

建筑保温材料

手册

机械电子工业部第三设计研究院

1-62
8

建筑保温材料手册

机械电子工业部第三设计研究院

1991年5月

TU5H
D328

要 参 考 内

建筑保温材料手册

编 写 丁兆全

审 核 魏起探

陈 铁

审 定 艾为学

内 容 提 要

本手册内容有两部分。第一部分着重介绍国内外建筑保温材料的概况、常用建筑保温材料介绍、经济厚度确定以及工程应用实例。第二部分着重介绍我国 100 多个厂家所生产的矿渣棉、岩棉、玻璃棉、硅酸铝纤维、微孔硅酸钙、膨胀珍珠岩、膨胀蛭石以及泡沫塑料及其制品八大类共 300 个产品的情况。每一个产品均以表格的方式介绍了：型号名称、特点、规格、性能指标、适用范围、鉴定与获奖情况、参考价格和生产厂家等内容。文后列有附录、列有本手册中的保温材料 100 多个生产厂家通讯录以及部分厂家情况介绍。

目 录

第一部分 国内外建筑保温材料综述

一 国外建筑保温材料

(一)、概况	(4)
(二)、常用建筑保温材料情况介绍	(5)
1. 矿棉	(5)
2. 玻璃棉	(6)
3. 硅酸铝纤维	(6)
4. 微孔硅酸钙	(6)
5. 复合泡沫保温材料	(7)
(1) 聚氨酯系复合保温材料	(7)
(2) 酚醛树脂系复合保温材料	(7)
(3) 聚丙烯系复合保温材料	(8)
(4) 沥青系复合保温材料	(8)
(5) 水泥珍珠岩复合绝热材料	(8)
(三)、墙体保温	(8)
1. 外保温饰面体系	(9)
2. 复合外墙体系	(9)
3. 外保温—装饰体系	(10)
4. 其它体系	(10)
(1) 空腔墙体系	(10)
(2) 保温涂料	(11)
(四)、屋面保温	(11)
1. 沥青珍珠岩保温层	(11)
2. 水玻璃玄武岩纤维板保温层	(11)
3. 亚硫酸盐软木板保温层	(11)

二 国内建筑保温材料..... (11)

(一)、概况..... (11)

(二)、常用建筑保温材料情况介绍..... (12)

1. 矿渣棉..... (12)

2. 岩棉..... (12)

3. 玻璃棉..... (13)

4. 硅酸铝纤维..... (14)

5. 微孔硅酸钙..... (15)

6. 膨胀珍珠岩..... (16)

(1) 水泥膨胀珍珠岩制品..... (17)

(2) 水玻璃膨胀珍珠岩制品..... (17)

(3) 沥青膨胀珍珠岩制品..... (17)

(4) 憎水膨胀珍珠岩制品..... (18)

(5) 高温耐火膨胀珍珠岩制品..... (18)

7. 泡沫塑料..... (18)

(1) 聚苯乙烯泡沫塑料..... (19)

(2) 聚氨酯泡沫塑料..... (19)

(3) 聚氯乙烯泡沫塑料..... (20)

(4) 聚乙烯泡沫塑料..... (20)

(三)、保温材料经济厚度确定..... (20)

1. 建筑物围护结构保温材料的经济厚度..... (20)

2. 设备与管道保温材料的经济厚度..... (21)

(1) 设备平壁保温..... (21)

(2) 管道保温..... (21)

(四)、工程应用实例..... (21)

1. 墙体保温..... (21)

2. 管道保温..... (21)

3. 设备保温..... (22)

第二部分 建筑保温材料产品

一 矿渣棉及其制品..... (28)

二 岩棉及其制品..... (30)

三 玻璃棉及其制品..... (34)

四	硅酸铝纤维及其制品	(43)
五	微孔硅酸钙及其制品	(45)
六	膨胀珍珠岩及其制品	(48)
	(一)、水泥膨胀珍珠岩制品	(48)
	(二)、水玻璃膨胀珍珠岩制品	(53)
	(三)、沥青膨胀珍珠岩制品	(56)
	(四)、其他膨胀珍珠岩制品	(60)
七	膨胀蛭石及其制品	(64)
	(一)、水泥膨胀蛭石制品	(64)
	(二)、水玻璃膨胀蛭石制品	(69)
	(三)、沥青膨胀蛭石制品	(70)
八	泡沫塑料及其制品	(72)
	(一)、聚苯乙烯泡沫塑料制品	(72)
	(二)、聚氨酯泡沫塑料制品	(74)

附录一 生产厂家情况介绍

附录二 保温材料厂家通讯录

第一部分

国内外建筑保温材料综述

1. 保温材料的作用：保温材料在建筑中起着至关重要的作用，能够有效减少建筑的热量损失，提高能源利用效率。保温材料广泛应用于墙体、屋顶、地板等部位，能够有效防止热量通过传导、对流和辐射等方式散失。

2. 保温材料的分类：保温材料可以根据其物理性质和化学成分进行分类。常见的保温材料包括有机保温材料（如聚苯乙烯、聚氨酯）、无机保温材料（如岩棉、玻璃棉）以及新型保温材料（如气凝胶、真空绝热板）。

3. 保温材料的性能指标：保温材料的性能指标主要包括导热系数、吸水率、抗压强度、燃烧性能等。导热系数是衡量材料保温性能的关键指标，越低越好。吸水率反映了材料在潮湿环境下的性能稳定性。抗压强度则关系到材料的耐久性和施工可行性。燃烧性能则是衡量材料防火安全的重要指标。

4. 保温材料的施工要求：保温材料的施工要求包括基层处理、材料铺设、接缝处理等。基层处理应确保平整、干燥、无油污。材料铺设时应注意搭接严密，避免出现热桥现象。接缝处理应采用专用密封胶进行密封，确保保温层的完整性。此外，施工还应符合相关规范和标准的要求，确保保温效果。

一、无机保温材料分类

1. 无机硅酸盐保温材料：无机硅酸盐保温材料具有优异的防火性能和稳定性，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

2. 岩棉保温材料：岩棉保温材料是由玄武岩等天然矿石经高温熔融后制成的纤维状材料，具有优良的保温性能和防火性能。

3. 玻璃棉保温材料：玻璃棉保温材料是由玻璃碎屑经高温熔融后制成的纤维状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于建筑墙体、屋顶等部位的保温。

4. 矿渣棉保温材料：矿渣棉保温材料是由工业废渣经高温熔融后制成的纤维状材料，具有优良的保温性能和防火性能，是一种环保型保温材料。

5. 膨胀珍珠岩保温材料：膨胀珍珠岩保温材料是由珍珠岩经高温膨胀后制成的颗粒状材料，具有优良的保温性能和防火性能。

6. 膨胀蛭石保温材料：膨胀蛭石保温材料是由蛭石经高温膨胀后制成的颗粒状材料，具有优良的保温性能和防火性能。

7. 膨胀云母保温材料：膨胀云母保温材料是由云母经高温膨胀后制成的片状材料，具有优良的保温性能和防火性能。

8. 膨胀石棉保温材料：膨胀石棉保温材料是由石棉经高温膨胀后制成的纤维状材料，具有优良的保温性能和防火性能，但由于石棉对人体健康有害，目前已逐渐被淘汰。

9. 膨胀石墨保温材料：膨胀石墨保温材料是由石墨经高温膨胀后制成的片状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于高温工业领域的保温。

10. 膨胀陶瓷保温材料：膨胀陶瓷保温材料是由陶瓷经高温膨胀后制成的块状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

11. 膨胀玻璃保温材料：膨胀玻璃保温材料是由玻璃经高温膨胀后制成的块状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于建筑墙体、屋顶等部位的保温。

12. 膨胀陶瓷纤维保温材料：膨胀陶瓷纤维保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的纤维状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

13. 膨胀陶瓷纤维毯保温材料：膨胀陶瓷纤维毯保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的毯状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

14. 膨胀陶瓷纤维模块保温材料：膨胀陶瓷纤维模块保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的模块状材料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

15. 膨胀陶瓷纤维浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

16. 膨胀陶瓷纤维耐火砖保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火砖保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火砖，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

17. 膨胀陶瓷纤维耐火浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

18. 膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火砖浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

19. 膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火砖浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

20. 膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火砖浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

21. 膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火砖浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

22. 膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料：膨胀陶瓷纤维耐火砖浇注料保温材料是由陶瓷纤维经高温膨胀后制成的耐火砖浇注料，具有优良的保温性能和防火性能，广泛应用于工业窑炉、高温管道等部位的保温。

策一暗伏

国内数处森林火灾

在任何介质中，当两处存在着温差时，就会产生热传递，热能将会从温度较高处转移到较低处。例如象房屋，如果室内外的空气存在温差时，热能就会通过房屋的外围护结构如门、窗、外墙、屋顶进行转移。

对于房屋，为了能常年保持室内有适宜于人们生活、工作的气温，房屋的外围护结构所采用的材料必须具有一定的保温性能。对于一些热工设备和热力管道，为了防止其热量损失或隔绝外界热量的传入，通常也用保温隔热性能好的材料进行围护。象这类能起保温隔热作用的材料就叫做保温隔热材料简称保温材料。一般来讲，评价保温材料的优劣，主要取决于材料的保温能力，保温能力越大，工程应用中保温的效果也越好。因为在一定条件下，材料的保温能力与使用容重成反比，与导热系数成反比。也就是说，容重越小，保温能力越大；导热系数越小，保温能力就越好。所以，这两个指标是保温材料的关键指标。

表1 按材料属性分类

无机材料	天然矿物	石棉、硅藻土
	人造材料	纤维类：岩棉、矿棉、玻璃棉、硅酸铝纤维。
		多孔类：膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、微孔硅酸钙、碳酸镁。加气砼、泡沫砼。泡沫玻璃、泡沫石棉、泡沫陶瓷。
有机材料	天然类	软木、植物纤维(棉、麻、草)。
	人造合成类	各种人造与合成纤维。各种泡沫塑料、泡沫橡胶。
	蜂窝材料	蜂窝纸、蜂窝板。
金属	层状	铜、铝、镍等箔材

在建筑工程中，习惯上把容量小于1000 kg/m³、导热系数小于0.233W/m.k的材料叫做建筑保温材料。这类材料的特点是孔隙小而多，容量轻、疏松、保温隔热、吸声效果好。

由于保温材料通常是多孔的，材料孔隙内有空气，起着辐射和对流的作用。因此严格地讲，当热量通过材料层时，并不单靠导热方式，但因辐射和对流所占的比例很小，故在建筑热工计算中均不予以考虑。

保温材料的品种很多，分类方法也不一样，主要分类方法如下：

1. 按材料的属性可分为无机、有机和金属材料三大类，详见表1；
2. 按材料的形态、构造可分为纤维状、微孔状、气泡状和层状四种，详见表2；

表2 按材料的形态、构造分类

纤维状	无机质	天然	石棉纤维
		人造	矿物棉(矿棉、岩棉、玻璃棉) 硅酸铝纤维
	有机质	天然	软质纤维板(木、草等)
微孔状	无机质	天然	硅藻土
		人造	硅酸钙、碳酸镁。
气泡状	无机质	天然	膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、加气砼、泡沫砼。
		人造	泡沫玻璃、泡沫硅玻璃、火山灰微珠 泡泡粘土
层状	金属	天然	软土
		人造	泡沫塑料(聚苯乙烯、聚氨酯、酚醛树脂、尿素树脂) 泡沫橡胶、钙塑绝热板
		人造	铝箔

3. 按使用温度范围可分为耐火材料系

统，建筑和管道系统三类，详见表3：

表3 按使用温度范围分类

耐火材料系统	耐火材料	耐火度 $>1580^{\circ}\text{C}$
	耐火隔热材料	耐火度 $1300\sim1580^{\circ}\text{C}$
	隔热材料	耐温 $(850\sim900)\sim(1100\sim1200)^{\circ}\text{C}$
建筑系统	隔热材料	耐温 800°C 以上
	保温材料	耐温 800°C 以下
	防露材料	常温 $\sim-50^{\circ}\text{C}$
	保冷材料	10°C 以下
管道系统	极低温隔热材料	-180°C 以下
	低温隔热材料	$-150\sim0^{\circ}\text{C}$
	常温隔热材料	$0\sim100^{\circ}\text{C}$
	中温隔热材料	$100\sim500^{\circ}\text{C}$
	高温隔热材料	500°C 以上

目前国内外广泛使用的建筑保温材料主要品种有：用于中温常温的（ $0\sim500^{\circ}\text{C}$ ）有矿棉、玻璃棉、石棉、膨胀珍珠岩、蛭石、加气砼、有机泡沫塑料等。用于较高温度（ 800°C ）的有普通硅酸铝纤维、微孔硅酸钙等。而高铝纤维使用温度可达 1000°C 以上。用于保冷系统的（一般为 10°C 以下）有超细玻璃棉、珍珠岩、PS泡沫等。

保温材料应用范围很广泛。在建筑上，常用于屋面、墙面、天棚以及通风空调管道的保温隔热层。在设备上，常用于各种工业窑炉、锅炉、热网、热交换器、化工中的反应釜、罐、贮槽、运输管道以及热工设备、仪器仪表的保温隔热层。在交通运输上，常用于飞机仓体、火车、汽车箱体、船舶隔板、仓体的保温隔热层。在低温设备上，常用于冷库、冷藏车、冰箱、空气制氧设备的保冷隔热层。从节约能源考虑，广泛使用保温材料能显著节省能耗，所以有着巨大的经济意义。

一、国外建筑保温材料

（一）概况

自1973年出现全球性能源危机以来，提高了人们对节能重要性的认识。近年来，各发达国家都十分重视节约能源，而优质的保温材料可以达到大大节能的目的。所以，世界各国都非常重视优质保温材料的研制、生产、和推广应用。有些国家把保温材料按人口平均用量的多少，看作是衡量该国工业水平和人民生活水平的指标之一。世界主要国家保温材料的使用量见表4。

表4 各国保温材料使用量（ $\text{m}^2/\text{人}\cdot\text{年}$ ）

国别	瑞典	法国	西德	比利时	瑞士
使用量	0.90	0.25	0.21	0.16	0.15

国别	荷兰	英国	意大利	西班牙	日本
使用量	0.12	0.10	0.04	0.04	0.03

根据联合国调查，按国民经济总产值每1亿美元的能耗量（以标准煤计算）见表5

表5 主要国家每1亿美元值产的能耗

国别	日本	美国	印度	中国
能耗(万吨)	3.92	9.02	10.12	21.12

由表5可知，我国能耗是相当高的，据资料介绍，我国的能源利用率仅为28%，也就是说，有72%的能源被白白地浪费掉了。

在总能耗中，建筑能耗又是能耗大户。据欧美国家的统计，建筑能耗占总能耗的比例见表6。

表6 建筑能耗占总能耗的百分比

国别	美国	荷兰	英国	西德	丹麦
比例（%）	30	36	37.5	40.8	46

所以，国外非常重视建筑节能，节能的关键，主要是致力于减少建筑物外围护结构的热损失，因为外围护能耗一般占建筑能耗的1/3以上。

据国外资料介绍，无保温层的住宅热损失达70%，若采用50mm厚保温层，一般可节能达40%~50%，又据日本1973年统计资料，若所有的住宅都用50mm厚的保温材料施工，在不降低空调水平的情况下，可使供暖能量节约为41.9%，制冷用能量节省72.3%。因此，近年来，许多国家对房屋的外围护结构采取尽量降低能耗的措施。如丹麦过去外墙板采用7cm厚矿棉或玻璃棉保温，现在已加厚到15cm以上；以前砖墙厚为29cm，现在已改为35cm。日本北海道对住宅的顶棚保温用30cm厚的玻璃棉，对外墙采用15cm厚的玻璃棉或15cm厚的矿棉再加上2.5cm厚的聚苯乙烯泡沫板，可节能10%。英国和爱尔兰对外墙体系采取一些构造措施，从而达到降低围护结构能耗量的目的。

瑞典的建筑法规规定，新建住宅必须采用有效的隔热、气密以及采暖通风体系，这样做虽然房屋造价提高6%，但能耗却减少了40%。据有关资料介绍，瑞典、英国、法国的新建住房100%采用隔热化构造，也就是说，这些国家住宅保温的普及率已达100%。此外，美国新建住宅的90%也已采用隔热化措施，日本普及率相比之下要低些，但也达50%。

目前世界各国普遍采用的建筑保温材料有：矿棉、玻璃棉、聚氨酯、聚苯乙烯、膨胀珍珠岩等，据统计，1986年世界泡沫聚氨酯的总产量达504万吨，其中以西欧和美国居首位，共占总产量的75%以上。膨胀珍珠岩因其成本低，在资源比较丰富的国家都比较注意开发利用，一般在保温材料中所占的比例是：捷克19%，美国10%，苏联2.4%，西德2.3%。

(二) 常用建筑保温材料情况介绍

1. 矿棉

矿棉是用熔融状矿渣制成的一种矿物棉，所以又称为矿渣棉。它是第一大类矿物棉，其产量在矿物棉中居第一位，是世界各国主要建筑保温材料。

据一些资料介绍，美国年产矿棉制品约240万吨，其中矿棉吸声板2亿m²，人均耗量约0.9m²。其次为苏联，年产量约200万吨以上。再次是西德、日本、瑞典和丹麦，其中瑞典和丹麦人口虽然很少，但矿棉制品年产量分别为30万吨和22万吨，人均耗量达37kg左右。

国外矿棉制品有一半用于建筑，如瑞典的住宅，为了达到保温和隔音标准，其内外墙和各层楼板至少采用50~100mm厚矿棉板作保温层，第一层地板和屋顶另外用200mm厚的矿棉制品隔热。近年来，由于大力提倡节能，已将该保温层由200mm厚增加到400mm厚。此外，各层顶棚和门、窗大量采用矿棉吸音板。澳大利亚住宅和标准厂房的围墙、地板和屋顶是由轻钢龙骨和矿棉复合组成，保温吸声性能很好，其房屋构件90~95%由矿棉板所组成。美国、日本用于装饰天花板和粒状棉所消耗的矿棉数量很大，美国每年用于顶棚保温、防火涂层和吸声板的粒状矿棉在80万吨以上，日本约10~18万吨。在美国，100%的木质天花板已为矿棉吸声板所取代，日本则取代了80%以上。主要工业国用于建筑的矿棉制品所占比例大体如表7。各国矿棉制品的比例见表8。

表7 主要国家建筑用矿棉比例

国 别	英国	瑞典	日本	西德	美国	苏联
矿棉比例(%)	85	80	75	70	57	50

表 8 各国矿棉制品的比例

产品名称	保温板	粒状棉和矿棉吸声板	矿棉缝毡	矿棉管
比例(%)	35~40	35~40	20~25	9~13

2. 玻璃棉

玻璃棉是矿物棉的第二大类产品，是一种较长的短纤维，形态上类似棉絮，故称玻璃棉。美国年产玻璃棉约 125 万吨，居世界首位，其中有 80% 用于建筑业。日本玻璃棉年产量约 17 万吨，但生产技术不如美国、法国先进，主要用于建筑业（约占 80%）。目前法国玻璃棉的年产量在 17 万吨以上，其中 60% 用于建筑业。

国外玻璃棉制品品种很多，诸如软毡、硬板，各种管径的管壳，复合制品以及各种贴面板等。

3. 硅酸铝纤维

硅酸铝纤维是矿物棉的第三大类产品，由于其耐火度高，所以又叫耐高温棉或耐火纤维。

硅酸铝纤维由于有其很高的使用温度（一般达 1000℃ 以上）而引起各国的注意和重视，1970 年全世界产量还不到 1 万吨，1980 年已增加到 4.5 万吨左右，到 1984 年已超过 8 万吨（不包括中国）。其中美国生产 4 万吨，约占总产量的 1/2，其次是英国、苏联和日本，年产量约为 0.8~1 万吨左右。

美国金刚砂公司是世界上最大的生产耐火纤维的跨国公司。年总产量达 1.8 万吨。其产品有三种：一种氧化铝含量为 45~55%，耐火度 1200℃ 以下；另一种氧化铝含量为 50~60%，耐火度为 1260~1300℃，还有一种莫来石纤维，耐火度可达 1400℃ 以上。

英国帝国化学公司发明一种赛菲尔纤维，氧化铝含量达 95%，耐火度可达 1600℃，但因价格太高，销路较小。

4. 微孔硅酸钙

容重小于 280 kg/m³ 的硅酸钙称为微孔硅酸钙。美国、英国、苏联、日本都相继进行了研究和生产，其中以日本发展最快。1950 年日本以干法生产容重为 350 kg/m³ 的产品，1952 年改用湿法生产容重降为 200 kg/m³ 的产品，到 80 年代，又进一步以动态法生产容重为 100 kg/m³ 的无石棉超轻微孔硅酸钙产品，并以专利卖给了美国。苏联从 1958 年开始试制并生产出微孔硅酸钙产品，主要用于火力发电厂管道和汽轮机气缸的保温。

由于石棉已公认为是致癌物质，许多国家如美国、英国、瑞典、新加坡等国的微孔硅酸钙制品早已禁止使用石棉作增强纤维。在日本，也被定为“特定的化学物质”，规定凡石棉含量超过 5% 的制品都要加上明显的标志。因此。日本所提供的制品，其石棉含量均低于 5% 或不含石棉。美、英、日三国的产品性能见表 9。

表 9 微孔硅酸钙产品性能

国家	容重 kg/m ³	机械强度 (MPa)		导热系数 (W/m·k)	线收缩 (%)	使用温度 (°C)
		抗弯	拉压	100°C		
美国	208	0.41	1.66	0.0591	1.1	650
	220			0.0616	2	
英国	240	0.55	0.59	0.0598	2	650
日本	200	0.39	0.78	0.0569	2	650

美国、英国、日本和苏联等国产品主要供国内使用，少量出口。在国际市场上，日本占统治地位。近几年，南朝鲜、台湾的产品也开始出现在国际市场上，但数量不大，台湾的外销量约占其产量的 15%。

日本在 1984 年 JIS 新标准中，把硬硅钙石和托贝莫来石两种硅酸钙分列为 1 号和 2 号，每种编号有两种容重。据介绍，70 年代末，日本硅酸钙制品的产量估计已达 35 万 m³ 以上。日本的产品分类和性能见表 10。

表10 日本微孔硅酸钙制品分类和性能

种 类 (平板、 管壳)	容 重 (kg/m^3)	导 热 系 数 ($\text{W/m}\cdot\text{k}$) $70\pm 5^\circ\text{C}$	抗 弯 强 度 (MPa)	线 收 缩 (%)	使用温度 ($^\circ\text{C}$)
1号-13	130	0.048	>0.196	< 2	1000
1号-22	220	0.062	>0.294		
2号-17	170	0.054	>0.296	< 2	650
2号-22	220	0.062	>0.294		

5. 复合泡沫保温材料

复合保温材料能有效地降低材料成本,并提高了耐温、防火等性能,所以目前在许多国家得到了显著地发展。复合保温材料的结构形式一般有:有机无机混合发泡材料、有机材料胶结无机保温材料、有机无机材料组合保温材料等。从有机复合材料来看,目前应用较多的有聚氨酯、酚醛、聚丙烯、环氧、沥青等发泡材料。据统计,1986年世界泡沫聚氨酯的总产量已达504万吨。泡沫聚苯乙烯的产量达150万吨。其中西欧和美国居首位,共占75%以上。

(1) 聚氨酯系复合保温材料

聚氨酯复合保温材料是由聚氨酯预聚物、反应速度调节剂、添加剂、水及无机填料、无机发泡材料等组成。据悉,日本近年来研制成的聚氨酯—矿渣复合保温材料是按一定的配合比混合而成的,在标准状态下得到的发泡体,其容重为 630kg/m^3 ,发泡倍数为2.2倍,抗压强度为 0.49MPa 。导热系数为 $0.18\text{W/m}\cdot\text{k}$ 。并具有不燃性或准不燃性,较高的保温性能及良好的生产工艺性。主要用于建筑结构中金属板壁的内衬保温材料。

(2) 酚醛树脂系复合保温材料

酚醛泡沫保温材料在有机保温材料中应用比较广泛。

苏联在石油工程中使用最多的是酚醛泡沫保温材料。这是因为酚醛泡沫材料成本低,且有优良的耐久性、保温性及良好的生产工艺性。而最高使用温度可达 150°C (聚氨酯为 135°C ,聚苯乙烯为 70°C)。主要用于双层面板的保温,但其缺点是吸水率较高,水解后产生酸性成分,对金属产生强烈腐蚀。

日本近年来大力发展酚醛树脂系复合材料,并研制成一种含无机填料的酚醛泡沫保温材料。它是由酚醛树脂、分解型发泡剂、固化剂、无机填料等组成。

苏联在小口径管道保温中,都采用酚醛胶结矿棉保温。近年来又研制成一种不用酚醛树脂胶结的螺旋式缠绕矿棉毡成型保温瓦的新工艺,预制保温矿棉瓦容重为 $150\sim 200\text{kg/m}^3$,导热系数为 $0.42\text{W/m}\cdot\text{k}$ 。其中最大特点是不采用酚醛粘结剂,成本显著降低,并且提高了耐温性能。

酚醛树脂系复合保温材料可用于建筑、管道的保温或用作层压板材的夹层发泡材料。但其缺点是用于较高温度下易发烟,并产生臭味。美国研制成一种用于高温的酚醛树脂胶结的玻璃纤维保温材料,采用酚醛树脂分级固化工艺,克服了发烟产生臭味等缺点,该制品可用于热解自动清洗炉的高温环境下保温($450\sim 510^\circ\text{C}$)。

最近,美国勇敢胶带公司已研制成一种

用于中低温施工的玻璃纤维—胶带组合保温结构材料，它是由玻璃纤维瓦及接头用密封胶带组成。可用于热水、冷水、蒸汽、石油化工产品等输送管道，胶带在低温下（-27~-70℃）不失效。

(3) 聚丙烯系复合保温材料

聚丙烯复合的材料作为保温材料及包装用防震材料得到广泛应用。但聚丙烯发泡体压缩后的复原率小，耐热性较差(70~80℃)。另外聚丙烯树脂的膨胀剂逸散速度较慢。日本曾研制成一种含无机填料10%~70%(重量计)聚丙烯树脂制取含无机质聚丙烯发泡保温材料。该材料是把发泡材料分散于水中，以水作发泡剂，所以价格比较便宜，但其缺点是发泡率较低。为改变上述缺点，日本在研制中又加入有机膨胀剂，虽提高了发泡率，但价格又增加了。为此，日本最近又提出不使用有机挥发性膨胀剂的聚丙烯—乙烯无规共聚物的发泡树脂，可用于温泉输水管道、太阳能热水器等保温，也可用于冷藏库保冷、电视机以及仪器的包装减震材料。

(4) 沥青系复合保温材料

沥青泡沫材料在建筑隔音、防震方面已得到广泛应用。沥青泡沫的制造主要有两种方法。一种是浸渍法，另一种是发泡法。日本最近改进了沥青发泡方法，它是在多元醇和异氰酸酯反应得到末端含有异氰酸酯型氨基甲酸乙酯聚合物中，添加沥青物，再混入水及多官能团的交联剂，使其发泡、固化得到沥青泡沫或沥青弹性物。

(5) 水泥珍珠岩复合保温材料

苏联马丹加市研制成水泥珍珠岩聚苯乙烯复合保温材料（简称УППС）。该材料用硅酸盐水泥作胶结剂、聚苯乙烯微粒（松散容重18~25kg/m³）作骨架，当地的珍珠岩砂作颗粒空隙间的填充料，可以制成不同容重和强度的保温材料、板材或整体保温层。在珍珠岩砂和聚苯乙烯微粒用量不变的情况

下，保温材料的强度与水泥用量成正比，采用不同量的水泥可以制得不同强度标号（包括M50号）的制品。该材料具有无味、耐酸、防霉的特点。有较高的吸水性，48小时吸水率为35%~75%（重量份）。材料经湿润和干燥交替处理可承受25~30次冻融环循。材料的抗冻性随水泥的用量增加而提高。材料在煤气灯下不燃、不熔而仅只露出泡沫聚苯乙烯的微粒。

水泥珍珠岩泡沫聚苯乙烯复合绝热材料的物理力学性能见表11。

表11 水泥珍珠岩复合材料性能

项 目	板 材 标 号		
	300	350	400
容重 (kg/m³)	295	340	390
干态导热系数 (W/m·k)	0.078	0.087	0.098
抗弯强度 (MPa)	0.25	0.3	0.4
抗压强度 (MPa)	0.6	0.98	1.18
软化系数	0.75	0.78	0.76
抗冻循环次数	25	35	35
48小时的重量吸水率 (%)	75	70	50

(三) 墙体保温

在采暖能耗中，外墙能耗的比重是比较大的，一般占建筑使用能耗的1/3，实际上严寒地区还要超过1/3。据英国文献资料报道。外墙能耗为35%~50%，也就是说，外墙能耗占建筑使用能耗的1/3~1/2。因此，在建筑节能中应首先抓好外墙保温工作。

当今世界许多国家都在积极开展外墙保温工作。据悉英国每年有2500万英镑用于外墙保温，美国仅外墙保温饰面一项年销售额即达1.5亿美元以上，并且正以20%~25%的增

长率扩大销售量。下面介绍几种国外近几年来使用的墙体保温体系情况。

1. 外保温饰面体系

外保温饰面体系又叫 EIFS 体系, 据统计, 美国已用于12万个新建或改建工程。而且宿舍、办公楼、商店、旅馆、学校、医院等建筑都可用这种体系。近几年来, 美国估计每年有750~900万 m^2 的建筑外墙使用了这种体系。其它国家也利用同一原理, 建造了使用不同保温材料的外保温饰面体系。这种体系的基本构成是: 将高效保温材料用粘结剂或机械固定件固定于外墙上, 再饰以配网底层和面层。其外墙可以是石膏板、硅酸盐砌块、加气砼板砌块、普通砼板和砖墙等墙体。

在美国, 这种体系是以膨胀聚苯乙烯 (EPS) 为主要保温材料, 它又分为两类, 一类是柔性聚合物体系(PBS), 该体系是用100%丙烯酸聚合物作为饰面表层, 而底层是用聚合物水泥砂浆抹成, 并配以玻璃纤维网增强。另一类是刚性改性聚合物体系(PMS), 它是以丙烯酸聚合物与波特兰水泥的拌合物作为饰面表层, 而底层也是聚合物水泥砂浆, 但其配筋材料是钢板网。这两类的底层材料相同, 都是用来保护保温材料的, 以防止渗水和外界的碰撞。但其固定方法略有不同, PBS体系多用粘结剂固定保温板, 而PMS体系则用机械固定保温板。

瑞典是以岩棉板为保温材料, 饰面底层再分为两层, 即主底层与副底层。这两层都是用水泥砂浆分别喷涂而成, 其目的是提高底层的抗渗性能。饰面表层是用带有各种色彩的轻质砂浆, 细集料是采用大理石(或白云石)的石屑, 这种饰面表层有组细纹理, 可以防水、防风、抗冻、耐磨等, 其最大特点是能使水蒸汽及时散发, 使岩棉板始终处于良好的工作状态。底层中配有热浸镀锌的焊接钢网, 借以提高饰面层的抗裂性。

英国所采用的保温材料种类较多, 有25~60mm厚的聚苯乙烯、聚氨酯、泡沫玻璃、聚异氰酸酯等板材, 或25~100mm厚的矿棉或玻璃棉板。它们都用机械固定件将保温材料与钢丝网固定在底板上(或旧墙上), 然后再抹上砂浆或再贴面砖或其它护面板。此外, 尚有一种轻质结构形式, 其做法是在底层采用玻璃纤维网, 底层与表层均抹聚合物水泥, 每层厚度为3~10mm, 层间有划痕, 以增强粘结。

2. 复合外墙体系

复合外墙体系一般是由两块金属板或非金属板(如砼板、石膏板、石棉水泥板、塑料板、砌块等)中间夹以保温板所组成。保温材料芯层一般用矿物棉毡(板)、玻璃棉毡(板)、聚苯乙烯板或聚氨酯板等。

该体系的主要优点是保温性能好、工业化程度高、施工周期短、节点密封性好、难燃性及可加工性好。故使用比较普遍, 已成为墙体保温的基本形式。

在这种体系中, 使用最普遍的保温材料是矿物棉, 国外矿棉毡(板)的形式是多样的。有一种矿棉叫T牌号板, 它是由浸以水泥砂浆的皱纹矿棉板相互成十字形状放置而成, 砂浆凝结时各个板在顶端处牢固相接, 形成多孔材料。这种板的两面都有小波纹表面, 有助于基层的相接, 粘接强度比光面板高33%。

玻璃棉毡(板)在外墙保温中的应用也相当普及, 品种也很多。美国曾研制成一种隔热一屏蔽的墙体隔热毡和板, 用于幕墙和一般结构墙中。玻璃棉毡卷长15~33m, 宽0.6m或1.2m。玻璃棉板的尺寸为0.6m×1.2m。瑞典使用于地下室墙保温的玻璃棉硬质板颇有特点, 它为层合结构, 由一些玻璃薄层层压而成。当垂向安装时, 玻璃纤维与地面垂直, 因而与板面接触的任何水分, 将流到底脚的排水系统内。吸湿的板外表面不超过3

mm, 板中加有0.007mm细纤维, 以改善回弹性和压缩强度。加拿大也研制出用作墙体保温衬板的非结构带复面玻璃棉硬质板, 使用细的玻璃纤维以获得最大的热阻值, 板重 57kg/m^3 , 尺寸为 1.2×2.4 和 $1.2 \times 2.7\text{m}$, 厚2.5或3.8cm。

聚苯乙烯泡沫塑料价格比较便宜, 在建筑中的应用也很广泛。美国某牧场使用膨胀聚苯乙烯作墙体保温, 1~1.5年即收回了补加的保温投资。西德使用泡沫聚苯乙烯板作外墙保温材料已有20多年了, 厚度增加到80mm以上。美国某公司研制出一种保温夹层现浇砼墙, 可使热损失减少75%, 砼需要量减少25%, 而其强度却不受影响。保温夹层由约50mm厚泡沫聚苯乙烯曲线形芯板所组成, 带有突出的定位头, 以便与墙模具紧密结合。这种夹层板吸水率低, 因无相互连接元件, 蒸汽传递率低, 不腐烂, 高度耐腐。

聚氨酯泡沫塑料也可用于墙体保温。美国某公司研制成层合预制板, 其尺寸为 $1.2\text{m} \times 2.4\text{m}$ 和 $1.2\text{m} \times 4.8\text{m}$, 用89mm聚氨酯泡沫粘于11mm厚外粗纸板, 内面则用13mm厚石膏板粘贴。美国另一公司的聚氨酯泡沫系列, 包括浇注型和发泡型两种, 属于1级防火等级, 可用于墙体结构、冷库及其他金属复面板。发泡型可在低到 21°C 的温度下施加在基层上, 现场浇注的温度仅为 $32 \sim 43^\circ\text{C}$, 所得泡沫密度低, 孔结构细而均匀, 表皮不易分层。

3. 外保温—装饰体系

外保温—装饰体系包括聚合物基、聚合物改性矿物纤维基和矿物纤维基。这种系统不用框架, 而是把保温和装饰两道工序结合在一起, 这样的体系特别适用于外墙的保温维修。因而受到各国的普遍欢迎, 各国也都相继开发这种系统。

美国1982年外保温—装饰系统的作业量

已增加到 446万m^2 , 占墙体翻修工程的15%~20%。在美国使用最多的形式是在外墙上粘贴聚苯乙烯板, 再复盖玻璃纤维材料, 胶粘剂及各种装饰材料。

这种体系在瑞典是采用矿棉和抹灰料。该体系由固定件、保温板、钢丝网、砂浆以及外涂层所组成。其固定件为不锈钢制成, 保温层为 100kg/m^3 矿棉板, 其厚度为50mm、84mm、100mm、120mm和150mm。钢丝网为热浸镀锌焊接件, 砂浆层包括主涂层和底涂层, 直接抹在保温层上, 中间由钢丝网增强, 共三层总厚约20mm。外装修涂层是由丙烯酸涂料加白大理石碎石组成的喷涂层。

这种体系在英国有两种体系。一种是厚抹灰包覆体系, 它又有两种做法。一是用20~60mm聚苯乙烯、聚氨酯、泡沫玻璃或聚异氰酸酯板粘到墙上、用机械固定件固定, 以金属网增强、并用厚涂抹灰料保护。另一是作20~100mm矿棉或玻璃棉板机械固定到墙上, 金属网加强、抹灰涂层保护, 面层包覆板或面砖。另一种体系是轻质聚合物体系。它是用25~60mm厚聚苯乙烯、泡沫玻璃、聚氨酯或聚异氰酸酯板粘到墙上, 用机械固定件固定, 用纤维网增强、并以聚合物涂层和饰面层(每层3~10mm厚)保护。

4. 其它体系

(1) 空腔墙体系

空腔墙的保温处理, 是以使用吹入法为最普遍, 吹入的保温材料有矿物棉、玻璃棉、纤维素纤维、膨胀珍珠岩、膨胀聚苯乙烯粒料等。

英国某公司生产的墙空腔松散填料, 是由玻璃棉加合成树脂粘结剂和硅酮疏水剂制成。施工时以吹入法吹入空腔墙内。另有用经过硅处理的膨胀珍珠岩松散填料, 常用于砼砌块或砖的空腔墙中, 据测传热量可减少50%以上。还有一种空腔墙玻璃棉板, 为疏水粘结玻璃棉板, 无短纤维和粗纤维, 尺寸为 1200mm