

土建工长培训系列教材

建筑水电知识

(第三版)

田会杰 傅正信 编
尹 桦 宋永春

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

《建筑水电知识》(第三版)是土建工长培训系列教材之一。本书于 1989 年首版,并于 1995 年 8 月再版,多次重印,深受广大土建施工技术人员喜爱。全书共 12 章,前 7 章是水暖基本知识、庭院及室内给水、室内热水及燃气供应、庭院及室内排水、供暖工程、锅炉及附属设备、通风与空调等内容。第 8 章以后的内容是电路基本知识、变压器和三相异步电动机、建筑施工现场供电、建筑电气照明、安全用电和防雷等。

内容深入浅出,通俗易懂,附有例题及工程图,便于自学。

本书可供土建类职业中等专业学校学生和从事土建工程的技术人员培训参考。

书 名: 建筑水电知识(第三版)

作 者: 田会杰 傅正信 尹 桦 宋永春 编

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

[http:// www .tup .tsinghua .edu .cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者: 北京顺义振华印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 印张: 9.375 字数: 235 千字

版 次: 2002 年 5 月 第 3 版 2002 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05094-5/ TU·172

印 数: 0001~5000

定 价: 12.00 元

《土建工长培训系列教材》 编 委 会

主任委员：郭继武

委 员：郭继武 任继良 纪士斌
田会杰 宋莲琴

第三版说明

本书在 1995 年 8 月第二版的基础上,配合土建工长培训和自学的需要,及时反映了我国近年来新颁布规范的有关内容;并且听取了各方面意见,增加了第 1 章水暖基本知识,其余各章内容也进行了修改,使其更加适应土建工长岗位培训的需要。

全书共 12 章,其中第 1~4 章由田会杰编写;第 5、6 章由尹桦编写;第 7 章由宋永春编写;第 8~12 章由傅正信编写。全书由田会杰统稿。

编 者
2001 年 6 月于北京

目 录

第 1章 水暖基本知识	1
1.1 水和水蒸气	1
1.2 压力及压强	2
1.3 流体的主要物理性质	3
1.4 流体运动的参数和分类	6
1.5 流体的阻力损失	8
1.6 传热原理知识	9
学习指导	11
自我检查题	11
第 2章 庭院给水与室内给水	12
2.1 庭院给水.....	12
2.2 室内给水.....	31
2.3 室内消防系统.....	40
2.4 贮水及升压设备.....	44
学习指导	47
自我检查题	48
第 3章 室内热水及燃气供应	49
3.1 热水供应系统.....	49
3.2 热水管道的布置和敷设.....	51
3.3 太阳能热水器.....	53

3.4	燃气供应	55
	学习指导	61
	自我检查题	61
第 4章	庭院排水与室内排水	62
4.1	庭院排水	62
4.2	室内排水	71
4.3	屋面排水	78
4.4	室内给水排水施工图	79
	学习指导	84
	自我检查题	84
第 5章	供暖工程	86
5.1	室内采暖概述	86
5.2	热水采暖系统	87
5.3	蒸汽采暖系统	94
5.4	采暖系统的主要设备及附件	96
5.5	采暖系统设计计算	108
5.6	采暖工程施工图	111
5.7	室内采暖系统的安装	114
5.8	室外供暖管道	121
	学习指导	129
	自我检查题	129
第 6章	锅炉及附属设备	130
6.1	锅炉的基本知识	130
6.2	锅炉本体	135

6.3	锅炉燃烧设备及常用炉型	136
6.4	锅炉房设备	141
6.5	锅炉房系统试运转	143
6.6	锅炉房的布置实例	144
	学习指导.....	147
	自我检查题.....	147
第 7章	通风与空调.....	148
7.1	通风	148
7.2	通风系统的组成及部件	151
7.3	空气调节	160
	学习指导.....	166
	自我检查题.....	166
第 8章	电路基本知识	167
8.1	直流电路基本知识	167
8.2	交流电路基本知识	178
	学习指导.....	199
	自我检查题(1)	201
	自我检查题(2)	202
第 9章	变压器和三相异步电动机.....	203
9.1	变压器的构造及工作原理	203
9.2	三相变压器	204
9.3	三相异步电动机的构造和工作原理	207
9.4	三相异步电动机起动和反转	210
9.5	三相异步电动机铭牌和选用	215

9.6	异步电动机的控制与保护	218
	学习指导.....	224
	自我检查题.....	225
第 10章	建筑施工现场供电	226
10.1	施工现场供电及具体要求.....	226
10.2	施工用电量估算和变压器选择.....	227
10.3	配电导线的选择.....	231
10.4	施工现场配电线路.....	241
10.5	施工现场供电平面图.....	244
	学习指导.....	250
	自我检查题.....	251
第 11章	建筑电气照明.....	253
11.1	照明供电线路.....	253
11.2	电气施工识图.....	260
11.3	电气施工.....	277
	学习指导.....	280
	自我检查题.....	281
第 12章	安全用电和防雷	282
12.1	安全用电.....	282
12.2	建筑物防雷.....	286
	学习指导.....	290
	自我检查题.....	290

第 1 章 水暖基本知识

1.1 水和水蒸气

1.1.1 水

水由氢元素和氧元素组成。2 个氢原子和 1 个氧原子组成 1 个水分子,用符号 H_2O 表示。水分子处于不停的运动之中,而分子之间有一种吸引力,将它们相互结合,这种吸引力称为分子间的内聚力。

一般物质具有热胀冷缩的性质,但水有其特殊性。水在 4 时其质量密度最大,低于或高于 4 时,水的体积将发生膨胀。例如水在 1 个标准大气压 下,4 时的质量密度为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$;而 0 时水的质量密度为 $999.87\text{kg}/\text{m}^3$;20 时水的质量密度为 $998.23\text{kg}/\text{m}^3$ 。

将水加热至沸腾的温度称为沸点,沸点高低与作用于水面上的压强大小有关,通常水在标准大气压作用下,它的沸点为 100 。

1.1.2 水蒸气

水加热到沸点时,水将开始由液体状态转化为气体状态,这一过程称为汽化。水蒸发而成的气体,称为水蒸气。水在沸点温度时所产生的蒸汽称为饱和蒸汽,饱和蒸汽遇冷降温时就形成凝

1 个标准大气压 = $101.325 \times 10^3 \text{ Pa}$

结水。

空气中水蒸气的含量与温度有关。温度高,空气中水蒸气含量也高,否则相反。在一定温度下,空气中水蒸气达到最大含量时,称为饱和,此时的相对湿度为 100%。相对湿度系指在一定温度下,空气中水蒸气含量与饱和状态下水蒸气含量之比,用百分数表示。例如,夏天自来水管表面温度低,而当温度较高的环境空气的相对湿度较高时,它的水蒸气含量就可能超过自来水管表面低温所对应的饱和湿度,所以当空气接触到管道表面时,就会出现结露。结露是管道使用过程中常见的现象,因此,室内给排水管道有时需要采取防结露措施。

1.2 压力及压强

1.2.1 压力(P)

对于理想流体,其相互作用力以压力表达。若流体处于静止状态(仅有重力作用),流体间相互作用力称为静压力。静压力是作用在某一面积上的总压力,单位以 N 表达。

1.2.2 压强(p)

作用在某一单位面积上的压力称为压强,单位由 N/m^2 或 Pa 表示。

1.2.3 静压强基本方程式

$$p = p_0 + \rho gh \quad (1.1)$$

式中: p ——液体静水压强, N/m^2 ;

p_0 ——液面上压强, N/m^2 ;

——液体质量密度, kg/m^3 ;

g ——重力加速度,采用 9.81m/s^2 ;

h ——液柱高度, m 。

1.2.4 绝对压强和相对压强

压强值分为绝对压强和相对压强两种表示法,两者区别在于起算基准点不同。以绝对真空为零点起算的压强,称绝对压强,用 p 表示;以当地大气压力 p_a 为零点起算的压强,称相对压强,用 p 表示。相对压强在数值上比绝对压强少一个当地大气压值,即 $p = p - p_a$ 。

工程中若不加说明,压强一般系指相对压强。其值可用压力表、测压管等方法测出,俗称表压强或测压管压强。

【例 1-1】 若作用于水面的压强 $p = p_a = 98\text{kPa}$, 求水面下 5m 处的绝对压强和相对压强值。

【解】 根据公式(1.1), 水下 5m 处绝对压强为:

$$p = p_a + gh = 98.0 + 1000 \times 9.81 \times 5.0 = 147\text{kPa}$$

水下 5m 处的相对压强为:

$$p = p - p_a = 147 - 98 = 49\text{kPa}$$

1.2.5 真空值

作用在液体中某点处的绝对压强 p 小于当地大气压强 p_a 时, 该点处于真空(负压)状态, 其真空值大小以当地大气压强与该点绝对压强之差来度量, 称为真空值(或称真空压强), 用 p_v 表示。即 $p_v = p_a - p$ 。

1.3 流体的主要物理性质

1.3.1 质量密度

对于均质流体, 单位体积的质量, 称为流体的质量密度。即

$$= \frac{m}{V} \quad (1.2)$$

式中：——质量密度， kg/m^3 ；

m ——流体的质量， kg ；

V ——流体的体积， m^3 。

不同的流体，其质量密度各不相同；同一种流体，其质量密度受外界压力和温度的影响也有变化。因此，当指出某种流体的值时，必须指明所处外界压力和温度条件。例如水在 1 个标准大气压和 4 时 $= 1000\text{kg}/\text{m}^3$ ；水银在标准大气压和 0 时，其值是水的 13.6 倍；干空气在标准大气压和温度为 20 时， $\rho_a = 1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 。

1.3.2 流动性

流体是液体和气体的统称。液体无固定的形状，但定量的液体有固定的体积；气体则无固定的形状和体积。流体的基本特性就是易流动性。

日常生活中常遇到许多流体的运动，如水在河道中流动，气体在管道中输送，都表明流体具有易流动性。流体不能承受拉力，静止流体不能抵抗切力，但它能承受较大压力。

1.3.3 压缩性

当流体的温度保持不变，随着压强的增大，体积减小而密度增加的性质，称为流体的压缩性。液体的压缩性很小，在一般工程中可将液体视为不可压缩的；而气体则相反，它是可压缩的。

1.3.4 膨胀性

当流体的压强保持不变，随着温度的升高，体积增大而密度减小的性质，称为流体的膨胀性。例如，在 1 个标准大气压条件下，

当温度较低(10 ~ 20)时,水温每升高1 ,水的体积增大约0.15‰;温度较高(90 ~ 100)时,水的体积相应增大约0.72‰,说明水的膨胀性很小。因此,在工程中除热力系统外,水的膨胀性也可忽略不计。

气体的体积、密度随着压强及温度的变化均发生较大的变化。

1.3.5 粘滞性

实验证明,流体在管道内流动时,流体沿管道直径方向流速不同。沿管道轴心的流速最大,并向着管壁的方向递减,直到管壁处的流速为0。如图1.1所示,这种流体各流层的流速不同,相邻流层间产生相对运动的原因,正是由于流体的粘滞性所致。静止的管壁对与之接触的流体产生粘滞力,阻碍它进行运动;低速的流体对相邻的高速流体也产生粘滞力,阻碍它高速运动。流体的粘滞性导致流体在运动时具有内摩擦阻力,是流体运动消耗能量的一个因素。对于静止流体,不显示粘滞性。

中流速分布

流体的粘滞性对流体运动有很大影响,它不断损耗运动流体的能量,它是实际工程水力计算中必须考虑的因素之一。

流体的粘滞性和流体的其他性质都与温度有关。

1.4 流体运动的参数和分类

1.4.1 流体运动的主要物理参数

1. 流量

流体在单位时间内通过某一过流断面的体积或质量称为流量,用符号 Q 表示。当用体积流量表示时,其单位为 L/s ,或

m^3/h ; 当用质量流量表示时其单位为 kg/s 。

2. 流速

流体流动时,在单位时间内所流过的路程,称为流速,用 v 表示。单位为 m/s 。实际上,流体通过任一过流断面时,由于流体粘滞性影响,断面上各点流速并不相同,实际工程上采用过流断面平均流速计算。流速分布图见图 1.1。

3. 过流断面

在流体运动中,与流动方向相垂直的横断面积,称为过流断面,常用 A 表示,单位为 m^2 。

流量(体积流量)与过流断面及流速成正比,三者关系以公式表示为:

$$Q = A \cdot v \quad (1.3)$$

式中: Q ——体积流量, m^3/s ;

A ——过流断面, m^2 ;

v ——平均流速, m/s 。

1.4.2 流体运动的分类

1. 压力流和无压流

流体沿流程与其固体周壁面相接触,无自由表面,并且靠压力差作用而流动,这样的流体运动称为压力流,例如自来水管中的水流。

如果流体沿流程部分周界与固体壁面相接触,另一部分周界与空气相接触,具有自由表面,且靠重力作用而流动,这样的流体运动称为无压流或称重力流。

2. 恒定流与非恒定流

流体在运动时,如果其各点的压强和流速等运动要素不随时间变化,仅与空间位置有关,这类流动称为恒定流,如图 1.2(a) 所示。

流体运动时,如果其各点的压强和流速等运动要素随时间和空间位置而变化,这种流动称为非恒定流,如图 1.2(b)所示。

流和非恒定流

(b) 非恒定流

工程中非恒定流是常见的,实际工程上常将变化缓慢的非恒定流近似地视为恒定流计算。

3. 均匀流与非均匀流

流体质点流速的大小和方向沿流程不变的流动,称为均匀流;反之,流体质点流速的大小和方向沿流程变化的流动,称为非均匀流,如图 1.3 所示。

均匀流和非均匀流

匀流; (b) 非均匀流

【例 1-2】 有一变断面的圆形输水管,如图 1.4 所示,管段直径分别为 $d_1 = 100\text{mm}$, $d_2 = 80\text{mm}$,若通过管内的流量 $Q = 6\text{L/s}$,试求各断面的流速。

输水管

【解】 首先统一单位: $d_1 = 100\text{mm} = 0.1\text{m}$, $d_2 = 80\text{mm} = 0.08\text{m}$, $Q = 6\text{L/s} = 6 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$ 。

根据流入流量 Q_1 等于流出流量 Q_2 的原则(流体连续方程),即

$$Q_1 = Q_2 = Q$$

依据公式(1.3)得:

$$v_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot d_1^2} = \frac{4 \times 6 \times 10^{-3}}{3.14 \times 0.1^2} \text{m/s} = 0.76 \text{m/s}$$

又因

$$v_2 \cdot d_2 = v_1 \cdot d_1$$

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{d_1}{d_2} = 0.76 \frac{0.1}{0.08} \text{ m/s} = 1.19 \text{ m/s}$$

1.5 流体的阻力损失

流体在管内流动时产生两种性质的阻力损失:一种是沿程阻力损失,另一种是局部阻力损失。

沿程阻力损失来源于介质的粘滞性。粘滞性使过流断面的流速不相等而形成层与层之间的相对运动,产生摩擦阻力,而消耗一定的能量,称这种能量损失为沿程阻力损失。

局部阻力损失形成于流体流经管道时边界条件的突然变化,如变径、弯头、分支及节流等处,均会造成流体分子之间的碰撞,从而在局部形成涡流,产生部分能量损失,则称其为局部损失。

关于阻力损失的计算可见有关水力计算手册。

1.6 传热原理知识

本节仅介绍采暖设备工程中所必需了解的热量传递方面的某些知识。从物理学得知,温度差的存在导致热量自发地由高温物体传递给低温物体。传热是一种复杂的能量传递现象,不同的传递方式有其不同的机理,可归纳为热传导(导热)、热对流和热辐射三种基本方式。但在实际工程中遇到的热量传递现象往往包含两种或三种基本方式以不同主次组合的复合传递过程。

1.6.1 热传导

热传导是指温度不同的物体直接接触,或同一物体温度不同

的相邻部分之间所发生的热传递现象。现以固体平壁中热传导为例,分析如下:

如图 1.5 所示:当平壁内各部分温度不随时间变化,而处于稳定导热时,导热量与平壁两侧表面的温差成正比,与壁厚成反比,并与材料性能有关。可列出平壁导热公式为

$$Q = \frac{T_1 - T_2}{\delta} \cdot F \quad (1.4)$$

式中: Q ——单位时间由导热体传递的热量, W;

F ——平壁面积, m^2 ;

δ ——平壁厚度, m;

$T_1 - T_2$ ——平壁两侧面温度差, K;

λ ——导热系数, W/(m·K)。

壁导热图

导热系数的意义是当沿着导热方向每米长度上温度降落 1K 时,单位时间通过每平方米面积所传导的热量。导热系数是表征该材料导热能力的物理量,不同材料的导热系数不同,其值可从热工手册中查到。

1.6.2 热对流

依靠流体的运动,将热量由一处传递到另一处的热传递现象,称为热对流。热对流只能发生在流体中,并与流体的流动有关。但是,工程上所遇到的传热问题往往涉及到流体与固体壁直接接触时的换热。在这种情况下,过程就不单有流体的对流作用,同时伴有导热作用。这种对流和导热同时存在的过程称为对流换热过程,也称对流放热。

采暖工程中安装的散热器除有热传导外,同时还存在热对流