



中国有色金属工业协会专家委员会组织编写

有色金属系列丛书

中国锑业



ZHONGGUO TIYE



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



中国有色金属工业协会专家委员会组织编写

有色金属系列丛书

中国铋业

北 京

冶金工业出版社

2014

内 容 提 要

本书共分为十三篇,介绍了铋的发现发展史及其性质与用途,资源现状与分布,采选技术与装备,冶炼及加工技术与装备,铋业技术进步、创新与新材料,铋品产能、产量及消费量,资本运营及相关财税政策,铋行业安全、环保与清洁生产,资源综合利用及循环经济,铋行业标准及配额管理,铋行业相关政策法规和中国十大生产商、世界十大生产商及消费国等内容。

本书简明扼要,浅显易懂,适合于从事铋冶金及相关专业的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国铋业/中国有色金属工业协会主编. —北京:冶金工业出版社, 2014. 12

(有色金属系列丛书)

ISBN 978-7-5024-6815-6

I. ①中… II. ①中… III. ①铋—有色金属冶金—冶金工业—中国 IV. ①F426. 32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 276579 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 张熙莹 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6815-6

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2014 年 12 月第 1 版, 2014 年 12 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 6.375 印张; 124 千字; 179 页

29.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgy.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

《有色金属系列丛书》

编辑委员会

主任委员 陈全训

常务副主任委员 高德柱

副主任委员 赵家生 丁学全 贾明星

尚福山 王健 文献军

潘文举 王琴华

总编 贾明星

副总编 张洪国 王华俊 李宴武

王恭敏 潘家柱 钮因健

周菊秋 吴金生

编辑 王惠芬 孙秀敏 徐国端

王繁滨 张龙 钟琼

刘华 邵朱强 杨鹏

《中国铝业》编辑委员会

主任委员 高长春

副主任委员 张夫华 戴永俊 晏华忠

金贵忠 彭世金 刘跃斌

李成华 刘绍忠

主 编 戴永俊

副 主 编 李志强

编 辑 隆兴国 张文胜 宋如泽

李伟亮 贺建湘 蒋康生

龚富保 罗先太 陈燕春

罗承才 刘黔峰 祝禄发

蒋万斌 金承勇 刘新春

罗树声 尹华功 申 文

刘启真 毕崇斌 赵工业

谢咏梅

序



为适应有色金属工业发展的需要，普及和提高有色金属知识，提升全国有色金属战线广大干部职工的思想业务素质，促进我国从有色金属生产大国向有色金属工业强国的转变，中国有色金属工业协会组织编写了《中国铜业》等《有色金属系列丛书》（共21本）。《丛书》集中了全行业的智慧和力量，汇集了当今中国乃至世界有色金属领域的最新知识和信息，深入浅出，通俗易懂，融知识性、实用性为一体，是社会各界学习和提高有色金属知识的好教材和实用工具书。

有色金属是经济社会发展必不可少的基础材料和重要战略物资。有色金属作为功能材料和结构材料而广泛应用于人类生活的各个领域，成为当今高新技术发展和国防军工的重要支撑。有色金属的生产和消费水平已经成为衡量一个国家社会进步的重

要标志。

中国是生产有色金属品种最全的国家，门捷列夫化学元素周期表中的 64 种元素的有色金属都能生产。中国是世界生产和消费有色金属最多的国家，到 2011 年十种有色金属产量已达 3438 万吨（快报数），连续 10 年位居世界第一，年消费有色金属已达 3580 万吨以上，连续 9 年位居世界第一。目前全国已有有色金属企业、事业单位 3 万多家，就业人员 360 多万。

有色金属涵盖的金属品种多。在元素周期表中，除了黑色金属铁、锰、铬，铜系和超铜系放射性金属元素外，余下 64 种都为有色金属元素。有色金属成矿条件复杂，矿床类型多样，矿体形态变化大，元素组合多样，勘探难度大，而且需要综合勘探、综合评价。有色金属结构复杂，多种矿物相嵌共伴生关系密切，选矿和冶炼的技术、装备复杂，工艺流程长。有色金属应用领域广，用途千差万别，材料的研制和加工复杂。有色金属元素在原矿中含量低，富集比都在几十、几百、几千甚至几万，导致在采矿、选矿和冶炼过程中固体废物多，节能环保压力大，工艺技术复杂。综合上述不

难看出，有色金属产业是固体矿产资源开发利用领域最复杂的产业，有色金属知识领域宽广、博大精深。

建设现代化的有色金属工业强国是全行业 360 多万职工为之奋斗的目标。我相信，《丛书》的出版发行，对增进全社会对有色金属工业的了解，推动全行业广大干部职工学习和掌握有色金属知识必将发挥积极重要的作用。让我们行动起来，为促进我国有色金属工业的持续、稳定发展，为实现有色金属工业发展的既定目标而奋勇前进。

中国有色金属工业协会会长

陈全训

2012 年 8 月于北京

前 言



锑是十大有色金属之一，地壳中锑的平均丰度约 0.2g/t，属于较稀少的金属。英文“antimony”源于希腊，意思是“很少单独出现的金属”。

锑是国民经济和国防建设事业中不可缺少的基础金属材料之一，1991 年开始锑被我国列为保护性开采特定矿种。在发达国家锑被列为战略物资，2010 年 6 月欧盟委员会发布分析报告，将锑列入 14 种矿产原料供应紧缺名单之首；美国、日本均有战略储备且严重依赖进口。

锑主要用于塑料、橡胶、涂料阻燃协效剂。锑用途极广，除在电子、电器、交通运输、石油、化工、设备制造、建筑行业大量应用外，还应用于航空航天、医药、军事等领域，具有广阔的发展前景。

据统计，2011 年世界锑储量为 183.1 万吨，主要锑资源国为中国、俄罗斯、玻利维亚、南非、塔

吉克斯坦、美国等国家，其中，中国锑储量占世界锑储量的 51%。虽然锑储量有增长趋势，但储量的增速低于矿山开发消耗的增速，静态保证年限呈现逐渐降低趋势，2001~2008 年，我国锑矿资源静态保证年限明显缩短，从 15 年降至 9 年，世界锑矿资源静态保证年限从 17 年降至 10 年。由此可见，全球锑矿资源储量总体增长，但静态保障年限下降，资源的保护性开采工作仍需不断加强；从动态角度来看，全球范围内的锑矿资源并不会很快枯竭，特别是中国。

据《World Metal Statistics》资料，2007 年中国锑矿锑产量为 16.3 万吨，占当年世界总产量的 87.7%；其他五个锑矿生产大国依次是俄罗斯、玻利维亚、塔吉克斯坦、南非和危地马拉，上述六个国家锑产量合计占世界总产量的 98.5%。

近年来，世界锑金属的消费量每年为 12 万~18 万吨，阻燃剂仍然是锑的主要应用领域，约占世界锑总消耗的 70%、三氧化二锑消耗总量的 90%。中国、美国、欧盟和日本是世界四大阻燃剂消费市场，中国已成为世界第一大锑消费国，2011 年约消费锑 7.5 万吨。随着汽车工业的发展，我国阻燃剂用锑大幅增长，伴随着我国聚酯工业的发展，锑系列催化剂的需求也将增加。

新中国成立以来，中国锑工业快速发展，技术进步非常明显。目前，世界各种生产锑白工艺和方法均已在中国实现产业化，拥有自主知识产权的富氧鼓风炉挥发熔炼工艺、精炼除铅锑工艺、高压离液顶吹法锑白生产工艺和锑白后处理工艺得到产业化应用。与此同时，锑的熔池熔炼工艺的研究开发，标志新一轮炼锑技术创新正在兴起。但是也有很多矛盾，在宏观管理层面，锑矿山的无序开采，乱采乱挖，锑品走私，市场的无序竞争等问题仍未解决；美国、西欧多次对我国锑低价进入国际市场进行反倾销指控；有的外国公司利用我国锑资源优势结合他们的市场进入中国办厂；锑行业装备技术水平低，“三废”污染严重，能源消耗高，清洁生产水平低，产品结构不合理、档次低。

综上所述，目前中国已成为世界锑的资源大国、生产大国、出口大国和消费大国。但中国要将锑资源优势转化为经济优势，还需从规范行业管理、加大锑深加工产品的技术研发与应用研究和清洁生产工艺研究入手。

中国有色金属工业协会为向全社会普及和宣传有色金属科学知识，决定组织编撰有色金属系列丛书，其中《中国锑业》安排锡矿山闪星锑业有限责任公司牵头编写。

本书对锑的发现发展史，锑及其化合物的性质、用途，锑资源形成与分布，锑的勘查与采选冶技术及装备，技术进步与新材料，产量与产能，资本运营，安全、环保、清洁生产，综合利用、资源再生、循环经济，行业标准、配额，主要政策法规，锑行业主要生产商和主要消费国家以及地区等方面做了简述。

本书作者都是锑业界的专家、学者，他们将自己的实践经验和理论知识有机地融合于书中，使本书具有较强的实用性、知识性和专业性。

由于时间仓促，缺乏经验，不妥之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2014 年 10 月

目 录



第一篇 发现发展史 1

第一章 中国锑的发现 1

第二章 中国锑业发展的初始阶段 1

第三章 中国锑业开发与发展现状 3

第二篇 锑及其化合物的性质与用途 4

第一章 锑的性质及用途 4

第一节 物理性质 4

第二节 化学性质 4

第三节 锑的用途 5

第二章 锑化合物的性质及用途 6

第一节 三氧化二锑 6

第二节 乙二醇锑 9

第三节 胶体五氧化二锑 10

第四节 锑酸钠 11

第五节 醋酸锑 12

第六节 三硫化二锑 12

第七节	五硫化二锑	14
第八节	硫代锑酸钠	15
第九节	三氯化锑	15
第十节	五氯化锑	17
第十一节	氯化锑	17
第十二节	硫醇锑	18
第十三节	硫醇盐锑	20
第十四节	羧酸酯锑	21
第十五节	三苯基锑	21
第十六节	二溴三苯基锑	22
第十七节	二(2,4,6-三溴苯氧基)三苯基锑	23
第十八节	酒石酸氧锑钾	24
第三章	锑的应用前景	25

第三篇 资源的形成与分布 28

第一章	锑矿的形成与分布	29
第二章	锑矿床类型	31
第三章	锑资源储量	34
第四章	中国典型锑矿床简介	37
第一节	湖南锡矿山锑矿	37
第二节	云南木利锑矿	38
第三节	贵州晴隆锑矿	38
第四节	广西大厂锡多金属伴生锑矿	39
第五节	甘肃宕昌县瓦石沟锑矿	39
第六节	西藏美多锑矿	40

第四篇 勘查及采选技术与装备 41

第一章 锑矿的勘查 41

第一节 锑矿勘查的目的与任务 41

第二节 主要勘查工作及质量要求 42

第二章 采矿技术与装备 44

第三章 选矿技术和设备 49

第一节 锑矿石选矿方法 49

第二节 锑矿石选矿厂实例 54

第五篇 冶炼及加工技术与装备 63第一章 硫化锑精矿（或硫氧混合矿）的
火法冶炼 64

第一节 硫化锑矿的粗炼工序 65

第二节 氧化锑还原熔炼、精炼工序 70

第二章 脆硫锑铅矿的火法冶炼 71

第一节 生产工艺 71

第二节 主要产物与设备 72

第三章 锑的加工技术与设备 74

第一节 锑白生产工艺 74

第二节 锑白产品及生产设备 75

第三节 锑白新工艺新炉型的应用 76

第六篇 技术进步、创新与新材料 78

第一章 中国锑业技术进步与创新 78

第一节 中国锑业采矿技术的进步与创新 78

第二节 中国铋业选矿技术的进步与创新	81
第三节 铋冶炼技术的进步与创新	83
第二章 中国的铋深加工产品	92
第三章 节能	95
第一节 能源状况	95
第二节 主要节能措施	96
第三节 节能宣传工作	100
第七篇 产能、产量及消费量	102
第一章 铋产量及生产能力	102
第二章 铋产品的流通与消费	106
第一节 国内铋品生产	106
第二节 国内铋品应用消费领域	107
第三节 国内铋品消费量	108
第四节 铋品进出口	109
第五节 国际铋品的消费	110
第八篇 资本运营	112
第一章 铋品价格走势	112
第一节 2004~2012 年铋品销售价格情况	112
第二节 铋品价格走势分析	113
第二章 相关财税政策	114
第一节 出口退税政策	114
第二节 汇率变动	115
第三章 国内铋业企业的资本运营	117
第一节 五矿有色金属股份有限公司	117

第二节 湖南辰州矿业股份有限公司	119
------------------------	-----

第九篇 安全、环保与清洁生产 121

第一章 锑行业安全生产条件	121
---------------------	-----

第二章 锑行业安全生产案例——闪星公司 安全生产	123
-----------------------------------	-----

第一节 安全基础工作	123
------------------	-----

第二节 安全新技术推广应用	124
---------------------	-----

第三节 安全技术措项目建设	126
---------------------	-----

第三章 环保与清洁生产	127
-------------------	-----

第十篇 综合利用及循环经济 131

第一章 锑采矿资源综合利用、循环经济	131
--------------------------	-----

第一节 矿柱回采	131
----------------	-----

第二节 全尾矿充填与尾矿废水循环利用	132
--------------------------	-----

第二章 锑冶炼资源综合利用	133
---------------------	-----

第一节 锑冶炼金的综合回收	134
---------------------	-----

第二节 锑冶炼汞的综合回收	135
---------------------	-----

第三节 炼铅阳极泥综合回收锑	137
----------------------	-----

第四节 废铅蓄电池综合回收锑	137
----------------------	-----

第五节 炼锑铅渣综合回收利用	138
----------------------	-----

第十一篇 行业标准及配额 140

第一章 标准	140
--------------	-----

第一节 三氧化二锑标准	140
-------------------	-----

第二节 锑锭标准	141
----------------	-----