

# LNG 码头泊位设计长度合理性分析研究

张文太

(舟山引航站, 浙江 舟山 316021)

**摘要:** 国内外对于码头长度的计算方法在规范上有所不同,《液化天然气码头设计规范》中泊位长度计算建议按照 1.0 ~ 1.3 倍船长进行估算,必要时应通过模型试验优化确定,《开散式码头设计与施工技术规程》中泊位长度建议按照 1.4 ~ 1.5 倍船长进行估算,两个规范计算出来的泊位长度相差很大。利用 OPTIMOOR 软件对船舶停靠 LNG 码头不同长度系泊状态(380 米和 398 米)和系缆方式进行模拟,从均衡缆绳张力角度以及减少断缆危险系数出发,应当适当减少泊位长度,对改善船舶运动量和横缆受力有明显效果。因此,本文在确保船舶靠泊安全前提下对 LNG 码头泊位长度作进一步优化。

**关键词:** LNG; 码头; 泊位长度; OPTIMOOR 软件

**中图分类号:** U651 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 02—0094—02

从我国未来能源利用与发展趋势看,将大力开发和利用清洁能源,提高天然气等清洁能源比重。我国沿海城市经济发达,能源消耗量在全国各省市中位居前列,提高天然气的用量对于缓解沿海城市能源紧缺,改善环境质量有着积极的作用。进一步扩大 LNG 的进口量,更好地为沿海城市经济发展服务。本文以国内某 LNG 项目码头(简称 LNG 项目)为例,利用 OPTIMOOR 软件对船舶停靠 LNG 码头不同长度系泊状态(380 米和 398 米)和系缆方式,对 LNG 码头泊位长度进行复核性分析。

## 1 LNG 项目概况

资料显示,世界各 LNG 出口港的水深一般可满足 14.5 万 m<sup>3</sup> ~ 27 万 m<sup>3</sup> 船(满载吃水 12m)的到港装货。可接纳满载吃水 13.5m 以上大型船的至少有卡塔尔、阿曼、印尼、马来西亚、澳大利亚等 LNG 出口港。根据对国内外 LNG 船舶发展现状和趋势分析,为适应船舶大型化的趋势,综合考虑本项目设计代表船型为液货舱容 21.5 万 m<sup>3</sup> LNG 船,兼顾船型范围为 8.0 ~ 26.6 万 m<sup>3</sup> LNG 船。

另外为配合 LNG 接收站的建设,接运所需的设备和器材等,以及日后接收站的维护,需要配套建设一个重件码头,泊位等级应满足通常的件杂货船或专业特种船(运输设备等)停靠,根据分析按 3000 吨级考虑。本项目设计代表船型见表 1 所示。

根据工程可行性研究报告,LNG 项目码头工程推荐方案为开敞式布置,码头平面采用“蝶”型布置方式,

码头泊位长度为 398m,布置于 -9m 等深线。码头基本对称布置,兼靠船型 8.43 ~ 26.6 万 m<sup>3</sup>,港池水域主要尺度按 26.6 万 m<sup>3</sup> LNG 船型设计。LNG 码头停泊水域布置在码头前沿,宽 110m,底标高为 -14.80m。回旋水域布置在码头前方,直径不小于 2.5 倍的设计船长,为 860m,设计底标高为 -14.80m。

表 1 LNG 船型设计尺度一览表

船舶吨级 (GT)	船舶舱容 (万 m <sup>3</sup> )	总长 L (m)	型宽 B (m)	型深 H (m)	满载吃水 T (m)
80,000	8.43 ~ 14.0	281	42.0	27.5	11.70
100,000	14.0 ~ 15.5	298	48.0	27.5	12.30
149,650	21.7	315	50.0	27.0	12.30
179,000	26.6	345	53.80	27.0	12.0

## 2 泊位长度分析

根据《液化天然气码头设计规范》中泊位长度计算建议按照 1.0 ~ 1.2 倍船长进行估算,《开散式码头设计与施工技术规程》中泊位长度建议按照 1.4 ~ 1.5 倍船长进行估算,也可通过模拟试验确定。本工程兼顾船型 26.6 万 m<sup>3</sup> LNG 船舶,所需泊位长度:

$$L_b = (1.0 \sim 1.3) L = 345 \sim 517.4\text{m}$$

$$L_b = (1.4 \sim 1.5) L = 483 \sim 517.5\text{m}$$

式中:  $L_b$ ——码头泊位长度;  $L$ ——船长;

本工程 LNG 泊位长度设计为 398m,船舶所需泊位长度超出了规范对现有码头泊位长度。

根据“中华人民共和国工程建设标准强制性条文

水运工程部分”可知，“开敞式码头泊位长度的估算”不是强制性条文。

规范中对条文的解释，通过国内外 28 座开敞式码头泊位尺度的实际资料，由泊位各系缆索与系缆轴线的水平夹角，以及首尾缆绳长度和泊位长度与船长关系，经归纳分析表明，泊位长与船长比的变化幅度为 1.2 ~ 1.7 之间。为保证开敞式码头方位，选定合理的系泊缆墩布置，并应通过系泊模拟试验，最终确定泊位平面布置及其泊位长度。

### 3 利用 OPTIMOOR 软件模拟分析

码头兼靠船型 8.43 ~ 26.6 万  $m^3$ ，港口水域主要尺度按 26.6 万  $m^3$  LNG 船型设计，运用“OPTIMOOR Mooring Analysis Computer Program”软件对 LNG 项目码头泊位长度进行模拟分析。

在最不利横向荷载时，在设计高水位、满载的情况下，对不同长度泊位在泊船舶系缆情况利用 OPTIMOOR 软件进行分析比较。如图 1 - 图 3 所示，图中横轴为缆绳编号（依次为艏缆、艏横缆、艏倒缆、艏倒缆、艏横缆、艏缆），纵轴为缆绳所受张力（单位：t）。从图中曲线分布可以看出，随着泊位长度的缩短，缆绳受力趋于均匀。

以下给出在最不利横向荷载、设计高水位、满载情况下，泊位长度为 398m 时 26.6 万  $m^3$ 、21.7 万  $m^3$ 、8.43 万  $m^3$  LNG 船的 OPTIMOOR 软件计算成果。计算得到的船舶运动量均可满足卸料臂安全操作的需要。

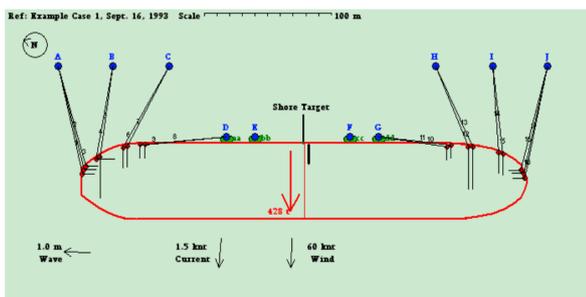


图 1 Static Mooring Response for 26.6GTLNG at shenzheng-LNG398

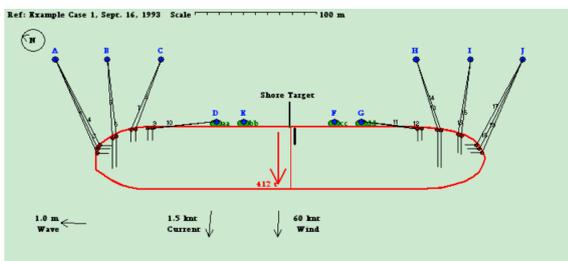


图 2 Static Mooring Response for 21.7GTLNG at shenzheng-LNG398

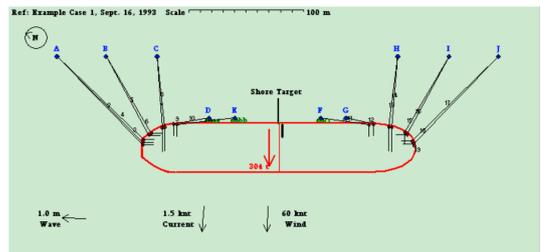


图 3 Static Mooring Response for 8GTLNG at shenzheng-LNG398

结合 OCIMF（石油公司国际海事论坛）系泊指南，艏艉系缆点应位于船长的  $15^\circ$  夹角范围内，由此推算，对 26.6 万  $m^3$  LNG 船，艏艉系缆点间距应在 372m 以内，泊位长度应在 385m 以内。

由目前的计算结果分析，泊位长度为 380m 和 398m 时缆绳的受力比较接近。因此在现阶段推荐泊位长度为 398m 是满足船舶靠泊时对泊位长度的要求。

### 4 安全对策建议

根据规范，如果加强倒缆或调整系缆系统布置则可以适当缩短泊位长度。本工程采用的图 4 系缆方式，虽然 398m 泊位长度略短，但通过系缆方式的改变也是可行的。即原有码头泊位长度（398m），能够满足 26.6 万  $m^3$  LNG 船舶的安全在港系泊要求。

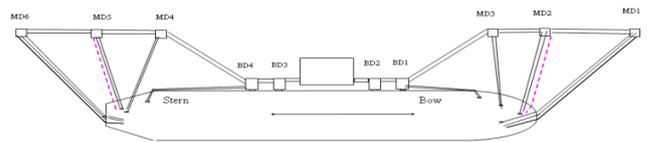


图 4 LNG 船舶系泊（建议）平面图

船舶停泊时，应加强对缆绳受力观测，并及时按需调整缆绳，避免单根缆绳过于紧张或松弛，以确保船舶安全。

作业中严格监控船舶的运动量和缆绳受力，必要的时候停止装卸货作业，根据情况变化，确定船舶是否离开泊位，并逐渐修正应急离泊条件保证生产安全。

### 参考文献：

- [1] 孙伟铭. 舟山港鼠浪湖矿石码头大型船舶组合靠泊研究 [D]. 大连海事大学硕士论文, 2019.
- [2] 赵仓龙, 冯爱国. 深圳铜鼓航道失控船舶对海底管道风险分析 [J]. 中国航海, 2017,40(01): 64-68.
- [3] 王斌, 张鹏飞. LNG 船系泊安全分析水运管理 [J]. 船舶与海洋工程. 2020,42(01): 14-17.