

| 土建类 |
高职高专创新型
规划教材

建筑设备工程

主编 ■ 夏正兵 张珂峰

Jianzhu
Shebei
Gongcheng
东南大学出版社



8
21

972271

TU8
X2221

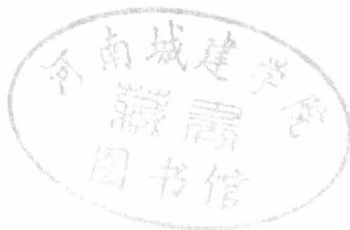
土建类高职高专创新型规划教材

建筑设备工程

主编 夏正兵 张珂峰

参编 (以拼音为序)

胡颖 景连苗 罗丹 路亚峰
解静静 张红萍 张先平 张琴



东南大学出版社

209722718

· 南京 ·

内 容 提 要

本书内容可分为两部分,第一部分为建筑设备工程基础知识,包括流体力学及传热学基础知识、湿空气的基本知识、通风与空调系统基础知识、电工的基本知识;第二部分主要为实践部分,包括室内给排水系统、采暖系统、通风与空调系统、电气照明系统、建筑弱电系统等,介绍了各个工程的类型、组成设备、工作过程、原理、特点及简单施工图预算知识。

本书是建筑施工与管理专业的主要课程之一,除作为高职高专院校建筑类专业教材外,也可作为建筑类人员的培训用书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑设备工程/夏正兵,张珂峰主编. —南京:东南大学出版社,2010.1

ISBN 978 - 7 - 5641 - 1951 - 5

I. 建… II. ①夏…②张… III. ①房屋建筑设备 - 建筑安装工程②房屋建筑设备 - 建筑安装工程 - 建筑预算定额 IV. TU8 TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 216516 号

建筑设备工程

出版发行:东南大学出版社出版发行

社 址:南京四牌楼2号 邮编:210096

出 版 人:江 汉

责任编辑:史建农 戴坚敏

网 址:<http://press.seu.edu.cn>

电子邮件:press@seu.edu.cn

经 销:全国各地新华书店

印 刷:常州市武进第三印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:14

字 数:340千字

版 次:2010年2月第1版

印 次:2010年2月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5641-1951-5

印 数:1—4000册

定 价:26.00元

本社图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系。电话(传真):025-83792328

高职高专土建系列规划教材编审委员会

顾 问 陈万年
主 任 成 虎
副主任 (以拼音为序)
方达宪 胡朝斌 庞金昌 史建农
汤 鸿 余培明 张珂峰
秘书长 戴坚敏
委 员 (以拼音为序)
陈杏祥 党玲博 董丽君 付立彬
顾玉萍 李红霞 李 芸 刘 颖
马 贻 漆玲玲 王风波 王宏俊
王 辉 吴冰琪 吴志红 夏正兵
项 林 徐士云 徐玉芬 于 丽
张先平 张小娜 张晓岩 朱祥亮
朱学佳 左 杰

序

东南大学出版社以国家 2010 年要制定、颁布和启动实施教育规划纲要为契机,联合国内部分高职高专院校于 2009 年 5 月在东南大学召开了高职高专土建类系列规划教材编写会议,并推荐产生教材编写委员会人员。会上,大家达成共识,认为高职高专教育最核心的使命是提高人才培养质量,而提高人才培养质量要从教师的质量和教材的质量两个角度着手。在教材建设上,大会认为高职高专的教材要与实际相结合,要把实践做好,把握好过程,不能通用性太强,专业性不够;要对人才的培养有清晰的认识;要弄清高职院校服务经济社会发展的特色类型与标准。这是我们这次会议讨论教材建设的逻辑起点。同时,对于高职高专院校而言,教材建设的目标定位就是要凸显技能,摒弃纯理论化,使高职高专培养的学生更加符合社会的需要。紧接着在 10 月份,编写委员会召开第二次会议,并规划出第一套突出实践性和技能性的实用型优质教材;在这次会议上大家对要编写的高职高专教材的要求达成了如下共识:

一、教材编写应突出“高职、高专”特色

高职高专培养的学生是应用型人才,因而教材的编写一定要注重培养学生的实践能力,对基础理论贯彻“实用为主,必需和够用为度”的教学原则,对基本知识采用广而不深、点到为止的教学方法,将基本技能贯穿教学的始终。在教材的编写中,文字叙述要力求简明扼要、通俗易懂,形式和文字等方面要符合高职教育教和学的需要。要针对高职高专学生抽象思维能力弱的特点,突出表现形式上的直观性和多样性,做到图文并茂,以激发学生的学习兴趣。

二、教材应具有前瞻性

教材中要以介绍成熟稳定的、在实践中广泛应用的技术和以国家标准为主,同时介绍新技术、新设备,并适当介绍科技发展的趋势,使学生能够适应未来技术进步的需要。要经常与对口企业保持联系,了解生产一线的第一手资料,随时更新教材中已经过时的内容,增加市场迫切需求的新知识,使学生在毕业时能够适合企业的要求。坚决防止出现脱离实际和知识陈旧的问题。在内容安排上,要考虑高职教育的特点。理论的阐述要限于学生掌握技能的需要,不要囿于理论上的推导,要运用形象化的语言使抽象的理论易于为学生认识和掌握。对于实践性内容,要突出操作步骤,要满足学生自学和参考的需要。在内容的选择上,要注意反映生产与社会实践中的实际问题,做到有前瞻性、针对性和科学性。

三、理论讲解要简单实用

将理论讲解简单化,注重讲解理论的来源、出处以及用处,以最通俗的语言告诉学生所学的理论从哪里来用到哪里去,而不是采用烦琐的推导。参与教材编写的人员都具有丰富的课堂教学经验和一定的现场实践经验,能够开展广泛的社会调查,能够做到理论联系实

际,并且强化案例教学。

四、教材重视实践与职业挂钩

教材的编写紧密结合职业要求,且站在专业的最前沿,紧密地与生产实际相连,与相关专业的市场接轨,同时,渗透职业素质的培养。在内容上注意与专业理论课衔接和照应,把握两者之间的内在联系,突出各自的侧重点。学完理论课后,辅助一定的实习实训,训练学生实践技能,并且教材的编写内容与职业技能证书考试所要求的有关知识配套,与劳动部门颁发的技能鉴定标准衔接。这样,在学校通过课程教学的同时,可以通过职业技能考试拿到相应专业的技能证书,为就业做准备,使学生的课程学习与技能证书的获得紧密相连,相互融合,学习更具目的性。

在教材编写过程中,由于编著者的水平和知识局限,可能存在一些缺陷,恳请各位读者给予批评斧正,以便我们教材编写委员会重新审定,再版的时候进一步提升教材质量。

本套教材适用于高职高专院校土建类专业,以及各院校成人教育和网络教育,也可作为行业自学的系列教材及相关专业用书。

高职高专土建系列规划教材编审委员会

2010年1月于南京

前 言

本书是高职院校土建类系列教材之一,是编者在总结多年的高职教学改革成功经验的基础上,结合我国建筑设备工程的基本情况,按照土木建筑工程相关专业高职人才培养的特点编写的。

本书共分为两部分,第一部分为建筑设备工程基础知识,包括流体力学及传热学基础知识、湿空气的基本知识、通风与空调系统基础知识、电工基本知识;第二部分主要为实践部分,包括室内给排水系统、采暖系统、通风与空调系统、电气照明系统、建筑弱电系统等,介绍了各个工程的类型、组成设备、工作过程、原理、特点及简单施工图预算知识。

本书由夏正兵、张珂峰担任主编。夏正兵拟定大纲和统稿。

本书结合了大量的图片,重基础,重实用,简理论,力求主线清晰,便于理解、记忆和查阅。

本书在编写过程中,得到了紫琅职业技术学院建筑工程系庞金昌主任、江苏城市职业学院建筑工程系顾卫扬主任的大力支持,同时,编者也参阅了大量参考文献,在此一并感谢。

由于编者水平所限,时间仓促,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2010年1月

目 录

上篇 基础知识

1 流体力学及传热学基础知识	(1)
1.1 流体主要的力学性质	(1)
1.2 流体静力学基本概念	(2)
1.3 流体动力学基础	(3)
1.4 流动阻力与能量损失	(6)
1.5 传热学基本知识	(8)
2 湿空气的基本知识	(12)
2.1 湿空气的基本概念	(12)
2.2 湿空气的状态参数	(12)
2.3 湿空气的焓湿图	(16)
3 通风与空调系统基础知识	(18)
3.1 通风系统的分类、组成及原理	(18)
3.2 民用建筑防烟、排烟系统的分类、组成及原理	(21)
3.3 空调系统的分类、组成及原理	(24)
4 电工的基本知识	(28)
4.1 电路的组成及其基本分析方法	(28)
4.2 单相交流电路	(32)
4.3 三相交流电路	(40)
4.4 变压器	(45)
4.5 三相异步电动机	(47)

下篇 实践部分

5 室内给排水工程及水灭火系统施工图预算的编制	(54)
5.1 室内给水系统的分类	(54)
5.2 建筑排水工程	(59)
5.3 建筑给排水施工图的识读	(63)
5.4 室内给排水工程工程量计算及定额应用	(72)
6 建筑采暖系统及预算	(81)
6.1 采暖系统概述	(81)
6.2 热水采暖系统	(84)
6.3 蒸汽采暖系统	(92)
6.4 采暖系统的设备及管道附件	(94)

6.5	建筑采暖施工图	(102)
6.6	室内采暖工程工程量计算及定额应用	(110)
6.7	室内民用燃气工程量计算及定额应用	(118)
6.8	室内采暖工程施工图预算编制示例	(122)
7	通风与空调系统设备及预算	(125)
7.1	通风系统的分类和组成	(125)
7.2	空调系统的分类和组成	(127)
7.3	通风系统主要设备和构件	(131)
7.4	空调系统主要设备	(134)
7.5	通风空调系统管道制作与安装	(136)
7.6	通风空调系统设备的安装	(140)
7.7	空调制冷及空调冷源	(142)
7.8	通风空调系统调试	(143)
7.9	通风空调系统防腐与保温	(146)
7.10	通风、空调工程工程量计算定额应用	(147)
8	建筑电气施工图及预算	(155)
8.1	电气施工图的组成及阅读方法	(155)
8.2	照明灯具及配电线路的标注形式	(158)
8.3	电气施工图	(164)
8.4	电气照明工程工程量计算及定额应用	(167)
9	建筑弱电系统及预算	(179)
9.1	共用天线电视系统	(179)
9.2	建筑电话通信系统	(182)
9.3	楼宇对讲系统	(186)
9.4	室内电话系统工程工程量计算及定额应用	(188)
9.5	室内电视系统工程工程量计算及定额应用	(190)
9.6	室内电话、电视工程施工图预算编制示例	(192)
10	火灾自动报警控制系统	(195)
10.1	火灾自动报警控制系统的组成及动作原理	(195)
10.2	火灾自动报警控制系统施工图	(200)
11	建筑设备工程施工图预算审查	(208)
11.1	建筑设备工程施工图预算审查的条件和依据	(208)
11.2	建筑设备工程施工图预算审查的内容和方法	(208)
	参考文献	(212)

上篇 基础知识

1 流体力学及传热学基础知识

教学要求：通过本章的学习，应当对流体主要的力学性质有所了解，掌握流体静力学基本概念；了解流动阻力与能量损失及传热学基本知识。

1.1 流体主要的力学性质

1.1.1 连续介质假设

从微观上讲，流体是由大量的彼此之间有一定间隙的单个分子所组成，而且分子总是处于随机运动状态。

从宏观上讲，流体视为由无数流体质点（或微团）组成的连续介质。

所谓质点，是指由大量分子构成的微团，其尺寸远小于设备尺寸，但却远大于分子自由程。

这些质点在流体内部紧紧相连，彼此间没有间隙，即流体充满所占空间，称为连续介质。

1.1.2 流体的主要力学性质

1) 易流动性

流体这种在静止时不能承受切应力和抵抗剪切变形的性质称为易流动性。

2) 质量密度

单位体积流体的质量称为流体的密度，即 $\rho = m/V$ 。

3) 重量密度

流体单位体积内所具有的重量称为重度或容重，以 γ 表示。 $\gamma = G/V$ 。

质量密度与重量密度的关系为

$$\gamma = G/V = mg/V = \rho g$$

4) 粘性

表明流体流动时产生内摩擦力阻碍流体质点或流层间相对运动的特性称为粘性，内摩擦力称为粘滞力。

粘性是流动性的反面，流体的粘性越大，其流动性就越小。

平板间液体速度变化如图 1-1 所示。

实际流体在管内的速度分布如图 1-2 所示。

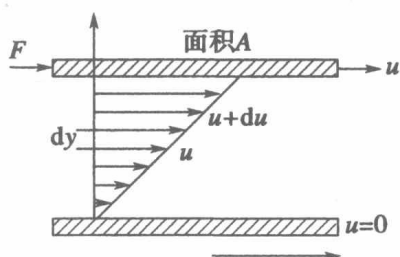


图 1-1 平板间液体速度变化

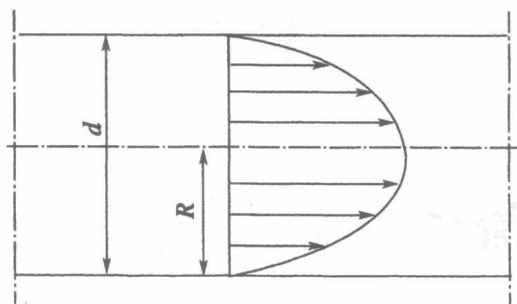


图 1-2 实际流体在管内的速度分布

实验证明,对于一定的流体,内摩擦力 F 与两流体层的速度差 du 成正比,与两流体层之间的垂直距离 dy 成反比,与两流体层间的接触面积 A 成正比,即

$$F = \mu A du/dy \quad (1-1)$$

通常情况下,单位面积上的内摩擦力称为剪应力,以 τ 表示,单位为 Pa,则式(1-1)变为

$$\tau = \mu du/dy \quad (1-2)$$

式(1-1)、式(1-2)称为牛顿粘性定律,表明流体层间的内摩擦力或剪应力与法向速度梯度成正比。

5) 压缩性和膨胀性

流体体积随着压力的增大而缩小的性质,称为流体的压缩性。

流体体积随着温度的增大而增大的性质,称为流体的膨胀性。

液体与气体的压缩性和膨胀性的区别:一是液体是不可压缩流体,液体具有膨胀性;二是气体具有显著的压缩性和膨胀性。

1.2 流体静力学基本概念

处于相对静止状态下的流体,由于本身的重力或其他外力的作用,在流体内部及流体与容器壁面之间存在着垂直于接触面的作用力,这种作用力称为静压力。

单位面积上流体的静压力称为流体的静压强。

若流体的密度为 ρ ,重力加速度为 g ,则液柱高度 h 与压力 p 的关系为

$$p = \rho gh$$

1.2.1 绝对压强、表压强和大气压强

以绝对真空为基准测得的压力称为绝对压力,它是流体的真实压力;以大气压为基准测得的压力称为表压或真空度、相对压力,它是在把大气压强视为零压强的基础上得出的。

绝对压强是以绝对真空状态下的压强(绝对零压强)为基准计量的压强;表压强简称表压,是指以当时当地大气压为起点计算的压强。两者的关系为

$$\text{绝对压} = \text{大气压} + \text{表压}$$

绝对压力、表压与真空度的关系见图 1-3 所示。

1.2.2 流体静力学平衡方程

1) 静力学基本方程

假如一容器内装有密度为 ρ 的液体,液体可认为是不可压缩流体,其密度不随压力变化。在静止的液体中取一段液柱,其截面积为 A ,以容器底面为基准水平面,液柱的上、下端与基准水平面的垂直距离分别为 z_1 和 z_2 ,那么作用在上、下两端面的压力分别为 p_1 和 p_2 。

重力场中在垂直方向上对液柱进行受力分析:

- (1) 上端面所受总压力 $P_1 = p_1 A$, 方向向下。
- (2) 下端面所受总压力 $P_2 = p_2 A$, 方向向上。
- (3) 液柱的重力 $G = \rho g A(z_1 - z_2)$, 方向向下。

液柱处于静止时,上述三项力的合力应为零,即

$$p_2 A - p_1 A - \rho g A(z_1 - z_2) = 0$$

整理并消去 A , 得

$$p_2 = p_1 + \rho g(z_1 - z_2) \text{ (压力形式)} \quad (1-3)$$

变形得

$$\frac{p_1}{\rho} + z_1 g = \frac{p_2}{\rho} + z_2 g \text{ (能量形式)} \quad (1-4)$$

若将液柱的上端面取在容器内的液面上,设液面上方的压力为 p_a ,液柱高度为 h ,则式(1-3)可改写为

$$p_2 = p_a + \rho g h \quad (1-5)$$

式(1-3)、式(1-4)及式(1-5)均称为静力学基本方程,其物理意义在于:在静止流体中任何一点的单位位能与单位压能之和(即单位势能)为常数。

2) 静压强的特性

静压强的方向性流体具有各个方向上的静压强。

流体内部任意一点的静压强的大小与其作用方向无关。

流体的静压强仅与其高度或深度有关,而与容器的形状及放置位置和放置方式无关。

1.3 流体动力学基础

1.3.1 流体运动的基本概念

1) 流线和迹线

流线是指同一时刻不同质点所组成的运动的方向线。

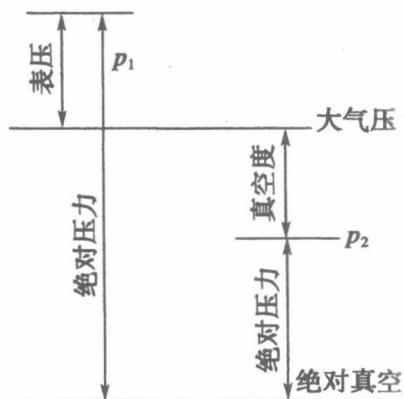


图 1-3 绝对压力、表压与真空度的关系

迹线是指同一个流体质点在连续时间内在空间运动中所形成的轨迹线,它给出了同一质点在不同时间的速度的方向。如图 1-4 所示。

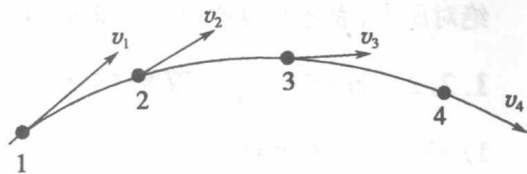


图 1-4 迹线示意图

2) 流管、过流断面、元流和总流

在流场内作一非流线且不自闭相交的封闭曲线,在某一瞬时通过该曲线上各点的流线构成一个管状表面,称流管。

在流体中取一封闭垂直于流向的平面,在其中划出极微小面积,则其微小面积的周边上各点都和流线正交,这一横断面称为过流断面。

若流管的横截面无限小,则称其为流管元,亦称为元流。

过流断面内所有元流的总和称为总流。

3) 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 表示,单位为“L/s”。

单位时间内流经管道任意截面的流体质量称为质量流量,以 m_s 表示,单位为“kg/s”或“kg/h”。

体积流量与质量流量的关系为

$$m_s = Q\rho$$

体积流量、过流断面面积 A 与流速 u 之间的关系为

$$Q = Au$$

1.3.2 流体运动的分类

1) 根据流动要素(流速与压强)与流行时间分类

(1) 恒定流

流场内任一点的流速与压强不随时间变化而仅与所处位置有关的流体流动称为恒定流。

(2) 非恒定流

运动流体各质点的流动要素随时间而改变的运动称为非恒定流。

2) 根据流体流速的变化分类

(1) 均匀流

在给定的某一时刻,各点速度都不随位置而变化的流体运动称为均匀流。

(2) 非均匀流

流体中相应点流速不相等的流体运动称为非均匀流。

3) 按液流运动接触的壁面情况分类

(1) 有压流

流体过流断面的周界为壁面包围,没有自由面者称为有压流或压力流。一般供水、供热管道均为压力流。

(2) 无压流

流体过流断面的壁和底均为壁面包围但有自由液面者称为无压流或重力流。如河流、明渠排水管网系统等。

(3) 射流

流体经由孔口或管嘴喷射到某一空间,由于运动的流体脱离了原来限制它的固体边界,在充满流体的空间继续流动的这种流体运动称为射流。如喷泉、消防栓等喷射的水柱。

4) 流体流动的因素

(1) 过流断面

流体流动时,与其方向垂直的断面称为过流断面,单位为“ m^2 ”。在均匀流中,过流断面为一平面。

(2) 平均流速

在不能压缩和无粘滞性的理想均匀流中,流速是不变的。

1.3.3 定态流体系统的质量守恒——连续性方程

如图 1-5 所示的定态流体系统,流体连续地从 1—1 截面进入,从 2—2 截面流出,且充满全部管道。以 1—1、2—2 截面以及管内壁为衡算范围,在管路中流体没有增加和漏失的情况下,单位时间进入截面 1—1 的流体质量与单位时间流出截面 2—2 的流体质量必然相等,即

$$m_{s_1} = m_{s_2} \quad (1-6)$$

或
$$\rho_1 u_1 A_1 = \rho_2 u_2 A_2 \quad (1-7)$$

推广至任意截面,有

$$m_s = \rho_1 u_1 A_1 = \rho_2 u_2 A_2 = \dots = \rho u A = \text{常数} \quad (1-8)$$

式(1-6)~式(1-8)称为连续性方程,表明在定态流动系统中,流体流经各截面时的质量流量恒定。

对不可压缩流体, $\rho = \text{常数}$,连续性方程可写为

$$V_s = u_1 A_1 = u_2 A_2 = \dots = u A = \text{常数} \quad (1-9)$$

对于圆形管道,式(1-9)可变形为

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 \quad (1-10)$$

【例 1-1】 如图 1-6 所示,管路由一段 $\phi 89 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 的管 1、一段 $\phi 108 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 的管 2 和两段 $\phi 57 \text{ mm} \times 3.5 \text{ mm}$ 的分支管 3a 及 3b 连接而成。若水以 $9 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 的体积流量流动,且在两段分支管内的流量相等,试求水在各段管内的速度。

【解】 管 1 的内径为 $d_1 = 89 - 2 \times 4 = 81 \text{ mm}$,则水在管 1 中的流速为

$$u_1 = 1.75 \text{ m/s}$$

管 2 的内径为 $d_2 = 108 - 2 \times 4 = 100 \text{ mm}$ 。由式(1-10),则水在管 2 中的流速为

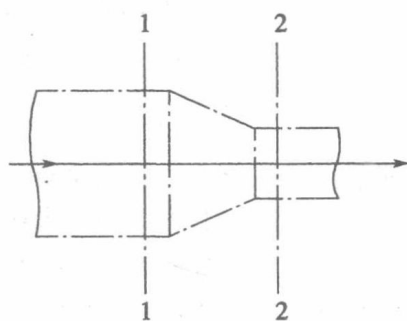


图 1-5 连续性方程的推导

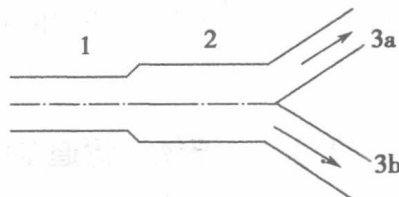


图 1-6 管路图

$$u_2 = 1.15 \text{ m/s}$$

管 3a 及 3b 的内径为 $d_3 = 57 - 2 \times 3.5 = 50 \text{ mm}$ 。因水在分支管路 3a、3b 中的流量相等,则有

$$u_2 A_2 = 2 u_3 A_3$$

即水在管 3a 和 3b 中的流速为

$$u_3 = 2.30 \text{ m/s}$$

1.3.4 能量守恒定律——伯努利方程

在理想流动的管段上取两个断面 1—1 和 2—2,两个断面的能量之和相等,即

$$Z_1 + \frac{p}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$$

假设从 1—1 断面到 2—2 断面流动过程中损失为 h ,则实际流体流动的伯努利方程为

$$Z_1 + \frac{p}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h$$

【例 1-2】 如图 1-7 所示,要用水泵将水池中的水抽到用水设备。已知该设备的用水量为 $60 \text{ m}^3/\text{h}$,其出水管高出蓄水池液面 20 m ,水压为 200 kPa 。如果用直径 $d=100 \text{ mm}$ 的管道输送到用水设备,试确定该水泵的扬程需要多大才可以达到要求?

【解】 (1) 取蓄水池的自由液面为 1—1 断面,取用水设备出口处为 2—2 断面。

(2) 以 1—1 断面为基准液面,根据伯努利方程列出两个断面的能量方程:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} + h_b = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h$$

式中, $Z_1 = 0, p_1 = 0, u_1 = 0$; $Z_2 = 20 \text{ m}, p_2 = 200 \text{ kPa}$, 且 $u_2 = Q/A = 4Q/(\pi D) = 60 \times 4/(3.14 \times 0.1 \times 3600) = 2.12 \text{ m/s}$,故水泵的扬程为

$$h_b = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + h = 40.92 + h$$

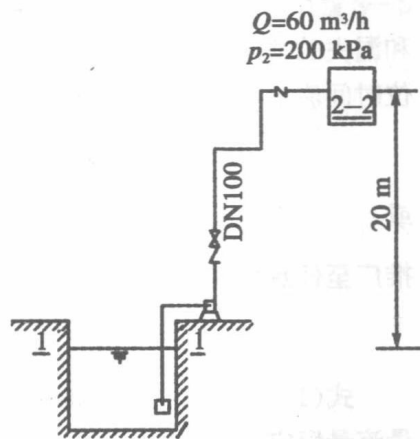


图 1-7 水泵抽水图

1.4 流动阻力与能量损失

1.4.1 流体在管道中的流动阻力

如图 1-8 所示,流体在水平等径直管中作定态流动。在 1—1 截面和 2—2 截面间列伯努利方程,得

$$Z_1 g + \frac{1}{2} u_1^2 + \frac{p_1}{\rho} = Z_2 g + \frac{1}{2} u_2^2 + \frac{p_2}{\rho} + W_f$$

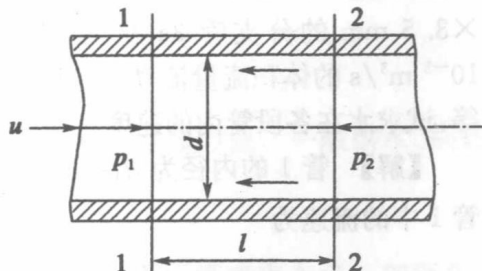


图 1-8 流体在管道中的流动图

因是直径相同的水平管, $u_1 = u_2, Z_1 = Z_2$, 故

$$W_f = \frac{p_1 - p_2}{\rho} \quad (1-11)$$

若管道为倾斜管, 则

$$W_f = \left(\frac{p_1}{\rho} + Z_1 g \right) - \left(\frac{p_2}{\rho} + Z_2 g \right) \quad (1-12)$$

由此可见, 无论是水平安装还是倾斜安装, 流体的流动阻力均表现为静压能的减少, 仅当水平安装时, 流动阻力恰好等于两截面的静压能之差。

1.4.2 沿程损失和局部损失

1) 沿程损失

流体在直管段中流动时, 管道壁面对于流体会产生一个阻碍其运动的摩擦阻力(沿程阻力), 流体流动中为克服摩擦阻力而损耗的能量称为沿程损失。通常采用达西-维斯巴赫公式计算, 即

$$h_l = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{u^2}{2g}$$

2) 局部损失

流体运动过程中通过断面变化处、转向处、分支或其他使流体流动情况发生改变时, 都会有阻碍运动的局部阻力产生, 为克服局部阻力所引起的能量损失称为局部损失。计算公式为

$$h_j = \frac{\xi u^2}{2g}$$

流体在流动过程中的总损失等于各个管路系统所产生的所有沿程损失和局部损失之和, 即

$$h = \sum h_l + \sum h_j$$

【例 1-3】 如图 1-9 所示, 若蓄水池至用水设备的输水管的总长度为 30 m, 输水管的直径均为 100 mm, 沿程阻力系数为 $\lambda = 0.05$, 局部阻力有: 水泵底阀一个, $\xi = 7.0$; 90° 弯头四个, $\xi = 1.5$; 水泵进出口一个, $\xi = 1.0$; 止回阀一个, $\xi = 2.0$; 闸阀两个, $\xi = 1.0$; 用水设备处管道出口一个, $\xi = 1.5$ 。试求:

- (1) 输水管路的局部损失。
- (2) 输水管路的沿程损失。
- (3) 输水管路的总水头损失。
- (4) 水泵扬程的大小。

【解】 由于从蓄水池到用水设备的管道的管径不变,

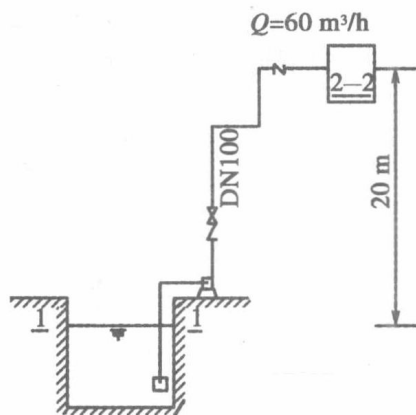


图 1-9 水泵抽水图

均为 100 mm, 因此, 总的局部水头损失为

$$h_j = \frac{\sum \xi u_2}{2g} = 4.47 \text{ m}$$

整个管路的沿程损失为

$$h_l = \frac{\lambda L u_2}{d_2 g} = 3.45 \text{ m}$$

输水管路的总水头损失为

$$h = h_j + h_l = 4.47 + 3.45 = 7.92 \text{ m}$$

结合例 1-2, 水泵的总扬程为

$$h_b = 40.92 + h = 40.92 + 7.92 = 48.84 \text{ m}$$

1.5 传热学基本知识

传热学是研究热量传递规律的科学。基于热力学的定义, 热是一种传递中的能量。传递中的能量不外乎是处于无序状态的热和有序状态的功, 它们的传递过程常常发生在能量系统处于不平衡的状态下, 而系统的状态是可以由其状态参数来确定的。热力学的基本状态参数是压力 p 、温度 T 以及比体积 v 。对于一个不可压缩的热力学系统而言, 温度的高低就反映了系统能量状态的高低和单位质量系统内热能(或称热力学能, 简称内能)的多少。热力学第二定律告诉我们, 能量总是自发地从高能级状态向低能级状态传递和迁移。因此, 热的传递和迁移就会发生在热系统的高内能区域和低内能区域之间, 也就是高温区域和低温区域之间。对于自然界的物体和系统, 将其视为热力学系统时, 它们常常是处于不平衡的能量状态之下, 各部位存在着压力差和温度差, 因而功和热的传递是一种非常普遍的自然现象。因此, 凡是有温度差的地方就有热量传递。热量传递(如图 1-10)是自然界和工程领域中极为普遍的现象。我们学习传热学就是要掌握各种热量传递现象的规律, 从而为设计满足一定生产工艺要求的换热设备, 提高现有换热设备的操作和管理水平, 或者对一定的热过程实现温度场的控制打下理论基础。

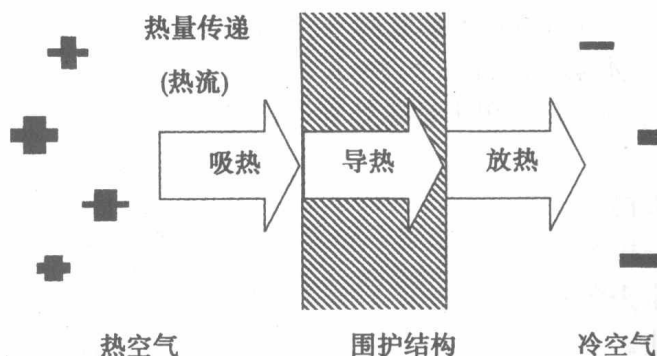


图 1-10 热量传递图