

谨将此书献给第三十届国际地质大会



009

中国伴生金矿床

丁俊华 许文渊 吴厚泽 著



地质出版社

中国伴生金矿床

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书系统论述了中国伴生金矿床的类型划分,时—空分布规律及成矿物质来源与成矿机制,探索了扩大金资源,开展外围找矿的新途径;同时,提出了伴生金矿床的综合经济评价方法,并详细阐述了伴生金的赋存状态及工艺性质,提供了15个不同类型的典型矿床伴生金赋存状态的范例。

该书适合找矿勘探人员、矿山技术人员、地质科研工作者及地质院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国伴生金矿床/丁俊华等著。—北京:地质出版社,1996.5

ISBN 7-116-01910-3

I. 中… II. 丁… III. 金矿床—伴生矿物—中国 IV. P618.510.62

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第08324号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:叶丹

* *

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:17.75 铜版图:4页 字数:425000

1996年5月北京第一版·1996年5月北京第一次印刷

印数:1—1000册 定价:30.00元

ISBN 7-116-01910-3

P·1486

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 伴生金及伴生金矿床的涵义	1
第二节 伴生金在黄金资源中的地位	3
第二章 伴生金矿床的类型	9
第一节 概述	9
第二节 伴生金矿床的成因类型	9
第三节 伴生金矿床的工业类型	13
第四节 值得重视的一些新类型	16
第三章 伴生金矿床的成矿域、区、带	18
第一节 概述	18
第二节 伴生金矿床的成矿域、区、带	18
滨太平洋成矿域	19
古亚洲成矿域	31
特提斯—喜马拉雅成矿域	35
晋陕川黔（过渡区）成矿域	38
第三节 成矿带的主次分类	40
第四章 伴生金矿床的时—空分布规律	42
第一节 不同大地构造单元中伴生金矿床的分布特征	42
第二节 大地构造单元对伴生金矿床类型的制约作用	46
第三节 深大断裂的区域性控矿作用	48
第四节 岩浆活动的控矿作用	61
第五节 地层的控矿作用	66
第六节 伴生金矿床的成矿时代	67
第七节 伴生金矿床的时—空制约关系	70
第八节 伴生金矿床和单一金矿床的综合对比	72
第五章 伴生金矿床的赋存特征与成矿条件	78
第一节 伴生金矿床（田）的构造控矿特征	78
第二节 伴生金矿床的围岩控矿特征	79
第三节 成矿岩体的岩石化学特征	87
第四节 伴生金矿床的同位素特征	98
第五节 伴生金矿床的元素组合特征	102
第六节 伴生金矿床的矿物组合特征	110
第七节 伴生金在不同成矿期次中的矿化特征	115
第六章 伴生金的赋存状态及工艺性质	118
第一节 概述	118
第二节 矿物态金	119

第三节	分散金	122
第四节	伴生金矿床中矿物金和分散金的比例	125
第五节	伴生金矿床中自然金的成色特征	125
第六节	伴生金矿床中自然金的粒度分布特征	135
第七节	伴生金矿床中载金矿物含金性特征	142
第八节	伴生金矿床中自然金嵌布特征	150
第九节	伴生金矿床中金的配分	153
第十节	矿石中金的单体解离度测定	160
第十一节	金在矿体中的分布规律	162
第十二节	金的赋存状态和工艺矿物学研究在生产实践中的意义	170
第七章	伴生金物质来源与成矿机理	175
第一节	伴生金物质来源	175
第二节	成矿物质从岩浆中分离过程	177
第三节	金的迁移形式	178
第四节	伴生金的沉淀富集	182
第八章	伴生金矿床的四个“三位一体”成矿方式——矿床外围找金探索	191
第一节	控矿因素上的三位一体特征	191
第二节	矿床类型上的三位一体特征	195
第三节	伴生金矿化分带上的三位一体特征	200
第四节	矿种组合上的三位一体特征	202
第九章	伴生金矿床的综合经济评价	205
第一节	生产矿山各回收组分的等值转换	205
第二节	伴生金矿床的经济类型初探	212
第三节	生产矿山综合经济指标初探	215
第四节	扩大金资源开展表外矿石和含矿围岩的综合评价	218
第五节	尾矿库中尾矿的综合评价	221
第十章	典型矿床的伴生金赋存状态	223
第一节	岩浆岩型矿床	223
一、甘肃金川铜—镍矿		223
二、新疆喀拉通克铜—镍矿		224
第二节	砂卡岩型矿床	227
一、湖北大冶铜录山铜矿		227
二、安徽铜陵狮子山铜矿		232
三、安徽滁州琅琊山铜矿		236
第三节	岩浆热液型矿床	239
一、湖南水口山矿田鸭公塘铅—锌—铜矿		239
二、安徽铜陵天鹤抱蛋山硫—金矿		242
第四节	斑岩型矿床	246
江西德兴铜厂铜矿		246
第五节	陆相火山岩型矿床	249

江西银山铅—锌矿	249
第六节 海相火山岩型矿床	252
一、甘肃白银小铁山多金属矿	252
二、内蒙古四子王旗白乃庙铜矿	254
第七节 沉积改造型矿床	255
南京栖霞山铅—锌矿	255
第八节 沉积（火山）变质型矿床	256
一、湖南溆浦龙王江锑—金矿	256
二、山西篦子沟铜矿	262
第九节 铁帽型矿床	264
安徽铜陵长山头铁—金矿	264
英文摘要	268
主要参考文献	269
图版及其说明	270

Contents

Preface

Chapter 1 Introduction	1
1-1 Implications of associated gold and auriferous deposits	1
1-2 Importance of associated gold in gold resources	3
Chapter 2 Types of auriferous deposits	9
2-1 Brief introduction	9
2-2 Genetic types of auriferous deposits	9
2-3 Commercial types of auriferous deposits	13
2-4 Some new types	16
Chapter 3 Metallogenic domain, province and belt of auriferous deposits	18
3-1 Brief introduction	18
3-2 Metallogenic domain, province and belt of auriferous deposits	18
Circum-Pacific metallogenic domain	19
Paleo-Asiatic metallogenic domain	31
Tethys-Himalaya metallogenic domain	35
Metallogenic domain in transitional area of central China	38
3-3 Division of major and secondary metallogenic belts	40
Chapter 4 Time and space distribution of auriferous deposits	42
4-1 Distribution of auriferous deposits in various tectonic units	42
4-2 Controlling of tectonic units to types of auriferous deposits	46
4-3 Regional ore-controlling process by deep-seated faults	48
4-4 Ore-controlling process by magmatic activity	61
4-5 Ore-controlling process by strata	66
4-6 Metallogenic epochs of auriferous deposits	67
4-7 Time-space constraint relationships of auriferous deposits	70
4-8 Comprehensive comparison between auriferous and unitary gold deposits	72
Chapter 5 Occurrence mode and ore-forming condition of auriferous deposits	78
5-1 Ore-controlling characters of auriferous deposits (fields) by structure	78
5-2 Ore-controlling characters of auriferous deposits by host rocks	79
5-3 Petrochemistry of ore-forming intrusions	87
5-4 Isotopic characters of auriferous deposits	98
5-5 Characters of element association in auriferous deposits	102
5-6 Characters of mineral assemblage in deposits	110

1
P
I
C
E

5-7	Mineralization of associated gold in various metallogenic stages	115
Chapter 6	Existential forms and technological property of associated gold	118
6-1	Brief Introduction	118
6-2	Gold in mineral state	119
6-3	Scattered gold	122
6-4	Ratio of gold in mineral state and scattered gold in auriferous deposits ...	125
6-5	Purity of native gold in auriferous deposits	125
6-6	Grain size of native gold in auriferous deposits	135
6-7	Gold content of gold-carrying minerals in auriferous deposits	142
6-8	Characters of embedment of native gold in auriferous deposits	150
6-9	Partitioning of gold in ores	153
6-10	Measurement of dissociation degree of gold in ores	160
6-11	Distribution of gold in ores	162
6-12	Significance of studying on existential forms and technological mineralogy of gold for production	170
Chapter 7	Material sources and ore-forming mechanism of associated gold	175
7-1	Material sources of associated gold	175
7-2	Separating process of ore-forming material from magma	177
7-3	Migrating form of gold	178
7-4	Sediment and enrichment of associated gold	182
Chapter 8	Four aspects of "trinity" character in the metallogenesis of auriferous deposits—gold prospecting in the surrounding area of the deposits	191
8-1	"Trinity" character in ore-controlling factors	191
8-2	"Trinity" character in ore deposit types	195
8-3	"Trinity" character in zoning of mineralization of associated gold	200
8-4	"Trinity" character in mineral associations	202
Chapter 9	Comprehensive economic evaluation of auriferous deposits	205
9-1	Equal value transformation various recovered components in the producing mine	205
9-2	Preliminary approaching to economic types of auriferous deposits	212
9-3	Preliminary approaching to comprehensive economic index in producing mine	215
9-4	Expansion of gold resources and development of comprehensive evaluation on substandard ores and ore-bearing country rocks	218
9-5	Comprehensive evaluation on tailings in tailings reservoir	221
Chapter 10	Occurrence modes of associated gold in typical deposits	223
10-1	Magmatic deposits	223
10-1-1	Jinchuan Cu-Ni deposit in Gansu	223

10-1-2	Kalatongk Cu-Ni deposit in Xinjiang	224
10-2	Skarn deposits	227
10-2-1	Tonglushan Cu deposit in Daye, Hubei	227
10-2-2	Shizishan Cu deposit in Tonglin, Anhui	232
10-2-3	Langyashan Cu deposit in Chuzhou, Anhui	236
10-3	Magmatic hydrothermal deposits	239
10-3-1	Yagongtang Pb-Zn-Cu deposit in Shuikoushan, Hunan	239
10-3-2	Tianerbaodanshan S-Au deposit in tonglin, Anhui	242
10-4	Porphyry deposits	246
	Tongchang Cu deposit in Dexin, Jiangxi	246
10-5	Volcanogenic deposits of continental facies	249
	Yinshan Pb-Zn deposit in Jiangxi	249
10-6	Volcanogenic deposits of marine facies	252
10-6-1	Xiaotieshan Polymetallic ore deposit in Baiying, Gansu	252
10-6-2	Bainaimiao Cu deposit in Siziwangqi, Inner Mongolia	254
10-7	Sedimentary-reforming deposits	255
	Qixiashan Pb-Zn deposit of Nanjing	255
10-8	Sedimentary (volcanic) metamorphic deposits	256
10-8-1	Longwangjiang Sb-Au deposit, Xupu, Hunan	256
10-8-2	Bizigou Cu deposit in Shanxi	262
10-9	Gossan-type deposits	264
	Changshantou Fe-Au deposit in Tonglin, Anhui	264
English abstract		268
References		269
plates and explanations		270

第一章 绪 论

黄金是人类最熟悉、最珍贵的少数几种金属之一。占有黄金就意味着占有财富。五千年来人类一直对它孜孜以求，目前仍远远没有达到止境。人类为了找金已踏遍了地球上每一个角落，历史上不少重大事件，如哥伦布发现美洲，美国西部的开发，无数早期的殖民战争，都与黄金有着千丝万缕的关系。而地质工作者更为此跋涉大漠戈壁、荒山野岭，历尽惊涛骇浪、酷暑严寒。实验室里，显微镜旁，更是“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴”。话虽如此，但迄今为止，金本身性质和金矿床（两者存在着密切的因果关系）仍都存在着不少令人困惑的迷雾：金是地壳中分布最少的十个元素之一，其他九个都是默默无闻，但金却是世界上最引人重视、为之付出劳动最多的矿种；金是最分散的金属，但自然界却是最易达到高富集比的金属，金工业开采所要求的富集比，高达1000倍以上，相比之下铁只有7倍，风云一时的铀也仅200倍而已；金的化学性质最稳定，但金在成矿过程中的地球化学行为却很灵活，金的矿床类型也很复杂，在各式各样矿种中都存在着金的足迹；金的“成矿集中率”在各矿种中最高，以全球而言，小小南非兰德盆地中金矿床储量即占全球总储量的47.0%，但金矿床分布也最广泛，从太古代到新生代，从地台到地槽，从稳定的板块核部到活跃的缝合线上都有不容忽视的金矿床分布；金既是世界上矿床数最多的矿种，又是其他矿床中最常见的具有重要经济价值的伴生组分。研究这些高度分散又易富集的金的成矿规律，扩大其储量，合理利用，是广大地质工作者迫切的任务。

第一节 伴生金及伴生金矿床的涵义

（一）关于金矿床的分类

金及含金的矿床，以其产状分类，可分为岩金矿床、砂金矿床和伴（共）生金矿床。以工业类型划分可分为单一金矿床、共生金矿床和伴生金矿床。本书以地质因素、技术因素和经济因素为划分原则，将金矿床划出三种类型，其涵义表述如下：

1. 单一金矿床（岩金矿床与砂金矿床）

矿床中金为唯一或主要组分，其他组分仅供综合回收，其矿体的圈定严格按岩金规范要求。

2. 共生金矿床

矿床中金和非金组分都达一定工业指标，能以金为主或金与主金属并重的方式回收，并有可能生产金精矿的矿床。

根据金的品位和当前可利用情况，又可分为两个亚类：

①低品位共生金矿床：金品位 1×10^{-6} — 3×10^{-6} 、能以金与主金属并重的方式回收、部分可生产金精矿的矿床。

②高品位共生金矿床：金品位在 3×10^{-6} 以上，在当前技术经济条件下，能以金为主的方式回收，能生产金精矿的矿床。

3. 伴生金矿床

矿床中金是次要组分，品位达不到工业要求，不具单独回收价值，仅在回收主产品时，作为副产品综合回收。

4. 伴（共）生金矿床

为应用方便，习惯把共生金矿床和伴生金矿床合称为伴（共）生金矿床，或广义地简称为伴生金矿床。本书所涉及矿床即包括共生金矿床和伴生金矿床。

（二）共生金矿床与伴生金矿床的判别标志

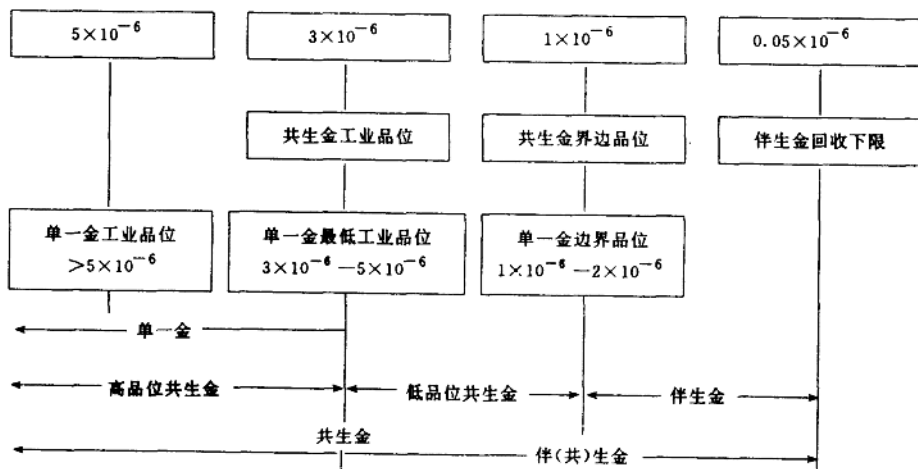
为便于金的综合勘探、综合评价和综合利用，将共生金矿床单独划出并进行重点研究，具有重要意义。它在伴（共）生金矿床中占有重要的位置，其矿床数和储量数都在 $1/4$ 左右。因而将共生金矿床单独划出有利于提高勘探质量，提高金回收率并指导找矿。

共生金矿床与单一金矿床的最大差异是它具有可供综合评价的其他组分，与伴生金矿床（狭义）的最大差异是它具有以金为主或金与主金属并重，能生产金精矿的经济条件。下述的判别标志即以此为基础。

1. 品位标志

是判别共生金和伴生金最直观的标志，尤其是在地质勘探阶段。表 1-1 列出了单一金、共生金和伴生金品位界限，说明如下：

表 1-1 单一金、共生金、伴生金品位界限



①将单一金矿床的边界品位 1×10^{-6} 作为共生金和伴生金界限。根据是：a. 《岩金地质勘探规范》规定金的边界品位 $1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-6}$ ，我们取 1×10^{-6} 作界限是因为共生金可供综合评价，而且随着国家对黄金需求量增加，实际上这一边界品位已被广泛采用；b. 国家储委试行方案规定“伴生金平均含量 1×10^{-6} 的，可按主元素评价”；c. 按 1993 年 9 月国家现行价格估计，矿石中 1×10^{-6} 金与 0.6% 铜等值。已略超铜的工业品位。因此，当矿床中 $\text{Au} > 1 \times 10^{-6}$ 时，就应按共生金进行综合评价。

②由于共生金品位变化较大,宜采用“二项品位指标体系”,即边界品位和工业品位。以单一金矿的边界品位作为区分共生金和伴生金的界限;以金的工业品位作为区分“低品位共生金”和“高品位共生金”界限。

③确定伴生金综合回收品位下限为 0.05×10^{-6} ,是根据金在主金属精矿中是否具有经济价值而定。例如铜矿床,按规定,铜精矿金达 1×10^{-6} 以上计价,而我国中条山铜矿峪、上海张捻铜矿,其金品位都只 $0.05 \times 10^{-6} - 0.06 \times 10^{-6}$,但其铜精砂含金皆达到了 1.4×10^{-6} 。这二个铜矿床是目前收集到的含金最低又能达到计价要求的伴生金矿床。为此取 0.05×10^{-6} 为伴生金的回收下限品位。它相当于地壳克拉克值富集 10 倍,也就是说,凡含金在 0.05×10^{-6} 以下的矿床,由于当前或今后相当长一段时间,难以综合回收或成本太高、回收不合算,对矿山目前尚无经济意义。

国家储委关于伴生金的试行方案中也规定金品位要求为 $0.05 \times 10^{-6} - 0.2 \times 10^{-6}$,并指出,当 $Au > 0.4 \times 10^{-6}$ 时可参与综合工业指标的计算,并综合圈定矿体(国储 [1988] 171 号文:“发送《矿产综合勘查综合评价研究报告》鉴定证书的函”),我们的判别下限与其一致。

2. 具有一定的储量规模:共生金矿床存在两种情况,一是全矿金品位 $> 1 \times 10^{-6}$,此无需细述;一是部分矿块(段)金品位 $> 1 \times 10^{-6}$ 。对于后者,则必需达到一定储量,具一定规模。因为共生金均与 Cu、Pb、Zn、S 共生,矿山可充分利用现有生产流程,同时具有成本分摊等优点。本着充分利用资源和有利可图原则,储量规模的要求应以分采分选所需最小资源量为标准,可低于小型规模。一般而言,高品位而又具一定规模的共生金矿块(段),如能分采分选,经济效益相当高。

3. 具有可采用以金为主或金与主金属并重,并有可能生产金精矿的生产条件:对于高品位共生金矿床,或金的价值大于其他金属的矿床,当前国内以金为主的回收工艺,多数是在浮选作业中直接生产金精矿或金混合精矿;或优先浮金,同时生产金精矿和铜精矿;或以选冶联合流程回收(如金—硫矿床)。对于低品位共生金矿床,即其价值低于其他金属的矿床,应以金与主金属并重的回收工艺,部分矿山可生产金精矿,如铜绿山矿 ($Au1.15 \times 10^{-6}$, $Cu1.78\%$)。这些工艺一般均现实可行。

4. 具有较大的经济价值:根据定义,金在共生金矿床中必须是主金属之一,判别是否为主金属,可通过计算矿床中各组分经济价值来确定(见第十章)。根据当前金与有色金属价格计算,低品位共生金的价值大致为其他主金属的 50%—100%;高品位共生金的价值大致超过主金属价值。

总之,共生金的判别应在动态中进行,它具有阶段性、综合性特点,不应单凭某个指标轻易确定,更不宜用单一金矿的规范来评价。而应根据金与其他组分的价值比,根据全矿总的资源条件来确定,其最终目的是最大限度地利用矿山资源,提高经济效益。

第二节 伴生金在黄金资源中的地位

(一) 我国伴生金资源概况

我国黄金储量占世界第四位(包括 D 级),可谓黄金大国。资源的最大特征是伴生金的储量比率很高,为 33.5% (表 1-2)。而全世界伴生金的储量只占 14.1%。以具体矿床而

言,我国12个最大的、金储量超过50t的矿床中,伴生金矿床就占了7个,而且第一、三、四、五位储量的矿床都是伴生金矿床。

表1—2 我国各类黄金资源储量比率(%)

类 型	1974 年前	1980 年底	1985 年底	1988 年底	1990 年底
岩 金	46.90	43.5	44.2	44.8	52.0
砂 金	9.5	10.9	12.1	14.1	14.5
伴生金	43.6	45.6	44.2	41.1	33.5

表1—3 我国各省黄金资源的储量比和位次

地 区	岩 金 储 量		砂 金 储 量		伴 生 金 储 量		总 金 储 量	
	储量比 (%)	位次	储量比 (%)	位次	储量比 (%)	位次	储量比 (%)	位次
北 京	0.25	21	—	—	—	—	0.13	24
天 津	0.02	23	—	—	—	—	0.01	27
河 北	7.40	3	1.37	12	0.03	23	4.06	9
山 西	1.20	14	0.12	20	4.18	8	2.04	16
内 蒙 古	4.28	7	4.87	6	1.45	12	3.42	12
辽 宁	5.11	5	2.52	10	0.76	15	3.28	14
吉 林	7.16	4	5.01	5	2.99	9	5.45	6
黑 龙 江	3.15	10	35.38	1	5.48	6	8.61	3
上 海	—	—	—	—	—	—	—	—
江 苏	—	—	—	—	2.05	10	0.69	22
浙 江	1.42	16	—	—	0.36	18	0.87	20
安 徽	1.93	14	0.53	17	9.36	3	4.22	8
福 建	0.02	23	—	—	0.31	20	0.11	25
江 西	3.11	11	5.13	4	36.40	1	14.55	2
山 东	28.93	1	2.53	9	1.01	14	15.75	1
河 南	11.83	2	1.34	13	0.40	17	6.34	4
湖 北	3.51	9	0.79	15	11.05	2	5.64	5
湖 南	4.15	8	0.52	19	7.21	5	4.65	7
广 东	3.09	12	1.33	14	0.34	19	1.91	17
广 西	1.33	15	1.62	11	0.31	20	1.03	19
海 南	0.91	19	—	—	—	—	0.48	23
四 川	0.72	20	18.35	2	1.05	13	3.39	13
贵 州	2.17	12	—	—	0.18	21	1.19	18
云 南	1.53	14	0.77	16	1.75	11	1.50	17
西 藏	—	—	0.65	18	—	—	0.09	26
陕 西	4.56	6	8.64	3	0.08	22	3.65	11
甘 肃	1.11	17	4.37	7	7.89	4	3.85	10
青 海	0.05	22	3.35	8	5.10	7	2.22	15
宁 夏	0.02	23	—	—	—	—	0.01	27
新 疆	1.04	18	0.68	17	0.66	16	0.86	21

据1990年全国储量平衡表统计。

我国伴生金资源分省概况:表1-3所列各省三类金矿床储量比和名次,从中可看出:

1. 各省伴生金分布不平衡。江西、湖北、安徽、甘肃、黑龙江5省占伴生金储量的73.58%,加上青海、湖南、山西、云南、江苏共十省即高达91.75%;

2. 伴生金和单一金矿床(岩金+砂金)在前五省中没有一省重复,前十省中只有两省重复(吉林、黑龙江)。说明两类金的分布规律并不相同;

3. 伴生金储量占首位的江西和岩金储量占首位的山东,两者总金储量相当接近,分别占全国储量第二和第一位。

当然,上述统计不免受工作程度的影响,如表中无伴生金省份的河北、宁夏、海南、西藏,实际上是存在伴生金的。

有色金属矿山的伴生金,在我国黄金的储量和生产中占有很重要的地位,其储量占伴生金的91%,其余9%是与以Fe为主但与Cu共生的矽卡岩Fe(Cu)矿床有关。其产量,自建国以来,平均约占总产量的25.3%。

(二) 国内外伴生金资源对比

国外伴生金矿床资料比较零星。为了概括了解国外情况以作借鉴,我们收集了世界主要产金国的有关伴生金资料和131个重要伴生金矿床地质资料,进行归纳分类,列表综合,在131个矿床中,只有47个有伴生金储量数据,其合计储量为3690.35t,占全球伴生金总储量的66%,下列表1-4,1-5,1-6,1-7,即是全球2/3伴生金储量的矿床统计结果。据此与国内伴生金矿床对比如下:

1. 伴生金比例对比

我国伴生金储量占全国总储量的33.5%(至1990年底),比世界平均数14.1%高。国外伴生金主要集中在美国、巴布亚新几内亚、原苏联、澳大利亚、菲律宾和加拿大,世界前十名黄金储量和黄金生产大国中,除南非伴生金资源很少外,其他各国其储量和产量都很可观(见表1-5)。

2. 成因类型对比

除斑岩型国内外都很重要以外,中国以矽卡岩型为主,而国外则是沉积改造型占第二位,火山岩型在国内外都是第三位。类型对比见表1-7和表2-1。

3. 成矿时代对比

伴生金成矿时代国外元古代远比中国重要。中、新生代国内外都重要,但中国集中于中生代,国外偏于新生代。对比见表4-7、表4-8和图4-13、图4-14。

4. 物质来源与成矿作用对比

大量研究表明,国内外内生伴生金矿的物质主要来自下地壳上地幔。主要成矿作用是岩浆作用。这在国内外都是一致的,但国外壳源型的外生伴生金显然要高得多。

5. 在大地构造单元上分布对比

将中国伴生金矿床与全球大地构造格局统一起来考虑,以便探讨国内外伴生金的内在联系。大量资料表明:包括中国在内,全世界主要伴生金矿床普遍受三大成矿域控制。首先,最重要的是环太平洋成矿域,它分成东带和西带。东带主要分布在北南美洲西海岸,北起阿拉斯加,南至智利南部,分布着大量斑岩型和火山岩型伴生金矿床。西带主要分布在亚洲大陆东部及其岛弧——又可分成两个亚带:内亚带属岛弧亚带,北起堪察加,经日本、菲律宾、巴布亚新几内亚、所罗门群岛至澳大利亚东海岸,该亚带南段出现一系列斑岩型

表 1-4 国外各矿种的伴生金比例

矿 种	矿 床 数	矿床数比 (%)	储 量 (t)	储量比 (%)
铜 矿	34	73.43	3468.09	93.98
铅 锌 矿	12	25.53	216.76	5.87
锡 汞 矿	1	2.13	5.5	0.15
合 计	47	100.00	3690.35	100.00

注：不包含中国。

表 1-5 国外主要产金国三类金矿床储量比

国 家	占世界金 储量 (%)	世界 名次	三类金储量比 (%)			伴生金 位 次	伴生金品位 (10 ⁻⁶)
			伴生金	岩 金	砂 金		
南 非	59.4	1	<0.2	99.8	—	—	—
美 国	6.2	3	25	70	5	1	0.1—1.5
加 拿 大	3.3	4	27	72	1	5	0.3—2.5
巴 西	1.8	5	—	30	70	—	0.1—0.5
澳大利亚	1.8	5	70	29	1	3	0.1—2.5
巴布亚新 几内亚	1.7	6	78	20	2	2	0.5—2.85
菲律宾	1.4	7	75	25	—	4	—

注：不包含中国、原苏联。

表 1-6 国外主要产金国三类金矿床产量比

国 家	世界金产量 位 次	产量百分比 (%)		
		伴生金	砂 金	岩 金
南 非	1	0	—	100
原 苏 联	2	10	60	30
加 拿 大	3	35	—	65
菲 律 宾	7	45	35	20
巴布亚新几内亚	6	100	0	0
美 国	4	40	60	—

注：不包含中国。

表 1-7 国外各类型伴生金矿床比例

类 型	矿床数	矿床数比 (%)	储 量 (t)	储量比 (%)
斑 岩 型	19	40.43	1568.84	42.51
火 山 岩 型	20	42.55	853.92	23.14
岩 浆 热 液 型	5	10.64	49.11	1.33
沉积 (改造) 型	3	6.38	1218.46	33.02
合 计	47	100.00	3690.35	100.00

注：不包含中国。

伴生金矿床, 规模巨大; 北段以黑矿为主 (如日本), 伴生银增多, 金减少。外亚带为欧亚大陆东部, 北起俄罗斯楚科留半岛, 经中国东北、华北、长江中下游至华南地区, 中国燕山期大量斑岩型和矽卡岩型伴生金矿床分布于该亚带, 是我国伴生金最主要集中区。其次是古亚洲成矿域, 西起乌兹别克, 进入中国北疆、蒙古、中国黑龙江, 东至俄罗斯远东地区, 形成了一系列海西期斑岩型铜钼伴生金矿床, 一般金品位较低, 我国多宝山斑岩型伴生金矿床位于此带。第三是特提斯-喜马拉雅成矿域, 西起西班牙, 经地中海北岸、中亚, 东至中国西藏向东南方向折转经川滇西部伸入缅甸, 这一成矿域形成了一些斑岩型、火山岩型伴生金矿床, 如南斯拉夫、罗马尼亚、伊朗、我国玉龙等斑岩型矿床, 包括由藏东向东南转折形成了我国西南新生代斑岩型矿床和铅锌矿床。

三大成矿域控制着全球性伴生金分布, 而区域性分布及成因类型又受次一级构造和岩浆活动控制, 使得全球伴生金大部分都分布在地台上, 主要是北美地台、澳大利亚地台、中国地台、西伯利亚地台等。

综上对比认为, 中国伴生金矿床与国外一样均受全球性三大断裂控制, 所不同的是: ①成因类型上矽卡岩型很重要, 而国外新发现的沉积改造型的奥林匹克坝矿和风化壳红土型佩斯矿中国却未发现; ②成矿时代上, 中国伴生金集中于燕山旋回, 而国外集中于新生代。这些特点在思考伴生金找矿问题上应予以重视。③国外发现很多斑岩体系外围金矿床, 国内很少见, 这很值得借鉴。

但无论是国内还是国外, 在三类金矿床中, 自 19 世纪起, 生产重心已由砂金向岩金转移。可以预计, 随着科学技术和生产工艺的发展, 未来黄金生产的重心将向伴生金转移。其中一些发达国家, 此种转移进展很快, 如美国伴生金储量只占 25%, 但产量却占 40%, 加拿大和巴布亚新几内亚也是如此。总之伴生金在黄金资源和生产中地位正在日益提高, 这是世界上一些发达国家的共同趋势, 我国也不例外。

(三) 我国伴生金利用概况

我国古代黄金的使用, 有实物可考的距今已 3700 年左右 (商代早期)。至于伴生金的开发利用的时间早已在历史尘埃中湮没无闻了, 只能从一些断简残编中拼凑出一个大致轮廓: 在战国时期 (公元前 475—221 年), 楚地号称多金, 是最著名的产金诸侯国。当时已生产称为“郢爰” (Ying Yuan) 的金币。但昔日楚国即现湖北及部分湖南、河南、江西、安徽, 迄今未见可观的砂金, 所以其黄金来源可能是当时全国最大的产铜基地——大冶铜录山和铜陵。此外, 成书于战国名为“管子”的一书中写道: “上有单砂者^①, 下有黄金; 上有磁石者, 下有铜金”, 这与铜录山矽卡岩型铜铁矿床和铁帽型伴生金矿床的产状特征极其相似。同时“禹贡”中也有“荊州贡金三品” (指金、银、铜) 的记载。上述推断如属实, 则伴生金的开发利用已有 2200—2400 年历史, 可谓源远流长。

解放后, 我国伴生金矿床的开发利用取得了明显的经济效益。建国以来, 我国每年黄金产量约有 1/4 来自伴生金; “七五”期间伴生金的产量平均每年递增 8.4%, 大大地提高了矿山的资源价值和经济效益。不少矿山伴生金、银的产值可观, 表 1—8 所列为部分矿山 Au、Ag 产值比, 其中最高为银山矿, 占 32.8%。又如江西德兴斑岩铜矿, 单靠回收品位为 0.2×10^{-6} 的伴生金, 就可支付全矿职工的工资。

① 丹砂指氧化铁和氢氧化铁。

在矿种利用上比较集中，主要利用的是铜矿床，包括铜—镍矿床，铜—铁矿床；其次是铅—锌矿床和铜—铅—锌矿床。在回收方式上，绝大多数都是通过浮选，随主金属进入精矿，很少生产金精矿。

表 1—8 部分矿山金银经济效益

矿 山 名 称	金银产值 矿山总产值 (%)	矿 山 名 称	金银产值 矿山总产值 (%)
赤 马 山 矿	25.0	银 山 矿	32.8
青 城 子 矿	16.0	武 山 矿	14.2
德 兴 矿	20.0	红 透 山 矿	10.6