

铝电解槽烟气流量调控降低能耗生产实践

杨国文

(中国铝业青海分公司, 青海 西宁 810108)

[摘要] 针对某电解铝企业 180 kA 电解系列烟气流量偏大的问题, 采取了调整烟管阀门开度和清理集气系统积料的措施。统计数据显示, 调整后, 烟气标况流量从调整之前的 8 075 Nm³/h 下降到 5 086 Nm³/h, 烟气散热从调整前的 0.617 V 下降到 0.529 V; 直流电耗降低了 92 kW·h/t-Al, 净化动力电耗降低了约 30 kW·h/t-Al, 烟气流量调控取得了理想效果。

[关键词] 铝电解; 烟气流量; 调控; 能耗; 节能; 电解槽; 生产实践

[中图分类号] TF821

[文献标志码] B

[文章编号] 1008-5122(2021)05-0027-03

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.05.007

Production Practice of Regulating and Controlling Aluminum Electrolytic Cell Off-gas Flow to Reduce Energy Consumption

YANG Guo-wen

Abstract: Aiming at the problem of large off-gas flow of 180 kA electrolysis series in an electrolytic aluminum plant, measures were taken to adjust the opening of off-gas valve and clean up the accumulated material in the gas collecting system. The statistical data showed that after the regulation, the off-gas flow under standard conditions dropped from 8 075 Nm³/h of before regulation to 5 086 Nm³/h, the heat dissipation of the off-gas dropped from 0.617 V of before regulation to 0.529 V; the DC power consumption has been lowered by 92 kW·h/t-Al, and the power consumption for cleaning was reduced by 30 kW·h/t-Al. In conclusion, the off-gas flow regulation and control have achieved ideal effect.

Key words: aluminum electrolysis; off-gas flow; regulation and control; energy consumption; energy-saving; electrolytic cell; production practice

0 前言

铝电解槽的稳定运行是获得良好技术经济指标的前提和保障, 影响铝电解槽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]。能量平衡对电解槽的影响最显著, 是电解槽稳定运行的核心与关键。烟气散热是能量平衡的重要组成

部分, 根据电解槽散热测试数据, 通常情况下, 烟气散热为 0.28 ~ 0.50 V, 占电解槽总散热的 15% ~ 30%。烟气散热对电解槽影响较大, 如果烟气流量过大, 会增加电解槽能耗; 如果烟气流量过小, 则会影响集气效率, 进而影响到环保达标, 同时也可能导致电解槽上部散热偏小, 影响电解槽的区域能量分布^[3-4]。因此, 铝电解槽烟气流量应控制在相对合理的范围内。

本文针对某电解铝企业 180 kA 电解系列烟气流量偏大的问题, 采取了调整烟管阀门开度和清理集气系统积料的措施, 实现降低烟气流量、减少烟气散热、降低铝液直流电耗以及降低净化动力电耗的目标, 烟气流量调控取得了理想效果。本研究可为铝电解槽调整烟气流量降低能耗提供数据参考。

[收稿日期] 2021-07-04

[作者简介] 杨国文(1969—), 男, 甘肃泰安人, 本科, 高级工程师, 主要从事铝电解冶炼技术、安全、环保管理与服务工作。

[引文格式] 杨国文. 铝电解槽烟气流量调控降低能耗生产实践[J]. 有色冶金节能, 2021, 37(5): 27-29, 34.

1 烟气流量测试及分析

某电解铝企业 180 kA 电解系列于 1987 年投产运行,运行时间较长,设备相对老旧,特别是集气系统积料问题相对严重。根据现场生产情况判断,大

部分电解槽上部偏冷,可能原因是电解槽烟气流量过大。因此,对 180 kA 电解系列某工区 32 台电解槽的奇数号槽进行了烟气流量测试,测试设备为崂应 3060-A 型一体式烟气流速监测仪,测试结果见表 1。

表 1 调整前烟气流量测试数据

槽号	动压/Pa	负压/Pa	流速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	实际流量/ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$	烟气温度/ $^{\circ}\text{C}$	标况流量/ $\text{Nm}^3\cdot\text{h}^{-1}$	散热/V
1 [#]	97	228	10.0	10 252	98	8 235	0.642
3 [#]	61	188	8.0	8 214	99	6 580	0.523
5 [#]	69	190	8.5	8 717	109	6 800	0.596
7 [#]	55	180	7.6	7 816	117	5 972	0.601
9 [#]	335	660	18.8	19 265	63	17 086	0.776
11 [#]	81	235	9.2	9 480	113	7 319	0.689
13 [#]	195	460	14.3	14 703	92	12 004	0.818
15 [#]	112	323	10.9	11 144	96	9 000	0.672
17 [#]	65	170	8.1	8 469	92	6 914	0.471
19 [#]	60	198	7.9	8 115	123	6 107	0.674
21 [#]	66	220	8.3	8 530	104	6 742	0.536
23 [#]	84	208	9.2	9 666	107	7 580	0.640
25 [#]	66	180	8.3	8 522	88	7 035	0.491
27 [#]	73	175	8.8	9 011	108	7 048	0.606
29 [#]	102	198	10.4	10 639	98	8 545	0.666
31 [#]	55	123	7.6	7 818	101	6 229	0.465
平均	98	246	9.7	10 022	101	8 075	0.617

从表 1 可以看出:1) 测试槽烟气流量整体偏大,根据槽型与烟气流量的对应关系,180 kA 电解系列电解槽烟气标况流量合理范围应为 5 000 ~ 6 000 Nm^3/h ,本次烟气标况流量测试结果平均为 8 075 Nm^3/h ,偏大约 40%;2) 烟气散热也相对偏大,平均烟气散热为 0.617 V,明显超出了 0.28 ~ 0.50 V 的合理区间;3) 电解槽烟气流量相对比较均衡,除了两台电解槽烟气标况流量在 10 000 Nm^3/h 以上,其他测试槽的烟气标况流量基本相近。

2 烟气流量调控措施

根据烟气流量的测试结果,电解槽的主要问题是烟气流量偏大,导致了烟气散热较大,进而影响电解槽能耗指标,同时也增大了净化系统的动力电耗。针对上述情况,主要采取了调整烟管阀门开度和清理集气系统积料的措施。

调整烟管阀门开度的基本原则是:1) 保证单

台电解槽的集气效率在 98% 以上;2) 保证电解槽之间烟气流量基本均衡,尽量减少差异;3) 适当减小烟管阀门开度,降低净化动力电耗。该企业烟管阀门为手动蝶阀,烟管阀门开度在调整前基本都为 100%,根据以往测试数据,烟管阀门开度最小为 60%,再小就会发生烟气跑漏现象。

根据烟气测试情况,流量越大,烟管阀门开度调整的幅度越大。对于 2 台标况流量大于 10 000 Nm^3/h 的电解槽,烟管阀门开度从 100% 调整到 70%;对于标况流量在 8 000 ~ 10 000 Nm^3/h 的电解槽,烟管阀门开度从 100% 调整到 80%;对于标况流量在 6 000 ~ 8 000 Nm^3/h 的电解槽,烟管阀门开度从 100% 调整到 90%;而标况流量在 6 000 Nm^3/h 以下的电解槽则不作调整。

此外,烟管里个别部位氧化铝堆积严重,影响到净化效果,因此通过清理集气系统积料,定期(每月一次)对死角位置进行敲打和疏通,保障集气通畅,以降低净化动力电耗。

3 烟气流量调控效果

某工区32台电解槽的奇数号槽进行烟气流量测试,测试结果见表2。

经过2周的烟气流量调整,重新对180 kA系列

表2 调整后烟气流量测试数据

槽号	动压/Pa	负压/Pa	流速/ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	实际流量/ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$	烟气温度/ $^{\circ}\text{C}$	标况流量/ $\text{Nm}^3\cdot\text{h}^{-1}$	散热/V
1 [#]	67	188	6.5	6 613	113	5 105	0.522
3 [#]	59	158	5.4	5 494	124	4 124	0.495
5 [#]	61	160	6.3	6 409	123	4 823	0.532
7 [#]	53	150	5.6	5 697	132	4 192	0.524
9 [#]	87	260	9.2	9 360	96	7 559	0.748
11 [#]	61	135	6.3	6 409	118	4 885	0.499
13 [#]	77	180	7.4	7 528	114	5 797	0.602
15 [#]	64	203	6.9	7 020	111	5 448	0.539
17 [#]	55	160	5.1	5 189	107	4 069	0.376
19 [#]	54	178	6.2	6 308	133	4 630	0.586
21 [#]	60	201	7.1	7 223	120	5 477	0.578
23 [#]	71	188	6.6	6 715	125	5 027	0.571
25 [#]	56	177	5.5	5 595	104	4 423	0.424
27 [#]	53	165	6.8	6 918	113	5 341	0.503
29 [#]	62	178	7.5	7 630	104	6 031	0.529
31 [#]	51	103	5.7	5 799	116	4 442	0.440
平均	62	174	6.5	6 619	116	5 086	0.529

由表2可以看出:1)调整后集气系统的动压和负压明显降低,说明集气系统通畅性明显改善,在较小抽力下也可以保证集气效果,为净化动力电耗降低提供了条件;2)烟气流速和流量降低,烟气温度上升,标况流量从调整前的8 075 Nm^3/h 下降到5 086 Nm^3/h ,已经处于5 000~6 000 Nm^3/h 的合理范围内,流量调控达到了预期效果;3)烟气散热从调整前的0.617 V下降到0.529 V,降低幅度达0.088 V。总体来看,烟气流量调控取得了良好效果。

为了进一步分析烟气流量调控对电解槽铝液直流电耗和净化动力电耗的影响,统计某工区烟气流量调整前后一个月的能耗,结果见表3。

表3 烟气流量调整前后工区直流电耗数据对比

数据	设定电压/V	工作电压/V	平均电压/V	电流效率/%	直流电耗/ $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t-Al}$
调整前	3.965	3.975	3.987	92.05	12 907
调整后	3.945	3.951	3.962	92.13	12 815
差值	-0.020	-0.024	-0.025	0.080	-92

从表3可以看出,烟气流量调整后,工区铝液直流电耗降低了92 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t-Al}$,效果显著。需要说明的是,虽然烟气散热减少了0.088 V,折合吨铝电耗降低约260 $\text{kW}\cdot\text{h}$,但是电解槽是一个动态平衡的过程,烟气减少的热量并不能全部体现在能耗降低上,其他区域散热会小幅增加,最终达到一个新的平衡状态。

烟气流量调控试验取得良好效果后,开始在整個180 kA电解系列进行推广。推广后,吨铝直流电耗降低值与试验工区基本一致,电解系列净化动力电耗从调整之前的150 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t-Al}$ 左右下降到约120 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t-Al}$,折合吨铝能耗降低30 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

综上所述,通过烟气流量调控,电解槽铝液直流电耗和净化动力电耗合计降低约122 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{t-Al}$ 。

4 结束语

针对某电解铝企业180 kA系列烟气流量过大导致电解槽上部偏冷和能耗指标偏高的问题,在烟

(下转第34页)