

油品码头改造为液化烃码头给排水、消防设计要点分析

刘荣花¹, 李旺²

(1. 山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250101; 2. 中国石油管道局工程有限公司第四分公司, 河北 廊坊 065007)

摘要: 以某海港油品码头改造为液化烃码头工程为背景, 从给排水、消防设施的匹配性角度, 探讨改造过程中的关键设计要点和确定相应的改造方案。可为同类型的改造工程提供参考。

关键词: 油品码头; 液化烃码头; 给排水改造; 消防改造

中图分类号: U655 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 04—0081—03

近年来, 国内出现了通过改造油品码头, 在增加改造装卸工艺、消防等配套设施的基础上, 实现了停靠液化烃船舶的工程实例, 如烟台万华 103# 泊位工程, 将 5 万 DWT 油品码头改造为 5 万 GT 的液化烃码头。这种方案很大程度上缩短了新建液化烃码头的建设时间, 是一种具有简易性和灵活性的工程建设方案。但目前国内类似改造项目较少, 关于其改造过程中给排水、消防设计的研究也几近空白。某海港工程为满足其后方产业项目生产所需的原材料和产出液体品的水运服务要求, 需要将现 10 万吨级油品泊位改造形成一个 50000GT 液化烃泊位。本文以该项目为背景, 着重讨论改造过程中油品码头与液化烃码头的给排水、消防设施的匹配性和需要改造的地方, 以为同类型的改造项目提供参考。

1 工程概况

工程原设计为一个 10 万吨级油品码头, 其配套工艺、给排水、消防等系统均已按照原有设计建成投产。

本工程依托已经建成的码头水工结构, 将现有油品泊位改造成个 50000GT 液化烃泊位 (也可同时满足 2 个 3000GT 液化石油气船靠泊), 年设计通过能力 215 万吨。

按照设计船型靠泊组合, 设置 3 个装卸区, 自南向北依次命名为 1# 装卸区、2# 装卸区、3# 装卸区。1# 和 3# 装卸区装卸常温高压的 LPG, 2# 装卸区装卸低温常压丙烷和丁烷。在码头 2# 装卸区装卸臂南侧距码头前沿 15m 外设 2 台低温丙烷预冷泵, 在码头 3# 装卸区南侧距码头前沿 15m 外依次设 1 台低温丙烷增压泵和 1 台低温丁烷增压泵。

2 排水系统改造要点分析

在现油品码头设计中, 码头 3 个装卸区均设有围堰, 围堰内设污水池收集初期雨水和冲洗污水, 污水池内设潜污泵将污水通过压舱水管道提升至后方已建的含油污水处理站处理。

《油气化工码头防火设计规范》^[1] 规定, “在码头

[2] 张波. 我国港口经济发展现状 [J]. 合作经济与科技, 2011(10):21-22.

[3] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化 [M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2016.

[4] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能 [J]. 科学学研究, 2015, 33(02): 242-253.

[5] 陈聪. 秦皇岛港绿色港口建设发展战略研究 [D]. 燕山大学, 2019.

[6] 希特·迈克尔·A.R·杜安·爱尔兰, 罗伯特·E·霍

斯基森. 战略管理: 概念与案例 (第 10 版) [M]. 刘刚, 吕文静, 雷云等译. 北京: 中国人民大学出版社, 2012:130-141.[7] PORTER M E.WhatIsStrategy[J].HarvardBusinessReview, 1996, 74(6):61-78.

[8] 谭力文, 丁靖坤. 21 世纪以来战略管理理论的前沿与演进——基于 SMJ(2001-2012) 文献的科学计量分析 [J]. 南开管理评论, 2014, (2):84-94.

[9] 黄祝佳. 广州港智慧港口评价与建设研究 [D]. 华南理工大学, 2019.

装卸设备区、工艺阀组区、机泵区、物料计量区等应设置防止液体流淌的围堰，液化天然气和低温液化烃码头还应该设置紧急泄漏收集池”。若照此设计，原3个装卸区的围堰均可利用现状，无需改造。但是对于常温高压的液化烃，其一旦泄漏，在常温常压下会迅速气化，不会形成液体流淌，在其装卸区设置围堰没有意义，围堰还会一定程度阻碍气态液化烃的扩散，形成气态聚集而有爆炸危险，因此在本次设计中将1#和3#装卸区的围堰拆除。对于低温液化烃，因热量传递需要时间，其泄漏后一部分气化，一部分会形成液体流淌，因此保留2#装卸区围堰和增设低温液化烃机泵区围堰。同时为防止低温液化烃（操作温度 -42°C ）泄漏后对周围设施和人员可能造成的低温伤害，增设紧急泄漏收集池。鉴于泄漏后气态液化烃易在地面低洼处聚集的特点，围堰内不应设置污水池，因此将围堰内原有的污水池全部填实拆除。

3 消防系统改造要点分析

油品码头和液化烃码头的消防设计既有兼容之处也有不同之处。原油品码头为甲B类特级码头，改造后为甲A类特级码头，防火等级相同，但火灾危险性提高。根据规范^[1]要求，甲B类特级油品码头采用固定式水冷却和泡沫灭火方式；甲A类特级液化烃码头采用固定式水冷却、干粉灭火方式和高倍数泡沫灭火方式。由此看出这两种货物码头的冷却方式是相同的，但因油船和液化烃船的货舱构造与布局的不同，消防冷却范围有所区别；也因为火灾危险性不同，冷却水供给强度也存在差异；因此同等防火等级的两种码头的消防冷却水量是不同的。油品码头的火灾类型为液体火灾，液化烃码头为气体火灾，火灾类型不同，因此灭火所需要的消防介质和消防设施也不同。

3.1 消防水炮系统的改造

在现油品码头中水冷却方式采用固定式消防水炮，消防水炮设置在码头前沿的消防炮塔上，这与液化烃码头的水冷却要求是相一致的，本次改造需要对消防水炮的能力进行复核。现油品泊位设有消防炮塔两座，每座炮塔各配置一台流量为 100L/s ，额定射程 100m 的消防水炮。

根据《油气化工码头设计防火规范》^[1]，着火舱与相邻舱的冷却水供给强度全冷冻式液化烃船为 $4.0\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，全压力式液化烃船为 $9.0\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，保护范围均为最大货舱甲板以上表面积及相邻舱甲板以上表面

积的 $1/2$ ，供给时间 6h 。根据业主方提供的船型计算， 50000GT （ 80000m^3 ）的全冷式液化气船冷却水设计流量为 192L/s ， 3000GT 全压式液化气船冷却水设计流量为 108L/s 。

综上，本次改造后冷却水的设计流量为 192L/s 。根据规范^[1]要求，“有消防船或拖消船监护作业时，冷却水可以由水上和陆上消防设施共同提供，且陆域上消防设施所提供的冷却水量不应小于全部冷却水量的 50% ”。现油品泊位已有消拖船辅助作业，因此在本次改造设计在满足规范的基础上，本着节约投资和节省工期的原则，利用既有消防水炮，提供冷却水流量 100L/s ，其余 92L/s 由水上消防设施提供。在本次改造中不新增消防水炮，已有的消防水炮和水上消防设施协同作业可以覆盖整个码头停靠船舶的所有货舱。

3.2 水幕系统的改造

现油品泊位水幕设计是依据已经作废的《装卸油品码头设计规范》^[2]，在装卸设备两端沿码头前沿各延伸 5m 范围内和消防炮塔设水幕系统保护，装卸设备区域的水幕设计流量是为 $1.0\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，每座消防炮塔水幕设计流量为 10L/s 。而根据现行规范^[1]，液化烃码头需要在装卸设备区域、登船梯前侧区域和消防炮平台区域设置水幕设施；且码头装卸设备区域和登船梯前侧区域水幕设计流量不应小于 $2\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，消防炮保护水幕设计流量不应小于 $10\text{L}/(\text{s}\cdot\text{台})$ 。

现码头装卸设备区域水幕设计流量不满足本工程的消防要求，需要进行改造。现有喷头流量为 2L/s ，间隔 2m ，在本次设计中保留已有的喷头，在每两个喷头中间增设一个喷头，间隔 1m ，使水幕设计流量达到 $2\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。现码头登船梯不满足 5万GT 级液化气船型的要求，本工程新增1座塔式升降登船。因此在本次设计中增设登船梯前侧的水幕，设计流量 $2\text{L}/(\text{s}\cdot\text{m})$ 。原有炮塔保护水幕的流量可以满足改造后的要求，本项目利旧。

3.3 干粉灭火系统

与油品码头相比，适用于液化烃火灾的主要灭火剂是干粉，因此，在液化烃码头应配备干粉灭火系统。本码头为特级码头，根据规范^[1]要求，干粉储量不应小于 2000Kg ，且应能满足规定灭火时间内的干粉炮所需干粉用量，储量为计算用量的 1.2 倍，干粉炮连续供给时间不应小于 60s 。因此本工程新设3套 3000kg 干粉炮灭火装置，干粉采用碳酸氢钠干粉，供给强度为 $8.8\text{kg}/\text{m}^2$ ，放置在装卸区附近。

一旦发生火灾，工作人员可通过手动或遥控启动

干粉灭火系统，通过控制干粉炮的俯仰及水平角度来瞄准着火部位，将干粉射向着火部位灭火。

3.4 水喷雾灭火系统

相较于油船，低温液化烃船舶干舷高，需要设置操作平台作业，这就导致火灾情况下作业人员撤离路径长，为保证人员安全，需要在其操作平台区域设置水雾设施。根据规范^[1]要求，低温液化烃码头操作平台区域的水雾喷水强度不应小于 $10.2\text{ L}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ ，持续供给时间为30min。本项目设有低温液化烃泵，为火灾多发设备，也应采取相应的保护措施。根据《石油化工企业设计防火标准》^[3]，在液化烃泵区设置水喷雾（水喷淋）系统进行冷却保护，喷淋强度不低于 $9\text{ L}/\text{m}^2\cdot\text{min}$ ，持续供给时间为6h。

本次改造在低温液化烃码头的操作平台区域、预冷泵区和增压泵区各设置一套水喷雾灭火系统，这3个区域外各设置一套雨淋阀组，当发生火灾时，雨淋阀组可自动或现场手动开启，喷头动作，同时水力警铃报警。

3.5 泡沫灭火系统

现油品码头工程中设有低倍数泡沫灭火系统，主要为油品或者化工品火灾服务，设施主要包括消防泡沫炮和消防泡沫栓。低倍数泡沫灭火系统对于液化烃码头火灾不适用，因此在本次设计中停用低倍数泡沫灭火系统。根据规范^[1]要求，仅需要对低温液化烃的事故泄漏池采用高倍数泡沫灭火系统。

本次改造是在事故泄漏池附近新设一套高倍数泡沫灭火系统，选用3%高倍数泡沫原液（耐海水型），泡沫混合液供给量为 $7.2\text{ L}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ ，设计流量为2.4L/s，供给时间为40min，泡沫液发泡倍数为500倍。一旦低温液化烃泄漏至事故池，事故池内的低温探测器及声光报警器发出动作信号，连锁启动高倍数泡沫灭火系统，关闭雨水排放阀，同时连锁切断发生泄露区域的未封闭的生产电源。

3.6 室外消火栓系统

现油品码头已在引桥和码头前沿设置了室外消火栓，改造过程中仅需要对其设计流量进行复核。根据《消防给水及消火栓系统技术规范》^[4]规定，海港液化烃码头的室外消火栓设计流量不应小于45L/s；《油气化工码头设计防火规范》^[1]规定，油气化工码头可按照水枪流量不应小于5L/s，2支水枪同时工作计算水量。两者对于室外消火栓设计流量的规定差别较大，需要进一步探讨。由于液化烃码头位于水上，码头平台仅29米宽，消防车的操作空间十分有限；同时一旦液化烃船舶发生火灾，其灾情会较大，出于安全考虑消防车也无法在码

头平台上进行施救作业；因此，液化烃码头上的室外消火栓不考虑为消防车提供水源，只为工作人员人为操作辅助灭火。故室外消火栓的流量不宜取得太大，在本次改造中可按照《油气化工码头设计防火规范》规定，取10L/s。

3.7 消防给水设计流量

油品码头的消防给水设计流量为油船低倍数泡沫灭火设计流量、冷却水系统设计流量、水幕设计流量和室外消火栓设计流量之和。液化烃码头的消防给水设计流量为冷却水系统设计流量、水幕设计流量、水喷雾灭火系统、高倍数泡沫灭火系统和室外消火栓设计流量之和。经计算，原10万吨级油品码头的陆域消防给水设计流量为290L/s，改造为5万总吨液化烃码头的陆域消防给水设计流量为375L/s。相较于油品码头，液化烃码头的消防用水量大，用水点多，因此在改造时需要复核其消防管线和消防泵组的匹配性。

4 结语

(1) 相较于油品码头装卸区常见的围堰+污水池的设计，液化烃码头需要进一步的探讨分析。鉴于常温高压液化烃泄漏后易挥发的特性，对于常温高压液化烃的装卸区无需设置围堰；对于低温液化烃为防止液体流淌和低温损伤，需要保留其装卸区围堰和增设紧急泄漏池。由于气态液化烃易在低洼处聚集，液化烃码头围堰内不再设置污水池。

(2) 相较于油品码头的消防要求，液化烃码头的消防灭火要求更为复杂。在相同防火等级下，两种货物码头的冷却水防水相同，但冷却水量不同；因火灾类型不同，两者的消防灭火方式也不同。与油品码头相比，液化烃码头增加了干粉灭火系统、水喷雾灭火系统和高倍数泡沫灭火系统，停用了低倍数灭火系统。

(3) 液化烃码头的消防给水设计流量一般大于同等防火级别的油品码头，因此在消防改造时要复核其既有消防管道和消防泵组的匹配性。

参考文献：

- [1] JTS158-2019 油气化工码头防火设计规范 [S].
- [2] JTJ237-1999 装卸油品码头防火设计规范 [S].
- [3] GB50160-2008 石油化工企业设计防火标准（2018版） [S].
- [4] GB50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范 [S].