

基于自动化仪表全生命周期管理的铝业选矿公司电仪车间安全管控优化研究 —— 结合一线仪表运维与电仪安全管理实践

龙宇铝业有限公司 尚雅杰

摘要

铝作为战略稀有金属，广泛应用于航空航天、国防军工等领域，选矿生产的安全稳定关乎企业竞争力与国家资源安全。铝业选矿现场高粉尘、强腐蚀、高振动的恶劣工况，对自动化仪表运行及电仪安全管控提出极高要求。当前行业普遍存在仪表运维与安全管理脱节、预警联动不足、人员技能不匹配等问题。本文结合五年一线运维与安全管理经验，引入全生命周期管理理念，构建“选型 - 安装 - 运维 - 报废”全流程安全管理体系并制定优化策略。实践表明，该体系可有效降低仪表安全隐患，提升预警响应效率，推动安全管理从被动处置转向主动预防，为铝业选矿企业电仪车间安全管控与稳产保供提供实践参考。

关键词：铝业选矿；电仪车间；自动化仪表；全生命周期管理；安全管控；运维实践

一、引言

1.1 研究背景

全球矿产资源竞争日趋激烈，我国铝资源储量丰富，但优质矿源不断减少，企业稳产保供压力持续加大。随着选矿行业自动化改造推进，本公司扩能后自动化仪表覆盖率达 90%，成为生产参数监测、风险预警的核心载体。铝业选矿包含破碎、磨矿、浮选、尾矿处理等高危工序，恶劣环境易造成仪表信号失真、设备损坏，进而引发介质泄漏、设备过载等安全事故。

据行业数据统计，铝业选矿厂事故率达 4.8%，远高于制造业平均水平，其中 32% 以上安全事故由仪表故障、运维不当引发。现场管理中普遍存在仪表运维与安全管理“两张皮”问题：运维人员侧重设备正常运转，忽视安全功能；安全管理人员缺乏仪表专业知识，无法精准排查设备隐患，造成安全预警滞后、故障处置不及时，频繁引发生产中断。结合《安全生产法》《选矿安全规程》相关规定，传统管理模式已难以适配生产发展需求，开展仪表全生命周期安全管控研究具有重要现实意义。

1.2 研究意义

实践层面，本文打通仪表运维与安全管理壁垒，搭建可落地的全生命周期管理体系，减少仪表类安全隐患与停机事故，保障人员、设备及生产连续稳定，也可为同行业从业人员提供实操借鉴。理论层面，国内相关研究多聚焦设备维修与现场操作，本文将全生命周期管理与电仪安全管控深度融合，丰富了选矿行业安全管理理论，拓展了该模式在工矿领域的应用场景。

1.3 国内外研究现状

国外铝资源企业自动化起步较早，依托物联网、大数据技术实现仪表全生命周期智能管控，依靠预防性维护大幅缩减故障停机时长，形成了成熟的管理标准，但受生产模式、现场工况差异影响，相关经验无法直接照搬。国内研究多围绕仪表

故障诊断、单项运维技术展开，普遍重理论、轻实操，缺少结合一线经验、统筹仪表管理与安全管控的系统性研究，方案落地性不足。

1.4 研究内容与方法

本文以本公司电仪车间为研究对象，梳理仪表应用风险，剖析管理现存问题及成因，搭建全生命周期安全管理体系并制定优化方案。研究综合采用文献研究法、实践总结法、现场调研法与案例分析法，依托一线工作经验，确保研究内容贴合生产实际。

1.5 研究创新与不足

创新点：一是融合运维、安全管理双重岗位经验，兼顾技术实操与安全管控；二是将安全要求嵌入仪表全生命周期各环节，构建一体化管理体系；三是方案适配铝业选矿恶劣工况，可操作性强。不足：调研范围仅限本企业，方案通用性有待进一步验证；对智能化技术融合应用探讨较浅，后续可开展深化研究。

二、相关理论基础

2.1 自动化仪表概念与分类

铝业选矿自动化仪表主要负责监测、传输、调控生产过程温度、压力、流量、液位、矿浆浓度等参数，是电仪系统的“感知神经”。现场主要分为三类：参数监测类，包含温度、压力、液位等仪表，是工艺稳定与安全预警的基础；控制类，以调节阀、执行器为主，实现参数自动调节，减少人为操作失误；预警类，包括粉尘、有害气体检测仪，用于监测现场环境风险，防范爆炸、中毒等事故。

2.2 全生命周期管理理论

全生命周期管理是对设备从选型采购、安装调试、运行维护到报废处置的全过程系统化管控，核心为全过程风险防控与资源高效利用。将该理论应用于仪表管理，可转变“故障后维修”的传统模式，实现从事后抢修向事前预防转型，保障仪表长期稳定运行。

2.3 电仪车间安全管控核心要求

依据《选矿安全规程》及现场管理经验，电仪安全管控遵循**全员参与、预防为主、全程管控、技术支撑**四大原则。自动化仪表作为安全监测的核心载体，其运行质量直接决定安全管控成效，必须纳入整体安全管理体系。

三、电仪车间仪表安全管理现状及问题分析

本次调研覆盖本公司磨矿、浮选、浓缩等全工序仪表点位，目前车间仪表覆盖率达 92%，自动化监测体系基本成型，但管理短板突出。

3.1 主要问题

一是仪表安全功能利用不足，系统联动缺失。多数仪表仅用于工艺监测，未对接安全预警与应急系统，参数异常仅简单报警，无法实现自动调控与紧急停机；部分预警仪表安装点位不合理，存在监测盲区。二是运维模式落后，预防性维护缺失。车间以事后维修为主，缺少标准化巡检、定期校准制度，62% 的仪表故障源于日常维护不到位。巡检多依赖人员经验，运维记录残缺，故障溯源与风险预判难度较大。三是仪表管理与安全管控相互割裂。安全管理人员不熟悉仪表原理，

难以识别设备隐患；运维人员安全意识薄弱，作业中忽视防爆、接地等安全要求，双方缺少协同机制，隐患整改滞后。四是人员技能与岗位需求不匹配。运维人员安全辨识能力不足，安全管理人员欠缺仪表专业知识，企业常态化培训缺位，员工能力难以适配智能化管理需求。五是全生命周期管控存在漏洞。选型阶段片面追求低成本，忽略防腐、抗振等工况要求；安装流程不规范，易出现固定不牢、密封不严等问题；报废管理混乱，废旧仪表随意堆放，存在安全与环保隐患。

3.2 问题成因

一是管理理念滞后，管理层重生产效益，轻视设备安全与全生命周期管控；二是技术支撑薄弱，数字化、智能化应用程度低，难以实现数据共享与智能预警；三是人才培养体系不完善，缺少复合型培训内容，激励机制不足，人员工作积极性偏低；四是制度体系不健全，仪表全流程管理细则缺失，监督考核缺位，制度执行流于形式。

四、基于全生命周期管理的安全管控优化策略

结合选矿工况与安全管理要求，以全生命周期管理为核心，围绕选型、安装、运维、报废四大环节，落实一体化优化方案。

4.1 选型环节：贴合工况，强化安全适配

结合选矿高粉尘、强腐蚀、高振动特点，制定统一仪表选型标准，明确各工序仪表防护、防爆、抗干扰等级。组建运维、安全、生产联合选型小组，综合论证仪表安全性与实用性，关键工序配备备用仪表，避免单点故障引发全线停机。择优选择资质齐全、行业经验丰富的供应商，保障产品质量与售后技术支持。

4.2 安装环节：规范流程，严把安装质量

严格审核安装人员专业资质，落实岗位安全责任。安装前检查设备状态、合理规划安装点位，兼顾监测精度、运维便利与作业安全；安装过程严格执行技术规范，做好密封、接地、固定作业，杜绝介质泄漏、接线错误等问题；安装完成后全面调试验收，功能达标后方可投用，安全管理人员全程监督作业过程。

4.3 运维环节：推行预防性维护，打通系统联动

建立定期巡检、周期校准、分级保养的预防性维护制度，统一巡检标准，完整记录设备运行与故障信息。推动仪表系统与安全管控平台数据互通，实现参数异常自动预警、应急系统联动处置，提升响应效率。明确双方岗位职责，运维人员作业前开展风险辨识，安全管理人员将仪表隐患纳入日常排查范围，实现运维与安全一体化管控。

4.4 报废环节：规范处置，消除遗留隐患

建立仪表报废评估与审批制度，定期对超期、精度失效的仪表开展技术鉴定。报废仪表分类存放，对含有害元器件的设备进行合规处理，可复用配件统一回收利用，从源头规避废旧设备带来的安全、环保风险。

4.5 配套保障措施

完善管理制度与考核机制，将仪表运维、隐患整改等工作纳入绩效考核，压实岗位责任。开展复合型技能培训，补齐运维人员安全短板、安全管理人员仪表专业

短板，同步开展智能仪表实操培训。逐步引入物联网在线监测技术，搭建远程监控平台，实现仪表故障提前预警，提升整体智能化管控水平。

五、结语

自动化仪表是铝业选矿电仪车间安全管控的关键，直接影响企业稳产保供能力与市场竞争力。本文依托一线工作经验，将全生命周期管理理念融入仪表管理全流程，有效解决了运维与安全脱节、故障多发、预警滞后等问题。通过优化选型、规范安装、落实预防性运维、合规处置报废设备等举措，能够显著降低仪表类安全事故与生产停机风险，推动电仪安全管理向主动预防、精准管控转型。该方案贴合铝业选矿现场实际，落地性强，可为同类型企业电仪安全管理工作提供有效参考。

参考文献

- [1] 国家市场监督管理总局，国家标准化管理委员会。选矿安全规程：GB 18152-2000 [S]。北京：中国标准出版社，2000.
- [2] 全国人民代表大会常务委员会。中华人民共和国安全生产法 [Z]。2021 修订.
- [3] 李刚。矿山选矿厂自动化仪表运维管理探析 [J]。矿山机械，2021 (06):68-71.
- [4] 王浩。工业自动化仪表全生命周期管理体系构建研究 [J]。仪器仪表用户，2022, 29 (03):89-92.
- [5] 张军。冶金矿山电仪车间安全管控难点及对策 [J]。现代矿业，2020 (09):201-203.
- [6] 刘佳。自动化仪表在选矿安全生产中的应用与故障处理 [J]。化工自动化及仪表，2022, 49 (05):621-624.