

# 贵金属生产技术 实用手册

下 册

《贵金属生产技术实用手册》编委会 编



冶金工业出版社  
Metallurgical Industry Press

# 贵金属生产技术实用手册

《贵金属生产技术实用手册》编委会 编

(下 册)

《贵金属生产技术实用手册》编委会 编

冶金工业出版社

2011

## 内 容 提 要

本书是由中国黄金集团公司策划并组织了近百名专家、学者共同编著的一部大型专业工具书,它涵盖了贵金属生产所涉及到的各种工艺过程,较详细地介绍了地质、采矿、选矿、冶金、尾矿处理、机电设备、分析测试、环境保护、技术经济分析和案例、贵金属化工产品深加工、贵金属材料的应用与发展等方面的专业知识、先进技术和新工艺,并附有常用数据资料及参考文献。

本书可作为工程技术部门、施工制造企业、科研设计院所和相关专业科技人员必备的工具书,也可作为高等院校相关专业师生的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

贵金属生产技术实用手册. 下册/《贵金属生产技术实用手册》编委会编. —北京:冶金工业出版社,2011. 1  
ISBN 978-7-5024-5373-2

I. ①贵… II. ①贵… III. ①贵金属—生产工艺—技术手册 IV. ①TG146. 3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 211875 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

策 划 曹胜利 责任编辑 戈 兰 李培禄 美术编辑 李 新

版面设计 孙跃红 责任校对 王贺兰 李文彦 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5373-2

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

2011 年 1 月第 1 版,2011 年 1 月第 1 次印刷

787 mm × 1092 mm 1/16;71.25 印张;1728 千字;1100 页

260.00 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(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

# 《贵金属生产技术实用手册》

## 编辑委员会

### 技术顾问

王淀佐 中国工程院院士 中国科学院院士  
孙传尧 中国工程院院士  
罗中兴 中国有色工程设计研究总院教授级高级工程师

### 编辑委员会

主任委员 孙兆学

副主任委员 宋 鑫 杜海青

委 员(以姓氏汉语拼音为序)

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 鲍海文 | 邓 军 | 董卫军 | 高金昌 | 巩春龙 | 胡春融 |
| 黄 蕊 | 蒋继穆 | 姜良友 | 具滋范 | 李 鹏 | 李希明 |
| 李忠山 | 陆志方 | 欧 虹 | 孙豁然 | 谭学余 | 王晋定 |
| 王胜斌 | 韦华南 | 吴振祥 | 邢万芳 | 杨志刚 | 叶建武 |
| 张炳南 | 张继武 | 张清波 | 张永涛 | 章庆松 | 赵国君 |

孙兆学 中国黄金协会 会长

中国黄金集团公司 总经理

宋 鑫 中国黄金集团公司 副总经理

杜海青 中国黄金集团公司 副总经理

鲍海文 中国黄金集团公司规划发展部 经理

邓 军 中国地质大学 副校长

董卫军 中国黄金集团公司规划发展部 处长

|     |               |          |
|-----|---------------|----------|
| 高金昌 | 长春黄金研究院       | 副院长      |
| 巩春龙 | 长春黄金研究院       | 科研处处长    |
| 胡春融 | 长春黄金研究院       | 副院长      |
| 黄蕊  | 长春黄金研究院       | 副院长      |
| 蒋继穆 | 中国有色工程设计研究总院  | 设计大师     |
| 姜良友 | 中国黄金集团公司投资管理部 | 经理       |
| 具滋范 | 辽宁天利金业有限责任公司  | 董事长      |
| 李鹏  | 中国黄金集团公司      | 总经理顾问    |
| 李希明 | 中国黄金集团公司生产运营部 | 处长       |
| 李忠山 | 中国黄金集团科技有限公司  | 董事长      |
| 陆志方 | 中国有色工程设计研究总院  | 院长       |
| 欧虹  | 长春黄金设计院       | 院长       |
| 孙豁然 | 东北大学采矿工程研究所   | 所长       |
| 谭学余 | 冶金工业出版社       | 总编辑      |
| 王晋定 | 中金黄金股份有限公司    | 总经理      |
| 王胜斌 | 中国黄金协会        | 副会长      |
| 韦华南 | 长春黄金研究院       | 院长       |
| 吴振祥 | 中国有色工程设计研究总院  | 教授级高级工程师 |
| 邢万芳 | 黄金杂志社         | 副社长      |
| 杨志刚 | 中国黄金集团公司      | 总工程师     |
| 叶建武 | 中国黄金集团公司      | 总工程师     |
| 张炳南 | 中国黄金报社        | 社长       |
| 张继武 | 黄金杂志社         | 社长助理     |
| 张清波 | 长春黄金研究院       | 总工程师     |
| 张永涛 | 中国黄金协会        | 副会长      |
| 章庆松 | 中国黄金集团公司生产运营部 | 经理       |
| 赵国君 | 黄金杂志社         | 社长       |

## 编 辑 部

|       |             |     |     |     |     |
|-------|-------------|-----|-----|-----|-----|
| 主 任   | 韦华南         |     |     |     |     |
| 常务副主任 | 胡春融 赵国君     |     |     |     |     |
| 副 主 任 | 吴振祥         | 谭学余 | 邢万芳 | 张继武 | 赵玉娥 |
| 成 员   | (以姓氏汉语拼音为序) |     |     |     |     |
|       | 陈大经         | 陈瑞英 | 程耀先 | 党君祥 | 邓 军 |
|       | 丁跃进         | 董凤书 | 符 岩 | 付文姜 | 高金昌 |
|       | 巩春龙         | 管则皋 | 郭惠兰 | 韩建秋 | 黄 蕊 |
|       | 惠学德         | 蒋继穆 | 姜 涛 | 焦建团 | 金英豪 |
|       | 李广明         | 李 韧 | 李绥远 | 李 续 | 李玉敏 |
|       | 李跃辉         | 李增芳 | 李哲浩 | 李正大 | 梁有彬 |
|       | 刘 琦         | 刘庆春 | 刘文华 | 刘 霞 | 刘正华 |
|       | 娄富昌         | 陆 梅 | 马文军 | 秦晓鹏 | 邱显扬 |
|       | 任锦瑞         | 任克敏 | 尚通明 | 师利熙 | 宋庆双 |
|       | 宿晓静         | 孙柏龄 | 孙国飞 | 孙豁然 | 孙凯年 |
|       | 孙兴家         | 唐 洋 | 田文旗 | 汪 丹 | 王壁善 |
|       | 王海东         | 王宏勋 | 王满仓 | 王平户 | 王荣祥 |
|       | 王天正         | 王彦慧 | 王永录 | 魏以和 | 伍南通 |
|       | 谢长锦         | 谢春生 | 谢纪元 | 谢志勤 | 邢洪波 |
|       | 薛文平         | 杨金艳 | 姚 香 | 袁玉霞 | 曾新民 |
|       | 张 飞         | 张凤梧 | 张金钟 | 张莲荣 | 张鸣昕 |
|       | 张友芳         | 张忠汉 | 赵国义 | 赵红芬 | 周全法 |
|       | 朱贤国         | 邹蔚蔚 | 左玉明 |     |     |



贵金属因其自然的魅力、永恒的价值,在人类漫长而灿烂的文明史中,一直作为权力的象征、财富的标志;因其瑰丽的色泽、无与伦比的优良性能,在首饰、电子、航天航空、国防军工、能源、化工、环保、医药、纳米材料以及高科技等领域,得到了越来越广泛的应用。居贵金属之首的黄金,作为全世界公认的国际储备资产具有无限的权威性,是防范现代信用货币制度兑付风险的有效基石。

贵金属是稀缺宝贵、储量有限的矿产资源。中国金、银的生产具有悠久的历史,而铂族金属的生产直到中华人民共和国成立时还是空白。国民经济的高速发展,极大地促进了中国贵金属工业的空前发展,同时也使贵金属生产技术获得了日新月异的进步。贵金属工业经历了从简单易处理矿石到复杂难处理矿石,从单一生产工艺到联合生产工艺,从粗放型生产到清洁型生产的发展过程。2007年中国黄金产量首次超过南非,成为全球第一产金大国;2009年黄金产量再创历史新高,连续三年位居世界第一。

中国黄金集团公司作为贵金属生产的龙头企业,一直秉承以科技统领生产的理念,以科技支撑长远发展,重视生产技术的研发和创新。为了进一步提高贵金属生产技术水平,全面提升贵金属生产能力,大力推进贵金属工业的快速发展,中国黄金集团公司组织具有丰富实践经验、较高业务造诣的各方面专家、学者,广泛收集贵金属生产中的技术成果、工艺方法和成功经验,以科学性、系统性、实用性为原则,编撰出版了《贵金属生产技术实用手册》。

该手册系统介绍了贵金属工业中常用的先进生产技术,涵盖了地质、采矿、选矿、冶炼、环保、机械、化学分析、产品深加工等各个学科,展示了中国贵金属工业的技术创新、技术进步和技术升级,凝聚了贵金属行业内外

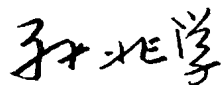
广大工程技术人员的无私奉献和科研心血,饱含了广大一线工人辛勤劳动的汗水。

该手册各种生产技术资料及数据翔实可靠,具有权威性、科学性、前瞻性、知识性、实用性和可读性,是一部对实际生产应用具有重要指导作用的著作。其既可作为工程界各技术部门、科研院所、矿山施工制造等单位相关技术人员必备的综合性的工具书,也可作为高等院校工科相关专业师生学习的参考书。

目前,中国贵金属工业正在实现综合勘探、综合开发、综合利用,正在实现节能减排、绿色环保,正在实现科学、规范、可持续发展,正在成为全球贵金属矿业开发最具竞争力的企业之一。相信该手册的出版,一定会促进贵金属生产技术创新,一定会加速科技成果向生产力转化,一定会加强贵金属产业提升,一定会推动中国贵金属工业又好又快的发展。

中国黄金协会会长

中国黄金集团公司总经理 党委书记



2009年12月

# 前

# 言

近几年,中国贵金属生产技术发展迅猛,成果丰硕。为了使科研成果更好地转化为生产力,满足贵金属行业广大工程技术人员的迫切需要,加快推广先进技术,提高生产技术水平,推动贵金属行业技术进步和科技创新,中国黄金集团公司与冶金工业出版社合作,组织长春黄金研究院、长春黄金设计院、中国有色工程设计研究总院、北京矿冶研究总院、昆明贵金属研究所、东北大学、桂林矿产地质研究院、江苏技术师范学院、中国冶金地质总局正元国际矿业有限公司、广州有色金属研究院、吉林冶金研究院、中南大学、太原科技大学、暨南大学等科研设计院所、高等院校、生产厂家的专家、学者和生产一线的工程技术人员共同编写了这本《贵金属生产技术实用手册》(以下简称《手册》)。

《手册》的编写是中国黄金集团公司“十一五”科技计划项目,也是冶金工业出版社“十一五”选题规划的重点项目。《手册》以科学性、先进性、实用性为编写原则,通过简洁的图表和技术数据介绍贵金属科研与生产方面的实用和成熟技术,同时也着力反映贵金属行业科研新成果、新工艺、新技术和科技发展方向。《手册》是一本综合性工具书,展示了中国贵金属领域的科技进步和生产技术水平,填补了贵金属行业生产技术缺乏实用工具书的空白。《手册》中的技术数据与资料翔实可靠、实用性强,具有一定的权威性,可作为工程技术部门、施工制造企业、科研设计院所和相关专业科技人员必备的工具书,也可作为高等院校工科相关专业师生的参考书。

《手册》涵盖了贵金属生产所涉及到的各种工艺过程,较详细地介绍了地质、采矿、选矿、冶金、尾矿处理、机电设备、分析测试、环境保护、技术经济分析和案例、贵金属化工产品深加工、贵金属材料的应用与发展等方面的专业知识、先进技术和新工艺,并附有常用数据资料及参考文献。

《手册》共分14篇,300多万字。参加编写的人员有(以姓氏汉语拼音为序)陈大经、陈瑞英、程耀先、党君祥、丁跃进、董凤书、符岩、管则皋、郭惠兰、惠学德、

姜涛、焦建团、李广明、李韧、李绥远、李增芳、李哲浩、李正大、梁有彬、刘庆春、刘文华、刘霞、刘正华、娄富昌、马文军、邱显扬、任克敏、师利熙、宋庆双、孙柏龄、孙豁然、孙凯年、唐洋、田文旗、王壁善、王海东、王宏勋、王满仓、王平户、王荣祥、王永录、魏以和、吴振祥、伍南通、谢纪元、邢洪波、姚香、袁玉霞、曾新民、张凤梧、张金钟、张鸣昕、张友芳、赵国义、赵红芬、周全法、朱贤国、邹蔚蔚、左玉明。

《手册》在筹备和编写过程中,得到了中国科学院和中国工程院院士王淀佐、中国工程院院士孙传尧、中国有色工程设计研究总院教授级高级工程师罗中兴等的关心指导,以及中国黄金集团公司和各参与单位的大力支持;邓军、高金昌、韩建秋、胡春融、黄蕊、蒋继穆、李续、刘琦、陆梅、秦晓鹏、任锦瑞、尚通明、孙国飞、孙兴家、汪丹、王天正、王彦慧、韦华南、谢长锦、谢志勤、薛文平、张飞、张忠汉(以姓氏汉语拼音为序)等同志审阅书稿,并提出具体修改意见和建议;黄金杂志社赵国君、邢万芳、张继武、李玉敏、赵玉娥、宿晓静、张莲荣、杨金艳等同志对书稿进行技术编审;另外,编者在《手册》编写过程中,参考了业内许多专家和学者的研究成果和技术论述等。对于他们的辛勤劳动,在此一并表示最诚挚的谢意!

《手册》涉及专业范围广、内容多,尽管经过反复修改和多次调整,但对各章节内容取舍、文字表述等方面难免有不足和遗漏之处,敬请读者批评指正,提出宝贵意见,以便再版时进一步提高《手册》的质量。

《贵金属生产技术实用手册》编委会

2009年12月

# 总 目 录

## 上 册

### 第1篇 总 论

- 1 概述
    - 1.1 金属元素
    - 1.2 金属分类
    - 1.3 贵金属的发现及命名
    - 1.4 贵金属的用途
  - 2 贵金属元素的基本性质
    - 2.1 贵金属元素的物理性质
    - 2.2 贵金属元素的化学性质
  - 3 贵金属的化合物
    - 3.1 金的化合物
    - 3.2 银的化合物
    - 3.3 铂的化合物
    - 3.4 铑的化合物
    - 3.5 钯的化合物
    - 3.6 铱的化合物
    - 3.7 锇的化合物
    - 3.8 钌的化合物
  - 4 热力学平衡图
    - 4.1 溶液的电位 - pH 图
    - 4.2 熔体相图
- 参考文献

### 第2篇 贵金属矿床

- 5 金矿床
  - 5.1 中国金矿资源现状与特点
  - 5.2 金的性质
  - 5.3 金矿物类型及特征
  - 5.4 金矿床成因类型
  - 5.5 金矿床工业类型
  - 5.6 金矿床的时、空分布特征
  - 5.7 伴生金矿床
  - 5.8 工业要求
  - 5.9 金矿地质勘查
- 6 银矿床
  - 6.1 中国银矿资源现状
  - 6.2 银的性质
  - 6.3 银矿物
  - 6.4 银矿床类型
  - 6.5 银矿床时、空分布及成矿区带划分
  - 6.6 工业要求
  - 6.7 银矿床地质勘查

## 7 铂族元素矿床

- 7.1 中国铂族金属矿产资源现状
- 7.2 铂族元素的性质
- 7.3 铂族元素矿物

## 7.4 铂族元素矿床类型

## 7.5 铂族元素矿床成矿的时、空分布

## 7.6 工业要求

## 参考文献

# 第3篇 贵金属采矿

## 8 岩金矿床露天开采

- 8.1 概述
- 8.2 缓帮开采
- 8.3 陡帮开采
- 8.4 采剥工作

## 9 岩金矿床地下开采

- 9.1 概述
- 9.2 全面采矿法
- 9.3 全面留矿采矿法
- 9.4 房柱采矿法

## 9.5 留矿采矿法

## 9.6 阶段矿房采矿法

## 9.7 上向分层干式充填采矿法

## 9.8 上向分层尾砂充填采矿法

## 9.9 上向分层胶结充填采矿法

## 9.10 上向进路充填采矿法

## 9.11 下向分层胶结充填采矿法

## 9.12 削壁充填采矿法

## 9.13 崩落采矿法

## 9.14 岩金矿山通风防尘与降温

## 9.15 岩金矿山防治水技术

## 参考文献

# 第4篇 贵金属选矿

## 10 概述

- 10.1 贵金属选矿
- 10.2 贵金属选矿的问题和展望

## 11 破碎与筛分

- 11.1 破碎
- 11.2 筛分
- 11.3 破碎筛分流程的选择
- 11.4 破碎设备
- 11.5 筛分设备
- 11.6 洗矿设备
- 11.7 破碎、筛分车间在生产中应注意的问题

## 12 磨矿与磨矿设备

- 12.1 概述

## 12.2 磨矿设备

## 12.3 分级与分级设备

## 13 选矿厂选别流程的计算

## 13.1 选别流程的计算

## 13.2 选矿厂矿浆流程的计算

## 14 重选

## 14.1 概述

## 14.2 贵金属重选常用设备

## 14.3 重选设备在国外岩金黄金矿山中的应用

## 14.4 中国黄金矿山采用的主要重选流程

## 14.5 砂铂矿的重选处理

## 15 浮选

- 15.1 概述

- 15.2 浮选基本原理
  - 15.3 贵金属浮选
  - 15.4 浮选药剂
  - 15.5 浮选的发展趋势
  - 16 磁选**
    - 16.1 磁选的基本原理
    - 16.2 磁选设备及应用
    - 16.3 磁选的应用
  - 17 化学选矿**
    - 17.1 化学选矿的概念
    - 17.2 化学选矿的特点
    - 17.3 化学选矿的原则流程
  - 18 其他选矿方法**
    - 18.1 手选
    - 18.2 混汞提金
    - 18.3 石蜡法
    - 18.4 煤-油团聚法
  - 19 选矿产品脱水**
    - 19.1 概述
    - 19.2 脱水效率
    - 19.3 普通浓缩机和高效浓缩机
    - 19.4 过滤机
  - 20 选矿厂取样及选矿厂试验**
    - 20.1 选矿厂取样
    - 20.2 选矿厂实验与选矿实验室
  - 21 选矿厂流程考查**
    - 21.1 流程考查的目的
    - 21.2 流程考查的工作内容
    - 21.3 流程考查的步骤和方法
    - 21.4 流程考查中的注意事项
    - 21.5 工艺流程的计算
    - 21.6 流程考查报告的编写
    - 21.7 贵金属选矿厂生产工艺流程考查
  - 22 国内外贵金属一次资源选矿实践**
    - 22.1 国内外铂族金属选矿生产实践
    - 22.2 国内外金、银一次资源选矿生产实践
  - 23 尾矿资源的回收利用**
    - 23.1 紫金山金矿低品位矿石及尾矿综合利用
    - 23.2 铜绿山铜矿尾矿回收
    - 23.3 灵宝混汞-浮选尾矿的综合利用
    - 23.4 南非东兰德金铀公司
  - 参考文献
- ## 第5篇 金银冶金
- 24 概述**
    - 24.1 提取金、银的一般原则
    - 24.2 金、银提取的原料与方法
    - 24.3 金、银冶金的现状与发展
  - 25 混汞法提金简介**
  - 26 氰化法**
    - 26.1 氰化法的理论基础
    - 26.2 氰化法提金生产实践
  - 27 非氰化提金方法**
    - 27.1 概述
    - 27.2 硫脲法
    - 27.3 水氯化法
    - 27.4 硫代硫酸盐法提金
    - 27.5 其他提金方法
  - 28 从难处理金矿中提金方法**
    - 28.1 概述
    - 28.2 难处理金矿生物氧化预处理工艺

- 28.3 加压氧化预处理工艺
- 28.4 焙烧法预处理工艺
- 28.5 几种预处理方法的比较

## 29 从阳极泥中提取金、银

- 29.1 阳极泥的处理
- 29.2 阳极泥火法处理工艺
- 29.3 阳极泥湿法处理工艺

## 30 金、银的精炼与铸锭

- 30.1 银的化学法精炼
- 30.2 金的化学法精炼
- 30.3 银电解精炼
- 30.4 金的电解精炼
- 30.5 金、银的铸锭
- 参考文献

# 下 册

## 第6篇 铂族金属冶金

### 31 概述

- 31.1 处理对象和原料
- 31.2 工艺的特点和选择原则
- 31.3 铂族金属冶金的现状与发展

### 32 初步富集工艺

- 32.1 概述
- 32.2 浮选精矿的造钼一吹炼富集
- 32.3 其他初步富集方法

### 33 富集和提取铂族金属精矿

- 33.1 富集提取的工艺原则
- 33.2 火法分离
- 33.3 磨矿、浮选分离
- 33.4 湿法分离
- 33.5 电解分离
- 33.6 低浓度铂族金属溶液的富集
- 33.7 元素硫的分离
- 33.8 低镍钼湿法浸出
- 33.9 制取铂族金属精矿的典型工艺

### 34 铂族金属的相互分离

- 34.1 精炼原料及处理原则
- 34.2 精矿的溶解

- 34.3 传统分离方法
- 34.4 分离的传统工艺流程

### 35 萃取和离子交换

- 35.1 萃取分离原理
- 35.2 贱金属的萃取分离
- 35.3 金的萃取
- 35.4 钯的萃取
- 35.5 铂的萃取
- 35.6 铑、铱的萃取
- 35.7 钌、钨的萃取
- 35.8 常用萃取设备及技术
- 35.9 溶剂萃取的典型工艺流程
- 35.10 离子交换
- 35.11 液膜法富集提取铂族金属

### 36 铂族金属提纯

- 36.1 概述
- 36.2 铂的提纯
- 36.3 钯的提纯
- 36.4 钨的提纯
- 36.5 钌的提纯
- 36.6 铑的提纯
- 36.7 铱的提纯

## 36.8 结语

## 参考文献

## 第7篇 尾矿设施

## 37 设计尾矿设施所需资料及来源

- 37.1 工艺资料
- 37.2 水文、气象资料
- 37.3 调查资料
- 37.4 测绘资料
- 37.5 工程水文地质勘测资料

## 38 尾矿库

- 38.1 尾矿库类型
- 38.2 库址选择的原则及要求
- 38.3 尾矿库等级划分
- 38.4 尾矿库防渗
- 38.5 国外尾矿库实例

## 39 尾矿坝

- 39.1 尾矿坝类型
- 39.2 初期坝
- 39.3 后期坝

## 40 尾矿库排水(洪)构筑物

- 40.1 防洪标准
- 40.2 排水(洪)构筑物

## 41 尾矿输送及排放

- 41.1 湿式泵站输送、泵站和管线
- 41.2 尾矿干式(过滤)排放

## 42 尾矿水回收及排放

- 42.1 尾矿库来水量
- 42.2 尾矿库出库水量

## 43 尾矿综合利用

## 44 尾矿库维护及生产管理

- 44.1 尾矿库维护
- 44.2 尾矿库安全监测
- 44.3 尾矿库安全生产管理

## 45 尾矿库复垦实例

## 46 尾矿库事故分析

- 46.1 尾矿库事故实例
  - 46.2 导致事故原因及应吸取教训
- 参考文献

## 第8篇 矿井提升及选矿机电设备

## 47 矿井提升设备

- 47.1 概述
- 47.2 竖井提升容器
- 47.3 提升容器的选择计算
- 47.4 钢丝绳的选择计算
- 47.5 提升机选择
- 47.6 运动学和动力学计算
- 47.7 提升电动机的选择计算
- 47.8 矿井提升机
- 47.9 缠绕式提升机与井口的相对位置
- 47.10 矿井提升机拖动方式的选择

## 48 选矿设备

- 48.1 选矿设备概况
- 48.2 粉碎工艺设备
- 48.3 筛分、分级设备
- 48.4 选别机械设备
- 48.5 CJ除尘器

## 49 贵金属矿山生产过程自动化

- 49.1 前言
- 49.2 控制系统和检测仪表
- 49.3 破碎过程自动化
- 49.4 磨矿过程自动化

49.5 浮选过程自动化

参考文献

49.6 现代化控制技术在矿山中的应用

## 第9篇 贵金属二次资源的回收与利用

### 50 概述

50.1 定义及特性

50.2 贵金属二次资源回收价值及在国际大循环中的地位

50.3 贵金属再生回收的发展和现状

### 51 贵金属二次资源的来源及主要回收工艺

51.1 主要来源及分类

51.2 收集、预处理、取样及分析

51.3 废料计价

51.4 废料回收工艺的选择

### 52 含银二次资源回收

52.1 概述

52.2 含银废液

52.3 固相感光材料

52.4 银及其合金废料

52.5 其他含银固体废料

### 53 含金二次资源回收

53.1 概述

53.2 金及其合金废料

53.3 镀金及表层含金废料

53.4 含金废液

53.5 低品位含金固体废料

### 54 含铂族金属二次资源回收

54.1 概述

54.2 铂族金属及其合金废料

54.3 含铂族金属废催化剂

54.4 低含量铂族金属固体废料

54.5 低含量铂族金属溶液

参考文献

## 第10篇 贵金属取样与测试

### 55 贵金属取样概述

55.1 取样的含义及基本要求

55.2 取样的基本原理

55.3 取样的基本方法

55.4 贵金属矿石的取样

55.5 金矿堆浸生产中的取样

55.6 黄金矿山选矿厂的取样

55.7 氰化厂生产过程中的取样

55.8 合质金分析取样

55.9 粗银的取样

55.10 纯金、纯银的取样

55.11 贵金属催化剂和二次资源废料的取样与加工

55.12 金属锭与高温熔体的取样

### 56 贵金属的火试金分析方法

56.1 火试金法的特点

56.2 火试金法的基本原理

56.3 器皿与设备

56.4 主要试剂及其作用

56.5 坩埚铅试金法

56.6 渣化法

56.7 铅试金法的应用

56.8 非铅试金法

56.9 铂族金属矿石试金分析

### 57 贵金属的富集与分离

57.1 金的富集与分离

- 57.2 银的富集与分离
- 57.3 铂、钯、铑和铱的富集与分离
- 57.4 钨和钼的富集与分离

## 58 贵金属的测定方法

- 58.1 分光光度法及其应用
- 58.2 滴定法

- 58.3 原子吸收光谱法及其应用
- 58.4 原子发射光谱法及其应用
- 58.5 电感耦合等离子体发射光谱法及其应用
- 58.6 电感耦合等离子体质谱法及其应用

参考文献

# 第 11 篇 黄金工业环境保护

## 59 黄金工业环境污染的来源及特点

- 59.1 岩金采矿
- 59.2 岩金选矿
- 59.3 难处理矿石的预处理
- 59.4 提金工艺
- 59.5 主要污染源及污染物汇总

## 60 黄金工业污染源与污染物对环境的影响

- 60.1 水污染物对环境的影响
- 60.2 固体废弃物对环境的影响
- 60.3 大气污染物对环境的影响
- 60.4 噪声的危害

## 61 黄金工业含氰废水治理

- 61.1 概述
- 61.2 含氰废水的深度处理方法
- 61.3 从含氰废水中回收氰化物的方法
- 61.4 从含氰废水中回收金的方法
- 61.5 含氰废水净化与循环使用
- 61.6 氰化物中毒症状及急救措施

## 62 黄金工业其他废水治理技术

- 62.1 含砷废水治理技术
- 62.2 重金属废水治理
- 62.3 浮选废水治理
- 62.4 悬浮物废水治理

## 63 固体废物处置和综合利用

- 63.1 黄金矿山固体废物

- 63.2 尾矿处置和综合利用
- 63.3 采矿废石处置与综合利用
- 63.4 其他固体废弃物的处置和利用
- 63.5 固体废物贮存、处置标准

## 64 粉尘、废气治理和冶炼烟尘回收

- 64.1 粉尘治理
- 64.2 二氧化硫的处理和回收
- 64.3 含砷废气处理
- 64.4 氮氧化物的治理
- 64.5 冶炼烟尘回收与废液处理

## 65 噪声的治理

- 65.1 噪声的来源
- 65.2 噪声的治理

## 66 生态环境保护、水土保持和土地复垦

- 66.1 生态环境保护
- 66.2 水土保持
- 66.3 土地复垦

## 67 环境保护管理

- 67.1 管理机构、管理办法与管理制度
- 67.2 清洁生产
- 67.3 建设项目
- 67.4 排污许可
- 67.5 环境监测
- 67.6 环境保护档案管理

参考文献