

中等专业学校教学用书

混凝土与建筑制品 热力设备

陕西省建筑工程学校編

(学校内部用书)



中国工业出版社



混凝土与建筑制品热力設備

陕西省建筑工程学校編

(学校內部用书)

中国工业出版社

本书簡明地叙述了水泥制品湿热处理的方法和設備、鍋炉及热力网。并且适当叙述了养护設備、鍋炉及热力网的計算。对于水蒸汽及傳热的基本理論作了必要的介紹。

本书可作为中等专业学校混凝土与建筑制品专业的教学用书。

混凝土与建筑制品热力設備

陕西省建筑工程学校編

*

中国工业出版社出版(北京佟麟閣路丙10号)

(北京市書刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印張 $5^{1/8}$ ·插頁2·字数107,000

1961年6月北京第一版·1961年6月北京第一次印刷

印数00001—833·定价(9-4)0.55元

統一书号: 15165·389(建·-28)

前 言

一、本书主要介绍目前我国普遍应用的混凝土蒸汽养护法。对于蒸汽养护的原料——水蒸汽的性质、产生、输送及应用作了必要的叙述。选题的面较窄，仅叙述了为蒸汽养护目的而设置的养护设备、锅炉及热力网。

二、本书按九十课时的计划编排。课堂讲授占65学时，现场教学占5学时，大型作业占20学时。各校可根据教学需要，灵活掌握各部分所占课时及讲授内容。大型作业题目可结合当时情况，以解决实际问题的目的，恰当选择。

三、“混凝土与建筑制品热力设备”无现成讲义可资参考，加以编者的水平有限，时间又十分仓促，所以本书定有很多不完善之处。例如内容的深度和广度，各章份量的安排等，还有待使用本书的同志们把发现的问题和改进意见寄给我们，以便再版时修改。

四、本书绪论部分和第一、二、三、四章由陈良生同志编写，第五、六章由臧秉昆同志编写。郭胜贵等同志参加了抄写和描图工作。

陕西省建筑工程学校

1961年4月19日西安

目 录

緒論	(6)
第一章 基本概念	(11)
第一节 热的运动理論	(11)
第二节 热与功的单位及其当量关系	(11)
第三节 热介质及其基本参数	(1)
第四节 空气的物理特性	(16)
第五节 水蒸汽	(29)
第二章 建筑制品的湿热处理設備	(41)
第一节 建筑制品湿热处理概述	(41)
第二节 常压养护室	(44)
第三节 純蒸汽无压养护	(60)
第四节 蒸压釜	(70)
第三章 热工計算	(73)
第一节 傳热的基本方式	(73)
第二节 导热	(73)
第三节 对流傳热	(76)
第四节 輻射傳热	(77)
第五节 单层及多层結構的热傳导	(80)
第六节 养护需热量	(83)
第七节 热負荷計算	(89)
第四章 鍋炉	(90)
第一节 鍋炉的种类及裝置設備	(90)
第二节 鍋炉裝置的基本特性及选择	(96)

第三节	燃料消耗量的计算, 燃料供应的堆栈	(100)
第四节	给水泵及锅炉水处理	(104)
第五节	蒸汽锅炉的运行	(107)
第六节	锅炉房	(110)
第五章	热力网	(112)
第一节	建筑制品厂的供汽系统及平面区划	(112)
第二节	蒸汽管道管径的确定	(113)
第三节	管路建筑	(119)
第四节	管道的保温	(136)
第五节	管道的设备和配件	(145)
第六节	热力网的运行	(162)
第七节	热力网的维修	(165)

緒 論

我国混凝土預制工业，是从1953年即第一个五年計劃初开始发展的，历史不长。但就在这短短的几年中，随着工农业建設的迅速发展，混凝土預制工业也和其他事业一样，获得了巨大的成就。

目前，全国建筑安装业已建立了永久、半永久和露天預制厂壹佰多个，生产了成百万立方米混凝土預制构件；鋼筋混凝土預制构件在全部鋼筋混凝土中占重要地位。

由于我們广泛地采用了鋼筋混凝土結構，因而节约了大量的鋼材。据統計，每平方米面积单层厂房的耗鋼量，解放初期用鋼結構平均为 107.5 公斤；現在改用鋼筋混凝土結構平均为 31.5 公斤，減少了 71%。

为了坚决貫徹党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫，在大量采用混凝土和鋼筋混凝土預制构件的同时，还应特別注意保証质量，降低成本，提高劳动生产率。

要保証混凝土及鋼筋混凝土的质量，保証制品供应和增加模板的周轉次数，就必须加速混凝土的硬化过程。

混凝土强度的提高，不但决定于水泥的活性和耗量，而且和拌和成型，特别是与硬化的条件有关。

溫度对混凝土凝固的影响很大。混凝土凝固在低溫下較迟緩，在高溫下較迅速，因此混凝土强度增加的快慢，随溫度高低的不同而不同。溫度高，强度增加的快，溫度低，强度增加的慢。

表 1、表 2 說明了各种混凝土强度与溫度的关系。混凝

土設計強度是指混凝土在 $+15^{\circ}\text{C}$ ，28天令期的強度。所以，表1、表2表示的強度百分比也是指混凝土在 15°C ，28天令期的強度。

表1 混凝土強度增長速度表（一）
（以溫度為 $+15^{\circ}\text{C}$ ，期齡為28天的強度為100）

水 泥 種 類	期齡 (天)	養 護 溫 度($^{\circ}\text{C}$)							
		1	5	10	15	20	25	30	35
普通水泥	2				25	30	35	40	45
	3	10	15	25	33	39	45	50	55
	5	20	28	38	50	55	60	65	70
	7	30	39	48	60	68	75	80	85
	10	38	49	60	72	80	85	89	92
	15	50	60	70	82	90	95	97	100
	28	65	80	90	100	105	110		
火山灰水泥或矿渣水泥	2				15	18	24	30	35
	3	6	8	13	21	25	32	42	50
	5	10	16	22	32	37	42	55	65
	7	16	24	30	42	46	54	67	80
	10	25	34	42	53	62	70	82	90
	15	36	45	55	70	78	85	92	100
	28	55	70	85	100	105	110	115	

由試驗知道，養護溫度在 $70-85^{\circ}\text{C}$ 之間時，強度的增長效果較大。

濕度對混凝土強度的加速上升和混凝土最終強度有很大影響。混凝土在濕潤的環境中凝固，能保證水泥的水化作用所需的水分，這樣就能保證混凝土的透水率小，不產生龜裂，並能增強混凝土的耐磨性。

現代的混凝土預制廠（不管是在露天生產或室內生產），

表 2 混凝土强度增长速度表 (二)

(以温度为 $+15^{\circ}\text{C}$, 期龄为28天的强度为100)

水 泥 种 类	加 热 时 期 (小时)																							
	8		12		18		24		36		48													
	养 护 温 度 (°C)																							
	70	80	60	70	80	50	60	70	80	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80	40	50	60	70	
普通水泥	30	35	35	40	45	35	45	50	55	35	45	50	55	65	45	55	60	70	75	55	60	70	80	
火山灰水泥	40	55	40	55	70	30	50	65	80	40	55	70	90	50	65	80	100	60	75	90				
矿渣水泥	35	35	40	50	35	45	53	60	30	45	55	65	75	42	60	70	80	90	55	70	80	90		

应用最广的是蒸汽室养护法, 以造成混凝土凝固时所需的温度和湿度条件。

纯蒸汽无压养护是苏联在混凝土预制方面的新成就。与普通常压蒸汽养护相比, 它具有许多优点: 能大大的缩短养护期, 显著地降低煤耗, 降低预制构件的成本, 同时制品的质量均匀。这种养护池的构造, 设备都很简单, 我们只要把目前的养护池加以简单的改进, 就可以改成这样的池子, 得到很好效益。因此, 大搞纯蒸汽养护, 在建筑业中是一项重要的任务。

除了蒸汽养护外, 还有很多使混凝土硬化的养护方法, 例如自然养护, 热风养护及热水养护等。

我国的土地是十分广阔的, 人民的智慧是无穷无尽的, 在加速混凝土硬化的养护方法上, 也体现了这一点。过去几年, 许多地区因地制宜, 因陋就简, 土洋结合, 创造了许多既适用、又经济的养护方法, 例如无锅炉蒸汽养护室、白灰、锯末及炉渣生石灰养护法、扩大混凝土蓄热法、炉筒暖棚

法、土洋热空气套法、冬季用露天暖坑法和火墙法。虽然各地創造的混凝土养护方法或多或少地存在一定缺点，还有待改进，但在鍋炉、管材、电源等比較缺乏的条件下，积极利用当地資源，創造土方法，改进混凝土施工（尤其是冬季施工），是十分必要的。

客觀事物永远不断地在向前发展着。目前看起来采用較广的普通蒸汽养护室，一定会被新的更好的方法逐步代替。而目前仅开始被我国所采用的，但却是发展中的純蒸汽无压养护設備和蒸压設備，也一定会得到广泛的发展。

應該指出，加速混凝土硬化更为經濟和有效的方法是在混凝土拌和料中加上各种化学快凝剂，今后在这方面将有很大前途。

本課程是一門专业技术課，它有自己的系統和实用价值，但它的内容主要是为混凝土与鋼筋混凝土构件制造工艺学及建筑制品工艺学服务的。因此，在学习本課程之前，学生应当具备流体力学和热学等方面的基本知識。

本課程包括下列主要内容：

1) 空气和水蒸汽的物理特性，研究它們的基本参数間的关系。

2) 混凝土与建筑制品湿热处理設備，研究各种制品既經濟、又有效的湿热处理設備。

3) 热工計算，研究傳热的基本理論和养护設備的热損失。

4) 鍋炉及热力网，研究保証养护設備需用的热介质的产生及輸送設備。

通过本課程的学习，可使学生获得空气、水蒸汽傳热学的基本理論知識，掌握养护設備鍋炉和热力网的簡單設計及

管理技能，并能运用这些知识和技能来配合混凝土建筑制品有关的工艺设计，解决实际生产中出现的热处理方面有关的问题。

第一章 基本概念

第一节 热的运动理論

最初，人們以为热是一种小到肉眼看不見的流体，叫做“热素”，当它由热物体流向冷物体时，就构成了傳热現象。当时尽管这种学說不能解釋摩擦取火的自然現象，但它差不多一直維持到十九世紀的中叶才被廢棄。俄罗斯的偉大学者M·B罗蒙諾索夫院士早在1744—1760年間，就首先否定了热素理論，断定热决不是一种特殊的、不生不灭的、无重量的，就是所謂热素的那种东西，而是物体內部分子和原子騷乱运动的結果；这种运动的剧烈程度就决定了物体的冷热程度，对外表现为溫度的高低。当热物体和冷物体接触时，或物体的一端被加热时，則运动較剧烈的分子之間的不斷碰撞，就影响了邻近的分子，因而表现为傳热的現象。

这就是現代所公认的热的运动理論，肯定热是运动的一种形式，也是能的一种形式。И·И波尔松諾夫院士在掌握了这种先进理論以后，就把它应用到实际中去，終于在1766年制造出了第一架实用的蒸汽机来，比英国瓦特早了二十年。摩擦使机械能轉化为热，而蒸汽机的成功說明了热也可以轉化为机械能，因此完成了“热”是“能”的轉化过程的辯証法。

第二节 热与功的单位及其当量关系

一、热的单位

工程上度量热的数量的单位是“大卡”或“千卡”；1千卡相当于1公斤純水在标准大气压力（760毫米水銀柱）

下，溫度从 19.5°C 升高到 20.5°C 所需要的热量。

实用时所謂 1 千卡热量，就是指加热 1 公斤水，使它的溫度升高 1°C 所需要的热量。

二、功的单位

在力学里，我們已經知道功的多少是用力的大小和沿着力的方向所行距离的乘积来表示的，度量的单位在工程上用“公斤米”。

实际上，不仅要知道功量的大小，重要的是要知道做功的快慢程度，即每单位時間內 做功的数量，这种量叫做功率。工程上度量功率的单位是“馬力”和“千瓦”。

$$1 \text{ 馬力} = 75 \text{ 公斤米} / \text{秒}$$

$$1 \text{ 千瓦} = 102 \text{ 公斤米} / \text{秒}$$

$$1 \text{ 千瓦} = 1.36 \text{ 馬力}$$

对于功率用馬力或瓦計算的机器在一定時間內所作出的功量，用公斤米表示时，数字太大，所以工程上常用“馬力小时”和“千瓦小时”作为較大的功量单位，1 馬力小时相当于以 1 馬力的功率連續工作 1 小时所做的功量，因此：

$$1 \text{ 馬力小时} = 75 \times 3,600 = 270,000 \text{ 公斤米}；$$

$$1 \text{ 千瓦小时} = 102 \times 3,600 = 367,000 \text{ 公斤米}。$$

三、功和热的当量

既然热和功都是能的一种形式，而能与能之間可以互变，但能的总量不变，那末 Q 千卡的热量轉变为 L 公斤米的功时，就应该具有一定的当量关系：

$$Q = AL$$

即每一单位的功相当于 A 单位的热。 A 叫做“功的热当量”，它的倒数叫做“热的功当量”，用附号 J 来代表。

无数次实验的結果都証明这种当量关系的存在，經過学

者們一系列的仔細觀測和慎密試驗，認為：1千卡熱能完全轉換成機械能時可以得到427公斤米的功；相反的，1公斤米的功完全轉變為熱能時可得到 $\frac{1}{427}$ 千卡熱量。

$$A = \frac{1}{427} \text{ 千卡/公斤米};$$

$$J = \frac{1}{A} = 427 \text{ 公斤米/千卡}。$$

馬力小時或千瓦小時相當熱量可以計算如下：

$$1 \text{ 馬力小時} = \frac{270000}{427} \text{ 千卡} = 632 \text{ 千卡};$$

$$1 \text{ 千瓦小時} = \frac{367200}{427} \text{ 千卡} = 860 \text{ 千卡}。$$

“熱和功要按照一定數量上的關係而彼此互換”就是熱力學第一定律的基本內容。熱力學第一定律的實質是熱和功之間的“能量不滅和互變定律”。

第三節 熱介質及其基本參數

熱能自一個物體傳遞給另一物體時，必須通過一種帶熱的媒介物來完成。這種媒介物就叫做“熱介質”，熱介質一般都是氣態物質。

說明介質所處狀態的特徵的數量叫做介質的狀態參數，在工程熱力學中，溫度、壓力和比容是三個基本狀態參數。

一、溫度

溫度表示介質的冷熱程度。根據分子運動學說可知，物體的溫度與組成物體的分子的直綫運動平均動能間有這樣的關係：

$$\frac{m\bar{v}^2}{2} = BT。$$

式中 $\frac{m\bar{v}^2}{2}$ —— 分子直綫运动的平均动能;

T —— 绝对温度;

B —— 比例常数。

因为不可能简单地直接度量分子直綫运动的平均动能, 所以为了测定物体的温度, 就必须利用一些直接与温度有关的物体的性质。例如利用物体受热膨胀, 遇冷收缩的性质就制成了度量温度的气体温度计和液体温度计。当然还有其他形式的温度计。

工程上都用摄氏温度 $t^{\circ}\text{C}$ 来计量, 但在热力学计算里要用“绝对温度”, 用 $T^{\circ}\text{K}$ 表示, 它们之间的关系是:

$$T = t + 273^{\circ}\text{K}$$

二、压力

物体每单位面积所受的力就叫做压力 (或称压强), 用 P 来表示。

根据分子运动学说, 可把气体的压力看作是气体分子撞击容器器壁的结果。

在工程上压力的度量单位是公斤/平方米。在物理学上常取 0°C 时北纬 45° 海平面处的大气压力为标准大气压力, 即:

$$\begin{aligned} 1 \text{ 标准大气压} &= 1.0332 \text{ 公斤/平方厘米} \\ &= 10,332 \text{ 公斤/平方米} \\ &= 10.332 \text{ 米水柱} \\ &= 10,332 \text{ 毫米水柱} \\ &= 760 \text{ 毫米水银柱。} \end{aligned}$$

在工程上为了計算方便起見，用公斤／平方厘米为压力单位，1工程大气压較1物理大气压小3.33%，即：

$$\begin{aligned}
 1 \text{ 工程大气压} &= 1 \text{ 公斤／平方厘米} \\
 &= 10,000 \text{ 公斤／平方米} \\
 &= 10 \text{ 米水柱} \\
 &= 10,000 \text{ 毫米水柱} \\
 &= 735.6 \text{ 毫米水銀柱。}
 \end{aligned}$$

压力有着三种表示方法，即絕對压力、表压力（剩余压力）和真空度（见图1-1）。

絕對压力：用作气体状态参数的压力叫做絕對压力。从絕對真空（气体分子速度等于零时）算起的压力的絕對数值（也即气体作用在容器壁上的真实压力）。

表压力：絕大多数度量压力的仪器不能指出絕對压力值而只能指出絕對压力和当时周圍大气压力的差值，这个差值就叫做剩余压力或表压力。表压力是表示压力比当时的大气压力高多少。鍋炉压力都以表压力表示。

真空度：比大气压力小的气体状态叫做真空状态。真空度表示压力比当时的大气压力低多少。因此，以表压力或真空度来表示压力时，必須附帶給出当时大气压力的数值，否則就毫无意义。

压力表示符号如下：

P_a ——絕對压力（公斤／平方厘米）；

P_u ——表压力（公斤／平方厘米）；

P_δ ——大气压力（公斤／平方厘米）。

$$\text{絕對压力}(P_a) = \text{表压力}(l_1) + \text{大气压力}(P_\delta) \quad (1-1)$$

$$\text{絕對压力}(P_a) = \text{大气压力}(P_\delta) - \text{真空度}(l_2) \quad (1-2)$$

三、比容

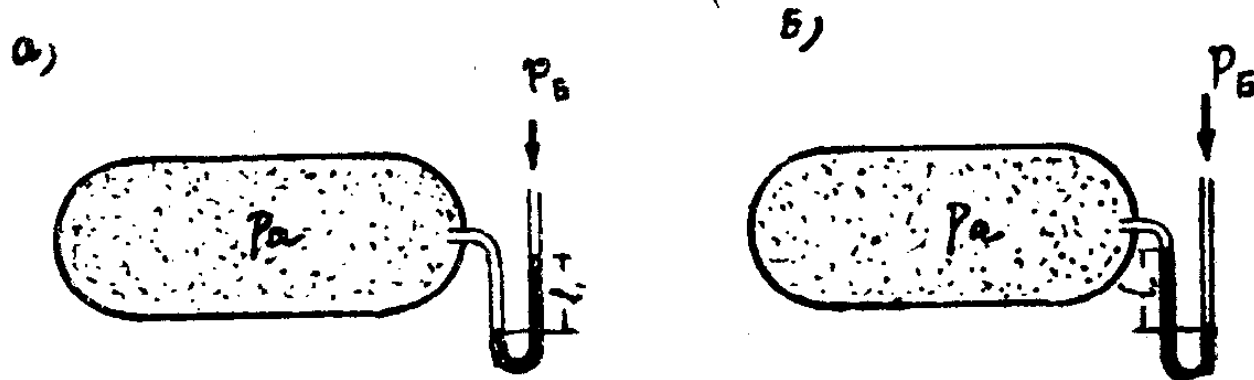


图 1-1 容器中气体压力的测定

a—当气体压力高于大气压力时；b—当气体压力低于大气压力时

比容是每单位重量介质所占有的容积，用 v 表示。如果介质的重量为 G 公斤，总的容积为 V 立方米，则其比容为：

$$v = \frac{V}{G} \text{ (立方米/公斤)} \quad (1-3)$$

比容的倒数，即每单位容积介质的重量，叫做容重或重度，用符号 γ 表示。

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{1}{v} \text{ (公斤/立方米)} \quad (1-4)$$

在标准状态下，也就是说在 0°C 及 760 毫米水银柱时，比容和容重用 v_0 和 γ_0 表示，这时它们用“标准立方米/公斤”和“公斤/标准立方米”来度量。

第四节 空气的物理特性

水泥制品往往采用热的潮湿空气来进行养护处理，以期加速制品的硬化。在很多生产部门，都采用空气干燥器（例如建筑材料厂）；还有很多生产车间为了满足生产工艺的要求，必须进行空气调节。

在空气中永远含有某些数量的水分，呈水蒸汽状态而存在于空气中。这种空气与水蒸汽的混合物称为湿空气。在任