

化工企业火灾爆炸致灾因素及安全防控措施

邵东卫

浙江天为安全科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：化工企业在生产、储存、运输等环节涉及大量易燃易爆物质，火灾爆炸事故风险较高。此类事故不仅会造成严重的人员伤亡和财产损失，还会对周边环境造成极大破坏。本文先阐述化工企业生产特点及火灾爆炸事故分类，进而深入分析致灾因素，针对性地提出安全防控措施，旨在为化工企业预防火灾爆炸事故提供参考。

关键词：化工企业；火灾爆炸；致灾因素；安全防控

1 化工企业火灾爆炸事故概述

1.1 化工企业生产特点

化工企业的生产过程具有复杂性、连续性和高风险性等显著特点。从原料来看，化工生产所使用的原料大多为易燃易爆的危险化学品，如甲醇、过氧化叔丁醇、苯乙烯等，这些物质在储存、运输和使用过程中，一旦遇到火源、高温或受到撞击等，极易发生燃烧、爆炸事故。生产工艺方面，化工生产往往需要在高温、高压、储存的要求真空等特殊条件下进行，涉及的化学反应复杂多样，如硝化、氯化、氟化、重氮化、过氧化等，反应过程中若温度、压力、流量等参数控制不当，就可能导致反应失控，引发火灾爆炸。同时，化工生产的工艺流程长，各环节之间相互关联，某一环节出现问题，很容易波及到其他环节，造成事故的扩大蔓延。另外，化工企业的生产装置大型化、自动化程度较高，但也存在设备密集、管道纵横交错的情况，设备和管道的泄漏风险较高。而且，化工生产大多为连续性作业，生产周期长，一旦出现故障或紧急情况，停车的难度较大，也会增加事故发生的概率。

1.2 火灾爆炸事故分类

根据事故发生的原因和场景，化工企业火灾爆炸事故可分为多种类型。按物质燃烧爆炸的特性，可分为气体火灾爆炸、液体火灾爆炸和固体火灾爆炸。气体火灾爆炸多由可燃气体泄漏引起，如天然气、煤气、液化石油气等，这些气体与空气混合达到一定浓度范围，遇到火源后会迅速发生燃烧爆炸，具有传播速度快、破坏力强的特点。液体火灾爆炸主要是由于可燃液体的挥发蒸气与空气混合形成爆炸性混合物引发的，如汽油、甲醇、乙酸乙酯等。可燃液体在储存、运输或使用过程中，若发生泄漏，其蒸气会在空气中扩散，当遇到火源时就会发生火灾爆炸。此外，部分液体在加热过程中可能会发生沸溢、喷溅等现象，进一步加剧火灾爆炸的危

害。按事故发生的环节，可分为生产过程火灾爆炸、储存过程火灾爆炸和运输过程火灾爆炸。生产过程火灾爆炸主要是由于生产工艺失控、设备故障、误操作等原因导致的，如反应釜内物料反应失控、管道泄漏等引发的事故。储存过程火灾爆炸多因物料储存不当引起，如储罐超装、物料混存、储罐腐蚀泄漏等^[1]。运输过程火灾爆炸则可能是由于运输车辆发生碰撞、泄漏，或运输过程中未采取有效的防火、防爆措施等导致的。

2 化工企业火灾爆炸致灾因素分析

2.1 易燃易爆物质的存在

易燃易爆物质是化工企业火灾爆炸事故的物质基础。化工生产中使用的许多原料、中间产品和成品都具有易燃易爆的特性。例如，乙烯是一种重要的化工原料，其闪点低、爆炸极限范围宽，在空气中浓度达到一定范围时，遇火源极易发生爆炸。这些易燃易爆物质在生产、储存、运输和使用过程中，如果发生泄漏，与空气形成爆炸性混合物，一旦遇到火源就会引发火灾爆炸事故。此外，一些物质在特定条件下还可能发生自燃现象，如黄磷，在空气中会自然发热，达到着火点后就会燃烧。

2.2 设备与工艺缺陷

设备和工艺的缺陷是导致化工企业火灾爆炸事故的重要原因之一。在设备方面，如果设备选型不当、材质不符合要求、制造质量差、安装不规范等，都可能导致设备在运行过程中出现故障。例如，储罐的材质如果不耐腐蚀，长期使用后可能会出现罐体穿孔，导致物料泄漏。在工艺方面，工艺设计不合理、操作参数控制不当等也会引发事故。比如，反应温度过高或过低、反应压力过大或过小、物料配比不合理等，都可能使反应失控，产生大量的热量和气体，引发爆炸。此外，设备的维护保养不及时、不到位，也会加速设备的老化损坏，增加事故发生的风险。

2.3 人为因素

人为因素在化工企业火灾爆炸事故中起着关键作用。操作人员的违规操作是常见的人为致灾因素之一。例如，在未进行安全检查的情况下就启动设备、违反操作规程进行物料投放、在设备和管道上进行敲打等。这些违规行为可能会直接引发火灾爆炸事故。操作人员的安全意识淡薄、责任心不强也会导致事故的发生。一些员工对化工生产的危险性认识不足，缺乏必要的安全知识和技能，在工作中麻痹大意，不严格遵守安全规章制度^[2]。企业管理人员的安全管理水平也会影响企业的安全生产。如果管理人员对安全工作重视不够，安全管理制度不健全，安全培训教育不到位，就无法有效预防和控制事故的发生。

2.4 火源管理不善

火源是引发化工企业火灾爆炸事故的必要条件。化工企业中的火源种类繁多，包括明火、电气火花、静电火花、摩擦撞击火花等。明火如焊接、切割作业产生的火焰，如果未采取有效的防火措施，在易燃易爆场所进行作业，就可能引发火灾爆炸。电气火花是由于电气设备故障、短路、过载等原因产生的火花，在化工企业中，电气设备分布广泛，如果电气设备选型不当、安装不规范、维护保养不及时，就容易产生电气火花。静电火花是由于物体之间的摩擦、接触分离等原因产生的静电放电现象，在化工生产中，物料的流动、搅拌、过滤等操作都可能产生静电，如果静电积累到一定程度，就会发生静电放电，引发火灾爆炸。摩擦撞击火花是由于机械设备零部件之间的摩擦、撞击产生的火花，如金属工具与设备表面的碰撞等。

3 化工企业火灾爆炸安全防控措施

3.1 合理设计与优化工艺

合理的设计和优化的工艺是预防化工企业火灾爆炸事故的基础。在项目设计阶段，应进行全面的风险评估，根据生产过程中涉及的易燃易爆物质的特性、生产工艺的要求等，制定科学合理的设计方案。在选址方面，应远离居民区、学校、医院等人员密集场所，同时考虑周边的自然环境和交通条件，避免因选址不当增加事故发生的风险。在工艺设计上，选择安全可靠、技术先进的生产工艺，尽量减少易燃易爆物质的使用量和储存量。对于危险的化学反应，应设置有效的安全防护措施，如安全阀、爆破片、紧急切断阀等，确保在反应失控时能够及时泄压、切断物料供应，防止事故的扩大。同时，要优化工艺流程，减少物料在生产过程中的停留时间，降低反应失控的概率；对于现有的生产工艺，应

定期进行安全评估和优化改进。通过对生产过程中的工艺参数、设备运行状况等进行分析，找出工艺中存在的安全隐患，并采取相应的改进措施。例如，对反应釜的温度、压力控制系统进行升级改造，提高参数控制的精度和稳定性；对工艺流程进行调整，减少物料的泄漏点等。应积极引进和采用成熟的、有效的新技术、新工艺，提高生产工艺的安全性和可靠性。

3.2 加强设备管理与维护

设备的正常运行是化工生产安全的重要保障，加强设备管理与维护能够有效降低火灾爆炸事故的发生风险。首先，应建立完善的设备管理制度，明确设备管理的职责和流程，从设备的采购、安装、调试、使用、维护、检修到报废等各个环节进行全过程管理。在设备采购时，应选择符合安全标准和生产要求的设备，确保设备的质量和性能。根据设备的类型和运行状况，制定合理的检查和维护计划，定期对设备的外观、性能、密封情况等进行检查，及时发现设备存在的故障和隐患。对于发现的问题，要及时进行维修和处理，确保设备恢复正常运行。例如，对管道进行定期的壁厚检测和腐蚀情况检查，发现腐蚀严重的管道及时进行更换；对阀门进行定期的开关试验和密封性能检查，确保阀门的正常工作；特种设备的管理应更加严格，要按照国家相关规定进行定期检验和校验，确保特种设备的安全运行^[3]。同时，要加强设备的润滑管理，定期对设备的润滑部位进行润滑，减少设备零部件之间的摩擦和磨损，延长设备的使用寿命。

3.3 强化火源管理

强化火源管理是预防化工企业火灾爆炸事故的关键措施，第一，严格控制明火的使用，在生产区域内严禁吸烟、使用明火取暖等行为。确需进行动火作业时，必须办理严格的动火审批手续，制定详细的动火作业方案，采取有效的安全防护措施，如清理动火作业周围的易燃易爆物质、设置防火隔离带、配备灭火器材等。动火作业前，要对作业环境进行检测，确保可燃气体浓度在安全范围内；动火作业过程中，要有专人监护；动火作业结束后，要对作业现场进行检查，确认无火灾隐患后方可离开。第二，加强电气设备的管理，防止电气火花的产生。应根据生产环境的特点，选择合适的电气设备，如在易燃易爆场所应使用相应类别的防爆电气设备。定期对电气设备进行检查和维护，及时发现和处理电气设备的故障和隐患，如更换老化的电线、修复松动的接头等。要加强电气线路的管理，避免电气线路过载、短路等情况的发生。第三，有效控制静电火花，采

取必要的防静电措施。在易燃易爆物质的输送、装卸、搅拌等过程中，应安装静电接地装置，并定期对静电接地装置进行检测，确保其接地电阻符合要求。操作人员应穿着防静电服装和鞋子，避免因人体静电产生火花。另外，还可以在物料中添加抗静电剂，减少静电的产生。第四，防止摩擦撞击火花的产生，在设备运行过程中，要确保设备的零部件安装牢固，避免零部件之间的摩擦和撞击。在物料的输送和处理过程中，要避免物料与设备之间的剧烈摩擦。在生产区域内，应避免使用易产生火花的工具，如铁制工具等。

3.4 提升员工安全素质

员工是化工生产的直接操作者，提升员工的安全素质能够从根本上减少人为因素引发的火灾爆炸事故。首先，加强员工的安全培训教育，制定系统的培训计划，根据不同岗位的特点和要求，开展针对性的培训。培训内容应包括安全法律法规、安全基础知识、操作规程、火灾爆炸事故的预防和应急处置等方面的知识。培训形式可以多样化，如课堂讲授、案例分析、现场演示、模拟演练等，提高员工的学习兴趣和培训效果。定期对员工进行考核，考核结果与员工的绩效挂钩，确保员工能够掌握培训内容。对于新入职的员工，要严格落实岗前培训，培训合格后方可上岗作业。对于特种作业人员，必须按照国家相关规定进行培训和考核，取得特种作业操作资格证书后方可上岗。增强员工的安全意识，通过开展安全宣传活动、张贴安全标语、播放安全警示片等方式，让员工充分认识到化工生产的危险性，提高员工的安全警惕性。同时，要鼓励员工积极参与安全管理，对发现的安全隐患及时进行报告，对提出合理化建议的员工给予奖励；建立健全员工的安全行为规范，明确员工在工作中的安全职责和行为要求，对员工的操作行为进行严格的监督和管理。对违规操作行为要及时进行纠正和处罚，避免因违规操作引发事故。还应关心员工的身心健康，合理安排员工的工作时间，避免员工因疲劳作业而出现操作失误。

3.5 完善安全管理体系

完善的安全管理体系是化工企业预防火灾爆炸事故的重要保障。首先，应建立健全安全生产责任制，明确企业各级管理人员、各部门和员工的安全职责，将安全责任落实到每一个人。企业的主要负责人是安全生产的

第一责任人，要对企业的安全生产工作全面负责；各级管理人员要履行好各自的安全管理职责；员工要严格遵守操作规程，做好本职工作的安全防护^[4]。建立完善的安全生产管理制度，包括安全检查制度、隐患排查治理制度、应急管理制度、安全培训制度等。安全检查制度应明确检查的内容、频率、方法和责任人，定期对企业的生产现场、设备设施、安全管理制度等进行检查，及时发现和消除安全隐患。隐患排查治理制度应明确隐患的排查、登记、整改、验收等环节的要求，对发现的隐患要及时进行整改，确保隐患整改到位。应急管理制度应包括应急预案的制定、应急救援队伍的建设、应急救援设备和物资的储备、应急演练等方面的内容。企业应根据自身的实际情况，制定科学合理的应急预案，并定期组织应急演练，提高企业应对火灾爆炸事故的应急处置能力。同时，要加强应急救援队伍的建设，配备必要的应急救援设备和物资，确保在事故发生时能够及时进行救援。加强安全文化建设，营造良好的安全文化氛围。通过开展安全文化活动、培育安全文化理念等方式，让安全文化深入人心，使员工在工作中自觉遵守安全规章制度，形成良好的安全行为习惯。

结束语

综上所述，化工企业火灾爆炸事故具有极大的破坏性和危险性，必须采取有效的安全防控措施加以预防。通过合理设计与优化工艺、加强设备管理与维护、强化火源管理、提升员工安全素质和完善安全管理体系等多方面的努力，可以显著降低火灾爆炸事故的发生概率。未来，化工企业应继续加强安全管理，不断探索和实践新的安全技术和方法，为企业的可持续发展和社会的和谐稳定贡献更多的力量。

参考文献

- [1] 孙国军.煤化工企业火灾风险分析及救援要点探讨[J].化工管理, 2023(08): 75-77.
- [2] 王强.石油化工企业消防安全现状及处置对策[J].石化技术, 2023, 30(01): 207-209.
- [3] 吕彦杰.化工企业火灾爆炸事故特性及对策建议[J].消防科学与技术, 2022, 41(6):856-859.
- [4] 刘万金.化学纤维产品库房火灾处置方法研究[J].化纤与纺织技术, 2022, 51(3):104-106.