

中国兵工学会
测试技术学会第三届年会
論文集

1

成都

1986

中国兵工学会测试技术学会

目 录

测试技术理论

1. 双波管特性和测量误差的计算机模拟
肖峰 高懿香 (兵器部二〇八所) (1)
2. 在TRS-80微机上用FORTRAN-80包进行快速信号处理和模态分析
徐毅 (华东工学院) (8)
3. 机上运动参数误差分析
王志臣 (海军试验基地) (30)
4. 结构调整的模拟计算及其应用
林福宗 (华东工学院) (42)
5. 枪口振动位移测量
王义祥 曹毓华 林知良 (华东工学院) (48)
6. 信号有效带宽的分析方法
路宏年 (太原机械学院) (55)
7. 多参测试系统精度对比试验中不确定度的最小二乘法平差
潘锦恒 (太原机械学院) (60)
8. 典型信号通过二阶低通系统的大真分析
秦 磊 (太原机械学院) (67)
9. 枪炮振动加速度的信号测量与积分处理中的几个问题
潘宏侠 (太原机械学院) (77)
10. 武器膛壁测温系统
曹恩敏 焦化南 余振飞 (华东工学院) (83)

微机及其应用

11. 微机数据采集处理系统在多参数综合测试中的应用
廖振强 吴祥海 (华东工学院) (103)
12. 微处理机在火炮反后座装置测试中的应用
徐 航 (装甲兵技术学院) (109)
13. 枪炮脉冲噪声测试数据采集处理软件编制说明
姜 浩 (兵器部二〇八所) (119)
14. 用IBMPC微机组成的计算机辅助测试分析系统
梁人杰 李永新 石晓晶 (华东工学院) (125)
15. TDS 和 UT 80-PC 组成的数据采集和处理系统
何顺利 (八九九七三部队) (134)
16. 动压标定系统的数据采集与处理(GP-IB接口应用)
曹毓华 林知良 陈锦荣 (华东工学院) (145)
17. 弹丸转速测试中一种行之有效的数据处理方法
李永光 (兵器部二一二所) (151)

18. 微机在轴系统测定中的应用

丛庭有 王有仁 (长春光机学院) (158)

19. APPLE II 微机配用 DAS-30 型多路数据采集器接口设计

侯潜修 (太原机械学院) (163)

20. 微机化信号处理机在后座阻力试验中的应用

李天飞 (国营二四七厂) (174)

21. 单板微型机控制的多点测速系统

赵宏图 万丽珍 李永荫 (北京工业学院) (178)

光 测 技 术

22. 光学特性对激光扫描自动检测系统精度影响的分析计算

李成志 (长春光机学院) (184)

23. 利用双轴光电位移跟踪器测量枪管运动

王宗文 杨军 刘渝 (华东工学院) (197)

24. 短焦距大视场摄影镜头畸变的测量

姚秀兰 (长春光机研究所) (204)

25. 用光弹性冻结切片方法研究七孔柱状发射药的力学性能

胡国胜 牛秉彝 (太原机械学院) (208)

26. C.C.D. 群道经纬仪在测炮射表试验应用的可能性

闵鸿秋 (五九一八〇部队) (216)

27. 转化像半导体激光测时仪

徐长福 宋文爱 (太原机械学院) (222)

28. 闪光 x 射线摄影技术在终点弹道学研究方面的应用

裴思行 (太原机械学院) (231)

29. 正交闪光摄影系统的正交校准原理及校准精度

宋光成 李惠昌 (兵器部二〇八所) (236)

30. 在终点弹道试验室做弹丸穿甲试验的方法

史振林 (兵器部二〇八所) (242)

31. 带壳战斗部 x 光摄影防护装置之设计方法

冯顺山 崔炳贵 (北京工业学院) (247)

32. 杀伤弹药综合威力参数 x 光测试

冯顺山 万丽珍 蒋玲伟 李永清 (北京工业学院) (254)

33. 脉冲激光微能量的测量

杨智敏 徐哲人 (兵器部二〇九所) (261)

34. x 射线电影摄影技术的新发展

刘宗人 (兵器部二一〇所) (264)

激波管传输函数测量误差的 计算机模拟

肖峰 高锦香
(兵器部第二〇八研究所)

摘要 用激波管测量传感器传输函数,与理论分析相差颇大。历来多以定性分析上推测产生误差的原因。本文以奥地利 AVL 4QP 6000 压电传感器为例,通过计算机模拟,在输出信号上叠加指定的随机噪声、端盖振动信号,并将输入信号改变为非理想的阶跃脉冲,将计算结果与理想情况比较,分别求得各种干扰因素引起的误差。其结果证实计算机模拟是一种简单方便行之有效的办法。

一 前言

随着测量技术本身对精度要求的提高,单纯的静态标定方法,已不能满足要求。实际测量,以压力测量为例,主要是幅值测量——要求幅值有足够的精度,由于理想的模型已不能胜任,这就促使了各种动态标定方法应运而生。激波管是重要的动态标定方法。

大多数实际传感器,由于其非线性误差很小,我们仍然假设为线性系统。对于一个线性系统,如果已知该系统的传输函数,则该系统的特性是已知的。从理论上讲,激波管的突出优点是产生一个阶跃压力,从而能方便地求得标定传感器的传输函数。然而用激波管实际测得的传输函数与理论分析有时相差颇远。图 1 (a)、(b),图 2 (a)、(b) 是文献 5 中部分标定结果。显然它们与理想的单自由度二阶线性系统的阶跃响应和传输函数相距甚远。

原因何在?探讨其根由的实验很多,定性的讨论也很多,不外乎叠加的噪声、端盖的振动,激波管阶跃输入不理想等。然而传输函数的某种偏离究竟由哪一个因素引起的?定量关系如何?却很难回答。

本文试图从计算机模拟的角度探讨这一问题,基于以下原因,这样做是适宜的。

- (1) 对大多数传感器用户,激波管试验是费时、费钱的,而计算机模拟却简单易行。
- (2) 计算机模拟可将实际条件下无法分离的干扰因素分离出来,单独地按指定大小制造诸如随机干扰,端盖振动等,以便分别研究它们产生的误差。
- (3) 计算机模拟中,各种干扰因素的大小调整十分容易,理想条件可方便地假定。

二 计算 AVL 4QP 6000 传感器的传输函数

我们以奥地利 AVL 公司的 4QP 6000 压电压力传感器为例, 进行模拟。这种传感器是用于兵器膛压测量, 量程 $0 \sim 600\text{MPa}$ 的高压传感器, 假定其为单自由度二阶线性系统, 计算它的阶跃响应和传输函数, 在此基础上进行模拟。

我们熟知, 单自由度二阶线性系统的传输函数 $H(s)$ 的模(幅频特性),

$$|H(j\omega)| = 1 / \sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + 4\xi^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \quad (1)$$

$$\text{相角(相频特性)}; \quad \varphi(\omega) = -\arctg \left\{ \left(2\xi \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \right) / \left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \right] \right\} \quad (2)$$

其中, ω_0 固有频率

$$\xi = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{A_1}{A_2} \quad \text{阻尼比} \quad (3)$$

$$\ln \frac{A_1}{A_2} \quad \text{称为对数阻尼}$$

由 4QP 6000 出厂数据,

$$\omega_0 = 2\pi \times 250\text{KHZ}$$

对数阻尼比为 1 : 1

$$\xi = \frac{1}{2\pi} \times 1 \cdot 1 = 0.18$$

阶跃响应为:

$$X(t) = \left(1 - \frac{e^{-\sigma t}}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin(\omega_d t + \cos^{-1} \xi) \right) \quad (4)$$

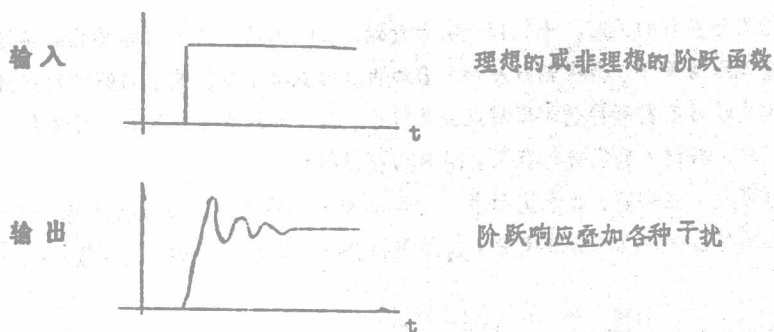
$$\sigma = \xi \omega_0 \quad \omega_d = \sqrt{1-\xi^2} \cdot \omega_0$$

图 3 为 4QP 6000 的幅频响应, 图 4 为 4QP 6000 阶跃响应。由数值表(已略去)知, 幅频特性误差 $< 1\%$ 的工作平直段大约在 $22\text{KHZ} = \frac{f_0}{10}$, 此时相差为 3.5° 。

由阶跃响应数值表(已略去), 当 $t = 25\mu\text{s}$ 时, 幅值已稳定地趋于 1。

三 计算机模拟

以下模拟是在 TRS80 微计算机上进行的。采用的是 FFT 算法求传输函数,



FFT 算法相对于 B-C 法有几个优点:

a. FFT 算法速度快, 频率特性精度高 (文献 3)。本例中 FFT 算法采用 Z80 汇编语言, 1024 点约为 2 分钟;

b. FFT 算法对计算机模拟要灵活得多。B-C 法假定输入是理想的阶跃函数, 而仅对输出响应进行计算, 从而求出传输函数。而 FFT 算法是输出/输入, 计算机模拟时, 即可在输出上叠加随机噪声、振动干扰等, 也可改变输入信号; 还应指出, 由于 TRS80 内存的限制, 为兼顾采样点数和持续时间的需要, 取采样点数为 1024 点, 采样间隔为 $0.5\mu s$ 。如此, 对于 $f_0 = 250\text{ KHz}$ 的 4QP6000 传感器, 每周期采样 8 点, 整个样本持续时间为 $512\mu s$ (前已计算阶跃响应的过渡过程 $25\mu s$ 已结束), 是能满足要求的。

由于篇幅所限, 模拟计算中各数值均略去, 仅列出绘图仪所绘得曲线。

1. 随机噪声模拟

模拟条件, 输入——理想单位阶跃函数

输出——阶跃响应 + $CN \cdot RND(0)$

$RND(0)$ 是 TRS80 产生的随机函数 $0 \leq RND(0) \leq 1$ 。CN 为噪声系数 (相对于平台高度 1 而言)。

对于我们常用的瑞士 Kistler 公司的 5007 电荷放大器, 仪噪比为 1000:1 (相对于满刻度) 是能做到的。

图 5 为 $CN = 0.001$ (相对于满度为 $(0.02 \sim 0.05)\%$ 的幅频相频曲线。这时噪声对传输函数影响很小。

图 6 为 $CN = 0.01$ (相对于满度为 $(0.2 \sim 0.5)\%$) 时的幅频相频曲线。此时可见噪声对传输函数的明显影响表现在叠加了高频毛刺, 在高频时尤其明显。然而传输函数基本形状仍然没变, 通过平滑或数字滤波, 仍可得较好的传输函数曲线。

2. 端盖振动模拟

模拟条件, 输入——理想单位阶跃输入

输出——阶跃响应 + 端盖振动

国内研制应用激波管的几家，七机部一院计量站、三〇四所、力学所等均已证实端盖振动（特别在高压标定下）会在输出波形上叠加明显的振动干扰。文献6明确地指出这点。

图7为文献6实验测得叠加的端盖振动信号，其基频约为420KHZ，幅值约为平台幅度的10%，按此，我们进行模拟，图8为所得结果。

由图8可见，在端盖振动干扰频率420KHZ处，幅频特性、相频特性均有“异峰突起”。倘端盖振动包含几个频率成分，则结果将会叠加几个“异峰”，传输函数就面目全非了。

3. 不理想输入波形模拟

模拟条件，输入——不理想的阶跃波，上升时间 $1\mu s$ 。

输出——阶跃函数

在B-C法计算传输函数，均假定输入压力为理想的阶跃函数。理论上激波管产生的压力接近于理想阶跃压力，但实际上尚无合适的测量方法检验。此处，为计算方便假定为二个采样点时间 $1\mu s$ 。图10为所得结果。

和图5相比，图10出现反常，第一，在低频部分幅频特性小于1，约为0.64，第二，在高频部分幅频特性出现升高现象，相频也差异很大。显然这会使传输函数发生严重畸变。

三 几点看法

通过我们在微计算机上大量、反复模拟的结果，我们认为这种方法是简单方便行之有效的。从结果可见，各种干扰因素对传输系数（幅频、相频）曲线所带来的影响。这里，我们仅提出几点看法，错误之处，切望指出。

第一，传输函数曲线上叠加的高频毛刺，我们认为是随机干扰（近似为白噪声）引起。但它可通过平滑、滤波的方法处理，它并不改变传输函数的基本形状。

第二，对于高频小阻尼压电传感器（如4QP6000）的高压标定，传输函数所以出现多峰现象，看来不能单归于传感器的多阶模型，所叠加的幅度很大的端盖振动干扰是重要的原因。激波管本身仍有完善必要。事实上文献5指出，同一传感器在三〇四所，在七机部一院计量站标定所得传输函数形状差距很大。

鉴于传感器非线性很小，低压下标定与高压下标定虽有差别，但这种差别并不大（与奥地利AVL公司、瑞士Kistler公司多次座谈，他们均坚持这点），我们建议，不必盲目追求高压标定，低压标定由于端盖振动影响小，可能传输函数曲线更真实。

第三，输入阶跃压力的不理想，会给传输函数数值上带来较大的影响。但以传输函数曲线形状上看，该平直的仍然平直，该有峰值突起处也仍然照旧，表面上容易掩盖输入不理想所带来的误差。建议有激波管的单位须对传输函数数值作深入研究，不能简单的“归一化”。也许通过计算机模拟比较能反推估算出输入压力的真正上升时间。

参 考 文 献

1. ANSI B88.1-1972
2. 马彭骥 激波管法压力传感器标定装置的误差分析
七机部一院计量站 . 1979
3. 冠同章 激波管法压力传感器动态标定数据处理的误差分析
航空部三〇四所 1985、4
4. 文绍白、肖 峰 FFT, 它的实现和误差
兵器部二〇八所 1981、3、
5. 邓道胜 动态压力传感器及动态校准
中国气动中心四所 1985、4、
6. 袁生学 激波管端盖振动对动标的影响
中国科学院力学所 1985 11、

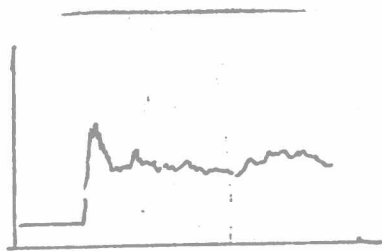


图 1(a) PZPT-1 在 304 所激波管
上阶跃响应 $1\mu s/1$

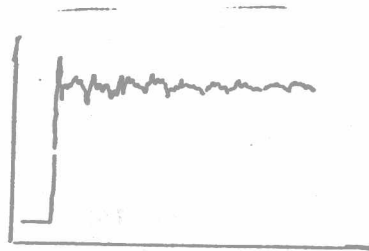


图 1(b) 603B 在 304 所激波管
上阶跃响应 $1\mu s/1$

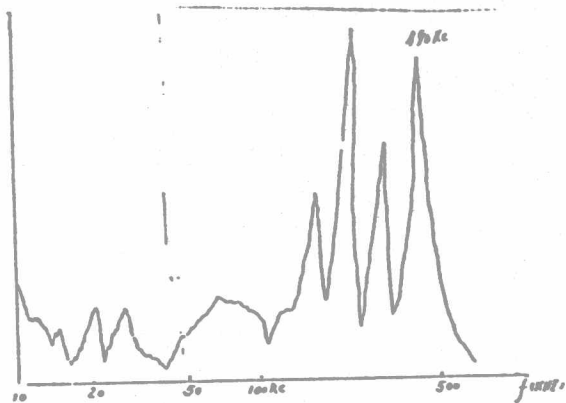


图 2 PZPT-1 幅频响应

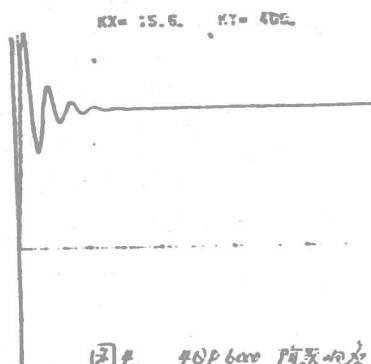


图 4 40P6000 幅频响应

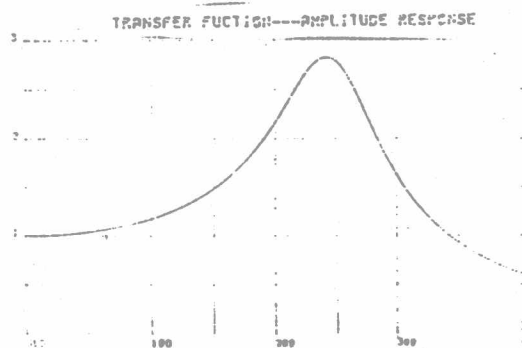


图 3 40P6000 幅频响应

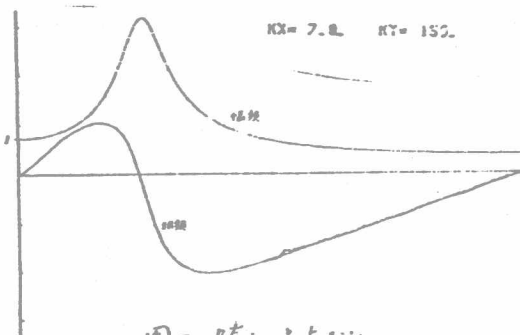


图 5 随机噪声影响 $(N=0.01)$

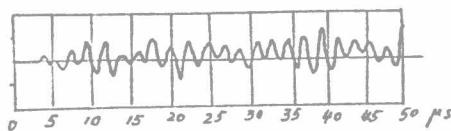


图 7 端振动波形

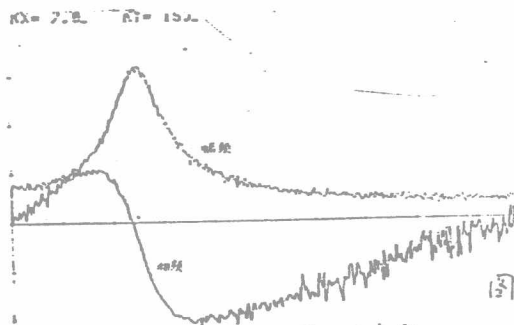


图 6 随机噪声影响 $(N=0.01)$

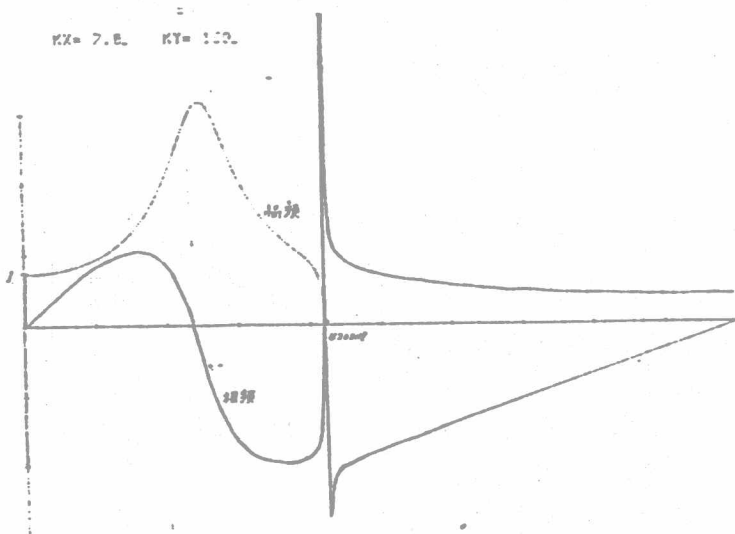


图8. 端点运动影响

$KX = 7.6$ $KY = 100$

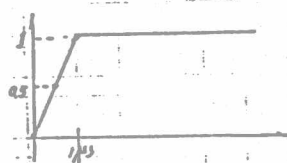


图9 非线性输入影响

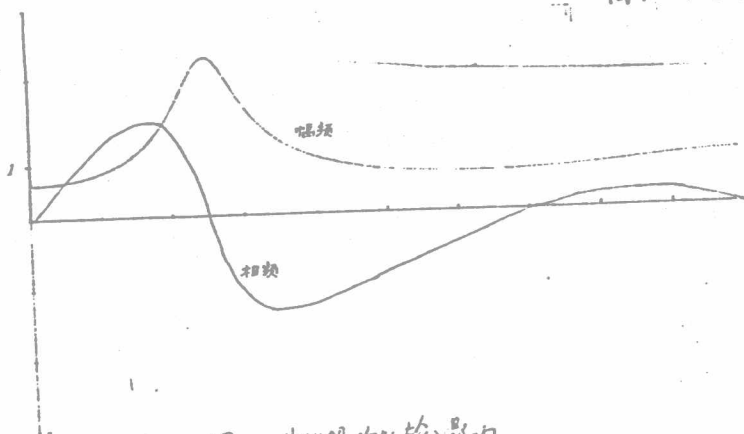


图10. 非线性输入影响

在 TRS-80 微机上用 FORTRAN-80 包 进行快速信号处理和模态分析

徐 毅

(华东工学院)

摘要 本文分二大部分。第一部分是把 TRS-80 微机上的 FORTRAN-80 程序包应用到信号处理领域中所必须解决的一些问题。大家知道, Z-80 系列微机如 TRS-80, PS-80, MDR-80, SEED-80 等都可使用 FORTRAN-80 程序包, 该包的最大特点就是速度快, 比 BASIC 快 15 倍左右, 对于想在 Z-80 系列微机上提高运算速度的技术人员有一定引力, 且比汇编语言易读, 易写, 易调试。

第二部分是在前一阶段工作的基础上, 利用 TRS-80 微机, FWX-666 绘图仪, BC-V 波存等仪器完成了一个较完整的振动模态分析系统。能给出传函, FFT, 单模态参数识别的数据和图形。512 点 FFT 仅一分钟, 传函 8 秒, 模态识别 4 秒, 4K 采样 10 秒。操作一次完成, 不进行程序转移, 比 BASIC 快 15 倍左右。

前 言

Z-80 系列微机, 如 TRS-80, PS-80, MDR-80, SEED-80 等配有美国生产的 FORTRAN-80 程序包(以下简称 F-80)。其速度与 Z-80 汇编差不多, 比 BASIC 快 15 倍左右。对于想提高运算速度的研究人员而言, F-80 是较有吸引力的。

但是, F-80 的使用手册——中科院声学所出版《微计算机应用》一书的第二、三两章过于简单, 译文中并存在不少与实际包的内容不相符的错误之处, 使得 F-80 的快速、易读写优势没有得到充分应用。我们走访了声学所、电工所的译者, 自己动手, 反复探索, 终于解决了数据的输入、输出、外设连接等一系列问题并纠正了一些错误。编制成功 F-80 的 FFT, 传递分析, 模态分析, 冲击响应谱分析, 数据采集等一系列应用程序。使 F-80 的快速、易读写的优势得到应用。下面分二大部分把我们的工作报告如下。

一 用 F-80 包作快速运算所必须解决的一些问题

、F-80 对 A/D 变换器的控制

我们使用成都中科院仪器厂的 BC-V 波存，用 F-80 来控制，未见先例。我们用 INP, OUT 二个程序，反复探索，终于解决了这个数据输入问题，其软件如下。

```

      (ALL OUT (191,3))
10    N=LNP(191)
      IF(N.LT.0) N=256+N
      IF(N.GE.128) GO TO 30
      GO TO 10
30    DO 81 L=1,2
      (ALL OUT (191,L))
      DO 60 I=1,2048
      IF(L.EQ.2) GO TO 40
      IA=INP(191)
      IF(IA.LT.0) IA=256+IA
      XR(I)=IA-128
      GO TO 60
40    IB=INP(191)
      IF(IB.LT.0) IB=256+IB
      XI(I)=IB-128
60    CONTINUE
81    CONTINUE

```

这里的关键是 F-80 从 191 口检来的数是带符号数，而信号的实际值应是带符号数的补码，所以必须进行补码操作。如程序中所示。BASIC 语言中 INP, OUT 是取的补码，这点与 F-80 不一样，使用者应特别注意。对于其它型号的波存以上道理可作一条解决途径。

二、F-80 的绘图命令

这在 F-80 使用手册中也没有给出。我们解决了 F-80 对通用 FWX-4675 日产绘图仪的绘图命令，其它绘图仪可以参考，原理不变。

BASIC 命令如：LPRINT "M" IX " " IY

对其分析可知，通过 16 线连接器，首先送到绘图仪的是 M，第二是 IX，第三是“，”，第四是 IY，第五是结束符。我们尝试用 F-80 改写如下：

```

      WRITE(2,10) IX, IY
10    FORMAT(2H+M,I5,1H, I5/)

```

其中“+”号用于控制输出托架，结果与 BASIC 命令完全一致。当然在希望压缩程序长度时，还可用以下方法来合并命令语句。

WRITE (2 , 20) I₁ , I₂ , I₃ , I₄ , I₅ , I₁₁ , I₁₂
 20 FORMAT(2H+M, I5, 1H, I5/2H+X, I5, 1H, I5, 1H,
 I5/2H+M, I5, 1H, I5/)

附 BASIC 与 FORTRAN-80 全部绘图命令对照如下:

序号	BASIC	FORTRAN - 80
1	LPRINT "J" I	WRITE(5, 10) I 10 FORMAT(2H+J, I2/)
2	LPRINT "S" I	WRITE(5, 10) I 10 FORMAT(2H+S, I2/)
3	LPRINT "D" IX , "IY	WRITE(5, 10) IX, IY 10 FORMAT(2H+D, I5, 1H, I5/)
4	LPRINT "Q" I	WRITE(5, 10) I 10 FORMAT(2H+Q, I2/)
5	LPRINT "N" I	WRITE(5, 10) I 10 FORMAT(2H+N, I2/)
6	LPRINT "M" IX, "IY	WRITE(5, 10) IX, IY 10 FORMAT(2H+M, I5, 1H, I5/)
7	LPRINT "L" I	WRITE(5, 10) I 10 FORMAT(2H+L, I2/)
8	LPRINT "B" I	WRITE(5, 10) I 10 FORMAT(2H+B, I2/)
9	LPRINT "I" IX, "IY	WRITE(5, 10) IX, IY 10 FORMAT(2H+I, I5, 1H, I5/)
10	LPRINT "H"	WRITE(5, 10) 10 FORMAT(2H+H/)
11	LPRINT "R" IX, IY	WRITE(5, 10) IX, IY 10 FORMAT(2H+R, I5, 1H, I5/)
12	LPRINT "X" IP, "IQ", "IR	WRITE(5, 10) IP, IQ, IR 10 FORMAT(2H+X, I5, 1H, I5, 1H, I5/)
各 注		

三、关于EDIT/CMD行侵入及解决方法

我们在使用中发现，当程序语句超过180行时，EDIT编辑文件会出现侵入错误。在改后缀FOR为ZFO的文件中，把前面120行左右的五行内容插入到后面，试用声学所。电二所的多个系统仍有此现象，可能是系统错误，以下面为例，

1210	FUN(TION IBITR(JJ,NO)	
1220	J1=JJ	
1230	IBITR = 0	
1240	DO 200 I=1, NO	
1250	J2=J1/2	
:	:	
1800	CALL FWX(N,NX,XR,XI)	} 正常
1810	FUNCTION IBLTR(JJ,NO)	
1820	J1=JJ	
1830	IBITR=0	} 错了
1840	DO 200 I=1, NO	
1850	J2=J1/2	
1860	WRITE(2,10)IX,IY	} 正常
:	:	

以上问题只出现在磁盘文件上，内存可改。但这就很不方便，我们找出了一条解决方法。

①把主程序分为不超过180行的若干程序单位，主子程序间的数据连接与FORTRAN-N基本一致。可参考有关书籍。实际上，TRS-80内存有限程序不可能太长。

②对主子程序分别赋予不同的文件名，用F-80编译、修改、调试。这反而为我们避免了程序过长而造成的困难。

③在L-80下执行，可用下面的命令形式。

L-80 M-N, Z4, FFT, FW-G

这样，产生M/CMD机器码文件，运行Z4, FFT, FW三个主、子程序。
(Z4主, FFT, FW为子)。

四、数据置零及OV错误。

在调试FFT的F-80程序时，数字较大，我们使用E格式，F-80的单精度数范围E-38至E+38即 10^{-38} 至 10^{+38} ，可见一般是可以满足的。但我们在FFT调试中反复出现了OV溢出错误。花了大量时间，反复试验。发现F-80数组必须首先赋值，如果直接调用，数据是随机的不是零。这一点与使用说明交代不乎。

如， DIMENSION XR(1024), XI(1024)

```

DO 10 I=1,1024
XR(I)=XR(I)+3.75*I
10 XI(I)=0

```

⋮

这就是不先赋值，调用了XR(I)，可能会出现OV或其它错误。必须改为，

```

XR(I)=0
XR(I)=XR(I)+3.75*I

```

五、FORTRAN-80的随机顺序磁盘输入，输出

1. 随机

书中仅给出READ(6,20,REC=I,ERR=50)X,Y,Z一个句子，其实对于随机读出是很有讲究的，要求也很严格。如：

```

READ X2(2040)
DO 210 I=1 I=1,2040
J=(I-1)*10+1
K=J+9
READ(6,230,REC=I) X2(M),M=J,K)
DO 10 N=J,K
10 X2(N)=X2(N)-128
WRITE(7,240,REC=I) (X2(M),M=J,K)
210 CONTINUE
230 FORMAT(10(F12,3))
240 FORMAT(1X,1·F12,3))
END

```

从中可看出，由于缓冲器长度限制，一个记录的长度不能超过128字节，如果遇到如上的长数据，必须使用多个记录。但记录数不得超过255。读入时，格式必须保持一致。否则，出现I/O错误。

2. 顺序输入，输出

例：DIMENSION AA(50)

```

DO 10 I=1,5
J=(I-1)*10+1
K=J+9
READ(6,20,ERR=80,END=80)(AA(N),N=J,K)
WRITE(Z,30,ERR=80,END=80)(AA(N),N=J,K)
WRITE(7,30)(AA(N),N=J,K)
10 CONTINUE
20 FORMAT(10F10,3)

```

```

30    FORMAT(IX,10F8.3)
30    STOP
      END

```

可见，顺序文件不能象 BASIC 那样一直沿长下去。而是受 128 字长的限制，一次只能读入 128 个以下的字，且顺序文件是用 HOLLORISH 字符串形式存放。不能接受外部数据文件，但在 F-80 内部可相互传递。否则出现 I/O 错误。

六、BASIC 与 FORTRAN-80 的数据连接

1. F-80 与 BASIC 通过内存的连接

```

例:  DIMENSION IA(20)
      DO 20 I=1, 20
      X=I*5/4
      M=X*10
      CALL POKE(EOOOH+I,M)
      CALL POKE(E100H+I,X)
      Y=PEEK(E100H+I)
      N=PEEK(E000H+I)
      WRITE(5,30)N,Y
20    CONTINUE
30    FORMAT(IX,I4,F8.3)
      END

```

可见，F-80 通过 CALL POKE(a1,a2), PEEK(a3) 进行程序与内存之间的数据传递。这种传递不改变数据类型，可用 BASIC 的 POKE 语句存取。以上题为例。

```

10    DIM IA(20),IB(20)
20    FOR I=1 TO 20
30      IA(I)=PEEK(E000H+I)
40      IB(I)=PEEK(E100H+I)
50      PRINTIA(I),IB(I)
60    NEXT

```

2. F-80 通过磁盘与 BASIC 的连接

上面已说过，BASIC 与 F-80 的磁盘数据形式是不一样的，F-80 不能直接读取 BASIC 建立的数据文件。但 BASIC 字符串磁盘形式与 F-80 的磁盘数据形式是一致的。这可用 SUPERZAP 看出。且必须控制记录长度在 128 以内。如何实现这一点，请看下面例子。

```

2      CLEAR 1000
3      LPRINT CHR$(27)+CHR$(29)

```

```

5      DIM X2(2048)
:      :      :
44     FOR I=1 TO 2048
45     X2(I)=INP(191):NEXT J=2048
60     L1=J:K=INT(J/20)+1
70     OPEN "R",1,"FORTOT/DAT:2":DIM A$(20)
80     FOR J=0 TO 9:FIELD 1,J*12 AS BB$,12 AS A$(J)
90     FIELD 1,127 AS BB$,1 AS EF$:FIELD 1,255 AS CC$
      1 AS FF$
100    FIELD 1,J*12+128 AS CC$,12 AS A$(J+10):NEXT J
110    FOR I=1 TO K:FOR J=0 TO 19
115    M=M+1:IF M>L1 THEN 157
120    PP$=STR$(X2(M))+".00"
130    RSET A$(J)=PP$
140    IF J<10 THEN LPRINT TAB(J*12+6)PP$:ELSE
      LPRINT TAB((J-10)*12+6) PP$
150    IF J=9 THEN LPRINT"  "
155    NEXT J:LPRINT"  "
156    IF I<K THEN 160
157    L=L1-(K-1)*20:A=0
158    FOR J=L TO 19:PP$=STR$(A)+".00":A$(J)=PP$:
      NEXT J
160    RSET EF$=CHR$(13)
170    PUT 1,I:NEXT I
172    LPRINT
175    CLOSE

```

从中可见，BASIC缓冲器字长256，而F-80一个记录128字节。120行中+".00"是为了使整型变为实型字符串，不然出现I/O致命错误。当需传送之数据不为10的整倍数时，必须把空余记录充零。见157、158行。一个记录结束要有结束标记，否则，F-80不能识别。这里用CHR\$(13)。

七、错误信息的局限性

F-80能给出的错误信息是有限的，许多无法给出，这从声学所《微计算机应用》杂志84-4期曹芳润同志的文章中可看出。根据我们的使用经验，提供几点意见供参考：

1. F-80编译通过后，L80执行不了回DOS这现象一般是文件中出现了系统无法识别的字母组合。如把COS写为CON，结果F-80看其为一个函数语句，