

上海市
电子计算机应用技术资料汇编

第十三辑

上海科学技术文献出版社

TP271
1-13

上 海 市

电子计算机应用技术资料汇编

第十三辑

本汇编编辑部 主编

上海科学技术文献出版社

上海市电子计算机应用技术资料汇编

(第十三辑)

本汇编编辑部 主编

责任编辑: 蔡振敏

上海科学技术文献出版社出版发行
(上海市武康路2号)

新华书店经销

昆山亭林印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 480,000

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数: 1—1,600

ISBN 7-80513-67-1/T·37

定价: 9.70 元

《科技新书目》162-283

上海市电气自动化研究所



上海新客站行包托运计算机处理系统



上海市电气自动化所所貌



水泥生产微机配料控制系统

我所是国内最早研究和应用计算机的单位之一,至86年底已完成700余项科研设计项目,其中70余项获国家、市、局级的奖励。

目前主要从事计算机应用、开发、控制与管理、自动检测、生产过程自动化、智能设备、交直流传动等,可独自或联合承包综合性大型工程。

典型产品有:微机工控模板系列,感应同步器和数显装置、微机功率因数控制器、中频电源、各种工业控制器、机电一体化设备等。



味精发酵生产过程计算机控制



QZK-1150 微机程控切纸机

地址: 上海市斜土路414号 电话: 778345转接各部
电挂: 1106 业务联系: 计划办公室

SEARI



目 录

数学模型及应用软件

1. AUTO CAD 在飞机设计中的开发应用 上海飞机制造厂 胡培明等 (1)
2. 地区经济发展投资策略 上海工业大学经济管理学院 王振江 (7)
3. 中文质量管理软件 上海交通大学 顾芝祥 (22)
4. 全品种配棉与评价模型 上海工业大学经济管理学院 王振江 (60)
5. 回归方法在成纱质量预测中的应用 上海市计算技术研究所 董爱平 (65)
6. 抗生素发酵自动控制中静态模型之研究 上海对外贸易学院 许德因 (71)
7. 二维非定常流动有限元数值解法及其软件
..... 上海市计算技术研究所 张汝芬 (78)
8. dBASE-III 与高级语言的软接口设计 上海市公用事业研究所 李兆发 (101)

数据处理与情报检索

9. 分布式《工程索引》文献数据库及检索系统的设计与实现.....
..... 同济大学 陆 皓等 (109)
10. 大容量高速高精度数据采集系统 上海市计算技术研究所 潘义德等 (122)
11. 过程控制计算机的数据通信网络 宝钢自备电厂 过泉生 (126)

微 机 应 用

12. SF 微机 B 样条曲面加工系统及其使用 上海飞机制造厂 顾述增 (158)
13. 计算机在质量管理中的应用 上海无线电七厂 邹 卫
上海第二工业大学 赵铭纪 (177)
14. DUAL/68000 微机上开发运行的“省市级经委经济信息管理系统”设
计 华东师范大学 许毅娟等 (185)
15. 用单片微型计算机实现遥控信号的编码与解码 上海科技大学 莫玉龙 (194)
16. MC 68000 微机在金属材料管理中的应用 ... 上海汽轮机厂研究所 张 跃等 (206)

计算机应用系统

17. 工厂微机财务管理系统 上海机械学院 朱春宝等 (212)
18. 电脑化教育软件系统 华东化工学院 翁畴君等 (223)
19. 一个在 MC 68000 微机上开发实施的合同管理系统
..... 上海汽轮机厂研究所 张 跃 (234)

数值计算

- 20. 三维网格划分自动化 上海 640 研究所 陈忠良等 (237)
- 21. 企业投入产出模型及算法 上海市计算技术研究所 华孝先 (248)
- 22. 计算机系统负荷预测及在线负荷测定 宝钢自备电厂 过泉生 (256)
- 23. 复杂平面形状超音速薄翼压力分布数值计算及一种带侧滑的新计算方法 上海 640 研究所 姚承良 (273)
- 24. BFGS 变尺度法程序及其应用 上海化工设计院 徐柱亮 (284)
- 25. 预测反褶积和反鸣震中参数的选取 上海交通大学 高德荫 (292)

本汇编第十四辑要目

- 1. 上海市计算机应用大事记(1985 年 11 月至 1986 年 10 月).....本汇编编辑部
- 2. 计算机绘图技术在社会经济图中的应用.....上海市计划委员会
- 3. 全国第一次城镇房屋普查计算机统计分析系统.....
.....上海市房屋管理科学技术研究所
- 4. OMNINET 网络在医院管理中的应用华东计算技术研究所 长征医院
- 5. 上海市“四平衡”综合分析数据处理系统.....中国工商银行上海市分行
- 6. 铁路 DSP-2A 型电子售票机微机系统上海铁路局科研所
- 7. 运用电脑管理商店.....上海时装公司 上海市计算技术研究所
- 8. 上海市能源数据库应用系统.....上海市经济信息中心
- 9. 全国出口纺织品配额管理数据库联机系统.....上海对外经济贸易计算中心
- 10. 256 路自动转报系统上海市长途电信局

AUTO CAD 在飞机设计中的开发应用

上海飞机制造厂 胡培明 叶小云

AUTO CAD 之所以成为一个优秀的软件包, 原因之一就是它有很大的潜力, 能生成一个标准的 ASCII 码文件——DXF 文件, 达到与高级语言通讯的目的。我厂对引进的 AUTO CAD 软件包进行了二次开发, 从而使它为飞机设计制图提供了一个很有效的辅助手段。本文的目的就在于通过 AUTO CAD 与 BASIC 语言的交互通讯问题的讨论, 使人们在以后开发各种绘图软件包与高级语言的通讯方面有所启迪。

一、引言

AUTO CAD 系统是美国 AUTO desk 公司开发的计算机二维辅助绘图和设计系统, 经过几年的更新发展, 已从最初的 1.86 版发展到目前的 2.18 版。应用这个软件包能抛弃传统的手工绘图所带来的各种麻烦, 使工作效率大为提高, 它能充分发挥计算机的各种优点, 使得绘图更加直观, 修改更加容易, 能将图形变成信息存到磁盘中, 以便今后对图像进行编辑、修改、放大及缩小等。该系统以 IBM PC, PC/XT 或其兼容机为基础, 能与美国休斯顿仪器公司的 DMP 系列绘图仪、HIPAD 数字化板、鼠标器及 FX-100 打印机等配套, 可提供小型机或大型机 CAD 系统约 90% 的功能且易于推广普及, 适用于建筑、机械、电子、造船、广告、时装及制鞋等行业绘制工程图。

该系统虽然使用方便, 操作简单, 功能亦较强, 但无法解决飞机外形设计中的某些问题, 即使 1985 年 6 月最新推出的 2.17 版其处理功能也极其有限。1985 年我厂引进了一套 AUTO CAD 2.0 版, 在实际应用中结合飞机外形设计制图的特点进行了二次开发, 研制出一套交互式服务程序, 从而不仅解决了 AUTO CAD 与其它高级语言的数据通讯, 而且扩大了绘图机适用范围。现在不仅可适用于原先所规定的 17 种型号的绘图仪, 而且还可以适用于其它类型的绘图仪, 如目前在微机上配置最广泛的 SR6602 六笔智能绘图仪。整个程序采用中西文人机对话方式, 操作简单, 自动化程度高, 计算及图形数据的转换也极其方便, 在实际应用中发挥了很大的效益。

二、程序设计

我们会经常碰到这样一个问题: 在作一个图形时, 必须先经过一系列的程序编辑、数学运算、逻辑分析及数学分析, 并且希望在程序执行的同时能实行人机对话, 这一切都是高级语言所擅长, 而 AUTO CAD 力所不及的。然而当我们对所作出的图形不甚满意, 例如: 圆半径太大, 直线太短, 而又不知道数据到底要改变多少, 希望通过一个光标的位置改变来定出最终位置。还有, 如果我们要有几个点, 作拟合曲线; 通过圆弧作切线; 对字形任意放大、

缩小、倾斜及颠倒等等。这一切都是高级语言可望而不可及的，相反这正是绘图软件包的部分优点。由此可见，AUTO CAD 和 BASIC 各有所长，各有所短，如果我们能实行 AUTO CAD 与 BASIC 的通讯，就能弥补 AUTO CAD 程序编辑的不足，同时又能去掉 BASIC 图形编辑差的短处，两者相得益彰。下面就从正反两个方面论述由 AUTO CAD $\Rightarrow$ BASIC，从 BASIC $\Rightarrow$ AUTO CAD 的转换。

三、从 AUTO CAD $\Rightarrow$ BASIC

利用 AUTO CAD 将图作完后，有两种方法将其绘出，其一是用打印机，其二是用绘图机，前者具有通用性强的特点，但 AUTO CAD 能支持的打印机只有 EPSON 等几种，况且它作出的图粒子粗，色调单一，只适宜于作草图。利用绘图仪能得到清晰的彩色图案和不同粗细的线型，下面就介绍如何在 SR6602 上绘出 AUTO CAD 图形。

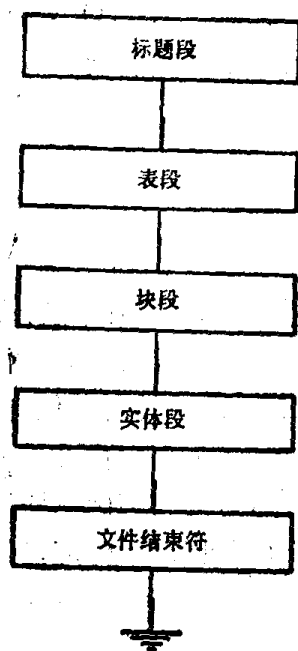


图 1

如上所述，在 AUTO CAD 中，通过转换可得到一个 DXF 文件，它依次存贮了所有的绘图信息，其基本组成部分可分为五个段落(见图 1)。

1. 标题段：它有 55 个变量来绘出有关图形的当前设置和参数。例如：可用图形范围多大？已用图形范围多大？等等。

2. 表段：此段有排定次序的四张表组成：(1)线型表，(2)层表，(3)字体表，(4)视图表。

3. 块段：本段描述了图形中要使用的各个块的实体信息。

4. 实体段：本段包含了图形中所有实体的说明。

5. 文件结束符：EOF，它指示 DXF 文件已结束。

SR6602 绘图仪能接受直线、弧、圆及文字(西文)等信息，要使其与 AUTO CAD 配合，必须使两者信息相配合。其方法是：将 DXF 文件作为数据文件，用 BASIC 语言将它读到一字符串中，再对这一字符串用 BASIC 编译程序(用编译程序可加快程序的执行)进行处理。转换程序的开始就打开数据文件，DXF 文件的开始是标题段和表段信息。首先将这部分的某些有用信息，读到一个 A\$(I) (I 在 0~N) 的字符串中，它们中有画面原点及坐标极限等，而对于某些无用信息就放弃不读，然后将块段信息读到 B\$(J) (J 在 0~1) 的字符串中，在这个字符串中，又分成了几个字符串段，每段记录了一个模块的所有信息。各段的开始是块名，以 EndBlk 信号结尾，中间是块基点和块中各实体信息，这样就使图形模块转为字符串模块，便于用 BASIC 语言在以后被反复调用。最后将各实体命令的有用信息，继续读到字符串 A\$(I) (I 在 n~m 中)，要注意的是：某些代码不可读到字符串中。例如：指示层号的代码 8；指示坐标的代码 10，20；指示半径和字高的代码 40；指示角度的代码 50，51 等。这样在 A\$(I) (I 在 n~m) 中，就记录下各绘图单元的有用信息。

直线的记录形式是：A\$(I)~A\$(I+5) 分别为字母 LINE、层号 x1, y1, x2, y2。

圆的记录形式是：A\$(I)~A\$(I+4) 分别为字母 CIRCLE、层号、圆心坐标和半径。

弧的记录形式是：A\$(I)~A\$(I+6) 分别记录了字母 ARC、层号、圆心、半径、起始和终止角。

点的记录形式是: A\$(I)~A\$(I+3)分别记录了字母 POINT、层号和点坐标。

文字的记录形式是: A\$(I)~A\$(I+6)分别记录了字母 TEXT、层号、文字的起点坐标、字体高度、文字内容和角度。其中,若角度为 0,则 DXF 文件中无信息输出,则直接赋为 0。

至此为止,该图形中的各基本单元就记录在 A\$(I) (I 在 0~N) 中。这时可以关闭该数据文件,执行各个绘图子程序。绘图之前,必须先根据 A\$(I) 中初始化信息,将绘图机初始化。例如:设置绘图机原点,选择绘图范围,选择图形放大倍数等。由于各基本单元的一开始是其名字,这样就可根据不同名字,执行对应的绘图子程序。由于各单元所占用的 A\$(I) 个数不变(例如,对 LINE 只有 A\$(I)~A\$(I+4) 五个单元),所以一个单元处理完后,一定是下一个单元的名字,这样就可次序不乱地处理各个基本单元,直至最后。在程序执行时,层号有其特殊作用,可根据不同层号选用不同颜色和粗细的绘图笔,绘出彩色图案。在将信息送绘图仪的同时,可同时在屏幕上将单元信息显示出来,达到屏幕显示和绘图同步进行。绘图过程中,若发现错误,可记下该单元的信息,再与 DXF 文件对照,判别读得的信息是否正确。值得一提的是:对 INSERT 命令提供的信息,必须先经过数学处理。INSERT 命令是对图形模块进行平移旋转之后,再将其插入。由于以上已将图形模块转为字符串模块,因此必须先对字符串模块进行平移旋转计算。其中平移量是 INSERT 命令中的插入基点和 BLOCK 基点之间的间距。旋转时,以 INSERT 命令中的插入基点为轴心,旋转模块,所以插入后的模块中各坐标是:

$$\begin{cases} x' = (x - x1) \cos(\text{ANGLE}) - (y - y1) \sin(\text{ANGLE}) + x2 \\ y' = (x - x1) \sin(\text{ANGLE}) + (y - y1) \cos(\text{ANGLE}) + y2 \end{cases}$$

其中, x, y ——模块坐标, $x1, y1$ ——模块基点, $x2, y2$ ——插入基点, ANGLE ——旋转角。

对 INSERT 命令中的各模块信息进行处理后,就可根据模块中各实体的性质,执行对应的绘图子程序,至此可在 SR6602 上绘出整幅图形。还要提到的是:如果以机床代替绘图仪,以刀子代替图笔,就可在一个二维平面上加工出某个零件来。若以衣料代替纸张,以刀子代替图笔,就可对衣料加工,同理亦可将整幅图形中各个专门的图形进行计算处理,例如:可计算出一张建筑图中各扇门的面积总和,以及各扇窗的面积总和,以准备足够的木料和玻璃。可列出一张电路图中,所有分立元件和集成电路的规格大小。由此可看出,DXF 文件有其广泛的实用性。

但事物总是一分为二的,SR6602 虽然有其优点,亦有其不足之处。例如,绘制的图形幅面小,字高最小为 1mm,这就决定了必须将图形放大到一定的大小,又不超出幅面大小,才可写字,否则会造成字形与图形相互重叠现象。

AUTO CAD 2.17 Ver 提供了这样一个功能:可在不退出 AUTO CAD 状态下,执行用户程序或 DOS 命令,这样就可在不退出 AUTO CAD 时,执行绘图编译程序。

整个程序的流程框图见图 2。

本程序以 BASIC 编译程序写成,执行速度较快,整个程序采用中西文会话型,要求输入的信息用汉字提示,程序结构紧凑,实用性较强,只要将绘图部分的子程序改变为其它程序,就可使本程序为你的专业服务。由于绘图的所有信息都在 A\$(I) 的字符串中,因此可随心所欲地对各种图形进行处理。

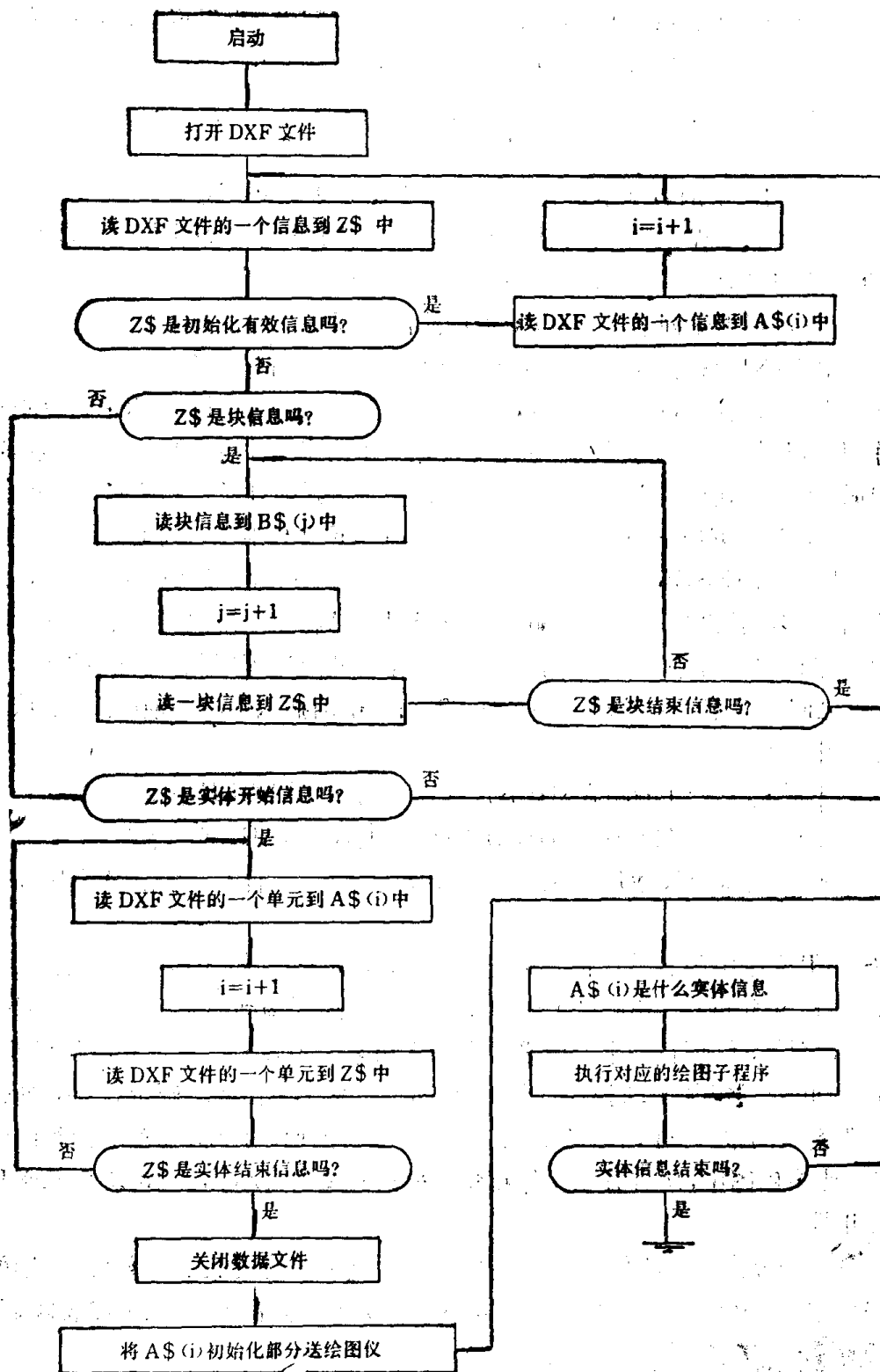


图 2

四、从BASIC⇒AUTOCAD

有时我们已用 BASIC 语言绘好一幅图,而要对图形更方便地进行编辑,例如:在飞机设计中会通过各种外形曲线,我们采用圆弧样条方法,将列表点拟合成一条光滑的曲线(呈多段圆弧),这时可将整幅图形转到 AUTO CAD 状态中进行实时处理。本节就讨论如何实现

由 BASIC $\Rightarrow$ AUTO CAD 的转换。与上节相仿,这种转换亦必须通过 DXF 文件。

其方法是:首先写一个 DXF 文件。该文件中,只有标题段和表段格式,而在要求输入的信息处(例如,绘图的坐标原点、图形的放大倍数及绘图极限尺寸等);采用中西文人机对话的形式待以后输入。然后将已存在的 BASIC 绘图文件以 ASCII 码形式存贮起来,这样就可使该文件以数据文件的形式被读入。到此为止,就可执行转换程序。程序一开始,就打开以 ASCII 码形式存贮的绘图文件,逐行读入,一边读,一边处理该行,其主要目的就是检索出各绘图单元的实体信息,其中包括直线、圆、点、弧及实体块的信息,同时将这些实体信息,赋给一个字符串,以便今后输入到 DXF 文件中去。待读完这个绘图文件就关闭之。然后用 CHAIN 命令将控制转给 DXF 文件,同时用 COMMON 指令将从绘图文件读得的绘图信息,输入到 DXF 文件中去,执行该文件时输入绘图原点、图形放大倍数及绘图极限尺寸等,这样,一个完整的 DXF 文件就形成了。这时,再进入 AUTO CAD 系统,执行 DXFIN 命令,将 DXF 文件转为绘图文件——DWG 文件,图形就自动地画在屏幕上了。

整个程序的流程图见图 3。

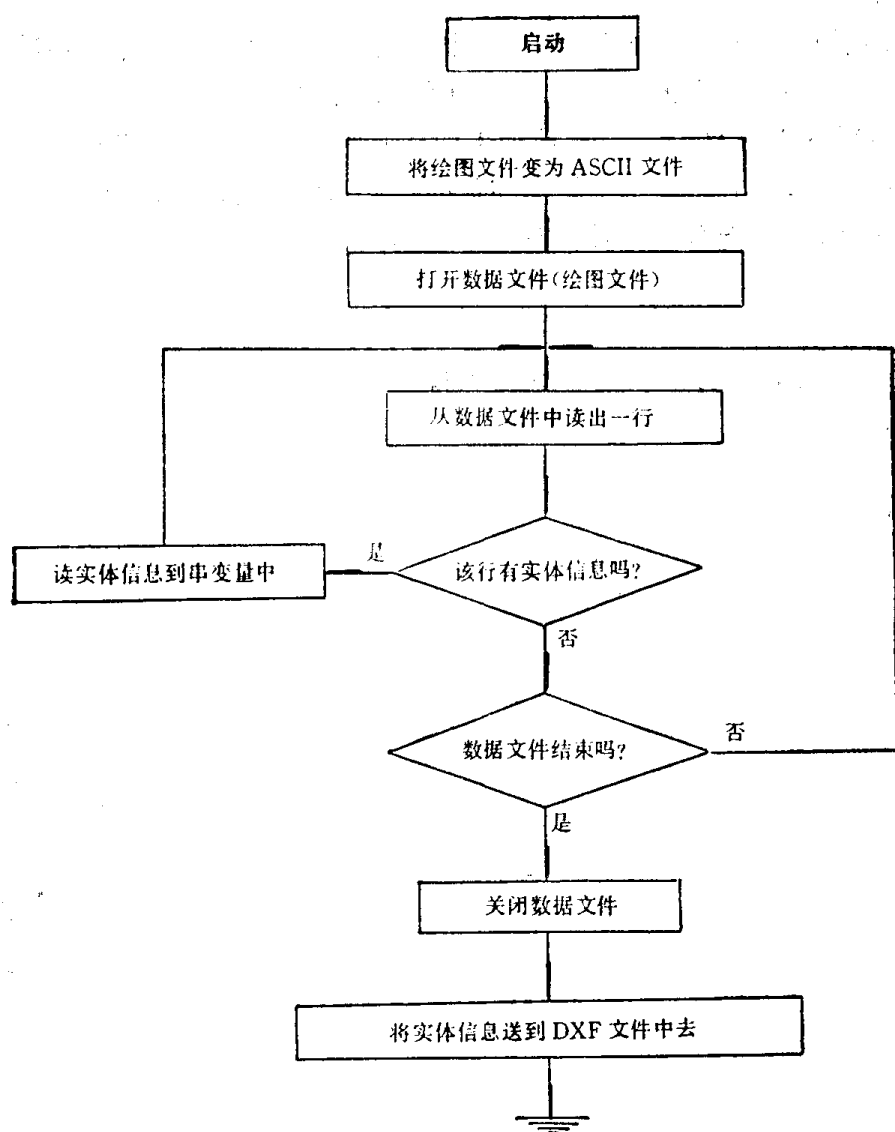


图 3

本程序以 BASIC 编译程序写成,它与上节的转换程序连接在一起,组成一个整体转换程序。程序的一开始可用中西文人机对话的形式输入不同的选择,然后按照你的选择执行从 AUTO CAD $\Rightarrow$ BASIC 或者从 BASIC $\Rightarrow$ AUTO CAD 的转换。

五、几点体会

在从 AUTO CAD $\Rightarrow$ BASIC 的转换中,图形可能太小,有两种方法可放大图形,其一是对 SR6602 指定一个放大倍数;其二是将各坐标、半径等数据先乘一个放大倍数,再将乘得的数送绘图仪,而放大倍数仍取 1。作者认为后者较佳,原因很简单,因为 SR6602 放大时,是很“机械的”。当圆、弧、半径小于某一个值时,绘出的就不是圆或弧,而是折线段。当输入一个放大倍数后,得到的是一个在原图形上“机械地”放大的折线段图形,这时,图形就会“走形”。相反,若先将圆、弧坐标及半径乘一个放大倍数后,再送绘图仪,而放大倍数仍取 1,得到的圆形就是一个光顺的圆或弧。当然,乘得的半径必须大于某一个值,否则得到的仍是一个拟合折线段图形。

作为本文的结尾,我们要告诉读者的是:衡量一个绘图软件包的一个重要标准除了功能完善之外,就是它是否能与高级语言进行通讯,如果能的话,那它就有很大的开发价值。

正确地使用 AUTO CAD 的 DXF 文件,能使人们随心所欲地用各种高级语言,将这个软件包与其它仪器连接起来,使它将简单的绘图和你的专业工作结合起来,达到图形与实物能同时自动显现出的境界,以求充分发挥计算机的卓越功能。

参 考 文 献

- [1] AUTO CAD 2.17 版用户手册,上海机电设计院,1985 年 12 月。
- [2] SR6602 用户手册。

地区经济发展投资策略

上海工业大学经济管理学院 王振江

本文基于经济增长理论的哈罗德-多玛公式的机理,运用系统动力学的理论与方法论设计构造出地区经济发展投资模型,用它可以研究一个地区采取怎样的投资策略和资金分配策略,以保证到本世纪末实现经济发展战略目标,又可以用它研究一个地区为保持经济发展速度的稳定增长,应该抓住哪些重要环节和政策的杠杆作用点,以便作好投资问题的宏观控制。另外,使用了这个模型对崇明地区农场的投资问题做了研究分析,为上海农场局制定长期经济发展规划和“七五”规划提供了有价值的决策信息。

一、引言

在制约经济发展诸因素中,资金是一个很重要的因素,本文从两个方面研究经济发展中的投资问题。第一,在制定经济发展规划时,研究在实现经济发展战略目标的要求下,如何拟定投资策略和资金分配策略。投资策略中包含有固定资产投资规模、固定资金来源、固定资产形成、流动资金来源、贷款和流动资金周转等。资金分配策略中包含有从利润留利提取生产发展基金、从固定资产提取折旧基金、从生产发展基金提取固定资金和流动资金等。第二,在实施经济发展规划时,研究为达到既定的经济发展战略目标,应抓住那些重要环节和政策的杠杆作用点,以便做好投资问题的宏观控制。

笔者有幸参加了上海工业大学经济管理学院与上海市农场局的“崇明地区农场长期经济发展”课题,作了一次理论联系实际尝试,探索了地区经济系统中经济发展与投资的关系,基于经济增长理论的哈罗德-多玛公式的机理,运用系统动力学的理论与方法论设计构造出地区经济发展投资模型(以下简称为投资模型),使用计算机模拟技术进行定量研究,找出带有规律性的东西,为制订崇明地区农场长期经济发展规划和“七五”规划提供有价值的决策信息。

二、经济学机理与参考行为模式

笔者研究的问题是经济系统中的经济发展与投资的关系,该系统是有结构的,系统的结构又分层次。本文所建立的模型是研究宏观层次问题,只考虑经济发展总量与投资的关系。经济学中的经济增长理论在数量上的描述称之为经济增长模型。最为常见的是哈罗德-多玛公式,即

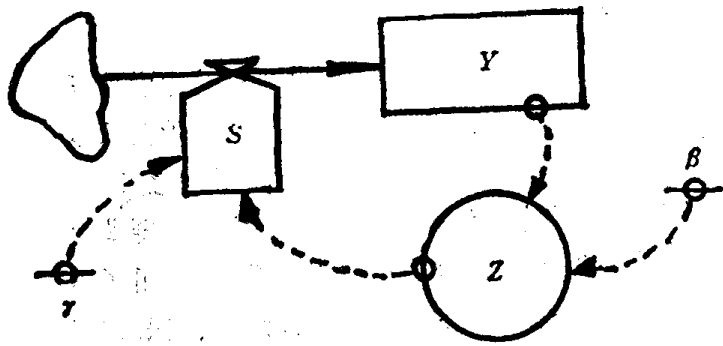
$$\text{经济增长率} = \text{投资率} \times \text{投资效果}$$

令 Z 为年经济量, ΔZ 为年经济增量, γ 为投资率(即投资量占年经济量的比重), β 为投资

效果(即单位投资所产出的经济量),则上述公式可表述成

$$\frac{\Delta Z}{Z} = \gamma\beta$$

哈罗德-多玛公式可以用系统动力学方法描述。令 Y 为逐年积累投资, S 为每年投资额, Z 为年经济量, γ 为投资率, β 为投资效果, 我们以图 1 所示的系统动力学的流图表述这些经济变量之间的关系, 它相应的系统动力学方程组的数学形式为



$$\begin{cases} \frac{dY}{dt} = S \\ S = \gamma Z \\ Z = \beta Y \end{cases}$$

合并简化,得

$$\frac{dZ}{dt} = \gamma\beta Z$$

其解为 $Z = Z_0 e^{\gamma\beta(t-t_0)}$

图 1 经济增长与投资的流图

式中, t_0 为初始时间, Z_0 为初始年

经济量。由于 $\gamma\beta > 0$, 且较小, 令 $t - t_0 = 1$, 按泰劳公式, 取一阶近似, 得

$$Z = Z_0(1 + \gamma\beta)$$

整理得

$$\frac{\Delta Z}{Z_0} = \gamma\beta$$

它就是哈罗德-多玛公式。

国内外一些经济学家曾运用哈罗德-多玛公式分析我国资金积累、储蓄和投资平衡的关系, 并作了种种方案预测。这一公式所内含的机理, 对于研究分析经济发展与投资的关系, 确定适合的经济增长速度和投资策略, 是有一定价值的, 因此本文基于这一公式的机理, 运用系统动力学的理论与方法论构造投资模型。

在系统分析与构造模型过程中, 对参考行为模式作了大量研究分析工作。所谓参考行为模式, 是指对于未来的模型行为, 要在经济理论指导下以及凭借经验作出经济发展趋势的估计, 以验证模拟结果的可靠性。以工农业总产值为

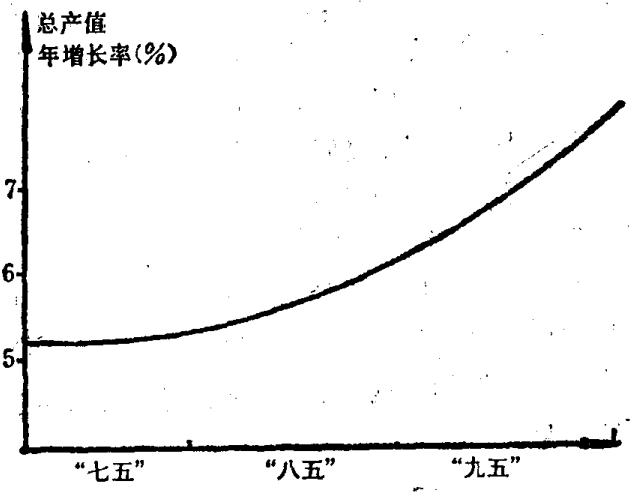


图 2 农场局的工农业总产值的参考行为模式

例作些说明。全国经济发展战略设想, 实现工农业总产值翻两番, 要分两步走。“七五”期间加强经济调整和经济改革, 奠定物质技术基础, 九十年代进入新的振兴时期。对于农场局到本世纪末工农业总产值翻两番, 预估在“七五”期间平均年增长率为 5% 左右, “八五”期间为 6% 左右, “九五”期间为 7% 以上, 其参考行为模式如图 2 所示。

三、模型结构与构模特点

系统动力学认为, 一切系统的动态行为是根据于系统的内部结构。系统的内部结构的

含义包括两个方面：一方面是指系统的各组成部分的子结构及其相互之间的关系；另一方面是指系统内部的各反馈回路结构与机制及其相互之间的关系。从信息反馈控制的观点来看，后一方面更为重要的。因此，下面先简要地说明模型的总体构成，接着详细地阐述模型的反馈结构与机制。

1. 模型总体构成

为了使人们建立起投资模型总体的印象，这里简要地说明一下模型总体构成。投资模型是由五个子系统组成：固定资产子系统、流动资金子系统、工农业总产值子系统、能源子系统和利润子系统。它们之间的关系及系统与环境之间的关系如图3所示。各子系统的含义和功能在经济学上是明确的，它们之间的关系是反映经济学的概念和原理，将在下面作详细分析。从图3可以看出构模的一些特点：

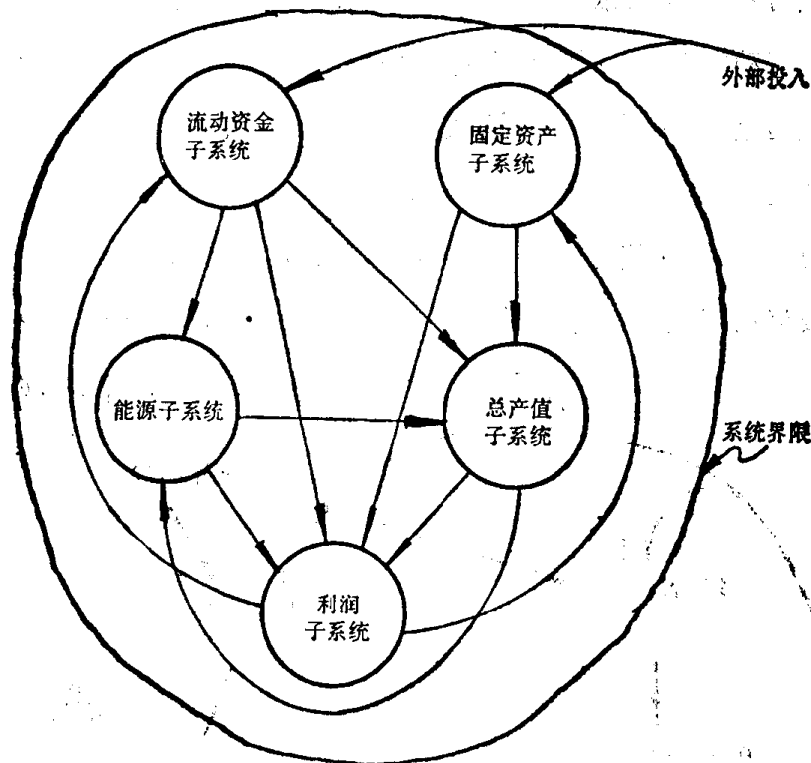


图3 模型总体构成

(1) 模型是研究经济发展的投资问题，其涉及二百多个变量，但是人为给定的变量却很少，这是在构模时致力于强调系统内部的信息反馈控制原理的缘故。所以在政策和策略研究分析时，不可控制的因素大大地减少，使模拟结果更加符合实际，提高了它的使用价值。

(2) 构模时，在强调刻画系统的内部反馈结构的同时，也注意到系统与环境相互之间的关系，因此投资模型呈现出系统的开放性。这样就更加符合投资问题的客观规律，进一步加强它的使用价值。

(3) 模型所涉及的面还是宽广的，但是其规模并不庞大。在微机（如 IBM-PC 微机）上就能够模拟计算，这有利于推广普及。

2. 反馈回路分析

投资模型涉及到二百多个变量，它们之间存在着错综复杂的相互关系，为叙述简洁起

见,画出主要变量之间的因果关系图(图'4)。从图上可看出有八条重要反馈回路:

第一条回路: 固定资金 $\xrightarrow{+}$ 总资金 $\xrightarrow{+}$ 工农业总产值 $\xrightarrow{+}$ 利润 $\xrightarrow{+}$ 固定资金。

第二条回路: 固定资金 $\xrightarrow{+}$ 总资金 $\xrightarrow{+}$ 利润 $\xrightarrow{+}$ 固定资金。

第三条回路: 筹集流动资金 $\xrightarrow{+}$ 流动资金集资差 $\xrightarrow{+}$ 流动资金投入 $\xrightarrow{+}$ 总资金 $\xrightarrow{+}$ 工农业总产值 $\xrightarrow{+}$ 利润 $\xrightarrow{+}$ 筹集流动资金。

第四条回路: 筹集流动资金 $\xrightarrow{+}$ 流动资金集资差 $\xrightarrow{+}$ 流动资金投入 $\xrightarrow{+}$ 总资金 $\xrightarrow{+}$ 利润 $\xrightarrow{+}$ 筹集流动资金。

第五条回路: 筹集流动资金 $\xrightarrow{+}$ 流动资金集资差 $\xrightarrow{+}$ 流动资金投入 $\xrightarrow{+}$ 能源供应 $\xrightarrow{-}$ 能源供需差 $\xrightarrow{-}$ 工农业总产值 $\xrightarrow{+}$ 利润 $\xrightarrow{+}$ 筹集流动资金。

第六条回路: 筹集流动资金 $\xrightarrow{+}$ 流动资金集资差 $\xrightarrow{+}$ 流动资金投入 $\xrightarrow{+}$ 能源供应 $\xrightarrow{-}$ 能源供需差 $\xrightarrow{-}$ 利润 $\xrightarrow{+}$ 筹集流动资金。

第七条回路: 需要流动资金 $\xrightarrow{-}$ 流动资金集资差 $\xrightarrow{+}$ 流动资金投入 $\xrightarrow{+}$ 总资金 $\xrightarrow{+}$ 工农业总产值 $\xrightarrow{+}$ 能源需要 $\xrightarrow{+}$ 需要流动资金。

第八条回路: 需要流动资金 $\xrightarrow{-}$ 流动资金集资差 $\xrightarrow{+}$ 流动资金投入 $\xrightarrow{+}$ 能源供应 $\xrightarrow{-}$ 能源供需差 $\xrightarrow{-}$ 工农业总产值 $\xrightarrow{+}$ 能源需要 $\xrightarrow{+}$ 需要流动资金。

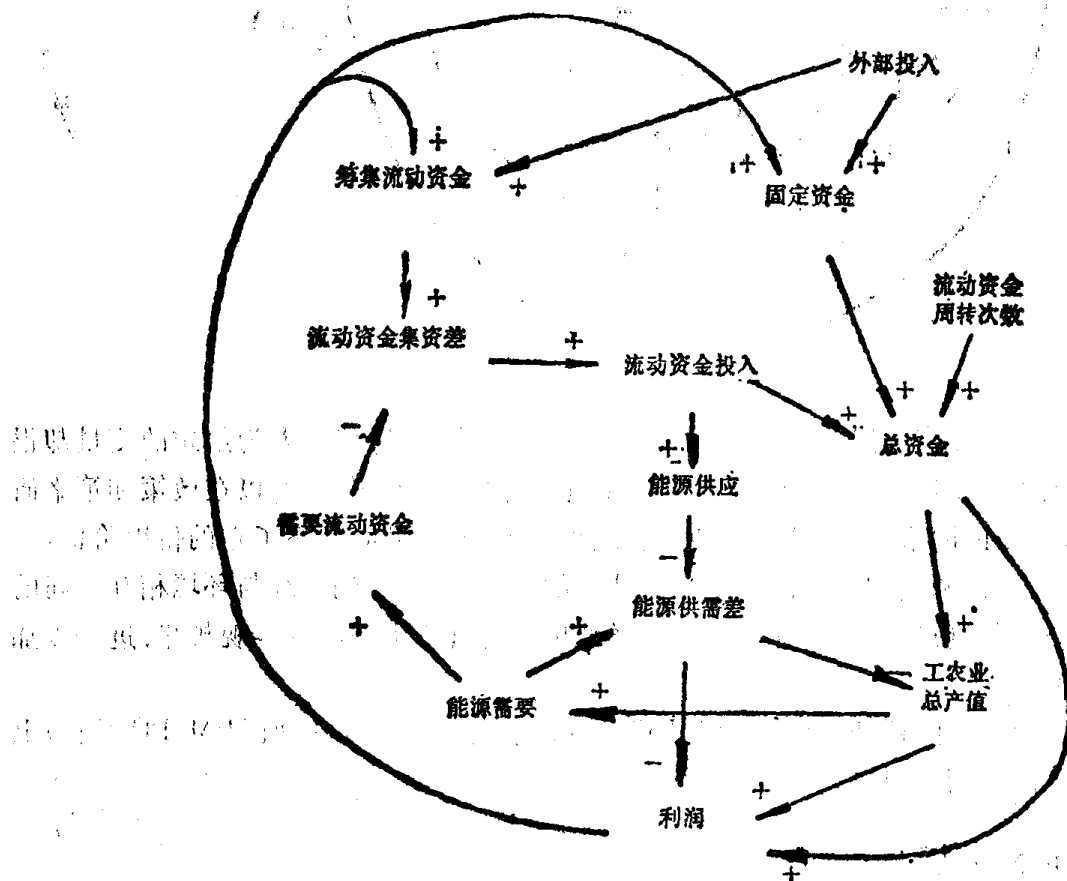


图4 因果关系图

显见,前六条回路是正反馈回路,后两条是负反馈回路。下面进一步指出前四条回路是主回路,其余为次主回路。

第一、二条回路中含有固定资产、总产值和利润等,它反映了固定资产对经济发展和经济效益起促进作用的经济学概念。只要形成了足够的生产规模,充分地发挥生产能力的作用和经营管理得当,由于正反馈的自增强作用,会导致工农业总产值和利润的不断增长,而利润的增长反过来又为经济发展提供了更多的自筹资金。这两条回路将刻划出经济发展同生产规模扩大相互促进的正反馈机制,揭示出自筹资金与经济效益相互促进的正反馈机制。第三、四条回路中含有流动资金、总产值和利润等,它反映了流动资金对经济发展和经济效益起促进作用的经济学概念。只要有充足的流动资金和不断提高经营管理水平,使流动资金周转加快,由于正反馈的自增强作用,会导致工农业总产值和利润的不断增长,同样地,利润的增长反过来又为经济发展提供了更多的自筹资金。这两条回路将刻划出经营管理水平对经济发展的影响,揭示出经济发展同市场销售、原材料供应等相互促进的正反馈机制。它们与第一、二条回路一起,反映了投资规模和资金分配对经济发展和经济效益起促进作用的经济学概念,所以前四条回路是投资模型的主回路。又由于总资金为固定资产净值与流动资金平均余额之和,而固定资产净值约占总资金的 $2/3$, 所以第一、二条回路又是更为重要的两条主回路。它们正是反映出生产性固定资产是决定生产规模和生产能力的重要因素,是进行生产的物质技术基础这一经济学的基本原理。第五、六条回路中含有筹集流动资金、能源、总产值等,它反映了在能源供应满足经济发展需要时,由于正反馈的自增强作用,将会保证总产值按所期望的速度增长,也会保证经济效益有所提高。第七条负反馈回路中含有需要流动资金、总产值等,它反映了当流动资金集资不足时,由于负反馈的自调整作用,会导致工农业总产值的增长速度有所下降,减缓经济发展速度,以保证经济发展速度的稳定增长。它正是体现出经济发展速度与资金相平衡协调的经济发展规律。第八条负反馈回路中含有需要流动资金、能源供应、总产值等,它反映了当能源不足时,由于负反馈的自调整作用,会限制总产值的增长速度,以进一步迫使模型行为符合经济发展速度与资金相平衡协调的经济发展规律。因为后面四条回路主要是反映了经济发展速度和资金相平衡协调的经济发展规律,是系统稳定和动态平衡必不可少的反馈机制,所以它们是投资模型的次主回路。

上述的八条回路不是独立地存在于模型中,从图上可看出,它们是通过变量相互耦合起来以及发生相互之间的作用。因前四条回路是主回路,所以模型的行为模式主要是取决于它们的反馈结构与机制。可以估计出投资模型在主回路的作用下,其行为模式呈现出指数型增长。而第五、六条正反馈回路,会加强这种指数型增长的趋势,但是第七、八条负反馈回路,将起着限制与阻止的作用,由于它们作用的总和改变不了指数型增长的总趋势,只能实现减缓指数型增长的趋势。

3. 状态方程与决策方程分析

为了进一步揭示模型的信息反馈结构与机制,画出了投资问题的系统动力学的流图(见图5)和编写了 DYNAMO 程序(见附录1)。为叙述简洁起见,仅就固定资产和工农业总产值子系统的信息反馈结构与机制作些说明。

(1) 固定资产子系统

为明了起见,把固定资产形成的流图示于图6,相应的 DYNAMO 语言书写的状态方程