

浅析 p 型 PERC 双面双玻 光伏组件 PID 现象

国家电投集团西安太阳能电力有限公司 ■ 唐兰兰 董鹏 苗林 李媛媛*

摘要: 通过在“双 85”测试条件下对光伏组件分别施加 $\pm 1500\text{ V}$ 电压, 分析 p 型 PERC 双面双玻光伏组件的 PID 现象, 发现 p 型 PERC 双面双玻光伏组件在负偏压下更易发生 PID 现象, 且背面 PID 现象较严重。

关键词: p 型 PERC; 双面双玻; PID 现象; Na^+

0 引言

在实际发电现场及光伏组件 PID 测试过程中可以发现, 使用 EVA(乙烯 - 醋酸乙烯酯) 封装的 p 型 PERC 双面双玻光伏组件, 正、背面的 PID 现象明显; 而改变封装材料, 使用 POE(聚烯烃) 封装后, 光伏组件正面的 PID 现象得到缓解, 但是背面仍存在 PID 现象。

本文主要从不同封装材料出发, 分别使用 EVA 和 POE 材料封装光伏组件, 通过 PID 测试, 依据测试结果分析 p 型 PERC 双面双玻光伏组件出现 PID 现象的原因。

1 PID 的定义

PID 效应 (Potential Induced Degradation) 又称电势诱导衰减, 是指当光伏组件的电极与边框之间存在较高的偏置电压时, 玻璃中的 Na^+ 出现离子迁移, 附着在电池片表面, 从而造成光伏组

件功率下降的现象^[1]。

2 p 型 PERC 双面双玻光伏组件的 PID 现象分析

2.1 实际电站中的 PID 现象

光伏组件在系统中的阵列排布和偏压如图 1 所示。因为每块光伏组件边框都是接地的, 会造成单个组件和边框之间形成偏置电压, 所以, 越靠近负极输出端的光伏组件, 承受负偏压现象越明显。

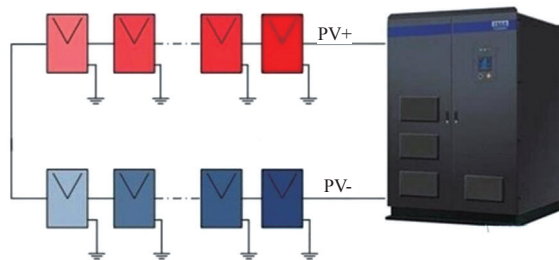


图 1 光伏组件在电站系统中的排列示意图

收稿日期: 2018-04-03

通信作者: 李媛媛 (1986—), 女, 本科, 主要从事光伏组件失效分析方面的工作。luomuzp@163.com

处于负偏压情况下时,光伏组件边框的电势为零,高于电池片电势,当玻璃表面有湿气、露水等时,就会在组件表面形成一个带电的水膜,而这个带电水膜与电池片之间会因为电势差形成一个模拟电场,且 Na^+ 本身带正电荷,所以在电场作用下, Na^+ 就会通过封装材料向电池方向迁移,从而发生PID现象^[2]。在光伏电站系统中,光伏组件越靠近负极输出端,发生的PID现象越明显。

2.2 p型PERC双面双玻光伏组件PID(-1500 V)测试分析

使用不同厂家的POE及EVA材料对p型PERC双面双玻光伏组件进行封装,然后对组件施加-1500 V的电压,进行PID 96 h测试,结果如图2所示。

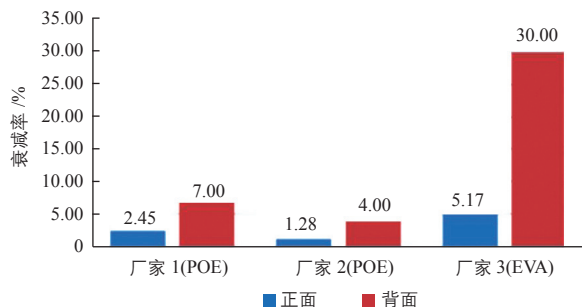


图2 -1500 V PID 测试后衰减对比图

由图2可以看出:

1) 施加-1500 V电压经过PID 96 h测试后,POE封装的光伏组件正面衰减率在5%以内;而EVA封装的光伏组件正面衰减率为5.17%。

2) 同一种封装材料,其背面衰减率明显高于正面。使用POE封装的光伏组件其背面衰减率也高达4%~7%,而使用EVA封装的光伏组件背面衰减率更是高达30%。

2.3 p型PERC双面双玻光伏组件PID(+1500 V)测试分析

使用不同厂家的POE及EVA材料对p型PERC双面双玻光伏组件进行封装,然后对组件施加+1500 V的电压,进行PID 192 h测试,结果如图3所示。

由图3可以看出,当给组件施加+1500 V电压经过PID 192 h测试后,无论是使用EVA封装的光伏组件,还是使用POE封装的光伏组件,其正、背面衰减率均在5%以内,甚至衰减率低于负偏压96 h测试。

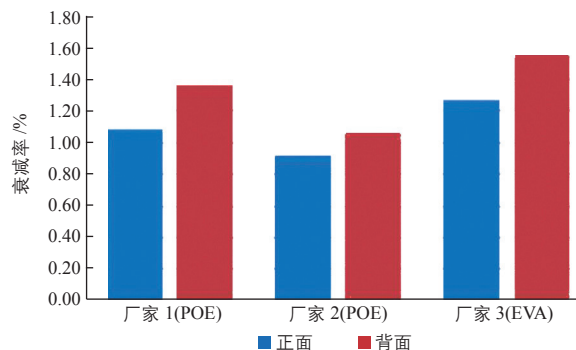


图3 +1500 V PID 测试后衰减对比图

3 结果讨论

3.1 使用EVA封装的光伏组件在负偏压情况下,正、背面PID现象均明显

使用EVA封装的p型PERC双面双玻光伏组件在负偏压情况下,正、背面PID现象均较明显。导致此种情况产生的原因可能为:在高温高湿情况下,EVA易水解,水解会产生醋酸根离子^[3], Na^+ 会结合醋酸根离子,从而穿过EVA到达电池片表面,影响电池片表面的电荷分布。

3.2 使用POE封装的光伏组件在负偏压情况下,背面更易出现PID现象

使用POE封装的p型PERC双面双玻光伏组件在负偏压情况下,背面更易出现PID现象。造成此种情况的原因可能为:由POE封装的光伏组件,因POE结构均由C-C键和C-H键组成,不含有C=O或其他的不饱和双键,无酸性物质释放,且其体积电阻率比EVA材料高约1~2个数量级,水汽透过率比EVA低约1个数量级,因此,在高温高湿情况下,玻璃析出的 Na^+ 要想迁移至电池片表面较为困难。

但是在高温高湿情况下,封装材料的体积电阻率会减小,且材料中的硅烷偶联剂及交联剂中含有少量的带负电的离子,因此,(转第62页)



根据表 4 中的数值可知, GAP 单元建模计算的结果与理论计算的结果误差较小, 基本吻合。

4 结论

本文采用有限元分析方法, 用 GAP 单元模拟轴承内、外圈的接触, 然后在添加外荷载的情况下对模型进行静强度分析计算; 同时, 采用理论方法, 在同种工况下对该轴承分析计算, 针对两种不同方法的计算结果分析对比, 可得到以下结论:

1)GAP 单元建模计算结果与理论计算结果误差较小, 吻合度高。

2)GAP 单元模拟轴承滚动体进行建模, 可实现轴承内、外圈力的传递。

3)当不针对滚动体进行分析时, 可用 GAP 单元代替所有滚动体进行简化建模, 不会影响其他连接部件的计算结果。

4)GAP 单元无法精确模拟轴承接触角的具体数值, 只能近似模拟滚动体与滚道间的接触情况。要研究接触角时, 需采取实体建模进行分析。

5)GAP 单元模拟滚动体对轴承的简化建模,

克服了实体轴承建模难度大、复杂性高的缺点, 同时也大幅提高了计算速度。

6)这种简化方法可以应用于风力发电机组中变桨轴承及偏航轴承的建模, 从而为风电轴承建模提供一种新的思路。

参考文献

- [1] 吴云鹏, 孙立红. 滚动轴承力学模型的研究及其发展[J]. 煤矿机械, 2004, (2): 5-7.
- [2] 林腾蛟. 深沟球轴承运转过程动态特性有限元分析[J]. 振动与冲击学报, 2009, 28(1): 118-122.
- [3] 陈火红, 杨剑, 薛小香, 等. 新编 Marc 有限元实例教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [4] 陈达亮, 郝志勇. GAP 单元在气门弹簧动态特性有限元分析中的应用[J]. 拖拉机与农用运输车, 2004, (2): 24-26.
- [5] 王国林, 张建, 王启唐, 等. 基于 GAP 单元的车架有限元分析[J]. 浙江大学学报, 2008, 29(3): 206-209.
- [6] 皮亚南, 董懿琼, 戴莉莉, 等. 滚动轴承保持架不稳定性分析[J]. 江西科学, 2008, 10(5): 770-773.
- [7] Harris T A, Kotzalas M N. Advanced concepts of bearing technology [M]. England & Wales : Taylor & Francis Group, 2006.
- [8] Amasorrain J I, Sagartzazu X, Damián J. Load distribution in a four contact-point slewing bearing[J]. Mechanism and Machine Theor, 2003, (38): 479-496.
- [9] 冈本纯三. 球轴承的设计计算[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [10] 翟瑞彩, 谢伟松. 数值分析[M]. 天津: 天津大学出版社, 2000.

太阳能

(接第 44 页) 在外加电场的作用下, 可使较少的 Na^+ 通过封装材料到达电池片表面。

使用 POE 封装的光伏组件背面更易出现 PID 现象是因为双面 PERC 电池片正面为化学钝化, 其氮化硅中含有高密度的固定正电荷, 对 Na^+ 有一定的排斥作用, 会减弱一部分 Na^+ 的富集; 但是其背面为场钝化, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}$ 接触面具有较高的固定负电荷密度, 背面玻璃中析出的 Na^+ 使氧化铝内的电荷发生再分布, 导致钝化效果恶化。同时, 双面 PERC 电池片正面含有一层氧化硅减反射层, 可以起到抗 PID 效应, 而背面没有。

4 结论

本文分别使用 EVA 和 POE 材料对光伏组件

进行封装, 然后分析 PID 现象产生的原因, 并得出以下结论:

1) 使用 EVA 封装的 p 型 PERC 双面双玻光伏组件易出现 PID 现象;

2) 即使使用 POE 材料封装的 p 型 PERC 双面双玻光伏组件, 其背面出现 PID 现象的风险也较大, 这与电池片本身的结构有关。

参考文献

- [1] 葛华云. 基于光伏组件的电位诱发功率衰减的研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [2] 王征, 郭海玲. 光伏组件 PID 现象抑制方法研究 [J]. 太阳能, 2016, (5): 41-44.
- [3] 吴翠姑, 于波, 韩帅, 等. 多晶硅光伏组件功率衰减的原因分析及优化措施 [J]. 电气技术, 2009, (8): 113-114. 太阳能