

单片机C语言 编程与实践



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

单片机 C 语言编程与实践

丁向荣
谢 俊 编著
王彩申

田森平 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书采用 C51 编程语言,以电子系统设计为主线,结合应用实例,将目前常用的、典型的各类外围接口电路与单片机串接起来,介绍单片机与外围接口电路之间的软、硬件设计,树立单片机应用系统的概念,培养读者进行单片机应用系统设计与开发的能力。全书共 12 章,内容包括 Proteus 仿真软件、C51 编程基础、单片机内部接口与 C51 编程、STC 增强型 51 单片机、常用电路模块、人机对话接口技术与 C51 编程、测控接口技术与 C51 编程、串行总线接口技术与应用、LED 显示屏应用设计、GPS 应用系统设计、GPRS 应用系统设计与单片机应用系统的可靠性设计等。

本书为单片机原理课程后的进阶学习教材,旨在培养读者在单片机应用技术方面的实际应用能力和电子系统的设计能力。本书是高职高专电子技术类专业“单片机接口技术”课程教材,也可作为电子设计竞赛、电子设计工程师考证的培训教材,或是单片机应用技术爱好者的自学教材和单片机应用工程技术人员的重要参考书籍。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

单片机 C 语言编程与实践 / 丁向荣, 谢俊, 王彩申编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.8

(新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材, 机电一体化专业)

ISBN 978-7-121-09386-9

I. 单… II. ①丁…②谢…③王… III. 单片微型计算机—C 语言—程序设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP368.1 TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 134452 号

策 划: 陈晓明

责任编辑: 陈晓明 特约编辑: 王 芳

印 刷: 北京东光印刷厂

装 订: 三河市万和装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×1092 印张: 19.5 字数: 500 千字

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

单片机是最普及、最实用的嵌入式微控制器，单片机应用技术也可以说是智能化电子产品设计的核心技术。因此，单片机在工业控制、仪器仪表、日常家电、电子通信、办公自动化设备等方面，都有着广泛的应用。

本书以电子系统设计为主线，结合应用实例，将目前常用的、典型的各类外围接口电路与单片机串接起来，介绍单片机与外围接口电路之间的软、硬件设计，树立单片机应用系统的概念，培养读者进行单片机应用系统设计与开发的能力。全书共 12 章，内容包括 Proteus 仿真软件、C51 编程基础、单片机内部接口与 C51 编程、STC 增强型 51 单片机、常用电路模块、人机对话接口技术与 C51 编程、测控接口技术与 C51 编程、串行总线接口技术与应用、LED 显示屏应用系统设计、GPS 应用系统设计、GPRS 应用系统设计与单片机应用系统的可靠性设计等。

本书力求实用性、应用性与易学性，以提高读者的工程设计能力与实践动手能力为目标，具有以下几方面的特点。

(1) 采用 C51 编程语言。C51 语言是在通用 C 语言的基础上开发的专门用于 51 及 51 兼容单片机的 C 语言。C51 在功能、结构以及可读性、可移植性、可维护性等方面都有非常明显的优势。

(2) 引入增强型 51 单片机，对新增实用资源、实用功能都有较为详细的介绍。

(3) 引入 Proteus 仿真软件。Proteus 对单片机的仿真有其独到之处，能做到真正意义上的单片机应用系统仿真，是单片机学习与单片机应用不可或缺的工具。

(4) 书中选接的电路功能模块与单片机外围接口器件具有很强的典型性、实用性与先进性。

(5) 利用作者开发的 GQDJL-1 型单片机开发板，能完成或扩展完成所有的应用实例，集仿真、实操于一体。

众所周知，单片机种类很多，集成外围接口器件更多。本书涉及的单片机仍然是主流教学机型——51 系列单片机，集成外围接口器件尽可能地选用了较典型、常用的器件，但不可能做到面面俱到。因此，在教与学的过程中，除对教材知识内容的学习外，读者更要注重学习能力、分析问题与解决问题能力的培养与提高，在应用上要能够做到“举一反三”。

本书由广东轻工职业技术学院的丁向荣负责全书的规划与统稿工作，具体编写第 1~7 章；东莞理工学院城市学院的谢俊编写第 8、第 9 章；东莞理工学院城市学院王彩申编写第 10~12 章。本书由华南理工大学电子与信息学院田森平教授主审，在编写过程中田教授提出了许多建议与指导，在此深表感谢！

由于编者水平有限，书中定有疏漏和不周之处，敬请读者不吝指正。

编 者
2009.3

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆科技学院

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广东技术师范职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院

浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院

目 录

第 1 章 Proteus	(1)
1.1 进入 Proteus ISIS	(1)
1.1.1 图形编辑窗口	(2)
1.1.2 预览窗口 (The Overview Window)	(3)
1.1.3 对象选择器窗口	(3)
1.2 图形编辑的基本操作	(3)
1.2.1 对象放置 (Object Placement)	(3)
1.2.2 选中对象 (Tagging an Object)	(4)
1.2.3 删除对象 (Deleting an Object)	(4)
1.2.4 拖动对象 (Dragging an Object)	(4)
1.2.5 拖动对象标签 (Dragging an Object Label)	(4)
1.2.6 调整对象大小 (Resizing an Object)	(4)
1.2.7 调整对象的方向 (Reorienting an Object)	(5)
1.2.8 编辑对象 (Editing an Object)	(5)
1.2.9 编辑对象标签 (Editing An Object Label)	(5)
1.2.10 复制所有选中的对象 (Copying all Tagged Objects)	(6)
1.2.11 移动所有选中的对象 (Moving all Tagged Objects)	(6)
1.2.12 删除所有选中的对象 (Deleting all Tagged Objects)	(6)
1.2.13 画线 (Wiring Up)	(6)
1.2.14 编辑区域的缩放	(8)
1.2.15 点状栅格和刷新	(8)
1.2.16 取消与恢复上一操作	(9)
1.3 单片机应用系统的仿真调试	(9)
1.3.1 实例 1-1	(9)
1.3.2 实例 1-2	(12)
习题 1	(18)
第 2 章 C51 编程基础知识	(20)
2.1 C 语言程序的基本结构	(20)
2.1.1 C 语言程序的基本结构	(20)
2.1.2 函数的调用——“先声明, 后调用”	(21)
2.1.3 函数的连接	(23)
2.2 函数的定义	(25)
2.2.1 函数定义的一般形式	(25)
2.2.2 函数的参数和函数的返回值	(26)

2.2.3	函数的调用	(26)
2.3	C 语言的标识符、关键字和数据类型	(27)
2.3.1	标识符和关键字	(27)
2.3.2	数据类型	(29)
2.4	C 语言的常量、变量及存储器类型	(31)
2.4.1	常量	(31)
2.4.2	变量	(31)
2.4.3	变量的存储类型	(32)
2.4.4	51 单片机特殊功能寄存器变量的定义	(33)
2.4.5	51 单片机位寻址区 (20H~2FH) 位变量的定义	(34)
2.5	运算符与表达式	(35)
2.6	分支语句与分支选择结构	(38)
2.6.1	表达式语句与复合语句	(38)
2.6.2	条件分支语句	(39)
2.6.3	开关语句	(41)
2.7	循环语句与循环结构	(42)
2.7.1	while 语句与 do-while 语句	(42)
2.7.2	for 语句	(44)
2.7.3	goto 语句、break 语句和 continue 语句	(44)
2.8	构造类型数据	(46)
2.8.1	数组	(46)
2.8.2	指针	(50)
2.8.3	结构体	(53)
2.8.4	共用体	(58)
2.8.5	枚举类型	(61)
2.9	编译预处理及重新定义数据类型	(63)
2.9.1	宏定义	(63)
2.9.2	文件包含	(64)
2.9.3	条件编译	(65)
2.9.4	重新定义数据类型	(66)
习题 2		(66)
第 3 章	51 单片机内部接口的典型编程	(68)
3.1	定时器/计数器的控制与应用编程	(68)
3.1.1	使用定时器 T0 以方式 1 产生周期为 1ms 的方波	(68)
3.1.2	使用定时器 T1 以方式 1 计数, 并送数码管显示计数值	(69)
3.1.3	使用定时器 T1 以方式 2 定时, 控制发光二极管闪烁 (100ms)	(70)
3.2	中断控制与 C51 编程	(71)
3.2.1	中断服务函数	(72)
3.2.2	外部中断应用例程	(72)

3.2.3 定时中断应用例程	(74)
3.3 串行接口与 C51 编程	(75)
3.3.1 波特率的选择	(76)
3.3.2 双机串口通信应用例程	(76)
3.3.3 PC 机与单片机间的串口通信	(77)
习题 3	(80)
第 4 章 STC 系列单片机	(81)
4.1 概述	(81)
4.1.1 STC89 系列单片机	(81)
4.1.2 STC12 系列单片机	(82)
4.2 开发环境与开发工具	(84)
4.2.1 关于编译与仿真	(84)
4.2.2 STC 系列单片机的最小系统与在线编程 (ISP) 电路	(85)
4.2.3 STC 系列单片机编程软件的使用	(86)
4.3 新增特殊功能与编程	(87)
4.3.1 STC89 系列单片机扩展 RAM 的使用	(87)
4.3.2 STC89 系列单片机的 P4 口	(88)
4.3.3 STC89 系列单片机的双数据指针与控制寄存器 AUXR1	(89)
4.3.4 STC89 系列单片机的中断系统	(89)
4.3.5 STC89 系列单片机定时器 T2 的应用	(90)
4.3.6 STC89 系列单片机的看门狗及软件复位	(93)
4.3.7 STC89 系列单片机 IAP 与内部 EEPROM 的使用	(96)
4.3.8 STC89 系列单片机的上电复位标志与掉电模式	(98)
4.3.9 STC89 系列单片机电磁干扰的防护措施	(99)
习题 4	(100)
第 5 章 常用单元电路	(101)
5.1 电源电路	(101)
5.1.1 三端固定集成稳压器	(101)
5.1.2 三端可调集成稳压器	(102)
5.1.3 集成稳压器应用实例	(104)
5.1.4 低压差线性集成稳压器	(104)
5.1.5 开关集成稳压器	(105)
5.1.6 集成基准电压源	(106)
5.2 集成运算放大器与集成功率放大器的应用	(107)
5.2.1 集成运算放大器的应用	(107)
5.2.2 集成功率放大器的应用	(108)
5.3 波形产生电路	(109)
5.3.1 555 电路组成的方波振荡器	(109)
5.3.2 高频集成函数发生器 MAX038	(109)

5.4	信号调理电路	(112)
5.4.1	仪表放大器	(112)
5.4.2	有源滤波器	(113)
5.4.3	V/F、F/V 转换电路	(115)
5.4.4	V/I、I/V 转换电路	(118)
5.4.5	真有效值/直流转换集成电路	(119)
5.5	传感器电路	(121)
5.5.1	传感器概述	(121)
5.5.2	金属传感器	(123)
5.5.3	光电传感器	(124)
5.5.4	超声波传感器	(126)
习题 5		(129)
第 6 章	人机对话接口技术与 C51 编程	(131)
6.1	键盘	(131)
6.1.1	独立式键盘	(131)
6.1.2	矩阵键盘	(132)
6.1.3	按键开关的抖动问题	(133)
6.1.4	键盘的工作方式	(134)
6.1.5	独立式键盘应用例程	(135)
6.1.6	矩阵键盘应用例程	(136)
6.2	LED 数码管	(138)
6.2.1	LED 显示器的结构与工作原理	(138)
6.2.2	LED 显示的接口电路	(139)
6.2.3	LED 动态显示应用例程(一)	(140)
6.2.4	LED 动态显示应用例程(二)	(141)
6.3	字符型 LCD	(144)
6.3.1	LCD 概述	(144)
6.3.2	字符型 LCD 概述	(145)
6.3.3	16×2 字符型 LCD 的驱动子函数	(151)
6.3.4	16×2 字符型 LCD 的应用例程	(152)
6.4	图形 LCD	(155)
6.4.1	ZY12864D 液晶显示器的技术参数与性能	(155)
6.4.2	ZY12864D 模块的内部结构与外部接口引脚	(156)
6.4.3	ZY12864D 模块控制指令	(157)
6.4.4	128×64 图形 LCD 的驱动子函数	(159)
6.4.5	128×64 图形 LCD 的应用例程	(161)
习题 6		(167)
第 7 章	测控接口技术与 C51 编程	(169)
7.1	A/D 转换接口与应用	(169)

7.1.1	A/D 转换器概述	(169)
7.1.2	ADC0809 型 8 位 A/D 转换器	(170)
7.1.3	TLC0831 8 位 A/D 转换器	(174)
7.2	D/A 转换接口与应用	(177)
7.2.1	D/A 转换器概述	(177)
7.2.2	DAC0832 8 位 D/A 转换器	(179)
7.2.3	MAX532 12 位 D/A 转换器	(183)
习题 7		(187)
第 8 章	串行总线接口技术与 C51 编程	(189)
8.1	单线总线	(189)
8.1.1	单总线数字温度传感器 DS18B20 介绍	(189)
8.1.2	单片 DS18B20 温度检测应用设计	(194)
8.1.3	多片 DS18B20 温度检测应用设计	(197)
8.2	I ² C 总线	(200)
8.2.1	I ² C 总线简介	(200)
8.2.2	I ² C 总线工作原理	(200)
8.2.3	AT24Cxx 系列芯片的操作模式	(201)
8.2.4	AT24C64 应用编程	(203)
习题 8		(209)
第 9 章	LED 显示屏应用设计	(210)
9.1	LED 显示屏硬件设计	(210)
9.2	LED 显示屏工作原理	(215)
9.3	LED 显示屏驱动程序	(220)
习题 9		(222)
第 10 章	GPS 模块应用系统设计	(224)
10.1	GPS 模块的功能特性	(224)
10.2	GPS 模块的应用编程	(228)
10.2.1	GPS 模块数据通讯协议	(228)
10.2.2	GPS 模块的应用编程示例	(232)
10.3	GPS 模块的应用实例	(237)
习题 10		(253)
第 11 章	GPRS 模块应用设计	(254)
11.1	GPRS 模块的功能特性	(254)
11.2	GPRS 模块的应用编程	(258)
11.3	GPRS 模块的应用实例	(262)
习题 11		(283)
第 12 章	单片机应用系统的可靠性设计	(284)
12.1	单片机系统可靠性设计一般方法	(284)
12.2	单片机应用系统硬件电磁兼容技术	(286)

12.3 单片机系统软件可靠性设计技术.....	(290)
习题 12	(298)
附录 GQDJL-1 型单片机开发板简介	(299)
参考文献	(300)

第1章 Proteus

Proteus ISIS 是英国 Labcenter 公司开发的电路分析与实物仿真软件。它运行于 Windows 操作系统上，可以仿真、分析（SPICE）各种模拟器件和集成电路。该软件具有以下特点：

（1）实现了单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合。Proteus 具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统的仿真、RS232 动态仿真、I2C 调试器、SPI 调试器、键盘和 LCD 系统仿真的功能；还有各种虚拟仪器，如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。

（2）支持主流单片机系统的仿真。Proteus 目前支持的单片机类型有：68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列、ARM7 以及各种外围芯片。

（3）提供软件调试功能。在硬件仿真系统中具有全速、单步、设置断点等调试功能，可以同时观察各个变量、寄存器等的当前状态，因此在 Proteus 仿真系统中，也必须具有这些功能；Proteus 同时还支持第三方的软件编译和调试环境，如 Keil C51 集成开发环境（包括 Keil μ Vision2、Keil μ Vision3 等）。

（4）具有强大的原理图绘制功能。

本章将介绍 Proteus ISIS 软件的工作环境、基本操作，着重介绍 Proteus ISIS 在单片机应用系统的模拟仿真功能。

1.1 进入 Proteus ISIS

双击桌面上的 ISIS 6 Professional 图标，或者依次选择“开始”→“程序”→“Proteus 6 Professional”→“ISIS 6 Professional”，出现如图 1-1 所示屏幕，表示进入 Proteus ISIS 集成环境。

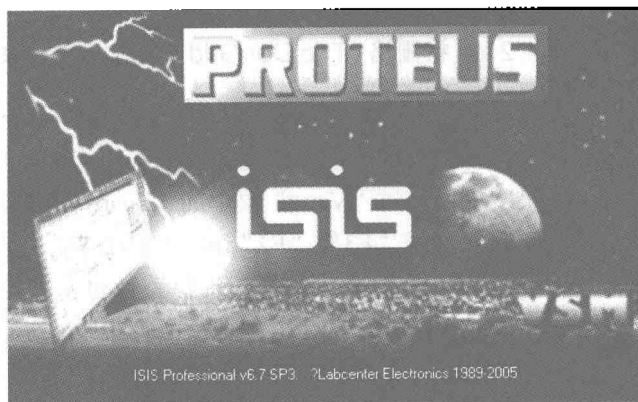


图 1-1 启动时的屏幕

Proteus ISIS 的工作界面是一种标准的 Windows 界面，如图 1-2 所示。其中包括标题栏、

主菜单、标准工具栏、绘图工具栏、状态栏、对象选择按钮、预览对象方位控制按钮、仿真进程控制按钮、预览窗口、对象选择器窗口、图形编辑窗口。

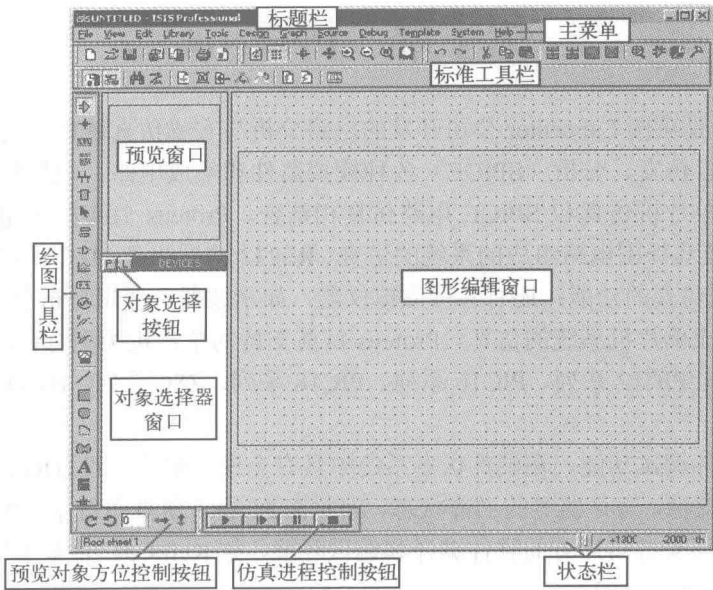


图 1-2 Proteus ISIS 的工作界面

1.1.1 图形编辑窗口

在图形编辑窗口内可完成电路原理图的编辑和绘制。

1. 坐标系统 (CO-ORDINATE SYSTEM)

Proteus ISIS 中坐标系统的基本单位是 10nm，主要是为了和 Proteus ARES 保持一致。但坐标系统的识别 (read-out) 单位被限制在 1th。坐标原点默认在图形编辑区的中间，图形的坐标值能够显示在屏幕的右下角的状态栏中。

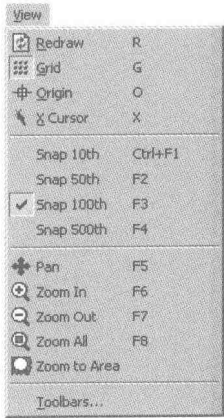


图 1-3 捕捉栅格的设置

2. 点状栅格 (The Dot Grid) 与捕捉栅格 (Snapping to a Grid)

编辑窗口内有点状的栅格，可以通过“View”菜单的“Grid”命令打开或关闭。点与点之间的间距由当前捕捉的设置决定。捕捉的尺度可以通过“View”菜单的“Snap”命令设置，或者直接使用快捷键“F4”、“F3”、“F2”和“CTRL+F1”，如图 1-3 所示。

如果想要确切地看到捕捉位置，可以使用“View”菜单中的“X-Cursor”命令，选中后将会在捕捉点显示一个交叉十字。

3. 实时捕捉 (Real Time Snap)

当鼠标指针指向引脚末端或导线时，鼠标指针将会捕捉到这些物体，这种功能称为实时捕捉。该功能可以方便地实现导线和引脚的连接。

通过“Tools”菜单中的“Real Time Snap”命令，或按“CTRL+S”快捷键可以切换该功能。

4. 窗口内容的刷新

通过“View”菜单中的“Redraw”命令，可以刷新显示内容，同时预览窗口中的内容也将被刷新。当执行其他命令导致显示错乱时，可以使用该特性恢复显示。

5. 视图的缩放与移动

可以通过如下几种方式，实现视图的缩放与移动。

(1) 用鼠标左键单击预览窗口中想要显示的位置，这将使编辑窗口显示以鼠标单击处为中心的内容。

(2) 按住“SHIFT”键，在编辑窗口内用光标向边框处移动，这会使显示平移。我们把这称为“Shift-Pan”。

(3) 用鼠标指向编辑窗口并按缩放键，或者操作鼠标的滚动键，窗口会以鼠标指针位置为中心重新显示。

1.1.2 预览窗口 (The Overview Window)

该窗口通常显示整个电路图的缩略图。在预览窗口上单击鼠标左键，将会有有一个矩形蓝绿框标示出在编辑窗口中显示的区域。在其他情况下，预览窗口显示将要放置的对象，这种 Place Preview 特性在下列情况下被激活：

- (1) 当一个对象在选择器中被选中；
- (2) 当使用旋转或镜像功能时；
- (3) 当为一个可以设定朝向的对象选择类型图标时（如 Component icon、Device Pin icon 等）；
- (4) 当放置对象或执行其他非上述操作时，Place Preview 会自动消除；
- (5) 对象选择器 (Object Selector) 根据由图标决定的当前状态显示不同的内容。显示对象的类型包括设备、终端、引脚、图形符号、标注和图形。

1.1.3 对象选择器窗口

单击对象选择按钮[P]，会弹出对象选择界面，从元件库中选择对象，并置入对象选择器窗口，供绘图时使用。显示对象的类型包括设备、终端、引脚、图形符号、标注和图形。

1.2 图形编辑的基本操作

1.2.1 对象放置 (Object Placement)

放置对象的步骤如下 (To place an object)：

- (1) 根据对象的类别在工具箱中选择相应模式的图标 (mode icon)。
- (2) 根据对象的具体类型选择子模式图标 (sub-mode icon)。

(3) 如果对象类型是元件、端点、引脚、图形、符号或标记，从选择器 (selector) 中选择需要的对象。对于元件、端点、引脚和符号，可能首先需要从库中调出。

(4) 如果对象是有方向的，将会在预览窗口显示出来，可以通过预览对象方位按钮对对象进行调整。

(5) 最后，在编辑窗口中单击鼠标左键放置对象。

1.2.2 选中对象 (Tagging an Object)

(1) 选中单个对象：用鼠标指向对象并单击右键就可以选中该对象。该操作使选中对象高亮显示，然后就可以进行编辑了。选中对象时该对象上的所有连线同时被选中。

(2) 选中一组对象：

① 依次在每个对象右击选中每个对象。

② 按住鼠标右键拖出一个选择框进行选择，但只有完全位于选择框内的对象才可以被选中。

(3) 取消选中对象：在空白处单击鼠标右键，即可取消所有对象的选择。

1.2.3 删除对象 (Deleting an Object)

用鼠标指向选中的对象并单击右键可以删除该对象，同时删除该对象的所有连线。

1.2.4 拖动对象 (Dragging an Object)

用鼠标指向选中的对象并用左键拖曳可以拖动该对象。该方式不仅对整个对象有效，而且对对象中单独的 labels 也有效。

如果自动路径器 (Wire Auto Router) 功能被使能的话，被拖动对象上所有的连线将会重新排布 (fixed up)。这将花费一定的时间 (10s 左右)，尤其在对象有很多连线的情况下，这时鼠标指针将显示为一个沙漏。

1.2.5 拖动对象标签 (Dragging an Object Label)

许多类型的对象有一个或多个属性标签附着。例如，每个元件有一个 “reference” 标签和一个 “value” 标签。可以很容易地移动这些标签使电路图看起来更美观。

移动标签的步骤如下 (To move a label):

(1) 选中对象。

(2) 用鼠标指向标签，按下鼠标左键。

(3) 拖动标签到需要的位置。如果想要定位的更精确的话，可以在拖动时改变捕捉的精度 (使用 “F4”、“F3”、“F2”、“CTRL+F1” 键)。

(4) 释放鼠标。

1.2.6 调整对象大小 (Resizing an Object)

子电路 (Sub-circuits)、图表、线、框和圆都可以调整大小。当选中这些对象时，对象周围会出现称为 “手柄” 的黑色小方块，通过拖动这些 “手柄” 可调整对象的大小。

调整对象大小的步骤如下 (To resize an object):

- (1) 选中对象。
- (2) 如果对象可以调整大小，对象周围会出现黑色“手柄”。
- (3) 用鼠标左键拖动“手柄”到新的位置，就可以改变对象的大小。在拖动的过程中手柄会消失以便不和对象的显示混叠。

1.2.7 调整对象的方向 (Reorienting an Object)

许多类型的对象可以调整朝向为 0° 、 90° 、 270° 、 360° ，或通过 X 轴、Y 轴镜像。当该类型对象被选中后，“Rotation and Mirror”图标会从蓝色变为红色，然后就可以改变对象的朝向。

调整对象朝向的步骤如下 (To reorient an object):

- (1) 选中对象。
- (2) 用鼠标左键单击“Rotation”图标可以使对象逆时针旋转，用鼠标右键单击“Rotation”图标可以使对象顺时针旋转。
- (3) 用鼠标左键单击“Mirror”图标可以使对象按 x 轴镜像，用鼠标右键单击“Mirror”图标可以使对象按 y 轴镜像。

1.2.8 编辑对象 (Editing an Object)

许多对象具有图形或文本属性，这些属性可以通过对话框进行编辑，这是一种很常见的操作，有多种实现方式。

(1) 编辑单个对象 (To edit a single object using the mouse)。

① 选中对象。

② 用鼠标左键单击对象。

(2) 连续编辑多个对象 (To edit a succession of objects using the mouse):

① 选择“Main Mode”图标，再选择“Instant Edit”图标。

② 依次用鼠标左键单击各个对象。

(3) 以特定的编辑模式编辑对象 (To edit an object and access special edit modes):

① 用鼠标指向对象。

② 按“CTRL+E”快捷键。

对于文本脚本来说，这将启动外部的文本编辑器。如果鼠标没有指向任何对象的话，该命令将对当前的图进行编辑。

(4) 通过元件的名称编辑元件 (To edit a component by name):

① 按“E”键。

② 在弹出的对话框中输入元件的名称 (part ID)。

确定后将会弹出该项目中任何元件的编辑对话框，并非只限于当前 sheet 的元件。编辑完后，画面将会以该元件为中心重新显示。也可以通过这种方式来定位一个元件。

1.2.9 编辑对象标签 (Editing An Object Label)

元件、端点、线和总线标签都可以像元件一样进行编辑。

(1) 编辑单个对象标签 (To edit a single object label using the mouse):