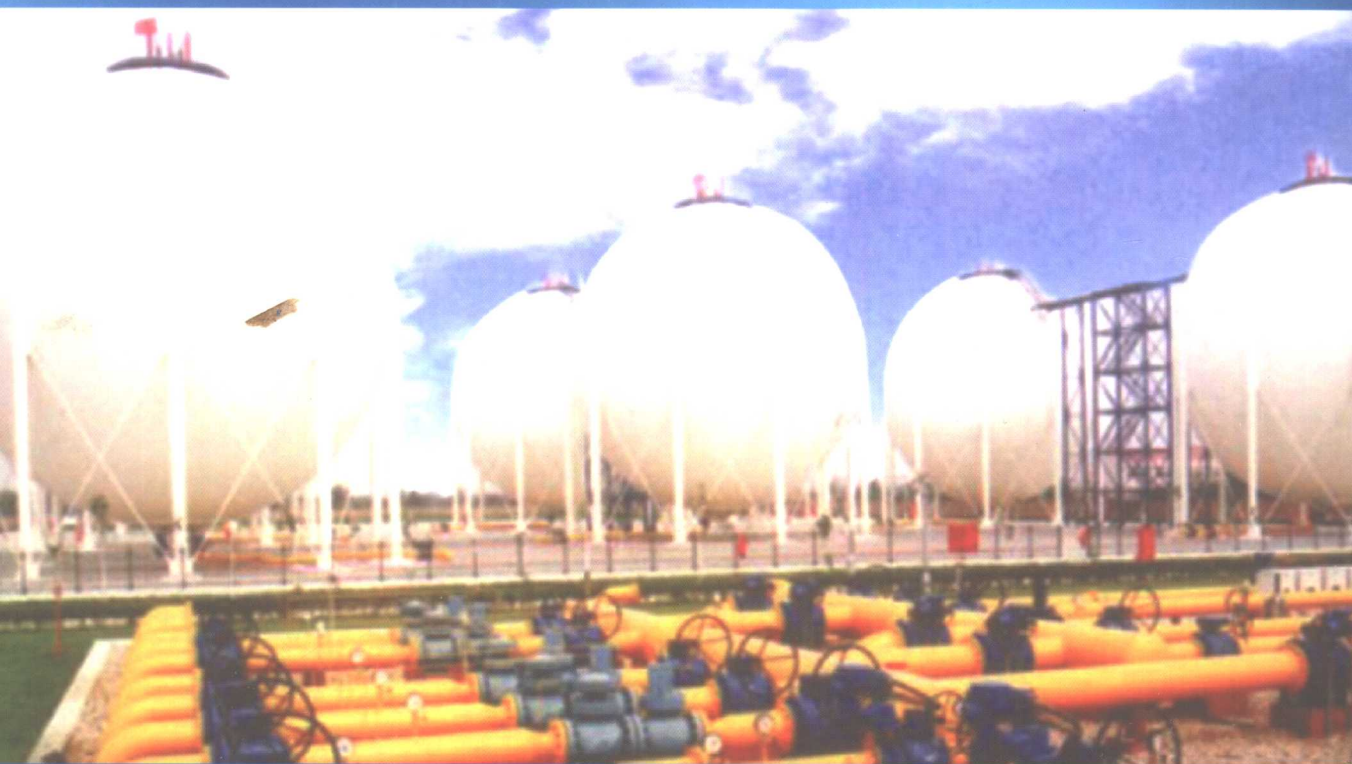


江孝祺 主 编
修长征 李建勋 副主编

城镇燃气与热能供应



中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)



城镇燃气与热能供应

江孝禔 主 编
修长征 李建勋 副主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书根据国家有关法规、标准,对城镇燃气与热力管道的设计、制造、施工安装、使用、检验、修理和改造各个环节的基本理论、技术基础和专业知识进行了全面系统介绍,并介绍了大量实际设计、施工安装、运行管理的实例与经验,是从事压力管道生产、使用、检验、检测及监督检查人员的实用培训教材,亦可供大专院校有关专业师生、科研机构的有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城镇燃气与热能供应/江孝祺主编.
—北京:中国石化出版社,2006(2006.4重印)
ISBN 7-80164-973-7

I. 城… II. 江… III. ①城镇-燃料气-压力管道-安全技术-中国②城镇-供热管道:压力管道-安全技术-中国
IV. ①TU995②TU996

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010028 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 33.5 印张 845 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 版第 2 次印刷

定价:78.00 元

(购买时请认明封面防伪标识)

序

以人为本，提倡人性，关爱生命已是当今世界共识。保证社会安全，正是这一理念的体现。安全是人类生存和发展的基本前提，关系到国家、社会和人民生活的各个方面，是社会健康持续发展的根本保证，是社会稳定、人民安居乐业的标志。

近年来，为适应时代需要，随着改革开放更加深入，客观条件进一步成熟，天然气已逐渐成为城镇燃气的重要气源，开始逐步与国际燃气工业发展接轨。因此，得到了快速发展。但是，城镇燃气是易燃、易爆、有毒介质，按照国务院颁发的《特种设备安全监察条例》的规定，城镇燃气与热力管道为市政公用压力管道，属于对生命安全、危险性较大的特种设备，应对其生产、使用、检测检验的全过程进行监督检查，以保证市政公用压力管道的运行安全。因此，如何在城镇燃气与热力管道大发展的同时，做好城镇燃气与热力管道从设计开始直至失效报废全过程的安全工作是关系到社会安定的大事，至关重要。

《城镇燃气与热能供应》以公用压力管道安全技术为主线，详细介绍了压力管道基本概念，执行的主要法规、行政规章及规范标准；系统地阐述了城镇燃气的基本性质、基础理论以及燃气输配及热能供应系统的设计与施工安装；根据法规与规范要求，系统全面地介绍了有关安全管理和运行使用的基本规定。本书对于在燃气与热力供应系统中所涉及到的安全问题，从产生过程、原理以及安全防护措施与相应的安全设备均作了详细介绍。

本书主编中国市政工程华北设计研究院顾问总工、教授级高级工程师江孝祺从事城镇燃气专业教学、科研、设计与管理工作四十余年，其中近十年内较多的进行了压力管道设计资格许可与培训工作，有丰富的专业知识与工作经验。在本书编著过程中，广泛参考了国内外有关著作和规范标准，按照压力管道安全监察管理要求，系统地对城镇燃气与热力管道生产、使用的全过程进行了科学分析与整理，编著了本书。

本书具有系统性强、先进实用等特点，体现了当前城镇燃气、热力行业的技术发展水平，可作为从事市政公用压力管道的生产、使用、检验、检测及监督人员的培训教材，也为从事城镇燃气与热力专业的技术人员提供了一本极有价值的参考书。它将在城镇燃气与热力专业的技术发展中，对公用压力管道建设与保证使用安全起到积极推动作用，以使城镇燃气与热能供应事业健康持续发展。

中国工程院院士
全国勘察设计大师
中国市政工程华北设计院顾问总工

李蔚嘉

2005年10月

前 言

根据《特种设备安全监察条例》规定,涉及生命安全危险性较大的锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施为特种设备。城镇燃气与热力管道为生产、生活中使用的可能引起燃烧爆炸及中毒等危险的公用压力管道,因此,必须按照《特种设备安全监察条例》、《压力管道安全管理与监察规定》要求,对其设计、制造、安装、使用、检验、修理、改造进行全面的的安全监察,以保障人民群众生命和财产安全,促进经济发展,创建安定和谐社会。

本书可为从事压力管道的生产(含设计、制造、安装、改造、维修)、使用、检验、检测及安全监察人员的培训教材。

本书根据教材课程基本要求,详细介绍了压力管道的基本概念、安全监察的主要法规、行政规章及规范标准;详细阐述了城镇燃气的基本性质、基础理论以及输配系统的设计与施工安装,并介绍了有关安全管理和运行使用的基本知识;介绍了以热水和蒸汽为热媒的城市供热系统的工作原理、设计方法、施工安装要求以及安全管理的知识。

本书以公用管道安全技术为主线,借助多年的教学、设计、科研及管理工作经验,在参考了国内外同行专家的著作和提供的资料基础上编著的。本书主要有以下特点:

① 为加强安全意识,本书全面论述了城镇燃气的燃烧、爆炸和中毒的过程、原理以及保证安全的标准与防护措施;

② 为增强燃气利用过程中可持续发展的环境保护意识,本书不仅介绍燃气中有利用价值的内容,并列举了其中所含有害成分及其燃烧产物对人体和环境造成的危害、表现、原理和限量;

③ 本书在编写过程中注意了专业知识与监督检查的结合,并按压力管道安全管理要求,对生产、使用、检验检测内容作了详细介绍;

④ 为提高城镇燃气与热力管道的标准化水平,教材中注意介绍并引用了国家、行业现行标准与规范,按照新规范要求,对有关计算公式与图表进行了修正与调整,增加了部分新内容;

⑤ 在编著过程中重点考虑了压力管道检验检测和安全管理技术人员知识的需要,同时也照顾了专业设计、制造、施工安装与使用管理人员的专业知识的需要,并使之有机结合;

⑥ 本书力求统一采用量和单位的规范用法及标准城镇燃气术语。

本书由中国市政工程华北设计研究院顾问总工、教授级高级工程师江孝悛担任主编、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局压力管道处副处长、高级工程师修长征、中国市政工程华北设计研究院副院长、教授级高级工程师李建勋担任副主编。参加本书编写的人员有:中国市政工程华北设计研究院江孝悛、李建勋、朱奇慧、李颜强、姜东琪、杜建梅、

胡惠中、徐明远、王文军；国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局修长征、杜顺学、刘金山；中国特种设备检测研究中心何仁洋；天津大学张静玉；兰州燃气化工集团燃气工程设计有限公司祁振军；吉林省大地燃气设计有限责任公司王伟；天津市燃气集团金建平、赵秀云、胡仁生；咸阳燃气热力设计有限公司马璐；中国石油天然气集团公司周宇；河北华新燃气工程技术开发有限公司刘丽梅；日本东北大学王宁；加拿大北方电讯江南；天津城市建设学院玉建军；天津市热力公司冯世骏。全书由中国市政工程华北设计研究院江孝提、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局修长征统稿。

本书由中国工程院院士、全国勘察设计大师、中国市政工程华北设计研究院顾问总工、教授级高级工程师李猷嘉、中国市政工程华北设计研究院顾问总工、中国土木工程学会城市燃气分会秘书长、高级工程师徐良、国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局压力管道处处长、高级工程师高继轩担任主审，对本书进行了认真详细审查，提出了很多宝贵的意见。何伯康、冯长海、章申远、王长胜、李春兴、杨子江参加了本书的审核工作。

本书在编著工作过程中得到焦景春、卢凯、李栋、高建文、王进、刘淑萍、冯长义、牛小梅等有关单位的专家和技术人员的帮助，在此表示真挚的感谢！

由于编著者专业技术水平有限，错误之处在所难免，恳请批评指正。

编著者

《城镇燃气与热能供应》

编委会

主任	曹开朗	宋继红			
副主任	李猷嘉	黄立民	黄红祥		
委员	高继轩	崔钢	修长征	李建勋	金建平
	李颜强	徐良	何伯康	王伟	祁振军
	江孝禔				
主编	江孝禔				
副主编	修长征	李建勋			
编著人员	朱奇慧	何仁洋	刘金山	姜东琪	张静玉
	刘丽梅	祁振军	王伟	杜顺学	马璐
	李颜强	金建平	玉建军	赵秀云	胡惠中
	杜建梅	江南	王宁	徐明远	王文军
	周宇	冯世骏	胡仁生		
主审	李猷嘉	徐良	高继轩		
参审人员	何伯康	冯长海	章申远	王长胜	李春兴
	杨子江				

目 录

概论	(1)
第一节 压力管道的基本概念	(1)
第二节 压力管道安全监察	(5)
第三节 城镇燃气和热力管道简介	(19)
第一章 城镇燃气的分类及其性质	(22)
第一节 城镇燃气气源及种类	(22)
第二节 城镇燃气的分类与互换	(27)
第三节 单一气体的基本性质	(30)
第四节 城镇燃气的基本性质与参数的计算	(31)
第五节 燃气的燃烧、爆炸及安全防护	(46)
第六节 城镇燃气的加臭	(48)
第二章 城镇燃气需用量及供需平衡	(50)
第一节 年用气量	(50)
第二节 燃气需用工况	(52)
第三节 燃气的小时计算流量	(54)
第四节 燃气生产与使用的平衡	(55)
第三章 城镇燃气管网系统	(61)
第一节 城镇燃气管网的分类及其选择	(61)
第二节 城镇燃气管道的布线	(66)
第三节 燃气管道及其附属设备	(72)
第四节 燃气管道的防腐	(80)
第四章 燃气管网的水力计算	(88)
第一节 燃气管道水力计算基本方程式	(88)
第二节 燃气管道水力计算公式	(90)
第三节 城镇燃气管道计算流量的确定	(97)
第四节 环状管网的计算	(101)
第五节 应用电子计算机进行环状管网的水力计算	(105)
第六节 城镇燃气管道强度和稳定计算	(111)
第五章 门站、储配站	(118)
第一节 门站、储配站工艺流程	(118)
第二节 总图布置	(122)
第三节 储气罐	(128)
第四节 加压机房	(139)
第五节 燃气计量间	(153)

第六章 调压装置	(156)
第一节 燃气压力调节过程.....	(156)
第二节 调压器.....	(156)
第三节 调压器通过能力的计算.....	(160)
第四节 调压装置及其设备.....	(162)
第五节 调压装置工艺流程及布置.....	(169)
第六节 调压站的安装、验收与启动运行.....	(175)
第七节 调压站的维护管理.....	(176)
第七章 压缩天然气供应系统	(178)
第一节 压缩天然气充气站的工艺流程.....	(178)
第二节 充气站的设备.....	(180)
第三节 充气站工艺设计.....	(184)
第四节 充气站的总平面布置.....	(188)
第五节 压缩天然气车载运瓶车.....	(189)
第六节 压缩天然气卸气储配站.....	(190)
第八章 液化石油气供应	(195)
第一节 概述.....	(195)
第二节 液化石油气的运输.....	(197)
第三节 接收、储存和罐装.....	(209)
第四节 液化石油气供应基地.....	(219)
第五节 液化石油气供应.....	(230)
第六节 液化石油气掺混气.....	(238)
第七节 液化石油气加气站.....	(245)
第九章 城镇燃气工程设计管理	(254)
第一节 城镇燃气建设的管理.....	(254)
第二节 城镇燃气规划.....	(255)
第三节 城镇燃气输配工程项目可行性研究报告编制.....	(259)
第四节 城镇燃气输配工程初步设计.....	(262)
第五节 城镇燃气输配工程施工图设计.....	(268)
第十章 城镇燃气管道的施工安装	(271)
第一节 城镇燃气管道埋地敷设法.....	(271)
第二节 城镇燃气管道过水域敷设法.....	(287)
第三节 城镇燃气管道过铁路及其他障碍物施工方法.....	(295)
第四节 户内燃气设施施工安装与验收.....	(305)
第十一章 城镇燃气输配工程试验验收	(310)
第一节 城镇燃气输配工程验收内容和程序.....	(310)
第二节 室外管道一般检验.....	(311)
第三节 室外管道系统吹扫.....	(314)
第四节 室外管道强度试验和气密性试验.....	(315)
第五节 调压站试验验收.....	(319)

第六节	门站和储配站试验验收	(320)
第十二章	城镇燃气管道安装质量监督检验	(328)
第一节	燃气管道安装资格及质量保证体系	(328)
第二节	质量控制文件及质量控制内容	(328)
第三节	燃气管道及管道附件的检验	(330)
第四节	燃气管道安装质量检验	(331)
第五节	燃气管道安装监督检验的方法与程序	(335)
第十三章	燃气管道安全管理与运行使用	(346)
第一节	燃气管道安全管理	(346)
第二节	燃气管道投运	(349)
第三节	城镇燃气管道日常维护管理	(352)
第四节	埋地燃气管道的检测	(354)
第五节	燃气管道故障处理	(361)
第六节	门站、储配站安全运行技术	(365)
第七节	调压装置安全维护管理与事故处理	(387)
第八节	燃气管道档案管理	(390)
第九节	燃气管道计算机管理	(393)
第十四章	运行燃气管道的检验	(395)
第一节	城镇运行燃气管道检验的种类	(395)
第二节	运行燃气管道的外部检查	(396)
第三节	运行燃气管道全面检验	(397)
第四节	燃气管道安全状况的分级标准	(400)
第五节	燃气管道缺陷与安全状况评定	(400)
第六节	管道缺陷处理	(403)
第十五章	燃气管道修理与技术改造	(404)
第一节	燃气管道修理与技术改造的基本要求	(404)
第二节	燃气管道的检修程序	(404)
第三节	燃气管道带气接线施工	(407)
第四节	管道的带压堵漏	(414)
第五节	燃气管道修理改造的检验	(417)
第十六章	燃气管道的破坏与事故处理	(418)
第一节	燃气管道破坏形式	(418)
第二节	韧性破坏	(419)
第三节	脆性破坏	(421)
第四节	腐蚀破坏	(424)
第五节	疲劳破坏	(426)
第六节	蠕变破坏	(428)
第七节	燃气管道破坏事故分析	(428)
第十七章	城镇供热系统	(433)
第一节	集中供热系统	(433)

第二节	热负荷	(436)
第三节	供热管网	(440)
第四节	管网水力计算	(448)
第五节	热力管道位移及补偿方式	(454)
第六节	管道应力计算和作用力计算	(456)
第七节	中继泵站与热力站	(465)
第八节	供热系统调节方式	(469)
第十八章	热力管网的安全规定	(472)
第一节	热力管道焊接的安全规定	(472)
第二节	热力管道安装的安全规定	(476)
第三节	热力管道防腐及保温工程的安全技术规定	(482)
第四节	热力管道的试压、清洗、试运行	(484)
第五节	热力管道系统运行中安全管理规定	(487)
第六节	热力点(站)的安全技术规定	(488)
附录 1	长度单位及其换算	(490)
附录 2	面积单位及其换算	(490)
附录 3	体积单位及其换算	(491)
附录 4	质量单位及其换算	(491)
附录 5	流量单位及其换算	(492)
附录 6	力的单位及其换算	(493)
附录 7	压力单位及其换算	(494)
附录 8	黏度单位及其换算	(495)
附录 9	浓度单位及其换算	(494)
附录 10	密度单位及其换算	(494)
附录 11	质量体积单位及其换算	(497)
附录 12	功、功率与能、热量单位及其换算	(498)
附录 13	常用介质管道内流速范围	(500)
附录 14	球墨铸铁燃气管道规格尺寸	(501)
附录 15	燃气用埋地聚乙烯管材规格尺寸	(503)
附录 16	燃气用钢骨架聚乙烯塑料复合管规格尺寸	(503)
附录 17	中低压燃气管道焊接钢管规格尺寸	(504)
附录 18	高压、次高压燃气焊接钢管规格尺寸	(505)
附录 19	公用压力管道常用法规、标准目录	(518)
参考文献		(524)

概 论

第一节 压力管道的基本概念

一、压力管道的定义

随着科学技术进步,工业生产不断发展,生活质量日益提高,利用管道输送气体、液体甚至气固、气液、固液两相和三相的物质,已成为当今世界工业生产和人民生活不可缺少的组成部分。

城镇燃气和城镇供热系统中使用着大量的管道,其主要作用是将燃气、蒸汽或热水等介质由一个地方输送到另一个地方,在这个输送过程中,介质必须流动,而介质在密闭的管道中流动须要克服流动的阻力,才能实现物质的转移。这一物质转移的过程是一个做功过程,而做功必须有力,这个力来自外界的动力(如泵、压缩机等)或介质本身的驱动力。也就是说,要使介质在密闭管道中产生流动,则管道中必须具有一定的压力并形成压差,才能达到输送流体的目的。因此,从这个意义上而言,输送流体的密闭管道应都是承受一定压力的管道。

输送流体的密闭管道除了承受一定压力的特点外,还有介质特性十分复杂(如有毒、易燃或高温高压等)、管道所处环境比较恶劣和管道组成件材料品种繁多等特点。管道的这些特点,使其具有一定的危险性,出现问题的概率多,一旦发生安全事故,对人民的生命财产和生存环境会带来严重威胁与污染。因此,美国、德国、英国、法国、加拿大、日本等技术经济发达国家,已经总结管道的事故教训,本着“以人为本”的精神,利用其先进的技术,雄厚的经济实力,针对一部分危险性较大的管道(即压力管道)建立了一整套安全管理体系,加强了安全监察工作,降低了安全事故出现的概率,提高了管道运行的安全性。

随着我国国民经济的不断发展,石油、天然气的开发利用日益增多,石油化工企业不断增长,城镇燃气气化规模与普及率大幅度提高,热电事业及城市供热也得到快速发展,因此,压力管道也相应越来越多。与世界各国一样,随着压力管道的应用也不断增加,由于管理不善或设计、制造与施工安装中的问题,造成在 20 世纪 90 年代初期,我国发生了多起压力管道的重大安全事故。针对这一情况,原劳动部于 1996 年颁发了《压力管道安全管理与监察规定》,将一部分危险性较大的管道定义为压力管道,由政府实施安全监察,从此,我国的压力管道开始进入法制管理时期。随着我国安全生产法规的不断健全,国务院于 2003 年颁布了《特种设备安全监察条例》,将压力管道纳入特种设备范围,并对应进行监管的压力管道的含义作了明确规定,即“压力管道是指利用一定的压力,用于输送气体或者液体的管状设备,其范围规定为最高工作压力大于或者等于 0.1MPa(表压)的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体介质,且公称直径大于 25mm 的管道(包括其附属的安全附件、安全保护装置和与安全保护装置相关的设施)。”

注:特种设备是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施。安全保护装置指压力管道上连接的安全阀、压力表、爆破片和紧急切断阀等。

管道与设备的划分界限为；管道与设备焊接连接的第一道环向焊缝、螺纹连接的第一个接头、法兰连接的第一个法兰密封面、专用连接件的第一个密封面。

综上所述，压力管道不是简单意义上的受压力的管道，而是《特种设备安全监察条例》限定范围内的管道。这样，明确地界定了“压力管道”的含义。凡是符合压力管道条件的管道，则必须按照压力管道安全技术规范进行全过程安全监察管理。

二、压力管道的分类分级

为了便于针对不同的压力管道提出生产与使用要求及安全监察要求，在压力管道的设计、制造、安装等标准中和安全技术规范中都压力管道进行了分类分级的要求。现将主要的分类分级方法介绍如下。

(一) 安全技术规范对压力管道的分类分级

《压力管道安全管理与监察规定》将压力管道按其用途划分为工业管道(GA类)、公用管道(GB类)和长输管道(GA类)。工业管道是指企业、事业单位所属的用于输送工艺介质的管道、公用工程管道及其他辅助管道；公用管道是指城市或乡镇范围内的用于公用事业或民用的燃气管道和热力管道；长输管道是指产地、储存库、使用单位间的用于输送商品介质的管道。

目前对受监察的压力管道有两种分级方法，一种是《压力容器压力管道设计单位资格许可与管理规则》的分级，一种是《压力管道安装单位资格认可实施细则》和《在用工业管道检验规程》(试行)中的分级。这两种分级对长输管道和公用管道是相同的，均将长输管道划分为GA1级和GA2级；公用管道划分为GB1级(燃气管道)、GB2级(热力管道)。但这两种分级方法对工业管道的分级有所不同。前者将工业管道划分为GC1级、GC2级。而后者是将工业管道划分为GC1级、GC2级和GC3级。

1. 长输管道的分级

(1) 符合下列条件之一的长输管道为GA1级：

① 输送有毒、可燃、易爆气体介质，设计压力 $p > 1.6\text{MPa}$ 的管道。

② 输送有毒、可燃、易爆液体介质，输送距离 $\geq 200\text{km}$ 且管道公称直径 $DN \geq 300\text{mm}$ 的管道；

输送距离是指产地、储存库、用户间的用于输送商品介质管道的直接距离。

③ 输送浆体介质，输送距离 $\geq 50\text{km}$ 且管道公称直径 $DN \geq 150\text{mm}$ 的管道。

(2) GA2级是指满足符合下列条件之一的长输管道：

① 输送有毒、可燃、易爆气体介质，设计压力 $p \leq 1.6\text{MPa}$ 的管道；

② GA1(2)范围以外的管道；

③ GA1(3)范围以外的管道。

2. 公用管道的分级

公用管道分为燃气管道和热力管道。燃气管道为GB1级，热力管道为GB2级。

3. 工业管道的分级

《压力管道安装单位资格认可实施细则》对工业管道的分级方法与《压力容器压力管道设计单位资格许可与管理规则》的主要区别是将GC2级工业管道又划出一部分管道做为GC3级。《在用工业管道检验规程》(试用)采用了《压力管道安装单位资格认可实施细则》的分级方法。分成三个级别的方法如下：

(1) 符合下列条件之一的工业管道为 GC1 级:

① 输送现行国家标准 GB 5044《职业接触毒物危害程度分级》中规定的毒性程度为极度危害介质的管道;

② 输送现行国家标准 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GB J16《建筑防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体, 并且设计压力 $\geq 4.0\text{MPa}$ 的管道;

③ 输送可燃流体介质、有毒流体介质, 设计压力 $\geq 4.0\text{MPa}$, 并且设计温度 $\geq 400^\circ\text{C}$ 的管道;

④ 输送流体介质并且设计压力 $\geq 10.0\text{MPa}$ 的管道。

(2) 符合下列条件之一的工业管道为 GC2 级:

① 输送现行国家标准 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》及 GB J16《建筑设计防火规范》中规定的火灾危险性为甲、乙类可燃气体或甲类可燃液体, 并且设计压力 $< 4.0\text{MPa}$ 的管道;

② 输送可燃流体介质、有毒流体介质, 设计压力 $< 4.0\text{MPa}$, 并且设计温度 $\geq 400^\circ\text{C}$ 的管道;

③ 输送非可燃流体介质、无毒流体介质, 设计压力 $< 10.0\text{MPa}$, 并且设计温度 $\geq 400^\circ\text{C}$ 的管道;

④ 输送流体介质, 设计压力 $< 10.0\text{MPa}$, 并且设计温度 $< 400^\circ\text{C}$ 的管道。

(3) 符合下列条件之一的 GC2 级工业管道划分为 GC3 级:

① 输送可燃流体介质、有毒流体介质, 设计压力 $< 1.0\text{MPa}$, 并且设计温度 $< 400^\circ\text{C}$ 的管道;

② 输送非可燃流体介质、无毒流体介质, 设计压力 $< 4.0\text{MPa}$, 并且设计温度 $< 400^\circ\text{C}$ 的管道。

(二) 相关行业对压力管道的分类分级方法

在石油、天然气、化工、石油化工、市政公用、机械、冶金、兵器、航空航天工业系统中, 各种压力管道得到了广泛应用。各行各业针对各自不同的工艺要求和管道运行状态, 均有不同的压力管道的分类方法, 并在国家标准与行业标准中进行了规定, 现将常见的几种标准分别叙述如下。

(1) GB 50235《工业金属管道工程施工及验收规范》适用于设计压力不大于 42MPa , 设计温度不超过材料允许的使用温度的工业金属管道。其管道是按照输送介质的性质、操作条件将输送流体分为剧毒流体、有毒流体、可燃流体、非可燃流体、无毒流体五种。

(2) SH 3501《石油化工有毒^①、可燃介质管道工程施工验收规范》适用于设计压力 400Pa (绝压) $\sim 42\text{MPa}$ (表), 设计温度 $-196 \sim 850^\circ\text{C}$ 的有毒毒性程度为极度危害、高度危害、中度危害和轻度危害可燃介质管道工程的施工及验收。管道是按照输送介质和压力分级分为 SHA、SHB、SHC、SHD 级。

SHA 级适用于毒性程度为极度危害介质(苯管道除外): 毒性程度为高度危害介质的丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢介质管道; 设计压力大于或等于 10MPa 输送有毒、可燃介质管道。

SHB 级适用于毒性程度为极度危害的苯管道: 毒性程度为高度危害介质管道(丙烷腈、光气、二硫化碳和氟化氢管道除外); 甲类、乙类可燃气体^②和甲_A类液化烃、甲_B类、乙_A类可燃液体^③介质管道。

SHC 级适用于毒性程度为中度、轻度危害介质管道: 乙_B类、丙类可燃液体介质管道。

SHD 级适用于设计温度低于 -29°C 的低温管道。

注: ① 根据《职业性接触毒物危害程度分级》GB 5044 将介质的毒性程度分为四级, 其最高允许浓度分别为:

极度危害(I级): $< 0.1\text{mg}/\text{m}^3$;
高度危害(II级) $0.1 \sim 1\text{mg}/\text{m}^3$;
中度危害(III级): $1.0 \sim 10.0\text{mg}/\text{m}^3$;
轻度危害(IV级): $> 10.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

② 根据《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 对可燃气体的火灾危险性分为甲、乙两类:

甲类气体为可燃气体与空气混合物的爆炸下限 $< 10\%$ (体积);

乙类气体为可燃气体与空气混合物的爆炸下限 $\geq 10\%$ (体积)。

③ 根据《石油化工企业设计防火规范》GB 50160 标准对液态烃、可燃液体的火灾危险性按如下分类:

甲_A类: 15°C 时的蒸汽压力 $> 0.1\text{MPa}$ 的烃类液体及其他类似的液体;

甲_B类: 甲_A类以外的可燃液体, 闪点 $< 28^\circ\text{C}$;

乙_A类: 闪点 $\geq 28^\circ\text{C}$ 至 $\leq 45^\circ\text{C}$ 的可燃液体;

乙_B类: 闪点 $> 45^\circ\text{C}$ 至 $< 60^\circ\text{C}$ 的可燃液体;

丙_A类: 闪点 $\geq 60^\circ\text{C}$ 至 $\leq 120^\circ\text{C}$ 的可燃液体;

丙_B类: 闪点 $> 120^\circ\text{C}$ 的可燃液体。

(3) SH 3059《石油化工管道设计器材选用通则》适用于设计压力不大于 35.0MPa , 设计温度不超过材料允许使用温度范围的石油化工管道组成件的材料选用。按照介质性质、压力和温度将石油化工管道分为 SHA、SHB、SHC、SHD、SHE 五种。其中:

① SHA 级为输送极度危害介质(苯除外)和高度危害介质中的丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢, 以及设计压力大于或者等于 10.0MPa 的介质管道;

② SHB 级为输送极度危害介质苯、高度危害(丙烯腈、光气、二硫化碳和氟化氢除外), 甲类、乙类可燃气体和甲_A类液化烃、甲_B类、乙_A类可燃液体介质管道;

③ SHC 级为输送中度、轻度危害、乙_B类、丙类可燃液体介质管道;

④ SHD 级为输送低于 -29°C 的低温介质管道;

⑤ SHE 级为输送设计压力小于 10.0MPa 且设计温度高于或者等于 -29°C 的无毒、非可燃介质的管道。

(4) HG 20225《化工金属管道工程施工及验收规范》适用于化工行业金属管道。按照介质性质、压力和温度将化工管道分为 A 类管道输送剧毒介质的管道、B 类管道输送可燃介质、有毒介质的管道、C 类管道为输送非可燃、无毒介质管道、D 类管道输送设计压力小于等于 1MPa 、设计温度为 $-29 \sim 186^\circ\text{C}$ 的非可燃、无毒介质管道。

(5) GB 50028《城镇燃气设计规范》适用于输送不大于 4.0MPa 各种压力的城镇燃气。各类城镇燃气均为甲、乙类火灾危险性介质, 按输送压力(不包括液态液化石油气)分为高压 A、高压 B、次高压 A、次高压 B、中压 A、中压 B、及低压燃气管道 7 个压力级别。液态液化石油气管道按设计压力分为 I、II、III 三个级别。

(6) GJJ 34《城镇热力管网设计规范》适用于输送城市供热介质为热水与蒸汽的热力管网。热水热力网压力小于或者等于 2.5MPa 、温度小于或者等于 200°C , 蒸汽热力网压力小于或者等于 1.6MPa 、温度小或者等于 350°C 。

(7) SY 0401《输油输气管道线路工程施工及验收规范》适用于石油及其产品、天然气的长输管道。在输气管线设计时按沿线居民户数与建筑物密集程度, 划分为四个地区等级, 根据管道所处不同的地区, 确定强度设计系数, 对管道进行强度计算。

三、压力管道特点

根据要求监管的压力管道的定义, 它具有如下特点:

(1) 在管道输送过程中具有一定的压力(最高工作压力大于或等于0.1MPa)。承压是所有密闭管道介质输送必然具有的特点。当管道输送压力过高,有可能在高压作用下,管道破裂爆炸,造成安全事故。

(2) 管道中输送介质的性质是决定压力管道的重要依据。输送介质为最高工作压力大于或者等于0.1MPa(表)的气体、液化气体、蒸汽介质或者可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或者等于标准沸点的液体介质才可能属于必须监察管理的压力管道的范围。

(3) 监管压力管道的公称直径必须大于25mm。

(4) 压力管道包括其附属的安全附件、安全保护装置和与安全保护装置相关的设施。

极度危害的有毒介质以及火灾危险为甲类和乙类的可燃介质,一般来讲,均应确定为压力管道。因为当输送这类介质的管道发生泄漏后,极易产生中毒及燃爆等安全事故。这类管道在压力管道中占有很大比例。

(5) 具有较高的操作温度是一些压力管道的重要特点。

(6) 长输管道,公用管道与工业管道三种压力管道相比较,其各自均有不同的特点,比较如下:

① 长输管道一般具有输送距离长(常穿越多个行政区、甚至可能跨越国界)、输送商品介质、大多设有中途加压站、穿跨越工程多、绝大部分为埋地敷设等特点。相对而言,长输管道的输送介质比较单一,工艺流程也比较简单,但由于输送距离长,因此,要求有较高的输送压力,同时管线有可能经过各种地质条件的地区,如穿越沙漠、永久冻土层、地震带及容易产生泥石流等条件险恶地段,并有可能穿过大山和大的河流与湖泊。这就要求首先作好选线工作,然后再根据所选择的线路,精心设计,处理好各种不利的地理环境和障碍带来的影响。

② 公用管道敷设于城镇地下,由于城镇人口与建、构筑物稠密,各种地下管线和设施较多,为安全起见,一般公用管道压力较低,以尽量避免介质泄漏而发生安全事故。在城镇由于各类用户繁多,道路纵横交错,楼房鳞次栉比,公用管道要通向每一个用户,因此,管道密集,选线十分困难,作好各种公用管道的布线,十分重要。公用管道直接为千家万户服务,对于输送介质要求较严。一般输送的介质比较单一,城镇燃气按气源不同可分为天然气、人工燃气、液化石油气等,并在标准与规范中分别均有不同的要求。其性质虽有所不同,但仅在一定范围内有所变化,可以遵循相同的规律。城镇燃气均为常温输送,而热力管道的特点是输送的介质必须有所需的热能和相应的温度,这对热力管道的设计与运行管理带来一定的特殊要求。其输送的介质仅为热水与蒸汽,比较单一、稳定。

③ 工业管道具有工艺过程复杂,介质类型繁多、状态十分复杂、输送压力、温度高等特点,是三种压力管道分类品种中最多的一种。工业管道几乎包括了所有企、事业单位所使用的管道,一般设置于工厂与各种站、场等工业基地中,尽管操作条件复杂、环境条件苛刻,但管道比较集中,易于管理。

第二节 压力管道安全监察

一、压力管道安全监察的环节及实施方法

压力管道的安全监察过程分为设计、制造、安装、使用、检验、维修和改造等环节。《特种设备安全监察条例》对压力管道的安全监察,根据其环节的不同分别做出了规定:压力

管道及其元件的制造、维修、改造、检验检测的安全监督管理，按照条例的规定执行；压力管道的设计、安装、使用的安全监督管理办法由国务院另行制定。《国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定》(中华人民共和国国务院令 第 412 号，2004 年 6 月 29 日)明确规定了国家质检总局和县级以上地方人民政府质量技术监督部门实施压力管道的设计、安装、使用、检验单位和人员资格认定。在国务院关于压力管道设计、安装、使用的安全监督管理办法出台前，为确保压力管道设计、安装、使用的安全，国家质检总局和地方质监部门应当按照“三定”规定，依据《压力管道安全管理与监察规定》(原劳动部劳部发[1996]140 号)以及有关地方性法规、规章的规定，对压力管道生产、使用、检验检测环节实施安全监察。

二、监察依据

压力管道的安全监察主要执行下述行政法规、行政规章及规范性文件：

行政法规

中华人民共和国安全生产法 中华人民共和国主席令 第 70 号，2002 年 6 月 29 日

特种设备安全监察条例 中华人民共和国国务院令 第 373 号，2003 年 3 月 11 日

国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定 中华人民共和国国务院令 第 302 号，2001 年 4 月 21 日
国务院对确需保留的行政审批项目设定行政许可的决定 中华人民共和国国务院令 第 412 号，2004 年 6 月 29 日

行政规章

压力管道安全管理与监察规定 劳部发[1996]140 号，1996 年 4 月 23 日

城市燃气安全管理规定 中华人民共和国建设部、劳动部、公安部第 10 号令，1991 年 3 月 30 日

锅炉压力容器压力管道特种设备事故处理规定 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局令 第 2 号，2001 年 9 月 17 日

规范性文件

压力容器压力管道设计单位资格许可与管理规则 国质检锅[2002]235 号，2002 年 8 月 14 日

压力管道元件制造单位安全注册与管理办法 质技监局锅发[2000]07 号，2000 年 1 月 7 日

压力管道元件型式试验机构资格认可与管理办法 质技监局锅发[2000]07 号，2000 年 1 月 7 日

压力管道安装单位资格认可实施细则 质技监局锅发[2000]99 号，2000 年 6 月 8 日

压力管道元件制造单位安全注册与压力管道安装许可证评审机构资格认可与管理办法 质技监局锅发[2000]07 号，2000 年 1 月 7 日

压力管道元件制造单位安全注册与压力管道安装许可证评审员考核注册与管理办法 质技监局锅发[2000]07 号，2000 年 1 月 7 日

压力管道安装安全质量监督检验规则 国质检锅[2002]83 号，2002 年 3 月 21 日

压力管道使用登记管理规则(试行) 国质检锅[2003]213 号，2003 年 7 月 17 日

在用工业管道定期检验规程(试行) 国质检锅[2003]108 号，2003 年 4 月 17 日

三、压力管道的安全监察

1. 压力管道设计环节的安全监察

压力管道设计环节安全监察的目的是确保压力管道的设计质量，是一种确保压力管道安全质量的预防性监察，该环节安全监察主要按《压力容器压力管道设计单位资格许可与管理规则》，主要监察手段是对设计单位的资格许可和对设计审批人员的资格许可及批准许可部