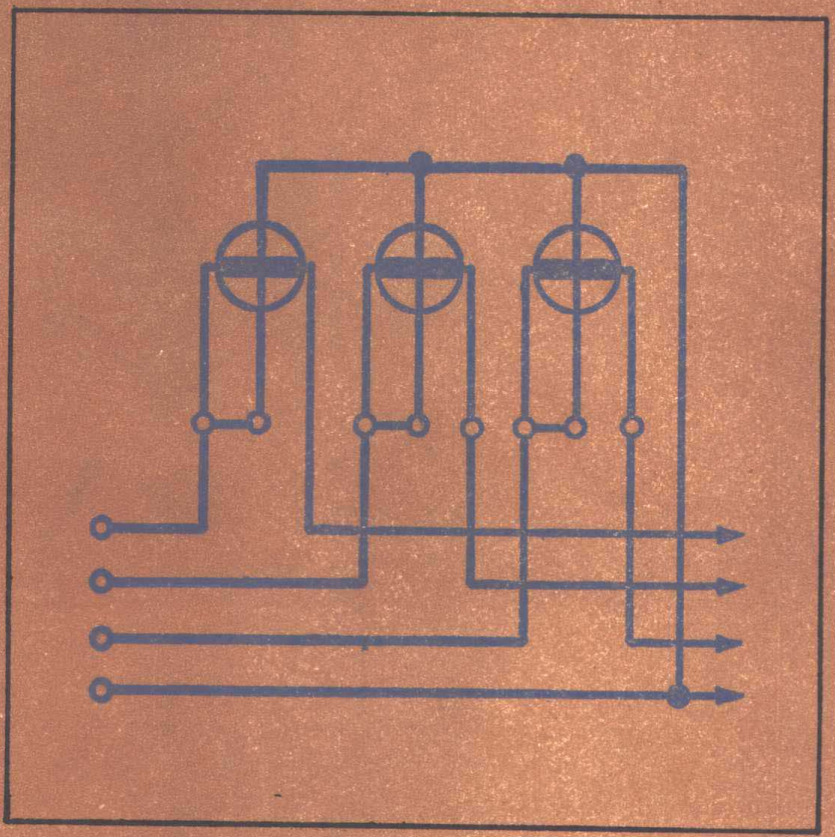
中央广播电视大学学习辅[illegible]用书

电学

中央广播电视大学杂志编辑部　编



吉林科学技术出版社

中央广播电视大学学习辅导用书

DIAN XUE

电 学

中央电大杂志编辑部 编

电路分析基础
模拟电子技术基础
数字电子技术基础
电机与拖动

吉林科学技术出版社

中央广播电视大学学习辅导用书

电　学

中央广播电视大学杂志编辑部　编

吉林科学技术出版社出版　吉林省新华书店发行

白城市印刷厂印刷

787×1092毫米32开本　13,125印张　289,000字

1985年4月第1版　1985年4月第1次印刷

印数：1—120,240册

统一书号：13376·9　定价：1.95元

前　言

为适应广播电视大学84级理工科教学的需要，我们将《电视大学》杂志历年来所刊载的各学科辅导教学的优秀文章分别汇编成六册，即：数学（包括微积分、线性代数、概率、复变函数、富氏级数、场论、逻辑代数），物理（包括普通物理、近代物理概论、理论力学、算法语言），化学（包括无机化学、有机化学），电学（包括电路分析基础、模拟电子技术基础、数字电子技术基础、电机与拖动），机械（包括画法几何、材料力学、机械原理、机械零件）及英语。

这套书的内容有各门课程介绍；学习方法；重点、难点、疑点的辅导；基本概念的阐述；错例分析和实际应用等等。这些文章的作者是：中央电大各学科的主讲教师和各教研组的老师、各地电大的辅导教师以及各高等院校的教师。这些文章曾对79级、80级、82级电大理工科学员的学习和复习起了很大的指导帮助作用；对84级理工科学员（包括自学收看者）也将是良师益友；对其它成人业余大学，如夜大、函大、职大的学员也是很有益的参考资料。

在编写过程中，除对原文逐一进行审订外，有的文章还请原作者进行修改、补充，有的文章由于过去杂志篇幅所限未能发表，这次也收集在汇编之中了。在此对入选文章的作者谨表谢意。

限于我们的编辑力量和水平，加上编辑时间较短，在书中可能有错误之处，望广大读者给予批评指正。

中央电大杂志编辑部

目　　录

前　言

——电路分析基础——

电路分析中参考方向和电路等效概念…… 1
独立电流变量和独立电压变量…… 6
含受控源电路的分析计算…… 14
受控源的性质及电路分析的特点…… 39
电容电压和电感电流可以跃变吗…… 52
电路分析基础问题选答…… 60
电路分析基础几个问题的回答…… 67
关于迭加定理应用于含受控源网络问题…… 77
理想变压器的自学辅导…… 84
状态方程及其列写方法……100
状态方程的解析解法……117
掌握全局　各个击破……131
《电路分析基础》复习提要……135

——模拟电子技术基础——

《模拟电子技术基础》课学习要点……144
PN 结电路的图解分析 法……161
怎样画微变等效电路……170
放大电路分析一例……173
晶体管放大器的稳定性分析……181

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

放大电路频率特性——复频域分析法……190
单极共射放大电路频率特性公式推导……210
负反馈放大器的输出电阻……214
习题分析……219
正弦波振荡电路的相位平衡条件判断法……222
运算放大器的电路分析与实际应用……229
基本运放电路的运算误差……237
OCL功率放大器的设计与制作……243
浅谈《模拟电子技术基础》课实验……251

——数字电子技术基础——

《数字电子技术基础》课程介绍……257
怎样学好《数字电子技术基础》课……263
“门电路”分析举例……267
MOS集成电路及其应用……275
谈谈卡诺图化简逻辑函数的方法……282
组合电路的逻辑设计……290
怎样设计一个八位数码的奇偶校验电路……299
主从*JK*触发器的一次变化问题……308
异步计数电路的设计……315
《数字电子技术基础》课期末总结……321
七九级《数字电子技术基础》试题分析……326

——电机与拖动——

《电机与拖动》课第一章的教学要求……337
“直流电机电力拖动”的基本教学要求……346
《电机与拖动》课第三章基本教学要求……354

谈谈规定正方向……361
谈直流电机稳态运行时的基本方程式……366
谈谈直流电机的换向……371
怎样分析“弱磁升速”……376
《电机与拖动》试卷分析……379
交流电机的绕组电势与磁势……385
关于变压器运行分析中的几个问题……394
从规定的正方向看直流电机、变压器及异步电机
功率流动方向……404

电路分析中参考方向和电路等效概念

中央电大主讲教师　李瀚荪

《电路分析基础》是电路理论的入门课程，是研究电网络分析、综合与设计的基础工程学科，是电类各专业共同的理论基础之一。《电路分析基础》课程的教学任务，是使同学掌握电路的基本理论知识、分析计算的其本方法和初步的实验技能，为学习后续有关课程（如电子技术基础）准备必要的电路知识，为进一步学习电路理论打下初步的基础。这门课程是电类专业同学的一门很重要的技术基础课。由于电子技术已渗透到许多行业，所以它也是机械类专业同学十分必要的课。

这门课程分三大部分：第一部分（1-4章）是电阻性电路的分析；第二部分（5-8章）动态电路分析；第三部分（9-13章）是正弦稳态分析。关于一般的学习方法、要求以及各章要点在中央电大辅导材料中已有说明，毋需赘述。但根据以往经验，需强调一下，要重视第一、二章。

第一、二章是本课程的基础，许多重要的概念、基本理论和分析方法都要通过较为简单的电阻性电路来阐述。有些内容虽在中学的物理课中学过，但它决不是中学课本内容的简单重复，而是从电路理论的角度，把这些内容加以发展和提高。忽视这部分内容的学习，基础就不巩固，以后的内容

就不容易学好。

学习这门课一开始就要遇到参考方向。也许大家会想，参考方向不就是在解电路问题时为未知电流或电压假定的方向么？在物理课中已学过了，也会用了。其实，从以往同学们在学习这门课时所出现的许多问题看，其原因就在于他们并没有真正养成运用参考方向来分析问题的习惯和具备这种能力，还停留在企图直接用真实方向来解决问题的水平上，而且往往把真实方向和参考方向混为一谈。在分析互感电路时，这些问题尤为突出。我们如果不在分析较简单的问题时（这时参考方向的妙处还未能充分体现，因而似乎可有可无）养成使用参考方向的习惯，到问题比较复杂时便会感到困难，甚至发生错误。

在电路理论中参考方向是一个极其基本的概念，对电路中电流、电压等变量，不论是已知的还是未知的，都要选定一个参考方向。所有的已知量的表示式，例如 $I = -5\text{A}$ 等都要结合选定的参考方向才有意义；所有的未知量都是在选定的参考方向下去求解的，当它成为已知量后也只有结合原来选定的参考方向才有意义。在用电路的基尔霍夫定律时，即以参考方向（不必以真实方向）为准（这一点在物理课中已学过）；所有元件的伏安关系式都是在一定的参考方向下提出的（这是一个新的概念）；频率 p 可正、可负，正、负值要结合电压、电流的参考方向来解释（物理课中未用这一概念）。所有这些，都是应该弄清楚的。例如，在学习欧姆定律表示式 $U = RI$ 时，我们强调了这个公式只是在关联参考方向下才能使用。为什么要这样规定？学习时就要好好思考一下，不要只停留在物理的水平上。我们要求同学能毫不含糊地解出像补充题 1-5 这样的问题。这样，我们就能逐步学会

做的妙处。到学习第二部分电容、电感元件的伏安关系时，我们便会想到它们是不是也在一定的参考方向前提下得出的呢？确实，以电感元件的伏安关系式 $u=L\frac{di}{dt}$ 来说，它必须在 u,i 参考方向一致的前提下才能使用，否则它就不能正确反映感应电压的极性。这就是说，作了这样的规定，楞次定律就自动地包含在内。为了很好地理解这一点，也为了说明使用参考方向的妙处，我们不妨用公式 $u=L\frac{di}{dt}$ 和楞次定律（物理课用的方法）来确定感应电压的极性作一比较。设电感如图1所

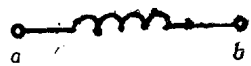
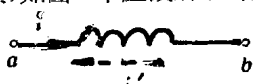


图 1

用楞次定律确定	用公式确定
当电流由$a\to b$且为增长时，感应电压应反抗电流的增长，也就是说，应设想另有一感应电流i'，其方向与原电流 i 的方向相反，如图2中虚线所示。作为一个电源，线圈要产生i'这一电流，a端应为高电位端，即＋端，因为电流总是由电源的＋端流出的。故知感应电压的高电位端在a端。  图 2 在这一方法中，不必运用参考方向的概念，一切均按真实方向考虑。此即物理中所用的方法。	设电流的参考方向由 a 指向 b，且设电流、电压参考方向一致。在这一前提下，可用$u=L\frac{di}{dt}$来确定感应电压的极性。 当电流真实方向由$a\to b$，且为增长时，根据所设电流参考方向，可知$\frac{di}{dt}>0$。由公式可知，若$\frac{di}{dt}>0$，则$u>0$。$u>0$表明 u 的真实极性与参考极性一致，即感应电压的高电位端在a端。 在这一方法中必须先假定参考方向。参考方向可任意假定，如果u、i参考方向一致，就可利用公式。这是电路理论所用的方法。

示，若电流由a流向b，且为增长的，试确定感应电压的极性。

在电路理论所用的方法中不必设想感应电流i'，而且对要求解的未知事项可先作任意假定，只要u、i的参考方向一致就可从公式迅速得出结果。在研究互感电路，含理想变压器的电路，类似的分析方法更能显示出其优越性，可避免许多似是而非的看法。

在电路理论中，等效电路也是一个十分重要的概念。大家在中学物理中已学过串联电阻的等效电阻公式，在推导这一公式的过程中就运用了等效电路的基本定义。但这点可能不是大家都意识到的，都已弄清楚的。以三个电阻R_1、R_2、R_3串联为例，推导等效电阻公式时，要用到下列两个式子，

$$U = (R_1 + R_2 + R_3)I$$

和

$$U = RI$$

R设想为另一个电阻。这两个式子实际上就是串联电阻电路的伏安关系式和电阻R的伏安关系式。等效电阻公式的导出，是要求建立在这两个伏安关系相同的基础上的。这里蕴含着二端网络等效的定义问题。因此，虽然仍是学习串联电路，却要注意提高问题。要注意等效的确切定义（见《辅导材料》），不要含糊其辞。定义中要求两二端网络的伏安关系相同，而不是说外接某一同样的电路时要求电压、电流分别相等。如果伏安关系相同，那么外接任何同样电路时电压、电流可以分别相等；但是外接某一同样电路时电压、电流相等并不能保证换上另一同样电路时电压、电流仍能分别相等。补充题2-15就提出了这个问题。可以举出许多例子来说明这点，图3所示就是一例。当两虚数框所示二端网络都外运用参考方向来建立元件伏安关系的方法，并能体会到这样

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

接1Ω电阻时，端钮a、b的电压都是1V，电流都是1A。但是，都外接10Ω电阻时，端钮a、b的电压、电流就不能分别相等了。原因就在于这两个二端网络的伏安关系并不相同，因而它们并不是等效的，不能保证在任何外接电阻时都有相同的电压和相同的电流。等效电路的概念在整个学习过程是经常用到的。在学习第二章时就要很好地掌握等效电路的定义，并初步学会求二端网络伏安关系的方法。为此，我们在第二章安排了不少这样的练习题和习题。

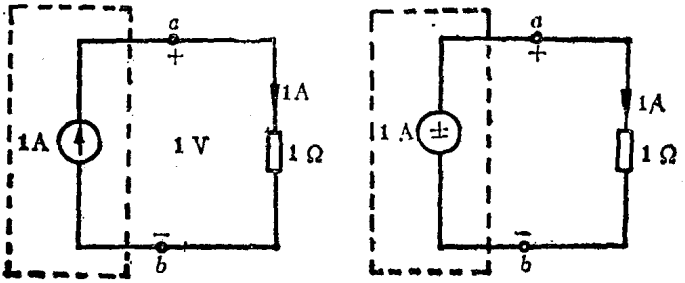


图 3

我们还可以举出一些例子来说明前两章中包含着许多以后经常用到的重要概念，为了节省篇幅，不再列举，希望大家根据教学大纲的要求认真学习，认真做题，打好基础。

独立电流变量和独立电压变量

中央电大主讲教师　李瀚荪

两种约束关系是电路分析的基本依据。对于一个由 b 条支路组成的电路，给定电源及元件的参数值，则共有 b 个支路电流及 b 个支路电压需要求解。可以证明，为求解这$2b$个未知量所需的$2b$个方程，可根据 KCL、KVL 及支路（元件）的伏安关系得到。但是，各支路电流和支路电压是由相应支路的伏安关系相联系的。一旦求得各支路电流，各支路电压即可由相应的支路伏安关系求得；反之，一旦求得各支路电压，各支路电流也可由相应的支路伏安关系求得。这里，都不存在解联立方程的问题。因此，在求解 $2b$ 个电流、电压时，不妨分为两步进行，即：先设法求出全部的支路电流（或支路电压），然后再利用支路的伏安关系求得全部的支路电压（或支路电流）。在第一步求支路电流（或支路电压）时，只需求解 b 个联立方程，计算量大为减少。据此得出了支路电流法和支路电压法，其中支路电流法在物理课中已学过。

求全部支路电流或支路电压时能否进一步减少所需的联立方程呢？这就要看是否能做到：在分两步求解电路时，可以先只选取一部分支路电流作为第一步求解的对象（称为求解量或解变量），在求得这组电流后就可以很容易地（不必解

联立方程）确定电路中的每一个电流和电压；或者是可以先只选取一部分支路电压作为解变量，在求得这组电压后，可以很容易地确定电路中的每一个电压和电流。如能做到这点，就可以达到减少联立方程数的目的。下面谈谈怎样选取电流解变量和电压解变量，怎样建立求解解变量的联立方程。

一、独立电流变量的概念

我们从一个具体例子谈起。设某电路如图1所示，如果知道I_1、I_2、I_3、I_4、I_5、I_6等六个电流，则不难看出，由KCL即可确定其余的五个电流，毋需求解联立方程。如果各元件的参数都是已知的，则11个支路电压也都可以确定。这是因为，电路的11个支路电流不是独立无关的，它们是受KCL约束的，因而由个数少于11的某一组电流（如支路1至6的电流）即能确定电路中的每一个电流，进而确定全部的支路电压。由此可见，这6个支路电流可作为第一步求解的对象，亦可作为电流解变量。

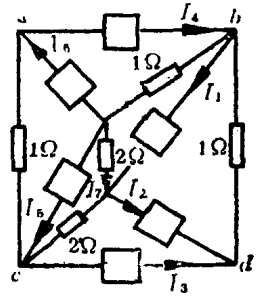


图 1

这6个电流变量具有下列两个性质：1. 一旦由方程解得它们后，电路中的每一个电流和电压都可以由KCL和欧姆定律求得。即它们是一组完备的集合（complete set），能提供解决问题的充分信息。2. 对KCL来说，它们是彼此独立无关的。即它们中的任何一个电流不能用其余的几个电流来表

示。这样的一组电流变量叫做独立的电流变量。作为解变量，保证不会含有多余的电流变量。

任何一组电流变量，如果具有上述的两个性质，就可作为电流解变量。即电流解变量应该是一组完备的独立电流变量。

对于一个给定的电路，完备的独立电流变量的数目是一定的。例如，图1所示电路，如果少给一个电流（如I_6），就无法确定全部的支路电流；如果多给一个电流（如I_{ac}），则这一电流一定和其他的电流可以用KCL相联系，就不能算是独立电流变量。该电路的完备独立电流变量数目为6个。

对于一个给定的电路，不是任意的一组够数的电流变量都是完备的独立电流变量。例如，图1电路中，I_1、I_2、I_3、I_4、I_5、I_{bd}等6个电流，虽然够数，但并非独立电流变量。另外，完备独立电流变量的集合也不是唯一的。例如I_1、I_2、I_3、I_5、I_6和I_7也是一组完备独立电流变量。

因此，只要我们能正确选择出完备的独立电流变量作为解变量，就能达到减少联立方程数而仍能求得全部电流、电压的目的。显然，为解出这些解变量所需的联立方程则只能根据KVL获得。

二、如何选择独立电流变量

所谓独立电流变量，都是指完备的独立电流变量。对图1电路，I_1、I_2、I_3、I_4、I_5是独立电流变量，但不是完备的。

网孔电流是一组独立电流变量，是经常选用的解变量。基本回路电流也是一组独立电流变量。由于基本回路是针对某一树来说的，而一个电路可以有许多树，因此，可供选用

的基本回路电流集合也有多种。或许，我们会想，有了网孔电流的概念就够了，何必再用基本回路电流的概念？况且，对一个电路来说，独立电流变量虽有多种组合，但其数目总是一定的，那么，选网孔电流或基本回路电流为解变量，所需联立方程的数目就是一样的，何必再用基本回路电流的概念？其实不然，同一个电路，电流解变量选择不同，所需要的联立方程有时也会不同。

例如，电路如图 2(*a*) 所示，需要求解 I_1。如果用网孔分析法，需要列出三个方程（三个未知量为 I_1 以及电流源和受控源两端的电压）。如果，选择树如图 2(*b*) 中外侧三角形所示，即把三个电压源都置于树中，而使两个电流源及受控源的

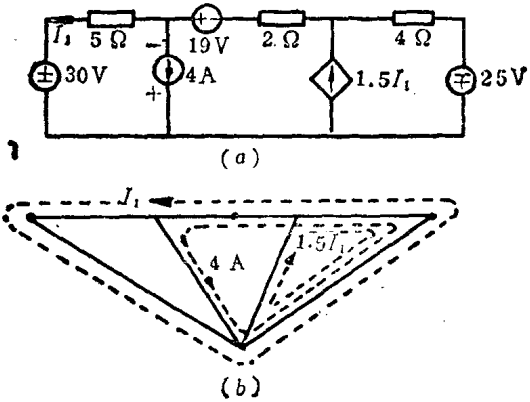


图 2

控制电流支路位于余树中，则三个基本回路电流即为 4A、$1.5I_1$ 和 I_1。因此，实际上只有一个未知电流 I_1。对 I_1 所流经的回路列写KVL方程，得：

$$(5+2+4)I_1+(2+4)4-4\times 1.5I_1=-30-25+19$$

由这一方程可解得：

$$I_1=12\text{A}$$

读者试自己解出下题：

电路如图3所示，试用一个回路方程解出I_1。(1.875A)

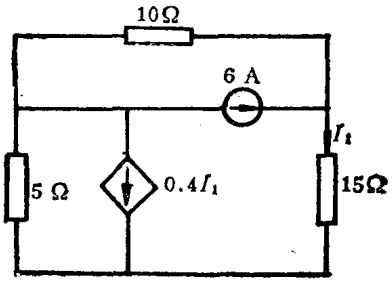


图 3

三、独立电压变量的概念

我们以图4所示电路来说明独立电压变量的概念。由图可见，根据4个电压源电压由KVL可以确定A、B、C、D等4个元件的端电压。如果各元件的参数都是已知的，则8个支路电流即可确定。试由此进一步设想：如果4个电压源是4个任意的元件，则一旦我们知道了这4个元件的端电压，所有的电压和电流也同样地都可以确定。因此，这4个支路电压可作为第一步求解的对象，亦即可以作为电压解变量。

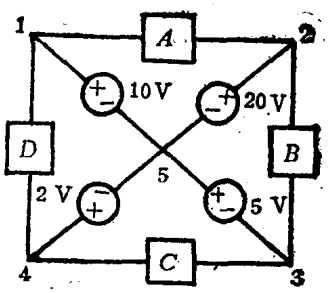


图 4

这4个支路电压可以提供算出所有其他电压以及所有电流的信息，因此，它们是完备的。它们彼此不能用KVL相联系，（如仍按图4来看，四个电压源的电压可彼此独立无关

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com