

水泥厂粉尘爆炸隐患识别与综合治理措施分析

魏 浩

华新水泥建材集团股份有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：粉尘爆炸是水泥生产环节中突出的安全风险，科学识别隐患并构建综合治理体系，能够有效降低事故发生率，保障生产稳定与人员安全。本文围绕水泥生产全流程，梳理粉尘积聚、火源管控、设备防护、制度执行等层面的爆炸隐患，结合行业事故案例剖析风险成因，从技术改造、工艺优化、管理完善、应急保障等维度提出一体化治理路径，为水泥企业落实粉尘防爆要求、筑牢安全防线提供参考，助力行业实现安全高效运营。

【关键词】：水泥厂；粉尘爆炸；隐患识别；综合治理；安全防控

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.032

引言

粉尘爆炸隐患长期存在于水泥生产各环节，隐蔽性强、破坏力大，一旦触发易造成设备损毁、人员伤亡与生产中断，给企业与行业带来难以挽回的损失。水泥生产从原料破碎、粉磨、输送到储存、包装，均伴随粉尘产生与扩散，部分环节因密封失效、除尘不足、管控缺位，易形成粉尘云与积聚层，叠加电气火花、机械摩擦热、静电等点火源，极易触发爆炸事故。深入开展隐患识别，推动源头防控、过程管控与末端治理协同发力，是化解风险的核心举措。本文结合行业实际与典型案例，系统分析隐患特征并提出可行治理方案，衔接理论研究与现场应用，为企业安全管理提供支撑。

1 水泥厂粉尘爆炸主要隐患识别

水泥生产流程覆盖原料处理、煤粉制备、熟料烧成、水泥粉磨及成品储运等环节，各工序均存在粉尘爆炸相关风险，隐患分布具有全域性与隐蔽性。原料破碎与输送环节易出现设备密封不严、导料槽漏风，导致粉尘无组织外逸，在车间梁柱、设备顶部形成持续性积聚，这类沉积粉尘受扰动后快速悬浮，可在短时间内形成爆炸风险浓度。粉磨与煤粉制备系统属于高风险区域，磨机内部、管道弯头、收尘器灰斗等处易滞留细粉，设备运行中产生的摩擦热、轴承过热会形成持续点火源，未做防爆处理的电气设备与非防静电构件，会进一步放大静电积聚与火花释放风险。

煤粉制备辅助系统及熟料篦冷机出口环节的粉尘爆炸是隐患防控的重点区域。煤粉制备辅助系统中，煤粉输送管道、旋风分离器、脉冲收尘器等设备，易因煤粉细度过高、管道风速不合理导致粉尘滞留积聚，且该环节粉尘为可燃煤粉，爆炸极限范围宽、风险等级高；熟料篦冷机出口处，高温熟料破碎过程中会产生大量细粉，设备运行产生的高温本身就是潜在点火源，若收尘系统配套不足、密封失效，细粉易形成悬浮粉尘云，叠加高温触发爆炸隐患^[1]。

隐患形成的核心逻辑在于多因素耦合叠加，粉尘产生、扩散、积聚与点火源形成、能量释放、环境条件相互作用，构成完整的爆炸链条。企业若仅关注末端治理，忽视源头抑制与过程管控，会导致隐患长期潜伏；设备维护、工艺参数、人员操作、制度执行任一环节出现漏洞，都会打破安全平衡。全面识别隐患需覆盖工艺、设备、环境、管理全维度，精准定位高风险点位与薄弱环节，为后续治理提供清晰靶向，避免防控工作碎片化与表面化。

2 水泥厂粉尘爆炸事故案例与风险剖析

粉尘爆炸事故多集中于煤粉制备及相关衔接高风险环节。国内某水泥企业煤粉制备车间曾发生粉尘爆炸事故，事故源于煤粉仓与输送管道长期积粉未清理，煤粉受潮板结后形成局部高浓度积聚，设备运行中管道静电积聚产生火花，触发煤粉粉尘爆炸，冲击波损毁输送管道、煤粉仓及周边辅助设备，造成生产全面中断及少量人员受伤。事故暴露出企业在粉尘清理、设备防爆、作业审批、现场监管等多方面存在严重漏洞，除尘系统与主机设备未实现联动控制，泄爆与抑爆装置长期缺失，风险管控完全失效。该案例直观呈现出水泥企业粉尘防爆的典型短板，也印证了全流程管控的必要性。

事故深层风险集中于设备缺陷与工艺失序，收尘设备老化、密封结构失效导致粉尘持续泄漏，管道与仓体未做防静电跨接，温度、一氧化碳监测装置失灵，无法及时预警异常工况。工艺操作不规范加剧风险累积，停磨与开磨流程未按标准执行，系统内部可燃气体与粉尘未充分吹扫，清灰作业未执行危险空间作业规程，现场未配备防爆清扫工具与通风设施^[2]。这些问题并非孤立存在，而是企业安全管理体系不健全的集中体现，责任落实不到位、培训教育缺失、应急准备不足，共同推动隐患向事故转化。

案例带来的警示贯穿安全管理全过程，粉尘爆炸防控不能依赖事后处置，必须立足事前预防与过程管控，将安全防线前

移到风险萌芽阶段。企业需正视粉磨、煤粉制备、收尘系统等高风险单元的特殊性，强化风险意识与底线思维，将隐患排查治理常态化、制度化，杜绝重生产、轻安全的短视倾向，真正把安全要求融入生产运行的每一个环节。通过事故复盘梳理风险传导路径，精准查找管理漏洞、设备缺陷与操作短板，能够明确治理重点与优先方向，推动技术措施与管理措施同步落地，避免同类事故重复发生，为综合治理提供现实依据与经验支撑。

3 水泥厂粉尘爆炸综合治理实施路径

源头抑制是综合治理的基础环节，通过优化工艺与设备改造，从产生端减少粉尘排放量。原料处理环节采用密闭破碎、加湿预处理、负压集气等措施，降低无组织排放；设备法兰、观察口、转运点加装密封组件与柔性挡尘帘，阻断粉尘外逸通道。煤粉制备系统严格控制入磨气体温度与氧含量，采用惰性气体保护与一氧化碳连续监测，实现超温超浓度自动联锁保护。所有涉粉设备选用防爆型电机与电气元件，金属管道与构件做防静电接地与等电位连接，消除静电积聚与火花产生条件。

过程管控聚焦粉尘收集与清除，构建高效稳定的除尘与清灰体系，是遏制粉尘爆炸风险的关键环节。按照分区独立设置原则配置专用除尘系统，从设计阶段便实现风险区域物理隔离，严禁不同危险区域共用管路，从源头上避免爆炸沿管网扩散蔓延。收尘设备优先选用阻燃防静电滤料，合理设置清灰频率与运行参数，确保除尘效率稳定达标，同时配套安装泄爆、隔爆、抑爆装置，定期校验维护，保证各类安全设施合规有效、

灵敏可靠。建立定时定点定责的积灰清理制度，全面推行负压吸尘方式开展清洁作业，严格禁止使用压缩空气直接吹扫，避免粉尘二次扬起形成爆炸性粉尘云，持续保持设备表面、建筑结构、管网支架及隐蔽区域无粉尘堆积^[3]。完善作业审批与现场监护机制，涉粉区域内的检修、清灰、动火等特殊作业严格执行安全规程，逐项落实通风、检测、防护、监护等保障措施，强化现场监管与过程监督，严控各类点火源进入危险区域，最大限度降低事故触发概率。

管理与应急保障为综合治理提供长效支撑，企业需健全粉尘防爆专项制度，明确责任分工、排查标准、管控要求与考核机制，推动隐患闭环管理。开展针对性安全培训，提升员工隐患识别、规范操作与应急处置能力，强化全员安全意识。完善专项应急预案，配备足量适用的应急器材，定期组织实战化演练，确保事故状态下快速响应、有效处置。通过技术、工艺、管理、应急多维协同，形成全链条、全覆盖的防控体系，持续提升粉尘爆炸风险管控水平，保障企业安全生产与行业稳定发展。

4 结语

本文围绕水泥厂粉尘爆炸隐患识别与综合治理展开研究，明确生产全流程隐患分布特征，结合行业案例剖析风险成因，构建源头抑制、过程管控、管理保障一体化治理路径。研究表明，系统性隐患识别与全维度治理结合，可有效阻断爆炸链条，提升企业安全保障能力。企业应落实防控责任，完善技术与管理措施，持续优化治理方案，筑牢粉尘防爆安全防线。

参考文献：

- [1] 杨海.流化床污泥干化系统粉尘爆炸风险分析及对策研究[J].化工安全与环境,2025,38(06):11-15.
- [2] 吴洁好,王泓,张晓辰,等.爆炸荷载下工程化水泥基复合材料梁板组合构件抗爆性能数值研究[J].防护工程,2025,47(01):29-36.
- [3] 张晓蕾,邓斌,杨松立,等.粉尘爆炸事故的模糊综合评估分析与预防策略研究[J].中国安全生产科学技术,2024,20(03):83-89.