



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

中国钴业



ZHONGGUO GUYE



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

中国钴业

北 京

冶金工业出版社

2012

内 容 提 要

本书共分十篇,简要介绍了钴的发现和钴业发展史、钴的性质及主要产品形式、钴资源分布及主要钴矿商、钴冶炼技术与装备、技术进步与创新、钴市场供需、产业资本与资本运营、安全管理与环境保护、行业管理与政策法规及主要生产厂家。

本书简明扼要,浅显易懂,适合于从事钴冶金及相关专业的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国钴业/中国有色金属工业协会主编. —北京:冶金工业出版社, 2012. 8

(有色金属系列丛书)

ISBN 978-7-5024-6051-8

I. ①中… II. ①中… III. ①钴—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(2012)第 188863 号

出 版 人 曹胜利

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 yjcbbs@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 郑 娟 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-6051-8

三河市双峰印刷装订有限公司印刷;冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销
2012 年 8 月第 1 版, 2012 年 8 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 5.25 印张; 102 千字; 149 页

20.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱: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

《中国钴业》编辑委员会

主任委员 武 浚

副主任委员 邵佰煊 陈雪华 胡启明 白厚善

范顺科 宣 宁

委 员 杨小华 吴理觉 张光波 李赣伟

应旭峰 苏迎春 李长东 李向东

朱恒新 梁建坤 李碧平 周 波

王雪桂 杨金洪 徐爱东

主 编 徐爱东

副 主 编 张美涓 冯玉洁 顾其德

编 辑 杨晓菲 孙永刚 周林华 蒋晓锋

丁庆华 马常靖 梁正义 马 骞

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21本。《丛书》集中了全行业的智慧和力量，融知识性、实用性为一体，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，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。目前，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。

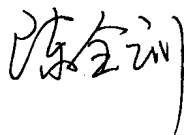
中国是生产有色金属品种最全的国家，门捷列夫化学元素周期表中的 64 种有色金属都能生产。中国是世界生产和消费有色金属最多的国家，到 2011 年十种有色金属产量已达 3438 万吨（快报数），连续 10 年位居世界第一，年消费有色金属已达 3580 万吨以上，连续 9 年位居世界第一。目前全国已有有色金属企业、事业单位 3 万多家，就业人员 360 多万。

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外，余下 64 种金属都为有色金属。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、几千甚至几万以上，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



2011年7月，中国有色金属工业协会要求各品种分会编写一本具有专业性、科普性、趣味性的书，以满足国家宏观管理部门、相关投融资机构、基础专业从业人员对有色金属行业的了解。为此，钴业分会组织相关理事单位积极筹稿。经过一年时间的准备，本书即将面世。

随着科学技术的进步以及人民生活水平的不断提高，钴在不知不觉中来到了人们身边，而且不离不弃。2011年全球钴消费量7.5万吨，其中电池行业占30%。2011年我国手机用户超过10亿，相当于全国77%的人都随身携带了一定量的钴。近两年以“苹果”系列为代表的智能手机和娱乐设施风靡全球，钴对于提供大容量和轻量化的锂离子电池更是功不可没。此外全球有19%的钴用于生产高温合金，钴是生产飞机发动机的关键材料。因此，钴为军队装备、商务旅行和百姓出游等提供了物质保障。

钴的用途在此不一而足。看起来钴离我们很近，其实钴离我们又很远。由于我国是一个贫钴国，95%的钴原料需要从非洲进口。近30年来众多企业投身其中，经过艰苦的试验，严格的生产管理，并承受价格波动带来的风险，才将万里之外的钴矿变成身边的可用之物。和其他行业一样，这些企业有成功，也有失败，但无论结果怎样，都值得我们尊敬。

钴是具有重要现实意义的战略金属，无论在战略性新兴产业，还是在高端制造业中都正在发挥或即将发挥重要的作用。希望通过此书能使大家能够认识钴，和广大钴行业一线的员工一道，为我国钴行业的发展贡献一份力量。

在此，向参与书稿编写的专家表示感谢，尤其要感谢金川集团有限公司和钴业分会秘书处对本书写作的大力支持。

由于编写人员能力有限以及矿业冶金行业的特点，最后的书稿还是专业性较强、趣味性较弱，希望广大读者能够理解。对于书中的不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012年6月

目 录



第一篇 钴的发现和钴业发展史 1

第一章 世界钴的发现和钴业发展史 1

第二章 中国钴的发现和钴业发展史 2

第二篇 钴的性质及主要产品形式 4

第一章 钴的性质 4

第一节 钴的物理性质 4

第二节 钴的化学性质 5

第二章 钴的主要产品形式 5

第一节 金属钴 5

第二节 钴粉 6

第三节 钴盐 6

第三篇 钴资源分布及主要钴矿商 7

第一章 钴资源分布 7

第二章 主要钴矿商 9

第四篇 钴冶炼技术与装备 11

第一章 钴原料的浸出 11

第一节 浸出的基本知识 11

第二节 浸出反应过程 13

第三节 钴浸出生产实践 14

第四节 浸出主要设备 19

第二章 钴溶液的净化 20

第一节 除铁基本知识 20

第二节 除铁过程 22

第三节 除铁生产实践 22

第四节 主要设备选择 26

第三章 钴溶液的萃取 27

第一节 萃取基本知识 27

第二节 萃取过程 34

第三节 萃取实践 36

第四节 萃取设备 39

第四章 钴电积 42

第一节 钴电积基本知识 42

第二节 钴电解实践 47

第三节 电钴生产实践 54

第四节 钴电积的主要设备 57

第五章 钴盐及其他产品的生产 59

第一节 钴盐的生产实践 59

第二节 主要设备介绍 65

第五篇 技术进步与创新 68

第一章 浸出工艺	69
第二章 净化工艺	70
第三章 萃取工艺	72
第四章 离子交换工艺	75
第五章 沉积工艺	76
第一节 化学沉淀生产盐类钴产品	76
第二节 电积技术	77
第六章 钴产品生产技术	79

第六篇 钴市场供需 81

第一章 国际市场	81
第一节 产量	81
第二节 消费	85
第二章 国内市场	89
第一节 产量	89
第二节 消费	94
第三节 进出口贸易	100

第七篇 产业资本与资本运营 105

第一章 钴的现货、期货交易现状	105
第二章 国内上市公司	107
第一节 深圳市格林美高新技术股份有限公司	107

第二节 北京当升材料科技股份有限公司	108
第三章 钴的价格	109
第八篇 安全管理与环境保护	115
第一章 安全管理	115
第一节 钴冶炼生产的特点	115
第二节 安全管理措施	115
第二章 环境保护	116
第一节 概述	116
第二节 环境保护技术措施	118
第九篇 行业管理与政策法规	126
第一章 行业管理	126
第二章 政策法规	126
第十篇 主要生产厂家	132
第一章 世界主要生产商	132
第一节 OMG	132
第二节 ENRC (Chambishi)	133
第三节 Xstrata	134
第四节 Glencore	135
第五节 Umicore	136
第二章 中国主要生产商	137

第一节	金川集团有限公司	137
第二节	浙江华友钴业股份有限公司	138
第三节	江苏凯力克金属有限公司	139
第四节	浙江嘉利珂钴镍材料有限公司	140
第五节	赣州逸豪优美科实业有限公司	141
第六节	佳远钴业控股有限公司	142
第七节	南通新玮镍钴科技发展有限公司	142
第八节	烟台凯实工业有限公司	143
第九节	宁波科博特钴镍有限公司	144
第十节	南京寒锐钴业股份有限公司	145
附 录		147
附录一	64 种有色金属元素	147
附录二	元素周期表	149

钴的发现和钴业发展史

第一章 世界钴的发现和钴业发展史

早在公元前 2250 年，钴就出现在古波斯的蓝色玻璃珠内。1735 年，瑞典化学家布兰特（Georg Brandt）制出金属钴。1780 年，瑞典化学家伯格曼（T. Bergman）确定钴为元素。

德国和挪威是最早生产钴的国家，1874 年开发了新喀里多尼亚的氧化钴矿。1903 年，加拿大安大略省北部的银钴矿和砷钴矿开始生产，使钴的世界产量由 1904 年的 16 吨猛增至 1909 年的 1553 吨。刚果（金）自其加丹加省的铜钴矿带于 1920 年开发后，其钴产量一直居世界首位，赞比亚居第二位。1933 年后，摩洛哥从砷钴矿生产钴，其钴产量居当时世界第三位。19 世纪前 40 年主要以火法生产钴为主。

第二次世界大战前夕，芬兰从含钴黄铁矿烧渣中提取钴，战后送至联邦德国氯化焙烧处理。1968 年，芬兰建成的科科拉钴厂采用硫酸化焙烧提取钴。

美国几个钴矿由于环保和钴的供求关系，在 1959 ~ 1961

年间关闭，一直到 1972 年，基本没有用本国钴矿生产钴。原计划处理古巴毛阿湾镍厂的镍钴混合硫化物的镍港精炼厂，1974 年才复产，但是改为处理博茨瓦纳的钴钨。日本、法国、比利时也有规模较大的钴精炼厂，分别处理菲律宾、澳大利亚、摩洛哥、赞比亚的富钴中间产物。这种钴资源国粗炼和用钴工业国精炼的钴冶炼格局至今仍占主要地位。近年来，钴资源丰富的国家也相应建立了规模较大且产品链完整的钴冶炼厂。现在各种湿法冶金已成为提取钴的主要方法。

第二章 中国钴的发现和钴业发展史

中国从唐朝起就在陶瓷生产中广泛应用钴的化合物作为着色剂。与世界相比，中国的钴工业起步较晚。1952 年，江西省南昌市五金矿业公司用简易鼓风炉熔炼钴土矿产出钴铁。1956 年，按此工艺建设了江西冶炼厂，产出的钴铁送至上海三英电冶厂（上海冶炼厂前身）处理。广东省梅县也用同样工艺从钴土矿中熔炼出钴铁送潮州冶炼厂处理生产工业氧化钴。

1954 年沈阳冶炼厂以湿法炼锌钴渣为原料产出首批电钴，拉开了中国电钴生产的序幕。沈阳冶炼厂锌系统采用黄药法除钴产出黄原酸钴渣，以此钴渣为原料，通过还原溶解、氧化沉钴产出含钴 30% ~ 40% 的氢氧化钴，然后再经干燥、焙烧、电炉还原熔炼成粗金属钴，最后用电解精炼法得