数学建模综合实践实验报告

**实验名称** 数学建模综合实践—优化建模及软件求解

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **成员序号** | **专业班级** | | | **学号** | | **姓名** | | **序号** | **评分** |
| **1** | 信息2202 | | | 220221100327 | | 徐梓乔 | | 88 |  |
| **2** | 信息2202 | | | 220221100314 | | 罗嘉宝 | | 75 |  |
| **3** | 信息2202 | | | 220221100316 | | 庞云涵 | | 77 |  |
| **任课教师** | | 刘敬刚 | **实验地点** | | 数学实验中心 | | **综合评分** | |  |
| 一、实验目的   1. 通过学习参考文献及相关资料，掌握最优化问题的数学模型； 2. 通过学习参考文献及相关资料，掌握用lingo求解优化问题； 3. 运用优化建模和求解软件(lingo、matlab等软件均可)解决实际问题。   二、实验要求和结果  **1. （线性规划模型及灵敏度分析）**建立模型并借助软件求解和分析  某工厂用甲，乙两种原料生产A,B,C,D 四种产品，每种产品的利润、现有原料数量及每种产品消耗原料定额如表1-1所示，  表1-1   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 每万件产品所耗原料（千克） | A | B | C | D | 现有原料（千克） | | 甲 | 3 | 2 | 10 | 4 | 18 | | 乙 | 0 | 0 | 2 | 2.5 | 3 | | 每万件产品利润（万元） | 9 | 8 | 50 | 19 |  |   问题：  （1）怎样组织生产才能使总利润最大？  （2）如果产品A的利润有波动，波动范围应限制在什么范围内，才能使得原生产计划不变？  （3）若原料甲的数量发生变化，在什么范围内变化时才能使得原**最优基**不变？  （4）若工厂引进新产品E， 已知生产1万件E消耗原料甲3千克，材料乙1千克，问E的利润为至少为多少时，投资才有利？  （1）设A有万件，B有万件，C有万件，D有万件，则有如下问题：    采用lingo软件求解，代码为：  Max = 9\*x1 + 8\*x2 + 50\*x3 + 19\*x4;  3\*x1 + 2\*x2 + 3\*x3 + 4\*x4 <= 18;  2\*x3 + 2.5\*x4 <= 3;  结果：      所以生产AD零件，BC各1.5万件，最大利润为87万元  （2）（3）均为灵敏度分析，我们采用lingo软件自带的参数range调控来解决：      易知A利润在12万元以下时，原生产计划不变；甲的数量为15千克以上时，最优基不变。  （4）对于第四题，我们采取增加变量（即E），并假设其初始利润为1万元/万件，  代码如下：  Max = 9\*x1 + 8\*x2 + 50\*x3 + 19\*x4 + x5;  3\*x1 + 2\*x2 + 10\*x3 + 4\*x4 + 3\*x5 <= 18;  2\*x3 + 2.5\*x4 + x5 <= 3;  然后继续使用lingo中的参数range调控：    所以的利润为17万元/万件的时候才有利。  **2. （运输问题）**建立模型并借助软件求解  使用LINGO软件计算6个产地8个销售地的最小费用运输问题。产销单位运价如表2-1所示。  表2-1 运价表   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 单位运价 销地  产地 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | 产量 | | A1 | 6 | 2 | 7 | 7 | 4 | 2 | 5 | 9 | 60 | | A2 | 4 | 9 | 5 | 3 | 8 | 5 | 8 | 2 | 55 | | A3 | 5 | 2 | 1 | 9 | 7 | 4 | 3 | 3 | 51 | | A4 | 7 | 6 | 7 | 3 | 9 | 2 | 7 | 1 | 43 | | A5 | 2 | 3 | 9 | 5 | 7 | 2 | 6 | 5 | 41 | | A6 | 5 | 5 | 2 | 2 | 8 | 1 | 4 | 3 | 52 | | 销量 | 35 | 37 | 22 | 32 | 41 | 32 | 43 | 38 |  |   由题易得总产量大于总销量，所以建立如下模型：    代码如下：  model:  sets:  num/1..8/:A1, A2, A3, A4, A5, A6,B1,B2,B3,B4,B5,B6;  endsets  data:  B1=6, 2, 7, 7, 4, 2, 5, 9;  B2=4, 9, 5, 3, 8, 5, 8, 2;  B3=5, 2, 1, 9, 7, 4, 3, 3;  B4=7, 6, 7, 3, 9, 2, 7, 1;  B5=2, 3, 9, 5, 7, 2, 6, 5;  B6=5, 5, 2, 2, 8, 1, 4, 3;  enddata;  min=@sum(num(i):A1(i)\*B1(i) + A2(i)\*B2(i) + A3(i)\*B3(i) + A4(i)\*B4(i) + A5(i)\*B5(i) + A6(i)\*B6(i));  A1(1) + A1(2) + A1(3) + A1(4) + A1(5) + A1(6) + A1(7) + A1(8) <= 60;  A2(1) + A2(2) + A2(3) + A2(4) + A2(5) + A2(6) + A2(7) + A2(8) <= 55;  A3(1) + A3(2) + A3(3) + A3(4) + A3(5) + A3(6) + A3(7) + A3(8) <= 51;  A4(1) + A4(2) + A4(3) + A4(4) + A4(5) + A4(6) + A4(7) + A4(8) <= 43;  A5(1) + A5(2) + A5(3) + A5(4) + A5(5) + A5(6) + A5(7) + A5(8) <= 41;  A6(1) + A6(2) + A6(3) + A6(4) + A6(5) + A6(6) + A6(7) + A6(8) <= 52;  A1(1) + A2(1) + A3(1) + A4(1) + A5(1) + A6(1) = 35;  A1(2) + A2(2) + A3(2) + A4(2) + A5(2) + A6(2) = 37;  A1(3) + A2(3) + A3(3) + A4(3) + A5(3) + A6(3) = 22;  A1(4) + A2(4) + A3(4) + A4(4) + A5(4) + A6(4) = 32;  A1(5) + A2(5) + A3(5) + A4(5) + A5(5) + A6(5) = 41;  A1(6) + A2(6) + A3(6) + A4(6) + A5(6) + A6(6) = 32;  A1(7) + A2(7) + A3(7) + A4(7) + A5(7) + A6(7) = 43;  A1(8) + A2(8) + A3(8) + A4(8) + A5(8) + A6(8) = 38;  end  使用lingo运行的结果：    故最后整理出的结果为：   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 运量 销地  产地 | B1 | B2 | B3 | B4 | B5 | B6 | B7 | B8 | | A1 | 0 | 19 | 0 | 0 | 41 | 0 | 0 | 0 | | A2 | 1 | 0 | 0 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | | A3 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | | A4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 38 | | A5 | 34 | 7 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | | A6 | 0 | 0 | 22 | 0 | 0 | 27 | 3 | 0 |   最优解算出为：664  **3. （整数规划）**建立模型并借助软件求解  一家超市公司准备在某市建立两个分店，向7个区的居民经营，每个区的居民人数（单位：千人）已经表示在图3-1上。每个分店只能向本区和一个相邻区的居民经营，这两个分店应该建在何处，才能使所能供应的居民数量最大？    图3-1 居民区位置示意图  问题分析：  将居民人数为38，71，66，51，49，32，24千人的小区分别标记为1,2,3,4,5,6,7号小区  设X\_ij为7\*7的矩阵，X\_ij取值为0或1，表示超市供应了i个小区和j小区(i<j)，即可能取1的X值有X\_12,X\_13,X\_14,X\_24,X\_34,X\_35,X\_45,X\_46,X\_56,X\_57,X\_67  目标：使供应居民数量最大  条件：只有两个超市且超市仅供应本区和一个相邻区  故而可建立模型：    代码：  model:  sets:  g /1..7/:a;  coo(g,g):x;  endsets  max = 109\*x(1,2)+104\*x(1,3)+89\*x(1,4  )+122\*x(2,4)+117\*x(3,4)+115\*x(3,5)+100\*x(4,5)  +83\*x(4,6)+81\*x(5,6)+73\*x(5,7)+56\*x(6,7);  @for(coo(i,j):@bin(x(i,j)));  x(1,2)+x(1,3)+x(1,4)+x(2,4)+x(3,4)+x(3,5)+  x(4,5)+x(4,6)+x(5,6)+x(5,7)+x(6,7)=2;  x(1,2)+x(1,3)+x(1,4)<=1;  x(1,2)+x(2,4)<=1;  x(1,3)+x(3,4)+x(3,5)<=1;  x(1,4)+x(2,4)+x(3,4)+x(4,5)+x(4,6)<=1;  x(3,5)+x(4,5)+x(5,6)+x(5,7)<=1;  x(4,6)+x(5,6)+x(6,7)<=1;  x(5,7)+x(6,7)<=1;  end  输出如下：      所以超市供应2、3、4、5小区居民时，能使所能供应的居民数量最大，可供应237000人。  且有如下三种解决方案：  1.超市设在2 3小区，分别供应2 4，3 5小区  2.超市设在4 3小区，分别供应2 4，3 5小区  3.超市设在4 5小区，分别供应2 4，3 5小区  4. **（整数规划）**建立模型并借助软件求解  某医院决策层正在开会研究制订急诊病区的一昼夜护士值班安排计划。在会议上，护理部主任提交了一份该病区一昼夜24h各时段护士的最少需求人数的报告，如表4**-1**所示。  表4-1各时段护士的最小需求人数   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序号 | 时段 | 最少需求人数 | | 1 | 02:00 ~ 06:00 | 10 | | 2 | 06:00~ 10:00 | 15 | | 3 | 10:00~ 14:00 | 25 | | 4 | 14:00 ~ 18:00 | 20 | | 5 | 18:00 ~ 22:00 | 18 | | 6 | 22:00 ~ 02:00 | 12 |   护士们分别在表中所示的各时段开始时上班并连续工作8h。现在医院决策层面临的问题是:  (1) 应如何安排各个时段开始时上班的护士数，才能满足值班的需要且使护士的总人数最少。  (2) 在会议做出安排之前，护理部又提出一个问题：目前全院在编的正式护士只有50人，  工资定额为20元/h；如果所需护士总人数超过50人，那么必须以25元/h的较高薪酬外聘合  同护士。另外，对于轮班6(22:00~02:00)开始上班的护士，医院提供夜间加餐补贴，在编护  士每人每班20元，外聘护士每人每班25元。出现这种情况又该如何安排班次？医院的最少  支出是多少？  (3) 护理部后来又提出，最好在深夜2点(02:00)的时候避免交班，这样又该如何安排班  次？医院的成本变化是多少？  （1）本题为典型的整数规划问题，设每个时段开始上班的人数为，则建立如下模型：    Lingo代码如下：  model:  sets:  num/1..6/:x;  endsets  min = @sum(num(i):x(i));  x(6) + x(1)>=10;  x(1) + x(2)>=15;  x(2) + x(3)>=25;  x(3) + x(4)>=20;  x(4) + x(5)>=18;  x(5) + x(6)>=12;  @for(num(i):@gin(x(i)));  end  运行结果：      即从2:00开始上班的人数为10人，从6:00开始上班的人数为5人，从10:00开始上班的人数为20人，从14:00开始上班的人数为6人，从18:00开始上班的人数为12人，从22:00开始上班的人数为0人，所用护士总人数最少为53人。  （2）再加入每个时段开始上班的外聘护士为即可，模型如下：    代码：  model:  sets:  num/1..6/:x,y,t,p;  endsets  data:  t=160 160 160 160 160 180;  p=200 200 200 200 200 225;  enddata;  min = @sum(num(i):t(i)\*x(i)+p(i)\*y(i));  x(1) + x(2) + x(3) + x(4) + x(5) + x(6)=50;  x(6) + x(1) + y(6) + y(1)>=10;  x(1) + x(2) + y(1) + y(2)>=15;  x(2) + x(3) + y(2) + y(3)>=25;  x(3) + x(4) + y(3) + y(4)>=20;  x(4) + x(5) + y(4) + y(5)>=18;  x(5) + x(6) + y(5) + y(6)>=12;  @for(num(i):@gin(x(i)));  @for(num(i):@gin(y(i)));  end  运行结果：      即对于原有的50人：从2:00开始上班的人数为7人，从6:00开始上班的人数为11人，从10:00开始上班的人数为14人，从14:00开始上班的人数为6人，从18:00开始上班的人数为12人，从22:00开始上班的人数为0人，对于外聘的三人都安排从2:00开始上班，最少费用为8600元。  （3）即和均为0，代码如下：  model:  sets:  num/1..6/:x,y,t,p;  endsets  data:  t=160 160 160 160 160 180;  p=200 200 200 200 200 225;  enddata;  min = @sum(num(i):t(i)\*x(i)+p(i)\*y(i));  x(1) + y(1) = 0;  x(1) + x(2) + x(3) + x(4) + x(5) + x(6)=50;  x(6) + x(1) + y(6) + y(1)>=10;  x(1) + x(2) + y(1) + y(2)>=15;  x(2) + x(3) + y(2) + y(3)>=25;  x(3) + x(4) + y(3) + y(4)>=20;  x(4) + x(5) + y(4) + y(5)>=18;  x(5) + x(6) + y(5) + y(6)>=12;  @for(num(i):@gin(x(i)));  @for(num(i):@gin(y(i)));  end  运行结果：      即对于原有的50人：从2:00开始上班的人数为0人，从6:00开始上班的人数为12人，从10:00开始上班的人数为10人，从14:00开始上班的人数为10人，从18:00开始上班的人数为8人，从22:00开始上班的人数为10人，对于外聘的三人都安排从6:00开始上班，最少费用为8800元。  5. **（线性目标规划）**建立模型并借助软件求解  某公司需要招收3类不同专业的人员到该公司设在东海市和南江市的两个地区分部工作。这两个地区分部对不同专业的需求人数如表6-1所示。对应聘人员情况进行统计后，公司将其分成6个类别，表6-2列出了每个类别人员能胜任的专业，希望优先安排的专业以及优先去工作的城市。公司对人员安排按以下3个优先级考虑：  P1：所有需要的3类专业人员均得到满足;  P2：招收人员中有8000人满足其优先考虑的专业;  P3：招收人员中有8000人满足其优先考虑的城市。  试据此建立目标规划的数学模型并求解。  表5-1需求人员数据   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 分部地点 | 专业 | 需求人数 | | 东海市 | 1 | 1000 | | 2 | 2000 | | 3 | 1500 | | 南江市 | 1 | 2000 | | 2 | 1000 | | 3 | 1000 |   表5-2 应聘人员分类统计数据   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 类别 | 人数 | 能胜任的专业 | 优先考虑专业 | 优先考虑的城市 | | 1 | 1500 | 1,2 | 1 | 东海 | | 2 | 1500 | 2,3 | 2 | 东海 | | 3 | 1500 | 1,3 | 1 | 南江 | | 4 | 1500 | 1,3 | 3 | 南江 | | 5 | 1500 | 2,3 | 3 | 东海 | | 6 | 1500 | 3 | 3 | 南江 |   建立如下模型：    代码：  1. model:  min = d1\_ + d2\_ + d3\_ + d4\_ + d5\_ + d6\_;  x11 + x21 + x41 + x51 <= 1500;  x22 + x32 + x52 + x62 <= 1500;  x13 + x33 + x43 + x63 <= 1500;  x14 + x34 + x44 + x64 <= 1500;  x25 + x35 + x55 + x65 <= 1500;  x36 + x66 <= 1500;  x11 + x13 + x14 + d1\_ - d1 = 1000;  x21 + x22 + x25 + d2\_ - d2 = 2000;  x32 + x33 + x34 + x35 + x36 + d3\_ - d3 = 1500;  x41 + x43 + x44 + d4\_ - d4 = 2000;  x51 + x52 + x55 + d5\_ - d5 = 1000;  x62 + x63 + x64 + x65 + x66 + d6\_ - d6 = 1000;  @gin(x11);@gin(x13);@gin(x14);  @gin(x21);@gin(x22);@gin(x25);  @gin(x32);@gin(x33);@gin(x34);@gin(x35);@gin(x36);  @gin(x41);@gin(x43);@gin(x44);  @gin(x51);@gin(x52);@gin(x55);  @gin(x62);@gin(x63);@gin(x64);@gin(x65);@gin(x66);  end  输出结果：    所以第一优先级可以满足  2. model:  min = d7\_;  x11 + x21 + x41 + x51 <= 1500;  x22 + x32 + x52 + x62 <= 1500;  x13 + x33 + x43 + x63 <= 1500;  x14 + x34 + x44 + x64 <= 1500;  x25 + x35 + x55 + x65 <= 1500;  x36 + x66 <= 1500;  x11 + x13 + x14 + d1\_ - d1 = 1000;  x21 + x22 + x25 + d2\_ - d2 = 2000;  x32 + x33 + x34 + x35 + x36 + d3\_ - d3 = 1500;  x41 + x43 + x44 + d4\_ - d4 = 2000;  x51 + x52 + x55 + d5\_ - d5 = 1000;  x62 + x63 + x64 + x65 + x66 + d6\_ - d6 = 1000;  x11 + x41 + x22 + x52 + x13 + x43 + x34 + x64 +  x35 + x65 +x36 + x66 + d7\_ - d7 = 8000;  d1\_ = 0;d2\_ = 0;d3\_ = 0;d4\_ = 0;d5\_ = 0;d6\_ = 0;  @gin(x11);@gin(x13);@gin(x14);  @gin(x21);@gin(x22);@gin(x25);  @gin(x32);@gin(x33);@gin(x34);@gin(x35);@gin(x36);  @gin(x41);@gin(x43);@gin(x44);  @gin(x51);@gin(x52);@gin(x55);  @gin(x62);@gin(x63);@gin(x64);@gin(x65);@gin(x66);  End  输出结果：    所以第二优先级不能满足，差了500人。  3. model:  min = d8\_;  x11 + x21 + x41 + x51 <= 1500;  x22 + x32 + x52 + x62 <= 1500;  x13 + x33 + x43 + x63 <= 1500;  x14 + x34 + x44 + x64 <= 1500;  x25 + x35 + x55 + x65 <= 1500;  x36 + x66 <= 1500;  x11 + x13 + x14 + d1\_ - d1 = 1000;  x21 + x22 + x25 + d2\_ - d2 = 2000;  x32 + x33 + x34 + x35 + x36 + d3\_ - d3 = 1500;  x41 + x43 + x44 + d4\_ - d4 = 2000;  x51 + x52 + x55 + d5\_ - d5 = 1000;  x62 + x63 + x64 + x65 + x66 + d6\_ - d6 = 1000;  x11 + x41 + x22 + x52 + x13 + x43 + x34 + x64 + x35 + x65 +  x36 + x66 + d7\_ - d7 = 8000;  x11 + x21 + +x22 + x32 + x43 + x63 + x44 + x64 + x25 + x35 +  x66 + d8\_ - d8 = 8000;  d1\_ = 0;d2\_ = 0;d3\_ = 0;d4\_ = 0;d5\_ = 0;d6\_ = 0;d7\_ = 500;  @gin(x11);@gin(x13);@gin(x14);  @gin(x21);@gin(x22);@gin(x25);  @gin(x32);@gin(x33);@gin(x34);@gin(x35);@gin(x36);  @gin(x41);@gin(x43);@gin(x44);  @gin(x51);@gin(x52);@gin(x55);  @gin(x62);@gin(x63);@gin(x64);@gin(x65);@gin(x66);  End  运行结果：    所以第三优先级不能满足，差了2000人  综上，所有需要的3类专业人员均可以得到满足;但是招收人员中只有7500人（少了500）满足其优先考虑的专业;且招收人员中只有6000人（少2000人）满足其优先考虑的城市。  6. **(设备更新问题)**某企业使用1台设备，在每年年初，企业领导部门就要决定是购置新的，还是继续使用旧的。若购置新设备，就要支付一定的购置费用；若继续使用旧设备，则需支付更多的维修费用。现在的问题是如何制定一个几年之内的设备更新计划，使得总的支付费用最少。用一个5年之内要更新某种设备的计划为例，已知该种设备在各年年初的价格如**表6-1**所示，还已知使用不同时间(年)的设备所需要的维修费用如**表6-2**所示，如何制定设备更新计划，使得总支付费用最少?  表6-1 设备价格表   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 第1年 | 第2年 | 第3年 | 第4年 | 第5年 | | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 |   表6-2 设备维修费用表   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 使用年限/年 | 0~1 | 1~2 | 2~3 | 3~4 | 4~5 | | 维修费用/万元 | 4 | 5 | 7 | 10 | 17 |   模型建立与求解：  令:  表示第i年初购买一台新设备;  表示第i年初购买一新设备一直使用到第j-1年底;  表示第i年年初的购买费以及使用到第j-1年底的维修费之和;  问题转化为从到的最短路问题。  有以下路径：  p(1,2)=15;p(1,3)=20;p(1,4)=27;p(1,5)=37;p(1,6)=54;  p(2,3)=15;p(2,4)=20;p(2,5)=27;p(2,6)=37;  p(3,4)=16;p(3,5)=21;p(3,6)=28;  p(4,5)=16;p(4,6)=21;  p(5,6)=17;  代码：  model:  sets:  nodes/a1,a2,a3,a4,a5,a6/;  lines(nodes,nodes)/  a1,a2 a1,a3 a1,a4 a1,a5 a1,a6 a2,a3 a2,a4 a2,a5  a2,a6 a3,a4 a3,a5 a3,a6 a4,a5 a4,a6 a5,a6/:p,x;  endsets  data:  p=15 20 27 37 54 15 20 27  37 16 21 28 16 21 17;  enddata  n=@size(nodes);  min=@sum(lines:p\*x);  @for(nodes(i)|i#ne#1#and#i#ne#n:  @sum(lines(i,j):x(i,j))=@sum(lines(j,i):x(j,i)));  @sum(lines(i,j)|i#eq#1:x(i,j))=1;  @sum(lines(i,j)|j#eq#6:x(i,j))=1;  运行结果：      可知应该采取：在第一年买完设备后维修到第二年年末，随后第三年年初更换设备，一直维修到第五年年末，总费用为48万元。  7.**（最短路问题）**某电力公司要沿8个居民点架设输电网络，连接8个居民点的道路如图7-1所示，其中表示8个居民点，图中的边表示可架设输电网络的道路，边上的数字为道路的长度，单位为千米。请设计一个输电线路，连通这8个居民点，并使总的输电线路长度最短。    图 7-1 居民点间道路示意图  本题我们采用MATLAB编程，使用Dijkstra算法，参考了《详解MATLAB在最优化计算中的应用》一书，下面是代码部分：  function [r\_path,r\_cost] = dijkstra(pathS, pathE, transmat)  % The Dijkstra's algorithm, Implemented by Yi Wang, 2005  % paths:所求最短路径的起点  % pathE:所求最短路径的终点  % transmat: 图的转移矩阵或者邻接矩阵，应为方阵  if( size(transmat,1) ~= size(transmat,2))  error( 'detect\_cycles:Dijkstra\_SC', ...  'transmat has different width and heights');  end  %初始化:  %noOfNode--图中的顶点数  %parent(i)--节点i的父节点  %distance(i)--从起点paths的最短路径的长度  %queue--图的广度遍历  noOfNode = size(transmat,1);  for i = 1:noOfNode  parent(i)=0;  distance(i)= Inf;  end  queue =[];  %Start from pathS  %  for i=1:noOfNode  if transmat(pathS, i)~=Inf  distance(i) = transmat(pathS,i);  parent(i) = pathS;  queue = [queue i];  end  end  %对图进行广度遍历  while length(queue) ~= 0  hopS = queue(1);  queue = queue(2:end);  for hopE = 1:noOfNode  if distance(hopE) > distance (hopS) + transmat (hopS ,hopE)  distance (hopE) = distance(hopS) + transmat (hopS,hopE);  parent(hopE) = hopS;  queue = [queue hopE];  end  end  end  %回溯进行最短路径的查找  r\_path = [pathE];  i = parent(pathE);  while i~=pathS && i~=0  r\_path = [i r\_path];  i = parent(i);  end  if i==pathS  r\_path = [i r\_path];  else  r\_path =[]  end  %返回最短路径的权和  r\_cost = distance(pathE);  运行结果：        最终选择的路径为：  V6  V2  V1  V7  V5  V3  V8  V4  得出总长度最短为23。  8.**（最小费用最大流问题）**将3个天然气田的天然气输送到2个地区，中途有2个加压站，天然气管线如图8-1所示。输气管道单位时间的最大通过量及单位流量的费用标在弧旁。求:  (1) 流量为22的最小费用；  (2) 网络的最小费用最大流。    图8-1 天然气管线网络图  （1）虚拟设定一个起始点a，一个终点c，以此建立模型带入数据，得到题解。  代码：  model:  sets:  nodes/a,a1,a2,a3,b1,b2,c1,c2,c/;  arcs(nodes,nodes)  /a,a1 a,a2 a,a3 a1,b1 a2,b1 a2,b2 a3,b2 b1,b2 b1,c1 b1,c2 b2,c1 b2,c2 c1,c c2,c /:c,b,f;  endsets  data:  c=4 15 8 4 8 7 8 5 10 3 4 15 14 18;  b=0 0 0 6 5 7 10 4 7 3 5 6 0 0;  enddata  flow=22;  min=@sum(arcs:b\*f);  @for(nodes(i)|i#ne#1#and#i#ne#@size(nodes):  @sum(arcs(i,j):f(i,j))-@sum(arcs(j,i):f(j,i))=0);  @sum(arcs(i,j)|i#eq#1:f(i,j))=flow;  @for(arcs:@bnd(0,f,c));  End    由结果显示可知，最小费用为271。  （2）第一步：先求最大流量，  代码：  model:  sets:  nodes/a,a1,a2,a3,b1,b2,c1,c2,c/;  arcs(nodes,nodes)  /a,a1 a,a2 a,a3 a1,b1 a2,b1 a2,b2 a3,b2 b1,b2 b1,c1 b1,c2 b2,c1 b2,c2 c1,c c2,c /:c,b,f;  endsets  data:  !d=27 0 0 0 0 0 0 0 -27;  c=4 15 8 4 8 7 8 5 10 3 4 15 14 18;  b=0 0 0 6 5 7 10 4 7 3 5 6 0 0;  enddata  max=flow;  !min=@sum(arcs:b\*f);  @for(nodes(i)|i#ne#1#and#i#ne#@size(nodes):  @sum(arcs(i,j):f(i,j))-@sum(arcs(j,i):f(j,i))=0);  @sum(arcs(i,j)|i#eq#1:f(i,j))=flow;  @for(arcs:@bnd(0,f,c));  End  输出结果：    第二步在已知最大流量基础上求最小费用  代码：  model:  sets:  nodes/a,a1,a2,a3,b1,b2,c1,c2,c/:d;  arcs(nodes,nodes)  /a,a1 a,a2 a,a3 a1,b1 a2,b1 a2,b2 a3,b2 b1,b2 b1,c1 b1,c2 b2,c1 b2,c2 c1,c c2,c /:c,b,f;  endsets  data:  d=27 0 0 0 0 0 0 0 -27;  c=4 15 8 4 8 7 8 5 10 3 4 15 14 18;  b=0 0 0 6 5 7 10 4 7 3 5 6 0 0;  enddata  min=@sum(arcs:b\*f);  @for(nodes(i)|i#ne#1#and#i#ne#@size(nodes):  @sum(arcs(i,j):f(i,j))-@sum(arcs(j,i):f(j,i))=d(i));  @sum(arcs(i,j)|i#eq#1:f(i,j))=d(1);  @for(arcs:@bnd(0,f,c));  End  输出结果如下：    综上:最大流量为27  最小费用为351  9. 选做全国大学生数学建模竞赛与优化建模有关的赛题（不限于下面列出的这些赛题）**，并撰写数学建模论文，论文包含摘要、关键词、问题重述、模型假设、模型建立、模型求解、结果分析、模型评价等内容，论文附录部分要给出所有程序源代码。**  （1）2000B 钢管订购和运输问题—二次规划  （2）2001B 公交车优化调度  （3）2001C 基金使用的最优策略-----线性规划  （4）2002B 彩票中的数学  （5）2003B 露天矿生产的车辆安排问题  （6）2004A 奥运会临时超市网点设计问题  （7）2004D 公务员招聘工作中录用方案—多目标规划  （8）2005B DVD在线租赁  （9）2006A 出版社的资源配置问题  （10）2007A 乘公交，看奥运  （11）2008B 高等教育学费探讨  （12）2009B眼科病床的合理安排  （13）2015B“互联网+”时代的出租车资源配置  （14）2017B “拍照赚钱”的任务定价  全国大学生数学建模竞赛官网：[www.mcm.edu.cn](http://www.mcm.edu.cn)  第九题我们组选择2019年的A题：高压燃油控制问题，附在另一份提交的pdf中。  **参考文献：**  [1] 司守奎，孙玺菁. LINGO软件及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2017.  [2] 谢金星,薛毅. 优化建模与LINDO/LINGO软件[ M]. 北京: 清华大学出版社, 2005. | | | | | | | | | |