

采用闪存技术的新型 8 位微控制器及其应用

现有采用闪存存储技术 8 微控制器存在一些不足之处。有一些应用要求微控制器具有容量更大的存储器，这是由于需要使用 C 语言进行编程，能够处理很多个国家不同语言文字的字符以及字符串，因而用户接口很复杂，而且在这些应用中需要很大的查找表，并且把数据记录下来。传统的微控制器中只有一个闪存存储器阵列，不能在擦除或者写入的同时读出。这样，在对闪存存储器进行远距离更新时，很难在应用中进行编程（IAP）。传统的 8051 结构在执行 IAP 编程时还有另外一个障碍，这就是 8051 在工作时是使用两个寻址空间：程序空间和数据空间。但是 8051 不能够擦除程序空间或者对程序空间进行写入操作，它们只能擦除数据空间并对数据空间进行写操作。普通的 8051 结构存在另一个问题是，它的寻址范围不能超过 64KB。本文介绍的新型 8 位微控制器是针对这些问题而设计的。本文还介绍了它在售货机热敏式打印机中的应用。

意法半导体生产含有闪存存储器的新型可编程系统器件（称作 Flash PSD）已经有些时日了。在 PSD8xx 系列和 PSD9xx 系列的 PSD 器件中有两个区块的闪存存储器、SRAM、可编程逻辑并且具有 JTAG 系统内编程（ISP）的功能，所有这些都是集成在一块芯片上的。这些器件可以同数百种不同的 8 位和 16 位不包含 ROM 的微控制器中的任何一个器件配合使用，组成双芯片解决方案。意法半导体已经迈出了下一步，进一步把微控制器芯核集成到 Flash PSD 器件中去，推出了新的 μ PSD3200 系列。现在 PSD 结构和 8051 兼容微控制器芯核集成在一块芯片上，它具有 PSD 结构的一些优点，而微控制器芯核的功能又很强，成为安全、效益好的单片器件。目前市场上没有其他的 8 位微控制器把高密度存储器和各种功能像 μ PSD3200 系列这样地集成在一起。

μ PSD3200 是一个大系列的名称，其中又包含两个系列，这就是 μ PSD323x 和 μ PSD325x。这些器件中包含一个 40MHz 的微控制器芯核和 PSD 结构，其中包含存储容量高达 288KB 的闪存存储器，容量为 32KB 的 SRAM，有 16 个使用闪存存储器技术的 PLD 宏单元，并且具备 JTAG 系统内编程的功能。但是意法半导体更进一步在这个新系列器件中增加了以下的外围部件接口电路和功能：

- I2C 和 USB1.1 接口；
- 五路 8 位 PWM；
- 两路 UART；
- 通用 I/O 引脚超过 50 个；
- 三个 16 位定时器以及两个由 8032 芯核提供的外部中断；
- 各种监测功能，例如监测定时器及低电压检测功能。

意法半导体公司还供 80 引脚和 52 引脚的 TQFP 封装产品。采用 80 引脚 TQFP 封装的产品可以把 8032 的地址/数据总线与在器件外面的并行外围部件连接起来；而采用 52 引脚 TQFP 封装的器件则没有这样的总线。工作电源电压有 5.0V 和 3.3V 两种，这个系列中的所有器件都可以在工业温度环境（-40℃至+85℃）中运行。

由于 μ PSD3200 系列中的 PSD 结构具有许多优点，超过了竞争对手的含闪存存储器的 8 位微控制器。这些优点是：

- 它的 SRAM 和闪存存储器的存储容量是市面上最大的；
- 有两个闪存存储器阵列；
- 具有灵活的存储器管理功能；
- 集成有通用可编程逻辑电路（使用闪存存储器技术的 PLD）；
- 具有 JTAG ISP 功能。

SRAM 和闪存存储器的容量

在使用闪存存储器技术的 8 位微控制器中， μ PSD3200 系列的存储器容量是最大的。微控制器之所以需要存储容量更大的存储器，是由于有些应用需要使用 C 语言进行编程，是因为这类应用需要处理很多个

国家不同语言文字的字符以及字符串，因而用户接口十分复杂，是由于在这些应用中需要很大的查找表，并且把数据记录下。 μ PSD3200 系列中的闪存存储器的存储容量高达 288KB，分为两个阵列，一个是主存储阵列，另一个辅助存储阵列。在 μ PSD32x3 中，主存储阵列的存储容量是 128KB，而 μ PSD32x4 的主存储阵列的容量是 256KB。辅助存储阵列的存储容量是 32KB。这两个存储阵列相互之间是完全独立的，就是说，8032 可以从一个存储阵列读出，与此同时擦除另一个存储阵列并且写入。

这两个存储阵列既可以存放程序，也可以用来存放数据。此外芯片上还有存储容量为 8KB 和 32KB 的 SRAM 的产品。在 μ PSD323x 中，SRAM 的存储容量是 8KB，而在 μ PSD325x 中，SRAM 的存储容量是 3KB。如果在外面接一只电池，这只电池便自动地成为 SRAM 的后备电池。 μ PSD325x 器件中存储容量为 32KB 的 SRAM 完全可以作为大量数据的缓冲器，用于在 USB 和 UART 总线上进行高速数据传送，并且存储大量的变量。没有其他的使用闪存技术的 8 位微控制器有这么大容量的 SRAM。

两个闪存存储器和支持 IAP 的解码 PLD

传统的方案只有一个闪存存储器阵列，存储器的任何一部分在擦除或者写入时，是不能够进行读出操作的。这样，在对闪存存储器进行远距离更新内容时，就很难在应用的同时进行编程，称作“在应用中编程 (IAP)”。使用两个闪存存储器这种结构解决了这个问题。微控制器可以其中的一个存储器进行读取操作并且执行程序，同时擦除另一个存储器并且更新其内容。设计人员可以编写任何想要的“装入器”程序，并且把它存放在一个闪存存储阵列中。在执行时，这个装入器程序通过 USB、UART、调制解调器、I2C 或者专用的通道接收更新了固件，并把新的固件写到另外一个闪存存储阵列中。这样的方案是非常灵活的，因为设计人员可以按照任何一种协议和故障容忍度的规范来编写装入器程序。对于大多数其他的使用闪存技术的 8 位微控制器，这是不可能的，对于这些 8 位微控制器来说，为了进行 IAP，必须使用一个预先确定的协议或者通信信道。

灵活的存储器管理功能—突破了传统的 8051 的管理功能

在执行 IAP 编程时，还存在另外一个障碍，这是传统的 8051 结构造成的。这就是，8051 在工作时是使用两个地址空间：程序空间和数据空间。但是 8051 不能够擦除程序空间或者对程序空间进行写入操作，它们只能擦除数据空间并对数据空间进行写操作。这是故意这么安排的，是为了防止程序偶然地出现问题。那么，如果程序空间是不可以写入的，如何对一个产品在现场进行远距离更新固件呢？原因在于 μ PSD3200 系列中的 Decode PLD (DPLD)。由于有这个 Decode PLD，在更新时，微控制器可以把原来在程序空间中的闪存存储器阵列暂时地安排在数据空间。然后，当更新操作完成之后，又改回去安排在程序空间。这个方法可用于 μ PSD3200 系列的两个闪存存储器阵列中的任何一个。

在闪存存储器中，多少是放在程序空间，多少是安排在数据空间？由于有了 DPLD，设计人员现在能够在两者之间权衡。这取决于具体的应用。有一些微控制器是用在需要进行大量计算的情形，需要把大量的闪存存储器放在程序空间；也有一些是用在需要大量数据的场合，这时，需要把闪存存储器大部分放到数据空间。目前在市面上没有其他使用闪存技术的 8051 微控制器能够灵活地做到这点，在这些微控制器中，芯片上的闪存存储器都是放在程序空间的。

普通的 8051 结构存在的另一个问题是，它的寻址范围不能超过 64KB 的程序代码和数据，因为普通微控制器只 16 个地址信号。那么，在 μ PSD3200 系列中，是如何访问闪存存储器的全部空间呢？这是很容易的。在 DPLD 中集成有一个 8 位页面寄存器，它突破了 64KB 的限制。由于有了 DPLD，设计人员可以设定每个页面的大小，在第三个 8051 C 编译器和在线模拟器的支持下寻找页面，它就像是增加了 8 条地址线。目前，市面上其它使用闪存技术的 8051 微控制器中，芯片上的闪存存储器的容量一般都不超过 64KB，在需要更大的存储器时，设计人员只好在外面增加闪存存储器件，并且在外面增添解码和页面寻址逻辑电路。

这种可编程的灵活性表示，设计人员实际上可以把任何现有的 8051 设计移植到 μ PSD3200 系列中，而需要做的改动是很小的，在新的设计中，完全可以自如地进行存储器分配和变换。

通用的可编程逻辑电路

除了可编程 Decode PLD 之外， μ PSD3200 系列的所有器件都有一个包含 16 个宏单元的通用 PLD。使用 μ PSD3200 中的这些逻辑电路，设计人员就可以去掉他们原来的设计中放在外面的小型 PAL、PLD 以及 74xx 分立逻辑器件。这种通用 PLD 结构与普通的 22V10 PLD 器件是相似的。通用 PLD 的典型用途有：连接逻辑电路、状态机、移位寄存器、计数器、构成芯片选择功能以便选择外部器件、键盘、接口、延迟产生器、译码器，以及很多其他的用途。逻辑的配置是通过软件开发工具 PSDsoft Express 来实现的。

没有其他的 8 位微控制含有使用闪存技术的 PLD。

JTAG 系统内编程 (ISP)

利用系统内编程 (ISP) 的功能，可以对器件进行编程或者更新，这时不必涉及微控制器芯核（与 IAP 不同，进行 IAP 时，需要微控制器参与）。完全空白的 μ PSD3200 器件可以直接地焊接在印制电路板上，通过符合工业标准的四线 JTAG 接口进行编程，花费的时间只不过才 10 秒至 25 秒。这表示，在实验室中可以很快地、高效率地开发程序。但是最重要的是，这意味着不需要插座，或者在生产线上不需要用预先编程好的器件。利用 JTAG ISP 功能，便于在最后一刻修改产品的设计，便于进行按时送货这种存货管理。 μ PSD3200 器件得到各种 JTAG 编程工具的支持。从意法半导体公司可以买到价格低廉的 FlashINK JTAG 电缆线，插到任 PC 的并行端口。还有很多第三方的 JTAG 编程器也支持 μ PSD3200 器件，包括成组编程器以及对 Agilent 的 ATE 设备的支持服务。

应用实例：售货机中的热敏式打印机

需要更高存储容量的应用和产品日益增多。这些应用需要的存储器容量很大、有各种各样的外围设备，并具备监测功能，的确是 μ PSD3200 器件的用武之地，可以用它设计各式各样的嵌入控制应用。这方面的应用有：售货 (POS) 检查及读卡机，售货机用的热敏式打印机，条码扫描器，售货机控制器，楼房安全系统，报警及进出控制，工业控制，移动式 GPS，公用电话，以及仪器。利用 μ PSD3200 器件，可以大量地减少外部元件和逻辑器件的数量，从而降低成本，提高系统的可靠性，并且降低功率损耗。

μ PSD 的一个理想应用是售货机中的热敏式打印机。这些打印收据的小型打印机常常需要有支持几种语言的能力，需要在非易失性存储器中存放不同的产品图像或公司标志。MPSD3254 是适合于售货机热敏式打印机的器件。8032 应用程序可以放到比较小的 32KB 的辅助闪存存储器中，而且绰绰有余，而字型表，产品图像或公司标志以及其它的数据则存放在存储容量为 256KB 的主闪存存储器中。这是 μ PSD3200 系列的所有器件都做得到的，是这个系列的典型应用实例，特别是 μ PSD3254，在需要时放到 8302 中的数据空间的闪存存储器可以多过放到程序空间的闪存存储器。

在主机送出需要打印的数据时，32KB 的 SRAM 起缓冲的作用。这个大容量的 SRAM 提高了传送数据的速度，因为主机能够把更多数据、更有效地送给热敏式打印机。

在这种应用中使用的接口有很多种：

- PLD 是用作与打印机上的打印头进行连接的逻辑电路；
- 用一个 UART 把数据送到打印头，它工作在同步状态；
- 第二个 UART 直接地连接到主机（现金寄存器或者电脑）上，或者通过一个 IrDA 发送接收器或者蓝牙模块与主机进行通信；
- UBS1.1（速度为 1.5Mb/s）接口是与主机连接的另一个接口；
- ADC 通道监测打印头的温度及电池的电平；
- GPIO 信号连接到按钮以及发光二极管指示器上；
- I2C 可以接到实时时钟器件或者其他的外围设备；
- PWM 输出通道可以用于产生声音；
- 在开发与制造阶段，JTAG 接口用于进行系统内编程 (ISP)。

利用系统内编程的功能，可以很容易实现字符和各种标志（它们是存放在非易失性存储器中）的远距离更新，这是因为它是两个闪存存储器的结构。在程序空间的辅助闪存存储器中存放“装入器”程序，安排在数据空间的主闪存存储器中则存放字符、图像和标志。8032 执行装入器程序（装入器程序是放在辅助闪存存储器中）时，更新的数据是从主机通过 UART、USB、IrDA 或者蓝牙接口得到的，这些新的数据是写

入到主闪速存储器里面。

字符和标志数据的更新并不只是我们刚才看到的问题，还有，程序是如何更新的？有几种方案可供选择。也可以远距离地更换 8032 应用程序，应用程序是放在辅助存储器中的。把辅助闪速存储器改作为是数据空间，而主闪速存储器便成为程序空间。一旦辅助闪速存储器和主闪速存储器改变其用途，以前放在主闪速存储器中、处于睡眠状态的“装入器”程序便醒过来，接收对程序进行更新，把新的程序写到辅助闪速存储器里面。

结论

以前使用传统的 8 位微控制器、需要较高密度 SRAM 和闪速存储器、需要各种连接逻辑、以及各种各样接口通道的应用，现在都可以用 μ PSD3200 器件来实现，因为 μ PSD3200 具有所有这些功能。因此，用 μ PSD3200 器件设计的产品与用竞争对手的解决方案相比，可以降低成本，同时增加了 JTAG ISP 的功能、通过 IAP 进行远距离更新的功能、存储内容保密的功能，而且尺寸较小，电磁干扰较弱，功率损耗也降低了。

现在 μ PSD3200 系列有十二种器件可供选用。它们的存储器容量不同，封装外壳不同，外围部件不同，工作电压也不同。一个新系列的 μ PSD 器件，称作 μ PSD3300 系列，将在 2003 年年中推出，它的功能更加丰富：8032 芯核将增从 3 MIPS 提高到 10 MIPS，甚至更高，主闪速存储器的容量将扩大到 512KB，PLD 的大小增大一倍达到 32 个宏单元。外围部件也将得到加强，USB1.1 接口将支持全速率数据传送模式。