

被动式住宅的勘察设计策略及节能效果评估

孙少越¹ 崔亚敏²

1. 淄博中海宏洋房地产开发有限公司 山东 淄博 255000

2. 淄博新区建设发展服务中心 山东 淄博 255000

摘要: 随着全球气候变化和能源资源的日益紧张,被动式住宅作为一种高效、环保的建筑形式,逐渐受到广泛关注。本文旨在探讨被动式住宅的勘察设计策略,并对其节能效果进行评估,以期被动式住宅的推广和应用提供参考。

关键词: 被动式住宅; 勘察设计; 节能效果

引言

被动式住宅是指采用节能环保方式,利用自然来源如太阳、地热和风力等,创造室内环境的住宅。这种住宅不仅能提高能源效率,减少能源消耗,还能确保住户的舒适度,同时具有一定的抗震功能。在当前全球能源危机和环境问题日益突出的背景下,研究被动式住宅的勘察设计策略及节能效果评估显得尤为重要。

1 被动式住宅的勘察设计策略

1.1 建筑朝向与布局

被动式住宅的勘察设计首先需从建筑朝向和布局入手。建筑朝向的选择应充分考虑日照和通风条件,以实现自然资源的最大化利用。在日照方面,建筑应朝向阳光充足的方向,确保在冬季能够获取足够的太阳辐射热,提高室内温度。同时,在夏季,通过合理的遮阳设计,可以避免过多的阳光直射,减少室内过热现象。通风条件同样重要,良好的通风可以带走室内湿气,改善空气质量,减少空调能耗。为了实现这一目标,建筑布局需要精心规划。首先,建筑形态应简洁流畅,避免过多的凹凸和转折,以减少风阻,有利于自然风的穿透。其次,室内空间应具有良好的连通性,通过合理的门窗设置,形成自然通风路径。例如,可以设置贯穿建筑南北的通风廊道,或者利用天井、中庭等空间形成空气对流。此外,建筑外部的景观设计也应考虑通风需求,如种植适当的树木和灌木,既可以提供遮阳,又不会阻碍自然风的流动^[1]。在具体设计中,还可以借鉴一些成功的案例。比如法国贝桑古的被动式房屋,其独特的外部竹百叶窗设计就是一个很好的例子。这些百叶窗可以根据需要轻松关闭或打开,既允许阳光在冬季充分进入室内,提高室内温度,又能在夏季限制阳光直射,减少室内过热。

1.2 建筑围护结构

建筑围护结构是被动式住宅节能的关键所在。为了

提高围护结构的保温隔热性能,应采用高性能的保温材料,并合理设置保温层。在墙体设计上,可以根据气候条件选择不同的保温构造。在寒冷地区,应采用外保温构造,将保温层设置在墙体外侧,以有效阻挡外界寒冷空气的侵入。同时,墙体的材料应选择导热系数低、蓄热性能好的材料,如加气混凝土、岩棉板等。在炎热地区,则可以考虑内保温构造,以减少太阳辐射热对室内的影响。屋顶设计同样重要。屋顶作为建筑物顶部的主要围护结构,其保温隔热性能直接影响到室内的温度环境。为了降低屋顶的热损失,应采用简洁的屋顶形式,减少建筑体形系数的影响。同时,在屋顶上设置隔热层,使用高效隔热材料,如聚苯板、聚氨酯泡沫等。倒置式屋顶构造是一种有效的做法,它将防水层设置在保温层之上,可以有效控制热量传导,提高屋顶的保温性能。窗户作为建筑围护结构中的重要部分,其选择和设计也至关重要。窗户的形式、大小、位置以及遮阳设计都会影响到室内的采光、通风和能耗。在选择窗户时,应优先考虑其保温隔热性能和气密性。平开窗是一种较好的选择,其开启面积大,便于夏季通风。同时,窗户的遮阳设计也不容忽视。优先采用外遮阳方式,如设置遮阳篷、遮阳板等,可以有效阻挡太阳辐射热进入室内。此外,还可以尝试使用可变遮阳设计,如可调节的遮阳百叶、遮阳帘等,以适应不同季节和天气条件下的遮阳需求。

1.3 室内环境控制

被动式住宅的勘察设计还应关注室内环境的控制。通过自然通风、太阳能利用等方式,可以实现室内温度和湿度的合理调节,提高居住的舒适度。自然通风是一种有效的室内温度调节方式。通过合理的建筑布局和门窗设置,可以形成自然通风路径,利用风压和热压作用实现空气的流动。例如,可以设置贯穿建筑南北的通风廊道,或者利用天井、中庭等空间形成“烟囱效应”,

促进空气的上升和排出。在夏季，自然通风可以带走室内的湿气和热量，降低室内温度；在冬季，则可以通过控制通风量来保持室内温暖。太阳能利用也是被动式住宅室内环境控制的重要手段。通过设置阳光间、太阳能集热板等设施，可以充分利用太阳能来提高室内温度。阳光间通常设置在建筑的南侧或东南侧，通过大面积的玻璃窗接收太阳辐射热^[2]。在冬季，阳光间可以作为一个缓冲空间，减少外界寒冷空气对室内的影响；在夏季，则可以通过遮阳设计和通风措施来防止室内过热。此外，还可以通过合理的室内布局和装修设计来改善室内环境。例如，将主要居住空间布置在建筑的南侧或东南侧，以充分利用日照条件；采用浅色、反光的装修材料来提高室内的亮度；设置绿植、水景等元素来增加室内的生机和湿度。

1.4 可再生能源利用

可再生能源的利用是被动式住宅勘察设计的重要方面。通过安装太阳能光伏板、太阳能热水器或地源热泵等设备，可以减少对传统能源的依赖，降低建筑物的能耗和碳排放。太阳能光伏板是一种将太阳能转化为电能的装置。在被动式住宅中，可以在屋顶或外墙等合适位置安装太阳能光伏板，为建筑提供清洁的电能。太阳能热水器则利用太阳能来加热水，为居民提供生活热水。地源热泵是一种利用地下热能来供暖和制冷的系统，它通过地下埋设的管道与地下进行热交换，实现能量的转移和利用。在德国不来梅的被动式住宅设计中，就充分利用了太阳能电池板等高效元件。这些元件不仅为建筑提供了清洁的电能，还使得用于家庭取暖的额外能源使用极其有限。通过合理的设计和配置，这些被动式住宅实现了能源的高效利用和环境的可持续发展。

2 被动式住宅的节能效果评估

2.1 能源消耗监测

要准确评估被动式住宅的节能效果，首先必须对建筑的能源消耗进行全面、细致的监测。这包括对电力、燃气、热力等各类能源的使用量进行实时或定期的数据采集。为了实现这一目标，通常会在建筑中安装智能电表、燃气表和热计量表等设备。这些设备能够精确记录能源的使用情况，并将数据传输到一个集中的数据采集系统中。数据采集系统作为能源管理的核心，能够对收集到的数据进行整理、分析和可视化处理。通过系统的数据分析功能，可以清晰地了解建筑在不同季节、不同时间段内的能源消耗情况。例如，在冬季供暖期间，系统可以显示出每日、每周或每月的电力和燃气消耗量，从而帮助评估供暖系统的效率和能耗水平。同样，在夏

季使用空调时，系统也能提供详细的能耗数据，为节能优化提供依据。此外，能源消耗监测还可以帮助识别能源使用的峰值和低谷，以及可能的能源浪费点。通过对这些数据的深入分析，可以采取针对性的节能措施，如调整供暖系统的运行时间、优化空调的设置温度等，从而进一步提高建筑的节能效果。

2.2 室内环境质量评估

除了直接监测能源消耗外，评估被动式住宅的节能效果还需要考虑建筑的室内环境质量。被动式住宅的一个重要目标是在保证舒适的室内环境的同时实现节能。因此，需要对室内环境参数进行全面测量，包括温度、湿度、二氧化碳浓度等。为了实现这一目标，可以在不同房间和区域布置传感器，实时监测室内环境参数的变化。例如，温度传感器可以测量室内温度，帮助了解建筑在不同时间段内的温度分布情况。湿度传感器则可以监测室内湿度水平，确保空气湿度保持在适宜范围内^[3]。此外，二氧化碳浓度传感器还可以检测室内空气质量，及时提醒开窗通风或调整新风系统的运行参数。通过对这些室内环境参数的测量和分析，可以评估被动式住宅在保证舒适性的同时是否实现了节能目标。如果在冬季室内温度能够保持在适宜的范围内，而不需要过度依赖供暖设备；或者在夏季能够在不使用大量空调的情况下保持凉爽，这都可以间接反映出建筑的节能效果。

2.3 围护结构性能评估

建筑围护结构的性能直接影响着能源消耗和室内环境质量。因此，需要对围护结构的传热系数、热阻等参数进行准确评估。为了实现这一目标，可以使用热流计等专业设备来测量通过墙体的热流量，从而计算出墙体的传热系数。除了墙体之外，窗户的隔热性能也是评估围护结构性能的重要指标之一。可以通过测量窗户的太阳能得热系数和传热系数来评估其隔热性能。太阳能得热系数反映了窗户对太阳辐射热的吸收能力，而传热系数则反映了窗户对热量的传导能力。通过这两个参数的测量和分析，可以了解窗户在节能方面的表现，并为后续的节能优化提供依据。

2.4 通风系统性能评估

良好的通风系统可以在保证室内空气质量的同时减少不必要的能源消耗。因此，需要对通风系统的性能进行全面评估。这包括测量通风量、通风效率以及风机的能耗等指标。通风量是指单位时间内通过通风系统的空气量，它直接影响了室内空气的更新速度和空气质量。可以通过风量计等设备来测量通风系统的实际通风量，并与设计要求进行对比，以评估其性能是否满足需求。

通风效率则反映了通风系统将有害物质排出室外的能力。可以通过测量室内有害物质浓度(如二氧化碳、甲醛等)的变化来评估通风系统的效率。如果通风系统能够迅速将有害物质排出室外,并保持室内空气清新,那么其性能就是优良的。此外,还需要对风机的能耗进行测量和分析。风机作为通风系统的动力来源,其能耗直接影响了整个系统的节能性能。可以通过功率计等设备来测量风机的实际功耗,并与设计要求进行对比,以评估其节能效果。

3 案例分析

3.1 国内案例

3.1.1 秦皇岛在水一方被动房示范项目

秦皇岛在水一方项目是中德合作的首个被动房示范项目,总建筑面积约10万平方米,包括住宅、商业和公共设施等。该项目于2013年竣工并通过验收,是我国被动式住宅发展的重要里程碑。项目采用了高效的保温隔热材料,如聚氨酯泡沫、岩棉板等,墙体传热系数低至 $0.15\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。建筑朝向充分考虑了日照和通风条件,采用南偏东15度的朝向,以最大限度地利用自然资源。窗户采用了三层中空玻璃,并配备了外遮阳系统,有效降低了夏季太阳辐射热。根据监测数据,该项目的供暖能耗仅为普通建筑的10%左右,夏季空调能耗也显著降低。室内环境参数稳定,温度保持在 $20\text{--}26\text{ }^\circ\text{C}$,相对湿度在30%–70%之间,空气质量良好。

3.1.2 哈尔滨辰能溪树庭院被动房示范项目

哈尔滨辰能溪树庭院项目是我国北方地区首个被动房示范项目,总建筑面积约5万平方米,包括住宅和商业设施。该项目于2014年竣工并通过验收,为寒冷地区被动式住宅的发展提供了宝贵经验。项目采用了外保温构造和倒置式屋顶设计,有效提高了建筑的保温隔热性能。建筑布局紧凑,充分利用了周边绿化带和水体的自然调节作用。窗户采用了双层中空玻璃,并配备了电动遮阳系统,可根据天气情况自动调节遮阳角度。该项目在哈尔滨寒冷的冬季,供暖能耗仅为普通建筑的15%左右,显著降低了能源消耗。室内环境舒适,温度稳定,湿度适宜,空气质量优良。

3.2 国外案例

3.2.1 德国不来梅被动式住宅

德国不来梅的被动式住宅项目是德国被动式住宅发

展的典范之一。该项目采用了先进的建筑设计理念和高效的节能技术,实现了极低的能耗和舒适的室内环境。项目充分利用了太阳能等自然资源,屋顶安装了太阳能电池板,为建筑提供了可再生能源。建筑围护结构采用了高性能的保温隔热材料,如真空绝热板等,墙体传热系数极低。窗户采用了三层中空玻璃,并配备了可调节的遮阳系统。该项目实现了全年零能耗的目标,即使在寒冷的冬季也无需使用传统供暖设备。室内环境舒适,温度稳定,湿度适宜,空气质量优良。此外,该项目还具有良好的抗震性能和耐久性。

3.2.2 法国贝桑古被动式房屋

法国贝桑古的被动式房屋项目以其独特的设计理念和高效的节能技术而闻名。该项目采用了竹百叶窗等创新设计元素,实现了对阳光照射的有效管理。项目建筑朝向充分考虑了日照和通风条件,采用了南偏西10度的朝向。建筑围护结构采用了高性能的保温隔热材料,如岩棉板等。窗户采用了双层中空玻璃,并配备了竹百叶窗遮阳系统,可根据需要轻松关闭或打开以允许阳光进入或限制阳光。该项目在夏季有效降低了太阳辐射热对室内环境的影响,在冬季则充分利用了阳光辐射热进行供暖。室内环境舒适,温度稳定,湿度适宜,空气质量优良。此外,该项目还具有良好的隔音性能和美观性。

结语

被动式住宅的勘察设计策略及节能效果评估是一个综合性的工作。通过合理的建筑朝向与布局、高效的建筑围护结构、科学的室内环境控制和可再生能源的利用等措施,可以显著提高被动式住宅的节能效果。未来,随着技术的不断进步和人们环保意识的提高,被动式住宅有望成为建筑领域的主流发展方向。同时,也需要进一步加强被动式住宅的勘察设计研究和节能效果评估工作,以推动被动式住宅的广泛应用和可持续发展。

参考文献

- [1]黄晓平.被动式住宅小区建筑设计实践[J].现代物业(中旬刊),2019,(04):116.
- [2]周洪磊,刘洋,刘伟,等.寒冷地区被动式住宅设计对策分析[J].四川建材,2023,49(08):9–11.
- [3]倪宏瑞.被动式建筑一体化设计策略研究[J].新城建科技,2024,33(05):31–33.