

“电路分析”自学习系统

苏 宝 琴

(电子工程系)

摘 要

近年来计算机应用已进入教育领域,本文结合电子工程专业的特点,提出如何在这类应用技术学科中实现计算机辅助教学(CAI)的设想,介绍在TRS—80微型机上实现“电路分析”计算机辅助教学的系统“‘电路分析’自学习系统”的选题,功能和框图。

一、 前 言

计算机的迅速发展,使它在科学计算、信息处理、测试技术、工业控制与管理等许多方面得到日益广泛的应用,近年来,计算机应用已进入教学领域,许多国家在进行“计算机辅助教学”(Computer—Aided Instruction 简称CAI)的研究,被誉为“教育史上的第四次革命”(前三次为学校的创立,书面语言的应用和印刷术的发明)。

在我国,CAI的研究也在开展,如华东师大已在BASIC语言和英语教学中应用CAI,摆在我们面前的问题是:像电子工程专业这样一类需要进行大量理论分析、方程推导,设计与计算的应用技术学科,如何进行计算机辅助教学?如果能够针对我们专业的特点:在某些课程实现人机对话式的计算机辅助教学,和计算机辅助分析与设计,配备微型机的具有智能的测试技术与设备等课程互相配合,浑成一体,构成一套全新的计算机化的现代教学体系,显然是很有意义的,“‘电路分析’自学习系统”(以下简称“自学习系统”)就是在上述设想的基础上研制的。

“电路分析”是电子工程专业的重要专业基础课,电子设备的计算机辅助分析和设计,最终也是通过相应的等效电路进行的,把CAI引入这门课,将为电子工程专业的计算机辅助教学打下基础,为此,我们把“‘电路分析’自学习系统”作为对CAI研究的第一步。

二、“‘电路分析’自学习系统”内容的选定

“电路分析”是一门理论性很强的专业基础课，它的任务是要使学生在掌握电路基本理论的基础上，具备对各种电路进行分析计算的能力，根据这个特点，我们选定对各种电路的分析计算作为“自学习系统”的内容，这样做一方面是由于具备对各种电路的分析计算能力是这门课的主要任务之一，另一方面是可以使学生边独立思考边通过终端键盘和显示屏幕，获得人机对话式的电路分析计算的基本训练，激发学生思考问题的主动性，而不是让学生被动地从屏幕上接受冗长的讲义式的内容。

基于以上的考虑，我们初步选择三方面的课题：

第一单元

线性网络分析，包括节点分析法和回路分析法两个练习，这是最基本的网络分析方法，在这一单元里，我们除了收集含有独立电流的多节点电路和多网孔电路外，还收集了含有理想电源和受控电源的电路，通过这部份的“自学习”，使学生掌握网络分析中的两个基本方法以及对理想电源与受控电源的处理，这一单元的重点放在列出电路方程方面。

第二单元

网络的瞬态分析——状态变量法，包括一阶电路、二阶电路、高阶电路三个练习，动态电路分析是电子技术类学生必须牢固掌握的基本内容之一，这里选择状态变量法是因为它是动态电路分析中的一种新的、便于利用计算机求解的分析方法，至于动态电路的其他分析方法，则放在课程中讲授，在这一单元里，除要求学生学会选择状态变量和列出状态方程外，还要求学生根据列出的状态方程，编写相应的求解程序（包括数值解与绘图），对于高阶电路，我们预先编写了解一阶微分方程组的子程序存入内存，供学生调用。

第三单元

正弦电路的稳态分析，这个内容也是电类学生必须牢固掌握的基本内容之一，这一单元除要求学生学会正确导出电路方程外，重点是训练学生学会编写解复数方程和线性复数方程组的程序，在这一单元里，我们也预先编好一个解线性方程组的子程序，存入内存，供学生调用。

这样，我们把电路分析计算的基本训练，顺序渐进地包括进去了。

三、采用语言及功能

为了便于实现人机对话我们选用Ⅱ级 BASIC 语言编写，全部系统录在磁带上（亦录在软磁盘上）。

为了起到对学生进电路分析计算的基本训练的目的，我们在编制“自学习系统”时考虑了以下的功能：

（一）这个“自学习系统”应具有一定的通用性和灵活性，能够方便地更新和增添内容。

(二)学生能够根据自己的学习计划,从终端键盘输入自己选定的题号。

(三)根据学生选定的题目的训练要求,能够通过显示屏幕与学生进行如下的对话,

1、提示解题要求,请学生输入那一个节点(或回路)、或整个电路的方程。

2、对学生输入的方程进行检查并作出判断,在屏幕上回答“正确”或“错误”,然后要求列下一个方程或重列原方程。

3、当学生一再出错时,从屏幕上显示出正确的方程或解答,并作扼要的说明。

4、全部方程列好后,要求学生编写解题程序,并告诉学生内存里存贮有那些可供调用的子程序及其入口行号。

5、当学生输入不会编写程序的信息后,显示解题程序供学生参考。

6、练习终了时,向学生指出这次练习中是全对或是共做错了几次,错误次数多时向学生提出必须重点复习的内容。

四、框图与使用举例

(一)启动及选题

启动《自学习系统》后,屏幕上显示

WELCOME TO 《SELF-STUDY》

CONTENT

UNIT 1 LINEAR NETWORK

UNIT 2 NETWORK TRANSIENT ANALYSIS—WITH STATE
VARIABLE METHOD

UNIT 3 SINUSOIDAL STEADY-STATE ANALYSIS

WHICH UNIT WOULD YOU PREFER?

例如拟选做第二单元练习三的第二题,则先在键盘上打进2,计算机又显示

THIS IS UNIT 2, WHICH PRACTICE WOULD YOU PREFER?

打进3,计算机再显示

THIS IS PRACTICE 2-3, WHICH PROBLEM WOULD YOU LIKE TO
DO?

打进2,计算机显示

THIS IS PROBLEM 2-3-2

接下去就开始解题辅导的对话。

这一部分的框图,见图1,

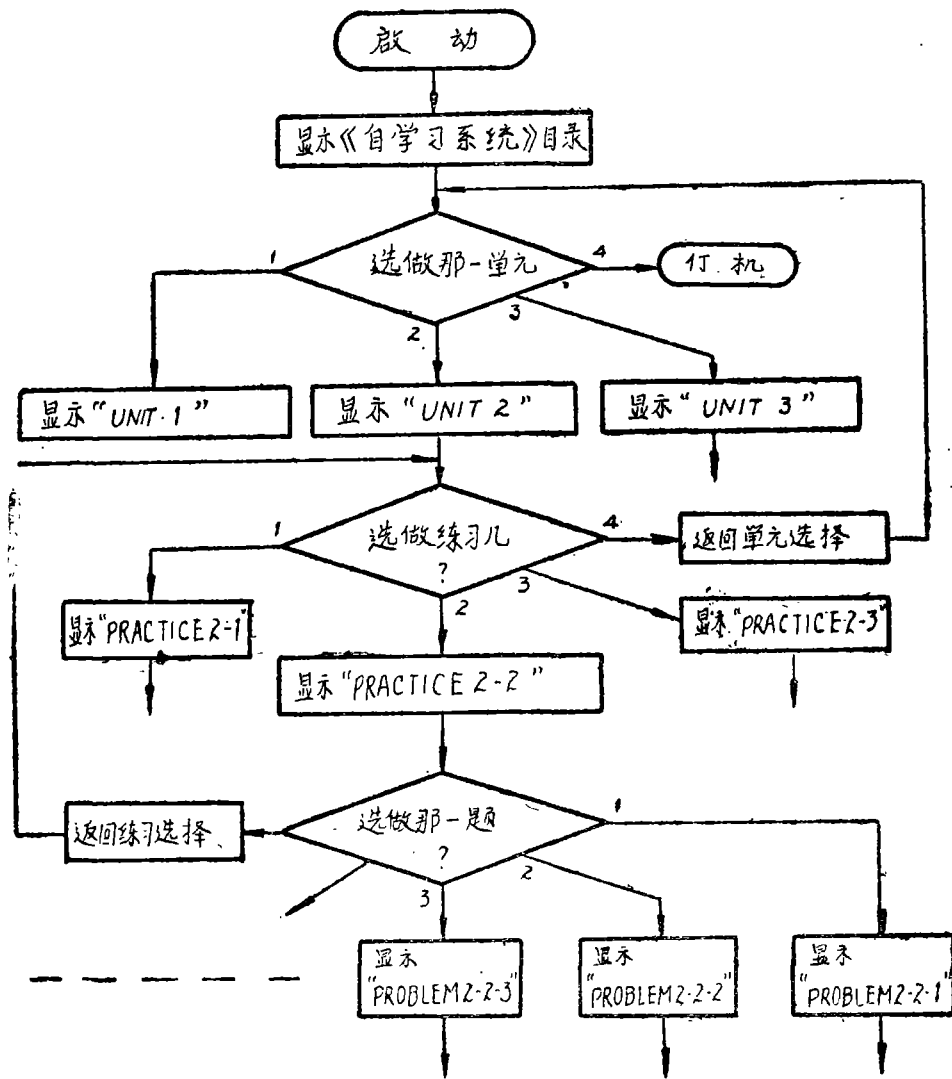


图 1

(二) 解题辅导

根据不同单元的不同要求, 分别用框图表示如下:

1、第一单元各题重点在训练电路分析的基本方法, 采用逐个列出节点(或回路)方程, 最后加以汇总的方式, 这一部分的框图(以具有三个节点的电路为例)如图2所示。

举例 题1-1-1, 电路图如图3所示

在学生回答计算机的询问, 依次打进1, 1, 1后, 计算机显示
THIS IS PROBLEM 1-1-1

PLEASE SET UP THE EQUATION IN THE FORM OF

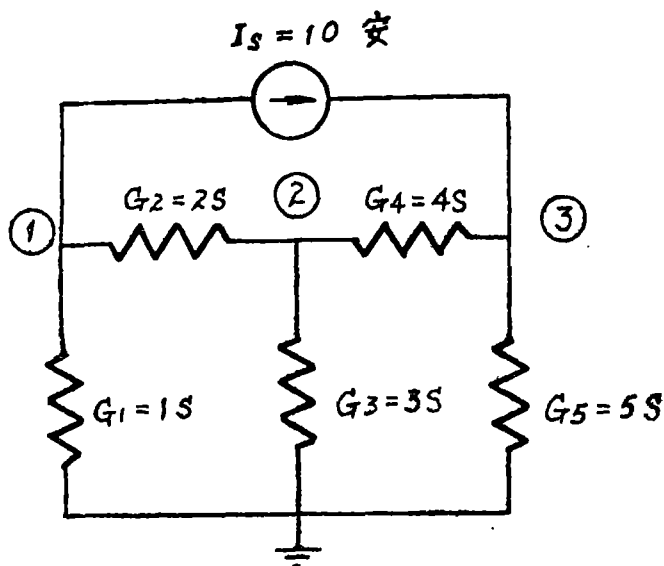


图 3

$$A * V1 + B * V2 + C * V3 = I$$

PLEASE SET UP THE FIRST EQUATION AT NODE 1?

学生在键盘上按照提示格式输入节点 1 方程。若方程正确, 计算机显示

IT IS RIGHT, PLEASE SET UP THE SECOND EQUATION AT NODE 2?

若输入的方程不正确, 计算机显示

IT IS WRONG, PLEASE SET UP THE FIRST EQUATION AT NODE 1?

即要求学生再做一次。学生第二次输入节点 1 方程后, 经检查判断, 如果这次做对了, 就显示

IT IS RIGHT, PLEASE SET UP THE SECOND EQUATION AT NODE 2?

如果又做错了, 计算机显示正确的方程, 并要求输入第二个节点方程。

IT IS WRONG

THE RIGHT EQUATION IS

$$3 * V1 - 2 * V2 = -10$$

PLEASE SET UP THE SECOND EQUATION AT NODE 2?

学生在键盘上输入节点 2 方程, 计算机在检查判断之后, 显示类似前面的对话。……作完第三个节点方程后, 计算机将本题的全部方程显示出来

SO THE EQUATIONS OF PROBLEM 1-1-1 ARE

$$3 * V1 - 2 * V2 = -10$$

$$-2 * V1 + 9 * V2 - 4 * V3 = 0$$

$$-4 * V2 + 9 * V3 = 10$$

接下去, 如果输入的方程全对, 计算机显示

ALL YOUR EQUATIONS ARE RIGHT

如果做错了 3 次 (在本题中共有三个节点方程, 学生最多可以输入六次方程), 则计算机显示

YOU SET UP 3 WRONG EQUATIONS

如果做错了4次及以上,例如做错了5次,则计算机显示

YOU SET UP 5 WRONG EQUATIONS, YOU OUGHT TO REVISE

《NODAL ANALYSIS》

本题结束,计算机又提问

THIS IS PRACTICE 1—1, WHICH PROBLEM WOULD YOU LIKE TO DO?

2、第二单元各题要求列出电路方程组及编写求解的程序,这部分的框图如图4所示

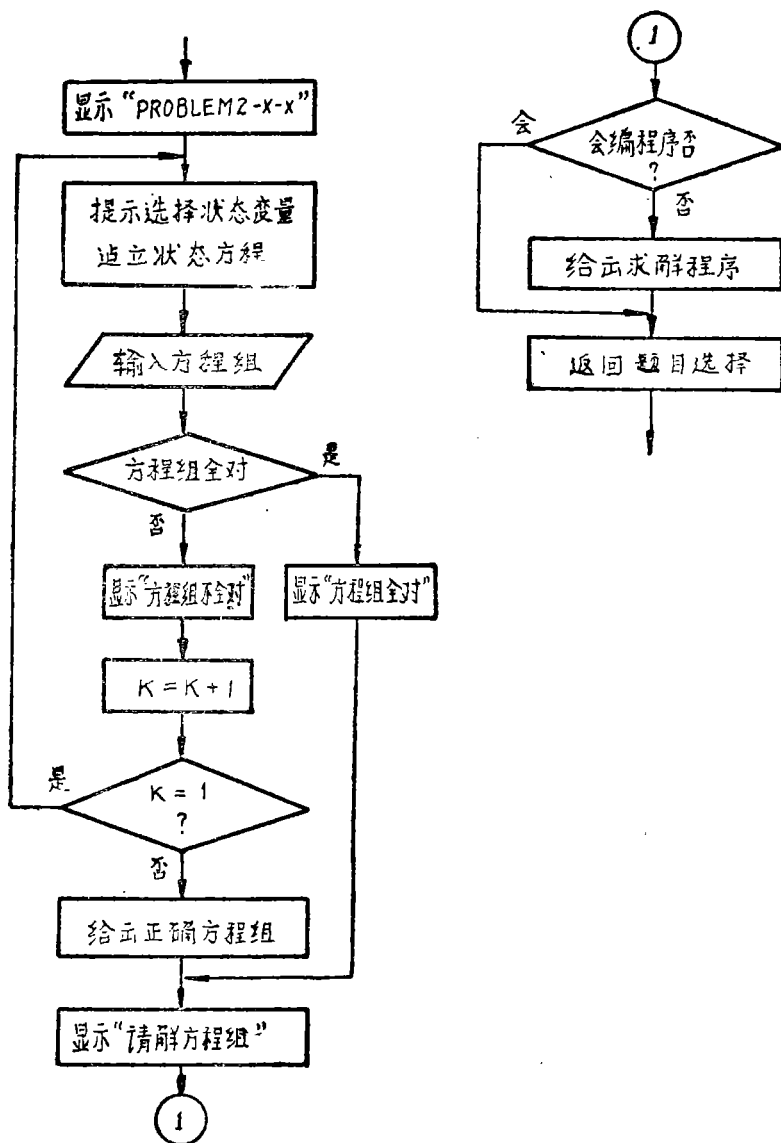


图4

举例 题 2—2—3, 电路图如图5所示

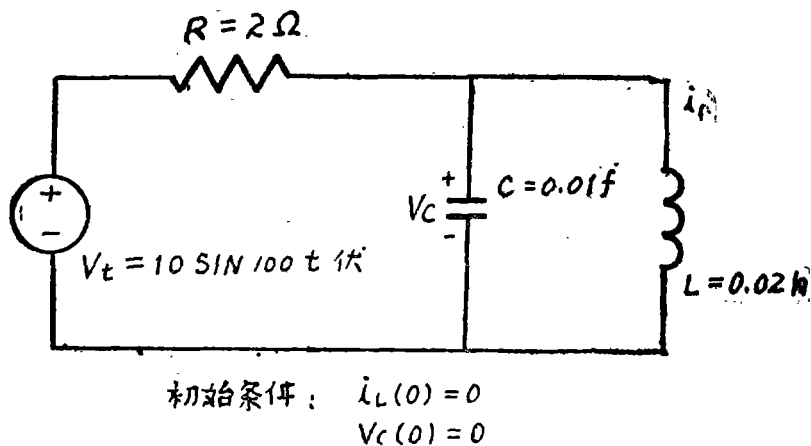


图 5

在学生回答计算机的询问, 依次打进2, 2, 3后计算机显示

THIS IS PROBLEM 2—2—3

CHOOSE V_C , i_L AS THE STATE VARIABLES, PLEASE SET UP
THE EQUATIONS IN THE FORM OF:

$$V_C' = A_1 * V_C + B_1 * i_L + C_1 * U$$

$$i_L' = A_2 * V_C + B_2 * i_L + C_2 * U$$

$A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2 = \text{CONSTANTS}$

$U = \text{INPUT}$

$V_C' = \text{DERIVATIVE OF } V_C$

$i_L' = \text{DERIVATIVE OF } i_L$

?

学生根据上面的提示, 输入方程组 (共二个方程)

(i) 输入的二个方程全对, 计算机显示

THE EQUATIONS ARE RIGHT

NOW YOU CAN SOLVE THE EQUATIONS

CAN YOU WRITE THE PROGRAM? PLEASE ANSWER 'YES' OR
'NO'?

如果学生打进 YES

则本题结束, 返回题目选择, 计算机显示

THIS IS PRACTICE 2—2, WHICH PROBLEM WOULD YOU LIKE TO
DO?

如果学生打进 NO

则计算机显示求解的程序(见后)

(ii)若输入的两个方程不全对,计算机显示

YOUR EQUATIONS ARE NOT ALL CORRECT
CHOOSE VC, IL AS THE STATE VARIABLES, PLEASE
SET UP THE STATE EQUATIONS IN THE FORM OF:

$$VC' = A_1 * VC + B_1 * IL + C_1 * U$$

$$IL' = A_2 * VC + B_2 * IL + C_2 * U$$

$A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2 = \text{CONSTANTS}$

$U = \text{INPUT}$

$VC' = \text{DERIVATIVE OF } VC$

$IL' = \text{DERIVATIVE OF } IL$

?

如果这次输入的方程组全对,计算机显示如(i)的对话,若再错,则显示正确的方程组

YOUR EQUATIONS ARE NOT ALL CORRECT
THE RIGHT EQUATIONS ARE

$$VC' = -1/(R * C) * VC - 1/C * IL + 1/(R * C) * V$$

$$IL' = 1/L * VC$$

SINCE $R = 2, C = 0.01, L = 0.02, V = 10 * \sin(100 * T)$

SO $VC' = -50 * VC - 100 * IL + 500 * \sin(100 * T)$

$$IL' = 50 * VC$$

NOW YOU CAN SOLVE THE EQUATIONS

CAN YOU WRITE THE PROGRAM? PLEASE ANSWER 'YES' OR
'NO'?

如果学生打进 YES

则如(i)一样,计算机返回题目选择,如果学生打进 NO

则计算机显示如下求解程序供学生参考使用,然后结束本题的练习,返回题目选择

YOU CAN SOLVE THE EQUATIONS USING THE FOLLOWING
PROGRAM

LET $X = T, Y = VC, Z = IL, H = \text{STEP}$

10 $X_0 = 0 : Y_0 = 0 : Z_0 = 0 : H = 0.01 : X = X_0 : Y = Y_0 : Z = Z_0$

20 PRINT "T", "VC", "IL" : PRINT X, Y, Z : FOR I = 0 TO 600

30 $P = Y : Q = Z : \text{GOSUB } 200 : K_1 = H * F_1 : L_1 = H * F_2 : P = Y + K_1 : Q =$
 $Z + L_1 : X = X + H$

40 $\text{GOSUB } 200 : K_2 = H * F_1 : L_2 = H * F_2 : Y = Y + (K_1 + K_2)/2 : Z = Z +$
 $(L_1 + L_2)/2$

50 PRINT X, Y, Z : NEXT I : END

200 $F_1 = -50 * P - 100 * Q + 500 * \sin(100 * X) : F_2 = 50 * P : \text{RETURN}$

IF YOU WANT TO PLOT VC (OR IL) VERSUS T, REPLACE LINE 50

WITH

50 SET (100 * X, 46) : SET(100 * X, 46 - Y * 6) : NEXT I : END

OR 50 SET (100 * X, 46) : SET(100 * X, 46 - Z * 6) : NEXT I : END

THIS IS PRACTICE 2—2, WHICH PROBLEM WOULD YOU LIKE TO DO?

〈注：上面程序每一行程序都包含多个语句，目的是为了减少行数，以便全部程序都能停留在屏幕上〉

3、第三单元各题亦要求列出电路方程並求解，这部分的框图见图 6

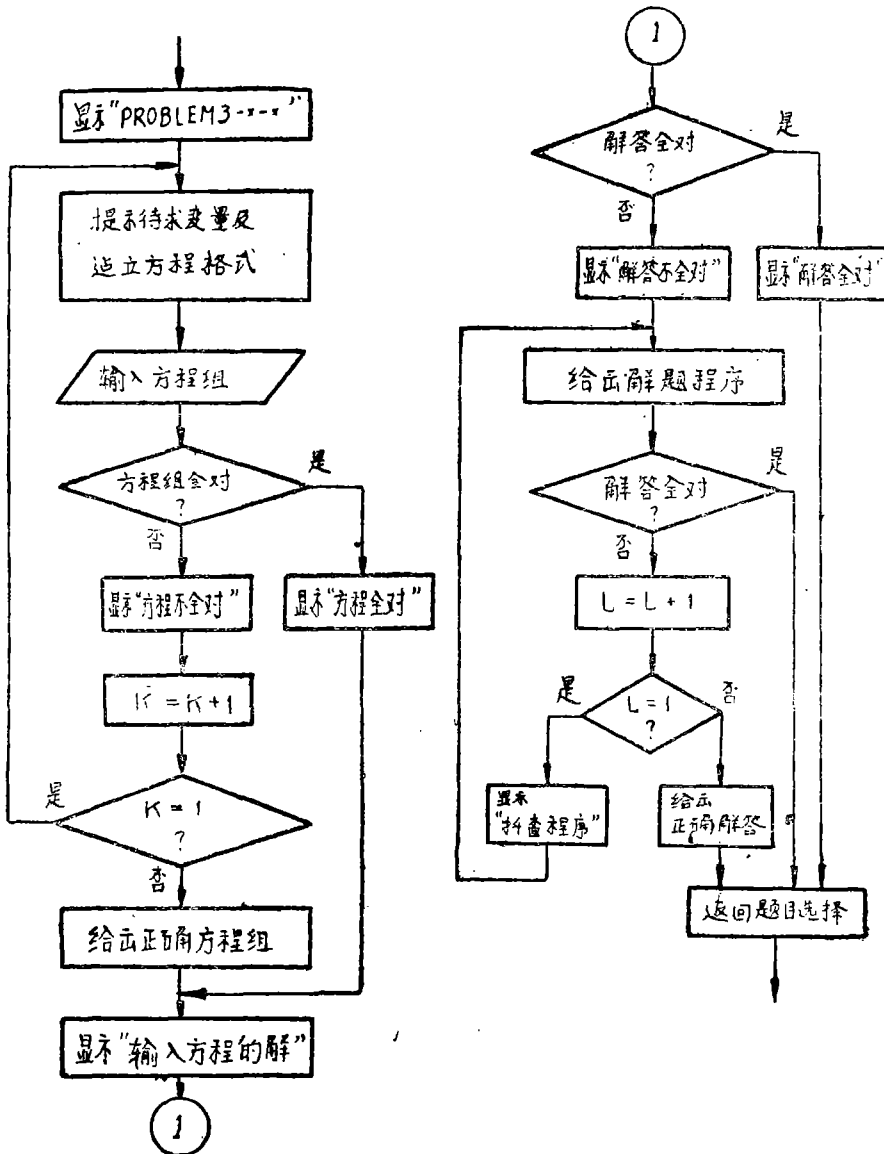


图 6

五、结 束 语

“‘电路分析’自学习系统”已在TRS—80微型机上试用,效果良好。

“自学习系统”编进了“电路分析”这门课中一些新的和基本的分析方法,由于结构上比较灵活,可以很方便地更新和增添课题。

这个“自学习系统”虽然是为“电路分析”的计算机辅助教学编制的,但由于系统在编制时考虑了一定的通用性,因此,略作修改就可用于其他需要方程推导和求解的课程中去。

参 考 文 献

- [1] C.A. Desoer and E.S.Kuh. Basic Circuit Theory. McGRAW—HILL. (1969).
- [2] Someshwar C. Gupta, Jon W. Bayless and B. Peikari. Circuit Analysis—With Computer applications to problem Solviug. (1971).
- [3] Omar Wing. Circuit Theory—With Computer methods(1978).
- [4] B.Peikari. Fundamentals of network Analysis and Synthesis. (1974).
- [5] 中国科学院数学研究所主编, BASIC 语言常用算法程序汇编, (1981).
- [6] 武汉大学、山东大学, 计算方法, (1979).