



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

Lingo软件快速入门



第一节 Lingo中的集



第二节 模型的数据部分



第三节 模型的初始部分



第四节 Lingo函数

访问主页

标题页



第 1 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

LINGO是用来求解线性和非线性优化问题的简易工具。LINGO内置了一种建立最优化模型的语言，可以简便地表达大规模问题，利用LINGO高效的求解器可快速求解并分析结果。

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 2 页 共 42 页

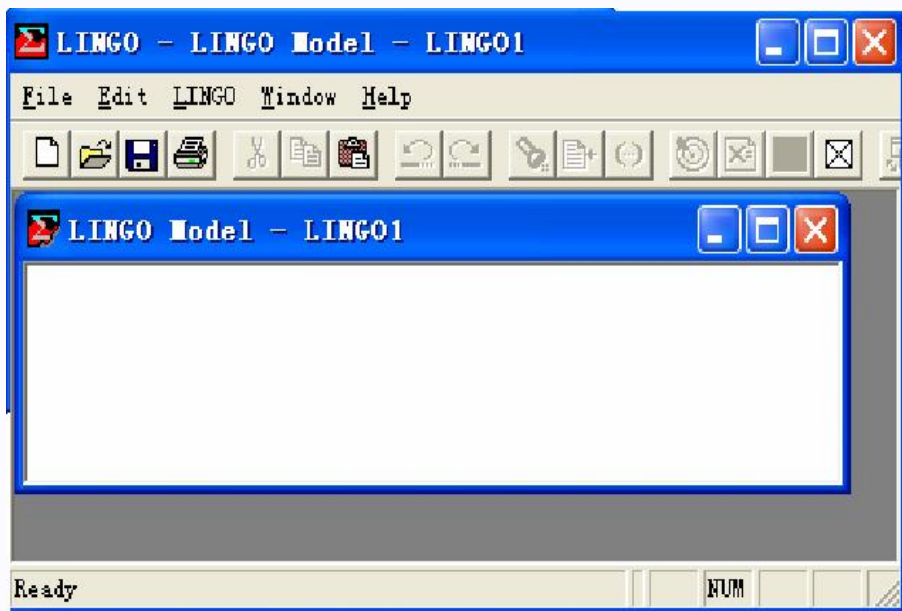
返回

全屏显示

关闭

退出

当你在windows下开始运行LINGO系统时，会得到类似下面的一个窗口：



外层是主框架窗口，包含了所有菜单命令和工具条，其它所有的窗口将被包含在主窗口之下。在主窗口内的标题为LINGO Model -LINGO1的窗口是LINGO的默认模型窗口，建立的模型都要在该窗口内编码实现。



Lingo中的集
模型的数据部分
模型的初始部分
LINGO函数
灵敏度分析

[访问主页](#)

[标题页](#)

[◀](#) [▶](#)

[◀](#) [▶](#)

第 3 页 共 42 页

[返回](#)

[全屏显示](#)

[关闭](#)

[退出](#)

- 例：在LINGO中求解如下的LP问题：

$$\begin{array}{ll}\min & 2x_1 + 3x_2 \\ \text{s.t.} & \\ & x_1 + x_2 \geq 350 \\ & x_1 \geq 100 \\ & 2x_1 + x_2 \leq 600 \\ & x_1, x_2 \geq 0\end{array}$$

在模型窗口中输入如下代码：

model:

min = 2 * *x1* + 3 * *x2*;

x1 + *x2* >= 350;

x1 >= 100;

2 * *x1* + *x2* <= 600;

end



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 4 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀ ▶

◀ ▶

第 5 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

例：使用LINGO软件计算6个发点8个收点的最小费用运输问题。产销单位运价如下表。

销地 产地	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	产量
A ₁	6	2	6	7	4	2	5	9	60
A ₂	4	9	5	3	8	5	8	2	55
A ₃	5	2	1	9	7	4	3	3	51
A ₄	7	6	7	3	9	2	7	1	43
A ₅	2	3	9	5	7	2	6	5	41
A ₆	5	5	2	2	8	1	4	3	52
销量	35	37	22	32	41	32	43	38	

```

model:
!6 发点 8 收点运输问题;
sets:
    warehouses/wh1..wh6/: capacity;
    vendors/v1..v8/: demand;
    links(warehouses,vendors): cost, volume;
endsets
!目标函数;
    min=@sum(links: cost*volume);
!需求约束;
    @for(vendors(J):
        @sum(warehouses(I): volume(I,J))=demand(J));
!产量约束;
    @for(warehouses(I):
        @sum(vendors(J): volume(I,J))<=capacity(I));
!这里是数据;
data:
    capacity=60 55 51 43 41 52;
    demand=35 37 22 32 41 32 43 38;
    cost=6 2 6 7 4 2 9 5
          4 9 5 3 8 5 8 2
          5 2 1 9 7 4 3 3
          7 6 7 3 9 2 7 1
          2 3 9 5 7 2 6 5
          5 5 2 2 8 1 4 3;
enddata
end

```



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 6 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 7 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

1 Lingo中的集

对实际问题建模的时候，总会遇到一群或多群相联系的对象，比如工厂、消费者群体、交通工具和雇工等等。LINGO允许把这些相联系的对象聚合成集（sets）。

集是LINGO建模语言的基础，是程序设计最强有力的基本构件。借助于集，能够用一个单一的、长的、简明的复合公式表示一系列相似的约束，从而可以快速方便地表达规模较大的模型。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀ ▶

◀ ▶

第 8 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

• 什么是集

集是一群相联系的对象，这些对象也称为集的成员。一个集可能是一系列产品、卡车或雇员。每个集成员可能有一个或多个与之有关联的特征，我们把这些特征称为属性。属性值可以预先给定，也可以是未知的，有待于LINGO求解。例如，产品集中的每个产品可以有一个价格属性；卡车集中的每辆卡车可以有一个牵引力属性；雇员集中的每位雇员可以有一个薪水属性，也可以有一个生日属性等等。**LINGO有两种类型的集：原始集和派生集。**

一个原始集是由一些最基本的对象组成的。一个派生集是用一个或多个其它集来定义的，也就是说，它的成员来自于其它已存在的集。

● 原始集的定义

为了定义一个原始集，必须详细声明：

- ① 集的名字
- ② 集的成员(可选)
- ③ 集成员的属性(可选)

定义一个原始集，用下面的语法：

setname[/member list/][: attribute list];

注意：用”[]”表示该部分内容可选。下同，不再赘述。

Setname是你选择的来标记集的名字，最好具有较强的可读性。集名字必须严格符合标准命名规则：以拉丁字母或下划线为首字符，其后由拉丁字母（A-Z）、下划线、阿拉伯数字（0, 1, \dots , 9）组成的总长度不超过32个字符的字符串，且不区分大小写。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 9 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀ ▶

◀ ▶

第 10 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

member list是集成员列表。如果集成员放在集定义中，那么对它们可采取**显式罗列**和**隐式罗列**两种方式。如果集成员不放在集定义中，那么可以在随后的数据部分定义它们。

① 显式罗列：为每个成员输入一个不同的名字，中间用空格或逗号隔开，允许混合使用。

● 例1：定义一个名为students的原始集。

sets:

students/John Jill, Rose Mike/: sex, age;

endsets



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

[访问主页](#)

[标题页](#)

◀

▶

◀

▶

第 11 页 共 42 页

[返回](#)

[全屏显示](#)

[关闭](#)

[退出](#)

② 隐式罗列

setname/member1..memberN/[: attribute list];

这里的member1是集的第一个成员名，memberN是集的最末一个成员名。

LINGO将自动产生中间的所有成员名。LINGO也接受一些特定的首成员名和末成员名，用于创建一些特殊的集。

隐式成员列表格式	示例	所产生集成员
1..n	1..5	1, 2, 3, 4, 5
StringM..StringN	Car2..car14	Car2, Car3, Car4, ..., Car14
DayM..DayN	Mon..Fri	Mon, Tue, Wed, Thu, Fri
MonthM..MonthN	Oct..Jan	Oct, Nov, Dec, Jan
MonthYearM..MonthYearN	Oct2001..Jan2002	Oct2001, Nov2001, Dec2001, Jan2002



③ 集成员不放在集定义中，而在随后的数据部分来定义。

```
!集部分;  
sets:  
    students:sex, age;  
endsets  
!数据部分;  
data:  
    students,sex, age= John 1 16  
                        Jill 0 14  
                        Rose 0 17  
                        Mike 1 13;  
enddata
```

Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 12 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

● 派生集的定义

为了定义一个派生集，必须详细声明：

- ① 集的名字
- ② 父集的名字
- ③ 集的成员(可选)
- ④ 集成员的属性(可选)

可用下面的语法定义一个派生集：

setname(parent set list)[/member list/][: attribute list];

parent set list是已定义的集的列表，多个时必须用逗号隔开。
如果没有指定成员列表，那么LINGO会自动创建父集成员的所有组合作为派生集的成员。派生集的父集既可以是原始集，也可以是其它的派生集。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 13 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

● 例2

sets:

product/A B/;

machine/M N/;

week/1..2/;

allowed(product,machine,week):x;

endsets

成员列表被忽略时，派生集成员由父集成员所有的组合构成，这样的派生集成为稠密集。如果限制派生集的成员，使它成为父集成员所有组合构成的集合的一个子集，这样的派生集成为稀疏集。同原始集一样，派生集成员的声明也可以放在数据部分。一个派生集的成员列表有两种方式生成：①显式罗列；②设置成员资格过滤器。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀ ▶

◀ ▶

第 14 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 15 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

在处理模型的数据时，需要为集指派一些成员，并且在LINGO求解模型之前为集的某些属性指定值。为此，LINGO为用户提供了两个可选部分：输入集成员和数据的数据部分（Data Section）和为决策变量设置初始值的初始部分（Init Section）。

2

模型的数据部分

数据部分以关键字" data:" 开始, 以关键字" enddata" 结束。在这里, 可以指定集成员、集的属性。其语法如下:

$$\text{object list} = \text{value list};$$

对象列 (object list) 包含要指定值的属性名、要设置集成员的集名, 用逗号或空格隔开。一个对象列中至多有一个集名, 而属性名可以有任意多。如果对象列中有多个属性名, 那么它们的类型必须一致。如果对象列中有一个集名, 那么对象列中所有的属性的类型就是这个集。

数值列 (value list) 包含要分配给对象列中的对象的值, 用逗号或空格隔开。注意属性值的个数必须等于集成员的个数。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 16 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 17 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

● 例3

sets:

set1/A,B,C/: X,Y;

endsets

data:

X=1,2,3;

Y=4,5,6;

enddata

在集set1中定义了两个属性X和Y。X的三个值是1、2和3，Y的三个值是4、5和6，也可采用如下例4中的复合数据声明（data statement）实现同样的功能。

● 例4

sets:

set1/A,B,C/: X,Y;

endsets

data:

X,Y=1 4

2 5

3 6;

enddata



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 18 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 19 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

- 定义参数

data:

interestrate = .085;

enddata

data:

interestrate,inflationrate = .085 .03;

enddata

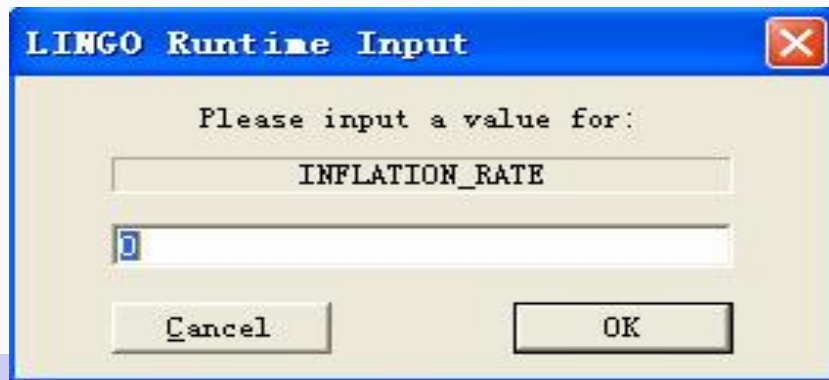
• 实时数据处理

在某些情况，对于模型中的某些数据并不是定值。譬如模型中有一个通货膨胀率的参数，我们想在2%至6%范围内，对不同的值求解模型，来观察模型的结果对通货膨胀的依赖有多么敏感。我们把这种情况称为实时数据处理。LINGO有一个特征可方便地做到这件事—在本该放数的地方输入一个问号(?)。

data:

interestrate,inflationrate = .085 ?;

enddata



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 20 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

- 指定属性为一个值

sets:

days /MO,TU,WE,TH,FR,SA,SU/:needs;

endsets

data:

needs = 20;

enddata

访问主页

标题页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 21 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

- 数据部分的未知数值

sets:

years/1..5/: capacity;

endsets

data:

capacity = ,34,20,,;

enddata



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀◀

▶▶

◀

▶

第 22 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 23 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

3 模型的初始部分

对实际问题的建模时，初始部分并不起到描述模型的作用，在初始部分输入的值仅被LINGO求解器当作初始点来用，并且仅仅对非线性模型有用。和数据部分指定变量的值不同，LINGO求解器可以自由改变初始部分初始化的变量的值。

一个初始部分以"init:"开始，以"endinit"结束。初始部分的初始声明规则和数据部分的数据声明规则相同。也就是说，我们可以在声明的左边同时初始化多个集属性，可以把集属性初始化为一个值，可以用问号实现实时数据处理，还可以用逗号指定未知数值。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页



第 24 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

• 例5

init:

$X, Y = 0, .1;$

endinit

$Y = @log(X);$

$X^2 + Y^2 \leq 1;$

好的初始点会减少模型的求解时间。

4 | LINGO函数

LINGO有9种类型的函数：

1. 基本运算符：包括算术运算符、逻辑运算符和关系运算符
2. 数学函数：三角函数和常规的数学函数
3. 金融函数：LINGO提供的两种金融函数
4. 概率函数：LINGO提供了大量概率相关的函数
5. 变量界定函数：这类函数用来定义变量的取值范围
6. 集操作函数：这类函数为对集的操作提供帮助
7. 集循环函数：遍历集的元素，执行一定的操作的函数
8. 数据输入输出函数：这类函数允许模型和外部数据源相联系，进行数据的输入输出
9. 辅助函数：各种杂类函数



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 25 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页



第 26 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

● 基本运算符

① 算术运算符

高 - (取反)

^

* /

低 + -

② 逻辑运算符

高 #not#

#eq# #ne# #gt# #ge# #lt# #le#

低 #and# #or#

③ 关系运算符

<= >= =

● 数学运算符

@ $abs(x)$: 返回 x 的绝对值

@ $\sin(x)$: 返回 x 的正弦值, x 采用弧度制

@ $\cos(x)$: 返回 x 的余弦值

@ $\tan(x)$: 返回 x 的正切值

@ $\exp(x)$: 返回常数 e 的 x 次方

@ $\log(x)$: 返回 x 的自然对数

@ $\lgm(x)$: 返回 x 的gamma函数的自然对数

@ $\text{sign}(x)$: 如果 $x < 0$ 返回-1; 否则, 返回1

@ $\text{floor}(x)$: 返回 x 的整数部分。当 $x \geq 0$ 时, 返回不超过 x 的最大整数; 当 $x < 0$ 时, 返回不低于 x 的最大整数。

@ $\text{smax}(x_1, x_2, \dots, x_n)$: 返回 x_1, x_2, \dots, x_n 中的最大值

@ $\text{smmin}(x_1, x_2, \dots, x_n)$: 返回 x_1, x_2, \dots, x_n 中的最小值



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 27 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀▶

◀▶

第 28 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

● 变量界定函数

变量界定函数实现对变量取值范围的附加限制，共4种：

$@bin(x)$ ：限制 x 为0或1

$@bnd(L, x, U)$ ：限制 $L \leq x \leq U$

$@free(x)$ ：取消对变量 x 的默认下界为0的限制，即 x 可以取任意实数

$@gin(x)$ ：限制 x 为整数

在默认情况下，LINGO规定变量是非负的，也就是说下界为0，上界为 $+\infty$ 。 $@free$ 取消了默认的下界为0的限制，使变量也可以取负值。 $@bnd$ 用于设定一个变量的上下界，它也可以取消默认下界为0的约束。

● 集循环函数

集循环函数遍历整个集进行操作。其语法为

$\text{@function}(\text{setname}[(\text{set index list})[|\text{conditional qualifier}|] : \text{expression list});$

@function 相应于下面罗列的四个集循环函数之一； setname 是要遍历的集； set index list 是集索引列表； $\text{conditional qualifier}$ 是用来限制集循环函数的范围，当集循环函数遍历集的每个成员时，LINGO都要对 $\text{conditional qualifier}$ 进行评价，若结果为真，则对该成员执行 @function 操作，否则跳过，继续执行下一次循环。 expression list 是被应用到每个集成员的表达式列表，当用的是 @for 函数时， expression list 可以包含多个表达式，其间用逗号隔开。



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 29 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 30 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

① @for

该函数用来产生对集成员的约束。基于建模语言的标量需要显式输入每个约束，不过@for函数允许只输入一个约束，然后LINGO自动产生每个集成员的约束。

- 例6：产生序列{1,4,9,16,25}。

model:

sets:

number/1..5/:x;

endsets

@for(number(I) : $x(I) = I * I$);

end

② @sum

该函数返回遍历指定的集成员的一个表达式的和。

- 例7：求向量[5, 1, 3, 4, 6, 10]前5个数的和。

model:

data:

N=6;

enddata

sets:

number/1..N/:x;

endsets

data:

x = 5 1 3 4 6 10;

enddata

s = @sum(number(I)|I#le#5 : x);

end



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 31 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出

③ @min和@max

返回指定的集成员的一个表达式的最小值或最大值。

- 例8：向量[5, 1, 3, 4, 6, 10]前5个数的最小值，后3个数的最大值。

model:

data:

N=6;

enddata

sets:

number/1..N/:x;

endsets

data:

x = 5 1 3 4 6 10;

enddata

$minv = @min(number(I)|I\#le\#5 : x);$

$maxv = @max(number(I)|I\#ge\#N - 2 : x);$

end



Lingo中的集

模型的数据部分

模型的初始部分

LINGO函数

灵敏度分析

访问主页

标题页

◀

▶

◀

▶

第 32 页 共 42 页

返回

全屏显示

关闭

退出