

# 《固定式小型丙烷储罐》团体标准

## 编制说明

### 1 修订的目的、意义及背景

从上世纪 90 年代起，我国陆续有企业和机构开展新型丙烷供气模式研究。但一方面我国原先缺乏相应的管理手段，难以避免随意、恶意向气瓶充装等现象，另一方面我国缺少固定式小型丙烷储罐供气系统的行业管理标准，故从 1999 年版《压力容器安全技术监察规程》中明确禁止液化气体罐车上装设充装泵。2011 年发布实施的 TSG R0005-2011《移动式压力容器安全技术监察规程》对液化气体罐车仍然明令禁止装设充装泵。直到 2013 年，我国国家质检总局特设局开展了利用互联网技术手段对移动式压力容器进行定点卸液监控，才允许充装氧、氮、氩、二氧化碳及 LNG 等介质的移动式压力容器装设卸液泵，但对于 LPG 带泵罐车及与之配套的固定式小型丙烷储罐仍未开放使用。

在国外，特别是欧美、日本等发达国家 LPG 行业发展较为成熟，民用 LPG 主要以分布式丙烷小型储罐点供方式为主。由于分布式丙烷小型储罐点供系统按本质安全型设计，储罐与建筑物的安全间距可大为减少，不仅克服了传统 LPG 气化站占地大、选址难、不够灵活的缺点，也没有瓶组供气系统安全性不高、频繁更换钢瓶、物流成本高的弊端。分布式丙烷小型储罐点供方式经过 30 多年发展，技术标准日臻完善，其安全、灵活和经济性方面的优点得到了发达国家的普遍认可，并逐渐成为市场的主要供应方式。

为响应国家发展清洁能源的号召，填补我国丙烷点供模式空白，在经广泛调研以及参考国际标准和国外先进标准的基础上，特开展 T/CATS1 ×××××—××××《固定式小型丙烷储罐》团体标准编制工作，进一步提高我国固定式小型丙烷储罐的设计、制造水平，缩短与国际标准和国外先进标准的差距，保证带分布式丙烷小型储罐点供方式的安全运行。

### 2 编制主要依据

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

NB/T 47042 卧式容器

## XXX—XXXX《固定式小型丙烷储罐》编制说明

NB/T 47065 容器支座

T/CGAS 004-2018 小型丙烷储罐供气技术标准

TSG 21-2016 固定式压力容器安全技术监察规程

NFPA-58 液化石油气规范

JLPA 202-3: 2014 散装储罐标准（小于 3000kg）

### 3 有关问题说明

#### 3.1 范围

3.1.1 根据 TSG 21 的规定及小型丙烷储罐的实际使用工况，规定了小型丙烷储罐的组成、适用范围、不适用范围。

3.1.2 设定小型丙烷储罐的设计压力不小于 2.2MPa，理由如下：

(1) 固定规 TSG 21 中 1.3 条注 1-2:中规定“工作压力，是指在正常工作情况下，压力容器顶部可能达到的最高压力（表压力）”。由于在带泵罐车对小型丙烷储罐的卸液操作过程中，是可能存在不连通气相进行闷充的工况，故小型丙烷储罐的工作压力除考虑商品丙烷在 50℃ 下的饱和蒸汽压外，还应考虑因带泵罐车上的卸液泵引起的卸液压差。

(2) 根据收集到的我国各石化厂家反馈组分，推算不同厂家商品丙烷 50℃ 饱和蒸汽压及对应介质密度见下表一：

表一 国内不同厂家商品丙烷 50℃ 是蒸气压及密度计算表

国内不同厂家商品丙烷 50℃ 是蒸气压及密度计算表				
序号	厂家	具体组分 单位 % (v/v)	50℃ 时饱和蒸气压 单位 MPa (表压)	50℃ 时密度 kg/m <sup>3</sup>
1	昆仑燃气	丙烷 97.4 不饱和烃 2.57	1.609	448.54
2	中石油青岛炼化	丙烷 99.99 微量丙烯	1.6	448.3
3	山东玉皇	丙烷 99.91 环丙烷 0.01 丙烯 0.06 异丁烷 0.02	1.6	448.3
4	万华集团	无详细组分值	——	——
5	中石化济南	丙烷 99.75 C4+C4 以上组分 0.24	1.597	448.57
6	中石化金陵	C2 组分 1.6 丙烷 98.2	≤1.655	444.97

		C4+C4 以上组分 0.2		
7	中石油华北	丙烷 99.378 C4+C4 以上组分 0.26	1.593	448.9
8	中石化武汉	丙烷 100	1.6	448.3
9	国外进口	乙烷 $\leq 2$ 丙烷 $\geq 95$ 丁烷 $\leq 4$	$\leq 1.635$	446.97

由上表可知，国内各厂家生产的商品丙烷组分存在一定差异，绝大部分厂家生产的商品丙烷在 50℃ 下对应的饱和蒸气压不超过 1.6MPa，少部分厂家生产的商品丙烷在 50℃ 下对应的饱和蒸气压超过 1.6MPa，最高为 1.66MPa。

一般情况下，本标准取商品丙烷在 50℃ 下对应饱和蒸汽压为 1.60MPa。当用户提供的设计输入条件中商品丙烷在 50℃ 下对应饱和蒸汽压超过 1.60MPa 时，应按实际组分的饱和蒸汽压用于确定小型丙烷储罐工作压力。另经调研，取卸液泵引起的卸液压差为 0.4MPa。

由此，据（1）可确定小型丙烷储罐的工作压力应不小于 2.0MPa。

（3）根据 GB/T150.1 的规定，安全阀整定压力取罐体工作压力的 1.05~1.1 倍，可确定安全阀整定压力为 2.1~2.2MPa。结合固定规 TSG 21 中 3.1.9 条的规定，故规定小型丙烷储罐的设计压力不小于 2.2MPa。

（4）T/CGAS 004-2018《小型丙烷储罐供气技术标准》中，也将小型丙烷储罐的设计压力定为 2.2MPa。

3.1.4 根据我国国情及实际使用场景，设定固定式小型丙烷储罐的几何容积为 0.5m<sup>3</sup>~10m<sup>3</sup>，具体理由如下：

（1）T/CGAS 004-2018《小型丙烷储罐供气技术标准》表 1 中，规定储罐几何容积分级中的一级容积范围为 7.6m<sup>3</sup><V≤10m<sup>3</sup>，即小型储罐的容积不超过 10m<sup>3</sup>。

（2）虽然 NFPA 58 规定≤2000Gal（7.6m<sup>3</sup>）的小型液化石油气地上储罐与建筑物间距可按 10ft（7.6m）布置，与>2000Gal（7.6 m<sup>3</sup>）的储罐防火间距需按 20ft（15m）以上有一定差异，但我国标准 GB51142《液化石油气供应工程设计规范》中，对于储罐容积≤10m<sup>3</sup>储罐容积没有进一步的细分，即防火间距要求一致。

（3）考虑到我国北方农村冬季采暖用气量大，储罐容积设计较大时，能够较好的保供户数较多的村民清洁取暖，并且延长运营商充装周期，避免频繁充装。

3.1.5 考虑到小型丙烷储罐的实际结构，一般不存在使用“公称直径大于 M36 的螺栓（柱）”的工况，故不纳入主要受压元件范围。

## XXX—XXXX《固定式小型丙烷储罐》编制说明

### 3.2 规范性引用文件

整理并列出了引用文件最新版本名称编号。

### 3.3 术语和定义

为统一术语表述，凡 GB/T 150、GB/T 19905、GB/T 3730.2、GB/T 3730.3 及 GB/T 26929 等标准已经给出的术语定义，本标准不再单独定义。

### 3.4 结构示意图及规格

3.4.1 本标准给出了三种小型丙烷储罐的结构示意图，并分别给出了小型丙烷储罐的主要组成构件以及设置位置示意，并非作为典型结构。

3.4.2 参照 T/CGAS 004-2018《小型丙烷储罐供气技术标准》，结合我国国情给出了小型储罐容积规格系列。

### 3.5 资格与职责

给出了小型丙烷储罐用户、设计、制造单位的资质和职责应符合的规定。

### 3.6 材料与外购件

3.6.1 给出了材料的一般要求，包括与介质相容性、焊接性能、标志、材料质量证明书及复验的规定。

3.6.2 结合小型储罐实际材料选用情况，给出了罐体材料的一般要求，包括材料的物化性能、常用牌号标准。

3.6.3 对焊接材料做出了相应规定。

3.6.4 对非受压元件用材料、地脚螺栓材料及其它材料的要求。

3.6.5 给出了防火涂料应满足的技术要求，其中关于防火性能的要求参考了美标 CFR 49 以及香港标准的规定。

3.6.6 给出了罐体凸缘及管法兰用密封垫片的规定。

### 3.7 设计

3.7.1 给出了小型丙烷储罐设计的一般要求，包括应符合的法规标准、布置要求等。

3.7.2 明确了小型丙烷储罐的设计使用年限应不小于 20 年。

3.7.3 考虑到实际占地问题，推荐 2.5m<sup>3</sup> 及以下容积储罐宜选用立式结构。

3.7.4 给出了设计文件的规定，明确了设计文件应包括风险评估报告。按 TSG 21 的规定，小型丙烷储罐从类别划分上无需出具风险评估报告，但考虑到小型丙烷储罐的民用及商用需求，使用环境和工况较常规压力容器更为复杂，需要充分考虑所有可能出现的失效风险工况，以确保储罐的设计、制造、检验、试验、使用、监管等环节的本质安全，故提出设计文件中应包括风险评估报告的要求。

3.7.5 明确设计总图等内容中应包括罐体计算厚度的要求。主要考虑是部分小型丙烷储罐容积较小，未设置人孔、手孔等检查孔，无法进行内部检查，设计总图等内容中给出的计算厚度可作为不开罐检查验证的基本依据。

3.7.6 给出了罐体设计的一般要求，包括设计方法等。

3.7.7 给出了罐体设计应考虑工况载荷，在 TSG 21-2016 第 3.1.8 条的基础上，增加了应考虑卸液泵压差的要求，规定了罐体的设计外压为 0.1MPa，并给出了免做疲劳分析的条件。

3.7.8 给出了设计温度的取值原则，且要求不低于 50℃。

3.7.9 给出了罐体最低设计金属温度的取值原则及碳素钢低合金钢制罐体在罐体金属温度低于 -20℃时的设计要求。

3.7.10 给出了小型丙烷储罐单位容积充装量的确定原则，其中 a) 款是参考了 GB/T 19905-2017 中关于低压液化气体单位容积充装量的确定原则。b) 款是参考了 GB/T 19905-2017 中关于易燃易爆高压液化气体单位容积充装量的确定原则。提出的理由如下：

一般情况下，低压液化气体产品的工作压力、设计压力较低，安全阀整定压力相对也较低，当介质温度升高至饱和蒸汽压达到安全阀整定压力时，温度不会高于 60℃。商品丙烷属于低压液化气体，在不考虑卸液泵卸液压差时，仅需考虑在 60℃时罐体内不应充满液态丙烷即可，故 GB/T 19905-2017 中规定“充装低压液化气体介质罐体的单位容积充装量，除按介质在 50℃时罐体内至少留有 5%气相空间及该温度下的介质密度、罐车允许承载能力进行确定外，还应保证罐体在 60℃时不应充满液体”。

而高压液化气体产品的工作压力、设计压力较高，安全阀整定压力相对较高，当介质温度升高至饱和蒸汽压达到安全阀整定压力时，温度将高于 60℃。此时为保证使用安全，按 GB/T 19905-2017 中规定“充装易燃易爆介质，当介质温度升至其蒸气压达到安全阀的整定压力的温度时，在此温度下液体体积应不大于罐体几何容积的 95%”。

本标准规定的小型丙烷储罐考虑了卸液泵卸液压差，工作压力不低于 2.0MPa(见本说明 3.1.2)，设计压力不小于 2.2MPa。此时安全阀整定压力按 GB/T 150.1 的规定取工作压力的 1.05~1.1 倍，即 2.1~2.2MPa。保守起见，当安全阀整定压力取 2.1MPa 时，商品丙烷饱和蒸汽压达到 2.2MPa 时对应温度为 64.3℃。此时，如仅满足在 60℃时罐体内不应充满液态丙烷的要求，当小型丙烷储罐在安全阀达到整定压力时无法保证罐内留有足够的气相空间，既影响安全阀的正常排放，也存在商品丙烷随温度上升体积膨胀而导致胀罐的风险。故虽然商品丙烷本身属于低压液化气体，除参考 GB/T 19905-2017 中规定要求外，还应给出 b) 款规定。

另外，由于立式小型丙烷储罐的安全阀一般布置在筒体侧面，需利用导管引至上封头顶部附近，而实际制造安装过程中，可能存在一定的装配误差，b) 款中“留有 5%气相空间”的要求也变相留出了一定的装配允差。

3.7.11 按上述单位容积充装量的取值原则，给出了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 ( $t/m^3$ ) 的要求。假设商品丙烷中丙烷含量 100%，计算如下：

(1) 按 50℃时丙烷密度 0.4483 ( $t/m^3$ )，体积充满率 95% 计算，此时单位容积充装量应  $\leq 0.4259$

## XXX—XXXX《固定式小型丙烷储罐》编制说明

(t/m<sup>3</sup>)。

(2) 按 60℃时丙烷密度 0.4276(t/m<sup>3</sup>)，体积充满率 100%计算，此时单位容积充装量应≤0.4276(t/m<sup>3</sup>)。

(3) 按小型丙烷储罐安全阀整定压力 2.2MPa（见本说明 3.7.10），对应丙烷饱和蒸汽压下温度为 64.3℃，此时丙烷密度为 0.4173(t/m<sup>3</sup>)，体积充满率 95%计算，此时单位容积充装量应≤0.3964(t/m<sup>3</sup>)。

(4) 根据（1）~（3）结果，按最低值圆整到小数点后两位，限定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/m<sup>3</sup>）。

(5) 对于小型丙烷储罐安全阀整定压力>2.2MPa 的情况，设计人员应根据（1）~（3）步骤重新确定单位容积充装量。

3.7.12 给出了小型丙烷储罐最大允许充装量的计算公式。

3.7.13 给出了设计压力的取值原则。

3.7.14 参照 TSG 21 及 GB/T 150.1 给出了最高允许工作压力的取值原则和用途。

3.7.15 给出了计算压力的取值原则。

3.7.16 给出了罐体上不同对接接头的焊接接头系数。

3.7.17 参照 GB/T 150 给出了小型丙烷储罐罐体材料及螺栓材料的许用应力取值原则。

3.7.18 根据丙烷介质腐蚀特性、小型丙烷储罐设计使用年限，参照 GB/T 150 给出了腐蚀裕量的取值原则。

3.7.19 给出设计厚度的取值原则。

3.7.20 最小成形厚度的确定应当考虑制造、运输、安装等因素的影响。

3.7.21 结合收集到的国内商品丙烷组分（见表一），明确了小型丙烷储罐充装介质为商品丙烷，且限定了丙烷含量不低于 95%。

3.7.22 规定了焊接接头的形式和结构。

3.7.23 参照 TSG 21 给出了罐体用凸缘的规定。

3.7.24 考虑到所选国外成品情况以及密封可靠性，分别给出了罐体凸缘用非密封螺纹和密封螺纹的规定。

3.7.25 根据小型丙烷储罐的阀门附件、功能设置及后续使用维护操作便利性，给出了罐体开口以及布置的规定。包括罐体一般设置的开口用途、开口的位置要求等。

3.7.26 给出了检查口的设置要求。

3.7.27 给出了耐压试验的要求。

3.7.28 给出了泄漏试验的要求。

3.7.29 给出了支座或支腿的选用原则、计算原则以及材料许用应力取值原则。

3.7.30 给出了操作箱的功能、结构的规定。

3.7.31 由于小型丙烷储罐可能使用的环境较为复杂，有可能不具备常规场站的防火设施布置、管理及使用的条件，故如遇到类似场景，需通过增加防火涂层以提升小型丙烷储罐的耐火能力，一旦发生火灾时，能在一定时间内确保使用安全，为后续施救留出足够时间。

3.7.32 考虑到小型丙烷储罐实际使用时有可能具备外部管路，给出了管路系统的设计要求。

### 3.8 安全附件、仪表和装卸附件

3.8.1 给出了安全附件、仪表和装卸附件的组成、选用原则、质量证明文件、标识、调试校验和铅封、安装时机、与罐体的连接方式以及布置的规定。

3.8.2 考虑到小型丙烷储罐的工作环境、使用安全、检验维修，给出了了安全阀的设置数量和功能要求，规定了安全阀底座阀的设置位置和功能要求，规定了放散导管的布置、放散口高度、防雨防杂物等要求。

3.8.3 给出了紧急切断装置的设置及性能要求。其中易熔合金元件的熔融温度参考了美国和欧洲标准的规定。

3.8.4 给出了导静电装置的要求。

3.8.5 参照 TSG 21-2016 对仪表提出了基本安全规定，并将压力表作为选配项推荐安装，增加了压力表就地压力显示、压力远传、压力报警远传功能规定。

3.8.6 给出了液位计就地显示、液位远传、设定警戒液位远传报警功能、设定警戒液位涂红等规定。其中，警戒液位的设定要求主要考虑不影响终端客户的正常使用，提醒供气公司及时补气。

其中，规定液位计附近或操作箱内应设置金属材质、永久连接的可显示不同温度下的“最高限充液位-体积百分比”对照表，理由如下：

(1) 商品丙烷属于低压液化气体，相同质量的商品丙烷在不同温度下体积变化十分显著，而由于一年四季环境温度变化影响，实际不同环境温度下充液时的商品丙烷温度均可能存在较大差异，为避免出现因此而引起的超装现象，故需通过设置液位对照表用于指导操作人员进行限充控制。

(2) 此处温度应为带泵罐车上温度计显示的罐车内商品丙烷的温度。每次充液时，小型储罐内商品丙烷剩余量相较充液量较少，且小型储罐上一般不设置温度测量装置，故以带泵罐车上温度计显示温度为准。

(3) 对本标准适用范围内的小型丙烷储罐，当单位容积充装量为 0.4 吨每立方米 ( $t/m^3$ ) 时，不同温度下的最高限充体积百分比对照见下表 2：

表 2 不同温度下最高限充体积百分比对照表

温度	最高限充体积百分比
50℃	89.2%

## XXX—XXXX《固定式小型丙烷储罐》编制说明

40℃	85.6%
30℃	82.6%
20℃	80%
10℃	77.7%
0℃	75.7%
-10℃	73.8%
-20℃	72.1%
-30℃	70.5%
-40℃	69.1%

注：当温度处于本表温度区间时，可用插值法或用 0.4 吨每立方米（ $t/m^3$ ）比上所求温度下丙烷密度。

（4）当单位容积充装量小于 0.4 吨每立方米（ $t/m^3$  时），应由设计人员给出不同温度下的最高限充液位对照表。

3.8.7 参照日本、香港及美国等国外阀门成品功能，给出了充液阀的止回、快速安全分离、密封堵帽、防过充装置及设置、十次分离操作液态商品丙烷泄露量不超过 50ml、额定流量限制等规定，并明确了接口规格结构及尺寸。其中，出于防静电安全考虑，提出了充液阀的额定流量为 88L/min 的要求，是依据 GB 51142 中关于液化石油气管道流速 3m/s 的限制要求，按充液阀通径 25mm 计算得出。

给出了充液阀的限充最高液位，不大于 80% 罐体体积，理由如下：

- （1）充液阀的限充装置的关闭动作不应作为正常工况下每次充液操作结束的依据，而是作为异常工况下防超装的最后一道装置；
- （2）如按较高温度下对应的最高限充体积百分比设定，当温度较低时充液容易造成限充装置过早关闭，每次充液量少不经济；
- （3）如按较低温度下对应的最高限充体积百分比设定，则有可能出现明明已超过表 2 中对应温度下的最高限充体积百分比而限充装置却不动作的情况，无法保证使用安全。
- （4）综上考虑，故取商品丙烷 20℃（常温）下对应的最高限充体积百分比 80% 作为限充装置动作条件，当充液时丙烷温度高于 20℃ 时，也只允许充液到 80% 体积百分比；当充液时丙烷温度低于 20℃ 时，则应由操作人员通过设置在小型丙烷储罐上的不同温度下最高限充液位-体积百分比对照表进行充液控制。

3.8.8 同上，给出了气相平衡阀的止回、限流、快速安全分离、十次分离操作气态商品丙烷不超过 12L、密封堵帽等功能要求，并明确了接口规格结构及尺寸。

3.8.9 给出了取液阀、取气阀的截止、限流、密封堵帽等功能要求。

3.8.10 给出了组合阀的规定。

## 3.9 制造



3.9.1 给出了小型丙烷储罐制造的基本要求，包括标准依据、外购件质量、施焊人员资质、无损检测人员资质、外廓尺寸、管路附件连接、零部件安装等规定。

3.9.2 规定了罐体焊接接头、材料复验分割与标记移植、冷热加工成形、圆筒与罐体、焊接、热处理、产品试件和试样、无损检测等应符合的标准。

3.9.3 参照 TSG21，除无损检测基本规定外，给出了当采用气压或气液组合耐压试验时的无损检测的特殊要求。

3.9.4 给出了当需要进行焊后热处理时的制造要求。

3.9.5 给出了小型丙烷储罐置换处理的规定。

3.9.6 给出了罐体涂覆及漆膜颜色的规定。

### 3.10 试验方法

规定了耐压试验和泄漏试验的方法和程序应符合的标准。

### 3.11 检验规则

3.11.1 给出并细化了出厂检验项目表。

3.11.2 给出定期检验的引导要求。

### 3.12 标志标识

3.12.1 给出了罐体介质的喷涂要求，包括字高、颜色、字体。

3.12.2 给出了罐体下次全面检验日期的喷涂要求。

3.11.3 给出产品铭牌安装位置及内容要求。

### 3.13 出厂文件

给出了出厂文件应包含的内容要求。

### 3.14 运输包装

给出了小型储罐运输包装的基本要求。

### 3.15 附录 A

给出了风险评估报告的编制要求。

### 3.16 附录 B

给出了 ACME 螺纹的尺寸要求。

## 4 采用国际标准和国外先进标准的程度

本标准参照采用 NB/T 47042《卧式容器》、JLPA 202-3: 2014《散装储罐标准（小于 3000kg）》、《香港石油气业工作守则》等国内外先进标准。