

化工工程安全风险识别及其控制策略

路菲菲 王琳

招远市河西金矿有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i2.7743

[摘要] 化工工程涉及多种复杂的工艺流程与危险化学品，其安全风险识别至关重要。从化工工程的物料、设备、工艺操作和环境因素等方面阐述风险来源。风险识别方法包括定性与定量分析。控制策略涵盖完善安全管理制度、强化人员培训、优化工艺设计和加强应急管理等，以保障化工工程安全运行。

[关键词] 化工工程；安全风险识别；控制策略；危险化学品

Identification and Control Strategies for Safety Risks in Chemical Engineering

Lu Feifei Wang Lin

Zhaoyuan Hexi Gold Mine Co., Ltd.

[Abstract] Chemical engineering involves various complex process flows and hazardous chemicals, and safety risk identification is crucial. Explain the sources of risks from the aspects of materials, equipment, process operations, and environmental factors in chemical engineering. Risk identification methods include qualitative and quantitative analysis. Control strategies include improving safety management systems, strengthening personnel training, optimizing process design, and enhancing emergency management to ensure the safe operation of chemical engineering.

[Key words] chemical engineering; Security risk identification; Control strategy; hazardous chemicals

引言：

化工工程在现代工业体系中占据重要地位，但因其涉及众多危险化学品、复杂的工艺和大型设备等，安全风险极高。一旦发生事故，不仅会造成人员伤亡、财产损失，还会对环境产生严重污染。因此，准确识别化工工程中的安全风险并制定有效的控制策略是化工行业可持续发展的关键。

1. 化工工程安全风险的来源

1.1 物料相关风险

在化工工程中，物料相关风险是多方面的。首先，化工物料往往具有易燃、易爆、有毒、腐蚀性等危险特性。例如，许多有机溶剂如苯、甲苯等，其闪点低，极易燃烧甚至爆炸，一旦泄漏，在遇到明火或静电时就会引发严重事故。其次，物料的储存也是风险因素之一。储存条件不当，如温度、湿度控制不好，会导致物料变质、反应失控。对于一些活性物料，储存时如果没有进行有效的隔离，可能发生相互反应，产生不可预料的危险物质。再者，物料的运输过程存在风险，运输途中的颠簸、碰撞可能造成包装破损，致使物料泄漏。而且不同物料对运输工具和包装材料有特定要求，如果不符合要求，也会增加风险。这些物料相关风险需要在化工工程的各个环节给予高度重视，以确保整个工程的安全。

1.2 设备相关风险

化工工程中的设备面临着诸多风险。设备的老化是一个常见问题，长时间的运行会使设备的部件磨损、腐蚀，从而降低设备的性能和可靠性。例如，化工反应釜的内壁在长期接触腐蚀性物料后，可能出现变薄、穿孔等情况，导致物料泄漏。设

备的设计缺陷同样会带来风险，如果在设计时没有充分考虑化工工艺的特殊要求，如压力、温度、流量等参数，可能会使设备在运行过程中无法正常工作。再者，设备的维护保养不到位也会引发风险。缺乏定期的检查、维修和保养，一些小的故障可能逐渐发展成大的问题。例如，设备的密封件如果没有及时更换，就容易发生泄漏。另外，设备的选型不当也是风险来源，选择的设备如果不能满足化工工程的生产规模、工艺要求等，会导致生产效率低下，甚至引发安全事故。

1.3 工艺操作风险

化工工程中的工艺操作环节存在着不可忽视的风险。操作人员的失误是一个关键因素，例如在进行物料投放时，如果投放顺序错误或者投放量不准确，可能引发剧烈的化学反应，导致爆炸或有毒气体的产生。工艺参数的控制不准确也是风险来源之一，化工生产过程中对温度、压力、流量等参数有着严格的要求。如果温度控制不当，可能使反应速度过快或过慢，产生不合格产品或者引发危险状况。压力过高可能导致设备破裂，而压力过低则可能影响反应的进行。此外，工艺操作中的交接环节也容易出现风险，如果不同班次的操作人员之间没有做好有效的沟通和交接，可能会遗漏重要的操作信息，从而引发安全问题。而且，在紧急情况下，如果操作人员没有按照既定的应急预案进行操作，也会使风险扩大化。

1.4 环境因素风险

化工工程的环境因素风险具有多样性。首先，自然环境中的气象条件对化工工程有显著影响。例如，强风可能会吹散泄漏的有毒气体，扩大污染范围；暴雨可能导致化工企业的排水

系统过载，使含有化学物质的污水溢出，污染周边环境。其次，地理环境也存在风险，若化工工程位于地震多发地带，地震可能破坏化工设备和管道，引发物料泄漏和火灾爆炸等严重事故。再者，周边环境也不容忽视，如果化工工程周边有居民区、学校或者医院等敏感区域，一旦发生事故，其后果将更加严重。另外，化工工程内部的工作环境同样存在风险，如通风不良会使有毒有害气体积聚，增加操作人员中毒的风险；噪音过大可能影响操作人员的身心健康，进而影响操作的准确性。

2. 安全风险识别方法

2.1 定性风险识别

定性风险识别在化工工程安全管理中具有重要意义。它主要依靠专家的经验 and 知识进行判断。首先，专家会对化工工程的各个环节进行全面的审查，包括物料、设备、工艺操作和环境等方面。例如，专家凭借多年的行业经验，能够快速识别出某种物料在特定工艺条件下可能存在的风险类型，是易燃、易爆还是有毒性风险等。通过对类似工程案例的分析和对比，专家可以判断出当前工程是否存在类似的风险隐患。定性风险识别还会考虑到一些难以量化的因素，如企业的安全文化氛围、操作人员的安全意识等。虽然这些因素难以用具体的数据来衡量，但它们对化工工程的安全有着潜在的影响。此外，定性风险识别可以在工程的早期阶段进行，不需要复杂的计算和大量的数据支持，能够快速地对工程的整体风险状况有一个初步的判断。

2.2 定量风险识别

定量风险识别是化工工程安全风险识别的重要方法。它通过运用数学模型和统计数据来精确评估风险的大小。首先，对于物料风险的定量识别，会考虑物料的物理化学性质、储存量、泄漏速率等因素，通过建立相应的数学模型计算出物料泄漏可能造成的危害范围和程度。例如，根据某种有毒物料的挥发速率、在空气中的扩散系数以及当地的气象条件等参数，计算出在不同风向和风速下，泄漏后有毒气体的扩散范围和可能影响到的人员数量。在设备风险定量识别方面，会考虑设备的故障率、维修周期、使用寿命等数据，通过可靠性分析模型来评估设备在一定时间内发生故障的概率。对于工艺操作风险，会根据操作参数的波动范围、操作人员失误的概率等数据进行量化分析。定量风险识别能够为化工工程的安全管理提供更精确的数据支持，以便制定更有针对性的风险控制策略。

3. 化工工程安全风险控制策略

3.1 完善安全管理制度

在化工工程中，完善安全管理制度是至关重要的。首先，应建立全面且细致的安全责任体系，明确从管理层到基层员工的每一个岗位在安全管理中的具体职责，确保每一个环节都有专人负责。例如，在生产环节，操作人员要对设备的正常运行和操作规范负责；安全监督人员要对整个生产过程中的安全隐患排查负责等。其次，要制定严格的安全操作流程，涵盖从原材料的储存、运输，到生产过程中的化学反应控制，再到成品的包装与储存等各个方面。这些操作流程必须基于科学的化工原理和过往的经验教训，并且随着技术的发展和新情况的出现不断更新。再者，安全管理制度应包括完善的奖惩机制，对于

严格遵守安全制度、积极发现并排除安全隐患的员工给予丰厚的奖励，如奖金、晋升机会等；而对于违反安全制度的行为则给予严厉的处罚，包括警告、罚款甚至辞退等措施。通过这种奖惩分明的机制，激励全体员工积极参与到安全管理工作之中来，从而提高整个化工工程的安全水平。

3.2 强化人员培训

强化人员培训是化工工程安全风险控制的关键环节。化工工程涉及到众多复杂的工艺流程和危险化学品的处理，这就要求员工具备高度的专业知识和技能。首先，对于新入职的员工，要进行全面的入职培训。培训内容应包括化工工程的基本原理、工艺流程、各类设备的操作方法以及安全注意事项等。例如，要让新员工深入了解不同化学物质之间的反应特性，以及在操作过程中如何避免危险的化学反应发生。其次，要定期开展在职员工的技能提升培训。随着化工技术的不断发展，新的工艺和设备不断涌现，员工需要不断学习以适应这些变化。培训可以采用内部培训和外部专家讲座相结合的方式，内部培训由经验丰富的老员工或技术骨干传授实际操作中的技巧和经验，外部专家讲座则侧重于介绍行业内的最新技术和发展趋势。此外，安全意识培训也不能忽视。通过案例分析、模拟演练等方式，让员工深刻认识到安全事故的严重性，提高他们的安全意识和应对突发安全事件的能力。只有员工的专业素养和安全意识得到全面提升，化工工程的安全风险才能得到有效控制。

3.3 优化工艺设计

优化工艺设计在化工工程安全风险控制中有着不可替代的作用。工艺设计是化工工程的灵魂，它直接关系到整个生产过程的安全性和效率。首先，在工艺设计的初始阶段，就应当充分考虑安全因素。例如，在选择化学反应路线时，应优先选择那些反应条件温和、副反应少且易于控制的反应。避免选择那些需要高温、高压或者使用高毒性原材料的反应，除非有足够的安全保障措施。其次，工艺设计要注重设备的选型和布局。设备的选型应根据生产工艺的要求，选择质量可靠、性能稳定的设备，并且要考虑设备的耐腐蚀性、防爆性等安全性能。在设备布局方面，要遵循安全距离原则，确保不同设备之间有足够的间距，防止发生连锁反应。例如，对于储存危险化学品的设备，要与火源、热源保持足够的距离。再者，工艺设计要考虑到整个生产流程的连贯性和稳定性。要通过合理的工艺流程设计，减少中间环节的停顿和波动，避免因生产流程的不稳定而导致安全事故的发生。通过不断优化工艺设计，可以从源头上降低化工工程的安全风险。

3.4 加强应急管理

加强应急管理是化工工程安全风险控制不可或缺的一部分。化工工程一旦发生安全事故，往往会造成严重的后果，因此有效的应急管理能够在关键时刻减少损失。首先，要制定完善的应急预案。应急预案应涵盖各种可能发生的安全事故类型，如火灾、爆炸、泄漏等，并针对每种类型的事故制定详细的应对措施。例如，在火灾应急预案中，要明确火灾报警的流程、灭火设备的使用方法、人员疏散的路线以及应急救援队伍

下转第 235 页

重复上述步骤继续进行粘贴，但粘贴前应重新将碳纤维布粘合面上的灰尘擦拭干净；最后一层碳纤维布粘贴完毕，尚应在其表面均匀涂刷一道浸渍、粘结专用的结构胶；胶粘剂的固化，一般在常温下即可。对于粘贴好的碳纤维布在 24 小时内，严禁扰动。

2、柱粘钢加固

首先需要对柱面蜂窝、麻面等缺陷进行处理，应采用粘钢胶混合水泥砂浆对此部分混凝土缺陷进行修补，并保证修补后的混凝土表面平整。缺陷修补完成后在中柱四角外包 L75*5 角钢，角钢下部与植入筏板基础内的 Ø20 钢筋焊接牢固。然后用卡具将角钢勒紧，使角钢紧贴于混凝土表面，以消除过大间隙引起的变形，卡具在 24 小时后可拆除并翻到其他工作面继续使用。横向采用 100*5 缀板将角钢焊接成整体。最后在角钢与混凝土柱之间灌注结构灌注剂，将角钢与混凝土柱粘牢固，胶缝厚度控制在 3~5mm。加固完成后在柱下部 500mm 高范围内做混凝土保护层。施工结束后需要进行固化养护，养护期间被加固部位不得受到任何撞击和振动的影响。

3、增大截面加固

即根据增加原构件的受力钢筋，另外在侧面再次浇筑混凝土以增大构件的截面规格，来做到提升承载能力的目的。其优势是能够同时增大构件的刚度、承载能力和变形能力，部分状况下还可以提升连接的可靠性；其缺陷是养护周期长，占用建筑空间较多等。原构件混凝土表面应经处理，一般情况下混凝土表面应做拉毛处理，并刷界面处理剂。

三、注浆处理

车库复位后，结构加固工程结束且强度满足要求后基础筏

板与地基之间仍存在空隙，需通过注浆进行填充。为确定水玻璃掺量配比，现场与设计院共同完成先后制作若干组水玻璃掺量配比试验。

目前底板部位原防水层已经失效，混凝土结构自身也存在裂缝等缺陷，加上地下水位较高、地下水压较大，地下水通过结构裂缝等缺陷渗到结构底板以上，综合考虑各方面因素，拟对底板采取以堵缝为主，新做内防水为辅的治理方案，以达到地下车库的正常使用要求。

四、总结

按照设计图纸及常规施工做法要求，施工期间不应停止降水，人工降低地下水位至施工面以下 1000mm 需完成顶板覆土后方可停止降水。

建议在完成复位注浆加固后恢复防水功能，槽边回填水泥土时，防水保护层应施工完毕并验收合格，挤塑聚苯板上下层板要错缝粘贴，尽量避免上下通缝。

定期观测其对周围道路市政设施和建筑物有无不利影响。由相应资质的测量单位做好沉降观测，做好沉降观测点电费埋置和保护。

[参考文献]

- [1]钟磊《土木工程中地下车库加固技术的应用》2023 年 14 期
- [2]金新锋刘秀珍《某工程地下室上浮原因分析及处理措施》2022 年 6 月
- [3]王杰《地下车库顶板加固技术》2018，（27）
- [4]孙梅英徐波董平《某地下车库抗浮处理及加固》2007，（8）

上接第 231 页

的职责等。其次，要建立专业的应急救援队伍。这支队伍应由经过专业培训的人员组成，他们应熟悉化工工程的各个环节，具备应对各类安全事故的能力。应急救援队伍要定期进行演练，提高实战能力。演练内容可以包括模拟火灾现场的灭火救援、危险化学品泄漏后的堵漏和清理等。再者，要配备充足的应急救援物资。应急救援物资包括灭火设备、防护用品、泄漏处理工具等，要确保这些物资的数量足够、质量可靠且易于取用。同时，要建立应急物资的定期检查和更新机制，保证应急物资在关键时刻能够发挥作用。通过加强应急管理，化工工程在面对安全事故时能够做到有备无患，最大程度地保障人员生命和财产安全。

4.安全风险识别与控制的持续发展

4.1 风险识别技术的更新

在化工工程领域，风险识别技术的更新是保障安全的必然要求。随着科技的不断发展，新的检测技术不断涌现。例如，利用先进的传感器技术，可以实时监测化工物料的状态，包括温度、压力、浓度等参数，一旦出现异常情况能够及时预警。同时，计算机模拟技术也在风险识别中发挥着重要作用，通过建立化工工程的虚拟模型，可以模拟各种工况下的运行情况，提前发现潜在的风险。此外，大数据分析技术的应用也为风险识别提供了新的思路，通过收集和分析大量的化工工程历史数据，可以挖掘出隐藏在数据背后的风险规律。这些新的风险识别技术能够更全面、更准确地识别化工工程中的安全风险，为风险控制提供更有力的依据。

4.2 控制策略的动态调整

化工工程的安全风险控制策略需要进行动态调整。随着化工工程的运行，内部和外部环境会发生变化，例如，生产工艺

的改进可能会带来新的风险，或者周边环境的改变可能影响到化工工程的安全。因此，需要根据这些变化及时调整控制策略。首先，要定期对安全管理制度进行评估和修订，确保制度能够适应新的情况。如果发现制度中的某些条款已经不符合实际需求，就要及时进行修改。其次，人员培训的内容和方式也要根据实际情况进行调整，例如，当引入新的工艺技术时，就要及时调整培训内容，增加对新技术的培训。再者，工艺设计也需要根据新的风险情况进行优化，如当发现某种物料的风险特性发生变化时，就要调整工艺流程。此外，应急管理也要根据新的风险情况进行动态调整，如更新应急预案、调整应急救援队伍的结构等，以确保化工工程的安全风险始终处于可控状态。

结语：

化工工程的安全风险识别与控制是一个持续发展的过程。随着化工技术的不断进步和生产规模的扩大，风险的复杂性也在增加。通过不断优化风险识别方法和控制策略，加强各方面的管理和保障措施，才能有效降低化工工程中的安全风险，确保化工行业健康稳定发展。

[参考文献]

- [1]化工工程设计中的安全问题[J].吴学华;童红卫.化工工程与装备, 2023 (03)
- [2]化工工程设计的安全问题及解决措施[J].王盛.化工管理, 2022 (21)
- [3]化工工程设计中的安全问题[J].杨美美;方明明.化工设计通讯, 2021 (03)
- [4]化工工程设计的安全问题[J].杨刚刚;朱相作.化工管理, 2021 (14)