

# 变频器三相信号源发生器研究

罗学恒

(武汉职业技术学院 计算机与软件学院, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 低频信号发生器作为信号源历来受到微电子技术的从业人员关注, 三相低频信号源更是从事控制系统设计的工程技术人员首选工具。长期以来, 人们一直试图通过电子线路制作三相低频信号源, 可效果不尽人意。利用单片机作为三相低频信号源的核心部件不但保证了三相低频信号的完整、稳定, 还能实现频率从0~50Hz的任意调节。利用单片机的定时器作为频率控制, 利用单片机的输入输出接口作为三相信号输出是设计的初衷, 通过反复实验后认定利用单片机作为三相低频信号源的设计是可行。利用单片机作为三相低频信号源发生器的关键技术是程序设计, 程序设计的核心的三相方波之间的相序和频率的可调性。

**关键词:** 单片机; 低频; 三相信号源; 调节

中图分类号: TN773 文献标识码: A 文章编号: 1671-931X (2011) 01-0059-04

在变频器调速系统和测速仪表系统中, 经常需要三相低频信号源, 现实中多数信号源是利用电子线路产生的, 而这种信号源大都是单相的, 而且频率大多在1KHz以上, 因为只有高频段信号源的波形才标准、稳定, 可调性强。但是如果产生几赫兹到几十赫兹的低频信号, 利用电子线路来产生就不易实现, 要产生三相信号源就更加困难。通过多年从事单片机教学和产品开发的经历, 利用单片机的定时器配合输入输出接口作为三相低频信号源比较容易实现。

## 一、构思

利用单片机作为信号源经过驱动器将信号源放大输出, 配合数码管显示实时频率数。通过键盘对输出频率进行调节就能够较好地解决这一技术难题。

单片机产生单相方波很方便。但是要产生三相方波并且对相序有严格要求时, 在技术处理上就增加了难度。这也是我重点研究的对象。

所谓三相信号源发生器就是能够提供如图1所示的三相方波信号:

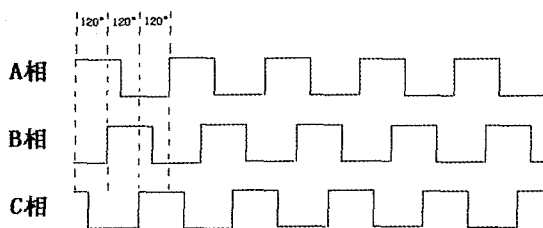


图1 三相方波信号

其中:A相比B相超前 $120^\circ$ , 或者B相比A相超前 $240^\circ$ 。

B相比C相超前 $120^\circ$ , 或者C相比B相超前 $240^\circ$ 。

C相比A相超前 $120^\circ$ , 或者A相比C相超前 $240^\circ$ 。

同时要求在相序不变的前提下实现频率可调。当用作变频器信号源时要求其频率在0~50Hz之间实现连续可调。

利用单片机的定时器能够较好地解决相序与调频的问题。那就是通过改变定时器的定时时间很方便地

收稿日期:2011-01-09

作者简介:罗学恒(1954-),男,本科,高级工程师,武汉职业技术学院教授,研究方向:单片机教学和应用开发。

改变了频率，因为频率是定时时间的倒数，即频率 = 1 / 定时时间。

获取方波的方法是(以 A 相为例)这样的：

在第一个定时时间中让单片机的 I/O 口的输出位为“1”、在第二个定时时间中让单片机的 I/O 口的输出位为“0”，在第三个定时时间中让单片机的 I/O 口的输出位为“1”、在第四个定时时间中让单片机的 I/O 口的输出位为“0”……以此类推，就能获取标准的方波。B 相和 C 相一样。

获取相序的方法是当定时时间到达 2/3 时启动 B 相 I/O 口的输出位，当启动 B 相 I/O 口的输出位以后的定时时间的 2/3 时启动 C 相 I/O 口的输出位……以此类推，就能保证各相之间相差 120°。

综上所述，方波频率实际上是 1 / (2 倍定时时间)，这是因为用了 2 个定时时间得到 1 个方波周期。

单片机定时器的定时时间是由定时器初值决定的，由于

$$M0 = M - t / \text{单片机机器周期}$$

其中：M0 为单片机定时器初值

M 为单片机定时最大值。如果选择工作方式 1，M = 65536，可作为常数看待。

t 为定时时间

单片机机器周期由晶体振荡器的频率决定的，当晶体振荡器的振荡频率为 12MHz 时，单片机机器周期为 1 μs。当晶体振荡器的振荡频率为 6MHz 时，单片机机器周期为 2 μs。改变晶体振荡器的振荡频率，就能获取不同的单片机机器周期。当晶体振荡器的振荡频率一旦确定下来，单片机机器周期也是一个常数。

由上式不难看出定时时间：

$$t = (M - M0) / \text{单片机机器周期}$$

只要改变 M0 的大小就能获得不同的定时时间 t，有了不同的定时时间 t 就能得到不同不同频率的方波。

例如：输出 25Hz 方波时对应的 M0 的确定方法是：

$$\therefore 25\text{Hz} = 1 / 2t, \text{其中 } t \text{ 的单位为秒(s)}$$

$$\therefore t = 0.02\text{s} = 20\text{ms}$$

$$\text{又 } \therefore t = (M - M0) / \text{单片机机器周期}$$

如果选定晶体振荡器的振荡频率为 12MHz 时，单片机机器周期 = 1 μs。如果选择工作方式 1，M = 65536

$$\therefore M0 = M - t / \text{单片机机器周期} = 65536 - 20\text{ms} / 1\mu\text{s} = 65536 - 20000 = 45536 = \text{B1E0H}$$

将 B1E0H 作为初值写入定时器，在程序控制下就能获得 25Hz 的三相方波。只要改变定时器初值就能获取不同频率的三相方波。

如果把方波用函数 u 进行描述，单片机晶体振荡器的振荡频率用 v 表示，单片机定时器初值用 w 表示那么：u=f(v,w)。改变 v 或 w 就能获取不同频率的方波。

由于单片机晶体振荡器的振荡频率由硬件确定，修改起来不方便。而单片机定时器的初值可以通过软件获取，易于修改。这里将单片机晶体振荡器的振荡频率固定在 12MHz 不变，通过修改单片机定时器的初值来获取不同频率的方波。

## 二、硬件设计

根据系统功能要求，需要键盘干预、频率显示、信号输出等模块支撑，这是硬件设计时必须考虑的。

整体设计以 89C51 单片机为核心。P0 口作为频率个位显示口，P2 口作为频率十位显示口，P1 口接键盘，P3 口的 P3.3、P3.4、P3.5 作为三相信号输出，经驱动后分别输出 R、S、T 三相方波。显示驱动和三相信号输出驱动均采用 MC1413 集成芯片。系统晶振采用 12MHz 石英晶体振荡器。由 220V ~ 交流电经过变压器降到 9V ~ 交流电再经过整流并又三端稳压器 7805 稳压输出 +5V 为系统提供电源。其硬件设计如图 2 所示：

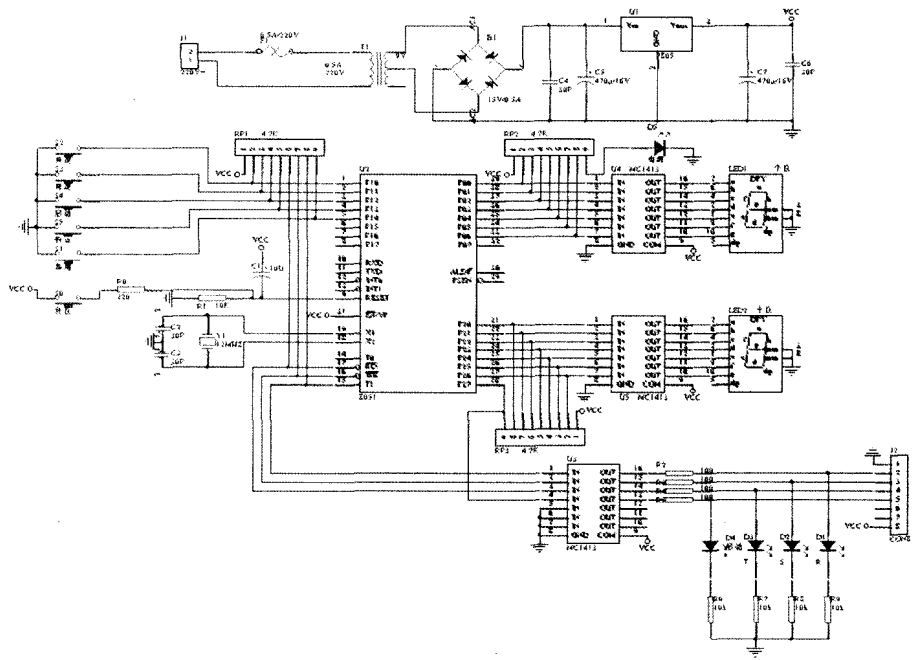


图 2 硬件连接图

(一) 键盘干预模块

1. 启动信号输出, 揷S2 键发出启动信号。
2. 停止信号输出, 揷S3 键发出停止信号。
3. 频率增, 揷S0 键发出频率增信号, 每揷一次频率上升 1 Hz, 直至 50 Hz。
4. 率减, 揷S1 键发出频率减信号, 每揷一次频率下降 1 Hz, 直至 0 Hz。
5. 等待命令, 揷S4 键系统处于等待状态。

(二) 频率显示

由于输出频率为 0~50Hz, 系统只需要提供两只数码管显示当前频率。P0 口输出频率个位数据, P2 口输出频率十位数据。

(三) 信号输出

系统在提供对外输出三相方波的同时, 还设计了 3 只发光二极管分别监视 R、S、T 三相方波输出, 以便直观观察三相信号的频率和相位差。

三、软件设计

(一) 系统采用中断方式定时, 这样可以使定时时间更精确, 中断服务程序中共 5 个模块

1. 恢复定时初值: 由于定时器设定成工作方式 1, 每次中断后必须由程序恢复初值, 该模块的任务是恢复定时器初值和进入中断前的现场保护。
2. 读取并保存键盘输入值: 利用中断延伸消除键盘抖动, 在中断服务程序中读取键值并保存, 由主程序完成键值分析并作标记, 同时做出相应处理, 如果是增频或减频就修改对应定时初值。
3. 相序调整: 根据修改后的定时初值, 对三相方波的相序做相应调整。
4. 频率调整: 根据修改后的定时初值, 对三相方波的频率做相应调整。
5. 输出三相方波: 根据调整后的相序和频率准确输出三相方波。

中断服务程序流程图如图 3 a 所示:

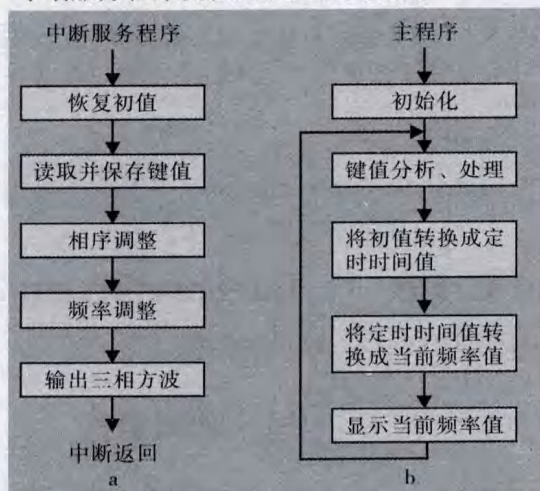


图 3 程序流程图

(二) 系统主程序共分成 5 个功能模块

1. 系统初始化: 完成定时器的工作方式、初值设定后启动定时计数, 并完成系统各初态的设定。

2. 键盘输入值进行分析和处理: 对在中断服务程序中保存的键值进行逐一分析后, 根据键值命令启动相应功能。

3. 将初值转换成定时时间值: 由于初值和定时时间之间存在对应关系, 即:

$$t = (M - M_0) / \text{单片机机器周期}$$

该模块将初值换算成定时时间并保存。

4. 将定时时间值转换成当前频率值: 根据频率 =  $1 / 2t$ , 该模块完成定时时间与输出频率之间的换算并保存。

5. 通过数码管显示当前频率值: 将输出频率值通过 P0、P2 口送到数码管显示。

主程序流程图如图 3 b 所示。

常态下, 主程序循环完成对键盘输入值进行分析和处理、将初值转换成定时时间值、将定时时间值转换成当前频率值、通过数码管显示当前频率值等四个功能模块的任务, 中断服务程序则完成恢复定时初值、读取并保存键盘输入值、相序调整、频率调整、输出三相方波等五个功能模块的任务, 二者形成相互协调的有机体。

设计制作成功的产品如图 4 所示。



图 4 三相低频信号发生器成果图

四、结论

信号源发生器在各行各业的应用十分广泛, 如实验室频谱分析、医疗器械、变频器生产和维修等领域一直是首要的生产要素。随着生产和消费市场的不断提出新要求, 开发超低频三相信号源发生器具有十分重要的意义。超低频三相信号源发生器的关键技术是如何实现超低频和解决三相相序问题。用常规的电子元器件很难做到。

这里使用单片机技术解决了输出低频标准方波的问题。同时采用单片机的定时器技术很好地解决了输出频率可调和三相信号源的相序问题。如果在三相方波输出后接 LM224 和相应辅助电路, 还可以获取三相正弦波输出。

应用系统的核心是在满足功能情况下, 稳定可靠、节能降耗、方便操作是系统生存的条件。通过以上对于系统软硬件的分析和投入使用的实际情况看: 该系统

具有硬件结构非常简单、合理、实用；操作方便、简单、明了。

系统的创新处就在于：  
产生超低频信号源；  
可调的三相输出；  
利用中断延伸消除键盘抖动；  
不用示波器可直接监视输出方波的频率和相序；  
程序的模块化便于其他系统的借鉴和移植。

### 参考文献：

- [1] 罗学恒. 单片机实用教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 付家才. 单片机控制工程实践技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [3] 胡崇岳. 现代交流调速技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.

[责任编辑: 刘 骋]

## On Three-phase Frequency Signal Generator

LUO Xue-heng

(College of Computing Technology, Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

**Abstract:** Low frequency signal generator has been a source of microelectronics technology personnel concerned; three-phase frequency signal is engaged in the design of control system of engineering and technical personnel. For a long time, people have been trying to make three-phase frequency signal circuit but the results are unsatisfactory. Three-phase frequency signal microcontroller as the core parts not only ensure the three-phase frequency signal integrity, stability, also can realize frequency from 0 ~ isolator of arbitrary regulation. The microcontroller timer microcontroller as frequency control, the I/O port as three-phase signal output is designed, through repeated experiments confirmed by microcontroller as the three-phase frequency signal design is feasible.

**Key words:** SCM; low frequency; three-phase frequency signal; adjustment

(上接第 58 页)

### 参考文献：

- [1] 王建华, 等. 美国历届总统就职演说精选[M]. 南昌: 江西人民出版社, 1989.
- [2] 关在汉. 罗斯福选集[M]. 北京: 商务印书馆, 1982.
- [3] 王春良, 等. 世界现代史(上)[M]. 济南: 山东人民出版社, 1988.
- [4] 陈明, 等. 相信进步——罗斯福与新政[M]. 南京: 南京大学出版社, 2001.
- [5] 劳伦斯·J·克特里考夫, 斯科特·伯恩斯. 即将到来的世代风暴: 美国经济的未来[M]. 大连: 东北财经大学出版社, 2007.

[责任编辑: 张 磊]

## Social Security System from Economical Crisis——Interpretation of Social Security System during New Deal Years

YUE Zong-fu

(Social Security Institute, Shandong Institute of Business and Technology, Yantai 264005, China)

**Abstract:** Social crisis usually follows economical crisis. The Roosevelt's New Deal during 1929-1932 not only lifted the USA from the lows, but also promoted the issuing of Federal Emergency Relief Law, Emergency Relief Appropriation Act and Social Security Law, which switched the social crisis away. Interpretation of the New Deal in today's global crisis may inspire us for some measures to take.

**Key words:** economic crisis; social security; New Deal