

MP411
MP411L

使用手册

- USB2.0/USB1.1 总线 AD 采集模块
- 16 路 12 位 AD
- 二路 12 位 DA (MP411)
- 开关量: 16DI/16DO
- 1 路 20 位计数器 (MP411)
- 程控所有硬件设置, 免跳线

wwlab

2005/5 2015/10 V1.1

在开始使用前请仔细阅读下面说明

检查

打开包装请查验如下：

- ◇ MP411采集模块
- ◇ 手册及光盘。
- ◇ USB电缆。
- ◇ 20Pin 40Pin电缆。

安装

关掉 PC 机电源，将 MP411 插入主机的任何一个 USB 插槽中并将外部的输入、输出线连好。如果主机有多套 AC 系列 USB 模块，请每次只安装一个模块。软件启动安装请察看第 3 章说明。

保修

本产品自售出之日起一年内，用户遵守储存、运输和使用要求，而产品质量不合要求，凭保修单免费维修。因违反操作规定和要求而造成损坏的，需缴纳器件费和维修费及相应的运输费用，如果板卡有明显烧毁、烧糊情况原则上不予维修。如果板卡开箱测试有问题，可以免费维修（限购买板卡 10 天内）。

目录

一、MP411 说明	
二、MP411 板简介	
■ 主要特点、性能	
三、原理	P8
■ 简介	
■ 模拟输入及 AD 数据计算	
1. 模拟输入	
2. AD 转换数据格式与计算	
■ DA 部分的原理	
■ 开关量部分的原理	
■ 计数器	
四、安装与连接.....	P11
■ 安装	
■ 信号连接注意事项	
■ 连接器插座定义	
1. P1 模拟输入输出	
2. P2 开关量	
3. 电源	
■ 配套端子板	
■ 常用信号的连接与处理	
五、软件.....	P15
■ 软件安装与说明	
■ 接口函数说明	
1. 设备操作函数	
2. AD 操作函数	
3. DA 操作函数	
4. 开关量操作函数	
5. 计数器操作函数	
■ VC 程序编程说明	
■ VB 程序编程说明	

六、附录..... P23

- MP411 示意图

一、MP411 说明

MP411、MP411L 板简介

MP411 MP411L 区别:

功能	MP411	MP411L
AD	16路12位	与MP411相同
DA	二路12位	无
DIO	16DI 16DO	与MP411相同
计数器	20位, 支持频率测量	无

注: 以下说明中, 除非特别声明, 以MP411代替MP411 MP411L。

MP411是一款USB2.0/1.1总线兼容12位采集模块, 具有16路模拟输入, 工作在软件启动模式、二路12位DA输出(MP411)、开关量16路输入/16路输出、一路20位计数器(MP411), 支持频率测量。采用USB总线, 支持即插即用。MP411的所有功能设置都可以通过软件控制, 不需要硬件跳线。

注: MP411在USB2.0接口条件下速度要远高于1.1接口, 建议用户尽量采用USB2.0接口。

相关产品:

MP412: 12位16路多功能AD USB2.0采集模块。

MP413: 16位16路多功能AD USB2.0采集模块。

MP431/432: 12位4路/8路DA

AE210: 12位串口采集模块, RS232接口, 2路DA, 16路开关量。

配套端子板

配套端子板:

- ACS401 模拟输入、输出螺丝端子接线板, 提供16路滤波、I/V变换电阻安装位置; DA输出连接; 32路开关量连接。
- ACS615 模拟输入、输出螺丝端子接线板, 提供16路滤波、I/V变换电阻安装位置; DA输出连接; 提供2路DA输出**电压变换到0-20mA电流**输出。
- AC142 40路通用接线板(开关量连接应用)。
- P6654 PC档片转接卡, 32路开关量转接DB37插座
- AC170 PC档片转接卡, 提供16路隔离输入, 其中后4路为高速隔离器, 支持脉冲计数器
- AC145A/AC145N 隔离16入/16出。AC145A 0C输出共阳, AC145N 共地输出。
- AC140: 隔离8入, 8路大功率继电器板。
- AC140E: 隔离16入, 16路小功率继电器板。
- AC110 4路mV级小信号放大板。

主要特点、性能:

AD 部分

- 16路单端输入。输入电压：5伏/10伏/±5伏，软件控制。
- AD转换器：12位AD，速度2000-20000通道/秒（USB2.0接口，见下表）。
- 通道输入阻抗：1兆欧姆。
- 输入插座：20脚扁平电缆插座(P1)。
- 系统精度：±0.1% FSR。
- 分辨率：12位。
- 噪音（峰值）：小于±1LSB(典型，500个采样点)
- 输入耐电压：-6V - +12V，瞬间±30伏。

典型AD转换速度:

- ◇ USB1.1接口：200次调用/秒。每次调用可以采集1-16通道。
- ◇ USB2.0接口（扫描模式）：单通道2000-4000道/秒，16通道采集时间1ms(等效AD转换速度16KHz)。
- ◇ USB2.0接口（单通道平均模式）：100次平均，采样周期2.5ms，等效AD转换速度：40KHz。

注：以上测量结果为典型结果，系统：windows XP系统，CPU P4 2G

AD 工作模式

- 启动模式：软件控制。
- 底层采样模式：
 - 模式1：单通道多次平均（次数：1-100次）。
 - 模式2：多通道扫描（最多16个通道）。

DA 部分

- 二路12位DA转换器，20脚扁平电缆插座输出(P1)。
- 输出电压：10伏/±5伏，每路输出范围可以软件分别设置。
- 输出电压精度：±0.1%，分辨率12位。
- 输出电压建立时间：小于100微秒。
- DA输出速度：2000-4000次/秒（USB2.0接口）

开关量输入输出

- 16路输入通道，性能：
 1. 输入电压：TTL电平，兼容3伏电平。

2. 高电平：大于2伏。
3. 低电平：小于0.8伏。
4. 输入电压范围：0-5伏

■ 16路输出通道，性能：

1. 输出电压：3伏电平，兼容TTL电平。
2. 高电平：大于2.5伏。
3. 低电平：小于0.5伏。
4. 最大输出电流：20毫安/路。
5. 开关量输出上电自动清零。

■ 插座：40脚扁平电缆插座

■ 开关量的输入/输出速度：

USB1.1：200次/秒

USB2.0：2000-4000次/秒

计数器

计数器输入与开关量输入第15号共用。

1. 20位加法计数器，上升边沿有效。
2. 支持计数与频率测量功能，频率测量周期（门的开启时间）为硬件控制，时间宽度为1秒。

参数：

- ◇ 最大输入频率1MHz
- ◇ 输入电压：0-5伏
- ◇ 门限电压与开关量输入相同
- ◇ 计数器输入带“史密特”触发器缓冲。
- ◇ 频率测量周期：1秒，分辨率±1微秒。

软件支持：

1. 操作系统支持win98/win2000/winXP
2. 开发包：驱动程序、DLL库函数
3. 例子：MFC、VB
4. 测试程序（MFC）

位置：光盘的\USB\MP411目录。

硬件

- 总线：符合USB2.0/USB1.1标准，兼容USB2.0/USB1.1格式。
- 工作电流：500mA。
- 电源：USB供电，可以选择外部电源供电。

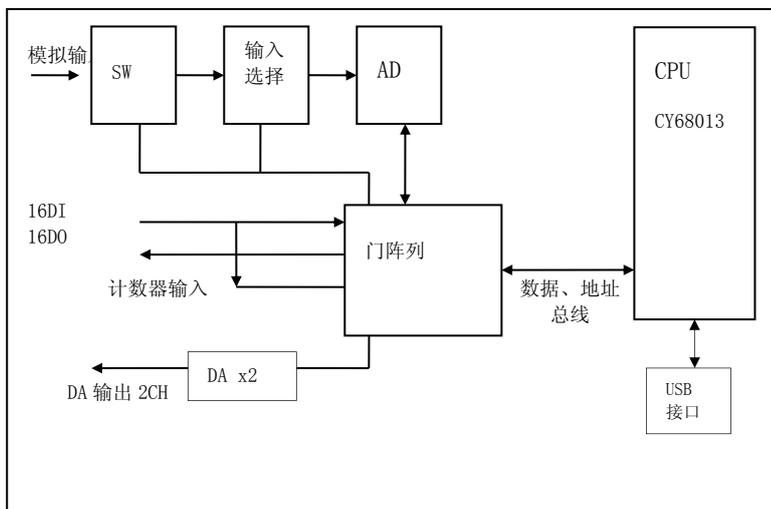
- 外部电源输入电压：5伏，±5%。
- 内部板卡尺寸：9cm x 11cm

二、原理说明

简介

MP411 采用 USB 接口兼容 2.0/1.1 两种标准，控制芯片采用 Cypress 公司的 CY68013 芯片。AD 转换器采用 ADS7816 12 位 200KHz AD，工作在软件启动、软件查询结束模式。AD 转换的控制工作由底层的处理器负责以提高转换速度，并提供多通道扫描，单通道平均二种采样模式。DA 采用 DAC7613 芯片（MP411），输出采用 OP07 驱动，提供稳定的电容负载能力。开关量采用门阵列芯片，提供 4 个 8 位 I/O 口：16 输入/16 输出，输出上电自动清零。同时具有一个 20 位加法计数器（MP411），并支持 1 秒周期的频率测量（最大测量频率 1MHz）。

原理框图：



注：低价格版本型号：MP411L 没有 DA 输出及 20 位计数器，其他与 MP411 相同。

模拟输入及 AD 数据计算

■ 模拟输入

MP411 模拟输入为 16 路单端（通道 0-15）输入。输入阻抗 1 兆欧姆（每个输入对地线连接有一个 1 兆欧姆电阻）。输入具有过压保护，可以承受瞬时 ± 30 伏的电压。

AD 输入有 3 档量程，由软件控制（详见见编程部分说明，分别对应增益选择：0、1、2 号）。输入范围：

单极性：0-5 伏

单极性：0-10 伏

双极性：-5 伏 - +5 伏

注：单极性指输入电压相对地线为大于 0 的信号，双极性指输入电压相对地线为 \pm 输入的信号。

■ AD 转换数据格式与计算

12 位转换数据范围为 0-4095，对应电压计算：

设：data 为 12 位转换结果。

0-5 伏：

$$\text{电压} = \text{data} * 5000.0 / 4095.0 \text{ (mV)}$$

0-10 伏：

$$\text{电压} = \text{data} * 10000.0 / 4095.0 \text{ (mV)}$$

±5 伏：

$$\text{电压} = (\text{data} - 2048) * 5000.0 / 2048.0 \text{ (mV)}$$

DA 部分的原理

MP411 提供 2 路 12 位 D/A (0、1 号通道)，输出单极性模式 0-10 伏或双极性模式±5 伏，由软件控制。DA 输出上电状态输出为“0”。设置数据有效范围：0-4095，对应输出电压与设置数据的计算：

单极性模式 (gsn=0)：

$$\text{电压} = (\text{data}) * 10000.0 / 4095.0 \text{ (mV)}$$

双极性模式 (gsn=1)：

$$\text{电压} = (\text{data} - 2048) * 5000.0 / 2048.0 \text{ (mV)}$$

data：12 位 DA 数据

gsn：(n=0、1) 设置的对应 DA 通道的输出模式。

DA 输出模式由函数：MP411_DA_Mode(HANDLE hDevice, long gs0, long gs1) 控制，其中 gs0、gs1 分别选择输出通道 0、1 号的模式。gs=0 设置输出为 0-10 伏/=1：设置输出为±5 伏。

DA 输出电压由 MP411_DA_Data(HANDLE hDevice, long dach, long dadata) 函数控制，dach=0、1 选择设置通道 0、1 号通道，dadata=0-4095 控制或设置对应通道的电压。

注：MP411 的 DA 输出只适应控制静态或准静态对象，不适合输出波形。因为在 windows 环境下用户无法精确定时，同时 DA 输出利用 USB 的 VENDOR 命令控制，输出速度通常小于 4KHz。

开关量部分的原理：

MP411 开关量提供 16 个输入及 16 个输出接口，16 位输出数据可以通过函数操作读回 (MP411_ReadD0() 函数)。

所有的输出口在上电初始时为“0”或低电平。输入接口为浮空状态，如果没有外部输入，读入数据不定。

16 位输入 DI0-DI15 由函数 MP411_DI() 读入。

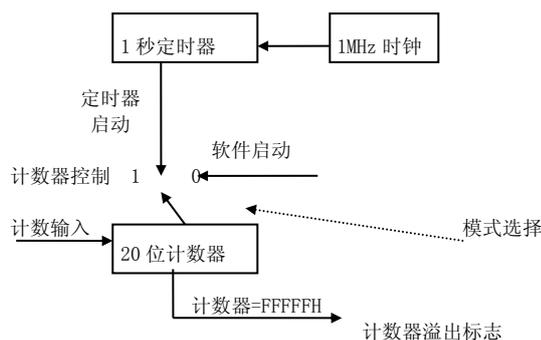
16 位输出 D00-D015 由函数 MP411_D0() 设置。

输入或输出的 32 位数据的低 16 位 (D15-D0) 有效，分别对应输入或输出通道 15-0 号。

MP411 的 DI0 为 3 伏电平，兼容 5 伏 TTL 电平，输入可以承受 5 伏电压，输出高电平通常为 2.8 伏-3 伏（5 伏 TTL 逻辑通常大于 2.3 伏，就认为逻辑 1）。

计数器

MP411 具有 1 路 20 位加法计数器，具有频率测量功能。计数器输入为上升边沿触发（输入与 DI15 通道共用），原理框图如下：



计数器可以软件控制二种工作模式：

0 模式：加法计数器

1 模式：频率测量

计数器模式下，用户启动计数器后，计数器开始工作，每一个上升脉冲边沿使计数器进行“+1”操作。在频率测量模式时，启动测量，1S 定时器开始操作，同时计数器开始工作，当定时器停止后，计数器被禁止计数，等待用户读出数据。用户可以通过状态寄存器读出计数器溢出状态标志及定时器结束标志信号。

三、安装与连接

安装

关于 USB

用户的计算机必须支持 USB 接口，MP411/MP411L 支持 2.0 及 1.1 接口标准，由于 2.0 接口速度更快，因此建议用户尽量采用 USB2.0 接口。如果没有 USB2.0 接口，用户可以通过安装扩展卡来实现，具体的价格请咨询您的经销商。

一些品牌的笔记本电脑的供电能力有限，如果 MP411 因此不能正常工作，请额外配备+5 伏电源（**注意外部供电电压为 5 伏±5%**），电源要求必须是稳压电源，输出电流大于 500 毫安，此外用户也可以另外配置一个 USB HUB，将 MP411 直接连接到 HUB 上。

用户在应用时请尽量采用随机配备的原装电缆。如果需要单独配备电缆，请按照以下原则配备：

- 电缆要选择粗的电缆以满足供电要求。
- 电缆必须满足 USB2.0 480Mbit/s 传输速度的要求。

信号连接注意事项

■ 模拟输入：

1. 输入连接电缆必须用屏蔽电缆，电缆的屏蔽外层最好只在一端连接到地线上。
2. 模拟信号的地线应该连接到前端的模拟输出的地线上，不能与数字地线混合。如果需要混合数字、模拟地线，可以将数字地线连接到前端的电源地线上。
3. 差分输入时，用户必须将 MP411 的地线连接到前端信号输出的地线上，如果有多个前端输出，可以在每一个输出的地线与 MP411 的地线之间串联一个 1K-10K 欧姆的电阻，防止地线之间的电流串扰干扰采集精度。
4. 如果前端信号干扰较大，如电力信号采集应用时，最好将 PC 机的外壳与前端的地线单独连接。这样可以避免干扰、高压烧毁 MP411。
5. 对于高精度采样，要求前端设备输出有尽量低的输出阻抗及电流驱动能力。

■ 模拟输出：

1. 输出不要对外部电源短路。
2. 输出的电容负载能力有限，注意不能驱动大的电容负载，否则会引起输出不稳定。如果需要驱动电容、电感负载，应该在输出与被驱动设备间加入一个 10-500 欧姆的电阻。

■ 开关量：

1. 开关量输入电平不能低于-0.3V 或高于+5V。

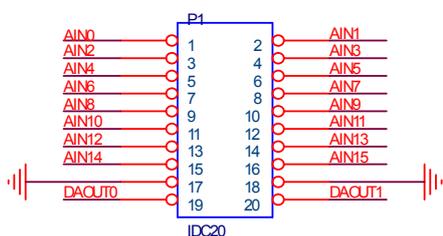
2. 输出不要对地线、电源短路。
3. 输出如果需要驱动大功率设备，为防止干扰应该选用 AC144、AC145 端子板，将输出与设备隔离。

连接器插座定义

MP411 有二个扁平电缆连接器：P1-20 脚、P2-40 脚。

- P1: 对应 16 路模拟输入、DA 输出。
- P2: IDC40 对应 32 路开关量、计数器输入。

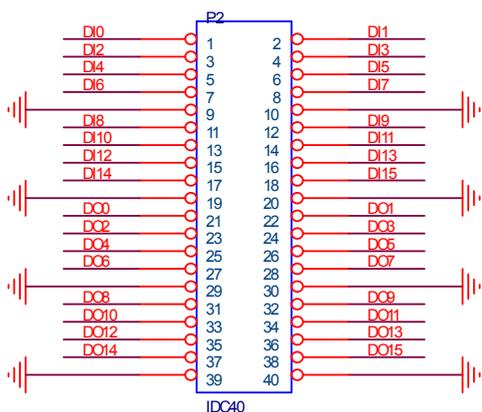
P1 定义:



说明:

- AIN0-AIN15 对应 16 路单端模拟输入通道 0-15 号。
- 脚 17、18 模拟输入、输出（AD、DA）的地线。
- DAOUT0、DAOUT1，脚 19，20：DA 通道 0、1 号输出（MP411L 没有 DA 输出，此 2 脚空）。

P2 定义:



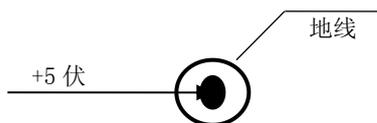
说明:

- DI0-DI15 对应开关量输入通道 0-15 号。
- DI15 为复用输入，对 MP411，DI15 同时也作为计数器时钟输入。
- D00-D015 对应开关量输出 0-15 号。

- 脚：9, 10, 19, 20, 29, 30, 39, 40: 地线。

电源插座:

输入电源电压+5 伏，范围±5%，电流：大于 500 毫安。插座极性如下：



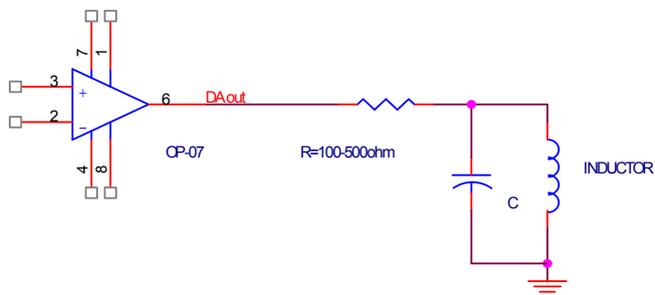
配套端子板

MP411 可以配接如下端子板：

- ACS410: 专用端子板，支持 16 路模拟输入及低通滤波、IV 转换，40 脚开关量输入输出，DA 输出。
- ACS615 支持16路模拟输入及低通滤波、IV转换，额外提供2路DA输出电压变换到0-20mA电流输出。
- AC110: 4 路小信号放大板。四路差分输入，放大倍率 100、500 倍。
- AC145: 隔离 16 入/16 出端子板。输入电压 0-24 伏/输出：0C 输出，驱动电流 10 毫安。
- AC144: 隔离 24 入/24 出端子板。输入电压 0-24 伏/输出：0C 输出，驱动电流 100 毫安。

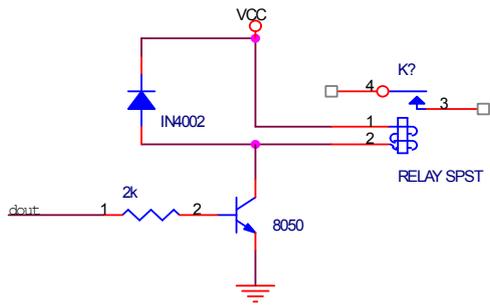
常用信号的连接、处理。

- DA 输出驱动感性负载



注：c=1000pF-1uF

- 利用开关量输出驱动继电器



四、软件

本章介绍驱动的安装、动态链接库函数使用方法以及针对 MP411 的软件开发指导。请用户在编程前，仔细阅读本手册，了解相关信息。

由于软件可能不断更新，请用户察看光盘中的提示。测试软件及其他软件的说明见光盘目录：\USB\MP411

MP411L 是 MP411 的简化版本，不支持 DA 输出及计数器操作，MP411L 的驱动及函数与 MP411 共用。

软件安装与说明

软件说明

MP411附带光盘中，提供如下内容：

1. 说明书。
2. 驱动程序，支持win98/win2000/winXP操作系统。
3. Visaul C++、MFC、Visaul Basic编程实例。
4. MP411测试程序。

注：由于win98、winNT微软已经不提供支持，不建议使用。MP411板卡的驱动不支持winNT。

- 在光盘的\USB\MP411\DRIVER目录中包含：MP411.inf、MP411.sys、MP411.dll、MP411.LIB文件。
 - ◇ MP411.inf 驱动安装文件。
 - ◇ MP411.sys 驱动程序。
 - ◇ MP411.dll 动态链接库。
 - ◇ MP411.LIB MS VC的库文件。

- 在光盘的\USB\MP411\VC目录中包含：
 - ◇ VC的编程例子
 - ◇ 编程需要的include(MP411.h)、LIB文件。

- 在光盘的\USB\MP411\MFC目录中包含：
 - ◇ MFC的编程例子
 - ◇ 编程需要的include、lib文件。

- 在光盘的\USB\MP411\VB目录中包含：
 - ◇ VB的编程例子
 - ◇ VB编程需要的声明模块程序MP411.bas。

- MP411.EXE: 测试程序。

驱动安装

安装方法:

1. 将MP411插入一个USB插槽，如果有多个MP411模块，请每一次安装一个MP411模块。第一次安装的模块的设备号为“0”，第二次安装的模块的设备号为“1”，依次类推。
2. Windows将会显示找到新硬件，可按找到新硬件向导进行下一步
3. 选择搜索适用我的设备的驱动程序，下一步；
4. 选择驱动所在目录，进行安装。（目录：\USB\MP411\driver）
5. 按找到新硬件向导的提示进行下一步；
6. Windows将显示完成添加/删除硬件向导，单击完成即可完成安装过程。
7. 完成后如果安装第二个MP411，插入第二块MP411模块，重复上述安装过程。

安装后，程序自动将 MP411.dll 动态链接库程序拷贝到 windows 系统的 system32 目录中，用户用也可以自己将 DLL 拷贝到当前工作目录中。

驱动安装完毕后在\控制面板\系统\设备管理中的 USB 项目下可以找到 MP411。

1. 如果需要更新设备驱动，请在硬件设备管理目录下选择MP411 -> 按鼠标右键选择属性 -> 选择驱动程序 -> 选择重新安装驱动程序。
2. 当 Visaul C++/Visaul Basic 例程从 CD-ROM 复制到硬盘时，属性仍将保持为只读属性，这将影响用户调试程序。请**将属性改为文档属性**，这样就可以进行正常的编译、调试工作了。

接口函数说明

本卡以 DLL-动态链接库的方式封装了用户在 win98/win2000/winXP 环境下编程需要的函数。动态链接库可以被 windows 环境下的多数编程语言调用，用户只要正确使用调用格式就能正确调用函数。本手册只提供了 VC、VB 的调用例子，有关其他语言调用的方法，用户可以参考其他书籍或直接在网上查找。

设备操作函数

- 打开一个 MP411 设备

函数: HANDLE MP411_OpenDevice(long dev_num)

参数:

- ◇ dev_num: 入口参数, MP411 设备号, =0、1、2..., 表示第一个、第二个 MP411 模块。设备号的定义参考驱动安装部分。
- ◇ 函数返回值: 卡的操作句柄。

注: VC 中如果句柄不等于 INVALID_HANDLE_VALUE, 表示正确。VB 中如果句柄不等于 &HFFFFFFF, 正确。

□ 关闭一个 MP411 设备

函数: long MP411_CloseDevice(HANDLE hDevice)

功能: 关闭以 hDevice 打开的 MP411 卡。

参数:

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ 函数返回数值: 0: 成功 / -1: 失败。

AD 操作函数

MP411 具有二个采样函数, 如下:

1. MP411_AD(): 对一个通道进行 n 次采样 (n=1~100), 并返回 n 次平均的结果。
2. MP411_AD_Scan(): 对从 stch 到 endch 通道进行采样。(stch: 起始通道, endch: 停止通道)

□ MP411_AD()

功能: 对一个通道进行 n 次采样 (n=1~100), 并返回 n 次平均的结果。

函数: long MP411_AD(HANDLE hDevice,
long ch, long gain, long sidi,
long naver)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ ch: 入口参数, =0-15 设置采样的通道号码。
- ◇ gain: 设置 AD 的输入量程。=0、1、2 对应选择所有的输入范围为: 0-5 伏、0-10 伏、-5 伏 - +5 伏。Gain=3 时无效。
- ◇ sidi: =0 设置输入通道为 16 路单端模式/=1 设置输入通道为 8 路差分输入 (MP411/411L 不支持此功能, 可以缺省为 0)。
- ◇ naver: 平均次数, 范围 1-100 次。1 次为不平均。
- ◇ 函数返回: 出口参数: 小于 0 失败, 大于等于 0 时为 AD 转换结果 (0-4095)。

□ MP411_AD_Scan()

功能: 对通道 stch 到 endch 共 (endch-stch+1) 个通道进行采样。读出数据排列如下顺序: sch sch+1 endch

函数: long MP411_AD_Scan(HANDLE hDevice,
long stch, long endch, long gain, long sidi,

```
long *addata);
```

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ stch、endch: 入口参数, 设置采样的起始与停止通道号码 (endch 必须大于或等于 stch), 如果 stch=endch, 只对通道 stch 采样。
- ◇ gain: 设置 AD 的输入量程。=0、1、2 对应选择所有的输入范围为: 0-5 伏、0-10 伏、-5 伏 - +5 伏。Gain=3 时无效。
- ◇ sidi: =0 设置输入通道为 16 路单端模式/=1 设置输入通道为 8 路差分输入 (**MP411/411L 不支持此功能, 可以缺省为 0**)。
- ◇ addata: 存放转换结果的数组, 必须至少有 16 个单元。结果从 0 号单元开始, 读出数据排列如下顺序: sch sch+1 endch。
- ◇ 函数返回: 出口参数: 小于 0 失败。

AD 转换数据到电压的转换:

12 位转换数据范围为 0-4095, 对应电压计算:

设: data 为 12 位转换结果。

0-5 伏: 电压=data*5000.0/4095.0 (mV)

0-10 伏: 电压=data*10000.0/4095.0 (mV)

±5 伏: 电压=(data-2048)*5000.0/2048.0 (mV)

DA 操作函数

DA 操作: 在板卡初始化时, 用户需要首先调用 MP411_DA_Mode 函数设置两个 DA 输出通道的输出范围, 然后调用 MP411_DA_Data 函数设置输出电压。由于 DA 输出上电自动清零, 因此设置完输出范围后请立即应用 MP411_DA_Data 函数将输出设置为电压“0”输出 (单极性设置数据=0, 双极性设置数据=2048)。

MP411L 不支持 DA 输出, 此函数无用。

DA 的电压计算:

单极性模式, 输出 0-10 伏 (gsn=0):

电压=(data)*10000.0/4095.0 (mV)

双极性模式, 输出 ±5 伏 (gsn=1):

电压=(data-2048)*5000.0/2048.0 (mV)

注:

1. data: 12 位 DA 数据
2. gsn: (n=0、1) 设置的对应 DA 通道的输出模式。

□ MP411_DA_Data 设置输出数据

功能: 设置 0 或 1 通道的输出数据。

函数: long MP411_DA_Data(HANDLE hDevice, long dach, long dadata)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ dach=0、1 选择设置 DA 通道 0、1 号通道。
- ◇ dadata=0-4095 控制或设置对应通道的电压。
- ◇ 返回: 0 成功, -1: 失败

□ MP411_DA_Mode 设置 DA 输出电压范围

功能: 设置对应 DA 通道的输出电压范围。

函数: long MP411_DA_Mode(HANDLE hDevice, long gs0, long gs1)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ gs0、gs1: 分别对应选择输出通道 0、1 号的输出范围。gs=0 输出为 0-10 伏/=1: 设置输出为 ±5 伏。
- ◇ 返回: 0 成功, -1: 失败

开关量操作函数

□ 开关量输入

功能: 读入 16 位开关量输入。

函数: long MP411_DI(HANDLE hDevice)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ 函数返回: 出口参数, 返回读入的数据。低 16 位数据 (D15-D0) 对应输入端口 15-0 号。

□ 开关量输出

功能: 设置 16 位输出数据。

函数: long MP411_DO(HANDLE hDevice, long DO_Data)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ DO_Data: 入口函数, 输出的数据。数据的低 16 位有效。16 位数据 (D15-D0) 分别对应端口的 16 个 I/O 输出口 15-0 号
- ◇ 函数返回: 出口参数, =0 操作成功, 其他失败。

计数器操作函数

注：MP411L 不支持此函数。

□ 启动计数器计数或测频操作

功能：复位并启动计数器开始计数或测频操作。

函数：long MP411_CNT_RUN(HANDLE hDevice, long cmode)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ cmode: 工作模式
 - =0: 启动计数器操作并将计数器与溢出标志清“0”。
 - =1: 启动测频操作, 并将计数器与溢出标志清“0”。
- ◇ 函数返回: 0 正常/其它失败

□ 读出计数器数值及状态

功能：读出 20 位计数器数据、判断计数器溢出、测频模式时判断测频操作是否完成。

函数：long MP411_CNT_RD(HANDLE hDevice, long *timer_state)

- ◇ hDevice: 入口参数, 卡的操作句柄。
- ◇ *timer_state: 指针, 出口数据。在测频操作时, *timer_state=0 表示测频操作完成 (从启动已经进行了 1 秒时间周期的计数操作)
- ◇ 函数返回: 出口参数, =-1 计数器溢出, >=0: 20 位计数器数据。

注：计数器原理请参照“原理说明”一章。

说明：

1. 20 位计数器的数据范围：0-FFFFFFH, 大于 FFFFFFFH, 认为计数器溢出。
2. 测频操作时, 由于测量时间为 1s, 因此被测信号频率：
$$f=20 \text{ 位计数器数据}/1\text{s (HZ)}$$
即读出数据的数值就是信号的频率, 单位 Hz。
3. 频率测量操作的读出数据必须在 *timer_state=0 以后才有效。

VC 程序编程说明

编程前, 将 MP411.lib 及 MP411.h 程序拷贝到用户当前目录中。(需要的文件在 VC 目录中)

VC 编程的基本流程:

1. 利用显式调用加载函数。MP411.lib、MP411_lib.h 文件必须在当前工作目录中。方法, 程序的开始处加入如下语句:

```
#pragma comment(lib, "MP411.lib")
#include "MP411.h"
```

详细可以参考 VC 目录中的程序，MP411_LIB.H 文件包含了需要的函数的声明过程。

2. 利用 MP411_OpenDevice 函数获得板卡的操作句柄。
3. 在退出程序时必须执行如下操作：利用 MP411_CloseDevice 函数关闭句柄

例：

```
//获得所有 MP411 的操作函数
#pragma comment(lib, "MP411.lib")
#include "MP411.h"

HANDLE hDevice=INVALID_HANDLE_VALUE; //硬件操作句柄

Main()
{

    //获得 411 硬件操作句柄
    hDevice=MP411_OpenDevice(0); //创建设备驱动句柄，设备号为 0

    ..... //用户程序

    //退出
    AC6611_CloseDevice(hDevice); //关闭操作句柄
}
```

详细可以参考光盘上的 MP411 的 VC 目录下的例子。

在编程时必须注意，硬件操作句柄 HANDLE 必须为全局变量或必须传递给有相应硬件操作的函数。硬件句柄只要在程序启动时打开一次即可，不需要每次打开或关闭。

VB 程序编程说明

编程前，请将 MP411.dll 动态链接库程序拷贝到用户当前目录中或 windows 系统的 system32 目录中

VB 编程的基本流程：

1. 在工程菜单中选择添加模块，将 MP411.bas 模块添加进来（该模块在光盘中\USB\MP411\vb 目录中，应用时将文件拷贝到当前工作目录），此文件为所有函数的声明文件。
2. 在模块中定义一个硬件操作句柄，为一个 long 属性的全局变量，这样可以被用户程序中的所有 form 调用（例：MP411.bas 中声明的句柄 hd411）。
3. 利用 MP411_OpenDevice 函数获得板卡的操作句柄。

在退出程序时必须执行如下操作：

利用 MP411_CloseDevice 函数关闭句柄

注：MP411.bas 模块已经包含了所有必要的 MP411 函数的声明语句。

例:

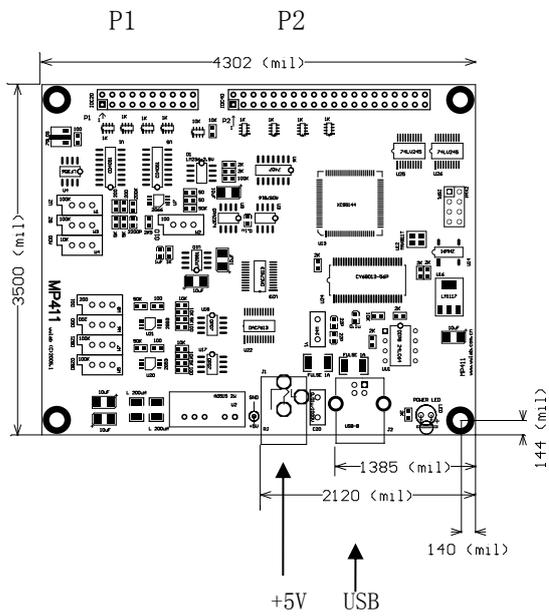
```
DIM hd411 as long
Private Sub Form_Load()
DIM I as long
Hd411 = MP411_OpenDevice(0) '打开设备 0 号, 获得驱动句柄
..... '其他操作
End Sub
.....
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
MP411_CloseDriver hd411 '关闭驱动
End Sub
```

有关用户其他方面的应用请参考光盘中的例程。

注: VB 中如果设备操作句柄不等于&HFFFFFFF 为有效句柄。

五、附录

MP411 示意图:



* 1000mil=2.54cm