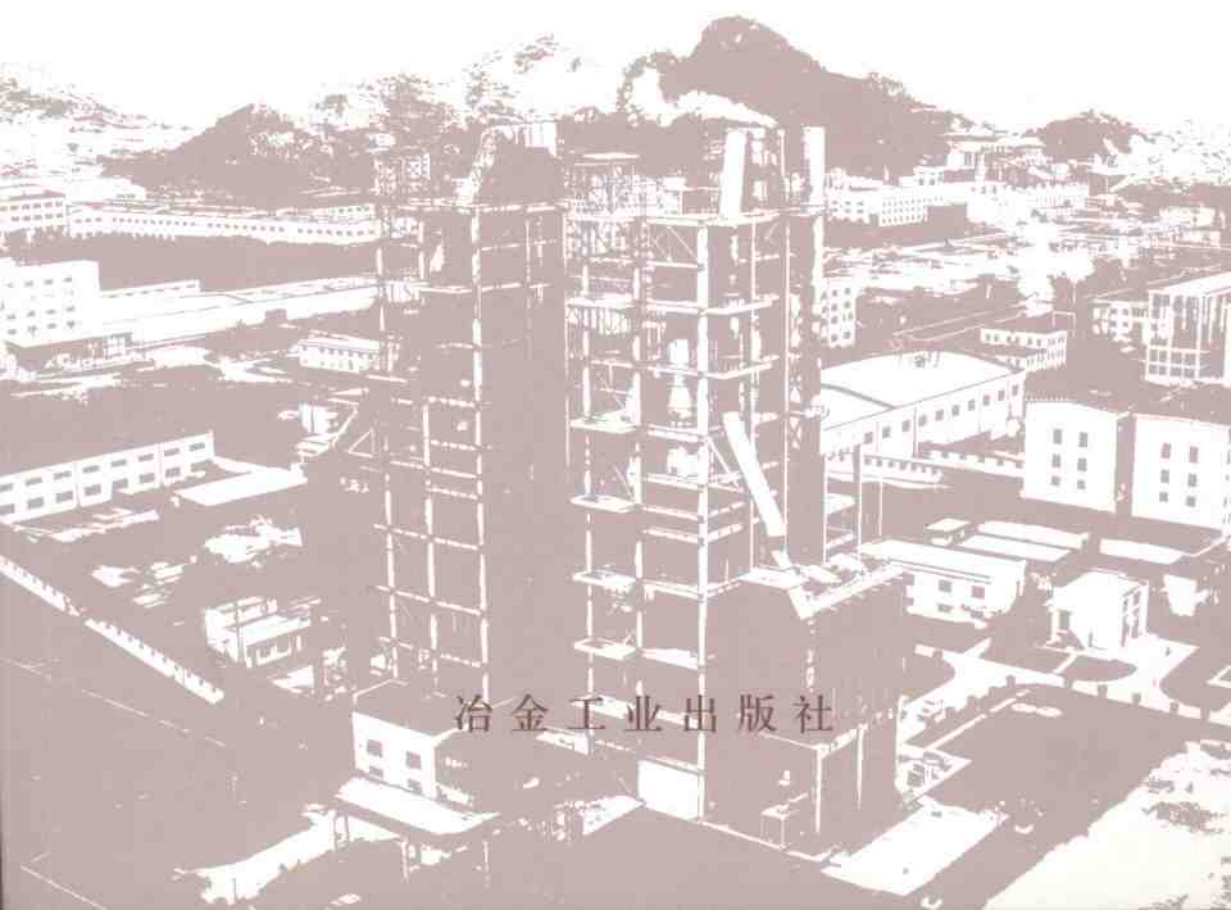


中国铝工业技术发展

Technology Development of China's Aluminum Industry

肖亚庆 主编



冶金工业出版社

中国铝工业技术发展

肖亚庆 主编

北 京

冶金工业出版社

2007

图书在版编目(CIP)数据

中国铝工业技术发展/肖亚庆主编. —北京: 冶金工业出版社, 2007. 12

ISBN 978-7-5024-4386-3

I. 中… II. 肖… III. 铝-冶金工业-工业技术-概况-中国 IV. TF821

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 191409 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 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 马志春 美术编辑 李 心 版式设计 张 青

责任校对 刘 倩 李文彦

ISBN 978-7-5024-4386-3

中国人民解放军第四二零工厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2007 年 12 月第 1 版; 2007 年 12 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 26.5 印张; 2 彩页; 518 千字; 410 页; 1-3030 册

98.00 元

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 (100711) 电话: (010) 65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)



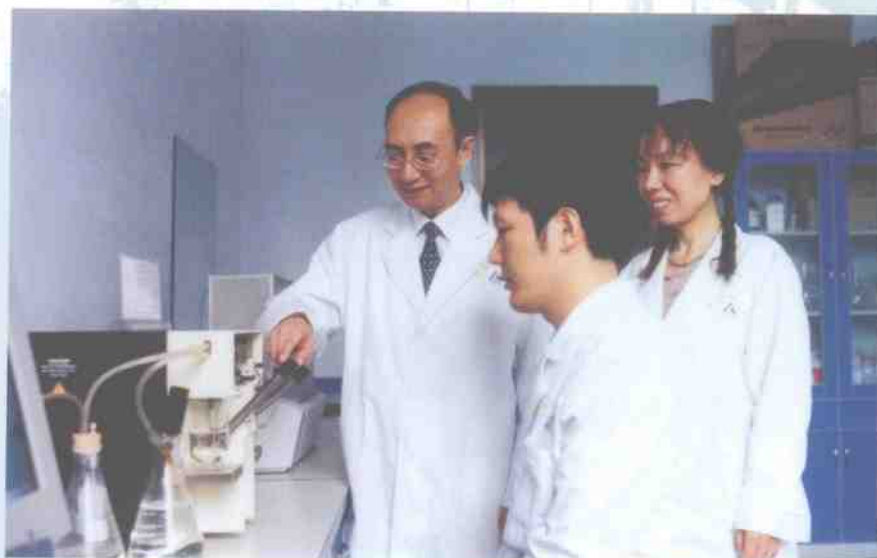
320kA 电解铝生产线



阳极炭块生产线



铝板带 1+4 热连轧生产线



科研人员在实验室工作



铝土矿采场



铝矿石均化系统



氢氧化铝焙烧炉

《中国铝工业技术发展》

编 委 会

主 任 肖亚庆
委 员 罗建川 吕友清 敖 宏
刘才明 张程忠 任旭东

编 辑 部

主 编 肖亚庆
副主编 顾松青 吴礼春
编 辑 顾松青 吴礼春 赵秀富 申 慧 田明焕
易小兵 刘风琴 王 玮

撰 稿 人

(以姓氏笔画为序)

王 玉	王 玮	王云飞	王庆伟	王华丽	王建立
尹中林	申 慧	付 霞	田明焕	白万全	包崇爱
牟晓中	刘 迅	刘风琴	刘汝兴	齐利娟	苏小新
李冬永	李庆宏	吴礼春	陈李招	杨宏杰	罗英涛
罗钟生	易小兵	赵秀富	赵洪生	姜世斌	顾松青
黄 俊	常先恩	韩立国	谢斌兰	霍庆发	

序 言

从1996年至2005年的十年，是中国铝工业快速发展的十年。十年间，氧化铝产量从219.94万吨增加到851.10万吨，年均递增14.49%；电解铝产量从186.97万吨增加到780.60万吨，年均递增15.36%；铝加工材产量从162.01万吨增加到647.86万吨，年均递增14.03%。从2000年起，我国成为世界第二大氧化铝生产国；从2001年起成为世界第一大原铝生产国；2005年又成为世界第一大铝加工材生产国。

中国铝工业的快速发展，离不开科学技术的强力支撑。过去十年，我国开发了一大批铝工业的新技术，对铝工业快速发展，有效利用资源和能源，减少工业废物的排放，使铝生产过程更加清洁、更加环保、与环境更加友好和谐，拓展铝的应用领域发挥了积极的促进作用。在氧化铝方面，选矿拜耳法、石灰拜耳法、强化烧结法的应用节约了资源、能源，一水硬铝石生产砂状氧化铝生产技术及管道化溶出、高效深锥沉降、间接脱硅、降膜蒸发、疏态化焙烧等高效、节能设备的应用，提高了我国氧化铝产量和质量、优化了技术指标；电解铝方面，大型预焙电解槽、计算机智能化控制技术及优质炭阳极、石墨化、高石墨质阴极、新型内衬材料的开发应用，不仅提高了生产效率、降低电耗和物料消耗，还延长了电解槽寿命、优化了各项生产指标，减少了环境污染；铝加工方面，1+4生产线、宽幅高速冷轧机等技术装备的引入、大型复杂断面铝合金型材的挤压技术、连铸连轧、气滑铸造等技术的应用，不仅提高了装备水平，还提升了铝加工产品质量、增加品种和附加值，拓展了应用领域。

我国已经成为世界铝工业大国，但还不是世界铝工业强国。今后

十年，是我国从铝工业大国向铝工业强国转变的关键时期，完成这一伟大转变，仍要依靠科技创新引领发展，铝工业技术创新本身也要实现三个转变：从跟踪为主向自主创新转变，从注重单项技术研究开发向集成创新转变，从关键技术引进向消化吸收再创新转变。

《中国铝工业技术发展》一书，对1996年至2005年中国铝工业的技术发展状况作了系统的、全面的描述和总结，清晰地展现了过去十年中国铝工业技术发展的脉络，这对从事铝工业生产、科研、教学的人员了解中国铝工业技术的发展历史和现状、把握铝工业生产技术的最新未来发展的趋势是十分有益的，该书可作为铝工业从业人员的技术读本，也可作为高等院校的教学参考资料。真诚地希望此书能够激励正在为中国铝工业发展辛勤工作的人们努力钻研、开拓创新、勇攀科技高峰，为实现科技振兴铝业、产业报效国家的理想，为实现我国由铝业大国向铝业强国的历史性转变而发挥聪明才智、施展卓越才华。

王淀佐

2007年11月28日

目 录

1 绪 论

1.1 含铝矿物	1
1.2 铝的性质	2
1.2.1 铝的物理性质	2
1.2.2 铝的化学性质	2
1.3 铝工业的发展历史	3
1.4 铝的应用	5
1.5 现代铝工业技术的重要作用	7
1.6 中国铝工业技术发展的重要任务	8

2 铝土矿资源及开采

2.1 世界铝土矿资源	10
2.1.1 世界铝土矿的储量与分布	10
2.1.2 世界铝土矿的品位及储量特点	11
2.1.3 世界铝土矿探矿的潜力地区	13
2.2 中国铝土矿资源	13
2.2.1 中国铝土矿的储量及分布	13
2.2.2 中国铝土矿的地质勘查	16
2.2.3 中国的主要铝土矿区	17
2.2.4 中国铝土矿资源的性质和特点	20
2.2.5 中国铝土矿特点对氧化铝生产的影响	23
2.2.6 中国铝土矿资源远景储量的预测	25
2.3 国外铝土矿的开采	27
2.3.1 国外铝土矿开采概况	27
2.3.2 国外铝土矿开采业的发展趋势	28
2.4 中国铝土矿的开采	28

2.4.1 国内铝土矿开采概况	28
2.4.2 国内铝土矿采矿技术	29
2.5 中国铝土矿开采技术的进步	34
2.5.1 铝土矿采矿方面的主要技术成就	34
2.5.2 铝土矿区复垦方面的主要技术成就	35
参考文献	36

3 氧化铝

3.1 概况	37
3.2 国外氧化铝工业	38
3.2.1 国外氧化铝工业产量、规模及分布	38
3.2.2 国外氧化铝工业的主要技术经济指标	42
3.2.3 国外氧化铝工业发展的特点	44
3.2.4 国外氧化铝工业技术的发展方向	45
3.3 中国氧化铝工业	47
3.3.1 中国氧化铝工业的发展历程	47
3.3.2 中国氧化铝工业的生产现状	50
3.3.3 中国氧化铝生产技术	53
3.3.4 中国氧化铝工业目前存在的主要问题	60
3.4 中国氧化铝工业生产技术的重大成就	64
3.4.1 处理中国中低品位一水硬铝石矿的新方法、新流程	64
3.4.2 中国氧化铝工业重大高效节能关键技术	70
3.4.3 一水硬铝石生产砂状氧化铝技术	89
3.4.4 中国氧化铝生产重大装备的创新	96
3.4.5 氧化铝工业的环境保护和资源综合利用	110
3.5 中国氧化铝工业发展的展望	115
3.5.1 中国氧化铝工业发展的趋势	115
3.5.2 中国氧化铝工业技术的主要发展方向	116
参考文献	124

4 化学品氧化铝

4.1 化学品氧化铝工业发展概况	126
4.2 高白度氢氧化铝	127

4.2.1 概述	127
4.2.2 高白氢氧化铝的生产	127
4.2.3 高白氢氧化铝生产的技术进步	128
4.3 活性氧化铝	129
4.3.1 概述	129
4.3.2 活性氧化铝的生产	129
4.3.3 活性氧化铝的技术发展	130
4.4 超细氢氧化铝	131
4.4.1 概述	131
4.4.2 超细氢氧化铝的制备	131
4.4.3 超细氢氧化铝的发展展望	133
4.5 高纯氧化铝	134
4.5.1 概述	134
4.5.2 高纯氧化铝的主要生产方法	134
4.5.3 高纯氧化铝的发展方向	136
4.6 高温氧化铝	136
4.6.1 概述	136
4.6.2 高温氧化铝的生产工艺和主要设备	137
4.6.3 高温氧化铝新产品开发	138
4.7 沸石系列	139
4.7.1 概述	139
4.7.2 4A 沸石的生产技术进步	140
4.7.3 4A 沸石主要生产设备的生产技术进步	141
4.8 拟薄水铝石	142
4.8.1 概述	142
4.8.2 拟薄水铝石的生产和主要设备	143
4.8.3 拟薄水铝石生产技术的发展	143
4.9 铝酸钙水泥	144
4.9.1 概述	144
4.9.2 铝酸钙水泥的生产	144
4.9.3 纯铝酸钙水泥的发展方向	146
4.10 其他特种氢氧化铝和氧化铝产品	146
4.10.1 低铁氢氧化铝	146
4.10.2 低钠氢氧化铝	146
4.10.3 易溶氢氧化铝	146

4.10.4 片状氧化铝	147
4.10.5 纳米氧化铝	147
4.11 化学品氧化铝的技术发展趋势	148
参考文献	148

5 电 解 铝

5.1 概述	149
5.2 国外电解铝工业	150
5.2.1 国外电解铝工业的概况	150
5.2.2 国外电解铝工业的特点	162
5.2.3 国外电解铝工业的发展方向	174
5.3 中国电解铝工业的发展	176
5.3.1 中国电解铝工业的发展历程及现状	176
5.3.2 中国电解铝工业采用的主要技术	180
5.3.3 中国电解铝工业面临的主要问题	182
5.4 中国电解铝工业生产技术的重大成就	187
5.4.1 大型预焙电解槽的开发与设计技术	187
5.4.2 自焙槽改为小型预焙槽的技术	194
5.4.3 铝电解生产节能降耗技术	196
5.4.4 延长铝电解槽寿命技术	203
5.4.5 铝电解计算机控制技术	209
5.4.6 铝电解工业烟气净化技术	211
5.4.7 铝电解原铝精炼与直接生产铝基合金技术	213
5.5 中国电解铝工业发展的展望	218
5.5.1 中国电解铝工业的中长期发展趋势	218
5.5.2 电解铝工业技术的主要发展方向	219
参考文献	235

6 氟 化 盐

6.1 中国氟化盐工业发展历程	237
6.2 中国氟化盐工业现状	237
6.2.1 中国氟化盐工业的资源现状	237
6.2.2 中国氟化盐工业的产能规模及分布	241

6.2.3 中国氟化盐工业的技术状况	242
6.2.4 中国氟化盐工业的产品质量	248
6.3 中国氟化盐工业的主要技术进展	250
6.4 中国氟化盐工业存在的主要问题及发展对策	254
6.4.1 中国氟化盐工业存在的主要问题	254
6.4.2 中国氟化盐工业的发展对策	256
6.5 中国氟化盐工业的发展趋势	259
6.5.1 原料萤石战略性资源继续趋紧, 价格仍居高不下	259
6.5.2 磷肥回收氟资源生产含氟化学品技术无论是作为技术储备, 还是作为生产应用都是下一步的研发热点	259
6.5.3 氟化盐品种及结构将发生改变	260
6.5.4 工艺和设备方面的发展重点将根据产品品种的不同而变化	260
6.5.5 加强环境治理, 发展循环经济, 实行清洁生产	260
6.5.6 国际化及资本市场趋势强劲	260
参考文献	261

7 炭 素 阳 极

7.1 炭素阳极概论	263
7.1.1 铝用炭素阳极的种类及作用	263
7.1.2 铝电解对炭素阳极质量的要求	265
7.2 国外炭阳极生产技术	266
7.2.1 国外炭阳极生产技术概况	266
7.2.2 国外铝用炭素材料工业特点	267
7.2.3 国外炭阳极生产技术的发展趋势	268
7.3 中国炭阳极生产的原材料	270
7.3.1 石油焦	270
7.3.2 煤沥青	275
7.4 中国自焙阳极糊生产技术	280
7.4.1 侧插自焙槽用阳极糊	280
7.4.2 上插自焙槽用阳极糊	280
7.4.3 干阳极糊生产技术与应用	281
7.4.4 阳极糊添加剂的研究及应用	281
7.5 中国预焙炭阳极生产技术	281
7.5.1 我国预焙阳极生产现状	281

7.5.2 我国预焙阳极生产工艺特点	288
7.5.3 石油焦的煅烧	288
7.5.4 破碎、筛分、磨粉和配方	293
7.5.5 混捏和成形	294
7.5.6 阳极的焙烧	296
7.5.7 节能和环保技术	299
7.5.8 中国炭阳极生产存在的主要问题	302
7.6 现代化预焙炭阳极生产技术的发展方向	305
7.6.1 国内外预焙炭阳极生产技术的主要差距	305
7.6.2 我国预焙炭阳极生产技术迫切需要解决的关键问题	306
7.6.3 我国预焙炭阳极生产技术发展方向	306
7.7 预焙炭阳极质量控制技术	310
7.7.1 预焙炭阳极新质量标准体系的建立	310
7.7.2 质量分析技术进步	311
参考文献	316

8 铝用阴极和内衬材料

8.1 铝用阴极材料	318
8.1.1 炭素阴极材料的分类和作用	318
8.1.2 国外铝用阴极炭素材料生产技术	319
8.1.3 铝用阴极生产用原料	323
8.1.4 我国阴极制品生产现状	325
8.1.5 阴极材料的生产工艺及控制	329
8.1.6 铝电解槽用阴极新产品新材料的开发	330
8.1.7 阴极材料标准和分析技术	340
8.1.8 中国铝用阴极材料存在的问题	342
8.1.9 中国铝用阴极材料发展趋势	342
8.2 氮化硅结合碳化硅砖在大型铝电解槽上的应用	344
8.2.1 氮化硅结合碳化硅砖的性能	344
8.2.2 氮化硅结合碳化硅砖制品的研发与生产	345
8.2.3 氮化硅结合碳化硅砖的工业应用	346
8.2.4 氮化硅结合碳化硅的应用现状及前景	347
8.3 干粉防渗材料的开发及应用	347
8.3.1 干粉防渗材料的防渗机理	347

8.3.2 干粉防渗材料性能的评价	348
8.3.3 干粉防渗材料的开发与应用	348
参考文献	349

9 铝合金铸造及铝加工

9.1 概述	350
9.1.1 中国铝加工材生产	350
9.1.2 中国铝加工材进出口	351
9.1.3 中国铝加工材消费	352
9.1.4 中国铝加工产业的发展特点	353
9.1.5 中国铝加工产业发展存在的问题	354
9.1.6 中国铝加工业发展预测	355
9.2 熔炼与铸造技术	357
9.2.1 电解铝液直接配料	357
9.2.2 熔炼、保温技术及装备	358
9.2.3 铝熔体处理技术	359
9.2.4 铝及铝合金铸造技术	362
9.2.5 连续铸轧技术及装备	364
9.2.6 连铸连轧技术	365
9.3 现代铝板带箔材生产技术与装备	366
9.3.1 轧制技术	366
9.3.2 热处理技术	371
9.3.3 精整生产技术	372
9.3.4 辅助生产设备技术	372
9.4 现代管棒型线材生产技术与装备	372
9.4.1 铝合金挤压技术	372
9.4.2 铝合金管材冷轧技术	375
9.4.3 铝合金拉伸技术	376
9.4.4 铝及铝合金管、棒、型、线材的热处理技术与设备	378
9.4.5 铝及铝合金管、棒、型、线材的精整矫直技术与设备	378
9.5 锻压技术与装备	379
9.5.1 锻压技术	379
9.5.2 锻压装备	382
9.6 压铸技术及装备	383