

光伏电池输出功率改进方法探究与评估

朱超

三峡电力职业学院

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5383

[摘要] 光伏电池的输出功率直接决定了光伏电站的发电效益,而在光伏电池实际工作环境中因外界自然条件的快速变化使电池的光电转换效率低下。本文对光伏电池最大功率的跟踪策略与算法进行了效果评估,详细介绍了相关光伏电池功率追踪策略的研究现状,给出了在引入分数阶方法下电池功率输出仿真结果、使电池功率在外界条件快速变化下增加了系统稳定性。最后研究表明对光伏电池功率追踪效率与稳定性与算法策略有着密切的关系。

[关键词] 光伏电池、功率追踪、分数阶

Exploration and evaluation of the output power improvement method of PV cell

Zhu Chao

Three Gorges Electric Power Vocational College, Hubei Yichang 443000

[Abstract] The output power of photovoltaic cells directly determines the power generation benefits of photovoltaic power stations, and in the actual working environment of photovoltaic cells, due to the rapid changes of external natural conditions, the photoelectric conversion efficiency of photovoltaic cells is low. This paper evaluates the effect of the maximum power tracking strategy and algorithm of photovoltaic cells, introduces the research status of the relevant photocell power tracking strategy in detail, gives the simulation results of the fractional method, and increases the stability of the battery power under the rapid change of external conditions. Finally, the research shows that the efficiency and stability of the power tracking power and the algorithm strategy are closely related.

[Key words] photovoltaic cells, power tracking, fractional order

1 引言

新型清洁能源的利用和发展一直是电力能源领域的核心问题。近些年来由于国家“3060”目标的确立,清洁能源的发展规模进一步扩大,对能源转换效率的提高和发电稳定性的保障也有了更高的要求。由于太阳能在其清洁、可持续、广泛性与地理条件的要求等方面具有极大的优势,使用光伏电池进行大规模发电已经成为了众多企业的首要选择。

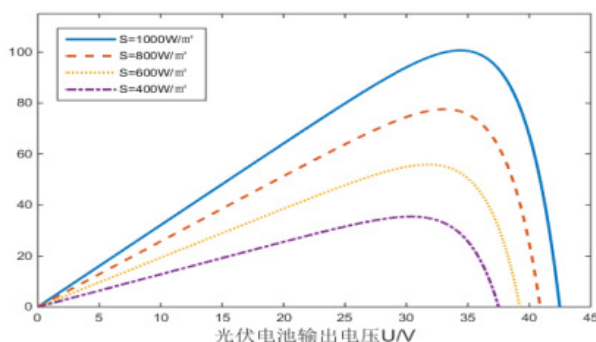


图1. 光伏电池P-U图形

由于太阳光照会随着外界气象条件的改变发生变化,难以

保证光电系统自身电力输出的持续稳定,所以需要大容量的储能系统作为过渡实现电力输出的稳定并达到并网要求。随着储能技术的发展,目前这一问题得到了较好的解决。但是,光伏电池的输出功率会受到外界光照强度大小的影响,如图1所示。

在外界光照不断变化的状况下,光伏电池最大功率点所对应的电压也将发生变化,如果光伏系统不能做出对应调整,光电转换效率低下的问题将更加严重。目前部分工程中对于光电电池采用恒定输出电压的工作方式能够保证电池在气象条件不发生大幅度变化的状况下保持较高的功率输出。然而,在考虑部分地区实际光照条件无法保证相对稳定的情况,需要使光伏电池的电气参数随外界环境变化做出实时调整[1]。因此,对光伏电池的输出功率制定合适的跟踪策略,使其在变化的外界环境下自适应地保持最大理论输出功率的研究对提高光伏系统整体发电效率具有重大的意义。

光伏电池功率追踪策略制定的核心目标是同时满足系统对外界条件变化后进行参数自我调整的动态性能以及在新状态下保持输出稳定的静态性能。但是,对于光伏系统来说二者

的平衡非常重要, 系统参数调整的步长控制策略也非常重要。光伏系统的最大输出值点仅有一处, 一旦为了追踪速度加大参数变化步长, 光伏系统就可能在新的工作状态下失去稳定, 而步长设置过小则可能使系统追踪功率最大值点的效率过低。在追踪策略的选择上, 扰动观察法与电导增量法受到较为广泛的认可, 并以此作为基础提出了改进策略。

目前已有很多文献研究将变化式步长的算法策略融入了传统方法中[2-5]。在文献[2]中, 已经为光伏电池的追踪曲线进行了分区, 该算法建立了一个分区函数将整个功率变化曲线划分成两个不同的工作区域。在光伏电池工作在距最大功率点较远的区域中采用固定的较大步长进行扰动观察, 较好地提升了追踪的动态速度。在系统接近最大功率点附近时, 采用了变步长的追踪策略, 逐级减小了扰动观察的扰动幅度, 将固定步长与变步长联合使用, 并通过仿真验证对此策略的电池输出状况与传统扰动法进行了比较。仿真结果表明提出方法能够有效提升系统的追踪速度同时抑制了系统在最大功率点处的波动。

普通的变步长追踪策略存在一定的稳定性隐患, 外界条件突变时可能导致系统的功率崩溃。文献[3]中在扰动观察法的基础上引入了指数参数, 将系统的动态追踪速度与系统稳定性之间做出了较好的平衡, 仿真结果标明随着指数参数的引入在有效提升系统功率追踪速度的同时有效提升了系统的稳定性, 减小了系统的风险与功率损失。

文献[4]采用了电导增量法 (NC) 作为基础, 此方法相较于扰动法具备更高的精度以及一定的动态响应能力, 受限于实际工程中控制器的控制精度导致此方法难以取得更好的表现。文献中提出了一种改进型的 INC 算法, 将变步长的控制方式引结合到普通的 NC 策略中。通过搭建光伏电池阵列的仿真模型进行了仿真验证, 仿真结果标明以电导增量法为基础提出的 INC 策略能够更好地跟踪光伏阵列的最大输出点, 具备更好的实用性能。

文献[5]提出了一种基于智能算法的新思路。采用蚁群算法对控制电路的占空比做迭代更新, 通过改变占空比调节电池的输出参数实现最大功率追踪。蚁群算法相较于传统变步长方法具备更加高的精度, 迭代计算占空比的方式能够自行实现变步长的特点, 由大入小且具备更优秀的稳定性。但是此方法造成了更大的参数计算量, 要实现理论的控制精度对实际控制器的性能有着很高的要求。智能算法在电池功率追踪的应用中普遍存在类似的困难, 算法的精度与全局性相较于传统方法具备更优性能的同时也对设备提出了更高的要求。

本文涉及对光伏电池最大功率追踪方法的探究与评估。文章的研究内容安排如下: 第一部分为引言, 本节提供光伏电池功率输出的一般特性及所用功率追踪策略的简要综述; 第二部分基于传统的电导增量法给出了改进思路; 第三部分给出了分数阶参数引入后的仿真结果; 第四部分对光伏电池的功率改进方法提出结论。

2 方法探究思路

本文工作的主要目标是尝试在传统的电导增量法上引入

分阶参数, 一定程度上增加系统的稳定性能。图 2 给出了传统电导增量法的控制流程。



图 2. 电导增量法控制流程图

传统电导增量法的基本控制思路为通过不断采集本时刻与上一时刻的电池电压电流参数, 定义出相邻时刻间的电压差 dU 与电流差 dI , 通过电池功率对电压的求导符号判定电池工作区域相对于最大工作点的左右关系并调整下一时刻输出变化方向, 并通过电流差判定外界光照条件是否发生变化以重新调整系统的电压的输出变化方向。

电导增量法的参数差值与求导在理想条件下能够很好地解决电池功率追踪的问题, 可由于实际工程中控制器的精度限制导致采集数据的电压差与电流差不够小, 在功率对电压求导时存在一定偏差导致实际情况与扰动观察相比优势并不明显。控制器精度的问题导致系统稳态精度仍有提升空间。从以上的问题来看, 需要结合一种能够提升系统输出稳定性的方法与电导增量法进行结合以减少功率相对稳定时的波动与误差。在目前稳定性问题的研究中, 分数阶方法表现出了良好的作用, 故本文在功率追踪策略中引入分数阶计算方式进行仿真研究。

3 仿真与对比

本文在 Simulink 仿真平台上搭建了光伏电池模型, 为了探究改进方法的效果将电池与控制器参数做控制变量, 同时为了观察系统稳定性表现, 将外部光照条件设置为随时间反复变化的状态, 如图 3 所示。

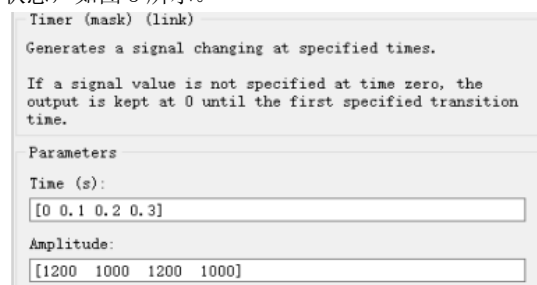


图 3. 光照强度变化设置界面

算法模块中设置了传统电导增量法作为对照组, 初始电压步长设置为 1V, 仿真总时长设置为 0.4S。分数阶系数设置为 0.9, 得到光伏电池输出功率图像如图 4、图 5 所示。

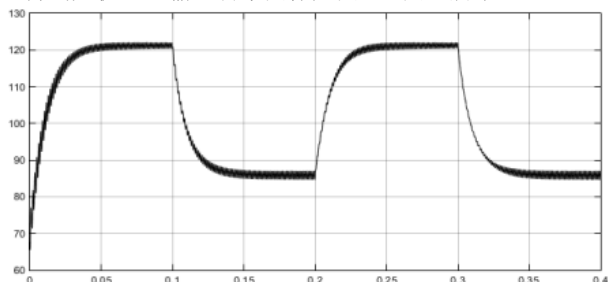


图 4. 基本电导增量法电压-功率图像

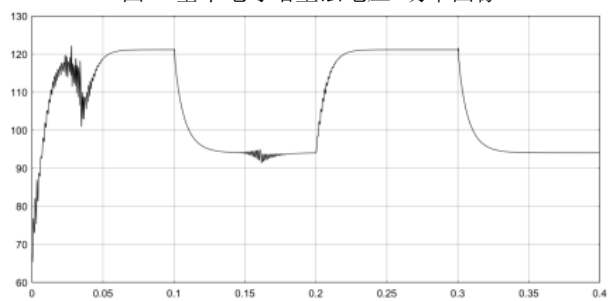


图 5. 引入分数阶系数后电导增量法电压-功率图像

从仿真结果中可以看出, 传统电导增量法整体输出功率曲线平稳, 且具有一定的周期性, 但是在系统处于某一稳定状态时存在功率的波动。不难推测, 在实际工程中如外界光照相对稳定时系统将因控制器的精度问题产生损耗与系统风险。引入分数阶系数后的电导增量法在第一个周期出现了抖动与一次功率变化方向误判, 在 0.05S 时刻恢复了稳定, 系统恢复稳定后在图像几乎不存在明显抖动, 系统输出功率控制在了相对稳定的数值。两种仿真结果在稳定功率数值上不存在明显差异, 引入分数阶系数后的电导增量法在第一周期失稳后表现出了更好的系统稳定性。

4 结论

近年来, 随着光伏清洁能源的大规模发展, 提高光电转换效率的控制策略成为了一个热门的方向。然而, 实际工作环境下光伏电池功率追踪的动态速度与静态稳定性两者的兼顾一直存在困难。为此, 有必要对现有研究中提出的控制策略进行研究与评估, 并不断改进研究出新的方法。

本研究介绍了光伏电池的功率输出特性以及目前的控制策略, 给出了一种改进方法的思路与仿真试验。试验结果表明, 引入分数阶系数的电导增量法相较于传统方法在外部环境相对稳定的状态下提高了光伏电池的输出稳定性, 但同时也增加了功率动态追踪过程中对功率方向误判的可能性。分数阶方法在光伏电池功率追踪策略的应用上仍有很大的改进与研究空间。此外, 各类改进算法在实际电池阵列多极式功率输出图像中的全局性, 理论算法兼顾实际工程中受硬件条件的局限性等思考与探究在进一步解决光电转换效率低下的问题上至关重要。

[参考文献]

- [1] 闵轩, 江智军, 王华峰. 基于恒压比较法的 MPPT 算法[J]. 南昌大学学报(工科版), 2018, 40(03):303-306.
- [2] W. 张洋, 陈荣. 一种分区的 MPPT 变步长扰动观察法[J]. 信息技术, 2018(05):34-38.
- [3] 夏栋, 徐耀良, 王悦, 陈鹏飞. 基于指数变步长扰动观察法的光伏 MPPT 控制策略[J]. 电源技术, 2018, 42(02):258-261.
- [4] 吴静妹, 纪萍, 陶彬彬. 改进电导增量法控制光伏电池 MPP T 仿真研究[J]. 绥化学院学报, 2018, 38(12):148-150.
- [5] 武玉晶, 刘宁, 吕恒琪. 基于蚁群优化的 MPPT 算法研究[J]. 数学的实践与认识, 2017, 47(05):120-124

作者简介:

朱超 (1974.10-) 男, 汉族, 河北乐亭人, 工程师, 研究方向: 电力工程项目管理, 电力工程技术。