



蝶形布置油码头平面设计要点

宋伟华, 叶 剑, 费 达, 苗 辉

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 对港口工程设计中常见的蝶形布置油码头进行研究。结合国内外规范要求, 采用对比分析法解析码头长度、系缆墩位置和靠船墩位置3个要点。其中, 因为船体平直段相对船中的不对称, 靠船墩位置是最为重要的设计内容。系缆墩位置不合理, 只会影响缆绳受力均匀性和船舶运动量; 而靠船墩位置不合理, 会导致设计船型范围内的船舶无法安全靠泊。因此, 结合某海外5万~30万t油码头, 阐述靠船墩位置设计关键点, 供港口工程设计人员参考。

关键词: 蝶形布置油码头; 平面设计; 码头长度; 系缆墩; 靠船墩; 位置

中图分类号: U 652.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)03-0070-04

Main points of layout design of butterfly oil terminal

SONG Wei-hua, YE Jian, FEI Da, MIAO Hui

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

Abstract: This paper discusses the butterfly oil terminal which is popular in port engineering. Combining with relevant domestic and foreign codes, three main points, i. e. terminal length, mooring dolphin location, and breasting dolphin location are researched by comparative analysis. Among them, the location of the breasting dolphin is the most important design issue, due to the asymmetry of the flat body area relative to the amidship. Unreasonable mooring dolphin's location will only quantitatively affect the uniformity of mooring line tension and vessel movement, while the unreasonable breasting dolphin location will affect the berthing security. Therefore, the key points of breasting dolphin position design are elaborated through an overseas oil terminal of 50,000 to 300,000 DWT for designers' reference.

Keywords: butterfly oil terminal; plan design; terminal length; mooring dolphin; breasting dolphin; location

石油作为当今世界最主要的能源, 是发达国家和新兴发展中国家的经济命脉。海运, 是全球石油供给的主要运输方式。随着新兴国家经济的高速发展, 石油海运量逐年增加, 油轮越来越大型化, 这就要求油码头设施和能力随之升级。我国石化码头经过近20年的快速发展, 港口设施越来越现代化, 取得了成功的经验。近年来, 中国企业在“一带一路”倡议的指引下不断在海外开拓业务。如何将我国几十年港口工程建设积累的经验与国际工程建设标准和要求结合起来, 因地

制宜地做出品牌工程, 是中国港口工程师面临的重要课题。

考虑到造价经济、受力合理等因素, 大型油码头通常采用蝶形平面布置。郝忠毅^[1]以长兴岛30万t油码头为例, 对平面布置和结构方案进行优化研究。成崇华^[2]在宁波港大榭岛30万t油码头项目中, 提出一种兼靠1 000~440 000 t油船的码头布置形式。覃杰^[3]对大型孤岛式油码头的设计要点进行分析。随着港口建设的发展, 优质岸线急剧减少, 充分利用岸线逐渐得到港口工程人

员的重视。张智凯^[4]结合肯尼亚 KOT 油码头, 介绍了背靠背式多泊位设计方案。其中, 因为船体平直段相对船中的不对称, 靠船墩位置是最为重要的设计内容。

本文以某海外项目为依托, 结合国内外规范和对实船资料的分析与应用, 介绍蝶形布置的码头长度、系缆墩布置、靠船墩布置的经验, 并重点论述靠船墩位置的设计, 供同类设计项目参考。

1 码头长度和系缆墩位置设计

蝶形布置的码头长度由最外侧 2 个系缆墩的位置决定, 且每个系缆墩的位置是相互关联的。因此, 码头长度和系缆墩位置是同步分析确定的。

JTS 165—2013《海港总体设计规范》5.4.22 节^[5]

规定, 单个蝶形布置泊位长度可取 1.1~1.3 倍设计船长。因此, 规范中提及, 码头艏艉缆与码头前沿线水平夹角可取 45 码~75°, 横缆尽量垂直码头前沿线; 船舶纵向受力较大时, 可根据主受力方向适当减小艏缆或艉缆角度。另外, 各缆绳长度应尽量接近, 艸艉缆可取 35~60 m, 横缆可取 30~50 m。

国外规范对蝶形布置码头长度尚无明确的要求。在英标 BS 6349-4—2014 的 7.3.3 节^[6] 和 OCIMF (*Mooring Equipment Guidelines-MEG3*) 的 2.4.1 节^[7] 中, 仅对系缆布置的缆绳长度和缆绳角度提出建议(图 1), OCIMF 对艏艉缆与码头前沿线水平夹角的建议为 75°, 弱化了艏艉缆的概念, 更偏向于将艏艉缆作为横缆使用。

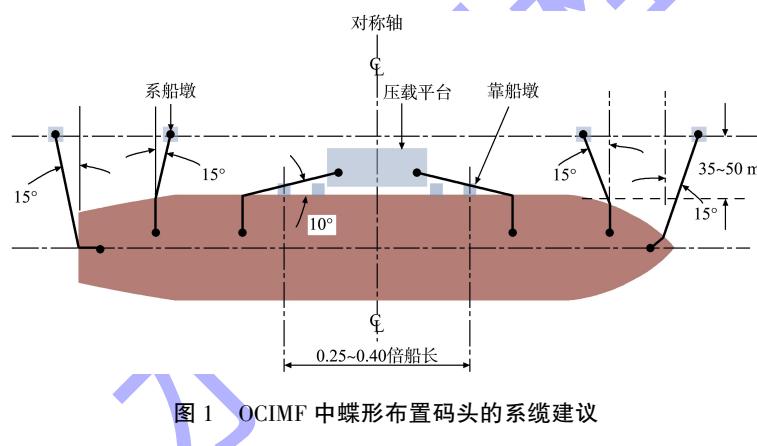


图 1 OCIMF 中蝶形布置码头的系缆建议

然而, 在实际工程中, 码头长度是基于规范的初步布置、再通过系缆分析计算不断调整优化而最终确定的。在概念设计阶段, 通常通过简单的船舶系泊分析软件对各种工况下的船舶系泊稳定进行初步分析; 在详细设计阶段, 须委托专业的科研机构针对船舶的系泊稳定进行研究。

通常, 影响油船系缆的因素较为复杂, 系泊稳定性研究也是一个多目标决策的过程, 研究的 2 个主要参考指标是缆绳受力和船舶运动量。

1) 缆绳受力。宜尽量均化缆绳受力, 以增加系缆的安全富余。国内规范对缆绳受力尚无明确要求; OCIMF 的 1.11.1 节建议: 任何材质的缆绳, 其缆绳张力不要超过其最小破断力的 55%, 其中合成纤维缆的缆绳张力不要超过其最小破断力的 50%, 尼龙缆的缆绳张力不要超过其最小破

断力的 45%。上述要求在于防止缆绳张力过大造成永久变形, 从而保护缆绳性能, 提高船舶系泊的安全性。

2) 船舶运动量。国内外规范都对船舶位移限值有相关要求。系泊分析中, 须根据各方向位移中最为明显的位移分量来调整系缆布置, 平衡各方向位移。通常调整原则如下:

①如果纵移分量明显偏大, 须增加艏艉缆、倒缆数量或者减小艏艉缆、倒缆与码头前沿线水平夹角;

②如果横移、纵摇、回转分量明显偏大, 须增加横缆或增大艏艉缆、横缆与码头前沿线水平夹角。

因此, 码头长度设计要结合项目位置的自然条件, 模拟分析各种工况组合下的系泊结果, 使

各缆绳受力大致均匀、船舶运动量控制在允许的范围内。满足了这些要求，码头长度和系缆墩布置随之确定。

2 靠船墩位置设计

蝶形布置的码头平面设计中，最为重要的是靠船墩的布置。靠船墩布置不合理，轻则增加船舶靠泊的难度，重则可能导致设计船型无法安全靠泊。

JTS 165—2013《海港总体设计规范》的5.4.22.1节规定，蝶形布置泊位通常设置2个靠船墩，其中心间距可为设计船长的30%~45%，当兼靠船型范围较大时，可增设辅助靠船墩。

英标BS 6349-4—2014的4.4.3节和OCIMF的1.11.1节规定：2个靠船墩中心间距应该为设计船长的0.25~0.40倍。

对比可知，国内外规范对于2个靠船墩中心间距的要求存在一定差距。因此，在实际项目中，基于规范推荐的范围，要做更为详细的研究，才能合理地进行靠船墩布置。

靠船墩布置的核心目标是保证船舶靠泊时，靠船墩上的护舷防冲板能尽量对称地作用在船体平直段上，一方面保证护舷反力均匀作用在船体上，既保护船体也可以延长护舷的使用寿命；另一方面尽量使靠泊船体受力均衡稳定。

2.1 船体平直段

船体平直段是船舶两侧完全平整的船体区域，如图2中填充区域。船体平直段是船舶与护舷防冲板能有效接触的区域。图中竖向箭头为船长中点，即0.5倍船长处。由图2可知，船体平直段关于船体中点不是对称的，而是明显偏向船首方向，这种情况在油船中普遍存在。因此，靠船墩位置不仅要考虑两墩中心的绝对距离，也要考虑两墩在平面布置中的相对位置。

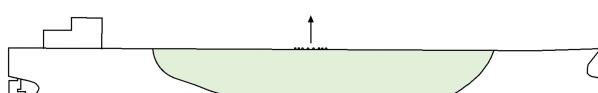


图2 某30万t油船的立面图

2.2 设计思路

以某海外项目5万~30万t油码头为例展开论述，研究思路如下：

1) 选出码头设计船型范围内的代表船型。通常按船长从小到大，按一定船长间隔选取一定数量的代表船型，间隔越小，选取代表船型越多，研究结果越可靠。

2) 考虑船舶满载低水位和压载高水位情况下的2种极端靠泊工况。

3) 考虑船舶管汇和码头装卸臂的连接，决定船舶和码头的相对位置。船舶管汇是图2的船中附近甲板面上的一系列油管接口。

2.3 研究结果

根据对Q88数据库（独立油轮船东协会的标准化租船问卷）的分析，选取船长间隔为30 m，找到对应的代表船型（表1）。

表1 代表船型参数

代表船型/万t	船长/m	船宽/m	满载吃水/m	压载吃水/m
5.0	182.50	32.20	11.80	7.00
6.0	213.35	32.26	12.26	5.71
11.5	245.60	42.00	15.60	7.51
15.8	274.00	48.00	17.00	9.30
21.5	300.84	50.60	19.66	10.02
30.0	330.00	60.00	21.50	9.60

由于码头兼靠船型范围大，考虑设计4个靠船墩。内侧2个靠船墩中心间距按5万t油船计算=(0.25~0.40)×船长=45.6~73.0 m。外侧2个靠船墩中心间距按30万t油船计算=(0.25~0.40)×船长=82.5~132.0 m。

基于规范的推荐范围，并针对代表船型在不同工况下的码头停靠情况进行分析，调整靠船墩位置，保证所有代表船型在不同工况下，均能保证船体平直段能与至少2个靠船墩上的护舷防冲板完全接触。本文仅展示5万t和30万t油船的分析结果，见图3。

以5万t油船为例，由图3a)可知，码头工作平台和靠船墩设计顶高程均为4.2 m，设计高水位为0.34 m，设计低水位为-0.34 m。工作平台上4个装卸臂，位于平台中心位置。以工作平台

为参考, 内侧供小船靠泊使用的 2 组护舷关于工作平台对称, 距离平台中心均为 33 m; 外侧供大船靠泊使用的 2 组护舷关于工作平台非对称, 距离平

台中心的距离分别为 45 和 57 m。即, 内侧 2 个靠船墩中心间距为 66 m; 外侧 2 个靠船墩中心间距为 102 m, 2 个数值均在上述规范推荐范围内。

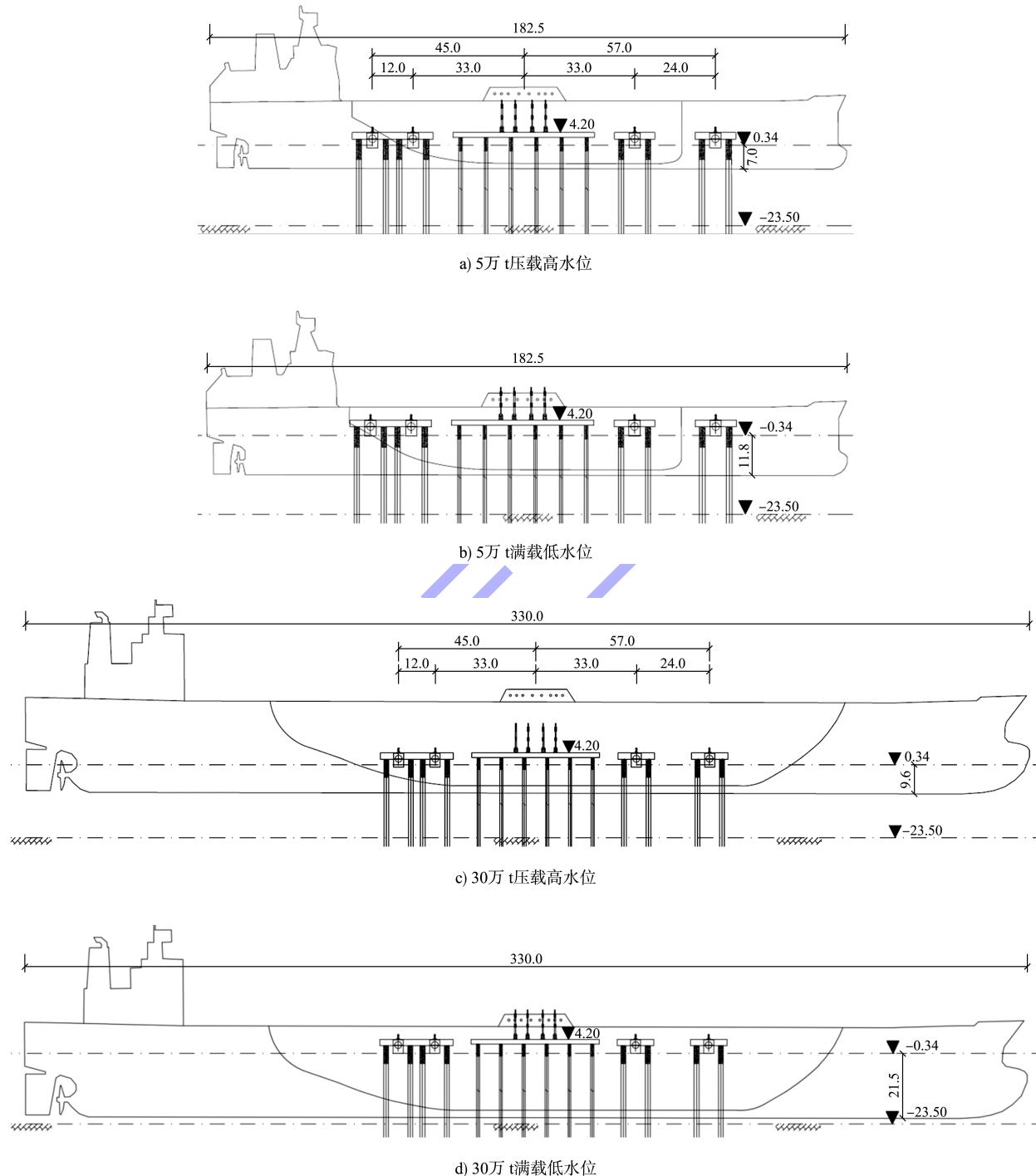


图 3 油船靠泊分析结果 (单位: m)

通过图 3 的对比分析可知, 随着油船吃水的增加, 船体平直段范围相对船中的左右差异逐渐变小。

船首和船尾的靠船墩相对工作平台非对称布置, 是因为油船压载时船体平直段范围相对船中极度不对称。

(下转第 82 页)