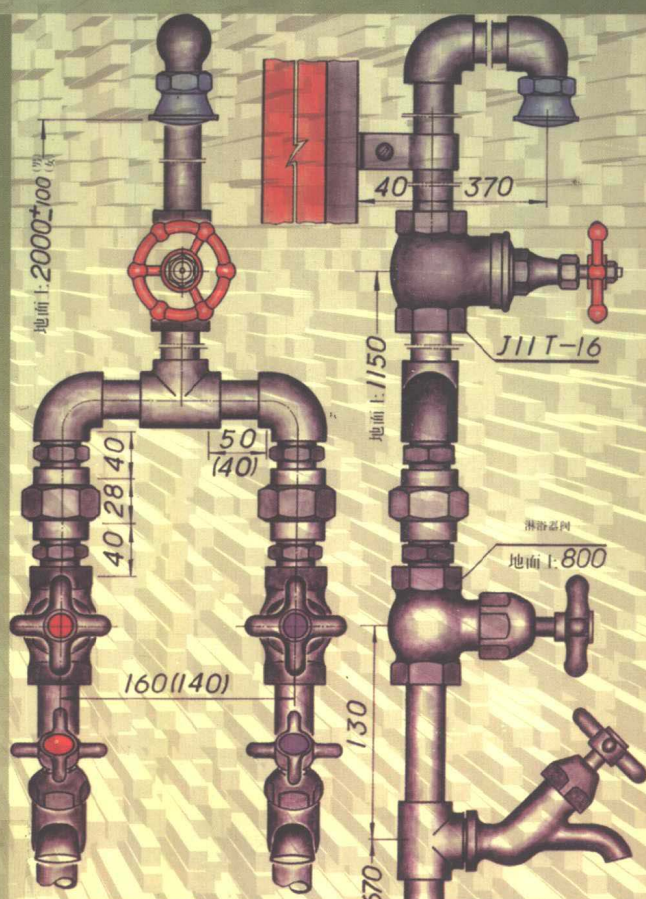


实用水暖工 操作技术

于培旺 编著



中国建筑工业出版社

实用水暖工操作技术

于培旺 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用水暖工操作技术/于培旺编著. —北京:中国建筑工业出版社, 2000

ISBN 7-112-04141-4

I. 实... II. 于... III. 水暖工-技术 IV. TU832

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 10278 号

本书以水暖工为主要读者对象,详细介绍了水暖工在安装各种不同管线时的操作技术和一些窍门。主要内容有:管道安装应用基础知识、几何作图及管件画法、钢管煨弯要素、暖卫操作通用技术、给水管道安装、室内排水管道安装、卫生洁具安装、采暖管道安装等。本书内容实用,语言通俗易懂,且图文并茂,可帮助青年工人很快掌握技术,尽早独立操作。

* * *

责任编辑 周世明

实用水暖工操作技术

于培旺 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 1/2 插页: 5 字数: 339 千字

2000 年 4 月第一版 2000 年 4 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7-112-04141-4
TU · 3254(9577)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

近些年来,由于建筑业施工队伍(水暖工)的迅速增加,在这部分人员中有部分未经正规培训,他们当中大都渴望学习理论和实际操作技术来提高自己的技术水平。在目前国内尚没有适合水暖工和水暖施工员学习的书籍情况下,《实用水暖工操作技术》一书正是为这一目的而编写的。旨在通过本书的自学之后,便可使自己的技术水平大大提高。

本书收集了符合国际单位制和国家选定的非国际单位制单位和部分国外有关水暖工操作技术方面的内容,以及将作者多年积累的施工经验和研究成果写入本书,奉献给广大读者。诸如:

1. 带有立体感的大样图画法以及彩色大样图着色方法;
2. 室内排水管道安装,排水管件的排列方法及其尺寸计算;
3. 钢管减弯技术与技巧;
4. 各种弯管的合理参数;
5. 新颖的管道之间躲绕方法和形式;
6. 几种弯管器及卫生洁具安装工具^①,其中有的获得了国家专利,有的通过了北京城建集团总公司鉴定并获得了总公司奖励。

本书具有以下特点:

1. 在本书中一律采用国际单位制和国家选定的非国际单位制的有关单位;
2. 在例题中,结合实际列举的实例多;
3. 插图多(有部分彩色图)。本书既是一本书,但又兼有图集的特点。按一般图集无法施工的,在本书里都可以找到解决办法;
4. 用带有立体感的详图,采取正误对比的方法介绍正确与错误的做法;
5. 本书强调了对工程质量的提高,并兼有施工工艺规程性质;
6. 本书约占80%以上的内容系属于新内容,在国内同类书籍和其他书籍里所没有,其中有相当一部分属于研究成果首次发表。

由于本人的水平有限,书中难免存在缺点乃至错误,希望同行的师傅们及广大读者批评指正,在此深表感谢。

① 第十二章第五节里的“洗涤盆架子安装工具”系河北省三建公司水暖工马彦路于1996年研制的。

目 录

第一章 管道安装应用基础知识.....	1
第一节 压力	1
第二节 温度	4
第三节 热能	6
第四节 管道安装应用计算	9
第二章 几何作图及管件画法	15
第一节 几何作图	15
第二节 管件和弯管画法	20
第三节 虾米腰弯头和三通展开图	27
第三章 图线画法及尺寸的标注知识	30
第一节 对图线画法及其使用说明	30
第二节 尺寸标注的几种形式	32
第三节 索引标志	36
第四节 常用符号	37
第四章 绘制管道大样图的基础知识	39
第一节 物体的正投影法	39
第二节 轴测图画法	43
第三节 详图着色方法	50
第五章 钢管热弯要素	53
第一节 钢管弯曲实验	53
第二节 弯曲半径和弯曲长度	56
第三节 加热长度与浇水位置	57
第四节 热弯准备工作	58
第五节 大管径热弯步骤	59
第六节 小管径手工热弯	62
第七节 多功能弯管器冷弯技术	66
第八节 冷弯的弯管技巧	69
第六章 暖卫操作通用技术	78
第一节 管道预制	78
第二节 管道刨中方法	83
第三节 支架吊卡制作安装	86
第四节 温度计安装	92
第五节 游标卡尺的使用方法	95
第六节 攻丝前钻孔	95
第七章 给水管道安装	97

第一节	铸铁给水管道安装	97
第二节	室内镀锌给水管道安装	102
第八章	室内排水管道安装	113
第一节	埋地与设备层敷设	113
第二节	立管安装	114
第三节	排水托吊管安装	116
第四节	捻凿制作	117
第五节	排水管道管件排列及管段长度计算方法与步骤	118
第九章	卫生洁具安装	128
第一节	洗脸盆安装	128
第二节	坐式大便器与背水箱安装	132
第三节	蹲式大便器与高水箱安装	133
第四节	小便器安装	135
第五节	洗涤盆安装	136
第六节	淋浴器安装	139
第七节	对软管连接要求	143
第十章	室内采暖系统原理	146
第一节	重力循环热水采暖原理	146
第二节	机械循环热水采暖系统	149
第三节	低压蒸汽采暖系统	151
第十一章	采暖管道安装	154
第一节	采暖干管安装	154
第二节	立管预制与安装	163
第三节	散热器组对与安装	168
第四节	支管安装	170
第十二章	创新工具制作	174
第一节	YPW-25 型多功能弯管器制作	174
第二节	自动调直式元宝弯管器制作	190
第三节	$\phi 13$ 铜管弯管器制作	201
第四节	铜管弯管器制作	204
第五节	卫生洁具安装工具制作图	210
附录 1	国际单位制与工程单位制的单位换算	215
附录 2	管道安装防堵措施	216
参考文献		217

第一章 管道安装应用基础知识

第一节 压 力

一、施加给管路系统的压力

垂直作用在管路系统中的管壁及容器壁的单位面积上的力,称为压力。(普通物理学称为压强)可由下式求得:

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-1)$$

式中 p ——单位面积上的压力(压强);

F ——垂直作用的力;

A ——受压面积。

在国际单位制中,力的单位为牛顿(N),面积的单位为 m^2 ,因此,压力的单位为 N/m^2 ,称为帕斯卡,简称帕,国际代号为 Pa, $1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ 。工程上嫌帕的单位太小,常用兆帕表示,代号为 MPa; ($1\text{MPa} = 10^6\text{Pa}$) 或千帕表示,代号为 kPa; 或百帕;代号为 hPa。

压力的大小也可用水柱高度表示。一段水柱会在它的底面上产生一定的压力(参见图 1-1)。图 1-1 中, A 为水柱底面积(m^2), p 为水柱底面的压力(N/m^2), H 为水柱高度(m)。

水柱压力 p 值用下式求得:

$$p = \rho g H \quad (1-2)$$

式中 ρ ——水的密度($1000\text{kg}/\text{m}^3$);

g ——重力加速度($9.80665\text{m}/\text{s}^2$)。

【例 1-1】 试求 1mm 高的水柱所代表的压力。

已知水的密度为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$, 因为 $1\text{mm} = 0.001\text{m}$,

【解】 用公式(1-2)

$$p = \rho g H$$

$$p = 1000 \times 9.80665 \times 0.001 = 9.80665\text{N}/\text{m}^2$$

二、液体内部自身的压力

液体不但能够传递压力,还因本身的重量而产生压力。在静止液体内部,因液体本身重量而引起的压力叫做液体内部压力(可用公式(1-2)求得)。

【例 1-2】 有一独立的采暖系统,最高点为相对标高 26.5m,压力表装在 -2m 处,设计要求最高点的试验压力不得小于 0.2942MPa。问:1. 该系统的强度试验在压力表上应升至多少兆帕为合格(取至四位小数);2. 该系统在 -2m 处的液体内部压力为多少兆帕?

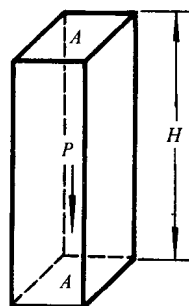


图 1-1

(1-2)

已知水柱高度为 $26.5 + 2 = 28.5\text{m}$

【解】 将公式(1-2)改写成下式:

$$1. \quad p = \frac{\rho g H}{1000000} + 0.2942$$

$$p = \frac{1000 \times 9.80665 \times 28.5}{1000000} + 0.2942 = 0.5737\text{MPa}$$

$$2. \quad p = \frac{\rho g H}{1000000} = \frac{1000 \times 9.80665 \times 28.5}{1000000} = 0.2795\text{MPa}$$

答: 1. 试验压力应升至 0.5737MPa 为合格;

2. 在 -2m 处液体内部压力为 0.2795MPa 。

三、大气压力

地球表面的空气有一定重量,它对地面上的一切物体均产生压力,这个压力就是大气压力。由于地球表面海拔高度不同,处于不同高度之物体所受大气压力的大小亦不相同。一个标准大气压(物理大气压)是指温度为 0°C 时,地球纬度 45° 的海平面上每平方米面积上受到空气的重力为 $10.1325 \times 10^4\text{N/m}^2$ 。所以 1 标准大气压力为 $10.1325 \times 10^4\text{N/m}^2 = 0.101325\text{MPa} = (760\text{mmHg})$ 。

四、绝对压力与表压力

(一) 绝对压力

容器中气体的真实压力称为绝对压力,用“ $P_{\text{绝}}$ ”表示。当容器内没有任何气体分子时,即真空状态下,其绝对压力为零。

(二) 表压力

当绝对压力高于大气压力(大气压力用“ $P_{\text{大}}$ ”表示)时,压力表所指示的数值称为表计压力,简称表压力。用“ $P_{\text{表}}$ ”表示。见图 1-2 所示并用下式求得:

$$P_{\text{表}} = P_{\text{绝}} - P_{\text{大}} \quad (1-3)$$

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{大}} + P_{\text{表}} \quad (1-4)$$

当压力表读数为零值时,其绝对压力为当地当时的大气压力。如果低于大气压力,压力表为负值。在真空表(或压力真空表)上以 $0 \sim 0.1\text{MPa}$ 标示,见图 1-3 所示。压力表所指示的压力并非容器内气体真实压力,而是容器内的真实压力(绝对压力)与外界大气压力之差值。

绝对压力与表计压力的对应关系,见图 1-4。

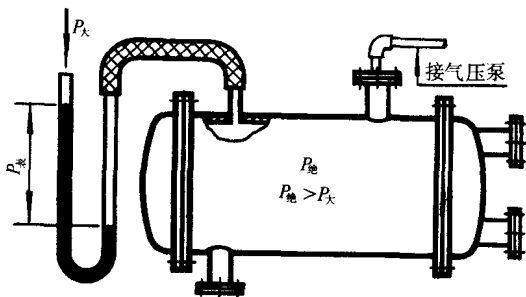


图 1-2 容器内为正压时

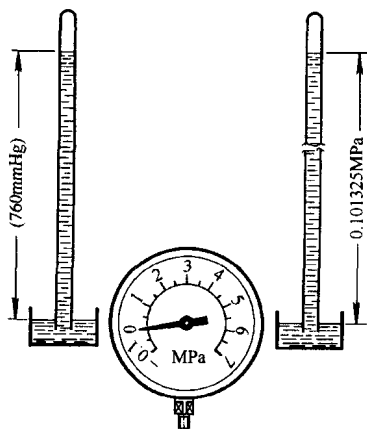


图 1-3 标准大气压下示值

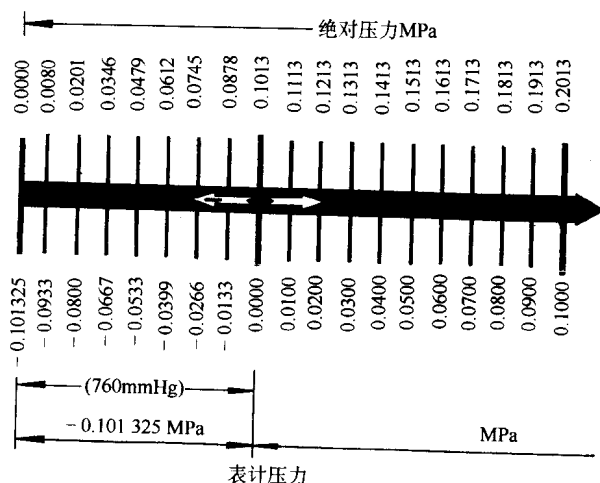


图 1-4 绝对压力与表计压力示值对应图

(三) 真空度

若容器内气体的真实压力小于外界大气压力,则大气压力与真实压力之差值称为真空度,用“ $P_{\text{真}}$ ”表示。单位为 MPa(或 mmHg)。参见下式和图 1-5 所示。

$$P_{\text{真}} = P_{\text{大}} - P_{\text{绝}} \quad (1-5)$$

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{大}} - P_{\text{真}} \quad (1-6)$$

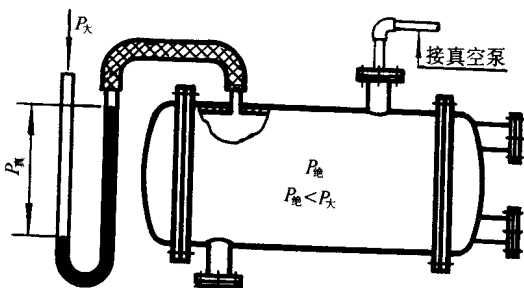


图 1-5 容器内为负压时

【例 1-3】某厂锅炉的表压力所标示的压力为 0.7MPa,已知当地当时大气压力为 0.101325MPa,问:1. 该厂锅炉的绝对压力为多少兆帕? 2. 如大气压力变化为 0.1MPa 时,该厂锅炉的绝对压力为多少兆帕?

【解】1. 用公式(1-4)求得:

$$\begin{aligned} P_{\text{绝}} &= P_{\text{大}} + P_{\text{表}} \\ P_{\text{绝}} &= 0.101325 + 0.7 \\ &= 0.801325 \approx 0.8013 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. 用公式(1-4)求得:

$$P_{\text{绝}} = 0.1 + 0.7 = 0.8 \text{ MPa}$$

【例 1-4】某制冷系统在充灌制冷剂之前抽真空时,用真空表测得该系统真空度为 0.093325MPa,问绝对压力为多少兆帕?

已知当地当时大气压力为 0.101325MPa。

【解】用公式(1-6)

$$\begin{aligned} P_{\text{绝}} &= P_{\text{大}} - P_{\text{真}} \\ P_{\text{绝}} &= 0.101325 - 0.093325 \\ &= 0.008 \text{ MPa} \end{aligned}$$

【例 1-5】 气象报告说:某高压中心的气压是 1025 百帕,问相当于多少 mmHg?

【解】 $P_{\text{大}} = 1025 \text{ hPa} = 0.1025 \text{ MPa}$

因为 $1 \text{ MPa} = 7500.6 \text{ mmHg}$

所以 $P_{\text{大}} = 0.1025 \times 7500.6 = 768.81 \text{ mmHg}$

【例 1-6】 如果气压计的压力为 830hPa 试求:

1. 绝对压力 $P_{\text{绝}} = 0.15 \text{ MPa}$ 时的表压力为多少毫米汞柱?
2. 真空计上读数为 500mmHg 时气体的绝对压力为多少兆帕?
3. 绝对压力为 0.05MPa 时相应的真空度为多少兆帕?
4. 表压力为 0.25MPa 时的绝对压力为多少兆帕?

【解】 $P_{\text{大}} = 830 \text{ hPa} = 0.083 \text{ MPa} = 7500.6 \times 0.083$
 $= 622.5 \text{ mmHg}$

1. 用公式(1-3)求得:

$$P_{\text{表}} = P_{\text{绝}} - P_{\text{大}} = 0.15 - 0.083 = 0.067 \text{ MPa}$$
$$= 7500.6 \times 0.067 = 502.5 \text{ mmHg}$$

2. 用公式(1-6)求得:

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{大}} - P_{\text{真}} = 622.5 - 500 = 122.5 \text{ mmHg}$$
$$= \frac{122.5}{7500.6} = 0.016332 \text{ MPa}$$

3. 用公式(1-5)求得:

$$P_{\text{真}} = P_{\text{大}} - P_{\text{绝}} = 0.083 - 0.05 = 0.033 \text{ MPa}$$

4. 用公式(1-4)求得:

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + P_{\text{大}} = 0.25 + 0.083 = 0.333 \text{ MPa}$$

第二节 温 度

温度是标志物体冷热程度的一个物理量。当两个冷热程度不同的物体相接触时,温度高的物体就有热量传至温度低的物体,形成热量交换。假使两者之间没有热量交换,则两个物体的温度相等。

国际常用的温度标示单位有:摄氏温度,用 $^{\circ}\text{C}$ 表示;绝对温度,用 K 表示。

一、摄氏温度

摄氏温度的温标是在一个标准大气压(0.10133MPa)力下,以纯水的结冰点为零度(0°C),纯水的沸点为 100°C ,冰点至沸点之间等分 100 份,每份为 1°C 。当温度低于 0°C 时,要在温度数字的前面标记一个负号“-”。例如测得的温度为零下 18 摄氏度,应写成 -18°C ,零度以上的温度为正值,习惯上前面不加“+”号。

二、绝对温度

除摄氏温标之外,在热工学上还采用绝对温度的表示法。以绝对零度为起点划分的温标称为绝对温度,其符号用“T”表示,单位为开尔文,用“K”表示。绝对零度,即 0K,等于 -273.15°C 。在工程计算上,要进行摄氏温度和绝对温度换算是很方便的,绝对温标每 1K 与摄氏温标每 1°C 在数值上完全相等。在 1 个标准大气压下,纯水的冰点为 273.15K(工程

计算可取 273K), 沸点为 373K。摄氏温度与绝对温度之间的换算见下式:

$$T = t + 273K \quad (1-7)$$

$$t = T - 273K \quad (1-8)$$

式中 t ——摄氏温度($^{\circ}\text{C}$)。

【例 1-7】 摄氏温度计测得冷却水的温度为 25°C , 问换算为绝对温度为多少度?

【解】 用公式(1-7)

$$T = t + 273K$$

$$T = 25 + 273 = 298K$$

【例 1-8】 如果测得冷库库房温度为 -20°C , 问换算为绝对温度为多少度?

【解】 用公式(1-7)

$$T = t + 273K$$

$$T = (-20) + 273 = 253K$$

三、干球温度

用一般温度计测得的空气温度, 称为该空气的干球温度, 也就是该空气的真正温度。

四、湿球温度

湿球温度计的感温球部, 包裹以含有纯水的纱布, 称为湿球。在测试的环境下无辐射等影响, 当空气以一定的流速流过湿球, 空气给湿球的热量与从湿球蒸发水分时的蒸发吸热量处于平衡状态时, 湿球温度计所显示的温度称为湿球温度。用“ τ ”表示。它是用来表示空气的潮湿程度。湿球温度不代表空气的真正温度, 而是说明空气状态的一种物理量。由于湿空气吸收水蒸气的能力决定于“相对湿度”的大小, 所以当湿球温度比干球温度低时, 空气中水蒸气未达到饱和(相对湿度 $\varphi < 100\%$)。如果它与干球温度相等, 则说明所测空气中水蒸气已达到饱和状态(相对湿度 $\varphi = 100\%$)。相对湿度是指湿空气中实际所包含的水蒸气量与同温度下饱和湿空气所含水蒸气量的比值, 用“ φ ”表示。

五、露点温度

露点温度也是空气的热力性质之一。指空气含水量不变, 而温度在降低过程中, 达到空气内部所含水蒸气开始冷凝液化时(水蒸气达到完全饱和时)的温度, 称为露点温度。用符号 t' 表示。湿空气在饱和状态下, 其露点温度、湿球温度、干球温度三者是相等的。如果干球温度再继续下降, 则就会有水蒸气凝结出来, 地面附近便会有雾生成, 凡在露天环境中各种物体就会有露珠附着在表面上。室内的明装自来水管、排水托吊管、蹲式大便器的返水弯、水箱(罐)等也因此出现表面结露。所以诸如此类管道及设备应采取防结露的绝缘措施。干湿球温度计见图 1-6 所示, 在干湿球温度计上读得干球温度和湿球温度的度数后, 可从图 1-7 近似查得当地当时的空气相对湿度值。

【例 1-9】 已知干球温度为 22°C , 湿球温度为 15°C , 问该空气的相对湿度是多少?

【解】 从图 1-7 中, 干球温度(图中的曲线) 22°C , 与湿球温度 15°C 的相交点, 投影到纵坐标上, 即可得出相对湿度 $\varphi = 42\%$ 。

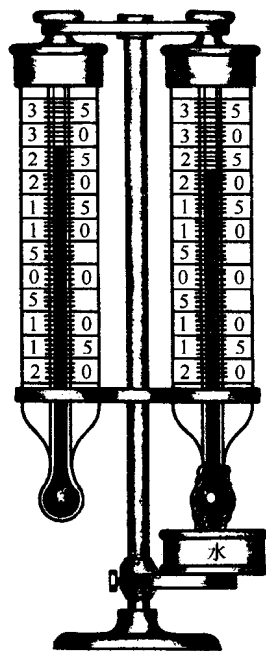


图 1-6 干、湿球温度计

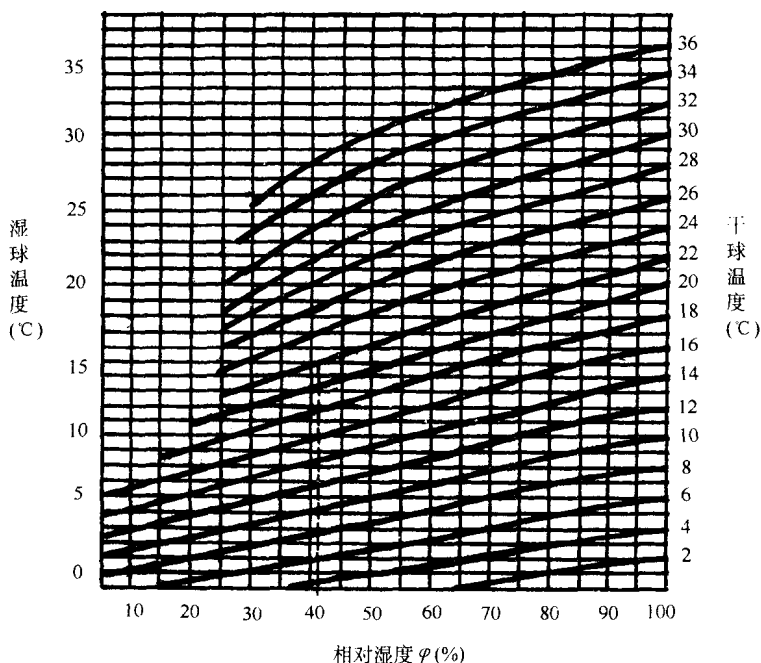


图 1-7 空气相对湿度

第三节 热 能

一、热现象

(一) 物体的热胀冷缩

在一般情况下,物体受热时,体积膨胀,受冷时,体积收缩(不论是固体、液体都是如此)。但水则不同,水在 4°C 以上是热胀,单位体积膨胀系数为 0.0006 ;而在 4°C 以下至 0°C 之间则是冷胀热缩。由 0°C 的水冻结成 0°C 的冰,它的体积膨胀 $8/100$,冷胀时的压力 $\approx 228\text{MPa}$ 。产生如此大的压力,对于管道等设备的破坏力是很大的,所以,在冬期施工中,对管道和设备等为防止冻结而进行保温是很重要的。

(二) 热交换现象

几个物体的温度如果不同,那么,它们之间就要发生热量的传递。温度较高的物体把一部分热量传递给温度较低的物体,直到这几个物体的温度相等时为止。这种热量传递过程称为热交换。热传递的方式有:传导、对流、辐射三种。在采暖与卫生工程及空调工程中,均不同程度地存在着上述三种热传递方式。

二、热量

(一) 热量的定义

物体吸收或放出热的多少,称为热量。通常用符号 Q 表示。

(二) 热量的单位

热量的单位是“焦耳”用符号“J”表示,或“千焦耳”用符号“kJ”表示。 1g 水温度升高或降低 1K 时吸收或放出的热量为 4.1868J ; 1kg 水,温度升高或降低 1K 时吸收或放出的热量

为 4.1868kJ。

三、比热容

比热容是用来衡量物质温度变化时,所吸收或放出的热量。即单位重量物质被加热温度增加 1K 所需加入的热量称为该物质的比热容。用符号“c”表示,单位是 J/(g·K)或 kJ/(kg·K)。

物质在温度变化时,所吸收或放出的热量用下式计算:

$$Q = V\rho \cdot c(t_2 - t_1) \times 0.2778 \tag{1-9}$$

式中 Q——加入或放出的热量(W·h);

V——容(体)积(m³);

t₁——物质的初始温度(K 或℃);

t₂——物质的终了温度(K 或℃);

ρ——物质密度(kg/m³);

0.2778——1kJ=0.2778W·h 由附录表-1 查得。

常用的几种物质比热见表 1-1。

常用物质比热容

表 1-1

物 质	比热容[J/(g·K)或 kJ/(kg·K)]	物 质	比热容[J/(g·K)或 kJ/(kg·K)]
水	4.1868	黄铜	0.3894
冰	2.0306	铜	0.3810
砖	0.8374	铅	0.1298
玻璃	0.8374	铁、钢	0.4605
铝	0.8792	空气	1.005(1.009) ^①

① 括号内为冬季数值。

四、显热与潜热

物体被加热或冷却时,只有温度的变化而没有状态的变化时,所得到(吸收)的热量或放出的热量称为显热。如 273K(0℃)的水,温度升至 373K(100℃)时,温度升高了 100K,但状态并没有变化,还是水,只是温度增加了。

使物体状态发生变化,而温度不变,所需要的热量称为潜热。如 373K 的水变为 373K 的蒸汽,或 273K 的水冻结成 273K 的冰,均为潜热。参见图 1-8 所示。

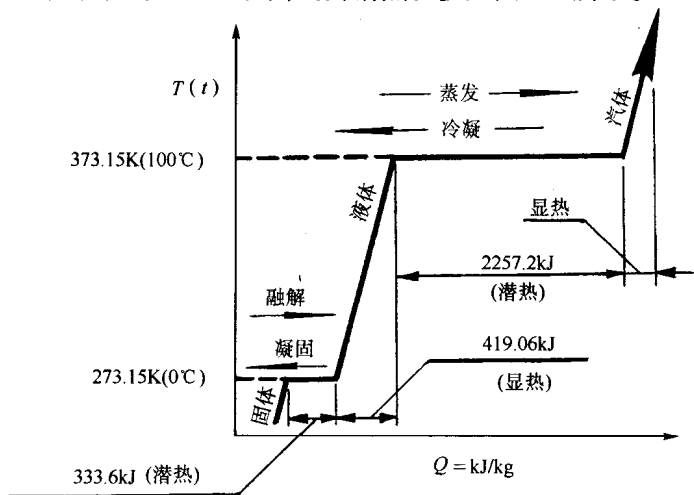


图 1-8 水的状态变化和热量变化

【例 1-10】

1. 有 1kg 水,由 273K(0℃)升温至 373K(100℃)。问吸收了多少 W·h 热量?
2. 有 2m³264K(-9℃)的冷空气,升温至 291K(18℃)。问吸收了多少 W·h 热量?
3. 有 1m³273K(0℃)的冰,融化成同温度的水。问吸收了多少 W·h 热量?
4. 有 1m³283K(10℃)的水,冻结成 270K(-3℃)的冰。问共放出了多少 W·h 热量?

【解】

1. 查表 1-1 水的比热容为 4.1868kJ/(kg·K),查表 10-1 水的密度 $\rho = 1000\text{kg/m}^3$,用公式(1-9)可得

$$\begin{aligned}Q &= V\rho \cdot c(t_2 - t_1) \times 0.2778 \\&= 0.001 \times 1000 \times 4.1868(373 - 273) \times 0.2778 \\&= 4.1868 \times 100 \times 0.2778 = 116.31\text{W}\cdot\text{h}\end{aligned}$$

2. 查表 1-1 空气的比热容 c 值为 1.009kJ/kg·K。

已知空气的密度为 1.34kg/m³。用公式(1-9)可得

$$\begin{aligned}Q &= V\rho \cdot c(t_2 - t_1) \times 0.2778 \\&= 2 \times 1.34 \times 1.009(291 - 264) \times 0.2778 \\&= 2.704 \times 27 \times 0.2778 \\&= 20.3\text{W}\cdot\text{h}\end{aligned}$$

3. 已知冰的密度 ρ 值为 920kg/m³,由图 1-8 查得冰的融解热为 333.6kJ/kg。将公式(1-9)改写成下式:

$$\begin{aligned}Q &= V\rho r \times 0.2778 \\Q &= 1 \times 920 \times 333.6 \times 0.2778 \\&= 85260\text{W}\cdot\text{h}\end{aligned}$$

式中 r ——冰的融解热。

4. 根据题意可分三步计算:

- (1) 由 283K(10℃)降至 273K(0℃)的水放出的显热;
- (2) 由 273K(0℃)的水冻结成同温度的冰所放出的潜热;
- (3) 273K(0℃)降至 270K(-3℃)的冰所放出的显热。

冰的融解热查图 1-8 为 333.6kJ,水的比热容和冰的比热容查表 1-1,分别为 4.1868kJ和 2.0306kJ。

用公式(1-9)可得:

$$\begin{aligned}(1) \quad Q &= V\rho \cdot c(t_2 - t_1) \times 0.2778 \\&= 1 \times 1000 \times 4.1868(283 - 273) \times 0.2778 \\&= 4186.8 \times 10 \times 0.2778 \\&= 11631\text{W}\cdot\text{h}\end{aligned}$$

(2) 用公式(1-9)改写成下式

$$\begin{aligned}Q &= V\rho r \cdot 0.2778 \\Q &= 1 \times 1000 \times 333.6 \times 0.2778 \\&= 92674\text{W}\cdot\text{h}\end{aligned}$$

(3) 用公式(1-9)可得:

$$\begin{aligned}
 Q &= V\rho \cdot c(t_2 - t_1) \times 0.2778 \\
 &= 1 \times 1000 \times 2.0306(273 - 270) \times 0.2778 \\
 &= 2030.6 \times 3 \times 0.2778 \\
 &= 1692.3 \text{W} \cdot \text{h}
 \end{aligned}$$

共计放出热量

$$\begin{aligned}
 Q &= 11631 + 92674 + 1692.3 \\
 &= 105997.3 \text{W} \cdot \text{h} = 105.9973 \approx 106 \text{kW} \cdot \text{h}
 \end{aligned}$$

第四节 管道安装应用计算

在施工中,经常要遇到有关角度、平方、平方根以及弧度等的计算。有时,某些实际难以量得很准确的尺寸,可以准确计算出来。通过计算,可在施工之前预先选择管路走向最佳安装方案,将一部分管道的安装尺寸标注到安装方案和技术交底的详图上。这不仅有利于提高安装质量和降低成本,有利于图纸的会审和施工方案的编制以及文明施工,还能提供较准确的材料计划。工人无须实量尺寸,可省工、省料,并提高质量。因此,作到建设单位和监理单位以及质检部门满意。

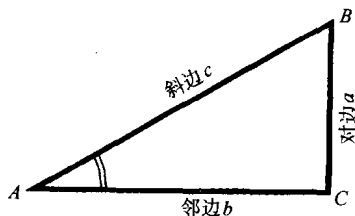
一、常用三角计算

(一) 角度计算公式

根据已知三角形的两个边或一个边与一个角度即可求出第三个(未知数)边或角度。表1-2是三角形的计算公式。

直角三角形边长和角度计算公式

表 1-2



1. $a = A$ 的对边
 $b = A$ 的邻边
 $c = A$ 的斜边
2. $A + B = 90^\circ$
 $a^2 + b^2 = c^2$
 $c^2 - a^2 = b^2$
 $c^2 - b^2 = a^2$
 这是商高定理也叫勾股弦定理
3. $\sqrt{1+1} = 1.414$
 $\frac{1}{\sqrt{1+1}} = 0.707$

已知边和角度	求未知边和角度的公式	
a 边及 b 边	(1) $c = \sqrt{a^2 + b^2}$	(2) $\text{tg} A = a/b$
a 边及 c 边	(3) $b = \sqrt{c^2 - a^2}$	(4) $\sin A = a/c$
b 边及 c 边	(5) $a = \sqrt{c^2 - b^2}$	(6) $\cos A = b/c$
a 边及 A 角	(7) $c = a/\sin A$	(8) $b = a \cdot \cot A$
a 边及 B 角	(9) $c = a/\cos B$	(10) $b = a \cdot \tan B$
b 边及 A 角	(11) $c = b/\cos A$	(12) $a = b \cdot \tan A$
b 边及 B 角	(13) $c = b/\sin B$	(14) $a = b \cdot \cot B$
c 边及 A 角	(15) $a = c \cdot \sin A$	(16) $b = c \cdot \cos A$
c 边及 B 角	(17) $a = c \cdot \cos B$	(18) $b = c \cdot \sin B$

(二) 角度的单位换算

在工作中常遇到角度运算,这就必须把角度中的“分”用符号(')表示,“秒”用符号(")表示,换算成小数,单位为度(°)。见下表。

分和秒转换成度

表 1-3

分(')	度(°)	分(')	度(°)	秒(")	度(°)	秒(")	度(°)
1	0.01666	31	0.51667	1	0.00028	31	0.00861
2	0.03334	32	0.53334	2	0.00057	32	0.00889
3	0.05000	33	0.55000	3	0.00083	33	0.00917
4	0.06667	34	0.56667	4	0.00111	34	0.00944
5	0.08334	35	0.58334	5	0.00139	35	0.00972
6	0.10000	36	0.60000	6	0.00167	36	0.01000
7	0.11667	37	0.61667	7	0.00194	37	0.01028
8	0.13334	38	0.63334	8	0.00222	38	0.01056
9	0.15000	39	0.65000	9	0.00250	39	0.01083
10	0.16667	40	0.66667	10	0.00278	40	0.01111
11	0.18334	41	0.68334	11	0.00306	41	0.01139
12	0.20000	42	0.69999	12	0.00333	42	0.01167
13	0.21667	43	0.71667	13	0.00361	43	0.01194
14	0.23334	44	0.73334	14	0.00389	44	0.01222
15	0.25000	45	0.75000	15	0.00417	45	0.01250
16	0.26667	46	0.76667	16	0.00444	46	0.01278
17	0.28334	47	0.78333	17	0.00472	47	0.01306
18	0.30000	48	0.80000	18	0.00500	48	0.01333
19	0.31667	49	0.81667	19	0.00528	49	0.01361
20	0.33334	50	0.83334	20	0.00556	50	0.01389
21	0.35000	51	0.85000	21	0.00583	51	0.01417
22	0.36667	52	0.86666	22	0.00611	52	0.01444
23	0.38334	53	0.88334	23	0.00639	53	0.01472
24	0.40000	54	0.90000	24	0.00667	54	0.01500
25	0.41667	55	0.91667	25	0.00691	55	0.01528
26	0.43334	56	0.93334	26	0.00722	56	0.01556
27	0.45000	57	0.95000	27	0.00750	57	0.01583
28	0.46667	58	0.96667	28	0.00778	58	0.01611
29	0.48334	59	0.98334	29	0.00806	59	0.01639
30	0.50000	60	1.00000	30	0.00833	60	0.01667

【例 1-11】 将以下角度的单位换算成度:

(1) $62^{\circ}24'$ (62.4 度)

(2) $12^{\circ}36''$ (0.21 度)

(3) $2 \times 31^{\circ}43'$ (63.433 度)

【解】 查表方法:在(1)中, 62° 无须换算,因为它是整数,去掉度的单位符号,在其右下角加小数点即可(由度的单位向右,两位数为—组,共计两组。本题只有一组。靠近度的一

组为第一组,单位为“分”最右边的一组为第二组,单位是“秒”)。由于第一组是“分”所以在表 1-3 中“分”的栏内查 24,在其同一行右侧度的栏内与之相对应的便是“24”的小数“0.4”度,至此,换算完毕。把查得的整数和小数相连写在一起,即 62.4 度。举一反三,其余两道题,(2)、(3)用上述同样方法即可查得。

【例 1-12】 查表 1-3 将以下的角度换算成度、分、秒的单位。

(1) 30.215 度(30°12′54″)

(2) 0.46 度(27′36″)

(3) 0.04 度(2′24″)

【解】 查表方法:在(1)中,小数点左侧的整数无须换算,只是将小数点去掉,在右上角加注度的符号(°)即可。小数 0.215 可由表 1-3 中“度”的栏内查找,但没有 0.215。因此,可分两步换算:①在“度”的栏内查“0.2”,在其左侧同一行“分”的栏内与其相对应的是“12”,即为“12′”,② $0.215 - 0.2 = 0.015$,再由“度”的栏内查找与 0.015 度相对应的是“54”即为“54″”。把整数 30 和与小数相应的“分”、“秒”相连写在一起,即=30°12′54″。举一反三,用上述同样方法查出(2)、(3)题。

【例 1-13】 已知家具盆出水口中心,(图 1-9 双点划线)距结构墙面为 240mm,排水托吊横管距结构墙面为 160mm。问:排水管的甩口应往侧面偏移多少毫米存水弯方能与家具盆的出水口对正,即在一个垂直线上。见图 1-9a 所示。

【解】 已知直存水弯宽度为 110mm,见图双点划线。由图 1-9b,用表 1-2 中的公式(3)得:

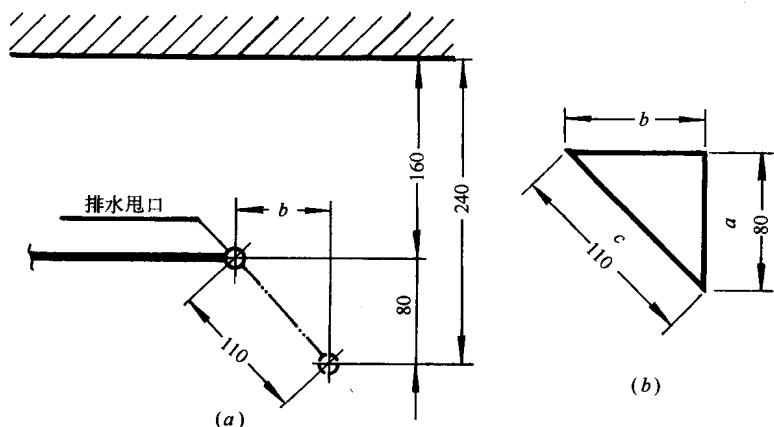


图 1-9 家具盆排水甩口尺寸

$$\begin{aligned}
 b &= \sqrt{c^2 - a^2} \\
 b &= \sqrt{110^2 - 80^2} \\
 &= \sqrt{5700} \\
 &= 75.49 \approx 75\text{mm}
 \end{aligned}$$

【例 1-14】 在图 1-10 中,坐标 oy 轴和 ox 轴间有一个 90° 圆弧 $\widehat{ab'c}$,在圆弧内有一个正方形 $adb'e$ 。其中 ob' 斜线为 1m,因为是正方形,所以斜线 ob' 与 od 和 oe 的夹角为 45° 。试求出 da 或 ec 的长度为多少米?