

化工工艺设计中安全危险的识别与控制

宋会婷 谭开军（山西中信安评科技有限公司，山西 长治 046000）

摘要：化工企业在产品生产制造过程中，各类安全隐患随处可见。该类安全问题的客观存在，不但使化工生产工作者生命安全受到一定威胁，还会对企业造成毁灭性的打击。为确保化工生产环节顺利开展，需要加强化工工艺设计管理力度，分析化工工艺设计期间的安全风险识别要点，制定出可行的风险控制对策。针对化工生产期间可能存在的不安全隐患，不断优化现有安全防护管控机制，确保化工生产全过程均能够得到严格管控，尽早实现综合效益最大化目标。基于此，本文主要探讨了化工工艺设计中安全危险的识别与控制。

关键词：化工工艺设计；安全危险识别；控制对策

随着我国化工自动化控制发展越来越快速、应用越来越广泛，化工自动化控制技术越来越重要，其对提高化工水平、改善化工劳动效率、降低消耗及提高经济效益的作用越来越大。在对化工工艺进行实际设计的过程当中，存在着非常多的危险因素，对于这些存在的主要安全问题需要选用高效的措施来进行解决以及规避，对此有关的设计规划人员需要持续地进行学习以及对相对应的设计要点进行进一步的总结，以此来为化工工艺安全设计工作的开展提供进一步的保障。

1 化工工艺设计内容

化工行业属于我国经济发展支柱行业，直接影响国民经济形势，随着我国居民消费能力的整体提高，也带动了化工行业的迅猛发展。化工工艺设计是一项复杂且系统的工作，贯穿于化工生产全过程。在化工工艺设计过程中，应当结合实际生产要求，严格遵循生产期间的各项安全规定。现阶段化工生产主要包括化学原材料生产、化学条件控制、化学反应以及化工材料提取等环节。这些环节危险性高，在安全管控不当的情况下经常会出现各类事故问题，造成巨大的经济损失及人员伤亡。同时，化工工艺设计工作也具有一定的特殊性，先进科技技术的含量较高，存在着很多未知的物理及化学参数，使安全设计环节需要面临较多的难点与不确定因素。因此化学工艺设计期间，需要重点关注风险识别与安全控制工作，最大限度控制安全事故发生概率^[1]。

2 化工工艺设计需要遵循的基本原则

2.1 资源缺乏

我国化工工艺设计一般使用的参考依据是已知的资料，相关实验数据和现实操作资料较为欠缺，整个数据的可分析性和完整性并不能经得起反复推敲研究，这样的设计参考资料的匮乏并不利于提升化工工艺的设计安全性。

2.2 工艺流程独特

化工工艺由于生产设计存在一定的独特性，不同的生产线都会因为不同的生产目的而做出相应的改动。这些具有独特要求的特定生产工艺设计，并不能进行推广大规模生产。对此导致在进行安全设计期间，并不具备足够的参考标准和相关实验数据。

2.3 工作量较大

化工工艺设计的整体投资成本较高，整个工作生产设计流程涉及到的工艺设备较多。为了切合具体的企业生产要求，结合生产环境的制约条件和生产反应空间等因素进行考量，一些生产零部件要进行特殊处理。化工生产期间涉及到的物质生产原材料具有唯一性和唯一性。这样的现实原因也为化工工艺设计带来了额外的巨大工作量^[2]。

3 化工工艺设计的特征

3.1 设计条件复杂且变化较多

用在化工生产产品环节的化工各类设备常会受到外界和内部环境因素的影响，需要完成各类环境条件因素的相关实验，在均衡各项环境下能够用于整个化工工艺设计生产程序，控制各项生产因素，完善各项生产环节，可以最大化的保证化工产品生产质量。

3.2 化工工程设计成本较高且工作量比较大

化工设计应用材料不是日常应用的普通材料，是较为独特的材料，具有市场强大的竞争力，致使化工企业在设计运行流程资金不断增加，要求科研过程中大量经费，致使化工设计程序产生巨大成本。此外，化工设计应基于化学工作原理进行，要求有关人员应熟悉化学各项原理对应的功能之后，才能有效设计后续程序，因此，化工设计工作量也会增大。

4 化工工艺设计中安全危险因素识别

4.1 管道安装风险

化工工作人员加工原材料过程中，需要设计多种类型的化学工艺管道，在实际工作中受到多种相关因素的干扰，如管道质量不符合相应标准要求，增加了其被化学物质腐蚀的现象发生，造成管道产生泄露问题。另外，设计人员对管道进行设计的过程中存在不合理的现象，对物料的传送产生不良影响，对正常的化学反应时间具有直接影响，进而对化工企业产生严重的经济损失，甚至造成化学反应无法顺利进行，引发一系列安全事故。

4.2 化工物料影响

开展化工安全生产过程中，化工物料也是最常见的危险因素，主要是由于化工工艺的特殊性，一旦物料出现了细微的偏差，很有可能会造成重大的意外事故。在

化工行业快速发展的过程中，市场上的各种原材料种类越来越多，物料类型也越来越丰富，在实际化工安全设计时，同一种物料，可选择性相对较多，如果设计人员专业素质不过关，没有对市场上同类型的物料性能进行认真的比对，很有可能会导致物料选择错误，影响化学反应的顺利进行。

4.3 化工设备风险

化工生产需要使用管道运输气态、液态、固态各种状态的反应物料，但此类物料多具有易燃易爆、强碱或强酸特性，若发生泄漏一方面污染环境，另一方面可能造成安全事故，引起人员伤亡，对企业造成财产损失。防城港化工厂“4·17”爆燃事故中，即因管道泄漏造成硫酸、石油气、异辛烷混合物等燃烧物泄漏，引发火灾。南京化工厂“7·28”爆炸事故亦是因管道泄漏而起，拆迁公司违规对南京塑料四厂厂区进行拆迁，碰裂地下丙烯管线，造成丙烯泄漏，混合空气形成爆炸性混合物，遇明火发生爆炸。在化工生产过程中，化工设备可能产生的安全危险因素如果不能够第一时间予以处理，不但会对化工生产活动的效率带来影响，同时还威胁到对相关作业人员的人身安全，甚至诱发重大安全事故的发生。

4.4 化学反应器的设计问题

化工生产过程中，要运用化学反应器完成不同环节中化学反应。如果化学反应器的设计或者应用存在问题，会导致化学反应不成功，也会带来一定的安全隐患。这种危险因素的存在，与对化学反应研究的不充分有关。在不同的反应物质中以及不同数量的物质反应过程中，化学反应器的应用需求是有所区别的，如对反应的过程以及其中产生的危险未能能够全面考虑，就会造成化学事故。较为常见的事故类型，包括爆炸的事故以及由于反应火花所引起的事故，危险性较高。另外，对于化学反应的速度不能忽视。由于化学反应中速度较快，在事故发生之后往往缺乏及时的控制手段，会造成严重的危险后果。

4.5 人员使用危险

操作人员在日常的生产过程中占据主体地位，他们需要进行日常的工艺操作、故障情况下的修复操作和紧急情况下的应急操作。他们对设备、工艺、物料的熟悉程度和对工艺操作的熟练掌握程度从很大程度上决定了装置是否能安全运行。因此对于相应的工作人员提出较高的要求和标准，在化工工艺设计的过程中，部分的材料和生产设备都具有一定的风险，如果工作人员没有对于他们进行规范操作和使用，就会引发相应的安全事故。

5 化工工艺设计中安全危险控制措施

在化工工艺设计过程中，危险因素主要就是指生产时可能出现的各类事故隐患问题以及可能造成损失的不安全条件。危险识别与控制工作应当针对化工生产工艺各环节开展。结合化工生产具体要求，选择安全先进的

工艺生产路线，避免在生产时使用落后的生产设备。由于化工生产装置种类较多，蕴含的风险因素各不相同。为从根本上保障装置设计的安全性，应结合不同风险因素制定出专项可行的控制方式。

5.1 健全安全监督管理体系

在分析与准确识别化工工艺安全设计的过程中，常存在很多危险因素，我们需要依照相关危险防范与控制规定，构建相应的安全监管控制制度体系，其具体内容如下：第一，加强企业所有人员安全管理防控意识，并认真做好各个环节与流程的规范管理工作，确保其生产操作的安全与规范性。第二，设置专门的人员管理部门，负责相应的安全管控相关工作适宜，例如各环节人员安全培训教育与生产操作相关要求与原则的宣传工作等。第三，监督管理部门还应发挥其自身作用，准确和清晰的判断出化工工艺安全设计时可能存在的安全隐患，并在实际生产运行中应严格把控该类风险因素的控制。

5.2 严格控制化工设计周期

为了确保化工生产的顺利开展，切实提高工艺设计的安全性，就必须控制好设计周期。首先，设计人员在正式开始设计之前，需要对相关的资料进行仔细查询，例如对比之前遗留的数据以及化工工序是否存在不合理或者错误的情况。第二，在设计完成以后，还需要进行认真的检查，对于重点环节以及相关信息进行模拟试验，最大程度的保证化工工艺设计的安全性。第三，结合设计周期进行合理的安排，过短和过长都会对实际化工设计产生一定的影响，最好保证在实际的设计周期增长10%，以此来保证化工工艺设计的科学性和合理性。

5.3 加大工艺路线控制力度

化工生产流程路线以极强的连续性与复杂性为典型特点，各流程之间密切相关，任何一个环节受滞都会影响整体生产过程，使企业蒙受巨大经济损失的同时，也会招致安全事故。大连西太平洋石油化工有限公司“11·18”硫化氢中毒事故中，清洗作业人员未按照清洗方案对换热器管束进行清洗，导致磷酸等药剂加入时，与换热器壳程中硫化物反应产生硫化氢气体，致使工作人员中毒身亡。由此可见，设计人员完整掌握整个化工工艺生产流程路线非常关键，应对流程中的危险因素进行辨识与改善，确保各环节符合安全要求。对此，各企业工艺设计工作人员应该做好本职工作，并加大质量检验、质量控制力度，有针对性解决上述问题。其一，工作人员应该基于现实情况，合理设计、优化质量控制体系。这就要求相关人员细致调查、分析现有化工产品，并对其加工路线进行细致研究。实践发现，工作人员在此基础上，合理展开路线设计与优化部分工作，能够使其应用质量大幅提升。其二，各企业应该安排具备专业素质的流程设计人才辅助工作。工作期间，相关人员应该明确自身工作职责，并借此研发、应用更为有效的监督、控制体系。经实践发现，工作人员对生产流程、工作流

程进行严格控制，能够使其工作效率大幅提升。

5.4 化工原料运输和储存

化工生产过程中运用大部分原料都具有爆炸、腐蚀等危险性，为有效防止原料在运输、存储、使用过程中出现安全风险，必须要引起充分重视并落实好安全管理。首先，在设计之初应当对涉及到的所有物料的理化性质进行全面透彻的了解，对运输、存储过程中容易产生的隐患点进行深入研究，从本质上杜绝隐患，开展好检查记录作业，确保所有的化工原料及产品能够得以安全规范管理和存储；其次，应当做好涉及物料安全风险信息的记录，提前拟定相应的安全风险管控预案，确保管控计划的可执行性和灵活性，保证物料能够安全稳定地运输与存储；最后，是在运输环节必须要落实好监管职责，避免在运输时存责任推诿的现象。与此同时，对化工企业而言必须要有依法依规的存储仓库，做好仓库管理，防止有禁忌的物料储存在一起。

5.5 科学选用工艺系统与化工设备

工艺系统与化工设备选择过程中，首先，针对整个工艺系统，应当严格遵循规定，设置全面的防火、防爆、防毒、防尘、防泄漏、防腐蚀等措施，强化正常工况与非正常工况下的危险物料控制，如安全泄压、事故排放、连锁防护、紧急切断等。可在化工工艺设计过程中引入自动控制系统，如DCS集散控制系统，其可以集中控制，亦可以分散管理各个过程控制点，适应各种控制要求。其次，关于常用设备，以压力容器为例，其多应用于各类高温、高压、高腐蚀性、深冷等生产环境中，且其需要盛装危害性较高的化学介质或液化气体，需严格按照相关法律、法规与标准规范对容器进行加工制造。

5.6 科学设计化工管道

开展化工生产过程中，管道主要通常是为了运输具有易燃、易爆、高腐蚀性的物料。如没有对管道进行安全危险防控，有害物质泄漏，会严重影响到装置正常运行水平，导致大面积环境污染问题出现。因此在化工管道设计时，需要对发生泄漏的问题进行细致研究，从材料选择、管道布置、振动及应力分析等方面进行方案优化，避免在管道运行期间出现泄漏问题。化工管道设计人员需要明确认知化工生产全过程技术要求，认知管道系统在工艺流程中发挥出的积极作用，结合管道操作条件、介质物化特征、腐蚀情况及工艺等方面的要求，选择适宜的管道及阀门材质、法兰结构与密封面形式。管道布置设计工作也应当严格遵循管道仪表流程图内容，为后续管道安装及维护工作提供有利条件。

5.7 严格控制反应容器

化工工艺安全设计工作实施过程中，需要加强对反应容器的控制工作。例如，在进行甲醇制取烯烃时，设计人员则要优先选择气液混合容器，便于观察在反应过程中的液位情况与流量情况，同时还要提前检查好容器的密闭性是否符合设计要求。此外，为了能够使化学反

应的平稳进行，设计人员应在进料泵口处安装自动化报警装置与安全阀门，以此来减少超压情况的出现。由于反映和报警器之间存在着连锁关系，如果在反应过程中发生异常现象，设计人员需要在第一时间启动连锁装置。在日常的工作中，务必要制定出电气设备与线路的检查制度，确保设备一直处于良好地运行状态，以此来避免出现短路或漏电现象，影响设备的使用寿命。

5.8 重视安全防护设施

化工工艺安全设计过程中，企业当中的安全防护措施也必不可少。一般情况下，化工企业中的一些产品都具备易燃易爆、腐蚀等特点，所以，在进行实际工作时，必须按照严格的生产规范和要求进行操作，防止在工作时发生突发状况。对于化工企业来说，为了提供一个安全的工作环境，不仅需要严格的规定规范，而且还需要配备一定的安全防护措施，以能够提前对一些危险因素进行防范和预防，让化工设计过程更能够顺利进行。对于一些必要的安全防护措施，企业可以配备一些安全防火门、灭火器以及其他安全设备，并且要对这些安全设备进行定期检查与维护，保证在工作时都是良好的，不会出现质量问题。

5.9 优化相关技术改造升级

伴随着我国社会经济和科学技术发展，对整个化工行业分析来看，化工工艺生产技术与设计工作取得了很大发展。值得我们注意的是，我国化工生产制造中仍存在部分安全问题亟待处理。除上述所提到的各类措施之外，应对当前现有生产技术进行不断升级与创新，只有这样才可以提高化工生产安全，还能在很大程度上提高化工生产工作效率及产品质量水平，提高化工企业整体经济效益。此外建议各个化工企业在整个设计环节应与各个技术部门开展大力合作，通过深入交流与沟通，对化工企业各项生产设备进行升级与改造，提出设备应用有关合理意见和建议，针对该类设备更新和完善各类应用方式，将化工安全设计防范工作控制到最好。

综上所述，化工生产与我国国民经济的发展有着十分紧密的关联，而化工生产安全是其稳定健康进展的重要基础。化工生产的过程是复杂的，通常由多个生产的过程相连接。为此，化学工程师需要遵循生产的原则，对工艺的程序以及工艺细节进行设计，确保化工生产能够满足生产的条件以及安全的条件。在进行化学设计的过程中，化工设计师对安全生产的设计，要基于化学原料的选择以及相应设备生产的需求进行。同时，也不可忽视人员操作环节存在的影响因素，确保设计的全面安全。

参考文献：

- [1] 伍燕碧. 分析化工安全设计中的危险因素及应对措施 [J]. 云南化工, 2019, 46(06):147-148.
- [2] 张大亮. 化工工艺安全设计中的危险因素及消除途径 [J]. 科技风, 2020(12):176-177.