



TIANRANQI ZHIHUAN SHOUCHE

天然气置换手册

港华投资有限公司
中国城市燃气协会

主编

中国建筑工业出版社

天然气置换手册

港华投资有限公司 主编
中国城市燃气协会

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

天然气置换手册/港华投资有限公司, 中国城市燃气协会
主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08274-9

I. 天... II. ①港... ②中... III. 天然气—置换—
手册 IV. TE83-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 035307 号

天然气置换手册

港华投资有限公司 主编
中国城市燃气协会

*

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

北京天成排版公司制版

印刷厂印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 11 插页: 4 字数: 150 千字

2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 32.00 元

ISBN 7-112-08274-9

(14228)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书收集了天然气作为城市燃气的一种优质气源所具有的性质、特点和优越性，重点叙述了天然气置换过程中所采用的操作程序、操作方法以及在风险控制方面所采取的措施。本书还系统总结了港华集团近年来在天然气置换工作中的方法和经验，其内容普遍适用于有关城市及城市内不同区域的天然气置换工作。

编写本书的目的在于与国内同行分享天然气置换方面的经验。本书可供从事天然气置换工作的技术工人培训之用，以便成功、顺利地完天然气置换工作。本书也可供城市燃气行业的其他工程技术人员和管理人员参考。

* * *

责任编辑：石枫华 姚荣华

责任设计：赵 力

责任校对：张景秋 刘 梅

《天然气置换手册》

编写人员

主 编：王 玲

参 编：王之良 刘文瑜 张孟宇

罗广新 席 丹 梁金禧

主 审：迟国敬

序一

20 世纪末，21 世纪初，随着“陕气进京”、“西气东输”、“海气登陆”和“液化天然气上岸”等工程的实施，我国的天然气事业取得了长足的发展。城市燃气行业在推动天然气利用的系统工程中处于枢纽地位。为了更好地促进城市天然气的发展，港华燃气集团总结了各合资公司在天然气置换方面取得的成功经验，并组织技术人员将这些经验奉献给国内的燃气同行，填补了我国城市燃气行业在燃气置换方面一直没有系统书籍的空白。这是一项值得称赞的举动，也反映了港华燃气集团在市场中的宽广胸怀。

这本手册紧密联系了天然气置换的实际操作，是一本具有实用价值的工具书。该书的出版，对城市燃气事业的发展必将起到很好的推动作用。

中国城市燃气协会科技委
2005 年 12 月 10 日

序二

21 世纪的首 25 年是中国经济飞跃发展的年代，我国对能源需求日益殷切。千禧之始喜讯频传，青海到甘肃的天然气管线、“西气东输”、“广东液化天然气”、“川气入鄂”、“东海气登陆”，以及“俄气南下”等项目气贯山河，为我国的发展更添动力。清洁环保、经济可靠的天然气，将肩负起优化国家能源结构，促进经济腾飞，保护人类生存环境的重任。未来 25 年，天然气将成为我国重点发展的能源之一。

香港中华煤气有限公司从 1994 年进入内地燃气市场以来，一直积极配合国家重点发展清洁能源的政策，与各城市的燃气同业携手推动天然气的应用。目前已经先后在广东、江苏、浙江、安徽、山东、湖北、吉林、河北等省成立了 30 余家城市燃气中外合资公司，组成港华燃气集团，由总部设于深圳市的港华投资有限公司统一负责国内业务拓展和营运的工作。

随着过去几年天然气到达安徽、江苏、浙江、山东及湖北等省份，港华燃气集团做了大量的准备工作，多个城市在较短时间内完成了天然气置换工作，达到“零事故，无投诉，少扰民”三大目标。

为了和城市燃气同业进行交流，互相分享进行置换工作的经验，港华投资有限公司特别组织了集团内部的工程技术人员，与中国城市燃气协会合作编写《天然气置换手册》一书。本书总结了港华燃气集团在天然气置换方面的成功经验，介绍了先进的工程技术与管理方法，并收集



了丰富的基础资料及数据，为城市燃气行业在天然气置换方面提供了内容充实、简明实用的培训资料。

此书经专家审阅并由本公司赞助出版，相信必将对天然气的迅速普及和广泛应用，对减少大气污染、提高环境质量起到积极的推动作用。天然气市场的成功发展需要依靠国家政策和各级政府的支持，也需要业界的自身努力。燃气同业积极学习和实践先进技术，总结和交流宝贵经验，是促进天然气市场发展最基本、最有效的方法。

本人愿藉此国内天然气事业蓬勃发展的大好时机，携港华燃气集团的全体同仁与时俱进，用先进的技术和成功的经验引导城市燃气事业向更安全可靠、更清洁环保、更高效合理的方向发展，为构建和谐社会做出应有的贡献，为建设小康社会而努力。

香港中华煤气有限公司

行政总裁 陈永坚

2005年8月

前 言

天然气是一种高效清洁的优质能源，是城市燃气的理想气源。但当前在我国的一次能源消费结构中，天然气仅占 2.96%，远远低于 23.5% 的世界平均水平。随着我国“西气东输”、“川气东送”、“海气登陆”、“液化天然气上岸”等一系列工程项目的实施，能源结构优化的步伐正在加快，也掀开了我国天然气工业发展新的篇章。

伴随着这些项目的建成，天然气成为我国城市燃气的首选燃料，全国各地的燃气公司纷纷进入了由天然气置换原有人工煤气或液化石油气的阶段，港华燃气集团在全国拥有多家合资公司，遍布广东、山东、江苏、湖北、浙江、安徽等省份，从 2003 年起已经陆续有安徽、江苏、山东等省份的合资公司成功进行了天然气置换，在天然气置换方面积累了相当的经验。在此将这些经验奉献给读者，希望以此促进国内城市燃气事业的发展，这也正是我们编写这本书的宗旨所在。

本书在编写时以国内现有的燃气行业职工为阅读对象，考虑到他们的实际工作需要，力争做到简明实用。书中收集了一些关于天然气性质、天然气净化、储存和运输方面的基础知识，以方便读者查阅，通过对这些章节的阅读了解天然气，为天然气置换的运行管理提供相关的理论基础。在天然气置换的操作程序和操作方法，以及风险管理方面，则根据港华燃气集团在置换时的具体目标来考虑的，特点是注重实现“零事故，无投诉，少扰民”的置换目标，因此本书在置换的准备和置换程



序方面做了较为详尽的描述。书中内容普遍适用于各城市和城市内不同区域的天然气置换工作，操作上的细致化缘于港华燃气集团“为客户供应安全可靠的燃气，并提供亲切、专业和高效率的服务，同时致力保护及改善环境”的企业使命，仅供业内同行参考。

本书可供燃气行业的技术工人培训之用，以便成功顺利地完天然气置换工作，也可供工程技术人员和相关管理人员参考。

本书在编写的过程中，承蒙中国城市燃气协会、港华燃气集团和宜兴、马鞍山、武汉、中山、济南、番禺、东永等地港华公司以及中国项目支援部的大力支持，并提供了相关资料和宝贵的意见，特此致谢。同时，对本书所引用过的文献作者致以崇高的敬意。

编者水平有限，书中的不当之处恳请专家和读者批评指正。

编者

2005年4月

目 录

| | |
|-------------------------|----|
| 序一 | 5 |
| 序二 | 6 |
| 前言 | 8 |
| 第一章 天然气概述 | |
| 第一节 世界天然气资源概况 | 1 |
| 一、概述 | 1 |
| 二、天然气资源和生产现状 | 2 |
| 三、天然气消费市场和消费结构 | 3 |
| 第二节 国内天然气概况 | 5 |
| 一、天然气勘探开发概况 | 5 |
| 二、常规天然气资源及其分布情况 | 6 |
| 三、天然气的消费及需求状况 | 8 |
| 第三节 我国城市天然气利用工程 | 10 |
| 一、“西气东输”工程 | 10 |
| 二、“川气东送”工程 | 11 |
| 三、广东液化天然气(LNG)工程 | 12 |
| 四、福建液化天然气(LNG)项目 | 13 |
| 五、“俄气南供”项目 | 13 |
| 第四节 积极推进天然气的利用 | 15 |
| 一、在城市中推进天然气利用的措施 | 15 |
| 二、天然气的价格体系 | 18 |
| 三、天然气购销模式之一——照付不议 | 20 |



第二章 天然气基本知识

| | | |
|-----|-----------------------|----|
| 第一节 | 天然气的分类 | 22 |
| | 一、天然气分类 | 22 |
| | 二、天然气的质量标准 | 24 |
| 第二节 | 天然气的基本性质 | 25 |
| | 一、物理化学性质 | 25 |
| | 二、热力学性质和燃烧特性 | 27 |
| | 三、燃气燃烧的稳定性和互换性 | 30 |
| | 四、不同气田和地区天然气组成 | 33 |
| 第三节 | 天然气与其他种类燃气的区别 | 34 |
| | 一、燃气的分类 | 34 |
| | 二、天然气与其他燃气的应用对比 | 38 |

第三章 天然气的净化、输送和储存

| | | |
|-----|--------------------|----|
| 第一节 | 天然气的净化 | 40 |
| | 一、天然气脱硫脱酸 | 41 |
| | 二、天然气脱水 | 42 |
| | 三、脱除氮气和氦气 | 42 |
| | 四、脱除汞 | 43 |
| 第二节 | 天然气的输气管网系统 | 43 |
| | 一、管网的类型和形成条件 | 44 |
| | 二、输气管网的优越性 | 44 |
| | 三、输气工艺概述 | 45 |
| 第三节 | 天然气的储存 | 48 |
| | 一、储存目的 | 48 |
| | 二、储存方式 | 49 |
| 第四节 | 液化天然气的储存和输送 | 52 |
| | 一、液化天然气的低温储存 | 53 |
| | 二、液化天然气运输 | 54 |
| 第五节 | 城镇天然气输配系统 | 56 |

| | |
|---------------------------|----|
| 一、城镇输配系统的组成及分类 | 56 |
| 二、天然气供应方式和管网系统压力级制 | 58 |
| 三、天然气的加臭 | 60 |
| 第四章 天然气管网置换 | |
| 第一节 置换启动 | 62 |
| 一、组建领导机构和制定总体置换计划 | 62 |
| 二、管网置换实施组织架构 | 63 |
| 第二节 管网调查 | 63 |
| 一、管网资料的收集 | 63 |
| 二、管网运行调查 | 65 |
| 三、成立资料中心 | 65 |
| 第三节 置换管网改造方案 | 66 |
| 一、确定压力级制 | 66 |
| 二、置换管网改造 | 67 |
| 三、加湿工程 | 75 |
| 四、新建管网及设施 | 78 |
| 五、临时气源 | 78 |
| 六、新旧气源的管网布置 | 79 |
| 七、确定置换区域 | 80 |
| 八、编制置换管网方案 | 83 |
| 第四节 置换准备 | 84 |
| 一、人员和置换设施 | 84 |
| 二、置换文件 | 90 |
| 三、必要的测试 | 91 |
| 四、置换通知 | 94 |
| 第五节 置换作业 | 95 |
| 一、置换作业程序 | 96 |
| 二、管网置换工作要求 | 98 |
| 三、管网置换中注意事项 | 99 |



| | | |
|-----|--------------------------|-----|
| | 四、检查及衔接 | 101 |
| 第六节 | 置换工作表格 | 101 |
| | 一、准备工作检查表 | 102 |
| | 二、测试记录表 | 104 |
| | 三、置换作业记录表格 | 105 |
| | 第五章 客户系统天然气置换 | |
| 第一节 | 置换前的准备工作 | 107 |
| | 一、客户调查 | 107 |
| | 二、安全检查 | 110 |
| | 三、立管调查与编号 | 110 |
| | 四、燃气具厂商的考察 | 112 |
| | 五、置换时工具的准备 | 113 |
| | 六、零配件的组织与选用 | 113 |
| 第二节 | 立管及户内设施置换 | 116 |
| | 一、立管测试及置换工作流程 | 116 |
| | 二、立管及户内管置换工序 | 116 |
| | 三、燃具置换工作流程 | 120 |
| 第三节 | 置换后户内设施验收工作 | 124 |
| | 第六章 天然气置换的风险管理 | |
| 第一节 | 天然气利用的安全与卫生 | 126 |
| | 一、天然气的爆炸、失火及预防 | 126 |
| | 二、天然气及燃烧产物中一些成分的危害 | 126 |
| | 三、燃具安装要求及安全操作 | 127 |
| | 四、天然气中杂质的危害 | 128 |
| 第二节 | 燃气事故分类和信息处理 | 129 |
| | 一、概述 | 129 |
| | 二、突发性燃气事故警报的分类 | 130 |
| | 三、突发性事故信息的处理 | 131 |
| 第三节 | 抢修抢险要求及成员职责 | 133 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| 一、抢修抢险要求 | 133 |
| 二、突发性事故处理小组 | 134 |
| 三、组长的职责 | 135 |
| 四、组员职责 | 136 |
| 五、现场抢修抢险人员职责 | 137 |
| 第四节 天然气置换工作的风险管理 | 138 |
| 一、天然气置换风险防范和应急预案 | 138 |
| 二、置换期间危险因素识别及后果 | 139 |
| 三、置换期间安全注意事项 | 141 |
| 四、置换地下管的潜在危险类别和危险事故级别 | 142 |
| 五、安全管理及紧急应变措施系统运作流程 | 143 |
| 第五节 置换期间突发性事故处理 | 144 |
| 一、泄漏检查 | 144 |
| 二、客户用气场所燃气大量泄漏 | 144 |
| 三、客户用气场所发生燃烧、爆炸 | 145 |
| 四、客户供气中断 | 146 |
| 五、户外放散(放燃)点发生局部区域可燃气体爆燃 | 146 |
| 六、户外直排放散时燃气进入户内 | 146 |
| 七、置换过程中人员中毒 | 147 |
| 八、中低压燃气管发生失控泄漏 | 147 |
| 九、其他事件 | 147 |
| 十、人员的疏散 | 148 |
| 十一、恢复供气 | 148 |
| 十二、请求援助与联络方法 | 149 |
| 十三、事故分析与调查 | 150 |
| 第七章 天然气置换工作参考图例 | |
| 附录 A 港华燃气集团国内发展 | 159 |
| 附录 B 港华燃气集团大事记 | 168 |
| 参考文献 | 170 |



第一章 天然气概述

第一节 世界天然气资源概况

一、概述

天然气、煤炭、石油是目前世界一次能源的三大支柱，由于天然气热值高，燃烧产物对环境污染少，所以是一种高效清洁的能源。随着全球经济的飞速发展，石油危机频现，同时石油和煤炭所带来的环境污染问题日益加重，促使能源结构在不断地发生变化。最近 20 年，石油和煤炭不仅作为居民的生活燃料，而且用于汽车燃料，联合发电，供冷，供热和燃料电池等方面，已经占到了一次能源结构的 24% 左右。跨入 21 世纪，能源供给更成为全世界瞩目的热点问题之一，随着天然气勘测、开发、储运和利用技术的进步和人们对环境问题的日益关注，“21 世纪是天然气时代”已经成为人们的共识。

一般来说，天然气主要是指存在于岩石圈、水圈以及地幔和地核中的烃类气体，按照成因和赋予状态又可分为常规天然气和非常规天然气。常规天然气包括单一相态气藏气、气顶气、油藏溶解气等，非常规天然气包括致密岩石中的天然气、煤层气、深层气、水溶气和甲烷水合物等。地球上蕴藏着非常丰富的天然气资源，常规天然气资源量约为 6.0×10^6 亿 m^3 ，就目前的开采速度而言，可供人类开发利用 200~300

年；非常规天然气资源潜力就更加巨大，仅其中的甲烷水合物资源就是全球已知所有常规矿物燃料(煤、石油和天然气)总和的 2 倍。但是，人们对于非常规天然气的认识还停留在早期勘测开发和前期研究阶段，其中煤层气勘测开发技术较为完善，而对水溶气和甲烷水合物的科研工作，已经引起了世界各国政府的高度重视。其中，美、俄、日、法、瑞典等国的研究工作较为广泛和深入，并且投入高额的科研经费。

二、天然气资源和生产现状

在整个世界范围内，天然气资源分布极不均衡。根据世界天然气学会的资料，常规天然气主要集中于俄罗斯和中东两大富集区。这两个地区天然气探明储量占世界天然气总探明储量的 2/3，所占比例分别为 33%和 33.9%。其余天然气资源主要在独联体其他国家、北美洲、南美和中美洲、欧洲、非洲和澳洲等 6 个地区分布，如表 1-1 所示。

世界天然气探明储量分布情况

表 1-1

| 国家和地区 | 年 份 | | | 占世界天然气总探明储量的比例(%) | | |
|-------------------|---------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| | 1991 年 | 1997 年 | 1998 年 | 1991 年 | 1997 年 | 1998 年 |
| 东欧和前苏联 (其中俄罗斯) | 56.66 | 56.69 | 56.66 | 38.90 | 39.38 | 38.91 |
| | (48.1) | — | — | (33.0) | — | — |
| 中 东 (其中伊朗) | 49.50 | 48.85 | 49.51 | 33.98 | 33.94 | 34.0 |
| | (22.99) | — | — | (15.8) | — | — |
| 美 洲 | 13.6 | 14.65 | 14.54 | 9.34 | 10.18 | 9.98 |
| 西 欧 | 4.43 | 4.82 | 4.49 | 3.04 | 3.35 | 3.08 |
| 非 洲 | 11.16 | 9.86 | 10.22 | 7.66 | 6.85 | 7.02 |
| 亚太地区 | 10.29 | 9.07 | 10.18 | 7.10 | 6.30 | 6.99 |
| 总 计 | 145.64 | 143.94 | 145.60 | 100 | 100 | 100 |

第二次世界大战后，由于世界各国经济和社会的迅猛发展，人们对能源的需求量也逐渐增多，特别是石油工业的发展尤为迅速。天然气由于具有污染少，储量大，价格低廉等优点，因此其生产和加工得到世界各国的高度重视。迄今为止，全世界发现和开采了约 41000 个油田，