ICS 13.100

H 09

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXX—XXXX

原铝液贮运安全技术规范

Safety specification for primary aluminum liquid storage and transportation

（预审稿）

中华人民共和国工业和信息化部 发布

20XX—XX—XX发布 20XX—XX—XX实施

前  言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本标准负责起草单位：

本标准参加起草单位：

本标准主要起草人：

原铝液贮运安全技术规范

1. 范围

本标准规定了原铝液贮运的基本安全要求、运输设备、设施的安全作业要求、事故应急预案及应急措施。

本标准适用于电解铝和铝加工企业原铝液的运输。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1589 道路车辆外廓尺寸、轴荷和质量限值

GB 2893 安全色

GB 2894 安全标志及其使用导则

GB 4387 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程

GB 5082 起重吊运指挥信号

GB 5768 道路交通标志和标线

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50140 建筑灭火器配置规范

GB 6067 起重机械安全规程

GB 11567.1 汽车和挂车侧面防护要求

GB 11567.2 汽车和挂车后下部防护要求

GB/T 11651 个体防护装备选用规范

GB 13495 消防安全标志

GB/T 13861 生产过程危险和有害因素分类与代码

GB 15630 消防安全标志设置要求

GB 18565 营运车辆综合性能要求和检验方法

GB/T 28001 职业健康安全管理体系 要求

GB/T 28002 职业健康安全管理体系 实施指南

GB 29741 铝电解安全生产规范

GB/T29639 生产经营单位安全生产事故应急救援预案编制导则

GB 30076 变形铝及铝合金铸锭安全生产规范

GB 133922 道路运输危险货物车辆标志

JT/T198 营运车辆技术等级划分和评定要求

JB/T7688 冶金起重机技术条件

中华人民共和国消防法（2008年10月28日公布)

中华人民共和国职业病防治法(2011年12月31日公布)

中华人民共和国安全生产法（2014年8月31日修订)

道路危险货物运输管理规定

1. 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

原铝液primary aluminum liquid

从电解槽抽取的高温铝液。

原铝液运输车the transportation of liquid aluminum vehicles

专用于运输原铝液的车辆。

1. 基本安全要求
   1. 基础设施要求
      1. 厂房、运输道路的消防设施设计、配置应符合《中华人民共和国消防法》及GB 50016、GB 50140的有关规定。厂房布置生产设备、设施、建构筑物时应当设有符合紧急疏散要求、标志明显、保持畅通的安全通道。生产、使用、运输原铝液的单位应配备专、兼职消防队伍。
      2. 装卸和运输过程各相关企业应划分管理区域，明确管理职责。
      3. 吊装或者运输原铝液过程可能发生原铝液泄漏的危险区域内禁止设置休息室或更衣室。
   2. 人员要求
      1. 从事原铝液运输驾驶人员应取得相应机动车驾驶证B2以上驾照。
      2. 企业的主要负责人和安全管理人员应经所在地区的市、州及以上安全生产监督管理部门培训合格并取得合格证书。
      3. 从事原铝液运输的相关人员的规定应满足GB 4387的规定。
      4. 企业应定期对从业人员开展安全培训。安全生产管理人员、驾驶员、装卸管理人员应熟悉技术标准和安全生产规章制度、安全操作规程，同时应掌握原铝液的性质、危害特性、装卸要求及发生意外事故的紧急处置措施，并按制度、规程进行标准化作业。
   3. 管理要求
      1. 企业应按照GB/T 11651的有关规定为从业人员发放适宜的劳动防护用品。
      2. 企业应建立健全安全生产管理制度，主要包括：
2. 原铝液车技术档案管理制度。车辆、真空抬包等设备的出厂合格证、检验报告、厂家资质证明、使用说明书等完整资料应归档保存；
3. 车辆及真空抬包大、中修及日常点检、维护保养制度；
4. 危险源监控管理制度及隐患排查管理制度；
5. 安全生产责任制、安全生产检查制度、安全生产操作规程等；
6. 车辆年检及报废管理制度；
7. 事故报告与调查处理制度及相关事故应急预案；
8. 从业人员管理档案制度；
9. 国家规定的其他管理制度。
10. 设备设施
    1. 原铝液运输车安全要求
       1. 应使用专用的车辆运输原铝液，其动力燃料的闪点不得低于45℃，应挂接地静电导链。
       2. 应采购和使用有资质的生产企业制造的专用车辆运输原铝液，并定期进行维修、保养、检验。
       3. 原铝液运输车应符合GB 18565的规定，车辆技术等级应符合JT/T 198规定的一级技术等级，并通过交通监管部门年度检验。
       4. 整车外形尺寸及轴荷应符合GB 1589的规定。
       5. 原铝液运输车应设置真空抬包支架，支架应能保证真空抬包吊装方便，并确保车辆运行过程中包体平稳。原铝液运输车尾部应设置一敞开式原铝液箱或加防护罩，应能接住从真空抬包包管溢出原铝液。
       6. 原铝液运输车气制动系统管路应采用金属材质管路，同时管路、阀件、油箱采用隔热、阻燃措施；电气联接线路、元件应包扎，并采取隔热、阻燃措施或直接在箱座夹层安装隔热棉。
       7. 原铝液运输车下部两侧及后部设置安全防护装置，并应符合GB 11567.1和GB 11567.2。
       8. 原铝液运输车应符合GB 133922，并应设置明显的声光报警装置和防雾爆闪灯，车身周围贴反光条并且悬挂警示标志。
       9. 原铝液运输车不得超速、超载，厂外运输应配备带有定位系统，。
       10. 企业应对以下部位进行日常点检：车架、真空抬包支架、隔热机构与设施、钢板弹簧、轮轴与平衡架、车辆制动装置等，并做好记录、存档。
       11. 应设置符合安全规定并与经营范围、规模相适应的专用停车场地，并设立明显的警示标志。
       12. 各类动力燃料的补充、添加应在车辆空载时进行，严禁载真空抬包进入油、汽站补充动力燃料。
       13. 原铝液运输车应随车配备不少于两只规格为4Kg灭火器等应急处理器材和物资。
    2. 真空抬包安全要求
       1. 一般要求
          1. 真空抬包应由专业生产厂家生产。
          2. 应建立真空抬包的购买、检验、大中修、报废等详细的使用台帐。
          3. 使用前应检查真空抬包横梁、两侧拉杆、耳轴、引射器，确保真空抬包处于完好状态方能使用，并保留相关记录。
          4. 真空抬包盛装铝液前应充分预热。
          5. 企业每年应对真空抬包横梁、两侧拉杆、耳轴进行至少一次探伤检查，并做好记录。凡真空抬包横梁、两侧拉杆、耳轴出现裂纹，应立即报修或报废。
          6. 应定期对真空抬包内衬侵蚀、脱落情况进行检查确认，发现异常立即停止使用。
          7. 运输原铝液必须使用真空抬包，不允许使用敞口抬包，真空抬包应固定牢靠，应确保真空抬包在出现事故（如横梁或拉杆断裂、运输故障等）时，不会发生铝液泄漏。
          8. 在吊运前和停止使用时，应由使用者卡好安全卡，包梁的倾翻侧不准许站人。
          9. 装有原铝液的真空抬包在吊运过程中应走规定路线，应避免与其他物体碰撞。
          10. 倾倒铝液时，应防止铝液飞溅或洒落伤人，真空抬包周围4m内不准许有非作业人员。
          11. 打开安全卡时，真空抬包横梁应采取固定的安全措施。
          12. 真空抬包使用结束后应定点存放，摆正、放稳。
          13. 真空抬包内衬的使用寿命不宜超过200包，最大包体不得超过16吨。
          14. 企业应对真空抬包以下项目进行日常点检：
11. 真空抬包包体应无变形、无裂缝，焊接部位无开焊；
12. 包盖与包体连接螺栓应无松动；
13. 包口无缺损；
14. 包耳轴、包耳轴座无变形，开裂，磨损量小于10%；
15. 包体支座无开裂、变形、错位，铆钉应无松动；
16. 包口连接法兰连接牢固，无泄漏；
17. 抬包吊环表面无裂纹。
    * + 1. 其他要求应符合GB 30076条款5.3规定。
      1. 包体维修
         1. 应建立包体检修、砌筑的工艺规程，对包体点检出的问题应及时处理，并建立记录台帐。
         2. 修真空抬包地点应是独立的场所，盛装原铝液的真空抬包不得进入修包场所。
         3. 修包坑（台）应设围栏，包坑（台）与包之间的空隙应用坚固的垫板覆盖，包坑内不得有积水。
         4. 人工抠包时包的内部温度不得超过40℃，使用机械设备抠包内部温度不得超过50℃。
         5. 砖衬应从上往下拆除或使用专用机械设备进行拆除。
         6. 包体内衬砌筑后应保持干燥，并进行烘烤，确保真空抬包充分干燥。
         7. 检修后的真空抬包，应由相关技术人员检查验收合格后方可使用。
         8. 真空抬包出现大包盖浇注料脱落、倒铝口浇注料破损严重或渗铝、高强耐火砖单个损坏或脱落的应进行小修。
         9. 真空抬包高强耐火砖损坏严重，内衬与包体中空渗铝，抬包外表面温度在180℃及以上，抬包自投入生产之日起使用满三年的，应进行整体计划大修。
    1. 装卸安全要求
       1. 原铝液装、卸车区域应有安全警示标志，应保证照明良好，地面无障碍物、无积水。
       2. 原铝液运输车进入装、卸车区域时，应缓慢运行，服从现场装、卸车人员指挥，驾驶员停车后应戴好安全帽撤离到安全区域。
       3. 出铝前，出铝人员应确认真空抬包达到下一次出铝标准，应由专人指挥天车吊稳真空抬包，指挥天车人员应手势清楚准确、哨音响亮。出铝人员对真空抬包等设备进行检查，并确认出铝周围无相关人员后方可进行出铝作业。
       4. 原铝液运输前，驾驶员应确认真空抬包内铝液不超重，车辆不超载，落位稳固脱钩后方可驶离。
       5. 出铝时，操作人员应监护出铝状况，不得有真空抬包发红现象；严禁铝液过满，原铝液至包口距离小于200mm；以免运输时溅出。
       6. 对新投用的真空抬包，应对包体做整体检查，确保整体无缺陷，内衬应符合砌筑要求。
       7. 驾驶员每班出铝作业前应对车辆及包体进行检查确认。
       8. 吊运原铝液应使用带有固定吊钩的冶金起重机，冶金起重机应符合JB/T7688要求，应按照GB 6067的规定操作冶金起重机。
       9. 卸铝前，现场操作人员应做到以下确认：
18. 确认指挥人员站在天车工视线范围内；
19. 确认好安全逃生线路；
20. 确认驾驶员已下车，并撤离到安全区域；
21. 确认挂钩挂牢、真空抬包无异常情况。
    * 1. 起吊真空抬包时，应先做升降制动试验，试验时真空抬包起吊高度应小于200mm。起吊、运行操作应保持平稳，与邻近设备或建、构筑物应保持大于1500mm的距离。
      2. 卸车时，应注意观察，出现有异物封堵罐口、罐体倾斜或撒漏等异常现象，应立即停止卸车作业，对异常处理恢复正常后，方可继续作业。
    1. 运输要求
       1. 运输原铝液单位应按照交通部《道路危险货物运输管理规定》从事运输原铝液。
       2. 原铝液运输车运行应遵守有关部门线路、速度等规定。雨、雪、雾等异常天气应特护运行。
       3. 驾驶员上车前，应做好原铝液运输车检查工作，应检查真空抬包体、车桥、车架、牵引部件等部位是否正常，检查车辆灭火器、声光报警、警示标识及定位系统装置是否齐全、有效，检查制动装置是否符合规定。
       4. 运输单位应对运输全过程进行监管，严禁超装、超载、超限运输，不得进入危险化学品运输车辆禁止通行区域；确需进入禁止通行区域的，应当事先向当地公安部门报告，由公安部门为其指定行车时间和路线，并严格执行。
       5. 行车起步应平稳，不得与其他车辆争道抢行。
       6. 原铝液运输车应按规定路线行驶，遇有情况需要变更运行路线时，必须经过有关部门批准后方可变更。
       7. 任何人不准许搭乘运输原铝液的原铝液运输车。生产厂区行使速度应符合GB 4387规定，厂外道路运行重车限速30 km/h、空车限速40 km/h。
       8. 通过不平路面、复杂路段及转弯时，应减速慢行，避免急打方向或紧急制动。
       9. 途中涉水深度不得超过30 cm。遇有冬季路面结冰，应提前做好安全评估，采取防滑等安全措施。
       10. 运行中原铝液运输车发生故障需停车维修时，应选择安全地带，严禁停靠油库、仓库或上方有供电、通讯线路及易燃易爆气体管道等地点停车，同时设置警示标志。必要时采取应急措施驶离原地。
       11. 非驾驶人员及其他车辆不得靠近运输原铝液过程中的原铝液运输车。
       12. 其他要求应符合GB 4387及国家法律法规规定。
    2. 运输道路要求
       1. 运输路线应整体考虑防洪防雪、周围环境，应避开油库、天然气管道、输油管道、重要桥梁隧道、交通枢纽、机场、军事基地、园林区、居住区、学校及其他人流密集场所。
       2. 运输道路必须符合消防车行驶要求。
       3. 厂外运输道路上宜设置原铝液运输专用通道，并进行标识，确保与人及其他车辆分流，在交叉路口处应设置原铝液专用通道指示标识、限速标识、红绿灯、摄像头等交通安全设施，设置专用通道时应设置防护栏或挡墙，与其它道路进行隔离。
       4. 原铝液运输道路应与人行道保持安全距离，确保原铝液泄漏不会对行人造成伤害。
       5. 原铝液运输道路坡度应符合GB 4387的规定。
22. 应急预案
    1. 企业应根据安全生产的实际情况，按照GB/T 13861－2009或GB 6441的规定进行危险有害因素分析。并按照GB 18218－2009的要求进行重大危险源辨识。
    2. 企业应按照GB/T29639要求，结合企业具体情况，制定切实可行的各类事故应急预案，至少应包括：
23. 《特种设备重大事故应急救援预案》
24. 《重点部位、关键设备事故应急预案》
25. 《原铝液运输事故应急预案》；
26. 《生产场所火灾事故应急预案》；
27. 《自然灾害抢险救援应急预案》（地震、极端天气等）。
28. 危险源辨识、评价、控制
    1. 企业应按照GB/T 13861、GB 18218、GB/T 28001-2001、GB/T 28002、AQ 8001、AQ/T 9006—2010的有关规定对作业场所进行危险源及职业危害因素辨识、评估，确定危险危害因素的类型、危险程度，制定控制措施。应对重要危险源作出明显标识。对重大危险源还应登记建档，并进行定期检测、评估、监控。作业条件危险评价法与风险控制措施参见附录A，危险源辨识、风险评价和风险控制调查表参见附录B。
    2. 危险源辨识范围应覆盖与原铝液贮运有关的所有场所、设备设施、物质及活动，并包含以下内容：
29. 所有与原铝液贮运作业场所有关人员的活动；
30. 原铝液贮运作业活动所涉及设备、设施、产品、材料和服务；
31. 曾经发生或可能发生的事故、事件；
32. 存在的重大危险源；
33. 天气自然因素。
    1. 企业危险源辨识宜按照以下方法进行：
34. 宜按照作业流程/设备、作业活动进行；
35. 宜采用不同方式的询问交流、现场观察、查阅相关记录（如工作记录、安全检查表、事件事故分析等）进行；
36. 宜按照GB/T 13861导致事故和职业危害的五种直接原因进行；
37. 危险源辨识时应考虑：

——正常、异常和紧急三种状态；

——过去、现在和将来三个时态；

——心理、生理性危害因素（如负荷超限、健康状况异常、心理异常、辨识功能障碍等）；

——行为性危害因素（如指挥/操作失误、监护失误等）。

* 1. 风险控制措施应遵循以下原则：

a) 首选采用更新或替代等方式，彻底消除危险源；

b) 其次应通过技术改进或设备改造，降低风险等级，直至降为可容许风险；

c) 采用技术管理，通过过程控制来减少风险；

d) 对危险源现场进行隔区防护或加装安全防护装置，以减少危害程度。

1. （资料性附录）  
   作业条件危险评价法与风险控制措施
   1. 作业条件危险评价法
      1. 作业条件危险性分值的计算

作业条件危险性分值（D）按公式（A.1）计算：

D=L·E·C………………………………　（A.1）

式中：

*L*——事故或危险事件发生的可能性分值，按表 A.1判定。

*E*——暴露于危险环境的频率分值，按表 A.2判定。

*C*——发生事故或危险事件的可能结果分值，按表 A.3判定。

* 1. 事故或危险事件发生的可能性

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 事故发生的可能性 | 完全可以预料 | 相当可能 | 可能，但不经常 | 可能性小，完全意外 | 很不可能 | 极不可能 | 实际不可能 |
| L | 10 | 6 | 3 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.1 |

* 1. 暴露于危险环境的频率

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 暴露于危险环境的频繁程度 | 连续暴露于潜在危险环境（t＞5小时） | 每天工作时间暴露(2小时＜t≤5小时） | 每周暴露一次或偶然地暴露1小时＜t≤2小时 | 每月暴露一次（0.5小时＜t≤1小时） | 每年暴露几次出现在潜在危险环境（10分钟＜t≤0.5小时） | 非常罕见暴露（t≤10分钟） |
| E | 10 | 6 | 3 | 2 | 1 | 0.5 |

* 1. 发生事故或危险事件的可能结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发生事故或危险事件的可能结果 | 大灾难，许多人死亡 | 灾难，数人死亡 | 非常严重，一人死亡 | 严重，重伤，严重职业病 | 重大，轻（微）伤 | 引人关注，一般无人伤 |
| C | 100 | 40 | 15 | 7 | 3 | 1 |

* + 1. 危险程度的评定

危险程度应根据D值按表 A.4判定。

* 1. 风险危险程度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| D | 风险等级 | 风险描述 |
| >320 | Ⅰ | 极其危险，不能继续作业 |
| 160~320 | Ⅱ | 高度危险，要立即整改 |
| 70~160 | Ⅲ | 显著危险，需要整改 |
| 20~70 | Ⅳ | 一般危险，需要注意 |
| ＜20 | Ⅴ | 稍有危险，可以接受 |

* 1. 风险控制措施

企业应根据风险的危险程度策划风险控制措施，如表A.5。

* 1. 风险控制措施

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| D | 风险等级 | 风险描述 | 风险控制措施 |
| >320 | Ⅰ | 不可容许风险 | 不准许继续作业，只有确认风险已降低至可控制时，才能继续作业。 |
| 160~320 | Ⅱ | 重大风险 | 立即整改，降低风险至可控后方可开始作业。 |
| 70~160 | Ⅲ | 中度风险 | 在规定时间内采取有效措施降低风险。 |
| 20~70 | Ⅳ | 可容许风险 | 可保持现有控制措施，需要加以监控、控制。 |
| ＜20 | Ⅴ | 可忽视风险 | 无需采取措施，且不必保留文件、记录。 |

1. （资料性附录）  
   危险源辨识、风险评价和风险控制调查表

表 B 危险源辨识、风险评价和风险控制调查表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 工序/设备 | 作业/活动 | 危险源名称 | 可能造成  伤害的类型 | 状态 | 时态 | 风险评价 | | | | | 风险控制措施 |
| L | E | C | D | 风险 等级 |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 出铝前包子未预热，出铝中发生原铝液爆溅 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 劳保穿戴不齐 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 风管接头脱开 | 物体打击 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 新真空抬包未烘干导致爆炸 | 烫伤、爆炸 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 出铝过满导致原铝液溢出 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 出铝过程电解槽来效应 | 触电、烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 真空抬包与阳极槽体母线盖板接触 | 触电 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 出铝工序 | 出铝 | 真空抬包梁损坏、断离 | 起重伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吊运工序 | 出铝 | 吊包过程刮碰人 | 磕碰伤、灼伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |

表 B 危险源辨识、风险评价和风险控制调查表（续）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 工序/设备 | 作业/活动 | 危险源名称 | 可能造成  伤害的类型 | 状态 | 时态 | 风险评价 | | | | | 风险控制措施 |
| L | E | C | D | 风险 等级 |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 电危害（汽车线路短） | 火灾 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 运动物危害（原铝液飞溅、原铝液爆炸、铝包跌落） | 灼烫、火灾 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 其它车辆进入原铝液车专用通道导致追尾、侧翻 | 车辆伤害、火灾、爆炸、灼伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 原铝液过满溢出 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 违章作业（违章驾驶机动车、醉酒、疲劳、超速） | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 信号缺陷 | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 标志缺陷 | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 操作不当，原铝液车侧翻导致原铝液外溢 | 车辆伤害、火灾、爆炸、灼伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 辨识功能缺陷（感知、辨识延迟、错误） | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 指挥失误 | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 原铝液车点检不到位导致制动失灵、方向失灵、隔热机构破损、钢板弹簧等缺陷或损坏 | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |

表 B 危险源辨识、风险评价和风险控制调查表（续）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 工序/设备 | 作业/活动 | 危险源名称 | 可能造成  伤害的类型 | 状态 | 时态 | 风险评价 | | | | | 风险控制措施 |
| L | E | C | D | 风险 等级 |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 包口法兰盘连接松脱原铝液溢出 | 火灾、烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 超限运输 | 车辆伤害、火灾、灼伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 道路不平整原铝液溢出 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 道路弯曲、速度快导致侧翻或原铝液溢出 | 车辆伤害、火灾、灼伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 雨、雪、雾异常天气未按要求处置 | 车辆伤害、火灾、灼伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 起步、停车不平稳导致原铝液溢出 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吊运工序 | 吊运真空抬包 | 天车钢绳断裂、制动失灵导致真空抬包坠落 | 起重伤害、烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吊运工序 | 吊运真空抬包 | 真空抬包未放到位，车辆启动导致真空抬包坠落 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吊运工序 | 吊运真空抬包 | 天车钢绳断裂、制动失灵导致真空抬包坠落 | 起重伤害、烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吊运工序 | 吊运真空抬包 | 真空抬包未放到位，车辆启动导致真空抬包坠落 | 烫伤 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 吊运工序 | 吊运真空抬包 | 天车工操作不当 | 起重伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 运输过程 | 原铝液运输 | 原铝液车缺陷（制动失灵、方向失控） | 车辆伤害 |  |  |  |  |  |  |  |  |