

[光伏发电]

分布式光伏电站电能质量检测方式和评估方法探究

文/光伏发电系统控制与优化湖南省工程实验室 钟坤炎

分布式光伏电站建设分散，并网点多，电能质量或多或少存在问题，但目前国家对分布式光伏电站发电并网缺少相关强制标准。以光伏扶贫电站为例，探讨分布式光伏电站电能质量的检测方式，评估需进行电能质量检测的具体案例，为日后相关光伏电站验收标准的制订提供依据。

光伏发电是一种新能源发电方式，相较于传统的发电方式，有其自身的独特性。在我国，发电量占绝对优势的是火力发电，火力发电厂的主设备是发电机，它能直接发出较高电压等级的三相交流电。光伏电站不能直接发出交流电，根据光电效应，光伏组件材料吸收光子释放出电子，电子定向移动形成直流电流。直流电流汇集后经过光伏逆变器，输出三相交流电，之后直接并网或通过升压变压器升压并网。光伏电站的特殊性在于首先必须有光照，夜晚不能发电，白天也要保证有足够的辐照度，阴雨天辐照度不够会造成逆变器停机。因此光伏电站所发电能受外界因素影响明显，发电功率波动大。功率波动会引起并网点电压、电流和频率的变化，而逆变器由于使用高频开关元件，会引起高次谐波问题。这些电能质量问题会干扰电网中各种电器元件的正常运行，加大系统损耗，甚至导致安全事故。特别对于分布式光伏电站来说，因为其容量较小，数量众多，并且由于国家大力开展光伏扶贫项目建设，大量的电站建在偏远地区，并网点分散，电站设计存在诸多不规范之处，后期很多电站也缺乏维护。所以分布式光伏电站电能质量存在的

问题更突出。目前，国家对分布式光伏电站电能质量检测缺乏强制性条文。本文将基于分布式光伏电站对电能质量的检测方式方法做探究工作。

电能质量的内容及要求

电能质量指各种发电方式下所发出电力的品质。我国的电力系统采用三相交流传输方式，各相为标准的50 Hz正弦波，相位相差 120° 。当偏离这些要求时，就会产生电能质量问题，包括供电电压偏差、电压波动和闪变、三相电压不平衡和公用电网谐波等参数。

供电电压偏差是指实际电压偏离额定电压的百分值。20 kV以下的三相供电系统允许值为 $\pm 7\%$ 。

电压波动和闪变是指电压有效值连续的改变和瞬态的跳变。对于低压系统，即电压等级1 kV以下的系统，电压波动频度较低时，电压波动不能高于4%。闪变限值 $P_{st}=1$ 。

三相电压不平衡是指对于三相交流电系统，相位不是严格的相差 120° 或者电压的幅值不相等，或者同时存在两者的情况。对于电网的公共连接点，三相电压不平衡度不应大于4%。

基金项目：湖南省工程实验室专项课题（项目号：Lgy17gz004）

公用电网谐波是指在电力系统中,除去基波含量的其他高次含量值。我国的电网频率是正弦50 Hz。当电网中出现非周期分量时,根据傅里叶变换,电压或电流的展开式中除了50 Hz基波含量外,还包括50 Hz整数倍(大于1)的其他高次含量。如对于380 V系统,电压总畸变率限值为5%,奇次谐波含有率限值为4%,偶次谐波含有率限值为2%。380 V系统的谐波电流,短路容量取10 MV·A,2~10次谐波电流限值依次为78 A、62 A、39 A、62 A、26 A、44 A、19 A、21 A和16 A等。

分布式光伏电站电能质量的检测方式

分布式光伏电站建设方式多种多样,可以建成地面式、屋顶式和渔光互补式等。为了便于各类电站电能质量的检测,检测装置最好采用手提便携式。下面以某光伏扶贫电站为例,介绍一种手持式电能质量分析仪的检测方法。该光伏扶贫电站为地面分布式光伏电站,建设容量60 kW,光伏组件为诺诚NC-6M275/30型号,共216块。采用茂硕ST60KTL型号逆变器一台,逆变器输出电压为三相380 V,通过配电柜直接并入电网。电站外观、逆变器铭牌和配电柜接线分别如图1、图2和图3所示。



图1 电站外观



图2 逆变器铭牌



图3 配电柜接线

手持式电能质量分析仪具备测量频率、电压有效值、电流有效值、功率、电压电流谐波、谐波功率、不平衡度和闪变等参数的功能。配备鳄鱼夹5个,电流钳4个。测量准确度方面,频率精度 ± 0.001 Hz;电压、电流准确度为标称值的0.1%;功率准确度0.5%;电压电流谐波准确度误差小于0.05%;不平衡度准确度 $\pm 0.2\%$;闪变准确度 $\pm 5\%$ 。检测方式分为一相检测方式和三相检测方式。检测位置位于光伏电站的配电箱内。

对于一相检测方式,需3个鳄鱼夹,2个电流钳。鳄鱼夹分别夹火线、零线和地线,电流钳分别夹住火线和零线。接线图如图4所示。

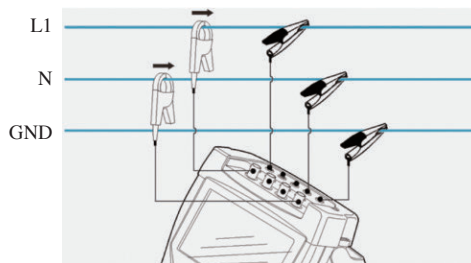


图4 一相检测方式接线图

对于三相检测方式,需5个鳄鱼夹,4个电流钳。鳄鱼夹分别夹三根火线、零线和地线,电流钳分别夹住三根火线、零线。接线图如图5所示。

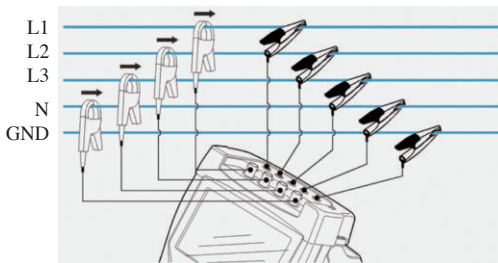


图5 三相检测方式接线图

两种检测方式相比较,一相检测方式接法较简单,但存在缺相情况,无法得到三相不平衡度数据。三相检测方式接法较复杂,能得到全面的电能质量数据,准确度相对也更高。

分布式光伏电站电能质量的评估方法

分布式光伏电站电能质量的评估方法,一方面是检测前评估,一方面是检测后评估。上述已分析电能质量的内容和要求,探讨了分布式光伏电站电能质量的检测方式,检测后评估可以直接依据检测数据判定其电能质量是否达标。同时,由于分布式光伏电站容量小,建设广泛而分散,其是否要严格进行电能质量检测并未作强制性规定。电能质量是否需要全检,可以根据具体情况具体分析。本文认为可以结合采取检测前评估方式,即判定哪些情况是需要进行电能质量检测的,哪些是不需要的。一般地,光伏电站输出功率波动性较大,会产生电能质量问题。功率的波动性除了与外在因素如太阳辐照度、气候等有关外,很大一部分是内在因素即光伏电站自身存在的问题。对于存在典型问题的分布式光伏电站,需进行电能质量检测。下面结合多个光伏扶贫电站的实际考察情况介绍几种典型问题:①组件脏污。光伏电站建好后,后期的维护工作未到位,组件积尘严重,无人清洁。图6为某车棚光伏扶贫电站组件的积尘情况。②阴影遮挡。某些光伏扶贫电站建设时未充分考虑周围环境,造成阴影遮挡。图为电站西侧的树林对电站造成遮挡。③某些光伏扶贫电站建在偏远地区,建好后长期无人维护,杂草丛生,对组件造成阴影遮挡。图8即为此类情况。



图6 组件积尘



图7 电站西侧树林阴影遮挡



图8 电站杂草阴影遮挡

对问题电站;检测电能质量不达标者需积极开展整改措施;对于污染严重地区需定期清洁组件;对造成阴影遮挡的因素要及时去除,以提高分布式光伏电站的整体发电质量。

结束语

分布式光伏电站建设灵活,建设门槛低,作为光伏电站的一个重要组成部分,其正发挥着越来越大的经济效益。电能质量作为电力系统参数的优劣指标,关系到电网的稳定性,输电的经济性,设备的安全性。分布式光伏电站容量相对较小,建设地点分散,并网点多,对地区电网的影响不容忽视。此类电站电能质量的检测验收,适宜制订地区性的验收方案。本文探讨了关于分布式光伏电站电能质量检测方式和评估方法的相关技术点,可为检验方案的制订提供参考依据。EA

(收稿日期:2019.09.28)

(编辑:朱金凤)