

夏热冬冷地区外墙外保温系统应用适宜性分析

于东洋

北京信息科技大学, 北京 海淀 100192

[摘要] 文章以北方夏热冬冷地区建筑节能工程实践为例, 对岩棉板外墙外保温系统和聚合聚苯板外墙外保温系统进行对比分析, 从体系的性能指标、成本、安全性、环保消防和适用范围等几个方面对两个系统进行了全面的综合比较分析, 提出了相关参考意见, 希望能达到让用户及研究设计人员优化设计、合理选用外墙外保温系统的目的。

[关键词]: 外墙外保温; 岩棉板; 聚合聚苯板; 系统性能; 安全性; 适宜性

DOI: 10.33142/sca.v2i8.1202

中图分类号: TU242; TU201.5

文献标识码: A

Suitability Analysis of External Wall Insulation System in Hot Summer and Cold Winter Area

YU Dongyang

Beijing Information Science and Technology University, Haidian, Beijing, 100192, China

Abstract: Taking practice of building energy-saving engineering in hot summer and cold winter area in North China as an example, this paper makes a comparative analysis of exterior insulation system of rock wool board and Polyphenylene plate, makes a comprehensive comparative analysis of two systems from aspects of performance index, cost, safety, environmental protection and fire protection and application scope and puts forward relevant reference opinions. It hopes to achieve purpose of allowing users and research personnel to optimize design and select external wall insulation system reasonably.

Keywords: external wall insulation; rock wool board; polyphenylene plate; system performance; safety; suitability

引言

北京市是比较典型的夏热冬冷地区, 外墙外保温材料作为建筑物表层的核心部分, 成为围护结构保温隔热系统中直接关系到保温效果优劣的主要关注点, 其中重点考虑保温材料的导热率以及燃烧特性。随着近几年国家对于建筑防火的重视度提高, 设计师为了满足 2015 年 1 月 1 日开始实行的《建筑设计防火规范》GB50016 的防火要求, 对岩棉保温板进行大量的设计应用, 然而岩棉的严重缺陷和安全隐患也逐步显露出来, 2019 年新京报报道北京朝阳东坝某小区墙体墙面大面积脱落, 导致车辆被砸的安全事故; 此类安全事故在上海、济南等城市也已多次发生。通过行业的不断创新, 一种新型保温材料聚合聚苯板 (AEPS) 研发出来, 其导热系数和防火性能均能满足规范要求, 能够有效解决安全性问题, 促进环境保护并节约成本。

1 岩棉板外墙外保温系统工程应用

1.1 岩棉板外墙外保温系统工程概况

2015 年, 北京市某学校建设项目第一标段宿舍楼工程开工建设, 建筑面积 25900m², 地上 6 层地下 1 层, 外墙保温为岩棉板保温体系, 真石漆涂料饰面; 工程于 2017 年 10 月竣工, 经过两年的使用和检验, 陆续出现了墙面变形、鼓包、开裂、进水等现象, 长期来看存在脱落的风险, 对安全造成极大的问题, 还会增加后期维修成本。

1.2 岩棉板外墙外保温系统问题分析

第一, 岩棉板表观密度大 (容重 $\geq 140\text{KG}/\text{m}^3$), 高容重不仅增加施工难度, 还增加了保温系统受重力过大导致脱落的风险。第二, 岩棉板吸水率高, 作为丝状材料压制成岩棉板整体会因虹吸作用吸水, 并且水或者水蒸气进入岩棉板内部后会因岩棉纤维本身的致密性导致水或水蒸气向外迁徙时阻力增大, 排出困难; 若岩棉板内滞留水, 冬季因温度降低会造成冻胀, 影响保温系统稳定及外立面美观效果, 甚至引起保温层开裂、空鼓、脱落; 对于夏热冬冷地区, 外贴瓷砖的结构, 此问题尤为突出, 冬天室内气温高, 热会从温度高的室内向室外传递, 在瓷砖内部形成冷桥结露, 再结冰冻胀, 有些建筑物突出表现在南侧和西侧脱落严重。类似的问题还发生在北京朝阳 cyy 小区、上海 zcy 小区, 济南 xymj 小区外墙保温系统上, 岩棉保温均出现严重脱落, 砸损汽车多辆, 造成严重影响。第三, 因板材在安装时表面不能进行打磨, 故在粘贴之前必须进行基层抹灰处理, 会导致粘结砂浆面的砂浆厚度不均匀, 局部砂浆会过厚或过薄; 砂浆过厚或过薄, 强度会急剧下降, 影响系统的粘结强度。第四, 岩棉板本身所能承受的最大重力超过板内部材料发生 10% 变形的抗压强度

时, 整个板的厚度会发生急剧的变化, 且沿厚度方向会产生不可逆的变形, 即现场施工时会出现厚度不一致的保温板, 增加粘贴时的困难, 造成板面产生大量的错台板, 防护层施工时将增加防护砂浆的用量及后续因为防护层砂浆过厚产生的开裂问题。第五, 岩棉属于高污染、高耗能的产业, 随着环保形势的日益趋紧, 部分岩棉生产厂家已停产, 岩棉生产无论从原材料的获取、生产能源的消耗、废水废气的排放等都将受到限制, 导致产品的供货不足和质量的参差不齐。

2 聚合聚苯板与岩棉板外墙外保温系统对比

2.1 性能参数对比

聚合聚苯板是一种以传统聚苯板为基板进行无机纳米粉体负压渗透制成, 燃烧性能可达到 A 级的新型保温板材。既解决了使用 B 级材料导致的风险及成本增加, 又避免了使用岩棉施工的安全风险, 导热系数为 $0.040\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 可实现与岩棉的等厚度置换。聚合聚苯板与岩棉的性能对比, 性能较优, 聚合聚苯板容重 $70\sim 100\text{Kg}/\text{m}^3$, 抗拉强度 0.10MPa , 抗剪切强度 0.06MPa , 板材抗风压安全系数 25 倍以上, 完全满足 (EATG004 要求至少 10 倍), 吸水率小于 6%, 完全满足 GB10801.1 的要求, 耐久性和模塑聚苯板耐久性一致, 尺寸稳定性也优于岩棉板。

2.2 施工对比分析

根据工程施工设计参考 13BJ2-12 外墙构造, 岩棉板工艺做法为: 基层墙体清理——DEA 砂浆粘贴憎水岩棉板——抹 $4\sim 6\text{mm}$ 厚 DBI 砂浆内压入一层玻纤网格布——涂料饰面, 钢网直径为 $\Phi 2$, 纵横钢丝搭接处完全平整时钢筋厚度为 4mm , $4\sim 6\text{mm}$ 厚 DBI 砂浆无法完全覆盖钢网, 所以还需采用保温浆料找平处理, 导致施工工序较多。岩棉板施工为三胶两网, 聚合聚苯板为两胶一网, 岩棉不宜切割、无法打磨以及找平处理将增加施工周期, 比聚合聚苯板系统加长 7 天 (20%) 以上。

2.3 成本对比分析

如上所述, 岩棉板施工复杂、需加装钢托, 其岩棉丝在人工搬运、切割、安装等多个样态下都会存在漂浮物, 对技术安装工人及现场管理人员的人身伤害较大, 且岩棉板现场切割困难, 工期较长势必造成人工费的增加。聚合聚苯板与传统聚苯板有较多的相似之处, 施工工序一致, 施工工序简单、系统整体性好, 人工费比岩棉板节省约 30%。岩棉板系统材料费、机械费同样比聚合聚苯板高 $10\sim 13$ 元/ m^2 。后期维护成本方面, 岩棉板保温层施工完毕后, 墙面易出现等变形、起鼓、开裂甚至脱落问题, 增加后期维修成本和安全风险。

3 聚合聚苯板外墙外保温系统应用

3.1 试验及设计验算

根据第一标段外墙外保温系统的问题, 设计院对第二标段 29000 平方米的宿舍楼外保温系统进行了验算, 主要对聚合聚苯板进行抽样和同程检测, 验证了 GB8624《建筑材料及制品燃烧性能分级》A 级的标准, 对保温系统防脱落安全性设计、分析和验证, 针对钢筋混凝土外墙面与空心砌块外墙面分别进行验算; 依据 GB50009-2012《建筑结构荷载规范》中围护结构风荷载标准值进行验算, 对北京地区不同高度最大风荷载标准值, 按照第二标段最大檐高 23.9 米计算荷载基本组合效应设计值进行验算, 参照欧洲技术认证组织 ETAG004《薄抹灰外墙外保温系统》, 外墙保温系统与混凝土基层墙体采用粘锚结合以粘为主的安装方式, 安全系数 (即“系统整体抗拉强度”与“荷载基本组合的效应设计值”之比) 约取 10 的要求, 本第二标段不同高度钢筋混凝土外墙面采取 50% 粘结率+6 个锚栓/ m^2 安装聚合聚苯板的安全系数均符合安全系数要求, 符合设计规范。最后对保温系统安全系数、保温系统防开裂设计、分析及核定, 最终确定了聚合聚苯板的设计变更并付诸实施。

3.2 施工工艺

墙面基层清理验收→测量放线、挂基准线→配专用聚合物粘结砂浆→预粘板边 (洞口) 翻包网格布→粘贴聚合聚苯板→钻孔, 安装锚栓→找平、清洁→设置伸缩缝→拌制面层聚合物抗裂砂浆→刷一遍专用界面剂→粘贴网格布→抹面层聚合物抗裂砂浆→验收→饰面施工。

3.3 施工要点

(1) 首先组织图纸会审, 按照施工工艺标准、针对图纸具体部位做好技术交底。

(2) 正式施工前, 在工程墙体基面上采用与施工方案相同材料和工艺制做样板件, 体现各施工工序。检验胶粘剂与墙体基面拉伸粘结强度, 验收合格后方可大面积施工。并根据实测粘结强度, 根据公式计算确定工程施工方案的粘结面积率。

(3) 清理墙面基层, 基层墙面必须清理干净并吹扫, 要求墙面无油渍、灰尘、污垢、脱膜剂、风化物、泥土等污

物, 基层墙体的表面平整度、立面垂直度不得超过 3mm。不符合要求时, 可用 1:3 水泥砂浆修补平整, 本工程砌体结构材料采用轻集料免抹灰砌块, 为保证外墙基层与保温板粘接牢固性, 对砌体结构外墙采用聚合物粘接砂浆界面薄抹灰处理, 并且砌体结构与混凝土结构交界处加贴 200mm 宽玻纤网格布抗裂增强。根据天气情况若基层墙面过于干燥, 吸水性比较强时, 必须先进行洒水喷淋湿润墙面。

(4) 配专用聚合物粘结砂浆: 按 1: 4 水料重量比在搅拌机(或桶)内, 先加水后加聚合物粘结砂浆材料, 同时启动搅拌器, 进行充分搅拌 3-5 分钟时间, 要求浆料内无结块, 分散充分均匀方可使用, 拌好的材料注意防晒防风, 一次性配备好的砂浆应在 2 小时内用完为宜。

(5) 打点、冲筋、弹控制线基准线: 根据建筑立面设计和外墙外保温技术要求, 提前在钢线的起、止点粘贴好聚合聚苯板板材, 而后用聚合聚苯板做控制块进行挂钢线, 外墙面阴、阳角、装饰柱及必要处都需挂钢线, 并在墙面把外门窗水平控制线及伸缩缝线、装饰线条线等弹线。

(6) 粘贴聚合聚苯板

①标准聚合聚苯板尺寸为 600*600mm。非标准尺寸或局部不规则地方可用工具刀现场切裁, 保温板必须采取横向铺设的方式, 由下向上铺设, 错缝宽度为 1/2 板长, 需要时进行合理的裁切处理。

②使用不锈钢抹子涂抹搅拌均匀的聚合物粘结砂浆于聚合聚苯板一侧, 厚度 10mm, 聚合聚苯板与基层墙体粘结实用点框粘贴法或条贴法进行粘贴, 混凝土基层涂料饰面粘贴面积为 50%。

③将涂好的保温板立即粘贴于墙体上, 滑动就位, 操作时动作要轻柔、均匀挤压, 并随时用托线板检查垂直平整。用 2m 靠尺压平, 保证其平整度和粘贴牢固。板与板之间自然靠拢, 二者之间缝隙应小于 2mm, 如若板间缝隙超过 2mm, 应用保温条进行填实, 严禁使用粘结砂浆直接灌封处置。板与板高差不得大于 1.5mm, 阴、阳角处相邻的两墙面所粘聚合聚苯板应错茬拼接。

(7) 预粘板端翻包网格布

在窗口、洞口、勒角、女儿墙、空调板等保温板接缝及断端点处, 位置预先粘贴板边翻包网格布, 将不小于 330mm 宽的网格布中的 100mm 宽用专用粘结砂浆牢固粘贴在基面上, 粘结砂浆厚度应小于 2mm, 后序粘贴保温板时再将剩余耐碱网格布翻包过来。

3.4 注意事项

(1) 聚合聚苯板安装过程中, 要做好板面平整度的检查, 用 2m 的靠尺进行检测。

(2) 保温板贴完至少 24 小时后进行打磨, 聚合聚苯板接缝不平处应用钢刷磨平(实际打磨时, 根据需要可在聚合聚苯板粘结面进行打磨), 局部在聚合聚苯板防护层打磨的, 打磨后清理打磨部位的聚合聚苯板碎屑, 而后再进行下道工序。

(3) 机械钻孔安装锚栓, 在聚合聚苯板粘贴 24h 后, 按照要求的位置进行钻孔, 数量为 6 个/m²; 为保证钻孔时不破坏钻孔点周围的保温板, 在全程施工过程中安排专业钻孔人员用机械钻头进行钻孔, 钻孔时保证钻头垂直与保温板板面, 建筑锚栓钻孔时尽量保证钻孔部位保温板背后有粘结砂浆灰饼; 为保证锚钉在外保温系统中能有效起到安全加固作用, 锚栓孔位置图示如下:

(4) 配置抗裂砂浆、抹底层抗裂砂浆时, 抹底层抗裂砂浆时, 厚度应控制在 2-3mm 左右, 必须均匀满抹, 不得有遗漏、不均匀的情况发生; 并随时用 2m 靠尺、杠尺进行靠平靠直; 考虑到施工间歇的影响, 要求现场施工工人按楼层分层施工, 抗裂砂浆的平整度、垂直度应符合要求。

(5) 裁剪耐碱网格布、铺设耐碱网格布

用专用剪刀对耐碱网格布进行裁剪, 然后在底层抗裂砂浆初凝前, 将网格布绷紧、绷平后紧贴于底层抗裂砂浆上, 最后用抹刀由中间向四周把网格布压入砂浆的中间层, 要求均匀平整压实, 禁止网格布出现皱褶或翘曲现象。网格布控制到位, 不得压入的过深, 表面必须在底层砂浆之外, 两层中间。单张网格布长度不宜大于 3m。铺贴如需要搭接时, 必须满足横向大于 100mm、纵向大于 100mm 的搭接长度标准。在门、窗洞口等处还应沿 45° 方向增贴一层网格布大于等于 200×400mm; 翻包网格布宽 100mm。

(6) 抗裂砂浆施工间歇应在自然断开处, 方便后续施工的搭接, 如伸缩缝、阴阳角、挑台等部位。在连续墙面上如必须暂停施工时, 要求面层砂浆不的全面覆盖已铺装好的网格布, 并留与网格布、底层砂浆呈台阶形错台, 错台间距应大于 150mm, 防止网格布搭接处平整度不足超出标准范围。防护层施工完毕后其表面平整、阴阳角方正应符合 DB11/T584《保温板薄抹灰外墙外保温工程技术标准》中的规定。

(7) 平窗部位为解决好侧壁交界部位三维应力释放,防止此部位因保温层问题出现开裂,影响外饰面效果,特对门窗四角部位用聚合聚苯板裁切成“L”型板处理,同时保证此部位的拼缝距离洞口四角的距离不小于200mm。

3.5 验收标准

外墙外保温工程验收时应验收材料证明文件、施工记录、隐检记录、验收文件等,执行以下标准:

(1) 外墙外保温工程的施工图、节点详图,设计说明及其它设计变更文件等。

(2) 外墙外保温工程所用聚合聚苯板、砂浆、锚栓等等的产品合格证书,盖有CAL以及CAM章的国家法定检测部门出具的检测报告,进场监理的验收记录。

(3) 外墙外保温工程的检验批和检查数量还应符合标准规范规定:墙体节能工程采用的保温材料和粘结材料在材料进场后要要进行相应的抽样送检,并进行材料复验,材料复验应以见证取样为准,符合GB50411-2014《建筑节能工程施工质量验收规范》规定要求。

检验批根据现场实际情况进行划分,检验批划分与DB11/T555-2015《民用建筑节能工程现场检验标准》划分检验批,数量与规范保持一致,外墙保温面积每3000m²定为一个检验批。

(4) 抗裂砂浆与聚合聚苯板必须粘结牢固,检查是否有脱层或空鼓。检验方法:观察法和用质检小锤轻击检查法,检查施工记录。

(5) 表面光洁平整、色泽均匀、无修补痕迹、无明显接茬、观感质量好。阴阳角垂直方正、顺直、尽量使用成品阳角条,角度符合质量规定要求。整体墙面无空鼓、无裂缝、无斑点、色泽均匀,满足涂料饰面施工质量基底要求。

4 工程优化成果

学生宿舍第二标段外墙外保温主要是采用120mm(其他部位略有调整)厚度的聚合聚苯板,该项目已于2019年5月完工,保温层平整,涂料饰面效果优良,半年来,在太阳光的照射下色泽均匀一致、表面平整,无任何膨胀变形,无任何收缩变形。

鉴于第二标段的良好效果,工程赢得了设计方、监理方、建设方的一致认可,2019年10月,学生宿舍第三标段外墙外保温也进行了设计变更,同样采用聚合聚苯板作为保温材料,按照样板先行的思路,样板效果好,无空鼓、变形,平整光洁,达到了设计效果,目前该项目已展开大面积施工。

5 结论与建议

综上所述,岩棉板和钢网复合岩棉板在夏热冬冷地区作为外墙外保温材料存在一定的缺陷,而聚合聚苯板在节能方面和岩棉板可实现等厚置换,有效的解决保温材料变更出现的超规划和面积缩减问题;安全性方面使用聚合聚苯板外保温系统较岩棉板外保温系统所承担的安全风险大幅减低;工期方面要比岩棉板节省大量工期;环保方面聚合聚苯板为绿色环保产业,可为产品持续稳定的供给提供保证;成本方面聚合聚苯板材料价格与市面常见的普通岩棉板相近,综合系统价格要低于采用岩棉板外保温系统。本文对三个标段、两种保温体系做法进行了对比分析,希望本项目实践成果能得到大力推广和应用,为创造安全、节能、环保的绿色工程做出贡献。

[参考文献]

- [1]北京市城乡规划标准化办公室.建筑外保温(节能75%):13BJ2-12[S].北京:北京工程建设标准化协会,2013:15.
- [2]北京住房和城乡建设委员会.保温板薄抹灰外墙外保温施工技术规范:DB11/T584-2013[S].北京:北京市质量技术监督局,2013:20.
- [3]中华人民共和国住房和城乡建设部.建筑节能工程施工质量验收规范:GB50411-2014[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2010:12.
- [4]中华人民共和国住房和城乡建设部.外墙外保温工程技术规程:JGJ144-2019[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2010:82.
- [5]北京市住房和城乡建设委员会.民用建筑节能工程现场检验标准:DB11/T555-2015[S].北京:北京市质量技术监督局,2015:3.
- [6]住房和城乡建设部.建筑装饰装修工程质量验收标准:GB50210-2018[S].北京:研究所组织中国建筑工业出版社,2018:25.

作者简介:于东洋(1981.11-),男,毕业于山东大学,所学专业:工业工程,当前就职单位:北京信息科技大学,职务:科长,职称级别:工程师。