



中国石油天然气集团公司统编培训教材

工程建设业务分册

城镇燃气系统设计

《城镇燃气系统设计》编委会 编



石油工业出版社

中国石油天然气集团公司统编培训教材

工程建设业务分册

城镇燃气系统设计

《城镇燃气系统设计》编委会 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书以典型的城镇燃气设计文件结构为基本框架,从城镇燃气系统设计的基本概念切入,结合工程实例,介绍了城镇燃气系统设计的相关内容。本书可作为中、高级城镇燃气系统设计人员的培训教材,其他相关人员也可参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

城镇燃气系统设计/《城镇燃气系统设计》编委会编.
北京:石油工业出版社,2016.8
中国石油天然气集团公司统编培训教材
ISBN 978-7-5183-1390-7

I. 城…

II. 城…

III. 城市燃气-系统设计-技术培训-教材

IV. TU996

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 166865 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com

编辑部: (010) 64269289

图书营销中心: (010) 64523633

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

710×1000 毫米 开本: 1/16 印张: 24.25

字数: 420 千字

定价: 85.00 元

(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)

版权所有,翻印必究

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编 审 委 员 会

主任委员：刘志华

副主任委员：张卫国 金 华

委 员：刘 晖 胡永庆 翁兴波 王 跃
马晓峰 闫宝东 杨大新 吴苏江
赵金法 方朝亮 古学进 刘东徐
张书文 雷 平 郑新权 邢颖春
张 宏 侯创业 李国顺 杨时榜
张永泽 张 镇

《城镇燃气系统设计》

编 委 会

主 任：白玉光

副 主 任：杨庆前 李崇杰 杨时榜

委 员：陈 广 辛荣国 于国锋 孙 申

陈中民 赵彦龙 徐 鹰 刘春贵

朱广杰 李松柏 孟 博 李明华

刘晓明 周 平 陶 涛 魏斯钊

《城镇燃气系统设计》

编 审 人 员

主 编：张文伟

副 主 编：杨卫东

编写人员：赵立前 李胜利 周长才 曹 雄

刘 跃 史玉峰 刘 伟 李桂涛

李明德 范艳萍 康学聪 叶俊辉

吴凤荣 林兴伟 吴原骏

审定人员：张宏伟 王智学

序

企业发展靠人才，人才发展靠培训。当前，中国石油天然气集团公司（以下简称集团公司）正处在加快转变增长方式，调整产业结构，全面建设综合性国际能源公司的关键时期。做好“发展”、“转变”、“和谐”三件大事，更深更广参与全球竞争，实现全面协调可持续，特别是海外油气作业产量“半壁江山”的目标，人才是根本。培训工作作为影响集团公司人才发展水平和实力的重要因素，肩负着艰巨而繁重的战略任务和历史使命，面临着前所未有的发展机遇。健全和完善员工培训教材体系，是加强培训基础建设，推进培训战略性和国际化转型升级的重要举措，是提升公司人力资源开发整体能力的一项重要基础工作。

集团公司始终高度重视培训教材开发等人力资源开发基础建设工作，明确提出“由专家制定大纲、按大纲选编教材、按教材开展培训”的目标和要求。2009年以来，由人事部牵头，各部门和专业分公司参与，在分析优化公司现有部分专业培训教材、职业资格培训教材和培训课件的基础上，经反复研究论证，形成了比较系统、科学的教材编审目录、方案和编写计划，全面启动了《中国石油天然气集团公司统编培训教材》（以下简称“统编培训教材”）的开发和编审工作。“统编培训教材”以国内外知名专家学者、集团公司两级专家、现场管理技术骨干等力量为主体，充分发挥地区公司、研究院所、培训机构的作用，瞄准世界前沿及集团公司技术发展的最新进展，突出现场应用和实际操作，精心组织编写，由集团公司“统编培训教材”编审委员会审定，集团公司统一出版和发行。

根据集团公司员工队伍专业构成及业务布局，“统编培训教材”按“综合管理类、专业技术类、操作技能类、国际业务类”四类组织编写。综合管理类侧重中高级综合管理岗位员工的培训，具有石油石化管理特色的教材，以自编方式为主，行业适用或社会通用教材，可从社会选购，作为指定培训教

材；专业技术类侧重中高级专业技术岗位员工的培训，是教材编审的主体，按照《专业培训教材开发目录及编审规划》逐套编审，循序推进，计划编审300余门；操作技能类以国家制定的操作工种技能鉴定培训教材为基础，侧重主体专业（主要工种）骨干岗位的培训；国际业务类侧重海外项目中外员工的培训。

“统编培训教材”具有以下特点：

一是前瞻性。教材充分吸收各业务领域当前及今后一个时期世界前沿理论、先进技术和领先标准，以及集团公司技术发展的最新进展，并将其转化为员工培训的知识和技能要求，具有较强的前瞻性。

二是系统性。教材由“统编培训教材”编审委员会统一编制开发规划，统一确定专业目录，统一组织编写与审定，避免内容交叉重叠，具有较强的系统性、规范性和科学性。

三是实用性。教材内容侧重现场应用和实际操作，既有应用理论，又有实际案例和操作规程要求，具有较高的实用价值。

四是权威性。由集团公司总部组织各个领域的技术和管理权威，集中编写教材，体现了教材的权威性。

五是专业性。不仅教材的组织按照业务领域，根据专业目录进行开发，且教材的内容更加注重专业特色，强调各业务领域自身发展的特色技术、特色经验和做法，也是对公司各业务领域知识和经验的一次集中梳理，符合知识管理的要求和方向。

经过多方共同努力，集团公司首批39门“统编培训教材”已按计划编审出版，与各企事业单位和广大员工见面了，将成为首批集团公司统一组织开发和编审的中高级管理、技术、技能骨干人员培训的基本教材。首批“统编培训教材”的出版发行，对于完善建立起与综合性国际能源公司形象和任务相适应的系列培训教材，推进集团公司培训的标准化、国际化建设，具有划时代意义。希望各企事业单位和广大石油员工用好、用活本套教材，为持续推进人才培训工程，激发员工创新活力和创造智慧，加快建设综合性国际能源公司发挥更大作用。

《中国石油天然气集团公司统编培训教材》

编审委员会

2011年4月18日

前言

城镇燃气是市政公用事业的重要组成部分，是现代城镇的重要基础设施，与经济社会发展和人民生活息息相关。近年来，城镇燃气快速发展，各项水平大幅提高，对优化能源结构、改善环境质量、促进城镇发展、提高人民生活水平发挥了极其重要的作用。

为实现天然气业务上中下游一体化，更好地履行责任、服务社会，2008年中国石油天然气集团公司（以下简称“集团公司”）批准成立了中石油昆仑燃气有限公司，昆仑燃气公司主要业务范围包括城镇燃气管网建设、城镇燃气输配、天然气与液化石油气销售以及售后服务等。几年来其业务在城镇燃气领域迅速发展，为了适应集团公司人才培养的要求，使本系统城镇燃气的相关人员更好地了解城镇燃气的设计内容，按集团公司统编培训教材的编写要求，编制了本书。

作为面向中、高级专业技术岗位员工的培训教材，本书力求言简意赅，做到专业与普及结合、理论与实践结合、传统与前瞻结合，以典型的城镇燃气设计文件结构为基本框架，从城镇燃气工程设计的基本概念开始，深入浅出地介绍了城镇燃气设计的相关内容，同时结合大量的工程实例予以分析，以使本书能更好地适用于不同岗位技术人员的培训要求。

本书共分为十一个章节，主要包括城镇燃气系统设计基础，城镇燃气气源，城镇燃气用气规模，城镇燃气储气调峰，燃气输配管道工程，燃气管道水力计算，燃气输配站场工程，压缩天然气供应，液化石油气供应，液化天然气供应，城镇燃气主要设备材料等内容。本书全面地阐述了目前城镇燃气设计中普遍采用的成熟技术，同时对近年新兴发展的煤层气、页岩气以及液化天然气等技术也做了不同深度的描述。内容上，理论与工程实例相结合，以满足员工培训的要求。

本书由中国石油天然气管道工程有限公司承担主要编写任务，张文伟任

主编。第一章由杨卫东、康学聪、范艳萍、叶俊辉等编写；第二章由刘伟、叶俊辉等编写；第三章由赵立前、杨卫东等编写；第四章由曹雄、刘跃等编写；第五章由赵立前、林兴伟编写；第六章由李胜利、周长才等编写；第七章由李胜利、刘跃等编写；第八章由史玉峰、林兴伟等编写；第九章由李明德、杨卫东等编写；第十章由李桂涛、周长才、杨卫东等编写；第十一章由吴凤荣、赵立前、李胜利等编写。杨卫东、周长才、吴原骏、曹雄、刘跃等参与了本书的审定工作。

参与本书编写和审定的人员均为工作多年的一线专业设计人员，虽然拥有较为丰富的专业设计经验，但鉴于城镇燃气工程技术发展日新月异，编者能力限制，书中纰漏在所难免，恳请读者批评指正。



说明

本书可作为中国石油天然气集团公司所属各建设、设计、预制、施工、监理、检测、生产等相关单位城镇燃气相关培训的专用教材。本书主要是针对从事城镇燃气工程建设及管理的中、高级技术人员和管理人员编写的，也适用于操作人员的技术培训。本书的内容来源于实际工程设计，实践性和专业性很强，涉及内容广。为便于正确使用本书，在此对培训对象进行了划分，并规定了各类人员应该掌握或了解的主要内容。

培训对象主要划分为以下几类：

(1) 生产管理人员，包括项目经理、预制厂厂长、施工员、材料员、预算员、生产单位管理人员等。

(2) 专业技术人员，包括建设单位设计人员、监理工程师、监督员、施工单位技术及质量人员、预制厂技术及质量人员、检测技术人员等。

(3) 现场作业人员，包括预制厂工人、项目部工人、生产单位维修及操作工人等。

各类人员应该掌握或了解的主要内容：

(1) 生产管理人员，要求掌握第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第七章的内容，要求了解第六章、第八章、第九章、第十章、第十一章的内容。

(2) 专业技术人员，要求掌握第五章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十章的内容，要求了解第一章、第二章、第三章、第四章、第十一章的内容。

(3) 现场作业人员，要求掌握第五章、第七章、第八章、第九章、第十章、第十一章的内容，要求了解第一章、第二章、第三章、第四章、第六章的内容。

各单位在教学中要密切联系工程实际，在课堂教学为主的基础上，还应增加工程现场的实习、实践环节。建议根据本书内容，进一步收集和整理城镇燃气工程相关照片或视频，以进行辅助教学，从而提高教学效果。

目 录

第一章 城镇燃气工程系统设计基础	1
第一节 基本概念	1
第二节 城镇燃气分类及质量要求	6
第三节 城镇燃气基本特性	11
第四节 城镇燃气工程设计文件	16
第二章 城镇燃燃气源	31
第一节 天然气	31
第二节 液化石油气	38
第三节 人工煤气	40
第四节 气源的选择与混配	41
第三章 城镇燃气用气规模	44
第一节 市场调研	44
第二节 城镇燃气用户分类指标	49
第三节 城镇燃气的不均匀性	53
第四节 城镇燃气用气量计算	57
第四章 城镇燃气储气调峰	63
第一节 概述	63
第二节 储气调峰方式	64
第三节 储气调峰量确定	68
第五章 燃气输配管道工程	76
第一节 城镇燃气管网的分类及选择	76

第二节	城镇燃气输配管网	78
第三节	城镇燃气管网管材	98
第四节	管道穿跨越工程	115
第五节	管道防腐与阴极防护工程	129
第六章	燃气管网水力计算	135
第一节	水力计算的基本公式	135
第二节	枝状管网的水力计算	142
第三节	环状管网的水力计算	149
第四节	计算机在管网水力计算中的应用	161
第七章	燃气输配站场工程	172
第一节	门站	172
第二节	储配站	190
第三节	调压站与调压装置	197
第八章	压缩天然气供应	208
第一节	概述	208
第二节	压缩天然气加气站	212
第三节	压缩天然气储配站	233
第九章	液化石油气供应	238
第一节	液化石油气储存	238
第二节	液化石油汽化与混气	262
第十章	液化天然气供应	280
第一节	液化天然气储存与运输	280
第二节	液化天然气储配/气化站	284
第三节	液化天然气加气站	300
第四节	L-CNG 加气站	305
第十一章	城镇燃气工程主要设备材料	308
第一节	储罐	308
第二节	流量计	315

第三节	阀门	323
第四节	过滤分离设备	333
第五节	压缩机	338
第六节	汽化器	346
第七节	加气机与低温泵	349
第八节	调压设备	351
第九节	清管设施	354
第十节	加臭装置	362
第十一节	加热设备	364
第十二节	管材	368
参考文献		372

第一章 城镇燃气 工程系统设计基础

第一节 基本概念

城镇燃气 (City Gas): 符合城镇燃气质量要求, 供给居民生活、商业、建筑采暖制冷、工业企业生产以及燃气汽车的气体燃料, 包括天然气、人工煤气、液化石油气等。

城镇燃气工程 (City Gas Engineering): 城镇燃气的生产、储存、输配和应用等工程的总称。

天然气 (Natural Gas): 蕴藏在地层中的可燃气体, 组分以甲烷为主。按开采方式及蕴藏位置的不同, 天然气分为纯气田天然气、石油伴生气、凝析气田气及煤层气。

人工煤气 (Manufactured Gas): 以煤或液体燃料为原料经热加工制得的可燃气体, 简称煤气, 包括煤制气、油制气。

液化天然气 (Liquefied Natural Gas, LNG): 天然气经加压、降温得到的液态产物, 组分以甲烷为主。

压缩天然气 (Compressed Natural Gas, CNG): 经加压, 使压力介于 10~25MPa 的气态天然气。

液化石油气 (Liquefied Petroleum Gas, LPG): 常温、常压下的石油系烃类气体, 经加压、降温得到的液态产物, 组分以丙烷和丁烷为主。

标准状态 (Standard Condition): 燃气计算的标准压力和指定温度构成的状态。我国城镇燃气标准状态采用 101.325kPa、0℃。

饱和蒸气压 (Saturated Vapor Pressure): 在一定温度下, 密闭容器中的液体及其蒸气处于动态平衡蒸气的绝对压力。

沸点 (Boiling Point): 液体的饱和蒸气压等于液体所受压力时的温度, 通常指液体的饱和蒸气压为 101.325kPa 时的温度。

露点 (Dew Point): 饱和蒸气经降温或加压, 遇到接触面或凝结核开始凝结析出液相时的温度。

爆炸极限 (Explosive Limit): 可燃气体与空气的混合物遇火源产生爆炸的可燃气体体积分数范围。

爆炸上限 (Upper Explosive Limit): 可燃气体与空气的混合物遇火源产生爆炸时的可燃气体最高体积分数。

爆炸下限 (Lower Explosive Limit): 可燃气体与空气的混合物遇火源产生爆炸时的可燃气体最低体积分数。

组分 (Component): 气体中包含的各种成分, 以体积百分数或质量百分数计。

燃气热值 (Heating Value): 标准状态下, 1m^3 或 1kg 燃气完全燃烧所释放出的热量, 也称发热量。

燃气用户 (Gas Consumer): 城镇燃气系统的终端用气单元, 包括居民用户, 商业用户, 工业用户, 采暖、制冷用户及汽车用户等。

基准气 (Reference Gas): 代表某种燃气的标准气体。

调峰气 (Peak Shaving Gas): 为满足高峰用气需求所使用的补充气源或储备燃气。

计算月 (Design Month): 一年十二个月中平均日用气量出现最大值的月份。

月高峰系数 (Maximum Uneven Factor of Monthly Consumption): 计算月的平均日用气量与该年的平均日用气量的比值。

日高峰系数 (Maximum Uneven Factor of Daily Consumption): 计算月中最大日用气量与该月平均日用气量的比值。

小时高峰系数 (Maximum Uneven Factor of Hourly Consumption): 计算月中最大用气量日的最大小时用气量与该日平均小时用气量的比值。

月不均匀系数 (Uneven Factor of Monthly Consumption): 一年中, 各月平均日用气量与该年平均日用气量的比值, 表示各月用气量的变化情况。

日不均匀系数 (Uneven Factor of Daily Consumption): 一个月 (或一周) 中, 每日用气量与该月 (或该周) 平均日用气量的比值, 表示日用气量的变化情况。

时不均匀系数 (Uneven Factor of Hourly Consumption): 一日中, 每小时用气量与该日平均小时用气量的比值, 表示小时用气量的变化情况。

低压燃气管道 (Low Pressure Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 小于

0.01MPa 的燃气管道。

中压 A 燃气管道 (Medium Pressure A Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 大于 0.2MPa, 不大于 0.4MPa 的燃气管道。

中压 B 燃气管道 (Medium Pressure B Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 不小于 0.01MPa, 不大于 0.2MPa 的燃气管道。

次高压 A 燃气管道 (Sub-high Pressure A Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 大于 0.8MPa, 不大于 1.6MPa 的燃气管道。

次高压 B 燃气管道 (Sub-high Pressure B Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 大于 0.4MPa, 不大于 0.8MPa 的燃气管道。

高压 A 燃气管道 (High Pressure A Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 大于 2.5MPa, 不大于 4.0MPa 的燃气管道。

高压 B 燃气管道 (High Pressure B Gas Pipeline): 设计压力 (表压) 大于 1.6MPa, 不大于 2.5MPa 的燃气管道。

调峰 (Peak Shaving): 解决用气负荷波动与供气量相对稳定之间矛盾的措施。

低压储气罐 (Low Pressure Gasholder): 工作压力 (表压) 在 10kPa 以下, 依靠容积变化储存燃气的储气罐。低压储气罐分为湿式储气罐和干式储气罐两种。

高压储气罐 (High Pressure Gasholder): 工作压力 (表压) 大于 0.4MPa, 依靠压力变化储存燃气的储气罐, 又称为固定容积储气罐。

调压装置 (City Gas Pressure Regulating Equipment): 由调压器及其附属设备组成, 将较高燃气压力降至所需的较低压力的设备单元的总称。

调压箱 (Regulator Box): 设有调压装置的专用箱体, 用于调节用气压力的整装设备。

工艺汽化器 (Process Vaporizer): 从其他的热动力过程或化学过程取热或从液化天然气的制冷过程取热的汽化器。

蒸发器 (Boiled-off Gas, BOG): 液化天然气储存或输送时, 由于吸收了漏入的热量使少部分液态天然气转化成低温气态天然气。

放散气 (Emission Ambient Gas, EAG): 当系统超压、检修时, 液化天然气厂站集中放散的天然气。

增压汽化器 (Pressure Booster): 将储罐或槽车内的一部分液态天然气汽化, 汽化后的气体再进入储罐或槽车, 使其内部保持一定压力的设备。增压汽化器包括储罐增压器和卸车增压器。