

# 太阳能光伏逆变器控制策略

李智强

6127011987 \* \* \* \* 4039

DOI:

**【摘要】**近年来,随着国家能源结构调整、环保压力增大,新能源技术在进行大力的推广与使用. 逆变器作为主要的光伏发电系统核心转换器设备,逆变器必将成为我国光伏发电市场的必争之地和重点研究对象,本文首先对光伏逆变器现阶段的发展进行了分析,然后对逆变电路的控制器设计进行了分析,最后提出了太阳能光伏逆变器控制策略。

**【关键词】**太阳能;光伏发电系统;控制策略

1970年代的石油危机,环境污染和能源短缺使人们逐渐发现,完全依靠传统的化石类能源无法满足人类的能源需求。这就是每个国家都开始发展清洁能源的原因。因此,太阳能发电凭借自身的优势发展非常迅速。同时,为了更好地发展,我国还提出了许多政策以支持太阳能光伏发电的发展。由于我国拥有丰富的太阳能资源,因此在太阳能发展方面具有明显的优势。传统的光伏并网系统通过逆变实现最大功率点和并网电流控制的功能。从结构的角度来看,传统的太阳能光伏并网系统成本低且效率高,并且适合于创建大型太阳能光伏电站。如今,我国仍然是传统的能源结构,主要由化石能源(例如煤炭和石油)主导。太阳能光伏发电有巨大的发展空间。

## 1 光伏逆变器现阶段的发展

在过去的十年研发中,世界光伏产业产值的年平均增长率为 57.1%,并且是世界上发展最快的产业之一。近年来,对太阳能光伏系统的重大技术投资也取得了飞速发展。逆变器控制技术的基本原理是将信号从直流转换为交流以进行传输,并结合相关的调制技术。在 1960 年代,德国 A. Schonung 首先提出使用脉宽调制技术。从那以后,正弦波 PWM (SPWM) 技术由 S. R. Bowes 提出,这种变化是对整个脉宽调制技术以及更强大的电子设备技术的革命性发展,反过来又成为技术变革的理论基础。随着新能源生产技术的不断发展,国内外许多研究机构对光伏逆变器及相关主题进行了广泛而深入的研究。

1980 年代初,我国开始研发逆变器,我国根据光伏市场的需求出台了相关补贴政策,2014 年底,我国光伏发电达到 4GW 以上的光伏发电量。通过实施多项次光伏发电补贴政策,我国推出的“金太阳示范工程”,环境和政策将促进我国光伏发电技术的积极发展,并在光伏领域处于世界领先地位<sup>[1]</sup>。

## 2 逆变电路的控制器设计

反相电路使用双回路。典型结构如图 1 所示。图 2 通过 PLL 调整了外部 DC 电压总线环路后,可以看到内部电网电路的基准值增加。经过 PLL 调整后,产生了 SPWM 驱动信号。由于仅一个 Buck 在进行工作,因此光伏发电系统可以简化为“Buck”电路。为了使系统能够正常工作,必须使所选外环电压的带宽小于当前内环的带宽。因此,笔者编写了一个框图,用于设计外部电压环路和电流内部环路进行探究。

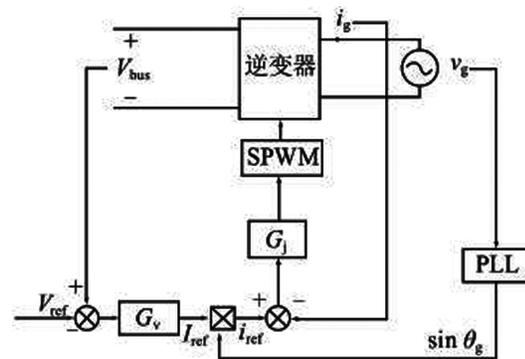


图 1 集中式逆变器的控制结构示意图

### 2.1 电压外环

逆变器电压环路的工作原理并形成外部环路电压的控制框图(图 2)。图 2 显示了作为外部环路 PLL 调节器的  $G_V(s)$  电压。HDFC 是设置 PLL 后接收到的当前内部环路的参考值,  $P_{in}$  代表逆变器的输入功率。  $P_{out}$  表示逆变器输出上功率。  $P_c$  表示输出电容获得的功率<sup>[2]</sup>。

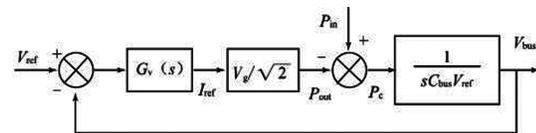


图 2 电压外环的控制框图

## 2.2 电流内环

通过分析逆变器电流内环的功能原理,并实现该功能控件以创建当前内部循环的控制框图(图3)。图3显示了Ge(r)电流内环PLL控制器。RL代表Buck电路的寄生电阻。Iref表示由外部电压环路提供的输入电流的参考值。

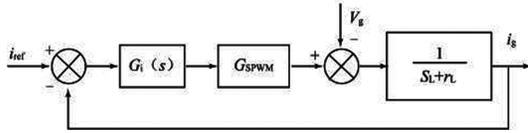


图3 电流内环的控制框图

## 3 太阳能光伏逆变器控制策略

当前,根据原理控制,大多数逆变器中使用的控制方法可以分为两类:①经典控制策略的逆变器;②采用现代控制策略逆变器。

### 3.1 经典控制策略

①电压均值反馈控制。该控制策略的主要控制方式是提供目标电压值,通过反馈采样设备提供的采样值,并使用采样值和目标值之间的差值通过反馈获取误差值,然后将该误差值作为基础建立新的PI配置反馈系统,然后进行输出。为了获得可控制的输出,具有恒值调节系统,电压均值反馈主要优点是无净差输出,主要缺点是系统响应缓慢②电压单闭环瞬时值反馈控制。该控制主要使用瞬时值作为预定目标值,通过将反馈采样设备给出的瞬时电压值建立反馈,对误差进行PI调整。其控制策略会有一定相位延迟,系统中具有净差。因此,这种控制策略的稳态误差不是很好,但是系统会快速响应。③基于电压均值的电压单闭环瞬时值控制方法。使用来自单回路闭环系统稳态误差不是很好,但是电压均值反馈可以抵消这种缺点。因此,PI配置可以立即基于电压瞬时值增加一个均值电压控制系统,大大减少了原系统的稳态误差。④电压、电流相结合的双闭环瞬时控制。单闭环控制系统对应于单回路直流电机的转速。抵抗负载扰动方面有很大的误差。只有将负载扰动对系统输出的电压或速度的影响输出后,控制器才可以反应,因此,可以添加一个外部环路电压来调整当前电流内环,当负载受到干扰时,由于电流的内环可以快速,及时地抑制负载波动的影响,因此可以通过调整电压来提高抗扰度,改

善控制性能<sup>[3]</sup>。

### 3.2 现代控制策略

①基于多变量的状态反馈控制。此方法可以任意配置系统的极点并改善系统的动态特性。但是,一旦在该控制策略中建立了系统状态变量模型,就很难估计实际的动态负载特性,为了克服这种不足,可以将当前系统重添加负载电流补偿环节,以进行强大的系统评估,改善系统的动态质量,并提供更好的完整性和动态一致性。②无差拍控制。该控制策略是将给定的正弦波在几个周期内按固定间隔分割,使用预测的算法来计算每个周期的起始值,然后计算到周期结束值。通过合理计算测试周期的初始值,系统输出的波形与参考的波形偏差不大,与参考波相对应。③滑模变结构控制。这种控制策略本质上是一种非线性控制技术,它使用某种形式的闭环控制将状态变量沿着某一设计好的滑面运动,这种控制策略的优点是该系统不易受参数或干扰变化的影响,具有很高的耐用性,但是很难确定理想的滑面,必须以高频率进行移动。④模糊控制。该控制策略与智能控制相关。与传统控制方案相比,是控制理论发展的高级阶段。这不依赖于系统的数学模型,这是模糊控制的主要优点。在存在非线性,不确定对象问题的系统中,通常可以采用此策略控制。⑤重复控制。重复控制的原理是内膜控制技术的基本思想。该控制方法可以假设指令和扰动信号做一个内膜控制,并实现输出无净差,但该方法的动态响应较差,需要较大的内存<sup>[4]</sup>。

## 4 结语

太阳能光伏作为一种新能源,近年来一直在迅速增长。逆变器作为太阳能光伏发电系统的核心控制,是确保光伏发电实现高质量,稳定,安全运行的前提条件,是光伏发电的重要组成部分。就整个太阳能系统的能源效率和输出功率而言,起着至关重要的作用。高性能数字信号处理器的出现,一些先进的控制策略在太阳能光伏并网控制系统的应用成为现实,逆变系统是光伏并网发电系统的重要组成部分,随着新能源技术的发展,光伏并网逆变器需要增加新功能。应当改善太阳能光伏并网系统的控制性能和抗干扰性能,为了系统安全,可靠和高效的运行,在控制策略方面还需要进行大量的研究工作。

## 【参考文献】

- [1]陈瑞睿,陈辉明,王正仕. 光伏发电系统并网逆变器控制策略研究[J]. 机电工程,2014,30(5):619-622.
- [2]谢萍,刘永强,马士超,等. 光伏系统并网逆变器控制策略[J]. 低压电器,2014(14):24-27.
- [3]卢雄伟,胡质良,刘斌. 逆变器母线电压纹波补偿的研究[J]. 电子设计工程,2015(23):165-169.
- [4]解立辉. 小功率光伏并网逆变器控制策略探讨[J]. 电子世界,2016(10):91.