字符 LCD 数据手册 LCD V 1.60

资源	PSoC® 模块			API 存储器 （字节）		引脚 （每个外部 I/O）
	数字	模拟 CT	模拟 SC	闪存	RAM	
CY8C29/27/26/25/24/22/21xxx, CY8C23x33, CY7C603xx/64215, CYWUSB6953, CY8C20x34, CY8CLED02/04/08/16, CY8C21x45, CY8C22x45, CY8C28x45, CY8CPLC20, CY8CLED16P01, CY8C28xxx, CY8C21x12						
启用条形图	0	0	0	646	0	一个端口中共 7 个
禁用条形图	0	0	0	434	0	一个端口中的 7 个

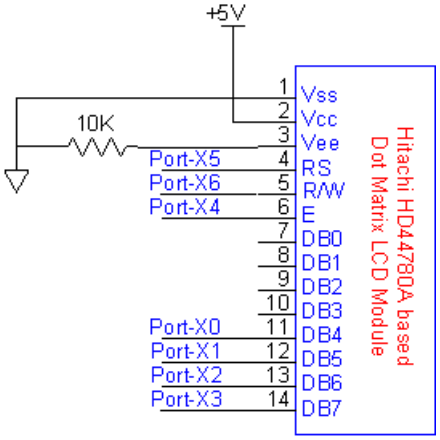
如需一个或多个使用此用户模块且完全配置的功能性示范项目，请转到 www.cypress.com/psocexampleprojects.

功能和概述

- 使用行业标准 Hitachi HD44780 LCD 显示屏驱动芯片协议
- 仅需要 7 个 I/O 引脚
- 提供用于显示 RAM 或 ROM 字符串的子程序
- 提供用于显示数字的子程序
- 提供用于显示水平和垂直条形图的子程序
- 使用单一 I/O 端口

字符 LCD 用户模块是一套子程序库，可向普通两行或四行 LCD 模块写入文本字符串和格式化的数字。 使用 LCD 模块的字符图形功能，可支持垂直和水平条形图。 此模块专为行业标准 Hitachi HD44780 两行 16 字符 LCD 显示屏驱动芯片开发，亦适用于很多其他四行显示屏。 此库使用 4 位接口模式以减少所需 I/O 引脚的数量。

Figure 1. LCD 连接到 PSoC 接口图



Note 对某些显示屏而言，将显示屏上的信号线 DB0~3 分别连接一个 10K 的下拉电阻到地，会有更好的效果

功能描述

LCD 用户模块使用单一 I/O 端口，连接至行业标准的 Hitachi HD44780A LCD 控制器。 此种类型的显示屏接口简单，由 8 个数据位、读 / 写 (R/W) 位、寄存器选择位 “RS” 和信号使能位 “E” 组成。 为减少所需的引脚数，特采用 4 位接口模式。 如下 LCD 至 PSoC 框图以及图表描述了 4 位接口连接方式。

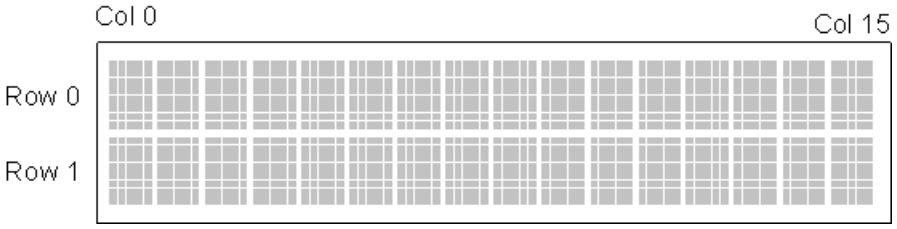
在某些显示屏上，DB0、DB1、DB2 和 DB3 可能需要通过 10K 电阻下拉至 V_{SS}。 将这些信号下拉以确保进入 4 位模式。

Table 1. LCD 至 PSoC 对应连接

PSoC 引脚	LCD 引脚	说明
Port-X0	DB4	数据位 0
Port-X1	DB5	数据位 1
Port-X2	DB6	数据位 2
Port-X3	DB7	数据位 3
Port-X4	E	启用 LCD
Port-X5	RS	寄存器选择
Port-X6	R/W	读 / 非写

光标定位函数可将光标置于任何位置。 对于两行 16 字符显示屏，左上角为位置 (0,0)，右下角为位置 (1,15)。 请参见下图。

Figure 2. 光标位置



低阶指令用于向显示屏的数据和控制寄存器写入数据。 请参阅 LCD 制造商数据手册，了解具体功能和字体信息。

放置

LCD 用户模块仅使用一个端口中的 7 个 I/O 引脚，而不使用任何数字或模拟模块。 不存在放置限制。 单一项目中可放置多个 LCD 模块。

参数和资源

LCDPort

选择一个 PSoC I/O 端口用于连接 LCD 显示屏。

Note 应使用影子寄存器控制 LCD 端口的 Px[7]，以实现其他目的。 请参考影子寄存器数据手册，了解更多详情。

条形图

选择是否启用条形图功能。 若禁用，则不会生成条形图代码，从而节省 ROM 空间。

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序作为用户模块中的一部分，设计人员可以使用这些 API 实现更高级别的功能。 本节指定每个函数的接口，以及 “ 引用 ” 文件所提供的相关常量。

Note

在这里，如同所有用户模块 API 中的一样，A 和 X 寄存器的值可以通过调用 API 函数来更改。 函数调用前会自动保留 A 和 X 的值，以便于在调用后需要返回原始 A 和 X 的值， 选择此 “ 寄存器易失 ” 规则是为了提高效率，自 PSoC Designer 1.0 版起已强制使用此规则。 C 编译器自动遵循此要求。 汇编语言程序员也必须确保其代码遵守这一策略。 虽然一些用户模块 API 函数可以保留 A 和 X 不变，但是无法保证它们将来也会如此。

对于大型储存器模块驱动，保存 CUR_PP、IDX_PP、MVR_PP 以及 MVW_PP 寄存器中的所有值也是调用程序的职责。 尽管部分寄存器现在可能不可修改，但是在将来的新版本中可能会改变。

以下是用于 LCD 用户模块的 API 编程子程序：

基本字符 LCD 函数

LCD_Start

说明：

初始化 LCD 以使用多行 4 位接口。 此函数应当在调用任何其他 LCD 函数之前调用。

C 语言原型：

```
void  LCD_Start(void);
```

汇编：

```
lcall  LCD_Start
```

参数：

None

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_Init

说明：

初始化 LCD 以使用多行 4 位接口。 此函数应当在调用任何其他 LCD 函数之前调用。

C 语言原型：

```
void  LCD_Init(void);
```

汇编：

```
lcall  LCD_Init
```

参数：

None

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以在此函数的本次执行中或以后执行中被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_Position

说明：

将光标移动到参数指定的位置。 左上方字符为行 0，列 0。 对于两行 16 字符显示屏，右下方字符为行 1，列 15。

C 语言原型：

```
void  LCD_Position(BYTE bRow, BYTE bCol);
```

汇编：

```
mov   A,01h               ; Load Row
mov   X,02h               ; Load Column
lcall  LCD_Position
```

参数：

bRow: 放置光标的行号。 0 代表第一行。

bCol: 放置光标的列号。 0 代表第一 （最左边的）列。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

字符串打印函数

LCD_PrString

说明：

将 RAM 中以 null 结尾的字符串打印至 LCD 中光标所在位置。

C 语言原型：

```
void  LCD_PrString(CHAR * sRamString);
```

汇编：

```
mov   A,>sRamString   ; Load MSB part of pointer to RAM-based null
                      ; terminated string.
mov   X,<sRamString   ; Load LSB part of pointer to RAM-based null
                      ; terminated string.
lcall  LCD_PrString    ; Call function to display string at current
                      ; LCD cursor position.
```

参数：

sRamString: 指向 RAM 中以 null 结尾的字符串的指针。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以在此函数的本次执行中或以后执行中修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 目前修改了 CUR_PP 和 IDX_PP 页面指针寄存器。

LCD_PrCString

说明：

将 ROM 中以 null 结尾的字符串打印至 LCD 中光标所在位置。

C 语言原型：

```
void  LCD_PrCString(const char * sRomString);
```

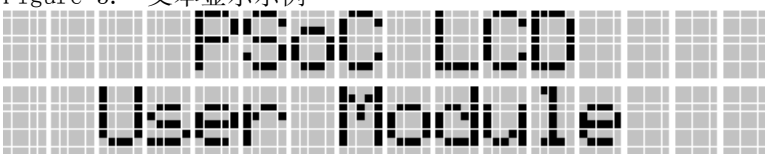
汇编：

```
mov   A,>sRomString   ; Load MSB part of pointer to ROM-based null
                      ; terminated string.
mov   X,<sRomString   ; Load LSB part of pointer to ROM-based null
                      ; terminated string.
lcall  LCD_PrCString   ; Call function to display string at current
                      ; LCD cursor position.
```

字符串打印代码示例：

```
char str[ ] = "User Module";     // Define "RAM" based string
LCD_Start();                     // Initialize LCD hardware
LCD_Position(0,4);              // Position cursor @ row 0, col 4
LCD_PrCString("PsoC LCD");       // Print a constant "ROM" string
LCD_Position(1,2);               // Position cursor @ row 1, col 2
LCD_PrString(str);               // Print "RAM" based string.
```

Figure 3. 文本显示示例



参数：

sRomString: 指向 ROM 中以 null 结尾的字符串的指针。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以在此函数的本次执行中或以后执行中被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

数字打印函数

LCD_PrHexByte

说明：

在 LCD 光标的位置用双字符十六进制字符串的形式显示一个字节。

C 语言原型：

```
void  LCD_PrHexByte(BYTE bValue);
```

汇编：

```
mov   A, [bValue]          ; Load byte to be printed
lcall  LCD_PrHexByte        ; Call function
```

参数：

bValue： 要显示为双字符十六进制字符串的一个 8 位值。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_PrHexInt

说明：

在 LCD 中光标的当前位置以四字符十六进制字符串的形式打印整数。

C 语言原型：

```
void  LCD_PrHexInt(INT iValue);
```

汇编：

```
mov   A, [iValue+1]    ; Load LSB byte to be printed
mov   X, [iValue]      ; Load MSB byte to be printed
lcall  LCD_PrHexInt     ; Call function
```

参数：

iValue： 要显示为四字符十六进制字符串的一个 16 位值。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

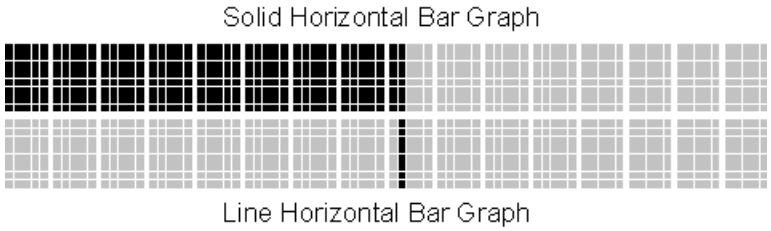
垂直条形图函数

每个显示屏字符由 5 个水平像素 乘以 8 个垂直像素组成。 水平条形图在单个字符中显示一组垂直线，每一条线由 1 个水平像素乘以 8 个垂直像素组成，即一个像素列。 每一个字符可显示 1 至 5 个垂直像素列，5 个像素列即可显示整个字符。

显示屏的左起第一个像素列编号为 1，最后一个像素列编号为 N * 5，其中 N 为字符数。 一个 16 字符显示屏可能有 80 个像素列，编号从 1 到 80。

实体条形图在一组指定的持续字符内显示 1 至 N 的像素列。 线性条形图只显示指定的像素列。 如下为这两种类型的水平条形图示例：

Figure 4. 条形图类型



LCD_InitBG

说明：

初始化 LCD 以显示指定类型的水平条形图。 此函数应当在调用 LCD_DrawBG() 之前调用。必须指定条形图的类型。 本函数不绘制条形图，但通过加载自定义字符 RAM 中的数据去显示指定类型条形图。 要在两种水平条形图类型之间进行转换，必须调用此子程序。

LCD_SOLID 和 LCD_LINE 被定义为输入常量。

C 语言原型：

```
void  LCD_InitBG(BYTE bBGType);
```

汇编：

```
mov   A, LCD_SOLID_BG
lcall  LCD_InitBG
```

参数：

BYTE bBGType： 条形图的类型，可为以下两类之一：

```
LCD_SOLID_BG
LCD_LINE_BG
```

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，可通过调用 fastcall16 函数来保留其值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_DrawBG

说明：

从字符位置 (bRow,bCol) 开始绘制水平条形图，字符长度为 “bLen”，图形止于 “bPixelColEnd” 列。

C 语言原型：

```
void LCD_DrawBG(BYTE bRow, BYTE bCol, BYTE bLen, BYTE bPixelColEnd);
```

汇编：

Note 当使用大型储存器模块时，调用 LCD_DrawBG 时，应在函数名称前加下划线，即调用 _LCD_DrawBG.

小型储存器模块汇编：

```
mov   A,19h           ; Set bPixelColEnd = 25
push  A
mov   A,06h           ; Set bLen = 6 pixel columns
push  A
mov   A,03h           ; Set bCol = 3
push  A
mov   X,SP            ; Setup data pointer (X)
dec   X
mov   A,01h           ; Set bRow = 1 -> the second line
lcall LCD_DrawBG
add   SP,-3           ; Restore the stack
```

大型储存器模块汇编：

```
mov   A,19h           ; Set bPixelRowEnd = 25
push  A
mov   A,06h           ; Set bLen = 6 pixel columns
push  A
mov   A,03h           ; Set bCol = 3
push  A
mov   A,01h           ; Set bRow = 1
push  A
lcall _LCD_DrawBG
add   SP,-4           ; Restore the stack
```

参数：

bRow： 定义开始字符行 - 范围为 0 至行数减 1。

bCol： 定义开始字符列 - 范围为 0 至字符列数减 1。

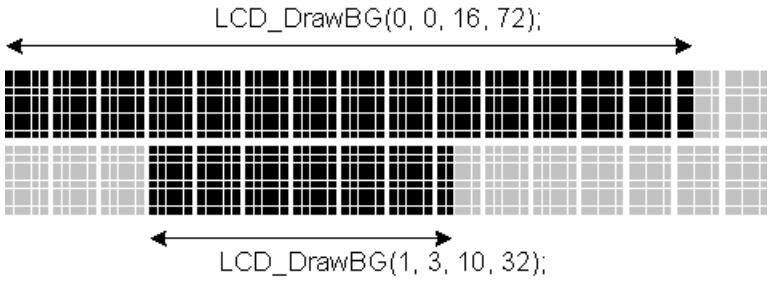
bLen： 定义包含全部字符的条形图长度。

bPixelColEnd： 定义从哪个像素列开始绘制图形。

Note 实体条形图从字符 (bRow,bCol) 的第一个像素列开始绘制所有像素列，一直到 bPixelColEnd 指定的像素列为止。 线性条形库用以图绘制定义好的特殊字符

线性条形图中 bLen=1，bPixelColEnd 的范围为 1 至 5。

Figure 5. 水平条形图示例



返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

垂直条形图函数

每个显示屏字符由 5 个水平像素乘以 8 个垂直像素组成。 垂直条形图在单个字符中显示一组水平线，每一条线由 1 个垂直像素乘以 5 个水平像素组成，即一个像素行。 每个字符可显示 1 至 8 个水平像素行，8 个像素行即可显示完整字符。

从字符底部开始，第一个像素行编号为 1，最后一行编号为 8。 两行结合在一起可生成 16 个像素行的垂直条形图。

LCD_InitVBG

说明：

初始化 LCD 以显示垂直条形图。 在调用 LCD_DrawVGB() 之前，应当先调用本函数。本函数使用绘制垂直条形图所需的数据初始化自定义字符 RAM。

C 语言原型：

```
void  LCD_InitVBG(void);
```

汇编：

```
lcall  LCD_InitVBG
```

参数：

None

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_DrawVBG

说明：

从字符位置 (bRow,bCol) 的第一个像素行开始绘制垂直条形图，字符高度为 bHeight，止于指定的垂直像素行 bPixelRowEnd。

C 语言原型：

```
void  LCD_DrawVBG(BYTE bRow, BYTE bCol, BYTE bHeight, BYTE bPixelRowEnd);
```

汇编：

Note 当使用大型储存器模块时，调用 LCD_DrawVBG 时，应在函数名称前加下划线，即调用 _LCD_DrawVBG.

小型储存器模块汇编：

```
mov   A,0Ah           ; Set bPixelRowEnd = 10
push  A
mov   A,02h           ; Set bHeight = 2 columns
push  A
mov   A,03h           ; Set bCol = 3
push  A
mov   X,SP            ; Setup data pointer (X)
dec   X
mov   A,01h           ; Set bRow = 1 -> the second line
lcall LCD_DrawVBG
add   SP,-3           ; Restore the stack
```

大型储存器模块汇编：

```
mov   A,0Ah           ; Set bPixelRowEnd = 10
push  A
mov   A,02h           ; Set bHeight = 2 columns
push  A
mov   A,03h           ; Set bCol = 3
push  A
mov   A,01h           ; Set bRow = 1
push  A
lcall _LCD_DrawVBG
add   SP, -4          ; Restore the stack
```

参数：

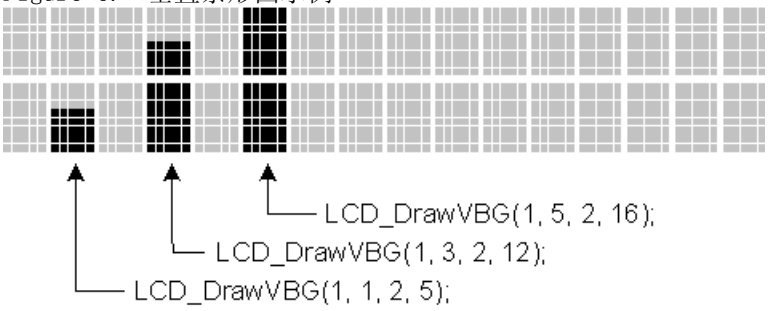
bRow： 定义开始字符行 - 范围为 0 至行数减 1。

bCol： 定义开始字符列 - 范围为 0 至字符列数减 1。

bHeight： 定义包含全部字符的垂直条形图的高度。

bPixelColEnd： 定义从哪个垂直像素行开始绘制图形。

Figure 6. 垂直条形图示例



返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

可选函数

LCD_Control

说明：

向 LCD 控制寄存器中写入字节。 要了解具体的 LCD 有效命令，请查看相应的 LCD 数据手册。

C 语言原型：

```
void  LCD_Control(BYTE bCmd);
```

汇编：

```
mov   A,03h          ; Load data to be written to Control register.
lcall  LCD_Control    ; Call function
```

参数：

bCmd： 发送给控制寄存器的命令字节值。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_WriteData

说明：

向 LCD 数据寄存器写入字节或字符。

C 语言原型：

```
void  LCD_WriteData(BYTE bData);
```

汇编：

```
mov   A,03h            ; Load data to be written to Data register
lcall  LCD_WriteData    ; Call function
```

参数：

bData： 发送给数据寄存器的数据字节值。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，调用函数负责通过调用 fastcall16 函数保留值。 当前，仅修改 CUR_PP 页面指针寄存器。

LCD_Delay50uTimes

说明：

延迟 “bTimes”，延迟时间为 50 µs 的倍数。 延迟循环与 CPU 时钟无关。

C 语言原型：

```
void  LCD_Delay50uTimes(BYTE bTimes);
```

汇编：

```
mov   A,03h             ; Load delay time (example 3 would be 150uSec).
lcall  LCD_Delay50uTimes ; Call function
```

参数：

bTimes： 延迟 50 µS 的次数。

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，通过调用 fastcall16 函数来保留其值。

LCD_Delay50u

说明：

延迟 50 µs。 此函数与时钟无关。

C 语言原型：

```
void  LCD_Delay50u(void);
```

汇编：

```
lcall  LCD_Delay50u      ; Call function
```

参数：

None

返回值：

None

副作用：

A 和 X 寄存器可以由此函数的本次执行或以后执行而被修改。 在大内存模式下 (CY8C29xxx)，所有 RAM 页面指针寄存器也会出现这种状况。 如果需要，通过调用 fastcall16 函数来保留其值。

固件源代码示例

以下为在 LCD 上打显示符串的简单汇编语言和 C 语言示例：

```
;;-------------------------------------------------------------------
;; Sample asm LCD Code
;;
;;  Print the string "PSoC LCD" on the top row starting at the 6th
;;  location on an LCD.
;;-------------------------------------------------------------------

include "m8c.inc"       ; part specific constants and macros
include "PSoCAPI.inc"   ; PSoC API definitions for all User Modules
export _main

area text (ROM, REL)

_main:
   call   LCD_Start       ; Initialize LCD
   mov    A,00h          ; Set cursor position at row = 0
   mov    X,05h           ; col = 5
   call   LCD_Position
   mov    A,>THE_STR      ; Load pointer to ROM string
   mov    X,<THE_STR
   call   LCD_PrCString   ; Print constant "ROM" string

loop:
   jmp    loop

.LITERAL
THE_STR:
DS "PSoC LCD"
DB  00h                   ; String should always be null terminated
.ENDLITERAL
```

以下为使用 C 语言编写的示例项目：

```
//-------------------------------------------------------------------
// Sample C code for LCD
//
//  Print the string "PSoC LCD" on the top row starting at the 6th
//  location on an LCD.
//
//-------------------------------------------------------------------
#include <m8c.h>        // part specific constants and macros
#include "PSoCAPI.h"    // PSoC API definitions for all User Modules
```

```
void main(void)
{
   char theStr[] = "PSoC LCD";    // Define RAM string
   LCD_Start();                   // Initialize LCD
   LCD_Position(0,5);             // Place LCD cursor at row 0, col 5.
   LCD_PrString(theStr);          // Print "PSoC LCD" on the LCD
}
```

版本历史记录

版本	创作者	说明
1.5	DHA	添加了版本历史
1.60	DHA	修正了创建可用端口清单的机制。
1.60.b	DHA	本数据手册中包括如下更新： 1. 更新了 LCD_DrawBG 和 LCD_DrawVBG. 的示例代码。 2. 补充了有关用于 LCD 端口控制的影子寄存器的更多信息。

Note PSoC Designer 5.1 在所有用户模块数据手册中都引入了 “ 版本历史 ”。 本数据表详细介绍了当前和先前用户模块版本之间的区别。