

典型工况餐饮用户瓶组液化石油气 供气系统研究

汇报人：朱建宾

华润燃气工程设计管理中心

2026年3月

目录 / CONTENTS

01 一、研究背景

02 二、系统组成及配置

03 三、典型工况计算

04 四、结论和建议

一、研究背景

为满足市场需求、规范行业发展、减少液化石油气安全事故的发生，受中华人民共和国应急管理部委托，华润燃气组织开展了瓶装液化石油气相关问题的研究，本次主要对供气系统部分进行分享。



市场层面

- **液化气组分问题**：丁烷含量偏高，地域、季节配比合理性有待高。
- **调压器**：制造门槛较低，产品参数不一，存在压力异常与密封隐患。
- **燃具**：燃具参数与系统不匹配，易导致燃烧不稳定。



用户操作不当



用户操作不当

用户层面

- **系统配置不合理**：缺乏专业指导，凭经验配置导致匹配度低。
- **使用非标产品**：追求低成本，使用规范参数以外的产品，存在安全隐患。
- **安全意识**：未按设备使用寿命定期更换，缺乏日常维护知识与应急处理能力。



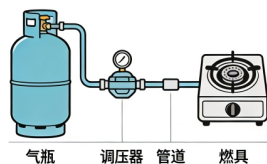
安全层面

- **事故率**：液化气事故率占燃气事故的66%，单位人口计约为天然气的7倍。
- **事故原因集中**：依次为软管、瓶阀、调压器及CO中毒，供气系统事故占比约77%。

二、系统组成及配置

瓶装液化石油气供气系统包括“单瓶供气系统”、“瓶组自然气化供应”和“瓶组强制气化供应系统”，本课题主要对在中小餐饮用户应用较为普遍的“瓶组自然气化供应系统”进行研究。

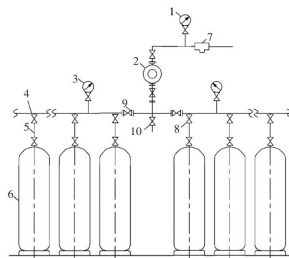
单瓶供气系统



适用于负荷不大的小商业用户，应用最为普遍；由气瓶、调压器、软管和燃具组成，系统较为简单。

适用场景：小商业用户

瓶组自然气化供应

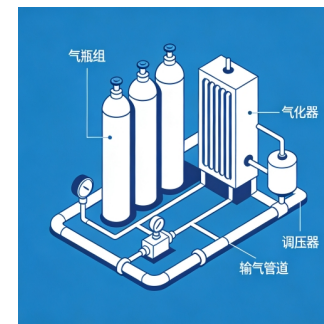


1—低压力表； 2—调压器； 3—高压压力表； 4—集气管；
5—高压管子； 6—气瓶； 7—备用接口； 8—阀门；
9—切换阀； 10—泄液阀。

适用于普通饭店和菜馆及就餐人数较多的宾馆；由瓶组、调压器、压力表、管道、阀门和燃具等组成。

适用场景：饭店、菜馆、宾馆

瓶组强制气化供应



适用于用气量较大的饭店和宾馆；由瓶组、调压器、压力表、强制气化器、管道、阀门和燃具等组成。

适用场景：大型饭店、宾馆

二、系统组成及配置 - 气瓶

气瓶规格标准

标准依据：应符合GB/T 5842《液化石油气钢瓶》，根据第5.2条共8种规格。

常用规格：小型商业用户常用14.8kg（15kg）气瓶；中小餐饮用户常用49.5kg（50kg）气瓶。

配置数量原则

计算依据：根据液化石油气组分特性和实际使用条件，通过计算确定。

备用配置：采用天然气化方式时，天然气化系统应配置备用瓶组，备用数量宜与使用瓶组数量相同（一用一备）。

天然气化能力

气化过程：十分复杂，气瓶内液化石油气的质量、温度、压力及组分都随气化发生变化

组分要求：根据GB 11174，**丙烷和丁烷体积分数之和 $\geq 95\%$ ，丙烷含量越高气化能力越强。**

气化能力：受连续使用时间、气瓶大小、环境温度及空气湿度等多种因素制约。

安全布置要求

专用瓶组间：存瓶总重100 ~ 420kg（2 ~ 8个50kg气瓶）可设置在与用气建筑物外墙毗连（住宅、重要公共建筑和高层民用建筑及裙房）的专用瓶组间；

独立瓶组间：总容积 $> 1\text{m}^3$ （9个50kg气瓶），与建筑物防火间距应满足规范规定的要求。

严禁就餐区域：依据城建〔2021〕23号文第11条规定，**气瓶不得放置于室内人员就餐场所。**

二、系统组成及配置 - 调压器

选型规格依据

- 依据标准：GB 35844-2018
- 进口压力：0.03 MPa - 1.56 MPa
- 额定出口压力：2.80 kPa / 5.00 kPa
- 额定流量：1.2m³/h、2.0m³/h、3.6m³/h

调压器选择

根据燃具热负荷和液化石油气**低热值**计算：

$$q = 3.6\Phi / HI$$

q: 液化石油气流量 (m³/h)

Φ: 燃具热负荷 (kW)

HI: 低热值 (MJ/m³)



商用液化石油气调压器实物图

二、系统组成及配置 - 管道

软管系统：安全升级与规范



橡胶复合管



金属包覆管



不锈钢波纹管

- **橡胶复合管**：易老化龟裂、遇热软化、老鼠啃咬，是事故主因，CJ/T 491已废止，**严禁使用**。
- **金属包覆管**：耐腐蚀、寿命长、安装方便等优点，部分地区多年前已提前强制全面推广（包括华润燃气集团内部），**推荐使用**。
- **不锈钢波纹管**：柔性好、质量轻、耐腐蚀、抗疲劳、耐高低温等多项优点，近几年兴起，市场认可度逐步上升。固定式灶具可采用普通型不锈钢波纹管，移动灶具应采用**超柔型软管**。

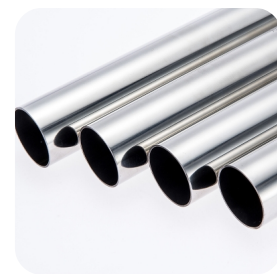
钢管系统：材质选择与连接规范



镀锌钢管



无缝钢管



不锈钢管

- **常用管材**：镀锌钢管、无缝钢管、不锈钢无缝钢管和薄壁不锈钢管。
- **地上密闭房间**：必须采用10#、20#无缝钢管或同等性能管材，焊缝需射线检测。
- **不锈钢管**：强度高、耐腐蚀、寿命长、外形美观，但成本高，薄壁管宜用环压式连接，需防高空坠物。
- **连接规范**：钢管可直接连接固定式灶具，**不应**连接调压器和移动式灶具。

核心原则：淘汰不安全橡胶软管，推广金属包覆管与不锈钢波纹管；主管道优先选用无缝钢管，确保连接安全规范。

二、系统组成及配置 - 燃具

 **关键参数：**燃具额定热负荷是配置的核心，决定气瓶数量、调压器选择及管道管径。

 **适用场景与标准：**中小餐饮常用大锅灶、煲仔炉、中餐灶等，执行**GB 35848-2024**和**CJ/T 28-2013**等标准。

 **热负荷指标：**普通饭店灶具**21~24kW**；大型宾馆或高级饭店灶具可达**35kW**。

典型商用燃具示例



商用大锅灶



多眼煲仔炉



中餐燃气炒菜灶

安全提示

- 选购燃具时，务必确认其是否具备国家强制认证标识。
- 定期维护保养，确保燃气燃烧充分，避免安全隐患。

三、典型工况计算

⚙️ 燃具负荷及系统压力选择

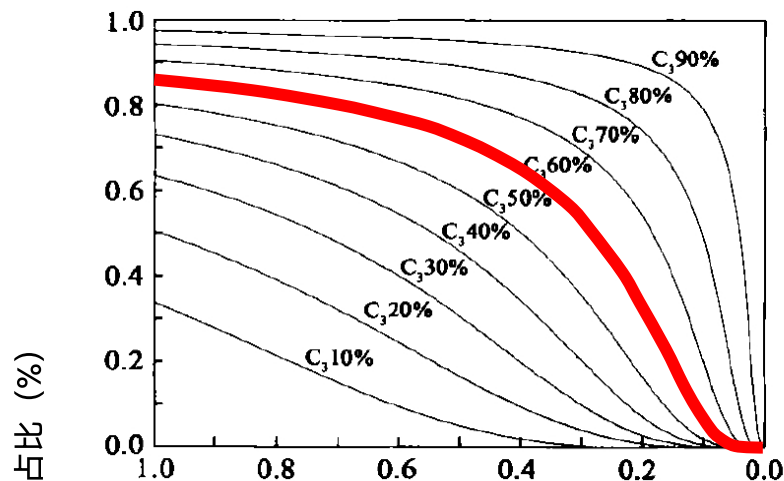
- 热负荷：选取21kW、24kW、35kW，共3种餐饮用户常用热负荷
- 燃具额定压力设定为：2.8kPa

🔬 液化石油气组分及低热值特性

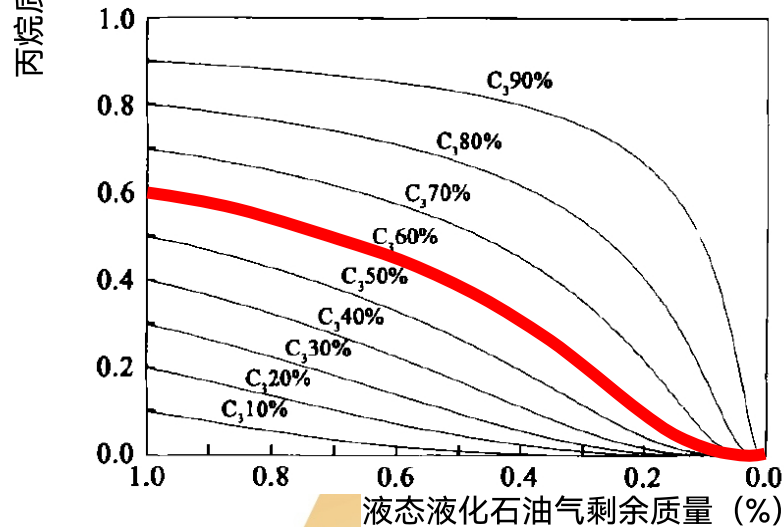
- **初始状态**：假定丙烷与丁烷液态起始质量比为**6:4**，气态丙烷起始占比**85.9%**，气态含量显著高于液态，直到气化结束。
- **动态变化**：丙烷沸点低易气化，消耗速率快，随用气量增加，丙烷质量占比逐步降低，气化末期几乎全为丁烷。
- **热值趋势**：气化开始时液化石油气气态热值最低，随用气量增加，气态热值逐渐升高。

丙烷组分变化趋势图

气瓶内丙烷气相组分变化曲线图



气瓶内丙烷液相组分变化曲线图



注：随着用气过程推进，气瓶内丙烷含量呈下降趋势，气瓶自然气化为非稳态过程。

三、典型工况计算 - 气瓶数量配置

计算条件：环境温度10℃ | 相对湿度50% | 低热值96.17 MJ/m³ | 密度2.35 kg/m³ | 气瓶规格50kg | 起始液位0.6m | 持续使用1~4h

确定值：

最大允许温降 (θ) : 9℃

单瓶供气量与起始液位比 (x) :

1.1/1.26/1.63/2.37

单瓶供气量 (g_p) :

0.66/0.76/0.98/1.42, kg/ (h·个)

计算公示：

$$n = 2G_s / g_p$$

灶具额定热负荷(kW)	液化气流速(kg/h)	50kg气瓶配置数量/个	持续4h	持续3h	持续2h	持续1h
21	1.64	计算数量	4.96	4.31	3.34	2.31
21	1.64	配置数量	6	6	4	4
24	1.87	计算数量	5.67	4.93	3.82	2.64
24	1.87	配置数量	6	6	4	4
35	2.73	计算数量	8.29	7.19	5.57	3.85
35	2.73	配置数量	10	8	6	4

配置原则：按备用瓶组气瓶的配置数量与使用瓶组气瓶的配置数量相同的原则，气瓶配置数量根据计算值向上圆整至最小偶数定值；按用气量（基本恒定）计算所需气瓶数量。

气瓶布置：3~8个气瓶，设置在毗邻单层专用房间；9个以上气瓶，设置在独立瓶组间。人员密集、选址困难，可通过调整房间温度、液化石油气组分等方式，将气瓶数量控制在8个以内。

三、典型工况计算 - 调压器选择



计算原则：按气瓶内起始状态气相组分低热值进行计算，起始状态流量能够满足，则使用状态的流量均能满足要求。

灶具额定热负荷 (kW)	计算流量/ (m ³ /h)	调压器规格/ (m ³ /h)	调压器额定出口压力/kPa
21	0.82	1.2	2.8
24	0.94	1.2	2.8
35	1.37	2.0	2.8



选型结论：21kW和24kW选用1.2m³/h规格的调压器，35kW选用2.0m³/h规格的调压器。

三、典型工况计算 - 管径确定

灶具额定热负荷 (kW)	液化石油气流量 (m ³ /h)	管子内径 (mm)	长度5m	长度10m	长度15m	长度20m	长度25m
21	0.82	15	15	15	15	15	15
24	0.94	15	15	15	15	15	15
35	1.37	15	15	15	20	20	20

计算条件设定





- 调压器出口压力：2.80kPa；连接方式：钢管连接
- 计算温度：5℃；管壁当量绝对粗糙度：0.1mm
- 局部阻力：摩擦阻力的10%；**管道允许阻力：400Pa**

钢管规格对应





- 计算结果：21kW和24kW，内径15mm即可满足，35kw超过15米时应选择内径20mm的管道。
 - 表格计算最大阻力：**196Pa**
 - 内径 15 mm 对应钢管规格：**D22×3.5**
 - 内径 20 mm 对应钢管规格：**D27×3.5**
- 注：流量按起始状态最低热值时的流量计算

四、结论和建议

核心结论

-  **气质组分：**考虑组分和热值动态变化，尽量选择丙烷含量较高的产品，并按季节对组分进行控制。
-  **气瓶配置：**根据组分、温度等条件综合确定，50kg气瓶尽量控制在8个以内，气瓶组可设置在与用气建筑相邻的单层专用房间。
-  **调压器选型：**额定流量满足最大需求，出口压力与燃具额定压力匹配。
-  **管道设计：**根据系统设置合理的管道类型；应经水力计算确定管径，为确保末端压力，管道阻力不应过大，。

安全建议

-  **加强市场监管：**规范产品市场，淘汰非标调压器、软管和燃具。
-  **推广标准配置：**制定并推广中小餐饮用户瓶组供气系统标准化方案。
-  **强化安全意识：**加强对用户和从业人员的安全知识培训与宣传教育。
-  **完善检查机制：**建立健全瓶组供气系统的定期检查和维护保养机制。





谢谢观看!

华润燃气 · 共创美好未来