

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—2021

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:2021年10月1日

人民交通出版社股份有限公司

2021·北京

交通运输部关于发布 《液化天然气码头设计规范》的公告

2021 年第 55 号

现发布《液化天然气码头设计规范》(以下简称《规范》)。《规范》为水运工程建设强制性行业标准,标准代码为 JTS 165—5—2021,自 2021 年 10 月 1 日起施行,《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2016)同时废止。

《规范》由交通运输部水运局负责管理和解释,实施过程中具体使用问题的咨询,由主编单位中交第四航务工程勘察设计院有限公司答复。《规范》文本可在交通运输部政府网站水路运输建设综合管理信息系统“水运工程行业标准”专栏(mwtis.mot.gov.cn/syportal/sybz)查询和下载。

《规范》第 3.0.9 条、第 5.3.2 条、第 5.3.4 条、第 5.4.3 条、第 7.1.1 条和第 9.4.1 条中的黑体字部分为强制性条文,必须严格执行。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2021 年 8 月 26 日

修订说明

《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2016)发布施行以来,对促进我国液化天然气码头建设发展,保障工程质量安全等方面发挥了重要作用。近年来随着液化天然气应用的推广,我国通过水路进口液化天然气需求快速增长,沿海液化天然气码头发展迅速,内河液化天然气码头也逐步出现。2018年,交通运输部发布了《船舶载运危险货物安全监督管理规定》(交通运输部令2018年第11号),对载运散装液化天然气船舶进出港口和在港停泊、作业护航、安全距离等安全保障措施做出了相关规定。为适应液化天然气码头建设发展需求,与相关管理要求做好衔接,交通运输部水运局组织中交第四航务工程勘察设计院有限公司等单位,在总结现行规范使用情况和国内外工程建设实践经验的基础上,通过深入调查研究、广泛征求意见和反复修改完善,对《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2016)进行了局部修订,形成新版《液化天然气码头设计规范》。

本规范共分9章1个附录,并附条文说明,主要包括码头选址、设计环境条件、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。本次修订的主要内容有:

- 1 规范的适用范围涵盖了停泊浮式储存再气化装置和浮式储存装置的码头。
- 2 增加了液化天然气码头前沿停泊水域长度设计的相关要求。
- 3 按照陆上储罐罐容大小规定液化天然气码头与陆上储罐的净距。
- 4 调整了液化天然气码头泊位长度设计的相关要求。
- 5 删除了关于移动安全区设置的相关规定。
- 6 删除了液化天然气船舶装卸作业时对值守和监护船舶的相关规定。
- 7 增加了液化天然气码头在夜间作业时的照度规定。
- 8 调整了液化天然气码头消防设计的相关要求。

本规范第3.0.9条、第5.3.2条、第5.3.4条、第5.4.3条、第7.1.1条和第9.4.1条中的黑体字部分为强制性条文,必须严格执行。

本规范的主编单位为中交第四航务工程勘察设计院有限公司,参编单位为陕西省燃气设计院有限公司、中国船级社武汉规范研究所、交通运输部水运科学研究院。本规范编写人员的分工如下:

- 1 总则:卢永昌 张 勇
- 2 术语:张 勇 覃 杰
- 3 码头选址:张 勇 谢华东 麦宇雄 王红尧 纪永波
- 4 设计环境条件:张 勇 谷文强
- 5 平面设计:张 勇 谢华东 麦宇雄 王红尧 韩国军 郭宗华 吴顺平

纪永波 李 坤

6 泊位通过能力:孙红彦

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

9 码头安全设施:贾 镇 黄炎潮 郭宗华 纪永波 吴顺平 李 坤

附录 A:张 勇

本规范于2020年7月20日通过部审,2021年8月26日发布,自2021年10月1日起施行。

本规范由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见,请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:广州市海珠区沥滘路292号中交南方设计大厦,中交第四航务工程勘察设计院有限公司,邮政编码:510290),以便再修订时参考。

修订说明

本规范是根据《交通运输部关于下达 2013 年水运工程建设标准制定、修订项目计划的通知》(交水发[2013]462 号)要求,由交通运输部水运局组织中交第四航务工程勘察设计院有限公司等单位在《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2009)基础上,通过深入调查研究和总结工程经验,经广泛征求意见、反复修改而成。

《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2009)自 2010 年 1 月实施以来,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。随着近几年我国液化天然气应用的不断发展,运输船舶多样化趋势明显,内河运输需求强烈,原规范的适用范围和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,根据当前液化天然气应用发展的需要,并结合液化天然气码头建设经验,对《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2009)进行了全面修订。

本规范共分 9 章和 1 个附录,并附条文说明,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。本次修订的主要内容有:

1. 增加了内河液化天然气码头设计的相关规定与要求。
2. 增加了靠泊舱容 80000m³ 以下船舶的液化天然气码头设计相关规定与要求。
3. 增加了船舶装卸作业时的允许运动量限值。
4. 增加和调整了液化天然气码头安全间距的规定和要求,调整了液化天然气码头靠船墩中心距设计要求,调整了进出港航道尺度确定方法。
5. 调整了液化天然气船舶在海港进出港航道航行时的交通管制和护航要求。
6. 调整了液化天然气码头拖轮配置数量的规定。
7. 调整了泊位通过能力计算公式。
8. 增加和调整了液化天然气码头消防设计的相关要求。

本规范第 3.0.3 条、第 3.0.9 条、第 5.3.2 条、第 5.3.4 条、第 5.4.3 条、第 7.1.1 条、第 9.1.8 条、第 9.2.2 条、第 9.3.4 条和第 9.4.1 条中的黑体字部分为强制性条文,必须严格执行。

本规范的主编单位为中交第四航务工程勘察设计院有限公司,参编单位为中国海洋石油总公司、中交第二航务工程勘察设计院有限公司、中国船级社武汉规范研究所。本规范编写人员的分工如下:

- 1 总则:王汝凯
- 2 术语:王汝凯
- 3 码头选址:王汝凯 卢永昌 王炜正

- 4 作业条件:张 勇 王炜正
- 5 平面设计:张 勇 王汝凯 谢华东 韩国军 王炜正 潘和顺 甘少炜
石国政
- 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
- 9 码头安全设施:贾 镇 王 波 黄炎潮 欧阳怀安

附录 A:王汝凯

本规范于2015年12月10日通过部审,于2016年9月22日发布,自2016年11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。请各单位在执行过程中,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,电子邮箱:sys616@mot.gov.cn)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	设计环境条件	(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	(8)
5.7	锚地	(10)
5.8	港作船舶	(10)
6	泊位通过能力	(11)
7	水工建筑物	(12)
7.1	结构安全等级、抗震设防和变形	(12)
7.2	作用力计算参数的取值	(12)
7.3	储罐区护岸	(13)
8	接收站陆域形成及地基处理	(14)
8.1	陆域形成	(14)
8.2	地基处理	(14)
9	码头安全设施	(15)
9.1	通用设施	(15)
9.2	消防设施	(15)
9.3	通信和导航设施	(17)
9.4	附属设施	(17)
附录 A	本规范用词说明	(18)
	引用标准名录	(19)
	附加说明 本规范主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(20)

《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2016)主编单位、参编单位 和主要起草人名单	(22)
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,有效控制液化天然气码头工程质量和安全,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、浮式储存再气化装置和浮式储存装置的进出港、靠离泊和装卸作业中的各环节安全进行风险评估。

1.0.4 液化天然气码头的设计除应符合本规范的规定外,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

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

2.0.2 液化天然气船舶 LNG Carrier

运输散装液化天然气的专用船舶。

2.0.3 浮式储存再气化装置 Floating Storage and Regasification Unit

靠泊在码头的可自航浮式设施,其从液化天然气船舶或其他液化天然气生产设施接收液化天然气,并设有液化天然气储存、再气化和传输到陆上设施或液化天然气船舶的系统,简称 FSRU。

2.0.4 浮式储存装置 Floating Storage Unit

靠泊在码头的可自航浮式设施,其从液化天然气船舶或其他液化天然气生产设施接收液化天然气,并设有液化天然气储存和传输到陆上设施或液化天然气船舶的系统,简称 FSU。

2.0.5 液化天然气码头 LNG Port and Jetty

为液化天然气船舶、浮式储存再气化装置和浮式储存装置提供靠离泊和装卸作业的码头。

2.0.6 液化天然气接收站 LNG Receiving Terminal

液化天然气储存、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符合城市规划和港口总体规划。
- 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 液化天然气码头应与人口密集的区域保持必要的安全距离,安全距离应由安全评估确定。
- 3.0.4 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。
- 3.0.5 液化天然气码头宜选在交通方便和易于疏散的地点。
- 3.0.6 海港液化天然气码头宜选在满足液化天然气船舶不乘潮通航要求的水域,不满足时应做专门论证。
- 3.0.7 海港液化天然气码头不宜选在进出港航道较长和船舶密度较大的港址,当无其他选择时,应进行专项评估,并提出减缓或消除其不利影响的有效措施。
- 3.0.8 在孤岛上建设液化天然气码头时,应设置人员安全进入和撤离等对外交通设施。
- 3.0.9 液化天然气码头严禁选在存在晚近期活动性断裂地段。
- 3.0.10 河港液化天然气码头选址应与内河航道、通航建筑物和过河建筑物的建设和规划相衔接,并应符合现行国家标准《内河通航标准》(GB 50139)的有关规定。
- 3.0.11 河港液化天然气码头选址应进行河床演变分析,考虑现有和规划的水库、闸坝、桥梁等对河床冲淤的不利影响,并应考虑河床演变对航行安全的影响。
- 3.0.12 河港液化天然气码头宜选在河势、河床和河岸稳定,水流平顺,水深适宜,水域面积足够,具备船舶方便、安全靠离泊及锚泊条件的河段。
- 3.0.13 液化天然气码头宜选在接收站热交换水取排方便的地区。

4 设计环境条件

4.0.1 液化天然气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码头作业全过程的有关气象、水文条件确定。

4.0.2 液化天然气码头设计环境条件宜符合表 4.0.2 的规定。

表 4.0.2 液化天然气码头设计环境条件

船舶或装置舱容 $V(\text{m}^3)$	作业阶段	风速 (m/s)	波高 (m)		波浪平均 周期 $T(\text{s})$	能见度 (m)	流速 (m/s)	
			横浪 $H_{4\%}$	顺浪 $H_{4\%}$			横流	顺流
$V \geq 80000$	靠泊	≤ 15	≤ 1.2	≤ 1.5	≤ 7	≥ 1000	< 0.5	< 1.0
	装卸作业	≤ 15	≤ 1.2	≤ 1.5		—	< 1.0	< 2.0
	系泊	≤ 20 (< 30)	≤ 1.5	< 2.0		—	≤ 1.0	< 2.0
$40000 \leq V < 80000$	靠泊	≤ 15	≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 7	≥ 1000	< 0.5	< 2.0
	装卸作业	≤ 15	≤ 1.0	≤ 1.2		—	< 1.0	< 2.0
	系泊	≤ 20 (< 30)	≤ 1.2	< 1.5		—	≤ 1.0	< 2.0
$10000 \leq V < 40000$	靠泊	≤ 15	≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 6	≥ 1000	< 0.5	< 2.0
	装卸作业	≤ 15	≤ 0.8	≤ 1.0		—	< 1.0	< 2.0
	系泊	≤ 20 (< 30)	≤ 1.0	< 1.2		—	≤ 1.0	< 2.0
$V < 10000$	靠泊	≤ 15	≤ 0.8	≤ 1.0	≤ 6	≥ 1000	< 0.5	< 2.0
	装卸作业	≤ 15	≤ 0.6	≤ 0.8		—	≤ 0.5	< 2.0
	系泊	≤ 20 (< 30)	≤ 0.8	< 1.0		—	≤ 1.0	< 2.0

注:①表中横浪指与船舶或装置的夹角大于或等于 15° 的波浪,小于 15° 的为顺浪;横流指与船舶或装置的夹角大于或等于 15° 的水流,小于 15° 的为顺流;

②表中 $H_{4\%}$ 为波列累积频率 4% 的波高;

③表中流速为垂线平均流速;

④波浪平均周期大于表中限值时应作专门论证;

⑤根据码头具体环境条件、防冲和系缆设施条件,经论证表中数值可适当增减,必要时应通过模型试验验证;

⑥浮式储存再气化装置和浮式储存装置在码头系泊时的设计风速采用括号内的数值,该风速为码头所在位置的 30s 平均最大风速。表中其他风速为码头所在位置的 10min 平均最大风速。

4.0.3 液化天然气船舶或装置系泊时的允许风速、波高和流速应符合表 4.0.2 的规定。当风速、波高任一项预报超过表 4.0.2 规定的系泊标准限制值时,液化天然气船舶或装置应提前离泊。

4.0.4 有条件时,液化天然气码头装卸作业设计环境条件可根据表 4.0.4 的允许运动量通过船舶或装置系泊模型试验确定。

表 4.0.4 液化天然气船舶或装置装卸作业的允许运动量

船舶或装置容量 $V(\text{m}^3)$	允许运动量					
	纵移(m)	横移(m)	升沉(m)	横摇($^\circ$)	纵摇($^\circ$)	回转($^\circ$)
$V \geq 80000$	2.0	2.0	—	2.0	—	2.0
$40000 \leq V < 80000$	2.0	2.0	—	2.0	—	2.0
$10000 \leq V < 40000$	2.0	2.0	—	3.0	—	2.0
$V < 10000$	2.0	2.0	—	3.0	—	2.0

注:表中允许运动量除横移为单方向幅度最大值外,其他均为两个方向的幅度值之和。

5 平面设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 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或装置航行、靠离泊和装卸作业的影响。
- 5.1.2 液化天然气船舶或装置与液化烃船舶可共用泊位。
- 5.1.3 液化天然气码头平面布置宜考虑扩建的可能性,并可根据需要考考虑液化天然气装船外运的可能性。

5.2 码头水域

- 5.2.1 海港液化天然气船舶或装置制动段宜按进港方向的直线布置。当布置有困难时,可布置在曲线上,但曲率半径不得小于5倍设计船长或装置长度。液化天然气船舶或装置制动距离可取4倍~5倍设计船长或装置长度。
- 5.2.2 海港液化天然气码头回旋水域应设在方便船舶或装置进出港口和靠离码头的位置。回旋水域的回旋圆直径不宜小于2.5倍设计船长或装置长度。当布置较困难且水流流速较小时,回旋圆直径不应小于2倍设计船长或装置长度。受水流影响较大的港口,回旋水域可采用椭圆形布置,可加长沿水流方向的长度至不小于3倍设计船长或装置长度。
- 5.2.3 液化天然气码头前沿停泊水域长度不应小于码头长度,且不宜小于1.1倍设计船长或装置长度。
- 5.2.4 河港液化天然气码头前沿停泊水域不得占用主航道,水流平缓河段码头前沿停泊水域宽度可取2倍设计船宽或装置宽度,水流较急河段可取2.5倍设计船宽或装置宽度。
- 5.2.5 河港液化天然气码头回旋水域,宜布置在方便船舶进出港口和靠离码头的位置。回旋水域沿水流方向的长度不宜小于2.5倍设计船长或装置长度,当流速大于1.5m/s时回旋水域长度可适当加大。垂直水流方向的宽度不宜小于1.5倍设计船长或装置长度。当回旋水域占用航行水域时,应保证航行安全。

5.3 泊位布置

- 5.3.1 液化天然气码头泊位的平面布置,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 液化天然气码头与陆上储罐间净距不应小于表5.3.2规定的数值。

表 5.3.2 液化天然气码头与陆上储罐间净距(m)

液化天然气储罐单罐容量 $V(\text{m}^3)$	净距(m)
$V > 100000$	150
$50000 < V \leq 100000$	100
$10000 < V \leq 50000$	70
$V \leq 10000$	55

注:①净距是指码头工作平台前沿线、液化天然气船舶或装置与储罐外壁的最小间距;

②当码头双侧靠船时,内档靠泊设计船型船舶或装置外轮廓线与陆上储罐外壁的最小净距也应满足本表要求。

5.3.3 液化天然气码头至陆上储罐的最大净距应根据液化天然气船泵能力及经济、技术条件综合确定。

5.3.4 液化天然气泊位与液化烃、油品或液体化学品以外的其他货类泊位的船舶间净距,海港不应小于 200m,河港不应小于 150m。

5.3.5 液化天然气泊位与工作船舶泊位的船舶间净距不应小于 150m。

5.3.6 相邻的液化天然气泊位,或相邻的液化天然气泊位与液化烃泊位,其船舶间净距不应小于 0.3 倍最大设计船长,且不应小于 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。

5.3.7 当液化天然气泊位与油品或液体化学品泊位相邻布置时,其船舶间净距不应小于 0.3 倍最大设计船长,且不应小于 45m。

5.3.8 采用平台两侧靠船布置的液化天然气码头或者一侧布置液化天然气泊位另一侧布置液化烃泊位时,两侧泊位的船舶间净距不宜小于 60m。

5.3.9 液化天然气船舶或装置在海港系泊时,液化天然气船舶或装置与航道边线的净距不应小于 100m;在河港系泊时,液化天然气船舶或装置与航道边线的净距不应小于 50m。

5.3.10 海港液化天然气船舶或装置停靠码头时船艏宜朝向有利于船舶或装置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、装置尺度和自然条件计算确定。设计船型和装置船型可通过分析论证确定,也可按照现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)选用相应等级的船型。

5.4.2 码头前沿顶高程应按现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)或《河港总体设计规范》(JTS 166)的有关规定确定。

5.4.3 海港液化天然气码头前沿设计水深应按保证满载设计船舶或装置在当地理论最低潮面时安全停靠计算确定,河港液化天然气码头前沿设计水深应按保证满载设计船舶或装置在码头设计低水位时安全停靠计算确定。

5.4.4 码头前沿设计水深计算中的各项富裕深度应按现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)或《河港总体设计规范》(JTS 166)的有关规定选取。

5.4.5 码头泊位长度应满足液化天然气船舶或装置安全靠泊、离泊和系泊作业的要求,

可取 1.0 倍~1.3 倍设计船长或装置长度。必要时,应通过模型试验优化确定,但不宜小于 1 倍设计船长或装置长度。

5.4.6 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 25%~45%。必要时,应通过船岸匹配性论证确定两墩中心间距。当停靠船型差别较大时,可设置辅助靠船墩。

5.4.7 液化天然气码头的系缆设施宜对称布置。

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

5.4.9 液化天然气码头宜设置登船梯。

5.4.10 液化天然气码头宜布置工作船泊位,或利用已有工作船泊位。

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《海港总体设计规范》(JTS 165)的有关规定。

5.5.2 直接掩护罐区的护岸防浪墙顶高程可根据护岸形式分别按下列方法估算,且不应低于当地城市防洪标准。必要时护岸防浪墙顶高程应通过模拟试验确定。

5.5.2.1 斜坡式护岸防浪墙顶高程可按下式估算:

$$Z_c = EHWL + R_{1\%} + \Delta \quad (5.5.2-1)$$

式中 Z_c ——防浪墙顶高程(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 ——富裕值(m),根据使用要求可取 0m~1m。

5.5.2.2 直立式护岸防浪墙顶高程可按下式估算:

$$Z_c = EHWL + \eta_{\max} + \Delta \quad (5.5.2-2)$$

式中 Z_c ——防浪墙顶高程(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 $H_{1\%}$ 波浪在静水面以上的波峰面高度(m);

Δ ——富裕值(m),根据使用要求可取 0m~1m。

5.5.3 当护岸内侧设有排水设施时,经论证,防浪墙顶高程可适当降低。

5.5.4 当液化天然气码头紧靠防波堤布置时,防波堤的防浪墙顶高程可根据防波堤形式分别按式(5.5.2-1)或式(5.5.2-2)估算。

5.5.5 当堤前水深大,且波浪较大时,直立式防波堤内侧堤身不宜兼作液化天然气泊位。

5.6 进出港航道

5.6.1 海港液化天然气船舶或装置进出港航道通航宽度应包括航迹带宽度、船舶间富裕宽度、船舶或装置与航道底边线间的富裕宽度。液化天然气船舶或装置单线航道通航宽度可按式(5.6.1-1)计算,液化天然气船舶或装置与其他船舶会遇时的航道通航宽度可按

式(5.6.1-2)计算。航道较长、自然条件较复杂或船舶定位较困难时,可适当加宽;自然条件和通航条件较有利时,经论证可适当缩窄。

$$W = A + 2c \quad (5.6.1-1)$$

$$W = c_1 + A_1 + b + A_2 + c_2 \quad (5.6.1-2)$$

$$A = n(L\sin\gamma + B) \quad (5.6.1-3)$$

式中 W ——航道通航宽度(m);

A ——航迹带宽度(m),按式(5.6.1-3)计算;

c ——船舶或装置与航道底边间的富裕宽度(m),航速小于或等于6kn, c 取设计船型或装置的型宽 B ;航速大于6kn, c 取 $1.5B$;

A_1, A_2 ——液化天然气船舶或装置和会遇船舶的航迹带宽度(m);

c_1 ——液化天然气船舶或装置与航道底边间的富裕宽度(m),航速小于或等于6kn, c 取设计船型或装置的型宽 B ;航速大于6kn, c 取 $1.5B$;

c_2 ——会遇船舶与航道底边间的富裕宽度(m),按现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)的有关规定确定;

b ——船舶间富裕宽度(m),取液化天然气船舶或装置和会遇船舶型宽 B 的较大值,当船舶交会密度较大时,船舶间富裕宽度可适当增加;

n ——船舶或装置漂移倍数,采用表5.6.1中的数值;

L ——设计船长或装置长度(m);

γ ——风、流压偏角($^\circ$),采用表5.6.1中的数值;

B ——设计船型或装置的型宽(m)。

表 5.6.1 船舶或装置漂移倍数 n 和风、流压偏角 γ 值

风力	横风 ≤ 7 级					
	横流 V (m/s)	$V \leq 0.10$	$0.10 < V \leq 0.25$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.75 < V \leq 1.00$
n		1.81	1.75	1.69	1.59	1.45
γ ($^\circ$)		3	5	7	10	14

注:①斜向风、流作用时,可近似取其横向投影值查表;

②考虑避开横风或横流较大时段航行时,经论证,航迹带宽度可缩小。

5.6.2 海港液化天然气码头的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,航道设计水深计算中的各项富裕深度应按现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)的有关规定确定。

5.6.3 河港液化天然气码头前沿停泊水域紧邻主航道时,可不设专用进出港航道。挖入式港池与河流或湖区主航道间应设进出港航道。当在河流汊道内布置码头时,码头上游或下游汊道应按进出港航道设计。

5.6.4 河港液化天然气码头的进出港航道尺度设计应符合现行国家标准《内河通航标准》(GB 50139)的有关规定,进出港航道设计水深的计算基准面应采用设计最低通航水位。

5.6.5 影响航道尺度的因素复杂时,航道通航宽度应进行船舶操纵模拟试验验证,必要

时应结合实船观测等方式确定航道通航宽度。

5.7 锚 地

5.7.1 海港液化天然气码头应设置应急锚地。应急锚地可与油气化学品运输船舶共用,且与非危险品船舶锚地的安全净距不应小于1000m。锚位的布置和尺度应符合现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)和《海港锚地设计规范》(JTS/T 177)的有关规定。

5.7.2 河港液化天然气码头应设置应急锚地。应急锚地可与油气化学品运输船舶共用,且与非危险品船舶锚地的安全净距不应小于1100m。锚位的布置和尺度应符合现行行业标准《河港总体设计规范》(JTS 166)的有关规定。

5.8 港作船舶

5.8.1 海港液化天然气船舶或装置靠泊和离泊时宜配备全回转型拖轮协助作业。拖轮的总拖力应按现行行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165)的有关规定确定。

5.8.2 海港液化天然气船舶或装置靠离泊时,应根据港口设计环境条件配置足够的拖轮协助作业。

5.8.3 河港液化天然气码头拖轮配置应根据实际情况确定。

5.8.4 当液化天然气码头风、浪、流等作业条件复杂时,港作拖轮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 液化天然气泊位的年通过能力可按下列公式估算：

$$P_t = \frac{T_y A_p t_d}{t_x + t_f + t_h} G \quad (6.0.1-1)$$

$$t_x = \frac{G}{p} \quad (6.0.1-2)$$

- 式中 P_t ——泊位的年设计通过能力(t/a)；
 T_y ——泊位年可营运天数(d/a)；
 A_p ——泊位有效利用率(%),应根据年运量、到港船型、装卸效率、泊位数、泊位的年可营运天数、船舶在港费用和港口投资及营运费用等因素综合确定,可取55%~70%；
 t_d ——昼夜小时数(h/d),取24h/d；
 G ——设计船型的装卸量(t)；
 t_x ——装卸一艘设计船型所需的时间(h)；
 t_f ——船舶的装卸辅助作业时间(h),是指在泊位上不能同装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_h ——候潮、候流或不在夜间进出航道和靠泊、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；
 p ——设计船时效率(t/h),按船型、设备能力和营运管理等因素综合分析确定。

7 水工建筑物

7.1 结构安全等级、抗震设防和变形

- 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宜采用二级。
- 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,且不得低于现行国家标准《中国地震动参数区划图》(GB 18306)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列两种工况验算。
- 7.1.4.1 操作基准地震工况应采用50年超越概率10%的地震作用水准作为设计地震,进行承载能力极限状态验算,结构重要性系数应按水工建筑物一级采用1.1。当需控制结构变形时,尚应对结构变形进行专题论证。
- 7.1.4.2 安全停运地震工况应采用50年超越概率2%的地震作用水准作为设计地震,进行承载能力极限状态验算,结构重要性系数可采用1.0。
- 7.1.5 防波堤和不直接掩护罐区的护岸抗震设防标准应符合现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTS 146)的有关规定。
- 7.1.6 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。

7.2 作用力计算参数的取值

- 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结构设计风速宜取10min平均最大风速。工作平台和栈桥面以上的管架等结构承载能力极限状态的设计风速宜取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《港口与航道水文规范》(JTS 145)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按现行行业标准《港口工程荷载规范》(JTS 144—1)的规定取上限值,且不应小于15cm/s。80000m³及以上的液化天然气船舶或装置,靠泊角度不应大于6°;80000m³以下的液化天然气船舶或装置,靠泊角度不应大于10°。
- 7.2.4 液化天然气码头护舷的面压不应大于200kPa。

7.3 储罐区护岸

7.3.1 直接掩护储罐区的护岸设计波浪要素重现期应采用 100 年。

7.3.2 承载能力极限状态计算时,斜坡式护岸的胸墙、堤顶方块,直立式护岸的堤身的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%。

7.3.3 计算斜坡式护岸护面块石、护面块体和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

8.1 陆域形成

- 8.1.1 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、场区周围地形和防洪防潮要求等因素综合确定,并应考虑与远期规划的衔接。
- 8.1.2 陆域形成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、地基处理方案及施工条件等因素,经技术经济论证后确定。
- 8.1.3 陆域形成应做好临时排水,满足地下水、地表水的排放要求,有条件时可结合接收站的永久性排水设施设置。

8.2 地基处理

- 8.2.1 当接收站场地陆域形成后地基条件不符合上部建筑物、构筑物结构要求时,应进行地基处理。
- 8.2.2 接收站场地的地基处理方案应结合当地自然条件、材料来源、使用要求、建设工期、工程经验和技术水平等,综合分析确定。当利用新近沉积的软弱土层或新近吹填土,或需要填方的软弱土层作为场地内建筑物、构筑物的地基时,宜进行场地预处理。
- 8.2.3 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场区相应的建筑物、构筑物的使用要求。

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。报警仪应满足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,及时发出声光报警的要求。
- 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工业电视系统。
- 9.1.6 液化天然气码头应设置个人防护用品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,且应与该系统配套设置高倍数泡沫灭火系统。高倍数泡沫灭火系统的设计应符合现行国家标准《泡沫灭火系统设计规范》(GB 50151)的有关规定。
- 9.1.8 液化天然气码头应设置夜间警示灯。
- 9.1.9 液化天然气码头的平均照度不应低于 15lx,其水平照度均匀度不应低于 0.25。液化天然气码头有夜间作业要求时,码头局部照明照度宜符合表 9.1.9 的规定。

表 9.1.9 码头局部照明照度表

场所或位置	参考高度或平面	照度标准值(lx)	水平照度均匀度
工艺阀组区	操作位高度	100	0.40
现场仪表	测控点高度	75	0.40
装卸设备操作位	操作位高度	75	0.40
系缆操作区	码头面	30	0.25

9.2 消防设施

- 9.2.1 液化天然气码头应配备远控消防水炮、水幕系统、水喷雾系统、干粉灭火系统、高倍数泡沫灭火系统等固定式消防设施。
- 9.2.2 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或装置火灾的要求。
- 9.2.3 液化天然气码头配置的干粉灭火系统应符合下列规定。
- 9.2.3.1 每个泊位的干粉灭火系统至少应包括 2 门干粉炮、2 支干粉枪。
- 9.2.3.2 干粉炮的射程应覆盖码头工作平台装卸区范围。干粉炮的额定射程不应小

于所需射程的 1.1 倍。

9.2.3.3 干粉连续供给时间不应小于 60s。

9.2.3.4 干粉储备量应符合现行国家标准《干粉灭火系统设计规范》(GB 50347)和《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB 50338)的有关规定。

9.2.4 液化天然气码头配置的消防水炮应符合下列规定。

9.2.4.1 应配置不少于 2 台固定式远控消防水炮。

9.2.4.2 消防水炮的射程应覆盖设计船型的装卸管汇区和码头工作平台装卸区范围。消防水炮的额定射程不应小于所需射程的 1.1 倍。

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水量要求,码头消防炮的水量比例不应小于 50%。

9.2.4.4 起火船舶着火罐(舱)及邻罐(舱)均应喷水冷却,供给强度不宜小于 $4L/(\min \cdot m^2)$,冷却面积宜取设计船型最大储罐(舱)甲板以上部分的表面积加邻近储罐(舱)甲板以上部分的表面积的 50%。

9.2.4.5 消防水炮的工作时间不应少于 6h。

9.2.4.6 消防水炮应采用直流水雾两用喷嘴。

9.2.4.7 消防水炮应具备有线控制和无线控制功能。

9.2.4.8 当消防水炮额定流量不小于 $120L/s$ 时,宜采用液压驱动方式,其液压泵可由电机或水轮机驱动。

9.2.5 操作平台前沿、登船梯前侧和消防炮塔应设置水幕系统。水幕系统设计应符合下列规定。

9.2.5.1 设计流量不宜小于 $2.0L/(s \cdot m)$ 。

9.2.5.2 工作时间不宜小于 1h。

9.2.5.3 水平方向覆盖范围宜为装卸设备两端各延伸 5m 范围内、登船梯前侧。

9.2.6 设置于码头工作平台范围内的疏散逃生通道应设置暴露防护自动水喷雾系统,其喷水强度不宜小于 $10.2L/(\min \cdot m^2)$,工作时间不宜小于 30min。疏散通道的喷头应采用水雾型喷头。

9.2.7 消防炮覆盖不到的工艺设备应设置自动水喷雾系统,水喷雾喷水强度不宜小于 $10.2L/(\min \cdot m^2)$,工作时间不宜小于 30min。

9.2.8 液化天然气码头其他消防设施的设置应符合下列规定。

9.2.8.1 引桥、引堤、工作平台和操作平台应设置消火栓,并配备直流水雾两用水枪和水带,其间距不应大于 60m,最少设置 1 个。

9.2.8.2 码头消防供水管上应设置用于向船舶或装置供给消防水的国际通岸接头,该接头的规格应与现行国家标准《船用消防接头》(GB/T 2031)中的国际通岸接头规格相一致。

9.2.8.3 工作平台和操作平台应设置足够的手提式干粉灭火器和推车式干粉灭火器。灭火器布设应满足下列要求:

(1) 每个手提式灭火器最大保护距离不大于 9m;

(2) 每台推车式灭火器最大保护距离不大于 18m。

9.2.8.4 灭火器的配置除应符合本规范的规定外,还应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140)的有关规定。

9.2.8.5 码头控制室和配电间应设置火灾自动报警系统和气体灭火系统。当采用自动气体灭火系统时,应具有转换至手动状态的功能。

9.2.9 码头消防用水量应为消防水炮、水幕、水喷雾设备和移动消防设备同时工作最大用水量的总和。

9.2.10 水上和陆上联合提供消防保护时,消防船或消拖两用船的配备数量,应根据需要水上提供的消防水量和保护范围确定,码头所配备的消防船或消拖两用船的对外消防性能应符合下列规定。

9.2.10.1 海港液化天然气码头配备的消防船或消拖两用船应满足中国船级社现行《钢质海船入级规范》所规定的第 1 类消防船的要求。

9.2.10.2 河港液化天然气码头配备的消防船或消拖两用船应符合中国船级社现行《钢质内河船舶建造规范》的规定。

9.2.10.3 河港液化天然气码头配备的消防船或消拖两用船性能应符合中国船级社现行《内河消防船补充要求》的规定,靠泊舱容 8000m³ 及以下船舶或装置的液化天然气码头配备消防船或消拖两用船性能应满足第 1 类消防船的要求,靠泊舱容 8000m³ 以上船舶或装置的液化天然气码头配备消防船或消拖两用船性能应满足第 2 类消防船的要求。

9.3 通信和导航设施

9.3.1 液化天然气码头应设置船岸专用有线通信系统。

9.3.2 液化天然气码头应根据危险品泊位安全应急通信要求,设置包括水上遇险、安全、交通管理等甚高频频道的防爆型无线电话。在爆炸危险区域的通信设备应为本质安全型。

9.3.3 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。

9.3.4 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可配备带电子海图和 DGPS 的电子引航设施。

9.4 附属设施

9.4.1 海港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作业环境监测系统。

9.4.2 河港液化天然气码头应设置风、流和水位监测系统。

9.4.3 靠泊舱容 10000m³ 及以上船舶或装置的液化天然气码头应设置快速脱缆装置;靠泊舱容 10000m³ 以下船舶或装置的液化天然气码头宜设置快速脱缆装置。

9.4.4 液化天然气码头的入口处应设置消除人体静电的装置。

9.4.5 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 本规范用词说明

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”,反面词采用“不宜”;
- (4)表示允许选择,在一定条件下可以这样做的采用“可”。

引用标准名录

- 1.《内河通航标准》(GB 50139)
- 2.《中国地震动参数区划图》(GB 18306)
- 3.《泡沫灭火系统设计规范》(GB 50151)
- 4.《干粉灭火系统设计规范》(GB 50347)
- 5.《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB 50338)
- 6.《船用消防接头》(GB/T 2031)
- 7.《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140)
- 8.《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)
- 9.《石油与石油设施雷电安全规范》(GB 15599)
- 10.《海港总体设计规范》(JTS 165)
- 11.《河港总体设计规范》(JTS 166)
- 12.《水运工程抗震设计规范》(JTS 146)
- 13.《港口与航道水文规范》(JTS 145)
- 14.《港口工程荷载规范》(JTS 144—1)
- 15.《油气化工码头设计防火规范》(JTS 158)
- 16.《海港锚地设计规范》(JTS/T 177)
- 17.《钢质海船入级规范》(中国船级社)
- 18.《钢质内河船舶建造规范》(中国船级社)
- 19.《内河消防船补充要求》(中国船级社)

附加说明

本规范主编单位、参编单位、主要起草人、 主要审查人、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

参编单位:陕西省燃气设计院有限公司

中国船级社武汉规范研究所

交通运输部水运科学研究院

主要起草人:张 勇(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

谢华东(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)

(以下按姓氏笔画为序)

王红尧(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

王利朋(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

卢永昌(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

孙红彦(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

纪永波(交通运输部水运科学研究院)

李伟仪(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

李 坤(交通运输部水运科学研究院)

吴顺平(中国船级社武汉规范研究所)

谷文强(中交第四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)

贾 镇(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

郭宗华(陕西省燃气设计院有限公司)

黄炎潮(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

韩国军(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

章 杰(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

主要审查人:徐 光

(以下按姓氏笔画为序)

丁建军、王炜正、任冀川、沈 斌、宋修益、祝世华、解曼莹、

蔡长泗、潘海涛、魏宏大

总校人员:刘国辉、吴敦龙、刘连生、李荣庆、董方、檀会春、张勇、
谢华东、贾镇、孙红彦、王红尧、谷文强

管理组人员:张勇(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)
章杰(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)
谢华东(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)
王红尧(中交第四航务工程勘察设计院有限公司)

《液化天然气码头设计规范》(JTS 165—5—2016)

主编单位、参编单位和主要起草人名单

主编单位:中交第四航务工程勘察设计院有限公司

参编单位:中国海洋石油总公司

中交第二航务工程勘察设计院有限公司

中国船级社武汉规范研究所

主要起草人:张 勇、贾 镇、王汝凯

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—2021

条文说明

目 次

1	总则	(27)
2	术语	(28)
3	码头选址	(29)
4	设计环境条件	(30)
5	平面设计	(31)
5.1	一般规定	(31)
5.3	泊位布置	(31)
5.4	码头	(31)
5.5	防波堤和护岸	(32)
5.6	进出港航道	(32)
5.7	锚地	(32)
6	泊位通过能力	(33)
7	水工建筑物	(34)
7.1	结构安全等级、抗震设防和变形	(34)
7.3	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	(37)
9.4	附属设施	(38)

1 总 则

1.0.3 风险评估是指对液化天然气船舶、浮式储存再气化装置和浮式储存装置在进出港、靠离泊和装卸作业中可能发生的撞击、泄漏、溢出、着火等安全问题进行概率分析,以及对问题出现带来的后果评估。

1.0.4 国家现行有关标准主要指《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB 50338)、《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140)、《内河通航标准》(GB 50139)、《海港总体设计规范》(JTS 165)、《河港总体设计规范》(JTS 166)、《港口与航道水文规范》(JTS 145)、《港口工程荷载规范》(JTS 144—1)、《水运工程地基设计规范》(JTS 147)、《码头结构设计规范》(JTS 167)和《油气化工码头设计防火规范》(JTS 158)等。

2 术 语

2.0.3、2.0.4 浮式储存再气化装置和浮式储存装置在本规范条文中简称为装置。

2.0.5 浮式储存再气化装置和浮式储存装置类似于水上移动终端,具有投产快速、可重复使用等优点,在国际上应用越来越广泛。浮式储存再气化装置或浮式储存装置可以新建,也可以利用液化天然气船舶改造建设,其特性与液化天然气船舶类似。因此,规定本规范液化天然气码头包括停泊浮式储存再气化装置和浮式储存装置的码头。

3 码头选址

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,液化天然气码头选址需要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,液化天然气码头与人口密集区域需要保持一定的安全距离。国际上一般也是通过安全评估确定安全距离。

3.0.4 条文中的“敏感区”指海滨休闲娱乐区、人口密集的居民区等。

3.0.6 海港大型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舶数量是影响海运成本的重要因素,不乘潮通航条件能够有效降低海运成本。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。

3.0.7 液化天然气码头选在长航道(通常为长于10km的航道)、船舶密度大的海港港址时,通常会遇到液化天然气船舶对其他船舶通航的影响问题。

3.0.8 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,条文规定了应设置人员安全进入和撤离等对外交通设施,以确保人员安全疏散。

3.0.9 液化天然气码头安全等级要求高,而且担负着能源供应和保障的责任,如建在晚近期活动性断裂地段,不但安全隐患大,而且工程代价也高。

4 设计环境条件

4.0.2 设计环境条件是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,结合典型液化天然气船舶的系泊物理模型试验给出的。由于船舶在人工航道及天然航道航行时的风、浪、流等条件差异较大,加之行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165—2013)、《河港总体设计规范》(JTS 166—2020)均未对船舶在进出港航道航行的设计环境条件作出规定,因此,本规范不对液化天然气船舶进出港航行的设计环境条件作出规定。

浮式储存再气化装置或浮式储存装置作为水上接收终端,在运营期内需长期系泊在码头上,其设计风速需适当加大。参照美国国防部(UFC)和石油公司国际海事论坛(OCIMF)的有关标准和指南,规定浮式储存再气化装置或浮式储存装置在码头系泊时的设计风速不宜超过30m/s。根据石油公司国际海事论坛(OCIMF)规范,该风速是指30s平均风速。

4.0.4 液化天然气码头在装卸作业时的设计环境条件取决于液化天然气船舶的允许运动量。条文参照国际航运协会(PIANC)的有关指南,给出了液化天然气船舶(或装置装卸作业)的允许运动量。

5 平面设计

5.1 一般规定

5.1.2 液化烃指 15℃ 时的蒸气压力大于 0.1MPa 的烃类液体及其他类似的液体,包括液化石油气(LPG)。本规范所指液化烃不包括液化天然气。

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。根据调研,国内外正在运营的海港液化天然气码头,其陆域储罐的单罐罐容均在 100000m³ 以上,液化天然气码头与储罐的安全距离基本大于 150m。对于单罐罐容在 100000m³ 以下的储罐与液化天然气码头的安全距离,是参照国家标准《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160—2008)(2018 年版)、《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183—2004) 和行业标准《油气化工码头设计防火规范》(JTS 158—2019) 等制定的。

5.3.6 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 本条是参照国家标准《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160—2008)(2018 年版)中液化烃罐组与可燃液体罐组的防火间距制定的。

5.3.9 本条是参照行业标准《油气化工码头设计防火规范》(JTS 158—2019) 制定的。

5.3.10 从操作方便和安全角度分析,海港液化天然气船舶或装置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。但液化天然气船舶或装置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或装置以最快的速度离开码头。

5.4 码头

5.4.3 为提高液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置在码头停靠时的安全度,海港液化天然气码头前沿设计水深的起算面一般采用当地理论最低潮面,河港码头前沿设计水深的起算面一般采用设计低水位。

5.4.6 根据船型资料统计分析,并参照石油公司国际海事论坛(OCIMF)发布的大型油气码头设计指南,液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置的直线段长度下限取设计船长的 25%。由于液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置的管汇不一定在船舶或装置中心,而且船舶或装置的直线段差异较大,必要时需要通过船岸匹

配性论证确定合理的靠船墩布置。

5.4.8 液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置的干舷较高,需要在工作平台上建一座具有一定高度的操作平台,以满足作业人员的操作需要。

5.4.9 液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置的干舷较高,为便于船舶、码头之间人员安全上下,故设置登船梯。

5.5 防波堤和护岸

5.5.2 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。护岸的断面形式对波浪爬高和越浪量影响很大,为了做到经济合理,规定了必要时应通过模拟试验确定防浪墙顶高程。

5.5.5 堤前水深大,且波浪较大时,直立式防波堤堤身内侧波浪反射较大,会对船舶安全作业造成不利影响,因此条文规定堤身内侧不宜兼作液化天然气泊位。

5.6 进出港航道

5.6.1 参照行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165—2013)的计算公式,并按“油船或其他危险品船”确定相关参数,对液化天然气船与其他船舶会遇的海港双向航道的通航宽度进行了测算,测算结果表明:在风流压偏角取 $3^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的情况下,舱容 $2000\text{m}^3 \sim 267000\text{m}^3$ 液化天然气船舶与同等载重吨级的其他货船会遇时,若假定会遇的船舶各自航行在其航迹带的中心位置,则两船之间的净距为船宽的2.4倍~3.3倍(约等于航迹带宽度),能够满足船舶航行的安全距离要求。因此,参照行业标准《海港总体设计规范》(JTS 165—2013),给出了海港液化天然气船与其他船舶会遇的双向航道的航道尺度计算方法。

5.6.2 根据对国内已建液化天然气码头的调研结果,对于某些位于潮差较大区域而液化天然气船舶通航密度较小的航道,如果考虑部分乘潮通航,能够显著降低疏浚工程投资,在保证泊位通过能力和船舶航行安全的前提下,经充分论证后可以部分利用潮位通航。因此,本条规定海港液化天然气码头的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。

5.7 锚地

5.7.1 根据对国内已建液化天然气接收站的调研结果,各接收站的液化天然气船舶均有使用应急锚地的情况,主要原因包括待泊、环境条件不满足装卸作业要求、船舶排污(将船上的污水等排到清污船上运走)等。尽管使用频次不高,但是设置应急锚地是必要的。

5.7.2 本条的安全净距是根据本规范的专题研究《内河液化天然气运输船风险评估及预防措施》的结论制定的。

6 泊位通过能力

6.0.1 对于船舶装卸辅助作业时间 t_f 中的各单项操作时间,国内某液化天然气接收站实际的营运参数见表 6.1。

表 6.1 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	

7 水工建筑物

7.1 结构安全等级、抗震设防和变形

7.1.1 液化天然气码头属于生命线工程,根据国家标准《港口工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50158—2010)的有关规定,确定液化天然气码头结构安全等级为一级。

7.1.2 本条是基于护岸的安全是否威胁储罐及管线设备的安全而规定的。

7.1.3 液化天然气码头属于生命线工程,因此,本条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 本条主要是根据专题研究《地震作用及抗震验算方法研究》的主要结论并参照 NFPA 59A—2009 关于储罐的标准制定的。操作基准地震 OBE(Operation Basis Earthquake)和安全停运地震 SSE(Safe Shutdown Earthquake)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。

7.1.6 根据已投产运营的液化天然气项目的情况,为避免液化天然气管线出现泄漏事故,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,制定明确的变形要求。

7.3 储罐区护岸

7.3.3 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 接收站陆域形成及地基处理

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。护岸工程的设计在本规范第 5.5 节、第 7.1 节和国家现行有关标准已有规定,边坡工程的设计也有国家现行标准,本章不做专门规定。

8.2.3 接收站陆域场地的沉降标准、承载力要求需要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 通用设施

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。

9.1.6 个人防护用品是指为码头作业人员配备的安全帽、工作服、防护手套、安全带、防护镜、耳塞和耳罩等设备。

9.1.7 较多的液化天然气泄漏后,一部分立刻气化,其余的仍然保持液态,气化产生的蒸气云十分危险,遇到火源会立刻燃烧甚至爆炸,且低温天然气蒸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,条文规定应设置泄漏液化天然气的收集和处置系统。

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、减少和防止蒸气云的形成。着火时高倍数泡沫不能灭火,但可以降低热辐射量。

9.1.9 本条是参照行业标准《油气化工码头设计防火规范》(JTS 158—2019)制定的。

9.2 消防设施

9.2.1 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蒸气云进行扩散,防止起火爆炸。

9.2.2 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、浮式储存再气化装置或浮式储存装置提供灭火帮助。相对于普通油船而言,液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置的安全记录更高,其灭火系统更加完善,因此,当船舶或装置发生火灾时,主要依靠自身的灭火系统来扑灭火灾,码头消防设施可以对起火船舶或装置提供帮助。

9.2.3 与液化石油气相仿,液化天然气火灾主要采用干粉灭火剂进行灭火。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,首先尽快切断气源,随后立即喷水冷却,防止事态扩大。在确认气源已断绝后,再喷射干粉灭火。根据国家标准《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB 50338—2003)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。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,条文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或装置起火时,一般由码头消防炮和在旁监护的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到。

起火船舶的冷却水供给强度系参考国家标准《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160—2008)(2018年版)确定的。与常温压力式液化石油气船不同,液化天然气船舶或装置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,故冷却水强度参照国家标准《石油化工企业设计防火标准》(GB 50160—2008)(2018年版)中全冷冻式液化烃储罐的冷却水供给强度 $4L/(min \cdot m^2)$ 取值。

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。由于邻近储罐(舱)仅有靠近着火罐(舱)侧的罐体受到辐射热较为严重,参照国家标准《石油天然气工程设计防火规范》(GB 50183—2004),规定邻近储罐(舱)的冷却面积为最大储罐(舱)加邻近储罐(舱)甲板以上部分的表面积的50%。

9.2.5 液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置发生火灾时,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。

9.2.6 为确保发生火灾时,在有效逃生时间内,逃生通道完好,逃生人员不受着火点的伤害,提出逃生通道设置固定水喷雾消防系统的具体要求。

9.2.8 国际海事组织(IMO)于2000年12月5日决议通过了《国际消防安全系统规则》[MSC.98(73)号]。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国家标准《船用消防接头》(GB/T 2031—2018)。为在船舶或装置发生火灾时能够由码头向船舶或装置供给消防水,需要规定在码头设置船岸连接法兰,该法兰应当可以与船舶或装置上的国际通岸接头相连接。

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,做出了设置火灾自动报警系统和气体灭火系统的要求。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。因此,条文规定当采用自动气体灭火系统时,应具有转换至手动状态的功能。

9.3 通信和导航设施

9.3.1 本条是根据SIGTTO发布的《LNG OPERATIONS IN PORT AREAS》制定的。液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置配置有与码头有线通信的专用接口,是液化天然气船舶或装置装卸的特殊要求。

9.3.4 根据SIGTTO发布的《LNG OPERATIONS IN PORT AREAS》,液化天然气船舶、浮

式储存再气化装置或浮式储存装置在港口航行需要配备带电子海图和 DGPS 的电子引航设施。考虑到我国的实际情况,本条规定位于复杂通航环境的液化天然气码头可配备带电子海图和 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、浮式储存再气化装置或浮式储存装置靠泊时的移动速度、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、浮式储存再气化装置或浮式储存装置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;作业环境监测系统主要对液化天然气船舶、浮式储存再气化装置或浮式储存装置系泊时的风、浪、流、潮位等状况进行观测,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设计环境条件时,立即发出警报。