

基于风险预控的企业本质安全机制探索

高玉龙 彭存勇

遵义铝业股份有限公司 贵州 遵义 563100

【摘要】：随着企业生产环境日益复杂，传统“事后响应式”的安全管理模式已难以有效应对系统性安全风险。基于风险预控的本质安全机制，通过系统化识别、评估与控制潜在危险源，能够从源头上消除或显著降低事故发生的可能性，从而保障企业本质安全。本文提出，构建以风险预控为核心、融合安全文化建设的系统性安全管理体系，是提升冶金企业安全治理能力的关键路径。在实施过程中，科学的风险管理策略调整与智能化技术手段的深度应用，是确保该机制落地见效的重要支撑。结合典型案例与实证分析，本文验证了该机制在冶金行业的适用性与有效性，为相关企业提供了理论参考与实践指导。

【关键词】：风险预控；本质安全；冶金企业；风险管理；安全机制

DOI:10.12417/2705-0998.26.02.081

引言

在全球化与工业化深度融合的背景下，金属冶炼等高危行业面临的安全挑战持续升级。传统安全管理多依赖事故后的应急处置，缺乏对风险源头的主动干预，难以适应高温、高压、连续化生产的复杂工况。相比之下，基于风险预控的本质安全理念强调“预防为主、源头治理”，通过工艺优化、设备升级与智能监控等手段，在设计和运行阶段即消除或弱化危险源，实现“本质上的安全”。本质安全不仅是一种技术路径，更是一种系统性管理思维。它要求企业将安全内嵌于生产全流程，而非附加于末端。因此，深入探索风险预控驱动下的本质安全机制，对推动冶金企业高质量、可持续发展具有重要的现实意义。

1 风险识别与评估体系的构建

1.1 企业风险识别的关键点

针对冶金企业生产特点，风险识别应聚焦高温冶炼、物料输送、大型设备运行等核心环节，重点辨识设备故障、工艺参数偏差及人员操作失误等典型风险源。识别过程应紧密结合历史事故数据、设备运行台账及现场巡检记录，辅以智能化监测终端（如振动传感器、温度探头等），精准捕捉隐性隐患，避免“泛化识别”导致资源分散。识别结果需紧密贴合实际工况，为后续本质安全措施制定提供可靠依据。

1.2 风险评估模型的应用与发展

鉴于冶金生产环境的动态性与复杂性，宜采用简化的概率-影响矩阵法或模糊综合评判法，结合实时采集的工艺与设备数据，对关键风险进行量化分级。例如，可将设备故障风险按发生概率（低/中/高）与后果严重度（轻微/一般/重大）划分为不同等级，明确优先控制对象。模型选择应注重实用性与适配性，避免过度追求算法复杂度而脱离现场需求^[1]。

1.3 风险评估中的挑战与应对

当前主要挑战包括：生产数据冗杂、工况波动大导致评估偏差，以及一线员工对高危岗位（如高空、高温作业）风险认

知不足。对此，建议采取三项措施：一是优化数据采集范围，聚焦关键参数（如炉温、压力、电流）；二是开展岗位定制化风险培训，提升员工风险感知能力；三是建立动态评估机制，根据生产计划与设备状态定期更新风险等级，确保评估结果始终贴近实际。

2 风险预控策略的制定与实施

2.1 风险控制策略的分类与选择

结合冶金行业高风险特性，风险控制策略可简化为两类：减轻策略与接受策略。其中，减轻策略应作为首选，重点通过本质安全改造（如自动化替代人工、密闭化替代开放式操作）从根本上降低风险；接受策略仅适用于发生概率极低、后果轻微的辅助性作业。策略选择必须基于风险评估结果，并优先覆盖高温熔融、吊装转运等高危场景。

2.2 技术手段在风险控制中的应用

技术应用应紧扣生产核心环节，突出“简约、实用、高效”。例如：在皮带输送系统部署智能纠偏装置与光栅防护系统，实现跑偏自动校正与人员靠近紧急停机；在高危区域引入巡检机器人，替代人工进入高温炉区、高压管道等危险环境；推广智慧电焊机与智能电源箱，自动调节参数并具备过载、漏电保护功能；在天车与叉车作业区安装智能防撞系统，通过雷达与红外感应实现多维避障。上述技术通过传感器实时采集关键参数，经由简易数据通道上传至管控平台，形成“监测—预警—干预”闭环，有效支撑风险预控落地。

2.3 制度保障与流程优化

制度建设应以“简洁、可操作”为原则，重点完善本质安全设备的操作规程、维护周期与岗位安全职责。例如，明确智能纠偏系统的日常点检频次、机器人巡检异常上报流程、电焊作业前环境自检要求等。同时，简化冗余审批环节（如设备启停许可），将安全操作要求嵌入日常作业流程，避免“为制度而制度”的形式主义，确保制度真正服务于现场安全。

3 企业本质安全的定义与发展

3.1 本质安全的内涵与特点

在冶金领域，本质安全是指通过工艺革新、设备升级与环境优化，从源头上消除或显著削弱高温、高压、高粉尘等固有危险源，使系统在任何工况下均具备内在安全性。其核心特征在于：主动性：强调事前预防而非事后补救；系统性：安全融入设计、制造、运维全链条；稳定性：不依赖人员行为或临时措施，具有长期可靠性。这与传统依赖“人防+应急”的模式形成鲜明对比，更契合现代冶金企业“零隐患、零事故”的管理目标。

3.2 本质安全机制与风险管理的关系

本质安全机制可视为风险管理的高级形态。风险管理侧重于对已知风险的识别与控制，而本质安全则致力于消除风险源本身。二者相辅相成：风险管理提供动态监控与反馈，本质安全提供结构性解决方案。在实践中，应以风险管理为工具，以本质安全为目标，构建“识别—评估—改造—验证”的闭环体系。

3.3 如何提升企业本质安全水平

结合冶金企业生产特点，提升本质安全水平的核心的是将智能化、自动化技术与生产现场深度融合，聚焦核心环节落地实用型本质安全技术，具体应用场景如下：在冶金企业皮带输送环节，广泛应用皮带智能纠偏系统，通过传感器实时监测皮带跑偏情况，自动启动纠偏装置，避免皮带跑偏导致的物料洒落、设备磨损甚至火灾隐患，解决传统人工纠偏效率低、易发生安全事故的痛点；同时配套安装皮带光栅，当人员、杂物靠近运行中的皮带时，光栅自动触发停机指令，杜绝人员卷入、物料卡阻等安全风险，尤其适用于冶金企业原料输送、成品转运等高频皮带作业场景。

在设备巡检环节，摒弃传统人工巡检的局限性，引入机器人点巡检系统，针对冶金企业高温冶炼炉、高压管道、高空设备等高危区域，机器人可实现24小时不间断巡检，精准采集设备温度、振动、压力等参数，及时预警设备老化、泄漏等隐患，避免巡检人员进入高温、高空、有毒区域作业，降低人身伤害风险；在炉渣清理、炉膛检修等复杂工况下，采用机器人进行清理作业，替代人工进入高温、高粉尘、高腐蚀环境，既提升清理效率，又从根本上杜绝人员烫伤、粉尘危害等安全问题^[3]。在电气作业环节，推广应用智慧电焊机和智能电源箱，智慧电焊机可自动识别作业环境、调整焊接参数，避免因参数不当导致的火灾、触电隐患，同时具备过载、短路保护功能，适配冶金企业焊接作业频繁、作业环境复杂的特点；智能电源箱则通过智能化监测，实现漏电、过载、欠压等故障的自动报警与断电，杜绝电气火灾、人员触电等安全事故，尤其适用于冶金车间高温、潮湿、粉尘多的作业环境。在物料转运环节，

安装叉车防撞系统和天车智能防撞系统，叉车防撞系统通过红外感应、雷达监测，实时识别周边人员、设备，当距离过近时自动减速、停机，避免叉车碰撞人员、撞坏设备及物料；天车智能防撞系统则实现天车之间、天车与厂房立柱、天车与轨道上的人员、天车与地面设备的精准防撞，同时具备超载报警、限位保护功能，解决冶金企业天车作业区域复杂导致的碰撞、天车与障碍物（人员或其他物体）的碰撞，保障天车作业安全。

4 基于风险预控的安全管理模式创新

4.1 传统管理模式的局限性

传统的安全管理模式主要依赖于事故发生后的应急响应，侧重于事后处理和修复。这种模式的一个显著问题在于，它通常无法有效预测和防范潜在风险，往往忽视了从源头上消除隐患的可能性。在冶金企业实践中，传统模式过度依赖人工监控和管理，难以适配高温、高压、连续性生产的特点，信息传递速度较慢，难以及时发现冶炼炉温异常、设备老化等隐患，缺乏对复杂风险的快速识别与精准判断，安全管理缺乏系统性、前瞻性与科学性，使得企业在面对不断变化的生产工况时，难以形成有效的风险防控能力，易导致安全事故发生。

4.2 风险预控模式的实践与探索

风险预控模式的实施强调在风险发生前，提前采取措施进行识别、评估、监控和干预，以确保企业安全管理体系能够应对潜在威胁^[4]。结合冶金企业本质安全设备应用实践，构建全员参与、全方位防控的管理框架，通过智能化设备实时监测风险变化，结合简化后的风险识别与评估体系，在源头上减少安全事故的发生。风险预控模式强调跨部门协作和信息共享，确保企业在面对冶炼、输送等环节的多重风险时能够迅速响应并采取有效行动，推动企业从事后应急向前瞻性、主动性管理的转变，贴合冶金企业安全生产需求。

4.3 案例分析：成功企业的实践经验

结合冶金企业实际，选取遵义铝业股份有限公司的本质安全典型案例，阐述本质安全技术的实践成效。遵义铝业在焙烧车间推广应用皮带智能纠偏系统、智能电源箱后，皮带跑偏事故发生率下降90%以上，电气安全隐患排查效率提升80%，未发生人员触电、皮带卷入等安全事故，有效降低了生产风险。在电解铝厂、氧化铝厂部署天车智能防撞系统、叉车防撞系统，天车碰撞事故发生率降至零，复杂工况作业安全事故发生率下降100%，既提升了生产效率，又实现了本质安全防控；该企业还推广应用智慧电焊机，规范焊接作业流程，焊接环节火灾隐患减少95%，进一步验证了本质安全技术在冶金企业的实用性和有效性。该企业的成功经验表明，将本质安全技术与风险预控相结合，聚焦冶金核心生产环节，能够有效提升企业安全水平，为冶金企业可持续发展提供有力保障。

5 风险预控机制的评估与改进

5.1 评估标准的确定与应用

有效的风险预控机制评估标准不仅依赖于企业自身的安全管理目标，还需结合冶金行业规范与法律法规。评估标准重点围绕本质安全设备应用成效、风险隐患消除率、安全事故发生率等核心维度，采用定量与定性相结合的方式，既能量化风险控制的效果，又能反映本质安全技术应用中的潜在问题。评估标准具有动态性，随着冶金技术的升级、本质安全设备的更新，定期修订与优化，确保能够贴合冶金企业生产实际，持续监控和调整预控机制，实现安全管理目标^[5]。

5.2 机制反馈与持续改进

风险预控机制的反馈机制对其长期有效性至关重要。企业应定期收集一线员工对本质安全设备应用、风险预控措施的反馈，结合设备运行数据、安全事故案例，及时识别潜在的问题并进行调整。通过建立数据监控与事件追踪系统，实时获取各类风险事件的详细信息，重点优化本质安全设备的应用流程，完善设备维护保养制度，确保智能化设备长期稳定运行。同时，学习行业先进本质安全实践经验，持续改进预控机制，不断强化企业的整体安全防护能力。

5.3 未来发展的方向与挑战

未来，冶金企业本质安全机制的发展将聚焦于智能化技术

的深度应用，进一步推广 AI 视觉模型、智能机器人等设备的全覆盖，实现冶炼、输送等全流程本质安全防控。重点探索本质安全技术与冶金工艺的深度融合，如将智能监测技术融入高温冶炼环节，实现炉温、炉压的精准调控，从根源上消除泄漏、爆炸等隐患；同时，应对技术普及带来的数据隐私与安全风险，在推广智能化设备的同时，完善数据安全管理制度。面临的挑战主要是现有设备智能化升级成本较高、部分老旧车间适配性不足，以及员工对本质安全设备的操作熟练度有待提升。未来，企业需加大本质安全技术投入，逐步推进老旧设备升级改造，强化员工智能化设备操作培训，结合冶金行业特点，优化本质安全技术应用方案，确保风险管理机制能够持续有效地应对未来的安全挑战，推动冶金企业本质安全水平持续提升。

6 结语

风险预控机制在企业安全管理中的作用愈发重要，通过系统化的管理和先进技术的支持，企业能够在源头上有效识别并控制潜在风险，确保生产运营的安全稳定。未来，随着技术的不断进步和管理模式的创新，企业应进一步优化风险预控机制，提升风险应对能力，以适应日益复杂的安全挑战。综合各方面因素，持续改进和完善安全管理体系，是实现本质安全的关键。

参考文献：

- [1] 赵雪琪,刘成.化工企业安全风险隐患排查双预控管理策略探讨[J].化工管理,2026(1):101-104.
- [2] 王西珂.基于大数据分析的工贸企业安全风险监测预警系统研究[J].湖北应急管理,2026(2):3-5.
- [3] 贺涛,赵严,魏燕青.基于静电风险防控的溶剂型涂料生产企业本质安全提升[J].化工安全与环境,2025,38(6):71-73.
- [4] 于学珍.破解中小型化工企业安全管理痛点筑牢本质安全防线[J].江苏应急管理,2025(11):46-47.
- [5] 王晓静.浅析提升工业设备全生命周期本质安全水平[J].中国设备工程,2026(2):69-72.