

新中國有色金屬 科學研究

下 冊

《當代中國有色金屬工業》編委會

一九八七年·北京

新中国有色金属 科学研究

(下 册)

《当代中国有色金属工业》编委会

一九八六年 北京

《当代中国有色金属工业》编委会顾问

王鹤寿	吕 东	高扬文	袁宝华	徐 驰
邱纯甫	林泽生	赵 岚	郭 超	张同钰

《当代中国有色金属工业》编委会

主 编	刘学新			
副主编	孙鸿儒			
编 委	刘学新	孙鸿儒	费子文	茅 林
	江 风	高 鹏	张 潭	方 鸣
	谢 平	戴 涛	张富民	孙 倬
	陈 达	周 立	沈华生	林 青
	余兴远	朱定军	范景波	马家驖

《当代中国有色金属工业》编辑部

主 任	孙鸿儒			
副主任	江 风	方 鸣	陈 达	朱定军
责任编辑	黄寄春	章伯垠		

前 言

遵照中央宣传部一九八二年十一月十二日中宣发文〔1982〕44号“关于编写出版《当代中国》丛书的通知”，中国有色金属工业总公司组成了《当代中国有色金属工业》编委会，组织力量、汇集资料、进行编写的准备工作。在工作过程中，收集到有关有色金属工业各方面的大量素材。为了把这些材料系统整理起来，按专业编成十七卷，定名为《新中国有色金属工业》丛书，做为编写《当代中国有色金属工业》一书的基础资料，付印内部发行。各卷的名称是：

- 1· 新中国有色金属地质事业
- 2· 新中国有色金属采矿工业
- 3· 新中国有色金属选矿工业
- 4· 新中国有色金属铝镁工业
- 5· 新中国有色金属铜工业
- 6· 新中国有色金属镍钴工业
- 7· 新中国有色金属铅锌工业

- 8 · 新中国有色金属锡工业
- 9 · 新中国有色金属铋汞工业
- 10 · 新中国有色金属钨钼工业
- 11 · 新中国有色金属贵金属工业
- 12 · 新中国有色金属稀有金属工业
- 13 · 新中国有色金属合金加工工业
- 14 · 新中国有色金属环境保护与安全卫生
- 15 · 新中国有色金属基本建设
- 16 · 新中国有色金属科学研究
- 17 · 新中国有色金属教育事业

本丛书不公开发行，仅供内部参考使用，故在保密上和文字上未做过多的处理，对一些问题也仅是提出初步看法，敬希保管使用本丛书的单位或个人，要注意这一点。

本丛书的编撰过程中，有色金属工业各部门抽出大量人员参与提供素材，撰写成书，在此谨向他们表示感谢。本丛书编撰出版时间短促，不妥和错漏之处在所难免，敬希读者同志提出宝贵意见。

《当代中国有色金属工业》编委会

一九八五年十月

序 言

中宣部关于编写出版《当代中国》丛书的报告指出：“编写《当代中国》丛书的主要目的是，组织各条战线、各部门的同志，运用马克思列宁主义、毛泽东思想的理论武器，科学地总结我国社会主义革命和建设的历史经验，并以无可辩驳的事实材料，展示新中国建国以来取得的伟大成就和社会主义制度的优越性。”

《当代中国有色金属工业》编委会决定出版一套《新中国有色金属工业》丛书，作为内部资料本。《新中国有色金属科学研究》是其中的一册。中共中央政治局委员、国务委员方毅同志很关心，为本书题写了书名。本书主要反映建国三十五年来有色金属工业科技发展的历史以及有色金属科研战线的主要成就，是供领导和各部门同志参阅的。通过总结科技工作的成就和体会，从中吸取有益的经验教训，得出规律性的认识，加深对“经济建设必须依靠科学技术，科学技术工作必须面向经济建设”这一战略方针的认识，

从而指导我们的工作，把有色金属科技工作搞上去，为振兴有色金属工业而努力。

本书系统地记述了建国三十五年来有色金属科学技术走过的道路，内容广泛，材料翔实，是建国以来全面总结有色金属科学研究的一本书。它的出版必将有助于了解有色金属科技的过去、现在和今后的发展方向，特此推荐给读者。

建国三十五年来，我国有色金属工业在中国共产党和人民政府的领导下，依靠技术进步，有了很大的发展。在科学研究方面逐步形成了一支有丰富实践经验、能够攻坚的，由专业科研院所、地方和企业研究所以及高等院校、设计研究院组成的科技队伍，为有色金属工业的生产、建设提供了一批重要科技成果。特别是全国科学大会以来，取得了重大成就。一九七八至一九八三年的六年中，有色金属科技战线重大科研成果获部级奖的有788项，获国家发明奖的有22项。

党中央和国务院十分关心有色金属工业的发展，指出：“有色金属是我国的一大矿产优势，应积极扶持有色金属工业的发展。”“有色金属

工业必须摆在‘七五’计划和今后几个五年计划的重要位置上来。”

“海阔凭鱼跃，天高任鸟飞。”今天，在全国经济体制改革的大好形势下，不论对老年、中年、青年科技工作者来说，都是可以为开创科技工作新局面而大显身手的时刻。形势越好，越要保持清醒头脑。我们科技工作者要进一步贯彻执行中央“依靠”、“面向”的战略方针，团结协作，奋发图强，锐意改革，锲而不舍，坚持四项基本原则，不断更新知识，学习新东西，提高科技队伍素质，开创科研工作新局面。

可以预期，随着我国经济体制改革的日趋完善，知识份子政策的进一步落实，依靠科学技术进步，我国有色金属工业必将有一个较大的发展，定能为二〇〇〇年实现翻两番的宏伟目标作出应有的贡献。

林泽生

编辑说明

《新中国有色金属科学研究》主要是叙述建国以来有色金属各个专业的科学技术进步和成就。全书十五章，约90万字，分上、下册出版，包括内容：

(一) 概论

(二) 地质

(三) 采矿

(四) 选矿

(五) 重有色金属冶炼

(六) 轻金属冶炼

(七) 稀有金属冶炼

(八) 半导体材料

(九) 资源综合利用

(十) 贵金属

(十一) 粉末冶金

(十二) 有色金属加工

(十三) 分析检测

(十四) 电子计算机应用

(十五) 二〇〇〇年发展有色金属科学技术的目标和展望

附录：

（一）重点科研院所简介

（二）我国古代有色金属科技概况

经请示领导同意，《新中国有色金属科学研究》作为内部发行，供有关领导和从事有色金属工业的同志参考。请按机密资料妥为保存，不得翻印、外借或公开引用和发表。

本书在编写过程中，得到各部门、科研院所、设计单位、高等院校、工厂、矿山的领导和同志们们的热情支持（名单附后），提供了许多宝贵资料，并经有关专家反复审查，谨此致谢！由于编写时间仓促，编者水平有限，又是第一次尝试，难免有不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

下 册 目 录

第 九 章 资源综合利用	()
第 十 章 贵金属	(99)
第十一章 粉末冶金	(163)
第十二章 有色金属加工	(241)
第十三章 分析检测	(335)
第十四章 电子计算机应用	(411)
第十五章 二〇〇〇年发展有色金属 科学技术的目标和展望	(457)
附录	
(一) 重点科研院所简介	(507)
(二) 我国古代有色金属科技概况	(579)

第九章

资源综合利用

撰 稿：包 晓 波 章 伯 垠
 庞 汉 威

编 辑：陈 远 望 包 晓 波

主 审：朱 定 军 曹 士 倬

参加审稿：（按姓氏笔划为序）

毛 云 辉	杨 云 龙
陈 书 业	陆 述 贤
周 令 治	罗 家 柯
孟 繁 雯	钮 因 健
黄 和 玉	董 洪 超
蔡 显 弟	

目 录

第一节 综 述

第二节 几个重金属冶炼企业的综合利用

- 一、云南锡业公司…………… (7)
- 二、沈阳冶炼厂…………… (16)
- 三、葫芦岛锌厂…………… (24)
- 四、上海冶炼厂…………… (34)
- 五、株洲冶炼厂…………… (38)

第三节 金川资源综合利用

- 一、二矿区富矿中性介质(自然pH值)浮选工艺
研究成功…………… (49)
- 二、铜镍合金提取贵金属新工艺效果显著…………… (50)
- 三、转炉渣提钴新工艺投入生产…………… (57)
- 四、镍精矿沸腾炉焙烧回收硫试验成功…………… (59)
- 五、提高镍电解电流密度研究成功…………… (60)
- 六、建立了合理的铜阳极泥处理流程…………… (61)
- 七、二期工程精炼工艺的研究大见成效…………… (64)

第四节 攀枝花钛、钒资源综合利用

- 一、从选铁尾矿中回收钛获得成功…………… (68)
- 二、制备富钛物料的多种流程通过鉴定…………… (70)
- 三、生产高质量钛白的工艺流程初获成功…………… (73)

- 四、制取四氯化钛新工艺具备了转产条件………… (74)
- 五、铁水雾化提钒已告成功………… (75)
- 六、综合利用新流程在继续试验………… (76)

第五节 包头稀土资源综合利用

- 一、浮选-选择性絮凝脱泥选矿工艺解决了关键问题………… (78)
- 二、高品位稀土精矿浮选成功………… (80)
- 三、优质稀土精矿的选别工艺确定………… (83)
- 四、硫酸焙烧法研究成功………… (83)
- 五、无废气的碱分解法研究成功………… (85)
- 六、多种有效的单一稀土分离新工艺………… (85)
- 七、“第二流程”的研究取得重大进展………… (86)
- 八、具有优势的我国南方稀土资源综合利用………… (87)

第六节 其他有色金属企业的综合利用

- 一、多金属矿分选研究取得良好效果………… (89)
- 二、冶炼厂烟气制酸成效大………… (90)
- 三、铝矿资源的综合利用大有可为………… (90)
- 四、铁精矿及硫的综合回收数量可观………… (91)

第七节 结束语

- 一、领导重视………… (92)
- 二、集中力量攻克技术难关………… (92)
- 三、提供必要的科研资金………… (92)
- 四、坚持科技工作面向经济建设的方针………… (93)
- 五、坚持锲而不舍、一抓到底的工作方法………… (93)

第九章 资源综合利用

第一节 综 述

在自然界中，有色金属矿床多为多金属共生矿床。在一种主要有色金属矿体中，常常伴生有多种金属元素和非金属元素，如铜矿中伴生有金、硒、碲和硫；铅锌矿中伴生有银、镉、锗、铟和硫等；镍矿中伴生有铜、钴和铂族金属等。这就在客观上决定了有色金属工业生产必须实现综合利用。另一方面，有色金属企业在提取主金属的过程中，有相当一部分伴生有价元素往往随着烟尘、残渣和污水而流失，不仅造成资源的损失浪费，而且严重污染环境，甚至危及人民的生命安全^[1]。

世界上有几十种有色金属和稀有金属的全部或部分产量是通过综合利用的途径获得的。通常，从铜、镍或铅的冶炼中可以回收黄金、白银、铂族金属和钴；从铜、锌、铅冶炼中回收稀散金属。一般说来，生产1吨铜，可副产4~5吨硫酸；炼1吨锌，可副产2吨硫酸。我国的金川镍矿，伴生有铜、钴、硫和铂族金属等14种有价元素。我国广西大厂的锡矿，每1吨金属锡，伴生有3.43吨锌、0.47吨铅、0.38吨碲、0.09吨铜、20.41公斤镉、0.22公斤镓。我国有色金属资源综合利用的潜力非常大，利用好了，一矿可顶几矿，一厂可顶几厂。因此，合理地综合利用有色金属资源，对提高企业经济效益，增加产品品种和数量，提高劳动生产率，促进“三废”治理，具有十分重要的意义。综合利用程度的高低，也反映出有色金属工业的技术和管理水平^[2]。

随着矿产资源的贫化，对环境保护要求日益严格，以及尖端科学领域对稀有金属需求量不断增加，世界各国对有色金属资源

的综合利用越来越重视，并从中获得了巨大的经济效益。苏联已将矿产资源的综合利用列为国家的技术政策。

综合利用的范围广泛，涉及地质勘探、采矿、选矿、冶炼等生产过程，大有文章可做。

矿山地质工作，要确定合理的边界品位，综合勘探、综合评价，为综合开发资源提供可靠的依据。

选矿是资源综合利用的重要环节之一，要在做好资源的物质组成研究的基础上，采用合理的工艺流程，把原矿中的有价值元素最大限度地加以富集和分离，减少随尾矿的流失。

冶炼是资源综合利用的关键环节，冶炼技术水平决定综合利用的效果，要大力研究、开发和采用新技术，充分回收原料中的有价值元素，提高综合利用水平和经济效益。

解放前，我国没有一个象样的有色金属工业基地，当然更谈不上综合利用了。解放后，在党和政府的领导下，经过有色冶金工业战线全体职工的积极努力，我国有色金属资源综合利用的科学研究从无到有，从小到大，取得了很大成绩^{〔1〕}。特别是一九七八年，金川、攀枝花、包头被列为国家矿产资源综合利用三大基地以来，在中央领导同志的关怀和指导下，由国家科委、计委、经委、三省区人民政府、冶金工业部及现在的中国有色金属工业总公司，组织全国有关的科研、设计院所和大专院校等 100 多个单位，数百名专家、工程技术人员参加了三大基地资源综合利用科技联合攻关，发扬了锲而不舍，一抓到底，大力协同，联合作战的精神，取得了许多重大的科技成果，一些项目已经转入生产，不仅大幅度地降低了有色金属的生产成本，而且为国家提供了大量的有色金属和化工产品，大幅度提高了资源综合利用水平，取得了明显的经济效益。现在，我国有色冶金系统可以综合回收铜、铅、锌、镍、钴、锡、锑、汞、铋、镉、砷、钛、锆、钨、碲、铈、镓、金、银、铂、钯、铑、钼、铀、钽、铌、锆、铪、钒、钨、钼、铯、铷、铯、镧、铈、镨、钕、钐、钇、