

基于虚拟仪器的数字电路测试仪的设计

姜旭 董福香*

无锡科技职业学院集成电路学院, 中国·江苏 无锡 214028

摘要: 本文介绍一种基于 NI LabVIEW 和 myDAQ 数据采集设备的数字电路元件测试仪的设计方法, 内容包括数据输出、数据输入、逻辑验证、被测硬件电路设计等, 并给出详细的前面板图和 G 语言程序框图以及 74HC00、CD4017 等器件的测试例子。

关键词: 虚拟仪器; LabVIEW; myDAQ; 逻辑验证

Design of Digital Circuit Tester Based on Virtual Instrument

Jiang Xu, Dong Fuxiang*

Wuxi Professional College of Science and Technology, China Jiangsu Wuxi 214028

Abstract: This paper introduces a method for designing a digital circuit component tester based on NI LabVIEW and myDAQ data acquisition devices, including data output, data input logic verification, and the design of the tested hardware circuit, and gives detailed front panel diagrams and G language program block diagrams as well as test examples for devices such as 74HC00, CD4017etc.

Keywords: Virtual instrument; LabVIEW; MyDAQ; Logical verification

0 引言

本项目采用美国国家仪器公司的 LabVIEW2017 和 myDAQ 便携式数据采集设备以及被测试硬件电路组成的测试系统, 可以测试包括与(非)门、或(非)门、异或门等数字电路的逻辑功能测试。

1 开发平台介绍

1.1 LabVIEW (Laboratory Virtual instrument Engineering Workbench)

LabVIEW 是一种图形化的编程语言的开发环境, 由美国国家仪器公司 (NI) 研制开发, 它广泛地被学校和企业所接受, 是一个标准的数据采集和仪器控制软件。LabVIEW 的开发环境和 C 和 BASIC 相似但又有显著的区别: 其他计算机语言都是采用基于文本的语言产生代码, 而 LabVIEW 使用图形化编辑语言 G 编写程序, 产生的程序是框图的形式。虚拟仪器的主要特点有: 尽可能采用了通用的硬件, 各种仪器的差异主要是软件; 可充分发挥计算机的能力, 有强大的数据处理功能, 数据易于分析、保存和传输; 用户可以根据自己的需要设计各种仪器, 功能增加和升级换代容易; 虚拟仪器不但能虚对虚测控还能实对实测控, 这是一般传统仪器所不具备的。

1.2 myDAQ 数据采集设备

本项目采用 NI 的 myDAQ 数据采集设备, 它具备 AD 输入、DA 输出、数字输入 DI、数字输出 DO、计数器等基本功能。myDAQ 有 8 路数字接口 DIO0-DIO7, 可任意定义为输入或输出。打开 NI MAX, 如果 myDAQ 通信正常, 会在界面上显示设备名称, 如图 1。编程时首先调用 Create Virtual Channel 函数, 通过下面的多态选择器能选择模拟输入输出、数字输入输出、计数器输入输出三种状态。myDAQ 输出数字信号如图 2 所示, 程序流程: 创建输出通道 Create Virtual Channel (Digital Output) -> 开始任务 Start Task-> 写入数据 Write-> 清除任务 Clear Task; myDAQ 输入数字信号如图 3 所示, 创建输入通道 Create Virtual Channel(Digital Input)-> 开始任务 Start Task-> 读取数据 Read-> 清除任务 Clear Task。Start Task 与 Clear Task 必须成对出现, Write 或 Read 必须在 Start Task 与 Clear Task 之间进行, 当不改变参数时, 可以重复调用 Write 或 Read 进行连续采集。

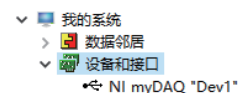


图1 设备检测成功

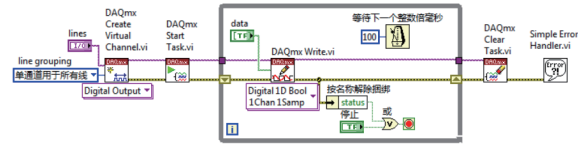


图2 数字输出流程图

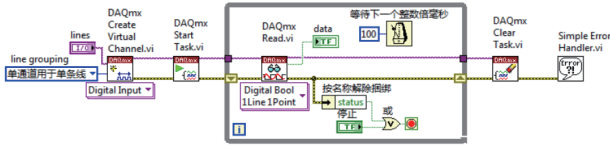


图3 数字输入流程图

2 基于虚拟仪器的数字电路测试仪的设计原理

我们以常用的 74HC00 与非门电路为例介绍数字门电路的连接和测试方法。

2.1 与非门 74HC00 测试电路的设计

myDAQ 有 8 路数字输入或输出 DIO0 ~ DIO7, 可以测试 74HC00 里面的两组门电路, 另外两组门电路可通过硬件切换开关来实现连接, (如需更多的 IO 口可换用 ELVIS II 设备, 它拥有 16 路 DI 输入和 16 路 DO 输出, 可以一次完成所有四路与非门的测试)。图 4 是 74HC00 的内部逻辑电路, 它们的输入输出都是 TTL 电平的。如图 5 所示, 我们选用 myDAQ 的 DIO0 和 DIO1 输出逻辑信号到实物 74HC00 的门 1 输入的 1 脚和 2 脚, 3 脚输出信号连接到 myDAQ 的 DIO2 引脚; DIO3 和 DIO4 输出逻辑信号到 74HC00 的门 2 输入端 4 脚和 5 脚, 6 脚输出门 2 逻辑值到 myDAQ 的 DIO5 输入端, myDAQ 的所有的输入输出信号经过 VI 编程处理, 并显示在前面板上, 这样实物测试电路和 LabVIEW 的虚拟 VI 程序就构成了一个闭环实际对实际测试系统。

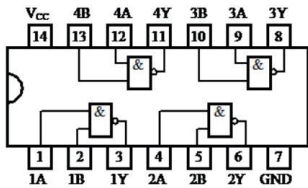


图4 74HC00内部电路

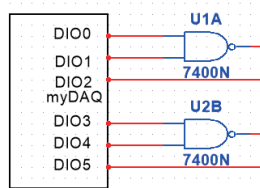


图5 74HC00的测试电路

2.2 与非门 74HC00 测试仪前面板的设计

前面板如图 6, line0 和 line1 是门 A (下面 74HC00 的四个门分别用 ABCD 表示) 输入, 通过下拉箭头选择相应的输入通道, 分别连到 myDAQ 的 DIO0 和 DIO1 的输出端, line2 是 A 输出, 分别连到 DIO2 的输入端, 数据 1 和数据 2 数组控件是 DIO0 和 DIO1 要输出的信号, 组合后

有 00、01、10、11 四种情况, 每对数组的 4 个组合值对应与非门的四种输出结果, 例如当 DIO0=1, DIO1=0 输入到与非门 A 时, 输出 DIO2 应为 1, 此时门输出 Y1 灯应点亮。门 B 同理。当 74HC00 元件一个与非门的 4 种输入情况下得到的输出结果与理论值相同时, “部件 1 好” 绿灯点亮, 当 4 路与非门逻辑功能全部正常时, 说明器件是好的。每个与非门的灯是否点亮由 VI 程序判断控制。

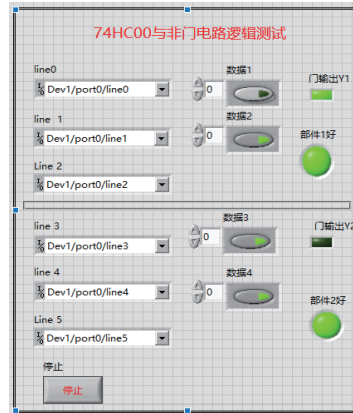


图6 前面板

2.3 与非门 74HC00 测试仪程序框图的设计

G 语言程序框图如图 7 所示, 是一路门电路的程序框图, VI 程序采用一个 while 循环, 由停止按钮控制程序的进行, 每 100ms 采集一次信号, 由移位寄存器来刷新采集到的信号, while 循环外左边是通道选择和开始任务, 右边是清除任务。

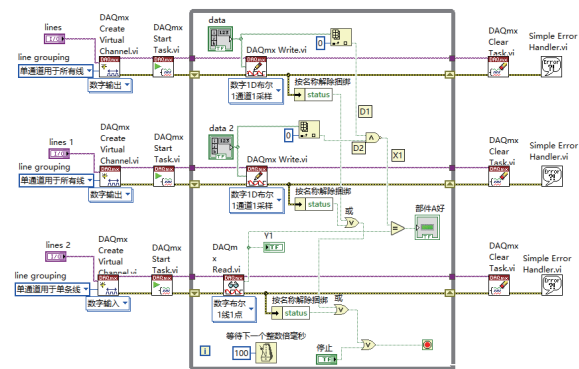


图7 74HC00测试程序框图

对应与非门 A 真值表中的 4 种可能的输入情况, 由前面板的数据 1 和数据 2 控制, 相应转换到程序框图的数据和 data2 数组输入, 输入的信号一方面由 DIO 口输出到实际的 74HC00 电路引脚, 另一方面通过与非门函数输出 X1 到比较函数的输入端, Y1 是 74HC00 实际元件的门 A 输出信号, X1 与 Y1 信号进入比较函数比较, 如果相等说明理论逻辑和实际相等, 说明该单元电路是好的, 比较函数输出“真”信号, 点亮前面板的“部件 1 好”灯。元件另

外三个门 B、C、D 可以同样用上述方法编程输入和输出，共用一个 while 循环，然后用 3 个“等于”函数判断虚拟逻辑结果和实际逻辑结果是否相等，并把四个门结果相与，如果为真表示 74HC00 内部的 4 个与非门电路都是好的。

以上描述的是半自动测试方法，如果把变量控件“数据 1”“数据 2”改成常量数组并在程序框图里由 for 循环重复 4 次组合输入到“data1”和“data2”，就可以组成门电路自动测试系统。VI 程序加以扩展可以用图形来表示逻辑输入输出值，还可以记录每次测试的情况，并给测试器件加以编号，通过外部控制电路可以给器件分类和筛选，达到自动检测、分类、统计的目的，由此构成一个 74HC00 自动测试系统。其他数字门电路如与门、或门、异或门等的测试原理大同小异，只要把此 VI 程序和相应被测试硬件电路做相应更改就行。

2.4 CD4017 测试仪的设计

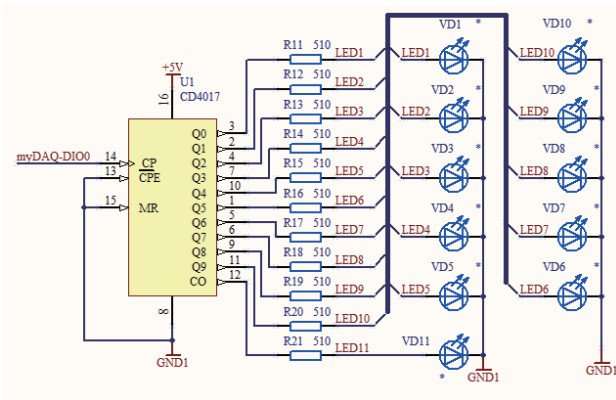


图8 CD4017测试电路

CD4017 是 5 位十进制计数器，具有 10 个译码输出端，一个时钟输入端 CP，一个清除端 MR，一个禁止端 CPE，一个进位端 CO，CD4017 常被用于计数、定时等电路中。按图 8 连接硬件电路，maDAQ 的 DIO0 输出数字

信号到 CD4017 的时钟输入端。

按图 9 设计 VI 程序图，选择设备为 myDAQ，通道为 port0/line0 即 DIO0 输出，运行程序，双击切换 DATA 控件，输出上升沿脉冲到 CD4017 的 CP 端，如果观察到 LED1 到 LED10 逐个点亮，说明 CD4017 功能正常。其它的译码器电路也可以参照此法编程验证。

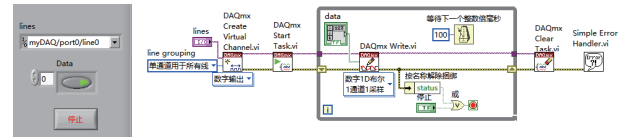


图9 CD4017测试程序框图

3 结语

本项目采用小体积低成本的 myDAQ 数据采集卡配以相应的 VI 程序设计出的数字门电路测试仪显示出成本优势且功能扩展灵活方便，加以合适的控制接口和数据记录系统就可以作为数字门电路器件生产厂家的测试、质检和筛选设备使用。

参考文献：

- [1] 林静, 林振宇, 郑福仁. LabVIEW 虚拟仪器程序设计从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [2] 雷振山. LabVIEW8.2 基础教程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [3] 秦逸平, 苏蓓蓓. 虚拟仪器技术与应用 [J]. 西安: 西北工业大学出版社, 2020.

基金项目：2024 年江苏省职业院校学生创新创业培育计划项目（项目编号：GX-2024-0356）。

作者简介：姜旭（2006.01-），男，山东菏泽人，无锡科技职业学院集成电路 2301 班，学生。

通讯作者：董福香（1980.07-），女，山西朔州人，无锡科技职业学院，教师。