

涂光炽 刘秉光 王秀璋 编著

金 矿

—— 人类最早认识和利用的矿产



清华大学出版社
暨南大学出版社

华北水利水电学院图书馆



208243426

P618.51

T900



院士普系

涂光炽 刘秉光 王秀璋 编著

金 矿



人类最早认识和利用的矿产

10



清华大学出版社



暨南大学出版社

824342

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

金矿——人类最早认识和利用的矿产/涂光炽,刘秉光,王秀璋等著. —北京:清华大学出版社;广州:暨南大学出版社. 2002

(院士科普书系/路甬祥主编)

ISBN 7-302-05587-4

I. 金… II. ①涂…②刘…③王… III. 金矿床—普及读物
IV. P618.51-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 041127 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

责任编辑: 宋成斌

印 刷 者: 北京四季青印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 **印 张:** 5.875 **字 数:** 110 千字

版 次: 2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05587-4/G·278

印 数: 0001~5000

定 价: 12.00 元

前 言

金属矿床多种多样,习惯上大致分为黑色金属矿床、稀有金属矿床和贵金属矿床等;金矿床属贵金属矿床。金有许多用途,其中一些用途是其他金属所不能代替的。但金矿并不是储量大、用量广的,像铁矿、铜矿那样的矿种。那为什么不写铁矿、铜矿,而写金矿呢?其中原因是应向读者交代的。

原因之一,正如马克思所说的,因为“金实际上是人所发现的第一种金属”(《马克思、恩格斯全集》第13卷,146页,人民出版社,1965)。因此,人类认识金的历史最为悠久,并一直予以高度的重视,所以本书也题为《金矿——人类最早认识和利用的矿产》。

原因之二,也正如辛格(Singer,1995)所说的,金矿是所有金属与非金属矿产中唯一被人类做过产量历史追踪的矿种。这足以显示金的“身份”的高贵。另外,无论在全球范围,或从一个国家来看,金矿事业的兴衰、采金地点的迁移,金价的起伏,都关系人类的经济命运,在人类历史长河中称得上是沧桑巨变。可以毫不夸张地说,金矿的历史和现状充满了传奇色彩。

原因之三,是金本身兼具稳定和不安定两种性质。长期以来,人们一直以“稳定”二字概括黄金的性质。诚然,若不

是因为它十分稳定,它便不可能成为硬通货,也不会成为佩戴装饰的首选。但在另一方面,金又具有不稳定的性质;这种一定程度的不稳定性,在长期而又复杂的地质作用中常常可以窥见。

原因之四,是我国金矿找矿事业的重大成就,包括矿床类型的突破,新的生产基地的建设等,主要发生于 20 世纪 70 年代中期之后。当时,周总理曾委托王震同志抓一下黄金。之后,许多部门和单位投入了对金矿的找矿、开发和科研并取得了重要进展。在近 20 年出版的地质期刊及专著中,金矿有着十分显著的位置。无疑,广大读者是渴望知道这些新成果的。

以上四条,就是我们写金矿而不写其他矿种的原因。

本书以较多的篇幅阐述中国的主要金矿类型和各类型的地质背景、控矿因素、物质组成、形成机制等方面的特点及找矿标志。读者从中可以得到中国金矿地质和地球化学的基础知识。另一部分内容则涉及中国金矿的历史沿革、时空分布、沧桑巨变,以及立足于中国实际的找矿指导思想讨论与金矿开发利用有关的若干问题等。

本书的框架、设计、思路、写法是笔者作出的。全书的写作由小集体完成,其中笔者负责前言、砂金矿床、陆相火山岩型金矿床、沧桑巨变话金矿、我国金矿找矿、开发中一些问题的讨论等章节的写作;刘秉光负责历史沿革、伴生金、绿岩带型金矿、中国金矿时空分布等章节和小词典(附录 1)的写作;王秀璋负责绪论、变质碎屑岩型金矿床、侵入体内外接触带型金矿床、金矿形成机制讨论等章节的写作;沉积岩型金矿

床一节,则是由胡瑞忠、苏文超编写的。

尽管本书是科普读物,但也免不了出现一些专业名词、概念等。写金矿离不开地质背景,包括绵延达 38 亿年的地质时代;这些地质时代的名称本身也是地质名词。为便于读者对这些专业名词概念的理解,书后附有名词解释和地质时代小词典。

最后还要说明一点。本书除传播有关金矿床知识之外,也包含作者对我国黄金寻找与开发工作的若干剖析、见解与展望。欢迎读者参与对这些问题的讨论。

撰写过程中,我们参考引用了诸多学者的著作和文献资料,限于本书篇幅,不能一一列出,特在此表示感谢。

涂光炽

2000 年 10 月

目 录

绪论	XVII
1 岩金矿床	1
1.1 绿岩带型金矿床	1
1.2 变质细碎屑岩型金矿床	15
1.3 卡林(沉积岩)型金矿床	39
1.4 陆相火山岩型金矿床	51
1.5 侵入体内外接触带型金矿床	55
2 砂金矿床	66
3 伴生金矿床	71
3.1 什么是伴生金矿	71
3.2 伴生金矿的主要类型	72
3.3 伴生金与主元素的关系	78
3.4 伴生金矿在中国金矿中的地位	80
3.5 伴生金矿前景分析	81
4 中国金矿床时空分布规律	82
4.1 中国金矿床形成时代	82

4.2	中国金矿床空间分布规律	86
5	金矿形成机制讨论	93
5.1	成矿物质来源及流体来源	93
5.2	成矿物质活化、迁移、定位及富集	102
5.3	构造活化与金矿形成	104
5.4	成矿作用和成矿模式	110
6	中国金矿寻找、开发利用的历史	114
6.1	中国人认识黄金的悠久历史	114
6.2	中国历代黄金开发和生产利用情况	116
6.3	中国历代黄金产地	119
7	沧桑巨变话金矿	126
8	关于我国金矿开发利用中一些问题的讨论 ...	131
8.1	有关金矿找矿问题的讨论	131
8.2	为何我国已知超大型金矿很少	137
8.3	我国金矿开发利用若干问题的讨论	139
	参考文献	142
	附录 A 小词典	144
	附录 B 中国地层时代表	147

1

岩金矿床

1.1 绿岩带型金矿床

绿岩带的概念

为了说明绿岩带金矿,还得先介绍绿岩带。绿岩带指地球上最古老的绿色片岩体,它们的生成时代主要在太古宙,即在 25 亿年前。岩石由靠近下部的超镁铁质和镁铁质火山岩,中部的中性和酸性的安山岩、长英质岩,以及上部的沉积碎屑岩、碳酸盐岩等组成。除此之外,还有花岗质岩浆岩和富碱质(钾、钠)岩浆岩。绿岩带有时也叫做花岗岩-绿岩地体。这种岩石一般变

绿岩带指地球上最古老的绿色片岩体,它们的生成时代主要在太古宙,即在 25 亿年前。

质不太深,在变质岩石学中称为绿片岩相。中国的绿岩变质一般较国外的为深。

绿岩带在地球上分布广泛,但也不是到处都有。主要分布在克拉通地区,如西澳大利亚的耶尔冈绿岩带及皮尔巴拉绿岩带,加拿大的阿比提比及瓦瓦绿岩带,巴西的拉波苏绿岩带,印度的科拉尔绿岩带,以及南非的巴布拉通绿岩带等。这些绿岩带都含有金矿。中国的绿岩带也比较发育,主要分布在华北克拉通,华南少有分布。中国绿岩带的规模比国外的小,一般为几十平方公里至几百平方公里,很少有达到数千平方公里的。中国绿岩带的形成时代大致分四期(沈保丰等,1996),即中太古代(29 亿~33 亿年前)、新太古代早期(27 亿~29 亿年前)、新太古代晚期(25 亿~27 亿年前)和古元古代(18 亿~25 亿年前)。其中新太古代早期绿岩带最发育。

绿岩带主要发育在大陆的某些构造上,如由于拉张造成的裂谷带、活动大陆边缘裂谷带和板块构造作用产生的岛弧、海沟和弧后盆地。

绿岩带的岩石组合也不一样,有超镁铁质岩-镁铁质火山岩、沉积岩和花岗质岩石组合;条带状铁建造、长英质火山岩、沉积岩和花岗质岩石组合。在中国,这两种岩石组合的含金性有明显的地域性。此外,中国绿岩带中太古代花岗质岩体占有相当大的面积。中国绿岩带除了太古宙的花岗质岩体之外,还有大量后期的重熔型花岗质岩体,它们的时代多是燕山期、海西期。这些晚期花岗岩活动,对金矿的形成有着很重要的作用,这也是中国绿岩带型金矿的特点。

中国绿岩带主要分布在华北克拉通的周边地区。

中国绿岩带

中国绿岩带主要分布在华北克拉通的周边地区,如东部的胶东绿岩带、鲁西绿岩带,南部的小秦岭绿岩带、登封绿岩带、舞阳绿岩带,北边的辽西、鞍山、清源、夹皮沟绿岩带,中部的五台山绿岩带等。

中国各绿岩带存在较大差异,这表现在含金性方面。华北克拉通边缘的绿岩带往往形成大型金矿,如金厂峪金矿、小秦岭金矿、夹皮沟金矿、辽西和张宣地区金矿。靠近克拉通内部的绿岩带目前已知产金还不太多。富金绿岩带中,一般中生代花岗岩比较发育,有的绿岩在花岗岩中只是残留体,绿岩混合岩化比较强烈,也就是说绿岩形成后的岩浆多期次的活动,使绿岩混合岩化,这对金矿的形成可能是有利的。中国绿岩带变质程度一般较国外绿岩深。富金绿岩带原岩以镁铁质岩和超镁铁质岩为多,变质成角闪岩、辉石岩和斜长角闪岩后,含金丰度值高;贫金绿岩带常常是基性、中酸性火山岩及沉积岩,变质成斜长角闪岩、黑云母变粒岩。富金绿岩带中,往往伴随着韧性剪切带,是重要的控矿构造。

现在分别介绍几个有代表性的绿岩带。

1. 胶东绿岩带

分布在胶东半岛,绿岩带主体走向为北东及北北东向。其地层序列,从老到新是太古宙*胶东群,形成年代为 28.58

* 宙、代、世、纪表示地质时代,相应的宇、界、统、系、群表示某时间内的地层岩石。

中国绿岩带变质程度一般较国外绿岩深。

亿年前；下古元古界荆山群，由蛇纹石化超镁铁岩、大理岩及片岩组成，形成年代为 23.13 亿~20.33 亿年前；中下元古界粉子山群，为石英岩、石英砂岩、大理岩、黑云母片岩组成，形成年代为 16.74 亿~23.81 亿年前；上元古界蓬莱群由大理岩、石英岩、板岩组成。侵入岩包括太古-元古宙英云闪长岩类，以及中生代绿岩深熔重熔的花岗岩类。

2. 小秦岭绿岩带

呈东西向分布，南北两侧以深大断裂为界。绿岩带地层属太华群，形成年代早于 25 亿年前。岩性为黑云斜长片麻岩及角闪斜长片麻岩。岩体属奥长花岗岩及英云闪长岩。花岗质岩石占据大面积。除此之外，还有燕山期花岗岩出露，它对成矿至关重要。

3. 夹皮沟绿岩带

位于吉林桦甸市东南，呈长带状分布，走向北西向。绿岩带地层属夹皮沟群，形成年代为 25 亿~27.8 亿年前。岩石有斜长角闪岩、太古宙奥长花岗岩、英云闪长岩和花岗闪长岩。夹皮沟群老牛沟组的含铁建造，产在斜长角闪岩中，磁铁石英岩和金矿关系密切。另有燕山期花岗岩侵入。

4. 辽西绿岩带

主要分布在建平县至阜新市，呈北东东向，绵延近二百里。绿岩带所在地层称建平群小塔子沟组，由石英长石片麻岩、黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩组成。辽西绿岩带含铁建造中条带状磁铁石英岩分布广泛，在大庙、东三家子、东五家子金矿均可见到。另有少量花岗闪长岩侵入。绿岩形成年代为 25 亿年前。

绿岩带型金矿指以绿岩为围岩的金矿床。

5. 五台山绿岩带

分布在五台山地区,呈北东东方向延伸。绿岩带为五台群中的火山沉积岩系,属中-低变质岩相。石嘴亚群的金刚库组为含铁建造,可见磁铁石英岩层。花岗质岩石有英云闪长岩-奥长花岗岩及花岗闪长岩。形成年代为 25.99 亿~26.07 亿年前。

在华北克拉通不少绿岩带都发育有铁建造。

6. 扬子克拉通西缘、西南缘绿岩带

在扬子克拉通西缘及西南缘也分布着绿岩带,但研究程度较低。这里只介绍分布在该克拉通西缘的康定绿岩带。该带位于康滇地轴北段,康定市南北均有分布,绵延百余公里。岩石组合有混合岩、斜长角闪岩、花岗闪长混合片麻岩、角闪石岩、变辉绿岩脉、长英岩脉,称做康定杂岩;时代为新太古代至元古宙。另有晋宁期中酸性岩浆岩。目前已发现的金矿有黄金坪金矿、偏岩子金矿等。

另在扬子克拉通西南缘云南省境内可定为绿岩带的应当还有大猛龙群、澜沧群变质火山岩,以及含铁建造,时代属元古宙。

中国绿岩带型金矿床

绿岩带型金矿指以绿岩为围岩的金矿床。这类矿床在我国金矿床中占有重要位置,多处大型金矿属于绿岩带型,形成了金矿密集区,如冀东区、夹皮沟区和秦岭区、辽西区和清源区等。

金厂峪金矿床, 矿区构造属断裂系统, 共有 7 条主断裂, 走向为北北东向和南北向。

按中国已知绿岩带型金矿围岩的性质和矿石矿物的特征, 可将绿岩带型金矿分为三个亚类, 即绿岩带含金石英脉亚类金矿床、破碎蚀变岩亚类金矿床、含铁建造绿岩带亚类金矿床。

1. 绿岩带含金石英脉亚类金矿床

矿体产于由绿岩和相伴的太古宙花岗质岩石所形成的断裂带中。它形成于韧-脆性剪切带系统, 构成一个序列, 即从断层带到糜棱岩带、构造碎裂岩带。矿体受剪切带直接控制, 且以石英脉形式出现。有的以石英脉群产出, 脉两侧及深部会伴生蚀变岩型矿体。有的单体石英脉式矿床规模较大, 可成为大型金矿。现以金厂峪金矿为例介绍如下:

1) 金厂峪金矿床

位于华北克拉通北缘, 燕辽褶皱带南部冀东隆起区。矿区出露地层属太古界迁西群(35 亿~32 亿年前)三屯营组和八道河群王厂组, 其主要岩性自下而上为: (1) 辉石麻粒岩、辉石斜长片麻岩组合; (2) 磁铁石英麻粒岩、变粒岩、斜长麻粒岩组合; (3) 混合岩化斜长角闪片麻岩、角闪斜长片麻岩组合; (4) 斜长角闪片麻岩夹斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩组合; (5) 斜长片麻岩、花岗片麻岩、变粒岩组合。(3)(4) 岩石组合为金矿体围岩, 原岩成分是基性、中酸性火山岩夹碎屑岩和部分基性侵入岩。

矿区构造属断裂系统, 共有 7 条主断裂, 走向为北北东向和南北向。矿区东部边界断裂规模大, 近南北走向; 其余 6 条断裂大致平行, 呈北北东向, 在北端被剪切带截割, 属褶皱构造。近几年来, 经中科院地质所蔡新平等研究证实, 矿区

金厂峪矿,矿体一般长 50~150 m,最长者 890 m,厚度 1~6 m,最厚 40 m。金品位比较稳定,一般 10~12 g/t。

存在四个序次的褶皱构造,第一级复式向斜构造,控制矿带的分布;第二级背、向斜构造,控制矿脉带的分布;第三级褶皱构造同生次级构造和被改造的早期褶皱构造,是褶皱内的赋矿构造;第四级被改造的太古代变质变形块体内小褶皱和剪切断裂组,控制细脉浸染状矿体。

矿区岩浆岩。以各种脉岩为主,计有变辉石岩、辉绿岩脉、闪斜煌斑岩、闪长玢岩、安山岩、花岗斑岩、细晶岩等。

矿区外围广泛发育印支期-燕山期花岗岩、二长花岗岩、碱性花岗岩、闪长岩、石英闪长岩等。

矿床。金厂峪金矿共分 3 个矿段,北部为黑石峪,中间为金厂峪,南为桑家峪。这里只介绍金厂峪矿段。金厂峪矿段的矿体围岩,是八道河群王厂组绿岩。矿段包括 7 个矿脉带,它们的产状规模列于表 1.1 中。

矿体分布在各矿脉带中,共计有 32 个。矿体随着所在构造位置而发生变化,产状往往是上部陡,下部变缓。沿矿体走向、倾斜常有分支、复合、膨大、缩小;多个矿体呈雁行排列。矿体一般长 50~150 m,最长者 890 m,厚度 1~6 m,最厚 40 m。金品位比较稳定,一般 10~12 g/t,贫者 4.5~5.7 g/t。矿体特征,以 II 号矿脉带 2、3 号矿体为例。2 号矿体是金厂峪较好矿体之一,由多个小矿体组成。矿体走向北东 35°,倾向东,倾角 70°~80°,长 215 m,厚 2~6 m,延深 60 m,平均金品位 10.31 g/t;3 号矿体,走向南北,倾向东,倾角 61°,矿体长 100 m,厚 3~6 m,最厚 16 m,延深 150 m,平均金品位 11.58 g/t。

金厂峪矿7个矿脉带产状规模要素列表。

表 1.1 脉带产状规模要素

脉带	走向	倾向	倾角/(°)	长度/m	宽度/m	延深/m	特 征
I号	北东	北西	40~60	600	10~25	180~250	
II号	北东	南东及北西	65~80	750 800	几十~150	370 500	深部出现脉带
III号	北东	南东	60	1050	20~100	600	深部变化较大
IV号	北东	北西~南东	陡	700	10~54	350	深部可能与III号脉靠近
V号	北东	北西	陡	分布广	17~100	400	深部可与III、IV脉合并
VI号	北北东						是新发现矿脉带
0号	北东	北西	50~65	100		30~50	含小矿体

* 资料来源:蔡新平等,1995。

金以不规则状态赋存在黄铁矿的裂隙中、晶粒间,很少量生在石英中;金的颗粒一般为 $0.02\sim 0.05\text{ mm}$ 。

矿石矿物有黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、斑铜矿、辉银矿,金矿物是自然金、银金矿、金银矿、碲金矿。

金以不规则状态赋存在黄铁矿的裂隙中、晶粒间,很少量生在石英中;金的颗粒一般为 $0.02\sim 0.05\text{ mm}$ 。

矿床主成矿时代为印支期或燕山期。

2) 小秦岭文峪金矿床

该矿床位于小秦岭,矿区出露地层是太古代下亚组太华群间家峪组,主要岩石为混合岩、斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩,分布在老雅岔背斜轴部。在宽度 $800\sim 1000\text{ m}$ 范围内为金矿主要产区。矿区南部还有石英脉、伟晶岩脉。

区内岩浆岩以脉岩为主,计有辉绿岩脉、花岗斑岩脉、正长斑岩脉、伟晶岩脉等。

老雅岔背斜位于矿区北部,背斜轴走向近东西,西头走向 270° ,东部走向 300° 。北翼向北倾斜,倾角 $30^\circ\sim 60^\circ$,南翼倾向南,倾角 $50^\circ\sim 70^\circ$ 。背斜控制着金矿脉产状。

区内断裂有三组。

东西向断裂,走向为 $270^\circ\sim 310^\circ$,产于背斜轴部。走向常随背斜轴变化而变化,多数向南倾斜,倾角 $40^\circ\sim 55^\circ$ 。常为大型石英脉充填。脉带延长数千米,是主要控矿断裂。

北北东走向断裂,倾向北西,属张剪性断裂组。

北北西走向断裂,倾向南西,也为张剪性断裂组。

后两组均为共轭断裂。一般规模较小,多为辉绿岩脉充填,也可控制石英脉。

在文峪金矿床共发现矿脉 70 余条,各长几百米至千米,最大者长度大于 1000 m ,但以百余米者为多。矿脉产于背斜