

光伏发电系统的常见故障及其检测方法

孙绍云

江苏国信泗阳太阳能发电有限公司, 江苏 宿迁 223700

[摘要] 光伏发电系统具有可持续发展、环境保护、经济效益和能源安全等重要意义。随着技术的不断发展和成熟, 光伏发电系统将在未来的能源体系中发挥越来越重要的作用, 为实现清洁、安全、可持续的能源供应做出更大的贡献。光伏发电系统是一种重要的可再生能源发电方式, 然而在运行过程中可能会出现各种故障。文章通过对光伏发电系统常见故障的分析, 总结了常见故障及其检测方法。

[关键词] 光伏发电系统; 故障检测; 光伏电池; 逆变器

DOI: 10.33142/hst.v7i2.11470

中图分类号: TM615

文献标识码: A

Common Faults and Detection Methods of Photovoltaic Power Generation Systems

SUN Shaoyun

Jiangsu Guoxin Siyang Solar Power Generation Co., Ltd., Suqian, Jiangsu, 223700, China

Abstract: Photovoltaic power generation systems have important significance in sustainable development, environmental protection, economic benefits, and energy security. With the continuous development and maturity of technology, photovoltaic power generation systems will play an increasingly important role in the future energy system, making greater contributions to achieving clean, safe, and sustainable energy supply. Photovoltaic power generation system is an important renewable energy generation method, but various faults may occur during operation. The article analyzes common faults in photovoltaic power generation systems and summarizes their detection methods.

Keywords: photovoltaic power generation systems; fault detection; photovoltaic cells; inverter

光伏发电系统是利用太阳能直接转化成电能的技术, 是清洁能源的重要组成部分。随着全球能源需求的不断增长和环境问题的日益突出, 光伏发电系统的重要性日益凸显。加强光伏发电系统的研究与应用, 促进其在能源领域的广泛推广和应用, 具有重要的战略意义和实际意义。

1 光伏发电系统的重要性

光伏发电系统是实现可持续发展的重要手段之一。随着全球经济的发展, 传统的化石能源逐渐枯竭, 同时也带来了严重的环境问题。而太阳能作为一种永无止境的能源, 不仅资源丰富, 而且是可再生的。通过光伏发电系统将太阳能转化为电能, 可以提供清洁、可持续的能源供应, 为社会的可持续发展做出重要贡献。此外, 光伏发电系统还可以减少对传统能源的依赖, 降低能源供应的不确定性, 提高能源的稳定性和安全性, 为全球能源供应体系的优化和调整提供新的思路和路径^[1]。

光伏发电系统对环境保护具有重要意义。传统的化石能源的开采和利用过程会排放大量的烟尘、二氧化碳等有害气体和固体废物, 严重影响空气质量和生态环境。而光伏发电系统是一种无污染、零排放的能源转换技术, 可以有效减少二氧化碳等温室气体的排放, 降低大气污染的程度, 改善环境质量。同时, 光伏发电系统还可以减少土地的破坏和水资源的消耗, 保护生态系统的完整性和稳定性。

因此, 光伏发电系统对于保护环境、改善生态环境具有重要的意义。

光伏发电系统具有良好的经济效益。随着太阳能技术的不断发展和成熟, 光伏发电系统的投资成本不断降低, 发电效率不断提高。与传统的化石能源相比, 光伏发电系统具有更低的运营成本和更长的使用寿命, 具有更高的发电效率和更稳定的发电能力。此外, 光伏发电系统还可以通过政府的补贴和优惠政策获得电价补贴、税收减免等经济激励, 提高投资回报率。因此, 光伏发电系统不仅可以满足能源需求, 还可以创造经济收益, 为投资者和社会带来良好的经济效益。

光伏发电系统对能源安全具有重要作用。传统的化石能源存在供应不稳定、地缘政治隐患等问题, 容易受到国际市场和国际政治的影响。而光伏发电系统利用太阳能这一可再生资源, 具有分布广泛、资源丰富、供应稳定等特点, 可以减少对进口能源的依赖, 降低能源安全风险, 增加国家能源的自主性和安全性。此外, 通过推广光伏发电系统, 可以实现能源的多元化和分散化, 降低能源系统的集中化风险, 提高能源系统的可控性和应对能力。因此, 光伏发电系统对能源安全具有重要的意义^[2]。

2 光伏发电系统故障特点

光伏发电系统的故障呈现多样性。光伏发电系统由太

太阳能电池板、逆变器、电网连接等多个部分组成,每个部分都可能出现故障。在太阳能电池板方面,常见的故障包括太阳能电池板损坏、线路断开、电池板连接不良等。在逆变器方面,故障可能包括逆变器损坏、逆变器通讯故障、逆变器过载等。此外,电网连接故障、电池组故障、环境影响等因素也可能导致光伏发电系统故障。因此,光伏发电系统的故障呈现多样性,需要通过综合性分析和故障诊断来进行解决。

光伏发电系统的故障具有隐蔽性和时效性。由于光伏发电系统的工作环境复杂,经常暴露在恶劣天气和不良环境中,系统故障可能存在一定的隐蔽性。例如,太阳能电池板的损坏可能不容易被发现,需要利用专业仪器和设备进行检测。此外,光伏发电系统的故障通常呈现出一定的时效性,可能在特定的时间段或特定的工作负荷下才会出现。因此,及时进行系统巡检和定期进行维护保养非常重要,以提前发现和排除潜在的故障。

光伏发电系统的故障影响范围较大。光伏发电系统的故障不仅会影响系统的发电效率和功率输出,还可能对整个能源供应系统产生重大影响。例如,逆变器故障可能导致系统无法将直流电转换为交流电,从而导致系统无法向电网输送电能;电池组故障可能导致能量储存不当,无法满足负载要求。此外,光伏发电系统的故障还可能对电网稳定性和电力质量产生一定影响,可能引起电力系统故障和电力设备损坏。因此,光伏发电系统的故障影响范围较大,需要及时排除故障,保持系统的正常运行和可靠性^[3]。

光伏发电系统的故障维修较为困难。光伏发电系统涉及到多个部件和设备的集成运行,故障维修相对复杂。例如,太阳能电池板的检修和维护需要专业的仪器和设备,对技术人员的能力和和经验要求较高;逆变器的故障通常需要更换设备或进行修复,需要专业技术人员进行操作。此外,光伏发电系统的故障维修也需要考虑安全因素,包括电气安全、防止触电等。因此,在遇到光伏发电系统故障时,应及时联系专业维修人员进行维修,以确保维修操作的安全性和有效性。

3 光伏发电系统的常见故障及其检测方法

3.1 光伏电池故障及其检测方法

光伏电池是光伏发电系统的核心组件之一,其正常运行对于系统的发电效率和可靠性至关重要。然而,光伏电池在使用过程中可能会出现各种故障,如老化、损坏、热点、电气烧坏等。了解光伏电池故障的特点及其检测方法,对于及时排除故障,维护系统的正常运行具有重要意义。

常见的光伏电池故障包括电池片热点、开路、短路以及劣化老化等。电池片热点故障是指光伏电池片局部发热,可能是由于电池片内部或表面的缺陷引起的。开路故障是指光伏电池无法形成正常的电流通路,可能是由于电池片内部的破损或连接线路间断引起的。短路故障是指光伏电

池出现电流短路,可能是由于电池片间隙短路或电池片内部的缺陷引起的。劣化老化是指光伏电池性能随时间的推移逐渐降低,可能是由于氧化、腐蚀、疲劳等因素导致的。

针对光伏电池故障的检测方法主要包括外观检查、电性能检测和热成像检测。外观检查可以通过目视观察光伏电池的外观状态,如是否有裂纹、变形或污染等。电性能检测可以通过测量光伏电池的电流、电压和功率等参数,从而判断电池的工作状态。例如,使用I-V曲线测试仪可以测量光伏电池的电压-电流特性曲线,从曲线形状和参数获得电池的性能情况。热成像检测可以使用红外热像仪对光伏电池进行热成像,通过观察电池表面温度分布的异常情况,判断是否存在热点故障^[4]。

此外,还可以使用电学参数测试、电流热图、电力学无损检测等高级检测方法进行光伏电池故障的诊断。电学参数测试是通过测量光伏电池的电阻、电容、电感等参数,对电池的内部状态进行分析。电流热图是通过测量电池板表面的温度分布,通过红外照相或红外热像仪得到电池板的热图像,从而判断电池是否存在热点。电力学无损检测是一种非接触式的电力学故障检测方法,通过测量电场、磁场等无损信号,对电池的负极和正极进行检测和诊断。

总的来说,光伏电池故障的检测方法有多种,包括外观检查、电性能测试、热成像检测、电学参数测试、电流热图以及电力学无损检测等。选择合适的检测方法进行光伏电池故障的诊断,可提高系统的可靠性和发电效率,及时发现并解决故障,确保光伏发电系统的正常运行。

3.2 逆变器故障及其检测方法

光伏发电系统的逆变器是将光伏电池产生的直流电转换为交流电的关键设备。然而,逆变器在使用过程中也可能会出现各种故障,如电路故障、元器件故障、通信故障等。了解逆变器故障的特点以及检测方法,对于及时修复故障、确保系统的正常运行非常重要。

常见的逆变器故障包括输出功率降低、输出电压或电流异常、电路故障等。输出功率降低可能是由于逆变器内部电路故障、损坏的元器件或通信故障等原因导致的。输出电压或电流异常可能是由于逆变器内部电路元器件老化、过载、短路或保护措施失效等原因引起的。电路故障是指逆变器内部电路的损坏、开路或短路等情况,可能是由于元器件损坏、电路过载或温度过高等原因导致的^[5]。

针对逆变器故障的检测方法主要包括外观检查、电性能检测和故障诊断。外观检查可以通过目视观察逆变器的外观状态,如是否有损坏、变形或松动等。电性能检测可以通过测量逆变器的输入电压、输出电压、输出功率、效率等参数,从而判断逆变器的工作状态。例如,使用电参数测试仪可以测量逆变器输入和输出电压、电流、功率因数等,从参数的变化情况分析逆变器是否存在故障。故障诊断可以通过逆变器的故障报警系统或故障代码进行,有

些逆变器还可以通过通信接口与监控系统实时通讯,监测各个模块的状态和故障信息。

此外,还可以使用红外热像仪、电学参数测试、故障指示灯等高级检测方法进行逆变器故障的诊断。红外热像仪可以通过测量逆变器的热分布情况,找到异常发热点从而判断故障的位置。电学参数测试是通过测量逆变器的电阻、电容、电感等参数,对逆变器的内部状态进行分析和判断。故障指示灯是逆变器上的一种指示灯,当逆变器有故障时,指示灯会发出特定的亮灭信号,从而提示故障的类型和位置。

总结来说,逆变器故障的检测方法有多种,包括外观检查、电性能测试、故障诊断、红外热像仪、电学参数测试以及故障指示灯等。选择合适的检测方法进行逆变器故障的诊断,能够及时发现并解决故障,确保光伏发电系统的正常运行。同时,定期的维护和检测工作也是预防逆变器故障的重要手段^[6]。

3.3 电网故障及其检测方法

光伏发电系统与电网连接过程中,可能会遇到电网故障,如电压波动、频率偏离、短路等问题。这些电网故障可能会对光伏发电系统造成影响,甚至引发逆变器的保护措施。因此,了解光伏发电系统电网故障的检测方法非常重要。

常见的光伏发电系统电网故障包括过电压、低电压、电压波动、频率偏离等。过电压是指电网电压超过额定值的情况,可能导致逆变器的保护机制启动,停止输出功率。低电压是指电网电压低于额定值的情况,可能导致逆变器无法正常工作或输出的功率降低。电压波动是指电网电压在短时间内剧烈变化的情况,可能会对逆变器的稳定性和输出功率产生影响。频率偏离是指电网频率偏离额定值的情况,可能会导致逆变器无法正常跟踪电网频率。

针对光伏发电系统电网故障的检测方法主要包括电参数监测、故障报警和故障记录。电参数监测是通过测量光伏发电系统的输入电压、输出电压、电流等参数,以及电网的电压、频率等参数,来判断电网是否存在故障。例如,使用电参数测试仪可以实时监测光伏发电系统和电网的电压、电流、频率等参数,从数据变化的趋势和范围判断电网是否存在故障。故障报警是光伏发电系统内置的保护机制,在检测到电网故障时发出警报,以提醒运维人员及时处理。故障记录是记录光伏发电系统电网故障的时间、

类型和参数等信息,方便日后分析和故障排查。

此外,还可以使用电压监测装置、频率监测装置、电池组、保护装置等高级检测方法进行光伏发电系统电网故障的诊断。电压监测装置可以实时监测电网电压的变化情况,以判断是否存在过电压或低电压的情况。频率监测装置可以实时监测电网频率的变化情况,以判断是否存在频率偏离的情况。电池组可以作为备用电源,当电网故障时,可以供光伏发电系统继续运行一段时间。保护装置可以在检测到电网故障时,立即切断与电网的连接,以保护光伏发电系统的安全。光伏发电系统电网故障的检测方法主要包括电参数监测、故障报警和故障记录等。选择合适的检测方法能够及时发现电网故障,并采取相应的措施,以确保光伏发电系统的安全和正常运行。同时,定期的维护和检测工作也是预防电网故障的重要手段^[7]。

4 结束语

光伏发电系统的故障特点包括多样性、隐蔽性、时效性、影响范围较大和维修困难等。了解光伏发电系统的故障特点,有助于预防和解决故障,保证系统的正常运行和可靠性。对于光伏发电系统的运维人员和维修人员来说,要掌握光伏发电系统故障特点,从而提高故障分析和维修技术能力,进而提高工作效率和系统可靠性。

[参考文献]

- [1]马进,王闯.光伏发电系统故障检测与定位方法[J].内蒙古科技与经济,2022(1):94-97.
 - [2]张文军.基于深度学习的光伏发电系统运行状态监测与诊断研究[D].北京:华北电力大学,2021.
 - [3]徐高.光伏发电系统故障特性研究[J].自动化应用,2021(1):114-117.
 - [4]唐珂.神经网络在光伏发电系统故障诊断中的应用[J].中国设备工程,2018(15):93-94.
 - [5]惠杰,沈金荣,孙贤贤.智能光伏发电系统故障识别和定位方法研究[J].智能电网,2016,4(11):1113-1116.
 - [6]钟小凤,贺德强.光伏发电系统故障诊断方法综述[J].装备制造技术,2013(11):46-49.
 - [7]曹连彬.基于故障树的并网光伏发电系统故障诊断研究[D].山西:太原科技大学,2012.
- 作者简介:孙绍云(1988.12—)女,学历:本科,毕业于淮阴工学院,就职单位:江苏国信泗阳太阳能发电有限公司,职务生产运营部主任。