

Design and research of integrated light storage and charging system for electric bikes in campus

Hao Meng Yihui Guo Jingjing Lei Chengxuan Liu

North China Electric Power University (Baoding), Baoding, Hebei, 071000, China

Abstract

As environmental awareness grows and the demand for short-distance travel within campuses increases, electric bicycles have become one of the primary modes of transportation on campus. The charging issue of electric bicycles has always been a focal point for both campus administrators and users. Traditional charging methods suffer from low efficiency, significant safety hazards, and high management complexity. Therefore, this paper designs a campus electric bicycle charging system that includes four components: source, grid, load, and storage. It integrates Maximum Power Point Tracking (MPPT) technology and validates its performance through MATLAB simulation, followed by a feasibility assessment. The system aims to address the charging needs of electric bicycles. Problems such as difficulty, low charging efficiency and safety risks provide safe, efficient and convenient charging services for electric bikes on campus.

Keywords

electric bicycle on campus; charging system; MPPT technology; MATLAB simulation; feasibility evaluation

校园电动自行车光储充一体化系统的设计研究

孟好 郭奕辉 雷晶晶 刘承璇

华北电力大学(保定), 中国·河北保定 071000

摘要

随着环保意识的增强和校园内短途出行需求的增加,电动自行车已成为校园内主要的交通工具之一。电动自行车的充电问题一直是校园管理者和电动自行车用户关注的焦点。传统的充电方式存在充电效率低、安全隐患大、管理难度大等问题。因此,本文设计了一种包含源、网、荷、储四个部分的校园电动自行车充电系统,结合最大功率点追踪(MPPT)技术,通过MATLAB仿真验证其性能,并进行可行性评估。该系统旨在解决电动自行车充电难、充电效率低及安全隐患等问题,为校园电动自行车提供安全、高效、便捷的充电服务。

关键词

校园电动自行车; 充电系统; MPPT技术; MATLAB仿真; 可行性评估

1 引言

随着电动自行车的普及,研究一种安全、高效、便捷的校园电动自行车充电系统显得尤为重要。

本文设计了一种包含源、网、荷、储四个部分的校园电动自行车充电系统。其中,“源”指光伏发电系统,利用太阳能为电动自行车提供绿色、可再生的能源;“网”指电网,作为备用电源,在光照不足或充电需求高峰期补充电能;“荷”指电动自行车及其充电设备,是系统的负载部分;“储”指储能系统,用于储存多余的电能,并在需要时释放。此外,系统还结合了最大功率点追踪(MPPT)技术,以提高光伏

发电系统的效率和稳定性。

2 系统构成及工作原理

2.1 系统构成

2.1.1 光伏发电系统

光伏发电系统主要由太阳能电池板、太阳能控制器和光伏逆变器组成。太阳能电池板将太阳能转化为直流电能,通过太阳能控制器对电能进行调节和保护,再经过光伏逆变器将直流电能转化为交流电能,供给电动自行车充电设备或储存于储能系统中。光伏发电系统具有绿色、环保、可再生等优点,是校园电动自行车充电系统的主要能源来源。

2.1.2 电网

电网作为备用电源,在光照不足或充电需求高峰期补充电能。当光伏发电系统输出的电能无法满足充电需求时,电网将自动接入,为电动自行车提供稳定的电能。同时,在储能系统电量不足时,电网也可以为储能系统充电,确保系

【课题项目】校园电动车光伏充电系统设计及仿真评估。

【作者简介】孟好(2004-),男,中国山东济宁人,从事电力工程研究。

统的持续运行。

2.1.3 电动自行车充电设备

电动自行车充电设备是系统的负载部分，主要负责将电能转化为电动自行车电池可以储存的化学能。充电设备具有智能识别、自动计费、过载保护等功能，可以确保充电过程的安全、高效和便捷。

2.1.4 储能系统

储能系统主要由储能电池和储能变流器组成。储能电池用于储存多余的电能，并在需要时释放。储能变流器负责将储能电池中的直流电能转化为交流电能，供给电动自行车充电设备或电网。储能系统的引入可以平衡光伏发电系统与电网之间的电能供需关系，提高系统的稳定性和可靠性。

2.2 工作原理

校园电动自行车充电系统的工作原理如下：首先，太阳能电池板将太阳能转化为直流电能，并通过太阳能控制器对电能进行调节和保护。然后，经过光伏逆变器将直流电能转化为交流电能，供给电动自行车充电设备或储存于储能系统中。当光伏发电系统输出的电能无法满足充电需求时，电网将自动接入，为电动自行车提供稳定的电能。同时，智能管理系统根据实际需求对电能进行智能调度和分配，确保系统的安全、高效和稳定运行。在储能系统电量不足时，电网也可以为储能系统充电，以备不时之需^[1]。

3 MPPT 原理及功能

最大功率点追踪 (MPPT) 是一种用于提高光伏发电系统效率和稳定性的技术。MPPT 技术通过实时监测太阳能电池板的输出电压和电流，计算出当前的功率值，并与前一个时刻的功率值进行比较。如果当前功率值大于前一个时刻的功率值，说明太阳能电池板工作在当前最大功率点附近；如果当前功率值小于前一个时刻的功率值，说明太阳能电池板偏离了最大功率点。此时，MPPT 算法将调整太阳能电池板的输出电压或电流，使其向最大功率点移动。通过不断地调整和优化，MPPT 技术可以使太阳能电池板始终工作在最大功率点附近，从而提高光伏发电系统的效率和稳定性^[2]。

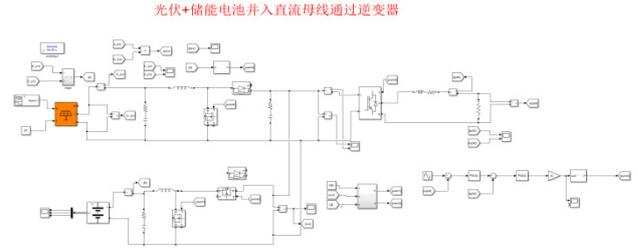
MPPT 技术在校园电动自行车充电系统中的应用具有以下功能：(1) 提高光伏发电系统的效率：通过实时监测和调整太阳能电池板的输出电压和电流，MPPT 技术可以使太阳能电池板始终工作在最大功率点附近，从而提高光伏发电系统的效率。(2) 增强系统的稳定性：MPPT 技术可以根据光照强度、温度等环境因素的变化自动调整太阳能电池板的输出电压和电流，从而保持光伏发电系统输出的电能稳定可靠。(3) 延长太阳能电池板的使用寿命：MPPT 技术可以避免太阳能电池板在偏离最大功率点的情况下工作，从而减少电池板的热损耗和老化程度，延长其使用寿命^[3]。

4 系统 MATLAB 仿真

4.1 系统仿真评估

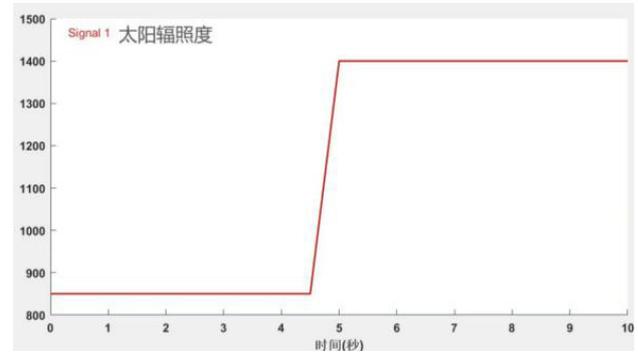
为验证此充电策略的可行性和有效性，利用 MATLAB

对系统进行了仿真，仿真模型如下图所示。

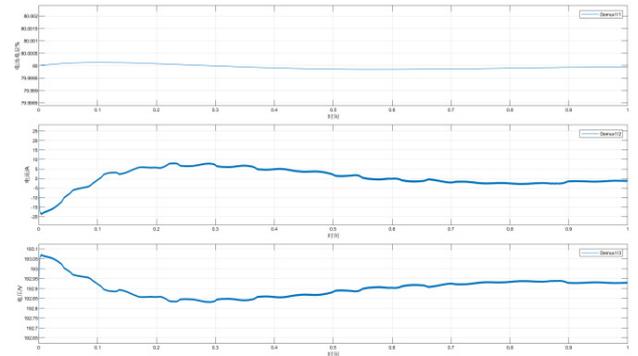


图一 校园电动自行车光储充一体化系统仿真

仿真中设置储能模块蓄电池充电额定电压为 190V，额定容量为 200ah，初始 soc 为 80%，电池响应时间为 30s，光伏阵列采用 A10Green Techology A10J-S72-185 模块，辐照度设置为 [1000 850 100]，每串串联模块数为 6，光照强度初始值为 200W/ m²，4.3s 秒后上升到 800W/ m²，所得仿真结果如下图所示：



图二 充电过程中光照强度变化



图三 充电过程中蓄电池参数变化情况

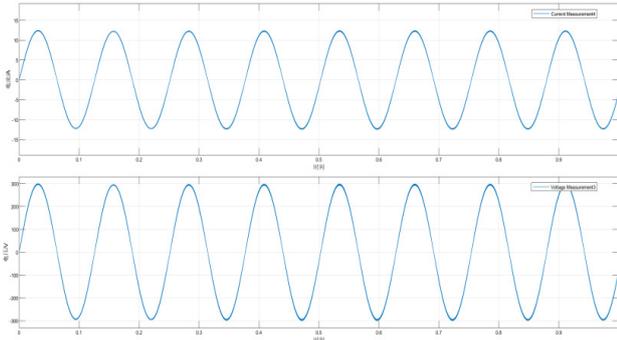
由图 4 可知，经过一段时间波动，系统在光照强度上升后进入稳定充电状态，且因仿真时间短，电动车端电压保持在 220V 保持不变，蓄电池端口电压维持在 190V 基本不变，系统始终处于 MPPT 充电阶段，以最大功率下的电流进行充电。

4.2 实验数据验证

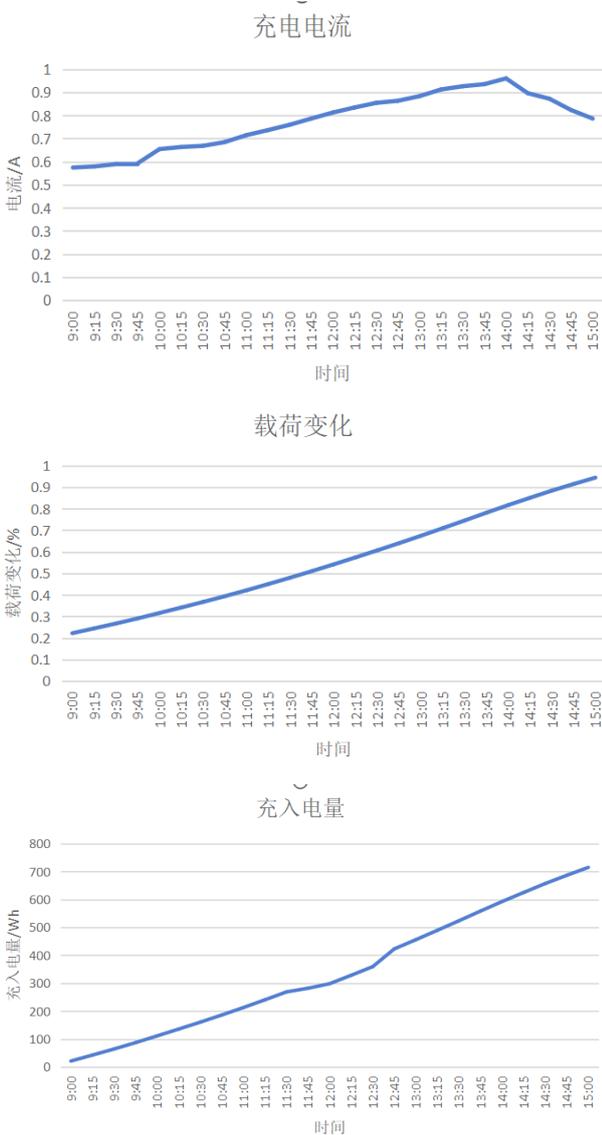
实验中各元件型号与仿真采用型号保持一致，并且元件参数与仿真所用参数相同。

实验过程中最高温度为 31℃，在上午 9:00 时分开始测试，下午 15:00 结束测试，在实验过程中每隔 15 分钟记录

一组数据,所测结果如图5所示:



图四 充电过程中电动车端口电流电压



图五 充电实验中各参数随时间变化波形

由上图可以看出,在实验中系统能够对电动车进行较稳定的充电,在不损伤电动车电池基础上,以可观的效率为电动车有效充入电量,为校园光伏电动车充电提供了可靠的实验数据支撑。

5 可行性评估

5.1 技术可行性

校园电动自行车充电系统采用的光伏发电技术、储能技术、智能控制技术等均为成熟可靠的技术,且已有广泛的应用案例。同时,系统的结构设计合理,各部件之间的连接和配合均符合相关标准和规范。因此,从技术角度来看,校园电动自行车充电系统具有可行性。

5.2 经济可行性

校园电动自行车充电系统的建设成本主要包括光伏发电系统、储能系统、充电设备和智能管理系统等部分的投资。虽然初期投资较大,但考虑到系统可以节约大量的电费开支,且具有一定的节能减排效益,因此从长远角度来看,系统具有较高的经济可行性。此外,政府对于新能源和节能环保产业的支持力度不断加大,也为系统的建设提供了良好的政策环境。

5.3 环境可行性

校园电动自行车充电系统采用光伏发电作为主要能源来源,具有绿色、环保、可再生等优点。系统的运行可以减少对传统能源的依赖和消耗,降低温室气体排放和环境污染。同时,系统的建设和运行也符合国家的节能减排政策和可持续发展战略。因此,从环境角度来看,校园电动自行车充电系统具有可行性。

5.4 社会可行性

校园电动自行车充电系统的建设可以提高电动自行车的充电效率和安全性,为电动自行车用户提供更加便捷、高效的充电服务。同时,系统的运行也可以促进校园内新能源和节能环保产业的发展,提高师生的环保意识和节能减排意识。因此,从社会角度来看,校园电动自行车充电系统具有可行性。

6 结论

本文设计了一种包含源、网、荷、储四个部分的校园电动自行车充电系统,并结合最大功率点追踪(MPPT)技术进行了性能优化。通过MATLAB仿真分析,验证了系统的性能和可行性。研究表明,该系统具有技术可行、经济合理、环境友好和社会认同等优点,能够为校园电动自行车提供安全、高效、便捷的充电服务。未来,我们将进一步优化系统设计,提高系统效率和稳定性,为校园电动自行车充电提供更加完善的解决方案。

参考文献

- [1] 高航.“光储直柔”技术在低碳校园建筑设计中的应用研究[J].中国建筑装饰装修,2024,(15):92-94.
- [2] 陈庆文,李易,韩逸骁.校园光伏系统储能配置的经济性分析[J].能源研究与管理,2023,15(04).
- [3] 田亮,徐序,李小明,等.光储直柔技术在校园建筑中的应用[J].建设科技,2023,(23):81-85+90.DOI:10.16116/j.cnki.jskj.2023.23.019.