液化石油气行业发展报告

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

北京大学能源研究院

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

二零二四年一月

课题组成员

课题指导

刘贺明　中国城市燃气协会理事长

杨　雷　北京大学能源研究院副院长

课题组组长

熊　伟　中国城市燃气协会液化石油气专业委员会主任

课题组副组长

朱兴珊　北京大学能源研究院特聘研究员

谭家翔　中海油能源发展股份有限公司专职董事

课题组主要成员（按姓氏笔画排序）

广　宏　王　炯　王　艳　王　斌　王炜玮　王红美　邓铭波

孙　慧　朱　恒　吴　化　吴　鹏　李　雷　李昊隆　苏清泉

林建芬　阿金库　陈亚鹏　赵士军　郑成栋　郭　振　黄隆康

蒋美卿　谭　莲

课题参编单位

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

北京大学能源研究院

中海油能源发展股份有限公司销售服务分公司

中石油昆仑能源有限公司

中国石化炼油销售有限公司

中国燃气控股有限公司

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

中燃能源集团有限公司

喜威（中国）投资有限公司

北京市液化气有限公司

多立恒（北京）能源技术股份有限公司

大连商品交易所

贵州省燃气协会

赣县液化气供应站

浙江金象科技有限公司

艾赛斯（杭州）复合材料有限公司

金卡智能集团股份有限公司

上海东证期货有限公司

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

引　　言

液化石油气(英文 Liquefied Petroleum Gas,缩写为 LPG，以下简称为 LPG)作为一种清洁能源，在中国的能源消费结构中占据着重要的地位。改革开放后，随着中国经济的快速发展，LPG 行业呈现蓬勃发展的态势，为我国城镇燃气普及发挥过十分重要的作用。目前，中国已成为全球 LPG 第一消费大国。然而，由于行业发展质量不高，“小、散、乱”问题突出，安全事故频繁发生，引发社会对 LPG 使用的安全性和发展的必要性心存质疑。为此，中国城市燃气协会组织对 LPG 行业的发展现状、关键问题以及未来发展方向进行系统研究。

目前，中国 LPG 行业正处于转型发展的瓶颈期，下游领域从事燃气终端用户经营的小微企业众多，市场集中度低，城市消费规模逐步萎缩。同时，由于行业监管机制和标准体系不完善，市场监管不到位，经营和使用安全主体责任不落实，违规经营、使用 LPG 现象普遍存在。此外，安全形势严峻，近年来，重特大 LPG 使用安全事故频繁发生，不仅影响到消费者信心，也影响到政府对行业发展政策的取向。尽管面临诸多挑战，但市场发展潜力巨大，随着我国经济持续增长、新型能源体系建设和城乡协调发展，未来 LPG 在保障国家能源安全、积极稳妥推进“双碳”战略和全面推进乡村振兴中仍然可以发挥重要作用。通过完善市场监管机制和体系、改善营商环境，有望促进行业技术进步、数字化转型和集约化发展，实现

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

提质增效和竞争力提升。中国 LPG 行业未来的发展机遇与挑战并存，需要加强行业自律，坚持守正创新，加快商业模式变革，提升安全服务水平，方以应对市场的变化和挑战，实现可持续发展。

本课题以我国液化石油气行业为研究对象，分析总结了行业发展沿革、现状与面临的挑战以及国际发展经验，同时结合国家能源经济发展政策和方向，对行业未来发展进行展望，并提出发展建议。

本课题报告由中国城市燃气协会液化石油气专业委员会负责管理。应用过程中如有意见或建议，请与本专委会联系。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

目录

第一章　我国液化石油气行业发展概述 1
1.1. 液化石油气基本属性 1
1.2. 特性分析 1
1.3. 历史沿革 4
第二章　我国 LPG 行业现状与面临的挑战 6
2.1. 国内 LPG 行业发展现状 6
2.2. LPG 行业发展面临的问题与挑战 11
第三章　LPG 国际发展现状和经验分析 17
3.1. 国际 LPG 发展现状 17
3.2. 国际发展经验与借鉴 22
3.3. 欧美 LPG 发展经验 27
3.4. 国际经验借鉴 29
第四章　LPG 未来发展展望 31
4.1. LPG 是我国能源供应的有力补充 31
4.2. LPG 是清洁低碳转型的有效支撑 33
4.3. LPG 是助力乡村振兴的重要抓手 34
4.4. 创新引领、科技赋能，持续推动行业模式变革与数字化转型 37
第五章　发展建议 39
5.1. 充分发挥 LPG 灵活性，确立支撑能源地位 39
5.2. 践行总体国家安全观，坚持底线思维，将 LPG 纳入我国能源储备体系 40
5.3. 积极引导行业发展，改善行业环境，重新树立 LPG 社会形象 42
5.4. 规范经营服务行为，完善行业标准法规，推动行业高质量发展 43

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

第一章　我国液化石油气行业发展概述

1.1. 液化石油气基本属性

液化石油气(英文 Liquefied Petroleum Gas,缩写为 LPG，以下简称为 LPG)来源于油气田伴生气或炼化厂副产品，油田伴生气分馏的 LPG 主要由丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})组成，炼化厂生产的 LPG 组分相对复杂，除了丙烷、丁烷，还含有丙烯、丁烯等多种组分。用于城镇燃气使用的 LPG 按 C3、C4 组份差异，分为商品丙烷、商品丁烷和商品丙丁烷混合物。LPG 无色、无味、无毒，常温常压下呈气态，低温或加压下易于液化。我国 LPG 产品质量国家标准《液化石油气》GB 11174-2011 所规定技术要求和试验方法见表 1。

表 1 LPG 质量指标

项目			质量指标			实验方法
			商品丙烷	商品丙丁烷混合物	商品丁烷	
密度（15° C）/（kg/m³）			报告			SH/T 0221
蒸汽压（37.8° C）/kPa		不大于	1430	1380	485	GB/T 12576
组分	C3烃类组分（体积分数）/%	不小于	95	-	-	SH/T 0230
	C4及C4以上烃类组分（体积分数）/%	不大于	2.5	-	-	
	C3+C4烃类组分（体积分数）/%	不小于	-	95	95	
	C5及C5以上烃类组分（体积分数）/%	不大于	-	3	2	
残留物	蒸发残留物/（mL/100mL）	不大于	0.05			SY/T 7509
	油渍观察		通过			
铜片腐蚀（40° C，1 h）/级		不大于	1			SH/T 0232
总硫含量/（mg/m³）		不大于	343			SH/T 0222
硫化氢 需满足下列要求之一	乙酸铅法		无			SH/T 0125
	层析法/（mg/m³）	不大于	10			SH/T 0231
游离水			无			目测

1.2. 特性分析

LPG 可用作燃料和化工原料，近十年来，我国 LPG 深加工产业快速崛起，成为拉动 LPG 消费增长的主力，但从全球消费而言，由于其具有较为突出的能源使用特点，LPG 主要用于燃

料，在世界各国广泛使用，是全球重要的大宗能源商品。LPG 作为能源产品，具有以下特点：

1.2.1. 清洁低碳

各种燃料中，LPG 单位热值碳含量为 17.2kgce/kJ，较常规燃油、煤炭等燃料碳排放低，与 LNG 接近（详见表 2）。在同样条件下 LPG 燃烧 CO_2 排放量比煤炭减少 29.2%，比燃料油减少 9.3%，各类污染物排放量大幅减少。如按全生命周期的碳足迹计算，油气田伴生 LPG 碳排放量比液化天然气（LNG）更低。

表 2 各类燃料碳排放对比

能源名称	发热量（kJ/kg）	碳系数（kgce/kg）	热值碳量（kgce/kJ）
原煤	20908	0.7143	26.37
焦炭	28435	0.9714	26.5
原油	41816	1.4286	20.1
燃料油	41816	1.4286	20.1
汽油	43070	1.4714	18.9
煤油	43070	1.4714	19.5
柴油	42652	1.4571	20.2
LPG	50179	1.7143	17.2
天然气	54503	1.8620	15.3

数据来源：公开数据

法国环境和能源控制署的研究数据显示，LPG 较低的碳排放量使其非常适合用于居民生活和交通运输等方面，在同样外界条件下，LPG 的二氧化碳排放量比煤炭减少了 29.2%，比柴油和汽油燃烧降低了约 9.9%和 13.8%。此外，LPG 的氮氧化物排放比柴油和汽油也

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

更具优势，分别减少大约 96%和 68%。

1.2.2. 来源丰富

LPG 为石油天然气工业的副产品，其中,全球 65%LPG 产自油气田伴生气，35%产自世界各地的石化企业，年供应量超过 3 亿吨，来源广泛且稳定。

1.2.3. 可及性高

LPG 易于液化，不依赖管道输送，可低成本常温储运，即便是偏远农村地区也容易获取。

1.2.4. 使用便捷

LPG 比传统化石燃料热值高，可瓶装液态供应、气态使用，灵活方便、高效快捷，广泛用于家庭、商业、车用、户外旅游以及工业和农业生产等多种场景，用途多达 1500 余种。

1.2.5. 安全可控

LPG 作为使用上百年的民用气体燃料，其安全性得到国际社会普遍认可，目前仍然是发达国家城市郊区及农村地区广泛使用的燃料。LPG 虽然属于危险化学物品，使用不当容易导致气体泄漏并引发燃烧爆炸事故，但现有技术手段可以保障居民正常使用时安全可靠，发达国家甚至不少发展中国家 LPG 使用伤亡事故也不多见。美国能源部分析，LPG 危险性评级（36 级）略高于柴油（34 级），低于汽油（41 级）。

基于 LPG 具有清洁低碳、来源丰富、可及性高、使用便捷、安全可控的特点，世界 LPG 协会将 LPG 定义为“21 世纪无处不

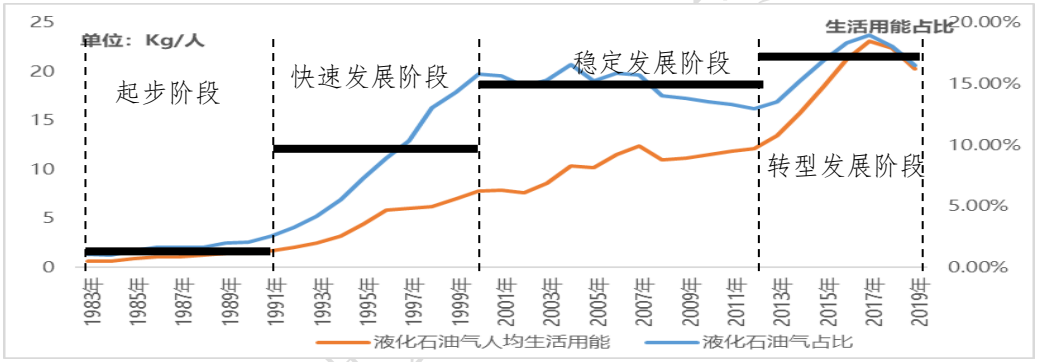
中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

在的清洁能源”。

1.3. 历史沿革

20 世纪 60 年代，LPG 开始进入我国少数城市家庭，随着上世纪改革开放，LPG 利用规模快速扩大，一度跃居为我国普及率最高、用气人口最多的气源，并广泛应用于工商业领域。

根据我国人均生活用能变化情况，可以将 LPG 行业发展历程划分为起步阶段、快速发展阶段、稳步发展阶段和转型发展阶段（详见图 1）。



数据来源：公开数据

图 1 LPG 发展历程

1.3.1. 起步阶段（1965 年-1990 年）

自 1965 年开始，北京、天津、哈尔滨、沈阳等石化工业发达城市及一些炼油厂所在地区，率先将本地石化工业副产的 LPG 用于民用燃料。由于 LPG 气源供应不足，这一阶段我国 LPG 利用规模小，发展速度慢，大部分城市居民生活燃料主要以煤炭为主，LPG 人均用能平均占比约为 1.4%，城市燃气发展以人工煤气为主。

1.3.2. 快速发展阶段（1990 年-2000 年）

改革开放推动了我国经济增长和居民消费能力的提升，也促进

了清洁能源需求，为了满足日益增长的市场需要，上世纪 90 年代初从广东开始逐步放开 LPG 进口，鼓励社会资本投资 LPG 领域，城市燃气进入以 LPG 为主、人工煤气为辅的发展阶段，LPG 成为我国城市居民首选的燃料，人均生活用能平均占比达到 7.9%。LPG 的快速普及大幅提高了我国城市居民气化率水平，并为后续天然气推广创造了有利条件。

1.3.3. 稳定发展阶段（2000 年-2012 年）

2000 年后，工商业 LPG 消费旺盛，中小城镇居民加快普及，国产 LPG 放量增长，LPG 进口、仓储、充装、物流等供应链进一步完善。随着国家天然气“西气东输”、进口 LNG 等重大基础设施建设项目和城镇燃气特许经营制度实施，城市燃气拉开天然气大发展的序幕，部分城市 LPG 开始被天然气替代，民用 LPG 进入稳定发展阶段，LPG 人均生活用能平均占比约为 14.6%。

1.3.4. 转型发展阶段（2012 年-至今）

随着天然气基础设施完善，形成“天然气进城、LPG 下乡”的发展格局，LPG 民用市场重心逐步由城市转移至城郊和乡镇，与此同时，在油品质量升级和 LPG 深加工需求拉动下，LPG 大量用于化工原料，推动我国 LPG 消费量突破 7000 万吨，人均生活用能平均占比约为 17.4%。由于城市需求下降、农村市场尚需培育、劳动力成本上升和安全监管趋严，城镇 LPG 经营企业普遍面临产能过剩、内卷加剧和发展后劲不足等问题，传统经营模式亟待转变。目前 LPG 行业正处在转型发展阶段。

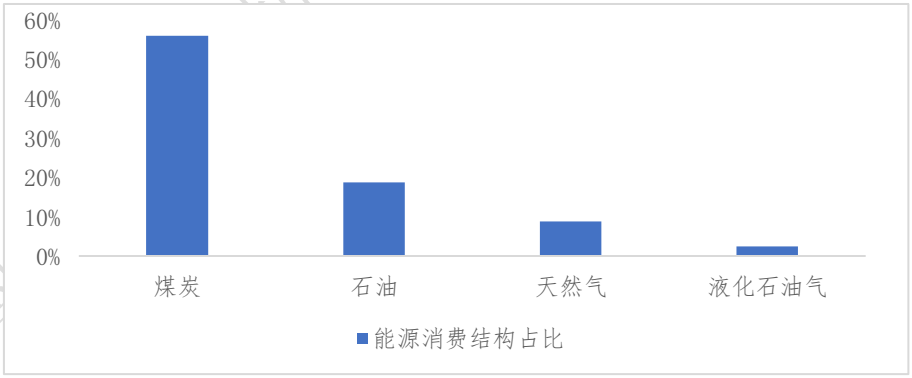
中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

第二章　我国 LPG 行业现状与面临的挑战

LPG 作为一种优质高效的清洁能源，在我国城镇燃气行业发展过程中发挥了十分重要的作用，今后相当长的时期内仍然是燃气行业不可或缺的组成部分，随着市场和政策环境变化，LPG 行业发展也将面临巨大挑战。

2.1.　国内 LPG 行业发展现状

历经多年发展，我国 LPG 行业已形成涵盖生产、进口、仓储、运输、灌装、分销全环节完整的产业链，基础设施遍布全国，供应网络覆盖城镇和大部分农村。LPG 经营主体多元化，市场化程度高，企业超过 12000 家，瓶装 LPG 分销机构超过 10 万家。目前已成为全球最大的 LPG 消费国，2021 年我国 LPG 表观消费量 7235.79 万吨，按平均低位发热量折标准煤系数 1.7143 核算，2021 年我国 LPG 表观消费量占能源消费总量约 2.41%（见图 2）。



数据来源：公开数据

图 2 2021 年我国主要能源占能源消费总量对比

2.1.1. 供需规模持续扩大

近五年，国内 LPG 市场呈供需平衡、持续增长态势（见表 3）。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

表 3 2017-2021 年中国 LPG 市场供需平衡表（单位：万吨）

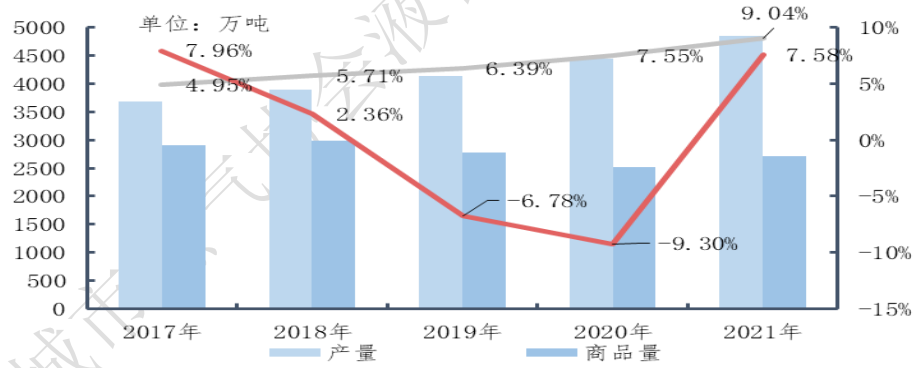
项目	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
产量	3677.30	3887.40	4135.70	4448.00	4850.00
进口	1848.34	1899.28	2060.58	1966.57	2484.67
总供应量	5525.64	5786.68	6196.28	6414.57	7334.67
出口	132.14	113.37	140.81	94.80	98.88
表观消费量	5393.50	5673.31	6055.47	6319.77	7235.79

数据来源：《中国能源化工产业发展报告 2022》，wind

（1）市场供应

我国 LPG 供应由国内自产和进口组成，2021 年 LPG 总供应量超过 7300 万吨。

国产方面，国内 LPG 产量继续增长，从 2012 年的 2262.4 万吨，增长至 2021 年的 4850 万吨，产量年均增速 9.04%（见图 3）。



数据来源：wind，国家统计局

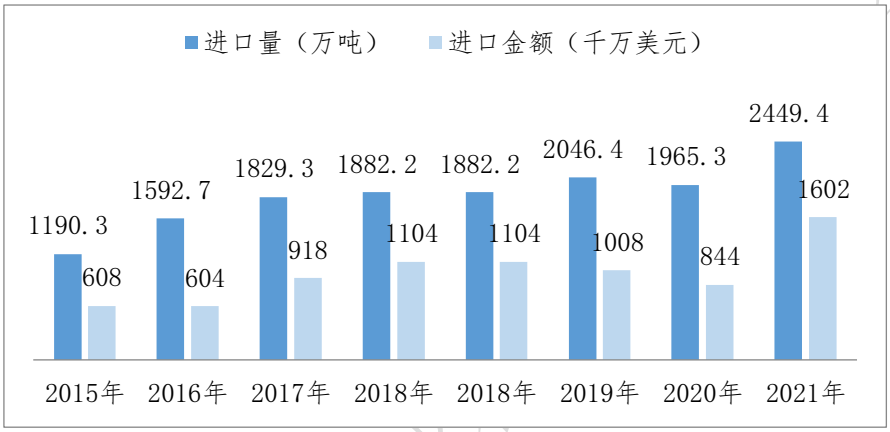
图 3 2017-2021 年我国 LPG 产量和商品量

受国内油品质量升级和 LPG 深加工需求拉动，我国 LPG 化工需求大幅增长，远高于燃料需求的缩减量，导致整体需求较大幅度攀升。我国天然气田多为“干气”，自产 LPG 主要来源于炼化生产，且产量趋于稳定，国内 LPG 产量增速不能够满足市场需求，缺口部

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

分由进口气填补。

进口方面，2017-2021 年我国 LPG 产品进口量整体呈增长趋势，2019 年达到 2060.58 万吨，首次突破两千万吨；2021 年进口量 2449.4 万吨，同比增长 24.63%（见图 4）。LPG 进口主要为纯丙烷和纯丁烷。

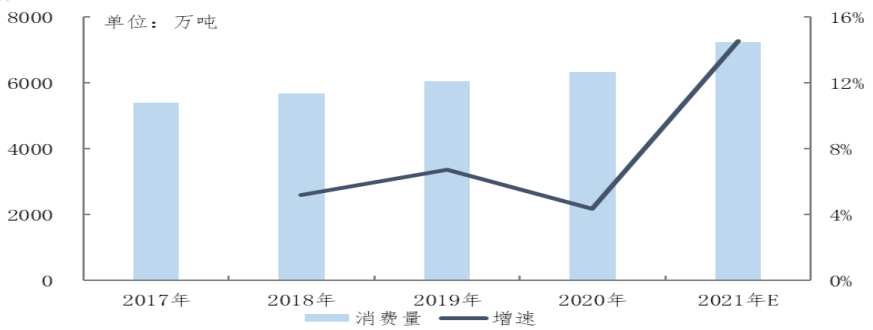


数据来源：wind，《中国能源化工产业发展报告 2022》

图 4 2015-2021 年我国 LPG 进口量

（2）消费需求

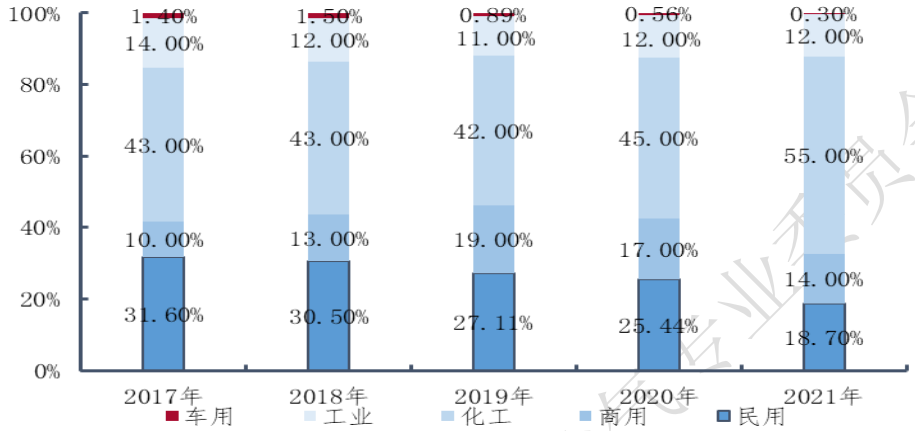
2017-2021 年，我国 LPG 消费平均增速 7.87%。2020 年全球“新冠”疫情爆发后国内消费增速有所收窄，2021 年逐步恢复，消费量增长 14.55%（见图 5）。



数据来源：wind，国家统计局

图 5 2017-2021 年我国 LPG 消费量

消费结构方面，2021 年 LPG 各个领域销售占比变化较大，其中化工用占比增加至 55%；民用、商用、车用占比均有下滑，分别降至 18.7%、14%、0.3%；工业燃烧需求波动有限，占比在 12%（见图 6）。



数据来源：wind，《中国能源化工产业发展报告 2022》

图 6 2017-2021 年我国 LPG 消费结构

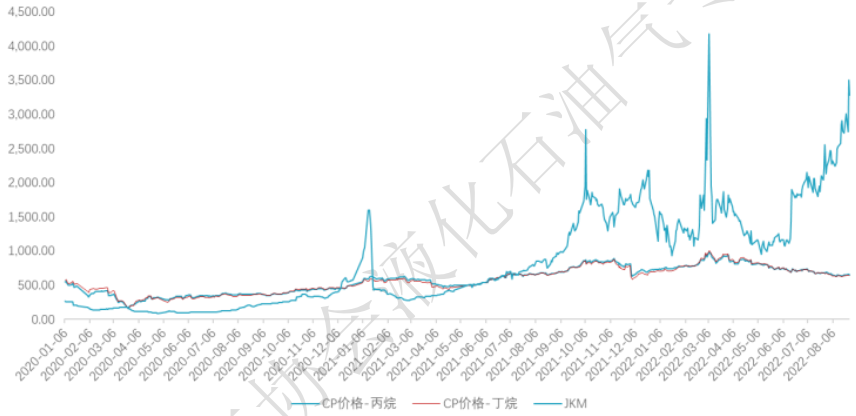
2.1.2. 区域格局呈现“城市降、乡镇升”

随着天然气的快速发展，城市 LPG 燃料需求量下降，消费重心逐步转移向城郊和乡镇，LPG 表观消费量的增长主要来自乡镇居民，2015 年后表现尤为明显。据住建部《中国城乡建设统计年鉴》，县级以上城市 LPG 消费量由 2015 年的 1269 万吨下降至 2017 年的 1204 万吨，用气人口减少 2000 万人至 1.9 亿人；乡镇 LPG 消费量不断上升，由同期的 691 万吨增长到 2017 年的 1048 万吨，年均增长 23%，用气人口超过 3 亿人。至 2021 年，全国 LPG 燃料用气占比由 2017 年的 57%下降到 45%。预计到今年底，全国城市具备“瓶改管”条件的用户基本完成天然气置换，城市 LPG 燃料消费下降的势头趋于稳定，随着乡村振兴战略实施，农村 LPG 市场还将进一步增长。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

2.1.3. 供给链条较为完备，保障能力不断增强

LPG 资源市场完全与国际接轨，来源广泛，自 2016 年放开液化石油气出厂价格管制后，国内液化石油气出厂价格基本由供需双方协商确定。国内 LPG 生产企业一般根据自身库容、当地供需、国际 LPG 价格等因素制定出厂价格，进口贸易商主要根据国际 LPG 价格以及国际油价、船期、库容、国内炼厂报价等综合因素随行就市。由于市场透明，竞争充分，气源销售价格波动显著小于 LNG，且冬季价格优势明显（见图 7）。除个别地区因极端天气导致运输短期受阻，30 年来未发生过全国性 LPG“气荒”。



数据来源：公开资料整理

图 7 LNG、LPG 价格对比

由于我国 LPG 化工用量巨大，该部分资源和储运基础设施可以根据市场需要转为能源保障使用，因此，我国 LPG 供应链具有极强的韧性。

2020 年 3 月 LPG 期货和期权在大连商品交易所正式上市，进一步增强了我国 LPG 贸易风险管理手段和价格发现功能，促进 LPG 产业由传统贸易向产融结合方向转变，有助于提高我国在 LPG 国际市场的话语权和抗风险能力。

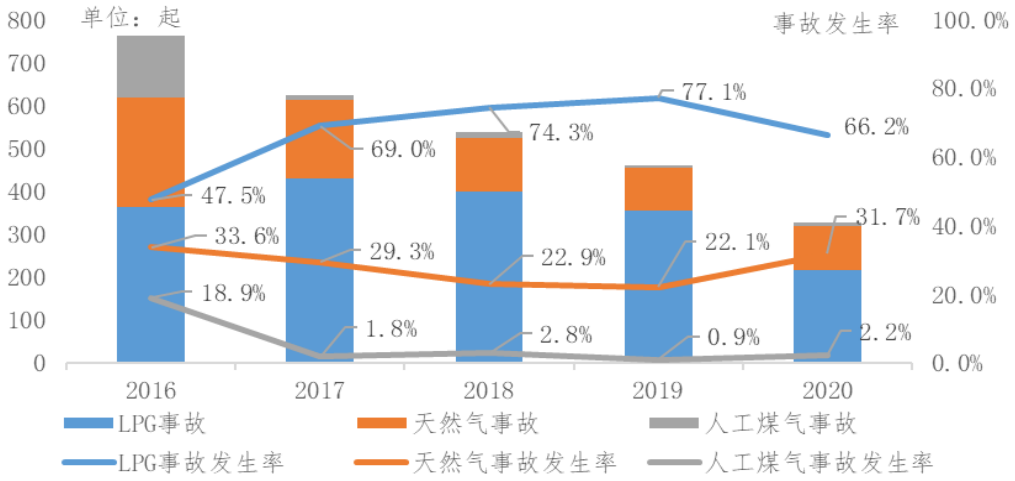
中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

2.2. LPG 行业发展面临的问题与挑战

我国虽然已成为全球 LPG 第一消费大国，但发展质量仍有待提升，行业“小、散、乱”问题突出，行业的可持续发展面临来自内部和外部的挑战。

2.2.1. 安全形势严峻

2016-2020 年，全国室内燃气安全事故 2702 起，其中 LPG 安全事故占比高达 65.03%（见图 8）。



数据来源：公开资料整理

图 8 各类室内燃气安全事故占比

近两年 LPG 事故仍然居高不下，2021 年、2022 年分别发生 639 起和 450 起 LPG 事故，占全国燃气事故的比例分别为 56.05%、62.5%，死亡人数分别为 47 人、45 人。

LPG 事故中以用户端事故为主，事故直接原因与当事人操作不当或使用问题瓶、管、阀、灶、气有关。近三年餐饮场所 LPG 事故死亡人数呈上升趋势，2021 年、2022 年分别死亡 12 人、28 人，2023 年银川 6.21 事故造成 31 人死亡，是新中国成立以来 LPG 事故

死亡人数最多的一次。

LPG 重大事故频繁发生，不仅影响到公众对 LPG 安全消费的信心，对 LPG 使用的可靠性和存在必要性产生质疑，也影响到政府的政策取向。最近三年，已有多个地方政府出台限制 LPG 使用以及推行“城中村”、餐饮场所改用天然气或“气改电”的政策。

银川 6.21 事故发生后，全国组织开展了燃气行业全链条安全隐患排查整治，现已检查出不少安全隐患，查处了一批市场非法生产、销售燃气及相关产品的经营者，燃气经营企业和用户安全意识得到加强，但需要看到，LPG 使用环节风险点多，技术保障水平低，安全防控机制尚不健全，安全形势依然严峻。

2.2.2. 经营模式亟待转型

全国从事瓶装 LPG 经营的市场主体除了 1.2 万家取得燃气经营许可证的企业，还有大量与企业没有隶属关系的个体经营者，这部分个体经营者数量保守估计超过 10 万家。按照现行国家和地方燃气管理条例有关规定，瓶装 LPG 经营企业应当具备气源保障、气瓶充装、燃气销售和用户服务等供应、服务一体化的经营能力以及健全的经营方案，以确保燃气生产、供应和使用的安全。然而，由于绝大部分经营企业为小微企业，一体化经营管理能力不足，为了争取更多市场份额，采用与个体经营者挂靠经营的办法建立分销渠道，按照普通商品批发零售的经营方式，将 LPG 零售和配送服务业务外包给第三方个体经营者，这种“连而不锁”的挂靠经营模式存在管理组织松散、企业对分销商的管理难以到位的制度性缺陷，导致经

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

营企业应当履行的安全主体责任和用户服务义务不能有效落实。一些违规经营企业甚至借此向非法经营者提供气源、逃避政府监管，成为钢瓶非法充装、“黑气”流入市场的主要源头，并带来市场进入门槛降低、行业内卷、“劣币驱良币”等问题。经营模式不规范虽然存在过去市场准入把关不严、事后监管不到位的问题，但根本原因还是经营企业自身的经营方案不健全、安全主体责任不落实，如何顺应安全监管不断趋严的发展形势，是每个经营者应当面对的挑战。

2.2.3. 技术法规亟待完善

目前国内 LPG 主要采用“瓶装供应、室内存放、用户自行管理”的供气方式，这一方式存在安全技术保障不足的“硬伤”：一是气瓶室内使用隐患大。瓶装 LPG 每次用完后都需要重新更换，更换过程中一旦操作失误，可能导致泄漏的气体在室内聚集并形成爆炸空间，包括此次银川事故在内的多起爆炸事故都与气瓶室内使用有关；二是用户未经专业培训，难以及时发现和正确处置燃气及相关设备的安全隐患，疏忽大意或操作不当都有可能酿成严重事故，因用户专业不足，购买、使用不合格燃气及相关产品而引发的燃气事故屡见不鲜。

相比之下，发达国家 LPG 普遍采用“室外存放、管道入户、专业化管理”的供气方式，LPG 存放在室外，危险源易于管理，即使出现泄漏，也不易聚集，形成风险难以控制的爆炸环境，用户供气设施由专业公司管理，专业技术有保障，因此，国外很少发生人员伤亡严重的爆炸事故。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

中外供气模式不同，主要源于技术服务标准的差异，发达国家均严格限制气瓶室内存放，但对于气瓶室外存放，条件则十分宽松。如日本，经济产业省《液化石油气安全保障及交易合理化有关法律施行的规则》（液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律施行規則）规定：非特殊情况，不得将充装量 8 kg以上的气瓶放置在室内；用户如果使用不带快装接头（可防止用户更换气瓶时调压器安装不当的瓶阀）的气瓶，供气企业需要承担调压器安装的义务；室外设置的储量小于 1 吨的 LPG 瓶组，与周边建构筑物不设安全间距要求。欧美对气瓶室内存放同样制定有非常严格标准，供气企业瓶装供应站、便民供应点和用户“点供”用的气瓶基本采用露天存放。

反观我国，规范要求则大相径庭，一方面禁止气瓶露天存放，室内使用气瓶的标准反而低，另一方面对于存放气瓶的专用瓶库、瓶组站，设定有非常严格的安全间距和建设标准，这些设施占地大，选址难，成本高，可操作性差，导致各城市符合规范标准的瓶装供应站严重不足，餐饮用户瓶装 LPG 使用管理矛盾突出，室内违规存放、使用气瓶问题难以解决，出现风险外溢现象。这有违安全管理的初衷。调查发现，不少地方的确存在瓶装供应站建设难题，一些经营企业坦言，由于自建终端物流配送设施难度大、成本高，难以与个体户竞争，选择与之合作实属无奈。如何改变传统供气方式，不仅需要供气企业和用户的积极配合，也有待行业技术法规革故鼎新。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

2.2.4. 市场环境不利因素增多

目前，全国瓶装LPG充装站约1.2万个，去年瓶装LPG全年供应量已下降到不足1800万吨，按充装站数量平均，每个站的年平均充装量仅有0.15万吨，与日本、法国、西班牙、波兰、巴西企业数量（分别为100家、4家、7家、120家和20家）和单站年均充装量（分别为14万吨、28.5万吨、4.25万吨、2万吨和8.8万吨）相比，企业经营的规模化水平明显存在差距，这也反映出我国LPG行业的市场集中度低。

西方成熟市场已有近百年发展历史，经过不断兼并重组和商业连锁，逐步提高市场集中度，实现行业经营集约化。我国LPG行业发展时间短，自上世纪90年代初放开LPG进口，允许社会资本投资LPG领域，到LPG市场快速形成，只用了十几年，现有的大部分LPG企业和充装设施都是这一时期创办和兴建的。随着国家启动大规模天然气基础设施建设，城市燃气行业市场化改革，大量社会资本投向天然气，不到二十年时间城市天然气快速普及，LPG行业发展初期累积下来的重复建设、经营管理粗放、市场无序竞争等问题尚未妥善解决，城市已进入天然气时代，叠加劳动力成本上涨和安全投入增大等不利因素，LPG在城市能源市场的竞争力逐步下降，消费需求持续萎缩，行业“僧多粥少”问题日益凸显。

随着光伏、风电、储能、氢能、热泵等新能源技术快速发展和国家“双碳”战略实施，LPG行业还将面临来自新能源和碳减排政策的双重挤压。面对市场萎缩、竞争加剧以及安全、环保政策层层

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

加码的商业环境，一些企业和社会资本对 LPG 行业未来发展和投资信心不足。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

第三章　LPG 国际发展现状和经验分析

3.1. 国际 LPG 发展现状

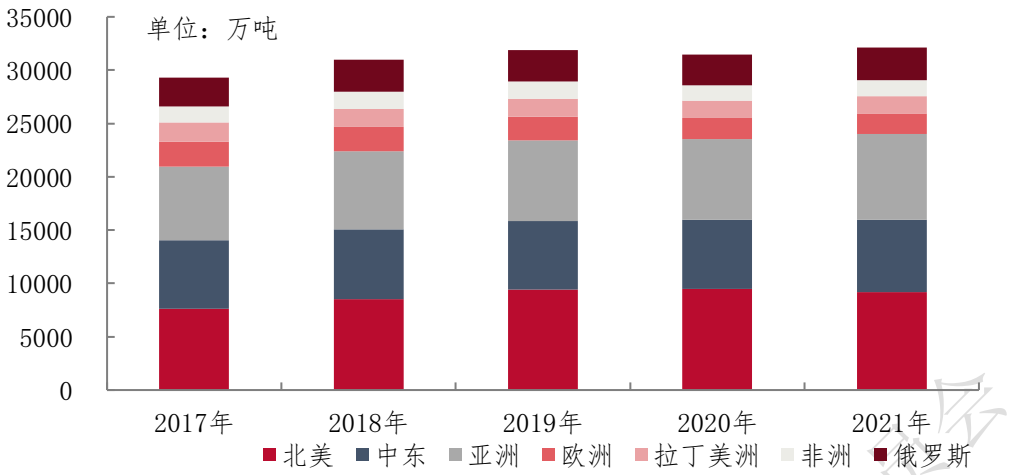
3.1.1. 国际供需格局

全球 LPG 供需格局以北美供应和亚太需求为主导。北美页岩气产量和中东、亚太炼油厂是全球 LPG 主要供应主体；而印度和中东民用需求增加，中国和韩国深加工用量扩张，是需求的快速增长点。2020 年，全球 LPG 市场规模为 1284.8 亿美元，预计在 2021-2028 年期间，该市场将从 2021 年的 1291.7 亿美元增长到 2028 年的 2119.6 亿美元，CAGR 值为 7.3%。近两年受公共卫生事件等因素影响，LPG 的整体需求出现一定下滑趋势，据分析，与 2017-2019 年的平均同比增长相比，2020 年的全球市场需求下降了 2.22%。

供给端：从全球 LPG 市场总量来看，全球 LPG 市场总量处于稳步上升状态，产区排名稳定。2010 年以来，全球 LPG 供应量以年均 4.05%的速度增长，2021 年全球供应总量在 3 亿吨左右，预计 2030-2035 年达到峰值，规模超过 4 亿吨。全球 LPG 供应量排名前三分别为北美地区、中东地区、亚洲地区，分别占比约 30%、29%、25%，产量分别为约 9390 万吨、9077 万吨、7825 万吨（见图 9）。

受美国页岩油气产量快速增长带动，美国 LPG 产量近十年年均增长 5.6%，快于亚洲和中东 2.3%和 0.4%的增速，成为全球 LPG 供应增长最快的国家。同时，2021 年美国 LPG 输出量占全球比例增至 38.8%，超过中东地区占比 30%，成为全球 LPG 供应量最大的国家。

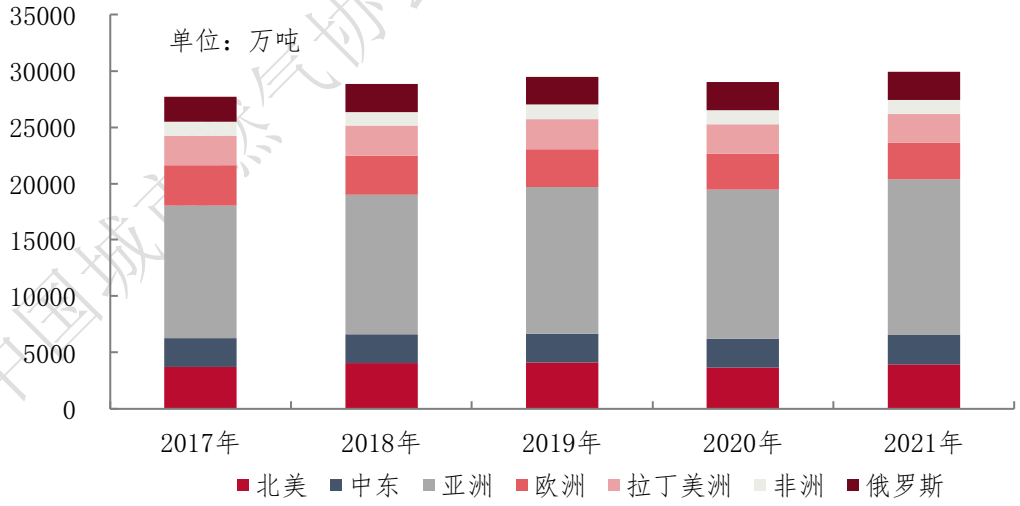
中国城市燃气协会液化石油气专业委员会



数据来源：wind，《世界能源统计年鉴 2022》

图 9 2017-2021 年全球 LPG 供应量

需求端：2021 年亚洲地区 LPG 需求量为 13821 万吨，占全球总需求量的 46.2%；北美需求量为 3930 万吨，占比 13%，位居全球第二；欧洲需求量为 3254 万吨，南美地区需求量为 2563 万吨。中国是亚洲最重要的 LPG 消费国，占比达到 24.2%，亦是全球最大的 LPG 消费国（见图 10）。



数据来源：wind，《世界能源统计年鉴 2022》

图 10　2017-2021 年全球 LPG 需求量

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

3.1.2. 国际贸易格局

地区间供需不平衡推动贸易规模的继续扩张，2020 年全球 LPG 贸易量已经破亿吨，占全球消费量逾 35%，预计 2025 年将达到 1.1 亿吨左右。根据全球各地区供需情况可以发现，资源流出地区主要是北美和中东，还包括澳大利亚、阿尔及利亚、安哥拉等国家，且流出资源主要是伴生气。

中东作为全球天然油气田最丰富的地区，该地区各国除了近些年开始大力延伸发展化工行业外，几乎没有其他延伸 LPG 需求，造成供过于求明显，需要持续出口 LPG 资源。北美已经从净进口国转为净出口国。非洲整体资源量不大，但一方面品质较好，另一方面由于自身发展原因整体需求也较少，因此也有部分资源外放。因此全球层面几乎所有流出资源均是伴生气，成分单一，品质较好。

资源流入地区主要是亚洲和欧洲，两地都是伴生气资源偏少地区。印度政府不断加大的补贴政策使其成为第二大进口国，与中国进口量差距逐步缩小。需求的日益提升将带动 LPG 贸易量逐年增长，日韩偏向北美资源，印度除了中东资源外还有部分非洲资源流入。

欧洲 LPG 自身供不应求，主要依赖中东、北美以及独联体国家的 LPG 资源。南美地区 LPG 主要用于民用和少量工业用途，主要从距离相对较近的北美和非洲寻求所需 LPG 资源。

3.1.3. 国际定价机制

LPG 是高度流动性和市场化的产品，市场化价格非常成熟，其价格也基本由市场定价。目前，国际市场上通行的 LPG 定价机制有以下六种：

（1）MB 市场价

MB 是美国南部地区 Mont Belvieu 的简称，为美国石油石化及

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

页岩气的产业聚集地。MB 价格是目前北美地区最常用的 LPG 定价标准，通常以 OPIS 发布的 Non-TET 指数和 Argus 发布的 LPG 现货指数为参照，附加升贴水及管道运费（8-12c/Gal），即得 LPG 的 FOB 出厂价。此机制下 LPG 价格与天然气价格关联比较紧密，在北美地区最为通行，行业认可度较高。其缺点是与原油价格基本脱钩，对石化行业用户的市场预测能力和风险规避措施要求较高。

（2）CP 市场价

CP 是 LPG 沙特合同价格的简称，因沙特 LPG 出口量约占世界总出口量的 1/4，故很多国家与地区 LPG 的出口定价都参照沙特的 CP 定价。CP 定价是基于前一个月沙特阿美石油公司月初、月中、月底 3 次招标的中标价，并参考现货价格趋势而制定的价格，于每月底对外正式公布下一个月的 CP。CP 与 MB 价格类似，此机制下 LPG 价格与天然气价格关联也比较紧密，在中东地区比较通行。其缺点同样是与原油价格基本脱钩，且与 MB 价格存在竞争关系，通常作为北美 LPG 出口到亚洲价格的参考与补充。此种定价方式于 1994 年 10 月开始沿用至今。

（3）FEI 到岸价

FEI 即远东指数是 Far East Index 的缩写，由阿格斯（ARGUS）公司每日发布，也称 AFEI。阿格斯公司成立于 1970 年，是一家独立价格评估机构，其总部设在伦敦。阿格斯提供国际能源和其他大宗商品市场的价格评估和市场分析。 遍布 140 多个国家的企业使用阿格斯价格指数为实货贸易计价，并作为金融衍生品结算基准以及为其市场分析和策略计划服务。FEI 是向东亚地区（日本、韩国、中国）交付大型液化石油气（丙烷和丁烷）货物的主要基准价格，被认为是液化石油气定价的全球基准之一，用于支撑亚太地区液化

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

石油气销售合同，也用于世界许多其他地区（包括加拿大、中东、澳大利亚和西非）液化石油气合同。FEI 被所有类型的市场参与者使用，包括交易员、风险管理者、规划师、分析师、财务人员、政府、监管机构、税务机关、生产商、炼油商和最终用户（如石化公司），以及供应和采购经理。

（4）MOPJ 挂钩价

基于 LPG 在石化行业中作为裂解原料替代石脑油的作用，市场上一部分具备金融对冲能力的贸易公司，通常也会向乙烯裂=解工厂提供以 Naphtha 价格为基准的 LPG 定价机制（通常因季节性因素而在 MOPJ-110 至 MOPJ+10 区间波动）。在亚洲，石脑油纸货分为 MOPS（新加坡到岸价）和 MOPJ（日本到岸价）两种产品。由于新加坡石脑油的普氏窗口交易相当不活跃，而日本到岸价石脑油每日平均成交在 20 单以上，因此，亚洲石脑油采购大部分以 MOPJ 计价，如日本、韩国和中国台湾的主要石脑油采购商。此定价机制在锁定下游利差的前提下，将风险和收益同步转移至上游，既规避了生产环节的波动风险，又扩大了贸易环节的利润空间，因此受到下游大型生产企业和贸易公司的欢迎。

（5）Henry Hub 成本加成价

Henry Hub 是美国纽约商品交易所交易标准天然气期货合约的价格指数，该交割点位于美国中南部路易斯安那州的 Erath 地区，是雪佛龙公司的下属门站。LPG 的生产成本与其主要原料页岩气的价格紧密挂钩。因此，对于北美地区的 NGL 厂商，以天然气价格为基准，按照成本加成的方法确定 LPG 的价格，也是北美地区资源商愿意接受的一种定价机制。与 MOPJ 挂钩的机制正好相反，此机制锁定的是上游公司利差，而将风险收益转移至下游接收企业，因此多

国际城市燃气协会液化石油气专业委员会

作为上游大型企业的新增产能控制渠道风险、实现项目融资的主要途径。

（6）其他定价机制

除以上几种主要定价方式外，根据交易企业和产品用途的不同，市场上还存在着其他种类繁多的 LPG 价格机制，如混合定价（对现有两种以上机制采取加权平均定价的方式）、锁定顶部/底部定价（约定远期交易的最高/最低价格，从而互相保护上下游双方的穿仓风险），以及固定价格定价法等，不一而足。

3.2. 国际发展经验与借鉴

发达国家随着经济结构调整，能源消费总量不断下降，能源结构持续优化，但在大多数国家，LPG 仍然作为能源转型阶段重要的清洁能源，发展经验值得我们借鉴。

3.2.1. 日本 LPG 行业基本情况

LPG 作为日本重要的清洁燃料和化工原料，广泛应用于城乡居民生活、工商业和交通领域，年消费量峰值达到 1900 万吨，随着日本能源消费达峰，LPG 需求量总体呈略微下降趋势，目前稳定在 1400 万吨左右，其中，居民和商业约占 40%，工业、车用燃料和化学原料分别占 20%。据日本经济产业省统计，2018 年全国 4961 万燃气居民用户中 LPG 用户有 2219 万户，约占全国燃气居民用户 45%，几乎全部出租车和室内搬运叉车以 LPG 为燃料。日本从事 LPG 经营的企业和分销商有近 2 万家，配备有储存、充装设施的液化气公司不到 100 家，绝大部分为瓶装液化气分销服务商，其中以个体企业经营的“夫妻店”居多。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

日本 LPG 行业安全水平久负盛名。据日本经济产业省统计，从 2005 年至 2017 年，13 年间以瓶装方式销售 LPG 的安全事故为 122 起，死亡人数仅有 6 人，年均死亡不到 1 人，安全、可靠成为日本 LPG 行业的重要“卖点”。当前令 LPG 企业棘手的安全隐患是“鸟巢”问题，二年前有 LPG 用户反映家里热水器因长时间未使用，排烟管被鸟筑巢，好在发现及时，避免了热水器排烟不畅可能导致用户中毒伤亡的事件，此事被列为该公司一次重大事故。随着农村空置房增多，热水器排烟管被鸟筑巢的问题可能增加，为此，日本经济产业省和 LPG 行业将此列为安全预防的重点隐患。

3.2.2. 日本 LPG 发展经验

（1）“高定位”——高度重视 LPG 在能源体系中的作用

由于日本能源匮乏、山地居民密度多高、及地震山洪等自然灾害频发的原因，日本政府仍将 LPG 产业作为本国能源战略的重要组成部分，成为了国内能源供应的有力补充。

首先，日本煤炭、石油、LPG、LNG 几乎完全依赖进口，为了保障能源供应安全，需要采取多元化的能源保障策略。

其次，全球近三分二的 LPG 为油气田伴生气，属一次能源，清洁且便于储运和分布式供应，相较于其它能源，不仅可以长期储存，费用低，还具备紧急情况下快速、灵活调配的优势。因此，日本政府已经将其列为国家战备储备能源之一，并建立了相关国家储备与民间储备双重储备制度。根据相关数据统计其中，日本国家政府共储备 LPG 约 140 万吨。其中，储备库主要分布在仓敷市（40 万吨）、

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

七尾港（25 万吨）、神栖市（20 万吨）、福岛县（20 万吨）、波方（45 万吨）等地；日本，民间共储备 127 万吨。政府与民间 LPC，总储备共计 267 万吨，相当于日本 90 天总进口量。另外，为了应对不可抗力的突发自然灾难，日本政府还规定使用 LPG 的政府办公、学校、医院、商场等公共服务机构， 其 LPG 储罐内的 LPG 储量必须常态化保持至少 50%的容量。

第三，日本大部分居住区为管道天然气难以通达的山地城镇和村庄，这些地区很容易使管道天然气受地震、山洪等自然灾害遭受破坏而引发次生灾害且天然气管道敷设成本较高。为此，从经济、安全的角度，日本大部分居住区均采用了 LPG 供应系统。这样，通过采用 LPG 供气方式规避了管道天然气系统的投资成本高、容易受自然灾害影响的风险。管道天然气更容易受地震、山洪破坏并引发次生灾害，这些地方采用 LPG 供应不仅经济，也更为安全可靠。

基于上述三点原因并促进 LPG 持续发展，日本中央政府 LPG 行业监管部门为经济产业省，各地设有地方部，制定有《简易燃气事业法》、《高压燃气法》和《液化石油气保安规则》及以相关行政规章和技术规范。为促进 LPG 行业发展，还专门设置有从事 LPG 发展政策研究的事业单位—日本 LPG 振兴中心，天然气行业没有设置相关机构。

（2）“高标准”——安全服务要求高

为了吸取日本阪神大地震引发燃气次生灾害的教训，日本严格限制瓶装 LPG 带入室内使用，LPG 用户基本由设置在户外的瓶组或

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

小型储罐供应；户外小型储罐、钢瓶、阀管、气表属供气单位产权，由供气单位管理和维护，禁止第三方包括用户擅自挪动、操作；表后燃气管道、燃气具为用户产权设施，由用户自行管护，但供气单位每 3 年需作一次安全检查，且必须进行气密性测试，检查内容及结果需用户签字认可；LPG 使用计量与天然气一样，用户每月按气表计量结算。

（3）“高门槛”——市场进入要求高

日本 LPG 公司及从事 LPG 经营分销商，需要报经产业经济省地方部核准，审核内容除企业安全技术条件外，还要严格审查企业包括服务内容、业务流程、质量标准及保障措施等在内的经营方案，经营方案不健全的得不到相应许可。另外，所有涉及安全技术作业的岗位人员必须持有经济产业省认可的从业资格。

因为安全服务标准高，进入 LPG 行业的门槛也相应提高，没有能力为用户提供服务的“夫妻”店可以委托有能力的经营企业或专业机构完成，但不允许像销售普通商品一样经营瓶装 LPG。

（4）“全监管”——溯源监管体系健全

日本 LPG 法律和政府规章对经营主体和用户的责任与义务制定了明细、具体的规定。各方主体责任清晰，供气企业的经营服务和安全检查必须保留完整的记录。政府平时很少检查企业（用户 3 年一次的安检服务频次虽然远低于我国），但如接到投诉和问题反映后会对企业安全生产管理和用户安检服务作业记录的完整性和真实性进行突击检查和严格审查，一旦发现违规，轻则停业整顿，重则吊

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

销经营资格并追究法律责任。

另外，政府严格的监管制度、企业健全的经营方案和安全质量保障体系为政府实施溯源监管创造了条件，也为政府放松安全管制奠定了基础。例如，日本并不禁止“夫妻”店从事 LPG 经营，尽管日本个体经营企业众多，但始终保持良好的安全记录；再如，日本对 LPG 瓶组户外设置条件十分宽松，LPG 瓶组只需采取防止钢瓶倾倒的紧固措施即可毗邻外墙存放，无需额外加装遮阳棚、防护罩，充分发挥了 LPG 供应灵活性优势。

（5）“重技术”——引导行业技术进步

针对用户事故多发问题，上世纪 80 年代后期日本政府组织国内大型制造业、通讯业和燃气企业研发了具有多重安防功能的智能燃气表，而令人意外的是，智能燃气表推广速度最快、普及程度最高的竟然是 LPG 行业，只因监管部门出台了一项鼓励企业推广智能燃气表的政策，允许为用户提供智能燃气表的公司经营半径扩大 30 公里，全国智能燃气表的普及率达到 70%以后，政府才将安装使用智能燃气表作为国家强制标准。

据日本经济产业省产业保安机构研究，2005 年至 2017 年 13 年间，以重量计量方式销售 LPG 的安全风险大大高于采用体积计量的销售方式，平均每起事故的伤亡人数分别为 1.09 人和 0.37 人，约为后者 3；平均每起事故的死亡人数分别为 0.0492 人和 0.0082 人，约为后者的 6 倍。为此，该机构正在组织开展相关技术研究，制订推广使用安全可靠性更高的安全技术。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

同时，为应对人口老龄化和不断上涨的物流成本，进一步提高LPG供应本质安全技术水平，日本政府1998年引进推广欧美小型储罐供气技术，将大量LPG瓶组替换为小型丙烷储罐，为降低供气成本和扩大农村用气市场起到了积极作用。小型丙烷储罐供气装置在日本历次重大自然灾害救援中也发挥了十分重要的能源保障作用，日本政府将其列为国家应急保障储备装备。LPG公司、庇护所和交通隧道等重要场所都备有随时可以启用的小型丙烷储罐型供气发电一体化撬装设备。

3.3. 欧美LPG发展经验

目前欧洲各国政府将LPG作为满足欧洲能源需求的关键品类之一。在欧洲，一亿两千多万城市人口使用LPG，LPG占欧洲能源总需求大约1.9%，且预计到2030年这一比例将大幅提高到约3.8%，欧洲LPG表观需求量也将从2010年约3100万吨跃升到6600万吨。

表6 欧洲能源比例及趋势预测

能源种类	2010	2030（E）
煤炭	17.5%	12.4%
石油	33.9%	30.1%
天然气	26.6%	26.1%
生物能	6.5%	10.3%
其他	15.5%	21.2%
总量	100.0%	100.0%
LPG在一次能源中的消费比例	1.9%	3.8%

数据来源：公开资料整理

3.3.1. “重农村”——将农村及农业作为重点发展领域

尽管城市化进程稳步进行，乡村地区仍然占欧盟领土的90%，约50%的人口居住于乡村地区。大多数乡村地区都没有连接到管道天然气，电力又较为昂贵而且时有中断。鉴于此，不论是作为主要

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

能源，还是与可再生能源结合使用，LPG 都是乡村居民的理想能源选择。LPG 还可以替代农业生产中所使用的化学物质，用于清洗牲口棚和麦田除草。

在美国，LPG 仍然是天然气未普及地区的重要燃料，超过 1200 万个家庭和企业使用 LPG 作为暖气的主要燃料。LPG 在农业领域应用广泛，其中粮食烘干大量使用 LPG。

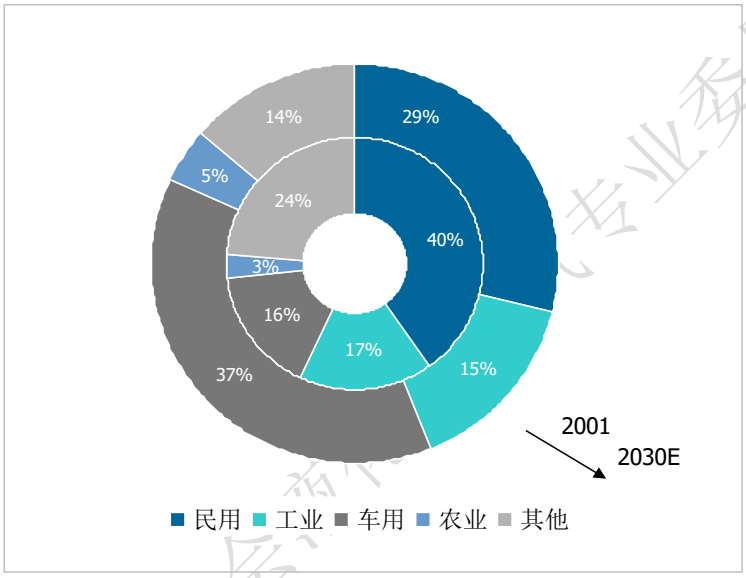


图 11 欧洲 LPG 下游应用领域分布

3.3.2. “重安全”——重视 LPG 供给体系建设

为保障 LPG 供应，欧洲采取立足资源自给自足及分散进口采购渠道的策略，加强 LPG 供应链建设。目前约 94%来自欧洲本土供应，而且当地 LPG 的产量还会进一步增加，基本实现自给自足，其进口的 LPG 产自世界多个地区，以此降低国际采购的风险。

3.3.3. “重环保”——将 LPG 作为清洁车用燃料

公路交通尾气排放是导致欧洲空气污染物增加的主要来源。使用 LPG 的车辆所排放的氮氧化合物和有害颗粒物远低于柴油车，大多数欧洲政府承认 LPG 在这方面的优势，并积极提倡将 LPG 应用于

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

各种交通工具。

在家用和工业用方面，每千瓦时的LPG所产生的二氧化碳比石油低15%，比煤炭低近30%，其碳排放量平均而言也低于电能的碳排放量。显而易见，如果在世界范围内选用LPG作为家庭用能可以极大降低二氧化碳排放量。

3.3.4. “重主体责任”——强化LPG供应企业的主体责任

基于LPG行业的产品与服务特点，目前欧美同样存在为数众多的分销商，如何规范分销商经营行为，其做法不同于日本，监管部门不直接管理分销商，允许企业以经营授权而非简单合作的方式建立分销渠道，同时也明确企业的主体责任和义务。

1990年香港制定了《气体安全条例》及相关规例，建立了“政府管企业、企业管分销商”的市场监管体制。香港《气体安全（气体供应公司注册）规例》不仅对注册气体供应公司的条件、责任和义务作出明确规定，也对从事LPG储存、运送和供应的分销商的从业资格及管理作出了相应规定如分销商必须获经注册供应企业的授权并向香港机电署备案、注册供气企业承担对其分销商管理和培训的义务。为了防止个体非法从业，《气体安全（气体供应公司注册）规例》还规定从事LPG储存、运送必须是注册供应企业的雇员或分销商，并得到企业书面批准，且在其工作时间之内，监管要求非常具体。

3.4. 国际经验借鉴

发达国际经验表明，LPG 安全问题并非源于气源本身，而是有赖于先进的技术和科学的管理。不论是能源对外依存度极高的日本，

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

天然气产业发达的欧洲，还是天然气资源丰富的美国，LPG 在本国能源市场中仍然占有重要地位，都非常重视 LPG 在优化能源结构、保障能源安全、降低碳排放和促进农村发展等方面的重要作用，并通过健全监管体系、严格市场监管、推广使用先进技术，确保 LPG 使用安全。发达国家的发展经验对于正处于转型发展期的我国 LPG 行业具有重要借鉴意义。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

第四章　LPG 未来发展展望

LPG 在我国燃气行业发展过程中起到过十分重要的作用。随着国家加快规划建设新型能源体系，未来 LPG 在保障国家能源安全、积极稳妥推进“双碳”战略和实施乡村振兴工作中仍然可以发挥重要作用。

4.1. LPG 是我国能源供应的有力补充

全球能源行业正经历着以低碳化、无碳化、低污染为方向的第三次能源变革，随着全球能源需求不断增加，全球电气化趋势明显，未来可再生能源增长幅度最大的电力能源结构将持续变化，进一步形成以石油、天然气、煤炭、可再生能源为主的多元化能源结构。

中国力争 2060 年实现碳中和，实现的前提是能源结构的改变，综合能源系统规划是我国能源转型进程中的重中之重。随着双碳目标的不断推进，双碳体系建设的不断加快，总体上我国能源将从以化石能源（石油、天然气）为主导转向以可再生能源（风、光）为主导。以光伏、风电为主的新能源实现爆发式增长，预计到 2060 年风光等波动性可再生能源发电占总发电量的比重将超过 55%。清洁能源技术发展进展迅速，光伏组件装机量、光伏硅原料产量已经长期居于世界之首。与此同时，受制于储能技术的发展瓶颈，以及可再生能源受气候、天气等影响极大的属性，高比例的可再生能源或将为能源稳定性带来影响，以可再生能源为主导的多能互补能源体系已经成为业内共识。如何应对未来可能出现数周乃至数月风、光出力不足或极端天气的情况，对新型能源系统构建提出了挑战，目前能源系统的灵活性、韧性不足已经成为制约我国能源转型的瓶颈之一。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

LPG 作为一种低碳、高效、安全的清洁能源，可通过一次能源、二次能源及工业领域等多种途径获取，既是化工原料又可作为燃料的特性与氢能相似，是能源系统灵活性的重要体现。LPG 有潜力成为耦合不同基础设施的能源载体，以提高能源系统经济性率、可靠性和灵活性，其中许多用途将有助于减少碳排放。LPG 储配技术已经成熟，且具备高度灵活性，可以适应即开即用、随时保障供应的新型能源体系需求。一方面，LPG 可以利用包括化工原料在内的各类仓储、物流资源，在应急调峰需要时迅速作为补充能源，保障能源安全；另一方面我国 LPG 自给率相对高于石油、天然气，可以作为储备能源发挥更重要的作用，对维护我国能源转型的平稳具有巨大意义。

2021 年中国天然气表观消费量 3726 亿立方米，对外依存度上升至 46%，《“十四五”现代能源体系规划》(2021-2025 年)预测，2025 年，天然气对外依存度可能会达到 52%。自 2021 年以来，受国际政治环境以及全球各国减“碳”进程的推进，国际天然气价格持续保持高位，叠加我国“富煤、贫油、少气”的资源禀赋、对外依存度较高、季节性峰谷差大、储气设施不完备等因素影响，天然气在局部地区、部分时段出现紧平衡甚至气荒的情况，气源供应总体一直处于紧平衡状态。

LPG 规模庞大，来源广泛，供应方式灵活，用途多样，热值较高，清洁性、经济性较明显，产业标准体系完善，储运设施充足，抗灾能力突出，可为天然气及传统的煤炭、石油等化石能在峰谷互补和替代等方面进行互补配合，有条件成为我国天然气等其他能源的有力补充，应发挥更大作用。LPG 作为绿色清洁能源之一，是保障能源安全供应的重要品种。市场是能源使用的推动力，LPG 因其

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

灵活性和市场化程度高的特点，具备较强的优化配置能力，对完善能源市场资源配置作用将不断扩大。

经济性上，从 LPG 和液化天然气全国价格指数来看，LPG 价格仍具备一定竞争力。未来，我国 LPG 市场规模有进一步扩大的空间。我国资源禀赋致使清洁能源对外依存度持续保持高位，但综合考虑各种能源价格以及 LPG 较高的市场化程度，LPG 是保障我国能源供应安全的有力补充。

4.2. LPG 是清洁低碳转型的有效支撑

总体国家安全观是习近平总书记新时代中国特色社会主义思想的重要内容。2022 年 4 月 10 日，《中共中央国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》提出，在有效保障能源安全供应的前提下，结合实现“双碳”目标任务，有序推进全国能源市场建设。建立全国统一能源市场意味着此前独立的煤炭、油气等市场将被纳入同一市场中协同发展，不同能源品种加强联动，更有利于保障能源安全，推进“双碳”目标的实现。

在能源统一大市场建设进程中，不同能源间协同能力愈加凸显。LPG 市场规模不断扩大，储备体系较为完善，一方面，在“底线思维”指引下具备在极端情况下保障我国能源供应安全的能力，另一方面也可为我国建设统一能源大市场发挥重要作用。“十四五”期间，我国能源转型将进入关键时期，LPG 应与天然气形成优势互补。清洁性方面，LPG 与天然气相当，但较其他化石能源仍有较大优势；经济性方面，LPG 的价格相对稳定并且单位热值在所有化石能源中名列前茅，具备支撑我国能源转型的能力。

在国家“十四五”规划中，“推进能源、铁路、电信、公用事业等行业竞争性环节市场化改革”“保障能源和战略性矿产资源安全”

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

“能源资源配置更加合理”等引起市场关注。作为重要的燃料和化工原料，LPG 涉及民生需求，在服务国家能源安全、提高能源行业市场化和资源配置水平、稳定产业发展上大有可为，是我国能源统一大市场建设的关键一环。LPG 虽然近年来发展受阻，但供需两端仍呈现增长态势，市场规模逐年增加。未来，伴随 LPG 作为替代能源作用凸显，“双碳”目标能源清洁化转型的不断深入，能源大市场建设进程加快，各能源联动不断加强，在国家层面能源体系规划和政策引导下，乐观预测，“十四五”期间我国 LPG 年复合增长率为 3.17%，2025 年表观消费量有望超过 8300 万吨，为我国能源安全、清洁低碳转型提供有效支撑。

4.3. LPG 是助力乡村振兴的重要抓手

改善农村公共基础设施是实施乡村振兴促进战略的重要组成部分。农村能源基础设施薄弱，一直是中国农村经济社会发展的短板，直接影响农民生活水平和农业生产力提升。乡村振兴的总目标是农业农村现代化，LPG 除了用作生活燃料，还可以广泛用于现代农业种植、畜牧业与水产养殖、农产品加工、农机燃料、乡村旅游等生产领域（表 7、图 12 所示），是农业农村现代化不可或缺的清洁能源。



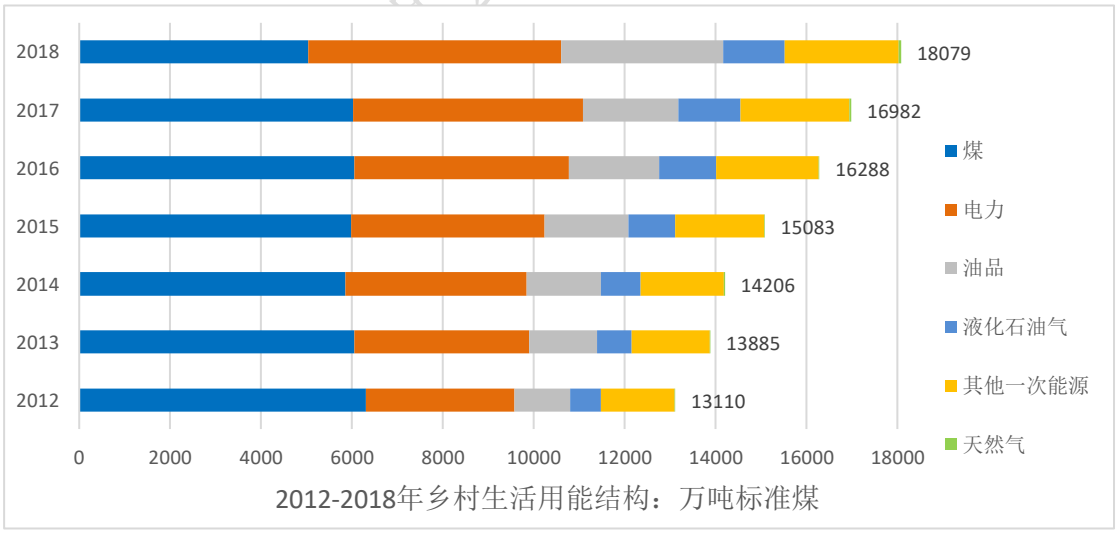
图 12 LPG 农村典型应用场景

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

表 7 LPG 农业应用领域

序号	分类	农业用途
1	农林业	火焰除草与病虫害防治
		农业大棚空间供暖
		温室大棚 CO_2 补充
2	畜牧业	畜牧养殖空间供暖
		火焰消毒灭菌
		水产养殖
3	农产品烘烤	烟叶、茶叶、粮食、种子、咖啡、果蔬、药材
4	农业机械	农机燃料
5	乡村旅游	乡村旅游

由于城乡发展不平衡，农村燃气消费增长缓慢。根据《中国能源统计年鉴 2019》，农村生活用能仍然以煤炭、柴薪等传统固体能源为主，截止 2018 年，液化石油气和天然气在农村生活能源消费中的占比分别为 7.5%和 0.3%，农村户均燃气消费量不及城镇居民十分之一（图 13 所示）。

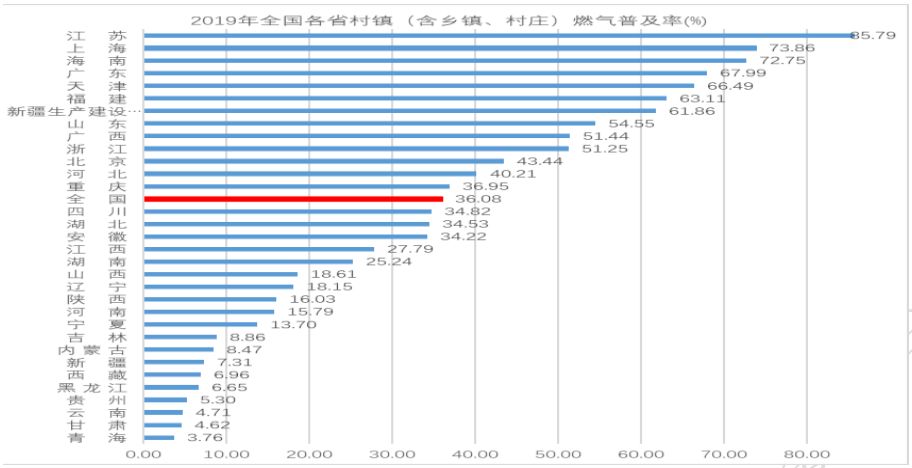


数据来源：根据《中国能源统计年鉴 2013- 2019》数据整理

图 13 2012-2018 年农村生活用能结构

据《中国城乡建设统计年鉴》，至 2019 年，全国村镇燃气平均普及率只有 36.08%，其中，青海、甘肃、云南不到 5%（如图 14 所

示）。



数据来源：根据《中国城乡建设统计年鉴 2020》数据整理

图 14 2019 年各省村镇燃气普及率

由于农村人口居住密度低，消费规模小，建设和运营成本大，使用城市传统供气方式不经济，燃气消费价格对于大部分农村工商业和居民而言难以承受，目前农村燃气主要作为特定场景或需求时的民用补充用能。近 20 多年来，我国大力推广农村沼气，但由于多方面原因，效果不佳，设施使用率非常低，农村气源以 LPG 为主。根据发达国家农村燃气发展经验，在天然气难以通达的小城镇以及人口低密度居住的城郊和村庄，使用分布式的 LPG 微管网供气更具经济性和安全可靠性。2019 年我国 LPG 微管网首次在青海大通县建成使用，该供气系统由 LPG 小型储罐供气装置、社区低压燃气管网、运营调度监控系统组成。LPG 气源为商品丙烷，由专用带泵槽车按智能规划路线配送到各社区小型储罐，经过气化调压，通过社区低压燃气管网进入到每家每户，用户消费按气表计量结算，具有技术先进、安全可靠、建造方便、使用经济和适用范围广等优势，现已推广到云南、浙江福建、广东等部分地区，为农村燃气普及开辟了一条新路径。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

继 2021 年中央“一号”文件《中共中央国务院关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见》首次提出“推进燃气下乡，支持建设安全可靠的乡村储气罐站和微管网供气系统”后，2023 年再次将推动乡村微管网建设写入中央“一号”文件。未来五年，我国农村 LPG 有望进入快速发展阶段，成为补齐农村能源基础设施短板、助力农业农村现代化的重要抓手。

4.4. 创新引领、科技赋能，持续推动行业模式变革与数字化转型

党的二十大报告提出“打造宜居、韧性、智慧城市”。在数字化浪潮带动下，LPG 行业积极探索“互联网+”的发展途径，不少企业针对企业经营管理和政府监管中的不少“痛点”和难题，利用物联网、大数据、云平台、人工智能等数字化技术和先进制造技术，开发了 LPG 行业众多科技含量高的新材料、新工艺、数字化应用产品，如 LPG 钢瓶智能角阀、智能充装枪、智能秤、智能安防燃气表、塑料纤维气瓶、带泵罐车、智能微管网以及运营调度溯源管理系统，其中，不少产品属全球首创，并成功应用到国内外多个项目和领域，为企业提质增效、安全保障水平提升、模式创新和数字化转型提供了宝贵经验。

以中海油能源发展股份有限公司销售服务分公司为例，该公司于 2020 年建设、2021 年投入使用的“LPG 三级站智能管理云平台”，用于城镇燃气终端的运营与安全管理，通过融入“互联网+LPG”经营理念，借助物联网、大数据等数字化手段，重塑燃气终端业务流程与商业模式，研究运营数据标准规范，从钢瓶溯源、用户分析和物流配送等方面突破关键技术，采用微服务架构搭建 LPG 三级站智能管理云平台，现已具备“LPG 钢瓶全业务流程、全生命周期溯源”

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

“线上燃气订购”“智能库存”“智能充装”“客户画像”“智能云配送”“实时用气安检”及“业务数据多维度建模统计分析”和燃气终端全业务流程数据采集、分析与智能应用等多项功能，实现了运营管理标准化、线上化、精细化，全面提升了企业运营效率、经济效益、安全管理水平和企业品牌价值，努力让政府放心、让企业省心、让百姓放心。

宁波美气多公司以韧性安全城市建设为目标，以城市为单位，探索出“平台+第三方专业配送”的城市 LPG 行业数字化治理新模式。该公司依托大数据赋能平台，构建政府监管、燃企运营、用户服务“三网合一”（一网通办、一网统管、全程网办）运管服平台，按照行业“新四化”（数智化、集约化、规范化、精细化）服务标准和业务链全程可溯源的要求，引入第三方配送、安检专业服务机构，为经营企业和用户提供优质、高效和可靠的终端服务，有效解决了小微经营企业终端服务能力不足、安全管理主体责任难落实的“痛点”，促进了行业集约化发展。

2023 年 8 月，国务院安全生产委员会印发《全国城镇燃气安全专项整治工作方案》，对城镇燃气安全工作作出重要部署，其中明确“推进燃气安全监管智能化建设”。数字化转型正在改变 LPG 行业生产方式、消费方式和治理方式，逐步推动行业经营服务模式和市场监管方式的变革，将对我国 LPG 行业未来发展带来深刻影响。

第五章　发展建议

5.1. 充分发挥 LPG 灵活性，确立支撑能源地位

LPG 是我国能源体系灵活性的重要体现，是能源互补、能源互保的重要支撑。我国正处于工业化、城镇化进程加快时期，能源消费强度较高，随着经济规模进一步扩大，能源需求还会持续较快地增加。新型能源体系不是简单的以非化石能源代替化石能源，而是要谋求适合发展中的不同情况，多种能源灵活互补，共同保障能源安全和经济发展，因地制宜、因时制宜的多能源互补，以其总体的优势去促进经济的持续发展。

LPG 有助于增强我国面对国际能源价格波动的“信心”。当前国际局势复杂多变，地缘政治冲突不断加剧导致了国际油气价格波动剧烈，而我国油气定价权的缺失致使油气价格波动对国民经济发展的影响越来越大。乌克兰危机爆发后引发全球能源危机，天然气价格持续走高，屡次打破历史极值。LPG 与天然气特性相近，且更具灵活性，价格相对更平稳，作为伴生气更易获取，是天然气的有力补充，具备替代天然气的客观条件，对平抑价格，实现多能互补、多能互保，保障能源供应安全起到关键作用。

LPG 可作为我国“兜底”能源的重要选项。“双碳”目标提出后，我国能源结构调整进程显著加快，新能源发展提速。LPG 与天然气都是低碳能源，兼顾能源清洁化与能源安全双重目标，与新能源实现融合发展是我国“碳达峰”的现实选择。风电、光电等新能源供应不稳定，关键储能技术尚存瓶颈，煤炭兜底与双碳目标新型能源体系建设相悖，LPG 是我国“兜底”能源的重要选项。

总体来看，LPG 在我国应用时间较长，市场化程度较高，消费

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

规模大，未来仍是我国能源体系中不可或缺的重要一环。不可否认，目前 LPG 供应链各环节存在较多问题，导致安全性备受质疑，归根结底还是现阶段行业监管机制和标准体系不完善、相关主体安全责任不落实、不到位所致。在我国能源转型步入深水期的当下，将 LPG 确立为“兜底”能源，加强 LPG 与其他能源协同发展、互补发展对保障我国能源安全有重要意义。

5.2. 践行总体国家安全观，坚持底线思维，将 LPG 纳入我国能源储备体系

能源储备体系建设是践行总体国家安全观，秉持“底线思维”的具体表现，将 LPG 纳入我国能源储备体系是短期内提升我国能源储备能力的现实选择。总体上我国能源储备体系尚不健全，煤炭储备基础设施建设存在短板，调度能力薄弱；石油储备起步较晚，管理和运营机制尚不健全；天然气储备体系缺失，储备能力建设仍处起步阶段。LPG 作为油气田伴生气与炼油副产品，供应较为便利，因其便于移动、易储存以及清洁性等特点在紧急情况下可发挥重大作用，事实上 LPG 已经成为我国面对重大自然灾害的首选应急能源，汶川地震时，天然气管道受损一时难以供应燃气，大量 LPG 罐第一时间送往灾区，解决了燃气问题。

5.2.1. 践行总体国家安全观和坚持底线思维的重要体现

底线思维能力，就是客观地设定最低目标，立足最低点，争取最大期望值的能力。习近平总书记多次提出：“要善于运用‘底线思维’的方法，凡事从坏处准备，努力争取最好的结果，这样才能有备无患、遇事不慌，牢牢把握主动权。”习总书记强调，要坚持底线思维，增强忧患意识，着力防范化解重大风险，保持社会大局稳定，为实现中华民族伟大复兴的中国梦提供坚强保障。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

总体国家安全观是习近平新时代中国特色社会主义思想的重要内容，党的十九大报告将“坚持总体国家安全观，走中国特色国家安全道路”确定为新时代中国特色社会主义建设基本方略之一。贯彻落实总体国家安全观必须既重视外部安全又重视内部安全，对内求发展、求变革、求稳定、建设平安中国，对外求和平、求合作、求共赢、建设和谐世界；既重视国土安全，又重视国民安全，坚持以民为本、以人为本，坚持国家安全一切为了人民、一切依靠人民，真正夯实国家安全的群众基础；既重视传统安全，又重视非传统安全，构建集政治安全、国土安全、军事安全、经济安全、文化安全、社会安全、科技安全、信息安全、生态安全、资源安全、核安全等于一体的国家安全体系；既重视发展问题，又重视安全问题，发展是安全的基础，安全是发展的条件，富国才能强兵，强兵才能卫国；既重视自身安全，又重视共同安全，打造命运共同体，推动各方朝着互利互惠、共同安全的目标相向而行。

《能源法》在第六章提出“国家统筹协调能源安全，将能源安全战略纳入国家安全战略，优化能源布局，加强能源安全储备和调峰设施建设，增强能源供给保障和应急调节能力，完善能源安全和应急制度，全面提升能源安全保障能力。”从能源基础设施、网络信息、供给保障、储备管理、预测预警、应急管理等方面做出了具体规定，对国家主管部门、各级政府和企业的职责、义务做了具体安排，确保能源供需安全的底线。

受季节变化等因素影响，天然气存在季节性供需不平衡。为应对突发情况或季节性重要资源能源供应中断，LPG 国家储备应进行错峰调节，确保重要资源能源可靠供应。同时建立资源地储备保护稀有资源，为保证稀有资源未来长期持续供应，划定部分重要能源

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

资源矿藏地作为资源地储备，暂缓开发。

将 LPG 纳入储备体系是落实底线思维，落实总体国家安全观，防范化解风险挑战的重要工具和手段。从政治安全、军事安全、国土安全，社会安全、经济安全、能源安全几个层面，立足“富煤、贫油、少气”的现实国情，将 LPG 纳入国家油气储备体系具有必要性，同时对缓解因客观资源条件给我国能源安全带来的隐患具有重要意义。

5.2.2. 提高能源储备能力，丰富储备形式，完善储备结构

能源储备能力不足已经成为影响我国能源安全的瓶颈问题，只有尽快尽多地建立能源储备能力才能从根本上解决能源供需矛盾。一方面，能源储备建设已经迫在眉睫。天然气季节峰谷差较大的问题愈发凸显，调峰需求量越来越大。近几年屡次出现的“气荒”，虽然通过采取“削峰填谷”“压非保民”“互联互通”“南气北上”等措施加以缓解，但是尚未从根本上解决此问题。LPG 是天然气良好的替代能源，一定程度上提升我国能源储备能力。另一方面，LPG 纳入国家储备有助于丰富能源储备结构，在客观上可以起到增强国家能源应急能力的效果。

5.3. 积极引导行业发展，改善行业环境，重新树立 LPG 社会形象

多年来围绕 LPG 行业发展，国家多个部门出台了一系列文件，但基本都是聚焦用气安全的专项整治，难以达到标本兼治的目的，甚至社会层面对 LPG 普遍存在两种误区：一是认为 LPG 是不安全的能源。从国际经验表明，LPG 的安全性是可以采用先进技术和科学管理实现的，否则世界各国不可能允许 LPG 作为国计民生的能源产品。目前我国 LPG 行业技术标准和安全监管要求大部分高于世界

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

其他国家，尽管如此，由于监管体系不健全，安全理念和标准不能适应时代的发展需要，导致行业安全技术保障水平远低于国际同行。二是认为 LPG 是落后的能源。每一种能源都各自不同的特点和市场定位，天然气如此，LPG 同样如此，都是城镇燃气行业不可或缺的组成部分，是城乡一部分难以使用天然气的居民特别是广大农村地区居民赖以生活的最基本燃料，在“双碳”背景下具有不可替代的优越性；又因为机动灵活的供应方式，可增加国家战略能源供应、应急救援保障的底气。LPG 在城市能源发展进程中发挥了重要作用，代替煤炭成为城市用能的主力能源，是能源清洁化转型的开端，提升了人民生活水平。LPG 面临的困境与挑战与社会认知误区有很大关系，应详细梳理 LPG 行业脉络，厘清行业痛点，积极改善行业营商环境，重塑 LPG 社会形象，为行业可持续发展提供必要的政策支持。

5.4. 规范经营服务行为，完善行业标准法规，推动行业高质量发展

5.4.1. 行业层面

一是坚守安全底线，加快行业经营服务模式变革和数字化转型，加强行业自律，规范经营服务行为。

二是积极拓展消费市场。探索开发小城镇及农村用气市场，加快小城镇、郊区、山区、农业区等供应链基础设施和服务渠道建设，发展现代农业生产用气技术和装备，努力提高农村燃气普及率。

三是探索灵活经营的贸易模式。降低新形势下的经营风险，建立 LPG 供应商、进口商、物流运贸、终端经营、金融服务企业之间的沟通协作机制，搭建 LPG 行业“生态圈”，充分发挥 LPG 期货在价格发现、供应链风险管理中的作用，提高我国在国际 LPG 市场的

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会

话语权。

5.4.2. 技术层面

完善技术与服务标准，是提高燃气供应和使用本质安全水平、促进行业技术进步的重要基础。建议对标、学习国外先进技术标准，修订行业技术法规和服务标准，推广使用先进技术，加快缩小与发达国家的差距，积极发挥 LPG 供应灵活、使用便捷、清洁低碳的优势，促进环境友好型、资源节约型社会服务的建设和城乡协调发展。

5.4.3. 监管层面

一是坚持“标本兼治”的方针，制定 LPG 行业管理规章，明确安全管理主体责任和义务，完善市场准入和分销商管理，建立行业管理长效机制。二是建立适应城乡统一市场建设的监管体系，促进城乡燃气事业协调发展。三是完善政策法规，修订燃气管理条例和技术法规，取消制约行业技术进步和模式创新的不合理规定，积极引导行业集约化发展。

中国城市燃气协会液化石油气专业委员会