

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.04.015

# 基于“大炮小用”的石化码头改造给排水消防设计

肖敏艳, 李彬, 钟良生, 罗佳文, 丁少鹏, 李向冲  
(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 某石化码头升级改造工程消防水源依托后方消防泵房及泡沫间。根据消防新规范的复核,应增加消防水量,导致消防压力增高,故需改造消防泵房及管网,但现状消防泵房及管网的改造难度较大。以最大程度利旧为原则,创造性地提出“大炮小用”方法,将已有的流量为80 L/s、工作压力为1.0 MPa的水炮和泡沫炮改造成流量为98 L/s、工作压力为0.8 MPa,降低消防炮工作压力,最终降低整个管网设计压力,有效解决了消防泵房、泡沫间改造困难的问题,既节省了工程造价,又缩短了施工工期,目前该项目已投产使用。

**关键词:** 石化码头; 改造; 给排水消防

**中图分类号:** TU998.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)04-0088-05

## Design of Water Supply and Drainage and Fire-fighting Systems for Upgrading of a Petrochemical Wharf Based on Low Pressure Usage of High Pressure Water and Foam Monitors

XIAO Min-yan, LI Bin, ZHONG Liang-sheng, LUO Jia-wen, DING Shao-peng,  
LI Xiang-chong

(CCCC-FHDI Engineering Co. Ltd., Guangzhou 510230, China)

**Abstract:** The fire water supply of a petrochemical wharf upgrading project takes advantage of the fire pumping station and foam station behind. According to the review of the new fire protection specification, the fire water volume shall be increased, resulting in the increase of fire pressure, so it is necessary to transform the fire pumping station and pipe network. However, it is difficult to reconstruct the current fire pumping station and pipe network. The strategy of low pressure usage of high pressure water and foam monitors was thus proposed to maximize the utilization of the existing facilities. The working pressure of the water and foam monitors were reduced by transforming the flow rate and working pressure of existing water and foam monitors from 80 L/s and 1.0 MPa into 98 L/s and 0.8 MPa. Finally, the design pressure of the whole pipe network was reduced, and the problems of difficult reconstruction of fire pumping station and foam station were effectively solved, which not only saved the project cost, but also shortened the construction period. At present, the project has been put into operation.

**Key words:** petrochemical wharf; upgrading; water supply and drainage and fire-fighting

目前国内石化码头升级改造项目日益增多,但对其研究主要集中在码头结构设计、总平面布置等方面<sup>[1-4]</sup>,针对给排水消防改造工程的研究较少。某石化码头2017年因生产经营的需求要进行改造,以

此探讨快速、合理地开展石化改造工程给排水消防设计的方法。

### 1 工程概况

根据生产经营的需要,为使某石化有限公司液

体码头能为港区附近的其他企业服务,提供更多危险液体货种的装、卸货作业服务,提出实施码头升级改造。该码头已于2013年6月完工投产,现状为连片式泊位,其中1#泊位和2#泊位分别为 $2\times 10^4$  t和 $1\times 10^4$  t级化学品泊位,其中水工结构按照 $5\times 10^4$  t级设计。改造主要包括1#泊位的码头结构升级为 $5\times 10^4$  t,装卸管线进行移动及调整;2#泊位设计船型不变,新增液碱货种。

2 现状分析

现状给水工程采用生活+生产、消防两套供水管网,其中生活+生产供水主要考虑船舶用水、生活用水、环保用水及未预见水量,消防供水主要供给码头冷却水及泡沫用水。给水水源由后方园区供给,水质符合《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的各项要求。码头消防系统采用固定式水冷却+泡沫灭火方式。消防冷却水和泡沫均来自后方库区,设计分界线分别位于1#泊位和2#泊位引桥根部。工程采用雨污分流方式,洁净雨水直接排海,装卸阀区的含油污水及初期雨水经雨水口收集后汇入码头污水收集池,再泵送至后方园区污水处理站统一处理。码头、引桥与集污池交界处已设置有护轮坎,防止洁净雨水进入集污池。

目前码头上给排水设施均能正常使用。

3 方案比选

3.1 给排水工程

3.1.1 码头升级改造

1#泊位的码头结构升级为 $5\times 10^4$  t,装卸管线进行移动及调整:原设计结构已按照 $5\times 10^4$  t级船舶靠泊考虑;应复核给排水管线位置、围油坎的位置。2#泊位设计船型不变,新增液碱货种:该货种有强腐蚀性,应设置单独的围油坎进行收集,相应的管线、污水泵、污水池等也应考虑防强腐蚀的措施。

3.1.2 新规范要求

《化工企业安全卫生设计规范》(HG 20571—2014)提出“洗眼器、淋洗器的服务半径不应大于15 m”,故应新增洗眼器。其余给水、排水设计参数的选取,满足《海港总体设计规范》(JTS 165—2013)的相关要求。

3.1.3 依托条件

工程改造后,未新增工作人员数量,码头、引桥、道路等面积也未增加,围油坎总面积未增加,故

原有给水排水水量、水压无需调整,基本满足要求。

3.1.4 符合性结果

现有给排水设施及其符合性见表1,其中雨水口算子、就地显示压力表、冲洗接头及软管等设施满足要求,故省略。

表1 给排水设施及其符合性

Tab.1 Water supply and drainage facilities and their compliance

项目		型号规格	数量	备注	符合性分析
1#泊位	洗眼器	DN25	1套	1#泊位装卸区围油坎内	不满足要求,数量不足
2#泊位	防爆型自吸泵(带控制柜)	$Q=17\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=250\text{ kPa}$ , $N=7.5\text{ kW}$	1台	2#泊位码头集水池附近	不满足要求
	集污池	$4.0\text{ m}\times 1.8\text{ m}\times 2.9\text{ m}$ , 总容积约 $21\text{ m}^3$	1个	2#泊位接卸点附近	不满足要求
	洗眼器	DN25	1套	2#泊位装卸区围油坎内	不满足要求
	围油坎	高度200 mm	1项	无	不满足要求

3.2 消防工程

3.2.1 码头升级改造

1#泊位:原设计已经按照结构 $5\times 10^4$  t级船舶靠泊考虑,未新增货种,未提高原设计的火灾危险性,装卸区面积也未增加。但码头前沿消防水幕长度不满足规范要求。2#泊位设计船型不变,新增液碱货种:液碱货种未提高原设计的火灾危险性,装卸区面积也未增加。

3.2.2 新规范要求

《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB 50974—2014)要求海港油品码头的室外消火栓流量 $45\text{ L/s}$ ,火灾延续时间6 h。因此,总消防水量应考虑此部分新增水量。

3.2.3 依托条件

① 消防冷却水水源

本工程消防冷却水水源由后方园区的消防泵房提供,距离泊位约700 m。消防泵站内设有电动消防水泵3台,柴油机驱动消防泵3台(备用)。卧式电动消防泵 $Q=900\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=1.2\text{ MPa}$ ;柴油消防泵

$Q=900\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=1.2\text{ MPa}$ 。消防泵站内设消防稳压装置一套,包括稳压泵 2 台(1 用 1 备),直径 2 m 的隔膜式消防稳压罐一个;稳压消防水泵  $Q=65\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=1.17\text{ MPa}$ 。

② 消防泡沫混合源

本工程泡沫混合液源由后方园区消防泡沫站

提供,泡沫站距离泊位约为 230 m。站内配置压力式泡沫比例混合装置(含泡沫比例混合器、泡沫储罐等)3 套,储罐容积  $10\text{ m}^3$ ,混合液额定流量  $160\text{ L/s}$ ,泡沫原液采用 3% 的成膜氟蛋白抗溶泡沫灭火剂。

3.2.4 符合性结果

码头现有消防设施及其符合性分析见表 2。

表 2 码头现有消防设施及其符合性分析

Tab.2 Analysis of existing fire-fighting facilities and their compliance

项 目		型号/规格/材质	数量	放置位置	符合性分析
消防控制系统	电动消防炮控制柜	控制 4 门炮	2 台	消防控制室	不满足要求:因消防炮需改造,需同步改造
	电动阀门炮控制柜	控制 7 个电动阀	2 台	消防控制室	不满足要求:因消防炮需改造,需同步改造
	无线遥控器		2 台	消防控制室	不满足要求:因消防炮需改造,需同步改造
1#泊位现有消防设施	电控消防泡沫炮	$Q=80\text{ L/s}$ , 1.0 MPa, 射程 70 m	2 台	1#泊位工作平台	不满足要求:因后方泵房内消防泵扬程不够,需采用“大炮小用”改造消防炮,故需改造
	电控消防水炮	$Q=80\text{ L/s}$ , 1.0 MPa, 射程 80 m	2 台	1#泊位工作平台	
	消防炮塔	PT15	2 座	1#泊位工作平台	满足要求
	组合型水幕喷头	DN25	22 个	1#泊位码头前沿	基本满足要求,适当增加以满足覆盖长度要求
	双栓消火栓箱、双口消火栓、衬胶水龙带、泡沫枪、冷却水枪、手提式泡沫灭火器、推车式泡沫灭火器、国际通岸法兰等设施		若干	1#泊位码头工作平台、引桥	满足要求
	消防管线	消防冷却水管、泡沫管	1 项	1#工作平台	不满足要求:因消防炮需改造,并且进一步降低水头损失,需改造
2#泊位现有消防设施	电控消防泡沫炮	$Q=48\text{ L/s}$ , 0.8 MPa, 射程 60 m	2 台	2#泊位工作平台	流量、射程满足要求
	电控消防水炮	$Q=60\text{ L/s}$ , 0.8 MPa, 射程 70 m	2 台	2#泊位工作平台	
	消防炮塔	PT15	2 座	2#泊位工作平台	固定式塔架泡沫-水消防炮,底层为水炮操作平台,顶层为泡沫炮操作平台。满足要求
	组合型水幕喷头	DN25	19 个	2#泊位码头前沿	满足要求
	双栓消火栓箱、双口消火栓、衬胶水龙带、泡沫枪、冷却水枪、手提式泡沫灭火器、推车式泡沫灭火器、国际通岸法兰		若干	2#泊位码头工作平台、引桥	满足要求
	消防管线	消防冷却水管、泡沫管	1 项	2#工作平台	不满足要求:为进一步降低水头损失,使后方泵房内泵组扬程满足要求,需改造
现状消防依托条件	消防冷却水水源及泡沫源				基本满足要求
	陆域消防站				满足要求
	海上消防船				满足要求

3.2.5 设计方案比选

按照原消防炮设计工况,新增消防水量  $45\text{ L/s}$

后,在现状消防管网基础上,将增加水损,导致设计接管点冷却水压力增加,后方泵房消防泵无法满足

要求,应对消防泵房、泡沫站、现有消防管网进行改造。但现状消防泵房、泡沫站的改造难度大,且工程费用高,工期长。

综合考虑上述因素,本工程创造性地提出“大炮小用”的设计思路,降低消防炮工作压力,最终降低整个管网设计压力。

将已有的流量为 80 L/s、工作压力为 1.0 MPa 的水炮和泡沫炮改造成流量为 98 L/s(额定流量为 120 L/s)、工作压力为 0.8 MPa。根据《装卸油品码头防火设计规范》(JTJ 237—99),冷却水供给强度为 2.5 L/(min·m<sup>2</sup>)、供给时间为 4 h;泡沫灭火强度为 12.0 L/(min·m<sup>2</sup>)、灭火时间为 40 min;码头前沿水幕强度为 2.0 L/(s·m)、工作时间为 1 h;室外消火栓流量为 45 L/s、供水时间为 6 h。炮塔高度=[(船舶型深-空载吃水)-(码头面标高-设计高水位)]+2.5 m+(1~2) m,其中 2.5 m 为炮塔两层操作平台差,1~2 m 为富余高度。

本工程 1#和 2#泊位按照发生一次火灾考虑。1#及 2#消防水管道接管点分别位于各自的原引桥根部,其技术参数见表 3。

表 3 设计接管点技术参数

Tab.3 Technical parameters of the design connection point

项 目		1#泊位	2#泊位
冷却水系统	流量/(L·s <sup>-1</sup> )	243	195
	压力/MPa	1.00	1.00
	管径/mm	350	300
	一次消防用水量/m <sup>3</sup>	2 960	2 376
泡沫混合液系统	流量/(L·s <sup>-1</sup> )	118	48
	压力/MPa	1.02	1.00
	管径/mm	250	200
	一次泡沫混合液量/m <sup>3</sup>	290	142

对后方厂区消防泵房、泡沫站重新核算:根据后方厂区提供的资料,核算 1#泊位消防泵房冷却水出水管处所需冷却水流量为 357.46 L/s,压力约为 1.22 MPa;2#泊位消防泵房冷却水出水管处所需冷却水流量为 251.26 L/s,压力为 1.20 MPa。因此消防泵工况基本能满足 1#泊位和 2#泊位的流量和压力要求。

4 设施改造

4.1 给排水设施

根据符合性分析结果,需要分别在 1#和 2#泊位

装卸阀区增设 1 套洗眼器(洗眼、淋洗一体式),此时工艺切断阀处在 15 m 保护范围内,能满足要求;在 2#泊位强酸强碱工艺管线的装卸区域设置单独的围油坎,该区域码头面应考虑耐强碱腐蚀,该部分初期雨污水及冲洗污水由单独的重力流污水管汇流至已有的集污池,原集污池、雨水口应做相应耐强碱腐蚀处理,增设耐强碱防爆型电动自吸泵替代原有自吸泵,污水管道管材采用耐强碱腐蚀的衬塑钢管,在集污池、雨水口四周涂刷耐碱防腐涂料,涂料采用环氧树脂和环氧呋喃树脂相结合。

4.2 消防设施

① 新增消防水幕

1#装卸区域附近新增消防水幕,共增加 3 个喷头。采用水柱和水幕组合型喷头,可同时喷射柱状水流和扇形水流,工作压力 0.50 MPa,水柱流量 120 (±8%) L/min,水幕流量 56 (±8%) L/min,水柱喷射高度≥10 m,水幕喷射宽度≥5.5 m,喷头流量特性系数 K=80。

② 新增移动消防炮及室内消火栓

1#和 2#泊位码头装卸区域分别增设 1 门流量为 40 L/s 的移动式泡沫炮和 1 门 50 L/s 的移动式消防水炮,每门消防炮配置 2 套室内消火栓及水带,用以供给 45 L/s 的室外消防用水量及 40 L/s 泡沫流量。

③ 新增消防炮及其控制系统

1#泊位改造后的消防炮技术参数如下:电控消防泡沫炮 PPKD120,流量 98 L/s,工作压力 0.8 MPa,有效射程 58.8 m;电控消防水炮 PSKD120,流量 98 L/s,工作压力 0.8 MPa,有效射程 66 m。消防炮覆盖范围见图 1。除了更换消防炮,还应同步更新控制系统。

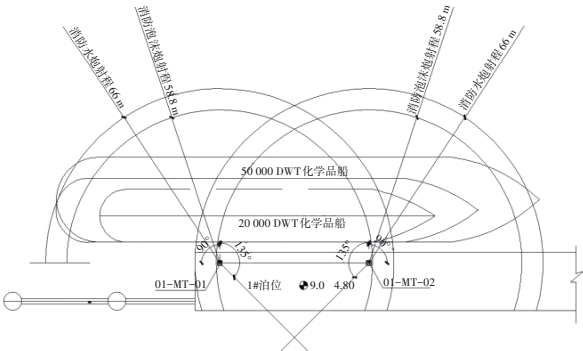


图 1 1#泊位消防炮的覆盖范围

Fig.1 Coverage map of No.1 berth fire monitor



#### ④ 码头消防管线改造

综合考虑后方泵房已建成,泵房内配置的消防泵额定工作压力约为1.2 MPa。本工程新增了室外消防栓用水量45 L/s后,同时1#泊位消防冷却水和泡沫液流量增大,导致原消防管线产生的水损增大。应对1#泊位和2#泊位部分消防管线进行改造。

#### ⑤ 其他

在进行消防设备招标后,进一步复核了原来消防炮塔上新增消防炮的安装空间和承受荷载能力,以及消防控制系统的统一性,均满足要求。

### 5 工程实施效果

该项目改造实施顺利,目前已投产使用。采用“大炮小用”的设计思路,降低了消防炮工作压力,最终降低整个管网设计压力,有效解决了消防泵房、泡沫间改造困难的问题,既节省了工程造价,又缩短了施工工期。

### 6 结语

某石化码头升级改造工程中,充分调研已有设施的使用状况、依托条件,结合其他专业改造内容及给排水新规范,复核给排水设计参数并进行设计方案比选,编制符合性结果一览表并提出改造措施。根据上述设计思路,可以快速、有效地开展相关设计工作。

在石化码头改造中,应以最大程度地利旧为原则,进行技术经济分析。本工程提出消防炮“大炮小用”方法,降低了消防炮工作压力,最终降低整个管网设计压力,解决了后方依托设施改造困难的问题。

#### 参考文献:

- [1] 朱启汉,朱英. 珠江口某油码头升级改造的难点和应对方案[J]. 港口科技,2018(6):43-47,52.  
ZHU Qihan, ZHU Ying. Difficulties and countermeasures of upgrading and reconstruction of an oil terminal in the Pearl River Estuary [J]. Science & Technology of Ports, 2018(6):43-47,52(in Chinese).
- [2] 陈秀瑛,范平易. 江海石化码头结构的升级改造设计[J]. 港工技术,2014,51(3):57-59.  
CHEN Xiuying, FAN Pingyi. Upgrade and reconstruction design of Jianghai petrochemical wharf [J]. Port Engineering Technology, 2014, 51(3):57-59(in Chinese).
- [3] 范平易,曹宏生. 泰州港化工码头升级改造设计[J]. 中国水运,2017,17(11):154-155.  
FAN Pingyi, CAO Hongsheng. Design of upgrading of Taizhou port chemical wharf [J]. China Water Transport, 2017, 17(11):154-155(in Chinese).
- [4] 俸锦福,陈亚鹏,赵小波. 常熟华润化工码头工程改造方案[J]. 水运工程,2011(11):133-136.  
FENG Jinfu, CHEN Yapeng, ZHAO Xiaobo. Rehabilitation and expansion scheme for Changshu chemical jetty [J]. Port & Waterway Engineering, 2011(11):133-136(in Chinese).

作者简介:肖敏艳(1988-),女,福建龙岩人,硕士,高级工程师,从事港口码头的给排水消防环保设计及研究工作,曾获2016—2017年度广东省优秀工程咨询成果奖一等奖。

E-mail:minyanxiao@163.com

收稿日期:2019-11-05

修回日期:2021-04-08

(编辑:孔红春)

环境就是民生,青山就是美丽,蓝天也是幸福