

[美] G. E. 威廉斯 著

数字技术实验指南

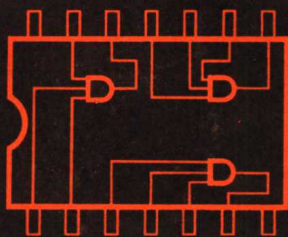
胡 瑞 雯 译
沈 尚 贤 校

1

0

0

1



1

0

1

0

人民教育出版社

高等学校教学参考书

数字技术实验指南

[美]G. E. 威廉斯 著

胡瑞雯 译

沈尚贤 校

人民教育出版社

内 容 简 介

本书是一本数字集成电路入门实验指导书,分十一章,列有46个实验。内容由浅入深,从最基本的逻辑门电路开始,直到半导体存储器和接口,包括数据选择器、锁存器、触发器、多谐振荡器、编码器、译码器、奇偶检测器、计数器、移位寄存器、逻辑运算单元等小、中规模TTL集成电路。有个别实验是用MOS集成电路和分立元件电路,并有查阅制造厂数据手册方面的内容。各实验大都给出了电路接线图,列出了实验目的、器件、设备和步骤,且大都附有思考问题。附录中有逻辑训练器制作的简单叙述。

本书系根据美国Riverside city college的Gerald E. Williams所编的Digital Technology Laboratory Manual 1977年初版译出。

本书可供大专院校师生从事数字集成电路实验时的参考。对厂办大学和有关数字技术训练班亦适用。

高等学校教学参考书

数字技术实验指南

[美]G. E. 威廉斯 著

胡瑞雯 译

沈尚贤 校

人民邮电出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷三厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 4.75 字数 110,000

1979年9月第1版 1980年7月第1次印刷

印数 00,001—11 000

书号 15012·057 定价 0.50 元

绪 言

编写本实验指南的目的, 是提供真正理解数字逻辑所必需的实用经验。经过仔细选择的实验, 意在扩展教科书的内容。因为本指南是与一本教材配合用的, 因此理论部分讲得很少。

此绪言中将列述一些关于编写实验报告的重要准则。这里提到的方法, 广泛应用于工业中。但是对于某种特定情况, 并不是唯一可行的方法。不过总的说来, 它是写科学报告方法的典型。

写实验报告

写实验报告的许多方法, 都包含某些共同的组成部分。工业中最普通的方法是采用工程技术人员的记录簿。因为在专利案件和其它类似情况下, 这样的记录簿往往是用来作为一种法律文件, 因此使它遵循某些规则是重要的。除了法律上的要求外, 所写的数字必须足够清晰易读, 以致即使在写入记录簿五年或更长时期以后, 仍能使你用它写出正式的技术报告。

A. 法律上的要求

1. 实物结构

a. 记录簿必须硬面装订, 例如用标准的 B & P (Boorum & Pease 公司) 1602 1/2 号。书页印成四分之一吋的方格, 便于画电路图和其它图形。

b. 所有各页必须用机器印出页码。

2. 其它法律上的要求

a. 每页必须记出日期和签名。

b. 所有记录必须用墨水笔写(圆珠笔写也是容许的)。

c. 不容许擦掉, 也不容许用退色药水把字退去。

d. 如果改正错误, 可在记录处划一条线, 划掉的记录仍要能看清原来的字迹。

e. 见证人: 每一记录必须至少有两个见证人签名, 并注明日期。见证人理论上并不需要懂得所见证的记录的性质和意义, 然而他们必须能够证实的确可以鉴定该记录, 而且的确是在所规定的日期验明并签名于记录的。

B. 具体要求

1. 报告必须有一标题。

2. 报告必须陈述目的。这就是你企图从实验(或测定)中学习到什么的摘要。

3. 报告必须包括测试电路图。

4. 报告必须列出所用仪器, 包括仪器的序号。序号是重要的, 因为可能后来发现, 测试中所用的某一仪器是有故障的。

5. 所有测量结果必须清晰地记录下来, 最好以某些一致的表格形式。

6. 结论是你对于实验数据的解释, 所以总是带有主观性的。结论不应由于它的主观性质而认为不重要。对于这些要求, 指导教师可能需要增加或用其它一些内容来代替。

在工厂中, 实验记录簿很少离开实验人员之手, 然而, 在他(她)的工作结束时, 却要求将记录簿留给厂方。在学校中, 可能要求你交回一部分实验报告供评定成绩之用。因此, 你会感到用活页本来保留你的报告较为方便。为了使你对于实验记录簿应该象什么样子有个概念, 在本书末的附录Ⅲ中, 附了一张封面和一张内页的样张。你交回的报告中必须包括样张所要求的内容。

两件需要考虑的重要事情

1. 总要将数据记入记录簿。不要将测量结果和其它内

容先写在零碎的纸上或另一本簿子中，而在以后才转记到记录簿中。整洁是重要的，但应直接记录。

2. 如果有特殊的图表要附于记录簿中，可用胶粘剂贴上，如果必要的话，或者也可用能在上面写字的透明胶带。不论哪种情况，必须在这些插入的图表与记录簿页的交界处签名。至少要有两处签名。这样做就使得要拿去或更换插入的图表，不可能不留下痕迹。从法律的观点来说，这是一个重要的考虑。

从一开始就养成良好而正确的簿记习惯，很有益处。

书中包括了某些有待填写的空白和表格，是为标出重点和指出表格及其它格式的适当形式。在离开实验室之前，当你填写实验指南时，必须确实做到，将同样的内容记入技术人员用的记录簿中。填于本实验指南中的内容，只是用作补充，而不是代替记录簿中的记录。

器件规范

本书中各实验所需的集成电路如下，它们的管脚连接图见附录Ⅱ。

7400 型四联二输入端与非门

7402 型四联二输入端或非门

7403 型四联二输入端与非门(集电极开路)

7404 型六联反相器

74C04 型六联 CMOS 反相器

7408 型四联二输入端与门

7410 型三联三输入端与非门

7413 型四联二输入端施密特触发与非门

7414 型六联施密特触发器反相器

7420 型二联四输入端与非门

7432 型四联二输入端或门
7447 型译码器/驱动器
7473 型二联 $J-K$ 主从式触发器
7474 型二联边沿触发式 D 触发器
7476 型二联 $J-K$ 主从式触发器
7481A(7484A)型 16 位 RAM
7486 型四联二输入端异或门
7490 型十进制计数器
7493 型二进制计数器
7495 型左/右移位寄存器
74121 型单稳触发器
74151 型数据选择器/多路转换器
74161 型可预置计数器
74181 型运算/逻辑单元
8T04 型二-十进制七段译码器/驱动器
555 型计时器
2N3393 型晶体管
1N914 型二极管
MAN-1 或 MAN-72 型显示单元

逻辑训练器规范

本课程中逻辑训练器应有下列特征:

1. 一个或更多个无反跳按钮开关
2. 8 个带有驱动器的指示灯(对于大多数实验, 四个就够了)
3. 8 个单刀双掷电平开关, 以接到 +5V 或接地(对于大多数实验, 四个就够了)
4. 一个时钟脉冲源, 能和 TTL 配合, 至少有 1Hz 和 1kHz

两种频率的输出

5. 一个或更多个供插入集成电路和元件用的长条式插座(供应的厂商和型式见附录 I)

6. 一个 5V 输出的稳压电源, 输出电流为 1A

在市场上出售的某些不很贵的逻辑训练器, 只有四只指示灯和四只电平开关。如果在其上装有通用的长条式插座, 则在某些情况下可能是适用的。但是若训练器上已将门电路装接好, 而且通常又在面板上印上门的符号, 则这种训练器不适用于这本实验指南。

对于需要另外加接电平开关或指示灯的那些实验, 通常可用两个训练器, 或者用附加电平开关或指示灯的外接实验线路板作补足。

如果你有兴趣于装配外加部分或制造整个训练器, 则可在附录 I 中找到下列资料:

- a. 插座供应厂商
- b. 电源电路
- c. 六联指示灯(发光二极管)驱动电路
- d. 无反跳按钮开关电路
- e. 时钟电路
- f. 电平开关电路
- g. 逻辑训练器方框图

有些实验还需要一个触发扫描双线示波器。

目 录

绪言	1
写实验报告	1
两件需要考虑的重要事情	2
器件规范	3
逻辑训练器规范	4
第一章 基本逻辑门电路入门	6
逻辑功能	6
门的规定	7
真值表	7
与门	8
实验 1-1 二输入端与门	9
实验 1-2 用一对二输入端与门构成一个三输入端与门	12
实验 1-3 二输入端或门	14
实验 1-4 用三个二输入端或门构成一个四输入端或门	16
实验 1-5 反相器	19
实验 1-6 与门和或门的波形图(时间响应曲线)	21
实验 1-7 验证摩根定理	22
实验 1-8 和 1-9 与非和或非门及其与-或-非等效电路	24
第二章 查用制造厂数据手册	31
实验 2-1 查找各种基本参数的定义	31
实验 2-2 利用数据手册查基本参数值	32
实验 2-3 外形式样和机械结构细节	33
第三章 异步逻辑	34
真值表列数	34
制作通用真值表	34
真值表行数	35
异或和异或非电路	36
实验 3-1 异或电路	37

实验 3-2 异或电路的一种应用	40
实验 3-3 比较一个电路的不简化和简化方案	46
实验 3-4 数据选择器	48
第四章 触发器和锁存器	51
实验 4-1 简单的与非锁存器	51
实验 4-2 基本的与非 R - S 锁存器	52
实验 4-3 “ D ”锁存器	53
实验 4-4 主从式 J - K 触发器(用门电路组成)	53
实验 4-5 J - K 触发器	55
实验 4-6 边沿触发式“ D ”触发器接成 T 触发器	57
第五章 时钟、脉冲和信号的整形	59
实验 5-1 脉冲波参数的测量	59
实验 5-2 施密特触发器(Schmitt)	60
实验 5-3 边沿触发的微分电路	64
实验 5-4 晶体管自激多谐振荡器	65
实验 5-5 逻辑门环形振荡器	67
实验 5-6 74121 型单稳触发器(单次多谐振荡器)	69
实验 5-7 用 555 型组件的无稳电路(多谐振荡器)	74
第六章 编码器、译码器和奇偶检测器(校验器)	77
实验 6-1 奇偶检测器	77
实验 6-2 二极管编码矩阵	78
实验 6-3 二线到四线的译码器	81
第七章 计数器	83
实验前准备	83
实验 7-1 二进制行波累加计数器	84
实验 7-2 3 分频计数器	86
实验 7-3 5 分频计数器	88
实验 7-4 7493 型二进制行波计数器	89
实验 7-5 7490 型十进制计数器	90
实验 7-6 74161 型可预置计数器	93
第八章 移位寄存器和移位寄存器计数器	95

实验 8-1	7495 型移位寄存器的各种工作模式	95
实验 8-2	环形计数器	99
实验 8-3	约翰逊(Johnson)计数器	102
第九章	运算电路	106
实验 9-1	半加器、全加器、半减器和全减器	106
实验 9-2	运算/逻辑单元(ALU)	112
第十章	半导体存储器	115
实验 10-1	只读存储器(ROM)	115
实验 10-2	读写存储器(RAM)	117
第十一章	接口	121
实验 11-1	采用 8T70 系列接口的十进制计数器	121
附录 I	逻辑训练器	124
	实验板插座	124
	零件单	124
附录 II	集成电路管脚连接图	128
附录 III	数字技术实验记录簿	140
附录 IV	参考书目	143
译后记		144

绪 言

编写本实验指南的目的, 是提供真正理解数字逻辑所必需的实用经验。经过仔细选择的实验, 意在扩展教科书的内容。因为本指南是与一本教材配合用的, 因此理论部分讲得很少。

此绪言中将列述一些关于编写实验报告的重要准则。这里提到的方法, 广泛应用于工业中。但是对于某种特定情况, 并不是唯一可行的方法。不过总的说来, 它是写科学报告方法的典型。

写实验报告

写实验报告的许多方法, 都包含某些共同的组成部分。工业中最普通的方法是采用工程技术人员的记录簿。因为在专利案件和其它类似情况下, 这样的记录簿往往是用来作为一种法律文件, 因此使它遵循某些规则是重要的。除了法律上的要求外, 所写的数字必须足够清晰易读, 以致即使在写入记录簿五年或更长时期以后, 仍能使你用它写出正式的技术报告。

A. 法律上的要求

1. 实物结构

a. 记录簿必须硬面装订, 例如用标准的 B & P (Boorum & Pease 公司) 1602 1/2 号。书页印成四分之一吋的方格, 便于画电路图和其它图形。

b. 所有各页必须用机器印出页码。

2. 其它法律上的要求

a. 每页必须记出日期和签名。

b. 所有记录必须用墨水笔写(圆珠笔写也是容许的)。

c. 不容许擦掉, 也不容许用退色药水把字退去。

d. 如果改正错误, 可在记录处划一条线, 划掉的记录仍要能看清原来的字迹。

e. 见证人: 每一记录必须至少有两个见证人签名, 并注明日期。见证人理论上并不需要懂得所见证的记录的性质和意义, 然而他们必须能够证实的确可以鉴定该记录, 而且的确是在所规定的日期验明并签名于记录的。

B. 具体要求

1. 报告必须有一标题。

2. 报告必须陈述目的。这就是你企图从实验(或测定)中学习到什么的摘要。

3. 报告必须包括测试电路图。

4. 报告必须列出所用仪器, 包括仪器的序号。序号是重要的, 因为可能后来发现, 测试中所用的某一仪器是有故障的。

5. 所有测量结果必须清晰地记录下来, 最好以某些一致的表格形式。

6. 结论是你对于实验数据的解释, 所以总是带有主观性的。结论不应由于它的主观性质而认为不重要。对于这些要求, 指导教师可能需要增加或用其它一些内容来代替。

在工厂中, 实验记录簿很少离开实验人员之手, 然而, 在他(她)的工作结束时, 却要求将记录簿留给厂方。在学校中, 可能要求你交回一部分实验报告供评定成绩之用。因此, 你会感到用活页本来保留你的报告较为方便。为了使你对于实验记录簿应该象什么样子有个概念, 在本书末的附录Ⅲ中, 附了一张封面和一张内页的样张。你交回的报告中必须包括样张所要求的内容。

两件需要考虑的重要事情

1. 总要立即将数据记入记录簿。不要将测量结果和其它内

容先写在零碎的纸上或另一本簿子中，而在以后才转记到记录簿中。整洁是重要的，但应直接记录。

2. 如果有特殊的图表要附于记录簿中，可用胶粘剂贴上，如果必要的话，或者也可用能在上面写字的透明胶带。不论哪种情况，必须在这些插入的图表与记录簿页的交界处签名。至少要有两处签名。这样做就使得要拿去或更换插入的图表，不可能不留下痕迹。从法律的观点来说，这是一个重要的考虑。

从一开始就养成良好而正确的簿记习惯，很有益处。

书中包括了某些有待填写的空白和表格，是为标出重点和指出表格及其它格式的适当形式。在离开实验室之前，当你填写实验指南时，必须确实做到，将同样的内容记入技术人员用的记录簿中。填于本实验指南中的内容，只是用作补充，而不是代替记录簿中的记录。

器件规范

本书中各实验所需的集成电路如下，它们的管脚连接图见附录 II。

- 7400 型四联二输入端与非门
- 7402 型四联二输入端或非门
- 7403 型四联二输入端与非门(集电极开路)
- 7404 型六联反相器
- 74C04 型六联 CMOS 反相器
- 7408 型四联二输入端与门
- 7410 型三联三输入端与非门
- 7413 型四联二输入端施密特触发与非门
- 7414 型六联施密特触发器反相器
- 7420 型二联四输入端与非门

7432 型四联二输入端或门
7447 型译码器/驱动器
7473 型二联 $J-K$ 主从式触发器
7474 型二联边沿触发式 D 触发器
7476 型二联 $J-K$ 主从式触发器
7481A(7484A) 型 16 位 RAM
7486 型四联二输入端异或门
7490 型十进制计数器
7493 型二进制计数器
7495 型左/右移移位寄存器
74121 型单稳触发器
74151 型数据选择器/多路转换器
74161 型可预置计数器
74181 型运算/逻辑单元
8T04 型二-十进制七段译码器/驱动器
555 型计时器
2N3393 型晶体管
1N914 型二极管
MAN-1 或MAN-72 型显示单元

逻辑训练器规范

本课程中逻辑训练器应有下列特征:

1. 一个或更多个无反跳按钮开关
2. 8 个带有驱动器的指示灯(对于大多数实验, 四个就够了)
3. 8 个单刀双掷电平开关, 以接到 +5V 或接地(对于大多数实验, 四个就够了)
4. 一个时钟脉冲源, 能和 TTL 配合, 至少有 1Hz 和 1kHz

两种频率的输出

5. 一个或更多个供插入集成电路和元件用的长条式插座(供应的厂商和型式见附录 I)

6. 一个 5V 输出的稳压电源, 输出电流为 1A

在市场上出售的某些不很贵的逻辑训练器, 只有四只指示灯和四只电平开关。如果在其上装有通用的长条式插座, 则在某些情况下可能是适用的。但是若训练器上已将门电路装接好, 而且通常又在面板上印上门的符号, 则这种训练器不适用于这本实验指南。

对于需要另外加接电平开关或指示灯的那些实验, 通常可用两个训练器, 或者用附加电平开关或指示灯的外接实验线路板作补足。

如果你有兴趣于装配外加部分或制造整个训练器, 则可在附录 I 中找到下列资料:

- a. 插座供应厂商
- b. 电源电路
- c. 六联指示灯(发光二极管)驱动电路
- d. 无反跳按钮开关电路
- e. 时钟电路
- f. 电平开关电路
- g. 逻辑训练器方框图

有些实验还需要一个触发扫描双线示波器。

第一章 基本逻辑门电路入门

本章中我们将试验基本门电路和某些门电路组合的逻辑特性。即将研究的单独的门电路,它们的逻辑性能是十分简单的,但是可以将这些简单的门用多种多样的方式组合起来,以完成所需要的逻辑任务。

基本逻辑门只有三种:与门、或门和反相器。与门和或门可各有任意个输入端,但只有一个输出端。反相器只有一个输入端和一个输出端。

我们还要试验与非门,它事实上是与门和反相器的组合。反相器的作用通常称为非的作用,而与非(NAND)是非(NOT)和与(AND)组合的简称。用类似的方式也可形成或非门(NOR),是非(NOT)和或(OR)组合的简称。这两种组合门是现代最普遍应用的组件。

将用三种方法来叙述各种门电路和门电路组合的逻辑特性:布尔代数方程、真值表和波形图(时间响应曲线)。

在小规模集成电路类型中,最通用的逻辑电路为TTL(晶体管-晶体管逻辑,亦写成T²L)。

逻辑功能

数字电路中基本的逻辑功能只有三种:

1. 与的功能,用一个点或 $\times$ 号来表示,或者将变量并列起来。
2. 或的功能,用 $+$ 号表示。
3. 反(非)的功能,在变量上加一杠来表示。例如, $\bar{A}$ 读作A非。