

清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

主 编 崔京浩

燃气工程

詹淑慧 李德英 编著

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

主编 崔京浩

燃气工程

詹淑慧 李德英 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



知识产权出版社
www.cnipr.com



清华大学土木工程系

主编 崔京浩

内容提要

本书是由清华大学土木工程系组编的“土木工程新技术丛书”中的一本，是为业内工程技术人员提供实用技术和信息而编写的。全书共分九章，内容包括绪论、燃气供应规划的编制、城镇燃气的气源选择及需用量计算、燃气管网供应系统、燃气工程施工与运行管理、液化石油气供应、燃气燃烧基本知识、节能环保的新型燃烧技术与装置和燃气应用新技术。

本书可供燃气工程设计、施工、运行管理人员以及科研院所技术人员、大专院校师生参考。

选题策划：阳 淼 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

责任编辑：阳 淼 张宝林

文字编辑：彭天放

图书在版编目 (CIP) 数据

燃气工程 / 詹淑慧, 李德英编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2008

电出版社: 知识产权出版社, 2008

(土木工程新技术丛书 / 崔京浩主编)

ISBN 978-7-5084-5147-3

I. 燃… II. ①詹…②李… III. 燃气—热力工程 IV. TU996

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 182803 号

土木工程新技术丛书

燃气工程

詹淑慧 李德英 编著

中国水利水电出版社 出版、发行 (北京市西城区三里河路 6 号; 电话: 010-68331835 68357319)
知识产权出版社 北京市海淀区马甸南村 1 号; 电话: 010-82005070

北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经销

中国水利水电出版社微机排版中心排版

北京市兴怀印刷厂印刷

787mm×1092mm 16 开 18 印张 427 千字

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷

印数: 0001—4100 册

定价: 36.00 元

ISBN 978-7-5084-5147-3

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题, 可寄中国水利水电出版社营销中心调换
(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

编 委 会

名誉主编 龙驭球

主 编 崔京浩

副主编 石永久 宋二祥

编 委 (按姓氏拼音字母排序)

包世华	岑 松	陈志鹏	方东平	龚晓海
李德英	刘洪玉	龙志飞	卢 谦	卢有杰
陆化普	聂建国	佟一哲	王志浩	吴俊奇
辛克贵	杨 静	阳 森	叶列平	叶书明
袁 驹	詹淑慧	张宝林	张铜生	张新天

编辑办公室

主 任 阳 森

成 员 张宝林 彭天赦 莫 莉 张 冰 邹艳芳

总 序

土木工程——一个古老而又年轻的学科。

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“土木工程(Civil Engineering)是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象，即建造在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养、维修等专业技术。”

英语中“Civil”一词的意义是民间的和民用的。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程(Military Engineering)而诞生的，它是指除了服务于战争设施以外的一切为了生活和生产所需要的民用工程设施的总称，后来这个界定就不那么明确了。按照学科划分，防护工程、发射塔架等设施也都属于土木工程的范畴。

相对于机械工程等传统学科而言，土木工程诞生得更早，其发展及演变历史更为古老。同时，它又是一个生命力极强的学科，它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖，甚至可以毫不夸张地说，只要有人类存在，土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

随着技术的进步和时代的发展，土木工程不断注入新鲜血液，显示出勃勃生机。其中，工程材料的变革和力学理论的发展起着最为重要的推动作用。现代土木工程早已不是传统意义上的砖、瓦、灰、砂、石，而是由新理论、新材料、新技术、新方法武装起来的，为众多领域和行业不可缺少的大型综合性学科，一个古老而又年轻的学科。

《土木工程新技术丛书》由清华大学土木工程系组织编写，成立了编委会，由崔京浩教授任主编，聘请中国工程院院士龙驭球先生为名誉主编。

丛书的组织编写原则遵循一个“新”字。一方面，“新”体现在组织选编的书目上(见封底的书目)：当然首选那些与国家建设息息相关、内容新颖、时代感强的书。改革开放以来，特别是新世纪到来之际，国家建设部门对运行管理、安全保障、质量监控、交通分析等方面的需求日益迫切，在书目选择上我们有意识地侧重了这一方面，力求引进一些国外的理论和实践，为我国建设服务；另一方面，“新”体现在各分册的内容上，即使是一些分册书名比较传统，其内容的编写也都努力反映了新理论、新规范、新技术、新方法，读者可以从各分册内容摘要和章节目录编排上看出这种特色。

这套丛书的读者对象是比较宽泛的，除土木工程技术人员以外，对建设部门管理人员也是一套很有指导意义的参考读物。特别需要指出的是，这套书的作者几乎全是高等学校的教师，职业决定了他们写书在逻辑性、条理性和可读性诸方面有其独特的优势。在组织编写时我们又强调了深入浅出、说理透彻、理论与实际并重的原则，以便大专院校作为教材选用。

崔京浩

“Civil Engineering”一词的意义是广泛的，它不仅指土木工程技术，而且指土木工程的各个方面。在本书中，我们将着重介绍土木工程的各个方面。本书共分五章，第一章介绍土木工程的发展概况，第二章介绍土木工程的材料，第三章介绍土木工程的结构，第四章介绍土木工程的水电工程，第五章介绍土木工程的其他方面。本书可作为土木工程专业及相关专业的教材，也可供从事土木工程工作的工程技术人员参考。

前 言

随着我国国民经济持续和快速的发展,能源的需求也在日益增长。燃气作为清洁、高效和方便的能源在发展经济、调整能源结构和改善环境质量中起着重要的作用。

近年来,我国天然气探明储量大幅度增长,特别是“西气东输”工程的实施标志着我国天然气时代已经来临。

燃气事业的迅速发展,使城镇燃气行业的从业人员急剧增加。为给行业内专业技术人员提供实用的技术和信息,我们组织编写了这本《燃气工程》。

本书共分10章,主要内容包括绪论、燃气供应规划的编制、城镇燃气的气源选择及需用量计算、燃气管网供应系统、燃气工程施工与运行管理、液化石油气供应、液化天然气与压缩天然气供应、燃气燃烧基本知识、节能环保的新型燃烧技术与装置和燃气应用新技术,可供燃气工程设计、施工、运行管理和科研院所技术人员以及大专院校相关专业的师生参考。

本书由北京建筑工程学院燃气教研室教师共同编写,其中,第一~第三、第六章由詹淑慧编写;第四、第五章由杨光编写;第七章由詹淑慧、徐鹏共同编写;第八~第十章由徐鹏编写。

对为本书的顺利编写提供帮助和资料的各位同仁表示感谢。

由于作者水平有限,书中错误和不妥之处,敬请读者予以批评指正。

2007年11月

目 录

总序	1
前言	1
第一章 绪论	1
第一节 燃气行业的发展历程与现状	2
第二节 我国燃气事业的发展前景	3
第三节 加入 WTO 对我国燃气行业的影响	8
第二章 燃气供应规划的编制	11
第一节 燃气供应规划的任务及要求	11
第二节 技术经济比较方法	13
第三章 城镇燃气的气源选择及需用量计算	22
第一节 燃气的气源种类及选择	22
第二节 燃气的用途及用气特点	31
第三节 城镇燃气需用量计算	36
第四节 燃气供应系统的调峰	41
第四章 燃气管网供应系统	47
第一节 燃气输送与分配系统分类及选择	47
第二节 燃气门站及储配站	52
第三节 燃气储气罐	58
第四节 燃气的压力调节与计量	63
第五节 燃气的压送	72
第六节 燃气管网设计计算	79
第七节 室内燃气管道的设计计算	105
第五章 燃气工程施工与运行管理	113
第一节 燃气管网施工方法及验收	113
第二节 燃气系统的运行管理及信息化建设	133
第三节 燃气管网维护及修复技术	138
第四节 燃气置换	142
第六章 液化石油气供应	151
第一节 液化石油气的储运方式	152
第二节 液化石油气灌装及钢瓶供应	162

第三节	液化石油气的管道供应	167
第七章	液化天然气与压缩天然气供应	172
第一节	液化天然气供应	172
第二节	压缩天然气供应	183
第八章	燃气燃烧基本知识	200
第一节	燃气燃烧过程	200
第二节	燃气燃烧方法与燃烧器	207
第三节	燃气燃烧污染的控制	219
第四节	燃气燃烧装置的自动控制	226
第九章	节能环保的新型燃烧技术与装置	235
第一节	平焰燃烧	235
第二节	高速燃烧	239
第三节	浸没燃烧	244
第四节	催化燃烧	249
第五节	脉冲燃烧	250
第六节	低 NO _x 燃烧	253
第七节	富氧燃烧	257
第八节	燃气辐射管	259
第十章	燃气应用新技术	261
第一节	燃气发电	261
第二节	燃气用于城市供能	263
第三节	燃气空调	263
第四节	燃气汽车	265
第五节	燃料电池	269
参考文献		277

第一章 绪 论

燃气是指可以作为燃料的气体，它通常是以可燃气体为主要成分的多组分混合气体。由于早期的人工燃气是以煤为原料加工生产的，因此人们习惯地将这类混合气体燃料统称为“煤气”。随着社会生产的发展，燃气的来源、生产方式及组分等都有了很大变化，“煤气”只是众多燃气气源中的一种，而“燃气”才具有更广泛的含义和适用性。

随着人类社会的发展和环保意识的增强，气体燃料作为洁净能源在世界能源消费结构中所占的比重越来越大。城镇现代化的标志，主要是指城镇基础设施的现代化，燃气设施就是其中不可缺少的一部分。世界各地都在采取多种措施促进城镇燃料的气体化，燃气的普及率和耗用量已被视为一个国家、一个地区或一座城镇的经济和社会发展水平的重要象征之一。

使用燃气可以改善能源结构、减少煤炭运输量、减轻大气污染、保护生态环境。使用燃气可以改善居民生活条件，缩短家务劳动时间，减少固体燃料及废渣的堆放和运输。在某些工业生产中使用燃气，可以明显提高产品的产量及质量，提高生产过程的自动化程度和劳动生产率，进而取得良好的经济效益。由于气体燃料洁净度高、燃烧稳定、完全、火焰容易控制，因此，在使用过程中具有电、热和其他燃料无法替代的优势。发展燃气，可以明显地取得节能效益、服务效益和环保效益。

天然气作为优质、洁净的燃料和原料，越来越受到人们的重视。加快天然气工业的发展，已成为当今世界的趋势。根据国际能源研究所的预测，21世纪前50年，将会有有一个以天然气为主的时期；2020年以后，在世界范围内，天然气的消费将赶上并超过石油而跃居各种能源之首；世界能源结构要转变到以可再生能源为主的时期还将是一个漫长的过程。

我国能源资源储量比较丰富，但资源质量及勘探程度不是很高。主要表现为：煤炭资源储量比较丰富，石油、天然气等优质能源探明储量有限。加之我国人口众多，人均能源占有量相对较低。在过去的几十年里，终端能源消费结构中，煤炭一直占据主导地位。以煤为主的传统工业投资大、环保问题突出。近年来，国家在能源结构的调整上投入了很大力量，由依靠煤炭的单一型结构逐步形成了以煤炭为主，多种能源互补的能源生产体系。我国一次能源的消费结构及预测见表1-1。

表 1-1 我国一次能源的消费结构及预测 单位：%

年 份	煤 炭	石 油	天 然 气	水 电	核 能	其他可再生能源
1998	73.5	18.6	2.2	5.7		
2000	71.0	24.0	2.7	2.1	0.2	
2005	69.1	21.0	2.8	6.2	0.8	0.1
2010	66.1	20.5	5.3	6.8	0.9	0.4

由表 1-1 中可以看出,到目前为止,我国虽然煤炭在一次能源消费中的比例有所降低,但以煤为主的能源格局并没有根本改变;与世界平均煤炭占 27%、石油占 39.5%、天然气占 23.5% 的消费结构相比,仍然有较大的距离。

第一节 燃气行业的发展历程与现状

我国气体燃料的发现和使用历史悠久,早在公元 468 年,四川就开始使用天然气煮盐。据《川盐纪要》记载,到明代时,四川的天然气田已有竹制或木制的集输管道,总长达 100km 以上;专门从事管道建设的工人就有 1 万多人。可见,当时天然气的利用已经具有一定的规模。但在其后的很长时间里,我国天然气的应用范围和地区分布都极为有限。

我国燃气工业的发展应从 1865 年上海建成的人工煤气厂开始。当时的人工煤气主要供上海的外国租界使用。到 1949 年,全国仅有 7 座城市有煤气设施,年供气能力为 3900 万 m^3 ,用气人口约 27 万。我国燃气事业的快速发展是在改革开放以后,特别是近年来有了突破性的进展。

一、我国现代城市燃气事业的发展历程

我国现代城市燃气事业的发展大致经历了以下三个阶段。

(一) 第一阶段

20 世纪 80 年代以前,1958 年前后,在国家钢铁工业大发展的带动下和国家节能资金的支持下,全国建成了一批利用焦炉余气以及各种煤制气的城市燃气利用工程,许多城市建设了管网等燃气设施。在这一阶段,燃气行业以发展煤制气为主,取得了普及用户、增加燃气供应量的成绩。

(二) 第二阶段

20 世纪 80 年代至 90 年代前期,液化石油气(Liquefied Petroleum Gas,简称 LPG)和天然气得到了很快的发展,形成了煤制气、液化石油气和天然气等多种气源并存的格局。同时,出现了国内现有资源难以满足城市发展和经济建设需求的情况。由于国家准许液化石油气进口并逐步取消了配额限制,广东等沿海经济较发达、但能源缺乏的地区首先使用了进口液化石油气。至此,国内外液化石油气资源得到了较充分的利用,液化石油气成为我国城镇燃气的主要气源之一。

(三) 第三阶段

20 世纪 90 年代后期以来,随着天然气的勘探、开发,以陕甘宁天然气进入北京为代表的天然气供应拉开了序幕,我国城镇天然气的应用进入了前所未有的发展阶段。特别是“西气东输”工程的实施,标志着我国城镇燃气供应的天然气时代已经来临。同时,液化石油气小区管道供气方式的广泛应用,也为液化石油气拓展了应用领域。

二、我国城镇燃气事业的现状及面临形势

2000 年,全国城镇中天然气供应总量为 82 亿 m^3 ;人工煤气供应总量为 152 亿 m^3 ;液化石油气供应总量为 1054 万 t。全国用气人口已达 17625.05 万人,其中,天然气用户约占 13%,人工煤气用户约占 23%,液化石油气用户约占 63%。城市燃气管网也有了很

大发展，燃气管道总长度达到 89458km，其中天然气管道总长度约 33655km，人工煤气管道总长度约 48384km，小区供气的液化石油气管道约 7419km。

在看到成绩的同时我们也应该看到，我国燃气事业虽然取得了很大的成绩，但与世界发达国家相比，还有很大差距，主要反映在规模小、成本高、劳动生产率低、经济效益差、亏损严重、重要技术与国际水平还有一定差距等方面。

(一) 燃气市场由满足量的需求向量的扩大、质的提高的方面转变

我国城镇燃气气化率在发达地区较高，不发达地区较低；许多地方城镇的燃气管道及设施才刚刚开始建设；天然气等优质燃料与清洁能源在整个能源消费结构中所占比例还很低。今后要加大勘探力度，积极利用国内外天然气资源；增加天然气的生产和消费量，以缓解能源供需矛盾、优化能源结构、减少污染物的排放。

(二) 市场经济逐步取代了原有的计划经济

燃气市场独家垄断经营已经成为历史，政府、企业与市场的关系正在发生深刻的变化。

(三) 燃气市场管理从以行政手段为主向以法制管理手段为主转变

已往的行政管理手段正在逐步削弱，各种有关燃气的法律、法规陆续出台，规范着政府、企业和市场的经营和管理行为。

(四) 燃气应用领域取得明显突破

长期以来，由于我国的燃气的源供应不足，也影响了燃气应用技术的发展：民用燃气快速热水器是在 20 世纪 80 年代才开始较普遍地在城市居民中使用；商业用户燃气的应用也基本限于炊事和热水供应。近年来，城镇燃气在建筑物的采暖和制冷、交通动力、发电等方面的应用，已经取得明显突破；其他应用技术虽然尚未大规模开展，但相关技术的研究和引进已经开始。

第二节 我国燃气事业的发展前景

我国政府已经确定将天然气的开发利用作为能源发展的一项重要决策，天然气在能源结构中的比重，今后还将进一步提高。在“十五”期间，增长最快的能源种类是天然气。“十五”期间，我国燃气事业有了很大发展。随着“西气东输”工程的进展，天然气在我国城镇燃气中的比例大幅度提高，天然气长输管线的铺设已初步形成格局。在国家规定的八个重点专项规划中，能源发展规划是其中之一。“十五”期间，我国在能源总量基本满足国民经济和社会发展需要的前提下，在能源结构调整上取得了明显进展；能源效率、效益进一步提高；初步建立了与社会主义市场经济体制相适应的能源管理体制；逐步形成了具有国际竞争能力的能源设计、装备制造、建设和运营体系，中西部能源开发取得了明显进展。2007 年国家发展和改革委员会发布《天然气利用政策》，将天然气应用领域分为鼓励、允许、限制和禁止四类。这一政策的实施，将有助于天然气资源的合理利用，缓解天然气供需矛盾。

美国《油气杂志》2002 年 3 月发表的世界天然气年度统计资料显示：2001 年世界天然气总产量为 24802.82 亿 m^3 ，较 2000 年增长 3.9%。从世界各地天然气发展情况看，亚

太、非洲、中东地区及南美洲和北美洲天然气产量均有增长，西欧、东欧地区的产量有所下降。其中，亚太地区增长 5.71%，非洲增长 25.72%，中东地区增长 27.43%，南美洲和北美洲增长 2.65%。亚太地区增长较快的国家是马来西亚和中国。2001 年，我国天然气产量大约 303.02 亿 m^3 ，较上年增长 11%，在世界各国天然气产量排名中列第 15 位。

一、天然气探明储量和可开采量的增加为燃气事业的发展提供了可能

我国天然气资源较丰富，据全国油气资源评估和预测，我国天然气资源量为近 60 万亿 m^3 天然气产量增长迅速：2000 年为 272 亿 m^3 ，2005 年达到了 5000 m^3 。此外，还有 30 万亿~50 万亿 m^3 的煤层气资源。天然气主要分布在中、西部地区 and 近海地区，80% 以上的资源集中分布在塔里木、四川、陕甘宁、准噶尔、柴达木和松辽等盆地及东海海域、莺歌海和琼东南地区。

四川盆地是我国较大的已开发天然气产区。陕甘宁盆地中部气田是目前我国探明储量最大的气田，已经开发，并使京津等城市及邻近地区陆续实现了天然气化。塔里木盆地油气资源十分丰富，经过两轮油气资源评价，石油的资源量超过 100 亿 t，天然气的资源量超过 100 万亿 m^3 ，是我国油气资源量估计最多的三大沉积盆地之一；其中天然气探明储量为 2200 亿 m^3 ，成为全国四大气区之一，而且，这里天然气储层条件好，储量规模大，单井产量高，天然气的开采成本将比较低。经过可行性研究，天然气远距离东输至长江三角洲一带是完全可行的。塔里木盆地在 21 世纪初期将成为我国天然气的热点。

从 1980 年起，东海海域陆架盆地中部的西湖凹陷已勘探发现了平湖、春晓、天外天、残雪等 8 个油气田群和一批含油气构造。东海成为我国海域中油气资源前景最好的地区之一。东海海域接近经济发达的上海、浙江等地，应用市场前景广阔。东海天然气将与“西气东输”工程同步开发建设，以调整华东地区能源结构，保护环境，发展区域经济，扩大天然气利用市场。

我国将进一步加大天然气资源的勘探开发力度，满足不断增长的能源需要。

二、能源结构调整与环保要求为燃气事业提供了发展空间

我国城镇发展对环境保护的要求越来越高，大气质量与城镇使用的能源有直接关系。中央和地方政府对发展城镇优质能源越来越重视，正在采取积极的措施使城镇能源向清洁、高效的方向发展，以优质能源供应城镇已成为共识。燃气是城镇优质能源的重要组成部分，其中，天然气更是城镇燃气的理想气源。提高城镇燃气利用水平，对改善大气质量有重要意义。

21 世纪初我国天然气生产与消费将大幅度上升，“十一五”期间天然气的规划需求占能源需求的比例，将比 2005 年翻一番，年消费量将达 1000 亿 m^3 。而且天然气消费需求的增长将高于天然气生产量的增长，与国民经济发展速度基本协调。到 2020 年，我国管道天然气消费将达到 2000 亿 m^3 以上，占整个能源构成的 7%~10%，其中用于发电、城市燃气和化工用气三个领域的大约各占 1/3。同时，我国多种能源的开发已使天然气与其他能源之间的竞争逐步展开，燃气应用领域也将得到进一步的拓展。

能源结构调整与环境保护要求为燃气事业提供了发展空间。

三、城镇燃气规划发展目标

“十五”期间，城镇燃气规划发展目标是以提高居民生活质量、改善大气环境、节约能源为目的，在国家政策的支持下，积极发展城镇燃气。配合“西气东输”工程，积极利用天然气，加强沿线城市天然气利用工程建设，改善沿线城市大气环境质量，加快燃气管网的改造，提高燃气供应系统的安全性。据《天然气管网布局及“十一五”发展规划》，在“十一五”期间，我国将基本形成全国性天然气管网，规划建成天然气管道约 1.6 万 km，到 2010 年，全国天然气管道总长将达到 4.4 万 km。

根据未来的天然气供需形势，2010 年中国天然气需求总量将达到 1400 亿 $\text{m}^3/\text{年}$ ，2020 年将达到 2000 亿 $\text{m}^3/\text{年}$ 。

1989 年国家计委在北京召开了全国天然气利用规划工作会议，在充分评估国内和国外天然气资源的基础上，对开展全国天然气利用的规划工作作了部署，要求依据我国天然气利用的总体规划在 2010 年前实施“西气东输”、“俄气南供”、进口液化天然气、近海天然气登陆、煤层气开发利用等天然气项目。

气源的扩充使燃气的用户迅速增加，用气方式由过去的以民用炊事和热水为主，转向工业、交通、采暖、发电和化工等多种用途共同发展的局面。天然气开发利用的基本思路将以市场为导向，依据整体规划，加强天然气资源的勘探开发，积极参与周边国家的天然气贸易；以国内资源为主，开拓并扩大天然气的用量和用气范围，辅以进口天然气，以满足沿海发达地区对天然气的需求；协调好国内、外两种天然气资源，实现资源多元互补；分期分批配套建设干线管网和城镇区域的输气、储气、调峰设施及事故状态下的应急设施等，确保燃气的安全使用。

(一) “西气东输”工程

在我国中西部地区现已形成塔里木、柴达木、陕甘宁和四川盆地的川渝 4 个国家级天然气田。从广义上讲，“西气东输”工程，是将我国西部的天然气通过大管道运送到经济发达的东部地区。国家“西气东输”战略包括已建成投产的陕甘宁天然气进京工程、青海涩北经西宁至甘肃兰州的输气工程、重庆忠县至湖北武汉的输气工程、新疆塔里木至上海的输气工程等。

“西气东输”工程是我国西部大开发的标志性工程。实施“西气东输”工程，在资源和市场之间架起一座桥梁，既能把西部的资源优势转化为经济优势，又能为东部的能源结构及经济结构的调整奠定基础，这无疑是一项东西部共同发展的双赢工程。

经国务院批准，2002 年开工建设的“西气东输”工程是指将新疆塔里木轮南地区的天然气输送至上海的输气工程。该工程途经新疆、甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏、浙江和上海等九省一市。规划管道全长约 4000km，输气能力 120 亿 m^3 ，输气干线管径为 1016mm，输气压力为 10.0MPa，工程总投资达到 1200 多亿元人民币；主要供给沿线城镇和长江三角洲地区居民及工业用户用气。

“西气东输”工程促进了我国燃气气源规范统一，改变了气源质量参差不齐的现状，加快了燃气及燃气具的普及。据国务院发展研究中心市场经济研究所调查预测，未来 5 年内我国城市居民家庭对燃气具用品的需求旺盛，预期购买率将达到 50% 左右。燃气灶具的市场需求总量将达到 4240 万台，燃气热水器 4660 万台。燃气具市场空间

潜力巨大。

目前，西气东输第二条管线已在进行可行性研究。这条管线将以土库曼斯坦、哈萨克斯坦等中亚国家的天然气为主要气源，以国内气源为备用和补充气源。

西气东输第二条管线，将西起新疆，经西安、南昌，南至广州，东到上海，途经 13 个省（自治区、直辖市），管线总长度将超过 7000km，平均输气能力为 300 亿 m^3 左右。

（二）俄气南供工程

2006 年 3 月，在俄罗斯总统普京访华时，俄罗斯天然气工业公司与中国石油天然气集团公司签订了一份关于向中国供应天然气的备忘录。中俄两国将修建两条由俄罗斯通往中国的天然气管道：西线由西西伯利亚，经阿尔泰共和国至中国新疆维吾尔自治区，最终与中国的西气东输管道连接；而东线则由东西伯利亚科维克金气田或萨哈林气田供气，管道修至中国东北地区。2006 年 4 月，俄罗斯能源部长赫里斯坚科表示，到 2020 年，俄罗斯有能力从西西伯利亚每年向中国提供 300 亿 m^3 天然气，从东西伯利亚每年向中国提供 380 亿 m^3 天然气。根据目前进展情况分析，两条线路中可能优先建设年输气 300 亿 m^3 的西线工程，预计 2008 年开工，2011 年建成。

中亚各国也是我国天然气进口的目标国家。2006 年 8 月，土库曼斯坦总统尼亚佐夫在阿什哈巴德表示，土库曼斯坦至中国的天然气管道将于 2009 年 1 月 1 日前建成并投入运营。根据双方协议，自 2009 年起的 30 年内，中国每年将从土库曼斯坦购买天然气 300 亿 m^3 。中土管道天然气项目，将成为地球上最长的天然气管道：中亚输气管线自土库曼斯坦北部起，经过乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦，到中国新疆维吾尔自治区的霍尔果斯，长约 2000km；中国境内部分为西气东输二线，长约 8000km。

（三）进口液化天然气

作为天然气的一种储存、运输的形式，液化天然气解决了气态天然气不利于长距离运输的问题。随着越来越多的天然气被液化后很方便地被运到世界各地，不仅使进口国解决了对天然气的需求，而且有助于稳定全球天然气价格。

2006 年 6 月 28 日，国务院总理温家宝与澳大利亚总理霍华德在深圳共同出席了中澳第一个天然气合作项目——广东液化天然气项目第一期工程的投产仪式。位于深圳大鹏湾的广东液化天然气项目由澳大利亚西北大陆架天然气公司担负供气，每年供气 370 万 t，已签订了 25 年的供气合同。深圳进口液化天然气中的 65% 将供应电厂发电，35% 将供应深圳、东莞、广州、佛山、惠州和香港^①等地的城市燃气用户。

2006 年 12 月初，伊朗国家天然气出口公司宣布，伊朗方面已经同意每年向中国供应约 300 万 t 的液化天然气。该供气计划将从 2011 年开始，持续时间为 25 年。

目前，中国有 11 个沿海省（市、自治区）计划建设大型 LNG 进口项目，预计将有 12 个 LNG 项目需要国家审批。据预测，到 2010 年，中国将每年进口液化天然气 1000 万 t；到 2020 年，中国沿海将再建 5~6 座液化天然气接收站。

（四）近海天然气登陆

近海天然气利用工程主要有南海气田向海南、广西两省供气工程；东海气田向上海

^① 1997 年 7 月 1 日，香港回归后称为香港特别行政区。

市、浙江省供气工程；渤海西南部向天津市及山东半岛供气工程等，中国近海油气生产已形成相当规模。

(1) 南海气田向海南、广西两省供气工程：我国南海蕴藏有大量天然气资源，1996年已开始向香港及海南省每年供气 34 亿 m^3 。目前在南海西部探明天然气储量为 2565 亿 m^3 ，可向海南省、广西省供应天然气。

(2) 东海气田向上海市、浙江省供气工程：东海平湖气田已经每年向上海市供气 4.5 亿 m^3 ，近年勘探、开发的东海春晓气田，国家评估的探明储量为 170 亿 m^3 ，可望增至 400 亿~450 亿 m^3 。计划东海天然气在宁波市登陆，结合“西气东输”工程到杭州市的输气管线，由宁波市向西和向南发展。

(3) 渤海西南部向天津市及山东胶东半岛供气工程：渤海西气田从 1998 年开始每年向天津市供气 1 亿 m^3 ，近年又在渤海南部发现较大规模的油气田，累计天然气储量约为 500 亿 m^3 ，计划向山东胶东半岛供气，工程规划每年供气 4 亿 m^3 。

(五) 煤层气开发利用

我国煤层气资源十分丰富，主要分布在我国中部和东部地区，华北地区占大部分。但目前，我国的煤层气开采还处于起步阶段，未形成工业化规模生产，开采技术还不成熟。如果在开发煤矿矿床的前期，先将甲烷气体开发出来，不但可以增加甲烷气体的来源，而且可以大大减少煤矿事故的发生，减少人员的伤亡。

专家分析，我国的煤层气储层大多属于极其致密的特低渗透储层，这种煤层气开采难度大、产量低、递减快。因煤层气具有很好的开发利用前景，有关方面正积极组织力量研究煤层气的开发与利用，并引起国外先进技术。据估计，2010 年前山西、河北、河南、山东、安徽和江苏等省份有望得到煤层气供应。

四、城镇燃气“十五”技术进步发展规划

“十五”期间是我国燃气事业承前启后、大发展的时期。组织实施技术进步发展规划，可以全面提高燃气行业的总体水平。

城镇燃气“十五”技术进步发展的目标是以改善城市大气污染和节能为目的，按照市场经济规律，实行清洁能源战略；压缩城市的燃煤量，扩大天然气和液化石油气的使用范围，优化城市的能源结构；逐步形成城市天然气的供配气网络和储气配套设施，提高气体燃料在能源结构中的比例。围绕天然气的发展和利用，选择生产实践中急需解决的科学技术和应用技术课题，开展科研活动；加强对国外先进技术的消化吸收，保证安全供气，降低成本。表 1-2 为城市燃气行业“十五”技术进步发展课题汇总表。

表 1-2 城市燃气行业“十五”技术进步发展课题汇总表

序号	分 类	重点技术进步发展课题
1	燃气气源	商品天然气组分的允许波动范围； 天然气改质的技术经济研究； 液化天然气和液化石油气冷冻储存工艺； 国产轻油制气技术及煤制气厂的技术更新； 液化石油气智能化自动灌装技术

序号	分类	重点技术进步发展课题
2	输配与储气	管道的施工、维修和更新改造技术； 设计、运行和管理技术； 向天然气转换中管道的改造方案研究； 燃气管网的可靠性分析和风险评估研究； 现有地下储气库运行参数分析研究； “西气东输”地下储气库研究； 现有长输管线储气的运行参数分析； 长输管线末端储气的不稳定性计算； 储罐、管束等储气方式的技术经济分析； 不稳定性燃气管道的设计计算
3	燃气的应用	21世纪低污染新型燃具； 燃气采暖与空调； 低污染燃气工业炉窑； 小型冷、热、电联产装置； 压缩天然气汽车及加气站； 燃烧方法的研究； 燃具智能化研究
4	安全管理	安全供、配气技术研究； 应用于不同条件的燃气检漏技术； 防灾系统和抢修技术
5	信息化系统	城市燃气设计、运行数据库的建设及软件开发； 自动查表和收费系统； 完善 SCADA 和 GIS 系统； 城市燃气信息化系统建设
6	新设备、新工艺、新材料	PE管、球墨铸铁管等新材料的应用技术； 埋地钢管的防腐技术； 具有监控和安全系统的高性能调压装置开发研究； 适用于不同压力的大流量计量装置开发研究； 高可靠性阀门的开发研究
7	软课题研究	城市燃气与各种替代能源的比价关系； 天然气利用中相关的政策和资金来源的研究； 与国际接轨的规范、规程和标准的建设

第三节 加入 WTO 对我国燃气行业的影响

加入 WTO 后，我国燃气行业将获得前所未有的发展机遇，但同时也面临着严峻的挑战，其中包括企业机制、管理水平、技术装备和人员素质等各个方面。因此，燃气行业应充分认清国家的经济形势，遵循国际通行的行业准则，做好准备，迎接挑战，促进行业总体水平的提高。同时也必须认识到，国家政策的变化将对燃气行业的发展速度、发展格局