



湖北高职“十一五”规划教材

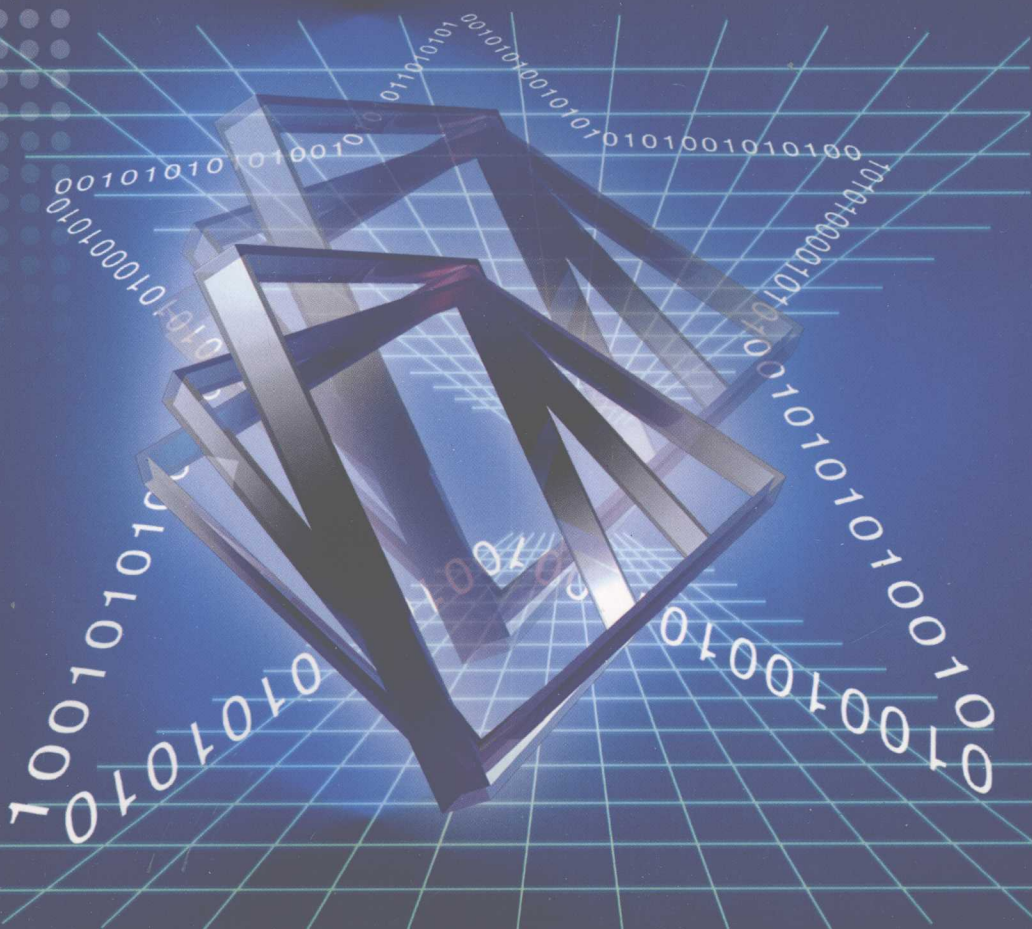
HUBEI GAOZHI "SHIYIWU" GUIHUA JIAOCAI

湖北省高等教育学会高职专委会研制

数字电子技术

SHUZI DIANZI JISHU

黄国祥 刘 芬 主编



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI "SHIYIWU" GUIHUA JIAOCAI

湖北省高等教育学会高职专委会研制

总策划 李友玉

策划 屠莲芳

数字电子技术

主 编 黄国祥 刘 芬

副 主 编 丁群燕 秦小云 陈旭明 丁如春

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁如春 丁群燕 王鹏飞 刘竹林

刘 芳 向阳芳 吴 涛 陈旭明

陈农章 陈培军 钟 立 夏继军

秦小云 黄国祥 彭先进

湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字电子技术/黄国强,刘芬主编. —武汉:湖北科学技术出版社,2008.7

湖北高职“十一五”规划教材

ISBN 978—7—5352—4139—9

I. 数… II. ①黄… ②刘… III. 数字电路—电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 076774 号

责任编辑:李海宁

责任校对:邓 冰

封面设计:喻 杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:027—87679468

地 址:武汉市雄楚大街 268 号

邮编:430070

(湖北出版文化城 B 座 12—13 层)

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:湖北新华印务股份有限公司

787 毫米×1092 毫米 1/16

印张:13.50

2008 年 8 月第 1 版

2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:24.50 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

湖北省教育科学“十一五”规划

专项资助重点课题成果

湖北高职规划教材编审委员会

顾 问:

姜大源 教育部职业技术教育中心研究所研究员

委 员:

马必学 湖北省高教学会副理事长

黄木生 湖北省高教学会高职专委会主任

刘青春 湖北省高教学会秘书长

《中国职业技术教育》主编

武汉职业技术学院院长

长江职业学院党委书记

湖北省教科规划办主任

领导小组办公室主任

湖北省教育科学研究所所长

湖北省教科所高教中心主任

武汉船舶职业技术学院院长

襄樊职业技术学院院长

仙桃职业学院院长党委书记

湖北职业技术学院院长

荆州职业技术学院院长

武汉软件工程职业学院院长

武汉铁路职业技术学院院长

十堰职业技术学院院长

咸宁职业技术学院院长

恩施职业技术学院院长

黄冈职业技术学院院长

随州职业技术学院院长党委书记

湖北三峡职业技术学院院长

教学组组长

秘书长

湖北财税职业学院院长党委书记

鄂东职业技术学院院长党委书记

武汉工业职业技术学院院长

江汉艺术职业学院院长

武汉工程职业技术学院院长

武汉警官职业学院院长

湖北水利水电职业技术学院院长

武汉交通职业学院院长

湖北国土资源职业学院院长

湖北交通职业技术学院院长

武汉电力职业技术学院院长

湖北中医药高等专科学校校长

李友玉 湖北省高教学会副秘书长

刘民钢 湖北省高教学会高职专委会副主任

蔡泽寰 湖北省高教学会高职专委会副主任

李前程 湖北省高教学会高职专委会副主任

彭汉庆 湖北省高教学会高职专委会副主任

陈秋中 湖北省高教学会高职专委会副主任

廖世平 湖北省高教学会高职专委会常务理事

张 玲 湖北省高教学会高职专委会常务理事

魏文芳 湖北省高教学会高职专委会常务理事

杨福林 湖北省高教学会高职专委会常务理事

顿祖义 湖北省高教学会高职专委会常务理事

陈年友 湖北省高教学会高职专委会常务理事

陈杰峰 湖北省高教学会高职专委会常务理事

赵儒铭 湖北省高教学会高职专委会常务理事

李家瑞 湖北省高教学会高职专委会常务理事

屠莲芳 湖北省高教学会高职专委会常务理事

张建军 湖北省高教学会高职专委会理事

饶水林 湖北省高教学会高职专委会理事

杨世金 湖北省高教学会高职专委会理事

杨文堂 湖北省高教学会高职专委会理事

王展宏 湖北省高教学会高职专委会理事

刘友江 湖北省高教学会高职专委会理事

韩洪建 湖北省高教学会高职专委会理事

盛建龙 湖北省高教学会高职专委会理事

黎家龙 湖北省高教学会高职专委会理事

王进思 湖北省高教学会高职专委会理事

郑 港 湖北省高教学会高职专委会理事

高 勇 湖北省高教学会高职专委会理事



湖北高职“十一五”规划教材(电子信息类)

HUBEI GAOZHI "SHIYIWU" GUHUA JIAOCAI

编委会

主 任 徐国洪 仙桃职业学院
李建新 武汉软件工程职业学院

副主任(以下按姓氏笔画排列)

王 臻 武汉职业技术学院
牟应华 恩施职业技术学院
沈鸿星 襄樊职业技术学院
黄国祥 黄冈职业技术学院

委 员

丁如春 鄂东职业技术学院
王 川 武汉职业技术学院
王 彦 武汉铁路职业技术学院
王 臻 武汉职业技术学院
王中林 武汉软件工程职业学院
邓宽林 十堰职业技术学院
刘 芬 荆州职业技术学院
朱 立 武汉商业服务学院
牟应华 恩施职业技术学院
吴 涛 咸宁职业技术学院
李建新 武汉软件工程职业学院
杨 凡 武汉交通职业学院
沈鸿星 襄樊职业技术学院
郑德龙 武汉电力职业技术学院
钟 立 湖北国土资源职业学院
徐国洪 仙桃职业学院
鲁杰爽 湖北职业技术学院
黄国祥 黄冈职业技术学院

编委会秘书

吕 刚 吴晓红

凝聚集体智慧 研制优质教材

教材是教师教学的脚本,是学生学习的课本,是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材,优质教材造就优秀教师,培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设,是提高教育教学质量最基础性的工作。

高职教育是中国特色的创举。我国创办高职教育时间不长,高职教材存在严重的“先天不足”,如中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等。这在很大程度上制约着高职教育教学质量的提高。因此,根据高职教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求,研制优质教材,势在必行。

2005年以来,湖北省高等教育学会高职高专教育管理专业委员会(简称“高职专委会”),高瞻远瞩,审时度势,深刻领会国家关于“大力发展职业教育”和“提高高等教育质量”之精神,准确把握高职教育发展之趋势,积极呼应全省高职院校发展之共同追求;大倡研究之风,大鼓合作之气,组织全省高职院校开展“教师队伍建设、专业建设、课程建设、教材建设”(简称“四个建设”)的合作研究与交流,旨在推进全省高职院校进一步全面贯彻党的教育方针,创新教育思想,以服务为宗旨,以就业为导向,工学结合、校企合作,走产学研结合发展道路;推进高职院校培育特色专业、打造精品课程、研制优质教材、培养高素质的教师队伍,提升学校整体办学实力与核心竞争力;促进全省高职院校走内涵发展道路,全面提高教育教学质量。

湖北省教育厅将高职专委会“四个建设”系列课题列为“湖北省教育科学‘十一五’规划专项资助重点课题”。全省高职院校纷纷响应,几千名骨干教师和一批生产、建设、服务、管理一线的专家,一起参加课题协同攻关。在科学研究过程中,坚持平等合作,相互交流;坚持研训结合,相互促进;坚持课题合作研究与教材合作研制有机结合,用新思想、新理念指导教材研制,塑造教材“新、特、活、实、精”的优良品质;坚持以学生为本,精心酿造学生成长的精神食粮。全省高职院校重学习研究,重合作创新蔚然成风。

这种以学会为平台,以学术研究为基础开展的“四个建设”,符合教育部关于提高教育教学质量的精神,符合高职院校发展的需求,符合高职教师发展的需求。

在湖北省教育厅和湖北省高等教育学会领导的大力支持下,在湖北省高等教育学会秘书处的指导下,经过两年多艰苦不懈的努力和深入细致的工作,“四个建设”合作研究初见成效。高职专委会与湖北长江出版集团、武汉大学出版社、复旦大学出版社等知名出版单位携手,正陆续推出课题研究成果:“湖北高职‘十一五’规划教材”,这是全省高职集体智慧的结晶。

交流出水平,研究出智慧,合作出成果,锤炼出精品。凝聚集体智慧,共创湖北高职教育品牌——这是全省高职教育工作者的共同心声!

湖北省高教学会高职专委会主任 黄木生
2008年6月

本教材是湖北高职“十一五”规划教材,是在湖北省教育厅立项的湖北教育科学“十一五”规划专项资助重点课题《高职应用电子专业课程体系与标准研究》(高职“四个建设”系列规划课题)的成果基础上合作研制而成的。

本书有如下一些特点:

1. 集中了集体智慧,积极落实改革精神。

本书是受湖北省高等教育学会的委托编写的,参加讨论和编写的单位有黄冈职业技术学院、荆州职业技术学院、武汉职业技术学院、仙桃职业技术学院、武汉铁路职业技术学院、武汉电力职业技术学院、湖北职业技术学院、湖北国土资源职业学院、鄂东职业技术学院、武汉商业服务学院、襄樊职业技术学院、咸宁职业技术学院、恩施职业技术学院、十堰职业技术学院共14所院校。

经过以上14所职业技术学院有关教师的认真讨论、反复磋商、共同研究后认为:关于数字电子技术的教材,国内不下20种版本,由于职业技术教育是一件新鲜事物,目前适合高等职业教育的教材还没有成熟。全国大学生电子设计大赛最能体现电子信息类专业改革的精神,十分注重数字电子技术的基础知识,教材改革不能偏离这个方向,不能因为体现所谓特色而不顾实际情况盲目改革。那种只突出实训而不强调基础理论的教材尽管在某一阶段能够迎合急功近利的需要,但学生没有一定基础迟早又要回到重新学习理论的老路上来。

2. 客观分析了高职的实际情况,不攀难攀高。

高等职业教育的数字电子技术教材,尽管更需要强调实践性,不同于本科院校的学科体系,但必要的理论知识是不能缺少的;必要和够用的理论基础知识就是高等职业院校的学生不同于中等职业技术教育和普通本科教育的需要。

鉴于以上研究意见,这次编写的数字电子技术教材,我们认为应该包括四个方面:必要的基础理论知识、突出实践实训、FPGA、硬件描述语言共分为9章。但考虑到目前实践实训教材极多,各个学校的硬件条件不一致,教师的状况也有区别,我们对“实践实训、FPGA、硬件描述语言”只作为介绍,各个学校可以根据实际选择或开设有关的课程。所以,我们还是着重要求将数字电子技术的基础知识尽可能地进行简洁描述,便于教师教学和学生学。最后,在征求各兄弟院校意见的基础上,根据多方面的要求,本次将“原第9章的FPGA、硬件描述语言”已经编写好的内容忍痛割爱,毫不留情地去掉了,保留了前面8章。

3. 注重能力目标和知识要求。

在每章具体内容介绍之前,给出了该章学习的内容要求、能力目标、知识要求,结尾处进行了小结,各章后布置了相应的训练项目。

为此,受研究组的委托,本书由黄国祥老师(第3、7、9章及附录)和刘芬老师(第2、8章)任主编,丁群燕(第1、5章)、秦小云(第4、6章)、陈旭明(第1章)、丁如春(第6章)等4位老师任副主编,参编的有夏继军(第3章)、王鹏飞、陈培军、彭先进、向阳芳、吴涛、陈农章、刘竹林、钟立等9位老师。全书由黄国祥老师统稿。

本书在编写过程中,得到了武汉职业技术学院电信学院院长姚建永教授、仙桃职业技术学院徐国洪教授的指导;同时,空军雷达学院的郭云林教授为我们提出了宝贵意见,黄冈职业技术学院的叶俊老师仔细审阅了全稿,参与审稿的有马中秋、宋武、宋艳丽、温锦辉等4位老师。对以上支持本教材编写的老师们,在此一并表示感谢。

由于我们的研究水平有限,加上时间仓促,有很多地方值得商讨,请各位同仁不吝赐教。

湖北高职“十一五”规划教材

《数字电子技术》研制组

2008年4月28日



目 录

第一章 数字逻辑基础	(1)
第一节 概述	(1)
一、数字信号与数字电路	(1)
二、数字电路的特点与分类	(1)
三、数制和码制	(3)
四、二—十进制编码(BCD 码)	(6)
第二节 逻辑代数及逻辑运算	(7)
一、逻辑代数	(7)
二、三种基本逻辑运算	(7)
三、几种导出的逻辑运算	(9)
第三节 逻辑代数的基本公式与定理	(11)
一、逻辑代数的基本公式	(11)
二、逻辑代数的基本定律	(11)
三、逻辑代数的三个重要规则	(12)
第四节 逻辑函数的公式化简法	(13)
一、化简的意义与标准	(13)
二、逻辑函数的代数化简法	(14)
第五节 逻辑函数的卡诺图化简法	(15)
一、最小项与卡诺图	(15)
二、用卡诺图表示逻辑函数	(16)
三、用卡诺图化简逻辑函数	(18)
四、具有无关项的逻辑函数的化简	(19)
第六节 逻辑函数的表示方法	(20)
一、逻辑函数的表示方法	(20)
二、逻辑函数表示方法的相互转换	(21)
本章小结	(22)
练习题	(23)
第二章 门电路	(25)
第一节 概述	(25)
第二节 半导体的开关特性	(25)
一、二极管的开关特性	(26)
二、三极管的开关特性	(27)
第三节 与门、或门和非门电路	(28)
一、二极管与门电路	(28)
二、二极管或门电路	(29)

三、三极管非门电路	(30)
四、复合逻辑门电路	(31)
第四节 TTL 门电路	(32)
一、TTL 与非门	(32)
二、其他功能的 TTL 门电路	(37)
三、TTL 逻辑门的使用注意事项	(40)
第五节 CMOS 门电路	(41)
一、CMOS 非门	(42)
二、其他逻辑功能的 CMOS 门	(42)
三、CMOS 电路的性能特点和使用注意事项	(46)
第六节 TTL 门电路和 CMOS 门电路的接口	(48)
一、几种集成逻辑门的主要参数	(48)
二、TTL 与 CMOS 之间的接口电路	(49)
三、TTL 与 CMOS 门电路的外接负载	(49)
本章小结	(50)
练习题	(51)
技能训练	(55)
第三章 组合逻辑电路	(58)
第一节 概述	(58)
第二节 组合逻辑电路的分析与设计	(58)
一、组合逻辑电路的分析	(58)
二、组合逻辑电路的设计	(60)
第三节 加法器	(62)
一、半加器	(62)
二、全加器	(62)
三、多位加法器	(63)
第四节 编码器	(64)
一、二进制编码器	(64)
二、二 - 十进制 (BCD) 编码器	(65)
三、优先编码器	(66)
第五节 译码器	(67)
一、二进制译码器	(67)
二、二 - 十进制译码器	(69)
三、显示译码器	(70)
四、用译码器实现组合逻辑函数	(72)
第六节 数据选择器和数据分配器	(73)
一、数据选择器	(73)
二、数据分配器	(76)
第七节 数值比较器	(77)
一、1 位数值比较器	(77)



二、集成数值比较器	(77)
第八节 组合逻辑电路中的竞争冒险	(79)
一、竞争冒险现象及其产生的原因	(79)
二、竞争冒险现象的判别	(80)
三、消除冒险现象的方法	(80)
本章小结	(81)
练习题	(81)
技能训练	(83)
第四章 触发器	(84)
第一节 概述	(84)
第二节 触发器的电路结构与动作特点	(85)
一、基本 RS 触发器的电路结构与动作特点	(85)
二、同步 RS 触发器的电路结构与动作特点	(86)
三、主从触发器的电路结构与动作特点	(87)
四、边沿触发器	(89)
第三节 触发器的逻辑功能及描述方法	(92)
一、触发器按逻辑功能的分类	(92)
二、触发器的逻辑功能及其描述的方法	(92)
三、D 触发器功能的转换	(95)
四、触发器的电路结构和逻辑功能的关系	(96)
第四节 触发器的动态特性	(96)
一、主从触发器的动态特性	(96)
二、维持阻塞 D 触发器的动态特性	(97)
本章小结	(98)
练习题	(99)
技能训练	(103)
第五章 时序逻辑电路	(104)
第一节 概述	(104)
一、同步时序逻辑电路	(104)
二、异步时序逻辑电路	(104)
第二节 时序逻辑电路的分析方法	(105)
一、同步时序逻辑电路的分析方法	(105)
二、异步时序逻辑电路的分析方法	(108)
第三节 若干常见的时序逻辑电路	(109)
一、寄存器和移位寄存器	(109)
二、计数器	(114)
三、顺序脉冲发生器	(126)
第四节 时序逻辑电路的设计方法	(127)
一、同步时序逻辑电路的设计方法	(127)
二、同步时序逻辑电路的设计举例	(128)

本章小结	(131)
练习题	(131)
技能训练	(134)
第六章 脉冲波形的产生与整形	(137)
第一节 概述	(137)
第二节 施密特触发器	(137)
一、用门电路组成的施密特触发器	(137)
二、集成施密特触发器	(139)
三、施密特触发器的应用举例	(140)
第三节 单稳态触发器	(141)
一、用门电路组成的单稳态触发器	(141)
二、集成单稳态触发器	(143)
第四节 多谐振荡器	(144)
一、对称式多谐振荡器	(145)
二、非对称式多谐振荡器	(146)
三、石英晶体多谐振荡器	(147)
四、压控振荡器	(148)
第五节 555 定时器及其应用	(152)
一、555 定时器的电路结构与工作原理	(153)
二、用 555 定时器接成的施密特触发器	(154)
三、用 555 定时器组成的单稳态触发器	(155)
四、用 555 定时器接成的多谐振荡器	(156)
本章小结	(158)
练习题	(158)
技能训练	(161)
第七章 数模与模数转换器	(163)
第一节 概述	(163)
第二节 D/A 转换器	(164)
一、D/A 转换器的基本概念	(164)
二、D/A 转换器的电路结构	(164)
三、集成 D/A 转换器及应用	(167)
四、D/A 转换器的主要技术指标	(169)
第三节 A/D 转换器	(171)
一、A/D 转换器的工作原理	(171)
二、采样和保持	(171)
三、量化和编码	(173)
四、A/D 转换器	(173)
五、A/D 转换器的主要性能指标	(177)
本章小结	(178)
练习题	(178)



技能训练	(179)
第八章 半导体存储器	(180)
第一节 概述	(180)
第二节 ROM	(180)
一、固定 ROM 的结构和工作原理	(181)
二、可编程只读存储器(PROM)	(182)
三、可擦除可编程只读存储器(EPROM)	(183)
四、集成 EPROM	(183)
第三节 RAM	(184)
一、RAM 的基本结构和工作原理	(184)
二、RAM 的存储单元	(185)
三、集成随机存储器 2114A 介绍	(188)
第四节 存储的容量的扩展	(189)
一、RAM 的位扩展	(189)
二、RAM 的字扩展	(189)
三、RAM 的位线和字线同时扩展	(190)
第五节 用存储器实现组合逻辑函数	(190)
本章小结	(192)
练习题	(193)
附录 常见数字集成电路	(194)
一、常见数字集成电路的种类	(194)
二、数字集成电路的引脚	(194)
三、数字集成电路技术参数的获得途径	(195)
四、数字集成电路的型号	(195)
五、数字集成电路的主要技术参数	(196)
参考文献	(198)

第一章 数字逻辑基础

内 容 提 要

本章首先介绍模拟信号和数字信号,数字电路的特点和数制及其转换,然后介绍逻辑运算、基本公式和定律、逻辑函数的表示方法,最后介绍了逻辑函数的代数化简法和卡诺图化简法。

能 力 目 标

1. 能运用数制间的转换规律实现不同数制间的转换。
2. 能运用基本公式、定律对逻辑函数进行化简。
3. 能利用卡诺图对逻辑函数进行化简。

知 识 要 求

1. 掌握数字电路的特点和分类。
2. 掌握逻辑函数的基本定律、公式和规则。
3. 掌握逻辑函数的化简方法。

第一节 概 述

一、数字信号与数字电路

电子系统中一般都包括模拟电路和数字电路两部分。模拟电路是传输、处理模拟信号的电路。如放大器、信号发生器、直流稳压电源等;数字电路是传输、处理数字信号的电路。如编码器、译码器、计数器、存储器等。两种电路有许多共同之处,也有明显的区别。模拟电路中工作的信号在时间和数值上都是连续变化的电信号,如图 1-1 所示;而数字电路中工作的信号在时间和数值上都是离散(即不连续)的电信号,如图 1-2 所示。模拟电路中研究的主要是如何不失真地放大模拟信号;而数字电路中研究的主要问题是输入与输出之间的逻辑关系。此外,模拟电路与数字电路研究、分析和设计方法均不相同。

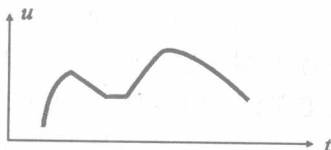


图 1-1 模拟信号波形

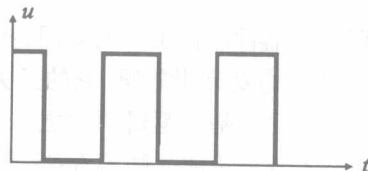


图 1-2 数字信号波形

数字电路在存储、传输或处理信号方面更具有优越性,被广泛应用于数字电子计算机、数字通信系统、数字式仪表、数字控制装置及工业自动控制系统等各个领域。

二、数字电路的特点与分类

1. 数字电路的特点

数字电路中的数字信号:只有“0”和“1”两种状态。用以表示信号的有、无和电平的高、

低。“0”和“1”不表示数量的大小,只表示两种对立的逻辑关系,即二值逻辑。所以,在数字电路中工作的电子器件一般都处于开关状态。开关的接通与断开用二极管的导通与截止或三极管的饱和与截止来实现。

数字电路的构成:由逻辑门、触发器、计数器及寄存器等逻辑部件构成。数字电路的基本单元电路中,对元件的精度要求不高,单元结构较为简单,便于集成化和系列化生产。且具有工作准确可靠、能耗低、成本低、使用方便等优点。

数字电路的分析方法:不能采取模拟电路的分析方法,而是以逻辑代数作为主要工具,利用真值表、逻辑表达式和波形图等来表示电路的逻辑功能,所以数字电路又称为逻辑电路。

2. 数字电路的分类

数字电路的发展与模拟电路一样,经历了由电子管、半导体分立器件到集成电路。但数字集成电路比模拟集成电路发展更快,现在的数字电路一般都采用集成电路组成。数字电路的种类很多,分类方法大致可以从以下几个方面进行分类:

(1)按集成度分类,数字电路可分为小规模、中规模、大规模和超大规模。所谓集成度,是指每一芯片所包含的电子器件的个数。表1-1列出了五类数字集成电路的分类依据。

表 1-1 数字集成电路的分类

集成电路分类	集成度	电路规模与范围
小规模集成电路 SSI	1~10 门/片,或 10~100 个元件/片	逻辑单元电路 它包括:逻辑门电路、集成触发器
中规模集成电路 MSI	10~100 门/片,或 100~1 000 个元件/片	逻辑部件 它包括:计数器、译码器、编码器、数据选择器、寄存器、算术运算器、比较器、转换电路等
大规模集成电路 LSI	100~1 000 门/片,或 1 000~100 000 个元件/片	数字逻辑系统 它包括:中央控制器、存储器、各种接口电路等
超大规模集成电路 VLSI	大于 1 000 门/片,或 大于 10 万个元件/片	高集成度的数字逻辑系统 例如:各种型号的单片机,即在一片硅片上集成一个完整的微型计算机

(2)按所采用器件制作工艺的不同,数字电路可分为 TTL 型(双极型)和 MOS 型(单极型)两类。TTL 逻辑门电路问世较早,它的开关速度快,频率高,信号传输延迟时间短,制造工艺较复杂,至今仍为主要的逻辑器件之一。MOS 逻辑门电路输入阻抗高,功耗小,工艺简单,集成度高,易于大规模集成。随着 MOS 工艺特别是 CMOS 工艺的发展,TTL 的主导地位有被 CMOS 器件所取代的趋势。

(3)按电路的结构和工作原理的不同,数字电路可分为组合逻辑电路和时序逻辑电路两类。组合逻辑电路没有记忆功能,电路的输出信号只与当时的输入信号有关,与电路以前的状态无关。时序逻辑电路具有记忆功能,电路的输出信号不仅和当时的输入信号有关,而且与电路以前的状态有关。

近年来,可编程逻辑器件(PLD)特别是在系统可编程器件(ISP-PLD)的飞速发展,使数字电子技术开创了新局面,将硬件与软件相结合,使器件的功能更加完善,使用也更加灵活。



3. 数字电路的优点

与模拟电路相比,数字电路主要有如下优点:

(1) 便于高度集成化。由于数字电路的信号采用0和1二值数字逻辑,凡是具有两个状态的电路都可用来表示。因此,基本单元电路的结构简单,允许电路参数有较大的离散性,便于集成化、系列化生产,通用性强、成本低。

(2) 抗干扰能力强,工作可靠性高。由于数字信号很容易辨别从而大大提高了电路工作的可靠性。因为数字信号不易受到噪声的干扰,所以抗干扰能力很强。

(3) 便于长期存贮。数字信息可以借助媒体如软盘、硬盘、光盘的长期保存下来。

(4) 保密性好。数字信息容易进行加密处理,不容易被窃取。

(5) 具有很大的灵活性,利用可编程数字电路能够很容易实现和更新电路的功能。

三、数制和码制

1. 数制

数制是计数进位制的简称。在日常生活中,人们习惯于采用十进制数。而在数字电路中,一般采用二进制数,有时也采用八进制数和十六进制数。不论是几进制数,其表示方法都是由一些基本数码(即数字)按一定的进位制构成的。

(1) 十进制

十进制数有10个基本数码:0、1、2、3、4、5、6、7、8、9;其基数为10。在计数时,采用“逢十进一”的原则计数。处于不同位置上数码的单位数值称为该进位制的位权或权。例如:十进制的256.38可以表示成:

$$(256.38)_{10} = 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

因此,任意十进制数可以表示为:

$$\begin{aligned}(M)_{10} &= K_{n-1} \times 10^{n-1} + K_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + K_0 \times 10^0 + K_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + K_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum K_i \times 10^i\end{aligned}$$

式中: n 表示整数部分的位数, m 表示小数部分的位数。

K_i 表示第 i 位十进制数中的任意一个数码。

10^i 表示第 i 位数的位权。

在数字电路中,若采用十进制数是很不方便的。因为要把电路的状态与数码对应起来,必须由十个不同的而且能严格区分的电路状态与之对应。而在电路中最容易实现的是两种状态,如电路的“通”与“断”;电平的“高”与“低”等。因此,在数字电路中广泛采用二进制计数。

(2) 二进制

二进制数只有两个数码,即0和1,计数的基数为2。各位数的权是2的幂,计数时“逢二进一”。一般地,二进制数可表示为:

$$\begin{aligned}(M)_2 &= K_{n-1} \times 2^{n-1} + K_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + K_0 \times 2^0 + K_{-1} \times 2^{-1} + \cdots + K_{-m} \times 2^{-m} \\ &= \sum K_i \times 2^i\end{aligned}$$

式中: $(M)_2$ 表示二进制数; K_i 为第 i 位的系数,只能取0和1的任一个; 2^i 为第 i 位数的位权。

利用上式,可将任意一个二进制数转换为十进制数。

例 1-1 试将二进制数 $(1101.01)_2$ 和 $(110101)_2$ 转换为对应的十进制数。

解: $(1101.01)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = (13.25)_{10}$