

# 中国企业海外重化工投资项目 配套码头选址原则

林陈安攀<sup>1</sup>, 柯维林<sup>1</sup>, 彭美旗<sup>2</sup>

(1. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290;  
2. 南网私募基金管理有限公司, 广东 广州 510623)

**摘要:** 中国企业的大型海外重化工投资项目通常需要自建码头以完成物料运输, 因此项目的选址很大程度上取决于码头的建设位置。分析归纳此类项目码头选址具有空间跨度大、明确约束少、研究深度深等特征, 筛选影响该类项目码头选址的主要因素有波浪条件、水深条件、泥沙条件、地质地震情况、陆域场地条件、港口依托条件、运输里程等, 提出以建设成本和运营成本总和最低为评判标准的选址准则目标, 总结从初选的宏观研究到终选的方案微观研究的选址思路和流程, 并以中国企业在马来西亚的某投资项目为例, 演绎整个选址的过程, 可供类似项目选址参考。

**关键词:** 码头选址; 海外投资; 重化工; 建设投资; 运营成本

中图分类号: U651+.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)08-0044-06

## Site selection principle of supporting wharf for Chinese enterprise's overseas heavy chemical investment project

LIN Chen'anpan<sup>1</sup>, KE Weilin<sup>1</sup>, PENG Meiqi<sup>2</sup>

(1. CCCC Fourth Harbor Design Institute Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China;  
2. Nanwang Private Equity Fund Management Co., Ltd., Guangzhou 510623, China)

**Abstract:** Large-scale overseas heavy chemical investment project of Chinese enterprise usually needs to build individual supporting wharf to complete material transportation, so the site selection of the project largely depends on the wharf's location. We analyze and summarize the characteristics of wharf site selection for these projects, such as large space span, few clear constraints and deep research depth, and screen several major factors affecting wharf site selection for these projects, such as wave conditions, water depth conditions, sediment conditions, geological and seismic conditions, land site conditions, port support conditions, transportation mileage, etc. Then we put forward the site selection target based on the lowest sum of construction cost and operating cost as the evaluation standard, and summarize the site selection ideas and processes from the macro study of the primary selection to the scheme-level micro study of the final selection. Taking an investment project of Chinese enterprise in Malaysia as an example, we deduce the whole process of site selection, which can be used as references for the similar project site selection.

**Keywords:** wharf site selection; overseas investment; heavy chemical industry; construction investment; operating cost

随着“一带一路”倡议和国内供给侧结构性改革的不断深入推进, 越来越多的中国企业走出国

门开展对外直接投资, 特别是钢铁、石化、煤炭、矿产、能源等重化工产业。规划引入此类产业的

收稿日期: 2024-03-20

作者简介: 林陈安攀 (1989—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事港口工程规划与设计。

国家普遍经济水平发展一般,本地市场容量小,这类投资行为一般只在当地开展来料进口加工,产品出口销售,所以海上运输是其主要的物流方式。此外,这类项目规模普遍较大,日常生产依靠大宗原燃料,成品年产量大、物流繁忙,因此一般为自建码头,工厂依港而建。正因上述“借地建厂”的投资模式,项目的选址通常不过分关注“靠近原料来源地或产品目标市场”等传统选址重要考虑因素,项目选址范围广,在土地具备可获得性的前提下,配套码头的选址就直接决定了项目选址。因此,在投资人有初步出海投资想法时,配套码头选址就成了其最关注和最先开展的工作之一。

我国关于码头选址问题的研究始于20世纪80年代,最初的研究主要集中在沿海小型码头、河流通航码头等<sup>[1]</sup>。进入21世纪,随着我国工业化事业的飞速发展,大型集装箱码头、油气码头、煤炭码头、矿石码头等工业类型码头成为重点研究对象<sup>[2-6]</sup>。进入新时代,随着人民对美好生活的不懈追求,游艇码头、邮轮码头、客运轮渡码头、水上飞机码头等与民生紧密相关的码头选址研究成果不断涌现<sup>[7-10]</sup>。总体而言,我国学者对码头选址问题研究与国家发展及人民需求紧密结合,为国家港口建设事业做出了巨大贡献。但同时也应认识到,既有文献的研究成果也存在一定的局限性,研究中国企业在海外投资重化工项目建设配套码头的选址问题时,应根据该类项目的特点有针对性地开展相关工作。

## 1 特征与特点

### 1.1 选址空间跨度大

国内既有文献除了国家、区域层面的港口布局规划研究会涉及较大空间跨度外,具体项目的码头选址基本局限在某个港口不同港区、作业区前后数公里、数十公里的比选,或者仅是一个港池中不同泊位间几百米距离的比选<sup>[11-13]</sup>。而对于有意向前往海外投资的中国企业而言,通常都是

以国家甚至地理片区(如东南亚)为尺度要求选择合适的项目地点,选址范围横跨数百公里甚至上千公里。相比于数十公里以内跨度的“小、微尺度”选址问题,大于数百公里的“大尺度”选址问题,基础资料差异性更大,对资料搜集能力和对关键因素把握判断能力要求更高。

### 1.2 选址明确约束少

中国有着非常成熟和严格的政策法规体系,国家和地方颁布了不同层面的城市、港口规划,对在哪里发展、建设什么类型和规模的港口有明确的规定,且调整修改难度大,为港口选址工作提供了指引和约束<sup>[14]</sup>。对于具体的项目码头选址而言,在政策法规约束的条条框框下能很快收敛得到最终的选址,这也正是国内港口建设规划符合性的重要性。而海外投资所在国的政策法规体系通常不完善,无法提供明确的规划文件初步框定选址方向,选址工作通常无章可循。为了引进大项目发展经济,政府掌握的公有财产对项目落地的约束性小、可操作性大,因此选址研究可发挥空间大。

### 1.3 选址研究深度深

目前国内项目码头选址阶段的工作通常只包含单一视角评价:仅涉及影响因素的分析评价而不涉及具体建设方案的宏观评价;或者是在“微尺度”下选址时,直接以特定方案为研究对象开展方案优缺点对比的微观评价。而对于海外码头选址,首先基于上述选址跨度大和约束少等特点,势必先通过宏观评价快速框定若干候选港址,以缩小研究范围减少工作量。其次,鉴于“钱”是企业投资行为最关心、最敏感的问题,特别是这类投资金额大,又处于风险更高的海外,投资金额就会成为选址优劣的评判标准,不谈“钱”的研究结论都是隔靴搔痒,所有研究的落脚点都得在具体的金额数字上。因此不可避免地需要开展方案设计这一微观研究,从而得到工程投资额。并且,除了前期投资,还应考虑码头工程日常运营维护、船运等运营期的费用,得出综合投资最低的选址。

## 2 选址比选因素

码头选址涉及因素较多,一般包含与规划符合性、腹地需求、地理位置、气象、水文、地形水深、地貌、泥沙、地质、地震、岸线条件、陆域条件、施工条件、运营条件、集疏运条件、城市依托条件、港口依托条件、船舶航行条件、周边环境条件、与周边项目的关系与相互影响等。结合中国企业海外重化工产业投资项目配套码头的选址工作特点和资料的可获得性(前往海外开展现场调研成本高、难度大,主要依靠桌面研究手段),可主要关注以下因素。

1) 波浪条件:直接关系到码头作业条件、码头可作业时间,继而影响到后方厂区的堆场仓库容量,是判断是否需要建设防波堤的主要依据。而防波堤的建设在码头中的投资通常占比较大,因此波浪条件是重要的比选因素。波浪资料可通过查找知名机构的海浪数据集获得,国内由中交四航院开发的全球波浪数学模型也可提供研究所需的波浪数据。

2) 水深条件:直接影响疏浚量和码头引桥长度,从而影响工程建设投资。水深资料可通过查找相关网站提供的电子海图获得。

3) 泥沙条件:泥沙运动活跃的水域需要建设拦沙堤,在后续的运营中需要采取频繁的维护性疏浚等工程措施以应对,从而增加项目投资,因此受到关注。在选址初期往往很难得到泥沙运动的基础资料,可以通过对比同一区域不同年份的海图,观察岸线和水深的变化,做出初步判断。另外在地图上排查出选址区域的江河,观察其颜色、查阅相关资料等获取其径流量和含沙量等信息,初步判断河口泥沙运动情况。

4) 地质地震情况:影响码头结构的设计从而影响工程建设投资。一般而言,准确的地质钻孔资料较难直接获得,可通过等深线的变化情况、周边码头结构形式、岸滩类型等信息初步判断区域地质情况。地震烈度、基岩加速度等则可通过地震查询网站获得。

5) 陆域场地条件:后方陆域是否有供工厂建

设的用地是项目选址的先决条件。此外,地块是否规整影响到工厂布置、场地是否平整影响到土石方量、地块是否紧邻海岸影响到连接道路和取排水工程设计等,以上都是码头选址需要考虑的陆域场地因素。陆域场地条件资料可借用地图软件,通过地毯式查看方式获得相关信息。

6) 港口依托条件:此类项目配套码头在建设期需要装卸重件、在运营期需要拖轮协助船舶靠泊,若港址周边有可出租的满足装卸重件的泊位和满足协助靠离泊作业的拖轮,项目可考虑取消重件码头和工作船码头的设置,无需采购重件装卸设备和拖轮,从而降低前期建设投资。此外,此类码头装卸货物以散杂货为主,集装箱运量通常比较小,若附近有公共的集装箱码头,项目则无需考虑集装箱装卸的功能,降低前期建设投资。港口依托条件信息一般通过查找区域内主要港口信息甄别获取,并最好由业主前往现场实地沟通调研。

7) 运输里程:对于“小、微尺度”选址问题,由于候选港址相距较近,不同选址距货物来源地和产品目的地的运距几无差别,因此可不作为比选因素。但对于“大尺度”选址问题,由于选址间距离大、运距差别大,导致年运费都有不小的差别,因此不容忽视。运输里程信息通过在地图上量取获得。

8) 城市依托条件:项目所在国的城市基础设施通常无法支撑此类项目的用水、用电需求,企业需要自建取排水系统、自建电厂为日常生产生活供水供电,因此当地供水、供电条件一般不是码头选址重要考虑因素。此外,重化工投资项目通常属资金密集型产业,用工需求较少,是否靠近城镇等居民聚集区一般也不是重要考虑因素(若配套建设劳动力需求旺盛的相关产业,则仍应关注)。

## 3 选址思路与流程

鉴于中国企业海外重化工投资项目的码头选址空间跨度大,且项目所在国没有规划指引,为减少选址工作量,应根据主要的因素通过定性分析的方法快速排除掉不适合建港的位置,初

步筛选出可供详细研究的 2~4 个候选港址。随后为了达到企业关注的“钱”的深度, 对初选港址开展概念方案设计, 采用指标估价法估算工程费用。同时对各初选港址在运营期会产生较大差别费用, 如维护性疏浚费、年船运费等进行估算。最后, 以建设成本和营运成本总和最低为评判标准, 推荐最优选址。选址思路见图 1。

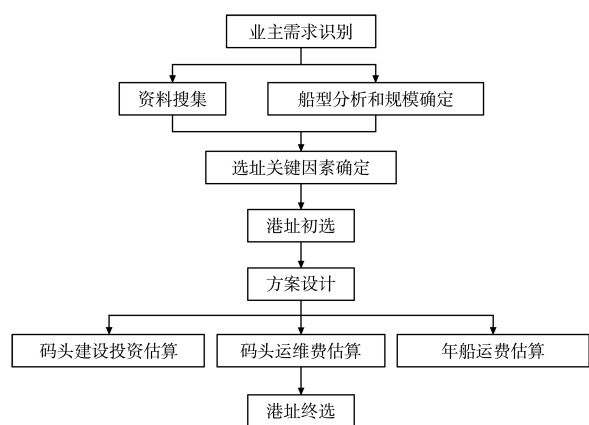


图 1 选址思路

1) 业主需求识别: 了解业主意向投资地、项目规模、生产计划、货物类型及运量、货源地和产品销售地等信息。

2) 资料搜集: 通过桌面研究、现场调研、查阅以往周边工程资料等方式搜集包括但不限于规划、自然条件、周边配套、船运市场价格等资料。

3) 船型分析和规模确定: 根据运程、航线主流经济船型、装卸设备配机方案等确定项目设计船型和码头建设规模。

4) 选址关键因素确定: 根据项目具体情况筛选项目选址影响因素, 并按各因素对港址选择的影响程度分成主要、次要等不同重要程度层级的因素。

5) 港址初选: 将选址因素重要程度从高到低依次作为选址准则, 沿海岸线逐轮排查, 通过定性比选的方式, 筛选出 2~4 个潜在港址。

6) 方案设计: 对初选的 2~4 个港址进行码头方案初步设计, 得出主要建设指标。

7) 码头建设投资估算: 采用指标估价法估算码头建设投资。

8) 码头运维费估算: 主要估算水域维护性疏浚费用。运营期码头水电等费用支出占比较小, 不同选址差异也较小, 一般不在后续比选中体现。

9) 年船运费估算: 此类投资项目一般规模大、年船运量大, 不同航程、不同吨级船舶的小差异都会带来运营后每年船运费的较大差异, 因此无法忽视其对选址优劣的判断。根据调研的船运价格估算每个选址年船运费。

10) 港址终选: 以建设成本和营运成本总和最低为评判标准, 推荐最优选址。对于初期建设成本较高, 若后续运营成本的节省能覆盖多出的建设成本, 也将被作为推荐理由。

## 4 选址评价

### 4.1 项目概况

某中国企业计划在马来西亚沙巴州投资建厂, 自东向西初步意向有 A~D 共 4 个潜在港址, 其相互距离: A→B 为 280 km、B→C 为 170 km、C→D 为 100 km。其中, 该企业在 B 选址已建有一个原材料加工厂, 是本新建项目生产用的原料。新建项目工厂用地面积要求至少 3.20 km<sup>2</sup>, 项目产能平稳、运量均匀。项目具体运量需求见表 1。

表 1 运量需求

货物	货物性质	物流进出方向	年度货量/t	发货港或到货港	特点
原料	散货	进口	60 万	B 港址 (已建原材料加工厂)	品质高, 装卸运输中避免污染, 不与其他货物共用装卸运输容器载具
煤炭	散货	进口	300 万	印度尼西亚东加里曼丹	-
大宗辅料	件杂货或集装箱货	进口	50 万	中国沿海港口	集装箱货比较多, 件杂货和散货可能小
小宗辅料	件杂货或集装箱货	进口	2 万	中国北方港口	液体、罐装、危险品
成品	集装箱货	出口	3.5 万 TEU	中国沿海港口	90% 货物使用 20 ft 集装箱, 10% 货物使用 40 ft 集装箱

### 4.2 船型预测与码头规模确定

本项目船型预测的关键是运量最大货物煤炭运输船型的确定。煤炭运输有驳船直达、始发港过驳+目的港过驳、始发港过驳+目的港直达等3种方案，见图2。根据煤炭来源地印尼的煤炭运输特点及不同船型运输方案的综合必要费率比较<sup>[15]</sup>，采用1.4万DWT驳船直达运输方案最为经济。但是

考虑印尼有禁止煤炭出口的历史，为应对后续无法从印尼进口煤炭的不确定风险，本项目希望保有从中国、东南亚等地进口煤炭的可能，设计船型最终确定为3.5万DWT散货船。

根据船型和码头配机情况，确定最终码头规模为1个3.5万吨级散货泊位+1个3.5万吨级通用泊位，见表2。

表2 船型和码头规模

货物	货类	船型	泊位	泊位吞吐量/万t	泊位数量
煤炭	散货	1.4万吨级驳船, 3.5万吨级散货船	3.5万吨级散货泊位	300	1
原料	散货	3.5万吨级散货船			
大(小)宗辅料	件杂货或集装箱	0.5万~3.5万吨级件杂货船	3.5万吨级通用泊位	187	1
成品	集装箱	2.0万~3.5万吨级集装箱船			

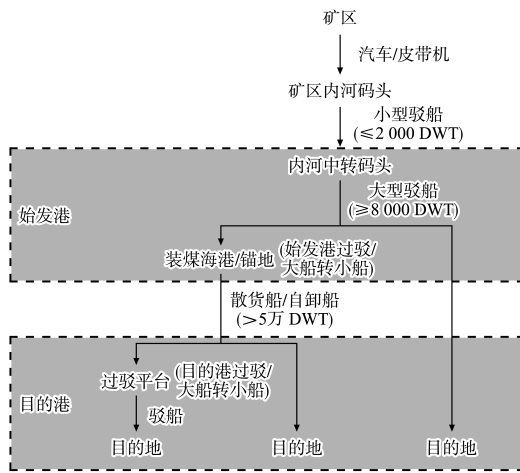


图2 煤炭运输方案

### 4.3 港址定性分析

根据项目实际特点，选取波浪条件、地质条件、水深条件、陆域场地等影响建设成本的因素，和运输里程、公共集装箱码头依托、水电配套等影响运营成本的因素，开展定性比选，见表3。

既有选址文献通常在此阶段定性分析后，通过赋予影响因素权重打分的方式，得到最终的推荐港址，但是权重和分值的确定具有很强的主观性，结论通常无法让人信服。

表3 港址定性比选情况

港址	波浪条件	地质条件	水深条件	陆域场地	运输重心	公共集装箱码头依托	水电配套
A	无需建设防波堤	较好	-10 m等深线离岸0.6 km	地块较规整, 紧邻海岸, 场地平整, 无需征拆	煤炭、原料年综合运输成本较低	紧邻集装箱码头	水电供应良好
B	需要建设防波堤	良好	-10 m等深线离岸1.8 km	地块规整, 紧邻海岸, 场地平整, 无需征拆	煤炭、原料年综合运输成本较低	周边无集装箱码头	缺水
C	需要建设防波堤	良好	-10 m等深线离岸1.2 km	地块规整, 不挨海岸, 最近约300 m, 场地平整, 部分征拆	煤炭、原料年综合运输成本较高	距集装箱码头50 km	水电供应良好
D	无需建设防波堤	较差	-10 m等深线离岸1 km	地块不规整, 紧邻海岸, 沿海岸有约80 m高山体, 无需征拆	煤炭、原料年综合运输成本较高	周边无集装箱码头	水电供应良好
优劣顺序	A>D>C>B	A(略优)>B≈C>D	A>D>C>B	B(略优)≈A>C>D	A(略优)>B>C>D	A>C>D=B	A≈D≈C>B

#### 4.4 港址终选

对每一处港址开展初步的方案设计,采用指标法得到各港址相对B港址(该企业已建原料厂位置)的工程费用(正值表示增加的投资,负值表示减少的投资),见表4。

表4 各港址相对建设费用和营运成本对比

港址	相对建设费用/ 万美元	相对营运费用/ (万美元·a <sup>-1</sup> )	营运5 a后综合相对 费用/万美元
A	-3 504	-32	-3 632
B	0	0	0
C	798	750	3 798
D	-3 392	957	436

本项目运量最大的为煤炭(600万t)和原料(120万t),A~D港址距离煤炭来源地距离分别为450、700、820、890 n mile,距离原料来源地(B选址)的距离分别约为350、0、120、60 n mile。港址越靠近这两种货物的运输重心,项目总体运营船运成本越低。经调研,煤炭运费为0.75美分/(t·n mile),原料运费为2美分/(t·n mile)。以B港址为运输成本评价基准,其他选址年原料+煤炭运输成本增加费见表4(表中同时给出营运5 a后综合相对费用)。

由表4可知,A港址无论是前期建设成本还是营运成本均最优。B港址虽然前期建设投资较高,但得益于其更靠近运输重心,相比于D港址,在营运5 a后,运输成本的降低即超过了建设成本的增加,随着营运时间的增加,B港址的综合成本优势更加明显。C港址无论是前期建设成本还是营运成本均最差。因此最终推荐顺序为:A港址>B港址>D港址>C港址。

#### 5 结语

1) 本文分析归纳该类项目码头选址工作具有选址空间跨度大、选址明确约束少、选址研究深度深等特征,提醒相关研究者注意和其他码头选址工作的差别。

2) 针对上述特点并考虑选址工作开展的可操作性,本文筛选影响该类项目选址主要的因素:波浪条件、水深条件、泥沙条件、地质地震情况、

陆域场地条件、港口依托条件、运输里程等,并给出了资料搜集途径建议。选址分析时根据具体情况选取若干因素。

3) 本文提出以建设成本和营运成本总和最低为评判标准的选址准则目标,总结从初选的宏观研究到终选的方案微观研究的选址思路和流程。

4) 以中国企业在马来西亚投资的某项目为例,演绎了整个选址的过程,可供类似项目选址参考。

#### 参考文献:

- [1] 古恒宇,吕迪,沈体雁,等.基于陆海统筹思想的深圳市公共游艇码头选址研究[J].地理与地理信息科学,2018,34(5):74-79.
- [2] 武晓,宗蓓华,郑士源.我国沿海集装箱港口层次布局问题研究[J].综合运输,2004(6):46-48.
- [3] 姜海泓.我国大型油码头选址问题的研究[D].大连:大连海事大学,2005.
- [4] 商丹,张勇.液化天然气码头选址关键因素[J].水运工程,2014(2):96-99.
- [5] 余冯坚.广东沿海煤炭码头布局及其技术经济分析[J].能源技术,2010,31(1):24-27,33.
- [6] 邵雪梅.环渤海地区铁矿石码头评价体系与布局研究[D].大连:大连海事大学,2011.
- [7] 翁奕城,孙梦晨.公共游艇码头选址评价体系研究[J].建筑与文化,2018(4):188-189.
- [8] 张海峰,王鹏飞.基于模糊评价的秦皇岛邮轮码头选址[J].河北科技师范学院学报,2020,34(2):74-80.
- [9] 葛春景.水上飞机码头选址及设计分析[J].中国水运,2018(9):49-53.
- [10] 寇军.台湾海峡铁路轮渡码头选址与建设方案[J].水运工程,2016(11):88-93.
- [11] 薛天寒,杨欣,沈忱,等.营口港仙人岛港区LNG码头选址规划方案[J].水运工程,2022(2):64-69,94.
- [12] 王伟.某核电厂大件码头工程的选址分析[J].港口技术,2022,59(5):22-25.
- [13] 房卓,姚海元,王达川,等.基于多要素比选的连云港港LNG接收站码头选址[J].水运工程,2022(1):66-72,76.
- [14] 杨宝龙.基于遗传算法的区域性LNG码头选址研究[D].上海:上海交通大学,2014.
- [15] 刘树明,汪超.“一带一路”倡议下投资印尼电厂的煤炭运输方案分析[J].交通企业管理,2020,35(3):37-39.

(本文编辑 王璁)