



城镇燃气职业教育培训教材
中国城市燃气协会指定培训教材

城镇燃气调压工艺

Chengzhen Ranqi Tiaoya Gongyi

主编 吕瀛



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>



城镇燃气职业教育培训教材
中国城市燃气协会指定培训教材

城镇燃气调压工艺

Chengzhen Ranqi Tiaoya Gongyi

主编 吕 瀛

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是城镇燃气职业教育培训系列教材之一。本书结合我国燃气事业的发展现状以及企业、职业的相关需求,系统讲述了燃气供应系统中燃气调压的基本理论和基本知识,包括气体的力学性质、调压装置工艺流程、调压工艺系统、自动调节系统概述、调压器的构造及工作原理、调压器的分类及型号、调压器常用术语及技术要求、调压系统附属设备、燃气调压设备消音等内容。本书内容深度适宜,层次清晰,既作为企业培训教材,也可用作自学的参考书——通过学习该书以适应燃气相关工作岗位需要。

图书在版编目(CIP)数据

城镇燃气调压工艺/吕瀛主编. —重庆:重庆大学出版社,2011.5

城镇燃气职业教育培训教材

ISBN 978-7-5624-5868-5

I. ①城… II. ①吕… III. ①煤气输配—压力调节器—技术培训—教材 IV. ①TK325

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 252979 号

城镇燃气职业教育培训教材

城镇燃气调压工艺

主 编 吕 瀛

策划编辑 李长惠 张 婷

责任编辑:张 婷 版式设计:张 婷

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:10 字数:250千

2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5868-5 定价:23.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

城镇燃气职业教育培训教材编审委员会

- 顾 问 段常贵(哈尔滨工业大学)
迟国敬(中国城市燃气协会)
- 总 主 编 彭世尼(重庆大学)
- 执行总主编 詹淑慧(北京建筑工程学院)
- 副 总 主 编 玉建军(天津城市建设学院)
李雅兰(北京市燃气集团)
- 委 员 迟京生(北京市燃气集团)
王 飏(北京市燃气集团)
马忠华(北京市燃气集团)
胡 滨(北京市燃气集团燃气学院)
郝纳新(北京市燃气集团燃气学院)
刘 宁(北京市燃气集团)
- 秘 书 长 李长惠(重庆大学出版社)
- 秘 书 吕 瀛(北京市燃气集团)
张 婷(重庆大学出版社)

序 言

随着我国城镇燃气行业的蓬勃发展,现代企业的经营组织形式、生产方式和职工的技能水平都面临着新的挑战。

目前我国的燃气工程相关专业高等教育、职业教育招生规模较小;在燃气行业从业人员(包括管理人员、技术人员及技术工人等)中,很多人没有系统学习过燃气专业知识。燃气企业对在职人员的专业知识和岗位技能培训成为提高职工素质和能力、提升企业竞争能力的一种有效途径,全国许多省市行业协会及燃气企业的技术培训机构都在积极开展这项工作。

在目前情况下,组织编写一套具有权威性、实用性和开放性的燃气专业技术及岗位技能培训系列教材,具有十分重要的现实意义。立足于社会发展对职工技能的需求,定位于培养城镇燃气职业技术型人才,贯彻校企结合的理念,我们组建了由中国城市燃气协会、北京燃气集团、重庆大学、哈尔滨工业大学、北京建筑工程学院、天津城市建设学院、郑州燃气股份有限公司、港华集团等单位共同参与的编写队伍。编委会邀请到哈尔滨工业大学的段常贵教授、中国城市燃气协会迟国敬副秘书长担任顾问,北京建筑工程学院詹淑慧教授担任执行总主编,重庆大学彭世尼教授担任总主编。

本套培训教材以提高燃气行业员工技能和素养为目标,突出技能培训和安全教育,本着“理论够用、技术实用”的原则,在内容上体现了燃气行业的法规、标准及规范的要求;既包含基本理论知识,更注重实用技术的讲解,以及燃气施工与运用中新技术、新工

■ 城镇燃气调压工艺

艺、新材料、新设备的介绍;同时以丰富的案例为支持。

本套教材分为专业基础课、岗位能力课两大模块。每个模块都是开放的,内容不断补充、更新,力求在实践与发展中循序渐进、不断提高。在教材编写工作中,北京燃气集团提出了构建体系、搭建平台的指导思想,作为北京市总工会职工大学“学分银行”计划试点企业,将本套培训教材的开发与“学分银行”计划相结合,为该职业培训教材提供了更高的实践平台。

教材编写得到了中国城市燃气协会、北京燃气集团的全力支持,使一些成熟的讲义得到进一步的完善和推广。本套培训教材可作为我国燃气集团、燃气公司及相关企业的职工技能培训教材,可作为“学分银行”等学历教育中燃气企业管理专业、燃气工程专业的教学用书。通过本套教材的讲授、学习,可以了解城市燃气企业的生产运营与服务,明确城镇燃气行业不同岗位的技术要求,熟悉燃气行业现行法规、标准及规范,培养实践能力和技术应用能力。

编委会衷心希望这套教材的出版能够为我国燃气行业的企业发展及员工职业素质提高做出贡献。教材中不妥及错误之处敬请同行批评指正!

编委会

2011年3月

前 言

随着我国天然气事业的发展,燃气行业的从业人员需求量越来越大,然而关于培训这部分人员所需的教材体系尚未建立,直接影响着从业人员的理论知识水平和技能水平。

《城镇燃气调压工艺》是城镇燃气职业培训系列教材之一,教材结合当今我国燃气事业的发展和应用情况,系统讲述了燃气供应系统中燃气调压的基本理论和基本知识,具体内容包括:气体的力学性质、调压装置工艺流程、调压工艺系统、自动调节系统概述、调压器的构造及工作原理、调压器的分类及型号、调压器常用术语及技术要求、调压系统附属设备、燃气调压设备消音等。

本教材第一章至第九章由北京燃气学院吕瀛编写,主编单位为北京市燃气集团有限责任公司。

本书可作为城镇燃气职业培训人员和受训人员的使用教材,也可供燃气工程设计、施工、运行管理的技术人员参考。由于编者水平有限,书中错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年10月

目 录

1 气体的主要力学性质	
1.1 气体的主要力学性质	2
1.2 气体压力	10
2 调压装置工艺流程	
2.1 城市燃气管网	17
2.2 调压装置的作用和分类	20
2.3 调压工艺流程	24
2.4 调压装置的设置	27
3 调压工艺系统	
3.1 调压工艺系统的演变过程	35
3.2 门站	39
3.3 区域调压装置	44
3.4 用户调压装置	48
3.5 专用调压装置	50
3.6 调压计量系统	52

3.7	CNG 减压系统	61
3.8	CNG 预热	61
4	自动调节系统概述	
4.1	自动调节系统的产生	66
4.2	自动调节系统的分类	68
4.3	自动调节系统的过渡过程	69
4.4	静态特性和动态特性	73
5	调压器的构造及工作原理	
5.1	调压器工作原理	75
5.2	调节机构	83
5.3	调压器流量计算	90
6	调压器的分类与技术要求	
6.1	调压器分类	103
6.2	调压器的型号编制原则	105
6.3	调压器常用技术术语	106
6.4	调压器技术要求	108
7	调压系统附属设备	
7.1	调压装置常用阀门	111
7.2	过滤器	115
7.3	补偿器和保温设备	117
7.4	测量仪表	118
7.5	测量信号的远传系统	121
7.6	安全装置系统	123
7.7	旁通管	128
7.8	附属设备正常运行工艺指标	128
8	燃气调压设备消音	
8.1	声音和噪声的基本知识	132

8.2 调压器产生噪声的原因	134
8.3 调压器噪声的治理	135

参考答案

参考文献

1 气体的主要力学性质

核心知识

- 气体的主要力学性质
- 气体压力
- 气体压力的度量单位,气体压力计算

学习目标

- 了解气体的力学性质
- 理解气体压力的概念
- 掌握常用气体压力计量单位及它们之间的
换算

1.1

气体的主要力学性质

在城镇燃气输配工程中,需要掌握气体的运动规律,了解气体的物理性质,利用压力来控制流量和流速。当管道输送燃气流速较高、压差较大时,气体的密度将发生显著变化,气体密度随压力和温度而变化,因而必须考虑气体的可压缩性。气体流动过程中由于气体分子之间的摩擦引起的阻碍相对运动,也是由气体的力学性质所决定。这些都与气体的压力有关。因此,气体的力学特性是学习燃气调压工艺学必须要了解的基础知识。

城市燃气属于流体,它具有流体的特性——流动性。



知识窗

气体和液体统称为流体。

流动性:流体在静止状态下不能承受切力,只要流体受到切力的作用,即使切力非常小,也要发生不断的变形,流体中各质点就要发生相对运动。流体的这个特性叫做流动性。

流体与固体受力不同:固体具有抗拉、抗压、抗切的能力;当受到一定的外力时,可产生一定的变形,只要外力保持不变,变形大小也保持不变;当外力增加到足够大时,将会被拉裂、压碎、切断。流体则大不相同,受到哪怕很微小的切力,都将发生连续变形,开始流动。

流体与固体的相同点:流体同固体一样能够承受较大的压力。

正是由于燃气的流动性,同时又能够承受较大的压力,所以,才能使人们很方便的
对燃气进行管道输送。

力是决定燃气流动的外因。我们要研究燃气的流动规律,了解燃气的运动状态及其改变,就有必要了解燃气的力学性质。作用于流体上的力,根据方式的不同,分为质量力和表面力。质量力是作用于流体中每一个质点上,且与其自身质量成正比。重力和惯性力均属质量力。表面力是作用于流体表面上,且与其作用面积大小成正比,包括外力和内力。

气体压力属于表面力,国际单位制为帕[斯卡],以 Pa 表示, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$, 工程单位制为 kgf/m^2 或 kgf/cm^2 。



应用举例

切断阀:在阀体内置弹簧控制其阀口开合,当燃气压力超过预设的使阀口开启的弹簧压力时,则将阀口关闭,起到安全阀的作用。

1.1.1 密度

气体的质量常以密度来反映,对于均质气体,单位体积的质量称为密度,以 ρ 表示。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

式中 ρ ——气体的密度, kg/m^3 ;

m ——体积为 V 的气体的质量, kg ;

V ——质量为 m 的气体的体积, m^3 。



常温常压下,空气 $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$,天然气 $\rho = 0.75 \sim 0.8 \text{ kg/m}^3$,LPG $\rho = 1.9 \sim 2.5 \text{ kg/m}^3$ 。

1.1.2 重力特性

物体受地球引力的特性,称重力特性。

气体的重力特性常用容重来反映,对于均质流体,作用于单位体积流体的重力称为容重,以 γ 表示。

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (1.2)$$

式中 γ ——气体的容重, N/m^3 ;

G ——体积为 V 的流体的重力, N ;

V ——重力为 G 的流体体积, m^3 。

密度和容重虽然定义、单位不同,但它们之间有密切联系,关系式为:

$$\gamma = \rho g \quad (1.3)$$

1.1.3 黏滞性

气体运行时,相邻两层气体之间,存在着抵抗气体切应变的力,这种抵抗力称为黏滞力。气体具有的这种抵抗相邻两层气体相对切应变的性质称为气体的黏性。

当流体在管中缓慢流动时,紧贴管壁的流体质点,粘附在管壁上,流速为零。位于管轴上的流体质点,离管壁的距离最远,受管壁的影响最小,而流速最大。介于管壁和管轴之间的流体质点,将以不同的速度向右运动,它们的速度从管壁到管轴线由零增加

至最大的轴心速度。图 1.1 是黏性流体在管中缓慢流动时,流速 u 随垂直于流速的方向 y 而变化的函数关系图,即 $u = f(y)$ 的函数关系曲线,称为流速分布图。

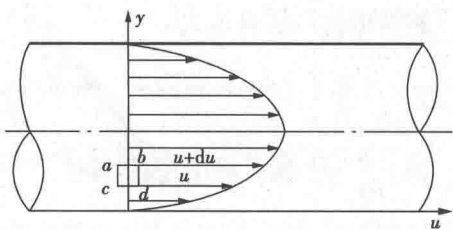


图 1.1 流速分布图



知识窗

物体在外力作用下几何形状发生变化,这种形变称为应变。物体发生形变时内部产生了相互作用的内力以抵抗外力。在所考察的截面某一点单位面积上的内力称为应力。同截面垂直的应力称为正应力或法向应力,同截面相切的应力称为剪应力或切应力。

物体受外力产生变形时,体内各点处变形程度一般并不相同。用以描述某一点处变形的程度的力学量是该点的应变。为此可在该点处取一单元体,比较变形前后单元体大小和形状的变化。在直角坐标中所取单元体为正六面体时,单元体的两条相互垂直的棱边,在变形后的直角改变量,定义为角应变或切应变。

因为 y 方向上流速的不同,流体内各质点间便产生了相对运动,从而产生内摩擦力以抗拒相对运动。实验证明,内摩擦力(或切力) T 的大小与两流层间的速度差(即相对速度) du 成正比,与流层间距离 dy 成反比;与流层的接触面积 A 的大小成正比;与流体的种类有关;与压力的大小无关。



思考

管道中间的气体压力与接近管壁的气体压力相同吗?

黏滞力的数学表达式:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (1.4)$$

(1) $\frac{du}{dy}$ ——速度梯度,表示速度沿垂直于速度方向 y 的变化率,单位为 s^{-1} 。

从图 1.1、图 1.2 可以看出:速度梯度就是直角变形速度。它是在切应力的作用下发生的,只要有充分时间让它变形,它就有无限变形的可能性,使流体具有流动性。

(2) τ ——切应力,是作用在单位接触面积流体上的内摩擦力,单位为 N/m^2 ,即 Pa。切应力 τ 是矢量,即有大小也有方向。

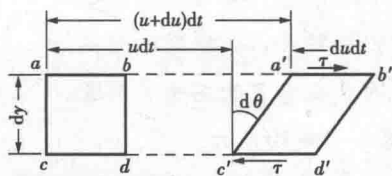


图 1.2 所示:以小方块变形后的 $a'b'c'd'$ 来说明它的方向:上表面 $a'b'$ 上面的流层运动较快,有带动较慢的 $a'b'$ 流层前进的趋势,故作用于 $a'b'$ 面上的切应力 τ 的方向与运动方向相同。下表面 $c'd'$ 下面的流体运动较慢,有阻碍较快的 $c'd'$ 流层前进的趋势,故作用于 $c'd'$ 面上的切应力

的方向与运动方向相反。对于相接触的两个流层来讲,作用在不同流层上的切应力,必然是大小相等,方向相反的。

内摩擦力虽然是流体抗拒相对运动的性质,但它不能从根本上制止流动的发生。因此,流体流动性的特性,不因有内摩擦力存在而消失。当然,在流体质点间没有相对运动(在静止或相对静止状态)时,也就没有内摩擦力表现出来。

(3) μ ——黏滞系数,单位为 $\frac{N}{m^2} \cdot s$,以符号 $Pa \cdot s$ 表示。

不同流体 μ 值不同,同一流体的 μ 值愈大,黏滞性愈强。气体的黏滞性随温度的升高而增大。



知识拓展

- μ 也称为动力黏滞系数。由式(1.4)知,当 $\frac{du}{dy} = 1$ 时,则 $\tau = \mu$,即 μ 表示流体在单位速度梯度作用下所受的切应力(或黏性摩擦力),因 μ 的导出单位为 $Pa \cdot s$,具有动力学单位特征,故称动力黏滞系数,或

动力黏度。

• γ 为运动黏滞系数。以 $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$ 表示,它反应的是流体在重力作用下流动时所受的内摩擦力,因为 γ 导出的单位为 m^2/s ,具有运动学单位特征,故称运动黏滞系数,或运动黏度。

以 γ 来衡量流体的流动性。在同样的条件下, γ 值愈大,流动性愈低;反之 γ 值愈小,流动性愈高。所以,从流体流动性的运动学概念考虑,衡量流体流动性用 γ 而不用 μ 。

1.1.4 压缩性和热胀性

气体受压,体积缩小、密度增大的性质,称为气体的压缩性。

气体受热、体积膨胀,密度减小的性质,称为流体的热胀性。

气体的压缩性和热胀性较液体显著。温度与压力的变化对气体的容重影响很大。



知识窗

不可压缩气体:气体流动速度较低(远小于音速),在流动过程中压力和温度的变化较小,密度仍然可以看作常数,这种气体称为不可压缩气体。

可压缩气体:气体流动速度较高(接近或超过音速),在流动过程中其密度的变化很大,密度已经不能视为常数,这种气体称为可压缩气体。