

# 现有外墙体系的对比分析与一体化预制外墙的性能

薛艺鹏<sup>1</sup>, 陈阁琳<sup>2</sup>, 苏义庭<sup>1</sup>, 赵少楠<sup>1</sup>, 罗顺康<sup>1</sup>

(1. 重庆大学 土木工程学院, 重庆 400045; 2. 重庆一建建设集团有限公司, 重庆 400053)

**摘要:**我国现今关于保温体系的研究技术比较成熟, 比较流行的几种外墙保温体系为: 外保温体系, 内保温体系, 夹层保温体系和自保温体系。其中外保温运用最多, 但是其缺点是施工比较复杂, 而且不利于施工管理。本文先分析了现今的外墙保温体系, 为了进一步提高施工效率, 提出两种一体化 PC 外墙, 一种与自保温系统相结合, 一种与外保温相结合, 不仅能做到节能环保, 而且能很大程度上的提高施工效率。

**关键词:**一体化 PC 外墙; 墙体外保温; 建筑产业化; 建筑节能环保

**中图分类号:** TU741 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-4764(2015)S1-0083-05

## Comparative analysis of the exterior wall system and the study of integrated pre-cast exterior wall's behaviors

Xue Yipeng<sup>1</sup>, Chen Gelin<sup>1</sup>, Su Yiting<sup>1</sup>, Zhao Shaonan<sup>1</sup>, Luo Shunkang<sup>1</sup>

(1. College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China;

2. Chongqing First Construction Group CO., Ltd., Chongqing 400053, P. R. China)

**Abstract:** The existing insulation system technology is relatively mature in China. The popular external wall insulation systems are: exterior insulation system, internal insulation system, and the interlayer insulation system. And the outer insulation system is used most frequently, but the drawback is that it lead to relatively complicated construction process, and it is not conducive to construction management. This article first analyzes the current external wall insulation system. Then in order to further improve the efficiency of construction, this article proposed two integrated pre-cast (PC) exterior wall. One is a combination with the self-insulation system and another is with external insulation. It not only will be energy-saving but will improve construction efficiency.

**Key words:** integrated pre-cast exterior wall; exterior insulation system; building industrialization; building energy efficiency

## 1 常见的墙体外保温体系

外挂保温体系主要分为外挂式外保温、墙体与 EPS 保温板一次浇注成型及保温砂浆外墙保温。

### 1.1 外挂式外保温

外挂式外保温技术体系是由黏结剂、保温板、聚

合物抗裂抹面砂浆和热镀锌钢丝网或耐碱网格布、锚固件、涂料(或面砖)饰面等组成。因为采用耐碱网格布该体系, 所以有较好的透气性, 也就是俗称的“呼吸性能”。其特点的是可以做到不透水、可以抵抗风压力、抗震、防火; 还可以耐酸碱, 抗腐蚀。这种保温措施虽然在施工时可能较为繁琐, 但是因为其

独特的性能,它可用于现代各种建筑的外墙保温隔热。所以该体系是至今为止外墙保温的主流做法(见图 1)。

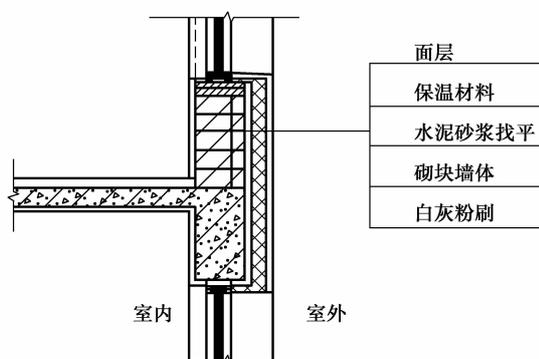


图 1 外挂式外墙保温结构

而现有的保温主要是利用 EPS、XPS 等聚苯板,因为这些聚苯板不仅性能优良而且成本低。它们已经在中国,乃至全世界范围的外墙保温技术上得到了广泛的应用。对于以上这些材料之所以能达到保温隔热效果,就是因为这些材料在内部都有大量的封闭孔,这部分封闭孔,可以有效的阻止室外与室内的热交换。而且这一点是作为保温材料所必须的。虽然在保温隔热上,这些材料的性能都很优越,但是对于目前工业产业化的需求,我们需要作出预制化一体化外墙,这部分的连接处的保温隔热仅仅通过这些材料还不能达到预期效果。所以我们得将这些材料与安装连接结构相联系,这样才能达到最终效果。

### 1.2 墙体与 EPS 保温板一次浇筑成型

在混凝土框剪体系中,通常 EPS 保温板将会直接放置于建筑模板内,在混凝土浇筑的时候,使其与 EPS 保温板一次浇筑成型,最后得到一种带有良保温隔热的复合墙体。这种墙体保温措施之所以现在也很流行,主要原因是其保温与主体施工是同时完成的,这样不仅能达到更好的保温隔热效果,而且能使工程工期大大的缩短。对于现在越来越高的人工费,这种方法将是施工单位最喜欢的一种方式。但是在施工过程中,不能间断的浇筑混凝土,也会使聚苯板受到混凝土带来的侧压力,最后造成聚苯板的变形,甚至出现破裂,这样会降低其原有的良好保温隔热性,并且对于后续的施工也带来不便;而且这种聚苯板需要钢丝网架来定性,所以其造价也会相应的变高,并且因为金属的良好导热性,也会一定程度的降低其保温隔热效果。

为了降低其造价,也有学者做了一些实验,实验结果表明如果直接利用混凝土作为粘结剂,其强度也可以达到要求,所以我们可以取消钢丝网架,这样也就降低了造价和提高了保温隔热性。

但是这种技术也不能运用在预制一体化外墙中,所以也就更加需要进一步的研究去改进这种方法使其能运用在预制外墙中。

### 1.3 保温砂浆外墙保温

该外保温技术体系是由界面层、节能保温砂浆层、抗裂防水砂浆、耐碱玻璃纤维网格布(或热镀锌钢丝网)、粘饰面层组成的保温系统。

这种砂浆是对原有的砂浆进行了改进,在砂浆中加入了玻化中空微珠、聚苯颗粒等保温骨料与水泥按一定的配比混合搅拌而成。这种新型节能砂浆不仅提高了砂浆的保温隔热性,而且不会改变原有结构的质量。而且在施工过程中如果遇到有缺陷的墙体,可以直接利用这种保温材料找平即可。并且如果利用这种保温体系,可以有效降低施工造价。

这种外墙保温体系,可以直接利用在预制外墙与主体结构连接中,也就一定程度的解决了预制外墙在连接处的保温隔热问题。但是对于其具体应用还需要进一步的实验分析,并且要将这种保温体系与其他保温体系进行实验数据的对比,最后选择一个更好的保温体系。

## 2 外墙外保温连接结构分析

### 2.1 EPS 保温板系统

这种体系比较简单,主要分为两部分,一部分为保护层,一部分为保温层。保护层主要是玻璃纤维网,保护层的作用主要是保护保温层,进一步保证外墙的保温隔热性。而保温层则是 EPS 聚苯乙烯泡沫板。在施工过程中,需要保证保护层与 EPS 保温板在并和聚丙烯泡沫塑料板材黏合固定。如图 2 所示。

这种体系有以下几种优点:其可以准确控制保温隔热层的厚度;可以得到墙体的导热系数;可以不用锚固措施;可以进行可大面积,高质量,高效率的施工,经济效益显著。

但是这种系统有以下几种缺点:施工繁琐;施工不当会造成开裂;防火性能较差;其中会存在板缝,构成热桥,会降低保温隔热性。

### 2.2 EPS 保温板与矿物颗粒体系

该体系是由 EPS 颗粒和矿物胶凝材料组成的,

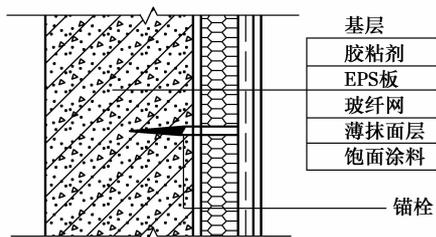


图2 EPS保温板系统

在施工过程中,现在外墙上抹上一层砂浆,然后将EPS保温板与矿物颗粒胶凝材料通过现浇的方式直接涂抹在外墙外表面上。在最外层也会添加玻璃纤维网格布来作为保护层,保护内部保温层的正常工作。如图3所示。

这种体系有以下几种优点:因为胶粉EPS颗粒密度小,可降低建筑物自重;可以有效降低导热系数;施工整体性好;在施工过程中不受基层形状限制;实现了外墙外保温无空腔的效果。

但是也有以下几种缺点:在这种体系单独使用不易达到节能要求;如果基层处理不彻底,保温层容易滑落;锚栓易锈蚀,锚固性能差;抗裂砂浆柔韧性差,易导致墙面开裂。

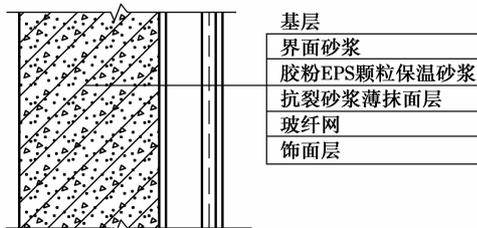


图3 EPS保温板与矿物颗粒体系

### 2.3 保温板材现浇体系

这种保温技术主要用于剪力墙的浇筑过程,这种保温体系也是分为保护层和保温层两个部分。其中保温层还是EPS保温板,保护层也还是玻纤网格布。只是这种体系是直接和混凝土外墙现浇在一起,最后在适合的位置加上有锚固措施的锚栓。这种保温体系可以使外墙的混凝土体系与EPS板一起构成保温隔热体系,可以有效的提高保温隔热性。如图4所示。

这种体系有以下几种优点:整体性好,安装牢固;系统可靠性和安全性高;所选聚苯板块大,质轻,易操作掌握;可选择多种外墙装饰做法。

但是有以下几种缺点:保温板与墙体连接不牢

固;施工中容易出现大面积酥松,起皮剥落现象;浇筑混凝土时,容易出现变形和错位现象;拆模时容易对聚苯板造成破坏。

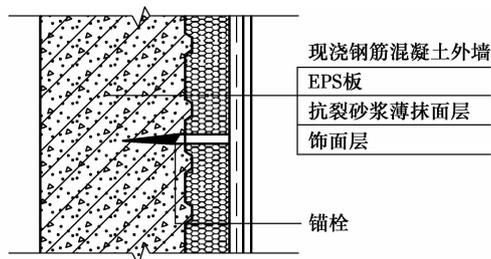


图4 保温板材现浇体系

### 2.4 现浇EPS保温板与钢丝网架板保温体系

这种保温体系与上一种比较类似,主要区别是其连接措施,可以做成X型。并且在现浇过程中也会加入钢丝网架,也就相应地降低了保温隔热性。如图5所示。

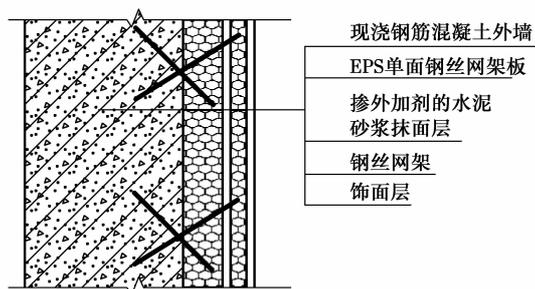


图5 现浇EPS保温板与钢丝网架板保温体系

### 2.5 带有机械固定装置的保温体系

这种体系不再采用上述的螺栓锚固措施,而是加入了机械固定装置。该体系采用预埋钢筋和锚栓进行机械固定,保温材料为EPS泡沫塑料与钢丝网架板,施工中,将此这个保温板利用锚栓固定到基层墙体上,外墙表面喷抹抗裂砂浆和可贴性砌砖材料,以此构成加固保温体系。如图6所示。

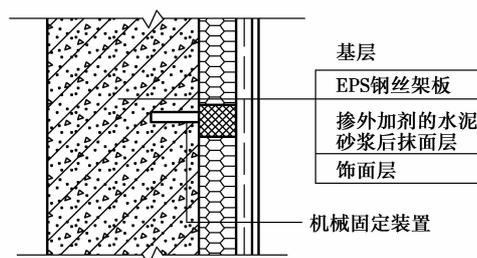


图6 带有机械固定装置的保温体系

其优点是:钢网抹灰基层连接可靠,适合粘结面砖饰面;施工简单,易于操作;耐久性和耐火性好。

但是也有以下几种缺点:由于具有水泥砂浆厚抹面层,保温板不宜过厚,因此在严寒地区使用会受到一定限制;不适用于加气混凝土和轻集料混凝土基层。

## 2.6 硬泡聚氨酯外保温系统

该体系采用现场聚氨酯发泡手段将保温材料喷涂到外墙体基层上,在施工过程中往往会出现喷涂不平的情况。针对这种现象,施工中采用轻质聚氨酯材料进行找平。

这种体系的优点是:黏结力强;保温层平整度,线角精度高;无热桥效应,还兼具防水,防潮功效;若有建筑外墙可直接施工,高效节能,持久稳定;热工性能指标质量长期稳定,工程安全长期可靠。

对于保温连接的分析,要想解决预制外墙的保温隔热问题,最需要考虑的有两点,第一需要保证施工的简易性,否者会与预制工业化的总体思路背道而驰;第二点就是需要尽可能降低造价,这样才能使这种预制外墙体系达到更加广泛的利用。

## 3 常见的墙体内保温体系及夹层保温体系

为了得到更加新型的预制外墙的保温体系,以下是对于墙体内保温的构造分析。只有联系内墙内保温及外墙外保温才能得到更加优化的预制外墙保温体系。

对于内墙内保温主要是讲保温层设置在外墙内部(如图 7),一般保温板也是用 EPS 或则 XPS 板材,利用水泥砂浆起到与外墙连接的作用,在保温层外部也会涂抹一层水泥砂浆。

在外墙内保温的主要问题是会出现裂缝,这些裂缝如果发展过大过多会对居民的二次装修带来很大程度的不便,并且对于施工方也会成为一个比较棘手的问题。而且内墙的挂件也会影响保温结构,也就降低了内保温的保温隔热效应。

对于内保温,因为我国的节能标准已经逐渐提高,所以内保温体系已经不再实用新的形势,所以现在仅有一部分地区因为过渡性的要求所以仍在使用。因为内保温在结构上产生的裂缝这种比较致命的问题吗,所以也就注定了这种结构最后会被淘汰。

不仅有内保温体系,还有夹层保温体系(图 8),这种体系主要是通过两层混凝土夹保温层形成的体系,墙体与保温层的连接是采用一般砂浆。

虽然这种夹层保温体系的保温性能是所有保温

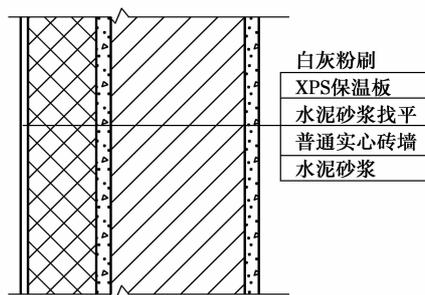


图 7 外墙内保温构造

体系中最优良的,但是这种保温体系的施工难度大,所以在一般的建筑结构中,对于外墙的保温施工,一般也不会采用这种体系。

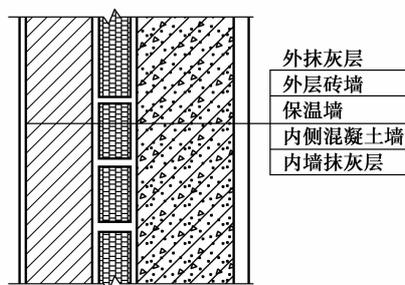


图 8 外墙夹层保温体系

## 4 基于一体化预制(PC)外墙的性能改进方案

当今外保温体系技术发展十分成熟,但是均利用在现浇墙体保温上,其保温效果被施工能力所限制。相对于自保温体系,外保温体系施工明显复杂很多。根据导热系数分析可以知道,自保温体系的保温效果比外保温体系施工效果要好。但是现在现今自保温体系主要运用在加气混凝土砌块墙体上。现场湿作业工作量也比较多。

如今产业化发展迅速,很多工厂已经在进行内隔墙的产业化生产。如果能把自保温体系和一体化预制 PC 外墙产业化,那么不仅能提高施工效率,而且促进施工现场的管理。

以下将根据保温体系不同分别提出几种 PC 外墙制作方式。

### 4.1 一体化 PC 加气混凝土外墙

如图 9,其中墙体主要利用自保温结构,主体运用加气混凝土中的孔隙达到保温效果,为了防止孔隙中充满水而引起冻胀开裂现象,室内与室外均要涂抹防水砂浆。此 PC 外墙直接在工厂中预制,

可以事先按照不同建筑要求做好装饰面,完成后,直接运输到工地进行施工安装。

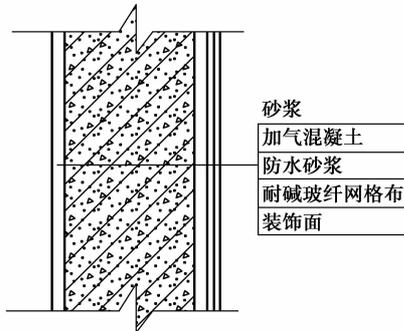


图9 一体化PC加气混凝土外墙

如图10,其中墙体利用外保温系统。由于设计对象为非承重外墙,所以其中基层做的是空心混凝土板。保温层与基层之间用的是最简单的粘贴砂浆连接。作为一体化PC板材,此墙板所有工序都可在工厂中完成。

成果预测:提高施工效率,节能环保能够适用于不同地区的外墙保温隔热。

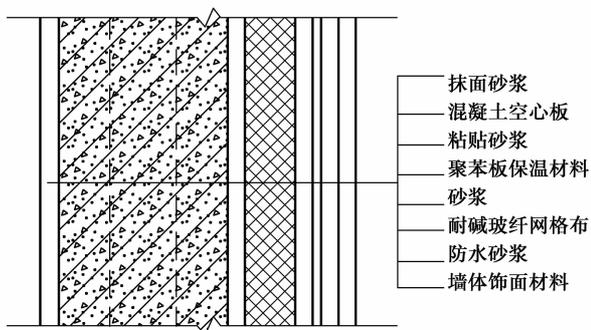


图10 一体化PC外保温外墙

## 5 结 论

总结了多种一体化PC外墙的保温构造做法,通过分析这些保温方式在工程运用中所展现性能的优缺点,提出了两种新的适用于一体化PC外墙的保温构造。其中,第一种为自保温体系,采用了加气混凝土作为板材基层,充分利用了该种板材自身内部构造特点,从根本上解决了保温层与相邻层面的连接难题;第二种为外保温体系,采用聚苯乙烯板作为保温层,一体化板材的构造形式与传统外墙的构造相类似,即在墙体基层上逐层附加其余层面,不难预测,该体系在功能上是满足外墙工作需求的,但阻碍其在工程实践中推广的主要障碍在于如何在工厂预制阶段实现各层面间的连接。

现建筑行业的发展正朝着产业化的道路前进着,而近年来学者们也在推动建筑主体结构的产业化发展上投入了极多的精力,然而,与主体结构相适应的围护结构等还未能跟上产业化发展的步伐。

### 参考文献:

- [1] 王海,尹万民. 外墙保温技术在建筑节能中的应用[J]. 建筑节能,2008,36(12):13-16.
- [2] 王首一,孔雪静. 矿区建筑改造中外墙保温技术的应用[J]. 煤炭技术,2013,32(12):121-122.
- [3] 孙继德,伍建军. 新型外墙外保温体系发展研究[J]. 建筑节能,2015,42(3):37-42.
- [4] 苗纪奎,陶嘉. 加气混凝土自保温体系在寒冷地区的应用研究[J]. 建筑节能,2015,43(34):2-51.

(编辑 罗 敏)