

350kA 预焙阳极铝电解槽中小修技术与生产实践

杨丹丹

(国电投宁夏能源铝业青铜峡铝业股份有限公司,宁夏 青铜峡 751603)

摘要:通过对 350kA 大型预焙阳极电解槽因局部破损而被迫停槽的槽内衬进行中小修研究,提出了中小修判定方法,探索出合理的修理技术,优化二次焙烧启动方式和生产控制,取得了良好的生产实践和经济环保效果,槽寿命延长近 1200 天。

关键词:电解槽槽内衬;中小修;槽寿命

[DOI]10.12231/j.issn.1000-8772.2020.32.317

电解槽寿命问题不仅是企业一项重大经济效益问题,而且也是一项环保效益问题^①。近些年来通过生产实践,部分未达到规定槽寿命的电解槽出现破损而停槽,清理炉膛后发现电解槽内衬整体完整性达到 80%,破损位置集中于个别侧壁腐蚀、人造伸腿侵蚀、个别 1~2 组阴极炭块出现隆起或脱层或出现蜂窝状侵蚀,对于此类槽整体大修造成大修费用上升而进入成本且面临废阴极内衬环保处理费用高的问题,本文通过对 350kA 大型预焙阳极电解槽因局部破损而被迫停槽的槽内衬进行中小修技术研究,探索合理修理技术和二次启动方式在不影响电解槽正常生产管理难度的情况下延长槽寿命。

1 槽内衬中小修判定与修理技术

停槽后清理炉膛,对炉膛及槽壳结构进行全方位检查判断,现场借助手锤、撬棍、板尺和水平仪,从测量检查电解槽阴极内衬,如果阴极内衬出现下列情况之一,则进行中修或小修处理,除此之外为确保电解槽运行安全稳定,将进行槽大修^②(见图 1)。

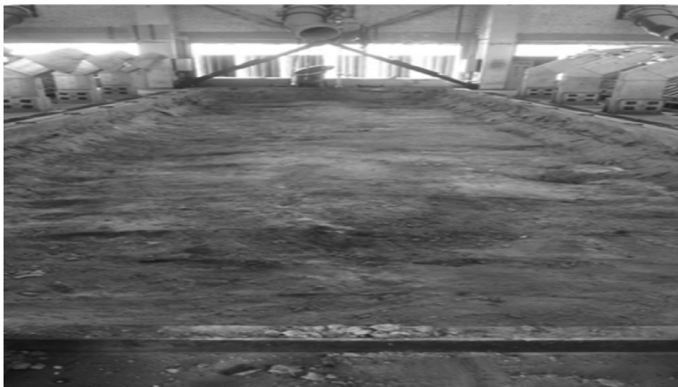


图 1 电解槽停槽后炉膛现场图

1.1 槽内衬中修判定

(1)侧部区域。侧部炭砖连续断裂超过一半以上,或因间断性断裂造成侧部整体性较差,将侧部炭块全部更换。

(2)人造伸腿区域。周围糊出现大面积剥落,剥落深度大于 2 层以上(含 2 层),则重新扎固周围糊。刨至浇注料区域进行重新浇筑,再使用冷捣糊进行扎固。

(3)阴极炭块区域。阴极炭块同区域必须保证 3 组区域以内可以进行局部修理,否则得进行大修。阴极炭块表面形成冲蚀坑,深度小于 100mm 总面积大于 1m² 或冲蚀坑深度大于 100mm 总面积小于 1m²; 阴极炭块表面出现层状剥落,剥层厚度大于 50mm,小于 100mm 总面积大于 1m²; 阴极炭块出现裂纹,阴极炭块横向裂纹宽度大于 2mm,且阴极炭块上抬大于 20mm 或阴极炭块纵向出现裂纹。

1.2 槽内衬小修判定

(1)侧部区域。部分侧部炭块冲蚀深度大于 60mm,但侧部炭块整体性较好,且无龟裂现象。

(2)糊料区域。糊料与炭块的结合部位夹铝,夹铝厚度大于 2mm,长度大于 30mm,若小于此值,应结合运行期间阴极钢棒温度判断,夹铝部位对应阴极钢棒温度大于 350℃也要进行小修处理;炭间糊脱落深度大于 50mm,长度大于 200mm 或炭间糊收缩缝大于 2mm。

(3)阴极炭块区域。阴极底块出现冲蚀坑,冲蚀坑面积大于 0.2m²,小于 1m²,且深度大于 50mm,小于 100mm; 阴极底块出现层状剥落,剥层面积大于 0.2m²,小于 1m²,且深度大于 50mm,小于 100mm; 个别阴极炭块出现裂纹。阴极炭块横向裂纹宽度大于 2mm,且阴极炭块上抬小于 20mm(图 2)。

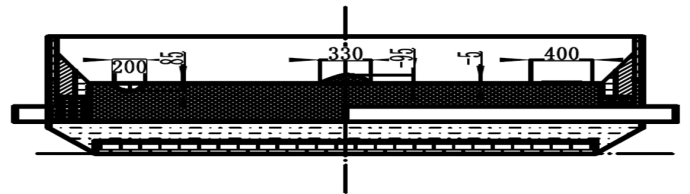


图 2 电解槽停槽后炉底阴极炭块局部情况

1.3 中小修处理技术方法

(1)侧块、周围糊区域。需要更换侧块的局部或整体上都应将侧部刨深至边部浇注料,宽至阴极炭块端头,如遇到漏铝、夹铝的情况,可刨至底部防渗料处,按照原有槽内衬结构重新浇筑砌筑侧块,并进行冷捣糊扎固。

(2)阴极炭块区域局部小修。沿阴极炭块裂纹方向采取切割方式或打孔钻眼方式刨除,开口成顺八字(即上大下小),上口为 40~60mm、下口大于 60mm、深度为 130~160mm,长度至全部裂纹,不得采用风镐刨除。

采用冷捣糊修补,用压缩空气将刨出的沟槽清理干净,用移动式保温箱将冷捣糊加热至 25~35℃,同时用火焰喷射器将扎固作业面加热至 30~35℃,在凡与糊接触部位均涂一层厚度为 0.5mm 左右的稀释沥青,然后分两层扎固。最后一层交界处要求盖住旧阴极炭块 5~10mm,高度为 2~3mm。扎固风压 5.5~6.5kg/cm²,压缩比 1.60:1。

(3)更换 3 组以内阴极炭块修理。

①干式防渗料找平。用干式防渗料将槽膛进行找平,并用平板夯夯实,标高必须与原标高保持一致,总高差为 $H \pm 1.5\text{mm}$,找平层压缩比为 1.26:1,找平层要平整,密实度要均匀。

②将新组装的阴极炭块组安放到已找平的干式防渗料上(新旧阴极炭块组的理化指标必须一致),就位时,钢棒应放在窗口中央,阴极钢棒中心线与槽壳窗口中心线平行度偏差为 $\pm 3\text{mm}$,相邻炭块就位,用缝宽样板控制,测定三点,应控制在 $B \pm 2\text{mm}$,取下样板后用木楔固定。相邻两组炭块高差不大于 5mm,长度差不大于 10mm。

2 优化电解槽二次启动方式

由于炉膛阴极表面坑洼不平,且阴极表面附着侵蚀的电解质,需对炉膛清理干净,见阴极炭块本色,用风镐或小锥子对阴极炭块表面均匀密排打点,保证阴极炭块导电性,采用焦粉焙烧湿法启动,并根据已使用过的槽内衬特性进行优化焙烧启动方案。

2.1 二次焙烧阶段

2.1.1 新型焙烧介质电煨石油焦

选用新型焙烧介质电煨石油焦,粒度控制在 2~5mm,电阻率控制在 160~180 $\mu\Omega\text{m}$ 。采用 48h~72h 焙烧时间。

2.1.2 新型的铺焦技术

自行研制出“直铺式矩阵铺焦框架”,使用重力刮板对电煨石油焦

表 1 电解槽后期管理技术条件保持

技术条件	第一周	第二周	第三周	第四周	第五周
电压/V	4.20	4.10	4.05	4.00	3.95
铝水平/mm	200-240	240-260	250-270	260-280	270-290
电解质水平 /mm	220-280	190-210	170-190	160-180	160-180
分子比	2.85-3.0	>2.8	>2.75	2.65-2.75	2.55-2.65
电解质温度/℃	975-985	970-975	960-970	955-960	945-950
效应系数/次(槽日) ⁻¹	≤0.1	≤0.1	≤0.05	≤0.05	≤0.05
噪声/mV	≤28	≤28	≤28	≤28	≤28

进行直铺压实,而后使用 5 齿间距相等的齿耙进行平行钩耙,保障阳极坐上之前电煨石油焦呈波纹式有效厚度均衡至 30mm,焙烧 12 小时后每隔两个小时进行阳极电流分布测量,电流分布均衡,分布在 2.0~3.0mV(等距离测量压降,间距 25cm),焙烧阶段结束后,导杆上窜量在 2~4cm,正负偏差 1cm。

2.2 二次启动与后期管理阶段

(1)焙烧后启动条件。电解槽焙烧平均温度控制在 880-920℃,单点温度控制在 950℃以下。

(2)采用湿法无效应启动^①。灌入电解质总量必须确保 15 吨左右。待烟道端液态电解质已经贯通并有一定高度时,开始抬升阳极,第一包电解质(至少 7t)灌入后电压保持在 5~7V 之间,第二包电解质灌入后电压保持 7V 左右,期间电压保持到 8V 以下直至物料化完,炭渣打捞完毕,电压保持到 5.5V,启动 24 小时后,一次灌入 18t~20t 铝水,铝水平达到 24cm 时开始出铝,灌铝后 24 小时电压降至 4.5V。启动过程和后期管理中每 4 小时对侧壁与阴极钢棒温度进行监测和动态分析,并重点对比修理区域的温度变化。

表 2 电解槽运行管理技术条件保持对比

技术条件	平均电压/V	铝水平/mm	电解质水平 /mm	分子比	电解质温度/℃	噪声/mV	阴极压降/mV
正常槽	3.900-3.950	260-280	160-170	2.40-2.45	940-945	≤26	≤320
二次启动槽	3.950-4.000	270-290	160-170	2.45-2.50	945-950	≤28	≤350

(3)二次启动后根据电解槽后期运行管理对条件进行控制(表 1),二次启动槽启动后要控制效应系数至正常水平。

3 二次启动槽运行状况控制

陆续根据中小修判定与修理技术现场实践,对中小修 20 台槽进行运行状况跟踪分析,转入正常生产后按照二次启动槽电解槽技术条件进行保持(表 2),正常运行管理,目前二次启动槽运行槽寿命平均基本上能达到 1200 天以上。

通过运行实践,20 台二次启动槽电解槽运行稳定,平均电压 3.991V,电流效率平均在 92.52%,直流电单耗完成 12857kW·h/t-Al,与正常槽相比电流效率基本相当,吨铝电耗高约 100kW·h,取得了良好的经济环保价值。

4 结束语

通过对 350kA 大型预焙阳极电解槽因局部破损而被迫停槽的槽内衬进行中小修技术实践,单槽槽修费用降低近 100 万,槽寿命延长 1200 天,与正常生产槽相比未损失电流效率,平均在 92.50%,直流电单耗完成 12857kW·h/t-Al,对槽修方式提供了良好的实践经验和资源环保价值,存在一定的综合效益。

参考文献

[1]赵霞.预焙铝电解槽寿命影响因素分析研究[D].西安建筑科技大学,2015:7.
 [2]350kA 电解系列新型阴极电解槽二次启动中小修技术方案[Z].2015:3-8.
 [3]赵忠斌,杨丹丹.新型阴极钢棒结构铝电解槽生产实践[A].中国科学技术协会,贵州省人民政府.第十五届中国科协年会第 15 分会场:全国铝冶金技术研讨会论文集[C].中国科学技术协会,贵州省人民政府,中国科学技术协会学会学术部,2013:5.