

· 中国工程院重点项目

有色冶金 与环境保护

Nonferrous Metallurgy and
Environmental Protection

主编 邱定蕃 柴立元

Mg

Zn

Pb

Cu

Al



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

· 中国工程院重点项目

有色冶金 与环境保护

Nonferrous Metallurgy and
Environmental Protection

主编 邱定蕃 柴立元



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

有色冶金与环境保护/邱定蕃,柴立元主编.
—长沙:中南大学出版社,2015.11

ISBN 978-7-5487-2019-5

I.有... II.①邱...②柴... III.有色金属冶金-冶金工业-工业企业-环境保护

IV.X756

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第265162号

有色冶金与环境保护

邱定蕃 柴立元 主编

☐责任编辑 史海燕

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 湖南鑫成印刷有限公司

☐开 本 720×1000 1/16 ☐印张 23.5 ☐字数 471千字

☐版 次 2015年11月第1版 ☐印次 2015年11月第1次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-2019-5

☐定 价 100.00元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内容简介

Introduction

环境、资源和能源成为影响中国有色金属工业发展的主要因素。环境保护是可持续发展的核心，是有色冶炼企业的生命线。提高自主创新能力，必须突破制约有色金属工业发展的关键技术和核心技术，重点是突破资源、能源、环境共性技术，解决影响产业发展的瓶颈问题。

本书以我国主要有色金属铝、铜、铅、锌、镁的冶金与环保为主线，系统介绍它们的矿产资源、冶金工艺、能源消耗、环境保护与技术发展。全书共分为6章，分别是有色金属冶金工业发展概况、有色金属矿产资源、有色金属冶金工艺、有色冶金科技进步、有色冶金过程能耗及有色冶金过程环境保护，并附有色冶金与环境保护的相关政策、规范及标准的名称。

本书可作为从事相关领域工作的广大科技人员、管理者、工程技术人员和高校师生的参考书。

中国工程院重点项目
“有色冶金 (Al、Cu、Pb、Zn、Mg)
节能减排技术及潜力研究”项目组人员

高级顾问：张国成 院士 何季麟 院士

项目组长：邱定蕃 院士

项目副组长：柴立元 教授

铝、镁组负责人：刘凤琴 教授 顾松青 教授

铜组负责人：张传福 教授 刘志宏 教授

铅、锌组负责人：王成彦 教授 陈永强 教授

综合组负责人：柴立元 教授

综合组成员：崔雅秋 会计师 陈永强 教授 王云燕 教授

项目总联络人：陈永强 教授

张文海院士、刘业翔院士、张懿院士、段宁院士、康义教授、姚世焕教授、蒋继穆教授、钮因健教授、杨显万教授、赵国权教授等对研究工作给予了指导。

前言

Preface

中国有色冶金技术近十年来取得了巨大进步。在 20 世纪 70 年代开始引进国外先进技术和装备的基础上,中国的科技人员和企业职工进行了大量的科学研究和创新,政府给予了强有力的支持,企业家对技术创新也倾注了很高的热情。21 世纪初以来,中国有色冶金的科技进步已十分明显。现在,可以认为中国有色冶金的主流工艺和装备已经处于世界先进水平,其中不乏国人独创的技术,为中国有色金属工业的发展做出了十分重要的贡献。

但是,近年来国内环境污染事件显著增多,其中因铅、镉、汞、砷等有害元素引发的污染问题亟须我们高度重视。我国有色金属的产量和消费量均超过世界平均水平的 40%,虽然有色冶金技术的进步使单位产品的能耗和污染物排放已大大减少,但总量仍在增加。工业绿色化是大势所趋,中国有色冶金企业将面临更加严峻的挑战,环境保护已成为有色冶金企业的生命线。

回顾世界有色冶金的发展历程,我们不难得出这样一个重要的结论:环境保护与有色冶金的发展如影随形,环境污染事件的发生影响了有色冶金企业的发展,而每一次环境保护标准的提高又催生了一批有色冶金新工艺和新装备的诞生。

20 世纪 50—60 年代国外环境事件频发,如“伦敦烟雾事件”“日本熊本水俣病”“日本富山骨痛病”等,分别是 SO_2 、汞、镉等污染物所致。随着人们环保意识的加强,一些国家逐步提高环保标准,许多有色冶金工厂受到了前所未有的压力,环境保护成为制约有色冶金发展的头号因素,那些达不到新标准的企业被迫关闭,只有那些通过技术创新达到新标准的企业才具有生命力,绝大多数取得重大进展的技术都是在环境压力加剧的背景中产生,又在环境保护方面取得突破后而告成功的。毫无疑问,人们还要不断地向社会提出让环境更加清洁的要求,因此,有远见的科学家和工程师,应该将自己的研究重点转移到少污染的冶金工艺上

去,而那些负责的政治家和企业,则应该以自己的实力和行动支持清洁工艺的研究和采用,唯有如此,有色金属工业才能持续向前发展。

本书的编写是在2015年4月结题的中国工程院重点项目“有色冶金(Al、Cu、Pb、Zn、Mg)节能减排技术及潜力研究”的研究报告基础上,增加了一些编者认为有参考价值的资料,重点是有关有色冶金环境保护方面的内容。这个项目的立项是由邱定蕃、张国成、何季麟三位院士提出,其初衷是为了总结十多年来中国有色冶金的科技进步和存在的问题,并向政府部门提出咨询建议。项目组成员花了大量精力搜集整理资料、走访有关企业、多次集体研讨并征询了国内许多专家的意见之后,才得以完成研究报告,目前已分送有关部门,希望得到他们的重视。而本书则主要是面向有色行业的科技人员、管理者、大专院校师生,也许对他们了解中国有色冶金的现状和发展趋势有所帮助。

本书铝镁部分由刘风琴教授和顾松青教授撰写,铜部分由张传福教授和刘志宏教授撰写,铅锌部分由王成彦教授和陈永强教授撰写;环境部分由柴立元教授和王云燕教授撰写。本书由柴立元教授和王云燕教授整理和编写,由邱定蕃院士和柴立元教授总编审。在项目研究过程中,众多专家给予了指导,他们是刘业翔院士、张文海院士、张懿院士、段宁院士、康义教授、姚世焕教授、钮因健教授、蒋继穆教授、杨显万教授、赵国权教授等,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

目录

Contents

绪 论	1
第 1 章 有色金属冶金工业发展概况	3
1.1 有色金属冶金工业发展史	4
1.1.1 有色金属冶金工业发展史	4
1.1.2 铝冶金发展史	7
1.1.3 铜冶金发展史	9
1.1.4 铅锌冶金发展史	11
1.1.5 镁冶金发展史	12
1.2 有色金属冶金工业可持续发展趋势	13
1.2.1 有色金属冶金工业可持续发展总体趋势	13
1.2.2 铝工业可持续发展趋势	15
1.2.3 铜冶金可持续发展趋势	16
1.2.4 铅冶金可持续发展趋势	17
1.2.5 锌冶金可持续发展趋势	18
1.2.6 镁冶金可持续发展趋势	19
参考文献	19
第 2 章 有色金属矿产资源	20
2.1 有色金属矿产资源总体分布及特点	20
2.1.1 世界典型有色金属矿产资源总体分布	20
2.1.2 世界典型有色金属矿产资源特点	21
2.1.3 中国典型有色金属矿产资源总体分布	21
2.1.4 中国典型有色金属矿产资源特点	22
2.2 铝资源	23
2.2.1 世界铝土矿资源	23
2.2.2 中国铝土矿资源	25
2.2.3 其他铝资源	28

2.2.4 中国铝土矿进口情况	30
2.3 铜资源	30
2.3.1 世界铜资源	30
2.3.2 中国铜资源	32
2.4 铅锌资源	35
2.4.1 世界铅资源	35
2.4.2 世界锌资源	35
2.4.3 中国铅锌资源	37
2.5 镁资源	39
2.5.1 世界镁资源	39
2.5.2 中国镁资源	40
2.6 再生有色金属资源	41
2.6.1 再生有色金属资源概况	41
2.6.2 再生铝资源	42
2.6.3 再生铜资源	43
2.6.4 再生铅资源	43
2.6.5 再生锌资源	44
2.6.6 再生镁资源	45
参考文献	45

第3章 有色金属冶金工艺 46

3.1 有色金属冶金方法概述	46
3.2 铝冶金	46
3.2.1 铝冶金方法概述	46
3.2.2 铝冶金方法分类	46
3.2.3 铝冶金工艺	47
3.3 铜冶金	53
3.3.1 铜冶金方法概述	53
3.3.2 铜冶金方法分类	54
3.3.3 铜冶金工艺	54
3.4 铅冶金	105
3.4.1 铅冶金方法概述	105
3.4.2 铅冶金方法分类	106
3.4.3 铅冶金工艺	106
3.5 锌冶金	134

3.5.1 锌冶金方法概述	134
3.5.2 锌冶金方法分类	135
3.5.3 锌冶金工艺	136
3.6 镁冶金	158
3.6.1 镁冶金方法概述	158
3.6.2 镁冶金方法分类	159
3.6.3 镁冶金工艺	160
3.7 国内外有色冶金工艺比较与现状评价	161
3.7.1 国内外铝冶金工艺比较与现状评价	161
3.7.2 国内外铜冶金工艺比较与现状评价	163
3.7.3 国内外铅冶金工艺比较与现状评价	169
3.7.4 国内外锌冶金工艺比较与现状评价	170
3.7.5 国内外镁冶金工艺比较与现状评价	171
参考文献	173

第4章 有色冶金科技进步..... 174

4.1 氧化铝与电解铝科技进步	174
4.1.1 氧化铝工业重大节能技术进步	174
4.1.2 氧化铝工业节能与环保技术发展方向	177
4.1.3 电解铝工业重大节能技术进步	179
4.1.4 电解铝工业节能与环保技术发展方向	184
4.2 铜冶金科技进步	187
4.2.1 铜冶金科技进步	187
4.2.2 铜冶金科技进步发展方向	191
4.3 铅锌冶金科技进步	194
4.3.1 铅锌冶金科技进步	194
4.3.2 铅锌冶金科技进步发展方向	195
4.4 镁冶金科技进步	198
4.4.1 镁冶金科技进步	198
4.4.2 镁冶金科技进步发展方向	203
4.5 有色冶金节能降耗科技进步	205
4.5.1 先进燃烧及燃煤工业锅炉工程技术	205
4.5.2 余热余压余能利用工程技术	206
4.5.3 高浓度冶炼烟气制酸及硫酸生产余热回收技术	207
4.6 有色冶金节能减排科技发展潜力	207

4.6.1	铝冶金节能减排科技发展潜力	210
4.6.2	铜冶金节能减排科技发展潜力	211
4.6.3	铅锌冶金节能减排科技发展潜力	212
4.6.4	镁冶金节能减排科技发展潜力	212
4.6.5	有色冶金环境管理发展方向	213
参考文献		217
第5章 有色冶金过程能耗		218
5.1	有色冶金过程能源消耗及品种结构	218
5.1.1	铝冶金过程能源消耗及品种结构	218
5.1.2	铜冶金过程能源消耗及品种结构	218
5.1.3	铅冶金过程能源消耗及品种结构	222
5.1.4	锌冶金过程能源消耗及品种结构	223
5.1.5	镁冶金过程能源消耗及品种结构	224
5.2	有色冶金企业单位产品能源消耗	226
5.2.1	铝冶金企业单位产品能源消耗	227
5.2.2	铜冶金企业单位产品能源消耗	232
5.2.3	铅冶金企业单位产品能源消耗	234
5.2.4	锌冶金企业单位产品能源消耗	238
5.2.5	镁冶金企业单位产品能源消耗	241
5.3	中国有色冶金过程节能降耗现状与差距分析	242
5.3.1	中国有色冶金过程节能降耗现状	242
5.3.2	中国有色冶金过程节能降耗与世界先进水平差距及原因分析	246
5.3.3	中国有色冶金过程节能降耗存在的问题	247
参考文献		248
第6章 有色冶金过程环境保护		249
6.1	有色冶金与环境保护的关系	249
6.2	有色冶金过程污染源	251
6.2.1	铝冶金过程污染源	251
6.2.2	铜冶金过程污染源	252
6.2.3	铅锌冶金过程污染源	252
6.2.4	镁冶金过程污染源	253
6.3	有色冶金过程污染物排放特征	254

6.3.1	有色冶金固体废物排放情况	254
6.3.2	废水排放情况	267
6.3.3	气态污染物排放情况	269
6.4	有色冶金固废处理与资源化	273
6.4.1	有色冶金固废处理与资源化方法概述	273
6.4.2	有色冶金固废处理与资源化技术	275
6.5	有色冶金废水处理与回用	306
6.5.1	有色冶金废水治理方法概述	306
6.5.2	重金属废水处理技术	313
6.5.3	烟气洗涤污酸处理技术	316
6.5.4	氧化铝生产污水循环利用技术	323
6.5.5	有色工业综合节水管理技术	323
6.6	有色冶金烟气治理与资源化	324
6.6.1	有色冶金烟气治理方法概述	324
6.6.2	有色冶金烟气治理与资源化	325
6.7	有色冶金工业发展面临的资源与环境问题	339
6.7.1	有色冶金矿产资源的制约	339
6.7.2	有色冶金工业环境污染的制约	341
6.7.3	有色工业急需新技术开发与升级	341
6.7.4	有色冶金工业仍需进一步淘汰落后产能	342
6.7.5	再生有色金属工业急需技术创新	343
6.7.6	有色冶金行业急需先进污染控制技术	346
6.8	有色冶金节能减排措施	347
6.8.1	淘汰高能耗、高污染的落后生产能力	347
6.8.2	建立资源紧缺防控战略体系	348
6.8.3	实施资源国际化战略,严控原料进口关	348
6.8.4	积极推进清洁生产,促进节能减排与全过程污染控制	349
6.8.5	扎实推进金属再生循环利用举措	351
6.8.6	大力发展"铝电联营"和"煤铝电一体化"模式	352
6.8.7	针对不同品种有色金属的特点,制订节能减排的对策和目标	353
6.8.8	切实推行清洁生产审核与环境管理	353
6.8.9	加大有色冶金节能降耗与减排科技投入	355
	参考文献	356
	附录	360

绪 论

我国有色金属工业是以开发利用矿产资源为主的重要基础原材料产业,也是能源资源消耗和污染物排放的重点行业,其发展是拉动全球有色金属产业增长的主导因素,因此也是推动世界有色金属产业节能减排与环境保护的重要力量。

中国有色矿产资源总量大,但人均占有量低,是一个资源相对贫乏的国家;有色矿产数量很多,但总体上贫矿较多、富矿稀少,开发利用难度大;有色金属共生、伴生矿床多,单一矿床少,80%左右的有色矿床中都有共伴生元素,尤其是铝、铜、铅、锌矿产。中国有色矿产资源分布范围广,但区域间不均衡。有色资源短缺的形势日益严峻,矿产资源的供需矛盾非常突出,对国外原料的依赖程度越来越大。

我国优势有色金属铝、铜、铅、锌、镁冶炼工业在规模、工艺技术与装备等方面总体居世界先进水平。氧化铝生产方法有拜耳法、烧结法和拜耳-烧结联合法,其中拜耳法产量占世界氧化铝总产量的95%以上;电解铝开发应用了大型预焙槽技术,槽型从160 kA到500 kA,甚至已到600 kA,主要采用低槽电压、低电流密度、低电耗的生产技术,能耗水平世界领先。铜冶炼技术主要为奥图泰(Outotec)闪速熔炼及浸没式顶吹,产能分别占50%、25%,其他为富氧底吹和侧吹。铅冶炼主要有水口山法(SKS)、艾萨法(ISA)、卡尔多法(Kaldo)、基夫赛特法(Kivcet)、铅富氧闪速熔炼法等,其中水口山法及发展的“三段炉法”是我国自主研发的一种直接熔炼技术,其产能占我国铅总产能的50%以上。锌冶炼80%采用湿法工艺,包括常规湿法工艺、富氧浸出工艺,密闭鼓风炉炼锌(ISP)是世界上最主要的,也几乎是唯一的火法炼锌方法。镁冶炼方法有热法和电解法,国外主要采用电解法处理光卤石,国内主要采用热法处理白云石生产金属镁。

近年来,通过政策引导、技术改造、结构调整,我国有色金属行业主要产品单位能耗及综合能耗大幅下降,主要技术经济指标接近或达到世界先进水平。2013年,中国氧化铝综合能耗达到527.8 kgce/t^①,铝电解平均综合交流电耗已降到13740 kW·h/t;铜冶炼综合能耗降至316.4 kgce/t;铅冶炼综合能耗为469.3 kgce/t;电解锌综合能耗降至909.3 kgce/t;镁冶炼综合能耗为7000 kgce/t

① 注: kgce 为煤当量千克,换算关系还没有国际统一的规定。一般为 1 kgce = 29.3 MJ (7000 kcal) (中、俄、日等)。

左右。

目前我国有色金属行业由“快速发展期”转入“转型调整期”，增速回落、产能过剩、竞争加剧、绿色发展、国际化经营将成为新常态，必须依靠自主创新与环境保护推动产业发展。我国通过自主创新、集成创新和引进消化再创新，已成功研发了一大批行业节能减排关键共性技术，并用于生产。我国自主研发了中低品位一水硬铝石矿生产氧化铝的世界独特的生产工艺技术，大大提高了我国氧化铝工业的竞争力，达到了世界领先水平。我国成功研发 500 kA、600 kA 等具有自主知识产权的大型预焙槽技术，新型阴极结构铝电解槽、低温高效铝电解等先进节能生产工艺技术，达到世界先进水平，已输出国外。我国首创了“白银炼铜法”“双侧吹炼铜法”，在生产中成功应用。我国自主开发了闪速炼铅工艺，标志着我国直接炼铅技术达到国际先进水平。富氧高压或常压浸出炼锌技术通过引进再创新，在我国规模化应用。我国开发了赤泥干堆技术、重金属冶炼工业硫的高效捕集技术、重金属废水生物制剂深度净化技术，实现了“三废”污染物的大幅减排。

然而，我国有色冶金行业节能减排与环境保护仍存在一些突出问题：总体能耗和“三废”排放与国际先进水平仍有差距，企业间能耗水平相差悬殊，有害重金属污染问题较为突出，固体废物综合利用水平偏低，淘汰落后产能任务艰巨。我国《节能减排“十二五”规划》提出，铝锭综合交流电耗要从 2010 年的 $14013 \text{ kW} \cdot \text{h/t}$ 降至 2015 年的 $13300 \text{ kW} \cdot \text{h/t}$ ，铜冶炼综合能耗要从 2010 年的 350 kgce/t 降至 2015 年的 300 kgce/t 。2013 年 2 月 19 日，工信部发布《关于有色金属工业节能减排的指导意见》，明确到 2015 年年底，有色金属工业万元工业增加值能耗比 2010 年下降 18% 左右，累计节约标煤 750 万 t， SO_2 排放总量减少 10%。

我国对有色金属冶金节能减排与环境保护提出如下对策与措施：①严格执行行业准入条件和有色金属产品能耗限额标准，坚决淘汰高能耗、高污染的落后生产能力。②大力发展“铝电联营”和“煤铝电一体化”，全面解决中国铝产业面临电价不断上涨的制约。③开展有色冶炼行业重金属污染防治的战略研究，实施强制性推行有色冶炼行业清洁生产审核计划；建立完善的有色冶炼行业技术政策与标准体系；推行有色冶炼企业能源合同管理与污染治理第三方运营模式，实现节能减排。④开展有色冶金资源国际化战略研究，解决现行冶炼资源紧缺瓶颈问题，严格控制原料进口关，从源头节能减排。⑤加大有色金属（铝铜铅锌镁）冶金节能减排关键技术与共性技术的攻关力度，进一步完善节能减排技术创新体系，重点支持成熟的节能减排关键、共性技术与装备产业化示范。

表的有色金属工业产量也逐年增加。我国是有色金属生产第一大国,2013 年氧化铝、原铝产量分别为 4438 万 t、2196 万 t,占世界总产量的 41.6%、40.7%;精炼铜、精铅、精锌产量分别为 684 万 t、510 万 t 和 530 万 t,占世界总产量的 33%、46% 和 40%;原镁产量 77 万 t,占世界总产量的 86% 以上。2014 年,我国十种有色金属产量为 4417 万 t,同比增长 7.2%,增速回落 2.7%。其中,精炼铜、原铝、铅、锌产量分别为 796 万 t、2438 万 t、422 万 t、583 万 t。当前,我国有色金属工业发展已经站在了一个新的历史起点上,是拉动全球有色金属产业增长的主导因素,也是推动世界有色金属产业节能减排和技术进步的重要力量。

1.1 有色金属冶金工业发展史

1.1.1 有色金属冶金工业发展史

中国是世界上最早生产有色金属的国家之一。铜冶炼可以追溯到公元前 3000 年左右。商周时代已大量冶铸青铜,创造过灿烂的“青铜时代”文化。之后,在相当长的历史时期,直至元、明乃至清初,铜、锡、铅、锌等有色金属的生产和技术一直处于世界前列。但是,由于帝国主义的侵略掠夺和封建制度的束缚,近代中国有色金属的生产停滞不前,设备简陋,技术落后,只能生产铜、铅、锌、锡、锑、汞、金、银、铝、镁等有色金属和一些钨砂。新中国建立前夕,有色金属工业的基础十分薄弱,生产厂矿有的濒于崩溃边缘,有的已沦为废墟。

中华人民共和国成立后,中共中央和中央人民政府十分重视发展有色金属工业。有色金属工业不断向深度和广度发展,品种不断增加,做到 64 种有色金属都能生产,为尖端科学和国防现代化提供了新型材料。

我国有色金属工业发展历程可分为改革开放前 30 年和改革开放后 30 多年两个阶段和不同的发展时期。①三年经济恢复和第一个五年计划时期(1949—1957)。三年恢复时期,我国东北地区的一批有色金属企业首先恢复了生产;云南、湖南、安徽及江西的有色金属矿山相继恢复了生产。到 1952 年,我国十种有色金属产量恢复到 7.4 万 t,是 1949 年的 5.5 倍。第一个五年计划时期,我国有色金属工业开始大规模建设,新建、扩建了一批有色金属矿山、冶炼和加工企业,形成了独立完整的有色金属工业体系。1957 年我国有色金属工业已初具规模,十种有色金属产量达 21.5 万 t。②“大跃进”和调整时期(1958—1965)。我国有色金属工业虽然受到“大跃进”时期的影响,但在调整时期得到较快发展,一批骨干企业相继建设投产,使有色金属工业在起伏中发展。1961 年我国十种有色金属产量降到 1957 年的水平,仅 21.5 万 t,1965 年恢复到 46 万 t。③“文化大革命”及后期(1966—1977)。“文化大革命”十年中,我国有色金属工业在徘徊中前进,在

曲折中发展。在当时“三线”建设的总体部署下，在西南、西北地区建设了一大批有色金属企业，改善了产业布局，加快了有色金属工业发展。1968年我国十种有色金属产量降至34万t，到1977年产量达82万t。

改革开放30多年，我国有色金属工业大体上经历了三个发展阶段。①1983年4月，经国务院批准中国有色金属工业总公司成立，从此我国有色金属工业步入了快速发展的轨道。制订了“优先发展铝，积极发展铅锌，有条件地发展铜，有选择地发展其他有色金属”的发展方针，加快建设了一批基建和技改项目，特别是从国外全套引进了大型预焙铝电解槽和铜闪速熔炼技术，极大地提高了我国有色金属工业技术装备水平，并为改造传统落后生产工艺提供了范例。这些项目建成投产后，迅速提高了我国有色金属产量，十种有色金属产品产量由1978年的99.6万t，增加到1992年的299.2万t。②从党的十四大到党的十六大，我国有色金属国有企业经历了三年改革脱困阶段。从1996年至1998年，有色企业出现了全行业亏损。国家及时采取了债转股、资源枯竭矿山实行政策性关闭和贴息技术改造三项措施，使一批企业走出困境，步入快速发展之路。同时，有198户企业先后实施政策性关闭破产，民营企业迅速发展，已成为有色金属工业重要组成部分。煤炭、电力、纺织等领域的有些企业开始大规模投资有色金属行业。我国有色金属工业管理体制发生了重大变化，1998年，经国务院批准成立了国家有色金属工业局；2000年，国务院决定将大部分中央所属有色金属企事业单位下放地方管理；2001年4月，中国有色金属工业协会正式成立。2002年，我国十种有色金属产量达到1012万t，首次超过美国跃居世界第一。③党的十六大以来，一些大型国有企业实施战略重组，围绕做强做大主业，分离辅业，通过改制上市，形成了一批具有较强竞争力的大型有色企业集团。这一时期，是有色金属工业发展最快、经济效益最好、技术进步最明显、综合实力增强最为显著的发展阶段。

我国已建立了独立完整的有色金属工业体系，成功实现了由小到大的历史性跨越；实现了从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和电解铝技术输出国外的转变。六十多年的历史跨越铸就了有色金属工业发展的辉煌，主要表现在：①最显著的成就是快速发展。新中国成立60多年，特别是改革开放30多年来，我国有色金属产量快速增长。我国十种有色金属产量从1978年的99.6万t，1983年的133万t，迅速增加到2012年的3696万t，2013年的4029万t和2014年的4417万t。无论在总体规模、发展水平，还是在科技进步、节能减排、人才培养、资源开发方面，有色金属行业都取得了令人骄傲的成绩，我国已成为当之无愧的世界有色金属第一大国。②最鲜明的标志是技术进步。有色金属工业依靠技术进步，通过自主创新、集成创新和引进消化再创新，成功研发了一大批行业共性、关键性技术并用于生产，