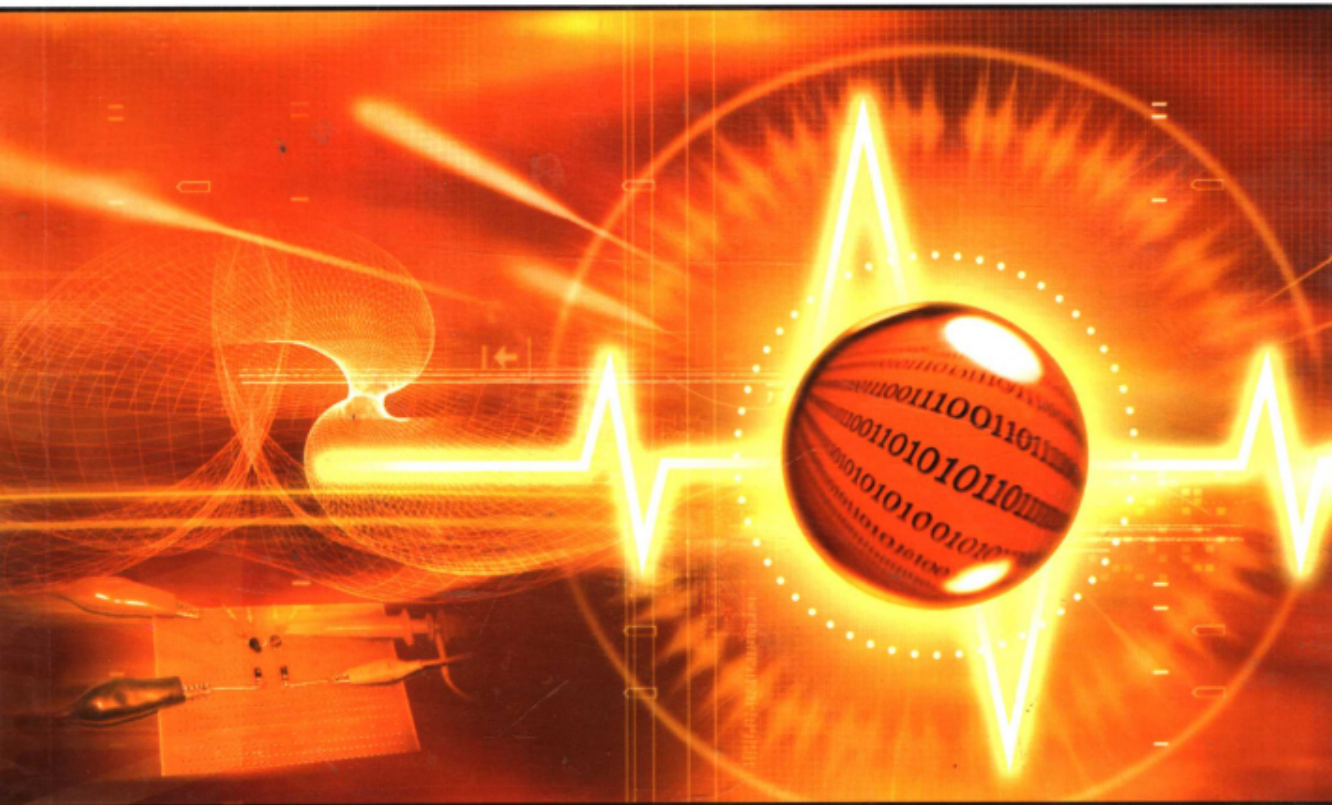


脉冲与数字电子技术



杨承毅 肖诗海 邹友志 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才模块式技能实训

中职系列教材(电工电子类专业)

- 电路数学
- 电工基本理论
- 电工实训基本功
- 电工电子元器件基础
- 电子元器件的识别与检测
- 模拟电子技术
- 脉冲与数字电子技术
- 电子实训基本功
- 复印机维修技能实训

ISBN 978-7-115-17236-5



9 787115 172365 >

ISBN 978-7-115-17236-5/TN

定价：19.00 元

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材(电工电子类专业)

脉冲与数字电子技术

杨承毅 肖诗海 邹友志 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

脉冲与数字电子技术 / 杨承毅, 肖诗海, 邹友志编著.
—北京: 人民邮电出版社, 2008.2
(世纪英才模块式技能实训中职系列教材·电工电子类专业)
ISBN 978-7-115-17236-5

I. 脉… II. ①杨…②肖…③邹… III. ①脉冲电路—专业学校—教材②数字电路—电子技术—专业学校—教材
IV. TN78 TN79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 180866 号

内 容 提 要

本书是一本脉冲与数字电子技术的启蒙教材, 书中主要介绍了数字电路的基本理论知识, 内容包括脉冲电路基本知识、常用的脉冲电路、数字电路基本知识、数字集成电路使用常识, 编码器、译码器、数码显示器、数据选择器和数据分配器、数字比较器等最常用的组合逻辑电路, 以及触发器、计数器、寄存器等最常用的时序逻辑电路等。另外, 书中设置了“教师演示”和“巩固提高”等环节, 可形成教学互动氛围。全书图文并茂, 特别强调实物教学的方式, 对激发和提高学生对电子技术的兴趣会有一定的推动作用。

本书起点低, 通俗易懂, 符合初学者的认知规律, 适于作为中等职业学校电类相关专业的基础课教材, 同时也适合作为电子技术从业人员的岗前培训和自学用书。

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材(电工电子类专业)

脉冲与数字电子技术

◆ 编 著 杨承毅 肖诗海 邹友志

责任编辑 张 伟

执行编辑 蔡华斌

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京华正印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 9.5

彩插: 2

字数: 227 千字

2008 年 2 月第 1 版

印数: 1—4 000 册

2008 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17236-5/TN

定价: 19.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（电工电子类专业）

编 委 会

主 任：王国玉 杨承毅

编 委：江华圣 程立群 李世英 柳其春
王奎英 易法刚 李中显 陈子聪
张自蕴 王诗平 钟建华 刘起义
余铁梅 付克达

策 划：丁金炎

丛 书 前 言

《国务院关于大力发展职业教育的决定》指出“职业院校要根据市场和社会需要,不断更新教学内容,合理调整专业结构,大力发展新兴产业和现代服务业的专业,大力推进精品专业、精品课程和教材建设”,这不仅给职业院校的办学,同时也为我们开发职业教育教材指明了前进的方向。

对职业教育而言,满足国民经济发展的需要才是职业教育真正的主题。职业教育活动围绕着专业技能的需要而展开,不仅是就业市场的需求,也是职业院校办学理念上的回归。职业院校“以就业为导向”的办学方针,意味着职业教育办学必须树立向市场靠拢的职教理念,探索与之相对应的职教模式。

本系列教材是我们借鉴加拿大 CBE (Competency-Based Education) 教学思想的一次实践,也是借 DACUM 方法来开发教学计划的具体探索。系列教材包括专业基本理论、专业群技术基本功和专业技能实训 3 个类别。新编教材忠实贯彻了“以就业为导向”的指导思想,克服了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向,重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果,改变了中职教材在原学科体系基础上加加减减的编写方法。

与当今市面上的同类教材相比,本系列教材的主要特点有:

- (1) 教材结构“模块化”。一个模块一个知识点,重点突出,主题鲜明。
- (2) 教材内容“弹性化”。适应“生源”水平的差异和订单式职业教育的不同需求。
- (3) 教学内容“本体化”。教材内容不刻意向其他学科扩展,追求系列教材的组合效应。
- (4) 合理控制教学成本。如今,不计教学成本的时代已经离去,针对中职教育投资不足的现状,本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本做出估算,以控制教学成本。
- (5) 针对目前中职学生的认知特点,本系列教材强调图文并茂、直观明了、便于自学,充分体现“以学生为本”的教学思想。

综上所述,本系列教材是符合当今中等职业教育发展方向的一个有潜在价值的教学模式。本系列教材的作者都是长期担任相关课程教学工作的有工程背景的教师,他们不仅具备扎实的理论功底,还在职业技能方面积累了丰富的经验。正是由于本系列教材的作者具备了这些条件,才有了本系列教材的高质量出版。

总之,本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部对于中等职业教育的改革思想,而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍,并为学生毕业后在电工电子类专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新(新思想、新技术、新面貌)、实(贴近实际、体现应用)、简(文字简洁、风格明快)的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议,或者您也愿意参与到这个系列教材中其他专业课教材的编写,可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系,也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

前 言

对于电类专业来说,“脉冲与数字电子技术”是一门骨干课程。在数字化时代,电脑、音响、电视和通信产品等,无不标注着“数字电路”的标签。因此,电类从业人员有必要学习数字电路的基础知识,并掌握一些数字集成电路的应用方法。

本书立足于职业学校“以就业为导向”的办学方针,并尝试了新的编写思路,力图在真实、具体的环境下,来阐述电子技术的基本理论。

本书作为“世纪英才模块式技能实训”系列教材之一,采用了模块式的结构编排,一个模块一个知识点,全书体现了结构模块化、技能系统化、内容弹性化和版面图表化等方面的特点。本书与本系列教材中的《电子实训基本功》、《模拟电子技术》共同构建了电子技术的理论与实践教学体系。

本书由武汉铁路职业技术学院杨承毅老师、武汉市第二职业教育中心肖诗海老师和荆州工业学校邹友志老师编著。参加编写的还有武汉市第二职业教育中心朱春红、刘起义老师和武汉铁路技师学院李忠国老师。全书由杨承毅老师统稿。

另附教学建议学时表如下。在实施过程中任课老师可根据具体情况进行适当调整。

序 号	内 容	课时	序 号	内 容	课时
知识模块一	脉冲电路基本知识	4	知识模块十	译码器	4
知识模块二	脉冲波形整形电路	4	知识模块十一	数码显示器	4
知识模块三	常用的脉冲开关电路	4	知识模块十二	数据选择器和数据分配器	4
知识模块四	数字电路基本知识	4	知识模块十三	数字比较器	5
知识模块五	逻辑代数基本知识	4	知识模块十四	触发器	4
知识模块六	逻辑门电路	4	知识模块十五	计数器	4
知识模块七	集成门电路的分类及参数	4	知识模块十六	寄存器	4
知识模块八	数字集成电路使用常识	2	知识模块十七	555 时基集成电路的应用	4
知识模块九	编码器	4	知识模块十八	时序逻辑电路的分析方法	4
总计学时			71		

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

知识模块一 脉冲电路基本知识	1
第一部分 教学组织	1
一、教学目的	1
二、教学节奏与方式	1
第二部分 教学内容	1
一、脉冲的基本波形	1
二、脉冲信号的参数	2
三、部分脉冲信号介绍	3
四、晶体管的开关特性	5
第三部分 教师演示	8
第四部分 巩固提高	8
阅读材料 A RC 电路的充、放电	9
知识模块二 脉冲波形整形电路	11
第一部分 教学组织	11
一、教学目的	11
二、教学节奏与方式	11
第二部分 教学内容	11
一、削波电路	11
二、二极管限幅电路	12
三、钳位电路	13
第三部分 教师演示	16
第四部分 巩固提高	16
知识模块三 常用的脉冲开关电路	18
第一部分 教学组织	18
一、教学目的	18
二、教学节奏与方式	18
第二部分 教学内容	18
一、双稳态触发电路	18
二、单稳态电路	20
三、无稳态电路(多谐振荡器)	21
第三部分 教师演示	22
第四部分 巩固提高	23
知识模块四 数字电路基本知识	25
第一部分 教学组织	25
一、教学目的	25

二、教学节奏与方式	25
第二部分 教学内容	25
一、数字电路简介	25
二、数字电路中的数制与码制	26
第三部分 教师演示	29
第四部分 巩固提高	30
知识模块五 逻辑代数基本知识	32
第一部分 教学组织	32
一、教学目的	32
二、教学节奏与方式	32
第二部分 教学内容	33
一、逻辑变量与逻辑函数	33
二、基本逻辑运算	33
三、几种常见的逻辑运算	35
四、逻辑代数基本公式	36
五、逻辑表达式的标准形式	37
六、逻辑表达式的化简	37
第三部分 教师演示	38
第四部分 巩固提高	39
知识模块六 逻辑门电路	40
第一部分 教学组织	40
一、教学目的	40
二、教学节奏与方式	40
第二部分 教学内容	40
一、常见组合逻辑门电路举例	40
二、常见 TTL 与非门电路的工作原理	42
第三部分 教师演示	45
第四部分 巩固提高	45
知识模块七 集成门电路的分类及参数	46
第一部分 教学组织	46
一、教学目的	46
二、教学节奏与方式	46
第二部分 教学内容	46
一、常见集成门电路种类	46
二、集成门电路的符号	47
三、逻辑门电路部分参数介绍	47
四、TTL 的驱动方式	51
五、CMOS 的驱动方式	51
第三部分 教师演示	51
第四部分 巩固提高	52

知识模块八 数字集成电路使用常识	53
第一部分 教学组织	53
一、教学目的	53
二、教学节奏与方式	53
第二部分 教学内容	53
一、TTL 集成门电路使用常识	53
二、CMOS 集成电路使用常识	55
第三部分 教师演示	57
第四部分 巩固提高	57
阅读材料 B 数字电路新旧电子电路符号对照表	58
阅读材料 C 数字集成电路图中小圆圈的意义	59
知识模块九 编码器	61
第一部分 教学组织	61
一、教学目的	61
二、教学节奏与方式	61
第二部分 教学内容	61
一、编码器的工作原理(以二-十进制译码器为例)	61
二、优先编码器	63
第三部分 教师演示	64
第四部分 巩固提高	65
阅读材料 D 拨盘开关	66
阅读材料 E 优先编码器示例	67
知识模块十 译码器	69
第一部分 教学组织	69
一、教学目的	69
二、教学节奏与方式	69
第二部分 教学内容	69
一、译码器基本工作原理	69
二、常用集成译码器	70
第三部分 教师演示	72
第四部分 巩固提高	72
阅读材料 F 译码器示例	73
知识模块十一 数码显示器	77
第一部分 教学组织	77
一、教学目的	77
二、教学节奏与方式	77
第二部分 教学内容	77
一、几种不同类型数码管简介	77
二、字符译码器	79
第三部分 教师演示	80

第四部分 巩固提高	80
阅读材料 G CC4511 (BCD 码七段译码驱动器)	81
知识模块十二 数据选择器和数据分配器	82
第一部分 教学组织	82
一、教学目的	82
二、教学节奏与方式	82
第二部分 教学内容	82
一、数据选择器	82
二、数据分配器	84
第三部分 教师演示	85
第四部分 巩固提高	86
阅读材料 H 数据选择器示例	86
知识模块十三 数字比较器	89
第一部分 教学组织	89
一、教学目的	89
二、教学节奏与方式	89
第二部分 教学内容	89
一、一位二进制比较器	89
二、四位数字比较器	90
第三部分 教师演示	91
第四部分 巩固提高	92
阅读材料 I 数字比较器示例	92
知识模块十四 触发器	94
第一部分 教学组织	94
一、教学目的	94
二、教学节奏与方式	94
第二部分 教学内容	94
一、触发器的基本功能	94
二、触发器的分类	95
第三部分 教师演示	99
第四部分 巩固提高	100
阅读材料 J 触发器示例	101
知识模块十五 计数器	104
第一部分 教学组织	104
一、教学目的	104
二、教学节奏与方式	104
第二部分 教学内容	105
一、计数器	105
二、二进制计数器	105
第三部分 教师演示	108

第四部分 巩固提高	110
阅读材料 K 同步十进制计数器 CC4017	110
阅读材料 L 干簧管	111
阅读材料 M 常见集成计数器	113
知识模块十六 寄存器	116
第一部分 教学组织	116
一、教学目的	116
二、教学节奏与方式	116
第二部分 教学内容	116
一、寄存器的工作原理	116
二、移位寄存器	117
第三部分 教师演示	118
第四部分 巩固提高	120
阅读材料 N 寄存器示例	121
知识模块十七 555 时基集成电路的应用	124
第一部分 教学组织	124
一、教学目的	124
二、教学节奏与方式	124
第二部分 教学内容	124
一、555 电路结构及功能	124
二、555 时基电路应用举例	126
第三部分 教师演示	128
第四部分 巩固提高	129
知识模块十八 时序逻辑电路的分析方法	130
第一部分 教学组织	130
一、教学目的	130
二、教学节奏与方式	130
第二部分 教学内容	130
一、常用触发器的逻辑功能	130
二、同步时序逻辑电路的分析	131
三、异步时序逻辑电路的分析	132
第三部分 教师演示	133
第四部分 巩固提高	134
附录一 数字集成电路引脚功能的文字符号	135
附录二 逻辑笔的使用	138
附录三 常用 LED 显示器	彩图
附录四 防静电工具器材	彩图
附录五 彩图集合	彩图

知识模块一 脉冲电路基本知识

数字电子是现代电子技术的核心部分之一，它由脉冲电路发展而来。如今，脉冲电路不仅可单独成立，而且也是数字电路的基本组成部分。学习数字电子技术，首先需要了解一些脉冲电路基本知识。

第一部分 教 学 组 织

一、教学目的

- (1) 了解几种常用的脉冲信号。
- (2) 了解微分电路、积分电路的工作原理。
- (3) 掌握电子开关的工作原理。

二、教学节奏与方式

项 目		时 间 安 排	教学方式（参考）
1	课前准备	课余	学生预习课文和附录
2	教师讲授	2 课时	重点为微分电路、积分电路、电子开关
3	教师演示	1 课时	脉冲波形等
4	巩固提高	1 课时	学生完成课后练习

第二部分 教 学 内 容

一、脉冲的基本波形

“脉冲”一词源于对脉搏跳动的形象描写，图 1-1 是人的心电图波形。

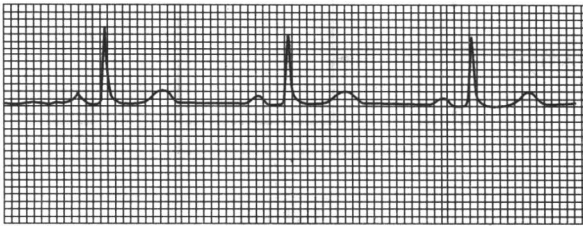


图 1-1 心电图波形（脉冲）

在电子技术中，一般地把类似于这种瞬间突然变化，作用时间极短的电、电压信号称为脉冲，其相应的英文单词为“pulse”。

表 1-1 所示为常见的几种脉冲信号波形图。

表 1-1 常见的几种脉冲信号波形图

编号	脉冲名称	脉冲波形	编号	脉冲名称	脉冲波形
1	矩形波		6	全波整流波	
2	方波		7	晶闸管控制波	
3	梯形波		8	等腰三角波	
4	顶尖波		9	梯形波	
5	半波整流波		10	锯齿波	

从表 1-1 所列举的脉冲信号波形图中，很容易观察到这些信号与正弦波信号之间的差异，它们不像正弦波那样随时间连续变化而具有脉动的特点。脉冲信号广泛地应用于电子技术的方方面面，如电视、电话、雷达、自动控制等领域。从技术的角度来看，脉冲电路主要研究的内容是脉冲信号的产生、波形的变换、整形和传输。

二、脉冲信号的参数

1. 理想脉冲

周期性地反复出现的脉冲称为周期脉冲，只出现一次的脉冲称为单个脉冲。

在理想周期性矩形脉冲的情况下，脉冲参数的定义如图 1-2 所示。

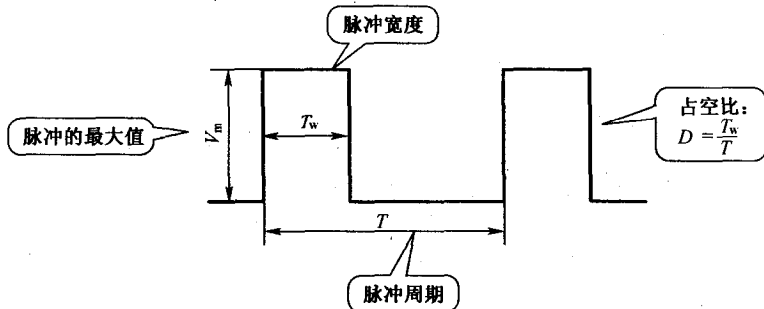


图 1-2 周期性矩形脉冲的参数

2. 实际脉冲

某矩形脉冲通过某一电路，由于各种原因产生了波形的失真，这时脉冲参数的一般定义如图 1-3 所示。

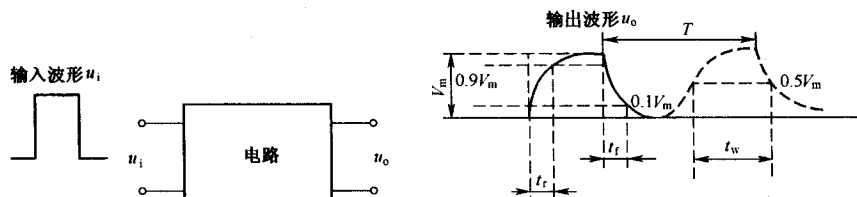


图 1-3 实际周期性矩形脉冲的参数

(1) 脉冲幅度 V_m ，指脉冲的最大值。

(2) 脉冲的上升沿时间 t_r ，指脉冲从 $0.1V_m$ 上升到 $0.9V_m$ 所需的时间。

(3) 脉冲的下降沿时间 t_f ，指脉冲从 $0.9V_m$ 下降到 $0.1V_m$ 所需的时间。

(4) 脉冲的宽度 t_w ，指从脉冲上升沿 $0.5V_m$ 到脉冲下降沿 $0.5V_m$ 的时间长度。

(5) 脉冲的周期 T ，指在周期性脉冲中，相邻的两个脉冲对应点之间的时间长度。周期的倒数就是这个脉冲的频率，即 $f = 1/T$ 。

三、部分脉冲信号介绍

1. 矩形脉冲信号产生的基本原理

产生矩形脉冲的最简单方法就是使用机械开关。如图 1-4 所示，通过连续打开、关闭开关 S 的方式，可以在输出端产生一系列矩形脉冲信号。

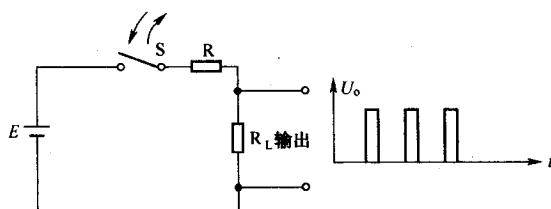


图 1-4 用机械开关产生矩形脉冲

例如，电话拨号的工作原理就是利用拨号盘控制电路接通或断开时间和长短，来输出一系列的寻址信号，如图 1-5 所示。

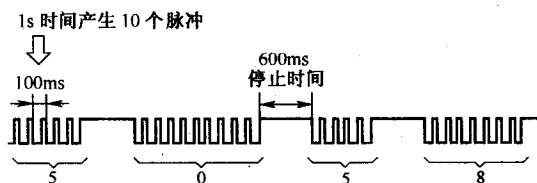


图 1-5 电话机的输入脉冲（拨号 5058）

显然，由于手动的速度太慢，所以用机械开关来产生的脉冲频率很低。如今，用电子开关来代替手动开关，使电子技术得到了极大的发展。关于电子开关，本模块后面的内容将予以介绍。

2. 尖顶波电路（微分电路）

图 1-6 所示为产生尖顶波信号的 RC 微分电路（可先预习本模块后“阅读材料 A”）。

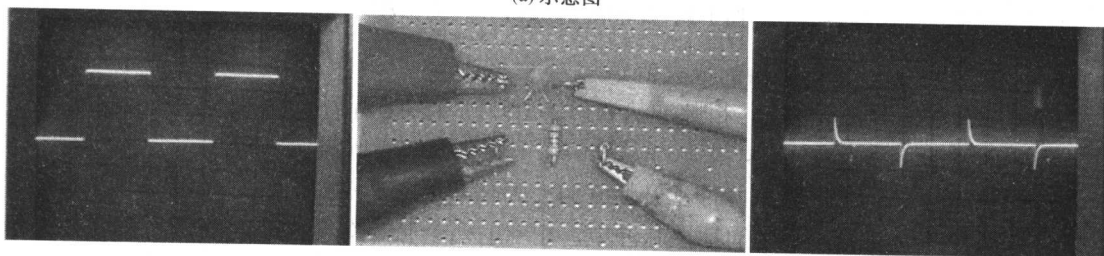
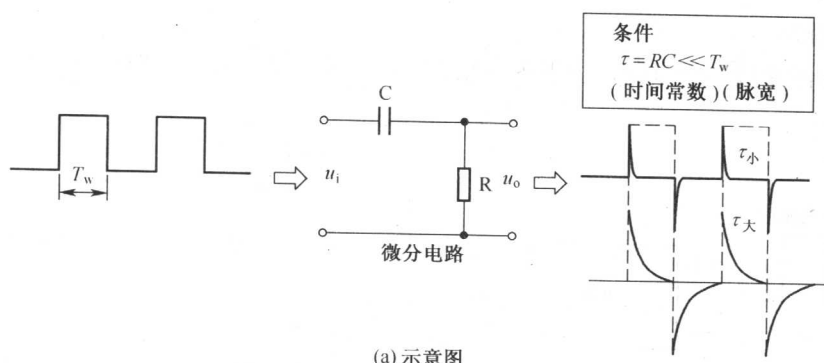


图 1-6 产生尖顶波信号的 RC 微分电路

如果输入信号电压为周期性矩形脉冲，且电路的时间常数 τ 又远小于矩形脉冲的宽度，那么在电阻 R 两端会出现 u_o 为正、负相间的尖脉冲（微分波），其实质就是 C 充、放电的速率太快。

由上可知，RC 微分电路是一个波形变换电路。在一定的条件下，该电路可以将矩形脉冲信号变换为尖顶波信号。具体而言，该电路要求 $\tau \leq \frac{1}{5} T_w$ 。 τ 不同，输出电压的波形的宽窄也就不同；脉宽的宽窄说明了信号携带的能量大小。

尖顶波信号常被用作电子开关的触发信号使用，如图 1-7 所示。

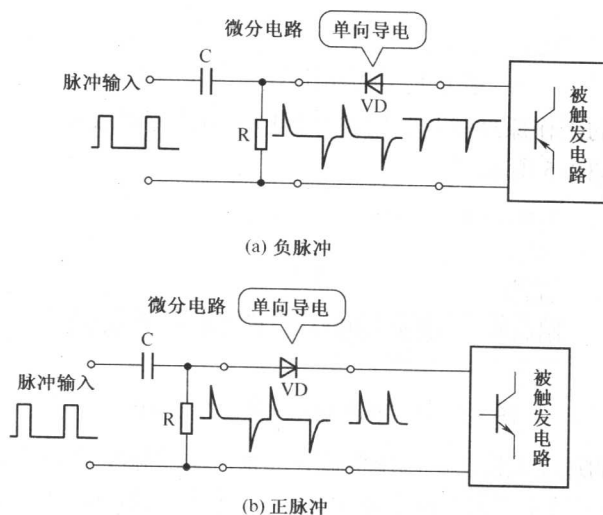


图 1-7 电子开关的触发信号

需要说明的是，所谓的触发就是利用微分波形的正、负信号为其他电路发出的动作开始信号。

3. 锯齿波电路（积分电路）

图 1-8 所示为产生锯齿波信号的 RC 积分电路。

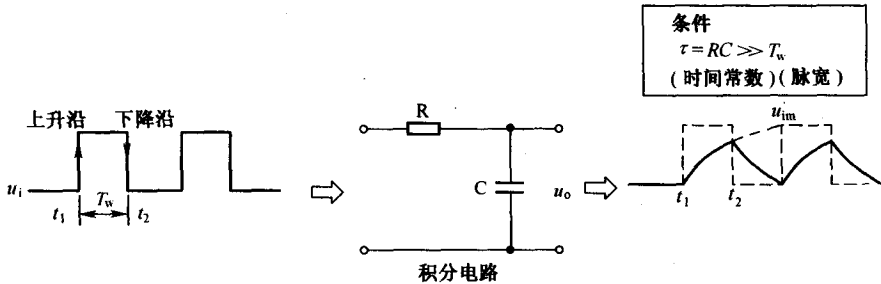


图 1-8 产生锯齿波信号的 RC 积分电路

RC 积分电路也是一个波形变换电路，如果电路满足时间常数 $\tau \geq T_w$ ，一般要求 $\tau \geq 3T_w$ 。由于 τ 值大，C 充电的速度慢，所以输出电压增长的速度很慢；当 $t=t_2$ 时，输出电压还远未达到 u_{im} ，但输入矩形脉冲的下降沿已到，电容开始放电，电路充、放电交替使 u_o 形如锯齿。

如上所述，微分电路和积分电路都是利用 RC 充、放电特性来实现波形变换的。在电子技术中，积分电路应用极广。

【例】延时电路（延时关灯电路）。

示意电路如图 1-9 所示。其中 S 为常闭型开关，平时它使得 VT₁、VT₂ 截止，VT₃ 饱和导通，灯泡发光。当按动（断开）开关 S 时，电源 V_{CC} 通过 R₁、RP 给电容 C 充电，调整 RP 的值可改变 U_c 上升到使 VT₁、VT₂ 电子开关导通时所需的时间，从而控制 VT₃ 由导通到截止时的时间长短，VT₃ 截止后，继电器 K 失电落下，灯灭。这种电路称为延时关灯电路，其中延时环节是积分电路。教师给学生分析此电路，如果有条件可演示此电路。

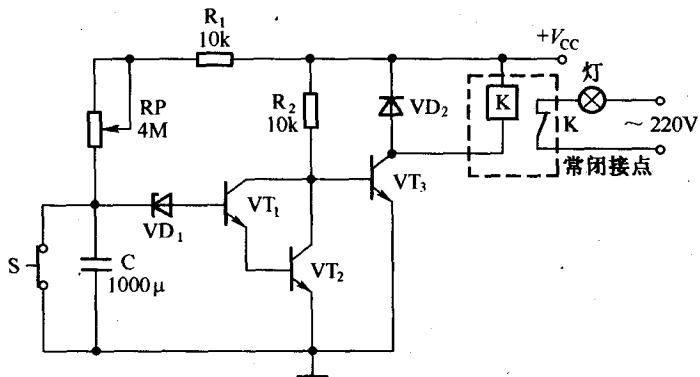


图 1-9 示意电路

四、晶体管的开关特性

在脉冲与数字电路中，二极管与三极管常作为开关使用，为了在性能上逼近机械开关的效果，作为电子开关的晶体管必须工作在截止状态（相当于开关断开）或饱和状态（相当于