

农药制剂企业粉尘爆炸风险浅议

吴重言 吴伟* 徐其文*

江苏克胜集团股份有限公司, 中国·江苏 盐城 224700

摘要:近年来,中国化工生产安全形势依然严峻,生产各环节仍存在诸多风险,尤其是有些企业未能从根本上解决自身系统性风险的源头性和基础性问题。基于高含量农药制剂生产中,硝基化合物和压缩空气将可能增加粉尘爆炸风险的相关讨论,论文旨在加深对粉尘爆炸风险因素的理解,促进双重机制完善,将安全工作重心从隐患排查前移动到安全风险管控上来,做到从源头上控制安全隐患,为农药化工安全生产提供保障。

关键词: 风险; 粉尘爆炸; 硝基; 压缩空气

A Brief Discussion on Risk Identification of Dust Explosion of Agrochemical Formulations Enterprises

Chongyan Wu Wei Wu* Qiwen Xu*

Jiangsu Kesheng Group Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224700, China

Abstract: In recent years, the safety situation of chemical production in China remains austere. A multitude of risks exist in various links of production. Particularly, the fundamental issues of systematic risks and source-based fundamentals for enterprises have not been resolved. Through the brief discussion on risk identification of dust explosion of agrochemical formulations enterprises related to nitro compound and compressed air environment, the author aims to deepen the understanding of relevant risk factors and to improve dual mechanism, and to shift the focus of safety work from hidden danger detection to safety risk management and control in advance, thereby controlling safety hazards from the source and providing a guarantee for the safe production of the agrochemical industry.

Keywords: risk identification; dual mechanism; dust explosion; compressed air

0 前言

中国政府一直将安全生产管理工作放在突出位置。2016年1月6日,中共中央政治局常委会会议上指出:“必须坚决遏制重特大事故频发势头,对易发生重特大事故的行业领域采取风险分级管控、隐患排查治理双重预防性工作机制,推动安全生产关口前移。”2021年新修订《中华人民共和国安全生产法》,将构建双重预防机制作为防范生产安全事故的双重防火墙而写入法律,确立为企业落实安全生产主体责任的法定职责。

农药产业属于化工领域,是传统高危行业。在安全生产上仍存在“认不清,想不到”的问题,目前安全生产形势依然严峻,安全生产各环节仍存在诸多风险,系统辨识生产过程中的潜藏风险并非易事。例如,专业知识欠缺,不掌握辨识方法,不能制定合适的辨识方案,就可能低估风险,忽视其可能造成的影响。2022年甘肃滨农公司6.16爆炸,6名操作工瞬间炸得尸骨无存!只在炸焦砖土上残存DNA痕迹,通过仪器检测确认事故蒙难者身份。爆炸现场却未找到其他任何可燃物,甚至可能存在的所谓爆炸性气体!风险辨识之难由此可见!

近年来,中国发生了多起影响较大的粉尘爆炸事故,

敲响了粉尘防控警钟。农药粉尘在爆炸过程中会分解出CO等毒性气体,危害更大。农药粉尘爆炸事故预防已引起社会关注。笔者对高含量农药制剂生产涉及硝基化合物和压缩空气可能增加粉尘爆炸风险进行讨论,旨在加深对粉尘爆炸风险辨识的重视,促进双重预防机制建设,从根本上解决企业系统性风险的源头性和基础性问题。

1 粉尘爆炸风险因素

粉尘爆炸,指可燃性粉尘在受限空间内与空气混合形成粉尘云,在点火源作用下,粉尘-空气混合物快速燃烧,并引起温度压力急骤升高的现象,与粉尘的组成、结构、性质相关。涉及粉尘中可燃物浓度、氧气含量、点火源3要素,及粉尘云状态、相对封闭空间等。粉尘粒子表面分子受热分解为气体,分布于粒子周围,与空气混合遇明火或高温便燃烧,进而加快分解,扩散更多可燃性气体,积攒更多热量达一定程度而爆炸。粉尘爆炸过程实质是气相下完成的氧化反应。

农药可湿性粉剂(WP)、可分散粒剂(WG)等制剂加工过程中存在着粉尘。粉尘中含有原药、表面活性剂等有机粉尘,一般是可燃性非导电粉尘,属ⅢB级。所采用的气流粉碎操作系统因机械力作用会扬起粉尘,设备内悬浮的

粉尘往往处于爆炸浓度范围内。在各种力作用下易产生摩擦、撞击火花，静电等点火源，存在粉尘爆炸风险。粉尘在输送过程中处于蓬松悬浮状，遇点火源，极其危险，而且输粉管线与旋风分离器和除尘设备相连，易引起二次爆炸。生产过程中粉尘难免从设备中逸出，积聚在厂房及设备表面，不及时清除，达一定浓度并飞扬起来，易爆炸。气流粉碎系统堵塞时易发生倒料并喷出粉尘。清扫过程易造成粉尘飞扬，形成悬浮爆炸条件。

2 粉尘爆炸原因

厂房未按《建筑设计防火规范》规定火灾危险等级使用，生产工艺及布局未按规定规范设计，生产场所环境达不到安全生产相关规定。除尘系统设计、制造、安装、改造违规。除尘器及管道未设置导除静电的接地装置、未按《粉尘爆炸泄压指南》要求设置泄爆、隔爆装置，安全生产装置未达安全生产要求。粉尘积聚严重，除尘系统相关参数与企业粉尘产生情况不匹配。未按规定及时清理粉尘，造成除尘管道内和作业现场残留粉尘多。安全生产规章制度不健全；无隐患排查治理制度和隐患排查治理台账。粉尘爆炸风险未辨识，缺乏预防措施。未开展粉尘爆炸专项教育培训，员工对粉尘爆炸风险无认知。涉及粉尘车间电气设施设备不防爆，不符合《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》规定，电缆、电线敷设方式违规，电气设备的金属外壳未可靠接地。安全检查流于形式等。

3 高含量农药制剂、硝基、压缩空气等因素可能增加粉尘爆炸风险

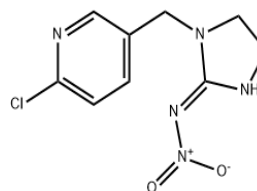
随着农药制剂高含量发展趋势，高浓度农药制剂生产过程因原药比例增加，部分制剂甚至 70% 以上。中国高含量农药制剂的生产企业有 300 余家，仅 70% 吡虫啉 WP 的生产企业就有 28 家。吡虫啉是杀虫剂，在中国已广泛生产和运用（见表 1）。粉尘中有机物成分含量提高，导致其可燃性可能增大，爆炸风险也可能增大。

表 1 中国目前高含量吡虫啉 WP 生产企业

登记证号	名称	含量	企业
PD20150087	吡虫啉可湿性粉剂	70%	菏泽遍净生物科技有限公司
PD20095489			河北安格诺农化公司
PD20140958			天津艾格福农药科技公司
PD20091540			武汉国科格绿生态科技公司
PD20140011			江苏优嘉植物保护公司
PD20132337			浙江龙游东方阿纳萨克作物科技公司
PD20131653			天津市施普乐农药技术发展公司
PD20130848			山东怡浦农业科技公司
PD20130811			山东省淄博绿晶农药公司
PD20121839			河北野田农用化学公司
PD20172470			山东中新科农生物科技有限公司
PD20121349			宜春新龙化工公司

登记证号	名称	含量	企业
PD20121338	吡虫啉可湿性粉剂	70%	山东曹达化工公司
PD20121313			山东海讯生物科技有限公司
PD20120160			天津市汉邦植物保护剂公司
PD20111174			北农（海利）涿州种农剂公司
PD20111127			山东汤普乐作物科学公司
PD20110994			安达市海纳贝尔化工公司
PD20110893			济南天邦化工公司
PD20110721			德州祥龙生化公司
PD20110370			山东省联合农药工业公司
PD20110197			山东麒麟农化公司
PD20110176			山东京博农化科技股份有限公司
PD20110155			陕西汤普森生物科技有限公司
PD20110083			江苏瑞邦农化股份公司
PD20050217			山东东泰农化公司
PD20151623			河北润达农药化工公司
PD20150732			广西禾泰农药公司

基于 N₂ 化学势低、稳定性强，硝基（-NO₂）被还原成 N₂ 时放出大量热、反应快、易爆炸等特点，一些农药的原药分子结构里如果含有硝基，其粉尘爆炸风险将可能进一步增大。如吡虫啉，化学名：1-（6-氯吡啶-3-吡啶基甲基）-N-硝基亚咪唑烷-2-基胺。分子结构含有硝基（-NO₂）。化学结构式：



吡虫啉高温可燃，存在粉尘爆炸风险。

加之，生产环境涉及压缩空气。压缩空气在农药制剂加工过程中通过喷嘴加速成高速气流，使物料在气流中获得能量而发生碰撞、摩擦、剪切等作用实现物料粉碎。粉尘周围存在压缩空气，将可能使粉尘质量传递、颗粒扩散、氧气量等潜在影响加剧，局部含氧量比正常空气高，可燃物更易点燃。高含量农药制剂生产中的粉尘爆炸风险更不容忽视！

4 防范措施

4.1 控制点火源

吸烟、电火花、静电、摩擦火花、明火、高温物体、焊接及切割火花等都是引起粉尘爆炸的主要点火源。电气设备按《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》进行设计、安装，达整体防爆要求。不用易产生静电、易产生火花的设备。粉碎、悬浮粉尘高速运动，压缩气体在管道中流动或由管口喷出等都易产生静电火花，压缩气体管道及粉料输送管道可靠接地，20、21、22 区使用防爆电器。爆炸危险区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、21、22 区。20 区，空气中可燃性粉尘云持续或长期或频繁

出现于爆炸性环境,包括粉尘云连续生成的管道、生产设备内部区域、贮料槽、旋风集尘器、过滤器、粉料传送系统、搅拌机、干燥机和包装设备等。21区,正常运行时,空气中可燃性粉尘云偶尔出现于爆炸性环境,包括制剂生产投料口、粉尘容器外部靠近盖/隔膜阀周围的场所、高浓度 WP 灌装区域。

粉尘爆炸危险区域内禁用黑色金属工具。避免使用铁质管道作为压缩气体及粉料输送管道,防止管道内壁生锈,铁锈在高速气体作用下剥落成为引燃源。防止金属撞击或摩擦火花的产生。所有电气设备或设施均应按 II 类爆炸性气体环境用电气设备防爆性能要求设计。车间出入口设置人体防静电装置,进车间人员不穿戴化纤材料的服饰,不穿金属掌或塑料底鞋。车间工具不用可能产生静电或撞击火花材料制作的工具。生产中,经常检查气流粉碎机轴承温升,超过 50℃应停机查明原因并排除故障。

4.2 控制粉尘源

消除粉尘堆积,尽量降低 20 区、21 区的范围。尽量形成非爆炸危险区域,采用工艺设备将危险物料密封在防止粉尘泄漏的容器内;产生粉尘区域采用机械除尘措施,工艺机组与除尘设备连锁停车。成品罐装区,投料口等易产生粉尘的区域设置吸风罩;限制和缩小爆炸危险区域范围,并将可能释放爆炸性粉尘的设备单独集中布置,将气流粉碎等粉尘区域单独隔开并形成车间负压,以减少粉尘产生。喷雾状水,在被粉碎的物质中增加水分促使粉尘沉降,防止形成粉尘云。车间内保持清洁,消除粉尘源。投料、放料时控制粉尘扩散,防止粉尘在空气中形成爆炸性粉尘云,清理设备时禁用压缩空气吹扫。制定粉尘清扫制度,避免粉体不正常滞留、堆积,尽量密闭化操作、定期清扫、粉尘排放收集。

4.3 控制氧含量

从进料、粉碎、分级、输送、分离及包装全过程中物料均在惰性气体保护下,在全封闭微正压系统中,通过氧分析仪在线检测,控制氧含量至火焰不能传播的数值;氧含量降低同时会增大粉尘云的着火温度、点燃能量和爆炸下限,以使粉尘云点燃能力下降。在生产中控制罐内氧气浓度。安装氧气浓度传感器,监测罐内氧气浓度,设定报警浓度($\leq 6\%$),设置报警断仪。

4.4 防护措施

按国家标准规范设计、安装、维护和使用除尘系统,

配备泄爆装置,加强定时规范清理粉尘,使用防爆电气设备,落实防雷、防静电等措施,加强职工粉尘防爆安全知识的教育培训,对相关生产系统的作业场所、设备设施、危险岗位,通过隔离危险源、采取技术手段,实施个体防护等措施加强风险管控。设计、制造粉体加工设备,采用增加设备的厚度的方法以增大设备的抗压强度,对粉体生产厂房采用轻质屋顶、墙体或增开门窗,以遏制粉尘爆炸威力。采取静电除尘、脉冲除尘、封闭设备、通风排尘、润湿降尘等措施控制粉尘。利用防爆板、防爆门、无焰泄放系统对所保护设备在发生爆炸的时候采取的主动爆破,泄放爆炸压力的办法泄压,以达到保护粉体处理设备的安全。采用清洁生产工艺,降低粉尘产生与排放;加大安全管理力度,及时清扫生产现场,定期检修生产设备,经常湿式打扫车间地面和设备,防止粉尘飞扬和聚集。保证系统密闭性,必要时对密闭容器或管道中的可燃性粉尘充氮,减少氧含量,抑制粉尘爆炸。

5 结论

总之,风险辨识专业性强,要提高风险辨识准确性和完整性,掌握粉尘爆炸风险底数,必须努力学习,不断提升技术素养,才能挖掘生产关键环节中潜在风险点,发现安全漏洞和死角,实现风险源头管控。

参考文献:

- [1] 李永怀,蔡周全.药业生产过程粉尘燃烧爆炸事故及分析[J].科技创新导报,2010(3):1.
- [2] 牟延旺.安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设[J].中国石油和化工标准与质量,2019(12):72-73.
- [3] 陆棋,沈德隆,孙新芳.农药制剂企业粉尘爆炸的环境判据及防治措施[C]//第十四届全国农药交流会论文集,2014.
- [4] 赵宽.安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制体系建设及应用[J].居舍,2020(7):8.

作者简介:吴重言(1952-),男,中国江苏建湖人,本科,高级经济师,从事化学工程研究。

通讯作者:吴伟(1976-),男,中国江苏建湖人,博士,产业教授,从事化学工程研究。

徐其文(1968-),男,中国江苏建湖人,本科,高级工程师,从事化学工程研究。