

新型不停电停开槽技术在铝电解生产中的应用实践分析

杨聪富 焦志云 刁桂芳
(云南文山铝业有限公司 云南 文山 663000)

摘要：应用铝电解槽不停电停、开槽装置可实现铝电解槽的不停电大修，从而避免了因大型电解铝系列大修频繁停电所造成的能耗增加、产量降低及电解槽寿命降低等影响。文山铝业在 500kA 铝电解系列启动过程中，采用了最新的不停电停、开槽技术和装备，在最短时间内实现了全系列的不停电安全启动。本文以云南文山铝业 500kA 铝电解槽系列不停电启动实践为基础，论述不停电停开槽技术原理、使用操作方法、应用效果等。

关键词：铝电解槽；不停电停开槽装置；停、开槽

1 不停电停开槽技术应用背景

目前，一般铝电解槽的正常使用寿命约在 2000 ~ 3000 天，需要周期性的对铝电解槽进行停槽维修或者更换。检修铝电解槽就需要给电解槽停电，检修完毕之后仍需要给铝电解槽通电。若采用传统的方法，将需要串联回路中的某台电解槽进行停开槽作业时，需要对全电解系列进行停电，进行段路口操作后再恢复供电。一般铝电解系列某一台电解槽大修时需要停电 20 ~ 30 分钟接通短路母线，在检修完成后有需要停电至 20 分钟将短路母线电流切换到该电解槽。频繁的停电不仅会降低原铝产量，造成经济损失，还会降低电解槽寿命，排放具有强腐蚀性的四氯化碳气体，可对电网线路造成严重腐蚀。

由于铝电解槽回路是数百千安的直流电，如果在全电流下直接对短路块进行合、分操作，会在短路口间产生强烈的电弧，严重威胁操作人员和周边设备的安全。

另外，在新铝电解线启动时亦可提高铝电解槽启动效率，节约启动时间和启动成本，给企业带来巨大的经济效益。

综上，特别是在目前铝电解系列的电流强度越来越大的背景下，在电解系列全电流情况下进行停槽、开槽作业，对于降低能耗、减少经济损失十分必要。通过对电解系列中任一槽进行不停电、不降电流的开停槽，使该电解槽的断开和接入不会影响整个系列的生产，从而达到提高产量和槽寿命、降低能耗、保护电网的目的。

2 不停电停开槽技术原理、基本功能、实现目标

2.1 技术原理

不停电停、开槽装置是通过多台开关安装在电解槽的立柱和短路块之间（即电解槽的阴、阳极之间），建立与预停（或开）铝电解槽并联的分流回路，在其分流作用下，使电解槽电压降低到 0.8V 以下的安全标准，然后连通或断开短路块与立柱的连接，实现单台电解槽的停槽或开槽。一般分流开关的数量等于电解槽立柱的数量，并由同一台控制柜

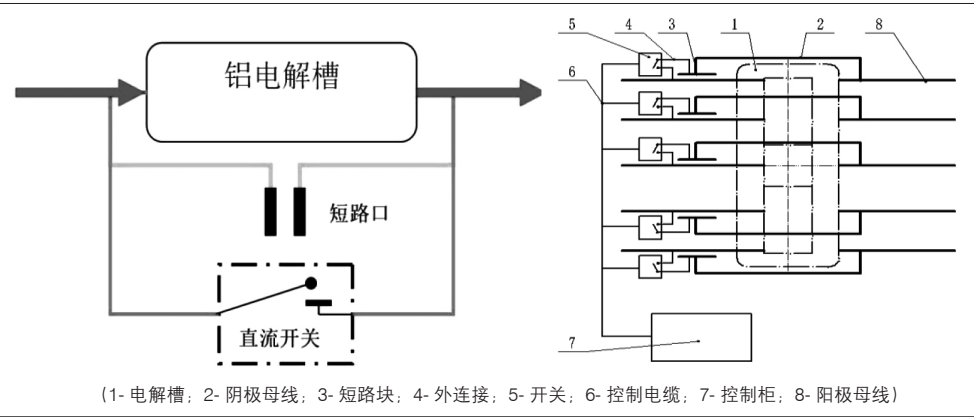


图 1 不停电停开槽原理图

控制其同步分断或闭合。不停电停开槽的原理如图 1 所示。

2.2 基本构成

每套不停电停开槽装置由 6 台开关、1 台控制柜及其他部件构成，如图 2 所示。

2.3 基本功能

电解系列电流高达 500kA，要求整套设备具备良好的分流能力和分断大电流的能力，在分流作用下，使槽电压稳定保持 0.8V 以下的安全操作范围。6 台开关的同步动作误差应在 20ms 以内，以防止电流偏流造成设备或母线长时间过载。开关本体要有良好的灭弧功能，以保护设备不受电弧损伤，保证损伤安全和延长设备寿命。

2.4 电解槽不停电开关的特点

(1) 根据开关的原理、将短路口设计成开关的主触头，并配灭弧触头、辅助触头以及短路口机械开闭装置，集成一体化的电解槽不停电开停槽系统开关。

(2) 电解槽不停电开停槽装置只包括灭弧触头、辅助触头和机械开闭装置。

(3) 将装置直接安装在短路口处，开停槽时，灭弧触头和辅助触头先闭合，然后机械开闭装置配合拉开短路口，人工拔插短路口绝缘板，再由机械开闭装置开闭短路口，实现开停槽。

(4) 开关用于降低短路口的电弧能量，保护短路扣的

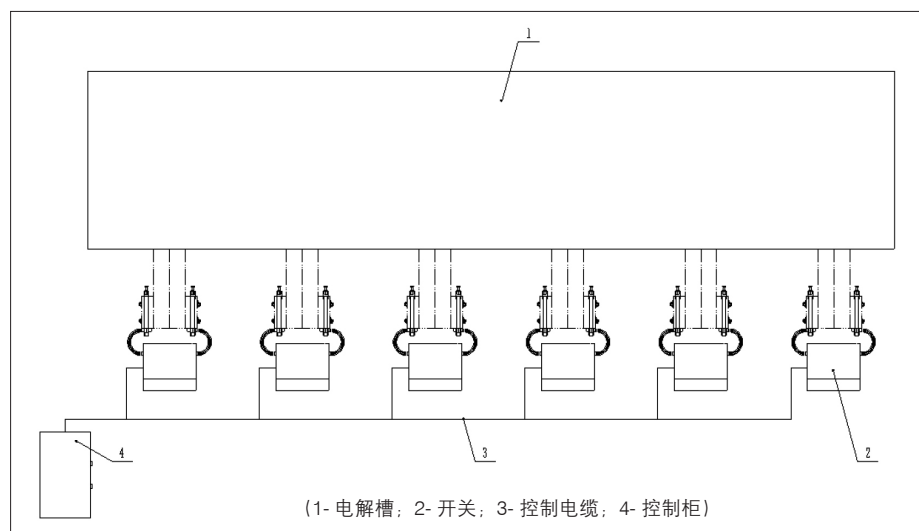


图 2 成套设备构成图

开闭。机械开闭装置代替人工操作，确保保护短路口开闭的快速性与同步性，减少安全隐患。

2.5 电解槽不停电短路装置要实现的目标

(1) 电解槽不停电短路装置使用电解系列在不停电、不降电流、全负荷不间断运行的情况下实现系列中的电解槽安全的、有计划的开槽操作。

(2) 摸索一套新电解系列全电流开槽作业的管理模式和技术方法。

3 不停电、开槽在系列启动中的应用

3.1 设备使用前的准备及具备的条件

3.1.1 人员组织与培训

不停电停开槽涉及安全因素较多，需要由专业人员进行操作，操作前要进行培训的演练。培训主要涉及不停电停开槽技术原理、操作规程、相关的电解知识，以及操作过程中的安全注意事项，告知过程中的风险点及应急处置措施。

操作演练主要包括设备安装和拆除演练和电解槽短路口操作演练（在系列未通电前进行），主要检验不停电停开槽装置与电解槽对接是否可靠，短路口操作顺序是否正确，每一步操作是否规范。将不停电开槽作业所有动作进行分解，把每个操作步骤进一步规范，形成标准化作业流程。通过演练，可明显提高操作过程中人员配合的协调性，提高设备的运行效率，整个操作过程可缩短到 45 分钟以内。

在人员组织方面，在操作时设现场指挥人员 1 名，控制柜操作员 1 名，短路口操作人员至少 12 名。操作指挥负责下达操作指令，调配操作人员，对各个操作过程作出正确判断，对可能出现的问题进行预判，并负责操作过程的安全。控制柜操作员专一负责控制柜的操作监控，出现任何异常，当即向操作指挥反馈。短路口操作员负责不停电停开槽装置的安装、拆除和短路口的操作。另外现场需要配备电工、维修工等，以备出现异常情况时及时处理。

3.1.2 使用前应具备的条件

电解槽采用焦粒预热，并采取分流措施，通电冲击电

压为预设的 3.5V 左右。经过前期的培训和演练，成立了 2 个通电启动组，人员配备到位，各安全措施落实到位，工器具配备到位，完全具备通电启槽的操作条件。

3.2 电解槽通电操作

3.2.1 通电前设备的检验

不停电停开槽装置首次使用或长期放置后的首次使用前应做以下检验：

接通控制柜外接电源，闭合控制柜内的电源开关，检查控制柜充电情况是否达到技术参数要求。

用电缆将开关与控制柜连接，分别操作控制柜上分闸按钮、合闸按钮，检验开关分、合闸是否动作，动作是否到位。

开关处于断开状态，检查开关绝缘情况，要求绝缘值不低于 $2\text{M}\Omega$ 。

3.2.2 通电操作过程

先把 6 台开关逐个吊到立柱旁边，使上软连接、下软连接分别与电解槽立柱母线及短路块压接面接触并对正，用专用卡具夹紧，然后用控制电缆连接开关和控制柜。控制柜上电后，检查开关分闸指示灯应全部点亮，待合闸按钮灯亮时按下，检查开关合闸指示灯应全部点亮（分闸指示灯应全部熄灭），此时开关已全部闭合，可操作短路口。

短路口操作分 6 组进行，每组 2~3 人，每组操作一个短路口。先用风动扳手打开短路口螺栓，并把螺母松到合适的位置，然后 2 人分别操作开关自带的短路块机械开合装置，使短路块与立柱分开，1 人负责插入临时绝缘板。整个操作过程中，现场指挥负责协调各组人员，组织对较难操作的短路口进行集中处理，检查操作质量。在操作完成后对每个短路口进行逐一确认，确保操作质量达到要求后，撤出所有操作人员，然后断开开关，观察通电槽一切正常后，可拆除所有开关供下台槽使用。

4 结语

应用不停电停开槽装置进行系列启动，有效避免了 300 多次系列停、送电，节能、增产效果显著，还避免了供电负荷的大幅波动及整流供电设备的频繁启停，经济和社会效益明显。

参考文献：

- [1] 梁学民. 大型预焙铝电解槽节能与提高槽寿命关键技术研究 [D]. 长沙：中南大学, 2011.
- [2] 鞠晓亮. 浅析电解槽不停电短路装置的电气原理 [J]. 青海科技, 2011, 18(06): 127-129.
- [3] 王丽. 铝电解槽不停电开停槽装置在 200kA 预焙槽上的应用实践 [J]. 有色设备, 2011(04): 13-16.

作者简介：杨聪富（1985.09-），男，汉族，云南富源人，本科，机械工程师，研究方向：机电设备维修与管理。