

分布式光伏发电的应用及影响研究

王宝石¹, 宋颖², 陈向羽³

(1. 沈阳工程学院 科技处, 辽宁 沈阳 110136; 2. 东北电网公司 锦州超高压局, 辽宁 锦州 121013; 3. 磐石市农电有限公司 生产技术部, 吉林 磐石 132300)

摘要:分布式光伏发电已成为可再生资源利用的重要形式。介绍了光伏发电系统的结构、工作原理,分析了光伏发电系统对配电网的影响。并通过算例计算验证了工程模型有一定的应用价值。

关键词:分布式发电;光伏发电系统;配电网

中图分类号:TM91 文献标识码:B

Application and Effect of Distributed Photovoltaic Generation

WANG Bao-shi¹, SONG Ying², CHEN Xiang-yu³

(1. Scientific and Technical Department, Shenyang Engineering Institute, Shenyang 110136, China; 2. Jinzhou Extra-high Voltage Bureau, Northeast Grid Company, Jinzhou 121013, China; 3. Panshi Rural Power Co., Ltd., Panshi 132300, China)

Abstract: Distributed photovoltaic generation has become an important form of renewable resources. The paper presents the structure and working principle of photovoltaic generating system and analyzes the effect the photovoltaic generating system on the distribution grid. By the calculating example, it has proved that the engineering model has a certain application value.

Key words: distributed generation ; photovoltaic generating system; distribution grid

1 引言

太阳能是各种可再生能源中最重要的基本能源,其分布最广,也最容易获取。相对于人类的生活而言,太阳能可以说是取之不尽、用之不竭的。太阳辐射到地球的陆地表面的能量,一年大约有 17 万亿千瓦^[1],仅占到到达地球大气外层表面总辐射量的 10%,即便如此,它也相当于目前全世界一年内能量消耗总量的 3.5 万倍。

2 太阳能资源分布及开发意义

2.1 太阳能资源分布情况

就全球而言,美国西南部、非洲、澳大利亚、中国西藏、中东等地区的全年总辐射量或日照总时数最大,为世界太阳能资源最丰富地区。据来自中国气象局太阳能风能资源评估中心的资料,我国太阳能资源全年总辐射量分布如图 1 所示。

我国太阳能资源十分丰富,每年陆地接收的太阳辐射总量,大约是 1.9×10^{16} kWh。全国各地太阳年辐射总量基本都在 $3000 \sim 8500$ MJ/m² 之间,平均值超过 5000 MJ/m²,并且大部分国土面积年日照时间都超过 2200 小时。



图 1 我国太阳能资源全年总辐射分布

2.2 太阳能资源开发意义

太阳能属可再生绿色能源,是本世纪最有前途的能源。我国最近几年全国性拉闸限电,能源供应“煤、电、油、运”十分紧张,面对严峻的能源形势,存在的能

源缺口,只能由可再生能源来补充。可再生能源中,小水电和风电已经达到商业化水平。但它们的资源量和地理分布毕竟有限,即使全部开发也满足不了未来的需求,因此,太阳能光伏发电具有相当大的发展潜力。

3 并网光伏发电系统

并网光伏电站主要由光伏阵列、逆变装置及滤波电容器、滤波电感器、变压器和控制系统等组成^[2],对应的简化等值电路如图2所示。

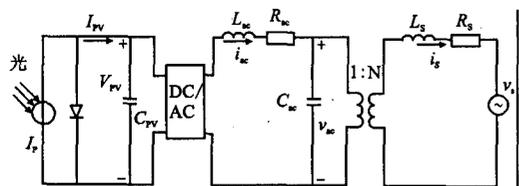


图2 并网光伏电站等值简化电路

其中 I_p 为光电流; I_{pv} 为光伏阵列输出电流; C_{pv} 为光伏阵列出口侧滤波电容; V_{pv} 为滤波电容器直流电压; L_{ac} 为逆变器交流侧滤波电感; R_{ac} 为滤波电感的等值电阻; C_{ac} 为逆变器交流侧滤波电容; i_{ac} 为逆变器交流侧输出电流; V_{ac} 为滤波电容器端电压; N 为变压器变比; L_s 为从变压器到并网节点的等值电感; R_s 为从变压器到并网节点的等值电阻; i_s 为光伏电站注入并网节点的电流; V_s 为并网节点母线电压,其幅值为 V_s ,相位角为 θ_s 。

光伏发电有两种利用方式,一种是传统的依靠蓄电池来进行能量存储,即所谓太阳能光伏独立系统,但是蓄电池的存储容量非常有限,工程造价较高。另一种利用方式为太阳能光伏并网系统,电网事实上可以看作是一个庞大的储能系统,将太阳能发电系统所发出的电力输送到电网中供给其他负载使用,而在需要用电的时候则从电网中获取电能,电网就起到蓄电池的作用。当负载为直流时,如通讯设备电源系统、石油管道阴极保护电源等,则太阳能光伏发电系统可以省去直流—交流逆变器和交流配电设备,系统比较简单,成本也较低。如果太阳能发电系统与交流电网并联运行(光伏并网发电),则太阳能光伏发电系统可以省去蓄电池部分,太阳能控制器和直流—交流逆变器合二为一,系统简化,发电系统的投资最省,成本下降,同时还可以减少蓄电池组对环境造成的影响。所以太阳能并网发电系统是今后光伏发电系统的主要形式^[3]。

4 太阳能光伏电池模型及算例分析

4.1 太阳能光伏电池模型

太阳能电池的工作状态,可用一个等效电路来模

拟。在恒定光照下,一个处于工作状态的光电池,其光电流 I_{ph} 不随工作状态而变化,在等效电路中,可把它看作恒流源。光电流一部分流经负载,在负载两端建立端电压 U ,反过来它又正偏于 P-N 结,引起一股与光电流方向相反的电流 I_D 。引入串联电阻 R_s 和并联电阻 R_{sh} ,形成一个较为接近实际的简化等效电路,如图3所示。

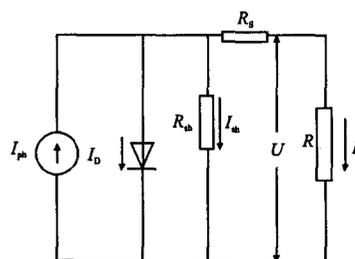


图3 光伏电池等效电路图

如图3所示,有太阳能光伏电池等效电路可得出公式

$$I = I_{ph} - I_D - I_{sh} \quad (1)$$

式中, I 为光伏电池的输出电流; I_{ph} 为光生电流; I_{sh} 为流过内部并联电阻 R_{sh} 的电流。

对于 I_D 有:

$$I_D = I_0 (e^{q(U+IR_s)/(AKT)} - 1) \quad (2)$$

式中, I_0 为二极管反向饱和电流(其数量级为 10^{-4} A,一般取 $I_0 = 8 \times 10^{-4}$ A); U 为负载端电压; k 为玻尔兹曼常数; R_s 为串联电阻; T 为绝对温度; A 为 P-N 结的理想因子,当温度 $T = 298$ K 时,取值 2.8; q 为电子电荷。

对式(1)中的 I_{sh} 有:

$$I_{sh} = \frac{U + IR_s}{R_{sh}} \quad (3)$$

将式(2)、(3)代入式(1),可得光伏电池输出电流表达式为

$$I = I_{ph} - I_0 (e^{q(u+IR_s)/(AKT)} - 1) - \frac{U + IR_s}{R_{sh}} \quad (4)$$

但由于表达式中的参数 I_{ph} 、 I_0 、 A 、 R_{sh} 和 R_s 不属于供应商向用户提供的技术参数,它们不仅与电池温度和光强有关,而且难以明确,因此不适用于光伏发电系统工程设计。

实用性模型即所谓的工程模型,通常采用供应商提供的几个重要技术参数,如短路电流 I_{sc} 、开路电压 U_{oc} 、最大功率点电流 I_m 、最大功率点电压 U_m 、最大功率点功率 P_m ,能在一定的精度下复现太阳能电池特

本文共4页，欲获取全文，请点击链接<http://www.cqvip.com/QK/91514A/201202/41504093.html>，并在打开的页面中点击文章题目下面的“下载全文”按钮下载全文，您也可以登录维普官网（<http://www.cqvip.com>）搜索更多相关论文。