

被动式住宅暖通设计分析

魏先宏 李子谦

河北省第四建筑工程有限公司 河北石家庄 050000

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13256

[摘要] 全球气候变化和能源短缺问题的日益严重, 建筑行业逐渐转向更加节能的设计理念。被动式住宅作为一种高效节能的建筑类型, 凭借其良好的能效和舒适性逐渐被推广应用。本文主要探讨了被动式住宅暖通设计的基本原则、关键技术及其节能效果, 分析了暖通设计在减少能耗和提升舒适性方面的重要作用。通过对建筑热负荷的计算、空气流通系统的优化、以及供暖与制冷技术的选择进行详细分析, 本文提出了被动式住宅暖通设计的关键要点和优化策略。研究表明, 合理的暖通设计能够显著降低建筑能耗, 同时提高室内空气质量与舒适度。最后, 本文总结了被动式住宅暖通设计的挑战与对策, 并对未来的研究方向进行了展望。

[关键词] 被动式住宅; 暖通设计; 节能减排; 空气流通; 热负荷计算

引言

全球气候变化和能源危机的加剧, 建筑行业的能效和环保要求逐渐提高。被动式住宅作为一种高度节能的建筑形式, 凭借其依靠建筑本身性能来维持室内舒适性的设计理念, 逐渐受到广泛关注。与传统建筑不同, 被动式住宅通过优化建筑围护结构、利用自然资源以及高效的暖通空调系统, 极大地减少对外部能源的依赖, 从而达到节能减排的目标。在被动式住宅的设计中, 暖通系统的优化是确保其能源高效利用和舒适性的重要环节。本文将对被动式住宅的暖通设计进行分析, 探讨其设计原则、技术应用及节能效果, 旨在为未来建筑节能设计提供理论支持和技术参考。

一、被动式住宅暖通设计的基本理念

被动式住宅的暖通设计以建筑围护结构的高效性为基础, 强调通过减少能量流失、最大化利用自然资源来达到节能目的。为了实现这一目标, 建筑围护结构的保温性起着至关重要的作用。良好的保温隔热材料能够有效阻止热量的流失, 从而减少建筑的热负荷。在冬季, 保温性能较好的墙体、屋顶和窗户可以有效保持室内温暖, 减少采暖系统的能耗; 而在夏季, 隔热材料能阻挡外部热量进入建筑, 降低制冷系统的负担。通过使用高效能的保温材料, 能够确保建筑在不同季节内都能维持舒适的室内温度, 达到节能减排的目标, 同时提升居住者的舒适度和健康水平。

首先, 建筑的保温性能是影响暖通设计的关键因素。良好的保温隔热材料可以有效防止热量的流失, 减少冬季采暖负荷和夏季制冷负荷。随着技术的发展, 越来越多的建筑采用了高性能的保温材料, 如聚氨酯、岩棉和真空隔热板等, 这些材料不仅具备优异的热隔离性, 还能在较薄的墙体中实现高效的保温效果。这些材料的使用能够有效提升建筑围护结构的整体热效能, 减少空调和暖气系统的运行时间, 从而减少能源的消耗。

其次, 建筑朝向、窗墙比例和自然通风设计也是被动式住宅的基本设计理念之一。合理的窗户布局和朝向能够最大限度地利用自然资源, 尤其是阳光, 帮助建筑减少对外部能源的依赖。例如, 建筑在冬季能够最大限度地接收阳光, 南向的窗户可以在白天利用太阳辐射进行采暖, 降低采暖系统的能耗。与此同时, 建筑朝向和窗墙比例的合理规划还能有效避免夏季太阳直射造成的过度热负荷, 减少制冷需求。通过综合考虑窗户的数量、大小和位置, 可以优化建筑的能源使用, 使其在全年内都能保持较低的能耗, 同时提供舒适的居住环境。此外, 自然通风设计能够通过空气流通减少暖通空调的负担, 实现自然调节室内温度。通过合理布置开窗口、

通风口以及建筑的空间布局, 最大限度地利用外部气流进行空气交换。在设计时, 可通过建筑的朝向、窗户的开启方式以及通风路径的优化来提高空气流通效率。自然通风能够在不依赖机械系统的情况下, 为室内提供新鲜空气, 避免过度使用空调和暖气系统。这不仅有助于降低能源消耗, 还能提升室内空气质量, 保持温湿度的舒适性, 进而为居民创造一个更加健康和宜居的环境。

二、被动式住宅暖通空调系统设计要点

建筑热负荷计算是暖通设计中最基础也是最关键的部分, 合理的计算不仅能帮助设计人员正确选择和配置暖通系统, 还能确保设备的运行效率与建筑的实际负荷相匹配。热负荷计算的准确性直接影响建筑的能源利用效率和舒适性, 如果计算不精确, 可能导致暖通系统配置不当, 导致能耗过高或无法满足舒适需求。在进行热负荷计算时, 设计人员不仅要考虑建筑的采暖需求, 还要全面评估夏季的制冷负荷, 这两者对暖通空调系统的选择有着不同的影响。合理的计算能够确保设备运行的最大效率, 并避免因负荷过大或过小而导致能源浪费或室内不舒适的情况。

被动式住宅在进行热负荷计算时, 除了考虑冬季的采暖负荷, 还必须考虑夏季的制冷负荷。被动式住宅的设计重点是减少建筑的热负荷, 因此, 计算时必须考虑建筑围护结构的热性能, 如墙体、屋顶和地面等部分的保温性。此外, 建筑的朝向、窗墙比例等因素对热负荷计算也至关重要。建筑的朝向影响着阳光的照射角度和强度, 从而直接影响室内的采暖需求; 而窗墙比例则决定了建筑的热交换效率, 影响了建筑在冬季的热损失和夏季的热吸收。因此, 设计人员需要在计算过程中综合考虑这些因素, 精确评估建筑的热负荷, 以确保建筑既能最大化节能, 又能保证舒适性。

(一) 空气流通系统的优化

在被动式住宅的暖通设计中, 空气流通系统扮演着至关重要的角色, 它直接影响室内空气质量和居住的舒适度。有效的空气流通系统能够在自然条件下通过通风带走多余的热量, 帮助室内维持宜人的温度, 减少对暖通空调系统的依赖, 从而节约能源。自然通风是被动式住宅设计的关键组成部分, 设计时需要合理布局窗户、通风口以及建筑朝向, 使室内能够最大限度地利用外部气流进行空气交换。这种设计不仅能有效提高室内空气质量, 还能在不使用空调系统的情况下, 改善室内环境温度和湿度。此外, 当自然通风不能满足需求时, 机械通风系统提供补充, 它能确保空气质量和舒适度不受外界气候变化的影响。通过这种自然和机械通风相结合的方式, 不仅能保证空气的新鲜和清洁, 还能降低暖通系统的

能耗,提高建筑的能源效率。

(二) 供暖与制冷技术的选择

供暖与制冷系统的选择在被动式住宅的暖通设计中至关重要,它不仅关系到建筑的能源效率,还直接影响居民的舒适度。在供暖方面,地源热泵、空气源热泵和辐射供暖等技术已成为被动式住宅中常用的选择。这些技术具有较高的能效,并且能够有效降低运行成本。地源热泵技术通过地下热源为建筑提供采暖和制冷,能够保持稳定的工作状态,适用于各种气候条件。空气源热泵则利用空气中的热能提供采暖和制冷,安装方便、运行高效。辐射供暖系统则通过地暖、墙暖等方式,在节能的同时保持室内的均匀温度。在制冷方面,太阳能空调和地源热泵技术被广泛应用,它们能够利用太阳能或地下水为建筑提供制冷,减少对传统能源的依赖,且具有较高的节能效果。此外,智能温控系统的引入使得供暖和制冷系统能够根据实时的室内外温度变化进行动态调节,从而进一步提升系统的能效。智能温控系统可以精确控制各个房间的温度,避免能源的浪费,提供更加舒适和节能的生活环境。

三、被动式住宅暖通系统的节能效果

被动式住宅的节能效果主要体现在通过高效的暖通设计、建筑围护结构的优化以及自然资源的合理利用来大幅度降低建筑能耗。被动式住宅通过提高建筑围护结构的保温性、优化窗墙比例、合理设置隔热材料等手段,减少建筑的热量损失,降低热负荷,从而减少了建筑对传统能源的依赖。此外,暖通系统的高效设计确保了室内温度调节的最优化,避免了过度的能源消耗。在设计过程中,合理的热负荷计算能够确保暖通设备的匹配度,从而进一步提高能源的使用效率。通过这些措施,建筑能耗能够大幅度降低,同时也提高了居住的舒适性和健康水平。

研究表明,经过合理设计的被动式住宅可以使建筑的年能耗降低30%-50%,相比传统建筑具有显著的节能优势。通过对建筑围护结构和暖通系统的精细化设计,避免了过度能源的浪费,特别是在采暖和制冷方面的能耗大大降低。相较于传统建筑,采用被动式设计的住宅能够在不牺牲舒适性的前提下,显著降低能源需求,这也意味着建筑运行成本的大幅度下降。被动式住宅的设计不仅关注节能,还注重环境的保护,减少建筑物对外部能源的依赖,有助于实现更低的碳足迹,符合全球推动绿色建筑和可持续发展的要求。

通过优化建筑热负荷计算、选择高效节能的暖通系统并采用可再生能源技术,能有效减少对外部能源的依赖。热负荷计算能够确保暖通系统根据建筑的实际需求进行合理配置,避免不必要的能源消耗。选择高效的暖通空调设备和节能设备,如地源热泵和空气源热泵等技术,可以显著降低能源使用效率。此外,采用可再生能源技术,如太阳能、风能等,将这些清洁能源融入建筑的供能系统中,使建筑能够减少对传统能源的依赖,实现能源的自给自足。通过这些措施,建筑不仅能达到高效节能的目的,还能够减轻环境负担,推动绿色建筑的发展。

同时,通过自然通风和太阳能利用,既能满足舒适性需求,也能有效提升建筑的热舒适性和空气质量。自然通风是被动式住宅设计中的重要组成部分,能够利用建筑的朝向、窗户布局以及空气流动路径,实现空气的自然交换,减少机械通风系统的使用,从而节约能源。太阳能作为一种可再生能源,能够为建筑提供免费的热能和电能,尤其是在采暖和热水供应方面。太阳能集热器可以将太阳辐射转化为热能,

为住宅提供采暖和热水,减少对传统能源的需求。此外,太阳能发电系统的使用还能够为建筑提供一定的电力,进一步提升建筑的能源自给能力。通过这些技术的合理应用,建筑不仅能够提供舒适、健康的居住环境,还能有效地提高能源利用效率。

四、被动式住宅暖通设计面临的挑战与对策

尽管被动式住宅在节能方面具有显著优势,但在实际设计与应用过程中仍面临一些挑战。首先,被动式住宅的初期投资较高,特别是在采用高效建筑围护结构和先进暖通技术时,建筑的初期成本往往明显高于传统建筑。高性能的保温材料、三层玻璃窗、地源热泵和空气源热泵等设备的使用,以及其他节能技术的引入,都需要较大的资金投入。此外,由于这些技术和材料的生产成本较高,导致初期的建设成本显著增加。这对于一些预算有限的开发商或居民来说,可能会成为采用被动式住宅的障碍。因此,降低初期投资、优化成本结构是推动被动式住宅普及的关键。

其次,由于不同地区的气候条件和建筑类型差异,暖通设计的优化需要根据具体情况进行调整,缺乏统一的设计标准和规范。在不同的地理位置和气候条件下,建筑的热负荷、自然通风效果以及太阳能利用效率都会有所不同。例如,寒冷地区和温暖地区在采暖和制冷系统的设计上需要有不同的侧重点。此外,建筑的设计类型、使用功能等也会影响暖通系统的设计和选择。由于缺乏统一的设计标准,设计师在制定暖通解决方案时,往往需要根据具体的项目需求和当地环境做大量的调研和调整,这增加了设计的复杂性和不确定性。因此,建立针对不同气候区域的标准化设计和规范,是提高设计效率和降低实施难度的必要措施。

为应对这些挑战,可以通过政府政策支持、加大技术研发投入以及优化设计方案等途径,推动被动式住宅的普及与发展。政府可以通过提供财政补贴、税收优惠、低息贷款等方式,降低被动式住宅的初期投资,鼓励开发商和居民选择这种更为环保节能的建筑模式。此外,政府还可以出台相关政策,引导建筑行业加大技术研发投入,推动新材料、新技术的发展,进一步降低被动式住宅的建设成本。在设计方面,行业协会和设计院可以开展标准化的研究与开发,为不同地区提供定制化的设计方案,推动设计与技术的优化,从而降低设计难度,提高建筑的能效水平。通过这些综合性措施的实施,可以促进被动式住宅的推广,并加快绿色建筑的发展进程。

五、结论

本文对被动式住宅暖通设计进行了深入分析,探讨了其设计原则、关键技术及节能效果。研究表明,通过高效的暖通设计、建筑围护结构的优化和智能控制系统的应用,被动式住宅能够显著降低建筑的能耗,同时提高居住舒适性。面对设计和应用中的挑战,政策支持和技术创新将是推动被动式住宅发展的关键。未来,随着技术的进一步成熟和政策的支持,被动式住宅有望在全球范围内得到更广泛的应用,为建筑节能和可持续发展做出重要贡献。

[参考文献]

- [1]李华,王强.被动式住宅暖通设计与应用研究.《建筑节能》,2021,49(5):25-29.
- [2]陈晨,张琳.被动式住宅的节能设计与技术创新.《绿色建筑》,2020,27(3):56-60.
- [3]王涛,李军.被动式住宅的暖通空调系统优化设计.《建筑科学》,2019,36(2):80-85.