



长三角地区液化天然气接收站的发展前景

徐鹏飞, 杨 俊

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200231)

摘要: 为了剖析长三角地区液化天然气(LNG)市场发展形势, 从而为长三角地区科学布局 LNG 接收站提供参考, 开展长三角地区天然气消费现状及发展趋势分析, 梳理影响天然气市场发展的因素, 对长三角地区天然气需求量进行预测。通过供需能力平衡分析, 判定长三角地区 LNG 接收站承担的进口 LNG 接卸量还有较大的增长空间, 未来 2~3 年将是 LNG 接收站的建设热潮。基于未来发展形势分析, 从规划布局、功能定位及市场化等方面提出促进长三角 LNG 接收站发展的建议。

关键词: 天然气消费; 需求预测; 供需能力平衡; LNG 接收站

中图分类号: U 65

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)03-0035-06

Development prospect of LNG terminals in the Yangtze River Delta

XU Peng-fei, YANG Jun

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200231, China)

Abstract: To probe into the development of the LNG market and provide reference for the scientific layout of the LNG terminals in the Yangtze River Delta region, this paper analyzes the current situation and development trend of natural gas consumption in the area. Natural gas demand is forecasted after carding the factors that affect the development of the natural gas market. According to the co-ordination of supply and demand, there is still a large growth space for the volume of imported LNG by LNG terminals in the Yangtze River Delta region. The next two to three years will be an upsurge of constructing LNG terminals. Based on the analysis of the development trend, this paper puts forward suggestions on promoting the development of LNG terminals in the Yangtze River Delta from the aspects of planning layout, functional orientation, and marketization.

Keywords: natural gas consumption; demand forecast; co-ordination of supply and demand; LNG terminal

1 长三角地区天然气供需现状

2018 年我国天然气表观消费量达到 2 803 亿 m^3 , 同比增长 18.1%, 天然气产量为 1 610 亿 m^3 , 供需缺口达 1 220 亿 m^3 , 对外依存度达 42.54%。2018 年, 我国天然气进口总量为 1 233.78 亿 m^3 ^[1], 同比增长 34.09%, 其中进口管道天然气 478.9 亿 m^3 , 进口 LNG 734.5 亿 m^3 。进口 LNG 相比管道气价格更加市场化, 运营更加灵活, 在进口天然气中占比越来越大, 对构建多元化供气体系具有重要

作用。

2018 年, 长三角地区天然气市场维持高速增长态势, 三省一市天然气消费量达 557 亿 m^3 (表 1), 约占全国天然气消费量的 20%, 近 5 年年均增长率超过 12%^[2-3]。从消费分布看, 江苏省天然气消费量居全国第一, 达 278.4 亿 m^3 , 在长三角地区天然气消费量中占比 50.0%, 浙江、上海和安徽的天然气消费量占比分别为 24.2%、16.4%和 9.4%; 从消费结构看, 长三角地区天然

收稿日期: 2020-06-13

作者简介: 徐鹏飞 (1993—), 男, 硕士, 工程师, 从事交通运输规划与咨询工作。

气主要用于工业燃料和发电，合计占比超过 70%，只有相对不发达的安徽省城市燃气消费在天然气消费中占比超过 50%。

表 1 2018 年长三角地区三省一市天然气消费情况

行政区	天然气消费量/亿 m ³	消费增速/%
江苏省	278.4	18.5
浙江省	134.7	28.4
安徽省	52.2	21.7
上海市	91.9	10.1

从天然气供应情况看，长三角地区具备“多气源”的良好条件。上海已形成西气一线、西气二线、洋山进口 LNG、川气、东海气、中石油如东和五号沟 LNG 应急储备调峰站的“6+1”天然气多气源保障体系；江苏已形成西气一线、西气二线、川气东送和海上 LNG 的 4 大气源通道格局；浙江已形成西气一线、西气二线、川气、东海气和进口 LNG 的多气源格局；安徽也已形成西气一线和川气东送的双气源格局。由于长三角地区基本处于天然气管道末端，管道气供应量有限，近年来 LNG 在天然气供应中占比越来越大，浙江和上海的 LNG 供应量占比已经超过 50%，成为最大的天然气来源。长三角天然气来源情况见表 2。

表 2 2018 年长三角地区天然气来源情况

行政区	管道气		LNG		油气田	
	供给量/ 亿 m ³	占比/ %	供给量/ 亿 m ³	占比/ %	供给量/ 亿 m ³	占比/ %
江苏省	185.3	66.60	92.4	33.20	0.6	0.20
浙江省	47.2	33.30	81.2	57.30	13.3	9.40
安徽省	46.2	88.50	6.0	11.50	-	-
上海市	44.5	47.30	47.7	50.70	1.9	2.00

2 长三角地区天然气供需形势与 LNG 接收站建设前景

2.1 长三角天然气消费发展趋势

2.1.1 环保政策推动天然气消费增长

近年来，为治理大气环境污染，各地“煤改气”工程持续快速实施，全国各省市纷纷出台

“打赢蓝天保卫战三年行动计划”等相关政策措施，强调通过改变传统能源结构，大力推广天然气等清洁能源来减少环境污染。长三角地区作为长江绿色经济带的龙头区域，各省市以改善大气环境为目标，以降低煤炭消费占比、优化提升能源结构为抓手，通过开展传统转型升级、重点领域节能降耗、鼓励使用清洁能源等举措，加快形成资源节约、环境友好的生产方式和消费模式，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，支撑长三角地区经济社会的可持续健康发展。天然气作为相对稳定、简单、易得的清洁能源，受到各地重点关注。未来一段时期，大气污染防治政策将会持续实施，成为推动天然气发展的主要动力。

2.1.2 经济发展与产业升级带动天然气消费量增长

通过对 2004—2018 年天然气消费增速与国内生产总值(GDP)增速进行比较(图 1)，发现两者增速走势呈正相关关系，经济增长带动天然气市场需求增长。2008、2009 年受国际金融危机影响，国内生产总值增速由 14.2%降至 9.4%，同时天然气消费增速由 24.6%降至 15.5%；2017 年国内生产总值增速由 6.7%升至 6.9%，天然气增速相应由 7.2%升至 17.9%。长三角城市群是全国最重要的城市群之一，在国家未来的现代化建设和对外开放格局中具有重要的战略地位。伴随“一带一路”倡议的推进，作为长江经济带经济发展的重要引擎，长三角一体化上升为国家战略，长三角地区的经济走势仍将保持强劲增长。尽管长三角地区的天然气普及率位于全国前列，但是天然气消费量(占全国消费量的 19%)与经济地位(占全国 GDP 的 24%)相比，依然有较大的提升空间。随着能源供给侧结构性改革持续推进，产业结构生态化转型升级将带动能源消费结构转型升级，带动天然气等清洁能源消费增长^[4]。

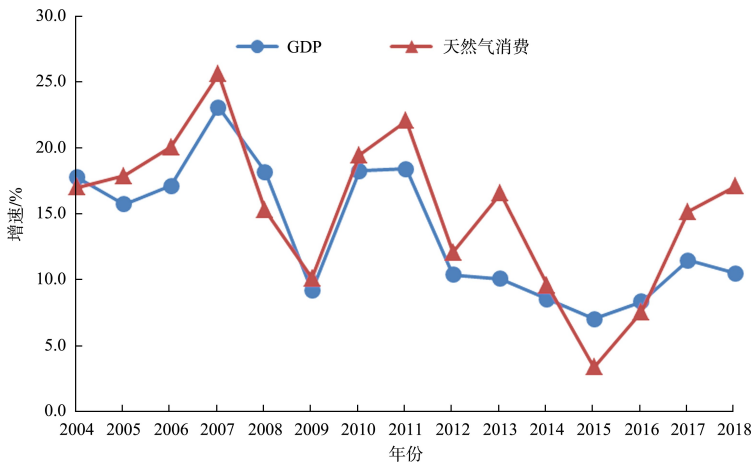


图 1 我国天然气消费增速与经济增速关系比较

2.2 长三角 LNG 接收站建设需求

2.2.1 天然气需求预测

“十四五”期间,随着大气污染治理行动的持续推进,工业燃料需求不断增长,燃气电厂陆续投产,“煤改气”工程不断深入,城镇气化率不断提高,长三角地区的天然气需求量将保持高速增长;2025 年以后工业“煤改气”对长三角的需求贡献将会有所减弱,燃气电厂的建设速度较“十四五”期间也将有所变缓;2030 年以后长三角天然气市场基本发展成熟,消费需求依靠城市燃气和小工业维持刚性增长。综合考虑长三角经济发展形势、天然气发展趋势、推动天然气发展政策的推出力度,以及各省市天然气规划发展目标,在长三角天然气市场现状的基础上,采用消费系数法和项目分析法对天然气需求进行预测,预计到 2025 年长三角天然气需求量为 922 亿 m³,2030 年需求量达到 1 116 亿 m³,2035 需求量达到 1 290 亿 m³(表 3)。

行政区	天然气消费需求/亿 m ³		
	2025 年	2030 年	2035 年
浙江省	231	269	308
江苏省	448	541	611
安徽省	108	156	203
上海市	135	150	168
合计	922	1 116	1 290

2.2.2 天然气供应能力

2.2.2.1 油气田和煤层气

长三角地区可供应天然气的油气田包括春晓、丽水和江苏油气田。未来只有春晓油气田的供应量有一定增长空间,三大油气田合计每年可向长三角供应约 20 亿 m³天然气。煤层气资源主要包括宿南煤层气和淮南煤制气,未来约可供气 11~20 亿 m³。

2.2.2.2 管道气

管输天然气是长三角地区天然气的主要供应方式,主要管网系统包括西气东输管道、川气东送管道、青宁线管道和中俄管道^[5-7]。西气东输一线输送国产常规气,二线和三线输送中亚进口管道气。考虑到西气东输系统各气源的增长潜力,预计未来整个西气东输系统供应长三角的能力峰值约为 230 亿 m³/a。随着中石化其他气源供应长三角市场,未来川气东送管道的供气量将由每年 100 亿 m³下降至 70 亿 m³。青宁线管道主供市场范围为苏北和苏中地区,随着青岛 LNG 接收站的增产扩能,未来青宁线对长三角市场的供应峰值可达 20 亿 m³。中俄管道线于 2019 年 12 月开始通过东线向中国供气,长三角地区位于中俄管道线末端,预计可用天然气的资源量为 50 亿 m³/a。

2.2.2.3 进口 LNG

长三角地区目前已建成 LNG 接收站 6 座,其中南通 2 座,上海 2 座,宁波和舟山各 1 座,接收能力共计 1 760 万 t/a (表 4)。同时,目前长三

角地区还有在建/规划 LNG 接收站 11 座，如宁波二期、舟山二期、浙江温州、滨海等项目有望在近 2 年内陆续开工。根据 LNG 接收站规划和建设情况，预计长三角地区进口 LNG 供应能力将达到 360~400 亿 m³/a，LNG 接收站将逐步取管道气成为能力最大的供气来源。

表 4 长三角地区已投产 LNG 接收站项目产能			
企业 (简称)	项目 地址	已投产能/ (万 t · a ⁻¹)	扩建计划
中石油	江苏如东	650	在建 2 座 16 万 m ³ 储罐， 计划 2021 年投产
中海油	浙江宁波	300	在建 3 座 16 万 m ³ 储罐， 计划 2021 年投产
	上海洋山	300	在建 2 座 20 万 m ³ 储罐， 计划 2020 年投产
广汇能源	江苏启东	60	在建 1 座 16 万 m ³ 储罐， 计划 2020 年投产
上海燃气	上海浦东	150	-
新奥集团	浙江舟山	300	在建 2 座 20 万 m ³ 储罐， 计划 2021 年投产

2.2.3 LNG 接收站建设需求

根据上述分析，长三角地区未来的天然气供应格局中，管道气供应量约为每年 370~400 亿 m³，油田气和煤层气每年可供应 30~38 亿 m³，余下的需求缺口由进口 LNG 补充。考虑到短期内没有新增进口天然气管道，管道气供应量增长相对刚性，长三角地区未来增加的天然气消费需求将主要由进口 LNG 满足。结合长三角地区天然气消费需求预测，到 2025 年长三角地区需要进口天然气近 500 亿 m³，到 2035 年进口量将超过 800 亿 m³。目前已建、在建和规划的 LNG 接收站全部投产后，每年可以进口 LNG 380 亿~460 亿 m³，与 2025、2035 年进口 LNG 需求相比还分别存在 100 亿和 420 亿 m³ 能力缺口（表 5）。按 1 t LNG 约合 1 400 m³ 天然气计算，长三角地区到 2035 年需要增加约 3 000 万 t 的进口 LNG 接卸能力，其中江苏省增加 1 300 万 t 接卸能力，浙江省 800 万 t，安徽省 500 万 t，上海市增加 400 万 t。

表 5 长三角地区 LNG 供需平衡分析							亿 m ³
年份	天然气消费量 (进口 LNG 需求)	LNG 接收站供气量					LNG 接收站 缺口量
		江苏省	浙江省	上海市	安徽省	合计	
2025	922(490)	193	150	45	-	388	102
2030	1 116(706)	221	157	84	-	462	244
2035	1 290(882)	221	157	84	-	462	420

3 长三角 LNG 接收站发展形势与发展建议

3.1 接收站发展前景向好，仍需在沿海沿江港口统筹规划、集约布局

受环保因素和能源结构调整的影响，天然气在能源消费中的比重越来越大，长三角地区的天然气消费需求在今后的一段时间内仍将保持较快增长。尽管中俄管道东线部分投产、西线正在规划中，但长三角地区处于管线末端，中俄天然气管线带来的天然气供应增量有限。随着西气东输、川气东送管道输送能力逐渐饱和，进口 LNG 将成为满足长三角地区天然气消费增长的主要渠道，长三角地区进口 LNG 接卸量还将进一步增长。为提供匹配需求增长所需的接卸能力，LNG 接收站的建设还有较大的增长空间。随着长江中游地区

工业化加速发展，下游地区高能耗产业转型升级，对天然气等清洁能源的需求越来越大，一些沿江的经济活跃地区正在积极推动内河 LNG 规划建设。

长三角地区已建的沿海 LNG 泊位及配套储运设施缺乏规模化储运综合能力，一般为 1 个接卸泊位配套 3~4 个 16 万 m³ 的储罐为主，泊位通过能力大于罐区周转能力，规模化、集约化程度不高。LNG 接收站的总规模更依赖于罐容，建议优先鼓励现有 LNG 接收站扩建，利用二期工程增加罐区能力，可以在节约宝贵的岸线资源的前提下增加 LNG 接收能力，实现集约化布局。从整体布局看，长江内河 LNG 泊位建设尚处于空白。一旦长江 LNG 运输时机成熟，长江 LNG 接收站将迎来

快速发展期, 建议从顶层设计出发, 统盘考虑长三角沿海、沿江 LNG 接收站布点, 构建满足天然气消费需求的多层级江海 LNG 运输系统。根据 LNG 供需能力平衡分析, 随着在建、规划项目投产, 2025 年 LNG 接收站的能力缺口不大, 2035 年缺口较大, 因此在 LNG 接收站规划时, 还应考虑建设时序, 通过统筹布局、分期实施防止出现产能过剩和资源浪费等问题。

3.2 接收站建设主体呈现多元化, 仍需进一步提升市场化水平

随着油气市场化改革的深入推进, 中石油、中石化和中海油纷纷加大海外 LNG 进口规模, 适应国内需求增长。同时, 终端燃气公司如新奥能源等纷纷向上游资源端延伸, 抓住油气市场化改革的契机打通全产业链提升盈利水平, 而综合型能源公司如浙能集团等也将发展 LNG 业务作为能源多元化的重要补充。从企业性质看, 长三角地区参与 LNG 接收站建设的主体可分为 3 类: 一是由三大石油公司组成的央企; 二是以新奥能源、新疆广汇为代表的民营企业; 三是以华电集团、上海申能为代表的地方国有企业, 建设主体多元化的趋势越来越明显。

接收站建设主体的多元化趋势体现出天然气市场化改革的初步成果。LNG 接收站要进一步提升市场化水平, 就必须重视进口气源的采购成本, 保证进口 LNG 在价格上的竞争力。国产常规气供应到长三角地区的成本在 1.6 元/m³ 左右, 页岩气供应到长三角地区的成本为 1.8 元/m³ 左右。根据中俄东线天然气管道报关数据测算, 在国际油价 60 美元/桶时, 供应到长三角地区的成本为 2.2 元/m³ 左右。进口 LNG 资源在长三角地区要具备价格竞争力, 供应成本应控制在 2.2 元/m³ 以下。推动 LNG 接收站的发展, 需要加强进口气资源战略布局, 多渠道、多方式引进海外资源, 增加多元化的天然气进口渠道, 从而控制采购成本, 确保通过 LNG 接收站进口 LNG 在市场化背景下仍具备自生能力。

3.3 接收站经营模式逐步多样化, 仍需丰富接收

站配套功能

LNG 接收站最初作为进口 LNG 贸易的重要配套基础设施, 主要用于存储和流通环节, 装卸、仓储等费用一般作为贸易中的运输成本综合考虑, 而不是作为 LNG 接收站的运营收入。2019 年 12 月, 国家石油天然气管网集团有限公司成立, 负责全国油气干线管道、部分储气调峰设施的投资建设, 负责干线管道互联互通及与社会管道联通, 形成“全国一张网”。国家管网公司的成立为 LNG 接收站转变运营模式创造了条件, 投资主体已经开始研究和尝试不参与资源的买卖, 只提供储存、加工外输等服务的“纯物流”模式和“贸易+物流”的混合模式, “水水中转”在沿海一级 LNG 接收站集疏运方式中的占比将逐渐增长。

接卸的大部分 LNG 进入周边城市主干网或省网, 少部分通过槽车公路运输至附近小型用气客户。配套管线对接收站供气能力的发挥具有举足轻重的影响, 在国家管网成立后进口 LNG 更有机会进入国网实现更大范围的供气。LNG 接收站的建设首先要考虑配套管网功能, 最大程度地发挥整个天然气储运系统的综合通过能力。同时, 随着长江等内河 LNG 运输进一步推进落实, 大型 LNG 接收站要考虑预留水水中转功能, 以便于将来为长江沿线 LNG 接收站提供中转服务。LNG 接收站凭借自身的 LNG 储备和优质码头岸线优势, 可规划配备水上 LNG 加注功能, 拓宽运营模式, 特别是长江 LNG 接收站的加注功能, 对于调整运输能源结构、落实“气化长江”战略具有重要意义。

4 结语

1) 长三角地区经济发达, 天然气对外依存度高, 未来受环保政策驱动、资源的多元供应、经济发展、产业转型等因素影响, 长三角地区天然气市场前景广阔, 预计到 2035 年长三角地区天然气消费需求将达 1 290 亿 m³。

2) 长三角地区天然气管道供应量增长相对刚性, LNG 接收站将是提高天然气供应水平的主要

支撑。结合已建和规划的 LNG 接收站产能，为满足天然气消费需求，到 2035 年长三角地区还需增加 3 000 万 t 的进口 LNG 接卸能力。

3) 建议在 LNG 接收站建设和发展过程中，通过集约化布局，提高岸线和配套设施利用水平，逐步构建沿海为主、沿江为辅的多层级 LNG 运输体系。建议以国家管网公司成立为契机，推动 LNG 接收站功能多元化，经营模式多样化，以市场化方式融入天然气供应系统。

参考文献：

[1] 王瑞莲,肖仁维,王洪乐.中国天然气高质量发展指标体系探讨[J].天然气与石油, 2020, 38(2): 121-125.

[2] 苗启新,靳熹.长三角区域天然气一体化的现状及建议[J].上海煤气, 2020(2): 8-11.
[3] 汪鑫,李建刚.长江经济带区域天然气市场分析[J].国际石油经济, 2020, 28(2): 7-14.
[4] 刘剑文,杨建红,王超.管网独立后的中国天然气发展格局[J].天然气工业, 2020, 40(1): 132-140.
[5] 高鹏,高振宇,刘广仁.2019 年中国油气管道建设新进展[J].国际石油经济, 2020, 28(3): 52-58.
[6] 李伟,张园园.中国天然气管道行业改革动向及发展趋势[J].国际石油经济, 2015, 23(9): 57-61.
[7] 王保群,林燕红,焦中良.我国天然气管道现状与发展方向[J].国际石油经济, 2013, 21(8): 76-79, 110.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 16 页)

根据系缆力试验结果可知，裕溪新船闸三角闸门采用门缝输水应尽可能在 1.00 m 水头差以内开启，闸门开度应控制在 1.0 m 以内，随着水头差减小闸门开度可进一步增大。

5 结论

1) 裕溪一线船闸扩容改造工程 34 m 宽口门三角闸门门缝输水模型试验表明，采用门缝输水时，作用于三角闸门的水动力荷载总体较小，在低水头小开度工况条件下发生剧烈振动的可能性不大；在闸门开度一定的情况下，脉动压力总体上随水头增大而增大；在水头一定的情况下，小开度时中羊角处脉动压力略大，后随闸门开度增大总体呈减小趋势，边羊角附近脉动压力随闸门开度增大总体呈增大趋势。船舶系缆力随着水头、闸门开度增大而增大。

2) 综合三角闸门水动力特性和船舶停泊条件，裕溪新船闸三角闸门采用门缝输水应尽可能在 1.00 m 水头差以内开启，闸门开度应控制在

1.0 m 以内，随着水头差减小闸门开度可进一步增大。

3) 三角闸门门缝输水运用条件还可待工程建成后调试观测进一步明确，另外，在三角闸门启闭机设计中应考虑动水启闭的影响。

参考文献：

[1] 许明,王建民.船闸三角闸门钢结构形式的商榷[J].水运工程, 2014(8): 134-137.
[2] 吴腾,朱瑞虎,丁坚.三角门船闸开通闸运行条件试验研究[J].水道港口, 2014, 35(3): 247-253.
[3] 邢述炳,丁兆铭,董浩.三角闸门门缝输水运行工况研究[J].水运工程, 2020(8): 146-151.
[4] 罗家安,孙保虎,黄亚栋,等.中高水头大型三角闸门静力数值分析[J].水运工程, 2011(12): 127-130.
[5] 祝智卿,朱召泉.中高水头船闸三角门流固耦合动力特性分析[J].水运工程, 2013(6): 119-122.
[6] 董顾春,朱召泉.大型水闸三角闸门的优化设计[J].水利水运工程学报, 2013(2): 83-86.

(本文编辑 武亚庆)