



普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校规划教材

建筑设备工程

(第四版)

高明远 岳秀萍 杜震宇 ◎ 主编

中国建筑工业出版社



普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校规划教材

建筑设备工程

(第四版)

高明远 岳秀萍 杜震宇 © 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑设备工程/高明远, 岳秀萍, 杜震宇主编. — 4 版. — 北京:
中国建筑工业出版社, 2005. 10
普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材. 高等学校规划教材
ISBN 978-7-112-18475-0

I. ①建… II. ①高… ②岳… ③杜… III. ①房屋建筑设备—高等学校—教材 IV. ①TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 223498 号

本书是为高等学校工科院校建筑学、土木工程专业本科生编写的教材, 较为全面地介绍了建筑工程中水、暖、电等公用设备专业的基本知识和内容。全书共分十八章, 包括: 建筑给水、排水、热水、消防、供暖、燃气、通风、空气调节、供配电、照明、电气安全、弱电工程等。本书编写注重基本理论、基本概念的叙述与介绍, 增加了近年来发展起来的新技术、新方法和新内容。全书内容全面, 插图丰富, 理论联系实际, 各章附有思考题, 有益于学习或参考。

责任编辑: 齐庆梅 吴文侯

书籍设计: 锋尚设计

责任校对: 张 颖 刘梦然

普通高等教育土建学科专业“十二五”规划教材
高等学校规划教材

建筑设备工程 (第四版)
高明远 岳秀萍 杜震宇 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京锋尚制版有限公司制版
北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 21 $\frac{3}{4}$ 字数: 516 千字
2016 年 8 月第四版 2016 年 8 月第五十一印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-18475-0
(27655)

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)

本书是为高等学校建筑学、土木工程专业本科生编写的教材,较为全面地介绍了建筑工程中水、暖、电等公用设备专业的基本知识和内容,是在太原理工大学高明远、岳秀萍主编的高等学校教材《建筑设备工程》(第三版)的基础上修订而成。

全书从基本理论出发,重点介绍了公共与民用建筑的建筑给水、排水、热水、消防、供暖、燃气、通风、空气调节、供配电、照明、电气安全、弱电工程等内容。编写过程中参照了国家有关现行设计规范和标准,以及注册建筑师考试大纲要求,力求在内容上能够全面地覆盖当前建筑设备的范围,努力做到加强基本理论的阐述,密切联系工程设计实际。

全书共分十八章,包括:建筑给水、排水、热水、消防、供暖、燃气、通风、空气调节、供配电、照明、电气安全、弱电工程等,适用于32~48学时的教学计划。第一章、第五章由太原理工大学高明远、岳秀萍编写,第四章、第九章由太原市市政工程设计研究院曹京哲编写,第二章、第十章、第十二章由太原理工大学杜震宇编写,第七章由太原理工大学王孝维编写,第八章由太原理工大学王国英编写,第六章、第十一章由太原理工大学岳秀萍编写,第三章、第十三章~第十七章由太原理工大学段鹏飞编写,第十八章由太原理工大学刘元珍编写。全书由高明远、岳秀萍、杜震宇主编。

为了方便教学,我们制作了一个简单的电子课件,可发送邮件到 jiangongshe@163.com 免费索取。

由于编者水平有限,希望读者对本书给予批评指正。

第三版 | 前 言

本书是为高等工科院校建筑学、土木工程等土建类专业编写的教材，是在高等学校试用教材《建筑设备工程》(第二版)(太原工业大学高明远主编)的基础上全面修订而成。全书从基本理论出发，重点介绍了公共与民用建筑给水、排水、热水、消防、采暖、燃气、通风、空气调节、照明、供配电、防雷、接地、弱电工程等内容。编写过程中参照了国家有关现行设计规范和标准以及注册建筑师考试大纲要求，力求在内容上能够全面地覆盖当前建筑设备的范围，努力做到加强基本理论的阐述，密切联系工程设计实际。

本书第一、三、四、五(第一节至第八节)、七章由高明远编写，第二章、第五章中第九节由曹京哲编写，第六、九章由岳秀萍编写，第八、十章由杜震宇编写，第十一章至十五章由谷晋龙、岳秀萍编写。全书由高明远、岳秀萍主编。同济大学刘传聚老师审阅了本书并提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

为了方便教学，我们制作了一个简单的电子课件，可发送邮件至 jiangongshe@163.com 免费索取。

由于编者水平有限，希望读者对本书给予批评指正。

编者

2005年5月

本书经第一版试用，凡有不足和错误之处，均尽量做了充实和改正。试用期间全国许多读者提出的宝贵意见和建议，在修订过程中也均做了认真的考虑。这次修订仍按 72 学时编写。

本书修订稿第一章由吴锡福编写、曲富林协助主编参与了本章再修订工作；第二章由王效承编写；第三章、第四章（不包括 §4-6）由车月璋编写；第五章（不包括 §5-7）由曹铸鏊编写；第六章由荆元福编写；第七章（不包括 §7-5）由高明远编写；第八章、第九章由刘克昇编写；第十、十一、十二、十三章由谷晋龙编写。第四章中 §4-6、第五章中 §5-7、第七章中 §7-5 由王增长编写。全书由高明远、杜一民负责主编。本书主审为重庆建筑大学孙慧修、任振良，参加审查的还有何体中、李盛和、刘永志等同志。

由于编者水平所限，希望读者对本书继续给予指正。

编 者

1988 年 6 月



第一版 | 前 言

本书主要介绍建筑物内部的给水排水、热水及煤气供应、采暖、通风、空气调节、电气照明和建筑防雷等设备工程的基本内容及其与建筑物的关系；对有关设备工程设计计算方法的基本知识，也作了一般介绍。根据本书内容的要求，增编了流体力学基本知识部分，并结合此部分介绍和采用了国际单位制，以适应实现四个现代化的需要。

现代建筑设备工程涉及的范围相当广泛，加之我国幅员广大，南北气候悬殊，情况各异。编写时力求结合各个地区的具体情况，尽量反映国内外的先进技术成就，并注意加强基本理论。在教学过程中，可以针对地区的特点，对学习的内容有所侧重。

鉴于《建筑设备工程》在我国系首次编写出版的一本教材，缺乏经验，书稿虽经反复讨论修改，但因水平所限，加之编写时间较短，因此，本书在内容取舍、叙述深度、体系组织、例题安排等方面，都会存在不少缺点和错误。恳切地希望使用本书的同志们提出意见和批评，以利今后本书的充实和提高。

本书由太原工学院高明远、华南工学院杜一民负责主编。

全书编写分工：绪论由杜一民和高明远编写；第一至第五章由太原工学院吴锡福编写；第六章及第九章后的设计举例由太原工学院王效承编写；第七、八章由哈尔滨建筑工程学院车月璋编写；第九章由湖南大学曹铸鏊编写；第十章由哈尔滨建筑工程学院荆元福编写；第十一章由高明远编写；第十二章由杜一民和哈尔滨建筑工程学院刘克昇编写；第十三章由刘克昇编写；第十四章至第十七章由杜一民和太原工学院邓庆茂编写。

本书主审为重庆建筑工程学院孙慧修、任振良，参加审定的还有赵纹、李盛和、刘永志、谢永茂、何体中等同志。

本书在编写过程中得到各高等院校及有关设计、施工等部门的大力支持，协助审阅书稿，提供许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

编者

1979年7月

第一篇 基础理论	1
第一章 流体力学基本知识	3
第一节 流体的主要物理性质	3
第二节 流体静压强及其分布规律	6
第三节 流体运动的基本知识	8
第四节 流动阻力和水头损失	13
第五节 孔口、管嘴出流及两相流体简介	20
第六节 气体射流简介	21
思考题与习题	24
第二章 传热学基本知识	25
第一节 热传导	25
第二节 热对流和对流换热	29
第三节 热辐射及辐射换热	30
第四节 传热与换热器	33
思考题与习题	36
第三章 电（工）学基础	37
第一节 电学基本概念	37
第二节 电路的基本定律	39
第三节 正弦交流电路	40
第四节 三相交流电路	44
思考题与习题	47
第二篇 建筑给水排水工程	49
第四章 室外给水排水工程概述	51
第一节 室外给水工程概述	51
第二节 室外排水工程概述	55
第三节 城镇给水排水工程规划概要	58
思考题与习题	62

第五章 建筑给水	63
第一节 给水系统组成与分类	63
第二节 给水方式	64
第三节 加压和贮水设备	67
第四节 管道布置与敷设	70
第五节 水质污染防治措施	72
第六节 给水系统设计计算简介	73
思考题与习题	80
第六章 建筑消防	81
第一节 火灾类型、建筑物分类及危险等级	81
第二节 消火栓给水系统	83
第三节 自动喷水灭火系统	91
第四节 灭火器及其他灭火方法	96
思考题与习题	104
第七章 建筑排水	105
第一节 排水系统的分类	105
第二节 排水系统的组成	105
第三节 管道布置与敷设	113
第四节 排水管道设计计算简述	115
第五节 屋面雨水排水	118
思考题与习题	122
第八章 热水及饮水供应	123
第一节 建筑热水供应系统及方式	123
第二节 建筑热水管网布置及敷设	126
第三节 建筑热水管网计算简述	127
第四节 管道直饮水系统	130
思考题与习题	132
第九章 小区给水排水、中水及雨水利用	133
第一节 居住小区给水排水	133
第二节 建筑中水	136
第三节 建筑与小区雨水利用	138
思考题与习题	141
第三篇 供热、供燃气、通风及空气调节	143
第十章 供暖及供燃气	145
第一节 供暖方式、热媒及系统分类	145

第二节 供暖系统的设计热负荷	147
第三节 对流供暖系统	149
第四节 辐射供暖系统	159
第五节 供暖系统的散热设备	164
第六节 室内供暖系统的管路布置与主要设备及附件	167
第七节 分户供暖热源	172
第八节 集中供暖热源	174
第九节 燃气供应	181
思考题与习题	193

第十一章 建筑通风

第一节 卫生标准与排放标准	194
第二节 自然通风	197
第三节 机械通风	204
第四节 全面通风	211
第五节 局部通风	213
第六节 民用建筑通风	216
思考题与习题	224

第十二章 空气调节

第一节 空气调节系统分类	225
第二节 空调负荷计算与送风量	228
第三节 集中式空调系统	232
第四节 半集中式空调系统	241
第五节 分散式空调系统	244
第六节 几种新型的空调方式	247
第七节 空调水系统	249
第八节 空调系统的冷热源	252
第九节 空调系统的布置	257
第十节 建筑防排烟及通风空调系统的防火	264
第十一节 空调系统的消声与减振	271
思考题与习题	274

第四篇 建筑电气

第十三章 建筑电气简介

第一节 建筑电气的概念	277
第二节 现代建筑电气的特点	278
思考题与习题	278

第十四章 供配电系统	279
第一节 电力系统组成及特点	279
第二节 负荷分级及供电措施	280
第三节 变配电所及应急电源	283
第四节 负荷计算	287
第五节 电气设备的选择	290
第六节 线路的选择与敷设	292
思考题与习题	295
第十五章 照明	296
第一节 照明基础知识	296
第二节 光源和灯具的选择	300
第三节 照明设计	303
思考题与习题	306
第十六章 电气安全	307
第一节 安全电压及电击防护	307
第二节 建筑防雷	308
第三节 接地保护	312
思考题与习题	316
第十七章 弱电工程	317
第一节 火灾自动报警及消防联动系统	317
第二节 有线电视系统	321
第三节 通信系统	322
第四节 有线广播、扩声及同声传译系统	323
第五节 智能建筑	325
思考题与习题	328
第十八章 建筑电气环境保护及节能技术	329
第一节 电气设备对环境的影响及防治措施	329
第二节 供配电系统节能	331
第三节 照明系统节能	334
思考题与习题	336
主要参考文献	337

第一篇 |
基础理论

第一章 流体力学基本知识

通常所见到的物质有固体、液体和气体，流体是液体和气体的统称。流体力学就是研究流体平衡和运动的力学规律及其应用的科学。

第一节 流体的主要物理性质

日常遇到许多流体的运动，如水在江河中流动、燃气在管道中输送、空气从喷口中喷出等，都表现了流体具有易流动性。流体不能承受拉力，静止流体不能抵抗切力，但是流体能承受较大的压力。

下面介绍流体的主要物理性质。

一、密度和重度

流体和固体一样，也具有质量和重量，工程上分别用质量密度 ρ 和重力密度 γ 表示。

对于均质流体，单位体积的质量称为流体的密度，即

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (\text{kg/m}^3) \tag{1-1}$$

式中 M ——流体的质量，kg；

V ——流体的体积， m^3 。

对于均质流体，单位体积的重量称为流体的重力密度，即

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad (\text{N/m}^3) \tag{1-2}$$

式中 G ——流体的重量，N；

V ——流体的体积， m^3 。

由牛顿第二定律知道： $G = Mg$ 。因此

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{Mg}{V} = \rho g \tag{1-3}$$

式中 g ——重力加速度， $g = 9.807 \text{m/s}^2$ 。

流体的质量密度和重力密度随外界压力和温度而变化，例如水在标准大气压和 4°C 时，其 $\rho = 1000 \text{kg/m}^3$ 、 $\gamma = 9.807 \text{kN/m}^3$ 。水银在标准大气压和 0°C 时，质量密度和重力密度是水的 13.6 倍。干空气在温度为 20°C 、压强为 760mmHg 时的质量密度和重力密度分别为 $\rho_a = 1.2 \text{kg/m}^3$ ； $\gamma_a = 11.80 \text{N/m}^3$ 。

二、流体的黏滞性

流体的黏滞性可以由下列实验和分析了解到。用流速仪测出管道中某一断面的流速分布，如图 1-1 所示。流体沿管道直径方向分成很多流层，各层的流速不同，并按某种曲线规律连续变化，管轴心的流速最大，向着管壁的方向递减，直至管壁处的流速为零。

如图 1-1 所示，取流速方向的坐标为 u ，垂流速方向的坐标为 n ，若令水流中某

一流层的速度为 u ，则与其相邻的流层为 $u + du$ ， $\frac{du}{dn}$ 为相邻两流层的速度增值。令流层厚度为 dn ，沿垂直流速方向单位长度的流速增值 $\frac{du}{dn}$ ，叫做流速梯度。由于流体各流层的流速不同，相邻流层间有相对运动，便在接触面上产生一种相互作用的剪切力，这个力叫做流体的内摩擦力，或称黏滞力。流体在黏滞力的作用下，具有抵抗流体的相对运动（或变形）的能力，称为流体的黏滞性。对于静止流体，由于各流层间没有相对运动，黏滞性不显示。

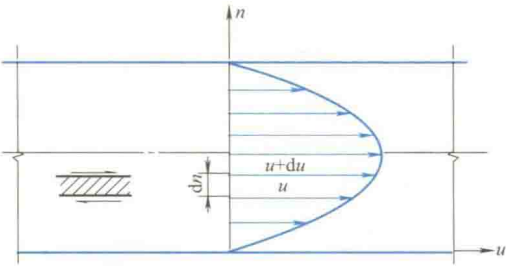


图 1-1 管道中断面流速分布

牛顿在总结实验的基础上，首先提出了流体内摩擦力的假说——牛顿内摩擦定律。如用切应力表示，可写为

$$\tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{du}{dn}$$

(1-4)

- 式中
- F ——内摩擦力，N；

S ——摩擦流层的接触面面积， m^2 ；

τ ——流层单位面积上的内摩擦力，又称切应力，Pa；

μ ——动力黏滞性系数，与流体种类有关的系数， $Pa \cdot s$ ；

$\frac{du}{dn}$ ——流速梯度，表示速度沿垂直于速度方向的变化率， $1/s$ 。

流体黏滞性的大小可用黏滞性系数表达。除用动力黏滞性系数 μ 外，还常采用运动黏滞性系数 $\nu = \frac{\mu}{\rho}$ ，单位为 m^2/s ，简称斯。 μ 受温度影响大，受压力影响小。水及空气的 μ 值及 ν 值如表 1-1 及表 1-2 所示。

水的黏滞性系数

表 1-1

$t \text{ (}^\circ\text{C)}$	$\mu \times 10^{-3}$ ($Pa \cdot s$)	$\nu \times 10^{-6}$ (m^2/s)	$t \text{ (}^\circ\text{C)}$	$\mu \times 10^{-3}$ ($Pa \cdot s$)	$\nu \times 10^{-6}$ (m^2/s)
0	1.792	1.792	40	0.656	0.661
5	1.519	1.519	50	0.549	0.556
10	1.308	1.308	60	0.469	0.477
15	1.140	1.140	70	0.406	0.415
20	1.005	1.007	80	0.357	0.367
25	0.894	0.897	90	0.317	0.328
30	0.801	0.804	100	0.284	0.296

一个大气压下空气的黏滞性系数 表 1-2

$t\ (\text{℃})$	$\mu \times 10^{-3}$ (Pa·s)	$\nu \times 10^{-6}$ (m ² /s)	$t\ (\text{℃})$	$\mu \times 10^{-3}$ (Pa·s)	$\nu \times 10^{-6}$ (m ² /s)
-20	0.0166	11.9	70	0.0204	20.5
0	0.0172	13.7	80	0.0210	21.7
10	0.0178	14.7	90	0.0216	22.9
20	0.0183	15.7	100	0.0218	23.6
30	0.0187	16.6	150	0.0239	24.6
40	0.0192	17.6	200	0.0259	25.8
50	0.0196	18.6	250	0.0280	42.8
60	0.0201	19.6	300	0.0298	49.9

流体的黏滞性对流体运动有很大的影响，因为内摩擦阻力作负功，不断损耗运动流体的能量，从而成为实际工程水力计算中必须考虑的一个重要问题。

三、流体的压缩性和热胀性

流体压强增大体积缩小的性质，称为流体的压缩性。流体温度升高体积膨胀的性质，称为流体的热胀性。

液体的压缩性和热胀性都很小。例如，水从1个大气压增加到100个大气压时，每增加1个大气压，水的密度增加1/20000。水在温度较低（10~20℃）时，温度每增加1℃，水的密度减小1.5/10000；当温度较高（90~100℃）时，温度每增加1℃，水的密度减小也只为7/10000。因此，在很多工程技术领域中可以把液体的压缩性和热胀性忽略不计。例如，在建筑设备工程中，管中输液除水击和热水循环系统外，一般计算不考虑液体的压缩性和热胀性。

气体具有显著的压缩性和热胀性。在温度不过低、压强不过高时，密度、压强和温度三者之间的关系服从理想气体状态方程：

$$\frac{p}{\rho} = RT$$

(1-5)

式中 p ——气体的绝对压强，N/m²；
 ρ ——气体的密度，kg/m³；
 T ——气体的绝对温度，K；
 R ——气体常数，J/（kg·K）。

对于空气 $R=287$ ；对于其他气体 $R=\frac{8314}{N}$ ， N 为该气体的分子量。

对于速度较低（远小于音速）的气体，其压强和温度在流动过程中变化较小，密度可视为常数，这种气体称为不可压缩气体。反之，速度较高（接近或超过音速）的气体，在流运过程中密度变化很大（当速度等于50m/s时，密度变化为1%，也可以当作不可压缩气体对待）， ρ 不能视为常数，这种气体称为可压缩气体。

建筑设备工程中水、气流体的流速在大多情况下均较低，密度在流动过程中变化不大，密度可视为常数，一般将这种水、气流体认为是一种易于流动的、具有黏滞性和不

可压缩的流体。

在研究流体运动规律时，还需了解“连续介质”的概念。所谓连续介质是把流体看成是全部充满的、内部无任何空隙的质点所组成的连续体。作为研究单元的质点，也认为是由无数分子所组成，并具有一定体积和质量。这样，不仅从客观上摆脱了分子复杂运动的研究，而且能运用数学的连续函数的工具，分析流体在外力作用下的机械运动。

第二节 流体静压强及其分布规律

流体静止是运动中的一种特殊状态。由于流体静止时不显示其黏滞性，不存在切向应力，同时认为流体也不能承受拉力，不存在由于黏滞性所产生运动的力学性质。因此，流体静力学的中心问题是研究流体静压强的分布规律。

一、流体静压强及其特性

设想在一容器的静止水中，隔离出部分水体 I 来研究，如图 1-2 所示，这种情况必须把周围水体对水体 I 的作用力加以考虑，以保持其静止状态不变。设作用于隔离体表面某一微小面积 $\Delta\omega$ 上的总压力是 Δp ，则 $\Delta\omega$ 面上的平均压强为：

$$p = \frac{\Delta p}{\Delta\omega} \quad (\text{N/m}^2) \tag{1-6}$$

当所取的面积无限缩小为一点 a ，即 $\Delta\omega \rightarrow 0$ ，则平均压强的极限值为：

$$p = \lim_{\Delta\omega \rightarrow 0} \frac{\Delta p}{\Delta\omega} \quad (\text{N/m}^2) \tag{1-7}$$

这个极限值 p 称为 a 点的静压强。

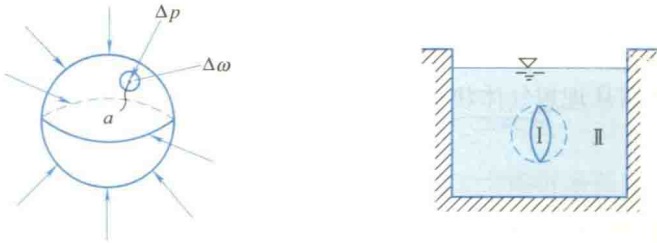


图 1-2 流体的静压强

流体静压强的因次为 [力/面积]，在国际单位制中，单位常用 Pa 表示， $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ ，把 10^5Pa 称为 1 巴（bar）。

流体静压强有两个特征：

- （1）流体静压强的方向必定沿着作用面的内法线方向。因为静止流体不能承受拉力且不存在切应力，所以，只存在垂直于表面内法线方向的压应力——压强。
- （2）任意点的流体静压只有一个值，它不因作用面方位的改变而改变。

二、流体静压强的分布规律

在静止液体中任取一 A 点，该点在自由表面下的水深 h 处，自由表面压强为 p_0 ，如图 1-3 所示。设 A 点的静水压强为 p ，通过 A 点取底面积为 $\Delta\omega$ 、高为 h 、上表面与自