

2017

Microchip 第十八届

# 中国技术精英年会

嵌入式控制工程师的盛会

## C18L07 GFX12

### Microchip 32位MCU/MPU图形解决方案介绍



2017

Microchip 第十八届

# 中国技术精英年会

嵌入式控制工程师的盛会

## 第I部分

# 通过MPLAB® Harmony图形 设计器套件进行PIC32图形开 发



# 图形应用现状



- LCD与LED以及分段式LCD显示屏
- 兼具美观性、低成本和低功耗优点的UI体验
- 支持图形功能的设备无处不在
  - 手机、可穿戴设备、平板电脑、数字电表、遥控器、家电、工业设备和白色家电



# 课程目标

**学习完本课程后，您将了解...**

- **如何利用图形设计器套件来设计和创建嵌入式图形应用**
- **如何在应用中实现多语言支持**

# 课程安排

- **MPLAB® Harmony图形2.0协议栈简介**
- **演示1：创建图形应用程序**
- **MPLAB® Harmony图形设计器概览**
- **MPLAB® Harmony图形图像和字体管理**
- **MPLAB®图形代码生成器和资产转换器**
- **演示2：资产管理和多语言**
- **演示3：将图形连接到事件**
- **演示4：运用专业的现代美学**

# MPLAB® HARMONY图形2.0

## 简介

# 图形2.0协议栈

## 层用途

Harmony图形协议栈的  
用户界面设计和库配置

图形代码和资源生成

应用程序生成

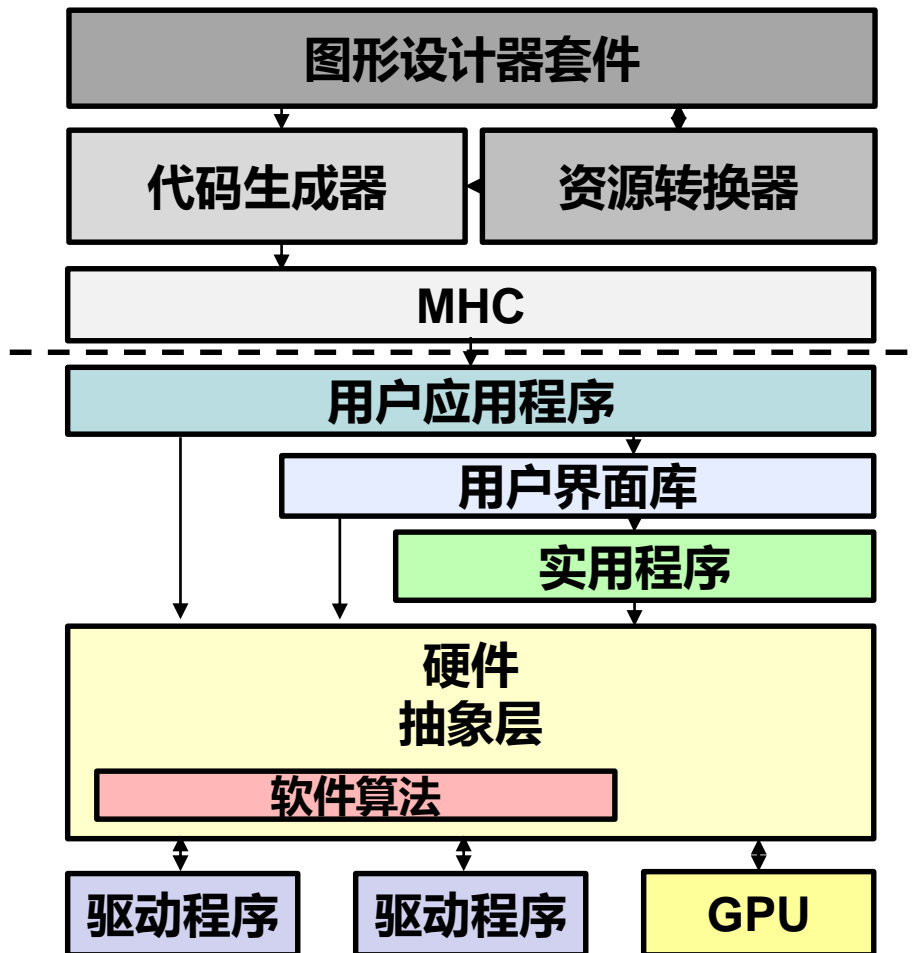
用户交互层

图像和字体解码

绘制状态和帧缓冲区管理

软件或硬件绘制逻辑

图形或LCD控制器接口



# 本课程使用的开发工具

- **DM320005-5**

- 多媒体扩展板MEB II



- **DM320008**

- 带外部DRAM ( DA ) 的PIC32MZ嵌入式图形入门工具包



- **软件**

- MPLAB® Harmony v2.03b
- MPLAB® X IDE ( v3.61 )
- MPLAB® XC32 ( v1.43 )





# 演示1：创建图形应用程序

# 演示1



目标：

使用MPLAB® Harmony图形设计器创建一个支持触摸功能的启动画面，作为GUI驱动型应用程序的第一部分。



# 演示1



结论：

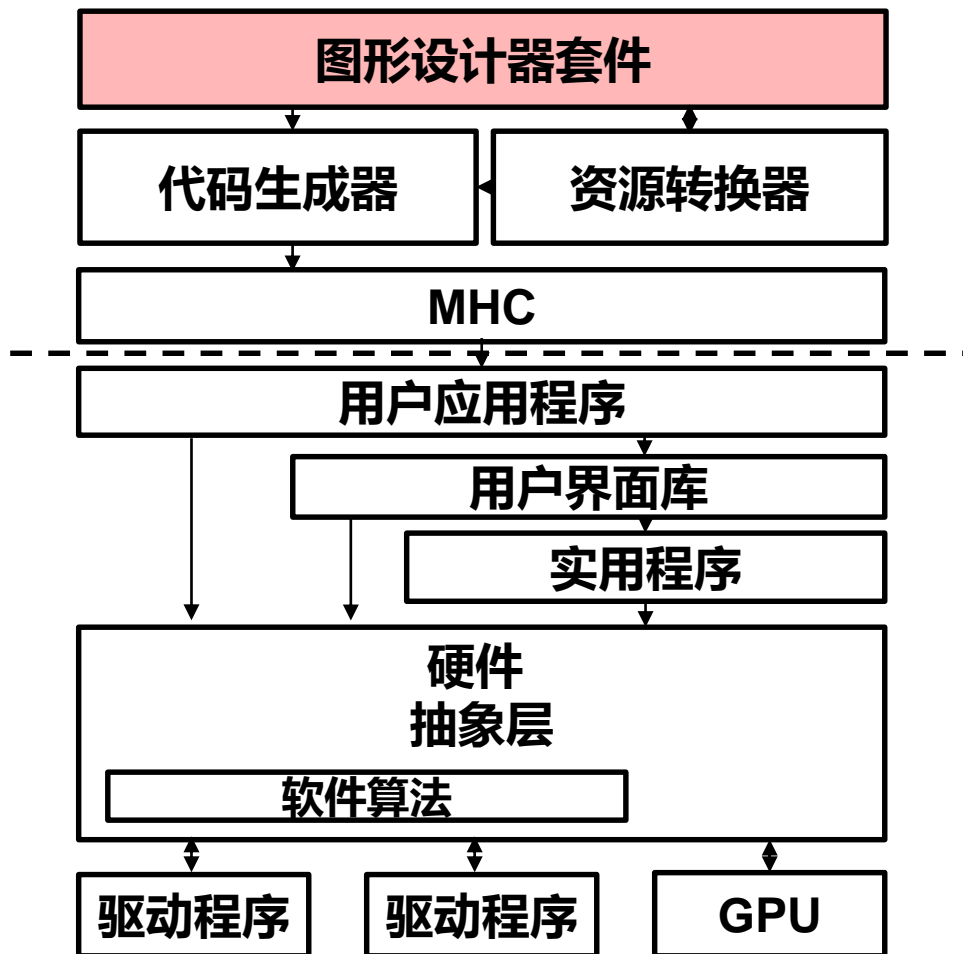
现在我们已经创建了一个基本的图形应用程序，  
接下来详细探讨MPLAB® Harmony图形协议栈。



# MPLAB® HARMONY图形设计器 套件

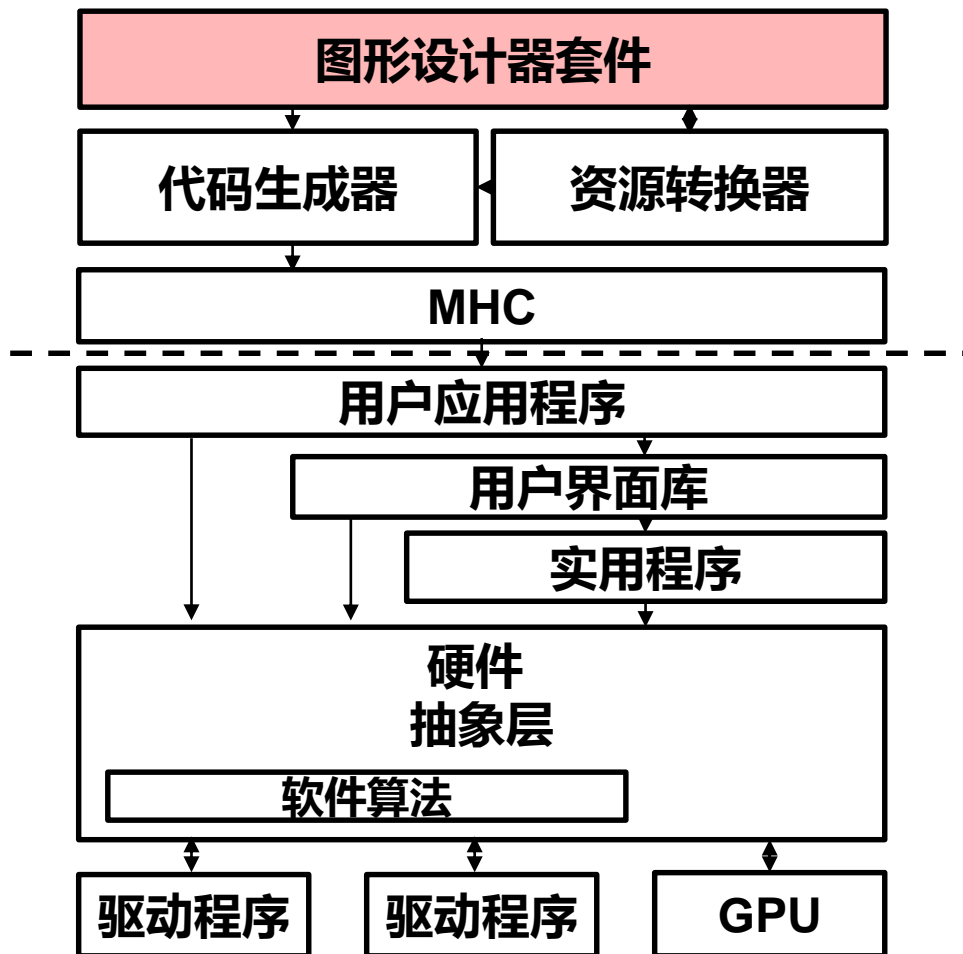
# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器

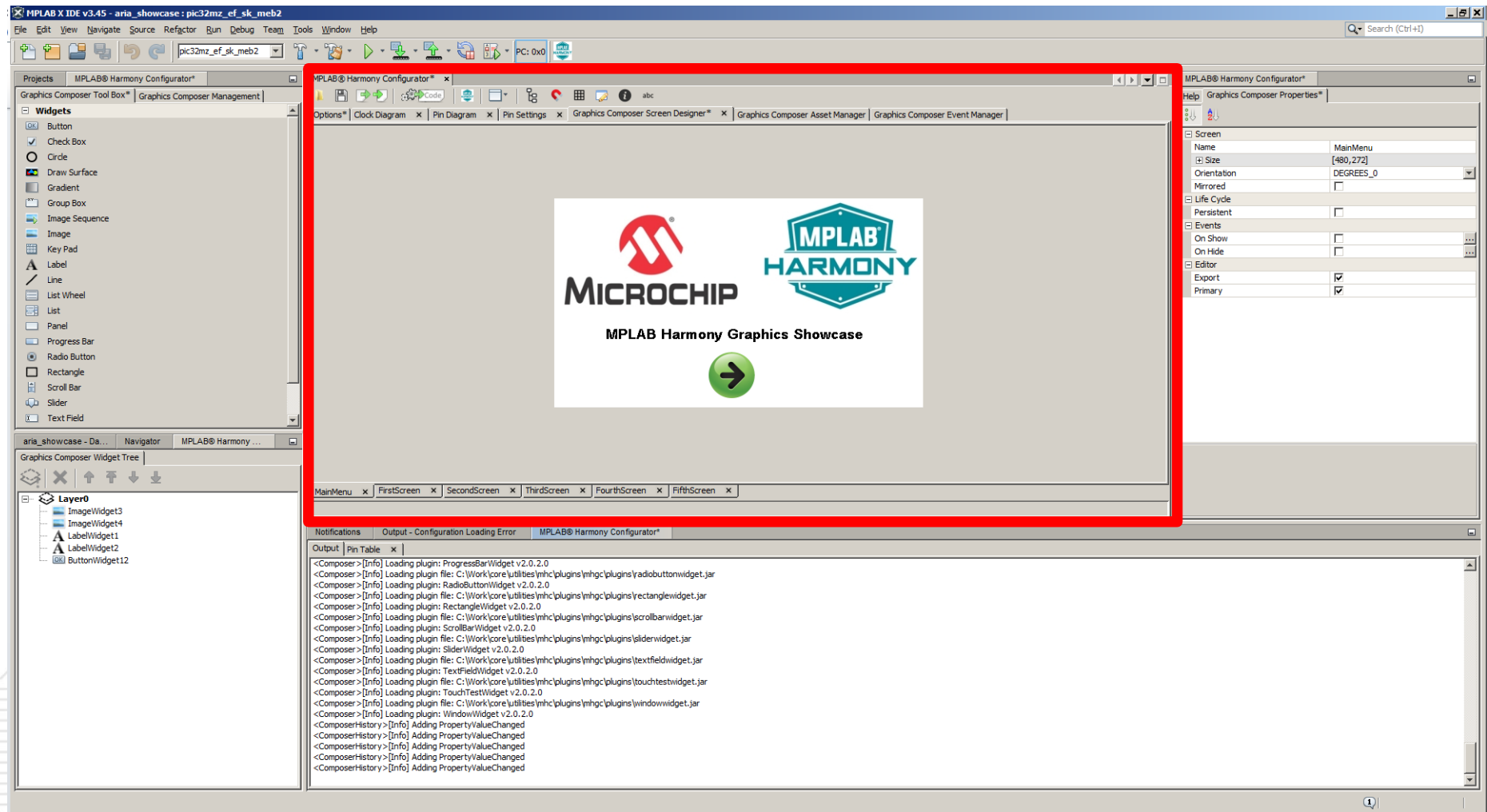


# 图形设计器套件

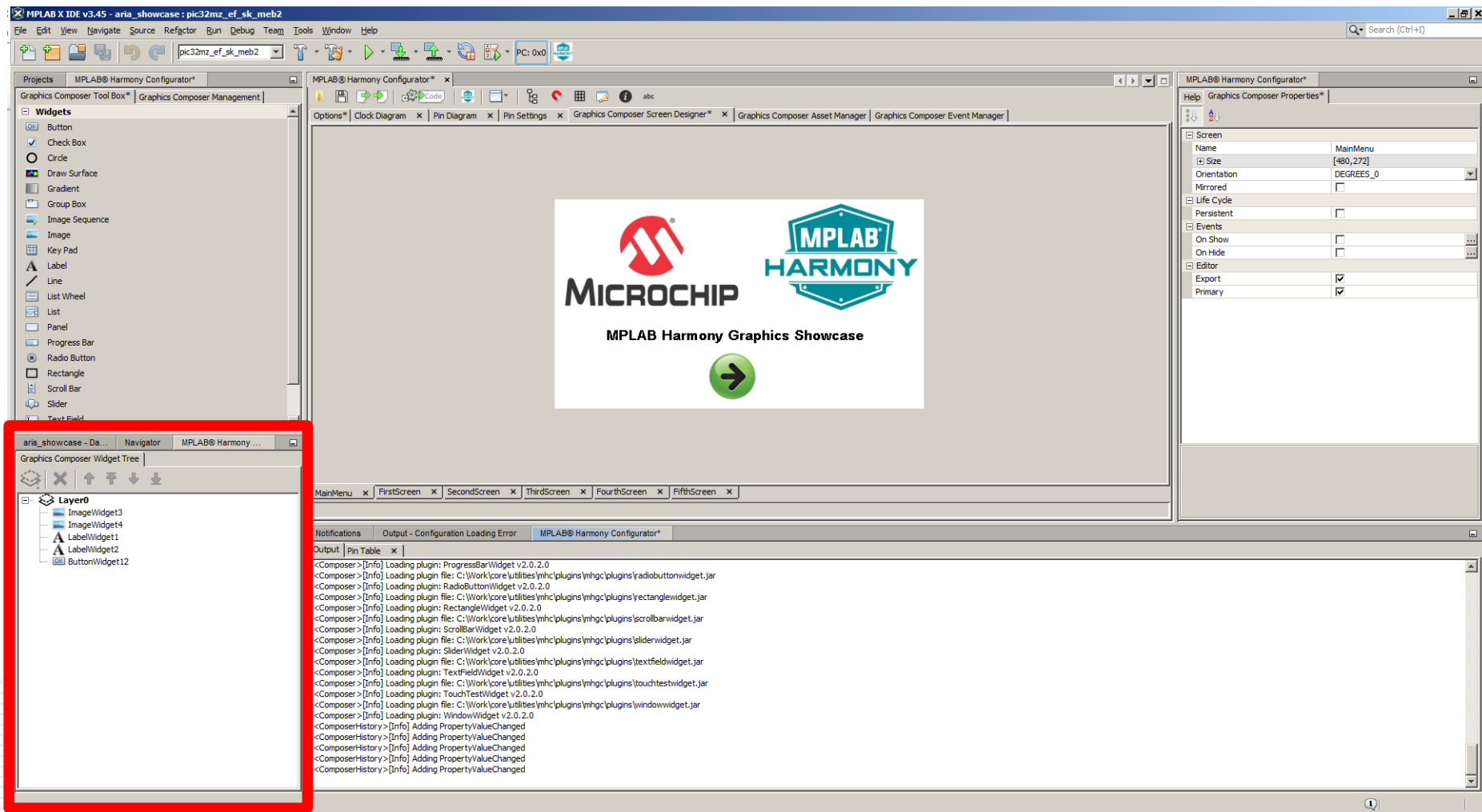
- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器



# 主窗口

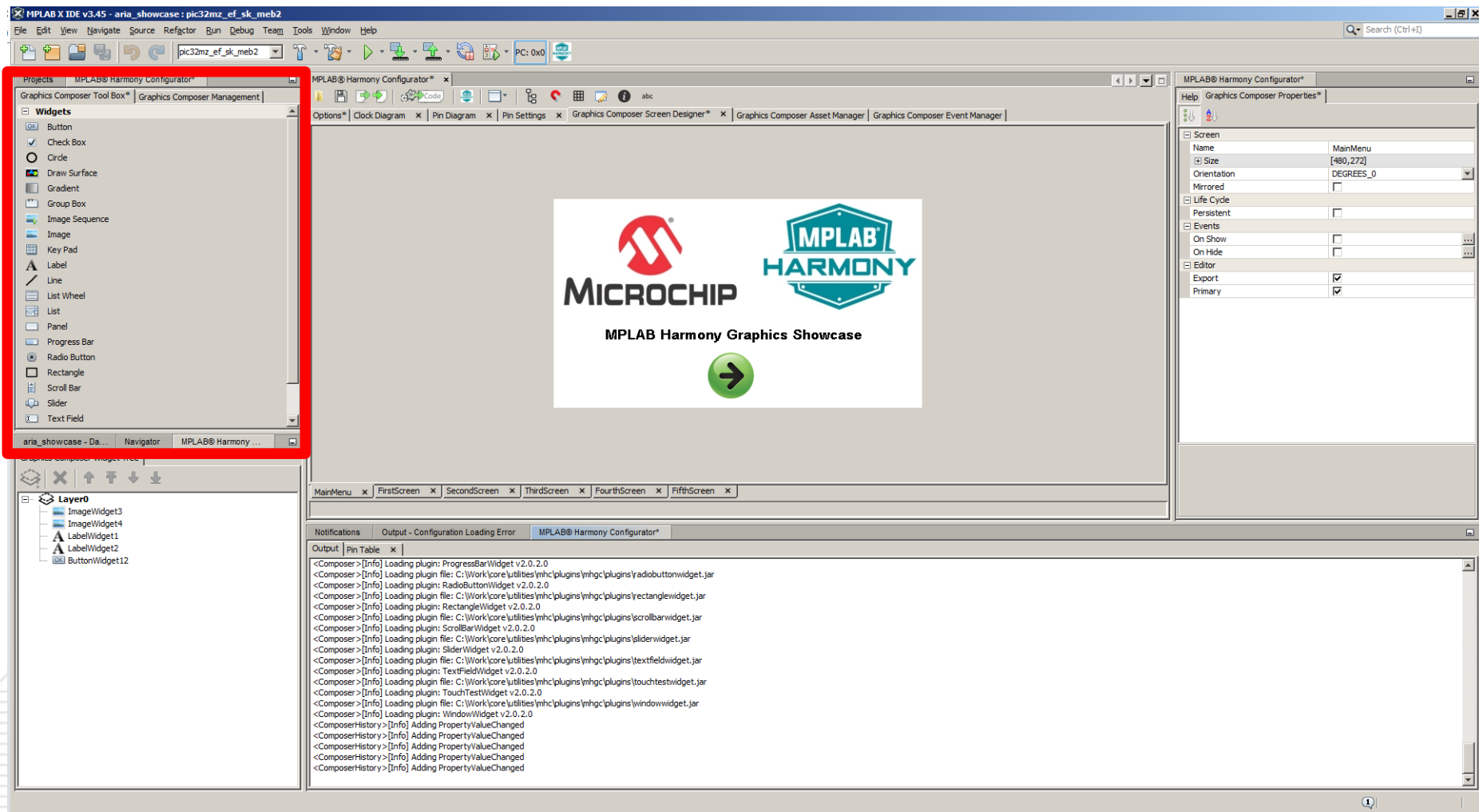


# 控件树

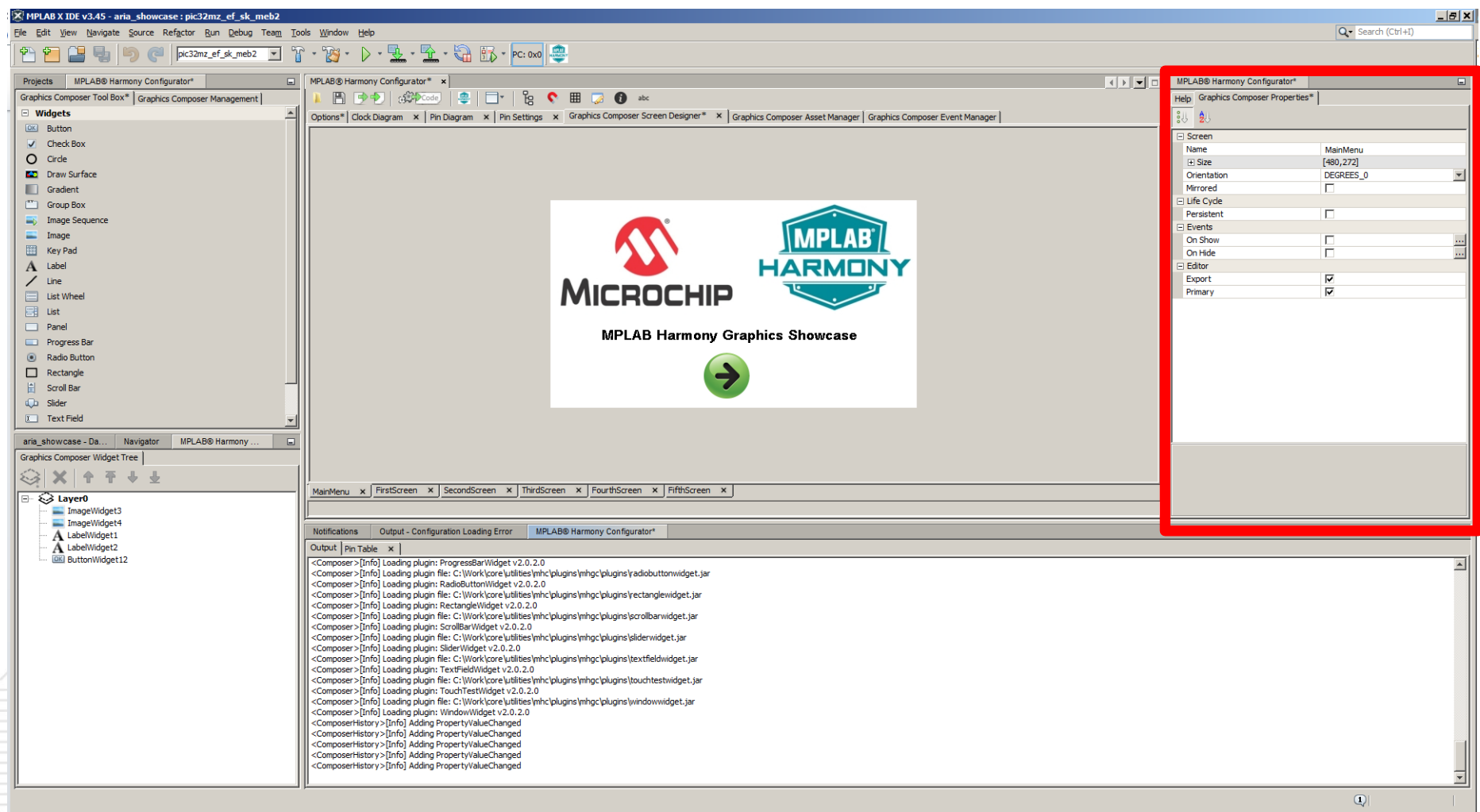




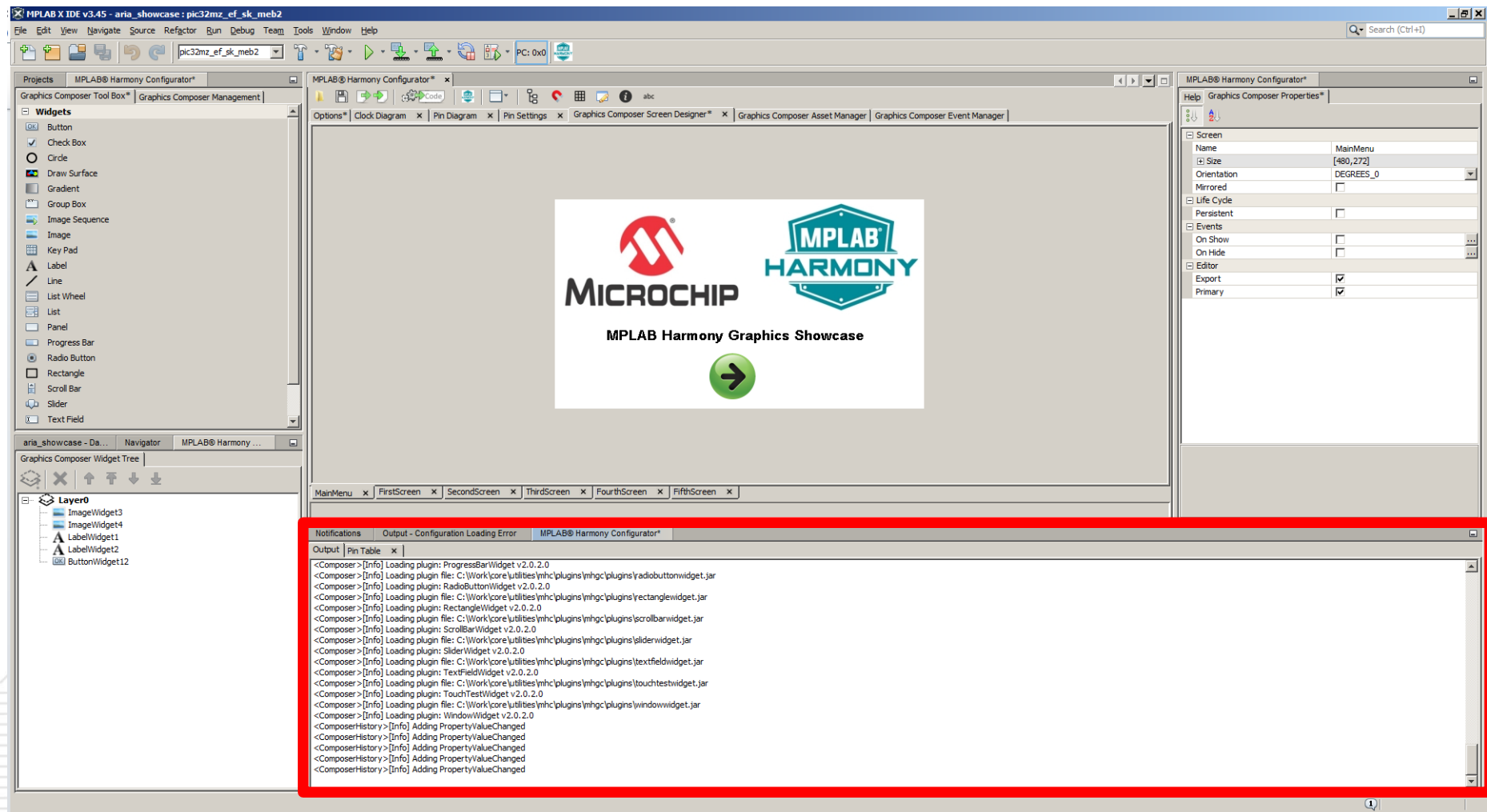
# 工具箱/项目管理



# 属性

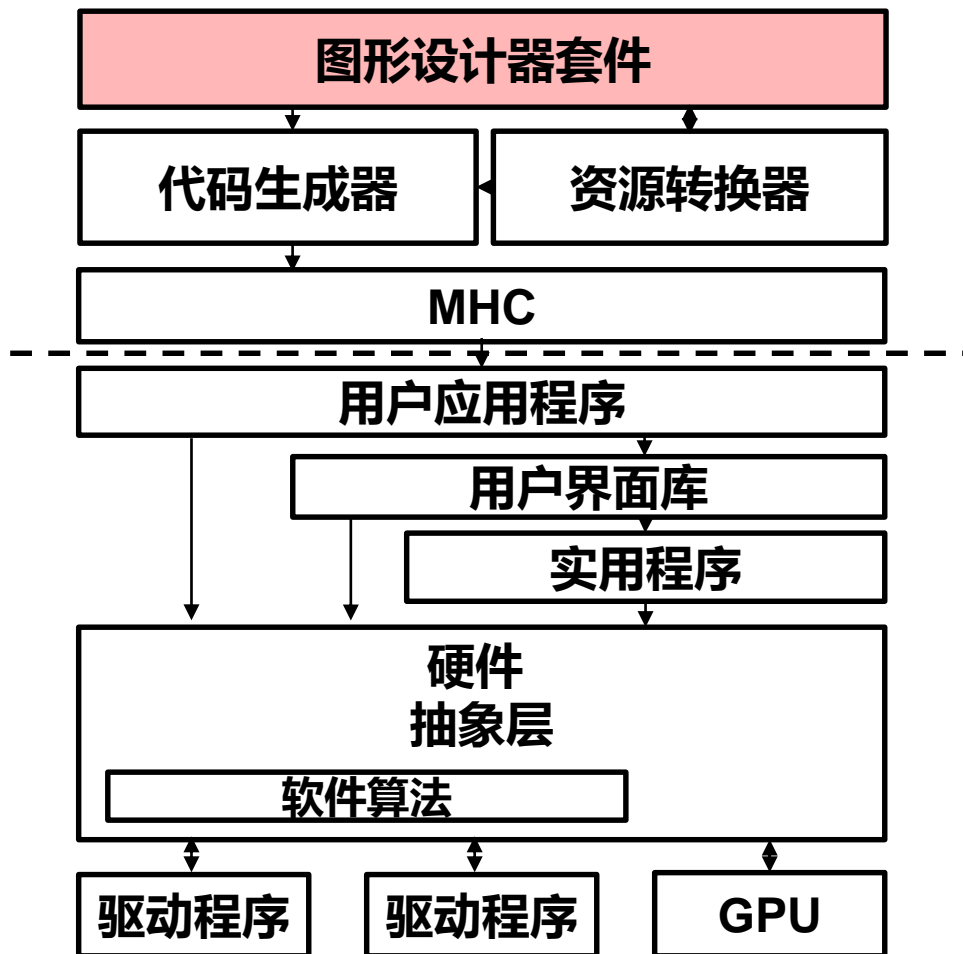


# 输出窗口

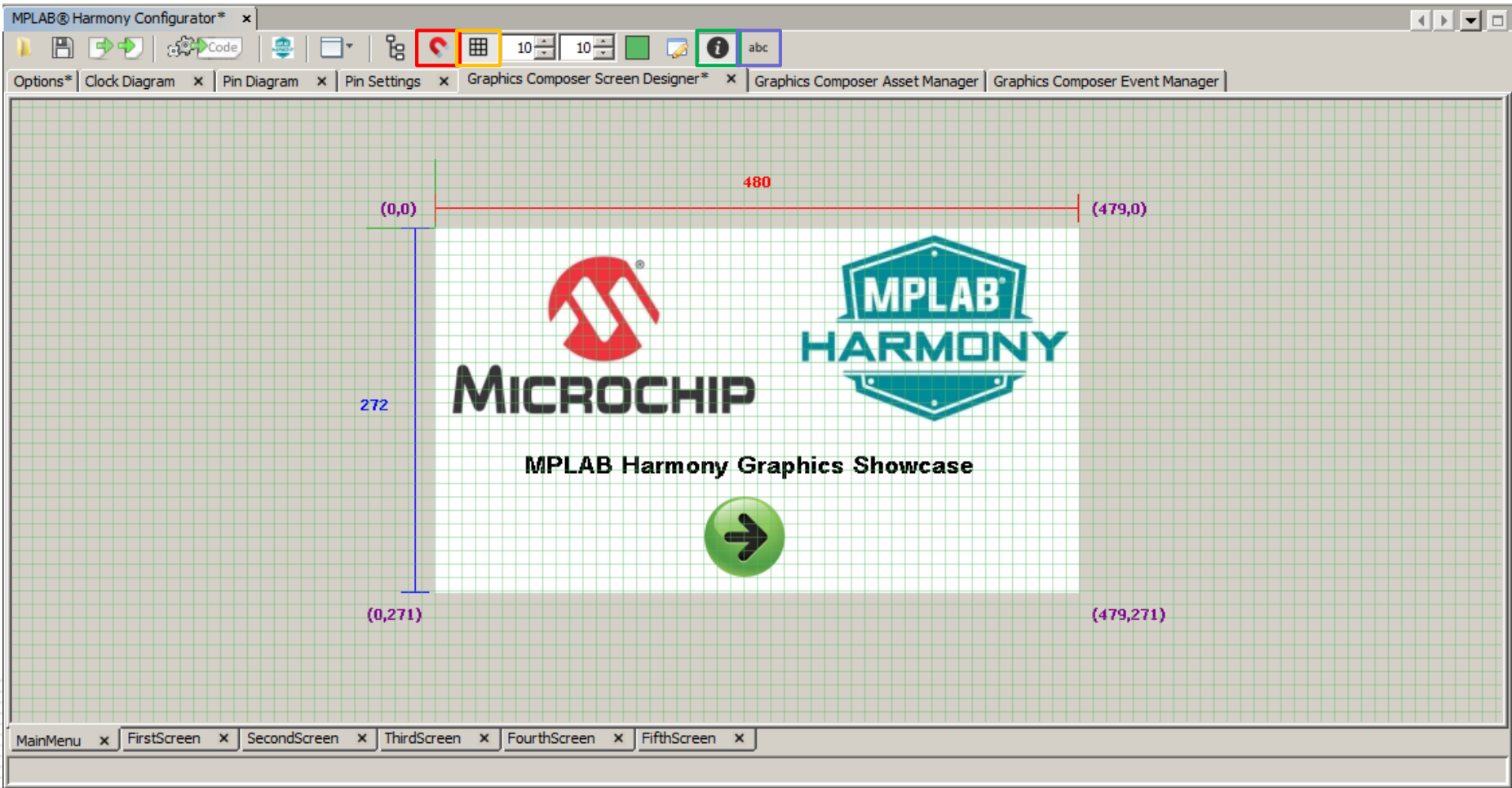


# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器

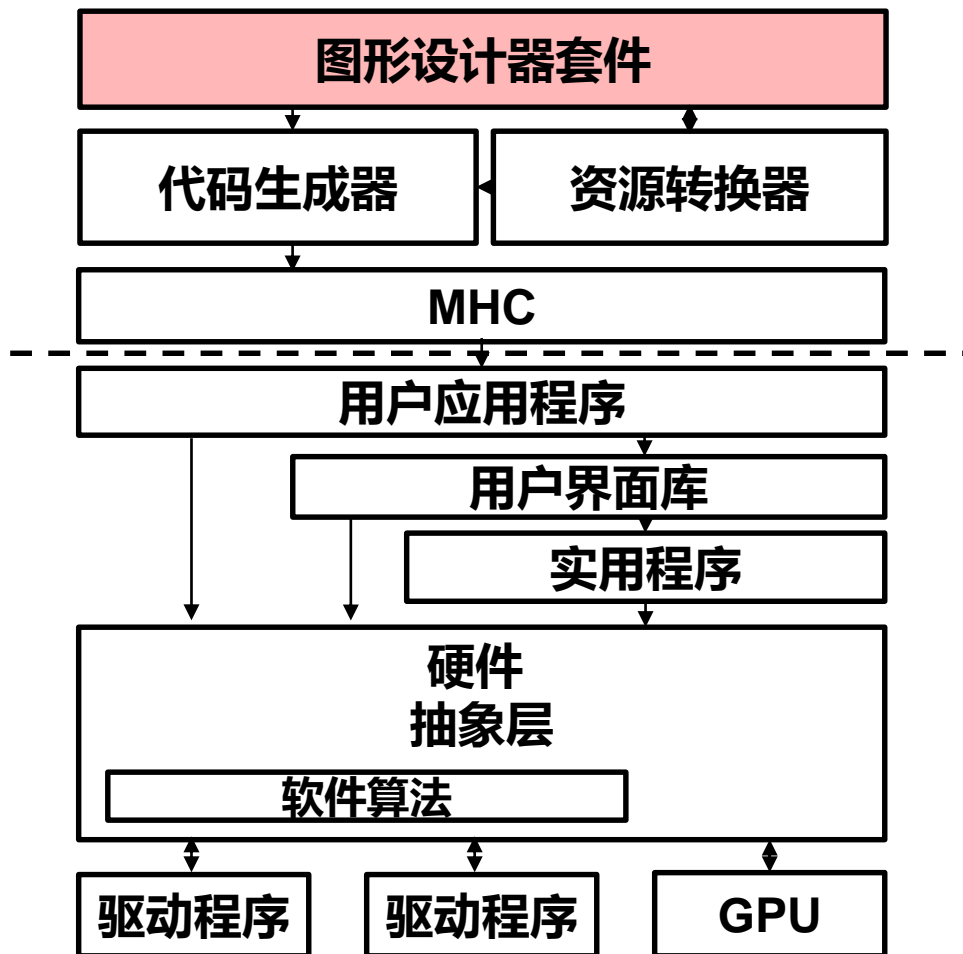


# 画面设计器

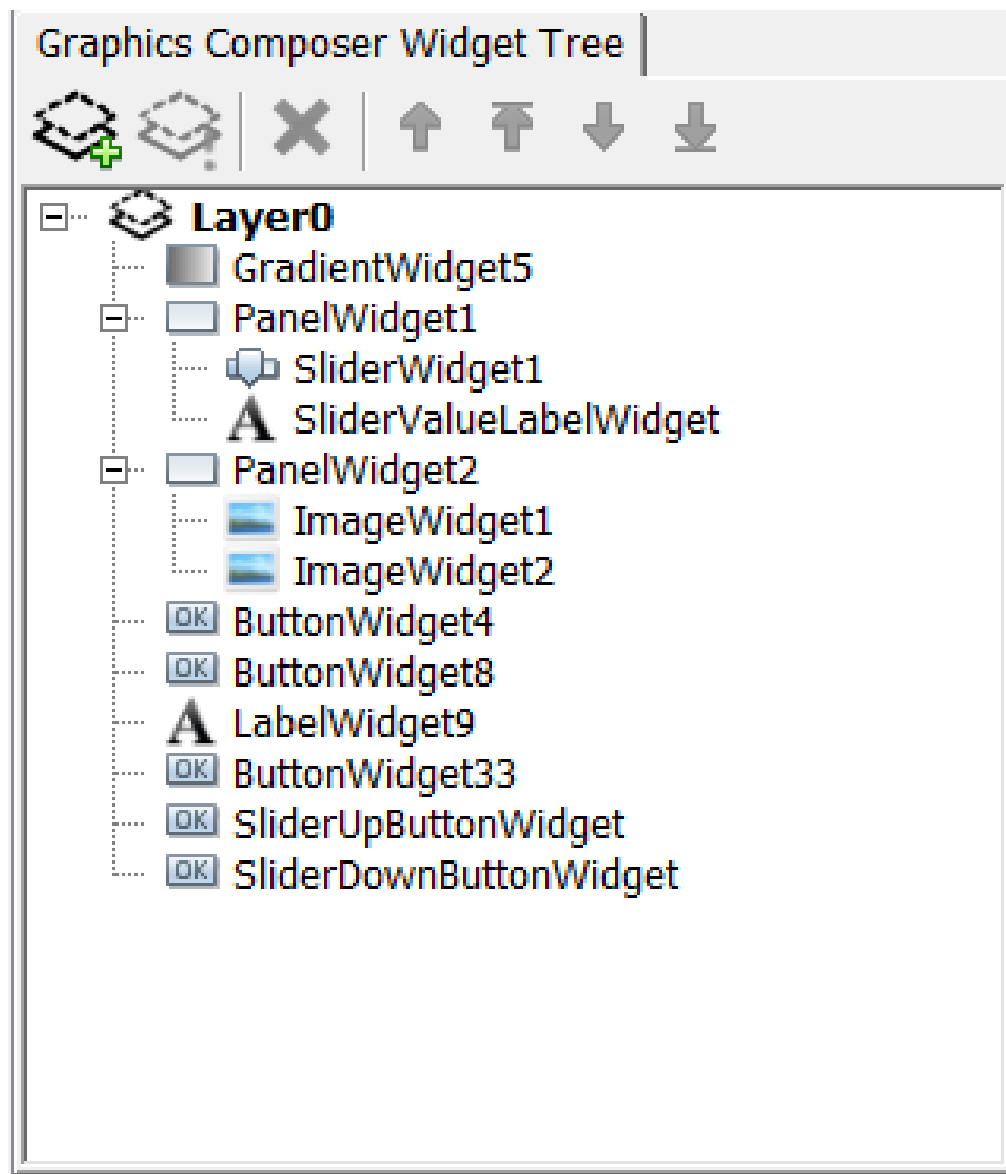


# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器

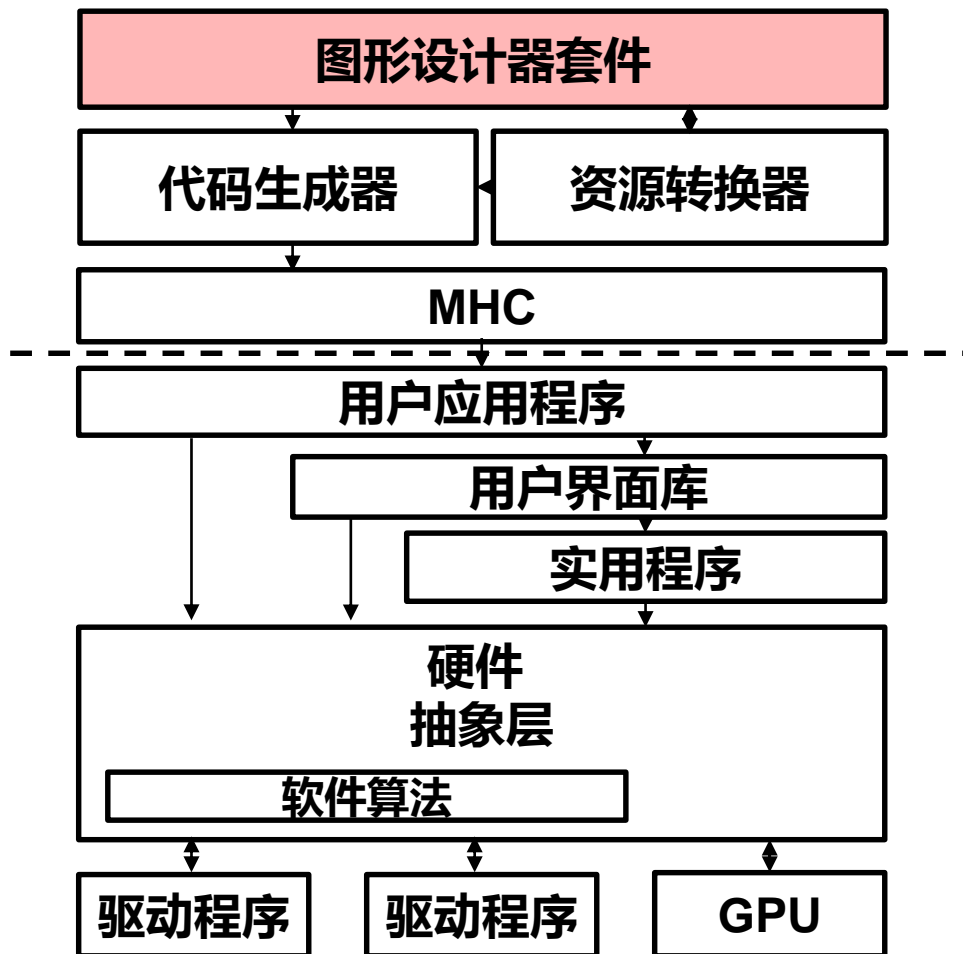


# 控件树



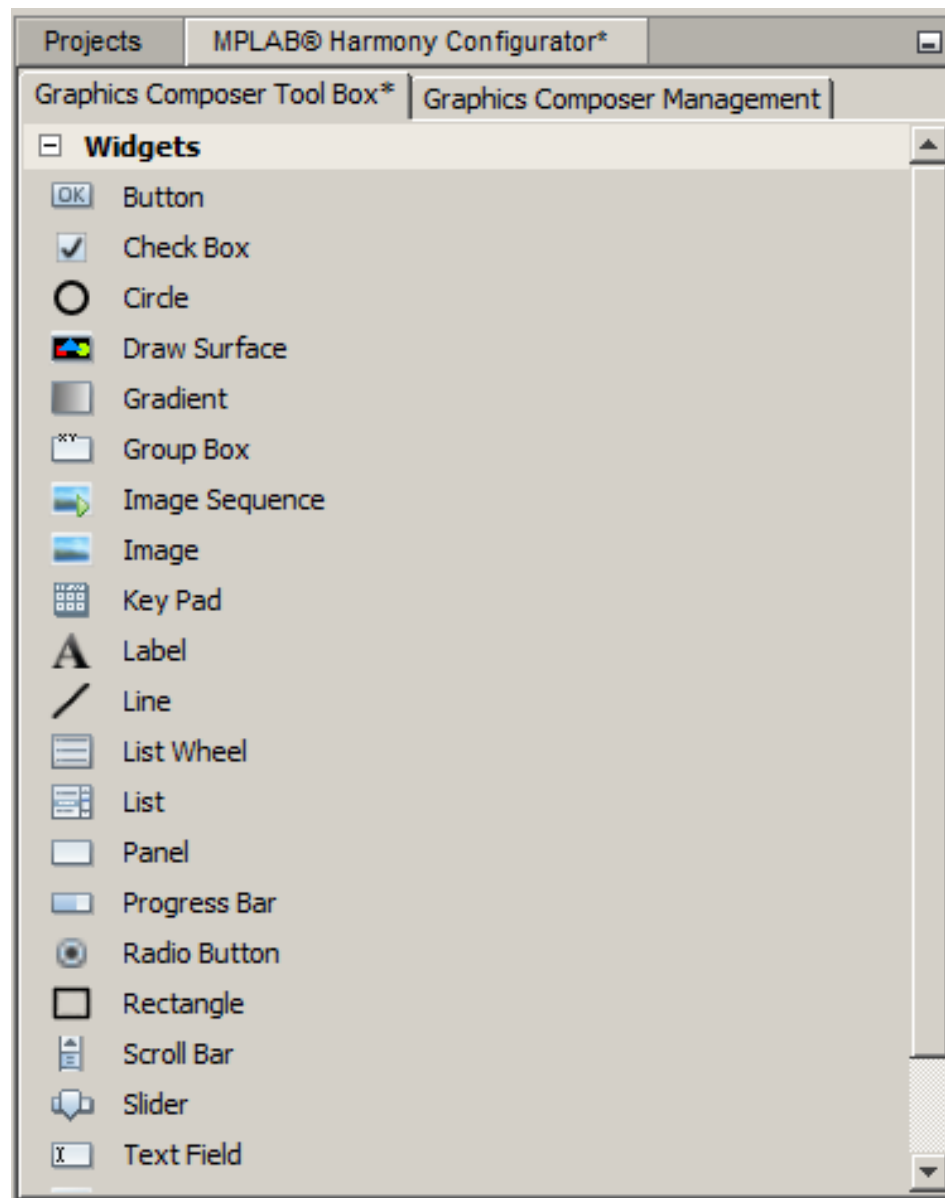
# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器



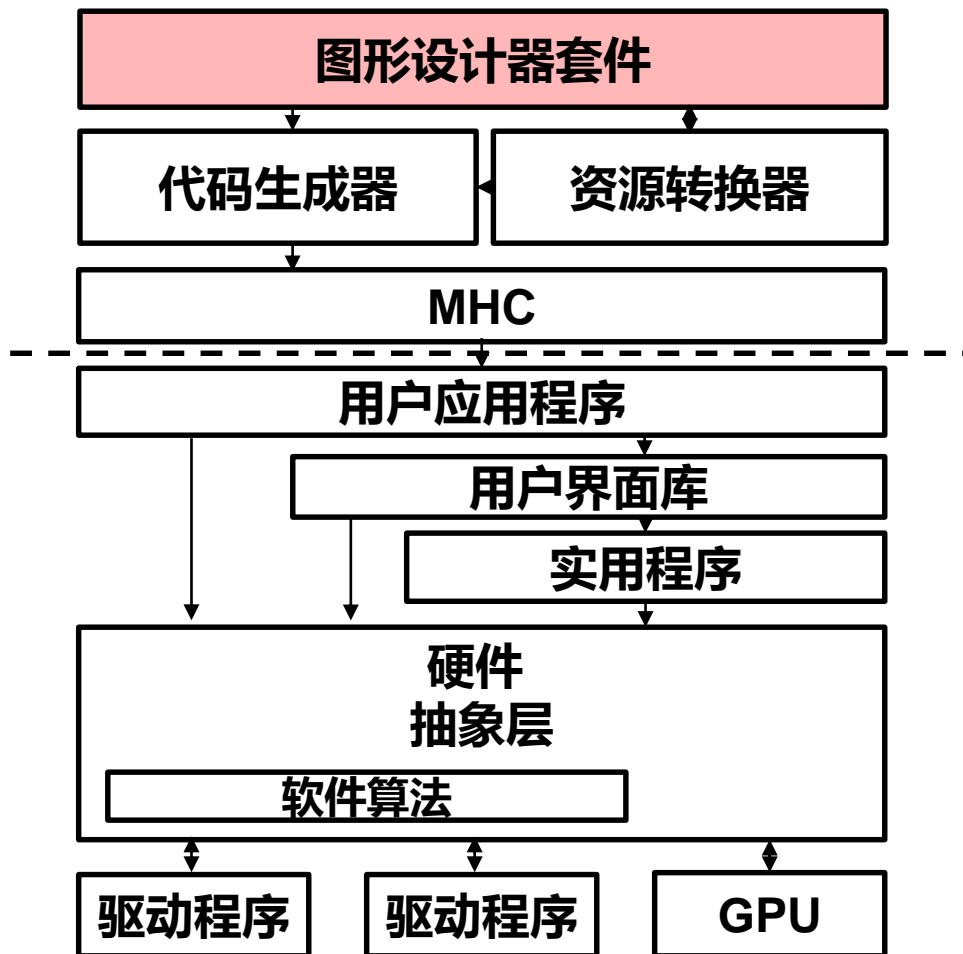


# 工具箱



# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器



# 属性

MPLAB® Harmony Configurator\*

Help Graphics Composer Properties\*

Screen

Name	MainMenu
Size	[480,272]
Orientation	DEGREES_0
Mirrored	<input type="checkbox"/>

Life Cycle

Persistent	<input type="checkbox"/>
------------	--------------------------

Events

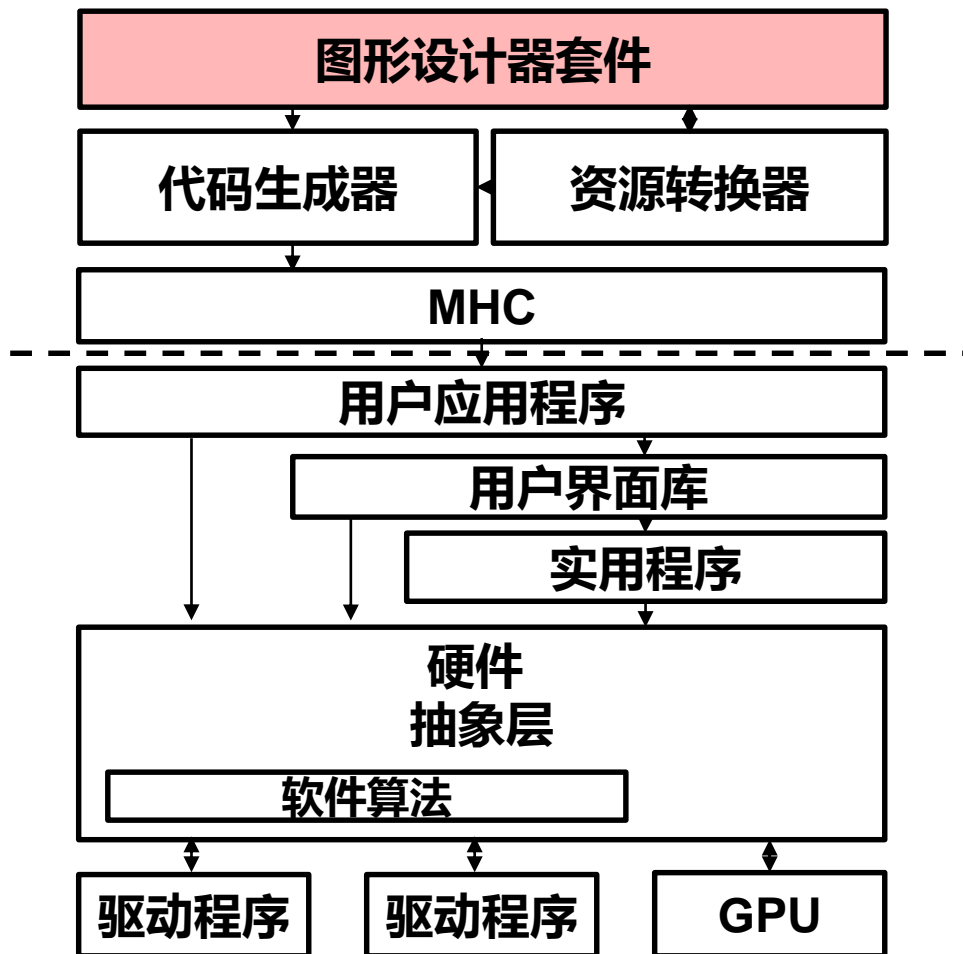
On Show	<input type="checkbox"/>	...
On Hide	<input type="checkbox"/>	...

Editor

Export	<input checked="" type="checkbox"/>
Primary	<input checked="" type="checkbox"/>

# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器










# 画面管理

Projects MPLAB® Harmony Configurator\*

Graphics Composer Tool Box\* Graphics Composer Management\*

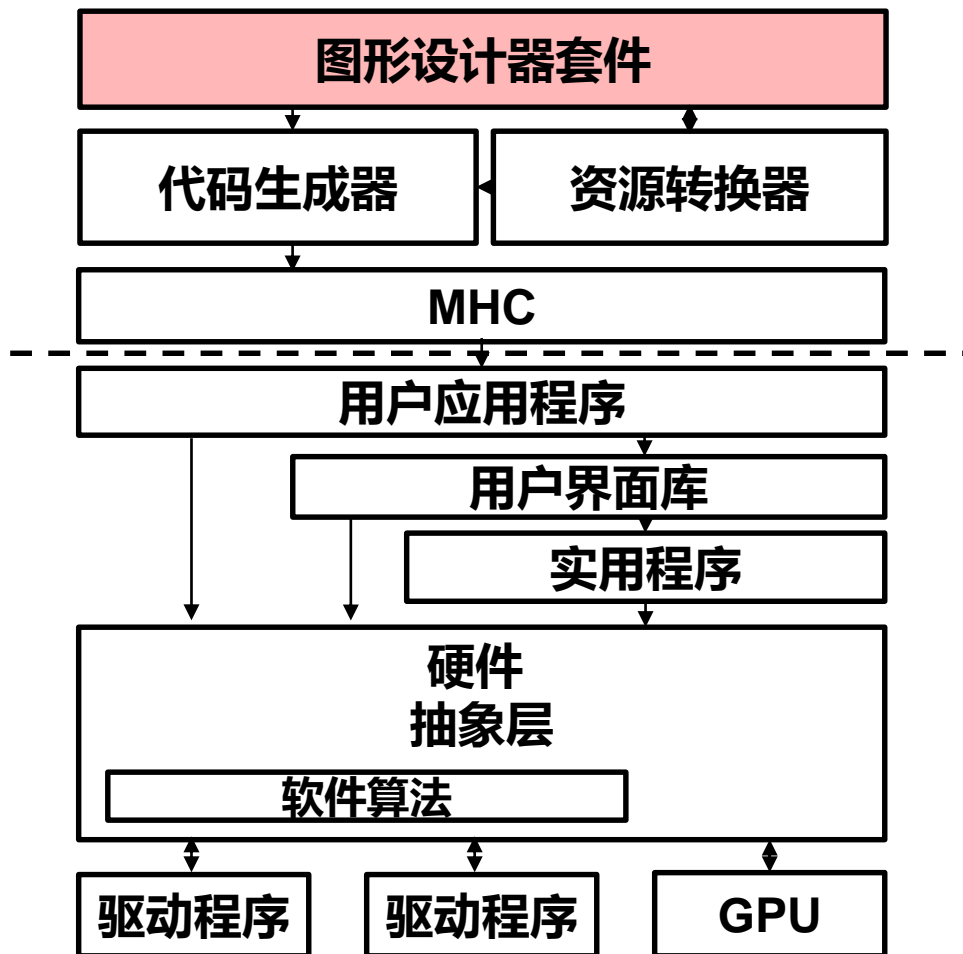
Export Visible Name View

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>MainMenu</b>	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FirstScreen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SecondScreen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ThirdScreen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FourthScreen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	FifthScreen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	screen1	

Screens Schemes Options

# 图形设计器套件




- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器



# 存储器位置

Options\* | Clock Diagram × | Pin Diagram × | Pin Settings × | Graphics Composer Screen Designer\* × | Graphics Composer Asset Manager | Graphics Composer Event Manager

Memory Locations | Images | Fonts | Strings | Binaries

Name	Size	Address	Output Type	Generated File Name
Internal Flash	145952	n/a	n/a	gfx_assets

问题？



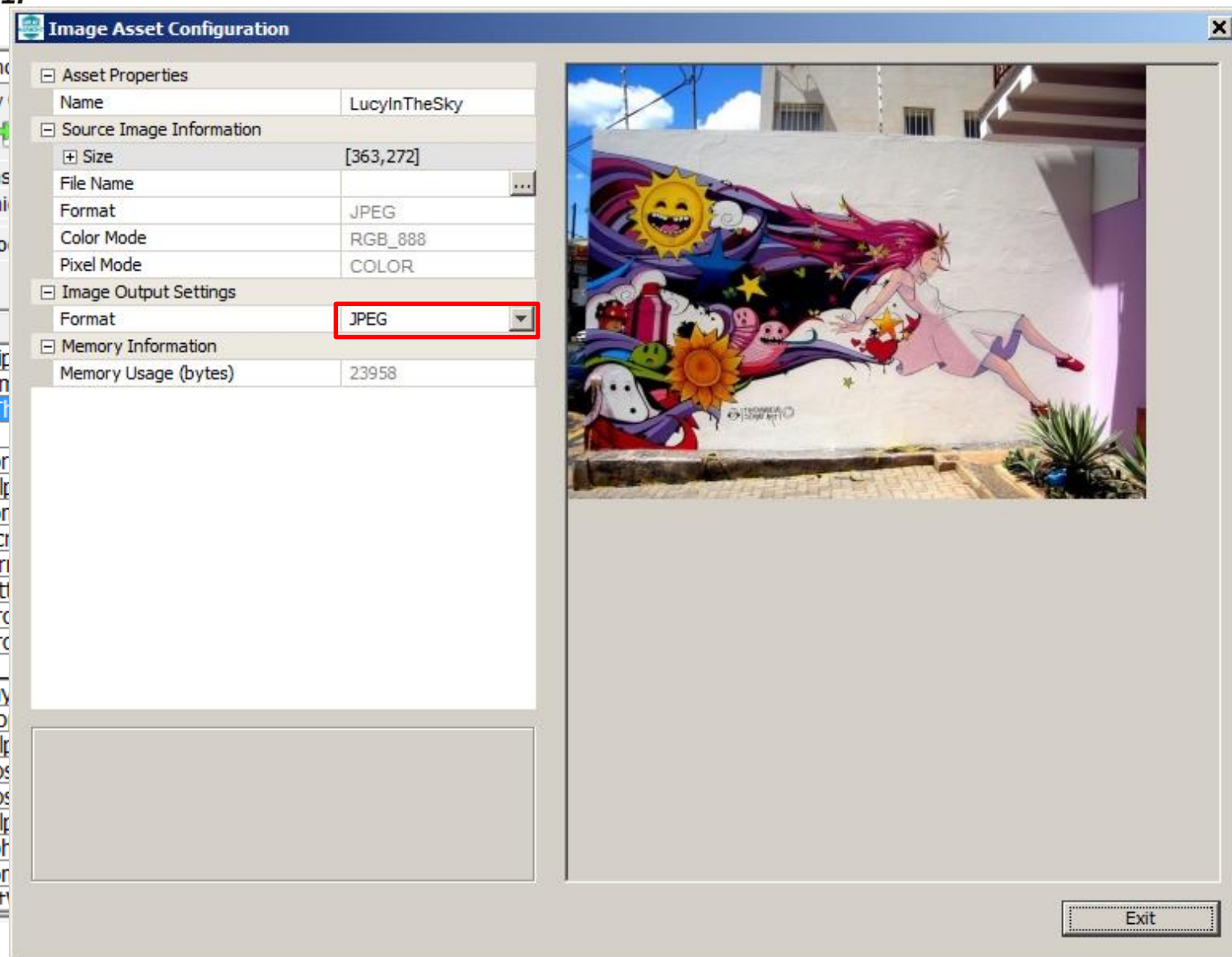


# MPLAB® Harmony图形 图像和字体管理

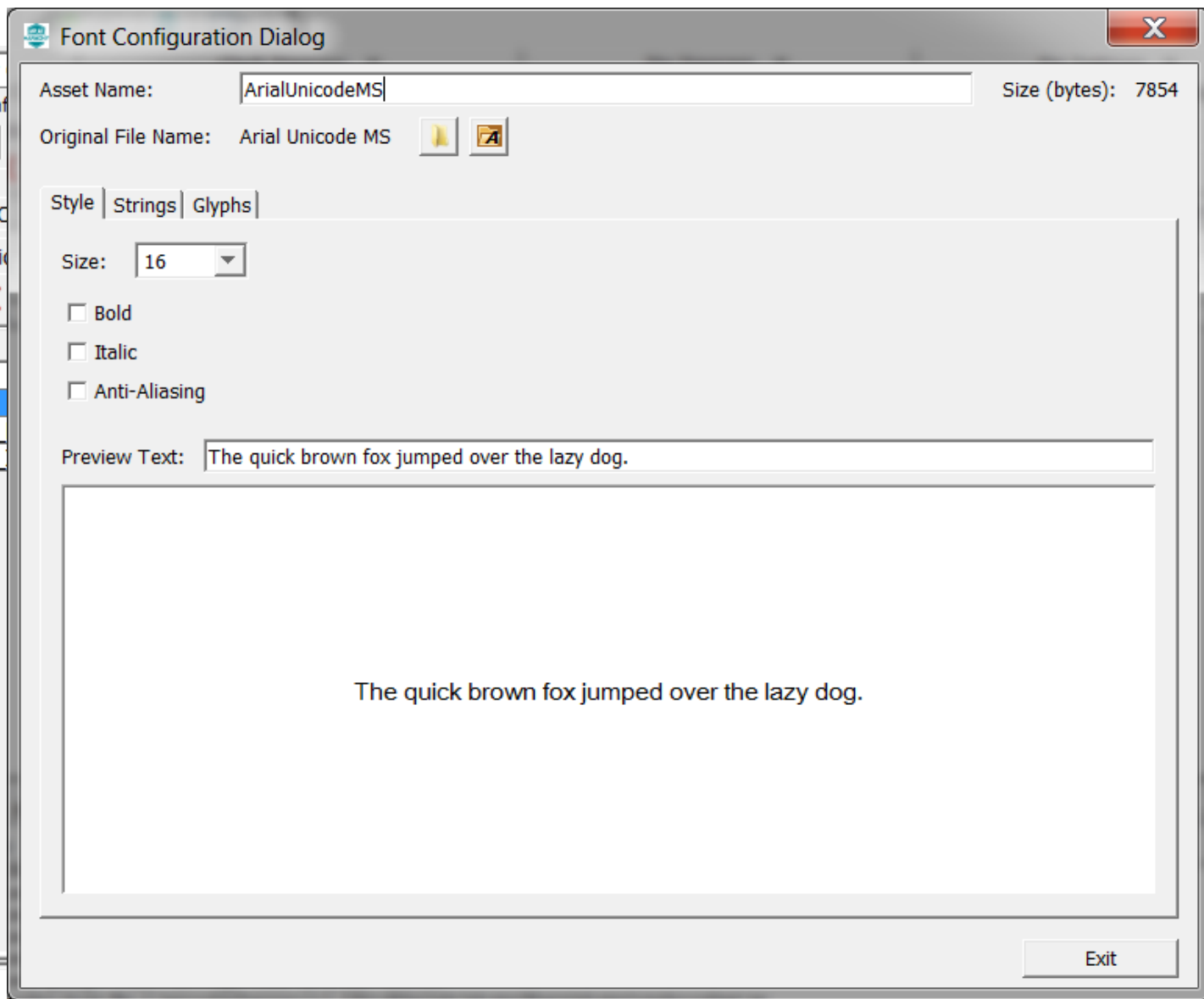
# 图像配置选项

- 更改格式
  - RAW <-> JPEG <-> PNG
- 更改颜色模式
- 启用行程编码
- 使用调色板压缩
- 配置像素遮罩

# 图像配置

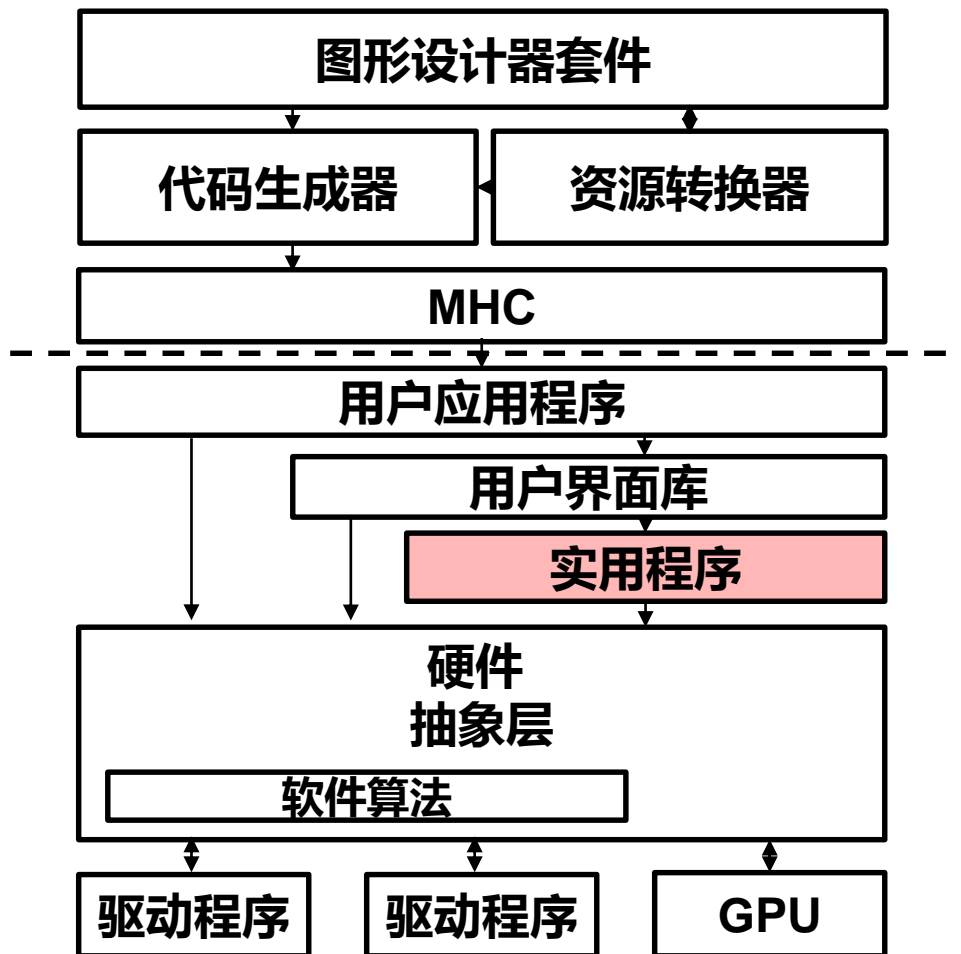


# 字体资产



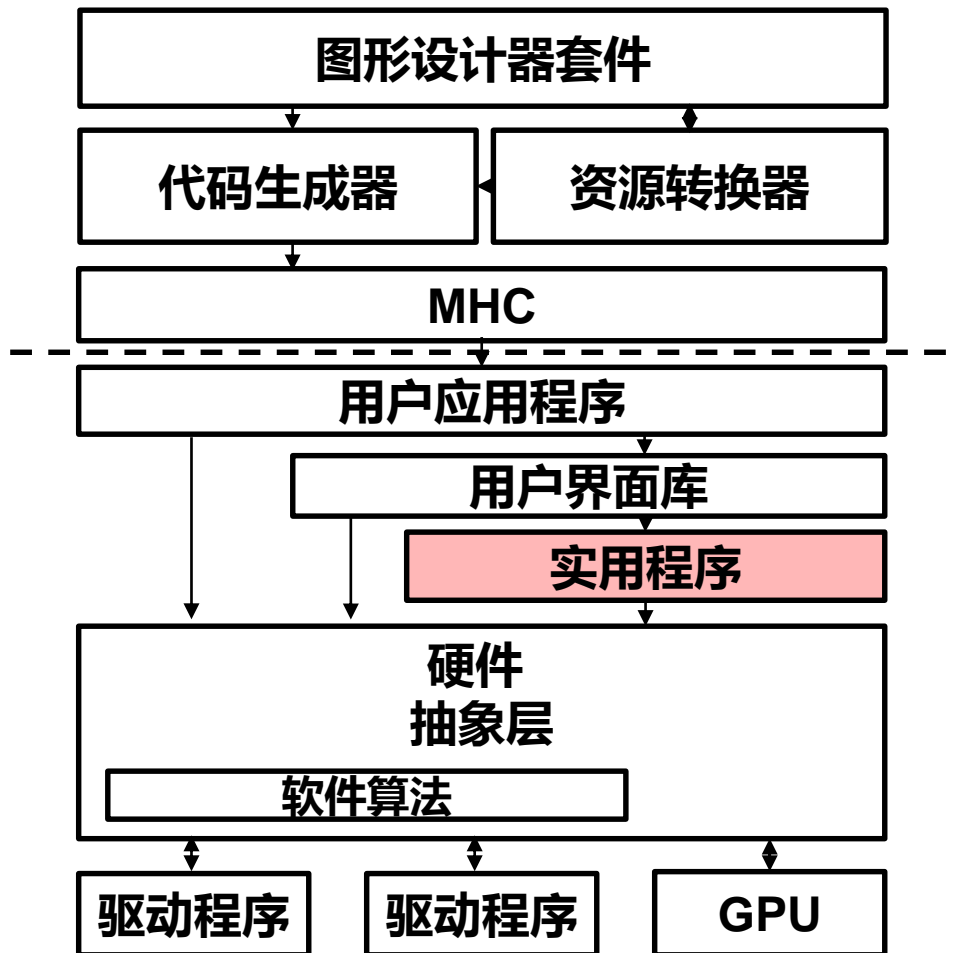
# 图形实用程序库

- 图像解码
- 字体解码



# 图形实用程序库

- 图像解码
- 字体解码

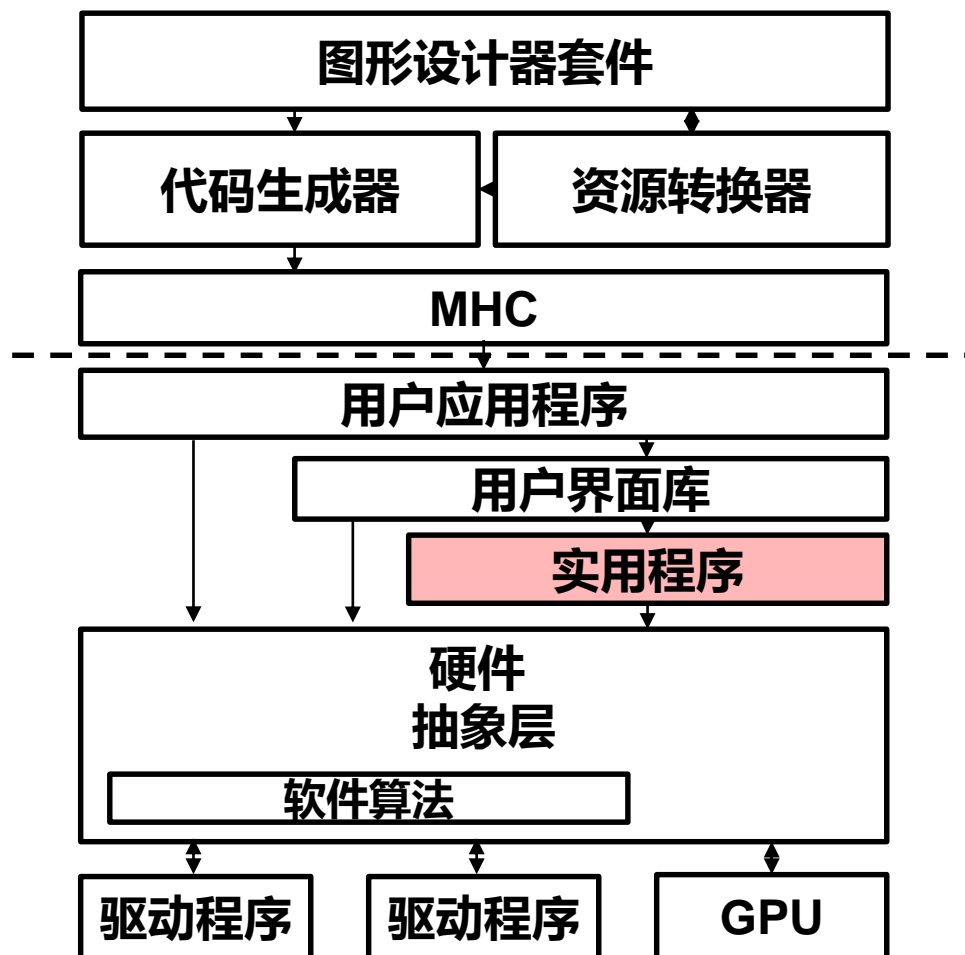


支持的图像格式：

- 原始（位图）
- 行程编码
- 1、4和8 BPP调色板压缩
- JPEG
- PNG

# 图形实用程序库

- 图像解码
- 字体解码





# 字体解码

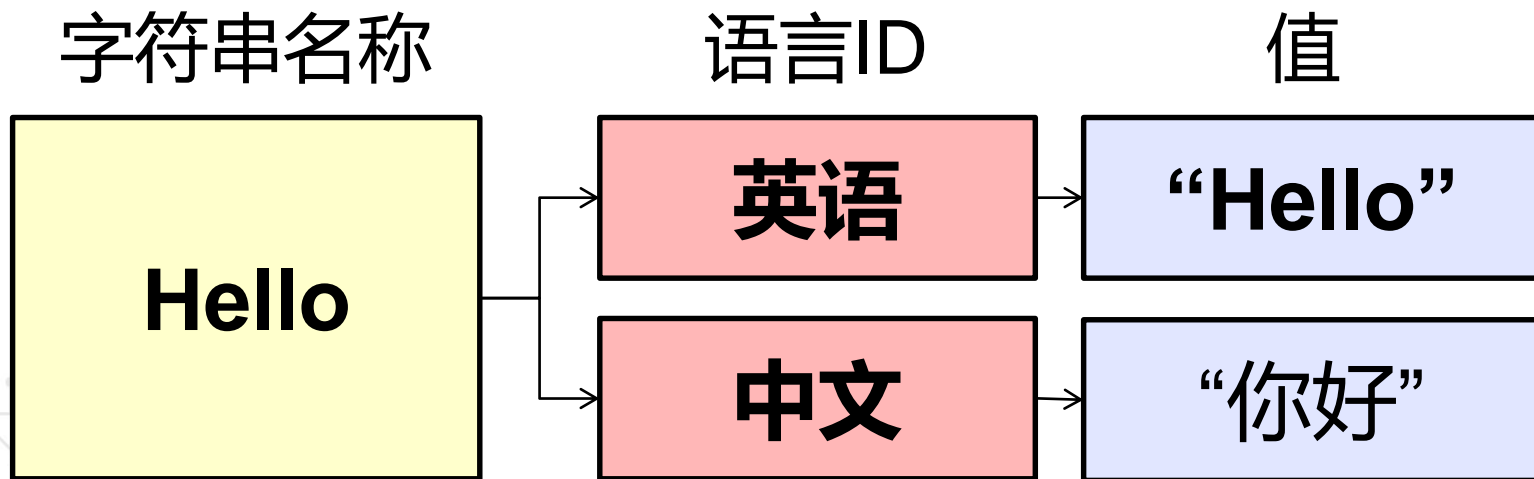
支持的字符格式：

- ASCII
- UTF8
- UTF16

字符以1 bpp或8 bpp的格式存储（抗混叠）

# 字符串表

字符串表存储字符串、语言索引和字体资产的关联关系。



# 字符串表

MPLAB® Harmony Configurator\*

MPLAB® Harmony Configurator

Options\* | Clock Diagram x | Pin Diagram x | Pin Settings x

Graphics Composer Screen Designer x | Graphics Composer Asset Manager | Graphics Composer Event Manager

Memory Locations | Images | **Fonts** | abc Strings | Binaries

+ X abc A

	Name	Value	Fonts	Size
-	Welcome	"Welcome", "歡迎", "Bienvenido"		33
	English	Welcome	ArialUnicodeMS20	9
	Chinese	歡迎	ArialUnicodeMS20	8
	Spanish	Bienvenido	ArialUnicodeMS20	12
-	Ok	"OK", "確定", "Bueno"		23
	English	OK	ArialUnicodeMS20	4
	Chinese	確定	ArialUnicodeMS20	8
	Spanish	Bueno	ArialUnicodeMS20	7
-	Cancel	"Cancel", "取消", "Cancelar"		30
	English	Cancel	ArialUnicodeMS20	8
	Chinese	取消	ArialUnicodeMS20	8
	Spanish	Cancelar	ArialUnicodeMS20	10
-	LocalizationTitle	"Easy Text Localization", "Easy Text Localization", "Easy T..."		76
	English	Easy Text Localization	ArialUnicodeMS20	24
	Chinese	Easy Text Localization	ArialUnicodeMS20	24
	Spanish	Easy Text Localization	ArialUnicodeMS20	24
-	LanguageID	"English", "Chinese", "Español"		32
	English	English	ArialUnicodeMS20	9
	Chinese	Chinese	ArialUnicodeMS20	9
	Spanish	Español	ArialUnicodeMS20	10
+	LayerTitle	"Layer Demonstration", "Layer Demonstration", "Layer Dem..."		67
+	Start	"Start" "Start" "Start"		25

# 自动字形检测

“She sells sea shells by the sea shore.”

32个字符

惟一字符 = “Sheslabytor”

将自动生成12个惟一  
字形。

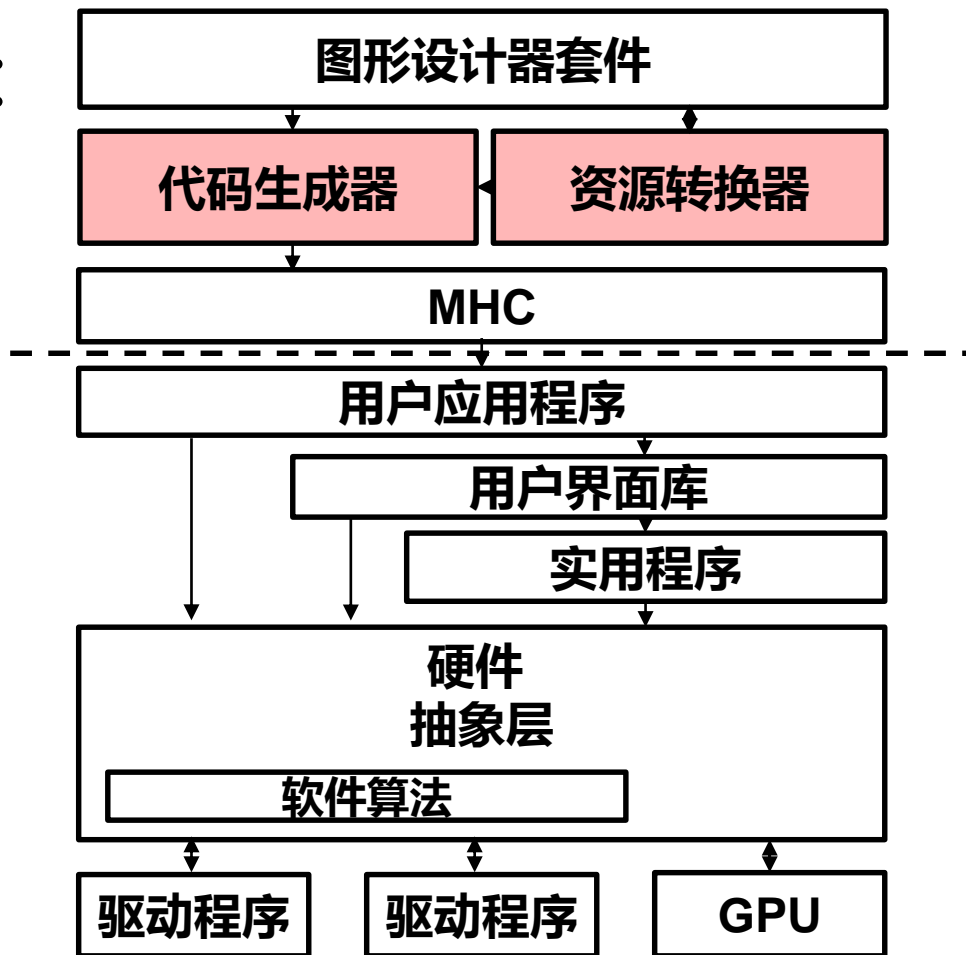
用户仍可自定义字体字形  
范围。

# MPLAB® Harmony图形 代码生成器和资产转换器

# 图形代码生成器

为以下各项生成代码：

- 库初始化
- 事件
- 宏
- 资产文件
- Harmony绑定



# 生成的图形文件

- **libaria\_harmony.c/h**——包含harmony状态机和Aria库之间的接口
- **libaria\_events.c/h**——包含为Aria控件生成的事件代码
- **libaria\_macros.c/h**——包含为Aria画面对象生成的宏代码
- **libaria\_init.c/h**——包含为所有画面和层生成的Aria初始化代码
- **gfx\_display\_def.c**——包含为使能的图形显示生成的定义
- **gfx\_driver\_def.c**——包含为使能的图形驱动程序生成的定义
- **gfx\_processor\_def.c**——包含为使能的图形处理器生成的定义
- **gfx\_assets.c/h**——包含生成的资产数据

问题？





# 演示2：资产管理 and 多语言支持

# 演示2



目标：

使用MPLAB® Harmony配置器导入和管理字体与其他图像资产，并为应用程序添加多语言支持。



# 演示2



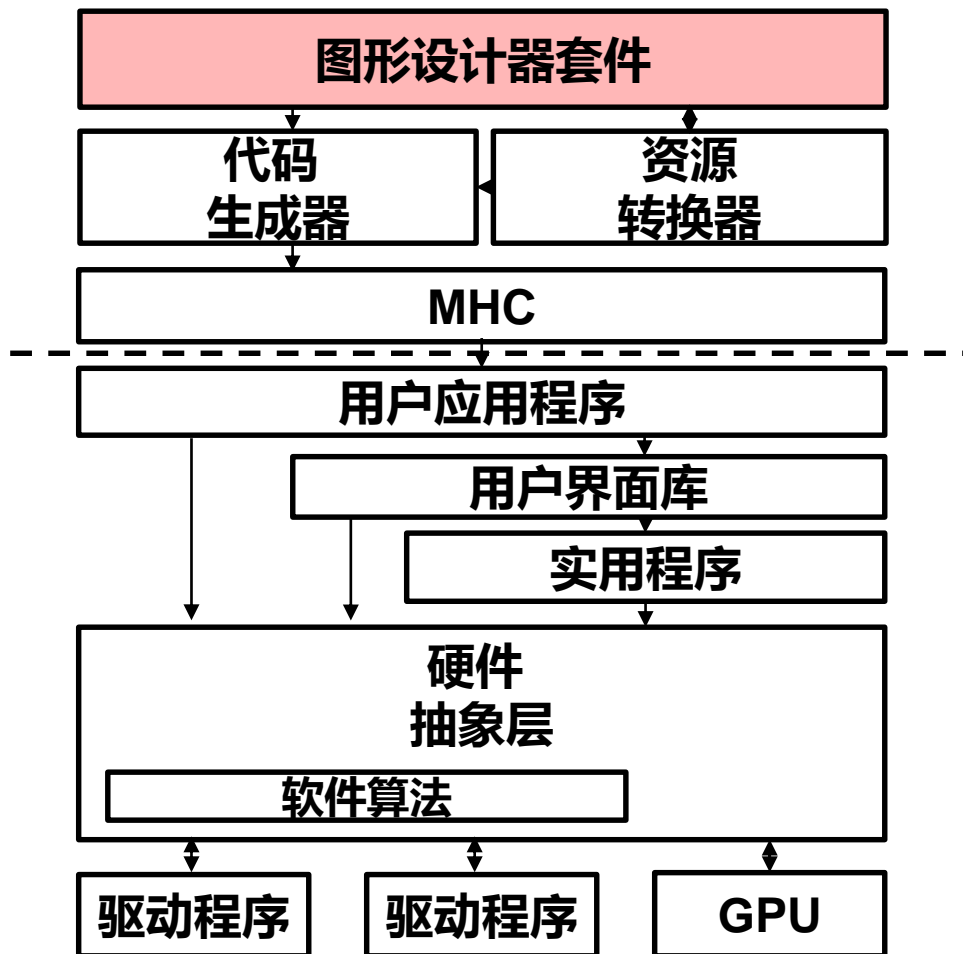
- 本演示将展示MPLAB® Harmony图形设计器套件的集成支持和易用性，该套件能够轻松实现资产管理和多语言支持。



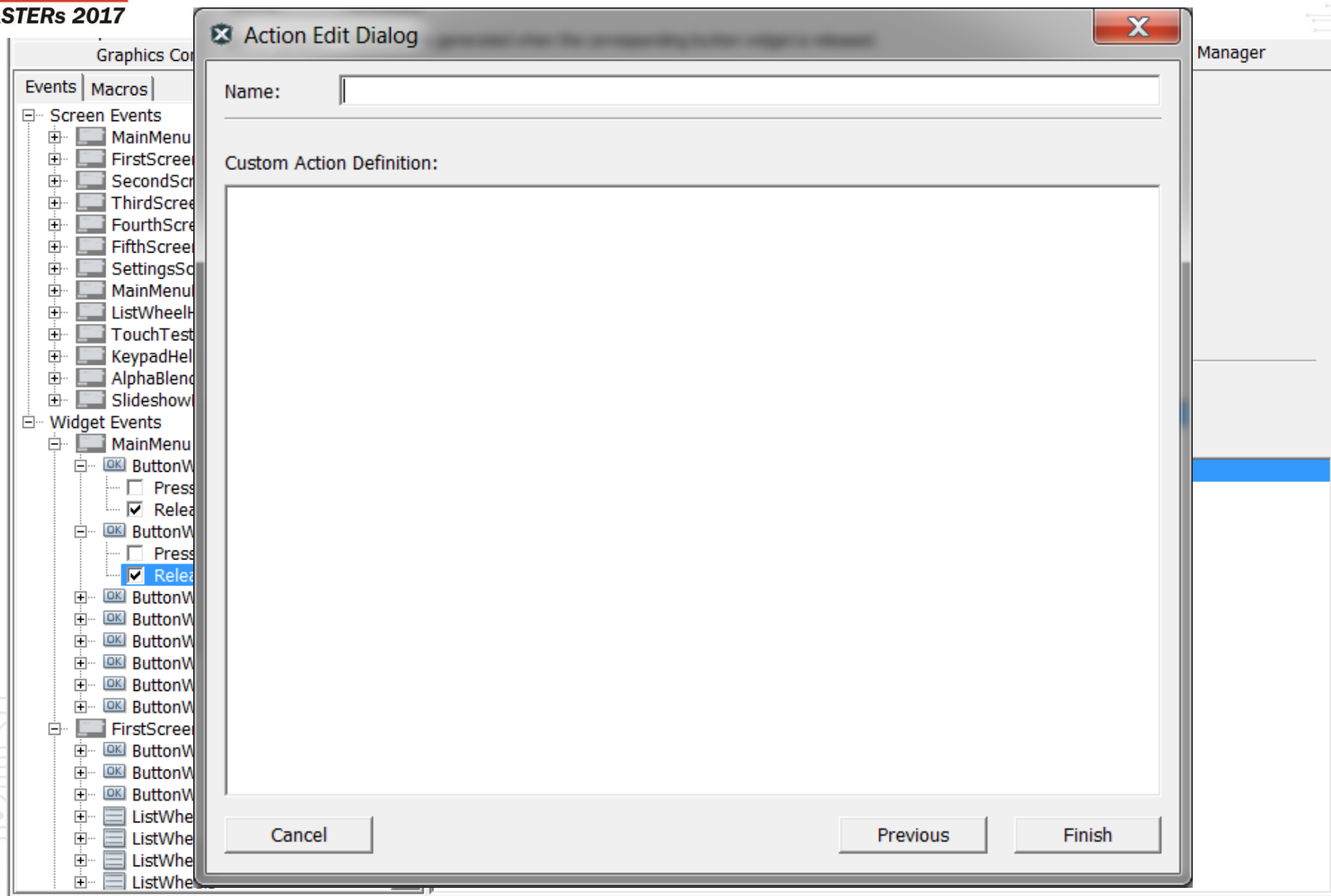
# MPLAB® HARMONY图形设计器 套件（续）

# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器

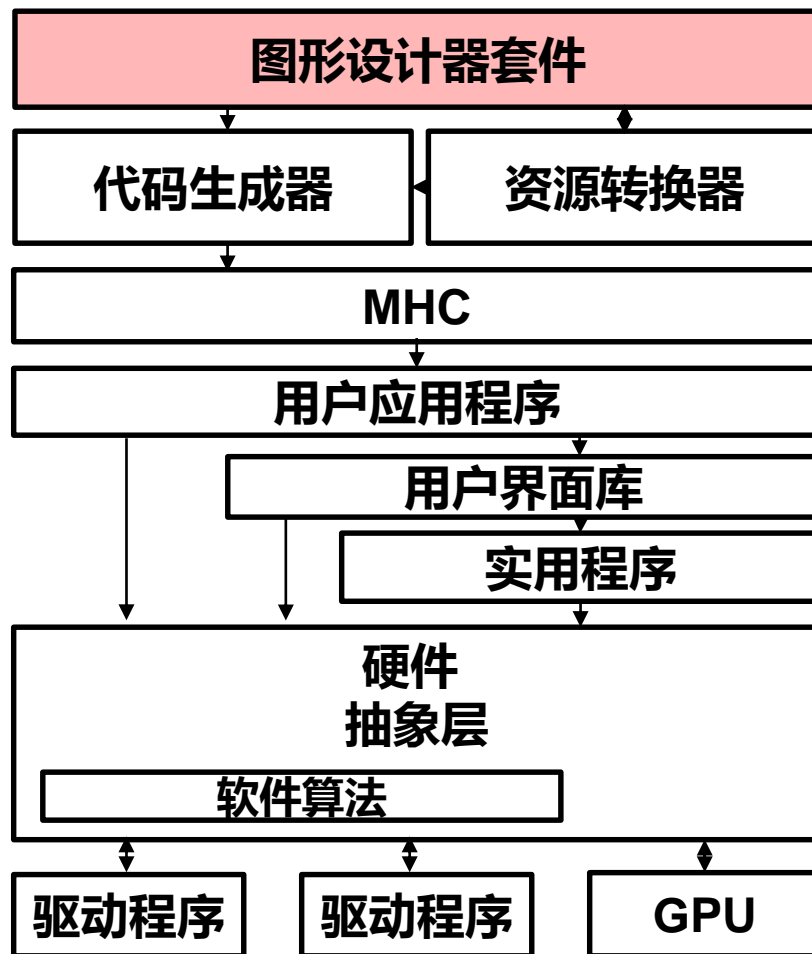


# 事件管理

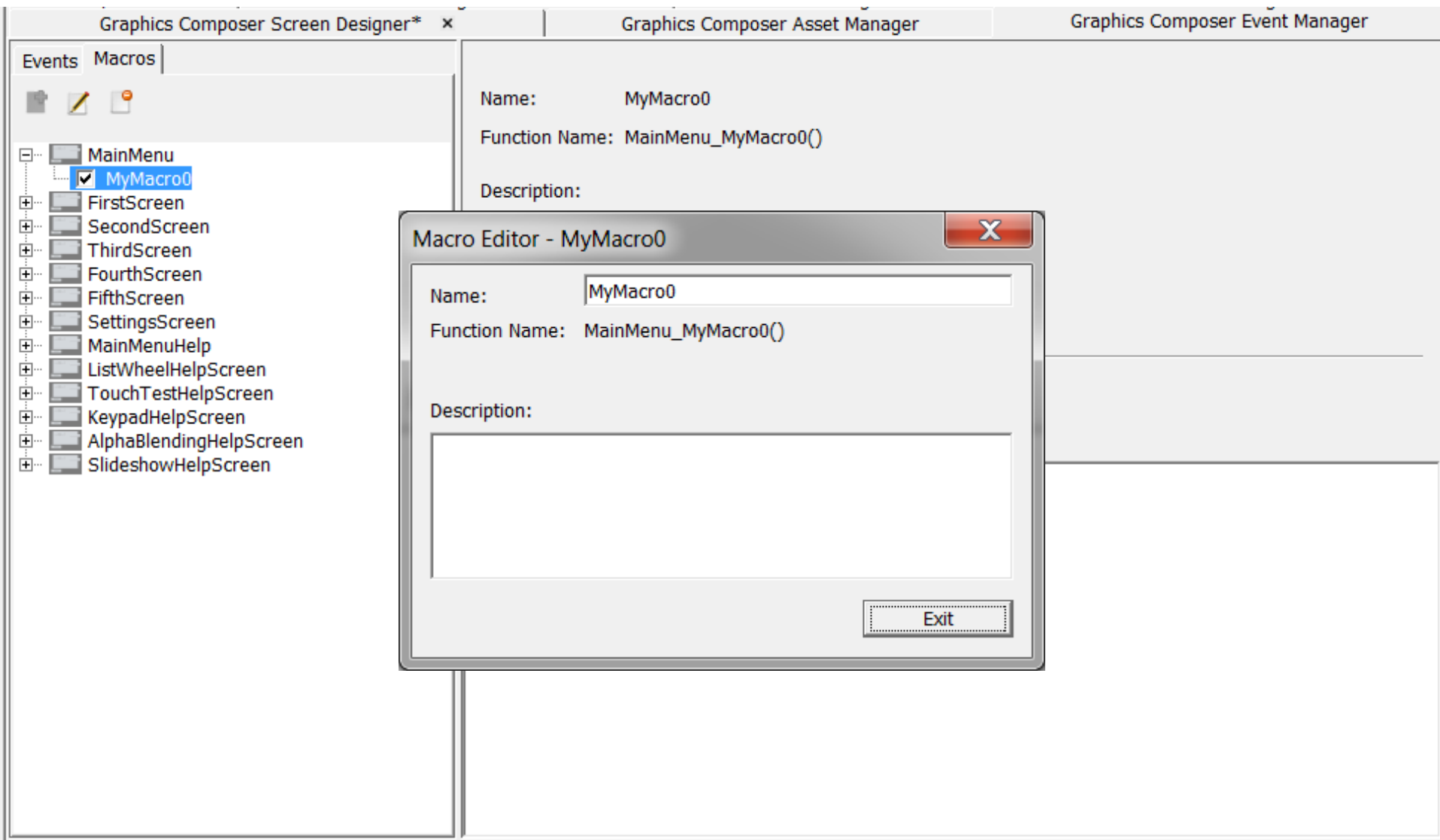


# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器



# 宏管理





# 演示3：将图形连接到事件

# 演示3



目标：

本演示将使用MPLAB® Harmony图形设计器套件中的事件管理器和宏管理器演示如何将应用程序连接到触摸事件和外部事件。



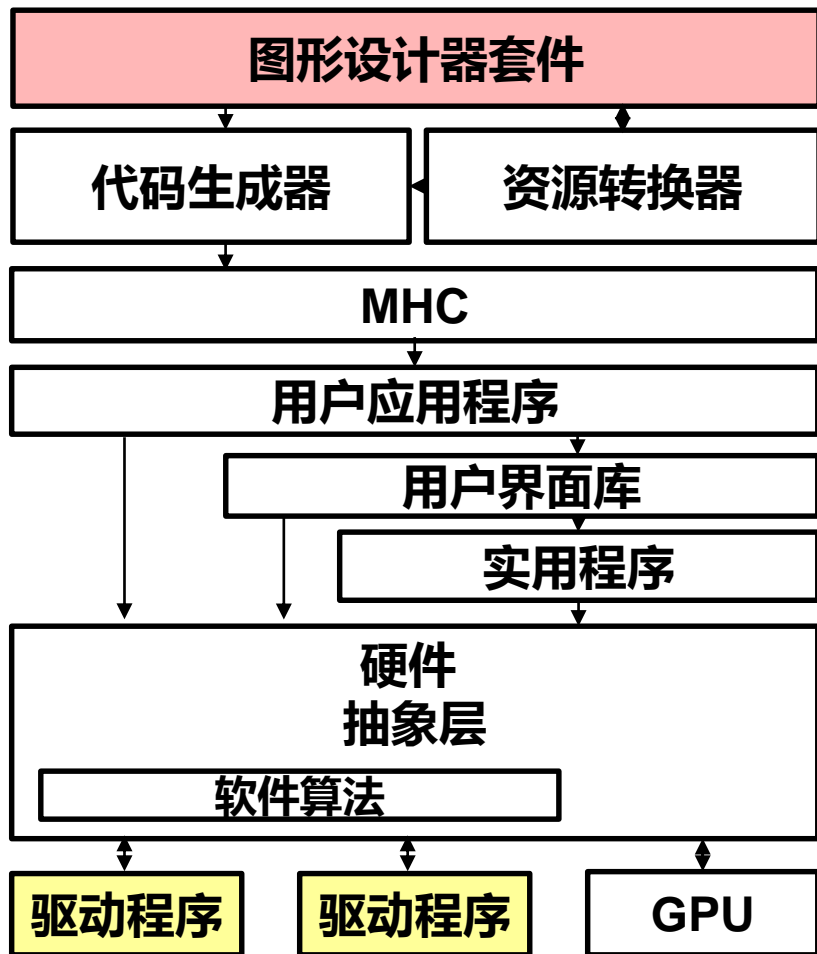
# 演示3

- 本演示将演示如何轻松地将触摸事件和外部事件连接到图形应用程序。
- 在最终演示中，我们运用专业的现代美学来完善应用程序。

# MPLAB® Harmony图形 显示管理器

# 图形设计器套件

- 布局概览
- 画面设计器
- 控件树
- 工具箱
- 属性窗口
- 画面管理器
- 资产管理器
- 事件管理器
- 宏管理器
- 显示管理器



# 显示管理器

Select Display **PDA TM4301B 4.3-inch 480x272 (WQVGA...)** **Customize**

Horizontal Resolution  pixels **Apply**

Vertical Resolution  pixels **Hardware Layers**

Orientation  Display Analogue **WQVGA or lower**

**Generate Driver**  **Configure**

Horizontal Pulse Width (Thpw)  pixel clock cycles

Horizontal Front Porch (Thfp)  pixel clock cycles **See / Change Pin**

Horizontal Back Porch (Thbp)  pixel clock cycles

Master Clock (REFCLK5)  MHz ÷ Timing Prescaler

**pixel clock frequency = 12.5 MHz**

1 Pixel clock period = 80 ns

$Thpw (41 \times 80) + Thfp (2 \times 80) + Thres (480 \times 80) + Thbp (2 \times 80) = 42 \text{ us}$

**1 H-sync time = 42 us**

*NOTE: Clock source and timing estimates intended for LCC Generated Driver only.*

Vertical Pulse Width (Tvpw)  H-syncs

Vertical Front Porch (Tvfp)  H-syncs **See / Change Pin**

Vertical Back Porch (Tvbp)  H-syncs

1 H-sync = 42 us

$Tvpw (12 \times 42) + Tvfp (2 \times 42) + Tvres (272 \times 42) + Tvbp (16 \times 42) = 12.68 \text{ ms}$

1 V-sync time = 12.68 ms

**Total Refresh Rate 78.84 Hz ÷ 1 display layer(s)**

**Display Refresh Rate = 78.84 Hz**

*NOTE: This is a best estimate. Please refer to documentation for explanation.*

Data Enable ☒ **See / Change Pin**

Backlight Enable ☒ **See / Change Pin**

Display Reset ☒ **See / Change Pin**

Waveform Display Zoom

# 显示原型设计演示

目标：  
演示如何使用显示管理器简化新显示的原型设计

步骤：  
我们会将现有应用之一从4.3"WQVGA显示屏  
更改为7" WVGA显示屏

## 演示4：运用专业的现代美学



# 演示4



目标：

本演示将使用MPLAB® Harmony配置器来演示一些能够提升应用程序视觉美感的技术，从而使其呈现出专业性与现代感。



# 演示4



- 这四个演示将展示使用MPLAB® Harmony图形设计器套件快速开发兼具专业性与现代感的图形应用程序的技术和方法。



问题？



2017

Microchip 第十八届

# 中国技术精英年会

嵌入式控制工程师的盛会

## 第II部分

使用新一代高性能PIC32MZ图形（DA）  
系列和MPLAB® Harmony开发加速图  
形应用程序



# 课程目标

- **学习完本课程后，您将能够：**
  - 了解PIC32MZ DA图形硬件架构的基础知识
  - 将PIC32MZ DA显示控制器（GLCD）和图形处理器单元（GPU）加速技术运用到应用程序中

# 课程安排

- **PIC32MZ DA图形硬件加速架构概述**
- **演示1：创建非加速图像平移应用程序**
- **GLCD显示驱动程序**
- **演示2：添加GLCD加速以改善UI控制控件重绘**
- **Nano2D GPU驱动程序**
- **演示3：添加GPU加速以改善图像平移**

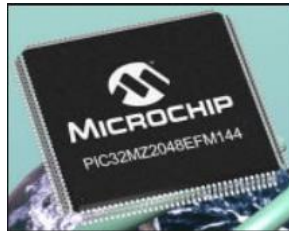
# PIC32MZ DA图形硬件架构概述



# 与PIC32MZ EF的比较

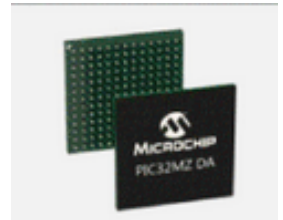
## ● PIC32MZ EF

- MIPS microAptive内核
- 最高2 MB闪存
- 最高512 KB的RAM
- HS USB-OTG+PHY
- 以太网
- CAN
- 加密引擎
- SQI



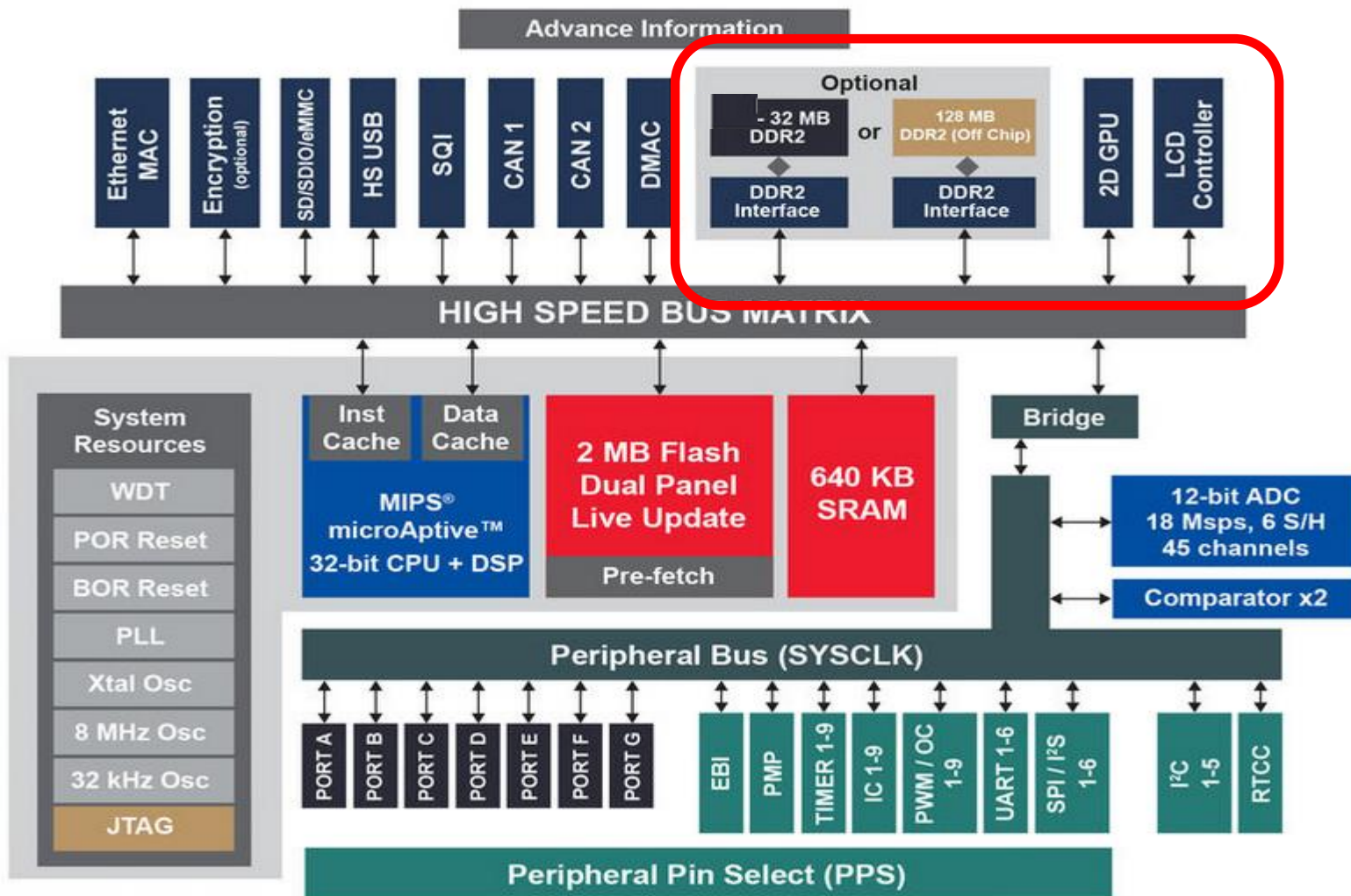
## ● PIC32MZ DA

- MIPS microAptive内核
- 最高2 MB闪存
- **最高640 KB的RAM**
- HS USB-OTG+PHY
- 以太网
- CAN
- 加密引擎
- SQI
- **LCD控制器 ( GLCD )**
- **图形处理器 ( 2D-GPU )**
- **可选**
  - 最大32 MB堆栈或128 MB外部 DDR





# PIC32MZ [DA]硬件特性





MICROCHIP  
MASTERS 2017

# PIC32MZ [DA]硬件特性（图形）

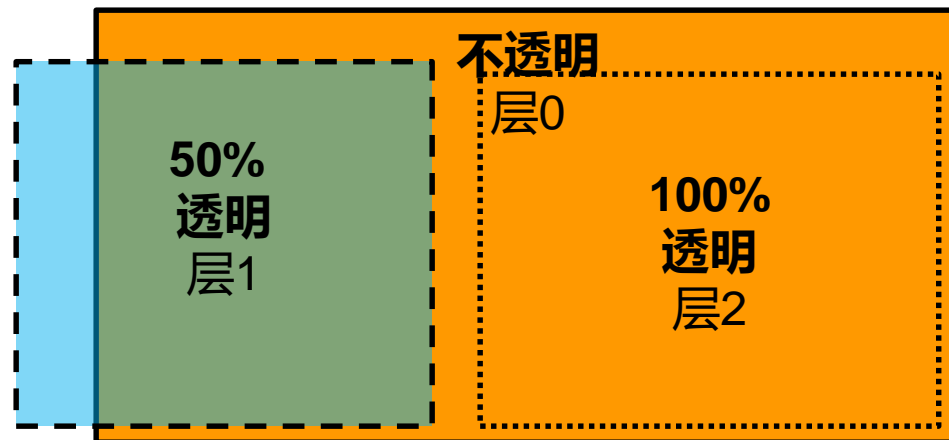
- 3层图形控制器，能够驱动24位色与Alpha通道\*
- 高性能2D图形处理单元（GPU）
- 32 MB集成DDR2 DRAM或128 MB外部可寻址存储器\*

\*PIC32新特性



# 集成存储器 DDR2

- 堆叠式DDR2 SDRAM
- 扩展存储
- 帧缓冲区
- 图形资产
- 双缓冲区
- Scratch缓冲区
- GLCD缓冲区
- GPU缓冲区



# 存储器对于图形应用程序的重要性



图像拉伸 ~ 12 MB



咖啡机GUI ~ 3 MB

典型MCU = ~ 500 kB

典型图形应用程序 = 3 MB至15+ MB

**PIC32MZ DA = 32 MB**

( 外部DDR = PCB成本较高 )



PIC32MZ DA是市场上唯一一款通过集成存储器来满足各种GUI存储器要求的MCU。

# DDR2支持更大屏幕和更多颜色

- **颜色深度/显示分辨率增加**
  - PIC32MX提供最大128 KB内部存储器选项
  - PIC32MZ EF提供最大512 KB内部/2M可寻址外部存储器选项
  - PIC32MZ DA提供最大32 MB内部/128 MB可寻址外部存储器选项

显示分辨率 典型尺寸			颜色深度/ 单帧的存储器要求 ( 字节 )		
			8 bpp ( 256色 )	16 bpp ( 65K色 )	32 bpp ( 16.8M色 )
SVGA	800x600	10	480,000	960,000	1,920,000
WVGA	800x480	5"/7"	384,000	768,000	1,536,000
VGA	640x480	5.7"	307,200	614,400	1,228,800
WQVGA	480x272	4.3"	130,560	261,120	522,240
QVGA	320x240	3.2"	76,800	153,600	307,200
常用于OLED	128 x 64	1"-2.7"	8,192	16,384	32,768



PIC32MX上的内部SRAM

PIC32MZ EF内部SRAM

PIC32MZ EF外部SRAM和PIC32MZ DA内部存储器

PIC32MZ DA外部DRAM



包括MX外部存储器  
、MZ EF和MZ DA



# DDR2支持更大屏幕、更多颜色和更多层

- 颜色深度/显示分辨率增加
  - PIC32MZ DA提供32 MB ( 堆叠式 ) –128 MB ( 外部 ) 存储器选项
- 双缓冲，屏幕刷新流畅
- 第二层作为Alpha混合的背景
- 3倍存储器要求

显示分辨率 典型尺寸			颜色深度/ 双帧的存储器要求 ( 字节 )		
			8 bpp ( 256色 )	16 bpp ( 65K色 )	32 bpp ( 16.8M色 )
SVGA	800x600	10"	1.4M	2.8M	5.7M
WVGA	800x480	5"/7"	1.1M	2.3M	4.6M
VGA	640x480	5.7"	921,600	1.8M	3.6M
WQVGA	480x272	4.3"	391,680	783,360	1,566,720

# 典型解决方案

	PIC32MZ无控制器图形	PIC32MZ“DA”集成图形控制器	外部Solomon Systech图形控制器 SSD1926/1963*	外部Epson图形控制器S1D13517
显示屏	WQVGA 480x272 WVGA 800x480*	SVGA 800x600	WQVGA 480x272 WVGA 800x480*	WVGA 800x480
控制器	PIC32上的DMA + <5 MIPS	集成图形控制器 ( GLCD ) 和图形加速器 ( GPU )	硬件加速：SD卡，I/F， JPEG引擎	SDRAM，I/F， Alpha混合，画中画
帧缓冲区	MCU上的512 KB + *外部SRAM *可选8位调色板 ( 双缓冲区 )	MCU上的640 KB + 32 MB 最高128 MB外部DDR2	256 KB 1926 *1215 KB 1963 ( Solomon控制器上 )	外部SDRAM
MHz/DMIPS	200/330	200/330	80-200 MHz	80-200 MHz
性能	良好	较好	良好	良好
成本	\$ ( *外部SRAM ) \$\$\$\$	\$ \$	\$ \$	\$ \$ \$

# 集成显示控制器（GLCD）

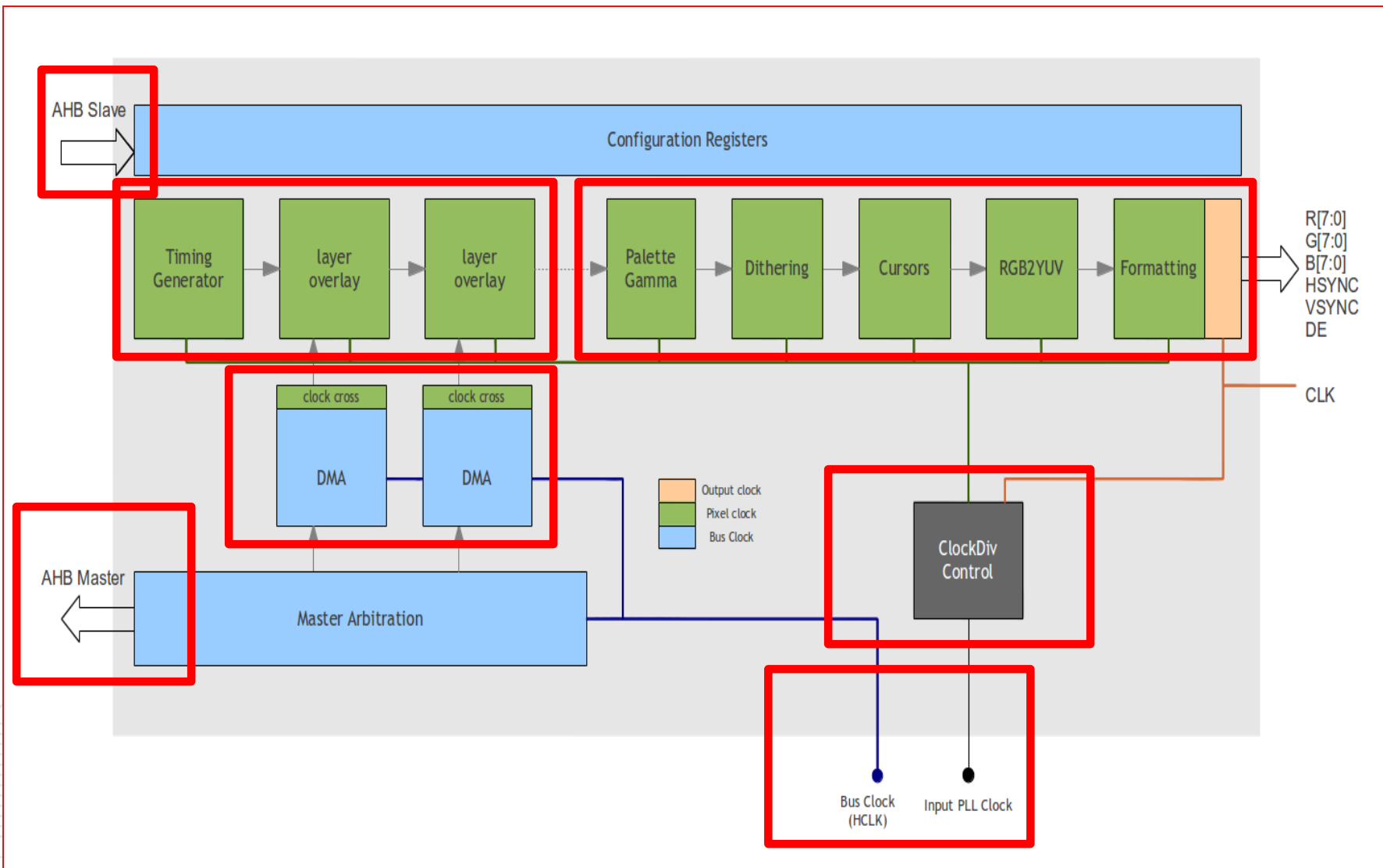
- 32位并行接口支持多种显示器
- 多层结构可简化图像渲染
- 支持多种图像和颜色空间格式
- 灵活的时序配置
- 需要两个时钟
  - AHB总线时钟用于32位DMA像素获取和配置
  - PLL输入用于像素时钟时序



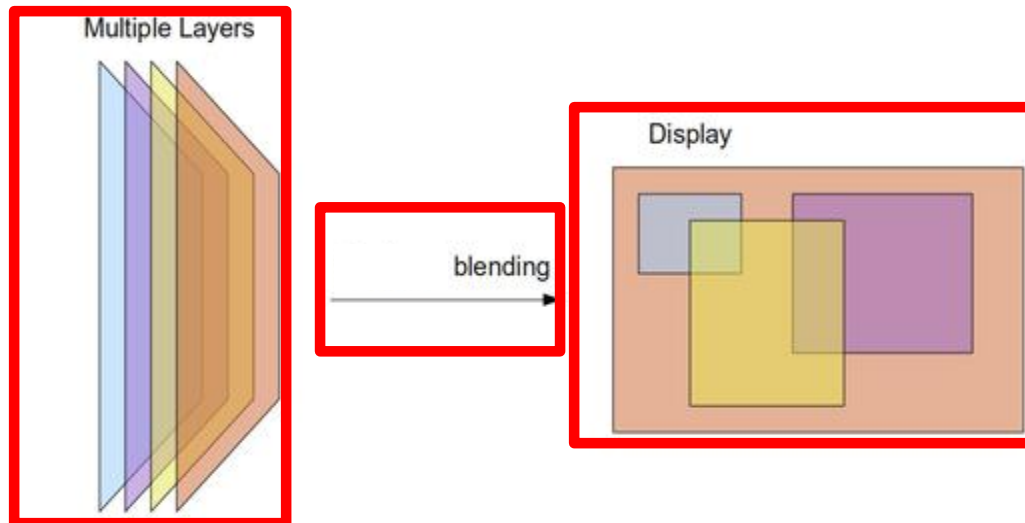
# GLCD主要特性

特性	支持		附加信息
显示分辨率	<ul style="list-style-type: none"> <li>480x272</li> <li>480x800</li> <li>800x600</li> </ul>		50 MHz像素时钟 显示管理器
全局可配置性	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vsync和Hsync中断</li> <li>背景颜色</li> <li>分辨率，信号极性</li> <li>使能</li> </ul>		动态可配置性 显示管理器 MHGC 应用程序
三层。单独可配置性	<ul style="list-style-type: none"> <li>基址</li> <li>步幅，分辨率</li> <li>按像素和全局Alpha</li> <li>源和目标混合</li> <li>颜色模式，调色板</li> <li>使能</li> </ul>		动态可配置性 显示管理器 MHGC 应用程序
多种颜色格式，	<ul style="list-style-type: none"> <li>RGBA8888</li> <li>RGB888</li> <li>RGB565</li> <li>LUT8</li> </ul>	32位 24位 16位 8位	MHGC
可编程时序	分辨率，前沿，消隐，后沿		显示管理器

# GLCD框图



# 多层结构[示例]



# 集成图形处理单元（2D GPU）

- 加速2-D图形渲染
- 加快位块传输和光栅操作
- 多种Alpha混合模式
- 块传输（像素位块传输）
  - 过滤和透明度支持
  - 调整大小，缩放
  - 光栅操作——ROP2
- 正交方向——0、90、180和270

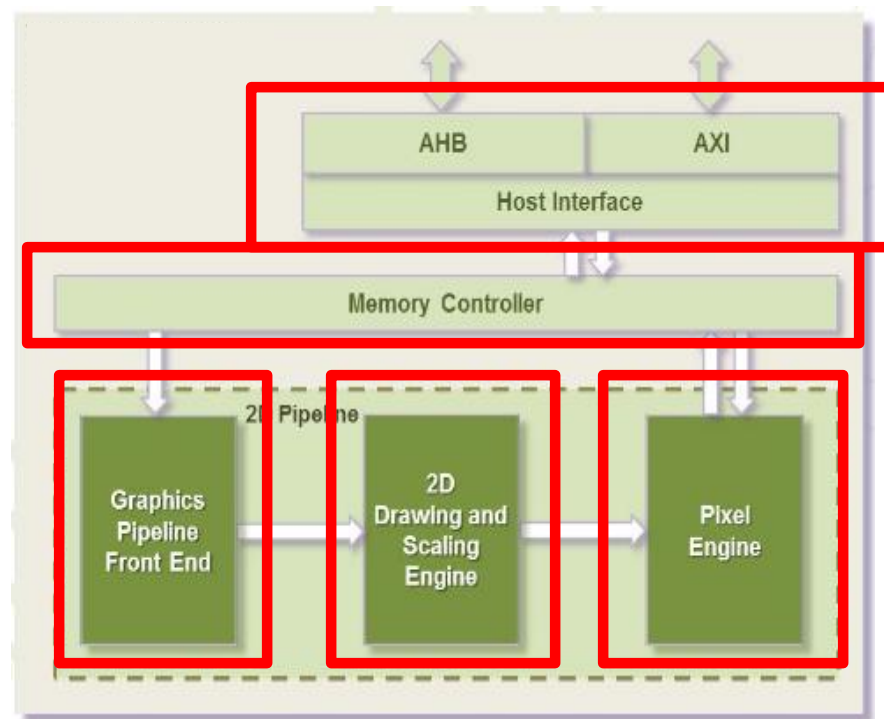


# GPU主要特性

特性	GPU支持	附加信息
可编程操作	ROP2 Alpha混合与透明度	
固定功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 绘线，矩形填充，</li> <li>• 位块传输，</li> </ul>	
源格式 RGB调配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RGBA8888</li> <li>• RGB888</li> <li>• RGB565</li> <li>• LUT8</li> </ul>	
目标格式 RGB调配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RGBA8888</li> <li>• RGB888</li> <li>• RGB565</li> <li>• LUT8</li> </ul>	
Alpha混合模式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 源在上，目标在上</li> <li>• 源在内，目标在内</li> <li>• 相加，相减</li> </ul>	
透明度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 源透明</li> <li>• 目标透明</li> </ul>	
图像缩放	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 拉伸，缩小</li> </ul>	
旋转，裁剪，	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90、180和270度，</li> <li>• 位块传输原语裁剪</li> </ul>	

# GPU框图

- 主机接口
- 存储器控制器
- 流水线
- 绘制/缩放
- 像素引擎



# 为什么选择2D GPU？

- 加速像素操作（绘线、填充和位块传输操作）
  - 快速将内容渲染到缓冲区表面（无论缓冲区表面当前是否有内容）
- 可通过以下两种方式执行像素操作：
  - 软件
    - CPU执行所有工作
    - 按顺序执行，缓慢，其他资源短缺
  - 硬件
    - 硬件执行时间密集型工作
    - 并行执行，渲染更加快速/流畅

# 演示1： 使用CPU的非加速应用



# 演示1 目标

- 展示使用基于CPU的图形API时的平移性能
- 利用Harmony v2.03b的ImageStretch演示
- 通过控制对象重叠功能在显示区域上方平移图像
- 展示CPU受限渲染的效果

# 演示1总结

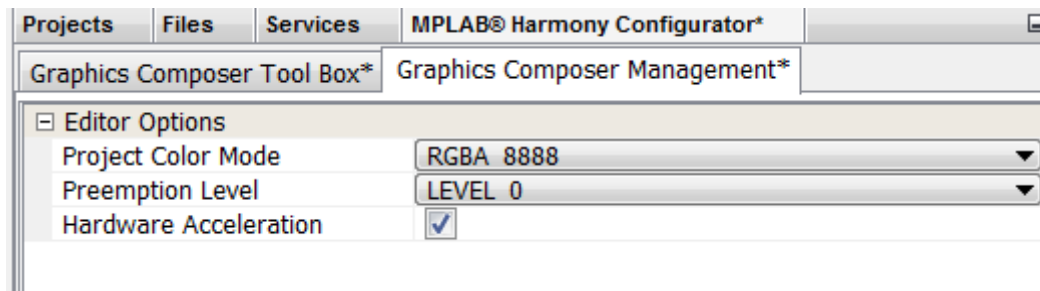
- **观察到图像渲染并未与实时触摸动作同步**
- **了解如何使用MPLAB® Harmony图形套件的StretchBlit API来缩放图像**
- **该解决方案使用基于CPU的实现**

# 加速方法

- **基于CPU的加速**
  - 设计方法
  - 软件功能
- **基于硬件的加速**
  - **显示控制器 ( GLCD )**
  - 图形处理器 ( 2D GPU )

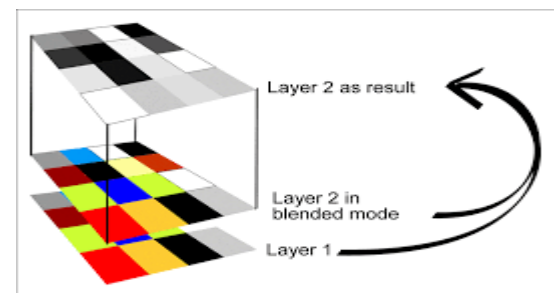
# PIC32MZ DA图形应用程序

- 硬件加速选项



# 基于GLCD的加速

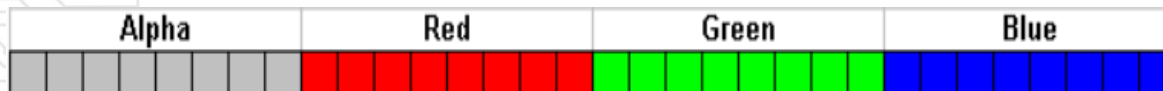
- 允许GLCD执行所有定时和刷新
- 使能两个或多个层
- 创建复杂的UI主题
- 保持重叠的控件和图像
- 调度图像解码
- 自动Alpha混合
- 使用离屏缓冲



# 什么是Alpha混合

- 将两个表面（层）的颜色相混合的方法
- 创建半透明
- 基于混合因子 $\alpha$ 形成最终图像
- 使用公式计算最终像素颜色

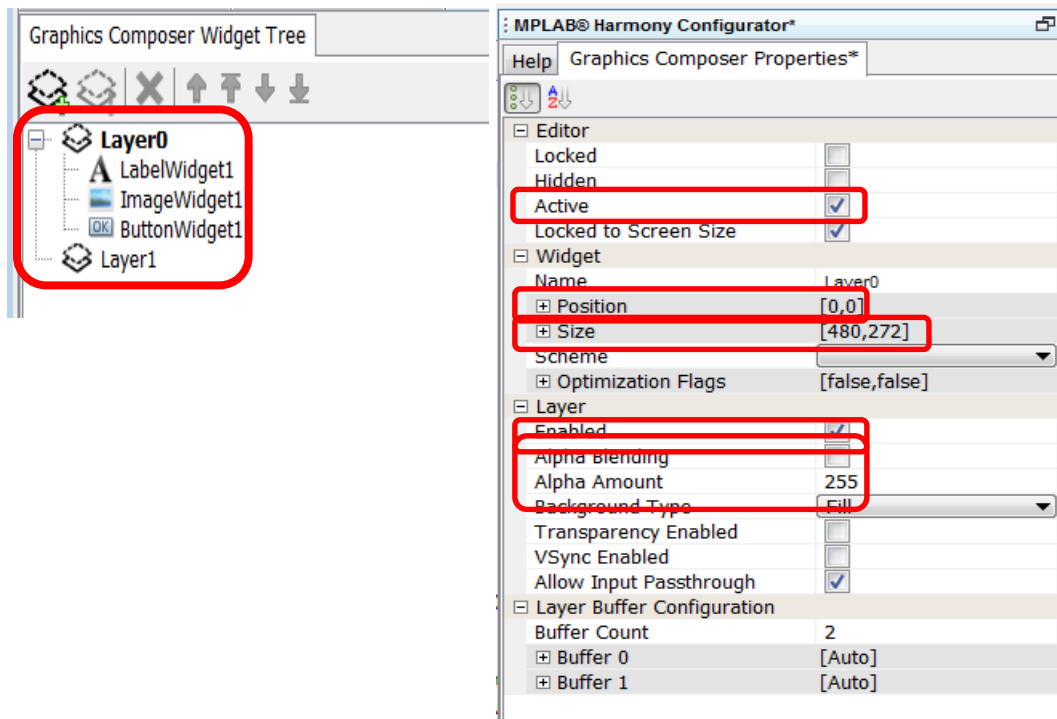
f a d e  
f a d e  
f a d e  
f a d e



# GLCD属性

## GLCD层属性

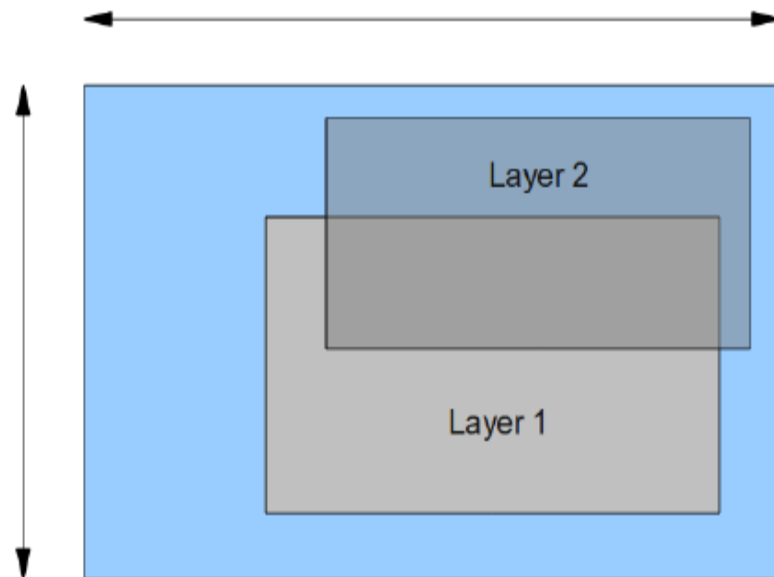
- 活动
- 位置
- 尺寸
- 使能
- Alpha混合
- Alpha大小



对于v2.03b而言，GLCD层默认为全局Alpha。为API使用`drv_gfx_glcd_static.h`以自定义层混合。

# 层

- 三层源自不同的存储区
- 分层以背景颜色开始
- 每层均完全可配置
- 每层均支持多种混合和颜色格式





# 演示2： 使用GLCD的加速应用

# 演示2目标

- 展示使用GLCD时的渲染性能
- 通过控制对象在显示区域上方平移图像
- 展示GLCD加速的优势
- 减少CPU受限渲染
- 将演示1修改为使用GLCD层1和2
- 层1交互式图像能够进行缩放和基于CPU的平移
- 层2用户控件和其他文字信息

# 演示2总结

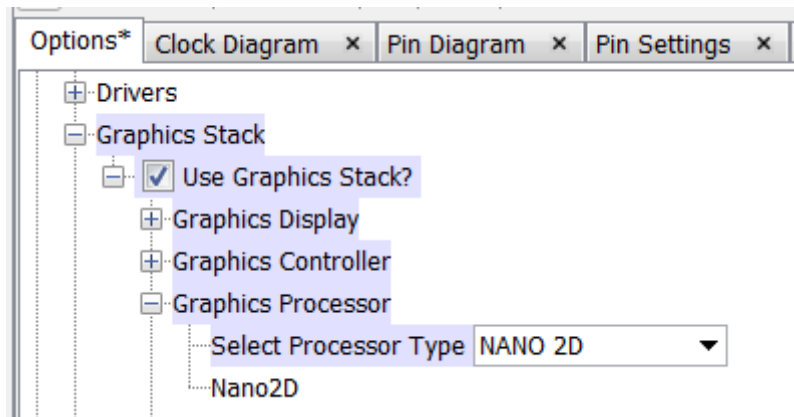
- 观察到图像渲染并非实时的
- 用户控件保持可见
- 使用MPLAB® Harmony图形套件的GLCD层2
- 层2可防止重绘GUI用户控件

# 加速方法

- 基于CPU的加速
  - 设计方法
  - 软件功能
- 基于硬件的加速
  - 显示控制器 ( GLCD )
  - 图形处理器 ( 2D GPU )

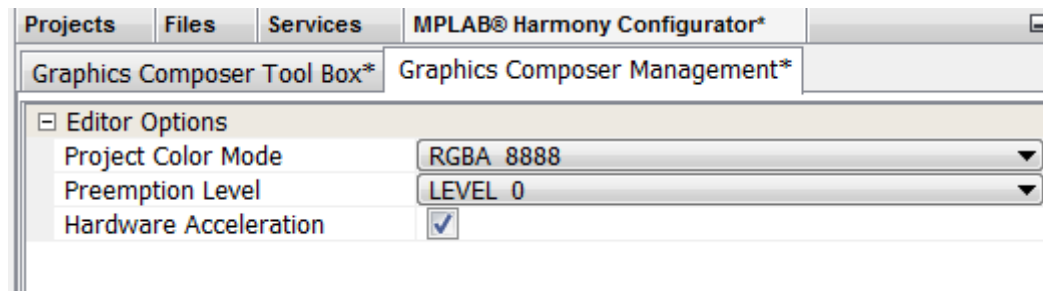
# PIC32MZ DA图形应用程序

- 图形处理器



# PIC32MZ DA图形应用程序

- 硬件加速选项



# BLT ( 像素块传输 )

# 基于GPU的加速 (位块传输——像素移动)

- 将源区域复制到目标缓冲区

- 相同大小
  - 全部或部分

- 全部或部分

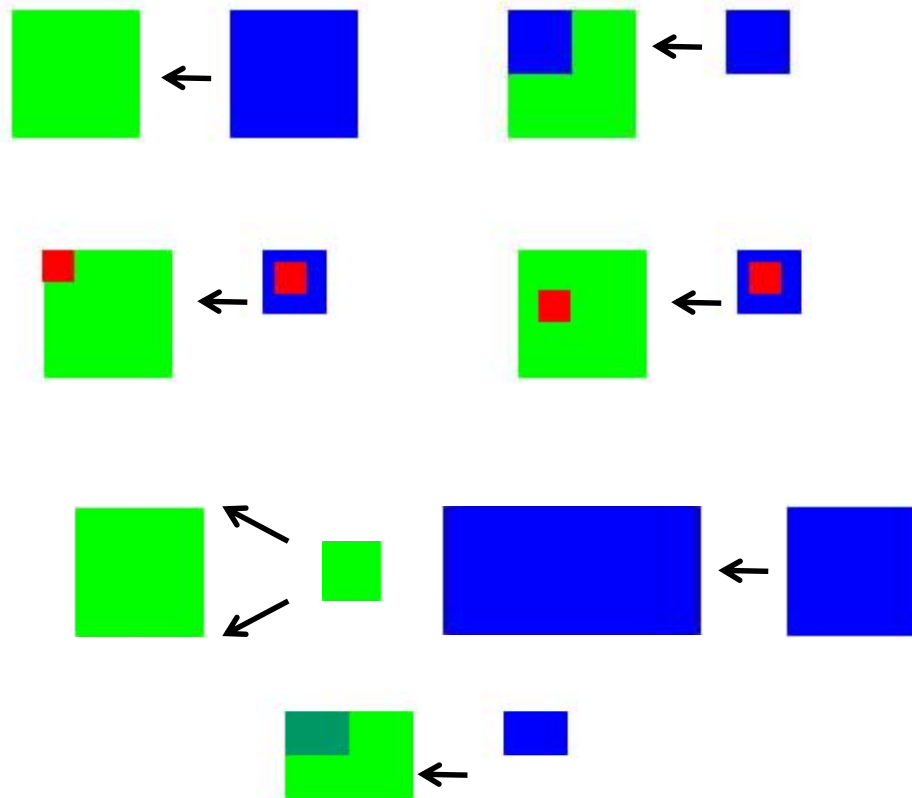
- 裁剪源或目标
  - 位置

- 位置

- 拉伸/收缩/展开

- 透明度

- 32位图像格式
  - 光栅操作

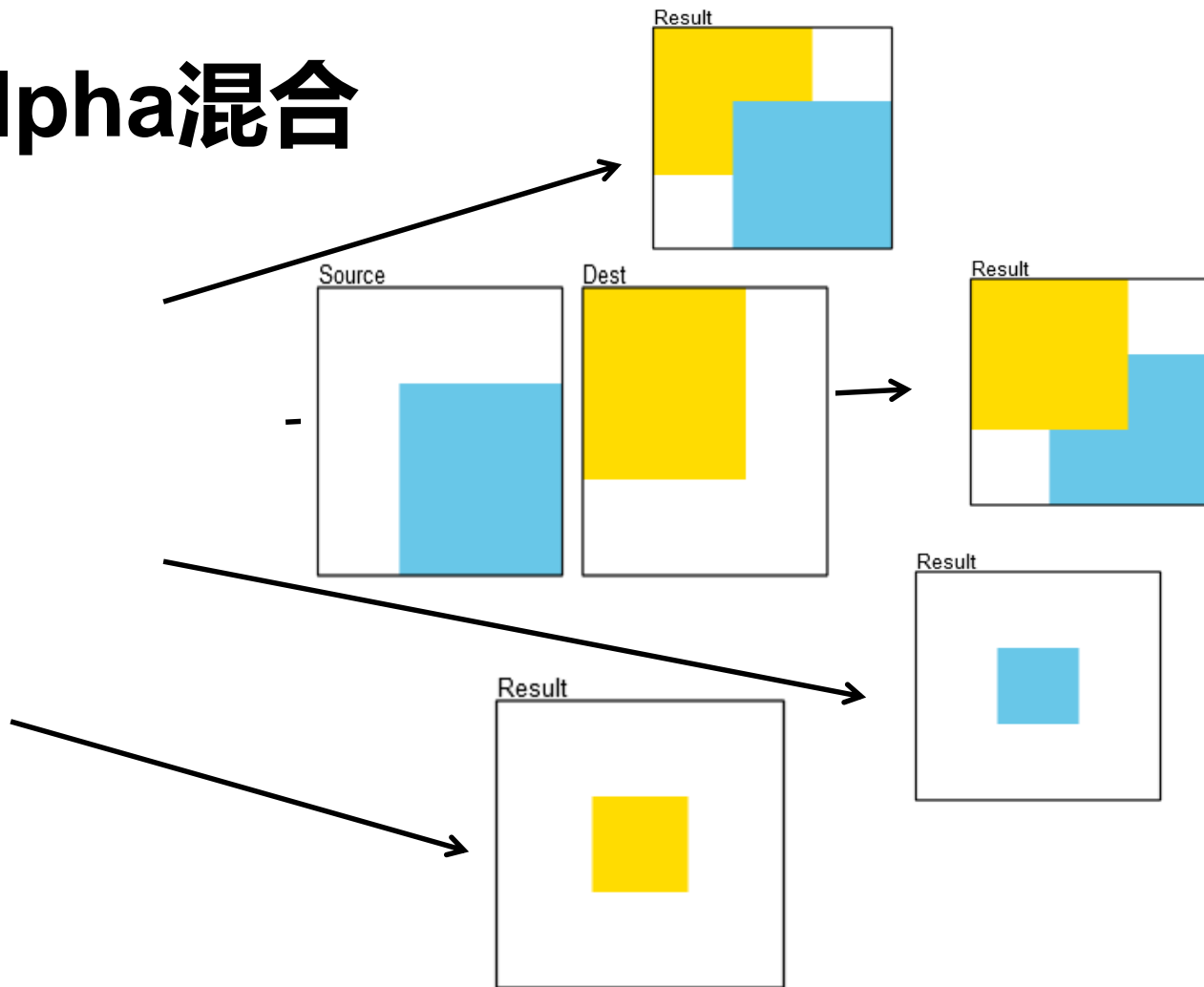




# 基于GPU的加速 (Porter-Duff混合)

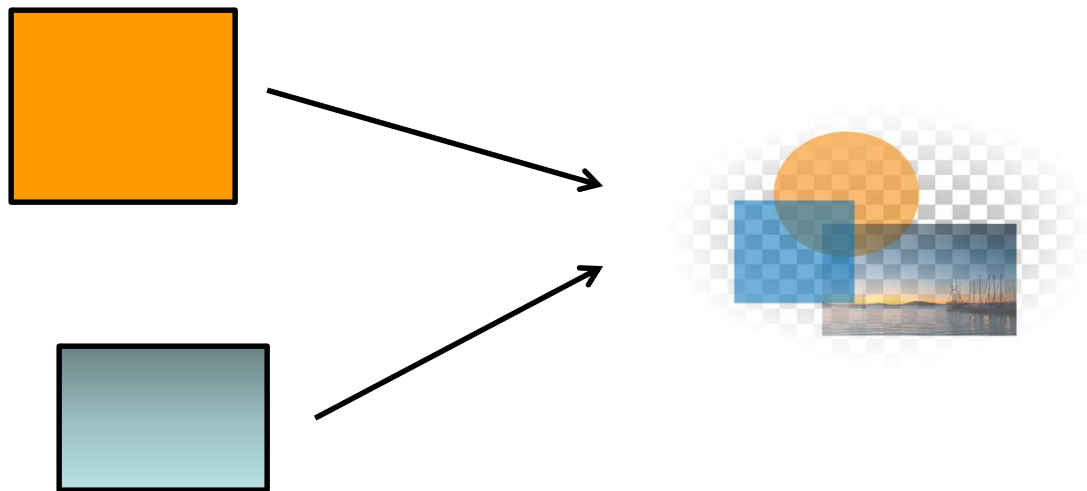
## ● 使用硬件Alpha混合

- 源在上
- 目标在上
- 源在内
- 目标在内



# 基于GPU的加速 ( GPU Alpha混合 )

- 使用硬件Alpha混合



- 实际处理RAM中的数据。只需要执行一次。  
相比之下，GLCD将以帧速率重复执行。

# 基于GPU的加速

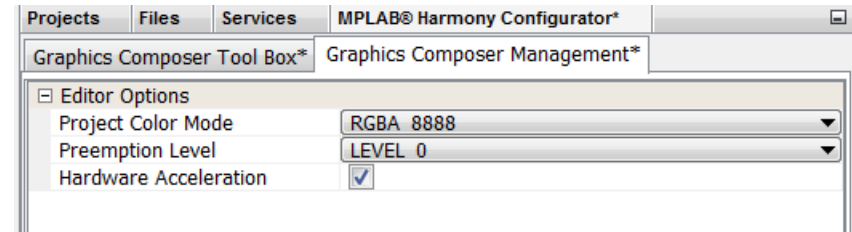
## ( 透明度——ROP2 )

- 设置位块传输功能的透明度
- 透明度模式应用于每个像素
- 颜色与像素上发生的背景或前景操作匹配
- 执行ROP2操作
- 复制目标 ( 如果为白色像素 )
- 复制源 ( 如果为白色像素 )



# GPU属性

- 使能原语加速
- 绘线、填充和位块传输
- 移动像素



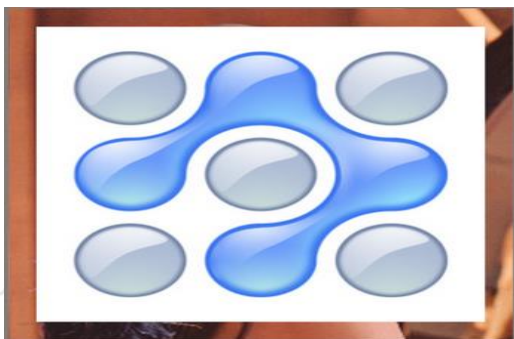
```
n2d_error_t n2d_blit(
    n2d_buffer_t *destination,
    n2d_rectangle_t *destination_rectangle,
    n2d_buffer_t *source,
    n2d_rectangle_t *source_rectangle,
    n2d_blend_t blend);
```

- 透明度，ROP，过滤

```
n2d_error_t n2d_draw_state (
    n2d_transparency_t transparency,
    n2d_color_t color,
    n2d_uint8_t foreground_rop,
    n2d_uint8_t background_rop);
```

# 什么是滤镜遮罩

- 遮掉一个或多个颜色的过程称为滤镜遮罩
- 图像是矩形的，而所需的内容不是
- 人像alpha通道透明度较差
- 下图所示并非混合渲染，而是滤镜渲染。白色被遮掉而呈现出透明色



# 动画



## Nano2D库API

- Nano2D命令是同步的
- Nano2D命令不具有线程安全性
- 命令不是可重入函数
- 使用GPU的过程是透明的
- 使用GFX图形套件时自动使能
- 开发人员可以选择在整个应用程序中禁止加速
- 支持按像素操作

# GPU操作

操作	说明
n2d_init_hardware()	初始化n2d驱动程序和外设硬件。
n2d_open()	启动硬件和建立应用程序环境。
n2d_line()	用特定颜色绘制直线。不会绘制直线的最后一个像素。
n2d_fill()	用指定颜色填充一个（部分）缓冲区。
n2d_blit()	将源缓冲区复制到目标缓冲区。
n2d_draw_state()	为任何后续的Nano2D API绘制调用设置绘制状态。

# 演示3： 使用GLCD和GPU的加速应用



# 演示3目标

- 展示使用GPU时的渲染性能
- 通过可见的控制对象平移图像
- 展示GPU加速的优势
- 将演示2修改为使用GLCD 1和2
- 使用层1来实现交互式图像功能
- 使用层2来维护用户控件和信息
- 将StretchBlit() 替换为n2d\_blit()

# 演示3总结

- 观察到图像渲染与实时触摸动作同步
- 了解如何使用MPLAB® Harmony图形套件的n2d\_blit() API来缩放图像
- 使用两个GLCD层来防止重绘GUI用户控件
- 使用GPU位块传输来进行实时平移

- 今天介绍了：
  - PIC32MZ DA图形器件
  - MPLAB® Harmony图形套件
  - DDR2存储器
  - 图形显示控制器（GLCD）
  - 图形加速器（2D GPU）

# 开发选项

- **DM320005-5**

- 多媒体扩展板MEB II
- 4.3" 480x272显示屏
- maXTouch® 336 PCAP触摸控制器
- 可选5" 800x480

- **DM320010**

- 带堆叠式DRAM ( DA ) 的PIC32MZ嵌入式图形入门工具包

- **DM320008**

- 带外部DRAM ( DA ) 的PIC32MZ嵌入式图形入门工具包



# 其他资源

MPLAB® Harmony图形设计器介绍视频：

[https://youtu.be/ScwnnY\\_krkY](https://youtu.be/ScwnnY_krkY)

MPLAB Harmony图形设计器介绍：

<https://youtu.be/Nxb8S8xCJaI>

MPLAB Harmony显示管理器教程视频：

[https://youtu.be/TICC\\_vkyQJY](https://youtu.be/TICC_vkyQJY)

Ben Heck展示

[https://youtu.be/-sOwOY\\_kkPM](https://youtu.be/-sOwOY_kkPM)

2017

Microchip 第十八届

# 中国技术精英年会

嵌入式控制工程师的盛会

# 谢谢！



# 法律声明

## 软件：

Microchip软件仅允许用于Microchip产品。此外，Microchip软件的使用受软件附带的版权声明、免责声明以及任何授权许可的限制，无论这些内容是在安装各个程序时阐明还是在头文件或文本文件中公告。

尽管有上述限制，但Microchip和第三方提供的软件的某些组件仍可能被“开源”软件许可覆盖，其中包括要求分发者提供软件源代码的许可。在开源软件许可要求的范围内，许可条款将起主导作用。

## 注意事项和免责声明：

这些材料和随附信息（例如，包括任何软件以及对第三方公司和第三方网站的引用）仅供参考，并且按“现状”提供。Microchip对第三方公司做出的声明或第三方可能提供的材料或信息不承担任何责任。

MICROCHIP不承担任何形式的保证，无论是明示的、暗示的或法定的，包括有关无侵权性、适销性和特定用途的暗示保证。在任何情况下，对于与MICROCHIP或其他第三方提供的材料或随附信息有关的任何直接或间接的、特殊的、惩罚性的、偶然的或间接的损失、损害或任何类型的开销，MICROCHIP概不承担任何责任，即使MICROCHIP已被告知可能发生损害或损害可以预见。请注意，使用此处所述的知识产权时可能需要第三方许可。

## 商标：

Microchip的名称和徽标组合、Microchip徽标、AnyRate、AVR、AVR徽标、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ徽标、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOST徽标、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32徽标、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SST徽标、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O及XMEGA均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的注册商标。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge和Quiet-Wire均为Microchip Technology Incorporated在美国的注册商标。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKIT徽标、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet徽标、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified徽标、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouch徽标、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA和ZENA均为Microchip Technology Incorporated在美国和其他国家或地区的商标。

SQTP为Microchip Technology Inc.在美国的服务标记。

Silicon Storage Technology为Microchip Technology Inc.在除美国外的国家或地区的注册商标。

GestIC为Microchip Technology Inc.的子公司Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG在除美国外的国家或地区的注册商标。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2017, Microchip Technology Incorporated版权所有。