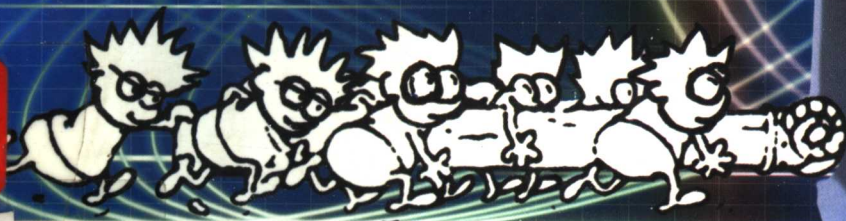


入门与提高

东方人华 主编 王建坤 编著

MAX+PLUS II



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



软件入门与提高丛书

MAX+PLUS II 入门与提高

东方人华 主编

王建坤 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以通俗的语言、详尽的范例，由浅入深地介绍了 Altera 公司推出的数字电路开发工具——MAX+PLUS II。本书首先通过一个简单的实例简明扼要地介绍了使用 MAX+PLUS II 开发数字系统的一般流程，接着通过一个典型的实例详细介绍了开发流程的各个环节，为了使读者能够更全面地了解 MAX+PLUS II 的强大功能，最后以实例带动知识点的形式讲解了 LPM、EAB 和流水线技术等，使读者快速入门并逐步得到提高。书中提供了大量实例，操作步骤详尽，读者可以按照操作步骤完成每个实例的制作，并根据自己的喜好进行修改、举一反三。

本书内容翔实，既适合初级用户入门学习，也适用于中、高级用户参考。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

MAX+PLUS II 入门与提高/东方人华主编；王建坤编著. —北京：清华大学出版社，2004.1

(软件入门与提高丛书)

ISBN 7-302-07852-1

I.M… II.①东…②王… III.数字电路—计算机辅助设计—应用软件，MAX+PLUS IV.TNT90.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 122113 号

出 版 者：清华大学出版社

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

社 总 机：010-62770175

地 址：北京清华大学学研大厦

邮 编：100084

客户服务：010-62776969

组稿编辑：冯志强

文稿编辑：闫红梅

封面设计：王 永

印 刷 者：北京市清华园胶印厂

装 订 者：北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：185×260 印张：19 字数：467 千字

版 次：2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-07852-1/TP·5708

印 数：0001~5000

定 价：26.00 元

《软件入门与提高丛书》特色提示

- ☑ 精选国内外著名软件公司的流行产品，以丰富的选题满足读者学用软件的广泛需求。
- ☑ 以中文版软件为介绍的重中之重，为中国读者度身定制，从而便捷地掌握国际先进的软件技术。
- ☑ 紧跟软件版本的更新，连续推出配套图书，使读者轻松自如地与世界软件潮流同步。
- ☑ 明确定位，面向初、中级读者，由“入门”起步，侧重“提高”，愿新手老手都能成为行家里手。
- ☑ 围绕用户实际使用之需取材谋篇，着重技术精华的剖析和操作技巧的指点，使读者深入理解软件的奥秘，举一反三。
- ☑ 追求明晰精练的风格，用醒目的步骤提示和生动的屏幕画面使读者如临操作现场，轻轻松松地把软件用起来。

丛书编委会

主 编	李振格		
编 委	汤斌浩	李幼哲	黄娟娟
	丁 岭	章忆文	冯志强
	吕建忠	应 勤	王景先

《软件入门与提高丛书》序

普通用户使用计算机最关键也最头疼的问题恐怕就是学用软件了。软件范围之广，版本更新之快，功能选项之多，体系膨胀之大，往往令人目不暇接，无从下手；而每每看到专业人士在计算机前如鱼得水，把软件玩得活灵活现，您一定又会惊美不已。

“临渊羡鱼，不如退而结网”。道路只有一条：动手去用！选择您想用的软件和本配套的好书，然后坐在计算机前面，开机、安装，按照书中的指示去用、去试，很快您就会发现您的计算机也有灵气了，您也能成为一名出色的舵手，自如地在软件海洋中航行。

《软件入门与提高丛书》就是您畅游软件之海的导航器。它是一套包含了现今主要流行软件的使用指导书，能使您快速便捷地掌握软件的操作方法和编程技术，得心应手地解决实际问题。

让我们来看一下本丛书的特色吧！

■ 软件领域

本丛书精选的软件皆为国内外著名软件公司的知名产品，也是时下国内应用面最广的软件，同时也是各领域的佼佼者。目前本丛书所涉及的软件领域主要有操作平台、办公软件、编程工具、数据库软件、网络和 Internet 软件、多媒体和图形图像软件等。

■ 版本选择

本丛书对于软件版本的选择原则是：紧跟软件更新步伐，推出最新版本，充分保证图书的技术先进性；兼顾经典主流软件，给广受青睐、深入人心的传统产品以一席之地；对于兼有中西文版本的软件，采取中文版，以全力满足中国用户的需要。

■ 读者定位

本丛书明确定位于初、中级用户。不管您以前是否使用过本丛书所述的软件，这套书对您都非常合适。

本丛书名中的“入门”是指，对于每个软件的讲解都从必备的基础知识和基本操作开始，新用户无须参照其他书即可轻松入门；老用户亦可从中快速了解新版本的新特色和新功能，自如地踏上新的台阶。至于书名中的“提高”，则蕴涵了图书内容的重点所在。当前软件的功能日趋复杂，不学到一定的深度和广度是难以在实际工作中应付自如的。因此，本丛书在让读者快速入门之后，就以大量明晰的操作步骤和典型的应用实例，教会读者更丰富全面的软件技术和应用技巧，使读者真正对所学软件融会贯通、熟练在手。

■ 内容设计

本丛书的内容是在仔细分析用户使用软件的困惑和目前计算机图书市场现状的基础上确定的。简而言之，就是实用、明确和透彻。它既不是面面俱到的“用户手册”，也并非详解原理的“功能指南”，而是独具实效的操作和编程指导书。一切围绕用户的实际使用需要

选择内容,使读者在每个复杂的软件体系面前能“避虚就实”,直指目标;对于每个功能的讲解,则力求以明确的步骤指导和丰富的应用实例准确地指明如何做。读者只要按书中的指示和方法做成、做会、做熟,再举一反三,就能扎扎实实地轻松过关。

风格特色

本丛书在风格上力求文字精练、图表丰富、脉络清晰、版式明快。另外,还特别设计了一些非常有特色的段落,以在正文之外为读者指点迷津。这些段落包括:

 **注 意**——提醒操作中应注意的有关事项,避免错误的发生,让您少一些傻眼的时刻和求救的烦恼。

 **提 示**——提示可以进一步参考的章节,以及有关某个内容的详细信息,使您可深可浅,收放自如。

 **技 巧**——指点一些捷径,透露一些高招,让您事半功倍,技高一筹。

 **试一试**——精心设计各种操作练习。您只要照猫画虎,试上一试,就不仅能在您的计算机中展现出书中的美妙画面,还能了解书中未详述的其他实现方法和可能出现的其他操作结果。随处可见的“试一试”,让您边学边用,时有所得,常有所悟。

 **故障解析**——分析常见软硬件故障的原因,说明排除故障的方法,使用户能“有病自医”,进而“久病成医”,积累诊断和排除的实战经验,最终成为高手。

经过紧张的策划、设计和创作,本套丛书已陆续面市,市场反应良好。许多书在两个月内迅速重印。本丛书自面世以来,已累计售出八百多万册。大量的读者反馈卡和来信给我们提出了很多好的意见和建议,使我们受益匪浅。严谨、求实、高品位、高质量,一直是清华版图书的传统品质,也是我们在策划和创作中孜孜以求的目标。尽管倾心相注,精心而为,但错误和不足在所难免,恳请读者不吝赐教,我们定会全力改进。

《软件入门与提高丛书》编委会

前 言

1. MAX+PLUS II 简介

MAX+PLUS II 是 Altera 公司专为本公司生产的 PLD(Programmable Logic Device, 可编程逻辑器件)的研制和应用而开发的软件, 它随着器件的日益高度集成而迅速发展。1988 年, Altera 公司推出了 MAX 系列器件和专为开发这一系列器件的软件——A+PLUS, 这就是 MAX+PLUS II 的前身。随着器件的发展, 出现了第二代的开发软件——MAX+PLUS, 它适用于计算机的 DOS 操作系统。随着计算机操作系统的迅速升级, Altera 公司最终开发了适用于 Windows 操作系统的 MAX+PLUS II。它是这一系列软件的最成熟技术的集大成者, 功能最全面, 可适用的器件非常广泛。

MAX+PLUS II 最突出的特点在于其强大的综合能力和布局布线能力; 另外, 它还具有适用范围广、器件结构独立、通用性强、兼容性好、集成度与自动化程度高以及易学易用等特点, 所以一经推出就得到普及, 并成为广大数字系统设计工程师必不可少的开发工具。

MAX+PLUS II 为数字系统开发提供了设计输入、编译处理、性能分析、功能验证以及器件编程等开发环节所需的各种应用程序, 为了使广大的数字系统开发人员尽快掌握使用这种功能强大的开发工具开发数字系统的方法, 故编写了本书。

2. 本书阅读指南

本书从具体的实例出发, 详细地介绍了使用 MAX+PLUS II 开发数字系统的步骤、方法与技巧。全书精选了大量的编程实例, 共分 10 章。

第 1 章简单介绍了 EDA 基础知识以及 MAX+PLUS II 的相关知识。

第 2 章讲述了利用 MAX+PLUS II 开发数字系统的基本过程。

第 3 章讲述了如何利用 MAX+PLUS II 提供的编辑器进行设计输入。

第 4 章讲述了如何综合利用 MAX+PLUS II 提供的编辑器进行层次设计项目的设计输入。

第 5 章讲述了如何利用 MAX+PLUS II 编译器编译项目。

第 6 章讲述了如何使用 MAX+PLUS II 平面编辑器查看和编辑器件适配。

第 7 章讲述了如何使用 MAX+PLUS II 提供的应用程序进行项目仿真。

第 8 章讲述了如何使用 MAX+PLUS II 定时分析器进行定时分析。

第 9 章讲述了如何使用 MAX+PLUS II 编程器下载程序。

第 10 章讲述了如何使用 LPM 宏单元库, 如何使用 EAB 单元进行设计以及流水线技术。本书包含的所有实例的程序源代码都是在 MAX+PLUS II 上编译通过的。

3. 本书约定

本书介绍了 Altera 公司的 EDA 开发工具 MAX+PLUS II，为了便于阅读，本书做如下约定。

- 本书中出现的中文菜单和命令将用“【】”括起来，以示区分；而英文菜单和命令直接写出。此外，为了语句更简洁易懂，本书所有菜单和命令之间以竖线“|”分隔，例如单击 File 菜单再选择 Save 命令，就用 File|Save 来表示。
- 用“+”号连接的两个或三个键表示组合键，在操作时表示同时按下这两个或三个键。例如，Ctrl+V 是指按下 Ctrl 键的同时按下 V 键；Ctrl+Alt+Del 表示按下 Ctrl 和 Alt 键的同时按下 Del 键。
- 没有特殊指定时，单击、双击和拖动分别指用鼠标左键进行单击、双击、拖动等操作，右击是指用鼠标右键单击。

编 者

2003 年 8 月

目 录

第 1 章 EDA 基础及 MAX+PLUS II 起步 1

1.1 EDA 工程及其开发工具 2

1.1.1 数字系统设计的流程 2

1.1.2 EDA 工程概论 3

1.1.3 常用的 EDA 工具软件 5

1.2 MAX+PLUS II 的发展历史及其特点 6

1.2.1 Altera 公司简介 6

1.2.2 MAX+PLUS II 简史 7

1.2.3 MAX+PLUS II 的技术特点 7

1.3 MAX+PLUS II 系统运行环境及软件安装 8

1.3.1 推荐的系统配置 8

1.3.2 MAX+PLUS II 的安装 9

1.4 MAX+PLUS II 工作环境 12

1.4.1 MAX+PLUS II 管理器 12

1.4.2 层次显示器 15

1.4.3 图形编辑器 15

1.4.4 图元编辑器 16

1.4.5 文本编辑器 17

1.4.6 波形编辑器 17

1.4.7 平面编辑器 18

1.4.8 编译器 19

1.4.9 仿真器 19

1.4.10 定时分析器 20

1.4.11 编程器 21

1.4.12 消息处理器 22

1.4.13 自包含又开放的开发环境 22

1.5 MAX+PLUS II 帮助系统 23

1.5.1 帮助系统的内容 23

1.5.2 帮助系统的使用方法 24

1.6 Altera 可编程逻辑器件概述 24

1.6.1 Altera 器件系列 25

1.6.2 APEX 系列 26

1.6.3 FLEX 系列 26

1.6.4 ACEX 系列 29

1.6.5 MAX 系列 30

1.6.6 Altera 器件的选择 32

1.7 本章小结 33

第 2 章 MAX+PLUS II 开发数字系统的基本过程 34

2.1 设计过程简介 35

2.1.1 设计输入 35

2.1.2 项目编译 36

2.1.3 仿真和定时分析 36

2.1.4 编程下载及测试 36

2.2 一个简单的实例 37

2.2.1 设计输入 37

2.2.2 项目编译 41

2.2.3 分配 I/O 管脚 43

2.2.4 项目波形仿真 44

2.2.5 定时分析 46

2.2.6 程序下载 47

2.3 MAX+PLUS II 支持的文件 47

2.3.1 MAX+PLUS II 支持的输入文件 48

2.3.2 MAX+PLUS II 支持的输出文件 49

2.3.3 MAX+PLUS II 与其他 EDA 工具的无缝结合 52

2.4 本章小结 53

第 3 章 设计输入 54

3.1 设计输入简介 55

3.2 文本输入方式	56	4.2 MAX+PLUS II 的项目设置	115
3.2.1 文本编辑器介绍	56	4.2.1 管脚/位置/芯片设定	116
3.2.2 AHDL 语言简介	60	4.2.2 时间属性设定	118
3.2.3 VHDL 语言简介	61	4.2.3 集合设定	119
3.2.4 VerilogHDL 语言简介	61	4.2.4 逻辑属性设定	120
3.2.5 文本输入的一般步骤和 基本操作	62	4.2.5 探针设定	122
3.3 图形输入方式	67	4.2.6 互连管脚设定	123
3.3.1 图形编辑器介绍	67	4.2.7 局部布线设定	124
3.3.2 图形输入的一般步骤和 基本操作	69	4.2.8 忽略或清除项目设置	125
3.3.3 图元库介绍	77	4.3 本章小结	126
3.4 波形输入方式	79	第 5 章 MAX+PLUS II 的项目编译	128
3.4.1 波形编辑器介绍	79	5.1 编译器介绍	129
3.4.2 波形输入的一般步骤和 基本操作	85	5.2 编译处理的基本过程	129
3.5 使用其他的 EDA 工具生成的文件 进行输入	93	5.3 编译器输入与输出文件类型	130
3.5.1 MAX+PLUS II 支持的其他 EDA 工具生成的文件	93	5.3.1 编译器输入文件类型	131
3.5.2 导入其他的 EDA 工具生成 的文件	94	5.3.2 编译器输出文件类型	131
3.6 创建图元	95	5.4 编译设置	131
3.6.1 使用图元编辑器编辑图元	95	5.4.1 选择器件	132
3.6.2 通过文件创建图元	97	5.4.2 启动智能重编选项	132
3.6.3 使用 MegaWizard Plug-In Manager 定制兆功能模块	98	5.4.3 设定项目全局逻辑综合 规则	133
3.7 本章小结	99	5.4.4 全局器件属性设定	136
第 4 章 层次设计与 MAX+PLUS II 的项目设置	100	5.4.5 全局参数设定	136
4.1 层次设计	101	5.4.6 全局时间属性设定	137
4.1.1 实例的详细说明	101	5.4.7 打开设计规则检查工具	138
4.1.2 创建一个图形输入文件和 一个波形输入文件	103	5.4.8 适配规则设定	140
4.1.3 创建两个文本输入文件	104	5.4.9 指定报告文件要生成的 部分	141
4.1.4 创建图元	111	5.4.10 与第三方软件的接口 设置	142
4.1.5 创建顶层图形设计文件	111	5.5 编译项目	145
4.1.6 查看项目的设计层次	113	5.6 消息处理器	147
		5.6.1 信息	148
		5.6.2 警告	148
		5.6.3 错误	149
		5.7 查看报告文件	150
		5.7.1 分项查看	150
		5.7.2 查看报告文件全文	152

5.8 查看资源占用情况.....168	7.7 本章小结..... 217
5.8.1 查看管脚资源情况168	
5.8.2 查看芯片资源情况170	
5.9 本章小结174	
第 6 章 查看和编辑器件适配175	第 8 章 定时分析..... 218
6.1 平面编辑器介绍.....176	8.1 定时分析概述..... 219
6.1.1 平面编辑器窗口详解176	8.1.1 三种分析模式..... 219
6.1.2 器件视图与 LAB 视图181	8.1.2 定时分析器窗口..... 220
6.1.3 Acf 与 Fit 文件.....184	8.2 定时分析前的设置..... 224
6.2 观察并编辑适配结果.....186	8.2.1 设定定时分析的源节点和 目标节点 224
6.2.1 回注工程及编辑器件赋值.....186	8.2.2 设定定时分析的时间限制..... 227
6.2.2 重新编译工程189	8.3 运行定时分析..... 227
6.2.3 显示布线信息190	8.3.1 运行传播延时矩阵分析..... 228
6.2.4 显示方程及布线信息191	8.3.2 运行建立和保持时间 分析 232
6.3 本章小结193	8.3.3 运行时序逻辑性能分析..... 235
第 7 章 项目仿真194	8.4 本章小结..... 238
7.1 仿真简介195	第 9 章 MAX+PLUS II 的程序下载..... 239
7.1.1 仿真器介绍196	9.1 Altera 器件编程概述..... 240
7.1.2 仿真的分类197	9.2 Altera 器件的编程文件..... 241
7.2 仿真器的输入与输出文件.....198	9.2.1 编程文件类型..... 241
7.3 创建仿真输入文件.....199	9.2.2 编程文件的生成和转换..... 243
7.3.1 仿真输入文件概述199	9.2.3 创建日志文件..... 245
7.3.2 使用波形编辑器创建 仿真通道文件201	9.3 几种程序下载方式..... 245
7.3.3 使用文本编辑器创建 矢量文件206	9.3.1 BitBlaster 串行下载方式..... 246
7.4 项目仿真的输入和输出文件.....208	9.3.2 ByteBlaster 并行下载方式..... 248
7.4.1 设定仿真输入和输出文件.....208	9.3.3 ByteBlasterMV 并行 下载方式 249
7.4.2 创建表文件208	9.4 下载编程与配置文件..... 250
7.5 运行仿真209	9.4.1 硬件配置 250
7.5.1 运行功能仿真209	9.4.2 编程文件的更换..... 252
7.5.2 运行时序仿真210	9.4.3 多器件下载编程..... 253
7.6 分析仿真结果211	9.5 下载编程相关操作..... 256
7.6.1 分析仿真输出211	9.5.1 验证 256
7.6.2 比较功能仿真与时序 仿真的结果214	9.5.2 检查 257
7.6.3 查看表文件215	9.5.3 空白检查 258
	9.5.4 测试 258
	9.5.5 打开功能测试向量..... 259
	9.6 本章小结..... 260

第 10 章 MAX+PLUS II 使用提高	261	10.2.1 流水线设计的基本原理	270
10.1 使用 LPM 宏单元库	262	10.2.2 流水线设计举例	271
10.1.1 MAX+PLUS II 的 LPM 宏 单元库简介	262	10.2.3 流水线设计性能分析	275
10.1.2 LPM 库函数的使用	263	10.3 使用 EAB 单元进行设计	277
10.1.3 使用 LPM 设计加法器 举例	266	10.3.1 EAB 概述	277
10.2 基于流水线设计	270	10.3.2 EAB 设计举例	278
		10.4 本章小结	284

第 1 章

EDA 基础及 MAX+PLUS II 起步

本章要点

EDA(Electronic Design Automation, 电子设计自动化)技术是当代电子设计的核心技术, 它涵盖的内容非常广泛, 关于它的专著浩如烟海。MAX+PLUS II 只是众多优秀的 EDA 工具软件中的一种, 它以突出的优点吸引着越来越多的数字系统设计工程师。

本章将围绕 EDA 技术和 MAX+PLUS II 的相关内容展开讨论, 目的是让读者先从整体上对 EDA 的概念有一个了解, 知道 MAX+PLUS II 在 EDA 和数字系统设计中的地位, 为进一步掌握后面的知识打下良好的基础。

本章内容包括:

- ▶ EDA 技术的简介
- ▶ MAX+PLUS II 特点
- ▶ MAX+PLUS II 安装
- ▶ MAX+PLUS II 工作环境
- ▶ MAX+PLUS II 帮助系统
- ▶ Altera 公司的 PLD 器件

Automation

1.1 EDA 工程及其开发工具

EDA 技术既指辅助人们进行电子工程设计的各种自动化软件, 也指人们进行大规模电子设计时采用 EDA 软件的综合性方法和系统性策略。EDA 是当代计算机科学与电子技术的完美结合, 众多的功能强大、完备的 EDA 软件的广泛使用标志着电子设计的水平达到前所未有的高度。今天, 难以想象一个百万门级的数字电路在不使用 EDA 软件的情况下将怎样进行设计。

EDA 的兴起, 使数字系统的设计思路和方法发生了革命性的变化, 先后历经电子 CAD(Computer Aided Design, 计算机辅助设计)、电子 CAE(Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程)阶段, 最后发展到 EDA, 设计的自动化程度越来越高, 系统的复杂程度也越来越高。

1.1.1 数字系统设计的流程

在 EDA 兴起以前, 数字系统的设计一般采用从局部到整体的方式, 先由一些功能单一的器件加上一定的外围电路构成模块, 再由这些模块进一步形成各种功能复杂的电路。基本器件是各种标准芯片, 例如 74/54 系列(TTL)、1000/2000 系列(COMS)芯片。用户只能根据需求从中选择最合适的, 再按照事先设计好的电路搭成系统。这样灵活性就很小。

EDA 技术和 PLD(Programmable Logic Device, 可编程逻辑器件)的出现使这一传统思路得以改观, 工程师可以直接设计芯片来实现各种不同功能。设计者可以自己定义芯片的内部逻辑和管脚, 使原先设计电路板的工作得以在芯片的设计中完成。这样不仅通过芯片设计实现多种数字逻辑功能, 而且减轻了原理图和印制板设计的难度, 大大提高了设计的灵活性和设计效率。另外, 由于 PLD 的使用, 使芯片的通用性得到加强, 减少了标准芯片的种类, 降低了成本。

当前数字系统的设计一般采用自顶向下(top-down)的设计流程, 因为这符合人们思考问题时从整体到局部的思路, 同时功能强大的 EDA 软件提供了这种可能性。

设计时首先进行系统设计, 定义各个功能模块。然后在功能级对模块进行描述, 并通过仿真来预测模块的正确性。如果仿真结果令人满意, 就把功能级描述转化为门级描述, 或者转化为网表文件, 应用到具体芯片上进行布局布线。之后需要再用软件进行时序仿真, 来检查线延时和门延时对系统设计的影响。如果达不到设计要求, 调整设计, 再反复验证, 直到实现设计要求, 并使其在速度功耗和成本方面达到最佳组合。作为数字系统设计者, 工作主要集中在以上步骤。

下面以芯片设计为例说明这种流程, 另外还加上芯片制作。图 1.1 说明了这一流程。

- (1) 系统描述(system specification)。从系统层次对芯片进行规划, 包括芯片的功能、功耗、大小尺寸、成本和工艺等。
- (2) 功能设计(function design)。使用相关硬件语言或电路图输入等方式描述系统的行为特性, 得到系统的时序图、子模块图或状态机等。

- (3) 逻辑设计(logic design)。利用上一步的结果,使用相关 EDA 软件对系统进行仿真以验证其正确性。反复修改设计直到达到预期指标,在此基础上综合与优化,最终达到资源最省、速度最快。
- (4) 电路设计(circuit design)。得到最优的仿真结果后,可以把设计转化为门级,进而再转化为晶体管级电路。一般使用详细的电路图表示。
- (5) 版图设计(layout design)。版图设计又称为物理设计,需要把每个元件转化为几何表示,元件间的网表也要转化为几何连线图。版图设计与制造芯片的工艺有密切的关系,一般要进行物理规则检查、版图网表提取、电学规则检查、版图和原理图一致性比较等一系列严格检查。这些工作可以在相关的 EDA 软件的帮助下完成。
- (6) 芯片制造(fabrication)。专业用语称为流片,专指将验证过的版图送到半导体厂商处生产芯片。传统的工艺包括硅片的选择、注入、扩散和光刻等工艺。
- (7) 芯片封装和测试(package and test)。封装方式种类多样,可以根据系统需要和管脚数目进行选择。芯片的出厂测试也非常重要,通过全面测试检验是否达到设计要求。

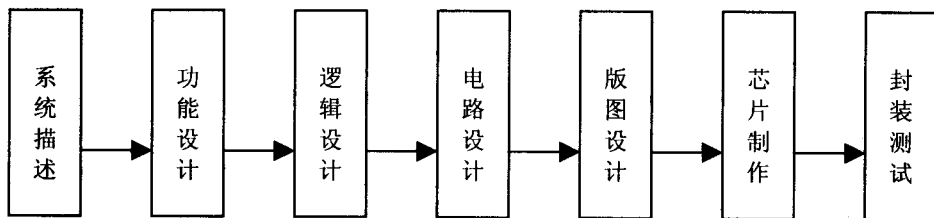


图 1.1 芯片设计与制造的流程

1.1.2 EDA 工程概论

1. EDA 简史

在 20 世纪 70 年代,随着计算机科学的发展,电子工程师们开始把计算机技术与电子设计结合起来,出现了最早的 EDA 工具——CAD。这种第一代技术的特征是采用小型计算机,二维成像技术,实现了人机交互式图形编辑功能、设计规则检测功能。与今天的工具相比,它显得功能单一,综合性差,但当时堪称电子设计的革命。CAD 技术使得设计者开始摆脱繁重的重复性劳动,将精力集中于电子系统的整体规划上,从而使大规模集成电路的开发成为可能。

到了 20 世纪 80 年代,出现了以电子仿真和电路自动布线为核心技术的 CAE 技术,它成为第二代 EDA 的标志。CAE 技术的一般特征包括:硬件采用图形生成能力强、速度快的工作站,软件采用原理图输入,增加了逻辑综合、电路仿真、芯片与印刷电路板布线布局的功能。特别是各种软件开始应用大型且统一的元件库,使 EDA 开始走上兼容的道路。

从 20 世纪 90 年代至今,EDA 技术在各个方面呈现出飞速发展的景象,最终趋于成熟。第三代 EDA 技术以高级描述语言输入、系统级仿真和综合技术为特征,自动化程度空前提

高。在它的协助下，电子工程师们最终脱离了底层元件级单一繁杂的工作，仅从事系统级行为描述，大大提高了设计效率，缩短了设计周期，实现了“概念驱动工程”的梦想。可以说，现代的 EDA 技术使电子工程师的思路由“我们能做什么”变为“要我们做什么”。

EDA 技术使电子系统设计领域发生全新的变化，上百万门级的 PLD 和 FPGA(Field Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列)芯片及超大规模集成电路、超高速超高密度印刷电路板成为行业标准，这些在十几年前还是可望而不可及的。当然，随着计算机科学的发展，EDA 技术仍然具有很大的发展空间，人们追求自动化程度更高、功能更全面、速度更快的 EDA 软件的需求是永远不会停息的。

2. EDA 的特点与应用范围

EDA 技术是一种以计算机为工作平台，结合计算机图形学、拓扑逻辑学、计算方法学及人工智能等多项计算机应用科学的最新成果而开发出的一整套软件工具。现代的 EDA 技术的主要特征如下：

- 设计方法一般采用自顶向下的流程。
- 采用 HDL(Hardware Description Language, 硬件描述语言)进行输入和描述。它更适合描述大规模的系统，能够使设计者在系统级的抽象层次上对系统的结构、功能、行为进行方便规范的描述。目前最为广泛使用的硬件描述语言是 Verilog HDL 和 VHDL(VHSIC Hardware Description Language, 超高速集成电路硬件描述语言)，它们都被纳为 IEEE 标准。
- 强大的高层综合能力。EDA 工具能够在系统级进行综合与优化，以体现自顶向下的设计方法，可以说这是当代 EDA 技术的核心。它大大提高了设计效率，缩短了设计周期。目前比较优秀的系统级综合软件是 Synopsys 公司的 Behavioral Compiler。
- 开放的开发环境与标准的数据库。EDA 工具采用统一的框架结构，将各种软件包集成在易于使用的统一环境下，实现了资源共享。这一特点使不同的设计单位和制造厂商能够共同研制电子系统，提高了 EDA 的设计效率和灵活性。
- 并行设计方式。现代的 EDA 技术都建立了并行框架结构的开发环境，可以支持许多设计单位同时进行设计工作。

当代的 EDA 技术应用于电子设计的方方面面。可以说没有 EDA 技术，今天的电子设计就完全没法进行。具体来说，EDA 技术大体分为三方面的应用：

- ASIC(Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路)设计。
- SOC(System On a Chip 系统芯片)设计。
- PCB(Printed Circuit Board, 印刷电路板)设计。

EDA 技术的应用范围见图 1.2。

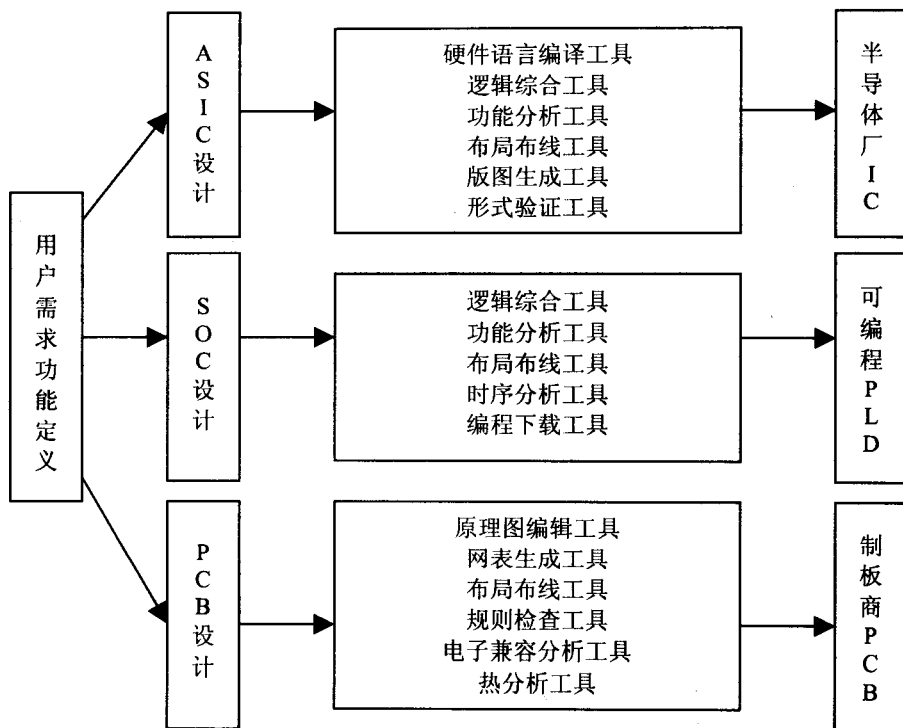


图 1.2 EDA 的应用范围

1.1.3 常用的 EDA 工具软件

如上所述，EDA 技术在当代迅猛发展，同时各种 EDA 软件也如雨后春笋般呈现在用户面前。它们一般分为两种，一种是专业的芯片制造商为推广自己的芯片而开发的专业 EDA 软件，本书介绍的 Altera 公司推出的 MAX+PLUS II 就属于此类。另一种是 EDA 软件商提供的第三方软件，如知名的 Synplify、Synopsys、Viewlogic、Cadence 等，这种软件可以支持大部分芯片公司的 PLD 器件。下面简要介绍一下应用最广泛的几种。

1. Synplify

Synplify 属于第三方软件，是由 Synplicity 公司专为 FPGA 和 CPLD(Complex Programmable Logic Device, 复杂可编程逻辑器件)开发设计的逻辑综合工具。它在综合优化方面的优点非常突出，得到广大用户的好评。它支持用 VerilogHDL 和 VHDL 硬件描述语言描述的系统级设计，具有强大的行为及综合能力。综合后，能生成 VerilogHDL 或 VHDL 网表，以进行功能及仿真。

Synplify 的综合过程可分三步：首先是语言综合，将描述性的 HDL 语言编译为结构单元。接下来采用优化算法对设计进行优化，除去冗余项，提高可靠性与速度。第三步是工艺映射，将设计映射为相应 PLD 期间的网表文件。

另外，Synplify 采用 FSM(Finite State Mochine)编译器，这是一种符号化编译器。

在进行综合时，FSM 会自动发现设计中的状态机，并把它转化为符号化的图表，进行