

工人技术培训教材

管道工

辽宁省工人技术培训教材编委会主编



辽宁科学技术出版社

工人技术培训教材

管道工

辽宁省工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社

一九八五年·沈阳

编著者 王绍周、孙立尧

审 稿 施善维、李丙铃、李效中、
李天凡、张金锁、刁振武

工人技术培训教材

管 道 工

辽宁省工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社出版

辽 宁 省 新 华 书 店 发 行

朝 阳 新 华 印 刷 厂 印 刷

开本：787×1092¹/₃₂ 印张：9.25 字数：202,000

1983年6月第1版

1987年9月第4次印刷

责任编辑：王静一 马 骏 封面设计：曹太文

印数：95,901—106,900

ISBN 7-5381-0107-1 / TV·10

统一书号：15288·43

定价：1.75 元

出版说明

加强职工教育，是开发智力、培养人才的重要途径，是提高青年工人的文化与科学技术水平、搞好国民经济的调整、加速四个现代化进程的重要环节。为了适应开展职工教育的需要，辽宁省和沈阳市劳动局与辽宁科学技术出版社组成了工人技术培训教材领导小组，下设工人技术培训教材编委会，组织编写了一套工人技术培训教材。首批有《看图》、《尺寸公差与形位公差》、《量具》、《机械工程材料》、《机械基础》、《维修电工》、《电机修理工》、《电焊工》、《气焊与气割》、《无线电调试工》、《油漆工》、《管道工》、《木工》、《木模工》、《划线工》、《铆工》、《铣工》、《齿轮工》、《磨工》、《装配钳工》、《锅炉工》、《车工》、《缝纫工》、《裁剪工》等24种，自一九八二年五月起陆续出版。

这套教材是根据国家劳动总局对培训工人的要求，参照国务院有关部制订的《工人技术等级标准》与工人的现有水平，本着“少而精”的原则编写的。具有学时短、见效快、理论联系实际的特点。书中附有例题和习题，既可作为1~4级工人的培训教材，也可供各类技工学校、职工业余学校使用。

这套教材在编写过程中得到了辽宁省职工教育管理委员会和袁林霄、董旭、刘子清等同志的支持和帮助，在此表示感谢。

目 录

第一章 管道工的基本知识	1
第一节 管道工程与管道工	1
第二节 流体知识	3
第三节 热工知识	10
第四节 常用计算知识	14
第五节 识图与制图	21
第二章 常用材料、管材及管路附件	32
第一节 管道工程常用的金属材料	32
第二节 管道工程常用的非金属材料	35
第三节 常用管材	37
第四节 常用管件	44
第五节 常用阀件	48
第六节 常用仪表	55
第三章 管子的切断、弯曲与管件加工	63
第一节 管子的调直与切断	63
第二节 管子的弯曲	68
第三节 管件加工	89
第四章 管道的连接	98
第一节 螺纹连接	98
第二节 焊接连接	104
第三节 法兰连接	114

第四节	承插口接口和套环接口	122
第五章	管道的施工准备、吊装与敷设	130
第一节	施工准备	130
第二节	管道的吊装	133
第三节	管道的支设与补偿	141
第四节	明设管道	146
第五节	埋设管道	152
第六节	沟设管道	162
第六章	供水、供热和卫生工程的施工与安装	165
第一节	上水管道的施工与安装	165
第二节	下水管道的施工与安装	169
第三节	供热管道的施工与安装	175
第四节	室内下水和卫生器具的安装	186
第五节	常用阀件和仪表安装	190
第七章	管道的防腐和保温	196
第一节	腐蚀与防腐	196
第二节	常用防腐油漆及其应用	199
第三节	防腐施工	205
第四节	管道工程的保温	212
第五节	保温结构的施工	215
第八章	质量检查与验收	224
第一节	质量检查的内容	224
第二节	管道的试验压力	225
第三节	试压前的准备工作	229
第四节	压力管道的试压	233
第五节	无压管(渠)的闭水试验	241
第六节	管道的清洗与消毒	243

第九章 管道的维修	246
第一节 管子及其附件的维修.....	246
第二节 供暖管道及上水管道的维修.....	253
第三节 管道结冰故障的排除及管道冻裂 事故的处理.....	261
第四节 管道维修技巧.....	263
第十章 施工安全技术与施工机具保养	270
第一节 安全技术的一般要求.....	270
第二节 安全技术作业.....	272
第三节 管道试压和超压的安全保护.....	276
第四节 其他安全技术作业.....	278
第五节 施工机具及其保养.....	280

第一章 管道工的基本知识

第一节 管道工程与管道工

一、管道工程的发展

随着生产力的发展,管道工程的应用范围越来越广泛,特别是在近代出现了各种水力机械(各种水泵、空压机、鼓风机等)之后,管道工程技术获得了迅猛的发展。在现代工业、公用和民用建筑中都建有大量的管道设施,不仅用来输水,还可以输送其他液体、气体以及各种固体物料,有些工厂甚至用管道输送设施代替了其他输送机械,从而大大简化了工艺流程。对于长距离运输来说,管道输送已成为主要运输方式,如煤和石油的运输,管道输送大有代替铁路运输和公路运输的趋势。现在几乎所有的工厂、矿山、公用建筑和民用建筑无不安装各种管道设施。在冶金工厂、矿山、发电厂、选煤厂、石油化工厂等工业企业,都有大量管道设施。各种高层建筑的供水、供热、供煤气和排水管道也是必不可少的。随着工业和城市建设和生活水平、建筑标准的逐步提高,还将兴建大量管道设施,管道工程的投资和工程量在基本建设中所占的比重还会更大。在我国的四化建设中,将

有越来越多的管道工程等待着我们去完成。管道工在社会主义建设中肩负着光荣而又艰巨的任务，建设社会主义，需要培养和造就大批优秀的技术熟练的管道工。

二、管道工程的分类

按管道输送的介质（物料）划分：有水管、蒸汽管、煤气管、压缩空气管、油管、氧气管、石油化工原料和产品管、污水管、废水管以及各种固体物料的水力输送和气力输送管等。

按管道工作压力的大小划分：有高压管、中压管、低压管和无压管。管道工程中常见管道的工作压力多在 16kgf/cm^2 以下，最高工作压力达几百 kgf/cm^2 。

按制作管道的材质划分：有各种钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、石棉水泥管、塑料管、玻璃管、陶土管以及各种有色金属管（钢及铜合金管、铝及铝合金管、铅及铅合金管）。

按管道的敷设方式划分：有架设在支架或支墩上的明设管，在地沟内（通行地沟、半通行地沟、不通行地沟）架设的暗设管，埋设在地下的埋设管。

按管道外面是否设置保温层（或叫隔热层）划分：有设置保温层的保温管道和不设保温层的裸露管道。

三、管道工的技术要求

随着管道工程的发展，施工的技术条件也越来越复杂，因此从技术上对管道工提出了越来越高的要求。每一个管道工必须了解和熟练地掌握施工安装的技能，使自己的工作能够满足施工安装标准的要求，高质量、高速度地完成任务，保证生产和使用的需要。

1. 具有识图的基本知识，能看懂一般管道系统图、绘制常用的工作草图，按常用零件图作样板，按管件图纸下料，按图纸安装常用管道。

2. 具有常用管材、材料、阀门、仪表和一般附属装置的规格、性能和用途的知识；具有钳工、电焊、气焊、起重、防腐、保温的一般知识。

3. 能够进行常用管道的切断、连接、煨弯、管件加工、敷设、试压、防腐、保温等施工安装工作；能够进行各种卫生设备、取暖设备、煤气设施、常用阀门、仪表和附属装置的施工安装工作。

4. 懂得金属线膨胀的道理，能够掌握管道温度变化时伸缩量的计算方法，明白各种伸缩器的特点和安装要领。

5. 具有管道工常用工具、量具和设备的名称、性能和用途的知识，并能掌握维护和保养的要领和方法。

6. 具有管道施工的安全技术知识，能够做到岗位责任制和文明生产的各项要求。

7. 能够排除水暖、压缩空气等常用管道的故障，能够进行这些管道和阀件的简单维修工作，能够维修低压锅炉配件和有关附属设备。

第二节 流体知识

通过管道所输送的具有流动性的物质，叫流体。流体包括液体、气体和汽体，汽体是液体的蒸发物。如水和油就是液体，压缩空气和煤气就是气体，水蒸汽就是水经加热蒸发后变成的汽体；此外，固体物料的水力输送（如煤的水力输送）和风力输送（如谷物的风力输送）是水与固体物、空气

与固体物的混合物，也是一种流体。多数情况下，管道都是单独输送其中的一种，有时是其中两种的混合输送。

一、流体性质

1. 流动性

管道具有一定的坡度或管道内流体具有一定压差时，流体便会在管道内流动；或者把流体注进到一个容器内时，流体便会充满在容器中，这是由于流体具有流动性的缘故。

2. 浮力

把任何物体放在流体中，流体都会对物体产生浮力，如把浮筒或浮球放在水面上能够浮起，就是由于水对浮筒或浮球产生浮力的缘故。浮力的方向向上，浮力的大小等于物体所排出流体的重量。

3. 传递外力

外力能够通过流体把力传递给管道或容器，压力的方向总是垂直于管道或容器的壁面，压力的大小与壁面面积和外力成正比，在离开壁面处的任意一点，压力是向各个方向均匀传递的，如千斤顶和手压泵是管道工常用的设备，就是靠这个原理传递外力的。

4. 压缩性（弹性）

气体或汽体所占有的体积大小和容器的大小是一致的，容器减小，所占有的体积也减小，容器增大，所占有的体积也增大；也就是说气体或汽体被施加压力时，其体积减小，降低压力或撤出压力后，其体积增大，这就是气体或汽体的压缩性。液体被施加压力时，其体积也会减小，撤出压力后，其体积就会恢复原状，也就是说液体同样具有一定的压缩性，但是同气体或汽体相比，这种压缩性很小，在管道工

程中一般可以忽略不计，可以认为液体的体积是不随压力而改变的，也就是说液体是不可压缩的。

5. 胀缩性

流体同固体一样，在温度变化时体积也跟着变化，多数流体都是热胀冷缩，但水具有特殊性，水在 4°C 以上时是热胀冷缩，在 4°C 以下时是冷胀热缩，这就是流体的胀缩性。如果流体受到管壁或器壁的限制不能自由膨胀，就会增加对管壁或器壁的压力。重力循环式热水采暖就是靠水的热胀冷缩来实现的，铸铁水门在冬季如果存水不放，就会被冻坏，这就是由于水结冰后体积膨胀对阀体产生胀力造成的。热水采暖系统在最高处设的膨胀水箱，就是为了保证系统里的水能自由膨胀，以免管道和暖气片被胀坏。

6. 流体的密度和容重

流体和所有其他物体一样，也具有质量和重量，单位体积的质量称为密度 ρ ，单位体积的重量称为容重 γ ，分别用下述公式计算：

$$\rho = \frac{M}{V} (\text{kg/m}^3 \text{ 或 } \text{t/m}^3) \quad (1-1)$$

式中：M——质量 (kg 或 t)

V——体积 (m^3)

$$\gamma = \frac{Mg}{V} = \rho g (\text{N/m}^3 \text{ 或 } \text{KN/m}^3) \quad (1-2)$$

式中：g——重力加速度 (9.81m/sec^2)

N是牛顿的代号，KN是千牛顿的代号，它们都是力的国际单位，但是目前工程上常用工程单位：力的工程单位是公斤力或吨力，其代号是 kgf 或 tf， $1 \text{ kgf} = 9.81\text{N}$ ，因此对于工程单位来说，密度和容重在数值上是一致的，如水的

密度是 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ，水的容重是 $1000\text{kgf}/\text{m}^3$ 。

二、压力和真空

把水（或其他流体）从低处送到高处或从近处送到远处，就要克服高差和阻力，以便使水（或其他流体）在管道中实行强制流动，因此在管道工程中往往要用水泵、锅炉、压气机、鼓风机、真空泵等机械设备造成压差，因此管道都要承受一定的压力。管道工程上常说的压力是指的压力强度（简称压强），就是单位面积所承受的压力，国际单位是 N/m^2 （牛顿/米²）或 Pa （帕）， $1\text{N}/\text{m}^2 = 1\text{Pa}$ 。目前常用压强的工程单位是 kgf/cm^2 （公斤力/厘米²），由于 $1\text{kgf} = 9.81\text{N}$ ， $1\text{m}^2 = 10000\text{cm}^2$ ，所以 $1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 9.81 \times 10000\text{Pa} = 98100\text{Pa}$ 。

地球表面包围的一层空气叫大气，由于地球的引力作用，大气同其他任何流体一样也有重量，并且对其中一切物体产生压力，这种压力（压强）就叫大气压力。大气压力不是定数，随海拔高度和气温而变。

压力有两种表示方法，一种是绝对压力，一种是相对压力，两种压力从不同基准算起，绝对压力以没有气体存在的完全真空为零算起，相对压力以大气压力为零算起，两种压力关系是：绝对压力 = 相对压力 + 大气压力。

绝对压力比大气压力大时叫正压，比大气压力小时叫负压（或真空）。

压力的单位除用单位面积所承受的压力表示之外，还用液柱高度来表示，通常用水柱或水银柱的高度来表示，水的容重为 $1000\text{kgf}/\text{m}^3$ ，水银的容重为 $13600\text{kgf}/\text{m}^3$ ，因此

$$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 10000\text{kgf}/\text{m}^2 = 10\text{m水柱}$$

$$1\text{kgf/cm}^2 = 10000\text{kgf/m}^2 = \frac{10000}{13600} = 0.73529\text{m水银柱}$$

通常取温度为 0°C ，北纬 45° 海平面处的大气压力为“标准大气压力”，“标准大气压力”的绝对压力为 $0.76\text{m水银柱} = 760\text{mm水银柱}$ 。因此标准大气压力 $P_0 = 0.76 \times 13600 = 10336\text{kgf/m}^2 = 1.0336\text{kgf/cm}^2 = 10.336\text{m水柱}$ 。在工程上不需要进行精确计算，因此可认为1个工程大气压力 $P_0' = 1\text{kgf/cm}^2 = 10\text{m水柱} = 735\text{mm水银柱} = 98100\text{Pa}$ 。水暖工程还常用表压(表大气压)作为计算单位，1表压(表大气压)就是相对压力为 1kgf/cm^2 (绝对压力是 2kgf/cm^2)。

现将各种压力单位的换算关系列入表1—1。

表1—1 压力单位的换算关系

国 际 单 位		工 程 单 位			
N/m^2 或 Pa	KN/m^2 或 KPa	kgf/cm^2	磅力/时 ²	m水柱	mm水银柱
98100	98.1	1	14.223	10	735.29
6896.4	6.896	0.0703	1	0.703	51.7
9810	9.81	0.1	1.422	1	73.529
133.4	0.1334	0.00136	0.1934	0.0136	1

正压力没有什么极限，根据需要，可把要输送的流体加压到任何数值或输送到任何高度，但是负压力(真空)却有一个极限，无论用什么最好的真空泵，也不可能造成绝对的真空，其极限为负 760mm水银柱 。

管道工经常要遇到“压力”和“真空”这两个词，如管道的工作压力是 10kgf/cm^2 ，就表示相对压力是 10kgf/cm^2 ；

一台水泵吸水口的真空表是 500mm 水银柱，就表示相对压力是负500mm水银柱，可以把水从 $500 \times 0.0136 = 6.8\text{m}$ 深处抽上来。

按照规定，应采用国际单位，但是考虑到目前有关规程和产品性能仍沿用工程单位，所以需用表 1—1 的关系换算成国际单位。

例 7kgf/cm^2 等于多少 Pa?

解 由表 1—1 查得 $1\text{kgf/cm}^2 = 98100\text{Pa}$ ，所以 $7\text{kgf/cm}^2 = 7 \times 98100 = 686700\text{Pa}$ 。

三、流速和流量

流体在管道内单位时间所通过的距离叫“流速”，流体在管道内单位时间所通过的数量叫“流量”，按容积计算流量时叫容积流量 Q ，按质量计算流量时叫质量流量 G ，分别按下述公式计算：

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 v \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad (1-3)$$

$$G = \frac{\pi}{4} d^2 v \rho \quad (\text{t}/\text{sec}) \quad (1-4)$$

式中： d ——管道内径 (m)

v ——流速 (m/sec)

ρ ——流体密度 (t/m^3)

对于液体，容积流量和质量流量都固定不变，对于气体和汽体，在质量流量一定条件下，容积流量是变化的，压力越低容积流量越大。各种不同流体都有一个合理流速问题，流速太大能源消耗大，而且噪音大，流速太小管径大，投资高；有些管道如下水管道、水力输送或风力输送管道，流速

有一个下限值，流速过低就会使所输送的固体物料沉积在管底，甚至堵塞管道，破坏正常运行，因此流速的选择取决于技术和经济上的要求。

公式 1—3 对于估算不同直径管道的输送能力是有用的。

例 两根 2 吋管能顶 1 根 4 吋管用吗？

解 由公式 1—3，在一定流速时流量与管径的平方成正比，而 $4^2 = 16$ ， $2^2 = 4$ ，所以 $16/4 = 4$ 根 2 吋管才顶 1 根 4 吋管用，两根 2 吋管不顶一根 4 吋管用。

“流量”这个词在管道工程中要常常遇到，一台水泵的出力就用每小时输出多少米³水来表示，一台锅炉的出力就用每小时生产多少吨蒸汽来表示，一台空压机的压气量就用每分钟压缩多少米³空气（大气压力下）来表示。

四、流体阻力

在管道不同位置装上压力表，就会发现管道的压力沿着流动方向逐渐减小，这是由于流体在流动过程中产生摩擦和冲击的缘故，因此产生能量损失也就是流体阻力。流体阻力有两种：一种是摩擦阻力，这是由流体本身的粘性以及同管壁之间的摩擦所造成的；另一种是局部阻力，这是由流体通过弯头、三通、变径管等处改变了流动方向或流速大小所造成的。知道了这个道理，在施工中就知道应该怎样尽可能地减小阻力。

1. 为了减少摩擦阻力，应避免使用管道内壁锈蚀严重的管道；焊接管道时应注意不使溶渣在内壁上结疤；敷设管道时，应防止碎石等杂物掉进管道或在连接前清除干净，避免表面碰撞后凹陷进去。

2. 为了减少局部阻力，应尽量减少转弯点，多用煨制弯头和冲压弯头，少用焊接弯头，弯头和虾米腰应尽量拐大弯，管道转弯和变径时应避免采用图 1—1(a)的错误作法，而应采用图 1—1(b)的正确作法。

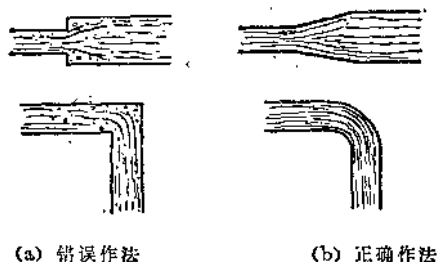


图 1—1 管道的变径与转弯

第三节 热工知识

一、热和热的传播方式

热和电一样，是常用的能源，站在火炉旁会感到温暖，水被加热后会变成蒸汽，这是由于燃烧燃料时放出了热能的缘故。电有电量，热有热量，计算热量的单位是卡 (cal) 和千卡 (也叫大卡) (Kcal)，使 1 克纯水升高 1°C 所需要的热量就是 1 卡，使 1 公斤纯水升高 1°C 所需要的热量就是 1 千卡。热的传播方式有三种，传导、对流和辐射。

传导：高温物体同低温物体接触时，或者同一物体两处温度不同时，热就会由温度高的部位传到温度低的部位，这种传热方式称为传导。有的物体如铜和铝传热速度快，称为良导体，如管道工程中的加热器和冷却器多采用铜管，以提