

ICS 23.020.40

A 82

TB

团体标准

T/CATSI XXXXX—2020

固定式小型丙烷储罐

Fixed small propane storage tank

(征求意见稿)

20XX-XX-XX发布

20XX-XX-XX实施

中国技术监督情报协会发布

目 次

前言	2
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	5
4 结构示意图及规格	5
5 资质与职责	7
6 材料与外购件	7
7 设计	10
8 安全附件、仪表、装卸附件	18
9 制造	23
10 试验方法	29
11 检验规则	29
12 标志标识	30
13 出厂文件	30
14 运输包装	32
附录 A（规范性附录）风险评估报告	33
附录 B（规范性附录）ACME 螺纹接头	35

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国技术监督情报协会危化品储运装备技术与信息化工作委员会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

固定式小型丙烷储罐

1 范围

1.1 本标准规定了固定式小型丙烷储罐（以下简称“小型丙烷储罐”）的结构和规格、材料、设计、安全附件、仪表、装卸附件、限充装置、安全防护系统、制造、试验方法、检验规则、标志标识、出厂文件、储存运输等要求。

1.2 本标准适用于同时满足以下条件的小型丙烷储罐：

- a) 安装在地面固定位置；
- b) 设计压力不小于 2.2MPa；
- c) 几何容积 0.5m³~10m³。

1.3 本标准不适用于下列范围的小型丙烷储罐：

- a) 罐体材料为有色金属或非金属的；
- b) 球形结构的；
- c) 堆积绝热方式的；
- d) 移动式的；
- e) 储存其他介质的；
- f) 国防军事装备等有特殊要求的。

1.4 罐体界定在以下范围内：

- a) 罐体与外部管道或装置焊接连接的第一道环向接头的坡口面，螺纹连接的第一个螺纹接头端面、法兰连接的第一个法兰密封面、专用连接件或者管件连接的第一个密封面；
- b) 罐体开孔部分的承压盖及其紧固件；
- c) 罐体与非受压元件的连接焊缝。

1.5 罐体的主要受压元件包括筒体、封头、凸缘、以及公称直径大于或者等于 250mm 的接管、管法兰和法兰盖板。

1.6 管路包括所有小型丙烷储罐自带的可能与介质接触的管子与管件。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 150.1 压力容器 第 1 部分：通用要求

GB/T 150.2 压力容器 第 2 部分：材料

GB/T 150.3 压力容器 第 3 部分：设计

GB/T 150.4-2011 压力容器 第 4 部分：制造、检验和验收

GB/T 196 普通螺纹 基本尺寸

T/CATSI XXXXX—2020

- GB/T 197 普通螺纹 公差
- GB/T 713 锅炉和压力容器用钢板
- GB/T 3531 低温压力容器用钢板
- GB 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
- GB 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设备
- GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备
- GB 3836.15 爆炸性气体环境用电气设备 第15部分：危险场所电气安装（煤矿除外）
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 6479 高压化肥设备用无缝钢管
- GB/T 7306.2 55° 密封管螺纹 第2部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹
- GB/T 8163 输送流体用无缝钢管
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB 11174 液化石油气
- GB/T 12241 安全阀 一般要求
- GB/T 12243 弹簧直接载荷式安全阀
- GB/T 12716-2011 60° 密封管螺纹
- GB/T 14976 流体输送用不锈钢无缝钢管
- GB/T 17600（所有部分） 钢的伸长率换算
- GB/T 22653 液化气体设备用紧急切断装置
- GB/T 24511 承压设备用不锈钢钢板及钢带
- GB/T 25198 压力容器封头
- GB/T 26929 压力容器术语
- GB/T 27944 60° 干密封管螺纹
- GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范
- NB/T 47008 承压设备用碳素钢和合金钢锻件
- NB/T 47009 低温承压设备用低合金钢锻件
- NB/T 47010 承压设备用不锈钢和耐热钢锻件
- NB/T 47013.1 承压设备无损检测 第1部分：通用要求
- NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
- NB/T 47013.3 承压设备无损检测 第3部分：超声检测
- NB/T 47013.4 承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
- NB/T 47013.11 承压设备无损检测 第11部分：X射线数字成像检测
- NB/T 47013.14 承压设备无损检测 第14部分：X射线计算机辅助成像检测
- NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47016 承压设备产品焊接试件的力学性能检验
- NB/T 47018.1 承压设备用焊接材料订货技术条件 第1部分：采购通则
- NB/T 47018.2 承压设备用焊接材料订货技术条件 第2部分：钢焊条

- NB/T 47018.3 承压设备用焊接材料订货技术条件 第3部分：气体保护电弧焊丝和填充丝
- NB/T 47018.4 承压设备用焊接材料订货技术条件 第4部分：埋弧焊钢焊丝和焊剂
- NB/T 47042 卧式容器
- NB/T 47065 容器支座
- JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
- JB /T 4732 钢制压力容器 分析设计标准（2005 确认）
- HG/T 20592 钢制管法兰（PN 系列）
- HG/T 20610 钢制管法兰用缠绕式垫片（PN 系列）
- HG/T 20614 钢制管法兰、垫片、紧固件选用配合规定（PN 系列）
- HG/T 20615 钢制管法兰（Class 系列）
- HG/T 20631 钢制管法兰用缠绕式垫片（Class 系列）
- HG/T 20635 钢制管法兰、垫片、紧固件选用配合规定（Class 系列）
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
- TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

3 术语和定义

GB/T 150（所有部分）及 GB/T 26929 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

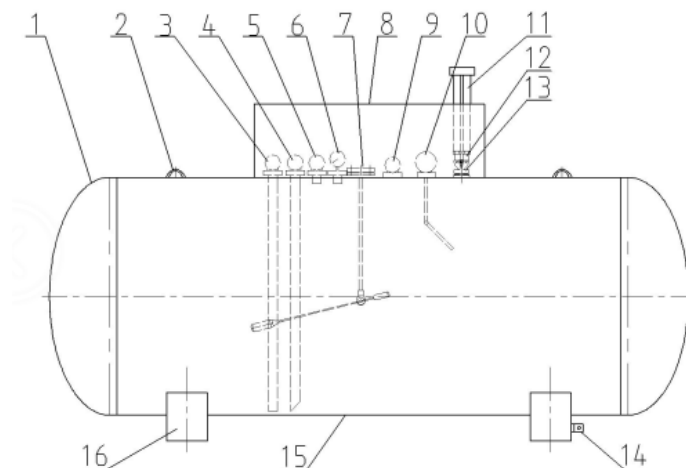
限充装置 filling Stop Unit

安装在固定式丙烷储罐的充液阀出液通道上，当储罐内液相介质达到规定液位时能自动阻止充液，以防止过量充装的装置。

4 结构示意图及规格

4.1 结构示意图

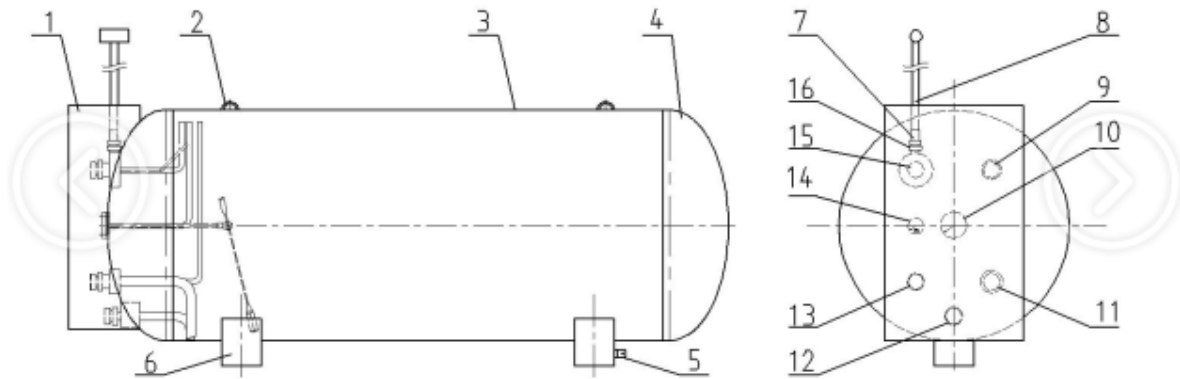
小型丙烷储罐的结构分三种型式，分别见图 1、图 2、图 3。



T/CATSI XXXXX—2020

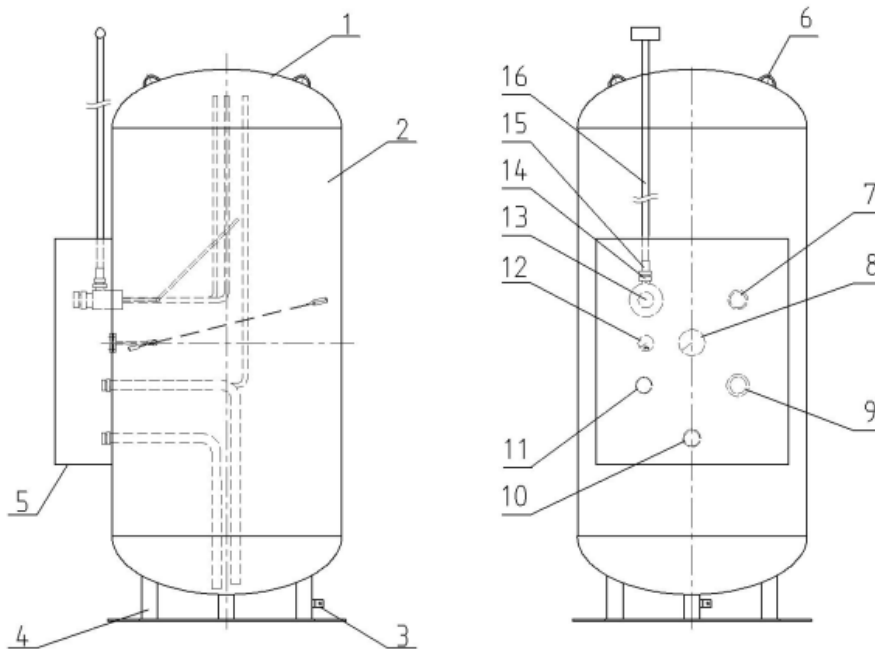
- 1.封头 2.吊耳 3.排污阀 4.取液阀 5.取气阀 6.压力表 7.液位计（带电信号传输功能） 8.操作箱及锁
9.气相平衡阀及堵盖 10.带限充装置的充液阀及堵盖 11.放散管 12. 安全阀 13.安全阀底阀 14.导静电装置
15.筒体 16.支座 17. 气体泄漏报警器（图未示）

图 1 小型丙烷储罐结构示意图（卧式、操作箱在筒体上）



1. 操作箱及锁 2.吊耳 3.筒体 4.封头 5.导静电装置 6.支座 7.安全阀 8.放散管
9.带限充装置的充液阀及堵盖 10.液位计 11.取液阀 12.排污阀 13.取气阀 14. 压力表
15. 气相平衡阀及堵盖 16. 安全阀底阀

图 2 小型丙烷储罐结构示意图（卧式、操作箱在封头上）



- 1.封头 2.筒体 3.导静电装置 4.支腿 5.操作箱及锁 6.吊耳 7.带限充装置的充液阀及堵盖 8.液位计
9.取液阀 10.排污阀 11.取气阀 12.压力表 13.气相平衡阀及堵盖 14.安全阀底阀 15.安全阀 16.放散管

图 3 小型丙烷储罐结构示意图（立式、操作箱在筒体上）

4.2 规格

单个储罐容积一般为 0.5m³、1m³、2m³、2.5m³、5m³、7.5m³、10m³ 七个容积系列。

5 资质与职责

5.1 资质

5.1.1 小型丙烷储罐的设计、制造、检验及验收除符合本标准的规定外，还应遵守国家颁布的有关法律、规章和安全技术规范。

5.1.2 小型丙烷储罐的设计、制造的单位资质应分别符合 TSG 21 的有关规定，且持有相应的特种设备设计、制造许可证。

5.2 职责

5.2.1 用户或设计委托方

用户或设计委托方应按 TSG 21 的规定以正式书面形式向设计单位提出小型丙烷储罐的设计条件。

5.2.2 设计单位

5.2.2.1 设计单位职责应符合 TSG 21 的规定。

5.2.2.2 设计许可印章的管理和使用应符合 TSG 21 的规定。

5.2.2.3 设计单位出具的设计文件应符合 TSG 21 的规定，且应出具风险评估报告。

5.2.3 制造单位

5.2.3.1 制造单位职责应符合 TSG 21 的规定。

5.2.3.2 制造单位应按 TSG 21 的规定约请特种设备检验机构对小型丙烷储罐的制造过程进行监督检验。

5.2.3.3 制造单位应按 TSG 21 的规定编制执行质量计划，并出具相应报告。

5.2.3.4 制造单位应按 TSG 21 的规定提供及保存产品出厂资料或竣工资料。

5.2.3.5 每台小型丙烷储罐检验合格后，制造单位应出具产品合格证。

5.2.3.6 制造单位应按 TSG 21 的规定在小型丙烷储罐上装设产品铭牌。

6 材料与外购件

6.1 一般要求

6.1.1 材料的选择应考虑材料的力学性能、物理性能、工艺性能和与商品丙烷的相容性。

6.1.2 与受压元件相焊的非受压元件用材料应具有良好的焊接性。

6.1.3 材料与外购件除符合本标准的规定外，还应符合 TSG 21 的相关规定。

6.2 罐体材料

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 罐体选用材料应符合 TSG 21、GB/T150.2 以及相应国家标准或行业标准的规定。

6.2.1.2 罐体受压元件的材料应符合相应材料标准和设计图样的规定。

6.2.2 熔炼方法

6.2.2.1 罐体受压元件用钢应为镇静钢。

6.2.2.2 用于设计温度低于-20℃的低温钢板和低温钢锻件，还应采用炉外精炼工艺。

6.2.3 化学成分（熔炼分析）

6.2.3.1 焊接用碳素钢和低合金钢材，碳含量不大于 0.25%、磷含量不大于 0.035%、硫含量不大于 0.035%。

6.2.3.2 压力容器专用钢中的碳素钢和低合金钢钢材（钢板、钢管和钢锻件），其磷、硫含量应符合下列规定：

- a) 标准抗拉强度下限值小于或者等于 540MPa 钢材，磷含量不大于 0.030%、硫含量不大于 0.020%；
- b) 用于设计温度低于-20℃且标准抗拉强度下限值小于或者 540MPa 的钢材，磷含量不大于 0.025%、硫含量不大于 0.012%。

6.2.4 力学性能

6.2.4.1 应符合 TSG 21 及 GB/T150.2 中的规定。

6.2.4.2 罐体用碳素钢或低合金钢钢板、钢管和钢锻件的冲击吸收能量试验应符合下列规定：

- a) 冲击试验温度应按设计文件的要求；
- b) 夏比冲击吸收能量（KV₂）最低值应符合表 1 的规定；
- c) 当钢材标准中夏比冲击吸收能量指标高于表 1 规定的，还应符合相应钢材标准的规定；
- d) 厚度小于 6mm 的钢板可免除冲击吸收能量试验。

表 1 碳素钢或低合金钢钢板、钢管和钢锻件的夏比冲击吸收能量

钢材标准抗拉强度下限值 R_m/MPa	3 个标准试样夏比冲击吸收能量平均值 KV_2/J
≤ 510	≥ 27
$> 510 \sim 570$	≥ 34
对 R_m 随厚度增大而降低的钢材，按该钢材最小厚度范围的 R_m 确定夏比冲击吸收能量指标。	

6.2.4.3 夏比冲击吸收能量试样的取样部位和试样方向应符合相应钢材标准的规定。冲击吸收能量试验每组取 3 个标准试样（宽度为 10mm），允许 1 个试样的冲击吸收能量数值低于表 1 的规定值，但不低于表 1 规定值的 70%。当钢材尺寸无法制备标准试样时，则应依次制备宽度为 7.5mm 或 5mm 的小尺寸冲击试样，其冲击吸收能量指标分别为标准试样冲击吸收能量指标的 75% 或 50%。

6.2.4.4 断后伸长率（A）应符合以下要求：

- a) 罐体用钢板的断后伸长率（A）应不小于 $10000/R_m$ （%），且不小于 20%。
- b) 当相应钢板标准规定的断后伸长率（A）高于 a) 时，还应符合钢板标准的规定。
- c) 其他受压元件用钢板、钢管和钢锻件的断后伸长率（A）应符合相应钢材标准的规定。

d) 采用不同尺寸试样的断后伸长率指标，应按 GB/T 17600（所有部分）进行换算，换算后的指标应符合 a) 或 b)、c) 的规定。

6.2.5 钢板

6.2.5.1 罐体常用钢板材料的性能指标见表 2。

6.2.5.2 当采用表 2 以外的钢板时，除满足本标准要求外，还应符合相应材料标准的规定。

表 2 罐体常用钢板牌号及标准表

钢 号	钢板标准	交货状态	厚度 mm	室温强度指标 MPa		断后伸长率 A/%
				R_m	$R_{eL} (R_{p0.2})$	
Q245R	GB/T 713	热轧,控轧或正火	5~16	400~520	≥ 245	≥ 25
Q345R			5~16	510~640	≥ 345	≥ 21
Q370R		正火	10~16	530~630	≥ 370	≥ 20
16MnDR	GB/T 3531	正火,正火加回火	6~16	490~620	≥ 315	≥ 21

6.2.6 钢锻件

6.2.6.1 罐体用锻件材料牌号为 16Mn、16MnD 或 S30408 等,且应分别符合 NB/T 47008、NB/T 47009 或 NB/T 47010 的规定。

6.2.6.2 罐体用钢锻件的级别应不低于 II 级。

6.2.7 管子和管件

6.2.7.1 钢管应符合 GB/T 150.2 和设计图样的规定,且应符合 GB 6479、GB/T 8163 或 GB/T 14976 的规定。钢管牌号为 20、Q345B、Q345C、Q345D、Q345E 或 S30408。

6.2.7.2 管件应符合 GB/T 12459 的规定,当管件采用钢锻件时,应符合 6.2.7 的规定。

6.2.8 焊接材料

6.2.8.1 焊接材料应符合 NB/T 47018.1~ NB/T 47018.4 的规定,且有清晰、牢固的标志,并附有质量证明书。

6.2.8.2 焊接材料的选用应考虑焊接接头力学性能与罐体母材的匹配,且焊缝金属的抗拉强度不低于母材标准规定的下限值,冲击吸收能量应符合表 1 的规定,当需要时,其他性能也不应低于母材的相应要求。

6.2.8.3 当罐体设计温度低于 -20°C 或用于环境温度低于 -20°C 的地区时,焊条应按批进行药皮含水量或熔敷金属扩散氢含量的复验,其检验方法按相应的焊条标准或设计文件。

6.2.8.4 焊接材料应按 NB/T 47014 的要求进行焊接工艺评定,评定合格后方可使用。

6.3 非受压元件用材料

非受压元件用材料应是已列入国家标准材料。当作为焊件时，应采用焊接性能良好且不会导致被焊件性能降低的材料。

6.4 地脚螺栓

地脚螺栓宜选用符合 GB/T 700 规定的 Q235 或符合 GB/T 1591 规定的 Q345。Q235 的许用应力 $[\sigma]_{bt}=147\text{MPa}$ ；Q345 的许用应力 $[\sigma]_{bt}=170\text{MPa}$ 。如采用其他碳素钢，则 $n_s \geq 1.6$ ；如采用其他低合金钢，则 $n_s \geq 2.0$ 。

6.5 防火涂料

6.5.1 防火涂料应与罐体材料相容、防水，不会因化学反应或积水腐蚀罐体。

6.5.2 防火涂料应不会被丙烷腐蚀。

6.5.3 防火涂料应能耐 100 分钟的槽火以及 30 分钟的喷射火。

6.5.4 防火涂料应紧密涂覆在罐体外表面，能在火灾工况中保持完整，且能承受喷射火的消蚀。

6.5.5 防火涂料不会因小型丙烷储罐正常使用过程中的振动而脱落或开裂。

6.5.6 防火涂料应易于修补。

6.6 外购件

6.6.1 外购件应符合相应国家标准或行业标准的规定，且有质量证明文件或产品合格证。

6.6.2 进口阀门等压力管道元件还应符合国家主管部门的相关规定。

6.6.3 紧固件应符合相应国家标准或行业标准的规定。

6.6.4 罐体凸缘或管法兰用密封垫片应选用带加强环的金属缠绕垫片，符合 HG/T 20610、HG/T 20614、HG/T 20631 和 HG/T 20635 的规定，填充材料为柔性石墨带，且不含有石棉。

6.7 其他材料

6.7.1 支座材料应有足够的强度和冲击韧性，且符合相应支座标准的规定。

6.7.2 小型丙烷储罐用其他材料应符合设计图样的要求。

7 设计

7.1 一般要求

7.1.1 小型丙烷储罐的设计除符合本标准的规定外，还应符合 TSG 21 和 GB/T 150.3 以及其他相关法规、国家标准和行业标准的规定。

7.1.2 罐体、管路、安全附件、仪表、装卸附件以及支座、操作箱等的布置应满足使用和安全的要求。操作箱应有足够的操作空间，且连接应牢固，能够对安全附件、仪表及装卸附件起到防护作用。应根据罐体结构设置合适的固定支座，支座与地基之间应采用地脚螺栓连接。

7.1.3 小型丙烷储罐的外廓尺寸、装量系数应符合设计图样的规定。

7.1.4 小型丙烷储罐的设计使用年限应不小于 20 年。

7.1.5 风险评估报告的基本内容应符合附录 A 的规定。

7.1.6 ACME 螺纹尺寸数据参见附录 B。

7.2 设计文件

7.2.1 小型丙烷储罐的设计文件应至少包括设计说明书、风险评估报告、设计计算书、设计图样、安装与使用维护说明书、制造技术条件以及定期检验的特殊规定等。

7.2.1.1 设计说明书

至少包括以下内容：

- a) 设计委托方提出的设计条件或者设计任务书规定的设计条件；
- b) 设计、制造规范，以及产品标准的选择依据；
- c) 介质的物理化学性质、危害性、有害杂质的限制含量等；
- d) 罐体设计参数，包括安全系数与许用应力、设计温度、最低设计金属温度、设计压力，以及等效压力、计算压力、腐蚀裕量、焊接接头系数、最大允许充装量、设计厚度、计算厚度、最小成形厚度等参数的确定依据；
- e) 设计结构、几何尺寸的确定依据；
- f) 罐体受压元件材料，包括主要受压元件用板材、锻件、管件等的选用说明；
- g) 安全附件、仪表、装卸附件的型号、规格、性能参数、连接方式以及数量等的选用说明。

7.2.1.2 风险评估报告

风险评估报告，包括设计、制造及使用等阶段的主要失效模式和风险控制等。

7.2.1.3 设计计算书

至少包括以下内容：

- a) 罐体强度、刚度及外压稳定性计算；
- b) 罐体容积计算；
- c) 罐体最大允许充装量计算；
- d) 罐体安全泄放量、安全阀排放量计算；
- e) 支座结构强度计算；
- f) 罐体与支座连接处的受力校核计算；
- g) 需要时还应包括罐体局部结构强度应力分析计算等。

7.2.1.4 设计图样

至少包括以下内容：

- a) 设计总图；
- b) 部件图；

7.2.1.5 使用说明书

至少包括以下内容：

- a) 小型丙烷储罐主要技术性能参数；

T/CATSI XXXXX—2020

- b) 介质的物理化学性质、危害性、有害杂质的限制含量等；
- c) 安全附件、仪表、装卸附件等的型号、规格、性能参数，以及连接方式；
- d) 罐体设计使用年限；
- e) 操作使用说明（包括充装系统的工作原理、操作要求、成品附件的日常检查项目和维护保养要求以及必要的警示性要求）；
- f) 注意事项和必要的警示性说明等；
- g) 应急措施等。

7.2.1.6 制造技术条件

至少包括制造技术条件，包括主要制造工艺要求、检验试验方法等。

7.2.1.7 定期检验的特殊规定

至少包括定期检验时的一些特殊检测要求和规定，包括不开罐检验的项目、方法等。

7.2.2 设计文件的审批与签署

设计文件的审批与签署应满足 TSG 21 的规定。

7.2.3 总图的主要内容

应至少注明下列内容：

- a) 产品名称、型号、容器类别；
- b) 设计、制造应当遵循的安全技术规范和产品标准；
- c) 主要工作条件，包括使用环境温度、工作温度、工作压力等；
- d) 主要设计参数，包括设计温度、最低设计金属温度、设计压力、腐蚀裕量、焊接接头系数等；
- e) 介质的物理化学性质、危害性、有害杂质的限制含量等；
- f) 主要技术特性参数，包括小型丙烷储罐的总重、罐体容积、最大允许充装量等；
- g) 罐体主要受压元件材料标准，以及材料牌号、规格等；
- h) 罐体中筒体、封头的计算厚度、设计厚度和最小成形厚度；
- i) 罐体设计使用年限；
- j) 无损检测要求；
- k) 热处理要求（图样有要求时）；
- l) 耐压试验要求；
- m) 特殊制造要求，如抽真空要求等；
- n) 泄漏试验要求；
- o) 安全附件、仪表、装卸附件等的型号、规格、性能参数，以及连接方式等；
- p) 产品铭牌的设置位置；

- q) 装卸管口方位、规格、连接法兰标准等；
- r) 使用中定期检验的要求。
- s) 罐体涂装、标志标识要求。

7.3 罐体

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 强度计算和外压稳定性校核时，采用规则设计的应符合 GB/T 150.3 的规定，采用分析设计的应符合 JB/T 4732 的规定。

7.3.1.2 当罐体强度按 GB/T 150.3 计算时，局部应力分析可按 JB 4732 的规定进行。

7.3.1.3 罐体应基于可能产生的失效模式进行设计。

7.3.2 载荷

7.3.2.1 罐体设计时，应能够承受在正常装载和使用过程中可能出现的各种工况条件下的内压、外压、内外压力差等静载荷、动载荷和热应力载荷等，以及这些载荷的组合。同时还应考虑在设计使用年限内由于反复施加这些载荷而造成的疲劳失效。

7.3.2.2 罐体设计时应考虑下列载荷：

- a) 内压、外压或最大压差，如卸液泵产生的压差等；
- b) 液柱静压力，当液柱静压力小于设计压力的 5% 时，可忽略不计；
- c) 充装工况下的工作压力；
- d) 支座与罐体连接部位或支承部位的作用力；
- e) 连接管道和其他部件的作用力；
- f) 罐体自重及正常工作条件下或试验条件下充装介质的重力载荷；
- g) 附件及管道、平台等的重力载荷；
- h) 温度梯度或热膨胀量不同引起的作用力；
- i) 压力急剧波动引起的冲击载荷；
- j) 冲击力，如由流体冲击罐体引起的作用力等；
- k) 因压力或温度变化、安装在罐体上的设备等产生的周期性动载荷；
- l) 运输或者吊装时的作用力。

7.3.2.3 罐体应按 0.1MPa 外压进行稳定性校核。

7.3.2.4 当罐体满足 JB/T 4732-1995（2005 年确认）中 3.10.1、3.10.2.1、3.10.2.2 或 3.10.3 任一条所有要求的，可免做疲劳分析。

7.3.3 设计温度

7.3.3.1 设计温度的确定应当考虑环境温度的影响。

7.3.3.2 设计温度应不低于元件金属在工作状态可能达到的最高工作温度，且不低于 50℃。

7.3.4 最低设计金属温度

7.3.4.1 根据正常使用、检验及试验中介质最低工作温度以及环境温度条件对罐体金属温度的影响，确定罐体最低设计金属温度。

7.3.4.2 当碳素钢和低合金钢制罐体，因环境温度的影响导致使用条件下罐体的金属温度低于-20℃时，罐体设计应满足 GB/T 150.3 的相关要求。

7.3.4.3 常温储存压力容器，当正常工作条件下大气环境温度对压力容器壳体金属温度有影响时，其最低设计金属温度不得高于历年来月平均最低气温（当月各天的最低气温值相加后除以当月的天数）的最低值。

7.3.5 单位容积充装量

7.3.5.1 小型丙烷储罐的单位容积充装量应按下列条件确定：

- a) 在设计温度下罐体内至少留有5%气相空间；
- b) 当罐内丙烷温度升至其对应饱和蒸气压达到安全阀整定压力时，罐体内至少留有5%气相空间。

7.3.5.2 小型丙烷储罐的单位容积充装量应不大于 0.4 吨每立方米（t/m³）。

7.3.6 最大允许充装量

小型丙烷储罐最大允许充装量应符合下列规定。

最大允许充装量按式（1）计算：

$$W = \Phi_m \times V \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W ——小型丙烷储罐最大允许充装量，单位为吨（t）；

V ——小型丙烷储罐几何容积，单位为立方米（m³）；

Φ_m ——单位容积充装量，单位为吨每立方米（t/m³）。

7.3.7 设计压力

设计压力应不小于下列任意工况中工作压力的最大值，且不低于 2.2MPa：

- a) 充装工况下的工作压力；
- b) 设计温度下丙烷的饱和蒸气压。

7.3.8 最高允许工作压力

当总图和铭牌上标注有最高允许工作压力时，可用最高允许工作压力代替设计压力用于确定安全阀的整定压力以及罐体的耐压试验压力。

7.3.9 计算压力

7.3.9.1 罐体受压元件的计算压力应不小于设计压力与液柱静压力之和。

7.3.9.2 当罐体的液柱静压力小于设计压力的 5%时，可忽略不计。

7.3.10 焊接接头系数

7.3.10.1 当采用双面焊和相当于双面焊的全焊透对接接头，进行全部无损检测时，焊接接头系数取 1.0；进行局部无损检测时，焊接接头系数取 0.85。

7.3.10.2 当采用单面焊对接接头（沿焊缝根部全长有紧贴基本金属的垫板）进行全部无损检测，焊接接头系数取 0.9；进行局部无损检测，焊接接头系数取 0.8。

7.3.11 许用应力

7.3.11.1 当罐体承受压力载荷时，采用规则设计的罐体，其材料许用应力按 GB/T 150.2 选取；采用分析设计的罐体，其材料设计应力强度按 JB 4732 选取。

7.3.11.1 采用规则设计的罐体，当局部采用分析设计时，其材料许用应力按 GB/T 150.2 选取。

7.3.12 腐蚀裕量

7.3.12.1 罐体的腐蚀裕量应由用户提供或设计确定。

7.3.12.2 有均匀腐蚀或磨损的罐体元件，应按预期的罐体设计使用年限和丙烷对材料的腐蚀速率（及磨损速率）确定腐蚀裕量。

7.3.12.3 罐体各元件受到的腐蚀程度不同时，可采用不同的腐蚀裕量。

7.3.12.4 碳素钢或低合金钢制罐体，其均匀腐蚀裕量应不小于 1mm。

7.3.13 设计厚度

罐体的设计厚度应不小于按 GB/T 150（所有部分）或 JB 4732 确定的罐体计算厚度与腐蚀裕量之和。

7.3.14 最小成形厚度

受压元件成形后保证设计要求的最小厚度。

7.3.15 介质

7.3.15.1 丙烷为符合 GB 11174 的商品丙烷，且商品丙烷中丙烷含量不低于 95%。

7.3.15.2 商品丙烷中不允许含二甲醚，硫化氢含量应小于 10mg/m³。

7.3.15.3 商品丙烷为 2.1 类易燃气体，其 GB 12268 编号 1978，CAS 编号 74-98-6。

7.3.16 焊接接头

7.3.16.1 罐体 A、B 类焊接接头应采用全截面焊透的对接接头形式，包括双面焊对接接头和相当于双面焊的全焊透对接接头及单面焊对接接头（沿焊缝根部全长有紧贴基本金属的垫板）。

7.3.16.2 凸缘、接管等与壳体之间的接头应采用全焊透结构。

7.3.17 罐体用管法兰

7.3.17.1 罐体用管法兰、垫片、紧固件的设计应符合相应标准的规定。

7.3.17.2 罐体用管法兰和垫片应符合 TSG 21 及相关标准的规定。

7.3.18 凸缘

7.3.18.1 罐体用非密封管螺纹应符合 GB/T 196、GB/T 197 的规定。

7.3.18.2 罐体用密封管螺纹应符合 GB/T 7306.2、GB/T 27944 或 GB/T 12716 的规定。

7.3.19 开口设置及要求

7.3.19.1 所有开口宜集中布置，便于操作和维修，且均应标明其用途。

7.3.19.2 立式储罐的开口应布置在罐体的侧面。卧式储罐的开口可以布置在端部的封头上，也可以布置在罐体的顶部。

7.3.19.3 立式小型丙烷储罐的侧面或卧式小型丙烷储罐的封头上开口及接管的设置要求

- a) 罐体上应设置安全阀口。安全阀口应通过内部管路与罐内气相空间连通，管路的入口应设置在靠近罐内顶部的位置，以防止液态丙烷进入安全阀口，管路应不影响安全阀的正常排放。安全阀口应能保证安全阀铅直安装。
- b) 罐体上应设置液位计口。当设有压力表口时，应通过管路与罐内气相空间相连通。
- c) 罐体上应设置充液口、气相平衡口。充液口的罐内侧应设置充液管路。充液管路的出液口应设置在靠近罐内顶部的位置，且不影响进液效率。
- d) 罐体上应设置取气口、取液口。取气口应通过内部管路与罐内气相空间连通。取液口的罐内侧应设置取液管路，取液管路的进液口应设置在靠近罐内底部的位置，且不影响出液效率。
- e) 罐体上设置的取液口可以起到排污作用时，可不单独设置排污口。当罐体上设有独立排污口时，出口处应串联安装单向止回阀，且排污口的罐内侧应设置排污接管，排污接管的进液口应尽量靠近罐内底部。排污口应当有保护措施，防止外力破坏及误操作。

7.3.19.4 卧式小型丙烷储罐的顶部上开口及接管的设置要求

- a) 罐体上应设置安全阀口。安全阀口与罐内气相空间相连，保证安全阀铅直安装。
- b) 罐体上应设置液位计口、压力表口。压力表口与罐内气相空间相连。
- c) 罐体上应设置充液口、气相平衡口。充液口、气相平衡口均与罐内气相空间相连。
- d) 罐体上应设置取气口、取液口。取气口与罐内气相空间连通。取液口的罐内侧应设置取液管路，取液管路的进液口应设置在靠近罐内底部的位置，且不影响出液效率。
- e) 罐体上设置的取液口可以起到排污作用时，可不单独设置排污口。当罐体上设有独立排污口时，出口处应串联安装单向止回阀，且排污口的罐内侧应设置排污接管，排污接管的进液口应尽量靠近罐内底部。排污口应当有保护措施，防止外力破坏及误操作。

7.3.19.5 组合口的设置要求

上述管口可根据需要合并为组合口，组合口应满足所组合开口的所有设置要求及功能。

7.3.19.6 检查口的设置要求

检查口的设置应满足内部检验的需要。需要但是无法开设检查孔时，设计单位应提出具体技术措施，例如增加制造时的检测项目或者比例，并且对设备使用中定期检验的重点检验项目、方法提出要求。

7.3.20 结构件的连接

导线固定卡片、铭牌架应满足下列要求：

- a) 结构件材料强度应不大于与其相连接的罐体材料的强度；
- b) 结构件材料厚度应不大于与其相连接的罐体材料厚度的 0.70 倍。

7.4 耐压试验

罐体制成后，应当进行耐压试验。

7.4.1 罐体耐压试验压力按式（2）确定：

$$P_T = 1.25 P \frac{[\sigma]}{[\sigma]^t} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P ——设计压力，单位为兆帕（MPa）；

P_T ——试验压力最低值，单位为兆帕（MPa）；

$[\sigma]$ ——罐体元件材料在耐压试验温度下的许用应力（或设计应力强度），单位为兆帕（MPa）；

$[\sigma]^t$ ——罐体元件材料在设计温度下材料的许用应力（或设计应力强度），单位为兆帕（MPa）。

注1:设计图样及产品铭牌上规定有最高允许工作压力时，公式中应以最高允许工作压力代替设计压力 P 。

注2:罐体各主要受压元件所用材料不同时，应取各元件材料的 $[\sigma]/[\sigma]^t$ 比值中的最小值。

注3: $[\sigma]^t$ 不应低于材料受抗拉强度和屈服强度控制的许用应力（或设计应力强度）最小值。

7.4.2 当采用大于 7.4.1 规定的耐压试验压力时，应在耐压试验前校核各受压元件在试验条件下的应力水平，罐体元件应按式（3）校核最大总体薄膜应力 σ_T ：

$$\sigma_T = \frac{P_T (D_i + \delta_e)}{2\delta_e} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

σ_T ——试验压力下圆筒的周向薄膜应力，单位为兆帕（MPa）；

P_T ——试验压力，单位为兆帕（MPa）；

D_i ——圆筒的内直径，单位为毫米（mm）；

δ_e ——圆筒的有效厚度，单位为毫米（mm）。

7.4.3 罐体元件最大总体薄膜应力 σ_T 应满足下列条件：

液压试验时： $\sigma_T \leq 0.9 R_{eL} \phi (R_{p0.2}) \dots\dots\dots (4)$

气压试验或气液组合试验时： $\sigma_T \leq 0.9 R_{eL} \phi (R_{p0.2}) \dots\dots\dots (5)$

式中：

$R_{eL}(R_{p0.2})$ ——罐体材料在试验温度下的屈服强度（或0.2%规定塑性延伸强度），单位为兆帕（MPa）。

ϕ ——焊接接头系数。

7.5 泄漏试验

小型丙烷储罐耐压试验合格后应进行泄漏试验，一般需要将安全附件装配齐全，泄漏试验应符合 GB/T 150 的规定。

7.6 支座或支腿

T/CATSI XXXXX—2020

7.6.1 根据标准选用小型丙烷储罐支座或支腿时，支座或支腿应符合 NB/T 47065 的规定。

7.6.2 当采用其它结构型式的支座或支腿时，支座或支腿应与罐体一起进行局部应力分析，局部应力分析按 JB/T 4732 的规定进行，许用应力按 GB/T 150 选取，且符合设计图样的规定。

7.7 操作箱

7.7.1 应具备防护功能，可防止操作箱被意外开启以及无关人员对箱内阀门、仪表及附件的误操作。

7.7.2 操作箱底部及门上应设防积水结构。

7.7.3 应具备防止气态丙烷聚集的结构。

7.7.4 结构设计除考虑观察及操作便利性外，还应考虑气体泄露报警器及相关附件的安装。

7.8 防火涂层

当需要时，小型丙烷储罐外表面可涂敷防火涂层，防火涂料应符合 6.5 的规定。

7.9 管路

7.9.1 小型丙烷储罐一般应设置取液管路、取气管路等管路和附件，以满足取液、取气等使用要求。

7.9.2 管路系统设计条件的确定原则、设计准则和设计计算方法按照 GB/T 20801.3 的规定。

7.9.3 管路的阀门和罐体上的管路接口、管路安全阀（如有）、紧急切断装置、仪表灯装置应布局合理、相对集中，便于操作、检查和维护。

7.9.4 管路系统设计压力的确定原则按照 GB/T 20801.3 的规定，并应满足下列要求：

a) 管路（或管段）的设计压力应不小于罐体的设计压力；

b) 两端可关闭且有可能存留商品丙烷的管路，应设置管路安全阀，其整定压力不超过管路设计压力的 1.5 倍。

7.9.5 管子与管件的公称压力等级应不小于管路设计压力，且所有的管路应在承受 4 倍管路系统工作压力时不会破裂。

7.9.6 管路焊接接头应优先选用全焊透的对接接头型式，管路与仪表之间的连接可采用卡套接头或活套接头等连接方式。

7.9.7 管路的结构应避免因热胀冷缩、机械颤动或振动等所引起的损坏，必要时应考虑设置补偿结构和管路支撑与紧固装置。

7.9.8 管路中法兰组件的压力等级应与管路的压力等级相匹配。

7.9.9 管路的阀门应标志商品丙烷的流向，并标明开启和关闭方向。每只阀门和仪表应带一个标牌，在标牌上标明其在流程图中的代号和用途。

8 安全附件、仪表、装卸附件

8.1 一般要求

8.1.1 安全附件、仪表和装卸附件的选用及设置，除应符合 TSG 21 和本标准的规定外，还应满足设计文件的要求。

8.1.2 安全附件包括安全阀、紧急切断装置以及导静电装置等。

8.1.3 仪表包括液位测量装置、压力等测量装置。

- 8.1.4 装卸附件包括带限充装置的充液阀、气相平衡阀、取气阀、取液阀或具备装卸功能的组合阀等。
- 8.1.5 选用的安全附件、仪表和装卸附件应与商品丙烷相适应。
- 8.1.6 安全附件和装卸附件的制造许可和型式试验应符合相应安全技术规范的要求。
- 8.1.7 安全附件、仪表和装卸附件应符合相应安全技术规范和产品标准的规定，且有产品质量证明书或产品质量合格证，并在产品的明显部位有永久性标识或装设金属铭牌。
- 8.1.8 采用带电气控制元件的安全附件、仪表和装卸附件，应符合电器元件防爆设计的相关标准要求。
- 8.1.9 安全阀、压力表安装前，应进行校验和检定，合格后应重新铅封。
- 8.1.10 罐体在耐压试验合格后方可进行安全附件、仪表和装卸附件的安装，安全附件、仪表和装卸附件与罐体或管路之间的连接可采用焊接连接、法兰连接或螺纹连接等方式。仪表与管路之间的连接还可采用卡套接头或活套接头等连接方式。
- 8.1.12 安全附件、仪表、装卸附件等应集中布置，应设有防护装置（如操作箱），该装置应带锁。

8.2 安全阀

- 8.2.1 小型丙烷储罐应至少设置一个全启式安全阀，且能满足罐体安全泄放的要求。安全阀与罐体之间应设置安全阀底座阀，安全阀底座阀应符合相应法规标准的规定。安全阀底座阀与安全阀同时安装时，安全阀底座阀应为常开状态；当安全阀从安全阀底座阀上卸下或意外脱开时，安全阀底座阀应能自动关闭，防止丙烷泄漏。
- 8.2.2 安全阀在设计上应能防止任何异物的进入和防止液体的渗出，且能承受罐体内的压力、可能出现的危险超压及包括液体流动力在内的动态载荷。
- 8.2.3 安全阀应符合 GB/T 12241 和 GB/T 12243 的规定。
- 8.2.4 安全阀的设置应符合下列规定：
- 应垂直安装，其气体进口位置应满足在超压泄放状态时始终处于罐体气相空间；
 - 从罐体到安全阀底座阀、从安全阀底座阀到安全阀、从安全阀到泄放导管以及从泄放导管到大气的结构和通径应满足超压泄放装置安全泄放量的要求。
- 8.2.5 安全阀出口应设置泄放导管，导管出口应高出小型丙烷储罐罐体顶部，且其安装不应影响安全阀的正常安全排放。泄放导管结构应能防杂物及雨水，可将丙烷安全排放。
- 8.2.6 安全阀的气体排放出口处不应有任何限制或阻碍气体排放的障碍。气体的排放应畅通无阻，排放口朝向与水平线夹角应大于 0° ，且不应指向罐体和操作位置。
- 8.2.7 安全阀的整定压力应按 TSG 21 的规定。
- 8.2.8 安全阀的排放能力应符合下列规定：
- 当罐体完全处于火灾环境时或接近不能预料的外来热源而酿成危险时，以及压力出现异常情况时均能迅速排放；

- b) 各个安全阀的组合排放能力应足以将罐体内的压力（包括积累的压力）限制在不超过设计压力的 1.2 倍；
- c) 多个安全泄放装置的排放能力为各个安全泄放装置排放能力之和。

8.2.9 安全阀排放能力计算按 GB/T 150.1 附录 B 的规定。

8.2.10 安全阀应有清晰、永久的标记，标记内容应至少包括：

- a) 安全阀动作压力；
- b) 额定排放能力或最小泄放面积；
- c) 制造许可证编号及标志；
- d) 制造单位名称或标识商标。

8.3 紧急切断装置

8.3.1 紧急切断装置应包括紧急切断阀、限流或过流阀、远程控制装置（手动或自动控制装置）和易熔元件自动切断装置等。

8.3.2 应按如下要求设置紧急切断装置，但确认在工程系统中已设有紧急切断装置或类似的能防大量泄漏的其他紧急闭止装置时除外：

- a) 应在取液、取气管路上尽量靠近罐体的位置设置紧急切断装置；
- b) 紧急切断装置应动作灵活、性能可靠便于检修，且不应兼作他用；
- c) 紧急切断装置应符合 GB/T 22653 的规定。

8.3.3 在下列条件下，当遭遇火灾或取液、取气过程中发生意外泄漏时，紧急切断装置应能自动关闭：

- a) 与取气阀相连的调压器进口压力在 0.2MPa~1.0MPa、取气出口因意外或管路破裂失压时。
- b) 取液管路内商品丙烷流量达到 3 倍调压器的额定流量前。
- c) 紧急切断装置自动关闭后的气态丙烷泄漏量应不大于 4L/h。

8.3.4 紧急切断装置的手动关闭装置不应导致易熔元件自动切断装置和远程控制装置的动作失效。

8.3.5 当远程控制系统采用气动控制系统时，所用气体宜采用外置式压缩空气源，且应满足下列要求：

- a) 压缩空气应无油且洁净、干燥；
- b) 压缩空气的压力应与紧急切断阀的操作压力相匹配，且保持稳定；
- c) 气动控制系统的管路一般采用不锈钢材料。

8.3.6 设有远程控制接口，便于远程控制系统关闭操作的装置，应设置在工程系统中人员易于到达的位置。

8.3.7 紧急切断装置应设有显示主阀是否打开或关闭的指示标识。

8.3.8 易熔元件应选用易熔合金材料，并能在不高于 100℃时熔融，熔融温度温差范围为±10℃；也可根据需要定制，但动作温度应小于等于 121℃。

8.3.9 紧急切断装置应经耐压试验和气密性试验检验合格。

8.4 导静电装置

罐体、管道、阀门和支座等连接处的导电性应良好，并设置可靠的导静电连接端子。罐体金属与接地导线末端之间的电阻值不大于 5Ω 。

8.5 仪表

8.5.1 一般规定

8.5.1.1 直接与罐内丙烷连通的仪表不应采用易碎、易损材料制造。

8.5.1.2 仪表应灵敏、可靠，并有足够的精度和牢固的结构。

8.5.1.3 仪表露出罐体外的部分应设置能防止受到意外撞击的保护装置。

8.5.2 压力测量装置

8.5.2.1 罐体宜装设至少一个压力测量装置，如机械指针式压力表（以下简称“压力表”）或数字式压力显示仪器。

8.5.2.2 应选用符合相应国家标准或行业标准的压力表，且满足使用工况要求。

8.5.2.3 压力表应符合 JB/T 6904 的规定，精度不低于 1.6 级。

8.5.2.4 压力表表盘刻度极限值应为工作压力的 1.5 倍~3.0 倍。

8.5.2.5 压力表的装设位置应便于操作人员观察和清洗，且应避免受到辐射热、冻结或震动等不利因素的影响。

8.5.2.6 安装结构应牢固可靠，防止其脱落。

8.5.2.7 压力测量装置与罐体之间应装设切断阀，且应有启闭标记和锁紧装置。

8.5.2.8 压力表安装前应当按照国家计量检定规程的相关规定进行检定，检定后加装铅封；机械指针式压力表应当在刻度盘上划出指示工作压力的红线，并且注明下次检定日期。

8.5.3 液位测量装置

8.5.3.1 罐体应至少设置一个带远程信号传输功能的机械式液位计，且应在液位计附近或操作箱内设置金属材质、永久连接的可显示不同温度下“最高限充液位”的对照表。

8.5.3.2 液位计应根据充装介质、设计压力和设计温度等设计参数正确选用。

8.5.3.3 液位计指示应灵敏准确、安装结构牢固、观察使用方便。

8.5.3.4 液位计精度等级不低于 2.5 级。

8.5.3.5 液位计应设置在便于观察和操作的位置，其允许的最高安全液位应有明显的标记。

8.5.3.6 液位计还需满足如下要求：

- a) 液位计应具有就地液位显示、电信号传输功能，可按设定警戒液位向远程平台发送报警信号。当罐内液位下降到 40% 罐体容积位置时，发出第一次报警信号；当罐内液位下降到 20% 罐体容积以下时，发出连续报警信号，提醒运营单位及时补液。
- b) 液位计表盘至少设置体积百分

比刻度，且分别在最高液位（不大于 80%罐体容积）、第一次警戒液位（40%罐体容积）、最终警戒液位（20%罐体容积）处均涂红；

- c) 液位计应采用防止商品丙烷泄漏的结构；
- d) 液位计的动作应流畅，防止表盘空转；
- e) 除须经外观检查、耐压试验、气密试验外，还需经专项动作、耐久、振动等性能试验合格，其中性能试验可由成品制造厂家自行实施并保证。

8.6 装卸附件

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 装卸附件应适用于商品丙烷，且公称压力应不低于 2.5MPa。

8.6.1.2 装卸阀门阀体的耐压试验压力为阀门公称压力的 1.5 倍，气密试验压力为阀门公称压力，阀门应在全开和全闭工作状态下进行气密性试验合格。

8.6.1.3 手动阀门应在阀门承受气密性试验压力下能够全开、全闭操作自如，且不应有异常阻力、空转等。

8.6.2 带限充装置的充液阀

8.6.2.1 带限充装置的充液阀（以下简称“充液阀”）应是一种包含止回阀、球阀及限充装置等结构的组合阀，与带卸液泵丙烷汽车罐车的卸液枪相匹配，相互之间能安全、快速连接及分离。

8.6.2.2 充液阀与卸液枪分离时能有效防止丙烷大量泄漏，十次泄露量不超过 50ml（等效液体体积）。充液阀入口应配备密封堵帽，与球阀、止回阀组成三道密封。

8.6.2.3 充液阀上应设有带泄压功能的装置或结构。

8.6.2.4 充液阀的额定流量为 88L/min。

8.6.2.5 当充装量达到最高液位（不大于 80%罐体容积）时，充液阀的限充装置应能自动动作，立即关闭充液阀。充液阀的限充装置应采用机械式结构。

8.6.2.6 限充装置应设置在罐体内部，且无法轻易在罐外改变限充装置的液位设置。

8.6.2.7 限充装置的浮子应能承受罐内压力。

8.6.2.8 充液阀的限充装置须经外观、耐压、气密、动作试验检查，还应通过耐久、动作后泄漏量测定、振动等性能确认试验合格，性能确认试验可由阀门制造厂家自行实施并保证。

8.6.2.9 充液阀的充装接口为 $1\frac{3}{4}$ 英寸 M.ACME 螺纹，应符合本标准附录 B 的规定。

8.6.3 气相平衡阀

8.6.3.1 气相平衡阀应具有止回功能和限流功能，且与丙烷带泵汽车罐车的回气枪相匹配。

8.6.3.2 止回功能保可以实现安全、快速连接及断开，与回气枪分离时能有效防止丙烷大量泄漏，十次泄漏量不超过 12L。

8.6.3.3 限流功能应能防止意外情况下，气体大量向外排放。

8.6.3.4 气相平衡阀应配备密封堵帽，充并设有带泄压功能的装置或结构。

8.6.3.5 气相平衡阀的充装接口 1 $\frac{1}{4}$ 英寸 M.ACME 螺纹，应符合本标准附录 B 的规定。

8.6.4 取气阀和取液阀

8.6.4.1 取气阀、取液阀应带截止和限流功能。

8.6.4.2 取液阀或取气阀未连接外部管路时，应配备密封堵帽。

8.6.5 组合阀

组合阀应根据其功能分别满足 8.6.2~8.6.4 相应的要求。常用组合阀配置如下：

- a) 取液阀与气相平衡阀；
- b) 取气阀、气相平衡阀与安全阀底阀；
- c) 其他可能的组合。

9 制造

9.1 一般要求

9.1.1 小型丙烷储罐应按经规定程序批准的设计文件及本标准的要求进行制造与检验。

9.1.2 罐体受压元件（封头、锻件等）以及罐体的安全附件、仪表、装卸附件等为外购、外协件时，制造单位应保证外购、外协件的质量满足设计文件及本标准的要求，且经检验合格后方可使用。

9.1.3 罐体施焊人员应按 TSG Z6002 的规定考核合格，且取得相应项目的《特种设备作业人员证》后，方可在有效期内担任合格项目范围内的焊接工作。

9.1.4 罐体的无损检测应由持有相应项目的《特种设备检验检测人员证（无损检测人员）》，且在有效期内的人员担任。

9.1.5 小型丙烷储罐的外廓尺寸应符合设计图样规定。

9.1.6 小型丙烷储罐各附件与罐体连接面、阀门和液位计等其工作状态应安全、灵活和可靠。

9.1.7 小型丙烷储罐上的零部件，安装应牢固可靠，外表面应平整美观，无压伤、裂纹、焊渣或漆层脱落等缺陷。

9.2 罐体

9.2.1 焊接接头分类

9.2.1.1 罐体受压元件之间的焊接接头分为 A、B、C、D 四类（如图 4 所示），且符合以下规定：

- a) 圆筒部分（包括接管）的纵向接头、球形封头与圆筒连接的环向接头、各类凸形封头中所有拼焊接头以及嵌入式接管或凸缘与罐体对接连接的接头，均属 A 类焊接接头；
- b) 罐体部分的环向接头、长颈法兰与接管连接的接头，以及接管间的对接环向接头，均属 B 类焊接接头，但已规定为 A 类的焊接接头除外；
- c) 法兰与接管非对接连接的接头均属 C 类焊接接头，但已规定为 A、B 类的焊接接头除外；

- d) 接管、人孔、凸缘、补强圈等与圆筒和封头连接的接头均属于 D 类焊接接头，但已规定为 A、B、C 类的焊接接头除外。

9.2.1.2 非受压元件与受压元件的连接接头为 E 类焊接接头（如图 4 所示）。

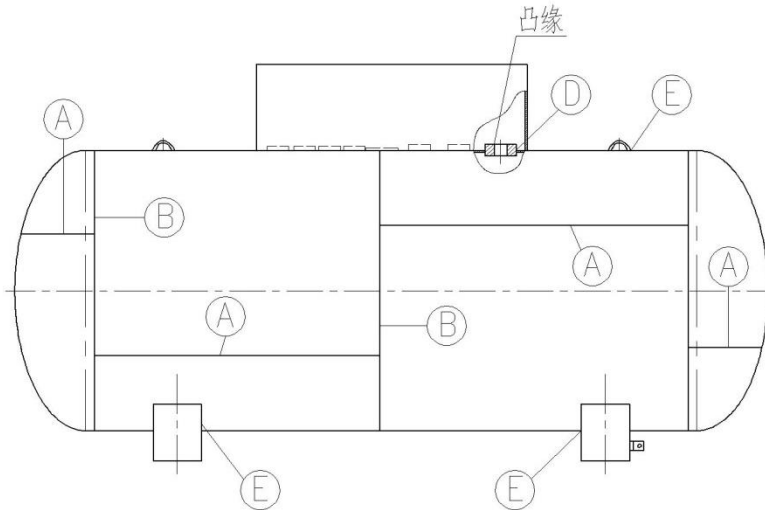


图 4 焊接接头分类

9.2.2 材料复验、分割与标志移植

9.2.2.1 符合下列条件之一的材料按炉号复验其化学成分，按批号复验力学性能，且符合相应材料标准或设计文件的要求：

- a) 不能确定质量证明书真实性或对性能和化学成分有怀疑的主要受压元件材料；
- b) 设计文件要求进行复验的材料。

9.2.2.2 材料分割可采用冷切割或热切割方法。当采用热切割方法分割材料时，应清除表面熔渣和影响制造质量的表面层。

9.2.2.3 制造受压元件的材料应有可追溯的标志。在制造过程中，如原标志被裁掉或材料分成几块时，制造单位应规定标志的表达方式，并在材料分割前完成标志的移植。

9.2.3 冷、热加工成形与组装

9.2.3.1 制造单位应根据制造工艺确定加工余量，以确保受压元件成形后的实际厚度不小于设计图样标注的最小成形厚度。

9.2.3.2 采用经过正火处理的钢材制造的受压元件，宜采用冷成形或温成形；采用温成形时，须避开钢材的回火脆性温度区。

9.2.3.3 制造中应避免钢板表面的机械损伤。对于尖锐伤痕、刻槽等缺陷应予修磨，修磨斜度最大为 1:3。修磨的深度应不大于该部位钢材厚度的 5%，且不大于 2mm，否则应予焊补。

9.2.3.4 坡口应符合下列要求：

- a) 坡口表面不应有裂纹、分层、夹杂等缺陷；

b) 施焊前,应清除坡口及其两侧母材表面至少 20mm 范围内(以离坡口边缘的距离计)的氧化物、油污、熔渣及其他有害杂质。

9.2.3.5 封头应符合 GB/T 25198 和设计图样的规定。

9.2.3.6 封头不允许拼接,应整体成形。

9.2.3.7 用带间隙的全尺寸的内样板检查封头内表面的形状偏差(见图 5),缩进尺寸为 $3\%D_i \sim 5\%D_i$,其最大形状偏差外凸应不大于 $1.25\%D_i$,内凹应不大于 $0.625\%D_i$ 。检查时应使样板垂直于待测表面。

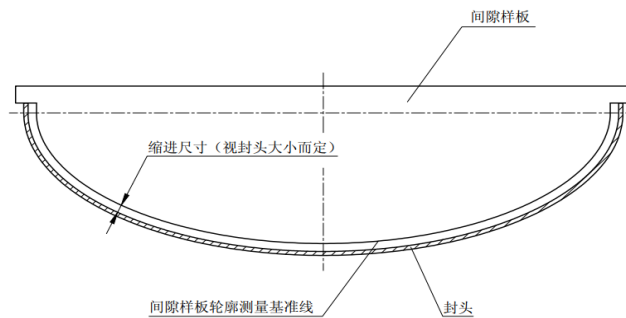


图 5 凸形封头的形状偏差检查

9.2.3.8 封头直边部分不应存在纵向皱折。

9.2.4 圆筒与罐体

圆筒与罐体符合 GB/T 150.4 中 6.5 的规定。

9.2.5 组装及其他要求

组装及其他要求符合 GB/T 150.4 中 6.8 的规定。

9.2.6 焊接

9.2.6.1 焊条、焊剂及其他焊接材料的贮存库应保持干燥,相对湿度应不大于 60%。

9.2.6.2 当施焊环境出现以下任一情况,且无有效防护措施时,禁止施焊:

- a) 焊条电弧焊时风速大于 10m/s;
- b) 气体保护焊时风速大于 2m/s;
- c) 相对湿度大于 90%;
- d) 焊件温度低于 -20°C 。

9.2.6.3 当焊件温度低于 0°C 但不低于 -20°C 时,应在施焊处 100mm 范围内预热到 15°C 以上。

9.2.6.4 罐体施焊前,受压元件焊缝、与受压元件相焊的焊缝、熔入永久焊缝内的定位焊缝、受压元件母材表面堆焊与补焊,以及上述焊缝的返修焊缝都应按 NB/T 47014 进行焊接工艺评定或具有经过评定合格的焊接工艺规程支持。

9.2.6.5 焊接工艺评定报告和预焊接工艺规程应经制造单位焊接责任人审核，技术总负责人批准，经监督检验人员签字确认后存入技术档案。焊接工艺评定技术档案应保存至该工艺评定失效为止，焊接工艺评定试样至少保存 5 年。

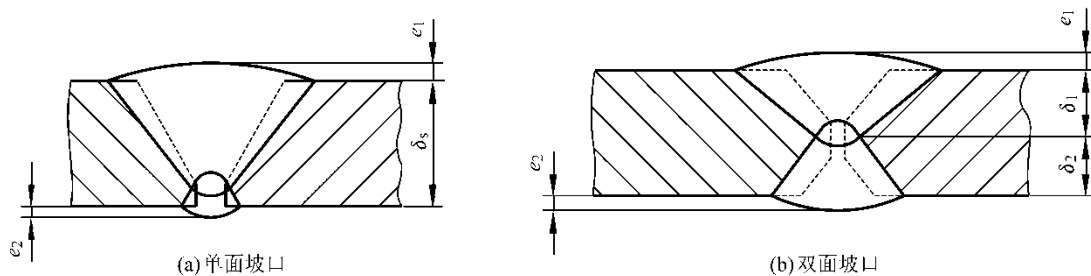
9.2.6.6 应在受压元件焊接接头附近的指定部位打上焊工代号钢印，或在含焊缝布置图的焊接记录中记录焊工代号。

9.2.6.7 A、B 类焊接接头的焊缝余高 e_1 、 e_2 按表 3 和图 6 的规定。

表 3 A、B 类焊接接头的焊缝余高

单位为 mm

标准抗拉强度值 $R_m > 540\text{MPa}$ 的钢材				其他钢材			
单面坡口		双面坡口		单面坡口		双面坡口	
e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2	e_1	e_2
0~10% δ_s 且 ≤ 3	0~1.5	0~10% δ_1 且 ≤ 3	0~10% δ_2 且 ≤ 3	0~15% δ_s 且 ≤ 4	0~1.5	0~15% δ_1 且 ≤ 4	0~15% δ_2 且 ≤ 4
表中百分数计算值小于 1.5 时按 1.5 计。							



9.2.6.8 罐体 C、D 类接头的焊角尺寸，当图样无规定时，取焊件中较薄者的厚度。当补强圈的厚度不小于 8mm 时，其焊角等于补强圈厚度的 70%，且不小于 8mm。

9.2.6.9 焊接接头表面应按相关标准进行外观检查，不应有表面裂纹、未焊透、未熔合、咬边、表面气孔、弧坑、未填满、夹渣（杂）和飞溅物。焊缝与母材应圆滑过渡，角焊缝的外形应凹形圆滑过渡。

9.2.6.10 在罐体上焊接的临时吊耳和拉筋的垫板等，应采用力学性能和焊接性能与罐体相近的材料，并用相适应的焊材及焊接工艺进行焊接。临时吊耳和拉筋的垫板割除后，留下的焊疤应打磨光滑，并按图样规定进行渗透检测或磁粉检测，确保表面无裂纹等缺陷。打磨后的厚度应不小于该部位设计厚度。

9.2.6.11 罐体不应强力组装。

9.2.6.12 罐体不应采用十字焊缝。

9.2.6.13 罐体上开孔位置宜避开焊接接头。

9.2.6.14 当焊缝需返修时，其焊接返修工艺符合 9.2.6.4~9.2.6.7 的规定。

9.2.6.15 焊缝同一部位的返修次数不宜超过 2 次。当超过 2 次，返修前均应经制造单位技术负责人批准，返修次数、部位和返修情况应记入产品质量证明书。

9.2.6.16 如在热处理后进行返修，当返修深度小于钢材厚度 δ_s 的 1/3，且不大于 13mm 时，可不再进行焊后热处理。返修焊接时，应先预热并控制每一焊层厚度不应大于 3mm，且应采用回火焊道。在同一截面两面返修时，返修深度为两面返修的深度之和。

9.2.7 产品试件和试样

9.2.7.1 当设计图样上要求时，需制备产品焊接试件。

9.2.7.2 制备产品焊接试件与试样的要求应符合 GB/T 150.4-2011 中 9.1.2 的规定。

9.2.7.3 产品焊接试件与试样的检验与评定应符合 GB/T 150.4-2011 中 9.1.3 的规定。

9.2.8 无损检测

9.2.8.1 无损检测方法

9.2.8.1.1 罐体的无损检测方法包括射线检测（胶片感光或者数字成像）、超声检测、磁粉检测和渗透检测。

9.2.8.1.2 制造单位或无损检测机构应按设计图样要求和 NB/T 47013.1 的规定制定罐体无损检测工艺。

9.2.8.2 无损检测方法的选择

应符合 GB/T 150.4-2011 中 10.1 的规定。

9.2.8.3 无损检测比例

9.2.8.3.1 小型丙烷储罐对接接头的无损检测比例分为全部（100%）和局部（大于或者等于 20%）两种。要求气压试验或者气液组合压力试验时，罐体的 A、B 类对接接头应进行全部（100%）射线检测或超声检测：

9.2.8.3.2 符合下列条件之一的罐体焊接接头，应对其内外表面进行磁粉或渗透检测：

- a) 采用气压或者气液组合耐压试验罐体的焊接接头；
- b) 设计文件要求时。

9.2.8.4 无损检测的实施时机

罐体的焊接接头应经形状、尺寸及外观检查，合格后再进行无损检测。

9.2.8.5 无损检测技术要求

9.2.8.5.1 射线检测应按 NB/T 47013.2 或 NB/T 47013.11、NB/T 47013.14 的规定执行，检测技术等级不低于 AB 级，进行全部无损检测的对接接头合格级别不低于 II 级，进行局部无损检测的对接接头合格级别不低于 III 级。

9.2.8.5.2 超声检测应按 NB/T 47013.3 或 NB/T 47013.10 的规定执行，检测技术等级和合格级别应符合下列规定：

- a) 脉冲反射法超声检测技术等级不低于 B 级，合格级别为 I 级；
- b) 采用衍射时差法超声检测的焊接接头，合格级别不低于 II 级。

9.2.8.5.3 罐体所有焊接接头的表面无损检测均应按 NB/T 47013.4 或 NB/T 47013.5 的规定执行，磁粉或渗透检测合格级别均为 I 级。

9.2.8.6 无损检测记录、资料和报告

小型丙烷储罐无损检测档案应完整，保存期限不得少于小型丙烷储罐的设计使用年限。

9.2.9 热处理

9.2.9.1 焊后热处理 (PWHT)

当设计图样要求进行整体消除应力热处理时，热处理应包括受压元件间及其与非受压元件的连接焊缝。当制定热处理技术要求时，除满足下列规定外，还应采取必要的措施，避免由于焊后热处理导致的再热裂纹。

9.2.9.2 焊后热处理要求

9.2.9.2.1 制造单位应按设计文件和标准的要求在热处理前编制热处理工艺。

9.2.9.2.2 不应使用燃煤炉进行焊后热处理。

9.2.9.2.3 热处理装置（炉）应配有自动记录温度曲线的测温仪表，并能自动绘制热处理的时间与工件壁温关系曲线。

9.2.9.2.4 应采用整体炉内消除应力热处理。

9.2.9.2.5 缺陷焊补部位，允许采用局部热处理。局部热处理有效加热范围应符合以下规定：

- a) 焊缝最大宽度两侧各加 δ_{PWHT} 或 50mm，取两者较小值；
- b) 返修焊缝端部方向上加 δ_{PWHT} 或 50mm，取两者较小值；
- c) 接管与罐体相焊时，应环绕包括接管在内的圆筒全圆周加热，且在垂直于焊缝方向上自焊缝边缘加 δ_{PWHT} 或 50mm，取两者较小值。

9.2.9.2.6 局部热处理的有效加热范围应不产生有害变形，当无法有效控制变形时，应扩大加热范围，例如对圆筒全周长范围进行加热时；靠近加热区的部位应采取保温措施，使温度梯度不致影响材料的组织和性能。

9.2.9.3 焊后热处理操作

碳素钢、低合金钢的焊后热处理操作应符合下列规定：

- a) 焊件进炉时炉内温度不应高于 400℃；
- b) 焊件升温至 400℃后，加热区升温速度不超过 $5500/\delta_{PWHT}$ ℃/h，且不应超过 220℃/h，一般情况下不低于 55℃/h；

- c) 升温时，加热区内任意 4600mm 长度内的温差不大于 140℃；
- d) 保温时，加热区内最高与最低温度之差不宜超过 80℃；
- e) 升温及保温时应控制加热区气氛，防止焊件表面过度氧化；
- f) 炉温高于 400℃时，加热区降温速度不超过 $7000/\delta_{PWHT}$ ℃/h，且不应超过 280℃/h，一般情况下低于 55℃/h；
- g) 焊件出炉时，炉温不高于 400℃，出炉后应在静止空气中继续冷却。

9.3 置换处理

小型丙烷储罐出厂前，罐体应下列要求进行置换，合格后方可出厂。

- a) 采用氮气置换处理时，处理后的含氧量小于 3%，并保留 0.05MPa~0.1MPa 的余压；
- b) 采用抽真空处理时，处理后的真空度不低于 0.086MPa；
- c) 设计文件有特殊规定时，按设计文件执行。

9.4 罐体涂敷

罐体的涂敷应符合 JB/T 4711 的规定，罐体漆膜颜色宜采用浅色。

10 试验方法

耐压试验应符合 GB/T 150 的规定。

10.2 泄漏试验

泄漏试验应符合 GB/T 150 的规定。

10.3 其他检查

罐体总装完成后的检验项目至少包括下列内容，其合格要求应满足本标准和设计图样的规定：

- a) 罐体的几何尺寸；
- b) 罐体的表面涂装、标志、铭牌以及必要的警示性标志等，其中标志至少包括介质名称（丙烷），下次全面检验日期等。

11 检验规则

小型丙烷储罐制造完毕后，制造单位应按照设计图样和本标准逐台检验合格后方可出厂，出厂检验项目按表 4 的规定。

表 4 出厂检验项目

序号	检验项目	检验内容	技术要求
1	相关技术文件检查	产品名称、规格	1.1、4.2
		设计压力、设计温度、介质	7.2.1、7.3.3、7.3.7、7.3.15
		罐体几何尺寸、单位容积充装量、最大允许充装量	7.2.3、7.3.5、7.3.6

序号	检验项目	检 验 内 容	技 术 要 求
		罐体材料	6.2
		设计使用年限	7.1.4、7.2.3
2	外观检查	铭牌	12.3
		标志标识	12
		地脚螺栓	6.4
		罐体涂敷	9.4
		防火涂层	6.5、7.6.3
		焊接接头及母材外表面缺陷	9.2.6
		结构件的连接	7.3.20
		罐体开口	7.3.19
		罐体焊缝布置	9.2.6
3	几何尺寸检验	罐体外形尺寸	9.1.5
		罐体直线度	9.2.4
		单个筒节的最小长度	9.2.4
		法兰和螺纹	7.3.17、7.3.18
4	附件检验	安全阀	8.2
		导静电接口	8.4
		仪表	8.5
		装卸附件	8.6
5	出厂文件	出厂文件应齐全	13

12 标志标识

12.1 罐体外表面应为浅色。在罐体适当部位书写充装丙烷的名称，字色为大红（R03），字高不小于 100mm，字样宜为仿宋体。

12.2 在罐体适当部位书写“罐体下次全面检验日期：××××年××月”，字色为黑色，字高不小于 50mm。

12.3 产品铭牌应安装在罐体的易见部位，产品铭牌的格式与内容按 TSG 21 的规定。

13 出厂文件

13.1 制造单位至少向使用单位提供下列技术文件和资料：

- a) 竣工图样，竣工图样上应有设计单位许可印章（复印章无效），且加盖竣工图章（竣工图章上标注制造单位名称、制造许可证编号、审核人的签字和“竣工图”字样），当制造中发生材料代用、无损检测方法改变、加工尺寸变更等，制造单位应按设计单位书面批准文件的要求在竣工图样上作出清晰标注，标注处有修改人的签字及修改日期；

- b) 产品合格证（含产品数据表）；
- c) 产品质量证明文件；
- d) 产品铭牌的拓印件或复印件；
- e) 特种设备制造监督检验证书；
- f) 强度计算书；
- g) 应力分析报告（需要时）；
- h) 安全泄放量、安全阀排量的计算书；
- i) 产品使用说明书
- j) 风险评估报告
- k) 其他必要的产品质量证明文件；
- l) 备件、附件清单和相应的质量合格证明；
- m) 防爆合格证明书（需要时）；
- n) 其他必要的产品质量证明文件。

13.2 小型丙烷储罐产品质量证明文件至少包含下列内容：

- a) 主要受压元件材料质量证明书和材料清单；
- b) 质量计划；
- c) 受压元件（封头、锻件等）为外购或外协件时的产品质量证明文件；
- d) 罐体外观及几何尺寸检验报告；
- e) 罐体焊接记录；
- f) 罐体无损检测报告；
- g) 罐体焊后热处理报告及自动记录曲线（图样有要求时）；
- h) 罐体液压试验报告；
- i) 泄漏试验报告；
- j) 整体检验报告；
- k) 罐体置换检验报告；
- l) 产品制造变更报告；
- m) 钢板、锻件超声检测报告（需要时）；
- n) 安全附件、仪表及装卸附件的质量证明文件。

13.3 小型丙烷储罐使用说明书除应符合 GB/T 9969 的规定外，还应至少包含下列内容：

- a) 小型丙烷储罐主要技术性能参数；
- b) 罐体结构图，至少应包括安全附件、阀件和仪表的型号和连接方式；

T/CATSI XXXXX—2020

- c) 操作使用说明，至少应有操作规程、最大允许充装量的控制要求；
- d) 使用注意事项，至少应包括装卸过程中的注意事项；
- e) 维护和保养要求；
- f) 常见故障的排除方法；
- g) 备品和备件清单。

14 运输包装

小型丙烷储罐的运输包装除应符合 JB/T 4711 的规定外，还应符合设计文件要求。

附录 A

(规范性附录)

风险评估报告

A.1 总则

A.1.1 本附录规定了风险评估报告的基本要求。

A.1.2 设计单位应根据相关法规或设计委托方要求，针对小型丙烷储罐建造阶段和使用阶段预期的风险编制风险评估报告。风险评估报告是编制其他设计文件的重要依据。

A.1.3 设计单位应充分考虑小型丙烷储罐在各种工况条件下可能产生的失效模式，在材料选择、结构设计、制造检验、充装使用等方面提出安全防护措施，防止可能发生的失效。

A.1.5 设计单位应向用户提供制定小型丙烷储罐事故应急预案所需要的信息。

A.2 制定原则和程序

A.2.1 设计阶段风险评估主要针对设计者需考虑的对设计阶段、制造阶段和使用阶段预期的失效模式进行的危害识别和风险控制，说明应采取的技术措施和依据。

A.2.2 设计阶段风险评估按以下程序进行：

- a) 根据用户设计条件和其他设计输入信息（如设计任务书等），确定小型丙烷储罐的各种使用工况；
- b) 根据小型丙烷储罐的充装介质、环境因素、充装使用方式及条件等进行危害识别，确定可能发生的危害及其后果；
- c) 针对所有危害和相应的失效模式，说明应采取的安全防护措施和依据；
- d) 对于可能发生的失效模式，给出制定事故应急预案所需要的信息；
- e) 形成完整的风险评估报告。

A.3 风险评估报告内容

风险评估报告至少应包括如下内容：

- a) 小型丙烷储罐的基本设计参数：工作条件（如工作压力、工作温度、腐蚀环境等）、充装使用条件（如充液方式、充液压力等）、充装介质（丙烷、丙烷编号、危害特性等）、基本结构、材料等；
- b) 所有可能工况条件的描述；
- c) 设计阶段时，应考虑所有工况条件下可能发生的失效模式如爆炸、泄漏、破损、变形，以及充液时被干扰、卸液软管或回气软管被拉断等事故；
- d) 对标准、安全技术规范或规范性文件已经有规定的失效模式，说明采用的条款；
- e) 对标准、安全技术规范或规范性文件没有规定的失效模式，说明设计中载荷、安全系数和相应设计计算方法的选取依据；

T/CATSI XXXXX—2020

- f) 规定针对丙烷少量泄漏、大量涌出、爆炸状况以及交通事故情况下如何处置的措施；
- g) 规定针对充液过程中可能存在的各类状况如何处置的措施，；
- h) 根据可能发生事故情况，规定合适的操作人员及其他相关人员的防护装备和措施；
- i) 风险评估报告应具有与小型丙烷储罐设计图样总图一致的签署。

附录 B

(规范性附录)

ACME 螺纹接头

ACME 螺纹（爱克母螺纹）应为 2G 级，右旋（RH），符合《ASME B1.5-1997: R2014 ACME 爱克母螺纹》（ASME B1.5-1997: R2014 ACME SCREW THREADS）的规定。

表 B 1 ACME 连接

连接尺寸（英制）	标准参考
1 1/4" × 5 ACME	参考图 B 1，表 B 2
1 3/4" × 6 ACME	参照图 B 2，表 B 3

单位 (mm)

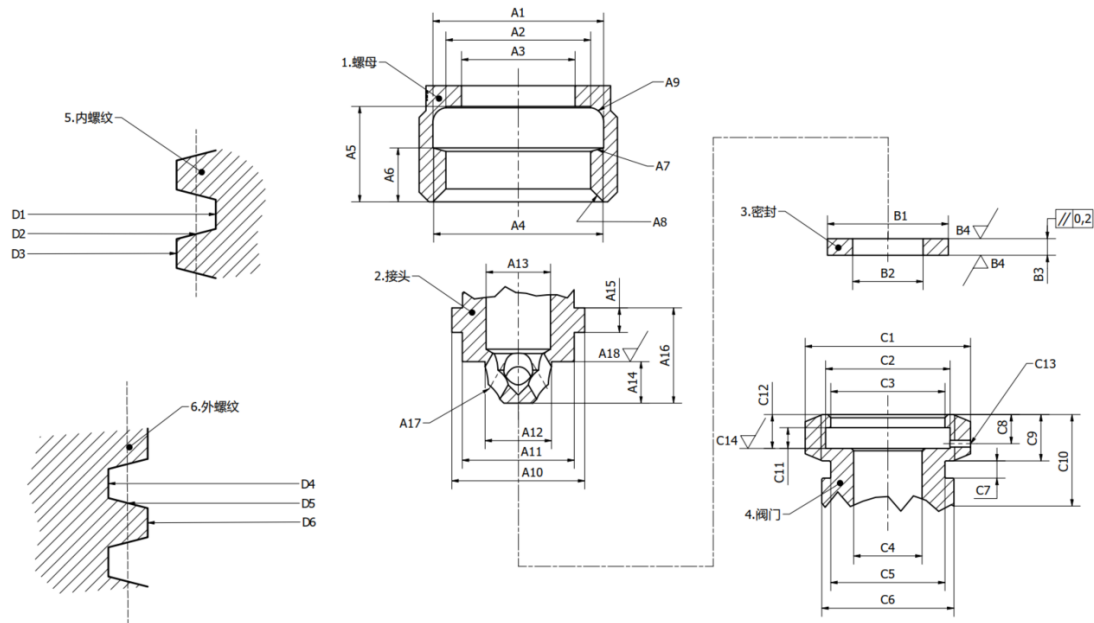


图 B 1 1 1/4" × 5 ACME 螺纹接头

表 B 2 1 1/4" × 5 ACME 螺纹接头尺寸

1. 螺母		3. 密封垫圈		5. 内螺纹	
A1	∅ 32,51 - ∅ 32,77	B1	∅ 23,0 - ∅ 23,24	D1	大径 ∅ 32,26 - ∅ 32,77
A2	∅ 27,69 Min	B2	∅ 13,34 - ∅ 13,59	D2	中径 ∅ 29,21 - ∅ 29,72
A3	∅ 21,72 - ∅ 21,84	B3	3,15 - 3,20	D3	小径 ∅ 26,67 - ∅ 26,92
A4	1 1/4" x 5 ACME 2G ANSI/ASME/B 1.5	B4	√ Ra 0,8		
A5	18,26 - 18,39	材料	NBR 或同等性能材料。		
2. 接头		4. 阀门		6. 外螺纹	
A6	10,18 - 10,44	C1	1 1/4" x 5 ACME 2G ANSI/ASME/B 1.5	D4	大径 ∅ 31,75 - ∅ 31,49
A7	30° 倒角 ∅ 32,51 - ∅ 32,77	C2	∅ 23,67 - ∅ 23,93	D5	中径 ∅ 28,98 - ∅ 28,47
A8	45° 倒角至螺纹	C3	∅ 21,69 - ∅ 21,95	D6	小径 ∅ 26,16 - ∅ 25,39
A9	R2,5 - R3,0	C4	∅ 12,95 - ∅ 13,21		
A10	∅ 25,27 - ∅ 25,53	C5	∅ 21,69 - ∅ 21,95		
A11	∅ 21,29 - ∅ 21,54	C6	∅ 25,13 - ∅ 25,39		
A12	∅ 12,57 - ∅ 12,83	C7	3,17 - 3,43		
A13	∅ 12,16 - ∅ 12,42	C8	5,43 - 5,69		
A14	7,82 - 8,08	C9	8,73 - 8,99		
A15	4,39 - 5,11	C10	17,5 min		
A16	18,13 - 18,39	C11	3,83 - 4,09		
A17	4 x ∅ 5,4 - ∅ 5,7 通孔	C12	6,35 - 6,60		
A18	√ Ra 1,6	C13	钻∅ 1,3 通孔至小径		
		C14	√ Ra 1,6		

单位 (mm)

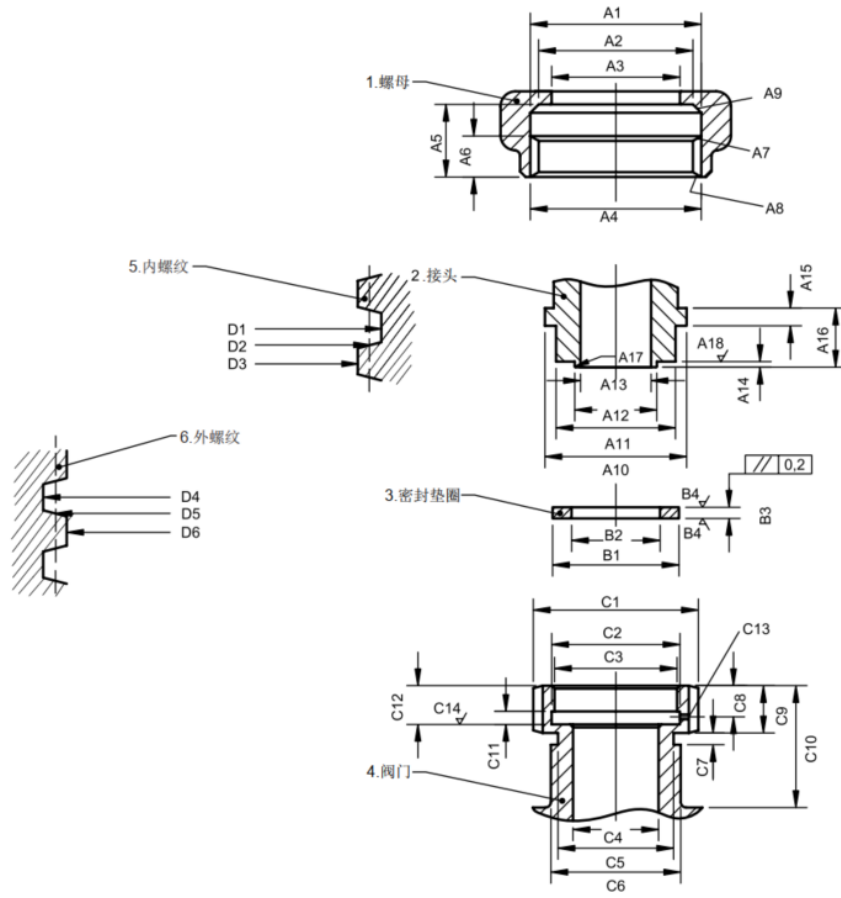


图 B 2 1 3/4" × 6 ACME 螺纹接头

表 B 3 1 3/4" × 6 ACME 螺纹接头尺寸

1. 螺母		3. 密封垫圈		5. 内螺纹	
A1	∅ 45,47 - ∅ 46,23	B1	∅ 33,9 - ∅ 34,1	D1	大径 ∅ 45,47 - ∅ 44,96
A2	∅ 41 Min	B2	∅ 23,7 - ∅ 23,9	D2	中径 ∅ 42,85 - ∅ 42,33
A3	∅ 34,4 - ∅ 34,65	B3	2,9 - 3,1	D3	小径 ∅ 40,43 - ∅ 40,21
A4	1 3/4" x 6 ACME 2G ANSI/ASME/B 1.5	B4	√ Ra 0,8		
A5	19,35 - 19,65	材料	NBR 或同等性能材料。		
2. 接头		4. 阀门		6. 外螺纹	
A6	10,85 - 11,15	C1	1 3/4" x 6 ACME 2G ANSI/ASME/B 1.5	D4	大径 ∅ 44,45 - ∅ 44,24
A7	30° 倒角 ∅ 45,47 - ∅ 46,23	C2	∅ 34,25 - ∅ 34,75	D5	中径 ∅ 42,06 - ∅ 41,55
A8	30° 倒角至螺纹	C3	∅ 32,7 - ∅ 33,2	D6	小径 ∅ 39,7 - ∅ 38,94
A9	45° 倒角	C4	∅ 22,87 - ∅ 23,13		
A10	∅ 38,0 - ∅ 38,3	C5	∅ 30,66 - ∅ 30,81		
A11	∅ 32,0 - ∅ 32,3	C6	∅ 38,25 - ∅ 38,75		
A12	∅ 22,0 - ∅ 22,3	C7	3,2 - 4,0		
A13	∅ 19,0 - ∅ 19,3	C8	8,3 - 8,7		
A14	1,4 - 1,6	C9	12,5 - 13,2		
A15	4,5 - 5,0	C10	20,0 min		
A16	15,75 - 16,0	C11	3,4 - 3,6		
A17	R0,25	C12	10,25 - 10,4		
A18	√ Ra 1,6	C13	钻∅ 1,3 通孔至小径		
		C14	√ Ra 1,6		