



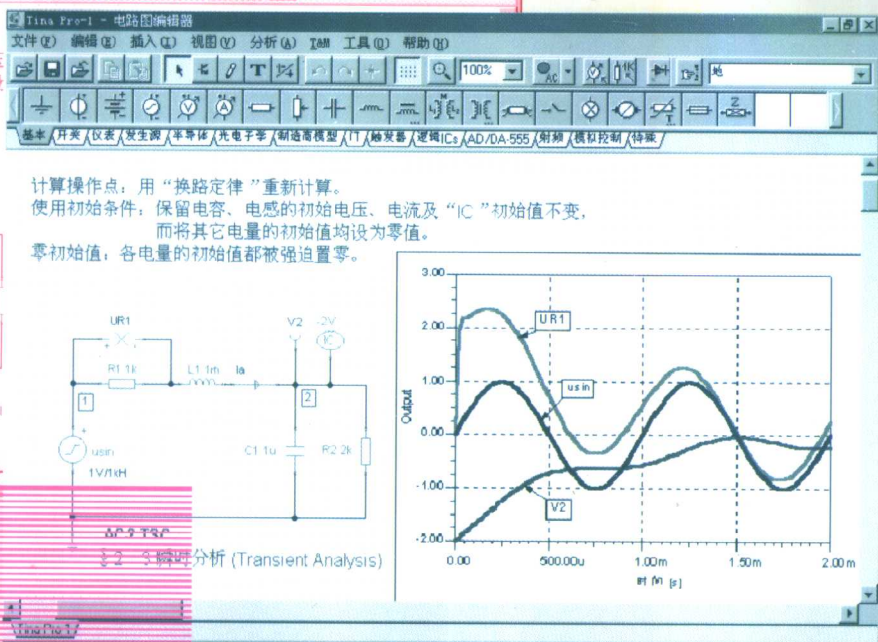
教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

# 电路仿真软件 Tina Pro 导读

谷良 编



计算操作点：用“换路定律”重新计算。  
使用初始条件：保留电容、电感的初始电压、电流及“IC”初始值不变。  
而将其它电量的初始值均设为零。  
强制初始值：各电量的初始值都被强制置零。



中央广播电视大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

# 电路仿真软件 Tina Pro 导读

谷 良 编

中央广播电视大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电路仿真软件 Tina Pro 导读/谷良编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2003.6  
ISBN 7-304-02409-7

I. 电… II. 谷… III. 电子电路—计算机仿真—应用软件, Tina Pro—  
电视大学—教材 IV. TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 052343 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

**电路仿真软件 Tina Pro 导读**

谷 良 编

---

出版·发行/中央广播电视大学出版社

经销/新华书店北京发行所

印刷/北京集惠印刷有限公司

开本/787×1092 1/16 印张/13.75 字数/311 千字

---

版本/2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印数/0001—3000

---

社址/北京市复兴门内大街 160 号 邮编/100031

电话/66419791 68519502

(本书如有缺页或倒装, 本社负责退换)

网址/<http://www.crtvup.com.cn>

---

书号: ISBN 7-304-02409-7/TP·183

定价: 36.00 元 (含光盘 2 张)

# 前言

Tina Pro 是世界著名 EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 软件之一, 用于模拟及数字电路的仿真分析, 其研发者是欧洲 DesignSoft Kft. 公司。

Tina Pro 具有较高的性能价格比。它是目前所知为数不多的具有简体中文界面的成熟软件 (在 Help 索引文件中, 也用中文对电路器件模型参数进行了详细解释)。它涵盖了直流分析、列写电路的频域传递函数表达式、对电路参数进行最优化设计等约 10 种常用电路仿真功能。其虚拟测量仪器 (如多踪示波器) 的动态演示功能, 是极好的电类教学辅助工具。Tina Pro 的仿真分析结果, 如波形图可方便地与电路图粘贴在同一界面中, 对输出打印及分析资料的完整保存十分便利。Tina Pro 可以与其硬件设备 Tina-Lab, 即实时信号发生器、数据采集器相连接, 故能将实时测量与虚拟仿真结果相比对。这是目前所知能实现该项功能的少数实用技术产品之一。

通常, 电路仿真软件在高校中多用于电路仿真实验教学。在社会上, 由于某些软件的英文界面、电路仿真功能不够全面或电路元器件库不够充实等原因, 工程技术人员还不能真正得心应手地使用软件对电路进行分析、设计。比如就英文界面而言, 软件应用者从分析菜单中调出分析功能一般是不困难的, 然而, 在阅读英文技术手册、深入理解其有技术难度的相关内容时, 尚需花较大的力气。

由于 Tina Pro 具有独特的技术及价格优点, 故它能从高校实验室中走出来, 应用于正规大学学历教育及向社会普及, 它已经作为中央广播电视大学“电子信息专业”专业的引擎软件, 被引入到诸如电路分析基础等课程的正规教学内容之中。同时, 在中央广播电视大学与劳动部联合举办的“电路仿真软件应用设计师”证书大型培训项目中, 我们推广普及 Tina Pro 软件的应用。中央广播电视大学是与欧洲 DesignSoft Kft. 公司 (及其国内指定代理公司) 正式签约, 购买大批量正版 Tina Pro 软件的国内高校, 同时也具有该软件在系统内的销售权。

笔者从 1987 年起开始应用电路仿真软件 PSpice, 稍后又应用 EWB (Electronics Workbench) 软件对数量较多的模拟及数字电路进行了仿真分析; 曾担任 EWB 和 Tina Pro 软件网上公布的中国大陆惟一代理公司的技术顾问 (在 2002 年之前)。2001 年 12 月, 受邀与 DesignSoft Kft. 公司一道参加了上海国际教学仪器展览会, 并有机会与该公司总裁 Dr. Mihaly Koltai 及软件的首席设计师 Istvan Eperjesi 先生进行了较深入的技术研讨。据介绍, Tina Pro 程序内核是在美国加州伯克利大学的 SPICE3 程序基础上, 嵌入大量 DesignSoft Kft. 公司自行研

发的程序,如基于列写传递函数的梅森(Mason)算法程序、对电路元件进行多参数优化设计的改进DFP(Davidon-Fletcher-Powell)算法程序等。因而,当软件使用者有技术上的困难时,Tina Pro的研发者往往能快速地给予技术支持。本书作者也曾指出过Tina Pro存在的一些问题(大部分在新版软件中已改正)以及尚需进一步完善之处,如中文译文质量尚需改进,可增加数字电路的逻辑函数化简功能、逻辑表达式与逻辑图相互转换功能,可增加单片机为仿真单元器件等。相信,随着Tina Pro的功能更加完善,它在电路仿真分析领域的作用也会日渐增强。

本书内容分为两篇。第1篇为Tina Pro应用基础,由三章内容组成:第1章内容为浏览Tina Pro的工作界面,介绍绘制简单的电路图过程、方法及本书所用重要术语;第2章内容为全书的核心,详细讲述Tina Pro的分析功能;第3章内容介绍虚拟测量仪器的应用。考虑到在电大学历教育中,由于Tina Pro课程在电路分析基础课程之后开设,此时学生尚未学习模拟及数字电路,故在第1篇内容的展开上,基本采用少数几个由电阻、电容和电感组成的结构简单的电路为分析对象,这使得读者可仅凭对基础电路的分析知识,就能理解并应用Tina Pro的重要电路仿真功能。这种安排内容的另一个好处是,可以使读者集中精力对软件本身分析功能的学习和理解,这与采用相对复杂的实用电路为例题相比较,读者无需付出额外精力去学习电路本身的工作原理。

本书第2篇内容为Tina Pro应用实践,由第4章和第5章构成。第4章内容介绍对实用电路的仿真分析方法。这些电路往往是一些典型的、单元式电路,它们的电路结构相对成熟,所用元件都具有通用性,且电路本身能完成独立的功能,同时各单元电路又易于模块化,匹配连接成相对复杂的、规模较大的实用电路。第5章内容提供了一些在教学改革中应用Tina Pro的参考实例。

Tina Pro是一个能够对模拟及数字混合电路进行仿真分析的软件,而本书的取材多为对模拟电路的分析,这是因为对数字电路而言,任务的难点并不在于仿真分析(与模拟电路相比,其分析内容相对固定和简单),而在于对电路的设计(这并不是本书所涉及的范围)。

本书在写作特点上,根据作者长期的教学实践经验,尽量将内容安排得便于读者(特别是成人)自学。所以在介绍分析功能时,较少地采用只给出一些表格或公式,简单交代几句话,然后靠读者求师询问或另查找资料的方法。所讲述内容尽量做到易懂、具体、详实;叙述方法尽量做到由浅入深(例如重要概念后跟具体实例,然后给出分析功能所依据的电路分析知识)。对于较深入的背景知识,以“参考内容”的形式给出,不作为教学或培训项目的考试要求。另外,内容选材一般是读者在自学时难以深入发掘的知识,而对于“自学能详”的知识(如拖动摆放元件等相对容易的细节)或(作者)尚未十分明了或有疑义的内容,采用较少或不做叙述的方式处理。

Tina Pro所用电路图形符号,若选用欧洲标准,则与国家标准十分接近。书中电路图及波形图尽量保持软件输出的原始状态(除了对不够清晰的部分和需标注部分做了必要的改动之外)。在正文叙述上,仍然采用国家标准。这样,电路图上的某节点的输出电压,在文字叙述中可能被表达为 $U_{a1}$ 或“Ua1”。另外,在输出变量符号的处理上,未做到与标准电路符

号完全一致,如在同一个电路中,直流分析时用“Ua1”标注输出直流电压,在瞬时分析中又代表该电压的瞬时波形(软件不会自动产生代表瞬时电压的符号“ $U_{a1}(t)$ ”)。所以“Ua1”应视为标注符。

本书在编写过程中使用 Tina Pro 软件简体中文界面版 Version6.00.008SF (Full Version)、Version6.01.003SV (Student Version) 以及英文版 Version5.50.013 (Full Version)。对分析内容的名称,未采用将原版软件中英文直接对译的方法。例如,英文版软件有一项分析功能的名称是“AC Analysis”,在中文版中对应的名称为“AC 分析”,书中对该项分析功能称为“正弦稳态分析 (AC Analysis)”。这是因为,该项分析功能不能用于对一般交流 (AC) 电路的分析,而仅适用于输入为正弦电源的情形,同时分析结果给出的计算值或波形,对应于过渡过程已经结束,电路处于稳定的工作状态。

笔者认为,电路仿真分析结果是否与实际电路输出结果接近,关键是这两者的元器件模型参数是否接近。有两种情况值得考虑:当使用元器件的极限参数时,即器件工作在最大或最小允许值工作状态,此时仿真与实测结果一般不能相互等效。如普通运放的电源电压不能高于  $\pm 18\text{ V}$ ,而仿真器件无此限制。在原理级应用层面,仿真分析结果与实际电路特性在理论定性分析或数值计算方面,往往相一致或近似。这时仿真元器件的主导参数与实际器件在该工作状态下的简化模型参数基本上相符合,同时也需采用正确的仿真分析方法,如保证软件的计算结果至少是收敛与合理的。相对而言,困扰电路仿真软件实际应用的真正的难题是对新型的、结构与参数较为复杂的、规模较大的实际电路器件,建立仿真器件模型。Tina Pro 与其他优秀软件一样,需由 PSpice 语言来描述器件模型。这样,即便对一个三极管,也需用近 20 个参数描述其等效模型;同时还需使用者必须具备微电子学知识来了解半导体器件模型——这对于实际工作者往往是困难的。这些实际的问题,都尚待进一步研究和解决。

本书编写过程中,中央广播电视大学电气及电子教研室的沈雅芬、李西平、宁晨和田焯老师等给予了大力支持并提出许多建设性的建议。清华大学电机工程系赵伟教授悉心审阅了本书,并提供指导性的意见。在此,作者一并表示衷心的感谢!

由于时间仓促及作者的水平有限,书中不当和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 3 月

# DesignSoft Kft.

---

Oct 28, 2002

China Central Radio and TV University  
Science and Engineering Department  
P.R. China

Dear Sirs,

TINA PRO is one the best EDA (Electronic Design Automation) software in the world. Currently, TINA PRO software is sold and supported in more than forty countries including Australia, Brasil, Canada, PR China, France, Germany, Lndia, Italy, Korea, Philippines, Malaysia, Mexico, Norway, Portugal, Singapore, Spain, Sweden, Switzerland, Thailand, UK, USA and a lot more. In 1998 TINA has won the prestigious Worlddidac Award for the Advancement and Development of Excellent and Innovative Educational Materials.

TINA PRO provides analog, digital, symbolic, VHDL, RF and mixed-mode circuit simulation, sophisticated diagrams and high-tech virtual instruments. Features designed specifically for electronics education include symbolic analysis, real-time test and measurement, training and examination mode for testing students' knowledge and monitoring progress and troubleshooting techniques. Of great importance of educators, the package includes all the tools to needed to prepare educational materials.

Due to this features TINA has the far the best price per performance ratio over other similar software products.

We are happy to learn that TINA PRO has been selected as the teaching software for the Course of Electronic Circuit Design Software Engineering which is organized by Ministry of Labour and Social Security.

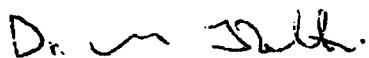
DesignSoft, Inc. and GSL Technology Int'l Ltd are committed to give a reliable and long term technical

support and the best terms and conditions on this project.

Based on our past discussion with Mr. Gu Liang, we are convinced that Mr. Gu has a very deep knowledge on the TINA PRO Electronic Design Automation software.

I trust that Mr. Gu can give a lot of contribution on the teaching of TINA PRO software in the PR China Education field.

Yours Faithfully,



Dr. Mihály Koltai  
managing director

注：该信是 Tina Pro 软件的研发者——欧洲 DesignSoft Kft 公司董事长 Dr. Mihály Koltai 先生给中央广播电视大学开展 Tina Pro 软件教学及培训项目的贺信

---

Csengery u. 53. Budapest H-1067 Hungary Tel: +36(1)269-1206, +36(1)332-1339 Fax: +36(1)332-7777  
Email: designsoft@mail.datanet.hu Website: www.designsoftware.com TINA site: www.tina.com

---

# 目 录

## 第 1 篇 Tina Pro 应用基础

• 1 •

|                                                                            |             |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| § 2-5-2 交流符号分析 (AC Result) .....                                           | (40)        |
| § 2-5-3 交流传递函数分析 (AC Transfer) .....                                       | (41)        |
| § 2-5-4 零、极点分析与过渡过程分析 (Poles and Zeros & Semi-symbolic Transient)<br>..... | (41)        |
| § 2-6 噪声分析 (Noise Analysis) .....                                          | (42)        |
| § 2-7 电路参数的最优化设计 (Optimization) .....                                      | (45)        |
| § 2-8 电路元件的参数扫描分析 (Parameter Stepping) .....                               | (48)        |
| § 2-9 蒙特卡罗及最差情况分析 (Monte Carlo & Worst Case) .....                         | (51)        |
| § 2-10 数字电路分析 (Digital Analysis) .....                                     | (55)        |
| § 2-10-1 绘制数字信号波形 (Digital Timing Analysis) .....                          | (57)        |
| § 2-10-2 单步分析 (Digital Step-by-Step) .....                                 | (57)        |
| § 2-11 Tina Pro 的其他重要功能 .....                                              | (59)        |
| § 2-11-1 子电路的建立与调用 (Macro) .....                                           | (59)        |
| § 2-11-2 EWB (Electronics Workbench) 与 Tina Pro 的联合应用 .....                | (61)        |
| § 2-11-3 元件清单表及输入、输出接口文件设置 (Bill of Materials, Export & Import)<br>.....   | (65)        |
| § 2-11-4 自定义信号源及“翻译器” (Interpreter) .....                                  | (67)        |
| § 2-11-5 交互式仿真 (Interactive Mode) .....                                    | (69)        |
| § 2-11-6 模拟电路故障的仿真 (Faults Enabled) .....                                  | (71)        |
| <b>第 3 章 Tina Pro 虚拟仪器的使用及仿真电路实例 .....</b>                                 | <b>(83)</b> |
| § 3-1 Tina Pro 中的测量仪器清单 .....                                              | (83)        |
| § 3-2 函数发生器与示波器联合仿真例 .....                                                 | (84)        |
| § 3-3 虚拟万用表 .....                                                          | (86)        |
| § 3-4 虚拟信号发生器应用例 .....                                                     | (87)        |
| § 3-5 虚拟 XY 记录仪应用例 .....                                                   | (88)        |
| § 3-6 虚拟逻辑分析仪应用例 .....                                                     | (90)        |
| § 3-7 虚拟网络分析仪应用例 .....                                                     | (91)        |

## 第 2 篇 Tina Pro 应用实践

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| <b>第 4 章 Tina Pro 对实用模拟及数字电路的仿真实例 .....</b> | <b>(96)</b> |
| § 4-1 放大电路仿真分析实例 .....                      | (96)        |
| 例 4-1 同相及反相输入式放大器 .....                     | (96)        |

|                                             |       |
|---------------------------------------------|-------|
| 例 4-2 仪表差动放大器 .....                         | (98)  |
| 例 4-3 视频信号放大及分配电路 .....                     | (101) |
| 例 4-4 由分立元件组成的宽带缓冲放大器 .....                 | (104) |
| § 4-2 功率放大及电源电路仿真分析实例 .....                 | (106) |
| 例 4-5 互补推挽功率输出端电路 .....                     | (106) |
| 例 4-6 高精度电源电路 .....                         | (111) |
| 例 4-7 简单实用的三端稳压器 .....                      | (113) |
| § 4-3 测量与检测电路仿真分析实例 .....                   | (114) |
| 例 4-8 两量程微安级电流—电压变换电路 .....                 | (114) |
| 例 4-9 温度—电压变换电路 .....                       | (115) |
| 例 4-10 正向电压峰值测量电路 .....                     | (119) |
| § 4-4 变换电路仿真分析实例 .....                      | (121) |
| 例 4-11 光电耦合电路 .....                         | (121) |
| 例 4-12 正/负极性变换电路 .....                      | (122) |
| 例 4-13 集成电压比较器的应用 .....                     | (124) |
| 例 4-14 交直流变换(整流)电路 .....                    | (127) |
| 例 4-15 抗噪声能力强的实用微分电路 .....                  | (129) |
| 例 4-16 移相电路 .....                           | (132) |
| § 4-5 定时电路仿真分析实例 .....                      | (134) |
| 例 4-17 由运放构成的模拟定时电路 .....                   | (134) |
| 例 4-18 由 555 器件构成的定时电路 .....                | (137) |
| § 4-6 振荡电路仿真分析实例 .....                      | (141) |
| 例 4-19 占空比可调的振荡电路 .....                     | (141) |
| 例 4-20 负电源产生电路 .....                        | (142) |
| 例 4-21 由运放构成的结构简单的振荡电路 .....                | (144) |
| § 4-7 滤波电路仿真分析实例 .....                      | (146) |
| 例 4-22 电容参数相同的低通滤波器 .....                   | (146) |
| 例 4-23 容易设定参数的高通滤波器 .....                   | (148) |
| § 4-8 模拟与数字混合电路仿真分析实例 .....                 | (150) |
| 例 4-24 24 V 直流电动机控制电路 .....                 | (150) |
| 例 4-25 由施密特反相器构成的振荡电路 .....                 | (152) |
| 例 4-26 逻辑电位检测器 .....                        | (153) |
| 例 4-27 第一输入信号鉴别电路 .....                     | (155) |
| 例 4-28 $0 \sim \pm 180^\circ$ 相位差测量电路 ..... | (157) |

|                                                                           |              |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>第 5 章 Tina Pro 在教学中应用的实例 .....</b>                                     | <b>(168)</b> |
| 例 5-1 正弦稳态电路中最大功率传输定理应用例 .....                                            | (168)        |
| 例 5-2 “翻译器”在节点法中的应用例 .....                                                | (170)        |
| 例 5-3 一阶 RC 电路过渡过程的三要素法分析例 .....                                          | (171)        |
| 例 5-4 二阶动态电路的零状态过渡过程分析例 .....                                             | (173)        |
| 例 5-5 三极管共射电路频率特性分析例 .....                                                | (174)        |
| 例 5-6 负反馈放大电路分析例 .....                                                    | (179)        |
| 例 5-7 运放开环特性指标测试例 .....                                                   | (182)        |
| 例 5-8 数字计数电路分析例 .....                                                     | (186)        |
| 例 5-9 数字电路中的竞争和险象分析例 .....                                                | (190)        |
| 例 5-10 主从型 JK 触发器工作原理分析例 .....                                            | (191)        |
| <b>附录 A Tina Pro 英文 (Version6.00) 版软件帮助文件中关于网络分析仪<br/>    的原文说明 .....</b> | <b>(195)</b> |
| <b>附录 B 分析菜单中的“设定参数”的含义 .....</b>                                         | <b>(200)</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                                                         | <b>(205)</b> |

# 第 1 篇

## Tina Pro 应用基础

本篇由第 1 章、第 2 章和第 3 章构成，介绍 Tina Pro 软件应用的基础知识。第 1 章内容带领读者快速浏览 Tina Pro 的概貌，使读者初步掌握绘制电路图的方法。第 2 章内容是全书的核心部分，介绍软件所能完成的各种分析功能。第 3 章介绍使用虚拟仪器对电路进行动态仿真演示的方法。

# 第1章 快速浏览 Tina Pro 及绘制电路图

## 引 言

Tina Pro 是一个优秀的电子设计自动化软件。本章的任务是使初学者对该软件有一个初步感性认识,浏览软件界面重要组成单元,并对其结构有大致地了解。与此同时,重点介绍软件界面中需使用的术语,例如“元件条”、“功能菜单|文件|导入”等。

用 Tina Pro 绘制一个电路图,是一项相对容易的任务。因而,在 §1-2 介绍绘制一个电路图的过程中,基本忽略了相对容易的“自学能详”的细节,如拖动摆放元件等,重点介绍初次使用者不容易察觉但十分有用的知识。

### §1-1 Tina Pro 概述

Tina Pro 是近 10 年来在欧洲研发的一个模拟及数字电路仿真软件,目前大约流行于 40 多个国家,并有 20 多种不同语言的版本,其中包括中文版。其学生版 (Version 6.00SV) 大约含有 20 000 多个分立和集成电路元件。

在模拟电路分析方面,Tina Pro 除了具有一般电路仿真软件通常所具备的直流分析、瞬态分析、正弦稳态分析、傅里叶分析、温度扫描、参数扫描、最坏情况及蒙特卡罗统计等仿真分析功能之外,还能先对输出电量进行指标设计,然后对电路元件的参数进行优化计算。它具有符号分析功能,即能给出时域过渡过程表达式或频域传递函数表达式;具有 RF 仿真分析功能;具有绘制零、极点图,相量图, Nyquist 图等重要的仿真分析功能。

在数字电路分析方面,Tina Pro 支持 VHDL 语言,并具有 BUS 总线及虚拟连线等功能,以避免电路图中元件之间连线过密,使得电路绘图界面看起来更清晰、简洁。

Tina Pro 具有 8 种虚拟仪器,各仪器与元件之间采用虚拟连线。

Tina Pro 通过 USB 接口,可以与其硬件设备 Tina-Lab,即实时信号发生器、数据采集器相连接,因而,能同时得到电路图的虚拟仿真分析结果及实际电路测试结果,并将它们加以结合,进行比对分析。这是目前能将虚拟仿真与实际测量结果相结合、为数不多的实用技术产品。

Tina Pro 的网络版可真正实现网络教学,例如教师可以在专门的试卷平台上设计各种电路题目,甚至暗设一个电路故障交由学生处理。学生在完成题目后,可在网上提交答案,由 Tina Pro 进行自动阅卷、评分及存档。

总之,Tina Pro 是一种功能强大的电路仿真软件,具有很高的性能价格比。特别适用于大学电类课程的正规学历教育以及科技人员用软件对电子技术产品开发与研制。

## §1-2 快速浏览界面

启动 Tina Pro 之后,可进入其工作界面,如图 1-2-1 所示。界面大致分为 6 个重要的功能区,它们分别是:控制框、功能菜单、工具栏、元件条、工作区和切换电路栏。为了醒目,本文用椭圆框加了标注(例如对上述工作界面的 6 个功能区)。

在功能菜单中,单击(快速点击鼠标左键一次)“文件”菜单,然后再单击“打开”子项,可在软件安装目录下的“Examples \ Multimed”子目录中,调入一个名为“Mult\_1.TSC”的电路图到工作区中(“Mult\_1”是电路图文件名,“TSC”是电路图文件的扩展名)。这时,就可以对该电路进行仿真分析了(即用软件对电路进行模拟、分析,以了解和掌握电路的特性,如计算出电路的节点电压、绘制电路输出电压的瞬时波形图等)。

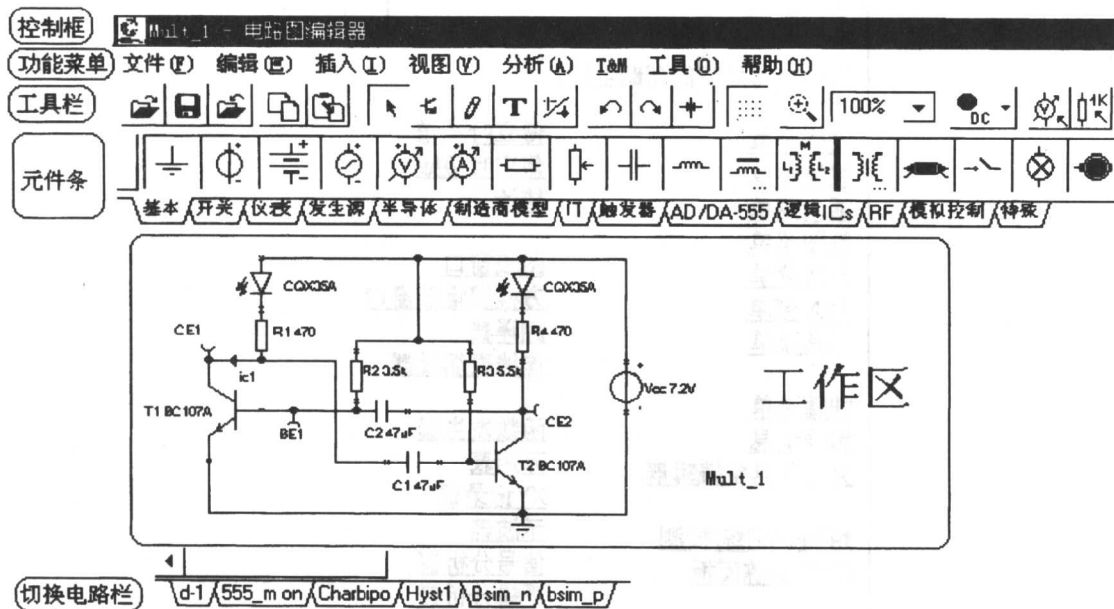


图 1-2-1 Tina Pro 的工作界面图

在正式对电路进行仿真分析之前,先对 6 个重要的功能区作一个粗略的介绍,使读者对 Tina Pro 有一个大致的了解。凡涉及特殊或需重点介绍的部分,在后文的相应部分再作较详细的介绍(例如,专项电路仿真分析功能在第 2 章详细介绍)。

结合图 1-2-1,对软件工作界面简介如下:

**控制框、工作区及切换电路栏** Tina Pro 可以同时调入多个电路图文件,这些电路文件名同时出现在切换电路栏中,例如有 Mult\_1、d-1、555\_mon 等(扩展名均为 TSC 或 tsc,故未显示)。单击切换电路栏中某个电路文件名,该文件名(如“Mult\_1”)就被切换到控制框中。同时,该电路图也被切换到工作区中,成为进行仿真计算的当前电路图。

**功能菜单** 该菜单除了具有通常的打开、保存电路文件功能之外,还有极重要的与其他

EDA 软件进行数据文件接口的功能。例如“功能菜单”中“文件”菜单下的“导入”命令可以调入一个 PSpice 电路文件（扩展名为 cir）为仿真对象，其“导出”命令可以将 Tina Pro 的电路图文件输出为 PSpice 格式电路文件，或各电路印制板软件（例如 Protel）所需的 PCB 文件。

注意，将上述过程简记为：按“功能菜单|文件|导入”功能调入某电路文件。

在功能菜单中，“分析”和“T&M”（虚拟仪器栏）是两个最重要的栏目，其内容将在第 2 章和第 3 章中详细介绍。

按“功能菜单|帮助”功能可以打开帮助菜单（中文界面）：它简练地介绍了软件几乎所有的重要功能，界面如图 1-2-2 所示。当然，该内容中的多处译文似还需修正或继续完善。

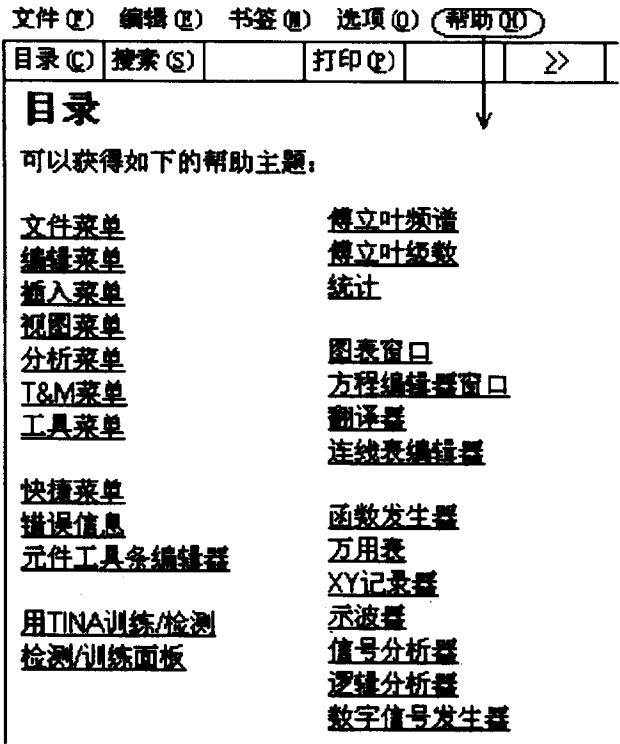


图 1-2-2 帮助菜单

“功能菜单|工具” 提供了对文件及电路图进行操作的一些简约工具，界面如图 1-2-3 所示。其中，有几种工具是最重要的，它们是“图表窗口”（用于打开在切换电路栏中经仿真后所生成的各波形图）、“翻译器”（使用“类 Pascal”语法和电路分析方法，编写小段电路分析程序并进行仿真）和“新建宏向导”（子电路模块的建立及调用）。这些重要内容在第 2 章相关部分作详细介绍。

“查找元件”工具十分有用。例如，需查找类型为“LM324”的运算放大器器件，则可按“工具|查找元件”功能，在打开的“查找元件”清单中（如图 1-2-4 所示），在“要查找的元件”栏中输入 Lm324 或 LM324，然后单击“查找中”钮，则查找工具会自动找出元件

库中的该元器件（如本次查找结果为几种不同型号的该器件）。最后单击“插入”钮，则被选中的“LM324|Tina Model”运算放大器器件即可被调入绘图界面的工作区中。



- ✓ 锁定电路图编辑器 (L)
- ✓ 网表编辑器 (V)
- 保护电路 (Y)...

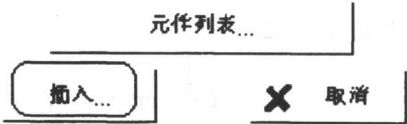


图 1-2-3 工具菜单

图 1-2-4 查找元件工具及查找结果

另外，工具栏中的对元件位置的旋转工具也十分重要，“向左旋转”、“向右旋转”和“镜像”（ ）旋转工具，常用于将选中的电路元件向左、右做 90°旋转或镜像旋转。

元件条 实际上是指电路的元件库。元件条中最基本的和必用的三个单元框是“基本”、“仪表”和“发生源”。

单击元件条的“基本”单元框，其库列表内容如图 1-2-5 所示。从左至右，各单元内容依次是：地（参考节点）、（直流）电压源、电池（直流电压源的另一种画法）、电压发生器（可产生正弦、方波、单脉冲等 8 种波形）、伏特表（接在电路两个节点之间，用于标识计算出的电压数值）、安培表、电阻等。

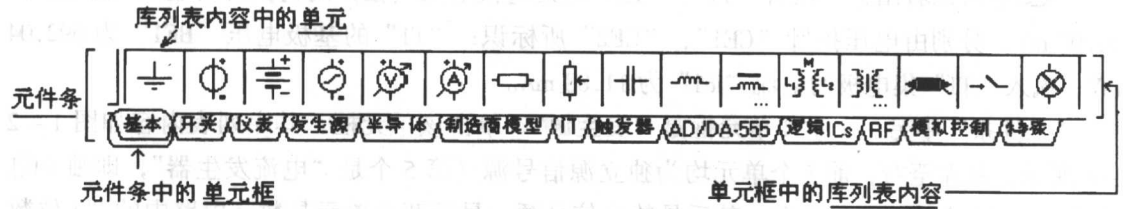


图 1-2-5 元件条基本单元框及其库列表内容

单击“仪表”单元框，仪表库列表内容如图 1-2-6 所示，各单元内容均为“测量标识符”，用于表示电路输出变量的计算值。从左至右，各测量标识符依次是：“电压指针”（用于计算节点电压或电位值）、“伏特表”（用于计算电路两节点间的电压值）、“开路”（作用与伏特表相同）、“电压箭头”（作用与伏特表相同）、“安培表”、“电流箭头”（作用与安培表相