

电路解题指导及 研究生试题选解

解 题 指 导 部 分

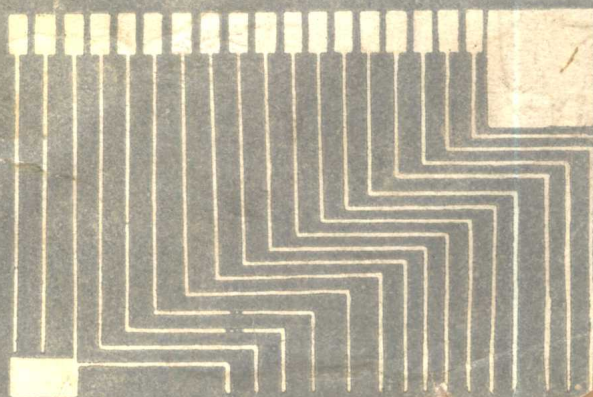
刘 平 陵

蔡 国 昌

编

赵 世 森

洪 毅



湖 南 大 学 出 版

383

电路解题指导及研究生 试题选解

——解题指导部分——

刘平陵 蔡国星 编
赵世森 洪毅

湖南大学出版社

电路解题指导及研究生 试题选解

——解题指导部分——

刘平陵 蔡国星 编
赵世森 洪毅

湖南大学出版社

电路解题指导及研究生

试题选解

——解题指导部分——

刘平陵 蔡国昌 编
赵世森 洪毅

☆

湖南大学出版社出版发行

(长沙岳麓山)

湖南省新华书店经销 长沙潇湘印刷厂印刷

☆

787×1092毫米 32开本 12.25印张 275千字

印数 0001—6000册

1987年9月第一版 1987年9月第一次印刷

统一书号：15412·30 定价：3.00元

ISBN 7-314-00152-9/TM·5

电路解题指导及研究生

试题选解

——解题指导部分——

刘平陵 蔡国昌 编
赵世森 洪毅

☆

湖南大学出版社出版发行

(长沙岳麓山)

湖南省新华书店经销 长沙潇湘印刷厂印刷

☆

787×1092毫米 32开本 12.25印张 275千字

印数 0001—6000册

1987年9月第一版 1987年9月第一次印刷

统一书号: 15412·30 定价: 3.00元

ISBN 7-314-00152-9/TM·5

编者的话

电路理论是高等工科院校电类专业的重要理论基础课。足够的解题练习是培养学生分析问题、解决问题能力，学好本课程的重要环节。而解题难又是本课程学习中长期存在的一大问题。为此我们谨编此书，力图帮助读者提高解题能力，并作系统复习电路理论课程用，以适应当前教育改革之需要。

本书分为两大部分，第一部分为解题指导。内容是依据1980年审定的“高等工业学校电路教学大纲”，并参照1986年全国课程指导委员会厦门会议提出的电路课程基本要求(讨论稿)而编写的，共九章。每章均包括(1)内容提要性介绍：既有大纲基本要求的全部内容，又有一定量提高的内容。且特别考虑从解题角度来阐明。(2)解题分析和例题：归纳了本章主要类型的问题及解题方法。不少例题有几种解法的比较与分析，有的章节还介绍了普遍的系统解题方法，供提高用。各章后面均附有一定量精选的练习题，供自行实践用。第二部分为1983—1987年全国一些主要重点高等院校(包括部分其他院校)研究生入学试题汇编与选解。

本书曾在我校本科电类各专业及夜大等各类学生中试用，在提高解题能力、帮助期终复习及研究生应考等方面反映良好。

本书可作为各类大专院校(包括电大、职大、函大、夜大等)电类专业教师和学生的教学参考书，对报考电类研究生的同志更是不可缺少的复习资料，并可供有关专业人员自学用。

本书第一部分的第一、二、三、四、九章由刘平陵编写,第五、六章由赵世森编写,第七、八章由蔡国昌编写。第二部分由洪毅汇编与选解,蔡国昌审稿。全书由刘平陵主编。

1986年6月机械委所属院校理论电工第五次学科协作组会议审定了本书初稿,无锡轻工业学院张斯湜副教授主审。他们均对本书提出了许多有益意见,特此致谢。

最后编者谨向帮助与支持编写与出版本书的各方同志们,特别是湖南大学电工基础教研室的全体老师、哈尔滨电工学院电工教研室周欣荣老师表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,缺点错误在所难免,恳请广大读者给予批评指正。

1986年12月

目 录

第一部分 电路解题指导

第一章 电路模型和电路定律

内容提要:

(一)电路及其模型·····	(1)
(二)电路分析的基本变量·····	(1)
(三)构成电路的主要理想元件·····	(2)
(四)基尔霍夫定律·····	(7)
解题分析与例题·····	(9)
练习题·····	(17)

第二章 电阻电路分析

内容提要:

(一)运用等效变换求解电路·····	(22)
(二)用选择不同电路变量(电压或电流)的方法 求解电路·····	(26)
(三)线性网络的几个定理及应用·····	(30)
解题分析与例题·····	(35)
练习题·····	(73)

第三章 正弦稳态分析

内容提要:

(一)正弦量的三要素,周期交流的有效值·····	(83)
--------------------------	--------

(二) 正弦量的复数表示及计算·····	(84)
(三) R 、 L 、 C 元件通以正弦电流时的端口电压与电 流关系·····	(85)
(四) 复阻抗与复导纳·····	(85)
(五) 正弦交流电路的功率·····	(90)
(六) 正弦交流电路用相量法的计算·····	(91)
(七) 互感耦合电路·····	(93)
(八) 电路的谐振·····	(97)
(九) 三相电路·····	(100)
·解题分析与例题·····	(102)
·练习题·····	(137)

第四章 非正弦周期电流电路

·内容提要:

(一) 非正弦周期电流(电压)、周期函数的付氏级数·····	(146)
(二) 非正弦周期函数的有效值、平均功率·····	(148)
(三) 非正弦周期电流电路的计算·····	(149)
(四) 对称三相电路中的高次谐波·····	(150)
·解题分析与例题·····	(151)
·练习题·····	(163)

第五章 动态电路的时域分析法

·内容提要:

(一) 动态电路及其方程·····	(168)
(二) 换路定律和初始条件·····	(170)
(三) 动态响应的定义区间和表示方法·····	(174)
(四) 一阶电路的解法·····	(176)

(五) 二阶电路的解法·····	(179)
(六) 状态变量法·····	(181)
解题分析与例题·····	(188)
练习题·····	(225)

第六章 动态电路频域分析法

内容提要:

(一) 拉普拉斯变换及其性质·····	(232)
(二) 有理函数拉普拉斯逆变换·····	(235)
(三) 电路基本定律的复频域形式·····	(238)
(四) 运用拉氏变换分析线性电路·····	(242)
(五) 网络函数·····	(244)
(六) 卷积·····	(247)
(七) 频域法、时域法、卷积法的比较·····	(248)
解题分析与例题·····	(250)
练习题·····	(262)

第七章 网络图论和网络方程

内容提要:

(一) 基本概念·····	(267)
(二) 图的矩阵表示法·····	(268)
(三) 网络方程·····	(270)
(四) 改进的节点法·····	(272)
(五) 特勒根定理·····	(273)
解题分析与例题·····	(273)
练习题·····	(302)

第八章 二端口网络及多端元件

内容提要:

(一) 二端口网络方程和参数.....	(307)
(二) 二端口网络的等效电路.....	(310)
(三) 二端口网络的联接.....	(313)
(四) 有载二端口网络.....	(315)
(五) 多端元件.....	(319)
解题分析与例题.....	(321)
练习题.....	(362)

第九章 非线性电路分析

内容提要:

(一) 非线性电路及其元件.....	(368)
(二) 非线性电路的方程.....	(370)
(三) 非线性电路的计算.....	(371)
解题分析和例题.....	(373)
练习题.....	(381)

第一章 电路模型和电路定律

内 容 提 要

一、电路及其模型

由若干电气设备和器件，按一定方式组合构成的电流的通路叫电路。

电路的作用是提供能量，传递、处理和存贮信号等。总之，在电路中随着电流的通过，进行着电能和其他形式能量的互相转换，电能的传输和分配。

我们研究的对象是由少数几种足以反映电路电磁现象的理想电路元件构成的电路模型。这些元件是只表示一种基本现象，且可用数学方法来精确定义的“集总”元件。所以这种电路又称为“集总”电路。

采用集总概念的条件是：元件及电路各向尺寸远小于正常工作频率所对应的波长。

电路分析的主要问题是：对于给定的电路（即已知电路结构和元件的参数），已知激励（电压或电流），求响应（电流或电压）。

二、电路分析的基本变量

电压和电流是电路中的基本变量。

为了分析计算的方便，需先任意选定一个参数方向，然后依

此进行计算，由计算结果的正负与参考方向确定其实际方向。
即：计算结果为正表示实际方向与参考方向一致，为负则表示实际方向与参考方向相反。

能量和功率也是重要的物理量，根据电压与电流的参考方向是否一致，功率的表达式为：

$$p = ui \quad (u, i \text{ 的参考方向一致，即用关联方向时})$$

$$p = -ui \quad (u, i \text{ 的参考方向相反，即用非关联方向时})$$

运用上述公式计算，若 $p > 0$ 表示消耗功率， $p < 0$ 表示产生功率。

三、构成电路的主要理想元件

1. 电阻元件：是一个理想的二端元件。

线性电阻元件如图1-1示， u 、

i 取关联方向则有：

$$u = Ri \text{ 或 } i = Gu$$

以上二式均称为欧姆定律。



图 1-1

其中 $R = \frac{u}{i}$ 称为电阻。单位是欧姆 = $\frac{\text{伏特}}{\text{安培}}$ 。

$G = \frac{i}{u}$ 称为电导。单位是西门子 = $\frac{\text{安培}}{\text{伏特}}$ 。

R 和 G 都是电阻元件的参数，是与电压、电流无关的常数。

线性电阻元件的伏安特性是 ui 平面上通过原点的一条直线。

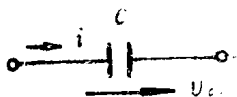
由欧姆定律知，任一时刻的电压（电流）只与该时刻的电流（电压）有关。所以电阻元件是无记忆元件。

电阻元件的功率 $p = ui = Ri^2 = Gu^2$

功率的单位是瓦特 (W) = 伏特·安培。

电阻元件的 p 恒大于零, 所以电阻元件是无源耗能元件。

2. 电容元件: 是一个理想的二端元件。



线性电容元件如图1-2示, u_c 、 i 为关联方向时有:

图 1-2

$$i = c \frac{du_c}{dt}$$

$$\text{或} \quad u_c(t) = \frac{1}{c} \int_{-\infty}^0 i(\xi) d\xi + \frac{1}{c} \int_0^t i(\xi) d\xi$$

$$= u_c(0) + \frac{1}{c} \int_0^t i(\xi) d\xi$$

其中: $c = \frac{q}{u}$ 称为电容。单位是法拉 (F) = $\frac{\text{库仑}}{\text{伏特}}$ 。

对于线性电容元件, c 是一个与电压无关的常数。即库伏特性为一条直线。

由电容元件的电压表达式可知, 某一时刻的电压取决于 $-\infty$ 到 t 所有时刻的电流值, 即与电流的全部历史有关。故我们说电容电压有“记忆”电流的作用, 电容是一种“记忆”元件。

若 $u(0) = 0$ 则电容元件的储能为:

$$W_c(t) = \frac{1}{2} cu_c^2(t)$$

电容元件是一个无源储能元件。

3. 电感元件: 也是一个理想的二端元件。

线性电感元件如图 1-3 示, 在 u 、 i 关联方向下有:

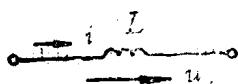


图 1-3

$$u_L = L \frac{di}{dt}$$

$$\begin{aligned} \text{或} \quad i(t) &= \frac{1}{L} \int_{-\infty}^0 u_L(\xi) d\xi + \frac{1}{L} \int_0^t u_L(\xi) d\xi \\ &= i(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u_L(\xi) d\xi \end{aligned}$$

其中: $L = \frac{\psi}{i}$ 称为电感。单位是亨利(H) = $\frac{\text{韦伯}}{\text{安培}}$ 。

对于线性电感元件, L 是一个与电流无关的常数。即其 韦安特性是一条直线。

由电感元件的电流表达式可知, 某一时刻的电流与电压的全部历史有关。故我们说它有“记忆”电压的作用。也是一个“记忆”元件。

电感元件的储能, 当 $i(0) = 0$ 时有:

$$W_L(t) = \frac{1}{2} L i_L^2(t)$$

电感元件也是一个无源储能元件。

4. 电压源: 是一个理想的二端元件, 如图 1-4-a) 示。元件的输出电压与通过它的电流无关, 电压总保持为给定的时间函数。元件的电流由外接电路决定。

若电压源的电压为常数, 则为直流电压源。其伏安特性为一直线。如图 1-4-b) 示。

实际电压源, 其端电压随电流变化而变。可以用一个电压

源与电阻串联的电路作模型，如图1-4-c)示。

且有：
$$u = U_s - Ri$$

伏安特性如图1-4-d)示。

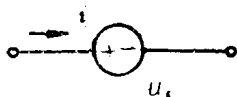


图 1-4-a)

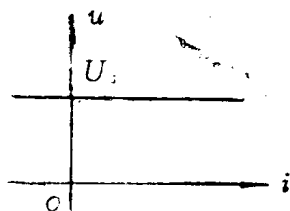


图 1-4-b)

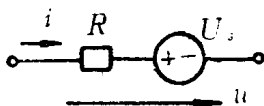


图 1-4-c)

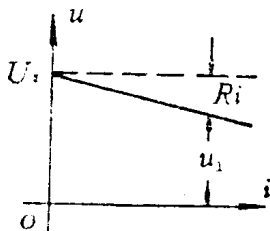


图 1-4-d)

5. 电流源：也是一个理想的二端元件，如图1-5-a)示。电流源的输出电流与电压无关，总保持为给定的时间函数。其电压则决定于外电路。

对直流电流源，其输出电流为常数，伏安特性为一直线，如图1-5-b)示。

实际电流源的电流，将随电压的变化而变。可用一个电流源与电导并联的电路作其模型，如图1-5-c)示。且有：

$$i = I_s - Gu$$

伏安特性如图1-5-d)示。

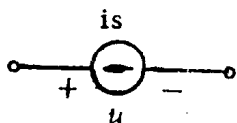


图 1-5-a)

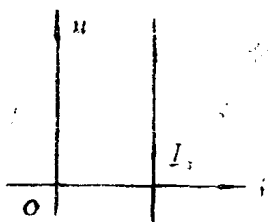


图 1-5-b)

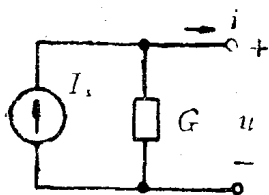


图 1-5-c)

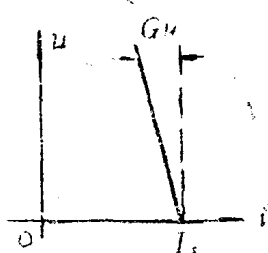


图 1-5-d)

电压源的电压和电流源的电流均不受外电路的影响，称为独立电源。它在电路中起“激励”作用，这是指它们在电源工作状态时，是送出功率的。它们还可处于负载工作状态，这时它是吸收功率的。

6. 受控源：是具有两对端钮的理想元件，分为受控电压源——其电压受另一支路的电压或电流控制，受控电流源——其电流受另一支路的电压和电流控制。故又称它为非独立电源。

依上所述，受控源有四种形式：电压控制电压源(vcvS)，电流控制电压源(ccvS)，电流控制电流源(cccs)和电压控制电流源(vccs)。当控制系数为常数时则为线性受控源。如图1-6示。