文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4678 /（中图刊号）：650GL004

我国南方地区光伏技术储粮应用综述

张程豪
中央储备粮荆门直属库有限公司
DOI:10.12238/as.v8i8.3212

[摘　要] 随着全球能源危机的不断加剧以及人们的环境保护意识日益增强,将可再生能源运用于粮食储存已经成为一个备受关注的研究领域。我国南方地区因其独特的气候条件和丰富的太阳能资源,成为光伏技术储粮应用的重要区域。本文梳理了我国南方地区光伏储粮系统构成,通过武汉国家稻米交易中心有限公司在湖北武汉开展实仓应用实验,深入分析了光伏技术储粮在粮食储存中的应用现状和技术优势,该研究为绿色储粮和可持续发展提供重要支撑,同时为因地制宜和多措并举的绿色储粮发展奠定基础。
[关键词] 南方地区；光伏技术；绿色储粮
中图分类号：F762.1　文献标识码：A

Overview of Photovoltaic Technology for Grain Storage Application in Southern China

Chenghao Zhang
sinograin jingmen depot LTD.company

[Abstract] With the continuous intensification of the global energy crisis and the increasing awareness of environmental protection among people, the application of renewable energy in food storage has become a highly concerned research field. Due to its unique climate conditions and abundant solar energy resources, the southern region of China has become an important area for the application of photovoltaic technology in grain storage. This article summarizes the composition of photovoltaic grain storage systems in southern China. The Wuhan National Rice Trading Center Co., Ltd. conducted a warehouse application experiment in Wuhan, Hubei to analyze the current application status and technical advantages of photovoltaic technology in grain storage. This provides important support for green grain storage and sustainable development, and lays the foundation for the development of green grain storage that adapts to local conditions and adopts multiple measures.
[Key words] Southern region; Photovoltaic technology; green grain storage

引言

粮食储备是维护国家粮食安全的“压舱石”,而仓储环节的能耗与成本控制直接关系储备体系的可持续性,在这一背景下,“节能降耗绿色储粮”理念逐渐崭露头角。特别是在我国南方地区,由于其温暖湿润的气候条件和充足的太阳能资源,光伏技术储粮展现出了巨大的潜力和优势。这一技术不仅能够有效利用太阳能资源,减少对传统能源的依赖,还能够改善储粮环境,提高粮食储存的质量和安全性。以湖北地区为例,湖北地处中温高湿区,其气候特征导致传统储粮依赖于高强度电器控温除湿,能源消耗几乎占仓储运营成本的一半,且碳排放压力突出。而光伏技术的引入可以有效地降低成本和碳排放,能否较好的将光伏技术融入到储粮领域,成为破解南方地区储粮能耗瓶颈的创新路径。本文结合南方地区的气候特点和储粮需求,综述了光伏储粮技术的应用现状及未来发展方向。

1 光伏储粮系统构成

1.1光伏组件的设计与选型

在南方光伏储粮系统中,光伏组件的设计与选型是至关重要的环节。考虑到南方地区日照时间长、太阳辐射强度高的特点,光伏组件的选择需兼顾高效性与耐用性。高效单晶硅光伏组件因其转换效率高、衰减率低的优势,成为首选。

设计方面,光伏组件的布局需充分考虑南方地区的地理与气候条件。例如,海南地处热带北缘,年光照达1750-2650h,光照率达50%～60%,光温充足,太阳能可利用率大。因海南地区纬度相对较低,阳光充足,时有台风发生,组件以考虑稳固性为主,采用平铺式[1]。

选型时,还需考虑光伏组件的耐候性与抗腐蚀性。南方地区

多雨潮湿,盐雾腐蚀问题突出,因此选用具有特殊涂层处理的光伏组件显得尤为重要。比如赣州、昆明和珠海三地的光伏组件极限低温与极限高温分别为：5℃和42℃、4℃和32℃、10℃和43℃。[2]这些组件表面经过特殊处理,能有效抵御盐雾侵蚀,保证在恶劣环境下的长期稳定运行。

1.2储能系统与智能控制

在光伏储粮系统中,储能系统与智能控制扮演着至关重要的角色。储能系统作为连接光伏组件与储粮设施的关键环节,其设计与选型直接关系到整个系统的稳定性和可靠性。锂离子光伏储能电池因其高能量密度、轻便性和长寿命而受到广泛运用,是目前最流行的储能电池之一,能够确保在太阳能发电量低时段也能提供稳定的电力供应。

智能控制系统则是光伏储粮系统的“大脑”,通过集成传感器网络、数据分析算法和远程通信技术,实现对储粮环境的精准监测与智能调节。系统能够实时监测粮仓内的温度、湿度和气体成分等关键参数,并根据预设的阈值自动调整通风、除湿和制冷等设备的工作状态,确保粮食处于最佳储存条件。

1.3储粮环境的监测与调节

在光伏储粮系统中,储粮环境的监测与调节是确保粮食质量与安全的关键环节。南方地区由于气候湿润,粮食存储面临着高湿度、高温以及虫害等多重挑战。为了有效应对这些挑战,光伏储粮系统采用了先进的传感器技术和智能控制系统,实时监测储粮环境的温湿度、气体浓度等关键参数。[3]

系统通过布置在粮仓内的温湿度传感器,能够精确到±0.5℃和±3%RH的精度监测环境变化,一旦温湿度超出预设的安全范围,智能控制系统便会自动启动调节机制[4]。例如,在湿度过高的情况下,系统会自动开启除湿设备,降低粮仓内的湿度,防止粮食霉变。同时,通过气体传感器监测粮仓内的氧气和二氧化碳浓度,可以有效控制粮食的呼吸作用,延缓粮食陈化过程。光伏储粮系统中的环境监测与调节技术,不仅提高了粮食存储的效率和质量,还为储粮安全提供了有力的技术支撑。

2 光伏储粮技术应用的实施案例概述

2.1示范项目概述

表1 试验设计及检测方法

项目	细节描述
仓房选择	华粮10号：市电空调(对照) 华粮14号：光伏离网系统(试验) 华粮12/13号：智能控制器+变频空调
温湿度设置	保持仓温18-22℃,湿度65%±10%,超温自动开启空调,达到温度区间自动关闭。
粮情检测	四角和中心距粮面1m处设置测温测湿计,实时分析温湿度变化趋势。
能耗监测	采用独立电表记录电量,对比不同仓房能耗差异。

武汉国家稻米交易中心有限公司与广州谷物智能科技有限公司共同组成研发团队,以2023年6月-2023年9月为阶段,通过光伏离网供电与智能控制结合在湖北武汉开展了实仓应用实验,结果显示该技术能显著降低储粮控温的能耗成本,兼具经济性与环保性,并能有效保障粮食品质,为光照充足地区的粮食仓储行业低碳转型提供了可行方案。其具体试验设计及检测方法见表1：

试验仓配置24块550W功率光伏发电板,费用共计4.8万元。阳光充足时,光伏系统能够自发自用,实现空调制冷“零电费”;阴雨天及光照不足情况下通过智能补偿算法实现光伏发电结合市电补偿的方式确保机组持续稳定运行。其运行效果见表2：

表2 试验仓运行效果

指标	数据/描述
温湿度控制	仓温稳定在18-22℃,湿度65%±10%,粮温平均15.1-15.9℃,满足准低温储粮要求。
市电替代率	华粮14号仓较10号仓市电能耗降低59%(年能耗：5186.7vs 12722.9kW·h)；6、9月替代率最高(69%、72%),同时7、8月替代率也均超过50%(52%、61%)
天气影响	晴天节电率40%-65%,阴天0-42%,雨天基本不发电。
粮食保质效果	通过精准控温(仓温≤22℃,粮温≤20℃),延缓粮食陈化,减少储粮损失,保障食品安全,符合绿色储粮标准。
环境效益	14仓单仓节电量：7536.2kW·h,相当于减少燃烧标准煤3014.5kg,减排7514kgCO_2、226kgSO_2、113 kg氮氧化物,等效新增植树50棵。
回收周期	试验仓年市电能耗5186.7kW·h,较对照仓节约7536.2kW·h,按电费0.52元/kWh计算,年节约电费3918.8元。预计12年回收成本。

2.2技术应用效果分析

示范项目采用了先进的光伏组件设计与选型,确保了高效的光电转换效率。据项目数据显示,光伏系统日均发电量可达数千千瓦时,足以满足储粮设施的日常用电需求。同时,储能系统的引入,使得在光照不足的情况下,也能保证储粮环境的稳定调控。智能控制系统的应用,更是实现了对储粮环境的精准监测与调节,有效避免了因温湿度波动导致的粮食损耗。通过这一系列的创新技术,示范项目成功地将绿色能源与粮食安全紧密结合,为节能储粮提供了新思路。

在技术应用效果方面,示范项目取得了显著成效。据项目团队分析,与传统储粮方式相比,光伏储粮技术可将粮食损耗率降低约30%,同时节省了大量的能源消耗[5]。这一成果不仅得到了当地农户的广泛认可,也引起了业界的广泛关注。此外,示范项目还通过经济效益与环境影响评估,证明了其可行性和可持续性,为后续的规模化应用奠定了坚实基础。

3 南方光伏储粮技术应用的创新实践

3.1新型储粮技术融合

在南方光伏储粮的创新实践中,新型储粮技术融合成为推动行业发展的关键力量。传统储粮方式往往面临虫害、霉变等问题,而新型储粮技术,如气调储粮、低温储粮等,则能有效提升

储粮品质，延长储存周期。光伏储粮系统正是将这些先进技术与绿色能源相结合，实现了储粮方式的革命性变革。

以气调储粮技术为例，该技术通过调节储粮环境中的气体成分，如提高二氧化碳浓度、降低氧气浓度，来抑制害虫和微生物的生长，从而达到保鲜防虫的目的。在光伏储粮系统中，气调设备可以依靠光伏电力稳定运行，无需额外消耗化石能源。此外，低温储粮技术也是新型储粮技术融合的重要组成部分。低温环境能够有效减缓粮食的呼吸作用和酶促反应，从而延长储存时间。光伏储粮系统通过储能设备和智能控制系统，实现了对储粮环境温度的精准调控。在某南方省份的光伏储粮项目中，采用低温储粮技术，1年内仓库中平均粮温维持在20℃条件下的时间达到10个月，基本可实现准低温储藏。[1]

3.2智能管理系统开发

在南方光伏储粮的创新实践中，智能管理系统的开发无疑是一个亮点。该系统集成了物联网、大数据、云计算等先进技术，实现了对储粮环境的精准监测与智能调控。通过安装在粮仓内的各类传感器，系统能够实时监测温度、湿度、气体浓度等关键指标，确保粮食储存环境始终处于最佳状态。智能管理系统不仅提升了储粮效率，还大大降低了人力成本[6]。传统储粮方式需要大量人工进行巡检和维护，而智能管理系统则能够自动预警并处理异常情况，减少了人工干预。例如，当系统检测到粮仓内湿度过高时，会自动启动除湿设备，确保粮食不受潮。这一改变不仅提高了工作效率，还减少了因人为因素导致的储粮事故。此外，智能管理系统还具备强大的自适应能力。它能够根据不同季节、不同气候条件以及不同种类的粮食，自动调整储粮策略，确保粮食储存环境始终处于最优状态。这一特点使得智能管理系统在南方地区具有广泛的适用性，为光伏储粮技术的推广奠定了坚实基础。

3.3适应性设计与地方特色

在南方光伏储粮的创新实践中，适应性设计与地方特色成为提升系统效能和推动技术应用的关键因素。适应性设计主要体现在光伏组件的布局、储能系统的配置以及智能控制系统的参数设置等方面。例如，在多雨潮湿的南方沿海地区，光伏组件的布局需特别考虑防腐蚀和防盐雾侵蚀的问题，以确保组件的长期稳定运行。同时，储能系统的配置也需根据当地的日照情况和用电需求进行合理规划，以确保在光照不足或用电高峰时段能够持续为储粮设施供电。智能控制系统的参数设置则需根据储粮环境的实际情况进行精细调整，以实现对储粮环境的精准监测与智能调节。

地方特色则主要体现在光伏储粮技术与当地农业生产和粮食储存需求的紧密结合上。南方地区作为我国粮食生产的重要区域，其粮食种类、储存周期和品质要求等方面具有显著的地域特征。因此，在光伏储粮系统的设计与实施过程中，需充分考虑当地粮食储存的实际需求，结合当地的气候条件、土壤类型和农业生产习惯等因素，进行有针对性的技术创新和优化设计。

4 结束语

综上所述，光伏储粮技术在南方地区的应用，不仅展现了绿色能源与粮食安全的完美结合，也为我国粮食储存行业的可持续发展提供了新的动力。通过研究近年来南方地区光伏储粮的研究进展和实施案例不难发现，这一技术已经在提升储粮品质、降低能耗、减少粮食损耗等方面取得了显著成效。未来，南方光伏储粮技术的发展方向将更加注重系统的智能化和自适应能力。

[参考文献]

[1]张红建,邹易,赵阔,等.太阳能光伏发电技术在海南地区低温储粮中的应用研究[J].粮食与食品工业,2017,24(5):73-76.

[2]杜潇.不同储粮生态区平房仓光伏-地源热泵系统仿真研究[D].河南工业大学,2024.

[3]马文斌,万安平,吴拼拼,等.光伏离网供电空调控温储粮技术应用[J].粮食与饲料工业,2024,(03):13-16.

[4]苏全舜.新能源光伏发电关键技术应用研究[J].科技与创新,2023,(16):154-156.

[5]左亚飞.分布式光伏发电关键技术及研究方向展望——基于“双碳”目标下[J].智慧中国,2023,(05):68-69.

[6]郝立群,刘建保,戴志桐,等.不同地区不同储存条件对储粮“热皮”厚度的研究[J].中国粮油学报,2020,35(7):124-130.

作者简介：

张程豪(1999--),男,汉族,湖北钟祥人,硕士研究生,研究方向：绿色储粮。