

大型光伏电站中光伏组件容量与变压器最佳配比之浅谈

姜亮亮

新疆电力设计院 新疆乌鲁木齐 830001

摘要: 由于光伏出力有限,势必会造成变压器的浪费,给接入送出产生压力,本文将通过对新疆哈密辐射量的研究,推算出光伏电场的出力曲线,通过分析得出光伏电站变压器的合理配置比。

关键词: 大型光伏电站 光伏组件 分析

Abstract: due to the limited output of photovoltaic, will inevitably lead to wastage of transformers, to access out of the stress, this article through a study of Hami, Xinjiang, radiation, extrapolating photovoltaic electric power curve, rational distribution than through analysis of PV power station transformers.

Keywords: analysis of large photovoltaic power plant photovoltaic modules

[中图分类号] TM 74 [文献标识码] A [文章编号]

伴随国家能源结构的调整,光伏发电等新能源成为燃料能源的替代品。现在哈密所建电站中光伏容量与变压器容量用 1:1 配置。

1、哈密辐射量分析

根据四季更次规律,夏至日附近几天日照时间最长,辐射量最大,冬至日附近几天日照时间最短,辐射量最小,通过哈密气象局提供的 2009 年数据比较,得出 2009 年 7 月 22 日辐射量最大,12 月 22 日最小。下面首先分析辐射量的日变化曲线:

辐照强度指在单位时间内,垂直投射在地球某一单位面积上的太阳辐射能量。从物理意义上来说,太阳的辐照是导致光伏电池产生伏特效应的直接影响因素,

辐照强度的大小直接影响光伏电池出力的大小。图 1 为哈密某光伏电站实测辐照强度与光伏电站实际有功功率的散点图,可见辐照强度与光伏电站的出力成正比关系。图 2 为某知名厂家提供的电池组件的 V/A 特性图,根据图上数据。光伏组件的输出功率除了与辐射强度有关外,还与组件温度有关。

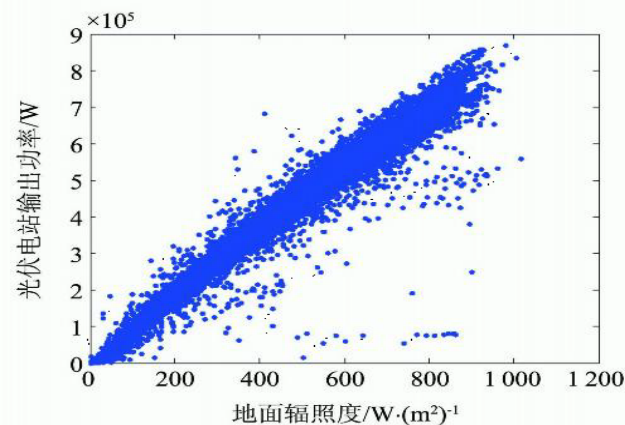


图 1 哈密某光伏电站实测辐照强度与光伏电站实际输出功率的散点图

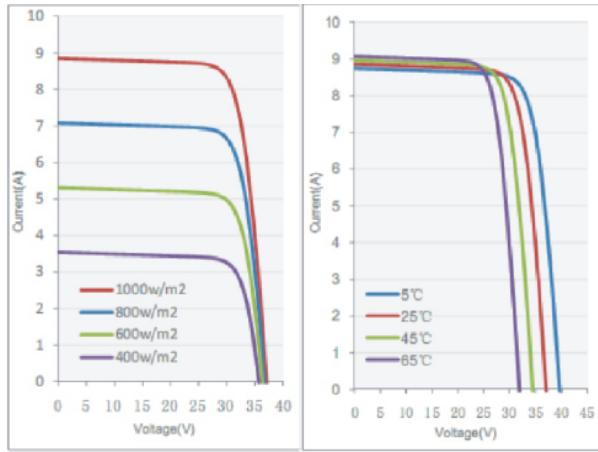


图2 某知名厂电池组件的V/A特性图

伴随着光伏组件价格的下降，一大批大型光伏电站开工建设，新疆哈密成为光伏电场的热土。充分考虑电网的接纳能力及国家对光伏的一些鼓励政策。就目前而言，哈密接入资源有限。合理的配置主变对于光伏电站的接入和送出尤为重要。本文主要从哈密石城子实测辐射量来预测光伏电站的出力曲线，最终确定光伏电站与主变容量的最佳比。进一步推出石城子光伏汇集站最大接入光伏电站的总容量。

表1 固定式光伏电池阵列在各不同角度所接受到的太阳辐射量。单位：MJ/m².d

	35°	36°	37°	38°	39°	40°	41°	42°	43°
一月	4.56	4.61	4.65	4.69	4.73	4.77	4.81	4.85	4.88
二月	5.56	5.59	5.63	5.66	5.69	5.73	5.75	5.78	5.81
三月	6.27	6.28	6.3	6.32	6.33	6.34	6.35	6.36	6.36
四月	6.65	6.64	6.63	6.62	6.6	6.59	6.57	6.55	6.52
五月	6.8	6.77	6.73	6.7	6.66	6.62	6.58	6.54	6.49
六月	6.53	6.48	6.44	6.39	6.35	6.3	6.25	6.2	6.14
七月	6.41	6.37	6.33	6.29	6.25	6.2	6.16	6.11	6.05
八月	6.48	6.46	6.44	6.41	6.39	6.36	6.33	6.3	6.27
九月	6.55	6.56	6.56	6.57	6.57	6.57	6.56	6.56	6.55
十月	5.78	5.81	5.83	5.86	5.89	5.91	5.93	5.95	5.97
十一月	4.72	4.76	4.8	4.84	4.88	4.91	4.95	4.98	5.01
十二月	4	4.04	4.08	4.12	4.16	4.19	4.23	4.26	4.3
年均辐射量	2138.5	2140.3	2141.7	2143	2144	2143.63	2142.99	2142.01	2139.2

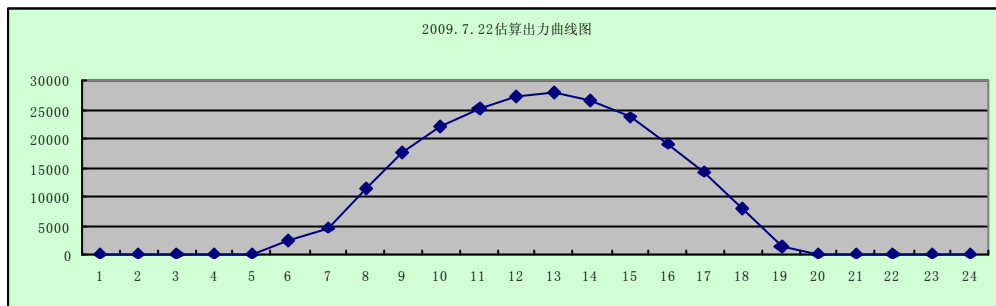


图3 7月22日哈密某30MWp光伏电场出力曲线图

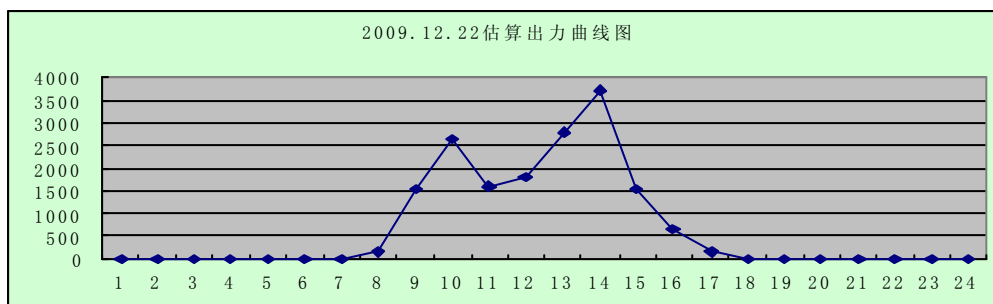


图4 12月22日哈密某30MWp光伏电场出力曲线图

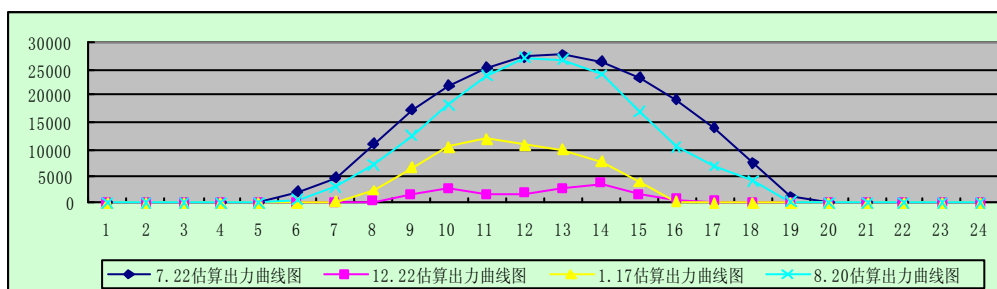


图5 各典型日哈密某30MWp光伏电场出力曲线图

2、光伏组件实际功率分析

由上图可研看出30MWp的光伏电场最大实际功率接近28000kW。在一天里曲线呈抛物线形状。功率最高点出现在中午1点钟左右。出力曲线与横轴构成的面积为这一天的发电量。

7月22日是发电量最高的一天，所以以7月22日的出力曲线作为本文理论发电量的基准。

光伏组件的出力与光照强度有关外，还与电池的温度有关。温度降低则光伏电池两端的电压升高，电流减小，功率相应增加。温度升高高则光伏电池两端的电压将低，电流增大，功率相应减小。最大功率点出现在中午13点左右，相应这个时间段是一天中温度最高的时间段。所以最大出力还会下降一点。由于下降量很小，可不计。

逆变器是光伏电场中将光伏电池产生的直流电转换为交流的装置。逆变器作为光伏发电系统中将直流电转换为交流电的关键设备之一，其选型对于发电系统的转换效率和可靠性具有重要作用。转换效率及最大功率点跟踪对光伏电场的效益有着至关重要的作用。下图是某知名厂家提供的的效率曲线。

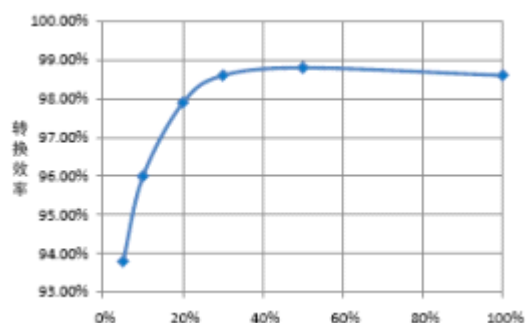


图5 逆变器的效率曲线图

根据上述曲线当输出功率达到额定功率50%时，转换效率最高，高达98.7%。电池板的实际容量为逆变器容量的40%以上时，逆变器效率最高。按照光伏电池92%的容量。逆变器与光伏电池容量比配比为1:1.08。

最高处理点在 13 时左右，最大功率为 18442.8kW。与 1000kw/m²的光照下额定容量为 30456MW_p 相比。达到峰值 30456kW_p 的 92%。从午前 9 时至午后 4 时。有图可知从 10 点到午后 3 电功率达到额定功率的 80%。

光伏电场占地面积大，直流侧电压低，电流大，导线有一定的损耗，此处损耗值取 2%；大量的太阳能电池板之间存在一定的特性差异，不一致性损失系数取 3%；考虑太阳能电池板表面即使清理仍存在一定的积灰，遮挡损失系数取 3%；光伏并网逆变器的效率（无隔离变压器，欧洲效率）约为 98.7%，考虑到夜间损耗按 98%考虑；干式变压器的效率达到 98%；早晚不可利用太阳能辐射损失系数 3%；光伏电池的温度影响系数按 1%考虑。系统效率为： $98\% \times 97\% \times 97\% \times 96\% \times 98\% \times 98\% \times 97\% \times 99\% = 81.64\%$ 综上所述达到额定功率的 $0.92 \times 0.8164 = 0.76$ 所以 30456kW 的光伏电站，最大出力只有 23146KW。对应所占主变压器容量 23146KVA。所以 30456MW_p 对应的变压器容量选择 24000KVA 可满足变电要求。光伏电池容量与变压器的比值为 $23146/30456 = 1/1.32$ 。同理对应哈密石城子 220KV 光伏汇集站装机 3*150MVA 的变电站可装机光伏电站 592MW_p。哈密石城子光伏已建及规划的共有 500MW，所以石城子 220kv 变电站还可接入 92MW 的光伏电站。

3、温度对光伏电场输出功率的影响

上文已经提到光伏电池的输出功率除了光照强度有关外，还与温度有关。根据哈密气象站提供的数据，哈密石城子的为 -33°C 到 45°C。只有温度降低才会引起功率的升高，所以只需校验 -33°C 时增加的功率。根据上述厂家提供的资料可知温度系数为 -0.43%/°C。所以按装机 592MW_p 计算增加的 $P_{\max} = P + \Delta P$ 。 $\Delta P = -33^\circ\text{C} \times 592\text{MW}_p \times -0.43\%/^\circ\text{C} = 84.0048\text{MW}_p$ 。 $P_{\max} = P + \Delta P = 592 + 84.0048 = 676\text{MW}_p$ 。虽然额定功率高达 676 MW_p，但最冷的时间出现在冬季，冬季光照强度低，实际出力达不到额定功率的 60%，按 60%计算： $P_s = 676\text{MW}_p \times 60\% = 405.6\text{MW}_p$ 。因此 592 MW_p 的最大出力仍为 500 MW_p。

4、结论

综上所述，变压器与光伏电池容量比为 1/1.32 时为最佳配比。确定了最佳配比可以缓解一部分接入和送出问题，也为业主减少了投资。为光伏电场的统筹规划提供参考。

参考文献：

- [1] 杨金焕，于化从，葛亮.太阳能光伏发电应用技术[D].北京：电子工业出版社，2009.
- [2] 蒋立.基于Z源的单相光伏并网系统的研究[D].南京：东南大学，2009.
- [3] 赵争鸣，刘建政，孙晓瑛，袁立强.太阳能光伏发电及其应用[M].北京：科学出版社，2006.

大型光伏电站中光伏组件容量与变压器最佳配比之浅谈

作者: [姜亮亮](#)
作者单位: [新疆电力设计院](#)
刊名: [城市建设理论研究\(电子版\)](#)
英文刊名: [ChengShi Jianshe LiLun Yan Jiu](#)
年, 卷(期): 2012(22)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_csjsllyj2012223088.aspx