

1.2.1 保温系统

1 外墙保温系统选用指南

【产品主控指标】

系统耐候性、抗冲击性、吸水量、抗风压性能、传热系数、耐冻融性能、各界面层拉伸粘接强度等指标；
保温材料的密度、导热系数、燃烧性能、吸水率等；
其他配套材料的相关性能。

1.概述

1.1 基本介绍

外墙保温系统从保温层所处的位置上分为四大系统，即外墙外保温系统、外墙内保温系统、外墙夹心保温系统和外墙自保温系统，各有其优缺点及适用范围，对于外交部工程我们主要推荐外墙外保温系统（以下简称“外保温系统”）。

外保温系统是由保温层、保护层和固定材料（胶粘剂、锚固件等）构成并且适用于安装在外墙外表面的非承重保温构造总称。相对于内保温系统，可以避免或减少热桥部位的出现，同时能够保护主体墙材不受过大的温度变形应力，是目前国内应用最广泛的保温做法，也是目前国家大力倡导的保温做法，但其安全性(防火、台风)、耐久性、经济性和外立面的装饰性也存在一定的不足和局限。总体来说，外保温系统是外交部工程推荐使用的一种构造做法，特别是当工程处于严寒地区或对外墙保温效果要求高时。

1.2 分类

1) 外保温系统按构造做法分类可以分为粘贴保温板外保温系统构造做法、保温浆料外保温系统构造做法、EPS板现浇混凝土外保温系统构造做法、EPS钢丝网架板现浇混凝土外保温系统构造做法、现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统构造做法、保温装饰板外保温系统构造做法等。

2) 外保温系统在以上构造做法的基础上还能以不同保温材料作为保温层而形成多种不同的系统，如粘贴保温板外保温系统构造做法可以分为EPS板薄抹灰外保温系统、XPS板薄抹灰外保温系统、岩棉板薄抹灰外保温系统等系统。

1.3 常用保温材料的热工计算参数

评价外墙保温系统的保温效果一部分取决于构造做法本身，更大的部分是取决于系统保温材料的选择。表1.3是常用保温材料的热工计算参数。

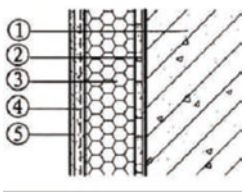
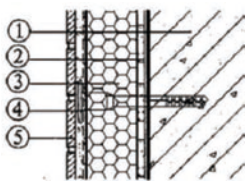
表1.3 常用保温材料的热工计算参数

材料名称	导热系数W/(m·K)	蓄热系数W/(m²·K)	修正系数	导热系数计算值W/(m·K)	蓄热系数计算值W/(m²·K)
EPS板	0.039	0.36	1.05	0.041	0.37
XPS板	0.030	0.32	1.20	0.036	0.38
PU板	0.025	0.27	1.10	0.028	0.30
保温浆料	0.060	0.95	1.20	0.072	1.14
硬泡PU	0.024	0.36	1.10	0.027	0.40

2 外墙外保温系统基本构造做法

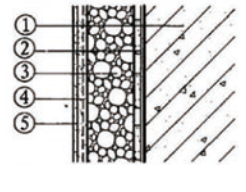
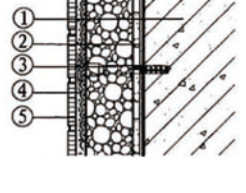
2.1 粘贴保温板外保温系统构造做法，见表 2.1

表2.1 粘贴保温板外保温系统构造做法

分类	构造示意图	系统的基本构造				
		①基层墙体	②粘接层	③保温层	④抹面层	⑤饰面层
涂料饰面		钢筋混凝土墙体 各种砌体墙（砌体 墙须用水泥砂浆找 平）	胶粘剂（粘贴面积 不小于保温板面 积的40%）（必要 时，采用锚栓作为 辅助固定件。）	EPS板 XPS板（板两面需 使用界面砂浆时， 宜使用水泥基界面 砂浆） PUR板（板两面需 刷界面剂）	抹面胶浆复合玻纤 网布（加强型增设 一层）	涂料或饰面砂浆
面砖饰面		钢筋混凝土墙体 各种砌体墙（砌体 墙须用水泥砂浆找 平）	胶粘剂（粘贴面积 不小于保温板面 积的50%）（必要 时，采用锚栓作为 辅助固定件。）	EPS板	第一遍抗裂砂浆 +一层耐碱玻纤 网布，用塑料锚 栓与基层锚固+ 第二遍抗裂砂浆 （3~7mm厚抹面 层）	面砖粘接砂浆+面 砖+勾缝料

2.2 保温浆料外保温系统构造做法，见表 2.2

表2.2保温浆料外保温系统构造做法

分类	构造示意图	系统的基本构造				
		①基层墙体	②界面层	③保温层	④抹面层	⑤饰面层
涂料饰面		钢筋混凝土墙 各种砌体墙 （砌体墙需用水泥 砂浆找平）	界面砂浆	胶粉EPS颗粒保温 浆料	抹面胶浆复合耐碱 玻纤网格布）+弹 性底涂（总厚度普 通型3~5mm，加 强型5~7mm）	柔性耐水腻子（工 程设计有要求时+ 涂料
面砖饰面		钢筋混凝土墙 各种砌体墙 （砌体墙需用水泥 砂浆找平）	界面砂浆	胶粉EPS颗粒保温 浆料	第一遍抗裂砂浆+ 热镀锌金属网（四 角电焊网或六角 编织网），用塑 料锚栓与基层墙 体锚固+第二遍抗 裂砂浆（总厚度 8~10mm）	面砖粘结砂浆+面 砖+勾缝料

2.3 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统构造做法，见表 2.3

表2.3 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统构造做法

构造示意图	系统的基本构造					
	①基层墙体	②.界面层	③保温层	④找平层	⑤抹面层	⑥饰面层
	钢筋混凝土墙各种砌体墙（砌体墙需用水泥砂浆找平）	聚氨酯界面剂	喷涂硬泡聚氨酯	20厚胶粉EPS颗粒浆料	抹面胶浆复合耐碱玻纤网格布（加强型增设一道耐碱玻纤网格布	柔性耐水腻子（工程设计有要求时）+涂料

注：所有混凝土砌块的强度等级不应低于MU5.0。

3 技术要求

3.1 各种外墙外保温系统均应符合以下基本要求：

- 1) 应能适应基层的正常变形而不产生裂缝或空鼓。
- 2) 应能长期承受自重而不产生有害的变形。
- 3) 应能承受风荷载的作用而不产生破坏。
- 4) 应能耐受室外气候的长期反复作用而不产生破坏。
- 5) 在罕遇地震发生时不应从基层上脱落。
- 6) 应具有防水渗透性能。
- 7) 保温、隔热和防潮性能应符合GB50176《民用建筑热工设计规范》、JGJ26《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》、JGJ134《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》和JGJ75《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》的有关规定。
- 8) 外墙外保温工程各组成部分应具有物理—化学稳定性。所有组成材料应彼此相容并应具有防腐性。在可能受到生物侵害（鼠害、虫害等）时，还应具有防生物侵害性能。
- 9) 在正确使用和正常维护的条件下，外墙外保温工程的使用年限不应少于25年。正常维护包括局部修补和饰面涂层维修两部分,对局部破坏应及时修补。对于不可触及的墙面，饰面层正常维修周期不应小于5年。

3.2 外墙外保温系统的性能要求，见表 3.2。

表3.2 外墙外保温系统性能要求

项目	性能要求
系统耐候性	经耐候性试验后，不得出现饰面层起泡或剥落、保护层空鼓或脱落等破坏，不得产生渗水裂缝。具有薄抹面层的外保温系统，抹面层与保温层的拉伸粘结强度不得小于0.1MPa，并且破坏部位位于保温层内。
耐冻融性能	经30次冻融循环后，保护层无空鼓、脱落、无渗水裂缝；保护层与保温层的拉伸粘结强度不小于0.10MPa，破坏部位位于保温层内。
抗冲击性	建筑物首层墙面及门窗口等易受到碰撞部位：10J级， 建筑物二层及以上墙面等不易受到碰撞部位：3J级。
吸水量	水中浸泡1h，只带有抹面层和带有全部保护层的系统的吸水量均不得大于或等于1.0kg/m ² 。
抹面层不透水性	2h不透水
热阻	外墙外保温热阻应符合设计要求
保护层水蒸气渗透阻	应符合设计要求

注：1 水中浸泡24h，只带有抹面层和带有全部保护层的系统的吸水量均小于0.5kg/m²时，不检验耐冻融性能。

2 当需要检验外保温系统抗风荷载性能时，性能指标和试验方法由供需双方协商确定。

3.3 外保温系统组成材料及部件性能应符合表 3.3 规定。

表3.3 外保温系统组成材料及部件性能要求

项目			性能要求		
胶粘剂	拉伸粘结强度 (MPa)	与水泥砂浆	干燥状态 ≥0.60		
			浸水48h, 取出后2h ≥0.40		
		与EPS板	干燥状态和浸水48h后≥0.10, 破坏部位应位于EPS板内		
抹面胶浆 抗裂砂浆 界面砂浆		与EPS板 与胶粉EPS颗粒保温浆料	干燥状态和浸水48h后≥0.10, 破坏部位应位于EPS板或胶粉EPS颗粒保温浆料内		
玻纤网	经向和纬向耐碱拉伸断裂强力(N/50mm)		≥750		
	经向和纬向耐碱拉伸断裂强力保留率(%)		≥50		
保温材料	品种		EPS板	XPS板	PU板
	密度(kg/m³)		18~22 (涂料饰面)	25~32	≥35
	导热系数[W/(m·K)]		≤0.041	≤0.030	≤0.024
	水蒸气渗透系数[ng/(Pa·m·s)]		符合设计要求	符合设计要求	符合设计要求
	抗拉强度(MPa)		≥0.10	≥0.20	≥0.10
	尺寸稳定性(%)		≤0.3	≤1.0	≤1.0
	燃烧性能级别		不低于B2	不低于B2	不低于B2
饰面材料			必须与其他系统组成材料相容。应符合设计要求和相关标准规定		
锚栓			符合设计要求和相关标准规定		

4 各种外墙外保温系统比较

4.1 EPS 板薄抹灰外保温系统（属于粘贴保温板外保温系统构造做法）

在各种外保温系统中，是技术最成熟的外保温系统。适用于各种基层墙体，适用于涂料饰面，做好相应处理后也可贴面砖，但从外交部工程安全角度慎用面砖饰面。

4.2 XPS 板外保温系统（属于粘贴保温板外保温系统构造做法）

XPS与EPS同属热塑性塑料，XPS的热工性能优于EPS。XPS应用的最大问题是尺寸稳定性不如EPS，粘结的可靠性不如EPS，XPS弹性模量大，抹面胶浆易开裂，最终的影响是系统的安全、可靠性不如EPS。

4.3 硬泡聚氨酯板外保温系统（属于粘贴保温板外保温系统构造做法）

PU属热固性塑料，燃烧时只碳化不会融化，且导热小，不足之处是价格较EPS、XPS贵，从应用方面积累的成功案例不如EPS多。

4.4 EPS 板现浇混凝土外保温系统

仅适用于现浇钢筋混凝土剪力墙，优点是施工简单、经济、可冬季施工，实现外保温安装工业化。

4.5 EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统

仅适用于现浇钢筋混凝土剪力墙，可冬季施工，但斜插丝削弱了保温板的热工性能，在实际计算保温板厚度时应乘以1.5的修正系数。

4.6 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统

PU属热固性塑料，燃烧时碳化，不像EPS、XPS热塑性塑料燃烧时融化。主要问题是厚度难以控制，厚薄不均匀时产生应力集中，造成涂层开裂，一般不宜采用此保温系统。

4.7 保温装饰板外墙外保温系统

采用粘锚结合方式，适用于混凝土和砌体结构外墙。由于保温装饰板的构造比较复杂，属于高档产品，主要用于公共建筑。

5 设计与选用要点

1) 对于具有薄抹面层的外保温系统，保护层设计厚度首层不应小于6mm，其他层不应小于3mm。

2) 饰面层具有保护整个外保温构造不受紫外线以及其他自然力损害的作用。饰面层应具有很好的不透水性,同时还应具有良好的水蒸气渗透性,以保证不至于形成对外保温构造有害的不透汽层。饰面层还应与保温材料及抹面材料相容,不得对保温材料及抹面材料造成破坏。

3) 应做好外保温工程的密封和防水构造设计, 确保水不会渗入保温层及基层, 重要部位应有详图。水平或倾斜的出挑部分以及延伸至地面以下的部位应做防水层。在外墙外保温系统上安装的设备或管道应固定于基层上, 并应做密封和防水设计。

4) 各种外保温系统都有其特有的构造形式和组成材料, 选用时不得随意更改。尤其是不得随意将涂层饰面换为面砖饰面, 也不得将EPS板随意换成XPS板。

5) 外保温系统至少应在25年内保持完好,这就要求系统能够经受住周期性热湿和热冷气候条件的长期作用。为了保证外保温系统具有可靠的耐久性,选用时应要求供应商提交耐候性检验报告。

6) 应要求外保温系统供应商成套供应系统全部组成材料（包括保温板和饰面涂料）。并要求提供书面施工方案，严格按照施工方案和相关标准规定施工。

7) 贴面砖质量控制要点:

(1) 应采用以粘结为主, 粘锚结合方式固定保温板, 锚栓应钉在玻纤网外并钉在粘胶点处。保温板与基层和抹面层的粘结应可靠。

(2) 经耐候性试验(110次冷-热雨循环)后,面砖与抹面层的粘结强度应不小于0.4MPa,抹面层与保温板保温层的拉伸粘结强度应不小于0.1MPa,并且应为保温层破坏。

(3) EPS保温板板的密度应不低于 30kg/m^3 , 厚度 $40\sim 200\text{mm}$ 。

(4) 瓷砖胶粘剂耐冻融性能应符合《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144规定。

(5) 玻纤网面密度 160g/m^2 , 网孔中心距 $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。玻纤网耐碱性应符合《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统》JG 158—2004规定。

(6) 面砖厚度不宜大于7mm, 单位面积质量不宜大于 20kg/m^2 , 单块面积 $\leq 150\text{cm}^2$, 其它指标应符合相应标准的规定。

2 屋面保温材料

屋面根据构造形式分为平屋面和坡屋面，平屋面又根据保温层和防水层的位置分为倒置式和正置式两种。由于屋面构造形式不同，对保温材料的要求也不尽相同。对于屋顶基层采用耐火极限不小于1.00h的不燃烧体的建筑，其屋顶的保温材料不应低于B2级；其他情况，保温材料的燃烧性能不低于B1级。可燃保温层应采用不燃材料覆盖。

1.1 倒置式平屋面保温材料

1) 倒置式平屋面保温材料选用表, 见表1.1-1、1.2-2。

表1.1-1 挤塑聚苯板 (XPS) 性能指标

项目		单位	性能指标							
			带表皮							
			X150	X200	X250	X300	X350	X400	X450	X500
压缩强度		kPa	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400	≥450	≥500
吸水率，浸水96h		%(体积分数)	≤1.5		≤1.0					
透湿系数，23℃±1℃，RH50%±5%		ng/(Pa·m·s)	≤3.5		≤3.0			≤2.0		
绝热性能	热阻 厚度25mm时 平均温度 10℃ 25℃	(m²·K)/W	≥0.89 ≥0.83					≥0.93 ≥0.86		
	导热系数 平均温度 10℃ 25℃	W/(m·K)	≤0.028 ≤0.030					≤0.027 ≤0.029		
尺寸稳定性，70℃±2℃ 下，48h		%	≤2.0		≤1.5			≤1.0		
燃烧性能		级别	达到B1级或B2级							

表1.1-2 硬质聚氨酯板(PU)性能指标

项目	单位	性能指标
		Ⅲ类
芯密度 \geq	kg/m ³	35
压缩强度或形变10%压缩应力 \geq	kPa	180
导热系数		
初期导热系数		
平均温度10℃、28d或 \leq	W/(m·K)	0.022
平均温度23℃、28d \leq	W/(m·K)	0.024
长期热阻 180d \geq	(m ² ·K)/W	供需双方协商
尺寸稳定性		
高温尺寸稳定性70℃、48h 长、宽、厚 \leq	%	2.0
低温尺寸稳定性-30℃、48h 长、宽、厚 \leq		1.5
压缩蠕变		
80℃、20kPa、48h压缩蠕变 \leq	%	—
70℃、40kPa、7d 压缩蠕变 \leq		5
水蒸气透过系数		
(23℃/相对湿度梯度0~50%) \leq	ng/(Pa·m·s)	6.5
吸水率 \leq	%	3
燃烧性能	级别	达到B1级或B2级

注：虽然在标准中尚有芯密度 ≥ 25 kg/m³的Ⅰ类和芯密度 ≥ 30 kg/m³的Ⅱ类硬质聚氨酯板，但国外实践经验表明：芯密度 < 35 kg/m³时，气孔壁薄，易破损，气泡内气体逸出，使导热系数加大，不宜选用，不予推荐。

2) 选用要点

(1) 倒置式屋面是先做防水层再做保温层，由于防水层在保温层下面，四季温差较小，防水层使用寿命较长。但由于保温层位于屋面顶部，对保温材料的吸水率、闭孔率及长期浸水不腐烂等性能要求较高。为防止紫外线的直接照射或人为的损害，以及防止保温层泡雨水后上浮，故在保温层上应采用混凝土块材、水泥砂浆或卵石作保护层。

(2) 符合倒置式屋面要求的保温材料：因XPS板在长期高湿度或浸水环境下，仍能保持优良的保温性能，在各种常用保温材料中，唯一能在70%相对湿度下，两年后热阻保留率仍在80%以上，故首选XPS板，可选PU板。

(3) 虽然在相关标准规范中列入倒置式屋面保温材料的尚有EPS板和泡沫玻璃板，但已有足够的工程实践表明：EPS板不可避免吸湿(吸潮)后导致保温性能大幅下降；泡沫玻璃在高温(甚至常温)炸裂，且施工中易碎，故均不宜选用。

(4) XPS板应选带皮的，其厚度不宜小于25mm。

(5) PU板不能兼作一道防水层，选用不经济。

(6) 屋面系统保温层的设计厚度，应根据热工计算确定，并应符合有关节能标准的规定。按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176附表4.1计算保温层厚度；按保温层的计算厚度增加25%取值。

2.1 正置式平屋面保温材料

1) 正置式平屋面保温材料选用表，见表2.1-1、2.1-2、2.1-3、2.1-4、2.1-5。

表2.1-1 模塑聚苯板(EPS)性能指标

项目		单位	性能指标				
			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V	Ⅵ
表观密度	不小于	kg/m ³	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
压缩强度	不小于	kPa	100	150	200	300	400
导热系数	不大于	W/(m·K)	0.041	0.039			
尺寸稳定性	不大于	%	3	2	2	2	1
水蒸气透过系数	不大于	ng/(Pa·m·s)	4.5	4.5	4	3	2
吸水率（体积分数）	不大于	%	4	2			
熔结性1)	断裂弯曲负荷 不小于	N	25	35	60	90	120
	弯曲变形 不小于	mm	20		—		
燃烧性能	氧指数 不小于	%	30				
	燃烧分级		达到B1级或B2级				

1) 断裂弯曲负荷或弯曲变形有一项能符合指标要求即为合格。

表2.1-2 挤塑聚苯板（XPS）性能指标

项目		单位	性能指标							
			带表皮							
			X150	X200	X250	X300	X350	X400	X450	X500
压缩强度		kPa	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400	≥450	≥500
吸水率，浸水96h		%（体积分数）	≤1.5		≤1.0					
透湿系数，23℃±1℃，RH50%±5%		ng/(Pa·m·s)	≤3.5		≤3.0			≤2.0		
绝热性能	热阻 厚度25mm时 平均温度 10℃ 25℃	(m²·K)/W	≥0.89 ≥0.83					≥0.93 ≥0.86		
	导热系数 平均温度 10℃ 25℃	W/(m·K)	≤0.028 ≤0.030					≤0.027 ≤0.029		
尺寸稳定性，70℃±2℃ 下，48h		%	≤2.0		≤1.5			≤1.0		
燃烧性能		级别	达到B1级或B2级							

表2.1-3 现场喷涂硬泡聚氨酯物理性能

项目	性能要求			试验方法
	I 型	II 型	III 型	
密度 (kg/m³) ≥	35	45	55	GB/T6343-1995
导热系数[W/(m·K)] ≤	0.024	0.024	0.024	GB3399-1982
压缩性能，屈服点时或变形10%时的压缩应力 (kPa) ≥	150	200	300	GB8813-1988
不透水性（无结皮）0.2MPa，30min		不透水	不透水	GB50404-2007 附录A
尺寸稳定性（70℃，48h） (%) ≤	1.5	1.5	1.0	GB8811-1988
闭孔率 (%) ≥	90	92	95	GB10799-1989
吸水率 (%) ≤	3	2	1	GB8810-1988
断裂伸长率 (%) ≥	—	10		GB/T9641

表2.1-4 泡沫玻璃性能指标

项目	分类 等级	140		160		180	200
		优等 (A)	合格 (B)	优等 (A)	合格 (B)	合格 (B)	合格 (B)
体积密度, kg/m³	≤	140		160		180	200
抗压强度, MPa	≥	0.4		0.5	0.4	0.6	0.8
抗折强度, MPa	≥	0.3		0.5	0.4	0.6	0.8
体积吸水率, %	≤	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5
透湿系数, ng/(Pa·m·s)	≤	0.007	0.05	0.007	0.05	0.05	0.05
导热系数, W/(m·K)	≤						
平均温度							
308K(35℃)		0.048	0.052	0.054	0.064	0.066	0.070
298K(25℃)		0.046	0.050	0.052	0.062	0.064	0.068
233K(-40℃)		0.037	0.040	0.042	0.052	0.054	0.058

表2.1-5 憎水性膨胀珍珠岩性能指标

项目		性能指标			
		200号	250号		350号
		优等品	优等品	合格品	合格品
密度, kg/m³		≤200	≤250	≤350	
导热系数W/(m·K)	298K±2K	≤0.060	≤0.068	≤0.072	≤0.087
	623K±2K (S类要求此项)	≤0.10	≤0.11	≤0.12	≤0.12
抗压强度, MPa		≥0.40	≥0.50	≥0.40	≥0.40
抗折强度, MPa		≥0.20	≥0.25	—	—
质量含水率, %		≤2	≤2	≤5	≤10

2) 选用要点

(1) 正置式屋面是先做保温层再做防水层，该类屋面保温层在防水层下面，因此对保温材料的吸水率要求相对稍低。由于正置式屋面的防水层在上面，四季温差较大，加上紫外线辐射等，防水层寿命不如倒置式屋面里防水层的寿命长。

(2) 按保温材料燃烧性能所能达到的等级，选择保温材料的品种。

A级不燃材料：泡沫玻璃、憎水性膨胀珍珠岩

B1级难燃材料：EPS、XPS、PU

B2级可燃材料：EPS、XPS、PU

(3) 只在对面保温层有A级不燃要求时，选用无机硬质保温材料。要求高时选用泡沫玻璃，不足之处是价昂，且施工易碎；要求不高时可选用憎水性膨胀珍珠岩，价格便宜，但属吸湿性保温材料，应采用排气屋面。

(4) EPS和XPS相比较，EPS价格较便宜，但从长久的保温效果XPS更可靠，故在经济允许的条件下首选XPS。

(5) 在现场喷涂硬泡聚氨酯中，单从保温材料角度其价格高于XPS，故不推荐Ⅰ型。但Ⅱ型作为复合保温防水层（表面应刮抹3~5mm抗裂聚合物水泥砂浆）、Ⅲ型作为保温防水层，均可作为一道防水，从而降低了防水工程造价，综合经济效益高，受到青睐。

3.1 坡屋面保温材料

1) 坡屋面保温材料选用表，见表3.1-1、3.1-2、3.1-3、3.1-4。

表3.1-1 模塑聚苯板（EPS）性能指标

项目		单位	性能指标				
			Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V	Ⅵ
表观密度	不小于	kg/m ³	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
压缩强度	不小于	kPa	100	150	200	300	400
导热系数	不大于	W/(m·K)	0.041	0.039			
尺寸稳定性	不大于	%	3	2	2	2	1
水蒸气透过系数	不大于	ng/(Pa·m·s)	4.5	4.5	4	3	2
吸水率（体积分数） 不大于		%	4	2			
熔结性1)	断裂弯曲负荷 不小于	N	25	35	60	90	120
	弯曲变形 不小于	mm	20	—			
燃烧性能	氧指数 不小于	%	30	达到B1级或B2级			
	燃烧分级						

2) 断裂弯曲负荷或弯曲变形有一项能符合指标要求即为合格。

表3.1-2 挤塑聚苯板（XPS）性能指标

项目		单位	性能指标					
			带表皮					
			X150	X200	X250	X300	X350	X400
压缩强度		kPa	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400
吸水率，浸水96h		%（体积分数）	≤1.5		≤1.0			
透湿系数，23℃±1℃，RH50%±5%		ng/(Pa·m·s)	≤3.5		≤3.0			≤2.0
绝热性能	热阻 厚度25mm时 平均温度 10℃ 25℃	(m²·K)/W	≥0.89 ≥0.83					≥0.93 ≥0.86
	导热系数 平均温度 10℃ 25℃	W/(m·K)	≤0.028 ≤0.030					≤0.027 ≤0.029
尺寸稳定性，70℃±2℃下，48h		%	≤2.0		≤1.5			≤1.0
燃烧性能		级别	达到B1级或B2级					

表3.1-3 绝热用玻璃棉板性能指标

项目	单位	性能指标				
密度	kg/m ³	24	32	40	48	64、80、96
导热系数≤	W/(m·K)	0.043	0.040	0.037	0.034	0.033
燃烧性能	级别	不低于GB 8624-2006中的A2级				
甲醛释放量≤	mg/L	1.5				

表3.1-4 绝热用岩棉板性能指标

密度 (kg/m ³)	密度允许偏差/%		导热系数[W/(m·K)] (平均温度 ℃)	有机物含量(%)	燃烧性能
	平均值与标称值	单值与平均值			
81~100	±15	±15	≤0.044	≤4.0	A级不燃材料
101~160			≤0.043		
161~200			≤0.044		

注：虽然在标准中尚有密度为40~80 kg/m³的产品，但密度低的产品在长期使用或有高频低幅振动的场合使用时，可能发生厚度沉降，热阻减小，故不予推荐。

2) 选用要点

(1) 坡屋面保温材料当不要求采用A级不燃材料时，首选XPS板，因其可保持长久的优良的保温性能；当要求经济时也可选EPS板，但保温性能的持久性不如XPS；不宜选用聚氨酯（PU）板，是因其价格高昂，但热固性塑料阻燃性能好的优势，在工程标准中未有体现。

(2) 当要求屋面保温材料为A级不燃材料时首选玻璃棉板；当受经济条件限制时，可选岩棉板，为防止岩棉板受潮变质，宜用防潮布包覆。

(3) 采用机械固定施工方法的块状保温隔热材料应单独固定，见表3.1-5。

表3.1-5 保温板固定

保温隔热材料		每块板固定件最少数量		固定位置
发泡聚苯板	挤塑聚苯板(XPS)	4个	任一边长≤1.2m	四个角，固定垫片距离板材边缘≤150mm。
	模塑聚苯板(EPS)	6个	任一边长>1.2m	四个角及沿长向中线均匀布置，固定垫片距离板材边缘≤150mm。
玻璃棉板、岩棉板		2个	—	沿长向中线均匀布置

2 地下室保温材料选用指南

地下室保温按部位分为侧墙、顶板和底板，由于使用条件不同，可供选择的保温材料也不同。

2.1 常用产品分类

- 1) 挤塑聚苯板（XPS）
- 2) 硬质聚氨酯板（PU）
- 3) 绝热用玻璃棉板
- 4) 绝热用岩棉板
- 5) 泡沫玻璃

2.2 适用性

- 1) 地下室外墙外保温的使用条件决定了带表皮的挤塑聚苯板（XPS）是最佳选择。
- 2) 导热系数低，是目前唯一能在70%相对湿度条件下，长时间热阻保留率在80%以上的保温材料。
- 3) 吸水率小，只有1%。
- 4) 抗冻性好。
- 5) 抗压缩强度高。
- 6) 化学稳定性好，耐腐蚀，不霉变。
- 7) 带表皮的XPS除粘结性能不如不带表皮的XPS外，其他性能均优于不带表皮的XPS。对地下室侧墙，粘结强度不是主要

问题，故应选用带表皮的XPS。

8) 当外墙外保温材料选用的是硬质聚氨酯板（PU板）时，如PU板闭孔率高、抗压强度能满足设计要求，且地下水位低时，也可选用相同的PU板。

9) 忌用模塑聚苯乙烯板（EPS）。

10) 保温板的抗压强度由设计根据可能的侧压力大小确定。

2.3 经济性

1) 挤塑聚苯板（XPS）：800~1000元/m³。

2) 硬质聚氨酯板（PU）：900~1000元/m³。（密度：≥35 kg/m³）

3) 绝热用玻璃棉板：2500元/m³。（密度：96kg/m³）

4) 绝热用岩棉板：1300~1400元/m³。

5) 泡沫玻璃：1350元/m³。

2.4 技术性能要求

1) 地下室侧墙外保温材料选用表

表2.4-1 XPS基本要求

项目		单位	基本要求					
			带表皮					
			X250	X300	X350	X400	X450	X500
压缩强度		kPa	≥250	≥300	≥350	≥400	≥450	≥500
吸水率，浸水96h		%（体积分数）	≤1.0					
透湿系数，23℃±1℃，RH50%±5%		ng/(Pa·m·s)	≤3.0				≤2.0	
绝热性能	热阻厚度25mm时	(m²·K)/W	≥0.89 ≥0.83				≥0.93 ≥0.86	
	平均温度10℃ 25℃							
	导热系数	W/(m·K)	≤0.028 ≤0.030				≤0.027 ≤0.029	
	平均温度10℃ 25℃							
尺寸稳定性，70℃±2℃下，48h		%	≤1.5				≤1.0	
燃烧性能		级别	不低于B2级					

表2.4-2 硬质聚氨酯板（PU）性能指标

项目	单位	性能指标
芯密度	kg/m ³	35
压缩强度或变形10%压缩应力	kPa	180
导热系数 初期导热系数		
平均温度10℃、28d或	W/(m·K)	0.022
平均温度23℃、28d	W/(m·K)	0.024
长期热阻 180d	(m ² ·K)/W	供需双方协商
尺寸稳定性		
高温尺寸稳定性70℃、48h 长、宽、厚	%	2.0
低温尺寸稳定性-30℃、48h 长、宽、厚	%	1.5
压缩蠕变		
80℃、20kPa、48h压缩蠕变	%	—
70℃、40kPa、7d 压缩蠕变	%	5
水蒸气透过系数（23℃/相对湿度梯度0~50%）	ng/(Pa·m·s)	6.5
吸水率	%	3
燃烧性能	级别	达到B1级或B2级

注：虽然在标准中尚有芯密度≥25 kg/m³的Ⅰ类和芯密度≥30 kg/m³的Ⅱ类硬质聚氨酯板，但国外实践经验表明：芯密度<35 kg/m³时，气孔壁薄，易破损，气泡内气体逸出，使导热系数加大，不宜选用，不予推荐。

2) 地下室顶板、底板保温材料选用表，见表2.4-3、2.4-4、2.4-5。

表2.4-3 绝热用玻璃棉板性能指标

项目	单位	性能指标				
密度	kg/m ³	24	32	40	48	64、80、96
导热系数≤	W/(m·K)	0.043	0.040	0.037	0.034	0.033
燃烧性能	级别	不低于GB 8624-2006中的A2级				
甲醛释放量≤	mg/L	1.5				

表2.4-4 绝热用岩棉板性能指标

密度 (kg/m ³)	密度允许偏差/%		导热系数[W/(m·K)] (平均温度 ℃)	有机物含量(%)	燃烧性能
	平均值与标称值	单值与平均值			
81~100	±15	±15	≤0.044	≤4.0	A级不燃材料
101~160			≤0.043		
161~200			≤0.044		

注：虽然在标准中尚有密度为40~80 kg/m³的产品，但密度低的产品在长期使用或有高频低幅振动的场合使用时，可能发生厚度沉降，热阻减小，故不予推荐。

表2.4-5 泡沫玻璃性能指标

项目	分类	140		160		180	200
	等级	优等 (A)	合格 (B)	优等 (A)	合格 (B)	合格 (B)	合格 (B)
体积密度, kg/m ³	≤	140		160		180	200
抗压强度, MPa	≥	0.4		0.5	0.4	0.6	0.8
抗折强度, MPa	≥	0.3		0.5	0.4	0.6	0.8
体积吸水率, %	≤	0.5		0.5	0.5	0.5	0.5
透湿系数, ng/(Pa·m·s)	≤	0.007	0.05	0.007	0.05	0.05	0.05
导热系数, W/(m·K)	≤						
平均温度							
308K(35℃)							
298K(25℃)							
233K(-40℃)		0.048	0.052	0.054	0.064	0.066	0.070
		0.046	0.050	0.052	0.062	0.064	0.068
		0.037	0.040	0.042	0.052	0.054	0.058

2.5 应用提示

- 1) 依据相关的防火规范，按保温材料燃烧性能所能达到的等级，选择保温材料的品种。
- (1) A级不燃材料：玻璃棉、岩棉、泡沫玻璃
- (2) B1级难燃材料：XPS、PU
- (3) B2级可燃材料：XPS、PU
- 2) 按保温材料适用的场合是否有承载要求及承载的大小，选择保温材料的品种及类型。
- (1) 无承载要求的场合：玻璃棉、岩棉
- (2) 有承载要求的场合：XPS、PU、泡沫玻璃
- 当然，XPS、PU及泡沫玻璃也适用于无承载要求的场合。
- 3) 按保温材料适用的场合是否潮湿，选择保温材料的品种及类型。
- (1) 玻璃棉、岩棉，特别是岩棉不适用于潮湿环境。
- (2) 泡沫玻璃、XPS及闭孔率高的PU可用高潮湿条件。
- 当对保温材料既有高的防火要求（A级不燃），又要求适用于高潮湿条件时，泡沫玻璃是唯一选择。

2.6 相关现行标准规范

- GB10801.2 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(XPS)》
- GB/T 17795-2008 《建筑绝热用玻璃棉制品》
- GB/T 19686-2005 《建筑用岩棉、矿渣棉绝热制品》
- GB/T 21558-2008 《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》
- GB50222 《建筑内部装修设计防火规范》
- GB50404-2007 《硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范》
- JGJ144 《外墙外保温工程技术规程》
- JC/T 647-2005 《泡沫玻璃绝热制品》