

基于数字电位器 X9312 的功率调节电路

摘要: 本文介绍采用数字电位器 X9312、NE555 和固态继电器组成的功率调节电路及其单片机控制程序。该功率调节电路能够实现非常精确的功率调节, 实际使用效果良好。

关键词: 数字电位器; 占空比; 固态继电器; 功率调节

引言

在科学研究和工业生产的许多领域中, 人们都需要对各类加热炉的内部温度进行监测和控制。采用单片机来对它们进行监测控制不仅具有控制方便、简单、灵活等优点, 而且可以大幅度提高受控对象的技术指标。

单片机通常是通过输入通道将温度传感器感受到的被控对象当前温度转变为数字量并输入到单片机内, 单片机求出输入的当前温度值与设定值的偏差, 并根据该偏差进

行 PID 运算, 最后根据 PID 运算的结果, 通过功率调节电路改变给定周期内加热丝的通电时间来实现对温度的控制。功率调节电路调节功率的实质是利用占空比的调节来改变加热丝的平均功率, 整个控制系统是一个典型的闭环系统。功率调节电路是控制系统的执行机构, 不仅要求输出功率大, 还要求能根据需要对输出功率进行精确的调节, 是系统中最关键、最昂贵的组成部分, 也常常是故障率最高的部分。

本文采用 Xicor 数字电位器

X9312 和 NE555 组成占空比可调的脉冲振荡器, 驱动固态继电器实现功率调节的功率调节电路及其单片机控制程序。该电路用于某型标准恒温油槽中作为自动控制系统的执行机构, 取得了理想效果。

数字电位器 X9312

数字电位器一般用电阻阵列和多路模拟开关组合实现电阻值的改变, 克服了模拟电位器噪声大、磨损大、怕振动、寿命短的主要缺点。尤其重要的是数字电位器具有可编

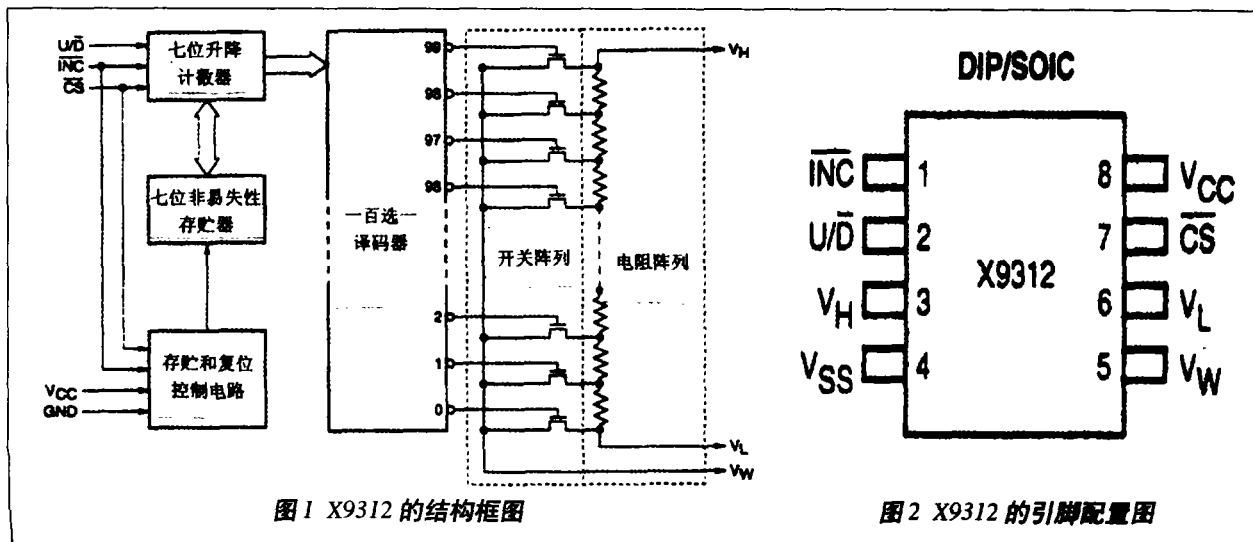


图1 X9312 的结构框图

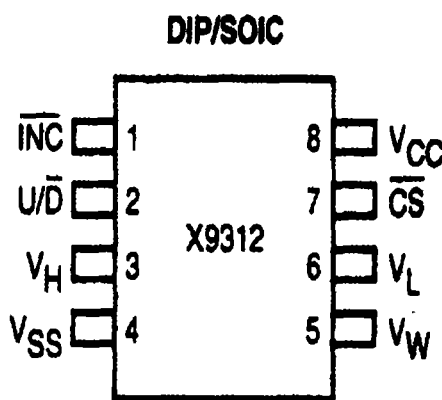


图2 X9312 的引脚配置图

芯片应用

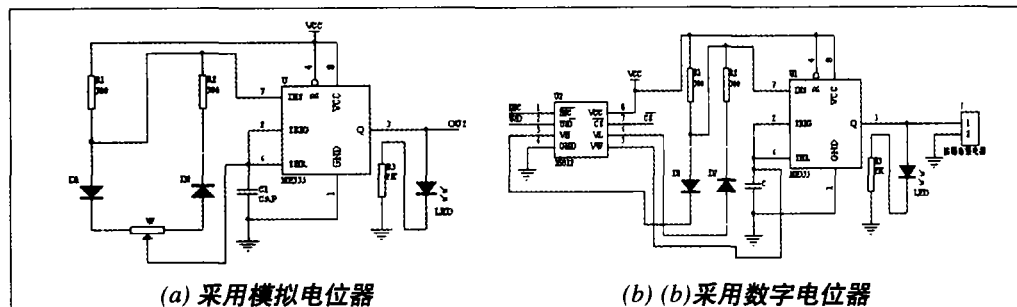


图3 NE555 组成的占空比可调的脉冲振荡器

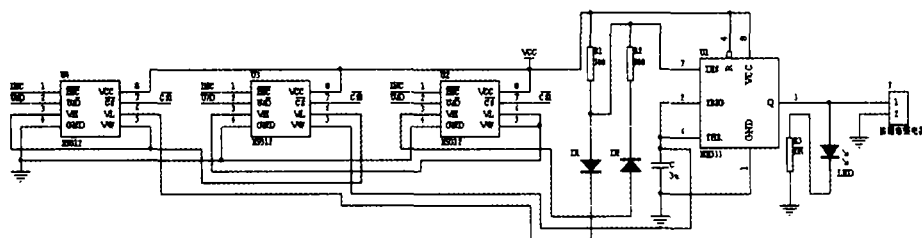


图4 带微调数字电位器的调功器电路图

程能力,可方便地实现与单片机的接口,实质上是一种特殊的数模转换器。其模拟量输出不是电压或电流,而是电阻或电阻比率,允许用户直接程序控制,利用电阻值或电阻比率变化进行参数调整。

Xicor 公司生产的非易失性数字电位器可以满足各种分辨率和控制精度的要求,几乎可取代所有模拟电路中的机械电位器。X9312 是 Xicor 非易失性数字电位器系列中的典型产品之一,图1为X9312的结构框图,图2是X9312的引脚配置图。

X9312 有三个组成部分:电阻阵列;非易失性存储器;输入控制、计数器、译码器。

X9312 的电阻阵列带温度补偿,包含99个电阻单元,在每两个单元之间和两个端点都有可以被滑动单元访问的抽头点。滑动单元的位置由 $\overline{CS}$ 、 $U/\overline{D}$ 和 $\overline{INC}$ 三个输入端控制。只有 $\overline{CS}$ 置低,X9312被选中,才能使 $U/\overline{D}$ 和 $\overline{INC}$ 输入端接受信

号。在 $\overline{INC}$ 输入端由高变低时将增加或减少(这取决于 $U/\overline{D}$ 输入端的状态)7位计数器的值,计数器的输出被译码,进行一百选一的操作,使滑动端的位置沿电阻阵列移动。计数器的值不会从全0跳至全1,也不会从全1跳至全0,因此滑动端到达电阻阵列的一个极端时不会跳至另一极端而循环往复。滑动端的位置可以被贮存到一个非易失性存储器中,因而在下一次上电工作时可以重新调用。X9312的分辨率等于最大的电阻值除以99。例如X9312T(100K Ω)的每两个抽头间的阻值为1010 Ω 。

基于X9312的功率调节电路

图3(a)是用NE555组成的占空比可调的脉冲振荡器,该振荡器占空比调节范围较大,NE555工作于无稳态工作方式。此电路实现占空比调节的关键器件是电位器W,数字电位器X9312用于图3(a)的电路

中,替换机械电位器,就可在单片机控制下直接调整输出脉冲的占空比,驱动固态继电器实现功率调节,其电路如图3(b)所示。

某型标准恒温油槽是根据国家颁布的计量检定规程要求而专门设计制造的,主要用于温度传感器检定,最大加热功率为4000瓦,工作温度可在0℃~300℃间根据需要设定,达到设定温度并稳定后,要求

15分钟内温度波动小于 $\pm 0.01^\circ\text{C}$,在对该型恒温油槽进行改进时,采用了基于数字电位器X9312的功率调节电路作为控制系统的执行机构。由于该标准恒温油槽对温度波动的要求很高,因此要求功率调节电路能进行非常精细的功率调节。而数字电位器由于生产工艺等因素的限制,目前其抽头数最大一般为256,图3电路中的X9312的抽头数仅为100,也就是说图3电路只能按加热丝最大功率的百分之一的分辨力进行功率调节,其功率调节精度难以满足恒温油槽的要求。为此,在图3电路的基础上增加了微调数字电位器,使功率调节分辨能力达到加热丝最大功率的万分之一,图4为其电路图。

图中数字电位器 U_2 、 U_4 是粗调电位器,两者同步调节,选用X9312TP,阻值为100K Ω ,抽头数为100,每一档阻值约为1K Ω 。 U_3 是微调电位器,选用X9312ZP,阻值

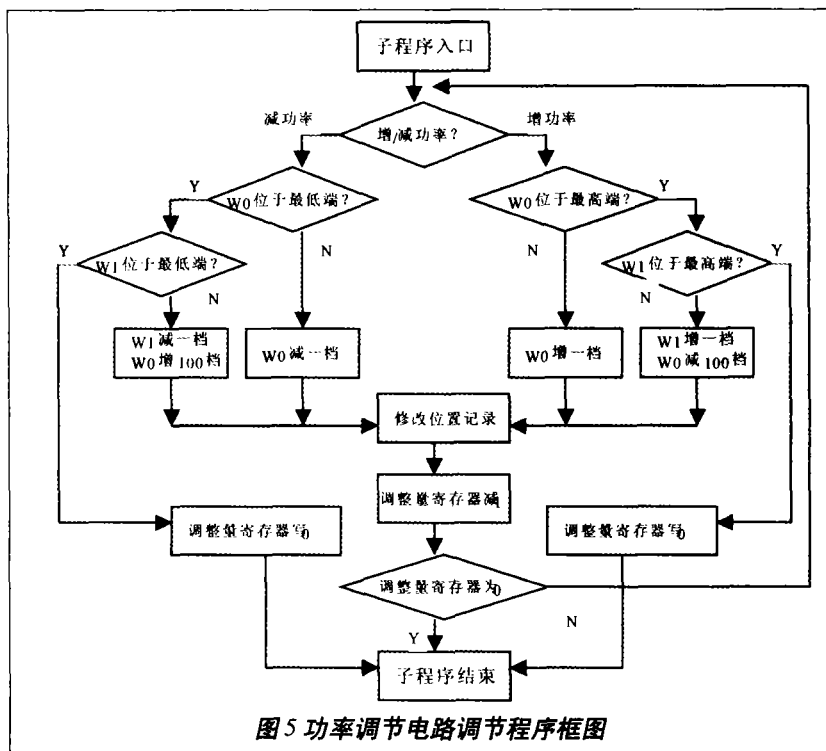
为 $1\text{K}\Omega$ ，抽头数为 100，每一档阻值约为 10Ω 。微调电位器将粗调电位器的每一档又分为 100 档，因此分辨能力为最大加热功率的万分之一。

固态继电器选用 $30\text{A}/220\text{V}$ 交流过零型。 R_1 、 R_2 决定占空比的最大值和最小值，应尽可能的小，以增大功率调节范围，但受数字电位器滑动端所能承受最大电流的限制，应根据需要综合考虑。X9312 滑动端所能承受的最大电流为 $\pm 1\text{mA}$ ，选择图中阻值时，实测 X9312 滑动端电流约为 0.1mA ，必要时 R_1 、 R_2 可进一步减小，但已满足了恒温油槽功率调节范围的需要，为保证数字电位器的安全工作， R_1 、 R_2 没有选择更小的阻值。电容 C 应选择漏电小的钽电解电容，其容量决定固态继电器的开关周期。

单片机控制程序

单片机对功率调节电路进行调节的程序框图如图 5 所示。其中单片机的 P2.4、P2.5、P2.6、P2.7 引脚分别接微调电位器片选、粗调电位器片选和升/降控制输入引脚、输入时钟引脚, P2.6、P2.7 为微调 and 粗调电位器共用, 根据片选信号区分两电位器。

程序中,位寻址单元 SIGN1 为 PID 运算所决定的功率调整方向, SIGN1 为 1 时,减小功率;为 0 时,增大功率。单片机的 58H、59H 单元为调整量寄存器,存放 PID 运算结果,决定调整量的大小,功率调节子程序执行完时,该寄存器应为全 0。内存的 W0P、W1P 单元记录微调、粗调电位器当前所处的位置,当 W0、W1 均位于最高(低)端时,说明加热功率为最大(小),此时已无法继续



增大(减小)功率, 因此不作调整。

结语

用该电路改进的恒温油槽经测试完全符合计量检定规程的要求, 15 分钟内的温度波动小于 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 。适当调整控制系统的 PID 参数后用于某型恒温水槽, 其 15 分钟内的温度波动小于 $\pm 0.008^{\circ}\text{C}$, 优于计量检定规程要求的 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 温度波动要求。

基于数字电位器 X9312 的功率调节电路在实际应用中体现出以下特点: 电路结构简单, 调试方便, 整个功率调节电路仅十余个元件, 只要焊接无误, 几乎不需要调试; 成本低, 除固态继电器需根据加热功率选择外, 其它器件总成本非常低; 单片机仅在需要改变功率时对数字电位器进行操作, 不操作时调功器保持最后一次操作所确定的功率, 不需要单片机不断地对 I/O 引脚

进行操作以产生控制脉冲，不占用片内的定时器，软件编写十分方便，适用范围广，只要更换合适的固态继电器，就能用于小到几瓦、大到几十千瓦的功率调节中，不仅能用于直流电、单相交流电，还能用于三相交流电。

参考文献

- 1 詹树仁等译. Xicor 非易失性器件使用手册. 武汉. 力源电子股份有限, 1996.5
- 2 曹巧媛编著. 单片机原理及应用. 北京. 电子工业出版社, 1997.7

(收稿日期: 2002-12-16)

