

文章编号:1002-3682(2015)02-0060-07

# 液体石油化工品码头设计关键技术\*

高 明<sup>1</sup>, 赵新宇<sup>2</sup>, 赵瑞芬<sup>2</sup>, 宋维善<sup>1</sup>

(1. 日照港集团岚山港务有限公司, 山东 日照 276800;

2. 中诚国际海洋工程勘察设计有限公司, 山东 青岛 266071)

**摘 要:**依据日照港岚山港区 1# 和 2# 液体石油化工品码头工程设计实例,对液体石油化工品码头工程设计中的平面布置形式和码头底高程的选择进行了分析,同时对码头装卸区接卸口和接卸管道的布置数量进行了研究,结果表明,在到港船舶等级相差悬殊,5 000 DWT 以下船舶居多的情况下,平面布置应考虑组合靠泊,推荐码头采用顺岸布置形式;在自然条件、航道等公共资源条件允许的情况下,码头底高程尽量一致;管道数量较多时,推荐采用一个接卸口布置一半数量的接卸管道且同品种管道的接卸口间隔布置,以及采用“U”型管布置方式。

**关键词:**液体石油化工品码头;组合靠泊;结构比选;主要布置

**中图分类号:** U656.1

**文献标识码:** A

液体石油化工品码头是专用于装卸原油、成品油、液体化工品、液化石油气和液化天然气等散装液体货物的码头,目前统称为液体散货码头。化工品码头的主要特点是品种多、到港船型大小不一、船舶等级跨度大、装卸船集中在船舶中部。考虑液体石油化工品码头自身的特点,码头布置形式普遍采用蝶形,通常布置工作平台、靠船墩、系缆墩,一般 1 个码头布置 1 个船舶接卸口,仅停靠 1 艘船舶。这种布置形式的优点是投资低、港口管理简单,缺点是船舶靠泊的灵活性差、装卸效率低、岸线资源不能充分利用。目前液体石油化工品码头普遍考虑船舶组合靠泊,通常采用长平台和系船墩平面布置形式(“T”型布置形式),在长平台布置 3 个船舶接卸口,当大型船舶不停靠时,可同时停靠 2 艘小型船舶,不同货物的接卸管道可根据运输船舶大小布置在不同的接卸口处,船舶靠泊和接卸的灵活性大大提高,装卸效率得以提高,岸线也得到充分利用。

以上仅为单个码头且管线数量不多情况下的布置形式,对于 2 个或 2 个以上多个码头且管线数量较多时的布置形式还需进一步分析和研究。本文以日照港岚山港区 1# 和 2# 液体石油化工品码头为例,介绍 2 个液体石油化工品码头设计的关键技术。

## 1 工程概况

日照港岚山港区是长江以北最大的化工品集散地,现有 11 个液体化工品泊位,2014

\* 收稿日期:2015-05-11

作者简介:高明(1970-),男,高级工程师,硕士,主要从事港口建设及管理方面研究。E-mail:zbz23@163.com

(王 燕 编辑)

年液体散货总运量 4 230 万 t,其中,原油 3 254 万 t,成品油 717 万 t,液体化工品及植物油 259 万 t。

日照港岚山港区 1# 和 2# 液体化工品码头工程<sup>①②</sup>位于日照港岚山港区中作业区南港池口门西侧,与日照港海明公司 100 000 DWT 油码头分列规划作业区口门的西、东两侧。建设规模为 50 000 DWT(结构兼顾 100 000 DWT)和 10 000 DWT 泊位各 1 个,设计年通过能力 235 万 t。

主要货种有石油及制品和化工品,前者包括原料油、成品油和沥青等,后者包括醇类、乙烯类、苯类、氯仿和硫酸等近 50 多个品种。到港船舶范围为 500~100 000 DWT,主要集中在 5 000 DWT 以下和 20 000~30 000 DWT 两个区间,5 000 DWT 以下船舶占 70% 以上。

工程建设内容包括码头长度 489.7 m,其中 50 000 DWT(1#)和 10 000 DWT(2#)码头长度分别为 300 和 189.7 m,直立岸壁长度 51.65 m,护岸长度 738.05 m,围堰长度 1 680.15 m,以及液体货物码头装卸、管道输送和供电照明、给排水、消防等配套工程<sup>①</sup>。总平面布置见图 1<sup>②</sup>。

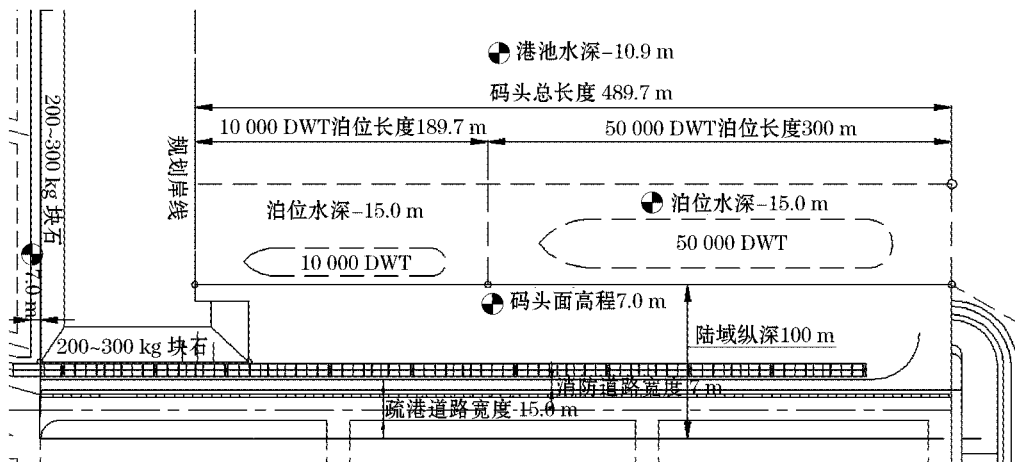


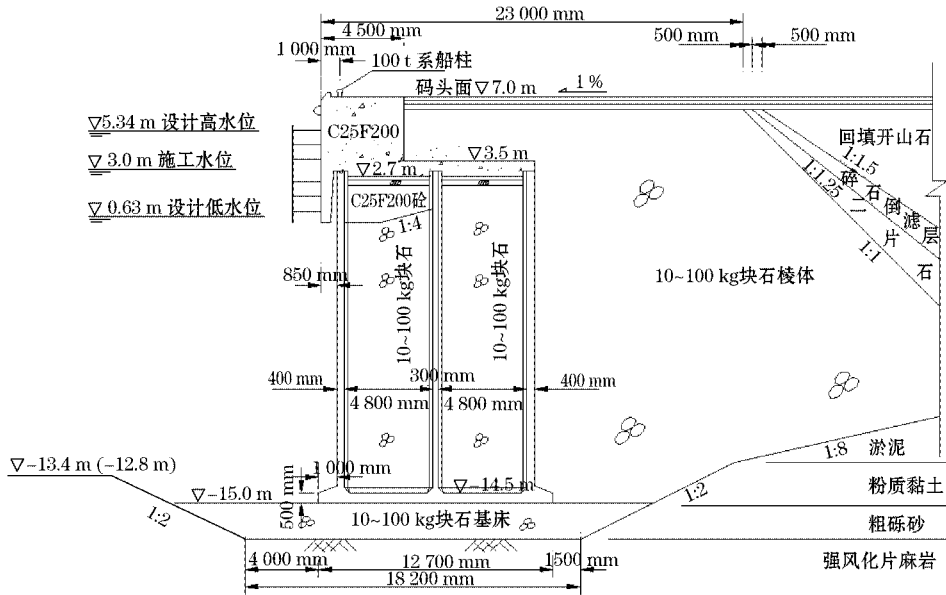
图 1 码头总平面图

Fig. 1 General layout of the terminals

码头前沿设计底高程为-13.4 m(主体结构按-15.0 m 预留),码头顶面高程 7.0 m。码头结构采用重力式沉箱结构,墙体由沉箱与现浇混凝土胸墙构成,总高 22.0 m,墙后设抛石棱体,基床厚 1.4~4.0 m,坐于强风化岩上(图 2)。

① 山东省航运设计院有限公司.日照港岚山港区液体石油化工品 1#、2# 码头工程初步设计,2009.

② 山东省航运设计院有限公司.日照港岚山港区液体石油化工品 1#、2# 码头工程施工图设计,2010.



注：高程基准面为当地理论最低潮面

图2 码头结构图

Fig. 2 Structures of the terminals

装卸工艺流程：船↔罐。码头上共布置4组软管装卸口、1组装卸臂装卸口和1组“U”型管口，软管装卸口自西向东依次标记为1#，2#，3#，4#，每组软管装卸口管线均为35余根，装卸臂装卸口布置4台DN300装卸臂，主要用于原料油、成品油的装卸。码头上共布置装卸管线约150根，每个装卸口布置了氮气、空气和导热油等公用工程管线。装卸口及管线布置如图3所示。

码头上还设计了完善的消防、环保、供配电、监控、通信、通讯等设施。

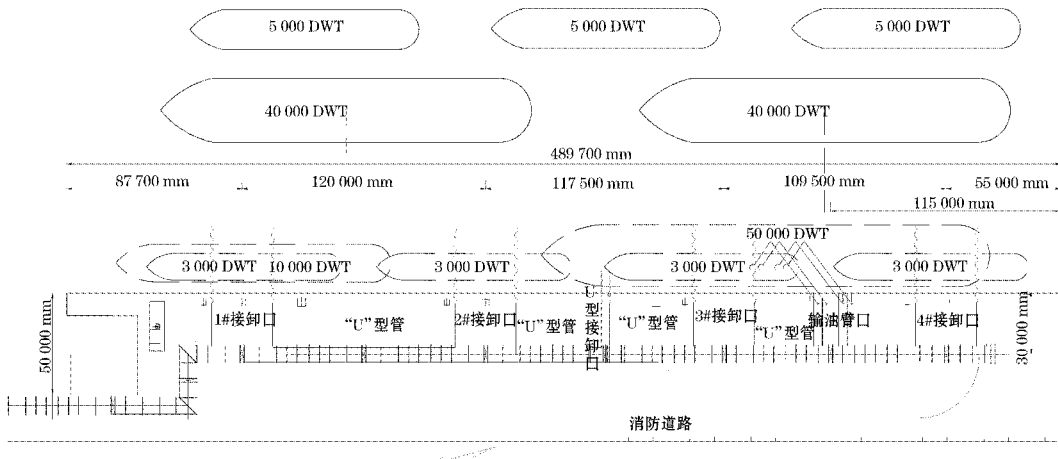


图3 装卸工艺平面布置图

Fig. 3 The layout plan of cargo-handling technology

## 2 设计关键技术

### 2.1 码头布置

针对液体化工品 5 000 DWT 以下到港船舶比例较大,同时 30 000 DWT 以上到港船舶不断增多的发展特点,结合自然条件和投资等因素,对码头布置提出了连续布置(顺岸布置)和非连续布置(“T”型布置)两个方案进行比选<sup>[1-2]</sup>。对连续布置方案,通过船舶组合计算,综合确定岸线长度;对非连续布置方案,综合船型、工艺、船舶靠离泊、系缆等要求,通过绘制包络图,提出设多作业平台和系缆墩方案。通过比选,方案一连续式布置方案岸线连续,陆域面积大,使用起来更为便利、灵活,管线布置较为顺畅,兼顾船型组合情况也较多,建筑物施工种类少,但造价略高;方案二非连续式布置方案沉箱个数少,但需相应增加人行桥和码头后方护岸,在使用上不如方案一便利,对船只管理调度的要求也更为严格。

综合考虑,推荐方案一连续式布置方案为码头布置方案。

推荐连续布置方案,可分别同时满足 3 艘 5 000 DWT;4 艘 3 000 DWT;1 艘 10 000 DWT 和 1 艘 50 000 DWT;2 艘 40 000 DWT 化工品船舶多种靠泊组合(表 1)。

表 1 船型组合计算表

Table 1 Calculations of the ship by ship combination

序号	船型组合形式/DWT	码头长度/m
1	3×5 000(化)	439(457.90)
2	4×3 000(化)	497(511.40)
3	2×30 000(油)	462(488.50)
4	2×20 000(化)	406(426.75)
5	2×40 000(化)	456(481.75)
6	1×50 000(油)+1×5 000(化)	432(450.90)
7	1×50 000(油)+1×10 000(油)	450(467.75)
8	1×50 000(油)+1×20 000(油)	488(509.00)

注:括号内数值为考虑折角处岸线折减后的计算结果

### 2.2 码头设计底高程

在码头设计底高程的确定上,充分考虑了基岩埋深条件、在建的 100 000 DWT 航道公共资源条件、外海施工条件、造价与后期发展等多种因素,提出了厚基床、薄基床两种码头结构方案,方案一为薄基床方案,码头设计底高程为-15.0 m,方案二为厚基床方案,码头设计底高程分别为-13.4 和-12.8 m。根据地质资料,拟建码头处基岩埋深为-16.4~-19.0 m,方案二对应基床平均厚度为 4.3 和 4.9 m;方案一将码头前沿底高程降低至-15.0 m 后,基床平均厚度相应减少到 2.7 m。既预留了后期发展空间,又减少了施工中的基槽挖泥、水上抛石等水上工作量,缩短了施工工期,工程造价也相应较方案二略低。同时,码头设计底高程的降低,为远期适应船舶大型化发展趋势预留了一定的发展空间,使得岸线资源更能得以充分利用,也进一步提高了码头岸线使用的适应性。此外方案一还具有沉箱种类少,施工便利等优点。

表2 主要工程量比较表(每延米量)

Table 2 Calculations of the main quantities (weight per meter)

序号	项目	方案一(薄基床方案)	方案二(厚基床方案)
1	基槽挖泥/m <sup>3</sup>	297.46	377.85
2	基床抛石/m <sup>3</sup>	60.96	150.30
3	预制主体结构混凝土/m <sup>3</sup>	43.35	38.17
4	墙后回填棱体/m <sup>3</sup>	411.01	384.09
5	码头主体费用/万元	8 373	8 653

### 2.3 装卸工艺布置

装卸工艺布置<sup>[3]</sup>包括装卸船用接卸口和输送管线布置,为满足船舶组合靠泊的装卸要求,并考虑提高码头区面积利用率,对接卸口和接卸管线的布置数量进行了分析。

#### 2.3.1 接卸口设计

根据船舶组合情况,接卸口的设置以3艘5 000 DWT、4艘3 000 DWT、1艘10 000 DWT和1艘50 000 DWT、2艘40 000 DWT化工品船舶同时靠泊接卸为基本靠泊组合设计。在对应4艘3 000 DWT船舶靠泊的中间部位布置4组软管接卸口(自西向东依次为1#,2#,3#,4#)。为满足10 000 DWT和50 000 DWT同时靠泊接卸,并考虑50 000 DWT船舶较大,软管接卸口使用不便,在3#与4#接卸口间布置1个装卸臂口,1#接卸口与10 000 DWT船舶对应的接卸位置较近,可用于10 000 DWT船舶接卸。3艘5 000 DWT船舶同时靠泊接卸,东、西端船舶可分别采用4#、1#接卸口,为减少码头面上接卸管道的布置数量,中间靠泊的5 000 DWT接卸口采用“U”型口形式,通过“U”型管道与邻近的2#和3#口管道连接,完成接卸。2艘40 000 DWT化学品船采用就近的1#、3#接卸口或装卸臂口。即满足以上4种基本船舶组合靠泊接卸共布置了6个接卸口。

经船型靠泊组合分析,本工程接卸口布置除满足以上4种组合形式外,还可满足其他10多种组合形式(表3),达到了接卸口数量少,船舶组合靠泊形式多的设计目标。

表3 主要船舶靠泊组合形式

Table 3 Main forms of the ship by ship combination

序号	船型组合形式/DWT	对应接卸口	备注
1	4×3 000	1#+2#+3#+4#	软管接卸
2	3×5 000	1#+“U”型口+4#	软管接卸
3	2×40 000	1#+3#或装卸臂	软管接卸或装卸臂
4	1×10 000+1×50 000	1#+4#或装卸臂	软管接卸或装卸臂
5	2×3 000+1×5 000	1#+2#+4#	软管接卸
6	1×40 000+1×5 000	1#+装卸臂或1#+3#	软管接卸+装卸臂
7	1×50 000+1×5 000	1#+装卸臂(或3#)	软管接卸+装卸臂
8	1×10 000+1×5 000	1#+4#或2#+4#或1#+3#	软管接卸
10	1×3 000+2×5 000	1#+“U”型口+4#	软管接卸
11	1×10 000+2×5 000	1#+“U”型口+4#	软管接卸
12	1×10 000+1×40 000	1#+3#或1#+装卸臂	软管接卸

注:经调查,当前码头软管的使用长度一般为9~40 m,以上组合考虑软管长度为40 m

### 2.3.2 输送管线布置

本工程共设有 76 条管线,若在每个接卸口处布置 76 条管线,6 个接卸口布置的管线占用岸线长度约为 450 m。在总长 489.7 m 的码头上将无法布置消防、软管吊、登船梯等必备设施。为减少管线数量,采用半数布置方案,即 76 条管线由 2 个软管接卸口分担,其余 2 个软管接卸口管线重复布置,即同一生产管线均有 2 个接卸点,布置在不同的 2 个接卸口处,且相同货物的两个接卸管道间隔布置,分别布置在 1<sup>#</sup>、3<sup>#</sup> 接卸口或者 2<sup>#</sup>、4<sup>#</sup> 接卸口。

为解决接卸口位置相同的液化品船舶不能同时靠泊装卸的问题,接卸口间布置了“U”型管道。当其中一个接卸口停靠无对应接卸管线的船舶时,船上的接口可与“U”型管的接口相连,通过“U”型管输送到相邻的另一个接卸口处,与对应的货物管道连接,这样可将 4 个软管接卸口联络成一体,既保证了船舶的组合靠泊,提高了船舶靠泊的灵活性,又减少了接卸口管道的布置数量,同时减少了对陆域的占用。

## 3 结 语

日照港岚山港区 1<sup>#</sup> 和 2<sup>#</sup> 液体石油化工品码头工程于 2009-07 竣工投产,至今运行良好。因考虑了船舶组合,码头采用了顺岸布置形式,使码头泊位利用率逐年提高并明显高于单个泊位。据统计,本工程码头现已靠泊船舶 3 320 艘次,完成吞吐量 1 180 万 t,泊位利用率 2012 年为 61.1%、2014 年高达 86.17%。吞吐量亦随之提高,2013 年完成液化品吞吐量 162 万 t,2014 年增至 210 万 t,年增长率近 30%。由于码头底高程一致,使得船舶靠泊的灵活性和适应性得到了提高。采用一个接卸口布置一半数量的接卸管道且同品种管道的接卸口间隔布置和“U”型管布置方式,在满足多种货物船舶靠泊的情况下,减少了管线布置数量,提高了码头区面积利用率,同时降低了管线投资。通过对上海、宁波、珠海、张家港等国内大型液体石油化工品码头的调查对比,本码头在船型组合、“U”型管和较多管线(76 根管线)布置上均具有前瞻性。因此,在液体石油化工品到港船型大小不一、船舶等级跨度大时,平面布置建议考虑船舶组合靠泊,推荐码头采用顺岸布置形式;在自然条件适宜、航道等公共资源条件具备条件下,码头底高程可有所预留并尽量一致;管道数量较多时,推荐采用一个接卸口布置一半数量的接卸管道且同品种管道的接卸口间隔布置和“U”型管布置方式。

### 参考文献:

- [1] JTJ 211—99 海港总平面设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [2] JTS 165—2013 海港总体设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,2013.
- [3] JTJ 237—99 装卸油品码头防火设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,1999.

---

---

## Key Technology for the Design of Liquid Petrochemical Terminals

GAO Ming<sup>1</sup>, ZHAO Xin-yu<sup>2</sup>, ZHAO Rui-fen<sup>2</sup>, SONG Wei-shan<sup>1</sup>

(1. *Lanshan Port of Rizhao Port Group Co. Ltd.*, Rizhao 276800, China;

2. *China Integrity International Oceaneering Co. Ltd.*, Qingdao 266071, China)

**Abstract:** According to the actual design of No. 1 and No. 2 liquid petrochemical terminals in the Lanshan Port of Rizhao City, the general layout form and the selection of the dock basis elevation designed for the liquid petrochemical terminals are analyzed and the numbers of discharge accesses and pipes arranged in the unloading areas of the terminals are studied. It can be concluded that; 1) If the classification of the ships arriving at the terminals differs greatly and a majority of the ships are below 5 000 DWT in size, berthing alongside following the combination of ships should be considered adequately for the plane layout. Herein, an alongshore continuous layout is recommended for the dock. 2) If the public resources such as natural conditions and channels are permitted, the elevation of the dock basis should be consistent as far as possible. 3) If the number of the discharge pipes is large, half the pipe number together with a U-shaped tube arrangement is recommended for the pipe spacing arrangement.

**Key words:** liquid petrochemical terminal; berthing alongside following the ship combination; structural comparison and selection; major layout