

太阳能光伏发电效率的影响因素

尚 华¹, 王惠荣²

(1. 中电投宁夏青铜峡能源铝业集团公司, 宁夏 银川 750011;

2. 华能宁夏大坝发电有限责任公司, 宁夏 青铜峡 751607)

摘 要: 对影响太阳能光伏发电效率的因素:太阳光的辐射量、太阳能光伏组件的特性和质量、逆变器整机效率和最大功率峰值跟踪等进行分析,提出了提高太阳能光伏发电效率需进一步解决的问题。

关键词: 太阳能; 光伏发电; 硅材料; 转换率; 效率

中图分类号: TM615 **文献标志码:** B **文章编号:** 1672-3643(2010)05-0048-03

Analysis on the factors affecting the efficiency of solar energy photovoltaic power generation

SHANG Hua¹, WANG Hui-rong²

(1. China Electricity Investment Ningxia Qingtongxia Energy Resources Aluminium Industry Group Company, Yinchuan Ningxia 750011, China;

2. Huaneng Ningxia Daba Generation Co., Ltd., Qingtongxia Ningxia 751607, China)

Abstract: Anal yzes the factors affecting the efficiency of solar energy photovoltaic power generation—the quantity of solar radiation, the characteristic and quality of solar energy photovoltaic component, the converter overall efficiency and the tracking of maximum power peak value, puts forward the problems should be solved in order to improve the efficiency of solar energy photovoltaic power generation.

Key words: solar energy; photovoltaic power generation; silicon material; conversion factor; efficiency

常规化石燃料的无节制使用,不但迟早会枯竭耗尽,而且化石燃料对环境的严重污染所导致的生态破坏、地球温室效应等正日趋严重地威胁着人类的生存。能源短缺、环境污染是当今世界面临的两大问题,制约着人类经济和社会的发展。

面对迫在眉睫的能源危机和全球气候变暖的

问题,人们已认识到发展低碳经济是我们的必然选择,太阳能作为新能源和可再生能源,因其清洁环保、永不衰竭的特点,受到世界各国的青睐。但是太阳辐射量、电池组件的转换率、最大功率跟踪等问题直接影响着太阳能光伏发电的效率,所以积极解决影响太阳能光伏效率的问题,对于充分开发利用太阳能,节约常规能源、保护自然环境,

促进经济发展都有着极为重要的现实意义和深远的历史意义。

1 太阳能光伏发电的组成及原理

太阳能光伏发电系统是由太阳能电池组件、充、放电控制器、逆变器、测试仪表和计算机监控等设备和蓄电池及辅助设备组成(如图 1 所示)。

当光线照射太阳电池表面时,一部分光子被硅材料吸收,光子的能量传递给了硅原子,使电子发生了跃迁,成为自由电子在 P-N 结两侧集聚形成了电位差,当外部接通电路时,在该电压的作用下,将会有电流流过外部电路产生一定的输出功率。这个过程的实质是光子能量转换成电能的过程,也就是光生伏打效应。在光生伏打效应的作用下,太阳能电池的两端产生电动势,将光能转换成电能,是能量转换的器件(太阳能电池一般为硅电池,分为单晶硅太阳能电池、多晶硅太阳能电池和非晶硅太阳能电池)。若干太阳能电池组件整体固定连接在一起,按电池阵列的方式排布,引线采用并联或串联的方式将电池组件产生的直流电送到太阳能光伏发电储能装置蓄电池组(其作用是储存太阳能电池方阵受光照时发出的电能并可随时向负荷供电,适用于解网运行的电站),然后通过独立运行逆变器将直流电变为交流电,供负载使用或通过并网运行逆变器将直流电变为交流电经控制装置送到变压器的低压端,通过三相变压器升压经输电线路送至电网。

2 太阳能光伏发电的优缺点

太阳能光伏发电的优势:分布广、无污染、易

接受,是世界上可以开发的最大能源,能长久性开发等优势。当然太阳能光伏发电也有受时间周期局限、地理位置局限、气象条件局限、容量传输局限,以及光能转换效率偏低等缺点。

3 影响太阳能光伏发电效率的因素

3.1 辐射量的影响

一般来说,到达地面的太阳辐射量主要受太阳高度角、地理纬度、大气透明度、日照时数及海拔高度等因素的影响。

3.1.1 太阳高度角和地理纬度

太阳高度角即太阳能光伏方阵的倾角,方位角对太阳能辐射收集。太阳辐射强度可由公式 $I=I_0 \sin h$ 计算(I_0 为大气质量 AM=1 时,海平面上太阳辐射强度),可见太阳高度角越大,太阳辐射强度越大,反之太阳高度角越小,太阳辐射强度就越弱;各地太阳高度角的变化与纬度有关,一般纬度越高其太阳高度角就越小,反之纬度越低其太阳高度角就越大。

3.1.2 大气透明度和海拔高度

大气透明度是表征大气对于太阳光线透过程度的一个参数。在晴朗无云的天气,大气透明度高,到达地面的太阳辐射能就多些,反之则少;海拔高度越高时,空气就越稀薄,太阳辐射被吸收、散射的就越少,并且大气中的水汽和尘埃的含量也越少,大气透明度就越大。因此海拔越高,太阳辐射能量也就越大。

3.1.3 日照时数

日照时数也是影响地面太阳能的一个重要因素。一般日照时间长,地面所获得的太阳总辐射量就多。

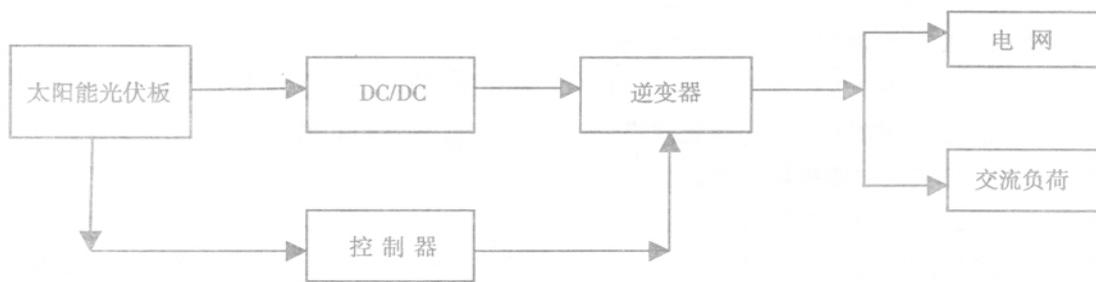


图 1 并网光伏发电系统结构

3.2 太阳能光伏组件的特性和质量的影响

太阳能光伏组件的特性和质量是由制作太阳能电池的材料决定的,制作材料质量直接影响着太阳能光伏组件的转换率,制作太阳能电池的材料是近些年来发展最快、最具活力的研究领域,是最受瞩目的项目之一。制作太阳能电池材料主要是以半导体材料为基础,根据所用材料的不同,太阳能电池可分为硅太阳能电池,以无机盐如砷化镓-化合物、硫化镉等多元化合物为材料的电池;功能高分子材料制备的太阳能电池,纳米晶太阳能电池等。

但是,目前全世界已经大规模产业化生产的太阳能电池是硅太阳能电池。硅太阳能电池主要是由单晶硅太阳能电池和多晶硅构成的晶体硅太阳能电池,其产量占到当前世界太阳能电池总产量的 90% 以上,单晶硅目前的转换率达到了 16%~20%,但单晶硅价格昂贵,是多晶硅的四倍,太阳能光伏发电投资中硅材料占总投资的 60%,所以一次投资较大。多晶硅转换率达到了 14%~16%,一次投资相对小,因此目前被大多数太阳能光伏发电企业使用。

总之单晶硅太阳能电池和多晶硅太阳能电池工艺技术成熟,性能稳定可靠,光电转换率高,使用寿命长,已被广泛使用。此外还有非晶体太阳能电池,但由于非晶硅稳定性差、衰减性大、建设占地面积大,未能被广泛的使用。还有聚光跟踪式光伏发电由于怕风沙、散热问题难,所以目前也未能被广泛地使用。

3.3 逆变器整机效率的影响

大功率的逆变器在满载时,效率必须在 90% 或 95% 以上。特别是在低负荷下供电时,仍须有较高的效率。逆变器效率的高低对太阳能光伏发电系统提高有效发电量和降低发电成本有重要的影响。光伏发电系统专用的逆变器在设计中应特别注意减少自身功率损耗,提高整机效率。这是因为 10 kW 级的通用型逆变器实际效率只有 70%~80%,将其用于太阳能光伏发电系统时将带来总发电量 20%~30% 的电能损耗,所以为了提高输出效率,并网逆变器应具有最大功率点跟踪控制功能,随时跟随太阳能辐射能力而变化。此外还能根据日出、日落条件的不同自动进行开与关。

3.4 最大功率峰值跟踪对效率的影响

输入的直流功率取决逆变器工作在光伏阵列的电流-电压曲线上的哪一个点上。理想状态下,逆变器应工作在太阳能光伏阵列的最大功率峰值上。最大功率峰值在一整天内是不同的,主要是由于环境的作用,如太阳光的辐射和温度,但逆变器通过一个具有最大功率峰值跟踪的运算器来直接与光伏阵列相连,达到能量转移的最大化。例如:最大功率峰值跟踪的最大效率 η_{MPPT} ,可以定义为在定义的一段时间内逆变器从太阳能阵列获得的能量与理想状态下的最大功率峰值跟踪从太阳能阵列获得的能量的比率。

许多最大功率峰值跟踪的运算是建立在不同的基础上的,其参数有增量电导、寄生电容、恒定电压、电压的温度修正和模糊逻辑控制等。

以“微扰观察法”为基础的运算法因为其简单的运行而成为最常见的用法。这种运算是基于因光伏阵列运行电压的微扰而引起的小的电压增量(ΔV),在一段时间后引起的功率的改变(ΔP),我们对它进行测量。如果 ΔP 是正的,那么下一个电压微扰增量也是正的。如果 ΔP 是负的,那么下一个电压微扰增量也是负的。尽管如此,这种运算还是有些局限的地方,这将使最大功率峰值跟踪的效率在某些特定条件下有所降低。在非常低的太阳光辐射下,例如,日出和日落的时候,功率曲线变得非常平滑,找到最大功率峰值变得非常困难。另外一个因素也使找到真正的功率峰值点变得不可能,那是因为逆变器的 ΔP 在这一点附近振荡。在太阳光辐射急剧改变的情况下,跟踪运算也可能会变得捉摸不定。部分遮影可以影响最大功率峰值跟踪的运行,但这个问题是可以克服的,用微扰的不同次数,正如一段时间的功率变化函数,也可用间隔电压微扰来解决这个问题。

4 提高太阳能光伏发电效率需进一步解决的问题

目前,世界太阳能光伏发电产业还处于初级阶段,为了保证太阳能光伏发电产业的健康发展,

(下转第 57 页)

高法律意识的途径是多种多样的,可通过举办法制讲座、案例分析、开庭旁听等多种形式带动领导和职工学习民法、合同法、诉讼法等法律常识。通过学习,明确在电费回收中,应当注意哪些问题,有哪些追索途径等等。

2.5.2 严格执行相关法律、法规

供电企业在供电前应与客户签订《供用电合同》和《电费保证合同》或在《供用电合同》中设立保证条款,依法明确供、用电双方权利和义务关系,减少不必要用电纠纷的发生。明确双方的权利和义务,当发生用户欠费的情况时,供电企业以此为依据,可直接向人民法院申请支付令收取电费,如用户违抗支付令,法院可冻结其账户,并通过银行直接划拨或以财产抵债。这既有《合同法》、《担保法》支持,能有效降低电力销售风险,又缩短了电力贸易结算周期,减少供电方占有用电方担保资金总量,宜于取得社会的支持和用户的理解,操作中阻碍较少。

2.6 加强电力市场预测和电费回收预警快速反应机制

加强报装客户资质审查。严格执行业扩流程,先签合同后送电。扎实做好客户的跟踪了解工作,

应与客户保持密切联系,畅通信息渠道,通过抄表人员以及用电检查人员及时了解客户的发展形势、经营状况和产权归属变化,采取个性化的防范措施,对流动性较大的商业客户,临时用电客户,经常拖欠电费的客户,及时跟踪其生产经营及资金流向信息,快速反应,有理有节地采取强制性措施催收电费。

3 结束语

电费回收是一项系统工作,加强电费回收的方法和措施尚有很多。通过对用户欠费产生坏账进行分析,找出其是供电企业本身电费管理不善还是用户破产或是用户配变资产所有权与使用权分离的原因造成,千方百计,挖潜补漏,提高从业人员思想认识、加强内部管理、加强宣传力度、提供优质服务、建立电费考核奖惩制度、加强与地方政府的沟通,取得其支持等多种方式,保证电费的回收,避免或减少供电企业的损失,充分调动广大电费工作人员积极性和创造性,不断探索电费收缴治理之道,在探索中前进,实践中完善,就一定能把电费回收工作做好。

(上接第50页)

提高太阳能光伏发电效率,需要做好以下工作:

- (1)继续研制太阳能电池新材料,提高电池的光电转化效率;
- (2)研究太阳能光伏电池最大功率跟踪算法,实现太阳光最大功率跟踪;
- (3)研究太阳能光伏电池阵列的优化组合算法,实现太阳能光伏电池阵列的优化组合;
- (4)研究太阳能光伏发电的软并网技术,减少光伏电能对电网的冲击。

5 结束语

太阳能是一种取之不尽、用之不竭的自然能源,而我国拥有非常丰富的太阳能资源亟待开发,青藏高原、甘肃北部、宁夏北部和新疆南部等地,是太阳能丰富的地区。太阳能资源丰富,对环境无任何污染,如果解决好影响太阳能光伏发电效率的问题,使太阳能得到充分的利用,太阳能在未来将成为满足可持续发展需求的理想能源之一。

参考文献:

- [1] 黄汉云.太阳能光伏发电应用原理.化学工业出版社,2009.3.