

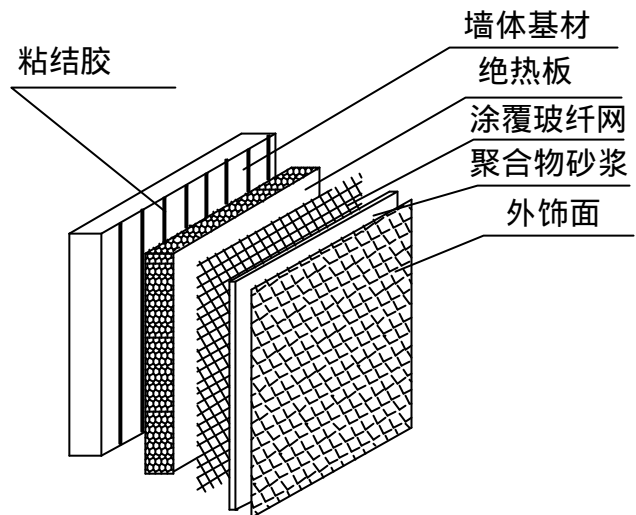
新型外墙绝热及饰面系统

百泰超级绝热中心 周立鸣

一、概况

目前，建筑外墙绝热的方法比较多，有外挂聚苯板，保温砂浆涂料（填料以聚苯发泡颗粒或膨胀珍珠岩等为主），石棉海泡石保温涂料等。但是真正具有较高推广价值的外墙绝热手段并不多，本文介绍的外墙绝热及饰面系统就是一种推广价值较高的新型外墙绝热措施。这里有必要对本文所指的“外墙绝热及饰面系统”下一定义：外墙绝热及饰面系统是指通过粘结或（和）锚固办法将作为绝热材料的聚苯泡沫板或矿棉板固定于建筑外墙，其上面覆盖纤维网增强的聚合物砂浆，最外层为饰面外墙涂料。国外则将该系统称之为“EIFS”（Exterior Insulation & Finish System），国内有人称之为“专威特”系统，“专威特”（Dryvit）实际上是美国一家专门从事外墙绝热及饰面系统的公司商标。图一为一种典型性的外墙绝热及饰面系统。

第二次世界大战后，外墙绝热及饰面系统首先在欧洲开始出现，六十年代后期开始引进到北美建筑领域。随着技术进步及该系统的不断完善，目前在美，外墙绝热及饰面系统在建筑领域中的应用日渐增长，在某些建筑领域中的外墙绝热及饰面系统占有率已达百分之十以上。而且成立于八十年代初的外墙绝热及饰面系统的协会组织 EIMA 的会员数量也猛增到五百多家，可谓人丁兴旺。相应的标准也在由行业标准向 ASTM 标准发展，ASTM E06.58 系列已出台，并不断在完善中。同时与之相关的领域如聚苯泡沫板，矿棉板，增强网及聚合物材料也得到了进一步的发展，用于该系统的专用施工工具也在发展和完善中。



图一 典型外墙绝热及饰面系统

二、外墙绝热及饰面系统的主要特点

外墙绝热及饰面系统是近几年在国外流行的建筑外墙绝热系统，该系统用于外墙可赋予建筑物绝热、装饰及防水功能。这里所指的装饰功能不仅仅是平面图案色彩的效果，而且包括有层次的立体装饰效果。外墙绝热及饰面系统由于不占用室内空间，施工作业也均在室外进行，因此本系统除适用于新建建筑外，对老式建筑的绝热与翻新更具有独特的优势。目前国外一些公司也有将饰面及防水功能从外墙绝热及饰面系统中独立出来，用于建筑物外墙。此外，外墙绝热及饰面系统还可以归纳为以下特点：

1. 整个系统基本不影响所用绝热材料的绝热性能，通常不形成冷、热桥而影响系统绝热效果。

2. 与内保温相比较, 本系统可使建筑内墙具有较高的热容量, 由此提高了内墙的热惰性, 使人体具有更好的舒适感。
3. 与内保温比较, 本系统不占宝贵的室内空间(一般可增加房屋有效面积 3%~5%), 施工时也基本不影响建筑物内人们的日常生活。也不会发生在进行室内装修时经常出现的内墙保温结构受损现象。
4. 整个外墙绝热及饰面系统自重轻, 其重量一般仅为 $2\sim 3\text{Kg/m}^2$, 因此不会对原建筑物地基增加较大的负荷。同时也可减轻地震反应, 改善建筑的隔振及吸振效果。
5. 本系统可有效地保护承重墙体不受外界侵蚀, 也不直接感受室外的日晒、风吹雨淋以及大范围的气候温度变化。这一点尤其对于减少墙体裂缝及其发展均具有普遍意义。
6. 采用性能优良的聚合物, 同时用纤维网对涂层进行增强, 可使外墙绝热及饰面系统具有较佳的抗裂防水性能。而合适的增强网结构, 可使系统具有较好的抗冲击性能。
7. 本系统不仅从平面色彩上丰富了建筑物外墙的装饰效果, 而且还可从立体层次上增强了建筑物的外观效果。因此扩大了建筑师的建筑创意空间。
8. 与其它外保温比较, 本系统更适合于老式建筑的绝热及外墙装饰改造, 实现老式建筑的“旧貌换新颜”。
10. 本系统的建筑热工性能显著, 很容易实现墙体绝热的要求(即便是很苛刻的绝热要求)。表一为采用聚苯泡沫板(EPS)为主体绝热材料的 EIFS 系统的热工性能。

表一 不同厚度的 EPS 板组成的 EIFS 系统的热工性能

墙体	墙厚 (mm)	EPS 板厚 (mm)	外墙主体的传热系数
粘土 空心砖	240	50	0.580 (W/m ² K)
	370	40	0.582 (W/m ² K)
	490	30	0.586 (W/m ² K)
混凝土空 心砌块	190	60	0.593 (W/m ² K)
粘土 实心砖	240	60	0.547 (W/m ² K)
	370	50	0.567 (W/m ² K)
	490	40	0.592 (W/m ² K)

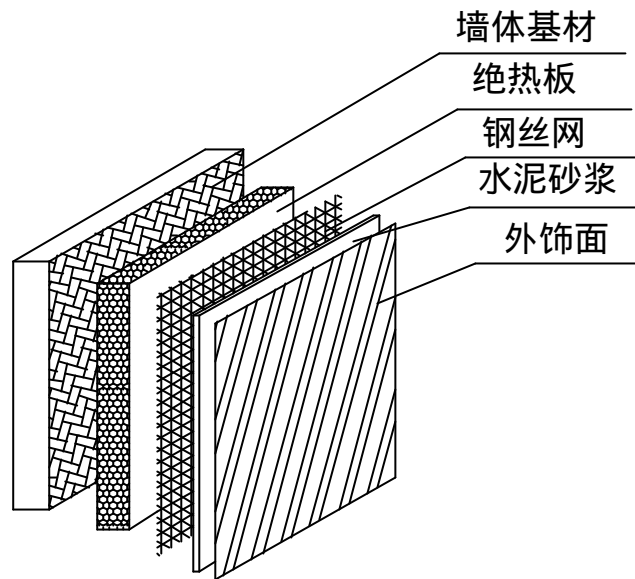
三、外墙绝热及饰面系统的主要结构形式

外墙绝热及饰面系统的关键组成部分是中间的增强涂层。该部分主要赋予系统较强的抗冲击强度及韧性, 同时也使系统具有较佳的抗裂性能, 以使系统适应在各种外界条件下的抗变形能力。

1. 水泥砂浆+钢丝网结构

本结构是外墙绝热及饰面系统的早期形式。其基本形式见图二。采用不同规格的钢丝网可获得不同强度特征的外墙。该结构的主要特点是成本低廉, 但是整个系统重量负荷较大, 因此一般不适宜应用于高层建筑。

同时水泥砂浆层也易出现裂纹，而影响系统的防水性能。



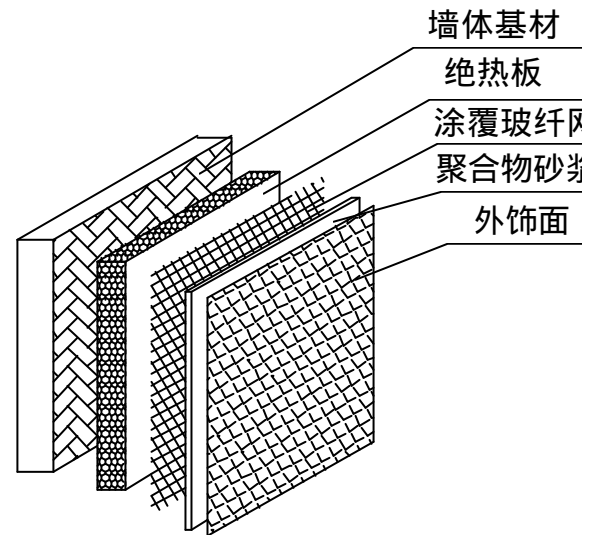
图二 钢丝网+水泥砂浆结构

2. 纤维增强水泥砂浆+钢丝网结构

本结构实际上是上述水泥砂浆+钢丝网结构的改进型，通过在水泥砂浆中掺入专门的添加剂以及一定量的纤维材料，本结构在水泥砂浆层的强度、抗裂及系统的抗冲击性能方面均有了不同程度的改善。特别是这些年来水泥技术的发展使本系统的综合性能得到了明显的改善，因此本结构在目前的外墙绝热及饰面系统中仍占有一定的市场。

3. 涂覆玻纤网+聚合物砂浆结构

当今材料技术的发展趋势是轻质、高强。涂覆玻纤网+聚合物砂浆结构就是由这一理念发展起来的。其基本结构见图三。采用涂覆玻纤网的目的是：其一，提高玻纤网的抗碱性能；其二，改善玻纤与涂层的结合性能。采用本结构可使整个系统的总自重进一步减轻，系统的抗裂、防水性能也得到了进一步的增强。因此本系统不仅能应用于普通建筑，而且还可应用于高层建筑。本结构是目前使用最为广泛的一种外墙绝热及饰面系统。近几年来，由于聚合物材料及玻纤技术的发展，本结构的许多性能（如，强度，耐久性，弹性模量等方面）都得到了提高。



图三 涂覆玻纤网+聚合物砂浆结构

4. 涂覆耐碱玻纤网+聚合物砂浆结构

本结构主要特点是进一步改善了系统结构的耐久性。我们知道，普通玻璃纤维在碱性介质中的长期强度是随时间不断递减的，因此通过采用耐碱玻纤网来增强聚合物砂浆层，可使外墙绝热及饰面系统的增强涂层耐

久性得到进一步的改善。

5. 涂覆玻纤网+纤维增强聚合物砂浆结构

本结构可进一步提高外墙绝热及饰面系统的抗冲击强度，同时也可增强墙体局部涂层的抗裂性能。

6. 涂覆玻纤网+纯聚合物涂料结构

该系统采用纯聚合物涂层，因此本外墙绝热及饰面系统的涂层具有更好的弹性模量，这个系统的防水、抗渗、抗收缩性能得到了增强。同时，也改善了涂层的施工性能。

四、外墙绝热及饰面系统所用的主要材料

采用合格的材料是保证本系统质量的首要条件。这里仅对系统所采用的一些典型材料作一简介。

1. 绝热材料

作为外墙绝热及饰面系统的绝热材料一般应具有一定的抗压强度，并具有较好的绝热性能。目前比较广泛应用的绝热材料主要有：聚苯泡沫板、矿（岩）棉板以及纤维喷涂层等。

(1) 聚苯泡沫板

聚苯泡沫板由于价格低廉、绝热性能好而成为外墙绝热及饰面系统的首选绝热材料。根据生产工艺的不同聚苯泡沫板分为挤塑聚苯板及普通聚苯板两种。前者强度高，吸水率低（仅为 0.2% 左右），价格贵，目前仅由极少数跨国公司在生产，后者以其价格优势而得到广泛的使用。

以下为美国一家从事 EIFS 公司对聚苯泡沫板的规格要求：

原料：100% 纯膨胀改性聚苯乙烯树脂球，不得使用磨碎的回收原料。

球熔：80% 或更好，无可见空隙。

陈化处理：刚生产的普通聚苯板成品至少应在空气中干燥六周(20)；也可采用加热干燥的方式，在 60 下，干燥 5 天，以稳定其收缩率。

尺寸及其公差：聚苯板的最大尺寸为 1200mm × 609mm，最小厚度为 25.4mm，最大厚度为 101.6mm。其中长度、宽度及厚度三个方向的公差均为 ± 1.6mm；每 1.2m 的平整度为 ± 0.8mm；直角度为 ± 0.8mm(每 30.5cm)。

容重范围：14.6—17.6Kg/m³。

燃烧性能：火焰扩散指数——小于 25；烟气发展指数——小于 85。

热工性能：4 时的导热系数 = 0.035 W/m.K。

强度指标：抗压强度(变形达 10% 时)为 89.6—117.2 kPa；抗弯强度为 193.1—241.3 kPa；抗拉强度为 110.3—137.9 kPa。

抗水性能：吸水率应小于 2%(Vol.)；水蒸气透过率为 1.2—2.2 perm

(2) 矿(岩)棉板

由于聚苯泡沫板的防火、耐热性能差，所以对于一些有较高防火要求的场合就不能采用聚苯泡沫板作为主体绝热材料，而应采用一些不燃型的绝热材料，如矿(岩)棉板就是一种常用的绝热材料。但是用于外墙绝热及饰面系统的矿(岩)棉板有着严格的规格要求。表二为德国一家从事 EIFS 公司所用矿(岩)棉板的主要规格。

表二 用于 EIFS 矿(岩)棉板的主要规格

规格 种类	容重 (Kg/m ³)	尺寸规格 (长×宽×厚)	抗拉强度 (kPa)	燃烧性能
沉降法 矿棉板	150	80×62.5× (2-14)cm	>15	不燃
摆锤法 矿棉板	90	120×20× (5-20)cm	>100	不燃

2. 涂覆玻璃纤维网

为了改善玻璃纤维与周围涂层的界面结合性能，提高增强涂层的耐久性，一般需要对玻璃纤维网进行涂覆处理。采用的涂覆材料一般要求与聚合物砂浆中的聚合物相匹配。涂覆材料的重量一般应大于 12%（德国标准要求要在 20% 以上）。涂覆玻璃纤维网一般采用纱罗结构，不过在某些特别应用领域，还要求采取其它的编织结构。涂覆玻璃纤维网延伸率一般不大于 4.8%。涂覆玻璃纤维网的强度通常由其单位面积的克重决定的。普通涂覆玻璃纤维网的单位面积重量为 150g/m² 左右，重型玻纤网的单位面积重量可达 480g/m² 以上。具体应用时应根据不同的要求选用相应的涂覆玻纤网。表三为加拿大一家公司所用的涂覆玻纤网主要规格性能。

表三 典型涂覆玻纤网主要规格性能

规格		种类	标准玻纤网	中型玻纤网	重型玻纤网	包角玻纤网
面积密度(g/m ²)			157	340	480	430
玻纤网厚度(mm)			0.48	0.8	0.97	0.66
网孔尺寸(mm)			3.5×3.5	5.0×3.0	5.5×5.0	8.0×7.0
抗拉 强度 (N/cm)	经		360	640	900	540
	纬		320	640	800	520
耐碱* 性能	经		67%	70%	70%	67%
	纬		94%	60%	70%	62%
燃烧性能			自熄	自熄	自熄	自熄

* 注：耐碱性能指标采用碱液浸泡后抗拉强度的保留率来表示。

3. 聚合物材料

目前，基底涂层及粘结剂大部分采用改性丙烯酸聚合物及其聚合物砂浆。表四为某 EIFS 公司一种改性丙烯酸聚合物砂浆涂层的检测性能。

表四 一种典型基底涂层的检测性能

性能 项目	表面燃烧 特性		抗冲击 强度	粘结性能(kPa)			吸水率 (g/m ² .hr)	抗弯强度 (mPa)	抗冻融性
	火焰 扩散	烟气 发展		聚苯板	混凝土砌块	混凝土			
测试结果	5	10	合格	110.3	241.3	172.4	90	344.8	合格(90 次 循环)
测定标准	ASTM E-84		EIMA 101.86	ASTM C-297 (修订版)			实验法	ASTM C-203	ASTM C-67
标准条件	<25	<450	28 天	28 天			28 天	28 天	60 次循 环

涂层原料提供的形式主要由以下三种：

- (1) 液态聚合物胶料：施工应用时，现场与适量的水泥搅拌混合。
- (2) 与水泥预混的干粉料：施工应用时，仅需加入适量的水搅拌即可。
- (3) 加有填料的纯聚合物胶料：施工时，经搅拌即可直接使用。

第一种形式实际上是一种双组份原料，其特点是价格相对较低，但是其运输及施工操作过程则较为繁琐。在国内，我们也与有关单位成功开发了类似的液态聚合物胶料，并具有更高的性能价格比。第二及第三种形式均为单组分原料，这样可简化许多操作，使用更为方便。不利的方面是成本较高。可以预料，随着技术进步，单组分成本将进一步降低，人们将会更乐意使用单组分的聚合物原料。

4. 外墙饰面材料

外墙绝热及饰面系统更适合用涂料型的装饰面料。随着外墙涂料的发展，EIFS系统的面层装饰更为丰富多彩，可供选择的色彩更多，质地也更丰富。例如有仿天然石饰面，仿砖材饰面等等。另外一些新型涂料如含硅树脂、氟树脂的自清污涂料等也在不断推广使用中。

五、外墙绝热及饰面系统的施工

施工操作也是外墙绝热及饰面系统的重要环节之一。施工作业时应严格按照施工规范来进行。在此作一简要介绍。

1. 施工工具

外墙绝热及饰面系统施工中所涉及的主要专用器具有：

- (1) 便携式搅拌器。
- (2) 切割聚苯板及玻纤网的刀具。
- (3) 开槽型钢抹子，角抹子等。
- (4) 用于打磨聚苯板的磨面器。
- (5) 聚苯板造型机及开槽器。

2. 施工条件及要求

- (1) 施工环境温度必须保证在 4℃ 以上，并至少将这一温度维持到施工结束后 24 小时内。不宜在大风天或阳光的直射下施工，雨天施工应有防雨措施。
- (2) 外墙基面应平整、干燥，无疏松及无空鼓的现象，也无油污等对粘结有害的物质。
- (3) 外墙上的附件如，消防梯，落水管等必须按设计图纸和施工验收规范要求安装完毕。
- (4) 施工脚手架距墙面不应小于 300mm。
- (5) 足够的人力、器具，以保证施工操作的连续性。

3. 施工工艺

- (1) 首先检查测定墙体基材的基本状况，确定总体施工方案。例如，可根据墙体基材的表面状况及基材强度等因素，确定采用何种绝热板与基材的结合方式。目前可供选择的结合固定方式有三种：第一种是采用粘结胶固定，第二种是采用机械锚固，第三种是采用上述两种形式的混合型。
- (2) 对不符合要求的墙体基材进行合适处理。并根据设计要求预置好起始龙骨件。
- (3) 绝热板的固定施工，宜从外墙底部开始向上施工，相邻板之间要紧紧相靠，上下板之间要错缝排列。采用锚固结合固定时，应保证单位面积的锚固件数量。高层建筑施工时，其墙体边缘带，还应适当地进行加固。采用粘贴

法固定时，有点粘法及条粘法两种粘贴形式可供选择。具体可根据墙面的平整度来选择合适的形式。绝热板施工完毕后，应进行合适的平整及打磨处理。

- (4) 增强涂层的施工，一般采用三步法。第一步是涂抹一薄层聚合物砂浆将绝热板完全覆盖；第二步是马上将玻纤网压入上述薄层中；第三步是待上述薄层干至可触摸时，再抹最后一道聚合物砂浆层，使玻纤网完全覆盖在涂层中。两块玻纤网之间必须保证重叠搭接（重型玻纤网除外），重叠部分不宜小于 60mm。对于门洞、窗户的角部等应力集中部位，应使用加强玻纤网来增强。使用重型玻纤网时，应将标准玻纤网布置在其外侧部。
- (5) 增强涂层完全干燥后（一般至少需 24 小时），即可进行外墙涂料的涂刷或喷涂施工。

六、外墙绝热及饰面系统的发展趋势

外墙绝热及饰面系统以其的明显优势，正逐渐为许多国家的建筑业所接受。目前，美国的外墙绝热及饰面系统正以 20% 以上的年增长量发展。同时，外墙绝热及饰面系统的整体性能也在进一步优化，其形式也在向多样化发展。作为外墙绝热及饰面系统的主要材料——聚合物砂浆也在由低聚合物含量（PM 级）向高聚合物含量（PB 级）发展。现在，纯聚合物的增强涂层也已在应用推广中。因此系统的粘结强度理论也在由以水泥化学为主向聚合物化学理论过渡。目前欧美某些建筑已采用本系统直接与内墙板结合成轻型墙体结构，这样的系统对防水问题就显得更为重要，因此，近几年发展起来了防水及泄水型的外墙绝热及饰面系统。泄水型系统的主要功能是将局部偶然进入系统的雨水及时排走，以免造成对内墙材料的侵蚀。另一种防水渗透系统的主要原理是使系统内部的空气压力与刮风下雨时外墙承受的风压相平衡，由此大大降低恶劣天气对系统造成的雨水渗漏现象。