

# 混烃罐区储存安全与设计优化的技术研究

王 娅（山东中石大工程设计有限公司西安分公司，陕西 西安 710018）

**摘要：**混烃罐区储存安全与设计优化是现代化工产业中至关重要的研究领域。随着化工产品种类的增加，储存安全问题愈发突出，事故频发带来严重的经济损失和环境影响。本文主要介绍常温高压储存混烃的设计及优化，首先介绍设计压力及设计温度的选取，其次介绍本次设计优化内容，包括增加储罐的防爆措施、将混烃储罐的阀门改为气动紧急切断阀并与储罐液位连锁、在储罐出口管道增加动力注水管线。优化设计后罐区的自动化水平提高、安全性能提高。研究结果表明，合理的设计与管理能够显著提升混烃储存的安全性与稳定性。希望本研究为未来的混烃罐区设计提供有价值的参考，促进行业的安全管理水平不断提升。

**关键词：**混烃罐区；储存安全；设计优化；风险评估；监测技术

## 0 引言

随着全球化工产业的迅速发展，混烃产品的储存和管理成为行业关注的重点。混烃罐区作为重要的储存设施，其设计与安全性亟需深入研究。因此，探寻适应时代需求的储存安全技术与优化设计，成为提升混烃罐区管理水平的重要课题。本文旨在通过技术研究，探讨如何在提高安全性的实现储存设施的设计优化，推动行业的可持续发展。

## 1 混烃罐区储存安全面临的挑战

混烃罐区的储存安全面临多重挑战，主要源于混合烃的特性及其潜在的风险因素。混烃由多种组分组成，其物理和化学性质的差异使得储存和管理变得复杂。环境因素如温度变化、地震和洪水等自然灾害，也会对罐区的安全造成威胁，增加事故发生的可能性。管理不当是导致储存安全隐患的重要原因之一。许多企业在混烃罐区的设计和运营中，缺乏系统的风险评估和安全标准，导致在安全设施的配置和应急预案的制定上存在不足。设备老化、维护不到位和操作人员培训不足也是亟待解决的问题。这些因素共同导致混烃罐区的安全性降低，使得事故的发生概率上升。

法律法规和行业标准的不足，使得企业在安全管理上缺乏强有力的约束。虽然国家和地方政府已制定了一些相关法规，但在执行和监督方面往往存在漏洞。混烃罐区的储存安全挑战并非单一因素造成，而是多重因素交织的结果。因此，必须通过深入分析，识别具体的风险点，制定针对性的解决方案，以全面提升混烃罐区的安全管理水平。

## 2 风险评估与安全标准的建立

风险评估与安全标准的建立对于混烃罐区的储存

安全至关重要。

首先，识别风险源是评估的基础，混烃储存过程中的泄漏、火灾、爆炸等事故类型需要逐一分析。采用定性与定量相结合的方法，通过危险分析（HAZOP）和故障树分析（FTA），能够系统性地识别出各个环节可能存在的风险，从而形成全面的风险评估报告。

在评估过程中，影响因素的考虑同样不可忽视。气象条件、设备老化、操作流程及人员培训等因素均会对储存安全造成影响。通过建立多变量风险模型，能够对各类因素进行量化分析，以评估其对整体安全性的贡献。使用数据模拟技术，基于历史事故数据和现有操作条件，可以预测不同情境下的风险水平。这种基于数据的分析方法，为后续的安全标准制定提供了科学依据。

安全标准的建立应以评估结果为指导，制定出切实可行的技术要求和管理措施。这些标准应涵盖设计、建设、运营及维护等各个环节。设计阶段的安全标准包括储罐材料的选择、结构设计的安全系数等，而在运营阶段，则需明确操作规程、应急响应计划和日常检查流程。综合考虑相关法规和行业最佳实践，确保所制定的安全标准具有前瞻性和适应性。

在实际应用中，定期的安全审计与评估机制也必须建立，确保安全标准的持续有效性。通过对现有标准的定期回顾和更新，能够及时反映新技术、新材料以及新方法对安全管理的影响。

此举不仅提高了安全标准的动态适应性，还促进了技术与管理的协同发展。风险评估与安全标准的建立并不是一次性的任务，而是一个需要持续关注与优化的过程。

表 1

设计 压 力 (MPa)	介质 50°C 饱和蒸汽压力低于异丁烷 50°C 饱和蒸汽压力时 (如丁烷、丁烯、丁二烯)	0.79
	介质 50°C 饱和蒸汽压力高于异丁烷 50°C 饱和蒸汽压力时 (如液态丙烷)	1.77
	介质 50°C 饱和蒸汽压力高于丙烷 50°C 饱和蒸汽压力时 (如液态丙烯)	2.16

### 3 设计优化的实施

以本次南翼山混烃罐区设计中存在的设计要点为例, 分析混烃罐区设计中应该注意的要点以及优化的方向, 本次设计的混烃为常温高压储存, 即储罐内的压力为储存温度下的混烃饱和蒸汽压。

#### 3.1 设计温度的选取

对于常温混烃储罐, 应根据当地气候条件确定。设计温度可定为 50°C, 虽然在冬季最低温度可能低至 -20°C 以下, 但此时罐内的饱和蒸汽压力也随之降低。

#### 3.2 设计压力的选取

高压储罐的设计压力, 应根据设计温度和液态混烃运行经验来确定。多组分的混合轻烃, 应根据道尔顿定律和拉乌尔定理计算设计温度下的饱和蒸汽压。本次混烃缺乏精确的组分分析资料, 设计压力选取规定见下表 1。

结合设计压力应大于等于安全阀的开启压力 (1.78MPa)。故设计压力选取 1.8MPa。

#### 3.3 本次优化设计内容

混烃储罐发生火灾的根源是混烃泄漏。混烃一经泄漏迅速汽化且难以控制, 其汽化时, 从周围环境吸收大量的热能, 使空气中的水份冷却成为细小雾滴, 形成混烃的蒸气云。因其比空气重, 液化烃蒸气云从泄点沿地面向下风方向或低洼处飘移、聚集, 遇火源便起火燃烧, 并回燃将泄漏源点燃而着火。所以必须采取有效的防爆措施, 来避免爆炸或减少爆炸概率。本次混烃罐区采取了以下防爆措施:

①储罐及管道进行保冷绝热处理, 保证减少外部热量向其管道内部传导, 从而保持低温目的。这种措施旨在防止外表面结露, 采取的保冷措施可以减少低温介质在输送过程中的冷损耗。

②喷水处理。泄漏源着火后, 将使储罐暴露于火焰之中。当储罐被火焰包围时, 外部热量通过罐壁传入罐内液。混烃吸收热量而大量蒸发, 导致罐内温度压力升高, 处于超应力状态, 致使罐壁破裂, 发生灾难性的火灾。

水喷雾冷却系统在对液化烃储罐冷却时, 有着独特的作用。相同体积的水以雾滴形态喷出时比射流形态喷出时的表面积大数百倍。当水雾滴喷射到罐壁时, 换热面积大的水雾滴从罐壁上吸收大量的热能迅速汽化, 从而使罐壁温度迅速降低。水雾还会在罐壁表面形成一层水膜, 使罐壁的温度不再升高, 避免罐壁发生热塑裂口, 从而控制火灾。

为提高储罐的安全及自动化程度, 将混烃储罐的阀门改为气动紧急切断阀, 并与储罐液位连锁。实现现场手动、仪表室盘柜按钮控制、电脑控制等三种控制方式。

混烃罐区增加动力注水管线, 根据《石油天然气工程设计防火规范》50183 规定, 全压力式的储罐应安装为储罐注水用的管道、阀门及管道接头。运用混烃比重小于水且不溶水的性质, 利用储罐底部出口吹扫接管, 通过注水管道、加压设施等注水设施由外向内给储罐注水, 在储罐底层形成水垫层, 使储罐泄漏出的是水不再是液化烃, 从而达到制止液化烃继续泄漏的目的。

#### 4 先进监测技术在安全管理中的应用

通过引入物联网 (IoT) 和智能传感器, 实时监测混烃罐区内的各种关键参数, 能够大幅度降低事故发生的概率。这些传感器可以实时监测温度、压力、液位以及气体浓度等数据, 及时发现异常情况, 确保操作人员能够迅速采取措施, 避免安全事故的发生。在气体监测方面, 采用高灵敏度的气体探测器, 能够有效识别挥发性有机化合物 (VOCs) 和其他有害气体的泄漏。当气体浓度超过设定的安全阈值时, 系统会自动发出警报, 提示操作人员进行检查和处理。这种主动监测方式比传统的人工检查更为高效和准确, 能够在事故发生之前进行预警, 从而保护设备和人员的安全。

数据采集与分析技术在混烃罐区的安全管理中同样至关重要。通过集成大数据分析平台, 可以对实时监测数据进行深入分析, 识别潜在的风险模式。机器

学习算法的引入，能够进一步提升风险预测的准确性，实现动态风险评估。在设备维护方面，采用先进的监测技术可以实施预测性维护，确保设备始终处于最佳工作状态。

通过对设备的振动、温度和压力等关键参数的实时监测，结合数据分析，可以在设备出现故障之前识别出异常情况，制定维修计划，减少停机时间，提高生产效率。这种方法不仅降低了维护成本，还增强了安全性，避免了由于设备故障导致的事故。

远程监控技术的引入，使得安全管理更加智能化。通过视频监控和数据传输，管理人员可以随时随地监控罐区的状态。远程控制系统使得在发生异常情况时，能够快速启动应急响应流程，协调现场人员进行处理。这种灵活的管理模式不仅提高了响应速度，还降低了现场工作人员的风险。

安全管理系统的集成也是先进监测技术应用的重要方向。将监测设备、报警系统和应急响应系统进行整合，构建综合安全管理平台，能够实现信息的高效流通。在发生事故时，平台可以自动联动相关设备，启动应急预案，并向管理人员提供实时数据支持，帮助其做出快速决策。

数据安全与隐私保护也需在监测技术的应用中引起重视。建立完善的数据管理系统，确保监测数据的安全存储和传输，防止数据泄露和篡改，维护企业的商业秘密和安全信息。通过加密技术和权限管理，可以有效保护系统的完整性和可靠性。

## 5 综合提升混烃罐区安全管理的策略

先进监测技术在混烃罐区的安全管理中发挥着至关重要的作用。这些技术不仅提高了监测的实时性和准确性，还为事故预防和应急响应提供了有效支持。通过引入传感器网络，可以实现对储罐状态的24小时监控，涵盖温度、压力、液位以及气体浓度等多个关键参数。

这些传感器能够实时收集数据，及时反馈至中央控制系统，为管理人员提供科学依据，帮助其作出快速决策。红外气体探测技术在混烃储存中的应用尤为突出。该技术可以有效监测挥发性有机化合物(VOCs)和可燃气体的浓度变化。

通过分析气体成分及其浓度，能够迅速识别泄漏或异常情况。结合数据分析软件，这些监测数据能够形成历史记录，帮助企业进行趋势分析与风险评估，确保及时发现潜在的安全隐患。

监控摄像头与视频分析技术的结合，为混烃罐区提供了可视化的安全管理方案。通过高清摄像头的部署，可以实时监控罐区的动态，记录操作人员的工作流程，确保合规性和安全性。智能视频分析技术能够自动识别不安全行为，例如未佩戴个人防护装备(PPE)或违规操作，从而减少人为错误的发生。这种主动的监测方式，提升了安全管理的整体水平。数据集成与云计算技术的应用，使得监测信息能够实时传输至云端平台。

企业管理人员可以通过手机或电脑随时访问监测数据，进行远程监控和管理。这种灵活性为安全管理提供了新的视角，允许管理者在任何地点及时掌握罐区的安全状态。数据可视化技术的运用，使得复杂的数据更易于理解，帮助决策者快速把握关键信息。

在应急管理中，先进的监测技术也能发挥关键作用。当监测系统检测到异常情况时，可以自动触发报警，迅速通知相关人员进行处理。结合应急预案，企业可以迅速启动响应程序，最大限度地降低事故的损失。

通过定期的系统测试与维护，确保监测设备的正常运行，从而提升整体应急响应能力。随着科技的不断发展，未来的监测技术将更加智能化和自动化。引入人工智能(AI)算法，可以实现对监测数据的深度学习和预测，提前识别潜在的风险。移动应用的普及使得现场工作人员可以随时随地接收监测信息和指导，从而更有效地保障混烃罐区的安全。

## 6 结语

安全管理在混烃罐区的实施过程中，贯穿于设计、监测和评估的各个环节。通过系统的风险评估与科学的设计优化方案，结合先进的监测技术，可以有效降低事故风险，提高整体安全水平。实现全方位的安全管理不仅依赖于技术手段，更需要企业文化的深化与员工的积极参与。未来，随着科技的不断进步，安全管理将更加智能化和高效化，推动混烃罐区的可持续发展，为行业的安全运营奠定更为坚实的基础。

### 参考文献：

- [1] 王成.苯乙烯储存安全管理存在的主要问题及风险防控措施[J].化工安全与环境,2024,37(09):54-57.
- [2] 吴树勤,高为忠.LNG储存设施的性能化安全设计研究[J].建筑技术开发,2024,51(08):133-135.
- [3] 李建明.化工危化品储存安全管理与事故应急管理[J].化工管理,2024,(19):108-110.