

行业动态

(第 2 期 总 46 期)

信阳市上天梯非金属工业协会

2021 年 1 月 12 日

26 种保温材料的导热系数排行榜（上）

保温材料依据材性来分类，大体分为有机材料、无机材料和复合材料。不同的保温材料性能各异，价格也千差万别，本文按照材料的保温性能即导热系数数值的大小进行依次排列，依次介绍产品的组成、效果示意应用价值等。

第一名 真空绝热板，导热系数 $0.008\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，排名第一的肯定是真空绝热板，该板材是由无机纤维芯材与高阻气复合薄膜通过抽真空封装技术，外覆专用界面砂浆，制成的一种高效保温板材。如图所示：



图1 真空绝热板产品

空气的导热系数大约是 $0.023\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，要做到比空气还低的导热系数，那就只有真空了。所以真空绝热板的导热系数是现有保温材料中最低的，真空绝热板除了本身超低的导热系数指标外，其防火等级达到了 A 级。不过该板材也有短板，比如真空度难以保持的问题：若是发生破损，板材的保温性能即会骤降；其次，施工平整度要求也较高，不能任意裁切。

尽管真空保温材料发源于国外，但是国内的企业是最敢于将该材料用于外墙保温系统尝试的。真空绝热板外保温系统已经成为我国部分地区建筑外墙的重要方案之一，甚至在北方的被动式低能耗建筑里都有应用。

第二名 气凝胶保温材料，导热系数 $0.02\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
气凝胶材料被称为世界上最轻的固体。以纳米二氧化硅气凝胶为主体材料，通过特殊的工艺复合而成，具有耐高温、导热系数低、密度小、强度高、绿色环保、防水不燃等优越性能，同时兼具优越的隔声减震性能，是冶金、化工、国防、航空航天等领域不可或缺的高效隔热保温材料。如图所示。



图2 气凝胶概念产品

这种产品集保温性能、防火性能于一体，是很难得的材料，但是即便是在欧洲，这种材料也没有大面积的应用于建筑工程领域。一方面这种产品的造价实在太贵，另一方面，对于承受冷热循环的外保温系统主要成分，该产品还需要经受更多的考验，目前国内还没有工程案例证明其用于外墙外保温的可靠性。目前我国气凝胶材料刚处于试验性工厂生产阶段，运用于工程外保温领域价格过于昂贵。

第三名 发泡聚氨酯，导热系数 $0.024\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，单一有机保温材料中性能最好的就数聚氨酯保温材料了。按照工艺分为现场发泡聚氨酯和工厂预制的硬泡聚氨酯板。现场发泡聚氨酯是以异氰酸酯、多元醇(组合聚醚或聚酯)为主要原料加入添加剂组成的双组分，经现场喷涂施工的具有绝热和防水功能的硬质泡沫材料。如图所示。



图3 发泡聚氨酯

现场发泡聚氨酯具有非常好的整体性和防水性，因此用于屋面保温和防水、地下室墙体覆土内的保温防水是非常合适的，应用于干挂幕墙内的保温，施工操作方便，最大程度的防止热桥作用。硬泡聚氨酯板是衍生出来的产品，由于尺寸稳定性较差，相对膨胀聚苯板并没有太大的差异。在一段时间内可以勉强过关作为防火保温材料使用，新的防火检验标准出台之后，这种两面覆盖砂浆的复合保温板则不能检测为防火A级。

第四名 国产挤塑聚苯板，导热系数 $0.028\sim 0.030\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，挤塑聚苯板也是聚苯板的一种，只不过生产工艺是挤塑成型。挤塑聚苯板简称 XPS 板，以聚苯乙烯树脂或其共聚物为主要成分，添加少量添加剂，通过加热挤塑成型而制得的具有闭孔结构的硬质泡沫塑料制品。样式如图所示。



图 4 挤塑聚苯板

目前貌似只有中国的市场把挤塑板也当做外墙外保温薄抹灰的材料使用。可以说，挤塑聚苯板也是集防水和保温作用于一体的，刚度大，抗压性能好，导热系数低，用于屋面、地面、地下室墙体覆土内的保温是非常合适的。但是这种板材透汽性差，尺寸稳定性差，与无机粘结砂浆的可粘结性也较差，用于外墙体保温中常见系统脱落、饰面开裂等质量事故，由于其造价并不便宜，该材料在外保温应用领域不及膨胀聚苯板优势大。不推荐将挤塑聚苯板用于外墙体保温系统中。

考虑到环境保护的要求，国外的标准对挤塑板生产的规定是二氧化碳发泡。而国内由于把导热系数标准定的过于苛刻，大部分厂家都是采用氟利昂发泡。未来随着环境保护越来越重要，国家肯定会推荐使用二氧化碳发泡的挤塑板，当然，这个板子的导热系数就只有 $0.035\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 甚至以上了，即没有现在这么好的排名。

第五名 无机质高分子保温板，导热系数 $0.030\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

这是一种并未用于外墙保温工程领域的保温材料，据泰州的生产厂家所说，他们是引进了日本的生产专利。无机质高分子板是用聚氯乙烯树脂把有强韧碳酸钙的膜包围的，具有一个隔热极其良好密闭空间的集合体，为无机质的发泡材，在火焰下不会燃烧不会熔化。在长时间的火焰下少部分地方形成碳化，并保持原形状，是 A 级防火材料。如图所示：



图 5 无机质高分子保温板

该材料具有优异的保温性能、防火性能和较低的吸水性，但是由于其 3000 元/m^3 的成本造价，在保温材料领域没有价格优势。目前也未见生产厂家将板材大面积推广到建筑外保温领域。据目测样本可以推测，此类保温材料尺寸稳定性差，用于外保温工程中将会引起饰面的开裂渗水。

第六名 酚醛板，导热系数 $0.032\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，酚醛板是由苯酚和甲醛的缩聚物（酚醛树脂）与其他添加剂如固化剂、发泡剂、表面活性剂和填充剂等混合制成的多孔型酚醛泡沫板。国外生产的酚醛板具有较好的保温性能，其导热系数比挤塑聚苯板低，日本国家的夹芯保温体系大量采用酚醛板。但是国内目前推广力度小，生产技术也较为落后，其保温性能略差于国外产品。产品如图所示：



图6 酚醛板

国内生产的酚醛板存在着易粉化、机械强度低、脆性、无延伸性和吸水率高等弱点，用于外墙外保温薄抹灰系统将会出现严重的饰面开裂、脱落等质量事故。鉴于此，江苏省还曾专门出台专家会议纪要，不推荐酚醛板用于外墙外保温系统中。酚醛板是和聚氨酯板保温材料一样，归于热固性的有机保温材料，保温性能和阻燃性能都比挤塑板和聚苯板优异。可惜，目前国内的板材工艺还需要再进步，未来或许能在保温领域占据一席之地吧。

第七名 石墨聚苯板，导热系数 $0.033\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，石墨聚苯板是膨胀聚苯板的一种，化工巨头巴斯夫公司的经典之作，在聚苯乙烯原材料里添加了红外反射剂，这种物质可以反射热辐射并将 EPS 的保温性能提高 30%，同时防火性能很容易的实现了 B2 级到 B1 级的跨越。如图所示。



图7 真空绝热板产品

石墨聚苯板不但导热系数性能非常优异，与国产的挤塑板不相上下，同时它里面含有的一种 neopor 因子具有热反射的功能，阻燃 B1 级的防火性能，也傲视那些靠添加阻燃

剂的 EPS 和 XPS 板。目前这种保温材料已经列入国家建材标准，也是被动房首选的保温材料。可以说，对于低于 54 米的住宅建筑、低于 50 米的公共建筑、低于 24 米的幕墙式建筑，该保温材料的薄抹灰保温系统是较好的方案。

真正的 neopor 板，颗粒分布均匀，观感好，是一种带有微细闭孔结构的白色固体，目前只有少数部分企业生产，多数企业为了降低成本，生产的黑色 EPS 板是仿冒的。

第八名 橡塑保温材料，导热系数 $0.034\sim 0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，这种材料，相信大家也不陌生，严格的来讲，这种保温材料不能称为外保温材料，因为这是一种柔性保温材料，通常用于暖通管道上。我们按照 GB17794-2008 的术语解释，柔性泡沫橡塑绝热制品可以定义为以天然或合成橡胶和其他有机高分子材料的共混体为基材，加各种添加剂如老化剂、阻燃剂、稳定剂、硫化促进剂等，经混炼、挤出、发泡和冷却定型，加工而成的具有闭孔结构的柔性绝热制品。如下图所示。



图 8 橡塑保温材料

这种保温材料在管道保温领域应用广泛，在多数项目上也经常可以看到，不适用于薄抹灰饰面的墙体保温系统。

第九名 真金板（热固性改性聚苯板），导热系数 $0.036\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，前两年市场上改性聚苯板很多，达到优

良的防火阻燃效果。但是，真的算是成功还是这种叫做真金板的改性聚苯板。亚士创能公司研发的真金板是目前国内可以看得到的改性 EPS 最成功的一个产品。真金板是采用了国际先进水平的相变包裹隔热蓄能技术加工而成并具有断热阻隔连续蜂窝状结构，经过改性处理防火性能达到 A2 级，因而泡沫颗粒本身不会燃烧的板材。如图所示为现在流行的真金板，但它不是真正防火 A 级材料。



图 9 真金板

真金板实际上难以实现真正的防火 A 级，即便实现了 A 级性能，其代价也是非常高的。从材料性能指标和样块可以看出，在 EPS 板改性材料中，真金板确实是做的最好的一种板子。但是最近两年，很多二三流的厂家跟风上马真金板生产线，竞争激烈，品质逐渐降低，现场市场上流传的仿真金板能否达到预期效果，也不可知。现在可惜的是，部分地区对此类材料持有偏见，限制推广。A 级防火规范一松动，有机保温材料又迎来生机，类似真金板这种处于夹缝中的材料，生存难度加大。

真金板、真空绝热板等材料都是国人面临保温材料防火问题而另辟蹊径研发出的产品。中国高层建筑居多，既防火保温性能又好等综合性能优异的保温材料基本没有，强大的建筑节能市场驱动人们去创新和研究。真金板系统不可避免的存在很多质量问题，不论是防火性还是其他性能，都还需

要不断改进。有机材料防火之争告一段落，但是国产保温材料防火优化的研究之路还有很长要走。

第十名 膨胀聚苯板，导热系数 $0.039\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，全称为 expanded polystyrene board，由可发性聚苯乙烯珠粒经加热预发泡后在模具中加热成型而制得的具有闭孔结构的聚苯乙烯泡沫塑料板材。如图所示。

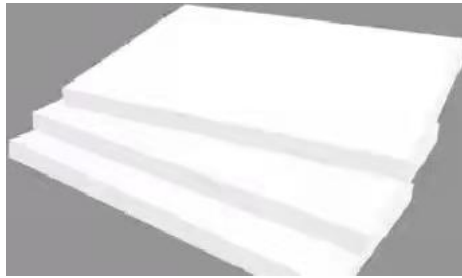


图 10 膨胀聚苯板

这是保温材料里应用最广泛的保温材料，常应用薄抹灰体系、保温装饰一体化体系、大模内置体系、钢丝网架板体系等，该材料不论是国内还是国外均在保温系统市场里占据极大的比重，不可否认，这是用于外墙保温体系中最成熟的产品，它的缺点也比较突出，如耐火性能较差一般为 B2 级，抗冲击性差，系统易裂开，防水性差，市场上产品参差不齐。以至于所有新诞生的材料都会以该板的指标参照进行 PK 来衬托各家的好。