

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

煤气供应

中国建筑工业出版社

本书内容包括：城市和工业企业的燃气供应系统；燃气管网，调压站和其他构筑物的设计、计算和运行管理；燃气管网及设备的可靠性和水力工况问题；燃气燃烧理论；民用燃气灶具和工业燃烧设备的构造；燃烧器的设计、计算和运行管理等。

本书可作为高等工科学学校有关燃气热能专业师生的教学参考书，也可供从事城市和工业企业燃气供应系统的设计、科研、施工和运行管理的工程技术人员参考。

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

· 3 ·

А.А.Ионин

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1981

煤 气 供 应

李猷嘉 王民生 译

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：787×1092毫米 1/16 印张：19½ 字数：464千字

1986年9月第一版 1986年9月第一次印刷

印数：1—6,200册 定价：3.55元

统一书号：15040·5018

译 者 的 话

苏联A.A.约宁所著《煤气供应》的增订第三版于1981年出版，该书是苏联高等学校“供热供燃气及通风”专业的教科书。全书共四篇，第一篇气体燃料、天然气的开采和输送(原书共三章，计21页)；第二篇燃气分配系统(共九章，计209页)；第三篇液化石油气的用户供应系统(共三章，计35页)；第四篇燃气的应用(共八章，计143页)。这本中译本根据需要全文译出第二和第四两篇，顺次共编为十七章。第一至九章由王民生翻译，第十至十七章由李猷嘉翻译。初稿由译者互校。全书成稿后由李猷嘉作了总的审阅。

燃气是指所有天然的和人工的气体燃料，但为遵从第一版中译本的书名，本书仍定名为《煤气供应》，但在文中全都称之为燃气。

由于译者水平所限，译本中错误和不妥之处，敬请读者予以批评指正。

目 录

第一章 城市燃气供应系统	1
第一节 综述	1
第二节 燃气管道的管材、管件及附属设备	6
第三节 室外燃气管道的敷设	11
第四节 燃气管道的防腐	15
第二章 燃气的需用量	20
第一节 城市年用气量计算	20
第二节 燃气需用工况	26
第三节 用气不均匀性的调节	34
第四节 燃气的小时计算流量	35
第三章 燃气管网的水力计算	44
第一节 燃气管道内的压力损失	44
第二节 燃气管网的主要特点和计算任务	52
第三节 管网供气量计算和流量预分配	57
第四节 环状管网的计算方法	62
第五节 高(中)压环网的计算	69
第六节 低压环网的计算	77
第七节 用户与低压管网直接连接时燃气计算压力降的确定	84
第八节 低压管网的水力工况	88
第四章 调压器	92
第一节 燃气压力的调节过程及调压器的分类	92
第二节 调压器的调节机构及其传动装置	95
第三节 调压器	98
第四节 调压器流量计算	105
第五章 燃气调压室	111
第一节 燃气调压室和调压装置的布置	111
第二节 调压室	112
第三节 燃气分配站	122
第四节 分配站内燃气的加热	127
第六章 燃气分配系统的可靠性	131
第一节 基本概念和可靠性指标	131
第二节 可修复部件的失效和失效通量	136
第三节 燃气供应分配系统的可靠性指标	140
第四节 无储备和有储备燃气管网的可靠性计算	147
第七章 燃气管网的技术经济计算	151
第一节 城市燃气管网的技术经济比较方法	151

第二节	枝状燃气管网的技术经济计算	159
第八章	工业企业燃气供应系统	165
第一节	工业企业燃气供应系统的构成及分类	165
第二节	工业企业的一级供气系统	166
第三节	工业企业的两级供气系统	169
第九章	燃气供应系统的运行管理和安全技术	171
第一节	燃气管道的试压和交付使用	171
第二节	带气接线和燃气管道的吹扫	173
第三节	燃气管道的维修	174
第四节	燃气调压室的运行管理	175
第五节	燃气管网运行中的安全技术	176
第十章	气体燃料燃烧特性的计算	177
第一节	烟气的计算	177
第二节	燃烧温度的计算	178
第十一章	燃气的燃烧反应动力学	182
第一节	化学反应速度	182
第二节	链反应动力学	185
第三节	热力着火	189
第四节	强迫点燃、着火边界与可燃成分浓度的关系	192
第十二章	气流中燃气的燃烧	194
第一节	火焰的法向传播	194
第二节	层流中火焰的传播	198
第三节	紊流中火焰的传播	204
第四节	火焰的稳定	208
第五节	扩散火焰	210
第十三章	燃气燃烧器	213
第一节	燃气燃烧器的分类	213
第二节	预混燃烧所需全部空气的燃烧器	215
第三节	预混燃烧所需部分空气的燃烧器	222
第四节	燃气未完成预混空气的燃烧器	225
第五节	燃气不预混空气的燃烧器	230
第六节	锅炉及窑炉燃气管道系统	232
第七节	用气装置自动化的基本任务	234
第八节	降低热力设备废气中的有毒物质和保护空气环境	234
第九节	用气设备的运行和安全技术	236
第十四章	大气式燃烧器的计算	237
第一节	燃烧器头部的计算	237
第二节	燃烧器的引射器计算	240
第三节	燃烧器的结构计算	246
第四节	燃烧器工作参数的计算	248
第十五章	预混燃烧所需全部空气的中压引射式燃烧器的计算	250

第一节	燃烧器头部和火道的计算	250
第二节	大引射速度的引射器的计算	254
第三节	燃烧器的计算	259
第十六章	紊流燃烧器和炉底燃烧器的计算	263
第一节	多流供气型紊流混合式燃烧器的计算	263
第二节	炉底燃烧器的计算	270
第十七章	建筑物的燃气供应	274
第一节	室内燃气管道的安装	274
第二节	室内燃气管道的计算示例	275
第三节	燃气用具	279
第四节	燃气用具的安装	284
第五节	烟气的排除	285
第六节	燃气采暖	290
附录	习用非国际单位制单位与国际单位制单位的换算关系表	296
参考文献		297

第一章 城市燃气供应系统

第一节 综 述

一、城市燃气分配系统的构成

现代的城市燃气分配系统是复杂的综合设施，主要由低压、中压和高压燃气管网，燃气分配站和调压室等部分组成。在调压室内燃气压力降至给定值，并自动保持其恒定。其中还设有自动安全切断设备，它可防止管网内压力高于给定值。分配系统还应有电讯及遥控设备。

地区、城市和村镇燃气供应的设计是在区域规划设计和城镇总平面图的基础上进行的，并应考虑到远景的发展情况。燃气供应系统应保证不间断地给各类用户供气、安全运行、便于管理，并应考虑到能关断部分设备和管段，以进行检修工作和事故处理。

在一个燃气供应系统中，应采用同一类型的构筑物、设备和站室。采用的系统方案应具有最佳的经济效益，并能分阶段地、一部分一部分地建造和投入运行。

二、燃气管道的分类

城市燃气供应系统的主要组成部分是燃气管道。管道以不同的燃气压力和用途分类。

(一) 按输气压力分类

1. 低压燃气管道 压力小于 5kPa （即 500mm 水柱），低压燃气管道给居民用户供应天然气时采用的压力应小于 3kPa ，供应气态液化石油气时压力小于 4kPa ，供应人工燃气时压力小于 2kPa 。

2. 中压燃气管道 压力为 5kPa 至 0.3MPa （即 500mm 水柱至 3kgf/cm^2 ）。

3. 高压燃气管道 压力为 0.3 至 1.2MPa （即 3 至 12kgf/cm^2 ）。

低压燃气管道给居住建筑物、公共建筑物（包括公共福利设施、医疗机构、公共饮食业等）以及附设在其内的采暖锅炉房供气。与低压管网连接的应是小型燃气用户和小型采暖锅炉房。大型公共建筑用户不宜与低压管网相连，因为用低压管网给用气量较大的集中用户供气是不经济的。

中压或高压燃气管道必须通过调压室才能给城市低压或中压管网供气，也必须通过调压室或专用调压装置才能将燃气送入工业企业和大型公共建筑用户的燃气管道。苏联现行的规范规定，对于工业企业、公共建筑以及村镇企业中设置在单独建筑物内的采暖或生产用锅炉房，其最大燃气压力不得大于 0.6MPa ；而锅炉房附设在其它建筑物内时，燃气压力不得大于 0.3MPa 。

城市高压燃气管道是给大城市供气的主动脉，应连成环状、半环状或射线状。必须通

过调压室才能将燃气送入中压管网以及大型工业用户。

中压和高压管网只有通过调压室才能给居住建筑、公共建筑和工业企业等用户供气。不同压力的燃气管道之间只有通过调压室才能连接。

现代的城市燃气供应系统在建造时就应具有如上所述的等级分明的压力级制。最高的压力等级是高压燃气管道。它是城市燃气管网的基本骨架。通常高压管网都应具有较高的供气可靠性，只是对于不大的系统才能采用枝状管道。为使管网具有较高的可靠性而采用环网或复线时，应按高峰用气时的水力工况进行必要的校核计算。高压管网和系统其它部分的连接，应通过装有安全切断设备的调压室，该设备的作用是防止调压器后的压力过高。这样，整个系统分成几个不同的压力等级，每个压力等级自动地保持一定的压力值。利用各级调压器，可逐级调压，直至将燃气调到最低的压力等级，并保持其出口压力为定值。

（二）按用途分类

城市燃气管道按照用途进行严格的分类是相当困难的，因管网的构成和建造主要取决于压力的等级，但城市管道也可分为下列几类：

1. 分配管道 在供气区域将燃气分配给工业企业、公共建筑和居民用户。分配管道有高压的、中压的和低压的；环状的和枝状的。其管网的布置取决于城市总体规划的情况。
2. 用户支管 将燃气由分配管道分送给单独的用户或一些用户。
3. 室内燃气管道 将燃气引向室内，并分配给每个燃具。

三、燃气供应系统的分类

根据燃气管网中所采用的不同压力级制，燃气供应系统可分为：

1. 两级系统 由低压-中压或低压-高压（小于 0.6MPa ）两级管网组成。
2. 三级系统 包括低压、中压和高压（小于 0.6MPa ）三级管网。
3. 多级系统 由低压、中压和高压（小于 0.6MPa 及小于 1.2MPa ）管网组成。

城市燃气供应系统中综合地采用几种不同等级的燃气压力，其原因如下：

（1）城市中各类用户所需要的燃气压力不同。如居民住宅和小型公共建筑用户只允许用低压燃气，而许多工业用户则需要用中压或高压燃气。

（2）对于输气量甚大的较长的城市燃气管道，采用中压或高压级制是必要的。

（3）在城市中心的老区，建筑物陈旧，鳞次栉比，街道和人行道都比较狭窄，不宜敷设高压燃气管道。此外，由于人口密度较大，从安全要求和便于管理考虑，也不宜敷设高压燃气管道。

（4）装在公共福利用户和居民住宅楼墙上的调压箱，只准与压力低于 0.3MPa 的燃气管道，即与中压燃气管道相连。

（5）大城市燃气供应系统的建造、扩建和改建过程是要经过多年才能实现的，而城市中心区原有燃气管道的压力，大多比近期建造的管道的压力为低。这也是造成有几种不同压力等级的原因之一。

城市中主要的高压和中压燃气分配管道设计成统一的管网，既给工业用户、采暖锅炉房、公共建筑用户供气，也给区域调压室供气。统一的管网比分设的管网更为经济，因为

平行敷设几条管道比输送同样燃气量的一条管道造价更高。另外，公共建筑和居民生活的用气负荷与工业用气量比较，相对来说是不太大的，包括在总的燃气流量之内来设计管网，其造价增加甚小。

例如，在苏联的小城市中，公共建筑和居民生活的燃气用量只占年用气总量的40%左右；而在中型、大型和特大型城市中，其用量也不超过年用气总量的20%。

估算表明，对于小城市统一给各类用户及区域调压室供气的较高压力等级的管网，与只给工业用户供气的管网相比，其造价约增加21%；而分设的管网，其造价将增加86%。对于中型、大型和特大型城市给工业用户供气的管网，利用它也给工厂生活区供气时，造价只增加9%，而分别敷设的管网，造价则增加59%。

上述数字说明，设计统一的高压和中压分配管网具有较高的经济效益。即使在城市中划分有专门的工业区的情况下，通常将其燃气管道与城市高压管网相连也是合理的，因为这样提高了管网供气的可靠性，而其造价增加并不很大。只有为特大型工业企业和火电站这样的用户，设计专用的燃气管道才可能是合理的。

各城市不同燃气供应系统的区别在于：

燃气分配管网构成的原则不同，有环状的，也有枝状的，还有两者兼有的。

向城市分配管网供气的外围管网特点不同，有射线状的，也有半环状的，还有环状的。由这些城市外围管网通过不同数量的调压室供气的。

管网中设备和构筑物的类型不同，通讯和遥控系统不同。

四、城市燃气供应系统的选择

选择城市燃气供应系统时，应考虑到许多因素，其中主要的有：

气源的特点、燃气的性质，燃气的净化程度和含湿量。

城市规模、总平面布置和建筑物的特点，人口密度。

对不同类型用户的供气方针和气化率。

工业用户和火电站的数量及用气特点。

敷设燃气管道时遇到障碍物（如河流、湖泊、铁路枢纽等）的情况。

城市发展的远景规划。

设计燃气供应系统时应作多个方案进行技术经济比较，选取最佳方案付诸实施。

两级、三级和多级供气系统都设有调压室。调压室应是有采暖设备的单独建筑物。燃气管道则有几个压力等级。这样的城市供气系统是最完善的，并得到广泛应用。

对于中等的和不太大的城市常采用高压（小于0.6MPa）和低压两级管网系统。如城市中心区无法敷设高压燃气管道时，则采用高压（小于0.6MPa）、中压和低压三级管网系统，或中压和低压两级管网系统。前者也只是部分地用中压代替高压管道，如敷设在城市中建筑物和人口密度最大的区域。选择哪种方案应取决于技术经济计算。

有压力高于0.6MPa的多级管网系统，只有在特大型城市和省区范围的系统中才采用。

对大中城市的管网应设计成环状，对于小城市，无论是较高压力级的，还是低压的管网，都可设计成枝状的。燃气分配管道的管径通常在50~400mm范围内选用。

在苏联，区域调压室应是有采暖及通风设备的单独建筑物，运行管理和维修检测都应较为方便。调压室的个数由技术经济计算决定。各调压室宜布置在它的供气范围的中心，一个调压室的供气范围不得与另一个调压室的供气范围重叠。

燃气管道的定线应考虑到以最短的管道长度将燃气送给用户，不同方向气流的汇交点定为相邻调压室供气范围的分界。

低压管网由主要的环状干管、枝状（分配）管道和用户支管组成。干管的设计在技术设计阶段进行，而支管的设计则在施工图设计阶段进行。干管布置的密度应使用户支管到建筑物入口的长度为50~100m。

对于地形标高差相当大的城镇，如岗峦起伏的地区和多山地区，在决定调压室位置和管道布线时应考虑附加压头问题。如所用的燃气比空气轻，则调压室宜布置在标高最低的地方，燃气分配管道的主干线也宜沿标高较高的街道敷设。

区域调压室的负荷常取 $1000\sim 3000\text{m}^3/\text{h}$ ，它的最佳作用半径为400~800m。从中压或高压燃气管道上引向调压室的支管管径为100~150mm。

居住建筑、公共建筑以及小型企业用户都直接与低压燃气管网相连，因此在建筑物的引入管上只设开闭设备，在引入管上不设用户调压器是这一系统的优点，因为对大量工作着的小型调压器的维修管理是一项耗费大量人力物力的复杂工作。

根据居民区规划和人口密度的特点，一种情况是低压管道沿大街小巷敷设，以组成较密的低压环网；另一种情况则是低压管道敷设在街坊内，而只将主干管连成环网。

第一种情况适用于城市的老区，因为那里建筑物鳞次栉比，又被街巷分割成许多独立的小区，故低压管道敷设在每条街道上、胡同里和便道上，互相交叉而连成较密的环网。从低压管道上再接出大量的用户支管。

第二种情况适用于城市的新建区，那里居民住宅区的楼房整齐地布置在街坊内，楼房之间保持必要的距离，而由一些街坊组成为居民住宅区。在这样的条件下，低压管道可敷设在街坊内，在多数情况下，这些楼房可由枝状管道供气。只将主要的街道低压干管连成环网，以组成有几个供气点的统一的管网，供气点的数量就是调压室的个数。

为了在燃气管道上进行检修时能关断个别街坊的低压管网，在燃气管道上设置开闭设备。在中压和高压管道上设置分段开闭设备，是为了将个别管段与运行着的管网隔开。在分配管道的分支管上、建筑物的引入管上、调压室的进出管上、过河管的两端、燃气管道与铁路或公路干线相交的两侧等地方，都应设置开闭设备。为了在检修、改建以及处理事故时，关断个别管段，开闭设备应设置在非常必要的地方，为了便于管网系统的管理，还应力求其数量为最少。每个开闭设备都有发生故障的可能，因而降低了管网系统工作的可靠性，但是设了它在事故情况下就能使少量用户停气，而不影响大量用户，则又提高了工作的可靠性。

五、特大城市的燃气供应系统

特大城市的燃气供应多级系统见图1-1所示。天然气从长输管线经燃气分配站（即门站）进入城市管网。对于特大城市，天然气可以通过几条长输管线进入城市，并设置几个门站。这样提高了供气系统的可靠性。门站的最佳数量由技术经济计算决定。天然气通过

几条干线进入城市系统的主环。

在这一多级系统中,天然气依次由较高压力级的管道,经调压器的节流阀降压,并进入较低压力级的管道。图1-1所示的供气系统由三级管网组成,第一级高压管道的压力不超过1.2MPa,第二级高压管道的压力不超过0.6MPa,低压管道的压力不超过3kPa。

为便于直观,图1-1中各级燃气管道均互不相干地分别布置,但实际上同一条街道内可能既有1.2MPa的高压管道、又有低压管道,或者既有0.6MPa的高压管道、又有低压管道。这是因为低压管网要给全区域供气,其管道总长度相当长,为了减少管道金属的用量,该管网宜通过几个调压室共同供气,而通向调压室的有1.2或0.6MPa的高压管道支管。调压室的布置越分散,则在一条街道上平行敷设燃气管道也越长。

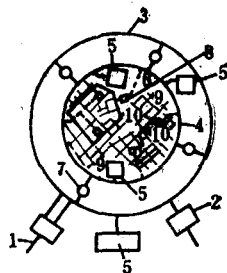


图 1-1 燃气供应的多级系统

1—长输管线; 2—门站; 3—高压管网(1.2 MPa); 4—高压管网(0.6 MPa); 5—工业企业;
6—高压支管; 7—高高压调压室; 8—高低压调压室; 9—低压管网; 10—低压干管

在居民生活区有采暖锅炉房（特别是住宅和街坊的锅炉房）和工业企业用户时，平行敷设燃气管道更有必要，这主要是指城市的老区。

新建的居民住宅小区和街坊内没有工业企业，并由热电站或区域锅炉房供热，这就使平行敷设燃气管道的可能性大为减小。

绝大多数工业企业既可与中压管道、也可与高压管道相连，这就排除了在一条街道上平行敷设高压及中压管道的必要性。如在城市的某区只可能敷设中压管道，或适合于采用在各用户墙上设置的调压箱，那末这一区可只敷设中压燃气管道，该管道连接在城内其它区域内的高压管网上即可。

高压燃气管道尽可能敷设在城市的边缘地区，因为那里人口密度不大，且地下构筑物较少。

多级系统是比较经济的, 因为大量燃气在高压下输送, 可以减少燃气管网的金属用量, 再由高压或中压管网连接大型用户。

居住和公共建筑物内只准许敷设低压燃气管道。室外分配管网的长度，随着与调压室的距离不同而异。在图1-1所分析的系统中，低压管网最密，它覆盖着整个供气区域。如果为每幢建筑物或一群建筑物设置许多调压室，则低压管网的总长度为最小值，管网就由最短的室外燃气管道和室内燃气管道所组成。

为了提高供气的可靠性，应将管网连成环状。首先应将高压和中压管网连成环状，因为它们的城市供气系统的主动脉。在低压管网中，只将主要干管连成环网是合理的，而次要些的管道可采用枝状。为了可靠地供气，环网中应保证有一定的压力储备，而主要的环网宜取相同管径。不同压力等级的管网要用几个调压室连通，这样可保证有一定的储备能力。低压管网由几个点供气，低压力级的燃气管道可连成环状或射线状，其干管宜采用等管径（如图1-1中的燃气管道10）。这样，从供气点的低压侧来看，可靠性较高。当关断个别调压室时，燃气由邻近的调压室通过这些管段，以最短的流程流向关断了的调压室的供气范围。这样设置的系统，保证了应有的可靠性，同时也比较经济，因为只是将干管连成环网。

现代的城市燃气分配系统中,低压燃气管网不再连成统一的大型环网了,而分成一些互不相通的区域或小区管网。这样的设计原则可避免低压管网与许多天然的和人工的障碍物(如河流、沟壑、铁路枢纽、公路干线等)交叉。

低压管网中燃气流量的分配要明确哪些是主干管,应沿主干管输送主要的转输流量。这是最经济的,因为转输流量只分配给少数主干管,而不是平均地分给所有燃气管道。对两条平行管道之间的输气量应合理分配,以避免全部输气量只从一条较短的管道中通过。

输气量平均分配给两条平行的管道是最不经济的。这一结论对于有几条平行管道的情况也是正确的。此外,从总管网中明确主干管对运行管理也极为有利,因为主干管是系统的主要骨架,为了提高供气的可靠性,可在主干管上安装更精密的检测设备。次要的枝状管道只有局部性的特点,在进行其修理工作而中断供气时,只涉及小范围的用户,而且修理工作本身也可以在较短的时间内完成。

图1-1所示的供气系统对于运行管理来说,既可靠又灵活,反映了气源来自几个方向的原则,管网的主干线均连成环网。为平衡用气量曲线和克服用户用气的不均匀性,可利用缓冲用户和长输管线末端管段的储气能力来解决。

第二节 燃气管道的管材、管件及附属设备

一、管 材

(一) 钢管

敷设燃气管道采用的钢管有无缝钢管、直缝卷焊钢管和螺旋卷焊钢管。钢管用可焊性好的钢制造,其含碳量不大于0.27%,含硫量不大于0.05%,含磷量不大于0.04%。对于中压或高压的室外燃气管道(地上或地下敷设的)和室内管道,均应采用镇静钢为原料,按苏联国家标准ГОСТ1050—74制造的钢管。对于低压管道,应采用沸腾半镇静钢为原料,按ГОСТ380—71制造的钢管。钢管的焊缝应与管材本身的强度相等。钢管在出厂前需经压力试验,试验压力值可按下式计算

$$P_n = \frac{2\delta R}{D_n}$$

式中 P_n ——试验压力(MPa);

R ——计算强度值,等于屈服极限的85%(MPa);

δ ——管壁的最小厚度(mm);

D_n ——管道内径(mm)。

分配管道的最小公称直径常取50mm,而用户支管的最小公称直径为25mm。地下管道壁厚不小于3mm,地上管道壁厚不小于2mm。穿越河流的燃气管道壁厚应比计算厚度大2mm,但不小于5mm。敷设燃气管道应采用单根长度较长的焊接钢管。管道的接口采用焊接。焊口的质量必须通过检验。在室外燃气管道上设置闸阀、旋塞阀和其它管件的地方可用法兰连接。法兰之间的垫料采用石棉橡胶垫圈、耐油橡胶垫圈或符合苏联《建筑法规》СНиП II—37—36规定的其它材料。螺纹连接允许用于设置旋塞阀、丝堵、水封和排水器的连接管处,还用在低压燃气管道地上引入管的开闭设备处和连接检测仪表的地方。

室内燃气管道上螺纹连接和法兰连接适用于设置管件、燃气用具和其它燃气设备的地方。除上述情况外，螺纹连接还可用于连接从“节点”引出的低压和中压燃气管道，这些“节点”应是由建筑安装部门的工厂预制的。燃气管道上采用螺纹接口的地点，应便于检查和维修。

（二）塑料管

塑料管广泛用于敷设各种管道。在苏联生产的塑料管有硬质聚氯乙烯管和聚乙烯管，在工厂用于输送有腐蚀性产品的工艺管道，在农庄用于灌溉系统，还用于国民经济的其它部门。塑料管用作燃气管道，敷设在小镇和农庄的居民点，那里地下管道不多，燃气管道的支管也较少。采用聚乙烯管时允许压力小于 0.3MPa ，而采用硬质聚氯乙烯管时允许压力小于 5kPa 。

科研和设计工作根据塑料管的性能及特点，制定了连接方法和施工工艺。

硬质聚氯乙烯是添加稳定剂的热塑性聚氯乙烯树脂。工业上利用特制的压出机，采用连续挤出法生产硬质聚氯乙烯管。这种管材分 0.25 、 0.6 和 1.0MPa 三种耐压等级，公称直径为 $6\sim 150\text{mm}$ ，长度为 $5\sim 8\text{m}$ 。用作燃气管道的硬质聚氯乙烯管壁厚应不小于 3mm 。

聚乙烯是乙烯聚合的高分子产物。聚乙烯管也是用压出机连续挤压制得的，也分 0.25 、 0.6 和 1.0MPa 三个耐压等级，公称直径为 $6\sim 300\text{mm}$ ，长度为 $6\sim 12\text{m}$ 。直径 40 和 50mm 的聚乙烯管，制成长度为 25m 的管段，并可成卷状储运。用作燃气管道的高密度聚乙烯管，其壁厚应不小于 3mm ，而低密度聚乙烯管则不小于 6mm 。

塑料管的主要优点是抗腐蚀、质轻、管道易于加工，摩擦阻力较小（比钢管的约小 20% ）。但塑料管的机械强度比钢管小（聚乙烯管的抗拉强度极限为 $10\sim 40\text{MPa}$ ，而硬质聚氯乙烯管则不小于 40MPa ），塑料管受热易变形，且易老化（即随着时间的推移，其物理机械性能变坏）。使用聚乙烯塑料管的温度范围为 $-60\sim +40^{\circ}\text{C}$ ，而硬质聚氯乙烯管的使用温度范围一般为 $0\sim +45^{\circ}\text{C}$ 。由此可见，在用塑料管敷设燃气管道，特别是在使用硬质聚氯乙烯管时，应严格遵守允许的温度条件。

用硬质聚氯乙烯管的燃气管道允许敷设在土壤温度不低于 -5°C 的土层中。聚乙烯管采用接触焊对焊连接或承插连接，连接面约加热至 200°C ，然后将加热源移去，使连接端靠近，并在压力下使一端扩大而连接。塑料管和钢管的固定连接采用承插口连接法，这种连接方法只准用于低压和中压燃气管道。

硬质聚氯乙烯管之间或与钢管之间均采用粘接剂的承插口连接。从塑料燃气管道接出支管常用定型管件或长度不大于 1m 的钢制承插短管。管件和排水器也用钢制承插短管连接。燃气管道在铁路、有轨电车道或公路干线下穿越，或与复杂的障碍物交叉时，均应采用钢管敷设。

塑料管的可拆卸连接或与阀件、设备连接时，宜采用法兰连接。法兰应设在井内。聚乙烯管和高压燃气管之间只准用可拆卸的法兰连接。对法兰连接的研究表明，楔紧的法兰连接的性能为最好。苏联莫斯科工程设计院研究的通用锥形连接方法，既适用于刚性管道，也适用于柔性管道（如聚乙烯管）。

图1-2（1）为刚性管道（即硬质聚氯乙烯管）接口的构造。接口的主要部件是内侧具有固定凸边的密封环，该环由弹性材料（橡胶、聚乙烯等）构成。在拧紧法兰螺栓时，法

当沿密封环的圆锥形表面移动，产生相当大的压紧力量，以保证接口必要的严密性。聚乙烯管接口的法兰构造不变，但密封环没有凸边，而由刚性材料（钢或铸铁）构成。此时密封环放在聚乙烯管端部内侧，见图1-2（2），燃气管道采用地下敷设时塑料管的拆卸接口应设置在井内。

二、开闭设备

燃气管道上的开闭设备采用旋塞阀和闸阀。截止阀由于压力损失较大，只限于在高压的管径不大的燃气管道上采用，因其开闭设备压力损失的大小没有什么重要的影响。低压燃气管道上的开闭设备可以采用水封。

（一）旋塞阀

旋塞阀广泛用于小管径的燃气管道，它既可用于关断管道，也可用来调节进入燃烧器的燃气量。根据密封方法不同，旋塞阀分为无填料和有填料两种。无填料旋塞阀是利用阀芯尾部螺母的作用，使阀芯与阀体紧密接触。填料旋塞阀则利用填料填塞阀体和阀芯之间的间隙。

旋塞阀由青铜、黄铜和铸铁制成。青铜和黄铜旋塞阀安装在运行过程中需经常开闭的地方，而铸铁和复合材料的旋塞阀则安装在很少操作的地方。填料旋塞阀用于工厂内的燃气管道上。按连接方法旋塞阀可分为接口式的、内螺纹的和法兰的三种。对接口式旋塞阀为了在燃气管道上拆卸方便设有活接头。旋塞阀的公称通径为15~100mm，其工作压力为0.01~0.6MPa。

地上和地下燃气管道采用的带润滑油的铸铁旋塞阀，其工作压力小于0.6MPa，而带润滑油的钢制旋塞阀的工作压力较高（6.4MPa以下）。润滑油保证阀芯的严密性，提高抗腐蚀的能力，减小密封面的磨损，并使阀芯易于转动。润滑油充满在阀芯尾部的小沟内，当拧紧螺母时润滑油压入阀芯上特制的小槽内，并均匀地润滑全部密封表面。

图1-3为铸铁法兰润滑旋塞阀。这类阀门的通径为25~100mm，是城市和建筑物内部燃气管道上严密性较好的开闭设备。

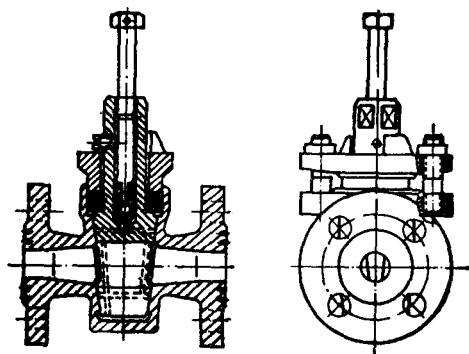


图 1-3 铸铁法兰润滑旋塞阀

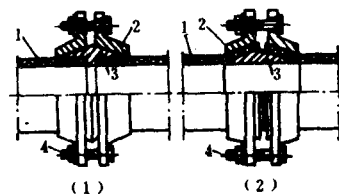


图 1-2 通用的锥形法兰接口

(1)刚性管道的接口；(2)聚乙烯管道的接口；
1—管道；2—锥形法兰；3—密封环；4—螺栓

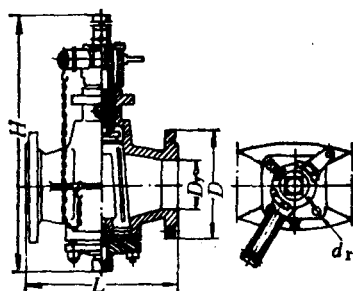


图 1-4 直通式法兰润滑旋塞阀
(KCP型压力为 $P_s=1.6\text{MPa}$)

苏联的KC型钢制旋塞阀（图1-4）常用于油气管道上，其压力等级有1.6、4和6.4 MPa三种。钢制旋塞阀有手动和气动两类。手动的（KCP）通径为50~80mm，气动的（KCP）通径为50~100mm。还有一类旋塞阀安装在不设闸井的地下管道上，其通径为400、500和700mm，用于长输管线。

旋塞阀能在关闭时保证良好的严密性，是一种可靠和开闭迅速的设备，但旋塞阀难以达到气流的平稳调节。

（二）闸阀

闸阀作为开闭设备用在各压力等级的燃气管道上，其通径等于或大于50mm。闸阀也用来调节锅炉和窑炉燃烧器的用气量。燃气压力小于0.6MPa的用铸铁闸阀，压力大于0.6MPa的则用钢制闸阀。平行式闸阀用于压力小于0.6MPa的燃气管道，而楔形闸阀则用于各压力等级的燃气管道。在大口径的高压燃气管道上采用齿轮传动或电动的闸阀。为了在开启时容易提升其闸板，可设置带有旋塞阀的旁通管，以平衡闸板两侧的压力。

闸阀的优点是能平稳地调节供气量，但不太严密。闸阀的严密性差是因为气流不断地流经研磨过的表面，使它受到侵蚀，因而形成不平整的表面。此外，在闸阀壳体的下侧，闸板的底部可能积存固体颗粒的灰尘和杂质，而妨碍其关闭的严密性。综上所述，开闭设备采用旋塞阀是较好的。

三、附属设备

（一）闸井

在地下燃气管道上的开闭设备应设在闸井内，闸井用钢筋混凝土和砖砌筑。闸井应是防水的。对于输送干燃气的小管径（25~100mm）燃气管道可利用外形较小的闸井。这种闸井可埋设在不翻浆或翻浆不严重的土壤中。图1-5为安装公称通径 $D_v=25\sim 100\text{mm}$ 旋塞阀的小型钢筋混凝土闸井的构造图。这种闸井的优点之一是工人对阀门的检查和维修可在地面上进行。

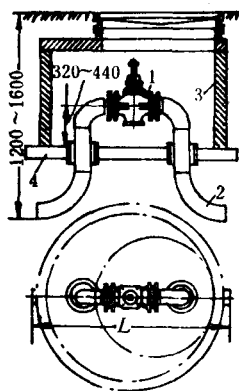


图 1-5 安装 $D_v=25\sim 100\text{mm}$ 旋塞阀的小型钢筋混凝土闸井

- 1—直通式填料法兰旋塞阀；2—无缝钢管弯头；
3—钢筋混凝土闸井；4—钢筋混凝土底板

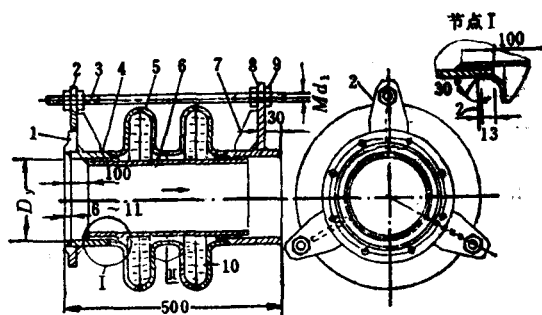


图 1-6 耐压0.3MPa的双节补偿器

- 1—法兰；2、8—立架；3—拉杆；4—连接短管；
5—波节；6—套管；7—加强板；9—螺帽；10—M
2号石油沥青

闸阀安装在闸井内，闸井的大小应便于维修人员进行检修。为了减小闸阀法兰的安装应力和温度应力，在闸井内按气流方向在闸阀的下侧设置波形补偿器，以便于运行管理中的安装和拆卸工作。图1-6是双节的波形补偿器，其计算压力小于0.6MPa。

安装 $D_v=100\sim 400\text{mm}$ 闸阀的钢筋混凝土闸井的构造见图1-7。闸井埋设在地下水位高的土壤中时，应采取防水措施，可在闸井外墙粘贴石棉沥青防水层、沥青橡胶防水层或抹防水水泥层。

(二) 套管

燃气管道与铁路、公路干线、地沟及其它管道的闸井交叉时，或必须通过居住建筑物和公共建筑物近旁或埋深过浅时，均应敷设在套管内。套管可采用不开槽施工，先用顶管法将套管安装就位，再在其中敷设燃气管道。图1-8所示的套管适用于穿越铁路、有轨电车道等，且压力小于0.3MPa的燃气管道上。套管上设有引到防护罩下的检漏管，检查检漏管内有无燃气，即可鉴定燃气管道的严密程度。套管内燃气管道的支座构造见图1-9，如有杂散电流时则采用绝缘材料的支座。

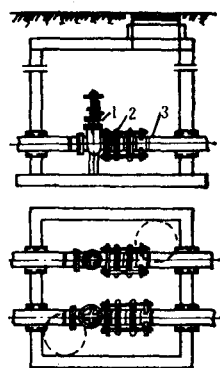


图 1-7 安装通径分别为100~200和200~400mm两个闸阀的钢筋混凝土闸井
1—平行式闸阀；2—双节波形补偿器；3—燃气管道

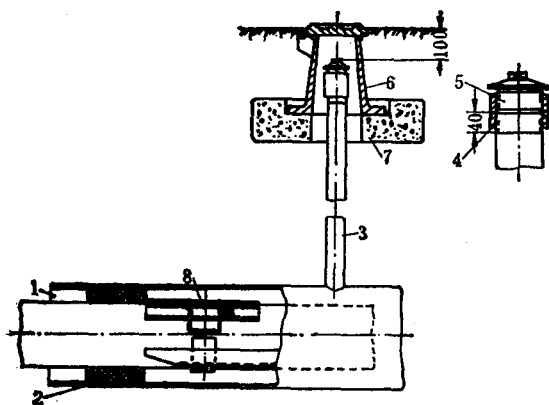


图 1-8 套管端部的构造

1—沥青密封层；2—油麻层；3— $\phi 50\text{mm}$ 检漏管；4— $\phi 50\text{mm}$ 管箍；5—丝堵；6—防护罩；7—防护罩底座；8—支座

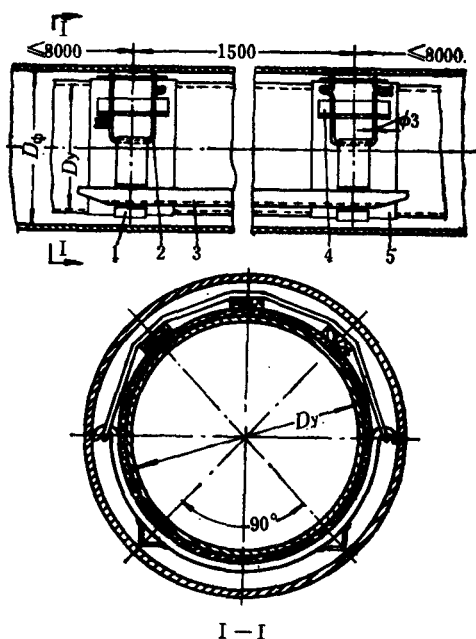


图 1-9 套管内燃气管道支座的构造

1—卡板；2—加固拉条；3—滑道；4—板条；5—用防水材料、沥青纸、油毛毡及相似材料做的包扎层

高压燃气管道上的套管设有垫料挡圈和引出管。当燃气管道漏气或接口开裂时，引出管可将套管中的燃气排走。引出管从交叉的障碍物处引到安全的地方，并设置风帽。图1-

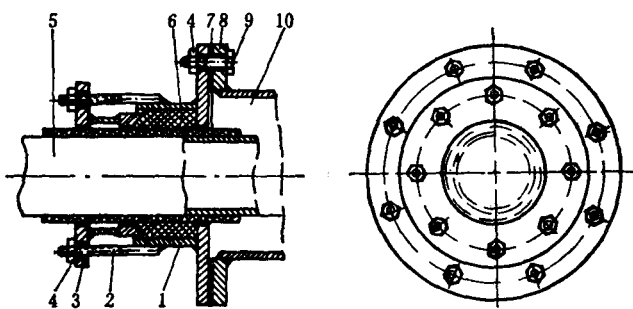


图 1-10 套管的填料挡圈构造

- 1—外壳；2—一端固定的螺栓；3—挡圈；4—螺帽；5—燃气管道；6—油麻或相似材料的填料；7—石棉橡胶垫圈；8—法兰；9—螺栓；10—套管

10所示为套管的填料挡圈构造。

(三) 排水器

在输送湿燃气时燃气管道的低点设排水器（或称凝水罐）。其构造和型号随燃气压力和凝水量不同而异。小容量的排水器可设在输送经干燥处理燃气的管道上。此时排水器用来排除施工安装或投产冲洗时进入管道的水分等。排水器的排水管也可作修理时吹扫管道和置换通气之用。

输送经干燥处理燃气的低压管道上的排水器如图1-11所示。用泵或真空槽车定期经排水管抽走凝液。排水管上设有电极，用于测定管道和大地之间的电位差。中压和高压管道上的排水器如图1-12所示。排水管设在套管中，排水管的上部有一直径为2 mm的小孔，这就使燃气管道和排水管之间的压力得以平衡。因此凝结水不能沿排水管上升，可避免它剩余在管内而冻结。

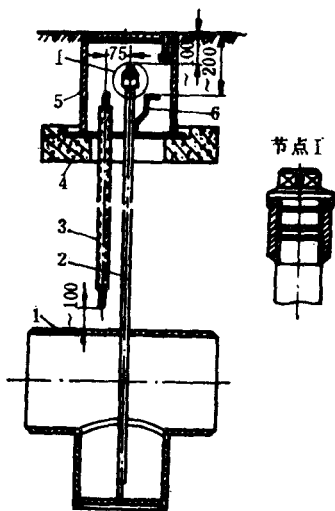


图 1-11 低压排水器 ($D_v = 200 \sim 600 \text{ mm}$)

- 1—外壳；2—排水管；3—接地电极；4—防护罩底座；5—防护罩；6—测定管道和土壤之间电位差的接点

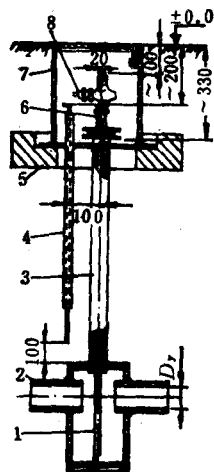


图 1-12 $P_v \leq 0.6 \text{ MPa}$ 的高、中压排水器 ($D_v = 50 \sim 150 \text{ mm}$)

- 1—集水容器内的管道；2—外壳；3— $\phi 57 \times 6$ 的套管；4—接地电极；5—防护罩底座；6—测定电位差的接点；7—防护罩；8—排水阀

第三节 室外燃气管道的敷设

在城区和居民点燃气管道采用地下敷设。而在工业企业和公共福利用户内的燃气管道采用地上敷设是合理的，可以沿墙和沿屋顶敷设，也可以沿支架和栈桥敷设地上管道。庭院管道也可采用沿支柱和建筑物立面的地上敷设。