

SHUZIDIANLU
JIQICHANPINANZHUANGTIAOSHI

数字电路 及其产品安装调试

主 编 姚月明
副主编 黄小辉



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

SHUZIDIANLU
JIQICHANPINANZHUANGTIAOSHI

数字电路 及其产品安装调试

姚月明 主 编
黄小辉 副主编 吴功伟 参 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书将产品引领法融入项目的选取及编写过程中,以典型的、有实用价值的、学生感兴趣的产品为引导,贯穿必备的理论知识,进行每个教学项目的编写。同时将知识、技能点串成知识、技能链,以类似产品的安装、调试作为项目实训的课题,进行实践动手能力和创新能力的培养,激发学生的学习兴趣、探究兴趣和专业兴趣,为培养职业能力、职业素质服务。

本书共有7个项目,主要内容包括逻辑门电路的认识与测试、译码数显电路的安装与调试、智能抢答器的安装与调试、时分秒计数电路的安装与调试、时基电路的安装与调试、模数与数模转换电路的安装与调试、数字电子产品的安装与调试。附录中列出了维修电工中级职业技能鉴定中本课程的应知考试练习题,在实训中按职业技能鉴定应会考核方式进行评价打分,为推行“双证制”打好基础。

本书可以作为中职院校应用电子、通信、自动化等专业教学用书,也可作为企业电子整机产品装配培训教材,还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字电路及其产品安装调试/姚月明主编. —北京:中国电力出版社,2015.3

ISBN 978-7-5123-7228-3

I. ①数… II. ①姚… III. ①数字电路 IV. ①TN79

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第038888号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:杨淑玲 责任印制:蔺义舟 责任校对:李楠

北京丰源印刷厂印刷·各地新华书店经售

2015年3月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·10.5印张·252千字

定价:29.80元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

为加强电子电路及其产品安装调试能力的培养,浙江省机电技师学院电气工程系陈梓城教授及系主任王琪策划并组织编写了“中职电类专业基础课产品引领法系列教材”。该系列教材包括《模拟电路及其产品安装调试》《数字电路及其产品安装调试》《单片机及其智能产品安装调试》。从电路到产品的技术学习、安装调试技能训练;从模拟电子产品到数字电子产品再到智能电子产品;由低级到高级,多次学习与训练,增强电子电路及其产品安装调试能力,培养高素质的创新型技能人才,满足人才市场的需求。

产品引领法是在课程教学中,以典型的、有实用价值的、学生感兴趣的产品为引导,开展各章节、模块的教学。所学知识来源于生产实践,把知识、技能点串成知识、技能链。并以类似产品的安装、调试作为项目实训的课题,进行实践动手能力和创新能力的培养,激发学生对专业的学习兴趣和探究兴趣,为培养职业能力、职业素质服务。

通过把课程的理论学习和技能训练尽可能多地涵括在某种产品中,掌握了支持这种产品的知识和技能,就基本上达到了这一门课程的教学目标。而对于不能涵括其中的知识、技能,在实用零部件或实用电路引领下开展教学。所谓的产品是广义的产品,包括培养学生职业能力、自行设计制作的教學用产品,并不一定都是市场有售的产品。

产品引领法属于任务引领课程范畴。鉴于电子元器件价格低,教师和学生将其安装调试成一个电子产品的目标容易实现,通过“教学做一体化”的教学模式,更有利于学生电子产品安装调试能力的培养。它具有较高的性价比,并且选择得当,易激发学生兴趣,而且便于各校推广,具有示范辐射作用。

产品的选取是产品引领法的关键,因其具有统领全局的作用。找到了一个好的产品,就等于找到如何将知识应用于实际、知识转化为能力的契合点,实现理论与实践密切结合,有利于电子技术应用能力的培养。

本书选用数字时钟电路作为教学用产品。为增强知识技能涵盖性,数字时钟电路中选用晶振电路、译码驱动数显电路、计数器电路、逻辑门电路等组成电子产品。没有包括在内的电路,如八路抢答器、三人表决器、NE555 振荡电路等,以实用电路形式在相关章节中引入,并进行实用电路安装调试的技能训练。

本书在编写过程中,注意了以下几个问题:

(1) 从电路向电子产品转移,有利于职业能力素质的提升。

按照传统习惯,《数字电子技术》的理论知识及技能训练仅限于单元电路安装测试,而对特定电路在电子产品中的应用仅泛泛介绍,鲜见用各种模块电路连接组成的产品电路介绍。我们采用数字电路向产品转移的教学改革,考虑到单纯数字电路组成产品较少、产品中所用单元电路种类不多的情况,选用了教学用产品“数字时钟电路”。不但有单元电路的安装测试,还有电子产品的安装调试,使学生有一个明确的电子产品概念,感受理论与实际技能的实用价值,提高对理论以及技能学习和探究的兴趣;增强职业岗位针对性和职业道德的培养,使职业能力素质得到提升。

(2) 遵循“先仿后创”的原则,培养举一反三的能力。

即实行先仿制、后创新的路子。使学生能仿照引领电路、产品,根据给定的电路图安装、测试同类型电路、产品,学会如何把所学知识变成实用产品,享受自己劳动成果的愉悦,实现知识向能力的转化。引导其学会举一反三,培养其创新意识和创新能力。

(3) 开展“教学做一体化”教学,提高教学效果。

开展“教学做一体化”的教学模式,边教、边学、边练,适应中职学生的心理特征和认知能力与水平,提高教学效果和教学质量。

(4) 教材编写通俗易懂，循序渐进，符合中职学生的接受水平和认知规律。

教材编写过程中在通俗易懂上下工夫，突出一个“浅”字。为降低难度，本着“先仿后创，先易后难，循序渐进”的原则，先给出电路原理图、调试工艺（方法、步骤）进行安装调试；其次给出电路图，学生自行设计装接图；然后整机总装、调试；最后组成产品（数字时钟电路），进行安装调试。

(5) 为推行“双证制”打基础。

列出维修电工中级职业技能鉴定中本课程的应知考试题，在实训中按职业技能鉴定应会考核方式进行评价打分，为推行“双证制”打好基础。

(6) 对于超出中职大纲要求的内容，以“知识拓展”形式阐述。

本书是为了适应中等职业学校教学改革要求，培养中等职业技能向高等职业技能型人才转化而编写的中职中专电类专业通用教材。在编写过程中，编者认真研究了国家职业技能鉴定标准和电子产品生产一线的岗位要求，结合职业教育以及自身教学中的实际情况组织教材编写，尽最大努力使教材符合以产品为引领法的理论实践型一体化教学需求。

本教材由浙江省机电技师学院姚月明担任主编，黄小辉担任副主编，孙丽霞教授担任主审，李奇、周韶威、周斌彬、吴功伟参加了本书的编写。其中章节内容由吴功伟、黄小辉编写，技能训练安排由周斌彬、黄小辉编写验证，其他人完成资料收集、细节处理工作。全书由姚月明和黄小辉统稿。在编写过程中编者参考了许多实用资料。陈梓城教授对本书的编写还提出了许多宝贵意见，在这里对所有帮助和支持本书编写的领导和同志表示由衷的感谢。

教学内容学时分配

序号	技能任务	课时	学习单元内容
1	集成门电路的认识与测试	18	数制与码制概念、逻辑门电路、逻辑函数化简
2	译码数显电路的安装与调试	26	组合逻辑电路概念、编码器、译码器、集成编码器、集成译码器的应用
3	智能抢答器的安装与调试	18	RS 触发器、JK 触发器、D 触发器、集成触发器的应用
4	时分秒计数电路的安装与调试	26	时序逻辑电路概述、寄存器、计数器、集成计数器的应用
5	时基电路的安装与调试	20	常见的脉冲产生电路、NE555 时基电路的应用
6	模数与数模转换电路的安装与调试	18	模数转换器知识、数模转换器知识
7	数字电子产品的安装与调试	54	三个综合项目的安装与调试

由于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请读者批评和指正。

编者
2015 年 1 月

目 录

前言	
绪论	1
项目 1 逻辑门电路的认识与测试	5
任务 1.1 数制与编码	5
1.1.1 数制	5
1.1.2 几种数制之间的相互转换	6
1.1.3 码制	8
任务 1.2 逻辑门电路	9
1.2.1 基本逻辑关系	9
1.2.2 复合门电路	12
1.2.3 集成门电路	14
任务 1.3 逻辑函数的表示方法及相互转换	17
1.3.1 逻辑函数的表示方法	17
1.3.2 三种表示方法间的相互转换	18
任务 1.4 逻辑函数化简	19
1.4.1 逻辑代数的基本定律	19
1.4.2 逻辑函数的代数化简法	20
任务 1.5 集成门电路逻辑功能测试	21
1.5.1 任务目标	21
1.5.2 逻辑功能测试	21
1.5.3 问题讨论	23
1.5.4 技能评价	23
单元小结	24
自我检测题	25
项目 2 译码数显电路的安装与调试	28
任务 2.1 组合逻辑电路的基本知识	28
2.1.1 组合逻辑电路的分析	28
2.1.2 组合逻辑电路的设计	30
任务 2.2 三人表决器的安装与调试	32
2.2.1 任务目标	32
2.2.2 实施步骤	33
2.2.3 问题讨论	36
2.2.4 技能评价	36
任务 2.3 编码器及逻辑功能的测试	37

2.3.1 编码器	38
2.3.2 集成编码器逻辑功能测试	40
任务 2.4 译码器及逻辑功能测试	41
2.4.1 译码器	41
2.4.2 集成译码器逻辑功能测试	46
任务 2.5 译码数显电路的安装与测试	47
2.5.1 任务目标	47
2.5.2 实施步骤	47
2.5.3 问题讨论	50
2.5.4 技能评价	50
单元小结	52
自我检测题	52
项目 3 智能抢答器的安装与调试	55
任务 3.1 基本 RS 触发器	55
3.1.1 电路组成及逻辑符号	55
3.1.2 逻辑功能分析	56
任务 3.2 同步 RS 触发器	57
3.2.1 电路组成及逻辑符号	57
3.2.2 逻辑功能分析	57
任务 3.3 边沿 JK 触发器	59
3.3.1 下降沿 JK 触发器	59
3.3.2 集成边沿 JK 触发器	60
任务 3.4 边沿 D 触发器	61
3.4.1 上升沿 D 触发器	61
3.4.2 集成边沿 D 触发器	62
任务 3.5 四人智能抢答器的安装与调试	64
3.5.1 任务目标	64
3.5.2 实施步骤	64
3.5.3 问题讨论	68
3.5.4 技能评价	68
单元小结	69
自我检测题	71
项目 4 时分秒计数电路的安装与调试	74
任务 4.1 时序逻辑电路概述	74
4.1.1 时序逻辑电路的组成	74
4.1.2 时序逻辑电路的分类	75
任务 4.2 寄存器及逻辑功能测试	75
4.2.1 数码寄存器	75
4.2.2 移位寄存器	76

4.2.3 集成寄存器逻辑功能测试·····	79
任务 4.3 计数器及逻辑功能测试·····	80
4.3.1 二进制计数器·····	80
4.3.2 十进制加法计数器·····	82
4.3.3 中规模集成计数器·····	83
4.3.4 集成计数器逻辑功能测试·····	85
4.3.5 任意进制计数器·····	86
4.3.6 集成计数器的应用·····	88
任务 4.4 时分秒单元电路的安装与测试·····	89
4.4.1 任务目标·····	89
4.4.2 实施步骤·····	89
4.4.3 问题讨论·····	94
4.4.4 技能评价·····	94
单元小结·····	95
自我检测题·····	96
项目 5 时基电路的安装与调试·····	98
任务 5.1 555 定时器·····	98
5.1.1 概述·····	98
5.1.2 555 定时器的组成及引脚功能·····	99
5.1.3 555 定时器逻辑功能·····	100
任务 5.2 555 定时器的应用·····	101
5.2.1 用 555 构成单稳态触发器·····	101
5.2.2 用 555 构成施密特触发器·····	103
5.2.3 用 555 构成多谐振荡器·····	105
任务 5.3 时基电路的安装与测试·····	107
5.3.1 任务目标·····	107
5.3.2 实施步骤·····	108
5.3.3 问题讨论·····	109
5.3.4 技能评价·····	109
单元小结·····	111
自我检测题·····	111
* 项目 6 模数与数模转换电路的安装与调试·····	113
任务 6.1 模数转换器·····	113
6.1.1 模数转换基本概念·····	113
6.1.2 集成模数转换器·····	115
任务 6.2 数模转换器·····	116
6.2.1 数模转换基本概念·····	116
6.2.2 集成数模转换器·····	117
任务 6.3 模数与数模转换电路的安装与测试·····	118

6.3.1	任务目标	118
6.3.2	实施步骤	119
6.3.3	问题讨论	123
6.3.4	技能评价	123
单元小结		124
自我检测题		125
项目 7 数字电子产品的安装与调试		127
任务 7.1 数字时钟电路的安装与调试		127
7.1.1	任务目标	127
7.1.2	电路基本工作原理	127
7.1.3	电路安装	129
7.1.4	电路调试	130
7.1.5	技能评价	131
任务 7.2 八路智力竞赛抢答器的安装与调试		132
7.2.1	任务目标	132
7.2.2	电路基本工作原理	133
7.2.3	电路安装	135
7.2.4	电路调试	137
7.2.5	技能评价	137
任务 7.3 简易数字频率计的安装与调试		138
7.3.1	任务目标	138
7.3.2	电路基本工作原理	138
7.3.3	电路安装	140
7.3.4	电路调试	142
7.3.5	技能评价	143
附录		145
附录 A 维修电工中级工职业技能鉴定应知考试（数字电路部分）试题汇编及 参考答案		145
附录 B 数字电路常用集成芯片引脚图		146
附录 C 学生实训记录卡		150
附录 D 教师用记录表		157
参考文献		159

绪 论

随着电子技术的发展，数字化已成为近代电子技术的发展趋势和重要基础。数字技术在近十年来获得空前飞速的发展，随着数字集成工艺的日益完善，数字技术已渗透到国民经济和人民生活各个领域，如：音乐 CD、MP3；电影 MPEG、RM、DVD；数字电视；数字照相机；数字摄影机；手机等。掌握数字电路的基本理论及其分析方法，对于学习和掌握当代电子技术是非常必要的。

一、数字电路与模拟电路

在电子技术中，被传递和处理的电信号分为模拟信号和数字信号两大类。处理前一类信号的电路称为模拟电路，处理后一类信号的电路称为数字电路。

模拟信号指在时间上和数值上都是连续变化的信号。如模拟电视的图像和伴音信号，生产过程中由传感器检测的由某种物理量转化成的电信号等。

数字信号是指在时间上和数值上都是断续变化的离散信号。如由计算机键盘输入计算机的信号，自动生产线上记录产品或零件数量的信号等。电信号是指随时间变化的电压和电流。

图 0-1 (a)、(b) 所示分别为模拟电压信号和数字电压信号。

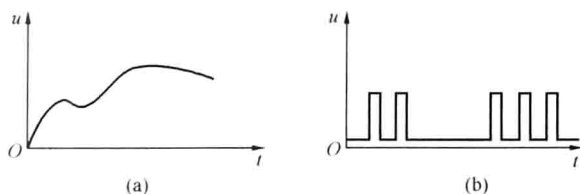


图 0-1 模拟电压信号和数字电压信号

(a) 模拟电压信号；(b) 数字电压信号

二、常见的脉冲波形及参数

脉冲信号是指在短暂时间间隔内作用于电路的电压或电流。

脉冲信号有多种多样，图 0-2 画出了几种常见的脉冲波形，它可以是偶尔出现的单脉冲，也可以是周期性出现的重复脉冲序列。

数字电路中的输入、输出电压值一般只有两种取值——高电平或低电平，电路中的晶体管（或门电路）均处于开关状态，因此常将脉冲信号中最典型的理想矩形脉冲波作为电路的工作信号，如图 0-3 (a) 所示。

实际的矩形脉冲波如图 0-3 (b) 所示，当它从低电平上升为高电平，或由高电平下降到低电平时，并不是理想的跳变，顶部也不平坦。为了具体说明矩形脉冲波形，常引入以下一些参数。

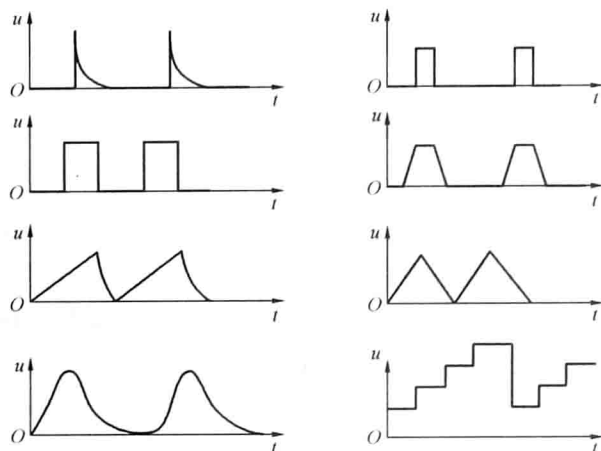


图 0-2 常见的脉冲波形

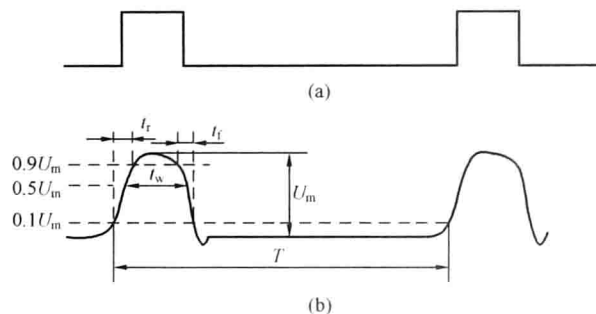


图 0-3 矩形脉冲参数

(a) 理想矩形波；(b) 实际矩形波

(1) 脉冲幅度 U_m ：指脉冲跳变的最大幅值。

(2) 前沿或上升时间 t_r ：通常指由 $0.1U_m$ 上升到 $0.9U_m$ 所需的时间。 t_r 越短，脉冲上升的越快，越接近于理想的矩形波的上升跳变。

(3) 后沿或下降时间 t_f ：指从 $0.9U_m$ 下降到 $0.1U_m$ 所需要的时间。

(4) 脉冲宽度 t_w ：指前、后沿电压为 $0.5U_m$ 两点间的时间间隔，也可称为脉冲持续时间、有效脉冲宽度等。

(5) 重复周期 T ：指相邻脉冲上相应点之间的时间间隔，其倒数为每秒脉冲数，或称为脉冲的重复频率。

(6) 脉宽比 t_w/T ：指脉冲宽度与周期之比，也可称为占空系数，其倒数称为空度比。

三、数字电路特点

(1) 数字电路的基本工作信号是用 1 和 0 表示的二进制数字信号，反映在电路就是高电平和低电平。

(2) 晶体管处于开关工作状态，抗干扰能力强，精度高。

(3) 通用性强。功耗小，结构简单，容易制造，便于集成及系列化生产。

(4) 具有“逻辑思维”能力。数字电路能对输入的数字信号进行各种算术运算、逻辑运

算和逻辑判断，故又称为数字逻辑电路。

四、数字电路的组成

数字电路是运用数字电子技术实现某种功能的电路系统。从电路结构上来看，它们是由一些单元数字电路组成，尽管各种系统用途不同，体现在具体电路上也有很大的差别。但若从系统功能上来看，各种数字系统都有共同的原理框图。典型数字系统的原理框图如图 0-4 所示。

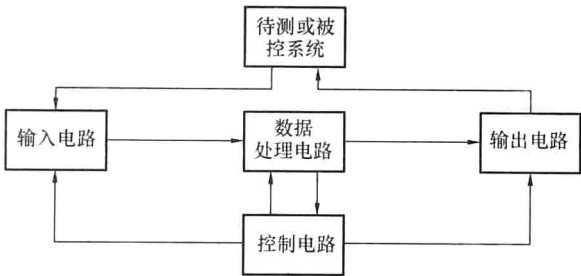


图 0-4 典型数字电路原理框图

五、数字时钟电路组成框图

数字时钟电路采用多种数字芯片组成，如图 0-5 所示。其中包括了组合逻辑电路和时序逻辑电路，组合逻辑电路中含有的元器件有编码器和译码器等，而时序逻辑电路中含有的元器件有寄存器和计数器等。在数字时钟电路里面含有振荡电路、分频电路、校时电路、计数电路及译码电路等。数字时钟实物如图 0-6 所示。

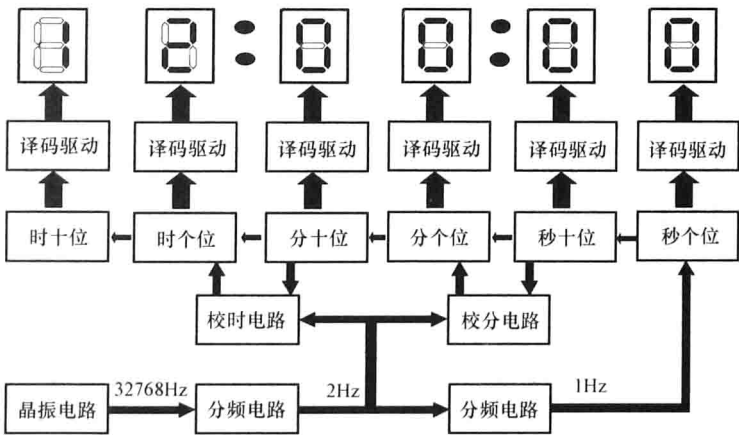


图 0-5 数字时钟系统框图

本课程以数字时钟电路为主线进行电子元器件、数字电路知识学习和技能训练，学会安装调试基本数字电路，学会数字时钟电路整机安装调试，并且仿照其进行其他数字电路组成电子产品的安装调试。

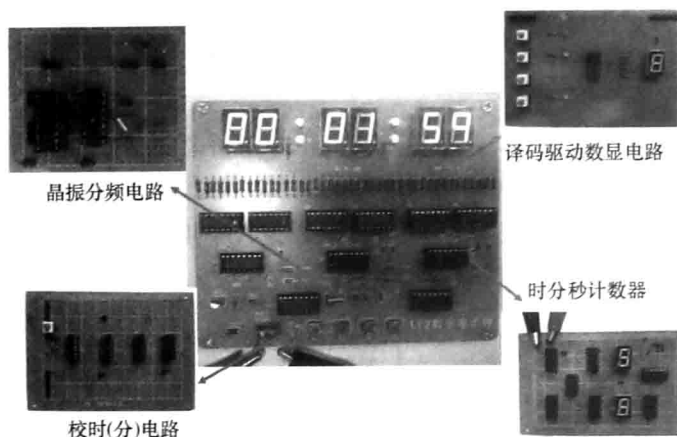


图 0-6 数字时钟实物

六、数字电路的学习方法

数字电路是电子类专业通用的技术基础课，也是一门实践性较强的课程，根据课程的特点学习过程中应注意以下问题：

(1) 提高对本课程重要性的认识。本课程要为后续专业课程学习打好基础；为培养电子技术应用能力服务；所学的元器件和基本电路在工程实践中具有广泛的实用价值。因此要提高认识，认真学习。

(2) 数字电路所研究的主要问题是电路的输入和输出之间的逻辑关系，即电路的逻辑功能。它所利用的数学工具是逻辑代数，描述电路逻辑功能的主要方法是真值表、逻辑函数表达式、波形图等。

(3) 掌握数字器件的外部逻辑功能、使用方法及其功能的扩展，对内部电路的工作原理分析仅为了加深对外部电路的理解，要抓住重点。学会了逻辑分析和逻辑设计的基本方法，就具备了分析和解决数字电子电路有关问题的能力。

(4) 理论联系实际，重视实践教学环节。学习的目的在于应用，理论学习要为培养电子技术能力服务。本课程是实践性很强的课程，要注意理论与工程实际的应用。重视实验与课程设计。

(5) 注重职业道德的培养，养成良好的职业习惯。电子技术工作是严、细、实的技术工作，必须有良好的职业习惯，在实验实习时必须严格遵守实验规则和安全操作规程，防止损坏仪器设备和发生重大设备、人身安全事故。正确使用仪表，正确读数，养成严谨细致的工作作风。

想一想

1. 什么是模拟信号？什么是数字信号？
2. 生活中有哪些信号是模拟信号，哪些信号是数字信号？

项目 1 逻辑门电路的认识与测试

学习目标



应知

- (1) 了解数字信号与模拟信号的区别。
- (2) 会进行二进制数、十进制数和十六进制数之间的相互转换。
- (3) 了解 8421BCD 码的表示形式。
- (4) 了解基本逻辑门、复合逻辑门的逻辑功能和逻辑符号。
- (5) 了解 TTL、CMOS 集成门电路的型号、逻辑功能和逻辑符号。
- (6) 熟悉逻辑代数的基本公式、基本定律和用代数法化简逻辑函数。



应会

- (1) 初步学会查阅数字集成电路手册和上网查寻集成门电路。
- (2) 认识集成门电路的外形和封装，能合理使用集成门电路。
- (3) 认识常见 TTL、CMOS 集成门电路的型号及引脚，会测试其逻辑功能。
- (4) 初步学会简单数字电路的制作。



引言

在电子线路中处理模拟信号的电路称为模拟电路，处理数字信号的电路称为数字电路。两者有什么不同呢？那就从学习本单元描述有关数字电路的基础知识开始了解吧。

任务 1.1 数制与编码

1.1.1 数制

人们在生产和生活中，创造了各种不同的计数方法，采用哪种方法计数，是根据需要和方便而定的。数制就是计数的方法。常用的计数方法有十进制、二进制、八进制、十六进制等，下面分别介绍这几种进制。

1. 十进制数

十进制数是人们在日常生活中的最熟悉的一种数制，它有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 十个数码，基数为 10。计数规则是逢十进一或借一当十。

每一位数码根据它在数中的位置不同，代表不同的值， n 位十进制数中，第 i 位所表示的数值就是处在第 i 位的数字乘上 10^i （基数的 i 次幂）。常把基数的 i 次幂叫做第 i 位的位权。

第 0 位的位权就是 10^0 ，第 1 位的位权就是 10^1 ，第 2 位的位权是 10^2 ，第 3 位的位权是 10^3 。例如

$$2567 = 2 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 7 \times 10^0$$

又如 $5230.45 = 5 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 0 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$

式中的下标 10 表示 (N) 是十进制数, 下标也可以用字母 D 来代替。

例如 $(75)_{10} = (75)_D$

十进制数要用电路来实现是非常困难的, 通常在数字电路中一般不直接采用十进制数。

2. 二进制数

二进制数只有 0、1 两个数码, 基数为 2, 计数规则是逢二进一或借一当二。其位权为 2 的整数幂, 按权展开式的规律与十进制相同。

例如 $(1011)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

又如 $(1001.01)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

式中的下标 2 表示 (N) 是二进制数, 下标也可以用字母 B 来代替。

由于二进制数只有 0 和 1 两个数码, 便于电路实现, 且二进制的基本运算操作方便, 因此在数字系统中被广泛使用。

3. 八进制数和十六进制数

由于二进制数在使用时, 位数经常很多, 不便于书写和记忆, 在数字系统中常采用八进制和十六进制来表示二进制数。

(1) 八进制数有 0、1、2、3、4、5、6、7 八个数码, 基数为 8, 各位的位权是 8 的整数幂, 其计数规则是逢八进一或借一当八。

下标也可以用字母 O 来代替。

例如 $(1536)_8 = (1536)_O = 1 \times 8^3 + 5 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 6 \times 8^0$

(2) 十六进制数有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 十六个数码, 符号 A~F 分别代表十进制的 10~15, 基数为 16, 其计数规则是逢十六进一或借一当十六。

下标也可以用字母 H 来代替。

例如 $(39FA)_{16} = (39FA)_H = 3 \times 16^3 + 9 \times 16^2 + F \times 16^1 + A \times 16^0$



为什么在数字电路中不使用十进制、十六进制, 而使用二进制呢?

1.1.2 几种数制之间的相互转换

1. 非十进制数转换为十进制数

所谓非十进制数转换为十进制数, 就是把非十进制数转换为等值的十进制数。转换方法只需将非十进制数按权展开, 然后相加, 就可以得出结果。

【例 1.1-1】 $(11011.01)_2 = (\quad)_{10}$

解: $(11011.01)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$
 $= 2^4 + 2^3 + 2^1 + 1 + 2^{-2}$
 $= (27.25)_{10}$

【例 1.1-2】 $(126)_8 = (\quad)_{10}$

解:
$$\begin{aligned}(126)_8 &= 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 6 \times 8^0 \\ &= 64 + 16 + 4 \\ &= (84)_{10}\end{aligned}$$

【例 1.1-3】 $(5A7)_{16} = (\quad)_{10}$

解:
$$\begin{aligned}(5A7)_{16} &= 5 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 7 \times 16^0 \\ &= 5 \times 256 + 160 + 7 \\ &= (1447)_{10}\end{aligned}$$

2. 十进制数转换为非十进制数

所谓十进制数转换为非十进制数,就是把十进制数转换为等值的非十进制数。把十进制数转换为非十进制数,需要把十进制的整数部分和小数部分分别进行转换,然后在把它们合并起来。

十进制的整数部分可以采用连除法,即用转换计数的基数连续除该数,直到除得的商为 0 为止。每次除完所得余数就作为要转换数的系数,取最后一位余数为最高位,依次按从低位到高位顺序排列。这种方法可概括为“除基数,得余数,作系数,从低位到高位”。

【例 1.1-4】 $(38)_{10} = (\quad)_2$

解:

2	38.....余数 0—— a_0	读写顺序 ↑ 1 0 0 1 1 0
3	19.....余数 1—— a_1	
4	9.....余数 1—— a_2	
5	4.....余数 0—— a_3	
6	2.....余数 0—— a_4	
7	1.....余数 1—— a_5	
0		

所以 $(38)_{10} = (100110)_2$

由于八进制数和十六进制数与二进制数之间的转换关系非常简单,可以利用二进制数直接转化为八进制数和十六进制数。

二进制数转换成八进制数,只要把二进制数从低位到高位,每三位分成一组,高位不足三位时补 0,写出相应的八进制数,就可以得到二进制数的八进制转换值。反之,将八进制数中每一位都写成相应的三位二进制数所得到的就是八进制的二进制转换值。

例如:
$$(81)_{10} = (1010001)_2 = (\begin{smallmatrix} 001 & 010 & 001 \end{smallmatrix}) = (121)_8$$

$\downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow$
 1 2 1

$(27)_8 = (\begin{smallmatrix} 2 & 7 \end{smallmatrix})_8 = (10111)_2$

$\downarrow \qquad \qquad \downarrow$
 010 111

同理,二进制数转换成十六进制数,只需要把二进制数从低位到高位,每四位分成一组,高位不足 4 位时补 0,写出相应的十六进制数,所得到的就是十六进制转换值。反之将十六进制数中的每一位都写成相应的四位二进制数,便可得到十六进制数的二进制转换值。

例如 $(375)_{10} = (11011011)_2 = (1101 \quad 1011)_2 = (DB)_{16}$

$\downarrow \qquad \qquad \downarrow$
D B

$(7A)_{16} = (7 \quad A)_{16} = (1111100)_2$

$\downarrow \qquad \qquad \downarrow$
0111 1100

各种进制转换对照表，见表 1. 1-1。

表 1. 1-1 各种进制对照表

十进制数	二进制数	八进制数	十六进制数
0	00000	0	0
1	00001	1	1
2	00010	2	2
3	00011	3	3
4	00100	4	4
5	00101	5	5
6	00110	6	6
7	00111	7	7
8	01000	10	8
9	01001	11	9
10	01010	12	A
11	01011	13	B
12	01100	14	C
13	01101	15	D
14	01110	16	E
15	01111	17	F

 练一练

1. 将二进制数转化成十进制数和十六进制数。
- $(1011101)_2 = (\quad)_{10} = (\quad)_{16}$
- $(11010)_2 = (\quad)_{10} = (\quad)_{16}$
2. 将十进制数转换成二进制和十六进制数。
- $(52)_{10} = (\quad)_2 = (\quad)_{16}$

 知识拓展

1. 1. 3 码制

数字电路中的信息分为两种，一种是数值信息，另一种是文字、符号信息，码制是指用