



大型综合液体散货港口建设特点分析

魏红彤, 潘海涛

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 结合工程实例, 通过深入研究提出深水码头离岸资源带建设理念, 并依据码头和储罐属性合理优化平面布局, 达到有效利用岸线资源、节约土地资源、降低运营成本的目的; 不断完善装船、卸船、水-水中转等多货种换装工艺流程, 大大提高生产作业灵活性; 基于管控一体化理论, 提出四化一体、管控合一的集成式生产管理控制系统; 为提高生产作业效率和满足安全环保要求, 工程建设中采用诸多安全、消防、环保和节能技术。

关键词: 液体散货; 港口建设; 特点

中图分类号: U 65

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)S1-0045-05

Comparative analysis of comprehensive liquid bulk cargo port construction

WEI Hong-tong, PAN Hai-tao

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: Combining with engineering examples, we present the concept construction of offshore deep-water terminal resources belt. According to the feature of terminals and tanks, we optimize the terminal layout and achieve the goal of using shoreline resources effectively, saving land resources and reducing operating costs. Improving constantly the technological process of loading, unloading and water transfer we improve the production flexibility greatly. Based on the integration of management and control theory, we propose the synthetic production management control system. To improve the production efficiency and meet the requirements of safety and environmental protection, we adopt a vast variety of technologies concerning safety, fire protection, environmental protection and energy-saving.

Keywords: liquid bulk cargo; port construction; characteristic

综合性液体散货港口是指具有原油、成品油、液体化工品、LPG 和 LNG 装卸、储存、中转、分拨等功能, 并且拥有水路、铁路、公路、管道等综合交通运输体系的港口, 各类吨级油船可靠泊作业的码头群, 各类油品储存的仓储罐区。

随着我国工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化进程的不断深入和节能环保要求的不断提高, 油、气、化工品市场需求增长, 通过水路运输的原油、成品油、液体化工品、LPG 和 LNG 数量逐年递增, 大型综合液体散货码头建设水平快速提高。

1 工程概况

大连港的油品运输起源于寺儿沟港区和鲇鱼湾港区, 大连港鲇鱼湾油港自 70 年代以来承担了大庆原油下海任务。进入新世纪以来, 大连港实施寺儿沟港区搬迁和鲇鱼湾港区扩建工程。

大连港鲇鱼湾港区相继建成 1 座 30 万吨级原油码头、1 座 45 万吨级原油码头、1 座可靠泊 26.6 万 m³ 舱容 LNG 码头、21 个 5 000~50 000 吨级的成品油和液体化工品码头, 原油公用储罐 510 万 m³, 成品油公用储罐 36.8 万 m³, 原油商业储罐 805.5 万 m³, 成品油及液体化工品商业储

收稿日期: 2016-06-16

作者简介: 魏红彤 (1978—), 男, 高级工程师, 从事港口工程给排水、消防、环保、安全、油工艺设计研究工作。

罐 103.7 万 m³，LNG 储罐 48 万 m³，建设铁路装卸线 18 条，输油管道总长 150 km，港区形成综合通过能力 8 000 万 t/a^[1](图 1)。

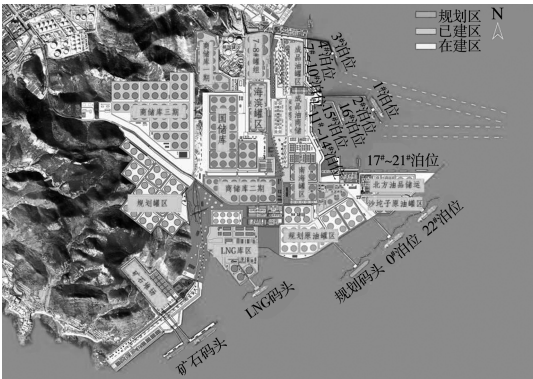


图 1 大连港鲇鱼湾液体散货港区规划

2 建设布局理念

2.1 湾区形成“一轴六带”东西串联、南北贯通、货种分明的总体格局

以“一轴”为中轴依托，水陆域分别形成层次分明的三条带，合而成为“六带”(图 2)。陆域自西向东“三带”依次为原油储备罐区、大型原油商业储罐区、液体化工品和成品油罐区，水域自西向东“三带”依次为 1 万吨级泊位、10 万吨级泊位、20 万吨级以上泊位。陆域每条带均通过支干道与“一轴”衔接，每条带南北贯通，带与带之间层次分明，既有利于不同货种分区域管理与生产运营，又充分考虑不同货种与水陆域集疏运系统的生产衔接关系，充分依托现有地形地质条件，有效降低建设和运营成本。



图 2 港区“一轴六带”总体格局

2.2 港区码头按离岸深水资源带原则建设

鲇鱼湾港区水域开敞，深水近岸，陆域边界曲折，水动力条件复杂^[2]。技术分析结果表明，该海域平面深水码头的主要控制因素是海流^[3]。根据实测海流数据，结合水深变化情况，确定水深适宜且海流流向与等深线夹角在 15°~25°以内带状区域为码头前沿离岸资源带(图 3)，在资源带宽内任何位置布置泊位，只需保证码头前沿线平行等深线即可减小横流作用。

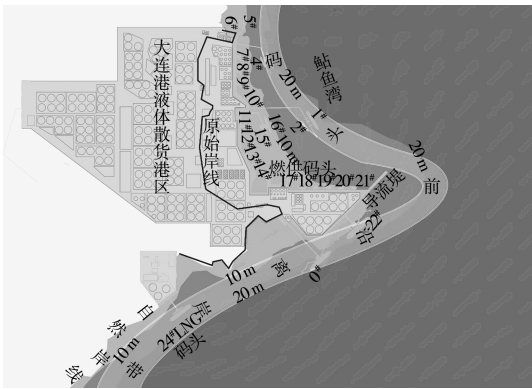


图 3 深水码头离岸资源带

2.3 陆域平面布置协调合理

1) 罐区建设依据节约土地资源 and 利用地形高差布置原则。

罐区建设依据总体规划，利用地形高差，结合水域码头布置和船型作业特点，同时考虑分货主商业贸易需求，把成品油和液体化工品储罐布置在海侧，大型原油储罐布置在内侧。

2) 铁路装卸线布置以结合区域地形、便于装卸作业为原则。

铁路装卸线主要用于成品油和液体化工品下海需求，布置在 7~11 号泊位后方陆域，有利于降低管道输送距离，提供作业效率，节能降耗。

港区现有铁路装卸场站 2 座。成品油装卸铁路线 11 条，年通过能力 1 150 万 t。液体化工品装卸铁路线 8 条，年设计通过能力 120 万 t。

3) 大型原油储罐采用“秧田式”布置。

为防止大型原油储罐泄漏或发生事故时泄漏原油和事故污水流淌入海，便于消防施救作业，

总结之前原油储罐布置经验。现对 9# 原油储罐采用秧田式布置原则, 即罐区地面高程低于消防道地面高程, 大幅提高防火堤有效容积; 罐间设置隔堤, 有效减小事故影响范围(图 4)。

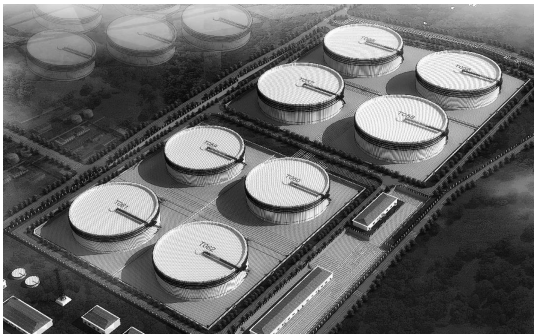


图 4 “秧田式”罐区布置

3 多货种工艺换装技术与多种集疏运方式有机结合

港区现有生产性泊位 24 个, 年通过能力 8 000 万 t/a, 拥有船舶燃料供应泊位 8 个, 拥有工作船泊位 4 个, 拥有拖轮 44 艘(其中常驻拖轮 23 艘); 现有成品油装卸铁路线 10 条, 设计通过能力 1 150 万 t/a; 液体化工品装卸铁路线 8 条, 年设计通过能力 120 万 t/a; 现有输油管道 407 条, 总长 150 km, 其中, 原油管道 300 余条, 用于进口原油输出, 总长度 100 余千米; 成品油管道 100 余条, 总长度 50 余 km。水运、铁路、管道、公路 4 种集疏运方式在新港港区内有机结合, 相互协调, 形成强大的集疏运能力。

港区现具备装船、卸船、水-水中转等多货种换装工艺流程。

- 卸船: 油轮→码头→管线→油罐;
- 装船: 油罐→油泵→码头→二程船;
- 管输: 油罐→油泵→管线→后方炼油厂;
- 过驳: 大型油轮→码头→管线→码头→二程船;
- 装火车: 油罐→油泵→管线→铁路栈桥→火车。

目前, 可为腹地大连石化、西太平洋石化两大炼化企业提供大型油罐储存油品, 通过输油管道可直接大量输送油品, 通过铁路和汽车罐车陆

路分拨油品, 通过中小型船舶水路分拨油品, 多种集疏运方式有机结合, 降低炼化企业炼油成本和提高市场竞争力。

4 超大型多品种储罐仓储能力

目前, 港区储罐类型齐全, 储存货种包括原油、成品油、液体化工品、液化天然气、LPG 和甲醇等。依储罐依据所有权分为公用储罐和企业储罐, 现有公用储罐 88 座, 储罐容量为 547 万 m³; 企业专用储罐 211 座, 储罐容量为 1 209 万 m³; 公用原油储罐 49 座, 储罐容量为 510 万 m³, 成品油储罐 39 座, 储罐容量为 36.8 万 m³(图 5)。



图 5 多类型储罐位置

5 管控合一的控制系统

针对综合性液体散货港口货种多、储存量大、危险系数大的物流模式, 将现有生产操作流程进行研究分析, 以满足多种集疏运体系和差异性服务的需求、提供精细化作业、安全、快速、高效的一体化运作模式与流程。基于管控一体化理论, 现提出了四化一体、管控合一的集成式生产管理控制系统, 以达到以下目的。

- 1) 改变原有的调度指挥系统, 由传统的电话、对讲机指挥方式改变为全自动生产作业系统指挥;
- 2) 实现流程的保护, 杜绝人为失误所造成的开错阀门、倒错流程等现象;
- 3) 实现储罐作业自动联锁保护, 防止溢罐与

浮盘落地；

4) 码头前沿的电动阀门实现远程锁定、远程监控；

5) 采取技术手段，监测阀门内漏，防止串油事故。

6 安全、消防、环保、节能技术

1) 率先在大型原油储罐中采用主动安全防护系统。

大型储罐主动安全防护系统是指能够预知储罐密封圈内潜在的爆炸危险并采取相应手段进行主动保护，用于保障储罐本质安全。目前，在 7[#]、8[#]罐区、海滨罐区、南海罐区、桃园罐区和沙坨子罐区等 5 个罐区共计 43 个大型原油储罐采用主动安全防护系统。

2) 消防控制系统采用联网技术保障作业安全。

针对油品装卸作业的特点，运用系统工作原理和局域网络及 PLC 技术，将现有分散的消防控制系统整体联网，有力地提高了消防预警的准确性、可靠性和提高灭火应急反应速度。

3) 采用联动技术调配消防用水保证港区消防安全。

目前，港内现有 4 座消防泵站，分别位于成品油罐区 1[#]消防泵站、海滨原油罐区 2[#]消防泵站、沙坨子原油罐区 3[#]消防泵站以及 1[#]码头海水消防泵站。现把 1[#]、2[#]、3[#]消防泵站和消防给水管网系统连接，已具备全港区联动的消防用水调配系统，各个泵站既可独立工作，又可互相支援作业。

4) 利用海水作为扩充消防应急水源保障消防用水安全。

为预防极端火灾事故发生，港区已在 6[#]泊位码头处建设 1 座海水泵站，利用海水作为消防备用水源。

5) 引进油气回收技术。

目前，港区已对 10[#]、11[#]、12[#]、15[#]和 16[#]泊位汽油装船过程产生的挥发性有机物 VOCs 进行回收处理，油气回收规模为 600 m³/h，处理工艺采

用“吸附+吸收”（图 6）。

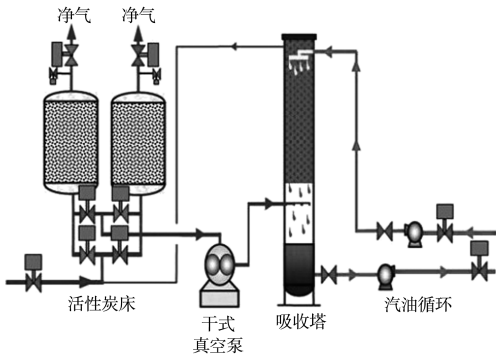


图 6 “吸附+吸收”处理工艺流程

10[#]、11[#]、12[#]、15[#]和 16[#]泊位汽油年装船量为 127.5 万 t，引进油气回收技术后油气回收量约为 969 t/a，可节省 1 424 t 标准煤/a，减少二氧化碳排放量 3 732 t/a，经济效益增加值为 708 万元/a。

6) 建设事故池收集事故水防止污染海域环境。

为应对突发大型事故对港区已有事故水收集系统进行优化，采取分区域建设排水系统，分区域末端收集，终端汇集的设置方式。港区已建立二级防控体系和三道防线（图 7）。



图 7 港区事故水收集

7) 高凝油品储存节能技术。

为确保高凝油品储存保温效果，避免热量散发造成热损增大，现对高凝油品实行集中储存管理，以实现蒸汽输送距离最短，热损最小，确保集中保温伴热效果。

8) 专线工艺流程节能技术。

为避免因港区工艺作业流程原因造成压港滞期，以降低管线启泵置换操作，采用 2 条原油管

线分别作为西太平洋石化公司和大连石化公司的卸船专线, 通过在专线沿途各分支点阀门处增设盲板, 使专线独立, 使油轮分别按照专线对应的泊位进行靠泊, 通过专线直接卸油至其租用的储罐, 避免卸船前后的管线启泵置换作业, 不仅节约能源消耗, 而且可确保油品质量。

9) 清洁能源及能源的梯级利用。

由于港区处于北方地区, 热源消耗主要用于建筑物采暖和油品保温伴热。建筑物的采暖已采用地热、海水热和蒸汽联合供热方式, 对于油品保温伴热所消耗的大量蒸汽, 现已利用城市热电厂余热, 减少燃煤锅炉的使用, 从而降低对蒸汽能源的消耗。

7 结语

- 1) 陆域布置结合地形和储罐属性, 提出“一轴六带”总体布置格局;
- 2) 水域布置依据流场条件, 提出深水码头离岸资源带建设理念;
- 3) 结合油品属性和商业贸易需求, 提出多货种换装工艺流程;

4) 运用现代化企业管理和计算机技术, 建立了集计划、调度、管理、监控、生产合一的管控系统;

5) 工程中采用大型储罐主动安全防护系统、消防水联动技术、码头油气回收技术、高凝油品节能降耗技术和清洁能源的利用等诸多安全、消防、环保、节能技术。

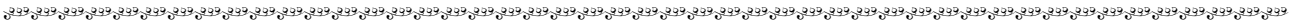
参考文献:

[1] 大连港集团有限公司, 中交水运规划设计院有限公司. 综合型液体散货港口工程集成创新研究总报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2014.

[2] 大连港集团有限公司, 中交水运规划设计院有限公司. 大连理工大学港口发展研究中心. 综合型液体散货港口工程集成创新研究专题一: 规划设计理念创新[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2014.

[3] 大连港集团有限公司, 中交水运规划设计院有限公司. 综合型液体散货港口工程集成创新研究专题二: 码头工程建设技术创新[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2014.

(本文编辑 郭雪珍)



(上接第 38 页)

参考文献:

[1] 董志强, 张志平, 吴剑, 等. 上海港外高桥港区六期工程初步设计 [R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2009.

[2] 刘儿七. 国外专业汽车滚装码头总平面规划的经验借鉴 [R]. 上海: 上海海通国际汽车码头有限公司, 2013.

[3] 李瑞刚, 张志平, 董志强, 等. 现代滚装汽车码头设计[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2011.

[4] 董志强, 张志平, 汪锋. 汽车滚装码头高程研究[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2009.

[5] 汪锋, 董志强, 张志平. 汽车滚装码头设计特点 [R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2011.

[6] 唐云贵, 王荣明, 马环宇, 等. 上海港海通物流整车自动化汽车库工程[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2014.

(本文编辑 郭雪珍)