

# 一种微机化穆斯堡尔谱仪波形发生器

黄建平 陈笑梅

(湖南师范大学 长沙 410081)

**摘要** 基于8751单片机的穆斯堡尔谱仪波形发生器用12位D/A转换器产生高线性度的三角波电压基准信号,并用8位D/A转换器精确地控制三角波电压基准信号的幅度,同步信号和步进信号可任意延迟,以获取高质量的折叠谱。该波形发生器可通过面板上的DIP开关或IBM-PC等微机的串行口实现控制。

**关键词** 穆斯堡尔谱仪, 波形发生器, 数模转换器, 折叠谱

穆斯堡尔谱学是通过探测原子核能级微小变化而研究物质结构和进行物相分析的一种有效手段,其谱仪结构如图1所示。波形发生器产生同步信号、步进信号及三角波电压基准信号。

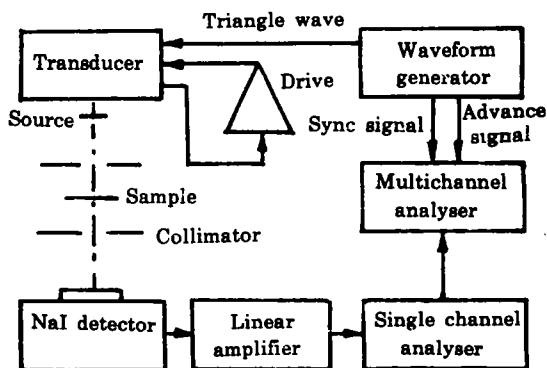


图1 穆斯堡尔谱仪框图

Fig.1 Block diagram of a Mössbauer spectrometer

其中,同步信号和步进信号用于控制多道分析器获取数据,三角波电压基准信号用于驱动振动子,以使穆斯堡尔源按等加速方式运动。三角波电压基准信号通常由积分电路产生,但由于受RC电路的充放电特性及运算放大器输入阻抗和放大倍数的限制,三角波电压基准信号的线性度往往受到影响,从而也影响了穆斯堡尔谱仪的测谱指标<sup>[1]</sup>。以前的三角波电压基准信号的幅度是固定不变的,人们只有通过功率放大器上的速度调整旋钮,才能调节振动子的振动速度,这不利于通过微机精确控制振动子的振动速度以实现自动测谱。

通过测量严格对称的镜像谱,然后将其左、右对称道计数相加获得折叠谱,可以克服余弦效应并节省测谱时间<sup>[2]</sup>。但由于电路延迟等原因,振动子运动总是不可能完全同步而滞后于三角波电压基准信号,所以镜像谱不可能严格地左右对称。为了获得对称的镜像谱,需要细微调节同步信号和步进信号对于三角波电压基准信号的延迟时间,只要选择合适的延迟参数,即可产生对称的镜像谱,得到较好的折叠谱。

## 1 硬件原理

该波形发生器的硬件如图2所示。8751是具有4K EPROM的MCS-51型单片机<sup>[3]</sup>, P<sub>0</sub>口

收稿日期:1994-09-09, 修回日期:1995-03-20

的P<sub>0.0</sub>~P<sub>0.7</sub>接上拉电阻后再接DAC0832的8位数据线D<sub>0</sub>~D<sub>7</sub>，P<sub>2.4</sub>用于启动DAC0832的D/A转换，其电流输出经运算放大器F<sub>1</sub>转换成电压信号用作DAC1210的参考电压。P<sub>0</sub>口的P<sub>0.0</sub>~P<sub>0.7</sub>和P<sub>2</sub>口的P<sub>2.0</sub>~P<sub>2.3</sub>接DAC1210的数据线D<sub>0</sub>~D<sub>11</sub>，P<sub>2.5</sub>用于启动DAC1210的D/A转换，其电流输出经F<sub>2</sub>和F<sub>3</sub>转换成直流分量为零的三角波电压基准信号，其幅度由DAC0832的输出决定。P<sub>2.6</sub>和P<sub>2.7</sub>分别用于产生步进信号和同步信号。与P<sub>1.0</sub>~P<sub>1.7</sub>连接的8位DIP开关用于设置三角波电压基准信号的幅度，进而控制振荡子速度。与P<sub>3.2</sub>连接的一位DIP开关用于控制穆斯堡尔谱道数选择。与P<sub>3.3</sub>~P<sub>3.7</sub>连接的5位DIP开关用于设置延迟参数。经MC1488、1489电压变换，Tx<sub>D</sub>和Rx<sub>D</sub>用于IBM-PC等微机的RS-232-C串行口连接，以实现串行通讯。通用微机通过串行通讯可控制波形发生器按不同参数工作或读取其工作参数。定时器/计数器T<sub>1</sub>用作波特率发生器。

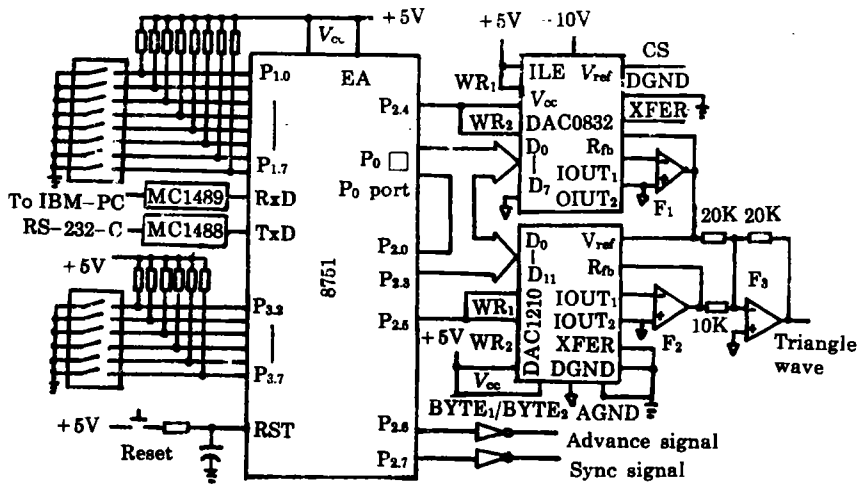


图2 波形发生器框图

Fig.2 Block diagram of the waveform generator

2 软件原理

该波形发生器的固化软件由主程序和串行口中断服务程序组成(见图3、4)。当系统上电并按下复位键后，开始执行主程序，读P<sub>1</sub>口并存入R<sub>0</sub>，再作为三角波电压基准信号的幅度参数输出于P<sub>0</sub>口，启动DAC0832的D/A转换。读P<sub>3.2</sub>以确定道数选择参数，当P<sub>3.2</sub>为0(或1)时，则选择512(或1024)道镜像谱，其道数选择参数为00001111B(或00000111B)，将道数选择参数存入R<sub>1</sub>。读P<sub>3.3</sub>~P<sub>3.7</sub>，设置延时参数为000P<sub>3.3</sub>P<sub>3.4</sub>P<sub>3.5</sub>P<sub>3.6</sub>P<sub>3.7</sub>B，存入R<sub>2</sub>。当输出三角波前半周时，若P<sub>2</sub>口的低4位为OH，而P<sub>0</sub>口内容等于延时参数时，则输出同步信号和步进信号，并同时启动DAC1210的D/A转换，这可由ANL P<sub>2</sub>,# 1FH和ORL P<sub>2</sub>,# EOH两条指令完成。当测镜像谱的前半周(或后半周)时，若P<sub>0</sub>口的低n位与延时参数的低n位(n=4或3分别对应512道或1024道镜像谱)的原码(或反码)一致，则输出步进信号，同时启动DAC1210进行D/A转换，这可由ANL P<sub>2</sub>,# 9FH和ORL P<sub>2</sub>,# 60H两条指令完成。输出的三角波电压基准信号的幅度为幅度参数×10V/256，周期为8192×24μs，频率为~5.11Hz，步进信号的周期为(道数选择参数+1)×24μs。同步信号及步进信号相对于三角波电压基准

信号的延迟时间为延迟参数 $\times 24\mu s$ ，相应的延迟道数为延迟参数/16或延迟参数/8(分别对应于512道或1024道镜像谱。我们在软件中适当位置插入一些空操作指令以保证同步信号、步进信号和三角波电压基准信号的周期性。

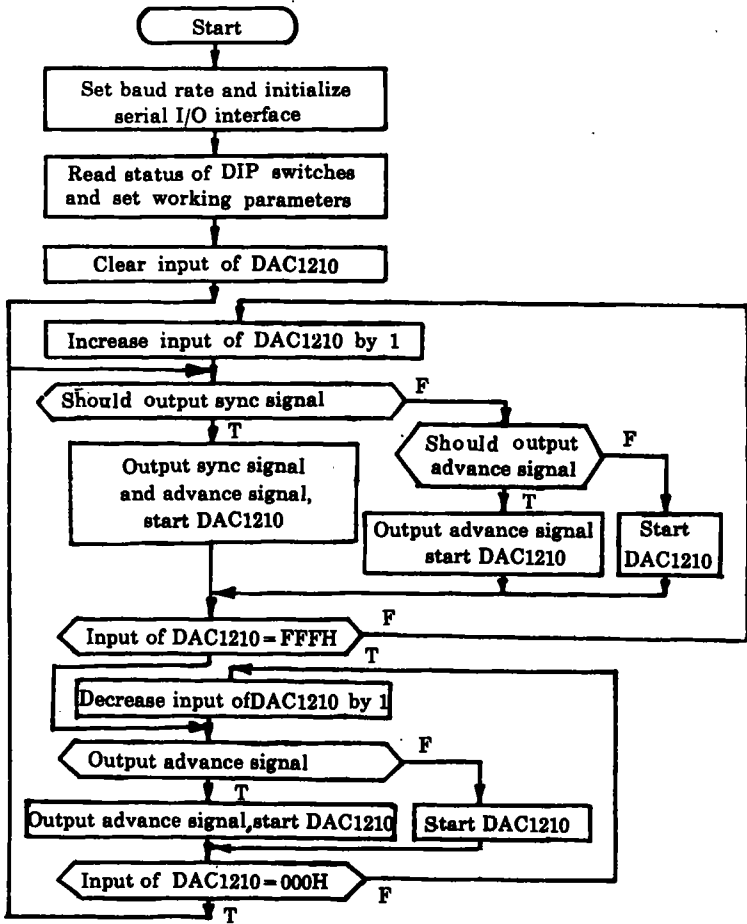


图3 主程序流程框图

Fig.3 Flowchart of the main program

利用 IBM-PC 机(作为主机)与 8751 单片机(作为从机)之间的串行通讯，则可在系统运行中方便地更改或读取波形发生器的工作参数，以控制或监视波形发生器。为了使通用微机能控制基于 MCS-51 型单片机的其它设备，我们使用 8751 的串行通讯方式 3(属多机通讯方式)<sup>[3]</sup>。IBM-PC 机通讯软件以子程序形式给出(见图 5)，当需要进行串行通讯时，只需调用子程序。当需要发送地址(或发送命令、数据及接收数据)时，必须将 IBM-PC 机串行口置校验位为 1(或 0)<sup>[4]</sup>。

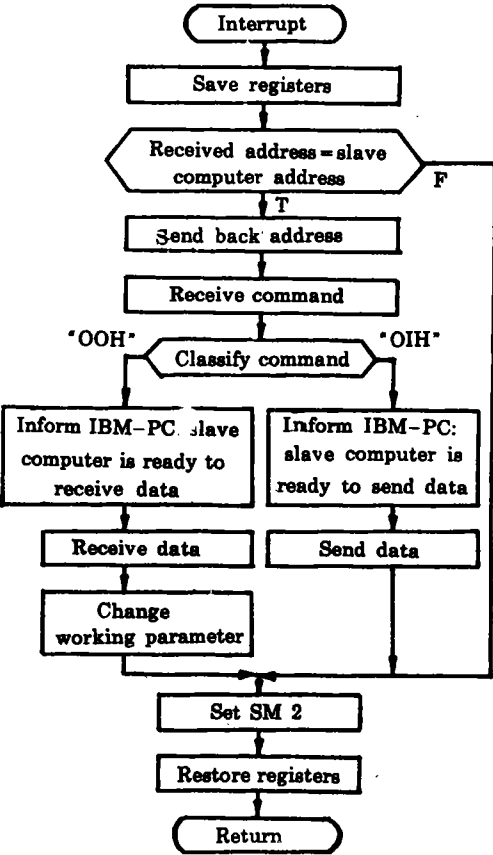


图4 串行口中断服务程序流程框图  
Fig.4 Flowchart of series interface interrupt routine

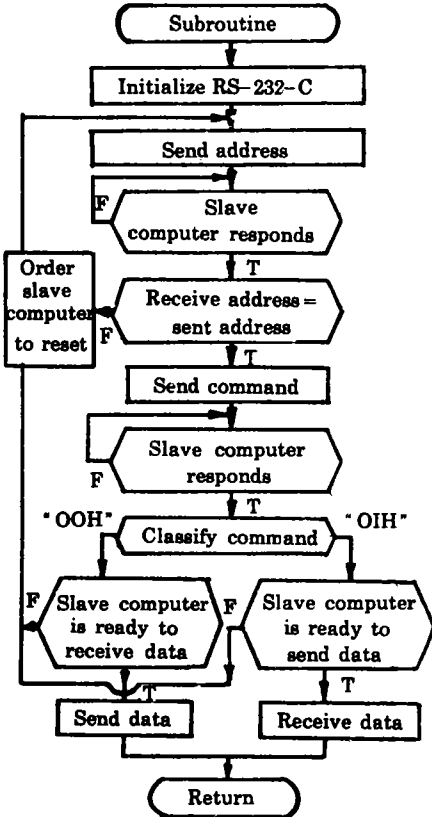


图5 IBM-PC通讯软件流程框图  
Fig.5 Flowchart of IBM-PC communication software

3 实验结果

我们用波形发生器、SERIES 35 PLUS多道分析器以及261厂生产的功率放大器、振动子等组成穆斯堡尔谱仪，使用<sup>57</sup>Co/Rh源。三角波幅度参数设置为7AH，延迟参数设置为00H，测得25 μm厚α-Fe的512道镜像谱，经Teillet程序拟合，发现镜像谱向右偏移了1.36道，其左部分单谱各峰线宽和非线性系数如表1所示。再设置延时参数为16H，将512道

表1 α-Fe箔穆斯堡尔谱的指标  
Table 1 Mössbauer spectral parameters of an α-Fe foil

| 谱类型                 | 各峰线宽                                        |       |       |       |       |       | 非线性系数                    |
|---------------------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------|
| Type of spectrum    | Linewidth of each peak/mm · s <sup>-1</sup> |       |       |       |       |       | Non-linear coefficient/% |
| 单谱 Single spectrum  | 0.288                                       | 0.255 | 0.224 | 0.223 | 0.253 | 0.287 | 0.10                     |
| 折叠谱 Folded spectrum | 0.297                                       | 0.265 | 0.233 | 0.230 | 0.267 | 0.300 | 0.11                     |

镜像谱左右对称道计数相加，并经Teillet程序拟合后，即得高质量的折叠谱，测得各峰线宽和非线性系数也列于表1。

## 参 考 文 献

- 1 杨从群, 胡晓明, 方绮云, 等. 核仪器与方法, 1984; 4(4):18 .
- 2 Longworth G. Instrumentation for Mössbauer spectroscopy. In: Thosar B V, *et al* eds. Advances in Mössbauer spectroscopy, New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1983:122
- 3 张友德, 赵志英, 涂时亮. 单片微型机原理、应用与实验. 上海:复旦大学出版社, 1992; 58
- 4 张昆藏. IBM-PC/XT微型计算机接口技术. 北京:清华大学出版社, 1991:164

**A microcomputer—based waveform generator for Mössbauer spectrometers**

Huang Jianping    Chen Xiaomei

(Hunan Normal University, Changsha, 410081)

**Abstract**

A waveform generator for Mössbauer spectrometers based on 8751 single chip microcomputer is described. The reference waveform with high linearity is generated with a 12 bit DAC, and its amplitude is controlled with a 8 bit DAC. Because the channel advance and synchronous signals can be delayed arbitrarily, excellent folded spectra can be acquired. This waveform generator can be controlled with DIP switches on faceplate or series interface of the IBM-PC microcomputer.

**Key words** Mössbauer spectrometer, Waveform generator, D/A convertor, Folded spectrum