

# 探究光伏发电系统中无功补偿控制的有效措施

初绍瑞\*

安徽合肥阳光智维科技有限公司, 安徽 230088

**摘要:** 光伏发电有着以昼夜为周期的变化特点, 所以对整个电网系统而言其会带来冲击性与多变性负载, 容易引发电压波动, 这类问题的产生必然会影响到整个电网系统的平稳运行, 为此将无功补偿设备融于其中就显得尤为关键。本文就对无功补偿控制在光伏发电系统中的有效运用措施进行研究, 希望对相关工作者有所帮助。

**关键词:** 光伏发电系统; 无功补偿控制; 电网

## 一、引言

新能源的出现为人类社会的发展提供了无限可能, 将太阳能转换成电能不仅转换效率高, 也不会对自然环境造成负面影响, 也正因如此光伏发电技术被广泛运用开来, 其涉及领域越来越广, 特别是在一些日照充足的地区更为普遍。光伏发电的原理是通过光伏效应来发电, 半导体器件收集“阳光”后被赋予输出电压的功能, 为在迎合光伏发电特性的同时保障电压输出平稳, 就需要在系统中加入无功补偿控制措施, 为此我们首先就需要搞懂无功补偿设备的基本运行原理, 借助SVG设备以保障光伏发电系统的正常运转, 提高发电效率。

## 二、光伏发电系统输电研究

其实光伏发电是一个能量转换的过程, 遵守能量守恒定律, 但相对于传统转换效果来说, 有着资源消耗少、转换效率高的特点。光伏发电系统是由从光伏组件、逆变控制器等部件构成, 在运转过程中, 光伏组件有着突出作用, 是无可置疑的核心部件, 该部件主要是由多晶硅薄膜与单晶硅组成, 单晶硅片和二极管有着异曲同工之妙, 两者的工作原理也高度相似, 其都是通过电子单向流动所成电流来达到发电效果。为此, 光伏发电的条件相对简单, 只需要热辐射与通过光即可完成<sup>[1]</sup>。

## 三、光伏发电无功功率研究

光伏发电系统的交流电路中存在电容与电感两种元素, 运行过程中经流两端的电流与电压之间会产生 $90^\circ$ 的相位差, 因此会出现无功功率, 它不产生有功, 也不消耗有功, 但可以帮助建立电磁能量转换, 而这部分的能量虽然不会被消耗, 但其也参与了电源与负载之间的能量转换。无功功率并不是说该功率没有实际用途, 事实却正好相反, 其是组成电动机、变压器旋转磁场产生的关键条件, 若没有无功功率不仅变压器不能随意的转换电压、电动机也无法转动。无功功率又能划分为容性无功功率与感性无功功率, 容性无功功率是指在纯容性负荷电路中, 电压落后于电流 $90^\circ$ 相位差; 感性无功功率是指在纯感性负荷电路中, 电压超前于电流 $90^\circ$ 相位差。

在光伏发电系统中我们又可以按照作用位置的不同将无功功率分成两大类型。

### (一) 变压器无功

指变压器在运行过程中所产生无功功率, 通常情况下其容性无功功率较小, 而感性无功功率能随着负荷电流的增加而提升, 这也是光伏发电白昼期间内无功功率变化较大的直接成因。

### (二) 线路无功

指电缆线路、架空线路在运行过程中所产生的无功功率, 通常情况下电缆线路中的容性无功功率较大、在运行的过程中状态稳定、功率变化不大, 感性无功与其相比要小得多; 架空线路与电缆线路相反, 其中的容性无功较小, 但运行过程中也始终保持稳定状态、功率变化不大, 而相比之下感性无功则会受到负荷电流影响, 变化不稳定。

## 四、光伏发电无功补偿的优势研究

为了保障光伏发电系统的稳定性, 就需要采取有效措施对配电网中的各项设备进行保护, 而提高无功补偿质量,

\*通讯作者: 初绍瑞, 1981年9月, 男, 蒙古族, 辽宁朝阳人, 现任安徽合肥阳光智维科技有限公司中级工程师, 本科。研究方向: 火力发电、垃圾发电、光伏发电厂的建设、调试。

则能通过负荷的增加,进一步提升电力系统内部电压的稳定性,起到降低变电设备投资建设与运营维护成本的功效。

#### (一) SVC装置的优势

SVC装置的有效运用能够进一步降低电路上的工作电压,有效避免因输出功率异变所引发的工作电压不正常起伏,保障电力网的静态可靠性。当然在实际运转的过程中,其能为输配电线路的正常工作奠定基础,提升电力网暂态过程稳定性。

#### (二) SVG无功补偿系统的优势研究

该系统有着良好的调节的功能,可按照实际需求的变化迅速做出调整来实现无功补偿。在光伏电站满载发电时能进行容性无功补偿;在不发电的情况下能进行感性无功补偿,如果系统中的补偿电容充足,通过SVG补偿装置能始终将电网系统的功率因素控制在1.0左右。在电力系统运行过程中容易遇到谐波问题,在拥有非线性负荷的设备中时有发生,可以说其已经成为一种属于非线性负荷的特有属性。在光伏电站中,逆变器作为重要的组成元件,其本身就带有非线性负荷,所以在实际运营中很容易产生谐波,而SVG能从一定程度上有效抑制谐波大小,若拥有足够的补偿容量还能与谐波相互抵消,将谐波的产生量降低在国家允许的标准范围之内。SVG除了拥有的良好的补偿能力与谐波抑制性之外,反应速度快也是其一大优势,有关数据表明,相比于之前的动态的补偿装置而言,SVG抑制电压善变的能力要高出四到五倍,实际效果明显,可以说是目前无功补偿设备响应速度上最拔尖的存在,自动投切装置虽然仅需短短就可快速响应,但SVG只需10 ms。

SVG无功补偿最突出的优势就是其极强的稳定性与安全性,在实际运转过程中它根本不受系统参数影响,且其短时电流过载力强,只要在额定电流的百分之二十五之下的都可能过载。SVG中的IGBT元件是可断开元器件的一种,且独立运行,这样的设计与设置方式不仅能有效控制谐振问题的产生,同时在某一元件出现问题后也不会影响到系统的正常运转,以此保障与提升SVG整体的可靠与安全性<sup>[2]</sup>。

### 五、光伏发电系统中无功补偿控制的有效措施研究

#### (一) SVC装置的运用

SVC其实就是用可控硅阀去控制可调电抗器,其与电容器并联后能组建成为吸取或供给系统无功功率的装置。在实际运用中,我们可以将SVC当成一个动态无功源,其能根据电网需求进行调节变化,既能吸收多出的感性无功,也能提供容性无功。抗电器作为SVC的核心组成部分,其能吸收多出的容性无功,其是在可控硅阀的控制下进行调整,保障电网中SVC接入点无功量正好能起到稳定该点电压的作用,从而达到无功补偿效果。在随着光伏发电技术的不断发展,输配电系统与变压器也融入其中,虽然对发电规模扩大与效率提升有所帮助,但也容易出现电压不稳的情况,而SVC的有效运用不仅能在电网故障以动态的方式支撑电压,也能大大降低并网光伏发电系统脱网几率,可谓一举多得<sup>[3]</sup>。

#### (二) SVG装置的运用

SVG与SVC就相差一个字母,但却有着“千差万别”,SVG是一种较为先进的静止无功补偿装置,其是在电子电力技术不断发展的基础上产生并运用开来的一种技术,不仅突破了传统无功补偿技术的限制,更推动无功补偿装技术的发展。SVG主要是由控制运算、装置检测、补偿输出三大基础模块组成,其就是借助控制运算模块的优势功能对所得到的电流信息进行分析,为控制器补偿信号发出与逆回路输出补偿电流奠定基础。

在实际运用中我们不难看出,DC、AC是SVG装置的两大重要组成部分,而AC直接连入到电力系统中。在设备运转过程中,SVG装置会首先用转换器把来自电力系统的AC电力逐步转换为DC能量,并将其存储在相应的装置内,之后转换器会将DC上的电流与压降转换成AC所能承受的压降并传回到电气系统中,如此形成一个有效循环。在使用桥式逆变器电路时,AC电压的相位、电流、输出浮动可以起到控制电路的效果,相关工作人员只要根据项目的实际情况,去调整DC与AC电流,便可使逆变装置成功发出、消耗无功功率。

从整体上来看,SVG的基础控制策略就是做好检测环节,对大电网所发出的信号进行时时把控,在之后的控制环节内去根据检测过程中所掌握的信号对逆变电路的补偿大小与通断进行把控,最后在驱动环节中利用自身所发出的脉冲信号去触发电路。在检测环节中该设备能通过其所持有的感测器去接收电网暂态电流、电压以达到检测电流信号的效果,并通过预先设定好的程序与公式去计算无功电流的大小,以此作为下一环节的输入信号,在控制环节中对经检测后计算得出的无功电流信号与根据项目特性所提前设定的基础参考值进行对比,产生驱动信号,之后将驱动信号输出到驱动电路中,从而实现光伏电网无功补偿<sup>[4]</sup>。

近些年,我国光伏发电项目的数量不断增加,SVG技术运用也更为频繁,在实践中形成了一套较为完备的装备与理论体系,并被大面积运用于项目中。根据光伏发电昼夜间断性发电的特征,就需要相关人员对无功投入率进行把控以保障电网的安全运转,随之而来的是更多的下网电费、场地使用电量,在一些大型光伏电站建设的过程中,其施工周期较长、项目规模大、无功补偿装置数量多且在同一母线上运行,因而容易出现各设备“出力”不均的问题,大大提高了设备损坏率、降低使用寿命,为此,相关单位就需要积极运用恒电压、恒无功、恒功率等模式,以达到维护光伏发电系统长期稳定运转的效果。除此之外,若AVC指令能够被电网追踪,经常会出现因无功负荷分配不均而引发的设备故障,所以在使用AVC控制中,就需要我们重点考虑适应项目特性的均衡分配方法,避免无功过度集中。当然为降低场用电量,相关人员可根据无功出力过程中设备的发热情况进行调整,若温度较低则可停用散热风扇,起到的降低功耗的效果。

### (三)着力分散就地补偿

其实我们所说的分散就地补偿,最为常见的实用场景就是在大工厂之中,这是因为工厂中有很多耗电量较多的大型设备,为满足每个设备的特性需求,一般都会对其进行特殊处理,利用单独无功补偿的方式,将相关的辅助设备安置在主设备旁边,彼此之间保持密切联系,要运转的时候同时运转、要断开的时候同时断开,这种补偿方式相对于高低压集中补偿而言,效果更优、稳定性更强,不仅能在运转过程中维持系统内的电压平衡,还能有效降低能源消耗。

在实际操作中,相关工作者应结合项目情况进行选择,切不可照搬挪用、盲目推崇,需注意一下几个要点内容。

1. 系统中的功率因数越高,每千伏补偿容量所起到的减耗作用就越小,通常情况下将功率因数扩大至0.95是比较合理的一种选择。

2. 在负荷较轻的环境下,要对补偿量进行调整,以免因过度补偿导致无功功率损耗增加,从而影响整个光伏发电系统的稳定性与经济性。

3. 分散就地补偿不能用于大容量电气设备中,这是由于该类设备的运转往往会伴随高次谐波的出现,如若采用分散就地补偿的方式则有助于谐波次数的增加,根本无法保障供电质量。

5. 该补偿方式不适合用在正反轮不停转换与电动机频繁启动的设备中,杜绝不必要的电能消耗。

6 在采用该补偿方式时,应该配备专门电力电容器,如若项目决策者非要使用不匹配的普通电容器,不仅投资成本大,且无用消耗多<sup>[5]</sup>。

## 六、结束语

综上所述,我们不难看出光伏发电作为一种新兴技术,其与我国走资源节约、环境保护的可持续发展路线相符,该技术兼顾清洁与稳定性的同时给我国带来的更多能源。无功补偿技术的运用无疑能够让光伏发电事业走上一个崭新台阶,但在实际操作中还是需要相关工作者不断学习、不断创新,结合项目实际情况提供有针对性地改进策略,为我国的建设与发展奉献自己的一份力。

### 参考文献:

- [1]徐亮.无功补偿及消谐装置在工厂供电系统中的应用分析[J].科技资讯,2018,16(16):34-35.
- [2]胡宝华,陈伯建,丁胜,饶尧,王宇.基于配电网无功补偿技术的节电量快速测算方法[J].节能技术,2018(03).
- [3]王多,陈良耳,陈仕彬,智勇,汤奕.大型光伏电站无功优化协调控制策略[J].沈阳工业大学学报,2018,40(04):368-374.
- [4]刘中原,王维庆,王海云,王海峰.并网型光伏系统无功电压稳定性控制策略研究[J].电力电容器与无功补偿,2017,38(06):130-137.
- [5]邓棣清,黄建中.生态脆弱带上光伏电站的生态环境管理策略探究[J].节能与环保,2019(8):79-80.