

黄金生产工艺指南

《黄金生产工艺指南》编委会 编著

地质出版社

黄金生产工艺指南

《黄金生产工艺指南》编委会编著

地质出版社

ISBN 7-116-02941-9



9 787116 029415 >

内 容 简 介

《黄金生产工艺指南》以多年来国内外黄金生产的基本理论和实践为基础,综合近十多年来世界黄金生产的革新与发展,以及各种新方法、新工艺、新设备的实际开发应用成果,全面论述和介绍了黄金生产的实际方法、生产工艺和具体实践。全书共分八篇:总论、易处理金矿的富集与氰化浸出、难处理金矿的富集与氰化浸出、非氰化法浸出金、金的提取与回收、金的粗炼与精炼、金的综合回收和三废处理与利用。

本书内容丰富,图文并茂,具有较强的科学性、系统性和广泛实用性,可供黄金科研、生产领域以及化工、环保、废旧物质回收、综合利用等有关领域的科研和设计院所、厂矿企业的技术人员和大专院校有关专业师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

黄金生产工艺指南/《黄金生产工艺指南》编委会编著.北京:地质出版社,2000.1

ISBN 7-116-02941-9

I. 黄… II. 黄… III. 炼金-生产工艺 IV. TF831

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第65015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:白 铁 江晓庆 黄淦祥 许晓海

*

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092 1/16 印张:49.5 字数:1220000

2000年1月北京第一版·2000年1月北京第一次印刷

印数:1—1000册 定价:150.00元

ISBN 7-116-02941-9

T·57

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行处负责调换)

《黄金生产工艺指南》编委会

主 任：孙传尧

副主任：乔繁盛 赵涌泉

编 委(按姓名笔划为序)：才锡民 王 瑜 王瑞琛 邓延斌

白 铁 乔繁盛 孙传尧 许根福 李丽洁 李雁南

张万寿 张丽霞 赵涌泉 谢格波

《黄金生产工艺指南》编著者

第一篇：总论

白 铁 乔繁盛

第二篇：易处理金矿的富集与氰化浸出

第 1~3 章

乔繁盛

第 4~6 章

许根福

第三篇：难处理金矿的富集与氰化浸出

第 1~2 章

乔繁盛

第 3~5 章

才锡民

第四篇：非氰化法浸出金

李雁南

第五篇：金的提取与回收

许根福

第六篇：金的粗炼与精炼

李雁南

第七篇：金的综合回收

李雁南

第八篇：三废处理与利用

李雁南

前 言

随着世界各国经济的高速发展和科学技术的进步,尤其是现代工农业、航天、电子工业、信息技术、新能源、新材料的迅速发展,为黄金的应用开拓了广阔的领域,从而大大促进了黄金生产技术的革新和黄金产量的增长。从20世纪60年代以来,特别是近20年来,世界黄金生产发展很快,目前世界黄金年产量已超过2400 t。但尽管如此,世界黄金产量仍远远满足不了经济日益增长的需要。

当前,世界黄金生产的发展趋势:一是富矿、易处理矿日益减少或枯竭,复杂矿石、难处理矿石和贫矿已成为黄金生产的主要资源。据统计,世界现在黄金储量中2/3以上为难处理矿,而且目前1/3的黄金产量来自难处理矿。因此,近20年来,对难处理矿的研究,特别是难处理矿石的预处理方法和工艺的研究,以及对复杂矿石的综合回收技术的研究,已成为黄金生产领域的重要课题,并取得了可喜的进展和实际应用效果。尤其值得提到的是堆浸法广泛应用于贫矿、废矿以及各种尾矿的处理,为黄金资源的充分利用开辟了宽广的道路。二是为满足世界对黄金的需求,从各种废旧物质以及各种二次资源中回收黄金已受到各国的重视,并已发展成为黄金生产的另一重要途径。三是日益严格的环境法规和要求,迫使人们正不断努力研究或寻找技术上可行、经济上适用的可替代氰化法的各种新方法,以及无废或少废生产工艺。综合勘探、综合开发、综合回收和综合利用已成为矿业生产的必由之路。

我国是一个黄金大国。新中国成立以来,特别是近20年来,黄金生产突飞猛进。目前我国已探明的黄金储量居世界第5位,1997年黄金产量已达166.3 t,居世界第6位。预计,到2000年我国黄金储量和产量将有更大的发展。与世界其他黄金大国相比,我国黄金资源具有以下弱势:资源分散,矿点多,且多为中小型矿,目前尚未发现大于100 t的大矿,大于50 t的矿山也仅有十几个;矿石品位低,且成分复杂,伴生矿比例远大于其他国家;现有黄金矿山生产多以开发易处理矿石为主,已探明的大量难处理矿石尚未得到开发利用,在这点上与国外有着较大差距。

矿物学家断言:“在过去的10年中,金矿石的广泛勘探、开发和处理表明,目前和将来必将处理越来越多的难处理矿石。”这是世界黄金生产的必然趋势,我国的情况也不例外。在难处理矿石的开发利用方面,我国已开展了大量科研工作,但还有待于进一步深入和切合实际地引进国外先进技术,以便尽快使我国大量难处理矿石得到开发利用,并在这方面取得突破性进展。

为迎接新世纪和我国黄金生产新高潮的到来,迎接新时期矿业界所面临的新挑战,我们编写了《黄金生产工艺指南》一书。此书在总结长期以来黄金生产的基本理论和生产实践的基础上,综合近十多年来世界黄金生产技术的革新与发展成就,以及新方法、新工艺、新设备、新药剂的实际开发应用效果,全面论述和介绍了黄金生产的各种方法、生产工艺和具体实践。全书共分八篇:总论、易处理金矿的富集与氰化浸出、难处理金矿的富集与

氰化浸出、非氰化法浸出金、金的提取与回收、金的粗炼与精炼、金的综合回收和三废处理与利用。全书内容丰富，图文并茂，具有较强的科学性、系统性和广泛实用性，对黄金的科研与生产均具有重要的指导和参考价值。

新世纪即将到来，黄金矿业界面临着更新更艰巨的任务，任重而道远。愿此书能为我国黄金事业的发展尽微薄之力。但由于我们的水平有限，不妥甚至错误之处在所难免，敬请广大同仁和读者批评指正。

在此书的编写出版过程中，北京矿冶研究总院、中国有色金属学会选矿学术委员会、广州（登来金）贵金属研究所、中国选矿科技情报网、《湿法冶金》编辑部等单位给予了大力支持和帮助，在此谨表真诚的谢意。

编委会

1998年10月

目 录

前 言

第一篇 总 论

第一章 金的性质与用途	(3)
第一节 金的性质	(3)
一、金的物理性质	(3)
二、金的化学性质	(4)
第二节 金的用途	(11)
一、金的货币储备价值	(12)
二、金的工艺用途	(12)
三、金的工业用途	(14)
第二章 金的矿产资源与生产	(15)
第一节 世界金矿资源与矿床类型	(15)
一、世界金矿资源	(15)
二、世界金矿床类型	(15)
三、世界主要金矿床	(19)
第二节 中国金矿资源与矿床类型	(21)
一、中国金矿资源	(21)
二、中国金矿床类型	(22)
第三节 金的矿物	(26)
第四节 黄金生产概况	(28)
一、世界黄金生产概况	(28)
二、中国黄金生产概况	(32)
三、前景预测	(32)
第三章 金的矿石类型及工艺矿物学	(34)
第一节 金的矿石类型	(34)
一、砂金矿石	(34)
二、古砂金矿石	(34)
三、含金石英脉矿石	(34)
四、氧化金矿石	(35)
五、富银金矿石	(35)
六、含铁硫化物金矿石	(35)
七、含砷硫化物金矿石	(35)
八、含铜硫化物金矿石	(35)
九、含锑硫化物金矿石	(35)
十、碲化物金矿石	(36)

十一、含铅锌铜等多金属硫化物金矿石	(36)
十二、含碳质金矿石	(36)
第二节 金的工艺矿物学	(36)
一、矿石中金的赋存状态	(36)
二、金的粒度大小及其对选冶工艺的影响	(37)
三、金的主要伴生矿物及其对氰化的干扰	(38)
第四章 金的生产工艺	(43)
第一节 黄金生产技术的发展简史	(43)
第二节 黄金生产工艺概述	(46)
一、黄金生产单元工艺过程	(46)
二、单元工艺方案的选择	(51)
第三节 影响工艺选择的因素及冶金试验	(53)
一、影响工艺选择的因素	(53)
二、金矿石的冶金试验	(56)
第四节 处理流程方案的选择	(59)
一、砂金矿石处理流程	(59)
二、易处理/氧化矿石处理流程	(60)
三、非难处理硫化物矿石处理流程	(62)
四、难处理硫化物矿石处理流程	(63)
五、富银矿石处理流程	(64)
六、含碳质矿石处理流程	(64)
七、碲化物金矿石处理流程	(65)
八、重选精矿处理流程	(65)
九、浮选精矿处理流程	(66)
十、从浸出液中回收金的流程	(66)
十一、精炼流程	(68)
第五章 黄金生产技术的革新与发展	(69)
第一节 黄金生产面临的问题	(69)
第二节 黄金生产工艺的新进展	(69)
一、金矿石的破碎与磨矿	(70)
二、金的选矿	(72)
三、氰化法	(75)
四、堆浸法	(77)
五、非氰化法	(80)
六、难浸矿石的预处理	(81)
七、金的回收	(83)
第三节 黄金生产中的环保问题	(84)
一、黄金生产中的主要“三废”来源	(84)
二、污染的治理	(84)
第四节 金的综合回收	(85)
一、综合回收金的原料	(85)
二、金综合回收发展新动向	(87)

参考文献.....	(88)
-----------	------

第二篇 易处理金矿的富集与氰化浸出

第一章 易处理金矿石概论	(93)
第一节 易处理金矿石类型	(93)
一、砂金矿石	(93)
二、含金石英脉矿石	(93)
三、含少量硫化物的含金石英脉矿石	(93)
四、石英脉含金氧化矿石	(94)
五、黄铁矿含金石英脉矿石	(94)
第二节 易处理金矿石处理方案的选择	(94)
一、单一混汞	(94)
二、混汞-重选联合流程	(94)
三、重选(混汞)-氰化联合流程	(95)
四、单一浮选流程	(95)
五、混汞-浮选联合流程	(95)
六、直接氰化(全泥氰化)流程	(95)
七、浮选-氰化联合流程	(95)
八、浮选-重选联合流程	(95)
第二章 金矿石的选矿方法	(96)
第一节 重选法	(96)
一、金的重选	(96)
二、金的重选设备与方法	(97)
三、重选法回收金的一些特点	(100)
第二节 浮选法	(102)
一、浮选过程	(102)
二、浮选药剂	(103)
三、浮选设备	(106)
四、金的浮选特性	(107)
第三节 混汞法	(107)
一、混汞过程及影响因素	(107)
二、混汞方法及设备	(108)
三、汞膏处理	(109)
第四节 石蜡法和煤-油团聚法	(109)
一、石蜡法	(110)
二、煤-油团聚法	(110)
第三章 易处理金矿石的选矿实践	(112)
第一节 砂金矿的选矿实践	(112)
一、采金船上的选金工艺	(112)
二、露天开采用洗选装置	(117)
三、我国砂金生产实践	(118)
第二节 含金砾岩矿石选矿实践	(123)

一、南非维特瓦特斯兰含金砾岩矿石·····	(123)
二、加纳塔库瓦含金砾岩矿石·····	(124)
三、巴西塞拉·德·日柯比纳含金砾岩矿石·····	(124)
第三节 含金石英脉矿石的选矿实践·····	(125)
一、石英质含金石英脉矿石·····	(125)
二、含少量黄铁矿的含金石英脉矿石·····	(127)
三、黄铁矿含金石英脉矿石·····	(127)
四、石英脉含金氧化矿石·····	(128)
第四章 氰化浸金的基本原理及方法 ·····	(130)
第一节 氰化物溶解金(银)的理论·····	(130)
一、金氰化溶解的电化学理论·····	(130)
二、纯金的氰化溶解动力学·····	(131)
第二节 影响金溶解速度的因素·····	(132)
一、氰化物和氧浓度的影响·····	(132)
二、溶液 pH 值的影响·····	(132)
三、温度的影响·····	(133)
四、金粒度的影响·····	(133)
五、杂质的影响·····	(133)
六、矿泥的影响·····	(134)
第三节 氰化溶液与伴生矿物的相互作用·····	(134)
一、铜矿物·····	(134)
二、铁矿物·····	(135)
三、砷和锑矿物·····	(136)
四、锌矿物·····	(136)
五、汞矿物·····	(136)
六、氰化液的“疲劳”·····	(136)
第四节 氰化浸出金的方法及适应性·····	(137)
一、氰化浸出金的方法·····	(137)
二、氰化浸出金法的适应性·····	(137)
第五章 堆浸法提金 ·····	(138)
第一节 堆浸法提金概述·····	(138)
一、堆浸矿山建设的主要模式·····	(139)
二、国外堆浸法提金的应用及其技术特点·····	(139)
三、国内堆浸法提金的应用及其技术特点·····	(142)
四、适宜堆浸的矿石种类和特性·····	(143)
五、矿样准备和试验方法简介·····	(144)
六、堆浸法提金生产特点·····	(147)
第二节 堆浸法提金工艺流程和实施方法·····	(148)
一、堆浸法提金的基本工艺流程和实施方法·····	(148)
二、堆浸矿石粒度及矿石破碎·····	(149)
三、团矿制粒-堆浸及应用实例·····	(150)
四、团矿制粒的常用设备及制粒的主要技术条件·····	(152)

五、矿石和团矿的筑堆	(154)
六、喷淋浸出	(157)
第三节 堆浸法提金生产实践	(160)
一、国外堆浸法提金厂	(160)
二、国内堆浸法提金厂	(162)
三、堆浸法提金的经济分析	(163)
第六章 搅拌氰化浸出金法	(165)
第一节 常规搅拌氰化	(165)
一、影响浸出的因素简介	(165)
二、常规氰化浸出的两种工艺组合	(165)
第二节 高效氰化法	(167)
一、氰化浸出金中富氧助浸工艺及应用	(167)
二、氰化浸出金中氧化剂的助浸作用	(168)
三、浸出吸附法和充氧的浸出吸附法	(170)
四、其他高效氰化法	(173)
第三节 搅拌氰化浸出设备及运行方式	(173)
一、机械搅拌浸出槽	(173)
二、空气搅拌浸出槽	(175)
三、空气、机械混合搅拌浸出槽	(175)
四、新型高效氰化设备	(175)
五、搅拌氰化运行方式	(182)
第四节 搅拌氰化浸出金生产实践	(182)
参考文献	(183)

第三篇 难处理金矿的富集与氰化浸出

第一章 难处理金矿石概论	(187)
第一节 金矿石难处理的原因	(187)
第二节 金矿石的难浸性分类	(187)
第三节 难处理金矿石类型	(188)
第四节 难处理金矿石处理方案的选择	(189)
一、中等难处理矿石	(190)
二、复杂难处理矿石	(190)
三、高度难处理矿石	(192)
第五节 难处理金矿石的预处理	(193)
一、焙烧氧化法	(193)
二、加压氧化法	(194)
三、微生物氧化法	(195)
四、化学氧化法	(196)
五、微波氧化法	(196)
第二章 难处理金矿石的选矿实践	(198)
第一节 概述	(198)

第二节 含金黄铁矿矿石的选矿实践	(198)
第三节 铜-金矿石的选矿实践	(200)
一、含金黄铁矿的铜-金矿石	(201)
二、富含硫化物的斑岩铜-金矿石	(205)
三、金-铜氧化(或部分氧化)矿石	(206)
第四节 复杂含金矿石的选矿实践	(208)
一、金-银矿石	(208)
二、金-砷-锑矿石	(212)
三、金-碲矿石	(217)
四、金-铀矿石	(220)
第五节 金-多金属矿石的选矿实践	(221)
一、含少量金的有色金属矿石	(222)
二、富金-多金属矿石	(223)
第六节 金-硒和金-锰矿石的选矿实践	(227)
一、金-硒矿石	(227)
二、金-锰矿石	(227)
第七节 含泥和含碳质金矿石的选矿实践	(228)
一、含泥金矿石	(228)
二、含碳质金矿石	(231)
第三章 难处理金矿氧化焙烧处理工艺	(232)
第一节 难处理金矿氧化焙烧工艺发展概况	(232)
第二节 矿物焙烧过程的热力学	(232)
第三节 金精矿氧化焙烧的化学反应	(233)
第四节 氧化焙烧过程参数	(235)
一、物料粒度	(235)
二、焙烧温度与气氛	(235)
三、焙烧时间	(235)
四、硫与炭的氧化	(236)
五、二氧化硫的固定	(236)
第五节 焙烧过程反应动力学	(236)
第六节 氧化焙烧与硫酸化焙烧	(237)
第七节 焙烧工艺设备	(239)
一、平底式焙烧炉	(239)
二、回转窑	(241)
三、沸腾焙烧炉	(241)
第八节 焙烧过程的环境问题	(242)
一、二氧化硫	(242)
二、粉尘	(243)
三、砷与汞	(243)
第九节 难处理金矿氧化焙烧工厂实践——Lancefield 金矿氧化厂	(243)
一、概述	(244)

二、矿山地质与矿物学·····	(244)
三、浮选精矿组成·····	(245)
四、80 t/d 焙烧炉的试验与设计·····	(245)
五、80 t/d 焙烧炉操作结果与问题·····	(246)
六、400 t/d 焙烧炉设计与投产·····	(247)
七、结论·····	(250)
第四章 难处理金矿加压氧化浸出 ·····	(251)
第一节 难处理金矿加压氧化浸出发展概况·····	(251)
第二节 金属硫化物矿加压氧化反应的机理·····	(252)
一、矿浆中金属硫化物矿高温反应热力学·····	(252)
二、金属硫化物矿在加压氧化过程中的化学反应·····	(254)
三、气体在高温水溶液中的行为·····	(255)
第三节 矿物加压氧化过程的影响因素与反应动力学·····	(257)
一、温度的影响·····	(257)
二、停留时间的影响·····	(258)
三、矿浆浓度和氧分压的影响·····	(259)
四、物料粒度的影响·····	(260)
五、电位的影响·····	(260)
六、金属硫化物矿加压氧化反应动力学·····	(261)
第四节 金矿加压氧化工艺的适用性与工艺流程·····	(262)
一、工艺的适用性·····	(262)
二、工艺过程与流程·····	(262)
第五节 加压设备的选择与计算·····	(265)
一、加压釜的选择·····	(265)
二、加压釜的材料选择·····	(267)
三、加压氧化设备的计算·····	(267)
四、加压釜的配套设备及仪表·····	(274)
第六节 加压釜的安全知识·····	(276)
一、加压釜的爆破事故·····	(276)
二、加压釜运行的安全措施·····	(276)
三、加压釜启用前的耐压试验·····	(276)
四、使用加压釜必须严格执行操作规程·····	(277)
五、氧气的安全使用·····	(277)
第七节 难处理金矿加压氧化工厂实践——Barrick-Goldstrike 金矿加压氧化厂·····	(278)
第五章 难处理金矿的细菌氧化浸出 ·····	(286)
第一节 难处理金矿细菌氧化工艺发展概况·····	(286)
一、Biox 工艺·····	(286)
二、Bactech 工艺·····	(287)
三、Minbac 工艺·····	(287)
四、Newmont 公司的细菌氧化堆浸工艺·····	(287)
第二节 浸矿微生物·····	(289)
一、浸矿微生物的种类、来源及特性·····	(289)

二、浸矿微生物的生长繁殖与培养过程·····	(289)
第三节 难处理金矿氧化过程的化学问题·····	(295)
一、 FeS_2 与 FeAsS 的氧化过程·····	(295)
二、反应产物的平衡关系·····	(296)
第四节 难处理金矿细菌氧化浸出的基本原理·····	(301)
第五节 细菌氧化工艺的影响因素与动力学·····	(305)
一、细菌氧化工艺的影响因素·····	(305)
二、细菌氧化过程动力学·····	(309)
第六节 难处理金矿细菌氧化工艺流程与设备·····	(312)
一、难处理贫金矿细菌氧化堆浸工艺·····	(312)
二、浮选硫精矿细菌氧化工艺·····	(315)
第七节 难处理金矿细菌氧化工厂实践·····	(321)
一、Fairview 细菌氧化厂·····	(321)
二、Sao Bento 加压与细菌氧化厂·····	(324)
三、Youanmi 金矿细菌氧化厂·····	(326)
四、纽蒙特黄金公司的低品位难处理矿石的细菌氧化堆浸·····	(330)
第八节 难处理金矿细菌氧化浸出工艺的技术经济分析·····	(334)
一、细菌氧化工艺的特点与工艺指标·····	(334)
二、不同氧化工艺的建厂投资对比·····	(337)
三、不同氧化工艺生产费用对比·····	(338)
四、细菌氧化工艺生产费用分析·····	(338)
五、细菌氧化与焙烧工艺经济效益对比·····	(340)
参考文献·····	(341)

第四篇 非氰化法浸出金

第一章 硫脲法浸出金·····	(346)
第一节 硫脲法浸出金的基本原理·····	(346)
一、硫脲的性质·····	(346)
二、硫脲的浸出化学·····	(347)
三、硫脲浸出过程动力学·····	(348)
第二节 硫脲法浸出金的研究与应用实例·····	(351)
一、硫脲浸出金的中间工厂连续试验·····	(351)
二、从含金的黄铜精矿中浸出金·····	(353)
三、从含金碳泥质氧化矿中浸出金·····	(353)
四、从含金锑精矿中浸出金·····	(353)
五、从铜铅硫砷金混合精矿中浸出金·····	(354)
六、从加压氧化后含砷锑硫金精矿中浸出金·····	(355)
七、从含金和铀易浸氧化矿中浸出金·····	(355)
八、从含金氧化矿中浸出金·····	(355)
九、从细菌氧化后难浸砷黄铁矿中浸出金·····	(356)
十、从细菌氧化后难浸黄铁矿中浸出金·····	(356)
十一、就地浸出金和浸-置一步法提金·····	(356)

第二章 硫代硫酸盐法浸出金	(358)
第一节 硫代硫酸盐浸出金的基本原理	(358)
一、浸出金的化学及热力学原理	(358)
二、浸出金的动力学原理	(361)
第二节 硫代硫酸盐浸出金的应用实例	(365)
一、从含铜金精矿中浸出金	(365)
二、从金锰金矿中浸出金	(365)
三、从低品位含金原生矿中浸出金	(365)
四、从碳质金矿中浸出金	(367)
五、从铅锌硫化尾矿中浸出金	(371)
第三章 石硫合剂法浸出金	(372)
第一节 概述	(372)
第二节 石硫合剂法浸出金的一般原理	(372)
一、石硫合剂的性质	(372)
二、石硫合剂法浸出金原理	(373)
第三节 石硫合剂法应用实例	(376)
一、石硫合剂法浸出某金精矿的试验	(376)
二、石硫合剂法浸出金的实用情况	(377)
第四章 氯化法浸出金	(379)
第一节 液氯化法浸出金	(379)
一、次氯酸盐浸出金矿石	(379)
二、氯化铁溶液浸出金	(381)
三、从高银低硫氧化型金矿中浸出金	(381)
四、高浓度氯化锌从难浸硫化物矿中浸出金	(382)
五、从砷黄铁矿型金精矿中浸出金	(386)
六、从含铜金矿中浸出金	(388)
七、液氯化法的技术经济效益	(388)
第二节 电氯化法浸出金	(389)
一、电氯化法浸出金过程的一般原理	(389)
二、电氯化法浸出金的应用实例	(390)
三、电氯化法与氰化法浸出金的比较	(392)
第三节 高温氯化挥发法提金	(393)
一、霍姆斯特克金矿的氯化挥发流程	(393)
二、氯化挥发法从难溶的金精矿中回收金	(395)
第五章 溴化法浸出金	(398)
第一节 概述	(398)
一、工艺方法研究现状	(398)
二、溴化法浸出金的优点	(398)
第二节 溴化法浸出金的原理	(399)
一、溴化法浸出金的热力学	(399)
二、溴化法浸出金的动力学	(400)

第三节 溴化法浸出金工艺	(401)
一、用 Geobrom 3400 从难浸矿石中浸出金	(401)
二、含溴溶液浸出金的新配方	(405)
第四节 溴化法浸出金的未来	(407)
第六章 类氰化合物法浸出金	(408)
第一节 丙二腈法浸出金	(408)
第二节 氰溴酸法和 α -羟基腈法浸出金	(408)
一、氰溴酸法浸出金	(408)
二、 α -羟基腈法浸出金	(409)
第三节 硫氰酸盐法浸出金	(409)
一、硫氰酸盐法浸出金	(409)
二、从含金银的黄铁矿浮选精矿中浸出金	(410)
三、从含铜金黄铁矿焙砂中浸出金	(412)
第七章 硝酸预氧化法浸出金	(415)
第一节 Nitrox 法	(415)
一、金和银的回收	(415)
二、硝酸的回收	(416)
三、Nitrox 工艺的循环	(417)
四、Nitrox 法的研究与应用实例	(418)
第二节 Arseno 法	(420)
第三节 Redox 法 (还原氧化法)	(422)
一、Redox 工艺的化学原理	(422)
二、中间试验厂	(423)
第四节 稀硝酸/氯化钠氧化浸出金	(424)
一、工艺的发展概况	(424)
二、实验室实验	(425)
三、中间试验厂——蛇形管	(425)
四、蛇形管工艺的可行性	(426)
第五节 催化氧化酸浸法	(427)
一、催化氧化酸浸预处理砷黄铁矿	(427)
二、用硝酸催化氧压浸出法从含银硫化精矿中回收银	(428)
第六节 难处理金矿预处理浸出法	(429)
一、含砷难处理金矿重铬酸钠预处理法	(429)
二、含砷、含碲、含碳的化学氧化预处理	(429)
三、常压催化氧化酸浸预处理砷金矿	(429)
四、无污染微波预处理难浸砷、硫、碳质金矿	(429)
第八章 其他非氰药剂浸出金	(432)
第一节 多硫化物法	(432)
一、多硫化物法浸出金	(432)
二、硫化铵、硫化钠浸出金	(432)
第二节 碘化法浸出金	(434)

一、碘化法回收金的原理·····	(434)
二、槽液配比及条件试验的选择·····	(435)
三、浸出液中金的分离方法选择·····	(435)
四、碘的再生·····	(436)
五、碘化法回收金的应用·····	(436)
第三节 生物制剂法浸出金·····	(436)
第四节 用非水溶剂浸出金、银·····	(438)
一、用 DMF 或 DMSO 回收金、银的原理·····	(438)
二、试验及应用实例·····	(439)
第五节 Haber 法浸出金·····	(439)
参考文献·····	(440)

第五篇 金的提取与回收

第一章 氰化矿浆的洗涤及锌置换法回收金·····	(445)
第一节 氰化矿浆的洗涤·····	(445)
一、逆流倾析洗涤法·····	(445)
二、过滤洗涤法·····	(447)
第二节 含金氰化液的澄清和除气·····	(448)
一、氰化液的澄清·····	(448)
二、除气·····	(448)
第三节 锌置换法从贵液中沉淀金·····	(449)
一、氰化物溶液中锌置换沉淀的物理化学及影响金沉淀的因素·····	(449)
二、锌丝置换沉淀法·····	(450)
三、锌粉置换沉淀法·····	(451)
四、锌粉与锌丝置换沉淀金的技术经济对比·····	(452)
第四节 搅拌氰化-锌置换提金厂实例·····	(453)
一、南非布莱沃特齐什特金矿提金厂·····	(453)
二、加拿大卡罗来思金矿提金厂·····	(453)
三、我国某金矿提金厂·····	(454)
第二章 吸附法从氰化介质中提金概述·····	(456)
第一节 吸附平衡及吸附动力学简介·····	(456)
一、吸附平衡·····	(456)
二、吸附动力学简介·····	(457)
第二节 吸附技术及设备·····	(459)
一、吸附法提取金的原则性工艺流程·····	(459)
二、吸附法分别提取金银的原则流程·····	(459)
三、含金清液的固定床吸附及解吸特性·····	(460)
四、浑浊液的流化床吸附提金系统·····	(462)
五、矿浆吸附系统·····	(462)
六、矿浆吸附系统用的中间筛·····	(466)
第三章 炭吸附法提取金·····	(469)