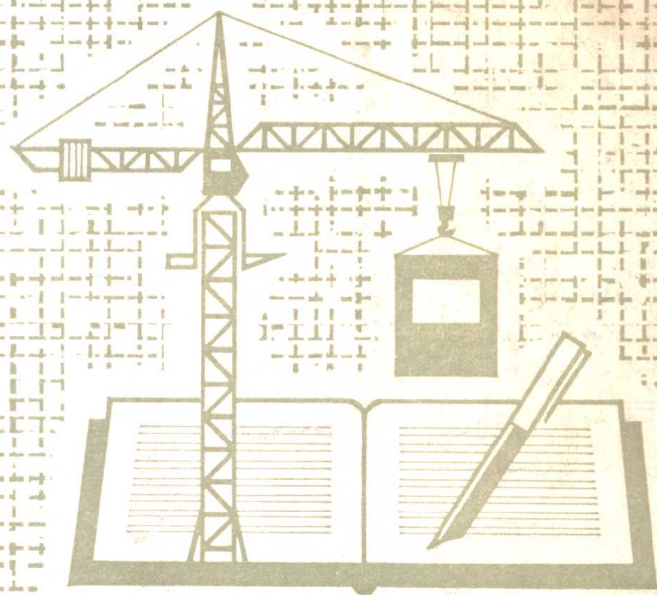


建筑安装技工学校试用教材

采暖工程

安装教材编写组



中国建筑工业出版社

8632
34

建筑安装技工学校试用教材

采 暖 工 程

安装教材编写组

中国建筑工业出版社

本书是根据1979年9月建筑安装技工学校安装教材编写会议拟定的《采暖工程教学大纲》，由原国家建工总局委托黑龙江省建工局组织编写的。

本书以热水采暖和蒸气采暖为主要内容，较详细地介绍了室内采暖系统的结构形式、工作原理和采暖设计的基本知识，着重讲述了采暖设备安装施工中的技术知识和操作工艺。也适当介绍了室外供热管道安装和辐射采暖、蒸气采暖系统的一般知识。文字力求通俗易懂，叙述简明扼要。

本书除作为建筑安装技工学校教学用书外，还可供安装中级技术培训和工人自学使用。

建筑安装技工学校试用教材

采 暖 工 程

安装教材编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷大华山印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：11 ³/₄ 字数：284 千字

1985年7月第一版 1985年7月第一次印刷

印数：1—41,100册 定价：1.50元

统一书号：15040·4791

前 言

《采暖工程》是建筑安装类技工学校管道安装工种（或水暖工）的一门专业课程，本书作为这门专业课的试用教材。

本教材共分八章，主要内容有：室内采暖系统的结构形式及工作原理；采暖设计的基本知识；着重介绍了采暖系统安装施工中的技术知识和操作工艺；对室外供热管道的安装也作了适当的介绍。书中介绍的采暖系统是热水采暖和蒸汽采暖系统，也简单介绍了辐射采暖、蒸汽喷射采暖系统的一般知识。

本教材由黑龙江省建工局郝桂兰工程师编写，陕西省建安技校薛振宇工程师审定。在教材的编写和审定过程中得到上海市工业设备安装公司技校王旭工程师、北京市建工局王永升工程师、黑龙江省建工局王忠祥工程师等大力帮助，在此深表感谢。由于编审者水平所限，书中难免有缺点和错误，恳祈采用本书的老师 and 读者批评指正。

建筑安装技工学校
安 装 教 材 编 写 组

1984年1月

目 录

绪论	1
第一章 采暖热负荷的计算	4
第一节 房屋围护结构的传热	4
第二节 房屋围护结构耗热量的计算	5
第三节 采暖热负荷计算例题	11
第四节 用建筑物热指标估算热负荷	14
第二章 散热器	16
第一节 散热器的种类和构造	16
第二节 散热器的布置	20
第三节 散热器的计算	21
第三章 热水采暖	26
第一节 热水输送热量的原理	26
第二节 热水采暖系统工作原理	26
第三节 热水采暖系统基本图式	30
第四节 热水采暖系统的管路布置	35
第五节 热水采暖系统的主要设备	40
第六节 热水采暖系统管道计算	44
第七节 高温水采暖简介	51
第八节 室内热水采暖系统与室外热网连接方式	53
第四章 蒸汽采暖	55
第一节 概述	55
第二节 低压蒸汽采暖系统	56
第三节 高压蒸汽采暖系统	60
第四节 蒸汽采暖系统的辅助设备	61
第五节 蒸汽采暖系统管道布置	70
第六节 低压蒸汽采暖系统管道计算	72
第七节 高压蒸汽采暖系统管道计算	77
第五章 其它采暖方式	79
第一节 辐射采暖	79
第二节 热风采暖	83
第三节 蒸汽喷射采暖	85
第四节 太阳能采暖	88
第六章 室内采暖系统安装	90
概述	90
第一节 采暖设计图纸的识读	91
第二节 采暖工程常用的材料	94

第三节	室内采暖管道支架安装	100
第四节	管道测线及预制加工	107
第五节	室内采暖管道安装	119
第六节	散热器安装	124
第七节	阀门试压拆检和安装	130
第八节	采暖系统的试压及验收	137
第七章	供热管道的敷设与安装	139
第一节	室外供热管道的敷设形式	139
第二节	室外供热管道安装要求	144
第三节	供热管道的支座	146
第四节	供热管道的伸缩器	151
第五节	供热管道的保温	157
第八章	采暖系统运行、调整及维护管理	163
第一节	采暖系统的运行	163
第二节	热水采暖系统运行调整	165
第三节	采暖系统运行中常见的故障及其排除	165
第四节	采暖系统运行管理	167
附表		168

绪 论

一、采暖的任务

人们正常生活和工作要求的环境温度是正十几度。但是在冬季，气温降低。尤其在我国北方各地，冬季气温经常在零度以下。虽然有房屋围护结构围挡，由于室内不断地向室外散失热量，使房间内气温也变得很低，人们感到寒冷，生活和工作均受到影响。因此，在冬季气温低的地区（称为采暖地区），房间内必须装设采暖设备，向房间供热，以维持舒适的室内温度。此外，有些生产工艺过程，也要求有一定的温度。温度低了无法生产，或者会严重影响产品质量，也要求采暖。所以说，采暖的任务是向房间供给热量，创造适宜的室内气温，使人们能在比较舒适的环境中生活和工作，或者同时满足生产工艺对空气温度的要求，以保证产品质量。

二、采暖技术的发展概况

采暖技术的发展，经历以下几个主要阶段：

（一）火炉采暖 最早人们利用炉灶，既用来做饭，也用来采暖。后来发展到利用专门的火炉、火墙、火炕等设施进行采暖。这种采暖分散在各个房间里，叫做局部采暖。火炉采暖设备构造简单，花钱不多，容易实现，所以一直沿用到现在。但是这种采暖产生的烟气和灰尘对室内外环境的污染比较严重，更不能满足生产工艺对温度较高的要求。

（二）集中采暖 从十九世纪开始，蒸汽机发明以后，锅炉制造业也发展起来，出现了以水蒸汽和热水为热媒的集中采暖。这种采暖方式逐渐发展，不断改进完善。现在新建的工业与民用建筑采暖工程设计中，一般都采用集中采暖。

集中采暖系统由热源、供热管道和建筑物内散热设备组成。与局部采暖不同的是，集中采暖的热源锅炉，集中向许多房间供热。锅炉房把水加热，变成热水或水蒸汽，借管道输送到建筑物内各个房间的散热设备中放热，加热室内空气，放热后的回水沿着回水管路流回锅炉房再送入锅炉加热，如此不断循环。

在采暖系统中，循环流动的水或水蒸汽是输送热能的媒介物，称为热媒，也叫带热体。目前大多采用水或水蒸汽作热媒。这是因为水的比热比其它流体大，水蒸汽的潜热量比其它流体大，这样可以用较少量的热媒输送较多的热能。

集中采暖系统可以较好地满足人们生活和生产对空气温度的要求。卫生条件好，减少了对环境的污染。要满足生活和生产对空气环境温度和湿度的更高要求，单靠采暖设备还是达不到的，必须设置空气调节通风设备才能达到。关于空调方面的知识有专门的书籍论述。

（三）区域供热 到了二十世纪，随着大工业的发展以及科学技术的进步，集中采暖的范围进一步扩大，出现了区域性的集中供热系统。这种系统是由一个大型的热源产生的水蒸汽或热水，通过区域性供热管网（称为热网），供给全区以至整个城市的许多建筑物生活和生产用热。

目前,区域供热系统主要有两种形式,一种是大型的区域锅炉房供热,另一种是热电厂供热。在热电厂里,锅炉生产的高压高温过热蒸汽,推动汽轮发电机组运转发出电力,经电网输出;同时汽轮机的部分中间抽汽(具有8~13大气压)供热,或者用蒸汽加热水,用高温水供热。

区域供热的热媒参数(压力、温度)比较高。为了充分利用其热能,目前高温水采暖,用高温水或蒸汽为热媒的辐射采暖发展很快。

区域供热有显著的优越性,不但燃料的利用率高,节省能源;而且进一步减少对环境的污染;机械化自动化程度也高,改善劳动条件,节省劳动力,等等。

(四)利用其它能源的供热 近几十年,许多国家研究利用太阳能、地热和原子能作为供热的热源,取得了重大的进展。

在工业技术突飞猛进的当今时代,电子技术应用于供热方面,使用程序控制装置,调节建筑物内采暖空调系统,使得系统工作随着天气温度的变化自动调节,更好地保证了室内温暖舒适的生活条件和合适的生产条件,同时节约了能源。

三、我国的采暖技术发展概况

在我国随着社会主义建设的发展,人民生活水平日益提高,在采暖地区普遍地采用了集中采暖方式,许多工业与民用建筑装设了采暖设备。我国第一座城市热电站——北京东郊热电站于1959年建成投入运行,以后其他许多城市的热电站区域供热系统相继建成。大型工业联合企业则建设自备热电站,例如地处我国北方的黑龙江省大庆市,兴建了几座自备热电站,利用油田气为燃料,发电供热,满足油田开发、炼油厂和石油化工厂的用电需要和生产、采暖的用热需要。

在采暖工程的设计和安装技术方面,我国也不断地采用新技术、新工艺。过去长期使用铸铁散热器,近几年来,已逐渐地选用各种钢串片散热器和扁管钢制散热器。辐射采暖、高温热水采暖、高层建筑采暖等正在发展和完善。我国的采暖技术正朝着现代化的目标前进。

四、采暖系统的基本分类

(一)按照作用范围的不同,分为局部采暖、集中采暖和区域采暖。

(二)按照热媒不同,主要分为热水采暖(简称水暖)和蒸汽采暖(简称汽暖)。

热水采暖的热媒是热水。供水温度为95℃的,称为低温热水采暖(温水采暖);供水温度高于100℃通常是110~150℃的,称为高温热水采暖。

蒸汽采暖的热媒是饱和水蒸汽。供汽压力在0.05~0.7表压力之间的称为低压蒸汽采暖;供汽压力高于0.7表压力通常是1~4表压力的,称为高压蒸汽采暖。

(三)按照散热器的散热方式不同,分为对流采暖和辐射采暖。主要以对流方式散热的称为对流采暖,一般片式散热器采暖都是对流采暖;以辐射方式为主的称为辐射采暖。

五、本课程的内容和学习要求

本课程主要讲述以下几方面的内容:集中采暖低温热水系统和蒸汽系统的结构及工作原理;系统各部件的构造和作用原理;集中采暖系统的安装程序、技术要求、技术知识和操作工艺知识;采暖系统设计的基础知识;简要介绍辐射采暖,高温热水采暖和蒸汽喷射采暖的原理和安装注意要点。室外供热系统管道的敷设与安装也设专门一章叙述。采暖系统的热源锅炉房,在专设的教材中介绍。

学习本课程最好备有《采暖与卫生工程施工及验收规范 GBJ242—82》和《管道工程施工及验收规范 金属管道篇》，《采暖通风国家标准图集》和《动力设施国家标准图集》中有关图册，以及室内采暖和室外供热管道工程施工图纸等资料。

学好本课程还必须在实习操作中认真学习，理论联系实际，掌握全面的技术知识。

第一章 采暖热负荷的计算

冬季，比较寒冷的地区，室外气温常常在摄氏零度以下。人们为了进行生产和生活，要求室内具有一定的温度（ $10\sim 26^{\circ}\text{C}$ 之间）。由于室内气温高于室外气温，热量就不断地由室内传向室外，同时经过门、窗的缝隙及经常通行的外门，会有冷空气侵入室内。如果室内没有采暖设备供给房间一定的热量，室内温度就会降低。室内装设了采暖设备，由采暖设备放出的热量能补偿房间损耗的热量（简称耗热量）维持室内一定的温度，这就是采暖的目的。

采暖房屋耗热量是采暖设计中最基本的依据，它的计算方法是建立在稳定传热基础之上的，即假设传热的一切因素都不随时间而变化。这种情况在自然界中是不存在的。房屋热损失过程是不稳定传热过程。因为室外的气象条件（温度、风速……）是千变万化的。但由于房屋耗热量的计算允许和实际情况有一定的误差，这样，就可以用稳定传热代替不稳定传热进行计算，既满足采暖要求，又可以大大的使计算简化。

第一节 房屋围护结构的传热

冬季由于室内外温度不同，产生了热量由室内传向室外的传热现象。如图1-1所示是厚度为 δ 的外墙，室内外空气温度分别为 t_n 和 t_w ，墙的内外表面温度分别为 τ_n 和 τ_w 。热量由室内通过围护结构传到室外，要经过三个基本传热过程：

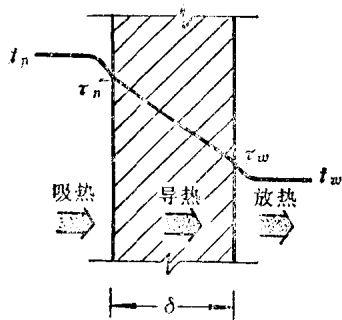


图 1-1 通过围护结构的传热过程

1. 表面吸热——围护结构内表面从室内空间接受热量的过程；
2. 结构导热——热量由围护结构的内表面传向外表面的过程；
3. 表面放热——围护结构外表面向室外空间散发热量的过程。

在大多数情况下，实际的传热过程都同时存在着两种或三种传热方式。例如，通过围护结构本身的导热过程，主要是靠导热，但一般建筑材料内部多少还有一些空隙。在空隙内，除存在导热现象外，同时还存在辐射和对流现象。围护结构表面的吸热和散热过程则是对流换热和辐射换热同时存在的综合过程。

房屋围护结构内、外表面的对流换热情况是不同的。在内表面上主要是由壁面与邻近空气间的温差引起的自然对流。在外表面不仅有温差的作用，而且还有风力作用而产生的强迫对流。

综上所述，围护结构的传热是很复杂的传热现象。它包括表面吸热、结构导热和表面放热三个基本过程。而这些过程又是由导热、对流和辐射三种基本传热方式组合而成的。

导热现象是指由于物体各部分直接接触的物质质点（分子、原子、自由电子）作热运

动而引起的热能传递过程。在固体、液体和气体中都能产生导热现象，但纯导热过程只出现在完全密实的固体中，对流现象只存在于液体和气体中。较热的液体或气体因体积膨胀容重减小而上升，冷的液体或气体就补充过来，形成分子的循环流动，热量就从高温的地方靠分子的相对位移传向低温的地方。应当指出，产生对流现象的同时，总是伴随有导热现象，这种既有对流又有导热的综合现象称为“对流换热”；辐射现象是一种靠电磁波来传递能量的过程，它与导热和对流有着本质的区别。

第二节 房屋围护结构耗热量的计算

一、房屋耗热的途径

房屋耗热量有以下三个方面：

1. 通过房屋围护结构的耗热量，就是在一定的传热条件下通过房屋各部分围护结构（门、窗、墙、地板、屋面）从室内传向室外的热量。以 Q_1 （千卡/小时）表示。
2. 冷风渗透耗热量，就是加热由于房屋的门、窗缝隙不密封而由室外渗入到室内的冷空气所消耗的热量。以 Q_2 （千卡/小时）表示。
3. 外门冷风侵入耗热量，冬季当外门开启时，在风力和热压的作用下，会有大量冷空气进入室内，把这部分冷空气从室外温度加热到室内温度所消耗的热量称为外门冷风侵入耗热量。以 Q_3 （千卡/小时）表示。

以上三方面耗热量之和就是房屋的总耗热量，也就是采暖热负荷，即：

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \text{ 千卡/小时}$$

二、房屋围护结构的基本耗热量

由传热学知道，通过围护结构的基本耗热量 q 可按下列式计算：

$$q = K \cdot F(t_n - t_w) \cdot a \text{ 千卡/时} \quad (1-1)$$

式中 K ——围护结构的传热系数，千卡/米²·时·°C；

F ——围护结构的面积，米²；

t_n ——室内计算温度，°C；

t_w ——室外计算温度，°C；

a ——围护结构温差修正系数。

整个房间的基本耗热量 Q_1 等于各个围护结构部分的基本耗热量 q 的总和：

$$Q_1 = \sum q = \sum K \cdot F(t_n - t_w) a \text{ 千卡/小时} \quad (1-2)$$

下面对计算公式中涉及的各项参数。逐项加以说明：

（一）围护结构的传热系数 K

围护结构传热系数 K 值是表示在围护结构单位面积上（1米²）两侧温差为1°C时围护结构传出的热量。其单位用千卡/米²·时·°C表示。

根据传热学的原理，多层均质材料组成的结构，其传热系数 K 值可用下列式计算：

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_w}} \text{ 千卡/米}^2 \cdot \text{时} \cdot \text{°C} \quad (1-3)$$

式中 R ——围护结构的热阻，与 K 值互为倒数，米²·时·°C/千卡；

α_n ——围护结构内表面的换热系数, 千卡/米²·时·°C, 可从附表1-1查取;

α_w ——围护结构外表面换热系数, 千卡/米²·时·°C, 可从附表1-1查取;

δ ——围护结构各层材料的厚度, 米;

λ ——围护结构各层材料的导热系数, 千卡/米·

时·°C, 可从附表1-2查取;

常用围护结构K值, 见附表1-3。

1. 门窗和墙的传热系数

常用的门窗和墙的传热系数一般不用计算, 直接查表取用。也可以用公式1-3计算。其计算方法与屋面传热系数计算方法相同。

2. 屋面传热系数

屋面传热系数计算方法见下面例题。

【例题 1-1】 屋面是天棚, 刨花板厚 $\delta_1=2.5$ 厘米;

防腐木屑厚 $\delta_2=10$ 厘米, 天棚构造见图 1-2 所示。求屋面传热系数K值。

【解】

根据公式1-3

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_w}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_w}}$$

从附表1-1查取: 天棚内表面换热系数 $\alpha_n=7.5$ 千卡/米²·时·°C; 天棚外表面换热系数 $\alpha_w=10$ 千卡/米²·时·°C。

从附表1-2查取: 刨花板的导热系数 $\lambda_1=0.071$ 千卡/米·时·°C; 防腐木屑导热系数 $\lambda_2=0.11$ 千卡/米·时·°C, 代入公式:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{7.5} + \frac{0.1}{0.11} + \frac{0.025}{0.071} + \frac{1}{10}} = 0.67 \text{ 千卡/米}^2 \cdot \text{时} \cdot ^\circ\text{C}$$

则此屋面传热系数 $K=0.67$ 千卡/米²·时·°C

3. 地板传热系数

当地板铺设在土壤上时, 传热系数不用公式计算, 按附表1-4和附表1-5查取。因为通过土壤传出的热量和土壤的厚度有关。地板的传热要根据地板和外墙的距离确定。距外墙近的地板传热系数大, 距外墙远的传热系数小。实际计算中, 取其平均值即可。

【例题 1-2】 试确定图1-3所示建筑中, 直接铺设在土壤上地板的传热系数。

【解】 (1) 101和105是双拐角房间。按虚线分成两个拐角房间, 然后以 7×10 (米) 查附表1-4得 $K=0.28$ 千卡/米²·时·°C。

(2) 102和103及 104 是有一面外墙的房间, 其净深为12米, 查附表1-5得 $K=0.15$ 千卡/米²·时·°C;

(3) 走廊也是有一面外墙的房间, 其净深 2 米, 查附表 1-5 得 $K=0.4$ 千卡/米²·时·°C。

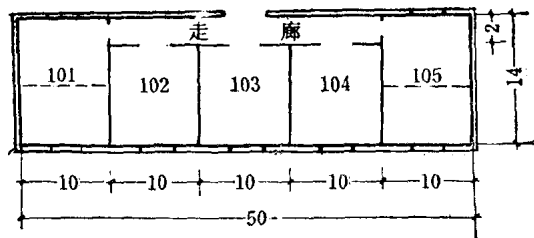


图 1-3 地板平面图

(二) 围护结构的传热面积 F

1. 门、窗和天窗的传热面积计算

门、窗和天窗的传热面积计算，应按图纸上的门、窗和天窗的洞口最小净尺寸决定。见图1-4所示， $a \times b$ 为窗的洞口尺寸。也是窗的传热面积。

2. 外墙的传热面积

计算外墙的传热面积时，必须有墙的高度和宽度方能进行计算。高度是从本层的地面算到上层的地面；宽度是沿外缘按内墙中线之间或内墙中线到外墙角之间计算。如图1-4中 h_1 、 h_2 和 h_3 分别为底层、中层和顶层外墙高度； l_5 和 l_4 分别为中间房屋和端头房屋外墙的宽度。

3. 地面和天棚的传热面积

计算地面和天棚的传热面积时，从外墙内表面算起，内墙从中心线算起。见图1-4中 m_1 、 m_2 、 n_1 和 n_2 。天棚面积和地面面积计算方法相同。

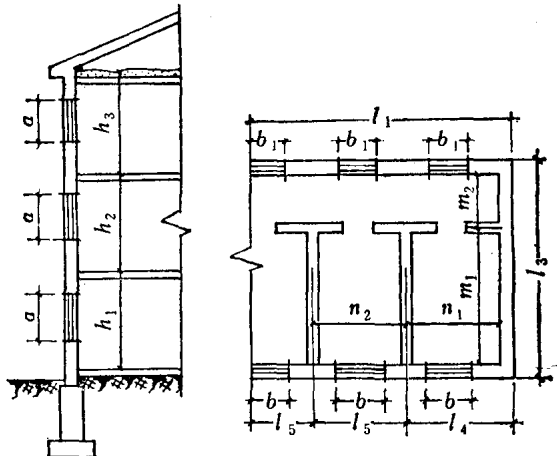


图 1-4 围护结构传热面积的丈量

(三) 室内计算温度 t_n

室内计算温度取决于建筑物的性质和用途。工业建筑应满足生产工艺提出的要求；民用建筑应按使用者的生活习惯和房间用途等因素综合考虑。由于室内空气经常流动，下部空气受热后上升至顶棚下面，再逐渐冷却并沿着外墙下降。因此，严格说来，房间各点温度并不相同，一般是上热下凉。而人们生活和工作地方常在地面上2米以内的空间里。因此规定距离地面2米的空气温度看作室内计算温度。工业建筑室内计算温度按《规范》中规定确定；民用建筑室内计算温度按《采暖通风设计手册》规定确定，见附表1-6。

(四) 采暖室外计算温度 t_w

在计算围护结构的基本耗热量时，我们假设了传热过程是在稳定状态下进行的，即围护结构的各种传热参数都不随时间而改变，其中室外计算温度也是采用某一固定数值。实际上，在整个采暖期中，室外空气温度是经常变化的。这样就出现了围护结构基本耗热量计算时，室外计算温度究竟采用多少的问题。室外计算温度采用过低会造成设备投资的浪费；如果采用值过高，则不能保证采暖的效果。目前，我国在《规范》中采用历年平均每年不保证五天的日平均温度为采暖室外计算温度，见附表1-7。

(五) 温差修正系数 a

在计算围护结构基本耗热量时，还常遇到围护结构不是直接与室外空气接触，而是与不采暖的房间或空间相毗邻，如贮藏间、地下室，闷顶等。而这些房间或空间又常有与室外相通的门窗。于是，公式 $q=K \cdot F(t_n - t_w)$ 中的 t_w 应是不采暖房间的温度。此温度计算困难，用 $(t_n - t_w) \cdot a$ 进行计算比较简便。 a 就是根据经验决定的温差修正系数。其数值列入表1-1。

采暖房间与相邻房间的温差大于 5°C 时，应该计算通过隔墙或楼板的传热量。当采暖房间与相邻房间的温差小于 5°C 时，其隔墙和楼板等传热量一般可忽略不计。

围护结构温差修正系数 α 值

表 1-1

序 号	围 护 结 构 特 征	α
1	与大气直接接触的外围护结构和地面	1.0
2	闷顶：无望板的瓦屋面、铁皮屋面、石棉瓦屋面	0.9
	有望板的瓦屋面、铁皮屋面、石棉瓦屋面	0.8
	有望板的屋面及防水卷材屋面	0.75
3	与不采暖房间相邻的隔墙：	
	不采暖房间有门窗与室外相通 不采暖房间无门窗与室外相通	0.7 0.4
4	不采暖地下室和半地下室的楼板(在室外地坪以上不超过 1 米)：	
	外墙上无窗 外墙上无窗	0.6 0.1
5	不采暖半地下室的楼板(在室外地坪以上超过 1 米)：	
	外墙上无窗 外墙上无窗	0.7 0.4
6	冷藏室上面的楼板	0.75

三、围护结构的附加耗热量

上面所述围护结构基本耗热量是在稳定传热条件下,按公式1-1计算的。围护结构向外传递热量的实际情况并不是在稳定的传热条件下进行的。而是受到气象条件和地理位置等各种因素的影响,这样就必须对建筑物围护结构基本耗热量进行修正。这些修正的耗热量称为围护结构附加耗热量。各部分围护结构的附加耗热量,一般按基本耗热量的百分率进行附加(或修正)。其中包括朝向修正耗热量、风力附加耗热量和高度附加耗热量。

(一) 朝向修正耗热量

朝向修正耗热量是考虑建筑物受太阳照射影响而对外围护结构传热损失的修正。外围

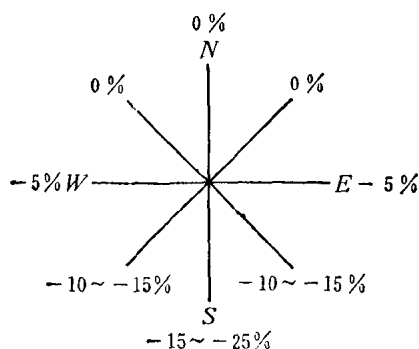


图 1-5 朝向修正百分率

护结构的朝向不同,受日照程度也不同。向阳面围护结构比较干燥,表面温度高些,这就使围护结构向外传递热量较少。因此,对于受到太阳照射的围护结构耗热量应当减少一些。

由于太阳照射的时间和强度随围护结构的朝向不同而异。所以修正的方法是按围护结构朝向不同采用不同的修正率。用 β_1 表示朝向修正率。不同朝向的修正率可按下图中数值选用,如图1-5。朝向修正耗热量是负值。

(二) 风力附加耗热量

风力附加耗热量是考虑室外风速变化对外围护结构传热耗热量的修正。

由于在计算围护结构基本耗热量时,是用对应于某个固定的室外风速下的传热系数 K 值。当室外风速大于选定的室外风速时,围护结构外表面换热系数 α_w 值将增大, K 值也增大,从而,围护结构的耗热量也将增大。

对于冬季室外平均风速 v_{pj} 小于3米/秒的地方,可以不考虑风力附加。对于 v_{pj} 大于3米/秒的地方,应对垂直的外围护结构如外墙、外窗、外门等进行风力附加。风力附加耗热量为其围护结构基本耗热量乘以风力附加率 β_2 。 β_2 按下列数值采取:

3米/秒 $<v_{pj}<5$ 米/秒	2%
$v_{pj}\geq 5$ 米/秒	5%

(三) 高度附加耗热量

高度附加耗热量是考虑房间高度对围护结构传热耗热量的影响而附加的耗热量。

当房间高度较大时,由于对流作用使热空气上升,房间上部的空气温度高于室内的计算温度。这样就使得房间上部围护结构实际耗热量比计算耗热量大。因此需要对房间围护结构的传热耗热量进行高度附加,其附加率用 β_3 表示。

房间净空高度在4米以下时,可以不考虑此项附加耗热量。当房间的高度大于4米时,每增高1米,应增加的耗热量为房间围护结构总耗热量(包括围护结构基本耗热量和附加耗热量)的2%。但总的修正值不超过15%。修正的百分数见表1-2。对于多层建筑物的楼梯间,不考虑高度附加。

房 间 高 度 修 正 百 分 数 表 1-2

房间高度(米)	5	6	7	8	9	10	11	≥ 12
附加百分数(%)	2	4	6	8	10	12	14	15

四、冷风渗透耗热量 Q_2

采暖房间的门、窗缝隙不密封,冷空气会通过门、窗缝隙渗入室内。把这渗入室内的冷空气从室外温度加热到室内温度,需要消耗热量。把这部分热量称为冷风渗透耗热量。

门窗缝隙宽度不一,风向和风速也不一。因此,由门、窗缝隙渗入的空气量很难准确地计算。有关设计手册建议按下式计算门窗缝隙冷风渗透耗热量 Q_2 ,

$$Q_2=0.24L\cdot l\cdot \gamma_w\cdot (t_n-t_w)\cdot m \text{ 千卡/小时} \tag{1-4}$$

式中 Q_2 ——加热经门、窗缝隙渗入室内的冷空气所需要的耗热量,千卡/时;

0.24——空气的平均比热,千卡/公斤 $\cdot^{\circ}\text{C}$;

L ——经每米长门、窗缝隙渗入室内的冷空气量,米³/时 $\cdot$ 米,按表1-3采用;

l ——门窗缝隙长度,米;

γ_w ——室外空气容重,公斤/米³,见表1-4;

t_n ——采暖室内计算温度, $^{\circ}\text{C}$;

民 用 建 筑 每 米 门、窗 缝 隙 渗 入 的 冷 空 气 量 L (米³/时 $\cdot$ 米) 表 1-3

风 速(米/秒)	1	2	3	4	5	6
单层木窗	1.0	2.5	3.5	5.0	6.5	8.0
单层钢窗	0.8	1.8	2.8	4.0	5.0	6.0
双层木窗	0.7	1.8	2.5	3.5	4.6	5.6
双层钢窗	0.6	1.3	2.0	2.8	3.5	4.2
门	2.0	5.0	7.0	10.0	13.0	16.0

t_w ——采暖室外计算温度, °C;
 m ——各朝向冷风渗入量修正系数, 见表1-5。

空气的容重 γ_w (公斤/米³) 表 1-4

温 度(°C)	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	- 5	0
容 重	1.502	1.462	1.427	1.396	1.368	1.342	1.317	1.293

各地区冷风渗入量修正值 m 表 1-5

地 区	北	东 北	东	东 南	南	西 南	西	西 北
齐 齐 哈 尔	0.90	0.40	0.10	0.15	0.35	0.40	0.70	1.00
哈 尔 滨	0.25	0.15	0.15	0.45	0.60	1.00	0.80	0.55
沈 阳	1.00	0.90	0.45	0.60	0.75	0.65	0.50	0.80
呼 和 浩 特	0.90	0.45	0.35	0.10	0.20	0.30	0.70	1.00
兰 州	0.75	1.00	0.95	0.50	0.25	0.25	0.35	0.45
银 川	1.00	0.80	0.45	0.35	0.30	0.25	0.30	0.65
西 安	0.85	1.00	0.70	0.35	0.65	0.75	0.50	0.30
北 京	1.00	0.45	0.20	0.10	0.20	0.15	0.25	0.85

门、窗缝隙的长度 l , 分别按各朝向所有可开启的门、窗缝隙丈量。但对于不同风向 l 值是不同的。所以在计算不同朝向的冷风渗透耗热量时, 必须引入一个修正系数 m , m 值是随门、窗的朝向不同, 当地不同风向的风速、气温等决定的。表1-5中是北京等几个城市的 m 值表。

对于有封窗习惯的地区, 可以不计算门、窗缝隙冷风渗透耗热量。

对于工业厂房影响冷风渗透量的因素太多, 精确计算几乎不可能。因此, 可以按表1-6进行概略的计算。

工业厂房冷风渗入耗热量占外围护结构总耗热量的百分数(%) 表 1-6

玻 璃 窗 性 质	建 筑 物 高 度 (米)		
	<4.5	4.5~10	>10
单 层	25	35	40
单、双层均有	20	30	35
双 层	15	25	30

五、外门开启冷风侵入耗热量 Q_3

外门, 是指专供人们出入的短时间开启的外门。在冬季外门开启时, 会有大量的冷空气侵入室内。把这部分冷空气从室外温度加热到室内温度所消耗的热量, 称为外门开启冷风侵入耗热量。建筑物越高 (或楼层数 n 越多) 造成的抽力越大, 由外门进入室内冷空气量也越多。外门开启进入室内的冷空气量与建筑物的性质、用途、外门有无门斗和建筑物的高度有关。

计算外门开启冷风侵入耗热量按外门的基本耗热量 Q_1 乘以下列百分数:

无门斗的双层外门	100n%
有门斗的双层外门	80n%
无门斗的单层外门	65n%
有门斗的单层外门	50n%
单层建筑生产厂房的门	200%

其中的 n 为楼层数。

对于开启频繁的外门，上列数值应乘以1.5。

第三节 采暖热负荷计算例题

计算建筑物采暖热负荷时，首先应该具备下列资料：建筑物平面图、分层平面图、立面图、剖面图，以及门窗构造图、屋顶构造图等；建筑物所在地区的气象条件、地理条件、周围环境等。下面举例说明建筑物采暖热负荷的计算方法和步骤。

【例题 1-3】 图1-6为哈尔滨市内一所民用建筑的平面图及剖面图。外墙：2砖厚内抹灰砖墙；南外窗：双层木框玻璃窗，尺寸（宽×高）1.4×1.6米，北外窗：双层木框玻璃窗，尺寸（宽×高）1.0×1.6米；外门：单层木门，尺寸（宽×高）0.9×2.0米；天棚：刨花板厚2.5厘米，防腐木屑厚10厘米；屋面：有望板的瓦屋面；地板：直接敷设在土壤上的不保温地板。试计算其中一个房间（101）的采暖热负荷。

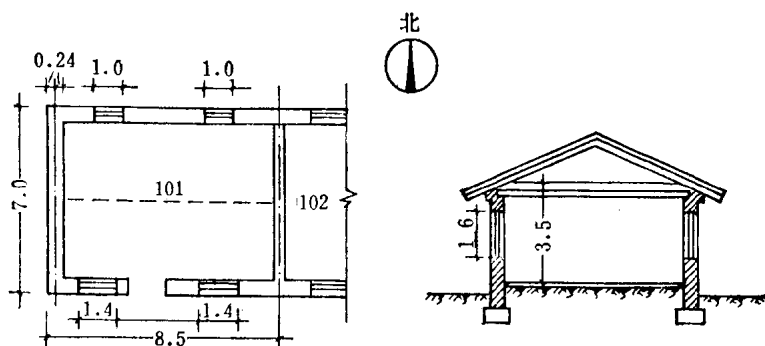


图 1-6 某建筑物平面图及剖面图

【解】 为了方便起见，采暖热负荷计算，一般采用列表方法进行。见表1-7。

计算步骤如下：

一、基本耗热量 Q_b 计算

1. 首先将采暖房间按顺序编号，如101、102等记入表1-7中第1栏内；再把采暖房间的名称如卧室、办公室或卫生间等，记入第2栏内。

2. 各围护结构的朝向及名称如北外墙、南外窗等，记入第3栏内；计算围护结构的传热面积，将尺寸（长×宽或宽×高）记入第4栏内，把面积计算结果记入第5栏内；

3. 确定围护结构的传热系数 K 值，查附表1-3。如2砖厚内表面抹灰的外墙， $K=1.09$ 千卡/米²·时·°C；单层木门， $K=4$ 千卡/米²·时·°C；天棚的 K 值，在例题1-1中算过为0.67千卡/米²·时·°C；地面的 K 值，查附表1-4为0.42千卡/米²·时。