



跨海通道影响下大连湾水域 规划调整方案比选

董丽红，钟政

(大连理工大学土木建筑设计研究院有限公司，辽宁 大连 116042)

摘要：介绍了受大连湾跨海交通工程影响而开展的大连湾水域规划调整方案比选研究过程。针对大连湾内水域通航环境，分析了港口及相关产业的发展趋势，综合预测了各港区通航代表船型。以大连湾跨海交通工程北桥南隧线位方案为边界条件，根据大连湾水域条件和通航需求，通过引入“具有一定保证率的通航代表船长”的概念，合理确定了跨海通道桥梁与锚地、航道边界的距离。给出3种调整方案并进行比选分析，提出了工程后续实施过程中需注意的问题。

关键词：跨海交通工程；大连湾；航道；锚地

中图分类号：U 642

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2021)02-0093-06

Adjustment plan of Dalian Bay water area under influence of cross-sea traffic project

DONG Li-hong, ZHONG Zheng

(The Design Institute of Civil Engineering & Architecture Dalian University of Technology, Dalian 116042, China)

Abstract: The research process of the adjustment plan of the Dalian Bay water area under the influence of a cross-sea traffic project was introduced in this paper. According to the navigation environment in the Dalian Bay water area, the development trend of the port and related industries was analyzed and the representative ship types of navigation in each port area were predicted. Using the design scheme of the north bridge and south tunnel of the Dalian Bay cross-sea traffic project as boundary conditions, according to the conditions and navigation requirements of the bay waters, the safe distances between bridge and anchorage, bridge and channel boundary were reasonably determined by introducing the factor of representative navigation vessel length with certain assurance rate. Three solutions for the adjustment plan were given and compared. Issues that needed to be paid attention to during the subsequent implementation stage were put forward.

Keywords: cross-sea traffic project; the Dalian Bay; channel; anchorage

随着港珠澳大桥的建成及顺利通车，国内多个沿海城市借鉴项目的成功经验，将“岛隧结合”的跨海通道建设方案应用到提升地区海陆交通上来^[1]。由于跨海通道通常跨越海湾建设，桥梁轴线蜿蜒穿越海湾，且有人工岛屹立海中，势必给湾内原有通航水域带来影响。因此，跨海通道的建设往往伴随着湾内航道与锚地的重新规划与布置。合理确定桥、岛、隧与锚地、航道之间的安

全距离，是工程上日益关注的问题。目前该方面的研究仍然较少，李靓亮等^[2]结合《内河通航标准》对水下隧道与锚地安全间距展开探讨；王新磊等^[3]指出利用数学模型专题研究的方法论证港珠澳大桥线位对锚地的影响；李勤荣等^[4]介绍了国外跨海大桥的船舶定线制，给跨海大桥影响下船舶航路规划提出新的启示；裴金林^[5]介绍了以GB 50139—2004《内河通航标准》为指导的桥梁与

码头锚地间距的控制原则及确定方法；胡殿才等^[6]采用潮流数值模拟、物理模型试验等技术手段，给出了某离岸人工岛对流场的影响范围；康苏海^[7]采用数学模型对人工岛建设前后三亚湾及敏感目标肖旗港航道影响宽度进行分析。本文介绍了为适应大连湾跨海交通工程的建设所开展的大连湾水域规划调整方案比选研究过程，通过引入“具有一定保证率的通航代表船长”的概念，合理确定桥、岛、隧与锚地、航道之间的安全距离，旨在为此类工程影响下水域规划的编修提供一定经验。

1 大连湾港口水域原规划

大连湾港口是大连港综合运输的重要组成部分，湾内企业众多，主要分布有大港港区、黑嘴子港区、甘井子港区、大石化港区、和尚岛东港区、和尚岛西港区；非生产性码头主要有大连船舶重工集团、大连中远船务工程有限公司、辽渔

集团和湾内渔船码头。原规划水域分布有 5 条主要航道，各航道主要参数见表 1。湾内及附近水域现有 6 个主要锚地，锚地面积及水深见表 2。大连湾水域原规划见图 1。

表 1 大连湾水域原规划航道

航道	长度/m	宽度/m	底高程/m	方位角/(°)
大港航道	4 800	270	-12.5	N110~N290
甘井子主航道 *	13 000	310	-8.5, -14.5	N 90~N270
甘井子西航道 *	1 812	310	-8.5, -9.5	N90~N270
甘井子北航道	4 100	310	-8.7	N0~N180
大连湾航道	6 500	170	-14.4	N150~N330

注：* 表示复式航道，由两个底高程组成。

表 2 大连湾水域原规划锚地

锚地	面积/km ²	水深/m	用途
油轮检疫锚地	8.0	8~10	供货轮锚泊
第二货轮检疫锚地	12.9	8~13	供货轮锚泊
第一货轮检疫锚地	16.8	8~16	供油轮锚泊
鲇鱼湾油轮锚地	21.7	27~34	供油轮锚泊

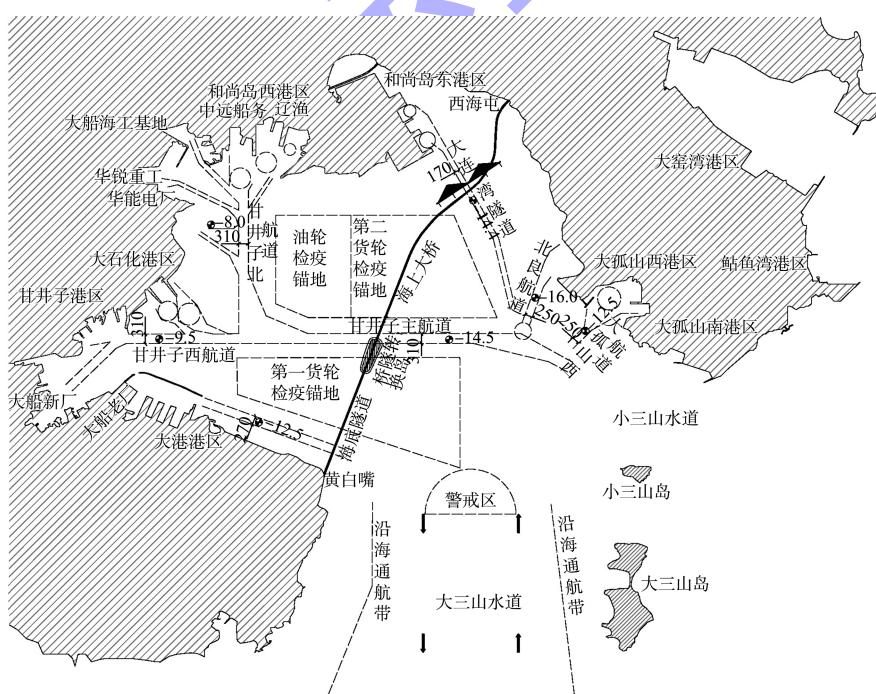


图 1 大连湾水域原规划 (单位: m, 下同)

2 跨海交通工程简述

大连湾跨海交通工程线位走向见图 1，其中跨海工程部分采用“南隧北桥”方案，即自黄白嘴

岸边进隧道，下穿大港航道后在货轮 1 号锚地开始抬出海床面，通过填筑人工岛实现隧桥转换。跨海桥梁由人工岛开始，经货轮 2 号锚地后跨越

大连湾航道, 在西海屯登陆, 全长 24.267 km。在隧道下穿大港航道段, 考虑沉管方案的施工工艺和受力要求, 将隧道段线形设置为直线; 以桥梁跨越大连湾航道时, 为保证通航安全, 路线走向尽量与航道垂直。由图 1 可见, 原规划航道及锚地水域被拟建跨海通道轴线切割, 影响区域船舶的通航及锚泊, 有必要结合跨海通道线位方案, 合理调整原规划中航道及锚地水域布置, 以适应跨海通道工程建设, 同时满足湾内企业的通航需求。

3 船型预测

生产性船舶方面, 渤海湾滚装运输船舶运营船型以 2 万 GT 客滚船舶为主, 近年来船舶数量变化不大。在建船型以 3 万 GT 及以上为主。结合北欧、地中海等区域滚装船发展形势, 预计未来客货滚装船型将继续呈大型化发展, 最大吨位可达 5 万 GT。预计到港散杂货船仍将以 7 万吨级以下船型为主, 油轮仍以 5 万吨级以下船型为主, 兼顾 8 万~10 万吨级船型。未来随着市场规模的不断扩大, 亚太地区运营邮轮存在进一步大型化的可能,

预计亚太地区始发航线邮轮将以 8 万~15 万 GT 船型为主, 最大船型可达 22.5 万 GT。非生产性船舶方面, 国际航运市场船舶大型化趋势明显。40 万吨级散货船将逐步运营于巴西—中国铁矿石运输航线, 1.8 万 TEU 集装箱船将大量投放至远东—欧洲班轮航线。此外, 集装箱船舶存在进一步大型化的可能性, 目前 2.2 万 TEU 集装箱船舶已经设计成熟, 更大船型也在概念设计中。因此, 大连湾区域船舶修造业应满足 40 万吨级散货船及 1.8 万 TEU 以上集装箱船压载进出港要求。区域通航控制船型预测见表 3、4。

表 3 区域货运船型预测

港区	船型	载质量/万 t	总长/m	型宽/m	吃水/m
大港港区	滚装船	5.0	212.0	31.9	7.3
	邮轮	22.5	361.0	60.5	9.3
大石化港区	油船	10.0(减载)	246.0	43.0	14.2
华能电厂	散货船	3.3	186.6	29.0	10.8
和尚岛西港区	滚装船	3.0	205.0	29.4	7.2
	杂货船	1.0	146.0	22.0	8.7
和尚岛东港区	滚装船	5.0	212.0	31.9	7.3
	散货船	7.0	228.0	32.3	14.2
	邮轮	5.0	243.0	32.3	8.0

表 4 区域非货运船型预测

种类	船型(结构物)名称	型长/m	型宽/m	吃水/m	空载水线以上高度/m
修造船	40 万吨级散货船	362	65.2	7.0~9.0	63.6
	20 万吨级集装箱船	399	59.0	7.0~9.0	63.4
	30 万吨级油轮	334	60.0	7.0~9.0	65.4
海工设备	FPSO(浮式生产储油卸油装置)	365	70.0	7.5	135.0
	半潜式平台	107	75.8	8.0~9.0	144.0
外运设备	自升式平台	56	65.0	8.5	119.0
	自航驳(装载卸船机等)	180	185.0	-	145.0
工程船	4 000 t 起重船	168	48.0	11.5	69.0
	打桩船	75	26.0	3.2	68.0

4 水域规划调整方案比选

4.1 调整思路

在大连湾原水域规划基础上, 结合大连湾跨海交通工程建设方案, 协调陆路通道与海上通道的关系, 对大连湾内各航道和锚地规划进行调整。调整后的航道通航宽度及水深、锚地水深应满足

规范^[8]要求, 同时与跨海交通工程应有足够的安全距离。

4.2 桥、岛、隧与航道、锚地安全距离分析

设置桥、隧、人工岛与航道、锚地安全距离的目的在于, 当遇到特殊不利自然条件时, 保证航道内航行船舶的安全撤离, 保证锚地内船舶的

锚泊安全和人工岛护岸设施的安全。目前该方面的规范规定及理论研究均较少。

大连湾水域通航的最大船型为 20 万~30 万吨级的修造船，但此类船舶一方面年进出艘次较少，另一方面其进出港一般均需通过拖轮拖带，应急漂移可能性较小，考虑不宜按照最大修造船船长倍数控制安全距离。综合未来大连湾内主力船型和最大船型，通航代表船长取 250 m，基本涵盖了大连湾内远期规划船型，船型尺度保证率大于 95%。

桥区距锚地安全距离，需综合考虑未来锚泊船型、潮汐水流作用和锚地底质特点等因素分析。根据大连海事部门以往统计，大连湾水域在大风天船舶走锚情况较为严重。综合考虑水域通航、锚泊船型和桥位安全重要性，确定跨海通道常规桥区距离两侧锚地边界安全距离为 1 200 m，可满足 4.8 倍通航代表船长要求，基本满足安全使用要求。

受人工岛宽度影响，人工岛东西两侧岸壁和锚地边线的安全距离取 1 000 m，基本满足 4 倍通航代表船长距离要求。

航道中船舶保持一定的航速，舵效较好，航向稳定性好。但考虑到人工岛的重要性，船舶一旦偏离航道碰撞人工岛，将会产生恶性事故。此外，考虑到人工岛灯光及建筑物对操船视觉的影响，可与航道保持一定的安全距离，建议人工岛护岸坡底与航道边坡坡顶至少保持 4~5 倍通航代表船长的间距，即 1 000~1 250 m。根据水域规划调整方案，各方案人工岛南侧外延距离甘井子航道底边线安全距离均满足此要求。

4.3 水域规划调整方案

4.3.1 调整方案 1

尽量减少对原规划线位的改变。规划大连湾内形成 3 个方向的主航道，大港航道和大连湾航道线位不变，甘井子主航道线位由东西向调整为东南—西北向。调整方案 1 航道参数见表 5。

表 5 大连湾水域规划调整方案 1 航道设计参数

航道名称	通航控制船型	长度/m	宽度/m	底高程/m	方位角/(°)
大港航道	22.5 万 GT 邮轮单向通航	3 380	270	-11.8	110~290
甘井子主航道	10 万吨级油船减载乘潮通航、3 万 GT 滚装船和 7 万吨级集装箱船(修船)组合双向通航	6 040	310	-14.5	120~300
甘井子支航道	10 万吨级油船减载乘潮通航	1 560	310	-14.5	120~300
甘井子北航道	3.3 万吨自卸船(实船)乘潮通航、3 万 GT 客滚船和 7 万吨级集装箱船(修船)双向通航	5 460	310	-11.0	0~180
华能电厂支航道	3.3 万吨自卸船(实船)乘潮通航、海工设备特种船单向通航	1 320	200	-11.0	120~300
辽渔支航道	3 万 GT 滚装船双向通航、5 万 GT 滚装船单向通航	2 390	260	-9.5	25~205
大连湾航道	7 万吨级散货船乘潮单向通航	6 500	170	-14.4	150~330

跨海通道东侧布置大连湾一号货轮锚地，锚地面积为 14.6 km²。锚地距大连湾航道 500 m，与大桥安全距离为 1 200 m。跨海通道西侧自北向南依次布置大连湾二号货轮锚地和大连湾油轮锚地，

锚地面积分别为 5.0 km² 和 8.9 km²。桥隧转换人工岛距离甘井子航道 1 475 m。调整方案 1 水域布置见图 2。

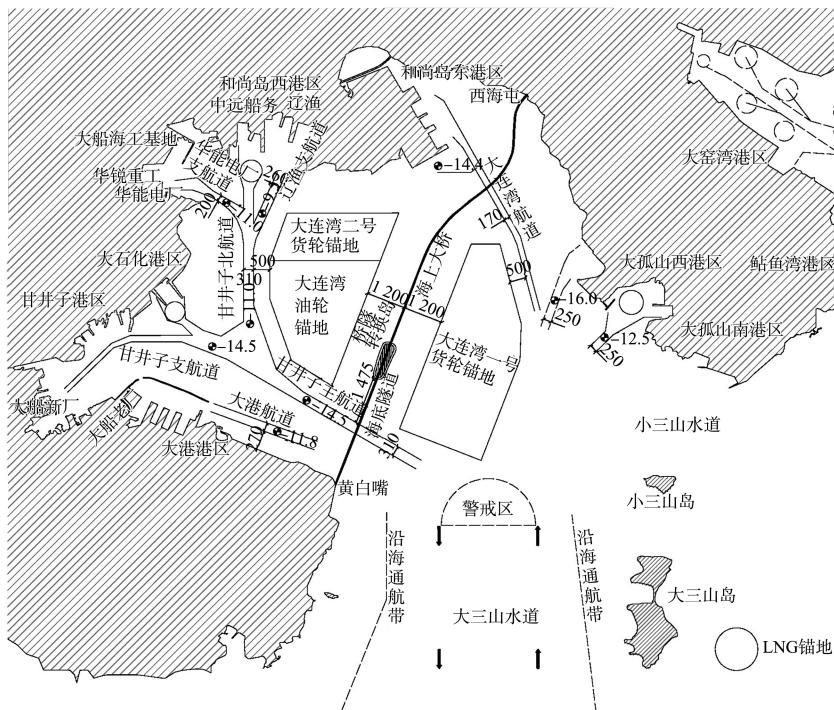


图2 大连湾水域规划调整方案1平面布置

4.3.2 调整方案2

适当改善原规划航道的通航条件, 规划大连湾内形成3个方向的主航道, 大港航道和大连湾航道线位不变, 原甘井子西航道并入大港航道, 原甘井子主航道由东西向调整为东南—西北向。锚地调整

后与方案1区别在于大连湾二号货轮锚地和油轮锚地面积分别为 3.8 km^2 和 8.9 km^2 。调整后湾内锚地面积较原规划减少 10.3 km^2 。锚地距大连湾航道500 m, 与大桥安全距离1 200 m。人工岛距离甘井子航道1 292 m。调整方案2水域布置见图3。

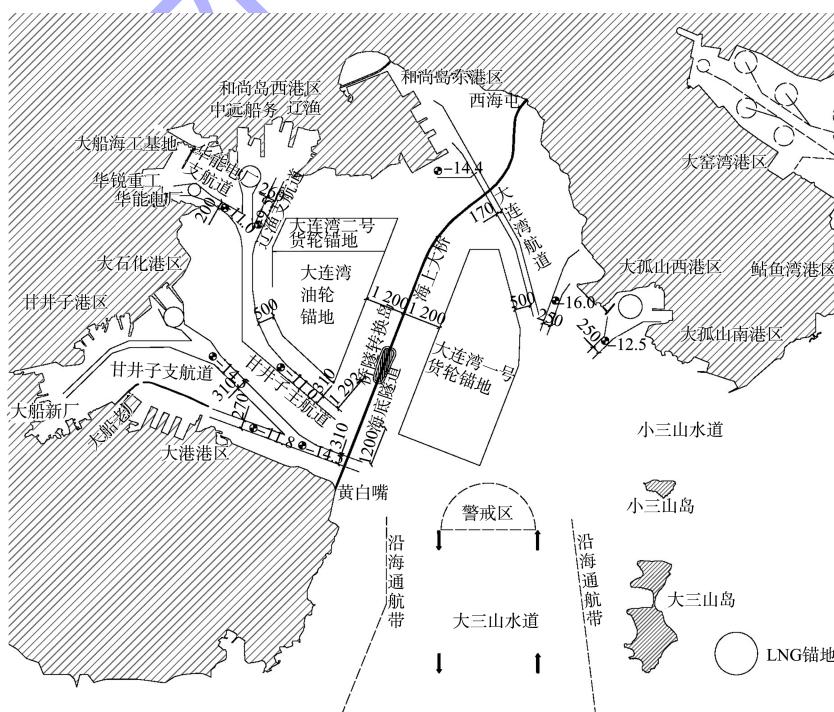


图3 大连湾水域规划调整方案2平面布置

4.3.3 调整方案 3

规划大连湾内形成两个方向的主航道，大港航道和大连湾航道线位不变，原甘井子主航道、北航道、西航道并入大港航道。锚地调整与方案 1

区别在于大连湾二号货轮锚地和油轮锚地面积分别为 6.6、8.9 km²。调整后湾内锚地面积较原规划减少 7.5 km²。人工岛距离甘井子航道 2 369 m。调整方案 3 水域布置见图 4。

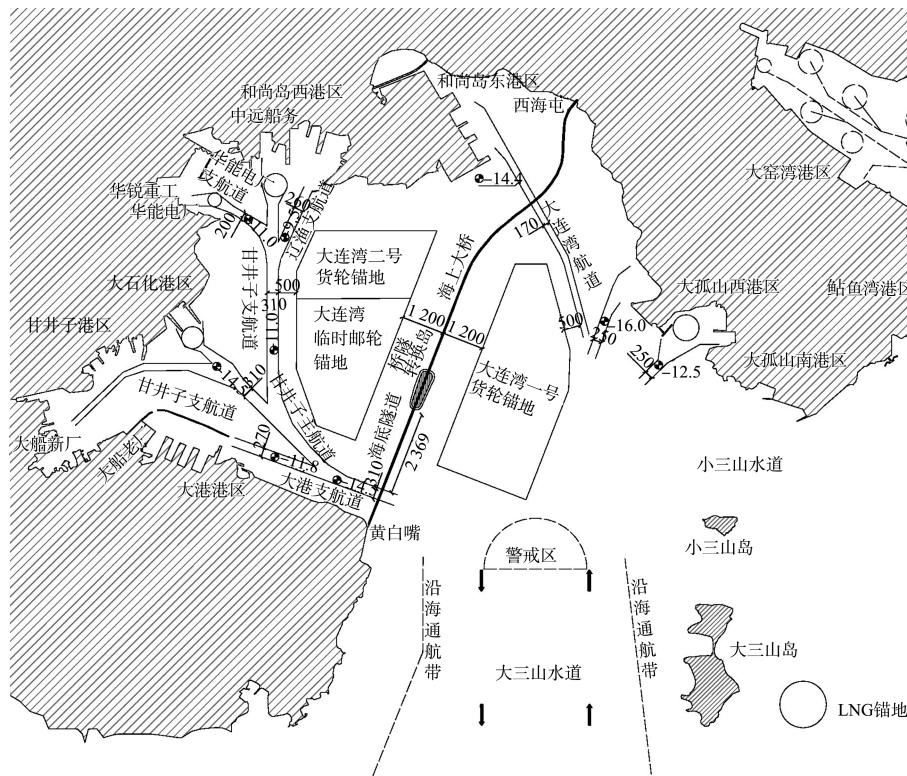


图 4 大连湾水域规划调整方案 3 平面布置

4.4 方案比选

从航道通航条件、船舶交通组织、航道疏浚工程量、锚地容量等方面对 3 个方案进行综合比选，见表 6。对比可知，规划调整方案 1 通航条件好，

对原规划方案改变最小，且隧道侧双入口明显优于单入口，可有效减少入口段船舶流量密度，航道转向次数和分叉点相对较少，有利于船舶交通组织，最终推荐方案 1 为本次规划调整的最终方案。

表 6 大连湾水域规划调整方案比较

方案	通航条件	航向	航线交叉	开挖量	锚地容量
方案 1 (双入口)	航道通航条件较好，与原规划方案通航条件基本相同	航道转向次数和分叉点相对较少，有利于船舶交通组织	大港航道相对独立，与城市旅游、休闲功能相适应	航道开挖工程量较方案 2 略大	湾内锚地容量居中，油轮锚地与大石化港区衔接较顺畅
方案 2 (双入口)	航道通航条件最好，较原规划方案通航条件适度改善	航道转向次数和分叉点较方案 1 多，船舶交通组织不如方案 1	大港航道的客滚船、邮轮和油船相互有影响	航道开挖工程量较方案 3 略大	湾内锚地容量相对小，油船从油轮锚地进入大石化港区难度较大
方案 3 (单入口)	航道通航条件较方案 1、2 差，较原规划方案通航条件有所降低，人口段船舶流量大	航道分叉点较多，不利于船舶交通组织	航道开挖工程量相对最小	航道开挖工程量最小	湾内锚地容量相对大，但布局分散，油船从四号油轮锚地进入大石化港区难度较大