

控制器在太阳能路灯中的应用

北京远方动力可再生能源科技发展有限公司 侯现伟 房建国

太阳能作为清洁能源正被广泛地应用于各个领域。2005~2008年间,北京市农村工作委员会持续启动太阳能“村村通”工程,太阳能路灯照亮了乡村街道,成为北京市新农村建设中一道靓丽的风景线。

而太阳能路灯发电系统中,控制器作为平衡部件(BOS)之一,起着极其重要的作用。本文针对目前太阳能路灯工程中如何选择、使用控制器,并使之与整体系统最佳匹配使用进行了论述。

一、太阳能路灯的工作原理

太阳能路灯可以被看成是小型的离网发电系统,它利用太阳能电池组件发电、蓄电池储能及控制器控制蓄电池的充放电来工作。

太阳能电池组件是光伏系统的发电装置。白天,在阳光照射下太阳能电池组件通过光生伏打效应产生光伏电压和光生电流,所产生的直流电通过控制器为储能蓄电池充电。这时,电能被转化为化学能储存在蓄电池中。到了夜晚,太阳能电池组件停止发电并向蓄电池充电,蓄电池通过控制器对光源放电。此时,蓄电池的化学能转化为电能。所以,太阳能路灯在一昼夜完成一个充放电循环,即太阳辐射能→电能→电化学能→电能→电光照明,如图1所示。

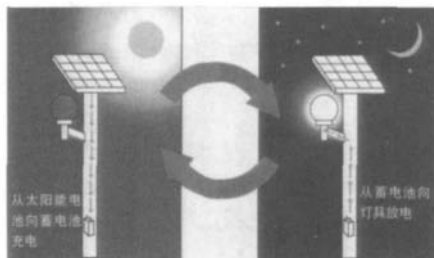


图1 太阳能路灯充放电循环示意图

与普通离网发电系统不同的是,太阳能路灯一般采用直流光源,不需要逆变器对其进行转换。另外,由于路灯在夜间工作,一般控制器需要具有光控、时控等功能。因此,控制器在太阳能路灯的能量转化系统中起着极其重要的控制作用,光伏系统的性能好坏与控制器有着重大关系。可以说,控制器是光伏系统的核心。下面就控制器的作用进行详细探讨。

二、控制器的作用

(一) 定义

控制器是自动防止蓄电池过充电和过放电的设备。既然是为了保护蓄电池,我们就需要对太阳能路灯的储能部件——蓄电池有所了解。直接影响蓄电池内在质量的两个技术指标为:蓄电池的放电容量和蓄电池的循环使用次数,即使用寿命。蓄电池厂商对蓄电池的设计寿命一般为10年以上,但在实际使用中,一般不足5年,这与设计标准相差甚远。其主要原因是蓄电池使用不当或者使用环境温度过高,造成蓄电池失水过多、过快,使蓄电池的化学反应无法进行,致使蓄电池寿命提前终止。此外,用户在使用过程中,长期进行过充,致使大量的水被电解,产生气体,从安全阀中散失,也减少了蓄电池的寿命。试验证明,电解液中的水分损失20%以上,蓄电池的容量也将损失20%以上。蓄电池容量低于80%,标志着蓄电池寿命终止。然而,如果太阳能电池组件的设计功率不足,发电量不能满足负载的用电量,蓄电池将长期处于充电不足或放电后不能及时补充状态,致使蓄电池电解液中的纯硫酸盐化,负极板生成粗大难溶的硫酸盐,电解液中活性

物质降低,电池容量变小,同样也会使蓄电池寿命终结。使用过程中会发现蓄电池充电时很快就充满了,但是用电时也很快就放空了,根本无法正常使用。

另外,蓄电池的使用受温度影响也较大,蓄电池容量与温度曲线如图2所示。

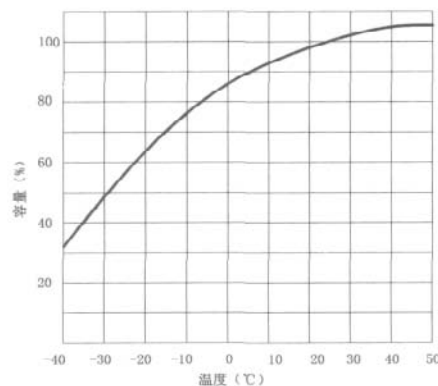


图2 蓄电池容量与温度曲线

所以,在太阳能路灯系统中,蓄电池容量和过充过放电电压点的选择需要考虑环境温度的影响。

(二) 由于蓄电池在系统使用中如此“娇贵”,所以控制器作为蓄电池的保护者体现了它的重要作用。

1. 充放电保护功能

根据充电方式,控制器可分为开关型控制器和脉宽调制型(PWM)控制器。两种控制器都具有充满断开(HVD)、欠压断开(LVD)和恢复功能。也就是说,当蓄电池电压升至过充点时,控制器能自动切断充电;当蓄电池电压降到过放点 $[(1.80 \pm 0.05)V/只]$ 时,控制器能自动切断负载。而当蓄电池电压回升到充电恢复点 $[(2.2\sim 2.25)V/只]$ 时,控制器能自动或手动恢复对负载的供电。

开关型控制器与脉宽调制型控制器的主要区别在于充电回路是否有特定的恢复点。简单的开关充电控制器,每到充电控制设置点,控制器就切断充电电流。这种控制使蓄电池平均只能达到 55%~60% 的荷电状态,容易造成蓄电池电解质的分层和极板上沉淀活性物质,从而增加内阻,进一步降低充电效率。脉冲宽度调制控制器,是通过在 PV 方阵与蓄电池间串联场效应开关,在必要时调制信号脉冲宽度,以减少充电电流使蓄电池电压维持在一个恒定范围。PWM 控制可使蓄电池平均荷电状态达到 90%~95% 的水平,这样可提高蓄电池的充电效率和容量、减少老化效应、延长使用寿命,如图 3 所示。PWM 控制较高的脉冲电压能够穿透网板和活性物质间的电阻层,减少气泡形成,进一步改善蓄电池的充电效率并减少释气。

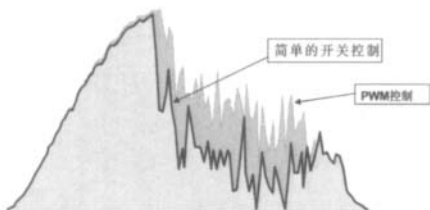


图3 PWM控制比简单的开关控制每天给蓄电池多充30%左右的电

2. 其他保护功能

控制器除了其主要的充放电保护功能,还具有温度补偿、负载短路保护、内部短路保护、反向放电保护、极性反接保护及雷电保护等功能。

3. 控制器功能的延伸

控制器除了上述功能,根据太阳能路灯特殊的运作方式,还具有其他功能。

1) 光控

由于太阳能路灯晚上工作,而又无人值守,因此需要控制器能在天黑时自动亮灯。控制器厂家使用最多的方法是采用单片机监测太阳能电池组件的电压,即确定一个电压点,当天黑时,太阳辐照度慢慢减弱,太阳能电池组件电压降低,降低至确定的电压点时,接通负载,灯亮。

2) 时控

从灯亮开始,工作至设定的时间。关闭输出,灯灭。

表1 某太阳能路灯政府招标项目的技术要求

序号	名称	型号规格及主要技术参数
1	太阳能路灯	12V/18W
2	密封型阀控式铅酸蓄电池	12V/80Ah
3	灯杆	安装高度 5m
4	晶体硅太阳能电池板	12V/70W _p
5	控制器	12V/10A

表2 70W_p 太阳能电池组件参数

MONO or POLY (单晶或者多晶)	MONO
Maximum power(W _p)(最大功率)	70
Maximum power voltage(V)(最大工作电压)	17.21
Maximum power current(A)(最大工作电流)	4.069
Open circuit voltage(V)(开路电压)	22.01
Short circuit current(A)(短路电流)	4.58

3) 双时段

可满足某些需要晚上和早上亮灯,而中间部分时间不需要亮灯的特殊要求。

4) 双路控制

分成两路输出分别控制两个光源,适用于需要分时亮灯的双灯头路灯。

5) 半功率输出

根据 LED 光源的特殊性质,控制器和恒流源结合实现半功率输出,有效地节省了用电量,降低了系统造价。

总之,产品服务于市场,控制器将根据市场的需求具备更多功能。

三、控制器的合理选用

在太阳能路灯发电系统中,正确选用控制器是非常必要的。如果控制器容量太小,则不能满足系统运行要求,造成充电电流过大而损坏,如果容量过大,则增加了成本,造成浪费。

目前,控制器按照电压来分类,可分为直流 12V、24V、36V、48V。在太阳能路灯系统中,常用 12V 或 24V。正确选择控制器的方式为:首先,确定系统直流电压,在太阳能路灯发电系统中由光源或太阳能电池组件确定。直流光源如果是 24V 的,那么控制器、太阳能电池组件、蓄电池都应该选择 24V。当然,也可以根据太阳能电池组件的电压来确定光源。一般蓄电池和控制器匹配性很强,可以最后确定。其次,需要确定控制器的容量。现在市场上流通的控制器容量一般按照控制器所能承受的最大充电电流表示,分为 5A、10A、15A、20A、30A

等。太阳能电池组件的最大充电电流不允许超过控制器的充电电流。一般用户会将太阳能电池组件的峰值功率除以控制器电压来确定所选控制器的充电电流,这种方式是错误的,以下通过实例阐述此问题。

某太阳能路灯政府招标项目的技术要求,如表 1 所示。根据标书要求,采用 70W_p 的太阳能电池组件,需要选用 12V/10A 的控制器。而 70W_p 的太阳能电池组件(如表 2 所示),其最大工作电流为 4.069A,短路电流为 4.58A。太阳能电池组件的光生电流只取决于入射光的辐照度,根据太阳能电池组件工作的 IV 曲线(如图 4 所示)可知,组件无论工作在何种状态下所产生的电流均不会超过它的短路电流,也就是不会超过 4.58A。这样,我们选用 12V/5A 的控制器就可以满足系统要求了。

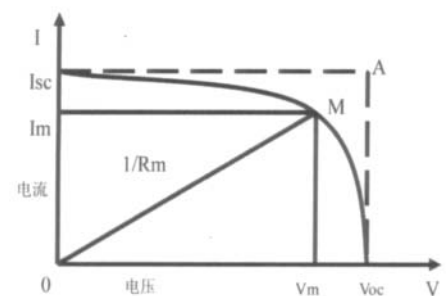


图4 太阳能电池组件的输出曲线

总之,太阳能路灯市场正在迅猛发展,控制器作为太阳能路灯发电系统的核心部件,应根据市场需求不断加快开发速度。针对不同的用途,开发出相应匹配的控制器,这样将有利于促进太阳能路灯的长远发展。 (责编:侯艳丽)