

# 基于 LabVIEW 的虚拟直流电压表设计

张佑春

(安徽工商职业学院 电子信息系,合肥 231131)

**摘 要:** 借助虚拟仪器 LabVIEW 软件,以计算机丰富的软硬件为平台,设计了数据采集电路,其中主要包括 A/D 转换模块、增益选择模块及通道输入模块;利用 LabWindows/CVI 和 Visual C++ 软件开发了底层功能函数和 DLL 动态链接库,通过在 LabVIEW 中的调用库函数,实现启动、选择、测量和显示等功能,最终完成了一种新型的数字式直流电压表设计。实验测试表明,设计开发的虚拟直流电压表具有测试方便、测量精度高、相对误差小等优势,市场应用前景广阔。

**关键词:** 虚拟仪器;LabVIEW;直流电压表

**中图分类号:** TM933.221

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2014)05-0333-06

## Virtual DC voltmeter design based on LabVIEW

ZHANG Youchun

(Department of Electronic Information, Anhui Business Vocational College, Hefei 231131, China)

**Abstract:** By use of virtual instruments LabVIEW software, and rich software and hardware of computer as a platform, the data acquisition circuit is designed, which includes A/D converter module, selection module and channel gain input module. The underlying performance functions and DLL dynamic link library are developed by using LabWindows/CVI and Visual C++ software. In order to achieve starting, selecting, measuring, and other display functions, a new type of digital DC voltmeter design is completed finally by calling the library functions in LabVIEW. Experimental tests showed that the design and development of virtual DC voltmeter has convenient test, high accuracy, small relative error and other advantages. Thus the market prospect is broad.

**Key words:** virtual instrument; LabVIEW; DC voltmeter

伴随着电子技术、计算机技术、测试测量技术等飞速发展,传统的测试仪器由于其本身存在的测量精度、测量误差、硬件固化及维护成本等诸多缺陷,越来越不能适应当下测试测量行业发展的要求。20

---

**收稿日期:** 2014-05-21

**基金项目:** 安徽省高等学校省级优秀青年人才基金项目(2012SQRL236);安徽省楼宇智能化工程技术教学团队项目(2013jxtd091)

**作者简介:** 张佑春(1982—),男,安徽省庐江人,讲师,硕士,主要从事智能仪器、数据采集与处理技术研究。

世纪 80 年代由 NI 公司提出的虚拟仪器是对传统仪器时代的一次革命,虚拟仪器主要借助于计算机丰富的软硬件资源,实现传统测试测量仪器的数据采集功能,同时完成对信号的调理、处理、存储、输出和显示等诸多功能<sup>[1-3]</sup>。虚拟仪器开发中使用一种图形化的编程语言——LabVIEW,该软件内置 VXI、GPIB、RS-232、RS-422、RS-485、USB 等协议接口,富含 ActiveX、TCP/IP 等软件标准库函数,同时还提供 CIN 代码接口节点和 DLL 动态链接库功能<sup>[4-6]</sup>。软件编程摒弃传统的文本语言,采用直观的图形化语言——G 语言,编程方便、界面友好。

本研究正是在综合考虑传统仪器与虚拟仪器的各自特点与应用场合后,采用了虚拟仪器 LabVIEW 软件,以计算机丰富的软硬件为平台,设计了一种新型的数字式直流电压表。

## 1 系统硬件电路设计

### 1.1 硬件电路总体方案设计

虚拟直流电压表的硬件系统设计主要包括测量对象、A/D 转换模块、增益选择模块和通道输入模块 4 个部分。系统框图如图 1 所示。

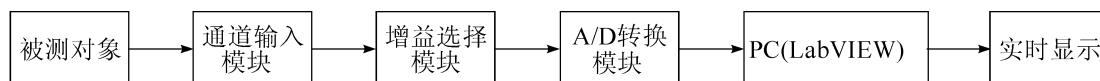


图 1 虚拟直流电压表的硬件系统设计框图

Fig. 1 Design diagram of virtual DC voltmeter hardware system

### 1.2 A/D 转换模块设计

A/D 转换电路设计采用双积分式 12 位 A/D 转换芯片 ICL7109,该芯片具有转换速度快、转换精度高等特点。为与微处理器通信方便,该芯片分别内置了 2 个 14 位的数据寄存器和锁存器,大大简化了外围电路设计。ICL7109 提供了 2 种数据交换方式,即间接方式和直接方式,可以通过设置 MODE 引脚完成方式设定。前者采用标准工业数据交换格式,主要针对远程数据采集;后者在数据输出过程中,由 B1~B8 完成低 8 位字节数据输出,由 B9~B12 完成高 4 位数据输出。该方式可在片选和字节使能的控制下直接读取数据<sup>[7-9]</sup>。系统 MODE 引脚设置低电平,为直接方式,通过改变电位器的状态,经 INH 引脚完成模拟电压  $V_x$  的输入。A/D 转换时序图与模块电路原理图分别如图 2、图 3 所示。

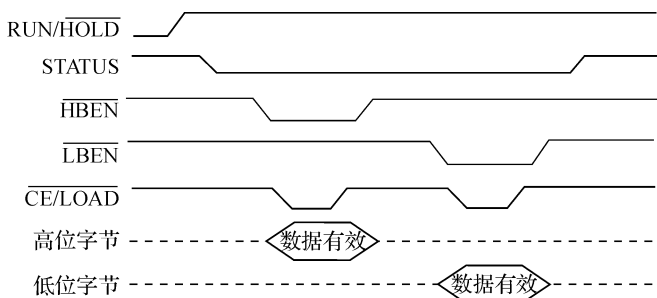


图 2 A/D 转换时序图

Fig. 2 A/D conversion timing chart

### 1.3 增益选择模块设计

鉴于待测模拟信号比较微弱,为得到合适的测量信号,电路引入集成运算放大器 LM324,增益选择功能可以通过模拟开关 CD4052 实现。它是数字控制的模拟数据选择/分配器,具有低导通阻抗和低泄漏电流等特性,通过 2 个二进制输入端 A、B 和一个禁止输入端 INH 来实现通道选择。模块电路中支持 4 档增益选择,即 0.5、1、2、5 倍。增益选择模块电路如图 4 所示。

### 1.4 通道输入模块设计

通道输入模块电路提供了 3 路输入信号,分别是 2.048 V 参考电压  $V_{REF}$  输入通道,0 V 接地通道,以及直流测量电压输入通道,即 7109+ 和 7109-。需要说明的是,测量电压通过调节电位器来实现,电压范围在 0~±4 V 之间。

由 ICL7109 的 A/D 转换关系,有

$$V_{IN} = \frac{N_{OUT}}{2^{12}} \times 2V_{REF}$$

式中:  $V_{\text{IN}}$ —A/D 转换器输入电压;  $N_{\text{OUT}}$ —A/D 转换结果的 12 位数字量;  $V_{\text{REF}}$ —A/D 转换器外部参考输入电压。调节至  $V_{\text{REF}}=2.048 \text{ V}$ , 此时  $N_{\text{OUT}}$  可以看作为以 mV 为单位表示的  $V_{\text{IN}}$ , 即

$$V_{\text{IN}} = N_{\text{OUT}} \text{ (mV)}$$

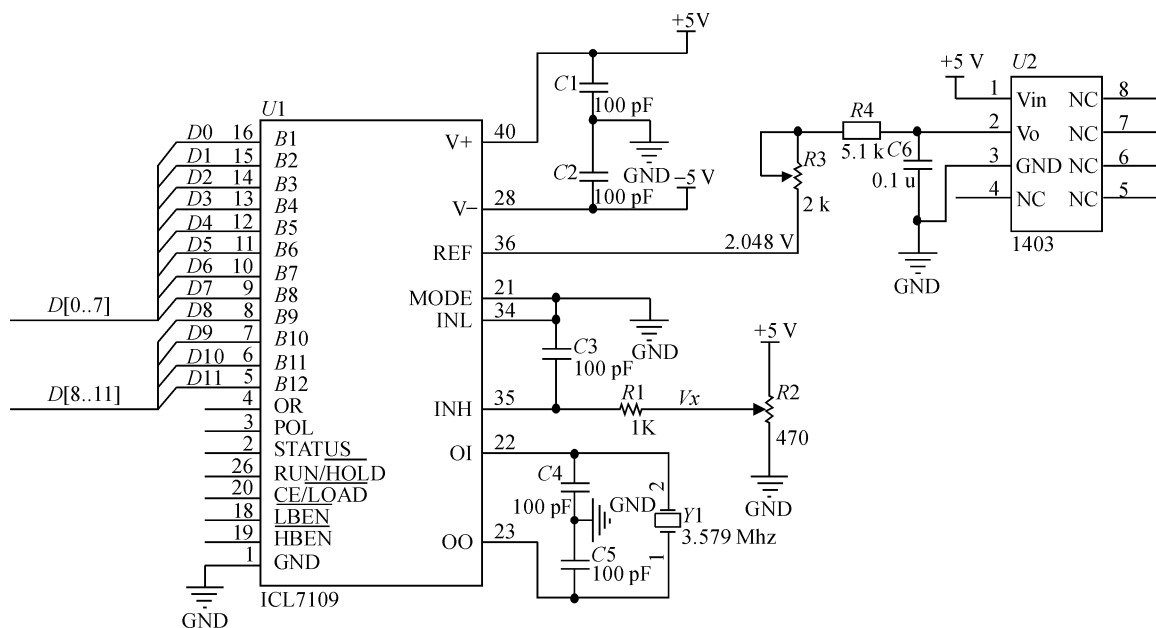


图3 A/D转换模块电路原理图

**Fig. 3** A/D converter module circuit diagram

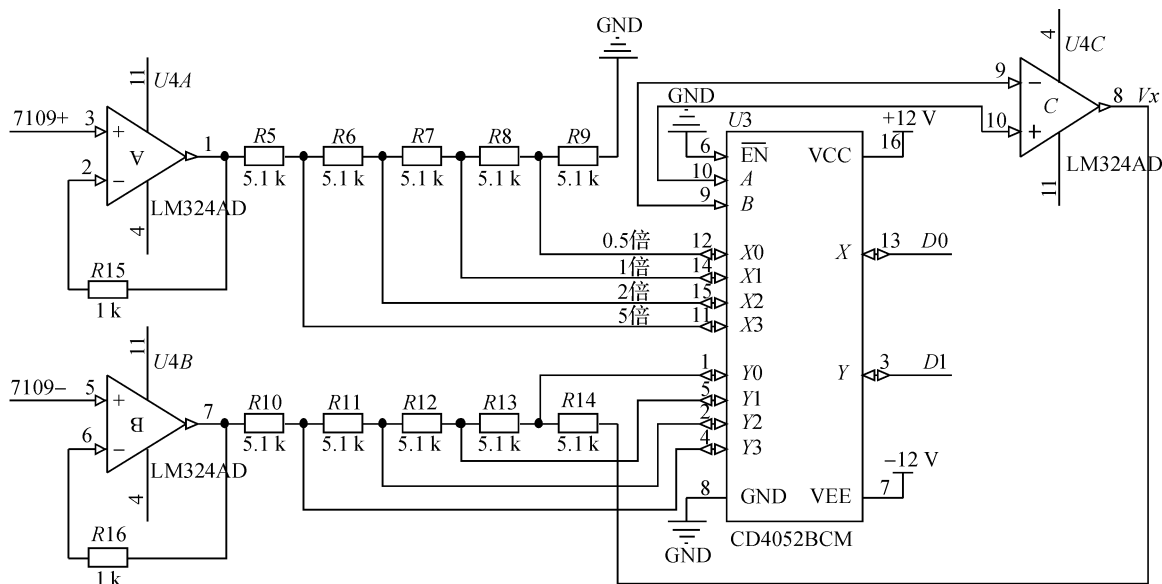


图 4 增益选择模块电路原理图

**Fig. 4** Gain selection module circuit diagram

## 2 系统软件设计

## 2.1 软件设计流程

系统基于 PC 机的虚拟仪器软件平台——LabVIEW 构建测量方案,实现直流电压的数字化测量,完成虚拟交流数字电压表的设计。整个流程采取顺序程序结构,依次实现对象选择、量程选择、EPP 接口初始化与读数校验、7109 启动与运行、量程超出判断,以及结果显示等功能。整个软件设计流程图如图 5 所示。

## 2.2 DLL 动态链接库调用

程序设计主要借助 Labwindows/CVI 编写底层  $f_p$  函数,在程序实现时可直接调用驱动函数动态链接,即 7109.dll 函数,驱动函数原型及常数和变量在封装在 cvidll.prj 工程中。程序设计时,应加入动态链接 7109.dll 动态链接库函数。实现直流电压测量的驱动函数主要包括以下函数:

```
void stdcall epp_init(void) //初始化 EPP 接口;
int stdcall epp_read_check(void) //EPP 读数检查;
int stdcall run_7109(unsigned char m_what, unsigned char gain_cw,
double vref, double * rult) //运行 7109,实现 7109 的读数及转化;
void stdcall amp_7109(unsigned char gain_cw, double * gain, int
* showdot) //根据量程设置增益和显示位数;
void stdcall indicator_7109(unsigned char gain_cw, double * indi-
cator_gain, double * indicator_max) //根据量程设置 7109 输入增益,
电压表最大显示数字;
void stdcall start_7109(void) //启动 7109;
int stdcall display(double display_data) //显示。
```

## 2.3 前面板设计

虚拟直流数字电压表的主要功能是用于完成测量与显示电位器或外部直流电压。虚拟仪器前面板设计有测量对象选择按钮和测量与自测选择按钮,在数据测量中提供了数字和表盘两者同时显示。参照高速数据采集的相关主要性能指标,设计设置了 8 档量程,即 8、4、2、0.8、0.4、0.2、0.08、0.04 V,对应增益为 0.5、1、2、5、10、20、50、100 倍。同时,前面板上设置超量程指示,测量的启动和退出等功能。考虑到电压表在实际使用时的需要,故将量程选在最大档,量程缺省值设为 8 V。虚拟直流电压表前面板设计如图 6 所示。

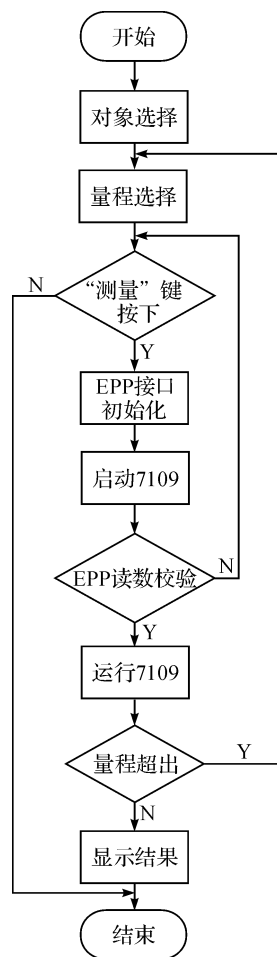


图 5 软件设计流程图

Fig. 5 Software design flow

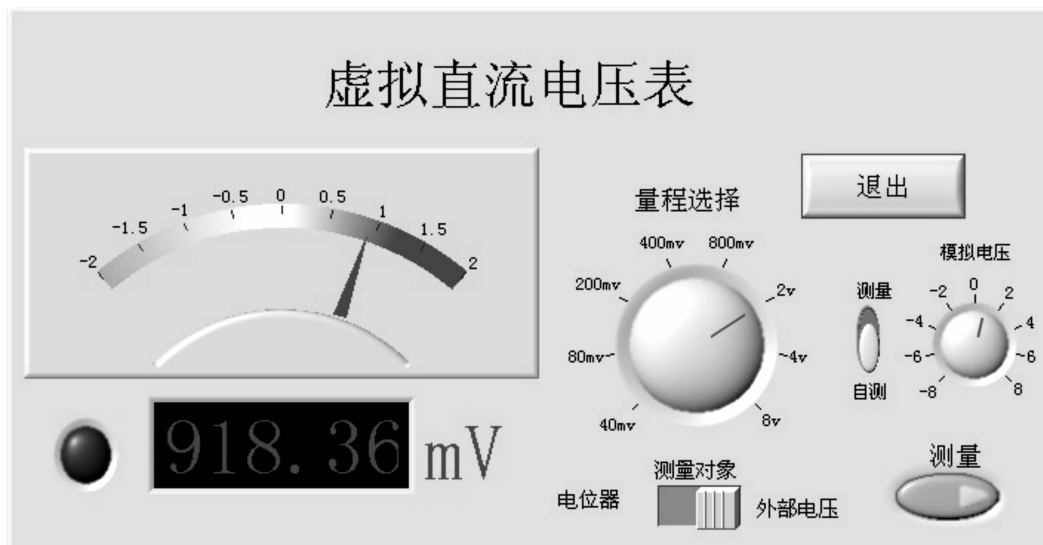


图 6 虚拟直流电压表前面板

Fig. 6 Front panel of virtual DC voltmeter

## 2.4 程序框图设计

由前面板设计可知,“退出”按钮控制了程序的运行状况,“测量”按钮控制了测量状况,因而可采用 structure 中的 while 循环作为设计主框架。考虑到 LabVIEW 的顺序流程特性,顺序结构同样适用于循

环内部设计。因此,可借助 structure 中的 flat sequence case 结构完成程序流程图设计。

整体设计流程大体上由 4 个步骤构成:首先,对 EPP 接口初始化,可通过调用动态链接库函数来完成,同时库函数无需返回数值;其次,启动 7109,依然可通过调用动态链接库函数来完成,库函数仍无需返回数值;再次,启用 EPP 读数据校验,此处通过设置函数返回值来判断 EPP 读数据成功与否,成功则继续,否则将“测量”按钮弹起,程序停止;最后,运行 7109,借助 case 结构选择测量对象和量程,把 run\_7109 的输出用于表盘和 led 数字显示。超量程可根据 7109 的返回值判断,不等于 1 则超出,同时点亮超量程指示灯。部分程序框图面板如图 7 所示。

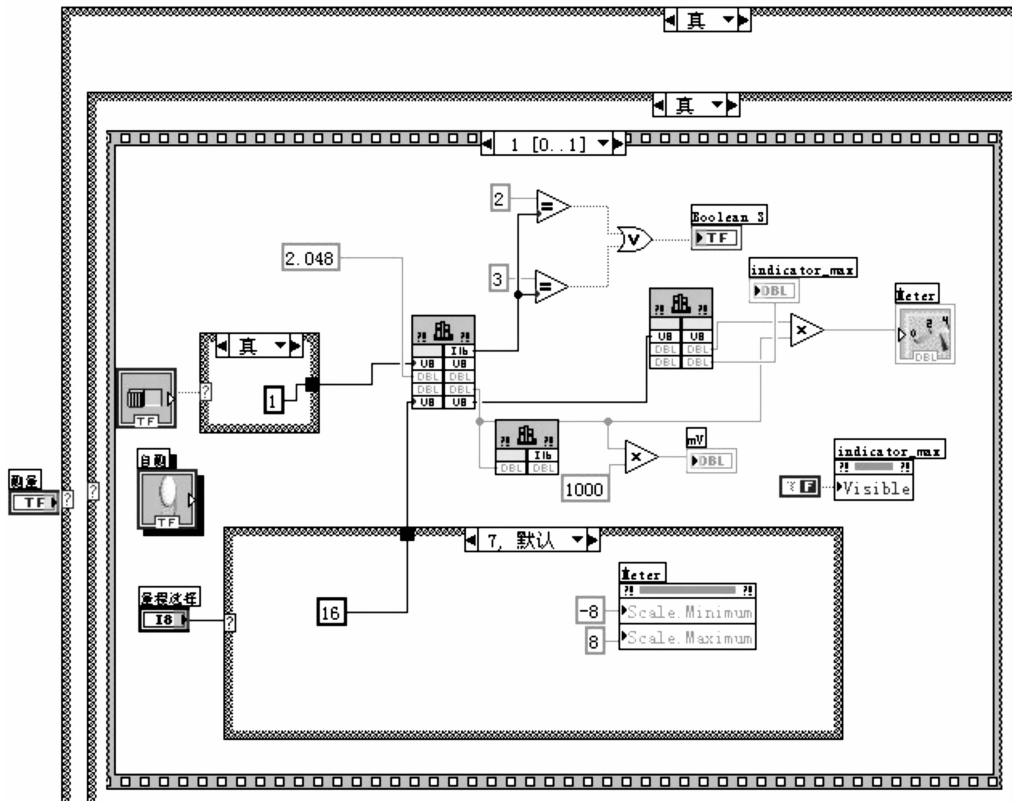


图 7 虚拟直流电压表程序框图面板

Fig. 7 Program diagram panel of virtual DC voltmeter

3 系统测试与分析

为分析与比较虚拟直流电压表和传统电压表的测量测试性能,分别对被测对象进行了测试,采用 3 块传统直流电压表得到平均值,再与虚拟直流电压表进行误差比较。容易得出,采用虚拟直流电压表测试数据误差小、精度高。测试结果分别如表 1、表 2 所示。

表 1 传统电压表测试数据

Table 1 Test data of traditional voltmeter

待测电压/V	表 1/V	表 2/V	表 3/V	平均值/V	相对误差/%
0.03	0.029	0.031	0.033	0.031	3.333
0.06	0.058	0.062	0.063	0.061	1.667
0.1	0.092	0.110	0.094	0.099	-1.333
0.3	0.28	0.28	0.31	0.290	-3.333
0.6	0.57	0.60	0.62	0.597	-0.556
1.5	1.48	1.49	1.52	1.497	-0.222
3	2.97	3.04	3.03	3.013	0.444
5	4.96	5.08	5.07	5.037	0.733

表 2 虚拟直流电压表测试数据  
Table 2 Test data virtual DC voltmeter

待测电压/V	频率/Hz	有效值/V	平均值/V	相对误差/%
0.03	1 000	0.0302	0.030 2	0.667
0.06	1 000	0.0603	0.060 3	0.500
0.1	1 000	0.0998	0.099 8	−0.200
0.3	1 000	0.3012	0.301 2	0.400
0.6	1 000	0.5986	0.598 6	−0.233
1.5	1 000	1.502	1.502	0.133
3	1 000	2.995	2.995	−0.167
5	1 000	5.002	5.002	0.040

4 结 语

采用虚拟仪器 LabVIEW 软件设计的虚拟直流电压表,大大简化了传统电压表的硬件结构与制造维护成本,克服了传统电压表测量精度不高,数据无法存储、分析、计算以及携带不方便等一系列缺点;同时,简化的图形编程语言进一步缩短了开发周期,也方便后期产品功能更新和性能优化。由于设计选取的A/D转换器、参考电压和增益电阻的精度高,经过实验测试,开发的虚拟直流电压表具有测试方便、测量精度高等优势,有广阔的市场应用前景。

参考文献:

[1] National Instruments Corporation. LabVIEW User Manual[Z]. 2008.

[2] 陈国顺,于涵伟,王格芳,等. 测试工程及 LabVIEW 应用[M]. 北京:清华大学出版社,2013.

[3] 章佳荣,王璨,赵国宇. 精通 LabVIEW 虚拟仪器程序设计与案例实现[M]. 北京:人民邮电出版社,2013.

[4] 陈世超. 基于虚拟仪器的多路电压测量的设计与实现[J]. 电子设计工程,2012,20(8):82-84.

[5] 程双江,李世平,郑堂. 基于 LabVIEW 的数字电压表设计[J]. 电子测量技术,2013,36(1):88-90,104.

[6] 范强,付永丽. 基于 LabVIEW 8.2 的多用虚拟电压表设计[J]. 现代电子技术,2009,311(24),183-185,188.

[7] 莫勇涛,杨景常. 基于 LabVIEW 的多功能虚拟直流电压表设计[J]. 计算机测量与控制,2011,19(6):1507-1509.

[8] 王锋,杨超,赵河明. 基于 LabVIEW 的虚拟温度检测系统[J]. 测试技术学报,2013,27(5):431-435.

[9] 刘东升,尹成群,吕安强,等. 基于虚拟仪器技术的电子测量仪器平台开发[J]. 仪表技术与传感器,2011(9):23-25,55.