



全国高职高专土木工程专业系列规划教材

JIANZHU SHEBEI GONGCHENG

◎蔡秀丽 主编 ◎赵法起 吴根树 陈金良 副主编

建筑设备工程

(第二版)



科学出版社

www.sciencep.com

全国高职高专土木工程专业系列规划教材

建筑设备工程

(第二版)

蔡秀丽 主 编

赵法起 吴根树 陈金良 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为《全国高职高专土木工程专业系列规划教材》之一。本书主要介绍与土木工程专业及相关专业紧密联系的建筑设备工程所涉及的内容,包括室内外给排水、供暖工程、通风与空调工程、建筑电气等与土建工程配套的设备工程等。

针对高职高专的特点,本书以实用为主,理论联系实际,侧重于实际操作能力的提高。书中采用了现行最新规范和标准。

本书可作为高等专科学校及高等职业技术学校的土木工程专业的教学用书,也可供相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑设备工程/蔡秀丽主编. —2版. —北京:科学出版社,2005
(全国高职高专土木工程专业系列规划教材)
ISBN 7-03-014758-8

I. 建… II. 蔡… III. 房屋建筑设备-高等学校:技术学校-教材
IV. TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 132872 号

责任编辑:董安齐 彭明兰 / 责任校对:彭明兰
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方上林

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年1月第 一 版 开本:B5(720×1000)
2005年1月第 二 版 印张:24 1/2
2005年1月第三次印刷 字数:478 000
印数:6 000—10 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《全国高职高专土木工程专业系列规划教材》

编 委 会

主任委员 沈养中

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王志军 邓庆阳 司马玉洲 李继业

李维安 董 平 童安齐

委 员 (以姓氏笔画为序)

王长永 王振武 石 静 史书阁

付玉辉 田云阁 刘正保 刘念华

李洪岐 李树枫 肖 翥 陈守兰

张力霆 张丽华 张献奇 孟胜国

郝廷锦 郭玉起 袁雪峰

第二版前言

本书是在第一版的基础上改编而成的。针对第一版的不足之处,进行了增减,并根据新标准和新规范的规定做了一些必要的补充。主要内容包括室内外给排水、供暖工程、通风与空调工程、建筑电气等方面的知识。在编写过程中,力求深入浅出,结合目前职业教育学生的就业方向,在介绍基本理论的同时,更注重实用知识的介绍。

本书编写具体分工如下:蔡秀丽(第一章,第四章),吴根树、刘妍(第二章),陈金良(第三章),赵法起(第五章)。另外,在这次第二版的修改中,邢台职业技术学院的鲍东杰、李静、陈颖参与校对和部分内容的修改工作,在此表示谢意。

由于水平有限,教材中难免还有一些不足之处,恳请读者批评指正。

第一版前言

本书主要介绍与土建工程配套的设备工程,包括室内外给排水、供暖工程、通风与空调工程、建筑电气等方面的内容。编写过程中,力求深入浅出,注重实践性和实用性,在介绍理论知识的基础上,重点阐述施工中实际问题的解决及设备工程在施工中与土建工程的配合,突出现行新规范和新标准。

参加本书编写的人员如下:蔡秀丽、王晓峰(第一章、第四章),吴根树、刘妍(第二章),陈金良(第三章),赵法起(第五章)。庞翠平、张献奇参与了部分内容的编写和校对。本书主审:马颖、王志军。本书在编写过程中参考了相关学者编写的书籍,在此表示深深的谢意。

由于水平有限,教材中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

第二版前言

第一版前言

绪论	1
0.1 建筑设备工程课程包括的主要内容	1
0.2 我国建筑设备的发展状况	2
0.3 建筑设备工程与土建工程之间的关系	2
第一章 建筑设备工程的基本知识	4
1.1 流体动力学的基本知识	4
1.2 传热学的基本知识	13
1.3 电工基本知识	17
思考题	28
第二章 室内外给排水	29
2.1 室外给排水	29
2.2 室内给水工程	44
2.3 室内给水系统常用设备	54
2.4 室内给水系统的水力计算	66
2.5 室内消防给水	75
2.6 室内热水供应	94
2.7 室内排水	102
2.8 室内给排水系统施工及识图	125
思考题	144
第三章 供暖工程	145
3.1 室内采暖	145
3.2 采暖系统所用管材、管件、阀门及采暖设备	163
3.3 室内采暖施工	175
3.4 室内采暖施工图识图和通暖调试	188
3.5 室外采暖管道	197
3.6 锅炉房施工	217
* 3.7 采暖系统的设计计算	231
思考题	243

第四章 通风与空调工程	244
4.1 通风系统的分类	244
4.2 室内通风系统的组成	249
4.3 通风工程的施工	256
4.4 空气调节基本知识	262
4.5 空气处理方式	270
4.6 空调制冷的管道系统	274
4.7 空调水管道施工	277
4.8 空调系统施工图	279
思考题.....	286
第五章 建筑电气	287
5.1 建筑电气的基本系统	287
5.2 供配电系统	292
5.3 民用建筑电气照明技术与设计	316
5.4 有线电视系统	338
* 5.5 火灾自动报警系统	349
* 5.6 智能建筑与综合布线	356
5.7 电气安全、接地与防雷.....	369
思考题.....	378
参考文献	380

* 为选学内容,下同。

绪 论

建筑设备工程是工业与民用建筑专业、监理专业、物业管理专业及相关专业的辅助课程,它与建筑工程是相辅相成的,因此建筑行业的从业人员学习建筑设备的相关知识是很有必要的。

0.1 建筑设备工程课程包括的主要内容

建筑设备工程主要介绍建筑设备工程的基础知识,以及室内外给排水、供暖工程、通风与空调工程、建筑电气等方面的知识。

0.1.1 建筑设备工程的基本知识

在设备工程中,无论是室内外给排水、供暖工程还是通风与空调工程,其中涉及的介质如冷水、热水、蒸汽、空气等都是流体。流体作为一种物质状态,有其很重要的特性。我们必须对流体的特性和规律有一定的了解,才可以更好的学习设备工程的知识。在供暖工程中,采暖热负荷的计算、散热器的选择和计算都要用到传热学的知识,因此传热学也是设备工程基础知识中必不可少的一部分,对于常用的建筑电气,也要求我们对电工学的知识有一定程度的了解。

0.1.2 室内外给排水

主要介绍室外给排水、室内给排水、室内的热水供应等几方面的内容,其中涉及室外给水系统的组成及施工要求、室内给水系统的组成、室内给水设备、给排水系统常用管材、室内给排水的水力计算、室内外给排水的施工及验收规范等内容。通过上述学习,应对室内外给排水的系统有充分的了解,掌握施工图识图、施工图设计的基本知识和施工的要求。

0.1.3 供暖工程

供暖工程是北方寒冷区域为了达到冬季的供暖要求而设的供热系统。我们主要学习供暖工程的系统形式、采暖热负荷的组成、供暖系统所需的主要设备、供暖系统的施工要求、供暖系统施工图的识图与设计、供暖室外管网的布置、供暖热源的组成和设施等方面的知识。

0.1.4 通风与空调工程

通风与空调工程主要是为了达到人体的舒适要求或生产工艺要求而对自然空气进行处理并输送的工程系统。根据环境保护的要求,产生大量污染大气的粉尘或有害气体的生产过程,必须经过处理达到国家排放标准后才允许排放。另外,随着科学技术的发展,许多生产和科研项目对空气环境提出一些特殊的要求。如集成电路生产车间、精密仪器生产车间等,不仅对空气的温度、湿度提出了要求,还对空气的清洁度提出了要求。在公共与民用建筑中,冬季送热、夏季送冷都需要通风与空调系统来完成。对通风与空调系统,主要学习通风系统的组成、通风系统的施工、空气调节的基本知识、空气处理、空调系统施工、通风与空调工程施工图的识图等方面的知识。

0.1.5 建筑电气

主要介绍常用的电气照明、建筑物的防雷与接地装置、建筑物的电话线、闭路天线等弱电系统等内容。通过学习,应对电气照明系统有一定的了解,掌握电气照明施工图的识图及施工的要求。

0.2 我国建筑设备的发展状况

随着我国建筑业的发展,无论是在生活还是生产方面,对建筑设备工程中的供水、供热、供气和供电等的要求和标准日益提高,如卫生间的卫生设施要求功能完善、形式多样,多功能的电气设备和信息电子装置逐步进入千家万户。顺应需求市场的要求,美观、适用、多种功能的新型设备不断出现,例如:节水型卫生器具的开发和推广使用;高效节能换热设备的创新;各种通风空调技术的普及和发展;功能完善、种类繁多的设备不断涌现。这些产品、设备和技术正在不断完善着建筑物的功能,提高着人们的生活质量。

0.3 建筑设备工程与土建工程之间的关系

建筑设备工程是工业与民用建筑中不可缺少的部分,是独立的单位工程,必须与建筑工程相互配合才能发挥其使用效益。因此无论是设计阶段还是施工阶段,都要求建筑工程和设备工程之间密切配合。例如:在住宅和公共建筑中,都要有卫生间,而卫生间的建筑面积与卫生器具的种类、数量以及管道的布置方式密切相关。又如,我国北方地区,均需要供暖系统,而采暖形式的选择和布置,又与房屋建筑的建筑功能、建筑形式等有很大关系。再如,在综合性建筑中,上下层卫生间的位置有无错位,避免排水管道从房间的不合适的位置穿过。还有,当梁的截面尺寸较大,而

房间的净高又有限制,暖气管道在顶棚下设置就有困难,在这种情况下,就必须采用其他的采暖系统形式,改变暖气管道的布置位置。另外,设备工程中都离不开管道,在建筑物中要安装这些管道,就不可避免的要穿越墙体、楼板和基础,土建施工中要预留穿楼板的孔洞,如果不预留,临时凿洞,既浪费劳动力又影响施工质量,这些问题都说明了土建工程和设备工程之间有着密不可分的关系,土建施工人员必须对设备工程的知识引起足够的重视。

第一章 建筑设备工程的基本知识

1.1 流体动力学的基本知识

液体和气体通称为流体。流体是房屋卫生设备中的工作介质,因此我们首先必须了解流体。而在给排水、采暖、通风工程中,所接触的流体都是运动的流体,我们就要掌握流体运动的规律。流体运动的规律就是流体平衡和运动的规律。本章主要介绍流体动力学的基本知识。

1.1.1 流体的主要力学性质

流体的流动性是流体的最基本的特性,流动性是指流体不能承受切向力,如果有切向力存在,即使切向力很微小,流体也会发生变形。流体的流动性主要是由其力学性质决定的,流体的主要力学性质有:

1. 质量密度和重力密度

在描述固体物质的惯性和重力特性时,通常用物体的质量和重力,而流体因为没有固定的体积,在描述其惯性大小和重力大小时,用单位体积的质量和单位体积的重力来表示,即质量密度(ρ)和重力密度(γ)。质量密度定义式为

$$\rho = \frac{M}{V} (\text{kg/m}^3) \quad (1.1)$$

式中: M ——流体的质量(kg);

V ——流体的体积(m^3)。

重力密度定义式为

$$\gamma = \frac{G}{V} (\text{N/m}^3) \quad (1.2)$$

式中: G ——流体的重量(N);

V ——流体的体积(m^3)。

由上两式可知

$$\gamma = G/V = Mg/V = \rho g \quad (1.3)$$

2. 流体的黏滞性

流体流动时,流体内部各质点间或流层间因相对运动而产生内摩擦力以反抗流体质点间相对运动的性质,称作流体的黏滞性。

管段中断面流速分布如图 1.1 所示。根据牛顿摩擦定律,可得到流体黏滞力的

表达式为

$$T = \mu \cdot A \cdot du/dy \quad (1.4)$$

式中： μ ——流体的黏滞系数；

A ——流层间的接触面积(m^2)；

du/dy ——流速梯度，表示流速沿垂直于流速方向的变化率。

若用 τ 代表单位面积上流体的黏滞力，又称作切向力

$$\tau = T/A = \mu \cdot du/dy \quad (1.5)$$

流体黏滞性的大小除了用黏滞系数 μ 来表示外，还可由黏滞系数与流体密度的比值 ν 来表示，即

$$\nu = \mu/\rho \quad (1.6)$$

为了区分这两个系数， μ 称作动力黏性系数， ν 称作运动黏性系数。

3. 流体的压缩性和热胀性

流体受压、体积缩小、密度增大的性质，称作流体的压缩性；流体受热、体积膨胀、密度减小的性质，称作流体的热胀性。对于液体和气体，其压缩性和热胀性有所区别，因此要分别进行研究。

(1) 液体的压缩性和热胀性

液体的压缩性通常用压缩系数 β 来表示，它的意义是：在一定温度下，升高一个单位压力时，流体体积的相对缩小量。液体的压缩性也可用体积弹性模数 E (E 为压缩系数 β 的倒数)来表示，它是指单位体积的相对变化所需的压力增量。液体的压缩性很小，通过计算，水的压力再增加一个标准大气压时，其体积只缩小了 $1/20\,000$ 。因此，在实际工程中，可认为液体流体的密度在整个流动过程中是不变的，即认为是不可压缩流体。

流体的膨胀性通常用膨胀系数 α 来表示。它是指在一定的压力下温度升高 $1K$ 时，流体体积的相对增加量。不同的流体随着温度的变化，其体积都有所变化，因此，在实际工程中，要考虑受热体积膨胀带来的危害。

(2) 气体的压缩性和热胀性

气体的压缩性和热胀性比液体较明显，在常温常压下，气体的压强 p 、比容 v 、温度 T 三个基本参数之间满足理想气体状态方程式

$$pv = RT \quad (1.7)$$

根据压缩系数的定义得

$$\beta = -\frac{1}{v} \cdot \frac{dv}{dp}$$

根据膨胀系数的定义得

$$\alpha = \frac{1}{v} \cdot \frac{dv}{dT}$$

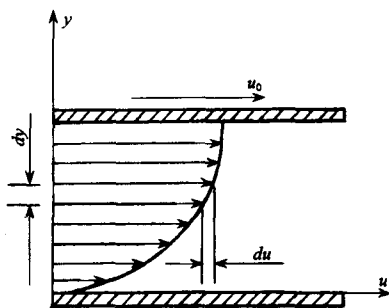


图 1.1 平板间的速度分布

通过以上的介绍,我们知道流体的物理性质是比较复杂的,如果在研究流体的运动规律时,考虑全部因素,则无法进行准确的研究,而我们在实际工程中通常研究的都是流体的宏观运动,因此在实际工程中,首先我们把流体视作连续介质,即在我们的研究空间内,流体是质点间无孔隙的连续体;其次,在一些问题的研究中,流体可以看做无黏性流体,即忽略流体的黏滞性影响;再次,把流体看做不可压缩流体,液体的压缩性很小,可以忽略,而对气体来讲,在气体流速不超过音速的情况下,其压缩性对流体的宏观运动影响很小,因此也视为不可压缩流体。

1.1.2 描述流体运动的几个有关概念

1. 流线和迹线

流线是同一时刻连续流体质点的流动方向线;迹线是同一质点在连续时间内的流动轨迹线。流线是为了形象化的描述流体的运动而引入的概念。在实际工程中,我们通常关心的是流体在某一固定断面或固定空间的运动状况,而不关心其来龙去脉,因此我们主要来研究流线。



图 1.2 流线

流线可以反映流体流动的一些性质,如图 1.2 所示。通过流场中的每一个点都可以绘一条流线,所以流线布满整个流场。流线绘出后,流体的流动状况就一目了然。某点的流速方向就是流线在该点的切线方向;流线的疏密可以反映流速的大小,流线越

疏,流速越小,流线越密,流速越大;流线不能相交,也不能是折线,只能是一条光滑的曲线或直线。

2. 过流断面

前面引入了流线的概念,我们通过流线来定义过流断面。在垂直于流动方向的平面上,取任意封闭曲线,经过封闭曲线上的全部点作流线,这些流线组成管状流面,称为流管。流管以内的流动总体,称为流束。垂直于流束的断面,称为流束的过流断面。

3. 元流、总流

当流束以一根流线为极限,而使流束的过流断面面积趋近于零时,这根流束就成为元流。在设备专业实际工程中,用以输送流体的管道流动,由于流场具有长形流动的几何形态,因此整个流动可以看做无数元流相加,这样的流动总体称为总流;处处垂直于总流中全部流线的断面,是总流的过流断面。

4. 流量

流体流动时,单位时间内通过过流断面的流体体积称为流体的体积流量。一般用 Q 来表示,单位为 m^3/s 或 L/s 。流体的流量一般是指体积流量。要计算流量的大小,我们假设流体在管道内流动,任意取出一过流断面,断面上的流速分布如图

1.3 所示。

在断面上取元面积 dA , u 为 dA 上的流速, 则 dA 断面上全部质点单位时间的位移为 u , 即单位时间内从 dA 面积上流过的流体体积为

$$dQ = u \cdot dA$$

则单位时间内流过全部断面 A 的流体体积 Q 即为

$$Q = \int u \cdot dA \quad (1.8)$$

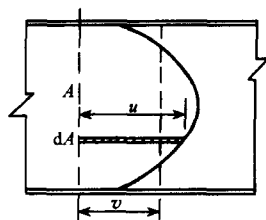


图 1.3 断面平均流速

式中: Q ——该断面的流量。

v ——断面平均流速, 即过流断面面积乘断面平均流速 v 所得到的流量, 等于该断面以实际流速通过的流量, 即

$$Q = v \cdot A \quad (1.9)$$

则

$$v = Q/A = \int u \cdot dA/A \quad (1.10)$$

1.1.3 流体运动的分类

流体运动有不同的分类方法, 下面分别介绍。

1. 根据流动的流体的周界与固体壁面的接触情况来划分

(1) 压力流

流体在压差作用下流动时, 整个流体的周界与固体壁面都接触, 流体无自由表面, 这种流动称作压力流。如室内给水系统的水在管道中的流动, 空调工程中的空气在风管道中的流动, 供热工程中热水或蒸汽在管道中的流动等, 都是压力流。

压力流有三个特点:

- 1) 流体充满整个管道。
- 2) 不能形成自由表面。
- 3) 流体对管壁有一定的压力。

(2) 无压流

无压流又称为重力流, 流体流动时, 流体的部分周界与固体壁面相接触, 另一部分周界与空气相接触, 这种流动称作无压流。如室内排水系统中污水在管道中的流动, 水渠中的水在水渠里的流动等都是无压流。无压流有两个特点:

1) 液体流体没有充满管道, 所以在室内排水系统中引入了充满度的概念, 即污水在管道中的深度 h 与管径 D 的比值称做管道的充满度, 充满度的大小在排水系统设计中是很重要的参数。

2) 液体流体在管道或水渠中能够形成自由表面。

压力流和无压流的图解如图 1.4(a)~(c)所示。

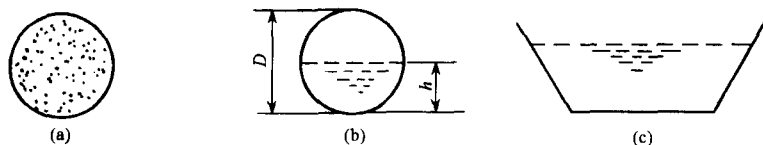


图 1.4 压力流、无压流图解

2. 根据流体流动时压力、流速等运动要素随时间是否变化来划分

(1) 恒定流

要定义恒定流和非恒定流的概念,我们以打开水龙头的过程为例:打开之前,水处于静止状态,称为静止平衡,打开后的短暂时间内,水从喷口流出,流速从零迅速增加到某一流速,在这个过程中,流速时刻在发生变化,称为运动的不平衡状态,当达到某一流速后,即维持不变,此时称为运动的平衡状态。处于运动平衡状态的流体,各点的流速不随时间变化,由流速决定的压强、黏性力和惯性力也不随时间变化,这种流动称为恒定流。

(2) 非恒定流

处于运动不平衡状态的流体,它的各点的流速随着时间变化,各点的压强、黏性力、惯性力也随着速度的变化而变化,这种流动称为非恒定流。

在实际工程中所接触的流体流动,都可以视作恒定流动,给分析和计算带来很大方便。

1.1.4 恒定流连续性方程

恒定流连续性方程是由质量守恒定律得出的,质量守恒定律告诉我们,同一流体的质量在运动过程中不生不灭,即流体运动到任何地方,其质量是恒定不变的。

如图 1.5 所示,在恒定流条件下,可以考虑到:

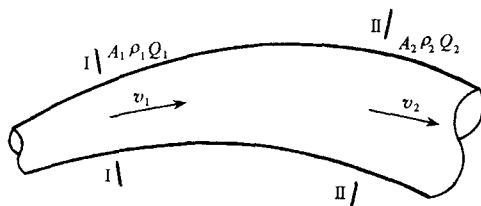


图 1.5 恒定流连续方程图解

- 1) 由于是恒定流,流体的各点的流速不随时间发生变化。
- 2) 流体是连续介质,中间不会形成空隙。
- 3) 流体不能从研究对象流体的侧壁流入或流出。

在恒定流的管道上取 I - I 和 II - II 两个过流断面, 根据质量守恒定律, 通过断面 I - I 的质量流量等于通过断面 II - II 的质量流量, 假设断面 I - I 处的断面面积为 A_1 , 流体的密度为 ρ_1 , 流入的流体体积流量为 Q_1 ; 假定断面 II - II 处的断面面积为 A_2 , 流体的密度为 ρ_2 , 流出的流体体积流量为 Q_2 , 即

$$\rho_1 Q_1 = \rho_2 Q_2 \quad (1.11)$$

若在管道上取 n 个过流断面, 则式(1.11)可写成

$$\rho_1 Q_1 = \rho_2 Q_2 = \cdots = \rho_n Q_n \quad (1.12)$$

由前面学习可知, 在设备工程中的流体都可视为不可压缩流体, 即各个过流断面上的流体密度不变, ρ 为常数。因此, 流体的连续性方程可以写成

$$Q_1 = Q_2 = \cdots = Q_n \quad (1.13)$$

因为 $Q = vA$, 代入上式得

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = \cdots v_n A_n \quad (1.14)$$

从上式可以得出

$$v_1 : v_2 : \cdots v_n = 1/A_1 : 1/A_2 : \cdots 1/A_n \quad (1.15)$$

从连续性方程可以看出, 连续性方程确立了总流各过流断面平均流速沿流的变化规律, 只要总流的流量已知或任意断面的流速已知, 则其他断面的流速即可算出。

【例 1.1】 如图 1.6 所示管段。 $d_1 = 2.5\text{cm}$, $d_2 = 5\text{cm}$, $d_3 = 10\text{cm}$ 。当流量为 4 L/s 时, 求各管段的平均流速。

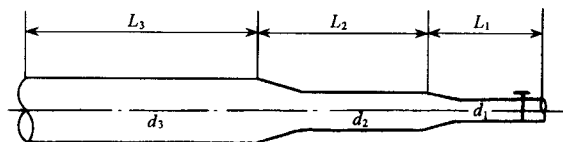


图 1.6

【解】 根据连续性方程

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2 = v_3 A_3$$

$$v_1 = Q / A_1 = \frac{Q}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{4 \times 4 \times 10^3}{3.14 \times 2.5^2} = 815\text{cm/s} = 8.15\text{m/s}$$

同理可得

$$v_2 = 2.04\text{m/s}$$

$$v_3 = 0.51\text{m/s}$$

以上所列连续性方程, 不但只限于两断面之间, 还可推广到任意空间, 在管道的三通处, 无论分流还是合流, 质量守恒定律仍然成立, 即分流时

$$Q = Q_1 + Q_2$$