

伴生金银综合回收

蔡 玲 孙长泉 孙成林 等编

冶金工业出版社

伴生金银综合回收

蔡 玲
孙长泉 等编
孙成林

北 京
冶金工业出版社
1999

内 容 简 介

本书是作者根据在几十年的科研、设计、生产和教学中积累的丰富经验,在大量阅览国内外伴生金银回收论著的基础上编写而成。全书共分16章,深入浅出地说明我国伴生金银矿床,工艺矿物学,近年金银生产总况,我国伴生金银综合回收进展,各种多金属矿回收伴生金银的矿石类型、工艺特点、原则流程,提高伴生金银综合回收措施等。同时介绍了国内外各种矿石类型伴生金银综合回收实例69个。读者可以把此书当成一本回收伴生金银的工具书使用

图书在版编目(CIP)数据

伴生金银综合回收/蔡玲等编. —北京:冶金工业出版社, 1999. 7

ISBN 7-5024-2365-6

I. 伴… II. 蔡… III. ①金矿物:伴生矿物-回收 ②银矿物:伴生矿物-回收 IV. P578.1

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第20948号

出版人 卿启云(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

责任编辑 黄涂祥 美术编辑 王耀忠 责任校对 栾雅谦 责任印制 牛晓波
北京源海印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

1999年7月第1版,1999年7月第1次印刷

850mm×1168mm 1/32; 15印张; 101千字; 166页; 1-3000册

31.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64013877

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

随着科学技术水平的提高和经济实力的迅猛增长，社会对黄金与白银的需求量越来越大。黄金与白银是特殊商品，国家对金银生产的发展非常重视。我国有色金属矿山伴生的黄金储量占我国黄金总储量的40%。我国银矿资源也十分丰富，但绝大多数伴生于铅锌铜矿石当中，我国白银生产，主要依靠有色金属工业的发展。

总结我国有色金属等企业多年来对伴生金银生产的经验十分重要，尤其是“七五”、“八五”期间，在国家相应的政策扶持下，全国有关科研院所、高等院校和诸多生产企业共同对我国伴生金银的研究，取得了引人瞩目的成绩，如加强银矿地勘工作，开展工艺矿物学研究，改进碎磨流程，改变工艺流程和处理条件，研究新的药剂制度及新的选矿药剂，研制新型浮选设备，尾矿综合回收等。针对上述诸问题，许多专家和学者发表过诸多论述，但是较系统的总结不多见。为此，我们在学习诸多先辈与同行著述及经验的基础上，根据我们几十年的工作经验，编著了这本《伴生金银综合回收》，力图使其有实用性。读者在阅读完了本书之后，不但对我国有色金属及伴生金银的综合回收会有全貌了解，对不同矿石选别的处理方法及技术要点也会掌握，这就是编写此书的目的。

全书共16章，其中第5、第6章由孙长泉编写，第7章由孙成林、林兰编写，第8章由孙成林、林晓、李长林、章淡平编写，第15章由孙成林、孙长泉编写，第9至第14章国外选厂实例由郭惠兰编写，最后由蔡玲统一定稿。

由于水平及时间所限，收集的资料恐有挂一漏万之虞，所提观点也许有不对之处，敬请同行们指正。

编 者

1998. 9. 10



作者简介

蔡 玲 1953 年生，1979 年以优异成绩毕业于北京钢铁学院采矿系选矿专业，曾任国家建材局地质研究所选矿室主任，现为国家建材局地勘中心北京贝达通科技公司总经理，高级工程师。近20年科研工作中曾获得国家科技进步二等奖等多个奖项。多年来致力于非金属矿选矿及其产品深加工及超细粉碎，尤其对高岭土、硅藻土、石墨、萤石、石英等矿种有独到的研究。近年致力于有色金属及其伴生金银的综合回收科研及生产，取得了一定的经验和有一定水准的见解。



作者简介

孙长泉 1935年生，1956年开始从事选矿工作，历四十余年。曾任设计院工程总负责人、鲁中冶金矿山公司选矿厂第一任厂长兼总工程师，青岛冶金矿山大学教务处长，高级工程师。1993年获国务院政府特殊津贴。几十年来曾参加数十项选矿厂设计、大型工程项目建设工作。发表论文近百篇，参编《黄金回收600问》、《选矿生产实用检查技术》等著作。



作者简介

孙成林 1936年生，教授，高级工程师。从事选矿工作四十多年，长于有色金属选矿及其伴生金银的综合回收。70年代开始致力于非金属矿选矿及超细粉碎的工艺及设备的研究，对超细粉碎有独自的观点。目前为北京市京海鹰矿山工程设备公司副总经理。青岛海洋大学工程学院客座教授，中国粉碎工程信息网副理事长，专家组成员，中国矿物加工利用专业协会常务理事。四十年来发表论文百多篇，译著有《非金属矿选矿法》、《粉碎》等，译文近百篇。

目 录

1 概 述

1.1 金、银发展概况	1
1.2 世界黄金资源及产量	3
1.2.1 世界黄金资源	3
1.2.2 世界黄金产量	4
1.3 世界白银资源及产量	6
1.3.1 世界银矿资源	6
1.3.2 世界白银产量	8
参考文献	8

2 国内外伴生金、银情况

2.1 世界伴生金资源情况	9
2.2 我国伴生金资源	10
2.3 我国伴生银资源	13
参考文献	14

3 金银的性质及用途

3.1 金银的一般特点及其物理性质	15
3.2 金的化学性质	16
3.2.1 化学性质稳定	16
3.2.2 一价金化合物	17
3.2.3 三价金化合物	19

3.3 银的化学性质.....	22
3.3.1 银的化学活性.....	22
3.3.2 银化合物.....	22
3.4 金银的用途.....	26
3.4.1 金的用途.....	26
3.4.2 银的用途.....	27
参考文献	28

4 金的矿物及伴生金矿床

4.1 金的地球化学特征.....	29
4.2 金的矿物.....	33
4.3 伴生金矿床.....	38
参考文献	41

5 银的矿物及伴生银矿床

5.1 银的地球化学特征.....	42
5.2 银的矿物.....	44
5.3 伴生银矿床.....	45
参考文献	54

6 伴生金工艺矿物学

6.1 主要金矿物及其分布.....	55
6.2 矿石主要化学成分.....	65
6.3 金的嵌布状态.....	68
6.4 金的粒度.....	70
参考文献	72

7 伴生银工艺矿物学

7.1 主要银矿物及其分布.....	73
--------------------	----

7.2 矿石主要化学成分.....	84
7.3 银的嵌布状态.....	84
7.4 银的粒度.....	89
参考文献	91

8 伴生金银综合回收

8.1 加强管理促进发展.....	92
8.2 依靠科技进步加速成果转化.....	93
8.2.1 加强伴生金银综合回收的选矿研究.....	93
8.2.2 改进和强化磨矿工艺.....	93
8.2.3 选择合理工艺流程.....	94
8.2.4 加强混合用药并研制新药剂.....	94
8.2.5 适宜的矿浆 pH 值	95
8.2.6 浮选机型更新.....	95
8.3 伴生金银生产能力和产量的增长.....	95
参考文献.....	128

9 单一铜矿石伴生金银的综合回收

9.1 概述	129
9.1.1 矿石特性	129
9.1.2 浮选流程和浮选药剂	129
9.1.3 选矿技术指标	130
9.2 生产实践	131
9.2.1 狮子山铜矿选矿厂	131
9.2.2 白乃庙铜矿选矿厂	135
9.2.3 弋阳铜矿选矿厂	138
9.2.4 凤凰山铜矿选矿厂	143
9.2.5 大姚铜矿选矿厂	148
9.2.6 华铜铜矿选矿厂	151

9.2.7 蒂龙铜矿	155
9.2.8 迪宗铜矿	157
参考文献	158

10 铜硫矿石伴生金银的综合回收

10.1 概述	160
10.1.1 矿石特性	160
10.1.2 铜硫矿石浮选的主要问题	161
10.1.3 浮选原则流程	162
10.1.4 浮选药剂	163
10.1.5 选矿技术指标	164
10.2 生产实践	165
10.2.1 德兴铜矿选矿厂	165
10.2.2 永平铜矿选矿厂	176
10.2.3 篦子沟铜矿选矿厂	181
10.2.4 胡家峪铜矿选矿厂	184
10.2.5 丰山铜矿选矿厂	188
10.2.6 武山铜矿选矿厂	194
10.2.7 东乡铜矿选矿厂	200
10.2.8 白银铜矿选矿厂	205
10.2.9 马尔科珀铜矿	210
10.2.10 拉卡里达德铜钼矿	213
参考文献	216

11 铜铁矿石伴生金银的综合回收

11.1 概述	217
11.1.1 矿石特性	217
11.1.2 铜铁矿石浮选的主要问题	218
11.1.3 选矿原则流程	218
11.1.4 浮选药剂	219

11.1.5 选矿技术指标.....	220
11.2 生产实践.....	221
11.2.1 铜录山铜矿选矿厂.....	221
11.2.2 金口岭铜矿选矿厂.....	228
11.2.3 四家湾铜矿选矿厂.....	236
11.2.4 德保铜矿选矿厂.....	240
11.2.5 琅玕铜矿选矿厂.....	243
11.2.6 寿王坟铜矿选矿厂.....	249
11.2.7 铜山铜矿选矿厂.....	252
11.2.8 大冶铁矿选矿厂.....	256
11.2.9 利国铁矿选矿厂.....	262
11.2.10 特维尔山矿.....	266
参考文献.....	268

12 铅锌矿石伴生金银的综合回收

12.1 概述.....	270
12.1.1 矿石特性.....	270
12.1.2 浮选原则流程.....	271
12.1.3 浮选药剂.....	275
12.1.4 铅锌分离方法.....	275
12.1.5 选矿技术指标.....	276
12.2 铅锌矿石伴生银综合回收生产实践.....	278
12.2.1 柿竹园才山选矿厂.....	278
12.2.2 桥口铅锌矿选矿厂.....	283
12.2.3 东波铅锌矿柴山选矿厂.....	287
12.2.4 会理锌矿选矿厂.....	290
12.2.5 会东铅锌矿选矿厂.....	295
12.2.6 柴河铅锌矿选矿厂.....	297
12.2.7 澜沧铅矿选矿厂.....	301
12.2.8 天台山铅锌矿选矿厂.....	304

12.2.9 卡桑德拉铅锌矿.....	310
12.3 铅锌硫矿石伴生金银综合回收生产实践.....	312
12.3.1 凡口铅锌矿选矿厂.....	312
12.3.2 黄沙坪铅锌矿选矿厂.....	322
12.3.3 青城子铅锌矿选矿厂.....	325
12.3.4 西林铅锌矿选矿厂.....	332
12.3.5 水口山铅锌矿选矿厂.....	337
12.3.6 康家湾铅锌矿选矿厂.....	342
12.3.7 厚婆坳多金属矿选矿厂.....	348
12.3.8 锡铁山铅锌矿选矿厂.....	353
12.3.9 会泽铅锌矿选矿厂.....	356
12.3.10 东波铅锌矿野鸡尾选矿厂.....	359
12.3.11 赫章铅锌矿选矿厂.....	362
参考文献.....	365

13 铜锌矿石伴生金银的综合回收

13.1 概述.....	367
13.1.1 矿石特性.....	367
13.1.2 浮选原则流程.....	367
13.1.3 浮选药剂.....	369
13.1.4 铜锌分离方法.....	370
13.1.5 选矿技术指标.....	370
13.2 生产实践.....	371
13.2.1 红透山铜矿选矿厂.....	371
13.2.2 建德铜矿选矿厂.....	379
13.2.3 克列蒂铜锌矿.....	382
参考文献.....	385

14 铜铅锌矿石伴生金银的综合回收

14.1 概述.....	386
--------------	-----

14.1.1	矿石特性	386
14.1.2	铜铅锌矿石选矿的特点	387
14.1.3	浮选原则流程	388
14.1.4	浮选药剂	389
14.1.5	铜铅分离方法	390
14.1.6	选矿技术指标	391
14.2	生产实践	393
14.2.1	银山铅锌矿选矿厂	393
14.2.2	八家子铅锌矿选矿厂	400
14.2.3	小铁山铜铅锌矿选矿厂	407
14.2.4	香奂铅锌矿选矿厂	412
14.2.5	佛子冲铅锌矿选矿厂	417
14.2.6	天宝山铅锌矿选矿厂	420
14.2.7	拉默尔斯贝格铜铅锌矿	424
	参考文献	426

15 尾矿中金银的综合回收

15.1	概述	427
15.2	铜录山铜矿强磁选尾矿	428
15.3	凤凰山铜矿尾矿	431
15.4	红透山铜矿尾矿	434
15.5	混汞—浮选金尾矿	438
15.6	新桥硫铁矿浮选尾矿	441
15.7	铁磁选厂尾矿	442
15.8	德兴铜矿尾矿	445
15.9	赤马山铜矿尾矿	446
15.10	八家子铅锌矿尾矿	448
15.11	钨矿伴生硫化矿尾矿	451
	参考文献	454

16 黄铁矿烧渣中金银的综合回收

16.1 概述.....	455
16.2 浮选和重选.....	456
16.3 选—冶联合流程.....	460
16.4 直接氰化.....	461
16.5 高温氯化挥发焙烧.....	463
参考文献.....	466

1 概 述

1.1 金、银发展概况

金、银均属贵金属，它们具有许多优良的特性，在国民经济和人民生活获得了广泛的应用。金是人类最早开采和使用的贵金属，长期以来，金主要用作货币和制造装饰品。黄金历来被当作货币储备，作为金融付款基础和银行金融界的交换基础，它对稳定国民经济、抑制通货膨胀、提高国家信誉等方面有着无可替代的作用。由于金具有可贵的抗腐蚀性能，良好的物理机械性能和高度的化学稳定性，因此，金及其合金在喷气发动机、火箭、超音速飞机、核反应堆、电子器械、现代通讯、航天航空等方面得到广泛应用，已成为发展电子技术和宇宙航行技术不可缺少的重要原材料。金的独特属性，使其工业生产受到各产金国的重视。自60年代黄金价格放开以来，金价持续上涨。近20年来居高不下的黄金价格刺激着黄金产量成倍增长，据统计，1980年世界黄金总产量为1188t；1985年为1569t；1990年为2134t。最高年1993年产量达到2309t，目前稳定在2200~2300t之间。黄金的消费也以更快的速度增长。据世界黄金理事会最新公布的数字，1995年世界黄金需求量比1994年增长10%，达2746t。

白银最早用于装饰品和货币，随后用作餐具。英国早在13世纪便制造出典型的银合金(92.5%Ag和7.5%Cu)，并大量用于货币、餐具、首饰等。随着工业的发展，开拓了银的新用途，如电接触器、钎焊合金、催化剂和照相材料等。目前，银主要用于照

相、电子、装饰、珠宝等行业和制造银制品，在货币制造和纪念品制造方面也占有-一定地位。1980年世界银的供给量（含再生银）达18239t，80年代末期为15000t，1991年为15334t。近年来世界银的供应量呈不足之势，1992年的供应量比需求量差2854t。随着世界的经济增长，银在照相工业、电子工业中的应用更加普遍。1993年银的需求量比1992年增长11%，1994年比1993年约增长2%。1995年工业发达国家各国的消费量达6319t，比1994年增长0.4%，在银的主要需求部门中首饰及银制品的用量超过了照相业。

据美国白银研究所对世界57个产银国的106个银矿进行调查后作出的预测，今后世界银产量将稳步增长，世界白银总产量已开始扭转90年代初期的下降趋势，1995年比1994年增长6%，1996年增长2%，1997年增长4%，1998年增长5%，预计1999年增长3%，达15348t。世界白银最大生产国墨西哥的白银产量近10年中平均约1984t，预计1999年比1995年增长25%，达到2648t。同期，澳大利亚白银产量将增长97%，到1999年达到1653t。

我国是世界上最早开采和使用黄金的国家之一。历史上自汉代就开始开采金，到清光绪年间达到鼎盛。清光绪14年（1888年）我国黄金产量达13.45t，占当时世界黄金总产量的17%，居世界第5位。此后一直徘徊在此水平上下。最低的为1955年，产量仅为3.39t。到70年代我国采金业开始了新的发展，1975~1980年间，黄金产量递增4%~8%。1983年黄金产量比历史最好水平翻了两番，达到58t。1991年再翻一番，达到104.2t。然而我国黄金消费量发展更快，自90年代以来，大大高出世界平均消费水平。1994年我国黄金总消费量高达420t，其中台湾110.6t、香港36.4t，占亚洲总消费量的65%，远远超过当年135t的产量。因此，发展黄金工业，提高黄金产量，是我国黄金工业面临的重要任务。

我国银矿资源分为独立银矿和伴生银矿，独立银矿保有储量