



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

中国锌业



ZHONGGUO XINYE



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

中国锌业

北 京

冶金工业出版社

2014

内 容 提 要

本书共分为六篇,介绍了锌的发展史及其性质与用途,资源现状与分布,选矿设备与装备,冶炼技术与装备,资本市场和国内外主要生产情况、行业相关法律法规和产业政策等内容。

本书简明扼要,浅显易懂,适合于从事锌冶金及相关专业的人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

中国锌业/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 978-7-5024-6805-7

I. ①中… II. ①中… III. ①炼锌—冶金工业—中国
IV. ①F426. 32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 276606 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 yjchs@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 978-7-5024-6805-7

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; 4. 625 印张; 87 千字; 127 页

22. 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

《中国锌业》编辑委员会

主 编 娄永刚

副主编 彭 涛 段绍甫 张 楠

刘 璠

审 稿 尚福山 赵 波 胡长平

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



锌是国民经济建设和国防建设事业中不可缺少的金属材料之一。中国从 10 ~ 11 世纪开始首先大规模生产锌，是世界上最早发现并使用锌的国家。进入 21 世纪以来，中国锌冶炼业实现了快速发展。2013 年，中国锌产量达到 530 万吨，约占世界精炼锌总产量的 40.4%，连续 22 年稳居世界第一位。

锌金属具有良好的抗腐蚀性、延展性和流动性，常被用作钢铁的保护层，如镀锌板和管等。锌能与多种金属制成物理与化学性能更加优良的合金，广泛应用于建筑、汽车、机电、化工等领域。全球锌消费主要集中在镀锌、锌合金、黄铜和氧化物领域，其中镀锌是锌消费第一大领域。

中国是世界锌冶炼工艺最全的国家，到目前为止中国火法炼锌、湿法炼锌分别占炼锌工艺的 9% 和 91%。葫芦岛、东岭锌业等企业通过对蒸馏、精馏技术和塔盘、旋涡炉处理蒸馏渣等一系列技术改

造,使具有中国特色的竖罐炼锌技术不断完善。中金岭南韶关冶炼厂铅锌密闭鼓风炉工艺(ISP)经过一系列改造,各项技术经济指标得到很大改善。湿法炼锌工艺在深度净化、热酸浸出、除铁、浸出渣处理工艺、锌粉制作、氧化锌高效脱氟氯等技术上都取得了重大进展。在设备大型化方面,有多家企业 10 万吨冶炼系统全部采用 109m^2 的高效沸腾焙烧炉。在机械化方面,驰宏锌锗曲靖冶炼厂、巴彥淖尔紫金、株冶集团、中金岭南丹霞冶炼厂引进大极板电解槽、自动剥锌机等先进设备。中金岭南和株冶集团又分别引进世界先进水平的全湿法炼锌工艺并已投入生产。云南冶金集团成功开发的铁闪锌矿氧压浸出新工艺开始规模化生产。兰坪金鼎公司开发了硫化矿与氧化矿联合浸出工艺。云南祥云飞龙公司开发了氧化矿直接浸出—净液—电解工艺、氧化矿酸浸—萃取—电解炼锌联合工艺。这些均标志着中国湿法炼锌技术正向国际先进水平迈进。

中国锌工业经过几十年的发展,在产业规模、产业结构、技术装备、节能减排、淘汰落后产能、海外资源开发等方面都取得了较大进步,但也面临国内锌资源短缺日益突出、环保压力不断升级、淘汰落后任务仍较艰巨、产业结构不尽合理、产业竞

争力整体不强等一系列新问题。

本书的编写主要参考了张乐如主编的《铅锌冶炼新技术》、蒋开喜主编的《有色金属进展(1996~2005)》第四卷《重有色金属》、《中国有色金属丛书》、《铅锌工业职工读本》等,以及中国有色金属工业协会历年的相关研究报告、统计资料等,并得到了有关专家和领导的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中不足之处,敬请读者批评指正,竭诚感谢。

编 者

2014年5月

目 录



第一篇 绪论 1

第一章 锌的发展史 1

第二章 锌的性质与用途 4

第一节 锌的主要性质 4

第二节 锌化合物的主要性质 5

第三节 锌的主要用途 8

第二篇 锌的资源形成与分布 11

第一章 矿物特点概述 11

第一节 矿物种类 11

第二节 铅锌矿床 15

第二章 世界锌资源分布 16

第三章 中国锌资源分布 17

第三篇 锌的采选技术与装备 20

第一章 锌的采矿技术与装备 21

第一节 主要技术 21

第二节 装备的进步与研发	24
第二章 锌的选矿技术与装备	26
第一节 锌的选矿概述	26
第二节 不同类别锌矿选矿技术	27
第三节 主要设备	37
第四节 中国典型铅锌矿山	41
第四篇 锌的冶炼技术与装备	53
第一章 概述	53
第二章 火法炼锌	55
第一节 竖罐炼锌	57
第二节 密闭鼓风炉炼锌	59
第三章 湿法炼锌	62
第一节 硫化锌精矿焙烧	63
第二节 浸出	65
第三节 净化	72
第四节 电解	74
第五节 熔铸	77
第六节 直接浸出	78
第四章 其他炼锌工艺	79
第一节 细菌冶金	79
第二节 悬浮电解	82
第五篇 锌市场	84
第一章 供给与需求	84

第一节 锌精矿生产	84
第二节 精锌生产	88
第三节 精锌消费	100
第四节 进出口贸易	105
第二章 资本市场	106
第一节 锌期货	106
第二节 价格	110
第三节 影响价格变动的因素	113
第六篇 行业政策法规	118
第一章 产业政策	118
第一节 铅锌行业规范条件 (2014 年)	
(征求意见稿)	118
第二节 产业结构调整指导目录 (2011 年)	
(修正版)	119
第二章 铅锌工业污染防治相关政策	120
第一节 大气污染物特别排放限值	120
第二节 铅锌工业污染物排放标准 (GB 25466—2010)	
修改单	122
第三节 铅锌冶炼工业污染防治技术政策	
(2012 年)	123
附 录	125
附录一 64 种有色金属元素	125
附录二 元素周期表	127

绪 论

第一章 锌的发展史

锌是人类自远古时期就知道其化合物的元素之一。锌矿石和铜熔化制得合金——黄铜,早为古代人们所利用。但金属状锌的获得比铜、铁、锡、铅要晚得多,一般认为这是由于碳和锌矿共热时,温度很快高达 1000°C 以上,而金属锌的沸点是 906°C ,故锌即成为蒸气状态,随烟散失,不易为古代人们所察觉,当人们掌握了冷凝气体的方法后,单质锌才被获得。

中国是世界上最早发现并使用锌的国家,早在 10 ~ 11 世纪中国就首先大规模生产锌。明朝末年宋应星所著《天工开物》一书中有世界上最早的关于炼锌技术的记载。该书所叙,锌的生产过程非常简单,将炉甘石(即菱锌矿石)装满在陶罐内密封,堆成锥形,罐与罐之间的空隙用木炭填充,加热熔炼后,将罐打破,就可以提取出来金属锌锭。1750 ~ 1850 年人们已开始用氧化锌和硫化锌来治病。1869 年 Raulin 发现锌存在于生活机体中,并为生活机体所必需。1963 年报告了人体的锌缺乏病,于是锌开始被列为人体必需营养素。

作为世界锌冶炼工艺最全的国家，中国火法炼锌和湿法炼锌技术在不断创新和改造中提高。中国锌冶炼从最落后的反射炉焙烧、平罐炼锌恢复生产起步，经科研人员和企业技术人员自力更生、不断摸索，20 世纪 50 年代中期由葫芦岛锌厂、北京有色金属研究院在国外尚无先例的情况下，研究成功锌精矿高温氧化沸腾焙烧。经过对蒸馏、精馏技术和塔盘、旋涡炉处理蒸馏渣等一系列技术的不断探索和完善，使具有中国特色的竖罐炼锌技术不断成熟。20 世纪 80 年代以前，中国锌冶炼湿法冶金和火法冶金工艺生产规模大致相当。80 年代中期，葫芦岛锌厂技术改造中引进棒磨机等大型设备，使得竖罐炼锌装备水平大幅提高。韶关冶炼厂从英国引进技术，自行设计、设备制造、施工的铅锌密闭鼓风炉工艺（ISP），经 80 年代中期进行的一系列改造后，工艺也日趋完善，各项技术经济指标达到国际先进水平。

从 1950 年 5 月在沈阳冶炼厂试制出第一批电锌开始，以株洲冶炼厂、沈阳冶炼厂、会泽铅锌矿为代表的湿法炼锌工艺技术、深度净化流程一直在不断地研究、攻关、革新，在热酸浸出、除铁、浸出渣处理工艺、锌粉制作、氧化锌高效脱氟氯、实现设备大型化和机械化等方面得到很大的发展。1991 年，白银西北铅锌冶炼厂引进 109m^2 沸腾炉，随后株冶 10 万吨、豫光锌业、云南驰宏锌锗公司、巴彦淖尔紫金矿业等企业全部采用 109m^2 沸腾炉。驰宏锌锗公司成功应用了大极板大电解槽、低电流密度、长周期电解精炼工艺，机械化剥锌等先进技术，标志着中国湿法炼锌技术向国

际先进水平迈进。四川宏达，金鼎锌业、豫光金铅、水口山、葫芦岛、汉中八一、祥云飞龙等一大批企业相继建设了湿法炼锌生产线，并通过技术改造，工艺装备不断提升，铅锌冶炼设备趋向于大型化、连续化和机械化。到 2007 年，湿法炼锌产能约占全国产能的 90%。进入 21 世纪，先进的全湿法炼锌工艺开始在世界广泛应用，包括硫化锌精矿氧压浸出工艺和富氧常压浸出工艺。2006 年，中金岭南引进加拿大谢利特·哥顿公司的氧压浸出工艺，株冶集团引进芬兰 Outotec 公司常压富氧浸出工艺，罗平锌电引进氧压浸出工艺等，引领中国锌冶炼工艺向世界先进水平迈进。

近几年，中国锌企业在自主创新方面取得不菲的成果。云南冶金集团在国内成功开发了铁闪锌矿氧压浸出新工艺，开始用于规模化生产；兰坪金鼎公司针对中国西南氧化锌矿资源特点，开发了硫化锌焙砂与氧化锌矿联合浸出工艺，云南祥云飞龙公司开发了氧化锌矿直接浸出—净液—电解工艺、氧化矿酸浸—萃取—电解联合工艺。

回顾新中国成立以来，特别是改革开放以来，中国锌工业成功实现了从高度计划经济体制到社会主义市场经济体制的转变；从封闭、半封闭状态到全方位开放的转变；从产品短缺到产量、消费量均居世界第一的转变；从主要技术依赖进口到高附加值产品出口的转变。中国锌产量在 1992 年超过加拿大成为世界第一锌生产大国后，2000 年锌的消费量超过美国，成为世界第一锌消费大国。目前，中国锌工业已经形成矿山开采、选矿、冶炼、加工完整的工业体系，铅锌行业