最优化计算方法常用程序汇编

万耀青　梁庚荣　陈志强　编

工人出版社

最优化计算方法
常用程序汇编

万 耀 青
梁 庚 荣　主编
陈 志 强

工 人 出 版 社

一 九 八 三 年

最优化计算方法常用程序汇编
万耀青　梁庚荣　陈志强　主编
工人出版社出版(北京安外六铺炕)
新华书店北京发行所发行
北京印刷二厂印刷
开本 787×1092毫米　1/16　印张 20.625　字数 461,000
1983年9月北京第1版　　1983年9月北京第1次印刷
书号：15007·4　　定价：2.50元

前　　言

随着电子计算机的普遍应用，在设计、施工、管理中越来越广泛地应用最优化方法，以便从各种可能的方案中寻求最优方案。这个寻优的过程，是利用各种最优化数学方法的电子计算机程序，在电子计算机上完成的。编写程序是件十分繁重的工作，它已成为在工程技术人员中推广应用最优化方法的关键环节之一。为此，在国家科委机械工程学科规划《现代设计理论和方法》分项任务协调会上，由一机部机械科学研究院主持商定编写这本书，以满足广大工程技术人员的迫切需要。

本书共编入了目前用得较广泛的最优化方法19个程序。其中一维最优化程序4个，无约束最优化程序7个，约束最优化程序7个，线性规划程序1个。所有的程序都分别用 ALGOL(DJS-6机)、FORTRAN (DJS-8机)两种语言编写。每个方法包括程序功能、方法概要、框图和较详细的使用说明，同时附有例题及其求解的源程序。这些算法程序分别在 DJS-6 和 DJS-8机上多次算题考验（线性规划单纯形法程序用 FORTRAN-Ⅳ语言在 FELIX C-512 机上算题考验），并且解决了一批实际工程设计问题。在提高设计质量、改进产品性能、缩短设计周期、节约人力物力等方面已取得明显的效果。

最优化方法已在机械、土木建筑、冶金、航空、造船、交通运输、电子、系统工程等领域中得到广泛的应用，收到了良好的效果。对于已建立起最优化数学模型的问题，可应用本书提供的程序去解决。在选用程序时，要注意问题的性质、规模和各个程序的功能与特点。

本书可供从事设计、施工、管理和计算机软件工程的技术人员使用，可作为理工科高等院校教师、研究生和高年级学生讲授和学习优化设计、计算机软件课程的教学工具书和参考书。也可供学生上机实习和完成学位论文、毕业设计时使用。

本书由北京工业学院万耀青、陈志强、冶金部建筑研究总院梁庚荣主编，中国科学院计算中心席少霖、赵凤治主审。参加编写、提供程序和程序修改工作的有北京工业学院万耀青、陈志强、吴兆汉、马宝华、陈深龙、赵汝刚，冶金部建筑研究总院梁庚荣，上海交通大学胡毓达、秦士元、张直邦、何焕熹、陆国贤、丁怡，北京钢铁学院陈立周、吴继庚。

中国科学院学部委员雷天觉教授、一机部机械科学研究院石坚中同志为本书的编写工作给予了很多帮助。一机部机械工业自动化研究所、济南铸锻机械研究所、西安重型机械研究所、陕西机械学院、五机部计算中心、太原重型机器厂等单位的同志参加了本书的审查工作，提出了许多宝贵意见。在编写本书的工作中还得到不少同志的帮助，在此向他们表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，经验不足，这本书一定会有缺点和错误，请使用者提出批评与建议。

编　　者

1981年6月

目　　录

一维最优化部分

一 0.618法

（一）功能

本过程用于求一元函数 $f(x)$ 的极小值。

（二）方法概要

0.618法（黄金分割法）首先假定 $f(x)$ 为区间〔a,b〕上的单峰函数，即存在唯一点 x^*使对满足 $a \leqslant x_1 < x_2 \leqslant b$的任意两点$x_1$，$x_2$，若 $f(x_1) > f(x_2)$，则$x^* > x_1$；若 $f(x_1) \leqslant f(x_2)$，则 $x^* \leqslant x_2$。此时，x^*即为$f(x)$ 在〔a,b〕上的唯一极小点。

首先对给定的初始点 x_0 及初始步长 Δx 寻找$f(x)$ 的单峰区间，即包含 $f(x)$ 极小值点的区间〔a,b〕，然后进行迭代。每次迭代，按比例常数 α（$\alpha=(\sqrt{5}-1)/2 \approx 0.618$）缩小区间。当区间长度小于某规定精度 ε 时，迭代终止。

迭代步骤：第一次迭代取两个试验点，

$$x_1 = b + \alpha(a-b),$$

$$x_2 = a + \alpha(b-a).$$

令 $f_1 = f(x_1)$，$f_2 = f(x_2)$。

若 $f_1 \leqslant f_2$，

则取〔a,x_2〕为新区间〔a_1,b_1〕，否则取〔x_1,b〕为新区间〔a_1,b_1〕。如果 $b_1-a_1<\varepsilon$，则迭代终止；否则，对于第一种情况，下一次迭代，

$$x_1 \Rightarrow x_2, \qquad f_1 \Rightarrow f_2,$$

$$b_1+\alpha(a_1-b_1) \Rightarrow x_1, \qquad f(x_1) \Rightarrow f_1.$$

对于第二种情况，下一次迭代，

$$x_2 \Rightarrow x_1, \qquad f_2 \Rightarrow f_1,$$

$$a_1+\alpha(b_1-a_1) \Rightarrow x_2, \qquad f(x_2) \Rightarrow f_2.$$

然后根据 f_1与 f_2 的大小决定下一次的迭代区间〔a_2,b_2〕。如此继续下去，直到区间的长度小于 ε 为止。此时，小区间内任一点，均可作为 $f(x)$ 极小值点的近似点，例如取区间的中点。

（三）框图（见第2页）

（四）ALGOL 过程及使用说明

1.过程调用形式

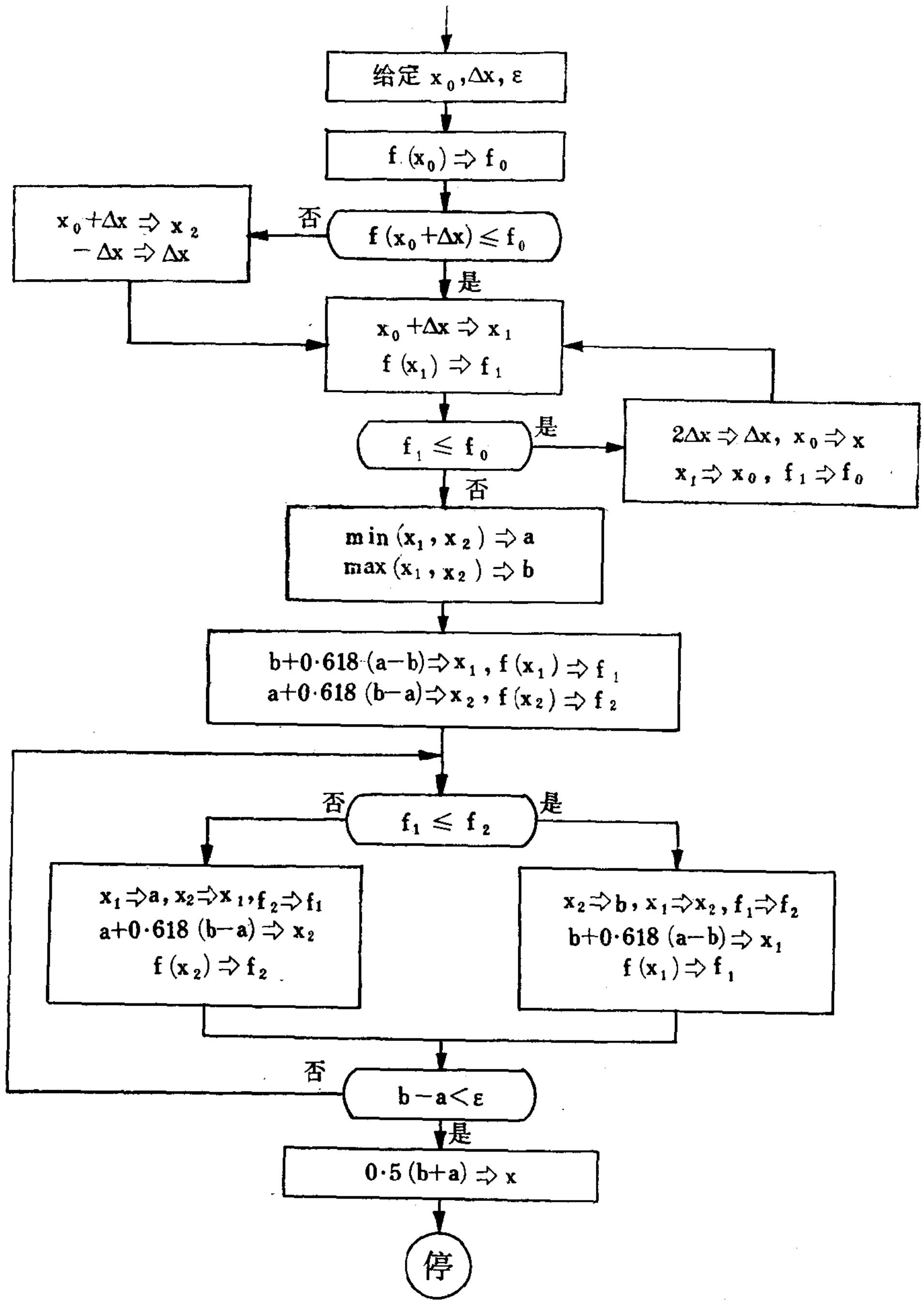
FLIB (X,DX,EPS,F)；

2.形式参数说明

X　　实型简变，开始存放寻找单峰区间〔a,b〕所用的初始点，由使用者提供（越接近极小点越好），由过程返回时存放极小值点。

DX　　实型简变，开始为寻找 $f(x)$ 单峰区间〔a,b〕所选用的初始步长，可取

0.1～0.01。由过程返回时，存放最优的函数值。



EPS　　实型值参，当极小点所在的区间长度小于 EPS 时，迭代终止，此时小区间内任一点均可作为 $f(x)$ 的极小值点，本程序是取其区间的中点。EPS 的值建议取10^{-3}～10^{-6}。

F　　由使用者提供的计算目标函数的函数过程，其过程说明如下：

```
·REAL··PROCEDURE·F(X);
·VALUE·X; ·REAL·X;
〈过程体〉;
```

3.过程及简单注释

```
·PROCEDURE·FLIB (X,DX,EPS,F) ;
·VALUE·EPS; ·REAL·X,DX,EPS;
·REAL··PROCEDURE·F;
·BEGIN··REAL·FO,F1,F2,FA,FB,T,A,B,X1,X2;
·SWITCH·SW: =L1,L2;
FO: =F (X) ;
·IF·F (X+DX) ·GR·FO·THEN·
·BEGIN·X2: =X+DX; DX: = -DX·END·;
L1:X1: =X+DX; F1: =F (X1) ;                    求单峰区间〔a,b〕
·IF·F1·LQ·FO·THEN·
·BEGIN·DX: =2*DX; X2: =X; X: =X1;
FO: =F1; ·GOTO·L1·END·;
A: =MIN (X1,X2) ; B: =MAX(X1, X2);
T: = (SQRT (5.0) -1.0) *0.5; ——缩小区间的比例0.618
FA: =F (A) ; FB: =F (B) ;
X1: =B+T* (A-B) ; F1: =F (X1) ;
X2: =A+T* (B-A) ; F2: =F (X2) ;          第一次取两个试验点
↑↑DUMMY (2); ↑↑OUTPUTR (A,B,X1,X2,F1,F2) ;
L2:·IF·F1·LS·F2·THEN·
·BEGIN·
B: =X2; FB: =F2; X2: =X1; F2: =F1;
X1: =B+T* (A-B) ; F1: =F (X1)
·END··ELSE·
·BEGIN·
A: =X1; FA: =F1; X1: =X2; F1: =F2;                迭代过程
X2: =A+T* (B-A) ; F2: =F (X2)
·END·;
↑↑DUMMY (2) ; ↑↑OUTPUTR (A,B,X1,X2,F1,F2);
·IF·B-A·GQ·EPS·THEN··GOTO·L2;
X: =0.5* (A+B) ; DX: =F (X)
·END·;
```

4.使用注意事项

执行目标程序前，若按下开关跳2，则快打输出各次迭代的中间结果：包括迭代区

间的端点、两个试验点及两试验点的函数值；否则不输出。

5.例题

例1：求 $f(x)=0.5(e^x+e^{-x})$ 的极小值。

取初始点 X=1.0，初始步长 Y=0.1，EPS=10^{-5}，计算结果：

$x=0.3174900196_{10}-5$

$f=0.1000000000_{10}+1$

例2：求 $f(x)=3x^2-12x+11$ 的极小值。

取初始点 X=0，初始步长 Y=0.01，EPS=10^{-5}，计算结果：

$x=0.2000003310_{10}+1$

$f=-0.1000000000_{10}+1$

6.例题的计算程序

```
·BEGIN··REAL·X,Y;
·REAL··PROCEDURE·F(X); ——例1目标函数
·VALUE·X; ·REAL·X;
F:=0.5*(EXP(X)+EXP(-X));
·REAL··PROCEDURE·F2(X); ——例2目标函数
·VALUE·X; ·REAL·X;
F2:=(3*X-12)*X+11;
·PROCEDURE·FLIB(X,DX,EPS,F); ——0.618法过程
·VALUE·EPS; ·REAL·X,DE,EPS;
·REAL··PROCEDURE·F;
·BEGIN·  }
  ……     } FLIB过程体
·END·;   }
X:=1.0; Y:=0.1;
FLIB(X,Y,0.00001,F); ——求解例1
DUMMY(1); OUTPUTR(X,Y); ——输出例1结果
X:=0; Y:=0.01;
FLIB(X,Y,₁₀-5,F2); ——求解例2
DUMMY(1); OUTPUTR(X,Y) ——输出例2结果
·END·
```

（本程序由梁庚荣提供）

（五）FORTRAN子程序及使用说明

1.子程序段头形式

SUBROUTINE A12 (X,DX,EPS)

2.哑元说明

X　　实型量，开始存放由使用者提供的寻找单峰区间〔a,b〕用的初始点。离开子程序时，存放极小值点。

DX　　实型量，开始存放由使用者提供的寻找区间〔a,b〕所用的初始步长。离开子程序时，存放最优函数值。

EPS　　实型量，当极小点所在的区间长度小于 EPS 时，迭代终止。此时该小区间内任一点均可作为极小值点的近似，本程序是取其区间中点。

3.子程序

```
      SUBROUTINE A12 (X,DX,EPS)
      F0=F (X)
      IF (F (X+DX) -F0) 1,1,2
    2 X2=X+DX
      DX=-DX
    1 X1=X+DX
      F1=F (X1)
      IF (F1-F0) 3,3,4
    3 DX=2*DX
      X2=X
      X=X1
      F0=F1
      GOTO 1
    4 B,A=X2
      IF (X2.GT.X1) A=X1
      IF (X2.LT.X1) B=X1
      T= (SQRT (5.0) -1.0) *0.5
      FA=F (A)
      FB=F (B)
      X1=B+T* (A-B)
      F1=F (X1)
      X2=A+T* (B-A)
      F2=F (X2)
      IF (KEY (10,10) .EQ.0) WRITE (2,2) A,B,X1,X2,F1,F2
    2 FORMAT (5X,6F17.9/)
    5 IF (F1-F2) 6,7,7
    6 B=X2
      FB=F2
      X2=X1
      F2=F1
      X1=B+T* (A-B)
      F1=F (X1)
      GOTO 9
```

```
7   A=X1
    FA=F1
    X1=X2
    F1=F2
    X2=A+T* (B-A)
    F2=F (X2)
9   IF (KEY (10,10) ·EQ·0) WRITE (2,2) A,B,X1,X2,F1,F2
    IF ( (B-A) ·GE·EPS) GOTO 5
    IF ( (F2-F1) ·GE·EPS) GOTO 5
    X=0.5* (A+B)
    DX=F (X)
    RETURN
    END
```

4.使用注意事项

（1）使用者应提供主程序段（即调用段)。程序段内，需对X,DX,EPS赋初值。建议：DX取0.1～0.01。EPS取10^{-3}～10^{-6}。例题的主程序段中的共名量NF是用以统计计算目标函数次数，KK是用以控制所需计算的目标函数的个数。若有此两个共名量，只需同时置入使用者提供的函数段F（X）和调用段中。

（2）使用者应提供计算目标函数的函数段，其形式为：

```
FUNCTION F(X)
PUBLIC KK, NF
<段体部分>
RETURN
END
```

（3）启动目标程序前，若开关函数KEY（10,10）置零，则宽行自动输出如下中间结果：

迭代区间的端点，两个试验点及其函数值；若KEY（10,10）置1，则不输出。

5.例题

例1：求$f(x)=0.5(e^{x}+e^{-x})$的极小值。

取X=1.0，DX=0.1，EFS=10^{-5}，

得计算结果：

NF=36,

$x=-0.000001245$,

$f=0.999999999$。

例2：求$f(x)=3x^2-12x+11$的极小值。

取X=0.0，DX=0.01，EPS=10^{-5}，

得计算结果：

NF=43,

$x=2.000003310$,

$f=-0.999999999$。

6.例题的计算程序

```
      MASTER CHEN01
      PUBLIC NF,KK
      X=1.0
      DX=0.1
      DO 10 KK=1,2
      NF=0
      IF (KK·EQ·1) GOTO 8
      X=0·
      DX=0.01
 8    CALL A12 (X,DX,1·E-5)
10    WRITE (2,2) KK,NF,X,DX
 2    FORMAT (5X,8 (1H*), 3HKK=,I3,3X,3HNF=,I5,3X,
   ↑ 2HX=,F15.9,5X,5HFMIN=,F15.9,3X,8 (1H*) //)
      STOP
      END
      FUNCTION F (X)
      PUBLIC KK,NF
      NF=NF+1
      GOTO (10,20), KK
10    F=0.5* (EXP (X) +EXP (-X))
      RETURN
20    F= (3*X-12) *X+11
      RETURN
      END
```

（本程序由陈志强提供）

参考资料

1.席少霖，赵凤治，最优化计算方法，上海科技出版社（待出版）。

2.算法16，17，黄金分割法，Comp. J., 1966～1967，P.414。

3.南京大学数学系，最优化方法，科学出版社，1978。

二 分数法

（一）功能

本过程用于求一元函数$f(x)$的极小值。

（二）方法概要

分数法和0.618法的基本思想是一样的。在0.618法中，每迭代一次，区间按一个常数比例$a\approx 0.618$缩短。分数法在每次迭代中，区间缩小的比例是改变的，即分别为F_{n-1}/F_n，F_{n-2}/F_{n-1}，……。这里F_n，F_{n-1}，F_{n-2}，……是斐波那契数，其值为：

$F_0=F_1=1$,

$F_k=F_{k-1}+F_{k-2}$, $(k=2,3,4,\cdots\cdots)$

迭代步骤

1.选择包含唯一极小点的区间〔a,b〕。

2.求迭代次数n。

3.求极小值点：

设P_k与P'_k为第k次迭代的两个试验点，〔a_{k-1},b_{k-1}〕为迭代区间，令

$$P_k=b_{k-1}+\frac{F_{n-k}}{F_{n-k+1}}(a_{k-1}-b_{k-1}),\ f_1=f(P_k),$$

$$P'_k=a_{k-1}+\frac{F_{n-k}}{F_{n-k+1}}(b_{k-1}-a_{k-1}),\ f_2=f(P'_k)。$$

（1）若$f_2\geqslant f_1$，则令$a_k=a_{k-1}$，$b_k=P'_k$，$P'_{k+1}=P_k$，$f_2=f_1$，

$$P_{k+1}=b_k+\frac{F_{n-k-1}}{F_{n-k}}(a_k-b_k),\ f_1=f(P_{k+1}),$$

否则令$a_k=P_k$，$b_k=b_{k-1}$，$P_{k+1}=P'_k$，$f_1=f_2$，

$$P'_{k+1}=a_k+\frac{F_{n-k-1}}{F_{n-k}}(b_k-a_k),\ f_2=f(P'_{k+1})。$$

（2）$k+1\Rightarrow k$，若$k\leqslant n-1$，则转（1），否则

（3）若$f_2<f_1$，则令$a_n=P_n$，$b_n=b_{n-1}$，$P_{n+1}=P'_n$，$f_1=f_2$，

$P'_{n+1}=a_n+0.5(1-\delta)(b_n-a_n)$，$f_2=f(P'_{n+1})$，

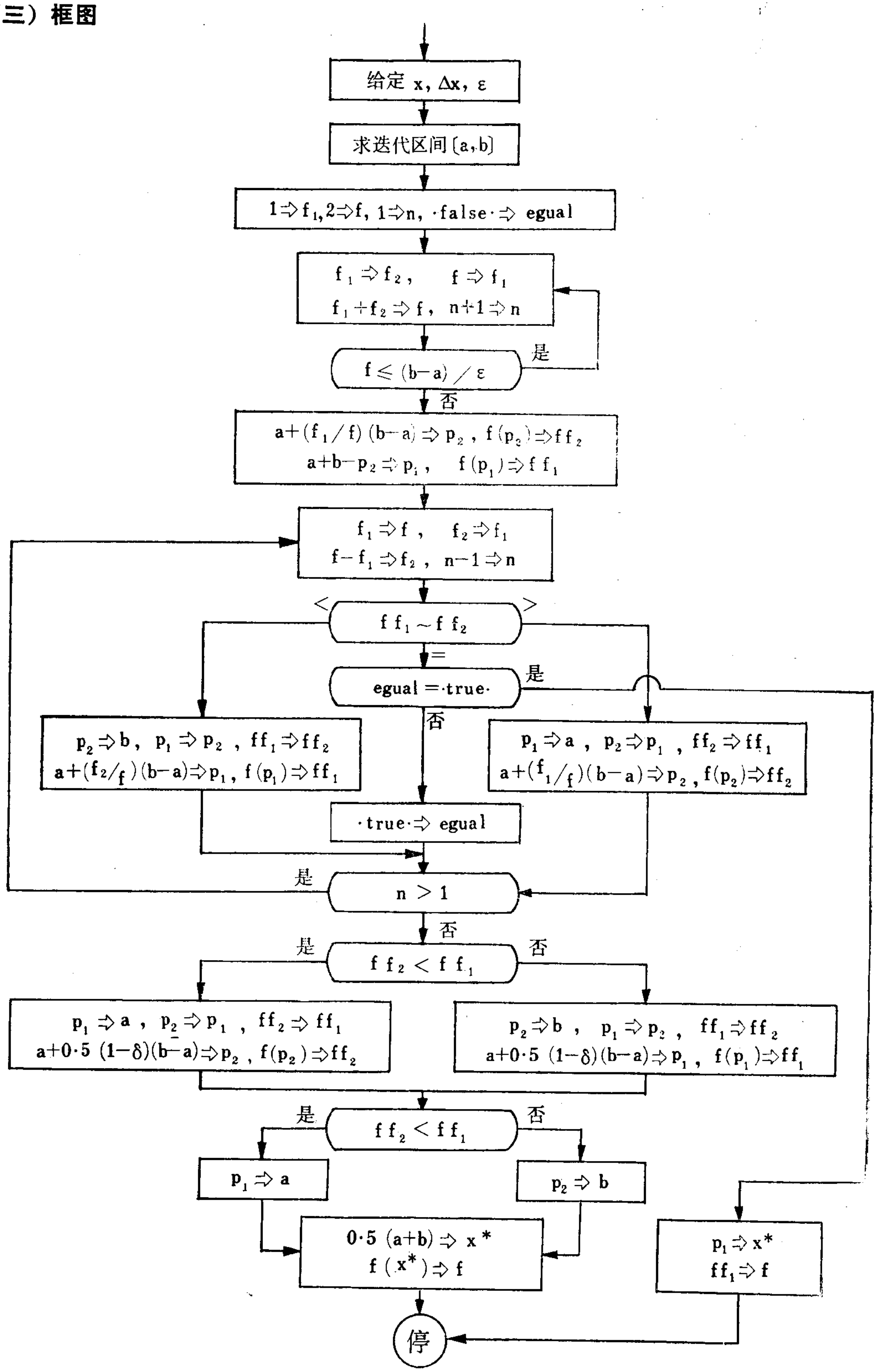
否则令$a_n=a_{n-1}$，$b_n=P'_n$，$P'_{n+1}=P_n$，$f_2=f_1$，

$P_{n+1}=a_n+0.5(1-\delta)(b_n-a_n)$，$f_1=f(P_{n+1})$。

式中　δ为一小正数，程序中取$\delta=0.01$。

（4）若$f_2<f_1$，则$a_{n+1}=P_{n+1}$，$b_{n+1}=b_n$，否则$a_{n+1}=a_n$，$b_{n+1}=P'_{n+1}$。此时区间〔a_{n+1}，b_{n+1}〕的长度已小于给定精度ε，该区间内任一点均可作为$f(x)$的极小点，例如可取区间的中点。

（三）框图


给定 x, Δx, ε
求迭代区间 [a,b]
1⇒f₁, 2⇒f, 1⇒n, ·false·⇒ egual
f₁⇒f₂, f⇒f₁
f₁+f₂⇒f, n+1⇒n
f ≤ (b−a)/ε
是
否
a+(f₁/f)(b−a)⇒p₂, f(p₂)⇒ff₂
a+b−p₂⇒p₁, f(p₁)⇒ff₁
f₁⇒f, f₂⇒f₁
f−f₁⇒f₂, n−1⇒n
ff₁ ~ ff₂
<
>
=
egual = ·true·
是
否
p₂⇒b, p₁⇒p₂, ff₁⇒ff₂
a+(f₂/f)(b−a)⇒p₁, f(p₁)⇒ff₁
p₁⇒a, p₂⇒p₁, ff₂⇒ff₁
a+(f₁/f)(b−a)⇒p₂, f(p₂)⇒ff₂
·true·⇒ egual
n > 1
是
否
ff₂ < ff₁
是
否
p₁⇒a, p₂⇒p₁, ff₂⇒ff₁
a+0·5 (1−δ)(b−a)⇒p₂, f(p₂)⇒ff₂
p₂⇒b, p₁⇒p₂, ff₁⇒ff₂
a+0·5 (1−δ)(b−a)⇒p₁, f(p₁)⇒ff₁
ff₂ < ff₁
是
否
p₁⇒a
p₂⇒b
0·5 (a+b)⇒x*
f(x*)⇒f
p₁⇒x*
ff₁⇒f
停

（四）ALGOL 过程及使用说明

1.过程调用形式

FIBSE (X, FVAL, EPS, F);

2.形式参数说明

X　　　实型简变，开始存放选择区间〔a,b〕用的初始点，由过程返回时，存放极小值点。初始点越接近极小点越好。

FVAL　实型简变，开始存放选择区间〔a,b〕用的初始步长，由过程返回时，存放最优的目标函数值。初始步长可取0.1～0.001。

EPS　　实型值参，控制精度，当区间的长度小于 EPS 时，迭代终止。建议取10^{-8}～10^{-6}。

F　　　由使用者提供的计算目标函数的函数过程，其过程说明如下：

```
•REAL••PROCEDURE•F (X);
•VALUE•X; •REAL•X;
〈过程体〉;
```

3.过程及简单注释

```
•PROCEDURE•FIBSE (X,FVAL,EPS,F);
•VALUE•EPS; •REAL•X,EPS,FVAL;
•REAL••PROCEDURE•F;
•BEGIN••REAL•E,FF1,FF2,P1,P2,A,B;
•INTEGER•N,NN,F1,F2,C;
•BOOLEAN•EQUAL;
•SWITCH•SW:=AGA,REPREA,EXIT,L,FINISH;
```

```
E:=F (X);
•IF•F (X+FVAL) •GR•E•THEN•
•BEGIN•P2:=X+FVAL; FVAL:=-FVAL•END•;
L:P1:=X+FVAL; FF1:=F (P1);
•IF•FF1•LQ•E•THEN•
•BEGIN•FVAL:=2*FVAL; P2:=X; X:=P1;
E:=FF1; •GOTO•L•END•;
A:=MIN (P1,P2); B:=MAX (P1,P2);
```

求包含极小点的区间〔a,b〕

```
EQUAL:=•FALSE•;
F1:=N:=1; F2:=2;
E:= (B-A) /EPS;
AGA:•IF•F2•LS•E•THEN•
•BEGIN•N:=N+1; C:=F1; F1:=F2; F2:=C+F2;
•GOTO•AGA
•END•;
```

求迭代次数 N

```
P2: = (F1/F2) * (B-A) +A;
P1: =A+B-P2;                                 开始取两个点，并计算两点处的函数值
FF1: =F (P1); FF2: =F (P2); NN: =2;
↑↑DUMMY (2) ; ↑↑OUTPUTI (1); ↑↑OUTPUTR (A,B,P1,P2,FF1,FF2);
·BEGIN··INTEGER··ARRAY·FIBNO [1:N];
FIBNO [1] : =1; FIBNO [2] : =2;
·FOR·C: =3·STEP·1·UNTIL·N·DO·                     把斐波那契数送数组中
FIBNO [C] : =FIBNO [C-1] +FIBNO[C-2];
REPREA:·IF·FF2·GQ·FF1·THEN·
·BEGIN·B: =P2; P2: =P1;
P1: =B- (FIBNO [N-NN+1]/
FIBNO [N-NN+2]) * (B-A);          以后每次迭代只计算一个新点的函数值，
FF2: =FF1; FF1: =F (P1)           区间依次按比例 FIBNO [N-NN+1]/
·END··ELSE·                       FIBNO [N-NN+2] 缩小
·BEGIN·A: =P1; P1: =P2;           (NN=2, 3, 4,……, N-1)
P2: =A+ (FIBNO [N-NN+1]/
FIBNO [N-NN+2]) * (B-A);
FF1: =FF2; FF2: =F (P2)
·END·;
↑↑DUMMY (2) ; ↑↑OUTPUTI (NN); ↑↑OUTPUTR (A,B,P1,P2,FF1,FF2);
·IF·EQUAL·AND·FF1=FF2·THEN··GOTO·EXIT;     若连续两次迭代都有
EQUAL: =·IF·FF1=FF2·THEN··TRUE··ELSE·      FF1=FF2, 则转标
·FALSE·;                                   号EXIT
NN: =NN+1; ·IF·NN·LS·N·THEN··GOTO·REPREA
·END·;
·IF·FF2·GQ·FF1·THEN·
·BEGIN·B: =P2; P2: =P1; FF2: =FF1;
P1: =A+0.5* (1-0.01) * (B-A); FF1: =F (P1)·END·
·ELSE·
·BEGIN·A: =P1; P1: =P2; FF1: =FF2;
P2: =A+0.5* (1-0.01) * (B-A); FF2: =F (P2) ·END·;
·IF·FF2·GQ·FF1·THEN·B: =P2·ELSE·A: =P1;
X: =0.5* (A+B); FVAL: =F (X); ·GOTO·FINISH;
EXIT:X: =P1; FVAL: =FF1;
FINISH:·END·;
```

4.使用注意事项

执行目标程序前，若按下开关跳 2，则快打输出各次迭代的中间结果：包括迭代次数、迭代区间的两个端点、两试验点及试验点的相应函数值。

5.例题

例1：求 $f(x)=0.5(e^{x}+e^{-x})$ 的极小值。

取初始点X＝1.0，初始步长FVAL＝0.1，EPS＝10^{-6}，计算结果为：

$x=-0.4118849194_{10}-5$,

$f=0.1000000000_{10}+1$。

例2：求 $f(x)=3x^{2}-12x+11$ 的极小值。

取初始点 X＝0.0，初始步长FVAL＝0.01，EPS＝10^{-6}，计算结果为：

$x=0.1999999434_{10}+1$,

$f=-0.1000000000_{10}+1$。

6.例题的计算程序

```
•BEGIN••REAL•X,Y;
•REAL••PROCEDURE•F1 (X);
•VALUE•X; •REAL•X;                              例1目标函数
F1:=0.5* (EXP (X)+EXP (-X));
•REAL••PROCEDURE•F2 (X);
•VALUE•X; •REAL•X;                    例2目标函数
F2:=2*X*X-12*X+11;
•PROCEDURE•FIBSE (X, FVAL, EPS, F); ——分数法过程
•VALUE•EPS; •REAL•X, EPS, FVAL;
•REAL••PROCEDURE•F;
•BEGIN•
  ......        FIBSE过程体
•END•;
X:=1.0; Y:=0.1; FIBSE (X,Y,10-5,F1);       求解例1
DUMMY (1); OUTPUTR (X,Y);
X:=0.0; Y:=0.01; FIBSE (X,Y,10-5,F2);      求解例2
DUMMY (1); OUTPUTR(X,Y)
•END•
```

（本程序由梁庚荣提供）

（五）FORTRAN子程序及使用说明

1.子程序段头形式

SUBROUTINE FIBSE (X, FVAL, EPS, N, DET)

2.哑元说明

X　　实型量，开始存放由使用者提供的选择区间〔a, b〕用的初始点。离开过程时，存放极小值点。

FVAL　实型量，开始存放由使用者提供的选择区间〔a, b〕用的初始步长。离开过程时，存放解得的最优目标函数值。

EPS　控制精度，实型量。当区间的长度小于 EPS 时，迭代终止。