

# 建筑保温材料性能 及其表征方法

孙诗兵 等编著



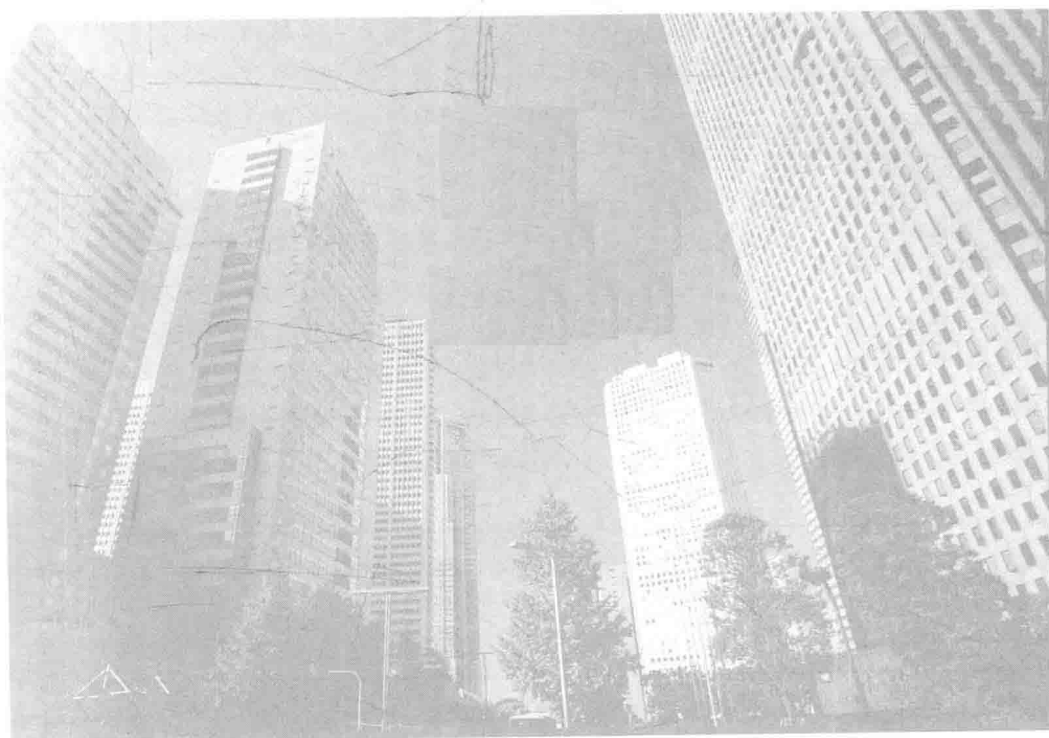
**Properties and Characterizations of  
Building Thermal Insulation Materials**



化学工业出版社

# 建筑保温材料性能 及其表征方法

孙诗兵 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

建筑保温材料是应用于建筑围护结构起保温节能作用的一类材料。本书首先阐述了保温工程对保温系统性能要求及其表征方法,进而说明对保温材料性能要求,阐明保温工程、保温系统(保温构造)、保温材料三者之间的关系及其所构成的标准化体系;然后从构造安全性、防火安全性、耐久性、热工性能等方面,分别阐述保温材料性能表征的内容、物理意义和工程意义、测试方法、影响因素等;最后分别描述了有机保温材料和无机保温材料的生产方法、具体的性能指标、性能特点等。

本书供建筑保温材料制造、保温系统生产开发等技术人员使用,同时适用于检测、设计、工程监理、监管等相关技术人员使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑保温材料性能及其表征方法/孙诗兵等编著. —北京:化学工业出版社, 2017.2  
ISBN 978-7-122-28802-8

I. ①建… II. ①孙… III. ①建筑材料-保温材料-研究 IV. ①TU55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 321396 号

责任编辑:高宁 仇志刚  
责任校对:宋玮

装帧设计:刘丽华



出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 装:高教社(天津)印务有限公司  
710mm×1000mm 1/16 印张11½ 字数222千字 2017年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

二十世纪末我国强制施行了建筑节能。建筑保温是建筑节能的主要组成部分，为我国的节能减排和可持续发展做出了重要贡献。随着低能耗建筑、被动房等节能技术的深度发展，对保温材料提出了更新和更高的要求。

保温材料是建筑节能基础性关键材料。保温材料通过配套材料和一定的保温构造施工于建筑外围护结构之上，形成保温工程。安全性能、耐久性能、保温性能和施工性能是保温工程对保温材料的核心要求，也是建筑用保温材料区别于其他用途的显著特征。

保温材料及其建筑保温工程综合了建材和建工两个行业，其性能涉及材料学、力学、建筑热工、建筑物理和火灾科学等多个学科。材料与工程相融合是建筑保温的重要特点和趋势。全书阐明了从材料到工程的性能要求内在联系，架起了保温材料和保温工程之间的桥梁，便于保温建材和建工两个行业之间的交流与沟通，引导保温材料和保温构造的适应性开发。

工程化和标准化是材料和工程的共同目标，该书从工程化出发，从理论和工程应用实践分析了保温性能与工程化的关系，清晰了复杂的标准体系的内在联系。

该书介绍了常用建筑保温材料的制造方法和生产工艺，有利于了解和熟悉不同保温材料性能特点，针对性地应用不同类型保温材料。

全书深入浅出、内容丰富、数据翔实、信息量大，既有基础理论，又融入表征方法的研究成果；既有系统的性能表征方法阐述，又融入了实际案例分析，相信对建筑保温材料生产与开发、保温构造设计与开发有所裨益，对建筑工程、检测评价、行业监管的相关人员有所帮助。

中国建筑节能协会

楊西偉

2017年2月

置于大气环境中的保温系统,具有保温性能、耐候性、抗风荷载性、抗冻融循环性能、防火安全、抗冲击性、水蒸气透过性等诸多要求。保温材料需要满足保温构造的性能要求,并在保温工程中体现这些要求。因此赋予了保温材料众多的性能要求,并通过一系列标准方法对这些性能进行表征,形成一个涉及多学科的复杂标准群。

本书力求深入浅出地阐明保温材料性能及其表征方法,并围绕三条主线展开。

(1) 保温构造和保温工程要求之下的:为什么表征这些性能(表征目的)、表征的作用(物理及工程意义)、怎样表征(表征方法)、性能及其影响因素。

(2) 性能表征的标准化试验方法的基本原理、方法和设备,影响性能测试的因素,并尽可能地说明国内外标准的关联性,便于在工程和学术上与国际接轨。

(3) 贯穿保温材料、保温系统、工程设计、工程施工与验收的生产与使用全过程的性能要求与表征,及其相互关联关系,并通过工程构造和案例加以诠释。

本书适用于建筑保温材料生产与开发,保温系统开发,保温工程设计、施工、监理,以及与上述工作相关的检测、监管等人员使用。

本书由北京工业大学孙诗兵统筹策划,并参与全部章节的撰写和统稿工作。本书撰写邀请了北京工业大学、沈阳建筑大学从事建筑节能材料研究的科技人员,结合其科研成果与工程实践经验,精心编著而成。沈阳建筑大学刘军参与第1章编写工作;沈阳建筑大学徐长伟参与第2章和第3章部分编写工作;北京工业大学田英良参与第5章编写工作。研究生樊继业、聂光临、郭现龙、万成龙、邵艳丽参与了实验研究、编写和资料收集工作。本书得到北京工业大学生态建材研究室崔素萍、兰明章、王子明等同事的大力支持,在此表示感谢。

由于本书涉及的面广,加之笔者的水平有限,不妥之处敬请读者批评指正。

著者

2016年12月于北京工业大学

## 第1章 绪论

001

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1.1 建筑保温系统与建筑保温工程 .....      | 001 |
| 1.1.1 建筑围护结构保温 .....         | 001 |
| 1.1.2 建筑保温系统 .....           | 003 |
| 1.1.3 建筑保温工程 .....           | 005 |
| 1.2 外保温工程的基本要求 .....         | 009 |
| 1.2.1 结构安全性 .....            | 009 |
| 1.2.2 防火安全性 .....            | 010 |
| 1.2.3 耐久性 .....              | 011 |
| 1.2.4 保温功能性 .....            | 012 |
| 1.3 从工程到材料的性能控制过程 .....      | 013 |
| 1.3.1 从工程到材料的性能控制过程 .....    | 013 |
| 1.3.2 从材料到工程的标准化体系 .....     | 016 |
| 1.3.3 保温系统材料的性能表征 .....      | 017 |
| 1.4 建筑保温材料的分类 .....          | 019 |
| 1.4.1 按照有机物和无机物分类 .....      | 019 |
| 1.4.2 按照材料的形态分类 .....        | 019 |
| 1.4.3 按照材料的使用部位分类 .....      | 020 |
| 1.5 我国建筑保温材料的发展 .....        | 020 |
| 1.5.1 基本发展历程 .....           | 020 |
| 1.5.2 提高保温效能的发展思考 .....      | 022 |
| 1.5.3 无机、有机保温材料发展重点的思考 ..... | 025 |
| 1.5.4 保温材料产业结构调整的发展思考 .....  | 027 |
| 1.6 我国外墙外保温系统的发展 .....       | 027 |
| 1.6.1 基本发展历程 .....           | 027 |
| 1.6.2 薄抹灰外墙外保温系统 .....       | 028 |
| 1.6.3 保温装饰一体化外墙外保温系统 .....   | 029 |
| 1.6.4 装配式外墙外保温系统 .....       | 030 |
| 1.6.5 构件式外墙外保温系统 .....       | 031 |

|            |     |
|------------|-----|
| 参考文献 ..... | 032 |
|------------|-----|

## 第2章 建筑外墙外保温系统性能

033

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 2.1 引言 .....                  | 033 |
| 2.2 抗风荷载性能 .....              | 034 |
| 2.2.1 抗风荷载性能表征意义 .....        | 034 |
| 2.2.2 抗风荷载性能试验方法 .....        | 036 |
| 2.2.3 抗风荷载性能与系统材料的关系 .....    | 037 |
| 2.3 耐候性 .....                 | 038 |
| 2.3.1 耐候性表征意义 .....           | 038 |
| 2.3.2 耐候性试验方法 .....           | 039 |
| 2.3.3 耐候性试验与系统材料性能的关系 .....   | 041 |
| 2.4 系统吸水量 .....               | 042 |
| 2.4.1 吸水量表征意义 .....           | 042 |
| 2.4.2 吸水量试验方法 .....           | 042 |
| 2.4.3 吸水量与材料性能和构造微结构的关系 ..... | 043 |
| 2.5 抗冲击性 .....                | 044 |
| 2.5.1 抗冲击性表征意义 .....          | 044 |
| 2.5.2 抗冲击性试验方法 .....          | 044 |
| 2.5.3 抗冲击性与保温材料性能的关系 .....    | 045 |
| 2.6 耐冻融性能 .....               | 046 |
| 2.7 水蒸气渗透性能 .....             | 047 |
| 参考文献 .....                    | 049 |

## 第3章 保温材料物理性能表征

050

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 3.1 密度 .....               | 050 |
| 3.2 垂直于板面方向的抗拉强度 .....     | 052 |
| 3.3 抗压强度与软化系数 .....        | 054 |
| 3.3.1 抗压强度表征意义 .....       | 054 |
| 3.3.2 硬质无机保温材料抗压强度测试 ..... | 055 |
| 3.3.3 烘干试样抗压强度测试 .....     | 056 |
| 3.3.4 软化系数 .....           | 057 |
| 3.4 压缩强度、抗折强度和压剪粘结强度 ..... | 057 |
| 3.4.1 压缩强度 .....           | 057 |
| 3.4.2 抗折强度 .....           | 060 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 3.4.3 压剪粘结强度 .....             | 061 |
| 3.5 憎水性 .....                  | 062 |
| 3.5.1 表征意义 .....               | 062 |
| 3.5.2 憎水性与排水的关系 .....          | 063 |
| 3.5.3 测试方法 .....               | 064 |
| 3.5.4 影响憎水性的因素 .....           | 065 |
| 3.6 吸水率 .....                  | 066 |
| 3.7 吸水量 .....                  | 067 |
| 3.7.1 测试方法 .....               | 067 |
| 3.7.2 憎水性、毛细现象与部分浸入吸水量关系 ..... | 069 |
| 3.7.3 影响吸水量测试的因素 .....         | 070 |
| 3.7.4 吸水量的工程意义 .....           | 071 |
| 3.8 尺寸稳定性 .....                | 072 |
| 3.8.1 表征意义 .....               | 072 |
| 3.8.2 测试方法 .....               | 073 |
| 3.8.3 陈化、养护对尺寸稳定性的影响 .....     | 074 |
| 3.9 水蒸气透过性 .....               | 075 |
| 参考文献 .....                     | 078 |

## 第4章 建筑热工与保温材料的热工性能

079

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 4.1 围护结构基本传热方式 .....        | 079 |
| 4.1.1 导热 .....              | 080 |
| 4.1.2 对流与表面对流换热 .....       | 081 |
| 4.1.3 辐射 .....              | 083 |
| 4.2 影响保温材料导热系数的因素 .....     | 085 |
| 4.2.1 导热系数测试方法 .....        | 085 |
| 4.2.2 导热系数与密度的关系 .....      | 087 |
| 4.2.3 各向异性制品的导热系数 .....     | 089 |
| 4.2.4 导热系数与温度的关系 .....      | 090 |
| 4.2.5 导热系数与含湿量的关系 .....     | 091 |
| 4.3 传热系数及其计算 .....          | 091 |
| 4.3.1 一维稳态传热与传热系数 .....     | 091 |
| 4.3.2 导热系数修正系数 .....        | 095 |
| 4.3.3 建筑围护结构传热系数的计算 .....   | 097 |
| 4.3.4 传热系数的测试 .....         | 103 |
| 4.4 建筑采暖节能率与建筑保温节能的关系 ..... | 104 |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 4.4.1 采暖耗煤量指标 .....     | 104 |
| 4.4.2 建筑物耗热量指标 .....    | 105 |
| 4.4.3 外围护结构的温差传热量 ..... | 106 |
| 4.4.4 建筑节能标准 .....      | 107 |
| 参考文献 .....              | 110 |

## 第5章 无机保温材料

111

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 5.1 岩棉与矿渣棉 .....               | 111 |
| 5.1.1 岩棉与矿渣棉的制造 .....          | 111 |
| 5.1.2 酸度系数对岩棉性质的影响 .....       | 117 |
| 5.1.3 界面处理对砂浆与岩棉带粘结性能的影响 ..... | 121 |
| 5.2 泡沫玻璃与发泡陶瓷 .....            | 123 |
| 5.2.1 泡沫玻璃 .....               | 123 |
| 5.2.2 发泡陶瓷 .....               | 126 |
| 5.3 发泡水泥保温板 .....              | 128 |
| 5.3.1 泡沫混凝土简介 .....            | 128 |
| 5.3.2 发泡水泥的性能 .....            | 129 |
| 5.3.3 发泡水泥含水率与强度之间的关系 .....    | 130 |
| 5.3.4 发泡水泥含水率与导热系数的关系 .....    | 132 |
| 5.3.5 发泡水泥不同湿度下的吸潮特性 .....     | 132 |
| 5.3.6 发泡水泥的吸水 and 排水特性 .....   | 133 |
| 5.4 其它无机保温制品 .....             | 134 |
| 5.4.1 玻璃棉 .....                | 134 |
| 5.4.2 真空绝热板 .....              | 135 |
| 5.4.3 膨胀珍珠岩保温板 .....           | 137 |
| 5.5 非制品形态保温材料 .....            | 138 |
| 5.5.1 胶粉聚苯颗粒浆料 .....           | 138 |
| 5.5.2 喷涂无机纤维保温浆料 .....         | 139 |
| 5.5.3 现浇泡沫混凝土 .....            | 140 |
| 5.5.4 建筑保温砂浆 .....             | 141 |
| 5.5.5 膨胀玻化微珠保温隔热砂浆 .....       | 141 |
| 参考文献 .....                     | 142 |

## 第6章 有机保温材料及其对火反应性能

143

|              |     |
|--------------|-----|
| 6.1 概述 ..... | 143 |
|--------------|-----|

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 6.1.1 | 热塑性保温材料 .....        | 143 |
| 6.1.2 | 热固性保温材料 .....        | 146 |
| 6.1.3 | 建筑外保温工程火灾特点 .....    | 149 |
| 6.2   | 有机保温材料受热形态演变 .....   | 150 |
| 6.2.1 | 热塑性保温材料 .....        | 150 |
| 6.2.2 | 热固性保温材料 .....        | 151 |
| 6.3   | 氧指数 .....            | 152 |
| 6.3.1 | 氧指数及其测试方法 .....      | 152 |
| 6.3.2 | 保温材料高温氧指数 .....      | 153 |
| 6.3.3 | 受热作用对材料氧指数的影响 .....  | 153 |
| 6.4   | 基于锥形量热试验的热释放性能 ..... | 154 |
| 6.4.1 | 锥形量热试验 .....         | 154 |
| 6.4.2 | 点火时间 .....           | 156 |
| 6.4.3 | 热塑性材料的热释放行为 .....    | 157 |
| 6.4.4 | 热固性材料的热释放行为 .....    | 159 |
| 6.4.5 | 热释放速率峰值 .....        | 160 |
| 6.5   | 保温材料的燃烧性能 .....      | 161 |
| 6.5.1 | 保温材料的燃烧性能 .....      | 161 |
| 6.5.2 | 不燃性试验 .....          | 162 |
| 6.5.3 | 燃烧热值测试 .....         | 164 |
| 6.5.4 | 单体燃烧试验 .....         | 165 |
| 6.5.5 | 可燃性试验方法 .....        | 169 |
| 参考文献  | .....                | 171 |

# 第1章

## 绪论

### 1.1 建筑保温系统与建筑保温工程

#### 1.1.1 建筑围护结构保温

建筑物与大气环境的围挡、建筑物内部空间的围挡构成了建筑围护结构。其中建筑物与大气环境的围挡称为建筑外围护结构，建筑物内部空间的围挡称为建筑内围护结构。建筑围护结构包括墙体（幕墙）、门窗、屋面、楼地面等，如图1-1所示。

建筑外围护结构与大气环境接触，建筑物内的热量传递到室外空间而散失，造成采暖能耗增大、室内舒适度降低，因此需要对建筑外围护结构进行保温。

内围护结构之间的传热使热量散失在室内，不会造成能源的无效损耗，可不进行保温，即在分户隔墙、上下楼之间的楼板可不保温。当楼梯间不采暖时，则有内保温的必要，最大限度地减少两个不同温度空间的温差传热。分户采暖或者分户热计量时，分户的隔墙、上下楼板的保温有利于住户控制是否采暖及采暖的温度，可鼓励人们节省采暖支出，同时降低采暖能耗。总体来说，目前建筑保温的主旨是防止室内热量向室外散失，是针对外围护结构的保温，其目的是降低采暖建筑的能耗，提高非采暖建筑的舒适度。

透明的外围护结构，如门窗、透明幕墙、透明屋顶等，在保证一定的光学性能的前提下通过构件的节能设计达到保温节能的目的，例如采用中空玻璃、真空玻璃、低辐射玻璃、断桥型材、中空玻璃填充氩气等措施，形成节能门窗和节能幕墙。透明的外围护结构不采用通常意义的建筑保温材料进行保温节能，它属于另外一个范畴的保温。

因此，建筑保温的主要任务即是对建筑外墙、建筑屋面和建筑楼（地）面等部位进行保温，其中地下保温包括地面保温和有无采暖地下室的顶棚保温。如图

1-2 所示, 建筑保温应将整个建筑物所有能与环境进行热交换的部位进行全覆盖的保温, 包括暴露在大气环境中部位的保温和与土壤接触部位的保温。

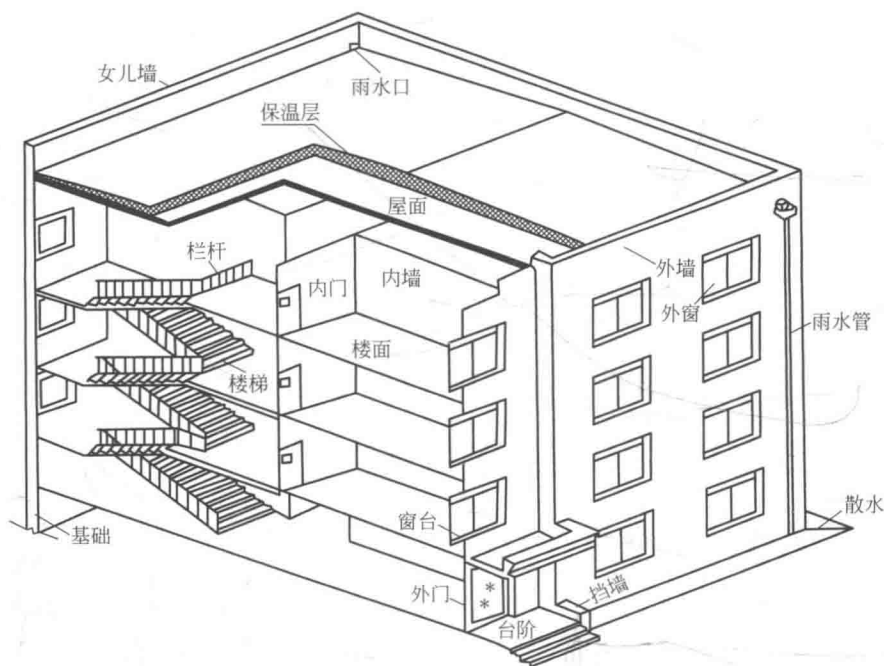


图 1-1 建筑物围护结构

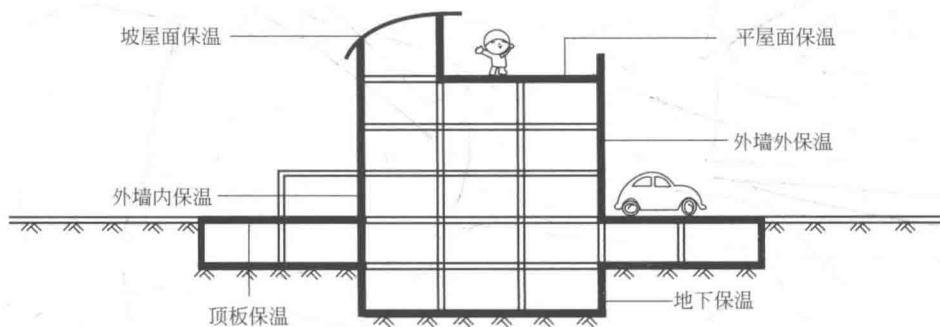


图 1-2 建筑物的全保温示意图

我们以一个高层板式居住建筑为例简单分析一下各部位保温所占的比例。24层3m层高的建筑, 标准层平面 $50\text{m} \times 13\text{m}$ , 窗墙比分别为: 北向0.3、东西向0.35、南向0.50, 则外围护结构的投影面积如表1-1所示。墙面面积合计 $5536.8\text{m}^2$ , 是屋面面积的8.5倍, 其中还未包括洞口侧面保温的展开面积和女儿墙的保温面积。对于我国以高层建筑为主的国家, 墙体保温工程已成为建筑保温的主体。

表 1-1 墙体保温面积与其它保温面积的比较

| 围护结构                | 墙体     |      |      | 地面  | 屋面  |
|---------------------|--------|------|------|-----|-----|
|                     | 东西立面   | 南立面  | 北立面  |     |     |
| 保温面积/m <sup>2</sup> | 1216.8 | 1800 | 2520 | 650 | 650 |

外围护墙体（简称外墙）的保温即为外墙保温，其中将保温构造置于外墙的外侧为外墙外保温，置于外墙内侧为外墙内保温。外墙外保温具有断热处理效果好、保护建筑主体结构、且不占室内使用空间、墙内不结露等显著优势，国内外目前普遍采用外墙外保温，也由此将外墙外保温直接称为外墙保温。

### 1.1.2 建筑保温系统

建筑保温是指通过一定的建筑构造将保温材料固定在外围护结构之上。这种保温构造及其所用的材料构成了外保温系统。了解外保温系统的构造方式是掌握保温材料的性能要求的前提和基础。

#### (1) 薄抹灰外墙外保温系统

外墙外保温系统的构造形式有很多种，如保温装饰一体化外墙外保温系统、装配式外墙外保温系统等。但是，应用最为广泛的是薄抹灰外墙外保温系统。薄抹灰外墙外保温系统（external thermal insulation composite systems，缩写为 ETICS）<sup>[2]</sup>基本构造如图 1-3 所示。ETICS 是通过胶粘剂（又称粘结砂浆）将保温材料粘贴在基层墙体上，辅以锚栓固定连接；或者以锚栓固定为主，以粘贴固定

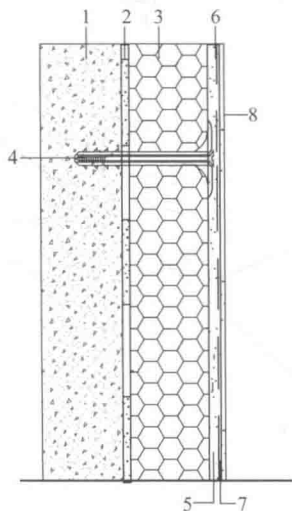


图 1-3 外墙外保温系统基本构造

1—基层墙体；2—粘结层；3—保温材料；4—锚栓；5—抹面胶浆；

6—玻璃纤维网格布；7—抹面胶浆；8—饰面层

为辅,将保温材料固定在基层墙体上。保温材料之上用抹面胶浆罩面形成抹面层,抹面材料中间铺设增强用玻璃纤维网格布,在抹面层之上是饰面层。抹面层和饰面层合称为防护层(或者保护层),承担对保温材料的保护作用,并保证外保温系统的机械强度和耐久性。因系统的抹面层采用厚度为4~5mm的薄层抹灰施工作业,所以我国称之为薄抹灰外墙外保温。为了减少保温系统垂直方向压剪应力带来结构失稳的风险,ETICS的饰面层通常采用薄质材料,一些规范中限定为涂料饰面和装饰砂浆饰面。

由于外墙外保温系统置于建筑的外立面,且将建筑物全包围,因此保温系统的脱落将造成很大的安全事故,故其安全性和耐久性为建筑保温的重点和难点。基于此,建筑保温材料的很多性能要求正是为了适应该系统的使用环境要求而设置。

## (2) 屋面保温系统

屋面相对于墙面的构造形式更加复杂,因此其保温系统形式更加多样化。常见的普通屋面保温系统、倒置屋面保温系统和坡屋面保温系统的构造示意图如图1-4<sup>[3]</sup>所示。

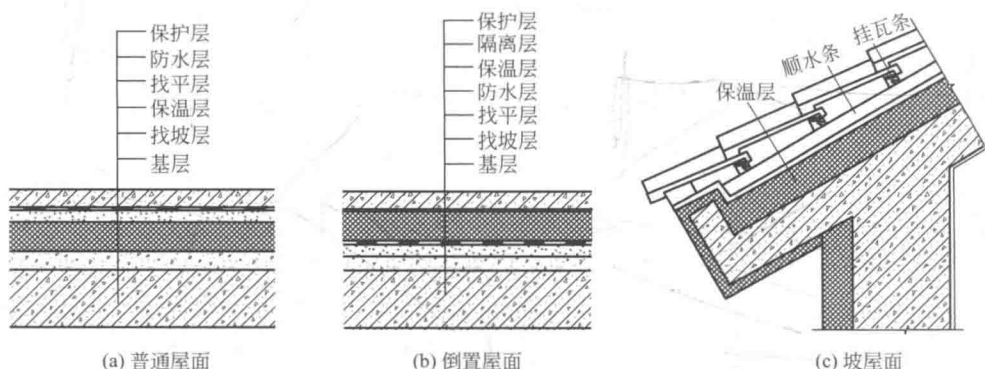


图 1-4 常见的屋面保温系统构造示意图

某种意义上,屋面防水较之屋面保温更加重要,因为一旦防水层破坏,保温系统将丧失其保温功能。从这个意义上讲,保温系统是配合防水系统。因此,保温系统及其所采用的保温材料应与防水系统具有很好的切合性。

## (3) 楼面保温系统

对非采暖空间(如非采暖地下室)与采暖空间的楼面进行保温,可以有效防止热量通过楼板散失。一种方式是将保温系统置于楼板之上,如图1-5的(a)和(b)所示。另一种方式是将保温系统置于楼板之下,称为顶板保温,如图1-5的(c)所示。顶板保温通常要将与楼板接触的立墙进行部分保温。这样,顶板保温的效果要优于楼板之上的保温。

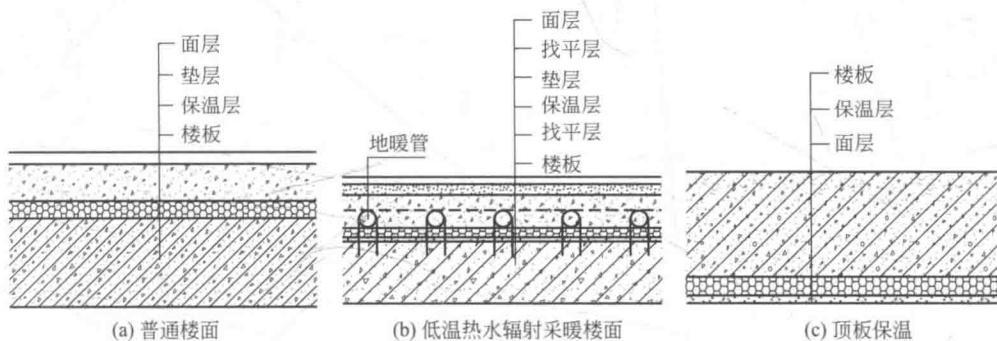


图 1-5 常见的楼面保温系统构造示意图

#### (4) 地下保温系统

地下保温包括地面保温和地下侧墙保温，如图 1-6 所示<sup>[4]</sup>，以防止建筑物地下空间通过与之接触的土壤散失热量。

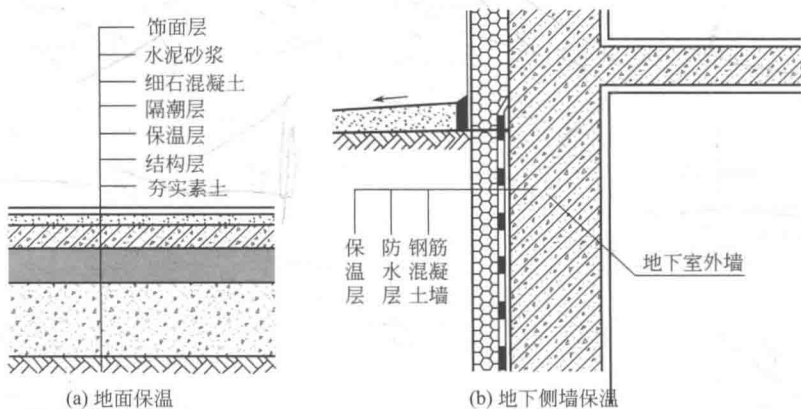


图 1-6 常见地下保温系统构造示意图

### 1.1.3 建筑保温工程

建筑保温工程是指对建筑围护结构附加保温构造的过程及其所形成的建筑实体，因此，建筑保温工程包括保温系统的施工建造过程和通过建造所形成建筑保温工程实体二重含义。对建筑外墙、建筑屋面和建筑楼（地）面的保温工程分别称为墙体保温工程、屋面保温工程和楼（地）面的保温工程。

建筑保温工程包括保温工程的节能设计、保温工程的施工和保温工程的质量验收三个主要环节。

#### (1) 保温工程的节能设计

建筑保温节能设计是根据不同气候地区或者不同的行政区域对建筑节能的要求，对建筑物进行热工性能设计和保温构造设计，使其节能率满足或者超过相关

标准的要求。

按照建筑物的使用类型，我国民用建筑采用了居住建筑和公共建筑两套节能设计规范。按照气候地区划分了严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区五个气候地区。根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134，各行政区域规定了不低于相应气候地区节能标准要求的地方性节能设计标准，例如北京市地方标准《居住建筑节能设计标准》DB11/891、《黑龙江省民用建筑节能设计标准实施细则（采暖居住建筑部分）》DB23/T 120 等。

为了确保建筑节能达到相应标准的要求，各地行政主管部门设置了专门的机构对建筑节能设计进行审查，只有通过审核的设计才能进行保温工程施工。如果设计变更涉及到建筑节能效果，还要经过原审查机构的再次审查，办理相应的变更手续，并获得监理或者建设单位的确认<sup>[5]</sup>。我国施行强制性的建筑节能，该项制度是其中重要的体现。行政主管部门还有权利对建筑节能工程进行现场检查和审核。

表 1-2 是建筑节能设计中保温做法的审查表的一种形式。通过该表可以大致了解节能设计是如何按照节能标准要求对围护结构保温构造和热工性能进行控制的。

表 1-2 建筑外围护结构保温做法的审查表<sup>[6]</sup>

|            |          |      |      |       |                            |     |
|------------|----------|------|------|-------|----------------------------|-----|
| 工程号        |          | 工程名称 |      |       |                            |     |
| 设计人        |          | 负责人  |      | 年 月 日 |                            |     |
| 审核人        |          | 审定人  |      |       |                            |     |
| 围护结构       |          | 构造层  | 材料名称 | 厚度/mm | 传热系数 $K/[W/(m^2 \cdot K)]$ |     |
|            |          |      |      |       | 主断面                        | 平均值 |
| 屋 顶        |          | 找坡层  |      | (平均)  |                            |     |
|            |          | 保温层  |      |       |                            |     |
|            |          | 结构层  |      |       |                            |     |
| 外 墙        | 外 保温     | 主体结构 |      |       |                            |     |
|            |          | 保温层  |      |       |                            |     |
|            | 内 保温     | 主体结构 |      |       |                            |     |
|            |          | 保温层  |      |       |                            |     |
| 变形<br>缝 墙  | 缝内填充保温材料 |      |      | (深度)  | —                          |     |
|            | 内 保温     | 主体结构 |      |       | —                          |     |
|            |          | 保温层  |      |       | —                          |     |
| 架空和外挑的楼板   |          | 主体结构 |      |       | —                          |     |
|            |          | 保温层  |      |       | —                          |     |
| 不供暖地下室上部楼板 |          | 主体结构 |      |       | —                          |     |
|            |          | 保温层  |      |       | —                          |     |



## (2) 保温工程的施工

保温工程的施工是将保温构造按照设计要求实施于建筑物之上的过程。承担施工的企业应建立相应的质量管理体系、施工质量和检验制度、具有相应的施工技术标准。保温工程必须按照经过审核合格的设计文件和经过审批的施工方案的进行施工。施工单位应提前应对施工作业人员进行技术交底和必要的实操培训,熟悉相应的构造做法。施工前按照设计和施工方案的材料和工艺制作样板墙或样板间,通过认可后再展开大面积施工。

施工材料进场时要对保温系统材料的品种、规格、包装进行检查验收,形成验收记录;对保温系统材料进行进场复验;对保温系统材料的质量证明文件进行核查,并纳入工程技术档案管理。质量证明文件通常包括出厂合格证,产品说明书,型式检验报告,其它性能检测报告,进场验收、进场复验、见证取样检验等报告与资料等<sup>[5]</sup>。

施工方案是保温施工的基本技术文件。施工方案一般包括工程概况、编制依据、现场管理体系及其目标、工程做法、施工规程、进度管理、质量管理、安全生产管理、施工环境、文明施工、产品保护等内容。其中施工规程是控制工程质量的重要技术措施,一般包括施工工艺流程、材料准备、施工做法、细部节点做法、质量控制要点、施工环境要求等内容。

## (3) 保温工程的质量验收

保温工程的质量验收是在对保温工程“检验”的基础上,是否接“收”保温工程为合格工程的过程及其结果。所谓的检验是对检验项目中的性能进行量测、检查、试验等,并将结果与标准规定要求进行比较,以确定每项性能是否合格<sup>[7]</sup>。保温工程验收目前遵循的标准是《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411。如图 1-7 所示,检验项目、检验方法和检查数量是工程质量验收的核心内容。

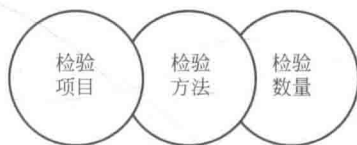


图 1-7 保温工程质量验收的核心内容

建筑工程质量按照检验项目逐项进行验收,检验项目包括主控项目和一般项目。所谓的主控项目是指建筑工程中对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。具体到保温工程中,主控项目主要是涉及保温构造的安全性和保温的功能性两方面的决定性内容。一般项目则是除主控项目之外的其它重要内容。

保温工程验收的常用检验方法包括见证取样检测、交接检验、抽样检验、观感质量检验、测量检验、计量检验、计数检验、查验试验文件、查验隐蔽工程记