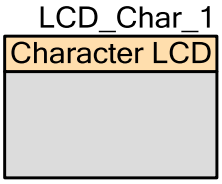


特性

- 实现行业标准的 Hitachi HD44780 LCD 显示驱动器芯片协议
- 只需一个 I/O 端口上的七个 I/O 引脚
- 包含内置字符编辑器以创建用户定义的自定义字符
- 支持水平和垂直条形图

概述

字符 LCD 组件包含一组库子程序，通过这些库子程序可易于使用遵循 Hitachi 44780 标准 4 位接口的一行、两行或四行 LCD 模块。该组件提供 API 用于实现水平和垂直条形图，您也可以创建和显示自己的自定义字符。

何时使用字符 LCD

使用字符 LCD 组件可向产品用户或在设计和调试过程中向开发人员显示文本数据。

输入/输出连接

本节介绍可用于字符 LCD 的各种输入和输出连接。

LCD_Port – 引脚编辑器

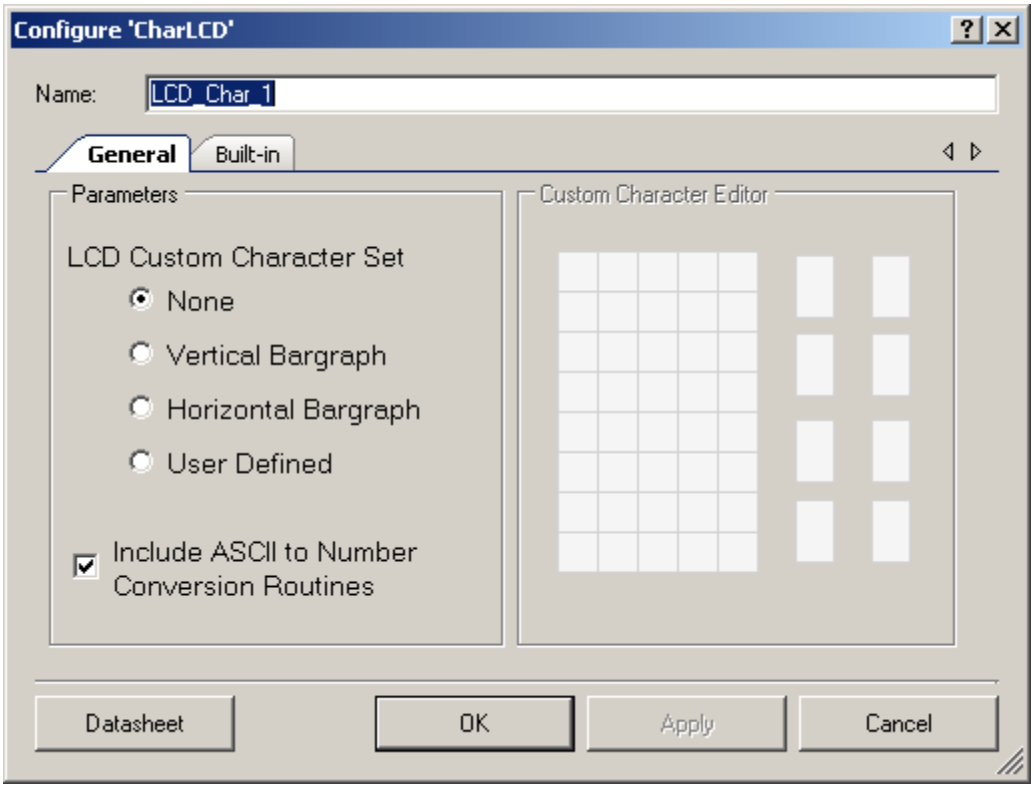
LCD 使用物理端口的七个连续引脚。若要将字符 LCD 放置到所需端口上，请使用设计范围资源引脚编辑器。通过引脚编辑器可以将此组件的数字端口放置在任何空闲输出端口上。

注：七个引脚的起始位置可以为所选端口的引脚 1 或引脚 0，但不能跨多个端口。这些引脚专用于 LCD 端口，不能用于任何其他用途。

无需直接访问字符 LCD 的端口，因为软件 API 可为您管理所有读取和写入。功能描述中详细介绍了 LCD 模块与 PSoC 逻辑端口之间的引脚连接。

元件参数

将一个字符 LCD 组件拖放到您的设计上，并双击以打开 Configure（配置）对话框。



参数

LCD 自定义字符集

通过此参数可以选择以下选项：

- **None**（无）（默认） – 不对自定义字符执行任何操作。
- **Vertical Bargraph**（垂直条形图） – 生成自定义字符和 API 以操控垂直条形图。
- **Horizontal Bargraph**（水平条形图） – 生成自定义字符和 API 以操控水平条形图。
- **User Defined**（用户定义的） – 创建自定义字符和 API 以操控它们。

在组件载入了字符之后，可以使用 LCD_Char_PutChar() 函数和自定义字符常量（来自头文件）显示它们。

转换子程序

选择 **Include ASCII to Number Conversion Routines**（在数字转换子程序中包括 ASCII）选项可将几个 API 函数添加到生成的代码中。（有关这些子程序的详细信息，请参阅 API 表或函数说明。）

自定义字符编辑器

通过**自定义字符编辑器**，可以使用 GUI 轻松地创建用户定义的字符集。8 个字符中的每个字符最多可以为 5x8 个像素，不过某些硬件可能最多只能显示 5x7。

若要使用**自定义字符编辑器**，请选择 **User Defined**（用户定义的）作为 **LCD Custom Character Set**（LCD 自定义字符集）的选项。然后，单击要编辑字符的缩略图。

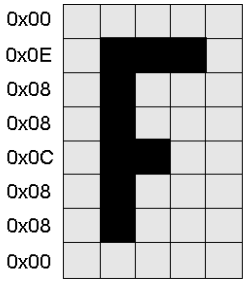
若要切换字符中的某个像素，请在放大的字符视图中单击所选像素。也可以单击并拖动以切换多个像素。

在创建自定义字符集之后，GUI 会生成八个自定义字符的查找数组。然后可以将该查找数组加载到 LCD 模块中。默认情况下，如果选择或创建了任何自定义字符，则 LCD_Char_Start() 子程序会加载这些字符。

组件的功能使您可以在代码中创建自定义字符集并在运行时加载它们。在这种情况下，最后加载的字符集会覆盖上一个并呈活动状态。若要恢复使用组件的 GUI 创建的原始自定义字符集，必须将以下行添加到源代码顶部：“`extern uint8 const CYCODE LCD_Char_customFonts[];`”。运行时，LCD_Char_LoadCustomFonts() 可以使用该代码作为参数来将原始字符集加载到 LCD 模块中。

图 1 显示了一个编码为 8 字节自定义字符查找数组行的自定义字符。

图 1. 自定义字符编码




```
            Custom character «F»:
{0x00, 0x0E, 0x08, 0x08, 0x0C, 0x08, 0x08, 0x00}
```

如图所示，字符的每行都编码为单个字节，该字节中仅使用五个最低有效位。第一个字符的顶部行采用自定义字体数组的第一个字节进行编码。第一个字符的下一行是数组中的第二个字节。第

二个字符的第一行是数组中的第九个字节，依此类推。整个自定义字节数组包括八个自定义字符，从而形成总共 64 个字节的数组大小。

资源

配置	数字模块	API 存储器（字节）		引脚（每个外部 I/O）
		闪存	RAM	
无	0	685	3	7
垂直	0	1276	3	7
水平	0	1276	3	7
用户定义的	0	823	3	7
无 + 转换子程序	0	932	3	7

应用程序编程接口

应用程序编程接口 (API) 子程序允许您使用软件配置组件。下表列出并介绍了与每个函数的接口以及“include”文件提供的相关常量。以下各节将更详细地介绍每个函数。

默认情况下，PSoC Creator 将实例名称“LCD_Char_1”分配给指定项目中组件的第一个实例。您可以将其重命名为遵循标识符语法规则的任何唯一值。实例名称会成为每个全局函数名称、变量和常量符号的前缀。出于可读性考虑，下表中使用的实例名称为“LCD_Char”。

功能	说明
LCD_Char_Start()	启动模块并将自定义字符集加载到 LCD（如果它已定义）。
LCD_Char_Stop()	关闭 LCD
LCD_Char_DisplayOn()	打开 LCD 模块的显示
LCD_Char_DisplayOff()	关闭 LCD 模块的显示
LCD_Char_PrintString()	将以空字符结尾的字符串逐个字符地打印到屏幕
LCD_Char_PutChar()	将单个字符发送到当前位置的 LCD 模块数据寄存器。
LCD_Char_Position()	设置光标的位置与提供的行和列匹配
LCD_Char_WriteData()	将单个字节的数据写入 LCD 模块数据寄存器
LCD_Char_WriteControl()	将单字节指令写入 LCD 模块控制寄存器
LCD_Char_ClearDisplay()	从 LCD 模块的屏幕清除数据
LCD_Char_IsReady()	轮询 LCD，直到设置了就绪位

功能	说明
LCD_Char_Sleep()	准备组件以进入睡眠模式
LCD_Char_Wakeup()	恢复组件配置并打开 LCD
LCD_Char_Init()	执行组件正常工作所需的初始化
LCD_Char_Enable()	打开显示
LCD_Char_SaveConfig()	清空提供的 API 以在进入睡眠模式之前存储任何所需数据。
LCD_Char_RestoreConfig()	清空提供的 API 以在退出睡眠模式之后恢复保存的数据。

如果选择了用户选择的自定义字体，则在需要时包括以下可选函数。LCD_Char_LoadCustomFonts() 函数附带每个自定义字符集（无论是用户定义还是 PSoC Creator 生成的）。LCD_Char_LoadCustomFonts() 函数可以用于将用户定义的字符或条形图字符加载到 LCD 硬件中。如果加载由工具创建的自定义字体，需要先将指向自定义字体的指针导入项目，然后再使用此函数（请参阅 LCD_Char_LoadCustomFonts() 的说明）。默认情况下，LCD_Char_Init() 子程序加载用户选择的自定义字体。在选择了条形图并启用了条形图的方便动态调整时，会生成绘制条形图命令。

可选自定义字体函数	说明
LCD_Char_LoadCustomFonts()	将自定义字符加载到 LCD 模块中
LCD_Char_DrawHorizontalBG()	绘制水平条形图。仅当选择了条形图字符集时可用。
LCD_Char_DrawVerticalBG()	绘制垂直条形图。仅当选择了条形图字符集时可用。

根据您的选择需要，会包括以下可选函数：

可选的数字到 ASCII 转换子程序	说明
LCD_Char_PrintInt8()	将 8 位值的双 ASCII 字符十六进制表示形式打印到字符 LCD 模块。
LCD_Char_PrintInt16()	将 16 位值的四 ASCII 字符十六进制表示形式打印到字符 LCD 模块。
LCD_Char_PrintNumber()	以左对齐 ASCII 字符的形式打印 16 位值的十进制值

void LCD_Char_Start(void)

说明： 此函数初始化 LCD 硬件模块，如下所示：

- 启用 4 位接口
- 清除显示
- 启用自动光标增加
- 将光标复位到起始位置

它还将自定义字符集加载到 LCD（如果在自定义程序的 GUI 中进行了定义）。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_Stop(void)

说明： 关闭 LCD 屏幕的显示。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_PrintString(char8 * string)

说明： 从当前光标位置开始，将以空字符结尾的字符串写入屏幕。

参数： char8 * string：要在 LCD 模块屏幕上显示的以空字符结尾的 ASCII 字符数组。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_PutChar(char8 character)

说明： 将单个字符写入屏幕上的当前光标位置。用于通过字符的命名值显示自定义字符。（LCD_Char_CUSTOM_0() 到 LCD_Char_CUSTOM_7()）。

参数： char8 字符：在 LCD 模块屏幕上将显示的 ASCII 字符。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_Position(uint8 row, uint8 column)

说明： 将光标移动到参数 **row**（行）和 **column**（列）指定的位置。

参数： uint8 行：放置光标的行号。最小值为零。

uint8 列：放置光标的列号。最小值为零。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_WriteData(uint8 dByte)

说明： 将数据写入 LCD RAM 的当前位置。在写入完成时，位置会根据指定的输入模式递增或递减。

参数： dByte：要写入 LCD 模块的字节值。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_WriteControl(uint8 cByte)

说明： 将命令字节写入 LCD 模块。不同 LCD 模式可能具有自己的命令。查看特定 LCD 数据手册以了解对该模式有效的命令。

参数： cByte：8 位值，表示要加载到 LCD 模块命令寄存器中的命令。下表中指定了有效命令参数：

值	说明
LCD_Char_CLEAR_DISPLAY	清除显示
LCD_Char_RESET_CURSOR_POSITION LCD_Char_CURSOR_HOME	将光标和 LCD 返回到主位置
LCD_Char_CURSOR_LEFT	设置左光标移动方向
LCD_Char_CURSOR_RIGHT	设置右光标移动方向
LCD_Char_DISPLAY_CURSOR_ON	启用显示和光标
LCD_Char_DISPLAY_ON_CURSOR_OFF	启用显示，光标关闭
LCD_Char_CURSOR_WINK	启用显示，光标关闭，设置光标闪烁
LCD_Char_CURSOR_BLINK	启用显示和光标，设置光标闪烁
LCD_Char_CURSOR_SH_LEFT	左移光标/移位显示
LCD_Char_CURSOR_SH_RIGHT	右移光标/移位显示
LCD_Char_DISPLAY_2_LINES_5x10	将显示设置为 2 行 10 个字符

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_ClearDisplay(void)

说明： 清除屏幕内容并将光标位置复位为零行和零列。它使用合适参数调用 LCD_Char_WriteControl() 以激活显示。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 光标位置复位为 0,0。

void LCD_Char_IsReady(void)

说明： 轮询 LCD，直到设置了就绪位

参数： 无

返回值： 无

副作用： 将引脚更改为 HI-Z。

void LCD_Char_DisplayOff(void)

说明： 关闭显示，但是不以任何方式复位 LCD 模块。它使用合适参数调用函数 LCD_Char_WriteControl() 以停用显示。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_DisplayOn(void)

说明： 打开显示，而*不*初始化它。它使用合适参数调用函数 LCD_Char_WriteControl() 以激活显示。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_Sleep(void)

说明： 这是准备组件睡眠的首选子程序。LCD_Char_Sleep() 子程序保存当前组件的状态。然后调用 LCD_Char_Stop() 函数并调用 LCD_Char_SaveConfig() 以保存硬件配置。

在调用 CyPmSleep() 或 CyPmHibernate() 函数之前调用 LCD_Char_Sleep() 函数。有关电源管理函数的更多信息，请参考 PSoC Creator *System Reference Guide*（《系统参考指南》）。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 不更改组件引脚的驱动模式。将端口组件 API 用于该用途。因为字符 LCD 是具有自己的协议的接口组件，所以您需要在保存或恢复了组件引脚状态之后重新初始化该组件。

void LCD_Char_Wakeup(void)

说明： 恢复组件配置并打开 LCD。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_Init(void)

说明： 执行组件正常工作所需的初始化。LCD_Char_Init() 还加载自定义字符集（如果在 Configure（配置）对话框中进行了定义）。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_Enable(void)

说明： 打开显示。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_SaveConfig(void)

说明： 清空提供的 API 以在进入睡眠模式之前存储任何所需数据。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_RestoreConfig(void)

说明： 清空提供的 API 以在退出睡眠模式之后恢复保存的数据。

参数： 无

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_LoadCustomFonts(const uint8 * customData)

说明： 将八个自定义字符（条形图或用户定义的字体）加载到 LCD 模块中以在运行时使用自定义字体。仅当在自定义程序中选择了自定义字符集时才可用。

参数： Const uint8 * customData：指向字节数组头的指针。数组长度应为 64 个字节，因为 5x8 字符需要每个字符 8 字节。

返回值： 无

副作用： 覆盖可能已存储在 LCD 模块中的任何以前的自定义字符。

void LCD_Char_DrawHorizontalBG(uint8 row, uint8 column, uint8 maxCharacters, uint8 value)

说明： 绘制水平条形图。仅当选择了水平或垂直条形图时才可用。

参数： uint8 行：条形图中第一个字符的行。

uint8 列：条形图中第一个字符的列。

uint8 maxCharacters：条形图使用的所有字符数量。根据条形图选择表示高度或宽度。每个字符为 5 像素宽和 8 像素高。

uint8 值：要绘制的阴影像素数。不能超过条形图的总像素长度（高度）。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_DrawVerticalBG(uint8 row, uint8 column, uint8 maxCharacters, uint8 value)

说明： 绘制垂直条形图。仅当选择了水平或垂直条形图时才可用。

参数： uint8 行：条形图中第一个字符的行。

uint8 列：条形图中第一个字符的列。

uint8 maxCharacters：条形图使用的所有字符数量。根据条形图选择表示高度或宽度。每个字符为 5 像素宽和 8 像素高。

uint8 值：要绘制的阴影像素数。不能超过条形图的总像素长度（高度）。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_PrintInt8(uint8 value)

说明： 将 8 位值的双 ASCII 字符表示形式打印到字符 LCD 模块。

参数： uint8 值：要以十六进制 ASCII 字符打印的 8 位值。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_PrintInt16(uint16 value)

说明： 将 16 位值的四 ASCII 字符表示形式打印到字符 LCD 模块。

参数： uint16 value：要以十六进制 ASCII 字符打印的 16 位值。

返回值： 无

副作用： 无

void LCD_Char_PrintNumber(uint16 value)

说明： 以左对齐 ASCII 字符的形式打印 16 位值的十进制值。

参数： uint16 value：要以十进制数字的 ASCII 字符打印的 16 位值。

返回值： 无

副作用： 无

固件源代码示例

PSoC Creator 在 Find Example Project（查找示例项目）对话框中提供了许多包括原理图和示例代码的示例项目。要获取组件特定的示例，请打开组件目录中的对话框或原理图中的组件实例。要获取通用的示例，请打开开始页或 **File**（文件）菜单中的对话框。根据需要，使用对话框中的 **Filter Options**（滤波器选项）可缩小可选项目的列表。

有关更多信息，请参考 PSoC Creator 帮助中的“查找示例项目”主题。

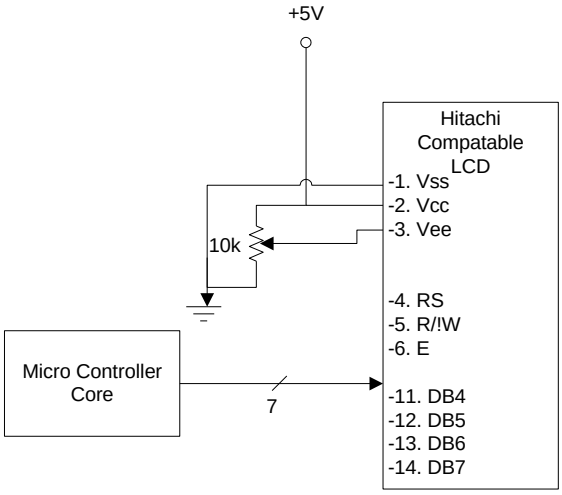
功能描述

LCD 模块为字母数字字符以及有限自定义字体提供可视显示。API 根据需要配置 PSoC 器件，以便轻松地在标准 Hitachi LCD 显示驱动器与 PSoC 设备之间实现接口。

下表介绍 LCD 逻辑端口引脚到物理 LCD 模块引脚的映射。LCD 的逻辑端口可以映射为在端口的第一个或第二个物理引脚上开始；不能跨端口。即，LogicalPort_0 理论上可以是端口 2 引脚 0 或端口 2 引脚 1。使用引脚编辑器强制 LCD 逻辑端口在引脚 0 上开始可减少为写入对齐数据所需的位移数，从而提高效率。

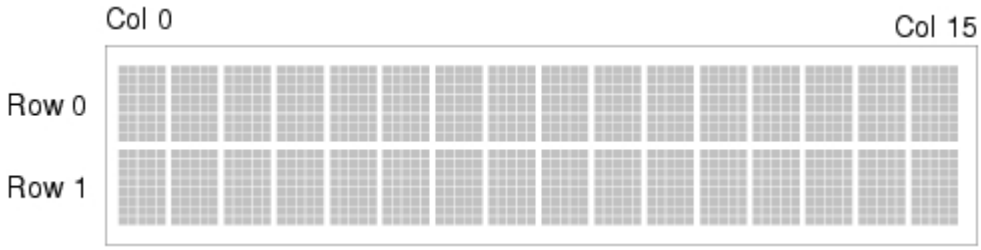
逻辑端口引脚	LCD 模块引脚	说明
LCDPort_0	DB4	数据位 0
LCDPort_1	DB5	数据位 1
LCDPort_2	DB6	数据位 2
LCDPort_3	DB7	数据位 3
LCDPort_4	E	LCD 启用（用于确认新数据可用的探针）
LCDPort_5	RS	寄存器选择（选择数据或控制输入数据）
LCDPort_6	R/!W	读取/不写入（切换以便轮询 LCD 的就绪位）

图 2. 引脚编辑器图



LCD_Char_Position() 函数管理显示寻址按如下所示。行零、列零在左上角，列号向右递增。在四行显示中，写入超过行 0 的列 19 可能会导致行 2 损坏，因为寻址将行 0、列 20 映射到行 2、列 0。在标准 2x16 Hitachi 模块中没有此问题。

图 3. 2x16 Hitachi LCD 模块



组件更改

本节介绍组件与以前版本相比的主要更改。

版本	更改说明	更改/影响原因
1.50.c	向数据手册添加了指令以恢复默认客户字体集	
1.50.b	删除了 void LCD_Char_WriteControl(uint8 command) API。	void LCD_Char_WriteControl(uint8 command) API 在 API 节中介绍了两次，因此删除了额外说明。
	从 LCD_Char_DrawHorizontalBG() 和 LCD_Char_DrawVerticalBG() API 的说明中删除了有关调用 LCD_Char_LoadCustomFonts() 的必要性的说明。	现在在使用 LCD_Char_DrawHorizontalBG() 或 LCD_Char_DrawVerticalBG() 之前无需调用 LCD_Char_LoadCustomFonts()，因为它在组件的 LCD_Char_Start() 子程序中进行。

版本	更改说明	更改/影响原因
1.50.a	在数据手册中更新了 LCD_Char_WriteData()、LCD_Char_WriteControl() 和 LCD_Char_Sleep() API 的说明	不存在对函数 LCD_Char_WriteData() 中参数的说明，因此添加了合适说明。LCD_Char_Sleep() 的说明非常糟糕，因此使用更多详细信息对其进行了更新。使用可能输入参数值的详细信息，对 LCD_Char_WriteControl() 的说明进行了扩展。
	对数据表进行了少量编辑和更新	
1.50	添加了 LCD_Char_Sleep()、LCD_Char_Wakeup()、LCD_Char_Enable()、LCD_Char_Init()、LCD_Char_SaveConfig()、LCD_Char_RestoreConfig() API。	用于支持低功耗模式并为大多数组件提供常用接口。
	添加了新 API 文件 - *CharLCD_PM.c*，该文件包含睡眠模式 API 的声明。	用于支持低功耗模式。
	在 LCD_Char_Init() API 中添加了 LCD_Char_LoadCustomFonts() 调用。	在项目中首次调用 LCD_Char_Start() 时，会自动加载 Configure（配置）对话框中的所选自定义字体。
1.40	向 LCD_Char_Start() 函数的初始化序列添加了额外延迟，以便满足显示的时序要求。	防止高频运行系统时初始化出现故障。
1.30	在字符 LCD 原理图中使用引脚组件替换了数字端口组件。	旧数字端口已过期，替换为新引脚组件。
	添加了 IsReady 函数的说明。	旧版本的数据手册中没有提到 LCD_Char_IsReady()。
	删除了 LCD_Char_DelayUS()，将其替换为 LCD_Char_CyDelay() 或 LCD_Char_IsReady()。	这是为了解决与组件有关的时序问题，该问题导致了一些故障。
1.20.a	向组件中添加了信息，以说明它与芯片修订版的兼容性。	如果组件在不兼容的芯片上使用，该工具将报告错误/警告。如果发生此情况，请更新到支持您的目标器件的修订版。
1.20	更新的符号	为符合公司标准。
1.10.a	向组件中添加了信息，以说明它与芯片修订版的兼容性。	如果组件在不兼容的芯片上使用，该工具将报告错误/警告。如果发生此情况，请更新到支持您的目标器件的修订版。
1.10	自版本 0.2 以来进行的各种更新	0.2 版本随 alpha 构建附带，但不是完整功能的组件。