

# 单片机控制的高速数据采集系统

何培忠

(徐州师范大学物理系 徐州, 221009)

**摘要** 介绍了一种由 8751 单片机控制的高速数据采集系统。该系统的数据采集与存储完全靠硬件实现,其数据采样频率只取决于所选用的 A/D 转换器,而不受 8751 单片机速度的影响,因而可实现高速数据采集。文中从硬件和软件两方面详细分析了系统的工作原理,并提出了一些改进系统性能的方法。

**关键词:** 单片机; A/D 转换; 数据采集

**中图分类号:** TP271; TN911

## High-Speed Data Acquisition System Controlled by Single-Chip Computer

He Peizhong

(Department of Physics, Xuzhou Normal University Xuzhou, 221009)

**Abstract** A high-speed data acquisition system controlled by 8751 single-chip computer is introduced. The data acquisition and storing of the system is fully realized by hardware. The sampling frequency of the system only depends on what A/D convertor is choosed, and has nothing to do with the speed of 8751 single-chip computer. So the high-speed data acquisition is available. The working principle of the system is analyzed in detail both hardware and software, and some methods of improving the system are presented.

**Key words:** single-chip computers; A/D conversion; data acquisition

### 引 言

随着计算机技术的高速发展和普遍应用,基于 A/D 转换的数据采集系统应用也愈来愈广泛。而以单片机对 A/D 转换器进行控制实现的数据采集系统,因其体积小,造价低且便于携带到被测现场等优点被广泛的应用<sup>[1]</sup>。在这类系统中,单片机在对数据采集过程进行控制时,大多采用采样一点转换一点,读取并存储一点的方案。这种方案在对数据的采样

频率不太高时是方便而可行的。但由于单片机执行指令受时间的限制,当数据采样频率较高时(如大于 500 kHz),单片机的速度往往难以满足要求。如果采用 DMA 方式实现采集数据的传送和存储,速度可以得到提高,但 DMA 方式下也要执行机器指令,故速度上仍受到较大限制,同时也增加了系统的硬件成本。

本文介绍一种在单片机控制下完全靠硬件实现数据采集与存储的系统。该系统的数据采样频率完全不受单片机速度的影响,而只取决于所选用的 A/

收稿日期:1999-04-21;修改稿收到日期:1999-09-13

D 转换电路的速度。

## 1 系统硬件构成

### 1.1 单片机控制部分

单片机控制部分包括地址和数据选择器,本系

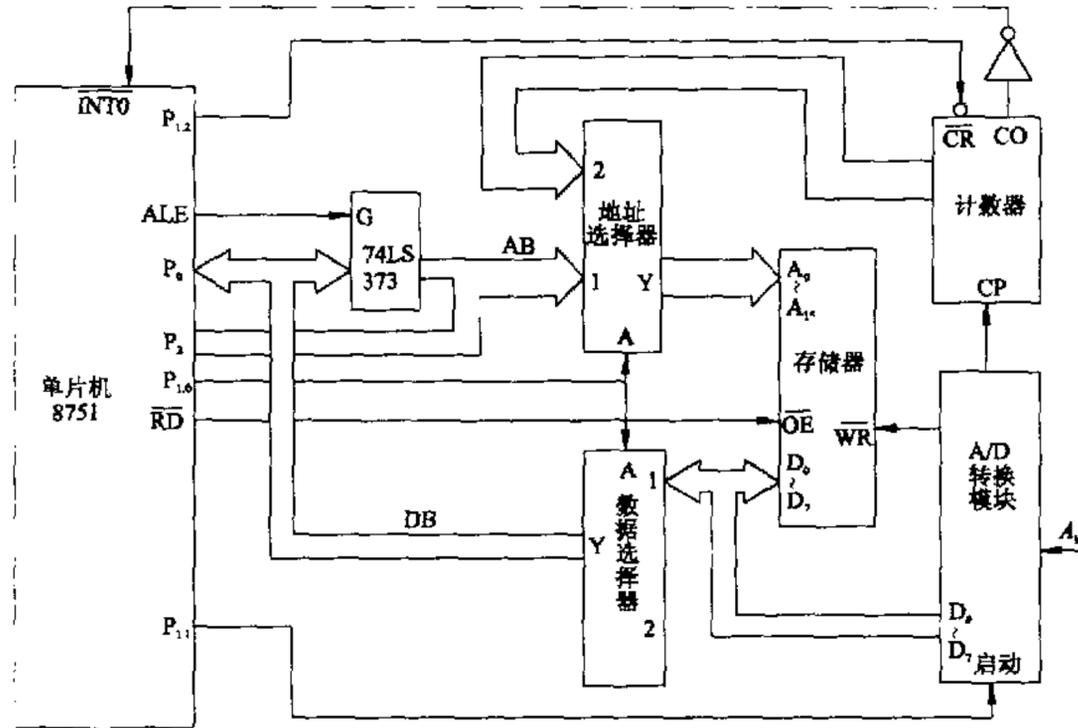


图 1 系统硬件框图

地址选择器和数据选择器的功能是在单片机  $P_{1.0}$  口线的控制下决定数据存储器的地址线 and 数据线连向何处。它们分别由四片和两片 74LS157 数据选择器构成,各片的选择控制端均接在一起由  $P_{1.0}$  进行控制。当  $P_{1.0}=1$  时,存储器的地址信号来自计数器输出,数据信号来自 A/D 转换器;当  $P_{1.0}=0$  时,存储器则成为 8751 的外部数据存储器,此时单片机可读取其中的数据。

### 1.2 计数器和存储器部分

计数器的作用是自动产生 16 位存储器地址信号以实现将 A/D 的转换结果自动按顺序快速存放存储单元中。该计数器为 16 位二进制计数器,由四片 74LS161 四位二进制同步计数器级联构成<sup>[4]</sup>,各片的异步清除端连在一起并由单片机  $P_{1.2}$  脚控制。计数脉冲 CP 来自 A/D 转换模块。当计数器计满时,由其进位信号向单片机  $\overline{INT0}$  申请中断。存储器是由两片 62 256 构成,共有 64 KB 的存储空间。该存储器对 A/D 转换器而言是只有写入操作,用于存储 A/D 转换器的转换数据,而对单片机而言只有读操作,即单片机只能读取其中的数据而不能改写其中的数据。

统采用内置 4 KB EPROM 的 8751 单片机。其作用有:(1)负责 A/D 转换过程的启动及完成控制;(2)对自动存储于存储器内的采集数据进行处理,也可通过串行口或并行接口传给主机(如 PC 机)作进一步处理<sup>[2]</sup>。

### 1.3 A/D 转换模块

这部分是本系统的核心部分。其原理框图如图 2 所示。

图中 A/D 板是以高速 D/A 转换器 DAC0800 为核心,加上其他电路,采用逐次逼近法构成的 8 位 A/D 转换器,其构成框图如图 3 所示。

在启动信号  $\overline{START}$  的下降沿, A/D 转换开始,同时使  $\overline{BUSY}$  信号为低电平,表明正在进行转换。如在 A/D 转换过程中又接收到新的启动信号,则重新开始转换。转换完成时,  $\overline{BUSY}$  变为高电平;  $\overline{OE}$  是三态锁存器的输出允许控制线,当其为低电平时,允许转换数据输出。该 A/D 转换器要求输入的模拟信号电压范围为 0~5 V,完成一次 A/D 转换时间为 1.2  $\mu$ s。

为了保证在 A/D 转换进行被转换信号幅度保持稳定,将被转换信号经采样保持器 SHC5320 处理后再送到 A/D 转换器的模拟信号转入端。SHC5320 是高速采样/保持器,其采样时间小于 1.5  $\mu$ s,基本能满足 A/D 转换速度的要求。由于其采样/保持控制端是高电平保持、低电平采样,故使用中将 A/D

板的BUSY信号反相后接到该控制端,以保证在A/D 转换期间工作在保持状态<sup>[3]</sup>。

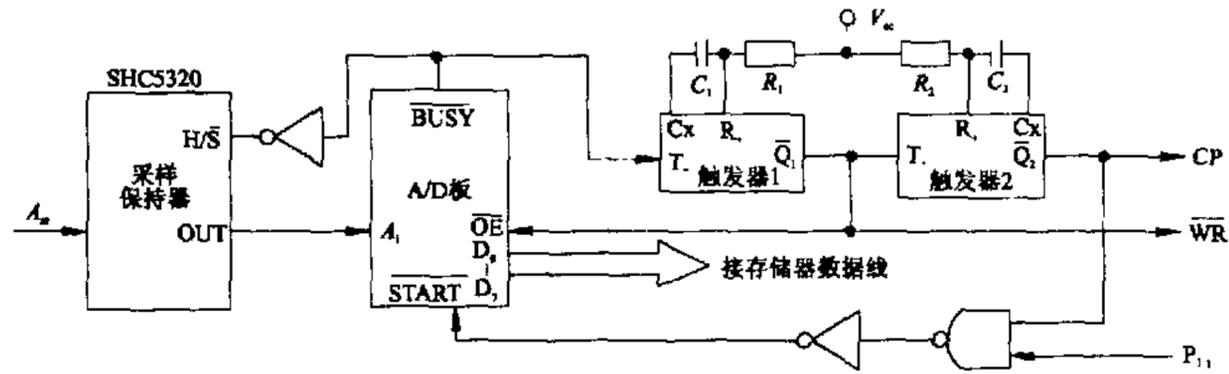


图 2 A/D 转换模块原理框图

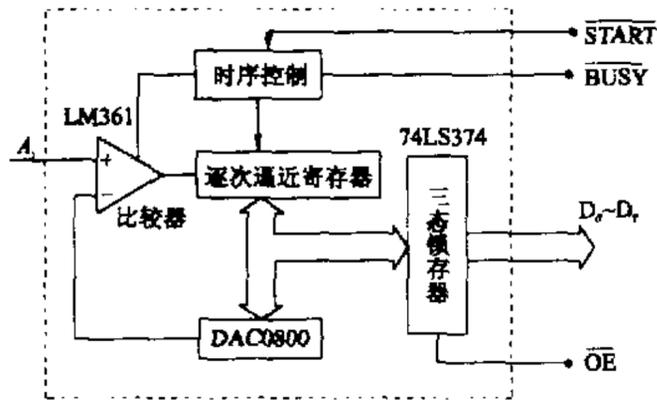


图 3 A/D 板的构成框图

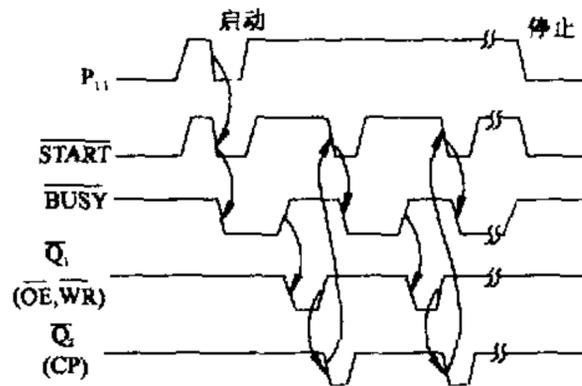


图 4 A/D 转换时序图

所示。



图 5 系统软件组成

为了能将每一次 A/D 转换的结果快速存于存储器并同时启动下一次 A/D 转换,特利用 BUSY 信号的上升沿(表示一次 A/D 转换已结束)去触发单稳态触发器 1,该触发器的反相输出端  $\overline{Q_1}$  接至 A/D 板的  $\overline{OE}$  端以将转换数据送至存储器的数据线上,同时作为存储器的写控制信号  $\overline{WR}$ ,将转换数据写入当前的存储单元中。再用  $\overline{Q_1}$  的后沿(上升沿)触发单稳态触发器 2,其反相输出  $\overline{Q_2}$  一方面接到  $\overline{START}$  以启动下次转换,另一方面接计数器的计数输入端 CP,使计数器输出加 1 以指向下一存储单元,为存放下一转换数据做准备。图中  $P_{1,1}$  是来自单片机的控制线,用于控制启动第一次 A/D 转换和停止转换。上述的工作时序关系如图 4 所示。

从时序图可见,本系统在单片机控制启动第一次转换后即可自动完成启动-转换-存储-启动的循环执行过程,直到完成 64 KB 的数据采集后向单片机申请中断要求停止。

## 2 系统的软件

系统软件由主模块和三个子模块构成。如图 5

其中主模块主要对系统资源包括单片机自身进行初始化工作。启动 A/D 转换模块的作用是为实现 A/D 自动转换和数据存储设置好硬件环境,并控制启动第一次转换开始,程序如下:

```

ORG 0200H
SETB P1.0; 将存储器的地址线接到计数器输出,数据线
           与单片机数据线断开。
CLR P1.2
SETB P1.2; 将计数器复位(清零)
SETB P1.1
CLR P1.1
SETB P1.1; 产生一负脉冲以启动第一次 A/D 转换

```

RETI ;中断返回

停止 A/D 转换模块是在单片机收到计数器通过  $\overline{\text{INT0}}$  的中断请求后执行的一段程序,其作用是控制 A/D 转换停止,并将存储器切换成为单片机的外部数据存储器,程序如下:

```
ORG    0230H
CLR    P1.1 ;停止 A/D 转换
CLR    P1.0 ;切换存储器的地址线和数据线
REIT
```

数据处理模块的作用是根据应用需要,把已采集在存储器中的数据进行处理或传送到主机(如 PC 机)以便再进行处理。

### 3 对系统功能扩展的思考

#### 3.1 数据采样频率的控制

上述系统实质上是固定工作在其极限采样频率下的,但许多应用场合可能不需要那么高的采样频率。此时只要去掉图 2 中的单稳触发器 2,而用一可编程的定时计数器输出代替  $\overline{Q_2}$  信号,则 A/D 转换的频率就可通过选择定时计数器的输出信号频率来控制了。

#### 3.2 增加预置采样点数功能

图 1 中 16 位二进制计数器由四片 74LS161 构成。该芯片本身具有可预置计数初值的功能,因此单片机只要通过并行接口(如 8255A)将所需的计数初值送到 74LS161 预置端即可<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 扩展为双通道数据采集系统

按照与本系统相同的构成原理,很容易扩展另一路 A/D 转换通道。如果两路 A/D 转换的数据存

储容量都为 64 KB,由于总容量超出了单片机的寻址范围,则只要借助 8751 的其他端口线(如 P<sub>1</sub> 端口中未使用的线)控制各存储芯片的片选信号分别有效即可。这样,两通道既可单独使用亦可实现双路同步转换。这在某些场合是非常有用的。

此外,在应用中如果一个通道连续 64 K 个采样点仍不能满足需要亦可考虑进行存储器容量的扩展,以扩大系统的应用面。

### 4 结束语

本系统为通用型高速数据采集系统,试验结果表明该系统的最高采样频率大于 500 kHz。该系统可用于超声测井,医疗仪器等数据采集场合,亦可以触发方式对随机出现的瞬变信号进行捕捉采集。

#### 参 考 文 献

- 1 马明盛,周长城. 数据采集与处理技术. 西安:西安交通大学出版社,1998. 92~102
- 2 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,1996. 294~323
- 3 杨振江,蔡德芳. 新型集成电路使用指南与典型应用. 西安:西安电子科技大学出版社,1998. 433~435
- 4 董本敏,孙人杰,路民峰,等. 标准集成电路数据手册——TTL 集成电路. 北京:电子工业出版社,1989. 304~309,432~435

第一作者简介 何培忠 男,讲师,1963 年 6 月生。发表过“DAC1210 与 8098 单片机接口与调试”(《徐州师范大学学报》,1999 年第 3 期)等论文。