

工贸行业可燃性粉尘作业场所工艺设施 防爆技术指南（试行）

1 总则

为深刻吸取江苏省苏州昆山市中荣金属制品有限公司“8·2”特别重大粉尘爆炸事故教训，认真贯彻落实《严防企业粉尘爆炸五条规定》（国家安全监管总局第68号令）和《关于深入开展粉尘作业和使用场所防范粉尘爆炸大检查的通知》（安委办明电〔2015〕14号）要求，在深入分析近年发生的粉尘爆炸事故和涉及可燃性粉尘作业场所粉尘防爆安全管理现状基础上，依照《粉尘防爆安全规程》等有关标准规范，编写了《工贸行业可燃性粉尘作业场所工艺设施防爆技术指南（试行）》，以指导工贸行业粉尘涉爆企业在工艺、设备、管理等方面做好粉尘防爆工作，确保安全生产。有关防爆具体技术要求，以相关国家标准和行业标准为准。

2 安全管理

2.1 一般要求

2.1.1 涉及可燃性粉尘企业通过危险源辨识、粉尘爆炸性检测分析确定本企业粉尘爆炸性场所，并根据粉尘特性、爆炸限值制定相应的预防和控制措施及其实施细则，结合危险源辨识结果，制定检查方案和大纲。重点检查料仓、除尘、破碎等存在粉尘爆炸隐患的生产作业区域。全面排查治理事故隐患，从源头上采取防爆控爆措施，防范粉尘爆炸事故的发生。

2.1.2 企业针对实际情况普及粉尘防爆知识，吸取国内外同行业粉尘爆炸事故教训，使员工了解本企业可燃性粉尘爆炸危险场所和危险程度，并掌握其防爆措施；完善粉尘防爆应急现场处置方案，提高员工安全专业知识和应急处置能力；同时完善相关安全管理规章制度，建立粉尘防

爆工作的长效机制。

2.1.3 安装有产生可燃性粉尘的工艺设备如装有抛光、研磨、除尘等设备的车间或存在可燃性粉尘的建(构)筑物如料仓等,应按照有关标准规定与其他建(构)筑物保持适当的防火距离。

在结构方面首选轻型结构屋顶的单层建筑;若采用多层建筑,宜采用框架结构并在墙上设置符合泄爆要求的泄爆口;如果将窗户或其他开口作为泄爆口,核算泄爆面积以保证在爆炸时其能有效地进行泄爆。

建(构)筑物的梁、支架、墙及设备,在安装时应考虑便于清扫积聚的粉尘。工作区必须设置符合要求的疏散通道、撤离标志和应急照明设备。

2.1.4 在生产或检修过程中未经过安全主管批准,不得停止或更换、拆除除尘、泄爆、隔爆、惰化等粉尘爆炸预防及控制设备设施。

2.1.5 根据本企业可燃性粉尘特性对产生粉尘的车间采用负压吸尘、洒水降尘等不会产生二次扬尘的方式进行清扫,使作业场所积累的粉尘量降至最低。

2.1.6 粉尘爆炸危险场所严禁各类明火,在粉尘爆炸危险场所进行动火作业前,办理动火审批,清扫动火场所积尘,同时停止抛光、打磨等产生粉尘的作业,同时采取相应防护措施。检修时应当使用防爆工具,不得敲击各金属部件。

2.1.7 存在可燃性粉尘车间的电器线路采用镀锌钢管套管保护,设备接地可靠、电源采取防爆措施;严禁乱拉私接临时电线,电气线路符合行业标准。

2.2 积尘清扫

2.2.1 工艺设备的接头、检查门、挡板、泄爆口盖等封闭严密,防止粉尘泄漏,从源头上防止扬尘。

2.2.2 制定完善粉尘清扫制度,明确清扫时间、地点、方式以及清扫

人员的职责等内容，交接班过程中做到“上不清，下不接”。

2.2.3 为避免二次扬尘，清扫过程中不能使用压缩空气等进行吹扫，可采取负压吸尘、洒水降尘等方式清扫。

2.3 动火作业

2.3.1 企业根据自身情况制定动火作业安全管理制度和操作规程。在粉尘爆炸危险场所进行动火作业前，报告企业安全负责人审批，并取得动火作业证。

2.3.2 凡可拆卸的设备、管道一律拆下并搬运到安全地区进行动火作业。在与密闭容器相连的管道上有隔离闸门的，确保隔离闸门严密关闭；无隔离闸门的，拆除一段管道并封闭管口或用阻燃材料将管道隔离。作业现场在建(构)筑物内时，打开动火作业点所处楼层 10 米半径范围内的所有门窗，便于泄爆；同时严密堵塞作业现场 10 米范围内的全部楼面和墙壁上的孔洞、通风除尘吸口，防止火苗侵入。

2.3.3 动火作业开始前，停止一切产生粉尘的作业，并清除作业点 10 米范围内的可燃性粉尘，用水冲洗淋湿地面和墙壁（遇湿反应的粉尘除外）；清除作业范围内的所有可燃物，不能移走的可燃建筑或物体用阻燃材料加以保护。

2.3.4 动火作业时，有安全员在现场监护，并备有适量和适用的灭火器材及供水管路，确保作业现场及时冷却和淋灭周围火星。

2.3.5 作业结束后，动火人员和监护人员要共同熄灭残余火迹，清扫作业现场，检查无残留火迹，确认安全方准撤离现场。

3 防爆安全技术

3.1 点火源控制

3.1.1 引起可燃性粉尘爆炸的点火源主要包括进入现场人员所携带的火种、发热设备设施、雷电、静电、生产中摩擦或碰撞产生的火花以

及有自燃倾向粉尘的自燃。

3.1.2 任何人员进入可燃性粉尘的场所禁止携带打火机、火柴等火种或其他易燃易爆物品；与粉尘直接接触的设备或装置(如光源、加热源等)的表面温度低于该区域存在粉尘的最低着火温度。

3.1.3 存在可燃性粉尘的场所应尽量不采用皮带传动；若采用皮带传送，应当安装速差传感器和自动防滑保护装置，当发生滑动摩擦时，保护装置能确保自动停机。工艺设备的轴承密封防尘，如有过热可能，安装能连续监测轴承温度的探测器。经常检查轴承的温度，如发现轴承过热，能够立即停车检修。

3.1.4 有粉尘爆炸危险的建筑物应当设置避雷针、避雷带、避雷网、避雷线等可靠防雷措施。

3.1.5 有粉尘爆炸危险的场所所有金属设备、装置外壳、金属管道、支架、构件、部件等均采用防静电直接接地，接地电阻不得大于 100Ω ，不便或工艺不允许直接接地的，通过导静电材料或制品间接接地；金属管道连接处(如法兰)进行跨接。对于可能会因摩擦产生静电的粉末，直接用于盛装的器具、输送管道(带)等采用金属或防静电材料制成。

3.1.6 在粉尘爆炸危险场所的工作人员穿戴防静电的工作服、鞋、手套，禁止穿戴化纤、丝绸衣物；必要时操作人员佩带接地的导电的腕带、腿带和围裙；地面采用导电地面。

3.1.7 给料设备在加料时保持满料且流量均匀，防止断料造成空转而摩擦生热，同时在进料处安装能除去混入料中杂物的磁铁、气动分离器或筛子，防止杂物与设备碰撞产生火花；当粉料为铝、镁、钛、锆等金属粉末或含有这些金属的粉末时，采取有效措施防止粉末与设备摩擦产生火花。研磨机如果研磨具有爆炸危险的物料，设备内衬选用橡皮或其他软材料，所有的研磨体采用青铜球，以防止研磨过程中产生火花。

3.1.8 在检修和清理作业过程中使用铜、铝、木器、竹器等防爆工具并尽量防止碰撞发生；在使用旋转磨轮和旋转切盘进行研磨和切割时采

取与动火作业等效的保护措施。

3.1.9 进入粉尘生产现场的人员严禁穿带铁码、铁钉的鞋，同时不准使用铁器敲击墙壁、金属设备、管道及其他物体。

3.1.10 对于有自燃倾向的粉料，热粉料在贮存前应设法冷却到正常贮存温度。在贮存过程中连续监测粉料温度；当发现温度升高或气体析出时，采取使粉料冷却的措施；卸料系统有防止粉料积聚的措施。

3.2 保护措施

目前粉尘爆炸保护措施主要有：泄爆、抑爆、隔爆、提高设备耐压能力或多种保护方案并用。

3.2.1 泄爆主要指在设备或建筑物壁面安装或设置泄压装置，在爆炸压力尚未达到设备或建筑物的破坏压力之前被打开，泄放内部爆炸压力，使设备或建筑物不致被破坏的控爆技术。

容器、筒仓与设备的爆炸泄压一般设置在阀门、观察孔、人孔、清扫口以及管道部位，泄爆口的朝向避免人员受到泄爆危害；如果被保护的位于建筑物内，采用泄压导管的方式将泄压口引到建筑物外。

有粉尘爆炸危险的房间或建筑物各部分的泄爆可利用房间窗户、外墙或屋顶来实现。泄压口附近设置足够的安全区，使人员和设备不会受到危害。

管道各段应进行径向泄压，泄压面积至少等于管道的横截面积。安装在建筑物内的管道设置通向建筑物外的泄压导管。

3.2.2 抑爆是指爆炸初始阶段，利用压力或温度传感器，探测爆炸发生后，通过切断电源、停车、关闭隔爆门、开启灭火装置等抑制爆炸的发展，保护设备的技术。

3.2.3 隔爆是指爆炸发生后，通过物理化学作用阻止爆炸传播的技术。可采用化学和物理隔爆或其他隔爆装置，目前广泛采用的是隔爆阀。

3.2.4 惰化是指在生产或处理易燃粉末的工艺设备中，采取其他安全

技术措施后仍不能保证安全时，采用惰化技术。通常适用于筒仓、气力输送管道内部惰化，一般使用惰性气体如 N_2 、 CO_2 等替代空气。

3.2.5 爆炸时实现保护性停车：应根据车间的大小，安装能互相联锁的动力电源控制箱；在紧急情况下能及时切断所有电机的电源。

3.2.6 约束爆炸压力：生产和处理能导致爆炸的粉料时，若无抑爆装置，也无泄压措施，则所有的工艺设备应足以承受内部爆炸产生的超压，同时，各工艺设备之间的连接部分（如管道、法兰等）和设备本身有相同的强度；高强度设备与低强度设备之间的连接部分安装阻爆装置。

4 除尘系统

除尘系统是利用吸尘罩捕集生产过程产生的含尘气体，在风机的作用下，含尘气体沿管道输送到除尘设备中，将粉尘分离出来，同时收集与处理分离出来的粉尘。因此，除尘系统主要包括吸尘罩、管道、除尘器、风机四个部分。

4.1 吸尘罩

在除尘系统中，粉尘入口处的吸尘罩内一般不会发生爆炸事故，因为粉尘浓度在这里一般不会达到粉尘爆炸的下限。但吸尘罩如果将生产过程中产生的火花吸入，例如砂轮机工作时会产生大量的火花，就可能引爆管道或除尘器中的粉尘，因此在磨削、打磨、抛光等易产生火花场所的吸尘罩与除尘系统管道相连接处安装火花探测自动报警装置和火花熄灭装置或隔离阀。同时在吸尘罩口安装适当的金属网，以防止铁片、螺钉等物被吸入与管道碰撞产生火花。

吸尘罩的设置会直接影响产尘场所的除尘效果，设置时遵循“通、近、顺、封、便”的原则。

通：在产尘点应形成较大的吸入风速，以便粉尘能畅通地被吸入；

近：吸尘罩要尽量靠近产尘点；

顺：顺着粉尘飞溅的方向设置罩口正面，以提高捕集效果；

封：在不影响操作和生产的前提下,吸尘罩应尽可能将尘源包围起来；

便：吸尘罩的结构设计应便于操作,便于检修。

4.2 除尘管道

除尘系统管道发生爆炸的实例较多，主要是因为除尘管道内可燃性粉尘达到爆炸下限，同时遇到积累的静电或其他点火源，就可能发生爆炸；再者粉尘在管内沉积，当受到某种冲击时，可燃性粉尘再次飞扬，在瞬间形成高浓度粉尘云，若遇上火源，也容易发生爆炸。

4.2.1 管道应采用除静电钢质金属材料制造，以避免静电积聚，同时可适当增加管道内风速，以满足管道内风量在正常运行或故障情况下粉尘空气混合物最高浓度不超过爆炸下限的 50%。

4.2.2 为了防止粉尘在风管内沉积,可燃性粉尘的除尘管道截面应采用圆形，尽量缩短水平风管的长度，减少弯头数量，管道上不应设置端头和袋状管，避免粉尘积聚；水平管道每隔 6 米设有清理口。管道接口处采用金属构件紧固并采用与管道横截面面积相等的过渡连接。

4.2.3 为了防止局部管道爆炸后能及时控制爆炸的进一步发展或防止爆炸引起冲击波外泄，造成扬尘，产生二次爆炸，管道架空敷设，不允许暗设和布置在地下、半地下建筑物中；管道长度每隔 6 米处，以及分支管道汇集到集中排风管道接口的集中排风管道上游的 1 米处，设置泄压面积和开启压力符合要求的径向控爆泄压口，各除尘支路与总回风管道连接处装设自动隔爆阀；若控爆泄压口设置在厂房建筑物内时，使用长度不超过 6 米的泄压导管通向室外。

4.3 除尘器

4.3.1 干式除尘器

除尘器中很容易形成高浓度粉尘云,例如在清扫布袋式除尘器的布袋时,反吹动作足以引起高浓度粉尘云,如果遇到点火源,就会发生爆炸，

并通过管道传播，会危及到邻近的房间或与之联接的设备。因此除尘器一般设置在厂房建筑物外部和屋顶，同时与厂房外墙的距离大于 10 米，若距离厂房外墙小于规定距离，厂房外墙设非燃烧体防爆墙或在除尘器与厂房外墙间之间设置有足够强度的非燃烧体防爆墙。若除尘器有连续清灰设备或定期清灰且其风量不超过 15000 立方米/小时、集尘斗的储尘量小于 45 千克的干式单机独立吸排风除尘器，可单台布置在厂房内的单独房间内，但采用耐火极限分别不低于 3 小时的隔墙或 1.5 小时的楼板与其他部位分隔。除尘器的箱体材质采用焊接钢材料，其强度应该能够承受收集粉尘发生爆炸无泄放时产生的最大爆炸压力。

为防止除尘器内部构件可燃性粉尘的积灰，所有梁、分隔板等处设置防尘板，防尘板斜度采取小于 70° 设置。灰斗的溜角大于 70° ，为防止因两斗壁间夹角太小而积灰，两相邻侧板焊上溜料板，以消除粉尘的沉积。

通常袋式除尘器是工艺系统的最后部分，含尘气体经过管道送入袋式除尘器被捕集形成粉尘层，并通过脉冲反吹清灰落入灰斗。在这些过程中，粉尘在袋式除尘器中浓度很有可能达到爆炸下限。因此，要加强除尘系统通风量，特别是要及时清灰，使袋式除尘器和管道中的粉尘浓度低于危险范围的下限。

在袋式除尘器内点火源主要是以下几种：普通引燃源、冲击或摩擦产生的火花、静电火花及外壳温度等。

(1) 普通引燃源。主要是外界的火源直接进入，特别是气割火焰和电焊火花。因为袋式除尘器一般为焊件，修理仪器时易产生气割火焰和电焊火花。企业应该加强安全管理，提高工人防爆意识，在进行仪器修理前及时清除修理部位周围的粉尘。

(2) 冲击或摩擦产生的火花。通常是由螺母或铁块等金属物件吸入袋式除尘器发生碰撞引起的火花，其消除方法主要是：在吸尘罩处设置适当的金属网、电磁除铁装置等，并且维修后及时取出落入管道中的金

属物质，防止金属进入收尘管道和袋式除尘器中。其次，通风机最好布置在有洁净空气侧的袋式除尘器后面，防止金属异物与风机高速旋转叶片碰撞产生火花，并可防止易燃易爆粉尘与高速旋转叶片摩擦发热燃烧。最后管网内的风速要合理，过高风速可使粉尘加速对管道的磨损，试验表明磨损率同风速成立方关系，会给除尘器内部带来更多的金属物质。

(3) 静电火花。防止静电火花产生是预防粉尘爆炸的一个重要措施。可以将除尘系统的除尘器、管道、风机等设施联接起来作接地处理，也可采用防静电滤布或将除尘器的袋子用铁夹子夹牢后接地。

(4) 外壳温度。保持除尘器外壳的温度不能过高，由于大量粉尘被外壳内壁吸附，外壳温度过高使粉尘表面受热，获得能量后易发生熔融和气化，会迸发出炽热微小质子颗粒或火花，形成粉尘的点火源。

对于金属粉尘，如铅、锌、氧化亚铁、锆等，在除尘系统的灰斗中堆积时发生缓慢氧化反应，塑料合成树脂、橡胶等仍保持着制品加工时的摩擦热，此时应采取连续排灰的方法，勿使灰斗内积存过多的粉尘，并要经常观察灰斗及袋室内的温度。企业安装温度传感器，以便随时控制装置内的温度，防止积蓄热诱发火灾引起爆炸。

隔爆装置可以采用紧急关断阀，它是由红外线火焰传感器快速启动气动式弹簧阀而实现的。能够触发安装在距离传感器足够远的紧急关断阀，防止火焰、爆炸波、爆炸物等向其他场所传播形成二次爆炸，从而将爆炸事故控制在特定区域内，避免事态恶化。小型袋式除尘器易采用被动式有压水袋或阻燃粉末装置，粉尘为亲水物质易采用有压水袋，其他采用阻燃粉末装置；大型袋式除尘器易采用智能高压喷洒装置。

4.3.2 湿式除尘器

湿式除尘器是使含尘气体与液体（一般为水）密切接触，利用水滴和颗粒的惯性碰撞或者利用水和粉尘的充分混合及其他作用捕集颗粒，使颗粒增大或留于固定容器内达到水和粉尘分离效果的装置。能够处理高温、高湿的气流，将着火、爆炸的可能性减至最低。

湿式除尘器使用过程中要防止蒸汽凝聚成水滴，特别在负压时更应注意。由于湿式除尘器外壳常常会有空气漏入，使袋室气体温度过低，滤袋受潮，致使灰尘不松散，粘附在滤袋上，造成织物孔眼堵死，清灰失效或产生糊袋无法除尘，并且使除尘器压降过大，无法继续运行。因此加强除尘器和除尘系统的温度监测，以便掌握湿式除尘器的使用条件，防止水滴产生。

4.4 风机

除尘系统的通风机叶片应采用导电、运行时不产生火花的材料制造，通风机及叶片应安装紧固、运转正常，不应产生碰撞、摩擦，无异常杂音。

4.5 运行维护

4.5.1 企业生产之前至少提前 10 分钟启动除尘器，系统停机时应先停生产设备，至少 10 分钟后关掉除尘器并将滤袋清灰，将粉尘全部从灰斗内卸出。

4.5.2 除尘器启动后应定时检查，若有漏尘、漏风现象应立即停机处理。

4.5.3 应定时检查清灰装置，若脉冲阀或反吹切换阀门出现故障应及时修理。

4.5.4 检修除尘器时宜使用防爆工具，不应敲击除尘器各金属部件。

5 电气设备

5.1 可燃性粉尘危险场所区域划分

5.1.1 粉尘释放源按爆炸性粉尘释放频繁程度和持续时间长短分为连续级释放源、一级释放源、二级释放源，释放源应符合下列规定：

(1) 连续级释放源为粉尘云持续存在或预计长期或短期经常出现的部位。

(2) 一级释放源为在正常运行时预计可能周期性的或偶尔释放的释放源。如毗邻敞口袋灌包或倒包的位置周围。

(3) 二级释放源为在正常运行时，预计不可能释放，如果释放也只是不经常且是短期释放。如需要偶尔打开并且打开时间非常短的人孔，或者是存在粉尘沉淀地方的粉尘处理设备。

(4) 压力容器外壳主体结构及其封闭的管口和人孔、全部焊接的输送管和溜槽、在设计和结构方面对防粉尘泄露进行了适当考虑的阀门压盖和法兰接合面不被视为释放源。

5.1.2 爆炸危险区域根据爆炸性粉尘环境出现的频繁程度和持续时间分为 20 区、21 区、22 区，分区符合下列规定：

(1) 20 区为空气中的可燃性粉尘云持续地或长期地或频繁地出现于爆炸性环境中的区域。

(2) 21 区为在正常运行时，空气中的可燃性粉尘云很可能偶尔出现于爆炸性环境中的区域。

(3) 22 区为在正常运行时，空气中的可燃性粉尘云一般不可能出现于爆炸性粉尘环境中的区域，即使出现，持续时间也是短暂的。

5.1.3 爆炸危险区域的划分按爆炸性粉尘的量、爆炸极限和通风条件确定。符合下列条件之一时，划为非爆炸危险区域：

(1) 装有良好除尘效果的除尘装置，当该除尘装置停车时，工艺机组能联锁停车。

(2) 设有为爆炸性粉尘环境服务，并用墙隔绝的送风机室，其通向爆炸性粉尘环境的风道设有防止爆炸性粉尘混合物侵入的安全装置。

(3) 区域内使用爆炸性粉尘的量不大，且在排风柜内或风罩下进行操作。

5.1.4 为爆炸性粉尘环境服务的排风机室，与被排风区域的爆炸危险区域等级相同。

5.1.5 一般情况下，区域的范围通过评价涉及该环境的释放源级别引

起爆炸性粉尘环境的可能性来划分。

5.1.6 20 区范围主要包括粉尘云连续生成的管道、生产和处理设备的内部区域。当粉尘容器外部持续存在爆炸性粉尘环境时，划分为 20 区。

可能产生 20 区的场所主要包括粉尘容器内部场所 贮料槽、筒仓等，旋风集尘器和过滤器，粉料传送系统等，但不包括皮带和链式输送机的某些部分，搅拌机、研磨机、干燥机和包装设备等。

5.1.7 21 区的范围与一级释放源相关联，并按下列规定：

(1) 含有一级释放源的粉尘处理设备的内部划分为 21 区。

(2) 由一级释放源形成的设备外部场所，其区域范围应受到粉尘量、释放速率、颗粒大小和物料湿度等粉尘参数的限制，并考虑引起释放的条件。对于受气候影响的建筑物外部场所可减小 21 区范围。21 区的范围按照释放源周围 1 米的距离确定。

(3) 当粉尘的扩散受到实体结构的限制时，实体结构的表面作为该区域的边界。

(4) 位于内部不受实体结构限制的 21 区被一个 22 区包围。

(5) 结合同类企业相似厂房的实践经验和实际因素将整个厂房划为 21 区。

可能产生 21 区的场所主要包括：当粉尘容器内部出现爆炸性粉尘环境，为了操作而需频繁移出或打开盖/隔膜阀时，粉尘容器外部靠近盖/隔膜阀周围的场所；当未采取防止爆炸性粉尘环境形成的措施时，在粉尘容器装料和卸料点附近的外部场所、送料皮带、取样点、卡车卸载站、皮带卸载点等场所；粉尘堆积且由于工艺操作，粉尘层可能被扰动而形成爆炸性粉尘环境时，粉尘容器的外部场所；可能出现爆炸性粉尘云，但既非持续、非长期、非频繁时，粉尘容器的内部场所，如自清扫间隔长的料仓（偶尔装料和/或出料）和过滤器污秽的一侧。

5.1.8 22 区的范围按下列规定确定：

(1) 由二级释放源形成的场所,其区域的范围受到粉尘量释放速率、颗粒大小和物料湿度等粉尘参数的限制,并考虑引起释放的条件对于受气候影响的建筑物外部场所可减小 22 区范围。22 区的范围按超出 21 区 3 米及二级释放源周围 3 米的距离确定。

(2) 当粉尘的扩散受到实体结构的限制时,实体结构的表面作为该区域的边界。

(3) 结合同类企业相似厂房的实践经验和实际因素将整个厂房划为 22 区。

可能产生 22 区的场所主要包括:袋式过滤器通风孔的排气口,一旦出现故障,可能逸散出爆炸性混合物;非频繁打开的设备附近,或凭经验认为粉尘被吹出易形成泄漏的设备附近,如气动设备或可能被损坏的挠性连接等;袋装粉料的存储间,在操作期间,包装袋可能破损,引起粉尘扩散;通常被划分为 21 区的场所,当采取排气通风等防止爆炸性粉尘环境形成时的措施时,可以降为 22 区场所。这些措施应该在下列点附近执行:装袋料和倒空点、送料皮带、取样点、卡车卸载站、皮带卸载点等;能形成可控的粉尘层且很可能被扰动而产生爆炸性粉尘环境的场所。仅当危险粉尘环境形成之前,粉尘层被清理时,该区域才可被定为非危险场所。

5.2 分区示例

例一、建筑物内无抽气通风设施的倒袋站

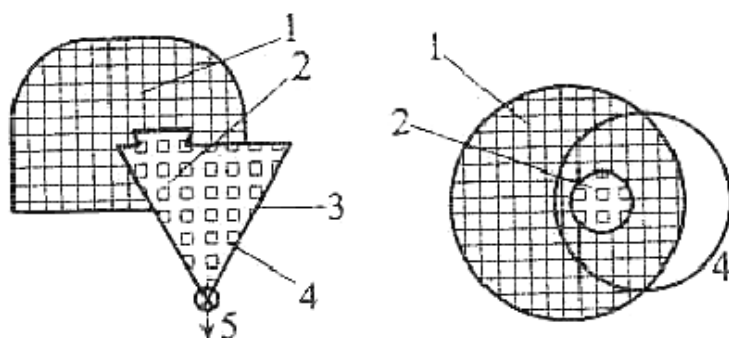


图 1 建筑物内无抽气通风设施的倒袋站

1 : 21 区，通常为 1 米半径；2 : 20 区；3 : 地板；4 : 袋子排料斗；5 : 到后续处理。

在本示例中，袋子经常性地用手工排空到料斗中，从该料斗靠气动把排出的物料输送到工厂的其他部分。料斗部分总是装满物料。

20 区：料斗内部，因为爆炸性粉尘/空气混合物经常性地存在乃至持续存在。

21 区：敞开的入孔。因此，在入孔周围规定为 21 区，范围从入孔边缘延伸一段距离并向下延伸到地板上。

如果粉尘层堆积，则考虑粉尘层的范围以及扰动该粉尘层产生粉尘云的情况和现场的清理水平后，可以要求更进一步的细分类。如果在粉尘袋子放空期间因空气的流动可能偶尔携带粉尘云超出了 21 区范围，则被影响区域划为 22 区。

例二、建筑物内配置抽气通风设施的倒袋站

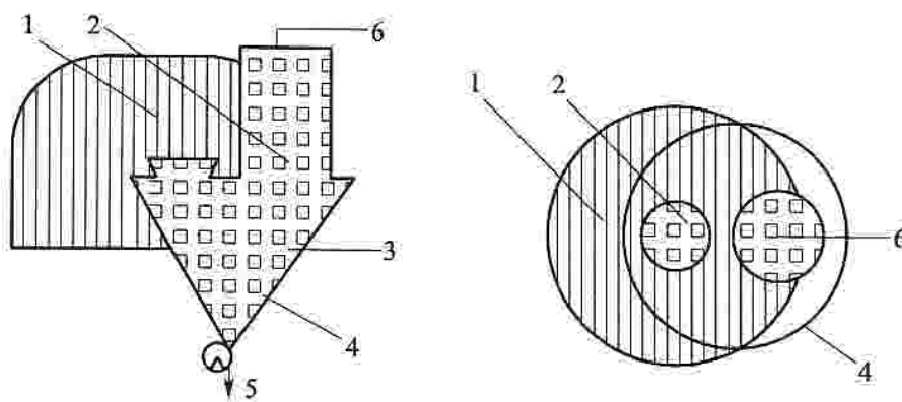


图 2 建筑物内配置抽气通风设施的倒袋站

1 : 22 区，通常为 3 米半径；2 : 20 区；3 : 地板；4 : 袋子排料斗；5 : 到后续处理；6 : 在容器内抽吸。

本条给出了与例一相似的示例，但是在这种情况下，该系统有抽气通风。用这种方法可将粉尘尽可能限制在该系统内。

20 区：料斗内部，因为爆炸性粉尘/空气混合物经常性地存在乃至持续存在。

22 区：敞口人孔是 2 级释放源。在正常情况下，因为抽吸系统的作用没有粉尘泄漏。在设计良好的抽吸系统中，释放的任何粉尘将被吸入内部。因此，在该孔周围仅规定为 22 区，范围从人孔的边缘延伸一段距离并且延伸到地板上。准确的 22 区范围须要以工艺和粉尘特性为基础来确定。

例三、建筑物外的旋风分离器和过滤器

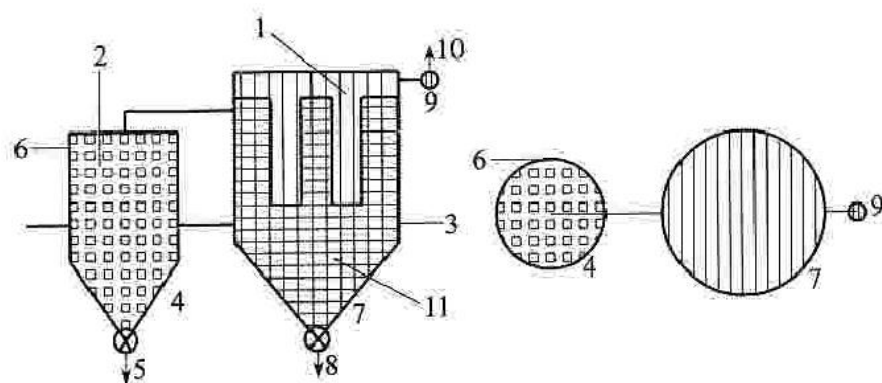


图 3 建筑物外的旋风分离器和过滤器

1：22 区，通常为 3 米半径；2：20 区；3：地面；4：旋风分离器；5：到产品筒仓；6：入口；7：过滤器；8：至粉料箱；9：排风扇；10：至出口；11：21 区。

本例中的旋风分离器和过滤器是抽吸系统的一部分，被抽吸的产品通过连续运行的旋转阀门落入密封料箱内，粉料量很小，因此自清理的时间间隔很长。鉴于这个理由，在正常运行时，内部仅偶尔有一些可燃性粉尘云。此外，位于过滤器单元上的抽风机会将抽吸的空气吹到外面。

20 区：旋风分离器内部，因爆炸性粉尘环境频繁甚至连续地出现。

21 区：如果只有少量粉尘在旋风分离器正常工作时未被收集起来时，在过滤器的污秽侧为 21 区，否则为 20 区。

22 区：如果过滤器元件出现故障，过滤器的洁净侧可能含有可燃性粉尘云，这适用于过滤器的内部、过滤件和抽吸管的下游及抽吸管出口周围。22 区的范围自导管出口延伸一段距离，并向下延伸至地面。准确

的 22 区范围需要以工艺和粉尘特性为基础来确定。

如果粉尘聚集在工厂设备外面，在考虑了粉尘层的范围和粉尘层受扰产生粉尘云的情况后，可要求进一步的分类。此外，还要考虑外部条件的影响，如风雨或潮湿可能减少可燃性粉尘层的堆积。

例四、建筑物内的无抽气排风设施的圆筒翻斗装置

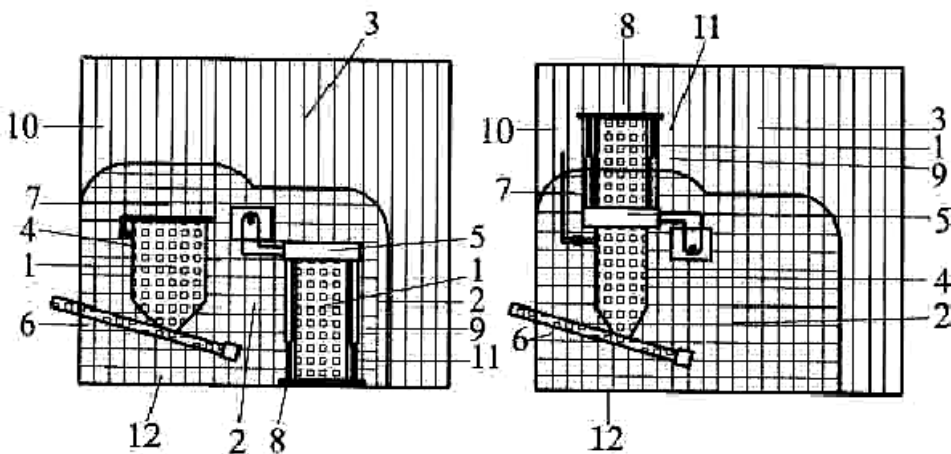


图 4 建筑物内的无拍气排风设施的圆筒翻斗装置

1：20 区；2：21 区，通常为 1 米半径；3：22 区，通常为 3 米半径；4：料斗；5：隔爆阀；6：螺旋输送装置；7：料斗盖；8：圆筒平台；9：液压气缸；10：墙壁；11：圆筒；12：地面。

在本例中，200 升圆筒内粉料被倒入料斗并通过螺旋输送机运至相邻车间。一个装满粉料的圆筒被置于平台上，打开筒盖，并用液压气缸将圆筒与一个关闭的隔膜阀夹紧。打开料斗盖，圆筒搬运器将圆筒翻转使隔膜阀位于料斗顶部。然后打开隔膜阀，螺旋输送机将粉料运走，直至圆筒排空。

当又一圆筒需要卸料时，关闭隔膜阀，圆筒搬运器将其翻转至原来位置，关闭料斗盖，液压气缸放下原来的圆筒，更换圆筒盖后移走原圆筒。

20 区：圆筒内部，料斗和螺旋形传送装置经常性地含有粉尘云，并且时间很长。因此划为 20 区。

21 区：当筒盖和料斗盖被打开，并且当隔膜阀被放在料斗顶部或从料斗顶部移开时，将发生以粉尘云的形式释放粉尘。因此，该圆筒顶部、料斗顶部和隔膜阀等周围一段距离的区域被定为 21 区。准确的 21 区范围需要以工艺和粉尘特性为基础来确定。

22 区：因可能偶尔泄漏和扰动大量粉尘，整个房间的其余部分划为 22 区。

以上示例相关尺寸只用于图例说明，实际中可能要求其他一些距离尺寸，可能需要增加泄爆或隔爆等附加措施，案例中未列出。

5.3 电气设备选型

5.3.1 在粉尘爆炸性环境内，电气设备须根据爆炸危险区域的分区、可燃性物质和可燃性粉尘的分级、可燃性物质的引燃温度、可燃性粉尘云和可燃性粉尘层的最低引燃温度进行选择。爆炸性粉尘环境内电气设备的选型根据设备防护级别选择，应符合表 1 的规定。电气设备防护级别与电气设备防爆结构的关系应符合表 2 的规定。

表 1 爆炸性粉尘环境内电气设备的选型

危险区域	设备保护级别（EPL）
20 区	Da
21 区	Da 或 Db
22 区	Da、Db 或 Dc

表 2 电气设备防护级别与电气设备防爆结构的关系

设备保护级别（EPL）	电气设备防爆结构	防爆形式
Da	本质安全性	iD
	浇封型	mD
	外壳保护性	tD

Db	本质安全性	iD
	浇封型	mD
	外壳保护性	tD
	正压型	pD
Dc	本质安全性	iD
	浇封型	mD
	外壳保护性	tD
	正压型	pD

5.3.2 安装在爆炸性粉尘环境中的电气设备须采取措施防止热表面可燃性粉尘层引起的火灾危险。电气设备结构应满足电气设备在规定的条件下运行时，防爆性能没有降低的要求。

6 生产设备

6.1 料仓

6.1.1 料仓须具有独立的支撑结构，设置泄爆门或泄爆口，将爆燃泄放到安全区域。

6.1.2 尽量减少料仓的结构水平边棱，以防止积尘；同时设置通风系统，但须避免扬尘。

6.1.3 粉体料仓产生静电的来源有三个：一是粉体物料在进入料仓前就带有；二是粉体物料与料仓壁之间的摩擦；三是粉体物料本身之间的摩擦。高度带电的粉体在料仓内的积累，能产生很强的静电场，由此易导致静电放电和燃爆事故。在设计料仓时，不仅要在外壁上设置静电接地板，而且要在其他附属设备上尤其是过滤器上设置静电接地板接地。

6.1.4 具有潜在自燃危险的粉尘须储存于室外或独立的建筑内。如储存在室内，需要采取防止粉尘自燃的措施。为了防止粉料由于存放时间过长产生升温自燃现象，必须采用“先进先出”的原则设计。

6.2 筒仓

6.2.1 由于筒仓和输送系统及通风系统相连接,筒仓外发生的爆炸传播到筒仓内是完全可能的;如果爆炸在筒仓内发生,筒仓可能被炸裂,相邻建筑也会受爆炸波及,同时还有发生二次爆炸的可能。因此筒仓建筑物应为独立建筑物,筒仓的墙壁须具有一定的抗爆能力,在爆炸压力被泄放至室外之前不致倒塌。同时,为了减少筒仓内粉尘积聚,便于清扫,仓壁、墙、地面须光滑平整,能清扫的地方须密封防尘。

6.2.2 筒仓内作业时,当粉尘浓度达到粉尘爆炸的下限浓度时,可能发生粉尘爆炸。就筒仓系统而言,容易引起粉尘二次飞扬的设备主要有:斗式提升机、刮板输送机、皮带输送机、初清筛和计量设备等,应根据各自的工作特点,在相应的部位设置吸风口。

6.2.3 为防止产生电气火花,在满足工艺生产及安全的前提下,应减少电气设备的数量,电气设备必须符合现行国家防爆标准。

6.2.4 机械摩擦发热最可能发生的地方是在散粮筒仓设备中的斗式提升机内和刮板机内。提升机和刮板机均须采取相应的措施防止摩擦发热。

6.2.5 由于筒仓四周仓壁会受到粉料的压力,在仓壁设泄爆口是不可能的,因此,筒仓的泄爆口只能设在仓顶。另外,筒仓内除尘管道工作时粉尘浓度极高,一旦有火源进入管道,同样可达到粉尘爆炸条件。因此,筒仓除尘系统的管道应安装管体泄爆装置将爆炸冲击引向管道外。

6.2.6 筒仓要有良好的通风系统,以防止粉尘因长期储存而发热。特别是对于粮食筒仓,采用喷油抑尘的方式可以有效抑制粉尘飞扬,保持多个落差不扬尘。

6.3 给料设备

6.3.1 为防止在生产过程中由于掺入铁质或杂物产生火花,给料设备须除去物料中的金属杂质及其他杂物的装置。

6.3.2 为防止粉尘外溢，给料设备应尽可能密封并安装吸尘罩。

6.3.3 设备金属外壳、机架、管道等须可靠接地，如若连接处有绝缘时必须要有跨接装置，以形成良好的通路，不得中断。

6.3.4 注意防止给料过程中堵料。

6.4 输送设备

输送设备应尽量选用封闭式的运输设备；所用胶带等应采用抗静电、不燃或阻燃材料且不能采用刚性结合。系统内的闸门、阀门宜选用气动式，同时输送设备须有急停装置和独立的通风除尘装置。

6.4.1 气力输送

(1) 气力输送设施不应与易产生火花的机电设备（如砂轮机等）或可产生易燃气体的机械设备（如喷涂装置等）相连接。

(2) 输送管道等设施须采用非燃或阻燃的导电材料制成，同时应等电位连接并接地，以防止静电产生和集聚。管道的安装不宜穿过建筑防火墙，如必须穿过建筑防火墙，应采取相应的阻火措施。输送管道应按照国家相关规定开设泄爆口。在露天或潮湿环境中设置的输送管道还必须防止潮气进入。

(3) 风机的选型应满足粉尘防爆要求。吸气式气力输送风机须安置于最后一个收尘器之后。风机应与生产加工设备联锁，风机停机时，加工设备应能自动停机。

(4) 为防止管道内积尘，应根据粉尘特性保证输送气体有较高的流速。在气流已达到平衡的气力输送系统中，如输送能力已无冗余，不可再接入支管、改变气流管道或调整节气流阀门。

(5) 当被输送的金属粉浓度接近或达到爆炸浓度下限时，必须采用氮气等惰性气体作为输送载体，同时，必须连续监控管道内的氧浓度。若输送气体来自相对较暖环境，而管道和除尘器的温度又相对较低时，须采取措施避免输送气体中的水蒸汽发生冷凝。

(6) 正压气力输送必须为密闭型，以防止粉尘外泄。多个气力输送

系统并联时，每个系统都要装截止阀。

6.4.2 埋刮板输送机

(1) 埋刮板输送机是借助于在封闭的壳体内运动着的刮板链条而使散体物料按预定目标输送的运输设备。刮板输送机能传播爆炸，并可能造成设备撕裂、火灾或者喷出的粉尘造成二次爆炸。

(2) 刮板输送机的线速度不宜过高。如果线速度过高，则轴承会发热，一旦达到粉尘云的着火点，就可能发生粉尘爆炸。另外，线速度过高就会加剧粉尘的扬起，使粉尘浓度增高，加剧爆炸的危险性。

(3) 在埋刮板输送机进料点、卸料点和机身接料处设置吸风口，使机内的粉尘浓度降低至安全水平。因为进料点、卸料点和机身接料处是扬尘点。

(4) 为了防止设备破坏，在埋刮板输送机进料点、卸料点设置符合泄爆要求的泄爆装置。

6.4.3 带式输送机

在全封闭状态下，在进、出料口处容易形成粉尘；皮带与托棍、皮带与机体（因跑偏、气垫皮机气压不足等原因）摩擦会产生热量，形成点火源；另外，皮带摩擦还可使一些结块的粉尘暗燃，然后通过运输系统带到各个部位，从而引发起火、爆炸。

(1) 为了降低粉尘浓度，带式输送机进、出料口应安装吸尘罩。

(2) 为防止摩擦生热发生起火爆炸，在输送机上安装防止胶带打滑（失速）及跑偏装置，超限时能自动报警和停机；遇重载停车后应将胶带上的粉料清理干净后方可复位；所有支承轴承、滚筒等转动部件配置润滑装置。

6.4.4 斗式提升机

斗式提升机是用于垂直提升粉粒状物料的主要设备之一。由于在装料的过程中，斗式提升机的畚斗以较高的速度冲击物料，对物料造成一个很大的摩擦力与冲击力，以及由此造成物料间的磨擦，使物料间的粉

尘飞扬出来；在卸料时，从畚斗中抛出物料也造成了粉尘飞扬，因此在斗式提升机内粉尘浓度是完全处在爆炸浓度范围内的。为了控制粉尘外溢，斗式提升机都是在完全密封的状态下工作的，增加了爆炸的危险性。

(1) 斗式提升机的轴承上应加装测温装置，发现温度大幅度升高时，操作人员须马上采取措施，防止轴承过热而达到粉尘云的着火点。

(2) 为了防止皮带跑偏与机壳发生磨擦产生火花，头轮与底轮中至少有个带锥度的轮毂，同时操作人员要经常通过观察窗观察，发现跑偏及时调整；运行前对皮带进行适当张紧，防止皮带打滑时间过长，皮带轮发热达到粉尘云的着火点；当发生故障时应能立即启动紧急联锁停机装置。

(3) 在进料口前应安装磁选装置，防止铁磁性金属杂质进入机内与畚斗等发生撞击与磨擦而产生火花。此外，要经常利用机修时间检查畚斗与螺钉是否紧固，是否有脱落，防止畚斗或螺钉脱落与其他部件发生磨擦产生火花。

(4) 尽量用非金属的畚斗，以防止碰撞与磨擦产生火花。尽量采用具有导电性的输送带，可防止静电积累。设备的各部分都应该有良好的接地。

(5) 严格禁止在斗式提升机的工作期间对其进行电焊、气割等操作，也禁止其他一切明火进入和靠近工作区。

(6) 经常对斗式提升机的内部与外部进行清理，不能让粉尘过多地、长时间地沉积。

(7) 为了减轻粉尘爆炸带来的损失，须在斗式提升机上设置符合泄爆要求的泄爆口。机头顶部泄爆口宜引出室外，导管长度不应超过 3 米。如条件允许，应该将斗式提升机设置在室外，以减轻粉尘爆炸对其他设备及建筑物的破坏。

(8) 在斗式提升机机头与机座处装压力传感器，可以当机内压力发

生变化时(爆炸初期)，通过压力传感器在非常短的时间内触动灭火器阀门，向机内喷射粉状灭火剂。

(9) 为了降低粉尘浓度，提升机出口处应设吸风口并接入除尘系统。

6.5 粉碎（研磨）设备

6.5.1 粉碎（研磨）场所须设置良好的通风和除尘装置，以减少空气中粉尘含量，选取相应防爆型电气设备。

6.5.2 为避免撞击产生火花，在粉碎设备入口前设置磁性等检测仪器将物料中的铁制或坚硬杂物除掉；同时选用橡胶内衬或其他柔软衬料的球磨机和不产生火花材料的球体，同时设置静电消除装置，并做好设备维护。

6.5.3 在粉碎过程中，尽量采用惰性气体保护装置，也可优先考虑湿法粉碎以避免扬尘。在粉碎、研磨时料斗不得卸空，盖子要盖严。

6.5.4 研磨后，应先冷却、后装桶，以防发热引起燃烧。

6.5.5 应注意定期清洗机器，避免由于粉碎设备高速运转、挤压、产生高温使机内存留的原料熔化后结块堵塞进出料口，形成密闭体，导致粉尘爆炸事故发生。

6.6 筛分设备

筛分设备在作业过程中，由于筛板的转动及下料的原因会产生较大粉尘浓度；由于筛板在运动时与驱动轮或从动轮产生磨擦热，以及静电放电或设备检修等，容易形成点火源。

6.6.1 为了防止大量的粉尘飞扬，应采用密闭的方式，即对设备及产生粉尘大的部位进行封闭式操作，同时在筛分场所设置通风除尘系统，以降低筛分场所粉尘浓度。

6.6.2 选用防爆型电气设备，经常对电气设备进行检查维修；筛分设备要接静电保护装置，避免静电和电气设备产生火花；同时由于筛分设备主要是机械性运动，须对运动部件定期润滑，防止磨损发热形成点火

源。

6.6.3 在检修前应清扫作业场所粉尘，检修时停止筛分作业。

6.7 混合与搅拌设备

6.7.1 混合与搅拌设备须进行密闭并充入惰性气体加以保护；设备接地良好并安装符合规定的泄爆装置。

6.7.2 在混合与搅拌过程中须防止金属物件落入其中，搅拌过程中应辅以气流搅拌，或增设冷却装置。

6.8 干燥设备

6.8.1 烘干室须装有最低水分报警器，在烘干设备和下游材料处理设备之间须设置自动火花探测及自动灭火系统。燃油或燃气式烘干机的燃烧室须装有可靠的温度报警器。干燥介质的含氧量应控制在 17%以下。

6.8.2 非直排方式可能产生高浓度细尘的干燥炉，干燥旋风分离器顶部或风箱均须设置泄爆装置。

6.8.3 沸腾干燥设备中可能产生火源的设备和装置须安装有抑爆系统，而在除尘或滤尘设备和管道中设置泄爆装置。

6.8.4 热传导介质的加热器和泵须位于一个独立无爆炸危险区域或有阻燃（或不可燃）结构的建筑物内。使用空气、蒸汽或热传导液体蒸气的热传导装置须安装减压阀。

6.8.5 热交换器须放在合适地点，且按一定方式排列，阻止易燃粉尘进入感应圈或其他热表面；外壳须由阻燃材料制作且有助于清洁和维修的合适开口。

6.9 抛光打磨

6.9.1 打磨抛光车间宜为顶部可泄压的单层建筑。如为多层建筑须采用具有足够泄压面积的框架结构。

6.9.2 一个作业工位发生着火或爆炸，爆炸火焰会通过除尘管道迅速

传播到同一除尘系统的其他工位。因此，同一除尘系统所带的打磨抛光工位不宜过多（一般不应超过 20 个）。除尘系统之间不应有管道互连。吸尘罩的入口不得正对加工产生的溅射火花，以防止溅射火花进入除尘管道。除尘器和管道需采用泄压设计。

6.9.3 尽量采用湿法打磨抛光工艺。湿法打磨与抛光车间要加强通风以排出氢气。定期清扫和清理车间地面、钢结构积尘处、管道内粉尘，以防止粉尘积累。

6.9.4 采用湿法除尘器可以确保除尘器中收集到的粉尘不再参与粉尘爆炸。由于管道系统和湿式除尘器入口存在干的粉尘，因此湿法除尘器需要采用泄压设计。湿式除尘系统的设计须考虑排出除尘器和管道系统的氢气。如设计了槽式风道，应在槽式风道内喷水，使整个风槽内的粉尘处于润湿状态。

6.9.5 因为铝合金粉尘和镁合金粉尘的点燃能量特别低，所以粉尘在进入袋式除尘器前可通过自动喂料系统掺入碳酸钙等惰性粉尘，以降低混合粉尘的点燃能量。

6.9.6 铝镁金属打磨抛光车间须进行粉尘爆炸危险区域划分，并按区域划分选用防爆型电气设备。车间内电气布线应规范。打磨抛光设备、被打磨工件、吸尘罩、除尘管道、除尘器、风机等应电位跨接并接地。作业人员须使用金属软连接或者防静电软连接。

6.10 粉末喷涂

6.10.1 喷粉室应布置在不产生干扰气流的方位，并应避免与产生或散逸水蒸气、酸雾以及其他具有粘附性、腐蚀性、易燃、易爆等介质的装置（如喷漆作业）布置在一起。若设置在同一作业区内，其爆炸危险区域和火灾危险区域须按喷漆区划分。

6.10.2 建筑物须有防直击雷的设施，精密电气设备、控制系统须有防感应雷的设施。在火灾、爆炸危险区域内禁止设置或存放电磁波辐射

性设备、设施、工具，以及易发生静电放电的物体。在粉尘爆炸危险场所内，防静电接地与防雷接地分开有困难时，接地阻值须按防雷接地电阻值选取。

6.10.3 喷涂设备和其他移动电气设备须配防尘罩，其电源电缆要采用支架撑托；松弛敷设，防止绝缘保护层的磨损和接插端口松脱产生电火花。粉末涂装作业区所使用的照明设备及开关必须满足防爆防尘要求。必须定期测试，检查动力源与供粉系统及通风机之间的电气连锁系统。位于涂装作业区的设备导体，包括传输链、喷粉舱、风管、回收装置等，必须牢固接地，以防静电喷枪附近的对地电绝缘导体上积累能产生电弧放电的电荷。

6.10.4 喷粉舱通风量必须根据开口断面进行调试，以保证喷粉舱开口处不发生逸粉现象。同时，喷涂过程中总回收风量要保证粉尘浓度在其爆炸下限以下。与喷粉舱连通的回收净化装置须设有面向室外空间的快速泄压口，以防止燃爆事故发生。喷粉舱内高风速的吸尘管道入口处应安装网格栅或磁力分离装置，以防金属或硬质物件进入管道而摩擦、碰撞产生火花。喷粉舱内应设置清粉机构，最好进行连续清粉，保持舱内没有沉积粉。用于吸粉的回收风管、横管、弯头等处的风速必须足够大，以保证管内没有粉末堆积，防止因喷涂空间的粉尘燃爆引起破坏性更大的二次爆炸。在喷粉舱使用火焰探测器和联动的灭火装置，喷粉舱与回收装置之间的连通风管上设置阻断阀门。

6.10.5 定期检修校正挂具，以防因挂钩松动、歪斜等故障而引发传输链勾挂事故；也要防止吊挂架摆动、脱落引发碰撞火花和静电回路的电极距离不够而发生临界放电或短路放电现象。

6.10.6 涂装作业场内的电气安全，必须符合整体防爆的要求，即电机、电器、照明、线路、开关、接头等达到防爆安全要求，同时可靠接地。

7 设备检查与维修

7.1 定期对粉尘爆炸环境中的粉碎、研磨、干燥、运输等设备的传动装置（齿轮、滑轮、轴承等）、润滑系统以及除尘系统、电气设备等各种安全装置等进行检查、维护；对火花探测及自动灭火系统部件定期检查更新，及时更换被沉积物堵塞或腐蚀的喷水器和探头。

7.2 检修前清扫检修部位及周边范围内的积尘，检修时除拆卸指定的设备或部位外，尽量不要触动其他设备；检修部位与非检修部位保持隔离，并保证检修区域内所有的泄爆口处无任何障碍物。

7.3 严格按照设备维护检修规程和程序作业，在一个工房或一个系统内禁止进行交叉作业；在检维修过程中不应任意更改或拆除防爆设施，如有变动，须重新进行检测核算，以保证各项性能符合防爆要求。

7.4 检维修过程中应当使用符合国家或行业标准材料、填料、润滑油等维护材料和防爆工具。

参考标准：

- GB12158-2006 防止静电事故通用导则
- GB15577-2007 粉尘防爆安全规程
- GB17269-2003 铝镁粉加工粉尘防爆安全规程
- GB17440-2008 粮食加工、储运系统粉尘防爆安全规程
- GB17918-2008 港口散粮装卸系统粉尘防爆安全规程
- GB/T17919-2008 粉尘爆炸危险场所用收尘器防爆导则
- GB18245-2000 烟草加工系统粉尘防爆安全规程
- GB19081-2008 饲料加工系统粉尘防爆安全规程
- GB19881-2005 亚麻纤维加工系统粉尘防爆安全规程
- GB50016-2010 建筑设计防火规范

GB50057-2010 防雷规范

GB50058-2014 爆炸危险环境电力装置设计规范

AQ4228-2012 木材加工系统粉尘防爆安全规范

AQ4229-2013 粮食立筒仓粉尘防爆安全规范

AQ4232-2013 塑料生产系统粉尘防爆规范