

Study on Ambient Temperature and Photovoltaic Power Generation of Building Roofs

Yuhang Pu, Jianbo Zhang, Ruixin Qiao, Xinlu Zhang, Xiaogang Wu

Ningbo University of Technology, Ningbo Zhejiang

Email: wxgdsmy_2004@126.com

Received: Jun. 8th, 2020; accepted: Jun. 23rd, 2020; published: Jun. 30th, 2020

Abstract

Building roof photovoltaic system is one of the important ways to achieve building energy efficiency. In this paper, the influence of building roof ambient temperature on photovoltaic power generation is studied, and the numerical fitting relationship between ambient temperature and photovoltaic array current value and power generation is obtained.

Keywords

Photovoltaic Power Generation, Environmental Temperature, Generation Current, Power Generation

建筑屋面环境温度与光伏发电情况的研究

蒲宇航, 张健波, 乔睿鑫, 张鑫璐, 武校刚

宁波工程学院, 浙江 宁波

Email: wxgdsmy_2004@126.com

收稿日期: 2020年6月8日; 录用日期: 2020年6月23日; 发布日期: 2020年6月30日

摘要

建筑屋面设置光伏系统是实现建筑节能的重要途径之一。本文对建筑屋面的环境温度对光伏发电的影响进行研究, 得出了环境温度与光伏阵列的发电电流值、发电量之间的数值拟合关系。

文章引用: 蒲宇航, 张健波, 乔睿鑫, 张鑫璐, 武校刚. 建筑屋面环境温度与光伏发电情况的研究[J]. 电气工程, 2020, 8(2): 78-82. DOI: 10.12677/jee.2020.82009

关键词

光伏发电, 环境温度, 发电电流, 发电量

Copyright © 2020 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

建筑节能是我国为实现碳排放量的降低而采取的有效措施。利用建筑原本闲置的屋面空间, 在其屋面安装光伏系统, 产生一定的电量供建筑内部用电设备使用, 从而降低市政电网的供电量, 具有可观的经济性, 是实现建筑节能的新型措施之一[1] [2] [3]。因此, 利用建筑屋面而设置光伏发电系统, 正在作为建筑节能的有效途径被逐步推广应用。

然而, 光伏发电因其利用的太阳能受各地区日照条件的影响, 不同地区其发电情况不同, 而不同地区建筑屋面的设施情况、环境温度也不尽相同, 从而导致安装于屋面的光伏系统发电情况也会不同。因此, 屋顶环境温度对光伏系统的发电情况有着至关重要的影响。目前, 针对特定地区屋顶环境温度对光伏系统发电情况的实际案例研究较少。本文基于宁波地区, 利用 MATLAB 仿真软件, 针对屋面环境温度对光伏系统发电的影响情况进行了仿真分析。

2. 光伏系统设计

光伏发电利用的是半导体材料的光电效应原理。在硅本征半导体中掺杂少量的五价元素而形成 N 型半导体, 在硅本征半导体中掺杂少量的三价元素而形成 P 型半导体。由此, 利用专门的制造工艺, 在同一硅本征半导体上形成 P 型半导体区域和 N 型半导体区域, 在其两区域的交界面则形成 P-N 结。若有足够的光照射 P-N 结, 并由 P 型和 N 型半导体区域各引出一个电极, 再把这两个电极相接则会在其线路中有电流流过[4] [5]。光伏发电采用的光伏电池正是基于这种原理制造而成的。

本文基于某建筑屋面光伏系统进行研究分析。本系统采用峰值功率为 265 W 多晶硅光伏组件, 每块光伏组件均由 60 片电池片组成, 电池片效率为 19.06%, 单块光伏组件的产品尺寸 $L \times B \times H = 1650 \text{ mm} \times 992 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 。光伏组件倾角为 24° , 安装方位为正南向。每一阵列串联的光伏组件数为 18 或 19。同一光伏组件间间隙为 20 mm, 前后排光伏阵列间距为 1300 mm。光伏阵列的左、右无遮挡影响。

3. 光伏系统监测数据仿真与分析

选取某典型天的气象监测数据, 采用 MATLAB 仿真工具进行了数据仿真, 得出屋面环境温度在一天内 7:00 至 17:00 间的变化关系曲线, 如图 1 所示。选取某典型天某一光伏阵列的发电电流监测数据, 采用 MATLAB 仿真工具进行了数据仿真, 得出了该光伏阵列的发电电流在一天内 7:00 至 17:00 间的变化关系曲线, 该光伏阵列由 18 块光伏组件构成, 如图 2 所示。选取某典型天某一逆变器的发电量监测数据, 采用 MATLAB 仿真工具进行了数据仿真, 得出了光伏阵列的发电量在一天内 7:00 至 17:00 间的变化关系曲线, 该逆变器所接的光伏阵列数为 5 个, 该 5 个光伏阵列所串接的光伏组件数分别为 18 块、18 块、18 块、18 块和 19 块, 共 91 块, 如图 3 所示。

选取某典型天早上 7:00 至下午 17:00 这段时间内的环境温度、光伏阵列的发电电流值, 采用 MATLAB 软件对二者进行了仿真与数值拟合, 得出如下关系式:

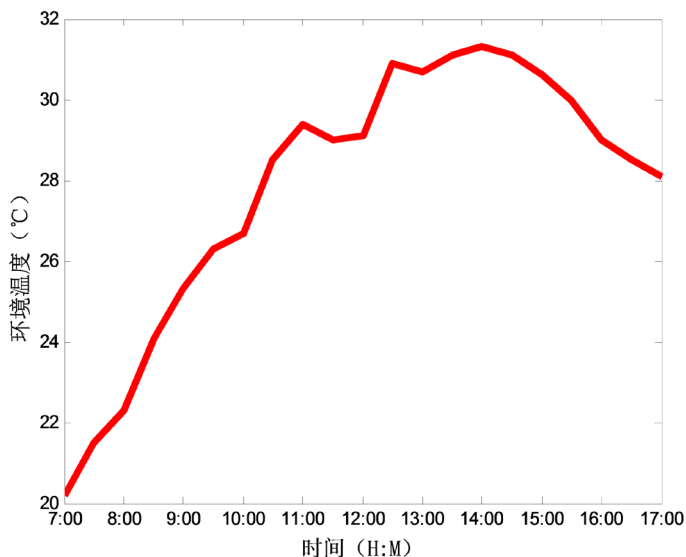


Figure 1. The variation of the environmental temperature of building roof with time during a typical day

图 1. 某典型天建筑屋面的环境温度随时间的变化关系

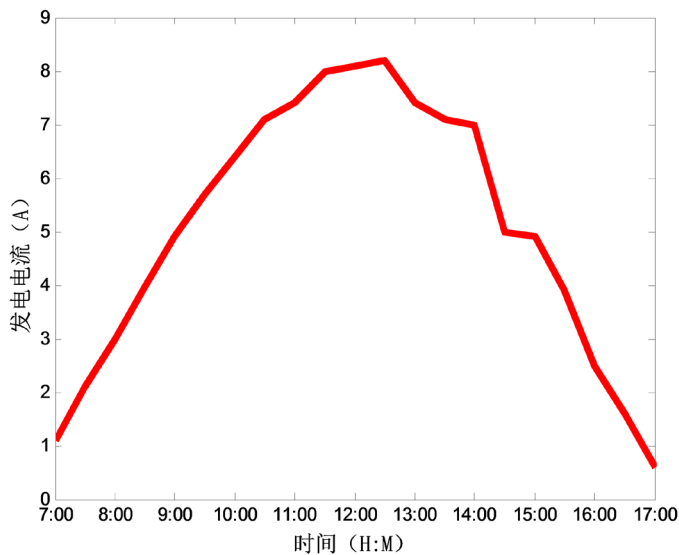


Figure 2. The variation of generation current of photovoltaic array with time during a typical day

图 2. 某典型天光伏阵列的发电电流值随时间的变化关系

$$I = -0.0046T^3 + 0.34T^2 - 7.3T + 50 \tag{1}$$

$$I = 0.28T^3 - 25T^2 + 730T - 720 \tag{2}$$

式中，I 为光伏阵列发电电流值，单位为安培(A)；T 为环境温度，单位为摄氏度(°)。

式(1)为该典型天内由起始温度达到温度最高值时间段内，环境温度与发电电流值之间的函数关系式；

式(2)为该典型天内由温度最高值下降时间段内，环境温度与发电电流值之间的函数关系式。

由式(1)、(2)可得出，每瓦光伏组件的发电电流值与环境温度之间的函数关系式如下：

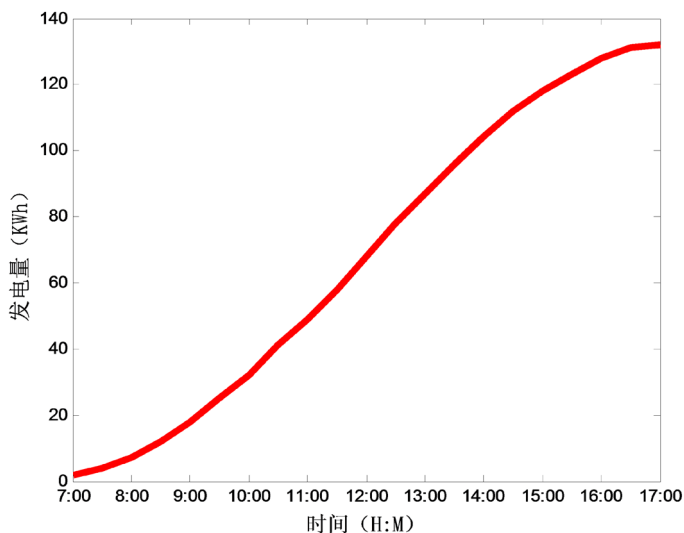


Figure 3. The variation of power generation of photovoltaic array with time during a typical day

图 3. 某典型天光伏阵列的发电量随时间的变化关系

$$I_0 = -0.001T^3 + 0.07T^2 - 1.5T + 10.5 \quad (3)$$

$$I_0 = 0.059T^3 - 5.24T^2 + 1553T - 1532 \quad (4)$$

式中, I_0 为 1 W 光伏组件的发电电流值, 单位为毫安(mA); T 为环境温度, 单位为摄氏度($^{\circ}$)。

式(3)为该典型天内由起始温度达到温度最高值时间段内, 环境温度与发电电流值之间的函数关系式; 式(4)为该典型天内由温度最高值下降时间段内, 环境温度与发电电流值之间的函数关系式。

选取某典型天早上 7:00 至下午 17:00 这段时间内的环境温度、光伏阵列的发电量, 采用 MATLAB 软件对二者进行了仿真与数值拟合, 得出如下关系式:

$$W = -0.0045T^3 + 0.72T^2 - 29T + 290 \quad (5)$$

$$W = -1.2T^3 + 100T^2 - 2900T + 28000 \quad (6)$$

式中, W 为光伏阵列发电量, 单位为千瓦时(KWh); T 为环境温度, 单位为摄氏度($^{\circ}$)。式(5)为该典型天内由起始温度达到温度最高值时间段内, 环境温度与发电量之间的函数关系式; 式(6)为该典型天内由温度最高值下降时间段内, 环境温度与发电量之间的函数关系式。而由图 1 可看出, 该典型天在 12:30 时温度达到最高值。

由式(5)、(6)可得出, 每瓦光伏组件的发电量与环境温度之间的函数关系式如下:

$$W_0 = -0.0002T^3 + 0.03T^2 - 1.2T + 12 \quad (7)$$

$$W_0 = -0.05T^3 + 4.15T^2 - 120T + 1160 \quad (8)$$

式中, W_0 为 1 W 光伏组件的发电量, 单位为瓦时(Wh); T 为环境温度, 单位为摄氏度($^{\circ}$)。式(7)为该典型天内由起始温度达到温度最高值时间段内, 环境温度与发电量之间的函数关系式; 式(8)为该典型天内由温度最高值下降时间段内, 环境温度与发电量之间的函数关系式。

因此, 通过环境温度与光伏阵列的发电电流、发电量之间关系的数据拟合得出, 环境温度在达到一天内最高值时, 在此之前的时间段内光伏阵列的发电电流、发电量随环境温度的升高呈三次函数关系增大; 环境温度在达到一天内最高值时, 在此之后的时间段内光伏阵列的发电电流、发电量随环境温度的

下降呈三次函数关系减小。

4. 结论

本文基于建筑屋面光伏系统，通过环境温度与光伏阵列的发电电流、发电量之间关系的数据拟合得出，环境温度在达到一天内最高值前的时间段内和达到一天内最高值后的时间段内光伏阵列的发电电流、发电量与环境温度均呈三次函数关系变化，并得出了每瓦光伏组件的发电电流值、发电量与环境温度之间的具体的函数关系式。

参考文献

- [1] 吕双辉, 蔡声霞, 王守相. 分布式光伏 - 储能系统的经济性评估及发展建议[J]. 中国电力, 2015, 48(2): 139-144.
- [2] 郭宁, 滕欢, 李基康. 家庭并网光伏发电系统优化调度及经济性分析[J]. 中国电力, 2016(49): 159-165.
- [3] 苏剑, 周莉梅, 李蕊. 分布式光伏发电并网的成本/效益分析[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(34): 50-56.
- [4] 周源, 张世君, 陈鹏, 等. 太阳能光伏建筑一体化关键技术问题研究[J]. 建筑节能, 2017, 45(2): 46-49.
- [5] 叶挺秀, 张伯尧. 电工电子学[M]. 第四版. 北京: 高等教育出版社, 2014.