

一种新型智能电子负载的设计

为了方便测试实验室自制小功率直流稳压电源,设计了一种新型智能电子负载.该电子负载以单片机为主控芯片,包括恒流控制、电压电流检测、过压保护、供电电源等电路,实现了定电流.直流稳压电源负载调整率自动测试和过压保护功能,能实时测量直流稳压电源的输出电压和电流.将该电子负载应用到实验室自制小功率直流稳压电源的测试中,能有效测试出负载调整率.

0 引言

电子负载具有体积小,调节方便,工作方式灵活,性能稳定,精度高等优点,被广泛应用于电源类产品和各类电子元器件的实验.测试.检定和老化环节.该方案基于51单片机,设计了一种智能电子负载,与其他同类设计相比,具有直流稳压电源负载调整率自动测试功能.

1 系统原理整个智能电子负载系统由单片机.恒流控制电路.功率负载器件.电压电流检测电路.过压保护.供电电源等构成,系统原理框图如图1所示.

电子负载工作在定电流模式时,被测直流稳压电源输出的电流不变(以被测电源能提供相应电流为前提).测试直流稳压电源负载调整率时,连接好测试电路,按键选定电源负载调整率测试功能,输入被测电源的额定电流.电压值,即可自动测试被测电源的负载调整率.

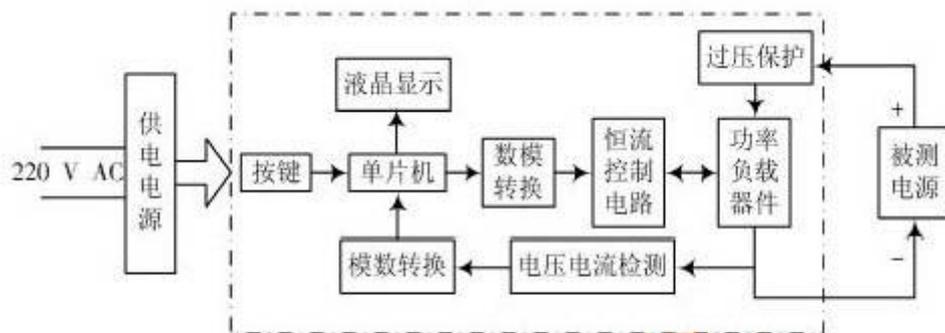


图1 智能电子负载系统原理框图

OFweek | ee.ofweek.com
电子工程网

2 硬件电路设计

2.1 恒流及电压电流检测电路

设计恒流电路使流过功率负载器件的电流值与数/模转换器的输出电压成线性关系.单片机控制数/模转换器输出电压,使恒流控制电路控制功率负载器件流过所需电流.电压电流检测电路把被测电源的输出电压和电流线性地转化成适合模/数转换器测量的量程,单片机控制模/数转换器测量电压电流检测电路的输出

电压，达到测量被测电源输出电压和电流的功能. 恒流及电压电流电测电路如图 2 所示，其中 Q1 是功率负载器件，用于吸收被测电源输出的功率.

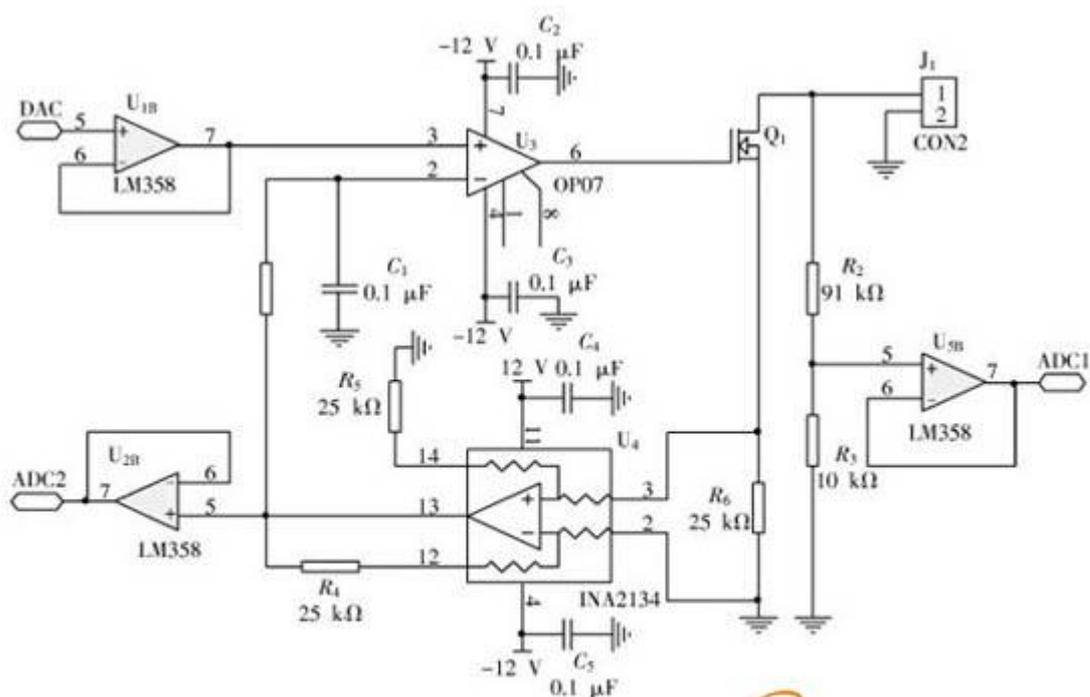


图 2 恒流及电压电流检测电路

图 2 中数/模转换器输出的电压经过电压跟随器 U1B 输入运算放大器 U3 的同相输入端，运算放大器 U3 通过采样电阻 R6、差分放大器 U4 等建立了深度负反馈. 将运算放大器看做理想的放大器，由“虚短”、“虚断”可得：

$$U_{DAC} = IR_6 A$$

式中： U_{DAC} 是数/模转换器输出的电压； I 是流过功率负载器件的电流； A 是由差分放大器 U4 及 R4、R5 等所组成电路的放大倍数，差分放大器 U4 选用的型号为 INA2134. 从式 (1) 中可以看出，流过功率负载器件的电流与数/模转换器输出的电压成线性关系，因此可以通过单片机控制功率负载器件的电流. 通过模/数转换器分别测量图 2 中 ADC1、ADC2 处的电压，可以得到被测负载电源输出的电压和电流.

被测电源输出电压 U 与 ADC1 处的电压 U_{ADC1} 之间关系式为：

$$U_{\text{ADC1}} = U \times \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

被测电源输出电流 I 与 ADC2 处的电压 U_{ADC2} 之间关系式为：

$$U_{\text{ADC2}} = IR_6 A$$

2.2 模/数.数/模转换电路

为了使系统达到一定的精度，且节省单片机 I/O 口资源，分别选用 12 位串行模/数.数/模转换器，分辨率达 $2^{12} = 4096$ 。U1, U3 分别为模/数.数/模转换器提供稳定的参考电压。模/数转换器选用 TCL2543, 数/模转换器选用 TCL5618 如图 3 所示。

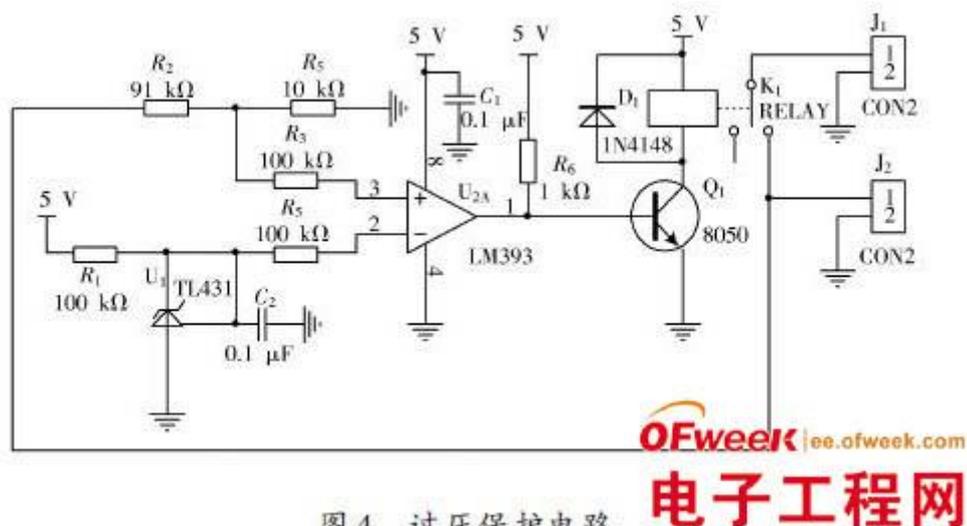


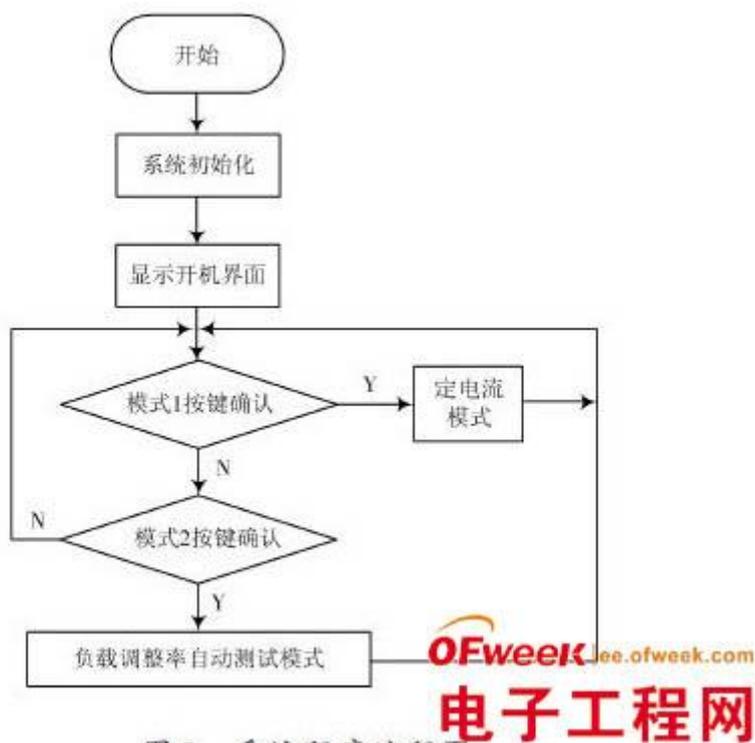
图4 过压保护电路

图4中J1与被测电源输出端口相连，J2连接到功率负载器件。电阻R2、R5分得的电压输入到电压比较器U2的同相输入端，电压比较器U2的反向输入端输入一固定的电压。当同相输入端电压小于反向输入端电压（未过压）时，电压比较器U2输出低电平，三极管Q1截止，继电器K1不动作，J1与J2保持连通；当同相输入端电压大于反向输入端电压（过压）时，电压比较器U2输出高电平，三极管Q1导通，继电器K1动作，J1与J2断开，即过压保护。

3 系统程序设计

系统程序采用模块编程，主程序调用各模块的方式实现。主要由定电流、被测电源输出电压检测、被测电源输出电流检测、负载调整率自动测试、按键检测、显示驱动等模块组成。

整个系统有两个工作模式：定电流工作模式、负载调整率自动测试模式，定电流工作模式同时显示被测电源输出的电压和电流。系统上电后单片机首先进行各模块的初始化，最后在主循环中不断地检测各个标志位，以判断工作模式，通过检测按键来改变标志位，系统程序流程如图5所示。



直流稳压电源负载调整率 S 表达式为：

$$U_{\text{DAC}} = IR_6 A$$

式中： U 表示直流稳压电源设定的额定电压值； U_0 表示空载输出的电压值； U_M 表示满载时的输出电压值。

直流稳压电源负载调整率自动测试功能在定电流的基础上进行编程实现，负载调整率自动测试流程图如图 6 所示。

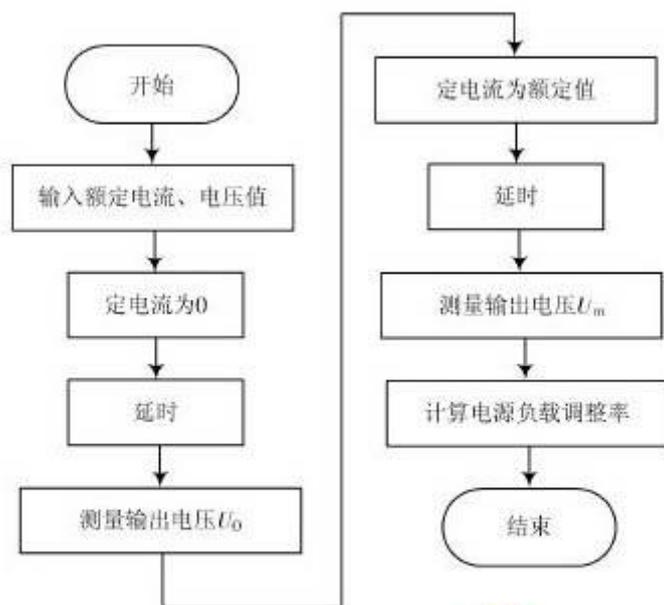


图6 负载调整率自动测试流程图

4 结语

以 51 单片机为主控芯片设计了一种新型智能电子负载，使运算放大器工作在深度负反馈条件下实现功率负载恒流，选用 12 位串行的模/数和数/模转换器，设计过压过流保护电路，通过软件编程实现直流稳压电源负载调整率自动测试功能。实际设计与制作表明，该方案满足设计要求。