

超低能耗建筑外保温及外窗施工技术探讨

戴启礼

上海建珺建筑劳务有限公司 上海 202150

摘要：本文以上海市青浦区西虹桥沪青平公路北侧48-06A地块项目（璀璨公馆）为工程实例，系统阐述外墙保温的施工部位及关键工艺要点，门窗气密施工的方法与技术控制措施，以及穿墙管道的气密施工技术。通过对这些核心环节的分析，探讨如何有效降低建筑能耗损失，确保项目符合超低能耗建筑的设计要求，并满足相关验收标准。

关键词：超低能耗；保温硅墨烯施工；门窗气密；穿墙管道气密

引言：随着全球气候变化问题的加剧和能源消耗的增长，建筑行业作为高碳排放、高能耗行业，面临着绿色低碳转型的挑战^[1]。超低能耗建筑因其优异的节能效果和舒适的居住环境，成为推动建筑行业可持续发展的重要方向。各级政府也陆续出台相关法规和政策，以促进超低能耗建筑的发展。例如，上海市住房和城乡建设委员会在发布的一系列关于超低能耗建筑中材料应用、保温体系及技术要求等文件，给超低能耗建筑指明了发展方向并提出了要个要求，从上海市住建委的重视程度可见超低能耗建筑一定能改变人们的生活方式。政府对满足相关标准的项目提供政策激励，如额外的容积率奖励。

1 超低能耗建筑主要条件

主要依靠外遮阳、节能门窗、围护结构保温等被动式节能技术来降低建筑供暖和空调能耗。其中，门窗与结构交接处、墙面洞口周边衔接处以及外围护结构的施工缝隙气密性密封不严，可能导致能耗损失增加，影响建筑的节能效果和使用舒适度。然而，在实际工程施工过程中，如何确保外墙保温的完整性、提升门窗及穿墙管道的气密性能仍然面临诸多挑战。

本文结合上海市青浦区西虹桥沪青平公路北侧48-06A地块（璀璨公馆）项目的实际工程经验，重点分析超低能耗建筑中外墙保温、门窗及穿墙管道气密施工的关键技术要点，以期为相关工程实践提供参考。

2 项目概况

本项目位于青浦区西虹桥沪青平公路北侧48-06A地块项目位于上海市青浦区沪青平公路以北，泾南河路以西，蟠龙路以东，会旭路以南。占地面积为77368.9m²，总建筑面积为247496.41m²，建筑限高80米（其中住宅建筑高度不低于24米），本工程由1栋15层、5栋16层、20栋17层高层住宅组成。项目由商品房、保障房、公共服务设施（物业用房、社区服务站等）组成，共计1907户。其中1号楼为保障房，不参与超低能耗施工。^[2]

3 外墙节能施工

本项目外立面采用涂料作为饰面。按照设计要求外立面平均传热系数控制在0.4W/（m²·K）以内施工，运用保温与结构一体化到项目中。外墙无论是现浇墙体还是PC预制墙体均采用硅墨烯反打免拆模系统，与传统外墙保温效果差、易脱落等问题，保温与结构一体化使得外墙保温效果更佳、更坚固耐久。

硅墨烯保温板按等级分为加强型和普通型两种型号。采用硅墨烯保温板（加强型）作为本项目外墙保温系统。施工要点如下：

（1）硅墨烯模板拼装前，对模板图仔细深化。硅墨烯模板切割前按照模板图进行测量、弹线，堆放时注意按照编号和型号分类堆放；

（2）施工之前，应安装不锈钢断热桥连接件，连接件数量每平米不少于5个，边部间距 ≤ 150mm，中部间距 ≤ 600mm，连接件锚固深度不小于50mm，连接件固定帽直径 ≥ 60mm；

（3）拼装免拆硅墨烯模板，安装从阴阳角→中间墙体→边部墙体。硅墨烯模板之间缝隙应 ≤ 5mm，拼装完成后应将连接件临时固定；

（4）外墙两侧模板均调整完成后，内外侧模板贯穿成孔→孔中设置套管→套管中穿入对拉螺栓（有防水要求的墙体应在对拉螺栓上满焊止水环）；

（5）硅墨烯免拆模和内模板安装完成后，采用激光投线仪、线锤及经纬仪等设备对模板垂直度、平整度进行调校加固，严禁垂直度、平整度未经调校或调校不符合要求进行加固；

（6）预制构件保温层在墙两端各收进50mm，用于现浇段免拆保温模板的有效搭接，便于安装就位；

（7）保温板预留的各施工用洞口，在施工结束拆除相关设施后应采用A级保温材料后填，并用保温砂浆补平，并待其干燥后，用抗裂砂浆复合网格布增强；

(8) 板材断裂: 更换硅墨烯保温板材; 局部破损: 沿板材长边方向裁切 $\geq 300\text{mm}$ 后, 另行裁切同等宽度保温板密拼, 且在拼接缝处设置竖向背楞 (宜用钢包木或钢背楞);

(9) 成品保护不当破损, 且破损范围深度不超过 5mm , 钢丝网未断裂或翘曲; 去除松散部分, 用抗裂砂浆抹平; 破损深度超 5mm , 去除松散部分未及底层钢丝网, 范围超 $50*50\text{mm}$, 面层钢丝网翘曲断裂: 沿破损范围外延 50mm 切割, 将面层钢丝网切断, 去除松散部分后, 用专用修补用保温砂浆分层补平, 待其干燥后, 用抗裂砂浆网布覆盖增强。

4 建筑气密性施工

影像房屋气密性的部位主要有门窗与结构交接处、墙面洞口周边衔接处以及外围护结构的施工缝隙等。封堵门窗与结构交接处、墙面洞口与周边衔接处的方式较多, 如使用气密性胶带、气密性薄膜或气密性涂料等材料对薄弱位置进行密封, 本项目采用气密性薄膜即防水隔气膜作为室内气密性处理方法; 外围护结构施工存在的缝隙采用连续粉刷工艺使气密区完整闭合。

4.1 门窗气密性施工要点

本项目外窗气密性等级为8级、外门气密性等级7级、阳台移门气密性等级7级。

(1) 采用剔凿或水泥基抹灰砂浆修补将外门窗洞口四周不平整墙面整平;

(2) 防水隔汽膜在外门窗框粘贴时应按以下操作工艺进行:

1) 当防水隔汽膜为“一”字形或“V”字形时, 防水隔汽膜在外窗安装前粘贴于外门窗框内侧边缘一圈。窗框粘贴前应去除表面灰尘、油污、保护膜, 并保持干燥。窗框内测 (室内侧) 防水隔气膜与窗框的粘贴宽度应 $\geq 15\text{mm}$, 防水隔气膜的另一侧与窗洞墙体粘贴, 一般接头搭接长度 $\geq 50\text{mm}$ 。

2) 防水隔气膜在粘贴过程中一般在起始端边撕去离型纸边按压防水隔汽膜。离型纸的一次性撕开的长度不宜超过 50mm 。

3) 防水隔汽膜每粘贴完一段, 应采用工具 (刮板、滚轮等) 从防水隔气膜一端到另一端刮平压实。外门窗框处粘贴的防水隔气膜须粘贴牢固、坚实平整、宽度匀称、无空隙气泡。

4) 外门窗联结件应用防水透气膜完全覆盖, 粘贴前应将粘贴位置清理干净并保持干燥。

5) 粘贴窗框下侧防水透气膜→粘贴窗框两边防水隔气膜→窗框上口防水隔气膜粘贴。

6) 对于装配式预制夹芯保温墙板, 应将室外侧防水透气膜粘贴在窗框上, 另一端粘贴到内页板外侧, 防水透气膜粘贴要牢固, 不应有断点。

7) 外墙外保温施工应在防水透气膜粘贴完成 24h 后进行。

(3) 外门窗洞口侧面粘贴防水隔汽膜应按以下操作工艺进行:

1) 粘贴前应清洁外门窗洞口侧面表面, 去除灰尘、油污。

2) 当设计要求防水隔汽膜为“一”字形时, 粘贴方法同 (2)。当采用非自粘型防水隔汽膜时, 应在外门窗洞口四周墙面粘贴基面均匀涂布配套密封胶, 并宜在 30min 内将防水隔汽膜粘贴至刷胶基面, 用刮板压实刮平; 当采用自粘型防水隔汽膜时, 粘贴时应从防水隔汽膜起始端边撕去离型纸边按压防水隔气材料, 离型纸的一次性撕开的长度不宜超过 50mm 。外门窗洞口四周角部位的防水隔汽膜不应形成内外贯通的缝隙。

3) 当设计要求防水隔气膜为“L”型时, 在外窗安装完成后再将防水隔汽膜一边与外门窗框粘贴, 另一边于门窗洞口粘贴。粘贴的相关数据要求与 (2) 中的1) 条相同。

4) 如果防水隔气膜表面须要粉刷时, 应在防水隔汽膜粘贴完成 24h 后进行。

4.2 墙洞气密性施工要点

(1) 安装穿墙管道时, 管道周边采用保温材料 (阻燃型发泡聚氨酯或保温棉) 填实, 管道应清洁, 墙面应平整。

(2) 剪一段长度比管道周长长约 20mm 的隔汽膜, 将其对折后, 将中折线下部按 $20\sim 30\text{mm}$ 宽间隔剪开。

(3) 将隔汽膜上端沿管道外围包裹一圈预粘贴, 然后在管壁上涂抹配套密封胶并涂刮均匀, 不应漏涂, 将隔汽膜与管道粘贴压实。然后再在管道洞口墙面周边批刮配套密封胶, 将下部剪开的隔汽膜展开分别压紧在密封胶上, 保证与墙面贴合密实, 拐角处不留空隙。^[3]

(4) 剪两段长度比管道直径长不少于 100mm 的防水隔汽膜, 沿中间位置裁出管道直径相当的半圆, 然后将两端隔汽膜套过管道覆盖在第一层隔汽膜之上, 并采用配套密封胶粘贴在墙面上。采用同上述方法, 在管道另一侧墙面采用配套密封胶粘贴透气膜。

(5) 穿围护结构的圆形管道的气密性措施应按以下操作工艺进行: 管道四周应覆盖防水隔气膜。如果发现圆形管道转角处防水隔气膜无法密贴可用硅胶将管道一圈做成“R”角, 并将防水隔气膜截成小段完成粘贴, 转

角处不应有气泡,两端防水隔汽膜搭接宽度 $\geq 10\text{mm}$ 。防水隔汽膜无论与管道粘结长度还是与墙体的粘结长度均应 $\geq 50\text{mm}$ ^[4]

(6) 穿围护结构的矩形管道的气密性措施应按以下操作工艺进行:沿着管道一圈铺贴防水隔气膜,粘贴应平整密实,宽度均匀、不留孔隙。

5 超低能耗建筑外窗施工技术的发展趋势

5.1 材料创新发展趋势

在超低能耗建筑外窗领域,材料创新正朝着高性能、低能耗、可持续方向大步迈进。玻璃材料不断升级,例如三玻两腔中空玻璃、四玻双腔LOW-E玻璃等逐渐普及。LOW-E玻璃具有卓越的节能环保特性,能有效阻挡紫外线,减少室内热量散失或吸收,提升室内温度稳定性,降低空调、供暖能耗。与此同时,气凝胶玻璃等新型材料也崭露头角,其极低的导热系数为外窗节能带来了更大潜力。窗框材料方面,铝合金断桥型材凭借断桥设计有效阻断热传导路径;而纤维增强复合材料如玻纤增强塑料等,因具备轻质、高强度、低热导性,也成为窗框制作的优质选择,有助于减轻外窗重量,提升整体保温性能,且在生产过程中能耗较低,符合可持续发展理念。^[5]

5.2 工艺改进发展趋势

工艺改进旨在提升外窗施工质量与效率,降低安装热桥。在安装工艺上,干法施工愈发受到青睐。它允许门窗进场安装时间更为灵活,减少门窗交付周期对项目整体工期的影响。通过预制附框,可提前规范洞口尺寸,为后续外窗安装提供便利,且在节点处理上更易达成良好效果,有效发挥防水透汽膜和防水隔汽膜作用,增强外窗水密性、气密性。此外,在拼接工艺上,激光焊接、无缝拼接等先进技术逐步应用,相较于传统拼接方式,能大幅减少缝隙,降低空气渗透,提升外窗整体的密闭性,从而优化外窗保温、隔热性能,减少能量损耗。

5.3 智能化应用发展趋势

智能化为超低能耗建筑外窗增添了新活力。智能调光玻璃的应用,可根据室内外光线强度自动调节玻璃透明度,既能保证室内采光需求,又能避免强光直射,减少室内制冷或制热负荷。外窗配备智能传感器,能实时监测室内外温度、湿度、空气质量等参数,并据此自动控制外窗开启或关闭,实现室内环境的智能调节,提升居住舒适度。同时,智能外窗还可与建筑整体的智能控制系统相连,形成联动,进一步优化建筑能耗管理。

结论

本文通过青浦区西虹桥沪青平公路北侧48-06A地块项目实例,介绍了外墙保温材料硅墨烯保温板的材质、施工部位及施工要点,门窗气密施工方法、要点,穿墙管道气密施工方法、要点,做好上述施工要点能有效的助力超低能耗项目的实施,为日后更好的推行超低能耗建筑提供了参考样板。希望超低能耗建筑未来能够更加节能、低碳为每一位业主提供更加舒适的居住环境。在建筑行业迈向绿色低碳的进程中,超低能耗建筑外窗施工技术凭借创新突破,解决了诸多建筑节能难题。从研发适配材料,攻克工艺难关,到引入智能方案,该技术的每一步探索,都为行业节能转型积累了宝贵经验。当前,各地超低能耗建筑项目的落地,正是这一技术价值的有力印证。

6 超低能耗建筑外窗施工的关键技术

高性能外窗选型,窗框材料选择

窗框材料的选择,对超低能耗建筑外窗的节能效果起着决定性作用。断桥铝合金窗框凭借独特的断桥设计,将铝合金型材分开,中间嵌入隔热条。这一巧妙构造有效阻止热量传导,大幅降低窗框的传热系数,较普通铝合金窗框,保温性能可提升30%以上。同时,铝合金材质强度高、耐腐蚀,保证了窗框的稳定性与使用寿命。纤维增强塑料(FRP)窗框近年来备受青睐,其导热系数低,保温隔热性能优越,在阻止热量传递方面表现突出。此外,FRP窗框的耐候性佳,能适应不同的气候条件,不易因紫外线、湿度等环境因素老化变形,降低因窗框变形导致的热桥效应。木材窗框在保温性能上也有出色表现,其天然的多孔结构赋予良好的隔热性能,为建筑营造温馨的氛围。但需做好防腐和防潮处理,以延长使用寿命。

参考文献

- [1]王艺军.超低能耗建筑设计与技术应用实践——以上海市浦东新区某项目为例[J].绿色建筑,2023,(06):84-86+97.
- [2]王黛娜.被动式超低能耗建筑技术的应用与典型案例[J].上海节能,2024,(06):968-973.
- [3]王朝邓.被动式超低能耗绿色建筑外窗施工技术[J].建筑工程技术与设计,2021(10):460-460.
- [4]陈伟.被动式超低能耗建筑外窗施工技术探索[J].建筑工程技术与设计,2020(1):610-611.
- [5]闫永龙.被动式超低能耗绿色建筑外窗施工技术[J].门窗,2022(6):19-20,23.