	项目	实例个数/个	比例/%
1	前期工作	前期勘探	33
		政府基础	9
		露头异常	9
		理论研究	4
		无	7
		总计	62
2	技术应用	单一技术	24
		综合技术	46
		总计	70
3	找矿区域	老矿	16
		成矿带	13
		新区	41
		总计	70
4	资料再开发	有	19
		无	51
		总计	70
5	勘探程序	两个阶段	29
		三个阶段	22
		四个阶段	9
		阶段反复	10
		总计	70
6	勘查组织	个人与公司	5
		政府	8
		政府与公司	4
		单个公司	24
		公司联合	16
		总计	57

一、前期工作基础

在收集的 70 个典型矿床中，大部分矿床（62 个，占总数的 88.6%）的发现都有前期基础。前期基础包括：前期勘探（存在古代采矿遗迹、老矿附近或以前有过勘探活动）33 个，占 53%；

政府地调机构做好了基础勘查工作或直接参与找矿的有 9 个, 占 14.5%; 已经存在各种矿藏露头或异常点的有 9 个, 占 14.5%; 存在先期理论研究、预测等的有 6 个, 占 7%。而通过勘探组织自身努力, 系统勘查, 从新区、完全没有任何勘探线索的地区找矿的只有 7 个 (占总数的 10%), 如图 1-1 所示。

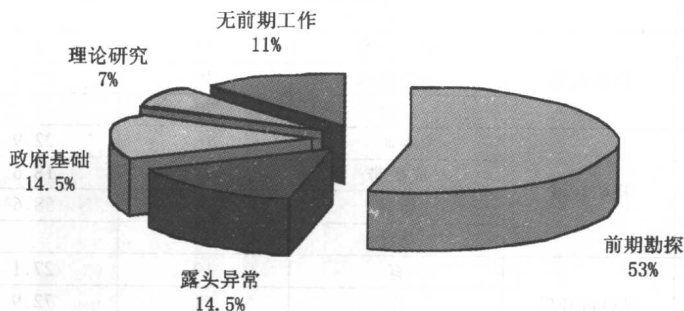


图 1-1 国外典型矿床发现前期工作

勘查前期的踏勘、普查等工作, 需要由比较众多的人员、队伍, 在比较广泛的范围里进行探索, 而其费用则相对来说是很小的。这些队伍进行的前期工作的结果, 加上非专业的群众报矿等的配合, 可以发现大量的矿化显示、有关异常、矿点或者矿床, 这是进一步勘查和矿产开发的必需的基础。

有些矿床在古代就存在采矿的遗迹, 历史上也可能断断续续地开采过。在这些矿的外围或深部继续勘探, 常常会有新的发现。如加拿大巴肯斯矿床的发现, 20 世纪初, 英纽开发公司就在纽芬兰岛中部未经矿产勘查的地区找矿。1905 年, 该公司雇佣的土著印第安人马蒂·米切尔在沿河溪找矿时, 于巴肯斯河西岸发现了两处铜铅锌矿化露头。这就是查明的“砾岩”矿体和“主”矿体 (后合称老巴肯斯矿体)。1926 年, 也正是在这两个

矿体外围紧邻地段在 80 天内应用电法测量一举发现两个埋藏浅而富的大矿体。

回顾矿产勘查的历史，追根溯源，最初的找矿活动始发于信息，而不是理论。在“找矿人”和“传统”找矿阶段发现的巨型、超巨型矿床数量占已知矿床的一半，这些阶段的找矿成本最低，而经济效益最大。那时的勘查主要依据的是最直接的、最可靠的信息——矿化露头。尽管对这种信息的寻找和判断不乏有理性认识的指导，但作为矿床发现依据本身，仍然属于信息范畴。就是到了现代矿产勘查阶段，地表露头或人工露头仍然成为矿产勘查的关键证据。例如，1990 年美国纽蒙特公司在印尼发现的巴图希贾乌金矿，在开展区域化探取样中，找矿人在河流上发现了具有浸染状矿化的漂砾，对该矿点的评价提供了重要证据。时至今日，矿化露头这种最直接的找矿信息仍未失去勘查意义。

国外的一些政府地调机构十分注重为矿业公司做一些基础的地质调查工作，或者直接帮助矿业公司找矿。如马里莫里拉大型金矿床发现的基础就在于 1986 年至 1987 年，由比利时政府出资对马里西部马西吉 1/4 图幅进行地质填图和矿产勘查，进行了区域土壤地球化学测量，覆盖面积 12100km^2 ，取样密度为 $0.5\text{个}/\text{km}^2$ ，分析 15 个元素， 200×10^{-9} 金为阈值，结果发现了若干金异常。有些矿床在古代就存在采矿的遗迹，历史上也可能断断续续地开采过。在这些矿的外围或深部继续勘探，常常会有新的发现。如加拿大巴肯斯矿床的发现，20 世纪初，英纽开发公司就在纽芬兰岛中部未经矿产勘查的地区找矿。1905 年，该公司雇佣的土著印第安人马蒂·米切尔在沿河溪找矿时，于巴肯斯河西岸发现了两处铜铅锌矿化露头，这就是查明的“砾岩”矿体和“主”矿体（后合称老巴肯斯矿体）。1926 年，也正是在这两个矿体外围紧邻地段在 80 天内应用电法测量一举发现两个埋藏浅而富的大矿体。

【实例】美国卡林金矿床

卡林金矿床位于美国内华达州中北部尤里卡县北部塔斯卡罗拉山区，是美国最大的浸染交代型金矿。

内华达州北部，虽然早在 19 世纪 70 年代就有人做过零星的地质工作，并曾在一些构造窗内开采过金、银、铅和锌等，但由于该类金矿床为微细浸染型，金颗粒呈显微和亚显微级浸染在硅化的碳酸盐类岩石中，故用淘砂法很难奏效，加之矿化露头与围岩不易区分，所以长期未能发现这类金矿。

导致发现卡林金矿的勘查活动仅始于 20 世纪 60 年代。1961 年纽蒙特公司制订了勘查计划并决定在林恩构造窗首先开始工作。先后进行了地质填图、槽探和采样以及地球化学填图等。特别是通过大量化探取样和分析，发现砷、汞、锑与金伴生，是该区找金的指示元素组合。根据化探圈定了异常区，并于 1962 年进行钻探验证，结果第三钻就打到了 80 英尺厚、品位 34 克/吨的矿体，宣告了卡林金矿的发现。

【实例】爱尔兰纳凡铅锌矿的发现^①

从 1962 年起，塔拉公司就在爱尔兰进行矿产勘查。1970 年该公司地质人员看到了一个农业单位关于河水中和饮用水中的金属含量的报告。该报告指出纳凡附近水中金属含量很高。于是该公司就派地质人员到纳凡踏勘。他们在为架设穿越该区的输电线而挖掘的电线杆基坑中发现了矿化灰岩，接着发现了矿化灰岩（下石炭统）的露头。勘查人员进行了化探和激发极化测量，结果表明有位置重叠的异常。1970 年 10 月底开始金刚石钻进，第一孔就见矿，在 90 余 m 深处见到 12m 厚的矿体，其铅加锌品位为 9%。到 1977 年时，整个矿床已查明储量 8290 万吨，平均品位为锌 9.89%，铅 2.1%，即有锌储量 820 万吨，铅储量 174 万

① 地质科技动态，1980 年第 16 期

吨。1977年中矿山投产。

【实例】巴拿马塞罗科罗拉多斑岩铜矿^①

一名曾在智利等地工作过的地质人员 1970 年在巴拿马沿科罗拉多河追索基岩时,发现了多种斑岩和散布在围岩中含次生铜矿物的细脉。在河流中还发现了大量的铁的氧化物以及自然铜。于是便在有含铜细脉的基岩出露的河床上布钻。最初布置的 70 个浅钻,虽然大多数都见到了铜矿化的显示,但尚未见到具有工业品位的矿段。1971 年 5 月打了一个深 450m 左右的钻孔,其岩心含铜 0.68%。同年打的另一深孔岩心含铜 0.55%。塞罗科罗拉多矿床终告发现。1973 年报道的够工业品位的矿石储量有 20 亿吨。

【实例】区域化探发现异常,经反复勘査找到马里莫里拉大型金矿床

马里西部的莫里拉金矿床位于首都巴马科东南约 180km,矿床产于前寒武纪绿岩带中。矿体产在角岩化的沉积岩中,主要为硫化矿,有少量氧化矿和过渡型矿石。矿体呈靴状,这种矿床模型在此绿岩带中是不典型的,矿床现有可露采储量 2817 万吨,金平均品位 5.82 克/吨,即含金 164 吨,剥采比约为 3.3:1,另有资源 3348 万吨,金平均品位 5.51 克/吨(以 1.3 克/吨为边界品位),即含金 184.5 吨。矿床总计有金 348.5 吨,目前价值近 30 亿美元。1999 年夏季开始建矿,2000 年 11 月开始生产,并于 2001 年 2 月 15 日举行正式投产典礼,预计平均年产量 15.5 吨,露采坑寿命 9 年。

1986 年至 1987 年,由比利时政府出资对马里西部马西吉 1/4 图幅进行地质填图和矿产勘查。进行了区域土壤地球化学测量,覆盖面积 12100km²,取样密度为 0.5 个/km²,分析 15 个元

① 地质科技动态,1980 年第 16 期

素, 200×10^{-9} 金为阈值, 结果发现了若干金异常。莫里拉是在此项调查时由 3 个样品超阈值 (最高达 450×10^{-9}) 而探测到的。有 7 个样品超过 20×10^{-9} 。莫里拉就被选作进行更详细的调查区。异常区无露头, 但有若干红土残余地高出周围地面达 10m。第一阶段以 $1000 \times 200\text{m}$ 网度进行地化探取样分析。这项中间调查得出 5 个样品金 $> 50 \times 10^{-9}$ 。接着进行详细跟踪调查, 取样网度为 $400 \times 200\text{m}$, 后加密至 $200 \times 100\text{m}$ (覆盖 16km^2), 共分析了 4371 个样品。金异常由 200×10^{-9} 等值线圈定, 其中有几个样品金值 $> 2 \times 10^{-6}$, 这些样品均位于铁质岩麓, 其景观及金含量与马里南部的夏马矿床区相似。但是莫里拉无老窿, 这在马里是不寻常的。挖了 10 个浅井, 淘金试测结果表明其中 2 个井有可见金粒, 马西吉项目约花费 150 万美元。

1989 年 BHP-Utah 公司获得该区勘果许可, 但地质人员大概由于受关于马里该区域内金矿床典型情况的误导, 根本未能了解莫里拉矿床的真实模型, 钻探漏掉了大部分矿化, 最后还不相信该地会有金矿远景。后兰德资源公司收购此矿地, 才使此矿地受到注意。经勘查正式查明了此矿床, 且金资源不断扩大。最初是槽探发现 200 多 m 品位几乎为 9 克/吨的金, 接着钻探打到高品位矿石。矿山在首次发现有远景经济价值后 3 年就建成。

【实例】在当地矿工发现和开采的基础上进一步阐明的委内瑞拉拉斯克里斯蒂纳斯大型金矿床^①

拉斯克里斯蒂纳斯金矿床位于委内瑞拉东部国界附近的“88km”金矿区, 在“88km”处西北约 5~6.5km 的地方。该区属圭亚那地盾的一部分, 位于历史上有名采矿中心多腊多的南面。其黄金生产史可上溯至世纪之交, 原是开采脉金的小矿, 长期以来并未引起很多注意。该区采金工作一直到 20 世纪 70 年代

① 地质科技动态, 1994 年第 10 期

初都处于相对休眠状态。

拉斯克里斯蒂纳斯矿床的发现是当地矿工系统执著地对重要水系进行淘沙找金的结果。该矿床由高度风化的含金的红土和腐岩及下伏典型的元古宙绿岩带原生金矿组成。后者与蚀变斑岩、剪切带及石英脉系有关。在 20 世纪 70 年代, 这些矿工群集至拉斯克里斯蒂纳斯开始开采富金的红土层, 目前这种红土矿几乎没有遗留了。这种矿石总的估计平均品位为 6~8 克/吨, 某些地区高达 10~15 克/吨。

二、技术应用

在各种矿床的发现中, 综合技术的应用起了十分关键的作用。统计 70 个典型矿床的技术应用情况发现, 仅靠单一技术或主要以一种技术进行勘探找矿的有 24 个, 占 34.3%; 采用几种技术综合找矿的有 46 个, 占 65.7%。随着找矿难度的增大, 尤其是在寻找隐伏矿、深部矿藏中, 更是需要各种技术的综合应用。从许多矿床的发现, 尤其是 20 世纪 70 年代以来, 大部分矿床是在综合运用地质、物探、化探、遥感和钻探等方法发现的, 包括常规的地质测量, 各种比例尺的地质填图和成矿预测, 尤其是富有想象力的系统地质填图和大量野外地质观察仍是找矿的极重要手段。化探方法在找金上起很大作用, 井中物探在找盲矿上起重要作用, 当然计算机在各种方法中的应用大大提高了效率。

美国斯提耳沃特铂钯矿床是地质与物化探综合找矿发现; 重砂法紧密配合航空物探和钻探方法, 发现博茨瓦纳大型金刚石原生床; 系统地质填图和地面物探相结合发现加拿大拉布拉多铁矿带; 爱尔兰加尔莫伊多金属矿床运用综合物探方法(用电阻法和重力测量结果建立基岩模型, 然后用激发极化法检查重力异常)勘探; 采用化探和地表传统找矿方法的系统勘查, 导致发现印尼巴都希贾乌近岛弧世界级斑岩铜金矿。加拿大米利根山斑岩金铜