



中华人民共和国国家标准

GB 29741—2025

代替 GB 29741—2013

铝电解安全生产规范

Safety specification for aluminum electrolysis

2025-08-01 发布

2026-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 厂址选择、厂区布置及建(构)筑物..... 3

6 生产安全 3

 6.1 通用要求 3

 6.2 贮运送料 4

 6.3 铝电解 4

 6.4 电解槽大修 7

 6.5 阳极组装 7

 6.6 铸锭 8

 6.7 烟气净化 9

 6.8 烟气脱硫 9

 6.9 运输 9

 6.10 动力系统 10

7 检维修..... 11

8 证实方法..... 12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB 29741—2013《铝电解安全生产规范》，与 GB 29741—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了“铝电解”“焙烧”“阳极效应”“电解槽大修”“铸锭”等术语及其定义(见第 3 章)；
- 更改了厂址选择、厂区布置及建(构)筑物的安全要求(见第 5 章, 2013 年版的 3.1.1、3.1.2、3.1.3、3.1.4)；
- 更改了铝电解的安全要求(见 6.3, 2013 年版的 4.1)；
- 增加了电解槽大修的安全要求(见 6.4)；
- 增加了阳极组装的安全要求(见 6.5)；
- 更改了铸锭的安全要求(见 6.6, 2013 年版的 4.3)；
- 更改了烟气净化的安全要求(见 6.7, 2013 年的 4.2)；
- 增加了烟气脱硫的安全要求(见 6.8)；
- 更改了运输的安全要求(见 6.9, 2013 年版的 5.2)；
- 更改了动力系统的安全要求(见 6.10, 2013 年版的 5.3)；
- 删除了环境与卫生内容(见 2013 年版的 5.4)；
- 删除了风险评价内容(见 2013 年版的 5.5)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国应急管理部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2013 年首次发布为 GB 29741—2013；
- 本次为第一次修订。

铝电解安全生产规范

1 范围

本文件规定了铝电解生产的安全管理、厂址选择、厂区布置及建(构)筑物、生产、检维修等安全技术要求,描述了证实方法。

本文件适用于铝电解企业的厂房设计、铝电解、电解槽大修、阳极组装、铸锭、烟气净化、烟气脱硫、运输、动力系统和检维修的安全管理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 2894 安全色和安全标志
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分:钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分:钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分:工业防护栏杆及钢平台
- GB 4387 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程
- GB 39800.1 个体防护装备配备规范 第1部分:总则
- GB 39800.3 个体防护装备配备规范 第3部分:冶金、有色
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50025 湿陷性黄土地区建筑标准
- GB 50028 城镇燃气设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB 50112 膨胀土地区建筑技术规范
- GB 50201 防洪标准
- GB 50544 有色金属工业总图规划及运输设计标准
- GB 50630 有色金属工程设计防火规范
- GB 50850 铝电解厂工艺设计规范
- GB 51020 铝电解厂通风除尘与烟气净化设计规范
- GB 55037 建筑防火通用规范
- TSG 51 起重机械安全技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铝电解 aluminum electrolysis

采用冰晶石-氧化铝熔盐电解法生产原铝的过程。

3.2

焙烧 baking and starting

利用焦粒或燃气在铝电解槽阴、阳两极间产生热量,使电解槽内衬温度升高,将炉膛温度提高至电解温度(900 ℃以上)的过程。

注:包括焦粒焙烧和燃气焙烧。

3.3

阳极效应 anode effect

熔盐电解过程中,由于阳极气体未能及时有效排出,电解质与阳极之间导电能力显著下降的现象。

注:当发生阳极效应时,在阳极与电解质接触的周边上出现许多细小的电弧光,槽电压上升到数十伏,电解质停止沸腾,并以小滴状在阳极周边飞溅,大型电解槽上部结构出现微微颤动,并伴有响声。

3.4

电解槽大修 electrolytic cell relining

电解槽在运行一定时间后,因破损、技术经济指标差等原因,停止运行后对电解槽上部结构检修、内衬重新砌筑的过程。

3.5

铸锭 ingot casting

对电解槽生产的原铝液通过真空抬包运输至铸造厂房,通过特定的工艺和模具,将液态铝凝固成型为具有特定形状和尺寸的铝产品的过程。

注:本文件中铸锭指水平连续铸造机铸锭。

4 总体要求

4.1 企业新建、改建及扩建项目的安全设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应纳入建设项目概算。

4.2 铝电解项目的工艺设计应符合 GB 50850 的规定,通风除尘与烟气净化设计应符合 GB 51020 的规定。不应使用国家明令淘汰的危及生产安全的工艺、设备。

4.3 企业应开展安全生产标准化建设,建立健全全员安全生产责任制、安全生产规章制度和安全操作规程。

4.4 主要负责人和安全生产管理人员应具备与其所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。特种作业人员应经培训后持证上岗。

4.5 企业应建立安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,对本单位安全风险进行全面、系统地辨识,并建立风险分布档案,绘制安全风险分布图,编制安全风险分级管控清单。

4.6 企业应结合生产实际,组织开展隐患排查,隐患排查应覆盖所有与生产经营相关的场所人员、设备设施和生产过程活动,包括承包商和供应商等服务范围,并采取综合排查、专业排查、定期排查(含季节性排查、节假日排查)、日常排查等方式进行隐患排查。

4.7 企业应对安全设备进行经常性维护、保养,并定期检查,保证正常运转。

4.8 企业应对相关方进行危险因素告知和安全交底,签订专门的安全生产管理协议,在合同中明确各自的安全生产管理职责,并对相关方的安全生产统一协调、管理。

4.9 企业应在有较大危险因素的场所和设备设施上,按照 GB 2894 的规定设置安全警示标志,并定期进行检查维护。

4.10 危险作业前,应进行风险辨识、制定作业方案和应急措施,办理审批手续,并向作业人员进行安全技术交底。作业过程中,应指定专人负责现场的安全监督检查。

4.11 危险化学品应储存在专用仓库或者专柜内,不应露天存放。储存危险化学品的单位应建立危险化学品出入库核查、登记制度。

4.12 企业应根据风险分析和应急资源调查结果编制应急预案,配备应急救援装备、物资,定期进行培训、演练。专项预案或现场处置方案应包括但不限于以下方面:

- 电解槽漏炉事故应急预案;
- 电解槽停电事故应急预案;
- 电解槽停风停料事故应急预案;
- 高温熔融金属泄漏事故应急预案;
- 火灾事故应急预案。

5 厂址选择、厂区布置及建(构)筑物

5.1 铝电解厂址应选择在不受洪水、潮水或内涝威胁及潮涌危害的地区,符合 GB 50544、GB 50850 的规定。

5.2 在湿陷性黄土和膨胀土地区建设铝电解厂应符合 GB 50025、GB 50112 的规定,防洪应符合 GB 50201 的规定。

5.3 厂区应分别设置物流通道与人流通道。厂区总平面应按功能分区布置,与厂外运输、供水、供电等线路衔接顺畅。

5.4 使用和储存易燃、易爆物品的设备设施与其他建(构)筑物、铁路、道路、架空电力线路等设施的防火间距,应符合 GB 50016 和 GB 50630 的规定。

5.5 车间工艺装备、生产设施和操作区域布置应符合生产流程和作业特点,满足安装、检维修及人员安全操作空间的要求。

5.6 建(构)筑物结构设计应符合 GB 50009 的规定。建筑物的防雷设计应符合 GB 50057 的规定。

5.7 电解厂房应设置人车分流通道、检修梯、其他高空作业设施,厂房周围应设置排水设施和采取防止雨水进入槽下地坪的措施,电解槽下方应设置挡铝围堰。

5.8 厂房疏散楼梯、通道、安全出口的总净宽度应符合 GB 50016、GB 55037 的规定,通道应有明显的标志线和应急照明;上下天车通道应设置隔离措施、挂牌上锁。

5.9 固定式楼梯及平台、栏杆等设置应符合 GB 4053.1、GB 4053.2、GB 4053.3 的规定。

5.10 会议室、活动室、休息室、操作室、交接班室、更衣室(含澡堂)等人员聚集场所不应设置在电解厂房、铸造厂房等熔融金属吊运跨的地坪区域内。

5.11 乙炔、汽油、氧气等甲、乙类物品库房和润滑油等丙类液体库房的电力装置应符合 GB 50016、GB 50058 的规定。

6 生产安全

6.1 通用要求

6.1.1 电解岗位作业人员应穿戴绝缘、耐高温、防穿刺的防护鞋;换极、出铝、铸锭、组装等接触高温熔体的作业人员,应按照 GB 39800.1、GB 39800.3 的规定穿戴个体劳动防护用品。

6.1.2 安装金属心脏起搏器的人员不应进入电解厂房。

6.1.3 电解槽上部结构水平母线应设置限位保护装置。

6.1.4 不应将潮湿物品投入电解槽内,与高温熔体接触的工器具使用前应预热。

6.1.5 电解槽的槽壳与上部结构支腿、风格板、槽壳支座、母线之间应设置绝缘,绝缘电阻值不小于 $0.5\text{ M}\Omega$;上部结构的各打壳气缸与支座、烟道与厂房、烟道端与上部结构相连的管道等应设置绝缘,绝缘电阻值不小于 $2\text{ M}\Omega$ 。

6.1.6 不应站在阳极、钢爪、壳面上作业;不应在槽壳、母线与地坪接缝处校正工具;不应坐在槽罩、槽沿板及立柱母线短路口上休息;不应将金属工具靠立于电解槽立柱母线、槽罩板、槽壳、槽控机、气控柜旁。

6.1.7 发生阳极效应或对地电压异常时,不应进行测量、换极、出铝、母线转接、打捞碳渣等作业。

6.1.8 进入脱硫塔、槽罐、除尘器、烟道等内部检查或作业,应按照有限空间作业管理,进行风险辨识、作业审批,先通风、再检测、后作业,并安排专人监护。

6.2 贮运送料

6.2.1 作业人员上下氧化铝运输车辆应使用专用爬梯,采取防止坠落的安全措施。

6.2.2 打料作业时,驾驶员不应在驾驶室内。

6.2.3 采用倾翻装置卸料时,倾翻区域应设置防护栏杆,防护栏杆内不应有人员。

6.2.4 袋装氧化铝应错台码放,上下氧化铝堆应使用专用爬梯。

6.2.5 6级以上大风等恶劣天气不应前往氧化铝料仓顶作业。

6.2.6 检查槽上部料箱时,应设专人监护,双手不应同时触摸不同设备。

6.2.7 确认槽上部料箱料量时,不应使用金属工具。

6.3 铝电解

6.3.1 工艺参数测量

6.3.1.1 测量时,金属工器具不应同时接触两槽,不应与槽四周任何物体搭接。

6.3.1.2 进入槽底测量前应通知当班负责人,在相应区域(槽上和槽下)设立警示标志。

6.3.1.3 发现阴极钢棒、侧壁、炉底钢板温度超过工艺控制要求时,应立即逐级报告、研判分析,采取边部扎固、吹风降温、停槽等措施。

6.3.1.4 槽底通行时应避开炉门口位置;槽底作业时,身体不应触碰槽壳、母线及支墩,工具不应同时接触母线和母线支墩。

6.3.2 槽控机操作

6.3.2.1 槽控机应设置焙烧、启动、正常运行三种状态的安全保护模式。

6.3.2.2 电解槽启动时,应对槽控机进行隔热防护。

6.3.2.3 不应随意解除或修改槽控机的软、硬件保护措施,非专业人员不应打开槽控机柜门。

6.3.2.4 发生阳极升/降失控异常时,应迅速切断动力电源,并立即汇报,通知专业人员处理。

6.3.2.5 槽控机出现故障时,应及时通知专业人员进行处置。

6.3.2.6 在槽控机安装调试、变更电源或连接电源线、维修提升机主回路后,应确认提升机转向与操作指令是否一致。

6.3.3 阳极更换

6.3.3.1 阳极更换前应检查确认阳极组连接部位完好。

6.3.3.2 阳极吊运作业时,应确认阳极夹具与阳极导杆承重孔对准。

6.3.3.3 在残极吊出、新极未装好之前,作业人员不应站在槽沿板上,除阳极更换作业人员外,其他人员不应在此槽间通行。

- 6.3.3.4 拔出残极进行相邻阳极检查、炉底检查作业时,应采取放置防护栏、罩板等安全措施。
- 6.3.3.5 作业过程中,人员不应站在卡具的下方,不应将脚伸入阳极底掌下面。
- 6.3.3.6 卡具松紧作业时,应先盖好槽罩,不应站在阳极上进行松紧卡具作业。
- 6.3.3.7 新极安装时应进行预热,作业人员不应正对阳极站位,添加阳极保温料时,不应使用潮湿的物料,不应站在阳极、钢爪、壳面上作业。
- 6.3.3.8 残极应平稳放置在残极托盘上,不能平稳放置的残极应倾倒放置在托盘内。作业人员应位于导杆长度半径以外区域。

6.3.4 母线转接

- 6.3.4.1 母线提升框架应采用断风抱紧机构。
- 6.3.4.2 定期对母线提升框架吊环处及销轴进行检查,每年至少对母线提升框架吊环处及销轴进行一次无损检测。
- 6.3.4.3 母线转接作业前,遵守以下规定:
- 应用多功能天车固定吊将母线提升框架上下提升,进行空载试吊,并确保固定吊动作灵敏,抱闸无下滑,设备运转正常;
 - 应检查供风系统、槽上部提升机构、母线提升框架等功能正常;
 - 应确认电解槽槽号、状态,电解槽处于效应等待期间不应进行抬母线作业。
- 6.3.4.4 吊运母线提升框架在电解槽上方行走时,应使吊钩位于上限位。
- 6.3.4.5 放置母线框架时,应确认框架支腿放置在电解槽上部导向槽内。
- 6.3.4.6 打开母线框架抱紧装置前,应确认导杆夹紧后再松开小盒卡具。
- 6.3.4.7 吊运母线提升框架时,应用固定吊点动按钮调整水平,直到提升母线作业前,不应再操作该按钮。
- 6.3.4.8 母线转接作业中,应有专人监护槽电压变化,电压上升超过 300 mV 或阳极导杆位移时,应立即停止作业。
- 6.3.4.9 母线转接作业后,应对卡具复紧、导杆定位划线。

6.3.5 阳极效应熄灭

- 6.3.5.1 电解槽应设置阳极效应声光(广播)报警装置,发生阳极效应报警时,作业人员应立即前往报警的电解槽进行处置。
- 6.3.5.2 手持效应棒应插入至阳极底掌下,观察槽控机显示电压变化,确认电压正常后,再拔出效应棒,若效应未熄灭,应手动进行一次效应加工后再插入一根效应棒熄灭。
- 6.3.5.3 向电解槽插入或拔出效应棒时,不应将身体正对电解槽。
- 6.3.5.4 阳极效应熄灭后,应立即巡视槽况、及时调整槽电压至设定电压值。
- 6.3.5.5 效应时间超过 5 min 时,应测量侧壁、阴极钢棒、炉底钢板温度,对异常部位及时处理,并检查阳极,对异常阳极及时调整,监控电压变化。

6.3.6 焙烧、启动、停槽

- 6.3.6.1 焙烧、启动、停槽应指定专人负责与供电部门联系,并指挥现场的通电、停槽工作。
- 6.3.6.2 通电作业前,应对电解槽的绝缘情况进行测量。
- 6.3.6.3 通电操作不应事先松开短路口螺栓。
- 6.3.6.4 采用焦粒焙烧时,应检查确认阳极组、软连接、分流器各接触面接触良好,应定期检测阳极电流分布、各接点压降和温度。
- 6.3.6.5 使用不停电开关前,应检查整个回路的绝缘情况并进行调试,安装和拆卸前应确认开关在分闸

状态,合闸前人员应撤离出作业槽间。

6.3.6.6 采用焦粒焙烧拆除软连接前应紧固卡具,检查强制(急停)按钮,并派专人负责看守槽控机电压。

6.3.6.7 采用燃气焙烧时,应检查确认燃气输送管路及压力正常,燃气无泄漏。应定期检查燃烧工况和燃气压力等数据,及时处理异常情况;焙烧结束后,应关闭阀门,放空管路中的残留气体。

6.3.6.8 灌注铝液或电解质作业后应及时巡查电解槽槽壳温度、槽体液体渗漏情况。

6.3.6.9 启动前,应确认中缝贯通;启动过程中,应观察电压及电解质液面变化。

6.3.6.10 启停槽作业,应有专人监控槽电压。

6.3.6.11 停槽时,吸出电解质降阳极时应有专人负责,吸出电解质过程中阳极不应与电解质脱离。

6.3.6.12 停槽作业完成后,应确认短路口螺栓紧固,短路口压降应在工艺要求的安全电压范围内。

6.3.7 出铝

6.3.7.1 真空抬包使用前,应检查吊具、横梁、锁定卡、吊环等零部件完好,运转设备正常,包内无杂物。每年至少对真空抬包耳轴、吊臂、横梁、吊环进行一次无损检测。

6.3.7.2 新使用或间断使用的真空抬包应预热后方可使用,不应使用受潮冷包,预热后的真空抬包不应应用潮湿工具、物件进行清灰;修补过的真空抬包应经烘烤后方可投入使用。

6.3.7.3 在吊运过程中,真空抬包包底距离地面或障碍物的垂直距离应不小于 0.5 m,人员应保持 3 m 以上水平距离,不应在人员相对集中的操作平台等位置起落包体。吊臂的锁定卡应卡到位,防止翻包。

6.3.7.4 出铝作业前应确认槽状态,电解槽处于效应等待期间不应进行出铝作业。

6.3.7.5 出铝作业前,应先按下出铝键,再进行出铝作业。

6.3.7.6 出铝时,应缓慢打开控制阀;出铝过程中,真空抬包不应与阳极及槽上部接触。

6.3.7.7 真空抬包铝液盛装量不应超过额定重量的 90%。

6.3.7.8 真空抬包装车时,应确保吸铝管处于车辆尾部中心线位置;真空抬包装车/卸车时,驾驶员应将车辆熄火、拔下钥匙并远离吊运区域。

6.3.7.9 作业人员在出铝作业时若发现真空抬包包体外侧异常发红,应立即停止使用。

6.3.7.10 出铝过程中吸铝管堵塞时,应立即停止出铝。用铁钎处理时,不应正对吸铝管管口。

6.3.7.11 出铝过程中发生阳极效应时,应立即停止出铝,并将吸铝管抽出,待阳极效应熄灭、电压稳定后方可继续出铝。

6.3.7.12 出铝作业完成后,应先关闭风管再拔出吸铝管,待吸铝管内铝液流完,方可吊运。

6.3.7.13 移动真空抬包时,吸铝管口应距地面 0.3 m 以上,吸铝管应与吊运方向同向。

6.3.7.14 操作真空抬包时,作业人员应扶稳手摇轮,不应将脚伸至真空抬包正下方。

6.3.7.15 出铝作业完毕后应将真空抬包及时归位,摆放时吸铝管不应朝向车间通道侧。

6.3.8 真空抬包清理

6.3.8.1 人工清理时应待真空抬包冷却后方可进行清理。

6.3.8.2 人工清理真空抬包作业前,应将真空抬包横梁放置在吸铝管一端并采用支架固定。

6.3.8.3 清理真空抬包前不应用水冷却,清理时不应将水或潮湿物品带入包内,盖好真空抬包盖前应检查确认无残留物。

6.3.8.4 使用风镐清理真空抬包时,风镐连接处应安装防脱落装置,并设专人监护。

6.3.8.5 清理吸铝管时,应先检查吸铝管是否有裂纹,防止吸铝管断裂;清理时应固定真空抬包,避免真空抬包摇摆。

6.3.8.6 真空抬包存放时,应将包梁吊臂锁定卡放置到位。

6.4 电解槽大修

6.4.1 刨槽

6.4.1.1 刨槽作业前不应往电解槽内注水。

6.4.1.2 进入空槽壳底部,应使用专用爬梯。

6.4.1.3 多功能天车吊运废旧阴极底块、内衬时,应使用专用工具防止阴极底块摆动。

6.4.1.4 采用风镐人工清刨时,应拧紧风管接头;更换钢钎时,应先关闭风源,不应将钢钎对准人员。

6.4.2 钢棒切割、连接片和槽压板焊接

6.4.2.1 待大修的电解槽槽间网格板拆除后,应设置临时遮栏和警示标志,人员不应在槽沿板上行走,网格板符合复位条件时应及时复位。

6.4.2.2 大修槽时,人员在槽沿板上切割变形槽壳,应采取防止突然释放的应力使槽沿板发生错位移动的措施。

6.4.2.3 槽外焊接、修复作业前应在站立部位铺垫绝缘类板材。不应利用电解槽本体作为搭接线进行跨槽焊接作业。

6.4.2.4 在焊接、修复作业时应保持现场通风,人员不应触摸槽壳或阴极母线。

6.4.2.5 采取熔焊方式进行槽内焊接时,应落实漏电保护、绝缘等防触电措施。

6.4.3 筑炉

6.4.3.1 作业前应检查搅拌机电机外壳接地,搅拌过程中,手不应伸入搅拌桶内。

6.4.3.2 糊料扎固前,应检查确认加热锅、配电柜、电缆、加热片、空压机等所需专用设备运行正常。

6.4.3.3 使用捣固机时,捣固机应与阴极炭块保持垂直。

6.4.3.4 炉膛加热前,覆盖保温篷布时应与加热片保持 0.3 m 以上安全距离;炉膛加热过程中应安排专人监护,现场配置干粉灭火器,发现异常应及时断电处理。

6.4.3.5 更换捣固机捣锤时,不应将捣固机枪头朝向人员。

6.4.4 验收

6.4.4.1 上部结构、槽膛、铝母线、槽壳周围和槽底等应无杂物和金属物品。

6.4.4.2 电解槽大修后应经验收合格后方可投入使用,验收时应遵循以下规定:

- 空载执行阳极提升机构上升、下降和气缸打壳、下料动作;
- 提升机构转动部位及打壳下料口周围 1 m 内无人员;
- 检查、检测上部结构与烟管、阳极铝母线、提升电机底座等部位间绝缘电阻值,其值不小于 2 MΩ;
- 检查电解槽各部位电器和机械设施运转情况,确保其运转正常。

6.5 阳极组装

6.5.1 中频炉炉下应设置应急坑,其容积应不小于中频炉容积,应急坑内应保持干燥无杂物。中频炉加料平台不应存在非生产性积水。

6.5.2 中频炉应安装炉衬漏炉报警装置,设置高位水塔(箱、池)、事故供水泵等应急备用供水设施;中频炉的闭路循环水冷元件应设置出水温度、进出水流量差等监测报警装置;开路水冷系统水冷元件应设置进水流量、压力和出水温度监测报警装置。

6.5.3 企业应建立浇包巡检制度,定期对浇包耳轴进行检查,每年至少对浇包耳轴进行一次无损检测。

- 6.5.4 中频炉、浇包使用前应确认内衬干燥,熔炼期间不应将潮湿物料投入炉内。
- 6.5.5 进行中频炉熔炼、铁水倾倒、浇铸、打渣等作业时,工器具及作业区域地面应保持干燥。
- 6.5.6 中频炉作业平台应设置通往不同方向的两个安全疏散通道。
- 6.5.7 导杆应定置摆放并采取防倾倒措施;运输导杆过程中,应采取防止导杆滑落、倾倒的措施。
- 6.5.8 浇包盛装铁水时,液面距包沿应不小于 100 mm;浇铸作业时,浇铸区域地面应保持干燥。
- 6.5.9 组装块的磷生铁应冷却凝固后,方可转运。
- 6.5.10 人员不应在运转的悬链输送机下行走。

6.6 铸锭

6.6.1 铝液入炉

- 6.6.1.1 倒铝口和流槽附近应设置围堰,防止铝液意外泄漏扩散。
- 6.6.1.2 手摇倒包时,应将真空抬包扶正、扶稳;采用倾翻平台或电机倾动倒包时,应将真空抬包扶稳挂好,人员应远离作业区域水平距离 3 m 以上。
- 6.6.1.3 倒铝前,应对倒铝溜槽充分预热,确保干燥。
- 6.6.1.4 由专人指挥原铝液运输车进入指定位置后,操作人员方可使用专用工具缓慢打开真空抬包倒铝口盖。
- 6.6.1.5 通过倾翻平台或电机倾动操作真空抬包时,应点动进行。
- 6.6.1.6 入铝液时,应观察铝液面上升情况,液位距离上炉沿应不小于 150 mm;控制流量时,操作人员应侧身站立操作。
- 6.6.1.7 倒铝完成后,应关闭真空抬包倒铝口盖。

6.6.2 混合炉熔炼

- 6.6.2.1 新砌筑或大修后的混合炉,应经验收合格且应按烘炉制度进行烘炉后方可使用。
- 6.6.2.2 炉眼应使用机械锁紧装置,使用前将炉眼堵好,不应有松动现象。
- 6.6.2.3 通过控制柜按钮开关打开或关闭炉门时,炉前不应站人。
- 6.6.2.4 混合炉报警时,应对照报警列表排除,如操作人员无法排除故障,应立即联系维修人员处理。
- 6.6.2.5 打开炉眼时,应佩戴职业眼面部防护具。
- 6.6.2.6 向炉内加入固体物料时,应保持物料干燥并采用机械装置投料,投料作业人员应佩戴防高温眼面部防护具。
- 6.6.2.7 熔炼时应检查熔炉炉眼位移情况和溜槽漏铝情况。
- 6.6.2.8 每班次铸锭结束后应清理出铝口。
- 6.6.2.9 烟气收尘装置应设置具有灭火功能的设施,并定期清理除尘下料口及烟管积尘。
- 6.6.2.10 混合炉为电炉时,应先检查电气系统,进入炉膛前,应先切断电源。
- 6.6.2.11 混合炉为天然气炉时,应符合以下要求:
 - 设置自动点火、火焰检测装置,并采取突然熄火或点火失败的安全防护措施;
 - 每个烧嘴的燃气管道设置压力监测报警装置,具备高、低压报警功能并连锁控制紧急自动切断阀;
 - 点火前对燃气、管道、燃烧器、阀门、控制系统及安全装置进行安全检查,确认正常后方可操作;
 - 停炉后,立即检查炉内所有烧嘴,确认火焰全部熄灭。

6.6.3 铝液铸锭

- 6.6.3.1 浇铸前,应检查确认铸造机、堆垛机、混合炉和供水系统正常,并对溜槽、分配器、渣铲等进行

预热。

6.6.3.2 铸模使用前,若存在以下任意一种情况,应先预热:

- 铸模使用间歇超过 3 h;
- 新换铸模;
- 阴雨天气等。

6.6.3.3 浇铸时,应在每个铸模都工作一次后,方可给水冷却。

6.6.3.4 浇铸作业时,应检查应急坑无积水。

6.6.3.5 混合炉堵眼时,应确保塞子头和堵头干燥;现场应配置备用堵头,并确保机械锁紧装置完好。

6.6.3.6 更换打号字头时,应在打印机锤停止工作后方能进行。

6.6.3.7 使用工业机器人打渣、摆锭等作业时,作业区域应设置防护栏等防止人员接近的防护装置。

6.6.3.8 铝锭堆放高度不应超过 2 垛,堆放应垂直、平稳、整齐。

6.7 烟气净化

6.7.1 除尘器临边应设置护栏,箱体间缝应采取防止踩空的措施。

6.7.2 更换滤袋作业时,应在进、出风阀关闭及通风情况下进行。

6.7.3 起吊顶盖时,应挂牢挂钩,待人员离开 0.5 m 后方可吊运。

6.7.4 滤袋更换完毕后,应及时恢复安装顶盖,打开箱体进、出风阀,恢复气缸阀片,恢复带料。

6.7.5 工作完毕,应将电葫芦停放置于清灰室处,钩头位于低处。

6.8 烟气脱硫

6.8.1 启、停气提风机时,应确认气力提升机的 U 型管无积料。

6.8.2 脱硫系统启动前,进口阀应处于开启状态;脱硫系统应按工艺要求顺序启动;正常启动后,不应操作进口阀。

6.8.3 巡检脱硫循环系统、清理物料及放料装袋过程中,应佩戴护目镜及耳塞;脱硫塔现场应设洗眼器。

6.8.4 脱硫塔加料时,应确认料位高度,料位高度不应超出设计上限。

6.8.5 脱硫系统巡检作业过程中,应检查下料情况、供水状况、现场设备设施的运行状态以及仪器仪表的准确性。

6.8.6 脱硫系统运行期间,作业人员不应进入脱硫塔。

6.8.7 操作阀门时,面部不应正对物料及介质易喷出的部位。

6.8.8 应定期对脱硫塔内部进行检查,发现积料块时及时清理。

6.8.9 物料及介质管道、罐槽检修时,应将内部物料完全排放、能量彻底释放后方可作业。

6.8.10 采用氨水进行烟气脱硫的,氨水罐区应使用防爆型的通风系统和设备,设置氨气泄漏检测报警仪,并将监测报警信号接入 24 h 有人值守场所(值班室、控制室等)。

6.9 运输

6.9.1 厂内车辆运输

6.9.1.1 厂区道路设置、行驶速度应符合 GB 4387 的规定。

6.9.1.2 非生产车辆不应驶入生产厂房;汽油车辆不应驶入电解厂房;电动车辆驶入电解厂房时,应对电控系统采取磁屏蔽等防磁措施。原铝液运输车辆行驶期间不应有无关车辆和人员进入车道内。

6.9.1.3 原铝液运输车动力燃料的闪点不应低于 48 ℃,并挂接地静电导链。动力燃料的补充应在车辆空载时进行,不应载真空抬包进入油、气站补充动力燃料。原铝液运输车应在真空抬包与驾驶室之间设

置挡板；原铝液运输车柴油油箱应采取隔热措施。

6.9.1.4 原铝液运输车气制动系统应采用金属材质管路，气制动系统的管路、阀件、油箱电气连接线路、元件应采取隔热、阻燃措施。

6.9.1.5 原铝液运输车应设置监控定位装置、声光报警装置和防雾爆闪灯，车身周围贴反光条并悬挂警示标志，随车至少配备两支干粉灭火器及其他应急处置器材和应急物资。

6.9.1.6 原铝液运输车应设置真空抬包支架，车尾中部处应设置敞开式原铝液回收箱，回收箱的位置应能接住从真空抬包包管溢出的原铝液。

6.9.1.7 阴极炭块转运时，应使用专用运输车辆，单车运输码放炭块不应超过 2 层。

6.9.1.8 在进行高温铝液冶炼、保温、运输、吊运过程中，相应区域内不应有非生产性积水，不应堆放潮湿物品和其他易燃、易爆物品。应采取防止泄漏、喷溅、爆炸伤人的安全措施，铝液运输过程中遇大雨或路面有积水时应停止运输。

6.9.2 多功能天车运输

6.9.2.1 使用多功能天车时应符合 TSG 51 的规定。

6.9.2.2 高温熔体吊运时，吊罐（包）与大型槽体、高压设备、高压管路和压力容器的安全距离应保持大于 1.5 m 的净空距离。

6.9.2.3 多功能天车开车前，应确认指示灯正常、各机构在上限位、大小车轨道及天车平台上无人员作业。

6.9.2.4 多功能天车启动行走时应有声光警示。

6.9.2.5 不应在行驶中的原铝液运输车上起吊、下放真空抬包；应确认真空抬包脱钩后，方可移动多功能天车。

6.9.2.6 多功能天车吊装槽上部结构时，应办理吊装作业审批，有专人持证指挥，在起吊时应在原地试吊，确认安全后方可指挥吊运并放至指定位置。

6.9.2.7 在两台多功能天车吊运槽壳框架时，应听从地面人员统一指挥，协调作业。

6.9.2.8 吊运过程中，指挥和配合作业的人员不应站在吊物下方，不应直接手扶吊物。

6.10 动力系统

6.10.1 供气

6.10.1.1 应定期对压缩空气的电力设备开展预防性试验，对长时间停运的空压机电机在启动前应测量绝缘和直流电阻。

6.10.1.2 压缩空气装置应根据压力大小、运行工况、季节变化等情况进行周期性排放。

6.10.1.3 空压机及电机的润滑油脂及循环水质应定期化验、更换。

6.10.1.4 压缩空气装置应设置压力报警装置，总管道压力低于 0.4 MPa 时应启动报警。

6.10.1.5 受压管道、压力容器等设施不应重力敲打。

6.10.2 供天然气

6.10.2.1 天然气设计使用时，应符合 GB 50028 的规定。

6.10.2.2 天然气埋地管道不应与其他管道或电缆同沟敷设。地面管道不应穿越易燃易爆品储存区、变配电室、电缆沟、烟道和通风道，管道出地面部位应加装不低于 1 m 的防撞护栏，并刷涂黄色涂料，出入厂房孔洞的部位应有柔性防水材料封堵严实等措施。

6.10.2.3 跨越厂区主要道路的架空燃气管道距离地面净空不应小于 5 m，且应在管道上设置标识，符合 GB 2894 的规定。天然气站、用气设备的阀门前应设置放散管。

6.10.2.4 使用天然气的场所应设置安全警示标志,安装固定式天然气检测报警装置,天然气浓度检测报警装置应定期检测合格。

6.10.2.5 室外架设天然气管道应做接地保护,电阻应小于 $4\ \Omega$ 。

6.10.2.6 天然气总管及进入厂房的燃气支管上应安装紧急自动切断装置、压力监测报警装置,监测报警装置应与紧急自动切断装置联锁。

6.10.3 供水

6.10.3.1 供水管道主阀门应上锁,阀门应装设在便于检修和易于操作的位置。

6.10.3.2 供水管道的位置,不应妨碍生产操作、交通运输和建筑物的使用。管道不应布置在遇水会引起燃烧、爆炸或损坏的原料、产品和设备上面。供水埋地管道不应布置在可能受重物压坏处。

6.10.3.3 应定期对供电整流设备、空压机冷却水水质进行检测,确保水质指标满足设备运行要求。

6.10.4 整流

6.10.4.1 整流变压器的油循环系统以及整流机组柜的冷却水系统应配置两个彼此独立的电源。每个独立电源的容量均应能够满足全部冷却器的需求,并具备自动切换的功能。

6.10.4.2 整流变压器应配备消防灭火设施,设施应具备手动、自动启动功能,在变压器正常运行时不应随意停用消防灭火设施。

6.10.4.3 整流供电系统中蓄电池应定期进行充放电试验。

6.10.4.4 整流柜主回路与柜壳之间、柜壳对地之间应配备绝缘监测装置。

6.10.4.5 整流所应设置在系列电流断路情况下,能自动切除本系列全部整流机组断路器的装置。

6.10.4.6 整流所直流汇流母线处,应设置防护罩等防止搭接的措施。

6.10.4.7 整流机组谐波抑制和功率因数补偿系统,应在整流机组运行后投入运行,退出时应与整流机组同时或提前退出。围栏出入口处应设置联锁控制装置,确保电容器停运放电至少 10 min,方可进入。

7 检维修

7.1 检维修作业前,应进行风险辨识和评估,制定相应防范措施,现场安全确认,配置安全监护人员,设置作业区、安全警戒线、警示标志。检维修区域应有良好的照明与通风条件。

7.2 因更换短路口插板、槽上部检修等特殊情况需要带电作业时,应采取防触电的安全措施。

7.3 交叉作业区域,应采取有效的安全保护措施,并由专人统一指挥和管理。

7.4 坑、沟、池等区域应设置盖板或防护栏等防坠落设施。

7.5 高处检维修作业应检查登高设施、工具和悬挂锚点,采取防坠落安全措施,如围栏、安全网、作业平台等,不应抛送工具或零件。

7.6 拆卸料箱、压力管道及人孔作业时,应将气、料放尽,拆卸时不应正对法兰,卸螺帽时应由下而上。

7.7 进入储料仓作业时,应停电、挂牌,停止进料、出料作业,同时仓外应有专人监护。作业人员应系安全带,佩戴安全照明工具和对外联络设备。

7.8 检维修作业中不应用手试摸滑动面、转动部位或用手指试探螺孔。

7.9 电解槽槽上作业时,应将槽控机调至手动状态。

7.10 作业工具的绝缘性能应保持良好的,应根据相应环境要求选择 I、II、III 类不同绝缘类型的工具。

7.11 电焊机电源应使用漏电保护装置,外壳应接地保护,不应在雨天露天进行电焊作业;不应用厂房金属框架或生产管网代替二次回路线;电焊作业应戴电焊手套、穿绝缘鞋、戴防护镜;在容器内进行电焊作业应设专人监护。

7.12 使用行灯电压不应大于 36 V,进入潮湿密闭容器内作业电压不应大于 12 V。

8 证实方法

8.1 第4章涉及设计和制造过程的项目建设资料、技术文件、变更文件、竣工说明书、竣工图等所有输出文件应归档。

8.2 第4章安全管理机构的设置、人员配备等,通过查阅企业管理资料文件;企业应建立的规章制度、操作规程、应急预案等,通过查验基础管理资料文件。

8.3 第4章企业设备检维修,通过查看设备台账、检维修计划及实施记录等;危险作业管理,通过查看危险作业申报审批记录、作业方案、现场检查记录等进行验证;风险源辨识、评估、分级管控等管理要求,通过查阅企业风险辨识清单以及维护安全风险辨识、评估、管控过程的信息档案进行验证;隐患排查治理工作,通过查验日常检查、隐患整改记录等相关资料。

8.4 第5章涉及厂区布置的要求,企业应查验项目建设资料、外部安全防护距离评估报告等;涉及建(构)筑物的设计及内部布局,通过现场勘察、查阅设计文件进行验证。

8.5 第6章涉及铝电解各设备工艺的要求,通过查阅设备设施验收记录、检查记录以及相关技术说明书,现场勘察安全标识设置情况、设备设施现场布置及运行情况等进行验证;各作业要求,通过对生产现场作业情况、应急处置记录、安全标识使用以及其他历史记录等情况进行检验证实。

8.6 第7章涉及检维修作业安全的要求,通过查阅检维修作业记录、现场安全防护措施落实情况的检查、工器具的检查记录等。
