



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

中国镍业



ZHONGGUO NIEYE



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

013059123

F426.32
06



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

中国镍业



F426.32
06

北京

冶金工业出版社

2013



北航

C1665442

内 容 简 介

本书共分十二篇,简要介绍了镍的发现和镍业发展史,镍的性质与用途,镍资源及其分布,采选技术与装备,冶炼技术与装备,技术进步与创新,中国镍产品生产、消费及进出口贸易,资本运营与产业发展,安全生产与环境保护,镍工业的循环经济与资源综合利用,行业管理与制度标准,统计信息等内容。

本书适合于从事镍冶金及相关专业的人员阅读,也可供关注和准备从事镍行业的社会各界人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国镍业/中国有色金属工业协会主编. —北京:冶金工业出版社, 2013. 6

(有色金属系列丛书)

ISBN 978-7-5024-6264-2

I. ①中… II. ①中… III. ①镍—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(2013)第 132093 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 张熙莹 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6264-2

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
2013 年 6 月第 1 版, 2013 年 6 月第 1 次印刷

148mm × 210mm; 5.25 印张; 100 千字; 147 页

21.00 元

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

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

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

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

《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

《中国镍业》编辑委员会

主任委员	杨志强				
副主任委员	王永前	周 民	王贵平	包国忠	
	李尚勇	武 浚	姚维信	陈得信	
	刘玉强				
委 员	聂文斌	赵千里	吕清华	王树清	
	赵祥麟	陈自江	徐爱东		
编 辑	张 鹏	张玉祥	马 龙	陆斌刚	
	樊 昱	张 琴	张 东	刘广龙	
	郑 强	郭 太	赵国亮	孙文杰	
	辛云霞	孙俏丽	豆银丽	咎 斌	
	张 娟	柏先林	范润泽	朱纪念	
	刘世和	吴川眉	李芬霞	陈兴纲	
	杨 鸿	陈国举	孙渊君	惠 语	
	陈 茜	储昭培	康吉成	何英志	
	焦永强				
编 审	吴金生	李宴武			

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。

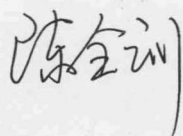
中国是生产有色金属品种最全的国家，门捷列夫化学元素周期表中的 64 种元素的有色金属都能生产。中国是世界生产和消费有色金属最多的国家，到 2011 年十种有色金属产量已达 3438 万吨（快报数），连续 10 年位居世界第一，年消费有色金属已达 3580 万吨以上，连续 9 年位居世界第一。目前全国已有有色金属企业、事业单位 3 万多家，就业人员 360 多万。

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。

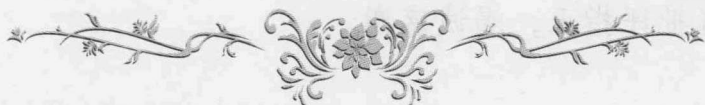
建设现代化的有色金属工业强国是全行业 360 多万职工为之奋斗的目标。我相信，《丛书》的出版发行，对增进全社会对有色金属工业的了解，推动全行业广大干部职工学习和掌握有色金属知识必将发挥积极重要的作用。让我们行动起来，为促进我国有色金属工业的持续、稳定发展，为实现有色金属工业发展的既定目标而奋勇前进。

中国有色金属工业协会会长



2012 年 8 月于北京

前 言



“十一五”以来，中国经济快速发展，极大地促进了镍工业的发展。为了满足关注镍行业人员的学习需要，快速了解和掌握镍工业的发展及相关知识，我们编写了这一相对专业的科普读物。

本书分十二篇，简要介绍了镍的发现和镍业发展史，镍的性质与用途，镍资源及其分布，采选技术与装备，冶炼技术与装备，技术进步与创新，中国镍产品生产、消费及进出口贸易，资本运营与产业发展，安全生产与环境保护，镍工业的循环经济与资源综合利用，行业管理与制度标准，统计信息等内容。本书内容浅显易懂，适合于关注和准备从事镍行业的社会各界人士。

本书是一部集体创作，在编写过程中得到了金

川集团股份有限公司和中国有色金属工业协会钴业分会的大力支持，在此深表感谢。

由于编写人员水平所限，书中不足之处，敬请读者批评指正，竭诚感谢。

编 者

2013 年 3 月

目 录



第一篇 镍的发现和镍业发展史 1

第一章 世界镍业发展史 1

第二章 中国镍业发展史 3

参考文献 5

第二篇 镍的性质与用途 6

第一章 镍的性质 6

第一节 镍的物理性质 6

第二节 镍的化学性质 7

第三节 镍的主要化合物及其性质 7

第二章 镍的用途 9

第一节 不锈钢 9

第二节 合金钢 10

第三节 镍基合金 11

第四节 精密合金 14

第五节 电镀工业 14

第六节 非合金领域 14

参考文献 16

第三篇 镍资源及其分布	17
第一章 镍矿概述	17
第二章 镍资源分布	18
第一节 世界镍资源分布	18
第二节 中国镍资源分布	20
参考文献	20
第四篇 采选技术与装备	21
第一章 采矿技术与装备	21
第一节 空场采矿法	21
第二节 充填采矿法	23
第三节 崩落采矿法	24
第四节 典型采矿设备	24
第二章 选矿技术与装备	28
第一节 重选法	28
第二节 浮选法	28
第三节 磁选法	29
第四节 电选法	30
第五节 其他选矿方法	30
第六节 典型选矿装备	32
参考文献	40
第五篇 冶炼技术与装备	42
第一章 概述	42

第二章 火法冶炼	42
第一节 硫化镍矿的火法冶炼技术	42
第二节 氧化镍矿的火法冶炼技术	50
第三章 湿法冶炼	52
第一节 高镍铈的湿法提取技术	52
第二节 硫化镍矿的湿法提取技术	57
第三节 氧化镍矿的湿法提取技术	60
第四章 气化冶炼	67
第一节 羰化法炼镍	67
第二节 羰基镍的生产	68
第五章 典型冶炼装备	70
第一节 干燥设备	70
第二节 熔炼设备	71
参考文献	80
第六篇 技术进步与创新	82
第一章 新材料应用	82
第一节 镍钛形状记忆合金	82
第二节 非晶合金	83
第二章 产业链延伸与产品深加工	86
参考文献	87
第七篇 中国镍产品生产、消费及进出口贸易	88
第一章 镍的产能及产量	88
第二章 镍市场消费现状	89

第三章 进出口贸易	90
第一节 镍矿进口	90
第二节 镍中间产品进口	91
第三节 电解镍进口	91
第八篇 资本运营与产业发展	93
第九篇 安全生产与环境保护	100
第一章 安全生产	100
第一节 中国安全生产管理的发展	101
第二节 安全生产管理	102
第三节 镍冶金安全生产	103
第二章 环境保护	107
第一节 镍冶金的废气处理	107
第二节 镍冶金的废水处理	109
参考文献	110
第十篇 镍工业的循环经济与资源综合利用	111
第一章 资源与环境对镍工业发展的影响	111
第一节 镍资源储量和中国镍生产企业	111
第二节 资源对镍工业发展的影响	112
第三节 环境对中国镍工业的影响	117
第二章 镍资源的综合利用	118
第一节 镍尾矿的综合利用	118
第二节 冶炼副产品的综合利用	123

第三节 冶炼烟气的综合利用	125
第四节 镍的回收与再生利用	126
参考文献	129
第十一篇 行业管理与制度标准	130
第十二篇 统计信息	133
第一章 世界主要镍生产商	133
第一节 俄罗斯诺里尔斯克镍业公司	134
第二节 巴西淡水河谷公司	135
第三节 必和必拓公司	136
第四节 超达公司	137
第二章 中国主要镍生产商	138
第一节 金川集团有限公司	138
第二节 吉林吉恩镍业股份有限公司	139
第三节 新疆新鑫矿业股份有限公司	140
第四节 云锡元江镍业有限责任公司	141
第五节 广西银亿科技矿冶有限公司	142
第六节 江西江锂科技有限公司	143
第三章 世界主要镍消费国	144
附 录	145
附录一 64 种有色金属元素	145
附录二 元素周期表	147

第一篇

镍的发现和镍业发展史

第一章 世界镍业发展史

镍在世界物质文明发展中具有十分重要的作用。人类发现镍的时间不长，但使用镍的时间可追溯到公元前 300 年左右。镍在地壳中含量不少，多于常见金属铅、锡等，但比铁少得多，也比铁发现得晚。17 世纪末，欧洲人开始注意镍砷（砷）矿。当时德国用它来制造青色玻璃，人们称它为 kupfernickel。“kupfer”在德文中是“铜”，“nickel”大意是“骗人的小鬼”，因此这一词可以译为“假铜”。当时人们认为它是铜和砷的混合物。

1751 年，瑞典的克朗斯塔特，用红砷镍矿表面风化后的晶粒与木炭共热而得到了少量与铜不同的金属。他在 1751 年发表的研究报告中认为这是一种新金属，称之为 nickel，也就是镍的拉丁名称 niccolum 和符号 Ni 的来源。

1865 年，法国加尼尔首次在新喀里多尼亚发现硅酸镍矿，并命名为硅镁镍矿。1875 年开始开采，由于当地燃料、熔剂缺乏和劳动力不足，矿石送往法国、德国冶炼，是世界

上最早用鼓风炉炼镍的矿石。1856 年, A. P. 萨尔得在加拿大定子午线时发现在萨德伯里地区罗盘读数显得偏斜, 随后, 墨累据此在附近检查, 从铁帽上 (即克里斯顿矿体顶盘) 采样分析发现了含 Ni 1%、Cu 2% 的矿石, 但因交通不便, 未引起注意, 至 1883 年才开展工作, 于 1886 年发现克里斯顿矿床, 从而发现了世界闻名的萨德伯里超大型铜镍硫化物矿床, 并于 1901 年实施露天开采。从此, 世界镍的冶炼由氧化镍矿转向硫化镍矿。

1973 年, 有人第一次提出镍是哺乳动物必需的微量元素, 1975 年以后开展了镍的营养与代谢研究。当时由于产量有限, 镍被人们视为贵金属, 用以制作首饰。20 世纪以来, 人们发现了镍的多种用途及其在改善钢的性能方面所具有的独特功能, 现代镍工业由此诞生并得到迅速发展。

国外于 1775 年制得纯镍, 随后瑞典等少数国家开始了镍的工业生产。当时, 由于技术条件等因素的限制, 镍的生产长期停滞不前。据统计, 直到将镍炼制成合金钢以后, 镍工业才有了较快的发展。1910 年世界镍产量只有 2.3 万吨, 到 1980 年发展为 74.28 万吨, 2009 年达到 135 万吨, 预计目前世界原镍产量为 161 万吨, 消费量为 153 万吨。

镍的陆地资源按照地质成因来划分, 主要有两类: 岩浆型硫化镍矿和风化型红土镍矿。其中红土镍矿资源储量占陆地镍资源的 70%, 伴生有铁和钴等元素; 硫化镍矿占 30%, 伴生有铜、钴、金、银及铂族元素。

虽然全球陆地镍资源的 70% 为红土镍矿, 但是目前镍