第41卷 第7期 太 阳 能 学 报 Vol. 41, No. 7
2020年7月 ACTA ENERGIAE SOLARIS SINICA Jul., 2020

文章编号:0254-0096(2020)07-0165-08

基于LabVIEW的三电平逆变器IGBT模块键合线监测系统

孙志宇，马铭遥，初开麒，王 也，张 兴

（合肥工业大学电气与自动化工程学院，合肥 230009）

摘 要：为更便利地实现变流器的可靠性评估，在传统IGBT功率模块键合线健康监测的方法基础上，结合测控系统中常用的虚拟仪器开发平台LabVIEW，设计一种适用于三电平NPC型并网逆变器的IGBT功率模块键合线监测系统。首先介绍传统的键合线监测方法的机理，并结合时序控制将其成功应用于NPC三电平逆变器的拓扑中。处理器DSP对IGBT功率模块实现驱动控制的同时向LabVIEW平台发出触发信号，配合监测电路监测过程，将提取的相关特征量信息在LabVIEW中进行综合数据处理。最后，通过NPC三电平逆变器实验平台在线验证了所提出方案的可行性和有效性。

关键词：IGBT；逆变器；可靠性；失效；LabVIEW

中图分类号：TM464 **文献标志码**：A

0 引 言

大功率绝缘栅双极型晶体管（insulated gate bipolar transistor，IGBT）在新能源发电、电动汽车、轨道交通以及智能电网等领域应用广泛[1-3]。随着功率容量的不断提高，系统的可靠性要求也越来越高。相关电力电子系统可靠性评估的调研报告指出，功率半导体器件是电力电子系统中失效率最高的部件，失效率高达31%[4]。IGBT模块作为使用率最高的功率半导体器件之一，其在装置中的失效会导致整个系统的瘫痪，为人身安全与生产生活带来威胁[5-6]。在IGBT模块常见失效类型中键合线故障是模块失效的主要形式，因此针对IGBT模块键合线的健康监测对于可靠性评估至关重要。基于IGBT模块键合线健康监测的研究，文献[7-8]均提出利用短路电流进行键合线健康监测的方法，文献[7]主要基于IGBT模块饱和压降的方法对键合线健康状态进行评估，该方法通过检测IGBT模块在一定短路电流下的饱和压降的变化，来判断键合线是否失效，此方法是针对键合线健康状态进行离线监测最常用的精度较高的方法之一。在文献[8]中利用电压源提供短路电流，键合线的失效会造成短路电流的减小，进而起到监测目的，但很难实现对IGBT模块的实时在线监测。也有学者提出利用杂散参数[9]与开关管的开通关断过程波形[10]来进行键合线健康监测，但所需测量设备要有较高精度与高速响应能力，成本较高且不利于现场实现。以上键合线监测的方法虽然具有一定的有效性，但不易应用于实时在线监测环境。集成的三电平IGBT模块广泛应用于光伏发电等场合，但目前针对三电平逆变器功率模块键合线健康监测的研究还较少。

鉴于此，本文采用虚拟仪器开发平台LabVIEW对三电平逆变器中功率模块键合线进行在线监测研究，在NPC三电平并网逆变器平台基础上设计键合线健康监测系统。虚拟仪器开发平台LabVIEW被广泛应用于测控系统，它与硬件紧密结合，具有强大的数据采集功能。作为基于数据流的编程语言，对数据的操作和计算简单高效，并且提供了丰富的图表显示功能，应用于数据采集的监测系统中具有重要的实际意义[11]。本文首先阐述IGBT模块中键合线失效机理以及现有的键合线监测方法，分析针对光伏发电系统中常用NPC三电平逆变器的工况，将传统的监测方法融入其中，利用

收稿日期：2018-01-18

基金项目：国家自然基金青年基金（51507044）

通信作者：马铭遥（1982—），女，博士、教授、博士生导师，主要从事功率器件健康监测、新能源电动汽车驱动控制技术、驱动变换器故障容错技术等方面的研究。miyama@hfut.edu.cn

LabVIEW 强大的数据采集功能实现键合线健康监测。通过设计的监测系统对 NPC 三电平 IGBT 模块进行在线数据测试，结果表明设计的监测系统有效可行。

1 IGBT模块键合线失效机理与监测方法

1.1 IGBT模块键合线失效机理

图 1 所示为 IGBT 模块的内部结构，由多层材料组成，内部芯片与端子之间采用键合线工艺连接起来。其内部的材料具有不同的热膨胀系数（coefficient of thermal expansion，CTE）。由于 CTE 的不同在热应力的作用下会对连接键合线端产生剪切应力，造成键合线脱落或断裂[12-13]。

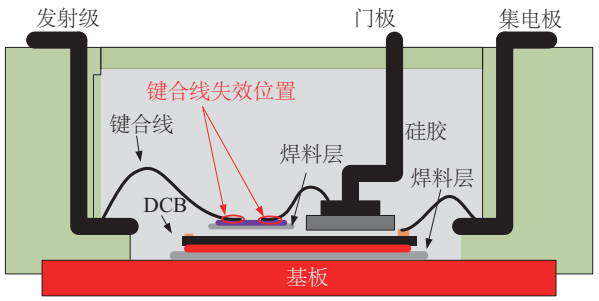


图1 IGBT模块内部结构

Fig. 1 IGBT modules' internal structure

1.2 键合线失效监测方法

对于键合线失效常用的监测方法是热敏感电参数法（TSEP），本文以 IGBT 的饱和压降 U_{CE} 作为热敏感电参数[7,14]。IGBT 的饱和压降可表示为：

$$U_{CE}=[U_{CEO}-k_1(T_j-T_{jo})]+[R_0+k_2(T_j-T_{jo})]\times I_C \quad (1)$$

式中，U_{CEO} ——参考结温 T_{jo} 下 IGBT 的饱和压降，V；k_1、k_2 ——相关的温度系数，V/℃；T_j ——IGBT 的结温，℃；R_0 ——等效电阻，Ω；I_C ——IGBT 的正向导通电流，A。

当 I_C 较小（约为 0.1 A）时，等式右侧后一项数值很小，可忽略，此时可得到在固定小电流下饱和压降 U_{CE} 与结温 T_j 之间为近似负相关的一次函数关系。当 I_C 较大时（接近器件的额定电流），等式右侧前一项可忽略，在固定电流下饱和压降 U_{CE} 与结温 T_j 之间为近似正相关的一次函数关系。无论键合线是否健康，小电流下的 U_{CE} 与 T_j 之间关系基本保持不变。而在大电流情况下，同一结温下键合线断裂与健康状态下相比 U_{CE} 会有所升高。键合线失效的监测方法便是利用了以上规律。小电流下测 U_{CE} 可得 T_j，在此 T_j 以及固定大电流下测得 U_{CE} 作为故障特征量。

2 NPC三电平逆变器中IGBT模块键合线健康监测方法

2.1 离线获取小电流下数据

按照上述方法，结温估算通过获取小电流下的数据而得到[15]。离线下小电流的 U_{CE} 与 T_j 关系的测量电路如图 2 所示，其中开关管 K_1 在测试时始终导通，DUT 代表待测器件（device under test），小电流源 I_{low} 电流为 100 mA。实验过程中将待测器件置于恒温箱中设定为固定温度，待内部温度稳定认为此时整个器件的温度与温箱设定温度相等，利用 LabVIEW 配合电压、温度采集卡记录当前状态下的 U_{CE} 与 T_j。在不同温箱设定温度下多次采集数据，拟合 U_{CE} 与 T_j 之间的关系曲线。

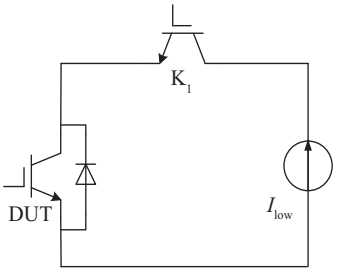


图2 小电流的测量电路

Fig. 2 Low current measurement circuit

2.2 NPC三电平逆变器中监测电路设计

如图 3 所示为 NPC 三电平逆变器中 IGBT 模块键合线监测电路，其中包含输出电流为 100 mA 的小电流源 I_{low} 与输出电流为 50 A 的大电流源 I_{high}，以及 2 个用于电源通断的开关管 K_1、K_2。监测时 K_1 始终保持导通，当需要向被测 IGBT 注入大电流时 K_2 导通，关闭 K_2 时仅注入小电流用于结温 T_j 预估，非监测时两开关管均关断。图 3 中如果需要监测其他开关管，需要用额外的继电器进行监测电路的切换，由于 NPC 型 IGBT 集成模块中间两开关管处于导通状态时间最长，相对而言失效概率更大，本文的监测系统主要针对每一相中间两个 IGBT 功率开关管进行在线监测。利用相同的监测电路与方法可对所有开关管离线监测。

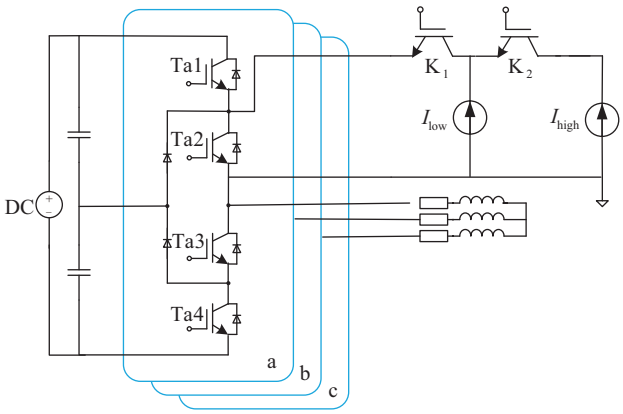


图3　NPC三电平逆变器中IGBT模块键合线监测电路

Fig. 3　IGBT wire bonding monitoring circuit in NPC three-level inverter

2.3　脉宽时序调制策略

三电平逆变器采用SPWM调制策略，要实现在线监测，在处理器DSP发波过程中需要有几个开关周期作为监测时间。以NPC三电平逆变器中的a相为例，可在调制波负半周期中选择某一时刻开始对图3中Ta2开关管在线监测。在a相为零电平即a相开关管“0110”状态时，负载电流从Ta3开关管流过时，流过Ta2的电流仅为监测电路注入的电流，称此状态为三电平逆变器运行的冗余状态。但仅仅一个开关周期的监测时间是不够的，系统中设定监测时间为0.4 ms，开关频率为10 kHz，因此需要4个连续开关周期才能完成监测。于是，通过强制改变电平的方式可以实现监测，即令a相开关管持续保持“0110”状态4个开关周期，随后恢复原本正常发波状态。为了维持三相电压偏离正常值最小且电压之和为零，也需要强制改变其他两相的发波，可通过仿真选择开始监测最佳时间点。

根据上述脉冲时序调制策略其监测时序如图4所示，可在线获取Ta2的饱和压降$U_{CE(h)}$、正向导通电流$I_{C(h)}$和结温T_j。图4中V_G、I_C和U_{CE}分别代表Ta2开关管驱动信号、集电极导通电流和集射极饱和压降，T为处理器DSP发送至PC端LabVIEW的触发信号。t_1为大小电流切换点时刻，此时图3中K_1打开K_2关闭，只有小电流注入用于获取结温，直至图4中在t_2时完成一次完整监测过程。

在上述的脉冲时序调制策略下注入50 A大电流，逆变器输出三相相电压与一相的线电流波形如图5所示，实验中负载为10 Ω电阻，监测时间为0.4 ms。逆变器输出的线电流*THD*为6.28%，未使用脉冲时序调制策略逆变器输出的线电流*THD*为3.02%。并非在每个基波周期都对键合线进行健康监测，可根据需求选择较长的一个监测周期来进行定期监测维护，对逆变器整体运行输出影响较小。

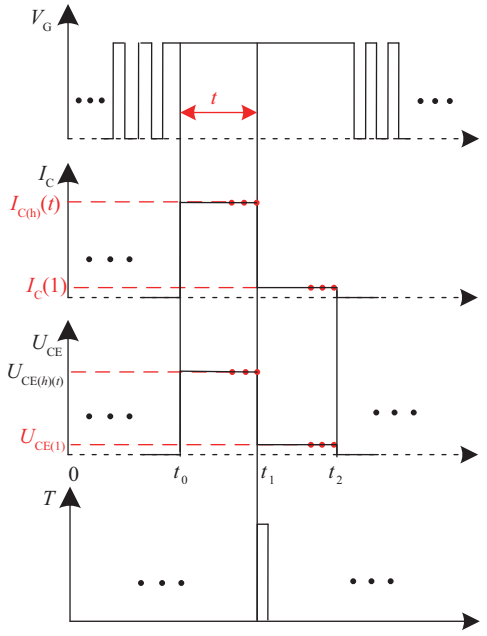


图4　脉冲时序调制策略时序图

Fig. 4　Testing sequences for bond wire health diagnosing

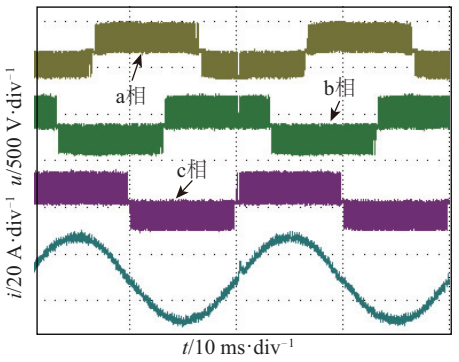


图5　相电压与线电流波形

Fig. 5　Phase voltage and line current waveforms

3　基于LabVIEW数据采集的监测系统设计

NPC三电平逆变器的IGBT模块键合线健康监测系统的系统框图如图6所示。处理器DSP分别发出PWM信号、驱动信号，触发信号用于逆变器工作，检测电路开关管的通断以及某时刻触发LabVIEW开始对数据进行采集处理。PC端LabVIEW需要采集故障特征量数据U_{CE}，离线下还需要采集温度数据，并配合电压数据采集卡与温度数据采集卡。在线监测时LabVIEW

中需要对采集的数据进行存储与状态判定。来自处理器 DSP 的数据采集触发信号的触发时刻由脉宽时序调制策略决定，在监测周期内某一时刻监测电路的大小电流切换的监测电流下降沿时触发数据采集，触发信号 T 的时序如图 4 所示。

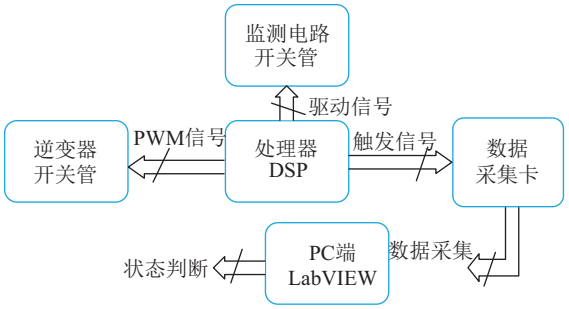


图6 监测系统框图

Fig. 6 Monitoring system block diagram

3.1 LabVIEW数据采集设计

本文监测系统中的数据采集部分使用的是 LabVIEW 测量 I/O 中的 DAQmx 模块。首先创建 2 个模拟输入为电压与温度的 DAQmx 通道，将 DAQmx 定时模块设置为采样时钟模式并分别对其属性参数进行配置。监测系统还需要数据的存储与曲线显示，利用 DAQmx 配置记录(TDMS)模块可以完成数据存储[16-18]。LabVIEW 记录的数据最终以 TDMS(technical data management streaming)文件形式保存，TDMS 文件是 NI 主推的一种二进制记录文件，它兼顾了高速、易存取等多种优势，能够在 NI 的各种数据分析或挖掘软件之间进行无缝交互，也能够提供一系列 API 函数供其他应用程序调用，使用 Microsoft Excel 的 Excel Importer 便能加载。由于要筛选特征量数据进行处理判断，需要在特定时间点进行触发采集数据，且图 4 中的触发信号 T 是 DSP 发出的数字脉冲信号，可以使用 DAQmx 触发模块并设置成数字参考触发。其原理是检测数字信号的上升/下降沿为触发点，可以独立设置触发前采样点数与总采样点数。一个完整的数据采集流程还需要用到 DAQmx 开始任务模块、DAQmx 读取模块、DAQmx 停止任务模块、DAQmx 清除任务模块以及错误处理器。程序框图如图 7 所示。

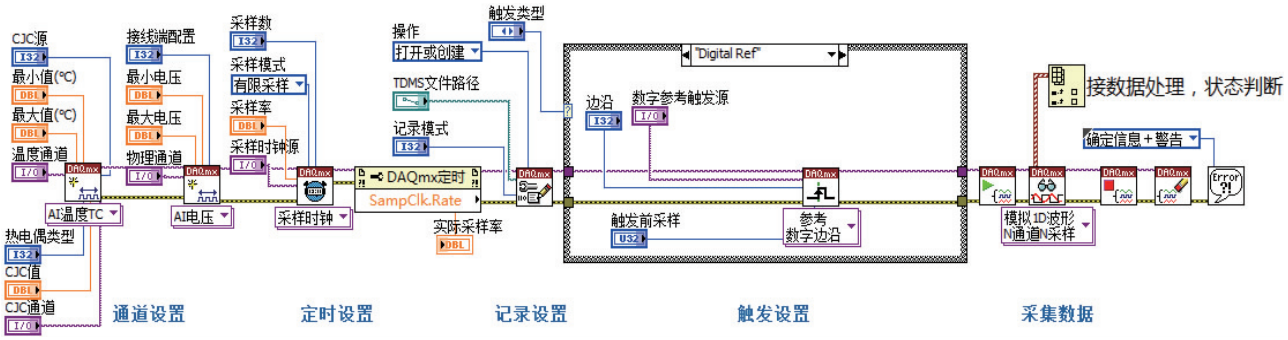


图7 LabVIEW 程序框图

Fig. 7 LabVIEW program block diagram

数据采集程序运行同时实时显示并保存采集到的数据，LabVIEW 中采集得到实时显示的 U_{CE} 图形如图 8 所示，在图 8 中 0.08 ms 处开始触发进行监测电流的大小电流切换，从大小电流切换至恢复此过程所用时间大约为 0.04 ms，此时间段内数据为无用数据，无需对本段数据进行处理。触发信号前的数据为大电流下 $U_{CE(h)}$，触发信号后的数据为小电流下 $U_{CE(l)}$，根据之前设置的采样频率与采样点数量对有效数据进行处理。测量得到的 $U_{CE(l)}$ 参考离线测试得到的小电流下饱和压降 U_{CE} 与结温 T_j 关系便可得到一个当前时刻的对应结温 $T_{j(l)}$，此结温 $T_{j(l)}$ 代入大电流下健康状态的 $U_{CE(l)}$ 与结温 T_j 的拟合关系式便可得到对应的饱和压降 U_{CE0}，$U_{CE(h)}$ 与健康状态的基准饱和压降 U_{CE0} 进行对比就可以判断当前时刻键合线的健康状态。一般认为测量得到的 $U_{CE(h)}$ 超过基准 U_{CE0} 的 7%便可认为键合线处于非健康状态[10]。

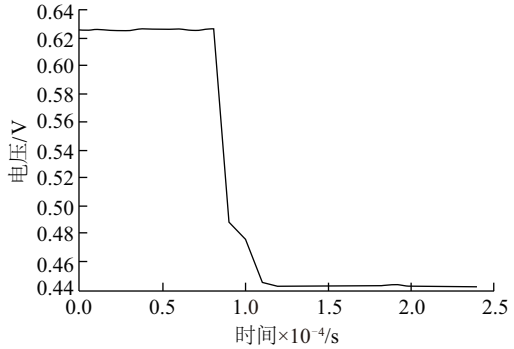


图8 实时显示的 U_{CE} 波形图

Fig. 8 U_{CE} waveform displayed in real-time

3.2　关键问题与解决

触发信号是在某时刻处理器 DSP 发出至电压采集卡，LabVIEW 程序中使用的触发方式是数字参考触发，即检测到数字信号高电平的上升沿或下降沿开始触发，程序中默认是在高电平上升沿触发。通常数据采集卡的数字输入逻辑电平的高电平电压较低，如果触发信号存在干扰会产生严重的误触发问题。触发信号造成的干扰可以通过滤波来解决。滤波分为软件滤波与硬件滤波，由于干扰信号频率未知，硬件滤波实现上较为繁琐，本文中采用软件滤波解决触发信号的干扰引起的误触发问题。在 DAQmx 触发模块中将触发属性添加最小脉冲宽度，形成一个数字滤波器。其实现滤波原理是检测高电平并且高电平要持续一个设定的脉宽时间，达到最小的脉宽时间要求才开始触发动作，在处理器 DSP 中同样需要设置触发信号需要的最小脉冲宽度。

4　实验结果与分析

4.1　实验平台

为验证本文设计的用于 NPC 三电平逆变器 IGBT 模块键合线监测系统的可行性，首先通过离线实验获取小电流下的 U_{CE} 与 T_j 关系，用此关系作为在线实验结温预估的基准，最终在 15 kW 的 NPC 光伏并网逆变器上实施在线键合线监测实验，所用 IGBT 模块为 FZ06NPA070FP，实验平台如图 9 所示。

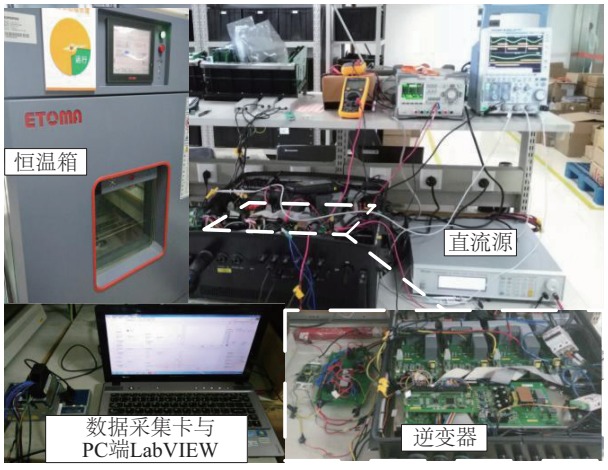


图9　实验平台

Fig. 9　Experiment platform

4.2　离线实验

离线下应用图 2 所示的测量电路测量得到小电流下的 U_{CE} 与 T_j 关系。将逆变器所用模块置于恒温箱中设定成固定温度，待内部温度稳定认为此时整个器件与温箱温度相等，利用 LabVIEW 配合电压，温度采集卡记录当前状态下的 U_{CE} 和 T_j。在不同温箱温度下多次采集数据，拟合 U_{CE} 与 T_j 之间的一次函数关系曲线如图 10 所示。

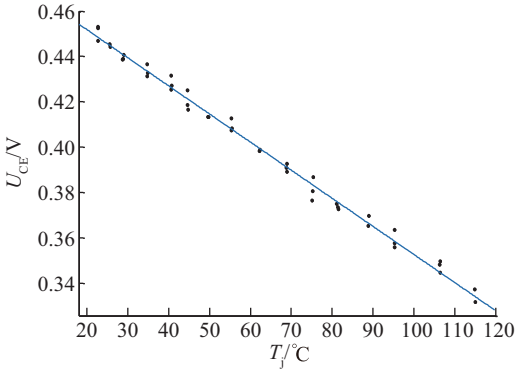


图10　小电流下 U_{CE} 和 T_j 关系曲线

Fig. 10　Curve of relationship between U_{CE} and T_j under low current

4.3　在线实验

将 2.3 节提出的脉宽时序调制策略应用于逆变器并且带负载运行，逆变器基波频率为 50 Hz，将触发信号频率设置为与逆变器输出频率相同，大电流源设定为 50 A 输出，小电流源设定为 0.1 A 输出，运行 PC 端 LabVIEW。逆变器带负载运行有电流流过 IGBT 产生损耗，随着时间的推移，功率器件温度不断升高，LabVIEW 记录多个温度的触发信号前后大小电流下的饱和压降 U_{CE}，利用上一节离线实验得到的小电流下 $U_{CE(l)}$ 与 T_j 一次函数关系可得到当次触发时的结温 $T_{j(t)}$。一般认为全新的 IGBT 模块其键合线为健康状态，取多个全新模块做多组在线平行实验得到的实验结果有很好的一致性。如图 11 所示为 50 A 大电流下饱和压降 U_{CE} 与结温 T_j 关系曲线，以此条曲线作为 IGBT 模块键合线健康状态的基准曲线。在 LabVIEW 程序中设定超过此基准的 7%为预警阈值，即对每一次的触发得到的小电流下的饱和压降 $U_{CE(l)}$ 转换成对应的结温 $T_{j(t)}$，将此结温 $T_{j(t)}$ 代入基准曲线中得到一个健康状态基准的饱和压降 U_{CE0}，如果此次触发采集到的大电流下饱和压降 $U_{CE(h)}$ 超过此基准的 7%便可认为键合线处于非健康状态。

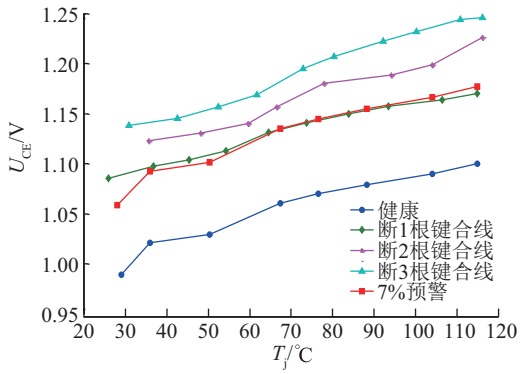


图11 键合线在线监测实验结果

Fig. 11 Online wire bonding monitoring experimental results

现实情况中键合线的断裂是在宽时间尺度的功率循环下发生，为了对比键合线断裂与键合线健康状态的结果，通过人工剪断模块中键合线的方式模拟真实的键合线断裂。分别将同一个被测模块剪断不同根数键合线后安装回逆变器进行上述的在线实验，断裂1根键合线LabVIEW可在部分温度点发出预警信号，断裂2根以上键合线LabVIEW可在全部温度点发出预警信号。记录实验过程中饱和压降U_{CE}数据，得到50 A大电流下断裂不同根数键合线的饱和压降$U_{CE(h)}$与结温T_j关系曲线如图11所示。从图11中可看出，超过基准线7%的预警线与断裂1根键合线存在部分交叉，所以在LabVIEW程序中会作出部分的断线预警，然而断裂2根以上键合线的关系曲线均在7%预警线之上，所以LabVIEW中能在全部温度点发出预警信号。

综上，通过在线实验验证了基于饱和压降热敏感电参数法检测IGBT模块键合线失效的7%的预判标准，同时也验证了设计的IGBT模块键合线监测系统的可行性。

5 结 论

本文研究的三电平逆变器近年来在新能源发电领域得到广泛应用，其功率变流器的可靠性问题也被广泛关注。本文以NPC三电平光伏并网逆变器可靠性评估为应用背景，设计了一种基于LabVIEW的三电平逆变器IGBT模块键合线健康状态监测系统。首先介绍传统的的键合线监测方法，考虑时序控制巧妙地将其应用于NPC三电平逆变器拓扑中。本文的监测系统以处理器DSP为控制核心，PC端LabVIEW为监测核心，两者紧密配合实现监测的目的。实验结果表明：NPC三电平逆变器中IGBT模块在断1根键合线时便能被监测到，验证了所设计的监测系统能够有效地对IGBT模块键合线健康状况进行评估。

[参考文献]

[1] 王春雷，郑利兵，方化潮，等. 键合线失效对于IGBT模块性能的影响分析[J]. 电工技术学报，2014，29(增刊1)：184-191.
WANG C L，ZHENG L B，FANG H C，et al. Analysis of the performance effect with bonding wires lift-off in IGBT modules[J]. Transactions of China Electrotechnical Society，2014，29(Sup 1)：184-191.

[2] 李武华，陈玉香，罗皓泽，等. 大容量电力电子器件结温提取原理综述及展望[J]. 中国电机工程学报，2016，36(13)：3546-3557，3373.
LI W H，CHEN Y X，LUO H Z，et al. Review and prospect of junction temperature extraction principle of high power semiconductor devices[J]. Proceeding of CSEE，2016，36(13)：3546-3557，3373.

[3] 郑利兵，韩立，刘钧，等. 基于三维热电耦合有限元模型的IGBT失效形式温度特性研究[J]. 电工技术学报，2011，26(7)：242-246.
ZHENG L B，HAN L，LIU J，et al. Investigation of the temperature character of IGBT failue mode based on 3D thermal-electro coupling FEM[J]. Transactions of China Electrotechnical Society，2011，26(7)：242-246.

[4] YANG S Y，BRYANT A，MAWBY P，et al. An industry-based survey of reliability in power electronic converters[J]. IEEE transactions on industry applications，2011，47(3)：1441-1451.

[5] 李洪才，陈非凡，董永贵. 功率器件散热特性的非稳态测量方法[J]. 电工技术学报，2012，27(2)：114-120.
LI H C，CHEN F F，DONG Y G. An unsteady-state measurement method for charactering heat dissipation properties of power electronic devices[J]. Transactions of China Electrotechnical Society，2012，27(2)：114-120.

[6] IKEDA Y，HOKAZONO H，SAKAF S，et al. A study of the bonding-wire reliability on the chip surface electrode in IGBT [C]//Proceedings of the 22nd International Symposium on Power Semiconductor Devices & ICs，Hiroshima，Japan，2010：289-292.

[7] JI B，PICKERT V，CAO W P，et al. In situ diagnostics

and prognostics of wire bonding faults in IGBT modules for electric vehicle drives[J]. IEEE transactions on power electrontcs, 2013, 28(12): 5568-5577.

[8] SUN P J, GONG C, ZHOU L W, et al. Condition monitoring IGBT module bond wires fatigue using short-circuit current identification[J]. IEEE transactions on power electronics, 2017, 32(5): 3777-3786.

[9] 周雒维, 周生奇, 孙鹏菊. 基于杂散参数辨识的IGBT模块内部缺陷诊断方法[J]. 电工技术学报, 2012,27(5): 156-163.
ZHOU L W, ZHOU S Q, SUN P J. Internal defect diagnosis methods of IGBT modules based on spurious parameter identification[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2012, 27(5): 156-163.

[10] 沈刚, 周雒维, 杜雄, 等. 基于小波奇异熵理论的IGBT模块键合线脱落故障特征分析[J]. 电工技术学报, 2013, 28(6): 165-171.
SHEN G, ZHOU L W, DU X, et al. Characteristics analysis of IGBT module with bond wire lift-off based on wavelet singular entropy theory[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2013, 28(6): 165-171.

[11] 谢标锴, 沈辉, 陈鸣. 基于LabVIEW的光伏运行数据库设计和应用[J]. 太阳能学报, 2010, 31(8): 994-998.
XIE B K, SHEN H, CHEN M. Design and application of database for photovoltaic operation based on LabVIEW [J]. Acta energiae solaris sinica, 2010, 31(8): 994-998.

[12] 赖伟, 陈民铀, 冉立, 等. 老化试验条件下的IGBT失效机理分析[J]. 中国电机工程学报, 2015, 35(20): 5293-5300.
LAI W, CHEN M Y, RAN L, et al. Failure mechanism analysis of IGBT under aging testing[J]. Proceedings of the CSEE, 2015, 35(20): 5293-5300.

[13] 魏克新, 杜明星. 基于集总参数法的IGBT模块温度预测模型[J]. 电工技术学报, 2011, 26(12): 79-84.
WEI K X, DU M X. Temperature prediction model of IGBT modules based on lumped parameters method[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2011, 26(12): 79-84.

[14] HAN J S, MA M Y, CHU K Q, et al. In-situ diagnostics and prognostics of wire bonding faults in IGBT modules of three-level neutral-point-clamped inverters[C]//2016 IEEE 8th International Power Electronics and Motion Control Conference (IPEMC- ECCE Asia), Hefei, China, 2016: 3262-3267.

[15] JIN Y, KAI Y, YE H Z, et al. A fast electro-thermal model of traction inverters for electrified vehicles[J]. IEEE transactions on power electrontcs, 2017, 32(5): 3920-3934.

[16] LU M M, FANG N, WANG L T, et al. DAQ application of PC oscilloscope for chaos fiber-optic fence system based on LabVIEW[C]//2011 Asia Communications and Photonics Conference and Exhibition(ACP), Shanghai, China, 13-16 Nov, 2011.

[17] CIOC I B, OPREA S, VISAN D A, et al. Remote measurements in educational laboratories using LabVIEW and DAQ cards[C]//2016 39th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Bilsen, Czech Republic, 2016: 486-489.

[18] JAGADEESH CHANDRA A P, VENUGOPAL C R. Novel design solutions for remote access, acquire and control of laboratory experiments on DC machines[J]. IEEE transactions on instrumentation and measurement, 2012, 61(2): 349-357.

WIRE BONDING MONITORING SYSTEM BASED ON LABVIEW FOR THREE-LEVEL INVERTER IGBT MODULES

Sun Zhiyu, Ma Mingyao, Chu Kaiqi, Wang Ye, Zhang Xing

(*School of Electric Engineering and Automation*, *Hefei University of Technology*, *Hefei* 230009, *China*)

Abstract: In order to easily realize the reliability evaluation of the converter, a wire bonding monitoring system of IGBT power module for a three-level NPC grid-connected inverter is designed in detail, which is based on the traditional IGBT wire bonding health monitoring method and combined with the virtual instrument development platform LabVIEW commonly used in the measurement and control system. The mechanism of the traditional wire bonding monitoring method is introduced firstly, and afterwards this method is successfully applied to the topology of NPC three-level inverters combined with signals sequence control. The processor DSP controls the switching signals of the IGBT power module, simultaneously sends a trigger signal to the LabVIEW platform for cooperating with the monitoring process. Finally the related information is extracted into LabVIEW for comprehensive data processing. In this paper, the feasibility and effectiveness of the proposed scheme was verified online through the three-level NPC inverter experimental platform.

Keywords: insulated gate bipolar transistors(IGBT); inverters; reliability; failure; LabVIEW