

# 老旧光伏电站组件与逆变器容配比改造方案浅析

## Analysis of the Renovation Plan for the Capacity Ratio of Old Photovoltaic Power Station Components and Inverters

姚顺森 安彬 孙梓智 曹金宇 金旭

Shunsen Yao Bin An Zizhi Sun Jinyu Cao Xu Jin

华能灌云清洁能源发电有限责任公司 中国·江苏连云港 222200

Huaneng Guanyun Clean Energy Power Generation Co., Ltd., Lianyungang, Jingsu, 222200, China

**摘要:** 太阳能光伏组件和逆变器是光伏电站中至关重要的设备。容配比是指光伏组件输入的交流侧额定功率与逆变器输出的直流侧额定功率之比。设计的配比一般为光伏电站建设初期的 1 : 1。确定最优容配比方案,提高光伏电站经济效益。而选择的配比也会随着光热条件的不同而有所差异。光伏组件的实际输出功率在光热条件较好的地区相对较高,容配比可适当提高;光伏组件的实际输出功率相对较低,在光热条件较差的地区应选择容量配比较低的。通过合理选择容配比,可以最大限度地提高光伏电站的发电效率和经济效益。这对于推动光伏电站的发展和应用具有重要意义。

**Abstract:** Solar photovoltaic modules and inverters are crucial equipment in photovoltaic power plants. Capacity ratio refers to the ratio of the fixed AC power input of photovoltaic components to the rated DC power output of the inverter. The design ratio is generally 1 : 1 in the early stage of photovoltaic power station construction. Determine the optimal capacity ratio scheme to improve the economic benefits of photovoltaic power stations. The selected ratio will also vary with different photothermal conditions. The actual output power of photovoltaic modules is relatively high in areas with good photothermal conditions, and the capacity to ratio can be appropriately increased; the actual output power of photovoltaic modules is relatively low, and in areas with poor photothermal conditions, lower capacity allocation should be selected. By selecting a reasonable capacity ratio, the power generation efficiency and economic benefits of photovoltaic power stations can be maximized. This is of great significance for promoting the development and application of photovoltaic power stations.

**关键词:** 光伏组件; 逆变器; 容配比

**Keywords:** photovoltaic module; inverter; capacity ratio

**DOI:** 10.12346/peti.v6i1.9099

### 1 概述

2020 年 11 月,中华人民共和国国家能源局发布了 2020 年 5 号公告,批准了 502 项新的行业标准,其中包括了关于光伏行业的 NB/T 10394—2020《光伏发电系统效能规范》。该标准是一项推荐标准,于 2020 年 10 月 23 日批准,并从同日开始实施。

根据行业内的标准,中国太阳能资源按照日照辐射强度可以分为五个类别<sup>[1]</sup>。这些类别根据全年的日照时数和年辐射量进行划分。具体如下:

一类地区:全年日照时数为 3200~3300h,年辐射量在 7500~9250MJ/m<sup>2</sup>。

二类地区:全年日照时数为 3000~3200h,年辐射量在 5850~7500MJ/m<sup>2</sup>。

三类地区:全年日照时数为 2200~3000h,年辐射量在 5000~5850 MJ/m<sup>2</sup>。

四类地区:全年日照时数为 1400~2200h,年辐射量在 4150~5000 MJ/m<sup>2</sup>。

五类地区:全年日照时数约 1000~1400h,年辐射量在

【作者简介】姚顺森(1992-),男,中国江苏高邮人,本科,助理工程师,从事火电厂集控运行研究。

3350~4190MJ/m<sup>2</sup>。

这些分类可以帮助评估不同地区的太阳能资源丰富程度，从而指导太阳能发电项目的规划和设计。一般来说，日照时数和年辐射量越高，太阳能发电的潜力就越大<sup>[2]</sup>。

## 2 案例分析

本项目位于连云港某地，装机容量为 14.1MW，地理坐标约为北纬 34° 25'，东经 119° 42'，每年辐射量为 4941MJ/m<sup>2</sup>·a，属于三类地区。本系统选择了 1000V 系统设计，并使用某组件厂的 290Wp、295Wp 单晶光伏组件和某逆变器工厂的 50kW 组串式逆变器设备。屋面光伏组件采用平铺形式敷设，即 4° 倾斜角敷设，之前的设计中，容配比 为 1 : 1。现在，我们以其中 #1 箱变 1.079MW 方阵为例进行分析计算，使用 PVSYST 光伏仿真软件进行组件布置和计算，我们将按照 1.2、1.37、1.46 和 1.54 进行最佳容配比计算。

### 2.1 容配比 1.2 计算分析

14 块 535Wp 光伏组件串联，8 串输入 1 台 50KW 逆变器，

共 21 台逆变器接入一台箱变。

其中，图 1 为系统第一年主要结论（容配比 1.2）的示意图，图 2 为系统能量流图（容配比 1.2）的示意图。

### 2.2 容配比 1.37 计算分析

计算分析 16 块 535Wp 光伏组件串联，8 串输入 1 个 50KW 逆变器，共 21 个逆变器连接 1 个箱变<sup>[3]</sup>。

其中，图 3 为第 1 年系统主要结论（容配比 1.37）的示意图，图 4 为系统能流图（容配比 1.37）的示意图。

### 2.3 容配比 1.46 计算分析

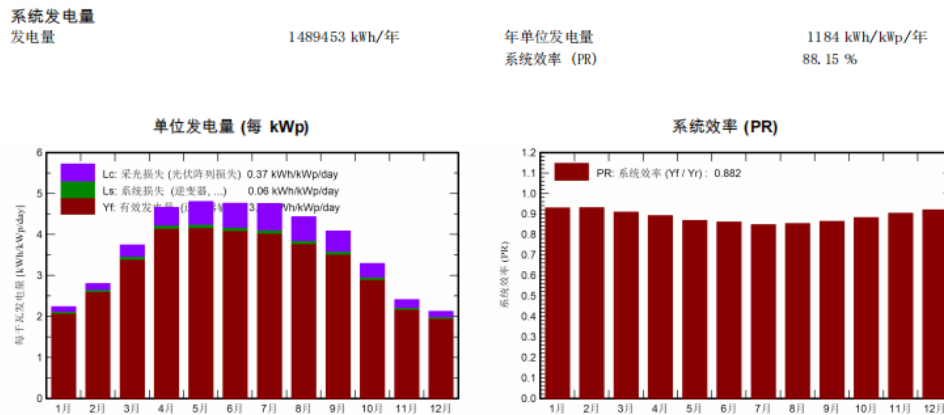
17 个 535Wp 光伏组件串联，8 串输入 1 个 50KW 逆变器，1 个箱变接 21 个逆变器。

其中，图 5 为第 1 年系统主要结论（容配比 1.46）的示意图，图 6 为系统能量流图（容配比 1.46）的示意图。

### 2.4 容配比 1.54 计算分析

计算分析 18 个 535Wp 光伏组件串联，8 串输入 1 个 50KW 逆变器，一个箱变接 21 个逆变器。

其中，图 7 为第一年系统主要结论（容配比 1.54）的示意图。



主要结果数据

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
1月	65.6	42.01	-0.11	69.4	66.7	82884	81198	0.930
2月	75.7	51.98	2.20	78.5	76.1	93681	91827	0.930
3月	112.9	72.12	7.83	116.0	113.1	135314	132662	0.909
4月	137.8	88.30	13.81	139.7	136.7	159865	156794	0.892
5月	148.2	92.86	19.90	149.0	145.9	165954	162697	0.868
6月	142.7	97.86	23.61	142.8	139.6	157752	154680	0.861
7月	147.1	94.56	27.63	147.4	144.4	160514	157370	0.848
8月	136.2	94.85	27.16	137.4	134.3	150362	147461	0.853
9月	119.7	73.36	21.90	122.4	119.3	135664	133029	0.864
10月	98.5	63.22	16.41	102.1	99.3	115622	113358	0.882
11月	68.9	45.29	9.00	72.2	69.8	83808	82127	0.904
12月	62.2	41.26	2.18	65.9	63.2	77830	76251	0.920
年	1315.5	857.68	14.36	1342.8	1308.2	1519250	1489453	0.882

图例

- GlobHor 水平面总辐射量
- DiffHor 水平面散射辐射量
- T\_Amb 环境温度
- GlobInc 入射采光面上的 总的辐射
- GlobEff 修正遮挡和 IAM 损失后的 有效总的辐射
- EArray 阵列输出的有效能量
- E\_Grid 并网电量
- PR 系统效率 (PR)

图 1 系统第一年主要结论（容配比 1.2）

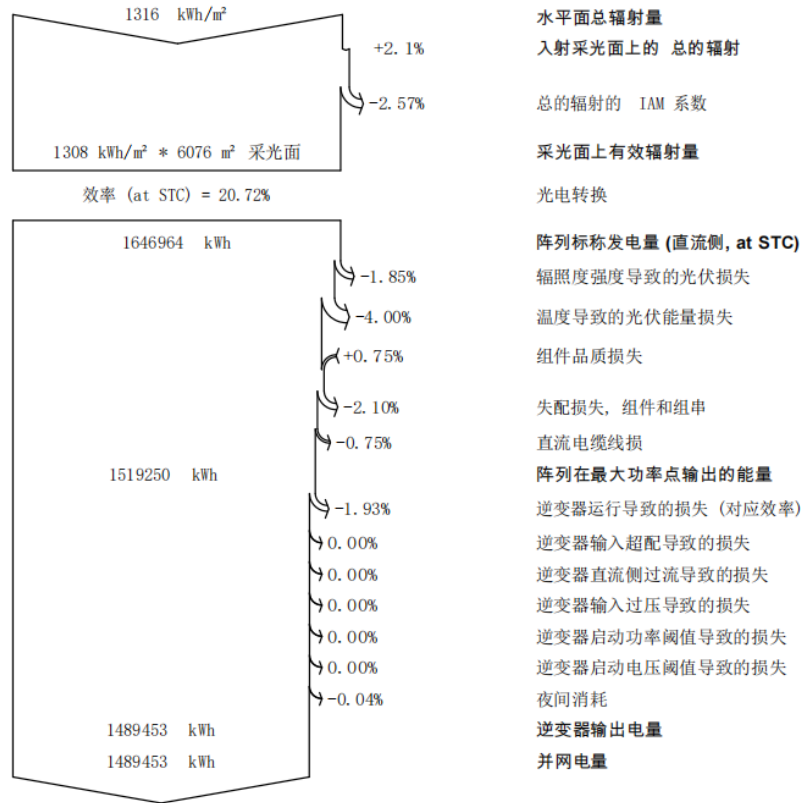
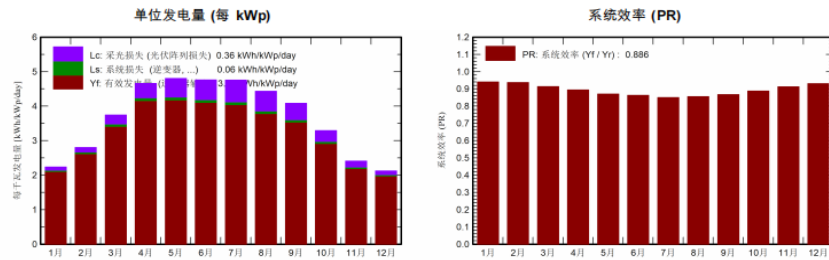


图 2 系统能量流图 ( 容配比 1.2)

系统发电量 1710145 kWh/年  
年单位发电量 1189 kWh/kWp/年  
发电效率 (PR) 88.56 %



主要结果数据

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
1月	65.6	42.01	-0.11	69.4	67.4	95588	93828	0.940
2月	75.7	51.98	2.20	78.5	76.5	107673	105699	0.937
3月	112.9	72.12	7.83	116.0	113.6	155290	152333	0.913
4月	137.8	88.30	13.81	139.7	137.0	183213	179724	0.894
5月	148.2	92.86	19.90	149.0	146.2	190136	186415	0.870
6月	142.7	97.86	23.61	142.8	139.9	180702	177197	0.863
7月	147.1	94.56	27.63	147.4	144.7	183859	180269	0.850
8月	136.2	94.85	27.16	137.4	134.6	172248	168931	0.855
9月	119.7	73.36	21.90	122.4	119.8	155654	152645	0.867
10月	98.5	63.22	16.41	102.1	99.8	132855	130284	0.887
11月	68.9	45.29	9.00	72.2	70.3	96529	94692	0.912
12月	62.2	41.26	2.18	65.9	63.8	89786	88129	0.930
年	1315.5	857.68	14.36	1342.8	1313.7	1743532	1710145	0.886

图例  
GlobHor 水平面总辐射量  
DiffHor 水平面散射辐射量  
T\_Amb 环境温度  
GlobInc 入射采光面上的 总的辐射  
GlobEff 修正遮挡和 IAM 损失后的 有效总的辐射  
EArray 阵列输出的有效能量  
E\_Grid 并网电量  
PR 系统效率 (PR)

图 3 第 1 年系统主要结论 ( 容配比 1.37)

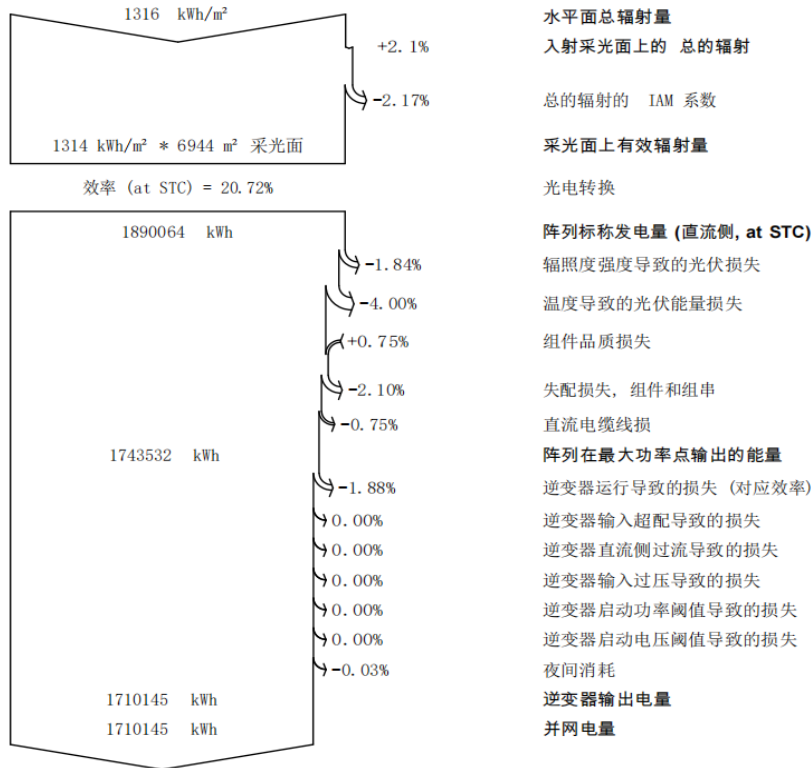
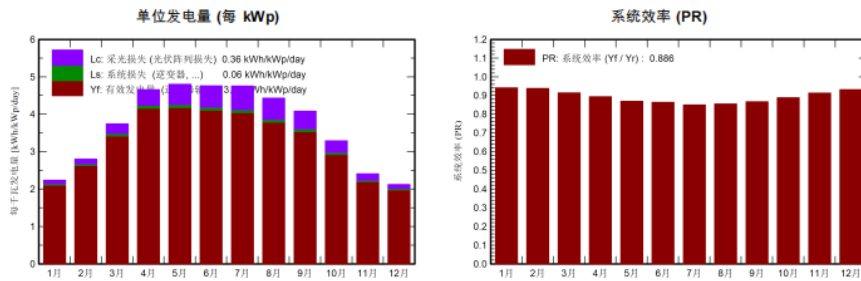


图 4 系统能流图 ( 容配比 1.37)

系统发电量 1818141 kWh/年  
年单位发电量 1190 kWh/kWp/年  
系统效率 (PR) 88.62 %



主要结果数据

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
1月	65.6	42.01	-0.11	69.4	67.4	101562	99863	0.942
2月	75.7	51.98	2.20	78.5	76.5	114402	112489	0.938
3月	112.9	72.12	7.83	116.0	113.6	164996	162081	0.915
4月	137.8	88.30	13.81	139.7	137.0	194368	190879	0.894
5月	148.2	92.86	19.90	149.0	146.2	201759	197948	0.870
6月	142.7	97.86	23.61	142.8	139.9	191996	188381	0.863
7月	147.1	94.56	27.63	147.4	144.7	195241	191492	0.850
8月	136.2	94.85	27.16	137.4	134.6	183014	179554	0.855
9月	119.7	73.36	21.90	122.4	119.8	165380	162295	0.868
10月	98.5	63.22	16.41	102.1	99.8	141159	138584	0.888
11月	68.9	45.29	9.00	72.2	70.3	102562	100775	0.913
12月	62.2	41.26	2.18	65.9	63.8	95398	93800	0.932
年	1315.5	857.68	14.36	1342.8	1313.7	1851835	1818141	0.886

图例  
GlobHor 水平面总辐射量  
DiffHor 水平面散射辐射量  
T\_Amb 环境温度  
GlobInc 入射采光面上的 总的辐射  
GlobEff 修正遮挡和 IAM 损失后的 有效总的辐射  
EArray 阵列输出的有效能量  
E\_Grid 并网电量  
PR 系统效率 (PR)

图 5 第 1 年系统主要结论 ( 容配比 1.46)

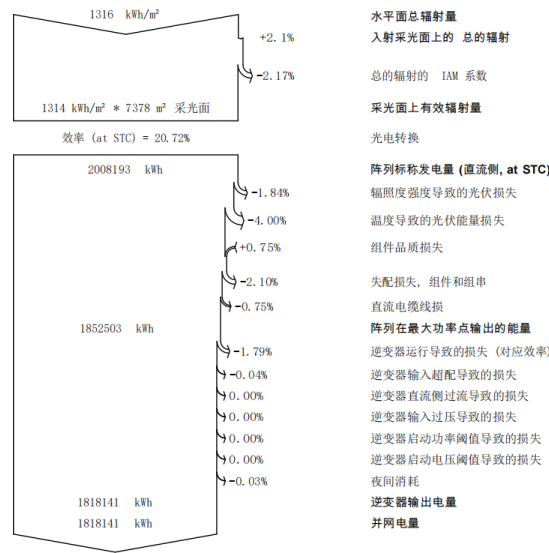


图 6 系统能量流程图 ( 容配比 1.46)

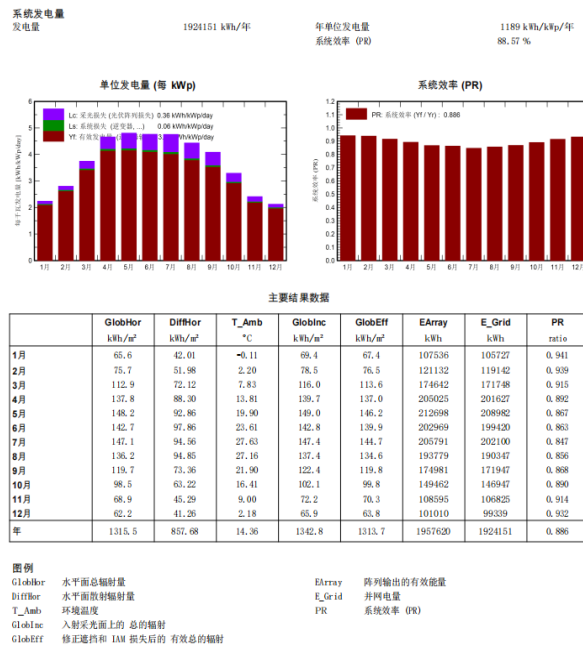


图 7 第一年系统主要结论 ( 容配比 1.54)

损失为 0.2%，说明此时组件超配，逆变器过载的情况已经发生在光伏组件与逆变器的容配比上；系统发电量和系统效率在 1.46 的容量配比下都是最优的，基本不会出现逆变器超负荷的情况。

### 3 结论

论文提出一种光伏组件容量优化配比设计方法，采用 PVSYSY 软件模拟分析，并以江苏连云港地区光伏电站为例进行研究，根据研究分析的结果，综合考虑不同配比下电站发电量的影响，得出如下结论：

①容配比在 1.46 左右，连云港地区分布式光伏系统综合经济性更优，综合利用 PVSYSY 软件进行分析，容配比

的最优设计受到组件、逆变器等因素的影响。②考虑电站类型、区域气象条件、元器件的低辐照及高温性能等因素，不同区域的容配比差异较大。③对光伏逆变器的效率和超额损耗进行了综合考虑，避免了系统可靠性低或因单独考虑因素而导致的综合费用过高的问题。

### 参考文献

- [1] 王琦.光伏电站容配比对于项目收益率的影响[J].新型工业化,2018(6):56-59.
- [2] 梅文广.光伏发电系统最优容配比分析[J].建筑电气,2017,36(10):58-62.
- [3] 孙建梅,陈璐.基于LCOE的分布式光伏发电并网效益分析[J].中国电力,2018,51(3):121-122.