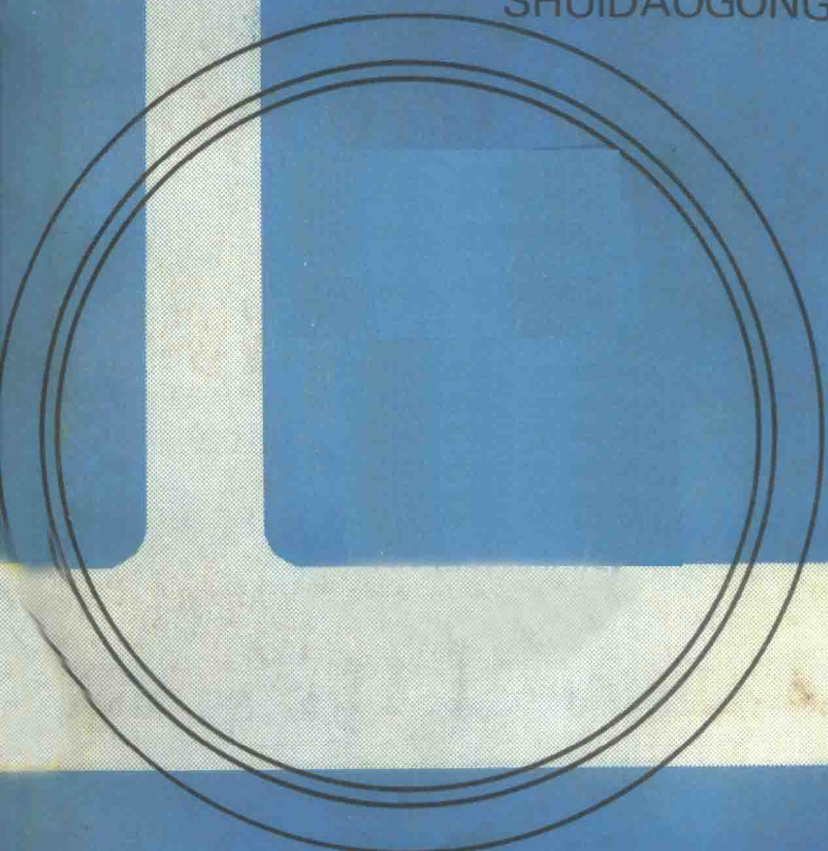


孙成彦 编著

水道工

SHUIDAOGONG



中国建筑工业出版社

水 道 工

孙 成 彦 编著

中国建筑工业出版社

本书重点介绍给排水室外管道施工放线、管道基础、管道安装、特殊条件下管道施工、水泵安装等内容。以施工安装为主，管道维修为辅。可供从事给排水工程安装的工人和职工业余学校学员学习参考，亦可供给给排水工程施工的技术人员参考。

水 道 工

孙成彦 编著

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 8³/₄ 字数: 197 千字

1982年1月第一版 1982年1月第一次印刷

印数: 1— 20,900册 定价: 0.64元

统一书号: 15040·4086

前 言

为了适应从事给水排水工程施工的青年工人学习技术的需要，编写了这本书。

本书着重介绍给水排水管道工程安装方法、施工程序和操作方法，以及一些有关的规范和标准。

由于青年技术工人的不断增加，他们迫切要求提高自己的技术水平，为此书中扼要地叙述了给水排水工程方面的基本知识、材料和设备的性能等并对某些理论性问题也做了一些介绍。

本书尽量地采用了较成熟的施工方法和经验。同时，对有些局部地区行之有效的方法，也作了部分介绍。由于编者水平所限，有些内容写的可能不完善，敬希读者指正。

本书编写过程中，长春市自来水公司主持了初稿的审查工作，吉林省第一建筑公司、长春市第一建筑公司、吉林省建筑设计院、一机部第九设计院、国家城建总局长春给水排水设计院、长春市勘测设计处及长春市自来水公司等单位派人参加了初稿的审查，在审查中提出了宝贵的意见，在此谨致衷心谢意。

孙 成 彦

1980年10月

目 录

第一章 基本知识	1
第一节 水力学	1
第二节 工程测量	20
第三节 土	36
第二章 材料设备和施工机械	43
第一节 钢及铸铁	43
第二节 管材	52
第三节 给水铸铁管件	58
第四节 给水用钢筋混凝土管的铸铁管件	59
第五节 闸门	61
第六节 止回阀及底阀	63
第七节 消火栓及排气阀	67
第八节 主要施工机械	69
第三章 沟槽开挖及管道基础	81
第一节 施工放线及纵断面图	81
第二节 沟槽断面及边坡	87
第三节 管道埋深	88
第四节 沟槽土方量计算及开挖	91
第五节 沟槽支撑	93
第六节 管道基础	95
第七节 沟槽土方回填	100
第四章 管道安装	101
第一节 施工前准备工作	101

第二节	下管	104
第三节	管道敷设的管中心线及高程控制	109
第四节	接口	112
第五节	大型排水渠道	134
第五章	支管及室内管道安装	137
第一节	给水支管连接	137
第二节	室内给水管道	143
第三节	庭院排水管道	149
第四节	室内排水管道	151
第六章	管道上附属构筑物及水压试验	154
第一节	给水管网的附属构筑物	154
第二节	排水管道的附属构筑物	165
第三节	给水管道水压试验	178
第四节	排水管道闭水试验	184
第七章	水泵安装	186
第一节	水泵分类	186
第二节	水泵构造	191
第三节	管路性能曲线及水泵并联工作	193
第四节	水泵安装前的准备工作	198
第五节	卧式离心水泵基础施工	199
第六节	卧式离心水泵安装	202
第七节	抽真空设备	209
第八节	水泵站内机组安装举例	212
第九节	深井泵构造和安装	217
第十节	水泵常见故障及排除	222
第八章	特殊条件下的管道施工	224
第一节	穿越铁路施工	224
第二节	河底埋管	238
第三节	过河架桥施工	251

第四节	越过地下建筑物施工	252
第五节	构筑物间管道安装	255
第九章	管道维护	262
第一节	给水管道损坏的修复	262
第二节	给水管道结垢及处理	267
第三节	排水管道维护	270

第一章 基本知识

第一节 水力学

水力学基本上由两部分组成：水静力学和水动力学。这里只对水力学中的部分内容作一般常识介绍，并且着重基本概念的叙述。

一、水静力学

(一) 水静压力

水静力学是在静止状态下，研究水的重量和作用于水面上的外力（如大气压力）对盛水容器的作用，这个作用的力称为水静压力。水静压力的作用方向永远垂直于被作用面，如图1-1水静压力计算中水对水桶侧壁的压力 P_x 和对水桶底的压力 P 所示。

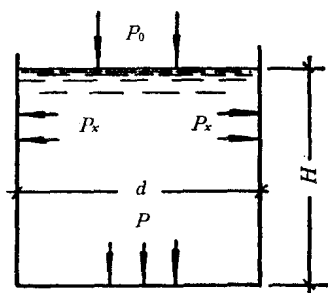


图 1-1 水静压力计算

在图1-1中水桶直径为 d ，水深为 H ，这桶水的体积为

$$V = \frac{\pi d^2}{4} H \text{ (米}^3\text{)}$$

式中 V ——水体积（米³）；
 H ——水深（米）；
 π ——圆周率；
 d ——桶直径（米）。

已知水的容重为 $\gamma = 1000$ 公斤/米³，则水桶中水的重量为

$$G = \gamma V \text{ (公斤)}$$

水桶底面积为

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} \text{ (米}^2\text{)}$$

水桶中水的重量作用在桶的底面积上，这个重量 G 就是对桶底的总压力，总压力用 $P_{\text{总}}$ 表示，即 $P_{\text{总}} = G$ 。这总压力 $P_{\text{总}}$ 被桶底的面积 ω 除，即为桶底单位面积上的压力，用 p 表示

$$p = \frac{P_{\text{总}}}{\omega} \text{ (公斤/厘米}^2\text{)} \quad (1-1)$$

式 (1-1) 为单位面积水静压力的计算公式。

图1-1中，作用于桶底的总压力由两部分组成，一是桶内水面上作用有大气压力，其值为 $p_a \omega$ 。这个压力通过桶内的水等值地传递至桶底；另一部分是作用在桶底的水的重量，其值为 $\gamma \cdot \omega \cdot H$ 。因此作用在桶底的总水静压力为

$$P_{\text{总}} = p_a \cdot \omega + \gamma \cdot \omega \cdot H$$

式中 $P_{\text{总}}$ ——为水桶底面积 ω 上受到的总压力 (公斤)；

p_a ——水面上单位面积的大气压力，一般为 1 公斤/厘米²；

ω ——水桶底面积或水面面积 (厘米²)；

γ ——水的容重 (公斤/厘米³)；

H ——水桶中水深 (厘米)。

用面积 ω 除公式两边，得

$$\frac{P_{\text{总}}}{\omega} = \frac{p_a \cdot \omega}{\omega} + \frac{\gamma \cdot \omega \cdot H}{\omega}$$

$$\text{即} \quad p = p_a + \gamma \cdot H \quad (1-2)$$

这就是水深为 H 的任一点单位面积上计算水静压力的基本方程式。以后凡是提到压力，即为单位面积上的压力，用 p 表示；作用在整个面积上的压力则称为总压力，用 P_a 表示。

（二）绝对压力、相对压力和真空压力

按公式（1-2）求出的水静压力，称为绝对压力，它是水柱重量产生的压力与大气压力之和。如果不包括大气压力，只有水柱重量的压力，称为相对压力，可用下式表示

$$p = \gamma \cdot H \quad (1-3)$$

工程中使用的压力表，在没用之前，表的计量部分通过管头与大气相通，表针指在“0”的位置，这就是以大气压为起点，即大气压为“0”。所以压力表读出的压力值称为相对压力，亦称为表压或计示压力。

如图1-2所示，水泵出水管上压力表针指在7的位置上，表示管内相对压力 $p_a=7$ ；则出水管内的绝对压力 $p_j=1+7=8$ 。压力表的计量单位是公斤/厘米²，所以出水管计示压力（表压）为7公斤/厘米²；绝对压力为8公斤/厘米²。

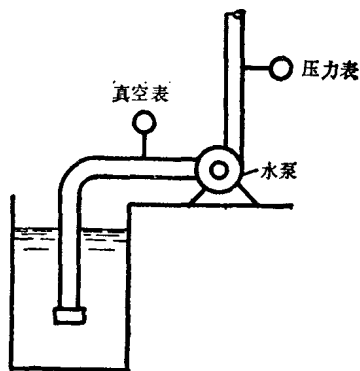


图 1-2 水泵安装压力表及真空表

当管道内的压力小于大气压力时，如图1-2中的水泵吸水管内的压力，由于水泵的工作，使吸水管内形成真空，此时管内压力小于大气压，而水池水面上作用着大气压，则水

池中的水靠大气压的作用进入吸水管。所以，小于大气压的绝对压力称为真空压力 p_v ，即

$$p_v = p_a - p \quad (1-4)$$

式中 p ——水泵吸水管内压力（公斤/厘米²）。

【例题】 有一水池，求水深2米处的绝对压力和相对压力。

【解】 绝对压力为 $p_j = p_a + \gamma \cdot h$ 。已知式中 $p_a = 1$ 公斤/厘米²， $\gamma = 0.001$ 公斤/厘米³， $h = 2$ 米 = 200 厘米。则

$$p_j = 1 + 0.001 \times 200 = 1.2 \text{ 公斤/厘米}^2$$

相对压力为

$$p_s = \gamma \cdot h = 0.001 \times 200 = 0.2 \text{ 公斤/厘米}^2$$

压力单位除用上述公斤/厘米²表示外，还可用工程大气压表示。1 工程大气压的值为 1 公斤/厘米²。上例中的绝对压力也可表示为 1.2 大气压，相对压力为 0.2 大气压。

（三）压力表及真空表

测量压力管道中压力的大小常常使用压力表。压力表的构造，如图1-3所示。图1-3中1是黄铜管制椭圆形截面的弹性黄铜管，其一端封闭，并与杠杆、齿轮和指针相连接，管

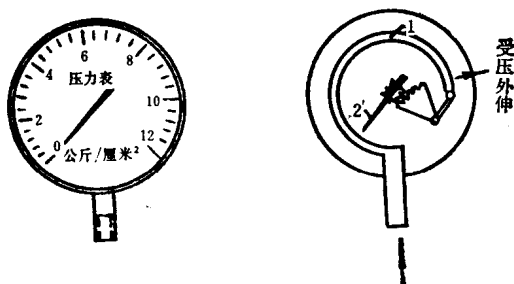


图 1-3 压力表的构造
1—弹性黄铜管；2—指针

的另一端与出口连接。将压力表出口接至给水管道上时，管内水进入弹性黄铜管。在管内水的压力作用下，使铜管驱向伸直，并带动杠杆而使半齿轮转动，半齿轮又带动压力表中心的齿轮旋转，使指针偏转，在压力表的刻度盘上就可以读出压力值。

由于水压力不同，使弹性黄铜管的伸直程度不同，因此，可显示出不同的压力。真空表安装在水泵吸水管上，即可测出水泵吸水口处的真空值。

图1-4（甲）为真空表构造。用连接管把真空表安装在水泵吸水口处。外壳内装有一个波形弹簧铜片，用它把真空表内部严密地分隔成上下两个空间，铜片上固定着齿条，齿

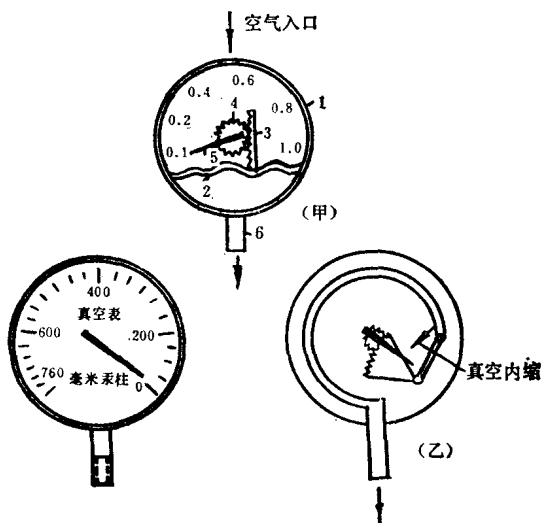


图 1-4 真空表构造

(甲)为弹簧铜片真空表；(乙)为管形真空表

1—外壳；2—铜片；3—齿条；4—齿轮；5—指针；6—连接管

条与齿轮和固定在齿轮上的指针连接。外壳顶部有通气孔。当水泵运转时，吸水口处压力降低，通过连接管传到铜片底部，而铜片上部通过气孔传入大气压力。这样铜片由于上、下部分的压力差而下降，齿条也随之下降，并带动齿轮和指针旋转，以测出真空值的大小。

(四) 以水柱表示压力

举例说明：如有一水库，水深 10 米，求水库底 1 米²面积上相对总压力为

$$\text{总压力 } P = p \cdot \omega = \gamma \cdot h \cdot \omega = 1 \times 10 \times 1 = 10 \text{ 吨}$$

单位面积上的压力为

$$p = \frac{P}{\omega} = \frac{\gamma h \omega}{\omega} = \gamma h = 1 \times 10 = 10 \text{ 吨/米}^2$$

$$= 10 \times 1000 / 100 \times 100 = 1 \text{ 公斤/厘米}^2$$

1 公斤/厘米²即为 1 工程大气压，恰好是水深 10 米处的压力。这样 1 工程大气压用水柱表示时，为 10 米水柱高，也可称为 10 米水头，即

$$1 \text{ 工程大气压} = 1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 10 \text{ 米水柱}$$

【例题】 如图 1-5（气压水箱装置示意）有一气压水箱装置，压力表读数为 0.4 公斤/厘米²，求水箱底接出的管道中水柱。

【解】 已知水箱中水面上作用的气压 p_0 为 0.4 公斤/厘米²，则管口处 A 点的压力为

$$\begin{aligned} p_A &= p_0 + \gamma \cdot h = 0.4 + 0.001 \times 200 \\ &= 0.6 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

水管中水上升高度（不计水头损失）为

$$H = 0.6 \times 10 = 6 \text{ 米}$$

或者称为 6 米的水头。

从图 1-5 中, 还可以得出一个结论: A 点的压力由两部分组成, 一个是水面上的大气压, 另一个是由于水深引起的压力; 而水面上的大气压对于 A 点其值不变。所以, 水面上的压力等值传递至水箱任意深处。如图 1-5 中 B 点压力为

$$\begin{aligned} p_B &= p_0 + \gamma \cdot h \\ &= 0.4 + 0.001 \times 100 \\ &= 0.5 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

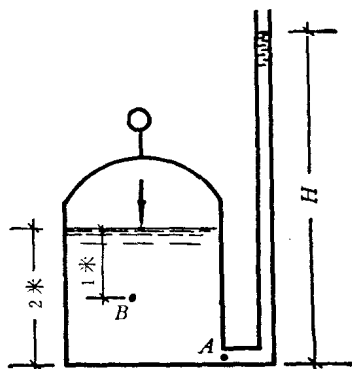


图 1-5 气压水箱装置计算示意

二、水动力学

(一) 流速和流量

图 1-6 所示为一圆形给水管水流流速分布图, 沿管段方向的管道横断面面积不变, 断面 1-1 与 2-2 相等, 均为 ω 。

1-1 断面上点 A 经过时间 t 流经 l 管长, 到 2-2 断面。单位时间所流经的管长称为水流流速, 用 u 表示, 即

$$u = \frac{l}{t} \text{ (米/秒或厘米/秒)}$$

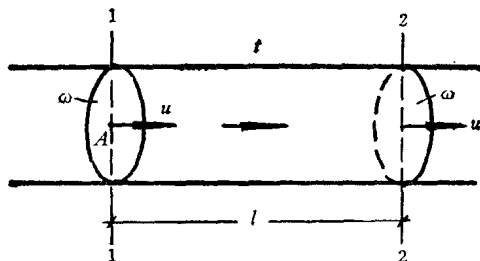


图 1-6 管内水流流速

在管道横断面上各点的水流流速实际并不相等, 如图 1-7 所示为渠道横断面中水流流速的分布规律。渠底流速几乎

等于 0，渠底向上，流速逐渐增大，到某一高度处流速最大，接近水面和在水面处流速又略有减小。

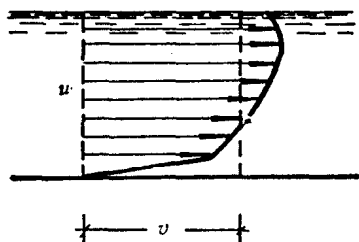


图 1-7 渠道水流流速分布

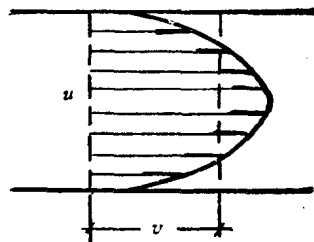


图 1-8 圆形管道内流速分布

图 1-8 所示为圆形管道内流速分布，管道满流时横断面的流速分布。管中心部分流速最大，向管壁逐渐减小，直至几乎等于 0。

管渠中流速如此分布的原因，概括起来主要有两个原因。一是由水自身的特性产生的，就是水具有粘滞性，由于这种粘滞性阻碍着水流层与层之间的运动；另一原因就是渠底或管壁表面并不是理想光滑的，而是粗糙的，这种凹凸不平的粗糙表面阻碍着水流运动，严重的甚至会影响到粗糙区域内的水流停止运动，使得渠底或管壁表面处水流流速几乎等于 0。由于渠底或管壁粗糙引起的阻力，再加上运动惯性的作用，又促使粘滞性作用更为明显，因此出现了圆管中水流呈图 1-8 所示的流速分布；而明渠中水流速度分布也是同样的道理。水面处流速略有减小的主要原因是由于水的表面张力作用的结果。

根据管渠中水流状态的特点，管渠中的水流可分为层流与紊流。层流是由于管渠中的水流流速较低，水流呈现出分层运动，且层与层之间互不影响，如图 1-9（甲）所示为层

流及紊流流态。紊流是管渠中的水流流速较高，各水流质点不再有自己的运动直线，不再是分层，而是混乱的运动，如图 1-9 (乙) 所示。给水管道中的水流运动多为紊流运动。管渠中紊流运动的流速分布情况，如图 1-10 所示。

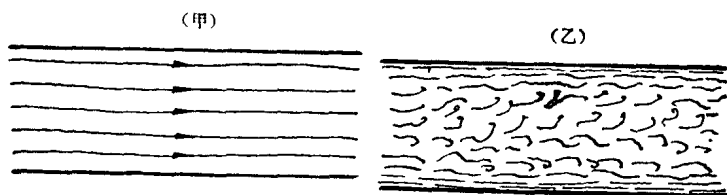


图 1-9 层流及紊流流态
(甲)为层流流态；(乙)为紊流流态

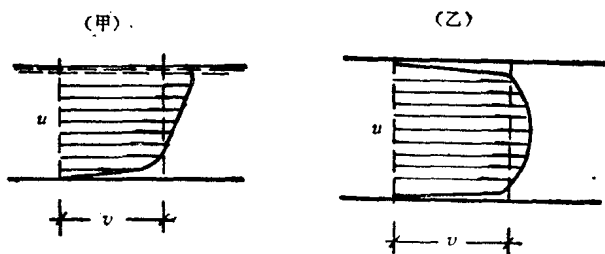


图 1-10 管渠中紊流流速分布
(甲)为明渠紊流；(乙)为圆管紊流

如上所述管渠中各点的实际流速，在工程中无法应用，因此选用一平均流速 v 表示管渠中水流流速，并且认为用平均流速 v 计算的流量与用各点实际流速计算的流量相等。

水流流经的管渠断面面积 ω 称为过水断面。单位时间内流经过水断面 ω 的水流体积称为流量，用 Q 表示。则

$$Q = v \cdot \omega \quad (1-5)$$

式中 Q ——流量（米³/秒或升/秒）；
 v ——平均流速（米/秒或厘米/秒）；
 ω ——过水断面（米²或厘米²）。

当管渠过水断面不变，流速沿管渠流程也不发生变化时，则水流通过这段管渠任意断面的流量都是不变的，即：

$$\omega_1 \cdot v_1 = \omega_2 \cdot v_2 = \omega_n \cdot v_n = Q = \text{常数} \quad (1-6)$$

通过公式（1-6）不难看出，任一条管道，当流量 Q 不变时，其中某段过水断面 ω_1 减小了，则 v_1 势必增大；若某管段过水断面 ω_2 增大了，则其流速 v_2 势必减小。

根据公式（1-6）可得

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (1-7)$$

即两个过水断面的水流流速之比等于该两个过水断面面积的反比。

【例题】 如图1-11所示为一条管径变化的给水管道，其直径已知为：第一管段为 $d_1=200$ 毫米，第二管段为 $d_2=100$ 毫米，第二管段内的流速为 $v_2=1$ 米/秒，求第一管段内的流速。

【解】 求第一、二过水断面为

$$\omega_1 = \frac{\pi d_1^2}{4}, \quad \omega_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$$

将上式 ω_1 、 ω_2 和 $v_2=1$ 米/秒，代入公式（1-7），得

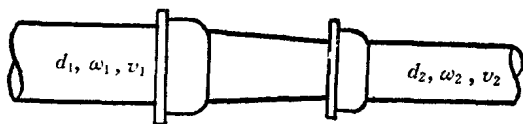


图 1-11 给水管道管径变化的流速计算