

金银精炼技术 和质量监督手册

宋文代 范顺科 主编

Au Ag
JINYIN JINGLIAN JISHU
HE ZHILIANG JIANDU SHOUC

冶金工业出版社

金银精炼技术和 质量监督手册

宋文代 范顺科 主 编

北 京
冶金工业出版社
2003

内 容 提 要

本书以我国最新国家标准（现行标准）为依据，详细叙述了金银精炼技术，重点介绍了金银及相关制品产品标准和检测方法标准，同时包括了国内外金银贸易市场情况、质量状况和资源情况等。

本书可供金银的生产、使用、科研、质检、教学、设计和贸易等部门的工作人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

金银精炼技术和质量监督手册/宋文代，范顺科主编．
北京：冶金工业出版社，2003.7
ISBN 7-5024-3292-2

I. 金… II. ①宋…②范… III. ①炼金—精炼
（冶金）—手册②炼银—精炼（冶金）—手册③炼金—
技术监督—手册④炼银—技术监督—手册
IV. TF830.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 036988 号

出版人 曹胜利（北京沙滩嵩祝院北巷 39 号，邮编 100009）

责任编辑 王之光 美术编辑 李 心 责任校对 刘 倩 责任印制 李玉山
北京兴华印刷厂印刷；冶金工业出版社发行；各地新华书店经销

2003 年 7 月第 1 版，2003 年 7 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32；15.25 印张；407 千字；474 页；1—2500 册

49.00 元

冶金工业出版社发行部 电话：（010）64044283 传真：（010）64027893

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）

编委会成员

主 编：宋文代 范顺科

副主编：王造吉 王 青 杨丽娟 盛忠义

编 委：赵永善 王天在 王效平 蒲保春

石 碶 白银海 张新振 程 习

卜少田 李 俊

前 言

黄金、白银在历史上曾作为重要的货币物质，具有储备职能，也曾作为国际间支付的重要手段，其储备量在一定程度上是代表国家经济实力的象征。但随着社会的发展，近年来金银货币职能、经济地位和应用发生了重大变化。一方面，金银的货币职能在逐步下降，而其工业应用逐年增大。除用于饰品和货币之外，金银还广泛应用于电子、通讯、照相、化学工业和医药工业等，国家因此对原有的金银质量标准也进行了一定的修订。另一方面，金银产品由委托人民银行“统购统配”的体制正逐渐向市场配置体制转化。从2000年初放开白银管理到2002年逐步放开黄金管理，实行上海黄金交易所与人民银行收购的并行体制，黄金、白银企业在拥有更多经营自主权的同时，面临的市场风险也增大了，金银用户群体也发生了根本变化。鉴于此，我们编写了《金银精炼技术和质量监督手册》，以促进金银工业发展和满足金银市场贸

易的需求。

本手册共分八章，主要概述了近年来国内外金银生产情况、资源情况、销量及发展状况；详细介绍了黄金、白银的各种精炼技术方法和各种不同规格锭的浇铸工艺；分析了国内外金银质量状况，金银贸易市场情况和金银相关产品的牌号及化学成分等；编入了截至2003年6月颁布的含金银物料、金银及其合金产品的质量标准 and 检验方法标准74个。

本书引用的国家标准和行业标准以忠实原文为宗旨，未做任何改动，读者在使用时，对部分计量单位应按法定单位进行换算。

本手册在编写过程中，得到了内蒙古乾坤金银精炼股份有限公司、中国有色金属工业标准计量质量研究所、铜陵有色金属(集团)公司和大冶有色金属公司等单位的支持，在本书出版之际，谨向为本书的编写做出贡献的单位和专家表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中的疏漏或谬误之处，敬请读者批评指正。联系电话：010—62228795，传真：010—62241898。E-mail：SKFan@263.net

编者

2003年4月



第一章 国内外金、银概况	1
第一节 国外金、银概况	2
一、国外金、银资源状况	2
二、国外金、银生产状况	3
三、国外金、银消费状况	9
第二节 我国金、银概况	11
一、我国金、银资源状况	11
二、我国金、银生产状况	13
三、我国金、银消费状况	14
 第二章 黄金精炼技术工艺	15
第一节 火法精炼金	15
一、火法氧化精炼金	15
二、氯化法精炼金	18
第二节 电解法精炼金	20
一、金电解法精炼金的原理	22
二、金电解精炼设备	26
三、金电解技术操作条件	29
四、金电解生产工艺过程	30
五、技术经济指标	35
第三节 化学法精炼金	36
一、硫酸煮浸法	36
二、硝酸分银法	37

三、王水分金法	37
四、其他方法	38
第四节 溶剂萃取精炼金	40
一、中性含氧类萃取	41
二、磷类萃取	44
三、胺类萃取	45
四、含硫萃取剂萃取	46
参考文献	47
第三章 白银精炼技术工艺	48
第一节 银的火法提炼	48
一、银的火法提炼原理	48
二、银的火法提炼	48
第二节 银的电解精炼	52
一、银电解精炼的基本原理	53
二、电解操作条件	55
三、主要经济技术指标	59
四、银的电解设备	60
第三节 化学法精炼提纯银	62
一、氯化银的锌粉还原	62
二、氯化银的铁粉还原	62
三、蚁酸还原制取纯银	63
四、水合肼还原提纯银	63
五、甲醛还原法	63
六、硼氢化钠还原法	64
七、氨浸—锌粉还原法	64
参考文献	64
第四章 金银熔铸工艺	65
第一节 熔化设备	65

一、中频感应电炉	65
二、高频感应电炉	69
三、高温电阻炉	69
四、熔铸坩埚	70
五、熔铸模具	71
第二节 技术操作条件	72
一、熔剂和氧化剂	72
二、金属的保护和脱氧	72
三、金属的熔融与过热	73
四、涂料与脱模	73
五、锭块的缺陷及其产生的原因	74
第三节 成品锭的熔铸与操作	78
一、熔化	78
二、组合立模浇铸	79
三、敞口平模浇铸	80
四、定量浇铸	81
第四节 粗金、粗银及合质金锭的熔铸	82
第五节 金银制粒	83
参考文献	84
第五章 金、银品种质量	85
第一节 中国金、银产品质量状况	85
一、金锭	85
二、银	89
第二节 国外金、银及其合金牌号与化学成分	95
一、日本	95
二、俄罗斯	95
三、美国	105
第六章 金银贸易市场	113

一、国际金银交易市场	113
二、我国金银交易市场	120
三、国际金银的供需及价格	122
第七章 金银质量标准要求	135
第一节 金、银产品	135
一、冶金用金块矿	135
二、金精矿	137
三、银精矿	139
四、金锭	142
五、银锭	145
六、合质金锭	150
第二节 金银加工制品	153
一、片状银粉	153
二、超细银粉	161
三、超细金粉	170
四、金箔	178
五、贵金属首饰纯度命名方法	180
六、首饰指环尺寸的定义、测量和命名	182
七、金、银饰品重量测量允差的规定	184
八、贵金属饰品术语	186
九、贵金属首饰	190
十、硝酸银化学试剂	193
十一、首饰金、银覆盖层厚度的规定	199
十二、金、银镀层技术条件	201
第八章 金银检验方法	216
第一节 金银分析取制样方法	216
一、散装浮选铜精矿、铅精矿中金、银分析 取制样方法	216

二、铜、铅电解阳极泥中金、银分析取制样方法·····	222
三、金块矿取样和制样方法·····	228
第二节 伴生金、银检验方法·····	236
一、铜精矿中金和银量的测定·····	236
二、铅精矿中金和银量的测定·····	246
三、锌精矿中银量的测定·····	256
四、铜、铅、锌原矿和尾矿中金、银的测定·····	259
五、粗铜中金、银量的测定·····	281
六、粗铅中金、银量的测定·····	287
七、铜、铅电解阳极泥中金、银的测定·····	300
第三节 金、银的检验方法·····	305
一、金精矿化学分析方法·····	305
二、银精矿化学分析方法·····	323
三、合质金化学分析方法·····	382
四、粗银化学分析方法·····	401
五、金化学分析方法·····	406
六、银化学分析方法·····	425
七、首饰中金、银量的测定·····	453
八、首饰金、银覆盖层厚度的测定方法·····	460
九、黄金饰品的无损检测·····	469

第一章

国内外金、银概况

黄金是人类较早发现和利用的金属。由于它稀少和珍贵，自古以来被视为五金之首，有“金属之王”的称号，享有其他金属无法比拟的盛誉。它曾经作为国际上的硬通货，其储备量是国家经济实力的象征。随着社会的发展，黄金的经济地位和应用在不断地发生变化。它的货币职能在下降，在工业和高科技领域方面的应用在逐渐扩大，如首饰业、电子工业、现代通讯、航空航天、化工技术、医疗技术等。但时至今日，黄金在稳定国民经济、抑制通货膨胀、提高国家信誉等方面，仍有无可替代的作用。因而，黄金工业历来都受到世界各产金国的重视。自 20 世纪 60 年代以来，受黄金价格的刺激，黄金产量一直加速增长，持续到上世纪 90 年代初，由于受世界经济的影响，黄金价格开始持续走低，使得国际黄金产量稳定在 2500~2600t 左右。据统计，1980 年的世界黄金产量为 1188t，到 1990 年已经达到 2134t，而到 2001 年世界黄金产量达到 2604t。黄金消费也以更快的速度增长，最高时，达到了 3489t。

白银也是贵金属之一，全球储量为 28 万 t。最早主要用于装饰品和货币，在民间广为流传，随后用做餐具。随着工业的发展，开发了银的新用途，如电接触器、钎焊合金、催化剂和照相材料等等。目前，银主要用于照相、电子、装饰、珠宝和银制品等行业，货币制造和纪念品制造业也占有一定的份额。80 年代末，世界银的产量为 15000t 左右，到了 2001 年产量为 18351t。受世界经济的影响，2000 年世界银的消费量是 1985 年的两倍，达到 29433t，但是同期供给量却只增加了 40% 左右，因此近几年，白银市场长期供不应求，缺口很大，每年短缺量在 3000~6000t 左

右,靠民间和政府储备弥补。目前,银的消费领域主要集中在工业用途、照相业、首饰和银器,其中银的工业用途 2000 年占到银消费总量的 40%左右,达到 11757t。

我国是最早开采和利用黄金的国家之一,发现、生产和使用黄金已经有四千多年的历史了,到清光绪年间,我国黄金产量居世界第五位,达到 15t。此后,一路徘徊走低,到 1955 年产量仅为 3.39t。70 年代后,我国的黄金产业开始复苏,黄金产量以每年 4%~8%速度递增,2001 年,全国黄金产量达到 172.7t。而与此同时,我国的黄金消费量从 90 年代起就开始飞速发展,大大高于世界平均水平,供不应求。因此,数年来,我国致力于发展黄金产业,提高黄金产量;同时,对原有的黄金政策进行改革,取消黄金的统购统销,实行黄金交易所与人民银行收购的并行政策。因此,尽管黄金价格近几年来持续低迷,但我国的黄金产量 2002 年仍然超过历史最好水平,达到了 189.8t。

我国的银储量较大,据 2000 年全国矿产储量数据库资料显示,我国银矿资源大部分属于银品位低于 100g/t 的伴生银矿,全国各类银矿保有储量居世界第五位,在墨西哥、加拿大、澳大利亚和美国之后。经过多年的努力,我国在银矿的勘探、开发、难处理银矿的选冶方面,进行了广泛和深入的研究,积累了一定的经验。2000 年 1 月 1 日开始,我国放开白银市场,白银同其他贱金属一样完全进入市场。由此,我国的白银产量、出口量及消费量都有大幅度的提高,2002 年我国的白银产量达到 1800t,出口配额更是迅猛增长至 2206t,国内消费量则为 1600t。

第一节 国外金、银概况

一、国外金、银资源状况

(一) 世界黄金资源

世界黄金资源总量估计为 10 万 t,其中 15%~20%为其他金属矿床中的共伴生资源。截止到 2001 年底,世界黄金储量为 5 万

t, 储量基础为 7.8 万 t, 其详细情况见表 1-1。

表 1-1 2001 年世界黄金储量和储量基础

国家或地区	储量/t	储量基础/t	国家或地区	储量/t	储量基础/t
南 非	19000	36000	加拿大	1500	3500
美 国	5600	6000	中 国	1000	4300
澳大利亚	5000	6000	秘 鲁	2000	650
俄罗斯	3000	3500	其他	13000	16000
印度尼西亚	1800	2800	世界总计	50000	78000

资料来源: Mineral commodity Summaries, 2002。

(二) 世界白银资源

世界上约 2/3 的银资源是与铜、铅、锌、金等有色及贵金属矿床伴生的, 1/3 是以银为主的原生银矿床。据统计, 2001 年世界银储量和储量基础分别为 28 万 t 和 43 万 t, 储量主要分布在美国、加拿大、墨西哥、澳大利亚、秘鲁等国, 他们约占世界总储量的一半以上, 见表 1-2。

表 1-2 2001 年世界银储量和储量基础

国家或地区	储量/t	占世界的比例/%	储量基础/t	占世界的比例/%
美 国	30000	10.7	75000	17.5
加拿大	35000	12.5	47000	10.9
墨西哥	37000	13.2	40000	9.3
澳大利亚	33000	11.8	37000	8.6
秘 鲁	25000	8.9	37000	8.6
其 他	120000	42.9	190000	44.2
世界总计	280000	100.0	430000	100.0

资料来源: Mineral commodity Summaries, 2002。

二、国外金、银生产状况

(一) 世界矿产黄金产量

世界矿产黄金产量见表 1-3。

表 1-3 世界各国 10 年矿产黄金产量一览表 (t)

国家或地区	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
瑞 典	6.1	6.5	6.3	6.7	6.3	7.1	6.1	4.4	3.6	4.5
西班牙	6.5	6.6	5.9	4.1	3.0	2.0	3.8	5.1	4.8	4.2
法 国	3.1	3.0	5.1	5.3	5.7	4.9	3.8	3.6	2.6	2.4
保加利亚	1.5	1.5	1.6	3.0	3.1	2.8	2.7	2.5	2.1	2.2
南斯拉夫 (前)	3.0	2.5	2.8	3.7	4.8	4.7	3.4	2.0	2.1	2.1
芬 兰	1.6	1.4	1.3	1.5	2.3	2.4	3.3	2.7	1.6	1.7
罗马尼亚	1.9	2.0	2.1	2.2	2.1	2.0	2.0	1.8	1.2	1.6
意大利	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	0.9	0.8	0.5
其他国家	1.6	1.7	1.4	1.3	1.4	1.1	1.1	1.3	1.0	1.0
欧洲总计	25.3	25.2	26.5	27.8	28.5	27.1	27.3	24.2	19.8	20.1
印 尼	45.9	52.2	55.3	74.1	92.5	101.6	139.1	151.5	139.7	182.9
巴布亚新几内亚	71.2	61.5	60.5	54.9	54.1	49.1	63.2	65	76.4	68.1
菲 律 宾	27.2	29.8	31.0	29.4	31.8	33.8	34.9	32.8	34.7	32.2
日 本	8.9	9.4	9.6	9.2	8.6	8.4	8.6	9.4	8.4	8.0
马来西亚	3.5	4.5	4.1	3.2	3.8	5.5	4.4	4.5	5.1	4.9
沙特阿拉伯	6.0	6.8	7.6	8.0	7.6	5.9	5.1	4.6	3.6	4.3
印 度	1.8	2.0	2.2	2.5	2.4	2.8	2.6	2.0	2.0	2.0
越 南	1.0	1.5	1.5	1.7	2.0	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9
其 他	3.9	3.8	4.0	5.1	5.4	5.1	4.4	4.2	4.2	6.1
亚洲总计	169.4	171.5	175.8	188.1	208.2	214.0	264.0	275.9	275.9	310.4
美 国	329.1	332.1	326.0	319.0	329.3	362.0	366.0	341.9	355.2	334.5
加拿大	160.4	153.1	146.4	150.3	164.7	171.5	164.3	157.9	155.0	157.4
北美洲合计	489.5	485.2	472.4	469.3	494.0	533.5	530.3	499.8	510.2	491.9
秘 鲁	18.0	27.4	39.3	57.4	64.8	74.8	92.1	128.5	132.6	134.0
巴 西	76.5	75.7	73.4	67.4	64.2	59.1	54.7	54.1	53.6	50.7
智 利	39.3	38.5	43.3	48.5	56.4	52.9	47.5	48.2	50.4	39.8
阿根廷	1.6	1.3	1.2	1.0	0.9	2.5	20.1	35.0	26.0	30.9

续表 1-3

国家或地区	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
墨西哥	10.4	11.1	13.9	20.3	24.5	26.0	26.3	23.5	26.6	25.6
哥伦比亚	29.9	26.4	25.5	24.1	23.1	22.2	21.8	21.4	20.8	20.2
委内瑞拉	11.7	11.2	13.7	17.1	19.9	19.9	14.3	12.2	14.3	16.9
玻利维亚	7.9	12.1	14.7	16.0	15.2	15.8	17.3	15.4	14.8	15.5
圭亚那	3.4	10.0	11.7	8.8	11.4	14.3	14.5	13.3	13.7	14.4
厄瓜多尔	8.6	8.1	7.6	10.6	12.2	10.5	9.7	9.8	8.8	7.5
尼加拉瓜	1.3	1.6	1.4	1.6	1.8	2.8	4.4	4.3	4.3	3.4
法属圭亚那	2.4	3.1	2.7	3.3	2.6	2.8	2.7	2.6	3.1	3.1
乌拉圭	0.0	0.3	0.0	0.3	0.3	1.8	2.4	2.5	2.3	2.2
巴拿马	0.1	0.1	0.1	0.2	0.8	1.7	1.8	0.5	0.2	0.1
多米尼加	2.6	0.4	1.6	3.3	3.3	2.3	1.4	0.7	0.0	0.0
其 他	4.8	5.4	5.5	6.4	6.6	6.6	7.7	8.7	7.1	11.5
拉丁美洲合计	218.5	232.7	255.6	286.3	307.9	316.0	338.5	380.6	377.5	375.8
南 非	614.1	619.5	583.9	522.4	494.6	492.5	464.4	449.5	428.3	393.7
加 纳	33.3	41.4	44.5	53.2	50.3	55.7	73.4	78.2	73.8	71.7
马 里	6.0	6.4	6.3	7.8	6.6	18.4	22.8	25.4	30.4	44.6
坦桑尼亚	6.0	7.5	6.54	5.3	5.5	5.3	5.5	9.2	17.2	33.8
津巴布韦	19.9	20.7	22.5	26.1	26.7	26.3	27.2	29.7	24.9	22.1
几内亚	4.2	3.8	4.3	6.5	7.0	7.1	11.7	13.3	16.2	16.5
苏 丹	1.2	1.7	2.8	3.6	4.7	4.7	5.7	5.7	5.9	5.8
刚 果	9.0	8.7	11.1	10.0	8.2	9.6	4.8	4.0	4.5	4.8
埃塞俄比亚	3.9	3.5	3.1	2.9	2.9	2.8	3.5	4.2	4.6	4.7
科特迪瓦	2.8	3.1	2.9	3.2	3.6	4.0	3.4	3.3	4.5	4.7
纳米比亚	2.0	2.0	2.4	2.1	2.1	2.4	1.9	2.1	2.5	2.8
布基纳法索	5.0	4.0	3.0	2.7	2.5	2.3	2.6	2.7	1.7	1.3
其 他	8.00	8.6	9.4	8.9	9.0	7.3	6.9	7.1	6.9	8.1
非洲总计	715.4	730.9	702.7	654.7	623.7	638.4	633.7	634.6	62.1	614.5

续表 1-3

国家或地区	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
澳大利亚	243.5	247.3	254.9	253.5	289.5	313.5	310.1	299.5	296.4	285.0
新西兰	10.5	11.2	10.6	12.1	11.6	11.4	8.7	8.6	9.9	10.4
斐 济	3.8	3.8	4.1	3.5	4.6	4.7	3.7	4.3	3.7	3.9
所罗门群岛	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.5	1.7	0.1
大洋洲合计	257.8	262.3	269.6	269.1	305.6	329.3	323.6	315.9	311.6	299.3
中 国	112.2	119.4	120.7	132.6	144.6	148.8	160.2	156.3	164.3	172.7
俄罗斯	151.7	164.5	158.1	142.1	132.8	138.0	127.3	138.4	154.3	165.1
乌兹别克斯坦	3.0	65.4	65.0	66.6	78.3	81.7	80.4	88.1	87.5	85.4
吉尔吉斯斯坦	1.2	1.4	2.1	2.1	4.1	17.4	21.1	20.0	22.0	24.6
哈萨克斯坦	13.6	13.7	14.5	15.0	12.2	10.9	8.9	9.9	12.8	14.7
蒙 古	0.9	1.2	1.8	4.4	6.2	9.8	8.8	11.4	12.7	13.6
朝 鲜	17.0	15.0	14.0	14.0	12.2	9.0	6.7	6.6	6.6	6.6
塔吉克斯坦	0.7	1.1	1.5	1.7	1.5	2.6	3.1	2.7	3.7	4.9
其他独联体国家	1.0	1.4	2.0	2.3	1.5	2.2	3.1	3.4	4.0	4.4
世界总计	2237.2	2290.9	2282.3	2276.0	2361.4	2478.6	2537.8	2568.0	2584.1	2604.1

(二) 世界再生金产量

世界再生金产量见表 1-4。

表 1-4 世界再生金 10 年产量一览表

(t)

地 区	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
欧 洲	37.0	53.5	53.9	61.7	66.7	60.7	51.7	53.8	62.3	63.6
北美洲	49.2	56.2	59.2	59.7	62.8	59.4	55.9	55.4	58.1	63.3
拉丁美洲	20.2	19.9	18.6	29.8	23.1	18.7	18.7	20.7	19.6	21.8
中 东	191.9	221.5	266.7	241.6	234.8	180.3	190.1	198.7	199.9	258.2
印度次大陆	85.0	101.0	100.1	108.0	122.1	78.7	96.6	102.2	102.1	110.5
东 亚	57.5	73.4	68.9	76.7	84.2	182.2	630.8	123.5	116.6	139.2
非 洲	10.1	13.7	13.0	15.1	11.5	8.3	8.3	8.9	9.2	10.5
大洋洲	1.5	1.8	2.3	2.7	2.5	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3
(中国+独联体)	35.0	35.0	36.0	33.5	34.2	33.4	34.3	39.5	36.2	37.1
世界总计	487.4	576.0	618.7	628.8	641.8	623.8	1088.5	604.8	606.2	706.5