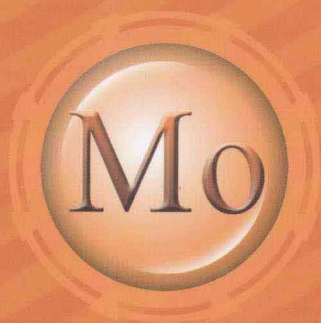




中国有色金属工业协会专家委员会组织编写

有色金属系列丛书

中国钼业



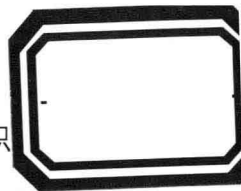
ZHONGGUO MUYE



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



有色金属系列丛书

中国钼业

冶金工业出版社

2013

内 容 简 介

本书共分为8篇,涵盖了钼的发展史及钼的性质与用途,钼的赋存形态、分布及勘探,钼的采矿、选矿及冶炼,金属钼制品的生产,钼工业的现状,钼行业管理及行业标准等方面。

本书文字简练,通俗易懂,数据资料翔实可靠,可读性强,是一本集科普性、知识性、实用性为一体的专业性较强的钼业书籍,可供从事钼生产、科研、销售的人员及欲了解钼行业的相关人士阅读,以帮助其快速了解和掌握钼行业的基本知识。

图书在版编目(CIP)数据

中国钼业/中国有色金属工业协会主编. —北京:冶金工业出版社,2013.8

(有色金属系列丛书)

ISBN 978-7-5024-6299-4

I. ①中… II. ①中… III. ①钼—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173316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 李 臻 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 978-7-5024-6299-4

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8月第1版,2013年8月第1次印刷

148mm×210mm; 8.25印张; 161千字; 242页

32.00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

《中国铝业》编辑委员会

主 编 马宝平

副主编 张继祥 吴文君 吴勇本 范顺科

黄宪法 谢康德 傅崇伟 杨晓明

编 辑 李发本 程建勇 朱永安 王漪靖

司 博 乌红绪 徐志贤 罗振中

徐爱华 许洁瑜

编 审 彭如清 周菊秋 李宴武 杨晓明

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。

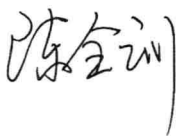
中国是生产有色金属品种最全的国家，门捷列夫化学元素周期表中的 64 种元素的有色金属都能生产。中国是世界生产和消费有色金属最多的国家，到 2011 年十种有色金属产量已达 3438 万吨（快报数），连续 10 年位居世界第一，年消费有色金属已达 3580 万吨以上，连续 9 年位居世界第一。目前全国已有有色金属企业、事业单位 3 万多家，就业人员 360 多万。

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



钼是一种珍贵的稀有高熔点金属，是生产合金钢、不锈钢、耐热钢和合金铸铁等的重要合金化元素。钼及其合金具有良好的导热性、导电性、低线膨胀系数、耐高温性、低蒸气压、耐磨性、耐腐蚀性和化学稳定性等特性。钼的用途极广，它除了在冶金方面得到大量应用外，还在航空航天、机械制造、能源、化工（主要用作催化剂）、电光源、电子计算机、生物医学、润滑剂、抑烟剂、食品、涂料和化肥等许多方面得到了广泛应用，具有广阔的发展前景。

中国钼资源十分丰富。据国土资源部统计显示，中国钼查明资源储量已由2007年的1136万吨，增加到2010年的1400万吨，在短短的4年内，查明资源量就增加了264万吨，年平均增长率为

23.24%。按中国年钼产量 10 万吨计，中国钼资源可开发 100 多年，并且还在不断发现新的钼资源，如 2011 年中国又发现了几个新钼矿点，且均属大型钼矿，估计储量在 500 万吨左右。目前中国钼资源储量居世界第一位，是我国优势矿产资源。

2011 年中国钼生产能力为 28 万吨/年，与 2007 年相比增长 75%；2011 年中国钼产量为 9.53 万吨/年，与 2007 年相比增长 43.20%。2011 年中国钼产量占世界钼总产量的 37.23%，位居世界第一。

2011 年世界钼总消费量为 24.24 万吨，其中中国钼消费量为 6.7 万吨，占世界钼总消费量的 27.64%，居世界第一位，原来中国钼产品三分之二用于出口，现已变为三分之二用于国内消费。

综上所述，目前中国已成为世界钼的资源大国、生产大国和消费大国。但中国要将钼资源优势转化为经济优势，还需从扩大钼的国内消费入手，特别是钼在钢铁工业中的推广应用。

2011 年中国粗钢产量为 6.83 亿吨，同比增长 9.2%，占世界粗钢产量的 45.5%，提高钼在钢铁工业中的应用，具有广阔市场。中国目前在高铁、造船、石油管道建设等方面都需要特钢，但目前中

国特钢产量占总钢比例仅为 6% ~ 10%，低于 15% ~ 20% 的世界平均水平，与工业化国家 30% 以上的水平相比，更是相差甚远，钼在钢铁中的消费量还有很大的挖掘潜力。中国在钼的采、选、冶、加工领域已形成完整的生产体系，基础雄厚，发展前景十分广阔。

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《中国钼业》安排钼业分会承担。

本书在编撰过程中，得到了金堆城钼业集团有限公司、洛阳栾川钼业集团有限公司、东台峰峰钨钼制品有限公司及自贡硬质合金有限责任公司的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

本书作者都是钼业界的专家、学者和领导者，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、知识性和可操作性，读者将受益匪浅。

由于时间仓促，缺乏经验，不妥之处和缺点在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 3 月

目 录



第一篇 钼的发展史及钼的性质与用途 1

第一章 钼的发展史 1

第一节 钼的发现 1

第二节 钼的发展史 2

第二章 钼的性质与用途 3

第一节 钼的性质 3

第二节 钼的用途 11

第二篇 钼的赋存形态、分布及勘探 16

第一章 钼的赋存形态及分布 16

第一节 钼矿的赋存形态 16

第二节 钼矿资源的分布 17

第二章 钼的勘探 19

第一节 钼矿床的分类 19

第二节 钼矿床的工业类型 19

第三节 地质工作方法 22

第四节 钼矿床工业指标 27

第三篇 钼的采矿 30

第一章 钼的采矿方法概述 30

第一节 露天开采 30

第二节 地下开采 31

第三节 三级矿量 33

第二章 采矿工艺 33

第一节 地下开采 33

第二节 露天开采 35

第三章 钼采矿装备 36

第一节 露天采矿装备 37

第二节 地下采矿装备 39

第四章 钼采矿技术进步与创新 40

第一节 钼采矿工艺创新 40

第二节 新技术在钼采矿中的应用 42

第五章 钼采矿的节能减排及新材料 45

第一节 新技术、新工艺与节能减排 45

第二节 钼采矿的新材料 47

第四篇 钼的选矿 49

第一章 钼选矿技术 49

第一节 钼碎矿技术 49

第二节 钼磨矿技术 50

第三节 钼浮选技术 51

第四节 钼浮选药剂 52

第五节 钼精矿脱水技术	53
第六节 钼精矿配矿技术	54
第七节 钼精矿的经济技术指标	54
第二章 钼选矿装备	55
第一节 钼碎矿装备	55
第二节 钼磨矿装备	56
第三节 钼浮选装备	57
第四节 钼脱水装备	58
第五节 钼配矿装备	59
第三章 钼选矿技术进步与创新、节能减排、 新材料	59
第一节 钼选矿技术进步与创新	59
第二节 钼选矿节能减排	62
第三节 钼选矿新材料	63
第四章 钼选矿的安全、环保及清洁卫生	63
第五篇 钼的冶炼	65
第一章 钼的火法冶炼	65
第一节 钼火法冶炼技术	65
第二节 钼火法冶炼装备	91
第三节 钼火法冶炼安全、环保、清洁卫生	96
第二章 钼的湿法冶炼	102
第一节 钼精矿的湿法冶炼	102
第二节 氧化钼的湿法冶炼	104
第三节 钼湿法冶炼装备	121

第四节 钼湿法冶炼的技术进步、节能减排、 新材料与安全环保	130
--	-----

第六篇 金属钼制品的生产 134

第一章 金属钼粉的生产	134
第一节 二氧化钼的生产	136
第二节 金属钼粉的制取	137
第三节 金属钼粉的过筛与合批	138
第四节 氢气还原钼粉的质量控制	139
第五节 氢还原生产钼粉的主要设备	142
第六节 掺杂钼粉的生产	148
第二章 金属钼制品的生产	150
第一节 钼制品的压制成型	151
第二节 金属钼制品的烧结	161
第三节 金属钼制品烧结设备	166
第四节 钼异型制品的生产	169
第三章 钼丝的加工生产	170
第一节 钼条(棒)的开坯	171
第二节 钼杆的焊接	174
第三节 钼杆的连续旋锻	176
第四节 钼丝的拉拔	177
第五节 钼丝拉伸的质量控制	179
第六节 钼丝的中间退火	182
第七节 白钼丝的生产	185

第七篇 钼工业的现状	189
第一章 中国钼工业经济运行情况综述	189
第一节 生产能力	189
第二节 钼产品产量	190
第三节 钼资源量不断增加, 新钼矿点不断 涌现	192
第二章 钼工业产业结构现状	192
第一节 产品结构变化	192
第二节 产业分布	194
第三章 钼的消费现状	195
第一节 世界钼消费结构及消费现状	195
第二节 中国钼消费现状	197
第四章 钼的资本运营	198
第一节 国际钼市场的资本运营	198
第二节 中国钼市场的资本运营	199
第三节 兼并重组	200
第五章 钼的市场及价格与对外贸易	203
第一节 国际市场及价格	203
第二节 国内钼市场及价格	204
第三节 对外贸易	206
第六章 2010 年中国钼工业经济运行状况分析	210
第一节 2010 年钼工业政策环境	210
第二节 产业结构分析	211
第三节 市场及竞争力分析	212

第八篇 钼行业管理与标准	216
第一章 钼行业管理	216
第一节 严格对钼精矿开采的管理	216
第二节 继续控制钼产品出口	218
第三节 鼓励资源性产品的进口	219
第四节 引导资源配置向优势企业整合	220
第五节 鼓励下游深加工发展和支持技术开发	220
第六节 鼓励开展国际化经营	220
第二章 钼行业标准	221
第一节 钼矿及其检测标准	221
第二节 钼初级产品标准	223
第三节 钼初级产品检测标准	225
第四节 钼化工产品标准	228
第五节 钼制品标准	229
第六节 钼化工产品及其钼制品检测标准	231
参考文献	236
附 录	240
附录一 64 种有色金属元素	240
附录二 元素周期表	242