



中华人民共和国国家标准

GB/T 44394—2024

化学品粉尘爆炸危害识别和防护指南

Guidance for dust explosion hazard identification and protection of chemicals

2024-08-23 发布

2024-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言.....Ⅲ

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 粉尘可燃性识别.....2

5 爆炸危害识别.....4

6 防护基本措施.....5

7 危害和风险公示.....7

附录 A（资料性） 作业过程中的各种潜在点火源.....8

参考文献.....9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国危险化学品管理标准化技术委员会(SAC/TC 251)提出并归口。

本文件起草单位：上海化工院检测有限公司、中国安全生产科学研究院、南京理工大学、上海化工研究院有限公司。

本文件主要起草人：肖秋平、秦文静、何源、陈思凝、周健、徐森、刘婉卿、王耀、郭露、范宾、苏明清、林建、曾国良、刘卫、顾杨幸、卢琛。

化学品粉尘爆炸危害识别和防护指南

1 范围

本文件提供了化学品的粉尘可燃性识别、爆炸危害识别、防护基本措施以及危害和风险公示。

本文件适用于化学品的粉尘爆炸危害识别和防护。

本文件不适用于有爆炸性或自分解的物质或混合物。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 3836.12 爆炸性环境 第12部分:可燃性粉尘物质特性 试验方法

GB 15577—2018 粉尘防爆安全规程

GB/T 15604—2008 粉尘防爆术语

GB/T 15605 粉尘爆炸泄压指南

GB/T 16425 粉尘云爆炸下限浓度测定方法

GB/T 17519 化学品安全技术说明书编写指南

GB/T 24626 耐爆炸设备

GB 25285.1 爆炸性环境 爆炸预防和防护 第1部分:基本原则和方法

GB/T 25445 抑制爆炸系统

3 术语和定义

GB 15577—2018、GB/T 15604—2008 和 GB/T 16425 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可燃性粉尘 **combustible dust**

在大气条件下能与气态氧化剂(主要是空气)发生剧烈氧化反应的粉尘、纤维或飞絮。

[来源:GB 15577—2018,3.1]

3.2

粉尘爆炸 **dust explosion**

火焰在粉尘云中传播,引起压力、温度明显跃升的现象。

[来源:GB/T 15604—2008,2.11]

3.3

二次爆炸 **subsequent explosion**

发生粉尘爆炸时,初始爆炸的冲击波将未发生爆炸的沉积粉尘再次扬起,形成粉尘云,并被引燃而发生的连续爆炸。

[来源:GB 15577—2018,3.8]

3.4

爆炸性粉尘环境 explosive dust atmosphere

在大气条件下,可燃性粉尘与气态氧化剂(主要是空气)形成的混合物被点燃后,能够保持燃烧自行传播的环境。

[来源:GB 15577—2018,3.2]

3.5

点燃源 ignition source

点火源 ignition source

能使局部粉尘云的温度发生突变形成火焰的高温热源。

[来源:GB/T 15604—2008,2.16]

3.6

易燃固体 flammable solids

容易燃烧的固体,通过摩擦引燃或助燃的固体。与点火源(如着火的火柴)短暂接触能容易点燃且火焰迅速蔓延的粉状、颗粒状或糊状物质的固体。

[来源:GB 30000.8—2013,3.1]

3.7

自燃固体 pyrophoric solids

即使数量小也能在与空气接触后 5 min 内着火的固体。

[来源:GB 30000.11—2013,3.1]

4 粉尘可燃性识别

4.1 基本流程

宜按图 1 所示流程图识别化学品是否为可燃性粉尘。

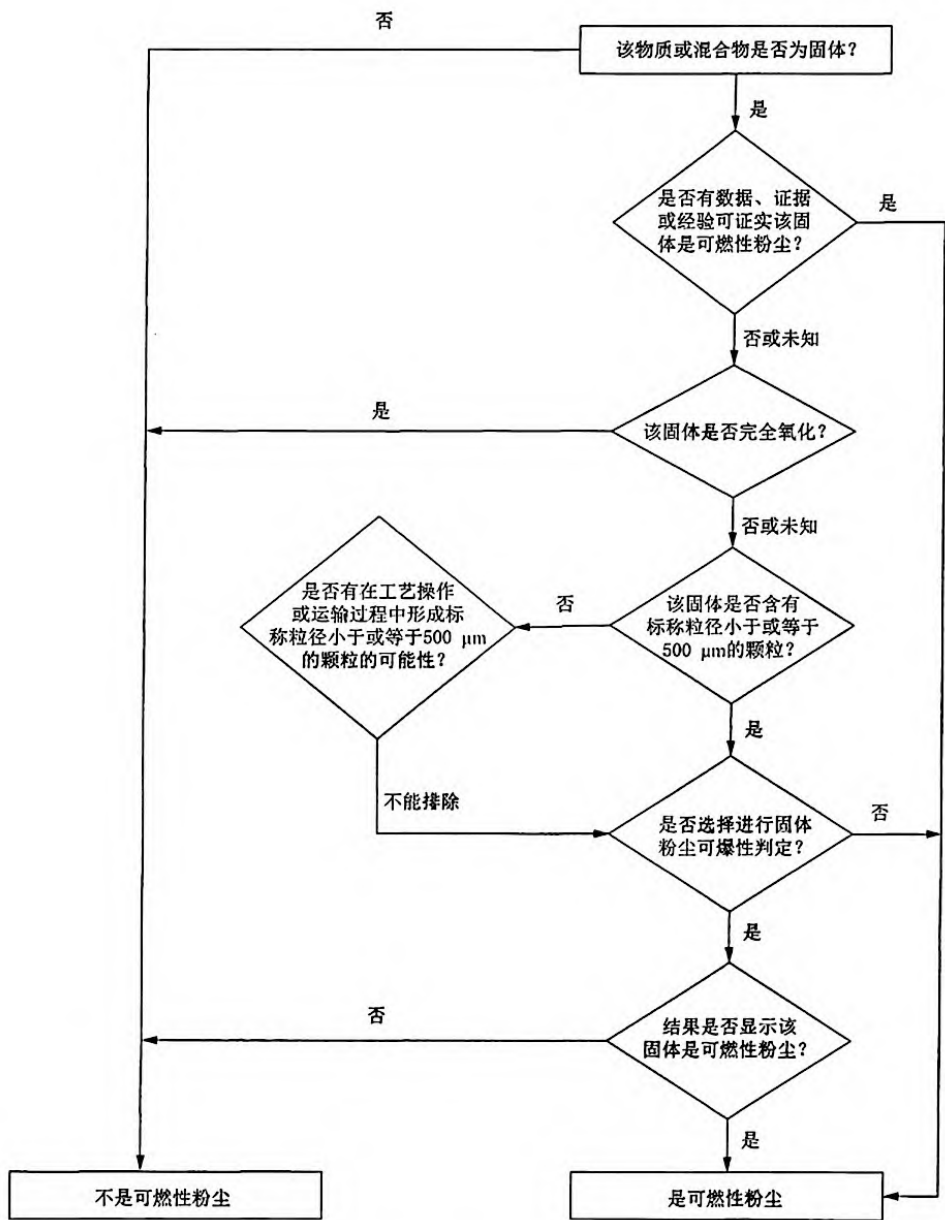


图 1 粉尘识别流程图

4.2 状态识别

粉尘爆炸危害仅针对固体物质,气体和液体物质不考虑粉尘爆炸危害。

4.3 资料检索

检索已有资料,符合以下情况之一的属于可燃性粉尘:

- a) 有明确的数据表明该物质为可燃性粉尘,如粉尘云最小点火能(MIE)、爆炸指数(K_{St})、粉尘云最低着火温度(MIT)、粉尘云最小爆炸浓度(MEC);
- b) 相关事故调查报告证明该物质发生粉尘爆炸;
- c) 该物质属于易燃固体或自燃固体。

注:在使用现有数据评估化学品粉尘可燃性时,粒径分布和水分含量的影响是重要因素。

4.4 不可燃物质识别

完全氧化的物质不属于可燃性粉尘。

4.5 颗粒度识别

化学品在正常使用或预期的工况下,如可能产生粒径小于 500 μm 的颗粒,宜考虑是否存在粉尘爆炸危害。粒径大于 500 μm 的颗粒宜按照 4.6 的方法测定其可燃性。

注 1: 一些颗粒较小的粉尘在处理过程中易于因静电吸附团聚成较大颗粒。

注 2: 片状颗粒、纤维无法通过 500 μm 筛,但也可能存在粉尘爆炸危害。

4.6 粉尘可燃性试验判定方法

对于理化特性不明确或未知的化学品,宜按照 GB/T 3836.12 等标准方法测定是否属于可燃性粉尘。

5 爆炸危害识别

5.1 物质爆炸特性识别

5.1.1 对于可燃性粉尘,宜测定下列敏感性和严重性等特性参数。

a) 敏感性参数

包括但不限于:MIE、MEC、MIT、粉尘层最低着火温度(LIT)、粉尘云极限氧浓度(LOC)。

b) 严重性参数

包括但不限于:最大爆炸压力(p_{max})、最大爆炸压力上升速率 $[(dp/dt)_{\text{max}}]$ 、 K_{St} 。除特别说明外,粉尘爆炸基本特性参数一般在下列条件下测定:

- 1) 温度: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) 大气压: 0.08 MPa~0.11 MPa(绝对压力);
- 3) 空气中氧含量: 21%(体积分数)。

5.1.2 水分含量和粒径分布是影响爆炸特性参数的重要因素。粉尘的水分含量越低、粒径越小,其敏感性越高,发生爆炸的可能性越大,爆炸后果越严重。

5.1.3 宜评估环境温度和大气对爆炸特性参数的影响。温度、气压和氧含量越高,粉尘的敏感性越高,发生爆炸的可能性越大,爆炸后果越严重。

注: 如随着温度的升高,MIE和MEC降低;随着气压的升高,MEC和MIT降低, p_{max} 和 K_{St} 增大。

5.2 点火源

5.2.1 点火源识别

识别粉尘在预期工况中是否存在潜在的点火源是十分必要的,包括但不限于以下 13 种:

- a) 热表面;
- b) 火焰和热气体(包括热颗粒);
- c) 机械产生的冲击、摩擦和磨削;
- d) 电气设备和元件;
- e) 杂散电流、阴极防腐措施;
- f) 静电;
- g) 雷电;

- h) $10^4 \text{ Hz} \sim 3 \times 10^{11} \text{ Hz}$ 射频(RF)电磁波;
- i) $3 \times 10^{11} \text{ Hz} \sim 3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ 电磁波;
- j) 电离辐射;
- k) 超声波;
- l) 绝热压缩和冲击波;
- m) 放热反应(包括粉尘自燃)。

作业过程中的各种潜在点火源参考附录 A。

5.2.2 点火源有效性评估

爆炸性粉尘环境遇到有效的点火源可能发生粉尘爆炸,宜考虑每一种点火源对于爆炸性粉尘环境的有效性,点火源的评估宜按照 GB 25285.1。

5.3 爆炸性粉尘环境识别

5.3.1 识别爆炸性粉尘环境是十分必要的,尽可能避免爆炸性粉尘环境的存在。

注1: 用于处理粉尘的密闭工艺易于形成爆炸性粉尘环境,如投料站、气力输送、干燥、筛分、研磨、除尘。

注2: 可燃性粉尘在空气中悬浮,并达到 MEC 才能形成爆炸性粉尘环境。粉尘在空气中的悬浮分布可能不均匀,当局部浓度达到 MEC 时,仍可能导致粉尘爆炸。

5.3.2 粉尘爆炸危险区域宜根据爆炸性粉尘环境出现的频繁程度和持续时间划分为 20 区、21 区和 22 区,并符合下列原则:

- a) 20 区为爆炸性粉尘环境持续地或长期地或频繁地出现的区域;
- b) 21 区为在正常运行时,爆炸性粉尘环境可能偶尔出现或故障状态下出现的区域;
- c) 22 区为在正常运行时,爆炸性粉尘环境一般不可能出现的区域,即使出现,持续时间也是短暂的。

5.4 爆炸后果评估

5.4.1 评估爆炸所产生的热辐射和冲击波对周围的人员和设备造成的伤害、采取必要的保护措施是十分必要的。

5.4.2 对于封闭空间内可燃性粉尘发生爆炸会引起压力的累积,宜评估爆炸在相连管道内传播的可能性和危害。

5.4.3 对于大量非封闭条件下堆积的可燃性粉尘,宜考虑二次爆炸的危害。

5.4.4 除热辐射和冲击波外,宜评估化学品的爆炸产生毒性物质对人员的伤害。

5.4.5 对于铝镁等遇水放出易燃气体的可燃性粉尘,宜考虑易燃气体加剧爆炸伤害。

6 防护基本措施

6.1 总体原则

6.1.1 使用可燃性粉尘的企业对粉尘爆炸危险场所进行辨识是至关重要的,以确定可燃性粉尘爆炸危险性以及粉尘爆炸危险场所的数量、位置、危险区域等,分析存在的粉尘爆炸危险因素,评估粉尘爆炸风险,并制定能消除或有效控制粉尘爆炸风险的措施。

6.1.2 粉尘爆炸防护宜采取预防措施和保护措施,优先采取预防措施,避免粉尘爆炸的发生。

注1: 预防措施是指采取措施减小爆炸发生的可能性,即降低爆炸性粉尘环境和有效点火源出现的可能性。

注2: 保护措施是指采取措施降低爆炸后果的严重性和影响范围。

6.2 预防措施

6.2.1 采用不涉及可燃粉尘的工艺或惰化措施,尽可能地避免爆炸性粉尘环境的产生,可采取以下措施避免爆炸性粉尘环境:

- a) 采用不可燃物质或大颗粒替代可燃性粉尘,如惰化;
- b) 避免可燃性粉尘达到 MEC,如采用通风、除尘等措施;
- c) 降低氧浓度,如通过 N_2 、 CO_2 保护。

6.2.2 如无法避免或减少爆炸性粉尘环境的情况,消除有效点火源。如规范使用防爆电气设备、采取防静电措施、火花探测和消除装置。

注:防静电措施参照 GB 12158。

6.2.3 常见粉尘爆炸预防措施、示例及其关联爆炸特性参数见表 1。

表 1 粉尘爆炸预防措施

原理	保护方式	示例	关联爆炸特性参数
避免爆炸性环境	替代可燃性粉尘	• 替换物料 • 惰化、采用无尘工艺 •	粉尘可燃性
	避免达到爆炸下限	• 良好的内部管理措施 • 排气 • 粉尘清理措施 •	MEC
	降低氧浓度	• 惰化(N_2、CO_2、烟道气、水蒸气.....) •	LOC
消除点火源	识别有效点火源	• 相关危险区域的确定 • 潜在点火源的识别 •	• MIE • MIT、LIT • 自燃温度
	预防有效点火源	• 避免明火或火焰 • 禁止吸烟 • 限制表面温度 • 防爆区域规范使用防爆电气设备 • 设备和机械设备 • 防静电(如接地、使用耗散性材料) • 预防机械过热或产生火花(如温度监测、防跑偏监测等) • 火花探测和消除装置 •	

6.3 保护措施

6.3.1 如无法通过预防措施避免粉尘爆炸,宜考虑采取保护措施降低其影响,如采取耐爆炸(抗爆)、泄爆、抑爆、隔爆措施。

6.3.2 爆炸保护措施宜结合工艺情况设计,避免造成次生灾害。耐爆炸设计宜按照 GB/T 24626;泄爆设计宜按照 GB/T 15605;抑爆设计宜按照 GB/T 25445。

- 6.3.3 隔爆措施宜与其他保护措施联用。
- 6.3.4 常见粉尘爆炸保护措施、示例及其关联爆炸特性参数见表 2。

表 2 粉尘爆炸保护措施

保护方式	示例	关联爆炸特性参数
抑爆	抑爆装置(爆炸探测和快速喷洒灭火介质)	p_{max} K_{St}
隔爆	- 阻燃和耐火部件 - 隔爆翻板阀、主动式闸阀、旋转阀、联动双阀等 - 化学隔爆 	
耐爆炸(抗爆)	- 抗爆外壳 - 耐爆炸冲击 - 耐爆炸压力 	
泄爆	- 泄爆板、无火焰泄放、泄压门 	

6.4 安全管理原则

- 6.4.1 企业宜制定粉尘清理制度,包括清扫范围、清扫方式、清扫周期等内容。
- 6.4.2 企业宜开展粉尘防爆安全教育及培训,普及粉尘防爆安全知识和有关法规、标准,使员工了解本企业粉尘爆炸危险场所的危险程度和防爆措施。
- 6.4.3 企业宜编制粉尘爆炸事故应急预案,并定期开展应急演练。
- 6.4.4 企业宜采取粉尘爆炸预防措施、管理措施和其他措施避免粉尘云的形成,以及二次爆炸的发生。

7 危害和风险公示

- 7.1 对于确定具有粉尘爆炸危险的物质(包括在下游使用过程中),生产企业商或供应商宜以安全技术说明书(SDS)的形式,传递和警示该物质的粉尘危害。
- 7.2 生产企业商或供应商宜按照 GB/T 17519 编制安全技术说明书,并在安全技术说明书的第 2 部分、第 5 部分、第 7 部分、第 9 部分提供有关可燃粉尘的信息,如第 2 部分列出不导致分类的危害、第 5 部分列出灭火的要求、第 7 部分提供关于安全搬运的指导、第 9 部分描述物质、混合物或固体材料的物理和化学特性。
- 7.3 依据本文件识别的粉尘爆炸危险可在标签和 SDS 中使用下列短语,生产企业商或供应商也可自行确定。
 - a) 对于可燃性粉尘:“如果粉尘扩散,可能形成爆炸性粉尘环境”。
 - b) 对于在操作处理中产生的可燃性粉尘:“如果操作处理过程中或以其他方式产生小颗粒,可能形成爆炸性粉尘环境”。
 - c) “警告”与上述短语一同使用。

附 录 A
(资料性)
作业过程中的各种潜在点火源

作业过程中的各种潜在点火源见表 A.1。

表 A.1 作业过程中的各种潜在点火源

点火源类型	设施管理	仓库	运输	制备和包装	反应和下游加工				
	建筑工程、 维修保养	—	传送带送料(固体)、 泵送(液体)、 其他运输作业	搅拌(不发生反应) 过筛/铣削/研磨、 制备作业、包装	反应	废气处理/ 气体洗涤	后续工作(相分离、 结晶、过滤、离析)	馏化	干燥
热表面	动件在轴承、轴封等部位的摩擦所致			受热设备、管线、热交换机					
火焰和热气体	高温工序,如焊 接、切削等	一般不涉及			可能形成 热气体	一般不涉及			
机械产生的冲 击、摩擦和磨削	工具使用所引起的火花,如锻 造、钻孔、研磨	(往往由于机械故障或异物卷入移动设备或机器所致) 碾磨、摩擦或撞击引起的火花			一般不涉及				由于研磨、摩擦或 撞击所引起的火花
电气设备	机器、过程控制技术装置、马达、开关、缆线、照明								
杂散电流、阴极 腐蚀保护	杂散电流,如电焊 或故障设备所致	部分涉及,如发电厂回流、铁轨、大电流电气系统附近							
雷电	部分涉及,如雷暴(即使未见闪电)、雷电防护系统附近的活动								
静电	一般不涉及	部分涉及	常见于流程、分离工序或人体						
射频电磁波		部分涉及,如无线电发射台、用于加热、固化、焊接、切割的高频发生器							
电磁波		部分涉及,如日照、强光源、激光辐射							
电离辐射		部分涉及,如X光机、放射性材料							
超声波		部分涉及,如超声波扫描仪、超声波检验、声波钻							
绝热压缩和 冲击波	一般不涉及		压缩气体、在输送/泵送 材料时快速关闭阀门	一般不涉及	部分涉及,如管道中高压气体的减压、撞击				
放热反应	一般不涉及	发火和自 热物质	将低温燃烧槽移至他处	发火和自热物质	强放热 反应	木炭吸收剂 自热和引燃	活性催化剂或 残留物	残留物可 能降解	粉尘层自燃(尤其 是喷雾干燥)

参 考 文 献

- [1] GB 12158 防止静电事故通用导则
 - [2] GB 30000.8—2013 化学品分类和标签规范 第 8 部分:易燃固体
 - [3] GB 30000.11—2013 化学品分类和标签规范 第 11 部分:自燃固体
 - [4] 全球化学品统一分类和标签制度(第十修订版)
-