



劳动和社会保障部培训就业司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

电解铝 生产工艺与设备

DIANJIÉLǚ SHENGCHÁN GONGYI YU SHEBEI

王 捷 编



冶金工业出版社

劳动和社会保障部培训就业司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

电解铝生产工艺与设备

王 捷 编
史学红 主审

北 京
冶金工业出版社
2006

内 容 提 要

本书为行业职业技能培训教材,是根据企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过。

全书共分 20 章,分别介绍了电解铝生产的原理、工艺流程、技术指标和常见故障的预防与处理等内容。在内容的组织安排上,力求少而精,通俗易懂,理论联系实际,切合生产的实际需要,突出行业的特点。为便于读者自学,加深理解和学用结合,各章均配有复习思考题。

本书可作为电解铝生产企业岗位操作人员的培训教材,也可作为职业技术院校相关专业的教材或工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电解铝生产工艺与设备/王捷编. —北京:冶金工业出版社,2006.9

冶金行业职业教育培训规划教材

ISBN 7-5024-4002-X

I. 电… II. 王… III. 炼铝—电解冶金—技术培训—教材 IV. TF821

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 070732 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 宋 良 美术编辑 李 心

责任校对 白 迅 李文彦 责任印制 丁小晶

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2006 年 9 月第 1 版,2006 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;13 印张;400 千字;188 页;1—3000 册

35.00 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

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

冶金行业职业教育培训规划教材

编辑委员会

主 任 王子林 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
主任委员;唐山钢铁公司 副总经理

曹胜利 冶金工业出版社 社长

副主任 董兆伟 河北工业职业技术学院 院长

鲁启峰 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
副主任委员;中国钢协职业培训中心 副主任

顾 问 北京科技大学 曲 英 王筱留 袁 康 施东成
委 员

首钢总公司	舒友珍	何智广	宝山钢铁公司	杨敏宏
太原钢铁公司	贾宝林	孟永钢	武汉钢铁公司	孙志桥
马鞍山钢铁公司	王茂龙	陈 宣	本溪钢铁公司	张春雨
唐山钢铁公司	宋润平	冯柄晓	江苏沙钢公司	黄国刚
济南钢铁公司	陈启祥	赵树俭	天津天铁公司	王金铭
南京钢铁联合公司	陈龙宝	朱朝全	钢协培训中心	宋 凯
承德钢铁公司	魏洪如	高 影	济源钢铁公司	靳沁萍
石家庄钢铁公司	侯 敏	冷学中	滦河集团公司	王爱民
首钢迁安钢铁公司	王宝军	王 蕾	河北冶金研究院	彭万树
邯郸钢铁公司	张晓力	李 阳	河北冶金设计院	周建宏
宣化钢铁公司	张聪山	李豪杰	港陆钢铁公司	赵福桐
淮阴钢铁公司	刘 瑾	王灿秀	邯钢衡水薄板厂	魏虎平
邢台钢铁公司	张力达	孙汉勇	半壁店钢铁公司	刘春梅
纵横钢铁公司	王建民	阚永梅	鹿泉钢铁公司	社会武
河北工业职业技术学院	袁建路	李文兴	河北立国集团	郭志敏
山西工程职业技术学院	王明海	史学红		
冶金工业出版社	宋 良	(010-64027900, 3ba@cnmip.com.cn)		

序

吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这其间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量能否迅速增长、素质能否不断提高,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视。在 2003 年的全国人事工作会议上,中央再一次明确了人才立国的发展战略,同时国家已开始着手进行终身学习法的制定调研工作。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作将出现长期稳定发展的新局面。

为了搞好冶金行业职工的技能培训工作,河北工业职业技术学院同冶金工业出版社和中国钢协职业培训中心密切协作,联合有关的冶金企业和职业技术学院,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,给予推荐。河北工业职业技术学院的各级领导和教师在时间紧、任务重的情况下,克服困难,辛勤工作,在有关单位的工程技术人员和教师的积极参与和大力支持下,出色地完成了前期工作,为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行,打下了坚实的基础。相信本套教材的出版,将为企业生产一线人员的理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高,企业核心竞争力的不断增强,起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展,职业技能培训也取得了巨大的成绩,

大多数企业建立了完善的职工教育培训体系,职工素质不断提高,为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。我个人认为,今后的培训工作重点,应注意继续加强职业技能培训工作者的队伍建设,继续丰富教材品种,加强对高技能人才的培养,进一步加强岗前培训,加强企业间、国际间的合作,开辟新的局面。

展望未来,任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路,加强合作,全面提升从业人员的素质,要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人,培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人,培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人;不断创新,不断发展,力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶,为冶金行业持续、稳定、健康发展,做出新的贡献!

前言

本书是按照劳动和社会保障部的规划,受冶金工业出版社的委托,在编委会的组织安排下,参照行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。书稿经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过,由劳动和社会保障部培训就业司推荐作为行业职业技能培训教材。

本书以培养具有较高专业素质和较强职业技能,适应企业生产及管理需要的高级技术应用型人才为目标,贯彻理论与实际相结合的原则,力求体现职业教育的针对性强、理论知识的实践性强、培养应用型人才的特点。

书中注重理论知识的应用、实践技术的训练以及分析解决问题和创新能力的提高,分别介绍了电解铝生产工艺的基础理论、操作技能和生产管理知识,不同电解槽型的工艺特点,铝的铸造工艺,烟气净化等内容;其中对侧插阳极棒式自焙槽和中间下料预焙槽两种生产工艺的技术条件控制与槽前操作、病槽原因及处理方法分别作了详细的介绍,对电解铝生产的新技术、新材料也作了扼要的介绍。在内容的组织安排上,力求少而精,通俗易懂,理论联系实际,切合生产的实际需要,突出行业的特点。为便于读者自学,加深理解和学用结合,各章均配有复习思考题。

本书由山西工程职业技术学院王捷编写,史学红副教授主审。在编写过程中得到了学院领导及薛巧英教授、金鑫副教授的大力支持;初稿曾由山西工程职业技术学院马青副教授、王明海副教授审阅并提出许多宝贵意见,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者
2006年5月

目 录

绪 论	1
A 铝的性质及用途	1
B 电解铝对原料的要求	2
a 电解铝生产流程	2
b 原料——氧化铝(Al_2O_3)	2
c 溶剂——氟化盐	4
d 阳极材料	6
e 铝电解槽的发展	8
复习思考题	8
1 电解铝生产原理	9
1.1 铝电解质的性质	9
1.1.1 初晶温度	9
1.1.2 密度	10
1.1.3 电导率	10
1.1.4 黏度	11
1.1.5 电解质的湿润性	12
1.1.6 各种添加剂对电解质性质的影响	13
1.2 铝电解的两极反应	14
1.2.1 阴极反应	14
1.2.2 阳极反应	14
1.2.3 阴阳两极的总反应	14
1.2.4 阴阳两极附近电解质成分的变化	14
1.3 铝电解的两极副反应	14
1.3.1 阴极副反应	15
1.3.2 阳极副反应	17
1.4 电解质中氧化铝的分解电压	18
复习思考题	18
2 铝电解的电流效率和电能效率	19
2.1 电流效率	19
2.1.1 电流效率概念	19
2.1.2 影响电流效率的因素	19
2.1.3 提高电流效率的措施	24
2.2 电能效率	25

2.2.1 电能效率概念	25
2.2.2 提高电能效率的意义	25
2.2.3 降低槽平均电压的途径	26
复习思考题	29
3 铝电解槽及附属设备	30
3.1 侧插式自焙阳极电解槽的结构	31
3.1.1 槽基础部分	31
3.1.2 阴极构造部分	31
3.1.3 阳极构造部分	32
3.1.4 上部金属结构	32
3.1.5 导电母线和绝缘措施	32
3.2 预焙阳极电解槽的结构	33
3.2.1 基础	33
3.2.2 阴极结构	33
3.2.3 上部结构	34
3.2.4 母线结构	35
3.2.5 电气绝缘	36
3.3 电解铝生产车间	37
3.4 电解铝生产的辅助设备	37
3.4.1 侧插式自焙阳极槽所用工具	37
3.4.2 预焙阳极电解槽所用工具	38
复习思考题	38
4 铝电解槽的焙烧及启动	39
4.1 焙烧方法简介	39
4.1.1 铝电解槽焙烧的目的	39
4.1.2 焙烧方法	39
4.2 自焙阳极电解槽的铸型与焙烧	42
4.2.1 自焙阳极电解槽的铸型与装料	42
4.2.2 自焙阳极电解槽的焙烧工艺	44
4.3 预焙阳极电解槽的焙烧	46
4.3.1 预焙阳极电解槽的焦粒焙烧	46
4.3.2 预焙阳极电解槽的铝液焙烧	51
4.3.3 预焙阳极电解槽的燃气焙烧	52
4.4 大修理后电解槽的焙烧	53
4.5 铝电解槽的启动	53
4.5.1 侧插自焙阳极电解槽的启动	53
4.5.2 预焙阳极电解槽的启动	54
4.5.3 铝电解槽的二次启动	58
4.6 炉膛内型的形成及意义	61

4.6.1 炉膛内型的形成	61
4.6.2 电解槽建立规整炉膛内型的意义	63
复习思考题	64
5 铝电解槽正常生产时的工艺技术条件	65
5.1 槽电压	65
5.1.1 电解槽生产的不同电压名称及其关系	65
5.1.2 槽工作电压	65
5.1.3 槽工作电压的组成	66
5.1.4 槽工作电压的控制	67
5.2 铝水平和出铝	68
5.3 极距	69
5.4 电解温度	70
5.5 电解质成分	71
5.5.1 电解质分子比(CR)	71
5.5.2 电解质中的氧化铝含量	71
5.6 电解质水平	72
5.7 阳极效应系数	73
5.8 电解槽正常生产的技术参数	74
5.8.1 自焙阳极电解槽的技术参数	74
5.8.2 预焙阳极电解槽的技术参数	74
5.9 铝电解槽正常生产的特征	75
复习思考题	75
6 侧插自焙阳极电解槽的工艺操作	76
6.1 加料	76
6.1.1 电解槽的效应加工	76
6.1.2 电解槽的无效应加工	78
6.2 阳极操作	79
6.2.1 侧插槽自焙阳极的烧结原理	79
6.2.2 转接铜母线	80
6.2.3 拔出阳极棒	80
6.2.4 提升阳极框架	80
6.2.5 钉阳极棒	80
6.2.6 加阳极糊	81
6.2.7 铆接铝壳	81
6.3 出铝	81
6.3.1 真空出铝法	81
6.3.2 虹吸出铝法	84
6.3.3 流口出铝和带孔生铁坩埚出铝法	84
6.4 电解质成分的调整	84

6.4.1 电解质成分变化经过及原因	85
6.4.2 电解质成分的检查	86
6.4.3 电解质成分的调整	87
6.5 电解技术参数的测量	88
6.5.1 电解温度的测量	88
6.5.2 铝液和电解质水平的测量	88
6.5.3 极距的测量	88
6.5.4 炉底电压降的测量	88
6.5.5 槽内铝液的盘存	89
复习思考题	89
7 预焙阳极中间下料电解槽的工艺操作	90
7.1 预焙阳极电解槽的定时加料(NB)	90
7.2 阳极操作	90
7.2.1 阳极更换(AC)	90
7.2.2 提升阳极水平母线(RR)	95
7.3 阳极效应的熄灭(AEB)	96
7.4 出铝(TAP)	97
复习思考题	98
8 病槽	99
8.1 冷槽	99
8.1.1 冷槽发生的原因	99
8.1.2 不同阶段冷槽的特征及处理	99
8.2 热槽	101
8.2.1 热槽发生的原因	101
8.2.2 不同阶段热槽的特征及处理	102
8.3 电解槽物料平衡的破坏	105
8.4 压槽	105
8.4.1 压槽的外观特征	105
8.4.2 压槽的产生原因	105
8.4.3 压槽的处理	106
8.5 电解质含炭及处理	106
8.5.1 电解质含炭的特征	106
8.5.2 电解质含炭的原因	106
8.5.3 电解质含炭的处理方法	106
8.6 滚铝	107
8.6.1 滚铝发生的原因	107
8.6.2 滚铝槽的处理	108
8.7 病槽的预防	108
8.7.1 病槽早期的直观判断法	108

8.7.2 计算机在病槽预防方面的作用	109
8.7.3 保证原材料的质量	110
复习思考题	110
9 阳极故障及处理	111
9.1 侧插自焙槽的阳极故障	111
9.1.1 漏阳极糊	111
9.1.2 阳极下沉	111
9.1.3 阳极断层	111
9.1.4 阳极烧尖	112
9.1.5 阳极长包	113
9.2 预焙槽的阳极故障	114
9.2.1 阳极多组脱落	114
9.2.2 预焙阳极的长包	114
复习思考题	115
10 电解生产事故	116
10.1 生产技术事故	116
10.1.1 难灭效应	116
10.1.2 漏槽	117
10.1.3 操作严重过失	118
10.2 设备事故	119
复习思考题	119
11 电解槽的破损和维护	120
11.1 电解槽的破损	120
11.1.1 电解槽的破损现象	120
11.1.2 电解槽的破损机理	120
11.1.3 侵蚀对电解槽的破坏方式	121
11.2 电解槽的维护	123
11.2.1 铝电解槽破损的判断	123
11.2.2 铝电解槽破损的修补	124
11.2.3 铝电解槽修补后的管理	124
11.3 延长电解槽使用寿命的措施	125
11.3.1 使用高质量的炭素材料	125
11.3.2 保证阴极内衬的砌筑质量	125
11.3.3 改善槽底保温材料的结构	126
11.3.4 采用合理的焙烧启动制度	126
11.3.5 注意启动后期的作业制度	126
11.3.6 保持电解槽的平稳生产	126
11.3.7 新技术的应用	127

复习思考题·····	129
12 电解槽的计算机控制 ·····	130
12.1 计算机系统的控制形式·····	130
12.1.1 集中式·····	130
12.1.2 分布式·····	131
12.1.3 集中-分布式·····	131
12.2 计算机系统的配置·····	132
12.2.1 计算机·····	132
12.2.2 工业接口机·····	132
12.2.3 槽控机·····	132
12.3 计算机系统的控制内容·····	133
12.3.1 槽电压控制(简称 RC)·····	133
12.3.2 加料控制·····	134
12.3.3 效应警报和自动熄灭效应·····	134
12.3.4 异常槽的判断和警报·····	134
12.3.5 计算机对电解槽槽况的智能分析·····	134
12.3.6 收集数据和编制打印报表·····	135
12.4 现场操作与计算机的联系·····	135
复习思考题·····	135
13 电解铝生产的主要经济技术指标 ·····	136
13.1 产品产量·····	136
13.1.1 铝液产量·····	136
13.1.2 商品铝产量·····	136
13.2 产品质量·····	136
13.2.1 商品铝锭 Al99.7% 以上率·····	136
13.2.2 铸锭合格率·····	136
13.3 生产技术经济指标·····	137
13.3.1 平均电流强度·····	137
13.3.2 平均电压·····	137
13.3.3 电流效率·····	137
13.3.4 吨铝直流电耗·····	138
13.3.5 原材料单耗·····	138
13.3.6 整流效率·····	139
14 电解铝生产的烟气净化回收 ·····	140
14.1 概述·····	140
14.1.1 电解铝烟气成分·····	140
14.1.2 电解铝烟气的危害·····	140
14.1.3 电解铝烟气中有害成分的来源·····	141

14.1.4 电解铝烟气的净化方法·····	141
14.1.5 电解铝烟气的捕集·····	141
14.2 电解铝烟气的湿法净化·····	142
14.2.1 烟气湿法净化方法·····	142
14.2.2 烟气湿法净化回收优缺点·····	142
14.2.3 烟气湿法净化回收原理(碱法)·····	143
14.2.4 烟气湿法净化回收工艺(碱法)·····	143
14.3 电解铝烟气的干法净化·····	145
14.3.1 氧化铝和氟化氢的性质·····	146
14.3.2 干法净化原理·····	147
14.3.3 干法净化工艺·····	147
14.3.4 侧插槽沥青烟气的干法净化·····	148
复习思考题·····	149
15 氧化铝的输送 ·····	150
15.1 稀相输送·····	150
15.2 浓相输送·····	150
15.3 斜槽输送·····	150
15.4 超浓相输送·····	150
复习思考题·····	152
16 原铝质量 ·····	153
16.1 原铝质量·····	153
16.1.1 原铝中杂质的构成·····	153
16.1.2 原铝中杂质的来源·····	153
16.1.3 原铝的质量控制·····	154
16.1.4 原铝的质量标准·····	154
16.2 铝液净化·····	155
16.2.1 降温除气法·····	155
16.2.2 搅拌和静置除气除渣法·····	155
16.2.3 凝固—再熔净化法·····	156
16.2.4 氮—氟混合气体净化法·····	156
16.2.5 熔剂净化法·····	157
16.2.6 过滤与吹气联合净化法·····	158
16.2.7 玻璃丝布过滤净化法·····	159
16.2.8 铝液净化工艺·····	159
16.3 配料·····	160
16.3.1 液体配料·····	160
16.3.2 固体配料·····	160
复习思考题·····	161

17 铝锭铸造	162
17.1 铸锭的结晶过程	162
17.1.1 重熔用铝锭的结晶过程	162
17.1.2 铝线锭的结晶过程	162
17.1.3 影响铸锭结晶的因素	163
17.1.4 铸锭的偏析、裂纹和气孔	163
17.2 重熔用铝锭的铸造	164
17.2.1 抬包直接浇铸法	164
17.2.2 混合炉浇铸法	166
17.2.3 铝锭堆垛、检验及包装	167
17.2.4 影响重熔用铝锭质量的因素及处理办法	167
17.3 铝线锭(拉丝铝锭)的铸造	168
17.3.1 炉料和工具的准备	168
17.3.2 浇铸	169
17.3.3 浇铸的结束	169
17.3.4 铝线锭的锯切	169
17.3.5 影响铝线锭质量的因素及处理办法	169
17.3.6 铝线锭的检查	171
17.4 铸造设备	172
17.4.1 铸造炉	172
17.4.2 铸造机	174
17.4.3 铸造的辅助设备	178
复习思考题	179
18 预焙阳极组装	180
复习思考题	181
19 电解槽的砌筑	182
19.1 铝电解槽的砌筑材料	182
19.1.1 耐火材料	182
19.1.2 保温材料	182
19.1.3 胶结料	183
19.1.4 阴极糊料	184
19.1.5 阴极炭块和侧部炭块	184
19.2 铝电解槽的砌筑	186
20 电解铝生产的废水、废渣处理	187
20.1 废水处理	187
20.2 废渣处理	187
参考文献	188

绪 论

A 铝的性质及用途

铝是一种银白色的轻金属,常温下密度为 2.7 g/cm^3 ,铝(Al 99.8%)的主要物理性质如表 1。

表 1 铝的主要物理性质

密度	$2.7 \text{ g/cm}^3(20^\circ\text{C})$ $2.3 \text{ g/cm}^3(660^\circ\text{C})$
熔 点	660°C
沸 点	2467°C
电导率(20°C)	$(36\sim 37) \times 10^{-4} \text{ 1}/(\Omega \cdot \text{cm})$
电化当量	$0.3356 \text{ g}/(\text{A} \cdot \text{h})$

铝是两性化合物,既能与碱反应,又能与酸反应。

铝及铝合金已成为世界上最为广泛应用的金属材料之一。

铝因其在空气中的稳定性和表面处理后的极佳外观而在建筑业上得到广泛应用,其用量约占铝产量的 30% 以上。铝在建筑业中主要用于门窗、幕墙,还用于建筑构架、脚手架、踏板、模板,以及粮仓、储罐、桥梁,等等。随着国民经济,特别是房地产业的快速发展,建筑业铝用量增加很快,到 2003 年已增到 171 万 t。据预测,到 2010 年以前,我国建筑业用铝将在 2003 年的基础上以年均 8.5% 的速度继续快速增长。

铝的导电性良好,而密度只有铜和铁的三分之一,因此作为电气用品在无线电和电气工业中被广泛使用,其用量约占铝产量的 18%,主要用于架空导线、电力电缆、通信电缆、电器装备线缆和绕组线五大类。2003 年电工用铝已达到 80 万 t,预计到 2010 年以前,也将在 2003 年的基础上以年均 8.5% 的速度增长,用量将达到 140 万 t 左右。

铝合金既有质轻的优点,又兼有优良的机械性能,因此在交通运输行业的使用也在快速增加,1987 年为 2.4%,2003 年提高到 11%。汽车用铝部件已达数十种,美国汽车用铝量占车自重从 1980 年的 5.0% 增加到 2001 年的 8.0%。据统计,我国汽车用铝平均为 115 kg/辆,加上城市轻轨地铁、铁路列车、航空、航天、舰船及集装箱等用铝,预计 2010 年将达到 300 万 t 左右。

铝具有良好的延展性,因此包装业也是用铝大户。2003 年我国包装领域消耗铝约 14 万 t,预计到 2010 年将增加到 30 万 t,增速为 11.5%。

铝的化学活性大,在冶金工业中被用作还原剂、脱氧剂和发热剂。所以钢铁工业的发展对铝的需求量也在不断加大。

随着国民经济快速发展,我国已逐渐成为“全球加工基地”,钢铁、有色金属等基础工业蓬勃发展。近几年来,电解铝产量猛增,自 1997 年产量突破 200 万 t 后,本世纪以来以年均 18.9% 的速度高速发展,远高于国民经济的增长速度。2001 年突破 300 万 t,2002 年突破 400 万 t,2003 年突破 500 万 t,2004 年达到了 683 万 t,2005 年为 780 万 t,产量已居世界第一,成为世界铝生产大

国。

但是,我们必须看到,目前我国电解铝产能大大超过需求,盲目建设有反弹压力。电解铝供过于求已使大量产能闲置,利用率仅约 75%~78%。

国务院 9 部委于 2006 年 4 月发布了关于加快铝工业结构调整的指导原则:以转变铝工业增长方式为中心,以结构调整为重点,按照结构优化、技术创新、科学规划、总量调控、降低消耗、保护环境的原则进行宏观引导,做到氧化铝行业实现有序发展、电解铝行业制止违规投资反弹、铝加工行业重点开发高附加值品种,推动企业技术装备水平的提高和产品结构的升级,促进铝工业走新型工业化道路,实现可持续发展。

B 电解铝对原料的要求

a 电解铝生产流程

现代金属铝的生产主要采用冰晶石-氧化铝融盐电解法。生产工艺流程如图 1 所示。

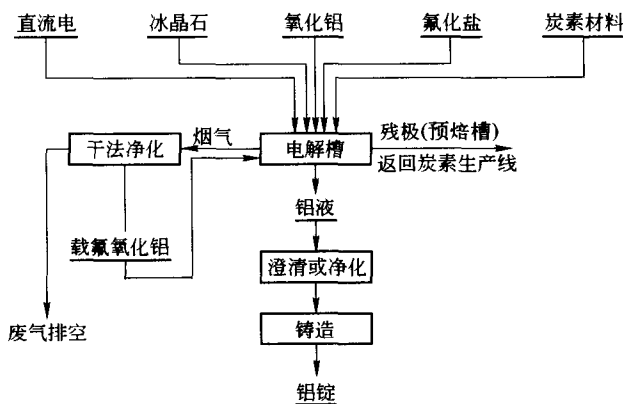


图 1 电解铝生产流程

直流电通入电解槽,使溶解于电解质中的氧化铝在槽内的阴、阳两极发生电化学反应。在阴极电解析出金属铝,在阳极电解析出 CO 和 CO_2 气体。铝液定期用真空抬包吸出,经过净化澄清后,浇铸成商品铝锭。阳极气体经净化后,废气排空,回收的氟化物返回电解槽。电解槽温度控制在 $940\sim 960^\circ\text{C}$ 。

b 原料——氧化铝(Al_2O_3)

氧化铝是电解生产金属铝的原料。氧化铝是一种白色粉末,熔点为 2050°C ,真密度 $3.5\sim 3.6\text{ g/cm}^3$,堆积密度 1 g/cm^3 左右,不溶于水而能溶解于熔融的冰晶石中。工业氧化铝一般含 Al_2O_3 98% 左右。为了得到优质金属铝,要求原料氧化铝化学纯度高、化学活性大、物理性能好及粒度适中。

(1) 化学纯度。氧化铝中含有少量杂质如 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 Na_2O 、 CaO 等。在电解过程中,比铝更具正电性的金属氧化物(SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2)将会被电解析出的铝还原成金属进入铝液,从而污染金属铝,降低质量品级。比铝更具负电性的金属氧化物(Na_2O 、 CaO)则会与冰晶石发生反应,从而使电解质成分发生改变而影响电解过程,增大氟盐的消耗。水分的存在同样会分解冰晶