

●应用与设计

X9241 数字电位器的原理及在 DSP 中的应用

天津大学精密仪器与光电子工程学院 郑伟 刘文耀 王金涛 郝永杰
深圳华为公司 姜泓

Principle of Digital Potentiometer X9241 and Its Applications with DSP

Zheng Wei Liu Wenyao Wang Jintao Hao Yongjie Jiang Hong

摘要 :介绍了 Xicor 公司生产的 X9241 数字电位器的工作原理和主要特点,描述了 X9241 的指令字格式,给出了 X9241 在 TMS320F206 数字信号处理器中的实际应用电路和使用方法。

关键词 数字电位器; X9241; I²C 总线; DSP

分类号 :TM54

文献标识码 :B

文章编号 :1006-697X(2002)05-0018-03

1 X9241 概述

X9241 是 Xicor 公司生产的一种集成数字电位器。它在单一芯片上集成了 4 个 10kΩ 数字电位器,每个电位器的滑动端共有 64 个离散的调节节点,并有 4 个 8bit 的 E²PROM 数据寄存器以及一个滑刷控制寄存器(WCR)。用户可以通过相应指令使电位器的 WCR(滑刷控制寄存器)与某个数据寄存器相关联,也可以直接控制 WCR 以达到改变电位器滑动端位置的目地。X9241 芯片具有 I²C 总线接口,可以实现寄存器映射、改变滑刷位置以及进行电位器级联等操作。X9241 采用 20 引脚双列直插封装,其引脚排列如图 1 所示。其中 VW_i(i=0~3)为四个独立的 10kΩ 电位器的滑动端;VL_i(i=0~3)分别为四个电位器的两个终端;A₃, A₂, A₁, A₀为 X9241 芯片的设备地址;SCL, SDA 分别为 I²C 接口的串行时钟和串行数据线。X9241 的工作电压为 5V。

1.1 X9241 的内部结构

X9241 的内部结构如图 2 所示,从图中可以看出,一个 X9241 芯片内含有 I²C 总线接口、SDA 串行数据线、SCL 串行时钟线以及 4 个 POT(电位器)。每个 POT 有 4 个 8bit 的 E²PROM 数据寄存器和一个 WCR 滑刷控制寄存器。

1.2 X9241 的控制方式

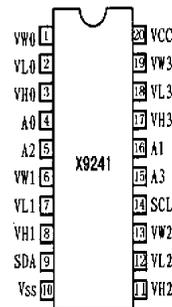


图 1 X9241 芯片引脚图

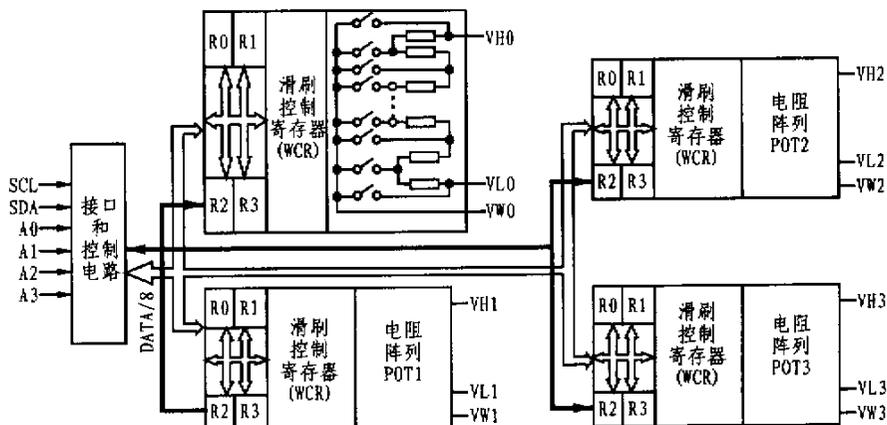


图 2 X9241 内部结构

需要说明的是,虽然 X9241 具有 I²C 总线接口,但由于 X9241 采用特殊的 3 字节指令结构,而普通 I²C 硬件都是双字节格式。因此最好采用软件模拟 I²C 总线时序。

1.3 X9241 的主要参数

X9241 的主要性能参数如下:

●SCK ,SCL 或其它地址输入端相对于 V_{SS} 的电压为 -1 ~ +7V ;

●V_H 或 V_L 相对于 V_{SS} 的电压范围为 ±8V ;

●ΔV = |V_H - V_L| 为 16V ;

●X9241 工作电压范围为 5V + 10%。

因为 V_H 或 V_L 相对于 V_{SS} 的电压范围是 ±8V ,所以 X9241 可以不受数字电路 0 ~ +5V 电源窗口的制约而广泛地应用于各种具有正负电源的模拟电路之中。

2 X9241 的指令字格式

X9241 的读/写指令均由三段组成(如图 3 所示),每段均有一个字节:第一段为从属设备地址,第



图 3 X9241 三字节指令格式

二段为指令字节,第三段为数据。

第一字节的前 4 位为设备类型标识,对于 X9241,其固定值为 0101,后 4 位是设备地址(A3, A2, A1, A0),这 4 位的 0,1 取值取决于芯片上的 A3 - A0 引脚是接 GND 还是接 VCC。

第二字节描述了操作类型和操作对象。其中前 4 位是指令代码 I3 ~ I0,后 4 位是操作对象 P1, P0 和 R1, R0。其中 P1, P0 是 4 个电位器的选择编码, R1, R0 是每个电位器的 4 个寄存器的选择编码。X9241 的指令集如表 1 所列。表中的 1/0 表示数据为 1 或 0, N/A 为无效位。

第三字节是 8bits 的数据段,它的前两位 C_M、D_w 是控制位,其中 C_M 是级联模式控制位,当 C_M 为 0 时,为正常模式,当 C_M 为 1 时,该电位器与序号比它高一级的电位器级联。比如,若 WCR2 的 C_M 为 1 表示电位器 2 就与电位器 3 级联。D_w 是电位器滑动端使能控制位。当 D_w 为 0 时,为正常模式,当 D_w 为 1 时,该电位器的滑动端失效,即滑动端处于绝缘悬浮状态。C_M 和 D_w 配合使用可以实现电位器的级联,并可保证级联电位器在滑动时只有一个有效滑动端。

X9241 的三字节指令序列传输示意图如图 4 所示,X9241 还有一种递增/递减的控制

表 1 X9241 的指令集

指 令	指 令 格 式								操 作
	I3	I2	I1	I0	P1	P0	R1	R0	
读 WCR	1	0	0	1	1/0	1/0	N/A	N/A	读由 P1、P0 所指定的电位器的 WCR(滑动端寄存器)
写 WCR	0	0	1	0	1/0	1/0	N/A	N/A	将一新值写入到由 P1 和 P0 所指定的电位器的 WCR
读数据寄存器	1	0	1	1	1/0	1/0	1/0	1/0	读由 P1、P0 和 R1、R0 所指定的电位器的相应的数据寄存器
写数据寄存器	1	1	0	0	1/0	1/0	1/0	1/0	将一新值写入到由 P1、P0 和 R1、R0 所指定的电位器的相应数据寄存器里
将数据寄存器映射到 WCR	1	1	0	1	1/0	1/0	1/0	1/0	将由 P1、P0 和 R1、R0 所指定的电位器的寄存器中的数据转移到与其相关联的 WCR 寄存器中
将 WCR 映射到数据寄存器	1	1	1	0	1/0	1/0	1/0	1/0	将 WCR 寄存器中的数据转移到与其相关联的由 P1、P0 和 R1、R0 所指定的电位器的寄存器中
4 个电位器数据寄存器全部映射到相应的 WCR	0	0	0	1	N/A	N/A	1/0	1/0	把芯片上所有电位器的由 R1 和 R0 所指定的数据寄存器中的数据转移到它们各自的 WCR 中
将 4 个电位器的 WCR 全部映射到相应的数据寄存器	1	0	0	0	N/A	N/A	1/0	1/0	把芯片上所有电位器的 WCR 中的数据转移到它们各自的由 R1 和 R0 所指定的数据寄存器中
递增/递减电位器滑刷位置	0	0	1	0	1/0	1/0	N/A	N/A	允许以递增/递减 WCR 内容的方式调整电位器,WCR 由 P1 和 P0 指定

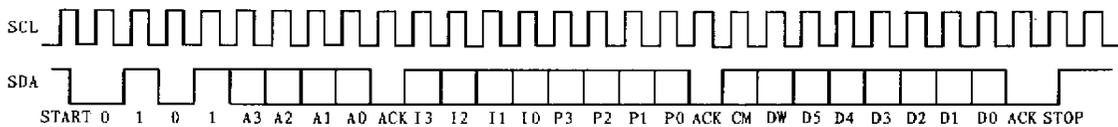


图4 X9241 三字节指令序列

方式, 由于不常用, 在此不再陈述。一个完整的 X9241 读/写时序包括以下几个部分:

- (1) 起始位。以 SCL 为高电平, SDA 出现下跳沿为起始标志;
- (2) 传送 X9241 的从属设备地址字段;
- (3) 接收 X9241 返回的 ACK(应答)信号, 它是在 SCL 为高电平期间, SDA 线上为低电平的状态;
- (4) 向 X9241 传送指令字段;
- (5) 接收 X9241 返回的 ACK 信号;
- (6) 如果是‘写’方式, 则向 X9241 发送 8bit 数据。并接收 ACK 信号, 如果是‘读’方式, 则准备接收 X9241 将要返回的 8bit 数据, 并在接收完成后, 向 X9241 发送 ACK 信号;
- (7) 停止位。以 SCL 为高电平, SDA 出现上跳沿为 I²C 传输的停止标志。

3 在 TMS320F206 型 DSP 中的应用

图 5 是笔者在氨氮传感器中使用 X9241 的部分电路示意图。在这个电路中, 用 X9241 上的 POT0 和 POT3 代替原模拟电路中的两个 10kΩ 机械电位器来完成调整倍率和零点的任务。DSP 的 I/O2, I/O3 分别连接到 SCL 和 SDA 端口上。该电路中, X9241 的 A3 ~ A0 均接地, 所以它的设备地址是 0000。因此在对这个芯片的电位器进行读/写操作时, 第一字段应当是 01010000, 即 50h(DSP 的十六进制数)。

图 6 和图 7 分别是用 IO2 和 IO3 模拟 I²C 总线时, 对 X9241 进行读、写的子程序流程图。

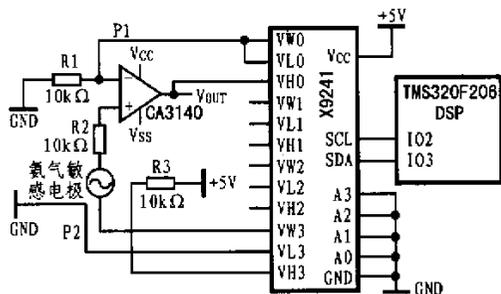


图5 X9241 与 TMS320F206 DSP 连接示意图

4 结束语

使用数字电位器的主要优势是定位精度高, 不受机械震动影响, 并可以通过程控来实现半自动化调节。另外, 由于数字电位器的 V_H 、 V_L 电压窗口较宽, 因而能在许多场合取代机械模拟电位器。使用数字电位器的缺点是不能连续调节。由于每个数字电位器只有 64 档, 所以对于离散多档位调节场合, 用数字电位器很方便。而在需要连续调节的场合, 似乎不如连续可调的模拟电位器方便。但是设计时可以采取以下方法进行补偿:

- (1) 多芯片级联使用, 以增加有效档位;
- (2) 两个数字电位器配合使用, 一个作为粗调, 一个作为细调, 两者搭配, 可以得出许多种适合不同需要的组合。

收稿日期: 2001-10-08

咨询编号: 020507

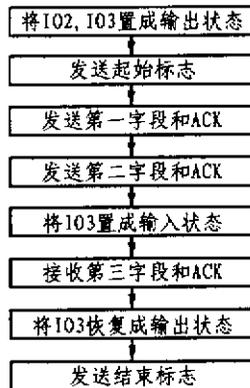


图6 读 X9241 子程序

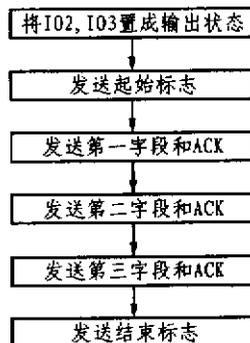


图7 写 X9241 子程序