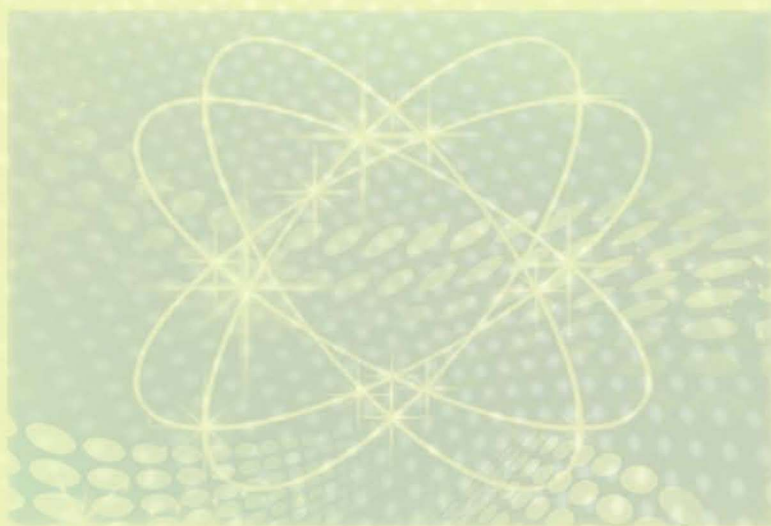


燃气基础知识

燃气工程技术和安全管理

李明 等 主编



山东科学技术出版社

《燃气工程技术和安全管理》编委会名单

主 任 杨焕彩

副主任 宋守军

主 编 李 明 薛希法 田贯三 李兴泉 张增刚

刘新领 崔永章

委 员 李 明 薛希法 马志远 杨春生 刘庆堂 田贯三

李兴泉 张增刚 沙其兴 刘建军 孙 炜 刘传机

苏嗣君 荣庆利 李新安 张传民 薄纯全 刘宏国

刘保安 胡 平 李志强(烟台) 蔡明经 丁 莉

仲爱华 张 鹏 英 玲 张 军 车学辉 邵明光

程忠志 刘仲春 葛长海 李志强(莱芜) 孙 健

张永飏 吕来升 段文通 卢如刚 闵祥涛 张 辉

马 林 薛良森 许俊亮 孙拥军 石 国 刘福启

序 言

燃气特别是天然气是重要的清洁能源,对于改善环境质量,优化能源结构,提高人民生活水平,推进经济社会健康持续发展具有重要作用。认真总结燃气安全管理经验,加强燃气基础知识的学习,全面普及燃气法规,切实加强城市燃气规划与建设管理,着力强化燃气工程建设与运行安全管理,了解掌握液化天然气(LNG)技术与应用等知识,对于保障燃气供应,防止和减少燃气安全事故,保障公民生命、财产安全和公共安全,维护燃气经营者和燃气用户的合法权益,促进燃气事业健康发展具有十分重要的意义。

山东是人口大省、经济大省,对天然气等燃气资源需求巨大。近年来,山东大力推进天然气发展利用,确保安全稳定供应、燃气事业取得了长足发展,管道燃气普及率大幅度提高,城市管道燃气普及率已达到60%,用气量年均增长20%以上,年均新增天然气用户200万户。但是,随着全省经济社会的发展,我省燃气事业发展也面临繁重的任务,去年我省利用天然气56亿方,占一次性能源消费结构的比重不足3%,低于全国平均水平。为了加快天然气发展利用,省住房城乡建设厅编制实施了《山东省CNG、LNG专项规划》等燃气发展规划,明确了天然气发展的目标、气化范围和重点,积极引导社会资金投入,加大天然气气源引进力度,加快天然气设施建设,确保天然气供应有序推进。

燃气易燃易爆,稍有不慎,容易发生安全事故,造成人员伤亡和财产损失。2011年3月1日,国务院《城镇燃气管理条例》(国务院令 第583号)正式颁布实施,首次明确了燃气安全管理制度以及燃气安全事故预防与处理机制,对保障燃气行业安全运行发挥了重要作用。但是,当前燃气安全监管仍然存在一些薄弱环节,特别是燃气行业管理队伍和从业人员技术素质不高的问题较为突出。目前山东1700多家燃气企业、4万多人的从业人员中,燃气专业工程

师以上职称的人员不多,技术力量薄弱,管理人员技术素质不高的问题长期制约着燃气行业的发展。为贯彻落实国家《城镇燃气管理条例》要求,加强从业人员的安全技能培训考核,我们组织有关专家学者编写了燃气安全管理技术系列丛书,系统阐述了燃气行业相关的法规规范、燃气基本常识、燃气设施安全运行管理以及 CNG、LNG、LPG 等场站管理常识,通俗易懂,非常适合广大管理人员、技术人员和燃气行业的广大职工学习应用。希望全省燃气行业广大干部职工,借助此书,认真学习业务知识,提升业务素质和职业技能,全面提高燃气行业管理服务水平,增强燃气安全保障能力,为经济文化强省建设作出新的更大的贡献。

杨焕彩

前 言

燃气是国民经济的主要能源之一。燃气高效安全的应用,为方便人民生活,提高生活质量,促进经济发展和节能减排起到了积极作用。

近年来,随着我国经济社会的发展和城市化进程的加快,城镇燃气事业得到了快速发展。作为城市公用事业和重要基础行业,燃气事业在经济社会中的地位 and 作用越来越重要。目前,已经发展到以天然气为主气源的时代,传统的燃气发展和管理模式受到很大冲击。天然气的需求量愈来愈大,应用领域迅速扩展,给燃气行业带来前所未有的挑战和发展机遇,对燃气工程的规划、建设、运行和管理提出了更高的要求,同时,对燃气行业从业人员专业知识水平的要求也越来越高。山东省城市燃气安全检查监督站、山东省燃气协会结合燃气工程新的研究成果和实践经验,组织省内外专家、学者和专业技术人员编写了这本《燃气基础知识》,旨在为燃气从业人员提供一部内容比较系统而实用的关于燃气基础知识的参考书。

本书在山东省住房城乡建设厅的统一组织领导下,由山东省城市燃气安全检查监督站、山东省燃气协会、山东建筑大学、山东大学、山东英才学院、青岛积成电子有限公司、泰安市公用事业管理局、莱芜市燃气热力管理办公室等单位的有关同志共同编写。本书共分九章。第一章 燃气种类及其基本性质,主要介绍了燃气的种类、基本性质和质量要求;第二章 燃气生产与净化常识,主要介绍了天然气、人工燃气及液化石油气的生产与净化;第三章 燃气的供应与需求,主要介绍了燃气的用户类型、燃气的需用工况及燃气调峰;第四章 燃气输配系统,主要介绍了燃气输配系统的构成及管网分类、燃气管网的布线、燃气管道材料、附属设备及管道防腐;第五章 燃气设施,主要介绍了燃气储罐、燃气调压与计量装置、燃气压送装置、门站及储配站等;第六章 燃气信息化系统,主要介绍了燃气 SCADA 系统、GIS 系统、OAS 系统及自动化抄表

系统;第七章 燃气燃烧与应用基础知识,主要介绍了燃气的燃烧计算、燃烧过程、燃烧方法、燃烧装置、燃烧污染的控制、燃气的互换性及燃气汽车;第八章 燃气安全使用知识,主要介绍了天然气、人工燃气及液化石油气的安全使用知识;第九章 燃气安全技术基础知识,主要介绍了燃气成分控制技术、燃气超压预防技术、静电消除技术、安全切断技术、燃气泄露分析、爆炸泄压及火焰隔离技术、燃气防灾技术等。

编 者

2012年4月

目 录

第 1 章 燃气种类及其基本性质	(1)
1.1 燃气的种类	(1)
1.2 燃气的基本性质	(8)
1.3 燃气的质量要求	(12)
第 2 章 燃气生产与净化常识	(15)
2.1 天然气生产与净化	(15)
2.2 人工燃气生产与净化	(19)
2.3 液化石油气的生产与净化	(23)
第 3 章 燃气的供应与需求	(26)
3.1 燃气用户类型	(26)
3.2 燃气需用工况	(30)
3.3 燃气调峰	(36)
第 4 章 燃气输配系统	(41)
4.1 燃气输配系统构成及管网分类	(41)
4.2 城镇燃气管网的布线	(46)
4.3 燃气管道材料、附属设备及管道防腐	(54)
第 5 章 燃气设施	(64)
5.1 燃气储罐	(64)
5.2 燃气的压力调节与计量装置	(67)
5.3 燃气压送装置	(79)
5.4 门站和储配站	(83)
第 6 章 燃气信息化系统	(86)
6.1 燃气 SCADA 系统	(86)
6.2 燃气 GIS 系统	(94)
6.3 燃气 OAS 系统	(99)
6.4 自动化抄表系统	(104)
第 7 章 燃气燃烧与应用基础知识	(120)
7.1 燃气的燃烧计算	(120)

7.2	燃气燃烧过程	(124)
7.3	燃气燃烧方法	(129)
7.4	燃气燃烧装置	(136)
7.5	燃气燃烧装置的自动控制	(173)
7.6	燃气燃烧污染的控制	(185)
7.7	燃气的互换性	(189)
7.8	燃气汽车	(196)
第 8 章	燃气安全使用知识	(210)
8.1	人工燃气的安全使用知识	(210)
8.2	液化石油气的安全使用知识	(219)
8.3	天然气的安全使用知识	(225)
第 9 章	燃气安全技术基础知识	(226)
9.1	燃气安全技术总论	(226)
9.2	燃气成分控制技术	(233)
9.3	燃气超压预防技术	(236)
9.4	静电消除技术	(241)
9.5	安全切断技术	(242)
9.6	燃气的泄漏分析	(246)
9.7	爆炸泄压及火焰隔离技术	(248)
9.8	燃气制造、输配、应用的防灾技术	(250)

第1章 燃气种类及其基本性质

1.1 燃气的种类

城市民用和工业用燃气是由几种气体组成的混合气体,其中含有可燃气体和不可燃气体。可燃气体有碳氢化合物、氢和一氧化碳,不可燃气体有二氧化碳、氮和氧等。燃气按照其来源及生产方式大致可分为四类:天然气、人工燃气、液化石油气和生物气等。

1.1.1 天然气

一般认为,天然气是古代动、植物的遗体在不同的地质条件下,通过生物化学作用以及地质变质作用生成的可燃气体。在一定压力下,天然气经运移,储集在地下适宜的地质构造中,形成矿藏,埋藏在深度不同的地层中。天然气是一种混合气体,其主要成分是低分子量烷烃,还含有少量的二氧化碳、硫化氢和氮气等。

天然气开采系统基建投资少、建设工期短、见效快,新建的气井一般当年即可投产。据有关资料介绍,按标准燃料计算,天然气的生产成本是石油的25%,煤炭的5%~15%。天然气从地下开采出来时压力很高,有利于远距离输送,送到用户时仍能保持较高压力。天然气热值高,容易燃烧且燃烧效率高,是优质的气体燃料。

天然气不仅是优质能源,而且是应用广泛的化工原料。综合利用天然气,充分有效地发挥天然气资源的作用,才能取得显著的经济效益。

1. 天然气的分类

天然气通常是按照其矿藏特点或气体组成进行分类。

(1) 根据矿藏特点分类

1) 气田气 气田气是指由气田开采出来的纯天然气。其主要成分为甲烷,含量为80%~90%,还含有少量的二氧化碳、硫化氢、氮及微量的氦、氖、氩等气体。我国四川的天然气即为气田气,其中甲烷含量一般不少于90%。

2) 凝析气田气 凝析气田气是指含有少量石油轻质馏分(如汽油、煤油成分)的天然气。当凝析气田气由气田开采出来后,经减压降温,可分离为气液两相。凝析气田气中

甲烷含量约为 75%。

3) 石油伴生气 石油伴生气是指与石油共生的、伴随石油一起开采出来的天然气,石油伴生气又分为气顶气和溶解气两类。气顶气是不溶于石油的气体,为保持石油开采过程中必要的井压,这种气体一般不随便采出。溶解气是指溶解在石油中,伴随石油开采而得到的气体。石油伴生气的主要气体是甲烷、乙烷、丙烷、丁烷,还有少量的戊烷和重烃。气油比一般在 20~500 之间。我国大港地区华北油田的石油伴生气中,甲烷含量约为 80%,乙烷、丙烷及丁烷等含量约为 15%。石油伴生气的成分和气油比,会因油田构成和开采的季节等条件的不同而有一定差异。

(2) 天然气根据组成分类 天然气根据其组分可分为干气、湿气、贫气和富气,也可分为酸性天然气和洁气等。

1) 干气是指每一基方井口流出物中, C_5 以上重烃液体含量低于 13.5 cm^3 的天然气;

2) 湿气是指每一基方井口流出物中, C_5 以上重烃液体含量超过 13.5 cm^3 的天然气;

3) 富气是指每一基方井口流出物中, C_5 以上重烃液体含量超过 94 cm^3 的天然气;

4) 贫气是指每一基方井口流出物中, C_5 以上重烃液体含量低于 94 cm^3 的天然气;

5) 酸性天然气是指含有较多的 H_2S 和 CO_2 等酸性气体,需要进行净化处理才能到达管道输送要求的天然气;

6) 洁气是指 H_2S 和 CO_2 含量很少,不需要进行净化处理的天然气。

2. 天然气的生成与气藏的形成

天然气是由有机物质生成的。这些有机物质是海洋、湖泊中或陆地上的动、植物遗体,在特定地质环境中,经去氧加氢富集碳的过程形成分散的碳氢化合物。天然气生成之后,是呈分散状态存在于地下岩石的孔隙、裂缝中或以溶解状态存在于地下水中。要形成气藏,除了有良好的储集层,还要有合适的盖层、气体的迁移和聚集过程等条件。

天然气生成之后,能储存天然气并能使天然气在其内部流动的岩层,称为储集岩层,又叫储集层。储集层是天然气气藏形成不可缺少的重要条件。能储集天然气的岩层主要有:碎屑岩类储集层、碳酸盐类储集层和其他岩层储集层。

3. 天然气的开采与加工

天然气一般埋藏于地下,在地表不能发现。要利用各种勘探方法寻找天然气气藏,并开采其中具有商业开采价值的气田。

(1) 天然气的勘探 天然气的勘探不同于其他固体矿藏,需要根据各地区的具体条件应用多种方法综合勘探,常用的有地质法、地球物理勘探法和钻探法等。

(2) 天然气的开采 在发现了具有开采价值的天然气田后,即可以进行气田的开发。要根据气田的具体情况制定合理的开采计划,包括天然气集输、回收及净化方案等。气田开发的总目标是适应国民经济发展需要,充分利用气藏能量,在较长时间内保持稳定、高产,取得较高的最终采收率和较好的经济效益。

在海上开采石油和天然气,要建固定或移动式钻井平台。平台生产出来的天然气一般通过海底输气管道送回陆地;生产出的油品则采用海底输油管道送回陆地或用油轮外运。

(3) 天然气的集输 将天然气从各分散的气井(或油井)集中起来,进行必要的初加工和计量,然后送到天然气净化厂、加工厂或输气干线的过程称为天然气集输。

天然气集输流程的选择取决于气田的储量、面积、构造形状、产气层特性和气井的分布、产气量、井口压力以及天然气组分、有无凝析油或杂质成分、采用的净化工艺等。应在技术经济比较后选择合适的集输系统。

天然气集输系统的主要设施有井场装置、集气站、矿场压气站、天然气处理厂和输气干线首站等;主要工艺流程包括油气分离、处理、计量、储存、输送、轻质油回收、污水处理等。

天然气中多数都含有一定量的凝析油,其主要成分为 $C_4 \sim C_8$ 组分的各种碳氢化合物。凝析油是很好的化工原料,应将其从天然气中分离出来。天然气随产地的不同其含硫量差别很大,应根据天然气中硫的形态及含量的多少,采用不同的脱硫方法。按吸收剂的状态可分为干法和湿法脱硫两类。其中,干法脱硫是用固体做吸附剂,湿法是用液体做反应剂。一般干法脱硫只能处理低压、小流量且含硫低的天然气。在天然气矿场和长输管线上目前主要使用的是湿法脱硫。天然气中的硫化物以硫化氢为主,二氧化碳与硫化氢同属于酸性气体,可同时脱除。

4. 天然气的液化

天然气液化的过程实质上就是通过换热不断取走天然气的热量,使其液化。天然气液化的过程属于深度制冷,因此,天然气在液化前必须净化,脱除深冷过程中可能固化的物质,如水、二氧化碳、硫化氢及丙炔以上的重烃类,其净化要求高于一般管道输送天然气的净化要求。净化后的天然气,其主要成分为甲烷。

一个成功的天然气液化项目应该具有充足的探明天然气储量,天然气资源量一般应是工厂年生产能力的 25~35 倍,以支持液化能力 15~20 年。同时,原料气价也应该比较低廉。另一方面,如果天然气产品可产生大量的凝析物或液态天然气,那么,回收的副产品可以抵消部分天然气液化的成本。天然气液化工厂一般包括天然气液体提取装置、液化石油气生产装置、绝热的液化天然气储槽与液化石油气储槽、深水码头及相关设施。天然气液化工厂是项目中的关键。

1.1.2 人工燃气

人工燃气是指以固体或液体可燃物为原料加工生产的气体燃料。一般将以煤为燃料加工制成的燃气称为煤制气,简称煤气;用石油及其副产品(如重油)制取的燃气称为油制气。

1. 人工燃气的种类

根据原料及生产、加工的方法和设备不同,人工燃气可以分为很多类。我国常用的人工燃气有:

(1) 干馏煤气 当固体燃料隔绝空气受热时,分解产生可燃气体(如煤气)、液体(如焦油)和固体(如焦炭)等产物。固体燃料的这种化学加工过程被称为干馏。在以煤为原料的干馏过程中逸出的煤气,叫做干馏煤气。

煤的干馏过程见图 1-1,根据对煤进行加热的最终温度不同,可分为高温干馏(900~1100℃)、中温干馏(660~800℃)和低温干馏(500~580℃)三种。在煤的干馏过程中,除了产生煤气和焦炭外,还可回收、加工得到许多化工产品。干馏煤气的生产工艺成熟,是最早用于城市燃气的传统气源。

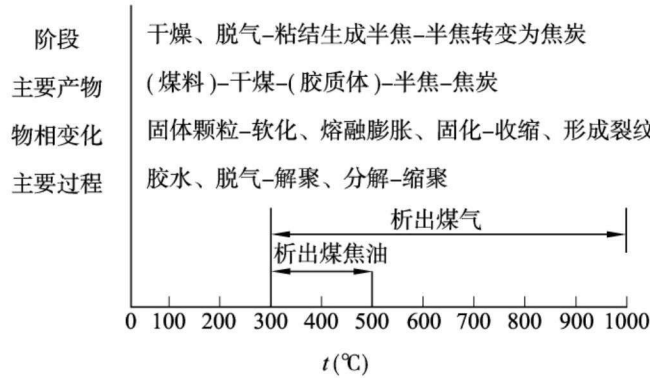


图 1-1 煤的干馏过程

煤的炼焦过程即将煤置于焦炉中进行高温干馏的过程。其最终产物是:固态产物为焦炭、气态产物为焦炉煤气。焦炉煤气是我国人工燃气的主要气源之一。以生产焦炉煤气为主的炼焦化学厂也称为炼焦制气厂。图 1-2 为炼焦制气厂生产流程示意图。

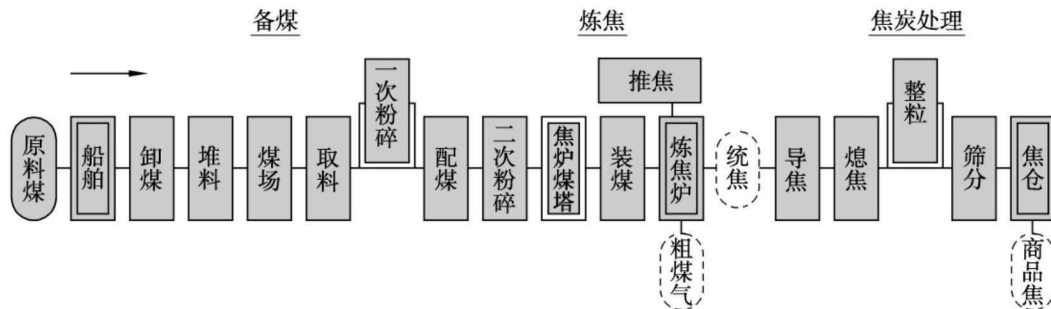


图 1-2 炼焦制气厂生产流程示意图

(2) 气化煤气 将固体燃料在高温下与气化剂相互作用,通过化学反应使固体燃料中的可燃物质转变为可燃气体的过程称为固体燃料的气化,得到的燃气称为气化煤气。

固体燃料的气化一般是在气化炉中进行的。固体燃料的气化方法很多,根据气化原料、气化剂、气化炉的结构和操作条件不同,可以制取不同质量的煤气。目前,使用较多的有发生炉煤气、水煤气和压力气化煤气等。

发生炉煤气的生产过程,是以空气和水蒸气作为气化剂,在气化炉内进行固体燃料连续气化的过程。水煤气的生产,是以水蒸气作为气化剂的间歇制气过程,即往水煤气炉内交替吹入空气和水蒸气。吹空气是为了加热燃料层,吹水蒸气以制取水煤气。

压力气化又称高压气化,得到的燃气称为压力气化煤气。它是以高压氧和水蒸气作为气化剂,使煤在高压下进行连续气化的一种制气方法。这种制气方法最初是以制造城

市煤气为目的而发展起来的,后来逐渐扩展到生产合成气。由于煤在压力下进行气化,可以促进甲烷的生成。在经净化和脱除二氧化碳后的净煤气组成中,甲烷的含量接近焦炉煤气,作为城镇燃气比较理想。

(3) 油制气 油制气是以石油及其副产品为原料,经过高温裂解而制成的可燃气体。目前,我国主要采用重油为原料,制气方法有:热裂解法、催化裂解法和部分氧化法。

2. 人工燃气的净化

人工燃气特别是煤制气,无论是作为燃料还是化工原料,为了满足用户和管道输送的要求,都必须进行净化处理。人工燃气净化的目的主要是:

(1) 降低温度 人工燃气生成出来以后,一般温度都比较高,应采取措施,降低其温度;

(2) 脱除水分 人工燃气在生产及冷却降温过程中,会有水蒸气混入。脱除水分,可以减少管道输送过程中水的凝析;

(3) 脱除其中的有害杂质 燃气中的有害杂质会对管道输送及用户使用造成危害,应将其脱除,以符合管道输送及用户使用的要求;

(4) 回收有价值的副产品 为了实现综合利用并减少环境污染,要对脱除的有害杂质进行合理的回收。

表 1-1 几种人工燃气净化前的杂质含量(g/m³)

杂质名称	干馏煤气	发生炉煤气及水煤气	重油裂解制气	
			催化裂解气	热裂解气
苯	25~40	——	56~80	150~200
萘	10~15	——	0.15~0.24	——
氨	7~12	——	0.03~0.2	——
硫化氢	3~10	1~5	1.4~2.4	2~4
氰化物	1~2	——	——	——
焦油	80~120	10~30	80~120	150~200
氧化氮	0.2~0.7	6~18	——	——

从焦炉炭化室逸出的煤气称为粗煤气,其中含有大量的杂质。煤气的净化就是将粗煤气中的焦油、氨、萘、硫化氢等杂质脱除,使其含量降低到城镇燃气质量标准允许的含以下,以防止堵塞、腐蚀管道和设备,保证煤气的正常输送和使用。同时,粗煤气中的焦油、粗苯等又是化学工业的重要原料。所以,煤气的净化与副产品的回收是紧密结合在一起的。

煤气的净化及副产品的回收工艺,主要由鼓风冷凝、焦油雾的脱除、氨的脱除与回收,萘的脱除与粗苯的回收以及硫化氢的脱除等部分组成。对于其他人工燃气,一般要根据燃气中含有杂质种类及含量的不同,选择适当的净化、回收系统。

1.1.3 液化石油气

液化石油气是石油开采、加工过程中的副产品,通常来自炼油厂。液化石油气的主要成分是丙烷、丙烯、丁烷和丁烯。液化石油气作为一种烃类混合物,具有常温加压或常压降温即可变为液态,以进行储存和运输,升温或减压即可气化使用的显著特性,因而成为一种广泛使用的气源种类。

1. 液化石油气的来源

液化石油气的来源主要有两种:一是在油田或气田开采过程中获得的,称为天然石油气;另一种来源于炼油厂,是在石油炼制加工过程中获得的副产品,称为炼厂石油气。

(1) 天然石油气 天然石油气可以从石油伴生气和凝析气田气中提取。石油伴生气是与石油共生的、伴随石油一起开采出来的油田气。一般在油田设置油气分离器,将石油伴生气与原油分离,然后采用不同方法将气体中的各种碳氢化合物分开,并从中提取液化石油气。图 1-3 为从石油伴生气中分离液化石油气的流程简图。

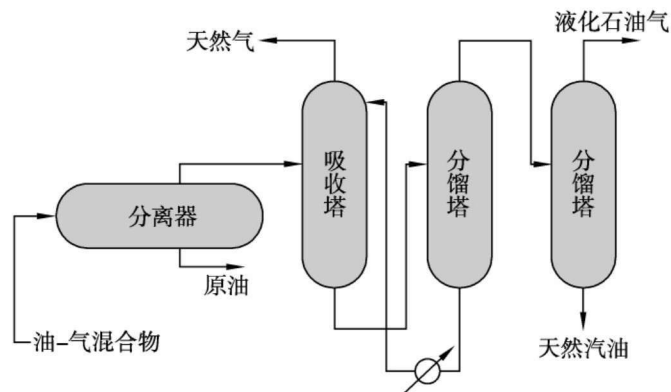


图 1-3 从石油伴生气中分离液化石油气的流程

凝析气田气是一种深层的富天然气,开采出来后进行气液分离。凝析出的液态烃为气田凝析油,分离出的气体为凝析气田气。

(2) 炼厂石油气 炼厂石油气是在石油炼制及加工过程中得到的副产品。原油炼制加工有不同的工艺,因此会得到不同种类的炼厂石油气。炼厂石油气的产率一般为原油的 4%~5%。

原油的一次加工是常减压蒸馏,蒸馏只是物理过程,没有化学反应,得到的蒸馏气以烷烃为主。将一次蒸馏得到的重质油品进一步做二次加工,即进行裂化、焦化等处理。按照二次加工的不同工艺相应得到热裂化气、催化裂化气、催化重整气及焦化气等。从原油一次加工得到的蒸馏气与二次加工得到的热裂化气、催化裂化气、催化重整气及焦化气中均可分离、提取出液化石油气,这种液化石油气称为炼厂石油气。天然石油气中一般不含烯烃,而炼厂石油气中则含有一定数量的烯烃,这是原油在二次加工时的裂解产物。

2. 液化石油气的净化

在天然石油气和炼厂石油气中除 C_3 、 C_4 烃类以外,还有甲烷、乙烷、戊烷和重烃。一般应将它们分离出去。为生产出无腐蚀性、无毒性的液化石油气以供民用和工业市场,还应对液化石油气进行净化,除掉硫化物等。

有时,液化石油气还需要干燥,以脱除其中的水分。理论上讲,并不是所有的液化石油气都需要干燥,只有在寒冷气候下销售才需要干燥,但纯丙烷的液化气必须进行干燥。一些城镇民用和工业用液化石油气也要求不含水。

3. 液化石油气的特点

液化石油气在常温常压下呈气态,但升高压力或降低温度就可以转化为液态,液化石油气的临界压力较低,为 3.53~4.45 MPa,它的临界温度为 92~162℃。

液化石油气从气态转化为液态,体积缩小 250~300 倍,液态的液化石油气便于运输、储存和分配。通常采用常温加压条件保持液化石油气的液态状态,所以用于运输、储存和分配的容器多为压力容器。在船舶运输液化石油气时,有时使用常压低温槽船,用低温来保持液化石油气的液体状态。

液化石油气的热值高,低热值约为 48.1 MJ/kg 或 87.8~108.7 MJ/m³。液化石油气在燃烧时,需要大量的空气与之混合。为了获得完全燃烧的效果,在使用时一般采用降压法,将液体液化石油气转为气态。工业生产中直接使用液态燃烧时,应采用雾化的方法使液化石油气与空气充分接触,以提高燃烧效率。

气态液化石油气比空气重,约为空气的 1.5 倍。液态的液化石油气一旦发生泄漏,就会迅速降压,由液态转变为气态,并极易在低洼、沟槽处积聚。

液化石油气的危险性与它易燃易爆的特性分不开。因为液化石油气爆炸下限很低,极易与周围空气混合形成爆炸性气体,遇到明火将引起火灾和爆炸事故,对人员、设备及设施危害极大,波及范围较广。所以在液化石油气的供应中,首先要保证运行安全、设备完好、操作正确、防火防爆。

液化石油气从贮罐或管道中泄漏后将迅速气化,这一过程需要吸收大量的热量,将导致泄漏点及周围环境温度急剧降低,若与人皮肤接触会造成冻伤。

1.1.4 生物气

我国的生物资源比较丰富,合理利用这些资源有利于环境保护和生态平衡。生物能包括薪柴、秸秆及野生植物、水生植物等。将生物能气化或液化,可以提高生物能的能源品位和利用效率。

在农村,利用沼气池将薪柴、秸秆及人畜粪便等原料发酵,产生人工沼气,可提供农户炊事所需燃料,偏远地区还可使用沼气灯照明。沼气池的渣液则是很好的有机肥料。将人工沼气的生产与农村的饲养或养殖业联合,不仅可以解决农村的燃料问题,还可改善农村生态环境。

在城镇,将城镇垃圾、工业有机废液、人畜粪便及污水等,通过厌氧发酵,产生沼气,是对城镇垃圾进行无害化处理、保护环境、提高经济效益的有效手段。工业化生产的人

工沼气,可在小范围内供应城镇居民及工业用户使用,但其中还有许多问题需要研究和解决:如气化原料来源的稳定、发酵过程的控制等,一些发酵工艺及装置尚处于试验阶段。

1.2 燃气的基本性质

燃气是由多种可燃与不可燃成分组成的混合物,主要由碳氢化合物、氢气、一氧化碳等可燃成分及二氧化碳、氮气、氧气等不可燃成分组成。

氢气是无色无味、很轻的气体,可燃、易爆,燃烧产物为水;一氧化碳是无色无味、有剧毒的气体,比空气轻,可燃,燃烧产物为二氧化碳。甲烷是天然气的主要成分,常温下为气体,无色无味,比空气轻,可燃、易爆。烷烃和烯烃在空气中能完全燃烧,并生成二氧化碳和水。

1.2.1 燃气的组成

1. 混合气体的组分有三种表示方法:容积成分 y_i 、质量成分 g_i 和分子成分 x_i 。

(1) 容积成分是指混合气体中各组分的分容积与混合气体的总容积之比,即 $y_i = \frac{V_i}{V}$ 。混合气体的总容积等于各组分的分容积之和,即 $V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$;

(2) 质量成分是指混合气体中各组分的的质量与混合气体的总质量之比,即 $g_i = \frac{G_i}{G}$ 。混合气体的总质量等于各组分的的质量之和,即 $G = G_1 + G_2 + \dots + G_n$;

(3) 分子成分是指混合气体中各组分的摩尔数与混合气体的总摩尔数之比。由于在同温同压下,1 摩尔任何气体的容积大致相等,因此,气体的分子成分在数值上近似等于其容积成分。

2. 混合液体的组分的表示方法与混合气体相同,也用容积成分、质量成分和分子成分三种方法表示。

1.2.2 燃气的平均分子量

燃气是多组分的混合物,不能用一个分子式来表示。通常将燃气的总质量与燃气的摩尔数之比称为燃气的平均分子量。混合气体的平均分子量按下式计算:

$$M = \frac{1}{100} \times (y_1 M_1 + y_2 M_2 + \dots + y_n M_n)$$

式中: M —混合气体平均分子量;

y_1, y_2, \dots, y_n —各单一气体容积成分(%);

M_1, M_2, \dots, M_n —各单一气体分子量。