 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i8.11564

From GUI Construction to Test Automation: A Review on Test Software Development Based on PyQt5

Panyu Zhu

The 8th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Hefei, Anhui, 230051, China

Abstract

PyQt5 is a Python library for the Qt graphical framework, which includes various user interface components, cross-platform functions and easy integration with other third-party Python development libraries.Now, it has become the main technical method for custom testing tool development.This paper comprehensively introduces the basic principles, multi-layered structure, automatic testing techniques and specific application situations of building testing software based on PyQt5.Firstly, it evaluates and explains the flexibility and technical benefits of PyQt5 in testing tool development;then describes in detail the modular design of testing software, the combination of multiple hardware communication interfaces and the operation process of parallel multi-task testing. On this basis, the complete PyQt5 Graphical User Interface (GUI) automatic testing solution using the pytest-qt toolchain is explained, offering comprehensive technical guidance for testing developers and researchers.

Keywords

PyQt5; test tool; GUI automated testing; pytest-qt; concurrency testing; vehicle UDS diagnosis

从 GUI 构建到测试自动化：基于 PyQt5 的测试软件开发综述

朱潘雨

中国电子科技集团公司第八研究所，中国 · 安徽 合肥 230051

摘　要

PyQt5是针对Qt图形框架适配Python语言所做的封装库，它拥有完备的UI组件、跨平台运行能力，并且能够与Python的各类第三方开发库实现无缝对接，现如今它已成为定制化测试工具开发过程中主流的技术方案。在本文当中，对依托PyQt5搭建测试软件的底层原理、分层架构、自动化测试手段、落地应用场景进行了性梳理。首先对PyQt5在测试工具开发方面的适配性、技术优势展开对比分析，接着详细说明测试软件分层模块化的开发思路、多类硬件通信接口的集成方案、多任务并发测试的实现逻辑，基于此，重点围绕pytest-qt工具链讲解PyQt5程序GUI自动化测试的一整套方案[1]，为测试开发工程师、相关科研人员提供完整的技术参考资料。

关键词

PyQt5；测试工具；GUI自动化测试；pytest-qt；并发测试；车载UDS诊断

1 引言

1.1 研究背景与研究价值

现阶段各类软硬件产品之中，软件程序都已深度嵌入其中。无论是嵌入式设备协议的一致性校验，亦或是 Web 接口的压力负载测试，专业且高效的自研测试工具都是把控产品质量的核心载体。传统测试工具在开发方面存在难题：选用 C++ 原生 Qt 来开发，虽性能强大、功能也比较完善，不过上手门槛较高，项目开发周期很长 [2]，单纯依靠脚本语言去编写测试逻辑，又很难搭建起可视化操作界面，人机交互体验欠佳 [3]。

PyQt5 的出现有效化解上述开发矛盾。作为 Qt 框架面向 Python 的绑定库，它既继承 Qt 成熟强大的图形界面开发能力，又保留 Python 语言简洁高效、第三方生态丰富的优势，PyQt5 可同时满足两类需求 [4]。

1.2 PyQt5 在测试领域的定位

按测试工具技术的思路来看，PyQt5 是执行和控制两种功能的结合体。从执行角度说，所编写的 PyQt5 程序可以调用标准测试用例，使被试物运作起来并取得相关反馈信息；就控制而言，它给出图形化操作手段，允许对测试做个性化设置、随时查看测试状态、对测试结果作整理归纳或分析说明。

与 Selenium 或 Appium 所代表的单一用途测试工具相

【作者简介】朱潘雨（1994–），男，硕士，助理工程师，从事光传输传感研究。

比，PyQt5 是通用的 GUI 开发框架，基本优点是高度可定制 [5]。就所要测试的内容来说，可以自行安排操作界面、设计控制方法，对于汽车电控部件 UDS 的各种诊断 [6] 或对后台接口的并发试验，都可用 PyQt5 来做较自由的实现与落实 [7]。

1.3 文章研究范围与行文结构

文中对使用 PyQt5 来开发测试软件所涉的理论和实际内容作较完整的归纳。第 2 部分从底层角度说明 PyQt5 技术特征，分析其在测试中最有价值的方面；第 3 部分给出测试类软件分层设计思路及主要功能实现方法；第 4 部分完整地论述 PyQt5 软件本身 GUI 的自动化测试技巧；第 5 部分把工程实例作为说明材料加以展开。

2 PyQt5 架构原理与测试场景适配性分析

2.1 PyQt5 核心模块架构

PyQt5 是对 Qt5 各个版本所涉框架作完整封装的 Python 工具库，现由英国 Riverbank Computing 公司负责开发、管理，其基本模块是：

1.QtCore：所列的底层功能是不依赖图形界面的，即有信号槽、事件循环、多线程、文件操作及定时器。就测试开发来说，定时器可用作超时控制的手段，而 QProcess 是用来调用、观察外部程序的工具。

2.QtGui：对窗口适配、事件分发、2D 图形、所用字体及图像做基本处理，软件中有关波形或数据的曲线绘制都以该模块为依托来实现。

3.QtSerialPort 是有关串口通信的底层工具，适用于各种嵌入式或工业用控制装置，对 CAN 类总线及 UART 一类串口的协议有可扩展的支持。

图 1 可以看出所用的调试软件是将 QtCore、QtGui、QtWidgets 以及 QtSerialPort 五者结合的。

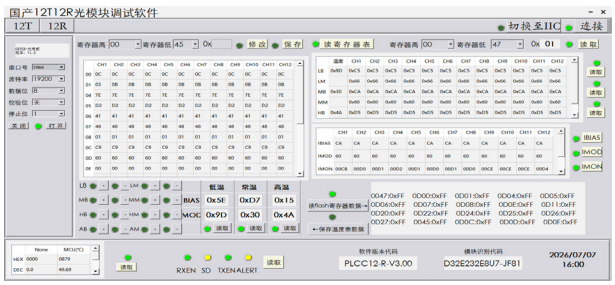


图 1 国产 12T12R 光模块调试软件图

2.2 信号槽机制在测试流程中的作用

Qt 所用的信号—槽机制是其典型设计方法，对 PyQt5 的事件驱动式测试来说是基础。当用户点击控件等操作时，系统即发出有关信号，所绑的槽便自动运行。

对于测试工具的开发来说，所用的信号槽有多种实际用途：第一是将界面部分同测试业务分开处理，按需把按钮信号与测试函数对应起来，不把测试代码写进控件的事件里；第二是自然地允许异步方式，适合处理长时等待类测试，不必做无休止的轮询或阻塞式查询。

2.3 跨平台特性保障测试一致性

一般说来所用的测试工具要适应多种硬件及操作系统：测试脚本大体上是按 Windows 来设计的，但实际自动执行多由 Linux 或专用嵌入式主机完成。PyQt5 是可以同时用于 Windows、Linux、macOS 的程序包，各平台所见界面、交互方式都基本一致 [8]。

2.4 Python 生态联动带来的开发优势

相较于原生 C++Qt 开发，PyQt5 最大亮点是可直接调用 Python 海量第三方库，在测试工具开发中体现为：

1. 测试框架兼容：unittest、pytest 等主流 Python 测试框架可直接组织管理 PyQt5 程序测试逻辑；

2. 数据处理可视化：NumPy、Pandas 完成测试数据清洗统计，Matplotlib、PyQtGraph 实现测试结果可视化绘图。

3 基于 PyQt5 的测试软件分层架构设计

3.1 分层模块化开发规范

要使用成熟稳定的测试工具就必须按模块方式来设计，把界面、流程、通信这三个要素分别处理，以 PyQt5 为基准给出所用软件的标准分层：

1. 表现层：所用控件是 QtWidgets 的类型，只做与测试人员的交互部分，只显示实时信息、列出结果，不直接写测试有关的逻辑。

2. 业务逻辑层：要对所涉的测试流程、用例及结果作相应处理，把表现层的命令转为实际动作，利用硬件或被测物完成有关操作。

3. 硬件控制层：将所用的被测装置及测试仪器有关的通信作封装处理，按串口或以太网、专有总线来统一规定上层调用方式，业务部分不涉及协议细节。

图 2 为 16 路光模块调试用软件，其按以太网方式对测试板上各光模块作实时观察。

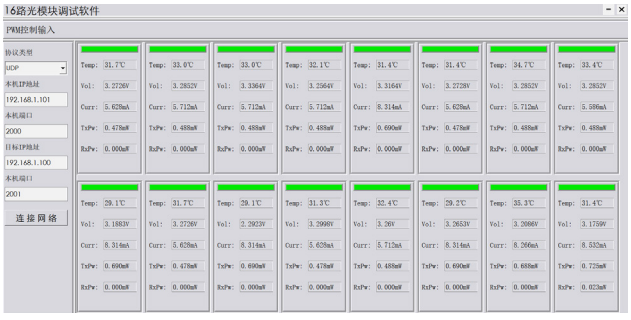


图 2 16 路光模块调试软件

3.2 硬件通信接口抽象实现方案

测试工具的基本能力应围绕所用被测设备展开，按 PyQt5 的思路可用抽象接口处理多类硬件。将通用 TransportLayer 当作传输抽象层，对 CanTransport 和 Serial Transport 各做具体实现，上层业务只管调用连通或数据收发项。PyQt5 所用的 QThread 多线程及有关的信号通信能用

来异步地做硬件耗时处理。对设备的等待或对大量数据的传输要放在子线程中完成。

3.3 多任务并发测试实现方案

PyQt5 联用 Python 的异步技术适合用来建并发测试平台。一般以生产者 - 消费者方式来设计实现：主线程做图形处理、安排要做的任务，所涉测试项按顺序放在任务队列中；多个工作线程（或协程）各自从队列中获得任务加以运行，再按信号机制把所得结果送回主线程作记录、显示。

当要处理 HTTP 所属的 IO 类测试时，若以 PyQt5 为平台来运用 asyncio 就有事件循环冲突的困难，但可用两个办法加以克服：将 asyncio 循环放在新造的 QThread 内，或采用 qasync 来统一 Qt 和异步事件循环的逻辑 [9]。

4 测试软件自身 GUI 自动化测试方案

4.1 GUI 自动化测试难点与解决方案

所用的测试工具作为检测载体，其本身应有稳定性、功能上的正确性保障。图形界面自动测试是比较困难课题：界面动作是异步的、控件状态非固定。就 PyQt5 程序 GUI 而论，pytest-qt 插件已给出完整解决方案。从 pytest 角度看，pytest-qt 是对 Qt 事件循环的封装，可将人做操作转为代码形式，又可以判断实际界面结果与预期是否一致。

4.2 QMessageBox 弹窗模拟测试

对测试工具来说，QMessageBox 常被用来作提示或报警的弹窗如图 3。

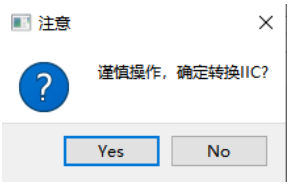


图 3 PyQT5 的弹窗功能实现

5 工程落地案例分析

5.1 车载 ECU 的 UDS 诊断检测工具

汽车电控单元普遍采用 UDS 协议完成故障诊断、参数标定 [10]，商用 CANoe 等工具授权成本高昂，大量企业选择基于 PyQt5 自研轻量化诊断平台。工具核心功能：

1. 多传输介质兼容：依托 python-can 驱动 PCAN 硬件访问 CAN 总线，pySerial 实现 UART 串口通信，界面下拉框可自由切换通信介质与通信参数；

2.UDS 多帧报文处理：基于 PyQt5 状态机机制规范多帧数据流控收发逻辑，清晰管理收发两端协议状态切换；

5.2 API 并发压力测试平台

有关 Web 后端接口的并发性能测试应属于一般性测试任务，按 PyQt5+asyncio 方式做压力测试可同时用到图形界面和高并发手段。对于界面要做分层安排：上面是接口所涉地址、方法、头信息及参数的输入区；中间给出并发数的控制框、启停按钮；下面以表格形式列出所有请求的实际结果，并发引擎所用的客户端是 aiohttp 的异步版本，同时以 asyncio.Semaphore 控制最大并发数目；测试任务从主线程发往异步循环，每完成一个请求即按信号修改表格内容。

5.3 通用产线硬件检测平台

电子生产车间需对多类硬件模块做标准化功能校验，基于 PyQt5 开发插件化通用检测平台，支持快速适配不同被测硬件。核心功能：

可视化测试流程编排：QListView 展示全部可用测试项目，QGraphicsView 拖拽组合测试流程，自定义完整检测序列；

程控仪器对接：pyVISA 库实现电源、示波器、万用表等实验室仪器控制，QSettings 持久化存储仪器通信参数；

报告与标签打印：依托 QPrinter、QPainter 打印产品检测标签，QTextDocument 导出 PDF 格式完整检测报告。

6 结论

PyQt5 作为 Qt 框架 Python 封装库，凭借丰富 UI 控件、跨平台运行能力、完善 Python 第三方生态，现已成为自研测试工具开发的主流技术。本文完整梳理 PyQt5 底层架构、适配测试场景的核心优势，提出分层模块化测试软件标准架构，详细讲解基于 pytest-qt 的 GUI 自动化测试全套技术，并结合车载 UDS 诊断、接口并发压力测试两类工程实例验证落地价值。

参考文献

[1] 孙杰.Yocto项目实战教程:高效定制嵌入式Linux系统[M].电子工业出版社,2025.

[2] 李金忠,刘关俊,闫春钢.排序学习研究进展与展望[J].自动化学报,2018,44(8):1345-1369.

[3] 孟林.新一代智能硬件的软件系统架构[J].计算机科学,2026,53(S1):901-912.

[4] 龚建兴,胡海,任海慧.面向虚实结合的军事训练系统互操作模型与运用[J].系统仿真学报,2025,37(12):3161-3175.

[5] 匡敏球,陈欣宇,李晓坚.基于PDPI-YOLO的辣椒病虫害识别算法[J].农业机械学报,2026,57(10):262-274.

[6] 刘艳芳,肖乘风,鲁一鸣.基于片上仪器的项目式实验教学设计[J].电气电子教学学报,2026,48(2):171-175.

[7] ZHANG B,SHI H,ZHOU L.Knowledge-based process management model:A framework for knowledge flow from acquisition to application in aviation component manufacturing[J].Science China(Technological Sciences),2026,69(5):333-348.

[8] 卞泉辉,李跃忠,周显恩.一种光伏板缺陷检测系统设计[J].电子技术与软件工程,2026,15(2):1-8.

[9] 李博瀚.联合空间-通道重构的面部心率检测研究[D].沈阳工业大学,2025.

[10] 邹敏捷,刘帅,马闻铎.基于UDSonCAN协议的车载ECU Bootloader开发[J].电子技术应用,2026,52(3):98-105.