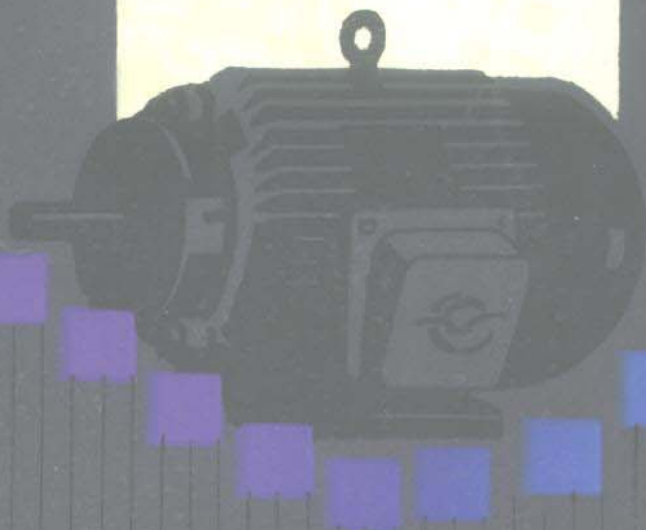


Diangong Jishu Jichu ji Dianzi Jishu Jichu Shiyan

# 电工技术基础及 电子技术基础实验

李雪瑶 郑群英 张立群 编



电工技术基础及电子技术基础实验



社

重庆大学出版社

# 电工技术基础及 电子技术基础实验

李雪瑶 郑群英 张立群 编

重庆大学出版社

## 内 容 提 要

本书包括电工技术基础实验、电子技术基础实验和附录三部分。共有教学实验23个,其内容新颖、丰富,采用实用电路较多,特别突出了集成电路的应用。能为不同学时、不同专业的学生所选用。

附录部分除介绍常用电工、电子仪器、仪表的使用方法外,还介绍了常用电子元器件的基本知识,以供读者查用。

本书可作高等院校非电专业本科和专科的电工学类实验教学用书,亦可作电视大学、职工大学、业余大学、自修大学非电专业的电工学类实验教学用书。

### 电工技术基础及电子技术基础实验

李雪瑶 郑群英 张立群 编

责任编辑:曾令维

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

中国人民解放军后勤工程学院印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 9.25 字数: 231 千

1992年10月第 1 版 1992年10月第 1 次印刷

印数: 1—8000

标准书号: ISBN 7-5624-0536-0 定价: 4.30 元  
TM·32

(川)新登字020号

# 前 言

本书是按电工技术基础及电子技术基础课程教学大纲的要求，为工科院校非电专业编写的实验教材。书中提供电路实验5个，变压器、电机及控制实验6个，模拟电路实验5个，数字电路实验5个，直流电源实验两个，共计23个实验。其中包括两个设计性实验、一个介绍电工新技术的演示实验和一个综合性实验。

为了使不同专业、不同兴趣的学生有选择的余地，本书实验的内容比较丰富，某些实验的内容不可能在两小时之内全部完成，这可由指导教师酌情处理。

本书是在多年电工学实验教学和实验改革的基础上，并参考国内某些高等院校的经验编写而成的。

随着电工技术的不断发展、电工学的内容不断扩展、更新，教育改革也不断深入发展，我们感到，实验课的内容和形式也必须更新与改造，才能适应新的形势。

在编写本书时，我们注意了实验教学对理论教学的从属性，又使它有一定的独立性和实用性。实验内容除验证某些基本理论之外，还选择了一些具有实用性的内容，并尽可能反映电工及电子技术领域中的新知识、新器件。在实验中注意应用集成电路，特别突出了运算放大器和555时基电路的应用。同时还注意引导学生掌握实验研究的方法和学习实验基本知识及技能。在每一个实验的说明中，对与该实验内容有关的基本理论作了概括的说明，实验的方法与步骤也作了比较详细的叙述。实验中使用的仪表、仪器等设备的结构和使用方法，在附录一，附录二中作了详细介绍。附录三介绍了数字电路实验箱的结构和使用。附录四介绍了常用电子元器件包括电阻、电容、晶体管、二极管以及模拟集成电路，数字集成电路、时基集成电路(555)、集成三端稳压器的基本知识、主要电参数及使用注意事项，供读者使用时参考。

本书由李雪瑶同志主编，胡荫林同志审稿。郑群英同志编写实验一至实验十一以及附录一、附录二；李雪瑶同志编写实验十二至实验十七、实验二十三、附录四及“实验须知”；张立群同志编写实验十八至实验二十二以及附录三。

本书编写过程中，侯振程教授给予了很多关心与支持，重庆大学电工学教研室的许多老师提出了宝贵的意见，胡荫林副教授仔细审阅，指出了书中错误和不妥之处，廖常初副教授也给予了具体的帮助。在此谨致以诚挚的谢意。

由于编者学识水平有限，加之编写时间仓促，实验条件有限，本书难免有一些缺点和错误，恳请读者和同行们批评指正。

编 者

一九九二年一月于重庆大学

# 实 验 须 知

## 一、实验前的准备

实验能否顺利进行并收到预期的效果，预习准备是非常重要的。因此，要求学生在每次实验课前认真阅读实验指导书及教材中相关内容，弄清实验原理，明确实验目的、实验内容及实验方法、步骤和该实验的注意事项。对某些实验还应按要求进行必要的计算，回答预习思考题，画好数据记录表格等。

## 二、实验课的进行

1. 学生进入实验室后，应举止文明，不能抽烟、喧哗、乱抛杂物和随地吐痰。
2. 实验课开始应认真听取指导教师对实验的介绍。
3. 分组后应事先检查仪器、设备是否齐全和完好。如发现问题，应报告指导教师。接线前应熟悉实验设备、仪器和仪表，了解它们的性能、额定值和使用方法等<sup>①</sup>。
4. 根据指导书提供的电路图或自行设计、经教师审定的实验电路图正确连接实验线路，接线要牢固。完成接线后，同组人先检查，然后，请指导者检查，确认无误后，方可通电进行实验。
5. 实验时小组成员应有分工，一人测量、操作，一人观察、记录，如发现实验结果有疑问，应分析其原因，重新进行实验，直至得到正确的结果。为使每个同学都受到实验技能的训练，在每做完一个实验内容后，记录者与操作者应调换分工（一般仪表读数取三位有效数字）。
6. 切实注意人身和设备安全。实验桌上不应放置多余的导线和金属笔杆之类的东西，以免引起短路。实验过程中，应该注意是否出现异常现象，如有不正常的冒烟、异味、发光和声响，应立刻拉断电源，然后查找原因，待故障排除后，再继续进行实验。
7. 实验完毕后，应断开电源，但不要忙于拆除线路，首先检查实验数据有无遗漏，分析实验结果是否正确，然后送教师检查，经教师确认后，方可拆线并整理好现场。

## 三、实验总结

实验报告是实验工作的全面总结。要用简明的形式将实验结果完整、真实地表达出来。报告要求文理通顺，字迹端正、清楚，图表清晰，结论正确，分析合理，讨论中肯。

实验报告应包括以下内容：

1. 实验名称，系别、专业、年级班次，实验者及同组人姓名，实验日期。
2. 实验目的。
3. 实验电路图。

<sup>①</sup>关于电工仪表、电子仪器等的分类、工作原理及使用方法等，详见附录一、附录二。

4.主要实验内容及结果。包括各实验项目名称及根据实验记录整理成的数据表格或绘制的曲线或观察到的各种波形等。

绘制曲线要求用方格坐标纸。曲线的坐标要标明所用的单位，纵坐标、横坐标均应从零开始标值。实验数据所对应的点要用“×”或“△”等符号标出，然后根据坐标点变化趋势画出一条光滑的曲线，不要连成折线。

5.对实验结果进行分析、讨论，说明是否符合相关理论。如不符或有误差，应分析其原因，分析时要实事求是，切忌泛泛而谈。

此外，实验报告中还应包括每个实验具体要求的内容。

在实验一至实验三中给出了实验报告的范例，供读者参考。

# 目 录

实验须知.....	( 1 )
<b>第一部分 电工技术基础实验.....</b>	<b>( 1 )</b>
实验一 直流电路.....	( 1 )
实验二 RC 电路的过渡过程 .....	( 6 )
实验三 交流串联电路.....	( 14 )
实验四 交流并联电路.....	( 19 )
实验五 三相电路.....	( 23 )
实验六 单相变压器实验设计.....	( 27 )
实验七 异步电动机的正反转控制.....	( 30 )
实验八 异步电动机能耗制动.....	( 33 )
实验九 多台电动机联锁控制实验设计.....	( 35 )
实验十 直流并激电动机的起动与调速.....	( 36 )
实验十一 演示实验.....	( 39 )
<b>第二部分 电子技术基础实验.....</b>	<b>( 45 )</b>
实验十二 单管低频电压放大电路.....	( 45 )
实验十三 负反馈放大器.....	( 51 )
实验十四 LC 正弦波振荡器.....	( 55 )
实验十五 集成运放的线性应用.....	( 59 )
实验十六 集成运放的非线性应用.....	( 65 )
实验十七 整流 滤波 稳压电路.....	( 69 )
实验十八 集成与非门及应用.....	( 74 )
实验十九 集成 D 触发器.....	( 79 )
实验二十 555 时基电路 .....	( 83 )
实验二十一 译码与显示电路.....	( 87 )
实验二十二 计数报警电路.....	( 90 )
实验二十三 可控整流电路.....	( 94 )
<b>第三部分 附录.....</b>	<b>( 98 )</b>
附录一 常用电工仪表.....	( 98 )
附录二 常用电子仪器.....	( 105 )
附录三 数字电路实验箱.....	( 119 )
附录四 常用电子元件基本知识 .....	( 122 )
参考文献.....	( 139 )

# 第一部分 电工技术基础实验

## 实验一 直流电路

### 一、实验目的

1. 学习正确使用万用表和直流稳压电源；
2. 验证线性电路中电流和电压的叠加原理；
3. 通过实验加深对戴维南定理和克希荷夫定律的理解。

### 二、实验说明

1. 叠加定理：如果把独立电源称为激励，由它引起的支路电压和支路电流称为响应，则叠加定理可简述为：

在任一线性网络中，多个激励同时作用时的总响应等于每个激励单独作用时引起的响应之和。所谓某一激励单独作用，就是除了该激励外，其余激励均为零值（即电压源用短路支路代替，电流源用开路支路代替）。对于实际电源，电源的内阻必须保留在原电路中，电流或电压的代数和是对应其参考方向而言的，因此在进行测试时，应在电路中先标明电流或电压的参考方向，电流表或电压表的极性按与参考方向一致接入，当表指针正偏，说明实际方向与参考方向一致，读数记为正值；当指针反偏时，必须改变电表极性接入才能显示读数，说明实际方向与参考方向相反，读数取负值。

在线性网络中，功率是电压或电流的二次函数。一般来说，叠加定理不适用于功率计算。

2. 戴维南定理：线性电路中某一支路的电压和电流，与将该支路以外的二端网络用一等效电压源来代替时相同。等效电压源的电动势 $E_0$ 等于二端网络的开路电压，等效电压源的内阻 $R_0$ 等于二端网络中除去全部电流（恒压源短路，恒流源开路）后，两端间的等效电阻。

3. 克希荷夫定律：克希荷夫定律规定了电路中各支路电流之间和各支路电压之间必须服从的约束关系，无论电路元件是线性的或是非线性的，时变的或是非时变的，只要电路是集参数电路，都必须服从这个约束关系。

克希荷夫电流定律(KCL)：在集中参数电路中，任何时刻，对任一节点，所有各支路电流的代数和恒等于零。即

$$\sum i = 0 \quad (1-1)$$

通常约定，流出节点的支路电流取正号，流入节点的支路电流取负号。

克希荷夫电压定律(KVL)：在集中参数电路中，任何时刻，沿任一回路内所有支路或元件电压的代数和恒等于零。即

$$\sum u = 0 \quad (1-2)$$

通常约定：凡支路电压或元件电压的参考方向与回路绕行方向一致者取正号，反之取负号。



### 三、实验仪器及设备

- |            |    |
|------------|----|
| 1. 直流电路实验板 | 1块 |
| 2. 稳压电源    | 1台 |
| 3. 数字万用表   | 1只 |

### 四、预习要求

1. 掌握叠加原理、戴维南定理、克希荷夫定律等理论。
2. 计算图1-1中负载支路的电压 $U_L$ 、电流 $I_L$ ，将所得值记入表1-1中。
3. 阅读实验指导书附录部分关于稳压电源和数字万用表的使用方法。

### 五、思考题

1. 为什么电流表不能与电路并联？电压表不能与线路串联？相反情况会产生什么后果？
2. 叠加原理中，两个电源同时作用时所消耗的功率是否也等于两个电源单独作用时所消耗的功率之和？为什么？
3. 在做戴维南实验时，能否用电流表测等效内阻 $R_0$ ？怎么测？测时应注意些什么？
4. 在克希荷夫定律中，电流的参考方向与电压选定的绕行方向是否任意？在做实验时，怎样判定电流与电压的实际方向？

### 六、注意事项

1. 在使用万用表测量电压和电流时，注意档次的选择，切忌用电流档测电压（即与被测元件并联）。
2. 一定要在电源断开的情况下，才能用万用表测电阻。
3. 在使用稳压电源时，只允许按下一个琴键按钮，切勿将几个选择按钮同时压下，使几组互相独立的电源并联在同一电压表上，而将几个电源相互短路造成仪器的损坏。

### 七、实验内容及步骤

将稳压电源接通220V电源，调节输出电压旋钮，使第一路输出电压 $E_1=6V$ ，第二路输出电压 $E_2=9V$ （用万用表直流电压20V档测量），然后关断稳压电源待用。

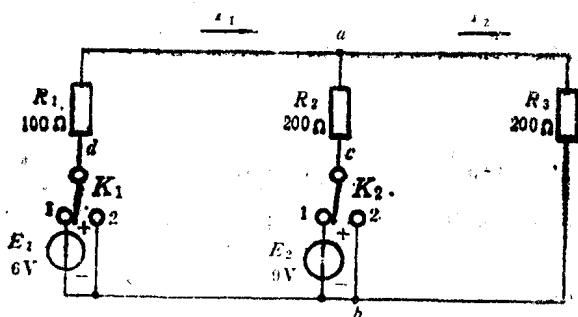


图1-1 克希荷夫定律电路

1. 克希荷夫定律实验
  - (1) 按实验原理电路图1-1接线，将开关 $K_1$ 、 $K_2$ 拨向“2”侧，经指导教师检查后接通稳压电源。
  - (2) KCL的验证：用万用表直流电流200mA档分别测量 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ ，将数据记入表2-1中（以流出节

点 $a$ 的电流为参考正方向)。

(3) KUL的验证: 用万用表直流电压20V档测量 $U_{ab}$ 、 $E_2$ 、 $E_1$ 、 $U_{ad}$ , 将数据记入表1-1中(注意电压方向)。

### 2. 叠加定理实验

(1) 按实验原理电路图1-2接线, 将开关 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 拨向“2”侧, 经指导教师检查后接通稳压电源。

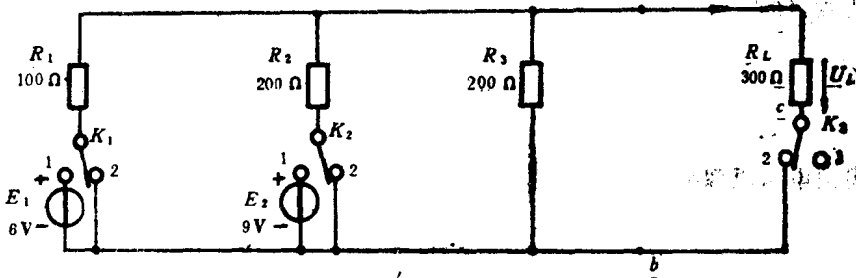


图1-2 叠加定理实验电路图

(2) 测量下列三种情况下负载的电压值, 并将数据记入表1-1中。

- 1) 电源 $E_1$ 单独作用于电路的情况( $K_1 \rightarrow "1"$ ,  $K_2 \rightarrow "2"$ )。
- 2) 电源 $E_2$ 单独作用于电路的情况( $K_1 \rightarrow "2"$ ,  $K_2 \rightarrow "1"$ )。
- 3) 电源 $E_1$ 和 $E_2$ 同时作用于电路的情况( $K_1 \rightarrow "1"$ ,  $K_2 \rightarrow "1"$ )。

(3) 测负载电流值: 将 $K_3 \rightarrow "1"$ , 万用表拨置于直流电流挡“200mA”并接于电路中 $c$ 点及 $K_3$ 的“2”端(并注意极性), 分别在1)、2)、3)步骤情况下, 测得电流值, 并将数据记入表1-2中。

### 3. 戴维南定理实验

对图1-2电路中 $ab$ 点左侧电路进行戴维南变换。

(1) 测量开路电压 $U_0$ : 将 $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 均置“1”, 测 $R_L$ 断开时的 $U_{ab} = U_0$ , 并将数值记入表1-3中。

(2) 测量等效电阻 $r_0$ , 将 $K_1$ 、 $K_2$ 置于“2”, 即电路被除源, 用万用表电阻档测 $R_{ab} = R_0$ , 并将数据记入表1-3中。

(3) 用测得的 $U_0$ 和 $R_0$ , 按图1-3组成戴维南模型电路, 测出 $I_L$ 和 $U_L$ 并填入表1-3中。

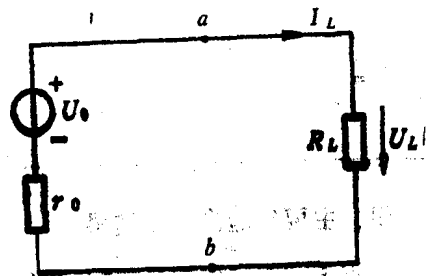


图1-3 等效电路

# 实验报告(一)

## 直流电路

系别  
实验人

专业  
同组人

班次  
日期

### 一、实验目的

### 二、实验电路原理图

### 三、仪器设备

名称	型号	数量	在本实验中的用途

### 四、主要实验内容及结果

#### 1. 克希荷夫定律实验数据记录

表1-1

	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$\Sigma I$	$U_{ab}$	$U_{ac}$	$\Sigma V$
测量值							
计算值							
误差(%)							

#### 2. 叠加定理实验数据记录

表1-2

	$U_L(\text{V})$		$I_L(\text{mA})$	
	计 算	测 量	计 算	测 量
$E_1$ 单独作用				
$E_2$ 单独作用				
两电源同时作用				

## 3. 戴维南定理实验数据记录

表1-3

开路电压 $U_0 =$	V	负载支路电流 $I_L =$	mA
等效内阻 $r_0 =$	$\Omega$	负载电压 $U_L =$	V
与表1-1中 $U_L$ 、 $I_L$ 测量值比较	$\Delta U =$	$\Delta I =$	

## 五、讨论、分析与总结

1. 用实测电压、电流值与计算值比较，看两者是否相等，如不符是什么原因引起的(电阻误差10%)?
2. 用表1-1中测量值，验证克希荷夫定律。

## 实验二 RC电路的过渡过程

### 一、实验目的

1. 研究一阶电路过渡过程的基本规律和特点；
2. 学习示波器和脉冲发生器的使用方法；
3. 测绘RC电路充电和放电曲线；
4. 测量RC电路的时间常数 $\tau$ ；
5. 了解RC电路的实际应用，观察电路参数对微分电路与积分电路的影响。

### 二、实验说明

#### 1. RC串联电路充电和放电过程

电路从一种状态转变到另一种状态的过程即为电路的过渡过程。由于电路状态与一定的磁场能量和电场能量相对应，而能量实际上是不能跃变的，因此这种转变需要经过一定的时间才能实现，这就是过渡过程。

在图2-1(a)所示的RC串联电路中接通开关K后电源E对电容进行充电。设电容器C上的初始电压为零。当K闭合瞬间由于电容器上的电压不能突变，电路中电流为 $E/R$ 。随着时间的增长，电容器上的电压由零逐渐增大，而电路中的电流逐渐减小。到稳定状态时：

$$i=0 \quad U_c=E$$

电路中电流*i*和电容器端电压 $U_c$ 随时间的变化规律为：

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (\text{A}) \quad (2-1)$$

$$U_c = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (\text{V}) \quad (2-2)$$

这一过程为充电过程。

图2-2(a)为电容器放电电路。当电容器C上已充储一定的电荷达到电压 $U_c$ 后，闭合开关K，电容器上的电荷通过电阻R进行放电。放电电流开始为最大，然后逐渐减小到零，它的方向与充电电流方向相反。电容器两端的电压也随着充电过程逐渐减小为零，它们的变化规律为

$$i = -\frac{U_c}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (\text{A}) \quad (2-3)$$

$$U_c = U_c e^{-\frac{t}{RC}} \quad (\text{V}) \quad (2-4)$$

这一过程为放电过程。

#### 2. RC串联电路的时间常数 $\tau$

RC串联电路的时间常数 $\tau$ 等于R和C的乘积： $\tau = RC$ 。它与电源电压的大小无关。在充电

过程中, 由 $t=0$ 到 $t=\tau$ 时, 正是电容电压 $U_c$ 从初始值增长到稳定值的63.2%的充电过程, 其波形如图2-1(b)所示。对电容器放电回路而言, 时间常数 $\tau$ 是电容器放电使其电压降到初始值的36.8%所需的时间, 其波形如图2-2(b)所示。在 $t=0, \tau, \dots$ 等时刻的 $U_c(t)$ 与 $U_0$ 之值见表2-1。

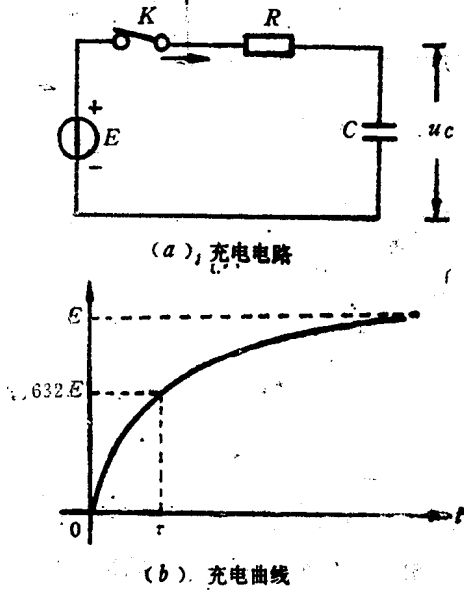


图2-1

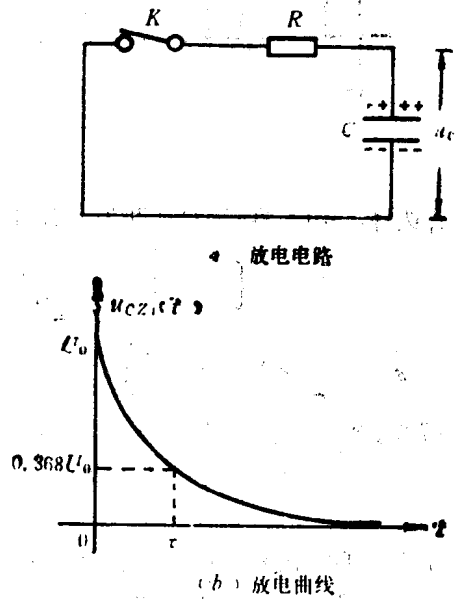


图2-2

表2-1

$t$	0	$1\tau$	$2\tau$	$3\tau$	$4\tau$	$5\tau$	.....	$\infty$
$U_{CZ}(t)/U_0$	1	0.368	0.135	0.05	0.018	0.0067	.....	0

由表2-1可以看出, 从理论上讲, 需要经过无限长时间 $U_{CZ}(t)$ 才能衰减到零。实际上经过 $(3\sim 5)\tau$ 时间后,  $U_{CZ}(t)$ 已衰减到可以忽略不计的数值, 可以认为已达到稳态值零。

由表2-1还可以得出测量 $\tau$ 的一种方法, 对于放电曲线 $U_{CZ}(t)$ 从最大值下降到最大值的0.368倍时所经历的时间即为 $\tau$ (图2-2b)。对于充电曲线 $U_{CZ}(t)$ 从零上升到最大值的0.632倍时所经历的时间即为 $\tau$ (图2-1b)。

### 3. 在示波器上观测RC电路的零输入响应和零状态响应

(1) 零输入响应: 为了在示波器上观测到连续而稳定的零输入响应, 应在电容上产生周期性的初始电压, 为此给RC电路加上如图2-3(a)所示窄脉冲电压 $P(t)$ ,  $A$ 为脉冲幅度,  $\Delta$ 为脉冲宽度。

在窄脉冲作用期间, 即 $0\sim\Delta$ 期间,  $u(t)$ 变化规律为:

$$U_c(t) = A(1 - e^{-t/\tau}) \quad 0 \leq t \leq \Delta \quad (2-5)$$

窄脉冲作用之后即在电容上建立了初始电压

$$U_0 = A(1 - e^{-\Delta/\tau}) \quad (2-6)$$

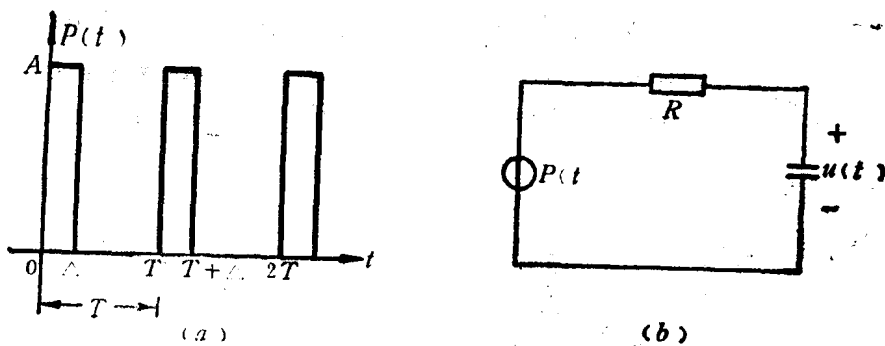


图2-3

若选择 $\Delta \rightarrow 0$ ，将 $e^{-\Delta/\tau}$ 展开为台劳级数并忽略 $\Delta$ 的高次项可得

$$U_0 = A \left\{ 1 - \left[ 1 - \frac{\Delta}{\tau} + \frac{1}{2!} \left( \frac{\Delta}{\tau} \right)^2 \dots \right] \right\}$$

$$\approx A \cdot \frac{\Delta}{\tau} = \frac{A\Delta}{RC} \quad (2-7)$$

在 $\Delta - T$ 期间，输入信号 $P(t) = 0$ ，此时 $U_c(t)$ 即为零输入响应

$$U_c(t) = U_0 e^{-(t-\Delta)/\tau}$$

$$\approx U_0 e^{-t/\tau} \quad \Delta < t < T \text{ [波形如图2-3(b)]} \quad (2-8)$$

为了保证每个脉冲作用之后在 $C$ 上建立的初始电压相等，必须满足下一个脉冲到来之前 $U_c(t)$ 已衰减到零，因此脉冲周期必须满足

$$T \gg (3 \sim 5)\tau$$

(2) 零状态响应：为了在示波器上观测到连续而稳定的零状态响应，给 $RC$ 电路加上如图2-4(a)所示的周期性脉冲 $P(t)$ 。在每个脉冲作用期间， $U_c(t)$ 即为零状态响应 [波形如图2-4(b)]。

$$U_c(t) \approx E(1 - e^{-t/\tau}) \quad 0 \leq t \leq \Delta \quad (2-9)$$

为了保证观察到一个完整的响应曲线，脉冲宽度 $\Delta$ 应满足 $\Delta \gg (3 \sim 5)\tau$ ；同时为了使下一个脉冲到来之前， $U_c(t)$ 已衰减到零，脉冲周期 $T$ 应满足 $(T - \Delta) \gg (3 \sim 5)\tau$ 。

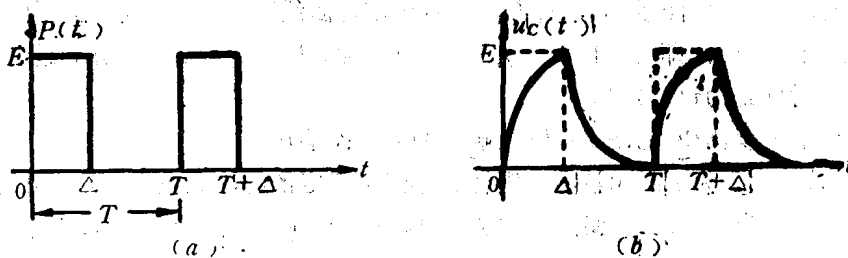


图2-4

#### 4. RC电路的应用

(1)  $RC$ 微分电路：如图2-5(a)所示的 $RC$ 电路中，选择适当的电路参数，使电路的时间常数 $\tau$ 远小于矩形脉冲的脉宽 $t_p$ ，于是电阻两端的输出电压 $u_r$ 为正负交变的尖峰波，如图

2-5(b)所示, 此电路称为微分电路。常应用这种电路把矩形脉冲变换成尖脉冲, 作某些电路的触发信号用。

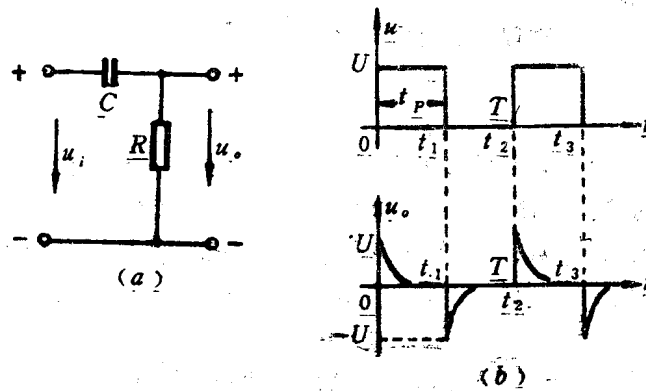


图2-5 微分电路

(2) RC积分电路: 如果将RC电路的电容两端作为输出端, 如图2-6(a)所示, 在电路参数满足 $t \gg t_p$ 的条件下, 电路的输出电压近似地正比于输入电压对时间的积分。输入电压为矩形脉冲时, 输出电压波形为稳态波形, 如图2-6(b)所示。这种输出电压与输入电压对时间的积分成正比的电路称为积分电路。

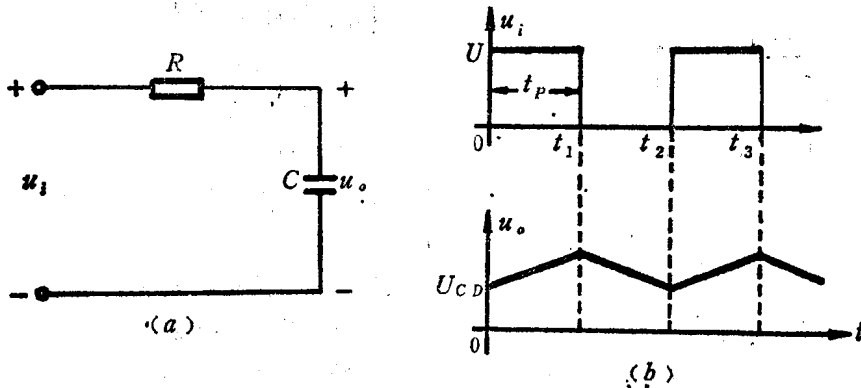


图2-6 积分电路

### 三、实验仪器及设备

- |            |    |
|------------|----|
| 1. RC电路实验板 | 1块 |
| 2. 脉冲发生器   | 1台 |
| 3. 数字万用表   | 1个 |
| 4. 示波器     | 1台 |

### 四、预习要求

1. 分别计算 $R=100\text{k}\Omega$ ,  $C=500\mu\text{F}$ 的时间常数 $\tau_{(100\text{k}\Omega)}$ 和 $R=47\text{k}\Omega$ ,  $C=500\mu\text{F}$ 的时间常数 $\tau_{(47\text{k}\Omega)}$ 。



2. 实验底板上装有 $360\Omega$ 、 $18k\Omega$ 的电阻元件和电容值为 $22\mu\text{F}$ 的电容元件。若给定矩形脉冲方波的频率约为 $200\text{Hz}$ ，电压幅值为 $4.5\text{V}$ ，试选择适当的 $R$ 和 $C$ ，分别组成 $RC$ 微分电路和 $RC$ 积分电路，画出原理电路图。

3. 理解换路定律，并从物理意义上解释之。

### 五、思考题

1. 已知矩形脉冲序列的频率 $f=200\text{Hz}$ ，周期 $T=?$ 。拟在示波器的荧光屏上看到周期宽度 $=10\text{cm}$ 的脉冲，试问“扫描时间”旋钮选择在某一档位比较合适？

2. 为什么说改变时间常数，就可以改变充放电过程的快慢？

3. 做过一次实验之后，一般在电容器上贮存有电荷，为了不影响下次实验结果，应如何处理？

4.  $RC$ 电路应满足什么条件才能近似构成微分电路或积分电路？

### 六、注意事项

1. 当元件参数改变时，示波器扫描时间和 $Y$ 轴灵敏度要适当，否则不能观察到合适的波形。

2. 同时观察两种波形时，要注意公共端的选择。

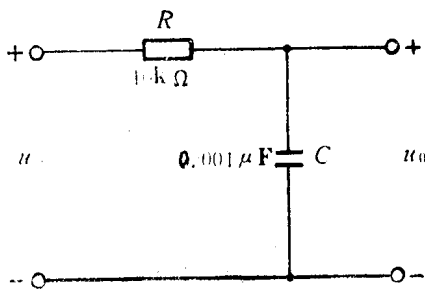


图2-7  $RC$ 电路原理图

### 七、实验内容与步骤

#### 1. 零输入响应

(1) 按图2-7接好线路，将示波器预热 $1\sim 2$ 分钟，“扫描时间( $T/DIV$ )”置 $0.5\text{ms/格}$ 挡上。调“ $Y$ 位移”和“ $X$ 位移”使扫描线位于屏中央。调节“辉度”、“聚焦”旋钮，使扫描线为一亮度适中、光滑、纤细的直线。

将脉冲发生器预热后，频率粗调置 $1\text{kHz}$ 挡上，频率细调旋钮置中间位置，脉冲宽度旋钮置于 $0.3\mu\text{s}$ 挡，脉冲宽度细调旋钮调到中间位置，输出衰减置于“2”挡，输出调节旋钮调到中间位置。

(2) 用示波器 $Y_A$ 观测脉冲发生器的正脉冲输出波形，调节脉冲信号幅度为 $U_i=5\text{V}$ ，脉冲宽度 $\Delta=1\mu\text{s}$ ，重复频率 $f=2\text{kHz}$  [周期 $T=500\mu\text{s}\gg(3\sim 5)\tau$ ]，示波器观测脉冲信号参数方法如下：

① 用电压测量度盘( $V/DIV$ )测量脉冲信号幅度 $U_i$ ，若 $U_i\neq 5\text{V}$ ，则应仔细调节脉冲信号发生器的输出调节旋钮，使 $U_i=5\text{V}$ 。

② 用时间测量度盘( $T/DIV$ )测量脉冲宽度 $\Delta$ ，若 $\Delta\neq 1\mu\text{s}$ ，则应仔细调节脉冲信号发生器的脉冲宽度细调旋钮，使 $\Delta=1\mu\text{s}$ 。

③ 将示波器 $Y$ 轴幅度( $V/DIV$ )和扫描时间( $T/DIV$ )波段开关微调旋钮均置于“标准位置”，用时间测量度盘( $T/DIV$ )测量脉冲信号的周期 $T$ ，若 $T\neq 500\mu\text{s}$ ，则应仔细调节脉冲信