



液化天然气码头进港航道平面布置设计

陈 恺¹, 张银苗¹, 韩非非²

(1. 中交第三航务工程勘察设计院, 上海 200032; 2. 上海市水利工程设计研究院有限公司, 上海 200061)

摘要: 进港航道是港口水域平面设计中重要的环节, 航道平面布置选线是港口航道设计的关键; 液化天然气码头因其货种特殊性, 对船舶进出港航行安全保障要求高。结合实际工程, 列出液化天然气码头进港航道平面布置设计思路; 综合考虑航道布置的平面约束因素, 提出方案并进行比选, 最后确定推荐方案, 研究方法可为类似工程提供参考。

关键词: 进港航道; 航道选线; 液化天然气船; 平面布置

中图分类号: U 612.3 2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)10-0128-05

Layout design of approach channel of LNG port

CHEN Kai¹, ZHANG Yin-miao¹, HAN Fei-fei²

(1. CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China;

2. Shanghai Water Engineering Design Research Institute, Shanghai 200061, China)

Abstract: The design of approach channel is the important link for harbor general layout design, and the line selection of channel is the key for harbor and channel design. Due to the specificity of the cargo, there is a strict requirement of safety assurance for LNG vessel entering or leaving the harbor. Combining with the actual project, this paper presents the design idea for the layout of approach channel of LNG harbor. Considering the plan constraint factors, it proposes the schemes of line selection of channel, comparison and selection of approach channel layout schemes, and determines the recommended scheme finally. The design method recommended may serve as reference for similar projects.

Key words: approach channel; line selection of channel; LNG vessel; general layout

随着我国经济和社会的快速发展, 对能源的需求也愈来愈大。清洁环保的新型能源天然气的利用已经成为我国实施能源结构调整和可持续发展战略的重要内容。我国在20世纪90年代已经在沿海地区开展液化天然气码头的选址调研工作, 2009年推行了新版JTS 165-5—2009《液化天然气码头设计规程》, 安全成为液化天然气码头设计的重中之重。在港口规划、设计和维护中重要的一环是进出港航道设计, 而航道布置选线是港口航道设计的关键。

由于液化天然气船舶的高造价和高危险性, 其进出港航道的设计要求也十分严格。若采用

港区公用航道进出港, 必须要求进行交通管制, 与前后航行船舶保持一定安全距离并配备辅助船舶进行护航。在较为繁忙的大型港区公用进港航道, 液化天然气船舶进出港航行必定会给港区的航道交通造成不小的影响^[1]。因此, 笔者结合厦门港后石港区漳州液化天然气码头工程^[2], 对液化天然气船舶进港航道布置选线进行设计研究。

1 工程概况

漳州液化天然气码头工程选址于福建省龙海市兴古湾, 工程区水域开阔、水深条件良好, 湾口外侧水深大体在15 m以上。该海域常风向ENE

收稿日期: 2013-08-10

作者简介: 陈恺(1986—), 男, 硕士, 助理工程师, 从事水文、航道工程设计。

向, 常浪向为E向, 强浪向NNE向, 近海水域潮流基本为沿岸流, 观测到最大流速为1.05 m/s。

厦门港主航道位于兴古湾东侧4~5 km处, 沿海推荐航线处于东碇岛外侧、与工程点距离约为17 km。厦门港进港主航道自厦门湾口20 m等深线附近起, 经青岛水道, 至鼓浪屿西南海28[#]灯浮, 总长约38.0 km, 航道底高程-14.0~-14.5 m, 能满足7万~10万吨级集装箱船并兼顾10万吨级油轮单向通航^[3]; 进出厦门港后石港区、招银港区、东渡港区、海沧港区等港区大型船舶均利用该航道通航(图1)。由于厦门港进港主航道船舶交通密度大以及LNG船舶航行安全管理的特殊性, 漳州液化天然气码头工程进港航道布置对工程平面设计、周边工程的影响及码头后期运营十分重要, 因此进港航道布置设计是本文的主要研究对象。

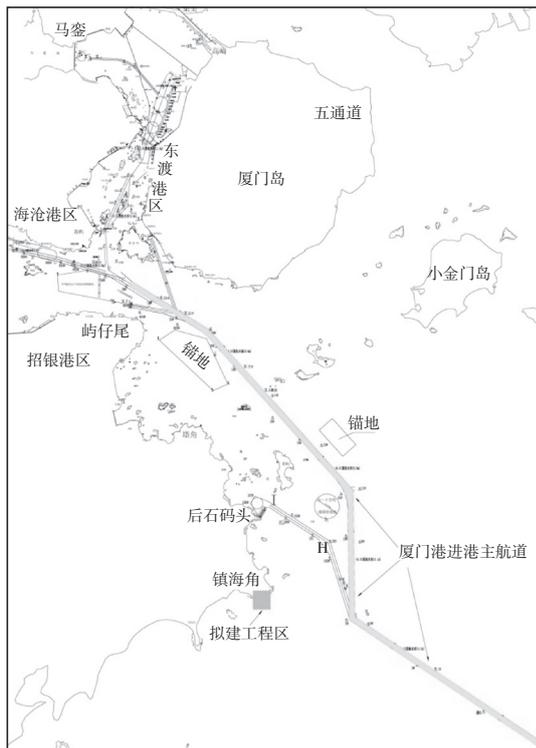


图1 工程位置

2 航道布置设计

2.1 航道选线约束因素

2.1.1 平面限制因素

1) 水下浅滩暗礁。

水下浅滩及暗礁会影响船舶航行安全, 需按照相关规范^[4]进行地质勘测, 确定浅滩或暗礁开挖

方式及航道设计参数, 进行开挖疏浚以满足设计航道通航水深要求。航道选线时应尽量避免, 减少开挖工程量进而减少工程投资。拟建工程水域东南海域分布有多个大小不等的浅滩, 主要有二进浅滩(-4.8 m)、蓝柏浅滩(-8.2 m), 在进港航道设计时要考虑避让。

2) 岛屿、国境线及通航限高区。

含岛屿、国境线及通航限高区^[5]等特殊水域对船舶航行及航道布置都会有特殊要求, 在航道设计时应该全面考虑。漳州液化天然气码头工程东南侧15 km的东碇岛属于台湾金门县管辖, 岛屿周围水域设置了限制水域及禁止水域, 限制水域半径约为5 km, 船舶航行及航道布置时需要尽量避让。

2.1.2 水动力影响因素

航道平面布置要考虑水动力环境对船舶航行及操船作业的影响: 横流会使低速航行的大型船舶产生较大偏移, 因此航道轴线应尽量避免与流速大于1 kn的水流呈较大交角, 一般夹角在20°范围内方向最佳; 进港船舶航速较低时, 尾斜浪会造成舵效变差, 驾驶员不宜掌舵, 应注意避免受±30°范围内尾斜浪影响^[6]。工程海域潮流表现为较强的往复流, 流矢主方向为NE-SW向; 工程区常浪向为E向, 强浪向NNE向, 航道布置时需考虑工程海域水动力因素。

2.1.3 泥沙输移影响因素

人工开挖航道淤积主要取决于港口附近沿岸泥沙输送的特点, 航道选线应与潮峰潮谷前后历时长、流速大时段的主流方向夹角控制在20°以内为宜^[6]。工程地处漳州龙海市兴古湾内, 湾内浅滩面积总体处于平衡或弱减少, 以弱侵蚀为主, 没有极端的大冲大淤现象, 工程附近海域入湾河流的输沙较少, 整体含沙量较小, 沿岸泥沙输移对开挖航道淤积影响较小。但是, 距离拟建工程东南侧约7.5 km处布设有厦门港扩建工程疏浚泥的临时性海洋倾倒区, 进港航道布置时需考虑临时倾倒区泥沙扩散造成航道淤积的影响。

2.1.4 LNG船舶进港航道特定要求因素

除了同其他货种船舶进出港航道要求一致

外,出于安全角度考虑,对LNG船舶进出港航道还有特定要求:LNG船舶利用公用航道进出港航行时必须要有交通管制并配有护航船舶;LNG船舶进出港航行时除护航船舶外,其前后1 n mile范围内不得有其他船舶航行;LNG船舶进港航道设计水深的计算基准面宜采用当地理论最低潮面,不考虑乘潮通行;LNG船舶航行制动距离为6~7倍船长^[7]。

2.2 航道选线原则

1) 航道布置需与总体港区、航道布局规划相协调;

2) 满足《液化天然气码头设计规范》和《海港总平面设计规范》相关规范规定;

3) 在保证船舶航行安全和满足本项目运量要求的前提下,充分利用自然水深航道,以减少航道疏浚工程量;

4) 航道走向应充分考虑当地风、浪、流对船舶的影响,尽量减小航线与强风、强浪向的夹角,力求航线顺直,以保障船舶操纵安全。

2.3 航道布置方案

厦门港主航道处于工程区东侧,若利用厦门港主航道,则本项目进港航线需两次转弯,对LNG船舶安全航行不利;考虑到厦门港主航道进出港船舶交通流量较大,而且LNG船舶有通航安全管理特殊要求,为此本项目设置独立进港航道较合理,不仅航线相对顺直、亦可减少与主航道之间相互影响。

根据航道选线原则及航道选线平面约束因素,结合港区布置规划、水深地形分布、东碇岛地理位置及临时性海洋倾倒区分布影响,充分考虑当地的风、浪、流等动力因素,进港航道选线共考虑了东碇岛北线方案(2个)、中线方案(2个)及南线方案共5个航线方案。

东碇岛北线方案1:航道口门至港区水域航程约14.5 km,其中H1-H2段航段轴线走向281°~101°,航段长12.7 km,H2-H3段航段轴线走向350°~170°,航段长1.8 km。见图2。

东碇岛北线方案2:航道口门至港区水域航程约13.0 km,航段轴线走向287°~107°;该航线方案船舶回旋水域布置在防波堤外侧。见图3。

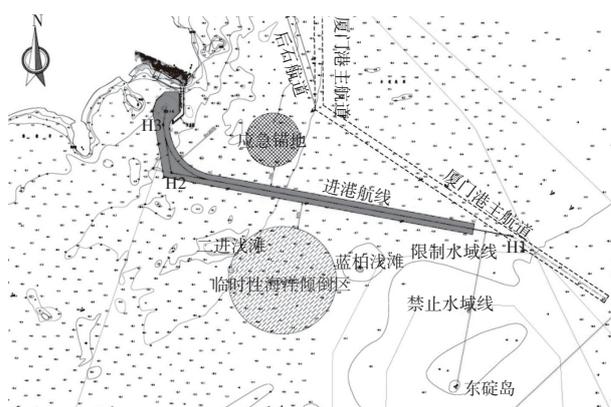


图2 航道布置(北线方案1)

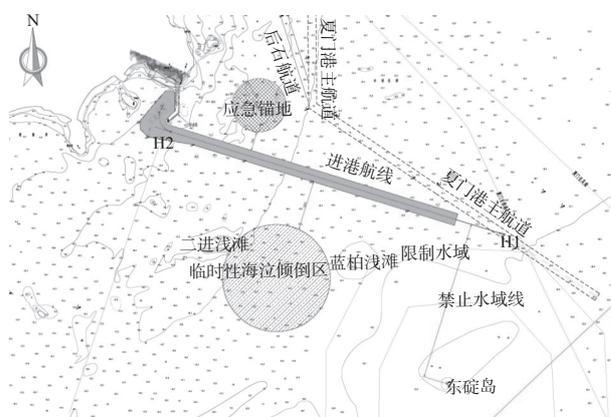


图3 航道布置(北线方案2)

中线方案1:由沿海推荐航路至港区水域航程约18.0 km,其中H1-H2段航段轴线走向320°~140°,航段长11.0 km,H2-H3段航段轴线走向350°~170°,航段长7.0 km。见图4。

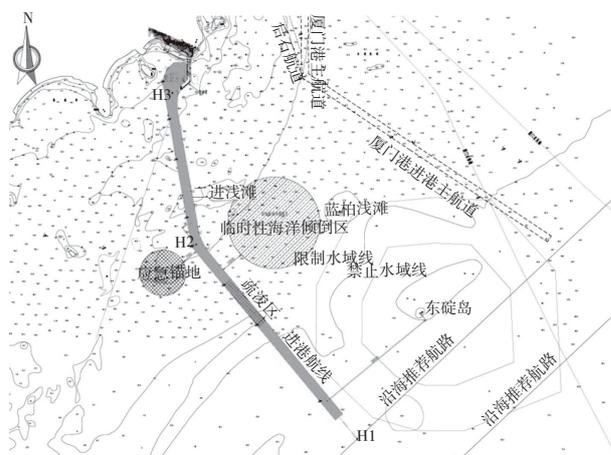


图4 航道布置(中线方案1)

中线方案2:由沿海推荐航路至港区水域航程约18.6 km,其中H1-H2段航段轴线走向327°~147°,航段长14.1 km,H2-H3段航段轴线走向13°~193°,航段长4.5 km。见图5。

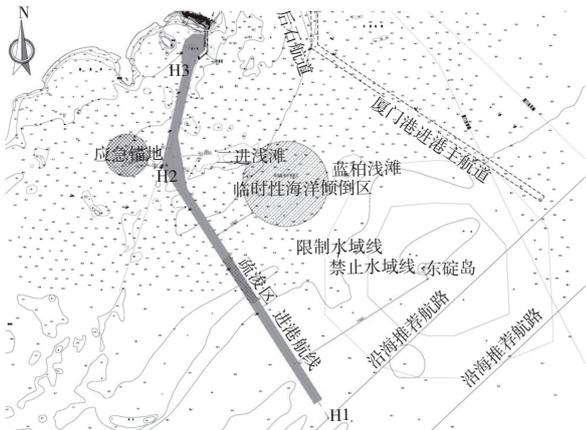


图5 航道布置 (中线方案2)

南线方案: 由沿海推荐航路至港区航程约 38.7 km, 其中H1-H2段航段轴线走向 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$, 航段长 13.9 km, H2-H3段航段轴线走向 $49^{\circ}\sim 229^{\circ}$, 航段长 10.7 km, H3-H4段航段轴线走向 $19^{\circ}\sim 199^{\circ}$, 航段长 12.2 km, H4-H5段航段轴线走向 $7^{\circ}\sim 187^{\circ}$, 航段长 1.9 km。见图6。

2.4 方案比选

根据航道总平面布置, 结合工程海域水深地形、水域环境以及泥沙水动力特征, 对本项目5个进港航线方案主要技术指标进行了初步比较, 见表1。

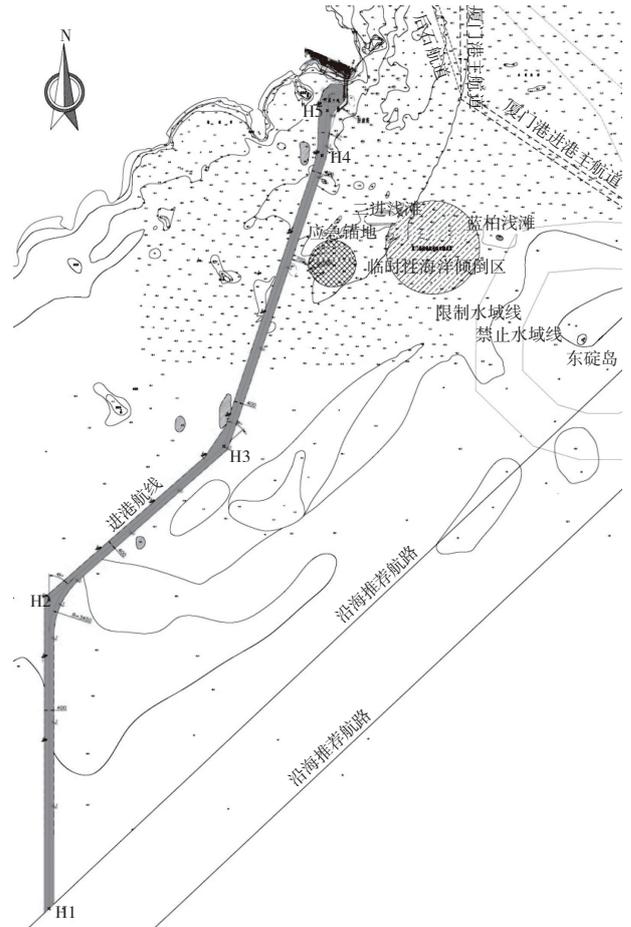


图6 航道布置图 (南线方案)

表1 航线方案比选

航线方案	航线总里程/km	航道开挖量/万 m^3	最浅水深/m	转角点	转向角度/ $(^{\circ})$	转弯半径/m	航道区计算最大流速/ $(m\cdot s^{-1})$	航道轴线与主流向夹角/ $(^{\circ})$	与东碇岛距离/km	与临时性海洋倾倒区距离/km	布置浮标/座
北线方案1	14.5	25	-13.6	2	23/70	2 070	约0.66	约65	约5.9	约1.0	12
北线方案2	13.0	65	-13.2	1	17	2 300	约0.66	约70	约5.9	约1.85	12
中线方案1	18.0	305	-9.4	1	30	3 450	约0.61	约40	约5.6	约1.00	16
中线方案2	18.0	315	-8.3	1	45	3 450	约0.63	约35	约7.4	约2.00	16
南线方案	38.7	550	-10.5	2	49/30	3 450	约0.60	约35	约12.8	约3.5	25

从航道布置图和航线方案比较表可以看出, 北线方案与中线方案航线长度均在 20 km 以内, 南线方案航线较长, 所有航线方案技术上均是可行的。

2.4.1 与平面限制因素的关系

1) 对厦门港主航道影响: 北线方案需利用部分主航道或航线交叉, 对主航道通航有影响; 中线、南线方案远离主航道, 对厦门港主航道通航环境无影响。

2) 与东碇岛限制水域关系: 北线方案、中线方案及南线方案航线均分布在东碇岛限制水域外侧。

2.4.2 与水沙动力环境适应性的关系

1) 与临时性海洋倾倒区距离: 为分析倾倒区对航道的影响, 利用泥沙数学模型及相关经验公式对倾倒区悬沙、底沙输移进行研究^[8], 距离倾倒区 1 km 外水域的泥沙运动基本无明显影响。北线方案1与中线方案1航道边线距离倾倒区距离约为 1 km, 而其他各方案航道边线距离倾倒区距离均大于 1.8 km, 故临时倾倒区泥沙扩散对各方案航道回淤的影响均较小。

2) 航线与潮流之间关系: 北线方案航道区域流速较大, 且航道轴线与潮流夹角也比较大, 中

线方案次之,南线方案与潮流流速及流向与航道轴线夹角均较小。

2.4.3 与LNG船舶航行的关系

1)从适航性角度来看:北线方案1转角较大且其转弯后进港池段航道相对较短、横流较大,船舶进港池时航速较小、船舶操纵难度相对较大;北线方案2船舶可以直线驶入港区水域,但其调头水域需布置在防波堤外侧,船舶进出泊位区必须利用拖轮协助;南线方案航道距离最长,且需要转向两次,而且沿程浅水区分布较多;中线方案转向角在 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,相对避开了浅水分布区;从航道适航性角度来看,中线方案要优于北线方案及南线方案。

2)与港池区的衔接:中线方案、南线方案航线连接港池段航道较顺直,方便船舶进出港航行;北线方案2进港船舶可以利用顺直航线完成制动,但靠离泊码头拖轮协助移动距离较长;北线方案1航线连接港池段距离较短且为弧线;从航道与港池水域衔接上要看,中线方案、南线方案优于北线方案。

2.4.4 工程量因素

北线方案航道水深条件较好、航道仅需局部浅点疏浚,工程量较少;中线方案需要穿过不足10 m浅区,航道开挖量在305万~315万 m^3 ;而南线方案进港航线分布有多处浅点需要开挖,航道疏浚工程量相对较大。航道配套助航设施北线方案与中线方案基本一致,而南线方案航线长、需要配置的浮标数量较多。

综上所述,北线方案工程量最小,前期投入较少,但是适航性差,对项目投产后进出港船舶交通管制要求高,与厦门港主航道干扰影响大。南线方案基本不受临时倾倒区泥沙扩散影响,且距离东碇岛限制水域远,但是其航线最长,沿程需要穿过较多的浅水区,疏浚工程量最大。中线方案疏浚工程量适中,航线适航性较好,通航水域均在东碇岛限制水域外侧,距离临时倾倒区距离在1~2 km,受抛泥区泥沙扩散影响较小^[8],其中中线方案1航道疏浚工程量小于方案2,且中线方

案1航道转向角小于方案2。因此,确定中线方案为本项目进港航线优选方案,中线方案1略优于中线方案2,故将中线方案1作为项目推荐的设计方案。

3 结论

进港航道平面布置设计需以水域平面约束因素为考虑前提,遵循航道选线原则提出合理的平面布置方案,并从各方案与水域平面约束因素关系、水沙动力环境适应性关系、LNG船舶适航性及工程量等角度进行分析比较,最终确定安全、经济、合理的LNG船舶进港航道选线方案。下一阶段可结合现场勘察资料及相关试验成果,对航道平面布置方案作进一步优化。

参考文献:

- [1] JTS 165-5—2009 液化天然气码头设计规程[S].
- [2] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司.漳州液化天然气(LNG)项目码头工程工程可行性研究报告[R].上海:中交第三航务工程勘察设计院有限公司,2012.
- [3] 福建省港航勘察设计研究院.厦门港主航道扩建三期工程初步设计报告[R].福建:福建省港航勘察设计研究院,2010.
- [4] JTS 181-5—2012 疏浚与吹填工程设计规范[S].
- [5] JTJ 311—1997 通航海轮桥梁通航标准[S].
- [6] 徐杨,代健.浅谈港口水域航道选线的思路和原则[J].科技创新导报,2010(4):94-95.
- [7] 中交第一航务工程勘察设计院有限公司.海港工程手册[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [8] 国家海洋局第一海洋研究所.福建漳州液化LNG接收站项目潮流/泥沙/悬浮物扩散数模研究及海床稳定性分析报告[R].青岛:国家海洋局第一海洋研究所,2012.
- [9] 曾建峰,徐元,陈海斌.宁波-舟山港马岙港区灌门峡口段航道设计[J].水运工程,2012(12):59-63.
- [10] 周惊慧,夏艳军.汕头港广澳港区5万吨级进港航道选线及断面设计[J].水运工程,2008(9):121-124.

(本文编辑 郭雪珍)