

浮选药剂手册

Handbook of Flotation Reagents

下册

(Vol.2)

[加] 斯尔詹 M. 布拉托维奇 (Srdjan M. Bulatovic) 著

魏明安 等译

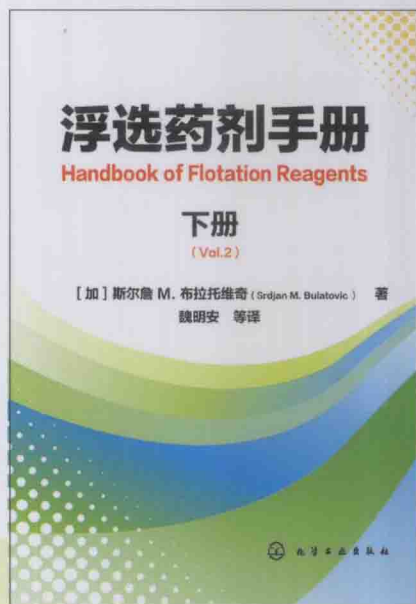
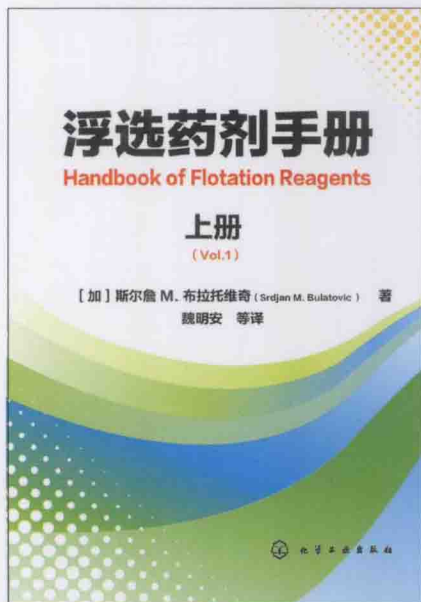


化学工业出版社



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网



销售分类建议：矿业

本中文版仅限在中国大陆境内销售，禁止出口

本书译自原版 Handbook of Flotation Reagents, 并由Elsevier授权出版



ELSEVIER
爱思唯尔

ISBN 978-7-122-19693-4



9 787122 196934 >

定价：88.00元

浮选药剂手册

Handbook of Flotation Reagents

下册

(Vol.2)

[加] 斯尔詹 M. 布拉托维奇 (Srdjan M. Bulatovic) 著

魏明安 等译



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

浮选药剂手册. 下册/[加] 布拉托维奇
(Bulatovic, S. M.) 著; 魏明安等译. —北京:
化学工业出版社, 2014. 2

书名原文: Handbook of Flotation Reagents
ISBN 978-7-122-19693-4

I. ①浮… II. ①布…②魏… III. ①浮选药剂-手
册 IV. ①TD923-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 020284 号

Handbook of Flotation Reagents: Chemistry, Theory and Practice Volume2,
first edition

Srdjan M. Bulatovic

ISBN: 9780444530820

Copyright© 2010 by Elsevier. All rights reserved.

Authorized simplified Chinese translation edition of English Edition jointly published by Chemical Industry Press and Elsevier (Singapore) Ltd, 3 Killiney Road, # 08-01 Winsland House I, Singapore 239519.

Copyright© 2014 by Elsevier (Singapore) Pte Ltd.

Copyright© 2014 by Chemical Industry Press

All rights reserved.

This edition is authorized for sale in China only, excluding Hong Kong SAR and Taiwan. Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. Violation of this Law is subject to Civil and Criminal Penalties.

本书中文简体字翻译版由化学工业出版社与 Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 在中国大陆境内合作出版。本书仅限在中国境内 (不包括香港特别行政区及台湾地区) 出版及标价销售。未经许可, 不得盗印、出口, 违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2012-2232

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 吴 静

文字编辑: 向 东
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 12 字数 206 千字 2014 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 88.00 元

版权所有 违者必究

译者序

浮选药剂手册 (Handbook of Flotation Reagents) 是由 Srdjan M. Bulatovic 编辑, 由 Elsevier Science & Technology Books 出版社出版发行的。

全书共 25 章, 分为上、下册。上册内容涉及选矿药剂的分类、结构、效能和应用条件等理论以及各种硫化矿选矿药剂应用实例。下册为三稀 (稀土、稀有、稀散) 金属矿及有色金属氧化矿选矿的应用实例, 从编排上不同于以往的选矿药剂书籍, 也不同于以往的选矿工艺技术方面的论著, 二者在结构上前后呼应、有机融合, 突出了实用性和新颖性, 对选矿中浮选药剂的选择和浮选工艺的确定具有很强的参考价值。该书对当时的技术进行了较为全面的总结和归纳, 对浮选药剂的发展趋势进行了预测, 对浮选药剂的发展和选矿技术的进步可以提供较好的指导作用。

该手册通过对各种常用的选矿药剂和新型结构的选矿药剂的分析入手, 进而对各种选矿药剂的应用条件和应用结果进行了总结, 以各种多金属矿石的分离药剂制度作为实例, 对多金属矿石的浮选分离技术进行了总结和归纳, 不仅可以作为研究人员的工具书, 而且可以作为相关专业研究生学习的指导书。书中所举实例仅限所处理的那一类矿石, 有一些化学药剂或技术内容可能仅限于国外, 译者对此进行了适当说明, 敬请读者参考时注意。

参加本书译校工作的有北京矿冶研究总院的魏明安、郑桂兵、刘建远、宋振国、田祎兰、朱阳戈、卢烁十、周东琴、罗思岗、张行荣、吴桂叶、叶岳华、谭鑫、张杰、朴永超、苏建芳、胡志凯、王荣生和孙志健等。译稿最后由魏明安、刘建远审阅。

由于我们的水平有限, 书中不妥之处恳请读者批评指正。

译者
2014 年 1 月

前 言

正如我们所知道的那样，没有药剂就没有浮选，没有浮选就没有现代矿业的发展，因此，矿物加工所用药剂是泡沫浮选过程中不可分割的一部分。关于药剂、药剂化学和药剂应用的发展存在于许多书籍、文章和专利中，尽管如此，选矿厂的研究人员和开发处理新矿石的药剂制度以及改善现有流程的工作者仍然严重依赖甚至只能依赖化学品公司为他们选择特定的捕收剂或抑制剂以及他们的技术服务。不幸的是，选矿药剂制度不仅仅包括捕收剂和起泡剂。选矿厂矿浆溶液化学是一个相互作用的复杂的系统，它涉及所有添加的药剂，包括捕收剂、抑制剂、活化剂，pH 调整剂及起泡剂之间的关系，而且最重要的是这些药剂与矿石中可溶性成分以及蚀变矿物表面的关系。

1992 年，R. D. Crozier 主张，选矿药剂制度开发人员必须理解表面化学。这个建议对致力于使用纯矿物进行基础研究的人可能是正确的，但不是针对那些应用研究人员。表面化学已经并将仍是浮选过程中一个重要的部分，但即使我们理解纯矿物的表面化学，同样的矿物质在自然环境中将有很大的不同。对药剂制度开发和新药剂发展意味着为了开发或改善某一个选厂特定的矿石选矿药剂制度，我们必须学习如何解读在实际选矿厂中浮选药剂的交互作用。浮选基本原理这些知识有助于我们解决这些问题吗？在某种程度上，当我们处理的是一个相对简单的矿石，这些基本知识是有帮助的。当一个特定的药剂没有达到它理论上所说的效果时，例如，如果氰化物不抑制闪锌矿或一个特定的捕收剂没有药剂生产厂家所描述的选择性时，那么厂家会说“这个矿不能适应这本书所列药剂”，这时就需要实际矿石的选矿试验。

当处理大规模的硫化矿石如斑岩铜矿石以及含斑岩铜矿的多金属矿石时，浮选厂运行就形成了一个巨大的数据库。当矿石中因硫化铁矿物变成主要脉石而变得更为复杂时，这些数据库只能成为生产的统计数据，但不能作为选矿厂处理方案。

这本书是常用浮选化学试剂基本知识的浓缩，适用于使用这些药剂的矿物加工与冶金方面的研究者和工厂中的专家学者。浮选药剂不仅是捕收剂和起泡

剂，而且包括同样大量的改性剂、调整剂、抑制剂和活化剂。这后一组的浮选药剂经常被忽视基础研究。为特定的矿石诊断开出处方这不是本书的意图，而是希望通过某种方法，总结多年的实验室和工厂研究中应用不同药剂制度的经验。

那些相信浮选技术是通过“工业运行的经验和教训，而很少是基于基础研究”得以发展的人，可能已经忘记了这些运行的工厂也会得到不好的技术指标。必须指出，基础研究可以给那些参与工艺开发和设计的研究人员和工程师提供指导。

然而，混淆源自于这样一个事实，那些给定的矿物浮选性能当与不同的脉石共生时会经常改变。这可以通过研究斑岩铜矿石中黄铜矿的可浮性以及块状硫化铜矿石中的黄铜矿和混合矿石中的黄铜矿的浮选行为加以说明。斑岩铜矿中黄铜矿很容易用任何硫醇捕收剂浮选获得高回收率。然而从块状硫化铜矿石中浮选黄铜矿的行为是截然不同的，可浮性取决于捕收剂类型、pH 值调整剂以及抑制剂类型。当存在磁黄铁矿时，黄铜矿的可浮性进一步减小。

对一个特定的矿物，矿石中所有成分对其浮选性能都有一定的影响，一个矿物加工流程与药剂制度的开发，不可能只应用基础研究而得到。应用研究的主要目的是将浮选相关化学和物理基础知识与工厂生产的经验结合，来确定实验室或工业生产的矿物加工技术条件。

(郑桂兵译，魏明安校)

总 目 录

上 册

第 1 章	浮选药剂的分类	1
第 2 章	捕收剂	3
第 3 章	起泡剂	32
第 4 章	调整剂	40
第 5 章	絮凝剂	60
第 6 章	浮选理论概述	64
第 7 章	浮选捕收剂吸附机理	94
第 8 章	无机调整剂及其相互作用	116
第 9 章	有机调整剂及其相互作用	142
第 10 章	浮选起泡剂	157
第 11 章	分散剂、凝聚剂和絮凝剂	165
第 12 章	硫化铜矿的浮选实践	180
第 13 章	铜锌矿浮选实践	227
第 14 章	铅锌矿浮选实践	251
第 15 章	铜铅锌矿浮选实践	288
第 16 章	镍矿及铜镍矿浮选实践	314

下 册

第 17 章	含金矿石的浮选	1
第 18 章	铂族金属矿石的浮选	16
第 19 章	氧化铜与氧化铜钴矿的浮选	40
第 20 章	硫化氧化混合铅锌矿和氧化铅锌矿浮选	58
第 21 章	锡矿浮选	77
第 22 章	铌矿浮选	97
第 23 章	钽铌矿浮选	110
第 24 章	稀土矿物的浮选	130
第 25 章	钛矿物浮选	151

目 录

第 17 章 含金矿石的浮选	1
17.1 引言	1
17.2 含金矿物的地质和矿物学	2
17.3 金矿石的浮选性质及可浮性影响因素	3
17.4 低硫化物含量金矿石的浮选	4
17.5 含有汞/锑金矿石的浮选	5
17.6 含有碳质及黏土的金矿石的浮选	6
17.6.1 含碳脉石的预浮选	6
17.6.2 两段浮选法	6
17.6.3 氮气浮选法	6
17.7 含铜金矿石的浮选	7
17.8 氧化铜金矿石的浮选	9
17.9 金锑矿石的浮选	9
17.10 含砷金矿石的浮选	10
17.11 贱金属硫化矿石中金的浮选	12
17.11.1 含金铅锌矿石	12
17.11.2 含金铜锌矿石	12
17.11.3 含金铜铅锌矿石	13
17.12 结论	14
参考文献	15
第 18 章 铂族金属矿石的浮选	16
18.1 引言	16
18.2 铂族矿物及其分类	16
18.3 以铂族矿物为主的矿床描述	18
18.3.1 层状矿床	18
18.3.2 热液矿床	19
18.3.3 砂铂矿床	19
18.4 铂族矿物回收的工艺矿物学因素	19

18.4.1	可用重选富集的矿石	19
18.4.2	可用浮选富集的矿石	20
18.5	以铂族矿物为副产品的铜-镍和镍硫化物矿床	21
18.5.1	加拿大安大略省萨德伯里地区	21
18.5.2	俄罗斯诺里尔斯克 Talnakh 矿	21
18.5.3	前苏联 Pechenga Cala Peninsula 矿区	21
18.5.4	其他矿床	21
18.6	含铂族矿物的铬矿床	22
18.7	含铂族矿物矿床的浮选	23
18.7.1	概述	23
18.7.2	以硫化物为主矿石的铂族矿物浮选特性	23
18.7.3	浮选含铂族矿物硫化矿的药剂实践	25
18.7.4	浮选以铂族矿物为副产品的铜-镍矿石和镍矿石中的药剂实践	28
18.7.5	含铬矿石中浮选铂族金属矿物的药剂实践	30
18.7.6	PGM 氧化矿浮选	33
18.8	处理铂族矿物矿石的工业实践	33
18.8.1	处理以硫化矿为主的铂族矿物矿石的工艺流程	34
18.8.2	处理含铜镍的铂族矿物矿石的工艺流程	34
18.8.3	处理高铬含量的铂族矿物矿石工艺流程	36
18.9	处理含铂族矿物矿石的药剂制度	36
	参考文献	38
第 19 章	氧化铜与氧化铜钴矿的浮选	40
19.1	引言	40
19.2	氧化铜矿和氧化铜矿物	40
19.3	单体铜和混合铜的浮选性能	42
19.4	钴矿和氧化铜钴矿	45
19.5	氧化铜的浮选工业实践	45
19.5.1	硫化法	46
19.6	氧化铜矿和氧化钴矿的浮选工业实践	51
19.6.1	考威兹选厂(刚果)——氧化硅质类矿石	51
19.6.2	含白云石类氧化矿的选矿工业实践	53
19.7	硫化矿和氧化矿混合矿的选矿工业实践	54
	参考文献	56
第 20 章	硫化氧化混合铅锌矿和氧化铅锌矿浮选	58
20.1	硫化氧化混合铅锌矿和氧化铅锌矿的地质学和矿物学特征	58

20.1.1 硫化氧化混合铅锌矿	58
20.1.2 氧化铅矿	59
20.1.3 氧化锌矿	59
20.2 有经济价值的氧化铅锌矿的浮选性能	60
20.2.1 有经济价值的氧化铅锌矿物	60
20.2.2 氧化铅矿物的浮选性能	61
20.2.3 氧化锌矿物的浮选性能	62
20.3 混合氧化铅锌矿选矿实践	65
20.3.1 硫化氧化混合矿选矿的药剂制度与生产实践	65
20.3.2 氧化锌矿选矿实践	70
20.3.3 铅银氧化矿浮选	73
参考文献	75
第 21 章 锡矿浮选	77
21.1 引言	77
21.2 各种锡矿的矿物组成	77
21.3 锡矿床简述	78
21.4 锡矿选矿	79
21.4.1 重选	79
21.4.2 锡矿选矿中的重浮联合流程 (lodge 矿床)	80
21.4.3 浮选	81
21.5 含锡矿石选矿实践	86
21.5.1 工艺选择的影响因素	86
21.5.2 锡石浮选厂的研究开发与运行	87
参考文献	95
第 22 章 铌矿浮选	97
22.1 引言	97
22.2 含烧绿石矿石概述	97
22.3 烧绿石的浮选性能	98
22.3.1 碳酸岩中烧绿石的浮选	98
22.3.2 伟晶岩中烧绿石的浮选	101
22.4 难选铌矿	104
22.5 烧绿石选矿实践	107
22.5.1 St. Honore Niobec 选矿厂	107
22.5.2 Oka 选矿厂	109
参考文献	109

第 23 章 钽铌矿浮选	110
23.1 引言	110
23.2 有经济价值的钽铌矿物的性质	110
23.3 钽铌矿的地质学与矿物学特征	111
23.4 钽铁矿与铌铁矿的浮选行为	112
23.5 钽铌矿选矿实践	114
23.5.1 概述	114
23.5.2 重选	114
23.6 浮选	116
23.6.1 背景	116
23.6.2 从 Bernic Lake 重选尾矿中浮选 Ta/Nb	116
23.6.3 从 Greenbushes 重选尾矿中浮选 Ta/Nb	116
23.7 含锆石钽铌矿的选矿	117
23.7.1 沙特阿拉伯 Ghurayyah 矿 Ta/Nb 选矿	117
23.7.2 选矿研究	118
23.7.3 Ta/Nb 和 Zr 的分离	120
23.8 非洲马拉维钽铌矿选矿	121
23.8.1 捕收剂种类试验	122
23.8.2 不同抑制剂对 Ta/Nb 浮选的影响	123
23.8.3 分选流程, 药剂制度与选矿指标	123
23.9 浮选精矿中 Ta/Nb 和 Zr 的分离	125
23.10 难处理锡重选中间产品中的钽铌分离	126
23.10.1 脱除氢氧化铁覆盖层	127
23.10.2 Ta/Nb-Zr 分离	127
参考文献	129
第 24 章 稀土矿物的浮选	130
24.1 含稀土元素的矿石和矿物	130
24.2 铈族稀土矿物的浮选性能	132
24.2.1 独居石和氟碳铈矿的浮选性能	132
24.2.2 含钇稀土矿物的浮选性能	134
24.3 稀土矿物的浮选实践	137
24.3.1 概述	137
24.3.2 含氟碳铈矿矿石的浮选实践	137
24.3.3 独居石浮选实践	142
参考文献	150

第 25 章 钛矿物浮选	151
25.1 引言	151
25.2 含钛矿石和矿物	151
25.2.1 钛铁矿	151
25.2.2 黑金红石	151
25.2.3 金红石	152
25.2.4 钙钛矿	152
25.2.5 白钛石	152
25.3 钛矿床类型	152
25.3.1 岩矿床	153
25.3.2 钛矿物砂矿床	153
25.4 主要含钛矿物的浮选特性	153
25.4.1 钛铁矿的浮选特性	153
25.4.2 金红石的浮选特性	157
25.4.3 钙钛矿的浮选特性	157
25.5 钛矿选矿实践	159
25.5.1 钛铁矿浮选实践	160
25.5.2 磷灰石-钛铁矿选矿（加拿大赛普特利斯矿）	162
25.5.3 重砂选别钛铁矿及含铬处理	166
25.6 金红石浮选实践	168
25.6.1 塞拉金红石有限公司锆石浮选方法的开发及生产	169
25.6.2 从矿物组成复杂的矿石中浮选金红石	174
25.6.3 智利白山（White Mountain）钛选厂	175
参考文献	178

第 17 章 含金矿石的浮选

17.1 引言

从含金矿石中回收金在很大程度上取决于矿床的禀赋、矿石的矿物组成以及金在矿石中的分布。金的回收方法包括以下几种单元作业。

① 重选法，主要用于从含有粗粒自然金的砂金矿床中回收金。重选法经常与浮选法和/或氰化法联合使用。

② 湿法冶金法，主要用于回收氧化矿石（堆浸）、低品位硫化矿石（氰化法、CIP, CIL）和难处理金矿石（加压、生物分解加氰化法）中的金。

③ 火法冶金（焙烧）和湿法冶金联合法，主要用于处理极难处理含金矿石（碳质矿、高砷硫化矿）及含有能导致高耗氰杂质的矿石，这些杂质必须在氰化前尽量去除。

④ 浮选法，是广泛用于从含金铜矿石、贱金属矿石、铜镍矿石，铂族金属矿石以及其他方法不适用的矿石中回收金的方法。浮选也用于氰化法处理前的干扰杂质的去除（例如，碳的预浮选）、低硫化物含量矿石和难处理矿石的预富集。浮选被认为是最经济有效的富集金的方法。

在过去的几十年里，关于回收金的湿法冶金技术已经取得了重要的进展，这些技术包括氰化（CIL，树脂吸附法），生物预氧化等。所有这些方法在文献中已有详尽的记录和描述^[1,2]。然而，关于各种矿石中所含金的浮选特性以及含金硫化矿石性质的报道却很少。这些含金矿石中金的分布较散、品位极低，这是人们在含金矿石浮选的基础研究方面工作做得不多的主要原因之一。

尽管对含金矿石的浮选还缺乏基本的研究，浮选技术现在不仅应用于需进一步处理的低品位金矿的富集，而且也用于难处理含金矿石的富集和分离。浮选技术也是回收伴生金和含金铂族金属的最好方法，除了重选法，浮选是最经济有效的选别方法。

金本身是一种稀有金属，低品位矿床的平均品位一般在 3~6g/t 之间。金主要存在于硅酸盐矿脉、冲积和砂金矿床或包裹于硫化矿物中。金的其他常见存在方式是与铜、碲、铋、硒、铂族金属和银形成合金。在许多块状硫化矿床中，金可能以以上一种或几种形式存在，存在方式影响其浮选回收。

在浮选含金的块状硫化矿石时，一般将重点放在生产贱金属精矿上，金的回收率成为次要考虑的问题。有时贱金属矿石中金的含量较高，在这种情况下一般从贱金属的尾矿中浮选回收金。

含金矿石的浮选主要根据矿石类型分类（即金矿、铜金矿、金铋矿等），因为不同矿石浮选回收金的方法是截然不同的。

17.2 含金矿物的地质和矿物学

矿物的地质和矿床学因素在为特定的含金矿石选择最好的处理方法中起到决定性的作用。不同矿床之间的地质和矿物学性质差异很大，同一矿床内部这些性质的变化也很大^[3]。金矿床的主要成因类型及其矿物成分见表 17.1。全世界黄金总产量超过 50% 来自于碎屑沉积型矿床。

表 17.1 常见金矿床成因类型及其矿物成分

矿物类型	主要特点
岩浆热液型	金通常与铜、镍和铂共生，一般含有少量的金
碎屑沉积型	砂金矿床，一般包含石英、绢云母、绿泥石、电气石，有时含有金红石和石墨，金颗粒可能较粗，一些矿床包含高达 3% 的黄铁矿。黄铁矿中金的粒度范围为 0.01~0.07 μm
热液型	这类矿床含有多种类型矿物，包括：a. 金-黄铁矿；b. 金-铜矿石；c. 金-多金属矿石；d. 含金氧化矿，通常位于硫化矿体上方，黄铁矿含量通常为 3%~90%，其他常见的脉石矿物有石英、铝硅酸盐、白云石等
交代或砂卡岩型	这种类型的矿石有时非常复杂和难处理，通常情况下，矿石由石英、绢云母、绿泥石、方解石、磁铁矿等矿物构成，有时也包含黑钨矿和白钨矿

根据一些地质矿石类型，金矿石可分为三种类型：原生矿、次生矿和氧化矿。一些次生矿属于难选矿物。比如美国内华达州和智利的一些矿山。通常将这些金矿物及其相关的矿石矿物主要划分为三大类：a. 自然金及其合金；b. 碲化物矿物；c. 金-铂族系列矿物。表 17.2 列出了主要的含金矿物及其分类。

表 17.2 含金矿物及其分类

矿物类别	矿物名称	化学式	杂质含量
自然金及其合金	自然金	Au	0%~15%Au
	银金矿	Au/Ag	15%~15%Ag
	铜质自然金	Au/Cu	5%~10%Cu
	汞质自然金	Hg/Au	10%~34%Au
	铋质自然金	Au/Bi	2%~4%Bi
碲化物矿物	亮碲金矿	AuTe ₃	
	金质碲银矿	(Au, Ag)Te ₂	
	板碲金银矿	(Au, Ag)Te	
	硫碲锑铅金矿	Au(Pb, Sb, Fe)(S, Te ₁₁)	不稳定
金-铂族系列矿物	铂金碲矿	AuTe ₂ (Pt, Pd)	
	铂金矿	AuPt	多达 10%Pt
	铑金矿	AuRh	30%~40%Rh
	铱金矿	AuRh	5%~11%Rh
	等轴金钨铱矿	Au, Ir, Os	5%Os+5%~7%Ir

17.3 金矿石的浮选性质及可浮性影响因素

自然金及其合金在表面没有受到污染时容易与黄药作用而上浮。但是,金经常被包裹或表面被各种杂质所污染^[4]。金表面存在的杂质通常有辉银矿、含铁矿物、方铅矿、毒砂、自然铋或氧化铜矿物,层间厚度可以达到 1~5 μm ,因此,自然金与合金的浮选性能大不一样,金表面覆盖有氧化铁矿物或氧化铜矿物时很难上浮,需要通过特殊处理来除去污染的杂质。

另外,碲化物加入少量捕收剂时就很容易上浮,一般认为这是因为碲具有天然疏水性。美国明尼苏达州的碲矿用二硫代磷酸盐捕收剂浮选碲,同时对金的回收率能够达到 9%以上。

铂族金属伴生金的浮选行为类似于铂族金属矿物或与铂族金属矿物伴生的其他金属(比如:镍、磁黄铁矿、铜和黄铁矿)。因而,已研发的应用于铂族金属的药剂制度也适用于金。通常,铂族金属及伴生金浮选用的是黄药和二硫代磷酸盐,伴随着脉石抑制剂瓜尔胶、糊精和改性纤维素的使用。在南非,浮选铂族金属时,伴生金的回收率 75%~80%。

在浮选自然金及其伴生金的过程中最困难的事情是金易被砸成片、成脉状、易剥落并在磨矿过程中呈现多种形状。具有尖锐边缘的颗粒易与气泡分离,导致金的损失,这种形状的颗粒在采用重选法时也影响金的回收。

在浮选含金贱金属矿石的过程中,许多通常用于选择性浮选铜铅、铅锌和铜铅锌矿石等的调整剂会对选金有负面影响,这些调整剂包括过量添加的硫酸锌、

二氧化硫、焦亚硫酸钠和氰化物。

对金的吸附及其浮选因为氧气的存在而大大改善。图 17.1 显示了捕收剂的吸附与矿浆中氧浓度及吸附时间的关系^[4]。调整剂的类型和 pH 值也是金浮选过程中很重要的参数。

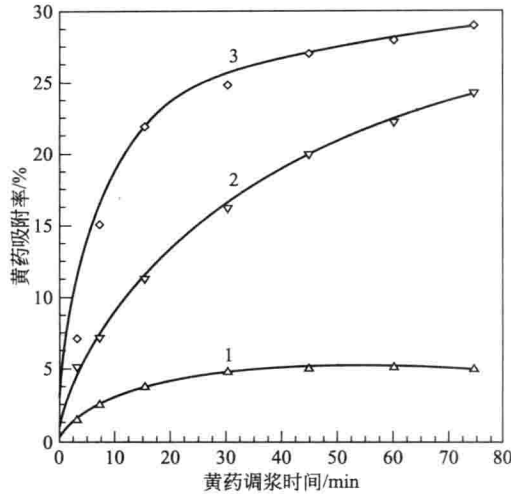


图 17.1 不同氧浓度下黄药在金上的吸附与调浆时间关系曲线

17.4 低硫化物含量金矿石的浮选

该种矿石的选矿方法通常涉及重选、氰化和浮选方法的联合。对于含有粗粒金的矿石，通常先用重选和浮选方法回收，然后将浮选精矿再磨后氰化浸出。在某些情况下，需要对氰化尾矿进行浮选。

浮选药剂组合取决于矿石中脉石矿物的性质。通常的捕收剂有黄原酸盐、二硫代磷酸盐和硫醇类。在浮选回路的扫选段，常用两种类型的辅助捕收剂。对于部分氧化的矿石，使用辅助捕收剂如类烃油与硫化剂配合，往往会改善浮选效果。首选的 pH 调整剂是碳酸钠，它既可以作为分散剂，也可以作为对金浮选有不利影响的重金属离子的络合剂。使用石灰往往会抑制自然金和含金硫化物。最佳浮选 pH 值范围为 8.5~10.0。在浮选自然金和含硫化物矿的时候起泡剂的类型也在其中扮演了重要的角色。乙二醇酯和松醇油可以显著提高金回收率。

在调整剂（抑制剂）方面，水玻璃、淀粉糊精和低分子聚丙烯酰胺常被