

一种图形交互式 CACSD 软件

罗圣仪

(北京信息控制研究所)

摘 要

本文介绍作者在微型计算机 PC-8001 及 IBM-PC 上研制的直接图形交互式 CACSD 软件——GISP, 包括系统功能、模型的描述及基本功能等框图、塔斯汀算法及其离散化方程、GISP 的运行、结构化程序设计及软硬件支持等,最后介绍了应用实例。

一、系统概况及功能

人机交互功能是计算机辅助设计的重要性能之一。近十年来由于交互式硬件的发展,如图形终端、数字化仪、光笔等输入输出设备的应用,使系统的人机交互功能大大得到加强和改善,从而减轻了设计者的重复劳动。

在计算机辅助控制系统设计中,多数系统在模型建立上,仍然采用交互式程序语言,这就要求系统研究人员掌握一定的编程技巧和会编制程序。笔者所发展的 GISP 系统是一种在光笔(或光标)图形终端的基础上,直接输入图形的交互式软件,可用直接输入框图的方式进行交互式设计。整个设计过程是采用菜单和询问方式顺序进行的。一个系统分析人员无需专门的训练和预先编程,就可以操作 GISP。

目前可提供使用的 GISP 系统,可用于任意单变量线性及非线性控制系统的分析设计。

GISP 的基本特性可以概括如下:

(1) GISP 用于单变量线性及非线性控制系统的设计。系统模型采用传递函数描述方式,典型的传递函数包括比例、积分、超前-滞后、PID 环节、二阶、三阶、死区、饱和等,用户可根据需要扩充新的环节。

(2) GISP 的交互式操作采用光笔、键盘、显示屏系统,典型环节以菜单的形式给出,用户通过光笔和键盘在显示屏上建立给定的系统模型框图,并通过键盘给定初始值、参数值、计算步长、运行时间和取样间隔等。

(3) GISP 的处理结果可显示在显示屏上,并打印出附有坐标数据的曲线(见图1)。

(4) GISP 允许用户在运行过程中修改参数及重复运行,以优化设计。

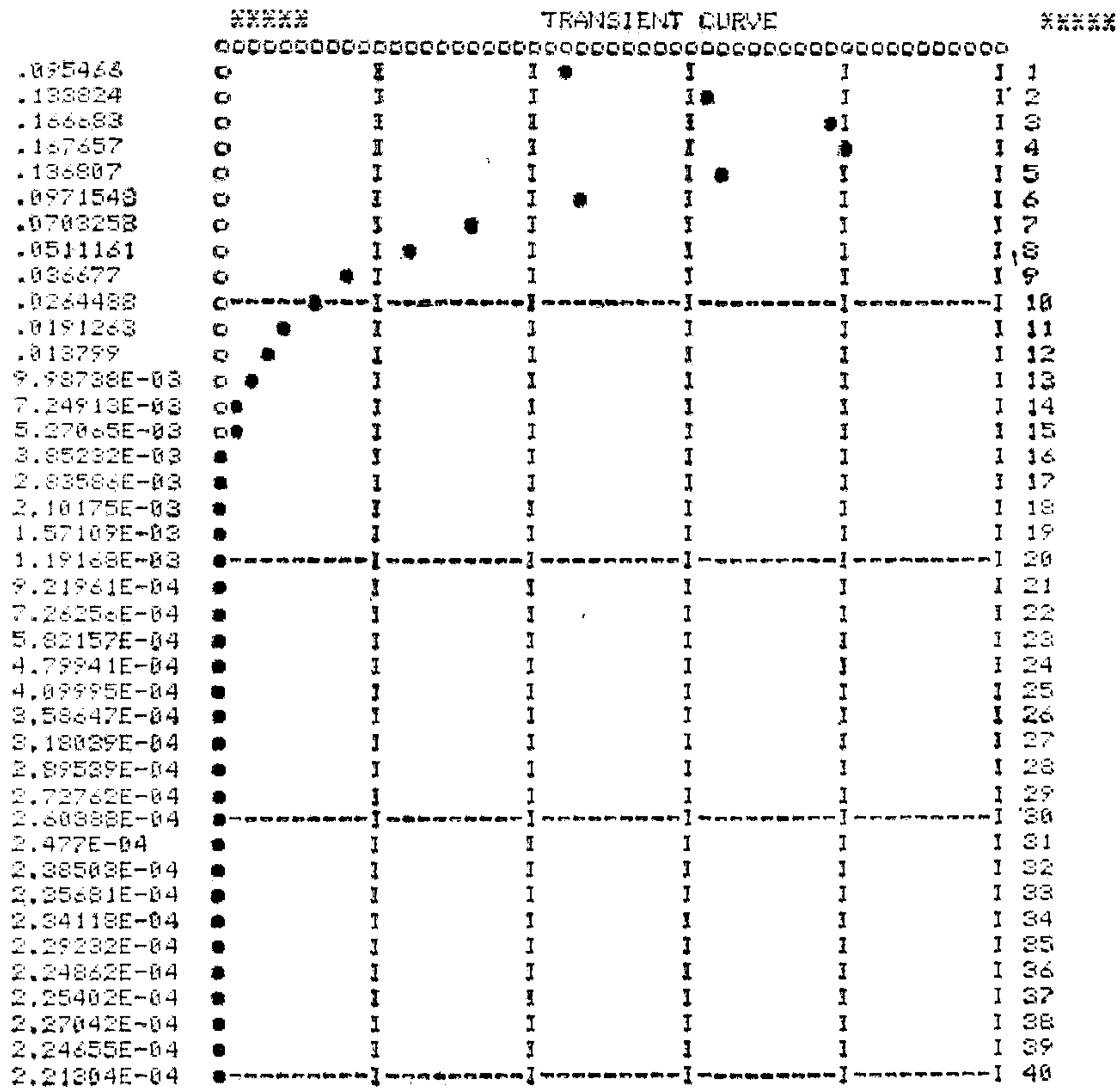


图 1

二、模型的描述及基本功能框图

GISP 采用传递函数模型描述方式,已建立了最常用的典型传递函数模型的程序功能

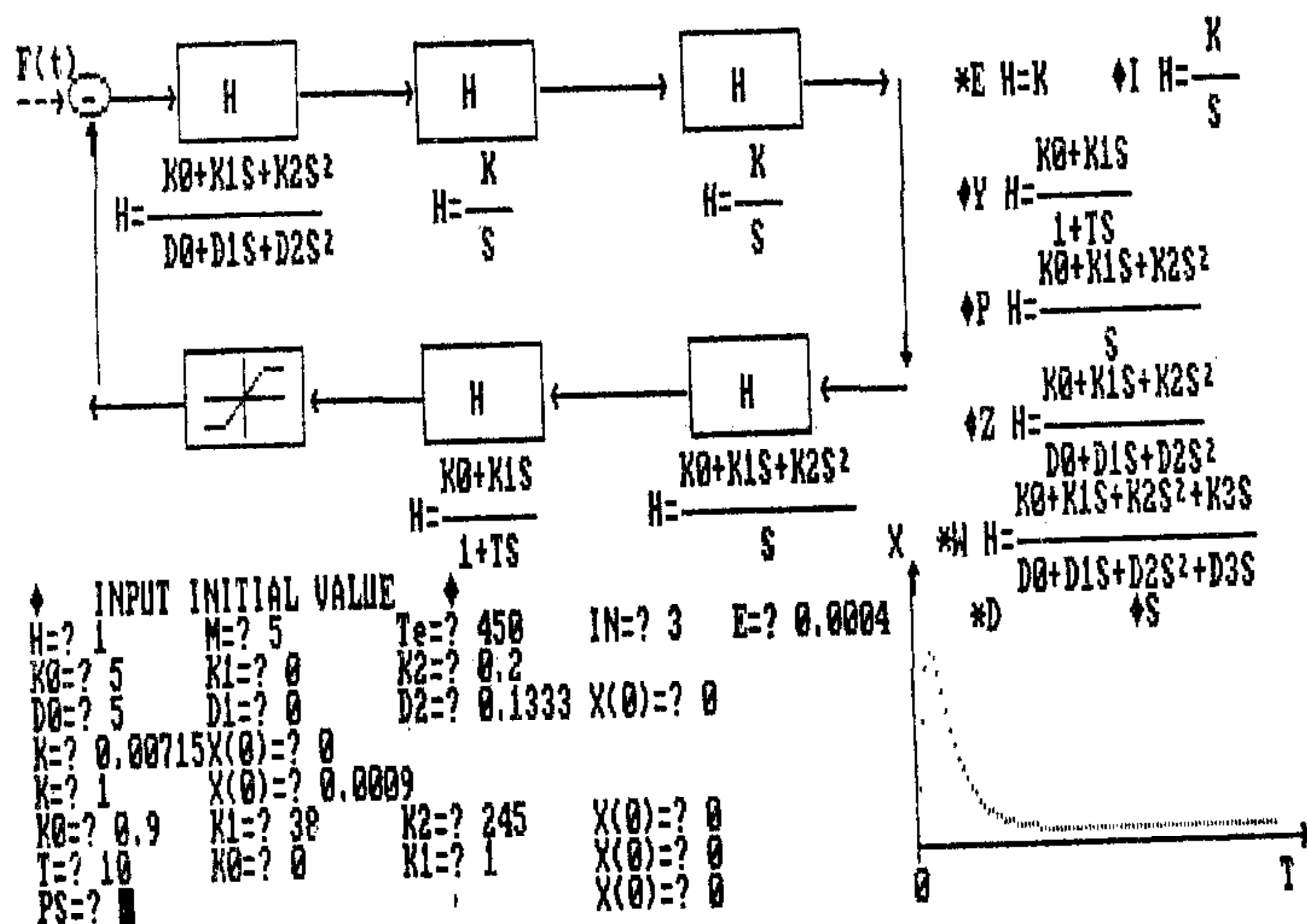


图 2

表 1 典型环节的离散化方程

比 例	$H(S) = K$	$X_{n+1} = KR_{n+1}$
积 分	$H(S) = \frac{K}{S}$	$X_{n+1} = K(X_n + B_{n+1}(R_{n+1} + R_n))$ $B_{n+1} = \frac{h}{2}$
超 前 滞 后	$H(S) = \frac{K_0 + K_1S}{1 + TS}$	$X_{n+1} = A_n X_n + B_{n+1} R_{n+1} + B_n R_n$ $A_n = \frac{2T - h}{2T + h}; B_{n+1} = \frac{2K_0 + K_1 h}{2T + h}; B_n = \frac{2K_0 - K_1 h}{2T + h}$
PID	$H(S) = \frac{K_0 + K_1S + K_2S^2}{S}$	$X_{n+1} = X_n + A_{n+1} R_{n+1} + A_n R_n + A_{n-1} R_{n-1}$ $A_{n+1} = K_1 + \frac{K_2}{h}; A_n = -K_1 - \left(\frac{2K_2}{h}\right) + hK_0; A_{n-1} = \frac{K_2}{h}$
二 阶	$H(S) = \frac{K_0 + K_1S + K_2S^2}{D_0 + D_1S + S^2}$	$X_{n+1} = A_n X_n + A_{n-1} X_{n-1} + B_{n+1} R_{n+1} + B_n R_n + B_{n-1} R_{n-1}$ $A_n = \frac{8 - 2D_0h}{4 + 2D_1h + D_0h^2}; A_{n-1} = \frac{4 - 2D_1h + D_0h^2}{4 + 2D_1h + D_0h^2};$ $B_{n+1} = \frac{4K_2 + 2K_1h + K_0h^2}{4 + 2D_1h + D_0h^2}; B_n = \frac{8K_2 - 2K_0h}{4 + 2D_1h + D_0h^2};$ $B_{n-1} = \frac{4K_2 - 2K_1h + K_0h^2}{4 + 2D_1h + D_0h^2}$
三 阶	$H(S) = \frac{K_0 + K_1S + K_2S^2 + K_3S^3}{D_0 + D_1S + D_2S^2 + S^3}$	$X_{n+1} = A_n X_n + A_{n-1} X_{n-1} + A_{n-2} X_{n-2} + B_{n+1} R_{n+1} + B_n R_n$ $+ B_{n-1} R_{n-1} + B_{n-2} R_{n-2}$ $A_n = \frac{24 + 4D_2h - 2D_1h^2 - 3D_0h^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}; A_{n-1} = \frac{24 - 4D_2h - 2D_1h^2 + 3D_0h^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}$ $A_{n-2} = \frac{8 - 4D_2h + 2D_1h^2 - D_0h^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}; B_{n+1} = \frac{8K_3 + K_2h + 2K_1h^2 + Kh^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}$ $B_n = \frac{24K_3 + 4K_2h - 2K_1h^2 - 3K_0h^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}; B_{n-1} = \frac{24K_3 - 4K_2h - 2K_1h^2 + K_0h^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}$ $B_{n-2} = \frac{8K_3 - 4K_2h + 2K_1h^2 - K_0h^3}{8 + 4D_2h + 2D_1h^2 + D_0h^3}$
死 区		$-P < R_n < P \quad X_n = 0$ $R_n < P \quad X_n = VA$ $R_n < -P \quad X_n = -VA$
饱 和		$-Z < R_n < Z \quad X_n = R_n$ $R_n < Z \quad X_n = VB$ $R_n < -Z \quad X_n = -VB$

块。各典型环节的传递函数可显示在显示屏右上方的菜单中(见图 2)。根据实际系统的环节数及反馈形式,用户可通过光笔顺序定义各环节的传递函数。

GISP 的基本环节及其在显示屏上的描述形式如图 3 所示。

由于 GISP 采用了传递函数的模型描述方式,因此选用了塔斯汀积分算法做为主要算法^[1,2],它可以方便地将拉氏变换式转变为 Z 变换式,从而直接求出各典型环节的离散化方程(见表 1)。





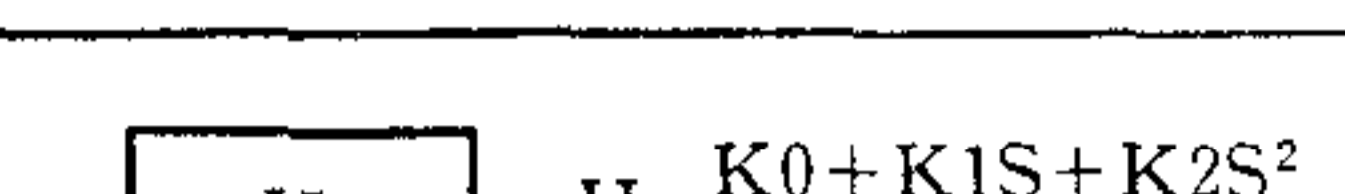
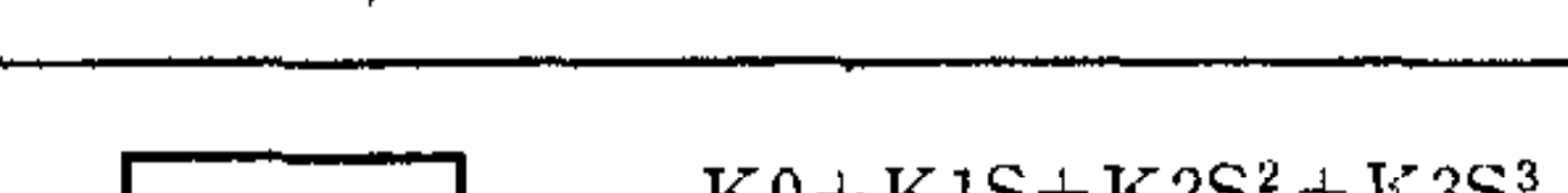

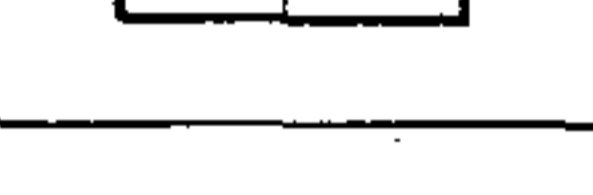
$H(S)=K$	
$H(S)=\frac{K}{S}$	
$H(S)=\frac{K_0+K_1S}{1+TS}$	
$H(S)=\frac{K_0+K_1S+K_2S^2}{S}$	
$H(S)=\frac{K_0+K_1S+K_2S^2}{D_0+D_1S+D_2S^2}$	
$H(S)=\frac{K_0+K_1S+K_2S^2+K_3S^3}{D_0+D_1S+D_2S^2+D_3S^3}$	
	
	

图 3

三、GISP 的运行

1. 屏幕编辑

GISP 可以编辑包含一到六个环节的开环和闭环系统。系统的反馈形式有全反馈、局部反馈、内反馈等。系统模型的最高阶数可达二十四阶。其具体操作步骤如下：

(1) 启动(键盘输入“GISP”)。

(2) CRT 上显示典型环节菜单。

(3) 键盘给定参数：

$N = ?$ (系统的总环节数)

$FEEDBACK = ?$ (系统的反馈形式。Y 表示全反馈；y, 2y, 3y 分别表示局部反馈中反馈回路中的环节数；n 表示开环系统。)

$DOUBLE = ?$ (系统有无内反馈。y, 2y 等分别表示内反馈的不同形式。)

(4) 框图编辑(光笔交互)。

(5) 编辑结束询问：OK = ? (y/n)

2. 系统运行

(1) 输入初始值(键盘交互)

$h = ?$ (计算步长)

$Te = ?$ (运行时间)

$M = ?$ (取样间隔)

$IN = ?$ (典型输入信号; 1 表示正弦信号; 2 表示斜坡信号; 3 表示阶跃信号.)

$R = ?$ (输入信号的初始值)

(2) 每个环节的参数给定

环节指定(光笔交互)

参数值给定(键盘输入)

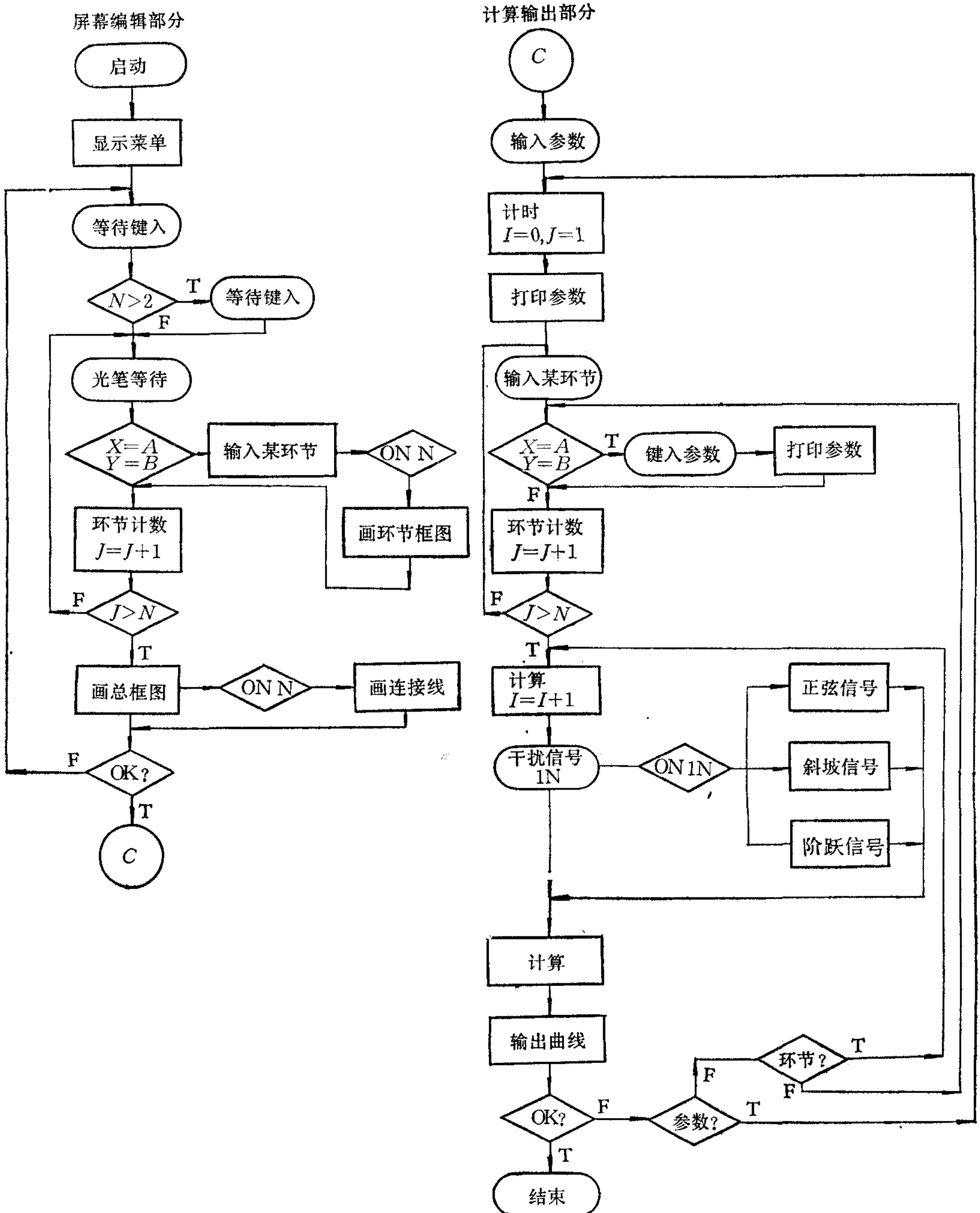


图 4

- $T = ?$ (时间常数) $K_0, K_1, K_2 \dots$ } (离散化方程中的其他系数)
 $K = ?$ (比例系数) $D_0, D_1, D_2 \dots$ }
 (3) 输出结果询问 $PD = ? PC = ?(y/n)$ (打印数据及曲线)
 (4) 修改参数及运行结束询问: $SATISFY = ?(y/n)$

四、程序结构、软硬件支持及实例

1. 结构化程序设计^[3]

GISP 的程序框图如图 4 所示。系统采用结构化程序设计方法,其基本结构有顺序结构、条件分支结构、循环结构及选择结构等。总程序包括三十多个独立的子程序模块,如显示菜单、光笔等待、屏幕编辑、计算、显示曲线、打印曲线及修改参数等。主程序只占全部程序的 10%。程序易于修改和扩充。

2. 软硬件支撑

GISP 适用于具有图形终端或简单图形发生器的任何微型计算机,如 IBM-PC, PC-8001, TRS-80, APPLE-II 等。如果没有光笔也可用光标或鼠形器代替。GISP 适用于交互性强的任何高级语言。本程序采用编译 N-BASIC 语言。

某卫星姿态控制系统包含六个环节,其框图如图 4 所示,用 GISP 计算后该系统的过渡过程曲线见图 1。用 GISP 计算了各种类型的标准题,证明 GISP 用于一般控制系统的分析,具有较高的速度和精度,可充分发挥人机对话的功能。GISP 的使用方便,用户无需任何专门训练。GISP 的扩展是很容易的。

参 考 文 献

- [1] Howe, R. M., Simulation of transform function model, Proceeding of Summer Simulation conference of SCS, 1982.
- [2] Smith, J. M., Mathematical modeling and digital simulation for engineers and scientists, John Wiley and Sons, Inc, 1977.
- [3] Isermann, R., Digitale regelsysteme, Berlin Heidelberg, New York, 1977.
- [4] Dahl, O. J., Dijkstra, E. W., Structured programming (A. P. I. C. Studies in data processing, No. 8) Academic press, 1972.

A GRAPHIC INTERACTIVE CACSD SOFTWARE

LUO SHENGYI

(Beijing Institute of Control Engineering)

ABSTRACT

A CACSD-GISP which is developed on microcomputer IBM-PC and PC-8001 for single variable control system is described in this paper. The paper includes; the function of GISP; the model description of GISP and its basic functional block diagram; tastin algorithm and its discrete equation; the operation of GISP; the structured program design and its support of hardware and software; application example of GISP.