

宁夏光伏建筑一体化现代农房的探索与实践

李 晶

宁夏回族自治区工程建设标准管理中心, 宁夏 银川

收稿日期: 2024年11月25日; 录用日期: 2024年12月21日; 发布日期: 2024年12月26日

摘 要

随着全球能源危机的加剧和环境保护意识的提升, 可再生能源的开发和利用成为各国关注的焦点。宁夏地区以其独特的地理位置和气候条件, 为光伏建筑一体化(BIPV)技术的应用提供了良好的基础。文章探讨了光伏建筑一体化技术在宁夏地区农房建设中的应用, 并通过对一体化现代农房项目冬季能耗进行测试, 分析了其在实际应用中的效果和优势。研究发现, 通过合理设计和应用BIPV技术, 可以有效利用太阳能资源, 减少传统能源消耗。

关键词

光伏建筑一体化, 现代农房, 宁夏

Exploration and Practice of Modern Rural Houses with Photovoltaic Building Integration in Ningxia

Jing Li

Ningxia Hui Autonomous Region Engineering Construction Standard Management Center, Yinchuan Ningxia

Received: Nov. 25th, 2024; accepted: Dec. 21st, 2024; published: Dec. 26th, 2024

Abstract

With the intensification of the global energy crisis and the increasing awareness of environmental protection, the development and utilization of renewable energy has become the focus of attention for countries around the world. The Ningxia region, with its unique geographical location and climate conditions, provides a solid foundation for the application of Building Integrated Photovoltaics (BIPV) technology. This article explores the application of photovoltaic building integration technology in rural housing construction in the Ningxia region and analyzes its effectiveness and advantages.

文章引用: 李晶. 宁夏光伏建筑一体化现代农房的探索与实践[J]. 土木工程, 2024, 13(12): 2383-2387.

DOI: 10.12677/hjce.2024.1312261

in practical applications by testing the winter energy consumption of integrated modern rural housing projects. Research has found that by designing and applying BIPV technology reasonably, solar energy resources can be effectively utilized, and traditional energy consumption can be reduced.

Keywords

Photovoltaic Building Integration, Modern Rural Houses, Ningxia

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

光伏建筑一体化(BIPV)技术是指将太阳能光伏组件与建筑结构相结合,实现建筑的能源自给自足[1][2]。国外许多发达国家在 BIPV 技术的研发和应用方面取得了显著成果,如德国、日本和美国等国家在光伏建筑一体化设计、施工和政策支持方面积累了丰富的经验。国内方面,随着国家对可再生能源的重视和政策扶持,BIPV 技术也逐渐成为建筑行业的新趋势[3]-[6]。

宁夏地区独特的地理位置和气候条件,如日照充足,年均日照时数超过 3000 小时,为 BIPV 技术的应用提供了良好的基础[7][8]。“双碳”背景下,光伏建筑一体化技术应用于农房建设,不仅能有效减少化石能源消耗,还能降低农村居民的用电成本,提高居住生活品质。近年来,为全面落实党的二十大报告提出的逐步实现“农村基本具备现代生活条件”要求,宁夏住房和城乡建设厅于 2023 年启动实施自治区太阳能建筑一体化现代农房建设试点项目,按照建设“功能现代、成本经济、结构安全、绿色环保、风貌协调”的现代宜居农房标准,出台了《宁夏太阳能建筑一体化现代农房设计技术指南》,并根据农民意愿编制了不同户型的现代农房设计图集,引导各地探索建设低能耗、能发电、会赚钱的高品质“好房子”。

本文将结合宁夏地区的实际情况,通过正在实施的试点项目案例,探讨光伏建筑一体化现代农房建设,总结适合宁夏农村建设“好房子”的技术路径和建设标准,也为其他地区提供可借鉴的经验,推动光伏建筑一体化技术在农房应用发展。

2. 宁夏农房光伏一体化设计

2.1. 设计要点

在宁夏地区推广光伏建筑一体化现代农房的设计理念,核心在于融合可持续发展理念与当地农村实际需求。首先,设计应充分利用宁夏丰富的太阳能资源,通过光伏组件的集成应用,实现农房能源的自给自足,特别是解决冬季清洁取暖用电贵的问题。其次,设计应注重与当地自然环境和文化特色的融合,确保农房宜居性的同时,也能够保持地域风貌的协调性。此外,设计还应考虑到成本效益,通过优化设计和材料选择,降低成本,使光伏建筑一体化技术更加经济可行,易于被农村居民接受。

光伏一体化技术与现代农房设计的结合,需要考虑以下几个方面:

- 1) 建筑布局与朝向:充分利用宁夏地区充足的光照,农房布局应尽量朝南,以确保光伏板能够接收阳光。同时,建筑间距应适当,避免相互遮挡,影响光伏板的发电效率。
- 2) 光伏组件的选择与安装:根据宁夏地区的气候特点,选择适合高温、高辐射环境的光伏一体化组

件安装在南坡屋顶，亦可结合上人屋面做成遮阳棚等形式。同时在设计阶段应充分考虑光伏板的维护和清洁问题，确保其长期稳定运行。

3) 建筑节能设计：注重农宅节能设计，通过优化建筑的保温隔热性能，提高建筑的整体能效。例如，采用高效保温材料、双层中空玻璃窗等措施，降低建筑的热损失。

4) 智能化管理系统：推荐配备智能化管理系统，通过安装智能电表和能源管理系统，实时监控光伏系统的发电量和用电情况，实现能源的优化配置。此外，还可结合实际，扩大应用场景，将多余发电用于农村用电大户，如小型污水处理厂、加工厂等。

5) 绿色建筑材料的应用：应优先选择绿色、环保的建筑材料。例如，使用可再生材料、低挥发性有机化合物(VOC)的涂料等，减少对环境的影响。同时，结合宁夏地区的地域特色，融入传统建筑元素，提升农房文化内涵。

2.2. 设计案例

光伏建筑一体化现代农房的户型设计在考虑安全、抗震的前提下，充分考虑房间功能布局的合理性和适应性，优化屋顶光伏板(瓦)安装的面积要求，以确保光伏系统的高效运行、经济性和美观性。宁夏光伏一体化农房典型户型和光伏板安装后的立面效果图见图 1 所示。

1) 安全性：在户型设计中，应确保光伏板的安装安全。这包括结构安全，确保光伏板的安装不会对建筑结构造成损害；以及电气安全，确保光伏系统的电气连接符合安全标准，避免电气火灾等安全隐患。

2) 适应性：光伏一体化农房的设计应注重功能分区的合理性，在满足现代生活的同时，兼顾家庭成员规模变化、生活方式的变化以及后期经营的可能性。例如，随着家庭成员的增加或减少，户型设计应能够灵活调整，以满足不同的居住需求。图 1 所示为 160 平方米户型，可以兼顾经营或三代同堂。

3) 经济性：光伏板(瓦)的铺设面积要充分考虑光伏板(瓦)的日发电量、使用寿命、价格及农户住宅面积、冬季耗电量情况，在投资收益上取最佳值，确保农户收益最大化。

4) 美观性：光伏板的安装不应破坏农房的整体美观。在设计时，可以考虑将光伏板与建筑元素相结合，如屋顶的瓦片设计、墙面的装饰等，使光伏板成为建筑的一部分，提升整体的视觉效果。

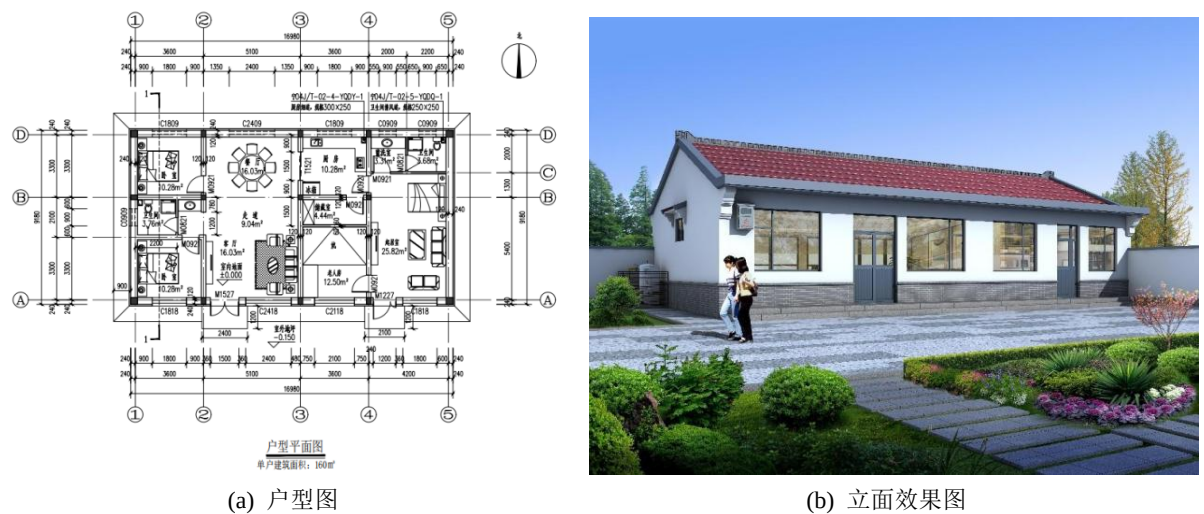


Figure 1. Typical photovoltaic integrated farmhouse in Ningxia
图 1. 宁夏典型光伏一体化农房

3. 一体化现代农房项目冬季能耗测试分析

3.1. 测试概况

本次测试的项目采用了装配式空腔 EPS 模块现浇混凝土系统作为围护结构,并选用了光伏光热 PV/T 热泵作为热源。屋顶上安装了分布式光伏系统。热泵的制热功率为 5 kW (大约相当于 7 匹马力),光伏系统的装机容量为 6.48 kW, 预计年发电量约为 9700 kWh。测试对象是四连排住宅中西侧的两户居民。具体来说, W1 户未进行供暖, 而 W2 户则进行了供暖, 详情请参见图 2。测试的主要内容是供暖系统的能耗情况, 测试时间跨度为 2023 年 12 月 4 日至 2024 年 3 月 31 日。

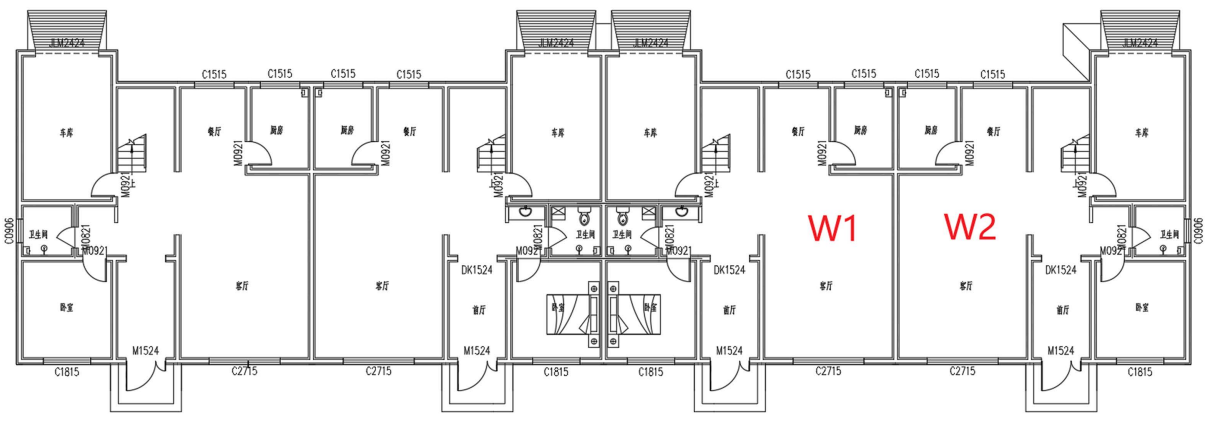


Figure 2. Testing the location of farmers
图 2. 测试农户位置

3.2. 测试期间供暖能耗

测试期间, 1 月 5 日至 9 日、2 月 9 日至 25 日停电, 12 月 4 日至 7 日供暖设备安装调试, 供暖系统实际运行约 91 天。基于测试期间供暖能耗及室内外温度, 利用温频法估算, 整个采暖季供暖总用电约 8020 kWh (供暖室内温度设定 15℃)。测试期间不同温频(室外日平均温度)的日用电量见图 3 所示。

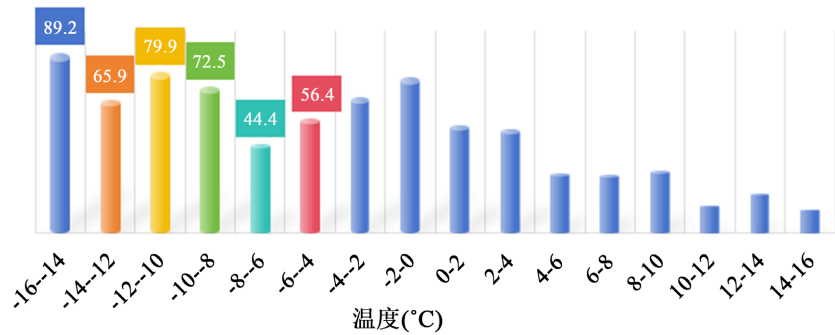


Figure 3. Electricity consumption at different temperature frequencies during the testing period (unit: kWh)
图 3. 测试期间不同温频用电量(单位: kWh)

测试期间, 室内设定温度 15℃, 将室内温度统一到 18℃, 整个采暖季供暖总用电约 8527 kWh, 单位建筑面积用电量约 38 kWh/m²。折算后, 农宅每月供暖能耗见图 4 所示。

结合峰谷用电量比例, 峰段电量约 5014 kWh, 谷段用电量约 3513 kWh, 年供暖花费约 3373 元, 单位面积供暖费用约为 15 元/m²。

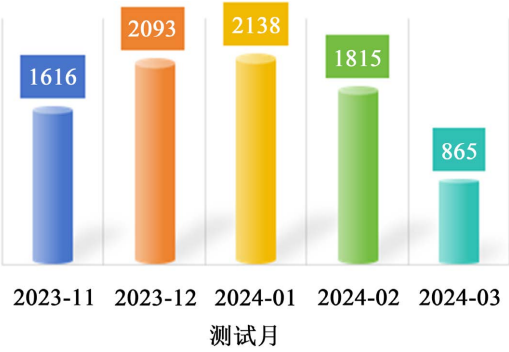


Figure 4. Monthly electricity consumption for heating at an indoor temperature of 18°C (unit: kWh)
图 4. 图供暖室内温度 18°C 时供暖逐月耗电量(单位: kWh)

4. 结论

通过宁夏一体化现代农房项目的冬季能耗测试分析，可以得出以下结论：

- 1) 给出了 160 平方米户型可以兼顾经营或三代同堂一体化设计农房的设计方案。
- 2) 通过一体化现代农房项目冬季能耗测试分析，初步验证了光伏建筑一体化技术在宁夏地区具有良好的应用前景。

参考文献

- [1] 袁晓霞, 李世超, 宋景利, 胡瀚. 光伏建筑一体化应用研究[J]. 电气应用, 2024, 43(9): 8-12.
- [2] 杨昌城, 詹浔. 太阳能光伏建筑一体化应用现状及发展趋势研究[J]. 中国战略新兴产业, 2024(27): 71-73.
- [3] 王万红, 邓新星, 张龙, 阳曼秋, 张程宾. 光伏在设施农业领域的研究进展[J]. 新能源科技, 2024, 5(4): 41-50.
- [4] 焦巍峰. 光伏技术在建筑行业中的应用[J]. 太阳能学报, 2024, 45(7): 751.
- [5] 梁昊, 郭丹瑾. 技术与人文统筹下的光伏建筑一体化[J]. 中国住宅设施, 2024(7): 36-38.
- [6] 范新宇, 伍健伟, 王刚, 杜俊锋. 凯旋大厦的低碳重生——高层建筑彩色光伏一体化更新[J]. 中外建筑, 2024(7): 102-107.
- [7] 王璵, 李梦洁, 单新兰, 张智. 宁夏起伏地形下太阳总辐射分布式模拟[J]. 干旱气象, 2012, 30(1): 8-14+44.
- [8] 杨北桥, 吴彩琴, 杨宁生. 宁夏太阳能资源开发利用及发展研究[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(8): 57-61.