

# 液晶仿真系统简明使用手册

版权所有：杭州士兰微电子股份有限公司

版本编号：0.9

日期：2004 年 11 月 2 日星期二

版本要点：草稿

## 目 录：

### 第一章 引言

#### 第一节 术语解释

#### 第二节 传统液晶模块的结构及其应用

#### 第三节 新型液晶模块的结构及其应用

### 第二章 概述

### 第三章 认识液晶仿真系统

#### 第一节 液晶仿真系统的构成

#### 第二节 液晶仿真系统的适用场合

#### 第三节 使用液晶仿真系统的好处

### 第四章 液晶仿真系统的软件——页面编辑器 (PgEditor)

#### 第一节 简介

#### 第二节 安装和卸载

#### 第三节 界面介绍

#### 第四节 PgEditor 项目的典型操作流程

#### 第五节 仿真

#### 第六节 下载

#### 第七节 常见问题

### 第五章 液晶仿真系统的硬件——液晶仿真器 (LcdEmulator2004)

#### 第一节 液晶仿真器的人机界面

#### 第二节 附件清单

#### 第三节 转接板的设计要点

#### 第四节 液晶仿真器的工作模式

#### 第五节 使用注意事项

### 第六章 液晶显示开发过程实例

#### 第一节 设计目标

#### 第二节 项目设计流程

#### 第三节 液晶显示页面设计结果

#### 第四节 控制硬件设计结果

#### 第五节 控制软件设计结果

本章的内容是为后续章节提供一些背景知识，读者应尽量花时间浏览一遍。

## 第一节 术语解释

### 【液晶模块 (LCM)】

如无特别说明，本手册中提到的“**液晶模块**”专指“单色的图形点阵液晶显示模块”，其点阵规模在 64×32 至 320×240 之间，也用“**LCM**”表示。“液晶模块”的显示内容由“MCU”控制。

### 【MCU】

如无特别说明，本手册中提到的“MCU”是“8 位/16 位的微控制器”或“DSP 芯片”的统称。

### 【显示控制器】

如无特别说明，本手册中提到的“显示控制器”专指“液晶显示控制芯片”，常用的有 T6B66B、SED1520、KS0108、T6963C、SED1335、HD61830 以及“SC165Cxxx”等。“MCU”正是通过与“显示控制器”交互信息来实现对“液晶模块”的控制。

### 【传统显示控制器】

“传统显示控制器”的特点是：除少量字符外，它不支持对“显示元素”的自动处理，而把这个任务交给“MCU”。

### 【显示元素】

显示元素包括“**基本显示元素**”和“**组合显示元素**”。“基本显示元素”又包括“图形（点、线、面）”和“图像（位图、字符、字符串）”。“组合显示元素”是由“基本显示元素”组合而成的。

### 【SC165Cxxx】

杭州士兰微电子股份有限公司开发的图形点阵液晶显示系列控制芯片，目前已有的型号是 SC165C010，它与“传统显示控制器”的最大区别在于：SC165Cxxx 内置了 CPU 核和强大的显示处理程序，并且直接支持“预置存储器”和“字库 ROM”。

### 【预置存储器】

用于存放“显示元素”原始数据的存储器，它可以是不掉电RAM、EPROM、E<sup>2</sup>PROM或MASK ROM。

### 【字库 ROM】

存放了 256 个“标准和扩展 ASCII”字符及 8178 个中文字符的点阵信息。它可以是“烧录了全字库内容的 E/EPROM”或士兰微设计的 SC165Lxxx 系列小封装（L/QFP44-10×10-0.8）字库 ROM 芯片。

### 【图形像素和文本像素】

“图形像素”就是通常所说的“点”，而“文本像素”则是由水平连续的 8 点构成。

第二节 传统液晶模块的结构及其应用

一、传统液晶模块的结构及其应用框图

传统液晶模块的结构及其应用如图 1.1 所示：

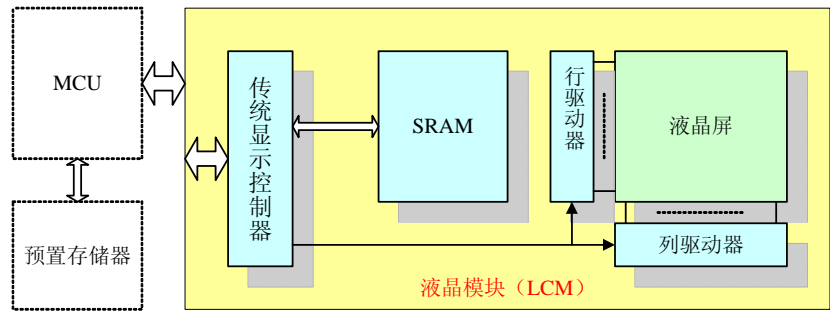


图 1.1 - 传统液晶模块的结构及其应用框图

传统的液晶模块主要由传统显示控制器、SRAM、行列驱动器和液晶屏构成。为了在液晶屏上显示某个显示元素，MCU 先要从预置存储器内获取该显示元素的信息，经过一系列运算后转换成符合 SRAM 存储格式的点阵信息，然后通过传统显示控制器将点阵信息一一写入 SRAM。在这个过程中，传统显示控制器只负责将 MCU 送来的点阵信息写入 SRAM，写入地址也主要由 MCU 计算并通知它。

二、传统液晶模块的应用特点

从显示操作执行过程直观地看，传统液晶模块的应用特点是：

- MCU 需要进行大量的运算。
- MCU 需要向液晶模块传送大量的数据。

但是，仔细分析我们还会发现，传统液晶模块的应用还有很多缺点：

- 程序编写和调试的工作量很大，周期长，如果显示内容复杂则还要考虑能否实现的问题。
- 控制程序和显示程序共享 MCU 及外部硬件资源，增加了设计的难度。
- 程序不易维护和升级。
- 设计结果的可重用性差。由于显示程序代码是由 MCU 和传统显示控制器共同决定的，一旦这个组合改变了，显示程序还得重写。
- 由于数据传送量大，为了保证显示速度，必须采用并行接口，这对 MCU 的要求比较高，可选的型号受到限制。

第三节 新型液晶模块的结构及其应用

一、新型液晶模块的结构及其应用框图

新型液晶模块的结构及其应用如图 1.2 所示：

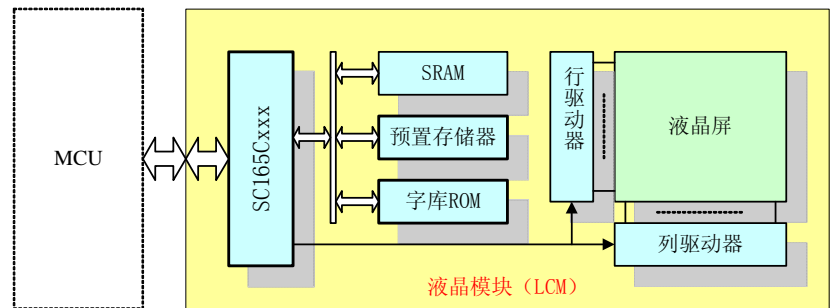


图 1.2 - 新型液晶模块的结构及其应用框图

新型的液晶模块主要由 SC165Cxxx、SRAM、预置存储器、字库 ROM、行列驱动器和液晶屏构成。与传统液晶模块的区别在于：a) 采用的显示控制器不同；b) 将预置存储器从模块外部移入模块内部；c) 增加了字库 ROM。经过这样的改进后，MCU 只需向 SC165Cxxx 发送很少的参数即可实现显示操作。譬如显示一幅位图，MCU 只需向 SC165Cxxx 发送显示坐标、位图编号等信息即可，余下的任务都交给 SC165Cxxx 完成。

二、新型液晶模块的应用特点

与传统液晶模块对比，新型液晶模块的应用特点是：

- MCU 的运算量极小。
- MCU 需要向液晶模块传送的数据量很少，可以采用串行方式传送。
- 由于显示操作的执行统一交由 SC165Cxxx 完成，便于实现可视化辅助设计。
- MCU 处理显示控制的程序量很小，占用的资源也很少，因此程序的维护和升级变得十分轻松。
- 显示元素信息不必和程序抢占存储空间，可以预置更多的显示元素。
- 一旦实现可视化辅助设计，将大大提高设计效率和结果的可重用性。事实上，士兰微电子确实开发了一套这样的工具——页面编辑器 (PgEditor)。

本章的内容是阐述液晶仿真系统的成因和基本原理。

从本手册的“引言”部分可以看出，由于传统液晶模块的构成及传统显示控制器的基本特点，使得其应用起来很难实现高度的可重用性，究其原因，是因为传统的应用无论在硬件接口还是软件接口上都没有一个统一的标准。具体地说，包括以下几种不确定性：

- MCU 与显示控制器的接口不确定。无法通过一套函数库来适应所有的“MCU-显示控制器”组合。
- 显示程序与控制程序的接口很难明确，资源划分必须根据具体情况来定。即使针对一个“MCU-显示控制器”组合可以编写一套大而全的函数库，但势必占用大量的硬件资源（如 MCU 的内存和程序存储空间）。当与控制程序占用的资源发生冲突时，有时又需要简化函数库。
- MCU 外围电路也会对显示程序产生影响。比如当 MCU 有外接 RAM 时，显示程序的效率会高很多，如果没有外部 RAM，则显示程序的写法会有较大的区别。

正因为此，显示程序的社会整体开发效率十分低下。为了极大地提高液晶显示程序的社会整体开发效率，士兰微电子决定统一这些接口标准，设计出一颗面向显示元素的显示控制器，可适应  $64 \times 32$  至  $320 \times 240$  的点阵规模，并且直接支持预置存储器。这一系列改进使得液晶模块对 MCU 资源的需求降至最低，也使得显示程序变得十分简单，即使 MCU 改变型号，显示程序的修改也是机械替换型的。

仅仅设计出一颗面向显示元素的显示控制器是不够的，因为预置存储器内的数据如何存放成了更为棘手的问题，为了方便使用，我们还得向用户提供一套可视化的辅助开发工具。

既然统一了接口标准，又有了可视化的辅助开发工具，而且 MCU 与显示控制器的数据传输量又这么少，为其设计一套仿真系统以进一步提高开发效率就变得举手之劳了。这就是液晶仿真系统的成因。

那么，液晶仿真的基本原理是什么呢？我们说，真正意义上的仿真至少应该实现接口和功能的等效性（当然，最好是等同性）。如果将一个液晶模块看成暗盒模型，那么它的对外接口主要包括两个：a) 与 MCU 的软硬件接口；b) 液晶屏。整个暗盒的主要功能就是：接受 MCU 的数据和命令，将结果显示出来。我们要用一套仿真系统等效液晶模块的接口和功能，这就是液晶仿真系统。

## 第三章 认识液晶仿真系统

本章将带您认识液晶仿真系统的构成和使用场合，让您对该系统有一个初步的了解。

### 第一节 液晶仿真系统的构成

与单片机仿真系统相同，液晶仿真系统也是由 **PC 机**、**仿真软件**和**仿真硬件**构成的。仿真硬件上设置了与真实液晶模块相同的 MCU 软硬件接口。仿真硬件接收 MCU 发来的参数和命令，通过串口通讯转发给 PC 机上的仿真软件，由仿真软件将执行结果显示在 PC 机的显示器上。

仿真系统还具有下载预置数据的功能。

整个系统中，仿真软件有着举足轻重的作用。该软件不但具有仿真和下载功能，更具有显示页面的可视化设计功能。关于该软件，我们会在下一章进行详细的介绍。

### 第二节 液晶仿真系统的适用场合

正如上一章所述的，液晶仿真系统是针对士兰开发的 SC165Cxxx 系列显示控制器专门设计的。只有采用 SC165Cxxx 作为显示控制器的液晶模块才适合使用该系统。

### 第三节 使用液晶仿真系统的好处

- 大幅提高液晶显示程序的开发效率，在某些复杂设计时甚至可提高数十倍的效率。
- 可视化的方式令设计的难度降低并充满乐趣，非程序员也能操作，拉近了概要设计和详细设计的距离。
- 随时可以开始显示程序的设计，而不必等到购得液晶模块，缩短了设计周期。
- 在某些复杂的设计场合下，液晶仿真系统可以帮助评估液晶模块的规格和预置存储器的容量等，从而灵活地配置资源，降低整机成本。
- 设计调试结束后可以很方便地下载预置数据到液晶模块中，以便进行验证。

## 第四章 液晶仿真系统的软件——页面编辑器 (PgEditor)

本章将帮助您了解仿真软件 PgEditor 的使用及 PgEditor 项目的典型操作流程。另外，也介绍该软件的仿真和下载功能。

### 第一节 简介

页面编辑器 (PgEditor) 全称是“液晶显示页面编辑器”，该软件是液晶显示页面设计、仿真和下载的集成开发环境。

PgEditor 的主要任务是把液晶显示设计中所需要的各种显示元素提取出来存成符合 SC165Cxxx 预置存储器格式的目标文件。但是如果 PgEditor 只考虑位图、字符等简单元素的提取，则没有多大的意义。PgEditor 最精彩的地方是对页面和对象的提取。

PgEditor 把液晶显示页面上的显示元素分为对象、独立位图、独立字符串和独立字符四类。页面本身也是一种对象，它可以容纳其它对象。而对象又可分为静态对象和动态对象。静态对象是指在某个显示页面上固定不动的部分，包括：静态文本、静态位图、静态矩形填充区块、静态图形等。动态对象是指在某个页面上内容可变但位置和活动区域固定的部分，包括：动态文本、动态数值显示、单选框、复选框、通用列表框、滚动条、标准十进制定点数值编辑器等。每个对象都有一些属性，静态对象只有静态属性，动态对象则既有静态属性也有动态属性，动态属性需要 MCU 的显示程序来设定。

PgEditor 认为，在实际开发中，界面上绝大多数信息是相对固定的，是在设计中就可以确定下来的，比如：页面上的提示性字符串、界面分割图形、菜单、列表、单选框、复选框、滚动条等等。即使是不确定的内容（比如：接收到的短消息字符串、键盘输入的数字等），其显示位置也可能是可以事先安排好的。PgEditor 就是把这些可以在设计中确定下来的内容用所见即所得的方式以页面为单位安排好，对于不能确定什么时候显示的位图、字符串、字符等显示元素只提取它们的点阵信息。

PgEditor 具有强大的显示元素编码功能，使用 PgEditor 不必考虑每个显示元素的编码，只需给它们一个合适的命名。MCU 的显示程序将来就认这些名称，维护起来非常方便。

另外，PgEditor 可以支持最多达 16 种的点阵字库，字体非常丰富。对位图也有一定的后处理能力，使用十分方便。

PgEditor 安装后占用磁盘空间约 17M 字节，它在 WINDOWS 98、WINDOWS 2000 和 WINDOWS XP 测试通过。

## 第二节 安装和卸载

### 一、安装步骤

PgEditor 的安装程序是 PgEditor\_Trial\_Setup.rar，用鼠标双击该程序即弹出安装界面：



图 4.1 - PgEditor 的安装界面（显示比例：100%）

首先选择或输入安装路径（不存在的路径安装程序会自动创建），然后用鼠标点击“安装”按钮，即可完成安装。建议采用缺省的安装路径，其原因在下一节中会提到。

安装结束后，安装程序会在桌面上创建一个 PgEditor\_Trial 的快捷方式，同时运行 PgEditor，若执行时弹出下面的对话框，建议点击“确定”按钮。

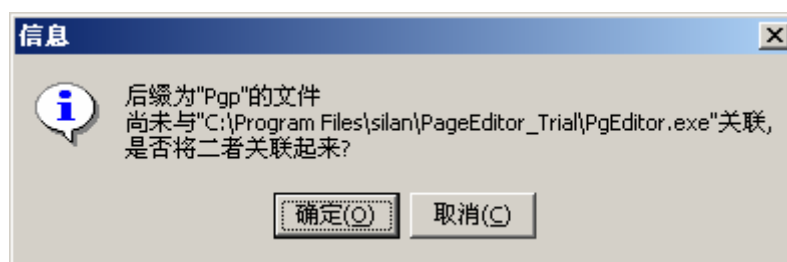


图 4.2 - 首次运行 PgEditor 时可能弹出的对话框（显示比例：100%）

无论点击哪个按钮，PgEditor 的主界面都会出现。

### 二、卸载步骤

首先，删除安装路径下的所有文件、桌面上的 PgEditor\_Trial 快捷方式，必要时也可以将安装时自动创建的路径一并删除。

然后，到文件夹选项里将扩展名为 PGP 的文件类型删除。

这样，PgEditor 就卸载干净了。



第三节 界面介绍

在阅读本节的内容之前，请将 PgEditor 运行起来，边阅读边简单操作一下，这样有助于理解。

一、主界面

PgEditor 的主界面如图 4.3 所示，实际运行时主窗体一般处于最大化状态。

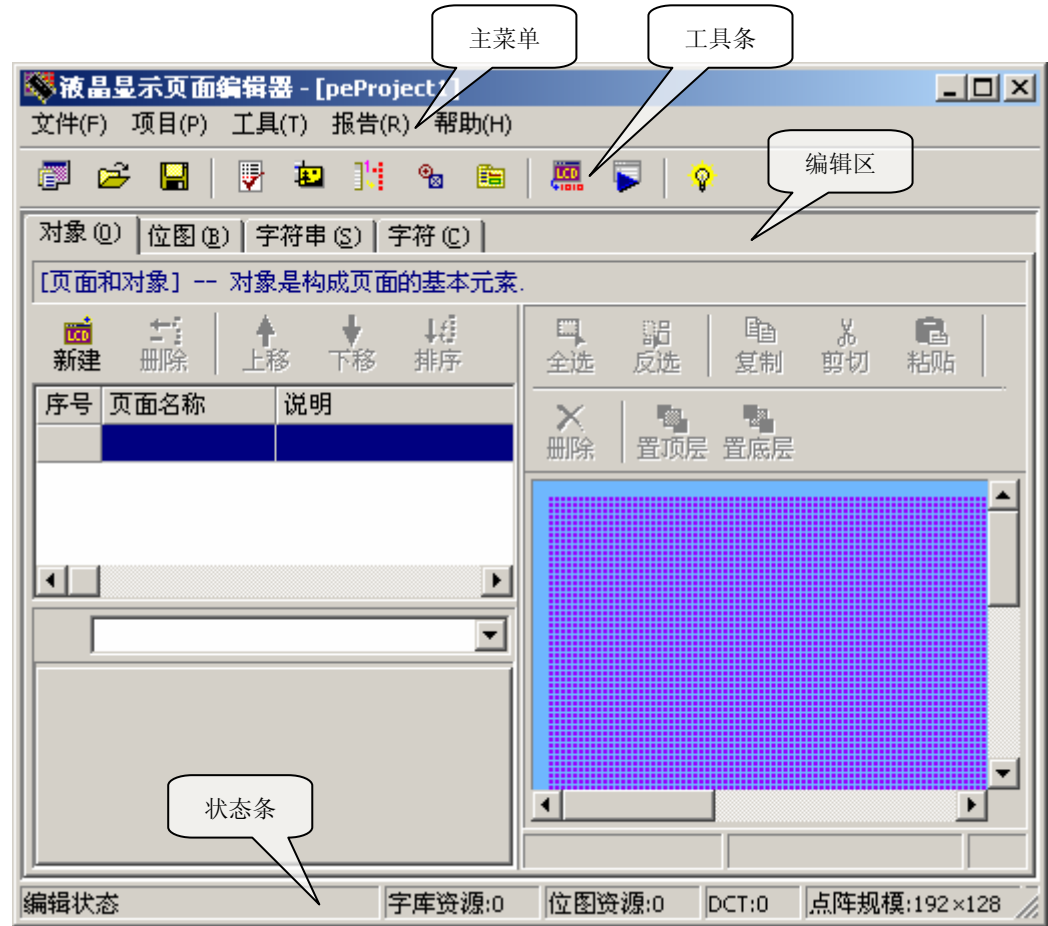


图 4.3 - PgEditor 的主界面（显示比例：100%）

主界面上可分为主菜单、工具条、编辑区、状态条四大部分。

工具条里的快捷按钮都可以在主菜单里找到相同功能的菜单项。状态条显示的是 PgEditor 的工作状态和当前项目的各种设置状态。最复杂的是编辑区，它又包含四个标签页：对象、位图、字符串和字符。

二、主菜单

我们只介绍关键的几个菜单项。

1. [文件]

包含[新建项目]、[打开项目...]、[保存项目]等菜单项，它们的功能与常规软件类似，本手册不做详细介绍，但是项目的概念还是需要提一下。PgEditor 的项目其实是一个后缀名为 pgp 的文件，该文件中包含了所有在[项目]菜单内可以设置的信息以及编辑区内设计的所有显示元素信息。

需要特别提醒的是，有时打开一个项目会出现如图 4.4 的提示对话框，请不要惊慌。这是该项目中引用到的字库文件找不到或字库的类型被修改等原因造成的。如果没有找到相应的字库，项目是打不开的。项目文件在两台机器之间复制，或者重新安装 PgEditor 时，这种情况经常发生。如果项目中

使用了自定义的字库，这种情况也可能发生。  
将每一台 PC 机的 PgEditor 都安装在缺省的路径下可以大大减少这种情况出现。

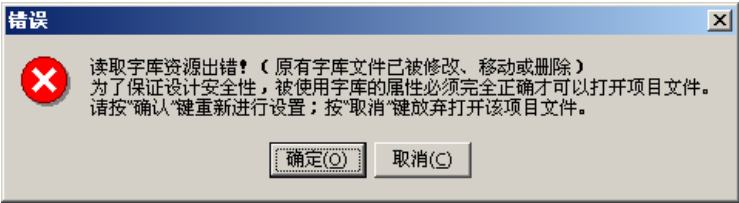


图 4.4 - 打开项目可能出现的对话框 （显示比例：77%）

遇到这种情况，请单击“确定”按钮，进入字库资源管理界面，可能如图 4.5 所示。

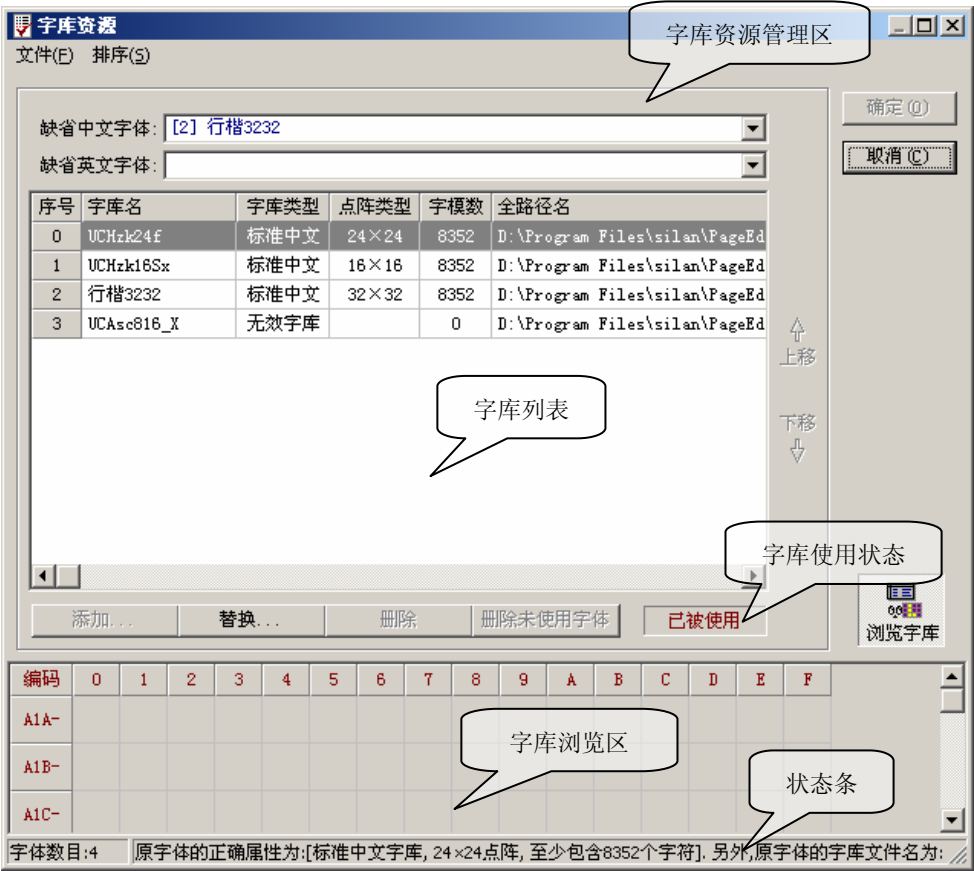


图 4.5 - 打开项目时管理出错字库资源的管理界面 （显示比例：77%）

在这里，您可要慎重了。如果不能确定，请不要随意设置，最好点击“取消”按钮，然后在操作系统下将该项目复制一份以防万一。如果您对项目中使用的字库比较清楚，则在字库列表逐一点取字库，在状态条内查看其原始属性（建议将窗体最大化以显示所有的信息）。对照字库列表内的所有属性是否与原始属性相同，如果不同，则看该字库使用状态是否为“已被使用”，如果是，则一定要替换成符合原始属性的字库。

点击“替换...”按钮，进入替换字体界面，如图 4.6 所示。通过新字体标签页，找到符合红字提示的字库（字库文件名可以不和原先相同）。确信新字库符合原字库要求后，按“确定”按钮。

将所有不符合原先属性要求的“已被使用”的字库都替换成功后，才能够打开该项目文件。在 PgEditor 中，“字体”和“字库”，这两个概念几乎可以混同的，只是“字库”更强调文件的概念。

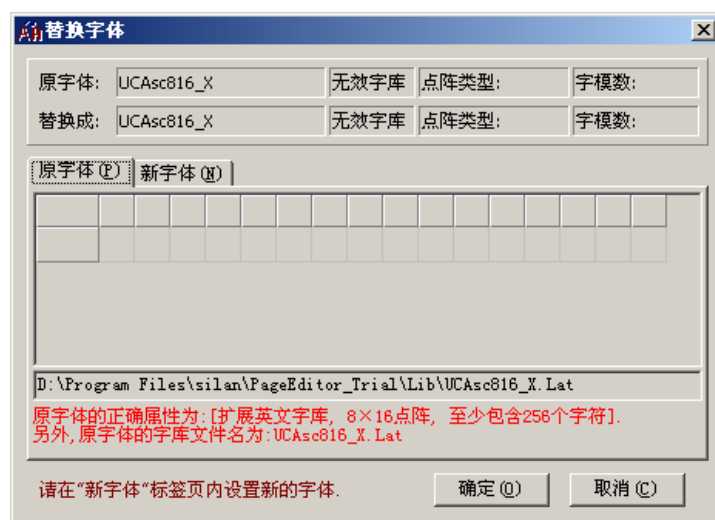


图 4.6 - 替换字体界面 (显示比例: 77%)

有一点需要非常注意: 不要在PgEditor运行时修改、删除、移动字库文件 (\*.Lib文件), 否则可能会造成严重后果。

保存项目时, PgEditor 会在项目文件所在目录下创建三个子目录: OutputFiles、Graphics、UserLibs。

## 2. [项目]

包含[字库资源管理...]、[位图资源管理...]、[数字-字符对照表管理...]、[对象缺省图标设置...]和[项目属性设置...]菜单项, 分别与工具条中第 4 到第 8 个快捷按钮对应。点击其中任意一项都会弹出一个设置窗口。一般情况下, 对于一个新建的项目, 我们都需要对这 5 项逐一进行设置, 因为它们的设置情况将直接影响编辑区的工作情况。关于这 5 项如何设置, 我们会在本章的第四节中进行介绍。

## 3. [工具]

包括[工作环境设置...]、[编译]、[开始仿真...]和[下载...]菜单项。工作环境包括“液晶显示外观”和“串口通信设置”, 它不影响项目文件的内容。目前, 串口通信的波特率一定要设成 57600。编译过程就是根据项目文件的内容生成“编译报告文件”、“预置数据文件”、“字库 ROM 文件”和“显示元素命名文件”。如果仿真硬件 LcdEmulator2004 已经与工作环境中设置的串口连好, 并且电源已经开启, 那么点击[开始仿真...]和[下载...]就可以分别进入仿真和下载界面。

## 4. [报告]

现有版本只包括[编译结果...]一个菜单项, 它的功能是显示编译所产生的“编译报告文件”和“显示元素命名文件”的内容。编译报告有助于我们分析该设计所使用的硬件资源。

## 三、工具条

与相同图标的菜单项功能一致。

## 四、状态条

通常情况下, 最左边的状态栏显示的是“编辑状态”, 只有在准备进入仿真或下载状态时, 会出现“正在测试串口...”字样。其它状态栏的信息都与[项目]菜单中的各项设置有关, 其中“DCT”是“数字-字符对照表”的英文简称。

五、编辑区

编辑区包含四个标签页：对象、位图、字符串和字符。每个标签页都相对独立，也就是说，一个项目不一定要对每个标签页都进行编辑。

1. 对象标签页

对象标签页是以显示页面为单位进行编辑的，在每一个页面中，可以放置多个对象，对象的位置和尺寸可以通过鼠标拖动。如果没有任何页面，对象标签页如图 4.7 所示。在页面列表区中点击“新建”按钮，将会创建一个空页面，如图 4.8 所示。

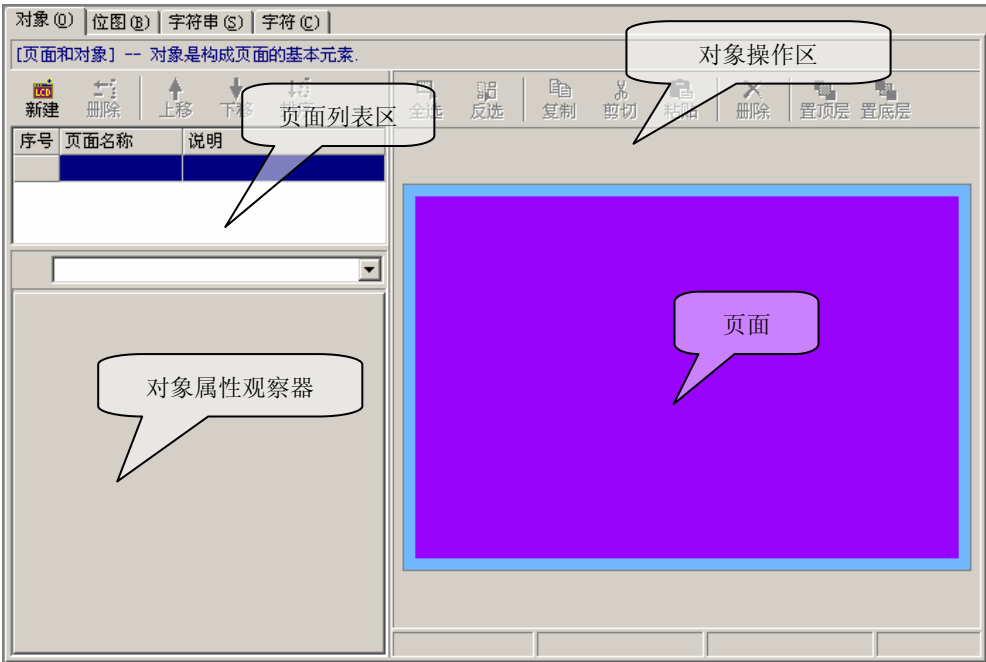


图 4.7 - 没有任何页面的对象标签页（显示比例：71%）

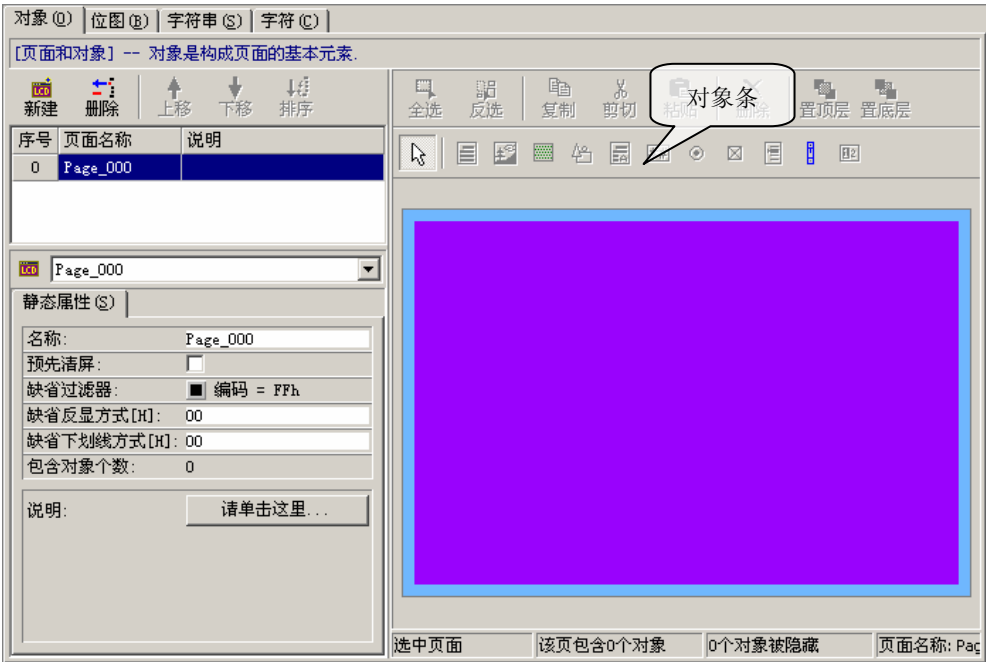


图 4.8 - 创建了页面的对象标签页（显示比例：71%）

此时，对象属性观察器不再是空的，由于现在页面中没有对象，所以它显示的是页面本身的属性。另外，对象操作区出现了对象条。对象条上有一个鼠标箭头和 11 类对象的图标。创建对象时，先用鼠标点击某类对象的图标，然后用鼠标在页面上拖出一个矩形，当释放鼠标键时，页面上就会创建一个所选类型的对象，同时，该对象被选中，左边的对象属性观察器显示该对象的属性。对象的位置和大小就是鼠标拖出的矩形。每创建完一个对象，对象条的鼠标箭头就会被选中，恢复到对象编辑状态，此时若用鼠标在页面内拖拽，则可能在做选择对象或移动对象的操作。

对象条中“静态矩形填充区块”和“滚动条”总是有效的，而现在的版本“静态图形”总是无效的。只有当我们在项目的字库资源中添加了至少一个字库后，“静态文本”和“动态文本”才会有效。另外，“静态位图”在位图资源非空的情况下有效，“动态数值显示”和“标准十进制数值编辑器”在数字-字符对照表非空时有效，“单选框”、“复选框”和“通用列表框”分别在设置了相应的缺省图标后才有效。这也是为什么新项目在创建之后通常先要设置[项目]菜单下的 5 个子项的原因了。

至于其它具体的操作，请在实践中体会，但有几个问题需要提一下：

- a) 对象的横坐标和宽度属性都是以“文本像素”为单位的。“文本像素”的定义请参见第一章“引言”的第一节“术语解释”
- b) PgEditor 采用局部选中法，即只要鼠标框中对象的某个局部，就认为选中了该对象。
- c) 先按住 Shift 键再用鼠标点选或框选对象将切换对象的选中状态，即被点到或框到的对象中原来选中的现在被取消选中，原来没有选中的现在被选中。
- d) 用鼠标拖动对象时，纵横方向的移动步距都是 8 个像素，但是若在移动时按住 Ctrl 键，则纵向的移动步距将变为 1 个像素。
- e) 每个对象都有一个“隐藏”属性，若选中该属性，则对象被隐藏，但是它的信息仍然会被提取，只是在 MCU 向 SC165Cxxx 发送显示页面的命令时，该对象不会被显示，只有用显示对象的命令才可以将其显示出来。
- f) PgEditor 的试用版没有 Undo 的功能，所以在删除操作之前都会弹出对话框询问是否确定删除，请不要感到烦琐。
- g) 双击对象无法打开它的特定编辑器（如静态文本对象的字符串编辑器），请到对象属性观察器内点击相应的按钮。
- h) 许多操作都没有快捷键，在对象标签页内，Ctrl+A 不是全选，而是新建页面。
- i) 页面对象的说明不会成为预置数据的组成部分，但是它有助于 MCU 显示程序的设计参考，所以建议填写该页面的功能，如“启动画面”、“主菜单”等等。
- j) 页面列表的顺序对设计结果没有本质的影响。

## 2. 位图标签页

位图标签页用于管理“独立位图”，即项目中需要单独进行显示操作的位图，一般情况下仅添加对象标签页中尚未引用到的位图。当然，即使在对象中已经引用了的位图，也可以在这里列出，这不影响预置数据的大小。

在很多时候，位图并不仅仅是安静地呆在某个角落并始终处于显示状态，比如，我们要实现位图的淡入、淡出、移动等效果，则不能把位图作成静态位图对象，而应该单独对它操作，这就是独立位图的概念。

位图列表中要只能添加位图资源管理器中已经存在的位图。请不要让相同内容的位图在位图资源管理器中有多个拷贝，因为 PgEditor 认为名称不同的位图其点阵信息也不同，这样很可能会浪费宝贵的预置存储器资源。

另外，PgEditor 只会把在对象标签页和位图标签页中引用到的位图点阵信息提取出来，所以您不必刻意去精简位图资源管理器中的位图。相反，位图资源管理器中的位图还可以被其它项目使用，所

以您大可以收集一些自己常用的位图，当然，太多了也不利于选择。

位图列表的顺序对设计结果也没有本质的影响。



图 4.9 - 位图标签页（显示比例：71%）

3. 字符串标签页



图 4.10 - 字符串标签页（显示比例：71%）

字符串标签页用于管理独立字符串，即项目中需要单独进行显示操作的字符串，一般情况下仅添加对象标签页中尚未引用到的字符串。当然，即使在对象中已经引用了的字符串，也可以在这里列出，这不影响预置数据的大小。

独立字符串可以通过“液晶字符串编辑器”直接添加。字符串中可以包含不同字体的点阵字符，也可以包含控制字符。PgEditor 的字符类型包括点阵字符和控制字符，控制字符目前只有两个“换行符”和“空白符”，它们无需点阵信息，所以在需要空格的地方尽量使用“空白符”，而不要使用空白的点阵字符。要输入“空白符”，必须打开“液晶字符串编辑器”的“字符表”。

字符串浏览区内的“字符串假定显示坐标”只是用来观察该字符串在液晶屏上不同位置的显示效果，并不影响编译结果。

与位图不同的是，PgEditor 可以识别不同名称的字符串是否具有相同的内容，因此在编译时不会增加目标代码的字节数，所以您尽管放心地添加字符串，而不必考虑该字符串是否在其它地方已经使用过。

字符串列表的顺序对设计结果也没有本质的影响。

4. 字符标签页

字符标签页如图 4.11 所示，它用于管理独立字符，即项目中需要单独进行显示操作的字符，一般情况下仅添加对象标签页和字符串标签页中尚未引用到的字符。当然，即使在对象和独立字符串中已经引用了的字符，也可以在这里列出，这不影响预置数据的大小。

独立字符只能从“字符表中”选择，稍微有点麻烦，但是其使用量应该不大，一般情况下都是添加一些自定义的特殊字符。

添加进来的字符会被自动按字库分类，而且按字符在字库中的序号排列。您还可以看到，每个字库内至少有两个字符，第一个字符就是该点阵类型的“空白符”。

PgEditor 会为每个字符自动取一个唯一的名字，即使是在对象或独立字符串中引用的字符也如此。但是，这个名字却和字库资源里字库的排列顺序有关，也和字库内容有关，所以请尽量不要修改标准字库和扩展字库。对于自定义字库，请随项目文件一起存档。另外，管理字库资源时，使用频率高的字库请排在前面，不一定用到的字库请先不要添加，待需要时再添加。在项目维护时尽量不要调整字库的顺序。

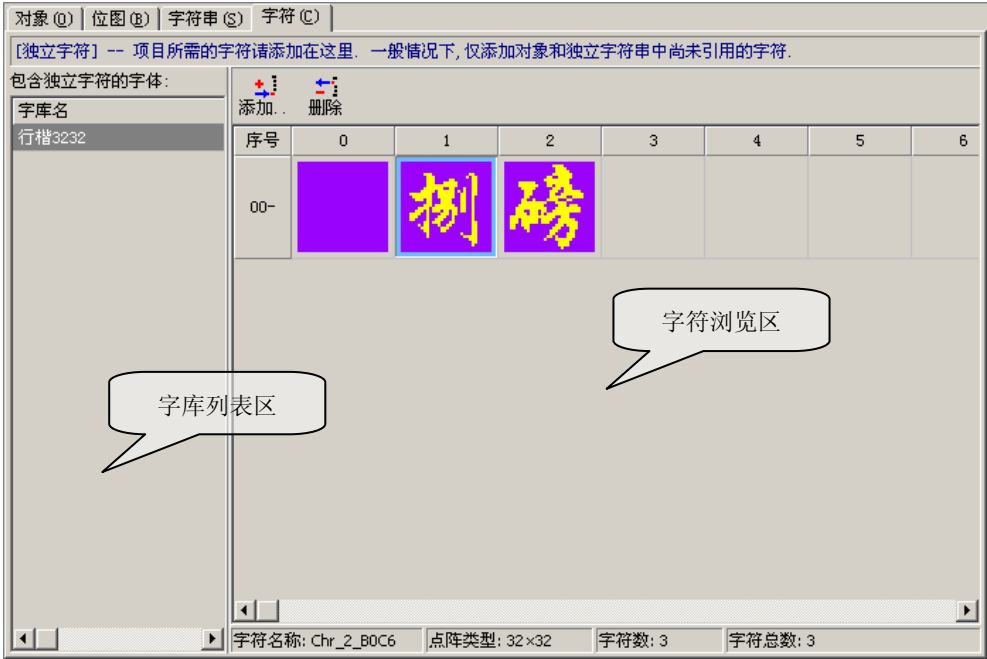


图 4.11 - 字符标签页（显示比例：71%）

第四节 PgEditor 项目的典型操作流程

上一节我们简要介绍了 PgEditor 的界面，相信大家已经对 PgEditor 的功能有了一定的了解。但是，如何具体设计一个项目呢？本节给您提供一个典型的操作流程，基本上就可以理清您的思路。

先看图 4.12，它是整个液晶显示设计项目的一个阶段——页面设计阶段。对于复杂的项目，页面设计和 MCU 显示程序的设计调试常常交错在一起。

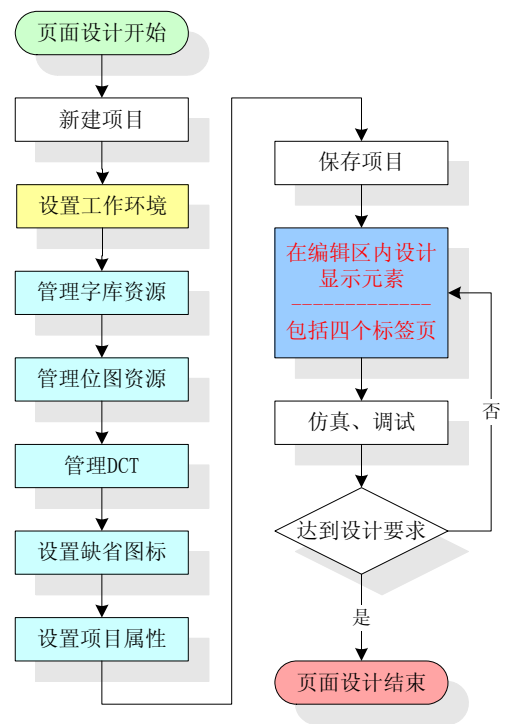


图 4.12 - PgEditor 项目的典型操作流程

直观地看，当一个新建一个项目后，首先点击[工具]菜单下的[工作环境设置...]子项，对工作环境进行设置；然后，依次点击工具条上第 4 到第 8 个快捷按钮，对弹出的设置窗口一一进行设置；之后才开始页面设计。我们只介绍图 4.12 中彩色矩形框所示的步骤。

1. 设置工作环境

点击[工具]菜单下的[工作环境设置...]子项，将弹出如图 4.13(a)的窗体。

工作环境设置包括“液晶显示外观”设置和“串口通信”设置，如图 4.13(a)、(b)。设置液晶显示外观将会影响主窗体编辑区四个标签页及液晶仿真窗口的显示效果。设置串口通信参数，是为了能够正常使用仿真硬件进行仿真和下载。

图 4.13(a)中，双击颜色框会弹出颜色设置对话框。所有的设置都能在“设置效果图”中即时的看到效果。

图 4.13(b)中，波特率一定要选择 57600，串行通信端口则根据仿真硬件 LcdEmulator2004 接在哪个串口而定。如果是接在 USB-RS232 转换器上，则串口的端口号要到操作系统的“设备管理器”的“端口 (COM 和 LPT)”中查看。





图 4.13(a) - 液晶显示外观设置 （显示比例：77%）



图 4.13(b) - 串口通信设置 （显示比例：77%）

2. 管理字库资源

点击工具条的第 4 个按钮，进入字库资源管理器。字库资源和新建项目之前打开的那个项目相同。如果前一个项目是空的，则显示图 4.14 的界面。



图 4.14 - 空的字库资源管理器界面（显示比例：77%）

这与第三节中图 4.5 很相象。其实，这两个界面只有微小的区别：a) 状态条显示的内容不同，图 4.5 中显示的是选中字库的原始属性，而图 4.14 中显示的是该字库的全路径名；b) 图 4.5 中的字库资源管理区内只有“替换...”按钮是可用的，而图 4.14 的字库资源管理区内所有按钮都是可用的。

一般情况下，我们先添加最常用的字库，如扩展英文字库 UCASc816\_X 和标准中文字库 UCHzk16Sx，当添加字库时，若相应的缺省字体为空，则会自动将其设为缺省字体，如图 4.15 所示。缺省字体是为了方便在“液晶字符串编辑器”中输入标准的中英文字符，并不影响编译结果。

已经使用的字库无法执行“删除”操作，即使是“替换”，也要符合一定的要求（在实际操作中见提示）。只要字库中的点阵字符或空白符被引用，该字库就处于已被使用状态。字符可在对象、独立字符串、独立字符、数字-字符对照表和缺省图标中引用。

好了，我们就先添加这两个字库，其它字库在页面设计时有需要再添加。单击“确定”按钮完成设置。

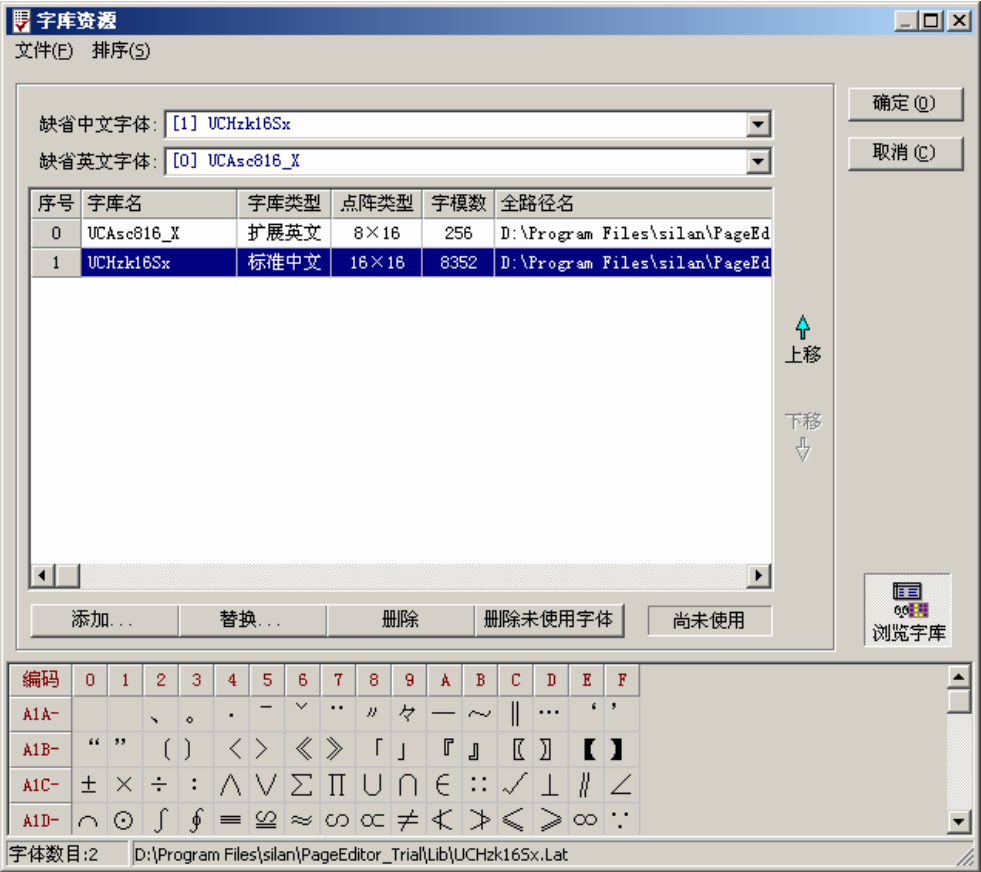


图 4.15 - 添加两个常用字库的字库资源管理器界面（显示比例：77%）

3. 管理位图资源

点击工具条的第 5 个按钮，进入位图资源管理器。位图资源和新建项目之前打开的那个项目相同。  
例如：



图 4.16 - 位图资源管理器（显示比例：77%）

如果我们需要添加位图，请点击“添加…”按钮，弹出液晶位图剪辑器（如图 4.17）。



图 4.17 - 液晶位图剪辑器 （显示比例：77%）

点击“载入…”按钮，在弹出的对话框内选择已准备好的图形图像文件。液晶位图剪辑器可支持的图形图像格式有 BMP、GIF、JPG、EMF、WMF、ICO 等，它会将载入的原图处理成单色位图，并可进行剪辑操作。



图 4.18 - 载入图元文件的液晶位图剪辑器 （显示比例：77%）

如图 4.18，我们载入了微软 OFFICE 提供的 WMF 文件，取消自动剪辑，并调整它的剪辑宽度和高度。而点击“查看原图”按钮，我们可以对比一下剪辑后的位图与原图的区别，请看图 4.19：



图 4.19 - 原图（显示比例：77%）

载入并剪辑好位图以后，我们最好给位图命名，也可以到位图资源管理器中给它命名。点击“确定”按钮，回到位图资源管理器，该位图已经添加到位图列表中了。

已经被使用的位图（如被添加到独立位图列表中被某个静态位图对象引用）无法执行修改和删除操作。

位图资源管理器中的位图数量也尽可能少一些，这样便于查找。

#### 4. 管理数字-字符对照表（DCT）

点击工具条的第 6 个按钮，进入数字-字符对照表管理器。数字-字符对照表（DCT）和新建项目之前打开的那个项目相同。

DCT 是“动态数值显示”和“标准十进制数值编辑器”对象的属性，如果为空，则无法创建这两种对象。DCT 的作用是将十六进制的数值位、空格符、负号、小数点等与实际的点阵字符对应起来，这样，SC165Cxxx 在显示数值的时候能够自动翻译出它的字符串。PgEditor 最多支持 8 个 DCT。

我们来看图 4.20。点击“添加”按钮，创建一个 DCT，我们给它取名 Dct\_816。逐一双击右边“数字-字符对照表区”内的“对照格”，从字符表中选择与该数字或符号对应的点阵字符。同一个 DCT 内的“对照符”尽量采用相同的点阵尺寸。每一个 DCT 的 19 个对照符都必须为非空，否则无效。

为了更好的理解 DCT 的概念，我们再添加一个 DCT，如图 4.21 所示。今后，如果在项目中的“动态数值显示”对象中指定其中一个 DCT，则数值位就按该 DCT 的对照符显示。

大多数情况下，我们先添加一个 DCT 就可以了。



图 4.20 - 添加了一个 DCT 的 DCT 管理器 （显示比例：77%）



图 4.21 - 添加 16×16 点阵对照符的 DCT （显示比例：77%）

5. 设置对象缺省图标

点击工具条的第 7 个按钮，进入对象缺省图标设置窗口。对象缺省图标包括“单选框图标”、“复选框图标”和“列表框图标”，与新建项目之前打开的那个项目相同。

双击相应的图标，在字符表内选择 Uchzk16Sx 字体，找到编码为 AFC-到 AFE-的行，那里有常用的

图标字符。设置好每一个缺省图标，如图 4.22 所示。

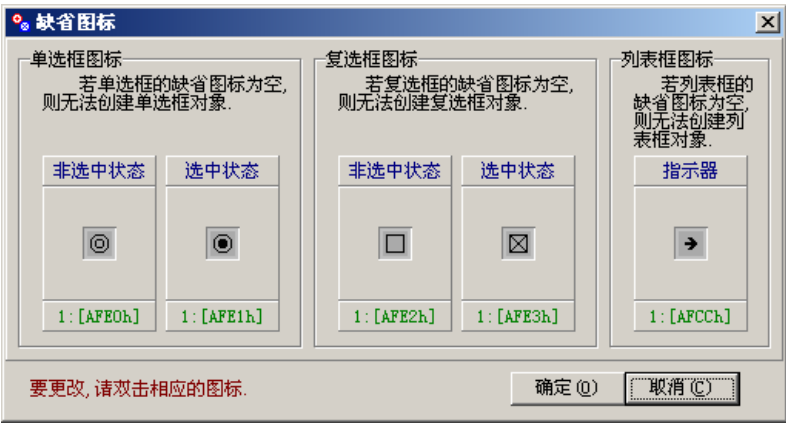


图 4.22 - 缺省图标设置窗口（显示比例：77%）

这些图标分别是单选框对象、复选框对象和通用列表框对象的缺省图标，如果没有设置这些图标，则不能创建相应的对象，这在界面上也有说明。

创建这三类对象时，它们的图标属性会被指定成缺省图标，但创建之后可以在它们的属性中修改成其它图标。

绝大多数情况下，我们就先这样设置。

6. 设置项目属性

点击工具条的第 8 个按钮，进入项目属性设置窗口。PgEditor 的项目属性包括“液晶模块参数”、“中英文全字库”和“编译”，如图 4.23(a)、图 4.23(b)和图 4.23(c)，与新建项目之前打开的那个项目相同。

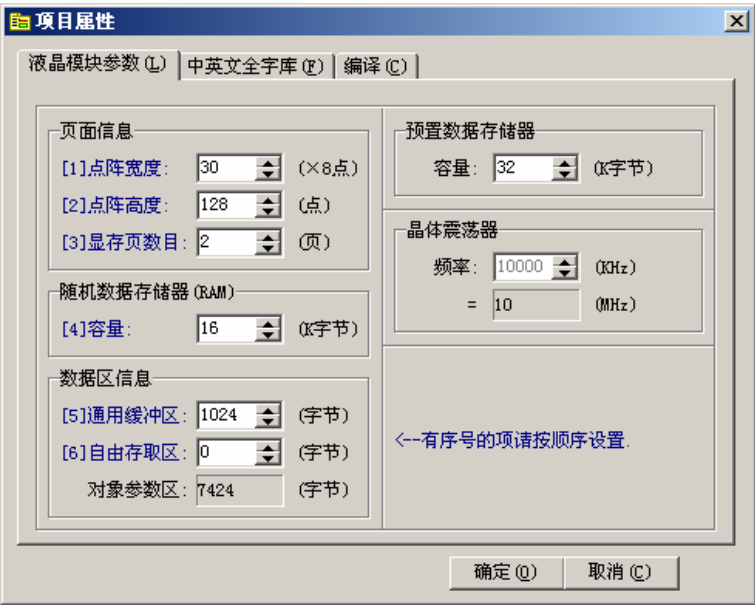


图 4.23(a) - 液晶模块参数设置标签页（显示比例：77%）

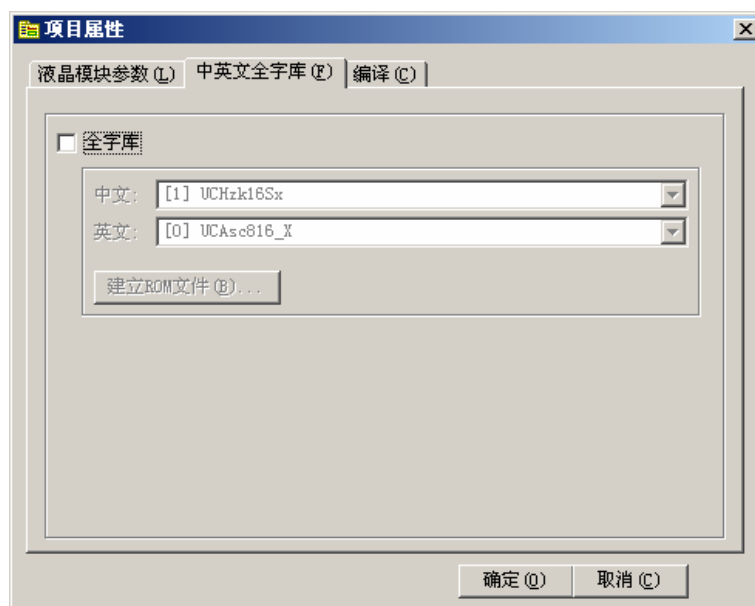


图 4.23 (b) - 中英文全字库设置标签页（显示比例：77%）

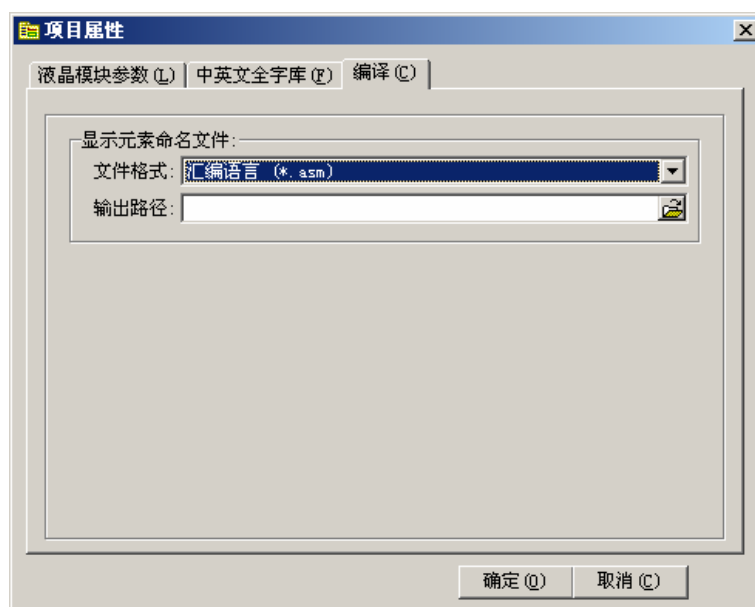


图 4.23 (c) - 编译设置标签页（显示比例：77%）

在设置“液晶模块参数”时，我们要按顺序设置。“点阵宽度”和“点阵高度”是根据您要选择的液晶模块的实际参数设置的，“显存页数”大于1时，在实际操作中可以将任何一页设成显示页面，从而实现页面的快速切换。由于 SC165Cxxx 的显示执行速度很快，所以大多数情况我们只要将“显存页数”设为“1”就可以了，这里我们还是设成“2”。“随机数据存储器容量”就是液晶模块上 SRAM 的容量，在项目没有完成之前，您可以先设得大一些，或者就根据具体的模块设置。“通用缓冲区”是指 SC165Cxxx 为 MCU 提供的显示元素缓冲区，比如某个位图的点阵信息需要由 MCU 提供的，那么 MCU 先向“通用缓冲区”写入点阵信息，然后再发送“显示通用显示信息缓冲区的位图”的命令 F\_DISPBMPIA 即可显示该位图。“自由存取区”可作为 MCU 的外部 RAM，只是速度不高。做以上设置时，我们还要观察“对象参数区”的容量，不要让它太少了，因为它是用来存放动态对象的动态参数的。至于“预置数据存储器”容量，则先设置它 32K 好了。如果这些设置不合理，在项目编译时产生的报告文件中会



有提示，届时再做调整也不迟，所以不必担心。另外，晶振频率固定为 10MHz，是改不了的。

是否需要“中英文全字库”则要看液晶模块中有没有“字库 ROM”，如果有，则将“全字库”选上，并分别指定中文字库和英文字库为 Uchzk16Sx 和 UcAsc816\_X。

“编译”标签页中是关于显示元素命名文件的“输出格式”和“输出路径”的设置。“文件格式”分为“C 语言”和“汇编语言”两种，视 MCU 的显示程序采用何种语言而定。“输出路径”为空表示显示元素命名文件将输出到项目文件所在路径的 OutputFiles 子目录下。

## 第五节 仿真

当设计告一段落时，我们可能需要用 MCU 调试一下看看许多动态的部分是否达到设计效果了。这时候，我们可以让 PgEditor 进入仿真状态。

首先，我们要将仿真硬件 LcdEmulator2004 与 PC 机的 RS232 串口连接，打开仿真硬件的电源。然后到 PgEditor 的“工作环境”界面里设置好“串行通信端口”和“波特率”（注意：“波特率”只能选 57600）。当然，MCU 的控制板也应和仿真硬件连好。保存项目文件，点击[工具]菜单下的[开始仿真...]子项，便可关闭主界面、进入液晶显示模块仿真窗体。点击仿真窗体的“自动适合”按钮，该窗体便会根据液晶模块的大小自动调整自己的尺寸，如图 4.24 所示。



图 4.24 - 液晶模块仿真窗体（显示比例：77%）

此时，用 MCU 的仿真器编写显示程序，便可在该仿真窗体上看到显示结果。

## 第六节 下载

设计、调试都结束以后，我们需要将预置数据下载到液晶模块的预置存储器内，然后再用 MCU 控制液晶模块，以验证设计的正确性。一般情况下，只有在时间控制上会有些出入，修改 MCU 的显示程序即可。

首先连好仿真硬件、仿真硬件的下载口与液晶模块连接、设置好串口通信参数，然后保存项目、点击[工具]菜单下的[下载...]子项，会弹出图 4.25 的对话框。选择相应的 E<sup>2</sup>PROM 型号，点击“确定”按钮，便可开始下载。

对于未知的 E<sup>2</sup>PROM 或 EPROM，建议采用其它万能编程器下载，下载文件存在于 OutputFiles 下，后缀名是 BIN，文件名与项目文件名相同。

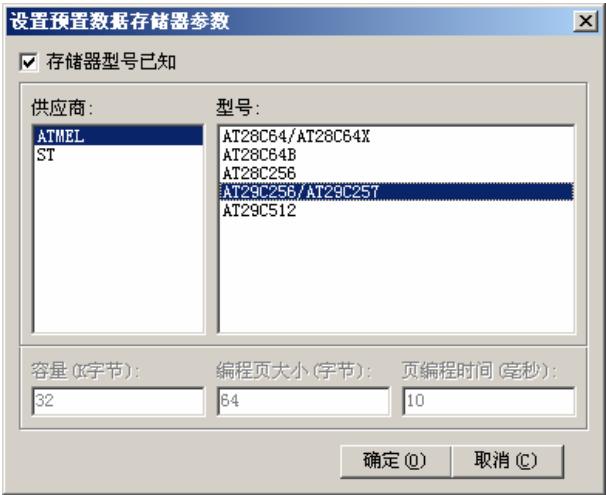


图 4.25 - 预置存储器参数设置对话框 （显示比例：77%）

第七节 常见问题

（本手册的下一版本再整理）

第五章 液晶仿真系统的硬件——液晶仿真器 (LcdEmulator2004)

本章将向您简要介绍液晶仿真器的使用方法。

第一节 液晶仿真器的人机界面

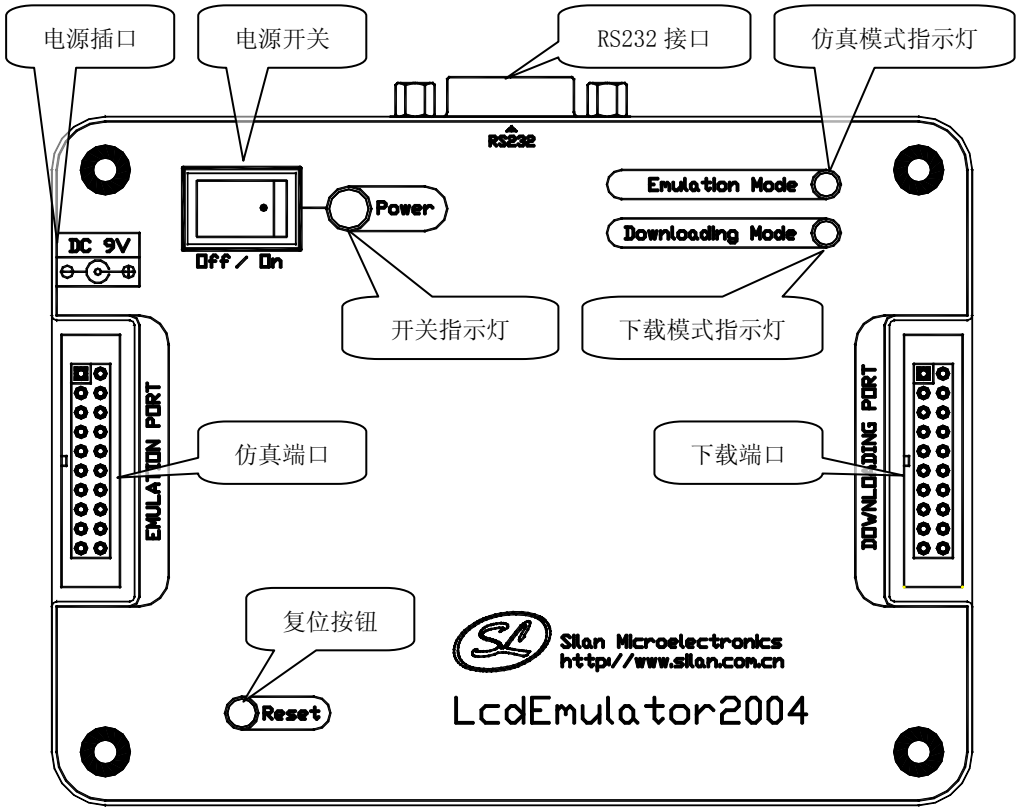


图 5.1 - 液晶仿真器的人机界面

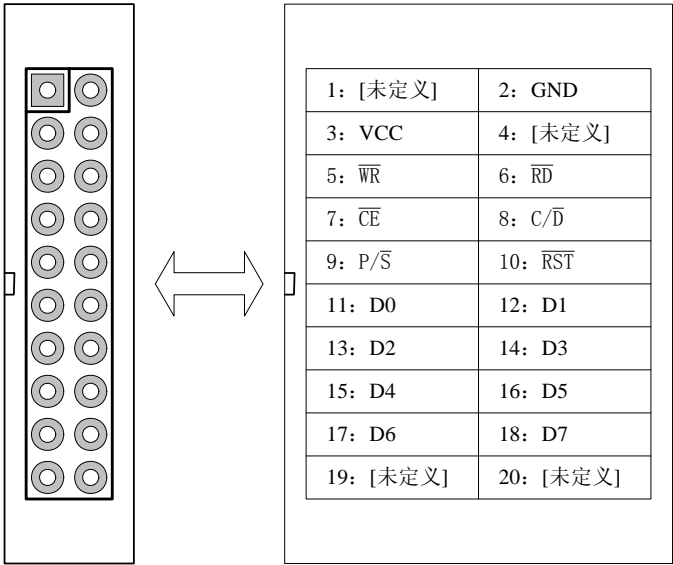


图 5.2 - 仿真端口和下载端口的引脚定义

仿真系统的硬件主件是液晶仿真器（LcdEmulator2004），它的顶视图如图 5.1 所示。对于液晶仿真器的人机界面，图 5.1 已经表达地非常清楚了，只是有几点需要着重提一下，请用户注意。

- “电源插口”可接 9V ~ 12V 的直流电源（极性：内正外负），但建议只接随机提供的电源，否则安全性和可靠性不予保证。
- 液晶仿真器内部的工作电压是 5V，端口的高电平也是 5V。
- “仿真端口”和“下载端口”的引脚定义如图 5.2 所示，请注意接插件的缺口朝向。在仿真和下载时一定要保证引脚的一一对应，特别是不要把驱动负压加到端口上已定义的引脚上，否则会损坏液晶仿真器。
- “仿真端口”的 VCC 脚是悬空的，所以在仿真时仿真器和 MCU 控制板要各自供电。
- “下载端口”的 VCC 脚与仿真器内部的工作电源相连，只能为 5V 的液晶模块下载预置数据，且液晶模块的电流消耗不要超过 150mA。
- 使用时，先连接 RS232 线、MCU 控制板（仿真时）或液晶模块（下载时），再打开电源开关。
- 正常情况下，液晶仿真器在上电时仿真模式和下载模式指示灯会同时闪亮一下。如果没有出现这种现象，请按复位按钮，仍然没有这种现象则表明仿真器已损坏。
- 仿真和下载时所使用的端口不要弄错。

### 第二节 附件清单

附件名称	单位	数量	备注
9V/500mA 直流电源适配器	台	1	极性：内正外负
RS232 通讯线	根	1	2、3 引脚交叉连接
20 芯扁平电缆	根	2	两头的接插件缺口朝向一致
端口转接板	块	6	
液晶显示页面编辑器软件 PgEditor	套	1	试用版

表 5.1 - 液晶仿真器附件清单

### 第三节 转接板的设计要点

- 转接板中至少应包含一个如图 5.2 的 20 脚 IDC 插座。
- IDC 插座与其它接插件的引脚一定要对应好，不要弄错，建议在转接板上注名各个引脚的名称。

### 第四节 液晶仿真器的工作模式

液晶仿真器有三种工作模式：待机模式、仿真模式和下载模式。

液晶仿真器在上电时，仿真模式和下载模式指示灯会同时闪亮一下，然后便进入待机模式。只有在待机模式下才能进入仿真模式或下载模式。具体进入何种工作模式需要由 PgEditor 决定：若点击[工具]菜单下的[开始仿真...]子项，则进入仿真模式，仿真模式指示灯亮；若点击[工具]菜单下的[下载...]子项，则进入下载模式，下载模式指示灯亮；若 PgEditor 结束仿真或下载，则液晶仿真器进入待机模式，两个模式指示灯均灭。

仿真时的操作步骤是：a) 连接好硬件；b) 打开液晶仿真器电源使其进入待机模式；c) 先让 PgEditor

处于编辑状态再进入仿真状态；d) 最后才让 MCU 向液晶仿真器的仿真端口发送参数和命令。

下载时的操作步骤是：a) 连接好硬件；b) 打开液晶仿真器电源使其进入待机模式；c) 先让 PgEditor 处于编辑状态再进入下载状态。

## 第五节 使用注意事项

除了在第一节中提到的一些注意事项外，还要注意液晶仿真器的保养。

- 注意防尘，长期不用时应装入包装盒内。
- 若仿真器内已经积累了很多灰尘，请把顶盖打开，用毛刷清扫。
- 防止表面磨损，不要将尖锐器具直接接触仿真器。
- 带电工作时应注意不要将导体伸入仿真器内部，以防损坏。
- 不要把液晶仿真器放在其它电路的焊接现场，以免焊锡或其它导体落入仿真器内部。
- 仿真端口和下载端口的接插件与 MCU 控制板和液晶模块不匹配时，可以使用随机附带的转接板，也可以自己设计转接板，但是一定要保证引脚的一一对应。
- 若在大功率或高压整机的应用场合，最好使用 RS232 光电隔离器将仿真器与 PC 机隔离开，以免发生意外时损坏 PC 机。

## 第六章 液晶显示开发过程实例

本章提供一个简单的液晶显示开发实例（包括软件和硬件的设计），这样有助于加深对前几章内容的理解。

### 第一节 设计目标

1. 采用点阵规模为  $240 \times 128$  的液晶模块。
2. 开机时显示欢迎页面，画面上包含士兰标志及必要的文字。
3. 在显示欢迎页面时按任意键，则进入主菜单页面，主菜单有 3 项“冉冉升起的士兰”、“杭州士兰欢迎您”及“什么也不做”。在主菜单页面时可通过上下方向键选择菜单项、确定键选中菜单项。
4. 如果选中“冉冉升起的士兰”菜单项，则进入的页面士兰标志冉冉升起，到页面中央时定住并渐渐淡去，当士兰标志消失后返回主菜单页面。
5. 如果选中“杭州士兰欢迎您”菜单项，则进入的页面左上角从 10 开始倒计时，计到 0 时清屏，并以百叶窗的方式显示“杭州士兰欢迎您！”字样。在此页面按任意键返回主菜单。

### 第二节 项目设计流程

一个液晶显示项目的设计流程为：流程规划→页面设计→仿真调试→下载验证。

### 第三节 液晶显示页面设计结果

### 第四节 控制硬件设计结果

### 第五节 控制软件设计结果