



# 不同太阳能资源区不同容配比对 光伏电站发电量影响的研究

马庆虎<sup>\*</sup>, 刘玉宏, 李永泉, 贾俊杰, 孙晓坤, 逯克辉, 曹立柱

(国家电投集团青海光伏产业创新中心有限公司, 西宁 810000)

**摘 要:** 在太阳辐照度低于标准测试条件 ( $1000 \text{ W/m}^2$ ) 的时间段, 光伏阵列的输出功率达不到额定的输出功率, 导致逆变器不能按照额定功率运行, 造成光伏发电系统交流侧设备的利用率低。根据项目所在地的太阳能资源情况, 光伏电站在系统设计时选择合适的容配比, 在不增加交流设备成本的情况下, 可提高电站的整体发电量, 并提高交流设备的利用率。

**关键词:** 光伏电站; 太阳能资源; 容配比; 发电量

**中图分类号:** TK513.5

**文献标志码:** A

## 0 引言

光伏发电是新能源发电中一种重要的发电形式, 其主要是利用太阳能电池的光电转换原理将光能转换为电能。光伏电站在设计时一般需要考虑诸多因素, 如项目所在地的太阳能资源情况, 场址区地形, 组件的安装倾角, 支架的运行方式、方位角、行间距, 以及设备的布置方式和选型等。当光伏阵列的输出功率达不到额定的输出功率, 会导致逆变器不能按照额定功率运行, 造成系统设备利用率低的情况, 因此, 需要选择合适的容配比。容配比是指光伏电站中光伏组件标称直流功率与逆变器交流输出功率的比例。目前国内光伏电站的容配比一般为  $1.0:1.0 \sim 1.3:1.0$ , 高容配比方案提高了光伏电站设备的利用率, 在一定程度上提升了电站的发电收益。然而在不同等级的太阳能资源区, 不同容配比对光伏电站收益的影响存在一定差别。本文主要研究了不同太阳能资源区、不同容配比因素对光伏电站发电量的影响。

## 1 不同太阳能资源对光伏电站发电量的影响

光伏电站设计时, 需考虑影响其发电量的各个因素, 如前文所述, 其中, 不同太阳能资源区的太阳能资源差异对发电量的影响最大。

根据 GB/T 37526-2019《太阳能资源评估方法》, 以年水平面辐照量来评价太阳能资源的丰富程度, 将全国太阳能资源情况分为 A 级最丰富区、B 级很丰富区、C 级丰富区、D 级一般区 4 类<sup>[1]</sup>。由于国内 D 级的区域较少, 本文主要分析前 3 种太阳能资源区。

表 1 我国太阳能资源等级划分

Table 1 Classification of solar energy resources in China

等级名称	分级阈值 / $\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$	等级符号
最丰富	$\geq 6300$	A
很丰富	5040 ~ 6300	B
丰富	3780 ~ 5040	C
一般	<3780	D

为使光伏阵列倾斜面上接收到的全年太阳辐射量最大, 应根据光伏电站所在地的经纬度、辐射资料、气象条件等情况, 通过计算来确定光伏

收稿日期: 2019-12-04

通信作者: 马庆虎 (1987—), 男, 工程师, 主要从事太阳能发电项目的太阳能资源分析、发电量计算、总图布置的设计和研发。757939132@qq.com



组件的最佳安装倾角<sup>[2-3]</sup>。

本研究从 3 种太阳能资源区中各选出 1 个地区进行对比计算,其中,A 级太阳能资源区选择银川地区、B 级太阳能资源区选择北京地区、C 级太阳能资源区选择南京地区;然后通过查询 Meteonorm 软件,可得到 3 个地区的年太阳辐射量数据,分别为 5956.56、4905.00 和 4385.88 MJ/m<sup>2</sup>,并以此作为后续容配比计算时的依据。

## 2 不同容配比对光伏电站发电量的影响

光伏电站在进行系统设计时选择合适的容配比,可以在不增加交流设备成本的情况下提高光伏电站的整体发电量,并提高交流设备的利用率。

### 2.1 容配比计算的边界条件

以装机容量为 1 MW<sub>p</sub> 的光伏阵列为例。该光伏阵列采用 410 W<sub>p</sub> 单面单晶硅光伏组件、1000 kW 集中式逆变器和 35 kV 升压箱变,支架选择固定式支架,阵列支架前后排之间的总间距为 9.4 m(前后排之间的净间距为 6.0 m)。

本算例中主要设备的价格分别是:组件为 1.8 元/W,逆变器为 0.17 元/W,升压箱变为 15 万/台,固定式支架为 8500 元/kg。

根据光伏组件和逆变器的不同配比设计光伏阵列的容配比,分别为 1.0:1.0、1.1:1.0、1.2:1.0、1.3:1.0、1.4:1.0、1.5:1.0、1.6:1.0、1.7:1.0、1.8:1.0、1.9:1.0、2.0:1.0。当光伏阵列的容配比较低时,逆变器的限发电量较小;容配比较高时,逆变器的限发电量也随之变大<sup>[4]</sup>。

### 2.2 容配比计算结果及分析

为得到合理的容配比结果,以上文选取的银川、北京、南京这 3 个不同太阳能资源区的太阳能资源及气象数据为例,根据容配比计算的边界条件,采用 PVsyst 软件进行模拟计算,测算同一配置的光伏阵列在不同太阳能资源区、不同容配比时的发电量情况,结果如表 2 所示。

根据表 2 中得到的不同太阳能资源区、不同

容配比时光伏阵列的发电量情况,统计相应的工程量,并计算出光伏阵列在不同地区的度电成本,具体如表 3 和图 1 所示。

表 2 不同太阳能资源区、不同容配比时  
光伏阵列的发电量

Table 2 Power generation of PV array in different solar energy resource areas and different capacity ratios

容配比	发电量 /MWh		
	银川地区	北京地区	南京地区
1.0:1.0	1576.29	1269.93	1026.10
1.1:1.0	1741.04	1391.48	1124.71
1.2:1.0	1899.00	1511.82	1222.76
1.3:1.0	2012.25	1638.27	1326.91
1.4:1.0	2127.78	1756.11	1426.54
1.5:1.0	2214.08	1853.52	1512.65
1.6:1.0	2300.48	1935.75	1598.68
1.7:1.0	2371.52	1995.97	1673.70
1.8:1.0	2439.04	2029.45	1745.94
1.9:1.0	2493.15	2050.82	1803.38
2.0:1.0	2549.95	2061.55	1859.53

表 3 不同太阳能资源区、不同容配比时光伏阵列的  
度电成本

Table 3 Cost of electricity consumption of PV array in different solar energy resource areas and different capacity ratios

容配比	度电成本 / 元·kWh <sup>-1</sup>		
	银川地区	北京地区	南京地区
1.1:1.0	0.2687	0.3362	0.4160
1.2:1.0	0.2628	0.3301	0.4081
1.3:1.0	0.2608	0.3203	0.3955
1.4:1.0	0.2611	0.3163	0.3894
1.5:1.0	0.2651	0.3166	0.3880
1.6:1.0	0.2689	0.3196	0.3870
1.7:1.0	0.2739	0.3255	0.3881
1.8:1.0	0.2794	0.3358	0.3904
1.9:1.0	0.2864	0.3481	0.3959
2.0:1.0	0.2944	0.3642	0.4038

对表 2 和表 3 中的数据进行综合分析可知:当银川地区的容配比为 1.3:1.0 时,光伏阵列的

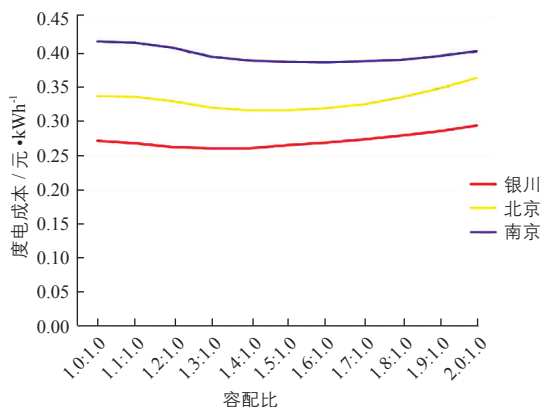


图1 不同太阳能资源区、不同容配比时光伏阵列的度电成本曲线

Fig. 1 Cost of electricity consumption curve of PV array in different solar energy resource areas and different capacity ratios

度电成本最低;北京地区的容配比为 1.4:1.0 时,光伏阵列的度电成本最低;南京地区的容配比为 1.6:1.0 时,光伏阵列的度电成本最低。

为说明当容配比超过 1.1:1.0 时逆变器的功率输出情况,选择一个已建光伏电站中的 1 MWp 光伏阵列,选用 1000 kW 集中式逆变器,直流容量按照 1.1 倍(即 1100 kW)配置,即容配比为 1.1:1.0 时,逆变器最大输出功率为额定功率的 1.1 倍(即 1100 kW)时,可长期运行,逆变器不产生限电现象;功率大于 1100 kW 时,开始限发功率,从而限发电量。这与理论分析一致,进一步验证了仿真模拟的准确性<sup>[5]</sup>。

容配比为 1.1:1.0 时光伏电站中 1 个光伏阵列的典型日输出功率曲线图如图 2 所示。

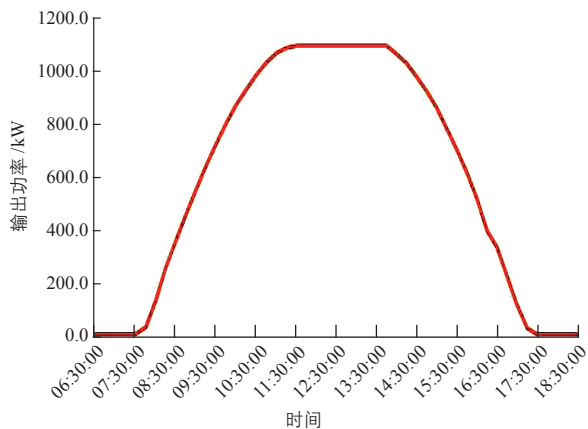


图2 容配比为 1.1:1.0 时光伏阵列的典型日输出功率曲线图

Fig. 2 Typical daily output power curve of PV array with capacity ratio of 1.1:1.0

### 3 结论

本文研究了不同太阳能资源区、不同容配比因素对光伏电站发电量的影响,结论如下:

1) A 级太阳能资源区的太阳能资源最丰富,容配比在 1.0:1.0~1.1:1.0 范围内,光伏发电系统不会出现限功率;容配比在 1.2:1.0~2.0:1.0 范围内,光伏发电系统会出现不同程度的限功率。随着容配比的增加,限电量也随之增加,因此,在 A 级太阳能资源区建设光伏电站时,建议容配比选择 1.2:1.0~1.4:1.0。

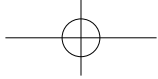
2) B 级太阳能资源区的太阳能资源很丰富,容配比在 1.0:1.0~1.1:1.0 的范围内,光伏发电系统不会出现限功率;容配比在 1.2:1.0~2.0:1.0 的范围内,光伏发电系统会出现不同程度的限功率。随着容配比的增加,限电量也随之增加,因此,在 B 级太阳能资源区建设光伏电站时,建议容配比选择 1.4:1.0~1.6:1.0。

3) C 级太阳能资源区的太阳能资源丰富,容配比在 1.0:1.0~1.1:1.0 的范围内,光伏发电系统不会出现限功率;容配比在 1.2:1.0~2.0:1.0 的范围内,光伏发电系统会出现不同程度的限功率。随着容配比的增加,限电量也随之增加,因此,在 C 级太阳能资源区建设光伏电站时,建议容配比选择 1.5:1.0~1.7:1.0。

综上所述,光伏电站在设计时应应对主要设备价格、上网电价、不同地区的太阳能资源等情况进行综合分析,选出合适的容配比,在不增加交流设备成本的情况下,可提高光伏电站的发电量,同时提高交流设备的利用率。

#### [参考文献]

- [1] 中国国家标准化管理委员会. 太阳能资源评估方法 非书资料: GB/T 37526-2019[S].
- [2] 郑勇. 基于案例的光伏电站总图设计与分析[J]. 电工技术, 2017(11): 131 - 132.
- [3] 王鹏. 太阳能发电项目光伏系统安装布置探讨[J]. 机电信息, 2013(30): 9 - 10.
- [4] 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.
- [5] 梅文广. 光伏发电系统最优容配比分析[J]. 建筑电气, 2017(10): 58 - 62.



## STUDY ON THE INFLUENCE OF DIFFERENT SOLAR ENERGY RESOURCE AREAS AND DIFFERENT CAPACITY RATIO ON POWER GENERATION OF PV POWER STATIONS

Ma Qinghu, Liu Yuhong, Li Yongquan, Jia Junjie, Sun Xiaokun, Lu Kehui, Cao Lizhu

(State Power Investment Group Qinghai Photovoltaic Industry Innovation Center Co., Ltd., Xining 810000, China)

**Abstract:** When the incident light intensity is lower than the standard conditions ( $1000 \text{ W/m}^2$ ), the inverter and the box transformer cannot operate at the rated power, and the output power of the PV array cannot reach the ideal value, resulting in a low utilization rate of the AC side. A suitable capacity ratio, without increasing the cost of AC equipments, can increase the overall power generation of the PV power station and improve the utilization of AC equipment in the case of solar energy resource in different regions.

**Keywords:** PV power station; solar energy resource; capacity ratio; power generation