

生物统计学题解及练习

■ 杜荣骞



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

生物统计学题解及练习

杜荣骞



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

生物统计学题解及练习 / 杜荣骞. —北京: 高等教育出版社, 2003.9

ISBN 7-04-013592-2

I. 生… II. 杜… III. 生物统计—高等学校—习题
IV. Q-332

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第079290号

策划编辑 吴雪梅 责任编辑 吴雪梅 潘超 封面设计 张楠
责任排版 李杰 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
电话 010-82080695

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经销 新华书店北京发行所
印刷 北京外文印刷厂

开本 787×1092 1/16
印张 13.75
字数 330 000

版次 2003年9月第1版
印次 2003年9月第1次印刷
定价 18.80元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

在《生物统计学》第一版使用期间，我们收到不少读者询问习题答案和有关 SAS 软件使用问题。为了满足读者的需要，使《生物统计学》在教学和科研中发挥更大的作用，编写了本书。

全书共分四章，包括 SAS 软件基本操作、几种常用的 SAS 程序、习题答案和复习巩固题。SAS 软件基本操作和几种常用的 SAS 程序是在第一版的基础上经调整和补充而成。掌握基本 SAS 程序在科研和解决生产实际问题时会有很大帮助。第三章的习题答案是《生物统计学》每一章后习题的详解。读者在阅读这一章之前应先独自练习计算，然后再与书中答案核对。第四章是供读者复习巩固各章内容使用的，侧重于基本概念和基本原理的理解，计算题多数使用 SAS 程序计算，读者在阅读这一章时，可同时巩固相关的 SAS 程序。书后所附光盘，包含书中所给出的各种 SAS 程序，读者在使用时可以将相关程序直接复制到 PGM 窗口，节省工作时间，避免因输入错误所带来的困扰。

编写这样一本书作者缺少经验，在内容、编排方式等方面会存在许多不足，希望广大读者在使用过程中随时提出宝贵意见，使本书得到进一步完善。

编 者

2003 年 7 月

目 录

第一章 SAS 软件基本操作	1
§ 1.1 SAS 系统的启动.....	1
§ 1.2 显示管理系统.....	1
§ 1.3 SAS 程序的编写.....	9
§ 1.4 数据步.....	9
§ 1.5 过程步.....	12
§ 1.6 执行程序.....	13
第二章 几种常用的 SAS 程序	15
§ 2.1 利用 SAS 软件描述样本数据.....	15
§ 2.2 统计假设检验的 SAS 程序.....	24
§ 2.3 χ^2 检验的 SAS 程序.....	27
§ 2.4 单因素方差分析的 SAS 程序.....	32
§ 2.5 常用实验设计方差分析的 SAS 程序.....	36
§ 2.6 相关与回归分析的 SAS 程序.....	57
§ 2.7 多元回归分析的 SAS 程序.....	66
第三章 习题答案	71
§ 3.1 第一章习题答案.....	71
§ 3.2 第二章习题答案.....	77
§ 3.3 第三章习题答案.....	84
§ 3.4 第五章习题答案.....	92
§ 3.5 第六章习题答案.....	97
§ 3.6 第七章习题答案.....	100
§ 3.7 第八章习题答案.....	104
§ 3.8 第九章习题答案.....	114
§ 3.9 第十章习题答案.....	130
§ 3.10 第十一章习题答案.....	152
§ 3.11 第十二章习题答案.....	154

第四章 复习巩固题	164
§ 4.1 第一章复习巩固题.....	164
答 案.....	166
§ 4.2 第二章复习巩固题.....	169
答 案.....	172
§ 4.3 第三章复习巩固题.....	174
答 案.....	177
§ 4.4 第四章复习巩固题.....	179
答 案.....	180
§ 4.5 第五章复习巩固题.....	181
答 案.....	187
§ 4.6 第六章复习巩固题.....	192
答 案.....	192
§ 4.7 第七章复习巩固题.....	193
答 案.....	195
§ 4.8 第八章复习巩固题.....	201
答 案.....	205
§ 4.9 第九章复习巩固题.....	207
答 案.....	208
§ 4.10 第十章复习巩固题.....	211
答 案.....	212
主要参考书目	213

第一章 SAS 软件基本操作

SAS 是“统计分析系统”(Statistical Analysis System)的缩写。该系统是由北卡罗来纳州立大学统计系的两位教授, A.J.Barr 和 J.H.Goodnight 于 20 世纪 60 年代末开始开发。最初是以统计分析和线性统计模型为主, 至今已开发成功能强大的集成应用软件系统。包括 30 多个工具模块, 广泛应用于实用统计、运筹学、质量控制、大型矩阵计算等, 是国际上公认的统计软件。本书以 Windows95 操作系统下的最新版本 6.12 为主, 介绍 SAS 统计功能的具体使用方法。本书所做的介绍只能使读者对 SAS 有一些很肤浅的了解, 能够用 SAS 软件处理本教材中的各种统计方法。对 SAS 统计功能的深入了解, 请参考书后所引用的有关书籍。

§ 1.1 SAS 系统的启动

单击开始菜单“程序”项, 光标移到“**The SAS System**”程序项处, 屏幕上会显示“**The SAS System for Windows v6.12**”和“**Update SAS License Information**”, 选择“**The SAS System for Windows v6.12**”, 双击即启动 SAS。

§1.2 显示管理系统

1.2.1 显示管理系统的几个主要窗口

SAS 启动后在屏幕上出现的是显示管理系统 (Display Manager) (图 1-1)。

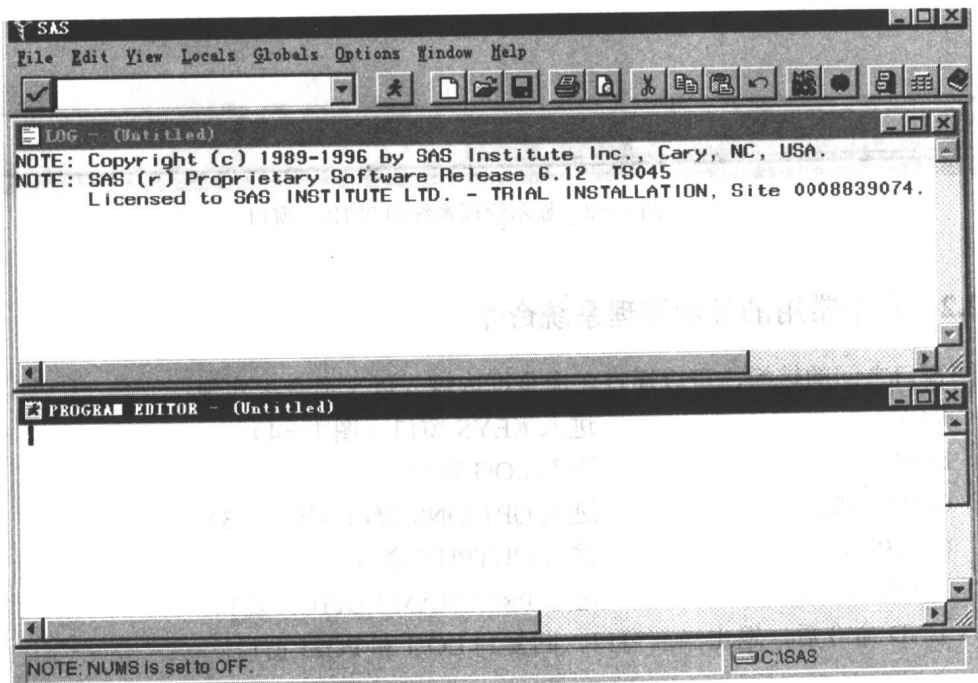


图 1-1 显示管理系统的 LOG 窗口和 PGM 窗口

该系统主要有 3 个窗口，其中两个窗口在启动后可直接看到，一个是 LOG 窗口，一个是 PROGRAM EDITOR (PGM) 窗口。屏幕的左上角是命令框，在命令框中键入 OUTPUT 命令，屏幕上会显示出 OUTPUT 窗口（图 1-2）。

除这 3 个主要窗口外，还有其他一些窗口，如 KEYS 窗口、OPTIONS 窗口等。上述这些窗口的主要功能如下：

PROGRAM EDITOR:	输入 SAS 程序和数据
LOG:	显示执行程序过程中的有关信息
OUTPUT:	显示程序执行的结果
KEYS:	显示功能键的位置
OPTIONS:	查看 SAS 系统设置

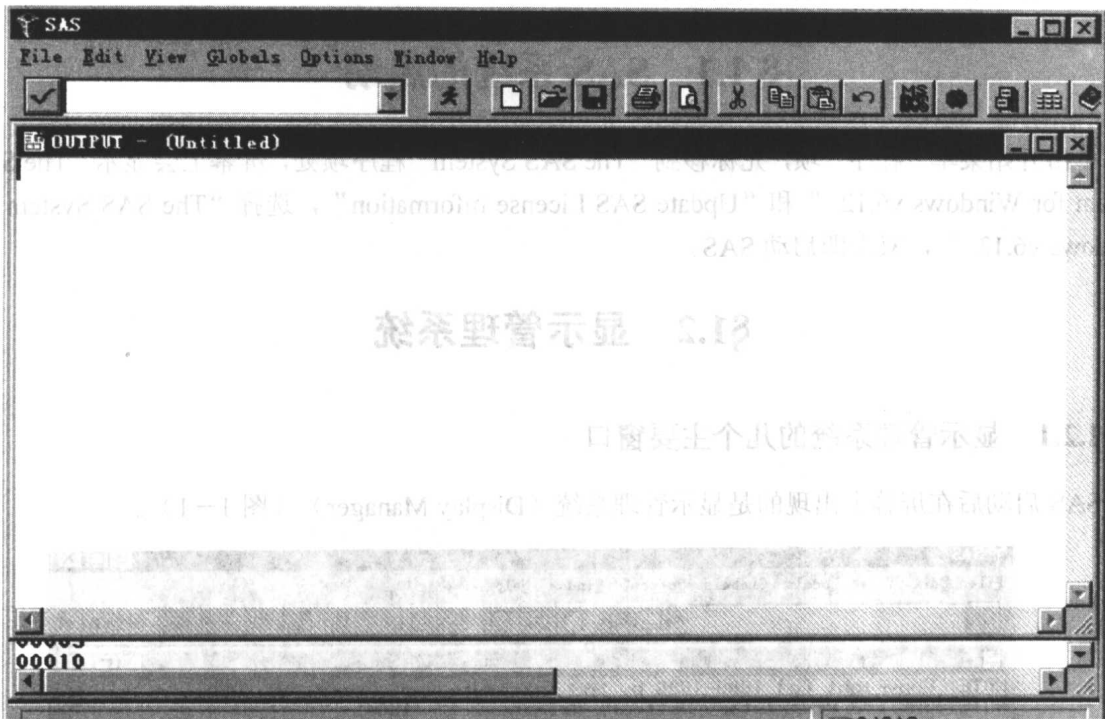


图 1-2 显示管理系统的 OUTPUT 窗口

1.2.2 几个常用的显示管理系统命令

不同窗口之间的转换，可以通过在命令框内键入以下命令来实现：

KEYS:	进入 KEYS 窗口（图 1-4）
LOG:	进入 LOG 窗口
OPTIONS:	进入 OPTIONS 窗口（图 1-3）
OUTPUT:	进入 OUTPUT 窗口
PROGRAM:	进入 PROGRAM EDITOR 窗口

键入 END 命令后，退出当前窗口，回复到 LOG 和 PGM 窗口。

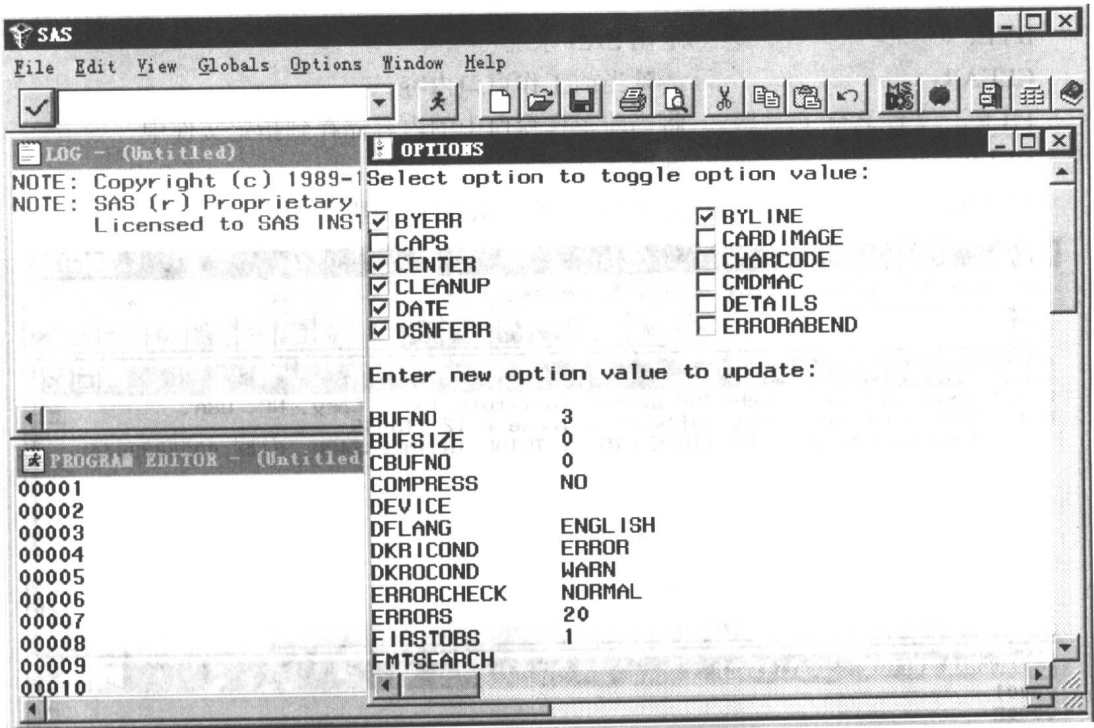


图 1-3 OPTIONS 窗口

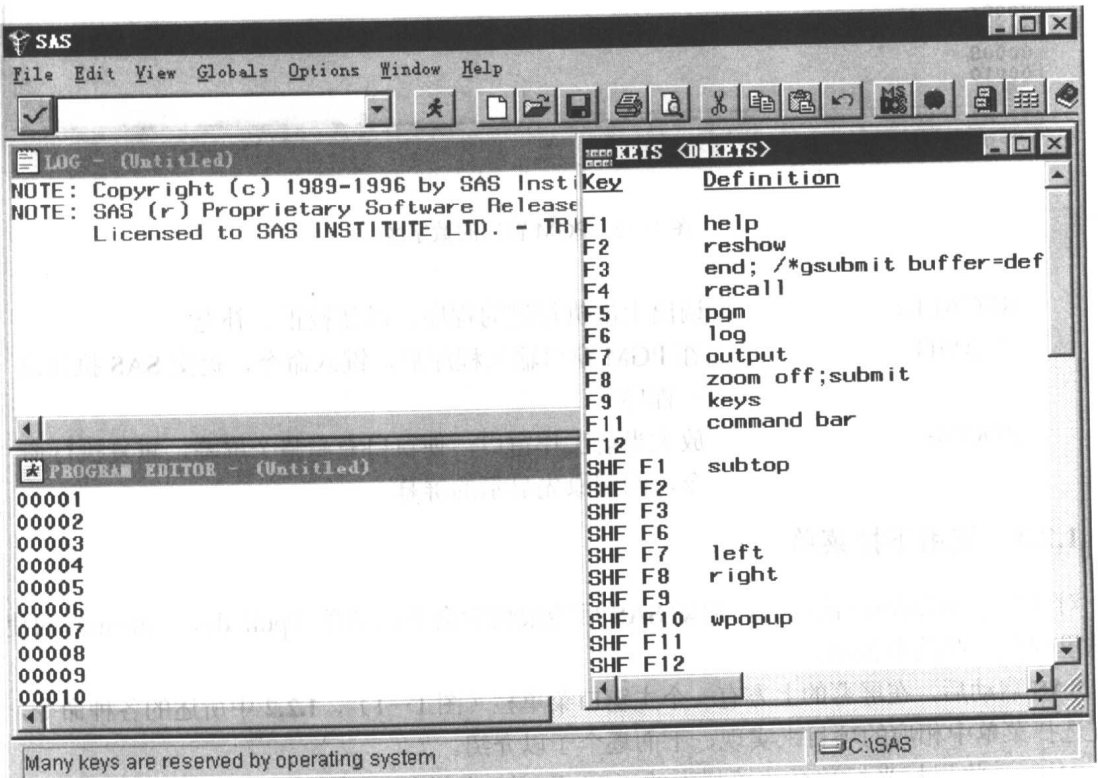


图 1-4 KEYS 窗口

M3553/06

除以上窗口之间转换命令外，以下一些命令也是很有用的。

- BYE: 退出 SAS 系统
 CLEAR: 清除当前工作窗口内容
 FILE ('文件名'): 将当前工作窗口中的内容储存到指定文件中
 HELP: 帮助
 NUMS: 显示 PGM 窗口数字区 (图 1-5)

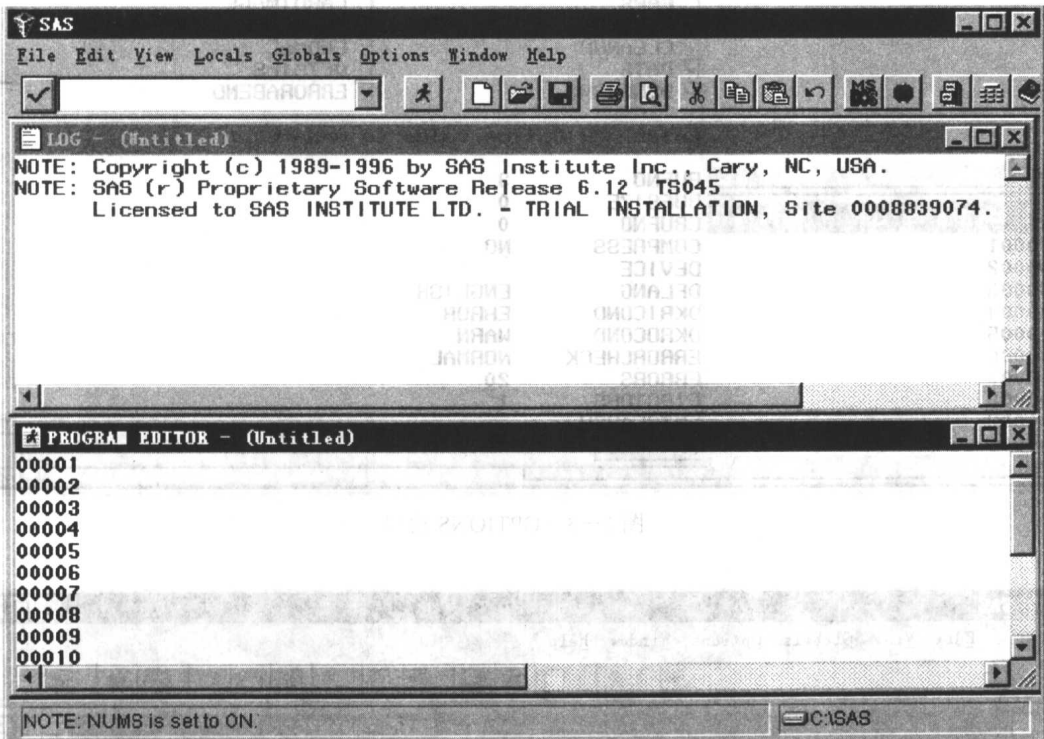


图 1-5 PGM 窗口的数字区

- RECALL: 调出上次执行过的程序，以便校正、补充
 SUBMIT: 在 PGM 窗口输入程序后，键入命令，提交 SAS 执行这一程序
 ZOOM: 放大当前工作窗口，使窗口充满整个屏幕，重复执行命令，回到原先显示的屏幕

1.2.3 使用下拉菜单

对于熟悉 Windows 的读者，启动 SAS 后能很快学会下拉菜单 (pull down menu) 的使用，在这里仅做一些简单说明。

SAS 启动后，在屏幕的上方有一个主窗口菜单栏 (图 1-1)，1.2.2 中所述的各种命令，可以通过选择菜单中相应的项目来实现，下面逐个予以介绍。

BYE: 将鼠标光标移至菜单栏中的“File”项，左键单击“File”，拉出“File”的子菜单，单击“Exit” (图 1-6)。

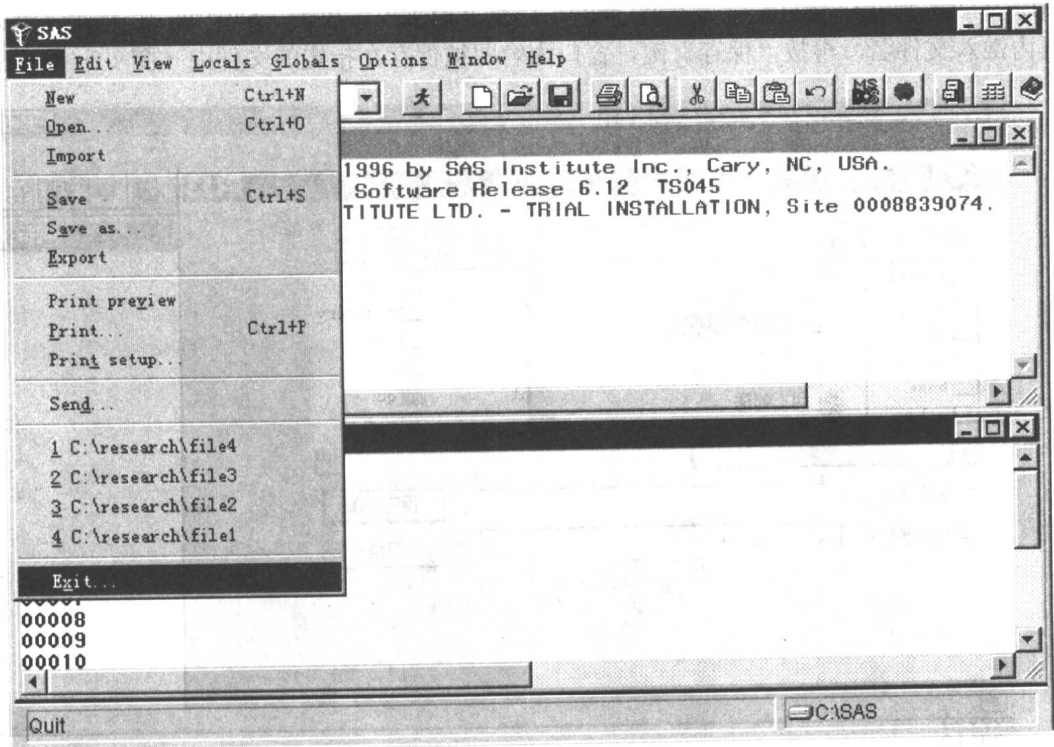


图 1-6 退出 SAS 系统

CLEAR: 切换到欲清除内容的窗口（将鼠标光标移至窗口内的任意一处，单击左键），单击菜单栏中的“Edit”，在下拉菜单中单击“Clear text”（图 1-7）。

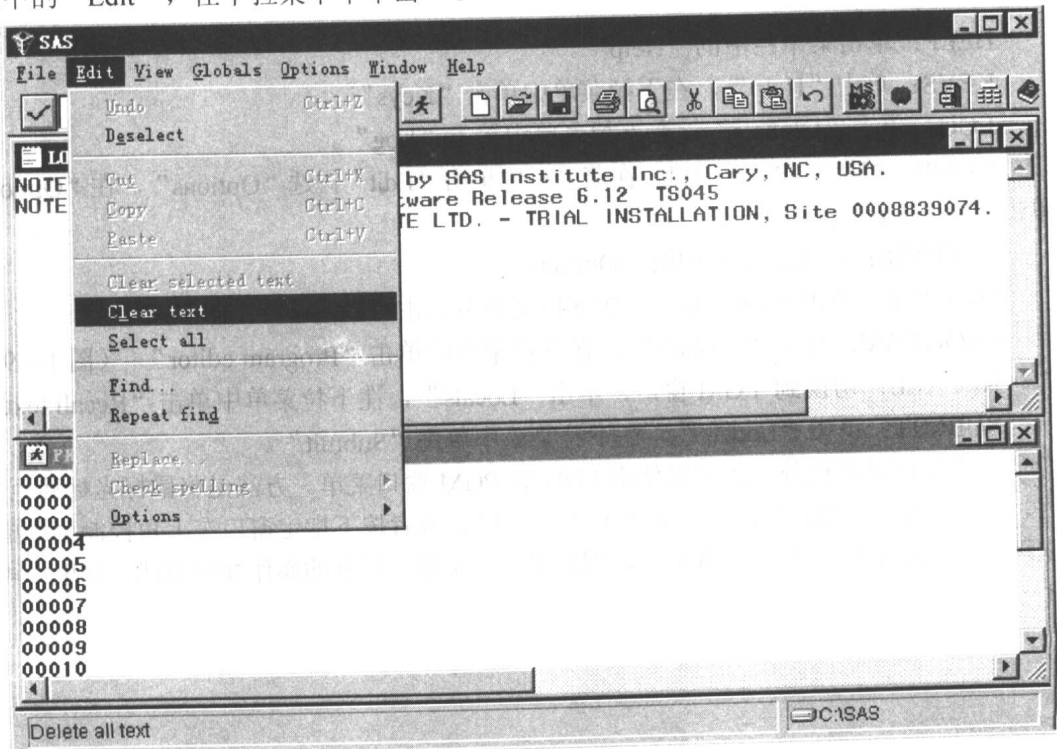


图 1-7 清除窗口内容

FILE: 切换到欲存盘的窗口, 单击“File”, 在下拉菜单中单击“Save as”, 选定文件夹, 在对话框内键入文件名, 再按“保存”键, 窗口内容即被保存在指定的文件中(图 1-8)。

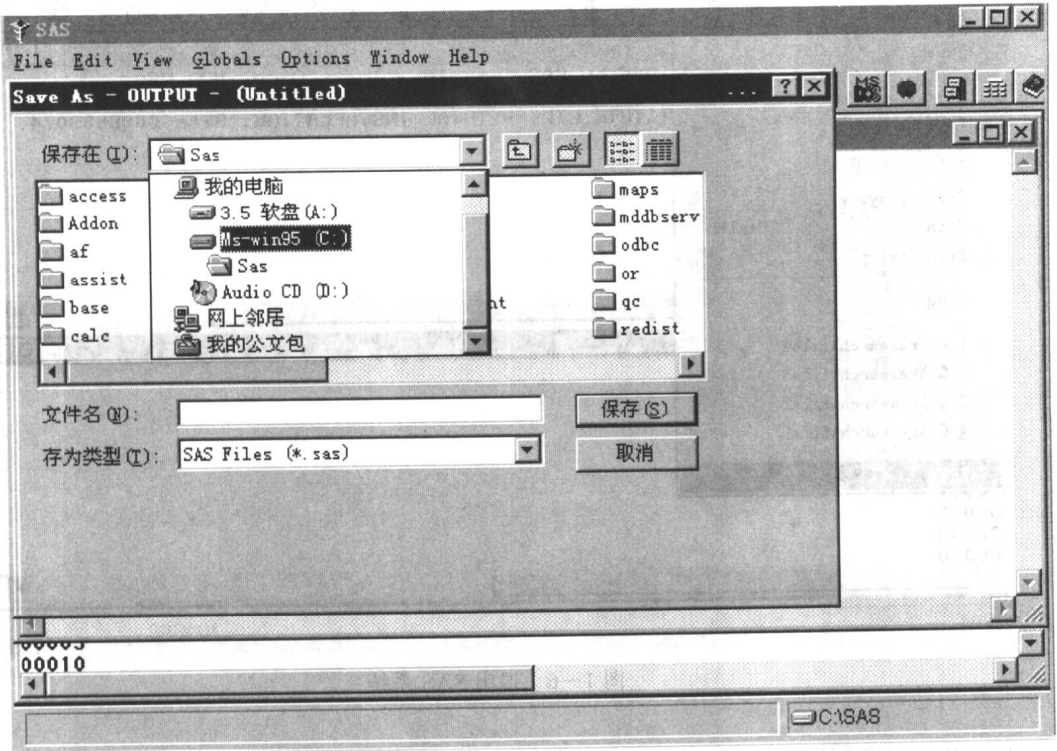


图 1-8 存盘

HELP: 单击菜单栏中的“Help”。

KEYS: 单击“Help”, 在下拉菜单中单击“Keys”。

LOG: 单击“Globals”, 在下拉菜单中单击“Log”。

NUMS: 切换到 PGM 窗口, 在菜单栏中单击“Edit”, 选“Options”, 在“Options”菜单下单击“Numbers”(图 1-10)。

OPTIONS: 单击菜单栏中的“Options”。

OUTPUT: 单击“Globals”, 在下拉菜单中单击“Output”(图 1-9)。

PROGRAM: 单击“Globals”, 在下拉菜单中单击“Program editor”(图 1-9)。

RECALL: 切换到 PGM 窗口, 单击“Locals”, 在下拉菜单中单击“Recall text”。

SUBMIT: 单击“Locals”, 在下拉菜单中单击“Submit”。

除使用主窗口菜单栏外, 还可以使用 LOG 和 PGM 窗口菜单。方法是鼠标光标移至指定的窗口内, 单击右键, 即可拉出该窗口菜单(图 1-11)。或者按下指定窗口左上角控制菜单框按钮, 即可出现一个控制菜单, 单击“Menu”, 则出现一主菜单, 以下的操作如同前述, 这里不再重复。(图 1-12)

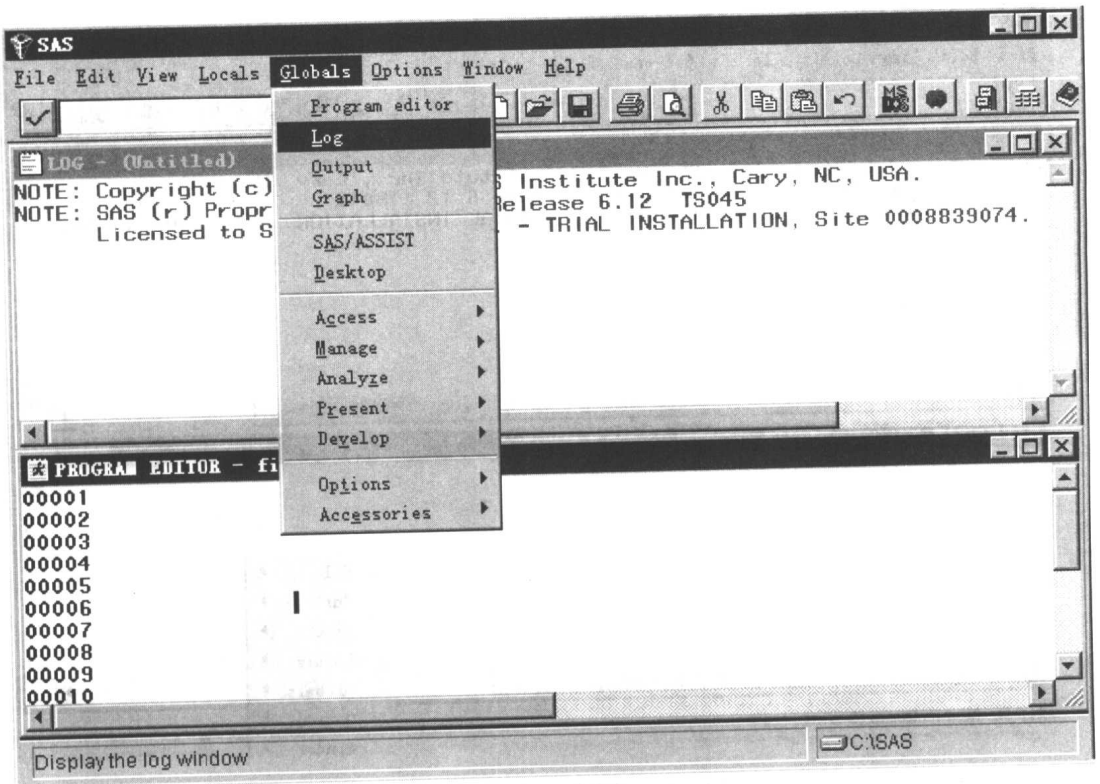


图 1-9 用下拉式菜单显示 LOG 窗口

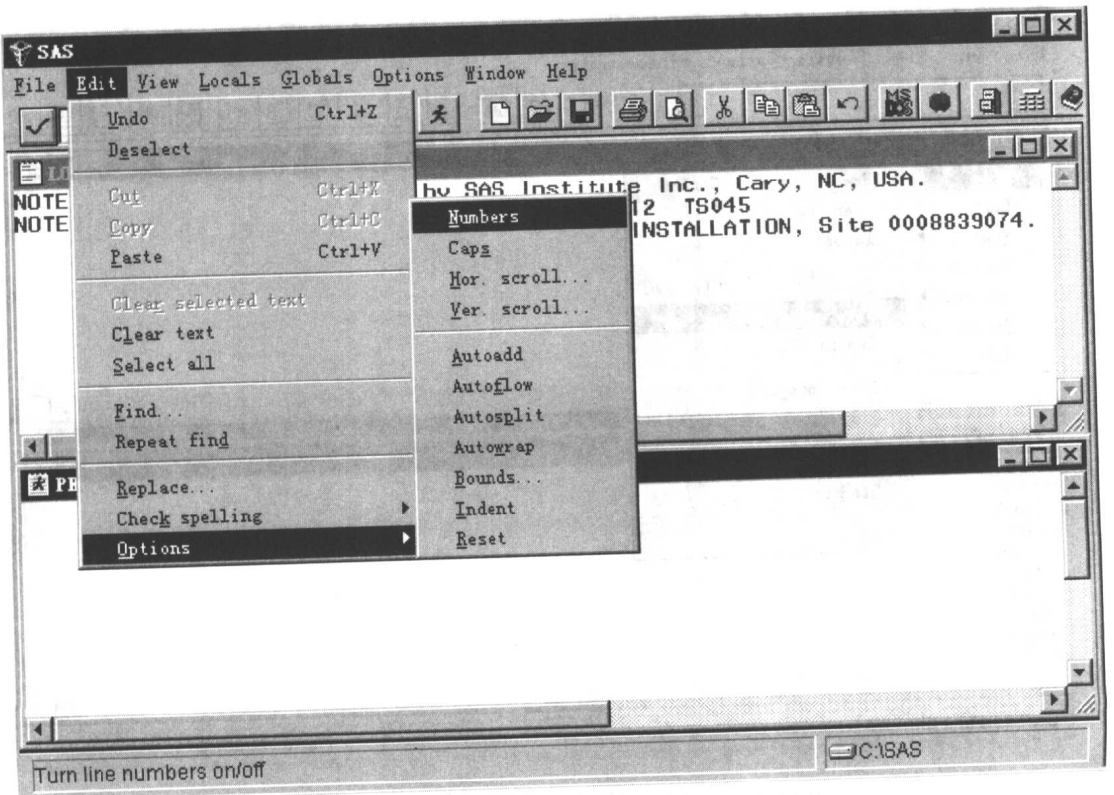


图 1-10 用下拉式菜单显示 PGM 窗口的数字区

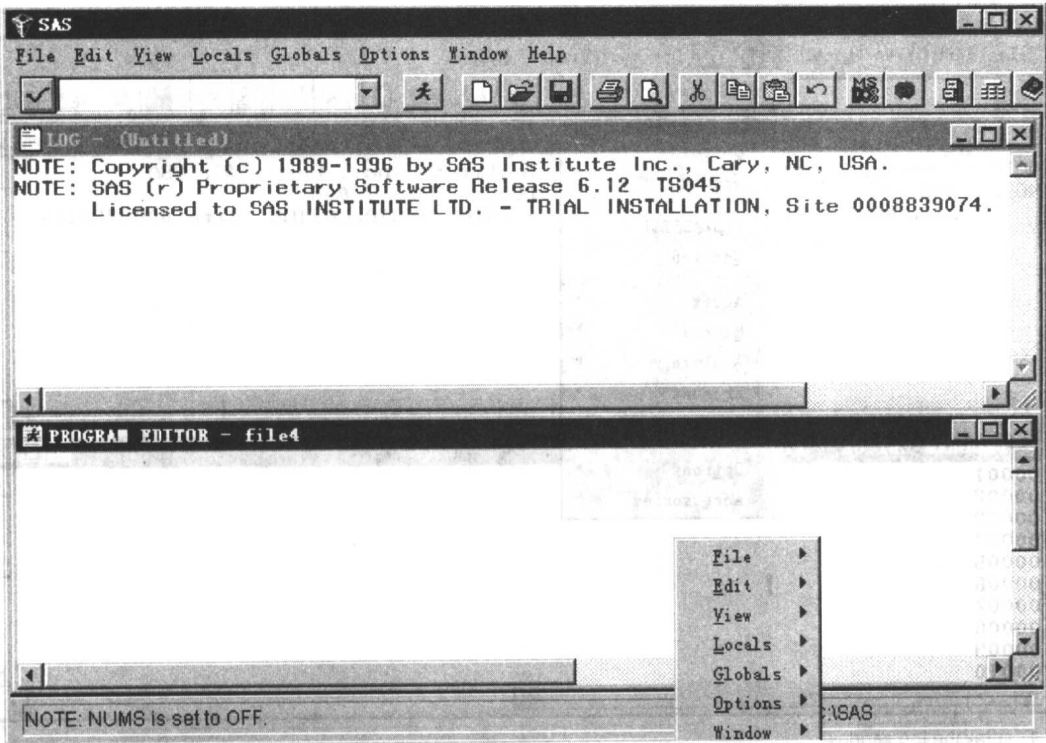


图 1-11 PGM 窗口和 LOG 窗口菜单

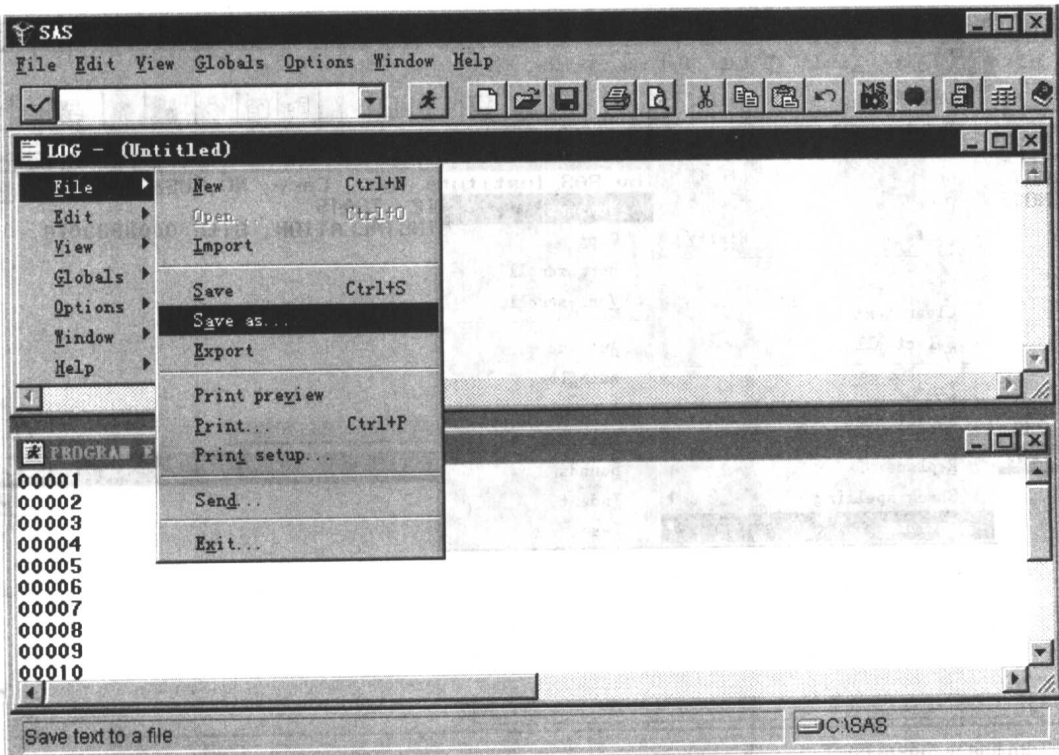


图 1-12 由控制菜单框按钮显示菜单

1.2.4 使用功能键和工具栏

除在命令框键入命令和使用下拉菜单操作外，还可以使用功能键和工具栏操作。关于各功能键的功能，可以从 KEYS 窗口查出，这里不再细述。在显示管理系统屏幕上，命令框的右边为工具栏，工具栏上有 15 个按钮，为了了解每一个按钮的功能，把鼠标光标移至按钮处，按钮的下方就会出现功能提示，读者可根据提示进行操作。

§ 1.3 SAS 程序的编写

一个 SAS 程序是由数据步 (DATA Steps) 和过程步 (PROC Steps) 组成。为了清楚起见，以下图表示一个 SAS 程序所包含的步骤：

SAS 程序

数据步

建立外部数据文件或在作业流中输入数据
将外部数据文件转换为 SAS 数据集

过程步

由适当的过程语句分析处理数据

以下逐项予以介绍。

§ 1.4 数 据 步

对于初次接触 SAS 软件的读者，在启动 SAS 之后，面对显示管理系统屏幕，产生的第一个问题就是，怎样输入我所要分析的数据；输入数据后，怎样使 SAS 按我的要求进行分析。上面已经说过，这项工作是由数据步和过程步完成的。先介绍数据步。所谓数据步是以 DATA 语句开始的一组 SAS 语句。一个外部数据文件 SAS 是不能直接使用的，首先必须由数据步转化为 SAS 数据集，然后才能提交给 SAS 进行分析。

1.4.1 由外部数据文件建立 SAS 数据集

外部数据文件可以通过许多途径产生，可以用 DOS 系统的一些编辑软件，如 Q 软件生成，也可以用 Windows 中的写字板生成。但最方便的是在 SAS 系统的 PGM 窗口生成。下面以在 SAS 系统的 PGM 窗口生成外部数据文件为例，说明如何建立外部数据文件。例如，为了检验不同种类的肥料和 3 种不同程度的管理水平对作物产量的影响，设计了一个两因素交叉分组试验，4 种不同肥料 (f) 记为 1、2、3、4，是一随机因素，3 种管理水平 (m) 记为 L、M、H，是一固定因素，每一处理重复两次，所得产量公斤数 (y) 如下：

		管 理 水 平					
		L		M		H	
肥料种类	1	18	26	28	34	42	48
	2	21	17	28	33	44	39
	3	19	18	25	30	50	48
	4	22	28	34	29	47	42

在 PGM 窗口输入以上数据，输入的格式如下：

1	L	18
1	M	28
1	H	42
2	L	21
2	M	28
2	H	44
3	L	19
3	M	25
3	H	50
4	L	22
4	M	34
4	H	47
1	L	26
1	M	34
1	H	48
2	L	17
2	M	33
2	H	39
3	L	18
3	M	30
3	H	48
4	L	28
4	M	29
4	H	42

外部文件一般是矩形的，每个数值间要有一个空格，每一行对应一个观测，每一列对应一个变量。如第一行对应的是第一次观测，即用第一种肥料、低水平管理所得产量为 18 kg。第一列为肥料变量、第二列为管理变量、第三列为产量变量。

数据输完之后，在命令框内键入“file 'a:\trial.dat'”，回车，上述数据即以 trial 为文件名存入软盘内。当然，也可以用其他文件名存入其他位置，外部数据文件的扩展名一律使用.dat。或者，单击菜单栏中的“File”，在下拉菜单中选“Save as”，选定文件夹，在对话框内键入文件名。

这样所得到的数据文件，SAS 并不能分析处理，必须转换为 SAS 数据集 (DATA SET)。由外部数据文件转换为 SAS 数据集是由数据步 (DATA 步) 完成的。DATA 步包含为创建 SAS 数据集所需的若干 SAS 语句 (Statements)。上面数据文件转换为 SAS 数据集的 DATA 步及创建方法如下。

切换到 PGM 窗口，在命令框内键入 NUMS，这时在 PGM 窗口内出现数字区。从第一行开始输入 DATA 步的 SAS 语句，DATA 步的组成详见图 1-13。

各语句的功能如下：

DATA 语句表示一个 DATA 步的开始，指示 SAS 系统要创建一个名为“trial”的 SAS 数据集。

INFILE 语句用来打开外部数据文件，所要打开的外部数据文件名要用单引号括起来。

INPUT 语句是对外部数据文件的描述，SAS 将根据 INPUT 语句的描述读入全部数据。

RUN 语句指示 SAS 系统执行上述语句，由一个外部数据文件“trial.dat”创建一个称为“trial”的 SAS 数据集。

几点注意事项：

①SAS 语句书写格式有很大的宽容度。书写时可以从一行的任意位置开始，同一行可以写几个语句，同一语句也可以写成几行，语句间必须以“；”隔开。

②语句的书写可以用大写字母、小写字母或大小写混合使用。

③INPUT 语句中变量名的顺序要与数据集中相应的变量顺序一致。

④对于字符变量，在变量名后应加上 \$ 号。

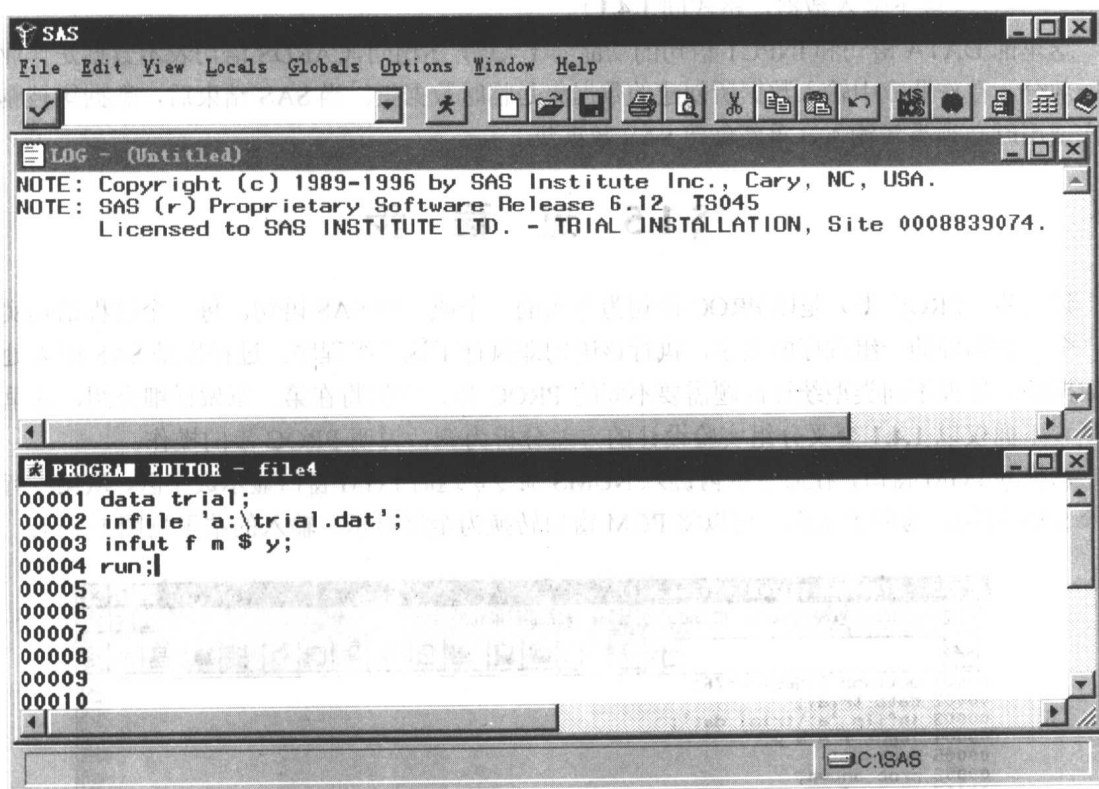


图 1-13 SAS 程序的 DATA 步

1.4.2 库标记

任何 SAS 文件都包含两级命名，中间用“.”隔开。一级名是库标记，用来识别数据集存储的位置，二级名才是数据集的名字。

SAS 数据库分为临时数据库和永久数据库。SAS 启动后自动生成两个库标记，一个名为 WORK，另一个名为 SASUSER。前者是一临时库，后者是一永久库。凡是只用二级名命名的数据集，它的一级名都是 WORK。前面创建的数据集“trial”，它的全名应当是“work.trial”。小数点前面的 work，指明数据集 trial 在 WORK 库内。SAS 在引用 WORK 库中的数据集进行分析处理时，库标记可以省略，因此只需二级名即可。但是，在 SAS 结束后，WORK 库中的所有数据集都将被删除，下次使用时，仍需从外部文件重新创建 SAS 数据集。