

风光互补独立供电系统在通信基站中的应用

孟奇¹, 陈阳¹, 吕宇欣², 郝颖², 冬雷³

- (1. 中国联合网络通信有限公司内蒙古分公司网络建设部, 内蒙古 呼和浩特 010028;
2. 北京凯华网联新能源技术有限公司, 北京 100081;
3. 北京理工大学 自动化学院, 北京 100081)

摘要: 通过风光互补独立供电系统在通信基站上的应用, 可以有效解决市电引入非常困难的问题, 同时可以实现节能降耗的目标, 为建设低碳社会做出应有的贡献。通过对太阳能发电系统、风能发电系统、远程监控系统的分析, 详细介绍了风光互补独立供电系统在通信基站上的实际应用。

关键词: 风光互补独立供电系统; 通信基站; 最大功率点追踪; 微观选址; 远程监控

中图分类号: TM614; TM615

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)01-0067-03

Application of independent wind and solar hybrid power system in communication station

Meng Qi¹, Chen Yang¹, Lv Yuxin², Hao Ying², Dong Lei³

- (1. Network Construction Department, China United Network Communications Corporation Limited (Inner Mongolia Branch), Hohhot 010028, China;
2. Kingdome New Energy Technology Co., Ltd., Beijing 100081, China;
3. School of Automation, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: Application of independent wind and solar hybrid power system can effectively solve the problem from leading utility power. At the same time, this system can achieve energy saving goals. This paper details the independent wind and solar hybrid power system in the practical application of communication station, through the analysis of solar power system, wind power system and remote monitoring system.

Key words: independent wind and solar hybrid power system; communication station; maximum power point tracking; micro sitting; remote monitoring

随着手机的普及, 对手机信号的覆盖率也提出了很高的要求, 对于幅员辽阔的草原和山区要想做到信号全面覆盖就要建立大量的基站, 这些基站大都处于国家电网没有覆盖的地区。如果通过引入市电来开通基站实现无线信号的覆盖, 需要花费大量投资, 平均每公里需要5~15万元, 而且每年运营还要花费大量的电费。因此风光互补供电系统是解决边远地区通信基站供电的最好方案之一, 不仅在投资方面可以与引入市电相当或者略低, 而且每年可以节省大量电费开支, 并减少二氧化碳的排放, 为节能和环保做出贡献。

1 风能与太阳能的配比

风力发电的特点是功率密度大, 获取容易, 成本较低。其缺点主要是供电稳定性极差。太阳能供电的特点

是比较稳定, 但是供电系统的成本非常高, 占地面积比较大, 系统功率密度和转换效率均较低。

目前常用的太阳能电池的生产工艺是改进的西门子法, 西门子工艺包括电炉熔炼生产冶金级硅(MG-Si)、氯化硅(硅烷)直驱与分馏提纯及纯硅烷氢还原等过程。存在诸多缺点和问题:

(1) 耗能大, 如冶金级硅生产的耗电为1.2万kWh/t左右;

(2) 成品率低, 产生大量的副产物及三废, 环境污染严重;

(3) 对原料的要求较严格, 有粒度和品位的要求;

(4) 生产成本和价格偏高。

为了降低污染和能耗, 人们开发出了冶金法生产工

技术与方法 Technique and Method

艺。首先将金属硅在真空环境下加热熔化,利用电子束去除掉P(磷)。然后在Ar(氩)气体中熔化,用等离子焊枪(Plasma Torch)去除B(硼),凝固后提炼。应用普通金属提炼工序可将金属杂质的浓度降至0.1 ppmw以下。冶金法的整个生产过程无污染排放,而且耗能低。生产每单位重量的多晶硅所耗的能源仅相当于西门子法的1/5。通过铸造法生产多晶硅可以有效提高太阳能电池的生产规模并降低成本,因此太阳能电池是非常有竞争潜力的新能源之一。

风能与太阳能功率在供电系统中的配比选定是一个非常复杂的过程,首先要对通信基站当地的风能资源和太阳能资源进行长期考察,根据风能、太阳能资源状况、系统可靠性要求以及投资的限额,确定风电和太阳能的比例关系。风力和太阳能配置容量比例一般为2:8~4:6,但是在特殊情况下可以不受这个比例的限制。

图1为某风光互补独立供电系统的运行特性曲线。从图中可以看出,当地每天太阳能的发电量基本稳定,而且不会有较长时间的阴雨时间;而风力发电的发电量较大,但是波动性也很大,例如在2010年6月5日左右,当时蓄电池电压处于较低水平,蓄电池处于没有充满的状态,但是较短的时间内通过风力发电就可以将蓄电池充满,日发电量远远高于太阳能提高的电量。但是到了9月份进入枯风期,风力发电量非常小,甚至为零。主要供电由太阳能承担,因此太阳能供电容量的选配必须满足系统的最低要求,而风力发电成本较低,因此可以选配大一点满足快速充电的特点。

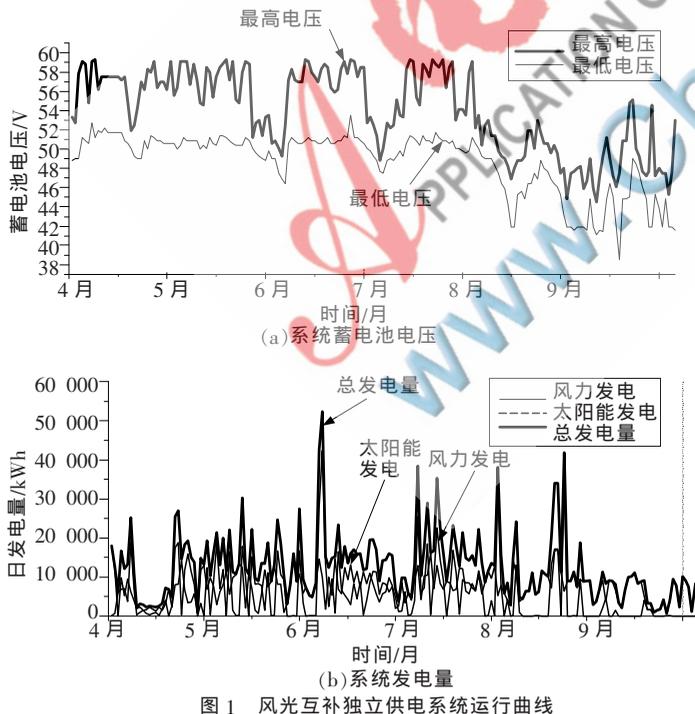


图1 风光互补独立供电系统运行曲线

2 太阳能发电系统的特点

太阳能电池发电的主要原理是半导体的光电效应。

硅原子有4个电子,如果在纯硅中掺入5个电子的原子如磷原子,就成为带负电的N型半导体;若在纯硅中掺入有3个电子的原子如硼原子,形成带正电的P型半导体。当P型和N型结合在一起时,接触面就会形成电势差,成为太阳能电池。当太阳光照射到P-N结后,空穴由N极区往P极区移动,电子由P极区向N极区移动,形成电流。

太阳能光伏电池阵列具有典型的非线性特性。太阳能电池板的输出不仅与太阳能辐射强度有关,还与温度有关。

(1)太阳能电池的短路电流随太阳辐射强度增强而变大,两者近似为成正比关系。在最大功率点之前,随着太阳能电池板输出电压的增大,输出电流减小缓慢。但是,最大功率点是个转折点,该点后,随着输出电压的增大,输出电流急剧减小,导致输出功率亦急剧减小。太阳能电池的开路电压在各种光照条件下变化不大。

(2)太阳能电池的最大输出功率随光照强度增强而变大,且在同一光照环境下仅有唯一的最大输出功率。在最大功率点左侧,输出功率随电池端电压上升而增大,近似线性增大。最大功率点右侧,输出功率随输出电压的增大而急剧下降。

最大功率跟踪(MPPT)的方法有很多,如开路电压控制法OV(Open Voltage),恒定电压控制法CV(Constant Voltage),扰动观测法P&O(Perturb and Observe),增量电导法IC(Incremental Conductance),模糊逻辑控制法FL(Fuzzy Logic),人工神经网络控制法ANN(Artificial Neural Network)以及这些方法的改进方法等^[1]。在这些方法中,目前最常见的是P&O和IC,而P&O以其控制精度高、实现成本低,优势更强。

扰动观察法^[2-3],是一种基于实时控制的MPPT控制算法,它通过对电路施加某一幅度的扰动,改变太阳能电池的工作状态,同时观察并计算太阳能电池板实际输出功率大小。得到当前时刻值后,将其与前一时间值进行比较,通过对比结果确定下次扰动方向,最终得出目标值,从而使得太阳能电池板的工作输出最终稳定在最大功率点附近。

但是在通信基站应用当中,太阳能电池的容量一般在1000W~10000W甚至更大。因此需要多个太阳能电池板串并联组成太阳能电池阵列向蓄电池和负载供电。而不同的太阳能电池板的输出特性并不一致,并且受到云层遮蔽、沙尘影响等会加剧不同太阳能电池板输出的不平衡。如图2所示4块太阳能电池板所组成的阵列,由于每块电池板的输出特性不同使得总输出特性曲线会出现多个极值点。因此扰动观察法在实际应用当中,会陷入局部极值点。所以必须要有全局最优搜索算法来实现最大功率点追踪功能。

3 风力发电系统的特点

风力发电系统具有成本低、容量大等特点。但与太

技术与方法

Technique and Method

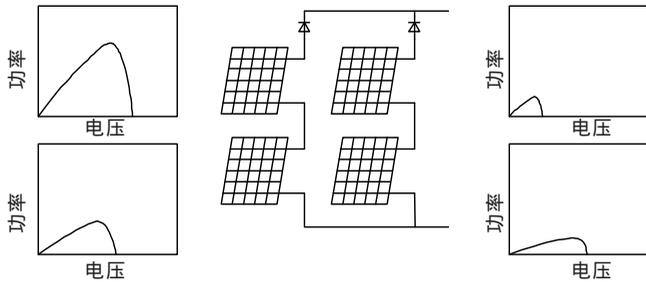


图2 太阳能电池阵列输出特性

与太阳能电池相比,风力发电机的结构复杂,可靠性和安全性需要重点考虑。特别是在风能资源比较好的地区和海岛地区,阵风和极端天气的影响不容忽视。针对通信基站的应用,还要考虑运输和安装等方面的问题。

由于很多通信基站安装在比较高的山顶或者交通非常不便的地方,很多大型的运输和安装工具无法到达施工现场,因此风力发电机的安装主要通过人工来完成,所以风力发电机的单台功率应该选用 1 kW~5 kW 之间。利用先进的塔架结构可以通过有限的手工具就可以实现风机的安装,因此比较适合于边远地区、山顶、海岛等通信基站应用场合。

在通信基站的应用中,风机的选址一般都要安装在基站的附近,因此风机的微观选址可以对风机的发电效率和安全性带来至关重要的影响^[4]。这是因为气流通过障碍物,在下游会形成扰动区,在扰动区风速可能会降低,也可能有强的湍流对风力发电机组运行十分不利,甚至短时因湍流引起的阵风会造成风机机械损害。

要做好风机的微观选址,就要尽量得到风电机组轮毂高度处代表年平均风速、平均风功率密度、风机位置全年风向、风能玫瑰图,各月风向、风切变系数、湍流强度及粗糙度等^[5-6]。还要考虑地形因素对风机的影响,山地对风速影响的水平距离,一般在向风面为山高的 5~10 倍,背风面为 15 倍。且山脊越高,坡度越缓,在背风面影响的距离越远。

为了提高风机发电效率,在风机选址时,首先要了解当地风速和风向资源状况,图 3 为某通信基站的风向玫瑰图,可以看出在基站的 270°~300°方向的风频较

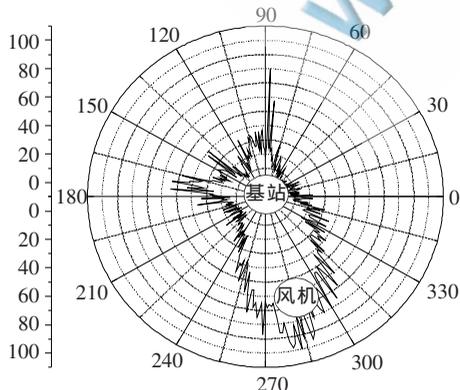


图3 风机选址与基站风向玫瑰图

高。因此没有特殊状况的条件下,需要将风机的选址定于图中 280°方向的位置。

风机的微观选址除了对风向的考虑,还要注意风机选址周围的地势尽量比较平缓,不能有较大的地形起伏,也不能有其他过高的障碍物,以免产生的湍流在极端气候条件下损害风机和桨叶。

4 远程监控技术

风光互补供电的通信基站一般位于比较偏远的地区,因此远程监控技术非常重要。远程监控主要包括:

(1) 遥测。负载总电流、太阳能电池方阵输出电压、太阳能电池方阵输出电流、蓄电池充电/放电电流、蓄电池母排电压、蓄电池运行状态(浮充、均充),风力发电机组输出电压、风力发电机组输出电流。

(2) 遥信。直流输出过流告警、熔断器/断路器故障告警,太阳能电池方阵工作状态(投入/撤出)、太阳能组件方阵故障告警、蓄电池电压告警,风力发电机组工作状态(投入/撤出)、风力发电机组控制器故障、输出过压告警、输出欠压告警、负载下电告警、风机故障告警。

(3) 遥控。远程遥控风机制动、解除制动。风机控制器与太阳能控制器启动、停机,参数设定等。

通过远程监控系统可以实时获取风光互补发电系统以及蓄电池的工作状态。该系统不仅需要检测各种工作状态和数据,还需要对风光互补发电系统进行参数设置和控制操作。利用参数设置功能可以实现远程系统优化控制。利用控制指令还可以控制系统的启动、停车等操作,这个功能在极端天气例如风暴来袭之前可以人工方式将风机制动,更加安全地保护系统的正常运行。利用远程监控系统可以大大降低系统的维护成本,提高系统的效率,见图 4。

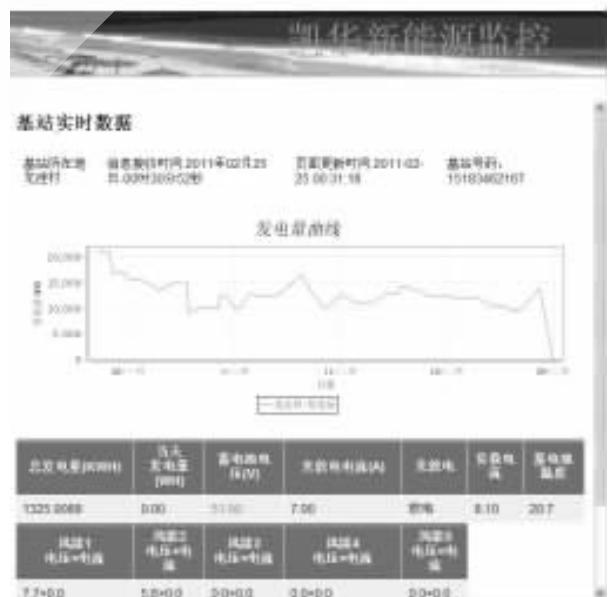


图4 远程监控界面

通过风光互补独立供电系统在通信基站上的应用,可以有效解决市电引入非常困难或者根本无法引入的问题,同时在基站建设中引入太阳能和风能等可再生能源实现节能降耗目标,为建设低碳社会做出应有的贡献。风光互补独立供电系统是一个非常复杂的系统,在实际应用中需要对整个系统综合考虑以便使系统的应用效果最佳。

参考文献

[1] 刘卓,刘克富,赵海洋,等.智能太阳能最大功率跟踪系统[J].光源与照明,2010,6(2):34-38.
[2] 刘卓.太阳能LED照明系统[D].上海:复旦大学,2010.

[3] HOUGH P. Trends in solar energy research[M]. New York: Nova Science Publishers, 2006.
[4] 连捷.风电场风能资源评估及微观选址[J].电力勘察设计,2007,4(2):71-73.
[5] 董宏,张飘.通信用光伏与风力发电系统[M].北京:人民邮电出版社,2008.
[6] 都志杰,马丽娜.风力发电[M].北京:化学工业出版社,2009.
(收稿日期:2011-07-01)

作者简介:

孟奇,男,1976年生,工程师,主要研究方向:通信工程。
陈阳,男,1979年生,助理工程师,主要研究方向:通信工程。

