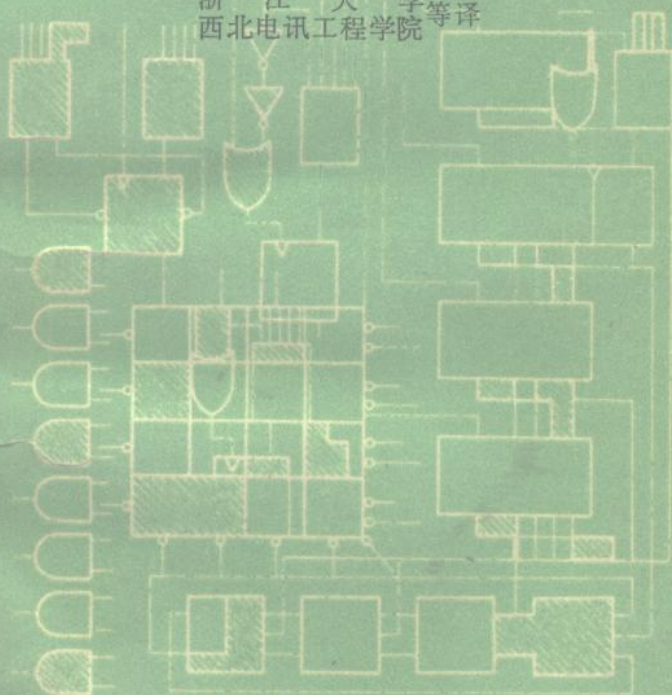


使用标准集成电路 的逻辑设计课题

浙 江 大 学 等 译
西北电讯工程学院



西北电讯工程学院

72-2/25
404

使用标准集成电路的 逻辑设计课题

[美] 约翰 佛·威克莱 著

西北电讯工程学院 等译
浙 江 大 学



西北电讯工程学院

1980.4.

215766

内 容 简 介

本书是一本配合数字逻辑课及微处理器课教学的实验指导书。它提供了六类共 48 个可供选择的实验课题。即使对计算机原理课亦有可供选择的实验课题。对开设有关课程的实验具有直接可供使用的价值。

本书主要对象是负责开设数字逻辑课和微处理器课实验以及计算机原理课有关实验的高等学校教师和实验室工作人员,目前,为普及计算机知识,全国到处都在开设各种训练班,在有条件开设实验的情况下,本书当然具有参考价值。

由上可知,本书不是一般工程技术人员或高等院校师生的教学参考书,这一点务请读者予以注意。

使用标准集成电路的逻辑设计课题

[美]约翰 佛·威克莱著

西北电讯工程学院 等译
浙 江 大 学

*

西北电讯工程学院出版

西北电讯工程学院印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 8 3/8

印刷字数 188 千字印数 1—10,000

1981年第一版 1981年1月第一次印刷

序号译 8000 (01) 定价 0.65 元

译 者 前 言

一九七八年四月，第四机械工业部在上海召开工科电子类计算机专业第二次教材会议，会上由西北电讯工程学院提议翻译美国斯坦福大学约翰·佛·威克莱著《使用标准集成电路的逻辑设计课题》(Logic Design Projects Using standard Integrated Circuits JOHN F. WAKERLY stanford University)一书，以作为各院校开设数字逻辑课及微处理器课实验的参考书。与会者一致同意，并商定由上海交通大学、上海科技大学、上海师范大学、上海师范学院、浙江大学和西北电讯工程学院参加翻译，最后由西北电讯工程学院进行总校对及统一全书术语和专用名词的工作。

本书是一本配合数字逻辑课及微处理器课教学的实验指导书。它提供了六类共 48 个可供选择的实验课题，但对计算机原理课亦有可供选择的实验课题。各课题按由浅入深，由简入繁，循序渐进的原则编排，有利于学生学习及实验能力的逐步提高。书中“序言”及“对教师的话”两部分内容对如何安排各类实验，和内容取舍，时间分配以及对学生及指导教师的要求均有详细说明，对国内电子计算机专业的教学工作也极有参考价值。

因为是几所院校分章译出，译文风格不尽一致，但由于是科技文献，这一问题对读者估计不会产生什么影响。因此校阅工作主要是纠正错译和漏译之处。对初稿及原文中的错处，凡发现的均作了改正，在极少几处加了些说明希图有助于读者尽快理解原意。

本书涉及知识面较广，又限于校译者的翻译水平，译文中错误之处在所难免，恳请使用者批评指正。意见请寄西北电讯工程学院 301 教研室。

本书是直接为有关课程的教学实验工作服务的，它不是一般的教学参考书，这一点请予特别注意。

校 译 者

79.8.1

序 言

这本实验指导书是适用于高等院校数字逻辑实验和微处理器实验的设计课题的参考书 (sourcebook), 课题包括三部分: 入门性实验—可以与数字逻辑设计课程的讲课结合进行; 复杂的课题—由逻辑设计课程讲授之后的高等实验课承担; 以及微处理器课题。这些课题采用标准、廉价且可重复使用的集成电路和从很多厂家可买到的插入式试验板来设计和构成。除了课题说明之外, 本实验指导书还有三章叙述性材料, 这些材料在数字实验课程中不管以什么方式总是必须提供的, 在许多课题说明中还提供了难得的背景材料。

课题按难易程度顺序排列, 以一周为单元, 份量相当于普通大学高年级一周三学分小时的课程。指导书包括 35 个课题, 按难易不同每个课题需一到四周, 总共为 69 周。此外还有 13 个微处理器课题。因此教师和学生根据兴趣和设备情况可相当灵活地取舍各个内容。

我们认为使用这本指导书的学生应该正在学或已经学过基本的逻辑设计课程。本书不试图用来代替一本好的教科书。但是我们在 A 系列入门性课题中仍然包括了一些辅导性的材料和通常在基本的逻辑设计教程中所没有的背景材料。

第一章说明标准逻辑试验板的一般性能和使用这些试验板的注意点。第二章给出课题实验报告的编写标准 (文件的标准)。熟悉这些材料不仅在逻辑实验中而且在今后工业的逻辑设计方面对于学生都将有所帮助。第三章给出了一些课题设计和故障检测的准则, 这将使学生能比较容易地实现他

们的课题。第四章包括十一个入门性的课题。每一个课题都可使学生对具体的器件或讲课中的概念有实际的体会。这些课题作为入门性的实验结合讲课同时进行是十分合适的。

第五章到第八章中包括的课题是对一个特定的系统进行设计、构成和排除故障而不再是学习某一个专门概念。这些系统极为有趣并且常常以打趣方式进行，因此能吸引学生实现这些课题直至完全成功为止。在每一个课题里学生通过动手可学习并掌握所遇到的各种概念。这四章有六个一周时的课题。七个两周时的课题。六个三周时的课题和五个四周时的课题。

第九章微处理器课题包括入门性的和深入性的两部分。除了入门性课题采用三种特定的微处理器之外，其余全部课题均可采用任何一种微处理器。这些课题适用于微处理器的实验。它由简单的课题开始，最后以三或四周（时）的课题结束。其中很多课题就是第四章到第八章中的课题而要求用微处理器实现。所以学生可以对用硬件连接和用微处理器来实现的同一课题进行比较。

本指导中的材料来源于斯坦福大学电气工程系两年的实验成果。很多荣誉应归于 Edward J. McCluskey, Ralph Smith 和 John Linvill 教授，他们指出了这一工作的必要性和倡办了这一工作。我们数字逻辑实验室所需的设备和部分薪金由通用电气财团的各种大学补助金提供，Intel 公司和 Texas 公司赠送了集成电路，使得深入性课题有可能进行。我们的微处理器实验室的设备基本上由 Intel 公司所赠送，另外通用电气财团、国家科学基金会和莫托洛拉公司也提供了帮助。对此我们非常感谢。

很多人为本指导书提供了一些课题设想和其它的材料。其中 Jim McClure 作出了最大的贡献，他不仅提出了很多课题设想和说明而且在第二章第三章的后面还提供了一些看法和经验。Mark Hahn 创立了六个课题，Ed Davidson 教授在六年前就开始编全部逻辑实验计划，在此也对他们表示感谢。另外，Dr. Vic Grinich 博士对微处理器课题给予了重大帮助。在课题设想方面 Bruce Eisenhard, Moe Rubenzahl, Fred Sammartino, Terry Walker 等人也作了贡献。

同样也要感谢打印初稿的全部打字员，他们是 Moira Lieberman, Vicky Gahart, Liz Laughead, Naomi Schulman, 我自己也参加了这一工作。但是要特别感谢 Moira Lieberman, 她出色地打印了最后准备照相的底稿。

John F. Wakerly

对 教 师 的 话

这本指导书的目的是为数字电子学实验提供一个轮廓。它不是逻辑设计入门的自学教程，而是相当于一本课题设想和宝贵知识的参考书(sourcebook)，它能够把一个具有一定数字逻辑课程知识的学生转变成熟练的逻辑设计师。因此在整个手册中，我们要求读者对基本课程中所学的逻辑设计原理具有较好的基础，而我们的重点放在只能通过实践体验才能学到的一些概念、技巧和方法上。

数字逻辑实验的编排

本指导书第四章到第八章中的各课题按照难易程度划分为几级，以一周作为难易程度的基本单元，一周的份量相当于一般专科大学高年级在一周中进行三个单元教程的工作量。在斯坦福大学，我们凭经验认为，对包括讲课、复习和实验在内的每一单元，学生要花费三小时的时间，所以对三个单元的课程每周要花费九小时。统观使用本指导书的斯坦福大学的班级表明，中等的学生对此三个单元的实验课包括一小时的讲课在内每周要花费七到八小时。一般是课外设计和写报告三小时，实验三小时和每周听讲课一小时。

因为指导书中的全部课题远远超过每个学生所能承担的数量，我们认为最好让每个学生在选择自己的实验计划时有尽可能多的自由。因此在大学每一学期的十周中（注：在美国一年有三个学期），我们要求每一个学生提出各自的课题计划，但课题的总时间规定为九到十周。当然我们应该按各

部分的内容对学生有所约束，并且当学生选择的方案对他的能力来说太容易或太困难时我们必须适当调整学生的计划，而到最后一学期，学生可以通过选用不同的课题进行反复的练习。

当此指导书和逻辑设计入门课程讲授结合进行时，课程开始时期只能分配 A 系列入门性的一周时的课题。头七个 A 系列的课题对应于标准的讲课材料，而后四个课题只可作选用。在课程的末尾，作为最后的要求应该使学生有所准备地实施 B 系列或 C 系列的课题。

在斯坦福大学，我们要求作实验的学生必需预先掌握逻辑设计课程，使他们具有着手实验所必备的全部理论基础。我们要求学生开始用一到两个 A 系列的方案以熟悉要用的设备，然后才要求他们进行 B 系列以及其它较困难的课题，到学期结束之前甚至原来没有实际经验的学生大部分都能够成功地进行 D 系列或 E 系列的课题。

在斯坦福大学，实验室的情况允许每一个学生有各自的实验板，并且学生随时都能自由地进入实验室去进行课题实验。假如在实验课开始之前学生们已经完成了初始的设计，那末在预定的四小时实验课内他们把一周时课题圆满地装成和排除故障是可能的。假如每个学生装配的实验板每次课后都能原封不动地保留，那末通过一系列排定的课时将可以完成较长的设计课题。

上面已提到，在斯坦福大学每周一小时的讲课包括在实验课程中。开头的三或四次讲课涉及到行政管理制度和第一章到第三章的内容。其余的讲课作为有代表性的课题的分析解答和在其它课程中未能包括的有意义的课题的讲解。上述

讲课包括下面的内容：

TTL 特性

发光二极管(LED)和七段字符显示器

数字—模拟和模拟—数字转换器

外围接口

串行输入/输出

传输线和电缆

发射极耦合逻辑 (ECL)和肖特基 TTL 高速逻辑

微处理器实验的编排

在第九章中作为实验的微处理器课题，是从简单的入门性的课题开始而以三到四周时的课题结束。此实验应从课题 M_1 、 M_2 或 M_3 开始（根据所采用的微处理器决定）。在斯坦福大学的三个单元占十个星期的实验中，我们把课题 M_1 和 M_2 分配在实验的头两周，课题 M_3 和 M_4 分配在第三周之后，并把课题 M_5 分配在第四周之后。学生在课题 M_6 上花费两周，然后自由选择一个四周的最后的方案。微处理器课题的复杂程度与课题本身有关，对一个已给定的课题来说其难易性还取决于所用方法和设备情况。一个教师，必须按各自的情况决定时间的分配。

在入门性课题（ M_1 、 M_2 或 M_3 ）中每一个学生用逻辑试验板和配套器件建立各自的小微处理器系统。其余的课题可单独用试验板装配，也可用试验板和厂家的微处理器样机系统组合构成。

在实验的同时有必要进行一系列讲课使学生了解所使用的微处理器。在斯坦福大学我们假定学生应具有的必要条件

是已经学过数字逻辑设计的初级教程和具有一些小型计算机汇编语言的知识，以及使用 TTL 逻辑（例如：数字逻辑实验）的一些实际经验。在九到十次（每周两次，每次一小时，总共五周）的讲课中，这些预备知识将使学生能懂得所采用的 8080 微处理器。

讲课包括下述课题（每个课题大约讲课一次）：

8080 结构和指令系统

8080 汇编程序和指令系统的扩展

微型计算机开发系统（MDS）

8080 电技术指标

8080 支持片

小型 8080 系统的设计

8080 的中断和直接数据通道(DMA)

串行 I/O 和通用异步接收器/发送器(UART)

高级系统语言（PL/M）

在后半个学期我们把讲课时间减少为每周一次，用以讨论其它微处理器。除此之外，为了通知和回答学生的问题等等作为固定联系的地点保持每周一次的讲课也是必要的。

课本和设备

与本实验指导书同为必备的课本是实验中所用的集成电路的数据手册。

对于课题中的非 7400 器件如存储器和数模转换器件等，最好是复制数据表中所需部分，发给学生。至于微处理器资料，则应根据实验中所用的微处理器从有关厂家产品手册中获得。

实验指导书中的小课题，都能装配在第一章所述的三块标准的接插式实验板上。为了完成这些课题，学生应该有三块实验板、一个 5 伏电源、一些输入开关和输出指示灯。只要有八个拨动开关（未消除抖动的），四个按钮开关（消除抖动的）和十二个指示灯就能完成全部课题。若可用的指示灯和开关较少时，可以对课题要求作些修改。单块实验板或具有电源、指示灯和开关的完整实验板可以从厂家买到。在斯坦福大学，我们用标准器材设计制造了自己的实验板，每部成本大约 200 美元。

第四章到第八章的每个课题的说明中给出了除集成电路的“标准实验箱”中已提供的器件外还需要的器件的清单。标准实验箱中有如附录 A 中列出的一些常用的器件，这些器件足以实现较小的课题或较大课题的控制部分。在斯坦福大学我们把一个标准实验箱和插座板一起发给每一个学生，并且对于较大的设计我们要求学生列出另外所需要的补充器件的清单。

第四章到第八章中全部课题说明是基于用标准的 7400 系列的 TTL 或 74C00 系列的 CMOS 电路，但是也可以用 4000 系列 CMOS 来完成各个课题；附录 B 中给出了替换 7400 系列逻辑的 4000 系列。

全部数字逻辑实验能在完全没有任何测试设备条件下进行，但是有少量好的仪器可增加学生的学习体会。只需两种基本仪器：脉冲产生器和示波器。脉冲产生器应能产生与 TTL 相容的信号，且输出信号的周期和脉冲宽度可以选择。示波器应该是频带为 25MHz 或更高的双迹示波器，并且在垂直放大器中最好有延迟线从而能看见脉冲的触发边沿；但

不需要延迟扫描。仅当使用如 DAC 或 MOS 存贮器之类部件时，才配置独立的供电电源。对于排除故障非常有用的廉价的仪器是三状态逻辑探测器（逻辑笔）。

唯一需要专门设备的是第九章中的微处理器课题。虽然学生能够用标准实验板构成他们的微处理器系统，但是他们将仍然需要样机系统诸如 Intel 公司的微型计算机开发系统（MDS）来进行汇编和测试他们的程序。假如实验板的装备有限，样机系统也是有用的，只要该系统有指示灯和开关，则课题 M4、M8 和 M9 等，完全能够在该系统上进行。其它的课题：如 M5、M6、M7、M10、M11、和 M12 可以采用样机系统中的处理器和存贮器，而在实验板上只要完成专门的输入/输出功能。以上说明全假定该样机系统具有通用 I/O 接口以保证用户能通过电缆接入。

入门性课题可用 8080、6800 或 2650 等。对于每一种微处理器要求有各种基本的系统支持片，如时钟驱动器等。每一种微处理器系列有其不同的输入/输出片，它们可分为两类：一类是简单的输入/输出暂存器如 Intel 8212 或 Signetics 8T31；另一类是可编程序外部接口适配器(PIA)如 Motorola 6820 或 Inter 8255。PROM 和 RAM 也是必需的。当然用 1702 型可擦除的 PROM 是非常方便的。当所要求的存贮器较小时，采用按字节编址的静态 RAM 如 Motorola 6810 (128×8) 比采用 2102 型的 1K RAM 更为便宜和方便。

仅仅用标准的测试设备只能对简单的微处理器课题排除故障，而逻辑状态分析器则是很有用的工具。对于特定的微处理器来说，采用内电路仿真器如 Intel's ICE-80 就更为有用。

目 录

1. 逻辑实验板

插座板	3
集成电路和连接线	4
电源	9
开关	10
指示灯与七段字符显示器	10
脉冲讯号发生器	11
测试设备	12

2. 文件的标准

方框图标准	14
逻辑符号	17
逻辑规定和反相符	20
信号名称、工作电平和门控符号	21
线路图画法	25

3. 设计和排除故障的方法

设计	28
故障的排除	32

4. A 组 入门性一周时课题

A ₁ ——TTL 特性	35
A ₂ ——CMOS 特性	47

A ₂ ——基本组合电路	52
A ₄ ——基本时序电路	54
A ₅ ——触发器	57
A ₆ ——计数器	62
A ₇ ——移位寄存器	69
A ₈ ——二进制倍率乘法器	75
A ₉ ——数模转换器及示波器显示	80
A ₁₀ ——模数转换器	88
A ₁₁ ——高速逻辑	94

5. B 组 二周时课题

B ₁ ——时钟控制器	97
B ₂ ——灯乒乓	98
B ₃ ——硬币检测器	100
B ₄ ——三状态逻辑测试笔	102
B ₅ ——“雷鸟”尾灯	106
B ₆ ——“加和移位”二进制乘法器	107

6. C 组 二周时课题

C ₁ ——串行算术与逻辑单元	109
C ₂ ——浮点频率计数器	113
C ₃ ——串行二进制乘法器	115
C ₄ ——二进制/二·十进制转换	117
C ₅ ——通用时序计	119
C ₆ ——二进制除法器	122
C ₇ ——数字转速表	124

7. D 组 三周时课题

D ₁ ——简单的处理器	131
D ₂ ——“相联”存储器	137
D ₃ ——草图显示器	140
D ₄ ——浮点乘法器	145
D ₅ ——DIB 游戏	149
D ₆ ——程序可编乐曲合成器	154

8. E 组 四周时课题

E ₁ ——数字积分器	171
E ₂ ——示波器乒乓	182
E ₃ ——浮点加法器	186
E ₄ ——数字存储示波器	190
E ₅ ——图灵机	192

9. 微处理机 四周时课题

M ₁ ——8080 入门	203
M ₂ ——6800 入门	208
M ₃ ——2650 入门	211
M ₄ ——灯乒乓	213
M ₅ ——模数变换器	214
M ₆ ——程序控制的 I/O 终端	216
M ₇ ——数字转速表	222
M ₈ ——图灵机	224
M ₉ ——DIB 游戏	226