

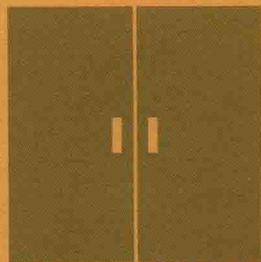


住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校房地产开发与管理 and 物业管理学科专业指导委员会规划推荐教材

物业设施设备工程

丁云飞 主编 周孝清 陈德豪 主审

PROPERTY
MANAGEMENT



非外借

中国建筑工业出版社

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校房地产开发与管理与物业管理学科专业指导委员会规划推荐教材

物业设施设备工程

丁云飞 主编 周孝清 陈德豪 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

物业设施设备工程/丁云飞主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2017. 1

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材
高等学校房地产开发与管理和物业管理学科专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-20355-0

I. ①物… II. ①丁… III. ①物业管理—设备管理—高等学校—教材 IV. ①F293.33

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第012644号

本教材为适应新形势下, 满足最新物业管理教学大纲和《高等学校物业管理本科指导性专业规范》的要求, 详细地介绍了物业设施与设备工程的相关知识。

本教材共分13章, 其主要内容有物业设施设备基础知识、物业设施设备工程常用材料、给水排水系统、室内供暖与燃气供应、建筑通风及防排烟、空气调节、冷热源系统、低压配电系统、电气照明、电梯与电机、电气设备接地与建筑防雷、建筑自动化系统、物业能源管理与可再生能源利用。

本书内容丰富, 涉及面广, 可操作性强。既可作为高等院校工程管理、工程造价、物业管理等相关专业本科教学教材, 亦可作为在职物业管理培训教材、物业相关工程技术人员的自学与参考用书等。

为更好地支持相应课程的教学, 我们向采用本书作为教材的教师提供教学课件, 有需要者可与出版社联系, 邮箱: cabpcm@163.com。

* * *

责任编辑: 刘晓翠 张 晶 王 跃

责任校对: 焦 乐 张 颖

住房和城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材

高等学校房地产开发与管理和物业管理学科专业指导委员会规划推荐教材

物业设施设备工程

丁云飞 主编 周孝清 陈德豪 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京锋尚制版有限公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 21 $\frac{3}{4}$ 字数: 447千字

2017年6月第一版 2017年6月第一次印刷

定价: 42.00元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-20355-0

(29892)

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)

教材编审委员会名单

主任：刘洪玉 咸大庆

副主任：陈德豪 韩朝 高延伟

委员：（按拼音顺序）

曹吉鸣 柴强 柴勇 丁云飞 冯长春 郭春显

季如进 兰峰 廖俊平 吕萍 李启明 刘秋雁

刘晓翠 刘亚臣 缪悦 阮连法 吴剑平 王建廷

王立国 武永祥 王幼松 王跃 王怡红 姚玲珍

杨赞 张晶 张永岳 张志红

出版说明

20世纪90年代初,我国房地产业开始快速发展,国内部分开设工程管理、工商管理等本科专业的高等院校相继增设物业管理课程或开设物业管理专业方向。进入21世纪后,随着物业管理行业的发展壮大,对高层次物业管理专业人才的需求与日俱增,对该专业人才培养的要求也不断提高。教育部为适应社会 and 行业对物业管理专门人才的数量需求和人才培养层次要求,于2012年将物业管理专业正式列入本科专业目录。为全面贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和教育部《全面提高高等教育质量的若干意见》的精神,规范全国高等学校物业管理本科专业办学行为,促进全国高等学校物业管理本科专业建设和发展,提升该专业本科层次人才培养质量,按照教育部、住房城乡建设部的部署,高等学校房地产开发与管理 and 物业管理学科专业指导委员会(以下简称专指委)组织编制了《高等学校物业管理本科指导性专业规范》(以下简称《专业规范》)。

为了形成一套与《专业规范》相匹配的高水平物业管理教材,专指委于2015年8月在大连召开会议,研究确定了物业管理本科专业核心系列教材共12册,作为“高等学校房地产开发与管理 and 物业管理学科专业指导委员会规划推荐教材”,并在全国高校相关专业教师中遴选教材的主编和参编人员。2015年11月,专指委和中国建筑工业出版社在济南召开教材编写工作会议,对各位主编提交的教材编写大纲进行了充分讨论,力求使教材内容既相互独立,又相互协调,兼具科学性、规范性、普适性、实用性和适度超前性,与《专业规范》严格匹配。为保证教材编写质量,专指委和出版社共同决定邀请相关领域的专家对每本教材进行审稿,严格贯彻了《专业规范》的有关要求,融入物业管理行业多年的理论与实践发展成果,内容充实、系统性强、应用性广,对物业管理本科专业的建设发展和人才培养将起到有力的推动作用。

本套教材已入选住房城乡建设部土建类学科专业“十三五”规划教材,在编写过程中,得到了住房城乡建设部人事司及参编人员所在学校和单位的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。望广大读者和单位在使用过程中,提出宝贵意见和建议,促使我们不断提高该套系列教材的重印再版质量。

高等学校房地产开发与管理 and 物业管理学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社
2016年12月

前 言

物业设施设备是现代物业不可缺少的重要组成部分。随着我国社会经济的不断发展,新建物业都配备有完善、先进的各种设施和设备,以满足人们的生活和工作需求,同时保障物业的安全使用。物业设施设备主要包括给水排水、暖通空调以及供、配电系统等,它们共同构成了物业设施设备的主体。物业设施设备的内容很多,建筑物级别越高,功能越完善,其物业设施设备的种类就越多,功能就越先进,系统也就越复杂。

为了使读者充分了解物业设施设备工程的基本原理和组成,本书首先介绍了物业设施设备工程中所涉及的热工流体和电工学的基础知识以及物业设施设备工程中常用的材料,然后分章介绍了给水排水系统、暖通空调及冷热源系统、建筑供配电及室内照明系统、建筑自动化系统、接地与防雷系统等的组成及所使用的相关设备,最后对物业能源管理及可再生能源应用进行了简单介绍。本书的内容力求全面,反映物业设施设备的最新技术。

本书由丁云飞主编,朱赤晖、刘燕妮、郝海青参与了编写工作,具体分工如下:第2章、第6章、第7章、第13章由丁云飞编写;第1章、第3章、第10章由刘燕妮编写;第4章、第5章、第12章由朱赤晖编写;第8章、第9章、第11章由郝海青编写。本书由周孝清、陈德豪主审。本书受广州大学教材出版基金资助。

本书的编写参考了国内许多学者同仁的编著和国家发布的最新规范,并列于书末,以供读者在使用本书过程中进一步查阅。同时,对各参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本书难免有不当之处,诚意接受广大读者批评指正,以便共同为我国的物业管理事业作出贡献。

编者

2016年5月

目 录

1	物业设施设备 基础知识 /001	本章要点及学习目标.....	001
		1.1 传热学基础.....	002
		1.2 流体力学基础.....	006
		1.3 电工学基础.....	009
		思考与练习题.....	014

2	物业设施设备工 程常用材料 /015	本章要点及学习目标.....	015
		2.1 管道及其附件的通用标准.....	016
		2.2 钢管、铜管及其附件.....	017
		2.3 塑料管材.....	020
		2.4 复合管材.....	025
		2.5 阀门.....	028
		2.6 板材和型材.....	034
		2.7 绝热材料.....	036
		2.8 电工线材.....	038
思考与练习题.....	042		

3	给水排水系统 /043	本章要点及学习目标.....	043
		3.1 室内给水系统.....	044
		3.2 室内热水供应系统.....	058
		3.3 消防给水系统.....	062
		3.4 室内排水系统.....	077
		3.5 小区给水排水.....	089
思考与练习题.....	098		

4	室内供暖与燃气 供应 /099	本章要点及学习目标.....	099
		4.1 室内供暖系统的分类及供暖负荷.....	100
		4.2 热水供暖系统.....	102
		4.3 辐射供暖系统.....	109
		4.4 室内供暖系统施工图.....	113
		4.5 燃气供应.....	115
		思考与练习题.....	118
<hr/>			
5	建筑通风及防 排烟 /119	本章要点及学习目标.....	119
		5.1 建筑通风的形式.....	120
		5.2 通风管道及设备.....	123
		5.3 高层建筑的防火排烟.....	129
		思考与练习题.....	136
<hr/>			
6	空气调节 /137	本章要点及学习目标.....	137
		6.1 空气调节系统的分类.....	138
		6.2 空气处理过程及设备.....	140
		6.3 常用空调系统与设备.....	144
		6.4 空调系统的消声减振.....	151
		6.5 空调房间.....	153
		6.6 空调工程施工图.....	158
思考与练习题.....	164		
<hr/>			
7	冷热源系统 /165	本章要点及学习目标.....	165
		7.1 制冷原理.....	166
		7.2 蒸气压缩式制冷.....	167
		7.3 吸收式制冷.....	170

7.4	冷源水系统.....	172
7.5	VRF 系统.....	183
7.6	地源热泵系统.....	184
7.7	蓄冷空调系统.....	190
7.8	热源.....	199
	思考与练习题.....	203

8 低压配电系统 /205

	本章要点及学习目标.....	205
8.1	概述.....	206
8.2	负荷计算及导线的选择.....	209
8.3	低压配电系统保护装置的选择.....	218
8.4	变配电室.....	224
8.5	低压配电工程施工图.....	226
	思考与练习题.....	233

9 电气照明 /235

	本章要点及学习目标.....	235
9.1	基本知识.....	236
9.2	照明种类和方式.....	238
9.3	电光源、灯具与照明装置.....	240
9.4	室内灯具布置及照度标准.....	249
9.5	室内电气工程施工图.....	252
9.6	室外环境照明.....	256
	思考与练习题.....	260

10 电梯与电机 /261

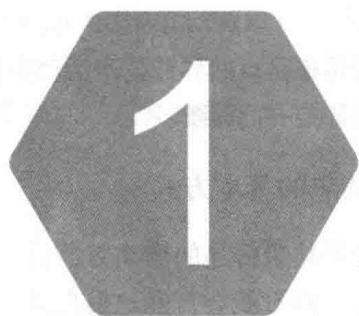
	本章要点及学习目标.....	261
10.1	垂直输送电梯.....	262
10.2	自动扶梯.....	266
10.3	异步电动机.....	269
	思考与练习题.....	276

11	电气设备接地与 建筑防雷 /277	本章要点及学习目标.....	277
		11.1 电气设备的接地.....	278
		11.2 建筑防雷.....	279
		思考与练习题.....	285

12	建筑自动化系统 /287	本章要点及学习目标.....	287
		12.1 室内火灾报警系统.....	288
		12.2 室内通信、广播及有线电视系统.....	296
		12.3 建筑物安保监视系统.....	304
		12.4 建筑物智能化系统简介.....	318
		思考与练习题.....	320

13	物业能源管理与 可再生能源利用 /321	本章要点及学习目标.....	321
		13.1 建筑能源监测系统.....	322
		13.2 建筑冷热电联供系统.....	324
		13.3 可再生能源热水系统.....	326
		13.4 光伏发电.....	331
		思考与练习题.....	336

参考文献.....	337
-----------	-----



物业设施设 备基础知识

本章要点及学习目标

掌握传热过程的基本概念、传热量的计算公式、传热系数及传热阻的基本概念；掌握流体的基本性质、流动阻力和阻力损失的基本概念；掌握直流电路的组成和作用、正弦交流电的基本物理量、三相电路的基本概念。熟悉增强和削弱传热的方法；熟悉流体的压缩性和热膨胀性；熟悉三相电路。了解辐射换热的基本概念。

1.1 传热学基础

热量传递是自然界和生产活动中普遍存在的一种现象，传热学是研究热量传递过程规律的一门科学。

1.1.1 传热的基本方式

温差是热量传递的推动力，只要有温差，热量就会自发地由高温物体向低温物体传递。例如在冬季，室内温度高于室外温度，室内空气的热量就通过建筑围护结构（门、窗、墙体、屋顶等）向室外大气传递，如图1-1所示，其传热过程可分为三个阶段，首先由室内空气以对流换热、室内物体以辐射换热方式把热量传给墙体内表面；

再由墙体内表面以固体导热方式将热量传递到墙体外表面；最后由墙体外表面以空气对流换热、与物体间的辐射换热方式把热量传给室外环境。

从以上例子可以看出，传热过程由导热、对流和辐射三种基本方式组成。要研究传热过程的规律，必须首先分析三种基本传热方式。

1. 导热

导热又称热传导，是指物体各部分无相对位移或者不同物体直接接触时依靠物质分子、原子及自由电子等微观粒子的热运动而进行的热量传递现象。导热是物质的基本属性，导热过程可以在固体、液体及气体中发生。在地球引力范围内，单纯的导热一般只发生在密实的固体中，因为存在温差时，液体和气体中难以维持单纯的导热。

平壁导热是导热的典型问题。平壁导热热量与壁两侧表面的温度差成正比，与壁厚成反比，并与壁材料的导热性能有关。因此，通过平壁的导热量的计算公式可表示为：

$$Q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot \Delta t \cdot F \quad (1-1)$$

或热流通量（单位面积的传热量）：

$$q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot \Delta t \quad (1-2)$$

式中 Q —— 导热量，W；

q —— 热流通量， W/m^2 ；

F —— 壁面积， m^2 ；

δ —— 壁厚，m；

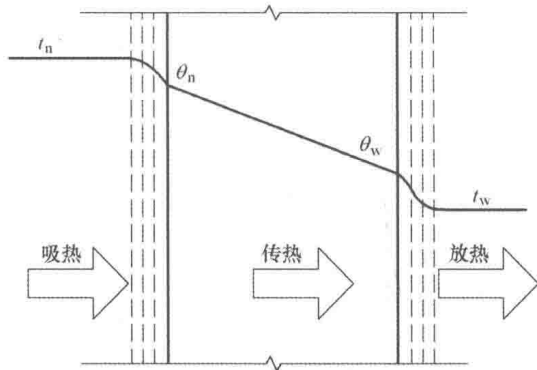


图1-1 通过建筑物墙壁的传热过程

Δt —— 壁两侧表面的温差, K;

λ —— 导热系数, 反映材料导热能力的大小 $W/(m \cdot K)$, 一般由实验测定。

在传热分析中, 通常借鉴电学中欧姆定律的形式来分析导热问题, 可将式 1-2 表示为:

$$q = \frac{\Delta t}{\delta/\lambda} = \frac{\Delta t}{R_{\lambda}} \quad (1-3)$$

式中 R_{λ} —— 导热热阻, $(m^2 \cdot K)/W$ 。

可见平壁导热热阻为 $R_{\lambda} = \delta/\lambda$, 与壁厚成正比, 而与导热系数成反比。利用热阻的概念分析传热问题, 是传热学中常用的方法之一。

2. 对流

对流是指依靠流体的运动, 把热量从一处传递到另一处的现象。对流是传热的另一种基本方式。因为有温差, 热对流的过程必然伴随导热。在实际工程中遇到的传热问题, 都是流体与固体壁面直接接触的换热, 传热学中把这种导热和对流同时存在的过程, 称为对流换热过程。对流换热过程受很多因素的影响, 其基本的计算公式为:

$$Q = \alpha(t_w - t_f)F \quad (1-4)$$

或

$$q = \alpha(t_w - t_f) \quad (1-5)$$

式中 t_w —— 固体壁表面温度, K;

t_f —— 流体温度, K;

α —— 对流换热系数, $W/(m^2 \cdot K)$ 。

对流换热系数 α 指单位面积上, 当流体与壁面间为单位温差时, 在单位时间内传递的热量, 该系数的大小反映了对流换热过程的强弱。

利用热阻概念分析对流换热问题, 则上式可表示为:

$$q = \frac{\Delta t}{1/\alpha} = \frac{\Delta t}{R_{\alpha}} \quad (1-6)$$

式中 $R_{\alpha} = 1/\alpha$ 即为单位壁面积上的对流换热热阻, 单位为 $(m^2 \cdot K)/W$ 。

3. 辐射

无论导热还是对流, 都是通过冷热物体的直接接触来传递热量, 但热辐射不同, 它主要依靠物体表面发射可见和不可见的射线来传递热量。物体表面单位时间内单位面积对外辐射的热量称为辐射力 $E (W/m^2)$, 其大小与物体的表面性质及温度有关。

物体间依靠热辐射进行的热量传递称为辐射换热, 其特点是: 在热辐射过程中伴随着能量形式的转换 (物体内能—电磁波能—物体内能); 不需要冷热物体直接接触; 无论温度高低, 物体都在发射不同的辐射波能。若物体温度相同, 则相互辐射的能量相等; 若温度不同, 则高温物体向低温物体辐射的能

量大于低温物体向高温物体辐射的能量，总结果是热量由高温物体传到低温物体。

实际过程中通常既有对流换热，又有辐射换热。为了便于分析，当辐射换热不是主要因素时，一般把辐射换热量折算成对流换热量，相应地加大对流换热系数来考虑辐射因素。

1.1.2 传热过程

工程中经常遇到两股流体通过壁面进行换热。热量从壁一侧的流体通过壁传递给另一侧的流体，称为传热过程。设有一大平壁，面积为 F ，两侧分别为温度 t_{f1} 的热流体和 t_{f2} 的冷流体，两侧换热系数分别为 α_1 和 α_2 ，两侧壁面温度分别为 t_{w1} 和 t_{w2} ，壁材料的导热系数为 λ ，厚度为 δ ，如图1-2所示。

若传热过程处于稳态，即传热过程不随时间变化，各处温度及传热量不随时间改变。假设壁的长和宽远大于厚度，可认为热流方向与壁面垂直。若将该平壁在传热过程中的各处温度绘制在坐标图上，该传热过程的温度分布如图中曲线所示。整个传热过程可用式(1-7)至式(1-9)来表示。

热流体在单位时间内通过单位面积以对流换热方式传给壁左侧的热量为：

$$q = \alpha_1(t_{f1} - t_{w1}) \quad (1-7)$$

以导热方式通过壁面传递的热量为：

$$q = \frac{\lambda}{\delta}(t_{w1} - t_{w2}) \quad (1-8)$$

以对流换热方式由壁右侧传给冷流体的热量为：

$$q = \alpha_2(t_{w2} - t_{f2}) \quad (1-9)$$

在稳态情况下，以上三式的热通量 q 相等，把它们改写为：

$$t_{f1} - t_{w1} = \frac{q}{\alpha_1} \quad (1-10)$$

$$t_{w1} - t_{w2} = \frac{q}{\lambda/\delta} \quad (1-11)$$

$$t_{w2} - t_{f2} = \frac{q}{\alpha_2} \quad (1-12)$$

三式相加，消去未知的 t_{w1} 及 t_{w2} ，整理后得

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}(t_{f1} - t_{f2}) = K(t_{f1} - t_{f2}) \quad (1-13)$$

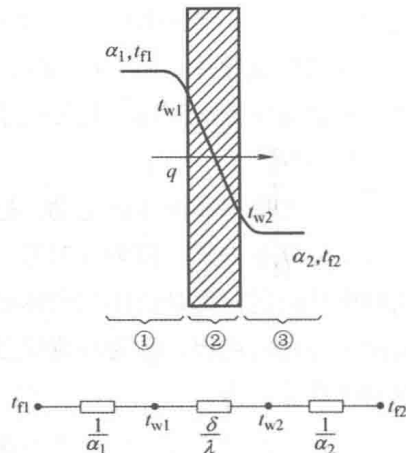


图1-2 平壁的传热过程

对传热面积为 F 的平壁，传热量为：

$$Q = KF(t_{n1} - t_{n2}) \quad (1-14)$$

式中

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (1-15)$$

称为传热系数，它表明在单位时间内通过单位壁面积，冷热流体间每单位温差传递的热量。 K 的单位是 $W/(m^2 \cdot K)$ ，它反映传热过程的强弱。按热阻形式改写，得

$$q = \frac{t_{n1} - t_{n2}}{1/K} = \frac{\Delta t}{R_k} \quad (1-16)$$

式中 R_k 称为平壁单位面积的传热热阻，即

$$R_k = \frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (1-17)$$

由此可见，传热过程的热阻等于热流体、冷流体的对流换热热阻及壁的导热热阻之和，类似于串联电阻的计算方法。由传热热阻的组成可以看出，传热热阻的大小与流体的性质、流动情况、壁的材料及厚度等因素有关。不同的换热构造，对传热热阻的要求不同。对于换热器， K 值越大，说明传热越好。但对于建筑物围护结构和热力管道的保温层等， K 值越小越好，因为它们的作用就是减少热损失。

1.1.3 增强、削弱传热的方法

1. 增强传热的方法

增强传热的积极措施之一是提高传热系数。传热系数由传热过程中各项热阻决定，因此，必须首先分析传热过程的热阻。一般换热设备的传热面都是金属薄壁，导热热阻很小，可忽略，在不计污垢热阻时，传热系数可表示为：

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} \quad (1-18)$$

分析上式可看出， K 值比 α_1 和 α_2 中的最小者还小， α_1 和 α_2 的较低者对 K 值的影响较大。因此，为了最有效地增大传热系数，必须增大换热系数最小的那一项。

虽然金属壁的导热热阻可以忽略，但在实际运行中，壁上可能会增加一层污垢，虽然污垢导热系数很小，但其热阻对传热十分不利，例如1mm厚的水垢层相当于40mm厚钢板的热阻，1mm的烟渣层相当于400mm厚钢板的热阻。因此，在增强传热的同时，必须注意清除污垢，以免抵消增强措施的效果。

增强传热的方法主要包括：

- (1) 扩展传热面积 F ；
- (2) 改变流动状况，增加流体流速，使对流换热系数 α 增大；
- (3) 使用添加剂改变流体物性；

- (4) 改变表面状况;
- (5) 改变换热面形状和大小;
- (6) 改变能量传递方式;
- (7) 靠外力产生振荡, 强化换热。

2. 削弱传热的方法

与增强传热相反, 削弱传热则要求降低传热系数。削弱传热是为了减少设备及管道的热损失, 节约能源及保温。实际可行的削弱传热的方法主要有两种:

- (1) 覆盖热绝缘材料, 如泡沫热绝缘材料等;
- (2) 改变表面状况, 如改变表面的辐射特性、附加抵制对流的元件。

1.2 流体力学基础

流体包括液体和气体。流体是给水排水、暖通空调工程中的工作介质, 且流体处于运动状态, 因此有必要掌握流体运动的基本规律。

1.2.1 流体的物理性质

1. 黏性

流动性是流体的最基本特性, 任何微小的剪切力都可能使静止的流体发生变形, 因此流体没有固定的形状, 而只能随时被限定为其所在容器的形状。

流体由静止到开始流动, 内部各质点间或流层间因相对运动而产生剪切力并形成剪切变形以阻止流体质点间相对运动的性质, 称为流体的黏性。

流体在管道中流动的流速分布曲线如图1-3所示。根据牛顿内摩擦定律, 单位面积上流体的黏滞力可表示为

$$\tau = \frac{F}{S} = \mu \frac{du}{dy} \quad (1-19)$$

式中 F ——内摩擦力, N;

S ——流层间的接触面积, m^2 ;

μ ——流体动力黏性系数, $Pa \cdot s$;

$\frac{du}{dy}$ ——流速梯度, 速度沿垂直于流速方向的变化率, s^{-1} 。

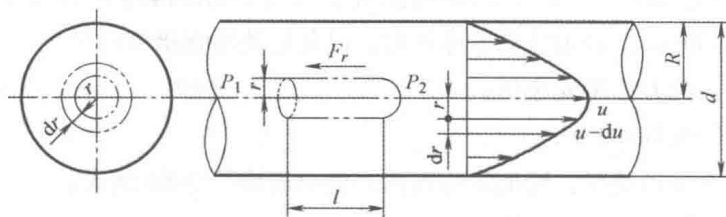


图1-3 圆管中的层流

动力黏性系数表示流体黏性的大小，与流体的种类和温度有关。除此之外，还通常用运动黏性系数或运动黏度 ν 表示，即 $\nu = \mu / \rho$ 。

运动黏度更能说明流体流动的难易程度。运动黏度越大，流体质点之间的摩擦力越大，则流动性越小。

2. 压缩性和热膨胀性

当流体所受的压力增大时，其体积缩小，密度增大的性质，称为流体的压缩性；当流体受热时，其体积增大，密度减小的性质，称为流体的热膨胀性。

流体压缩性的大小，一般用压缩系数来表示，即单位压强所引起的体积相对变化量。

$$\beta = -\frac{1}{V_0} \frac{dV}{dP} \quad (1-20)$$

式中 V_0 ——流体受压前的体积， m^3 ；

V ——流体体积， m^3 ；

P ——流体压强，Pa。

流体热膨胀性的大小，一般用热膨胀系数来表示，即单位温差所引起的体积相对变化量

$$\alpha = -\frac{1}{V_0} \frac{dV}{dT} \quad (1-21)$$

液体分子之间的间隙很小，在较大的外力作用下，其体积变形极小。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1/2000；水的温度在10~20℃时，温度每增加1℃，水的密度减小1.5/10000；水的温度在90~100℃时，温度每增加1℃，水的密度减小7/1000。可见水的压缩性和热膨胀性很小，一般计算时可当作不可压缩流体。在物业设施设备中，除了水击和冷（热）水循环系统外，一般计算时均不考虑流体的压缩性和热膨胀性。

气体分子之间的间隙很大，分子之间的引力很小，气体的体积随压强和温度的变化非常明显，称为可压缩流体。对于理想气体，其压强 P 、比容 ν 和温度 T 三个基本状态参数之间满足理想气体状态方程：

$$P\nu = RT \quad (1-22)$$

1.2.2 流体运动的基本概念

1. 流量和断面平均流速

流量是流体运动时，单位时间内通过过流断面的流体的多少。通常用体积流量和质量流量来表示。体积流量是指单位时间内通过过流断面的流体的体积，质量流量是指单位时间内通过过流断面的流体的质量。

流体流动时，过流断面各点流速一般不同，在工程中经常使用断面平均流速来描述流速的大小。断面平均流速指断面上各点流速的平均值。