

装配式建筑保温材料的应用及性能分析

文 / 田 伟 深圳市鹏清建筑与规划设计有限公司

摘要：近年来，装配式建筑以其高效、环保的优势快速发展，其保温材料的合理选择与应用成为提升建筑整体性能的关键环节。装配式建筑对保温材料的适配性有更高要求。一方面，材料需符合预制化、装配化施工特点，像保温一体板这类工厂预制产品，能减少现场作业环节，更适配装配式建筑的高效施工需求；另一方面，不同气候区和建筑部位的选择需精细化，如南方夏热冬暖地区，隔热与施工便捷性更受关注，而北方寒冷地区则需在保温性能与防火性能间找到平衡。此外，随着装配式建筑对绿色环保和可持续性的追求，兼具环保性与功能性的材料将成为未来的重要发展方向。结合作者实际工作过程中的案例讲述一些保温材料的优缺点，尤其是装配式建筑保温材料的一些见解。

关键词：绿色建筑；建筑节能；建筑保温；装配建筑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.107

引言

在建筑设计中，选择建筑保温材料是一个至关重要的环节，它直接关系到建筑的节能性、舒适性和使用寿命。随着当国家大力发展绿色建筑和装配式建筑，市场上涌现出众多性能各异的新型保温材料。本文旨在探讨在装配式建筑保温材料的选择原则，并分析其性能特点。

一、建筑保温材料的选择原则

（一）保温性能

保温材料的首要功能是保持建筑内部的温度稳定，因此保温性能是选择材料时的首要考虑因素。一般来说，保温材料的导热系数（K值）越低，导热性能越低，保温性能越好。

（二）防火性能

建筑保温材料的防火性能也是需要考虑的重要因素。保温材料应具备阻燃或不可燃的特性，防止火灾的发生和蔓延。

（三）良好的耐候性

保温材料在受到光照、温差、风雨、细菌等影响后的耐受性能。选择耐候性强、稳定性高的保温材料，以确保其性能及使用寿命。

（四）环保性能

随着环保意识的提高，越来越多的保温材料开始注重环保性能。选择无毒无害、环境友好的材料，有助于

减少对环境的负面影响，符合可持续发展的要求。

（五）经济性能

在选择保温材料时，还需要考虑其经济性能。

在保证保温性能和防火性能的前提下，选择性价比高的材料，有助于降低建筑成本。

二、常见建筑保温材料及其性能分析

（一）挤塑聚苯乙烯泡沫板（XPS）

挤塑板是一种应用时间较长且广受欢迎的一种保温材料，有着出色的隔热性能。同时也具有高抗压强度、低吸水性、防潮、不透气、耐腐蚀、超抗老化等性能。

因其质地较轻，施工方便，价格适中，在建筑保温中得到广泛应用。由于其可燃，燃烧时产生有毒气体，用于外墙保温时受到限制。一般用于建筑的屋顶保温。

（二）无机保温砂浆

无机保温砂浆作为一种新型保温节能材料，可以在建筑室外和室内。其热工性能良好，导热系数可达 $0.07\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}^{[1]}$ 。

无机保温砂浆无毒、无污染，对环境和人体无害，结合工业废渣和可重复建筑材料使用，具有良好的环保效益。因其不燃性，可广泛用于大型公建、高层住宅等防火严格的场所。施工方便，可以直接涂抹在墙面上，在建筑室内外同时设置保温砂浆，为建筑提供更好的节能效果。故其在南方地区得到广泛使用。

对于铝模外墙和预制外墙板之类免抹灰的装配式建筑，反而不太适用。

（三）保温凝胶

保温凝胶是一种新型的保温材料，具有优良的隔热性能，其导热系数低，节能效果好。作为一种纳米合成材料，其物理状态成凝胶状，使得施工过程简单方便。建筑内外墙通用，施工无需加水搅拌，厚涂一次成型。

保温凝胶除了保温隔热性能外，还具有一定的防水防裂功能，适合于多种建筑，在南方地区装配式建筑上也得到很好的应用。

（四）热反射隔热涂料

热反射隔热涂料是一种集反射、辐射与隔热于一体的新型节能涂料。因其高反射性，可以降低墙体或屋面表面温度，提高建筑的节能性能。涂料提供丰富的色彩，可根据不同要求涂刷不同的颜色，为立面提供更多的选择。另外涂料具有较好的耐水性、耐候性、耐擦洗性等性能，可以适应不同的建筑环境要求。因其保温性能一般，通常结合其他保温材料一起使用。

（五）建筑隔热腻子

建筑隔热腻子是以陶瓷微珠、气凝胶、无机胶凝材料、可分散胶粉、外加剂等配制成的，具有隔热性能和腻子功能的干拌混合物。建筑隔热腻子应用于外墙外隔热时，饰面层一般采用建筑反射隔热涂料。两种效应叠加就形成了墙体保温和隔热的双重效果。适用于各种新建、改扩建的民用建筑。

（六）聚氨酯硬质泡沫塑料（PU硬泡）

聚氨酯泡沫具有很好的保温性能，其导热系数小于 $0.024\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}^{[2]}$ ，是目前建筑行业最好的保温材料之一。

聚氨酯泡沫能形成整体闭孔结构，有效的阻隔了水汽的渗透，长期保温性能稳定，同进还具有很好的隔音隔震性能。喷涂PU硬泡能与大多数建筑材料，如混凝土、砖、金属、木材、玻璃等产生极强的粘结力，紧密的附着在基材上，提升整体性。PU硬泡具有较高的压缩强度和结构稳定性，密度小，重量轻，对建筑结构的负荷小，

在欧美建材市场得到广泛使用。

由于其成本相对较高，施工条件要求也较高，特别是喷涂质量不易控制。未经阻燃处理的PU硬泡易燃，燃烧时会产生大量浓烟和有毒气体，添加阻燃剂可以达到B1/B2级，但其遇明火会燃烧的特性，使其在建筑外墙和屋面保温设计上会采用复合板及保温一体板的形式来使用。

（七）保温装饰一体板

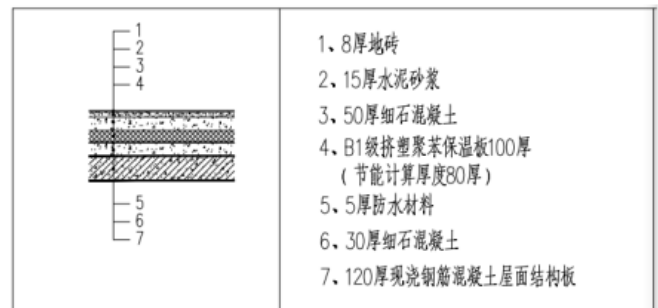
保温装饰一体板由保温材料、装饰面板等组成。饰面有涂料、石材、金属、真石漆、面砖等，保温材料包括挤塑板、聚苯板、聚氨酯、岩棉板、超薄绝热保温板等。

保温一体板在工厂预制生产，饰面效果完成度好，避免了现场施工带来的质量问题，保温层厚度均匀，密度稳定，保温性能好。施工便捷高效，采用干法作业，受天气影响小，装配化施工，缩短施工周期。在装配式建筑领域得到越来越广泛的应用。

三、性能分析实例

（一）屋面节能设计

以某高层住宅项目为例，该项目位于广东省深圳市，夏热冬暖地区。经过综合考虑，选择挤塑聚苯乙烯泡沫板（B1级）为屋面保温材料。屋面构造层次如下图（从上到下）：



屋面为倒置式屋面，保温层的设计厚度应按计算厚度增加25%取值，挤塑聚苯乙烯泡沫板节能计算厚度为80mm，实际施工厚度为100mm厚。

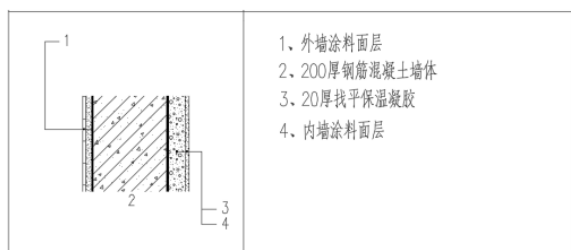
经过节能计算，屋面传热系数K值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》^[3]要求，如下图：

材料名称 (由上到下)	厚度δ	导热系数λ	蓄热系数S	修正系数	热阻R	热惰性指标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	D=R*S
地砖	8	1.510	15.360	1.00	0.005	0.081
水泥砂浆	15	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
细石混凝土	50	1.510	15.243	1.00	0.033	0.505
挤塑聚苯板(ρ=25-32)	80	0.030	0.320	1.20	2.222	0.853
防水材料	5	0.170	3.330	1.00	0.029	0.098
细石混凝土	30	1.510	15.243	1.00	0.020	0.303
钢筋混凝土	120	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和Σ	308	-	-	-	2.395	3.210
外表面太阳辐射吸收系数	0.75					
传热系数 K=1/(0.16+ΣR)	0.39					
标准依据	《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 附录 C.0.1 条					
标准要求	K<=0.4					
结论	满足					

屋面挤塑聚苯乙烯泡沫板施工时应保证板面的完整性。采用错缝拼接方式，板厚保持一致，不能有缝隙。

(二) 住宅外墙节能设计

住宅外围护采用全混凝土外墙，铝模一次浇筑，内隔墙采用 ALC 条板，不易抹灰，用保温凝胶作为外墙内保温材料。构造层次如下：



经过节能软件计算，外墙传热系数 K 值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》^[3] 要求。如下图：

材料名称 (由外到内)	厚度δ	导热系数λ	蓄热系数S	修正系数	热阻R	热惰性指标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	D=R*S
外墙涂料	5	0.810	10.070	1.00	0.006	0.062
钢筋混凝土	200	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
保温找平凝胶	20	0.030	2.210	1.05	0.635	1.473
水泥石灰砂浆	5	0.810	10.070	1.00	0.006	0.062
各层之和Σ	230	-	-	-	0.762	3.575
外表面太阳辐射吸收系数	0.70					
传热系数 K=1/(0.16+ΣR)	1.08					
标准依据	《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 第 3.1.8 条					
标准要求	K 应满足表 3.1.8-8~3.1.8-9 的规定(K≤1.50)					
结论	满足					

找平凝胶保温构造施工流程：

1. 清扫墙体基层—2. 施工墙面打点—3. 施工墙面冲筋—4. 挂涂保温找平凝胶—5. 抹内墙涂料。

凝胶单次批刮厚度不大于 10mm，总厚度超过 20mm 分两次施工，施工间隔不小于 4 小时。

预制墙板拼缝处应先填充 PE 棒，打密封胶，再覆盖凝胶。

(三) 裙房外墙节能设计

裙房外墙结合立面效果，采用保温一体板，一体板饰面层为 10 厚硅酸钙板，保温层为 30 厚岩棉板，硅酸钙板和岩棉板是不燃 A1 级材料，用于建筑外墙，万一发生火灾时，板材不会燃烧，也不会产生有毒烟雾。硅酸钙板有良好的防水性能，性能稳定，耐酸碱，也不易腐蚀，是非常理想的外墙饰面材料。结合岩棉板，外墙传热系数 K 值满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》^[3] 要求。

材料名称 (由外到内)	厚度δ	导热系数λ	蓄热系数S	修正系数	热阻R	热惰性指标
	(mm)	W/(m.K)	W/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	D=R*S
硅酸钙板	10	0.116	2.104	1.00	0.086	0.181
岩棉板	30	0.041	0.615	1.20	0.5081	0.375
钢筋混凝土	200	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
水泥石灰砂浆	5	0.810	10.070	1.00	0.006	0.062
各层之和Σ	245	-	-	-	0.715	2.595
外表面太阳辐射吸收系数	0.70					
传热系数 K=1/(0.16+ΣR)	1.06					
标准依据	《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 第 3.1.8 条					
标准要求	K 应满足表 3.1.8-8~3.1.8-9 的规定(K≤1.50)					
结论	满足					

保温一体板施工前应加强基层处理，保证基层的平整度和强度，空鼓和裂缝需修补。板面应平整洁净，色泽均匀一致，接缝连续平直，光滑密实。

结语

在建筑设计中选择合适的保温材料对于确保建筑的节能性、舒适性和安全性具有重要意义。在选择保温材料时，应综合考虑其保温性能、环保性能、防火性能和经济性能等因素。通过科学合理的选择和使用保温材料，可以为建筑提供舒适、节能的居住环境，同时促进建筑行业的可持续发展。

参考文献

[1]GB/T20473-2021. 建筑保温砂浆[S]. 国家市场监督管理总局 国家标准化管理委员会 2021.

[2]GB 50404-2017. 硬泡聚氨酯保温防水工程技术规范[S]. 中华人民共和国住房和城乡建设部 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 2017.

[3]GB 55015-2021 . 建筑节能与可再生能源利用通用规范[S]. 北京： 中华人民共和国住房和城乡建设部，2021.