

液化石油气及其设备

安全技术

机械工业沈阳教材编委会
继续工程教育教材编委会

主编

东北工学院出版社

79.517
9009694

液化石油气及其设备 安全技术

机械工业沈阳教材编委会 主编
继续工程教育教材编委会

东北工学院出版社

液化石油气及其设备安全技术

机械工业沈阳教材编委会 主编
继续工程教育教材编委会

*

东北工学院出版社出版
(沈阳 南湖)

国营沈阳市东联书店发行
沈阳市第五印刷厂印刷

*

787×1092毫米 1/32 印张7.25 字数156千字

1988年3月第一版 1989年1月第二次印刷

印数 10001—20000册

ISBN7-81006-039-Z/TE·1

定价: 2.40元

编 著 者

林志宏

刘普明

技术顾问

李 毅

吴粤燊

审 稿

龙期伟

张荣庆

序 言

众所周知，液化石油气是易燃物质，而储运液化石油气的压力容器又是易爆的特种设备。在社会主义四化建设中，如何安全有效地利用液化石油气，就成为人们十分关注的问题。由于液化石油气作为一种新型能源，问世时间较短，因而有关的资料尚为鲜见。本着互相学习，切磋学识，提高专业技术的目的，作者将多年从事液化石油气管理工作中，积累和整理的资料奉献给读者。希望本书对加强液化石油气的运输、储配、灌装和使用诸环节的管理工作，提高其安全性和经济性等方面有所裨益。

本书内容与我国现行规程、标准有不相符之处，应以规程、标准为准。

李 毅

1987年5月23日

前 言

随着石油开采和石油化学工业的发展，液化石油气的资源日益丰富。液化石油气作为一种新型燃料，已经进入各行各业和千家万户，给国民经济和人民生活带来很大方便。与此同时，储存和运载液化石油气的设备，如贮罐、槽车、钢瓶等压力容器，也随之剧增，并被普遍使用。

但是，液化石油气具有易燃、易爆的性质，储运液化石油气的容器又是容易发生爆炸、进而酿成火灾事故的特种设备。因此，工业发达的国家均对它们进行综合管理，实行国家安全监察。

目前，国内外在液化石油气及其设备方面的事故发生率是比较高的。究其主要原因，一是对有关人员缺乏安全知识和专业技术教育，无知导致事故；二是对发生事故的可能性和危害性认识不足，麻痹和事故是一对双胞胎。

为了减少和预防液化石油气事故灾害，保护人身安全和社会财富，在劳动人事部锅炉压力容器安全监察局李毅高级工程师、教授的倡导和帮助，以及辽阳市锅炉压力容器检验研究所副所长石家俊工程师的组织下，编著了这本《液化石油气及其设备安全技术》。在写作过程中，力求做到取材先进实用，内容系统通俗，适合广大液化石油气的使用者及其设备的操作、维修和管理人员自学或日常工作中参考，亦可作为该专业的职业学校培训教材。

书中按国家规定采用法定计量单位。为了便于新旧单位换算，在法定计量单位之后，将旧单位写在括号内。书中多处引用国内现行有关规程和标准。今后，这些规程和标准如有修订，应以最新版本为准。

全书承蒙沈阳化工学院副教授龙期伟、张荣庆审稿，劳动人事部高级工程师、教授李毅和北京经济学院副教授吴粵荣为本书技术顾问。并由刘永朋协助整理，郑青插图。在此，一并致以衷心感谢。

由于作者水平不高，参考资料有限，加之时间仓促，书中定有疏漏之处，恳请读者批评指正。

内 容 提 要

本书以液化石油气为论述对象，在阐明其理化特性的基础上，较系统地介绍了这一日益增长的新型能源在运输、储配、灌装、使用诸方面的实用技术和安全知识，并列举了数十例国内外的典型事故理论分析。为了便于读者理解，书内附有较多插图和部分例题。

本书可供液化石油气的使用人员及其设备的操作、维修、管理人员自学参考，亦可作为本专业技术培训的教材。

目 录

第一章 液化石油气的基本性质	(1)
第一节 液化石油气的发展概况.....	(1)
第二节 液化石油气的组成.....	(5)
第三节 液化石油气的状态.....	(15)
第四节 液化石油气的燃烧与爆炸.....	(64)
第二章 液化石油气的运输	(84)
第一节 汽车槽车运输.....	(85)
第二节 铁路槽车运输	(119)
第三节 管道运输	(126)
第三章 液化石油气的储配与灌装	(131)
第一节 储配站	(131)
第二节 贮罐	(140)
第三节 灌装升压设备	(151)
第四节 液化石油气的灌装	(155)
第五节 储配站的安全管理	(164)
第四章 液化石油气的使用	(169)
第一节 液化石油气供气系统	(169)
第二节 液化石油气钢瓶	(171)
第三节 钢瓶配件	(181)
第四节 钢瓶的安全使用	(190)
第五章 液化石油气的事故	(197)

第一节	事故分类与报告	(197)
第二节	事故单位的职责	(198)
第三节	事故调查	(200)
第四节	事故分析	(202)
第五节	事故实例	(205)
附 录		
	有关法规和标准索引	(220)

第一章 液化石油气的基本性质

第一节 液化石油气的发展概况

一、液化石油气的来源

液化石油气,顾名思义是液化了的石油气。因此 它本身属于石油气,只是为了便于储存和运输,在采取增加压力或降低温度的措施后,就变成了液体。如果将液化石油气称为“石油液化气”这是不正确的。因为石油本身即是液体,无需再液化,更不可能液化成气体。有人将液化石油气简称为“液化气”,也是不确切的。因为在自然界里有很多的气体,如氮气、氧气、氨气等,都具有在一定的压力和温度条件下液化的性质。显然,“液化气”的概念是笼统而含混的。

液化石油气属于石油产品,其来源主要从炼厂石油气中提取,少量从油田伴生气和天然气中提取。

1. 来源于炼厂石油气

炼厂石油气,是在石油炼制和加工过程中,产生的各种气体的总和,通称炼厂气。其总量取决于炼油厂的加工方案和加工深度。对于采用燃料油——润滑油浅度加工方案的炼油厂,炼厂石油气总量约为入厂原料重量的4~5%;对于采用纯燃料油深度加工方案的炼油厂,炼厂石油气总量约为入厂原料重量的6~9%。

炼厂石油气由于采取的加工工艺不同,大致分为蒸馏气、热裂化气、催化裂化气、催化重整气和焦化气等五种。

其中的催化裂化气，是国内目前供应民用液化石油气的主要来源。从催化裂化气中回收液化石油气的产率，约为催化裂化装置处理量的8~13%。

2. 来源于油田伴生气

在石油开采过程中，石油和油田伴生气是同时喷出的，通过装在油井上面的油气分离装置可使二者分离，尔后再利用吸收法将油田伴生气中的液化石油气提取出来。

3. 来源于天然气

天然气和石油气往往共同蕴藏在地壳中，当二者同时被开采出来后，再利用压缩、吸收、吸附等方法，即可将它们分离，从而获得所需要的液化石油气。

液化石油气的质量与其来源和提取方法有关。在一般情况下，从油田伴生气和天然气中获得的液化石油气，其质量优于从炼厂石油气中获得的液化石油气。

二、液化石油气的发展与应用

1. 液化石油气的发展

液化石油气的问世和发展，是同石油化学工业的发展紧密相连的。早在1892年，荷兰首先利用天然气进行试验，获得了液化甲烷，从而为石油气的液化奠定了理论基础。美国于1910年生产出第一批液化石油气，1912年制成第一台液化石油气民用炉具。1926年至1928年，运输液化石油气的铁路槽车和汽车槽车相继制成和投用。近20多年来，随着石油化学工业的迅速发展，无论是石油资源比较丰富的国家，还是石油资源贫瘠的国家，液化石油气的生产和利用都有了显著发展。1979年部分国家液化石油气的消费量列于表1—1。

表1—1

1979年部分国家液化石油气消费量

国 名	总消费量 (千吨)	人均消费量 (千克)
西班牙	2402.3	68.5
法 国	2914.6	56.0
葡 萄 牙	468.5	54.4
荷 兰	645.0	49.6
丹 麦	192.5	38.5
意 大 利	1989.0	38.5
联邦德国	1457.6	24.3
英 国	1352.3	24.1
奥 地 利	180.0	24.0
土 耳 其	760.0	20.6

我国的液化石油气供应事业，是从1965年开始的。当年北京的供应量即为160吨，约供五千户居民使用。其后，相继在天津、沈阳、哈尔滨、南京和上海等石化工业发达的城市，以及一些石油炼厂所在地区，建设了液化石油气民用供应系统，并在辽宁省锦州市首先建立了液化石油气——空气混气系统。目前，全国约有70多个城市、300万户居民使用了液化石油气，年供应量在40万吨以上。1982年第四季度，我国部分城市民用液化石油气供应情况列于表1—2。

2. 液化石油气的应用

液化石油气作为燃料，不仅广泛应用于生活方面，还可作为汽车燃料、电站燃料和工业燃料。例如，美国在1913年即将液化石油气用于汽车燃料。日本1981年用液化石油气作燃料的汽车，多达30.2万辆，耗用液化石油气170万吨以

表1—2

1982年部分城市民用液化石油气供应情况

地 名	总 户 数 (万户)	民用液化 石油气供应 户数 (万户)	液化石油 气普及率 (%)	全市气化 燃料普及率 (%)
吉 林	22.0	14.0	63.6	72.3
北 京	122.3	73.5	60.1	67.0
锦 州	9.35	4.03	43.1	65.0
淄 博	13.87	5.94	42.8	42.8
烟 台	5.95	2.33	39.2	39.2
潍 坊	7.5	2.78	37.1	37.1
保 定	10.06	3.09	30.7	
辽 阳	5.37	1.55	28.8	28.8
乌鲁木齐	25.0	7.0	28.0	28.0
天 津	80.75	22.44	27.8	31.4
赤 峰	3.19	0.82	25.7	25.7
牡 丹 江	9.55	2.39	25.0	25.0
青 岛	27.70	6.70	24.2	24.2
济 南	33.21	7.30	22.0	22.0
宁 波	15.03	2.92	19.4	19.4
沈 阳	64.44	12.37	19.2	47.8
南 京	89.97	16.58	18.4	24.3
哈 尔 滨	51.32	9.37	18.3	23.6
长 春	30.0	5.02	16.7	
合 肥	15.0	2.4	16.0	16.0
武 汉	67.41	10.71	15.9	15.9
杭 州	26.0	3.92	15.1	15.1
长 沙	17.55	2.28	13.0	13.0
大 连	27.0	3.0	11.1	64.6
上 海	162.5	5.65	3.5	46.2

上。此外，以液化石油气代替乙炔进行火焰切割金属，以丁烷混空气代替重油和焦炉煤气用于钢铁冶炼工业等，也都获得良好的效果。

液化石油气还可用作提取香料、油脂、精制石油等溶剂，以及作为合成橡胶、合成纤维和塑料等原料。随着科学技术不断发展，液化石油气的应用必将展示更加广阔的前景。

第二节 液化石油气的组成

液化石油气的主要成分是碳氢化合物。在有机化学中，将碳氢化合物简称为烃（ting 厅）。烃的字形即取碳字中的“火”和氢字中的“圣”组合而成。

烃的表示式有分子式、结构式和示性式三种。分子式仅表示碳原子（C）和氢原子（H）数量上的关系。结构式是把碳原子间及与氢原子间用短线联接起来（参阅表1—3及表1—4），表示分子中所含碳原子和氢原子的实际排列情况，包括碳原子之间的价键数和键的位置。示性式是结构式的简化，它省略了结构式中碳原子和氢原子之间的短线，并把连在每个碳原子上的氢原子都合并书写。结构式和示性式中原子之间的短线代表结合的共价键，碳原子之间画一条短线的称为一价键或单键，画两条短线的称为二价键或双键（参阅表1—3和表1—4）。

烃按其分子结构的不同，又分为烷烃和烯烃等多类。

1. 烷烃

在烃的分子里，碳的化合价是四价，氢的化合价是一价。烷烃中碳原子与碳原子之间以单键相结合，而碳原子的其余价键都与氢原子相连接，直至四个价键完全饱和为止，

故烷烃又称饱和烃，其化学性质很不活泼。烷的字形即取烃字中的“火”和完全的“完”字组合而成。

烷烃的分子通式为 C_nH_{2n+2} ($n \geq 1$)。烷烃的命名，是按分子中碳原子的数目 (n) 由 1 至 10 递增，分别用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸的顺序来表示；当碳原子数在 10 个以上时，就用对应的数字来表示。例如， C_2H_6 称为乙烷， $C_{12}H_{26}$ 称为十二烷。低级烷烃的表示式和分子量列于表 1—3。

由表 1—3 可知，丙烷以后的烷烃，虽然具有相同的分子式，但出现了不同的结构式和示性式。这种分子式相同而分子结构不相同的化合物，称为同分异构物，简称异构物。通常将碳原子的连接成为直链的烷烃称为正构烷，将碳原子的连接带有支链的烷烃称为异构烷。随着分子中的碳原子数增加，同分异构体也有所增加。例如，丁烷的同分异构体有正丁烷和异丁烷两种，而戊烷的同分异构体有正戊烷、异戊烷和新戊烷三种。

2. 烯烃

烯烃与烷烃比较，其分子结构相似，也呈直链或直链上带有支链。但是，当分子中的碳原子数相等时，烯烃分子中的氢原子数较烷烃少，因此，碳原子的价键不能完全和氢相结合，只好在两个碳原子之间连接成双键。由于碳原子的价键没有饱和，故烯烃又称不饱和烃，其化学性质相当活泼。烯的字形即取烃字中的“火”和稀少的“希”字组合而成。

烯烃的分子通式为 C_nH_{2n} ($n \geq 2$)。烯烃的命名法与烷烃相近，即含有两个碳原子 ($n=2$) 的烯烃称为乙烯，含有三个、四个碳原子的烯烃相应称为丙烯、丁烯。低级烯

表1-3 低级烷烃的表示式和分子量

名称	分子式	结构式	示性式	分子量
甲烷	CH_4	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	CH_4	16.043
乙烷	C_2H_6	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	CH_3-CH_3	30.070
丙烷	C_3H_8	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	44.097