

不同辐照度下平单轴与固定支架发电效益对比分析研究

刘廷林、董志成、章德胜、胡云虎、陈 晨

(江西清洁能源有限责任公司, 江西 南昌 330029)

摘要: 随着光伏行业的迅速发展, 平单轴跟踪式光伏支架的应用越来越多, 本文考虑平单轴在平放(旋转角度为0)及设置光追时与固定支架在不同辐照度下, 每个时间段以及单日发电效益对比情况, 最后得出结论, 在太阳辐照度良好情况下, 平单轴的收益越大, 提升将近 10%左右, 但在中午时段固定支架发电量较高。在辐照度较小情况下, 平单轴设置光追时收益较小, 并且平单轴平放时的发电效益比设置光追时发电效益更好。同时本文对平单轴支架建成初期及运行阶段内容易出现的故障原因进行分析, 为后续平单轴的运行维护提供参考和建议。

关键词: 光伏发电; 平单轴; 固定式支架; 发电效益

0 引言

随着“3060”目标的持续推进, 国内外新能源行业迅速发展, 光伏电站相较于其他新能源场站, 拥有安全可靠、无噪声、无污染、安装地点灵活等优点。如何在一定的空间范围内提升光伏电站的可利用小时数, 增加其发电效益具有较大研究意义。目前较为常见的光伏支架有固定式、平单轴和斜单轴, 固定支架施工现场安装简单、占地小, 但是不能跟踪太阳高度变化调整角度, 无法更好的捕捉太阳能^[1]。平单轴跟踪支架具有结构简单、能耗低、稳定性好等特点^[2], 斜单轴虽然能更好的跟踪太阳高度的变化, 但是其存在成本高, 抗风性能差等特点。因此综合考虑, 平单轴跟踪式光伏支架在光伏场站中应用较为广泛^[3]。

1 平单轴组成及原理

1.1 平单轴系统组成

本文参考项目为江西某光伏电站二期扩建项目, 经纬度为 N28° 50', 东经 116° 04', 该项目使用的平单轴跟踪控制系统, 包含通讯控制器和跟踪控制器两部分。通讯控制器负责采集跟踪控制系统运行状态, 而后上传监控系统, 后台系统可群控或单控每台跟踪控制器。该项目光伏组件采用竖向双排的排布形式, 每组共 9 个桩, 设置一个主机与三个从机, 主机其控制作用, 从机接收主机命令, 并配合其行动, 其供电接线方式如图 1 所示。每个主机和从机上都设置一个电机, 具体如图 1 和图 2 所示。

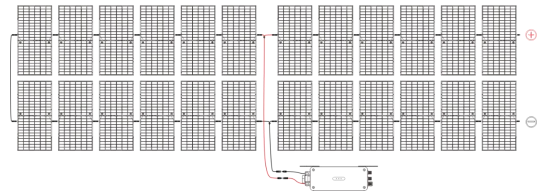


图1 光伏板排列方式及主机供电接线方式

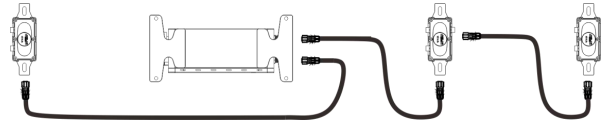


图2 控制器主从机连接示意图

1.2 平单轴跟踪控制原理

平单轴跟踪控制原理是通过天文算法计算太阳位置, 结合倾角传感器的闭环控制, 同时具有反阴影跟踪功能, 确保不会发生光伏组件间的遮挡效应。控制系统根据天文算法计算当前太阳所在位置, 即高度角和方位角。控制系统检测倾角传感器信号, 得到跟踪支架的当前角度。控制系统驱动电机运转, 带动跟踪支架运行到正对当前太阳的位置, 从而实现随时跟踪太阳。具体控制原理如图 3 所示。

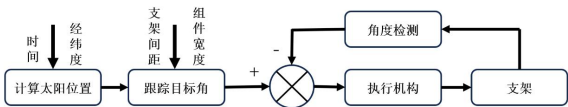


图3 平单轴跟踪控制系统原理框图

本文研究平单轴的相邻方阵前后间距为9米, 平单轴的转角曲线会随着季节变化, 在夏季(以6月30日为例)和冬季(以12月30日为例)时期转角随时间变化曲线如图4所示, 整体趋势一致。平单轴在太阳刚升起时, 其旋转角度为0, 这是因为太

阳刚出水平面,入射角小,为防止光伏组件之间有遮挡而设置的,而随着太阳高度升高,组件之间在运行角度内不会发生遮挡后,平单轴旋转角度会在 -45° 到 45° 之间变化,快日落时再回调为 0° 。

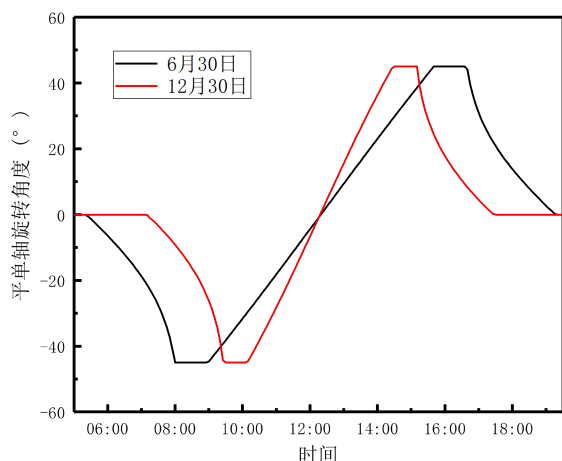


图4 不同时间段内平单轴随时间转角变化曲线

2 平单轴与固定支架发电效益对比分析

为对比不同辐照度下平单轴与固定支架的发电效益对比,本文选用相邻区域内的平单轴与固定支架的光伏组串进行分析,其中固定支架的佳倾角为 22° ,共分为三个试验组 A、B、C,试验组 A 为固定支架,其额定容量为 2.909 MW,试验组 B 为平单轴设置光追情况,其额定容量为 4.1355 MW,试验组 C 为平单轴放平情况,其额定容量为 4.12 MW。本文通过较多试验数据,充分考虑不同辐照度下平单轴与固定支架的发电效益对比情况。试验结果如图 5 所示,图中横坐标为平均辐照度(本文采用的是固定倾角 22° 斜面上的平均太阳辐照度),纵坐标为可利用小时数 H,其计算公式如下式(1)所示:

$$H = W / C \quad (1)$$

式中, W 为光伏组件总发电量, C 为光伏组件容量。

从图 5 中可看出,光伏矩阵整体发电量会随着平均辐照度增大而增大。当辐照度较大时,设置光追情况下平单轴的光伏矩阵发电量要大于固定支架与平单轴转动角度为 0 的情况,并且当辐照度越大时,三者的差值也越大。而当辐照度小时,三者可利用小时数相差不大,但可看出,平单轴旋转角度为 0 时,其利用小时数大于其余两种情况下的数据。

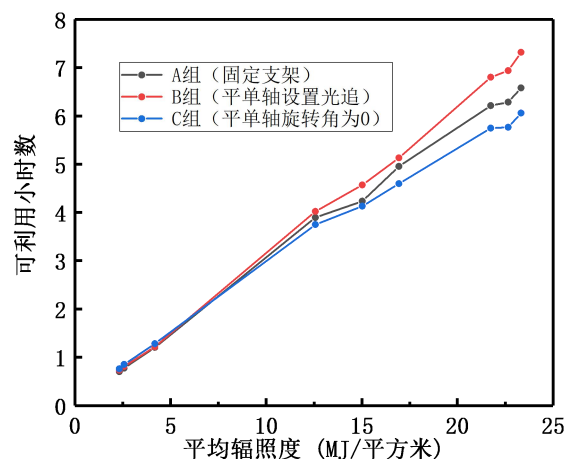


图5 不同支架形式辐照度与光伏可利用小时数关系

为了更直观看平单轴相对于固定支架的增益情况,本文以 A 组试验为对照组,分别计算 B、C 组在不同辐照度下的增益大小 $\rightarrow G \leftarrow A \leftarrow$ 和 $\rightarrow G \leftarrow B \leftarrow$;其计算公式为:

$$\rightarrow G \leftarrow B \leftarrow = \rightarrow H \leftarrow B \leftarrow - H \leftarrow A \leftarrow \rightarrow H \leftarrow A \leftarrow \quad (2)$$

$$\rightarrow G \leftarrow C \leftarrow = \rightarrow H \leftarrow C \leftarrow - H \leftarrow A \leftarrow \rightarrow H \leftarrow A \leftarrow \quad (3)$$

式中, $\rightarrow H \leftarrow A \leftarrow$ 、 $\rightarrow H \leftarrow B \leftarrow$ 和 $\rightarrow H \leftarrow C \leftarrow$ 分别为 A、B 和 C 组试验得到的可利用小时数。

如图6所示,为平单轴设置光追与设置旋转角度为0时和固定支架相比的发电量增益对比图,从图中可明显看出,在辐照度较小情况下,平单轴旋转角设置为0时,其发电效益增益情况要大于平单轴设置光追情况,但随着辐照度的增大,设置光追情况下平单轴的发电量会逐渐比旋转角为0情况下平单轴的发电效益更好,当平均辐照度在 23.323 MJ/m^2 时,平单轴设置光追时其增益为11.22%。

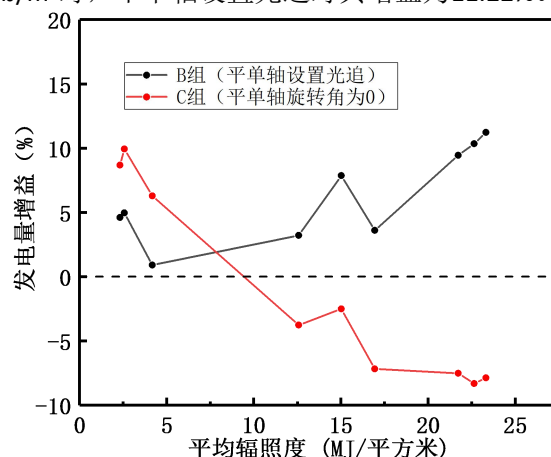


图6 平单轴设置光追与设置旋转角度为0时发电量增益对比

图 5 和图 6 中展示不同平均辐照度下,一整天的可利用小时对比情况,为了更好的比较平单轴与固定支架在发电效益上的差异,本文选取三个具

有代表性的工况,包括低辐照度 (4.181 MJ/m^2)、中辐照度 (15.022 MJ/m^2) 以及高辐照度 (23.323 MJ/m^2) 下的不同时间段内平单轴与固定支架发电效益对比,其结果如图7所示。

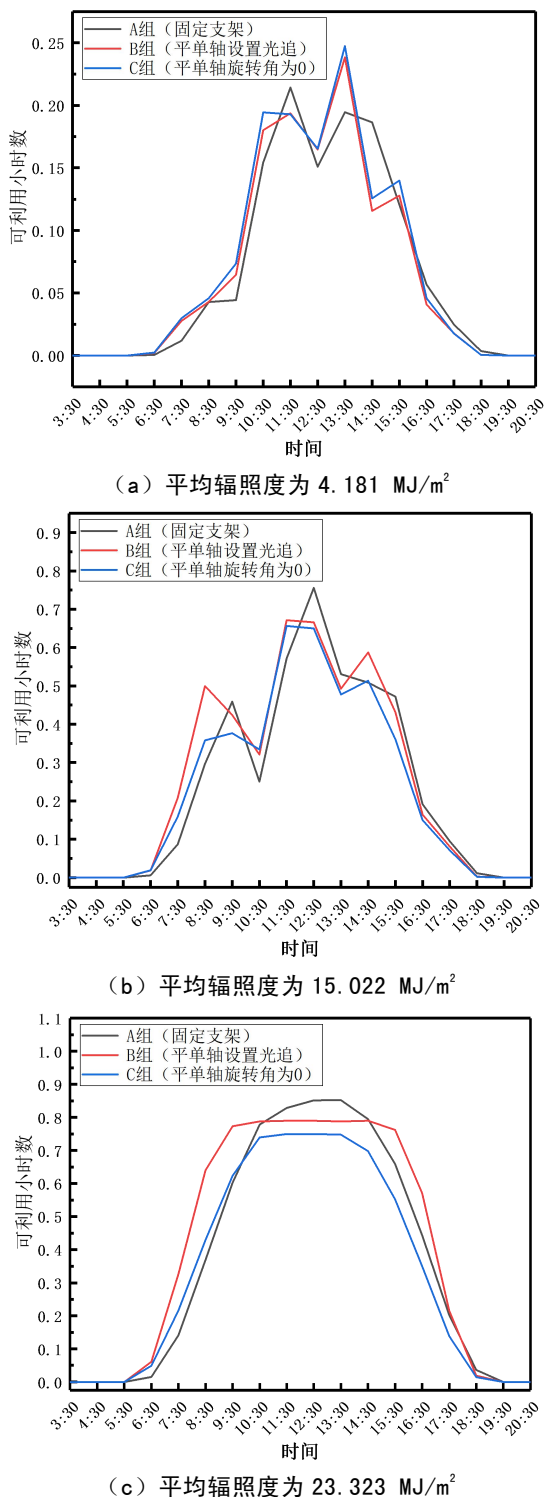


图7 不同辐照度下平单轴与固定支架不同时段内发电量对比

从图7中可看出,在低辐照度时,B组试验结果

与C组试验结果线条趋势基本一致,但C组的可利用小时数要略高于B组,在中辐照度时B组结果更高,而从高辐照度的数据可看出,平单轴设置光追的优势在上午10点前及下午15点后,其发电效益要大于固定支架,但是在10点至15点之间,固定支架要大于平单轴,这是因为太阳位于本地南方,刚好与固定支架的倾斜角照应,该时间段太阳近似直射在光伏板上,而此时平单轴则是被太阳斜射,因此其发电效益要低于固定支架。但结合上述研究,在辐照度较高时,一整天的发电效益平单轴要高于固定支架。

3 平单轴故障类型及原因分析

结合本文研究对象,平单轴虽然能在发电效益上具有一定的提升,但因为其增加主机、电机、从机等设备,其可靠性较固定支架存在一定不足之处,本文总结平单轴跟踪支架在安装、运行过程中出现的问题,供参考:1)平单轴电机在安装过程中,线缆长度不足,导致平单轴转动过程中将端子拉脱,从而使平单轴故障;2)对于较大容量的光伏电站来说,平单轴设备较多,施工时存在主从机线缆端子未拧紧情况,从而导致从机失电或通讯异常;3)物品搬运期间未注意电机防护,将电机损坏,安装运行后发现问题;4)平单轴自身故障,电机电源失效以及主从机自身故障。在设备质量能得到保证的条件下,前期施工质量十分重要,预留主从机线缆长度要足够,接线质量要保证,尽可能排除因施工工艺造成的平单轴故障问题。

4 结语

本文通过对不同辐照度情况下固定支架与平单轴设置光追和不设置光追两种工况的发电效益进行对比,进一步分析平单轴跟踪支架在使用过程中优势与局限性,同时也简述平单轴安装运维过程中出现的导致故障的情况,得到以下结论:

1)随着平均辐照度的增加,平单轴设置光追状况下的发电效益较固定支架相比有一个较大的提升,在平均辐照度达到 23.323 MJ/m^2 时,平单轴发电效益增益能达到11.22%左右。

2)在平均辐照度较低时,平单轴放平(旋转角度为 0°)情况下,其发电效益较平单轴设置光追时更大,因此可以在辐照度较低情况下,通过将平单轴放平的方式来增加发电效益。

3) 在辐照度较高的情况下, 平单轴相对于固定支架, 其增益主要是发生在10点前及15点后, 中间时间段内, 固定支架发电效益较好, 但整体看来, 平单轴收益更大。

4) 平单轴跟踪支架运行初期, 安装工艺在一定程度上使其故障率增加, 在安装期间应重点关注设备是否有损坏、线路裕度和接线方式。

参考文献:

- [1] 谢磊, 武浩, 万宏等. 平单轴跟踪光伏发电系统容量配比研究[J]. 太阳能, 2017(12): 30-36.
- [2] 刘刚. 平单轴在太阳能发电系统中的前景[J]. 山东工业技术, 2019(08): 205-206.
- [3] 陈清, 赵植城, 吴丽华, 等. 大型地面光伏电站中光伏方阵容量的优化设计[J]. 太阳能, 2021(3): 51-56.

作者简介:

刘廷林(1996), 男, 硕士, 从事风电场与光伏电站运维检修工作。