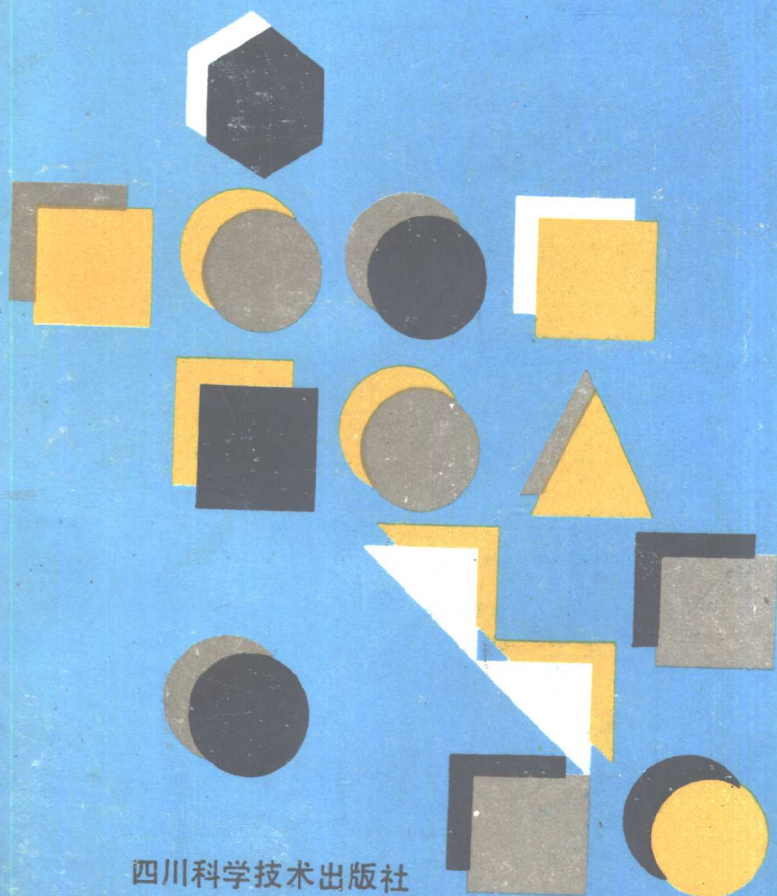


全国安装企业专业管理人员岗位培训教材

管道安装工程施工技术

全国安装协会组织编写

马克忠 巫广洲 编



四川科学技术出版社

全国安装企业专业管理人员岗位培训教材

管道安装工程 施工技术

全国安装协会组织编写

马克忠 巫广州 编

四川科学技术出版社

1991 • 成都

责任编辑：刘阳青
封面设计：李 勤
技术设计：康永光
责任校对：杨又菁
王一菁

全国安装企业专业管理人员岗位培训教材

管道安装工程施工技术

全国安装协会组织编写 马克忠 巫广洲 编

四川科学技术出版社出版发行 (成都盐道街三号)
新华书店重庆发行所经销 青川县印刷厂印刷
开本 787×1092mm 1/32 印张21 字数450千
1992年1月第一版 1992年1月第一次印刷 印数 1—10000册

ISBN7-5364-1946-5/TU·69

定价：6.95元

前 言

为适应全国建筑安装企业对专业管理人员进行岗位培训的需要，根据国家建设部人才开发司的指示，由我中心组织编写了一套全国建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材。这本《管道安装工程施工技术》，就是特地为管道安装工程施工工长和施工员的岗位培训而编写的。

本书在编写过程中强调理论联系实际，力求全面介绍管道安装的整个工艺过程和管材、管件、阀门、锅炉等零部件及管道工程施工机具。初稿形成以后，又广泛征求了各方面的意见，进行了一些补充和修改。

参加本书审稿的有赵兴仁、林开华、鞠铁华等同志。

本书在编审的全过程中，得到了四川省工业设备安装公司、南京建筑工程学院等单位的大力支持。

对参加本书编审的同志和支持编审工作的单位谨致以衷心的感谢。

在使用本教材的过程中，希单位和个人提出宝贵意见，以便修改补充，不断完善。

全国安装协会人才培训中心

1991年2月

目 录

第一章 概论

- 第一节 流体力学基本知识..... (1)
- 第二节 水蒸气的性质..... (11)
- 第三节 传热学的基本知识..... (31)
- 第四节 管道工程概念..... (37)

第二章 管材、管件及阀门

- 第一节 管材及钢管选用..... (48)
- 第二节 管件及其强度计算..... (68)
- 第三节 阀门及其选用..... (81)

第三章 管道加工与机具

- 第一节 管道的工厂化施工..... (118)
- 第二节 管道加工与机具..... (128)

第四章 管道的连接

- 第一节 钢管的连接..... (153)
- 第二节 铸铁管的连接..... (185)
- 第三节 有色金属管道的连接..... (190)
- 第四节 非金属管的连接..... (201)
- 第五节 衬里管的连接..... (215)
- 第六节 高压钢制化工管道的连接..... (220)

第五章 管路系统

- 第一节 室内给水系统..... (237)
- 第二节 热水供应系统..... (242)
- 第三节 采暖系统..... (250)
- 第四节 压缩空气管路系统..... (259)

第五节 制冷系统.....	(296)
---------------	---------

第六节 燃气系统.....	(280)
---------------	---------

第六章 管路系统的设备与附件安装

第一节 补偿器安装.....	(290)
----------------	---------

第二节 阀门安装.....	(307)
---------------	---------

第三节 热工仪表安装.....	(324)
-----------------	---------

第七章 管道安装

第一节 管道支架.....	(342)
---------------	---------

第二节 氧气管道安装.....	(352)
-----------------	---------

第三节 氢气管道安装.....	(360)
-----------------	---------

第四节 燃气管道安装.....	(362)
-----------------	---------

第五节 乙炔管道安装.....	(370)
-----------------	---------

第六节 制冷管道安装.....	(378)
-----------------	---------

第七节 输油管道安装.....	(399)
-----------------	---------

第八节 低合金钢管道安装.....	(412)
-------------------	---------

第九节 不锈钢管道安装.....	(423)
------------------	---------

第十节 铝及铝合金管道安装.....	(435)
--------------------	---------

第十一节 防腐蚀衬里管道安装.....	(443)
---------------------	---------

第十二节 水下管道安装.....	(452)
------------------	---------

第十三节 顶管施工.....	(458)
----------------	---------

第八章 工业锅炉

第一节 锅炉及锅炉房设备的基本知识.....	(472)
------------------------	---------

第二节 工业锅炉的构造.....	(479)
------------------	---------

第三节 工业锅炉水处理.....	(495)
------------------	---------

第四节 锅炉房的汽水系统.....	(510)
-------------------	---------

第五节 锅炉的施工安装.....	(519)
------------------	---------

第九章 管道系统的试验、脱脂、酸洗

第一节 管道试验.....	(560)
---------------	---------

第二节 管道系统的吹洗.....	(568)
------------------	---------

第三节	管道脱脂.....	(578)
第四节	管道的酸洗钝化.....	(580)
第十章	防腐与绝热	
第一节	管道的防腐.....	(585)
第二节	管道的绝热.....	(604)
第十一章	施工组织与管理	
第一节	施工准备与施工组织设计.....	(637)
第二节	技术管理中的基本工作.....	(644)
第三节	建筑设备安装工程质量评定.....	(651)

第一章 概 论

第一节 流体力学基本知识

液体和气体统称为流体。

流体力学是力学的一个分支，它研究流体静止和运动的力学规律及其在工程技术中的应用。

管道内输送的工作介质都是流体。因此，流体力学在管道工程中应用极广。流体力学研究的内容十分广泛，本书仅研究过流断面、流量与流速和水头(压头)损失方面的问题。

一、过流断面、流量与断面平均流速

1. 过流断面。过流断面是指在与流体流动的方向上，流体所流过的断面积，如图1—1所示。直管中液流或气流的过流断面是管道的横断面。过流断面积以符号 A 表示，单位为 m^2 或 cm^2 。

2. 流量。流量可分为体积流量和质量流量两种：

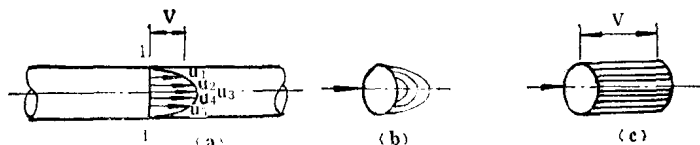
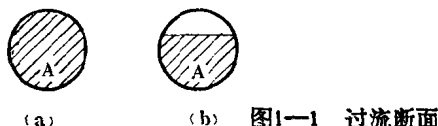


图1—2 平均流速

(1) 单位时间内, 通过任一过流断面的流体体积称为体积流量。体积流量以符号 q_v 表示, 其单位为 m^3/s , l/s 或 cm^3/s 。

(2) 单位时间内, 通过任一过流断面的流体的质量称为质量流量(公制单位叫重量流量)。质量流量以符号 q_m 表示(公制以 G 表示), 其单位为 kg/s 。

若流体的密度为 ρ , 则 $q_m = \rho q_v$ (1-1)

公式(1-1)表明体积流量与质量流量的关系, 即质量流量等于体积流量与流体密度的乘积。

3. 断面平均流速。由于流体的粘滞性, 流体运动时, 过流断面上各质点的流速不同。图1-2所示为圆管内的流体过流断面的流速分布图。由于断面上各质点的流速不等, 计算流速很不方便, 需要引入断面平均流速的概念。所谓断面平均流速, 是一种假想的流速, 就是单位时间内, 假定过流断面上各质点都按平均流速流动, 其通过的流量与断面上的实际流量相等。如图1-2(b)所示, 设断面1-1的面积为 A , 流体在单位时间内通过断面1-1的体积, 是以面积 A 为底, 以流速分布曲面所包围的流体体积, 这个体积应等于如图1-2(c)所示, 以断面1-1的面积 A 为底, 以断面平均流速 v 为高的圆柱形体积, 用式子表示为

$$q_v = vA \quad (1-2)$$

式中 q_v —流体的体积流量(m^3/s);

v —断面平均流速(m/s);

A —过流断面积(m^2);

二、压头损失的概念

流体在管、渠中流动时, 过流断面上各质点的流速并不一样, 就是说, 流体层之间有相对运动。各流体层之间相对

运动而产生内摩擦阻力的性质，称为流体的粘滞性，由此而产生的内摩擦阻力，称为粘滞性阻力。

粘滞性阻力是阻挠流体运动的。流体在流动过程中，为克服粘滞性阻力，就得消耗自身具有的机械能，这部分被消耗的能量称为压头损失（又叫水头损失）。粘滞性大的流体，流动时所产生的压头损失也就越大。流动是产生压头损失的条件，不流动的静止流体不会产生压头损失。压头损失的规律与流体的流动状态、流体流动的边界条件有密切关系。

流体流动时产生的压头损失包括流体的沿程压头损失和局部压头损失。分述如下：

1. 沿程压头损失。如水在圆柱管内流动时，若各个过流断面的面积不变，则各个有效断面上的平均流速 v 是相等的，这样的流动叫均匀流动。

取均匀水流的一段长度为 L 的体积，其轴线与水平方向的夹角为 α (图1—3)，把所有作用于此体积上的外力投影于水流轴线 xx' 上，列出平衡方程式。假如所有液体质点都以同样的平均流速流动着，则摩擦力只产生于所述体积的侧面上。

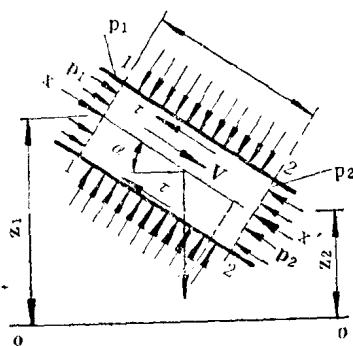


图1—3 均匀流动

作用在液体上的外力有断面1—1和2—2上的压力 P_1 和 P_2 ，它们都与断面垂直。 P_1 是顺流方向， P_2 是逆流方向。这二力的大小等于各断面的动水压强 P_1 及 P_2 与过流断面积 A 的乘积：

$$P_1 = P_1 A, \quad P = P_2 A$$

作用在液体侧面上的压力为 P_n ，其方向与该侧面垂直。

重力的方向是垂直向下的，大小为

$$W = \gamma AL$$

最后就是液体在流动时受到的摩擦阻力，它作用在此液体体积的侧面上，方向与流动方向相反。若以 τ 表示单位面积上的摩擦力，则总摩擦力 F 是

$$F = \tau A_1 L$$

式中， A_1 为湿周。管道工程中，湿周即为通流截面的周长，故 $A_1 L$ 为侧面积。

将各力投影到 xx' 轴上。 P_n 因垂直于轴 xx' ，故其投影为零，所以有平衡方程式：

$$P_1 - P_2 + W \sin \alpha - F = 0$$

而 $\sin \alpha = \frac{z_1 - z_2}{L}$

将各力的表达式代入上面的方程式中，得：

$$P_1 A - P_2 A + \gamma AL \frac{z_1 - z_2}{L} - \tau A_1 L = 0$$

以 γ 除上式并移项：

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \tau \frac{A_1 L}{\gamma A}$$

式中 $\frac{A_1}{A} = \frac{1}{R}$ ， R 为水力半径。

则 $\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{\tau L}{\gamma R} \quad (1-3)$

将上式与实际流体总流的伯努利方程式 $(\frac{v_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = \frac{v_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_f)$ 相比较，并考虑到断面 1—

1 和 2—2 上的流速相等，于是可得：

$$h_f = \frac{\tau L}{\gamma R}$$

这里 h_f 仅为沿程摩擦损失。由实验知，

$$\tau = \frac{\lambda}{8} \rho v^2$$

式中 ρ —流体密度；

v —流体平均流速；

λ —沿程阻力系数

圆管的水力半径 $R = d/4$ (d 为圆管直径)，而 $\gamma = \rho g$ ，

所以

$$h_f = \lambda \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (1-4)$$

因沿程阻力系数 λ 与多种因素有关，计算起来难度大，

故设比摩阻 $R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$ ，故

$$h_f = RL \quad (1-5)$$

式中 R 为比摩阻，其单位是 $\text{mmH}_2\text{O}/\text{m}$ ，在工程上将

$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$ 制成表，计算时只要确定了管径、流量和流速，

便可直接从表中检得 R 值，见附录 I。

2. 局部压头损失。局部压头损失是因流体在流过管路中的一些特别装置(如弯头、三通、阀门、异径管等)而产生的。

局部阻力常引起流体运动速度大小的变化(如异径管)和方向的改变(如弯头)，或者是运动速度和流动方向都发生改变(如三通)，这些都因产生涡流(见图 1—4 所示)而消耗能量。局部压头损失(或称局部水头损失)是可以通过实验测得的。通常用一个局部阻力系数来确定水头损失。

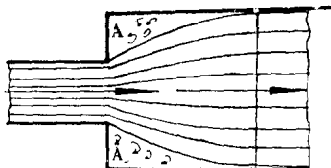


图1—4 涡流的产生

$$h_j = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (1-6)$$

式中 h_j —局部压头损失;

ξ —局部阻力系数, 见表 1—1;

v —流体通过局部障碍物后的流速

压头损失是沿程压头损失与局部压头损失之和, 即

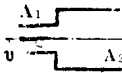
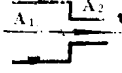
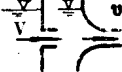
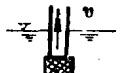
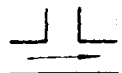
$$h_w = h_f + h_j \quad (1-7)$$

如过流断面不变化, 则

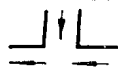
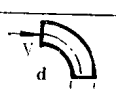
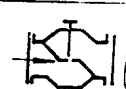
$$h_w = h_f + \Sigma h_j$$

三、管路的水力计算

表 1—1 各种局部阻力的 ξ 值

序号	管件名称	示意图	局部阻力系数 ξ											
1	突然扩大		A_1/A_2	0.01	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0			
			ξ	0.098	0.81	0.64	0.36	0.16	0.04	0.01	0			
2	突然缩小		A_2/A_1	0.01	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0			
			ξ	0.5	0.47	0.45	0.34	0.25	0.15	0.09	0			
3	管子入口		边缘尖锐时 $\xi = 0.50$ 边缘光滑时 $\xi = 0.20$ 边缘极光滑时 $\xi = 0.05$											
4	管子出口		$\xi = 1$											
5	转心阀门		α	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°
			ξ	0.29	0.75	1.56	3.15	5.47	9.68	17.3	31.2	52.6	106	206
6	带有滤网底阀		$\xi = 5 \sim 10$											
7	直流三通		$\xi = 1.0$											

续表

序号	管 件 名 称	示意图	局部阻力系数 ξ						
8	分流三通		$\xi = 1.5$						
9	合流三通		$\xi = 3.0$						
10	渐缩管		当 $\alpha \leq 45^\circ$ 时 $\xi = 0.01$						
11	渐扩管		α	A_2/A_1					
				1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	
			10°	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	
			15°	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	
			20°	0.05	0.07	0.10	0.13	0.15	
12	折 弯		α	20°	40°	60°	80°	90°	
			ξ	0.05	0.14	0.36	0.47	0.99	
13	90° 弯头 (零件)		d(mm)	15	20	25	32	40	≥ 50
			ξ	2.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0
14	90° 弯头 (煨弯)		d(mm)	15	20	25	32	40	≥ 50
			ξ	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
15	止回阀		$\xi = 1.70$						
16	闸 阀		d(mm)	15	20	25	32	40	≥ 50
			ξ	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
17	截止阀		d(mm)	15	20	25	32	40	≥ 50
			ξ	16.0	10.0	9.0	9.0	8.0	7.0

各种管道为了输送一定量的流体，需要确定水泵的压头或管道的直径，就必须计算出 h_w 来，这就是管路的水力计算。

图1—5是六层楼房施工用水管路，已知干管水压是 0.32MPa （即 $32\text{mH}_2\text{O}$ ），最高管出口余压为 $4\text{mH}_2\text{O}$ ，如按此布置，干管压力能否满足需要？

计算干管水压或选水泵扬程时，首先应计算最不利环路（从泵出口或主干管起，到某一用户水头损失最大者）的水头损失，以此选择水泵扬程或核算此损失是否小于干管压力。从图1—5明显看出，从主干管O点到六楼用户为最不利环路。

从图1—5可以得出：

$$H = h_1 + h_i + h_j + h_2$$

式中 H —最不利环路水头损失；

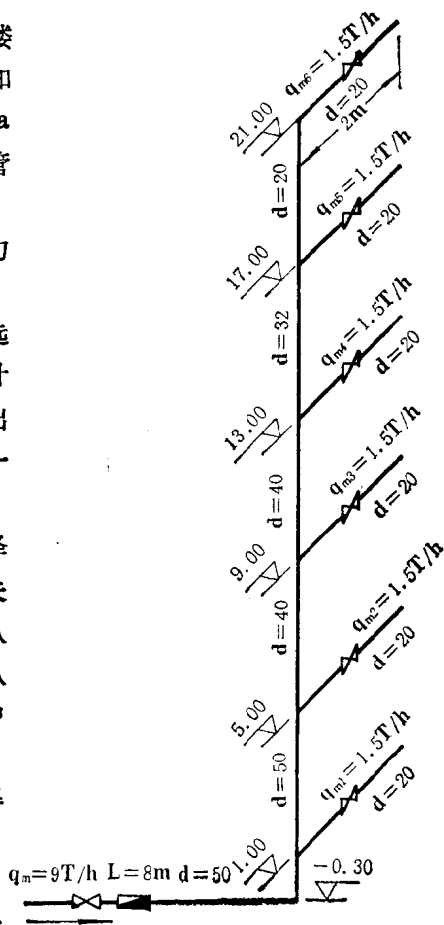


图1—5 供水系统图

h_1 —最不利点与主干管标高差;

h_f —沿程水头损失;

h_j —局部水头损失;

h_2 —最不利点用水设备所需要的自由水头(或叫余压)

$$h_1 = 21 - (-0.3) = 21.3 (\text{mH}_2\text{O})$$

$$h_2 = 4 (\text{mH}_2\text{O}) (\text{已知})$$

h_f 、 h_j 列表计算, 先列出局部阻力系数表(见表1--2)。

表1—2 局部阻力系数值表

管段	直流三通	90°弯	异径管	闸阀	分流三通	合计	注
1		1		0.5	1.5	3	水表安截止 阀计(7.0)
2	1					1	
3	1		0.01			1.01	
4	1					1	
5	1		0.01			1.01	
6	1	1.5	0.01	0.5		3.01	

根据流量、管径在附录 I 中查出 $\frac{v^2}{2g}$ 、 γ 、 R , 并填入水力计算表中, 见表1—3

所以

$$\begin{aligned} H &= h_1 + h_f + h_j + h_2 \\ &= 21.3 + 5.9795 + 4 \\ &= 31.2795 (\text{mH}_2\text{O}) \end{aligned}$$

因

$$P = 0.32 \text{MPa} (= 32 \text{mH}_2\text{O}) > H (= 31.2795 \text{mH}_2\text{O}),$$

表 1—3

水力计算表

管段号	q_m (t/h)	L (m)	d (mm)	v (m/s)	$\frac{v^3}{2g}$	R (mH ₂ O)	RL (mH ₂ O)	Σh	h _j (mH ₂ O)	h _f +h _j (mH ₂ O)
1	9	8	50	1.18	0.071	0.0886	0.5568	10.0	0.71	1.2668
2	7.5	4	50	0.99	0.050	0.0503	0.2012	1	0.05	0.2512
3	6	4	40	1.31	0.878	0.121	0.484	1.01	0.885	1.369
4	4.5	4	40	0.99	0.050	0.0716	0.2864	1	0.05	0.3364
5	3	4	32	0.9	0.0413	0.0707	0.2828	1.01	0.417	0.6998
6	1.5	6	20	1.32	0.089	0.298	1.788	3.01	0.268	2.056
合 计										5.9795