

农机工人技术培训教材

管道工艺学

(初、中级)

机械工业部农机工业局 统编

机械工业出版社

农机工人技术培训教材

管道工艺学

(初、中级)

机械工业部农机工业局 统编



机械工业出版社

内 容 简 介

本书以讲述实际操作为主,辅以必要的理论知识。介绍了管道工使用的工具、量具、设备、材料,着重讲解了机械工厂工业管道的结构特点和安装、维修,叙述了有关热工仪表的作用原理和使用要求,还简略介绍了管道计算的一般知识和相应的图表,对于管道验收和安全技术,也作了必要的阐述。

本书由程光明编写,潘天鑫、李志清、孟庆学审稿。

管道工艺学

(初、中级)

机械工业部农机工业局 统编

*

责任编辑:李铭杰 责任校对:孙志筠

责任印制:卢子祥 版式设计:张世琴

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

煤炭工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张16³/₄·字数402千字

1990年2月北京第一版·1990年2月北京第一次印刷

印数 0,001—3,260·定价:8.90元

*

科技新书目:211-002

ISBN 7-111-01704-8/TU·15

前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育制度体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全国农机行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套农机有关专业工种的初级、中级工人技术培训教材。

这套教材编写的依据是农业机械部一九八二年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和农机行业的特点，既坚持“少而精”的原则，又注意了知识的科学性、系统性、完整性，力求做到既要理论联系生产实际，学以致用，又要循序渐进。

这套教材的出版，得到了有关省市机械（农机）厅和有关企业、学校的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部农机工业局
工人技术培训教材编审领导小组
一九八六年三月

目 录

前 言		第六节 蒸汽采暖系统	159
绪 论	1	第七节 蒸汽采暖系统的辅助设备	165
第一章 基础知识	3	第八节 采暖系统的维修	168
第一节 物质的三态	3	第九节 采暖系统的管理和调整	170
第二节 密度、容重和压力	4	复习题	173
第三节 温度、热量和流量	6	第七章 生产用蒸汽、凝结水以及 压缩空气管道系统的维修 和调整	174
第四节 热传递和热效率	8	第一节 概述	174
第五节 功、功率和机械效率	9	第二节 蒸汽和凝结水管道	174
第六节 计量单位	10	第三节 蒸汽、凝结水管道的维修和调整	179
复习题	17	第四节 压缩空气管道	182
第二章 常用工具及量 具	18	复习题	186
第一节 手动工具的规格及使用和维护 的方法	18	第八章 给水、排水管道的维修和调整	187
第二节 常用机具的规格、使用及维护	26	第一节 给水、排水管道的分类	187
第三节 量具的规格、使用及维护	29	第二节 给水管道的结构	189
复习题	33	第三节 给水管道的维修	196
第三章 管材及管道附件	34	第四节 热水供应管道	198
第一节 管道材料的基本知识	34	第五节 排水管道的结构	202
第二节 管材的分类及使用	39	第六节 排水管道的维修	208
第三节 管道附件及使用	46	复习题	209
复习题	73	第九章 煤气、氧气、乙炔管道	210
第四章 管道施工	74	第一节 煤气管道	210
第一节 施工的准备	74	第二节 氧气管道	222
第二节 附件的制作	76	第三节 乙炔管道	226
第三节 管道的连接	91	复习题	229
第四节 管道的安装	102	第十章 热工测量和仪 表	230
复习题	113	第一节 概述	230
第五章 管道中各参数计算的 简介	115	第二节 压力测量和仪表	230
第一节 管道的强度计算	115	第三节 温度测量和仪表	233
第二节 管道的热膨胀计算	117	第四节 流量测量和仪表	236
第三节 管道的水力计算	123	第五节 水表及其安装要求	240
复习题	143	复习题	242
第六章 采暖管道系统的维修和 调整	144	第十一章 管道的油漆、防腐和保温	243
第一节 概述	144	第一节 管道的油漆	243
第二节 采暖热媒的选择	145	第二节 管道的防腐	246
第三节 热水采暖系统的工作原理和构造	147	第三节 管道的保温	249
第四节 热水采暖系统的基本图式	149	复习题	251
第五节 热水采暖系统的辅助设备	155		

第十二章 管道工程验收.....	252	第一节 安全防护的一般规定.....	257
第一节 验收的一般规定.....	252	第二节 管道工的安全技术.....	257
第二节 施工验收的技术文件.....	253	第三节 电、气焊施工中的安全知识.....	260
第三节 管道试压检验的技术标准.....	254	第四节 起重、运输工作中的安全知识.....	261
复习题.....	256	第五节 简单的救护知识.....	263
第十三章 安全防护知识.....	257	复习题.....	264

绪 论

一、现代化工业企业中管道的重要性

随着社会主义经济建设的不断发展,机械工业已经从群机制生产,逐步走向工艺过程连续化的流水线、半自动化和自动化生产,从单件作业发展到整体联合作业。各种工序、各种单机的联系、各种设备的动能供应,无不借助管道来完成;管道的应用范围越来越广,从动能供应、工艺操作、测量控制直到一些材料的输送、废料的排泄都应用了管道。

现代化工业企业中,管道占有很重要的地位,输送动能如蒸汽、煤气、压缩空气、氧气、乙炔气、生产用水等;输送工艺用原料如乳化液、润滑油、冷却油、酸液等;输送型砂、粉煤等;供应生活用热水、热风、冷冻液等,都应用着各种管道。管道动力工程的投资占一般机械工业企业总投资的10%左右,机械工业产品的成本中,动能费用占8%左右,而管道输送的动能在总动力费用中占60%左右。可以看到管道在工业企业中的重要作用,管好、用好这些管道对节约能源、降低产品成本有着很大的影响。

二、机械工厂管道的分类

机械工厂的管道的种类很多,可以从管道的用途、管道的材料和安装工序等三个方面来分类。

1. 按管道的用途分类

(1) 动力管道。以供应工业企业进行生产所需要的动力传送的管道,如蒸汽管道、凝结水管道、压缩空气管道、煤气管道、氧气管道、乙炔管道、给水管道等。

(2) 工艺管道。以供应工艺生产过程中所需要的材料的管道,如乳化液管道、润滑油管道、酸液管道、冷却油管道、粘结剂管道、测量控制和仪表管道等。

(3) 输送管道。以风力输送工艺材料的管道,如风送型砂、风送煤粉、风送面粉等的管道。

(4) 生活卫生用的管道。以供给生活用热、用水、空气调节的管道,如采暖管道、给水管道、热水供应管道、空气调节管道、污水管道等。

2. 按管道的材料分类

(1) 黑色金属管道。如铸铁管、无缝钢管、焊接钢管等。

(2) 有色金属管道。如紫铜管、黄铜管、铝管、铅管等。

(3) 非金属管道。如塑料管、陶土管、玻璃管、混凝土管、石棉水泥管等。

3. 按安装工序分类

(1) 水暖工程管道。如给水管道,排水管道,采暖管道,通风管道等,属于建筑施工范围。

(2) 机电工程管道。如压缩空气管道,蒸汽管道,凝结水管道,乳化液管道,油管道,氧气管道,煤气管道等,属于机电设备安装施工范围。

管道分类很多,性能各异,如按照高等院校的专业分,有属建筑工程专业、有属动力供应工程专业、有属化工设备工程专业。但在工业企业中,管道的安装、维护和修理,都

统一由管道工负责，本课程即从机械工业企业生产管理的现实情况出发，将各种管道汇总讲解，培养适应机械工业企业管道工作需要的熟练的技术工人。

三、管道工艺学讲述范畴

管道工艺学这门课程和其它有关工人技术培训的课程一样，帮助管道工从理论上分析了解管道安装、维护、修理上的技术问题，并帮助管道工掌握实际操作技术的要领，使他们达到有一定实际操作经验、有初步理论知识并能独立工作的熟练的管道技工水平。

管道工艺学着重讲述管道的施工方法，材料性能，又讲述了管道工程中各种工艺流程的要求和管道工程中常用的设备、仪表等的简单构造，从而使管道工更全面概略地了解动力的生产、输送、使用的全过程。本课程还结合管道工艺的特点，讲述各种管道工工作时常见的安全和防护知识。

复 习 题

1. 现代化工业企业的管道的应用范围有哪几方面？
2. 试述管道工在工厂节能活动中有哪些工作。

第一章 基础知识

第一节 物质的三态

固体、液体、气体是物质存在的三种基本形态，在常温、常压的条件下，铁是固态，水是液态，氧是气态。任何物质在一定的温度、一定的压力下，都以一定的形态存在。某一种物质的固态、液态、气态三种形态的变化是随着温度和压力的变化而改变的。

一、固态

具有一定的体积又有一定的形状。固态时分子间的距离很小，分子之间的引力又很大，分子运动只是在本身位置上振动，因此固态时有一定的体积和形状。在常温、常压下，木材、钢铁、石头都是固态。

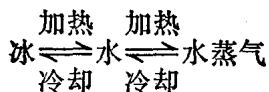
二、液态

具有一定的体积，但形状是随着盛放容器的形状来决定的，也就是说没有一定的形状。液态时分子之间的距离比固态时大，吸引力又较固态时小，分子排列没有一定的规则，分子运动在自身位置不断地振动，而且可以移动，因此液态时可以流动，没有一定的形状，液态时分子之间的距离仍然是很小，不易压缩，所以具有一定的体积。在常温、常压下的水、水银、油都是以液态存在的。

三、气态

既没有一定的形状，又没有一定的体积。气体分子之间的距离较大，分子间的引力很小，因此气体很容易被压缩。气态时分子是在不停地、杂乱无章地运动着，在空间到处移动，能充满它所能达到的空间，所以气态时没有一定的形状，也没有一定的体积。在常温、常压下的氧气、氮气、氢气等都是以气体状态存在的。

物质的固态、液态、气态在温度、压力等外界条件的变化下，可以互相转换。例如，水在常温、常压下是液态，当温度降低到 0°C 以下时，凝结成冰——固态，当温度升高到 100°C 以上，气化成水蒸气——气态。过程如下：



工业上应用物质的固态、液态、气态的特性从事生产，如将空气进行深度冷冻以后，气态就变成成为液态，利用空气中的氧、氮等的气化温度不同，而分离出氧气、氮气等；钢、铁等金属，加热熔化后成为液态，浇铸成各种形状的机器零件；氨、氟里昂作为制冷剂在制冷机中使用，它们随着温度和压力的不同，呈现的形态也不同，有时为液态，有时为气态。

第二节 密度、容重和压力

一、密度

密度是物质的一种物理特性，单位体积的某种物质的质量，叫做这种物质的密度。密度的单位为 kg/m^3 ，密度的表达式如下：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——密度(kg/m^3)；

m ——质量(kg)；

V ——体积(m^3)。

每一种物质都有一定的密度，例如水的密度是 $1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，铝的密度是 $2.7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。常见的物质在海平面上，温度为 293K 的标准状况下，其密度如表1-1。

表 1-1 常见物质的密度

(kg/m^3)

物 质	密 度	物 质	密 度
铂	21.5×10^3	冰	0.9×10^3
金	19.3×10^3	蜡	0.9×10^3
铅	11.3×10^3	硫酸	1.8×10^3
银	10.5×10^3	海水	1.03×10^3
铜	8.9×10^3	纯水	1.0×10^3
钢、铁	7.8×10^3	柴油	0.85×10^3
锡	6.97×10^3	煤油	0.8×10^3
铸铁	7.0×10^3	汽油	0.71×10^3
铝	2.7×10^3	酒精	0.8×10^3
大理石	2.7×10^3	二氧化碳	1.43
花岗岩	2.6×10^3	一氧化碳	1.25
玻璃	2.5×10^3	空气	1.29
混凝土	2.2×10^3	氢气	0.09
砖	$(1.4 \sim 1.6) \times 10^3$	氮气	1.25
干松木	0.4×10^3	氧气	1.43
水 银	13.6×10^3	水蒸气	0.6

二、容重

是物质的一种物理特性，不同的物质在同样的体积下，重力是各不相同的。作用于单位体积物体的重力，称为该物体的容重。重力是物体受到地球引力的量，在法定计量单位制中，重力的单位是牛顿，体积的单位是立方米，容重的单位为 N/m^3 。其表达式如下：

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

式中 γ ——容重(N/m^3)；

W ——重力(N)；

V ——体积(m^3)。

质量是物体所含物质的多少，在人民生活和贸易中，习惯称为重量。重力是物体受地球引力的大小，重力与质量(重量)是有区别的。重力是由于地球的吸引而使物体受到的力，既有大小又有方向；质量是物体含物质的多少，只有大小，而无方向。物体的重力随物体在地球上的位置的不同而变化，质量不随物体在地球上的位置变化而变化。物体的重力是与它的质量成正比，在地球上同一个地方，质量越大的物体，重力也越大。

容重和密度同样是物质的特性，但是它们的物理意义是不相同的，容重和密度的关系很密切。可用下式表达：

$$\gamma = \rho \times \alpha$$

式中 α ——重力加速度(m/s^2)，($\alpha = 9.8\text{m/s}^2$)。

三、压力

单位面积上所承受的均匀分布的并垂直于该表面的力叫压强，它的数学表达式为：

$$P = \frac{F}{A}$$

式中 P ——压强(Pa)；

F ——总压力(N)；

A ——力 F 所作用的面积(m^2)。

压强的计量单位为帕斯卡，即每平方米上承受垂直压力一个牛顿，则该表面的压强为一个帕。

大气压 地球表面周围有一层空气，叫大气层，大气层受着地心引力的作用，有一定的重力，地球上各种物体都承受着大气的压力；大气压力随着地球的纬度、海拔高度和空气的温度而变化；选择 0°C 时，北纬 45° 的海平面处的大气压力为标准大气压(atm)，用水银柱压力计测出水银柱高度等于760mm时为标准状况。标准大气压力atm用 P_0 表示，则：

$$\begin{aligned} P_0 &= 13.6 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \times 9.8 \text{N/kg} \times 0.76 \text{m} \\ &= 1.01 \times 10^5 \text{N/m}^2 = 1.01 \times 10^5 \text{Pa} \end{aligned}$$

用压力计测得的大气压力，都是假定当地大气压力为零的计算压力，称为相对压力(俗称表压atg)；工程上不加特别指明的压力都是相对压力。如果将当地大气本身的压力也计算在内，即以绝对的完全真空作为零点来计算，称为绝对压力(即绝对大气压ata)。它们之间的关系为：

$$P_1 = P_0 + P_2 \ominus$$

$$P_2 = P_1 - P_0$$

式中 P_1 ——绝对大气压ata(Pa)；

P_0 ——标准大气压atm(Pa)(当地大气压)；

P_2 ——相对大气压atg(Pa)。

压力小于大气压的叫做真空，又叫负压力。真空的程度叫真空度，真空度以绝对大气压力ata为零点向下计算，即绝对大气压为零时，叫做绝对真空。各个地区的大气压随着海拔高度不同而各不相同。我国主要城市的海拔高度和大气压力见表1-2。

⊖ 此公式来源于“热工测量和仪表”下册195页。

表 1-2 我国主要城市的海拔高度和大气压力

地 名	海 拔 (m)	大气压 atm ($\times 10^5 \text{Pa}$)		地 名	海 拔 (m)	大气压 atm ($\times 10^5 \text{Pa}$)	
		冬 季	夏 季			冬 季	夏 季
北 京	31.3	1.023	1.001	呼 和 浩 特	1063.0	0.901	0.889
上 海	4.5	1.025	1.005	西 安	396.9	0.979	0.959
天 津	3.3	1.028	1.005	济 南	51.6	1.020	0.999
哈 尔 滨	171.7	1.001	0.985	合 肥	23.6	1.023	1.001
齐 齐 哈 尔	145.9	1.004	0.988	郑 州	110.4	1.013	0.992
长 春	236.8	0.993	0.977	拉 萨	3658	0.651	0.652
沈 阳	41.6	1.020	0.999	乌 鲁 木 齐	653.5	0.952	0.9347
石 家 庄	81.8	1.017	0.996	广 州	6.3	1.0199	1.005

第三节 温度、热量和流量

一、温度

温度是表示物体冷热程度的物理量，温度的高低，不能靠人的感觉来判别，每个人的感觉是不会一样的，即使同一个人，也常常因条件不一样，感觉也会有差异。例如井水在夏季、冬季温度变化并不太大，而人们的感受则冬季井水热，夏季井水凉。因此不能靠人的感觉来确定物体的冷热程度，而需要用温度计来测量。一切物体都有因冷热变化而改变体积的物理性质，于是人们利用水银或酒精制成温度计，来测量物体的冷热程度。以水为标准介质，在标准状况下，冰的溶化点作为温度计的零度，水的沸点作为温度计的100度，其间等分成100份，每1等份称为1摄氏度。工程上常用摄氏温标，其它如英制上使用华氏温标。华氏温标规定在标准状况下，水的冰点为32华氏度，沸点为212华氏度，其间分成180等份，每1等份称1华氏度。还有一种列氏温标，使用不广泛，列氏温标规定在标准状况下，水的冰点为零列氏度，沸点为80列氏度，其间等分成80份，每1等份为1列氏度。摄氏、华氏和列氏温标的单位符号分别为C、F、R。

科学技术上普遍使用热力学温标，我国法定计量单位规定热力学温标，为温度计量的基本单位，即以水的冰点为热力学温度273.15度，其单位符号为K，习惯上称热力学温度为绝对温度。

热力学温标的零度为摄氏温标零下273.15度，因此 $K = 273.15 + C$ 。

摄氏温标、华氏温标和列氏温标的换算公式如下：

$$\text{摄氏} \quad C = \frac{5}{9} (F - 32) = \frac{5}{4} R$$

$$\text{华氏} \quad F = \frac{9}{5} (C + 32) = \frac{9}{4} R + 32$$

$$\text{列氏} \quad R = \frac{4}{9} (F - 32) = \frac{4}{5} C$$

二、热量

热量是由于温度差别而转移的能量。物体吸收或放出热的多少叫做热量，用Q来表示。

热量与温度是两个不同的物理量，两者既有区别又有联系。区别：温度是反映物体的冷热程度的物理量；热量是表示物体温度变化时吸收或放出热量多少的物理量。联系：对同一个物体来说，它的温度变化越大，它吸收或放出的热量越多。

单位质量的某种物质，温度升高 1°C 吸收的热量，叫做这种物质的比热容，简称热容量或比热，常用 c 表示。各种物质的比热容是各不相同的。法定计量单位规定热量的基本单位为焦耳。即 1 kg 的物质受热温度升高 1 K 时，所吸收的热量为 1 J 。水的比热容为 $c = 4.2\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ，常用的物质的比热容如下：

空气	1.01	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	青砖	0.819	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
紫铜	0.399	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	钢	0.478	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
水银	0.139	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	铸铁	0.545	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
硬木	2.39	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	蒸汽	2.1	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
酒精	2.61	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	黄铜	0.394	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$

知道了物质的比热容，就可以计算物体在温度改变时吸收或者放出的热量。

$$Q = cm(T_1 - T_2)$$

式中 Q ——热量 (kJ)，

c ——比热容 [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]，

m ——质量 (kg)，

T_1 ——开始的温度 (K)，

T_2 ——终了的温度 (K)。

三、流量

计量流体的数量的物理量，称为流量，即流体在单位时间内，所流过的体积或重量。流量是决定管道输送能力的参数，流体流过管道的速度，决定着流量的大小，在一定的管径下，流体的流速越大，流过的流体量也越大。流体量如果指质量，则称为质量流量，其单位为 kg/s ；若指体积，则称为体积流量，其单位为 m^3/s 。质量流量和体积流量的互换关系为：

$$q_m = \rho q_v$$

式中 q_m ——质量流量 (kg/s)，

q_v ——体积流量 (m^3/s)，

ρ ——流体的容重 (kg/m^3)。

流体在管道中的流量和流速的关系式为：

$$q_m = \frac{\pi}{4} d^2 \omega \rho$$

$$\omega = q_m \frac{4}{\pi d^2 \rho}$$

$$q_v = \frac{\pi}{4} d^2 \omega$$

$$\omega = q_v \frac{4}{\pi d^2}$$

式中 ω ——流速 (m/s)，

d ——管子内径 (m)。

流量的计量单位为每秒时间所通过的流体质量或体积, 在工程计算中往往以小时为单位, 称为小时流量。

第四节 热传递和热效率

一、热传递

热传递是指由于温度差引起的热量传递过程, 通常称为传热。凡是有温度差的地方就必定有热传递, 热从温度高的物体传到温度低的物体, 或从高温部分传到低温部分, 一直继续到温度相同, 传热过程才会终止。热传递是工程技术中一种极为普遍的能量转移过程。热传递的方式有三种, 传导、对流和辐射。

1. 传导 热从物体的高温部分沿着物体传到温度较低的部分, 或者从高温物体传向与它接触的低温物体的过程, 称为热传导。这是一种由分子、原子和自由电子运动引起的热量传递过程, 它在气体、液体和固体中均可进行。例如, 在金属棒的一端加热, 另一端的温度也会渐渐升高。

容易传热的物质叫做热的良导体, 如金、银、铜、铝、铁等。不容易传热的物质叫做热的不良导体, 如瓷、木头、玻璃、空气等。

2. 对流 流体各部分之间发生相对位移所引起热量传递过程, 称为热对流。热对流只能发生在流动的流体中。由于流体内各部分温度不同而产生温度差, 引起流体运动, 将高温区域的热量传递到低温区域。当流体各部分温度很小, 趋于平衡时, 对流也将停止。流体依靠本身温度差, 产生对流, 称为自然对流。若由水泵、风机等外力推动而引起对流者, 称为强制对流。在对流传热的过程中, 必然包含有传导传热过程, 但以对流传热为主, 例如, 采暖散热器, 热量通过散热器的器壁, 传递给周围的空气, 这是热传导, 周围空气被加热后向上流动, 冷空气流动到散热器表面, 被加热又向上流动, 这样不断地循环, 形成空气对流。装有冷水的水壶放在煤火上加热, 壶底的水的温度就会逐渐升高而向上流动, 上面的冷水则向下流动, 经过这种对流, 使整个壶中的水温度升高。上述, 都是由于空气和水的流动, 传递热量的。

3. 辐射 物体以电磁波的形式向外直线发射能量的热传递过程, 称为热辐射。辐射传热不仅有热量的传递, 而且有能量的转换, 即从热能转变为辐射能, 或从辐射能转变为热能。辐射能传热可以在真空中进行, 太阳的热量就是靠辐射传递到地面的。

实验证明, 不同颜色的物体, 吸收辐射热的本领大不相同, 黑色表面的物体吸收辐射热的本领要比白色物体强得多。例如, 在雪地上撒一些小煤粒, 能使雪融化得更快。

热传导是热沿着物体传递的, 物质并不流动; 对流是靠物质的流动来传热的; 辐射则不需要任何媒介物, 可以在真空中进行。在一般情况下, 传导、对流和辐射三种热传递过程是同时进行的, 因此在防止热传递时, 应同时考虑这三种方式的传热。例如, 保温瓶瓶盖防止热对流, 瓶壳采取夹层抽真空防止传导, 瓶壳涂水银以防止辐射, 综合三者的作用, 达到保温的目的。

二、热效率

一切物体的分子都在不停地做无规则的运动, 其运动的快慢与温度有关, 温度越高,

分子无规则运动的速度就越大。物体里大量分子的无规则运动叫做热运动。任何运动着的分子都具有能量，热运动分子具有的能量，叫做热能。任何物体的热能都是随温度的升高而增加，随温度的降低而减少的。改变热能的方法有二种，一种是热能传递，一种是热能作功。在热能传递和热能作功过程中，都不可避免地有损失存在，损失掉的热能就不能作功，有用的热能和物质产生的热能的比值，就是热效率。热效率表达式如下：

$$\eta = \frac{Q_{(\text{有用})}}{Q_{(\text{总})}}$$

式中 η ——热效率；

$Q_{(\text{有用})}$ ——有用热能 (J)；

$Q_{(\text{总})}$ ——总的热能 (J)。

热效率是考核用热设备的一种重要指标，例如，发动机汽缸内的燃料，燃烧产生高温高压气体，推动汽缸内活塞做功，活塞直线运动转换成旋转运动，带动发电机发电，带动车轮旋转，这些功与投入发动机汽缸内燃料的功当量的比值，就是发动机的效率。效率一般用百分数来表示，如汽油机的效率是20~30%，柴油机的效率是28~40%，锅炉的效率是60~80%。

第五节 功、功率和机械效率

一、功

人用力推车，使车沿着力的方向前进，车在力的作用下前进一段距离，这就是人对车作了功；起重机起吊重物时，给重物一个向上的拉力，重物在拉力的作用下，升高了一段距离，起重机就对重物作了功。功是客观存在的效果，如果人用力推车，车没有动，车没有沿着力的方向前进；起重机给重物一个拉力，没有拉动重物，这都没有作功。

功等于力与物体在力的方向上通过的距离的乘积。其表达式如下：

$$W = FS$$

式中 W ——功 (J)；

F ——作用力 (N)；

S ——距离 (m)。

功的计量单位为焦耳，单位符号为J。即用1N的力，作用在一个物体上，使该物体沿着力的方向移动1m所作的功，称为1J。即 $1\text{ J} = 1\text{ N}\cdot\text{m}$

功的两个必要因素，是作用在物体上的力和物体在力的方向上通过的距离。功的大小和力的大小、物体移动距离的大小成正比例。

二、功率

功率是描述物体作功快慢的物理量。单位时间里完成的功，叫做功率。其表达式如下：

$$P = \frac{W}{t}$$

式中 P ——功率 (W)；

W ——功 (J)；

t ——时间 (s)。

功率的单位名称是瓦，单位符号为(W)，即在1 s内完成1 J的功的功率，称为1W。

工程中常用千瓦(kW)作为功率的单位，1 kW等于1000W；在英制单位中用马力为单位，1英制马力等于745W，1公制马力等于735W。

三、机械效率

利用机械做功的时候，必须克服一部分阻力才能产生实际做功的效果。如用力推车，车轮对地面有摩擦力，空气对车有阻力，推车所消耗的力必须克服摩擦力和阻力及推车前进所需要的力的总和；摩擦力和阻力所作的是无用的功，推车前进的力所作的功才是有用的功；无用的功和有用的功的总和，称为机械总功。

机械效率是有用功同总功的比值，其表达式如下：

$$\eta = \frac{W_{\text{有用}}}{W_{\text{总}}}$$

式中 η ——机械效率；

$W_{\text{有用}}$ ——有用功(J)；

$W_{\text{总}}$ ——机械总功(J)。

第六节 计 量 单 位

计量单位涉及到各行各业，也是与每个人密切相关的。我国历史上就有很多统一“度、量、衡”的记载。随着科学技术和经济贸易的发展，计量单位制也在不断进步。计量单位的统一是经济发展的必然规律，特别是在对外开放的政策下，国际交往频繁，更有必要使我国计量单位适应世界的统一标准。1960年国际计量大会决定，长度——米，质量——千克，时间——秒，电流——安培，温度——开尔文，发光强度——坎德拉，六个基本计量单位，1971年又增加一个单位，物质的量——摩尔。这七个计量单位为国际单位制，其国际符号为“SI”。我国为了发展科学技术和国际贸易，1984年二月二十七日国务院发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，制定我国法定计量单位，在全国统一实行，法定计量单位是以国际单位制为基础，结合我国的情况，适当增加了一些其它单位构成的。

一、管道工常用的法定计量单位

管道工常用的法定计量单位，见表1-3～表1-5。

二、管道工常用的计量单位的换算

管道工常用的计量单位的换算，见表1-6～表1-15。

表 1-3 空间和时间

量的名称	单位名称	单位符号	换 算
(平面)角	弧度	rad	1rad = 57.295° 1° = 60'
	度	(°)	
	[角]分	(')	

(续)

量的名称	单位名称	单位符号	换 算
	〔角〕秒	($''$)	$1' = 60''$
立体角	球面度	sr	
长 度	米	m	
	千米(公里)	km	$1000\text{m} = 1\text{km}$
	厘米	cm	$1\text{m} = 100\text{cm}$
	毫米	mm	$1\text{cm} = 10\text{mm}$
	微米	μm	$1\text{mm} = 1000\mu\text{m}$
	海里	n mile	$1\text{n mile} = 1852\text{m}$
面 积	平方米	m^2	
	平方千米	km^2	$1\text{km}^2 = 1 \times 10^6\text{m}^2$
	平方分米	dm^2	$1\text{m}^2 = 1 \times 10^2\text{dm}^2$
	平方厘米	cm^2	$1\text{m}^2 = 1 \times 10^4\text{cm}^2$
	平方毫米	mm^2	$1\text{m}^2 = 1 \times 10^6\text{mm}^2$
体 积	立方米	m^3	
	立方分米, 升	dm^3, L	$1\text{m}^3 = 1 \times 10^3\text{dm}^3$
	立方厘米	cm^3	$1\text{m}^3 = 1 \times 10^6\text{cm}^3$
	立方毫米	mm^3	$1\text{m}^3 = 1 \times 10^9\text{mm}^3$
时 间	秒	s	
	分	min	$1\text{min} = 60\text{s}$
	〔小〕时	h	$1\text{h} = 60\text{min}$
	天(日)	d	$1\text{d} = 24\text{h}$
角速度	弧度每秒	rad/s	
速 度	米每秒	m/s	
	节	kn	$1\text{kn} = 1\text{n mile/h} = (1852/3600)\text{m/s}$
加速度	米每二次方秒	m/s^2	

表 1-4 力学

量的名称	单位名称	单位符号	换 算
质 量	千克(公斤)	kg	
	吨	t	$1\text{t} = 1000\text{kg}$
	克	g	$1\text{kg} = 1000\text{g}$
	毫克	mg	$1\text{g} = 1000\text{mg}$
密 度	克每立方米	g/m^3	
	千克每立方米	kg/m^3	$1\text{kg/m}^3 = 1000\text{g/m}^3$
	克每立方厘米	g/cm^3	$1\text{g/m}^3 = 1 \times 10^{-6}\text{g/cm}^3$
线密度	特〔克斯〕	tex	$1\text{tex} = 1\text{g/km}$
动 量	千克米每秒	$\text{kg}\cdot\text{m/s}$	