

被动式的超低能耗建筑施工操作要领和常见问题

周 星

重庆市江津区建设工程质量技术服务中心

摘 要: 在整个社会正极力推动节能减排以大大降低建设能耗的当下, 积极发展超低能耗建筑技术已然成了中国建设发展领域的共识。自我国大力发展绿色建筑以来, 被动式超低能耗建筑的有关建筑设计思想与工艺, 已在社会经济进步的进程中日渐完善。被动式超低能耗房屋施工完成后是否达到规范标准, 对于精细化施工水平、施工效率等均有严格要求。对此本文着重研究了被动式超低能耗技术, 认为此技术有助于推动中国建筑行业的健康发展, 并为建筑行业提供参考。

关键词: 超低能耗; 建筑施工; 操作要领

1. 被动式超低能耗建筑的内涵

1.1 被动式超低能耗建筑的概念

被动式超低能耗的建筑理念源自于欧美。早在 20 世纪 80 年代, 由来自瑞典隆德研究所的阿达姆森 (Bo Adamson) 教授和德国的费斯特 (Wolfgang Feist) 博士基于效率、安全和可持续理念提出了“被动房” (Passive House) 的建筑设计思想。《导则》结合了国外被动式房屋和超低能耗房屋的经验, 对被动式超低能耗建筑房屋做出说明: 为了适应气候特点和环境条件, 可以通过围护结构的保温和更高的空气密度要求, 以及采用高效新风热处理等技术, 将客厅的采暖和制冷要求降到最低, 并充分利用可再生能源技术, 以相对低廉的能耗成本提供了有利于室内环境条件和能够满足室内环境的基本要求的房屋。

1.2 发展被动式超低能耗建筑的概念内涵

(1) 被动式超低能耗建筑是指一个工程的基本运行要求, 而非某种特殊的施工方法。

(2) “被动式”设计显著提高和完善人居条件, 保证居室温度在 20℃ 以上 (冬季)、26℃ 以内 (夏季), 且相对湿度在百分之三十 ~ 百分之六十之间; 通过采用风力和太阳能等可再生能源, 可以极大地减少了社区的终端能源, 从而解决了资源的短缺难题。

(3) 被动型超低能耗住宅的方案设计、实施技术和运维以建筑能量值理论为先导, 改变中国传统的建筑设计思想、实施技术和运维方式, 以促进中国城市建设由粗放型向绿色低碳型的转化, 以满足中国百姓对生态文明建设、人体保健、节能减排的美好愿望的迫切需要, 对于中国乡村文化复兴战

略、区域统筹发展战略、可持续发展战略、健康中国方略的全面落实, 具有重要推动意义。

2. 被动式超低能耗建筑施工研究要点

被动式超低能耗建筑, 要同时达到前述的生活舒适性与建筑能效化的双控效果, 就需要采用如下六方面的新技术:

(1) 加厚的外保温板材; (2) 高性能被动式玻璃窗; (3) 无热桥结构设计; (4) 全屋高度气体封闭; (5) 可调整遮阳系统; (6) 具有全逆流热交换系统的新风系统。此外, 还涉及精密的施工品质控制、可再生能源使用, 以及一些创新性方法。

2.1 卓越的保温性能

一般指房屋的围护建筑体系所产生的热能损失大约为房屋总能量的百分之七十, 所以围护建筑体系的保温性能也是实现被动式建筑的重点。被动式的能源消费建筑一般采用了加厚的型材料覆盖整个围护结构、顶棚、楼板以及地下室顶板等, 户间隔墙上通常还设有一层防水钢板, 以构成其整体式保温性能结构, 从而有效地抑制了室内外冷热的相互传递。而房屋外围防护设计则一般采取了增加型材料的方法改善房屋保温效果。在结构方面, 被动型的低能耗房屋外保温的厚度通常超过了一般房屋的二倍以上, 普通房屋的外保温板材通常可厚达 220mm, 甚至在严寒山区达到了约 300mm 厚。在施工工艺上, 建筑外保温层通常为二层的错缝摊布形式, 铺贴脸连续且不存在通缝隙; 墙面、门窗等旋转点处均使用了整体的保温性能材料; 并使用了具有保温隔热性垫块形式的断热桥锚栓安装。外结屋面设计与地下室外墙的保温层以及地面的保温效果, 达到了一致的性能要求。女儿墙和

凸出房屋的建筑体保温层, 必须与房屋和地面的防水钢板连接; 而地下室的外墙外保温板材, 必须与地上建筑部分的防水钢板连接, 并充分遮盖地下室建筑部分。

2.2 高性能被动式门窗

外窗是建筑围护结构中最弱的热组件。由于普通窗户的热阻低, 窗框与孔、窗框与玻璃缺口之间的间隙成为热量和声音传递的主要通道, 导致整个窗户的隔热和隔音效果恶化。因此被动式超低能耗建筑的门窗设计为提高隔热性和气密性, 特别考虑了玻璃层数、Low-E膜层、玻璃夹层填充的惰性气体、型材材质、截面设计以及开启方式等因素, 以保证整窗的保温性、气密性及无热桥设计。在安装施工中, 为避免外窗部分产生热桥效应, 对窗体采用了整体外挂安装的工艺。如窗体设置于房屋框架的外面, 并通过专用角铁框架支承, 窗棂的外表与房屋基层墙的外部表面齐平, 覆盖于外保温材料的构造层上; 缝隙内填充密封防腐材料, 窗框和不同结构间的金属焊缝处均通过隔热垫片处理。

2.3 无热桥构造设计

热桥是指建筑围护结构中因内部特定区域的热流压力明显增加, 形成热能输送的主要路径。由于热桥结构会不断增大的热能流失, 从而直接降低建筑内部被动区域的保温隔热性能; 而且因热桥区域和周围建筑物的温差很大, 室内水汽容易在表层结露而发霉, 从而损害建筑墙体。所以, 无热桥结构对达到超能源的效果十分关键。在建筑围护结构中最容易形成热桥的区域: 建筑裸露在最外面的基础构造; 不同导热性能的保温材料穿越建筑内部并产生集中热流区域; 建筑厚度变化的区域; 室内外面积差异而造成房屋内部几何形态变化的区域。在被动型建筑中, 为了避免热桥要坚持如下准则。(1) 避让原则: 尽量避免损伤或穿透外墙围护结构, 尽量避免在墙体安装轨道、龙骨梁、脚手架等可能产生热桥的部位, 若需要加固, 可选择具备防水、隔热等功能的防火隔热垫片材料; (2) 穿透原则: 穿墙管道与出屋面外的管线等构件之间填充型材料, 管道山脊宜设置防火板材; (3) 衔接原则: 即保温板材搭接连续无空隙; (4) 几何原理: 为了减少结构热桥, 几何结构应做好防火措施, 如平台、护墙、支撑悬臂板的横梁等, 尽量减少几何形状多样, 房屋立面尽可能均匀; (5) 其他原理: 窗户、新风系统等部件的保温措施, 隔热性能必须满足使用需要。

2.4 全屋高度的气密性

气密性空气密度能成为衡量房屋室内宜居情况的主要参数。好的空气密度能够降低冬天寒风侵害、减少夏季的制冷量, 降低空气和噪音的不良影响对室内的干扰, 从而提高热处理和新风系统的正常效率。通常房屋的外围护结构是典型的多层或多孔结构, 在实际测量中发现, 一般房屋的外窗, 门窗和墙管是主要的通风部件。被动能耗结构的气密层, 连接或覆盖整个外壳; 采用高气密封窗设计, 在门窗内侧或竖框周围粘贴防水隔汽膜, 在外侧粘贴建筑防水透气层, 通过应用高气密封砂浆或用发泡剂填充所有间隙; 为减少管线密层, 将管线空气从管线层内分散排布, 从而防止空气对高气密封抹子产生损伤。外护气密层完工后, 再按照国家标准方法通过“压差法”检验气密封层是否满足工程要求。

2.5 遮阳系统

遮阳系遮阳装置能够遮蔽夏日的热浪, 并引导冬天的暖阳, 对减少房屋的热消耗具有辅助意义。现代遮阳装置主要包括了运动遮阳和固定遮阳。活动式遮阳类型如室外的遮阳金属卷帘或百叶扇等, 均可由人掌握遮阳方向, 其优势在于灵活有效、具备季节敏感性, 能有效将太阳辐射热最大化隔绝或利用。而固定遮阳类型则是通过综合考虑房屋所在的地理纬度、方向、阳光高度角和阳光方位角以及遮阳时间等各种因素, 经过综合模拟研究后而得出的确定了遮阳方向的外遮阳类型。

2.6 高效的全热交换新风系统

在被动式超低能耗的建设理念中, 不仅需要进行超低能源消费, 同时也需要改善室内环境品质。在良好的空气密度条件下, 全逆流热量交换新风技术可以经过对室内外空气的温、湿度预处理后, 向室内外源源不断地提供高温舒适、洁净无尘的新鲜空气。全逆流热量交换新风技术就是利用双向流动新风设计原理, 提供的一种具有完全逆流热量转换功能的新风技术, 通过循环室内回风机中的热量来降低供暖的制冷条件, 进而获得能量的提升。在具体设计中, 应注意以下几点: (1) 为保证房间良好的室内空气置换效果, 室内新风送回的系统设置要求气流经由餐厅和起居室等主区域(输送区域)进入卫生间和厨房等功能区(流通区域); (2) 当房间的相对湿度较大或室外温度较低时, 在全逆流热交换芯内有可能会出现冷凝水, 需考虑冷凝水的危害, 设计时需查焓湿图加以校正; (3) 住宅新风系统若分户独

立设置,主机应设定于非主要活动区域内(室外设备间),以降低杂音。

2.7 全过程质量管理

被动式超低能耗建筑物不同于一般建筑物,它对保温施工能力、无热桥结构、气体密封性能的要求都更高且施工技术也相对复杂,所以在设计阶段、施工阶段和运维阶段都需要全过程质量管理,并确保遵循严格的评价准则。在设计阶段,首先明确了建筑物的能效目标和建筑物的安全性要求,设计项目主要包括技术咨询、工艺方案设计、认证工艺路线可行性研究、制订项目招标标准等,确保了设计前期的准备工作全面落实。同时设计方还应及时提出热桥保障、气体密封性保证等重要节点的专项施工计划,并逐步完善设计文件和深化技术内容。在施工环节,样板开路,首先明确了施工工艺,各方共同执行了项目的技术标准。项目方尽早成立质量技术组织,建立项目全过程品质管理流程,开展施工现场的品质巡查,并严密把控项目材质、技术特性;施工方迅速成立质量专项技术管理组,并组织工人进行技术培训,在班组内部建立质量共同体,每一项目之间连接合理,工序不得倒置。项目运维方面在交付使用之前,由研发机构制定项目技术应用指南说明书,对物业组织及业主开展技术培训,并实时监控项目室内环境质量和相关部件情况。

3. 被动式超低能耗建筑常见问题

3.1 门窗洞口尺寸偏差大

门窗洞门窗洞口尺寸的准确直接关系到被动门窗的施工和装配后的作用,如果洞口尺寸误差过大会提高贴防水隔汽层和防水透汽层后的作业困难,容易出现空鼓、不均匀以至破损的现象,所以对洞口的要求有较高的精确度要求。

3.2 保温层未覆盖窗台板翻边

窗侧口窗侧开口保温层应全部包覆于金属门窗板二侧的翻面,使金属门窗板二端均嵌入大了型建筑材料中,以有效防止雨水从裂缝进入保温板材。

3.3 工序错乱

被动式的低能耗工程的重要节点处理中,存在许多隐蔽环节(如隔热垫片、空气密封材料等),并有不少需要增加防火性能及气密层涂灰的地方,所以应格外重视各道工序的先后顺序,以防止由于工艺错误而造成个别的重要做法不能执行。

3.4 保温层覆盖窗框尺寸不足

被动式超降低能源的建筑外墙,外保温结构的窗侧入口或上口部分第二层的外保温需包覆部分窗框,但由于窗框的传热系数较大,是整窗保温结构的薄弱环节,通常要求窗框净外露的面积约为15~20mm,而在不少工程中考虑安装困难以及设计等因素,外保温板材所包裹窗框的厚度也达不到此规定。

4. 总结

综上所述,随着双碳目标、绿色建筑等可持续发展理念的不断发展,在建筑领域发展被动式超低能耗建筑技术已逐渐成为建筑领域发展的必由之路。由于其对精化建筑施工工艺要求极高,隐蔽项目多,细节多,涉及的工艺远比常规建筑复杂,对施工质量的控制要求更加严格。因此,在未来发展过程中,我们不仅要探索关键技术问题,还要弥补未来发展过程中的技术不足,进一步加强新材料的研究,进一步加强人才培养,才能更好地支持我国被动式超低能耗建筑的发展。

参考文献

- [1] 刘广文. 被动式超低能耗建筑设计及施工技术 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(23): 174-176.
- [2] 伍焕恒. 被动式超低能耗建筑综合施工技术研究 [J]. 中国建筑金属结构, 2022(10): 47-49.
- [3] 杜宇, 王富谦, 郭欢欢. 被动式超低能耗建筑施工技术要点及常见问题 [J]. 建筑技术, 2021, 52(04): 443-446.
- [4] 张树亮, 董博. 被动式超低能耗建筑技术研究及发展趋势 [J]. 住宅与房地产, 2021(22): 22-23.