

电子电路

CAD 技术

贾新章 郝 跃 武岳山 编著

OrCAD 软件包集成运行环境 ESP

电路图计算机辅助绘制

元器件图形符号库

逻辑模拟

逻辑单元特性数据库

电路的计算机辅助分析

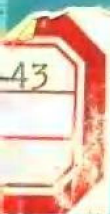
器件模型与模型参数

PSPICE 的特殊辅助工具及应用

印制电路板版图的计算机辅助设计



西安电子科技大学出版社



电子部 CAD 技术培训系列教材

电子电路 CAD 技术

贾新章 郝 跃 武岳山 编著

西安电子科技大学出版社

1995

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书是电子工业部组织编写的电子 CAD 技术培训教材的第二本,专门讨论电子电路计算机辅助设计(CAD)技术。全书共 10 章,介绍电子电路 CAD 技术的基本概念及软件系统的构成和使用。重点介绍一套在 IBM PC/XT/AT/386/486 微机系统上运行的 CAD 软件包的实际使用方法。此软件为 90 年代的新版本,包括电路图绘制软件包 OrCAD/SDT IV、逻辑模拟软件包 OrCAD/VST IV、电路模拟软件包 PSPICE4、印制板(PCB)设计软件包 OrCAD/PCB II 及上述软件包的数据库。对电路图绘制和 PCB 设计软件包 TANGO/PROTEL 的使用也作了介绍。

本书可用作工厂、研究所和大专院校电子电路 CAD 教材和参考书。

电子部 CAD 技术培训系列教材

电子电路 CAD 技术

贾新章 郝 跃 武岳山 编著

责任编辑 陈宇光

西安电子科技大学出版社出版发行

陕西省社会科学院印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 28 字数 537 千字

1994 年 11 月第 1 版 1995 年 8 月第 2 次印刷 印数 5 000—10 000

ISBN 7-5606-0341-6/TP·0127

定价: 17.80 元

CAD 技术培训系列教材出版说明

目前,在我国正出现了一个推广应用 CAD 技术的热潮,为了配合做好电子行业 CAD 技术的推广应用和培训工作,帮助广大工程技术人员尽快掌握 CAD 基本技术,以便加快我国电子工业的发展,实现电子工业的发展战略,由电子工业部领导并组织有关专家教授编写了一套 CAD 技术培训系列教材。全套教材共 7 本,计 300 多万字,其中电子 CAD 技术共 3 本,它们是:①《电子 CAD 技术基础》,②《电子电路 CAD 技术》,③《电子系统及专用集成电路 CAD 技术》;机械结构 CAD 技术共 4 本,它们是:①《机械 CAD/CAM 技术概论》,②《机械 CAD 技术基础》,③《机械 CAD 应用与开发技术》,④《模具 CAD/CAM 技术》。

这套教材的培训和读者对象主要是面向全国电子行业及其有关行业从事电子系统与电路设计和从事电子产品机械结构设计的工程技术人员,同时也包括相应行业的有关领导和技术管理干部。各单位在组织培训时,可根据培训对象和培训目的与要求选择一本或几本,作为培训教材。这套教材也可作为有关工程技术人员自学用书以及高等学校相关专业学生的教学用书。

这套教材的特点是既注重内容的先进性,又突出其实用性和针对性;既介绍 CAD 技术的基本概念,又重点介绍可供实际运行的 CAD 软件及其具体使用方法。全套教材以微机上的 CAD 软件工具为主,同时也以实例形式对工作站的 CAD 软件进行了介绍。书中附有习题和思考题,可供学员边学习边上机练习。这套教材层次清楚,结构合理,内容由浅入深,循序渐进,符合认识规律。这套教材还配有培训教学计划和教学大纲,每本书的培训对象、培训目标和培训内容具体明确,非常适合“分层次”、“分类型”组织培训的需要。

在这套教材的编写出版过程中,得到了电子工业部的有关领导,部属各高等院校的有关专家教授的大力支持,在此,我们对他们一并表示衷心的感谢!由于 CAD 是一门迅速发展中的技术,书中难免有不完整甚至错误之处,恳请读者和各有关方面提出宝贵意见,以便再版时作进一步修改。

电子工业部 CAD 技术培训系列教材编审委员会

一九九四年五月

电子工业部 CAD 技术培训系列教材编审委员会名单

主任 委员	姚志清		
副主任委员	叶尚辉	王豪才	
	杨万海	叶树文	
秘 书 长	徐玉彬		
副 秘 书 长	肖德印		
委 员	姚志清	叶尚辉	王豪才
	杨万海	叶树文	谢仕聘
	孙文焕	李玉山	李荣才
	贾新章	李泉永	沈裕和
	董云耀	肖德印	李爱芳
	徐玉彬		

序

随着电子计算机及其相关技术的发展，一门崭新的技术正在世界范围内兴起，这就是计算机辅助设计(CAD)技术以及以CAD为基础的计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助检测(CAT)和计算机集成制造系统(CIMS)等(为方便计，以下统称为CAD技术)。

CAD技术是电子信息技术发展的杰出成果，它的发展与应用正引发着一场工业设计和制造领域的革命。它不仅深刻地改变着产品设计和制造的传统方式，而且还直接影响到企业生产管理的模式以及商业对策，给企业带来了巨大的经济效益。由此，CAD技术越来越受到世界各国的普遍重视。在工业发达国家，CAD技术已进入普及阶段，商品软件已趋于成熟，被广泛应用于机械、电子、航空、航天、汽车、造船、建筑、轻纺等许多行业。在我国，CAD技术的开发和应用始于七十年代中后期，十多年来，经过广大科技工作者的努力，也取得了可喜的成果和明显的效益。实践表明，推广和应用CAD技术对改造传统产业、发展新兴产业、提高劳动生产率，降低工程造价与产品成本、增强国际竞争能力等都有着巨大的推动作用。当今，CAD技术及其应用水平已成为衡量一个国家的科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

改革开放以来，我国的电子工业取得了长足的进步，现已进入了一个新的发展时期，面临着新的机遇和挑战。为了尽快实现电子工业的发展战略，努力把电子工业建成“国民经济支柱产业”，大力开拓国内和国际市场，积极参与国际竞争，电子工业部已决定“八五”、“九五”期间，在全国电子行业大力开展CAD技术的研究开发与推广应用工作。这是依靠科技进步振兴电子工业的一项重要任务，也是一条必由之路。要把这件大事落到实处，并能取得实效，有一系列的工作需要我们去完成，但当务之急就是要有计划地对各级领导干部和广大工程技术人员进行CAD技术培训，这是摆在我们面前的一项十分紧迫的任务。

为了做好CAD技术培训工作，需要有一套合适的教材。为此，由电子工业部领导组织有关人员着手统一编写了CAD技术培训系列教材。在编审委员会的专家教授和作者们的共同努力下，经过一年半的卓有成效的工作，这套共7本、300多万字的系列培训教材，现在终于能和广大读者见面了。这是一件非常有意义和值得庆贺的事情！它的出版发行必将进一步推动电子行业CAD技术培训工作的开展；对CAD技术的普及、推广和应用也必将会起到积极的促进作用。

这套系列培训教材，内容先进，实用性和针对性很强。它系统地阐述了电子 CAD 和机械 CAD 技术的基本概念、技术和软件，并简要地介绍了国内外关于 CAD 技术应用现状及发展趋势。这套教材层次清楚，结构合理；由浅入深、循序渐进，每本教材的培训对象和培训目标明确，能较好地满足对电子行业的有关工程技术人员以及领导和管理干部进行“分层次”、“分类型”培训的需要。

当今世界，科学技术突飞猛进，以科技为先导，依靠科技发展经济，已成为我们时代的特征。经济的竞争实际是科技的竞争，但归根到底是掌握先进的科学技术人才的竞争。我们要以高度的责任感，强烈的使命感和紧迫感全力抓好 CAD 技术的开发应用工作，全力抓好 CAD 技术的培训工作，保证培训任务的落实和完成。我们坚信，只要有了一批掌握 CAD 技术的人，CAD 技术在我国电子行业开花结果就指日可待了！

电子工业部副部长

全国电子信息系统推广办公室主任

1994 年 4 月 10 日

曲维枝

前 言

本书是“电子 CAD 技术系列教材(丛书)”中的第二本,专门讨论关于电子电路的计算机辅助设计技术和软件使用,包括电路图计算机辅助绘制、逻辑模拟、电路分析、印制电路板的设计等。

在内容组织和编写风格上,本书特别注意下述几下问题:

1. 本书既介绍 CAD 的基本概念,又重点介绍一套可在微机系统上运行的电子电路 CAD 软件的具体使用方法。因此本书同时起到教科书和软件使用手册的作用。

2. 本书注意内容的先进性。书中介绍的电子电路 CAD 软件,如电路图绘制软件包 OrCAD/SDT IV、逻辑模拟软件包 OrCAD/VST IV、印刷板设计软件包 OrCAD/PCB I、电路模拟软件包 PSPICE4 等都是 90 年代推出的新版本。

3. 书中介绍的 CAD 软件既可单独使用,相互间又有密切联系,共同构成一套完整的电子电路 CAD 软件系统。这些软件均可在微机上运行,便于读者上机练习,并能迅速用于电子电路设计实践中。

4. 在介绍 CAD 软件使用方法时,书中根据各条命令的功能进行分类介绍,并结合具体实例说明各软件的使用步骤和注意事项,其中也包括编者使用这些 CAD 软件的实践体会。同时还根据编者对本科生、研究生的 CAD 课程多年教学实践,对初学者容易出现的问题给予比较详细的说明。每章后附有习题和思考题,供读者练习使用。书后附有索引,便于读者迅速查找所需命令的使用方法。

本书内容分 10 章。第一章简要介绍电子电路 CAD 技术的基本概念和 CAD 软件系统的构成。第二章专门介绍 OrCAD 软件系统的集成运行环境。第三章和第四章介绍电路图绘制软件包 OrCAD/SDT IV 的使用及元器件符号数据库。第五章和第六章是关于逻辑模拟软件包 OrCAD/VST IV 的使用和逻辑单元特性数据库。第七章至第九章介绍通用电路模拟软件 PSPICE4 及后处理程序 PROBE 的命令系统、晶体管模型参数获取途径及集成运行环境 PS 的使用方法。第十章介绍印制板设计的基本概念及 OrCAD/PCB 软件包的使用方法。本书在第三章和第十章还介绍了另一套电路图绘制和印制板设计软件包 TANGO/PROTEL 的使用。

本书由贾新章任主编。第一章至第六章由贾新章编写,第七章至第九章由郝跃编写,第十章由武岳山编写。

本书由韩俊刚教授任主审。在此,对主审及有关专家提出的宝贵意见谨致以衷心感谢。

CAD 是一门发展迅速的技术,涉及面广,实用性强。由于编者水平有限,加之时间仓促,搜集到的资料尚不够丰富。书中难免有不妥之处,恳请读者提出宝贵意见。

编 者 1994 年 3 月
于西安电子科技大学微电子所

目 录

第一章 概论.....	1
§ 1.1 计算机辅助设计的基本概念	1
§ 1.2 电子电路 CAD 软件系统的基本构成	2
习题与思考题	4
第二章 OrCAD 软件包集成运行环境 ESP	5
§ 2.1 OrCAD/ESP 集成运行环境及其特点	5
§ 2.2 集成运行环境 ESP 的配置、热键和用户软件接口	11
§ 2.3 OrCAD/ESP 中的“设计”和设计管理软件	13
§ 2.4 文字编辑软件 M2EDIT	19
第三章 电路图计算机辅助绘制	23
§ 3.1 电路图绘制软件包 OrCAD/SDT IV	23
§ 3.2 OrCAD/SDT IV 运行环境的配置	28
§ 3.3 电路图绘制软件 DRAFT IV	35
§ 3.4 电路图绘制与修改命令	39
§ 3.5 电路图输出命令与其他辅助命令	54
§ 3.6 电路图与其他 CAD 软件的接口——连接网表文件生成	64
§ 3.7 连接网表生成用辅助后处理程序与批处理按钮	75
§ 3.8 电路图输出和报表生成后处理程序	79
§ 3.9 绘制电路图的基本步骤和注意事项	87
§ 3.10 电原理图设计软件包 PROTEL/SCHEDIT	94
习题与思考题	109
第四章 元器件图形符号库	111
§ 4.1 概述	111
§ 4.2 元器件符号库源文件与库文件	112
§ 4.3 元器件图形符号库编辑软件 LIBEDIT	122
习题与思考题	164
第五章 逻辑模拟	132
§ 5.1 逻辑模拟软件包 OrCAD/VST IV	132
§ 5.2 逻辑模拟软件 SIMULATE	136
§ 5.3 激励信号波形和跟踪信号设置命令	141
§ 5.4 逻辑模拟、结果输出和其他辅助命令	149
§ 5.5 OrCAD/VST IV 软件包中的辅助程序	156
§ 5.6 逻辑模拟的基本步骤和注意事项	159
习题与思考题	164
第六章 逻辑单元特性数据库	165

§ 6.1	逻辑单元特性库的结构及建库方法	165
§ 6.2	逻辑单元特性库的结构及建库方法	166
§ 6.3	逻辑单元器件模型描述语言和建库程序	171
	习题与思考题	176
第七章	电路的计算机辅助分析	177
§ 7.1	SPICE 和 PSPICE	177
§ 7.2	电路描述语言	180
§ 7.3	元器件描述语句	185
§ 7.4	电路特性分析语句	197
	习题与思考题	209
第八章	器件模型与模型参数	212
§ 8.1	双极晶体管模型	212
§ 8.2	金属氧化物半导体(MOS)晶体管模型	217
§ 8.3	砷化镓金属半导体场效应晶体管(GaAs MESFET)模型	222
§ 8.4	结型场效应晶体管(JFET)模型	223
§ 8.5	二极管模型	224
§ 8.6	PSPICE 中的无源元件模型	226
§ 8.7	器件模型参数提取方法	229
§ 8.8	模拟电路宏模型 Macro - Model	233
	习题与思考题	237
第九章	PSPICE 的特殊辅助工具及应用	238
§ 9.1	PSPICE 的控制外壳 PS	238
§ 9.2	PSPICE 的后处理工具 PROBE	244
§ 9.3	波形编辑和产生工具 StmEd	255
§ 9.4	电路模拟举例与 PSPICE 程序使用技巧	258
§ 9.5	PSPICE 的重要提示与收敛性	264
§ 9.6	PSPICE 输入文件的“自动”生成	267
	习题与思考题	270
第十章	印制电路板版图的计算机辅助设计	272
§ 10.1	印刷电路板及其设计要求	272
§ 10.2	印刷电路版图设计软件包 OrCAD/PCB	275
§ 10.3	重复、查找、跳转、缩放等命令	283
§ 10.4	OrCAD/PCB 布局命令(PLACE)	284
§ 10.5	OrCAD/PCB 布线命令	288
§ 10.6	版图编辑命令与辅助命令	293
§ 10.7	模块库维护命令	303
§ 10.8	PCB 版图设计基本步骤与设计技巧	307
§ 10.9	应用程序	316
§ 10.10	PCB 版图设计软件包 PROTEL/TRAXEDIT	320

习题与思考题.....	335
附录一、OrCAD 按钮开关索引	336
附录二、OrCAD 可执行程序与命令系统	339
附录三、PSPICE 可执行程序与命令系统	345
附录四、PROTEL 可执行程序与命令系统	348
参考书目	353

第一章 概 论

本章介绍电子电路计算机辅助设计(CAD: Computer Aided Design)的基本概念。重点说明微机级电子电路 CAD 软件系统的组成;为理解以后各章的相互关系奠定基础。

§ 1.1 计算机辅助设计的基本概念

一、设计自动化(DA)和计算机辅助设计(CAD)

1. 电子电路设计的任务 所谓电子电路的设计,就是根据给定的功能和特性指标要求(即设计要求),通过各种方法来确定采用什么样的电路拓扑结构以及电路中各个元器件应采用什么参数值。有时还需将设计好的电路进一步转换为印刷电路板版图设计。要完成上述设计任务,一般需经过设计方案提出、方案验证和修改(若需要的话)三个阶段,有时甚至要经历几个反复。

2. 电子电路的三种设计方法 按照上述三个阶段中完成任务的手段不同,可将电子电路的设计方式分为三类。如果方案的提出、验证和修改都是人工完成的,则称之为人工设计方法。这是一种传统的设计方法,其中设计方案的验证一般都采用实际搭试验电路的方式进行,这种方法花费高、效率低。随着计算机技术的发展,目前对一些特殊类型的电子电路,例如由可编程逻辑阵列构成的数字电路,计算机可根据输入、输出之间的真值表关系直接给出满足要求的电路形式,也就是整个设计全部由计算机完成,这就称之为设计自动化(DA: Design Automation)。但目前能实现设计自动化的电路类型并不多。大部分情况下,电子电路的设计要以“人”为主体,但需借助于计算机来帮助“人”迅速而准确地完成设计任务。这种设计模式称之为计算机辅助设计(CAD)。具体地说,由“人”根据设计要求进行总体设计并提出具体的设计方案,然后利用计算机存储量大、运算速度快的特点,对设计方案进行人工难以完成的模拟评价、设计检验和数据处理等工作。发现有错误或方案不理想时,一般还得由人进行修改。这就是说,由人和计算机通过 CAD 这一工作模式共同完成电子电路的设计任务。在 CAD 模式下,离开人,计算机本身完成不了设计任务。同样,如果离开计算机,单由人也难以很好地完成电路设计,特别是规模稍大的电路设计。

二、CAD 的优点

在电子电路设计中采用 CAD 技术的主要优点是:

(1) 缩短设计周期。采用 CAD 技术,用计算机模拟代替搭试验电路的方法,可以减轻设计方案验证阶段的工作量,大大加速了设计进程。另外,在设计印刷电路板时,目前也有不少具有自动布局布线和后处理功能的印刷电路板设计软件可供采用,将人们从繁琐的纯手工布线中解放出来,可进一步缩短设计周期。

(2) 节省设计费用。搭试验电路费用高、效率低。采用计算机进行模拟验证就可以节

省研制费用。特别要指出的是,伴随着微机的迅速发展和普及,目前已推出了不少可在微机系统上运行的实用的电路 CAD 软件,这就可在计算机硬件投资要求不大的前提下,促进 CAD 技术的推广使用。

(3) 提高设计质量。传统的手工设计方法采用简化电路及元器件模型进行电路特性的估算,并通过搭实验电路板的方式进行验证,故很难进行多种方案的比较,更难以进行灵敏度分析、容差分析、中心值优化、成品率模拟和最坏情况分析等。采用 CAD 技术则可以采用较精确的模型来计算电路特性,而且很容易实现上述各种分析。这就可以在节省设计费用的同时提高设计质量。

(4) 共享设计资源。在 CAD 系统中,成熟的单元设计及各种模型和模型参数均存放在数据库文件中,用户可直接分享这些设计资源。特别是对数据库内容进行修改或增添新内容后,用户可及时利用这些最新的结果。

(5) 很强的数据处理能力。由于计算机具有存贮量大、数据处理能力强的特点,在完成电路设计任务后,调用有关 CAD 软件,可以很方便地生成供其他 CAD 软件或 CAM(计算机辅助制造)工具需要的数据文件和各种报表文件。

随着电子技术的发展,需设计的电路越来越复杂,规模也越来越大,在这种情况下,离开 CAD 技术几乎无法完成现代的电子电路设计任务。

§ 1.2 电子电路 CAD 软件系统的基本构成

一、电子电路 CAD 软件的基本类型

根据电子电路设计任务的需要,可用于其设计过程的 CAD 软件系统应包括如下几类软件:

(1) 通用逻辑模拟软件:这是对一般数字电路进行模拟验证的软件。该软件可根据用户提供的数字电路结构和所用基本逻辑单元的特性,模拟分析该电路的逻辑功能、延迟特性以及电路中是否存在冒险竞争情况等。

(2) 通用电路模拟软件:这是对一般电子电路进行模拟验证的软件。该软件可根据给出的电路拓扑结构和电路中所用的元器件参数,模拟分析该电路的直流、交流和瞬态等各种特性,并进而进行灵敏度分析、成品率模拟和最坏情况分析等特殊类型的分析。

(3) 专用电路设计软件:这是指专门用于某些特定类型电路的设计软件。例如由 PAL(可编程阵列逻辑)和 FPGA 等可编程器件构成的电路。与通用模拟软件相比,这类软件适用面窄,但在其适用范围内功能则更强,往往还具有优化设计的功能。

(4) 印刷电路板布局布线软件:该类软件具有自动布局布线功能,一般只需用户进行少量的人工干预就可完成印刷电路板的设计任务。

(5) 电路图绘制和后处理软件:为了运行上述四类软件,需要提供电路的拓扑结构。目前常用方法是利用绘制电路图的计算机软件将电路图送入计算机,然后再调用相应的后处理程序,生成能完全表征电路拓扑结构的连接网表文件,作为上述几类软件的输入。同时后处理程序还可对绘出的电路图进行电连接规则检验和各种统计报表生成等。

(6) 数据库建库软件:绘制电路图时需调用多种型号的器件符号,运行通用逻辑模拟

和电路模拟软件时也需要使用不同型号元器件的特性参数值。这些器件符号和元器件参数值都是存放在专用的数据库中提供给用户的。为了使用户能根据其需要不断向库中增添新的内容,电子电路 CAD 软件系统都同时提供有数据库建库软件。

二、微机级电子电路 CAD 软件系统

直到 20 世纪 80 年代初,上述电子电路 CAD 软件一般都需要在小型计算机以上的计算机或专用的工作站上才能运行。当时的微机系统受运行速度、存储量等因素的限制,无法运行上述软件。随着近 10 年内计算机的飞速发展,尤其是采用 80386/486 微处理器和 80287/387 协处理器,使新型微机系统的许多性能已接近工作站,具有运行电子电路 CAD 软件的能力。随着微机的广泛推广使用,目前多家公司推出了可在微机上运行的不同类型的 CAD 软件。本书介绍的微机级电子电路 CAD 软件系统如图 1.1 所示。

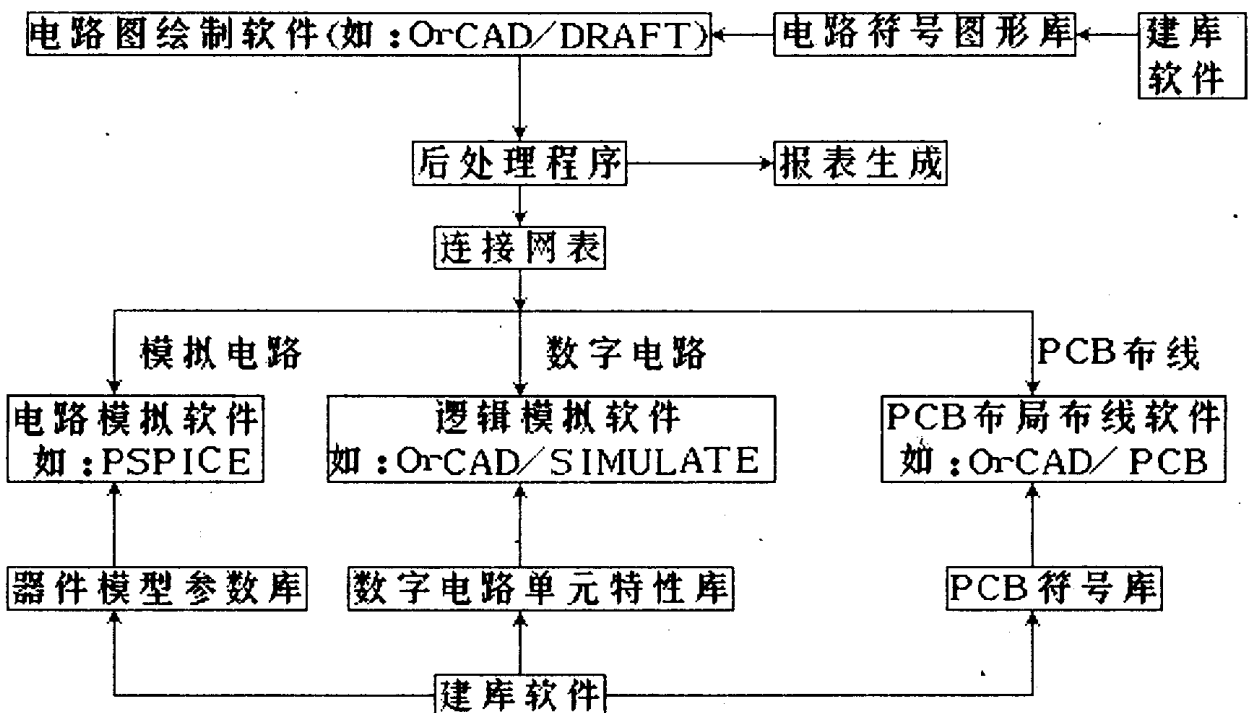


图 1.1 微机级电子电路 CAD 软件系统组成

系统中每一部分既可根据需要单独使用,相互之间又有如图 1.1 所示的联系,共同构成一个完整的电子电路 CAD 系统。其中电路图绘制软件是该系统的基础,后处理程序是系统中联系各部分软件的纽带。

该软件系统中的主要软件具有下述功能和特点:

(1) 电路图绘制程序 OrCAD/DRAFT 采用人机交互、直接选择分层式菜单命令的方式,绘制各种形式的电路原理图。绘好的电路图可用 EPSON、HP 等 20 余种不同类型的打印机(包括激光打印机)和绘图仪输出。图形库中配备有 2 万多种不同类型的图形符号。用户可用建库软件对图形库中的数字电路符号进行改造,使绘好的逻辑电路图完全符合我国从 1990 年开始执行的国家标准 GB—4728 的规定。

(2) 后处理程序具有很强的处理功能,可对绘好的电路图按各元器件的类型自动排序

并进行节点编号；能将电路图的拓扑连接关系直接转换为电路模拟程序、逻辑模拟程序及 PCB 布线等 30 余种不同 CAD 软件需要格式的连接网表文件，同时，后处理程序还具有电连接关系检查、生成各种报表等多种功能。

(3) 电路模拟程序 PSPICE 能定量分析所绘电路图的直流工作点、直流传输曲线、交流放大特性、瞬态特性等。PSPICE 还具有很强的后处理功能，可对模拟结果进行分析处理。其中配备的晶体管模型参数提取软件，可提取运行 PSPICE 程序时由用户提供的晶体管模型的参数。PSPICE 4 版本还可进行灵敏度分析、成品率模拟和最坏情况分析。

(4) 逻辑模拟程序 OrCAD/SIMULATE 是一种具有四值三强度的门级和功能级的逻辑模拟程序，可模拟由一万多个“门”组成的数字电路。它不但可以分析所绘数字电路的逻辑功能、延迟特性，并且可反映出电路中可能存在的冒险竞争现象。模拟过程中可根据用户的要求显示电路中任一节点处的信号波形。配备的数字电路特性数据库中包括 TTL74 系列和部分 ECL 系列、CMOS4000 系列器件特性。用户也可根据需要对库进行扩展。

(5) PCB 布线软件具有手工布局、布线和自动布线的功能，供用户选用，以便将绘好的电路原理图转化为印制电路板布线图。对较复杂的电路，可先用自动布线，然后用手工方式进行调整，解决自动布线过程中个别未能布通的走线。OrCAD/PCB 可用于 16 层印刷电路板的布线，印制板中可包括 270 个 14 引线的集成电路块、6 000 多个焊盘和 16 000 多条连线。

三、关于工作站级电子电路 CAD 软件系统

从 CAD 软件系统的组成和软件类型考虑，微机级和工作站级 CAD 系统基本相同，甚至有的软件都一样，例如微机级和工作站中的电路模拟软件大多是 SPICE 程序（或其改进版本）。但由于工作站具有内存大、运行速度快、显示器分辨率高等优点，其 CAD 软件系统在模拟分析的功能和规模两方面明显优于微机级 CAD 软件系统。例如在工作站上运行的 Mentor Graphics/PCB 设计软件可设计的 PCB 尺寸为 100 英寸×100 英寸，可同时进行 32 层布线，板上元器件可达 32000 个，这都比微机级 PCB 软件的规模大得多。另外，Mentor Graphics/PCB 设计软件还可分析所设计印刷电路板的布线延迟、串扰和传输线效应，并可进行热分析。而一般的微机级 CAD 软件不具有这些功能。

由于工作站硬件、软件投资较大，远不如微机那样普及，因此从推广使用 CAD 技术的目的出发，本书重点介绍微机级电路 CAD 软件的使用。对工作站级 CAD 软件系统的介绍请参阅本丛书中的《电子 CAD 技术基础》一书。关于工作站级 CAD 软件的具体使用方法需查阅有关用户手册。

习题与思考题

1. 说明计算机辅助设计(CAD)和设计自动化(DA)的主要区别。
2. 说明电子电路 CAD 软件系统应包括哪些类型的软件。本书各章介绍的软件之间有什么相互联系？
3. 说明微机级和工作站级电子电路 CAD 软件系统的共同和不同之处。

第二章 OrCAD 软件包集成运行环境 ESP

电子技术的进步推动了电子电路 CAD 技术的迅猛发展, 各种 CAD 软件包应运而生。通常情况下, 这些软件包中具有不同功能的软件是单独运行的, 要由用户组织各软件间的配合, 软件包本身则缺乏统一调度的环境。这样, 设计者就不得不花费较多的精力和时间去掌握各种复杂软件的使用及各软件间的配合方式。为了克服这一缺点, 目前不少应用软件包都采用一种集成化的运行环境, 用于组织、调度不同软件的调用过程, 实现设计数据的内部自动传递, 同时以交互式方式实现人机对话, 使得用户无需花太多的时间就能顺利地利用已有 CAD 软件工具, 而将主要精力和时间花在设计者应该集中注意的方面: 设计。

本章介绍运行 OrCAD 软件包的集成环境 ESP。

§ 2.1 OrCAD/ESP 集成运行环境及其特点

与 OrCAD III 软件包相比, 版本 IV 除了在功能方面有较大的增强外, 其最大特点是采用了集成运行环境。版本 IV 本身也陆续作了不少改进, 出现了 4.02、4.04 等改进型, 总的来说不同改进型之间变化并不大。本书以 1991 年 10 月推出的 4.10 版为基本对象, 介绍集成运行环境(本章)和软件包中各类软件的使用(见第三、四、五、六、十章)。

一、硬件配置和软件系统

OrCAD/ESP 集成环境可用于 IBM PC 系列以及兼容微机系统。操作系统为 DOS 3.0 以上版本。除要求微机系统应该有硬盘、配有鼠标两条外, 其他方面对硬件配置无特殊要求。

为了便于在集成环境下调用各软件, 使用软件包提供的安装程序将 OrCAD IV 软件包装入微机时, 系统同时建立图 2.1 所示的子目录系统存放各种程序和文件。

(1) \ORCADEXE 子目录: 存放 OrCAD IV 软件包中所有可执行程序 and 批处理文件。其中用于运行集成环境的执行程序有:

ORCAD.EXE: 集成运行环境的引导程序。运行集成环境只需在 DOS 状态下调用本程序。

ESP_C.EXE: 集成运行环境状态设置软件。

ESPMAIN.EXE: 集成运行环境的主运行程序。

FLXDAT.EXE: 用于将存放在集成运行环境状态设置信息数据文件(ORCADESP.DAT)中的设置信息传至新版本文件中。

(2) \ORCADESP 子目录: 存放 OrCAD 软件运行时涉及到的驱动程序、库文件、格式文件、参考文件等。

(3) \ORCAD 子目录: 用于存放用户的设计文件。ESP 集成环境中采用了特殊的“设计”概念和“设计文件”管理方式。

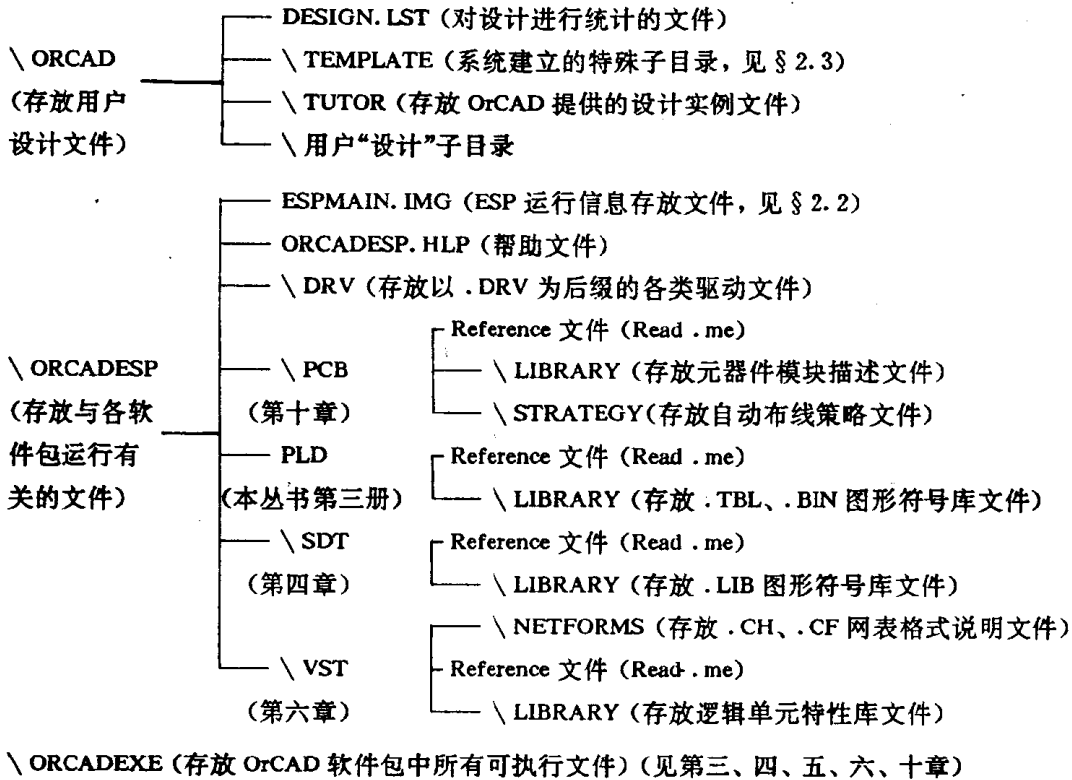


图 2.1 ESP 集成环境子目录系统

二、OrCAD/ESP 集成运行环境的特点

1. 集成环境运行时的层次结构 在 ESP 集成环境中按照功能的不同, 将 OrCAD 软件包中的软件分成了 4 个“设计软件包”, 即电路图设计软件包(Schematic Design Tools)、逻辑模拟软件包(Digital Simulation Tools)、印制板设计软件包(PC Board Layout Tools)和可编程器件设计软件包(Programmable Logic Design Tools)。此外, 为进行设计文件管理, 在 ESP 中还配备有设计管理软件包(Design Management Tools)。因此, ESP 中共包括 5 个软件包。

在 DOS 状态下键入“ORCAD<回车>”, 执行运行环境引导程序后, 屏幕上将出现图 2.2 所示的 ESP 运行环境主屏, 其中最上一行为提示行, 给出软件包名称、当前的设计名及软件包版本号。屏幕中央部分给出按钮开关式的设计软件包选择菜单。

用鼠标将光标移至某一按钮范围, 例如移至 Schematic Design Tools(简称 SDT)范围, 按<回车>, 再在显示出的菜单中选择执行 EXECUTE, 则屏幕显示出电路图绘制软件包 SDT 的显示主屏, 如图 2.3 所示。

SDT 设计软件包主屏按照功能分为 6 组选择按钮。(ESP 中其他 3 个设计软件包的主屏按钮开关分组情况与此相同)。

- (1) 第 1 组 Editors: 用于编辑修改电路图设计, 建立设计数据库。
- (2) 第 2 组 Processors: 对电路设计进行各种处理, 修改设计数据库。
- (3) 第 3 组 Librarians: 用于建立、修改和管理软件运行时涉及的各种库文件。
- (4) 第 4 组 Reportors: 对电路设计进行各种统计处理, 生成可读文件。
- (5) 第 5 组 Transfers: 用于控制设计数据向 ESP 中其他设计软件包的传递, 以便调用几个软件包共同完成设计任务。