

被动式超低能耗建筑的设计策略与应用分析

韩忠林

黑龙江省林业设计研究院 黑龙江 哈尔滨 150090

摘要: 被动式超低能耗建筑 (Passive Ultra Low Energy Buildings, 简称PUEB) 是一种充分利用天然能源, 通过精细化设计和创新材料, 实现低能耗、零碳排放的建筑。这种建筑设计理念起源于20世纪末, 伴随着绿色建筑和可持续建筑的发展而兴起。在过去的几十年中, 由于全球能源价格的上涨和环保意识的提高, 被动式超低能耗建筑的设计理念逐渐被广泛接受和实施。

关键词: 被动式超低能耗建筑; 设计策略; 应用

引言

随着全球能源短缺和环境问题日益严重, 建筑行业作为能源消耗和碳排放的主要源头之一, 面临着巨大的挑战。为了降低建筑对环境的影响, 同时提高人们的居住舒适度, 被动式超低能耗建筑 (Passive Ultra-Low Energy Architecture, 简称PUEA) 应运而生。这种建筑类型在设计和建造过程中, 通过优化建筑结构和材料选择、采用先进的节能技术等策略, 实现低能耗和环保的目标。论文将探讨被动式超低能耗建筑的设计策略与应用, 以为相关领域的研究和实践提供参考。

1 被动式超低能耗建筑的概念和特点

被动式超低能耗建筑 (Passive House) 是一种先进的、高效的、低碳的建筑理念和设计方法。它主要依靠建筑本身的构造设计和材料选择, 来提高建筑的保温、隔热、通风、采光等性能, 以降低能源消耗和碳排放。

被动式超低能耗建筑的特点主要体现在以下几个方面: (1) 高保温隔热: 被动式超低能耗建筑采用高性能保温隔热材料和特殊的建筑构造设计, 使得建筑本身的传热系数极低, 能够有效地抵抗外界温度变化对室内环境的影响。(2) 高效节能: 被动式超低能耗建筑通过优化设计, 使得建筑在采暖、制冷、通风等方面的能源消耗大幅度降低, 能够达到超低能耗的目标^[1]。(3) 舒适度高: 被动式超低能耗建筑通过合理的建筑设计, 使得室内环境更加舒适, 居住体验更加良好。(4) 可持续性: 被动式超低能耗建筑采用可再生能源和清洁能源, 减少了对传统化石能源的依赖, 具有更强的可持续性。

2 被动式超低能耗建筑的设计应用问题

(1) 设计难度: 被动式超低能耗建筑的设计需要建筑师具备深厚的绿色建筑知识和经验, 对于一些复杂的建筑类型和地形条件, 设计难度较大。(2) 成本问题: 虽然被动式超低能耗建筑的总成本在长期运营中可能具

有经济优势, 但其初期建设成本通常高于传统建筑。因此, 如何平衡初期投资和长期运营成本之间的关系, 是这种建筑面临的一个重要问题。(3) 技术问题: 虽然被动式超低能耗建筑的技术已经相当成熟, 但在实际应用中仍然存在一些技术问题, 如太阳能设备的安装和维护、高效节能材料的可靠性和耐久性等(4) 社会认知: 虽然被动式超低能耗建筑的概念已经逐渐被社会接受, 但在一些地区, 仍然存在对这种建筑缺乏了解和接受程度不高的情况。如何提高社会对于被动式超低能耗建筑的认知度和接受度, 是这种建筑面临的一个重要问题。

3 被动式超低能耗建筑的设计应用策略

3.1 提升设计

1) 增加培训: 通过组织专门的培训课程、研讨会和网络研讨会等方式, 提高建筑师对被动式超低能耗建筑设计的了解和掌握能力。这些培训可以包括绿色建筑理论、能源模拟软件的使用、被动式设计技巧等。2) 提供设计资源: 建立在线设计资源库, 提供被动式超低能耗建筑的设计案例、模型、模拟软件等, 方便建筑师快速获取和使用^[2]。3) 引导建筑师参与设计: 鼓励建筑师在设计过程中考虑被动式超低能耗的元素, 通过提供设计竞赛、奖励计划等方式激励他们创新。4) 提供咨询服务: 成立专门的被动式超低能耗建筑咨询团队, 为建筑师提供个性化的设计方案和建议, 帮助他们解决遇到的困难和问题。

3.2 平衡成本

平衡被动式超低能耗建筑的建设成本是一个重要的问题, 因为这种类型的建筑通常需要更高的初期投资, 但可以降低长期的运营成本。以下是一些可以平衡这种建筑的建设成本的方法: 1) 制定经济评估方法。制定针对被动式超低能耗建筑的经济评估方法, 将初期建设成本和长期运营成本进行综合考虑。这种评估方法应该考

考虑到建筑在整个生命周期内的能源消耗、维护成本、运营成本、租金收入等多个方面,从而帮助业主和建筑师更好地权衡利弊。通过这种综合评估方法,可以更加准确地评估被动式超低能耗建筑的经济效益,从而更好地平衡其初期建设成本和长期运营成本。2) 提高政府支持。争取政府对被动式超低能耗建筑的政策支持和资金补贴,降低其建设成本。政府可以通过提供税收优惠、低息贷款、专项资金等方式支持被动式超低能耗建筑的发展。同时,政府还可以通过制定更加严格的建筑节能标准,鼓励更多的建筑采用被动式超低能耗技术,从而进一步推动被动式超低能耗建筑的发展。3) 采用灵活的融资方式。鼓励采用创新的融资方式,如绿色金融产品、能源合同管理等,为被动式超低能耗建筑的建设提供更多的资金来源。绿色金融产品可以为被动式超低能耗建筑提供更加灵活的融资方式,如绿色债券、绿色基金等,从而为建筑建设提供更加多样化的资金来源。同时,能源合同管理也可以为被动式超低能耗建筑提供更加稳定的能源消耗预测和管理,从而降低其运营成本。4) 引入保险机制。与保险公司合作,为被动式超低能耗建筑提供专门的保险服务,降低建设和运营风险。由于被动式超低能耗建筑需要更高的初期投资和更复杂的技术,因此其建设和运营风险也更高。通过与保险公司合作,可以提供更加专门的保险服务,为被动式超低能耗建筑的建设和运营提供更加稳定的风险保障。

3.3 解决技术问题

为了解决被动式超低能耗建筑在实际应用中存在的技术问题,可以采取以下措施:

1) 提高技术研发力度:加大对被动式超低能耗建筑相关技术的研发力度,如太阳能设备的安装和维护技术、高效节能材料的可靠性和耐久性等。通过不断的技术创新和迭代,提高这些技术的稳定性和适应性。2) 建立技术标准体系:制定和完善被动式超低能耗建筑相关的技术标准体系,规范技术的实际应用,以确保其可靠性和稳定性^[3]。3) 加强人才培养:培养专业的被动式超低能耗建筑设计、施工和管理人才,提高行业的整体素质和发展水平。

4) 建立产学研合作机制:建立政府、企业、高校和研究机构的产学研合作机制,实现资源共享和优势互补,推动被动式超低能耗建筑技术的快速发展。

3.5 提高社会认知度和参与度

1) 加强宣传推广:通过媒体、展览、讲座等形式,加强对被动式超低能耗建筑的宣传推广,提高社会对绿色建筑的认识和理解。2) 鼓励公众参与:鼓励公众参与

到被动式超低能耗建筑的设计、建设和使用过程中来,提高项目的社会认可度和支持度。3) 建立信息平台:建立被动式超低能耗建筑的信息平台,发布相关政策、技术、案例等信息,提供交流与学习的机会。

3.6 实施精细化管理和智能化控制

实施精细化管理和智能化控制是被动式超低能耗建筑的重要组成部分,可以确保建筑的节能减排效果和长期运营的可靠性。以下是一些关于如何实施精细化管理和智能化控制的方法:1) 实施精细化管理系统。被动式超低能耗建筑需要一个精细化管理系统来确保其节能减排效果的实现。这种管理系统应该包括实时的能源消耗监测、环境参数调控、设备运行控制等内容。通过建立这种精细化管理系统,我们可以更好地了解和控制建筑的能源使用情况,从而减少浪费和提高效率^[4]。具体来说,精细化管理系统可以通过以下方式建立:第一,能源监测:通过安装智能电表、水表等设备,实时监测建筑的能源消耗情况,并定期进行数据分析,了解哪些设备或系统在能源消耗方面存在问题,及时采取措施解决。第二,环境参数调控:通过智能化控制系统,对建筑内的温度、湿度、光照等环境参数进行调控。例如,利用热回收新风系统来控制室内温度和湿度,利用智能照明系统根据自然光照情况来控制室内光照等等。第三,设备运行控制:对建筑内的设备进行智能化控制,例如利用智能电梯控制系统来优化电梯的运行效率,利用智能空调系统来优化空调的运行状态等等。2) 智能化控制系统。被动式超低能耗建筑的智能化控制系统应该包括物联网、传感器、智能控制等技术手段,以实现建筑内各种设备的智能化控制。通过这种控制系统,我们可以提高设备的运行效率、能源利用效率和设备运行安全性。具体来说,智能化控制系统可以通过以下方式实现:

物联网技术的应用:将建筑内的各种设备连接到物联网上,实现远程监控和智能化控制。例如,可以利用智能家居控制系统来控制家用电器的开关、温度、照明等参数,也可以利用智能安防系统来监控建筑内的安全情况。

4 被动式超低能耗建筑的设计应用

被动式超低能耗建筑的设计应用主要包括以下几个方面:

4.1 建筑布局和外形设计

建筑物的布局和外形设计是影响其能耗的重要因素之一。合理的布局可以使得建筑物更好地利用太阳能、风能等自然资源,有效地降低能源消耗。同时,外形设

计可以减少建筑物的表面积，降低传热损失。在建筑布局方面，应考虑以下几个方面：（1）合理规划建筑物朝向，使其能够最大程度地利用太阳能和风能等自然资源。（2）建筑物之间保持适当的间距，以避免遮挡阳光和空气流通。（3）合理规划建筑物内部的功能区域，使得能源消耗能够更加集中和有效。在外形设计方面，应考虑以下几个方面：（1）减少建筑物的表面积，以降低传热损失。（2）优化建筑物外形，以提高其接受太阳能和风能的能力。

4.2 保温隔热材料的选择与应用

保温隔热材料是被动式超低能耗建筑中最重要的组成部分之一。选择合适的保温隔热材料可以有效地提高建筑的保温隔热性能，降低能源消耗。在选择保温隔热材料时，应考虑以下几个方面：（1）保温隔热材料的保温性能指标，如导热系数、密度、抗压强度等。（2）保温隔热材料的耐久性和可靠性，能够经受住长期使用和自然环境的影响^[5]。（3）保温隔热材料的环保性能，如生产过程中的碳排放和对环境的影响等。在实际应用中，应根据不同的建筑部位和功能需求，选择不同类型的保温隔热材料。例如，在外墙保温中可以使用膨胀聚苯板、挤塑聚苯板等高效保温材料；在屋顶保温中可以使用倒置式保温等高效保温构造方式。同时，还应在不同部位设置适当的空气层，以提高保温隔热效果。

4.3 自然通风与采光的设计与应用

自然通风和采光是被动式超低能耗建筑中重要的节能措施之一。通过合理的建筑设计，可以利用自然通风和采光来降低能源消耗，提高室内环境的舒适度。在自然通风方面，应考虑以下几个方面：（1）合理规划建筑物的进风口和排风口，以实现良好的自然通风效果。（2）利用建筑物的构造和材料特性，促进自然通风效果的发挥。例如，利用中空玻璃、空气夹层等构造方式来提高通风效果。

4.4 太阳能利用的设计与应用

太阳能是被动式超低能耗建筑中重要的可再生能源之一。通过合理的建筑设计，可以利用太阳能来降低能

源消耗，提高室内环境的舒适度。在太阳能利用方面，应考虑以下几个方面：（1）合理规划建筑物的朝向和外形，以最大程度地利用太阳能。（2）利用太阳能热水系统、太阳能光伏发电系统等太阳能利用设备来降低能源消耗。（3）在建筑设计中考虑太阳能集热器、太阳能热水器等设备的安装位置和管道线路的铺设。

4.5 建筑气密性的设计与控制

建筑气密性是指建筑物阻止空气渗透的能力。提高建筑物的气密性可以有效地降低能源消耗，提高室内环境的舒适度^[6]。在建筑气密性设计方面，应考虑以下几个方面：（1）合理规划建筑物的门窗、通风口等开口部位的位置和大小，以避免不必要的空气流通。（2）选择高性能的门窗、幕墙等建筑部件，以提高其气密性能。（3）在建筑设计中考虑气密性的控制和维护措施，例如定期检查和维修门窗等。

结语

被动式超低能耗建筑在设计应用中面临的问题需要综合考虑多方面因素。通过降低设计难度、平衡建设成本、解决技术问题、提高社会认知度、实施精细化管理和智能化控制等措施，可以促进被动式超低能耗建筑的发展和应用。这些措施将有助于提高建筑的能源效率和环境性能，推动可持续发展和生态文明建设。

参考文献

- [1]李秀霞,王琳.被动式超低能耗建筑的设计策略与应用分析[J].建筑科学,2020,36(1):45-50.
- [2]张家强,王小清.被动式超低能耗建筑的设计及节能效果研究[J].建筑节能,2021,49(2):67-72.
- [3]李秀,王飞,王建华.被动式超低能耗建筑的设计策略与应用[J].建筑节能,2020,48(11):18-23.
- [4]张琳,王晓燕,韩明.被动式超低能耗建筑的设计应用研究[J].建筑节能,2021,49(1):29-34.
- [5]王英,李阳阳,马威.被动式超低能耗建筑在寒冷地区的应用研究[J].建筑科学,2021,37(2):39-44.
- [6]张华,王志刚,金燕.基于BIM的被动式超低能耗建筑设计策略研究[J].建筑结构,2020,50(2):59-64.