

铝电解槽滚铝原因分析及预防措施

曹韶峰

(中铝郑州有色金属研究院有限公司, 河南 郑州 450041)

[摘要] 滚铝对生产造成诸多不利影响,不但降低电解槽运行的稳定性,产生电流空耗,影响能耗指标,严重时可能导致停槽停电。本文详细介绍了铝电解槽发生滚铝时的表现,以及滚铝产生的根本原因和滚铝前兆特征,并根据电解生产过程中可能导致滚铝的5种常见原因进行了具体分析,针对性提出了相应的预防措施,最后给出了滚铝事故的处理建议,为铝电解生产预防滚铝发生和处理滚铝槽提供借鉴。

[关键词] 铝电解; 滚铝; 原因分析; 预防措施

[中图分类号] TF821

[文献标志码] B

[文章编号] 1008-5122(2021)06-0023-03

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.06.006

Cause Analysis and Preventive Measures of Aluminum Rolling in Aluminum Electrolytic Cell

CAO Shao-feng

Abstract: Rolling aluminum has many adverse effects on production including reducing the stability of the electrolytic cell, causing current drain which affects energy consumption indicators, and even cell shutdowns and blackouts in severe cases. This article introduced in detail the performance of aluminum electrolytic cells when aluminum rolling occurs, as well as the root causes and precursory characteristics of aluminum rolling. A specific analysis was carried out on the five common reasons that may cause aluminum rolling during the electrolytic production process, preventive measures targeted at each cases were put forward accordingly and recommendations for handling aluminum rolling were finally given to provide reference to prevent aluminum rolling and handle the cell with aluminum rolling occurrence during aluminum electrolysis.

Key words: aluminum electrolysis; aluminum rolling; cause analysis; preventive measures

0 前言

铝电解的稳定运行是获得良好技术经济指标的前提和保障,影响铝电解稳定运行的因素主要是电、热、磁三方面,即铝电解行业所说的三场^[1-2]。当电场槽的电磁场平衡状态遭到破坏时,不平衡的磁场力推动铝液旋转、翻滚,从而形成滚

铝^[3]。滚铝是铝电解病槽的一种体现,一旦电解槽发生滚铝现象,电解槽的运行稳定性降低,波动幅度变大,增加安全风险;同时由于阴、阳极大范围发生短路,产生电流空耗,降低电流效率,加之电压升高,能耗指标受到影响^[4]。若处理不好,电解槽长时间无法达到稳定状态,可能导致停槽。如果铝液和电解质溢出,冲刷阴极母线,严重时则会造成系列停电。可见,铝电解槽发生滚铝对生产造成诸多不利影响,甚至发生停槽、停电的严重后果^[5],因此应高度重视铝电解槽的滚铝,并预防滚铝事故的发生。

本文结合现场生产实践经验,分析了滚铝发生的具体原因,针对性提出了相应的预防措施,给出了

[收稿日期] 2021-08-18

[作者简介] 曹韶峰(1972—),男,河南上蔡人,本科,工程师,主要从事铝电解节能技术研发和装备管理等工作。

[引文格式] 曹韶峰. 铝电解槽滚铝原因分析及预防措施[J]. 有色冶金节能,2021,37(6):23-25.

滚铝事故的处理建议。

1 滚铝

1.1 滚铝特征

滚铝是电解槽一种可怕的恶性病状,也是引起电解槽漏槽、短路口爆炸的重要原因。电解槽滚铝时,铝液从槽底泛上来,然后沿四周或一定方向沉下去,形成巨大的漩涡,严重时铝液上下翻腾,产生强烈冲击,甚至连同电解质一起翻腾到槽外。

由于铝液的波动,极距急剧变化,引起严重的电压摆动,摆幅在 500 mV 以上;火苗时冒时回,同时在槽壁上可以观察到返上来的铝液;阴、阳极电流分布紊乱,尤其是阳极电流分布变化无常,部分阳极停止工作。

1.2 滚铝的根本原因

滚铝的根本原因在于电解槽内理想的电流分布状态遭到破坏,形成不平衡的磁场。正常运行的电解槽,槽膛规整,槽底干净,电流可按设计的大小和路径流经电解槽各处,使各个方向上的磁场基本平衡,磁场力较小,铝液规律地缓慢运动,相对平静。但当电解槽的槽膛遭到破坏时,槽底沉淀多而且厚薄不均匀,造成阴、阳极电流紊乱,破坏磁场的平衡,从而产生不平衡的磁场力,作用于铝液,使铝液加速不规则运动,特别是铝液层中纵向水平电流增加,产生的磁场力将局部铝液推向槽外,导致铝液发生剧烈翻滚。

1.3 滚铝前电解槽特点

电解槽发生滚铝是可以预见的。一般情况下,电解槽发生滚铝前有以下特点:1)槽膛畸形,槽底沉淀多而且分布不均匀,使铝液运动局部受阻,形成强烈偏流;2)槽内铝液浅,铝液中水平电流密度大(特别在出铝后易产生滚铝);3)阳极、阴极电流分布极不均匀,尤其是阳极电流分布变化无常,阳极停止工作。

2 滚铝事故原因与预防措施

2.1 电解槽炉底、炉膛严重恶化

铝电解启动后,如果出现热平衡或者物料平衡失衡,则会导致炉膛或炉底恶化,突出表现为工艺匹配不合理,炉帮薄且不规则,侧部散热大,炉底偏凉,电解槽易产生结壳或沉淀。另外,在启动后期,如果电解槽温度下降太快且低温保持,加上电解质水平长期偏低,电解质溶解氧化铝的能力变差,电解槽就

会频繁出现堵料、漏料等现象,电解槽中缝有大量沉淀,加之作业质量得不到保证,导致电解槽运行长期不稳定。这种电解槽铝液液面变形严重,水平电流大,稍有波动,易发生滚铝。

预防的主体思路是做好焙烧启动和后期管理,以及正常生产期的精细管理,防止电解槽出现波动。

电解槽的生产状况大部分取决于前期的焙烧启动和后期管理。1)焙烧时保持炉底焙烧温度的均匀,防止过烧或过凉,以免对炉底散热和导电均匀产生影响。一定要保证高温、高分子比启动,确保启动过程中高温、高分子比的电解质充分渗透到焙烧时产生的内衬裂缝中,形成均匀坚固的防渗屏障。2)要严格执行后期管理方案,使各项技术条件缓慢过渡到正常生产条件,形成坚固均匀的炉膛。

正常生产期间,电解槽要做好的是热平衡和物料平衡管理,主要以技术条件的合理平稳和现场操作的高质量管理为抓手。1)在技术条件方面,要求从电解槽启动开始就必须制定统一的技术路线并长期稳定执行,电流、电压、铝量、电解质体系保持合理匹配。坚持“稳定即是高效”的管理原则,减少电解生产控制变量,避免多个控制参数同时、大幅度、不系统调整。2)现场操作是技术条件平稳保持的重要支撑。换极操作设立质量控制点,跟踪监控阳极定位、卡具压降、捞块质量、极上保温料;严格把控出铝精度,防止为追求效益需要大量出铝,破坏技术条件;防止为追求高效,不顾生产实际,降低分子比,低温生产。

2.2 电解质中锂、钾含量高

由于目前国内氧化铝中锂、钾含量高,电解质中锂、钾含量也较高。采用这种电解质体系启动的电解槽,典型的特点是启动初期温度大幅下降,降至 920 ℃ 以下,但过热度较大,电解槽形成不了规整的炉膛。典型的表现是不长伸腿,导致电解槽易产生沉淀,铝液中水平电流过大,容易发生滚铝。

鉴于目前国内氧化铝的状况,对于锂、钾含量高的氧化铝,要搭配锂、钾含量低的氧化铝使用,一般 30% 即可;启动时尽量采用低锂、低钾电解质,保证建立高温、高分子比的规整炉膛,尽量采用高分子比生产策略。

2.3 压槽导致极距过低

产生压槽时,若不及时处理,极距过低,铝液和电解质不能良好分层,导致电解质性质恶化,局部铝液直接接触阳极,恶化阴极电流分布,使铝液发生翻

滚,导致滚铝。

压槽产生主要是现场巡视不力、氧化铝浓度不均导致的,因此现场要设置专门观察电压曲线的人员,一旦遇到异常,马上结合现场处理。

2.4 阳极、阴极电流分布不均匀

阳极电流分布一方面受到炉底结壳、沉淀的影响,另一方面受换极质量、卡具压降和阳极设置均匀性的影响。另外,阳极大母线和导杆表面不平整也会恶化阳极电流分布的均匀性。阴极电流分布一方面受炉底结壳、沉淀的影响,另一方面受大修槽时阴极钢棒连接片的焊接质量影响。阴、阳极电流分布不均造成电解槽内磁场分布紊乱,铝液波动幅度加剧且没有规律性,最终导致滚铝发生。

为了保证阳极电流分布的均匀,首先要保持规整炉膛,前面已叙述;其次要严格把关、考核换极质量,要适时维护阳极大母线和阳极导杆的接触面。此外,大修槽时阴极钢棒连接片的焊接质量要有专人监控。

2.5 铝量过低

低温生产的小炉膛,在产铝量本身就小,如果出铝精度把握不好,或出铝任务过大,都会导致铝量大幅减少,槽内铝水平降幅过大,使铝液对抗磁场力的作用减弱,导致滚铝。

生产时应尽量采用合适的分子比和温度,过热度保持在 $10 \sim 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$,并对出铝精度严格把控,发现过多出铝,马上采取措施,出铝任务要贴近生产实际效率,使在产铝量保持长期稳定。

3 滚铝事故的处理

1) 出现滚铝槽必须保持合理电压。电压保持以摆动基本保持稳定为准,提升电压必须坚持小幅调整原则。每次调整后观察槽状态变化,如需要,再次小幅调整电压,严禁一次性提升。在电解槽发生剧烈滚铝情况下,电压波动幅度很大,一次性大幅提升电压容易造成阳极断路,导致电解槽爆炸。

2) 若出铝后出现滚铝,应根据现场判断,若铝量少,电压摆动不超过 300 mV ,要适当增加铝量,灌铝也要坚持少量多次调整原则,严禁一次性灌铝太多。电解槽两水平总高太高,电解质不容易保持,在剧烈滚铝情况下铝液大量喷出,易出现人身安全事故或熔断母线事故。

3) 电压稳定后适度调整阳极,由于滚铝状态下电流分布紊乱,切忌大幅度乱调阳极,必须坚持少调小调原则。

4) 坚决杜绝下料。出现滚铝槽,要关闭电解槽下料口,避免形成新的沉淀。

5) 由于滚铝会产生大量的热量,使炉帮和伸腿熔化,电解槽的散热随之增加,要保持较高的稳定电压。滚铝时电解槽电压高而极距不高,因此不能手动降电压。由于电解质洁净是一个缓慢过程,电压随着电解质洁净逐渐下降,应适当抬高电压,拉高极距,待电压不再下降,保持一段时间,再根据稳定原则,在电解槽稳定后再降电压,切忌电压忽高忽低,以免形成新的滚铝。

6) 电解槽稳定后,槽温下降,应根据灌铝量,适当加大出铝量,以免炉底发凉。

7) 滚铝槽的处理过程中必须高度关注安全,对人身及系列潜在安全必须作出周密安排,如果人工干预没有效果,果断停槽,防止出现更大事故。

4 结束语

本文总结现场生产经验,对电解槽发生滚铝时的现象进行了详细介绍,为判断电解槽是否发生滚铝提供依据。分析了发生滚铝的根本原因,指出滚铝发生前电解槽的特点,并对电解生产过程中可能导致滚铝的5种常见原因进行了具体分析,针对性提出了相应的预防措施,最后给出了滚铝事故的处理建议和措施。通过本文的介绍,可根据现场生产情况采取相应的有效措施降低电解槽滚铝事故的发生,提高预判电解槽发生滚铝的准确性,为铝电解槽稳定运行和节能降耗提供保障。

[参考文献]

- [1] 邱竹贤. 预焙槽炼铝(第三版)[M]. 北京:冶金工业出版社,2005.
- [2] 刘业翔,李劼. 现代铝电解[M]. 北京:冶金工业出版社,2008.
- [3] 王捷. 电解铝生产工艺与设备[M]. 北京:冶金工业出版社,2006.
- [4] 刘海石,李德祥. 大型预焙槽滚铝的分析与处理方法[J]. 轻金属,1989(11):31-33.
- [5] 卢敏,周铁托. 铝电解槽滚铝形成原因及处理方法的研究[J]. 轻金属,1999(5):28-31.