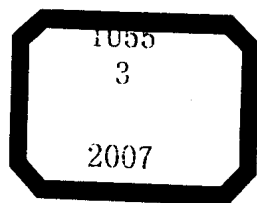


建筑 保温隔热 材料与应用

徐 峰 张雪芹 华七三 编著

JIANZHU
BAOWEN GERE
CAILIAO YU
YINGYONG

中国建筑工业出版社



建筑保温隔热材料与应用

徐 峰 张雪芹 华七三 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑保温隔热材料与应用/徐峰, 张雪芹, 华七三编著.
北京: 中国建筑工业出版社, 2007
ISBN 978-7-112-09309-0

I. 建… II. ①徐…②张…③华… III. ①建筑材
料: 保温材料②建筑材料: 隔热材料 IV. TU55

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 068811 号

策 划: 徐 峰 刘恒毅

责任编辑: 费海玲

责任设计: 董建平

责任校对: 兰曼利 安 东

建筑保温隔热材料与应用

徐 峰 张雪芹 华七三 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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/32 印张: 13 $\frac{1}{4}$ 字数: 378 千字

2007 年 7 月第一版 2007 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-09309-0

(15973)

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>

建筑节能在我国得到前所未有的重视和实施,提高建筑物围护结构的热工性能是建筑节能工作的重要措施。本书根据我国目前建筑节能工作的实际状况,介绍目前常用的建筑保温隔热材料的生产与应用技术,包括目前广泛使用的膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统、胶粉聚苯颗粒外墙外保温、现场喷涂聚氨酯硬质泡沫和其他常见保温隔热材料等,内容包括发展应用概况、生产技术、应用(施工)技术、技术性能标准和发展前景等。本书注重技术性和实用性,兼顾知识性。全书分为五章,依次为,绪论、保温隔热材料、胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统、膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统,屋面及其他建筑保温隔热材料与技术等。

本书可供从事保温隔热材料生产、施工、检测和管理的技术人员阅读,也可供大专院校相关专业的教师、学生作为课外参考书阅读参考。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 概述	1
一、我国建筑节能面临的迫切形势	1
二、国家对建筑节能的有关强制性规定	3
三、建筑围护结构的保温隔热措施	5
四、保温隔热材料的种类及特征	7
第二节 建筑保温隔热技术中的基本概念	13
一、基本概念和术语	13
二、建筑物围护结构保温和隔热的区别	18
三、保温和隔热性能指标的计算	19
四、保温和隔热性能评价指标计算结果举例	22
第三节 外墙外保温技术	25
一、外墙外保温技术的术语	25
二、对外保温系统的性能要求	27
三、目前常用的外墙外保温系统	29
四、墙体绝热的经济性	32
五、我国建筑节能的目标及与发达国家的差距	33
六、外墙热工性能对建筑物能耗的影响	33
七、室内热舒适度及其影响因素	36
参考文献	41
第二章 保温隔热材料	42
第一节 聚苯颗粒	42
一、膨胀聚苯颗粒的生产	42
二、聚苯颗粒在外墙外保温中的应用	49
三、技术质量要求	53

第二节 聚苯乙烯泡沫塑料板	53
一、挤塑聚苯板的性能及用途	53
二、膨胀聚苯板生产技术简述	58
第三节 聚氨酯泡沫	67
一、聚氨酯泡沫的性能特征	67
二、聚氨酯泡沫的成泡原理	68
三、制造聚氨酯硬质泡沫的原材料	73
四、聚氨酯硬质泡沫的制造	81
五、聚氨酯硬质泡沫发泡工艺	84
六、聚氨酯泡沫的技术指标	90
第四节 膨胀珍珠岩	91
一、膨胀珍珠岩的种类与性能	91
二、膨胀珍珠岩对绝热材料绝热性能的影响	93
三、普通膨胀珍珠岩的表面预处理	94
第五节 其他保温隔热材料	95
一、岩棉	95
二、膨胀蛭石	98
三、硅藻土	99
四、海泡石粉	99
五、木纤维	100
六、酚醛泡沫塑料保温材料简介	101
七、泡沫玻璃	105
第六节 保温隔热涂料	109
一、我国建筑保温隔热涂料发展简介	109
二、保温隔热涂料的种类与特征	110
三、日光热反射型涂料的应用原理	113
四、反射型绝热涂料生产技术	116
五、日光热反射涂料反射性能的测定	121
六、日光热反射型绝热涂料的性能影响因素	122
参考文献	124
第三章 胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统	126

第一节 胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统构成与特性·····	126
一、系统构成·····	126
二、胶粉聚苯颗粒外墙外保温体系的特征·····	127
三、胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料应用技术状况·····	129
第二节 胶粉聚苯颗粒外墙外保温材料生产技术·····	130
一、原材料·····	130
二、生产设备及其工艺布置·····	152
三、界面砂浆生产技术·····	158
四、胶粉聚苯颗粒保温浆料生产技术·····	160
五、抗裂剂与抗裂砂浆·····	161
六、弹性底涂·····	163
七、其他材料·····	164
第三节 胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统及其材料技术要求与 检测方法·····	167
一、分类和标记·····	167
二、技术要求·····	167
三、胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统及其组成材料的检测 方法·····	174
四、蓄热系数的测试方法·····	199
第四节 胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统施工技术·····	203
一、一些基本规定·····	203
二、施工程序·····	203
三、施工注意事项及质量要求·····	207
四、常见施工质量问题及防免·····	208
五、施工操作规程举例·····	210
第五节 材料性能及施工应用中的问题·····	226
一、保水剂对胶粉聚苯颗粒保温浆料性能的影响·····	226
二、粉料和保温隔热骨料对胶粉聚苯颗粒保温浆料性能的 影响·····	227
三、聚苯颗粒形貌和粒径对涂料性能的影响·····	228
四、胶粉聚苯颗粒保温浆料的组成与性能的关系·····	231

五、保温系统中抗裂砂浆性能的几个影响因素·····	236
六、外保温系统中玻璃纤维网格布的应用性能·····	238
七、胶粉聚苯颗粒保温浆料在外墙面的应用厚度举例·····	246
八、发展展望·····	249
参考文献·····	251
第四章 聚苯板薄抹灰外墙外保温系统 ·····	253
第一节 膨胀聚苯板系统的构成与材料特性 ·····	253
一、系统的基本构造·····	253
二、膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统的特征·····	254
三、构成材料介绍·····	254
第二节 聚苯板薄抹灰外墙外保温技术要求与检验方法 ·····	262
一、膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统要求·····	263
二、检验方法·····	265
三、水蒸气湿流密度检验方法·····	278
四、拉伸粘结强度试验方法·····	293
五、耐碱玻璃纤维网格布的分类与要求·····	297
第三节 聚苯板薄抹灰外保温系统施工技术 ·····	300
一、施工准备·····	300
二、施工条件·····	301
三、施工工艺流程·····	302
四、施工操作要点·····	302
第四节 聚苯板薄抹灰外保温系统中材料性能的有关问题 ·····	308
一、可再分散聚合物树脂粉末的种类对胶粘剂性能的影响·····	308
二、不同聚合物粉末掺加量和憎水性添加剂对抹面胶浆性能的影响·····	312
三、养护制度对胶粘剂与膨胀聚苯板粘结强度的影响·····	317
第五节 聚苯板薄抹灰外保温系统应用中的有关问题 ·····	326
一、薄抹灰外保温系统瓷砖饰面存在的问题·····	326
二、膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统常见问题的原因	

分析与预防·····	331
三、聚苯板外墙外保温系统的薄弱环节及其改进措施·····	335
四、外墙外保温系统中锚栓的正确使用与分析·····	337
参考文献·····	341
第五章 屋面及其他建筑保温隔热材料与技术·····	343
第一节 聚苯乙烯保温板类外墙外保温技术·····	343
一、机械固定钢丝网架聚苯乙烯保温板外墙外保温技术·····	343
二、无网膨胀聚苯板现浇混凝土外墙外保温系统·····	351
三、插接栓式大模内置现浇外保温体系·····	357
第二节 其他墙体保温技术·····	363
一、墙体自保温技术·····	363
二、聚苯夹芯复合保温墙板·····	371
三、无机聚合物保温砂浆·····	372
第三节 屋面保温隔热材料与技术·····	374
一、概述·····	374
二、屋面保温隔热用膨胀珍珠岩制品·····	378
三、现场喷涂聚氨酯泡沫塑料在保温隔热屋面上应用·····	382
四、现浇屋面发泡保温隔热层·····	394
五、屋面用水泥聚苯颗粒保温材料·····	395
参考文献·····	411

第一章 绪 论

第一节 概 述

一、我国建筑节能面临的迫切形势

1. 我国建筑节能面临的迫切形势

我国人口众多，能源资源相对缺乏，人均能源占有量仅约为世界平均水平的 40%。但是，能源消费总量却很高，已达世界第二。就建筑节能来说，建筑既是人类活动的基本场所，也是大量消耗能源、资源的重要环节。目前我国每年新建建筑中，只有 10%~15%能达到国家制定的强制性节能标准，80%以上为高耗能建筑；既有的 400 亿 m^2 建筑中，95%以上是高能耗建筑，这既对社会造成了沉重的能源负担和严重的环境污染，也制约了我国的可持续发展。严峻的能源与能耗事实告诉我们，中国要走可持续发展道路，发展节能与绿色建筑已刻不容缓^[1]。而随着我国经济持续快速稳定地增长，建设事业的迅速发展，人均建筑面积将会不断提高，对住宅的舒适度要求也会越来越高，采暖和空调设施将会快速增长，因而建筑能耗还将会大幅度增加，建筑能耗占总能耗的比重也会越来越大。

我国建筑耗能的数字非常惊人：在建造和使用过程中直接消耗的能源占全社会总能耗的 30%，使用的钢材、水泥等建材的生产能耗占 16.7%。可见，我国建造和使用建筑物的直接、间接消耗的能源，已占到全社会总能耗的 46.7%^[2]。

我国建筑不仅能耗高，而且能源利用的效率也很低，单位建筑能耗要比同等气候条件下的其他国家高出 2~3 倍。以北京市执行

建筑节能设计标准前的建筑供暖为例，一个采暖期的平均能耗为 $30.1\text{W}/\text{m}^2$ ；执行节能标准后，一个采暖期的平均能耗为 $20.6\text{W}/\text{m}^2$ ；而相同气候条件下的瑞典、丹麦、芬兰等国家，一个采暖期的平均能耗仅为 $11\text{W}/\text{m}^2$ 。单位建筑面积能耗是发达国家的 2~3 倍（节能建筑）或者高出 2~3 倍（非节能建筑）。

我国现有建筑中有 95% 达不到节能标准，新增建筑中节能不达标的仍超过 80%。因而，不采取坚决有效的措施实行建筑节能，建筑能耗将会长期大大加重国家的能源负担，并可能会阻碍我国经济社会的可持续发展，对能源安全和大气环境造成严重威胁。

2. 我国建筑节能工作的效果

所谓建筑节能，就是在满足居住舒适性要求的前提下，在建筑中使用隔热保温的新型墙体材料和高能效比的采暖空调设备，达到节约能源、减少能耗、提高能源利用率之目的。

过去多年来我国对建筑节能做了大量工作，并取得一定成绩。根据建设部建筑节能中心在“促进我国建筑节能工作的建议”一文中所作的总结，就是：为提高能源利用效率，减少能源消耗，减少对大气环境的污染，减少 CO_2 排放以及地球温室效应的影响，多年来，我国开展了相当规模的建筑节能工作。采取先易后难，先城市后农村，先新建后改建，先住宅后公建，从北向南逐步推进的策略，全面推进我国的建筑节能工作。

这些工作包括，制定了一大批建筑节能及其应用技术标准和规范；政府为了鼓励和推动开展建筑节能工作，制定了一系列相应的鼓励政策和管理规定；深入开展建筑节能技术研究，取得了一批具有实用价值的科技成果；开展了建筑节能相关产品的开发和推广应用，促进了建筑节能技术产业化；以试点示范作引导，建成了一批节能建筑，全国目前已建成了 1.5 亿 m^2 的节能住宅，累计减少 CO_2 排放量约 1700 万 t；制定了建筑节能技术培训方案，大范围地开展了建筑节能培训工作；广泛开展建筑节能的国际合作；城市供热改革工作取得进展。

3. 建筑节能的巨大潜力

据建设部科技司的有关分析，到 2020 年底，全国新增的 300 亿

m² 房屋建筑面积中,城市新增 130 亿 m²,如果这些建筑全部在现有基础上实现 50%的节能,则每年大约可节省 1.6 亿吨标准煤。

在 400 多亿 m² 的既有建筑中,城市建筑总面积约为 138 亿 m² 左右,普遍存在着围护结构保温隔热性差和气密性差、供热空调系统效率低下等问题,节能潜力巨大。

以占我国城市建筑总面积约 60%的住宅建筑为例,采暖地区城镇住宅面积约有 40 亿 m²,2000 年的采暖季平均能耗约为 25kg 标煤/m²,如果在现有基础上实现 50%的节能,则每年大约可节省 0.5 亿吨标煤。空调是住宅能耗的另一个重要方面,我国住宅空调总量年增加约 1100 万台,空调电耗在建筑能耗中所占的比例迅速上升。根据预测,今后 10 年我国城镇建成并投入使用的民用建筑至少为每年 8 亿 m²,如果全部安装空调或采暖设备,则 10 年增加的用电设备负荷将超过 1 亿 kW,约为我国 2000 年发电能力的 1/3。如果我国大部分新建建筑按节能标准建造并对既有建筑进行节能改造,则可使空调负荷降低 40%~70%,有些地区甚至不装空调也可保证夏季基本处于舒适范围。

公共建筑节能潜力也很大。目前全国公共建筑面积大约为 45 亿 m² 左右,其中采用中央空调的大型商厦、办公楼、宾馆为 5~6 亿 m²。如果按节能 50%的标准进行改造,总的节能潜力约为 1.35 亿吨标准煤。

据分析,如果国家从现在起就下决心抓紧建筑节能工作,对新建建筑全面执行建筑节能设计标准,并对既有建筑有步骤地推行节能改造,则到 2020 年,我国建筑能耗可减少 3.5 亿吨标准煤,空调高峰负荷可减少约 8000 万 kW (约相当于 4.5 个三峡电站的满负荷电力,减少电力投资约 6000 亿元)。如果要求 2020 年建筑能耗达到发达国家 20 世纪末的水平,则节能效果将更为巨大^[3]。但是,也应该看到,要取得这样大的节能效果,需要付出的材料、资金等节能费用也将是巨大的,这同时也给建筑节能行业带来巨大的发展与效益。

二、国家对建筑节能的有关强制性规定

在建设部关于民用建筑节能管理规定的第 143 号令中,对我国

民用建筑节能进行了严格规定。建设部令中的民用建筑节能是指民用建筑在规划、设计、建造和使用过程中，通过采用新型墙体材料，执行建筑节能标准，加强建筑物用能设备的运行管理，合理设计建筑围护结构的热工性能，提高采暖、制冷、照明、通风、给排水和通道系统的运行效率，以及利用可再生能源，在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下，降低建筑能源消耗，合理、有效地利用能源的活动。下面列出建设部关于民用建筑节能管理规定的第 143 号令中有关的强制性规定。

1. 新建民用建筑应当严格执行建筑节能标准要求，民用建筑工程扩建和改建时，应当对原建筑进行节能改造。

既有建筑节能改造应当考虑建筑物的寿命周期，对改造的必要性、可行性以及投入收益比进行科学论证。节能改造要符合建筑节能标准要求，确保结构安全，优化建筑物使用功能。

寒冷地区和严寒地区既有建筑节能改造应当与供热系统节能改造同步进行。

2. 房地产开发企业应当将所售商品住房的节能措施、围护结构、保温隔热性能指标等基本信息在销售现场显著位置予以公示，并在《住宅使用说明书》中予以载明。

3. 设计单位应当依据建筑节能标准的要求进行设计，保证建筑节能设计质量。

施工图设计文件审查机构在进行审查时，应当审查节能设计的内容，在审查报告中单列节能审查章节；不符合建筑节能强制性标准的，施工图设计文件审查结论应当定为不合格。

4. 施工单位应当按照审查合格的设计文件和建筑节能施工标准的要求进行施工，保证工程施工质量。

5. 监理单位应当依照法律、法规以及建筑节能标准、节能设计文件、建设工程承包合同及监理合同对节能工程建设实施监理。

6. 对超过能源消耗指标的供热单位、公共建筑的所有权人或者其委托的物业管理单位，责令限期达标。

7. 对擅自改变建筑围护结构节能措施，并影响公共利益和他人合法权益的，责令责任人及时予以修复，并承担相应的费用。

8. 建设单位在竣工验收过程中，有违反建筑节能强制性标准行为的，按照《建设工程质量管理条例》的有关规定，重新组织竣工验收。

9. 建设单位未按照建筑节能强制性标准委托设计，擅自修改节能设计文件，明示或暗示设计单位、施工单位违反建筑节能设计强制性标准，降低工程建设质量的，处 20 万元以上 50 万元以下的罚款。

10. 设计单位未按照建筑节能强制性标准进行设计的，应当修改设计。未进行修改的，给予警告，处 10 万元以上 30 万元以下罚款；造成损失的，依法承担赔偿责任；两年内，累计三项工程未按照建筑节能强制性标准设计的，责令停业整顿，降低资质等级或者吊销资质证书。

11. 对未按照节能设计进行施工的施工单位，责令改正，整改所发生的工程费用，由施工单位负责；可以给予警告，情节严重的，处工程合同价款 2% 以上 4% 以下的罚款；两年内，累计三项工程未按照符合节能标准要求的设计进行施工的，责令停业整顿，降低资质等级或者吊销资质证书。

12. 本规定的责令停业整顿、降低资质等级和吊销资质证书的行政处罚，由颁发资质证书的机关决定；其他行政处罚，由建设行政主管部门依照法定职权决定。

三、建筑围护结构的保温隔热措施

建筑围护结构的保温隔热应包括墙体和屋面两个方面。但由于屋面保温隔热较易实施，且在我国有着较长时间的实践，因而目前在谈到建筑围护结构的保温隔热时，往往主要论述墙体，实际上也包括屋面在内。我国建筑围护结构墙体部分的保温隔热措施基本上分为外墙内保温、外墙外保温和墙体自保温等几个方面。

1. 外墙外保温

外墙外保温是将保温隔热体系置于外墙外侧，使建筑物达到保温隔热效果的建筑节能处理方法。由于外保温是将保温隔热体系置于外墙外侧，从而使主体结构所受温差作用大幅度下降，温度变形

减小，对结构墙体起到保护作用，并可有效阻断冷（热）桥，有利于结构寿命的延长。因此从有利于结构稳定性方面来说，墙体外保温隔热体系具有明显的优势，在可选择的情况下应首选外保温隔热。

然而，由于外保温隔热体系被置于外墙外侧，直接承受来自自然界的各种因素影响，因此对外墙外保温体系提出了更高的要求。就太阳辐射及环境温度变化对其影响来说，置于保温层之上的抗裂防护层只有 3~20mm，且保温材料具有较大的热阻，在热量相同的情况下，外保温抗裂防护层的温度变化速度比无保温情况时高 8~30 倍。因此，抗裂防护层的柔韧性和耐候性对外保温体系的抗裂性能起着关键的作用。

2. 外墙内保温

外墙内保温就是外墙的内侧使用聚苯乙烯泡沫板、保温砂浆等保温材料，从而使建筑物达到保温节能作用的施工方法。该方法具有施工方便、对建筑物外墙的垂直度要求不高、施工进度快等优点。过去在工程上有一定应用，近年来的应用越来越少。外墙内保温明显的缺陷是：结构冷（热）桥的存在使局部温差过大导致产生结露现象。由于内保温保护的位置仅仅在建筑的内墙及梁内侧，内墙及板对应的外墙部分得不到保温材料的保护。因此，在此部分形成冷（热）桥。冬天室内的墙体温度与室内墙角（保温墙体与不保温墙板交角处）温度差约在 10℃ 左右，与室内的温度差可达到 15℃ 以上，一旦室内的湿度条件适合，在此处即可形成结露现象。而结露水的浸渍或冻融很容易造成内墙面的发霉、开裂等。

另外，在冬季采暖、夏季制冷的建筑中，室内温度随昼夜和季节的变化幅度通常不大（约 10℃ 左右），这种温度变化引起建筑物内墙和楼板的线性变形和体积变化也不大。但是，外墙和屋面受室外温度和太阳辐射热的作用而引起的温度变化幅度较大。当室外温度低于室内温度时，外墙收缩的幅度比内保温隔热体系的速度快；当室外温度高于室内气温时，外墙膨胀的速度高于内保温隔热体系。这种反复的形变使内保温隔热体系始终处于一种不稳定的墙体基础上，在这种形变应力反复作用下不仅使外墙易遭受温差应力的

破坏，同时也易造成内保温隔热体系的空鼓开裂。

3. 墙体自保温

墙体自保温技术是在外墙外保温技术因施工或材料因素而出现开裂和渗漏情况下而出现的一种建筑围护结构保温隔热技术。墙体自保温技术就是使用绝热性能较好的材料砌筑建筑物的结构墙体，墙体在承担结构作用的同时，还具有满足要求的保温隔热功能。

显而易见，墙体自保温技术具有与结构同寿命、在使用过程中基本上无需保养维修以及在成本上比外墙外保温有所降低等优点，但也存在着冷（热）桥需要处理，需要使用配套保温砂浆，以及在有较多剪力墙的高层建筑上的应用受到限制等问题。目前墙体自保温技术刚开始受到重视，应用的不多。但可以预见，随着其优势被认识，其应用将会逐渐增多。

四、保温隔热材料的种类及特征

1. 定义与属性

(1) 基本定义

在建筑工程中，把用于控制室内热量外流的材料称为保温材料，把防止室外热量进入室内的材料称为隔热材料，或者将两种材料笼统地称之为保温隔热材料。它们的本质是一样的，统称为绝热材料，即指对热流具有显著阻抗性的材料或材料复合体。

(2) 属性

绝热材料的优劣，主要由材料热传导性能的高低所决定。材料的热传导越难（即导热系数越小），其绝热性能便越好。一般来说，绝热材料的共同特点是：质轻、疏松，呈多孔状或纤维状，以其内部不流动的空气来阻隔热的传导。

建筑上对绝热材料的基本要求是：导热系数 λ 不宜大于 $0.17\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，表观密度应小于 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ，抗压强度应大于 0.3MPa 。选用时，应结合建筑物的用途、对建筑物需要达到的保温隔热目标、围护结构的构造、施工的难易、材料来源和经济核算等综合考虑。

2. 种类及特点

绝热材料的品种很多。按材质分类,可分为无机绝热材料、有机绝热材料和金属绝热材料三大类。

(1) 无机绝热材料

① 矿(岩)棉及其制品 这类绝热材料主要原料系工业废料、矿渣、玄武岩和辉绿岩等天然岩石等。其性能特征是耐热温度高、防火性能好。这类材料在建筑上的应用多是制成板材应用于外墙面、屋面和管道等。

② 玻璃棉及其制品 这类绝热材料的主要原料是硅砂、石灰石、石英石等,其性能特征是质轻,铺挂或粘贴均较方便,国外将玻璃棉用于斜屋顶和顶棚等的保温隔热十分普遍。

③ 膨胀珍珠岩及其制品 这类绝热材料主要原料是天然珍珠岩颗粒,经高温煅烧并膨化而成。其性能特征是原料来源丰富,生产工艺简单,产量大,价格低廉,保温隔热性能显著;缺点是吸水率高,吸水或受潮后绝热效果大大降低。目前人们正在重视能够显著降低吸水率的闭孔膨胀珍珠岩和普通膨胀珍珠岩表面封闭技术的研制与应用。

④ 膨胀蛭石及其制品 这类绝热材料主要原料是天然蛭石颗粒,其生产、性能和应用与膨胀珍珠岩相似。

⑤ 加气混凝土 这类绝热材料主要原料为钙质材料(水泥、石灰)和硅质材料(砂、粉煤灰),经过成型和养护而成。其性能特征是密度较大、有一定承重能力、能砌筑填充墙体且兼具保温作用,是建筑工程中最常用的填充墙体材料。这类材料的吸水率大,表面抹灰困难。

⑥ 其他 除了上面几种外,无机类保温隔热材料还有泡沫石棉及其制品、硅酸铝纤维及其制品、泡沫玻璃及其制品等,在下面的表 1-1 中将有更详细的介绍。

(2) 有机类

① 聚氨酯泡沫(或制品) 聚氨酯泡沫有软质和硬质两种:软质型质轻,弹性好,抗撕裂力高,防震性佳;硬质型强度高,不吸水,不易变形,使用温度范围较宽,可与其他材料粘结,发泡施工方便,可直接浇筑发泡,是近年来建筑工程中常用的保温隔热材料。

② 聚苯乙烯泡沫(或制品) 聚苯乙烯泡沫也有两种,一种