

天津港大港港区 10—12 号化工码头工程设计要点

乔剑华

(中交第一航务工程勘察设计院有限公司, 天津 300222)

摘 要: 天津港大港港区 10—12 号化工码头工程具有建设泊位数量多、工艺系统复杂、投资方要求高等特点, 针对上述特点, 文章介绍了将碟形布置与连片布置相结合的异形平面布置方案、工艺设计方案、码头宽度优化、特殊货种管道设计等, 并在此工程进行了软管架设计, 以提高码头机械化程度, 节省工程投资, 增加码头灵活性, 提升码头安全性能。

关键词: 化工码头; 平面; 工艺; 设计; 软管架

中图分类号: U656.1

文献标志码: A

文章编号: 2095-7874(2020)05-0035-05

doi: 10.7640/zggwjs202005008

Main points of engineering design for No.10-12 chemical terminal in Dagang port area, Tianjin Port

QIAO Jian-hua

(CCCC First Harbor Consultants Co., Ltd., Tianjin 300222, China)

Abstract: The No.10-12 chemical terminal project in Dagang port area of Tianjin Port has the characteristics of many construction berths, complex process system and high requirements of investors. In view of the above characteristics, we introduced the special-shaped plane layout scheme, process design scheme, wharf width optimization, special cargo pipeline design, etc. which combines the dish layout with the strip layout, and designed the hose rack in this project in order to improve the degree of wharf mechanization, save engineering investment, increase the flexibility of wharf and improve the safety performance of wharf.

Key words: chemical terminal; general layout; technology; design; loading hose tower

1 工程背景及概况

天津港大港港区规划为石油化工、冶金装备制造工业为主导的综合性工业港区, 为了满足工业区内及周边相关企业对于石化产品运输需要, 南港工业区与奥德费尔合资建设 10—12 号化工码头工程 (10—12 号化工码头工程全景见图 1)。奥德费尔是世界排名第一的液体化学品船运公司, 拥有总载重约 300 万 t 的近 100 艘专业化工品油轮和总容量约为 400 万 m³ 的 1 120 个储罐, 具有丰富的技术知识和业务经验。

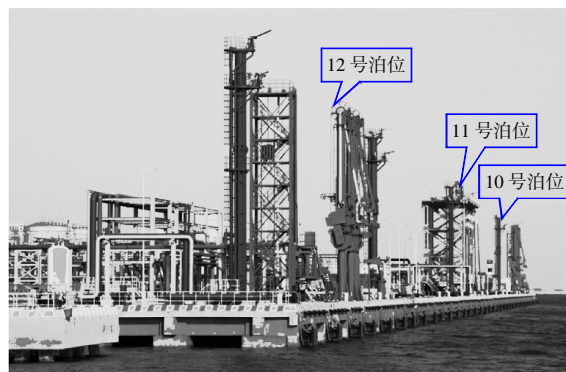


图 1 天津港大港港区 10—12 号化工码头工程全景

Fig. 1 The panoramic view of No.10-12 chemical terminal project in Dagang port area, Tianjin Port

本工程位于南港工业区西港池西岸, 建设 2

收稿日期: 2019-11-28

作者简介: 乔剑华 (1977—), 男, 辽宁葫芦岛人, 硕士, 高级工程师, 主要从事液体散货码头和港口液体散货储运设施的工艺设计工作。E-mail: qiaojianhua@fdine.net

个 20 000 DWT 和 1 个 5 000 DWT 液体化工泊位, 南北向顺岸布置, 泊位长度 660 m, 设计船型为 1 000~50 000 DWT 油船和化工品船; 装卸货种包括 3 种油品和 19 种化工品, 主要为成品油和石脑油、苯、甲苯、二甲苯、醋酸、基础油、烧碱、润滑油添加剂、醋酸乙烯等, 总运量为 450 万 t/a; 码头平面采用两端设置系缆墩、中间工作平台与靠船段连片布置形式, 工作平台通过引桥与陆域相连, 引桥作为管线、管廊及码头与陆域相连的通道, 水工结构采用高桩梁板结构^[1]。

2 设计难点

1) 装卸货种类多、靠泊船型多: 因装卸货物包括油品和化工品共计 22 种、而且每种货物的年运输量差别较大及其承运船舶大小不同, 要满足各种船型靠泊安全、且兼顾不同船型同时靠泊作业具有较大的设计难度。

2) 功能要求高: 奥德费尔具有严格的企业标准, 对工艺系统要求高, 如每个泊位需留有建设 32 条工艺管道的条件, 每条管道均需设置清管设施, 货物要求保质保量, 每条工艺管道可装卸多个货物以增加作业的灵活性, 工艺系统要求操作

安全方便, 节省工程投资等, 增加了工艺系统的复杂程度。

3) 货种的物性差别大: 货种类别较多且物理化学性质差异较大, 除常规的成品油外还包括腐蚀性较强的醋酸与烧碱、易聚合的醋酸乙烯、毒性为剧毒的苯等, 造成了工艺系统设计复杂。

3 解决方案

3.1 平面方案设计

根据船型预测, 本工程承运船型涵盖了 1 000~50 000 DWT 的油船和化学品船, 且 10 000 DWT 及以下船舶占来船总数约 75%。为了充分利用岸线资源、增加泊位通过能力, 针对本工程装卸船型多样性的特点, 平面布置应考虑在批准的岸线范围内停靠多艘小型船舶同时作业的可能性^[2]。

因石化船舶作业时要求船舶装卸接管口与工艺设备对正的原因, 及泊位长度计算时应综合考虑船舶间安全距离、转角富裕、船舶带缆等问题^[3], 码头长度计算如表 1 所示, 根据计算结果, 确定 10—12 号泊位长度为 660 m, 经测算, 本工程 3 个泊位的布置方案较常规 2 个泊位的布置方案, 通过能力增加约 83 万 t/a。平面布置图见图 2。

表 1 码头长度计算表

Table 1 The calculation table of wharf length

典型船舶组合	参数取值/m	计算结果/m
20 000 DWT(油船)+5 000 DWT(化学品船)+20 000 DWT(油船)	30+164+40+125+40+164+30	593
50 000 DWT(油船)+50 000 DWT(油船)	31+229+140+229+31	660
10 000 DWT(油船)+10 000 DWT(油船)+10 000 DWT(油船)	75+141+43.5+141+43.5+141+75	660

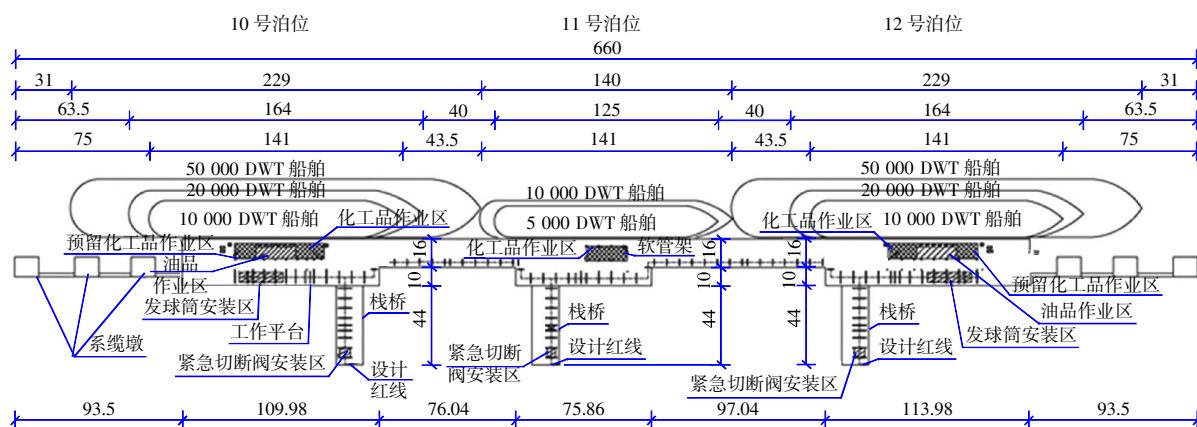


图 2 天津港大港港区 10—12 号化工码头工程平面布置图(m)

Fig. 2 The layout plan of No.10-12 chemical terminal project in Dagang port area, Tianjin Port (m)

如图 2 所示, 为了确保船舶靠泊安全, 在两端各设置 3 个系缆墩, 将靠船部位与作业平台连

片式布置, 并均布护舷和系船设施, 以提高码头停靠各类船舶的适应性; 码头连续段中非作业区

部分,考虑少量配套管线、通道和系船柱等设施布置需要,将承台宽度由26 m缩窄为16 m,以节省工程投资;根据货运量、货类及船型,将10号泊位和12号泊位确定为油品兼化工品装卸泊位、11号泊位确定为化工品装卸泊位,并将作业区划分为油品作业区、化工品作业区、预留化工品作业区、发球筒安装区、紧急切断阀安装区等,以利于作业安全及日常安全管理。

3.2 工艺方案

1) 工艺设计方案

根据装卸要求,10号泊位和12号泊位分别设置10条DN300~DN500的油品管道并预留4条油品管道安装位置、4条DN200~DN300的化工品管道并预留14条油品管道安装位置,11号泊位设9条DN200~DN300的化工品管道并预留23条化工品管道安装位置;为了提高装卸效率,油品装卸设备选用DN300装卸臂,为了满足化工品保质要求,其装卸设备选用DN200装卸软管;为了满足每个泊位具有建设32条工艺管道的条件,每

个泊位均建设15 m宽栈桥与后方陆域连接,在栈桥上建4层6.6 m宽的管廊与库区管廊相连;为了满足清管要求,工艺管道上均设置发球筒,并且在清管球通过的管段上选用通径球阀、带篦三通、3D弯头等,以确保清管球的顺利通过^[4]。

2) 码头宽度工艺设计

液体散货码头的宽度通常由作业区宽度、装卸设备安装位置、通道宽度、管廊宽度等因素共同决定。因管道口径越大、其阀门与管件的尺寸也越大,所需要的安装空间也越大,作业区的宽度常取决于管道口径及其安装方式。

采用常规的布置方案,将油品管道的发球筒布置在作业区内,因物性相似的油品共用装卸臂,发球筒需安装在高于阀门的较高位置,具体见图3。此方案因发球筒安装位置高造成操作不便;因发球筒和阀门的尺寸较长、且管道弯头的弯曲半径较大,使操作区较长,造成码头宽度较宽,水工结构投资较大。

经过方案优化,采取把作业区后方管廊架高

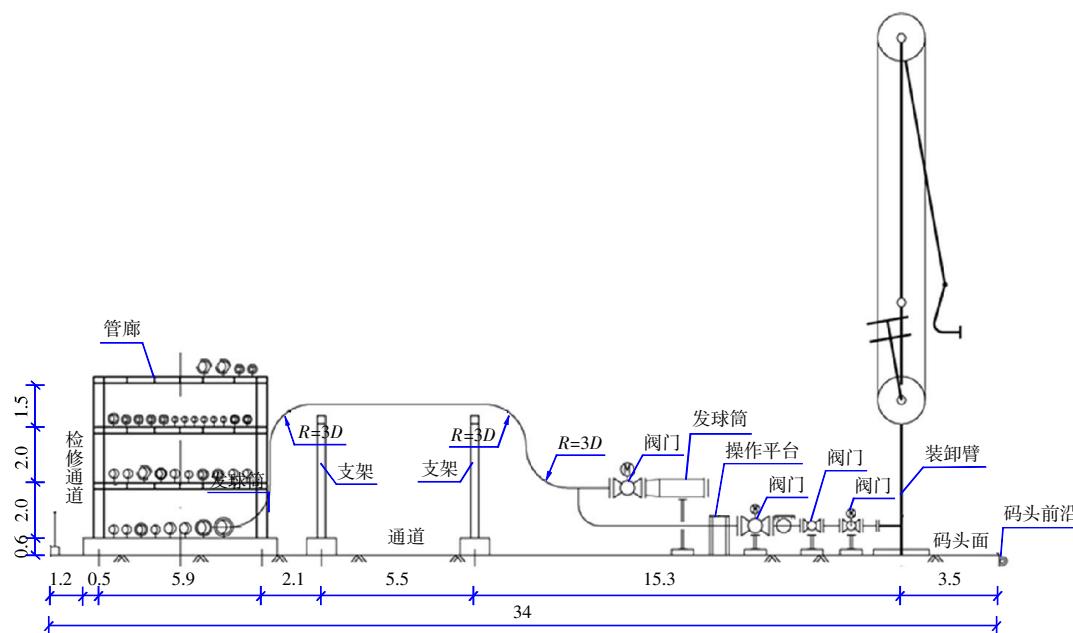


图3 常规布置方案码头断面图(m)

Fig. 3 The terminal section of general layout plan(m)

的方法,将油品发球筒安装在管廊下方,可使码头宽度由34 m减少到26 m,可节省水工结构投资730余万元,具体见图4。此方案具有操作方便、节省投资的优点。

3) 工艺布置方案

10号泊位和12号泊位选用装卸臂与装卸软管相结合的方案,受装卸臂包络范围较小的限制,将装卸臂布置在装卸区的中心位置。因装卸软管

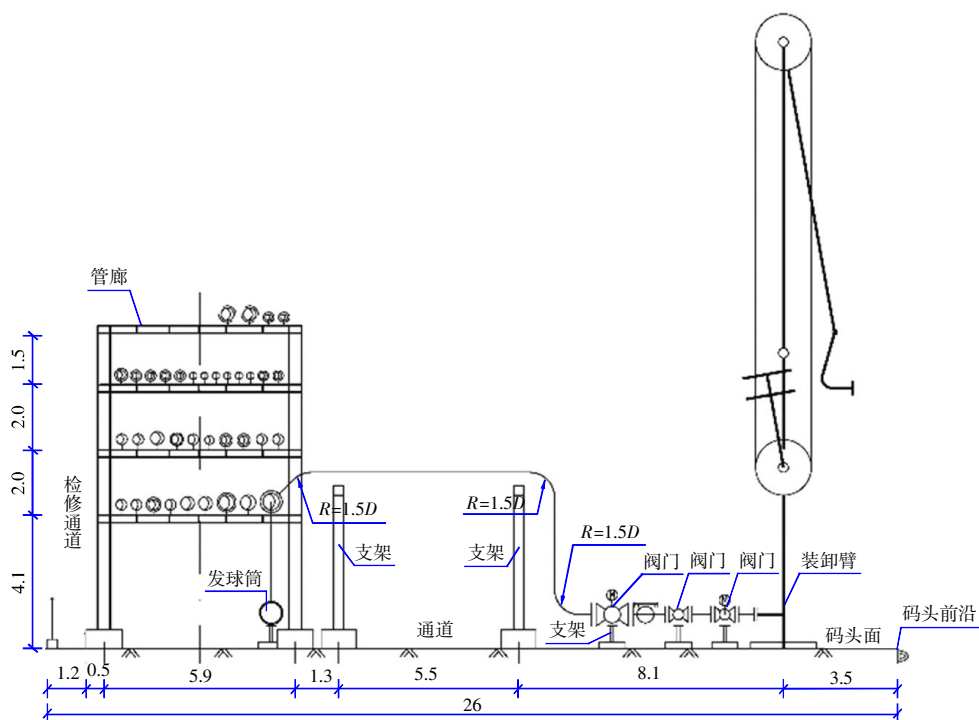


图4 优化方案码头断面图(m)

Fig. 4 The terminal section of optimized solution (m)

较多, 将其布置在装卸臂两侧。因化工品管道口径较小, 其清管设施的安装对码头宽度无影响, 为了清管方便, 将发球筒布置在作业区内。为了软管的船—岸连接方便, 在每侧设置软管吊1座。

为了操作安全便利、减小作业区长度, 11号泊位采用软管架方案。将工艺管道分别安装在码头面和软管架第1层上, 此双层布置方案与常规只在码头面上单层布置的方案相比, 装卸区长度由原来的41 m减小至23 m。

4) 特殊货种的管道设计

因醋酸、烧碱具有较强的腐蚀性, 为了确保管道的耐久性, 醋酸管道选用316L不锈钢材质, 烧碱管道选用304L不锈钢材质, 并采用电伴热的伴热方式, 管外设保温层及保护层。

因醋酸乙烯具有易聚合性^[9], 聚合是分子较小化合物相互结合而成分子很大化合物的反应, 在聚合过程中会产生反应热, 如反应热不及时导出, 会造成局部过热, 甚至爆炸^[6]。对于此类货种的装卸, 应采取措施防止其聚合。本工程采取以下安全措施: 管道设置了保冷层和保冷管托, 打断了外界热量传入的通道, 确保作业过程中物料的温度在安全操作区间; 在管道上安装温度、压力仪表, 并设报警设施, 使码头现场、控制室的人员

可随时掌握管道运行的情况, 确保安全; 设计了严格的管道清管措施, 确保装卸作业结束后及时、彻底清扫管道, 以避免非作业期间物料在管道内聚合升温, 发生危险。

4 设计创新点

4.1 异形平面布置方案

通过对装卸设备、管廊支架、系缆设备、维修通道等的合理布设和优化, 采用两端为系缆墩、中间为连片式工作平台且非作业区处后方缩窄的异形平面布置方案, 兼顾了传统蝶式码头投资较低、连片式码头靠船安全方便的优点。此布置形式节省水工投资550余万元。该方案既解决了兼顾不同船型同时靠泊作业难题, 又增加了码头的灵活性和通过能力, 节省工程投资的同时最大程度地利用了宝贵的岸线资源。

4.2 软管架设计

软管架是一种由软管升降机系统、框架式钢结构组成, 辅助软管装卸的新型港口设施。软管升降机系统包括防爆电机、电控系统、钢丝绳及卷筒、减速器、软管挂架等。装卸软管的一端固定在工艺管道接口处, 另一端穿过软管挂架后连接船舶, 用钢丝绳将软管挂架吊在钢结构内。可通过电控系统控制防爆电机, 驱动钢丝绳卷筒转

动来收、放钢丝绳,从而调整软管挂架高度使软管接船端提升或降低,实现软管接船端的高度及长度适宜^[7]。

11号泊位建设了1座长24 m、宽8.0 m、高18.5 m的软管架,为了船—岸连接更加方便,在软管架顶部设软管吊1座,断面图见图5。为了便于软管在挂架滑动,装卸软管选用28 m长的整条软管,消除了常规软管中间法兰泄漏的可能,使作业更安全;船—岸连接时,通过防爆电机与软管吊相配合,将软管接船端吊至船舶甲板进行对接,实现了利用机械吊运软管,提高了码头机械化程度,可减少操作工人数;在装卸过程中,因水位总在变化,随着货物的装卸船舶吃水也在变化,为防止软管因过短被拉伸或过长被挤压等造成破坏,可通过软管架调整软管至合理长度,避免了常规软管作业中人工搬运软管的繁重作业,大大降低了劳动强度;非作业的软管吊垂在钢结构内,可延长软管的使用寿命,同时使码头更加整洁^[8]。

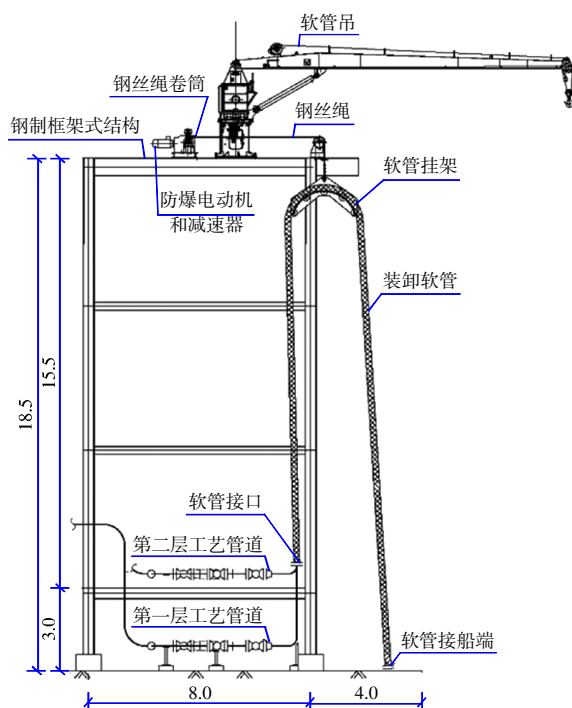


图5 11号泊位软管架断面图(m)

Fig. 5 The loading hose tower section of No.11 chemical terminal (m)

5 结语

天津港大港港区10—12号化工码头工程具有

建设泊位数量多、工艺系统复杂、投资方要求高等特点。在此工程中,采用了将碟形布置与连片布置相结合的异形平面布置方案,确保船舶靠泊安全,增加了船舶靠泊的灵活性,节约了工程投资。软管架的设计,提高了码头机械化程度,提升了码头安全环保性能,经过几年的生产运营应用效果较好。本工程荣获了2018年度水运交通优秀设计二等奖。

参考文献:

- [1] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 天津港大港港区10—12号化工码头(泊位)工程初步设计[R]. 天津: 中交第一航务工程勘察设计院有限公司, 2012.
CCCC First Harbor Consultants Co., Ltd. Preliminary design of No. 10-12 chemical wharf in Dagang port area, Tianjin Port[R]. Tianjin: CCCC First Harbor Consultants Co., Ltd., 2012.
- [2] 乔剑华, 郭丽锦, 武守元, 等. 浅析港口液体化工码头的装卸工艺设计[J]. 港工技术, 2013(2): 16-18.
QIAO Jian-hua, GUO Li-jin, WU Shou-yuan, et al. Design of handling process in petrochemical terminal project[J]. Port Engineering Technology, 2013(2): 16-18.
- [3] JTS 165—2013, 海港总体设计规范[S].
JTS 165—2013, Design code of general layout for sea ports[S].
- [4] 代晓东, 刘江波, 党丽, 等. 国内外油气管道清管技术现状[J]. 石油工程建设, 2017, 43(1): 4-5.
DAI Xiao-dong, LIU Jiang-bo, DANG Li, et al. An overview on current status of oil and gas pipeline pigging technology at home and abroad[J]. Petroleum Engineering Construction, 2017, 43(1): 4-5.
- [5] 张海峰, 李运才, 郭秀云, 等. 危险化学品安全技术全书[M]. 2版. 北京: 化学工业出版社, 2008: 1 568-1 570.
ZHANG Hai-feng, LI Yun-cai, GUO Xiu-yun, et al. Handbook for safety technology of hazardous chemicals[M]. 2nd ed. Beijing: Chemical Industry Press, 2008: 1 568-1 570.
- [6] 季则舟, 刘红宇, 秦福寿, 等. 海港工程设计手册[M]. 2版. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2018: 928-929.
JI Ze-zhou, LIU Hong-yu, QIN Fu-shou, et al. Handbook for design of sea harbour[M]. 2nd ed. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2018: 928-929.
- [7] 乔剑华, 武守元, 郭丽锦, 等. 液体化工码头软管架装置: 中国, ZL2017 2 0388094.3[P]. 2017.
QIAO Jian-hua, WU Shou-yuan, GUO Li-jin, et al. Loading hose tower of petrochemical terminal project: China, ZL2017 2 0388094.3[P]. 2017.
- [8] 乔剑华, 朱培旺. 液体化工码头中软管架设计[J]. 中国港湾建设, 2019, 39(3): 29-32.
QIAO Jian-hua, ZHU Pei-wang. Loading hose tower design for petrochemical terminal project[J]. China Harbour Engineering, 2019, 39(3): 29-32.