

化工工艺安全及储运技术的探究

于胜男 王丙辉（济南和鉴信成技术服务有限公司，山东 济南 250002）

摘要：石油化工作为我国的支柱型产业，在国民经济发展进程中始终扮演着重要角色，但是，在化工生产及化工原料存储与运输过程中，受到管理机制、加工工艺、人为操作等因素的影响，极易引发火灾、爆炸、中毒等一系列安全事故，不仅使现场作业人员的生命安全受到威胁，并且也给化工企业造成了巨大的经济损失。为此，化工企业应当不断对生产工艺流程进行优化，不断对存储运输技术予以创新，进而将各类安全事故的发生概率降到最低点，使企业实现既定的安全指标与各项经济指标。本文首先论述化工工艺流程存在的安全问题，并着重围绕保障化工工艺安全采取的主要措施以及储运创新技术予以全面阐述。

关键词：化工工艺；储运技术；安全措施；经济效益

生产工艺安全与化工原料储运安全是化工企业各项管理工作的重中之重，如果忽略了安全管理工作的的重要性，势必会影响企业的对外形象与各项经济指标的完成率，因此，在化工企业发展进程中应当始终把生产工艺及存储运输安全关，并通过对生产工艺流程、存储运输环节涉及的危险性因素的精准识别，来制定一套科学完整、可行性高、实效性好的安全管理方案，以消除生产过程与储运过程中的安全风险隐患，助力企业实现经济效益与社会效益双增长的美好愿景。

1 化工工艺流程存在的安全问题

相比于其他行业，石油化工行业的工艺流程较为复杂，并且生产过程当中存在诸多安全风险隐患，如果操作不当或者违背了正常的工艺生产流程都可能引发一系列安全事故。比如在化工原料的加工处理环节，需要经过粉碎、净化等物理处理工序，然后在各种催化剂的作用下进行化学反应，进而生产出社会各领域所需的化工产品。其中，化学反应一般在特定的压力容器内进行，并且对安全设计、操作条件提出了严格要求，如果不符合这些要求则极易埋下安全风险隐患。

1.1 缩短研发与测试周期

众所周知，化工生产流水线在投入使用之前需要经过一系列测试、检验工序，才能最大限度地降低安全事故的发生概率。但是，一些化工企业为了尽快获得投资回报，往往忽略了测试与检验工序的重要性，在未能准确的验证生产线的各项安全性能时，便盲目的投入生产。这种缩短研发与测试周期的作法一方面给增加了安全事故的发生概率，另一方面也会直接影响企业的经济效益。比如化工生产线需要设置压力仪表、温度计、阻火器、超压报警装置等安全监控设施，

为了验证这些设施的灵敏度需要进行事前测试，如果测试周期较短，则很难准确的判定出这些设施在使用过程中会出现哪些问题、存在哪些隐患。以超压报警装置为例，如果在超压的情况下，该装置不会做出报警反应势必会增加爆炸事故的发生概率。因此，无故缩短研发与测试周期是引发安全事故的一个重要因素^[1]。

1.2 人为操作失误

化工原料多属于易燃易爆或者有毒、有害的物质，在化工生产过程中，如果违反操作规程，则极易埋下重大的安全风险隐患。正常情况下，化工生产企业针对一线操作人员每年都会进行岗位技能培训，但是却缺少对培训效果的验证措施，导致培训过程流于形式。比如化工生产过程中将产生大量的化学废料，这些废料具有易燃易爆、腐蚀或者有毒的特性，甚至还会产生放射性污染，如果在存储、清理、转运过程中处置方法不当，防护措施不到位，人为失误率高，必然会引发一系列安全事故，进而给现场操作人员的生命安全构成直接威胁，同时也会给周边自然生态环境造成严重污染。

2 化工工艺安全措施

2.1 了解化工原料属性，加大岗前培训力度

化工原料主要划分为固态、液态、气态三种形式，在实际生产当中会形成不同状态的成品、半成品、副产物，经过化学反应生成的物质，其物理性质、化学性质存在显著差异，如果现场操作人员不了解这些物质的基本属性，则很容易在后续的作业生产过程中引发安全事故。因此，化工企业应当加大对现场操作人员的岗前培训力度。让操作人员清楚的了解和熟练掌握这些化工原料的基本属性。比如化工原料的自燃点、

爆炸极限等属性，如表 1 所示。

表 1 化工生产常用气体原料的爆炸极限（20℃及 1atm 下）

化工原料	爆炸极限 % (体积)		化工原料	爆炸极限 % (体积)	
	下限	上限		下限	上限
甲烷	5.00	15.00	乙烯	2.75	28.60
乙烷	3.22	12.15	乙炔	2.50	80.00
丙烷	2.37	9.50	氢气	4.00	74.20
丁烷	1.86	8.41	硫化氢	4.30	45.50

从表 1 可以看出，这些气体原料具有不同的爆炸极限，如果超出爆炸上限，势必会引起爆炸事故。因此，现场操作人员在进入操作状态之前，应当事先做好充分的准备工作，并在专业技术人员的指导下对每一种化工原料的属性、特点进行学习，以避免误操作现象的发生。

2.2 优化和改进化学反应容器的设计思路

化学反应容器是化工生产过程中不可或缺的重要装置，容器的安全性能直接关系到化工生产安全，如果设计不合理，则很容易埋下重大的安全风险隐患。因此，化工生产企业在使用各种化学反应容器之前，需要对容器的设计方案进行严格审查，以降低各类安全事故的发生概率。首先，与容器相连接的空气、蒸汽、氮气等公用物料管道，在管道口的位置需要增设切断，如果化工原料具有可燃性特征，还需要在切断阀前端设置止逆阀。其次，为了有效控制气体压力，容器顶部气相出口的位置应当设置调节阀，而液相出口需要设置切断阀。控制液位容器需要增设液位报警装置与连锁装置，一旦液位超限能够快速做出应急响应。最后容器底部液相出口的位置需要加设溢流管，管长以 150mm 为宜，这样可以有效防止管口堵塞。此外，为了满足生产作业需求，容器在工作状态下需要适当的采取一些隔热、保温、防冷措施，避免出现固相、液相、气相等形态相互转化的情况。

2.3 科学选择管道材料，合理布置化工管网

管道主要用来输送化工原料，在各类化工生产安全事故中，因化工管网而引发的安全事故始终占据较大的比重，而事故原因多与管道材质有关，为此在选择管道材料时，化工企业应当遵循“优中选优”的原则，以改善和提高化工管网的安全性能。在选择管道

材料之前，首先需要对管道内部输送的介质性状特征进行了解，比如原料的物理性质、化学性质、温度极值、压力允许值等，然后再了解和掌握外部条件信息，比如管道所处的环境温度、湿度、压力或者外界的气候条件等。以常温条件下中低压管道材料为例，在选择这种类型的管道材料时，需要满足介质无腐蚀性、无毒性的要求，一般情况下会优先选择低碳有缝钢管与低碳无缝钢管。

其中低碳有缝钢管的使用条件为 0-200℃，材料类型多以 Q235A、Q215A、Q235AF、Q215AF 为主。而低碳无缝钢管的使用条件是中低压环境下，温度介于 -20-200℃之间，材料类型多以 20#、10#、16Mn、09MnD 为主。另外，在设计和布置化工管网时，设计人员需要优选考虑管道内部所产生的机械应力的 大小，并掌握管道的强度、刚度等物理特性，为了提高管网的牢固度与稳定性，管网过渡段需要做好有效防护，以避免管道在运行过程中发生失稳现象^[2]。

2.4 运用管线试压技术

在化工生产过程中，化工产品需要经过输送管道进入压力容器当中，如果管道压力无法满足化工原料的输送要求，势必会出现超压现象而引发爆炸等事故。因此，化工生产企业首先应当结合化工生产工艺流程制定一套科学完整的管线试压方案，然后，根据方案内容对化工管线进行压力测试。在进入测试现场后需要详细检查管线连接的牢固性与管线之间的连接紧密性，否则将很容易影响测试结果，如果在检查过程中发现异常情况需要及时补救。首先根据设计图纸的要求对管线的朝向、组装情况、零部件配备情况进行校验，在发现问题以后应当及时纠正。其次参照管线剖面图以及平面图来校验管道的规格尺寸，为了顺利地 完成试压工作，应当对关键部位进行复查，最后统一由质检部门进行管道质量验收工作。目前，多数化工企业大多采取液体或者气体试压方法，运用这两种方法能够快速查找出管道存在的漏点。其中，气体试压多采用空气或者氮气，液体试压多采用纯净水或者普通水。以液体试压为例，这种试压方法能够检测出管道内部的流体原料是否会给管路造成破坏性影响，比如管道破裂、管线折断等现象，利用这种方法可以快速地查找出管道内壁存在的薄弱区域，这对降低安全事故的发生概率将起到关键性作用。

3 化工原料储运技术要点

由于化工原料具有易燃、易爆、易挥发性、易腐

蚀的特性,以至于原料的存储与运输安全显得尤为重要。比如一些易燃易爆的化工原料在储运过程中一旦接触火源,必然会引发火灾、爆炸等事故,同时,一些易挥发性原料如果发生泄漏,进入到空气当中,将直接威胁人们的健康安全,因此,化工生产企业应当高度重视化工原料的储运管理工作,并不断对原料储运技术进行优化和创新。

3.1 管道与设备的定期巡检

为降低化工原料储运过程中的事故率,企业应当指派专人负责原料运输管道以及相关设备的各项性能参数进行定期检查,以确保各项指标能够在标准范围之内。任何一种化工原料的性能指标都有一个标准的参考范围,如果检查结果超出这一范围,则会引发一系列安全事故。以丙烯回收球罐这种专业化设备为例,由于丙烯的爆炸上限为10.3%,爆炸下限为2.4%,如果该设备的压力指标超出标准范围,发生爆炸事故的概率也会大幅增加,因此,巡检人员在对设备的性能参数进行检查时,应当遵循以下流程:即操作室、自立式压力调节阀、回收管线沿线、尾气回收缓冲罐、丙烯储槽、操作室。其中,压力调节阀的阀后压力值应当介于0.02-0.03MPa之间,回收缓冲罐的压力值应当介于0.01-0.03MPa之间,如果这两项指标超出标准区间,则意味着丙烯回收球罐存在安全隐患,需要立即采取检修措施。

3.2 改进管道防腐技术

化工原料储运对管道的抗腐蚀能力提出了严格要求,如果管道耐腐蚀性能差,势必会加快管道壁的腐蚀速度,以至于发生原料泄漏、火灾、爆炸等事故,为此,化工企业应当加大对储运管道的防腐力度,以最大限度的降低原料泄漏风险。

首先,在选择管道材料时,应当选择焊接性能好、强度大、韧性高的材料,并进一步增加管道的日常检查频次,在检查过程中一旦发现漏点,需要及时采取补救措施,以避免事态扩大。其次,原料储运管道需要进行定期保养,比如擦拭、除尘、去污、润滑等。另外,技术人员应当对管道周边的电力设施进行细致检查,如果电力设施与原料储运库的距离不在安全范围内,则需要采取一些有效的隔离措施,来避免电力设施与储运库相接触^[1]。

3.3 持续创新自动化技术

随着计算机、互联网、大数据以及人工智能技术的迅猛发展,目前,在化工原料储运领域,自动化水

平已经跨越到一个崭新的高度,化工原料储运系统也实现了自动化、智能化、标准化运行,因此,化工企业应当在原有技术的基础上,不断实施创新举措,以此来改进和提升化工原料储运的安全性能。

首先,技术人员应当广泛收集原料储运系统运行参数,并根据实际需要对各项参数逐一进行调整与优化。以储运设备的温度控制为例,温度的高低与化工原料的粘度息息相关,温度越高粘度越小,温度越低粘度越大,如果原料的粘度指标过小,则极易阻塞储运管道,针对这种情况,技术人员可以对原料的出站温度进行调节,以降低系统的摩擦阻力,而这一调节过程完全可以通过计算机系统实现,这样不仅使储运系统的安全性能得到有效改善,并且,也使原料的储运效率大幅提升。

另外,化工原料运输形式主要包括正输与反输,其中,正输主要是上游来气经过本站以后,直接输送至下流场站,而反输则是来气经过本站以后,输向上游场站的过程。在气体原料运输过程中,一般采用正反输相结合的方法,而这种方法不仅会浪费大量的能源,也会增加设备投入成本,进而给化工企业的经济效益造成严重影响。为了避免此类现象的发生,化工企业可以采用正输运输方式,这样可以有效降低原料油的凝点,也无需过多的中间加热步骤,这样既可以节约能源,也可以给化工企业创造更多的经济效益。

4 结束语

通过对化工工艺安全措施与原料储运技术要点的论述可以看出,安全生产是化工企业的第一要务,这不仅关系到现场作业人员的生命安全,同时,也是影响企业经济效益的一个关键要素。因此,在实际生产过程中,化工企业应当不断对工艺流程进行优化与改进,对原料储运技术进行创新,进而将安全事故的发生概率降到最低点,以此来促进经济效益的快速稳步增长。

参考文献:

- [1] 帅欢. 化工工艺的风险识别与安全评价研究[J]. 山西化工, 2023, 43(10): 185-187.
- [2] 丁健. 化工工艺安全设计中的危险因素及解决对策分析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(15): 48-50.
- [3] 朱宜生, 王超. 石油化工油气储运设备的有效管理及维护措施[J]. 中国设备工程, 2023(20): 58-60.