

轻金属 新技术



QING JIN SHU
XIN JI SHU

中国有色金属工业总公司情报研究所
《轻金属新技术》编辑组 编

82.1.31

轻 金 属 新 技 术

第 五 集

中国有色金属工业总公司情报研究所
《轻金属新技术》编辑组^编

一九八八年十月

内 容 提 要

《轻金属新技术》第五集共选登了23篇译文和81篇译文摘要,全部译自美国冶金学会轻金属委员会年会文献《轻金属1987》,主要内容涉及氧化铝生产、铝电解生产、炭素制品生产和铝熔铸与加工、环境控制和健康及其它轻金属方面的最新技术和研究成果。

轻 金 属 新 技 术

中国有色金属工业总公司情报研究所
《轻金属新技术》编辑组 编
编 辑 江 达 罗海基 吴树椿
封面设计 张仲华

※

中国有色金属工业总公司情报研究所出版
(北京市东城区新中街乙 十三号)
中国有色金属工业总公司情报研究所文献馆发行
北京市朝阳区东方印刷厂印刷

编者的话

《轻金属新技术》已出版了一至四集，普遍得到广大读者的欢迎，不少读者给编辑部来信要求继续出版该书。我们一方面应广大读者的要求，另一方面为了贯彻经中央批准的有色金属工业优先发展铝的重要方针，为完成“七五”计划对铝工业提出的奋斗目标，我们继续编辑出版了《轻金属新技术》第五集并着手准备第六集。第五集共选编了二十六篇译文和84篇译文摘要，全部译自美国冶金学会轻金属委员会年会文献《轻金属1987》，内容包括综述评、氧化铝生产、电解铝生产、炭素制品生产、铝熔铸和加工、环境控制和健康及其它轻金属等。这些译文与摘要反映了在上述专业领域的世界最新技术和研究成果。

本书可供有色金属系统各级领导和从事轻金属生产、设计、研究、教学等部门的广大科技工作者、企业管理人员、高等院校有关专业的师生参考。

本书是在中国有色金属工业总公司和中国有色金属学会的大力支持下编辑出版的。在编译过程中，得到北京有色冶金设计研究总院、中南工业大学的大力支持，特别是陈岱、韦涵光、刘天齐、扬重愚、赵建民等同志在选题和译文审校方面，孟新铭同志在编辑与编务方面作了许多工作，在此谨向他们表示衷心感谢。

本书由江达(兼主编)、罗海基、吴树椿三位同志负责审订和编辑，由于水平有限，定有不少缺点和错误，敬请广大读者和有关专家批评指正。

中国有色金属工业总公司情报研究所
《轻金属新技术》编辑组

前 言

中国有色金属工业总公司情报研究所编辑出版的、以美国冶金学会轻金属委员会年会论文集《轻金属1983》、《轻金属1984》、《轻金属1985》和《轻金属1986》的部分译文为主的《轻金属新技术》第一、二、三、四集先后发行后,颇受铝工业界的欢迎。现选译美国《轻金属1987》中的25篇论文,并将其余84篇论文以摘要形式介绍,继续编辑《轻金属新技术》第五集,以应需要。

美国轻金属年会论文在国际上享有传播和交流轻金属(基本是铝)科学研究和技术成就水平较高的声誉,是了解当前世界上铝的研究方向和技术发展的一个重要来源。

鉴于国内可能参加美国轻金属年会的人数极少,购入的《轻金属》论文集也很少,而大多数同志阅读译文又比原文容易得多,继续出版《轻金属新技术》供铝工作者参考,自然是有益的 and 重要的。

五十年代初,当我们开始建设自己的铝工业时,欧美铝工业已积有60多年的发展历史和生产经验,并且正处在大发展的时期。在这个条件下,我们重视学习和汲取国外技术是必然的。虽则30多年来我们并不是没有取得结合自己的资源条件等独创的技术成就,但是长期来自觉不自觉地形成了重模仿轻创造,重生产轻科研,重实用轻理论等倾向。甚之也有未经认真研究国外技术的机理和装置的性能,以及经济条件,就盲目追求的问题。这与我们已建有的铝工业基础和具有的经验 and 科技水平是不相称的,也不能很好适应当前面临的铝工业大发展的要求。可以庆幸的是近年以东北工学院邱竹贤教授为首所进行的电解铝的科学基础研究成果卓著。在国际上显露了我国的科技实力。希望在铝工业界和有关方面的共同努力下,《轻金属新技术》的继续出版也将会作出自己的贡献。

我国拥有发展铝工业的资源条件。已探明的铝土矿储量约14亿吨。铝生产还须有丰富的电力资源。我国可能开发的水电容量

达3.8亿千瓦，年可发电量19,000亿度。动力煤储量约3300亿吨。在世界各国中，我国资源居于前列，与北美，东、西欧，东亚等主要产铝国家比，条件远为优越，铝工业的发展前景远大。

优先发展铝已是我国有色金属工业的一条重要方针和一项艰巨任务。当前要求较快地达到供求平衡。随着现代化的进程，工业用途和生活消费的需要量将有很大的增长，后十年，以至下个世纪的前50年，生产规模将不断扩大，技术要求将不断提高。任重道远，从根本上说，我们必须进一步抓紧科学研究和技术开发，使产能、质量、应用技术和经济效益都达到国际的前列。当然，在任何时候，我们都必须加强国际技术的交流。

与我国的情况不同，近些年世界铝工业处境极为困难。工业结构和地理分布正出现根本性的变化。日本铝生产早已崩溃，美国也在衰退，西欧工业国也已出现萎缩，大多数欧洲国家都不易扩展。具有铝矿和廉价电力资源的南半球已在崛起，第三世界将逐渐在国际铝工业中占有较大的比重。现在是我们发挥自己的有利条件，加速发展铝工业，首先是满足国民经济的需要，其次是相机打开进入国际铝工业和国际铝市场通道的时候了。过去我们依靠资源起家，现在已是必须依靠科学发展和技术进步来建立一个强大和先进的铝工业。我们要在科学技术上独树一帜，活跃在国际舞台上。我们还需要研究国际铝工业形势及其经验和教训，研究原料供应，产业结构，供求关系，贸易问题和新材料、新用途的开发等等广泛的经济和工业问题，更经济有利地建设我国的铝工业。希望情报研究所和有关单位重视和加强这方面的工作。

借此机会对《轻金属新技术》的成功和编辑部的努力表示敬意。希望编译益精，内容益丰，出版益快，更有效地为读者服务。

中国有色金属学会
轻金属学术委员会主任委员

陈 岱

一九八八年十月

技
術
進
步
之
花

葉志強
丁卯年夏

叶志强同志（原中国有色金属工业总公司副董事长、中国有色金属企业管理协会理事长）为本书的题词——“技术进步之花”。

目 录

氧化铝和铝土矿 I

1. 草酸钠在拜耳法浸出液中的溶解度和控制方法.....(341)
2. 对拜耳法溶液的脱硅见解.....(341)
3. 低温处理高二氧化硅铝土矿以降低拜耳流程中固定的
氢氧化钠的损失.....(342)
4. 拜耳法应用内部模型控制的模拟和发展.....(342)

氧化铝和铝土矿 I

5. 氧化铝的物理和化学性质对氟化氢吸附的
影响 (全文) (1)
6. 连续自焙阳极电解槽用五种原料形成的结壳性质.....(343)
7. 氧化铝流化床焙烧炉的能量和物料平衡 (全文) (12)
8. 关于煅烧氧化铝回转窑的先进操作技术 (全文) (31)
9. 拜耳法的最佳化研究 (全文) (42)
10. 用亚硝酸钠作为拜耳法溶液的示踪剂: 采用离子
色谱法分析.....(344)

氧化铝和铝土矿 II

11. 二十世纪九十年代原铝原料生产能力的选择方案..... (344)
12. 将一些化工制品的作业过程转移到拜耳法上 (全文).....(345)
13. 与自粉碎熟料生产氧化铝有关的 $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 物
相的某些物理化学性质关系..... (345)
14. 氢氧化铝用作阻燃剂填充物的最新发展..... (346)
15. 拜耳法生产过程中的含铁水化石榴石..... (346)

氧化铝和铝土矿Ⅳ

- 16. 并联循环分解 (全文) (60)
- 17. 影响氧化铝产品磨损强度的因素 (全文) (70)
- 18. 氧化铝的磨损性能和生尘性—磨损指数方法的发展... (347)
- 19. 氧化铝流动性和飞扬性的测定 (全文) (85)
- 20. 平底氧化铝储仓的偏析..... (347)

氧化铝和铝土矿Ⅴ

- 21. 表面活化剂混合物在氢氧化铝脱水中的应用..... (348)
- 22. 撒拉门哈氧化铝厂密封水的分配和控制问题..... (348)

电解工艺 I

设计和工厂经验

- 23. 为满足环保条件和正常操作的新要求而对电解槽为
 自焙阳极式的一家老厂进行的改造 (全文) (107)
- 24. 铝电解槽衬里用的碳化硅耐火材料 (全文) (127)
- 25. A—275 型电解槽的计算机控制系统..... (349)
- 26. A—275型电解槽—单独的阳极控制系统 (349)
- 27. A—275 型电解槽磁流体力学的设计 (350)
- 28. 霍尔—埃鲁特电解槽中降低槽衬隆起的可压缩
 隔层 (350)
- 29. 亚马逊河流域的一个铝厂的建设和生产情况..... (351)

电解工艺 I

模拟和测定

- 30. 霍尔电解槽阴极的质量传递..... (351)
- 31. 铝电解槽电解质与气体界面质量传递的模拟试验..... (352)
- 32. 根据霍尔电解槽物理模型取得的进一步结果..... (353)
- 33. 电解槽生产中凝结壳断面的监测..... (353)

34. 氧化铝炭热还原过程的数学模型 (354)
35. 工业霍尔—埃鲁特电解槽的流体力学模型(全文) (138)

电解工艺 III

电流效率和电解槽性能

36. 用质谱测定法连续测量280千安典型电解槽的电流效率 (全文) (168)
37. 冰晶石熔体中碳化铝的溶解度—对电解槽性能的影响 (354)
38. 改进的电解质的最佳分子比 (全文) (175)
39. 根据电解质温度测定值确定 AlF_3 的添加量 (355)
40. 使用干式除尘一次旋流器提高铝的纯度(全文) (183)

电解工艺 IV

阳极和阴极新材料

41. 铝电解阴极技术 (全文) (189)
42. 铝还原电解槽中熔融铝和水晶石温度达到1000°C时阴极材料的筛选和评定方法 (全文) (197)
43. 阴极材料的性能测试和在16千安试验槽及导电棒试验装置中的设计 (全文) (212)
44. 铝电解用的耐久的 TiB_2 —石墨阴极 (全文) (230)
45. 用于铝工业的铜和含铜金属陶瓷阳极的电化学极化研究 (355)
46. 霍尔电解槽惰性阳极材料的选择和试验 (356)
47. 电解槽操作参数对霍尔—埃鲁特电解槽惰性阳极性能的影响 (356)

电解工艺 V

化学

48. 铝电解槽电解质中水晶石— AlF_3 — CaF_2 — Al_2O_3

系的液相曲线	(357)
49. 铝在冰晶石溶体中的溶解度 (全文)	(241)
50. 冰晶石—氧化铝熔体中炭阳极的湿润表面积和极化 电位	(358)
51. 用阴极极化作用降低铝在水晶石—氧化铝熔体中的 溶解	(358)
52. 氧化铝氯化过程热力学分析	(359)
53. 可供选择的铝熔炼方法	(359)

炭素工艺 I

54. 在不同温度下焙烧炭素材料的热膨胀、结构、孔隙 及杂质含量	(360)
55. 由煤中生产阳极品级的炭素材料	(361)

炭素工艺 II

56. 煤焦油沥青中钠含量对试验室试验电极的影响	(361)
57. 各种添加剂对炭阳极的活化性能及电解消耗的 影响	(362)
58. Al_4C_3 对实验室规模炭耗试验结果的影响	(362)
59. 用实验室规模的方法评价预焙阳极生产的电极粘合 剂沥青	(363)
60. 小型预焙阳极中物质石油焦的行为	(363)
61. 一种新型环式炉: 设计和操作	(364)

炭素工艺 III

62. 用阻抗测定证明炭/熔体接触界面之间的电化学机理: 对铝电解过程的深入探讨	(364)
63. 计算机控制煅烧炉提高焦炭质量	(365)
64. 阳极糊厂设计中的最新改进在工业中的应用及其效 果 (全文)	(262)

65. 液体沥青储存过程中的沉淀和半焦的生成..... (365)
 66. 铝电解过程中废阳极的清洗..... (366)

炭素工艺 IV

67. 衬里的现代粘结技术及霍尔—艾鲁电解槽的
 操作 (全文) (274)
 68. 侧插式干糊连续自焙阳极 (全文) (280)
 69. 用电焙烧无烟煤颗粒的破碎特性..... (366)
 70. 室温下捣固糊的成型..... (367)
 71. 无烟煤电焙烧的新技术..... (367)

炭素工艺 V

72. 水平烟道环形炉的漏气问题..... (368)
 73. 阳极质量与烘焙操作参数的关系——一个综合性大规模
 试验 (368)
 74. 煤焦油和石油沥青毛细作用渗入多孔焦炭制品..... (369)
 75. 压差、可燃物流速的关系式——炭电极环形烘焙炉全
 面自动化的基本先决条件..... (369)

环境控制和健康 I

总的部分

76. 电解铝厂生态保护的现代化..... (370)
 77. 干法洗涤器的研究..... (371)
 78. 电解铝厂个人防护问题..... (372)
 79. 饮料容器去除涂层的研究: 环境分析..... (372)

环境控制和健康 II

废槽衬部分

80. 废槽衬的管理要求..... (373)
 81. 关于循环床燃烧废槽衬的最新发展..... (373)

82. 废槽衬的浸滤和浸出液的处理 (374)
83. 由废槽衬生成适于废渣埋填的惰性残渣法 (374)
84. 为什么在生物测定中鱼类死亡率同电解铝厂废料之
间不经常表明有化学毒性的关系 (375)

铸造工艺和回收 I

铸造车间安全

85. 熔融铝与水发生爆炸的原因及防止方法 (375)
86. 熔融铝中加入废铜的危险性 (376)
87. 博因岛铝厂基础混凝土与熔融铝之间的反应
(铝热剂燃烧) (376)

铸造工艺和回收 II

金属处理

88. 用旋转喷嘴惰性浮选法在线精炼提高产品质量 (377)
89. R.D.U. 一铝铸造车间用高效脱气系统(全文) (284)
90. 脱气多铸次过滤系统—生产优质熔融铝的新方法 (378)

铸造工艺和回收 III

晶粒细化和添加合金元素

91. 各种精加工方法对评价 TiB_2 在钛—硼—铝细晶化器
中分布的影响 (378)
92. 铸铝车间最佳晶粒细化剂的系统选择(全文) (296)
93. 加拿大铝业公司的质量保证网络 (379)

铸造工艺和回收 IV

铸造和铸造效果

94. 使用油气两相润滑的热顶模铸提高坯料质量 (379)
95. CREM: 一种新的铸造工艺
第一部分—基本方面(全文) (314)

96. CREM: 一种新的铸造工艺

第二部分—应用情况 (全文) (330)

97. 用气滑式空气铸造法浇铸板锭的冶金性能..... (380)

98. 科罗拉多州拉普顿堡果尔登回收公司 I 铸造厂单合

金卷材坯料的性能 (330)

铸造工艺和回收 V

浮渣处理 / 回收 / 铸造车间生产

99. 一种经济的铝浮渣处理系统..... (381)

100. 熔融金属泵唧送系统—目前的应用和效益 (381)

101. 用于实时的热过程分析的商用软件 (382)

102. 铸铝炉的计算机模拟 (383)

103. 预测熔化炉中火焰的热传导 (383)

104. 科马尔科铝公司 (贝尔湾) 的铝锭铸造设施..... (384)

其他轻金属

镁、镓、锂的提炼, 生产和精炼

105. 镁的前景展望 (384)

106. 镁电解的光谱电化学研究 (384)

107. 满足航天工业对铸造镁合金的要求 (385)

108. 锂的安全管理 (386)

补 遗

109. 磨损指数测试方法的改进和标准化 (386)

110. 由废槽衬制成的炭化硅铸造块 (387)

氧化铝的物理和化学性质 对氟化氢吸附的影响

[澳大利亚] J. F. Coyne, A. N. Bagshaw 等

提 要

研究了大量物理和化学性质很不相同的氧化铝对氟化氢的吸附。对于具有相近表面积但来自不同拜耳法厂的工业氧化铝，吸附能力与BET表面积之间的线性关系有明显的偏差。但是，对同一氧化铝试样经实验室焙烧所得具有不同表面积的氧化铝，线性关系则是很准确的。对工业试样，线性偏差的原因不能归结于下列任何一种性质的不同：相组成、表面酸度、灼烧水分或灼减。为了研究粒度的影响，将四种工业氧化铝试样分级，研究表明，在106~125微米范围内的颗粒，对HF吸附达到明显的最大值。发现吸附水分的存在是出现最大值的原因。

引 言

霍尔—埃鲁特法生产铝是以使用氟化合物为基础的，因此，含氟化物的烟气是不可避免的。自七十年代以来，使用氧化铝的干法净化系统来除去这些氟化物和其他从电解槽散发出的有害杂质。因为散发物中的大多数氟化物是以氟化氢存在的，所以对氧化铝吸附氟化氢进行了一些研究(1-4)。这些研究主要集中于吸附的形式和氧化铝BET表面积对吸附能力的影响。

几篇论文(1-4)的研究对象是吸附的类型。Cochran(1,2)得出结论：氧化铝吸附氟化氢遵循传统的吸附理论，即首先形成

化学吸附的单分子层, 随后是HF的物理吸附, 后者容易解吸。
 Cochran根据许多BET表面积差别大的氧化铝对HF吸附(重量 $\%F^-$)的测定指出, 作为单分子层化学吸附的HF量是 $0.033\%F^-/\text{米}^2$ 。和Cochran不一样, Lamb(3)发现氧化铝对HF的吸附遵循Langmuir等温线。而且Lamb计算得出氧化铝表面的吸附能力是 $0.028\%F^-/\text{米}^2$ 。在此基础上, 他假定有2~3层的HF被吸附, 且吸附是牢固的Baverez和De Marco(4)曾报导, HF是作为二个“双分子层”被吸附, 每一层含 $0.053\%F^-/\text{米}^2$ 。他们报导说, HF吸附的效率实质上是100%, 只要第一个双分子层未完全形成, 随着第二个双分子层的形成, 吸附速率变得缓慢得多。

大多数关于HF吸附的研究确立了吸附能力与氧化铝的BET表面积的关系(2-4), 一般得到的是线性关系:

$$\%F^- = a + bs_{BET} \quad (1)$$

假设表面积少的氧化铝比那些表面积较大的氧化铝具有较大的按单位面积计的HF吸附能力, 系数“a”总是正的。

本文的目的是研究具有良好特性的氧化铝对HF的吸附, 这些氧化铝是用不同的焙烧方法制备的。我们希望由此确定与吸附能力有关的氧化铝的物理和/或化学性质。

实 验

氧化铝

在初步实验中, 将氢氧化铝进行实验室焙烧, 以得到BET表面积差别大的氧化铝。将阿尔阔公司的Pinjarra氧化铝厂生产的氢氧化铝洗涤, 除去所有附着的苛性碱, 然后在马弗炉中于 600°C 下加热71小时, 生成 γ -氧化铝(BET表面积为 $117\text{米}^2/\text{克}$)。接着, 在马弗炉中于 $600\sim 1000^\circ\text{C}$ 下焙烧6~65小时, 得到表面积 $16\sim 87\text{米}^2/\text{克}$ 的各种氧化铝。本研究大部分是使用由澳大利亚的阿尔阔公司提供的21种氧化铝。它们是Bagshaw和Welch⁽⁵⁾用来研究氧化铝性质对其在电解质熔体中溶解度的影响的34种氧化铝中的一部分。为了研究粒度对氟化物吸附能力的影响, 将这

些氧化铝中的四种用筛分的方法分级。

特性测定的方法

采用2200型高速表面积分析仪测定BET表面积,分析仪在 -195°C 下使用 N_2 吸附以根据单点测量结果来确定BET表面积。孔隙大小分布采用Auto-Pore 9200自动汞干扰孔率计测定。相组成用Bagshaw和Welch⁽⁵⁾叙述的方法测定。过渡形态的 γ 、 θ 、 Δ 、 χ 氧化铝所占的比例根据它们分别在0.197, 0.280, 0.271和0.231纳米处的衍射峰值确定。

水分含量(M.O.I)和灼减(L.O.I)用下面的方法测定:把预先称过重量的试样分别从 25°C 加热到 300°C 和从 300°C 加热到 700°C ,然后在再称重之前将试样在干燥的环境中冷却。

曾试图用测量甲醇脱水变为二甲基醚的速率来表征氧化铝的表面特性。这个酸催化反应已用来测定氧化铝的表面酸度,这种氧化铝是将 γ -氧化铝焙烧而得⁽⁶⁾。用在文献⁽⁶⁾中详细描述过的方法,在流动反应器中,利用氧化铝试样测定了甲醇的转变。脱水反应的第二个速率常数用来衡量氧化铝试样的表面酸度。

采用Ingamill法(用于含硅物料)的一种修订方法测定了不同粒级的氧化铝中的碱含量。称量后的试样(0.1克)加硼酸锂(1.4克)置铂/金坩埚中,用电炉在 1000°C 下熔化14分钟。将得到的试样溶解于离子化抑制剂溶液中,并用Varian原子吸收光谱仪测定碱含量。抑制剂溶液用下列方法制备:把6.34克的氯化铯溶解在100毫升浓硝酸中,并稀释到2升。

HF吸附的测定

设备流程示于图1。用注射泵把水输送到蒸发器/预热器中,水在这里与干燥的氮气流混合。已校准的0.8摩尔%的HF在干燥氮气(联邦工业气体公司)中的混合物在通过氧化铝固定床之前进行预热并与 N_2 /水混合物混合。气体排入大气之前在氢氧化钠水溶液中净化以除去所有剩余的HF。吸附的条件是:

氧化铝	0.8克
温度	120°C