

## 前言

与 Segger 微控制器公司的合作 使得意法半导体可以提供 STemWin Library，这是一个基于 Segger 图形库 emWin 的产品。

STemWin 库是一个专业级的图形库，该库可以利用可行的 STM32 硬件加速功能，在任意 STM32 产品、任意 LCD/TFT 显示屏以及任意 LCD/TFT 控制器随时构建图形用户界面 (GUI)。

STemWin 库是一个功能丰富的全面解决方案，配备诸如 JPG、GIF 和 PNG 解码和众多小工具（复选框、按钮等等），以及能够远程显示本地画面的 VNC 服务器，而且还包含 GUIBuilder 等通过鼠标拖拉来创建对话框的专业工具，以及字体转换器等。

STemWinXYZ 和 STemWinLibraryXYZ 单词中的 XYZ 字母是指固件包发布说明中所述最新 STemWin 版本。

该图形库完全集成在 STM32Cube 固件包内（比如 STM32CubeF2、STM32CubeF3 和 STM32CubeF4）。可在意法半导体的网站上免费下载 (<http://www.st.com/stm32cube>)

**表 1. 实用软件**

类型	料号和产品类别
MCU 软件	STemWin, STM32CubeF3, STM32CubeF2, STM32CubeF4

# 目录

<b>1</b>	<b>库和包的说明</b>	<b>6</b>
1.1	许可信息	6
1.2	库的说明	6
1.3	库包组织	8
1.4	交付的二进制文件	8
<b>2</b>	<b>所支持的 EVAL 板卡及示例</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>如何按部就班地使用 STemWin 库</b>	<b>13</b>
3.1	配置	13
3.1.1	GUIConf_stm32xxx_eval.c	13
3.1.2	LCDConf_stm32xxx_eval.c	13
3.1.3	GUI_X.c 或 GUI_X_OS.c	14
3.2	GUI 初始化	14
3.3	核心函数	15
3.3.1	图像文件的显示	15
3.3.2	双向文本	15
3.3.3	Alpha 混合	15
3.3.4	子图和光标	15
3.4	内存设备	16
3.5	抗锯齿	17
3.6	窗口管理器	17
3.7	小工具程序库	18
3.8	VNC 服务端	18
3.8.1	要求	19
3.8.2	过程说明	20
3.9	字体	21
3.10	GUIBuilder	24
3.10.1	GUIBuilder 的基本使用	25
3.10.2	创建程序	25
3.10.3	用户自定义代码	25
3.10.4	回调程序	25

---

<b>4</b>	<b>性能与内存开销 .....</b>	<b>26</b>
4.1	LCD 驱动程序性能 .....	26
4.2	STemWin 内存开销 .....	27
<b>5</b>	<b>FAQ（常见问题） .....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>版本历史 .....</b>	<b>30</b>

表格索引

表 1. 实用软件 ..... 1

表 2. 支持的 LCD 控制器 ..... 7

表 3. 支持的 EVAL 板卡和示例 ..... 10

表 4. 字体 API ..... 23

表 5. 速度测试列表 ..... 26

表 6. FlexColor 和 Lin 驱动程序的速度测试 ..... 26

表 7. 模块的内存开销 ..... 27

表 8. 小工具内存开销 ..... 28

表 9. FAQs ..... 29

表 10. 文档版本历史 ..... 30

表 11. 中文文档版本历史 ..... 30



## 图片索引

图 1.	STemWin 结构层级	6
图 2.	项目树	8
图 3.	STemWin 的范例结构	10
图 4.	Alpha 混合效果	15
图 5.	动画光标	16
图 6.	光标	16
图 7.	利用 memdev 实现缩放和旋转效果	17
图 8.	图形抗锯齿	17
图 9.	小工具示例	18
图 10.	VNC 服务端的用途	19
图 11.	VNC 客户端	20
图 12.	GUIBuilder 应用	24

# 1 库和包的说明

STemWin 库包由一套固件库程序以及用于构建基于 GUI 的高级专业应用程序的软件工具所组成。

## 1.1 许可信息

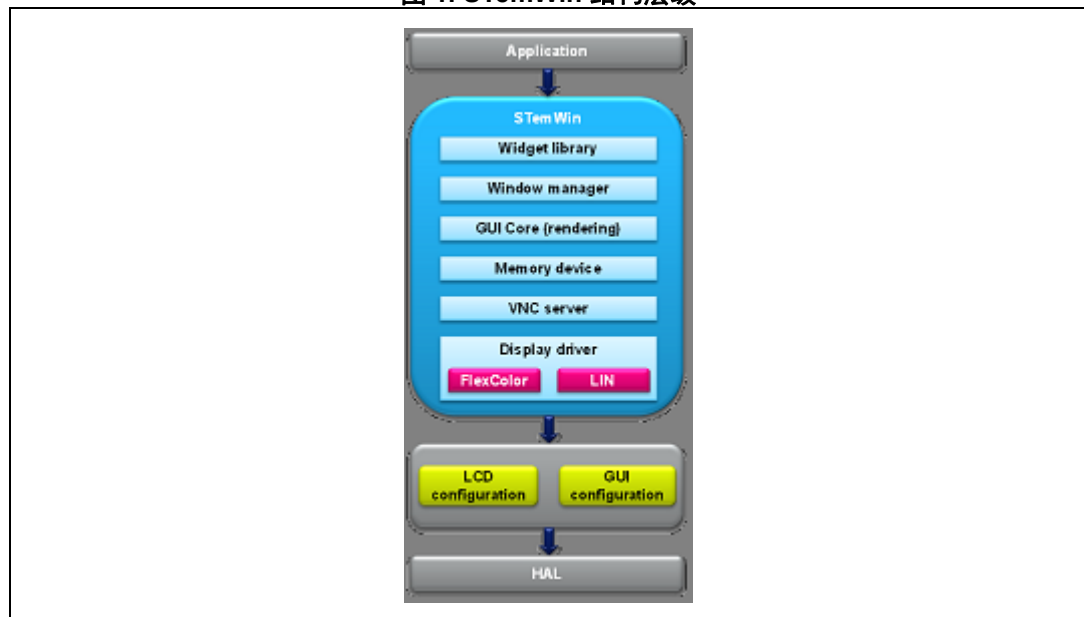
- STemWin 库的 GUI 文件为对象格式，依照 MCD-ST 图像软件许可协议 V2 (“许可证”) 进行授权；必须遵守该许可证的规定，才能使用这套库包。可从以下网址获取许可证副本：<http://www.st.com>。
- STemWin 库的配置与头文件均为源码格式，依照 MCD-ST 自由软件许可协议 V2 (“许可证”) 进行授权；必须遵守该许可证的规定，才能使用这套库包。可从以下网址获取许可证副本：<http://www.st.com>。

除非适用法律或书面协议的要求，否则在没有任何明示或暗示的担保或条款下，受到该许可证约束的软件必须“原样”发布。关于许可证所约束的具体语言管理权限和限制，请参见许可证的内容。

## 1.2 库的说明

图 1 显示了 STemWin 的内部结构以及在整个项目中如何实现。

图 1. STemWin 结构层级



1. 使用该库之前，应启用 CRC 模块（在 RCC 外设时钟使能寄存器中）。

STemWin 库包含两个经过优化的驱动程序：

- 直接线性访问 (LIN) 驱动程序，适用于配有 DMA2D ChromART 图形加速引擎的 STM32F429 TFT-LCD 控制器。
- FlexColor（间接访问）驱动程序，适用于所有 STM32 EVAL 板卡上的串行和并行总线外部 LCD 控制器。

关于所支持的全部显示控制器，请参见 表 2。

*注：只要实现“定制化”的驱动程序，仍可支持其它任意类型的 LCD。*

除了主应用之外，用户必须设置和定制两个关键的接口文件：

- LCD 配置文件 (LCDConf\_stm32xxx\_eval.c)
  - LCD 显示初始化和配置
  - LCD 显示驱动程序链接和定制化
  - 额外的硬件能力管理
- GUI 配置文件 (GUIConf\_stm32xxx\_eval.c)
  - 模块选择（存储设备、窗口管理器 ...）
  - GUI 内存与堆管理

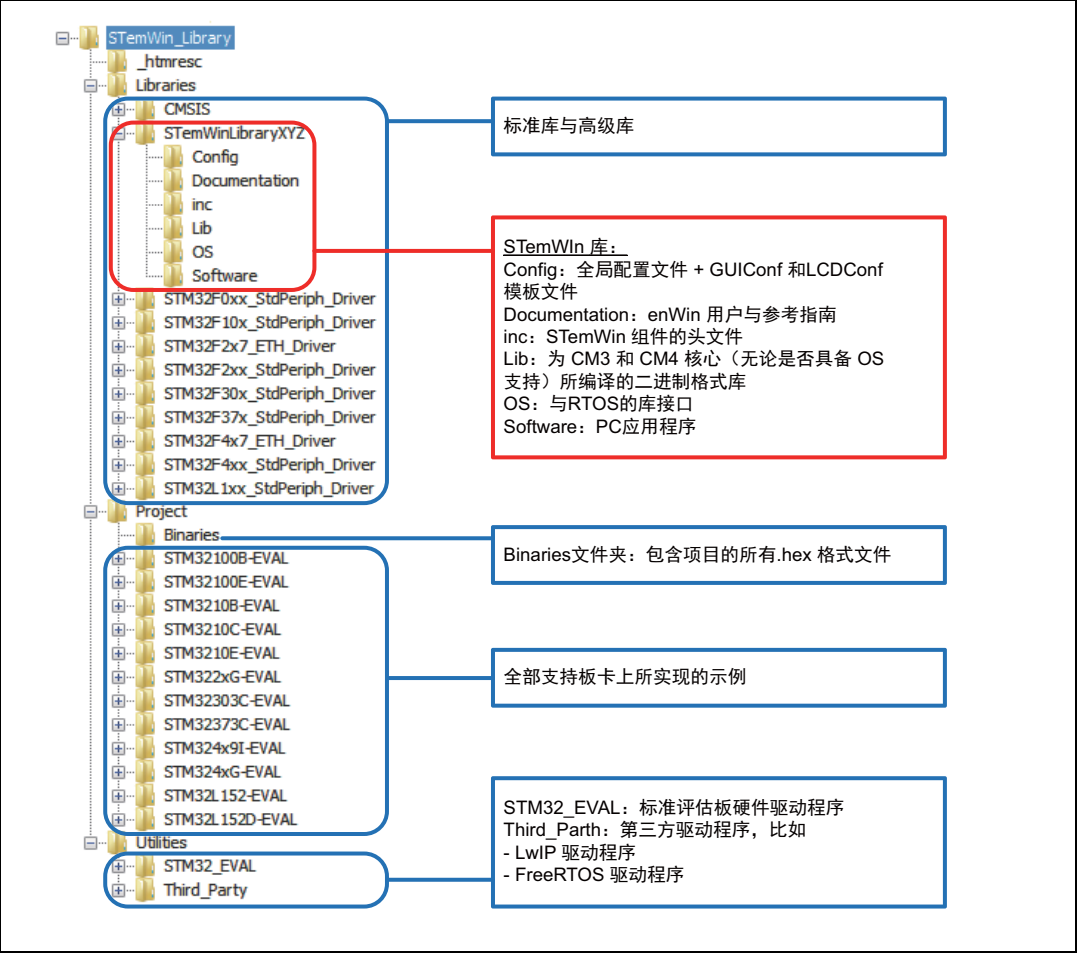
表 2. 支持的 LCD 控制器

驱动	所支持的 LCD 控制器	所支持的位数 / 像素
GUIDRV_Lin	该驱动程序支持每一款带有直接（全总线）接口线性可寻址视频存储器的显示控制器。这意味着在视频 RAM 可通过 CPU 的地址线直接寻址。 驱动程序不含具体控制器的代码。所以，驱动程序也可用于无显示控制器，而仅须驱动程序来管理视频 RAM 的解决方案。	16, 18
GUIDRV_FlexColor	Epson S1D19122 FocalTech FT1509 Himax HX8301, HX8340, HX8347, HX8352, HX8353, HX8325A Hitachi HD66772 Ilitek ILI9220, ILI9221, ILI9320, ILI9325, ILI9328, ILI9335, ILI9338, ILI9340, ILI9341, ILI9342, ILI9481 LG Electronics LGDP4531, LGDP4551 Novatek NT39122 OriseTech SPFD5408, SPFD54124C, SPFD5414D Renesas R61505, R61516, R61526, R61580 Samsung S6D0117, S6E63D6 Sitronix ST7628, ST7637, ST7687, ST7712, ST7735 Solomon SSD1355, SSD1961, SSD1963, SSD2119 Syncoam SEPS525	1, 2, 4, 8, 16, 24, 32

1.3 库包组织

图 2 显示了项目树结构。

图 2. 项目树



1.4 交付的二进制文件

由意法半导体所发布的 STemWin 库作为对象代码库绑定于 STM32 产品。  
该库为 CM3 和 CM4 编译，而无论是否具备 OS 支持。在 CM4 版本中，已启用 FPU。  
请注意，该库依赖于编译器（IAR、ARM、GCC）。



简而言之，文件夹“Libraries\STemWinLibraryXYZ\Lib”包含 12 个二进制文件：

- STemWinXYZ\_CM3\_IAR.a
- STemWinXYZ\_CM3\_Keil.a
- STemWinXYZ\_CM3\_GCC.a
- STemWinXYZ\_CM3\_OS\_IAR.a
- STemWinXYZ\_CM3\_OS\_Keil.a
- STemWinXYZ\_CM3\_OS\_GCC.a
- STemWinXYZ\_CM4\_IAR.a
- STemWinXYZ\_CM4\_Keil.a
- STemWinXYZ\_CM4\_GCC.a
- STemWinXYZ\_CM4\_OS\_IAR.a
- STemWinXYZ\_CM4\_OS\_Keil.a
- STemWinXYZ\_CM4\_OS\_GCC.a

2 所支持的 EVAL 板卡及示例

表 3 列出所支持的 EVAL 板卡和示例。

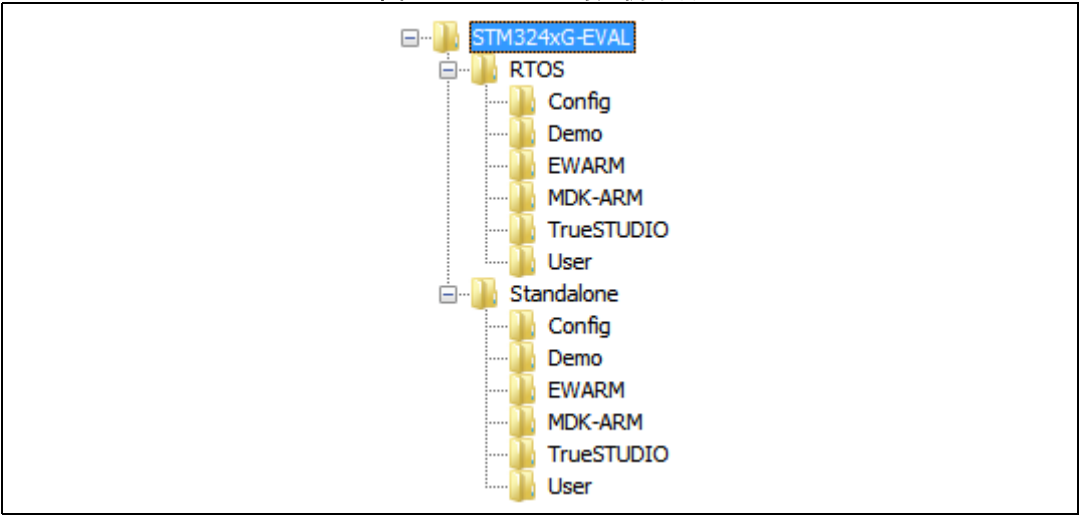
表 3. 支持的 EVAL 板卡和示例

STM32 系列 /EVAL 板卡		LCD 接口	LCD 驱动程序
STM32F1	STM3210B-EVAL	SPI	FlexColor
	STM3210C-EVAL	SPI	
	STM3210E-EVAL	FSMC	
	STM32100B-EVAL	SPI	
	STM32100E-EVAL	FSMC	
STM32F2	STM322xG-EVAL	FSMC	
STM32F3	STM32303C-EVAL	SPI	Lin
	STM32373C-EVAL	SPI	
STM32F4	STM324xG-EVAL	FSMC	
	STM324x9I-EVAL	LTDC	
STM32L1	STM32L152-EVAL	SPI	FlexColor
	STM32L152D-EVAL	FSMC	

如 图 3 所示，每个项目包含两个子项目：

- 基于 RTOS 的示例
- 单独示例

图 3. STemWin 的范例结构



Config\ 文件夹包含在 第 1.2 节所述的两个接口文件：

- GUIConf\_stm32xxx\_eval.c/.h
- LCDConf\_stm32xxx\_eval.c/.h



在 RTOS 示例中，Config\ 目录还包含 Free RTOS 配置文件 (FreeRTOSConfig.h)。

主应用程序源代码位于 Demo\ 文件夹下。源代码包含由几个子模块所组成的通用示例，比如：

- 径向菜单（利用 STemWin 运动支持，从径向菜单中选择图标）
- 列表视图（显示 LISTVIEW 小工具的一些功能）
- 位图（显示经过压缩或未经压缩的不同位图）
- 平滑文本（在多种背景上显示抗锯齿的文字）
- 树状视图（以目录和移动子图的形式显示文件的层级结构视图）
- 图标视图（显示 ICONVIEW 小工具的使用）

...

并非所有这些模块均可在全部 EVAL 板卡上获得完整支持：每个示例包含或多或少的模块数，取决于板卡可用的内存容量。

用户可以在 Demo\ 目录下的 GUIDEMO.h 文件中选择并激活模块。

GUIDEMO.h 文件中的部分代码如下所示。

```

/*****
 *
 *   所使用的模块配置
 *
 *****/

#ifndef SHOW_GUIDEMO_BITMAP
#define SHOW_GUIDEMO_BITMAP      (1)
#endif

#ifndef SHOW_GUIDEMO_COLORBAR
#define SHOW_GUIDEMO_COLORBAR    (0)
#endif

#ifndef SHOW_GUIDEMO_CURSOR
#define SHOW_GUIDEMO_CURSOR      (1)
#endif

#ifndef SHOW_GUIDEMO_GRAPH
#define SHOW_GUIDEMO_GRAPH       (1)
#endif

#ifndef SHOW_GUIDEMO_LISTVIEW
#define SHOW_GUIDEMO_LISTVIEW    (1)
#endif

```

```
#ifndef SHOW_GUIDEMO_SPEED
#define SHOW_GUIDEMO_SPEED      (1)
#endif
```

```
#ifndef SHOW_GUIDEMO_TREEVIEW
#define SHOW_GUIDEMO_TREEVIEW   (0)
#endif
```

```
#ifndef SHOW_GUIDEMO_ICONVIEW
#define SHOW_GUIDEMO_ICONVIEW   (1)
#endif
```

```
#ifndef SHOW_GUIDEMO_RADIALMENU
#define SHOW_GUIDEMO_RADIALMENU (1)
#endif
```

```
#ifndef SHOW_GUIDEMO_VSCREEN
#define SHOW_GUIDEMO_VSCREEN     (0)
#endif
```

```
#ifndef SHOW_GUIDEMO_AUTOMOTIVE
#define SHOW_GUIDEMO_AUTOMOTIVE (0)
#endif
```

请注意，默认激活的是 VNC 模块（详细信息如 [第 3.8 节](#) 所述），带有以下配置：

- STM324xG-EVAL + FreeRTOS
- STM322xG-EVAL + FreeRTOS
- STM324x9I-EVAL-MB1046 + FreeRTOS

User\ 目录包含与系统相关的文件、主程序、一些示例（支持 VNC 功能的示例）、网络连接配置文件。

## 3 如何按部就班地使用 STemWin 库

本节提供 STemWin 库的主要功能概览，以及主要设置及配置步骤。欲了解更多详细信息，请参见 Segger's emWin 用户手册。

### 3.1 配置

配置基本上分为两个部分：GUI 配置和 LCD 配置。

- GUI 配置包含了默认颜色和字体的配置，以及可用内存的配置。
- LCD 配置的硬件依赖性较强，可以让用户定义显示器的物理尺寸、显示器驱动程序以及所使用的颜色转换程序。

当需要支持新的 LCD 控制器时，除了已有的 OS 配置文件之外，还必须创建两个重要文件：GUIConf\_stm32xxx\_eval.c 和 LCDConf\_stm32xxx\_eval.c。

#### 3.1.1 GUIConf\_stm32xxx\_eval.c

在本文档中，用户应执行 GUI\_X\_Config() 函数，这是安装过程中最先调用的程序。这个程序的主要任务是为 GUI 设置可用的内存空间，然后将这段空间分配到动态内存管理系统。

该操作通过 GUI\_ALLOC\_AssignMemory() 函数来完成：它传递一个指针到内存块，以及将它的大小（字节数）传递到内存管理器。

**注：** 内存必须可访问，而且必须是 8 位、16 位、32 位等位宽。初始化过程中必须对内存访问进行检查。

#### 3.1.2 LCDConf\_stm32xxx\_eval.c

该文件中的主要函数是 LCD\_X\_Config()，当 GUI\_X\_Config() 执行完毕后，便会立即调用该函数。LCD\_X\_Config() 可通过调用以下函数为每一层创建和配置显示驱动程序：

- GUI\_DEVICE\_CreateAndLink()，用于创建驱动设备并将其链接到设备链；
- LCD\_SetSizeEx() 和 LCD\_SetVSizeEx()，用于设置显示器尺寸配置；
- 其它针对特定驱动的配置程序，比如：
  - GUIDRV\_FlexColor\_Config()，与 FlexColor 驱动程序的使用相关联；
  - LCD\_SetVRAMAddrEx()，当使用线性可寻址内存时需要该函数。

如 [第 1.2 节](#) 所述，STemWin 库带有两个经过优化的驱动程序，GUIDRV\_Lin 和 GUIDRV\_FlexColor，覆盖了意法半导体 EVAL 板卡的所有嵌入式 LCD。

关于这些驱动程序在使用上的更多信息，请访问 Segger 的网站：

<http://www.segger.com>

一般来说，当需要支持新的 LCD 类型时，用户应检查是否已经支持相同的 LCD 控制器，然后必须更新已有的 LCDConf\_stm32xxx\_eval.c。

显示驱动程序还会调用另外一个 LCD\_X\_DisplayDriver() 函数，该函数有多种用途，比如在使用多重缓冲、平滑滚动或虚拟页面时需要用到。为了支持相应的任务，必须针对显示控制器对程序进行改编。

如果不支持所使用的显示控制器，用户只需要改编 Library\STemWinLibraryXYZ\Config 目录下的 GUIDRV\_Template.c 文件，即可轻松创建个性化的驱动程序。实际上，这个模板文件包含有显示驱动程序所需要用到的全部功能。需要适配改编的主要程序为 \_SetPixelIndex() 和 \_GetPixelIndex()。如果无法读取显示内容，应利用显示数据缓存来代替对 \_GetPixelIndex() 函数的调用。

### 3.1.3 GUI\_X.c 或 GUI\_X\_OS.c

- GUI\_X.c 用于单任务执行：

“单任务”是指仅在单一任务中使用 STemWin 的项目。主要用途是为 STemWin 提供时序基础。OS\_TimeMS 须每毫秒递增。

- GUI\_X\_OS.c 用于多任务执行：

如果在多任务系统中使用 STemWin，该文件包含更多用于同步任务的程序（为此，可使用 GUI\_X\_FreeRTOS.c 文件作为模板）。

## 3.2 GUI 初始化

为了初始化 STemWin 的内部数据结构和变量，应使用 GUI\_Init()。

请注意，在初始化 GUI 之前，应启用 CRC 模块（在 RCC 外设时钟使能寄存器中）。

如下所示的简单“Hello world”程序显示了这一初始化过程。

**“Hello world” 示例：**

```
void Main(void) {
    int xPos, yPos;

    RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_CRC, ENABLE);
    GUI_Init();

    xPos = LCD_GetXSize() / 2;
    yPos = LCD_GetYSize() / 3;
    GUI_SetFont(GUI_FONT_COMIC24B_ASCII);
    GUI_DispStringHCenterAt("Hello world!", xPos, yPos);
}
```

```
while(1);  
}
```

### 3.3 核心函数

#### 3.3.1 图像文件的显示

STemWin 目前支持 BMP、JPEG、GIF 和 PNG 等文件格式。程序库中包含有适用于这些格式的丰富 API（关于完整的文档说明，请参见 STemWin 用户手册）。各种图像类型所需的内存资源近似值如 [第 4 节：性能与内存开销](#) 所示。

#### 3.3.2 双向文本

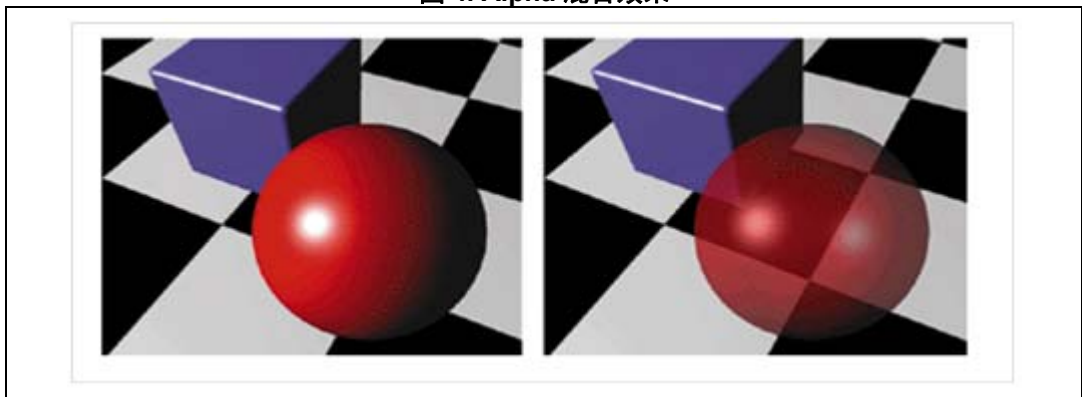
利用 STemWin 绘出阿拉伯文字或希伯来文字是相当轻易的事情，每个基于文本的功能均自动支持这些文字。该功能只需使用以下一次性命令即可启用：

```
GUI_UC_EnableBIDI()
```

#### 3.3.3 Alpha 混合

Alpha 混合是为了生成半透明效果，而将 alpha 通道与图像的其他图层相组合的一种方法（参见 [图 4](#)）。

图 4. Alpha 混合效果



用户可以利用以下命令来启用自动 alpha 混合功能：

```
GUI_EnableAlpha()
```

它还能给出 alpha 值，用于确定像素的可见程度以及背景的显示程度：

```
GUI_SetUserAlpha()
```

#### 3.3.4 子图和光标

子图是能够显示在画面中所有其它图形之上的一幅图像。

子图维护它所覆盖的画面区域。它可以随时移动，或者移除以恢复显示画面内容。通过使用多幅图像可以生成动画效果。

图 5. 动画光标

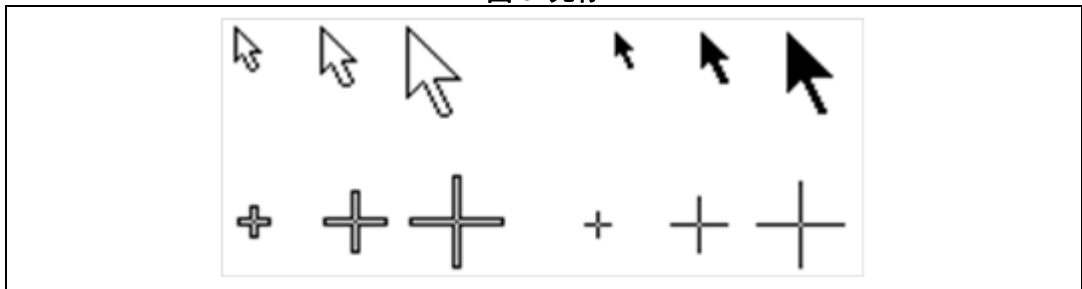


子图可以通过调用 GUI\_SPRITE\_CreateAnim() 而动画化（图 5）。

请注意，子图可以自动管理背景。

STemWin 还包含一个系统级光标（图 6），利用 GUI\_CURSOR\_SetAnim() 也可将光标设为动画。实际上基于子图的光标。

图 6. 光标



尽管光标一直存在，但默认处于隐藏状态。直到显示函数被调用之后，光标才变得可见（GUI\_CURSOR\_Show()），而当调用（GUI\_CURSOR\_Hide()）时，光标会再次隐藏。

### 3.4 内存设备

内存设备是绘图操作中独立于硬件的目标设备。

若已创建内存设备（通过调用 GUI\_MEMDEV\_Create()）并生效（通过调用 GUI\_MEMDEV\_Select()）则所有的绘图操作均在内存中执行。仅当完成所有操作之后，才会在画面上显示最终结果。该动作通过调用 GUI\_MEMDEV\_CopyToLCD() 来完成。

内存设备可用于：

- 避免（向显示器直接绘图而产生的）闪烁效果，
- 作为解压图像的容器，
- 用于旋转操作（GUI\_MEMDEV\_Rotate()）和缩放操作（图 7），
- 用于淡入淡出效果，
- 用于窗口动画，
- 用于透明效果。



图 7. 利用 memdev 实现缩放和旋转效果



由于内存设备需要使用大量内存空间（参见表 7 中的“内存设备”组件，如果有条件的话建议使用外部存储器。

### 3.5 抗锯齿

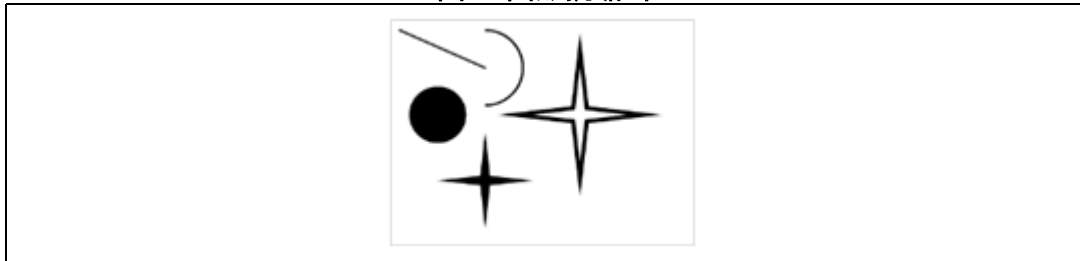
抗锯齿功能通过将背景颜色与前景颜色相“混合”的方法使曲线和对角线变得平滑。“混合”的作用是在对象与背景之间添加中间颜色来实现的。

#### 图形抗锯齿

STemWin 支持绘制以下抗锯齿图形：

- 文字（需要字体转换器来创建 AA 字体）
- 弧形（GUI\_AA\_DrawArc()）
- 圆形（GUI\_AA\_FillCircle()）
- 线条（GUI\_AA\_DrawLine()）
- 多边形（GUI\_AA\_DrawPolyOutline() 和 GUI\_AA\_FillPolygon()）

图 8. 图形抗锯齿



### 3.6 窗口管理器

窗口管理器的说明：

- 用于分层窗口结构的管理系统：
  - 每一层都有专属的桌面窗口。每个桌面窗口都具有用于子窗口的分层结构树。
- 基于回调机制的系统：
  - 通信功能基于事件驱动的回调机制。所有绘图操作均应在 WM\_PAINT 事件中完成。
- 小工具程序库的基础：
  - 所有小工具均是基于窗口管理器的功能。

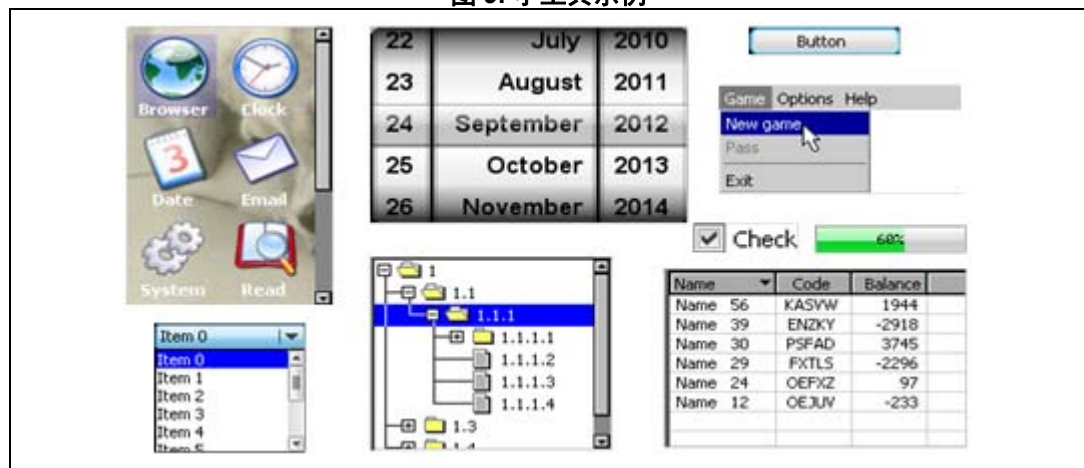
### 3.7 小工具程序库

小工具（窗口 + 小配件）是带有对象类型属性的窗口。它们都需要用到窗口管理器。

STemWin 程序库所提供的小工具可在以下网址找到：<http://www.segger.com>

创建了小工具之后，会将其视作窗口来对待。窗口管理器确保小工具在必要时能够正确显示（以及重绘）。

图 9. 小工具示例



#### 小工具的创建

仅须一行代码即可创建一个小工具。

创建小工具基本上有两种方式：

- 直接创建：

利用每个小工具现成的创建函数：

- `<WIDGET>_CreateEx()`：创建过程无需用户数据。
- `<WIDGET>_CreateUser()`：使用用户数据来创建小工具。

- 间接创建：

“间接”表示使用对话框创建函数和包含间接创建程序指针的

`GUI_WIDGET_CREATE_INFO` 结构体来创建小工具：

- `<WIDGET>_CreateIndirect()`：通过对话框创建函数来创建。

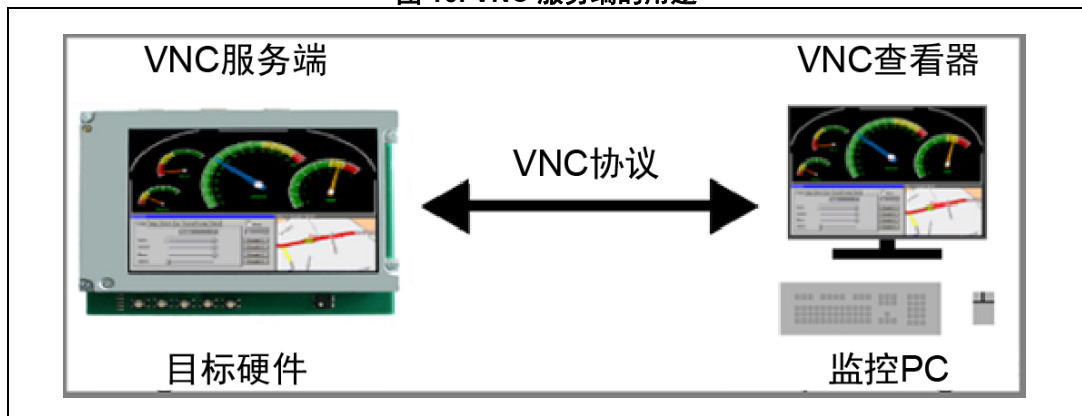
### 3.8 VNC 服务端

VNC 表示“虚拟网络计算 (Virtual Network Computing)”。VNC 服务端通过 TCP/IP 协议将嵌入式目标连接至 PC 机，该功能用于：

- 查看远程 PC 显示器上的 LCD 显示内容，
- 利用鼠标控制嵌入式环境。

换言之，嵌入式设备的显示内容可以在运行着 VNC 客户端（比如网络 PC）的机器屏幕上显示；鼠标和键盘可用于控制目标。

图 10. VNC 服务端的用途



### 3.8.1 要求

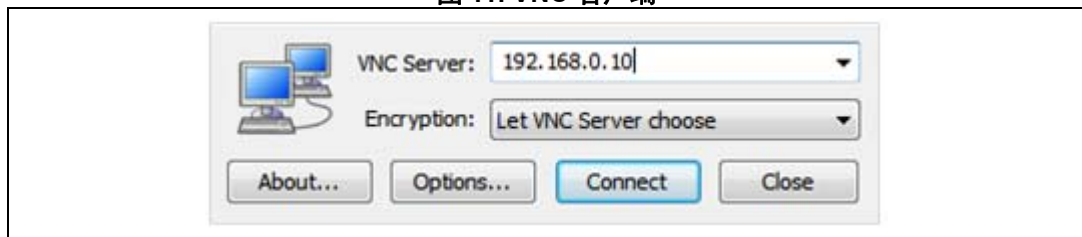
- 具备嵌入式以太网 IP 的 STM32 设备，比如 STM32F107xx、STM32F2x7xx 或 STM32F4x7xx。
- 目标机器应具备 TCP/IP 协议栈。在所交付的演示程序中采用的是 LwIP。
- VNC 服务端应运行于单独的线程。因此，emWin VNC 服务端应运行在多任务系统中。在本例中，演示程序包运行在 FreeRTOS 中。
- 监控 PC 上应具备 VNC 查看器（比如 RealVNC、TightVNC、UltraVNC...）。

### 3.8.2 过程说明

- 通过以太网线缆将目标硬件连接至网络（如需本地连接，则先连接到 PC）。
- 运行演示程序。
  - VNC\_Server\_task 是 Background\_Task 的一项子任务。
  - 硬件（LED、触摸屏、SRAM.....）和 GUI 初始化完毕后，会对 TCP/IP (LwIP) 协议栈进行初始化。
  - 然后调用 GUI\_VNC\_X\_StartServer() 用于：
    - a) 初始化 VNC 上下文并将其连接到一个层级上，
    - b) 创建 VNC 服务端任务，监听 5900 端口，直至检测到接入连接，然后运行实际的服务端（通过调用 GUI\_VNC\_Process()）。
- 如果启用 DHCP（“#define USE\_DHCP” in main.h）：
  - 等待 DHCP 服务器分配 IP 地址；信息会显示在“VNC 服务端”页面（紧接在“Intro（介绍）”页面之后）。
  - 如果无法检索到任何 IP 地址（DHCP 超时），便会分配并显示预定义的静态 IP 地址。
- 如果 DHCP 被禁用（或者 DHCP 超时）：
  - 等待显示静态 IP 地址。
  - 利用目标硬件中的同级地址来配置 PC 的 IP 地址和子网掩码。
- 启动 VNC 查看器。
  - 连接至目标硬件的 IP 地址（参见 [图 11](#)）。
  - 演示程序便会显示在 PC 上。
- 利用 VNC 查看器，用户可以：
  - 在显示器上查看所运行的演示程序（实时流数据）；
  - 在 PC 上控制目标硬件（利用鼠标）；
  - 对演示程序进行截图（比如用于指南介绍）。

**注：** 断开与重连查看器与服务端之间的连接，并不会丢失任何数据。

图 11. VNC 客户端



### 3.9 字体

STemWin 程序库中包含最为常见的字体作为标准字体包。所有字体包均包含 ASCII 字符集，大部分字体包还包含 ISO 8859-1 字符。

嵌入字体的完整清单如下所示（摘自 GUI.h）。

注：STemWin 程序库的默认字体为 GUI\_Font6x8。

#### STemWin 库中包含的字体

```
//
// 比例字体
//
#define GUI_FONT_8_ASCII           &GUI_Font8_ASCII
#define GUI_FONT_8_1               &GUI_Font8_1
#define GUI_FONT_10S_ASCII        &GUI_Font10S_ASCII
#define GUI_FONT_10S_1            &GUI_Font10S_1
#define GUI_FONT_10_ASCII         &GUI_Font10_ASCII
#define GUI_FONT_10_1             &GUI_Font10_1
#define GUI_FONT_13_ASCII         &GUI_Font13_ASCII
#define GUI_FONT_13_1             &GUI_Font13_1
#define GUI_FONT_13B_ASCII        &GUI_Font13B_ASCII
#define GUI_FONT_13B_1            &GUI_Font13B_1
#define GUI_FONT_13H_ASCII        &GUI_Font13H_ASCII
#define GUI_FONT_13H_1            &GUI_Font13H_1
#define GUI_FONT_13HB_ASCII       &GUI_Font13HB_ASCII
#define GUI_FONT_13HB_1           &GUI_Font13HB_1
#define GUI_FONT_16_ASCII         &GUI_Font16_ASCII
#define GUI_FONT_16_1             &GUI_Font16_1
#define GUI_FONT_16_HK            &GUI_Font16_HK
#define GUI_FONT_16_1HK          &GUI_Font16_1HK
#define GUI_FONT_16B_ASCII        &GUI_Font16B_ASCII
#define GUI_FONT_16B_1            &GUI_Font16B_1
#define GUI_FONT_20_ASCII         &GUI_Font20_ASCII
#define GUI_FONT_20_1             &GUI_Font20_1
#define GUI_FONT_20B_ASCII        &GUI_Font20B_ASCII
#define GUI_FONT_20B_1            &GUI_Font20B_1
#define GUI_FONT_24_ASCII         &GUI_Font24_ASCII
#define GUI_FONT_24_1             &GUI_Font24_1
#define GUI_FONT_24B_ASCII        &GUI_Font24B_ASCII
#define GUI_FONT_24B_1            &GUI_Font24B_1
#define GUI_FONT_32_ASCII         &GUI_Font32_ASCII
#define GUI_FONT_32_1             &GUI_Font32_1
#define GUI_FONT_32B_ASCII        &GUI_Font32B_ASCII
#define GUI_FONT_32B_1            &GUI_Font32B_1

//
```

```

// 比例字体，有框架
//
#define GUI_FONT_20F_ASCII      &GUI_Font20F_ASCII

//
// 等宽字体
//
#define GUI_FONT_4X6            &GUI_Font4x6
#define GUI_FONT_6X8            &GUI_Font6x8
#define GUI_FONT_6X8_ASCII     &GUI_Font6x8_ASCII
#define GUI_FONT_6X8_1         &GUI_Font6x8_1
#define GUI_FONT_6X9            &GUI_Font6x9
#define GUI_FONT_8X8            &GUI_Font8x8
#define GUI_FONT_8X8_ASCII     &GUI_Font8x8_ASCII
#define GUI_FONT_8X8_1         &GUI_Font8x8_1
#define GUI_FONT_8X9            &GUI_Font8x9
#define GUI_FONT_8X10_ASCII    &GUI_Font8x10_ASCII
#define GUI_FONT_8X12_ASCII    &GUI_Font8x12_ASCII
#define GUI_FONT_8X13_ASCII    &GUI_Font8x13_ASCII
#define GUI_FONT_8X13_1        &GUI_Font8x13_1
#define GUI_FONT_8X15B_ASCII   &GUI_Font8x15B_ASCII
#define GUI_FONT_8X15B_1       &GUI_Font8x15B_1
#define GUI_FONT_8X16          &GUI_Font8x16
#define GUI_FONT_8X17          &GUI_Font8x17
#define GUI_FONT_8X18          &GUI_Font8x18
#define GUI_FONT_8X16X1X2      &GUI_Font8x16x1x2
#define GUI_FONT_8X16X2X2      &GUI_Font8x16x2x2
#define GUI_FONT_8X16X3X3      &GUI_Font8x16x3x3
#define GUI_FONT_8X16_ASCII    &GUI_Font8x16_ASCII
#define GUI_FONT_8X16_1        &GUI_Font8x16_1

//
// 数字
//
#define GUI_FONT_D24X32        &GUI_FontD24x32
#define GUI_FONT_D32           &GUI_FontD32
#define GUI_FONT_D36X48        &GUI_FontD36x48
#define GUI_FONT_D48           &GUI_FontD48
#define GUI_FONT_D48X64        &GUI_FontD48x64
#define GUI_FONT_D64           &GUI_FontD64
#define GUI_FONT_D60X80        &GUI_FontD60x80
#define GUI_FONT_D80           &GUI_FontD80

//
// 漫画字体

```

```
//
#define GUI_FONT_COMIC18B_ASCII &GUI_FontComic18B_ASCII
#define GUI_FONT_COMIC18B_1      &GUI_FontComic18B_1
#define GUI_FONT_COMIC24B_ASCII &GUI_FontComic24B_ASCII
#define GUI_FONT_COMIC24B_1      &GUI_FontComic24B_1
```

大多数情况下，这些字体已经够用。然而在有需要的情况下，STemWin 还可以支持多种外部字体格式：

- 系统独立字体 (SIF) 格式
- 外部位图字体 (XBF) 格式
- TrueType 字体 (TTF) 格式

为此，STemWin 库包含丰富的字体 API。参见 [表 4](#)。

表 4. 字体 API

程序	说明
<b>与字体函数有关的 C 语言文件</b>	
GUI_SetDefaultFont()	设置默认字体。
GUI_SetFont()	设置当前字体。
<b>与字体函数有关的 'SIF' 文件</b>	
GUI_SIF_CreateFont()	通过传递指针至系统独立字体数据，来创建和选择字体。
GUI_SIF_DeleteFont()	通过 GUI_SIF_CreateFont() 来删除先前所创建的字体。
<b>与字体函数有关的 'TTF' 文件</b>	
GUI_TTF_CreateFont()	根据 TTF 字体文件创建 GUI 字体。
GUI_TTF_DestroyCache()	删除 TTF 引擎中的缓存。
GUI_TTF_Done()	释放 TTF 引擎的所有动态分配内存。
GUI_TTF_GetFamilyName()	返回字体的系列名称。
GUI_TTF_GetStyleName()	返回字体的样式名称。
GUI_TTF_SetCacheSize()	用于设置 TTF 缓存的默认大小。
<b>与字体函数有关的 'XBF' 文件</b>	
GUI_XBF_CreateFont()	通过传递指针至回调函数，从 XBF 字体文件中提取数据，从而创建和选择字体。
GUI_XBF_DeleteFont()	通过 GUI_XBF_CreateFont() 来删除先前所创建的字体。
<b>常见的字体相关函数</b>	
GUI_GetCharDistX()	返回当前字体特定字符的宽度方向像素（X 方向大小）。
GUI_GetFont()	返回指向当前选中字体的指针。
GUI_GetFontDistY()	返回当前字体的 Y 方向间隔。
GUI_GetFontInfo()	返回包含字体信息的结构体。
GUI_GetFontSizeY()	返回当前字体的高度方向像素（X 方向大小）。
GUI_GetLeadingBlankCols()	返回给定字符前方空白的像素数。

表 4. 字体 API（续）

程序	说明
GUI_GetStringDistX()	返回采用当前字体的一段文本在 X 方向的尺寸。
GUI_GetTextExtend()	计算采用当前字体的一段文本的尺寸。
GUI_GetTrailingBlankCols()	返回给定字符后方空白的像素数。
GUI_GetYDistOfFont()	返回特定字体的 Y 方向间隔。
GUI_GetYSizeOfFont()	返回特定字体的 Y 方向尺寸。
GUI_IsInFont()	评估某具体字符是否属于特定字体。
GUI_SetDefaultFont()	设置 GUI_Init() 所使用的默认字体。

3.10 GUIBuilder

GUIBuilder 是一个能够轻松创建对话的工具；与编写源代码不同，用户可以通过鼠标拖放来放置小工具以及设置小工具大小。可通过弹出菜单添加的其它属性。编辑小工具的属性可以进行微调。

GUIBuilder 可以生成对话的 C 代码，既可定制化设置，也可以集成到项目当中。

图 12. GUIBuilder 应用





### 3.10.1 GUIBuilder 的基本使用

- 首先从 FRAMEWIN 或 WINDOW 小工具开始：只有这些小工具才能作为对话的父窗口。
- 将小工具放置在父窗口中：通过移动鼠标和 / 或编辑属性窗口中的属性，可以放置小工具以及调整大小。
- 配置小工具：弹出菜单显示了可用的选项。
- 保存对话：每个对话会保存在单独文件中。文件名会根据父窗口的名称而自动生成。

### 3.10.2 创建程序

利用 GUIBuilder 创建的文件中包含对话的创建程序。程序名称中包含父窗口的名称：  
WM\_HWIN Create<WindowName>(void) ;

只须简单地调用以下程序即可创建对话：

```
hWin = CreateFramewin();
```

### 3.10.3 用户自定义代码

所生成的代码包含一对注释，用户代码可添加到注释之间。为了让 GUIBuilder 能够回读该文件，必须将代码添加到这些注释之间。

*注：把代码添加到用户代码注释以外的区域，会使得 GUIBuilder 无法读出文件中的内容。*

### 3.10.4 回调程序

回调程序是所生成文件的主要组成部分。回调函数中一般包含以下消息句柄：

- WM\_INIT\_DIALOG

创建对话的所有小工具之后，立即在此完成小工具的初始化。用户代码区域可用于添加更多初始化代码。

- WM\_NOTIFY\_PARENT

含有待添加用户代码的（空）消息句柄。小工具的每一条通知消息，都对应一个消息句柄。可为通知消息添加更多反应动作。

## 4性能与内存开销

### 4.1 LCD 驱动程序性能

表 5 列出一组用于测试显示驱动程序性能的测试。

表 5. 速度测试列表

测试名称	说明
测试 1：填充	测量填充速度。在 64 * 64 像素的区域内填充不同颜色。
测试 2：小字体	测量小字符的输出速度。在 60 * 64 像素的区域内填充小字符文本。
测试 3：大字体	测量大字符的输出速度。在 65 * 48 像素的区域内填充大字符文本。
测试 4：1 bpp 位图	测量 1 bpp 位图的填充速度。在 58 * 8 像素的区域内填充 1 bpp 位图。
测试 5：2 bpp 位图	测量 2 bpp 位图的填充速度。在 32 * 11 像素的区域内填充 2 bpp 位图。
测试 6：4 bpp 位图	测量 4 bpp 位图的填充速度。在 32 * 11 像素的区域内填充 4 bpp 位图。
测试 7：8 bpp 位图	测量 8 bpp 位图的填充速度。在 32 * 11 像素的区域内填充 8 bpp 位图。
测试 8：16 bpp 位图	测量 16 bpp 位图的填充速度。在 64 * 8 像素的区域内填充 16 bpp 位图。

分别采用 FlexColor 和 Lin 驱动程序在 STM324xG-EVAL 和 STM324x9I-EVAL 板卡上进行测试。

测试结果如 表 6 所示。

表 6. FlexColor 和 Lin 驱动程序的速度测试

测试名称	FlexColor	Lin
测试 1：填充	7.48 M	73.47 M
测试 2：小字体	1.57 M	4.16 M
测试 3：大字体	2.35 M	5.96 M
测试 4：1bpp 位图	3.23 M	8.81 M
测试 5：2bpp 位图	2.28 M	6.29 M
测试 6：4bpp 位图	2.22 M	6.13 M
测试 7：8bpp 位图	1.17 M	9.71 M
测试 8：16bpp 位图	0.57 M	4.55 M

M= 百万像素 / 秒

## 4.2 STemWin 内存开销

STemWin 的适用范围非常广泛，主要取决于应用程序以及所使用的功能。下一小节将列出各个模块的内存要求，以及示例应用程序的内存要求。

下表显示 STemWin 主要部件的内存要求。这些数值很大程度上依赖于编译器选项、编译器版本以及所采用的 CPU。请注意，所列数值是各个模块基本功能的要求。

表 7. 模块的内存开销

元件	ROM	RAM	说明
窗口管理器	6.2 KB	2.5 KB	使用窗口管理器时，基本应用的附加内存要求。
内存设备	4.7 KB	7 KB	使用内存设备时，基本应用的附加内存要求。
抗锯齿	4.5 KB	2 * LCD_XSIZE	抗锯齿软件项的附加内存要求。
驱动	2 – 8 KB	20 字节	驱动程序的内存要求取决于已配置的驱动程序以及是否使用数据缓存。使用数据缓存时，驱动程序需要更多的 RAM 空间。
多层	2 – 8 KB	-	对于多层或多显配置，每增加一层都需要消耗额外的内存空间，因为每一层都需要专属的驱动程序。
核心	5.2 KB	80 字节	不使用其它软件项时，典型应用的内存要求。
JPEG	12 KB	38 KB	绘制 JPEG 文件的基本程序。
GIF	3.3 KB	17 KB	绘制 GIF 文件的基本程序。
子图	4.7 KB	16 字节	绘制子图和光标的程序。
字体	1 – 4 KB	-	取决于所使用的字体大小。

表 8. 小工具内存开销

元件	ROM	RAM	说明
按钮	1 KB	40 字节	*1
复选框	1 KB	52 字节	*1
下拉菜单	1.8 KB	52 字节	*1
编辑控件	2.2 KB	28 字节	*1
窗口框架	2.2 KB	12 字节	*1
图形	2.9 KB	48 字节	*1
GRAPH_DATA_XY	0.7 KB	-	*1
GRAPH_DATA_YT	0.6 KB	-	*1
标头	2.8 KB	32 字节	*1
列表框	3.7 KB	56 字节	*1
列表视图	3.6 KB	44 字节	*1
菜单	5.7 KB	52 字节	*1
多编辑控件	7.1 KB	16 字节	*1
多页	3.9 KB	32 字节	*1
进度条	1.3 KB	20 字节	*1
单选按钮	1.4 KB	32 字节	*1
滚动条	2 KB	14 字节	*1
滑动条	1.3 KB	16 字节	*1
文字	1 KB	16 字节	*1
日历	0.6 KB	32 字节	*1

# 5 FAQ（常见问题）

本章节收集了关于 STemWin 库包最常见的用户问题，并提供一些解决方案和参考信息。

表 9. FAQs

编号	问题	回答 / 解决方案
1	包内含有所有 STemWin 功能吗？	是 所交付的锁定的二进制文件在编译阶段已经使能了所有的功能。
2	STemWin 库该如何配置（在生成二进制文件过程中）？	<p>使用 GUIConf.h（位于 Libraries\STemWinLibrary\XYZ\Config\ 目录下）文件来生成 STemWin 二进制文件。</p> <p>文件内容如下所示：</p> <pre>#define GUI_NUM_LAYERS (2) #define GUI_DEFAULT_FONT &amp;GUI_Font6x8 #define GUI_SUPPORT_TOUCH (1) #define GUI_SUPPORT_MOUSE (1) #define GUI_SUPPORT_UNICODE (1) #define GUI_WINSUPPORT (1) #define GUI_SUPPORT_MEMDEV (1) #define GUI_SUPPORT_AA (1) #define WM_SUPPORT_STATIC_MEMDEV (1)</pre>
3	交付的二进制文件会不会太庞大？	否 取决于具体应用。编译器仅考虑从外部函数所调用的部分；因此，未使用的资源不会包含在最终应用程序当中。
4	如何支持新的 LCD 控制器？	<p>为了支持任意类型的 LCD 控制器，用户需要实现两个配置文件：</p> <p>LCDConf.c/.h</p> <p>GUIConf.c/.h</p> <p><a href="#">第 3.1 节</a> 详细描述了这些文件的内容。</p>
5	强制使用 FreeRTOS 操作系统吗？	否 可以使用任何其它操作系统。但需要对应的 GUI_X_OS.c 文件（参见 <a href="#">第 3.1.3 节</a> ）。
6	项目编译时没有报错，但运行应用程序时没有显示输出。	<p>这个问题可能由以下原因产生：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>堆栈过小。</li> <li>显示控制器初始化出错。</li> <li>显示接口配置出错。</li> </ul>

## 6 版本历史

表 10. 文档版本历史

日期	版本	变更
2013 年 7 月 19 日	1	初始版本。
2014 年 2 月 7 日	2	- 使用 STemWin 通用版本 (XYZ)。 - 支持 STM324x9I- EVAL 板卡。
2014 年 3 月 20 日	3	- 添加对 STM32CubeF2 和 STM32CubeF4 的引用
2014 年 6 月 25 日	4	在可用软件中添加 STM32CubeF3。

表 11. 中文文档版本历史

日期	版本	变更
2015 年 12 月 29 日	1	中文初始版本。

**重要通知 - 请仔细阅读**

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2015 STMicroelectronics - 保留所有权利 2015