

风光互补一体供电系统在输电线路中的研究与应用

电源供电问题一直是架空输电线路在线监测技术实用化的一项难题，本文结合风光互补一体供电系统的技术研究，结合输电线路实际工作对风力机、蓄电池等进行了选择设计，通过现场运行数据的对比分析表明采用风光互补一体供电系统可以较好的满足输电线路在线监测设备的供电需要，对确保输电线路在线监测设备的供电可靠稳定运行提供了强有力的技术支持。

施翔 王雅斌 姚磊 刘畅/国网北京市电力公司检修分公司



施翔/高级工程师

0 引言

在线监测技术可以对架空输电线路的运行状态进行实时监测，及时发现线路设备的缺陷和隐患^[1]。架空输电线路视频在线监测的最大难题是电源供电问题，目前，现有的架空输电线路在线监测设备的电源系统大多采用太阳能供电的方式。近年来随着雾霾天气增多，光辐射数据下降，且输电线路在线监测设备均要求全天24 h不间断实时监测，设备功耗大，因此在实际运行中经常出现因为太阳光照不足等原因导致监测设备电源供电不足，继而无法开展正常的监视工作。

风能是由于地球表面吸收太阳能的不均匀性造成地球表面具有一定的温度差而引起的空气流动。此外，当白天太阳光照最强时，风能很小，到了晚上，光照逐步减弱，而风能有所加强。在夏季时，太阳光照强而风能小，到了冬

季，太阳光照强度减弱而风能增大^[2-4]。综上所述，风能和太阳能在时间上具有一定的互补性，为进一步研究架空输电线路风光互补一体供电系统提供了重要的依据。

1 技术分析与选型

1.1 风光互补一体供电技术简介

风光互补一体供电系统是由风电系统和光电系统组成。风电系统是利用风力发电机将风能转换成电能给设备提供电源供电。光电系统是利用光伏电池将太阳能转换成电能给设备提供电源供电。但风电系统和光电系统都存在资源的不确定性，而导致供电相对不稳定，两系统均受天气条件的影响较大。

综合风能与太阳能互补性较强的优点，风光互补一体供电系统弥补了风电系统和光电系统独立运行的劣势，并可以根据供电设备的负荷情况和现场的天气条件进行系统容量的合理配置。通过配置合理的风光互补一体供电系统，既可以保证供电的可靠性，又可以降低发电系统的总体造价。

1.2 风力机选型

在风光互补一体供电系统中，风力发电部分的两个主要部件是风力机和发电机。空气流动的动能作用在风力机的叶轮上，将动能转化成机械能，从而推动风力机的叶轮旋转，从而带动发电机发出电来。

根据风力机收集风能的结构形式、在空间的布置、风机旋转主轴的方向，可分为水平轴风力机和垂直轴风力机。

关键词/Keywords

输电线路·
在线监测·
风光互补·
供电·

其中，垂直轴风力机的风轮不随风向的改变而调整方向，其优点是可以接受来自任何方向的风，因而当风向改变时，无需对风^[5、6]。同时，综合考虑铁塔的安装位置等因素，本文采用了功率为300 W的垂直轴风力发电机。

1.3 蓄电池选型

磷酸铁锂是一种锂离子电池用的正极材料，特点是不含钴、镍等贵重元素，原材料价格低。作为正极材料，磷酸铁锂工作电压适中，比容量高，放电功率大，可快速充电且循环寿命长，在高温与高热环境下的稳定性好^[7]。

磷酸铁锂电池比普通电池容量更大，重量更轻。本文采用了两块100 AH的磷酸铁锂电池进行研究应用。当然从安全角度考虑增配电池，可以继续增大电池容量，在风和太阳能同时作用的时候能够储存更多的电能，但若采用更大容量的电池一方面增加了投资，另外会增加设备的体积和重量，安装和运输不方便。

1.4 充电控制器的选择

用于输电线路视频监控设备的风光互补一体供电系统作为一个独立供电系统，从监控设备的选择到风机、太阳能电池及储能系统容量的配置都有一个最佳配置设计的问题，需要结合安装地点的自然资源条件来进行系统最佳容量配置的设计。

风光互补一体供电系统的配置设计，首先需要根据视频监控设备的负载容量计算蓄电池容量和系统发电功率，根据蓄电池容量确定蓄电池组的具体数量，根据系统发电功率确定风力发电机和太阳能电池组的发电功率，最后确定风光互补供电系统各组件的连接方案和在杆塔上的安装位置。目前大部分风光互补一体供电系统主要存在着风光配比不合理，存在蓄电池寿命短，断电频繁等问题，归根结底，其原因主要为对风光互补一体供电系统配置不足和蓄电池管理功能不完善。因此，我们从提升风光系统的效能和增加供电能力这两个方向来解决问题。

技术实现方案为选用具有最大功率跟踪（MPPT）功能的太阳能（风能）一体化控制系统，最大化的利用风光资源，通过有效配置和配比提升风光系统管理效能，进一步完善蓄电池管理。

2 应用分析

2.1 日常日数据分析

某地区冬季某日的气温和日辐射强度的数据如图1所示。从图中可以看出，白天光照好，光照主要集中在上午8时至下午16时。某地区冬季某日的气温和风速的数据如图2所示。从图中可以看出，白天气温高，夜间风速略大。某地区冬季某日的单独太阳能供电和风光互补一体供电数据如图3所示。

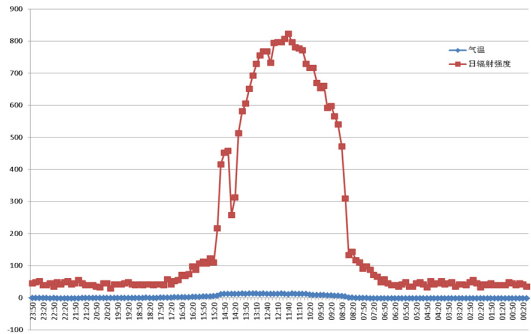


图1 北京秋冬季正常日的光辐射情况

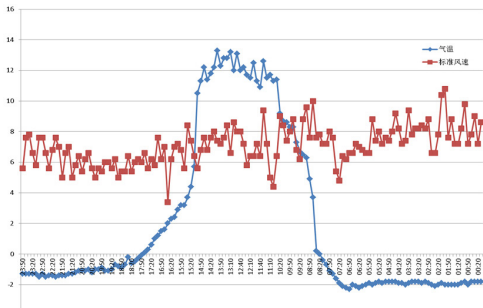


图2 北京秋冬季正常日的风力情况

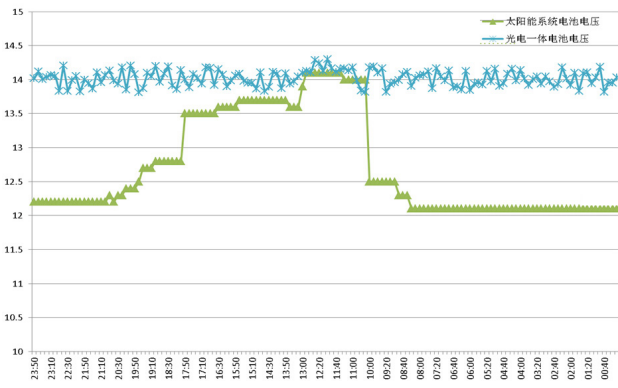


图3 北京秋冬季正常日的电池电压情况

对于正常日，现有单独采用太阳能供电的电池电压能基本满足实际运行需要，但是在夜间出现电压下降的现象，若出现多个阴雨天的情况，

可能会导致电压过低，而造成设备无法正常工作。而采用风光互补一体供电的电池电压当天均维持在浮充阶段，不存在电压下降等问题。

2.2 运行数据统计分析

对某地区一二月的风光采集数据进行统计分析。某地区一二月的日照时数如图4所示。一二月平均风速如图5所示。一二平均蓄电池电压数据如图6所示。

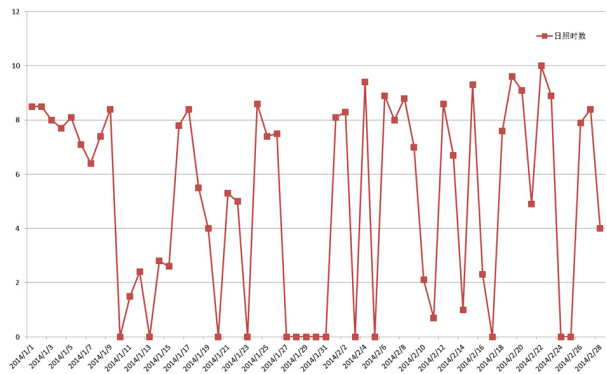


图4 一二月日照时数示意图

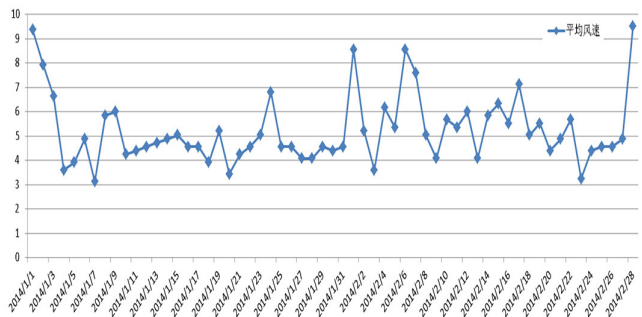


图5 一二月平均风速图

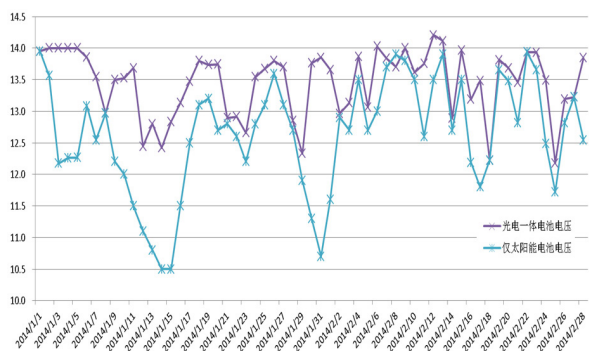


图6 一二月平均蓄电池电压数据图

本文根据现场实际气象数据分析，某地区某年一二月份平均光照时间每天为5.05 h，尤其是连续5天以上光照平均时间小于5 h的有两次，光能利用率大大下降。

根据数据统计，1月14日、15日和31日这三天

系统电池电压小于10.8 V，说明系统在这些时间里面电池耗光电能，导致设备将停止运行，由于系统有2次停止运行，不仅影响了系统的正常运行，而且因为电量消耗影响了电池的使用寿命。

而采用了风光互补一体供电系统后，电池的电压一直保持稳定，平均电压为13.5 V，既保证了系统的稳定运行，也保证了电池的健康运行，延长了电池的寿命。

3 结束语

通过上述数据分析可以看出，在连续晴朗的天气条件下，采用风光一体供电系统以及单独的太阳能供电系统均能够保证输电线路在线监测设备的可靠运行。但是恶劣的天气环境下，单独采用太阳能供电的蓄电池电压将无法在线监测设备的可靠运行，而采用风光互补一体供电系统的在线监测设备则可以显著地提升在线监测设备的供电可靠性，确保设备在恶劣天气环境下的稳定运行，从而为架空输电线路的安全稳定运行提供强有力地技术支持。

参考文献

[1] 施翔，钱萌，谭磊，等.高清视频监控技术在架空输电线路反外力中的应用研究 [J].电世界，2012.

[2] 杜荣华，张婧，王丽宏，等.风光互补发电系统简介 [J].节能，2007，（3）

[3] 王志新，刘立群，张华强.风光互补技术及应用新进展[J].电网与清洁能源，2008，24（5）

[4] 王瑜，黎灿兵，苏喆，等.风—光联合供能系统[J].河南电力，2008，（3）

[5] 任清晨.风力发电机组工作原理和技术基础[M].机械工业出版社.2012.

[6] 周志敏，纪爱华.风光互补发电实用技术[M].电子工业出版社.2011.

[7] 梁广川.锂离子电池用磷酸铁锂正极材料[M].科学出版社.2013.

作者简介

施翔（1982-），男，硕士研究生，高级工程师，从事输电线路运维和科技管理。

（收稿日期：2015-12-10） EA

（编辑：张万英）