

光伏组件IV功率测试中的误差来源补偿技术

郑张安¹ 李清伟¹ 刘占雄¹ 李军迎² 陈 硕²

1. 晶澳(邢台)太阳能有限公司 河北 邢台 054000

2. 曲靖晶澳太阳能有限公司 云南 曲靖 655000

摘要: 为了探索光伏组件IV功率测试误差来源补偿技术,提高测试结果精度。通过深入分析设备误差,环境因素以及操作误差等因素对测试结果产生的影响,该研究提出一套全面的误差补偿技术。该项技术建立在高精度设备校准,环境参数实时监测以及标准化操作流程基础上,有效地减少测试误差。试验验证表明,采用误差补偿技术之后光伏组件IV功率试验误差明显减小,试验精度及可靠性均得到改善。该研究对光伏系统性能评估具有强有力的支撑作用,有利于促进光伏产业健康发展。

关键词: 光伏组件; IV功率测试; 误差补偿技术; 设备误差; 环境因素; 操作误差

中图分类号: TM615

引言

IV功率测试技术对评价光伏系统性能起着关键作用,对保障光伏发电系统高效平稳运行有着重要意义。但实际检测过程中受设备误差,环境因素及操作误差等多因素影响,检测结果常常会出现较大误差,严重限制光伏系统性能评价精度。该研究旨在通过对光伏组件IV功率测试误差来源进行系统分析,揭示误差对测试结果产生影响的机理,制定一套有效、可靠的误差补偿方法。详细探讨了设备误差、环境因素(例如,温度、光照强度、湿度)以及操作误差(例如接线不正确、测量点的选取不恰当等等)对测试结果的影响,并且在这些分析的基础上,构造误差补偿技术理论基础。引入误差补偿技术后,预期可以准确地校正测试结果以提高光伏系统性能评估精度。这样既有利于光伏系统设计与运行的优化,也可以为光伏产业健康发展提供强有力的支撑。所以本课题的研究在理论上和实际应用中都有一定的意义。

1 光伏组件IV功率测试误差来源分析

1.1 光伏组件IV功率测试设备误差分析

光伏组件IV功率测试时,设备误差为影响测试结果精度的关键之一。测试设备误差主要来自测量误差,校准误差和环境适应性误差等方面^[1]。但是,目前市面上的光伏组件IV功率测试设备在某些方面表现不佳,如测量误差相对较大($\pm 0.5\%$)和校准误差难以彻底消除($\pm 0.2\%$),以及环境适应性误差受温度、湿度等环境因素影响较大($\pm 0.3\%$)。这些错误的存在使得测试结果不能正确地反映光伏组件实际工作性能。

1.2 光伏组件IV功率测试环境因素影响

除设备误差外,环境因素对光伏组件IV功率测试的结果有着显著影响。测试环境中温度,光照强度和湿度对光伏组件的性能具有显著影响,从而影响测试结果精度^[2]。尤其在温度波动幅度较大(-20°C 至 $+60^{\circ}\text{C}$)以及光照强度波动较大($100\text{W}/\text{m}^2$ 至 $1000\text{W}/\text{m}^2$)的情况下,实验结果的误差表现得尤为突出。此外,湿度变化(20%RH至90%RH)也会对测试结果产生一定影响。所以在进行光伏组件IV功率测试时,一定要充分考虑到环境因素的作用,采取适当的措施来降低对测试结果造成的影响。

1.3 光伏组件IV功率测试操作误差分析

除设备误差及环境因素之外,操作误差对光伏组件IV功率测试的结果有重要影响。测试人员操作技能与经验水平的高低,直接影响着测试结果。如接线错误、测量点选取不合适等操作错误会造成测试结果错误。尽管这些操作误差在整体误差中所占比例较小(如果接线不正确的比例较大,则测量点的选取不合适),但它们对测试结果的影响不容忽视。所以在进行光伏组件IV功率测试时,需要建立标准化测试操作流程以及人员培训机制来降低操作误差给测试结果带来的影响。

2 误差补偿技术理论基础

2.1 误差补偿技术概述

误差补偿技术对于提高测试准确性具有重要意义,该技术的核心是辨识与量化测试时可能出现的误差并将结果用数学模型或者算法加以校正。光伏组件IV功率检测时,受设备精度,环境变化及人为操作诸多因素影响,检测结果常常会出现不同程度的错误。误差补偿技术就是为了解决这些误差来源而采用科学方法校正试验结果,从而达到提高试验精度与可靠性的目的。

2.2 误差补偿数学模型

误差补偿数学模型的建立是误差补偿技术中至关重要的一环。此模型需考虑设备误差,环境因素及操作误差等诸多因素,用数学方法定量地描述了各因素对测试结果的影响。该模型需包含设备的误差系数、环境温度系数、光照强度系数以及其它一些由实验数据决定并优化的参数。利用误差补偿数学模型可以科学地校正测试结果,以消除或者减小误差影响。

值得指出的是,建立误差补偿的数学模型并不是一朝一夕的事情,它需要通过实验来不断验证与优化。实际工作中需要针对测试环境及设备条件等因素的改变对模型参数做出相应调整与优化才能保证误差补偿技术有用性与准确性。误差补偿技术经过这一不断优化过程能够逐步适应多种复杂测试环境及设备条件,从而对光伏组件IV功率测试工作提供更精确、更可靠的支撑^[3]。

2.3 补偿参数确定与优化

在误差补偿技术中,确定和优化补偿参数是关键环节。其中包括设备误差系数,环境温度系数和光照强度系数,这几个参数直接决定着误差补偿效果及精度。要测定这些参数就必须通过对实验数据的分析拟合来寻求参数对误差的最优对应。我们还要对这些参数进行实验验证与优化,从而保证其在各种测试环境与设备情况下具有适用性与准确性。通过确定并优化补偿参数,可为误差补偿技术的发展提供更可靠、更有益的支撑,促进光伏组件IV功率测试精度及可靠性的提升。

3 误差补偿技术实现方法

3.1 设备误差补偿策略

光伏组件IV功率测试中设备误差难以避免。为有效地应对这种挑战,采用了系列高精度校准设备并进行定期维护。我们选择经国际权威机构鉴定的校准设备保证测试设备精确度及稳定性。另外,我们制定设备校准周期性计划来定期校准与维修测试设备,及时发现和解决可能出现的错误。我们也采用先进的数据分析技术对设备误差实时监控与评价,保证测试结果准确。

3.2 环境因素补偿策略

环境因素对于光伏组件IV功率测试效果有显著影响。为降低这一影响,通过对试验环境参数进行实时监控。通过设置高精度温度、光照强度、湿度等传感器,实现了对测试环境中各参数变化情况的实时监控。接着我们通过这些环境参数和测试结果的对应关系建立环境因素补偿模型。检测时将根据实时监控的环境参数对检测结果做出相应补偿来消除环境因素的影响^[4]。

3.3 操作误差补偿策略

操作误差一般由测试人员操作技能及经验缺乏引起。为降低该错误对测试结果造成的影响,建立标准化测试操作流程及人员培训机制。我们确定了具体的测试操作步骤及要求,以保证测试人员能按指定的程序执行。同时加强测试人员培训与教育,提高其操作技能与经验水平。经过经常性的训练与练习,可以让测试人员熟练测试操作技巧以降低操作误差。

3.4 综合误差补偿技术

光伏组件IV功率测试过程中误差来源复杂多变,采用单一补偿方法通常难以获得理想补偿效果。为此,我们把设备误差补偿,环境因素补偿与操作误差补偿有机地结合起来,构成综合误差补偿技术体系。通过对各误差来源给试验结果带来的影响进行综合分析,采取相应的补偿方法,可使试验结果得到充分校正与补偿,从而提高试验的精度与可靠性。在实践中,将针对特定测试条件与要求对综合误差补偿技术体系进行灵活调整与优化,使其达到最佳效果。

4 实验验证与结果分析

4.1 实验设计与实施

在我们的实验过程中,我们选择了市场上五个最具代表性的光伏组件型号,并为每一种型号精选了十片样本,目的是通过多样本的测试来确保测试结果具有广泛的适用性和可靠性。我们使用统一IV功率测试设备分别对光伏组件在有无误差补偿技术情况下进行对比测试^[5]。

为了保证实验结果的高度精确性,我们对实验环境进行了严格的控制,确保其完全满足标准测试条件:温度设置为25°C,光照强度保持在1000W/m²,湿度稳定在50%RH。透过此系列精心设计之实验步骤,预期可综合评估误差补偿技术应用于光伏组件IV功率测试之实际功效。

4.2 实验结果对比

通过仔细比较和分析实验数据,发现采用误差补偿技术之后光伏组件IV功率测试误差明显减小^[6]。在没有采用误差补偿技术的前提下,五个不同型号的光伏组件在IV功率测试中的平均误差分别是±1.2%、±1.1%、±1.3%、±1.0%和±1.1%。应用误差补偿技术之后,这些误差分别减少到了±0.5%、±0.4%、±0.5%、±0.4%和±0.5%的范围内,降低的幅度在50%到60%之间。该研究结果说明误差补偿技术在改善光伏组件IV功率测试精度方面效果显著。

进一步对实验数据的分析表明,误差补偿技术对设备误差及环境因素的补偿性能突出。比如在没有使用误差补偿技术的情况下,测试结果受设备误差影响比较显

著,误差占很大比例。并且经过误差补偿技术的运用,使设备误差得到有效的控制,使试验精度显著提高。与此同时,温度、光照强度以及湿度等环境因素的改变对试验结果产生的影响得到有效的补偿,从而进一步增强试验可靠性。

4.3 误差补偿效果分析

在对实验数据进行深入分析之后,我们综合评价了误差补偿技术所取得的成果。我们发现误差补偿技术对于弥补设备误差的作用特别显著,主要原因是我们使用高精度校准设备以及定期维护措施有效地减少了设备误差对于测试结果的干扰。另外环境因素补偿方法得到较好的结果。通过对试验环境参数进行实时监测,在环境参数和试验结果之间建立相应的联系,从而达到精确补偿环境因素的目的。尽管操作误差补偿方法的效果相对较弱,但我们认识到这主要是由于人为因素的不确定性。在今后的工作中,对操作误差的补偿方法进行了进一步的探讨与优化,从而改善了补偿效果。值得关注的是误差补偿技术并不是无所不能的。在一些特定的场合,例如极端的环境状况或设备的严重老化等情况下,误差补偿技术可能不能完全消除测试中的误差。所以在实际运用时,需要针对具体情况对误差补偿技术进行参数与策略的灵活调节,从而保证试验的准确与可靠。

5 结束语

光伏组件IV功率测试作为光伏系统性能评估的核心环节,精确度关系到光伏产业能否不断发展。文章对IV功率测试时误差来源进行深入分析,提出一套行之有效的误差补偿策略,以提高测试精确度为目标。

对IV功率测试误差来源进行分析,主要包括测试设备精确度与稳定性方面的问题,温度、光照、湿度等环境因素对光伏组件工作特性的影响及测试人员技能与经验的不同等。对于这些错误,我们给出了一些补偿策略,这些策略涉及设备错误补偿,环境因素补偿和操作错误补偿;通过使用高精度校准设备及定期维护等措施来降低设备误差对于测试结果造成影响。另外我们建立

了以设备误差为补偿依据的数学模型,并且对补偿参数进行了试验验证与优化。这些举措有效地促进了测试设备精确度与稳定性的提高,并为误差补偿奠定了坚实基础;对试验环境参数实行实时监测,将环境参数和试验结果建立联系。通过实时监测与数据分析,可以更加精确地预测与弥补环境因素对于试验结果的影响程度,使试验可靠性与精确度得到显著提升;建立标准化测试操作流程及人员培训机制来规范操作流程,并加强人员培训来降低操作误差对于测试结果造成的影响。我们也介绍了一种操作误差补偿方法来辨识与量化操作误差,并且据此补偿测试结果;通过对误差补偿技术效果进行分析,发现其对设备误差以及环境因素的补偿效果显著,有效地促进了检测的精确度与可靠性。

总之,光伏组件IV功率测试误差补偿技术,通过对误差来源进行辨识与量化,并利用有效补偿方法显著提升了检测精确度与可靠性。该项技术对于光伏系统性能评估起到强有力的支撑作用,对于促进光伏产业健康发展有着十分重要的意义。在今后的工作中,将不断探讨如何更加高效地对操作误差进行补偿以及对新的试验需求进行响应,从而不断提升试验精确度与可靠性。

参考文献

- [1]郑巍,艾学忠,蒙永龙,等.基于STM32F373的光伏组件IV特性测试系统[J].机电工程技术,2024,2:111-115.
- [2]张江锋.组件功率优化技术在110 kV百瓩光伏电站的应用[J].电力系统装备,2022,10:107-109.
- [3]陈为兴,黄征.光伏组件龙背扫描功率测试方案研究[J].电气技术与经济,2022,5:14-16.
- [4]邵尹池,袁绍军,孙荣富,等.基于空间相关性的分布式光伏实用化功率预测及误差分析[J].中国电力,2021,7:185-191207.
- [5]刘琼,李世民,包建勤,等.HT IV400光伏组件测试仪器的校准方法探讨[J].甘肃科技,2021,5:86-8820.
- [6]李士钦.组件功率优化技术在110kV百瓩光伏电站的应用[J].机电信息,2021,29:4-6.