



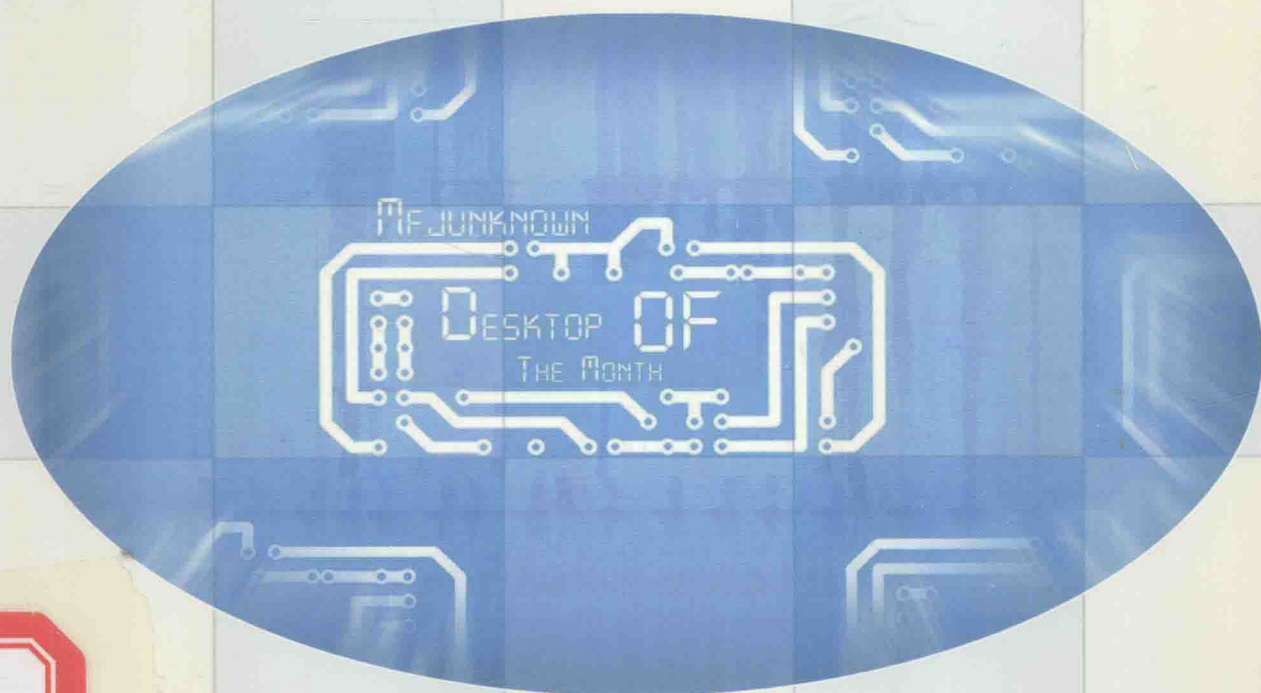
新世纪高职高专  
电子信息类课程规划教材

# 数字电路分析制作与调试

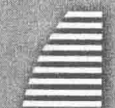
SHUZI DIANLU FENXI ZHIZUO YU TIAOSHI

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 毛瑞丽 林海峰



大连理工大学出版社  
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



新世纪

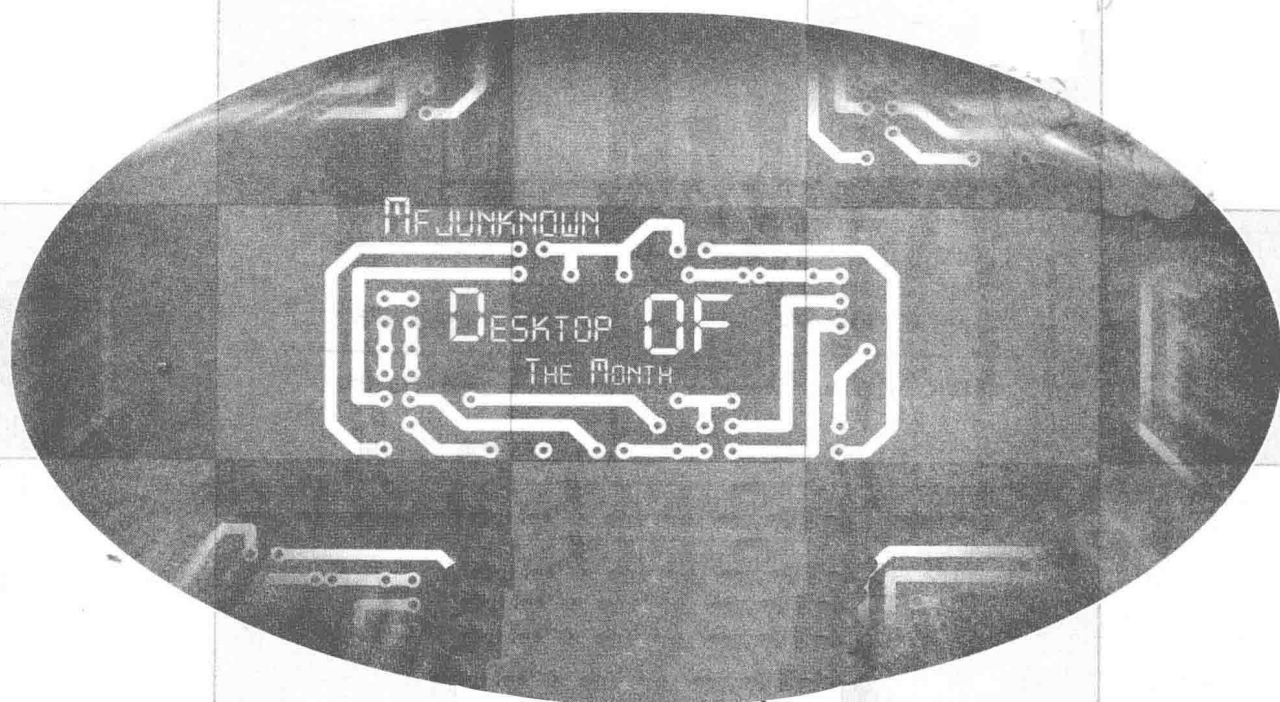
新世纪高职高专  
电子信息类课程规划教材

# 数字电路分析制作与调试

SHUZI DIANLU FENXI ZHIZUO YU TIAOSHI

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 毛瑞丽 林海峰



大连理工大学出版社  
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

## 图书在版编目(CIP)数据

数字电路分析制作与调试 / 毛瑞丽, 林海峰主编  
— 大连: 大连理工大学出版社, 2013. 5  
新世纪高职高专电子信息类课程规划教材  
ISBN 978-7-5611-7029-8

I. ①数… II. ①毛… ②林… III. ①数字电路—电  
路分析—高等教育—教材②数字电路—调试方法—高  
等职业教育—教材 IV. ①TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 139989 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

电话: 0411-84708842 邮购: 0411-84703636 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://www.dutp.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

---

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 12 字数: 276 千字  
印数: 1~1500

2013 年 5 月第 1 版

2013 年 5 月第 1 次印刷

---

责任编辑: 潘弘喆

责任校对: 鲍雪梅

封面设计: 张莹

---

ISBN 978-7-5611-7029-8

定 价: 27.00 元

## 总序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养技能型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养技能型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且唯一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的特点与偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职高专教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

## 前

## 言

“数字电路分析制作与调试”课程是北京信息职业技术学院首批试点的十门示范课之一,2008年被评为北京市精品课程。课程内容包括模拟电子技术、数字电子技术和高频电子技术三部分。

几年来,我们多次到企业调研,并请来企业实践专家,召开“电子信息工程技术”专业职业分析研讨会,并多次召开专业综合能力与专项技能分析研讨会,经过深入分析研究,确定“电子信息工程技术”专业的毕业生应具备的职业能力有:

- (1) 实用电路的分析与设计能力
- (2) 简单电子产品的设计与制作能力
- (3) 小型电子整机的安装与调试能力
- (4) 电子整机维修能力

由此构建了几门专业核心课程,“数字电路分析制作与调试”就是其中一门很重要的职业核心课程,其目的是培养学生从事电子技术类工作的核心职业能力,在本课程中体现为实用电子电路设计与制作的能力,同时为后续的电子产品的设计与制作打下坚实的基础。

“数字电路分析制作与调试”课程建设遵循“以能力为本位,以就业为导向”的原则,针对高职院校的培养目标,结合我院电子工程系“以典型电子产品为载体设置课程体系”的人才培养模式要求,大胆进行改革,在课程改革过程中,多次组织专家进行研讨,剖析职业岗位能力,分析专项技能,提炼教学任务,确定课程载体,整合课程内容。通过课程建设,探讨“工学结合”的教学模式,改进教学手段,创新考评机制,完善了课程教学资料,在学院的教学改革和课程建设中起到了积极的推动作用。

《模拟电路分析制作与调试》《数字电路分析制作与调试》两本教材就是我们与企业合作共同编写的工学结合课程——电子电路分析制作与调试——的配套教材。

《数字电路分析制作与调试》一书以真实的、典型的电子产品为载体组织教学内容,强调以工作过程作为学生的主要学习手段,采用项目教学法,融教、学、做为一体,让学生“在学中做,在做中学”,通过实际分析、设计、制作和调试实用的、真实的电子产品,使学生真正掌握现代电子技术专业技能,以满足社会对高技能人才的要求。

本教材介绍了数字电子技术基本概念、电路基本分析方法、典型电路的功能及应用、各种常用集成电路芯片的特性及其应用电路等。全书共分为四个项目,分别是:计时显示设计与制作、自动报时电路的设计与制作、脉冲信号产生电路的设计与制作、数字钟的安装与调试。

通过完成典型电子产品的设计、制作和调试,不仅培养了学生设计、制作和调试实用电子电路的能力,同时也使学生了解了工作过程中的规律,在完成任务的同时掌握了工作方法,达到了培养学生职业能力的目的。

本教材的主要特点是:

(1)教材保持了知识的系统性,内容基本涵盖了数字电子技术的全部内容,便于学生在学习中保持知识的连贯性,防止出现课程结束后学生脑子里都是知识碎片的情况,也便于学生自学。

(2)教材每个项目都给出了本项目应学习的知识点和技能要求,每个项目均给出了项目描述、技术指标、能力目标、学习环境、成果验收要求,便于采用“教学做一体化”的“项目教学法”,适合在数字电子技术课程建设与改革实践中使用。

(3)创新了考评机制。本课程不再以考试成绩作为对学生的评价的唯一依据,而是注重学生的学习过程考评。课程总成绩中项目考评成绩占较大部分(60%左右),期末成绩占较小部分(30%左右),根据学校实际情况也可以有一部分平时成绩(10%左右)。项目考评成绩中包括项目制作和调试成绩、答辩成绩、项目设计报告成绩等,可根据学生实际情况确定各部分的比例。

(4)企业专家参加了教学项目的选取和教材的编写工作,使教学载体更加接近真实电子产品。

教学中,学习活动的设计可参照企业岗位的工作过程,大体按照六个教学步骤来设计:1. 获取信息、明确任务;2. 制订计划、安排进度;3. 选择方案、做出决策;4. 任务实施、

完成工作;5. 对照要求、检查控制;6. 总结评估、提出改进。

对每一个项目,具体的教学过程如下:

#### (1)明确任务,制订计划

每个项目开始前,发给学生项目任务书和项目指导书,使学生明确所设计和制作电路的技术指标,明确考核方法和考核标准,并制订详细的工作计划。

#### (2)按照任务要求设计电路

这个阶段要学习与项目相关的理论知识,学习电路的设计方法,让学生在课下上网搜索或查阅资料,找到集成电路管脚图、典型应用电路等,课上根据设计指标要求,让学生分组(一般3~4人一组),按照要求设计电路并画出电路图,确定元器件参数。现在的电路设计一般就是在已有的典型电路的基础上选择合适的电路元件,学生在教师的指导下一般能够自行设计出电路,教师对学生设计的电路要进行讲评,指出所设计电路的优点及缺陷,并给出实际产品的电路图。

#### (3)制作、调试电路

学生按照电路图焊接(或插接)并调试电路。整个制作和调试过程中,教师只起指导作用,帮助学生分析故障产生的原因,一切问题由学生自己解决。

#### (4)根据技术指标要求验收电路

学生实际操作过程中随时验收。验收过程中,根据设计电路的技术指标要求,由学生自己测试电路。每个学生制作的每一个项目都要经过验收。

#### (5)撰写报告

电路制作、调试完成后,要求学生写出完整的项目设计报告。

#### (6)答辩

答辩有两种方式,在某个项目完成时,一般采用回答问题的方式;在一个完整的工作任务(电子产品)完成后,一般采用分小组公开答辩的方式。通过答辩,使学生对理论知识有更深刻的理解。

#### (7)评估并提出改进意见

一方面学生针对自己制作完成的电路、产品提出需改进的意见,另一方面教师针对学生的制作和调试过程提出改进建议,并对学生完成项目的情况进行评估。

在整个教学过程中,理论知识的学习伴随任务的实施,真正做到了融教、学、做为一体。

本教材适合于高职院校电子、通信、计算机、机电等各类工科专业“数字电子技术”课程的教学使用,也可作为中职院校师生的参考书。

本教材建议学时为 60 学时,也可根据教学需求选择教学内容。

本教材由北京信息职业技术学院毛瑞丽副教授、林海峰讲师主编,北京信息职业技术学院张智慧讲师和北京东方视讯电子设备有限公司周涛高级工程师参编。其中项目 1、项目 2 由毛瑞丽编写,项目 3、项目 4 由张智慧、林海峰编写,全书由毛瑞丽和林海峰统稿。

为了方便教师更好地展开立体化教学,本教材另配有电子课件和习题答案,请登录教材服务网站下载。

编 者

2013 年 5 月

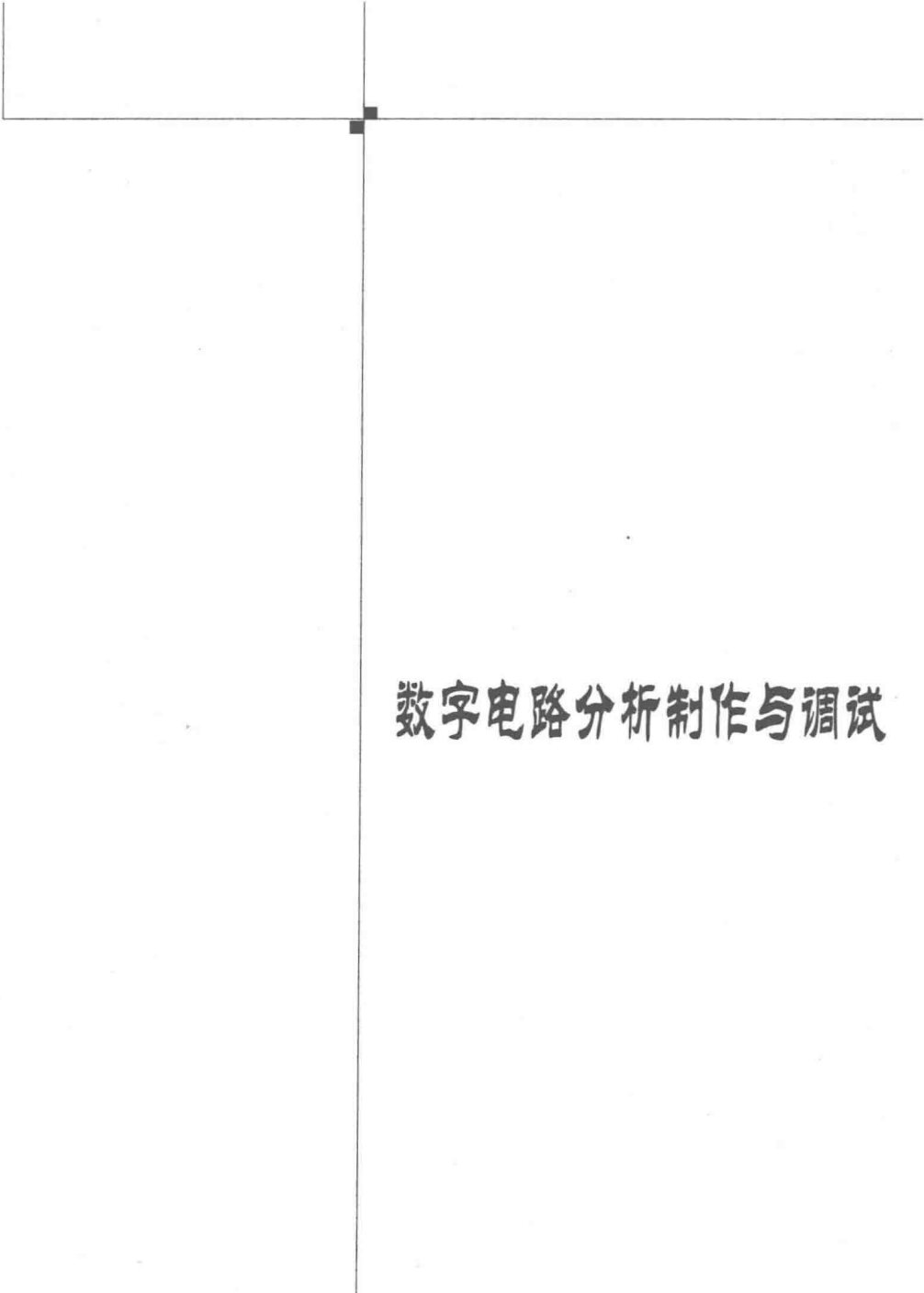
所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84707492 84706104



|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 项目 1 计时显示设计与制作 .....        | 3   |
| 1.1 逻辑代数基础知识 .....          | 10  |
| 1.2 逻辑电路基本单元 .....          | 30  |
| 1.3 组合逻辑电路的分析方法和设计方法 .....  | 51  |
| 1.4 编码器的功能及应用 .....         | 57  |
| 1.5 译码器的功能及应用 .....         | 62  |
| 1.6 计数器的功能及应用 .....         | 68  |
| 实验 1 各种门电路的认识和功能测试 .....    | 77  |
| 实验 2 编码、译码及显示电路的构成 .....    | 78  |
| 实验 3 触发器功能测试 .....          | 81  |
| 实验 4 计数、显示电路的构成 .....       | 83  |
| 知识梳理与总结 .....               | 84  |
| 项目 2 自动报时电路的设计与制作 .....     | 93  |
| 2.1 数值比较器的功能及应用 .....       | 98  |
| 2.2 加法器的功能及应用 .....         | 101 |
| 2.3 数据选择器和数据分配器的功能及应用 ..... | 106 |
| 2.4 寄存器的功能及应用 .....         | 111 |
| 实验 5 加法器功能测试和级联 .....       | 116 |
| 知识梳理与总结 .....               | 117 |
| 项目 3 脉冲信号产生电路的设计与制作 .....   | 119 |
| 3.1 555 定时器的结构和工作原理 .....   | 124 |
| 3.2 多谐振荡器 .....             | 127 |
| 3.3 单稳态触发器 .....            | 133 |
| 3.4 施密特触发器 .....            | 138 |
| 实验 6 用 555 定时器构成多谐振荡器 ..... | 142 |
| 知识梳理与总结 .....               | 143 |
| 项目 4 数字钟的安装与调试 .....        | 147 |
| 4.1 A/D 转换器(ADC) .....      | 152 |
| 4.2 D/A 转换器(DAC) .....      | 160 |
| 4.3 时序逻辑电路的分析与设计方法 .....    | 167 |
| 实验 7 A/D-D/A 转换实验 .....     | 176 |
| 知识梳理与总结 .....               | 177 |
| 参 考 文 献 .....               | 181 |



# 数字电路分析制作与调试



# 计时显示设计与制作

## 项目1

### 第一部分 项目实施

#### 一、项目说明

##### 1. 项目描述

数字电子钟是一种常用的电子产品,包括计时电路、显示电路、自动报时电路、校时电路、脉冲信号产生电路等。其电路框图如图 1-1 所示。本项目将用计数器、译码器、数码管、门电路等元器件设计和制作一个计时、显示电路,作为数字钟的计时、显示部分。

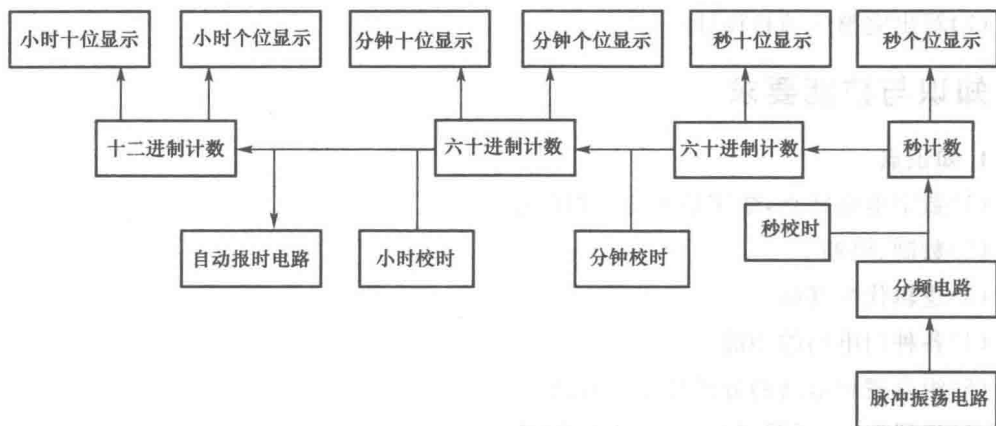


图 1-1 数字电子钟结构框图

##### 2. 技术指标

用数码管作为显示器,显示“秒”个位、十位,“分”个位、十位,“时”个位、十位,12 小时循环一次。

##### 3. 能力目标

- (1)能够正确识别、检测和选用触发器、计数器、编码器、译码器、数码管等元器件。
- (2)能看懂计时、显示电路的电路图。
- (3)能够按照电路原理图在面包板上搭接实用电路。
- (4)熟练使用万用表进行电路的测试。
- (5)能够对制作完成的电路进行调试以满足设计要求。

#### 4. 学习环境

电子电路设计与制作实训室。

#### 5. 成果验收要求

- (1) 制作、调试完成的计时显示电路实物。
- (2) 项目设计报告。

## 二、项目内容

- (1) 设计计时、显示电路,画出电路逻辑图。
- (2) 计时部分用计数器(74LS160)实现,分别有秒计数、分计数和小时计数,12 小时一循环;译码显示用七段显示译码器(74247)和数码管实现,能够显示秒个位、十位,分个位、十位,时个位、十位。
- (3) 查阅电子元器件手册,确定 74160、74247、数码管、门电路的功能及管脚图。
- (4) 按照电路图在面包板上正确搭接电路。
- (5) 调试电路,达到技术指标要求。
- (6) 答辩,正确回答问题,针对自己搭接的电路提出改进意见。
- (7) 写出完整的项目设计报告。

## 三、知识与技能要求

### 1. 知识点

- (1) 数字电路特点,数字信号与模拟信号
- (2) 数制、码制
- (3) 逻辑代数基础
- (4) 各种门电路的功能
- (5) 组合逻辑电路的分析和设计方法
- (6) 编码器、译码器、数码管的功能及使用方法
- (7) 触发器、计数器的功能及使用方法
- (8)  $N$  进制计数器的构成方法

### 2. 技能要求

- (1) 会识别和检测编码器、译码器、数码管、触发器、计数器等集成电路
- (2) 电路插接方法
- (3) 数字电路的测试、调试方法

## 四、项目设备资源

面包板(3 块),电子元器件(编码器、译码器、数码管、触发器、计数器、门电路等),万用表,秒脉冲发生器、直流稳压电源等。

## 五、注意事项

- (1) 连接电路时, 注意正确识别集成电路及其管脚, 接好电源和地。
- (2) 注意电源线和地线不要短路。
- (3) 注意安全用电。

## 六、项目制作与调试

### 1. 电路设计

#### (1) 利用 74LS160 构成六进制计数器

74LS160 是十进制计数器, 秒和分计时需要六进制计数器(秒十位和分十位), 小时计时需要十二进制计数器, 都可用 74LS160 实现。利用 74LS160 构成六进制计数器有两种方法: 异步清零法和同步置数法。电路逻辑图如图 1-2 和图 1-3 所示。

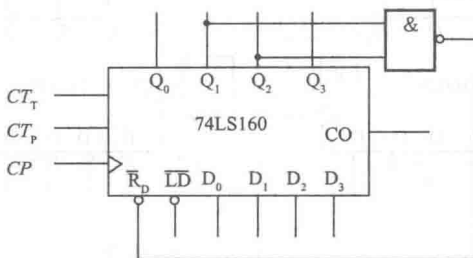


图 1-2 用异步清零法构成六进制计数器

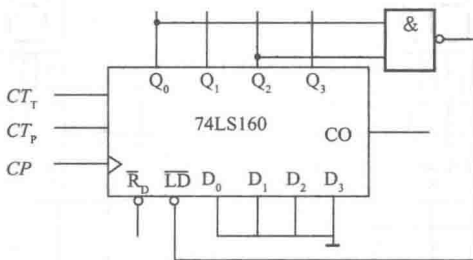


图 1-3 用同步置数法构成六进制计数器

#### (2) 利用 74LS160 构成十二进制计数器

利用两片 74LS160 构成十二进制计数器逻辑图如图 1-4 所示。

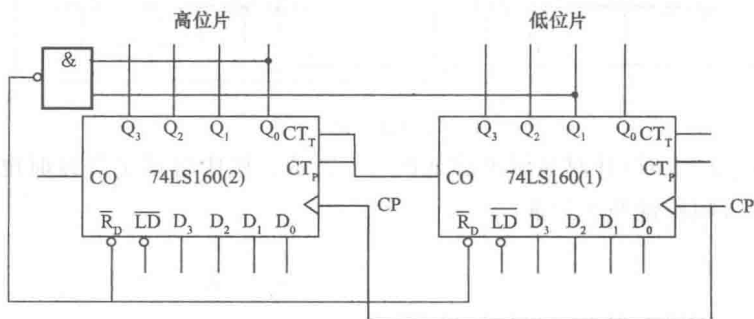


图 1-4 用 2 片 74LS160 构成十二进制计数器

### (3)分(秒)计时显示电路

计数器输出为数字 1~9 的 8421BCD 码,通过七段显示译码器译码,即可在数码管上显示需要的数字。如分或秒(六十进制)计时显示电路如图 1-5 所示,小时(十二进制)计时显示电路如图 1-6 所示。

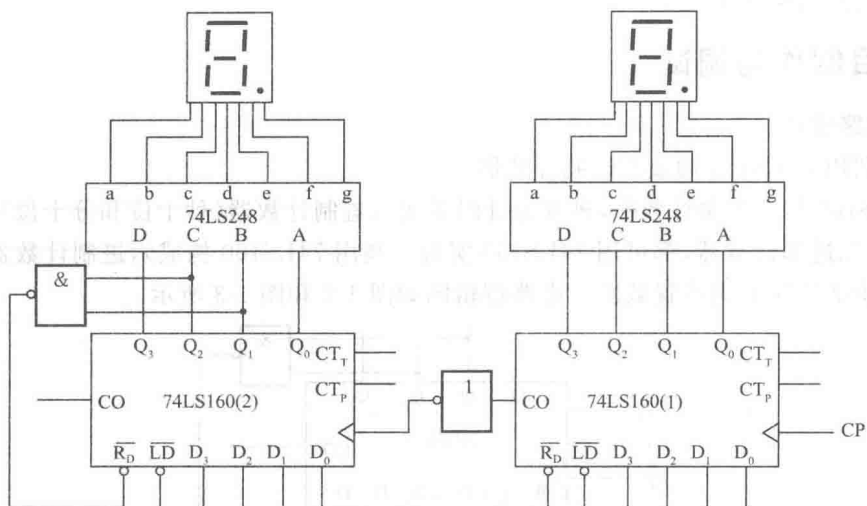


图 1-5 分(秒)计时显示电路

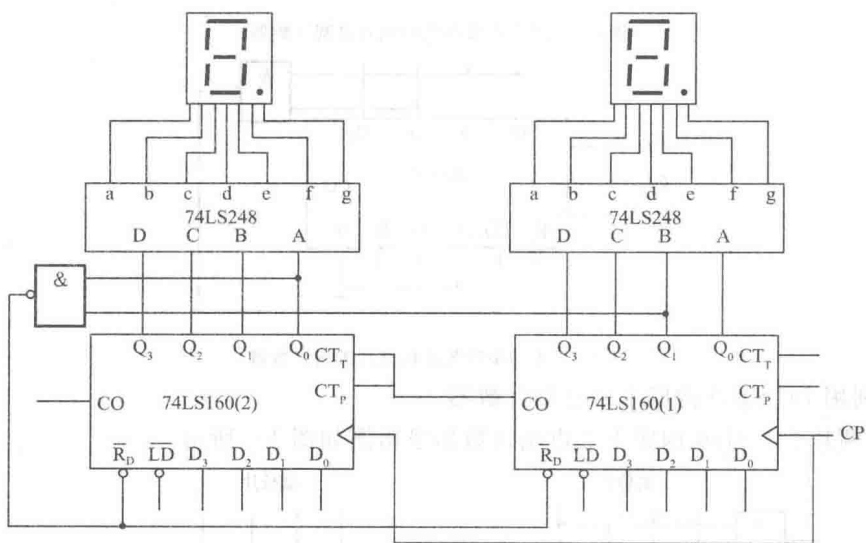


图 1-6 小时计时显示电路

数字钟(秒、分、小时)计时显示电路如图 1-7 所示。图中包括了分校时电路和小时校时电路(由与非门和按键开关组成)。

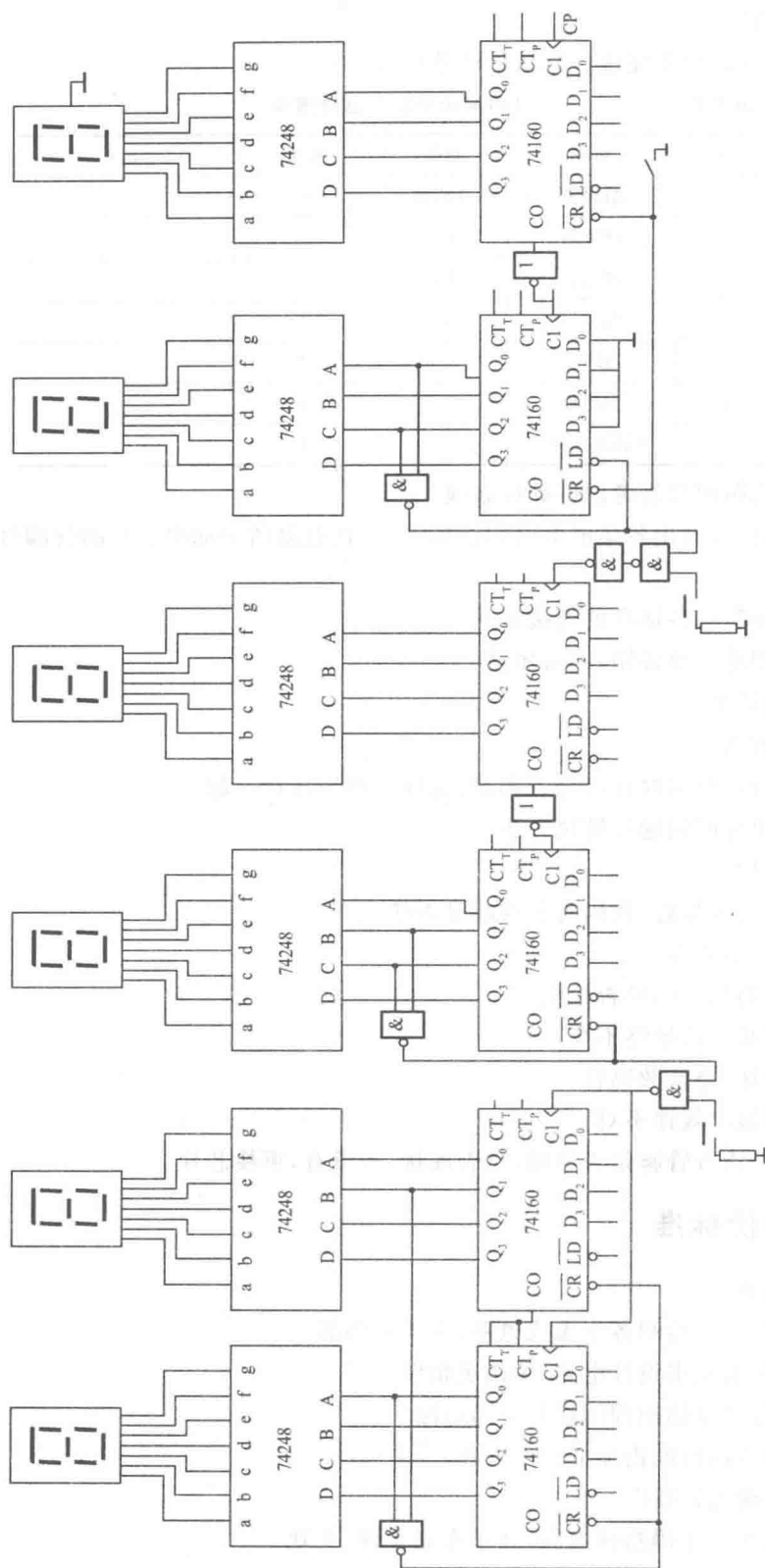


图1-7 计时显示电路逻辑图