



# LNG码头选址探讨

刘 堃, 覃 杰, 宓宝勇

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

**摘要:** 结合几个LNG码头项目选址工作, 系统性地论述LNG项目选址的整个过程, 提出LNG项目选址的完整思路, 并对LNG码头选址中应重点分析的地理位置、与规划的符合性、水域条件、陆域条件、水文、气象条件、地质条件、地震条件、施工条件、社会依托条件、港务管理水平、船舶航行条件、周边项目的关系及相互影响、工程投资等提进行阐述。

**关键词:** LNG接收站; LNG码头; 选址; 资料搜集; 港址比选内容; 综合评价加法模型

中图分类号: U 665.1<sup>+</sup>33

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)07-0077-05

## Site selection of LNG terminal

LIU Kun, QIN Jie, MI Bao-yong

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

**Abstract:** Based on several site selection projects of LNG terminals, this paper describes systematically the whole process of site selection for LNG terminals, puts forward the complete idea on site selection of LNG terminals and gives an exposition on the location, the relation to the port layout and city layout, water area conditions, land area conditions, hydrologic conditions, meteorological conditions, geologic conditions, seismic conditions, construction conditions, society support conditions, port management capacity, navigation conditions, the relations to nearby projects, the investment cost, etc.

**Key words:** LNG receiving station; LNG terminal; site selection; data collection; comparison contents of site selection; additional model of comprehensive appraising

天然气(LNG)是一种清洁、高效的能源,因此很多国家都将LNG作为首选燃料。近年来,天然气在能源供应中的比例迅速增加,成为全球增长最迅猛的能源之一。为保证能源供应多元化和改善能源消费结构,一些能源大国越来越重视天然气的引进。目前,我国煤炭消耗占总能源消耗的70%以上,天然气消耗占总能源消耗约4%;对应2008年世界煤炭和天然气消耗比例24.2%和24.1%,可以看出天然气在我国能源中的比重很小,远远低于世界平均水平。LNG在我国是一个朝阳产业,正蓬勃发展。中石油、中海油、中石化三大石油巨头在我国沿海积极开展LNG接收站

及输送管线的布局工作,LNG接收站选址呈现多点开花的局面。结合LNG码头选址工作实践<sup>[1-4]</sup>,就LNG码头的选址问题进行探讨。

### 1 选址思路

LNG码头是LNG接收站的配套工程,服从和服务于接收站,但由于LNG码头是LNG接收站的生命线工程,且根据国内LNG接收站的选址经验,LNG接收站的站址通常由LNG码头的港址确定。LNG码头选址思路如下:

LNG码头选址应结合接收站的选址统一考虑,并由总体设计院(接收站设计单位)根据

收稿日期: 2012-01-08

作者简介: 刘堃(1981—),男,硕士,工程师,主要从事港口工程设计与咨询工作。

LNG项目的功能定位和用户市场以及管网规划提出LNG项目拟选区域。

据此，码头设计院开展港址初选工作。该阶段的重点工作是资料搜集，包括：港口规划、城市规划、海洋功能区划图、水文、气象、地形、地貌、地质、地震资料以及城市依托条件等。在对上述资料进行详细剖析的基础上，通过港址筛选，初步拟定几个备选港址。港址初选阶段，设计人员应重视海图的运用和参考拟选区域周边项目资料并分析社会、人文环境对项目的接纳程度。为推动项目进展并尽量避免颠覆性因素，此时，应充分征求当地政府相关部门的意见。

LNG码头常规选址流程见图1。

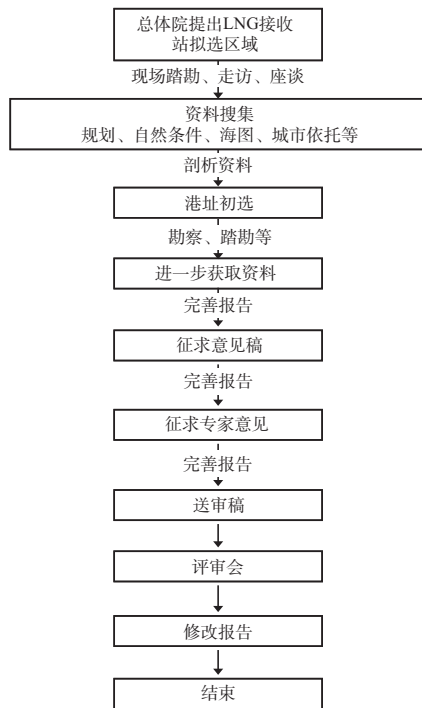


图1 选址流程

## 2 港址比选内容

根据JTS 165-5—2009《液化天然气码头设计规范》<sup>[5]</sup>，LNG码头选址比选内容主要有：

### 1) 地理位置。

地理位置主要考虑接收站与用户市场的关系，实际上反映的是LNG接收站外输管线的路由和工程费用。从严格意义上讲，外输管线属于接收站站址选择应考虑的因素，但由于在很大程度上码头位置决定了接收站站址，因此，码头地理

位置就间接体现了接收站外输管线的路由条件。但是，在码头选址比选因素中，该因素往往未能进行充分分析和论证。

### 2) 与规划的符合性。

《港口法》规定，码头建设必须符合港口规划。虽然国内各港口的规划均能与时俱进进行修编，但由于市场变化较快，规划未能完全体现出市场需要，导致LNG码头最初的选址很少是完全符合规划的。根据国内LNG码头建设经验，LNG码头选址通常在初选几个港址后，征求当地政府和交通主管部门的意见，获得认可后，再开展进一步的选址工作；明确港址后，再与政府相关部门沟通，取得项目选址意见书，并协商将项目纳入港口规划，为此，通常需要进行港口规划的修编工作。

由于LNG码头拟选港址处往往没有具体的港口规划，选址工作应分析拟选港址与城市规划、土地利用规划、海洋功能区划等相关规划的关系。若发现拟选港址与上述规划冲突，应尽早与相关部门协商解决，避免成为选址工作的颠覆性因素。

### 3) 水域条件。

LNG码头水域宜尽量选在浪、流作用小，泥沙运动较弱的区域。码头水域面积应开阔，除了满足本次建港任务需求外，尚应考虑扩建的可能性，为将来发展留有余地。

由于LNG低温管道建设及营运费用较高，通常LNG接收站与LNG码头的距离不宜太远，因此，LNG码头处水深应结合陆域条件、泥沙回淤等方面综合分析确定，水深不宜太浅也不能太深。

水域条件与码头工程费用及营运条件关系紧密，选址阶段应根据海图或实测地形资料仔细分析，综合考虑码头建设和营运等方面内容，合理选择港址。港址初选时，应有效使用海图，发掘海图中潜在的信息。初选港址明朗后，应开展地形测量工作，为选址提供较准确的基础资料。

水域条件分析应包括锚地布置分析。根据规范，LNG码头应设置应急锚地。改革开放以来，国内港口建设发展较快，适宜建港的岸线多被开发，适合建设LNG码头的岸线已不太多，且大多数港口的锚地使用比较紧缺，再加上LNG码头锚

地布置对水域条件要求较高,港口比选中应重视锚地设置的可能性和可行性。

#### 4) 陆域条件。

按照惯例, LNG接收站陆域形成及地基处理通常由码头设计院负责。陆域形成(包括护岸)工程费用占码头部分工程费用的比重较高,应根据拟选区域的现状并结合水域条件综合分析。选址阶段,根据海图或测量图,分析拟选港址是否能满足接收站陆域使用要求,若天然状态不能满足陆域使用要求,则可通过工程措施解决。此时,应根据使用要求、地质资料、水深条件以及施工条件等,选择合理的陆域形成及地基处理方案。

#### 5) 水文、气象条件。

根据收集的或者观测获得的资料,分析对LNG码头建设(设计方案)和营运(是否满足通过能力)的影响。水文、气象条件中,最重要的是风、浪、流和水位的资料,不宜在风、浪、流太大的区域选址。若拟选港址自然条件较差,则应分析风、浪、流对码头的影响程度,抓住主要影响因素,合理分析,必要时,应建设防波堤。由于LNG码头港址往往选在未经开发的区域,水文、气象条件较缺乏,建议在初步确定港址后,应及时开展波浪、潮位、潮流、风速、风向等资料的观测,并适时开展相关的模型试验研究,进一步验证港址的合理性。

#### 6) 地质条件。

该项主要影响工程投资,通常会选择基岩埋藏适中的区域,避开地质条件复杂,软土层较厚,岩面起伏较大和埋深较浅的区域。通常,选址初期使用的地质资料均是参考的周边项目资料,初步确定几个港址后,应根据具体情况,对初选港址开展一定数量的钻探、物探工作(某些项目在选址阶段为了节省费用,迟迟不开展该部分工作,往往发生颠覆性工作,最后即浪费了时间,又浪费了钱),大致摸清拟选港址的地质条件,判断是否适合建设码头和接收站。

#### 7) 地震条件。

LNG码头严禁选在地质构造复杂和存在晚近期活动性断裂等抗震不利地段,避免在震评地表

震动峰值( $PGA$ ) $\geq 0.2g$ 的地区建设LNG接收站,否则,抗震设防代价太高。

选址过程中,若能初步判断拟选港址所属区域曾经在历史上发生过较大规模的地震,或者拟选区域对地震较敏感。如:根据GB 18306—2001《中国地震烈度动参数区划图》,拟选港址区域为八度地震带,则建议即使在选址阶段,也应该委托相关资质的科研单位开展地震预评估工作,为LNG选址打下坚实的基础,并可进一步验证港址的可行性。

#### 8) 施工条件。

LNG接收站选址的目的是为了将来的运营,接收站的运营离不开接收站的实体,选择一个施工条件好的港址不仅仅可以加快项目的建设进度,促进项目早日投产,而且还能节省工程费用。影响项目建设的施工条件较多,一般包括:自然条件、交通条件、供水、供电、通信、建筑材料、施工力量分析等。每个项目地处不同的环境,虽然有一定的共性,但均有自我的个性,因此,针对每个具体项目,应具体项目具体分析,找出施工条件中的决定性条件,而不能一概而定。目前,在LNG码头或者其它业主码头选址阶段,对码头建设的施工条件往往分析的不够透彻,在一定程度上影响了项目的合理性。

#### 9) 社会依托条件。

社会依托条件主要体现在市政、生活配套设施,某些方面与施工条件类似,主要考虑项目运营期的用水、用电、通信、交通条件等。运营期的用水、用电、通信、交通条件与施工期的条件有一定的区别,主要在于:施工期时间较短,在无法近期获得市政、生活配套设施的情况下,可以寻觅到一定的解决办法,如:施工期,工程无法通电,则可以通过配备发电机解决问题。运营期则是一个长期过程,无法依靠临时方案解决问题,社会依托条件在此显得尤为重要。选址过程中,应认真分析上述社会依托条件,而不能敷衍了事,以免造成重大影响。

#### 10) 港务管理水平。

考虑到LNG的危险性,交通运输行业认为

LNG运输是一种高危的运输方式，LNG船舶进出港口均需实行交通管制。世界各国对LNG船进出港口的交通管制并没有形成公式，国内已在营运的LNG码头也是如此。现有LNG码头的港口，如深圳、福建、上海等，均制定了LNG船舶进出的交通管制，并在实际运营中按此执行。良好的港务管理水平，能在一定程度上降低LNG船舶出事的机率，保证LNG运输乃至整个港区的安全运营，因此，港址选址时，通常均对拟选港址的港务管理水平进行对比。

#### 11) 船舶航行条件。

船舶航行条件主要体现在两个方面，一是拟选港址的风、浪、流等自然条件，一是拟选港址处的水域条件。考虑到良好的航行条件是LNG船舶安全航行的保障和保证LNG码头完成拟定功能的基本条件，港址比选时，应重点分析该条件，选址风、浪、流条件较好的航线，选址水域宽阔、水深良好的航线，应尽量避免使用人工航道和拐弯段较多的航道处。分析航行条件时，除了考虑拟选港址的现状条件外，尚需结合拟选港址处的港口规划，系统考虑近期、远期的航行条件。

#### 12) 周边项目的关系及相互影响。

最初的码头选址，通常是考虑已存在项目对新建项目的影响，但LNG运输由于具有高危性，LNG码头选址中，除了要考虑已有项目和规划项目对LNG码头的影响，尚需考虑LNG码头对现有码头和规划项目的影响，应系统分析拟选港址其它项目对LNG码头的认可度和接受度。若将LNG码头选在一个较成熟的港区，建议在选址阶段即可开展初步的通航环境预评估或类似的通航影响分析，并召开专家评审会，征求主管部门意见，获得相关单位或部门的认可，避免出现颠覆性意见。

#### 13) 工程投资。

工程项目建设，既要做到技术上的可行，也要做到经济上的可行。工程投资在很大程度上间接反映了拟选港址的优劣，因此，在港址比选过程中，通常均将工程投资的对比作为港址比选的一个重要组成部分，且在比选中占的份额较大。

#### 14) 其它因素。

① 总体院提出的输入条件，包括LNG外运方式等；

② LNG码头港址与核设施的距离应符合相关规定；

③ LNG码头港址对军事设施的影响应高度关注；

④ LNG码头港址空域有无高压线通过；

⑤ LNG码头港址水域是否有电缆等设施；

⑥ 自然灾害；

⑦ 安全保卫情况等。

LNG码头选址是一个系统性工作，涉及面广，考虑的因素较多，且每个项目均有自身的特点，选址过程中应抓住主要矛盾，选择性地分析相关的影响因素，不能一概而论。

### 3 港址比选方法

港址比较、评价、选择是涉及多因素的复杂系统，为减少主观随意性的干扰，提高港址比选的科学性，需采用合理的评价方法。综合评价方法在政治、经济、社会、军事、工程技术及科学决策等领域都有着广泛的应用。应用较多的综合评价数学模型有线形加权评价法、非线性加权评价法、逼近理想点方法(TOPSIS)等。

港址综合比选常用方法为综合评价加法模型(属于线形加权评价法)，具体分2个步骤：1) 把不同量纲的指标转化成无量纲数；2) 选择需要比较的指标，并确定权重。第一步，先将各指标定量，常用的无量纲化方法有标准差方法、极值差方法、功效系数方法等，无法计算的指标可根据经验确定。各港址某方面的条件基本接近时，可以不进行比较。第二步，结合工程实际，运用主观判断，给各指标的重要程度打分，给最有影响的指标10分，即满分，最不重要的指标1分，将每项指标的得分与对应指标的重要程度得分相乘，然后将所有乘积相加，便得到每个港址的综合评价指标，数值大的港址为最优港址。

综合评价加法模型的指标选取虽然具有一定的主观性，但可通过多方征求专家的意见进行平

衡,降低主观随意性,以选取合理、优质的港址。分情况见表1。根据综合评价加法模型的总得分,某LNG项目选址报告的综合评价加法模型打 B港址为最优港址。

表1 某LNG项目选址报告的综合评价加法模型打分

指标	A港址			B港址		C港址	
	重要度 <i>I</i>	无量纲值 <i>R</i>	<i>IR</i>	无量纲值 <i>R</i>	<i>IR</i>	无量纲值 <i>R</i>	<i>IR</i>
地理位置	5	10	50	9	45	6	30
水域条件	5	7	35	9	45	10	50
陆域条件	5	10	50	8	40	6	30
施工条件	6	10	60	9	54	6	36
社会依托条件	6	10	60	8	48	4	24
港务管理	5	10	50	9	45	8	40
船舶航行及泊稳条件	8	7	56	9	72	10	80
周边项目的关系及相互影响	10	6	60	10	100	9	90
拆迁补偿	8	6	10	10	50	10	80
工程投资	8	10	80	9	72	10	80
<i>IR</i> 合计	68		549		601		540

注:本文提出的综合评价加法模型打分表可供其它选址项目参考。表格中的指标为示意性指标,具体指标应根据项目的各自特性选取。

4 结语

本文总结了几个LNG项目选址报告的编制思路和选址中应考虑的因素,并提出了港址比选采用的综合评价加法模型。

目前,交通运输部对总体规划、工程预可行性研究、工程可行性研究、初步设计的报告规定了明确的编制格式,虽然国内码头选址报告也已基本形成了一套完整、固定的编制格式,但交通运输部并没有明确规定选址报告的编制格式,希望在不久的将来交通运输部也会颁布选址报告的编制要求及编制格式,能系统性地指导选址工作,让选址工作规范化、统一化。

参考文献:

[1] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 粤东液化天然气(LNG)项目港址比选研究[R]. 广州:中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2007.  
 [2] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 中石油深圳

LNG项目港址比选研究[R].广州:中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2008.  
 [3] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司.福建省LNG接收站配套LNG专用码头工程港址比选报告[R]. 广州:中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2011.  
 [4] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 广西钦州LNG接收站配套LNG专用码头工程港址比选研究[R]. 广州:中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 2011.  
 [5] JTS 165-5—2009 液化天然气码头设计规范[S].  
 [6] JTJ 211—1999(2008) 海港总平面设计规范[S].  
 [7] 交通部水运司. 液化天然气码头设计考察报告:赴日、法、荷、比[R]. 北京:交通部水运司, 1999.  
 [8] 2003/SGTTO/ISBN/1 85609 256 9 LNG Operations in Port Areas [S].  
 [9] ISBN 1 85609 129 5 Site Selection and Design for LNG Ports and Jetties[S].  
 [10] ISBN 978 1 905331 321 Mooring Equipment Guidelines[S].

(本文编辑 郭雪珍)