

JTS

中华人民共和国行业标准

JTS 165-5-2009

液化天然气码头设计规范

Code for Design of Liquefied Natural Gas Port and Jetty

2009-10-30 发布

2010-01-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

液化天然气码头设计规范

JTS 165-5-2009

主编单位：中交第四航务工程勘察设计院有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：2010年1月1日

人民交通出版社

2009.北京

修 订 说 明

本规范是在《液化天然气码头设计规程（试行）》（JTJ 304-2003）的基础上，总结国内外近年来液化天然气码头设计和管理的实践经验，通过国内外深入调查研究，广泛征求有关单位和专家意见，并结合我国液化天然气码头设计发展需要修订而成。主要包括码头选址、作业条件、平面设计、泊位通过能力、水工建筑物、接收站陆域形成及地基处理和码头安全设施等技术内容。

本规范主编单位为中交第四航务工程勘察设计院有限公司，参加单位为中交第一航务工程勘察设计院有限公司。

天然气的开发和应用近几十年得到快速发展，利用天然气已成为我国实施能源结构调整和可持续发展战略的重要内容。与其它货类码头相比，液化天然气码头的建设具有特殊性，其安全控制问题更为突出。《液化天然气码头设计规程（试行）》（JTJ 304-2003）实施以来，对促进我国液化天然气码头的建设技术发展，保证工程设计质量发挥了重要作用。随着近几年我国十多个液化天然气码头工程的建设，液化天然气码头建设技术水平得到快速发展，原规程的部分内容已不能适应我国液化天然气码头的建设需要。为此，交通部水运司组织中交第四航务工程勘察设计院有限公司等单位对《液化天然气码头设计规程（试行）》（JTJ 304-2003）进行修订。

本规范第 3.0.3 条、第 3.0.7 条、第 5.3.2 条、第 5.3.3 条、第 5.3.4 条、第 5.4.3 条、第 5.6.2 条、第 5.6.3 条、第 5.7.1 条、第 7.1.1 条、第 9.1.1 条、第 9.1.8 条、第 9.1.9 条、第 9.2.1 条、第 9.2.3 条、第 9.2.4 条、第 9.2.5 条、第 9.3.5 条、第 9.4.1 条和第 9.4.2 条中的黑体字部分为强制性条文，必须严格执行。

本规范共分 9 章和 1 个附录，并附条文说明。本规范编写人员分工如下：

- 1 总则：王汝凯
- 2 术语：王汝凯、高月珍
- 3 码头选址：王汝凯
- 4 作业条件：张 勇、高月珍
- 5 平面设计：张 勇、杨希宏、麦宇雄
- 6 泊位通过能力：肖向东
- 7 水工建筑物：何文钦、卢永昌、李伟仪
- 8 接收站陆域形成及地基处理：林佑高、宓宝勇
- 9 码头安全设施：贾 镇、黄炎潮

附录 A：王汝凯

本规范于 2009 年 5 月 19 日通过部审，于 2009 年 10 月 30 日发布，自 2010 年 1 月 1 日起实施。

本规范由交通运输部水运局负责管理和解释。请各有关单位在使用本规范过程中，将发现的问题和意见及时函告交通运输部水运局（地址：北京市建国门内大街 11 号，交通运输部水运局技术管理处，邮政编码：100736）和本规范管理组（地址：广州市前进路 161 号，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，邮政编码：510230），以便再修订时参考。

目 次

1	总 则	1
2	术语	2
3	码头选址	3
4	作业条件	4
	4.1 一般规定	4
	4.2 作业条件	4
5	平面设计	6
	5.1 一般规定	6
	5.2 码头水域	6
	5.3 泊位布置	6
	5.4 码 头	7
	5.5 防波堤和护岸	8
	5.6 进出港航道	9
	5.7 锚地	10
	5.8 港作船舶	10
6	泊位通过能力	12
7	水工建筑物	13
	7.1 建筑物结构安全等级与抗震设防标准	13
	7.2 外荷载作用的计算取值	14
	7.3 结构变形	14
	7.4 储罐区护岸	14
8	接收站陆域形成及地基处理	16
9	码头安全设施	17
	9.1 通用设施	17
	9.2 消防设施	17
	9.3 通信和导航设施	19
	9.4 附属设施	20
	附录 A 本规范用词用语说明	(21)
	附加说明 本规范主编单位、参加单位、主要起草人、 总校人员和管理组人员名单	(22)
	附 条文说明	(23)

1 总 则

1.0.1 为统一液化天然气码头设计技术要求，保证液化天然气码头工程的安全合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建或扩建的液化天然气码头设计。

1.0.3 液化天然气码头设计应根据工程规模、总体布局、环境和设施配置等情况，对液化天然气船舶的进出港、靠离泊和装卸作业中的安全问题进行风险分析和安全评估，并分析和评估液化天然气的意外泄漏或溢漏的防范和控制能力。

1.0.4 液化天然气码头的设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 液化天然气 Liquefied Natural Gas

无色液态天然气，主要组分为甲烷，并含有少量乙烷、丙烷、氮和其他组分，在标准大气压力下，沸腾温度通常为 $-160\sim-162^{\circ}\text{C}$ 。简称 LNG。

2.0.2 液化天然气船舶 LNG Carrier

运输液化天然气的专用船舶。

2.0.3 液化天然气码头 LNG Jetty

为液化天然气船舶提供锚泊、进出港、靠离泊和装卸作业的港口设施。

2.0.4 液化天然气接收站 LNG Receiving Terminal

液化天然气接卸、储存、转运和再气化外输的场所。

3 码头选址

- 3.0.1 液化天然气码头的选址应与城市规划和港口总体规划相衔接。
- 3.0.2 液化天然气码头选址应结合液化天然气接收站选址、用户布局和外输方式等综合确定。
- 3.0.3 **液化天然气码头应远离人口密集的区域 ,安全距离应由安全评估确定。**液化天然气码头不宜布置在敏感区域全年常风向的上风侧。
- 3.0.4 液化天然气码头宜选在交通方便、易于疏散的地点。
- 3.0.5 液化天然气码头宜选在自然条件良好且能满足液化天然气船舶不乘潮通航要求的水域, 不满足上述条件时, 应做专门论证。
- 3.0.6 在孤岛上建设液化天然气码头时, 应解决确保人员安全疏散等对外交通问题。
- 3.0.7 **未经专门论证 ,液化天然气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。**
- 3.0.8 液化天然气码头宜选在接收站热交换水取用方便的地区。

4 作业条件

4.1 一般规定

4.1.1 码头全年可作业天数应根据设计船型,综合分析液化天然气船舶进出港航行、靠泊、装卸、系泊和离泊全过程的有关气象、水文条件确定。码头最长连续一次不可作业天数不宜超过 5 天。

4.2 作业条件

4.2.1 总舱容 80000m³ 以上的液化天然气船舶作业过程各个阶段的允许风速、波高、能见度和流速宜符合表 4.2.1 的规定。

液化天然气船舶作业条件标准 表 4.2.1

序号	作业阶段	风速 (m/s)	波高(m)		能见度 (m)	流速(m/s)	
			横浪 H _{4%}	顺浪 H _{4%}		横流	顺流
1	进出港航行	≤20	≤2.0	≤3.0	≥2000	<1.5	≤2.5
2	靠泊操作	≤15	≤1.2	≤1.5	≥1000	<0.5	<1.0
3	装卸作业	≤15	≤1.2	≤1.5	-	<1.0	<2.0
4	系泊	≤20	≤1.5	<2.0	-	≤1.0	<2.0

注: ①表中横浪指与船舶的夹角大于等于 15°的波浪, 小于 15°的为顺浪;

横流指与船舶的夹角大于等于 15°的水流, 小于 15°的为顺流;

②波浪的允许平均周期为 7s, 对于 7s 以上大周期波浪需作专门论证;

③H_{4%}为波列累积频率 4%的波高。

4.2.2 当风速、波高任一项超过表 4.2.1 规定的系泊标准限值时, 液化天然气船舶应紧急离泊。

4.2.3 液化天然气船舶在码头上装卸作业时, 其运动量应满足安全运

动量要求。船舶安全运动量可通过船舶模型试验确定。

4.2.4 液化天然气船舶不宜在夜间进出港和靠离泊作业。当需要夜间靠离泊或航行时，应进行专门的安全评估。

5 平面设计

5.1 一般规定

5.1.1 多个液化天然气泊位、液化天然气泊位与液化石油气泊位可相邻布置。液化天然气船舶与液化石油气船舶可共用泊位。采用离岸墩式布置型式时，液化天然气泊位和液化石油气泊位可分别布置在平台两侧，但应错开靠泊和离泊操作时间。

5.1.2 液化天然气码头平面布置应充分考虑风、浪、流和泥沙回淤等自然因素对船舶航行、靠离泊和装卸作业的影响。

5.1.3 液化天然气码头平面布置宜有扩建的可能性。

5.2 码头水域

5.2.1 液化天然气船舶制动段宜按进港方向的直线布置。当布置有困难时，可呈曲线状布置，但曲率半径不得小于 5 倍设计船长。液化天然气船舶制动距离可取 4~5 倍设计船长。

5.2.2 船舶回旋水域应设在方便船舶进出港和靠离码头的位置。回旋水域的回旋圆直径不宜小于 2.5 倍设计船长。当布置较困难且水流流速较小时，回旋圆直径不应小于 2 倍设计船长。受水流影响较大的港口，回旋水域可采用椭圆形布置，沿水流方向的长度可加长至不小于 3 倍设计船长。

5.3 泊位布置

5.3.1 液化天然气码头的平面布置，根据建设规模、设计船型、装卸工艺和自然条件等，可采用蝶形或一字形等布置形式。

5.3.2 **液化天然气码头操作平台至接收站储罐的净距不应小于150m**，其最大净距应根据液化天然气船泵能力及其他经济、技术条件综合确定。

5.3.3 **液化天然气泊位与液化石油气泊位以外的其他货类泊位的船舶净距不应小于200m**。

5.3.4 **停泊在液化天然气泊位与工作船泊位的船舶间的净距不应小于150m**。

5.3.5 停泊在相邻的液化天然气泊位的船舶，或停泊在相邻的液化天然气泊位与液化石油气泊位的船舶，其净距不应小于0.3倍最大设计船长，且不小于35m。两相邻泊位的艏、艉系缆墩可共用，但快速脱缆钩或系船柱应分别设置。

5.3.6 采用离岸墩式两侧靠船布置的液化天然气码头，两侧泊位的船舶净距不宜小于60m。

5.3.7 液化天然气船舶在港系泊时，其他通行船舶与液化天然气船舶的净距不应小于200m。

5.3.8 液化天然气船舶停靠码头时船艏宜朝向有利于船舶紧急离开码头的方向。

5.4 码头

5.4.1 码头尺度应根据液化天然气设计船型尺度和自然条件计算确定。设计船型可通过分析论证确定，也可按照现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211)选用相应等级的船型。

5.4.2 液化天然气码头前沿高程应按现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211)和《开敞式码头设计与施工技术规范》(JTJ295)的有关规定确定。

5.4.3 **码头前沿设计水深应保证满载设计船舶在当地理论最低潮面时安全停靠。**设计水深计算中的各项富裕深度应按现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211)和《开敞式码头设计与施工技术规范》(JTJ295)的有关规定选取。

5.4.4 码头泊位长度应满足船舶安全靠泊、离泊和系泊作业的要求,通过模拟试验确定,但不应小于1倍设计船长。在可行性研究阶段,可按1.0~1.2倍设计船长估算。

5.4.5 墩式液化天然气码头宜设置两个靠船墩,两墩中心间距可取设计船长的30%~45%。当停靠船型差别较大时,可设置辅助靠船墩。

5.4.6 系缆墩宜对称布置。

5.4.7 液化天然气码头工作平台上应设置操作平台。操作平台的平面布置和高度,应按设计船型管汇位置确定,并应满足液化天然气船舶在当地最大潮差和波浪变动范围内的安全作业要求。

5.4.8 液化天然气码头应设置登船梯。

5.4.9 液化天然气码头宜配备供拖船、监督艇、带缆艇、交通艇等停泊的工作船舶位。有条件时,也可利用已有的工作船舶位。

5.5 防波堤和护岸

5.5.1 防波堤的布置应符合现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211)的有关规定。

5.5.2 护岸的设计应符合现行行业标准《港口及航道护岸工程设计与

施工规范》(JTJ300)的有关规定。

5.5.3 直接掩护罐区的护岸防浪墙顶高程的确定应符合下列规定。

5.5.3.1 斜坡式护岸防浪墙的顶高程可按下式估算：

$$Z_c = EHWL + R_{1\%} + \Delta \quad (5.5.3-1)$$

式中 Z_c ——防浪墙的顶高程(m)；

$EHWL$ ——重现期为 100 年的年极值高水位(m)；

$R_{1\%}$ ——重现期为 100 年的 $H_{1\%}$ 波浪爬高(m)；

Δ ——富余值(m)，可根据使用要求和护岸的重要性取 0~1m。

5.5.3.2 直立式护岸防浪墙的顶高程可按下式估算：

$$Z_c = EHWL + \eta_{\max} + \Delta \quad (5.5.3-2)$$

式中 Z_c ——防浪墙的顶高程(m)；

$EHWL$ ——重现期为 100 年的年极值高水位(m)；

η_{\max} ——重现期为 100 年的 $H_{1\%}$ 静水面以上的波峰面高度(m)；

Δ ——富余值(m)，可根据使用要求和护岸的重要性取 0~1m。

5.5.3.3 必要时护岸防浪墙顶高程应通过模拟试验确定。

5.5.4 当护岸内侧设有排水设施时，经论证，防浪墙的顶高程可适当降低。

5.5.5 当液化天然气码头紧靠防波堤布置时，防波堤顶高程的确定可根据防波堤的型式分别按式(5.5.3-1)和式(5.5.3-2)估算。当堤前水深大且波浪较大时，直立式防波堤堤身内侧不宜布置液化天然气泊位。

5.6 进出港航道

5.6.1 液化天然气船舶的进出港航道，在有交通管制的条件下可与其

他船舶共用。

5.6.2 液化天然气船舶在进出港航道航行时,应实行交通管制并配备护航船舶。

5.6.3 当液化天然气船舶在进出港航道航行时,除护航船舶外,其前后各 1n mile 范围内不得有其他船舶航行。

5.6.4 液化天然气码头人工进出港航道可按单向航道设计,航道有效宽度应按《海港总平面设计规范》(JTJ211)的有关规定确定,且不应小于 5 倍设计船宽。

5.6.5 液化天然气船舶在双向航道如需与其他船舶交会,航道有效宽度应通过专项论证确定。

5.6.6 液化天然气码头进出港航道设计水深的计算基准面宜采用当地理论最低潮面。设计水深计算中的各项富裕深度应按现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211)的有关规定确定。

5.7 锚地

5.7.1 液化天然气船舶应设置应急锚地,也可与油品运输船舶共用锚地。液化天然气船舶的锚位与其他锚地的安全净距不应小于 1000m。锚地尺度应按现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211)的有关规定确定。

5.8 港作船舶

5.8.1 液化天然气船舶靠泊和离泊时宜配备全回转型拖船协助作业。

5.8.2 液化天然气码头拖船配置应符合下列规定。

5.8.2.1 液化天然气船舶靠泊时，可配置 4 艘拖船协助作业。

5.8.2.2 液化天然气船舶离泊时，可配置 2 艘拖船协助作业。

5.8.2.3 拖船的总功率应根据当地自然条件和船型等因素综合确定，且单船最小功率不应小于 3000kW。

5.8.3 当液化天然气码头风、浪、流等作业条件复杂时，港作拖船的数量和总功率应根据液化天然气码头设计船型，通过模拟试验确定。

6 泊位通过能力

6.0.1 液化天然气泊位年通过能力可按式(6.0.1)估算：

$$P_t = \frac{T G t_d}{t_z + t_f + t_p + t_h} \rho \quad (6.0.1)$$

- 式中 P_t ——泊位的年设计通过能力 (t) ；
- T ——年日历天数 (d) ， 取 365d；
- G ——设计船型的实际接卸量 (t) ；
- t_d ——昼夜小时数 (h/d) ， 取 24h/d；
- t_z ——装卸一艘设计船型所需的时间 (h) ， 可根据同类泊位的营运资料和船舶载货量、卸船臂数量、效率等因素综合确定，缺乏资料时可取 14~24h；
- t_f ——船舶的装卸辅助作业时间 (h) ， 是指在泊位上不能同卸船作业同时进行的各项作业时间，可根据同类泊位的营运统计资料确定。
- t_p ——液化天然气船舶不在夜间进出航道和靠、离泊需增加的时间(h)， 可根据船舶从进港到出港全过程的各个操作环节，绘制流程图来确定；
- t_h ——候潮、候流时间(h)；
- ρ ——泊位利用率 (%) ， 应根据年运量、到港船型、卸船效率、泊位数、泊位的年可作业天数、船舶在港费用和港口投资及营运费用等因素综合确定。缺乏资料时，可取 50%~60%。

7 水工建筑物

7.1 建筑物结构安全等级与抗震设防标准

7.1.1 液化天然气码头的结构安全等级应采用一级。

7.1.2 直接掩护罐区的护岸结构安全等级应采用一级，其余护岸结构安全等级不应低于二级。

7.1.3 液化天然气码头和储罐区护岸抗震设防采用的地震动参数应根据专项地震安全性评价结果确定，且不得低于现行地震动参数区划图确定的数值。

7.1.4 液化天然气码头和储罐区护岸等水工建筑物的抗震应按下面两种工况验算。

7.1.4.1 操作基准地震 OBE (Operation Basis Earthquake) 工况应采用 50 年超越概率 10% 的地震作用水准作为设计地震，进行承载力极限状态验算，结构重要性系数按水工建筑物一级采用。

7.1.4.2 安全停运地震 SSE (Safe Shutdown Earthquake) 工况应采用 50 年超越概率 2% 的地震作用水准作为设计地震，承载力极限状态验算时，结构重要性系数可采用 1.0，并应对结构变形进行专题论证。

7.1.5 防波堤和不直接掩护罐区的护岸的抗震设防标准应符合《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225) 的有关规定。

7.2 外荷载作用的计算取值

7.2.1 基本风压宜采用港口附近空旷平坦地面、离地 10m 高、100 年一遇的风速计算。承载能力极限状态和正常使用极限状态整体计算宜取 10min 平均最大风速。工作平台和栈桥面以上的结构物承载能力极限状态的计算宜取 3s 平均最大风速。

7.2.2 液化天然气码头结构设计波浪要素重现期应采用 100 年，且不应小于历史实测值。波列累积频率应按现行行业标准《海港水文规范》（JTJ 213）的规定取值。

7.2.3 液化天然气码头的设计靠泊法向速度应取 15cm/s，控制靠泊法向速度应小于 10cm/s，靠泊角度应小于 5°。

7.2.4 码头护舷的面压不应大于 200kPa。

7.3 结构变形

7.3.1 敷设工艺管线的栈桥、工作平台等结构的变形应满足管线的使用和安全要求。

7.4 储罐区护岸

7.4.1 直接掩护储罐区护岸的设计波浪要素重现期应采用 100 年。

7.4.2 计算斜坡式护岸的胸墙或堤顶方块、直立式护岸的强度与稳定性时，结构重要性系数应取 1.1，设计波高的波列累积频率应取 1%。

7.4.3 计算斜坡式护岸护面块石或块体、护底块石的稳定性时，设计

波高的波列累积频率应取 4%。

8 接收站陆域形成及地基处理

8.0.1 陆域形成及地基处理方案应根据场地使用要求、自然条件、接收站安全要求、材料来源和施工条件等因素,经技术经济论证后确定。

8.0.2 接收站陆域形成的场地高程应根据接收站的使用要求、土石方平衡、场区周围地形高程和防洪防潮要求等因素综合确定。

8.0.3 接收站陆域场地残余沉降量、不均匀沉降量、处理后地基承载力标准值应满足接收站不同区域建筑物的使用要求。

8.0.4 接收站陆域场地可产生液化或软土震陷的土层应进行地基处理。液化判别标准应符合接收站建筑物及道路抗震设防的要求。

9 码头安全设施

9.1 通用设施

9.1.1 **液化天然气码头应设置防火、防泄漏和防止事故扩大漫延的安全设施。**

9.1.2 液化天然气码头应设置固定式可燃气体检测报警仪，并应配备一定数量的便携式可燃气体检测报警仪。在检测到的可燃气体或蒸气的浓度达到爆炸下限值的 25% 时，报警仪应能及时发出声光报警。

9.1.3 液化天然气码头应设置声光自动火灾报警系统。

9.1.4 液化天然气码头应设置船岸紧急切断系统，装卸臂应设置紧急脱离系统。

9.1.5 液化天然气码头应设置监控电视等监控设施。

9.1.6 液化天然气码头应设置人员保护设施和医疗紧急救助设施。

9.1.7 液化天然气码头应设置泄漏液化天然气的收集和处置系统，宜配套设置高倍数泡沫灭火系统。

9.1.8 **液化天然气船舶装卸作业时，应有一艘警戒船在附近水面值守，并至少有一艘消防船或消拖两用船在旁监护。**

9.1.9 液化天然气码头应设置警示标志和夜间警示灯。

9.2 消防设施

9.2.1 **液化天然气码头所配备的消防设施，应能满足扑救码头火灾和辅助扑救停泊设计船型船舶火灾的要求。**

9.2.2 液化天然气码头的消防设施应包括远控消防水炮系统、水幕系

统、干粉灭火系统、高倍数泡沫灭火系统等固定式消防设施和消防船或消拖两用船等可移动的消防设施。

9.2.3 液化天然气码头应配置至少包括 2 门干粉炮、2 支干粉枪的固定式干粉灭火系统。干粉灭火系统应符合下列规定。

9.2.3.1 干粉炮的射程应覆盖装卸工艺设施。

9.2.3.2 干粉连续供给时间不应小于 60s。

9.2.3.3 干粉储备量应符合《固定消防炮灭火系统设计规范》（GB 50338）的有关规定。

9.2.4 液化天然气码头应配置不少于 2 台固定式远控消防水炮。消防水炮应符合下列规定。

9.2.4.1 消防水炮的射程应覆盖码头上的装卸工艺设施。消防水炮的额定射程不应小于实际所需射程的 1.1 倍。

9.2.4.2 起火船舶着火罐和邻罐均需要喷水冷却，冷却水供给强度不宜小于 $6\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ ，冷却面积取设计船型最大储罐甲板以上部分的表面积。

9.2.4.3 码头消防水炮可与消防船或消拖两用船协同工作以满足覆盖停泊设计船型的全船范围和冷却水量要求，码头消防炮的冷却水量比例不应小于所需冷却水总量的 50%。

9.2.4.4 消防水炮的工作时间不应少于 6h。

9.2.4.5 消防水炮应采用直流—水雾两用喷嘴。

9.2.4.6 消防水炮应具备有线控制和无线控制功能。

9.2.4.7 消防水炮宜采用液压驱动，其液压泵可由电动机驱动，也可由水轮机驱动。

9.2.4.8 消防炮塔应设置水幕或水喷雾保护装置。

9.2.5 操作平台前沿应设置水幕系统。水幕系统设计宜符合表 9.2.5

的要求。

水幕系统参数与要求

表 9.2.5

项 目	参数与要求
最小设计流量	2.0L/s·m
工作时间	1h
垂直方向覆盖范围	从码头面至装卸臂最高点
水平方向覆盖范围	不小于工作平台长度

9.2.6 液化天然气码头其他消防设施的设置应符合下列规定。

9.2.6.1 在工作平台和操作平台上应设置与消防系统压力相匹配的消火栓。

9.2.6.2 码头应设置用于向船舶供给消防水的船岸连接法兰，法兰的规格应与现行国家标准《船用消防接头》（GB/T 2031）所规定的国际通岸接头的规格相一致。

9.2.6.3 消防炮覆盖不到的工艺设备应设置喷淋等冷却水系统。

9.2.6.4 在工作平台和操作平台上应设置足够的手提式干粉灭火器和推车式干粉灭火器。

9.2.6.5 高倍数泡沫灭火系统的设计应符合现行国家标准《高倍数、中倍数泡沫灭火系统设计规范》(GB 50196)的有关规定。

9.2.6.6 在码头控制室和配电间应设置火灾自动报警系统，并应设置气体灭火系统。

9.2.6.7 液化天然气码头新建的消防船或消拖两用船的消防炮总流量、射程等对外消防性能应达到第 1 类消防船的要求。非新建的，每艘消防船消防炮的总流量不应小于 120L/s，每艘消拖两用船消防炮的总流量不应小于 100L/s。

9.3 通信和导航设施

- 9.3.1 液化天然气码头应配置满足港口设施保安要求的通信设施。
- 9.3.2 液化天然气码头应设置船岸专用有线通信系统。
- 9.3.3 液化天然气码头应根据危险品泊位安全应急通信要求，设置防爆型甚高频无线电话。在气体危险区域的通信设备应为本质安全型。
- 9.3.4 液化天然气码头宜设置具备报警、广播和对讲通话等功能的应急广播对讲系统。
- 9.3.5 **液化天然气码头应配备完善的导助航设施。**位于复杂通航环境的液化天然气码头宜配备带电子海图和 DGPS 的电子引航设施。

9.4 附属设施

- 9.4.1 **液化天然气码头应设置靠泊辅助系统、缆绳张力监测系统和环境条件监测系统。**
- 9.4.2 **液化天然气码头应设置满足系泊要求的快速脱缆钩。**
- 9.4.3 液化天然气码头的入口处应设置消除人体静电的装置。
- 9.4.4 防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）和《石油与石油设施雷电安全规范》（GB 15599）的有关规定。

附录 A 本规范用词用语说明

A.0.1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度的用词用语说明如下：

(1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

A.0.2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位、 主要起草人、总校人员和管理组人员名单

主 编 单 位：中交第四航务工程勘察设计院有限公司

参 加 单 位：中交第一航务工程勘察设计院有限公司

主要起草人： 王汝凯（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
贾 镇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
张 勇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
（以下按姓氏笔画为序）

卢永昌（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
何文钦（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
李伟仪（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
肖向东（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
麦宇雄（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
杨希宏（中交第一航务工程勘察设计院有限公司）
林佑高（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
宓宝勇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
高月珍（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）
黄炎潮（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

总 校 人 员 名 单：胡 明（交通运输部水运局）

李德春（交通运输部水运局）

吴敦龙（中交水运规划设计院有限公司）

蔡长泗（中交水运规划设计院有限公司）

王汝凯（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

高月珍（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

李伟仪（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

张 勇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

贾 镇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

董 方（人民交通出版社）

管理组人员名单：张 勇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

贾 镇（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

李伟仪（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

何文钦（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

黄炎潮（中交第四航务工程勘察设计院有限公司）

中华人民共和国行业标准

液化天然气码头设计规范

JTS 165-5-2009

条文说明

目 次

1	总则	(24)
3	码头选址	(25)
4	作业条件	(26)
4.1	一般规定	(26)
4.2	作业条件	(26)
5	平面设计	(27)
5.3	泊位布置	(27)
5.4	码头	(27)
5.5	防波堤和护岸	(28)
5.6	进出港航道	(29)
5.8	港作拖船	(29)
6	泊位通过能力	(31)
7	水工建筑物	(33)
7.1	建筑物结构安全等级与抗震设防标准	(33)
7.2	外荷载作用的计算取值	(33)
7.4	储罐区护岸	(34)
8	接收站陆域形成及地基处理	(35)
9	码头安全设施	(36)
9.1	通用设施	(36)
9.2	消防设施	(36)
9.3	通信和导航设施	(39)
9.4	附属设施	(39)

1 总 则

1.0.3 本规范按国际上液化天然气接收站工程的设计惯例，设此条文，是原则性要求。风险分析包括对可能出现的液化天然气船舶通航中的事故及撞击、泄漏、着火事故的概率分析及事故发生带来的后果分析。

1.0.4 国家现行有关标准主要指《海港总平面设计规范》(JTJ 211)、《开敞式码头设计与施工技术规范》(JTJ 295)、《海港水文规范》(JTJ 213)、《港口工程荷载规范》(JTJ 215)、《港口工程地基规范》(JTJ 250)、《港口工程桩基规范》(JTJ 254)、《装卸油品码头防火设计规范》(JTJ 237)、《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183)和《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB 50338)等。

3 港址选择

3.0.2 液化天然气接收站的供气对象一般包括燃气电厂、城市工业和民用等用户，供气范围通常覆盖包括若干城市的较大地区，并通过输气干线和各支线与各用户气门站相联。液化天然气接收站在综合考虑接收站、输气干线、支线的整体投资效益的基础上，一般布置在整个用气负荷的中心位置。因此做本条规定。

3.0.3 液化天然气易燃、易爆，为减少周边可能引起火灾的潜在危险源对码头的影响和液化天然气泄漏后对周边环境产生的严重影响，液化天然气码头与海滨休闲娱乐区和人口密集的居民区应保持一定的安全距离。国外液化天然气码头与周边环境的安全距离不尽相同，一般是通过安全评估确定。条文中的“敏感区”指海滨休闲娱乐区、人口密集的居民区等。

3.0.5 液化天然气船舶造价昂贵，服务于固定航线的液化天然气船队的船舶数量是影响海运成本的重要因素，而不乘潮通航条件可降低因候潮而增加的待泊时间，从而减少船队的船舶数量，有效降低海运成本。统计国外大型液化天然气码头，绝大部分没有因为水深而影响船舶进出港的情况。

3.0.6 由于孤岛的面积不大，在其上建设液化天然气码头或接收站时，为应对液化天然气泄漏、火灾、甚至爆炸等严重灾害，应解决对外交通条件（空中、海上）确保人员安全疏散。

4 作业条件

4.1 一般规定

4.1.1 液化天然气码头全年可作业天数将影响液化天然气船队的船舶数量、接收站年运量和储罐容量。全年可作业天数过低，必然因船舶待泊时间过长而增加船队的船舶数量和储罐数量，增加运营成本。国外液化天然气码头年可作业天数一般在 290 天以上。

4.2 作业条件

4.2.1 液化天然气船舶在作业的各个阶段，操作运行的特点不同，对风、浪、流等的要求也不同。根据近年来我国液化天然气码头的设计经验及已投产的液化天然气码头运营经验，对本条文的部分参数进行调整。

4.2.3 液化天然气船舶在码头装卸作业时，在风、浪、流的作用下会产生纵移、横移、升沉、纵摇、横摇、回转等运动，各种运动量应满足安全运动量的要求。我国目前还没有针对液化天然气船舶的允许运动量开展系统性的模型试验研究，国外有关标准或指南对液化天然气船舶的允许运动量参见表 4.2.3。

液化天然气船舶的允许运动量 表 4.2.3

标准或指南	运 动 方 式					
	纵移 (m)	横移 (m)	升沉 (m)	纵摇 (°)	横摇 (°)	回转 (°)
国际航运协会 (PIANC,1995)	2.0	2.0	-	2	2	2
英国标准 (BS 6349-2000)	0.5	0.5				

5 平面设计

5.3 泊位布置

5.3.2 液化天然气船舶与陆域储罐均有潜在的火灾危险性，为防止相互间的影响，需要一定的安全距离。国内外正在运营的液化天然气码头，其码头与储罐距离基本大于 150m。

5.3.3 条文对液化天然气泊位与液化石油气泊位以外的其他货类泊位的船舶净距作了修改，其依据如下：

(1) 自第一艘液化天然气船舶投入商业运营以来，国内外液化天然气码头还没有发生过爆炸、燃烧等严重事故，安全性极高。

(2) 据液化天然气码头建设部门反映，原条文的规定过严，致使一些液化天然气码头选址困难。目前我国适宜于建港的岸线已很少，为了充分利用岸线，满足可持续发展的要求，液化天然气泊位与液化石油气泊位以外的其他货类泊位的安全距离做了减少。

5.3.5 相邻两个液化天然气泊位的间距主要是根据靠泊、离泊船舶操作的安全和系缆要求确定的。国外液化天然气码头相邻两泊位的间距与设计船长之比一般在 0.3 左右。

5.3.7 为防止过往船舶，特别是小船上的火种对作业中的液化天然气船舶带来不利影响，规定本条文。

5.3.8 从操作方便和安全角度分析，船舶靠泊方向通常根据海流条件确定，以逆流方向靠泊更为有利。但液化天然气船舶的管理以安全为第一位，一旦装卸过程中发生意外事故，要保证液化天然气船舶以最快的速度离开码头。

5.4 码头

5.4.3 现行行业标准《海港总平面设计规范》（JTJ211-99）中规定，码头前沿设计水深，应能保证在设计低水位时设计船型满载安全停靠，设计低水位为低潮累积频率 90%的潮位。为满足液化天然气船舶不乘潮作业要求，避免因水深条件不足而待泊，设计水位采用当地理论最低潮面。

5.4.4 国际气体船运营者协会（SIGTTO）和石油公司国际水运论坛（OCIMF）发布的大型油气码头设计指南中，泊位长度是通过模拟试验确定的。目前国际上使用较多的模拟计算软件包括 OPTIMOOR、TERMSIM 等。理论研究表明，合理的泊位长度应力求缆绳受力均匀，对船舶的各个方向的运动产生有效约束。我国现行行业标准对泊位长度的计算采用的是经验公式，特别是开敞式码头的泊位长度按（1.4~1.5）倍设计船长估算，不但因泊位长度太长而浪费岸线资源，而且各缆绳受力不均匀，特别是首尾缆作用不明显。近年来，我国各有关设计单位分别引进国际上通用的系泊系统分析软件，并大量应用在油气码头泊位长度计算中，取得了较好的效果。实践表明，理想的泊位长度通常在设计船长的 1.0~1.2 倍之间。

5.4.7 由于液化天然气比重小，液化天然气船舶的尺度大、干舷较高，因此需要在工作平台上建一具有一定高度的操作平台，以满足作业人员的操作需要。

5.4.8 由于液化天然气船舶尺度大、干舷较高，使用舷梯较危险，为保证船、码头之间人员方便、安全上下，设置登船梯是必要的。

5.5 防波堤和护岸

5.5.3 为防止大浪时越浪对接收站管线和设备造成破坏，参照滨海电厂护岸防浪墙的顶高程确定原则，给出护岸防浪墙的顶高程计算公式。护岸的断面型式对波浪爬高和越浪量影响很大，为了做到经济合理，因此规定了

必要时应通过模拟试验确定防浪墙顶高程。

5.6 进出港航道

5.6.1 国外液化天然气码头进出港航道基本属于公用航道，如日本袖浦、姬路，法国马赛、蒙特瓦和比利时泽布鲁格液化天然气码头进出港航道等。由于液化天然气船舶的高造价和高危险性，为防止其他船舶，特别是小船靠近液化天然气船舶，当液化天然气船舶在进出港航道航行时，需进行交通管制，防止其他船舶穿越进出港航道或靠近、追越液化天然气船舶。

5.6.4 根据我国现行行业标准《海港总平面设计规范》(JTJ211-99)的规定计算得出的单向航道有效宽度一般均小于设计船长。国外对进出港航道的有效宽度习惯以设计船舶的船宽倍数或船长倍数来度量，对液化天然气船舶进出港航道，其有效宽度一般为设计船宽的4~5倍或设计船长的1.0倍。近几年的应用来看，按原条文航道有效宽度可取1.0倍设计船长计算得出航道有效宽度较大，给部分液化天然气码头选址造成困难。近年来，多个液化天然气码头航道的通航安全评估和船舶操纵仿真模拟专项研究成果表明，一倍船长的航道底宽有缩小的余地，因此，本条文适当减小航道有效宽度。

5.8 港作拖船

5.8.2 与相同载重吨的其他船舶相比，液化天然气船舶具有更大的船型尺度。本条文根据近年来我国液化天然气码头的运营经验对港作拖船的配备要求进行调整。

6 泊位通过能力

6.0.1 净卸船时间 (t_z) 参考取值范围 14~24h, 系参考目前运营的 145000m³~266000m³LNG 船舶配置 3~4 台 DN400 以上液相卸船臂卸船计算所得。

对于船舶各项装卸辅助作业时间之和 (t_f) 中的各单项操作时间, 国内某 LNG 接收站实际的营运参数见下表。

各单项作业时间

序号	操作环节	所需时间 (h)	备注
1	进港引航	1	
2	系泊	0.5~1	
3	联检	1.5	包括等待联检时间
4	接驳卸料臂	1~1.5	
5	应急系统测试	0.15	
6	冷却	1.5	
7	应急系统测试	0.15	冷态
8	吹扫、脱开卸料臂	3~3.5	
9	联检、办理手续	1.5	包括等待联检时间
10	离泊	0.5	
11	离港引航	1	

候潮、候流时间 (t_p) 的确定由于各港相差较大, 难以具体规定。一般通过绘制单项操作流程图求得可能的相邻两个航次间的时间间隔。

7 水工建筑物

7.1 建筑物结构安全等级与抗震设防标准

7.1.2 本条文是基于护岸的安全是否危及储罐及管线设备的安全而规定的。

7.1.3 由于液化天然气码头属于生命线工程，因此，本条文明确液化天然气码头抗震设防采用的地震动参数应根据专项地震安全性评价结果确定，但不得低于现行地震动参数区划图确定的数值。

7.1.4 目前国内外均没有 LNG 码头工程的抗震验算标准，本条主要是根据本次修订《地震作用及抗震验算方法研究》主要结论和参照 NFPA59A-2006 关于储罐的标准制定的。OBE 和 SSE 两种工况的承载能力极限状态验算均包括抗震稳定和承载力验算。

7.2 外荷载作用的计算取值

7.2.3 根据国外液化天然气码头的船舶靠泊操作规范，船舶实际靠泊码头的法向速度均按小于等于 10cm/s 控制。考虑到液化天然气码头的重要性，适当增加码头结构在正常靠泊条件下的安全富裕量，以及在一些异常情况下的安全储备，设计靠泊法向速度提高到 15cm/s。

7.3 结构变形

7.3.1 根据国内已投产 LNG 项目的情况，为避免 LNG 管线出现泄漏

事故，管线设计与码头工作平台及引桥等结构的设计要充分重视专业间的相互协调关系，制定明确的变形限制要求。

7.4 贮罐区护岸

7.4.3 目前规范对不同结构安全等级的建筑物，其强度及稳定性要求的差异通过结构重要性系数的不同来体现。但斜坡堤护面块体重量要求对不同结构安全等级是没有区别的，为了强调一级斜坡堤结构的重要性，考虑适当提高设计波高的累积频率取 4%。

8 接收站陆域形成

国内外至今尚无接收站陆域形成的设计规范，本规范新增本章内容，以便对接收站的陆域形成及地基处理做出原则性规定。广义的接收站陆域形成包括护岸工程、场地开挖与回填、地基处理、地面排水等，如有开山的还包括边坡工程。护岸工程的设计本规范 7.4 节及国家现行有关标准已有规定，地面排水工程、边坡工程的设计也有国家现行标准，本章不做专门规定。

8.0.3 接收站陆域场地的沉降标准、承载力要求应结合接收站不同区域的功能要求确定。为便于设计时具体工程具体对待，本规范不对承载力、残余沉降量和不均匀沉降量做出具体的数值规定。

9 码头安全设施

9.1 一般规定

9.1.2 为做到对可燃气体或低温液体的泄漏早期发现和报警，在作业过程中可能泄漏液化天然气的场所，如工作平台、操作平台、装卸臂和阀门区等，设置可燃气体检测报警仪是必要的。

9.1.7 较多的液化天然气泄漏后，一部分迅速气化，其余的仍然保持液态，气化产生的气云十分危险，遇到火源立刻燃烧甚至爆炸，且低温天然气云的密度与常温空气相仿，很容易随风飘荡，更加大了燃烧爆炸的危险性，因此，对泄漏的液化天然气应进行收集与处置。

配备高倍数泡沫系统的主要目的是对泄漏的液化天然气进行覆盖隔热，以减缓气化速度、减少和防止气云的形成。着火时高倍数泡沫不能灭火，但可以降低热辐射量。

9.1.8 警戒船主要用于监视 LNG 船周围水面，防止无关船舶靠近、穿越码头水域。

9.2 消防设施

9.2.1 液化天然气码头消防设施既要保证码头本身的安全，还要对停靠码头的液化天然气船舶提供灭火帮助。相对于普通油船，液化天然气船舶的安全记录更高，其灭火系统更加完善，因此，当船舶发生火灾时，主要依靠自身的灭火系统扑灭火灾，码头消防设施可以对起火船舶提供帮助。

9.2.2 消防设施系指灭火系统、冷却系统和隔断系统的总成。在发生

火灾时，可以灭火、降温、隔断，防止火势扩大，也可以在液化天然气泄漏时对气云进行驱散，防止起火爆炸。

9.2.3 与液化石油气相仿，适用于液化天然气火灾的主要灭火剂是干粉，因此，在液化天然气码头配备干粉灭火系统是十分必要的。发生天然气火灾后，首先必须尽快切断气源，随后立即喷水冷却。在确认气源已断绝后，方可喷射干粉灭火。根据国家标准《固定消防炮灭火系统设计规范》（GB 50338）的有关规定，消防炮的数量不应少于两门。

9.2.4 固定式远控消防水炮是液化天然气码头的主要消防冷却设施，在火灾发生时能对船舶的甲板面、储罐或码头工艺设施进行喷水冷却。由于雾状水具有比圆柱充实密集水流更好的冷却和窒息效果、对可燃气体具有吹灭和乳化灭火的作用、具有良好的隔绝热辐射效果，因此，规定水炮配备直流—水雾两用喷嘴。

停靠码头的液化天然气船舶起火时，可由码头消防炮和消防船或消拖两用船共同喷水冷却，以保证船舶主甲板面和储罐均能被冷却。

起火船舶的冷却水供给强度系参考现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》（GB 50160-92，1999年版）确定的。 $6\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 的冷却水供给强度介于《装卸油品码头防火设计规范》（JTJ 237-99）所规定的液化石油气船着火罐 $10\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 、邻近罐 $5\text{L}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ 两者之间，主要理由如下：

与常温压力式液化石油气船不同，液化天然气船均采用全冷冻式储罐，此类储罐具有比较厚的隔热层，且安全设施齐全，因此，起火后需要的冷却水量相对较少。

由于消防炮喷水无法抵达液化天然气储罐在甲板面以下的部分，因此规定仅需对甲板面以上的储罐露出部分进行冷却。

9.2.5 液化天然气船舶发生火灾时，大量的辐射热会使消防人员难于灭火作业，并会对码头上的工艺设施、消防设备造成损害，完善的水幕系统对隔绝热辐射、保护码头设备有着十分重要的作用。为确保水幕的隔断效果，特规定了垂直方向覆盖范围的要求。

9.2.6 关于船岸连接法兰。国际海事组织(IMO)于2000年12月5日以MSC.98(73)号决议通过了《国际消防安全系统规则》(以下简称FSS规则)。该规则已于2002年7月1日生效，且为强制性规则。我国是SOLAS安全公约的缔约国，因此，该规则对我国具有约束力。该规则规定所有船舶均应配备国际通岸接头(International Shore Connexion)，该接头的具体标准详见现行国家标准《船用消防接头》(GB/T 2031-1994)。在船舶发生火灾时为能确保码头向船舶供给消防水，需要规定在码头设置船岸连接法兰，该法兰应当可以与船上的国际通岸接头相连接。

关于报警系统和气体灭火系统的设置。码头控制室和配电间是液化天然气码头的中枢和动力中心，一旦发生火灾将会引发较大损失，为保证安全起见，提出了设置火灾自动报警系统和气体灭火系统的要求。之所以没有规定采用自动气体灭火系统，主要是考虑到控制室往往有人值班，一旦发生火警并自动启动气体灭火系统，会对工作人员的人身安全形成威胁。若采用自动气体灭火系统，在有人值班时将系统切换至手动状态以策安全。

关于消防船或消拖两用船(以下统称消防船)。消防船在扑救液化天然气船舶、码头的火灾中，具有机动、灵活的优点，能有效保护消防人员的安全，并且可以直接取用海水或江水，水源十分充足，因此，液化天然气码头配备消防船十分重要。如果码头所需的消防船均为租用而来，受到现役消防船消防性能的限制，不可能提出过高的要

求，因此对此类船舶的对外消防性能提出的要求与《装卸油品码头防火设计规范》（JTJ 237-99）相同。而对于业主自建的消防船达到第 1 类消防船（即 Fire Fighting Ship 1）的技术要求，见《钢质海船入级规范》的有关规定。

9.3 通信和导航设施

9.3.2 本条文是根据 SIGTTO 《LNG OPERATIONS IN PORT AREAS》制订的，LNG 船舶配置有与码头有线通信的专用接口，是 LNG 船舶装卸的特殊要求。

9.3.5 根据 SIGTTO 《LNG OPERATIONS IN PORT AREAS》，LNG 船舶在港口航行需要配备带电子海图和 DGPS 的电子引航设施，本条文根据我国实际情况做了修订，根据通航环境来确定是否配备带电子海图和 DGPS 的电子引航设施。

9.4 附属设施

9.4.1 靠泊辅助系统主要对液化天然气船舶靠泊时的移动速度、距离、夹角进行监测；缆绳张力监测系统主要对液化天然气船舶系泊时所有缆绳的受力状况进行实时监测，并具有缆绳张力超限报警的功能；环境条件监测系统主要对液化天然气船舶系泊时的风、浪、流、潮位等状况进行监测，并能在码头控制室的计算机控制中心即时显示观测数值，当环境因素超过允许作业条件时，立即发出警报。