



教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

# 采暖与供热管网系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 杜 渐

中国建筑工业出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

# 采暖与供热管网系统安装

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 杜 渐

主审 余 宁 高绍远

中国建筑工业出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

采暖与供热管网系统安装/杜渐主编;本教材编审委员会组织编写. —北京:中国建筑工业出版社,2006  
教育部职业教育与成人教育司推荐教材.中等职业教育技能型紧缺人才教学用书(建筑设备专业)  
ISBN 7-112-08603-5

I. 采... II. ①杜...②本... III. ①采暖-热力系统-建筑安装工程-专业学校-教材②供热管道:管网-建筑安装工程-专业学校-教材 IV. TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 061976 号

教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
中等职业教育技能型紧缺人才教学用书

**采暖与供热管网系统安装**

(建筑设备专业)

本教材编审委员会组织编写

主编 杜 渐

主审 余 宁 高绍远

\*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

\*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:9½ 字数:231千字

2006年7月第一版 2006年7月第一次印刷

印数:1—2500册 定价:14.00元

ISBN 7-112-08603-5

(15267)

**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)

本社网址:<http://www.cabp.com.cn>

网上书店:<http://www.china-building.com.cn>

本教材是根据“中等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”编写的，也是教学指导委员会推荐教材。

本教材共9个单元，主要内容有：采暖工程的基本概念，热水采暖系统，散热器和系统附属设备，其他形式的采暖系统，供热管网工程，供热系统施工图，管道支架与吊架，采暖管道的试压、冲洗和验收，系统调节、运行与维护管理等。

本教材可作为中职建筑设备、供热通风与空调等专业的教材。

\* \* \*

责任编辑：齐庆梅

责任设计：董建平

责任校对：张树梅

## 本教材编审委员会名单

主任：汤万龙

副主任：杜 渐 张建成

委员：（按拼音排序）

陈光德	范松康	范维浩	高绍远	侯晓云	李静彬
李 莲	梁嘉强	刘复欣	刘 君	邱海霞	孙志杰
康学华	王根虎	王光遐	王林根	王志伟	文桂萍
邢国清	邢玉林	薛树平	杨其富	余 宁	张 清
张毅敏	张忠旭				

## 出版说明

为深入贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》精神，2004年10月，教育部、建设部联合印发了《关于实施职业院校建设行业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》，确定在建筑（市政）施工、建筑装饰、建筑设备和建筑智能化四个专业领域实施中等职业学校技能型紧缺人才培养培训工程，全国有94所中等职业学校、702个主要合作企业被列为示范性培养培训基地，通过构建校企合作培养培训人才的机制，优化教学与实训过程，探索新的办学模式。这项培养培训工程的实施，充分体现了教育部、建设部大力推进职业教育改革和发展的办学理念，有利于职业学校从建设行业人才市场的实际需要出发，以素质为基础，以能力为本位，以就业为导向，加快培养建设行业一线迫切需要的技能型人才。

为配合技能型紧缺人才培养培训工程的实施，满足教学急需，中国建筑工业出版社在跟踪“中等职业教育建设行业技能型紧缺人才培养培训指导方案”（以下简称“方案”）的编审过程中，广泛征求有关专家对配套教材建设的意见，并与方案起草人以及建设部中等职业学校专业指导委员会共同组织编写了中等职业教育建筑（市政）施工、建筑装饰、建筑设备、建筑智能化四个专业的技能型紧缺人才教学用书。

在组织编写过程中我们始终坚持优质、适用的原则。首先强调编审人员的工程背景，在组织编审力量时不仅要求学校的编写人员要有工程经历，而且为每本教材选定的两位审稿专家中有一位来自企业，从而使得教材内容更为符合职业教育的要求。编写内容是按照“方案”要求，弱化理论阐述，重点介绍工程一线所需要的知识和技能，内容精炼，符合建筑行业标准及职业技能的要求。同时采用项目教学法的编写形式，强化实训内容，以提高学生的技能水平。

我们希望这四个专业的教学用书对有关院校实施技能型紧缺人才的培养具有一定的指导作用。同时，也希望各校在使用本套书的过程中，有何意见及建议及时反馈给我们，联系方式：中国建筑工业出版社教材中心（E-mail: jiaocai@cabp.com.cn）。

中国建筑工业出版社  
2006年6月

## 前 言

“采暖与供热管网系统安装”是建筑设备工程技术专业的主要课程之一。本书主要介绍室内采暖系统和室外供热管网的工作原理、敷设、安装、验收与调试等要求。

本教材是根据教育部和建设部共同制定的技能型紧缺人才培养培训指导方案，为中等职业技术学校建筑设备专业编写的。本教材打破过去系统教学的框框，把过去的“供热工程”和“施工工艺”两门课程结合起来，以供热工程施工的工艺为主线，突出技能，减少了繁琐的计算和选型，更适用于现在的中职学生，也可以作为技术工人的进修辅导书。由于我国经济的发展和全球一体化进程，国内的科学技术及生产工艺与世界先进技术水平接轨的速度越来越快，所以引进了部分国外的教学内容，以供参考和选择使用。在教学中，教师可不按教材的顺序讲课，应该采用行动导向教学法，理论教学与实训教学结合起来。

本教材由南京职业教育中心杜渐主编，负责编写了单元1、2、3、4、7、8、9，山东城建学校的刘永哲编写了单元5、6，参加编写的还有河南建筑工程学校王东萍、南京职业教育中心的袁发崇和田华等。本教材由江苏广播电视大学建筑工程学院的余宁和山东城市建设学校高绍远主审。

在编写本书过程中，得到中国建筑工业出版社有关人员和全国中等职业技术学校“供热与通风空调”专业指导委员会的大力支持，在这里表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥和错误，恳请读者批评指正。

# 目 录

绪论	1
单元 1 采暖工程的基本概念	3
课题 1 采暖期与采暖系统的分类	3
课题 2 采暖系统的热负荷	5
复习思考题	15
单元 2 热水采暖系统	16
课题 1 自然循环热水采暖系统	16
课题 2 机械循环热水采暖系统	19
课题 3 高温水采暖系统	24
课题 4 热水采暖系统的管路布置、敷设与安装工艺	25
复习思考题	34
单元 3 采暖散热器和热水采暖系统附属设备	35
课题 1 采暖散热器	35
课题 2 热水采暖系统的附属设备与附件	47
复习思考题	58
单元 4 其他形式的采暖系统	59
课题 1 低压蒸汽采暖系统	59
课题 2 辐射采暖与热风采暖	65
课题 3 低温热水采暖系统	71
复习思考题	80
单元 5 供热管网工程	82
课题 1 供热管网系统	82
课题 2 管道的热膨胀及补偿器	85
课题 3 供热管网系统的安装	92
复习思考题	97
单元 6 供热系统施工图	98
课题 1 概述	98
课题 2 室内采暖系统施工图的识读	101
课题 3 室外供热管网施工图的识读	106
复习思考题	109
单元 7 管道支架与吊架	110
课题 1 管道的活动支架	110
课题 2 固定支架	111



复习思考题·····	117
<b>单元 8 室内采暖管道的试压、冲洗和供热工程的验收</b> ·····	<b>118</b>
课题 1 室内采暖管道的试压和冲洗·····	118
课题 2 室内采暖系统验收标准·····	121
课题 3 供热管网的验收·····	123
复习思考题·····	128
<b>单元 9 供热系统的调节、运行与维护管理</b> ·····	<b>129</b>
课题 1 供热系统调节技术的基本概念·····	129
课题 2 采暖系统的试运行与初调节·····	132
课题 3 采暖系统的运行调节·····	134
课题 4 采暖系统的故障及其排除·····	136
课题 5 供热管网的试运行·····	141
复习思考题·····	142
<b>参考文献</b> ·····	<b>143</b>

# 绪 论

## 0.1 供热系统的研究对象和内容

在我们学习“采暖与供热管网系统安装”这门课之前，应该首先了解我们学习的对象和内容。

直接使用或消耗热能的系统及用热单位称为热用户，热用户主要是指采暖系统、空调系统、生活与生产热水供应系统。空调系统与热水系统在本专业的其他课程里讲授。在冬季，人们用一定的方式向房间补充热量，以维持热平衡来保证日常生活、工作和生产活动所需要的环境温度，称为采暖。本课程是研究热能供应的一门综合性的应用技术课程。它主要研究以下两个问题：

### (1) 采暖系统安装

侧重探讨采暖系统的形式、组成，设备的构造与工作原理，管路布置与敷设安装要求，以及运行调节与维护管理的基本知识。

### (2) 供热管网系统安装

侧重探讨供热管网系统的形式组成；管道布置；供热管网系统安装、调试及验收。

## 0.2 供热的发展概况

随着科学技术的发展与人们生活水平的提高，采暖技术有了长足的进步。发展的重点主要有两个：节能和新能源的开辟。例如在德国，大力发展低温水采暖，采用了许多节能的调节方式。按照新的法规，德国新开工的建筑耗热量必须不大于  $25\text{W}/\text{m}^2$ （以前为  $50\text{W}/\text{m}^2$ ），对于建筑物、设备和管道等的保温和采暖系统的设计要求非常苛刻。现在，人类对太阳能、地热能等能源的研究也取得了很多的成果，将太阳能、地热能等能源与普通锅炉设备结合起来使用，既节约了能源，又减少了污染。在发达国家，已有大量的建筑物采暖系统利用这种模式。

过去，我国的生产力水平较低，采暖技术也较落后，国家规定只允许在黄河与秦岭以北采用区域供热和集中供热。现在采暖的地域已逐步向南扩展到淮安、蚌埠、川西一线，无锡、常州、南京、芜湖一线也可设采暖建筑。越来越多的建筑小区和私人住宅已经开始设计和安装采暖系统。随着人民生活水平的提高，采暖系统的应用会越来越普及，对采暖技术的要求越来越高。目前，我国的供热状况是原始采暖与现代化的集中供热并存，大、中、小型集中供热系统被普遍地使用。就采暖技术看，我国与发达国家相比，还有不少差距，特别是在调节技术方面才起步。我国地域辽阔，各地的特点与发展也不同，所以各地必须根据自己的实际情况，借鉴与引进发达国家和发达地区的先进技术，认真地解决好节

能与环境保护，尽快地缩小我国与发达国家的采暖技术水平的差距。

“采暖与供热管网系统安装”是“建筑设备技术专业”的一门主要专业课，它在“流体力学与热工学”等课程的基础上，解决采暖系统所涉及的实际问题。因此，要求学生在学习本课程前应具有较扎实的专业基础知识，同时注意与其他课程的联系。

“采暖与供热管网系统安装”是一门实践性与应用性很强的专业课程，在教学中要注重多看、多实践，尽可能多地安排学生在学校的车间实训与工地的实习；坚持理论联系实际的原则，结合现行的有关规范、规程及科技新成果进行学习，以便收到良好的学习效果。在教学中尽可能采用课题式教学法，使学生以课题为中心，培养自学、计划、准备、检查、分析、独立工作及与人合作的能力。

# 单元 1 采暖工程的基本概念

**知识点：**采暖期，采暖系统的分类，采暖系统的基本组成，热负荷。

**教学目标：**识别采暖系统的分类，了解采暖期，了解采暖热负荷的概念与热负荷估算的方法。

## 课题 1 采暖期与采暖系统的分类

### 1.1 采暖期与热媒

从事供热工程的安装、调试与维护，必须首先了解供热工程的一些基本概念。从开始采暖到结束采暖的期间称为采暖期。《采暖通风与空气调节设计规范》规定，设计计算用采暖天数，应按累年日平均温度稳定低于或等于采暖室外临界温度的总日数确定，这两个温度的概念是：

(1) 采暖室外临界温度：根据规范有两个标准，一般民用建筑和生产厂房、辅助建筑物规定为  $5^{\circ}\text{C}$ ；中高级民用建筑规定为  $8^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 日平均温度稳定低于或等于采暖室外临界温度的含义：是在采暖期内任何一组连续 5 天的室外平均温度，均低于或等于采暖室外临界温度。

各地的采暖期天数及起止日期，可以从室外气象参数中查到。我国地域辽阔，各地采暖期长短不一；各个单位与私人的经济条件与要求也不一样，也可以根据自己的情况来确定。采暖期天数及采暖期平均温度是选择供热方案、计算采暖建筑物的能量消耗、选择主要设备时进行技术经济分析比较的重要参数。

(3) 热媒（又称带热体）：用以传递热量的媒介物质。采暖系统中常用的热媒是热水和蒸汽。

### 1.2 采暖的分类

(1) 按采暖的范围分

1) 局部采暖系统：热源、管道与散热器连成整体而不能分离的采暖系统，仅用于一个房间，如火墙、电油汀、电暖风机、燃气红外辐射器等。

2) 独立采暖系统：仅为一户或几户住宅而设置的采暖系统。

3) 集中采暖系统：采用锅炉或水加热器对水集中加热，通过管道向一幢或数幢房屋供应热能的采暖系统。

4) 区域采暖系统：以集中供热的热网作为热源，用以满足一个建筑群或一个区域需要的采暖系统。它的供热规模比集中采暖要大得多，在我国北方一些城市的采暖系统就是利用热电厂或区域锅炉供热的。

## (2) 按热媒分

1) 热水采暖系统：以热水作为采暖系统的热媒。它是利用水的温差散热（即显热）的性质供热。一般认为，供水温度高于 $100^{\circ}\text{C}$ 的水称为高温水；温度在 $65\sim 95^{\circ}\text{C}$ 之间的水称为中温水；温度低于 $65^{\circ}\text{C}$ 的水称为低温水。

水在管道中输送比较方便，压力调节比较容易；水的比热和密度较大，能以较小的流量输送较大的热量；在采暖系统冷却排空时，将水排放到下水道中不会造成污染；在中、小型采暖系统中一般都采用中温水或低温水，散热器表面温度较低，比较符合卫生要求，在输送过程中热损失较小，散热均匀，无忽热忽冷现象。但是，水的静压大，在流动中有较大的能量损失，需消耗较多的电能。

2) 蒸汽采暖系统：以水蒸气作为采暖系统的热媒。它是利用蒸汽的温差散热（即显热）和蒸汽冷凝成凝结水的散热（即潜热）的性质供热的。在压力低于或等于 $70\text{kPa}$ ，但高于当地大气压力的蒸汽采暖称为低压蒸汽采暖；在压力高于 $70\text{kPa}$ 的蒸汽采暖称为高压蒸汽采暖，在工作压力低于当地大气压力的蒸汽采暖称为真空采暖。

蒸汽的汽化潜热很大，输送相同的热量所需的流量比热水小；蒸汽温度高，所需散热器的面积就小；蒸汽密度小，流速大，热惰性小，加热与冷却迅速。但是，蒸汽在输送过程中热损失较大，能耗高；跑冒滴漏较严重，需经常维修，运行管理费高；管道与散热器表面温度高，易烫伤，卫生条件不好。

3) 热风采暖系统：以热空气作为采暖系统的热媒，即把空气加热到适当的温度（一般为 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ ），直接送入房间来满足采暖的要求。根据需求和实际情况，可设独立的热风采暖系统或与通风和空调结合的系统。

空气的密度小，比热与导热系数很小，加热和冷却迅速，卫生条件好；但是空气的比容大，输送的管道截面积比较大。

热媒的选择应根据当地的气候特点、建筑物的用途、热源情况和单位的经济条件等，进行技术经济的分析比较来确定。从中、小型采暖系统来看，以中温水和低温水作为热媒最好；区域供热以高温水作为热媒为好。

## 1.3 采暖系统的基本形式

### (1) 采暖系统的基本组成

采暖系统由热源、管网和热用户组成（图 1-1）。

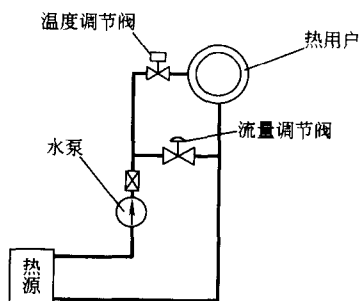


图 1-1 采暖系统的组成

1) 热源：是生产或制备热能的设备。这部分内容在“冷热源”课程中介绍。

2) 管网：是输送热能的管道设备。

3) 热用户：是消耗或使用热能的设备，例如散热器等。

### (2) 独立供热与集中供热的特点

根据热源和供热规模的大小，使用最多的供热形式主要是独立采暖与集中采暖两种，它们的特点分别是：

1) 独立供热：以小型锅炉房为热源，向一户或数户供热的方式。一般说来，这种供热系统基本没有室外部分，热源就在同一建筑物内，输

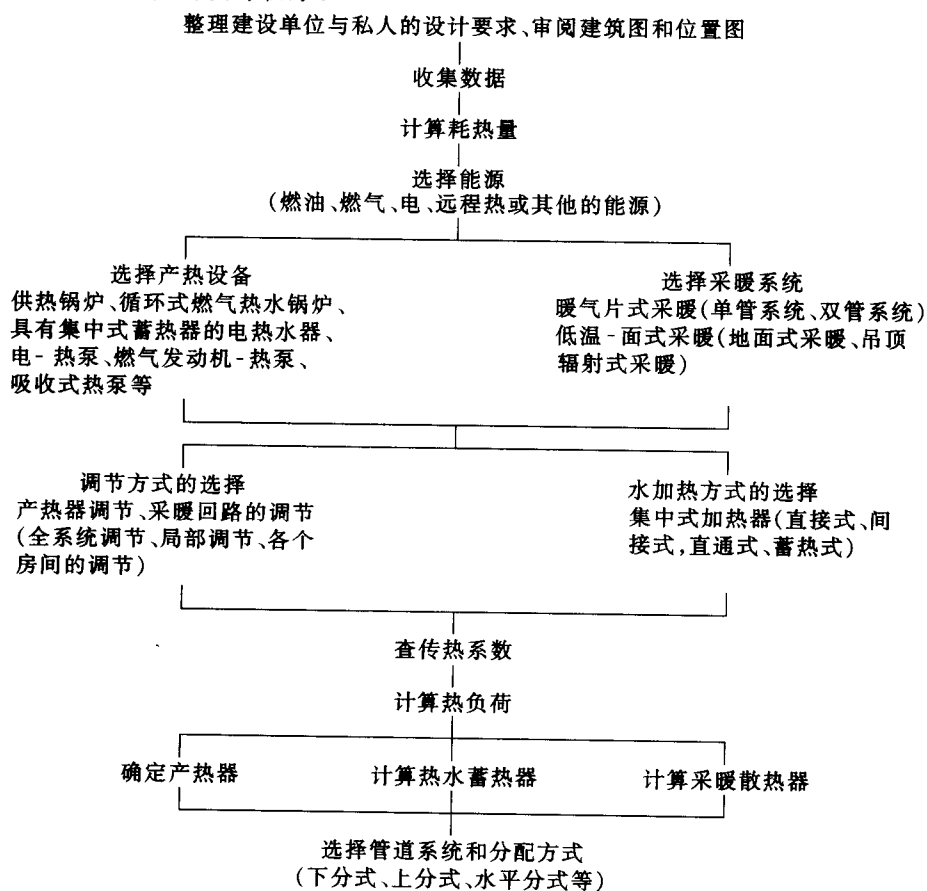
送热能的距离很短，供热范围小，管网热损失小；投资较小；不受其他用户的限制，可以根据自己的要求，甚至在建筑物落成后进行设计、安装，建设周期短。小型锅炉对燃料的要求较高，锅炉房离热用户近，卫生条件相对较差，运行费用较高。

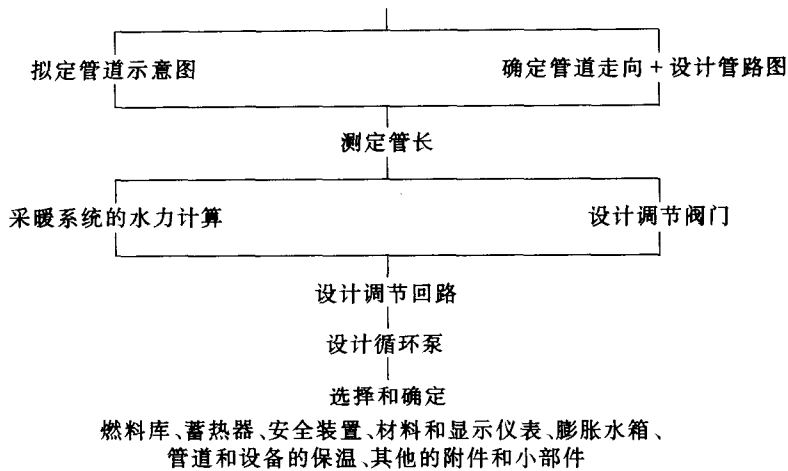
2) 集中供热：以锅炉为热源向一幢或数幢建筑物供热的方式。这种供热方式的热效率高，取代了大量的小型锅炉房，燃烧比较充分，对燃料的要求较低，改善了环境卫生条件，减少了对空气的污染；机械化与自动化程度高，可以结合利用工艺中的余热或其他热源，可以提高供热质量和社会经济效益。由于锅炉房离热用户较远，管网的热损失较大；初期投资较高，建设周期较长；对不同的热用户进行耗热量的计量统计比较麻烦。

## 课题2 采暖系统的热负荷

### 2.1 采暖系统的设计程序

在设计和安装系统时，必须考虑众多的法律、规定和行政机关的规章制度。对此还有许多标准规范、技术规定和原则。如果违反了这些条款，就会受到法律的追究和起诉，并且为此付出沉重的代价。出于这个理由，我们必须学习这些规则和规范，并熟练地运用它们。下面是采暖系统的设计程序：





## 2.2 影响人体舒适性的因素

人体依靠内部器官的作用维持均衡的体温（约  $37^{\circ}\text{C}$ ），具有很精确的工作温度。就好像强制式热水采暖，依靠血液的循环来供应身体各个部分的热量。通过营养成分与吸入氧气的缓慢的组合燃烧来产生所需要的热量。人在活动的时候会或多或少地产生热量，并向周围散发这些热量。当热平衡满足：产生的热 = 放出的热，人体就感到舒适了。散热应该向各个方向均匀地进行，如果一侧吸收了太多的热量（冷面），或者一侧妨碍了散热，人体就感觉不舒适。

除了衣着和活动外，还有四个因素影响人体的散热：

- 围护结构的面的温度
- 房间的空气温度
- 空气的运动或者空气的速度
- 湿度

人对热的敏感性是不一样的，因人而异。它还与昼夜和季节的变化、人的年龄和健康状况及一些物理因素有关系，甚至在与别人生气时也会干扰对热的敏感性。这儿还可以举一个心理因素的影响例子，在一个企业有个暗厕，它的进风是来自有采暖的大厅。使用者抱怨说，厕所太冷了；后来，在厕所里安装了一个与隐藏式管道连接的散热器模型后，抱怨者没有意见了。

房间的空气温度，窗户、墙、楼板等表面的温度，空气的湿度和空气的运动综合影响对热的敏感性。根据专业文献，房间的围护结构的表面温度占人对热的敏感性的影响在  $43\% \sim 63\%$  之间。要产生均匀的舒适性，围护结构的表面温度越低，房间的空气就得越热。

## 2.3 确定热负荷的基本原理

在冬天，采暖房间通过墙、门、窗、屋顶、地面等围护结构不断地向室外散失热量，所以采暖的实质就是利用房间获得的热量补偿热损失。要维持室内一定的温度，就必须使房间获得的热量与散失的热量达到平衡。

### (1) 采暖热负荷

采暖热负荷是指在采暖季节，为了维持室内所要求的温度，在单位时间内由散热设备提供的热量。在采暖室外计算温度下的采暖热负荷称为采暖设计热负荷。

(2) 房屋的耗热量

主要有以下三个方面：

1) 通过房屋围护结构的耗热量：在一定的传热条件下，通过房屋各部分的围护结构（墙、门、窗、楼板、屋面、地面）从室内传向室外的热量。

2) 冷风渗透耗热量：加热由于房屋的门、窗缝隙不密封而从室外渗入到室内的冷空气所消耗的热量。

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。

(3) 房屋围护结构的耗热量计算

房屋围护结构的耗热量包括基本耗热量与附加耗热量两部分。

1) 基本耗热量：是指在稳定传热条件下，由室内外温度差而造成、通过房屋围护结构的传热量。

传热的基本形式有导热、对流和热辐射。在围护结构上的传热过程中，这三种传热形式都存在。如图 1-2 中的外墙示例，因为冬季室内空气温度  $t_n$  高于室外空气温度  $t_w$ ，产生了一个由室内通过外墙向室外传热的过程。这个过程可分为墙内表面吸热  $Q_1$ 、墙体导热  $Q_2$  和墙外表面放热  $Q_3$  三个阶段。在稳定传热时（即室内外空气温度及墙体各点温度不随时间而变化），温度变化曲线为  $t_n - t_{nb} - t_{wb} - t_w$ ，三个阶段的传热量应该相等， $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$ ，则围护结构基本耗热量可按下式计算：

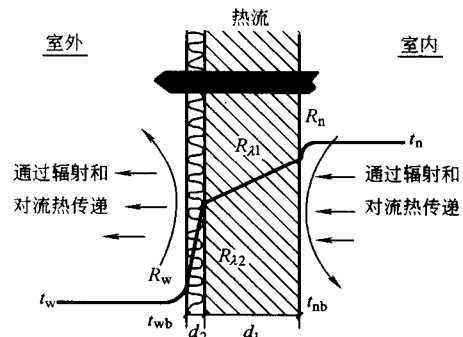


图 1-2 外墙的传热过程

$$Q = K \cdot F \cdot (t_n - t_{wn}) \cdot \alpha \quad (1-1)$$

- 式中  $Q$ ——围护结构基本耗热量，W；
- $K$ ——围护结构的传热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ ；
- $F$ ——围护结构的传热面积， $m^2$ ；
- $t_n$ ——冬季室内计算温度， $^{\circ}C$ ；
- $t_{wn}$ ——冬季围护结构室外计算温度， $^{\circ}C$ ；
- $\alpha$ ——围护结构温差修正系数（表 1-1）。

一个房间的基本耗热量应该是各个围护结构部分基本耗热量之和。

室内采暖计算温度  $t_n$  相当于人体对热的敏感温度  $t_{mg}$ ，这个温度是不可以直接测量的。在我国，一般指距地面 1.5~2m 高度范围内的空气平均温度。这是人们日常生活区域或从事生产工作区域的温度，也是人们活动和呼吸区域的温度。在冬天，客厅的舒适范围在  $t_{mg} = 19 \sim 23^{\circ}C$ 。一般民用建筑的主要房间，室内采暖计算温度为  $16 \sim 20^{\circ}C$ 。当一个围护面的内表面温度较低（例如窗户）时，就必须提高室内空气温度。室内计算温度应根据



温差修正系数  $\alpha$  值

表 1-1

序号	围护结构及其所处情况	$\alpha$
1	外墙、屋顶、地面以及与室外相通的楼板等	1.00
2	闷顶及与室外空气相通的非采暖地下室上面的楼板	0.90
3	与有外门窗的非采暖楼梯间相邻的隔墙(1~6层建筑)	0.60
	与有外门窗的非采暖楼梯间相邻的隔墙(7~30层建筑)	0.50
4	非采暖地下室上面的楼板,当外墙上无窗户时	0.75
	非采暖地下室上面的楼板,当外墙上无窗户且位于室外地坪以上时	0.60
	非采暖地下室上面的楼板,当外墙上无窗户且位于室外地坪以下时	0.40
5	与有外门窗的非采暖房间相邻的隔墙	0.70
	与无外门窗的非采暖房间相邻的隔墙	0.40
6	与有采暖管道的设备层相邻的楼板	0.30
	与无采暖管道的设备层相邻的楼板	0.40
7	伸缩缝墙、沉降缝墙	0.30
	防震缝墙	0.70

据建筑物的各个房间的用途而定；对于工业厂房及辅助建筑物，其工作地点的温度应执行我国现行的《工业企业设计卫生标准》。对设置集中采暖的生产厂房，辅助建筑物及公共建筑物，在非生产或非工作时间，设值班采暖时，室内温度应按 15℃ 计算。

对于层高大于 4m 的生产厂房，在计算围护结构耗热量时应采用不同的室内温度，即：

地面：采用工作地点的温度；

墙、门和窗：采用室内平均温度；

屋顶、天窗：采用屋顶下的温度；计算公式如下：

$$t_d = t_g + \Delta t(H - 2) \quad (1-2)$$

式中  $t_d$ ——屋顶下的温度，℃；

$t_g$ ——工作地点的温度，℃；

$\Delta t$ ——温度梯度，℃/m；一般为 0.3~1.5℃/m；

$H$ ——屋顶距地面的高度，m。

室内平均温度为工作地点与屋顶下的温度的平均值。

采暖室外计算温度  $t_{wn}$  是指在计算耗热量时所采用的室外温度值，它应采用历年平均每年不保证 5 天、通过统计气象资料确定的日平均温度。

当由多层均质材料组成时，按下式计算：

$$K = \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_w}} \quad (1-3)$$

式中  $K$ ——外墙或屋顶的传热系数，W/(m<sup>2</sup>·K)；

$R$ ——外墙或屋顶的总传热热阻，m<sup>2</sup>·K/W；

$\alpha_n$ ——围护结构内表面换热系数，W/(m<sup>2</sup>·K)；

$\alpha_w$ ——围护结构外表面换热系数，W/(m<sup>2</sup>·K)；

$\delta_i$ ——各层材料的厚度，m；

$\lambda_i$ ——各层材料的导热系数，W/(m·K)。

$\alpha_n$  与  $\alpha_w$  见表 1-2 和表 1-3。