

中国有色金属工业协会  
中南大学 组织编写  
中国铝业公司

# 有色金属进展

(1996—2005)

YOUSEJINSHU JINZHAN

## 第十卷

## 有色金属工业自动化与信息化

主 编 桂卫华  
常务副主编 阳春华 胡长平  
副 主 编 夏晓鸥 赵庆云 欧阳伟 余铭皋  
文欣荣 陈松乔 朱 力

中南大学出版社

中国有色金属工业协会  
中南大学 组织编写  
中国铝业公司

# 有色金属进展

(1996—2005)

## 第十卷

### 有色金属工业自动化与信息化

技术顾问 方 瑛 卢松涛 杨润怀 沈德耀  
郑忠祥 喻寿益 曾荣杰

主 编 桂卫华

常务副主编 阳春华 胡长平

副 主 编 夏晓鸥 赵庆云 欧阳伟 余铭皋

文欣荣 陈松乔 朱 力

编 委 王勤华 王鑫健 刘 明 刘 越

李 燕 杨 磊 周俊武 唐新平

徐 宁 袁家誉 梁雨锋

中南大学出版社



---

图书在版编目(CIP)数据

有色金属进展:1996—2005/中国有色金属工业协会,中南大学,  
中国铝业公司组织编写. —长沙:中南大学出版社,2007. 11

ISBN 978-7-81105-365-4

I. 有... II. ①中... ②中... ③中... III. 有色金属冶金 -  
冶金工业 - 经济发展 - 概况 - 中国 - 1996—2005 IV. F426. 32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155442 号

---

## 有色金属进展

(1996—2005)

第十卷

有色金属工业自动化与信息化

主 编 桂卫华  
常务副主编 阳春华 胡长平  
副 主 编 夏晓鸥 赵庆云 欧阳伟 余铭皋  
文欣荣 陈松乔 朱 力

---

☐责任编辑 谢贵良  
☐责任印制 汤庶平 文桂武 周 颖  
☐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:0731-8876770 传真:0731-8710482  
☐印 装 湖南新华精品印务有限公司

---

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 28.5 ☐字数 718 千字  
☐版 次 2007 年 11 月第 1 版 ☐2007 年 11 月第 1 次印刷  
☐书 号 ISBN 978-7-81105-365-4  
☐全套定价 1450.00 元

---

限国内发行

## 《有色金属进展》编辑机构

### 一、《有色金属进展》编委会

主任:康 义

常务副主任:肖亚庆 黄伯云 钮因健

副主任:

高德柱 王淀佐 周中枢 罗 涛 李贻煌 李永军 韦江宏 邹韶禄  
何仁春 陈 智 汪旭光 毛小兵 黄 河 王恭敏 潘家柱 赵家生  
蒋维湘 周菊秋 吴金生 屠海令 蒋开喜 张兆祥 邱冠周 敖 宏  
刘才明

委 员(按姓氏笔画排序):

丁吉林 马万军 马世光 马达卡 文献军 王 辉 王华俊 王吉位  
王向东 王有志 王京彬 王海东 兰 涛 冯 杰 冯诗伟 冯海良  
史生文 田荣璋 田福泉 龙朝生 乔桂玲 刘 伟 刘 敏 刘同高  
刘劲波 刘侦德 刘昌桂 吕 智 曲大伟 许 健 许国强 何季麟  
吴秀铭 张 毅 张寿连 张洪国 张耀明 李阳通 李旺兴 李富元  
杨 龙 杨伯华 杨玲益 杨焕文 芦 林 陈俊卿 周 荣 周国宝  
周爱民 周基校 周新林 周新哲 尚福山 林金良 罗 苏 金 锐  
侯树谦 俞德庆 封国富 段玉贤 洪明洋 胡蕴成 赵世庆 钟 利  
钟卫佳 钟晓云 夏晓鸥 奚正平 袁 泽 贾明星 郭晓光 郭照相  
高文翔 高良宾 曹宝奎 梁学民 彭怀生 程乐团 熊柏青 潘文举  
瞿向东

### 二、《有色金属进展》编辑部

总 编:钮因健

常务副总编:敖 宏 邱冠周 刘才明

副总编(按姓氏笔画排序):

王海东 王吉位 文援朝 田明焕 刘 英 吴礼春 张国成 张洪国  
周连碧 周爱民 胡长平 徐惠华 桂卫华 顾松青 蒋开喜 熊柏青

编辑(按姓氏笔画排序):

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马自省 | 马育新 | 文兴荣 | 方维萱 | 王 华 | 王 玮 | 王光明 | 王向东 |
| 王成彦 | 王建铭 | 王明和 | 王福良 | 代宏文 | 卢 建 | 卢世刚 | 宁 平 |
| 申 慧 | 刘凤琴 | 刘安生 | 朱谷昌 | 许国强 | 何季麟 | 余铭皋 | 宋德周 |
| 张 龙 | 张平祥 | 李士龙 | 李华昌 | 李恒石 | 杜 军 | 陈少纯 | 周旗钢 |
| 尚辉良 | 易小兵 | 欧阳伟 | 范顺科 | 郑子樵 | 赵庆云 | 赵秀富 | 赵国权 |
| 赵国健 | 郝言正 | 夏晓鸥 | 徐纪成 | 贾明星 | 顾洪枢 | 高兆祖 | 黄小卫 |
| 黄文梅 | 黄其兴 | 蒋继穆 | 韩 薇 | 熊 翔 | 熊炳昆 | 戴达煌 | 臧慕文 |

### 三、《有色金属进展》编辑部办公室

主 任: 张洪国

副主任: 胡长平 王海东

成 员: 王光明 赵国权 张 龙 文援朝 李昌佳 汪宜晔

### 四、《有色金属进展》出版委员会

主 任: 邱冠周

常务副主任: 王海东

副主任: 文援朝 李昌佳

编辑组

组 长: 文援朝

副组长: 汪宜晔 张 曦

成 员: 王立阳 邓立荣 文援朝 张 曦 刘 辉 陈灿华 陈应征

汪宜晔 周兴武 黄尚安 谢贵良 谢新元 彭超群 谭 平

胡业民 史海燕

出版发行组

组 长: 李昌佳

副组长: 易建国 周 颖 唐立红

成 员: 文桂武 邓晓静 汤 佳 汤庶平 李昌佳 杨效杰 孙新民

易建国 周 颖 唐 曦 唐天赋 唐立红 谢贵良

# 我国有色金属工业 10 年回顾与展望

## (总序)

《有色金属进展》一书的出版发行,是有色金属工业发展史上值得庆贺的一件好事。《有色金属进展》的第一版于 1984 年在内部问世,1995 年正式编辑出版第二版。本书是第三版,共 13 卷,它全面反映了 1996—2005 年我国有色金属工业发展全貌,特别是系统地介绍了有色金属工业科技发展概况,国内外技术现状及未来发展趋势,是一部大型史志性资料工具书。每隔 10 年出版这样一部巨著,不仅非常必要,而且对广大读者了解有色金属工业,学习科技知识,促进有色金属工业可持续发展,将发挥有益的技术支撑作用。值此《有色金属进展》第三版出版之际,特撰写本文作为全书的序言。

### 一、我国有色金属工业 10 年回顾

1996—2005 年是我国有色金属工业发展中不平凡的 10 年。前 5 年经历了有色金属工业管理体制的重大变革,经历了亚洲金融风暴的考验;后 5 年实现了快速发展,总体上保持了持续较快发展的势头。全行业整体实力增强,企业竞争力显著提高,各个方面都取得了令人瞩目的成就。

#### 1. 产业规模迅速扩大,整体实力显著增强

10 年来,有色金属总产量持续增长。1995 年,10 种有色金属产量 496 万 t;2002 年,总产量达到 1 020 万 t,跃居世界第一位;2005 年,总产量达到 1 639 万 t,是 1995 年的 3.3 倍;2005 年规模以上企业总资产 7 065 亿元,是 1995 年的 4.9 倍;主营业务收入 8 279 亿元,是 1995 年的 5.7 倍;固定资产投资 881 亿元,是 1995 年的 6.2 倍;规模以上企业实现利润 560 亿元,是 1995 年的 13 倍;外贸进出口总额 468 亿美元,是 1995 年的 6.8 倍。

2006 年,有色金属工业又上了一个新台阶,总产量达 1 915 万 t,主营业务收入达 13 712 亿元,实现利润 1 117 亿元,进出口贸易总额为 654 亿美元,完成固定资产投资 1 183 亿元,投资结构进一步改善。

#### 2. 科技进步加快,产业结构优化升级

10 年来,依靠科技进步,提高企业自主创新能力,实现了产业结构的优化升级。先后淘汰了一批落后生产工艺,极大地提高了骨干企业的技术装备水平。尤其是电解铝率先淘汰了全部落后的自焙槽生产工艺,实现了 320 kA 和 350 kA 大型预焙槽规模化生产,技术指标达

到了世界先进水平。我国自主研发创新的选矿拜耳法和一水硬铝石生产砂状氧化技术,大大提升了氧化铝工业的国际竞争力。在引进消化和自主研发的基础上,集成创新的具有自己技术特色的铜、镍闪速炉熔炼,铜艾萨炉和铜、锡奥斯麦特炉技术,使我国的铜、镍、锡冶炼技术达到了世界先进水平。

在自主研发的水口山炼铅技术的基础上,成功开发出具有自主知识产权的氧气底吹熔炼—鼓风炉还原炼铅新工艺;还成功地将自主研发的“高铅渣鼓风炉熔炼技术”、“鼓风炉强化喷粉熔炼技术”有效整合,在世界上首次将艾萨炉应用于铅冶炼,形成了具有国际先进水平的铅冶炼技术,自主研发出具有国际先进水平的高铁硫化锌精矿氧压浸出新工艺,并实现了工业化生产。

在有色金属加工方面,自主研制出世界首台万吨级油压双驱动铝材挤压机,两套现代化的“1+4”热连轧铝板带生产线顺利投产,高精度内螺纹铜管材产品出口国外,高速列车使用铝材已实现了国产化,标志着我国铜铝加工技术已达到一个新水平。

### 3. 产业集中度进一步提高,资产重组取得新进展

近几年来,随着有色金属工业的快速发展,企业规模迅速扩大,并形成了具有相当规模的产业集群。从企业来看,10 万 t 以上铜冶炼企业 8 家,产量占全国总产量的 70%,其中有 2 家企业产量超过 50 万 t;10 万 t 以上铝电解企业 21 家,产量占全国总产量的 76%,其中,中国铝业公司超过 300 万 t,另有 4 家企业产能超过 50 万 t。

企业经济效益明显向拥有资源优势的大型企业集中。2006 年,企业主营业务收入超过 100 亿元的有 13 家,实现利润超过 10 亿元的有 17 家,占规模以上企业实现利润的 50%。

中国铝业公司抓住机遇,通过资产运作,将焦作万方、抚顺铝业、包头铝业等一大批企业吸纳到公司来,通过在纽约、香港和上海三地上市,极大地提升了公司的整体实力和市场竞争力,总资产迅速超过 1 500 亿元。中国有色矿业集团有限公司、西部矿业集团有限责任公司、湖南有色金属控股集团和五矿有色金属集团等企业也都是通过资产重组壮大了自己的实力。

### 4. 企业经营管理水平不断提高,产业的国际影响力日趋增强

近几年来,国有企业改革力度不断加大,成效显著。不少企业积极探索公有制的多种实现形式,大力推进股份制改革,不断完善公司法人治理结构,促进了企业经营机制的转变。

“十一五”期间,中国铝业公司、江西铜业集团公司等 5 家企业在境外成功上市,按照纽约和香港上市公司要求与国际标准对接,加强了企业内部控制和规范管理,大大提高了国际化经营管理水平。还有 37 家企业在上海和深圳两地 A 股上市,利用直接融资机会,增强了企业发展后劲。

我国有色金属工业的持续快速发展,越来越受到国外同行业的高度关注。我国有色金属产量、消费量均居世界首位,在分析世界有色金属供求关系时,“中国因素”显得越来越重要,中国有色金属工业在国际同行业的影响力和竞争力日益增强。

## 二、我国有色金属工业今后 10 年发展展望

今后 10 年,是我国全面建设小康社会的关键时期,随着工业化、城镇化进程加快和居民消费结构升级,国民经济对有色金属需求将持续增长。可以预计,今后 10 年,我国有色金属工业仍将保持快速发展势头。

今后 10 年,我国有色金属工业发展的基本思路是:以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,全面落实科学发展观,加快产业结构调整 and 转变发展方式;加强资源节约和环境保护,大力开展节能减排工作;依靠科技,推进自主创新;实现又好又快发展,建设具有国际竞争力的世界有色金属工业强国。

### 1. 加快推进产业结构升级,切实转变发展方式

目前,我国有色金属工业总体规模已经不小,但是产业层次和技术水平不高,仍有相当一部分落后生产能力还在运行。今后,必须坚持走新型工业化道路,必须转变发展方式,优化产业结构,用先进技术改造传统产业,提升产业层次和水平,要加快发展高新技术产业,要转变发展观念,推动有色金属工业步入科学发展轨道,提高发展的质量和效益。

### 2. 加快矿产资源开发,缓解资源短缺状况

有色金属产量的快速增长与矿产原料供应的短缺矛盾日益突出,对外依存度上升,主要原料大量依靠进口。因此,今后 10 年,我国有色金属工业发展必须走资源开发与节约并举之路。我国有色金属矿产资源潜力巨大,随着地质科技进步,增加地质工作投入,按照东部地区攻深找盲、中部发挥特色、西部重点突破的原则,加强矿产资源勘查,有相当可观的资源可以转化为经济利用储量。要加强资源综合利用,合理有效开发资源。同时,要利用“两个市场,两种资源”,大力开发海外市场。鼓励有条件的企业参与境外办矿,签订长期合同或利用收购、重组等方式获得海外资源。

### 3. 大力抓好节能减排,保护环境

有色金属工业是被国家列入高耗能的重点产业之一。抓好全行业的节能减排工作是贯彻落实科学发展观、实现又好又快发展的重大举措,是建设资源节约型、环境友好型产业的必然选择;也是应对全球气候变化的迫切需要,是我们全行业应承担的社会责任。

今后 10 年,我们必须把国家对有色金属工业节能减排的目标任务及要求认真贯彻好、落实好,实现节约发展、清洁发展、安全发展。当前,要按照国家发展和改革委员会的总体要求,控制高耗能行业过快增长,加快淘汰落后生产能力,促进产业结构调整,大力发展循环经济,推动节能减排技术开发,建立和完善节能减排指标体系和考核体系,加强对重点企业节能减排跟踪管理,推广交流企业的先进经验。

### 4. 增强自主创新能力,建设创新型有色金属产业

我国有色金属工业发展中面临的突出问题是:资源、能源和环境制约因素越来越严峻,国际市场的竞争更加激烈;关键技术自给率低,自主创新能力不强,特别是企业核心竞争力不强。当前,我国有色金属工业已经进入了必须依靠科技进步和自主创新推动行业发展的重

要历史时段。因此,今后 10 年必须坚持“企业主导、提升创新、突破关键、跨越发展”的有色金属工业科技发展方针,更加完善以企业为主体的科技创新体系,显著增强自主创新能力;显著增强科技促进行业持续发展的能力,主要产品的核心技术、重大装备和主要能耗指标及污染物排放指标均达到世界先进水平;培养一批具有世界水平的科技专家和研究团队;建立若干个具有世界水平的科研院所和高校及企业研发机构;形成体制完善、机制灵活、有特色的有色金属工业科技创新体系,为实现创新型有色金属产业提供可靠保障。

## 5. 坚持以人为本,全面实施人才战略

科技创新,人才为本。在科技人才成为重要战略资源的今天,要切实加强有色金属工业科技人才队伍建设,全面实施人才战略。要依托重点科技项目和科研基地,加大优秀人才的培养力度,特别要重点发现和培养学科带头人。鼓励企业、科研院所和高校密切合作,培养创新型人才。要用事业凝聚人才,用创新机制培养人才,用崇高精神激励人才,为优秀人才的健康成长提供组织保证和良好环境。

《有色金属进展》第三版的出版,反映了 1996—2005 年我国有色金属工业取得的辉煌成就,本书凝聚着全体编撰人员的辛勤劳动和智慧。如何把《有色金属进展》作为一种学习教材,帮助广大读者增长知识,推动工作,这是有色金属全行业的一项任务。希望各级领导能给予重视,使《有色金属进展》丛书在建设一支高素质职工队伍中发挥积极作用。

康戎

2007 年 6 月

## 编辑说明

《有色金属进展》(1996—2005)大型科技丛书,是有色金属工业科技发展的史书。全书以科技进步为主线,全面介绍和综合评述有色金属工业发展的现状、趋势和方向,是具有系统性、创新性的软科技研究的结晶。《有色金属进展》(以下简称《进展》)为原中国有色金属工业总公司组织编辑、出版发行的软科学工程。1984年编撰有《进展》内部版,分上、下两篇共46册,约470万字。1995年第二次组织编撰《有色金属进展》(1986—1995),公开出版发行,共8卷38册,约500万字。《进展》的编辑出版,成为有色金属工业战线各级领导、广大科技人员和职工全面了解和认识有色金属工业现状、存在问题和发展趋势的捷径,成为各单位编制中长期发展规划、制定技术政策、确定研究与开发任务和目标的重要依据,对决策的科学化、民主化起到积极作用,受到了各方面的肯定和好评。根据原定的编辑出版方针,《进展》要逐阶段增补,每10年出一版,保持该丛书的连续性、科学性、新颖性、实用性。

有色金属工业科技发展已经历了三个历史阶段。20世纪50年代到70年代末为自力更生为主的发展阶段,20世纪80年代到90年代中期为自主研究与引进技术消化创新相结合的发展阶段,20世纪90年代中期至今进入了集成创新、引进技术消化再创新和原始创新的新阶段。第三阶段的发展是建立在第一、第二两个阶段技术积累的基础之上的、从量变到质变的新发展。

《进展》是记载和总结有色金属工业科技发展的丛书。《进展》的第一、二版记载和总结了有色金属工业科技发展第一阶段和第二阶段的史实。科技发展第三阶段的情况,正是本次《进展》所反映的内容。关于《进展》第三版的编撰,我们早在等待时机促成编辑出版。2006年初恰逢全国科技大会召开,以康义同志为会长的中国有色金属工业协会领导决定在年中召开全国有色金属工业科技大会,总结10年来有色金属工业科技发展的经验,制定“十一五”及到2020年科技发展中长期规划,动员全行业广大职工为建设创新型有色金属工业而努力奋斗。我们正好利用这个机会,在康义会长及协会各级领导的鼓励和支持下,在筹备全国有色金属工业科技大会的同时,开展了《进展》第三版的编撰、出版准备工作。在全国有色金属工业科技大会后,即于2006年6月中旬开始进入了全面编撰阶段。

由于管理体制的改革,由协会主持这次编撰工作已力不从心,因为协会已没有行政和经费的支撑,但是当向行业各单位征集编撰意见时,迅即受到了热烈的响应和热情的支持。在整个编撰过程中,自始至终得到了参与编撰工作的各单位在人、财、物等多方面的全力支持,全体参与单位和编写专家们一致把编撰工作作为为行业发展服务的共同任务,大家都以高度

的责任感、使命感，在短短一年的时间内圆满完成了全书的编撰工作。所以本书的成功编撰和顺利出版，是几十个单位和 300 多位专家共同参与的成果，是集体智慧和努力的结晶。为此，在本书出版之际，我谨代表编辑委员会向参与和支持本书编撰工作的单位和专家表示最诚挚的谢意！中国铝业公司为本书出版给予了重要资助和支持，中南大学也为本书的编辑出版作出了重要贡献，在此一并致以深切的感谢！

新出版的《进展》，特别注重处理好学科、产品品种和企业三者之间的关系，兼顾实用性、系统性、创新性。在各级领导的积极支持下，组织精干专家队伍，多渠道收集、分析研究国内外有色金属发展的信息和市场变化状况，发挥专家智慧，并予以吸纳、总结、升华。《进展》内容丰富、全面，数据详实、可靠，发展方向明确。对全行业各级领导、生产经营者、工程技术人员来说既是一部崭新的历史文献，又是一个具有实用价值的信息库。

新出版的《进展》共 13 卷 45 册，约 800 万字。

第一卷，综合篇。

第二卷，有色金属矿业：第 1 册，地质勘查；第 2 册，矿山工程；第 3 册，矿物加工；第 4 册，深海矿产资源开发。

第三卷，轻金属：第 1 册，氧化铝；第 2 册，电解铝；第 3 册，铝用炭素；第 4 册，镁冶炼。

第四卷，重有色金属：第 1 册，铜镍钴；第 2 册，铅锌；第 3 册，锡锑铋。

第五卷，稀有金属和贵金属：第 1 册，稀土；第 2 册，钛；第 3 册，锆铪；第 4 册，钽铌；第 5 册，锂铷铯；第 6 册，铍；第 7 册，钨钼及硬质合金；第 8 册，稀散金属；第 9 册，贵金属。

第六卷，有色金属材料加工：第 1 册，重有色金属材料加工；第 2 册，轻有色金属材料加工；第 3 册，粉末冶金。

第七卷，有色金属新型材料：第 1 册，半导体材料；第 2 册，超导材料；第 3 册，薄膜材料现代表面技术；第 4 册，新型能源材料；第 5 册，先进结构材料；第 6 册，功能材料。

第八卷，有色金属分析检测：第 1 册，成分分析；第 2 册，材料与结构性能测试。

第九卷，有色金属生产装备：第 1 册，矿山装备；第 2 册，轻金属生产设备；第 3 册，重有色金属生产装备；第 4 册，加工装备。

第十卷，有色金属工业自动化与信息化：第 1 册，采选自动化；第 2 册，轻金属冶炼自动化；第 3 册，重金属冶炼自动化；第 4 册，有色金属加工自动化；第 5 册，企业综合信息化。

第十一卷，有色金属资源循环利用。

第十二卷，有色金属工业环境保护：第 1 册，有色金属工业大气污染控制；第 2 册，有色金属工业水污染控制；第 3 册，有色金属工业固体废物污染控制；第 4 册，有色金属工业物理污染控制；第 5 册，有色金属工业环境管理。

第十三卷,有色金属企业。

新出版的《进展》增加了新的领域、新的篇章,它们是有色金属生产装备、有色金属信息自动化、有色金属资源循环利用、有色金属环境保护和有色金属企业共5卷14册。有色金属企业卷汇集了中国铝业公司等企业10年的新进展,它们在各卷册和各领域占有十分重要的地位,代表了全行业科技进步与技术创新、市场竞争力;有色金属生产装备和有色金属工业自动化与信息化两卷,反映了用新装备和信息技术改造传统产业的新面貌;有色金属资源循环利用卷,描述了有色金属工业发展循环经济,大力开展资源循环利用的现状和广阔发展前景;有色金属工业环境保护卷,集中反映了有色金属工业环境保护、推行清洁生产、治污利废的成果及面临的艰巨任务。这些新卷册的增编,使《进展》全书更全面,更符合国民经济发展的新特点、新情况。新《进展》还增附了有色金属工业1996年至2005年发展的统计数据,以供读者参阅。

由于《进展》内容时间跨越10年,涉及学科领域广、专业门类多、金属品种全,加之撰稿者数百人,不同作者的写作风格有较大差异,编辑部虽约请专家审稿,但仍难免有许多不足和错漏,为此,特恳请各级领导和广大读者谅解和批评指正。

中国有色金属工业协会康义会长发起并非常重视《进展》的编撰、出版,在百忙中撰写了《我国有色金属工业10年回顾与展望》一文,概括描述了中国有色金属工业最近10年的发展和对未来10年的发展展望,我们以此作为本丛书的总序。



2007年6月

## 前言

20 世纪 90 年代以来,随着世界范围内经济全球化和信息化的迅速推进,党中央国务院先后发出了“加快国民经济信息化进程”、“以信息化带动工业化”的号召。自此,有色金属行业信息化建设获得了飞速发展,信息化带动工业化在有色行业取得了丰硕成果。

1996 年至 2005 年期间,不仅自动化与信息化技术在有色金属行业得到应用,而且结合生产特点集成创新了一批具有自主知识产权和国际先进水平的关键技术和装备,有力地促进了有色金属工业的快速发展,一批优秀成果获得国家级重要奖励。如:“铝电解过程智能控制系统及推广应用”将多种智能控制方法、物理场的动态综合仿真方法、复杂工况智能诊断与优化决策方法等综合应用于铝电解槽,为我国电解铝工业提前 5 年实现国际原铝协会确定的 2010 年节能目标提供了核心技术,2004 年获国家科技进步二等奖;“智能集成优化控制技术及其在锌电解和炼焦配煤过程中的应用”针对冶金过程特点,建立了智能集成优化控制的技术框架,提出了一系列以智能优化方法为核心的集成优化控制技术,并成功应用于锌电解和炼焦配煤过程,实现了高质量低成本的控制目标,大幅度降低了能源消耗,2004 年获国家科技进步二等奖;“决策应用软件开发平台”提出了基于层次模型理论的决策问题分析方法、决策模型可重用与快速建模技术以及多决策方法集成技术等,成功地解决了决策应用软件若干重大关键问题,并在企业和政府得到了广泛应用,2005 年获国家科技进步二等奖;“LBC-5120 型二次电池检测分选系统”综合生产、质检、分析和研究等各方面的需求,完成了空间飞行器用高压氢镍电池和电动车动力电池的检测、分选和组合配对等任务,1997 年获国家科技进步三等奖;研制的“按特性曲线分选电池的方法”1999 年获国家发明四等奖。……这些成果在工业生产过程中的成功应用,有力地促进了企业自动化和信息化水平的提高,为企业节能降耗、减少环境污染、高质量低成本等目标的实现以及科学管理水平的提高做出了重要贡献,创造了巨大的社会效益和经济效益。

回顾这 10 年,有色金属工业自动化和信息化建设的飞速发展,概括起来有以下三大特点。

(1) 可编程控制器(PLC)和集散控制系统(DCS)等先进控制装置,工业以太网、现场总线、变频技术和智能检测与智能仪表等先进技术得到了普遍应用,取代了常规模拟控制,实现了底层工艺参数的稳定控制。这些技术的广泛使用,实现了有色金属工业生产过程的安全、高效和稳定运行,为有色金属工业的发展打下了坚实基础。

(2)研究开发的先进控制和过程优化技术应用于采矿、选矿、冶炼、电解和加工等过程,结合机理模型、统计分析、预测控制以及神经网络、专家系统、模糊控制、遗传算法等智能技术,建立了大量的典型工艺过程的控制模型和过程优化模型,取得了一大批科技成果,为有色生产过程的节能降耗、增产增效等目标的实现提供了保障。

(3)在企业信息化建设方面,多数大中型骨干企业建立了先进的企业局域网络和综合信息管理系统,提高了企业整体运作效率;部分企业已经建立了电子商务平台,实现了业务的网络化和电子化,大大增强了企业的竞争能力和可持续发展能力。

1983年中国有色金属工业总公司成立后,首次编撰的《有色金属进展》(1984年版),关于自动化与信息化方面的内容几乎是空白。1985年至1995年期间,虽然可编程控制器、工业控制计算机和集散控制系统等在有色金属工业已开始应用,但应用规模小、应用范围窄,因此,《有色金属进展》(1995年版)中自动化与信息化编撰的内容不到5万字。在1996年至2005年期间,集散控制系统、现场总线技术的普遍应用以及管理信息系统与网络的大规模建设,自动化与信息化技术在有色金属工业的快速发展过程中发挥了极其重要的作用,故本次编撰的《有色金属进展》(2006年版)中将自动化与信息化独立成卷且由五册组成。第一册介绍采矿与选矿自动化进展;第二册主要介绍轻金属冶炼自动化进展;第三册介绍重金属冶炼自动化进展;第四册介绍有色金属加工自动化进展;第五册主要介绍有色企业信息化10年间的建设发展。

本卷书旨在对有色行业自动化和信息化建设者过去10多年以来的建设经验和研究成果加以总结,对新技术予以介绍,并在编撰过程中始终注意可读性,为现场工程技术人员提供参考。然而,由于水平有限,本书中难免存在错误或不当之处,请广大读者不吝赐教。

本书得以在这么快的时间内与读者见面,与本卷编写人员、有色金属学会计算机学术委员会委员的辛勤劳动以及各有关单位领导的大力支持分不开。在本书的编辑出版过程中,得到了诸多领导、专家、学者、同仁和朋友们的关心、指导与支持,在此一并表示衷心的感谢!

桂卫华

2007年10月

## 目 录

## 第1册 采选自动化

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 第1章 概 述 .....                 | (3)  |
| 1.1 国内外采矿自动化发展现状和趋势 .....     | (3)  |
| 1.1.1 国内外数字矿山研究现状 .....       | (3)  |
| 1.1.2 国内外矿山 IT 产业现状 .....     | (5)  |
| 1.1.3 技术发展趋势及存在的主要问题 .....    | (7)  |
| 1.2 矿山数字化的关键技术 .....          | (8)  |
| 1.2.1 数字地质实体模型 .....          | (8)  |
| 1.2.2 虚拟矿山技术 .....            | (8)  |
| 1.2.3 矿山数字化信息的提取手段与利用方法 ..... | (9)  |
| 1.2.4 矿山数据的统一标准问题 .....       | (10) |
| 1.3 国内外选矿自动化发展现状和趋势 .....     | (10) |
| 1.3.1 国外技术现状 .....            | (10) |
| 1.3.2 国内技术现状 .....            | (12) |
| 1.3.3 技术发展趋势及存在的主要技术问题 .....  | (13) |
| 第2章 地质信息管理系统 .....            | (15) |
| 2.1 国内外现状 .....               | (15) |
| 2.2 地质信息管理软件系统简介及应用 .....     | (17) |
| 2.2.1 Mintec 软件 .....         | (17) |
| 2.2.2 Micromine 软件 .....      | (21) |
| 2.2.3 Surpac 软件 .....         | (23) |
| 2.2.4 国内地质信息管理软件 .....        | (24) |
| 2.3 小结 .....                  | (25) |
| 第3章 采矿自动化系统 .....             | (26) |
| 3.1 露天采矿作业 .....              | (26) |
| 3.2 卡车调度系统 .....              | (27) |
| 3.2.1 背景、必要性和目标 .....         | (27) |
| 3.2.2 江西德兴铜矿卡车调度系统 .....      | (28) |

|                        |      |
|------------------------|------|
| 3.3 地下采矿自动化 .....      | (36) |
| 3.3.1 矿井提升系统 .....     | (36) |
| 3.3.2 矿井通风控制系统 .....   | (38) |
| 3.4 深井岩爆与地压监测及控制 ..... | (41) |
| 3.5 无线移动(泄漏)通讯系统 ..... | (44) |
| 3.6 小结 .....           | (46) |

#### 第4章 选矿自动化..... (47)

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 4.1 工艺流程简介 .....                 | (47) |
| 4.1.1 破碎工序 .....                 | (47) |
| 4.1.2 磨矿工序 .....                 | (47) |
| 4.1.3 选别、脱水、过滤和干燥工序 .....        | (47) |
| 4.1.4 尾矿处理工序 .....               | (48) |
| 4.1.5 选冶联合工艺流程 .....             | (48) |
| 4.2 选矿过程检测技术及装置 .....            | (48) |
| 4.2.1 矿浆品位检测分析技术及应用 .....        | (49) |
| 4.2.2 矿浆粒度检测技术及应用 .....          | (53) |
| 4.2.3 矿浆浓度检测技术及应用 .....          | (55) |
| 4.2.4 矿浆酸碱度检测技术及应用 .....         | (57) |
| 4.2.5 物位测量技术及应用 .....            | (57) |
| 4.2.6 流量、压力、温度等常规参数检测技术及应用 ..... | (58) |
| 4.3 选矿过程控制策略 .....               | (58) |
| 4.3.1 设备连锁控制 .....               | (58) |
| 4.3.2 磨矿过程检测与控制策略 .....          | (59) |
| 4.3.3 浮选过程控制系统 .....             | (63) |
| 4.3.4 脱水过滤过程控制系统 .....           | (66) |
| 4.3.5 湿法冶金过程检测控制系统 .....         | (68) |
| 4.4 选矿自动控制系统 .....               | (69) |
| 4.4.1 破碎过程自动控制系统 .....           | (69) |
| 4.4.2 磨机设备 .....                 | (73) |
| 4.4.3 浮选设备 .....                 | (73) |
| 4.4.4 浓缩脱水设备 .....               | (75) |
| 4.4.5 自动加药装置 .....               | (75) |
| 4.5 选矿过程自动化系统 .....              | (77) |
| 4.5.1 综合自动化系统的结构和体系 .....        | (77) |
| 4.5.2 过程控制系统的关键设备 .....          | (83) |
| 4.5.3 实时数据库 .....                | (84) |
| 4.5.4 现场总线控制软件结构 .....           | (86) |
| 4.5.5 现场设备管理 .....               | (87) |

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| 4.5.6 控制器发展趋势 .....       | (87)        |
| 4.6 小结 .....              | (89)        |
| <b>第5章 矿山环保自动控制 .....</b> | <b>(90)</b> |
| 5.1 矿山的环保问题 .....         | (90)        |
| 5.1.1 废石、废渣 .....         | (90)        |
| 5.1.2 废水 .....            | (90)        |
| 5.2 尾矿处理流程自动化 .....       | (91)        |
| 5.2.1 尾矿充填工艺流程 .....      | (91)        |
| 5.2.2 自动化控制方案 .....       | (91)        |
| 5.3 HDS 废水处理工艺 .....      | (94)        |
| 5.3.1 HDS 废水处理工艺流程 .....  | (94)        |
| 5.3.2 检测与控制 .....         | (94)        |

## 第2册 轻金属冶炼自动化

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| <b>第1章 概 述 .....</b>        | <b>(103)</b> |
| 1.1 轻金属冶炼自动化特点 .....        | (103)        |
| 1.2 国内轻金属冶炼自动化现状 .....      | (104)        |
| <b>第2章 氧化铝生产过程自动化 .....</b> | <b>(106)</b> |
| 2.1 概述 .....                | (106)        |
| 2.2 氧化铝工艺流程 .....           | (107)        |
| 2.2.1 拜耳法氧化铝生产工艺 .....      | (107)        |
| 2.2.2 烧结法氧化铝生产工艺 .....      | (109)        |
| 2.2.3 混联法生产氧化铝工艺 .....      | (109)        |
| 2.2.4 选矿—拜耳法生产氧化铝新工艺 .....  | (111)        |
| 2.3 铝土矿选矿工序自动化 .....        | (111)        |
| 2.4 配料与磨矿工序自动化 .....        | (113)        |
| 2.4.1 配料与磨矿工序流程 .....       | (113)        |
| 2.4.2 配料与磨矿流程自动化 .....      | (114)        |
| 2.4.3 配料过程优化控制 .....        | (117)        |
| 2.5 熟料烧结工序自动化 .....         | (117)        |
| 2.5.1 熟料烧结过程自动化 .....       | (118)        |
| 2.5.2 熟料烧结过程先进控制技术 .....    | (118)        |
| 2.6 溶出工序自动化 .....           | (119)        |
| 2.6.1 溶出工序流程特点 .....        | (119)        |
| 2.6.2 溶出流程自动化 .....         | (119)        |