



Jining Carbon

铝电解 炭阳极技术 (一)

LUDIANJIETANYANGJIJISHU

主编 王平甫 宫振

冶金工业出版社

铝电解炭阳极技术

(一)

主 编	王平甫	官 振
副主编	贾鲁宁	李庆义
	谭芝运	赵建军

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2002

内 容 简 介

本书汇编了国内外铝电解炭阳极技术的研究成果和经验。全书共分十章,内容分别涉及现代炼铝技术与炭阳极概论、骨料石油焦技术、粘结剂煤沥青技术、石油焦煅烧技术、生阳极制造(破碎、配料、混捏、成型)技术、焙烧技术、炭阳极质量标准与影响质量的因素、炭阳极测试技术、阳极厂环保技术与阳极厂设计计算基础。本书可供炭素行业、铝电解行业、石化和焦化行业以及相关行业的工厂、设计研究院所的管理部门的技术人员、管理人员及工人阅读,也可以作为大专院校及工厂职工培训参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

铝电解炭阳极技术(一)/王平甫,宫振主编. —北京:
冶金工业出版社,2002.4

ISBN 7-5024-2969-7

I. 铝… II. ①王… ②宫… III. 氧化铝电解—
阳极氧化—技术 IV. TF111.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 007627 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 章秀珍 美术编辑 李 心 责任校对 侯 珮 责任印制 李玉山

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

2002 年 4 月第 1 版,2002 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 27.25 印张; 662 千字; 428 页; 1-2200 册

68.00 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)

前 言

炭阳极是铝电解生产的“心脏”，其工作和质量状况对铝电解生产的技术经济指标影响极大。但是，铝电解炭阳极技术在许多方面涉及石油化工、煤焦油化工、炭素工艺、热工炉窑和铝电解技术的边缘。近年来相关技术发展很快，发表了大量的论文、专著，取得了诸多成果，但缺少综合应用于铝电解炭阳极技术的专业书籍。本书正是从这些专业和铝用炭阳极的结合处入手，主编的我国第一本公开发表的铝用炭阳极书籍。

从1998年起，我国已成为世界上第三位铝生产和铝用炭阳极生产大国。2000年，我国铝产量超过280万t，炭阳极制品产量超过160万t。近年来，我国炭阳极出口量逐年增加。随着铝电解和炭阳极生产的发展，国内铝电解炭阳极技术也取得显著进步，取得一系列研究成果，发表了不少论文。但是与铝电解工业的巨大进步和对炭阳极越来越严格的要求相比，铝电解炭阳极技术在许多方面急需提高。从原料、工艺、装备到检测设备、检测技术，不仅和国外先进技术有较大差距，而且国内的研究成果和先进技术尚需进一步传播和推广。

为了进一步推动我国铝用炭阳极技术进步，本书较全面吸收汇编了国内外铝用炭阳极诸多方面的研究成果和经验。编著过程中查阅中外研究报告、论文1000余篇，结合我国当前铝用炭阳极实际状况，编写、改编和整理论文、报告近100篇，其中约半数作者从事的铝电解炭阳极的研究论文，一部分是作者整理选编的国内外著名专家公开发表的铝电解炭阳极诸方面有代表性的研究成果和经验，其中有中国工程院邱竹贤院士的《工业铝电解槽的现代生产技术》、郑州轻金属研究院铝电解室主任刘凤琴教授的《提高炭素原料抗氧化性的研究》、武汉科技大学许斌教授的《浸渍剂沥青》、《炭素技术》主编刘明非教授的《炭素制品抗热震性能测定方法》以及李圣华、冯乃祥、路忠胜、董可忠、张平、周跃庭等的文章，文后均注有作者姓名，这里仅向作者及有关同志表示感谢。从某种意义上讲，它是现代铝电解炭阳极技术的荟萃，它同时吸收铝冶炼和炭素、石化专业书籍所涉及不到的技术精华，是一本难得的系统的铝电解炭阳极技术书籍。

在我国,有关铝用炭素方面的技术书籍很少,铝用炭素专家学者的论文、成果难以得到进一步推广。本书的编写断断续续历经 10 年。在编写过程中,山东济宁炭素工业总公司在财力、人力方面给予大力支持,该公司的李庆义、贾鲁宁、于易如参加了本书第二、三、七、八章的编写工作,谭芝运、李庆义撰写了本书第十章“五万吨阳极厂设计计算示例”,赵建军、高守磊、刘春龙、刘军,此外郑州轻金属研究院的李庆宏、刘凤琴、黄华、童春秋、罗英涛参与本书部分工作,作者一并表示感谢。

编者水平所限,书中不足之处希望广大读者予以批评指正。

王平甫 宫 振

2001 年 10 月

目 录

第一章 现代炼铝技术与炭阳极概论

工业铝电解槽的现代生产技术·····	1
铝电解槽的启动和启动后期生产操作·····	8
铝用炭阳极概论·····	11
炭阳极及其对铝电解生产的影响·····	28
铝用炭阳极氧化掉渣和裂纹的研究·····	33
近年来国内外铝用炭素材料工业和技术进展评述(阳极材料部分)·····	38
我国铝用阳极炭块产品质量与市场的研讨·····	46

第二章 石油焦技术

石油焦对铝用炭阳极质量的影响·····	51
铝阳极用石油焦性能的研究·····	57
石油焦的特性变化及其对阳极性能的影响·····	61
提高炭素原料抗氧化性的研究·····	63
残极性能对预焙阳极质量的影响·····	68
石油焦测试技术·····	71

第三章 粘结剂煤沥青技术

煤沥青对我国铝用炭阳极质量的影响·····	84
粘结剂用沥青的生产·····	91
煤沥青的温度稳定性试验·····	98
沥青复合添加剂的研制·····	104
测定煤沥青与石油焦的浸润性的试验方法·····	108
关于用硬质沥青制阳极的试验研究情况与问题·····	114
浸渍剂沥青·····	117
煤沥青测试技术·····	120

第四章 石油焦煅烧技术

石油焦煅烧概论·····	130
煅烧条件对延迟石油焦性能影响的初步研究·····	141
罐式煅烧炉热工特性与节能·····	148

罐式煅烧炉的烘炉·····	154
延长罐式煅烧炉炉龄的探索与实践·····	158
浅谈回转窑工艺操作最佳化的途径·····	162
罐式煅烧炉煤炭快速启动新技术开发及应用·····	169

第五章 生阳极制造(破碎、配料、混捏、成型)技术

生阳极炭块制造概论·····	176
上插电解槽阳极糊改进配方试验·····	191
关于预焙阳极的配方问题·····	196
提高球磨机产能方法探讨·····	201
炭素制品的混捏特性初探·····	205
球磨粉的特点及其对炭素制品性能的影响·····	211

第六章 炭阳极焙烧技术

炭阳极生坯焙烧概论·····	215
成型参数和焙烧温度对炭阳极质量的影响·····	220
38 室敞开式环式焙烧炉运行曲线的选择与运用 ·····	224
焙烧炉燃料燃烧控制技术的研究与应用·····	229
环式带盖焙烧炉滴油混烧的温度控制·····	233
环式焙烧炉多点温度测试及降低温差的措施·····	236
PECHINEY 阳极焙烧炉结构特点分析 ·····	239
焙烧炉温度的自动控制系统·····	242
环式焙烧炉废气温度变化对电除尘效率的影响·····	247
环式焙烧炉技术进展·····	249
环式焙烧炉事故停炉或清理烟道时废品产生的机理及减少废品的措施·····	256

第七章 阳极炭块质量标准与影响质量的因素

铝电解阳极炭块标准初探·····	261
铝电解炭阳极炭块标准的修订·····	267
提高预焙阳极质量途径的探讨·····	271
预焙阳极生产过程中的质量控制·····	277
铝电解槽用炭阳极氧化、掉渣、裂纹、掉块的原因和影响因素 ·····	281
铝电解用炭阳极制品的变形·····	290
炭阳极生坯裂纹探讨·····	294

第八章 炭阳极测试技术

铝用炭阳极性能指标的分析测量·····	299
国内外炭阳极 CO ₂ 反应性测定方法的对比与研究 ·····	317
炭素材料空气氧化反应性的测试与研究·····	323

炭糊制品流动性的测量与研究·····	329
炭素制品抗热震性能测定方法·····	334

第九章 阳极厂环保技术

我国炭素企业环保回顾与展望·····	339
铝用炭阳极厂三废污染及环保治理·····	345
预焙阳极焙烧炉烟气净化系统的改进及其效果·····	351
青海铝厂阳极焙烧炉烟气干法净化技术·····	356
焙烧炉烟气湿法净化技术应用·····	365
混捏锅沥青烟尘的回收与净化·····	370
炭棒生产的“三废”测试·····	375
阳极焙烧炉烟气洗涤循环水治理·····	379
强力混捏机的烟气净化·····	381

第十章 阳极厂设计与计算基础

电极焙烧炉优化设计探讨·····	384
炭素回转窑的工艺设计与计算·····	388
设计阳极炭块尺寸时应考虑的因素·····	398
年产 5 万 t 阳极厂设计与计算示例·····	406

附 录

附录 1 标准筛目·····	419
附录 2 铝用炭素材料检测取样方法·····	421

现代炼铝技术与炭阳极概论

工业铝电解槽的现代生产技术

邱竹贤

1 铝电解槽的焙烧

新槽在启动之前先要焙烧,新槽焙烧的目的在于提高阳极和阴极的温度,达到预定的温度,以减少在后续的启动期间发生过度的“热震”现象,造成阳极和阴极的严重损坏。

铝工业有 3 种焙烧方法:

- (1) 电焙烧,用焦粒做电阻体;
- (2) 电焙烧,用铝液做电阻体;
- (3) 燃料焙烧,用油、天然气做燃料。

其中,电焙烧法是通用的,因为便于控制,省时省工。

下面介绍的是大型预焙槽的焙烧方法。

1.1 用焦粒作电阻体的焙烧方法(焦粒焙烧方法)

1.1.1 焙烧装置

为控制焙烧速度,在阳极母线与阴极母线之间设有并联电阻,以调节通入阳极中的电流。此种并联电阻体用钢制作,具有适当的长度和截面积,换言之,它有一定的电阻值。工业铝电解槽焙烧时采用的并联电阻装置图如图 1-1 所示。

预焙槽在焙烧开始时采用半电流,24h 后达到满负荷电流。再经过 24h 后结束焙烧。总的原则是适当放慢焙烧进度,使阳极和阴极徐缓地加热,使阴极炭块缝间的底糊缓慢受热而得以充分焦化,不至于产生大的裂缝。

并联电阻体的数目规定了供电的进度。例如,在每个短路上有 5 组电阻体,电流按 6 级供入。

焦粒焙烧法是 1 种比较简便的方法,电解槽的装置与正常生产时的相仿,所不同的只是用 1 层焦粒代替熔融电解质作为电阻体。热量在焦粒层、阳极和阴极中产生。因为阳极和阴极也具有一定的电阻,特别是自焙阳极,它的电阻很大。阴极炭块之间的缝里填充着底糊(或者粘胶),所以它的电阻也很大。

在焦粒焙烧法中,采用适当厚的焦粒层和适当大小的焦粒,一般焦粒尺寸为 1~4mm,

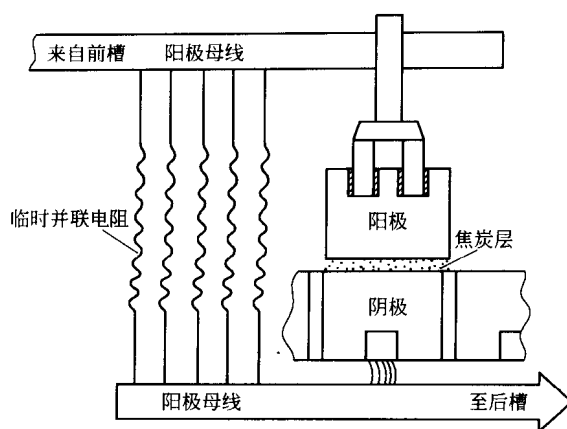


图 1-1 工业铝电解槽焙烧时采用的并联电阻装置图

厚度为 10~20mm。

如果槽底平整,焦层厚度为 10mm;焦层中不含有细于 1mm 的焦粉,以免与阴极和阳极接触不良,而且在启动时便于清除(此焦粒是煅烧过的)。

焙烧时所用的阳极要经过仔细挑选,要求没有外部的和内部的裂缝,这可用铁锤敲击而判定。阳极炭块要平整,导杆要与炭块垂直,要求阳极的密度大而导电率好。

图 1-2 示出工业铝电解槽焦粒焙烧法装置图。

从图 1-2 看出,阳极炭块组并不直接卡在母线大梁上(有的工厂用绝缘纸把二者隔开),而是用软母线把二者连接起来,其目的在于使阳极炭块组的重量完全落在下面的焦炭层之上,以改善接触状况。

阳极母线梁、软母线和阳极导杆三者之间的接触面要洗刷干净。

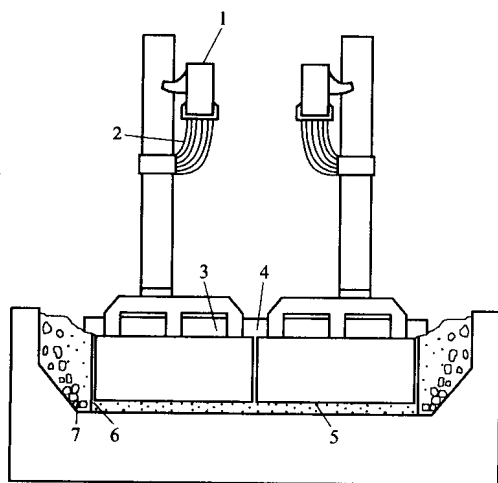


图 1-2 工业铝电解槽焦粒焙烧法装置图

- 1—阳极母线梁;2—软母线,用来连接阳极导杆;3—保温垫;
4—采用长炭块,使中缝收缩;5—焦粒层;6—侧壁保温板;
7—电解质碎块和冰晶石

从图 1-2 还可以看出,在阳极的四周充满着电解质碎块和冰晶石粉末,在焦粒与冰晶石之间用钢质挡板隔开,因此边部炭块在焙烧过程中受到保护免于氧化。

在阳极炭块之间还有保温垫盖在炭块之上,用以保持热量并保护阳极免受氧化,如图 1-3 所示。

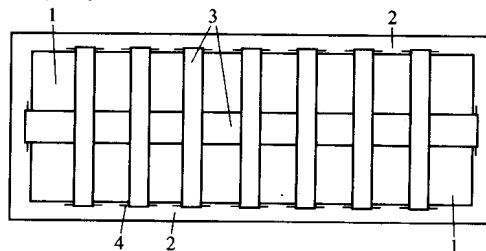


图 1-3 电解槽焙烧时的保温装置

- 1—阳极;2—冰晶石+电解质质块;3—保温垫;4—钢板

在焙烧时要连续地检测各块阳极的电流分配状况,然后加以调节。

1.1.2 焙烧曲线

图 1-4 示出大型预焙槽的焙烧曲线。槽电压在起始时略高于 3V,电流则为 $I/2$, I 为满负荷电流。在通电后槽电压逐渐降低,拆除第一段并联电阻之前,降低到 3V 以下,拆除第一段电阻后,由于电流增大了 $0.1I$,槽电压上升。每拆除一段电阻前后都有这种情况。通电后 24h,达到满负荷电流。继续 24h 后结束焙烧。

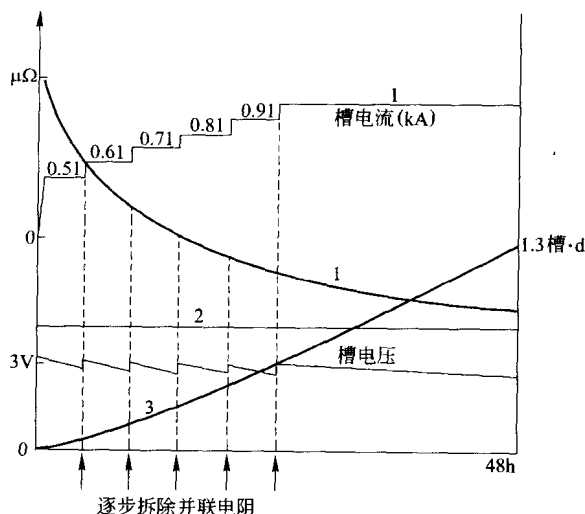


图 1-4 大型预焙槽的焙烧曲线

1—槽电阻;2—预期的生产操作电阻(包括电解质电阻);

3—功率输入

功率输入曲线是累计的,最终达到 1.3 槽日的功率。槽日功率是指正常生产时每日的电流与电压之乘积。

槽电阻是槽电压除以槽电流所得之商值。图中未给出电阻值($\mu\Omega$)。从曲线趋势看,焙烧终了时的槽电阻值接近于预期的正常生产时的槽电阻值(其中包括电解质的电阻值)。

1.1.3 焙烧终了时的检查

在焙烧终了时要把各个阳极炭块拧紧到阳极母线大梁。然后拆除用来连接阳极导杆的软母线。

拆除阳极上面的保温垫和边部的挡板。

焦粒在焙烧结束时不必清出,让它在启动时发生阳极效应时浮出来,然后扒出。

观察阴极的表面状况。阴极表面温度在焙烧终了时达到 $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 。纵向中缝处呈现浅红色,表示焙烧得很好,并未过热。

阴极炭块之间的底糊填充缝,在焙烧终了时不应冒出来,而且不产生大的裂缝。图 1-5 示出了 3 种不同的情况。

1.1.4 内衬材料达到的温度

图 1-6 示出了阴极内衬中的热电偶位置和温度曲线。在焙烧终了时,阴极炭块底面的

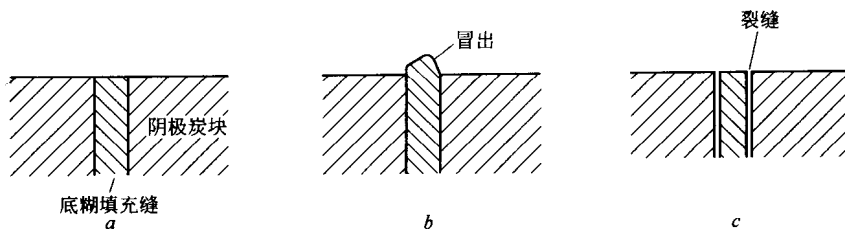


图 1-5 焙烧终了时对底糊填充缝的检查

a—正常；b、c—不正常

温度稍高于 500℃。在启动终了时,约为 900℃。

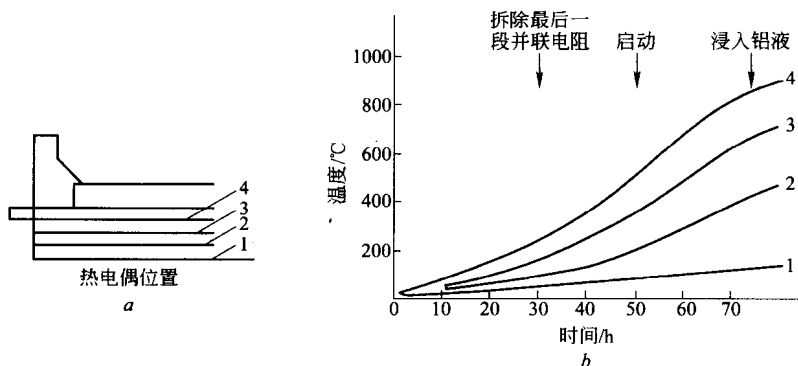


图 1-6 阴极温度的测量结果(130kA 预焙槽)

1—下层保温砖的底面；2—下层耐火砖的上表面；3—上层耐火砖的底面；

4—阴极炭块的底面

1.1.5 内衬材料的膨胀率

铝电解槽的阴极内衬是由炭块、炭糊、阴极钢棒、耐火砖、保温砖等构成。在焙烧时,它们的热膨胀率和所发生的变化是各不相同的,见表 1-1。

表 1-1 铝电解槽阴极内衬材料在焙烧时的膨胀率和发生的变化

阴极内衬材料	焙烧时的膨胀率/%	发生的变化
阴极炭块组		
无烟煤质石墨质	0.40	热膨胀应力
石墨质	0.25	热膨胀应力
钢棒	0.70	马氏体相交
扎缝	0.40	软化,排出挥发分
捣固的糊	-0.20	热解,再结晶
粘胶	2.50	热解
侧壁		
捣固的糊	0.15	软化,排出挥发分,热解,再结晶
无烟煤质炭块	0.40	热膨胀应力
碳化硅砖	0.30	有限的膨胀

续表 1-1

阴极内衬材料	焙烧时的膨胀率/%	发生的变化
保温层		
砖	<0.30	热应力(较小的)
灰 浆	<0.3	硬化反应

现在一般采用预焙阴极炭块,其中预先安设阴极钢棒。铁的膨胀率不同于炭质材料。前者为+0.7%,后者为+0.4%。

但是,在启动期间直到灌入铝液之后 8h,阴极炭块发生“钠膨胀”和“化学反应膨胀”,结果,炭块的长度再伸长 0.3%~1.5%。

习惯的做法是用铸铁把阴极棒铸入炭块中,并在浇铸生铁前把炭块和钢棒预热到 900℃。这样可以减轻焙烧期间所产生的应力。

阴极炭块之间通常用底糊填充,或者用粘胶填充。如果用粘胶,则缝子宜小,因为它的线膨胀系数甚大,为 2.5%。常用的底糊是由无烟煤与焦油沥青组成。近年来越来越多的采用冷捣糊,它用软化点低的沥青做粘结剂。在焙烧过程中底糊先行软化,粘结剂分解出挥发分,随后焦化。在其热分解之后,炭再结晶出来,结果收缩。因此,底糊混合物在焙烧时,先行膨胀然后收缩。在焙烧的全过程中,净的膨胀率为+0.2%。底糊的膨胀和收缩行为与温度和加热速度有关,如图 1-7 所示。

阴极炭块下面的耐火砖,在焙烧时稍有膨胀,其膨胀率约为<0.2%。侧壁上炭化硅砖的膨胀率为 0.3%。

1.1.6 焦粒焙烧法的优缺点

1 用焦粒作电阻体的焙烧法有下列优点:

- (1) 保护阴极表面免受氧化;
- (2) 使侧壁绝缘;
- (3) 在使用并联电阻体的情形下,可以控制焙烧速度;
- (4) 一部分热量产生在阴极炭块中,使升温更加均匀;
- (5) 如果炭块中产生裂缝,则裂缝可在启动时被电解液而不是铝液填充。

用焦粒作电阻体的焙烧法有下列缺点:

- (1) 阴极表面温度不很均匀,可能产生过热点;
- (2) 需要检测电流分布状况;
- (3) 需要清除焦粒。

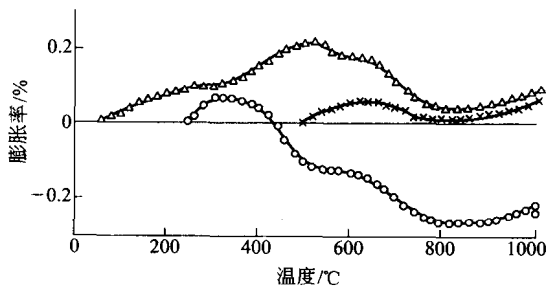


图 1-7 底糊在不同温度下的膨胀率
(3 种不同的加热方式)

2 用铝液作电阻体的焙烧法(铝液焙烧法)

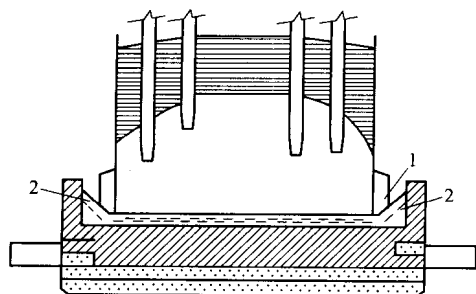


图 1-8 工业铝电解槽的铝液焙烧法装置图

1—铝液;2—冰晶石

在现代技术中,预焙槽很少采用铝液焙烧法。

铝液焙烧法的原理是把铝液灌入槽内,覆盖在阴极表面上,与阳极接触,构成电流回路,并产生热量。由于铝液本身的电阻很小,大部分热量是由阳极和阴极产生的。以预焙槽而言,总的发热量不大,因此铝液焙烧法适合于本身电阻甚大的自焙槽,如图 1-8 所示。

显而易见,当高温铝液灌入槽内时,会使阴极炭块的温度迅速升高,即使一开始便供入全电流,

仍然不能达到预期的温度。然而,铝液的导热性很好,可使阴极炭块的温度分布更加均匀。

综合看来,铝液焙烧法有下列优缺点:

(1) 优点。阴极炭块温度分布均匀;阴极炭块中温度梯度小;阴极炭块不受氧化;方法简便,特别适用于自焙阳极电解槽。

(2) 缺点。高温的铝液使阴极炭块快速升温;不能保护侧壁;铝液注入炭块的裂缝中。

在铝液焙烧法的实施中,先往槽膛内灌入铝液,铸成铝板,然后在其上进行阳极铸型,这种方法是值得倡导的。它把铝液焙烧成功地应用到自焙阳极槽——无论是侧插棒槽还是上插棒槽。在大修后的自焙槽上采用此法,当然是更加方便。

3 燃料焙烧法

燃料焙烧法是在阴极和阳极之间用火焰来加热,因此需要燃烧器,同时阳极上面要加保护罩,使高温气体留在槽内,并防止冷空气串入。先加热阴极,依靠传导、对流和辐射,热量传输到其他部位上。图 1-9 是其装置图。

此法的优点是容易控制加热速度,并使阴极表面均匀加热。其缺点是:操作比较复杂,

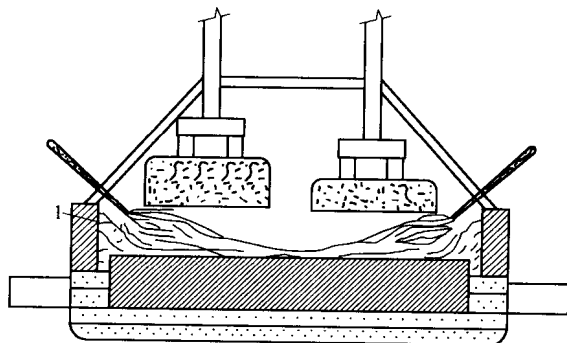


图 1-9 工业铝电解槽燃料焙烧法装置图

1—侧壁保护体(冰晶石或其他保护体)

为了放入燃烧器不得不在阳极和阴极之间留出较大的空当;其次,燃烧时所用的过量空气会使阴极和阳极表面氧化。当温度低于 650°C 时,氧化的程度较小,但当温度接近 950°C 时,氧化相当严重。经过氧化的碳,对钠的亲合力较大,因此膨胀率大,结果造成破裂,而且孔度增大时,电解质更多地渗透进来,要想防止其氧化是困难的。所以有些工厂宁愿采取较低的焙烧温度(600°C)。在图 1-10 示出不同焙烧温度下的膨胀率曲线。

燃料焙烧法的另一优点是可以节省电能。我国的槽外焙烧阳极可算是燃料焙烧法的一个特殊例子。

W. B. Richards 等人的文章指出,美国凯撒铝及化学公司(KACC)在其所属的国内和海外铝厂中采用传统的铝液和焦粒焙烧法。曾经采用过并联电阻体,逐步提升电流,但是经常用全电流焙烧。1979 年以前用的全电流焦粒焙烧法,发现阴极炭块表面的温度场很不均匀,少数部位出现 1600°C 高温,影响槽的使用寿命。他们在 150kA 预焙槽上所做的试验表明,燃料焙烧法是一种可能的解决办法。

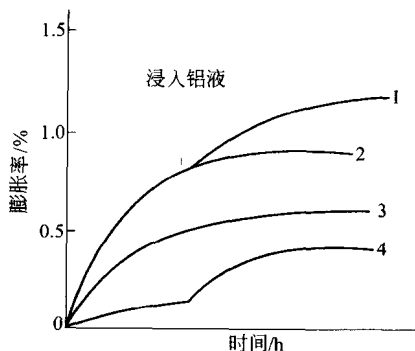


图 1-10 阴极炭块(含 25% 石墨)试样在燃料焙烧法中的电解膨胀率(第二次膨胀是在加入铝液之后发生的)
1—燃料焙烧(950°C); 2—燃料焙烧(950°C) (表面保护的); 3—燃料焙烧(600°C); 4—电阻体焙烧(900°C)

4 小结

(1) 本文介绍了 3 种焙烧方法——焦粒焙烧法,铝液焙烧法和燃料焙烧法,并讨论了各自的优缺点。

(2) 其中薄层焦粒焙烧法适用于预焙阳极电解槽,铝液焙烧法适用于自焙阳极电解槽。燃料焙烧法尚在试验中,有待改进。

铝电解槽的启动和启动后期生产操作

邱竹贤

铝电解槽启动是紧接着焙烧之后的一道工序,其任务是在槽内熔化电解质,同时开始铝电解。铝电解槽启动有两种启动方式:干式启动与常规启动。前者适用于启动新系列时的头几台槽,当时电解厂房内尚无现成的熔融电解质可供使用,只好在本槽内熔化所需的全部电解质;后者则是常规的启动方法,在开始时往槽内倒入从其他槽中取出的熔融电解质,作为辅助熔剂,以利于启动并缩短启动时间。

铝电解槽的启动后期是从启动到正常生产的一个调整阶段,大约延续两个月之久。在此期间,电解槽的控制和生产操作要按照制订的计划进行。系列中的所有电解槽,通过技术参数的逐渐调整,最终达到各自的热平衡和电磁平衡。

1 铝液水平

在启动后期要逐渐提高槽内铝液水平。在出铝班上测量铝液水平,如果铝液水平低于预定的目标则不必出铝。随着铝液水平的逐渐提高,在电解槽槽膛内壁上逐渐形成结壳,它是热和电的绝缘体,起着保护作用。

最终的金属高度,取决于电解槽的热场和电磁场特征。在电磁场平衡得好的电解槽,即使电流负荷达到 280kA,铝液水平也可降低到 10~15cm。反之,电磁场平衡较差的电解槽,即使电流较小,也要取较高的铝液水平,20~30cm。

槽内的铝液是一个良好的热缓冲体。在偶尔发生的长时间阳极效应时,它可以防止结壳的熔化,从而避免液体电解质的组成和温度发生急剧的改变,以及由此而来的生产失常。

2 电解质水平

新启动的电解槽宜密切注意保持足够高的电解质水平。为启动其他电解槽而从槽内取出电解质时,则宜熔化冰晶石以维持原有的水平。

在最初几个星期内,电解质水平会自行降低,所以需要在出铝时量取其水平。根据测量结果,决定冰晶石的添加量。

启动后保持电解质高水平,不会降低铝的质量,因为在第一个阳极使用周期内阳极有足够的高度,它的钢爪头不会遭受电解质侵蚀。

当电解质水平不再自动降低时,可再次调整它至预期的高度。

3 电解质组成

在启动之后要逐渐地提高电解质的酸度,但不宜急剧地降低其温度,以免对阴极产生不良的影响。

当原料(包括氧化铝、冰晶石、碳酸钠)质量为恒定时,根据分析结果调整其组成,添加氟化铝。此外,由于温度降低,电解质的酸度也会自动提高。大约在启动之后 4 星期,电解质的酸度达到初步的目标。但是初步的目标并不是最终的目标。

初步的目标是要使电解槽在稍热的条件之下进行稳定生产。当整组电解槽都已达到初步平衡,亦即在相同的操作参数下进行生产时,经过极其缓慢的调整,最终达到预期的电解质组成目标。经验表明,当达到容许冷行程操作的电解质组成时,可获得并保持最佳的阴极电压降,此项调整工作需要数月之久。

4 槽电压

启动后的 3 个班内(注:国外铝厂每班 8h),电压可以较快地降低到 5V。电压的确定也要考虑到准备电解质供启动其他电解槽的需要。在此初始阶段内要清理电解质(扒炭渣)。在每次阳极效应熄灭后调节电压。从电解槽的外观(电解质和火苗),决定调节电压,一般采取手动调节,以免过度降低电压。

经过初始阶段电压快速降低之后,逐日调节电压,这是根据槽电阻的预定目标用计算机进行自动调整。在两星期以内达到最终的电压目标。在整系列电解槽启动时,宜首先把所有的电解槽调整到适当的电压目标值,等待阴极电压降稳定之后,再作精确的调节,这就需要较长的时间。

5 加氧化铝

启动后宜尽早清理电解质。最佳的扒炭渣时间是在阳极效应熄灭之后。在启动后的头 3 个班内,每个班应发生 1~2 次阳极效应,控制点式下料器的下料量,实现长期的“供料不足”而避免“供料过量”,以达到一定的阳极效应频率。在阳极效应的熄灭程序中,要求下料迅速,但要取消阳极的上下运动。用青木棒插在每块阳极的底下,让焦粒和焦粉浮起来并在边部汇集,在那里扒出焦粒和焦粉。按照程序,添加冰晶石,有助于在电解质熔液表面上生成结壳。

当电解质完全清理掉炭渣之后,就可以启用计算机操纵的自动供给氧化铝的程序。在此种程序中,“供料不足”(under feeding)和“供料过量”(over feeding)周期轮换执行,用来控制氧化铝浓度。

经验表明,为配合新启动电解槽的需要,下料量是容易调节的。由于自动添加氧化铝的程序具有充分的弹性,足以保证电解槽内的氧化铝浓度不致过多,所以在启动后的第一周末可达到系列所规定的下料速度。