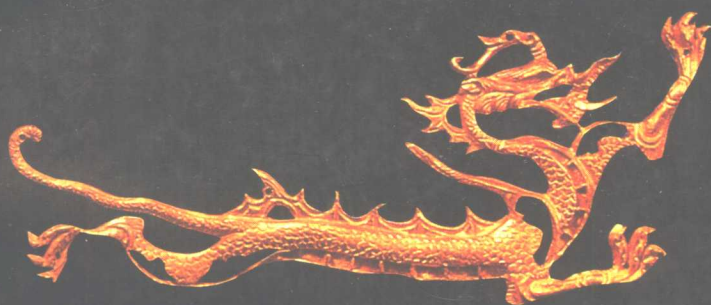


黄金

生产加工 技术大全



李培铮 吴延之 编著
中南工业大学出版社

黄金生产加工技术大全

编著：李培铮
吴延之

中南工业大学出版社

• 1995 •

黄金生产加工技术大全

李培铮 吴延之 编著

责任编辑:文 刀

*

中南工业大学出版社出版发行
核工业中南230研究所印刷厂印装
新华书店总店北京发行所经销

*

开本:850×1168 1/32 印张:25.25 字数:621千字

1995年12月第1版 1995年12月第1次印刷

印数:0001—4000

*

ISBN 7—81020—822—5/TF·030

定价:30.00元

本书如有印装质量问题,请直接与生产厂家联系解决

内 容 提 要

近年来,黄金生产在我国各地已蓬勃开展,但由于生产技术知识不够普及,许多地区生产技术手段和选冶工艺技术简陋,致使资源浪费严重,回收率低,环境污染突出,经济效益不够理想。本《大全》针对上述问题,在考察与集中我国一些黄金生产技术比较先进的矿区直接生产经验的基础上,按金的地球化学性质,矿物金矿石与矿床类型进行一般介绍,并着重对金矿的开采,选冶及加工工艺进行系统阐述。该书对各种堆浸方法,从理论、技术、经验诸方面进行了详细的探讨,对矿石可浸性研究,影响堆浸的因素,筑堆与浸出,从氰化溶液中回收金银几种先进方法,含氰污水的净化处理,浸金技术经济,难浸矿石处理,浸金过程中的提金化学分析,环保分析等,都进行了专门论述,本书共分八篇三十四章全文约 63 万字,可供国家和地方各级金矿经营管理、生产技术人员、地质、矿冶大专院校师生、岩矿鉴定化学分析以及环保人员参考。

中南工业大学出版社在组织编写出版此书的同时,还组织了有关专家教授组成了技术咨询委员会,为广大读者用户提供技术咨询、人员培训、下矿(厂)指导、开发及提供信息等服务,为发展我国黄金生产加工事业助一臂之力。

技术咨询委员会组成如下:

主任:田荣璋

副主任:李培铮

委员:(以姓氏笔划为序)

马荣骏 田荣璋 卢宜源 刘汉元

李夕兵 吴延之 张国祥 程 宾

秘书:刘汉元

依靠科学技术
发展我国黄金

生产

丙子仲夏
葛公贺

黄金生产
加工技术
大全出版

序

我国黄金开采利用历史悠久,据可考的文字记载,早在四千多年前的《禹贡》历史记录中,即提到了我国北方河北、内蒙一带盛产黄金,有“厥贡惟金三品”之说。据考证,金三品即指赤金、白金与黄金三者。以后在河北满城又发掘出汉代理葬的工艺价值极高的金缕玉衣,它是用金线穿连玉块编织而成的葬服。此后历代王朝都把黄金作为赏赐勋贵的奖品,有时也作为高值货币在国内和周边国家之间流通。

我国金矿资源分布广泛,29个省市自治区除个别地区空白外,绝大部分都有不同规模和不同数量的金矿蕴藏。建国以来,特别是70年代末改革开放以来,我国金矿资源的勘查开发,有了突飞猛进的发展。在黄金产量方面,建国初期,我国在世界产金国名单中榜上无名,而1995年则跃居为世界六大产金国之列。我国现已建成具有巨大潜力和影响的十大产金基地,如胶东、小秦岭、长白辽吉、燕山大青山、黑龙江、承德赤峰、嘉陵江上游、滇黔桂、鄂赣皖和天山阿尔泰等,这些区生产开发,前景喜人。

我国幅员辽阔、人口众多。但是,不管对于黄金资源储量还是黄金产品储备的人均占有率与世界发达国家相比,都有很大差距。因此,发展黄金生产仍是我国当前的重要任务。目前我国黄金开发利用方面面临着两大问题:一是有待大力发展的后备矿量不足,因此要大力加强找矿勘查工作,进一步加速寻找潜在的金矿资源,包括脉金、砂金和伴生金;二是生产开发利用的科技水平有待提高,黄金资源是不可再生资源,目前许多地区采富弃贫,乱开滥挖,资源浪费十分严重。再加上,许多黄金企业在各生产环节中,科技投入不大,对于采、选、冶的回收率和资源的综合利用率未达到应有的水平。因此,均需要中央及各地主管部门引起注意,加强科学管

理,加大科技投入,积极采取措施,有效地加以解决,使我国黄金生产发展的良好势头持久不衰。

为了解决上述问题,中南工业大学《黄金生产加工技术大全》编写组的同志们积极地加入到了这一行列,作者们以其在近年来科研生产实践中获得的丰富经验,通过一系列深入细致的调查研究和国外先进生产技术引进为基础编写了这部内容丰富、技术先进、资料新颖,便于应用的专著。它集黄金生产诸环节,地、采、选、冶多种专门知识之大成,全面系统地论述了金矿地质、开采技术、选矿技术、冶炼技术及其工艺流程,以及黄金产品的深加工技术、分析检验技术和黄金生产企业所应有的环境治理技术。因此它是目前黄金生产与加工技术领域内不可多得的佳作,深信该书的问世必将对我国黄金地质找矿加快发展与合理有效的生产开发利用起到非常积极的作用。我们预祝它在我国飞跃发展的黄金生产科技事业中早日开出胜利之花,结出丰硕之果。

陈国达

一九九六年元月

前 言

80年代以来,我国黄金资源的增长,有巨大的发展,同时在生产利用上也进入了一个积极发展的新时期,截至90年代中期,我国金矿的储量和生产均已进入世界前列,可与世界主要产量大国,如南非、俄罗斯、美国、加拿大、澳大利亚等国比美,为世界六个产量大国之一。现在一个由中央到地方不同规模的黄金生产热潮仍方兴未艾。我们预算在进入21世纪,我国的黄金生产将会有更快、更大和更好的发展。根据我国的资源潜力和生产利用现状,黄金在目前已经取得成就的基础上,尚有进一步发展和提高的趋势。在此情况下,我们通过近年来参加国家科研攻关取得的成果;通过对国内外黄金生产先进技术方法的收集和引进;在认真吸收前人的优秀成果和有用经验的基础上,编写了黄金生产与加工技术这一有针对性的专门读物。

本书以现有的最新材料为依据,以经检验的理论技术与方法为中心,以适于普遍生产应用为前提,以提高技术水平,创造最好经济效益为目标,力求反映90年代以来最新黄金生产加工技术成果,故取名《黄金生产加工技术大全》,通过书中下列各个部分,组成一个黄金一般性质、生产历史发展、资源开发利用,以及采矿技术、选矿技术、提金技术、分析技术,直到黄金制品加工与环保技术的系统完整知识。它具有系统、全面、先进、实用的特点。可作为从事黄金生产的厂矿领导、管理干部、技术人员及生产工人掌握有关黄金生产的基本理论与技术方法的必备知识及生产工作的重要助手和参考备查的工具书。同时也可作为黄金生产矿山企业培训职工干部的教材。

下面概述一下本书各篇的主要内容：

第一篇绪论 以简明扼要的系统数据资料概述了黄金生产发展趋势，黄金的物理、化学性质，黄金的工业与非工业用途，介绍了黄金的计量成色，同时还着重探讨了金矿石工艺性研究的内容与方法。

第二篇金矿地质 分别从岩金矿床与砂金矿床两大类，简明扼要而又系统介绍了金矿床的分布规律和找矿标志。

第三篇采金技术 依据金矿不同规模和产出条件分别就原生矿开采与砂矿开采两大部分进行了系统阐述。

第四篇选金技术 针对我国金矿矿石特点分别探讨了重力法选金、浮游选金法的原理、装备和效果。

第五篇提金技术 本篇的篇幅最大，内容最多，技术较全、较新，是本书的重点之一，全面介绍了各种提金法技术装备、方法及工艺流程。

第六篇加工技术 系统介绍了黄金制品的加工工艺和镀金工艺以及二次黄金资源的再生回收工艺。

第七篇分析技术 本篇系统介绍了黄金矿山分析检验的内容与技术管理，分析检验样品的加工等。

第八篇 环保技术 本篇以我国一些金矿山为例，着重介绍了含氰废水处理，含汞废水处理，含重金属酸性废水处理，含悬浮物废水处理，以及矿井水的污染与处理等。本篇还着重介绍废气中的汞气处理，废石尾渣的处理与利用，以及矿区绿化环保措施等。

本书的编写受到中国有色金属总公司地质总局的关怀与鼓励，受到各有关矿山的大力支持，浙、赣、湘、粤、冀、鲁、豫、陕、甘等省许多县乡黄金矿山领导和工程技术骨干一再对本书寄以期望，尤其是中南工业大学的有关单位和领导给予了大力支持。编者对此表示衷心感谢。

编者对许多专家和前人研究的一些成果、流程、图件和分析数据惠予引用,除在参考文献中举出外,在此亦致由衷谢意。

由于编者水平及见闻经历所限,书中欠妥及不周之处,尚盼读者提出意见,以便得以改正。

作 者

1995 年 9 月

目 录

第一篇 绪论

1.1 黄金生产发展趋势	(1)
1.1.1 黄金生产发展概况	(2)
1.1.2 我国黄金生产简述	(7)
1.1.3 世界黄金生产简述	(8)
1.2 黄金的性质与用途	(11)
1.2.1 黄金的性质	(11)
1.2.2 黄金的用途	(18)
1.2.3 黄金的计量和成色	(22)
1.3 金的地球化学和矿物学	(25)
1.3.1 金的地球化学	(25)
1.3.2 金的主要矿物及其赋存状态	(36)
1.3.3 金矿石类型与工艺性研究	(42)

第二篇 金矿地质

2.1 岩金矿床	(52)
2.1.1 金矿床分类及地质特征	(52)
2.1.2 原生金矿床分布规律	(70)
2.1.3 原生金矿床深部预测	(85)
2.2 砂金矿床	(89)
2.2.1 砂金矿床类型	(90)
2.2.2 砂金矿床成矿条件与富集规律	(93)
2.2.3 砂金矿床成矿远景	(101)

第三篇 采金技术

3.1 地下开采	(114)
3.1.1 岩金矿床地下开采基本原则	(114)
3.1.2 岩金矿床的地下开拓	(119)
3.1.3 井巷工程布置	(133)

3.1.4 采矿方法	(139)
3.2 露天开采	(169)
3.2.1 露采步骤和境界确定	(169)
3.2.2 露采矿床开拓	(173)
3.2.3 联合开采法	(178)
3.3 砂金开采	(186)
3.3.1 机械开采	(187)
3.3.2 水力机械化开采	(193)
3.3.3 采金船开采	(196)

第四篇 选金技术

4.1 重力法选金	(203)
4.1.1 重选概念与原理	(203)
4.1.2 重选方法与机械设备	(210)
4.1.3 重选工艺流程	(230)
4.2 浮游法选金	(235)
4.2.1 浮选原理	(236)
4.2.2 浮选药剂	(240)
4.2.3 浮选设备	(250)
4.2.4 金矿石浮选	(260)

第五篇 提金技术

5.1 混汞法提金	(281)
5.1.1 混汞提金原理	(281)
5.1.2 混汞工艺	(284)
5.1.3 汞膏的处理	(290)
5.2 氰化法提金	(291)
5.2.1 氰化提金原理	(293)
5.2.2 氰化提金工艺	(316)
5.2.3 渗滤法提金	(332)

5.2.4	搅拌法提金	(337)
5.3	炭浆法提金	(346)
5.3.1	活性炭吸附机理	(347)
5.3.2	炭浆法提金工艺	(357)
5.3.3	生产实例	(364)
5.4	树脂法提金	(368)
5.4.1	树脂吸附机理	(369)
5.4.2	树脂法提金工艺	(373)
5.4.3	生产实例	(390)
5.5	堆浸法提金	(394)
5.5.1	堆浸提金工艺特点	(396)
5.5.2	筑堆工艺	(401)
5.5.3	布液工艺	(414)
5.5.4	堆浸工艺改善	(419)
5.5.5	矿石可浸性研究	(433)
5.5.6	堆浸提金实例	(438)
5.6	硫脲法提金	(446)
5.6.1	硫脲提金机理	(447)
5.6.2	硫脲提金工艺	(465)
5.6.3	生产实例	(475)
5.7	提金新技术	(482)
5.7.1	管道化氰化法提金	(482)
5.7.2	磁炭法提金	(483)
5.7.3	水氯化法提金	(485)
5.7.4	溴化法提金	(488)
5.7.5	硫代硫酸盐法提金	(498)
5.7.6	多硫化物法提金	(501)
5.7.7	石硫合剂法提金	(503)
5.7.8	微生物法提金	(506)

5.7.9 超声波强化浸金	(514)
5.8 难浸金矿石处理技术	(516)
5.8.1 难浸因素分析	(517)
5.8.2 处理方案选择	(519)
5.8.3 处理工艺方法	(520)
5.9 黄金冶炼技术	(532)
5.9.1 粗炼工艺	(532)
5.9.2 精炼工艺	(544)

第六篇 加工技术

6.1 加工工艺	(571)
6.1.1 加工方法	(572)
6.1.2 黄金饰品加工	(579)
6.1.3 牙科材料加工	(604)
6.1.4 金合金材料加工	(612)
6.2 镀金工艺	(639)
6.2.1 氰化镀金	(640)
6.2.2 合金电镀	(643)
6.2.3 脉冲镀金	(648)
6.2.4 化学镀金	(651)
6.3 回收工艺	(654)
6.3.1 回收工艺原理	(654)
6.3.2 从含金废液中回收金	(658)
6.3.3 从含金废料中回收金	(663)
6.3.4 从含金废渣中回收金	(671)

第七篇 分析技术

7.1 分析检验内容与技术管理	(675)
7.1.1 分析检验内容	(675)
7.1.2 分析检验技术管理	(677)

7.2	分析检验样品加工	(685)
7.2.1	加工原理与缩分公式	(685)
7.2.2	加工工艺	(688)
7.3	分析检验工艺	(691)
7.3.1	原矿分析	(691)
7.3.2	控制分析	(710)
7.3.3	尾矿分析	(718)
7.3.4	成色分析	(728)
7.3.5	环保分析	(732)
第八篇 环保技术		
8.1	废水处理	(738)
8.1.1	含氰废水处理	(738)
8.1.2	含砷废水处理	(748)
8.1.3	含汞废水处理	(752)
8.1.4	含浮选药剂废水处理	(757)
8.1.5	含重金属酸性废水处理	(759)
8.1.6	含悬浮物废水处理	(762)
8.1.7	矿井水污染及其处理	(763)
8.2	废气处理	(765)
8.2.1	汞气处理	(766)
8.2.2	二氧化硫气体处理	(770)
8.3	废渣处理	(772)
8.3.1	废石、尾渣处理方法与利用	(772)
8.3.2	复土绿化	(772)
参 考 文 献		(776)

第一篇 绪论

1.1 黄金生产发展趋势

黄金是一种贵重的稀有金属,除了可作为国际通用货币、首饰和装饰品外,在现代工业技术中也有广泛的用途。黄金是人类最早发现和使用的金属之一,它以迷人的黄色金属光泽和其他优良特性,博得人们的喜爱,几千年来,成了财富的同义词,在人类的政治、经济、文化生活中起了重要的作用。

70年代以来,黄金在实验、仪器、通讯、电子、航空、宇航、医学、卫生等各个领域得到了广泛应用,显示出它在国民经济发展中的重要地位。

目前,我国各省都在大力勘查开发金矿资源,从中央到地方,从内地到边疆,一个蓬勃的找金、采金、冶金高潮,仍在方兴未艾。随着找金热所带来的各种繁荣局面,也带来了一些值得担心的遍地开花,乱探滥挖,浪费资源与环境污染问题,为此我们认为有必要系统编写一本有关黄金地质、开采、选矿、冶炼加工与环境保护,综合开发治理的书籍,以期有利于全面利用开发我国黄金资源,加速我国四化建设,提高人民生活水平,更加健康地步入 21 世纪,为我国子孙后代保持一个良好的生存与发展的清洁环境而作出应有

的努力。

1.1.1 黄金生产发展概况

人类何时发现金和使用金,考古学家还不能提出准确的时间,通常人们把葬有金物的古墓下葬日期当作人类开始认识金的正式日子。可见金的发现时间要比这个日子还要早。

在公元前四千前的新石器时代就已经使用黄金了,这可以由在埃及境内发现镶有金柄的石刀得到证实。在随葬品中发现有金项链,其物主葬于公元前 4100~3900 年间。根据上述考古发现,人类在六千以前就已经认识黄金和初步掌握了它的炼制技艺。

人类最早发现和使用金,首先是从自然界天然产出的自然金开始的。自然金由于它本身不氧化,具有绚丽的黄色金属光泽,而易于被人们发现;又由于它的可塑性好,便于加工,因此,说黄金是最早为人类使用的一种金属是可信的。

我国在商代中期(公元前 14 世纪至前 13 世纪)以前就已经掌握了制造金器的技术。最早发现的黄金实物是商代的产品,距今已有三千多年的历史了。

在河北藁城的商代遗址中,出土有金箔。在河南辉县商代墓中,发现有金叶片。在殷墟中出土有重一两多的金块,还有厚度仅 0.01 mm 的金箔,这种金箔是经锤锻加工而成的。这说明在商代,我国黄金的加工技艺已经达到一定水平。在西周的卫墓中发现包在铜矛、矛柄和车衡两端的极薄金片,说明当时已掌握了包金技术。在春秋战国时期,还掌握了鍍金技术。在春秋战国时期(公元前 770 年至公元前 221 年),楚国使用一种叫“郢爱”的金币,是目前已发现的我国最早的金币。

汉代以前,帝王手中积聚了大量的黄金,一次赏赐多者上几十