

大型石油化工储罐区消防安全系统设计研究

张耀星（国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃一分公司，宁夏 银川 750200）

摘要：无论是从理论还是从实践的角度来讲，大型石油化工储罐区消防安全系统的设置都是非常必要的，可以及时发现、扑灭火势，降低火灾事故发生率，保障生命财产安全。鉴于此，本文将着重分析大型石油化工储罐区消防问题及消防安全系统设计的重要性，进而探讨大型石油化工储罐区消防安全系统设计原则及内容，希望能够起到一定参考作用。

关键词：石油化工；储罐区；消防安全系统；设计

在我国经济建设不断向前推进的当下，石油化工产品需求不断提高，相应的石化装置规模呈大型化。对近些年大型石油化工储罐区应用实际情况来看，其危险性较高，发生火灾事故的可能性也较高，一旦火灾发生，可能造成严重的生命财产损失。为了尽可能地避免以上情况发生，需要高度重视、科学设计、优化设置大型石油化工储罐区消防安全系统，保障消防安全。

1 大型石油化工储罐区消防问题分析

大型石油化工储罐区的危险性较高，需要做好消防工作，避免因原料泄漏等情况发生，引发火灾事故，造成严重的生命财产安全。但对大型石油化工储罐区设置的实际情况予以了解和分析，不难发现消防安全方面存在一些问题，导致消防安全水平不高。具体表现为：

1.1 灭火系统不完善

储罐区的灭火系统应该包括消防水泵、喷淋系统、灭火装置等。然而，有些储罐区的灭火系统不完善，没有及时检修和维护，可能导致灭火效果不理想，无法有效应对火灾事故。

1.2 防火间距不足

储罐之间的间距应满足防火距离要求，以防止火灾传播。然而，一些储罐区由于扩建或临时性需求，导致间距不足，增加了火灾蔓延的风险。

1.3 缺乏可燃气体检测系统

可燃气体泄漏是储罐区发生火灾的主要原因之一。然而，一些储罐区没有安装可燃气体检测器或布置不合理，无法及时发现泄漏，从而无法采取有效的措施防止火灾发生。

1.4 缺乏综合消防预案

储罐区应制定综合消防预案，明确火灾事故应急响应的程序和责任。然而，一些储罐区没有完善的预

案，缺乏明确的指导，导致在火灾发生时无法迅速有效地进行救援和灭火。

1.5 储罐漏油、溢油问题

一些储罐区存在漏油、溢油等问题，增加了火灾发生的可能性。储罐区应加强对设施的检修和维护，确保储罐的运行安全，避免油液泄漏引发火灾。

2 大型石油化工储罐区消防安全系统设计的重要性

大型石油化工储罐区的消防安全系统设计至关重要，这是保护人员生命安全和财产安全的关键措施。之所以这样说，主要是大型石油化工储罐区的危险性较高，科学合理地进行消防安全系统设计与设置，可充分发挥消防救援的作用，降低火灾事故发生率。具体而言，消防安全系统设计的重要性表现为：

2.1 灭火能力

石油化工储罐区多为高风险区域，储存着易燃易爆的物质，一旦发生火灾事故，往往火势迅速蔓延，威胁到周围环境和人员的安全。设计并设置消防安全系统可以确保及时控制并扑灭火灾，减少火势蔓延的可能性。

2.2 提前预警

设计并设置消防安全系统，配置有可靠的火灾预警装置，比如火灾报警设备、烟雾探测器、温度探测器等，可以提前感知火灾的发生，并发出警报，让人员及时疏散和蔓延控制。

2.3 自动化控制

设计并设置消防安全系统还会安装自动化控制装置，比如自动喷水灭火系统、自动灭火剂喷洒系统等，可以实现火灾自动识别、定位、监控和灭火，大大提高了响应速度和灭火效果。

2.4 应急疏散

消防安全系统设计还应包括合理设置安全疏散通

道、紧急照明设备、逃生标识、安全门等应急疏散通道和安全逃生设备，确保人员在火灾发生时能够迅速安全地撤离。

2.5 检测和监控

一个完善的消防安全系统应该具备可靠的监控和检测系统，对储罐区域进行实时的监测和检测，包括油气回收系统、温度监测、压力监测、液位监测等，可提前发现潜在的安全隐患，并及时采取措施进行修复和预防。

3 大型石油化工储罐区消防安全系统设计研究

3.1 消防安全系统设计原则

无论是从理论还是从实践的角度来讲，大型石油化工储罐区消防安全系统构建是非常重要的，可以很大程度上保障储罐区的安全，降低火灾事故发生率。当然，要想真正做到这一点，就需要前期遵循基本的设计原则，即：其一，综合考虑储罐区的特殊性。石油化工储罐区一般具有较高的危险性和复杂性，因此设计应充分考虑该区域可能发生的各种事故类型和程度，确保系统设计能够应对各种紧急情况。其二，按照法规和标准要求。消防安全系统设计应符合相关法规和标准的要求，如国家标准《石油化工企业火灾危险等级划分与消防设施选择标准》等，提高储罐区的消防安全水平。其三，确定系统的功能和性能要求。根据储罐区的特点和需求，确定消防安全系统的功能和性能要求。例如，需要考虑系统的报警功能、灭火设备的数量和性能等因素，并制定相应的技术要求。

3.2 石油化工储罐区火灾探测系统设计

3.2.1 分布式光纤感温火灾探测系统

分布式光纤感温火灾探测系统是一种利用光纤技术实现监测、探测的系统。它的主要组成部分包括光纤、光源、光纤传感器和信号处理器。其中，光纤是系统的核心部件，它通过纤芯内部的光导效应来感应温度的变化；光源会产生一束光通过光纤传输到光纤末端；光纤传感器则负责接收由光纤传输的光信号并将其转化为电信号；信号处理器会对电信号进行处理和分析，并通过算法识别火灾事件。根据大型石油化工储罐区实际情况，基于分布式感温原理，将分布式光纤感温火灾探测系统设置在浮顶储罐，感温光纤应螺旋设置在储罐的侧壁上，或设置在储罐顶部的侧壁上，螺旋设置时感温光纤之间的距离应小于3m。

这使得此系统能够发挥以下优势，即：①分布式感温能力强。由于光纤可以布置在储罐区的各个关键

位置，因此可以实时监测储罐区域的温度变化情况，提前发现火灾迹象；②灵敏度高。光纤的传感性能优异，能够对微小的温度变化做出响应，有效降低了误报率和漏报率；③可靠性高。光纤具有耐高温、耐腐蚀等特点，能够适应石油化工储罐区的恶劣环境，保证系统的长期稳定运行；④实时性强。系统采用实时监测和分析算法，能够迅速判断火灾事件并及时报警，缩短了响应时间，减少火灾的扩散和损失。

3.2.2 图像型火灾探测报警系统

图像型火灾探测报警系统是一种先进的火灾探测技术，通过摄像头和图像分析算法实现火灾的实时监测和报警。该系统能够对石油化工储罐区的整个区域进行全方位的监测，检测到火灾早期的烟雾、火焰和热量变化，并及时发出报警信号。图像型火灾探测报警系统的工作原理是通过摄像头捕捉实时场景图像，然后利用先进的图像处理算法进行火灾特征分析。系统可以识别火焰的形状、颜色、大小和运动轨迹等特征，以及烟雾的密度和分布情况。当系统监测到火焰或烟雾等火灾特征时，会立刻发出报警信号，并将报警信息传输至中央控制室或相关人员手机上，以便及时采取适当的应对措施。

在大型石油化工储罐区科学合理地设置图像型火灾探测报警系统，能够体现的特点为：①高灵敏度。该系统能够及时准确地识别火焰和烟雾等火灾特征，提高火灾报警的准确性和及时性；②大范围监测。该系统能够同时监测大面积的石油化工储罐区，有效减少监控盲区；③自动分析。该系统通过内置的图像处理算法进行火灾特征分析，自动判断火灾的严重程度，提高火灾预警的准确性；④远程监控。该系统可以通过网络实现远程监控，方便操作人员及时获取火灾信息，减少人工巡检的工作量；⑤功能扩展。系统可以与其他安防设备集成，如联动消防喷淋系统、声光报警器等，提升整体安全性能。这能够进一步提高石油化工储罐区的安全性，降低火灾事故发生率。

3.3 石油化工储罐区灭火系统设计

3.3.1 高压细水雾冷却系统

大型石油化工储罐区通常需要使用高压细水雾冷却系统来控制温度，保持安全性和稳定性。这种系统利用高压水泵将水喷射成细小的水雾，然后通过喷雾器均匀地喷洒到储罐和周围的区域。高压细水雾冷却系统的工作原理是通过水的蒸发吸收热量，从而降低空气温度。当水雾喷洒到石油化工储罐表面时，快速

蒸发会吸收大量的热量,使表面温度下降。这种冷却方法非常有效,因为水的蒸发热量很高,能够快速将热量带走。

在大型石油化工储罐区合理设计、设置高压细水雾冷却系统,使之能够良好运行,需要做好高压水泵选择与安装,以便将水加压到适合喷洒的压力,通常可以达到几十到上百兆帕的压力;需要做好喷雾器的安装与调试,以便实际应用中能够将高压水雾均匀喷洒到石油化工储罐表面和周围的区域;需要合理设置控制系统,用于监测和控制高压细水雾冷却系统的运行,进而根据实际需求来调整水泵的压力和喷雾器的喷洒量,以达到最佳的冷却效果等。如此即可将高压细水雾冷却系统的优势充分发挥出来,即有效地降低储罐表面温度,减少火灾和爆炸的风险;通过减少蒸发损失来提高储罐的运营效率;在突发事件发生时迅速响应,并提供持续的冷却效果。

3.3.2 泡沫灭火系统

泡沫灭火系统是通过喷射泡沫来扑灭火灾,防止火势蔓延和爆炸发生,保护储罐和周边设施的安全。它的基本组成部分为泡沫发生器、泡沫液储罐、管道网络和控制系统等,对其予以合理地设置,可具有较高的灭火性能,在火灾发生时该系统会通过传感器检测到火焰和热源,并自动启动泡沫发生器。泡沫发生器会将空气和泡沫液储罐中的灭火剂混合,产生大量的泡沫,用以灭火。因为泡沫灭火剂一般是由水和特殊的化学物质混合而成,所产生的泡沫具有较大的表面张力和隔热性能,能够迅速覆盖燃烧物表面,形成抑制燃烧的隔离层,阻止氧气的进入,降低火焰温度,阻止火势蔓延。然而,泡沫灭火系统也存在一些局限性,比如泡沫灭火剂的扑灭效果对于不同类型的火灾不同,在应对特殊火灾的能力有限,而且泡沫灭火剂使用后需要进行清理和处理,增加了维护成本和工作量。需要充分考虑火灾风险、泡沫灭火剂的特性及大型石油化工储罐区实际情况,优化设计和设置泡沫灭火系统,确保石油化工储罐区和周边设施的安全。

3.3.3 干粉消防炮

干粉消防炮在石油化工储罐区发挥着重要的灭火和安全保护作用。它可以快速反应和应对火灾,控制火势并减少火灾对周围环境的影响,保护人员和财产的安全;还可以配合其他消防设备和措施使用,形成一个综合的灭火系统,提高火灾应对和防护能力。当然,要想保障干粉消防炮有效应用,需要根据石油化

工储罐区的实际情况及相关政策法规要求,统筹规划,合理设置,以便其能够发挥灭火功能,通过喷射干粉剂来扑灭储罐区发生的火灾,有效地控制火势并避免火灾扩散;发挥冷却功能,通过喷射冷却剂来降低储罐表面的温度,防止储罐燃烧并减少火灾对周围环境的影响;发挥防护功能,利用干粉消防炮在储罐区域周围形成一道保护屏障,将火势隔离开来,防止火灾蔓延,如此即可降低石油化工储罐区火灾发生率,保障石油化工生产顺利且良好地展开。

4 结束语

社会经济不断发展的背景下,为满足不断提高的石油化工生产需求,构建的大型石油化工储罐区增多。由于石油化工储罐区具有一定的危险性,需要科学合理地设置消防设备、设施,以便保障消防安全。经本文分析,目前诸多企业的大型石油化工储罐区消防问题较多。对此,应当正确认识到大型石油化工储罐区消防安全系统设计的重要性,科学合理地设计和设置消防安全系统,比如火灾探测系统、灭火系统等,以此来降低储罐区火灾事故发生率,保障生命财产安全。

参考文献:

- [1] 崔兵兵. 大型石油化工储罐区消防安全系统的设计[J]. 建筑工程技术与设计, 2019(6):2491.
- [2] 张巍敏. 浅谈石油化工油罐区消防系统设计策略[J]. 当代化工研究, 2023(14):191-193.
- [3] 刘登宇. 压缩空气泡沫灭火系统在石油化工储罐消防安全中的应用[J]. 石油化工建设, 2022,44(10):173-176.
- [4] 李娜, 张金明, 李娇. 外浮顶储罐安全管理与火灾应急处置对策研究[J]. 中国应急救援, 2019(5):40-43.
- [5] 张琰, 左东兴. 石油化工储罐消防水系统失效特性研究[J]. 安全, 2019,40(3):45-47+51.
- [6] 崔洪章, 朱伟隆, 崔琴书, 等. 大型石油化工企业储罐区消防安全对策研究[J]. 中国化工贸易, 2022(35):160-162.
- [7] 王世月, 张军. 石油化工储运系统罐区配管设计研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(16):5255.
- [8] 鲍明垒, 习为民. 石油化工储罐消防水系统失效特性研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2019(18):3893.
- [9] 王渊, 朱小龙. 大型石油化工储罐区消防安全系统设计[J]. 工程技术(引文版), 2016(06):221-221.
- [10] 孟颖, 刘宝英. 大型石油化工储罐区消防安全系统的设计[J]. 化工设计通讯, 2018,44(12):131.