

GUAN DAO SHI GONG

管道施工

张志贤 编

山东科学技术出版社

管 道 施 工

张 志 贤 编

山东科学技术出版社

一九八三年·济南

管道施工

张志贤 编

*

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 13.375印张 297千字

1983年10月第1版 1983年10月第1次印刷

印数：1—20,000

书号 15195·136 定价 1.40元

前 言

在民用和一般工业建筑安装工程中，管道工程占有一定的比重。但是由于管道工程分属于不同的学科，涉及的领域较广，内容比较庞杂，因此，全面地介绍管道施工是比较困难的。

本书主要介绍了与管道施工有关的基础知识，室内给排水系统、热水供应系统、采暖系统、冷气系统、制冷系统的专业知识，以及钢管、铸铁管、有色金属管、硬聚氯乙烯管的施工方法。对锅炉房的施工和试运行，以及管道系统的热工测量也作了介绍；对管道工程的防腐、绝热和管道系统的试验则作了综合叙述。同时，还收入了一些常用资料，力求使本书具有一定的知识性、实用性和资料性。

本书主要供施工技术人员和技术工人阅读，也可供中等专业学校、技工学校有关专业师生以及工矿企业从事管道系统管理和维修的人员参考。

编 者

一九八三年四月

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 水和蒸汽	1
第二节 气体	2
第三节 大气压力、绝对压力和相对压力	4
第四节 温度、热量和燃料的热值	7
第五节 铸铁和钢材	9
第六节 有色金属	13
第二章 管道常用阀件	16
第一节 阀门型号	16
第二节 阀门铭牌和涂色标识	20
第三节 常用阀门	21
第四节 疏水器	26
第五节 气动薄膜调节阀	36
第三章 管道系统常用泵类	44
第一节 离心水泵的原理和性能	45
第二节 离心水泵的串联和并联	49
第三节 水泵型号的选择	52
第四节 离心水泵的安装和运行	56
第四章 管道水力计算	61
第一节 管道的流量	61
第二节 管道的阻力	63

第三节	管道的水力计算	66
第五章	管材的选用和连接	79
第一节	管径系列和管道压力等级	79
第二节	管壁强度计算	82
第三节	管材选用	86
第四节	法兰连接	88
第五节	螺纹连接	94
第六节	碳素钢和普通低合金钢管道的焊接	96
第七节	不锈钢管道的焊接	100
第六章	钢管和铸铁管的施工	104
第一节	管道敷设	104
第二节	管道支架的型式和选择	109
第三节	管道支架的受力和间距计算	112
第四节	管道的热补偿	126
第五节	弯曲管道尺寸计算	136
第六节	室内管道安装	144
第七节	铸铁管道施工	149
第七章	氧气、乙炔和煤气管道施工	162
第一节	氧气管道	162
第二节	乙炔管道	167
第三节	煤气管道	171
第八章	有色金属和硬聚氯乙烯管道安装	179
第一节	铜管	179
第二节	铝管	181
第三节	铅管	183
第四节	硬聚氯乙烯管道	185
第九章	常见管道系统	200

第一节	室内给水系统	200
第二节	室内排水系统	207
第三节	热水供应系统	213
第四节	采暖系统	218
第五节	冷气系统	240
第十章	压缩制冷系统	245
第一节	制冷系统的组成和工作原理	245
第二节	制冷剂和冷媒	246
第三节	活塞式制冷压缩机	249
第四节	离心式制冷机	251
第五节	活塞式压缩制冷系统	254
第六节	管道安装	257
第七节	气密性试验、真空试验和试运行	259
第十一章	锅炉房	266
第一节	锅炉的主要参数	267
第二节	蒸汽锅炉的结构和附件	269
第三节	锅炉给水处理	275
第四节	锅炉的给水系统	283
第五节	胀管和试压	294
第六节	锅炉试运行	304
第七节	燃油锅炉房的工艺特点	312
第十二章	管道系统的热工测量	319
第一节	常用热工仪表	319
第二节	温度的测量	321
第三节	压力的测量	329
第四节	流量的测量	334
第十三章	管道的防腐蚀和绝热	341

第一节	金属腐蚀的机理和分类	341
第二节	管道的表面处理	343
第三节	涂料防锈	351
第四节	埋地敷设钢管的防腐	364
第五节	管道的绝热	368
第六节	钢管的玻璃钢保护层	386
第十四章	管道系统的试验	389
第一节	压力试验	389
第二节	冲洗和吹扫	397
附 录		
一、	饱和蒸汽特性	400
二、	常用碳素钢的性能	401
三、	常用阀门型号及基本参数	403
四、	水、煤气输送钢管的规格	405
五、	常用无缝钢管的规格	406
六、	常用法兰规格	409
七、	全国各主要城市气象资料	415
八、	给水铸铁管承插接口材料用量	417
九、	常用涂料的配合比及参考消耗量	419
十、	管道绝热工程量计算表	420

第一章 基础知识

第一节 水和蒸汽

水是自然界中最常见的物质,在管道系统的施工和运行中,经常接触到水和蒸汽,因此,对它们的性质必须有一个基本的了解。

一、水

一般物质具有热胀冷缩的性质,但水却另有自己的特点。水在4℃时的密度最大,也就是比重最大。若温度升高或降低,水的体积将发生膨胀。在一个标准大气压下,水在不同温度下的重量见表1-1。

表 1-1 每立方米水在不同温度下的重量

温度(℃)	重量(公斤)	温度(℃)	重量(公斤)	温度(℃)	重量(公斤)
0	999.87	30	995.67	70	977.81
4	1000.00	40	992.24	80	971.83
10	999.73	50	988.07	90	965.34
20	998.23	60	983.24	100	958.38

表中,每立方分米的水重量为1公斤,每立方米的水重量为1吨,都是取自4℃时的数值。0℃时水的比重为999.87公斤/米³,而0℃时冰的比重则为916.8公斤/米³,这就是说,一定数量的水结成冰之后,体积膨胀率达8.3%。如果水在管道中结冰,管壁将承受相当大的压力,其数值可高达2000公斤/厘米²以上,这样巨大的压力,对于普通管材来说是无法抗拒

的，管壁往往被胀破。

在一个标准大气压下，水被加热到 100°C ，便要沸腾，如果气压升高或者降低，水的沸点也随着升高或降低。如在海拔较高的地区，由于大气压力低，水的沸点也低。水在各种压力下的沸点（即饱和温度）见附录一。

二、蒸汽

水加热到沸点，就化为蒸汽。水由沸点温度化为同温度的蒸汽，所吸收的热量称为汽化热。当用蒸汽加热其他物体时，蒸汽便释放出同样的热量而变为同温度的凝结水，用蒸汽作为热媒，正是利用蒸汽的汽化热。附录一中，蒸汽的含热量减去水的含热量，即为汽化热。汽化热与同温度饱和水的含热量之比约为 5.4 比 1，可见，饱和蒸汽是很理想的带热体。

水在沸点温度时产生的蒸汽称为饱和蒸汽，其温度等于水的沸点温度。当压力一定时，水的沸点（即饱和蒸汽温度）不变。由附录一中可以知道，随着水面压力的增加，饱和蒸汽温度也相应提高，但汽化热却逐渐降低。将饱和蒸汽加热，便成为过热蒸汽。过热蒸汽的温度不固定，依加热程度而定。饱和蒸汽遇冷降温即产生凝结水，而过热蒸汽遇冷，首先是降低温度，当温度降低到饱和温度以下时，才产生凝结水。

第二节 气 体

最常见的气体是空气。空气的主要成分是氮气、氧气和二氧化碳气，另外还有少量的稀有气体。此外，自然界中有大量的水，而且不断地蒸发到空气中，因此空气中还含有一定数量的水蒸气。

空气中水蒸气的含量与温度有关。温度越高，空气中水蒸

气的含量越高；温度越低，空气中水蒸气的含量越低。在一定温度下，空气中的水蒸气达到最大含量时，称为饱和，此时的相对湿度为100%。相对湿度就是在一定温度下，空气中水蒸气含量与饱和状态下水蒸气含量的比值，用百分数表示。在某些涂料的施工过程中，对相对湿度有严格要求。

当空气的相对湿度一定时，如果气温降低，则相对湿度上升，甚至达到饱和，这时便形成结露。结露是管道使用过程中常见的现象。例如，夏天空气相对湿度高，自来水管表面温度低，当空气接触到管道时，由于温度下降，空气中的水蒸气便达到饱和而结露。因此，室内给排水管道部分管段往往要进行保温。

任何气体冷却到一定温度，都可以变成液体。在一个大气压力下，气体变为液体的温度，称为液化温度。当压力升高时，液化温度也随着升高，但对每一种气体都有一个限度，超过这个温度限度时，即使极高的压力，也不能使气体液化，这个温度，称为气体的临界温度。与临界温度相对应的压力，称为气体的临界压力。

管道系统中常见气体的液化温度、临界温度和临界压力见表1-2。

表 1-2 常见气体的液化温度、临界温度和临界压力

气 体 名 称	大气压下的液化温度 (°C)	临 界 温 度 (°C)	临 界 压 力 (绝对大气压)
空 气	-192~-194.4	-140.6	38.4
氮(N ₂)	-195.8	-147.1	34.6
氧(O ₂)	-183	-118.8	51.4
氢(H ₂)	-252.7	-239.9	13.2
氨(NH ₃)	-33.4	+132.4	115.8
甲烷(CH ₄)	-161.4	-82.5	47.2
氟利昂-12(CF ₂ Cl ₂)	-29.8	+111.5	40.8
氟利昂-22(CHF ₂ Cl)	-40.8	+96.0	50.3

第三节 大气压力、绝对压力和相对压力

地球表面有几十公里厚稠密的大气层，大气层对地面产生的压力称为大气压力，用毫米汞（水银）柱表示。

大气压力随着海拔高度的增加而减小，在地面附近，平均每升高 12 米，大气压力便降低 1 毫米汞柱左右。在同一地区，大气压力也随着季节、气候的变化而变化。例如在海拔高度只有数米的上海、天津，夏季大气压力为 753 毫米汞柱，冬季则为 769 毫米汞柱。

通常以空气温度为 0°C 时，纬度 45° 的海平面上测得的平均压力 760 毫米汞柱，作为一个标准大气压，也称为物理大气压。

在工程技术中，一般不用标准大气压而用工程大气压。一个工程大气压即 1.0 公斤/厘米^2 ，它们的关系是：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 标准大气压} &= 760 \text{ 毫米汞柱} \\ &= 1.034 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

各种管道、容器的压力表指示的压力是相对压力，也称为表压力。相对压力加上外部的大气压力，即为绝对压力。

关于水的静压力(下面简称压力)，在管道施工中，必须引起充分注意。如某厂在 100 米高的山顶修建了一座高位水池，厂区输水干管的直径为 800 毫米，在干管上有一处盲板焊接强度不够，而高位水池产生的压力达 10 公斤/厘米^2 ，盲板的面积为 5024 平方厘米，因此总压力达 50.24 吨，盲板焊口经受不住这样强大的压力而破裂，数千吨的水一泄而下，造成了很严重的危害。

容器底部或管道最低点的压力，与容器的形状及管道的直

径无关，仅与液面的高度和液体的比重有关。

图 1-1 中，各个容器内部液面的垂直高度都等于 h ，其底部单位面积上的压力都等于：

$$p = \gamma \cdot h$$

式中：

p ——单位面积上的压力，

γ ——液体的比重，

h ——液体的深度。

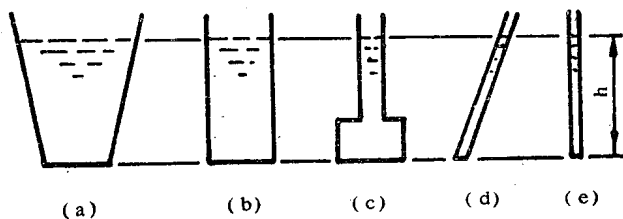


图 1-1 不同形状容器中的静压力

图 1-1 中，如果 (a)、(b)、(c) 三个容器的底面积都一样大，则其底部所承受的液体的总压力也是一样的，即都等于：

$$F = p \cdot S$$

式中：

F ——底面总压力，

p ——单位面积上的压力，

S ——底面积。

对于容器内部来说，任何一点的压力都等于液体的比重乘以深度。压力没有方向性，同一点的压力无论向下、向上或向旁侧，都是一样的。

那么，(a)、(b)、(c) 三个容器传递给地面的总压力是否相同？不相同。容器内部的压力和容器传递给地面的压力是两回事。(a)、(b)、(c) 三个容器传递给地面的总压力，分别等

于其总重量。容器形状不同，所盛液体的多少不同，总重量当然不同，因此，它们传递给地面的压力也不相同。

在工程施工中，当压力较低时，常用汞柱或水柱表示压力值，它们与工程大气压力的关系是：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 公斤/厘米}^2 &= 735.6 \text{ 毫米汞柱} \\ &= 10000 \text{ 毫米水柱 (即 10 米水柱)} \end{aligned}$$

这是因为汞的比重是 13.6 克/厘米^3 ，735.6 毫米汞柱产生的压力是：

$$\begin{aligned} 73.56 \text{ 厘米} \times 13.6 \text{ 克/厘米}^3 &= 1000.4 \text{ 克/厘米}^2 \\ &\approx 1 \text{ 公斤/厘米}^2 \end{aligned}$$

在实际工作中，有时还会遇到公斤/米² 这样的压力单位，通过压力换算可得：

$$1 \text{ 公斤/米}^2 = 1 \text{ 毫米水柱}$$

下面再举例说明工程表压力与汞柱、水柱的关系。

容器内压力 p 等于 184 毫米汞柱 (图 1-2)，容器和管道内的介质是水，如果在 A 点安装压力表，读数为多少？

容器的内压力为：

$$\frac{184}{735.6} = 0.25 \text{ 公斤/厘米}^2$$

水柱的垂直高度是 $15 + 5 = 20$ 米，故水柱本身产生 2 公斤/厘米^2 的压力。

因此，A 点的压力值是：

$$0.25 + 2 = 2.25 \text{ 公斤/厘米}^2$$

图 1-3 是一条与高位水池连通的管道，a、b、c、d 各点的相对标高如图所示。根据标高数值，可以知道水池内水平面到

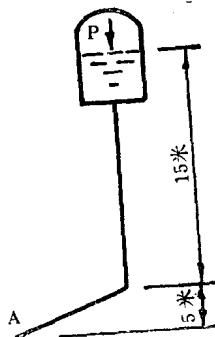


图 1-2 压力容器连接管的压力

a、b、c、d 各点的垂直高度分别为 40 米、25 米、27.5 米及 5 米，因此，上述各点的压力分别为 4 公斤/厘米²、2.5 公斤/厘米²、2.75 公斤/厘米² 及 0.5 公斤/厘米²。

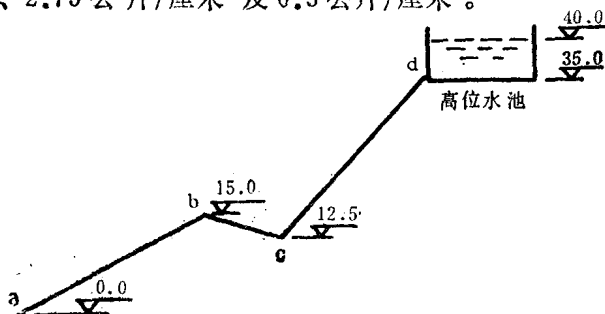


图 1-3 高位水池连接管道中各点的压力

第四节 温度、热量和燃料的热值

一、温度

温度表示物体冷热的程度。表示温度有不同的标准，称为温标。最常用的是摄氏温标。摄氏温标把水的冰点作为零度，把水在一个标准大气压力下的沸点作为 100 度，用 °C 表示。英、美等国多用华氏温标，用 °F 表示。摄氏零度相当于华氏 32 度，即 0°C 等于 32°F。摄氏和华氏温标的换算公式如下：

$$\text{华氏换算成摄氏} \quad ^\circ\text{C} = \frac{5}{9}(\text{F} - 32)$$

$$\text{摄氏换算成华氏} \quad ^\circ\text{F} = \frac{9}{5}\text{C} + 32$$

另外，还有一种国际实用温标叫绝对温标，用 T 表示，其单位用 K 表示。绝对温标以摄氏零下 273.15 度为零度，分度法与摄氏相同，即摄氏温标上相差 1 度，绝对温标上也相差 1

度。绝对零度就是 -273.15°C ，是宇宙间物体的最低温度。绝对温标 (T) 与摄氏温标 (t) 的关系是：

$$T = 273.15 + t \text{ (K)}$$

在英制中，工程上还习惯用列氏温标，用 $^{\circ}\text{R}$ 表示，其分度法与华氏温标相同。列氏温标与摄氏及华氏温标的关系是：

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

二、热量

热量的基本单位叫卡。1克水温度升高 1°C 所需要的热量叫1卡，1公斤水温度升高 1°C 所需要的热量为1000卡，也叫1千卡或1大卡。

在计算建筑物的耗热量、蒸汽和水的热交换及锅炉的燃烧状况时，都要用到热量单位千卡。

通过热量计算，可以解决某些施工中的实际问题。

例如，有一幢温水采暖建筑物，已知其耗热量为105万千卡，现有蒸发量为2吨的蒸汽锅炉一台，额定工作压力为7公斤/厘米²，给水温度为 20°C ，试问能否满足该建筑物采暖的需要？

根据锅炉给定条件，已知这台锅炉每小时可以把2吨 20°C 的水烧成压力为7公斤/厘米²的蒸汽。查附录一，当表压力为7公斤/厘米²（即绝对压力为8公斤/厘米²）时，饱和温度为 169.6°C ，汽化热为489.5千卡/公斤。

水从 20°C 被加热到饱和温度，消耗的热量为：

$$2000 \times (169.6 - 20) = 299200 \text{ 千卡}$$

饱和温度的水全部汽化，消耗的热量为：

$$2000 \times 489.5 = 979000 \text{ 千卡}$$

故锅炉的出力为：

$$299200 + 979000 = 1278200 \text{ 千卡}$$

经过以上简单计算，可以得出结论：蒸发量为 2 吨、工作压力为 7 公斤/厘米² 的锅炉，可以用于上述建筑物采暖。

三、燃料的热值

煤、油料和木柴是生产和生活中最常用的燃料。燃料的品种不同，燃烧时所放出的热量也不一样。在完全燃烧的情况下，每一公斤燃料放出的热量称为燃料的热值，即高热值。但并非所放出的热量都能被利用，当燃料中有水分时，有相当一部分热量消耗在燃料所含水分的汽化上，这部分水分汽化后即从烟道排出，是无法加以利用的。因此，燃料中可供利用的热量，比燃料的高热值少，这部分热值称为燃料的低热值。在工业生产过程中进行热量计算，一般使用低热值。

固体和液体燃料的热值单位是千卡/公斤，气体燃料的热值单位是千卡/米³。一公斤燃料油（柴油或重油）的低热值接近 10000 千卡/公斤，煤的低热值因品种不同而差异较大，一般为 5000~7000 千卡/公斤。

由于各种热损失的存在，实际上燃料的低热值也不可能完全被利用，一般水管锅炉可利用燃料低热值的 70~80% 左右，小型炉灶的热能利用率只有 20~40%，甚至更低。

第五节 铸铁和钢材

铸铁和钢材统称为黑色金属，都是铁和碳的合金，其根本区别在于含碳量的多少。铸铁的含碳量在 2% 以上，含硅量为 0.8~3%。铸铁质脆，机械强度较钢材低，但铸造性好，价格便宜，在管道工程中多用作给水、排水管道以及铸造阀门和泵类。铸铁的抗腐蚀性比钢材好，但不适于输送蒸汽及各种易爆、