工业粉尘/烟尘净化技术白皮书

工业生产过程中产生的粉尘与烟尘，直接关系车间环境、员工职业健康、设备使用寿命以及环保排放合规性。焊接、切割、打磨、喷砂、抛丸、木工加工、复合材料处理等工序，都会持续产生不同类型的颗粒物与烟尘。

如果收集与净化不达标，不仅会造成无组织排放，还会带来职业健康风险、加速设备磨损、影响产品品质，严重时还可能引发粉尘爆炸等安全事故。

本白皮书围绕粉尘与烟尘的来源、影响、治理标准、核心技术、设备原理、系统设计、安装运维及典型应用场景进行系统说明，为企业提供清晰、实用、可落地的治理思路与技术参考，助力企业实现安全生产、绿色生产与高效生产。

一、粉尘与烟尘的来源及影响

工业粉尘与烟尘普遍产生于各类制造环节，金属焊接与切割、各类材质打磨抛光、铸件与工件表面喷砂抛丸处理、物料破碎筛分输送，以及机械加工与装配等辅助工序，都是常见的产尘场景。

这些污染物带来的影响是多方面的。可吸入颗粒物会长期危害操作人员呼吸系统，构成健康风险；木材、铝镁、塑料等可燃粉尘在浓度达到临界值时，遇静电或明火可能发生爆炸，形成重大安全隐患；粉尘进入设备内部会加速电机、电器与传动系统磨损，降低设备精度与寿命；散落的粉尘附着在工件表面，会直接影响喷涂、装配与精密加工的产品合格率；同时，无组织排放或排放不达标还会使企业面临环保监管处罚与停产整改压力。

粉尘与烟尘治理在系统设计、排放控制与安全管理等方面，均有明确国家标准作为依据，企业在方案设计与设备选型时必须严格遵循相关规范要求。

二、粉尘 / 烟尘治理技术路线

工业除尘系统以高效收集、精准过滤、稳定清灰、安全排放为核心逻辑，主流技术可分为四大方向，企业可根据自身工况、风量、浓度、温度及防爆需求灵活组合使用。

滤筒式除尘技术以折叠滤筒为核心过滤元件，配合惯性分离与脉冲反吹清灰，结构紧凑、占地面积小、净化效率高，适用于大多数干粉尘、焊接烟尘、精细颗粒物处理场景。

布袋式除尘技术采用滤袋作为过滤介质，耐温范围广、处理风量大、抗冲击负荷能力强，更适合高浓度、大风量、需要长期连续运行的粉尘治理场景。

集中式除尘技术由多工位、多吸气点共用一套主净化系统，实现统一收集、集中处理，在大型车间、固定产尘点密集、多点同时作业的情况下，整体经济性与管理效率更优。

防爆除尘技术面向木材、铝镁、塑料、化工粉料等可燃粉尘环境，通过阻燃防静电滤料、泄爆装置、火花探测、防爆电气等配置，满足防爆安全规范，从源头降低安全风险。

三、核心净化设备原理与特点

脉冲反吹滤筒式除尘器在含尘气流进入后，先通过惯性分离将大颗粒粉尘直接沉降，细小粉尘被滤筒拦截在表面。系统依靠压差或定时控制自动启动脉冲气流反吹清灰，使粉尘落入集尘装置，保持持续高效过滤状态。这类设备净化效率高、体积小、可模块化组合，滤芯更换便捷，支持自动运行与简易维护，还可适配耐高温、防潮、阻燃、防静电等多种滤材，常用于焊接烟尘、激光切割烟尘、金属与复合材料打磨粉尘、小件喷砂粉尘等场景。

脉冲反吹布袋式除尘器让含尘气体进入箱体后，先使粗颗粒直接落入灰斗，细微粉尘被滤袋阻隔，再通过脉冲喷吹系统定期清灰，粉尘由底部卸灰装置排出，净化后气体达标排放。设备处理风量大、运行稳定、滤料选择范围广，耐温耐腐蚀能力强，适合长期连续作业。常用滤料可适配不同温度工况，广泛应用于喷砂房、抛丸机、木工车间、冶金、建材、矿山等高浓度粉尘处理场景。

集中式粉尘 / 烟尘净化系统由主风机、主管道、吸气臂、净化主机与控制系统构成，可支持多工位同时净化，主机可放置于室外以节省车间空间。吸气臂可灵活旋转定位，覆盖全作业区域，系统阻力均衡、运行稳定，适合大型焊接车间、多工位打磨车间、工程机械生产线、装配车间等使用。

防爆型除尘系统整体按照防爆标准设计，配备防静电阻燃滤料、泄爆装置、火花探测与熄灭系统、防爆电机、防爆控制柜及防静电接地等，全面降低可燃粉尘环境的爆炸风险，适用于铝镁合金加工、木材加工、塑料粉尘、医药及化工粉料等场景。

四、除尘系统设计与选型要点

除尘系统的风量需要与实际工况匹配，风量不足会导致收集不彻底，风量过大则

增加能耗与噪声，设计阶段应结合工位数量、作业频率、连续运行时间综合计算，保证治理效果与运行成本平衡。

高效治理的前提是高效收集。固定产尘点适合采用定点收集，配合密闭罩、侧吸罩、上吸罩实现就近捕集；作业点不固定的场景可采用移动收集，使用柔性吸气臂、移动除尘柜提升灵活性；喷砂房、抛丸机等大型处理设备，适合采用整体密闭方式，从源头抑制粉尘扩散。

过滤与清灰设计直接影响设备效率与使用寿命，滤筒与布袋均需合理控制过滤风速，搭配压差控制或定时控制的自动清灰系统，保障设备长期稳定运行。

控制系统方面，主流配置包含 PLC 控制、变频风机、过载保护、远程监控等功能，可实现自动启停、自动清灰、异常报警与节能运行，降低人工操作强度，提升系统智能化水平。

五、安装、运维与安全管理

除尘系统在安装时应尽量让管道短直、减少弯头，降低系统阻力；吸气点需覆盖全部作业区域，避免无组织排放；室外设备要做好防雨、防晒、减震与固定处理；防爆系统必须严格按照规范完成接地、泄爆与报警装置安装。

日常维护重点关注风机、脉冲阀、气路及控制系统的运行状态，根据使用频率与粉尘浓度定期更换滤筒或滤袋，及时清理集尘桶与管道积尘避免堵塞，并定期检测排放浓度，确保长期稳定达标。

安全管理是除尘系统运行的关键。可燃粉尘环境严禁明火与高温热源靠近除尘设备，定期清理管道与设备内部积尘可消除爆炸隐患，电气元件与控制系统需按防爆等级配置并定期检查，同时建立设备台账与操作规范，定期开展操作人员安全培训。

六、典型行业应用方案

焊接车间烟尘治理以集中式净化系统为主，搭配多工位柔性吸气臂，可实现多点同时作业、统一收集处理，广泛适用于工程机械、钢结构、汽车零部件、轨道交通等行业。

打磨与抛光粉尘治理多采用滤筒除尘器或打磨除尘工作台，就近收集、就近净化，在五金、复合材料、木工、石材、家具制造等场景中效果稳定。

喷砂与抛丸粉尘治理通常选用大风量布袋除尘器，配合密闭式喷砂房或抛丸机实

现整体收集，可承受高浓度粉尘、支持连续运行，适合船舶、钢结构、航空航天、机械重工等行业使用。

防爆粉尘综合治理针对易燃易爆粉尘环境，采用防爆型除尘系统，结合火花探测、泄爆、阻燃、防静电等措施，同步满足安全规范与环保要求。

七、工业除尘技术发展趋势

未来工业除尘技术将朝着更高净化精度发展，过滤能力逐步向亚微米级升级，以满足更严格的超低排放要求。系统运行将更加智能化，物联网监控、远程运维、预测性维护、自动风量调节等功能会逐步普及。

节能化设计成为重要方向，低阻结构、变频控制、余热回收等技术将持续降低系统整体能耗。一体化集成趋势明显，除尘与废气净化组合系统可一站式解决复合污染问题，简化企业治理流程。

安全层面，更高等级的智能防爆、抑爆、隔爆技术将进一步成熟与普及，为可燃粉尘环境提供更可靠的保障。

结语

粉尘与烟尘治理是企业实现安全生产、保障职业健康、满足环保合规的基础工程。科学选型、合理设计、规范安装、标准化运维，能够显著改善车间作业环境、延长设备寿命、提升产品品质、降低安全与合规风险。

本白皮书提供通用技术参考，实际工程方案需结合企业现场工况、工艺布局、排放要求进行定制化设计，以达到最优治理效果。