

ICS XX. XXX

CCS X XX

CPCIF

中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF XXXX—20XX

全冷冻式液化烃储存、装卸安全技术规范

Technical specifications for the storage, loading and unloading of fully  
refrigerated liquefied hydrocarbon

(公开征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会 发布

征求意见稿

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 一般规定 .....	错误!未定义书签。
5 规划布局与总图 .....	错误!未定义书签。
6 工艺 .....	3
7 设备 .....	5
8 自动控制 .....	7
9 电气 .....	8
10 消防 .....	8
11 试车投用 .....	8
12 运行维护 .....	9
13 应急管理 .....	10
附录 A (资料性) 全容罐典型结构形式 .....	11
附录 B (资料性) 储罐典型预冷流程示意 .....	13
附录 C (资料性) 操作规程 .....	1 错误!未定义书签。
参考文献 .....	16

征求意见稿

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

征求意见稿

征求意见稿

## 引 言

随着我国石化行业的迅猛发展，近年来液化烃作为重要的化工原料主要依托进口，很大程度上制约了国民经济的发展，为了提高液化烃储存和装卸能力，大批量的全冷冻式混凝土液化烃储罐应运而生，因此，生产运行和安全管理都需要规范标准的指导。

为了规范国内全冷冻式液化烃储存、装卸环节的安全管理，促进国内全冷冻式液化烃行业的发展和标准化，需建立相应的规范标准。

国内目前没有相应系统性的全冷冻式液化烃储存、装卸相关的安全技术规范，从而造成了在全冷冻式液化烃运营企业没有统一的标准可执行，只能依靠设计提供的相关数据及习惯的操作管理经验，全冷冻式液化烃运营企业的专业技术人员及管理水平的水平参差不齐，容易对具体工艺操作的把关方面造成漏洞，发生不必要事故及损失。因此，本文件对全冷冻式液化烃储存、装卸运行工艺及安全技术管理进行规范，确保安全生产的基本安全技术要求。

征求意见稿

征求意见稿

# 全冷冻式液化烃储存、装卸安全技术规范

## 1 范围

本文件规定了全冷冻式液化烃储存、装卸的安全技术要求。

本文件适用于全冷冻式液化烃储存、装卸的作业活动。

本文件不适用于液化天然气（LNG）。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 21109 过程工业领域安全仪表系统的功能安全
- GB/T 26978 现场组装立式圆筒平底钢质全冷冻式液化气储罐的设计与建造
- GB/T 29639 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
- GB 30077 危险化学品单位应急救援物资配备要求
- GB 30871 危险化学品企业特殊作业安全规范
- GB 36894 危险化学品生产装置和储存设施风险基准
- GB/T 37243 危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法
- GB 50052 供配电系统设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
- GB 50135 高耸结构设计规范
- GB 50160 石油化工企业设计防火规范
- GB 50170 电气装置安装工程旋转电机施工及验收标准
- GB 50183 石油天然气工程设计防火规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
- GB/T 50493 石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准
- GB 50650 石油化工装置防雷设计规范
- GB/T 50770 石油化工安全仪表系统设计规范
- GB/T 50938 石油化工钢制全冷冻式储罐技术规范
- GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范
- GB 50984 石油化工工厂布置设计规范
- GB 55003 建筑与市政工程地基基础通用规范
- GB 55036 消防设施通用规范
- GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
- AQ 3059 化工企业液化烃储罐区安全管理规范
- HG 20231 化学工业建设项目试车规范

HG/T 5060 液化天然气（LNG）储罐用防腐涂料  
SH/T 3005 石油化工自动化仪表选型设计规范  
SH 3009 石油化工可燃性气体排放系统设计规范  
SH 3012 石油化工金属管道布置设计规范  
SH/T 3092 石油化工分散控制系统设计规范  
SH/T 3097 石油化工静电接地设计规范  
TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 液化烃 **liquefied hydrocarbon**

在 15 °C 时，蒸汽压大于 0.1 MPa 的烃类液体及其他类似的液体。

[来源：GB 50160—2008（2018 年版），2.0.19]

#### 3.2

##### 全冷冻式液化烃储罐 **fully refrigerated storage tank**

在低温常压下盛装液化烃的储罐。

[来源：AQ 3059—2023，3.11]

注：本文件仅指仅指全容罐和薄膜罐。

#### 3.3

##### 罐区 **tank farm**

由全冷冻式液化烃储罐及其泵组、压缩机、加热器等配套设施构成的区域。

[来源：AQ 3059—2023，3.7]

#### 3.4

##### 装卸运输设施 **transportation facility**

为完成特定物流而设置的专用铁路线、道路、码头、桥栈等及相关的设施和装卸机具。

[来源：GB 50984—2014，2.0.11]

### 4 一般规定

4.1 全冷冻式液化烃储存、装卸应符合安全要求，并满足正常生产、开停车和检维修的要求。

4.2 船运进库的液化烃储罐的最小储存能力应根据设计船型、码头最大连续不可作业天数、装置对原料的储存要求确定。

4.3 企业应建立变更管理制度，变更管理制度至少包含应纳入变更管理的范围、变更分类分级原则、管理职责和程序、变更风险辨识及控制、变更实施及验收等内容。

4.4 当发生大量泄漏或火灾情况时，应启动全厂紧急停车。

4.5 企业应每年对全冷冻式液化烃储罐基础进行沉降观测。

4.6 储罐容积大于等于 50000 m<sup>3</sup> 全冷冻式液化烃储罐宜设置为预应力混凝土储罐。

### 5 规划布局与总图

5.1 罐区规划选址时应根据企业及相邻工厂或设施的特点和火灾危险类别，结合周边环境、风向与地

形等自然条件合理确定。

5.2 罐区与相邻工厂或设施、与同类企业及油库的防火间距应满足现行规范的要求。

5.3 罐区应在项目前期阶段按照 GB 36894、GB/T 37243 的规定开展定量风险评价，并将结果用于项目规划设计。

5.4 罐区及装卸运输设施的设备及管道布置应满足 GB 50160、SH 3012 等有关要求。

## 6 工艺

### 6.1 一般规定

6.1.1 需要检修和维护的工艺系统及设备应设置切断阀及盲板等隔离设施，并根据现场情况设置相应平台。

6.1.2 储存系统宜设置保冷循环系统，保冷循环量宜按其循环温升 3℃~10℃确定。

6.1.3 工艺设备及管道应设置氮气吹扫设施，宜采用半固定方式，吹扫压力不应大于被吹扫工艺设备及管道的设计压力。

6.1.4 液化烃应密闭排放，不应排至封闭的排水沟（管）内。

6.1.5 工艺设备及设施的安全阀出口应排放至蒸发气系统或火炬系统。

6.1.6 液化烃管道安全泄压设施的设置应符合下列规定：

- 1) 两端阀门关闭且因外界环境影响可能造成介质压力升高超过设计压力的液化烃管道，应设置泄压装置；
- 2) 减压阀后的管道系统不能承受减压阀前的设计压力时，应设置泄压装置；
- 3) 不同液化烃工艺设备共用火炬系统时，应按照相关介质的最低设计温度进行设计。

6.1.7 可能出现真空的工艺设备和管道应采取防止真空造成损坏的措施。

### 6.2 储存

6.2.1 新建全冷冻式液化烃储罐宜设置罐内泵，罐内泵不应少于 2 台，泵的能力应根据下游需求量、装车外输量、装船外输量及保冷循环量等要求确定，机泵形式应选择立式潜液泵。

6.2.2 罐内泵的设置应符合下列规定：

- 1) 应设置就地启/停和远程紧急停车功能。
- 2) 应设置轴震动、泵井液位，以及低流量等联锁保护和电机过载保护。
- 3) 出口管道上应设置温度、压力和流量监测仪表。
- 4) 电气及仪表接线端子应设置氮封，氮封压力应设置高、低报警。
- 5) 应设置排气系统。

6.2.3 储罐的储存液位应符合下列要求：

- 1) 储罐的低低液位应按公式（1）计算：

$$h = H_1 + H_2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$h$  ——储罐的低低液位（低低联锁液位）；

$H_1$  ——泵不发生汽蚀的最低液位高度；

$H_2$  ——储罐 7 天蒸发量所对应的液位高度。

- 2) 储罐的最低操作液位应按公式（2）计算：

$$h_1 = h + H_3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $h_1$  ——储罐的最低操作液位（低报警液位）；
- $H_3$  ——储罐不小于 15 min 最大体积外输量对应的液位高度。
- 3) 储罐的最高操作液位应按公式（3）计算：

$$h_2 = h_1 + H_4 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $h_2$  ——储罐的最高操作液位（高报警液位）；
- $H_4$  ——储罐有效容积所对应的液位高度。

- 4) 储罐的高高液位应按公式（4）计算：

$$h_3 = h_2 + H_5 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $h_3$  ——储罐的高高液位（高高联锁液位）；
- $H_5$  ——储罐充装不小于 15 min 最大充装体积流量所对应的液位高度。

- 5) 储罐的最大设计液位应按公式（5）计算：

$$h_4 = h_3 + H_6 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $h_4$  ——储罐的最大设计液位；
- $H_6$  ——安全余量，可取 5 min 最大充装体积流量所对应的液位高度。

6.2.4 储罐压力控制应符合下列要求：

- 1) 应通过储罐压力调节蒸发气体压缩机的负荷；
- 2) 应设置压力高报警，并联锁打开蒸发气体管道上的调节阀，将蒸发气体排至火炬；
- 3) 应设置压力高高报警，并联锁关闭进料及补气管道上的紧急切断阀；
- 4) 应设置压力低报警，并联锁停罐内泵和关闭泵出口管道阀门，同时关停蒸发气体压缩机；
- 5) 应设置压力低低报警，并联锁打开补气阀进行补气。

6.2.5 储罐的温度检测应符合下列规定：

- 1) 内罐罐壁及罐底应设置多点温度检测仪表，内罐罐壁温度测点相邻 2 个测温传感器之间的垂直距离不宜超过 2 m；
- 2) 气相空间及穹顶宜设置温度检测仪表；
- 3) 内罐罐壁及底部应设置监测预冷及升温的温度检测仪表；
- 4) 内罐与外罐夹层环形空间底部应设置监测泄漏的温度低报。

6.2.6 储罐应设置压力控制补气阀和破真空阀两级补气系统，并符合下列要求：

- 1) 补气阀的补气介质宜为同一介质或氮气，补气阀开启压力应不低于 1 kPa；
- 2) 破真空阀达到额定排放能力的压力应不低于储罐设计负压，破真空阀应设置备用；
- 3) 控制阀及破真空阀最大流量应按大气压升高、泵抽出最大流量及蒸发气压缩机抽出最大流量三种工况进行组合。

6.2.7 储罐应设置压力调节阀和安全阀两级超压排放系统，并符合下列要求：

- 1) 储罐安全阀应排放至火炬系统，并设置备用，安全阀整定压力应不高于储罐设计正压；
- 2) 调节阀及安全阀最大流量应按下列工况进行组合：
  - a) 火灾时的热量输入；
  - b) 充装时的置换气；
  - c) 大气压降低；
  - d) 泵冷循环带入的热量；
  - e) 储罐补气阀失灵；

- f) 储罐自环境吸热;
- g) 卸船期间船罐之间存在的温差及管道自环境吸热导致热量的输入;
- h) 回流管道自环境吸热带入的热量;
- i) 罐内泵或罐外泵停止工作;
- j) 蒸发气体压缩机停车;
- k) 卸船气相返回线控制阀失灵。

6.2.8 储罐应设置预冷管道及实气置换管道，管道上宜设置压力、温度、流量检测和流量调节阀。

6.2.9 储罐穹顶及环隙空间应设置测定气相氧含量及露点的取样口。

6.2.10 储罐罐底进出料管线应设置紧急切断阀，紧急切断阀不应用于工艺过程控制，应按动力故障关设置，且应设置远传控制功能和手动执行机构（如手轮等），手动执行机构应有防止误操作的措施。

### 6.3 装卸船

6.3.1 液化烃码头装卸系统的工艺设计应与设计船型匹配，并与库区工艺流程一致。

6.3.2 液化烃船岸连接设备应选用装卸臂，装卸臂的规格和数量应根据码头参数、船型、装卸量、设备的额定能力等因素综合确定。

6.3.3 液化烃装卸船宜设气相平衡管；液相管道上应设安全阀，泄放至气相管或火炬。

6.3.4 装卸臂应采用氮气置换或封存。

6.3.5 装卸船管道应在栈桥根部陆域侧设置远程控制的紧急切断阀，该阀距码头前沿应不小于 20 m。

6.3.6 装卸船管道上宜设置密闭采样系统。

### 6.4 装卸车

6.4.1 应采用定量装车控制方式。

6.4.2 应采用鹤管密闭装卸，并配置氮气吹扫及置换设施。

6.4.3 液化烃液相和气相总管上应设远程控制的紧急切断阀，该阀与装卸鹤管距离应不小于 10 m。

6.4.4 装卸鹤管应设置紧急拉断阀。

6.4.5 液化烃装卸应采用具备锁定、防脱落和脱落自封闭功能的专用接头。

## 7 设备

### 7.1 储罐

7.1.1 储罐的设计、制造及检验要求应符合 GB/T 50938、GB/T 26978 的有关规定。储罐的金属内罐和混凝土外罐可采用不同的设计标准独立设计。全容罐典型结构形式见附录 A。

7.1.2 储罐防腐设计应符合 HG/T 5060 的规定。

7.1.3 储罐设计压力（表压）应不超过 50 kPa。

7.1.4 最冷月平均气温低于 0 °C 的地区，丁烷及其相似液化烃储罐内气相空间保冷层应采取防凝措施，如充氮保护等。

7.1.5 储罐的罐底、罐壁、吊顶应进行绝热设计。绝热设计应满足储罐设计蒸发率，罐底绝热层应满足各设计工况下抗压强度要求。

7.1.6 储罐内罐罐壁高度应满足正常操作和操作基准地震（OBE）、安全停运地震（SSE）情况下液体晃动波高的要求，应不小于以下高度的较大值：

- 1) 设计液位+300 mm;
- 2) 储罐最大正常操作液位+OBE 工况下液体晃动波高+300 mm;
- 3) 储罐最大正常操作液位+SSE 工况下液体晃动波高。

7.1.7 储罐罐壁或底板上不宜开孔。

7.1.8 钢制双壳全冷冻式储罐的设计应满足下列要求：

- 1) 内罐和外罐应分别依据最低设计金属温度选材，最低设计金属温度应按最不利的工况确定；
- 2) 新建储罐内罐和外罐之间及储罐系统与附属结构应采用柔性连接。确需设置固定连接时，应满足下列要求：
  - a) 连接结构应适应内罐与外罐之间的热胀冷缩和液体静压的作用；
  - b) 连接结构应采用隔热措施；
  - c) 内罐吊顶开孔和外罐罐顶开孔之间的连接，应适应内外罐顶之间的相对位移，穿过吊顶的开孔应能自由移动。
- 3) 环梁区域的热工设计应使环梁以下罐底板或衬板的温度不低于其最低设计温度。钢制全容罐的二次隔离层应长久有效隔离冷介质对储罐基础的影响，当无法满足此要求时，基础应按照低温工况进行设计。
- 4) 新建储罐基础的允许沉降量应满足如下要求：
  - a) 储罐基础沉降整体倾斜差应不大于 2 倍储罐直径除以 1000；
  - b) 储罐边缘至中心不均匀沉降量差，应不超过储罐半径除以 300；
  - c) 沿罐壁圆周的环向不均匀沉降差（周向沉降），每 10 m 圆周弧长内应不大于 6 mm；
  - d) 基础可接受的均匀沉降量数值，应根据储罐系统及相邻部件上的管道和结构连接决定。

7.1.9 混凝土全冷冻式液化烃储罐的设计应满足下列要求：

- 1) 储罐的混凝土表面温度低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，混凝土构件应采用低温环境混凝土，构件中的钢筋低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，应采用低温钢筋，低温环境混凝土和低温钢筋应符合相应的标准和规范；
- 2) 暴露于大气的混凝土储罐外壁应具有防腐性能，穹顶应具有防水和防腐性能；
- 3) 混凝土储罐应进行正常操作、停产检修、抗震、火灾、泄漏和施工等工况的设计。
- 4) 混凝土储罐应进行 OBE、SSE 和安全停运震后余震（ALE）的抗震设计，OBE 工况下所有结构应保持弹性；
- 5) 混凝土储罐钢穹顶设计应进行施工阶段的几何非线性的整体稳定分析；
- 6) 混凝土储罐外罐壁泄漏工况设计应计入混凝土开裂后的材料非线性；
- 7) 混凝土储罐在 OBE 工况下，桩基水平承载力计算应符合 GB 55003 第 5.2.3 条的规定；
- 8) 混凝土储罐基桩水平承载力计算应计入群桩效应的影响：
  - a) 应分析土体叠合效应对基桩的不利影响；
  - b) 当桩顶采用隔震支座时，基础不考虑承台约束效应且应计入隔震支座在大变形下产生的重力二阶效应对基桩水平承载力降低的影响；
  - c) 当采用高桩承台时，基桩不考虑抗震承载力提高且应计入高出地面部分水平产生的附加弯矩对基桩水平承载力降低的影响。

7.1.10 储罐保冷的要求如下：

- 1) 内罐的罐底保冷应满足正常操作、水压试验及地震工况下的强度要求；
- 2) 罐底保冷材料的许用抗压强度应取标准抗压强度除以安全系数。最小强度安全系数应符合表 1 的规定。

表 1 罐底保冷材料的最小强度安全系数

工况	操作条件	试验条件	OBE	SSE
最小安全系数	3.0	2.25	2.0	1.5

注：安全系数=公称抗压强度  $\sigma_n$ /计算压缩应力。

- 3) 内罐的罐壁外侧应设置弹性保冷层；
- 4) 外罐和内罐之间的环形空间，宜用膨胀珍珠岩填充；内罐高度之上的超填量宜不小于环形空间

容积的 5%；

- 5) 吊顶上的保冷材料宜选用玻璃纤维毡或膨胀珍珠岩；
- 6) 罐顶和吊顶板间的低温管道宜用玻璃纤维毡进行保冷。

## 7.2 动设备

### 7.2.1 罐内泵

7.2.1.1 泵及其附件应满足低温运行条件。

7.2.1.2 泵的最大允许工作压力应根据最大的吸入压力、最大的介质密度以及最大叶轮时输出的最大扬程综合确定；承压部件及附件设计压力应不低于最大允许工作压力，水压试验压力应不低于最大允许工作压力的 1.5 倍。

7.2.1.3 泵的叶轮应采用整体铸造或锻造，不应采用焊接叶轮。

7.2.1.4 泵电机功率应按照最大密度介质进行选配，并满足泵开阀自启的要求。

### 7.2.2 压缩机

7.2.2.1 往复式压缩机应设置排气温度、进气压力、机身震动、润滑油压力等联锁保护。

7.2.2.2 压缩机部件材料应满足低温工况要求，活塞环、支撑环等易损件应满足开车时常温工况要求。

7.2.2.3 压缩机气阀和卸荷器的设计应满足低温工况要求，配置的进气阀卸荷器应为全密封式。

7.2.2.4 压缩机及附件应能承受系统隔离时的氮气吹扫压力。

7.2.2.5 压缩机气缸、缓冲器等承压件的设计压力应不小于安全阀的设定压力。

7.2.2.6 卧式对称平衡型往复式压缩机宜设置活塞杆下沉监测设施。

7.2.2.7 压缩机应在气体正常逸散各点设置放空口，放空口应用管道引至安全排放点。

7.2.2.8 当压缩机壳体、下游管道和设备的设计压力低于压缩机的最大排出压力时，压缩机的出口应设置泄压设施。

### 7.2.3 船用装卸臂

7.2.3.1 装卸臂应配备液压紧急脱离系统，脱离时间宜为 5 s~30 s；液压控制阀箱应安装蓄能器。

7.2.3.2 装卸臂应按照空载时任意位置处于平衡状态进行设计。

7.2.3.3 装卸臂应按最大受风面进行风荷载计算，并应符合 GB 50135 的有关规定。

7.2.3.4 装卸臂设计风速宜采用工作状态 20 m/s，复位状态不小于 60 m/s。

### 7.2.4 车用鹤管

7.2.4.1 鹤管在空载状态下，应保证外臂在包络线范围内任意位置平衡。

7.2.4.2 鹤管设计强度应满足风、雪、冰冻载荷等现场最恶劣环境条件。

7.2.4.3 鹤管水平方向完全展开及满荷载时，应对基础及联接部位的强度进行校核。

## 8 自动控制

8.1 罐区基本过程控制系统（BPCS）、安全仪表系统（SIS）、可燃气体和有毒气体检测系统（GDS）应分别独立设置。

8.2 储罐应设置 2 套连续测量液位仪表和 1 套高高液位开关，或 3 套连续测量液位仪表，并设置高液位报警、低液位报警、高高液位报警和低低液位报警，高高液位报警应联锁关闭储罐进料紧急切断阀，低低液位报警应联锁停泵并关闭泵的出口阀门。

8.3 当有可靠气源时，储罐紧急切断阀应选用气动紧急切断阀；当无可靠气源时，紧急切断阀应采用配置蓄能器的液压执行机构。

8.4 罐区及装卸运输设施应按照 GB/T 50493 的规定设置可燃气体和有毒气体探测器。

## 9 电气

9.1 罐区消防低压用电负荷的供电，应在最末一级设置双电源切换装置或系统。设有进线、分段电源切换系统的低压配电装置，不应作为最末一级双电源切换装置。

9.2 罐区应设置疏散用的应急照明，并采用集中蓄电池作为后备电源，供电时间应不小于 30 min。

9.3 储罐、工艺设备、液化烃管道及建（构）筑物的防雷、防静电设计应符合 GB 50650、GB 50057 和 SH/T 3097 的有关规定。

9.4 储罐外罐为混凝土时，罐顶应设置接闪网，从罐顶中心向四周布置成环形网格，环间间距应不大于 5 m，圆心向外辐射接闪线间的角度应不大于 10°。防雷引下线应不少于 4 根，间距应不超过 12 m；当罐高超过 30 m 时，应从 30 m 起每隔不大于 6 m 设水平接闪带，并与引下线相连。

9.5 罐区应装设本安型人体静电消除器。

## 10 消防

10.1 罐区及装卸运输设施应设置消防给水系统、消防冷却水系统及移动式灭火器等灭火设施。消防系统应满足 GB 55036、GB 50160 及 GB 50974 的相关要求。

10.2 冬季时应保障消防管网正常运行，冬季气温在 0℃以下的地区应对地上的消防管网采取防冻凝措施。

10.3 火灾危险性高的工艺设备，应确定水炮射流不被遮挡。当射流被管廊、其它设备等遮挡时，应采取高架遥控炮、调整水炮位置等措施。

10.4 罐区及装卸运输设施火灾自动报警系统应满足 GB 50116 的相关要求，四周道路路边应设置手动报警按钮，并应设置消防应急广播系统。

10.5 固定式水炮应根据设计流量和有效射程确定其保护范围，位置距被保护对象宜不小于 15 m。水炮应具有直流和水雾两种喷射方式。

10.6 消防给水应为稳高压系统，稳压范围应为 0.7 MPa~1.2 MPa。

10.7 液化烃泵区应设置火焰探测器。

10.8 码头的陆上消防设备所提供的一次冷却水量，应满足最大设计船型着火时所需的全部冷却水量。

## 11 试车投用

### 11.1 生产准备

11.1.1 投料前应确认工艺流程、动静设备、电气、仪表联校、公用工程和安全设施等开车条件。

11.1.2 应对试运行过程中存在的安全风险进行识别、分析，并落实管控措施，应编制并审核总体试车方案、联动试车方案、投料试车方案、安全技术规程、操作规程、应急预案和现场处置方案。

11.1.3 试运行前应根据液化烃和储罐管理特点完成全员培训，培训内容应包括：危险化学品安全技术说明书和安全标签、工艺安全管理知识、操作规程（见附录 C）和应急处置等。

11.1.4 消防设施、安全设施应具备投用条件，安全、防雷、消防设施应验收完成。

### 11.2 试车投用前安全检查

- 11.2.1 罐区相关设备、管线、阀门、仪表等系统应正确完好。
- 11.2.2 过程控制系统（BPCS）和安全仪表系统（SIS）应完好投用。
- 11.2.3 应确认气体探测系统、火灾报警系统、消防系统、火炬排放系统等完好投用。
- 11.2.4 应确认系统吹扫冲洗、气密试验、以及单机试车和联动试车准备的检查情况。
- 11.2.5 “三查四定”的问题整改应消缺完毕。

### 11.3 试车投用前检测分析

- 11.3.1 储罐投用前应进行氮气置换，氧含量应不大于 0.3%；对氧含量有特殊要求时，氧含量要求不应超过其限值。
- 11.3.2 对储罐应进行露点分析，露点应不小于相关标准要求的安全值。

### 11.4 单机试车

11.4.1 单机试车范围内的工程应按详细设计文件的内容和 GB 50170、GB 50275、HG 20231 的质量标准完成，并确保下列资料齐全：

- 1) 隐蔽工程记录；
- 2) 蒸汽管道、工艺管道吹扫或清洗合格资料；
- 3) 机器润滑油、密封油、控制油系统清洗合格资料；
- 4) 管道系统耐压试验合格资料；
- 5) 换热器泄漏量和严密性试验合格资料；
- 6) 安全阀调试合格资料；
- 7) 单机试车相关的电气和仪表调校合格资料。

11.4.2 单机试车方案应经审批，试车操作人员应经考试合格。

### 11.5 联动试车

- 11.5.1 联动试车前，应完成管道系统的试压、吹扫及严密性试验。
- 11.5.2 联动试车时，应完成液化烃储罐和管道系统的干燥和氮气置换，并满足下列要求：
  - 1) 采用干燥氮气或干燥空气进行干燥置换；
  - 2) 采用氮气干燥置换时，氮气纯度应大于 99.5%、水露点应低于-60℃；采用空气干燥时，应采取除油措施。

### 11.6 投料试车

- 11.6.1 储罐投用过程中应按照操作规程进行操作，不应超工艺指标，应监控储罐温度、压力、液位。
- 11.6.2 储罐投用过程中应检查安全阀、液位仪表、温度仪表、压力仪表等部件完好，在投料试车过程中应至少每小时检查确认储罐及管线各连接法兰、阀门、罐壁等部位无泄漏，必要时应对法兰进行冷紧。
- 11.6.3 储罐预冷（见附录 B）和首次进料操作应控制相应降温速度在安全值以内。

## 12 运行维护

- 12.1 罐区及装卸运输设施内的动火、进入受限空间、高处、动土、吊装、临时用电及抽堵盲板等特殊作业应执行 GB 30871，并做好作业计划管控、作业安全分析（JSA）、安全技术措施、工器具使用、作业全过程监管和作业完工质量验收等工作。
- 12.2 负责罐区及装卸运输设施安装、改造和检维修的单位应具备相应资质，涉及特种设备的改造与重大维修应当向使用地特种设备监管部门报备。

- 12.3 物料倒空时应按照操作规程执行，防止导料泵抽空造成设备损坏；倒空置换时储罐内残液应密闭排放，不应直排大气。
- 12.4 应定期对防火保护涂层进行检查，防火保护材料应保持粘结强度，不应有脱落、鼓泡、松动等情况。
- 12.5 运行机泵的一、二级密封均应处于完好状态。
- 12.6 检维修应符合以下规定：
- 1) 施工前应进行作业风险评估并编制作业方案；
  - 2) 施工前应组织针对施工内容、作业环境及技术要求内容进行交底。参与施工人员应清楚施工过程安全风险及内容；
  - 3) 涉及特种设备的检维修应满足 TSG 21 的规定；
  - 4) 储罐本体及其附件回装应采用定力矩紧固；
  - 5) 应落实防错拆（动）误拆（动）措施，管线设备打开部位、盲板抽堵部位及拟拆除的废旧管线应设置警示标识；
  - 6) 罐区作业应采取能量隔离措施，隔离部位应上锁挂牌；
  - 7) 罐区同一区域应控制多工种、多层次的交叉作业。确需进行的交叉作业应指定协调人，采取相应的风险防范措施；
  - 8) 作业过程中当作业内容、范围、地点、作业环境及条件等发生变更导致风险防控措施失效的，应立即停止作业；
  - 9) 作业环境及技术要求内容应进行交底与反交底。

### 13 应急管理

- 13.1 应按 GB/T 29639 的要求制定应急预案，一线操作人员应参与编制，预案应涵盖储罐及装卸运输设施泄漏、火灾等典型事故场景，并进行培训；每 2 年应至少组织 1 次应急预案评估。
- 13.2 应定期组织应急演练，演练内容应包括罐区及装卸运输设施泄漏、火灾、人员疏散、现场人员搜救与救护等环节，并对应急演练效果进行评估。
- 13.3 应建立抢维修队伍，并配备堵漏应急专用设施及堵漏卡具。
- 13.4 应按照 GB 30077 的要求配备应急物资及装备，建立档案，并定期检测和维护。
- 13.5 消防喷淋（雾）系统每年应至少进行 1 次系统功能联动试验。
- 13.6 每季度应对消防应急广播或扩音对讲系统进行试验。

附录 A  
(资料性)  
全容罐典型结构形式

A.1 全容罐典型结构形式见图 A.1、图 A.2。

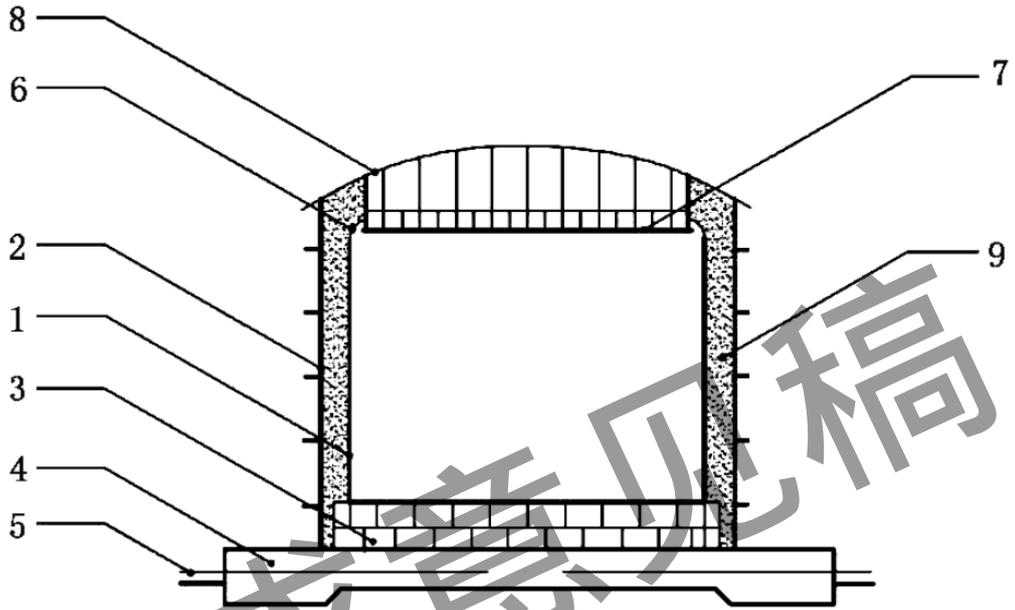


图 A.1 全容罐典型结构形式一

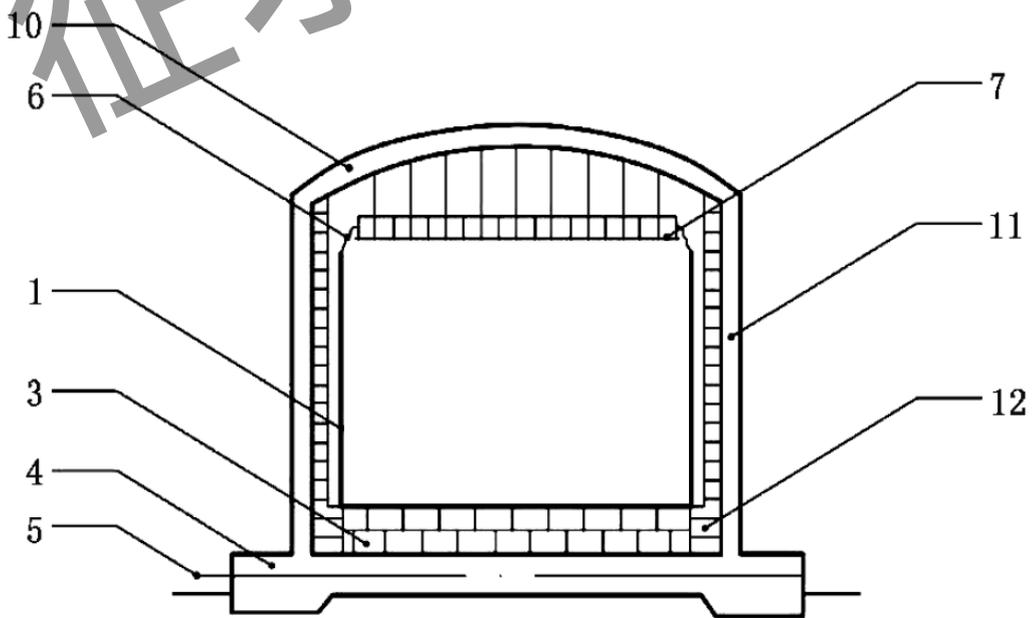


图 A.2 全容罐典型结构形式二

标引序号说明:

- 1 ——主容器（钢质）；
- 2 ——次容器（钢质）；
- 3 ——底部绝热层；
- 4 ——基础；
- 5 ——基础加热系统；
- 6 ——柔性绝热密封；
- 7 ——吊顶（绝热）；
- 8 ——罐顶（钢质）；
- 9 ——松散充填绝热层；
- 10 ——混凝土顶；
- 11 ——预应力混凝土外罐（次容器）；
- 12 ——预应力混凝土外罐内侧的绝热层。

征求意见稿

附录 B  
(资料性)  
储罐典型预冷流程

B.1 储罐典型预冷流程示意图见图 B.1、图 B.2。

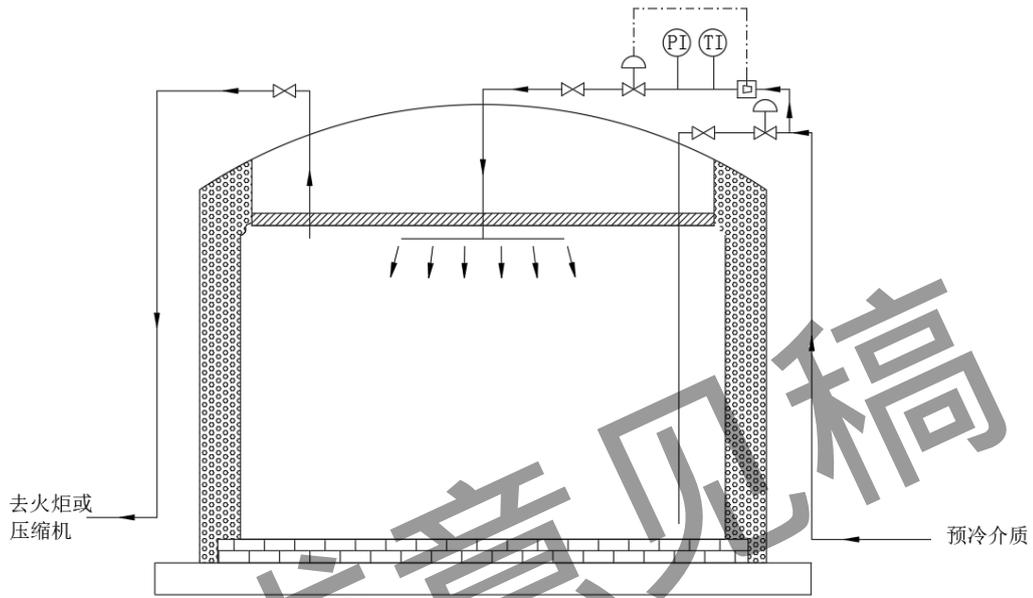


图 B.1 储罐典型预冷流程示意图一

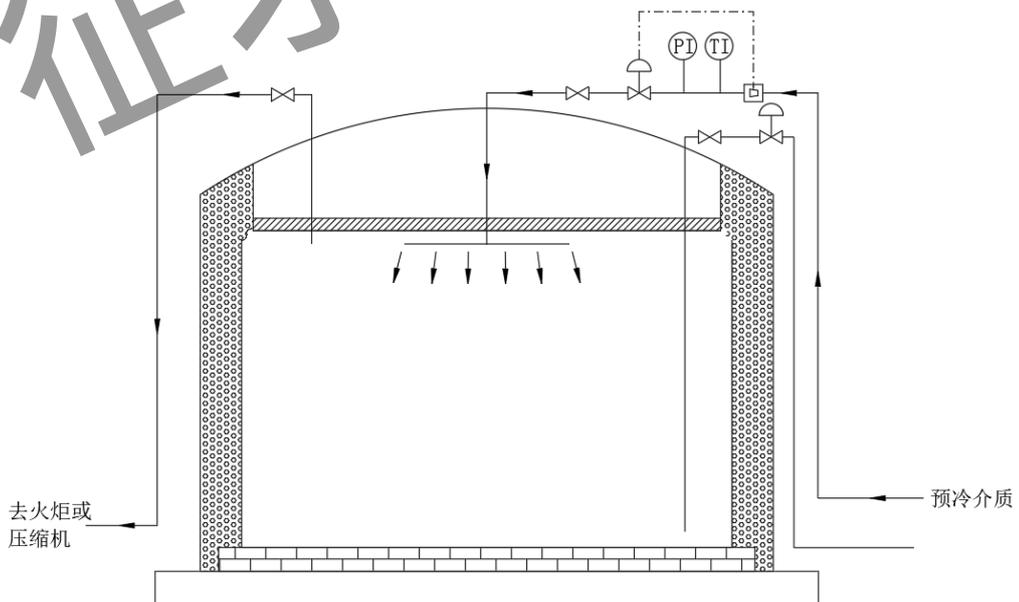


图 B.2 储罐典型预冷流程示意图二

附 录 C  
(资料性)  
操作规程

## C.1 BOG 压缩机操作

### C.1.1 启动前准备

C.1.1.1 检查机身油池润滑油的油位，油池油位应处在油视镜的二分之一到三分之二的范围之内，最高油位应不至于接触曲轴、连杆；最低油位应保证吸油口不漏出油面；当环境温度较低时，应将润滑油加热。

C.1.1.2 检查冷却水系统，打开进水、回水管路上的阀门及各支管阀门，检查水是否畅通；检查冷却水进水压力和温度是否达到规定值。

C.1.1.3 检查氮气、仪表风、电等公用工程系统是否满足启动要求。

### C.1.2 启动压缩机

C.1.2.1 各项检查准备完成后，控制开关选择就地控制，按电气操作规程启动压缩机的主电机。

C.1.2.2 压缩机启动时应注意机器的声音和振动是否有异常，空载状态下正常运行 5 min~10 min 后可增加负荷，将负荷逐渐加载至 100% 运行，使压缩机进入额定工况正常运转。

C.1.2.3 压缩机在运行过程中应注意运动机构、电机转动的响声是否有异常。

C.1.2.4 定期巡视压缩机有无剧烈震动，有无泄漏现象，进排气压力、温度，润滑油的油位、油压、油压差、油温，循环水的水压、水温，电机电流值，电机轴承温度，每隔两小时记录一次。

### C.1.3 停车

#### C.1.3.1 正常停车

C.1.3.1.1 接到停车指令后，将压缩机负荷由 100% 逐步减载至 0%，使压缩机处于空载状态。

C.1.3.1.2 按电气操作规程停主电机并切断电源。

C.1.3.1.3 关闭入口阀门和出口阀门。

C.1.3.1.4 停机过程中，设备加热器通电以保证被加热设备温度。

C.1.3.1.5 关闭冷却水进出口总管阀门。

#### C.1.3.2 紧急停车

C.1.3.2.1 发生意外事故时，应立即切断主机电源。

C.1.3.2.2 启用 ESD 急停按钮。

## C.2 低温泵操作

### C.2.1 首次开车

C.2.1.1 罐内泵应完全浸没液体。

C.2.1.2 确认工艺流程是否正确。

C.2.1.3 将最小回流调节阀开度调至 100%。

C.2.1.4 确认排气阀是否完全打开。

C.2.1.5 将泵的联锁全部投入。

#### C.2.2 启泵

C.2.2.1 按下罐内泵启动按钮。

C.2.2.2 将流量调节阀设定值设定为最小流量，罐内泵出口流量由操作人员根据工艺生产情况相应调整。

C.2.2.3 监控罐内泵出口流量、出口压力、温度、电压、电流和振动等运行参数。

#### C.2.3 停车

C.2.3.1 缓慢关闭泵出口阀。

C.2.3.2 停泵。

C.2.3.3 确认排气阀是否开启，确保泵在低温备用状态。

#### C.2.4 机泵切换

按照“先开后关”的原则操作。

征求意见稿

参 考 文 献

- [1] ACI 376 Code Requirements for Design and Construction of Concrete Structures for the Containment of Refrigerated Liquefied Gases
- [2] API 620 Design and Construction of Large, Welded, Low-pressure Storage Tanks
- [3] API 625 Tank Systems for Refrigerated Liquefied Gas Storage
- [4] EN 14620 Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -165 °C

---

征求意见稿

征求意见稿