



21世纪电气信息学科立体化系列教材

数字电路设计·仿真·测试

- 主 编 余新平
- 副主编 吴爱平 付青青 吉孔诗
覃洪英 刘开健
- 主 审 余厚全



hydraulic toys



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



21世纪电气信息学科立体化系列教材

内容简介

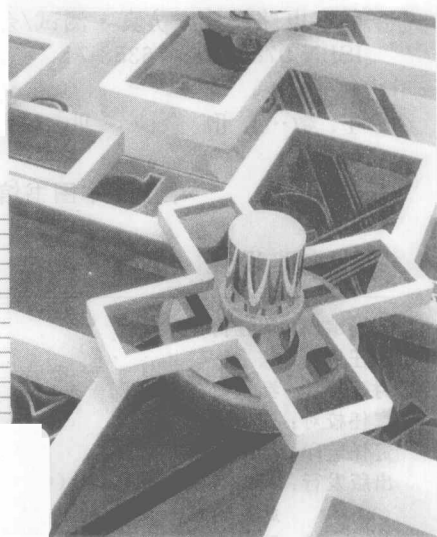
本书是“21世纪电气信息学科立体化系列教材”之一，由华中科技大学出版。本书共分8章，主要介绍数字电路的基本概念、逻辑代数、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生、数制转换、可编程逻辑器件、数字电路的测试。本书可作为高等院校电气信息类专业及相关专业的教材，也可供从事数字电路工作的工程技术人员参考。

数字电路设计·仿真·测试

本书共分8章，主要介绍数字电路的基本概念、逻辑代数、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生、数制转换、可编程逻辑器件、数字电路的测试。本书可作为高等院校电气信息类专业及相关专业的教材，也可供从事数字电路工作的工程技术人员参考。

数字电路设计·仿真·测试

8.010S.14



本书共分8章，主要介绍数字电路的基本概念、逻辑代数、组合逻辑电路、时序逻辑电路、脉冲波形的产生、数制转换、可编程逻辑器件、数字电路的测试。本书可作为高等院校电气信息类专业及相关专业的教材，也可供从事数字电路工作的工程技术人员参考。

华中科技大学出版社

(中国·武汉)

内 容 简 介

本书是根据教育部高等学校电子信息科学与工程类基础课程教学指导分委员会制定的“数字电子技术基础”课程教学基本要求编写的。全书分为6章,按照学生的能力培养层次编排了8个基础实验项目和9个综合设计性课题,并将电路的软件仿真与可编程逻辑器件应用到具体的实验中。主要内容包括第1章“实验基础知识”、第2章“Proteus 仿真软件快速入门”、第3章“数字电路基础实验”、第4章“数字电路综合设计实验”、第5章“VHDL 语言基础”、第6章“数字电路的CPLD/FPGA实现”。在教学过程中可按照基础性实验→设计性实验→综合设计性实验→EDA实验的教学模式,根据不同专业、不同层次学生的实验教学要求,选择相关内容组织教学。

本书内容丰富,编排体系结构新颖,基础实验项目均含有基础性实验和设计性实验;综合设计性实验以设计、仿真、测试为主线,保证了从基础到应用和综合,再到设计与创新的全过程训练。

本书可作为高等学校本、专科学生的实验教材,适合不同专业、不同学时的数字电路实验或课程设计,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字电路设计·仿真·测试/余新平 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5609-6358-7

I. 数… II. 余… III. 数字电路-高等学校-教材 IV. TN 79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 127801 号

数字电路设计·仿真·测试

余新平 主编

策划编辑:王红梅

责任编辑:熊 慧

封面设计:秦 茹

责任校对:刘 峻

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉众欣图文照排

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×960mm 1/16

印 张:14.75

字 数:338千字

版 次:2010年8月第1版第1次印刷

定 价:25.80元



华中科大

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

现代电子技术的迅速发展对高等学校电类专业学生的实践动手能力和创新能力提出了更高、更新的要求。在这种背景下,必须打破传统的人才培养模式,积极探索人才培养的新途径,促进学生知识、素质、能力协调发展。在大学生就业形势严峻的今天,以市场需求为导向,加强对学生工程实践能力的培养,不断提高学生的就业竞争力,显得尤为重要。

长江大学电工电子实验中心作为在建的国家级电工电子实验教学示范中心,针对电工电子实验教学的特点和不同能力层次学生的情况,构建了“四层一线”的分层次、循序渐进的实验教学体系,即“电工电子基础实验→现代电子技术应用实验→专业基础与系统性实验→综合设计与创新实验”四个层次逐层推进,以学生基本技能、工程能力和创新精神培养为主线,通过调整设计型实验的内容和比例,采用仿真与实做结合、课内与课外结合、硬件与软件结合的教学模式和手段,全面而系统地培养学生的获知能力、综合设计与研究创新能力,并在后续的大学生电子设计大赛、大学生第二课堂活动和各种科技创新竞赛项目中,进一步强化学生工程实践能力的培养。

本书以“保证基础、体现先进、联系实践、引导创新”为指导思想,以数字电路的设计、仿真和测试为主线,全书共分为6章,第1~3章为基础实验部分,第4章为综合设计实验部分,第5~6章为EDA实验部分。教师可选择不同内容组织教学,以适应不同专业、不同层次学生的实验要求。全书内容安排如下。

第1章“实验基础知识”介绍了数字电路实验中广泛使用的数字集成电路的知识。

第2章“Proteus 仿真软件快速入门”介绍了数字电路仿真软件 Proteus 的电路原理图输入、编辑和仿真方法,该软件的使用方法与其他软件(如 EWB、Protel 等)的使用方法相近。

第3章“数字电路基础实验”包括8个数字电路的基础实验,每个实验项目均含有基础性实验和设计性实验,由中、小规模数字集成电路实现。其中,基础性实验为必做部分,设计性实验为扩展和提高部分,可供学生选做。

第4章“数字电路综合设计实验”包含9个应用性较强的综合设计性课题,每个课题均包括设计任务、单元电路设计思路、电路仿真、电路安装与调试等六个方面的内容,由中、小规模数字集成电路实现。这些课题的训练,可拓宽学生的知识面,提高学生的数字电路及数字系统设计和应用能力。

第5章“VHDL 语言基础”介绍了 VHDL 语言的基础知识与编程方法。

第6章“数字电路的 CPLD/FPGA 实现”以第3、4章中的部分实验项目为例,介绍了

使用 CPLD/FPGA 进行数字电路设计的 EDA 方法。让学生掌握数字电路的两种不同的技术实现手段,体验可编程逻辑器件在数字电路设计和应用中的神奇魅力。

本书由长江大学余新平主编,负责全书的构思、策划,制定编写提纲和统稿工作,同时编写第 1 章、第 3 章、第 4 章的 4.1 至 4.4 节、4.9 节;付青青编写第 4 章的 4.6 节、4.8 节;覃洪英编写第 4 章的 4.5 节和附录 A,并为本书的文字校对、绘图做了大量工作;刘开健编写第 2 章;吴爱平编写第 5、6 章和附录 B。高秀娥参加了第 3 章的实验研究工作,湖北工业大学吉孔诗编写第 4 章的 4.7 节。全书由长江大学博士生导师、国家级电工电子实验教学示范中心主任、电子信息学院院长余厚全教授担任主审。

在本书的编写过程中,得到了长江大学教务处和电子信息学院的大力支持。湖北省教学名师罗炎林教授、博士生导师余厚全教授对本书的编写给予了悉心指导。电工电子实验教学示范中心的各位老师给予了热情支持和帮助,在此一并表示感谢。

本书在编写过程中参考了许多同行作者的著作,在此表示诚挚的感谢。

由于电子技术发展迅速、技术更新不断加快,加之编者水平有限,书中难免有错误与不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2010 年 6 月

录



实验基础知识

1.1 数字集成电路简介	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 TTL 集成电路	(1)
1.1.3 CMOS 集成电路	(2)
1.2 数字集成电路型号命名规则	(3)
1.2.1 国内 TTL、CMOS 集成电路型号命名规则	(3)
1.2.2 国际 TTL、CMOS 集成电路型号命名规则	(4)
1.3 数字集成电路主要性能参数	(4)
1.3.1 直流电源电压	(4)
1.3.2 输入/输出逻辑电平	(4)
1.3.3 传输延时时间	(5)
1.3.4 输入/输出电流	(6)
1.3.5 功耗	(6)
1.4 数字集成电路使用注意事项	(7)
1.5 实验报告的基本要求	(7)

2 Proteus 仿真软件快速入门

2.1 Proteus 概述	(9)
2.2 电路原理图编辑	(9)
2.2.1 Proteus ISIS 编辑环境	(9)
2.2.2 Proteus ISIS 原理图输入	(11)
2.2.3 电路原理图编辑实例	(14)
2.3 Proteus ISIS 的库元件	(16)
2.3.1 库元件的分类	(16)
2.3.2 各子类介绍	(17)
2.4 Proteus 中常用仪器简介	(23)
2.4.1 激励源	(23)

2.4.2 虚拟仪器	(24)
2.4.3 图表仿真工具	(28)
2.5 Proteus 电路仿真方法	(29)
2.5.1 Proteus ISIS 实时仿真	(29)
2.5.2 实时仿真中的电路测量	(30)
2.5.3 基于数字图表的电路分析	(31)

3 数字电路基础实验

3.1 常用集成门电路实验	(35)
3.1.1 实验目的	(35)
3.1.2 实验仪器及元器件	(35)
3.1.3 预习要求	(35)
3.1.4 实验原理	(35)
3.1.5 基础性实验任务及要求	(37)
3.1.6 设计性实验任务及要求	(38)
3.1.7 思考题	(38)
3.2 组合逻辑电路实验(一)	(39)
3.2.1 实验目的	(39)
3.2.2 实验仪器及元器件	(39)
3.2.3 预习要求	(39)
3.2.4 实验原理	(39)
3.2.5 基础性实验任务及要求	(43)
3.2.6 设计性实验任务及要求	(44)
3.2.7 思考题	(44)
3.3 组合逻辑电路实验(二)	(45)
3.3.1 实验目的	(45)
3.3.2 实验仪器及元器件	(45)
3.3.3 预习要求	(45)
3.3.4 实验原理	(45)
3.3.5 基础性实验任务及要求	(47)
3.3.6 设计性实验任务及要求	(48)
3.3.7 思考题	(48)
3.4 时序逻辑电路实验(一)	(48)
3.4.1 实验目的	(48)
3.4.2 实验仪器及元器件	(48)

3.4.3	预习要求	(49)
3.4.4	实验原理	(49)
3.4.5	基础性实验任务及要求	(51)
3.4.6	设计性实验任务及要求	(53)
3.4.7	思考题	(53)
3.5	时序逻辑电路实验(二)	(53)
3.5.1	实验目的	(53)
3.5.2	实验仪器及元器件	(53)
3.5.3	预习要求	(54)
3.5.4	实验原理	(54)
3.5.5	基础性实验任务及要求	(56)
3.5.6	设计性实验任务及要求	(56)
3.5.7	思考题	(56)
3.6	555 定时器实验	(57)
3.6.1	实验目的	(57)
3.6.2	实验仪器及元器件	(57)
3.6.3	预习要求	(57)
3.6.4	实验原理	(57)
3.6.5	基础性实验任务及要求	(61)
3.6.6	设计性实验任务及要求	(61)
3.6.7	思考题	(61)
3.7	D/A 转换器实验	(62)
3.7.1	实验目的	(62)
3.7.2	实验仪器及元器件	(62)
3.7.3	预习要求	(62)
3.7.4	实验原理	(62)
3.7.5	基础性实验任务及要求	(63)
3.7.6	设计性实验任务及要求	(64)
3.7.7	思考题	(64)
3.8	A/D 转换器实验	(65)
3.8.1	实验目的	(65)
3.8.2	实验仪器及元器件	(65)
3.8.3	预习要求	(65)
3.8.4	实验原理	(65)
3.8.5	基础性实验任务及要求	(66)

3.8.6	设计性实验任务及要求	(67)
3.8.7	思考题	(67)

4 数字电路综合设计实验

4.1	数字密码锁设计	(69)
4.1.1	设计任务与要求	(69)
4.1.2	课题分析及设计思路	(69)
4.1.3	集成电路及元器件选择	(71)
4.1.4	原理图绘制与电路仿真	(71)
4.1.5	电路安装与调试	(71)
4.1.6	设计、仿真及实验问题研究	(72)
4.2	十进制数的动态显示电路设计	(72)
4.2.1	设计任务与要求	(72)
4.2.2	课题分析及设计思路	(72)
4.2.3	集成电路及元器件选择	(73)
4.2.4	原理图绘制与电路仿真	(73)
4.2.5	电路安装与调试	(74)
4.2.6	设计、仿真及实验问题研究	(74)
4.3	模 M 的十进制加/减可逆计数器设计	(74)
4.3.1	设计任务与要求	(74)
4.3.2	课题分析及设计思路	(75)
4.3.3	集成电路及元器件选择	(77)
4.3.4	原理图绘制与电路仿真	(77)
4.3.5	电路安装与调试	(77)
4.3.6	设计、仿真及实验问题研究	(78)
4.4	多功能数字钟设计	(78)
4.4.1	设计任务与要求	(78)
4.4.2	课题分析及设计思路	(79)
4.4.3	集成电路及元器件选择	(83)
4.4.4	原理图绘制与电路仿真	(83)
4.4.5	电路安装与调试	(83)
4.4.6	设计、仿真及实验问题研究	(84)
4.5	多路抢答器设计	(84)
4.5.1	设计任务与要求	(84)
4.5.2	课题分析及设计思路	(85)

4.5.3	集成电路及元件选择	(87)
4.5.4	原理图绘制与电路仿真	(87)
4.5.5	电路安装与调试	(88)
4.5.6	设计、仿真及实验问题研究	(88)
4.6	简易频率计设计	(89)
4.6.1	任务与要求	(89)
4.6.2	课题分析及设计思路	(89)
4.6.3	集成电路及元器件选择	(93)
4.6.4	原理图绘制与电路仿真	(93)
4.6.5	电路安装与调试	(93)
4.6.6	设计、仿真及实验问题研究	(94)
4.7	多路序列信号发生器设计	(94)
4.7.1	设计任务与要求	(94)
4.7.2	课题分析及设计思路	(95)
4.7.3	集成电路及元器件选择	(98)
4.7.4	原理图绘制与电路仿真	(98)
4.7.5	电路安装与调试	(99)
4.7.6	设计、仿真及实验问题研究	(100)
4.8	出租车计价器控制电路设计	(100)
4.8.1	设计任务与要求	(100)
4.8.2	课题分析及设计思路	(101)
4.8.3	集成电路及元器件选择	(104)
4.8.4	原理图绘制与电路仿真	(104)
4.8.5	电路安装与调试	(104)
4.8.6	设计、仿真及实验问题研究	(105)
4.9	交通信号灯控制电路设计	(105)
4.9.1	方案设计	(105)
4.9.2	组合逻辑电路设计	(108)
4.9.3	时序逻辑电路设计	(110)

5 VHDL 语言基础

5.1	VHDL 概述	(113)
5.1.1	VHDL 简介	(113)
5.1.2	VHDL 与 Verilog HDL 的比较	(114)
5.2	VHDL 的基本结构	(114)

5.2.1	实体	(115)
5.2.2	结构体	(116)
5.2.3	库	(119)
5.2.4	包	(120)
5.2.5	配置	(121)
5.3	VHDL 的数据对象、数据类型和运算操作符	(122)
5.3.1	VHDL 数据对象	(122)
5.3.2	VHDL 数据类型	(127)
5.3.3	VHDL 运算操作符	(132)
5.4	VHDL 的顺序语句	(133)
5.4.1	赋值语句	(134)
5.4.2	流程控制语句	(134)
5.4.3	等待语句	(139)
5.4.4	返回语句和空操作语句	(140)
5.5	VHDL 的并行语句	(141)
5.5.1	并行信号赋值语句	(141)
5.5.2	进程语句	(143)
5.5.3	元件例化语句	(146)
5.5.4	生成语句	(148)
5.5.5	并行过程调用	(149)

6 数字电路的 CPLD/FPGA 实现

6.1	Quartus II 使用指南	(153)
6.2	组合逻辑电路实验(一)	(166)
6.2.1	实验目的	(166)
6.2.2	实验仪器及元器件	(166)
6.2.3	预习要求	(166)
6.2.4	实验内容	(166)
6.2.5	思考题	(170)
6.3	组合逻辑电路实验(二)	(170)
6.3.1	实验目的	(170)
6.3.2	实验仪器及元器件	(170)
6.3.3	预习要求	(170)
6.3.4	实验内容	(170)
6.3.5	思考题	(173)

6.4 时序逻辑电路实验(一)	(173)
6.4.1 实验目的	(173)
6.4.2 实验仪器及元器件	(174)
6.4.3 预习要求	(174)
6.4.4 实验内容	(174)
6.4.5 思考题	(178)
6.5 时序逻辑电路实验(二)	(178)
6.5.1 实验目的	(178)
6.5.2 实验仪器及元器件	(178)
6.5.3 预习要求	(178)
6.5.4 实验内容	(178)
6.5.5 思考题	(183)
6.6 多功能数字钟设计	(184)
6.6.1 实验目的	(184)
6.6.2 实验仪器及元器件	(184)
6.6.3 预习要求	(184)
6.6.4 设计性实验任务及要求	(184)
6.6.5 设计思路	(185)
6.6.6 仿真与测试	(187)
6.6.7 思考题	(188)
6.7 简易频率计设计	(188)
6.7.1 实验目的	(188)
6.7.2 实验仪器及元器件	(189)
6.7.3 预习要求	(189)
6.7.4 设计性实验任务及要求	(189)
6.7.5 设计思路	(189)
6.7.6 仿真与测试	(192)
6.7.7 思考题	(194)
6.8 出租车计价器控制电路设计	(194)
6.8.1 实验目的	(194)
6.8.2 实验仪器及元器件	(194)
6.8.3 预习要求	(194)
6.8.4 设计性实验任务及要求	(194)
6.8.5 设计思路	(195)
6.8.6 仿真与测试	(197)

6.8.7 思考题	(198)
6.9 交通信号灯控制电路设计	(198)
6.9.1 实验目的	(198)
6.9.2 实验仪器及元器件	(198)
6.9.3 预习要求	(199)
6.9.4 设计性实验任务及要求	(199)
6.9.5 设计思路	(199)
6.9.6 仿真与测试	(201)
6.9.7 思考题	(202)

附录

附录 A 常用数字集成电路引脚排列图	(203)
附录 B CPLD/FPGA 实验装置介绍	(212)
参考文献	(222)

表 1-1-1 TTL 集成芯片

集成 TTL	封装	集成 TTL	封装
74V1	小封装	74V2	小封装
74V15		74V20	
74V16		74V21	
74V2		74V22	
74V3		74V23	
74V4		74V24	
74V5		74V25	
74V6		74V26	
74V7		74V27	
74V8		74V28	
74V9		74V29	
74V10		74V30	
74V11		74V31	
74V12		74V32	
74V13		74V33	
74V14		74V34	
74V17		74V35	
74V18		74V36	
74V19		74V37	
74V21		74V38	
74V22		74V39	
74V23		74V40	
74V24		74V41	
74V25		74V42	
74V26		74V43	
74V27		74V44	
74V28		74V45	
74V29		74V46	
74V30		74V47	
74V31		74V48	
74V32		74V49	
74V33		74V50	
74V34		74V51	
74V35		74V52	
74V36		74V53	
74V37		74V54	
74V38		74V55	
74V39		74V56	
74V40		74V57	
74V41		74V58	
74V42		74V59	
74V43		74V60	
74V44		74V61	
74V45		74V62	
74V46		74V63	
74V47		74V64	
74V48		74V65	
74V49		74V66	
74V50		74V67	
74V51		74V68	
74V52		74V69	
74V53		74V70	
74V54		74V71	
74V55		74V72	
74V56		74V73	
74V57		74V74	
74V58		74V75	
74V59		74V76	
74V60		74V77	
74V61		74V78	
74V62		74V79	
74V63		74V80	
74V64		74V81	
74V65		74V82	
74V66		74V83	
74V67		74V84	
74V68		74V85	
74V69		74V86	
74V70		74V87	
74V71		74V88	
74V72		74V89	
74V73		74V90	
74V74		74V91	
74V75		74V92	
74V76		74V93	
74V77		74V94	
74V78		74V95	
74V79		74V96	
74V80		74V97	
74V81		74V98	
74V82		74V99	
74V83		74V100	
74V84		74V101	
74V85		74V102	
74V86		74V103	
74V87		74V104	
74V88		74V105	
74V89		74V106	
74V90		74V107	
74V91		74V108	
74V92		74V109	
74V93		74V110	
74V94		74V111	
74V95		74V112	
74V96		74V113	
74V97		74V114	
74V98		74V115	
74V99		74V116	
74V100		74V117	
74V101		74V118	
74V102		74V119	
74V103		74V120	
74V104		74V121	
74V105		74V122	
74V106		74V123	
74V107		74V124	
74V108		74V125	
74V109		74V126	
74V110		74V127	
74V111		74V128	
74V112		74V129	
74V113		74V130	
74V114		74V131	
74V115		74V132	
74V116		74V133	
74V117		74V134	
74V118		74V135	
74V119		74V136	
74V120		74V137	
74V121		74V138	
74V122		74V139	
74V123		74V140	
74V124		74V141	
74V125		74V142	
74V126		74V143	
74V127		74V144	
74V128		74V145	
74V129		74V146	
74V130		74V147	
74V131		74V148	
74V132		74V149	
74V133		74V150	
74V134		74V151	
74V135		74V152	
74V136		74V153	
74V137		74V154	
74V138		74V155	
74V139		74V156	
74V140		74V157	
74V141		74V158	
74V142		74V159	
74V143		74V160	
74V144		74V161	
74V145		74V162	
74V146		74V163	
74V147		74V164	
74V148		74V165	
74V149		74V166	
74V150		74V167	
74V151		74V168	
74V152		74V169	
74V153		74V170	
74V154		74V171	
74V155		74V172	
74V156		74V173	
74V157		74V174	
74V158		74V175	
74V159		74V176	
74V160		74V177	
74V161		74V178	
74V162		74V179	
74V163		74V180	
74V164		74V181	
74V165		74V182	
74V166		74V183	
74V167		74V184	
74V168		74V185	
74V169		74V186	
74V170		74V187	
74V171		74V188	
74V172		74V189	
74V173		74V190	
74V174		74V191	
74V175		74V192	
74V176		74V193	
74V177		74V194	
74V178		74V195	
74V179		74V196	
74V180		74V197	
74V181		74V198	
74V182		74V199	
74V183		74V200	
74V184		74V201	
74V185		74V202	
74V186		74V203	
74V187		74V204	
74V188		74V205	
74V189		74V206	
74V190		74V207	
74V191		74V208	
74V192		74V209	
74V193		74V210	
74V194		74V211	
74V195		74V212	
74V196		74V213	
74V197		74V214	
74V198		74V215	
74V199		74V216	
74V200		74V217	
74V201		74V218	
74V202		74V219	
74V203		74V220	
74V204		74V221	
74V205		74V222	
74V206		74V223	
74V207		74V224	
74V208		74V225	
74V209		74V226	
74V210		74V227	
74V211		74V228	
74V212		74V229	
74V213		74V230	
74V214		74V231	
74V215		74V232	
74V216		74V233	
74V217		74V234	
74V218		74V235	
74V219		74V236	
74V220		74V237	
74V221		74V238	
74V222		74V239	
74V223		74V240	
74V224		74V241	
74V225		74V242	
74V226		74V243	
74V227		74V244	
74V228		74V245	
74V229		74V246	
74V230		74V247	
74V231		74V248	
74V232		74V249	
74V233		74V250	
74V234		74V251	
74V235		74V252	
74V236		74V253	
74V237		74V254	
74V238		74V255	
74V239		74V256	
74V240		74V257	
74V241		74V258	
74V242		74V259	
74V243		74V260	
74V244		74V261	
74V245		74V262	
74V246		74V263	
74V247		74V264	
74V248		74V265	
74V249		74V266	
74V250		74V267	
74V251		74V268	
74V252		74V269	
74V253		74V270	
74V254		74V271	
74V255		74V272	
74V256		74V273	
74V257		74V274	
74V258		74V275	
74V259		74V276	
74V260		74V277	
74V261		74V278	
74V262		74V279	
74V263		74V280	
74V264		74V281	
74V265		74V282	
74V266		74V283	
74V267		74V284	
74V268		74V285	
74V269		74V286	
74V270		74V287	
74V271		74V288	
74V272		74V289	
74V273		74V290	
74V274		74V291	
74V275		74V292	
74V276		74V293	
74V277		74V294	
74V278		74V295	
74V279		74V296	
74V280		74V297	
74V281		74V298	
74V282		74V299	
74V283		74V300	
74V284		74V301	
74V285		74V302	
74V286		74V303	
74V287		74V304	
74V288		74V305	
74V289		74V306	
74V290		74V307	
74V291		74V308	
74V292		74V309	
74V293		74V310	
74V294		74V311	
74V295		74V312	
74V296		74V313	
74V297		74V314	
74V298		74V315	
74V299		74V316	
74V300		74V317	
74V301		74V318	
74V302		74V319	
74V303		74V320	
74V304		74V321	
74V305		74V322	
74V306		74V323	
74V307		74V324	
74V308		74V325	
74V309		74V326	
74V310		74V327	
74V311		74V328	
74V312		74V329	
74V313		74V330	
74V314		74V331	
74V315		74V332	
74V316		74V333	
74V317		74V334	
74V318		74V335	
74V319		74V336	
74V320		74V337	
74V321		74V338	
74V322		74V339	
74V323		74V340	
74V324		74V341	
74V325		74V342	
74V326		74V343	
74V327		74V344	
74V328		74V345	
74V329		74V346	
74V330		74V347	
74V331		74V348	
74V332		74V349	
74V333		74V350	
74V334		74V351	
74V335		74V352	
74V336		74V353	
74V337		74V354	
74V338		74V355	
74V339		74V356	
74V340		74V357	
74V341		74V358	
74V342		74V359	
74V343		74V360	
74V344		74V361	
74V345		74V362	

表 1.1 TTL 系列速度及功耗的比较

速度	TTL 系列	功耗	TTL 系列
最快	74AS	最小	74L
	74S		74ALS
	74ALS		74LS
	74LS		74AS
	74		74
↓		↓	
最慢	74L	最大	74S

使用者在选择 TTL 子系列时主要要考虑它们的速度和功耗,其速度及功耗的比较如表 1.1 所示。其中 74LS 系列产品具有较佳的综合性能,是 TTL 集成电路的主流产品,是应用较广的子系列。

54 系列和 74 系列具有相同的子系列,两个系列的参数基本相同,主要在电源电压范围和工作温度范围上有所不同。比较而言,54 系列适应的范围更广,如表 1.2 所示。不同子系列在速度、功耗等参数上有所不同。全部的 TTL 集成电路都采用 +5 V 电源供电,逻辑电平为标准 TTL 电平。

表 1.2 54 系列与 74 系列的比较

系列	电源电压 /V	环境温度 / (°C)
54 系列	4.5 ~ 5.5	-55 ~ +125
74 系列	4.75 ~ 5.25	0 ~ 70

1.1.3 CMOS 集成电路

CMOS 集成电路的特点是集成度高、功耗低,但速度较慢、抗静电能力差。虽然 TTL 集成电路由于速度快和选择类型多样而流行多年,但 CMOS 集成电路具有功耗低、集成度高的优点,而且其速度也已经获得了很大的提高,目前已经能够与 TTL 集成电路媲美。因此,CMOS 集成电路获得了广泛的应用,特别是在大规模集成电路和微处理器中已经占据了支配地位。

CMOS 集成电路的供电电源可以为 3 ~ 18 V,不过,为了与 TTL 集成电路的逻辑电平兼容,多数的 CMOS 集成电路使用 +5 V 电源。另外还有 3.3 V CMOS 集成电路。它的功耗比 5 V CMOS 集成电路的低得多。同 TTL 集成电路一样,CMOS 集成电路也有 74 系列和 54 系列两大系列。

1. 74 系列 5 V CMOS 集成电路的子系列

- (1) 74C: CMOS。
 - (2) 74HC 和 74HCT: 高速 CMOS (high-speed CMOS), T 表示和 TTL 直接兼容。
 - (3) 74AC 和 74ACT: 先进 CMOS (advanced CMOS), 它们提供了比 TTL 系列更高的速度和更低的功耗。
 - (4) 74AHC 和 74AHCT: 先进高速 CMOS (advanced high-speed CMOS)。
- 74C 系列 CMOS 集成电路和 74 系列 TTL 集成电路具有相同的功能和引脚排列,而

74HCT 系列还具有与 TTL 集成电路相同的逻辑电平。

2. 74 系列 3.3 V CMOS 集成电路的基本子系列

(1) 74LVC: 低压 CMOS (lower-voltage CMOS)。

(2) 74ALVC: 先进低压 CMOS (advanced lower-voltage CMOS)。

1.2 数字集成电路型号命名规则

1.2.1 国内 TTL、CMOS 集成电路型号命名规则

我国国家标准规定的集成电路型号命名法如表 1.3 所示。由表 1.3 可见, 国标型号由五部分组成。

例如, CT4020MD。其中, C 表示国家标准。T 表示 TTL 电路。4 表示系列代号, 该数值为 1 时表示标准系列, 同国际 54/74 系列; 为 2 时表示高速系列, 同国际 54H/74H 系列; 为 3 时表示肖特基系列, 同国际 54S/74S 系列; 为 4 时表示低功耗肖特基系列, 同国际 54LS/74LS 系列。020 表示品种代号, 同国标一致, 如 CT1020 与 SN7420 均为双四输入与非门。M 表示工作温度范围。D 表示封装形式。

又如, CC4066MF, 第 2 个 C 表示 CMOS 电路, 其他部分的含义与上面的相同。

表 1.3 国家标准规定的集成电路型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分	第四部分		第五部分	
用字母表示器件符合国家标准		用字母表示器件类型		用阿拉伯数字表示器件的系列和品种代号	用字母表示器件的工作温度范围		用字母表示器件的封装形式	
符号	意义	符号	意义	TTL 分为:	符号	意义	符号	意义
C	中国制造	T	TTL	54/74 ×××	C	0 °C ~ 70 °C	W	陶瓷扁平
		H	HTL	54/74H ×××			B	塑料扁平
		E	ECL	54/74L ×××	E	-40 °C ~ 85 °C	F	全密封扁平
		C	CMOS	54/74LS ×××			D	陶瓷直插
		F	线性放大器	54/74AS ×××	R	-55 °C ~ 85 °C	P	塑料直插
		D	音响、电视电路	54/74ALS ×××			J	黑陶瓷直插
		W	稳压器	54/74F ×××	M	-55 °C ~ 125 °C	L	金属菱形
		J	接口电路	COMS 分为:			T	金属圆形
		B	非线性电路	4000 系列	C	-25 °C ~ 70 °C	H	黑瓷低熔点玻璃扁平
		M	存储器	54/74HC ×××				
		μ	微型机电路	54/74HCT ×××	L	-25 °C ~ 85 °C		
		AD	A/D 转换器					
		DA	D/A 转换器					
		S	特殊电路					

1.2.2 国际 TTL、CMOS 集成电路型号命名规则

在国际上,很多企业在国际通用系列型号前冠以本企业的代号,品种代号相同的可以互相代换,下面举例说明。美国得克萨斯公司(TEXAS)集成电路型号规则如 SN74LS00J。SN 表示得克萨斯公司标准电路;74 表示工作温度范围,对于 54 系列,表示温度为 $-55^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$,对于 74 系列,表示温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$;LS 表示所属子系列;00 表示品种代号;J 表示封装形式,即陶瓷双列直插封装形式,另外,N 表示塑料双列直插封装形式,T 表示金属扁平封装形式,W 表示陶瓷扁平封装形式。

美国摩托罗拉公司(Motorola)的集成电路型号规则如 MC74LS00L;美国国家半导体公司(National Semiconductor)的集成电路型号规则如 DM74LS00J;日本日立公司(HITACHI)的集成电路型号规则如 HD74LS00P 等。

对于 CMOS 集成电路,目前国内外通用的是 4000B 系列,我国国家标准称为 CC4000B 系列,其余各国厂商分别在 4000B 前再加上企业代号,如我国生产的显示译码器 CC4511 和国外厂商生产的可代换产品 CD4511。此外,还有 74HC、74HCT 等系列的 CMOS 集成电路,其大部分品种是 74LS 同序列的翻版。

1.3 数字集成电路主要性能参数

本节仅从使用的角度介绍数字集成电路的几个外部特性参数,至于每种产品的实际参数,可在具体使用时查阅有关的产品手册。

数字集成电路的性能参数主要包括直流电源电压、输入/输出逻辑电平、传输延时间、输入/输出电流、功耗等。

1.3.1 直流电源电压

TTL 集成电路的标准直流电源电压为 5 V,最低为 4.5 V,最高为 5.5 V。CMOS 集成电路的直流电源电压可以为 3 ~ 18 V,74 系列 CMOS 集成电路有 5 V 和 3.3 V 两种。CMOS 电路的一个优点是电源电压的允许范围比 TTL 电路的大,如 5 V CMOS 电路当其电源电压为 2 ~ 6 V 时能正常工作,3.3 V CMOS 电路当其电源电压为 2 ~ 3.6 V 时能正常工作。

1.3.2 输入/输出逻辑电平

对于一个 TTL 集成电路来说,它的输出“高电平”,并不是理想的 +5 V 电压,其输出低电平,也不是理想的 0 V 电压。这主要是制造工艺上的公差,使得即使是同一型号器件的输出电压也不可能完全一样。但是,这种差异应该在一定的允许范围之内,否则就会无法正确标示逻辑值 1 和逻辑值 0,从而造成错误的逻辑操作。