

引用格式:梁邵禹,罗雨涵,贾文姗,等. 基于LEC评价的铝电解多功能天车安全性分析[J]. 有色设备,2024,38(6):43-49.
LIANG Shaoyu, LUO Yuhan, JIA Wenshan, et al. Safety analysis of aluminum electrolysis multi-function crane based on LEC evaluation[J]. Nonferrous Metallurgical Equipment, 2024, 38(6): 43-49.

基于 LEC 评价的铝电解多功能天车安全性分析

梁邵禹¹, 罗雨涵¹, 贾文姗¹, 全鹏程², 董敬志¹, 杨鸿宇¹, 李姝谚¹, 曹文琦²,
王 民³, 崔根群², 向 禹⁴, 张军杰⁵, 李伊惠¹, 钱中友¹, 朱 森¹, 尹 刚^{1*}

(1. 重庆大学, 重庆 400044; 2. 阿坝铝厂, 四川 阿坝 623001;
3. 重庆旗能电铝有限公司, 重庆 410420; 4. 陆军工程大学通信士官学校, 重庆 400035;
5. 青海西部水电有限公司, 青海 海东 810800)

[摘 要] 本文分析了铝电解车间常见故障,并对危险源进行辨识,通过 LEC 评价法对危险源事故发生的可能性 L(Likelihood)、人员暴露于危险环境中的频繁程度 E(Exposure),以及一旦发生事故可能造成的后果 C(Consequence)赋值,计算三个分值的乘积 D(Danger),得出风险源的风险等级为 1 级或 2 级,并对不同风险等级的危险源提出了针对性预防措施,对铝电解多功能天车激光防撞控制系统提出了设备技术改造方法,使其适应铝电解车间强电磁场干扰、强氟化氢腐蚀、高温、多粉尘的恶劣环境,以有效预防铝电解多功能天车安全生产事故的发生。

[关键词] 铝电解多功能天车; 危险源辨识; 安全性分析; LEC 评价法; 设备技术改造

[中图分类号] TF821 [文献标志码] A [文章编号] 1003-8884(2024)06-0043-07

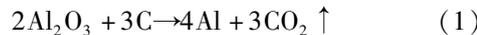
DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2024.06.006

0 前言

铝元素作为地壳中含量最为丰富的金属元素之一,以其具有较好的延展性和可塑性、良好的导热性和导电性,在航空、建筑、汽车等重要工业领域得到了广泛而深入的应用。

铝电解反应是在铝电解槽中进行的,现代铝工业常采用冰晶石—氧化铝融盐电解法^[1-2],电解所用的原料为氧化铝,电解质为熔融的冰晶石(Na_3AlF_6),使用炭素阳极,采用强直流电电解。电解反应通常在 940~960℃的环境下进行的,在阴极上得到熔融铝,在阳极上析出 CO_2 。在铝电解生产

过程中,含氟气体与 H^+ 结合会生成氢氟酸(HF),进而产生强氟化氢气体^[3-4]。其化学反应式见式(1)。



多功能天车作为铝电解生产过程中的核心设备,具有更换阳极、打壳、母线吊装、加下料、清渣、出铝等功能^[5]。然而,在多功能天车运行过程中,由于传统的铝电解多功能天车防撞系统为接触式机械限位防撞系统防撞距离极短,在天车与天车发生碰撞时,天车自身的行驶惯性使其在停车时产生一定距离的滑行,造成较强刚性碰撞,致使天车停车不平稳,产生较大震动,还容易造成天车部件损坏,从而大幅降低多功能天车的可靠性,增加了天车碰撞事故发生的风险^[6-7]。

铝电解车间处于强电磁场干扰、强氟化氢腐蚀、高温、粉尘等恶劣环境^[8]。不仅使现有防撞控制技术难以有效预防多功能天车碰撞事故,而且操作人员在这样具有潜在危险性环境作业时危险性,可能发生触电、机械伤害等事故,从而给铝电解企业带来巨大经济损失,甚至造成人员伤亡^[9]。

[收稿日期] 2024-09-22

[第一作者] 梁邵禹(2003—),女,贵州贵阳人,本科生,主要从事工业安全研究。

[通信作者] 尹刚(1964—),男,教授,博士,主要从事深度学习与人工智能、安全科学与工程、有色冶金故障诊断。

[基金项目] 重庆英才创新创业示范团队项目(CQYC202203091061);科技转化重大项目(H20201555);重庆市自然科学基金创新发展联合基金(CSTB2024NSCQ-LZX0166);中央高校基本科研业务费(2024CDJQYJCYJ-001)。

1 铝电解多功能天车

1.1 铝电解多功能天车组成及工作原理

铝电解多功能天车是铝电解生产线关键设备之一,其在铝电解生产过程中发挥着至关重要的作用,无论是更换阳极、吊运电解槽上部结构,还是出铝、打壳、打下料等精细操作,都离不开其精准而高效的工作。在铝电解实际生产中,一个电解车间中有多台铝电解多功能天车同时运行。然而,当铝电解多功能天车发生 PLC 故障、线路故障、供电故障、元器件故障、人为故障等情况时,极易引发多功能天车之间的碰撞事故。因此,为了确保生产安全,多功能天车配备了专门的防撞控制系统,以预防和减少碰撞事故的发生。

铝电解多功能天车通常采用桥式起重机的桥架作为天车机构,在桥架上配置有多个工具机构的工具小车、出铝小车、电葫芦等。其中,工具小车是铝电解多功能天车的核心部分,其主要由打壳系统、阳极更换系统、下料系统等关键部件构成,具有打壳、阳极更换、捞渣、下料等多项功能。阳极更换主要用于在阳极更换作业时,从电解槽吊出红热残极及安装新极;打壳机构主要用于在阳极更换作业时破碎电解质壳面;加料装置主要用于向换好后的新极上覆盖氧化铝粉。出铝小车主要包括 1 个称量系统和 1 个可以自由旋转、升降的出铝钩。绝缘电葫芦主要用于吊运母线提升框架,完成抬母线作业。

1.2 铝电解多功能天车常见故障分析

由于铝电解多功能天车的内部结构相对复杂,天车在运行中若发生碰撞事故,会引发更多的系统故障,对铝电解多功能天车进行二次伤害,严重的甚至危害到操作人员的人身安全,如果不能及时对故障进行及时诊断与维修,不但会影响铝电解效率,甚至还会引发生产安全事故^[10-11]。铝电解多功能天车常见的故障如下。

1) PLC 故障。PLC (Programmable Logic Controller, 可编辑逻辑控制器) 故障是由铝电解多功能天车内部程序或元器件出现问题所导致的。铝电解车间的高温环境容易造成电缆、数据线老化加剧,对信号传输不利;多烟雾粉尘阻碍了无线电信号的传输;不均匀分布的强电磁场干扰了 PLC 信号传输甚至导致乱码。

2) 供电故障。在铝电解车间发生供电故障的

情况下,由于污染物的存在,衔铁断开后可能持续导电,或者接触点之间的距离较小,导致相应的磁吸力较大,从而阻碍衔铁的正常断开,直接影响了多功能天车的正常停车功能。

3) 元器件故障。继电器作为控制电路的关键电器元件,广泛应用于铝电解多功能天车的电气控制系统中,以确保接触器的正常运行。然而,继电器在实际使用中常出现以下故障:线圈因过载、衔铁生锈或润滑不足而发热;衔铁与磁轭间距过大导致动作延迟;以及因安装错位致使继电器无法正常工作等。这些故障不仅影响设备的稳定运行,还可能对生产效率和安全性造成不利影响。

4) 线路故障。在恶劣环境下,铝电解多功能天车面临着严峻的挑战。高温环境加速了线路电缆的老化,而空气中存在的某些导电粉尘则可能引发多功能天车电路的断路等突发故障。这些故障往往难以被维修人员及时发现和处理,从而对设备的正常运行构成潜在威胁。

5) 人为故障。人为故障主要是由于操作人员操作不规范所引发的故障。在铝电解多功能天车的运行过程中,操作人员之间的沟通不畅、站位不当、检修时未断电以及未确认天车位置等不安全行为,均可能导致多功能天车发生碰撞事故。这些人为因素不仅增加了设备故障的风险,还对生产安全和作业效率造成不利影响。

因此,当铝电解车间发生多功能天车碰撞事故或多功能天车自身故障时,不仅会影响铝电解的生产效率,影响企业的经济效益,甚至引发人员伤亡事故,造成不良的社会影响。本文将针对铝电解多功能天车进行危险源辨识与安全性分析,得到危险源风险等级,并根据等级划分结果提出事故的针对性预防措施与设备技术改进方案。

2 铝电解多功能天车安全性分析

2.1 LEC 评价法

LEC 评价法,也被称为作业条件危险分析法,由美国安全专家 K. J. 格雷厄姆和 K. F. 金尼提出的^[12],是一种半定量的安全评价方法,主要用于评估操作人员在具有潜在危险性环境中作业时的危险性。

LEC 评价法基于风险评估的基本原理,即风险等于危险性乘以暴露度。“危险性”指的是潜在的

危害程度,“暴露度”是人员或财产暴露在危险环境下的程度。为了简化评价过程,LEC 评价法采用半定量计值法,根据以往的经验 and 估计,对事故发生的可能性 L (Likelihood)、人员暴露于危险环境中的频繁程度 E (Exposure) 以及一旦发生事故可能造成的后果 C (Consequence) 这 3 种因素划分不同的等级并赋值。通过计算这 3 个分值的乘积 D (Danger), 来评价作业条件危险性的大小。 D 值越大,表明该系统的危险性越高,需要增加安全措施、改变发生事故的可能性、减少人体暴露于危险环境中的频繁程度或者减轻事故损失等,直至将风险调整到可接受的范围内^[13]。

在 LEC 评价法中,事故或危害事件发生可能性分值(L)、暴露于危险事件环境的频繁程度(E)、事故或危害事件的可能结果(C)及风险等级评定标准(D)分别见表 1~表 4^[14]。

表 1 事故或危害事件发生可能性分值(L)

Table 1 Likelihood scores (L) for accidents or hazardous events

事故或危害事件发生可能性(L)分数	分数值
完全会被预料到	10
相当可能	6
不经常,但可能	3
完全意外,极少可能	1
可以设想,但绝少可能	0.5
极不可能	0.2
实际上不可能	0.1

表 2 暴露于危险事件环境的频繁程度(E)

Table 2 Frequency of exposure to hazardous event environments (E)

暴露于危险事件环境的频繁程度(E)	分值
连续暴露于危害事件环境	10
每天在工作时间内暴露	6
每周 1 次或偶然地暴露	3
每月暴露 1 次	2
每年几次出现在危害事故环境	1
非常罕见的暴露	0.5

表 3 事故或危害事件的可能结果(C)

Table 3 Possible consequences of accidents or hazardous events (C)

事故或危害事件的可能结果(C)	分值
大灾难(许多人死亡)	100
灾难(几人死亡)	40
非常严重(一人死亡)	15
严重(严重伤害)	7
重大(致残)	3
引人注目(需要救护)	1

表 4 风险等级评定标准(D)

Table 4 Risk level assessment criteria (D)

D 值	危险性	风险等级
≥ 320	非常高的风险,需停止作业	5
160 ~ 320	高风险,需要立即整改	4
70 ~ 160	中等风险,需要整改	3
20 ~ 70	可能的风险,需要注意	2
≤ 20	可接受的风险,或许可以注意	1

2.2 铝电解多功能天车危险源辨识

铝电解多功能天车在运行过程中存在多种潜在的安全风险,包括机械伤害、高处坠落、触电、灼烫、物体打击和起重伤害等事故,具体如下。

1) 机械伤害。可能造成机械伤害的危险源有:上下天车联系不到位造成挤伤、卷入;未确认同跨天车位置造成挤伤;点检限位开关时站位不当造成挤伤。

2) 高处坠伤。可能造成高处坠伤的危险源有:联系不到位造成高处坠落;天车未停稳或突然动身、天车上行走因油污或障碍物导致高处坠落;地面杂物绊倒造成高处掉落。

3) 触电。可能造成触电的危险源有:点检时未断电导致触电。

4) 灼烫。可能造成灼烫的危险源有:点检接触器时未断电导致电弧光烧伤。

5) 物体打击。可能导致物体打击的危险源有:未按标准穿戴劳保品,造成头部或脚部被砸伤。

6) 起重伤害。可能导致起重伤害的危险源有:在所吊物旁安全距离不够的位置进行作业。

这些潜在风险不仅对操作人员的安全构成威胁,还可能影响设备的正常运行和生产效率。因此,

根据以上分析,对铝电解多功能天车进行危险源辨识,如表 5 所示。

表 5 铝电解多功能天车人机联系危险源辨识

Table 5 Identification of hazardous sources in human-machine interaction for aluminum electrolysis multifunctional crane

活动区域	危险源	事故类型
上下天车的联系	联系不到位造成挤伤、卷入以及高处坠落	机械伤害 高处坠落
	天车未停稳或突然动车	高处坠落
大车走台安全栏杆点检	天车上行走因油污或障碍物造成高处坠落	高处坠落
	点检接触时未停电造成触电、电弧光烧伤	触电 烧伤
电气室点检	点检时未断电造成触电	触电
进入现场及工具检查	未确认同跨天车位置造成挤伤	机械伤害
	未按标准穿戴劳保品,造成头部、脚部砸伤、头发卷入机器	物体打击伤害 机械伤害
托缆小车点	地面杂物绊跌造成高处坠落	高处坠落
限位开关点检	点检限位开关时站位不当造成挤伤	机械伤害
检修配合作业	在所吊物旁安全距离不够的位置作业	起重伤害

2.3 风险评价

针对铝电解多功能天车可能存在的危险源,对铝电解多功能天车采用 LEC 评价法进行赋值,半定

量的对人与天车联系进行风险等级评定。根据铝电解车间运行实际情况和现场经验,对铝电解多功能天车进行风险评价,结果如表 6 所示。

表 6 铝电解多功能天车风险评价

Table 6 Risk assessment table for aluminum electrolysis multifunctional crane

危险源	风险评价				风险等级
	L	E	C	D	
联系不到位造成挤伤、卷入以及高处坠落	1	3	7	21	2
天车未停稳或突然动车	3	2	7	42	2
天车上行走因油污或障碍物造成高处坠落	3	2	7	42	2
点检接触时未停电造成触电、电弧光烧伤	3	2	7	42	2
点检时未断电造成触电	1	3	7	21	2
未确认同跨天车位置造成挤伤	1	3	3	9	1
未按标准穿戴劳保品,造成头部、脚部砸伤、头发卷入机器	1	1	7	7	1
地面杂物绊跌造成高处坠落	1	3	7	21	2
点检限位开关时站位不当造成挤伤	1	3	7	21	2
在所吊物旁安全距离不够的位置作业	1	3	7	21	2

2.4 结果分析

通过 LEC 评价法对铝电解多功能天车进行危险源辨识和风险评价,风险等级为 1 或 2 级,属于可接受或可能存在的引起注意的风险。其中,上下天车联系不到位造成伤害、天车未停稳或突然动车、天车上行走坠落、点检接触器触电、点检联动台触电、地面杂物跌绊导致高处坠落、点检限位开关时站位不到造成挤伤和在所吊物旁安全距离不够的位置进行作业为 2 级风险,未确认同跨天车位置造成挤伤、未按标准穿戴劳保品造成伤害为 1 级风险。

表 7 针对各危险源的预防措施
Table 7 Hazard prevention measures table

危险源	风险等级	预防措施
联系不到位造成挤伤、卷入以及高处坠落	2	上下天车严格按照相关制度执行
天车未停稳或突然动车	2	进行点检作业前必须跟岗位人员联系确认,严禁翻越栏杆
天车上行走因油污或障碍物造成高处坠落	2	天车行动时应确认有无油污或障碍物,并及时清理
点检接触时未停电造成触电、电弧光烧伤	2	点检接触器时先将电源断开,再进行点检作业
点检时未断电造成触电	2	点检联动台时要将电源开关断开
地面杂物绊跌造成高处坠落	2	地面杂物要及时清理
点检限位开关时站位不当造成挤伤	2	点检时确认好周围环境,手抓牢靠,站在合理位置,预防天车运行造成挤伤
在所吊物旁安全距离不够的位置作业	2	检修作业时必须站在所吊物物体打击范围外
未确认同跨天车位置造成挤伤	1	确认天车与所点检天车有 10 m 以上安全距离
未按标准穿戴劳保品造成头部、脚部砸伤、头发卷入机器	1	作业过程中按标准穿戴劳保用品,长发应束入安全帽内

通过实施上述措施,能够显著降低由危险源引发的事故风险。为确保这些措施的有效落实,还需进一步加强监督和检查工作,定期对各项安全措施进行评估和调整,以防范事故的发生,保障生产安全与设备运行的稳定性。

3.2 防撞系统技术改进

由于铝电解车间工作环境较为恶劣,铝电解槽内电解质的温度高达 900 ℃ 以上,通入铝电解槽的强电流高达 600 kA,在铝电解生产中产生较大的磁场,使铝电解多功能天车受到强电磁场的影响^[15]。在铝电解生产过程中会进行更换阳极、加下料、抬包、吊运上部槽壳、出铝等操作,此时铝电解槽处于打开状态,会释放出少量氟化氢气体和烟雾粉尘,使得铝电解多功能天车会受到强氟化氢气体的腐蚀^[16]。因此铝电解车间强电磁场干扰、强氟化氢腐

3 铝电解多功能天车事故预防措施

3.1 风险预防措施

针对不同风险等级的危险源,本文提出了相应的预防措施,如表 7 所示。对于机械设备,应定期进行维护和检查,确保其始终处于良好的工作状态。同时,应加强操作人员的培训工作,推动作业规范化,以有效降低风险并提升设备运行的安全性和可靠性。

蚀、高温、多粉尘干扰会影响现有的铝电解多功能天车防撞控制系统的正常工作,导致铝电解多功能天车容易发生碰撞事故^[17-18]。

为了克服铝电解车间恶劣环境对现有的多功能天车防撞控制系统的影响,对铝电解多功能天车激光防撞控制系统进行设备技术改进,采用防氟化氢高能量激光器、防氟化氢钻石级目标反射器、自诊断智能控制器和双通道超高速报警等作为核心部件。

在多功能天车一端上安装激光发生器,发射出连续脉冲激光束,通过对障碍物(或障碍物上的目标反射器)的反射激光束,由控制器中控制运算器根据其相位和时间,实时精确计算出天车与障碍物之间的距离,然后将天车与障碍物之间的距离经激光接收传感器转换成电压信号,此信号经高性能放大器放大,硬件滤波,再经 A/D 转换送到 CPU 门限

值进行比较与判别,当达到 Q1、Q2 门限值时,输出驱动控制器输出继电器 IC 信号到多功能天车 PLC 控制系统中用以控制天车减速和停车,同时启动蜂鸣报警器进行不同种类声音报警和报警显示器相应的指示灯亮。铝电解多功能天车激光防撞控制系统原理如图 1 所示。

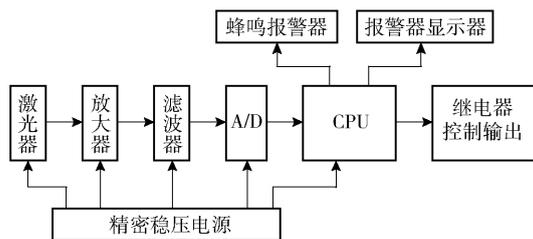


图 1 激光防撞控制系统原理

Fig. 1 Schematic diagram of laser anti-collision control system

针对铝电解车间高温环境,对内部系统进行了散热处理,并选用了合理的内外通风方式。同时,采用了耐高温的激光器及专用信号电缆,确保控制系统的各种元器件在正常温度下稳定运行。

在强电磁场环境下,本文利用自适应正弦数字滤波技术和正弦拟合算法,对电源谐波进行了有效过滤和隔离,从而避免了多功能天车激光防撞控制系统受到强电磁场的干扰。

针对铝电解车间强氟化氢及多粉尘的特殊环境,本文对系统中易受影响的玻璃元件进行了碱洗、清洗、表面活化、涂覆及干燥等处理步骤。这些措施有效防止了强氟化氢对玻璃元件的腐蚀,显著提高了玻璃的耐酸性和耐碱性。同时,大幅降低了灰尘在玻璃表面的吸附力,显著提升了玻璃的透光率,从而提高了铝电解多功能天车激光防撞控制系统的整体可靠性。

本文通过对铝电解多功能天车激光防撞控制系统进行升级改进,使其更加适应铝电解车间的恶劣环境,从而显著提升了铝电解多功能天车的可靠性。这一改进有效避免了恶劣环境对防撞控制系统的影响,降低了多功能天车发生碰撞事故的风险,为保障设备运行安全和生产效率提供了有力支持。

4 结语

1) 本文针对铝电解车间多功能天车在高温、强电磁场干扰、强氟化氢腐蚀及多粉等恶劣环境下存

在的碰撞事故风险问题,采用 LEC 评价法对铝电解粉尘干扰车间多功能天车的危险源进行系统辨识与风险评价,明确了不同危险源的风险等级,证明了该技术路线在识别和评估风险方面的可行性。

2) 根据风险评价结果,针对不同风险等级提出了相应的预防措施,并对铝电解多功能激光防撞控制系统进行了技术改进。

3) 改进后的激光防撞控制系统在铝电解车间进行了应用,应用效果表明该系统能够有效适应恶劣环境,避免碰撞事故的发生,提升了设备的可靠性,证明了其在类似场景上具有广泛的应用前景。这一研究不仅保障了操作人员的安全,还为企业带来了显著的经济效益和社会效益,为铝电解行业的安全生产与设备管理提供了重要参考。

[参考文献]

- [1] 尹刚,向冬梅,王民,等. 基于数据驱动的铝电解槽剩余寿命预测方法研究[J]. 稀有金属,2023,47(2):273-280.
- [2] 尹刚,李伊惠,何飞,等. 基于 KPCA 和 SVM 的铝电解槽漏槽事故预警方法[J]. 化工学报,2023,74(8):3419-3428.
- [3] 田应甫. 大型预焙铝电解槽生产实践[M]. 长沙:中南工业大学出版社,1997.
- [4] 尹刚,钱中友,曹文琦,等. 基于 Adaboost-PSO-SVM 的铝电解槽健康状态诊断方法研究[J]. 化工学报,2024,75(1):354-365.
- [5] 张国钦. 铝电解多功能天车常见故障及排除措施[J]. 百科论坛电子杂志,2020(11):1661.
- [6] 尹刚,陈根,何文,等. 基于 SDAE 和随机森林的铝电解槽阳极效应预测方法研究[J]. 稀有金属,2021,45(4):428-436.
- [7] 张富正. 行程开关中的结构应用[J]. 中国新技术新产品,2012(24):76-77.
- [8] Wong D S, Tjahyono N I, Hyland M M. Visualising the sources of potroom dust in aluminium smelters[J]. Light Metals, 2012,2016:833-838.
- [9] 毛洪利. 铝电解多功能天车的工作原理及应用[J]. 科技传播,2012(16):107,117.
- [10] 肖述兵. 铝电解多功能扭拔机构液压系统失效分析[J]. 设备管理与维修,2005(7):18-20.
- [11] 丁辉. 铝电解过程对电解铝液的净化作用探讨[J]. 山东工业技术,2017(15):217.
- [12] Bahr N J. System safety engineering and risk assessment: a practical approach[J]. System Safety Engineering and

- Risk Assessment: A Practical Approach, Second Edition, 2014; 1 - 418.
- [13] 付应君. 浅谈作业条件危险性评价方法(LEC法)的修正[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(33): 4086.
- [14] 倪红兵. 如何正确理解和运用 LEC 风险评价法[J]. 世界标准化与质量管理, 2008(4): 45 - 46.
- [15] 白保东, 关世海, 刘万年, 等. 大型铝电解操作天车的电磁场计算和受力分析[J]. 四川有色金属, 2010(3): 34 - 40.
- [16] Less L N, Waddington J. The characterisation of aluminium reduction cell fume[J]. Essential Readings in Light Metals, 2013, 2: 865 - 869.
- [17] 高军永. 铝电解多功能机组智能化面临的难题及研究现状[J]. 有色设备, 2019, 33(3): 4 - 7, 47.
- [18] Gang Yin, Yi-Hui Li, Fei-Ya Yan, et al. Deep learning for electrolysis process anode effect prediction based on long short-term memory network and stacked denoising auto-encoder[J]. Rare Metals, 2024, 43(12): 6730 - 6741.

Safety analysis of aluminum electrolysis multi-function crane based on LEC evaluation

LIANG Shaoyu¹, LUO Yuhan¹, JIA Wenshan¹, QUAN Pengcheng², DONG Jingzhi¹,
YANG Hongyu¹, LI Shuyan¹, CAO Wenqi², WANG Min³, CUI Genqun², XIANG Yu⁴,
ZHANG Junjie⁵, LI Yihui¹, QIAN Zhongyou¹, ZHU Miao¹, YIN Gang^{1*}

(1. Chongqing University, Chongqing 400044, China; 2. A'ba Aluminium Factory, A ba 623001, China;

3. Chongqing Qineng electric aluminum Co., Ltd, Chongqing 410420, China;

4. Army Engineering University Communication Non commissioned Officer School, Chongqing 400035, China;

5. Qinghai West hydropower Co., Ltd, Qinghai 810800, China)

Abstract: This paper analyzed the common faults in the aluminum electrolysis workshop, and identified the risk sources. The LEC evaluation method is used to assign values to the probability of accidents (L) of hazard sources, the frequency of personnel exposed to hazardous environments (E), and the possible consequences once an accident occurs. The danger (D) of the three scores was calculated, and the risk level of the risk source was obtained as level 1 or level 2, and the targeted prevention measures were proposed for the different risk levels of the danger source, and the equipment technical transformation method was proposed for the aluminum electrolysis multi-functional crane laser anti-collision control system, which makes it adapt to the harsh environment of strong electromagnetic field interference, strong hydrogen fluoride corrosion, high temperature and dust in aluminum electrolysis workshop, in order to effectively prevent the occurrence of aluminum electrolysis multi-functional crane safety production accidents.

Keywords: aluminum electrolysis multi-functional crane; hazard source identification; security analysis; LEC evaluation method; technical transformation of equipment ▲