

MAT 同位素质谱仪数字电路分析

方 向 刘文贵

(中国地质科学院同位素地质研究测试中心 宜昌 443003)

〔摘要〕本文以 MAT261 为例,系统分析了 MAT 同位素质谱仪数字电路的工作原理及特点,为广大 MAT 系列质谱仪用户解决数字电路维修方面的难题提供参考,特别是对于准备改造仪器的用户有一定的指导作用。

关键词:同位素 质谱仪 数字电路

1 前言

MAT261 是热表面电离的固体同位素质谱仪,其系统结构,特别是数字电路部分结构与 MAT 系列其它型号仪器如:MAT251、MAT260、MAT250、MAT262 等明显相似,技术手段基本一致,本文将 MAT261 为例进行分析。

MAT261 的电路分为模拟和数字两大部分,仪器的控制和数据的采集均由计算机通过数字电路传递信息对模拟电路实现控制,因此数字电路是仪器的关键。根据仪器的控制过程,可将数字电路分为 4 个部分,即接口适配器和数据采集部分,过程控制部分,磁场控制部分以及其它设备(如 Test Board),图 1 说明了其间的关系。

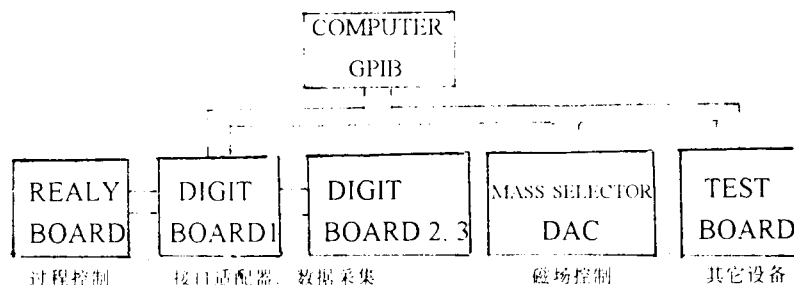


图 1 系统控制总线图

计算机通过接口 GPIB 以 IEEE-488 总线与仪器相联,仪器 Digit BoardI 上的 IEEE-488 接口适配器直接与总线相联,作地址和数据译码,并与 Digit Board 2. 3 构成多路反频

1997-03-18 收

率计数器进行数据采集,同时以1组八位数据线和5根控制线与 Realy Board 相联,控制继电器和仪器状态采集构成过程控制部分,MASS SELECTOR DAC-16 Board 由接口适配器与 IEEE-488 总线连接,并控制磁场调节板构成磁场控制部分。在同一总线上可以同时控制 16 个 GPIB 设备,如 Test Board 等,构成其它部分,下面分别对 4 个部分进行分析。

2 接口适配器及数据采集电路

2.1 HEF4738VP:为 GPIB 专用接口适配器,以 4 片线路驱动器 MC3441 完成 8 位数据线、5 条控制线和 3 条握手线的信号缓冲,由 1 片 CD4014 八位静态移位寄存器构成设备选通的主地址。如图 2 所示,其中 P3—P7 组成了设备的选通本地地址。MAT261 的 Digit Board 1 被改定为 25。

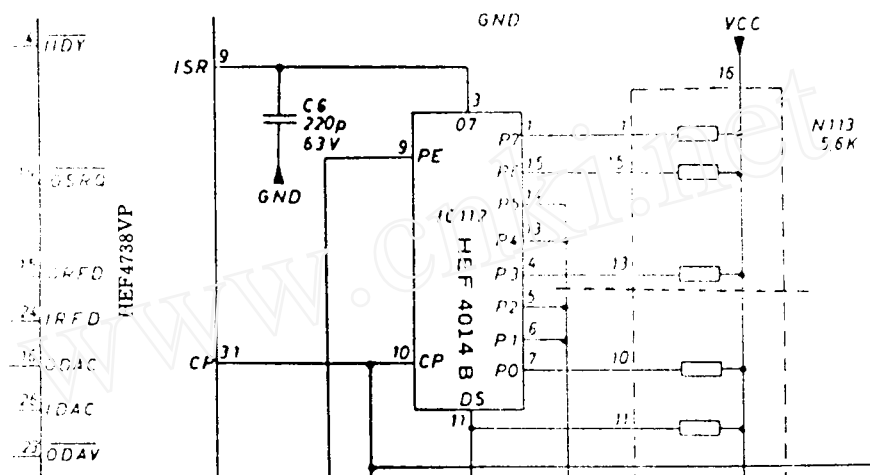


图2 GPIB 地址选通示意图

2.2 地址选择脉冲信号的产生:由 J-K 触发器 IC101 和相应的电路完成,提供设备内部的读写信号和地址译码片选信号 CS,并产生 rdy 信号送回 GPIB 适配器 HEF4738 作为接口响应的信号,完成计算机与接口的响应过程。

2.3 地址译码电路:由一片八 D 触发器 74LS374 和 3 片三—八译码器 74LS138 组成,分别产生两组地址信号供板上读写操作使用。IS58 的一个使能端由 WR 信号控制,即写信号有效,BIT3 低电平,BIT4 高电平 Y2 有效,地址为 16,Y5 的地址为 40,即 IC56 的基地址为 16。IC57 的基地址为 40,译码结果如图 3 所示。

2.4 地址控制单元:将地址译码器产生的地址分配给数字板上的不同计数器及一组计数器中不同的计数芯片上,odcd 是接口适配器 HEF4738 产生的脉冲信号,当进行读总线操作时,每读一个字节,即产生一个有效的正脉冲,经过适当延时,送入计数器 74LS393 进行移位寄存,再由对应的译码器译成脉冲序列,分别按顺序读取计数器的数值,见图 4。

2.5 可编程分频器:由 IC100 10MHz 高精度石英晶体振荡器、IC89 十分频器,两片计数器 74LS193,一片八选一数据选择器 74LS151 和一片数据锁存器组成,10MHz 的信号直接加到 74LS151 的 D0 端,十分频后即 1MHz 加到 D1 端通过 74LS193 后分别以 $1/2^n$ MHz 的信号加到 D2-D7 端,地址 AW17 和 BIT0-BIT2 控制数据选通,分别由 COUN 端输出 10MHz、1MHz、 $1/2$ MHz…… $1/2^n$ MHz 的 8 种频率信号供计数使用。

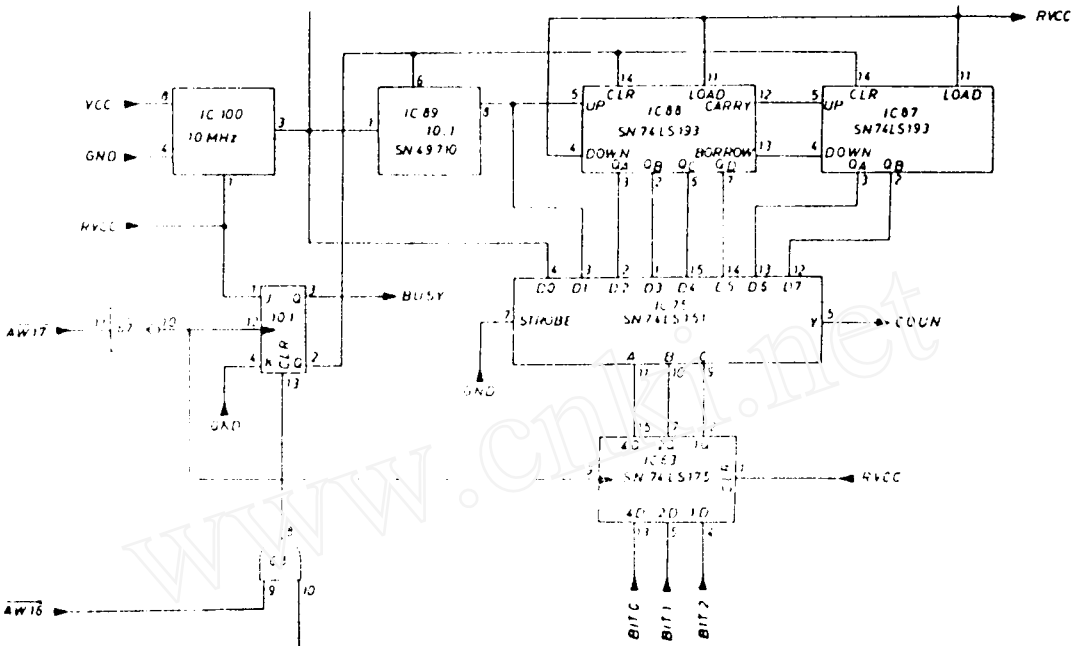


图 5 可编程分频器

2.6 反频率计数器:是实现模数转换、数据采集的关键数字电路,由于它的采用,使仪器实现了小信号的高精度和高准确度测量,仪器的每一测量通道均对应一组相应的计数器。Digit Board 1 上设计了 3 组计数器,Digit Board 2.3 主要由计数器及相应的地址译码电路组成,每一组计数器均采用相同的电路结构。反频率计数器是采用信号脉冲优先的方法进行脉冲计数,即设置信号计数器的同时,设置一路对应的时间计算器,不但精确记录信号脉冲,同时精确记录信号脉冲完成通过时的时间信号,这时积分时间不再是确定的设定时间,而是由时间计数器记录的实际时间。

首先设定积分时间,由可编程分频器完成,设定后产生相应频率的时间信号。例如设定积分时间为 2 秒,由于时间计数器为 21 位的二进位计数器,对应的时间输入信号 COUN 应为 $1/2$ MHz,即计数器的第 21 位输出高电平时,共计 $2 \times 2^{20} = 2097152$ 个计数,近似于 2 秒,由图五可知,当积分时间设定后,即产生一个高电平的 BUSY 信号,而此时 COUNT1 的溢出位 NON 尚为低电平,当信号脉冲的第一个前沿(由于采用 74LS107 为前沿触发)到达时 J-K 触发器的 Q 端变为高平,即 STO 为高电平,此时信号脉冲和时间

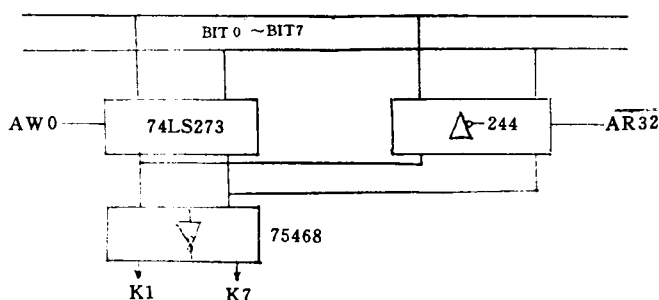


图 7 继电器驱动及状态采集

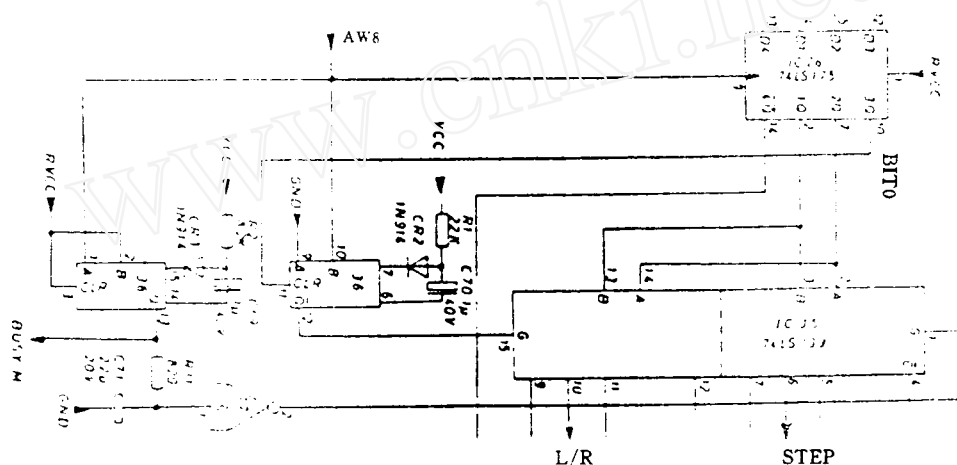


图 8 步进电机控制

由图可知,当对 AW08 写入 4 或 5 时,而不论 BIT0 是什么状态,STEP 端总产生一个由定时器 2 确定宽度的脉冲信号,而此时当 BIT0 为低电平时定时器 I 处于清零状态,LEFT/RIGHT 为高电平(左转),当 BIT0 为高电平,此端即产生一个宽度由定时器 I 确定的负脉冲信号,并且此信号宽度大于 STEP 信号的宽度(由定时器的 RC 决定),因此向 08 地址写入码 04 时为左转一步,写入码 05 时为右转一步。

3.4 10 位 DAC1%高压(HV)微调控制:由一片 10 位的 DAC 转换器 AD7520N 构成,由于数据线为八位,因此十位数据需分两次传送,地址 07 控制低 2 位输入,地址 06 控制高 8 位的输入,由于 AD7250 为电流输出,因此一片 UA741 构成电流放大器,另一片 UA741 将输出信号转换成 $-5V \sim +5V$ 的电压信号供 1% 高压控制使用, HV 的 DAC 微

调范围为 100V。

4 磁场控制电路

由 MASS SELECTOR DAC-16 构成,具有独立的 GPIB 接口适配器,地址码为 17, D-A 转部由一 16 位 D-A 转换器和一 10 位的 D-A 转换器组成。 $U_{\text{出}}=U_{16}+1/1000\times U_{10}$ 由于其逻辑关系较为简单,在此不再赘述。

本文限于篇幅,未涉及有关的软件,作者将另文进行系统分析,并提供有关数字电路维修时所必需的控制程序,供读者参考。

参 考 文 献

- 1 MAT261、MAT260、MAT251、MAT250 同位素质谱仪使用说明书。
- 2 朱良漪主编. 分析仪器手册,北京:化学工业出版社,1997. 176~190

Analysis of the Digit Circuits of MAT Isotopic Mass Spectrometers

Fang Xiang, Liu Wengui

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources MGMR, Yichang 443003, China)

Received 1997-03-18

Abstract

The paper has systematically discussed the digit circuits of MAT isotopic mass spectrometer in details. It was divided four parts: interface and data collectors, system controller, DAC-16 magnet field controller, other parts (include test board and other devices). It is useful for the users of MAT isotopic mass spectrometer, when there are some wrongs in the digit circuits, especially when they want to modify the software or hardware of the instruments.

Key Words: digit circuit, isotope, mass spectrometer