



普通高等教育“十二五”规划教材——物电类
国家特色专业物理学教材

数字电路实验

主编 © 王新春



西南交通大学出版社



普通高等教育“十二五”规划教材——物电类
国家特色专业物理学教材

数字电路实验

SHUZI DIANLU SHIYAN

主 编◎王新春
副主编◎李家旺 刘喻民

西南交通大学出版社

• 成 都 •

内 容 简 介

本教材是国家特色专业(编号:12467)建设成果系列丛书之一。全书分为四个部分:第一部分是数字电路实验的基础知识,第二部分是数字电路硬件实验(14个),第三部分是数字电路软件实验(5个),第四部分是研习实验小论文(5篇)。使用者可根据专业的不同和学时数的不同,选择和组织教学内容。

本书可作为普通本科院校理工科电类和非电类以及计算机等专业的数字电路实验教材,也可作为高职、高专相应专业的实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

数字电路实验 / 王新春主编. —成都:西南交通大学出版社, 2014.8
普通高等教育“十二五”规划教材. 物电类
ISBN 978-7-5643-3350-8

I. ①数… II. ①王… III. ①数字电路—实验—高等学校—教材 IV. ①TN79-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第196515号

普通高等教育“十二五”规划教材——物电类

数字电路实验

主编 王新春

*

责任编辑 李芳芳

助理编辑 宋彦博

封面设计 严春艳

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路146号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

四川川印印刷有限公司印刷

*

成品尺寸:185 mm×260 mm 印张:10.75

字数:267千字

2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-3350-8

定价:25.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

序

特色专业是指充分体现学校办学定位，在教育目标、师资队伍、课程体系、教学条件和培养质量等方面，具有较高的办学水平和鲜明的办学特色，获得社会认同并有较高社会声誉的专业。特色专业是经过长期建设形成的，是学校办学优势和办学特色的集中体现。2010年7月，楚雄师范学院物理学（师范类）专业被批准为第六批国家特色专业建设点。这套教材就是楚雄师范学院物理与电子科学学院在建设国家特色物理学（师范类）专业过程中的部分成果展示。

在特色专业的建设中，我们根据目前中学物理新课标及中学物理教学改革趋势，构建课程体系和改革教学内容；整合课程内容，突出专业基本知识、基本技能以及教师职业核心能力培养；实施“5+5”课程改革计划，即“力学、热学、电磁学、光学、原子物理5门基础知识课程+5个相应中学物理课程学习”，突出专业基本知识的学习，同时熟悉中学物理课程体系。在学生实践能力的培养上，我们搭建了6个实践平台，即实验教学“8+2”模式平台、设计性实验平台、开放实验室平台、学科竞赛（如大学生电子设计大赛、物理教学技能大赛）平台、学生社团活动、大学生创新性实验计划项目以及学生参与教师科研项目平台，为培养学生的创新精神、实践能力助力。在本套教材编写过程中，我们根据学生实际，从实验课程构架情况以及对学生要求出发，以够用、适用为准则，以培养应用型人才为导向，希望能够指导学生更好地掌握相关物理学内容。

在编写过程中，我们得到了学校各级领导和同事的大力支持，也借鉴了一些国内同行的先进经验，在此一并表示衷心感谢。

由于时间和水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大师生在使用过程中提出宝贵意见，以利将来改进。

丛书编委会

二〇一四年三月

前 言

21 世纪是信息时代，是人才竞争的时代。为全面适应地方本科院校转为应用型的办学需要，特别是当地社会对地方本科院校应用型技术人才的迫切需求，以及通过“质量工程”的建设、“实践平台”的搭建，培养出具有竞争意识、创新能力的高素质应用型人才，我们在积极探索多年“数字电路”课程体系教学改革的基础上，编写了本书。本书主要用于培养学生的工程意识，提高其综合运用知识的能力，启发学生的创新思想，为培养好应用型本科人才打下坚实的基础。

《数字电路实验》是在国家特色专业建设项目（编号：12467）的支撑下，作者经多年的教学实践，特别是在结合近三年教学改革工程项目“电子信息教学团队”、“精品课程”、“主干课程”的基础上，为适应当前应用型人才培养的要求，落实国家教育部关于拓宽学科口径、强化实验技能和工程实践训练、提高综合素质、培养创新意识而编写的。它不仅适合电子信息类各专业独立设课的数字电路系列实验，通过对实验内容的有机组合，还可以作为其他相关专业的电子实验教材。本书重在实践，在保证学科系统性的基础上，从培养学生实践技能出发，结合“数字电路”、“在系统编程技术”、“数字系统设计”、“EDA 技术”等理论课程，以及“大学生电子设计竞赛”、“挑战杯”大学生课外科技作品竞赛等培训工作，精选内容，既注意与相应理论课程的结合，又具有实践课程自身的体系和特色。全书分为四个部分：第一部分为数字电路实验基础知识；第二部分为数字电路硬件实验（14 个）；第三部分为数字电路软件实验（5 个）；第四部分为研习实验小论文（5 篇）。

该教材是在 2004 第一稿、2007 第二稿、2010 年第三稿的基础之上修订而成的，实际教学中，可根据学时选开其中的部分实验。本书是实践课程教材，与一般的理论课教材和实验指导书不同，其主要特点有：

1. 课程体系新颖、内容覆盖面广。它是数字电路基础和数字电路实验有机结合的实践课程体系。从实验内容看，它并不是课程的简单罗列，它既包括必要的经典内容，又包括反映电子信息最新发展的先进技术。

2. 侧重综合性、设计性实验。在选择的实验中增加了大量的设计性或综合性实验内容，除了满足实践课程所需，还为学有余力的学生或电子爱好者提供综合实验内容或应用设计项目，强调培养和提高学生的工程设计、实验调试及综合分析能力。

3. 软硬结合。在实验方法和手段上，既重视硬件搭接能力的基本训练，又融入了焊接技术实验；既重视传统的硬件调试和测试技术，又融入了 PLD（采用 CPLD/FPGA 可编程逻辑器件）进行实验与开发，重点使用 Max+plus II 和 ispDesignEXPERT 软件，为学生适应现代电子设计技术及后续课程的学习打下良好的基础。

4. 实践教学内容较为完整。每个实验都包含实验目的、实验原理、实验器材、实验内容、预习要求及思考题、实验报告等内容，不但要引导学生怎样去做，更重要的是要使学生弄懂为什么这样做，并启发学生向更深层次思考。

5. 课程教学过程与考核方式使用“8+2 实验教学模式”。为了进一步提高学生的实践能力与创新能力，课程中严格按照“8+2 实验教学模式”实施教学。学生的教学过程及考核划分为三个模块：第一模块为学生的考勤、实验预习、实验操作打分，其成绩占 40%；第二模块为学生完成实验报告，其成绩占 40%；第三模块为研习实验小论文或小型电子系统的设计与实现，其成绩占 20%。

6. 适用范围广。本书可作为物电类、自动化、电气工程、电子信息、计算机、科学教育、教育技术等专业学生的电子技术课程设计教材，也可作为电子设计竞赛参考书，同时对电子工程技术人员、电子爱好者也具有很好的参考价值。

本书由王新春教授担任主编，由李家旺副教授和刘喻民老师担任副主编。在编写与修订过程中，我们得到了何永泰教授、徐卫华副教授、岳开华副教授、黄文卿副教授、舒鑫柱副教授、自兴发副教授的大力支持，在此表示感谢！

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正，以利于我们继续修订。

为方便读者更好地使用本教材，我们提供了相关软件资源，请扫描下方二维码获取。

编 者

2014 年 2 月



扫一扫，获取更多资源

目 录

第一部分 数字电路实验基础知识	1
第一节 数字逻辑电路实验基本知识	1
第二节 数字逻辑电路实验箱简介	4
第三节 PLD 简介	9
第二部分 数字电路硬件实验	11
实验一 基本门电路的测试	11
实验二 TTL 集电极开路门和三态输出门测试	15
实验三 编码器及其应用	20
实验四 译码器及其应用	24
实验五 数码管显示实验	29
实验六 数据选择器及其应用	33
实验七 触发器及其应用	37
实验八 移位寄存器及应用	42
实验九 计数器及其应用	46
实验十 555 定时器及其应用	53
实验十一 D/A 转换器及其应用	59
实验十二 随机存取存储器 (RAM) 及其应用	65
实验十三 多路智力竞赛抢答器	73
实验十四 可控定时器实验	77
第三部分 数字电路软件实验	83
实验十五 基本门电路及软件使用实验	83
实验十六 组合逻辑电路实验	96
实验十七 触发器功能实验	100
实验十八 计数器实验	103
实验十九 交通灯实验	108

第四部分 研习实验小论文 115

 基于 FPGA 的 HDB3 码编码器优化设计与分析 115

 基于 51 单片机数控直流稳压电源设计 121

 用等偏法与 SPSS 研究灵敏电流计的特性 131

 Feature Analysis on Queue Length of Asymmetric Two-Queue Polling
 System With Gated Services* 139

 Analysis of Multi-access MAC Protocol Based on Probability Detection and
 Non-persistent for Wireless Sensor Network 146

附录一 数字芯片引脚图 155

附录二 部分集成电路引脚排列图 156

参考文献 163

第一部分

数字电路实验基础知识

第一节 数字逻辑电路实验基本知识

一、数字集成电路的分类

常用的集成逻辑电路有 TTL (Transistor-Transistor Logic, TTL)、ECL (Emitter Coupled Logic)、CMOS 三种类型。ECL 电路速度快,但是功耗大,抗干扰能力弱,一般用于高速且干扰小的电路中。CMOS 电路静态功耗低,且线路简单,集成度高。HCMOS 的速度有所提高,故目前在大规模和超大规模集成电路中应用广泛。TTL 的性能介于 ECL 和 CMOS 之间,在工作频率不高而且不易损坏的情况下,可选用 LSTTL。

目前在数字系统中使用最广泛的是 TTL 和 CMOS 两类集成电路。TTL 集成电路由双极性半导体元件构成,而 CMOS 集成电路是由金属氧化物-半导体场效应管构成的。

1. TTL 集成电路

- ① TTL (中速 TTL);
- ② STTL (肖特基 TTL);
- ③ LSTTL (低功耗肖特基 TTL);
- ④ ALSTTL (先进低功耗肖特基 TTL)。

2. CMOS 集成电路

- ① CMOS (标准 CMOS4000 系列);
- ② HC (高速 CMOS 系列);
- ③ HCT (与 TTL 兼容的 HCMOS 系列)。

二、数字电路实验方法概述

数字集成电路的出现，特别是大规模集成电路的出现，使设计者无须用分立元件构成各种门电路、触发器等逻辑部件，且在大多数的情况下也不需要自行设计计数器、译码器、移位寄存器等逻辑部件，只需要根据任务设计要求，合理地选择集成器件，用模块组装的方式将它们拼接起来即可。也就是说，现在的数字电路设计者，只要完成逻辑构思、选择元器件、正确拼接等三项工作，就能完成一个逻辑系统的设计。近年来，由于可编程逻辑器件的出现和微电子技术的发展，数字系统的设计方式有了很大改变：硬件的搭建被计算机仿真所替代。所谓仿真就是在计算机上建立起系统的模型，然后加进合适的测试码或测试序列，对此模型进行测试以验证系统是否符合预期的设计要求，如不符合再进行修改，直至满足设计要求。

1. 实验准备

实验前的准备工作做得是否充分，对实验结果有很大的影响。实验者只有对实验的目的、内容以及有关理论知识做到了心中有数，并且预先拟订好实验步骤，完成实验预习报告，才能说做好了实验前的准备工作。实验一般分为验证性实验和设计性实验，对于不同性质的实验，准备的重点和要求也有所不同。

1) 验证性实验

由于验证性实验的实验内容、实验电路大都是预先指定的，所以对于验证性实验来说，实验者的主观能动性体现得不多。在此类实验中，实验者处于一种被动的位置，其兴趣往往不那么强烈。正因为如此，对于验证性实验，实验者预先弄清楚实验目的和具体要求，就显得格外重要。另外，验证性实验所验证的理论、现象都属于已知的范畴，因此对于实验中有可能出现的实验现象和实验结果，应该预先做出分析和估计。例如，正确的实验结果是什么？实验中是否会有异常现象？产生的结果是什么？应该采取哪些措施？等等。否则，就会对实验结果稀里糊涂，对所验证理论似是而非，甚至做完了实验还不知道自己做的是什么实验和为什么要做实验，以至于实验的收效甚微。

2) 设计性实验

设计性实验的最大特点是，除了实验目的和具体要求外，实验电路、实验步骤等由实验者自己拟订，当然实验步骤也可以由老师或专业人员拟订，但是需要学生自己设计具体的实验电路和具体的实现方法。在此类实验中，实验者完全处于主导地位，主观能动性得到最大限度的发挥。但是若实验者对下面一些问题有疏忽或处理不当，往往会导致实验失败。

(1) 应首先熟悉元器件的使用条件和逻辑功能，然后才去设计实验电路。否则，将因为集成元器件的选用和使用不当，使得实验电路不正常工作，甚至无法工作。

(2) 设计电路一定要考虑得全面一些、合理一些。例如，设计时序电路时应考虑触发器时钟脉冲和输入函数的同步关系，即输入信号要优先于时钟脉冲的边缘。

(3) 合理选择信号源, 即是选用单次脉冲源还是选用模拟电平。模拟电平有颤抖现象, 故不能作为时钟脉冲来使用。

(4) 数字电路中的竞争冒险问题, 在设计过程中也应该考虑进去。

3) 实验预习报告

实验预习报告不同于正式的实验报告, 没有严格的格式和要求, 只要自己能够看懂即可。尽管如此, 这决不意味着随便写写就行。相反, 从某种意义上说, 实验预习报告的重要性和作用绝不亚于正式的实验报告, 因为实验预习报告体现了实验前的准备是否充分, 因而它是实验操作的依据。实验预习报告应写得尽可能简洁、思路清晰、一目了然。它应包括实验电路的设计思路和实验电路图, 拟订好的实验步骤, 以及记录实验结果及实验数据的有关图表。此外, 要读懂元器件的管脚图, 熟悉实验用到的仪器和设备(计算机、软件、实验箱及其他实验室仪器仪表)。

2. 实验报告

实验结束后应写实验报告, 这不仅是形式上的需要, 更是一项重要的基本功训练。写实验报告是为了总结实验过程, 巩固实验成果, 加深对基本理论的理解。

实验报告有一定的规范, 例如, 实验报告必须写在规定的实验报告册上, 所有的图形、表格都必须用直尺、曲线板绘制, 或者用计算机绘制并打印出来。

实验报告的内容包括: 实验目的, 实验原理, 实验所用到的仪器仪表, 实验步骤和内容, 思考和讨论等。下面对其部分要素作简单说明。

1) 方框图

根据任务和要求首先画出方框图。方框图的作用是给出某一电路或系统的概念, 能反映出该电路或系统的总体设计构思, 因而在形式上较为简单。一个方框图反映的逻辑功能, 并不涉及具体的元器件。但方框图要清晰地反映输入、数据流通、重要的控制和输出之间的逻辑关系。当系统比较复杂时, 一个方框图往往是一个独立的子系统, 这时就需要给出该子系统的详细方框图作为补充说明。

2) 状态图或真值表

状态图或真值表是设计电路的依据, 同时又是表达设计思想的一种最简洁的方式。通过状态图或真值表, 可以更好地理解逻辑电路的控制作用和逻辑功能。

3) 文字说明

实验报告的文字说明要求简单明确。文字说明的作用是进一步阐述电路的工作原理、逻辑功能和设计思想。由于使用 MSI、LSI 集成电路(计数器、数据选择器、编码器、译码器等)不像使用 SSI(门电路、触发器等)那样有经典的设计范例, 而更多的是一些设计技巧

和逻辑构思，因而更需要用文字说明设计方法。除此之外，对实验有影响的注意事项等也是文字说明的内容。

4) 逻辑图

逻辑图的图形符号必须根据一定的标准绘制。逻辑图的信号流向或自上而下，或自左而右，这样便于看清所有的输入、输出信号。逻辑图的核心部分应该绘制在图的中间或上面部分，并有显著的标志。

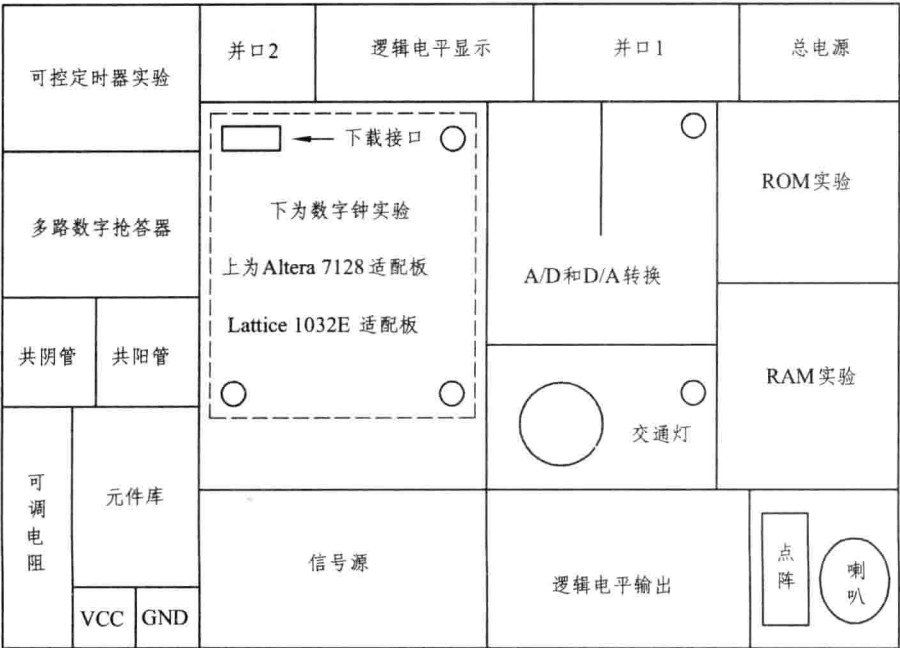
5) 讨 论

实验报告的最后一项是对实验结果进行讨论，对其内容、范围和要求没有严格的规定，但是对于重要的实验现象、结论，都应加以讨论。

当然，以上给出的是一般情况，学校和个人可以根据实际情况来确定实验报告的内容。写实验报告的目的只有一个，即巩固实验成果，加深对理论知识的理解，因此，切忌将实验报告当成一种负担而敷衍了事。

第二节 数字逻辑电路实验箱简介

一、实验箱的组成模块



实验箱框图

1. 数字逻辑电路实验箱主电路板

1) 信号源单元

其主要功能是给实验箱其他功能模块提供信号源。它主要由固定频率的信号源，三角波、正弦波、方波信号源，连续可调信号源，单次脉冲源组成。

固定频率信号源的频率有：1 Hz、10 Hz、100 Hz、500 Hz、1 kHz、10 kHz、100 kHz、200 kHz、500 kHz、1 MHz、2 MHz、4 MHz。

三角波、正弦波的频率和幅值均可调。通过跳线 TX1、TX2、TX3 改变电容值可改变输出频率的范围。调节 W101 可以细调输出频率。W105 用于改变输出幅值（方波不可变）。W104 和 W103 用于调节正弦波的失真度。W102 用于调节方波的占空比。正弦波和三角波通过拨动开关来选择。

连续可调信号源同样通过改变电容值来改变输出频率的范围。电容值有 1 000 pF (102)、0.01 μ F (103)、0.1 μ F (104) 可选。调节 W106 可以细调输出的频率。

单次脉冲源有正脉冲输出和负脉冲输出两种。按下 S101 就会产生一个正的或负的脉冲，与按下的时间长短无关。

当要使用这一个模块中的信号源时，只需要将其接入相应的输入端，对该模块上电即可。

2) 逻辑电平输出

它的主要功能是提供高、低电平。当需要一个高电平时，将拨位开关向上拨即可，对应的发光二极管发光。同样，需要一个低电平时，将拨位开关向下拨即可。在 16 个拨位开关的下面是 8 个轻触按键开关，将其按下输出为低电平，不按始终输出高电平。

3) 点阵和喇叭

点阵为 8×8 点阵，即有 8 行和 8 列。它的发光规律为：列为低电平，行为高电平时，对应的点发光。例如，第一列为低电平，第一行为高电平，则点阵的最左上角的点亮，即第一行第一列亮。喇叭是带有功率放大功能的，调节 W1001，可以改变输出功率的大小。

4) 逻辑电平显示

它的主要作用是对输出电平的高低进行显示。如果发光二极管发光，则对应的输出为高电平；相反，如果发光二极管不发光，则对应的输出为低电平。

5) 元件库

元件库中提供了很多阻值和容值的电阻和电容，另外还有一个 10 MHz 的晶体和两个 IN4148 整流二极管，为学生做 555 定时器、多谐振荡器、单稳态触发器等实验提供硬件资源。

1 k Ω 、10 k Ω 、47 k Ω 、100 k Ω 四个多圈精密电位器使得实验箱的硬件资源更加丰富。

6) 共阴极数码管和共阳极数码管

该模块设计力求灵活可变,当需要两个共阴极的数码管时,只需将共阳极数码管拔起,换上共阴极数码管即可。同样,需要两个共阳极数码管时,只需将共阴极数码管拔起,换上共阳极数码管。另外,还可以做共阴、共阳极数码管的单独实验。(实验箱上提供的 TOS5101AH 为共阴极数码管, TOS5101BH 为共阳数码管,它们的第 3 脚和第 8 脚为公共端。)

7) ROM 实验模块

该模块主要用于 EEPROM 的实验。在 EEPROM 中,存有字符的程序,我们所要做的就是将这些数据正确地读取并显示出来。对于初学这些知识的学生来说,首先要弄清楚它们的基本原理,在此基础上,再学习它们的使用方法。如果条件允许,可以自己编写字符,然后用专用的芯片烧录器将程序写入 EEPROM 中。

8) RAM 实验模块

该模块用于静态 RAM 即 SRAM 的实验,我们所要做的工作就是将数据按照一定的时序写入 RAM 中,然后按照一定的时序将其读出,从而达到模拟实际应用中暂存数据的目的。通过这样一些实验,可以加深理解 SRAM 的使用方法和使用规则。

9) D/A 转换实验模块

此模块有两种数据输入方式:一种是自己通过高低电平输入数据,另一种是从计算机的并口由计算机通过软件发送数据。

10) A/D 转换实验模块

此模块有两种处理数据的方式:一种是自己输入一个模拟量,如直流信号、正弦波、三角波等,经过 A/D 转换后用逻辑电平显示单元的发光二极管进行数据的显示;另一种是将 A/D 采集到的数据由计算机的并口传送至计算机,通过软件处理后显示在一个界面上。注意,使用本模块时,转换时钟使用的是信号源单元的 500 kHz 时钟。

11) 数字钟实验模块

数字钟实验模块由秒计时电路、分计时电路、小时计时电路、校时电路和报时电路组成。它们都是独立的部分,只有读懂了他们的原理,才可能将其组成一个完整的数字钟。通过秒计时电路、分计时电路可以观察 60 进制的显示。小时计时电路是一个特殊的 12 进制计数器。在本模块中,可对分钟和小时进行校准,它有快校准和慢校准两种方式。当时钟走到了整点,就会模仿电台,进行 4 低音 1 高音报时。

12) 多路数字抢答器实验模块

它主要由三部分组成：抢答电路、控制电路、告警电路。

13) 可控定时器实验模块

该模块用于可控定时器实验。此实验是模仿美国 NBA 篮球比赛 24 秒进攻而开设的趣味实验（可以实现 1~99 内的任意加减定时），用于学习定时、显示、告警的原理。由于本实验的现象比较直观，就更加需要同学们仔细分析实验的原理，做到举一反三。

14) 交通灯模块

此模块是专为可编程逻辑器件实验而预留的硬件资源。当学习了可编程逻辑器件后，就可以使用此模块来模仿十字路口的交通灯。

2. Altera 7128 适配板

1) 安 装

将 Altera 7128 适配板装到实验箱主电路板的虚线框上方，注意双排插针与双排插孔要一一对好，否则芯片无法上电，更无法下载，甚至有可能损坏器件。另外，在四周的三个孔内装上介子螺钉，以免摆动。

2) 下 载

在计算机的并口与实验箱主电路板的并口 2 之间连上实验箱所附 25 芯连接线。并口 2 下面的拨动开关拨向“Altera 公司”，然后上电，此时适配板上的电源指示灯会发光指示。下载时，按照实验指导书中的步骤操作。下载过程中，下载指示灯会不停闪烁，直至下载完毕。

3. Lattice 1032E 适配板

1) 安 装

将 Lattice 1032E 适配板装到实验箱主电路板的虚线框上方，注意双排插针与双排插孔要一一对好，否则芯片无法上电，更无法下载，甚至有可能损坏器件。另外，在四周的三个孔内装上介子螺钉，以免摆动。

2) 下 载

在计算机的并口与实验箱主电路板的并口 2 之间连上实验箱所附 25 芯连接线。并口 2 下面的拨位开关拨向“Lattice 公司”，然后上电，此时适配板上的电源指示灯会发光指示。

下载时，按照实验指导书中的步骤操作。下载过程中，下载指示灯会不停闪烁，直至下载完毕。

4. 数字逻辑电路实验箱扩展板

1) 安 装

将数字逻辑电路实验箱扩展板装到实验箱主电路板的上方，注意双排插针与双排插孔要一一对好，否则无法固定。另外，在四周的三个孔内装上介子螺钉，以免摆动。

2) 使 用

将扩展板固定后，在芯片插座上插上实验所用的芯片即可进行实验（本实验指导书的前14个实验均可以利用此扩展板来完成，在实验箱的主电路板上提供了相应的硬件资源，学生自己动手连线完成实验）。注意芯片的管脚数目必须与扩展板上所标数目对应，如74LS138必须插在16PIN的芯片插座中，74LS04必须插在14PIN的芯片插座中。当然，无法对应的时候就需要变通一下，如555芯片可以插在14PIN、16PIN、20PIN的芯片插座中，只需要使管脚对应即可。需要提醒的是，40PIN插座中，可以在下面的两个20PIN的插座中插上相应芯片，只需管脚对应即可；也可以在40PIN的插座上装上40脚的芯片，但切忌在20PIN插座与单排芯片插座之间装芯片做实验，因为它们是连通的（有白线做标识）。

二、实验箱使用注意事项

（1）电源的打开顺序是：先打开交流开关（实验箱中的船形开关），再打开直流开关，最后打开各个模块的控制开关。关掉电源的顺序刚好与此相反。

（2）切忌在实验中带电连接线路，正确的方法是断电后再连线。

（3）实验箱主电路板上的所有芯片在出厂时已经过严格检验，因此在做实验时切忌随意插拔芯片。

（4）实验箱中叠插连接线的使用方法为：连线插入时要垂直，切忌用力过大；拔出时用手捏住连线靠近插孔的一端，然后左右旋转几下，连线自然会从插孔中松开、弹出，切忌用力向上拉线，这样很容易造成连线和插孔的损坏。

（5）实验中应该严格按照老师的要求和实验指导书来操作，不要乱动开关、芯片及其他元器件，以免造成实验箱的损坏。元件库中的二极管和数码管一定要注意极性。

（6）如果在实验中由于操作不当或其他原因而出现异常情况，如数码管显示不稳定、芯片发烫等，首先立即断电，然后报告老师。切忌无视现象，继续实验，以免造成严重后果。

第三节 PLD 简介

随着科学技术的发展,尤其是微电子技术和计算机技术的发展,数字逻辑电路的实验手段不断得到更新、完善和发展。除了采用常规的 TTL、CMOS 器件(逻辑门电路、触发器、计数器等)进行实验外,以后将逐步走向使用 PLD(可编程逻辑器件)进行实验、开发。本实验箱采用 CPLD/FPGA 可编程逻辑器件,借助计算机辅助设计软件进行数字电路的设计。这种硬件软件化的方法具有设计容易、修改和调试方便的优点,有效地提高了实验效率。

PLD 是电子设计领域中最具活力和发展前途的一项技术,它的影响丝毫不亚于 20 世纪 70 年代单片机的发明和使用。PLD 能做什么呢?可以毫不夸张地讲,PLD 能完成任何数字器件的功能,上至高性能 CPU,下至简单的 74 电路,都可以用 PLD 来实现。PLD 如同一张白纸或是一堆积木,工程师可以通过传统的原理图输入法,或是硬件描述语言自由地设计一个数字系统。通过软件仿真,我们可以事先验证设计的正确性。在 PCB 完成以后,还可以利用 PLD 的在线修改能力,随时修改设计而不必改动硬件电路。使用 PLD 来开发数字电路,可以大大缩短设计时间,缩小 PCB 面积,提高系统的可靠性。PLD 的这些优点使得 PLD 技术在 20 世纪 90 年代以后得到飞速发展,同时也大大推动了 EDA 软件和硬件描述语言(HDL)的进步。

如何使用 PLD 呢?其实 PLD 的使用很简单,学习 PLD 比学习单片机更简单,有数字电路基础,会使用计算机,就可以进行 PLD 的开发。

开发 PLD 需要了解两方面知识:① PLD 开发软件;② PLD(可编程逻辑器件)。

PLD 软件已发展得相当完善,使得用户甚至可以不用详细了解 PLD 的内部结构,也可以用自己熟悉的方法,如原理图输入或 HDL 语言来完成相当优秀的 PLD 设计。所以,初学者首先应了解 PLD 开发软件和开发流程,了解 PLD 的内部结构,这将有助于提高设计的效率和可靠性。

如何获得 PLD 开发软件呢?许多 PLD 公司都提供了免费试用版或演示版(商业版大都是收费的)。例如,可以免费从 Altera 公司的网站(<http://www.altera.com/>)下载 Max+plusII(Baseline 版或 E+MAX 版),或向其代理商索取这套软件;在众友数字逻辑电路实验箱的附带光盘中有该软件,可以直接安装。Xilinx 公司也提供免费软件 foundation,可以从其网站下载。Lattice、Actel 等公司也都提供了类似的免费软件。以上免费软件都需要在网上注册申请 License 文件。通常这些免费软件已经能够满足一般设计的需要,当然,要想软件功能更强大一些,只能购买商业版软件。

PLD 产品一般分为:基于乘积项(Product-Term)技术、EEPROM(或 Flash)工艺