

天然气

安全使用手册

王志宏 徐兆军 刘 千 编



陕西科学技术出版社

96.9

天然气安全使用手册

王志宏 徐兆军 刘 千 编

陕西科学技术出版社

内 容 提 要

本手册根据天然气的基本物化性质和使用过程介绍了民用天然气用具、天然气防火、防毒等方面的安全使用基本知识,同时也介绍了天然气锅炉、天然气长输管道的有关知识,是广大天然气用户非常实用的一本小册子。

图书在版编目 (CIP) 数据

天然气安全使用手册/王志宏等编. —西安: 陕西科学技术出版社, 1999. 8

ISBN 7-5369-3047-X

I. 天… I. 王… III. 天然气-安全技术-手册 IV. TU9
96.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第38221号

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 西北大学印刷厂印刷

787毫米×1092毫米 32开本 3.625印张 7.5万字

1999年9月第1版 1999年9月第1次印刷

印数: 1—8 000

定价: 5.80元

前 言

本世纪以来，天然气在现代工业和日常生活中的应用日益广泛，天然气资源的勘探开发规模不断扩大，其开采、加工、储运等方面的技术日新月异，已形成了一个独立的工业体系并已进入千家万户。

我国是开采和利用天然气最早的国家，截止1997年底，我国天然气管道已有9284.90公里，年产天然气209.36亿立方米，在安全使用天然气方面积累了丰富的经验。由于天然气有易燃易爆的特点，用户在使用天然气时，如不注意安全，就会发生各种事故，造成不必要的损失。近几年来，我国在采用天然气作为民用燃料的城市愈来愈多，居民用户数量迅速增加。为了使广大用户对天然气有一个比较系统的认识，进一步合理安全应用天然气，确保人民生命财产安全，充分发挥天然气作为优质、清洁燃料的特点，造福用户，造福社会，特编写了本手册。本手册由王志宏同志主持编写，徐兆军、刘千同志参加了编写，最后由陕西省天然气输气管道建设指挥部总指挥王足同志审阅定稿。指挥部其他领导对编写工作也给予了极大支持，在此一并表示感谢。

本手册采用了法定计量单位，并参考了国家有关技术规范和专业文献。但由于编者水平有限，加之时间仓促，错误难免，希望广大读者提出宝贵意见，以便进一步完善修改。

编 者

1999年7月

目 录

1. 天然气的基础知识	(1)
1.1 什么是燃气、天然气、人工燃气、石油液化气	(1)
1.2 天然气的形成过程	(5)
1.3 人类开发天然气的历史	(6)
1.4 天然气从油、气田送到用户的过程.....	(7)
1.5 天然气的计量单位	(8)
1.6 天然气的基本性质	(9)
1.7 天然气的种类和气质要求.....	(11)
1.8 天然气的用途.....	(13)
1.9 天然气用作城镇燃气的优点.....	(14)
2. 民用天然气燃具	(20)
2.1 家用天然气灶具.....	(20)
2.2 天然气热水器.....	(25)
2.3 天然气烤箱.....	(42)
2.4 天然气沸水器.....	(44)
2.5 天然气冰箱.....	(47)
2.6 天然气空调机.....	(48)
2.7 天然气热泵.....	(49)

2.8	压缩天然气汽车·····	(52)
2.9	衡量民用燃具的质量标准·····	(53)
2.10	民用天然气用具的烟气排除·····	(55)
3.	天然气锅炉·····	(58)
3.1	天然气锅炉的构造·····	(58)
3.2	燃煤锅炉改烧燃气的方法·····	(61)
4.	天然气防火、防毒·····	(70)
4.1	天然气火灾的特性·····	(70)
4.2	天然气火灾的灭火方法·····	(73)
4.3	天然气火灾的原因·····	(90)
4.4	防火防爆措施·····	(90)
4.5	天然气防毒·····	(97)
5.	天然气长输管道的安全保护·····	(104)
5.1	基本概念·····	(104)
5.2	天然气长输管道的一般安全规定·····	(104)
5.3	埋地天然气长输管道至各类建构筑物最小 安全防火距离的规定·····	(106)
6.	事故案例·····	(108)

1. 天然气的基础知识

1.1 什么是燃气、天然气、人工燃气、石油液化气

1.1.1 什么是燃气

燃气是指供城镇民用(家庭、公共建筑单位)及工业企业用的气体燃料。它一般都是由几种气体组分组成的混合气体。其中,有一些气体组分是可以燃烧的,例如烃类(碳氢化合物)、氢和一氧化碳,叫做燃气的可燃组分;有一些气体组分是不可以燃烧的,例如二氧化碳、氮等,叫做燃气的不可燃组分。另外还含有少量的氧和微量杂质,如硫化氢、萘、焦粉等。

燃气的种类很多,按其来源和生产方法不同,可分为天然气、人工燃气、液化石油气和沼气等。我国城市使用的燃气主要是人工燃气、液化石油气、天然气三种。因为早期使用的城市燃气是由煤制取的,所以叫做煤气,而且一直沿用这种名称至今。这也是目前一些城镇的燃气经营管理部门仍叫煤气公司的名称的原因。

但是,至近几十年来人们广泛使用液化石油气和天然气作为燃气之后,煤气这一名称已不能包含气体燃料的全部内

容，因此，人们目前更确切地将它们统称为燃气，而将那些有煤、重油及焦碳等制取的燃气称为人工燃气。

1.1.2 什么是天然气

天然气是从油气藏中开采的可燃气体，它是埋藏在地下的生物有机体，经过漫长的地质年代和复杂的转化过程生成的。通过石油工人的辛勤劳动，把天然气从地下开采出来，经过净化、调压、输配再送到用户。

天然气的组分以甲烷为主，还含有少量的二氧化碳、硫化氢、氮和微量的氦、氖、氩等气体。天然气中甲烷含量一般不少于90%，发热值为 $34\,800\sim 36\,000\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 。我国大港地区的天然气为石油伴生气，甲烷含量约为80%，乙烷、丙烷和丁烷等含量约为15%，发热值约为 $41\,900\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 。凝析气田气除含有大量甲烷外，还含有2%~5%戊烷以上的碳氢化合物。矿井气的主要可燃组分是甲烷，其含量及戊烷随采气方式而变化。

1.1.3 什么是人工燃气

人工燃气是指人们用煤、重油及焦碳等制取的气体燃料。它是燃气中的一种，以往习惯上称之为煤气，人工燃气通常又分为固体燃料干馏煤气、固体燃料气化煤气、油制气和高炉煤气等。

(1) 固体燃料干馏煤气

固体燃料干馏煤气是利用焦炉、连续式直立碳化炉和立箱炉等对煤进行干馏所获得的煤气。用干馏方式生产煤气每吨可产煤气 $300\sim 400\text{Nm}^3$ 。这类煤气中甲烷和氢的含量较

高,低发热值一般在 $16\,700\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 左右,干馏煤气的生产历史最长,是我国目前城市煤气的重要气源之一。

(2) 固体燃料气化煤气

气化煤气分为压力气化煤气、水煤气、发生炉煤气等。在 $2.0\sim 3.0\text{MPa}$ 的压力下,以煤作原料采用纯氧和水蒸气为气化剂,可获得高压蒸气氧鼓风煤气,也叫高压气化煤气。其主要成分为氢及含量较高的甲烷,发热值在 $15\,100\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 左右。城市附近有褐煤或长焰煤资源,可采用鲁奇炉生产压力气化煤气,这套装置可建立在煤矿附近(一般称为坑口气化),不需另外设置压送设备,用管道可直接将燃气输送至较远城镇作为城市燃气使用。

水煤气和发生炉煤气的主要组分为一氧化碳和氢。水煤气的发热值为 $10\,500\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 左右,发生炉煤气的发热值为 $5\,400\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 左右。由于这两种煤气的发热值低,而且毒性大,不可以单独作为城市燃气的气源,但可用来加热焦炉和连续直立碳化炉,以顶替发热值较高的干馏煤气,以增加供应城市的气量,也可以和干馏煤气、重油蓄热裂解气掺混,调节供气量和调节燃气发热值,作为城市燃气的调度气源。发生炉煤气还可作工厂及燃气轮机的燃料。

(3) 油制气

油制气是利用重油(炼油厂提取汽油、煤油和柴油之后所剩的油品)制取城市燃气。

按制取方法不同,可分为重油蓄热热裂解气和重油蓄热催化裂解气两种。重油蓄热热裂解气以甲烷、乙烯和丙烯为主要组分,发热值约为 $41\,900\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 左右。每吨重油的产气量为 $500\sim 550\text{m}^3$ 。重油蓄热催化裂解气中氢的含量最多。也

含有甲烷和一氧化碳，发热值在 $17\,600\sim 20\,900\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 左右，利用三筒炉催化裂解装置，每吨重油的产气量约为 $1\,200\sim 1\,300\text{m}^3$ 。

生产油制气的装置简单，投资省，占地少，建设速度快，管理人员少，启动、停炉灵活，既可作城市燃气的基本气源，也可作城市燃气的调度气源。

国外不少中、小燃气厂，多数是以石脑油（粗汽油）作为制气原料，因与重油相比，石脑油有如下优点：含硫少，不生成焦油、烟尘及污水等公害问题少，气化效率高，而且石脑油催化裂解制气转换一氧化碳也比较简单。

（4）高炉煤气

高炉煤气是冶金工厂炼铁时的副产气，主要组分是一氧化碳和氮气，发热值约为 $3\,800\sim 4\,200\text{kJ}/\text{Nm}^3$ 。

高炉煤气可用作炼焦炉的加热煤气，以代替焦炉煤气，供应城市。高炉煤气也常用作锅炉的燃料或与焦炉煤气掺混用于冶金工厂的加热工艺。

1.1.4 什么是液化石油气

液化石油气是开采和炼制石油过程中，作为副产品而获得的一部分碳氢化合物。

目前我国供应的液化石油气主要来自炼油厂的催化裂化装置。液化石油气产量通常约占催化裂化装置处理量的 $7\%\sim 8\%$ 。

液化石油气的主要成分是丙烷（ C_3H_8 ）、丙烯（ C_3H_6 ）、丁烷（ C_4H_{10} ）和丁烯（ C_4H_8 ），习惯上又称为 C_3 、 C_4 ，即只用烃的碳原子（C）数表示。这些碳氢化合物在常温、常压下呈

气态，当压力升高或温度降低时，很容易转变为液态。从气态转变为液态，其体积约缩小 250 倍。气态液化石油气的发热值约为 $92\,100\sim 121\,400\text{kJ/Nm}^3$ 。液态液化石油气的发热值约为 $45\,200\sim 46\,100\text{kJ/kg}$ 。

液化石油气中烯烃部分可作化工原料，而其烷烃部分可用作燃料。近年来，国内外不少城市还用它作为汽车燃料。由于在燃气事业中，发展液化石油气投资省，设备简单，供应方式灵活、建设速度快，所以液化石油气供应事业发展很快。

1.1.5 什么是燃烧的热值

燃烧的热值是指 1 个标准立方米燃气完全燃烧时所放出的热量，单位是千焦/标准立方米 (kJ/Nm^3)。

热值又分为高热值（高位发热值）和低热值（低位发热值）。天然气的主要组分烃类主要是由碳和氢组成的，烃类在燃烧时生成水并被汽化，由液态变为气态，这样，一部分燃烧热能就消耗于水的汽化。消耗于水的汽化的热叫做汽化热。将汽化热计算在内的热值叫全热值（高热值），不计算汽化热的热值叫净热值（低热值），由于天然气燃烧时汽化热无法利用，通常讲的热值为低热值即净热值。

1.2 天然气的形成过程

天然气和石油是有机物生成的，是古代的生物（动物和植物）在一定的环境下变成的。若干万年前地球上的动植物特别是生长在浅海及其边沿、河流入海处、湖泊、沼泽等地方的动植物，随着地球的演变和自然环境的变化而逐渐死亡

并被泥沙等沉积物所埋藏。这些被埋藏的动植物在与空气隔绝的缺氧沉积环境中受地层压力、温度、放射线、催化剂的作用和细菌对这些有机质的发酵分解作用，逐渐转化为石油和天然气。

1.3 人类开发天然气的历史

人类开发和利用天然气有着悠久的历史。就我国而言，据文字记载，东汉时期，我国人民在四川钻成了天然气井，开始用竹管输送天然气。约在清朝中期，四川自贡市自流井已大规模开发，当地兴起了天然气开采和制盐工业。

清朝末期至中国建立前的一百多年间，由于反动统治阶级的腐败和帝国主义的侵略，我国的天然气工业处于停滞状态，天然气的产量微不足道，输气工业是一张白纸。

新中国的诞生，为祖国经济的繁荣注入了活力。全国人民在中国共产党的领导下，积极投身于社会主义建设，促进了国民经济的迅速发展。在石油工业发展的同时天然气工业也从无到有起步发展，天然气的产量逐年增长，目前已达到年产天然气量 217 亿立方米。随着天然气的开发，1962 年我国第一条大型天然气输送管线——巴渝输气管线在四川建成投产。从此，我国的输气工业开始进入了一个新的发展阶段。

改革开放以来，天然气工业有了长足的发展，高压、大口径、长距离输气干线在四川、陕西、宁夏、山东、河南等许多省市建成投入运行，强大的天然气流正源源不断地由油气田输送到城市、工厂、居民等千家万户。

我国储藏着丰富的天然气资源，据有关资料介绍，天然

气储量达到 39 万亿立方米，其中陆上储量 30 万亿立方米，海上储量 9 万亿立方米。

1.4 天然气从油、气田送到用户的过程

天然气管输系统是一个联系采气井与用户间的由复杂而庞大的管道及设备组成的采、输、供网络。一般而言，天然气从气井中采出至输送到用户，其基本输送过程（即输送流程）是：气井（或油井）→油气田矿场集输管网→天然气增压及净化→输气干线→城镇或工业区配气管网→用户。

从天然气井采出的天然气（气田气）以及油井采出的原油中分离出的天然气（油田伴生气），经油气田内部的矿场集输气支线及支干线，输往天然气增压站进行增压（天然气压力较高，能保证天然气净化处理和输送时，可不增压）后，输往天然气净化厂进行脱硫和脱水处理（含硫量达到管输气质要求的可以不进行净化处理），然后通过矿场集气干线输往输气干线首站或干线中间站，进入输气干线。输气干线上设立了许多输配气站，输气干线内的天然气通过输配气站，输送到城镇配气管网，进而输送到用户，也可通过配气站将天然气直接送往较大用户。由此可见，天然气的管道运输系统，各个环节是紧密联系、相互配合、相互影响的。在天然气管输生产过程中，应统一调度指挥，环环紧扣，各部门按调度指挥行事，作好自己的工作，才能保证整个天然气管输系统的正常安全运行。图 1—1 为天然气管输系统的示意图，供读者阅读时参考。

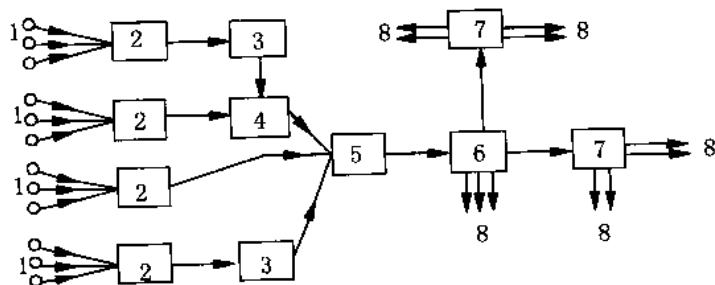


图 1—1 天然气管输系统示意图

1—气井或油井；2—集气站；3—增压站；4—净化厂；
5—干线首站；6—输配气站；7—城镇配气站；8—用户

1.5 天然气的计量单位

在我国，商品天然气都是从油、气田经过输气管道送到城镇的门站（也称计量交接站）进行调压、计量后销售给当地的天然气经营管理部门（例如天然气公司），然后再经过城镇燃气管网向工业与民用用户供气。无论是油、气田将商品天然气销售给城镇天然气经营管理部门，还是城镇天然气经营管理部门将商品天然气销售给当地用户，都是按交接或使用的天然气体积来计价的。通常，天然气的体积计量单位都用立方米。

但是，和其它气体一样，天然气的体积具有压缩性，会随温度、压力条件而变。也就是说，在不同的温度、压力条件下，同一质量的天然气体积是不同的。为了便于比较与计算，需要在一个统一的温度、压力条件下对天然气进行计量与销售。我国目前采用的天然气体积计量条件有两种：一种

是标准状态，一种是基准状态。

标准状态是指 0℃ 和 101.3kPa 时的天然气状态，在此状态下计量的 1 立方米天然气体积称为 1 标准立方米 (1Nm³)；基准状态是指 20℃ 和 101.3kPa 时的天然气状态，在此状态下计量的 1 立方米天然气体积称为 1 基准立方米。

1.6 天然气的基本性质

纯净的天然气是由几种不同组分组成的混合气体，它的主要成分是气体烷烃 (C_nH_{2n+2})，天然气中的非烷烃气体有氮、硫化氢、一氧化碳、水汽、氢和微量的惰性气体氦、氩等。这些气体与烷烃组成相互不起化学反应的混合物。它具有无色、无味、比空气轻、易燃、易爆的特点。

1.6.1 天然气具有易燃性

天然气属易燃易爆气体，一般使用明火，如火柴、打火机或电子打火器等引燃。

1.6.2 天然气发热值高

一立方米天然气完全燃烧，所产生的热量可蒸馒头 8kg；烧开水 40kg；生产化肥 3.2kg，可增产粮食 25kg；可发电 3kW·h；汽车行驶 3.5km 等。

1.6.3 天然气具有强爆性

天然气在空气中含量达到 5%~15% 时，一遇明火或高温物体，甚至开电灯所产生的电火花，都可引起门窗紧闭的

房间发生爆炸，其威力甚大。

1.6.4 家庭用天然气中一般含少量的硫化氢气体，具有难闻的臭鸡蛋气味，它是一种强烈的神经性毒气

甲烷是天然气中含量最多的成分，占总体积的 95% 以上。在沼气、矿井气中也有甲烷存在。它是无色比空气稍轻的可燃气体。在 15.5°C ， 101.325kPa 下一立方米甲烷高热值为 $37\,613.72\text{kJ/m}^3$ ，低热值为 $33\,866.00\text{kJ/m}^3$ 。甲烷经裂化处理可得到碳和氢，是制造碳黑、合成氨等产品的化工原料。

天然气中的硫化氢是一种比空气重，有臭鸡蛋味的可燃有毒气体。 1m^3 纯水可溶解 2.5Nm^3 硫化氢，在碱性溶液中溶解性更大。硫化氢的水溶液叫氢硫酸，它对金属有强烈腐蚀作用。因此，天然气中含有硫化氢时应当净化处理，并将脱除的硫化氢转化为单质硫或硫的氧化物 (SO_2 、 SO_3) 用于工业生产中。

一氧化碳在天然气中的含量很少超过 1%。它是无色、无味、无臭、比空气轻的剧毒气体。一氧化碳既难溶解于水又难液化，它可燃但热值很低。

有的天然气中含有微量的氮，惰性气体氮很轻（比氢稍重）、不可燃、化学性质稳定。氮在军事、高空气象、潜水作业、航空等方面有广泛用途，是一种贵重气体。天然气中含氮时应当提取。目前，天然气提取氮已成为天然气加工工业中的重要项目。