

DJS—130

电子数字计算机

沈阳化工学院

自动化系



前 言

在我国，电子数字计算机的发展只有二十多年的历史，但是它已经在生产、科研方面发挥了很大作用。现在全国各条战线都在争取为实现四个现代化多做贡献。广大科技工作者正试图把计算机作为一个强有力的工具，来解决本部门的工程控制、科学计算及数据处理等方面问题。DJS—130机是我国自行设计制造的100系列小型计算机中最先问世的机种，目前已经在国内得到普遍应用。为使广大工程技术人员更好地掌握这种机器，为生产和科研服务，我们在为化工部、沈阳电信系统、辽宁省石化部门等举办短训班的基础上，将讲义整理成书。

本书从DJS—130机配套使用的集成电路元件谈起，结合学员在学习过程中容易产生的问题，比较深入地剖析了DJS—130机硬件的基本工作原理。限于篇幅，本书未收入数学基础部分，对于外部设备，也只作了简略介绍。学完本书，约需200小时左右。

本书可供《DJS—130电子数字计算机原理》短训班作为教材使用，对于各大专院校电子计算机专业和开设电子计算机原理课的各专业，以及从事计算机工作的技术人员，也有一定参考价值。

在本书编写过程中，参考了南京工学院、上海师范大学、南京航空学院、北京工业学院以及其他兄弟院校的教材，也得到了江苏无线电厂、北京无线电三厂、苏州无线电厂、北京半导体器件二厂的大力支持，谨在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，时间仓促，缺点错误，在所难免，恳切希望读者批评指正。

沈阳化工学院计算机教研室

1979年6月

绪 论

电子计算机是二十世纪科学技术的卓越成就之一。它的出现及其在科研生产中的广泛应用,正在深刻地影响着社会生活的各个方面。今天,计算机的科学技术水平、生产规模和应用程度,已经成为衡量一个国家现代化水平的显著标志。

电子数字计算机,是电子计算机的一个重要分支。自从一九四六年第一台电子管式数字计算机问世,到现在不过三十几年。这段时间里,由于科学研究和生产技术的飞速发展,迫切需要进行规模巨大,内容复杂,迅速精确的数字计算。由于电子技术和自控技术的突飞猛进,刺激和推动了数字计算机技术的不断完善和更新。在这短短的三十几年中,电子数字计算机的发展,已经整整经历了四个时代。

1946—1956这十年,是第一代,称为电子管数字计算机时代。电子管式的计算机,是一个庞然大物,耗电多,速度慢,寿命短,占地多,稳定性差,可靠性低,造价昂贵,维修复杂。然而,这是一个奠基的时代。在这个时代形成的数制码制,存贮、顺序,运控等的基本原理,直到目前还在应用。

1948年第一只晶体管的诞生,是电子器件的一次重大突破。这个突破,把计算机技术推向了它的第二个时代,1956—1962年,称为晶体管数字计算机时代。第二代计算机,除了在体积、功耗、寿命、维修等方面大大优于电子管式机而外,容量、功能大为发展,速度大为提高,运算次数由第一代的每秒不过万次提高到每秒数十万次。此外,还在控制方式方面,寻求到了比较满意的输入输出控制办法。

经历了不过短短的五、六年时间,第二代计算机又为第三代所更替。1962—1970年,是集成电路数字计算机时代。中、小规模集成电路的采用,不仅使机器朝小型化前进了一大步,而且功耗大大下降,可靠性进一步提高,速度可达每秒百万次以上。这个时期,软设备也逐渐完善,形成系统化。

一九七一年以后,称为计算机发展的第四代。这是广泛采用大规模高集成度的集成电路装备数字计算机的时代。中、小规模集成电路,其集成度不过每片数十至数百个门电路。大规模集成电路的集成度则可达每片数千甚至上万个门电路。半导体存贮器的采用,可使存贮容量高达每平方厘米亿位以上。而且,大部分信息,采取由信息源直接输入的方式,于是第三代中流行的卡片输入与键盘输入,降为辅助手段的地位。机器的体系结构,计算技术的高度利用和计算数学,应用数学的深入发展,程序设计自动化的广泛使用,更成为人们瞩目的中心课题。第四代正在向更加可靠,更加完善,更加快速方面进军。运算速度达到每秒百万次甚至千万次以上。

在第四代走向兴旺发达的同时,第五代机器的萌芽也在潜滋暗长。可以期望,在不久的将来,即会研制出其基本结构和运算功能别具特色的更高一级的新型计算机。例

如，应用激光的光学计算机，能够部分模拟人类大脑功能并有一定学习能力的智能模拟计算机等，正在研制之中。

电子数字计算机因为具有高精度，高速度，高通用性，高记忆能力和逻辑判断能力，而有着广泛的用途。概括讲有如下几个方面。

一、科学计算（又称数值计算）各种数学——物理计算都包括在内。例如，宇航轨道、气候学、静动力学，数学研究，地震预报，大地测量等。有些课题规模十分庞大。仅举大地测量为例：这个题目共有十七万个未知数，三十七万个方程式，输入一百多万条数据，以使用我国建国二十八九年来积累的测量资料为依据，计算地球的质心，为准确控制卫星轨道服务。

二、数据处理

用在管理国民经济有计划按比例发展，地下资源的勘探与开采，复杂反应过程的分析与最优控制模型的建立，科技情报的综合与研究以及国防等方面。

三、工程设计

为多种经济技术方案的比较、船体放样、飞行器形体设计、化工复杂流程最佳路线之选定等服务。

四、自动控制

例如利用计算机进行核反应堆的中子控制，炼油或炼钢过程的闭环最优控制，导弹的跟踪，遥测，遥控等。

五、信息加工

例如自动翻译，医学诊断等等。

六、调度管理

各种交通枢纽或系统的调度管理，物资或金融的调配周转等。

总而言之，电子计算机在科研、工业、农业、国防建设和社会生活的各个方面，获得了愈来愈广泛的应用，产生了愈来愈深刻的影响。目前，电子计算机正在向巨型、微型，网络化和智能模拟方面发展。所谓巨型机，是指超大型阵列式计算机。因为科学计算中有75%以上的课题属于阵列计算，乃有阵列式处理方法的出现。可以用数个或多个独立的处理机同时解决不同方面的问题，或解决同一问题的各个不同的部分。这样，利用现代水平的器件可以获得更高的运算速度。于是，使用每秒万次速度的计算机，采取此法可获每秒运算上亿次的高速度。所谓微型机，即指超小型的计算机而言。而微型机中的中央处理部件常常又称为微处理机。它由几片、甚至一片集成电路构成。广泛用于国民经济各个方面，如交通管理、工业控制、外围设备控制，测试系统家庭用具各方面。所谓网络化是指利用通讯网络，包括有线、无线和通讯卫星手段，将某个区域内的所有计算机、数据档案库、终端显示设备等联成有机的整体。智能模拟，则指模拟人类高级神经系统的部分功能而言。

我国计算机科学技术必须有一个新的大发展。提前实现四个现代化的任务。要求迅速发展计算机科学的有关科学的基础研究，解决大规模集成电路工业生产的科学技术问题，突破超大规模集成电路的技术关。研制大型计算机，形成系列的批量生产能力，加

强外部设备、软件和应用数学的研究，大力推广计算机应用。形成比较先进的计算机科研力量，建成相当规模的现代化计算机工业。推广使用微型计算机。超高速巨型计算机投入使用。建立若干计算机网络和数据库，要在部分重点企业中，采用计算机控制主要的生产过程和进行生产管理。这样才能在提前实现四个现代化的事业中，真正起到先行的作用，推动整个科学技术和整个国民经济高速度向前发展。

数字集成电路部分

绪 言

一、数字集成电路的特点和分类

以往人们用单个的三极管、二极管、电阻、电容等各种电子元件焊接成一定形式的电路，而后用这种电路组装电子计算机，一般讲，这种计算机的体积大，可靠性差，人们把这样组合的电路叫做分离元件的电路。1959年当硅平面工艺不断发展以后，可以在一块很小的硅片上做出许多个晶体管，二极管、电阻、电容等，并且用半导体工艺把它们联成各种电路，这就叫电路的集成。人们可以直接用这种集成电路去组装计算机，它具有体积小，重量轻，可靠性高等优点。

集成电路按其结构可分为三大类：

1. 半导体集成电路（单块集成电路）：将电路中所有元件（晶体管、电阻、电容等）做在一块硅片上，元件之间的连接是用蒸发铝条。
2. 薄膜或厚膜集成电路：薄膜集成电路是在玻璃或陶瓷片上用蒸发或溅射方法制做薄膜电阻，电容以及元件之间的连线，然后再将晶体二极管、三极管的管芯焊在片子上构成薄膜电路。厚膜电路的电阻电容是用陶瓷金属混合物“印刷”再烧结而成的。这两种电路可以制做较大的电容和范围较大的电阻，工作电压高，但功耗大，体积也较大。
3. 混合集成电路：指电路中的晶体管、二极管按单块集成电路的方式做好，而电阻和电容是靠薄膜蒸发方法制成。适合制做高要求的线性电路。

上述三种集成电路中，半导体集成电路制造简单，体积小耗电量小，是目前大量生产的产品。130机采用的正是这种集成电路。

如果从电路功能的角度来分，集成电路又可分为数字电路和线性电路两大类。

1. 数字集成电路：（又称逻辑集成电路）特点是输入和输出的稳定工作状态只有两个，即高电平（表示二进制数“1”）和低电平（表示二进制数“0”）。并且输入输出间满足一定逻辑关系，而不是放大关系，根据所实现的逻辑关系不同，而有不同的电路名称。如与非门，与或非门，D触发器等等。数字集成电路品种很多，有用金属——氧化物——半导体场效应管（单极晶体管）构成的，称为场效应集成电路（MOS电路）；也有由一般双极晶体管组成的，称为双极型集成电路。在双极型集成电路中又有二极管——晶体管逻辑集成电路（简称DTL电路）、晶体管——晶体管逻辑集成电路（简称TTL电路）和电流型开关电路（简称ECL电路）等等。

二、DJS—130机所采用的集成电路

130机共采用了十三种集成电路，除译码放大器以外，均为TTL数字集成电路，共1700余块。本书将针对北京市半导体器件二厂生产的为DJS—130机配套的TTL数字集成电路系列产品进行讨论，此系列产品具有速度高，扇出能力大，抗干扰能力强，并能推动大电容负载等特点。

为给今后分析复杂电路打好基础，首先介绍一下电阻 R 和电容 C 构成的RC电路和二极管、三极管的开关特性。

目 录

前 言	1
绪 论	1

数 字 集 成 电 路 部 分

绪 言	1
第一章 基础知识	1
§ 1—1 RC 电路	1
§ 1—2 二极管和三极管的开关特性	10
§ 1—3 射极输出器简介	21
第二章 门电路	23
§ 2—1 基本逻辑门	23
§ 2—2 集成电路“与非”门	29
§ 2—3 “与或非”门	54
§ 2—4 输出集电极开路“与非”门(OC 门)	57
§ 2—5 “异或”门	63
第三章 集成电路触发器	68
§ 3—1 基本触发器(R—S 触发器)	68
§ 3—2 可控 R—S 触发器	71
§ 3—3 维持—阻塞(W—Z) 触发器	75
§ 3—4 集成单元 D 触发器线路分析	80
§ 3—5 D 触发器参数及测试	84
第四章 TTL 电路在脉冲技术中的应用	89
§ 4—1 脉冲信号的整形	89
§ 4—2 脉冲信号的延迟	95
§ 4—3 脉冲信号的产生	97
§ 4—4 脉冲信号的鉴幅	99
磁芯译码驱动器(SLOO1) 简介	103

计 算 机 原 理 部 分

第一章 DJS—130 机的主要技术指标和总框图	110
第二章 DJS—130 机的指令系统	116

§ 1	算术逻辑指令	118
§ 2	访问内存贮器指令	131
§ 3	输入输出指令	141
§ 4	控制指令	148
§ 5	程序举例	154
§ 6	控制面板操作	159
第三章	运算器	164
§ 1	运算器的构成及其功能	164
§ 2	全加器、进位链和进位触发器 C _J	167
第四章	磁芯存贮器	175
§ 1	概 述	175
§ 2	磁 芯	176
	一、磁芯存贮二进制数码的原理	176
	二、电流重合法简介	181
	三、磁芯参数	185
	四、磁芯的挑选	195
§ 3	三度三线存贮器	196
	一、三度三线存贮器的工作原理	197
	二、三度三线磁芯板中各磁芯受干扰时工作点的变化	198
	三、三度三线存贮器读出线上的干扰信号	202
	四、三度三线存贮器抗干扰的几点措施	204
	五、最坏布局	206
	六、驱动电流变化范围	210
§ 4	DJS—130 机内存贮器简介	211
	一、技术指标	211
	二、DJS—130 机内存框图	212
	三、磁芯体	214
§ 5	DJS—130 机时序电路	215
	一、主脉冲发生器	215
	二、五分频电路及时序脉冲产生电路	217
	三、时钟脉冲产生电路、板面选择电路及时序微调电路	221
§ 6	地址寄存器与重写寄存器	226
	一、地址寄存器	226
	二、重写寄存器	230
§ 7	x—y 译码驱动电路	231
§ 8	禁止电流发生器及读写过程	235
§ 9	内存检查	238

一、 自检部分	238
二、校验线路	247
第五章 控制器	250
§ 1. 逻辑总框图	250
一、DJS130 逻辑总框图	250
二、指令执行过程示例	251
三、讨 论	255
§ 2. 节拍, 周期与工作脉冲	257
一、初步设想	257
二、工作脉冲的设置	258
三、节拍电位的设置	259
四、周期状态电平的建立	263
§ 3. 指令流程图与操作表	265
一、取指令公操作	265
二、算逻指令	266
三、访内指令	268
四、输入/输出指令	274
五、退出指令公操作	276
§ 4. 指令译码器与操作控制器	278
一、周期状态建立的条件	278
二、指令译码器	279
三、操作控制器	282
§ 5. 中断系统	290
一、概 述	290
二、中断请求信号的发出——外设接口	292
三、中断周期	295
四、寻找中断源	296
五、中断处理程序	300
六、中断处理程序示例	300
七、电源掉电中断处理	304
八、开中断触发器	305
§ 6. 控制台	305
一、控制台面板结构及操作键功能	306
二、操作控制键功能的实现	309
§ 7. 启停电路	314
一、启动电路	314
二、停机电路	316

中央操作发生条件.....	320
指令操作表.....	326
附录: 缩写符号对照表.....	340
第六章 外部设备	347
§ 1 外部设备接口的组成.....	347
§ 2 电传打字机及其输入输出接口逻辑.....	352
§ 3 电容式纸带输入机接口逻辑.....	364
附录: 电传机代码表.....	

第一章 基础知识

§ 1—1 RC 电路

一、电容器及其物理性质

电容器是存放电荷的容器，简称电容。尽管电容器的种类很多，但它们的内部结构却有着共同的规律，它们都是由两个相互靠近的金属片作为两个电极，中间隔以各种绝缘介质所组成。用纸作介质的叫纸电容器，用云母作介质的叫云母电容器。常用的介质还有陶瓷，聚苯乙烯薄膜等等。

人们在物理实验中发现，当一个电容器的一个极板上存贮正电荷为 Q 时，另一个极板上同时存有负电荷 $-Q$ ，而且当电容器中存有电荷时，电容器两个极板间就有电压 V 存在，这一现象告诉我们电容器是靠它的极板上存贮电荷而形成电压的。人们的反复实践还发现，对于一个电容器来讲，它所存放的电荷 Q ，与它两端的电压 V 的比值是一个常数，这个常数用 C 表示，

$$\text{即 } C = \frac{Q}{V}$$

常数 C 称为电容器的电容。电容 C 表示这个电容贮存电荷本领的大小。若一个电容器中存有1库仑电荷，而且两端电压为1伏特时，此电容器的电容为1法拉，以符号“f”表示。由于法拉的单位太大，常用的单位是微法(μf)和微微法($\mu\mu\text{f}$ 或 pf)。三个电容单位的关系是

$$1\mu\text{f} = 10^{-6}\text{f}$$

$$1\text{pf} = 1\mu\mu\text{f} = 10^{-6}\mu\text{f} = 10^{-12}\text{f}$$

另外，电容器还有一个很重要的特性，即电容器两端电压不能突变。这是由于电容器两端电压的变化是靠电荷量的改变来实现的，而电荷的积累是需要时间的。如图1—1所示电容充电实验电路，当 K 闭合后，电流 i 给电容充电，电容器积累电荷，电压表读数逐渐增加，（设 K 闭合前电容器上无存贮电荷） K 闭合后，经过 t 时间所积累的电荷量 $\Delta Q = i\Delta t$

$$\text{或 } i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

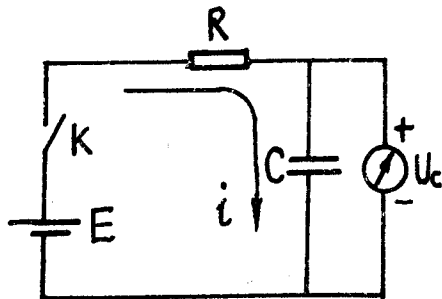


图 1—1 电容充电实验电路

当 Δt 趋于零时,可写成微分形式 $i = \frac{dQ}{dt} = C \frac{dU_c}{dt}$

由此式可明显看出,要想使电容器两端电压突变,即积累电荷不占用时间的话,电流必须是无限大,这在实际上是不可能的。因此电容两端的电压是不会突变的。

电容器的这一性质称为“开关定理”(或称“开闭定律”),即电容两端电压在开关动作后的一瞬间将保持开关动作前所具有的数值。

设开关在 $t=0$ 时动作,并用 $t=0^-$ 表示开关动作前的一瞬间, $t=0^+$ 表示开关动作后的一瞬间。用 $U_c(0^-)$ 表示开关动作前一瞬间电容两端的电压, $U_c(0^+)$ 表示开关动作后一瞬间电容两端的电压。则开关定理的数学表达式为

$$U_c(0^-) = U_c(0^+)$$

二、简单RC电路的过渡过程

所谓过渡过程即指不断变化的过程,图1—1充电实验电路中,电源开关的接通,使电路将由原有的一个稳态进入到另一个稳态,而且由于电容两端电压不能突变,故这个转换过程是不能立即完成的,必须经历一定的时间。在这段时间内,电路的状态不断变化,这一不断变化的过程即属于过渡过程。所谓简单RC电路即指凡是可以串并联方法或等效电源法把电路化简成一个电阻和一个电容相串联的电路。不能做以上化简的电路称为复杂RC电路,复杂RC电路在脉冲电路中是比较少见的,故本节不予以分析。

下面我们要研究在RC电路过渡过程中电容充放电的规律,对于简单RC电路来说,电容充放电规律可用一个一般数学表达式来描述,称之为过渡过程公式。

1. 过渡过程公式

我们以图1—1充电实验电路为例,推导出过渡过程公式。我们应用回路电压定理,得到如下方程:

$$Ri + u_c = E$$

将 $i = C \frac{du_c}{dt}$ 代入上式得

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = E$$

这是一阶常系数非齐次线性微分方程,它的通解是它的一个特解和对应的齐次方程通解之和。

其特解即为开关动作以后的终了值(稳态值) $U_c(\infty)$,即电容充放电已完成,电容支路中电流已为零时的电容两端电压。

其通解为所对应的齐次方程的通解

$$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$$

齐次方程的通解为

$$U_c = ae^{-\frac{t}{RC}}$$

$$\text{由此求出 } u_c(t) = U_c(\infty) + ae^{-\frac{t}{RC}}$$

系数 a 可由起始条件定出。 $t=0^+$ 时，初始值 $u_c(t) = U_c(0^+) = U_c(0^-)$

$$\text{故 } U_c(0^+) = U_c(\infty) + a$$

$$a = U_c(0^+) - U_c(\infty)$$

将此结果代入上式得

$$u_c(t) = U_c(\infty) + [U_c(0^+) - U_c(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

电路中的电流及任意两点间电压的变化规律均可用相应的过渡过程公式来描述：

$$i(t) = i(\infty) + [i(0^+) - i(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$u(t) = U(\infty) + [U(0^+) - U(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}}$$

下面我们就用过渡过程公式来分析电容充放电规律。

2. 电容充放电规律

充电就是电容上的电荷积累（相应于端电压的建立）过程，放电则是电容器上的电荷释放（相应于电压的衰减）过程。

下面结合图 1—2 分析充放电规律。

先分析充电规律

设 K 原与 1 接通，并已达到稳态，即 $i=0$ $U_c=0$ 当 K 从 1 扳到 2 的瞬间（即接通电源 E ），根据开关定理可知，电容 C 上电压不能跳变，所以仍等于 0。即 $U_c(0^+) = 0$

此时电源电压全部加到电阻上，故电流起始值

$$i(0^+) = \frac{E}{R}$$

由此可见，在开关接通这一瞬间，从电路产生电流的观点来看，电容 C 就象是“短路”一样。这也说明，电容两端的电压虽不能跳变，但流过它的电流是可以跳变的。

随着时间的推移，使 C 上电荷逐渐积累，故 u_c 从 0 逐渐上升，由于 u_c 的上升，使 u_R 逐渐下降，电流 i 也逐渐下降，当 u_c 上升到和 E 相等时， i 下降到 0，整个充电过程结束，电路转入新的稳定状态。

$$\text{故 } U_c(\infty) = E$$

$$i(\infty) = 0$$

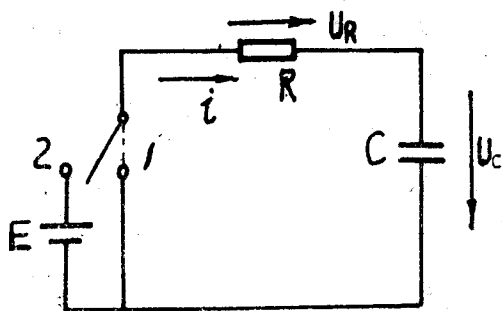


图1—2 电容充放电实验电路

将 $U_c(\infty)$ 和 $U_c(0^+)$ 代入过渡过程公式即得到

$$\begin{aligned} u_c(t) &= E + (0 - E)e^{-\frac{t}{RC}} \\ &= E(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \\ i(t) &= \frac{E - u_c(t)}{R} = \frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}} \end{aligned}$$

可见它们都是按照指数规律变化的。变化波形，如图 1—3 所示。

由波形图可见，电压 u_c 的上升速度由快而慢。这是因为：在充电过程中，随着 u_c 的上升，充电电流 $i = (E - u_c)/R$ 逐渐下降，电容上电荷积累的速度变慢，因而 u_c 上升速度变慢，呈指数型。

下面分析放电规律。

如果在某一瞬间，（设 $u_c = E$ ）K 又从 2 扳回 1 处，则电路又将引起一个新的过渡过程，在此过程中，把电容已充得的电荷，经由 R 放电，直至电容器上的电压衰减到 0 为止，电路又转入原来的稳态。即 $U_c(\infty) = 0$ ， $i(\infty) = 0$ 。

在开关搬到“1”这一瞬间，由于 $U_R(0^+) = -U_c(0^+) = -U_c(0^-) = -E$

$$\text{故 } i(0^+) = \frac{U_R(0^+)}{R} = -\frac{E}{R}$$

因此从电路产生电流的观点来看，电容 C 就象个“电池”一样，这个电池电压的大小等于电容上的电压（要注意，仅在开关动作瞬间可把电容看作一个“电池”，此后电容上的电压要发生变化）。由于放电电流方向相反，故放电电流的“代数值”是一个负值。

将 $U_c(\infty) = 0$ $U_c(0^+) = E$ 代入过渡过程公式得到

$$\begin{aligned} u_c(t) &= Ee^{-\frac{t}{RC}} \\ i(t) &= -\frac{u_c(t)}{R} = -\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{RC}} \end{aligned}$$

放电过程波形

如图 1—4 所示

3. 过渡过程三要素

过渡过程一般表达式中有 $U(0^+)$ ， $U(\infty)$ 和 RC ，只要这三个值确定以后，便能够求出电

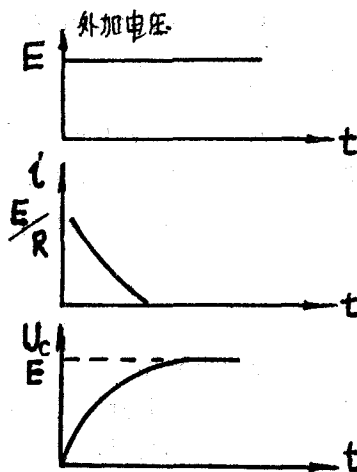


图1—3 充电曲线

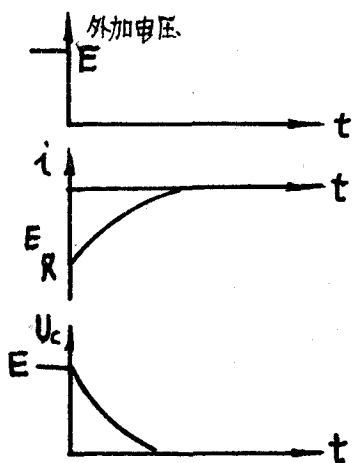


图1—4 放电曲线

路中任意两点间电压 $U(t)$ 的变化规律，并画出波形。故将 $U(0^+)$ ， $U(\infty)$ RC称为过渡过程的三要素。下面讨论这三要素的意义和确定方法。

(1) 初始值 $U(0^+)$ 是开关动作瞬间 $t=0^+$ 时电路中任意两点间电压的初始值。

为了确定 $t=0^+$ 时的初始值 $U(0^+)$ ，比较直观的方法是先确定该瞬时电容上的端电压。考虑到电容上的端电压不能突变，即 $U_c(0^+) = U_c(0^-)$ 。然后再把电容看作一个电压为 $U_c(0^+)$ 的“电池”（只适用于 $t=0$ 的瞬时），求解直流电路，得到所需要的 $U(0^+)$ 。

(2) 稳态值 $U(\infty)$ ：即电容充放电过程结束以后的 $u(t)$ 数值。根据充放电结束后，流过电容支路的电流等于0，因此在分析稳态值时可以把电容看作开路。

(3) 时间常数 RC：充放电过渡过程的电压和电流都是按指数规律变化的。充放电时间的长短仅取决于RC的乘积，通常记为 $\tau = RC$ 并称为时间常数。

时间常数 $\tau = RC$ 的量纲是“秒”

$$[R] \times [C] = [\text{欧}] [\text{法}] = \frac{[\text{伏}]}{[\text{安}]} \frac{[\text{库}]}{[\text{伏}]} = [\text{秒}]$$

下面讨论 τ 的数值大小对充电时间的影响，

$$u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$t=0 \quad u_c(t) = 0$$

$$t=\tau \quad u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}) = E(1 - \frac{1}{e}) = 0.632E$$

$$t=2.3\tau \quad u_c(t) = 0.9E$$

$$t=3\tau \quad u_c(t) = 0.95E$$

$$t=5\tau \quad u_c(t) = 0.993E$$

表 1—1

从理论上讲，只有经过 $t = \infty$ 时间，电路才能达到稳定状态，但是从表中数据来看，当 $t = 3\tau$ 时， u_c 已从0增加到电源电压95%，在工程计算中认为充电时间 $t_{\text{充}} = 3\tau = 3RC$

放电时， $\tau = RC$ 对放电快慢的影响和充电时相同，也是在 3τ 时间放电过程基本结束。

为什么R和C值愈大，充放电时间就愈长呢？这是因若E和C固定，则R越大，充电电流就越小，使电容上积累一定的电荷需要占用的时间就越长，即充电时间越长。另外若E和R是固定的，电容C越大，则在同样电压下，电容所带的电荷量 $Q = CU_c$ 就越大，因而，在充电电流相同的条件下，电容C越大，所需的充电时间就越长。

下面我们再分析一下 τ 的物理意义。

由表 1—1 可看出 τ 就是 u_c 由0充电到稳态值的63.2%即0.632E所需要的时间。另外 τ 也可用次切距长度表示。

$$\text{因} \quad u_c = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$