优秀论文的研读报告

乘用车物流运输计划问题

姓名：邵洁浩　　　　学号：S1607120106
姓名：宋焱　　　　学号：P1604085223
姓名：周涵婷　　　　学号：S1607120117

2017 年 8 月

目 录

一、问题信息与目的

1、问题信息

（1）每种轿运车上、下层装载区域均可等价看成长方形，各列乘用车均纵 向摆放，相邻乘用车之间纵向及横向的安全车距均至少为 0.1 米，下层力争装 满，上层两列力求对称，以保证轿运车行驶平稳。

（2）1-1 型及 2-2 型轿运车上、下层装载区域相同；第五问中 1-2 型轿运车上、下层装载区域长度相同，但上层比下层宽 0.8 米。

（3）受层高限制，高度超过 1.7 米的乘用车只能装在 1-1、1-2 型下层，2-2 型上、下层均不能装载高度超过 1.7 米的乘用车。

（4）在轿运车使用数量相同情况下，1-1 型轿运车的使用成本较低，2-2 型 较高，1-2 型略低于前两者的平均值，但物流公司 1-2 型轿运车拥有量小，为方 便后续任务安排，每次 1-2 型轿运车使用量不超过 1-1 型轿运车使用量的 20%。

（5）在轿运车使用数量及型号均相同情况下，行驶里程短的成本低。

2、问题目的

根据物流公司即将进行五次运输，制定详细计划，含所需要各种类型轿运车的数量、每辆轿运车的乘用车装载方案、行车路线。

（1）物流公司要运输Ⅰ车型的乘用车 100 辆及Ⅱ车型的乘用车 68 辆。

（2）物流公司要运输Ⅱ车型的乘用车 72 辆及Ⅲ车型的乘用车 52 辆。

（3）物流公司要运输Ⅰ车型的乘用车 156 辆、Ⅱ车型的乘用车 102 辆及Ⅲ车型的乘用车 39 辆。

（4）物流公司要运输 166 辆Ⅰ车型的乘用车（其中目的地是 A、B、C、D 的分别为 42、50、33、41 辆）和 78 辆Ⅱ车型的乘用车（其中目的地是 A、C 的分别为 31、47 辆）。

（5）根据附件表 1 给出的物流公司需要运输的乘用车类型（含序号)、尺寸大小、数量和目的地和附件表 2 给出的可以调用的轿运车类型（含序号)、数 量和装载区域大小，采用启发式算法，求解装载、运输方案，并自行设计运输 方案的表达形式。

二、问题思路分析

表 1 优秀论文求解思路分析

	河海大学论文	西安理工大学论文
问题一、二、三	以各类装载方案出现次数作为控制变量，建立两阶段优化模型：一阶段优化轿运车总数量，二阶段优化使用成本，并以一阶段轿运车最优总数量为等式束，得各类轿运车的使用数量和装载方案。	带装载组合约束的一维装车问题，优化目标：空间利用率最大化和运输成本最小化的两阶段装载优化模型。求解方法：将空间利用率最大转换为长度余量最少，一种基于阈值的启发式调整优化算法。

问题四	从各种路线各类轿运车单层的装载方案出发，建立三阶段优化模型：一阶段优化轿运车总数量，二阶段优化使用成本，将第二阶段得到的各类轿运车的使用数量作为第三阶段优化的等式约束，以行驶里程数最短作为第三阶段优化的目标函数。	建立使用的轿运车数量最少和总里程最少的双目标整数规划模型。根据路线距离的远近和轿运车数量需要满足的比例约束条件，重新设计启发式调整优化算法，得到新的调整优化方案。
问题五	建立启发式-淘汰搜索三阶段优化模型。以轿运车使用数量最小为目标函数进行第一阶段优化，然后执行淘汰-搜索过程，第二阶段优化模型与问题四相同，第三阶段模型引入车辆松弛变量，提出两种启发式方法进行求解。	建立双目标规划模型。采用基于排样算法的装载优化算法：首先按照乘用车的宽、高将乘用车分为三种车型；然后根据不同类型的乘用车在不同目的地的需求量，构建关系树；接着根据关系树和启发式调整优化算法来确立初步配载方案；最后验证配载方案是否满足约束条件以求得最终方案。

问题求解的结果是优化模型是局部最优解，需要注意进行最优解的讨论，可以通过建立可行解的必要条件， 用以判定不符合这些条件的方案都不可行，这一点是西安理工大学的论文比较好。此外，赛题的 5 问是互相有联系的，实际上，后面的问题可以利用前面问题的结果且处理问题的思想也有共性，在论文需要着重体现。

三、模型建立与求解

3.1 问题一、二、三的建模与分析

3.1.1 两阶段优化模型

1-1 和 1-2 型轿运车的上、下两层装载区域可以等价看成长方形，各列乘用车纵向排列。1-1 型轿运车上下层各装载 1 列乘用车，1-2 型轿运车上下层各装载 1、2 列。由于高度超过 1.7 米的乘用车只能装在 1-1 和 1-2 型轿运车的下层，根据乘用车规格表中的数据，III型乘用车只能放在 1-1 和 1-2 型轿运车的下层。

以上、下两层力争装满为原则，得到 1-1 和 1-2 型轿运车装载 I 、II 和III型乘用车所以装载可能的情况，如表 1、表 2、表 3 和表 4 所示。

表2 1-1 型轿运车下层装载乘用车可能情况

序号	乘用车数量		
	I 型	II 型	III型
1	0	0	4
2	0	1	3
3	0	2	2
4	0	3	1
5	0	5	0
6	1	0	3
7	1	1	2
8	1	2	1
9	1	3	0
10	2	0	2

11	2	1	1
12	2	2	0
13	3	0	1
14	3	1	0
15	4	0	0

表3 1-1 型轿运车上层装载乘用车可能情况

序号	乘用车数量		
	I 型	II 型	III型
1	0	5	0
2	1	3	0
3	2	2	0
4	3	1	0
5	4	0	0

表4 1-2 型轿运车下层装载乘用车可能情况

序号	乘用车数量		
	I 型	II 型	III型
1	0	0	5
2	0	1	4
3	0	2	3
4	0	4	2
5	0	5	1
6	0	6	0
7	1	0	4
8	1	1	3
9	1	2	2
10	1	4	1
11	1	5	0
12	2	0	3
13	2	1	2
14	2	2	1
15	2	4	0
16	3	0	2
17	3	1	1
18	3	2	0
19	4	0	1
20	4	1	0
21	5	0	0

表5 1-2 型轿运车上层每列装载乘用车可能情况

序号	乘用车数量		
	I 型	II 型	III型
1	0	6	0
2	1	5	0

3	2	4	0
4	3	2	0
5	4	1	0
6	5	0	0

将上述四张表的数据分别放入 N_{11D}、N_{11U}、N_{12D}、N_{12U}。1-1 和 1-2 型轿运车上下层每列各种情况出现的次数分别为 $x_D=[x_{D1},x_{D2},\cdots,x_{D15}]$，$x_U=[x_{U1},x_{U2},\cdots,x_{U5}]$，$y_D=[y_{D1},y_{D2},\cdots,y_{D21}]$，$y_U=[y_{U1},y_{U2},\cdots,y_{U6}]$。本模型为两阶段优化模型，第一阶段优化的目标函数为轿运车的使用数量最小，优化模型如下：

$$\min C_{sum}=\sum_{i=1}^{15}x_{Di}+\sum_{i=1}^{21}y_{\mathrm{D}i}$$

$$\begin{cases}\sum_{i=1}^{15}x_{Di}=\sum_{i=1}^{5}x_{Ui}\\ 2\times\sum_{i=1}^{21}y_{Di}=\sum_{i=1}^{6}y_{Ui}\\ x_DN_{11D}(:,1)+x_UN_{11U}(:,1)+y_DN_{12D}(:,1)+y_UN_{12U}(:,1)\geq P\\ x_DN_{11D}(:,2)+x_UN_{11U}(:,2)+y_DN_{12D}(:,2)+y_UN_{12U}(:,2)\geq QN\\ x_DN_{11D}(:,3)+x_UN_{11U}(:,3)+y_DN_{12D}(:,3)+y_UN_{12U}(:,3)=R\\ \sum_{i=1}^{21}y_{Di}\leq 20\%\times\sum_{i=1}^{15}x_{Di}\\ x_{Di},x_{Ui},y_{Di},y_{Ui}\in N\end{cases}$$

第一阶段优化代码：

```
clear all;
load('matlab.mat')
f = [ones(15,1);zeros(5,1);ones(21,1);zeros(6,1)];
intcon = 1:47;
A1 = -[a1(:,1);a2(:,1);a3(:,1);a4(:,1)]';
A2 = -[a1(:,2);a2(:,2);a3(:,2);a4(:,2)]';
A3 = [-0.2*ones(1,15),zeros(1,5),ones(1,21),zeros(1,6)];
A = [A1;A2;A3];
b = [-100;-68;0];%分别对应[-P;-Q;0]
Aeq1 = [a1(:,3);a2(:,3);a3(:,3);a4(:,3)]';
Aeq2 = [ones(1,15),-ones(1,5),zeros(1,27)];
Aeq3 = [zeros(1,20),2*ones(1,21),-ones(1,6)];
Aeq = [Aeq1;Aeq2;Aeq3];
beq = [0;0;0];%分别对应[R;-0;0]
lb = zeros(47,1);
```

```
ub = Inf*ones(47,1);
[x,fval] = intlinprog(f,intcon,A,b,Aeq,beq,lb,ub);

XD=x(1:15,:);
XU=x(16:20,:);
YD=x(21:41,:);
YU=x(42:47,:);

Xd=XD;
i=find(Xd~=0);
% r_a = size(Xd,1);
% i = 1;
% while i<=size(Xd,1)
%       if Xd(i,:) == 0
%             Xd(i,:) = [];
%             i = i-1
%       end
%       i = i+1;
% end
  s1= sprintf('1-1 型车下层用车为第%i 种方案\n ',i);
disp(s1)
sum1=sum(Xd);
s2= sprintf('1-1 型车总量为:%d',int8(sum1));
disp(s2);


Xu=XU;
j=find(Xu~=0);
s3= sprintf('1-1 型车上层用车为第%d 种方案\n',j);
disp(s3)

Yd=YD;
m=find(Yd~=0);
s4= sprintf('1-2 型车下层用车为第%d 种方案\n',m);
disp(s4)
sum2=sum(Yd);
s5= sprintf('1-2 型车总量为:%d',int8(sum2));
disp(s5);

Yu=YU;
```

```
n=find(Yu~=0);
s4= sprintf('1-2 型车上层用车为第%d 种方案\n',n);
disp(s4)
```

第二阶段优化的目标函数为使用成本最小。通过第一阶段优化，得到轿运车的使用数量 Csum，以轿运车使用数量为 Csum 作为第二阶段优化的等式约束，在此基础上以使用成本最小为目标函数进行第二阶段优化。第二阶段优化模型如下：

$$\min C_{1-2}=\sum_{i=1}^{21} y_{\mathrm{Di}}$$

$$\begin{cases}\sum_{i=1}^{15} x_{Di}=\sum_{i=1}^{5} x_{Ui} \\ 2\times\sum_{i=1}^{21} y_{Di}=\sum_{i=1}^{6} y_{Ui} \\ x_D N_{11D}(:,1)+x_U N_{11U}(:,1)+y_D N_{12D}(:,1)+y_U N_{12U}(:,1)\geq P \\ x_D N_{11D}(:,2)+x_U N_{11U}(:,2)+y_D N_{12D}(:,2)+y_U N_{12U}(:,2)\geq Q \\ x_D N_{11D}(:,3)+x_U N_{11U}(:,3)+y_D N_{12D}(:,3)+y_U N_{12U}(:,3)=R \\ \sum_{i=1}^{21} y_{Di}\leq 20\%\times\sum_{i=1}^{15} x_{Di} \\ \sum_{i=1}^{15} x_{Di}+\sum_{i=1}^{21} y_{\mathrm{Di}}=C_{sum} \\ x_{Di},x_{Ui},y_{Di},y_{Ui}\in N\end{cases} N$$

第二阶段优化算法：

```
clear all;
load('matlab.mat')
f=[zeros(15,1);zeros(5,1);ones(21,1);zeros(6,1)];
intcon = 1:47;
A1 = -[a1(:,1);a2(:,1);a3(:,1);a4(:,1)]';
A2 = -[a1(:,2);a2(:,2);a3(:,2);a4(:,2)]';
A3 = [-0.2*ones(1,15),zeros(1,5),ones(1,21),zeros(1,6)];
A = [A1;A2;A3];
b = [-100;-68;0];%分别对应[-P;-Q;0]
Aeq1 = [a1(:,3);a2(:,3);a3(:,3);a4(:,3)]';
Aeq2 = [ones(1,15),-ones(1,5),zeros(1,27)];
Aeq3 = [zeros(1,20),2*ones(1,21),-ones(1,6)];
Aeq4=[ones(15,1);zeros(5,1);ones(21,1);zeros(6,1)]';
Aeq = [Aeq1;Aeq2;Aeq3;Aeq4];
beq = [0;0;0;18];%分别对应[R;-0;0;Csum]
lb = zeros(47,1);
ub = Inf*ones(47,1);
```

```
[x,fval] = intlinprog(f,intcon,A,b,Aeq,beq,lb,ub);

XD=x(1:15,:);
XU=x(16:20,:);
YD=x(21:41,:);
YU=x(42:47,:);

Xd=XD;
i=find(Xd~=0);
 s1= sprintf('1-1 型车下层用车为第%i 种方案\n ',i);
disp(s1)
sum1=sum(Xd);
s2= sprintf('1-1 型车总量为:%d',int8(sum1));
disp(s2);

Xu=XU;
j=find(Xu~=0);
s3= sprintf('1-1 型车上层用车为第%d 种方案\n',j);
disp(s3)

Yd=YD;
m=find(Yd~=0);
s4= sprintf('1-2 型车下层用车为第%d 种方案\n',m);
disp(s4)
sum2=sum(Yd);
s5= sprintf('1-2 型车总量为:%d (****)',int8(sum2));
disp(s5);

Yu=YU;
n=find(Yu~=0);
s4= sprintf('1-2 型车上层用车为第%d 种方案\n',n);
disp(s4)
```

3.1.2 计算结果

利用 Matlab 软件编写上述两阶段优化模型，并将所需乘用车数量代入，计算得到所需轿运车数量和组合情况，具体计算结果如下：

（1）问题一结果

对于问题一，所需乘用车数量为 P=100，Q=68，R=0。

对应编码：

b = [-100;-68;0];

beq = [0;0;0];

进行第一阶段优化，得到轿用车使用量为 C_{sum}=18，代入第二阶段进行优化，得到 1-1 和 1-2 型轿用车使用量分别为 C_{1-1}=16，C_{1-2}=2。具体装载方案如表 6 所示。

表 6 问题1 装载方案

	轿运车类型			
	1-1 型		1-2 型	
	下层	上层	下层	上层
装载方案	x_{D15}=16	x_{U1}= 9 x_{U5}=7	y_{D6}=1 y_{D15}=1	y_{U1}=1 y_{U3}=3

按照上述方案进行装载，实际装载情况如表7 所示：

表7 问题1 实际装载方案

序号	轿运车类型	下层装载方案		上层装载方案	
		I 型	II 型	I 型	II 型
1	1-1	4	0	0	5
2	1-1	4	0	0	5
3	1-1	4	0	0	5
4	1-1	4	0	0	5
5	1-1	4	0	0	5
6	1-1	4	0	0	5
7	1-1	4	0	0	5
8	1-1	4	0	0	5
9	1-1	4	0	0	4
10	1-1	4	0	4	0
11	1-1	4	0	4	0
12	1-1	4	0	4	0
13	1-1	4	0	4	0
14	1-1	4	0	4	0
15	1-1	4	0	4	0
16	1-1	4	0	1	0
17	1-2	0	6	2	10
18	1-2	5	0	4	8

由上表可知，本模型得到的装载方案，仅有两辆1-1 型轿运车未装满（序号为 9、16），且所有轿运车的下层均装满，1-2 型轿运车上层也能满足对称，通过本模型得到的方案事实可行。

（2）问题二结果

对于问题二，所需乘用车数量为 P=0，Q=72，R=52。

对应编码：

b = [0;-72;0];

beq = [52;0;0];

进行第一阶段优化，得到轿用车使用量为 C_{sum}=13，代入第二阶段进行优化，得到 1-1 和 1-2 型轿用车使用量分别为 $C_{1\text{-}1}$=12，$C_{1\text{-}2}$=1。具体装载方案如表 8 所示。

表8 问题2 装载方案

	轿运车类型			
	1-1 型		1-2 型	
	下层	上层	下层	上层
装载方案	x_{D1}=11 x_{D6}=1	x_{U1}=12	y_{D1}=1	y_{U1}= 2

按照上述方案进行装载，实际装载情况如表 9所示：

表9 问题2 实际装载方案

序号	轿运车类型	下层装载方案		上层装载方案	
		II 型	III型	II 型	III型
1	1-1	0	4	5	0
2	1-1	0	4	5	0
3	1-1	0	4	5	0
4	1-1	0	4	5	0
5	1-1	0	4	5	0
6	1-1	0	4	5	0
7	1-1	0	4	5	0
8	1-1	0	4	5	0
9	1-1	0	4	5	0
10	1-1	0	4	5	0
11	1-1	0	4	5	0
12	1-1	1	3	4	0
13	1-2	0	5	12	0

由表 6 可知，本模型得到的装载方案，仅有一辆 1-1 型轿运车未装满（序号为 12），且所有轿运车的下层均装满，1-2 型轿运车上层能满足对称，通过本模型得到的方案实际可行。

（3）问题三结果

对于问题二，所需乘用车数量为 P=156，Q=102，R=39。

对应编码：

b = [-156;-102;0];

beq = [39;0;0];

进行第一阶段优化，得到轿用车使用量为 C_{sum}=30，代入第二阶段进行优化，得到 1-1 和 1-2 型轿用车使用量分别为 $C_{1\text{-}1}$=25，$C_{1\text{-}2}$=5。具体装载方案如表 10 所示。

表 10 问题3 装载方案

	轿运车类型	
	1-1 型	1-2 型

	下层	上层	下层	上层
装载方案	$x_{D1}=6$ $x_{D3}=1$ $x_{D5}=1$ $x_{D12}=1$ $x_{D14}=1$ $x_{D15}=15$	$x_{U1}=8$ $x_{U5}=17$	$y_{D1}=1$ $y_{D4}=4$	$y_{U3}=9$ $y_{U6}=1$

按照上述方案进行装载，实际装载情况如表11 所示：

表11 问题3 实际装载方案

序号	轿运车类型	下层装载方案			上层装载方案		
		I 型	II 型	III型	I 型	II 型	III型
1	1-1	0	0	4	0	5	0
2	1-1	0	0	4	0	5	0
3	1-1	0	0	4	0	5	0
4	1-1	0	0	4	0	5	0
5	1-1	0	0	4	0	5	0
6	1-1	0	0	4	0	5	0
7	1-1	0	2	2	0	5	0
8	1-1	0	5	0	0	5	0
9	1-1	2	2	0	4	0	0
10	1-1	3	1	0	4	0	0
11	1-1	4	0	0	4	0	0
12	1-1	4	0	0	4	0	0
13	1-1	4	0	0	4	0	0
14	1-1	4	0	0	4	0	0
15	1-1	4	0	0	4	0	0
16	1-1	4	0	0	4	0	0
17	1-1	4	0	0	4	0	0
18	1-1	4	0	0	4	0	0
19	1-1	4	0	0	4	0	0
20	1-1	4	0	0	4	0	0
21	1-1	4	0	0	4	0	0
22	1-1	4	0	0	4	0	0
23	1-1	4	0	0	4	0	0
24	1-1	4	0	0	4	0	0
25	1-1	4	0	0	4	0	0
26	1-2	0	0	5	7	4	0
27	1-2	0	4	2	4	8	0
28	1-2	0	4	2	4	8	0
29	1-2	0	4	2	4	8	0
30	1-2	0	4	2	4	8	0

由表 11 可知，本模型得到的装载方案，全部轿运车均装满，且 1-2 型轿运车上层能满足对称，通过本模型得到的方案事实可行。

3.2 问题四的建立与分析

3.2.1 三阶段优化模型

在满足轿运车使用数量和使用成本最低的同时，还需要考虑行驶里程最小。因而本模型为三阶段优化模型，前两阶段的优化模型与 3.1 相同，经过第二阶段优化，得到各种型号轿用车的使用量，将此作为等式约束，代入第三阶段优化模型。第三阶段优化模型的目标函数为行驶里程数最短，并且满足各种型号的轿用车使用量恒定。

$$\min S_{sum} = S_D \times \left[\sum_{i=1}^{15} x_{DDi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DDi}\right] + S_C \times \left[\sum_{i=1}^{15} x_{DCi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DCi}\right]$$
$$+ S_B \times \left[\sum_{i=1}^{15} x_{DBi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DBi}\right] + S_A \times \left[\sum_{i=1}^{15} x_{DAi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DAi}\right]$$
$$+ S_{CB} \times \left[\sum_{i=1}^{15} x_{DCBi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DCBi}\right] + S_{CA} \times \left[\sum_{i=1}^{15} x_{DCAi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DCAi}\right]$$

$s.t.$

$$\sum_{i=1}^{15} x_{DMi} = \sum_{i=1}^{5} x_{UMi}$$
$$2 \times \sum_{i=1}^{21} y_{DMi} = \sum_{i=1}^{6} y_{UMi}$$
$$\sum_{i=1}^{15} x_{DDi} + \sum_{i=1}^{15} x_{DCi} + \sum_{i=1}^{15} x_{DAi} + \sum_{i=1}^{15} x_{DBi} + \sum_{i=1}^{15} x_{DCBi} + \sum_{i=1}^{15} x_{DCAi} = C_{1-1}$$
$$\sum_{i=1}^{21} y_{DDi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DCi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DAi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DBi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DCBi} + \sum_{i=1}^{21} y_{DCAi} = C_{1-2}$$
$$T_D = x_{DD} N_{11D} + x_{UD} N_{11U} + y_{DD} N_{12D} + y_{UD} N_{12U}$$
$$T_C = x_{DC} N_{11D} + x_{UC} N_{11U} + y_{DC} N_{12D} + y_{UC} N_{12U}$$
$$T_A = x_{DA} N_{11D} + x_{UA} N_{11U} + y_{DA} N_{12D} + y_{UA} N_{12U}$$
$$T_B = x_{DB} N_{11D} + x_{UB} N_{11U} + y_{DB} N_{12D} + y_{UB} N_{12U}$$
$$T_{CB} = x_{DCB} N_{11D} + x_{UCB} N_{11U} + y_{DCB} N_{12D} + y_{UCB} N_{12U}$$
$$T_{CA} = x_{DCA} N_{11D} + x_{UCA} N_{11U} + y_{DCA} N_{12D} + y_{UCA} N_{12U}$$
$$T_A + T_{CA} \ge [P_A, Q_A, R_A]$$
$$T_C + T_{CB} + T_{CA} \ge [P_C, Q_C, R_C]$$
$$T_B + T_A + T_{CB} + T_{CA} \ge [P_A + P_B, Q_A + Q_B, R_A + R_B]$$
$$T_D + T_C + T_B + T_A + T_{CB} + T_{CA} \ge [P_A + P_B + P_C + P_D, Q_A + Q_B + Q_C + Q_D, R_A + R_B + R_C + R_D]$$
$$T_C + T_B + T_A + T_{CB} + T_{CA} \ge [P_A + P_B + P_C, Q_A + Q_B + Q_C, R_A + R_B + R_C]$$
$$T_C + T_A + T_{CB} + T_{CA} \ge [P_A + P_C, Q_A + Q_C, R_A + R_C]$$
$$x_{DM} \in N^{15}, x_{UM} \in N^5, y_{DM} \in N^{21}, y_{UM} \in N^6$$

3.2.2 计算结果

首先运用上文的两阶段优化模型。第一阶段优化后，得到轿用车使用量为 C_{sum}=25，代入第二阶段进行优化，得到 1-1 和 1-2 型轿用车使用量分别为 C_{1-1}=21，C_{1-2}=4，将此作为第三阶段优化的等式约束。

本组利用 Matlab 软件编写上述三阶段优化程序，将各地所需的各种类型乘用车需求量代入，优化得到各种行车路线所需的各种类型轿用车，以及轿用车的装载方案。但在编码过程出现错误，未得到正确结果，经讨论发现是对下列约束的理解不足：

$$
\begin{aligned}
T_D &= x_{DD}N_{11D} + x_{UD}N_{11U} + y_{DD}N_{12D} + y_{UD}N_{12U} \\
T_C &= x_{DC}N_{11D} + x_{UC}N_{11U} + y_{DC}N_{12D} + y_{UC}N_{12U} \\
T_A &= x_{DA}N_{11D} + x_{UA}N_{11U} + y_{DA}N_{12D} + y_{UA}N_{12U} \\
T_B &= x_{DB}N_{11D} + x_{UB}N_{11U} + y_{DB}N_{12D} + y_{UB}N_{12U} \\
T_{CB} &= x_{DCB}N_{11D} + x_{UCB}N_{11U} + y_{DCB}N_{12D} + y_{UCB}N_{12U} \\
T_{CA} &= x_{DCA}N_{11D} + x_{UCA}N_{11U} + y_{DCA}N_{12D} + y_{UCA}N_{12U}
\end{aligned}
$$

四、总结

本次对于“乘用车物流运输计划问题”的赛题研读和优秀论文的重现过程，发现对于带约束的规划问题，本组存在建模不足问题，主要体现在第 4 问和第 5 问的多目标规划和启发式算法的编码，根据薄弱点，本组将在赛事开始前进行补充学习。

同时，在研读点评文章时，再次理解到评阅老师对于计算机算法并不是关注重点，更多地是考验研究生对于赛题的上下关联性和实践应用的理解，例如在问题一、二、三问的解答过程需要加入结果的验证和论述，在问题四、五的解答需要以问题一、二、三的通用模型为基础。因此，对于赛题的理解和解答过程，我们将重点放在思路架构、成果验证和实践推广上，相信这些内容将成为本组的亮点。