

中等专业学校教材

脉冲与数字电路 实践

南京铁路运输学校 张明 王瑞林 主编



中国铁道出版社

中等专业学校教材

脉冲与数字电路实践

南京铁路运输学校 张 明 王瑞林 主编
乌鲁木齐铁路运输学校 乔 军 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 1 年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是根据中等专业学校综合电信专业脉冲与数字电路课程教学大纲要求而编写的实践性教材,与《脉冲与数字电路基础》教材配套使用。本书以突出学生实践动手能力、加强岗位技能训练、培养应用型人才为目的,是根据教材内容需要,将所需实验进行综合运用而成的。主要内容由基本知识、基本实验、综合实验、CAI 实验和有关实验仪器的使用等部分组成。书中所用的集成电路以 TTL 电路为主,适当地兼顾到 CMOS 集成电路。

本书除作为中等专业学校综合电信专业学生、各类职业学校教材外,也可供从事通信专业的现场工作人员学习参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

脉冲与数字电路实践/张明,王瑞林主编. —北京:中国铁道出版社,2001.2
中等专业学校教材 ISBN 7-113-04055-1

I. 脉… II. ①张…②王… III. ①脉冲电路-专业学校-教材②数字电路-专业学校-教材
IV. TN78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 02275 号

书 名:脉冲与数字电路实践

作 者:张 明 王瑞林

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑:武亚雯

封面设计:李艳阳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:8 字数:191 千

版 本:2001 年 3 月第 1 版 2001 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN 7-113-04055-1/TN·133

定 价:11.60 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

本书是在国家教育委员会颁发的《中等专业学校脉冲与数字电路教学大纲》的基础上,根据铁道部制定的《脉冲与数字电路教学大纲》的基本要求编写的,与中等专业学校教材《脉冲与数字电路基础》配套使用。经铁道部全路中等专业学校电子技术课程协作组 2000 年 9 月柳州会议审定,可作为铁道部中等专业学校通信、信号类专业及各电类专业通用实验教材。也适宜于其他各类高等和中等职业院校选用。

本课程是一门研究数字技术应用的实践性很强的技术基础课。本书在编写中以突出实践动手能力、加强岗位技能训练、培养应用型人才为目的,以注重基础、突出应用为原则。内容上由浅入深、循序渐进;训练上由简单到复杂、由单一到综合;实验方法上由按实验步骤做实验逐步过渡到根据实验内容自行设计实验电路和过程;实验目的上由验证巩固理论知识到灵活运用理论知识;实验器件的掌握由熟悉常用集成电路的功能特性到综合应用集成电路设计并制作小型数字系统。

本书主要由基本知识、基本实验、综合实验、CAI 实验和实验仪器及附录等六大部分组成。以集成数字电路为主,突出和加强了中规模集成电路及应用。书中所用的集成电路以 TTL 电路为主,适当地兼顾到 CMOS 集成电路,书中有部分带“*”号内容系选做内容,可根据实际情况酌情选择做或不做。

书中基本实验中共有 17 个实验,每个实验都对实验目的、实验原理、实验内容、实验器材等做了详细的介绍,对实验前准备和实验报告内容提出了具体的要求。在前几个实验中实验步骤较为详细,旨在通过详细的说明,引导学生掌握实验的方法和手段,培养学生的实际操作能力和观测数据能力。在此基础上,后面的实验中实验步骤较简单,目的是要求学生根据实验内容自行设计实验电路,拟定实验方法和步骤,学会独立从事科学实验的本领。

综合实验有四个课题,每个课题都是一个小型的数字系统。课题中提出了设计的目的、任务和要求,提供了电路结构框图及整机逻辑简图。要求学生综合应用所学知识,设计出详细的整机逻辑电路图、整机配线图、制作与调试产品,写出综合实验报告。每个综合实验课题中还加有扩展功能的内容,给学生留有发挥创造的余地,加大了综合练习的深度和广度。通过这种大型的综合实验训练,使学生掌握设计与制作数字电路的方法,培养学生的综合应用能力、独立工作能力、知识创新能力和工程素质能力,实现知识向能力的转化,为专业课的学习及走向工作岗位打下良好的基础。

随着电子计算机技术和多媒体技术的高速发展和日益普及,近年来学校的教学实验手段相应发生了很大变化,计算机辅助教学即 CAI 正应运而生,尤其是电子技术 CAI、CAD、EDA 正方兴未艾。因此,脉冲与数字电路实验实践手段的推陈出新是大势所趋而势在必行。为适应这种现代化教学形势的要求,并根据近年来 CAI 教学实践,我们特别增编了第四章脉冲数字电路 CAI 实验,介绍了脉冲数字电路 EWB 软件仿真和 ISP 在系统编程等新内容,希望能为培养面向 21 世纪的新型技术人才作出一点菲薄的贡献。

本书由南京铁路运输学校高级讲师张明、王瑞林主编。参加编写工作的还有南京铁路运输学校于淑萍、吕哲明,乌鲁木齐铁路运输学校李江玲,苏州铁路机械学校马祥兴,柳州铁路运输学校杨彦玲。其中第一章由李江玲编写,第二章实验一至七、九至十六、第三章课题一及第五章由张明编写,第三章课题二由张明、吕哲明编写,第三章课题三、第四章第一节及附录部分由王瑞林编写,第三章课题四、第四章第二、三节由于淑萍编写,第二章实验八由马祥兴编写,第二章实验十七由杨彦玲编写。

本书由乌鲁木齐铁路运输学校高级讲师乔军主审,主审对全书进行了认真、细致的审阅,提出了许多宝贵意见。参加审稿的还有柳州铁路运输学校郭健、季胜生,内江铁路机械学校陈军,西安铁路运输学校周雪,武汉铁路运输学校郭晋蜀,锦州铁路运输学校陆中石,天津铁路工程学校袁裕民,洛阳铁路信息工程学校徐文茂,株洲铁路电机学校方宁等老师。同时,本书在编写和试用过程中,得到了各兄弟学校各级领导的热情支持与帮助,在此一并表示深切地谢意。

鉴于当前数字电子技术的飞速发展和广泛应用,编者能力和水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳切希望不吝批评指正。

编 者

2000 年 10 月

目 录

第一章 基本知识	1
第一节 实验的基本要求	1
第二节 实验进行的一般过程	1
第三节 实验室安全规则	2
第四节 常见故障分析	3
第五节 TTL 及 CMOS 电路的使用注意事项	4
第二章 基本实验	7
实验一 常用仪器的使用	7
实验二 RC 微分、积分电路及限幅电路	10
实验三 TTL/CMOS 门电路的功能测试及应用	13
实验四 集成单稳态触发器	16
实验五 施密特触发器	19
实验六 RC 环形多谐振荡器	22
实验七 锯齿波电压发生器	24
实验八 555 定时器及其应用	27
实验九 组合逻辑电路的分析与设计	31
实验十 译码器及其应用	33
实验十一 数据选择器及数据分配器	38
实验十二 集成触发器	41
实验十三 N 进制计数器	47
实验十四 计数译码显示电路	51
实验十五 移位寄存器	55
实验十六 集成 ADC	59
实验十七 集成 DAC	62
第三章 综合实验	65
课题一 数字频率计	65
课题二 数字电子钟	69
课题三 数字电压表	73
课题四 交通信号控制电路	77

* 第四章 脉冲与数字电路 CAI 实验	84
第一节 概 述	84
第二节 EWB 软件仿真实验	85
实验一 EWB 基本操作	85
实验二 RC 电路仿真实验	87
实验三 555 电路仿真实验	88
实验四 计数译码显示电路仿真实验	89
实验五 ADC 与 DAC 应用仿真实验	90
第三节 ISP 在系统编程实验	91
实验一 Synario 基本操作	91
实验二 ISP 操作实例	93
第五章 实验仪器	96
第一节 双踪示波器	96
第二节 脉冲信号发生器	101
第三节 数字逻辑实验箱	102
附 录	107
附录一 逻辑图形符号简介	107
附录二 集成电路型号简介	114
附录三 部分常用集成电路汇编	116

第一章 基本知识

第一节 实验的基本要求

脉冲与数字电路实验是电子技术基础教学中一个重要的组成部分。通过实验,不仅可以使学生获得感性认识,验证已学过的理论知识,巩固和加强对理论知识的理解,而且可以使學生掌握中等电子技术人员所必需的脉冲电路与数字电路实践的基本技能,从而达到下列基本要求:

1. 熟练掌握本课程常用仪器仪表的使用方法,并了解其结构、基本原理和主要技术特性。
2. 能查阅电子器件手册和集成电路手册,掌握常用数字器件和集成电路的型号、性能、参数、用途及使用方法。
3. 能够根据实验需要,正确选择实验仪器、实验器件及实验方法,设计实验电路,拟定实验步骤和记录图表,组成并调试电路,检查和排除电路的一般故障,最终完成实验。
4. 学会观测和记录实验现象及波形,记录和处理实验数据,分析和综合实验结果,撰写完整的实验报告。
5. 具有理论联系实际、实事求是的科学态度和严肃认真、踏实细致的工作作风。

第二节 实验进行的一般过程

不同的脉冲与数字电路实验虽然其目的和内容各不相同,但它们进行的基本过程是相同的,具体讲可按下列顺序进行。

一、实验预习

为了确保实验质量,提高实验效果,要求学生在每次实验前都必须认真做好预习,仔细阅读实验指导书,复习实验中涉及的有关理论知识,写出预习报告。其内容包括:

- (1) 实验名称。
- (2) 实验目的。
- (3) 实验原理。
- (4) 实验器材。
- (5) 实验电路。
- (6) 实验内容及步骤。
- (7) 从理论上分析,计算实验结果。
- (8) 拟定实验用记录表格。
- (9) 实验注意事项。

总之,在实验之前应对实验做到心中有数,不打无准备之仗。

二、实验操作

实验操作是实验的主要内容,其基本步骤如下:

- (1)检查仪器设备:实验时要首先检查本次实验所需仪器和设备是否齐全完好。
- (2)连接线路:按照实验电路图连接好实验线路,接线时应尽可能的合理、美观。
- (3)检查线路:线路连接好后,要仔细核对,检查其连接是否正确;所用仪器的旋钮或开关所置位置是否合适。初次做实验的线路或较复杂的线路,还需经指导老师检查合格后,才能接通电源。
- (4)接通电源:接通电源后,应立即注意仪器设备的工作是否正常,如发现异常现象,要马上切断电源,查找原因。待故障排除后,再接通电源继续进行实验。
- (5)操作记录:按实验内容和步骤有条不紊地进行操作,仔细观察实验现象,如实记录实验波形和数据,观察和记录完毕后,先断开电源,暂时不要拆线。对于记录下来的数据、现象和波形,要用所学的理论知识去分析、理解和判断,看它是否合理,然后送指导老师审查。
- (6)拆除线路:审查、验收合格后拆除线路,整理仪器设备,清理导线。经指导老师允许后,可离开实验室。

三、实验报告

实验操作结束后,学生应根据实验指导书的要求,对记录的实验数据及波形进行分析和总结,得出实验结果,写出实验报告。

实验报告要求做到:论述清楚、书写规范、数据齐全、图表清晰、实事求是、独立完成。

实验报告内容应包括如下:

- (1)实验报告封面:实验名称、日期、实验人姓名、学号、班级、指导老师等。
- (2)预习报告内容。
- (3)实验结果及分析:将实验记录的数据及波形填写到拟定的实验用记录表格中,并进行分析,得出实验结果。将实验结果与理论分析的结果相比较,进一步分析其产生误差的原因及减少误差的可行办法。
- (4)完成实验指导书对实验报告提出的具体要求。
- (5)实验总结:总结实验完成的情况,简述实验收获和体会。最好还能写出实验中所遇到的问题、故障及处理方法。

第三节 实验室安全规则

进入实验室,要遵守规章制度,自觉接受老师的检查和指导,以保证人身安全及设备安全,使实验得以顺利完成。

实验室基本规章:

- (1)按规定就位,保持实验室安静和整洁,在老师指导下独立完成实验。
- (2)根据实验指导书的要求,按程序认真操作,仔细观察、正确记录,及时交出实验报告。
- (3)爱护实验设备,严格按操作规程使用仪器设备,不随意拆卸,也不用力过猛地使用旋钮和开关,对性能不明或与实验无关的设备禁止使用。
- (4)注意安全:电路通电前认真检查线路连接是否正确,电源是否符合要求。如仪器设备

发生故障时,应立即停止实验,有电源者立即切断电源,然后报告指导老师。

(5)实验完毕,将实验用品整理好并交指导老师验收。经老师允许后,方可离开实验室。

第四节 常见故障分析

在数字电路实验中,当所安装电路有一定的输入信号而没有正确的输出信号,不能完成预期的逻辑功能时,就称电路有故障。数字电路产生故障的原因大致有以下几个方面:

- 电源不稳或不正常;
- 电路设计有问题;
- 安装、布线时出现错误;
- 集成组件功能不正常或使用不当;
- 触点、焊点等接触不良;
- 元件参数有误;
- 触发信号不稳、有干扰;
- 负载过重;
- 实验仪器或实验箱通用底板不正常等。

若想迅速地排除电路故障,首先要掌握排除故障的基本方法,其次要有丰富的实践经验。但基于对基本理论熟悉和对实验电路了解的逻辑思维的方法,即根据电路的逻辑关系进行判断、推理的方法更起作用。这正是强调实验预习重要性的原因。

一、一般故障现象分析

在组合逻辑电路中,当电路不能正确地按照真值表工作时,就认为该电路存在故障;对于时序逻辑电路,当电路不能正确地按照状态转换表工作时,就认为该电路存在故障。一些常见的故障现象及其主要原因如下。

1. 无电源

可能原因:实验箱电源线因线路故障断开或某处接触不良。

2. 某个集成器件无电源

可能原因:集成电路块插反;引脚辨认有误,电源未加到指定引脚上;按电源管脚未焊牢而接触不良。

3. 集成器件的输出高电平达不到标准值

可能原因:集成器件本身性能不好;该集成器件所带的负载过重。

4. 不论输入信号如何变化,电路中某一单元的输入或输出总是保持不变

可能原因:集成块损坏;线路中某点短路或断开。

5. 状态不稳定

可能原因:电源电压值不正常;集成电路器件的引脚接触不良,或连接线接触不良;时钟脉冲或信号序列不正确;提供时钟脉冲的电路带负载能力弱;有干扰信号或有悬空的引脚;因“竞争—冒险”现象产生的干扰脉冲使状态不稳定。

6. 计数电路状态转换不正确

可能原因:个别引脚悬空;集成电路连线有误;逻辑电路中有“竞争—冒险”现象;同种逻辑功能的集成块工作速度不同;时钟脉冲不稳(可在 CP 输入端加一个100 pF的电容器防护)。

7. 由门电路或 555 集成块组成的振荡电路不起振

可能原因:电源电压不正确;元件参数(R、C)未设计好;555 时基电路外引线有误或元件接线不正确;某一门电路功能不正常。

二、检测故障的常用方法

常用电路故障的检查方法如测电阻法、测电压法、测波形法等都适用于数字电路。除此以外,还有以下几种常用方法。

1. 查线法

数字电路实验的大多数故障是由于布线错误引起的,复查布线可以检查出部分或全部故障。这种方法适用于不很复杂的电路。对较复杂的电路系统,故障是不易被发现的。所以检查布线不能作为排除故障的主要手段。

2. 替代法

用已调好的单元组件替代有故障嫌疑的相同单元组件,将其接入电路,可以很快判断出故障原因是否由原单元组件故障所致。在数字电路中,相同的单元组件很多,而且集成电路多采用插接式连接,故替代法是方便有效的办法之一。但应注意在插拔组件前必须切断电源。

3. 逻辑对比法

比较复杂的数字电路可用对比法进行检测,将被测电路的状态参数与相同的正常电路一对比。用这种方法可很快找到电路中的某些不正常状态和参数,进而分析电路有无故障。这种方法在数字电路故障分析中也是很重要的方法。

4. 动态跟踪法

在电路输入端送入一测试信号,在该信号的作用下,按信号流程逐级检查各工作波形,或用 LED 观察各级输出信号,若某级不正常或与理论分析不符,则有故障。

5. 激励响应法

为了更快速、有效地检测复杂数字电路的故障,出现了两种新型的检测工具——逻辑脉冲发生器和逻辑脉冲测试笔。逻辑脉冲发生器实际上是一种手控激励源。而逻辑脉冲测试笔是一种响应检测器,利用它们检测数字电路故障的方法,就是激励响应法。用这种方法检测时,可通过脉冲发生器的输出尖顶将脉冲激励注入被检测元件的输入端,并用逻辑笔的尖顶碰触被检测元件的各个输出端,如果灯光显示的响应与正常响应不同,就可断定数字电路存在故障,而且可以找出元件级的故障所在。

第五节 TTL 及 CMOS 电路的使用注意事项

一、TTL 注意事项

1. 电源要求

电源电压: $V_{cc} = +5\text{ V}$, 范围: $+4.75 < V_{cc} < 5.5\text{ V}$

电源和地的极性不能接反,否则过大的电流造成器件损坏。

2. 输入信号要求

幅度: $-0.5\text{ V} \leq U_{in} \leq +5.5\text{ V}$

边沿:组合逻辑电路 V_i 的边沿变化速度小于 100 ns/V ;

时序逻辑电路 V_i 的边沿变化速度小于 50 ns/V 。

3. 多余输入端的处理

(1) 应根据逻辑功能接地或 V_{cc} ($V_{cc} < 5.5 \text{ V}$ 时), 也可用大于等于 $1 \text{ k}\Omega$ 的电阻连到 V_{cc} 上。

对于几个相同门的多余输入端可通过电阻连到 V_{cc} 上。

(2) 与已用的输入端并联使用。

(3) 多余输入端最好不要悬空。悬空时输入端容易受干扰, 使电路工作不可靠(实验时, 小规模集成电路可以悬空处理, 但对中规模集成电路、较复杂的数字电路以及接有长线的输入端不允许悬空, 必须按逻辑要求可靠的接地或高电位)。

4. 多余门的处理

考虑到降低整个电路的功耗, 不使用的门应适当处理, 使输出处于高电位。

多余的与非门应把输入端中的某一个接地; 多余的或非门应把输入端接地; 多余的与或非门中的与门, 输入端至少有一个接地。

5. 输出要求

(1) 输出端不允许与电源或地短路。

(2) 多个输出端不允许短接使用。只有三态或集电极开路输出结构的电路可以并联(“线与”)使用。

(3) TTL 集电极开路的电路“线与”时, 应在其公共输出端加接一个预先算好的上位负载电阻到 V_{cc} 。

二、CMOS 注意事项

1. 电源要求

(1) 4000 B 系列的电源电压范围为 $3 \text{ V} < V_{DD} < 18 \text{ V}$, 考虑到瞬态变化, 应保持在 $4 \sim 15 \text{ V}$ 范围。

(2) 一般情况下, CMOS 电路的 V_{DD} 选取电源变化范围的中间值较好, 实验中一般要求使用 $+5 \text{ V}$ 电源。此时还可与 TTL 电路兼容。

(3) 避免使用大阻值的电阻串入 V_{DD} 或 V_{SS} 端。

(4) 与 TTL 电路相同, 电源和地的极性绝对不允许接反; V_{DD} 为正, V_{SS} 为负; 通电时, 不可插、拔或焊接集成电路器件。

(5) 对 H-CMOS 器件, 电源引脚的交流高、低频去耦要加强, 几乎每个 H-CMOS 器件都要加上 $0.01 \sim 0.1 \mu\text{F}$ 的电源去耦电容。

2. 输入要求

幅度: $V_{SS} \leq U_{in} \leq V_{DD}$

边沿: 一般的 CMOS 器件: $t_r(t_f) \leq 15 \text{ ns}$

HCMOS 器件: $t_r(t_f) \leq 0.5 \text{ ns}$

3. 多余输入端的处理

(1) 切记多余端禁止悬空, 即使未被使用但已接通电源的 CMOS 电路的所有输入端也禁止悬空, 都应按电路功能分别接应有的电平。如: 与门、非门的多余端应接 V_{DD} 或高电平, 或门和或非门的多余端应接 V_{SS} 或低电平。

(2) 工作速度不高的电路中, 多余端允许与有用端并联。

(3)作振荡器或单稳电路时,输入端必须串入电阻用以限流。

4. 输出要求

(1)输出端不允许与电源或地短接。

(2)多个输出端不允许短接使用。

三、TTL 和 CMOS 的其他要求

集成块应存放在干燥通风的容器中,周围不能有腐蚀性气体。

存放 CMOS 电路时要屏蔽,一般放在金属容器里,也可用金属的箔将引脚短路。避免感应电荷产生的电压击穿集成块。

实验时先接通电路板电源,再加入信号源;关机时先关信号源,后关线路板电源。尤其是 CMOS 电路未接通电源时,不允许有输入信号加入。

第二章 基本实验

本章的基本实验共 16 个,主要包括仪器的使用、集成电路的功能测试及应用、脉冲单元电路的组成、测试及应用,同时适当地增加了设计性实验内容,为综合实验打基础。编写基本实验的目的,是通过基本实验使学生进一步理解和巩固脉冲与数字电路的基本知识,掌握脉冲数字电路的实验操作技能,培养学生的动手能力、应用集成电路的能力及分析问题、解决问题的能力。

实验一 常用仪器的使用

一、实验目的

1. 掌握双踪示波器及脉冲信号发生器的正确使用方法。
2. 掌握数字逻辑实验箱的结构及使用方法。

二、实验原理

本实验用脉冲信号发生器输出脉冲信号,用双踪示波器观测信号波形并测量信号参数,实验电路如图 2—1—1 所示。

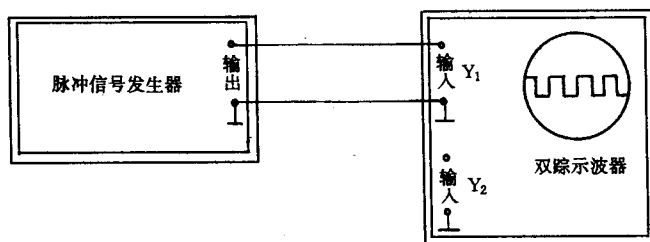


图 2—1—1 两种仪器间的连接图

FG-101 函数发生器能产生 $f=1\text{ Hz}\sim 1\text{ MHz}$ 、 $U_m=0\sim 20\text{ V}_{\text{P-P}}$ 的正弦波、矩形波、三角波,其性能及使用方法参见第四章第二节(I)。

示波器是一种能观察和测量各种信号波形的仪器,SR-071 型双踪示波器可观测到频率为 7 MHz 以下的各种脉冲信号,还可输入并显示两路不同的信号,以便比较信号波形之间的差异。为了减小示波器的输入阻抗对被测信号的影响,可将被测信号通过探头加到 Y 轴的输入端,这时信号将衰减 10 倍。SR-071 型双踪示波器的性能及使用方法参见第三章第一节。

脉冲数字电路实验广泛使用数字逻辑实验箱,在实验箱上可以方便地进行接插连线,快捷地搭出各种功能的实验电路。数字逻辑实验箱的性能、结构及使用方法参见第三章第三节。

三、实验内容及步骤

(一) 实验内容

1. 了解所用仪器的技术性能,熟悉仪器各主要旋钮开关的位置及作用,掌握仪器的基本

使用方法。

2. 用脉冲信号发生器输出所需要的脉冲信号。
3. 用 SR-071 型双踪示波器观察 2~3 个完整的信号波形并测出信号参数。
4. 熟悉逻辑实验箱的结构特点和使用方法。

(二) 实验步骤

1. 观察信号波形

对照双踪示波器及信号发生器,熟悉控制面板各主要旋钮、开关的位置及其操作方法,然后打开电源开关。示波器加入被测信号前,首先应调节示波器的“辉度”、“聚焦”和“辅助聚焦”各旋钮,使显示屏上显示一条细而清晰的扫描基线。其次调节“ $\uparrow\downarrow$ ”及“ $\rightleftarrows$ ”旋钮,使基线居于显示屏中央。而后将被测信号从 Y 轴输入端输入(Y_1 或 Y_2 均可)。若 Y_1 输入,则显示方式开关应置 Y_1 位置。然后调节相应的灵敏度选择开关旋钮,以控制显示波形的幅度。最后调节扫描速度选择开关及微调旋钮,使显示屏上显示稳定的波形。

(1) 观察机内标准信号

将 $f = 1\text{ kHz}$, U_m 分别为 0.02 V 、 0.2 V 、 2 V 的机内标准信号送入示波器显示。

(2) 用信号发生器输出 $U_m = 5\text{ V}$, 频率分别为 1 K 、 2 K 、 4 K 的方波信号,并用示波器观察两个完整波形。

(3) 用信号发生器输出 $U_m = 4\text{ V}$, 周期 $T = 0.2\text{ ms}$, 脉宽 $t_w = 50\text{ }\mu\text{s}$ 的矩形波信号,并用示波器观察两个完整波形。

2. 测量脉冲信号的参数

用脉冲信号发生器输出一个 $U_m = 5\text{ V}$ 、 $f = 5\text{ kHz}$ 的方波信号送入示波器中显示。

(1) 用示波器测电压幅度 U_m

灵敏度选择开关所指示的刻度值表示显示屏上纵向每一格的电压伏特数 V/cm (1 格表示 1 cm), 根据显示波形高度所占的格数及衰减数便可直接读出 U_m 值, 即

$$U_m = \text{灵敏度开关所指刻度值} \times \text{波形高度所占格数} \times \text{衰减倍数}$$

(测量方法可参阅第三章第一节中示波器的使用方法)。

将所测方波信号幅度填入表 2—1—1 中。

(2) 用示波器测量周期 T 、频率 f 、脉宽 t_w 、上升时间 t_r 、下降时间 t_f

将“扫描微调”旋钮置于校准位置(顺时针旋转听到咔嚓一声为止),在此位置上,扫描速度选择开关所指的刻度值表示显示屏上横向每一格的时间值,这样根据显示屏上所显示的信号波形在水平轴上所占的格数就能直接读出信号的周期、脉宽、上升时间、下降时间。为了保证测量精度,显示屏上一个周期的信号波形应占有足够的格数。

在测量脉宽的基础上,进一步提高扫描速度可测出其上升时间和下降时间。

将测量结果填入表 2—1—1 中。

表 2—1—1 脉冲波形主要参数测量值

项目 信号	周 期	频 率	脉 宽	上升时间	下降时间	幅 度
$U_m = 5\text{ V}$ $f = 5\text{ kHz}$ 的方波						

3. 数字逻辑实验箱及逻辑测试笔的使用

(1)接通实验箱交流电源,打开电源开关(指示灯亮),用万用表检查5 V电源的输出。若偏离5 V可调节电压微调使之达到5 V。然后用连线将5 V输出与操作板5 V输入相连,测量输入输出板的电源插孔[+],[-]是否有5 V电源。

(2)将逻辑笔的黑色鱼夹接地,红色鱼夹接电源,用逻辑笔检查输入输出板。

①测量电源插孔[+],[-]的逻辑值。

②按动单项脉冲输出按钮“P”,测量 P_+ 和 P_- 插孔的逻辑值,并判断是否有正、负脉冲输出。

③观测连续脉冲输出插孔“ $\sqcap$ ”中是否有1 kHz或1~2 Hz的连续脉冲输出。

④扳动逻辑开关 $K_1 \sim K_4$,测量 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 的逻辑量。

(3)把 $K_1 \sim K_4$ 分别和LED显示灯 $L_1 \sim L_4$ 相连,扳动逻辑开关 K ,通过观察发光二极管LED的亮灭来判断显示的逻辑结果是否与逻辑开关相符。

(4)把逻辑开关 $K_1 \sim K_4$ 分别与译码显示器(数码管)的输入插孔 $D_1 \sim D_8$ 相连,扳动逻辑开关,送入8421BCD码,观察数码管显示的数字是否与逻辑开关的状态相符。

四、实验前准备

1. 仔细预习 XFM-02 型脉冲信号发生器及 SR-071 型双踪示波器的使用说明,弄清各旋钮的用途和使用方法以及脉冲波形参数的测量方法。

2. 要显示 $f=2\text{ kHz}$ 、 $U_m=0.2\text{ V}$ 的方波信号,示波器的操作程序及各旋钮应置放的位置如何?将预习考虑结果填入表 2—1—2 中。

3. 认真阅读数字逻辑实验箱及逻辑测试笔的说明,弄清其结构特点,掌握其使用方法。

表 2—1—2 示波器面板控制旋钮或开关作用位置

控 制 机 件	作 用 位 置	控 制 机 件	作 用 位 置
		拉 $Y_2(X)$	
		触发方式	
显示方式		触发源	
$\downarrow \uparrow$		触发极性	
DC— $\perp$ —AC		T/cm	
V/cm			

五、实验器材

- | | |
|------------|-----|
| 1. 脉冲信号发生器 | 1 台 |
| 2. 双踪示波器 | 1 台 |
| 3. 数字逻辑实验箱 | 1 台 |
| 4. 万用表 | 1 块 |

六、实验报告要求

1. 画出实验电路、整理实验结果。
2. 回答问题。

