

玩转机器人系列丛书

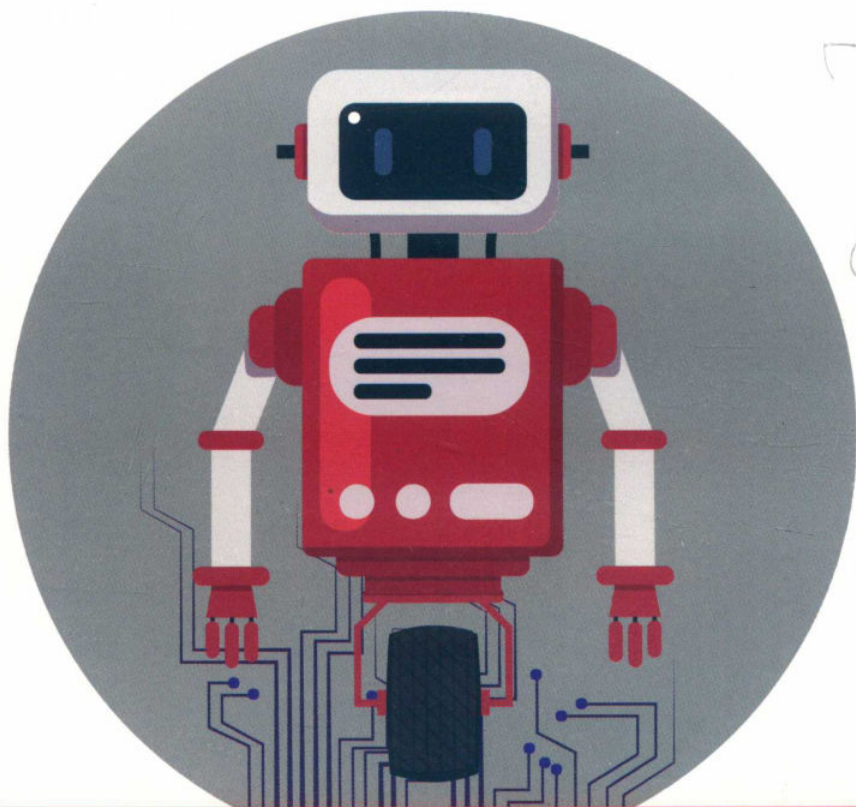
玩转 机器人



(移动视频版)

基于Proteus的电路原理仿真

刘波 编著



中国工信出版集团



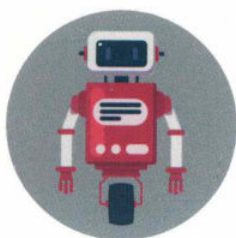
电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

玩转 机器人



(移动视频版)

基于Proteus的电路原理仿真



本书主要分为两大部分内容，共8章。

第一部分为第1~3章，主要介绍数字电路和模拟电路的基础知识，包括EDA软件Proteus及其使用方法；数字电路的基础知识及仿真；模拟电路的基础知识及仿真。

第二部分为第4~8章，该部分由简单到复杂，循序渐进地讲解机器人电路综合实例的设计，包括循迹机器人电路、遥控机器人电路、多自由度机器人电路、扫地机器人电路和上肢康复机器人电路。

同时，对本书电路设计和仿真部分的重点、难点附加了配套的移动视频，可通过微信、QQ社交软件扫描二维码进行查阅。

上架建议：电路设计软件应用

ISBN 978-7-121-38206-2



9 787121 382062 >

定价：58.00元



责任编辑：刘真平
封面设计：董奕泉

玩转机器人系列丛书

玩转机器人：基于 Proteus 的 电路原理仿真（移动视频版）

刘 波 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书主要介绍使用 Proteus 进行机器人电路设计和仿真的方法, 内容涉及 Proteus 软件的基础操作、Keil 软件的基础操作、数字电路的基础知识及仿真、模拟电路的基础知识及仿真、51 系列单片机的应用和 Arduino 系列单片机的应用。书中仿真验证了部分数字电路和模拟电路的基础知识, 同时也完整介绍了 5 个利用 Proteus 进行设计的机器人电路实例, 包括循迹机器人电路、遥控机器人电路、多自由度机器人电路、扫地机器人电路和上肢康复机器人电路。读者可以在熟悉 Proteus 操作的同时体会机器人的设计思路, 为 DIY 机器人电路打下基础。

本书适合对机器人电路设计感兴趣或参加电子设计比赛的人员阅读, 也可作为高等院校相关专业和职业培训的实验用书。

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

玩转机器人: 基于 Proteus 的电路原理仿真: 移动视频版/刘波编著. —北京: 电子工业出版社, 2020.1
ISBN 978-7-121-38206-2

I. ①玩… II. ①刘… III. ①机器人—电子电路—计算机辅助设计—研究 IV. ①TP242②TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 002599 号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 刘真平

印 刷: 三河市华成印务有限公司

装 订: 三河市华成印务有限公司

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: 787×1 092 1/16 印张: 17.25 字数: 441.6 千字

版 次: 2020 年 1 月第 1 版

印 次: 2020 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 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, 88258888。

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。

本书咨询联系方式: lijie@phei.com.cn。

前言

《《《《 PREFACE

21 世纪以来,国内外对机器人技术的发展越来越重视。机器人技术被认为是对未来新兴产业发展具有重要意义的高技术之一。2019 年迎来机器人革命,“机器人革命”有望成为“第三次工业革命”的一个切入点和重要增长点,将影响全球制造业格局。与机器人相关的技术势必会成为技术工程师和科研工作者关注的焦点。

Proteus 作为当今最优秀的 EDA 电路设计软件之一,具有电路仿真和 PCB 绘制等功能。本书主要介绍使用 Proteus 进行机器人电路设计和仿真的方法,内容涉及 Proteus 软件的基础操作、Keil 软件的基础操作、数字电路的基础知识及仿真、模拟电路的基础知识及仿真、51 系列单片机的应用和 Arduino 系列单片机的应用。

本书主要分为两大部分内容,共 8 章。

第一部分为第 1~3 章,主要介绍数字电路和模拟电路的基础知识。第 1 章介绍 EDA 软件 Proteus 及其使用方法,使读者对 Proteus 软件有个整体的认知;第 2 章介绍数字电路的基础知识及仿真,包含逻辑电路仿真、触发器电路仿真、模数转换电路仿真、数模转换电路仿真和波形发生电路仿真,意在通过实例使读者充分理解数字电路的基础知识。第 3 章介绍模拟电路的基础知识及仿真,包含三极管放大电路仿真、MOSFET 放大电路仿真、运算放大电路仿真、滤波器电路仿真和直流电源电路仿真,意在通过实例使读者充分理解模拟电路的基础知识。

第二部分为第 4~8 章,本部分由简单到复杂,循序渐进地讲解机器人电路综合实例的设计,包含循迹机器人电路、遥控机器人电路、多自由度机器人电路、扫地机器人电路和上肢康复机器人电路。同时,每一章又完整地包含电路设计、单片机程序设计和整体仿真测试等详细过程,从而保证每一章机器人电路的完整性和独立性。学习完本部分后,读者可 DIY 机器人电路。

玩转机器人系列丛书将会引领读者 DIY 一个完整的机器人系统。如果把机器人比作人体系统,三维模型就是骨骼,PCB 就是肌肉,电路原理就是神经,程序就是思想。本书是玩转机器人系列丛书之一,讲解如何 DIY 机器人的“神经”和“思想”,其中《玩转机器人:基于 UG NX 的设计实例》已经出版,是讲解如何 DIY 机器人的“骨骼”的,读者可以将本书与之结合起来进行系统化学习。同时,对本书电路设计和仿真部分的重点、难点附加了配套的移动视频,可通过微信、QQ 社交软件扫描二维码进行查阅。本书取材广泛、内容新颖、实用性强,作为机器人电路设计的入门级教程,全面介绍了机器人电路的设计和仿真过程,对零基础的读者起到抛砖引玉的作用。本书适合对电子设计感兴趣或参加电子设计比赛的人员阅读,也可作为高等院校相关专业和职业培训的实验用书。

本书的顺利出版离不开广大朋友的支持与帮助。首先,感谢李洁编辑在玩转机器人系列丛书构思和本书编写过程中提供的宝贵经验。其次,感谢同窗好友刘强、刘敬、韩涛对本书提出的宝贵建议。最后,感谢天津科技大学夏初蕾和重庆大学邓筑利在机器人技术方面提供的技术支持。当然,更需要感谢我的家人,谢谢他们给予我的支持与帮助。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有错误和不足之处，敬请读者批评指正。如发现问题及错误，请与作者联系（刘波：1422407797@qq.com）。为了更好地向读者提供服务及方便广大电子和机器人爱好者进行交流，读者可以加入技术交流 QQ 群(玩转机器人&电子设计: 211503389)。

编著者
2019 年 7 月

目录

CONTENTS

第 1 章 Proteus 软件基础操作

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1.1 进入 Proteus 主界面·····1 | 1.2 新建工程文件·····15 |
| 1.1.1 主菜单介绍·····1 | 1.2.1 新建原理图工程·····15 |
| 1.1.2 工具栏介绍·····3 | 1.2.2 原理图工程命令介绍·····17 |
| 1.1.3 元件分类·····5 | |

第 2 章 数字电路仿真

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 2.1 逻辑电路仿真·····20 | 触发器·····46 |
| 2.1.1 与、或、非门电路·····20 | 2.3.3 555 定时器构成施密特 |
| 2.1.2 编码器·····25 | 触发器·····47 |
| 2.1.3 译码器·····32 | 2.4 数模和模数转换·····49 |
| 2.2 触发器·····39 | 2.4.1 数模转换·····49 |
| 2.2.1 SR 触发器·····39 | 2.4.2 模数转换·····54 |
| 2.2.2 D 触发器·····42 | 2.5 四路抢答器·····58 |
| 2.3 脉冲波形发生电路·····44 | 2.5.1 抢答器电路·····58 |
| 2.3.1 555 定时器构成多谐 | 2.5.2 蜂鸣器电路·····58 |
| 振荡器·····44 | 2.5.3 整体仿真·····58 |
| 2.3.2 555 定时器构成单稳态 | |

第 3 章 模拟电路仿真

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 3.1 三极管放大电路·····63 | 3.3.4 求和运算放大电路·····85 |
| 3.1.1 共射极放大电路·····63 | 3.3.5 积分运算放大电路·····86 |
| 3.1.2 共集电极放大电路·····69 | 3.3.6 微分运算放大电路·····87 |
| 3.1.3 共基极放大电路·····71 | 3.4 滤波器电路·····88 |
| 3.2 MOSFET 放大电路·····74 | 3.4.1 高通滤波器电路·····88 |
| 3.2.1 共源极放大电路·····74 | 3.4.2 低通滤波器电路·····89 |
| 3.2.2 共漏极放大电路·····77 | 3.4.3 带通滤波器电路·····90 |
| 3.2.3 共栅极放大电路·····79 | 3.4.4 带阻滤波器电路·····92 |
| 3.3 运算放大器电路·····82 | 3.5 直流电源电路·····93 |
| 3.3.1 同相放大电路·····82 | 3.5.1 单相桥式整流电路·····93 |
| 3.3.2 反相放大电路·····83 | 3.5.2 集成 IC 稳压电路·····95 |
| 3.3.3 求差运算放大电路·····84 | |

第 4 章 循迹机器人电路

- | | |
|------------------|--------------------|
| 4.1 总体要求·····100 | 4.2 硬件电路设计·····100 |
|------------------|--------------------|

4.2.1 硬件系统框图·····	100	4.3 单片机程序设计·····	117
4.2.2 单片机最小系统电路·····	100	4.3.1 主要程序功能·····	117
4.2.3 电源电路·····	105	4.3.2 整体程序·····	130
4.2.4 电动机驱动电路·····	108	4.4 整体仿真测试·····	141
4.2.5 循迹传感器电路·····	114	4.5 设计总结·····	148
4.2.6 指示灯电路·····	116		

第5章 遥控机器人电路

5.1 总体要求·····	149	5.2.6 遥控器电路·····	158
5.2 硬件电路设计·····	149	5.3 单片机程序设计·····	164
5.2.1 硬件系统框图·····	149	5.3.1 遥控机器人本体程序·····	164
5.2.2 单片机最小系统电路·····	150	5.3.2 遥控机器人遥控器程序·····	168
5.2.3 电源电路·····	150	5.4 整体仿真测试·····	171
5.2.4 电动机驱动电路·····	153	5.5 设计总结·····	177
5.2.5 指示灯电路·····	156		

第6章 多自由度机器人电路

6.1 总体要求·····	178	6.2.6 独立按键电路·····	189
6.2 硬件电路设计·····	178	6.2.7 指示灯电路·····	190
6.2.1 硬件系统框图·····	178	6.3 单片机程序设计·····	190
6.2.2 单片机最小系统电路·····	178	6.3.1 主要程序功能·····	190
6.2.3 电源电路·····	183	6.3.2 整体程序·····	193
6.2.4 PWM 电路·····	184	6.4 整体仿真测试·····	199
6.2.5 舵机电路·····	185	6.5 设计总结·····	209

第7章 扫地机器人电路

7.1 总体要求·····	210	7.2.6 液晶屏显示电路·····	216
7.2 硬件电路设计·····	210	7.2.7 独立按键电路·····	217
7.2.1 硬件系统框图·····	210	7.3 单片机程序设计·····	217
7.2.2 单片机最小系统电路·····	211	7.3.1 主要程序功能·····	217
7.2.3 电源电路·····	211	7.3.2 整体程序·····	221
7.2.4 电动机驱动电路·····	213	7.4 整体仿真测试·····	237
7.2.5 避障传感器电路·····	215	7.5 设计总结·····	245

第8章 上肢康复机器人电路

8.1 总体要求·····	246	8.2.6 独立按键电路·····	249
8.2 硬件电路设计·····	246	8.2.7 指示灯电路·····	250
8.2.1 硬件系统框图·····	246	8.3 单片机程序设计·····	250
8.2.2 单片机最小系统电路·····	246	8.3.1 主要程序功能·····	250
8.2.3 液晶屏显示电路·····	247	8.3.2 整体程序·····	255
8.2.4 PWM 电路·····	248	8.4 整体仿真测试·····	265
8.2.5 舵机电路·····	248	8.5 设计总结·····	269

第 1 章 Proteus 软件基础操作

1.1 进入 Proteus 主界面

Proteus 是英国著名的 EDA 工具（仿真软件），从原理图布图、代码调试到单片机与外围电路协同仿真，一键切换到 PCB 设计，真正实现了从概念到产品的完整设计。它是目前世界上唯一一个将电路仿真软件、PCB 设计软件和虚拟模型仿真软件集于一体的设计平台，其处理器模型支持 8051、HC11、PIC10/12/16/18/24/30/DsPIC33、AVR、ARM、8086 和 MSP430 等，2010 年又增加了 Cortex 和 DSP 系列处理器，并持续增加其他系列处理器模型。在编译方面，它也支持 IAR、Keil 和 MATLAB 等多种编译器。

1.1.1 主菜单介绍

主菜单包括【File】菜单、【Edit】菜单、【View】菜单、【Tool】菜单、【Design】菜单、【Graph】菜单、【Debug】菜单、【Library】菜单、【Template】菜单、【System】菜单和【Help】菜单，如图 1-1-1 所示。

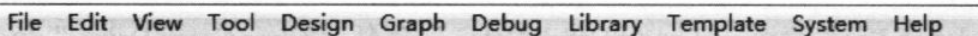


图 1-1-1 主菜单

【File】菜单中包含“New Project”命令、“Open Project”命令、“Open Sample Project”命令、“Import Legacy Project”命令、“Save Project”命令、“Save Project As”命令、“Explore Project Folder”命令、“Close Project”命令、“Import Image”命令、“Import Project Clip”命令、“Export Graphics”命令、“Print Design”命令、“Print Setup”命令、“Printer Information”命令、“Mark Output Area”命令、“Edit Project Description”命令和“Exit Application”命令，如图 1-1-2 所示。

【Edit】菜单中包含“Undo Changes”命令、“Redo Changes”命令、“Find/Edit Component”命令、“Select All Objects”命令、“Clear Selection”命令、“Cut To Clipboard”命令、“Copy To Clipboard”命令、“Paste From Clipboard”命令、“Align Objects”命令、“Send to Back”命令、“Bring To Front”命令和“Tidy Design”命令，如图 1-1-3 所示。

【View】菜单中包含“Redraw Display”命令、“Toggle Grid”命令、“Toggle False Origin”命令、“Toggle X-Cursor”命令、“Snap 10th”命令、“Snap 50th”命令、“Snap 0.1in”命令、“Snap 0.5in”命令、“Center At Cursor”命令、“Zoom In”命令、“Zoom Out”命令、“Zoom To View Entire Sheet”命令、“Zoom To Area”命令和“Toolbar Configuration”命令，如图 1-1-4 所示。

【Tool】菜单中包含“Wire Autorouter”命令、“Search & Tag”命令、“Property Assignment Tool”命令、“Global Annotator”命令、“ASCII Data Import Tool”命令、“Electrical Rules Check”命令、“Netlist Compiler”命令和“Model Compiler”命令，如图 1-1-5 所示。

【Design】菜单中包含“Edit Design Properties”命令、“Edit Sheet Properties”命令、“Edit Design

Notes”命令、“Configure Power Rails”命令、“New（Root）Sheet”命令、“Remove/Delete Sheet”命令、“Goto Previous Root or Sub-sheet”命令、“Goto Next Root or Sub-sheet”命令、“Exit to Parent Sheet”命令、“Goto Sheet”命令和“Root sheet 1”命令，如图 1-1-6 所示。

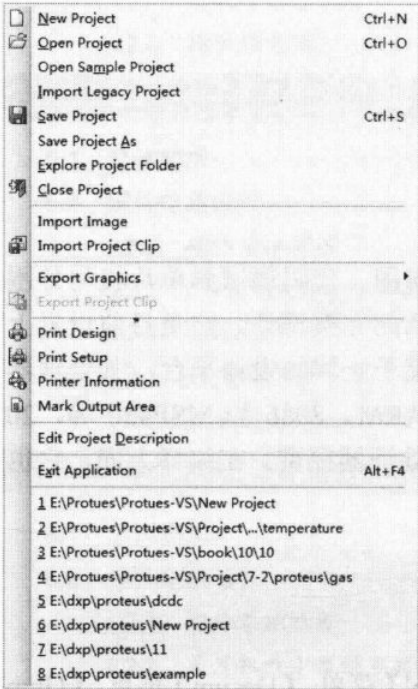


图 1-1-2 【File】菜单

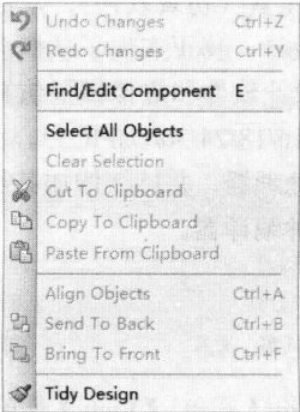


图 1-1-3 【Edit】菜单

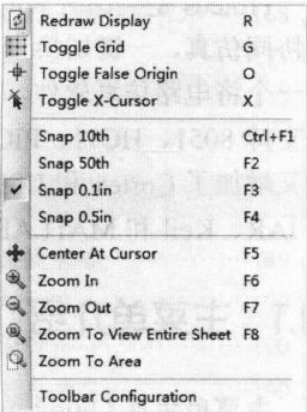


图 1-1-4 【View】菜单

【Graph】菜单中包含“Edit Graph...”命令、“Add Traces...”命令、“Simulate Graph”命令、“View Simulation Log”命令、“Export Graph Data...”命令、“Clear Graph Data...”命令、“Verify Graphs”命令和“Verify Files”命令，如图 1-1-7 所示。

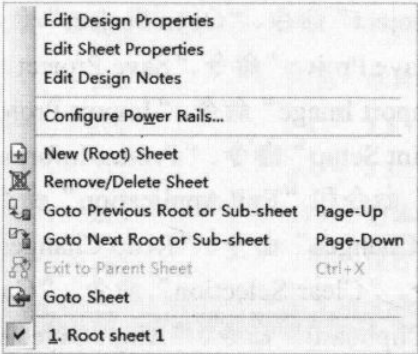


图 1-1-6 【Design】菜单

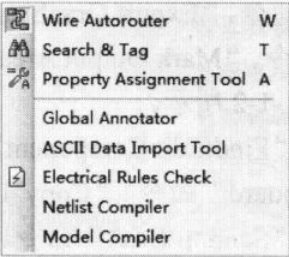


图 1-1-5 【Tool】菜单

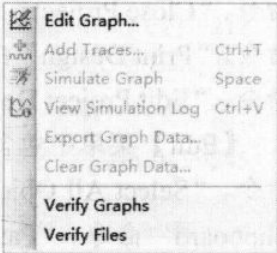


图 1-1-7 【Graph】菜单

【Debug】菜单中包含“Start VSM Debugging”命令、“Pause VSM Debugging”命令、“Stop VSM Debugging”命令、“Run Simulation”命令、“Run Simulation(no breakpoints)”命令、“Run Simulation（timed breakpoint）”命令、“Step Over Source Line”命令、“Step Into Source Line”命令、“Step Out from Source Line”命令、“Run To Source Line”命令、“Animated Single Step”命令、“Reset Debug Popup Windows”命令、“Reset Persistent Model Data”命令、“Configure Diagnostics”命令、“Enable Remote Debug Monitor”命令、“Horz. Tile Popup Windows”命令和“Vertical Tile Popup Windows”命令，如图 1-1-8 所示。

【Library】菜单中包含“Pick parts from libraries”命令、“Make Device”命令、“Make Symbol”命令。此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

命令、“Packaging Tool”命令、“Decompose”命令、“Import BSDL”命令、“Compile To Library”命令、“Place Library”命令、“Verify Packagings”命令和“Library Manager”命令，如图 1-1-9 所示。

【Template】菜单中包含“Goto Master Sheet”命令、“Set Design Colours”命令、“Set Graph & Trace Colours”命令、“Set Graphic Styles”命令、“Set Text Styles”命令、“Set 2D Graphics Defaults”命令、“Set Junction Dot Style”命令、“Apply Styles From Template”命令和“Save Design as Template”命令，如图 1-1-10 所示。

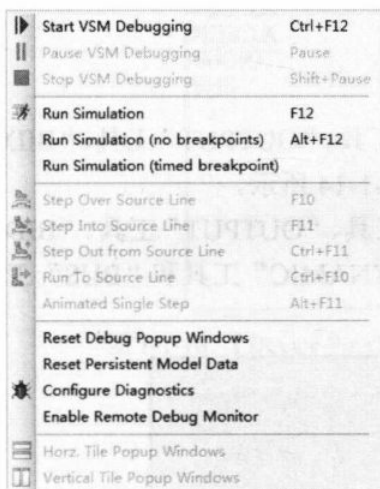


图 1-1-8 【Debug】菜单

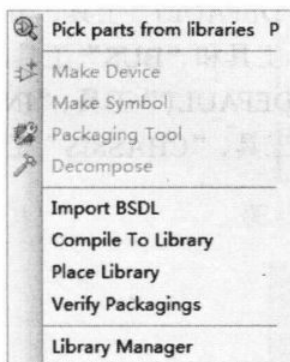


图 1-1-9 【Library】菜单



图 1-1-10 【Template】菜单

【System】菜单中包含“System Settings”命令、“Text Viewer”命令、“Set Display Options”命令、“Set Keyboard Mapping”命令、“Set Property Definitions”命令、“Set Sheet Sizes”命令、“Set Text Editor”命令、“Set Animation Options”命令、“Set Simulation Options”命令和“Restore Default Settings”命令，如图 1-1-11 所示。

【Help】菜单中包含“Overview”命令、“About Proteus 8”命令、“About Qt”命令、“Schematic Capture Help”命令、“Schematic Capture Tutorial”命令、“Simulation Help”命令和“VSM Model/SDK Help”命令，如图 1-1-12 所示。

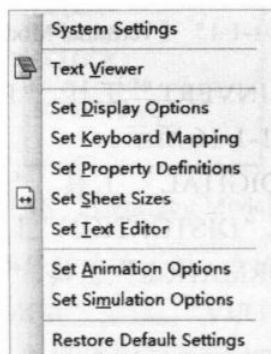


图 1-1-11 【System】菜单

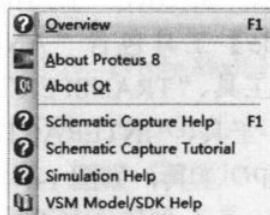


图 1-1-12 【Help】菜单

1.1.2 工具栏介绍

工具栏主要包括【Selection Mode】工具、【Component Mode】工具、【Junction Dot Mode】工具、【Wire Label Mode】工具、【Text Script Mode】工具、【Buses Mode】工具、【Subcircuit Mode】

工具、【Terminal Mode】工具、【Device Pins Mode】工具、【Graph Mode】工具、【Active Popup Mode】工具、【Generator Mode】工具、【Probe Mode】工具、【Instruments】工具、【2D Graphics Line Mode】工具、【2D Graphics Box Mode】工具、【2D Graphics Circle Mode】工具、【2D Graphics Arc Mode】工具、【2D Graphics Closed Path Mode】工具、【2D Graphics Text Mode】工具、【2D Graphics Symbols Mode】工具和【2D Graphics Markers Mode】子菜单，如图 1-1-13 所示。



图 1-1-13 工具栏

部分工具介绍如下。

【Subcircuit Mode】工具包含“DEFAULT”工具、“INPUT”工具、“OUTPUT”工具、“BIDIR”工具、“POWER”工具、“GND”工具和“BUS”工具，如图 1-1-14 所示。

【Terminal Mode】工具包含“DEFAULT”工具、“INPUT”工具、“OUTPUT”工具、“BIDIR”工具、“POWER”工具、“GND”工具、“CHASSIS”工具、“DYNAMIC”工具和“BUS”工具，如图 1-1-15 所示。

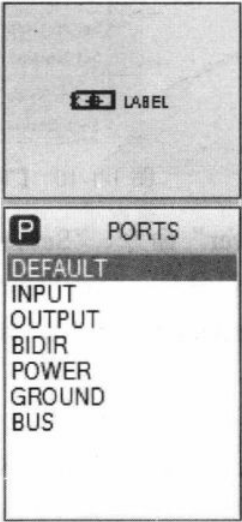


图 1-1-14 【Subcircuit Mode】工具

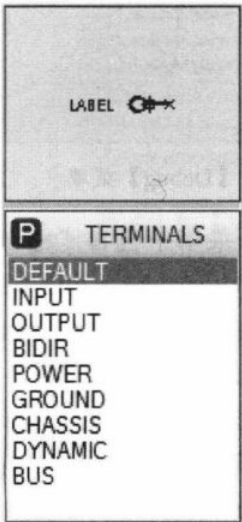


图 1-1-15 【Terminal Mode】工具

【Device Pins Mode】工具包含“DEFAULT”工具、“INVERT”工具、“POSCLK”工具、“NEGCLK”工具、“SHORT”工具和“BUS”工具，如图 1-1-16 所示。

【Graph Mode】工具包含“ANALOGUE”工具、“DIGITAL”工具、“MIXED”工具、“FREQUENCY”工具、“TRANSFER”工具、“NOISE”工具、“DISTORTION”工具、“FOURIER”工具、“AUDIO”工具、“INTERACTIVE”工具、“CONFORMANCE”工具、“DC SWEEP”工具和“AC SWEEP”工具，如图 1-1-17 所示。

【Generator Mode】工具包含“DC”工具、“SINE”工具、“PULSE”工具、“EXP”工具、“SFFM”工具、“PWLIN”工具、“FILE”工具、“AUDIO”工具、“DSTATE”工具、“DEDGE”工具、“DPULSE”工具、“DCLOCK”工具、“DPATTERN”工具和“SCRIPTABLE”工具，如图 1-1-18 所示。

【Probe Mode】工具包含“VOLTAGE”工具、“CURRENT”工具和“TAPE”工具，如图 1-1-19 所示。

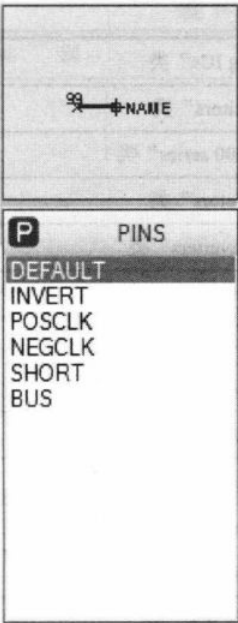


图 1-1-16 【Device Pins Mode】工具

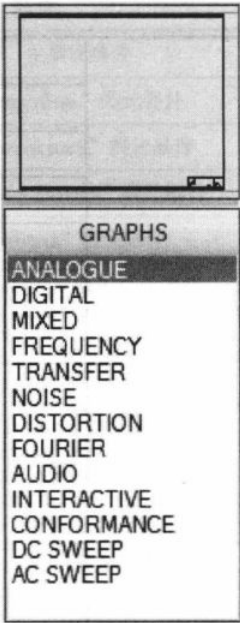


图 1-1-17 【Graph Mode】工具

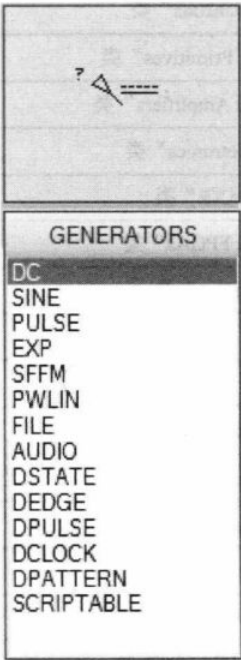


图 1-1-18 【Generator Mode】工具

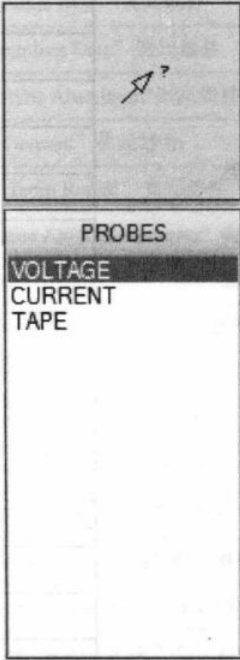


图 1-1-19 【Probe Mode】工具

Proteus 中还有其他的工具，例如“OSCILLOSCOPE”工具、“LOGIC ANALYSER”工具、“COUNTER TIMER”工具、“VIRTUAL TERMINAL”工具、“SPI DEBUGGER”工具、“I2C DEBUGGER”工具、“SIGNAL GENERATO”工具、“DC VOLTMETER”工具、“DC AMMETER”工具、“AC VOLTMETER”工具、“AC AMMETER”工具和“WATTMETER”工具。

1.1.3 元件分类

Proteus 软件包含了多种元件。元件库大类分类如表 1-1-1 所示，其中部分小类包含的主要元器件如表 1-1-2 所示。

表 1-1-1 元件库大类分类

元件库大类	“Analog ICs” 类
	“Capacitors” 类
	“CMOS 4000 series” 类
	“Connectors” 类
	“Data Converters” 类
	“Debugging Tools” 类
	“Diodes” 类
	“ECL 10000 Series” 类
	“Electromechanical” 类
	“Inductors” 类
	“Laplace Primitives” 类
	“Mechanics” 类
	“Memory ICs” 类
	“Microprocessor ICs” 类
	“Miscellaneous” 类
	“Modelling Primitives” 类
	“Operational Amplifiers” 类
	“Optoelectronics” 类
	“PICAXE” 类
	“PLDs & FPGAs” 类
	“Resistors” 类
	“Simulator Primitives” 类
	“Switches & Relays” 类
	“Switches Devices” 类
	“Themionic Valves” 类
	“Transducers” 类
	“Transistors” 类
	“TTL 74 series” 类
	“TTL 74ALS series” 类
	“TTL 74AS series” 类
	“TTL 74CBT series” 类
	“TTL 74F series” 类
	“TTL 74HC series” 类
	“TTL 74HCT series” 类
	“TTL 74LS series” 类
	“TTL 74S series” 类

表 1-1-2 元件库小类包含的主要元器件

类 别	主要元器件
“Analog ICs” 类	“Amplifiers” 类元器件
	“Comparators” 类元器件
	“Display Drivers” 类元器件
	“Filters” 类元器件
	“Miscellaneous” 类元器件
	“Multiplexers” 类元器件
	“Regulators” 类元器件
	“Timers” 类元器件
	“Voltage References” 类元器件
“Capacitors” 类	“Animated” 类元器件
	“Audio Grade Axial” 类元器件
	“Axial Lead Polypropene” 类元器件
	“Axial Lead Polystyrene” 类元器件
	“Ceramic Disc” 类元器件
	“Decoupling Disc” 类元器件
	“Electrolytic Aluminum”类元器件
	“Generic” 类元器件
	“High Temp Radial” 类元器件
	“High Temperature Axial Electrolytic” 类元器件
	“Metallised Polyester Film” 类元器件
	“Metallised polypropene” 类元器件
	“Metallised Polypropene Film” 类元器件
	“Mica RF Specific” 类元器件
	“Minature Electrolytic” 类元器件
	“Multilayer Ceramic” 类元器件
	“Multilayer Ceramic C0G” 类元器件
	“Multilayer Ceramic NPO” 类元器件
	“Multilayer Ceramic X5R” 类元器件
	“Multilayer Ceramic X7R” 类元器件
	“Multilayer Ceramic Y5V” 类元器件
	“Multilayer Ceramic Z5U” 类元器件
	“Multilayer Metallised Polyester” 类元器件
	“Mylar Film” 类元器件
	“Nickel Bamer” 类元器件
	“Non Polarised” 类元器件
	“Poly Film Chip” 类元器件
	“Polyester Layer” 类元器件
	“Radial Electrolytic” 类元器件

续表

类 别	主要元器件
“Capacitors” 类	“Resin Dipped” 类元器件
	“Tantalum SMD” 类元器件
	“Thin film” 类元器件
	“Variable” 类元器件
	“VX Axial Electrolytic” 类元器件
“CMOS 4000 series” 类	“Adders” 类元器件
	“Buffers & Drivers” 类元器件
	“Comparators” 类元器件
	“Counters” 类元器件
	“Decoders” 类元器件
	“Encoders” 类元器件
	“Flip-Flops & Latches” 类元器件
	“Frequency Dividers & Timers” 类元器件
	“Gates & Inverters” 类元器件
	“Memory” 类元器件
	“Misc. Logic” 类元器件
	“Multiplexers” 类元器件
	“Multivibrators” 类元器件
	“Phase-Locked-Loops(PLLs)” 类元器件
	“Registers” 类元器件
	“Signal Switches” 类元器件
“Connectors” 类	“Arduino Connectors” 类元器件
	“Audio” 类元器件
	“D-Type” 类元器件
	“DIL” 类元器件
	“FFC/FPC Connectors” 类元器件
	“Header Blocks” 类元器件
	“Headers/Receptacles” 类元器件
	“IDC Headers” 类元器件
	“Miscellaneous” 类元器件
	“PCB Transfer” 类元器件
	“PCB Transition Connectors” 类元器件
	“Ribbon Cable” 类元器件
	“Ribbon Cable/Wire Trap Connector” 类元器件
	“RJ45 Connectors” 类元器件
	“SIL” 类元器件
	“Terminal Blocks” 类元器件
	“USB for PCB Mounting” 类元器件

续表

类 别	主要元器件
“Data Converters” 类	“A/D Converters” 类元器件
	“D/A Converters” 类元器件
	“Light Sensors” 类元器件
	“Sample & Hold” 类元器件
	“Temperature Sensors” 类元器件
“Debugging Tools” 类	“Breakpoint Triggers” 类元器件
	“Logic Probes” 类元器件
	“Logic Stimuli” 类元器件
“Diodes” 类	“Bridge Rectifiers” 类元器件
	“Generic” 类元器件
	“Rectifiers” 类元器件
	“Schottky” 类元器件
	“Switching” 类元器件
	“Transient Suppressors” 类元器件
	“Tunnel” 类元器件
	“Varicap” 类元器件
	“Zener” 类元器件
“Inductors” 类	“Femte Beads” 类元器件
	“Fixed Inductors” 类元器件
	“Generic” 类元器件
	“Multilayer Chip Inductors” 类元器件
	“SMT Inductors” 类元器件
	“Surface Mount Inductors” 类元器件
	“Tight Tolerance RF inductor” 类元器件
	“Transformers” 类元器件
“Laplace Primitives” 类	“1st Order” 类元器件
	“2nd Order” 类元器件
	“Controllers” 类元器件
	“Non-Linear” 类元器件
	“Operators” 类元器件
	“Poles/Zeros” 类元器件
	“Symbols” 类元器件
“Memory ICs” 类	“Dynamic RAM” 类元器件
	“EEPROM” 类元器件
	“EPROM” 类元器件
	“FIFO” 类元器件
	“I2C Memories” 类元器件
	“Memory Cards” 类元器件