

城市燃气工人技术培训教材

总主编 卢永昌 主编 胡昱
副主编 金昆

燃气常识

RANQICHANGSHI

城市燃气工人技术培训教材

号 320 字 壹 第 (京)

燃 气 常 识

总主编 卢永昌
主 编 胡 昱
副主编 金 昆

5-43820-511-5 14024
中国建筑工程出版社

地址：北京市丰台区右安门内大街100号

(100001 信箱)

(京) 新登字 035 号

城市燃气工人技术培训教材

“城市燃气工人技术培训教材”一套共 9 册,《燃气常识》是其中的一册。全书共分 9 课,内容包括:城市燃气种类与性质、燃气生产、燃气输送与分配、城市燃气供应、液化石油气的储存与供应、城市燃气的应用、安全用气及燃气制造、输配、应用的防灾技术等知识。

本书除作为培训教材外,还可供燃气专业的工程技术人员参考。

主 编 胡 昱
副主编 金 昆

城市燃气工人技术培训教材

燃 气 常 识

总主编 卢永昌

主 编 胡 昱

副主编 金 昆

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京云浩印制厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12¼ 字数: 295 千字

1996 年 6 月第一版 1996 年 6 月第一次印刷

印数: 1—10,100 册 定价: 13.50 元

ISBN 7-112-02858-2

TU·2178 (7971)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

出版说明

为适应社会主义市场经济的需要，尽快提高我国城市燃气行业职工队伍的技术素质，满足当前开展的技术等级培训和岗位培训的需要，建设部人事教育劳动司委托中国城市煤气协会、中国市政工程华北设计研究院组织编写了本套“城市燃气工人技术等级培训教材”。

本套教材以《城市煤气热力工人技术等级标准》(CJJ24—89)为编写依据，符合建设部颁发的《城市燃气工人技术等级培训大纲》要求，内容覆盖了我国燃气行业的制气、燃气净化、燃气输配、液化石油气供应、燃气应用器具等五大专业的23个主要技术工种，每一工种分别按初级工、中级工、高级工三个等级编写，突出针对性、实用性和先进性，是开展工人技术等级培训、上岗培训和工人考工、自学的必读教材，也可供技工学校、职业高中学生学习参考。本套教材在编写中力求以应会为核心，应知应会相结合，全面提高燃气工人上岗操作技能和技术素质。

本套教材共9册(其中含《培训大纲》1册)，由中国建筑工业出版社出版。在使用过程中如发现问题和不足之处，请及时函告我司职业技术教育处和城市燃气工人技术等级培训教材编委会，以便修正。

建设部人事教育劳动司

1995年7月

城市燃气工人技术培训教材编委会成员

主任委员:

李先逵 李 秀 刘慈慰 郑民纲 卢永昌 孙玉珩

委 员:

李俊明 黄立民 曹开朗 徐 良 李龙龄 郑宏洁

刘兴业 段常贵 崔桂忱 王大成 江孝提 盛新东

胡 昱 艾效逸

总 主 编:

卢永昌

前 言

本套培训教材包括《城市燃气工人技术等级培训大纲》、《燃气制气工》、《燃气净化工》、《燃气输配工》、《液化石油气工》、《燃气应用设备工》、《燃气高级工》、《燃气常识》、《燃气工通用基础知识》等9册。

按照《城市煤气热力工人技术等级标准》(CJJ24—89)的规定和《城市燃气工人技术等级培训大纲》的要求,各个工种、各个等级的燃气工人都应掌握城市燃气的基本知识,而从事城市燃气事业的各级管理部门人员也应掌握城市燃气基本知识,故《燃气常识》既是工人的培训教材,也是城市燃气行业职工的入门教材,并可供燃气专业的工程技术人员参考。在编写过程中尽力做到通俗易懂、少而精、理论联系生产实际,并注意到知识的科学性、系统性和完整性。本书内容包括有城市燃气种类与性质、燃气生产、燃气输送与分配、城市燃气供应、液化石油气的储存与供应、城市燃气的应用、安全用气及燃气制造、输配、应用的防灾技术等知识。

本书由北京建筑工程学院编写,参加编写及提供资料的人员有胡昱、金昆、黄国洪、苏晨阳、陈培荣、钱申贤、黎光华、傅忠诚、陈君球、吴国荣等。胡昱任主编,金昆任副主编。

卢永昌为本套教材制定编写纲目,并为本书定稿。

孙玉珩、齐玉江、刘世强为本套教材的编写顺利进行做了大量工作,徐良、曹开朗为编写本套教材的启动作出了贡献。

本书是为我国城市燃气行业的工人和职工第一次编写的行业基本常识的培训教材,在内容上难免有深浅不当之处,请读者赐教指正。

目 录

第一课 燃气的分类与性质	(1)	(一) 液化石油气的特点	(51)
一、城市燃气的分类与性质	(1)	(二) 液化石油气的来源	(51)
(一) 燃气的种类	(1)	(三) 液化石油气的提取	(53)
(二) 城市燃气的分类	(4)	六、天然气生产与开采的一般常识	(55)
二、城市燃气的质量要求	(6)	(一) 天然气的生成	(56)
(一) 城市燃气的质量指标	(6)	(二) 天然气开采的基本过程	(57)
(二) 城市燃气组分变化的要求	(8)	(三) 天然气的集输、分离和净化	(58)
(三) 城市燃气的加臭	(9)	(四) 矿井气和煤层气的开采	(59)
三、各种燃气的的基本性质	(10)	七、燃气净化的一般常识	(60)
(一) 燃气的物理化学性质	(10)	(一) 燃气的净化与回收	(60)
(二) 燃气的热力学性质与燃烧	(15)	(二) 燃气净化流程	(62)
第二课 燃气生产的一般知识	(20)	(三) 煤气的净化方法	(64)
一、煤干馏制气的一般知识	(20)	(四) 天然气的净化	(66)
(一) 炼焦化学工业对国民经济发展	(20)	第三课 城市燃气的输送与分配	(67)
的意义	(20)	一、城市燃气管网的分类与构成	(67)
(二) 炼焦用煤的要求	(20)	(一) 燃气管道的分类	(67)
(三) 煤的结焦过程与煤气的形成	(23)	(二) 城市燃气输配系统的构成	(68)
(四) 焦炉的结构	(24)	二、城市燃气用量及供需平衡	(72)
二、连续式直立炉制气一般知识	(27)	(一) 燃气用户及用气指标	(72)
(一) 对原料的要求	(27)	(二) 燃气用户的用气规律	(75)
(二) 产品产率	(28)	(三) 燃气用气量的计算和供需	(77)
(三) 气焦的质量和用途	(28)	三、城市燃气管道及其附属设备敷设安	(79)
三、煤、焦气化制气一般知识	(29)	装常识	(79)
(一) 发生炉煤气生产原理	(29)	(一) 管道及其连接和防腐	(79)
(二) 混合发生炉煤气	(29)	(二) 附属设备	(90)
(三) 水煤气生产	(37)	(三) 城市燃气管网敷设常识	(94)
(四) 两段炉制气	(40)	第四课 城市燃气的用户供应	(98)
四、重油蓄热制气生产一般知识	(44)	一、城市燃气用户的类型	(98)
(一) 重油催化裂解制气原理	(45)	(一) 居民生活用户	(98)
(二) 蓄热催化裂解法生产工艺	(46)	(二) 公共建筑用户	(98)
(三) 催化剂	(48)	(三) 工业企业用户	(98)
(四) 主要技术经济指标	(50)		
五、液化石油气来源一般知识	(50)		

(四) 建筑物采暖用户	(98)
二、居民生活用户的燃气供应设施	(99)
(一) 燃气管道系统	(99)
(二) 居民生活用燃气灶具	(101)
(三) 燃气管道及燃气灶具对安装 环境的基本要求	(102)
三、公共建筑用户的燃气供应设施	(103)
(一) 燃气管道系统	(103)
(二) 液化石油气瓶库的燃气管道 系统	(103)
(三) 公共建筑用燃气炉灶	(104)
(四) 公用燃气表及燃气炉灶对安装 环境的基本要求	(106)
四、工业用户的燃气供应设施	(106)
(一) 燃气在工业中的用途	(106)
(二) 燃气管道系统	(107)
(三) 工业企业用户的燃气设备	(107)
五、建筑物采暖用户的燃气供应设施	(108)
(一) 锅炉房引入管装置	(109)
(二) 小型手动控制燃气锅炉房的 管道系统	(109)
(三) 低压燃气强制鼓风的燃气锅炉 房的管道系统	(109)
六、中高压燃气锅炉房的管道系统	(110)
第五课 液化石油气的贮存与供应	(112)
一、液化石油气的生产	(112)
(一) 液化石油气的来源	(112)
(二) 液化石油气的净化	(114)
二、液化石油气的输送	(114)
(一) 管道输送	(114)
(二) 铁路运输	(114)
(三) 公路运输	(116)
(四) 水路运输	(117)
三、液化石油气的贮存	(117)
(一) 常用贮罐主要技术规格	(117)
(二) 贮罐的安放位置	(118)
(三) 贮罐的配件	(118)
(四) 贮罐的充满度	(119)

四、液化石油气的灌装	(120)
(一) 装车	(120)
(二) 灌瓶	(121)
(三) 残液回收	(123)
第六课 城市燃气供应	(125)
一、燃气的燃烧条件	(125)
(一) 燃气的燃烧特性	(125)
(二) 燃烧稳定性	(128)
(三) 燃气互换性	(128)
二、燃烧器的分类与燃气燃烧器的 种类	(129)
(一) 燃烧器的分类	(129)
(二) 燃气燃烧器的种类	(129)
三、燃气应用器具的种类和用途	(131)
(一) 家用燃气用具	(131)
(二) 大型燃气用具	(143)
第七课 安全用气知识	(150)
一、人工燃气的正确使用知识	(150)
(一) 居民用户燃气用具的使用	(150)
(二) 公共建筑用户燃气用具的 使用	(157)
二、液化石油气的正确使用知识	(159)
(一) 钢瓶不允许超量灌装	(159)
(二) 冬天钢瓶放在室外或低温的地方 为什么不出气	(159)
(三) 严禁用火烤、用开水烫钢瓶	(160)
(四) 减压阀是减压、输气的关键 设备	(161)
(五) 不得随意拆卸减压阀	(162)
(六) 一定要用耐油胶管输气	(162)
(七) 液化石油气设备的正确 连接	(162)
(八) 液化石油气设备的正确 安放	(163)
(九) 发生漏气怎么办	(164)
(十) 钢瓶内气快用完时火焰为什么 发黄	(164)
(十一) 液化石油气为什么容易 着火和爆炸	(165)
(十二) 决不允许乱倒残液	(165)
三、天然气的安全使用知识	(166)

第八课 燃气制造、输配、应用的防

灾技术 (167)

一、燃气管道爆炸起火的消防技术

..... (167)

二、燃气中毒的急救方法 (169)

(一) 一氧化碳中毒 (169)

(二) 烟气中的氮氧化物 (169)

(三) 二氧化硫、二氧化碳中毒

..... (169)

(四) 燃气中毒急救 (170)

三、安全管理 (171)

(一) 燃气安全生产条件 (171)

(二) 液化石油气储配站、灌瓶站的

安全规定 (172)

(三) 室内燃气供应系统的安全

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

..... (172)

(80) 规定 (172)

第九课 燃气行业管理人员、操作人员、

服务性关键岗位的职业

道德 (173)

一、中层以上干部通用工作标准 (173)

二、经理工作标准 (175)

三、总工程师工作标准 (178)

四、普通干部通用工作标准 (179)

五、工人通用工作标准 (180)

六、燃气行业服务性关键岗位服务

规范 (180)

(一) 燃气供应业 (180)

(二) 燃气行业管理 (184)

主要参考资料 (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

..... (186)

第一课

燃气的分类与性质

城市燃气对于现代化城市，是必不可少的。城市燃气是优质燃料，它在保护环境，减轻污染，方便生活，促进生产，繁荣经济等诸多方面发挥着重大作用。

城市燃气可以用人工方法制取，也可以从天然资源中获得。用人工方法制取的城市燃气在我国主要有炼焦煤气（干馏煤气）和油制气，还有从石油炼厂得到的液化石油气。从天然资源中获取的有天然气、液化石油气、矿井气等。

一、城市燃气的分类与性质

（一）燃气的种类

燃气的种类习惯上分为天然气、人工燃气和液化石油气三大类。

1. 天然气

天然气是指通过生物化学作用及地质变质作用，在不同地质条件下生成、运移，在一定压力下储集的可燃气体。

（1）按形成条件不同可分为以下几种：

气田气 气田气主要是甲烷，含量约为 80%~90%，乙烷至丁烷含量一般不大，戊烷及戊烷以上的重烃含量甚微。其低热值约为 $36\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 。

油田伴生气 指与石油共生的气体，它包括气顶气和溶解气两类。油田伴生气的特征是乙烷和乙烷以上的烃类含量较高，其低热值约 $48\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 。

凝析气田气 这是一种深层的天然气，它除含有大量甲烷以外，戊烷及戊烷以上的烃类含量较高，并含有汽油和煤油组分。

煤层气 也称为煤田气，是成煤过程所产生并聚集在合适地质构造中的可燃气体。其主要组分为甲烷，同时含有少量的二氧化碳等气体，热值约 $40\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 。

矿井气 也称为矿井瓦斯，是成煤过程的伴生气与空气混合而成的可燃气体。一般是当煤层采掘后形成自由空间时，煤层伴生气移动到该空间与空气混合形成的矿井气。其组成为：甲烷 30%~55%，氮气 30%~55%，氧气 5%~10%，二氧化碳 4%~7%。低热值 $12\sim 20\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 。

（2）按天然的组成可分为以下几种：

干气 1m^3 （压力为 0.1MPa，温度为 20℃ 状态）井口流出物中， C_5 以上重烃液体含量低于 13.5cm^3 的天然气。

湿气 1m^3 井口流出物中， C_5 以上重烃液体含量超过 13.5cm^3 的天然气，一般湿气需分离出液态烃产品和水后才能进一步加工利用。

富气 1m^3 井口流出物中， C_3 以上烃类液体含量超过 94cm^3 的天然气。

贫气 1m^3 井口流出物中, C_3 以上烃类液体含量低于 94cm^3 的天然气。

酸性气体 含有较多的 H_2S 和 CO_2 等气体, 需要进行净化处理, 才能达到管输标准的天然气。

洁气 H_2S 和 CO_2 含量甚微, 不需要净化处理的天然气。

2. 人工燃气

以固体或液体可燃物为原料经各种热加工制得的可燃气体称为人工燃气。主要有干馏煤气、气化煤气和油制气等。

(1) 干馏煤气 以煤为原料利用焦炉或直立式炭化炉等进行干馏, 所获得的可燃气体称为干馏煤气。焦炉煤气是炼焦过程的副产品。

焦炉煤气中氢气约占 60%, 甲烷在 20% 以上, 一氧化碳 8% 左右, 其低热值 $17\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 。

连续式直立炭化炉煤气是干馏煤气与部分水煤气组合成的混合气体。其中氢气约为 55% 左右, 甲烷占 17%~18%, 一氧化碳占 17%~18%。其低热值约为 $15\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 。

干馏煤气生产历史较长, 工艺成熟, 是我国目前城市燃气的主要气源之一。

(2) 气化煤气 以固体燃料为原料, 在气化炉中通入气化剂 (空气、氧气、水蒸气等), 在高温条件下经过气化反应而得到的可燃气体称为气化煤气。通常有发生炉煤气、水煤气、蒸汽—氧气煤气。

煤在常压下, 以空气、水蒸气作为气化剂经气化后所得的煤气称为发生炉煤气。其中氮气占 50% 以上, 其余为一氧化碳和氢气。其低热值为 $5.4\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 。

煤在常压下, 以水蒸气作为气化剂所制得的煤气称为水煤气。其中氢气约占 50%, 一氧化碳占 30% 以上, 其低热值约为 $10\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 。

发生炉煤气和水煤气这两种煤气热值低、一氧化碳含量高, 毒性大, 不适宜单独作为城市燃气的气源。焦炉和连续式直立炭化炉的生产中需要加热, 消耗掉大量自身产生的煤气, 若用低热值煤气加热, 可以顶替出热值较高的干馏煤气, 从而可增加城市煤气的供应量。水煤气与干馏煤气掺混可作为城市煤气的调峰气源。

以煤为原料在 $2.0\sim 3.0\text{MPa}$ 的压力下, 以纯氧和水蒸气作为气化剂制成的煤气称为蒸汽—氧气煤气, 也叫压力气化煤气。煤气中氢气含量超过 70%, 甲烷占 15%, 氢气和甲烷是煤气的主要成分, 低热值为 $17\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 可以作为城市燃气。

(3) 两段式完全气化炉煤气 包括发生炉型两段炉煤气和水煤气型两段炉煤气。水煤气型两段式完全气化炉, 上段为干馏段, 下段为气化段。煤气的主要成分是氢气和一氧化碳, 其低热值在 $12\text{MJ}/\text{Nm}^3$ 左右。由于一氧化碳含量在 30% 左右, 经过处理, 可采用部分一氧化碳变换及加臭等技术措施可作为中、小城市气源, 也可作掺混或调峰气源。

(4) 油制气 以石油及其产品作为原料, 经过高温裂解而制成的可燃气体。按制取方法的不同又可分为热裂解、催化裂解、部分氧化和加氢裂解等四种油制气。

目前我国以重油或减压渣油为原料, 用蓄热式热裂解法或蓄热式催化裂解法制气。它是将原料油喷入蓄热器内, 使油受热而裂解生成热裂解油制气, 或将热裂解气通过催化剂反应器生成催化裂解油制气。热裂解气的主要成分是 CH_4 、 C_2H_6 、 C_3H_8 等, 热值为 $41.7\text{MJ}/\text{Nm}^3$, 产气率为 $500\sim 550\text{m}^3/\text{t}$ 油, 主要作为化工原料气。

在有催化剂存在条件下, 使原料油进行催化裂解反应而制得的燃气称为催化裂解油制气。其组成以氢为主, 并含有相当数量的甲烷和一氧化碳, 其低热值为 $19\text{MJ}/\text{Nm}^3$, 产气率

为1100~1300m³/t油。此种气体无论组成还是发热值,以及燃烧性能均与炼焦煤气相似。故可以作为城市燃气的气源,也可以与低热值煤气掺混,增加煤气供应量,或作为城市的调峰气源。

将原料油、蒸汽和氧气混合,在较高温度下进行部分氧化反应而制成的燃气称为部分氧化油制气,其组成以氢和一氧化碳为主,低热值约为10MJ/Nm³。

(5) 高炉煤气 钢铁厂在炼铁过程中由高炉排放出来的气体,主要成分是一氧化碳和氢气,发热值约为4MJ/Nm³。高炉气可用于焦炉加热,顶替出焦炉煤气供应城市。也可用作锅炉燃料或与焦炉气掺混作为钢铁厂加热工艺的燃料。

3. 液化石油气

以凝析气田气、石油伴生气或炼厂气为原料气,经加工而得的可燃物质为液化石油气。但液化石油气大部分来自石油炼制过程中的副产品。由于生产工艺和操作条件不同,制取的液化石油气的组分也有所差异,由油田伴生气和天然气中得到的液化石油气中烷烃较多。液化石油气的主要组分是丙烷、丙烯、丁烷、丁烯。这些碳氢化合物在常压下的沸点为-42.7~-0.5℃,所以在常温常压下以气体状态存在,而当压力升高或温度降低时,很容易使之转化为液体状态,所以称这类碳氢化合物为液化石油气。液化石油气的热值为108.44MJ/Nm³左右。

由于液化石油气运输、储存和供应方便,热值高,可完全燃烧,因此已成为我国绝大多数城市燃气的主要气源之一。

从石油炼制过程得到的液化石油气中,除烷烃外还有烯烃和二烯烃。有的液化石油气中含有少量戊烷、戊烯,这些组分的沸点高(27~36℃),在常温常压下不易气化,我们把这部分称为残液。

4. 生物气

各种有机物质在隔绝空气的条件下发酵,在微生物作用下,经生化作用产生的可燃气体称为生物气,亦称沼气。其主要组分为甲烷和二氧化碳,还有少量氮和一氧化碳。热值约为22MJ/Nm³。

我国几种常用燃气组分列于表1-1中。

各类燃气的一般组分与低热值 表 1-1

序号	煤 气 类 别	一 般 组 分 (体 积 %)								低 热 值 [MJ/ Nm³ (kcal/ Nm³)]
		CH₄	C₃H₈	C₄H₁₀	CₙHₘ	CO	H₂	CO₂	O₂	N₂
一	天然气									
1	气田气	98	0.3	0.3	0.4	—	—	—	—	1.0 36.22(8650)
2	油田伴生气	81.7	6.2	4.86	4.94	—	—	0.3	0.2	1.8 45.47(10860)
3	凝析气田气	74.3	6.75	1.87	14.91	—	—	1.62	—	0.55 48.36(11550)
4	矿井气	52.4	—	—	—	—	—	4.6	7.0	36.0 18.84(4500)
二	人工燃气									
1	固体燃料干馏煤气									
	焦炉煤气	27.0	—	—	2.0	6.0	56.0	3.0	1.0	5.0 18.25(4360)
	连续式直立炭化炉煤气	18.0	—	—	1.7	17.0	56.0	5.0	0.3	2.0 16.16(3860)

续表

序号	煤 气 类 别	一 般 组 分 (体 积 %)								低 热 值 (MJ/ Nm ³ (kcal/ Nm ³))	
		CH ₄	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C _n H _m	CO	H ₂	CO ₂	O ₂		N ₂
	立箱炉煤气	25.0	—	—	—	9.5	55.0	6.0	0.5	4.0	17.58(4200)
2	固体燃料气化煤气										
	发生炉煤气	1.8	—	0.4	—	30.4	8.4	2.2	0.4	56.4	5.74(1370)
	水煤气	1.2	—	—	—	34.4	52.0	8.2	0.2	4.0	10.38(2480)
	压力气化煤气	18.0	—	—	0.7	18.0	56.0	3.0	0.3	4.0	15.41(3680)
3	两段式完全气化炉煤气										
	水煤气型两段炉煤气	5.8	—	—	1.6	30.9	42.2	9.6	0.6	9.3	11.93(2850)
	发生炉型两段炉煤气	3.2	—	—	1.2	23.6	15.5	5.6	0.5	50.4	6.11(1460)
4	油制气										
	重油蓄热催化裂解(深)										
	燃气	19.6	—	—	6.6	13.6	45.5	7.0	1.0	6.7	18.92(4520)
	重油蓄热催化裂解(浅)										
	燃气	24.8	5.1	—	12.8	7.0	39.3	5.4	0.8	4.8	27.05(6460)
	重油蓄热裂解燃气	34.0	8.3 (C ₃)	1.5	28.7	3.8	16.7	3.6	0.4	3.0	41.53(9920)
	重油部分氧化法燃气	0.4	—	—	—	44.8	47.6	5.9	0.1	1.2	10.89(2600)
5	高炉煤气	0.3	—	—	—	28.0	2.7	10.5	—	58.5	3.94(940)
三	液化石油气	—	50	50	—	—	—	—	—	—	108.44(25900)

(二) 城市燃气的分类

随着我国燃气工业的不断发展,供气规模、气源类型和用具类型等都在不断增加。不同类型燃气的成分、热值和燃烧特性等并不相同。城市燃气供应过程中,燃气组分和特性是经常变化的。其允许的变化范围,取决于燃具和加热工艺要求的承受能力。因此,以燃气的燃烧特性指标进行分类,这是用气设备分类及标准化、系列化的基础,也是燃气生产和供应部门根据规定,调整多种燃气的掺混比例,以确保燃气供应基本质量的基础。

1. 燃气的互换性

互换性是城市燃气的重要指标。

具有多种气源的城市,常常会遇到以下两种情况:一种是,随着燃气供应规模的发展和制气方式的改变,某些地区原来使用的燃气可能由其他一种性质不同的燃气所代替;另一种是,基本气源发生紧急事故,或在高峰负荷时,需要在供气系统中掺入性质与原有燃气不同的其他燃气。当燃气成分变化不大时,燃烧器燃烧工况虽有改变,但尚能满足燃具的原有设计要求;当燃气成分变化较大时,燃烧工况的改变使得燃具不能正常工作。

任何燃具，都是按一定的燃气成分设计的。设某一燃具以 a 燃气为基准进行设计和调整，若以 b 燃气来置换 a 燃气，此时燃具不加以任何调整而能保证正常工作，则表示 b 燃气可以置换 a 燃气，或称 b 燃气对 a 燃气具有“互换性”。反之，如果燃具不能正常工作，则称 b 燃气对 a 燃气没有互换性。为了达到互换性的要求，制气方法不能随意选用，新的制气方法（置换气）须对原制气方法（基准气）具有互换性。

2. 燃气的燃烧特性指标

决定燃气互换性的是燃气的燃烧特性指标：华白指数（或称发热指数）和燃烧势（或称燃烧速度指数）。当燃气性质（燃气成分）改变时，华白指数和燃烧势同时改变。

(1) 华白指数

华白指数是在互换性问题产生初期所使用的一个互换性判定指数。在置换气和基准气的化学、物理性质相差不大、燃烧特性比较接近时，可以用华白指数指标控制燃气的互换性。各国一般规定，在两种燃气互换时，华白数的变化不大于 $\pm 5\% \sim 10\%$ 。华白指数是一项控制燃具热负荷恒定状况的指标。

华白指数 W 按下式计算：

$$W = \frac{H_h}{\sqrt{S}}$$

式中 H_h ——燃气高热值 (MJ/m^3)；

S ——燃气相对密度（空气=1）。

当使用燃气低热值来计算华白指数 W 时，应注明，并在燃气互换时统一计算热值。

(2) 燃烧势

随着气源种类的增多，出现了燃烧特性差别较大的两种燃气的互换性问题，除了华白指数以外，还必须引入燃烧势的概念。燃烧势反映燃气燃烧火焰所产生离焰、黄焰、回火和不完全燃烧的倾向性，是一项反映燃具燃气燃烧稳定状况的综合指标。

燃烧势 CP 按下式计算：

$$CP = K \times \frac{1.0H_2 + 0.6(C_mH_n + CO) + 0.3CH_4}{\sqrt{d}}$$

式中 H_2 、 C_mH_n 、 CO 、 CH_4 ——燃气中氢、碳氢化合物（除甲烷以外）、一氧化碳、甲烷组分含量（体积%）；

d ——燃气相对密度（空气=1）；

K ——燃气中氧含量修正系数，按下式计算

$$K = 1 + 0.0054O_2$$

式中 O_2 ——燃气中氧组分含量（体积%）。

3. 燃气的分类

燃气按燃烧特性分类是参照国际上的分类标准，结合我国各地城市燃气现状编制的。

城市燃气的分类见表 1-2。

我国基准燃气及界限燃气燃烧特性见表 1-3。

城市燃气的分类

表 1-2

类 别		华白指数 $W(\text{MJ}/\text{m}^3)$		燃烧势 CP	
		标 准	范 围	标 准	范 围
人 工 煤 气	5R	22.7	21.1~24.3	94	55~96
	6R	27.1	25.2~29.0	108	63~110
	7R	32.7	30.4~34.9	121	72~128
天 然 气	4T	18.0	16.7~19.3	25	22~57
	6T	26.4	24.5~28.2	29	25~65
	10T	43.8	41.2~47.3	33	31~34
	12T	53.5	48.1~57.8	40	36~88
	13T	56.5	54.3~58.8	41	40~94
液 化 石 油 气	19Y	81.2	76.9~92.7	48	42~49
	22Y	92.7	76.9~92.7	42	42~49
	20Y	84.2	76.9~92.7	46	42~49

我国基准燃气及界限燃气燃烧特性

表 1-3

类 别	基准燃气			界限燃气		波动范围(%)		典型地区		采用国外标准	
	$W(\text{MJ}/\text{m}^3)$	CP		$W(\text{MJ}/\text{m}^3)$	CP	W	CP	基准气	界限气	国家和地区标准	采用程度
人 工 煤 气	5R	21.4	90	19.9~22.8	53~92	-7~7	-41~2	上海	天津、东北等	S2093-88	参照
	6R	27.1	108	25.2~29.0	63~110	-7~7	-42~2	沈阳	东北、南京	JIS	
	7R	32.7	121	30.4~34.9	72~128	-7~7	-40~6	北京	鞍山、马鞍山		
天 然 气	4T	18.0	25	16.7~19.3	22~57	-7~7	-12~128	抚顺	阳泉	S2093-83	参照
	6T	26.4	29	24.5~28.2	25~65	-7~7	-14~124	锦州	—	JIS	
	10T	43.8	33	41.2~47.3	31~34	-6~8	-6~3	广东	—	IGU、EN26	等效
	12T	53.5	40	48.1~57.8	36~88	-10~8	-10~120	四川	中原、华北等		参照
	13T	56.5	41	54.3~58.8	40~94	-4~4	-3~129	天津	中原、胜利、大庆	JIS	
液 化 石 油 气	19Y	81.2	48	76.9~92.7	42~49	-5~14	-13~2	全国	全国	JIS、IGU	等效
	22Y	92.7	42	76.9~92.7	42~49	-7~0	0~17	全国	全国	IOCT、EN	
	20Y	84.2	46	76.9~92.7	42~49	-9~10	-9~7	全国	全国		

二、城市燃气的质量要求

(一) 城市燃气的质量指标

1. 天然气〔SY7514-88(草案批准稿)〕的质量指标 本标准适用于气田、油田采出经矿物分离和处理后用管线输至用户,并按产品类别分别作为民用燃料、工业原料和工业燃

料的天然气。

天然气质量指标应符合表 1-4 规定。

天然气质量指标 表 1-4

项 目	质 量 标 准				试 验 方 法
	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ ^③	
高位发热值(MJ/m ³) ^①	A 组		>31.4		
	B 组		14.65~31.4		
总硫(以硫计)(mg/m ³)含量<		150	270	460	>480
硫化氢含量(mg/m ³) <	6	20			
			实测	实测	
二氧化碳含量(体积%) <	3		—		SY7506
水 分	无游离水 ^②				机械分离目测

① 表中的 m³ 为在 101.325kPa，20℃ 状态下的体积；

② 无游离水是指天然气经机械设备分不出游离水（在取样点处的温度和压力条件下，气体的相对湿度小于或等于 100%）；

③ Ⅳ 类气为总硫含量不小于 480mg/m³ 的井口气，该气体只能供给有处理手段的用户。

2. 油田液化石油气〔GB 9052.1-88〕的质量指标 本批准适用于油气田天然气气体处理装置分馏出来的丙烷、丁烷为主的液态烃类混合物。

油田液化石油气质量指标见表 1-5。

油田液化石油气质量指标 表 1-5

项 目	质 量 指 标					试 验 方 法
	商品丙烷	商品丁烷	商品丙、丁烷混合物			
			通用	冬用	夏用	
组分(体积%)						
C ₂ 及 C ₂ 以下 不高于				5.0	3.0	SY2081
C ₄ 及 C ₄ 以上 不高于	2.5					
C ₅ 及 C ₅ 以上 不高于		2.0	2.0	3.0	5.0	
37.8℃时蒸气压						
(表压 kPa) 不高于	1430	480	1430	1360		GB6602
残留物:						
蒸发 100mL 的最大残留物量(mL)	0.05					SY7509
腐蚀:						
铜片腐蚀等级 不高于	1	1		1		SY2083
硫分 mg/m ³ 不高于	340	340		340		SY7508
游 离 水	—	无		无		目测(注)

注：应用耐压透明器皿观察。

3. 液化石油气的质量指标 本标准所属的产品适用于作工业和民间燃料。
质量指标见表 1-6。

液化石油气质量指标^① 表 1-6

项	目	质量指标	试验方法
密度(15℃,kg/m ³)		报 告	ZBE46001
蒸气压(37.8℃,kPa)	不大于	1380	GB6602
C ₅ 及C ₅ 以上组分含量(体积%)	不大于	3.0	SY2061
残留物			SY7509
蒸发残留物(mL/100mL)		报 告	
油渍观察值(mL)		报 告	
铜片腐蚀等级	不大于	1	SY2083
总硫含量(mg/m ³)	不大于	343	ZBE46002
游 离 水		无	目测 ^②

① 为确保液体石油气有特殊气味,必要时加入硫醇、硫醚等含硫化物配制的加臭剂。

② 可在测定密度的同时用目测法测定试样是否存在游离水。

4. 人工燃气的质量指标

本标准适用于以煤或油为原料的人工燃气,经城镇燃气管网输送至用户作为居民生活、工业企业生产和公共建筑用气的城镇燃气。

质量指标见表 1-7。

人工燃气质量指标 表 1-7

项	目	质量指标	项	目	质量指标
热值 ^① (MJ/m ³)	应大于	14.7	萘 ^{②③} (mg/m ³)	应小于	$\frac{50}{P} \times 10^5$ (冬天)
杂质					
焦油和灰尘(mg/m ³)	(应小于)	10			$\frac{100}{P} \times 10^5$ (夏天)
硫化氢(mg/m ³)	(应小于)	20	含氧量(体积%)	应小于	1
氨(mg/m ³)	(应小于)	50	含一氧化碳量(体积%) ^④	宜小于	10

① 本标准中 m³ 指在 101.325kPa, 0℃ 状态下的体积。

② 萘系指萘和它的同系物 α -甲基萘及 β -甲基萘。

③ 当管网输气点绝对压力(P)小于 202.65kPa 时,压力(P)因素可允许不参加计算。

④ 对气化燃气或掺有气化燃气的人工燃气,其一氧化碳含量应小于 20% (体积)。

(二) 城市燃气组分变化的要求

1. 城市燃气的华白指数波动范围,不宜超过±7%。