

燃气管道工程施工

RANQI GUANDAO GONGCHENG SHIGONG

■ 李公藩 编著



中国计划出版社

燃气管道工程施工

李公藩 编著

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

燃气管道工程施工/李公藩编著. —北京: 中国计划出版社, 2001. 2

ISBN 7-80058-905-6

I. 燃... I. 李... III. 燃气-管道施工

N. U175

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 57191 号

燃气管道工程施工

李公藩 编著

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413、63906416)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

850×1168 毫米 1/32 19.25 印张 497 千字

2001 年 2 月第一版 2001 年 2 月第一次印刷

印数 1—5000 册

☆

ISBN 7-80058-905-6/TU · 213

定价: 29.00 元

目 录

第一章	概论	(1)
第一节	燃气的分类	(1)
第二节	燃气输配系统	(4)
第三节	燃气管网的布置	(8)
第二章	常用管材及管道附属设备	(13)
第一节	燃气管材的基本要求	(13)
第二节	常用管材与连接方式	(14)
第三节	管道附属设备	(18)
第三章	施工准备	(32)
第一节	熟悉、审查图纸及有关资料	(32)
第二节	编制施工组织设计与施工图预算	(33)
第三节	内部和外部关系的协调	(34)
第四章	土方工程	(36)
第一节	测量及放线	(36)
第二节	开挖管沟	(39)
第三节	管沟回填	(58)
第五章	管道加工	(62)
第一节	管子调直与切割	(62)
第二节	钢管整圆	(64)
第三节	弯管加工	(65)
第四节	三通的制作	(76)
第五节	异径管制作	(78)
第六章	管道的连接	(80)
第一节	螺纹连接	(80)
第二节	承插连接	(85)
第三节	法兰连接	(91)

第四节	焊接连接	(96)
第七章	地下燃气管道安装	(122)
第一节	地下钢管安装	(122)
第二节	铸铁管安装	(130)
第三节	聚乙烯燃气管道安装	(136)
第八章	燃气管道附属设备安装	(149)
第一节	阀门安装	(149)
第二节	附属设备安装	(156)
第九章	穿、跨越工程施工	(159)
第一节	穿越道路与铁路施工	(159)
第二节	穿越河流施工	(175)
第三节	穿越地裂带	(197)
第十章	燃气管道的腐蚀与防护	(203)
第一节	腐蚀分类	(203)
第二节	腐蚀的原因	(208)
第三节	防腐前钢管表面处理	(219)
第四节	绝缘层防腐法	(229)
第五节	管道的阴极保护	(275)
第六节	强制电流阴极保护	(300)
第七节	牺牲阳极保护	(330)
第八节	杂散电流腐蚀及防护	(345)
第九节	管道腐蚀的检测	(369)
第十一章	管道分段耐压试验	(374)
第一节	分段吹扫	(374)
第二节	分段试压	(375)
第十二章	通球扫线	(382)
第一节	清管器的分类与特性	(382)
第二节	清管器收发装置	(391)
第三节	通球扫线	(393)
第十三章	调压计量站和配气站	(405)
第一节	调压站	(405)

第二节	燃气调压器	(416)
第三节	调压站安装	(426)
第十四章	地上燃气管道施工	(437)
第一节	厂区架空燃气管道安装	(437)
第二节	其他地上燃气管道施工	(447)
第三节	燃气表、具安装	(479)
第四节	工业用户安装	(505)
第十五章	燃气管道带气接管	(527)
第一节	带气接管方法与准备工作	(527)
第二节	带气接管	(531)
第十六章	燃气管道置换与运行管理	(539)
第一节	燃气管道置换	(539)
第二节	运行管理	(550)
第十七章	工程竣工验收	(558)
第一节	工程竣工验收资料	(558)
第二节	燃气管道系统吹扫与严密性试验	(558)
第三节	竣工图的测绘	(559)
第四节	燃气管道工程验收	(562)
附录	燃气工程施工涉及的表项	(579)

第一章 概 论

第一节 燃气的分类

燃气是指所有的天然和人工的气体燃料。工业与民用燃气的组成中包括可燃气体、少量的惰性气体和混杂气体。可燃气体由各种碳氢化合物 (C_nH_m)、氢气 (H_2) 和一氧化碳 (CO) 等组成。惰性气体有氮 (N_2) 及其他不活泼气体。混杂气体有水蒸气 (H_2O)、二氧化碳 (CO_2)、氨气 (NH_3)、氰化氢 (HCN) 和硫化氢 (H_2S) 等。

燃气组成中的一氧化碳、硫化氢及氰化氢都是有毒气体，人吸入后会发生中毒，严重时死亡。燃气中的许多气体在高温下能对金属起腐蚀作用。硫化氢同金属管道与设备的金属作用生成硫化铁，而硫化铁的透气性很强，可能造成燃气的泄漏。二氧化碳在 $700^{\circ}C$ 时能腐蚀钢。氢在高温下扩散，能穿过金属壁。

燃气按成因不同，可分为天然气和人工燃气两大类。各种燃气的一般组分与低热值见表 1-1。

表 1-1 各类燃气的一般组分与低热值

燃气类别	一般组分 (体积%)									低热值 MJ/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	
天然气	98.0	0.3	0.3	0.4	—	—	—	—	1.0	36.2
伴生气	81.7	6.2	4.86	4.94	—	—	0.3	0.2	1.8	45.5
矿井气	52.4	—	—	—	—	—	4.6	7.0	36.0	18.8

续表 1-1

燃气类别	一般组分 (体积%)									低热值 MJ/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	
焦炉气	27	—	—	2	6	56	3	1	5	18.3
炭化炉气	18	—	—	1.7	17	56	5	0.3	2	16.2
立箱炉气	25	—	—	—	9.5	55	6	0.5	4	16.1
鲁奇气化气	18	—	—	0.7	18	56	3	0.3	4	15.4
水煤气	1.2	—	—	—	34.4	52	8.2	0.2	4	10.4
发生炉气	1.8	—	0.4	—	30.4	8.4	2.4	0.2	56.4	5.9
高炉气	0.3	—	—	—	28	2.7	10.5	—	58.5	3.9
重油裂解气	28.5	—	—	32.17	2.68	31.51	2.13	0.62	2.39	42.2
重油催化裂解气	16.6	—	—	5	17.2	46.5	7	1	6.7	17.5
液化石油气 (概略值)	—	50	50	—	—	—	—	—	—	108.4

一、天然气

我国天然气分布很广，储量丰富。随着经济建设的发展，天然气工业将成为重要的动力工业之一。目前在四川、辽宁、陕西、北京、天津、黑龙江等地使用天然气和油田伴生气，供应城市作燃料和化工原料。天然气是通过钻井从地层中开采出来的。如果开采出的燃气中不含石油，这种燃气称为纯天然气（或天然气）；

如含有石油，则称为副产煤气（或石油煤气）。天然气中碳氢化合物的含量很高，其中主要是甲烷，故具有很高的发热量。

二、人工燃气

人工燃气是固体燃料或液体燃料加工所产生的可燃气体。人工燃气主要有以下几种：

1. 干馏煤气是利用焦炉、碳化炉和立箱炉对煤进行干馏所获得的煤气。这类煤气中的甲烷和氢含量较高，热值一般在 18 MJ/Nm^3 左右。

2. 气化煤气是煤在高温下与气化剂反应所产生的燃气。压力气化煤气、发生炉煤气、水煤气等均属此类。发生炉煤气和水煤气的热值较低，一氧化碳含量较高，不能单独作为城市燃气的气源。这类煤气多用于加热焦炉和连续式直立碳化炉，以顶替热值较高的干馏煤气，从而增加城市供气量。这类煤气也可以和干馏煤气、油煤气掺混，调节供气量和调整煤气热值。

3. 油煤气是由石油系原料经热加工而制成的燃气总称。油煤气的加工方法有蒸汽转化法、热裂解法、部分氧化法和加氢气化法等。我国已有不少城市和工厂采用了以重油或渣油为原料的蓄热炉制气法来加工油煤气。

4. 高炉煤气是炼铁时的副产气，主要成分是一氧化碳和氮，热值只有 $4 \sim 4.2 \text{ MJ/Nm}^3$ 。高炉气在冶金工业中用作焦炉的一部分燃料，代替焦炉煤气，也常用作锅炉燃料或与热值高的煤气混合后供冶金工业的加热工艺使用。

三、液化石油气

液化石油气主要从油、气开采或石油加工过程中取得。目前城市使用的液化石油气主要是从炼油厂催化裂化气体中提取的。它的主要成分为丙烷、丙烯、丁烷、丁烯等石油系轻烃类，在常温、常压下呈气态，当加压或冷却后很容易液化。

第二节 燃气输配系统

城市燃气输配系统是一个综合设施,主要由燃气输配管网、储配站、计量调压站、运行操作和控制设施等组成。

一、燃气管道分类

燃气输配系统的主要组成部分是燃气管道。管道可按燃气压力、用途和敷设方式分类。

1. 按输气压力分类:

高压燃气管道 A $0.8 \text{ MPa} < P \leq 1.6 \text{ MPa}$

B $0.4 \text{ MPa} < P \leq 0.8 \text{ MPa}$

中压燃气管道 A $0.2 \text{ MPa} < P \leq 0.4 \text{ MPa}$

B $0.005 \text{ MPa} < P \leq 0.2 \text{ MPa}$

低压燃气管道 $P \leq 0.005 \text{ MPa}$

2. 按用途分类:

(1) 长距离输气管道,一般用于天然气长距离输送。

(2) 城镇燃气管道,按不同用途分为:

1) 城镇输气干管。

2) 配气管。与输气干管连接,将燃气送给用户的管道。如街区配气管与住宅庭院内的管道。

(3) 室内燃气管道。将燃气引入室内,分配给各个燃具。

3. 按敷设方式分类:

(1) 地下燃气管道;

(2) 架空燃气管。

城镇燃气管道为了安全运行,一般情况下均为埋地敷设,不允许架空敷设;当建筑物间距过小或地下管线和构筑物密集,管道埋地困难时才允许架空敷设。工厂厂区内的燃气管道常用架空敷设,以便于管理和维修,并减少燃气泄漏的危害性。

二、燃气管网系统

城市燃气管网由燃气管道及其设备组成。由于低压、中压和高压等各种压力级别管道不同组合，城市燃气管网系统的压力级制可分为：

一级制系统：仅由低压或中压一种压力级别的管网分配和供给燃气的管网系统。

二级制系统：以中-低压或高-低压两种压力级别的管网组成的管网系统。

三级制系统：以低压、中压和高压三种压力级别组成的管网系统。

1. 低压供应方式和低压一级制系统。低压气源以低压一级管网系统供给燃气的输配方式，一般只适用于小城镇。

根据低压气源（燃气制造厂和储配站）压力的大小和城镇的范围，低压供应方式分利用低压储气柜的压力进行供应和由低压压送机供应两种。低压供应原则上应充分利用储气柜的压力，只有当储气柜的压力不足，以致低压管道的管径过大而不合理时，才采用低压压送机供应。

低压湿式储气柜的储气压力取决于储气柜的构造及其重量，并随钟罩和钢塔的升起层数而变化，下列数据可供参考：

湿式储气柜的升起层数	储气压力 (Pa)
1	1 100~1 300
2	1 700~2 100
3	2 500~2 900
4	3 100~3 400
5	3 600~3 800

低压干式储气柜的储气压力主要与其活塞的质量有关，储气压力是固定的，一般为2 000~3 000 Pa。为了适当提高储气柜的供气压力，可在湿式储气柜的钟罩上或干式储气柜的活塞上加适

量重块。低压供应方式和低压一级制管网系统的特点是：

(1) 输配管网为单一的低压管网，系统简单，维护管理容易。

(2) 无需压送费用或只需少量的压送费用，当停电时或压送机发生故障时，基本不妨碍供气，供气可靠性好。

(3) 对供应区域大或供应量多的城镇，需敷设较大管径的管道而不经济。

2. 中压供应方式和中-低压两级制管网系统。中压燃气管道经中-低压调压站调至低压，由低压管网向用户供气；或由低压气源厂和储气柜供应的燃气经压送机加至中压，由中压管网输气，再通过区域调压器调至低压，由低压管道向用户供气。在系统中设置储配站的调节用气不均匀性。

中压供应和中-低压两级制管网系统的特点是：

(1) 因输气压力高于低压供应，输气能力较大，可用较小管径的管道输送较多数量的燃气，以减少管网的投资费用。

(2) 只要合理设置中-低压调压器，就能维持比较稳定的供气压力。

(3) 输配管网系统有中压和低压两种压力级别，而且设有调压器（有时包括压送机），因而维护管理较复杂，运行费用较高。

(4) 由于压送机运转需要动力，一旦停电或其他事故，将会影响正常供气。

因此，中压供应及二级制管网系统适用于供应区域较大、供气量较大、采用低压供应方式不经济的中型城镇。

3. 高压供应方式和高-中-低三级制管网系统。高压燃气从城市天然气接收站（天然气门站）或气源厂输出，由高压管网输气，经区域高-中压调压器调至中压，输入中压管网，再经区域中-低压调压器调成低压，由低压管网供应燃气用户，如图 1-1 所示。可在燃气供应区域内设置储气柜，用以调节不均匀性，但目前多采用管道储气调节用气的均匀性。

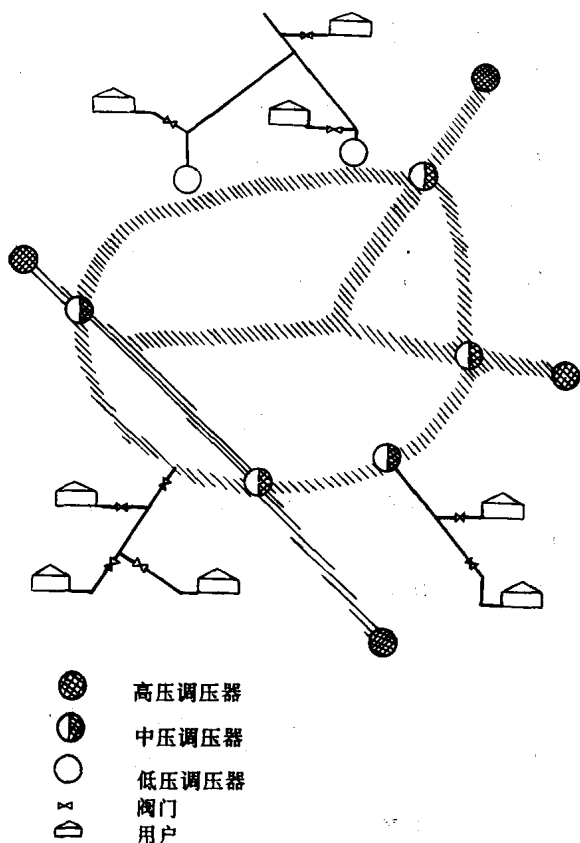


图 1-1 高-中-低三级制管网示意图

高压供应和高-中-低压三级制管网系统的特点是：

(1) 高压管道的输送能力较中压管道更大，需用管道的管径更小，如果有高压气源，管网系统的投资和运行费用均较经济。

(2) 因采用管道储气或高压储气柜（罐），可保证在短期停电等事故时供应燃气。

(3) 因三级制管网系统配置了多级管道和调压器，增加了系统运行维护的难度。如无高压气源，还需要设置高压压送机，压

送费用高，维护管理较复杂。

因此，高压供应方式及三级制管网系统适用于供应范围大、供气量大、并需要较远距离输送燃气的场合，可节省管网系统的建设费用，用于天然气或高压制气等高压气源更为经济。

此外，根据城市条件、工业用户的需要和供应情况的不同，还有多种燃气的供应方式和管网压力级制。例如，中压供应及中压一级制管网系统，高压供应及高-中压两级制，高-低压两级制管网系统。

第三节 燃气管网的布置

燃气管网要保证安全、可靠地供应各类用户具有正常压力、足够数量的燃气，在满足这一要求的条件下，要尽量缩短管线，以节省投资和费用。在城镇燃气管网供气规模、供气方式和管网压力级制选定以后，根据气源规模、用气量及其分布、城市状况、地形地貌、地下管线与构筑物、管材设备供应条件、施工和运行条件等因素综合考虑。应全面规划，远近结合，做出分期建设的安排，并按压力高低，先布置高、中压管网，后布置低压管网。

一、市区管网布置

1. 高、中压燃气干管应靠近大型用户，尽量靠近调压站，以缩短支管长度。为保证燃气供应的可靠性，主要干线应逐步连成环状。

2. 城镇燃气管道应布置在道路下，尽量避开主要交通干道和繁华的街道，以减少施工难度和运行、维修的麻烦，并可节省投资。

3. 沿街道敷设燃气管道时，可以单侧布置，也可以双侧布置。双侧布置一般在街道很宽，横穿道路的支管很多，道路上敷设有轨电车轨道，输送燃气量较大，单侧管道不能满足要求时采用。

4. 低压燃气干管应在小区内部的道路下敷设,可使管道两侧供气,又可兼作庭院管道,节省投资。

5. 燃气管道不准敷设在建筑物、构筑物下面,不准与其他管道上下重叠平行布置,并禁止在下列场所之下敷设:

- (1) 机械设备和货物堆放地;
- (2) 易燃、易爆材料和腐蚀性液体的堆放场所;
- (3) 高压电线走廊。

6. 燃气管道应尽量避免穿越铁路、河流、主要公路和其他较大障碍物,必须穿越时应有防护措施。

二、郊区燃气干线布置

1. 了解城镇发展规划,避开未来的建筑物。

2. 少占良田,尽量靠近现有公路和规划公路的位置敷设。

3. 管线应尽量避免穿越河流和大量湖泊、水库,以减少工程量。

4. 燃气干线的位置除考虑城市发展的需要外,应兼顾城市周围小城镇的用气需要。

三、燃气管道的安全距离

地下燃气管与建筑物、构筑物基础或相邻管道之间的水平净距和垂直净距不应小于表 1-2、表 1-3 的规定。

表 1-2 地下燃气管道与建筑物、构筑物
或相邻管道之间的水平净距 (m)

项 目	地下燃气管道				
	低 压	中 压		高 压	
		B	A	B	A
建筑物基础	0.7	1.5	2.0	4.0	6.0
给水管	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5

续表 1-2

项 目		地下燃气管道				
		低压	中 压		高 压	
			B	A	B	A
排水管		1.0	1.2	1.2	1.5	2.0
电力电缆		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
通信电缆	直埋	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
	在导管内	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
其他燃气管道	$D_g \leq 300 \text{ mm}$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	$D_g > 300 \text{ mm}$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
热力管	直埋	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0
	在管沟内	1.0	1.5	1.5	2.0	4.0
电杆（塔） 的基础	$\leq 35 \text{ kV}$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	$> 35 \text{ kV}$	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
通信照明电杆（至电杆中心）		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
铁路钢轨		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
有轨电车钢轨		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
街树（至树中心）		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

表 1-3 地下燃气管道与构筑物或相邻管道之间垂直净距（m）

项 目		地下燃气管道（当有套管时，以套管计）
给水管、排水管或其他燃气管道		0.15
热力管的管沟底（或顶）		0.15
电缆	直埋	0.50
	在导管内	0.15
铁路轨道		1.20
有轨电车轨道		1.00

如受地形限制，布置有困难而又无法解决时，经与有关部门协商，采取有效的防护措施后，表 1-2 和表 1-3 规定的净距，可适当缩小。

四、其他规定

1. 地下燃气管道埋设的最小覆土厚度（路面至管顶）应符合下列要求：

- (1) 埋设在车行道下时，不得小于 0.8 m；
- (2) 埋设在非车行道下时，不得小于 0.6 m；
- (3) 埋设在庭院内时，不得小于 0.3 m；
- (4) 埋设在水田下时，不得小于 0.8 m。

当采取有效的防护措施后，上述规定均可适当降低。

2. 输送湿燃气的燃气管道，应埋设在土壤冰冻线以下。燃气管道坡向凝水缸的坡度不宜小于 0.003。

3. 地下燃气管道穿过排水管、热力管沟、隧道及其他各种用途沟槽时，应将燃气管道敷设在套管内。套管伸出构筑物外壁不应小于 0.1 m。钢套管应防腐，套管两端的密封材料应采用柔性的防腐、防水材料。

4. 燃气管道穿越铁路和电车轨道时，应敷设在套管或涵洞内；在穿越城镇主要干道时宜敷设在套管或地沟内，并应符合下列要求：

(1) 套管直径应比燃气管道直径大 100 mm 以上，套管或地沟两端应密封，在重要地段的套管或地沟端部宜安装检漏管；

(2) 套管端部距路堤坡脚距离不应小于 1.0 m，在任何情况下应满足下列要求：

- 1) 距铁路边轨不应小于 2.5 m；
- 2) 距电车道边轨不应小于 2.0 m；
- 3) 燃气管道宜垂直穿越铁路、电车轨道和公路。

5. 燃气管道通过河流时，可采用穿越河底、利用已建道路桥