



非正常功率衰减光伏组件的发电量分析与研究

杨留锋

(协鑫新能源控股有限公司, 徐州 221100)

摘 要: 光伏组件是光伏电站的关键部件, 其功率衰减将造成光伏电站的整体发电量下降, 影响电站的效益。通过对连接有正常功率衰减光伏组件和非正常功率衰减光伏组件的 2 台逆变器的发电量数据进行分析, 得出了非正常功率衰减光伏组件的衰减规律及衰减程度, 可为以后深入研究提供参考。

关键词: 光伏发电; 光伏组件; 正常功率衰减; 非正常功率衰减; 发电量

中图分类号: TK519

文献标志码: A

0 引言

光伏组件是光伏电站的关键部件, 但随着运行时间的增加, 光伏组件的输出功率呈不断下降趋势, 此种现象即为组件的功率衰减。组件的功率衰减会直接影响组件的发电量, 功率衰减严重时, 甚至会影响到整个光伏电站的收益。

一般情况下, 多晶硅光伏组件的首年功率衰减率不高于 2.5%, 之后每年的衰减率不高于 0.7%^[1]。若组件的功率衰减率超过这一比值, 即视为非正常功率衰减。本文以某个发生组件非正常功率衰减的光伏电站为例, 分析该类组件的发电量情况, 并判断其功率衰减趋势及程度, 以便为之后的深入研究提供参考。

1 光伏组件功率衰减概况

本文以某渔光互补光伏电站为例, 该电站采

用的光伏组件分别由海润光伏科技股份有限公司(以下简称“海润光伏”)和山东润峰集团(以下简称“润峰集团”)2 家企业生产, 共计 136840 块。其中, 润峰集团生产的组件(以下简称“润峰组件”)数量为 65560 块, 占比为 47.9%, 组件的功率分别为 240、245、250 W_p 这 3 种。

该电站自 2015 年 6 月并网运行后, 2016 年年底连接润峰组件的逆变器出现了发电量普遍较低的现象。于是, 在 2018 年 10 月, 对随机抽取的 5412 块润峰组件进行了开路电压测试。按照理论, 截至 2018 年年底, 组件的功率衰减率应该在 4.6% 之内, 超过该数值即为非正常功率衰减。考虑到此次测试条件和精度等因素的影响, 设定衰减率大于 5% 为非正常功率衰减。具体测试结果如表 1 所示。

由表 1 可知, 润峰组件存在不同程度的非

表 1 某光伏电站中润峰组件的功率衰减情况

Table 1 Attenuation of Runfeng PV modules in a PV power station

衰减率 组件数量	衰减率 >20%	15% < 衰减率 ≤ 20%	10% < 衰减率 ≤ 15%	5% < 衰减率 ≤ 10%	0% < 衰减率 ≤ 5%
240 W _p 组件的数量 / 块	417	217	180	471	724
245 W _p 组件的数量 / 块	102	32	21	45	113
250 W _p 组件的数量 / 块	12	3	9	24	60
合计	531	252	210	540	897

收稿日期: 2019-09-03

通信作者: 杨留锋 (1980—), 男, 硕士、机电工程师, 主要从事光伏电站运营技术管理方面的研究。3358639467@qq.com



正常功率衰减, 非正常功率衰减组件的数量约为 1533 块, 占抽样比例的 28.33%。

2 非正常与正常功率衰减组件的发电量对比分析

一般情况下, 组件的功率衰减情况可通过测试组件的开路电压来判断, 但测试周期长, 耗费人力。然而, 组件的开路电压又与其发电量呈正相关, 并且组件所发电量是通过逆变器接入电网, 因此, 通过逆变器发电量来判断组件的衰减情况更加便捷。

该光伏电站将 22 块组件串联为 1 个组串, 12 个组串并联汇入 1 台汇流箱, 11 台汇流箱并入 1 台集中式逆变器。为了保证组件发电量等统

计数据的准确性, 运维人员对逆变器、汇流箱及组件加强了巡视, 以降低其他因素的影响; 因电气结构无变化, 电气结构对统计数据的影响可以忽略不计; 而且该电站不存在树木、杂草等影响组件发电量的阴影遮挡。

将非正常功率衰减的组件接入逆变器 D4-1, 将正常功率衰减的组件接入逆变器 A5-2, 接入的 2 种组件的容量均为 686.4 kW。通过查询 2 台逆变器每月的发电量, 对系统效率、有效发电小时数等数据进行对比分析, 以期找到光伏组件衰减的变化规律, 为发电量预测和组件使用寿命判断提供依据和参考。

2 台逆变器 2017 年和 2018 年的发电量数据分别如表 2、表 3 所示。

表 2 2017 年 2 台逆变器的发电量数据分析表
Table 2 Power generation data analysis of two inverters in 2017

月份	发电量 /kWh		有效发电小时数 /h		有效发电小时数百分比 /%	系统效率 /%	
	A5-2	D4-1	A5-2	D4-1		A5-2	D4-1
1	67581	62759	98.5	91.4	92.79	89.71	83.31
2	51752	48430	75.4	70.6	93.63	97.13	90.90
3	90376	84587	131.7	123.2	93.55	91.25	85.40
4	88945	82665	129.6	120.4	92.90	91.26	84.82
5	109626	101483	159.7	147.8	92.55	85.84	79.46
6	72187	65965	105.2	96.1	91.35	88.29	80.68
7	76679	68528	111.7	99.8	89.35	87.61	78.30
8	65191	55600	95.0	81.0	85.26	94.61	80.69
9	66205	55179	96.5	80.4	83.32	89.76	74.81
10	87216	74091	127.1	107.9	84.89	89.45	75.99
11	58407	49111	85.1	71.5	84.02	90.28	75.91
12	76333	64613	111.2	94.1	84.62	89.11	75.43
合计	910498	813011	1326.7	1184.2	—	—	—
均值	—	—	110.6	98.7	89.02	90.36	80.48

注: 系统效率是指某个周期内, 逆变器的实际发电量与理论发电量的比值; 有效发电小时数百分比是指逆变器 D4-1 的有效发电小时数与逆变器 A5-2 的有效发电小时数的比值

由表 2 和表 3 可知, 2017 年, A5-2 与 D4-1 这 2 台逆变器的总发电量相差约 9.75 万 kWh, 2018 年, 这 2 台逆变器的总发电量相差约 18.93 万 kWh。非正常功率衰减组件的发电量与正常

功率衰减组件的发电量的差距越来越大。

2.1 有效发电小时数对比分析

图 1 和图 2 分别为 2017 年和 2018 年逆变器 D4-1 和逆变器 A5-2 的月有效发电小时数曲线。

表 3 2018 年 2 台逆变器的发电量数据分析表
Table 3 Power generation data analysis of two inverters in 2018

月份	发电量 /kWh		有效发电小时数 /h		有效发电小时数百分比 /%	系统效率 /%	
	A5-2	D4-1	A5-2	D4-1		A5-2	D4-1
1	53360	44323	77.7	64.6	83.14	84.38	70.09
2	64117	51470	93.4	75.0	80.30	89.77	72.06
3	93529	70767	121.7	103.1	84.72	90.40	76.59
4	89260	75944	130.0	110.6	85.08	89.46	76.11
5	89373	75456	130.2	109.9	84.41	89.21	75.32
6	73416	60719	107.0	88.5	82.71	87.30	72.20
7	77155	60128	112.4	87.6	77.94	86.86	67.69
8	91297	70360	133.0	102.5	77.07	85.96	66.25
9	88164	67905	128.4	98.9	77.02	86.27	66.45
10	89501	68924	130.4	100.4	76.99	86.80	66.84
11	43838	32378	63.9	47.2	73.87	87.74	64.8
12	52710	38075	76.8	55.5	72.27	80.55	58.18
合计	905720	716449	1304.9	1043.8	—	—	—
均值	—	—	108.7	87.0	79.63	87.06	69.38

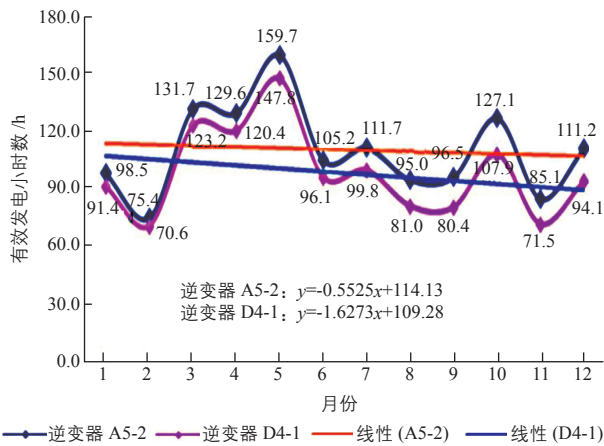


图 1 2017 年逆变器 A5-2 和逆变器 D4-1 的月有效发电小时数曲线

Fig.1 Monthly effective generating hours curve of inverter A5-2 and D4-1 inverter in 2017

对比图 1 和图 2 可以发现，2018 年，逆变器 A5-2 与逆变器 D4-1 的年有效发电小时数差值、月有效发电小时数差值均比 2017 年时的有所增大。2017 年，逆变器 A5-2 与逆变器 D4-1 的年有效发电小时数相差 142.5 h，月均值相差 11.9 h，2 台逆变器的有效发电小时数百分比的

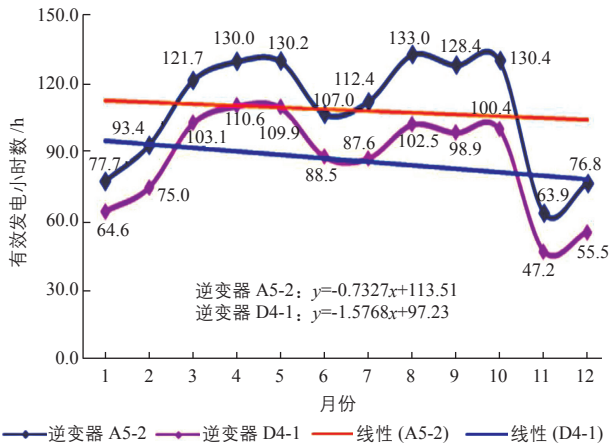


图 2 2018 年逆变器 A5-2 和逆变器 D4-1 的月有效发电小时数曲线

Fig. 2 Monthly effective generating hours curve of inverter A5-2 and inverter D4-1 in 2018

均值为 89.02%。2018 年，逆变器 A5-2 与逆变器 D4-1 的年有效发电小时数相差 261.1 h，月均值相差 21.7 h，2 台逆变器的有效发电小时数百分比的均值为 79.63%。

从图 1 和图 2 中 2 台逆变器的线性拟合曲线的趋势可以看出，2 台逆变器所连接的组件都出

现了功率衰减；并且连接非正常功率衰减组件的逆变器 D4-1 的加速衰减趋势系数 (x 的系数) 是连接正常功率衰减组件的逆变器 A5-2 的 2 倍以上，说明非正常功率衰减组件的衰减更为严重。

2.2 系统效率对比分析

图 3 和图 4 分别为 2017 年与 2018 年逆变器 A5-2 和逆变器 D4-1 的系统效率对比曲线。

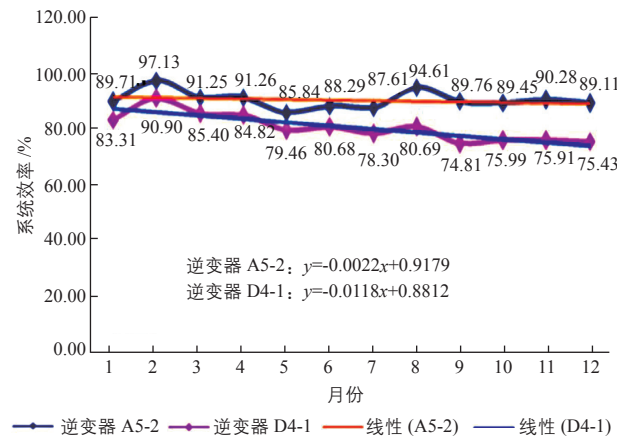


图 3 2017 年 2 台逆变器的系统效率对比曲线

Fig. 3 Comparison curve of system efficiency of two inverters in 2017

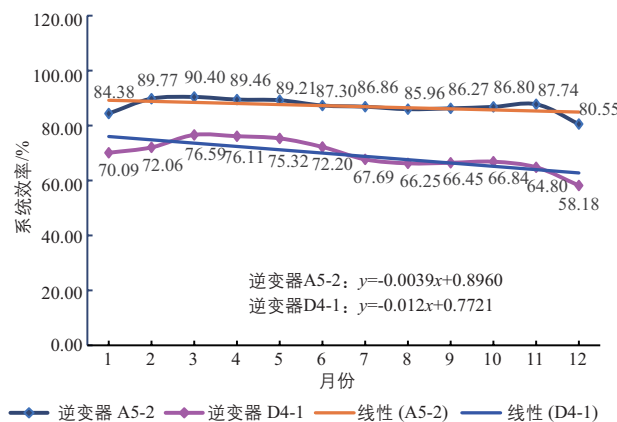


图 4 2018 年 2 台逆变器的系统效率对比曲线

Fig. 4 Comparison curve of system efficiency of two inverters in 2018

从图 3 和图 4 中可以看出，逆变器 A5-2 的系统效率和逆变器 D4-1 的系统效率之间的差值越来越大，由 2017 年 1 月时相差 6.4%，增加到 2018 年 12 月时相差 22.4%。2 台逆变器的系统效率月均值差值由 2017 年的 9.88% 增至 2018 年的

17.68%。

2 台逆变器的系统效率都在下降，2018 年与 2017 年相比，逆变器 A5-2 的系统效率月均值下降了 3.30%，而逆变器 D4-1 的系统效率月均值下降了 11.10%。从拟合曲线也可以看出，连接非正常功率衰减组件的逆变器 D4-1 的系统效率的下降速度比连接正常功率衰减组件的逆变器 A5-2 的系统效率的下降速度快。

2.3 小结

综上所述可知，非正常功率衰减组件的衰减率会不断加速，严重影响了系统效率和有效发电小时数，最终将影响电站的整体发电量和效益。2017 年逆变器 D4-1 的发电量约为逆变器 A5-2 的 89%，而 2018 年该值仅约为 79%。因此，需要对非正常功率衰减的组件进行更换。

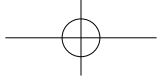
3 结论

本文对某渔光互补光伏电站中正常功率衰减与非正常功率衰减组件的发电情况进行了分析，结果发现，随着年限增加，连接非正常功率衰减组件的逆变器 D4-1 与连接正常功率衰减组件的逆变器 A5-2 之间的系统效率差值和有效发电小时数差值越来越大，且逆变器 D4-1 的发电量、有效发电小时数、系统效率降低速度呈加剧趋势。

非正常功率衰减的组件最终将影响电站的整体发电量和效益，因此，需要对电站中此类组件进行更换。同时，需要做好电站运行分析工作，及时掌握电站的生产运行情况，及时发现电站生产运营过程中存在的问题，并针对薄弱环节提出相应的整改措施，为提升光伏电站的综合利用效率和发电量提供科学依据。

[参考文献]

- [1] 杨威, 杨洋. 组件功率衰减对光伏发电系统效率的影响[J]. 太阳能, 2017(5): 55 - 57.



STUDY ON POWER GENERATION OF ABNORMAL POWER DEGRADATION PV MODULE IN PV POWER STATION

Yang Liufeng

(GCL New Energy Holding Co., Ltd., Xuzhou 221100, China)

Abstract: PV module is the key component of PV power station. The power degradation of PV module will cause the overall power generation of PV power station to decrease, which will affect the benefits of power station. This paper analyzes the power generation data of two inverters connected with normal power degradation PV modules and abnormal power degradation PV modules, so as to obtain the degradation law and degree of abnormal power degradation PV modules, and provide reference for further research in the future.

Keywords: PV power generation; PV module; normal power degradation; abnormal power degradation; power generation