

文章编号: 1000-6788(2001)10-0120-05

# 三明烟草公司烟叶调运决策及支持

王海波<sup>1</sup>, 吉国力<sup>2</sup>

(1. 中国航空工业第六九研究所, 湖北襄樊 441052; 2. 厦门大学自动化系, 福建厦门 361005)

**摘要:** 结合三明烟草公司烟叶的实际调运情况, 提出了合同履行率的概念, 并以合同履行率最大化为目标函数, 建立了相应的线性规划模型和非线性规划模型, 而且以两种模型得到的解为基础, 进行适当的调整来满足整车装运的约束条件, 很好地解决了公司调运计划的制定问题。

**关键词:** 合同履行率; 调运; 整车装运

**中图分类号:** O221.1; O29

**文献标识码:** A

## Decision and Support of Tobacco Leaf Transport Scheduling of Sanming Tobacco Company

WANG Hai-bo<sup>1</sup>, JI Guo-li<sup>2</sup>

(1. The 609th Research Institute, China Aviation Industry, Xiangfan 441052, China; 2. Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract** This paper propose the concept of performing ratio of contract basing on tobacco leaf scheduling plan of Sanming tobacco Company. In this paper author gives two corresponding mathematical models. One is a linear programming model, the other is a no-linear programming model. Both of them can satisfy Integral-carriage load and solve the practical problems well.

**Keywords:** integral-carriage load; tobacco leaf transport; scheduling

### 1 概述

三明烟草公司根据有关规定负责下辖的九县一市的烟叶收购和销售, 烟叶先由烟农上缴, 经过加工处理并存入到各个县市仓库中。在销售季节, 三明烟草公司按照销售合同统一安排烟叶从哪些县市仓库中调出, 调往哪些厂家。经分析发现, 烟叶调运存在这样一些特点: 客户与三明烟草公司签定的合同供应数量比较大, 合同的执行是分多次来完成的; 各县市所能提供的烟叶等级多, 数量大, 存储点分布分散; 由于烟叶的种植时间以及各地区的土壤气候等因素的影响, 使得烟叶成熟时间不同, 这样就出现了烟叶收购和销售同时进行的状况, 使所能销售的烟叶等级和数量处于一个动态的变化过程中; 对于需要用火车运输销售的烟叶来讲, 考虑到经济等方面的因素, 一般情况下要求整车装运。总之, 烟叶分布存放在各个县市, 而烟叶的调运决策是由三明烟草公司统一做出。这样, 就要求三明烟草公司根据当前烟叶的库存情形, 以及手中的购销合同来制定向哪些厂家供货, 供货的等级, 数量以及相应的仓库。本文就这些问题进行优化分析。

### 2 销售决策的制定

#### 2.1 合同履行率及其优化模型

对三明烟草公司来讲, 尽快尽早地把尽可能多的烟叶按合同要求运送给各个厂家是其首要目标。同时

对那些和三明烟草公司业务联系紧密、信誉好的厂家,应该优先满足.怎样制定一个销售计划来反应这些意愿呢?这里我们提出了合同履行率的概念.所谓合同履行率是指在一个销售周期内对供应合同中规定的等级和数量完成情况的一种度量.合同履行率越大,说明合同完成得越好,否则就越差.对于那些三明烟草公司认为应该尽量满足其需求的客户,其合同履行率也应尽可能大一些,处理方法是把这些厂家的合同赋予一个较大的权系数.

如果用表示实际提供的数量,  $a$  表示合同中规定的数量, 合同履行率的数学描述可以写成相对形式  $\frac{x}{a}$ , 也可以写成绝对值形式  $|x - a|$ , 一般可以转化为的形式  $(x - a)^2$ . 总的合同履行率就是一个销售周期内各厂家合同履行率之和. 如果以总合同履行率最大化作为模型的目标, 当然向厂家调运某种等级的烟叶不能超过三明烟草公司其库存的数量, 同时在合同中在某个时期对烟叶销售有具体规定时, 也要进行考虑, 这样就可以写出下面的数学模型:

$$\begin{aligned} \min & \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_i (x_{ij} - a_{ij})^2 \\ & \sum_{i=1}^n x_{ij} \leq b_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \\ & d_{ij} \leq x_{ij} \leq e_{ij} \\ & x_{ij} \geq 0 \end{aligned}$$

$c_i$  表示赋给厂家  $i$  的权重系数;  $a_{ij}$  表示厂家  $i$  购买  $j$  等级烟叶的合同数量(在销售周期前), 这个数量是一个随着销售过程的推移而不断变化的数值;  $x_{ij}$  表示三明烟草公司向厂家销售等级烟叶的实际数量;  $b_j$  表示三明烟草公司能提供等级为烟叶的总数量(在某销售周期内);  $d_{ij}, e_{ij}$  分别代表在某销售周期内厂家规定需要等级烟叶数量的上下限.

从上面的讨论中可以看出, 用相对形式来表示总合同履行率, 并使其最大化, 即  $\max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_i \frac{x_{ij}}{a_{ij}}$  也是可行的, 而且是线性规划问题, 更方便求解. 为什么此处选择了  $\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_i (x_{ij} - a_{ij})^2$ ? 主要是考虑到要尽可能地使合同得到满足, 如果通过对目标函数求导不难看出, 后者要求  $x_{ij}$  接近于  $a_{ij}$  比前者更严格. 对于两种目标函数求出的结果将在后面的实例分析中进行比较.

$c_i$  表示厂家  $i$  的权重系数, 这个权重系数的确定可以调用有关的 AHP 评价算法, 由调运人员根据实际情形, 可以由上面介绍的指标体系中选择准则, 也可以重新订出评价指标, 建立多层递阶结构, 给出相对重要性值, 从而计算出厂家的权重系数, 权重系数越高证明厂家对三明烟草公司来说其优先度就越高, 调运时就要优先满足这些厂家所需要, 当然权重系数也可以不由 AHP 算法得出, 比如可以根据调运计划制定人员的经验、有关领导或管理人员的决定以及实际情况中出现的一些具体情况给出一个值. 参数  $b_j$  的具体值可分成两部分组成, 一部分是调运计划制定时等级  $j$  烟叶已知的库存数量, 这个数值可以通过查询库存管理子系统得到; 另一部分是从计划制定到实际调运发生这段时间内等级  $j$  烟叶可能的进仓数量. 其中第二部分可以通过往年的历史数据, 该年度各个县市烟叶种植情况, 建立有关的回归预测模型来给出预测值, 由于烟叶在收购旺季的日进仓数量比较大, 此时这个预测值就显得比较重要, 在烟叶收购基本完成阶段, 预测值的作用就不那么重要了.

参数  $d_{ij}, e_{ij}$  主要是考虑到有些厂家在合同中或者在烟叶销售期间会要求三明烟草公司在一定范围内供应烟叶, 比如厂家根据自己实际生产的需要和库存情况可能会决定在某一时期并不希望三明烟草公司向它供应  $j$  等级的烟叶, 此时可设定  $e_{ij} = 0$ ; 厂家也可能希望等级  $j$  的烟叶至少应供应  $d_{ij} (> 0)$  才能满足生产需要等情形.

在求解该非线性规划问题时利用了 SUM T 的基本思想, 使用 MATLAB 语言来编制计算程序, 可以很方便地求出模型的解. 根据规划模型就可以得出  $x_{ij}$ , 即向厂家  $i$  供应等级  $j$  烟叶的数量, 有了这些数据就可以到上级有关部门申请车皮. 由于每节车皮所能装烟叶的数量一般固定为 504 担. 烟叶作为一种特殊的

商品根据有关的规定要实行专卖专运,不能同其它物资混装.如果严格按照  $\sum_{j=1}^m x_{ij}$  的值向厂家供货,在

$\sum_{j=1}^m x_{ij}$  不是刚好被 504 整除时就会出现车皮资源浪费,调运部门在可能的情况下应该尽量使调运到客户厂家的烟叶刚好装满整数节车皮.怎样才能满足这个整数约束条件呢?

## 2.2 整车装运约束下的优化

一种解决方法是在上面介绍的模型中加入整数约束条件:运往每个客户厂家的总量为每节车皮容量的整数倍,即  $\sum_{j=1}^m x_{ij} = 504 \times k_i (i = 1, 2, \dots, m)$ ,  $k_i$  取整数.因为在求解模型之前调运人员并不知道应该申请多少节车皮,也就是说是未知的,模型求解很困难而且并不能保证有解,所以这种方法不太合适.这里我们给出一种方法:先求解无整数约束时模型的解,通过分析得到的解和实际情形给出应该申请的车皮数量,然后再把整数约束条件考虑进模型,此时  $k_i$  已知,再求解加入整数约束后的模型就能得到满足所有约束条件的解.如何确定  $k_i$  的值使得在考虑整数约束时模型有解将在实例分析中介绍.

在车皮申请得到批复后,就能具体知道下面的信息:实际有几节车皮,车皮什么时间抵达哪一个中转仓库.有了这个信息就可以接着制定由各县仓库到中转仓库的调运方案了.

## 3 案例分析

根据前面的叙述可以知道,烟叶在各个时期各种等级的进仓数量不一样,某些等级烟叶的进仓可能集中在某一段时间内.而三明烟草公司的目标是尽可能把烟叶以最大量地销往到各厂家,以减少库存的费用并完成合同的规定.这样,在某一销售周期开始之前,负责烟叶调运的人员可以调用库存管理信息系统查询出现有的各种等级烟叶的数量,另外通过预测模型的使用可以通过有关的历史数据预测出最近一段时期(从制定计划到调运发生)那些进仓量比较大的等级和数量.这样就知道了本销售周期内三明烟草公司可以提供的烟叶等级和数量.有了这些数据,再通过购销合同管理系统,挑出那些需要这些等级烟叶的合同.接着根据公司的一些规定,比如,某个时期对那些货款没有汇入三明公司帐号的合同不予发货,等等,就能排除一些合同,剩下的合同都是可以执行的.

选择出要执行的合同后,去掉合同中那些目前三明烟草公司不能满足的等级,也就分离出了这样的一些有用的信息:客户厂家的权重值,时下能满足的烟叶等级,合同中规定的总数量,某段时间内规定的需求数量范围等.接着就可以套用上节介绍的数学模型,通过调用编制的有关算法计算程序就可求得计划调运到这些客户各种等级烟叶的数量.

下面以三明烟草公司有关数据来制定即将到来的七月份第一个销售周期所要完成的销售计划.现有以下等级的烟叶库存数量达到一定标准,准备销售给需货厂家,这些等级为:  $B_{1F}, B_{2F}, B_{3F}, C_{1F}, C_{2L}, C_{3L}$ . 根据评价系统和有关人员的意愿,对那些需要这些烟叶的厂家进行了评价,选出了四个客户厂家,相关的数据我们以表的形式给出如下:

表1 客户的权重值

	云南红塔	新疆奎屯	贵州贵阳	青岛颐中
权重值	0.3	0.1	0.2	0.4

表2 各种等级所能提供的上限 (单位:担)

等级	$B_{1F}$	$B_{2F}$	$C_{1F}$	$C_{2F}$	$C_{3F}$
限定					
供应上限	1890	1680	980	1356	1580

表 3 合同中客户对各等级的需求总数量

等级 \ 客户	$B_{1F}$	$B_{2F}$	$C_{1F}$	$C_{2F}$	$C_{3F}$
云南红塔	4032	0	2016	0	2016
新疆奎屯	1008	1008	0	504	1008
贵州贵阳	2016	504	1008	504	0
青岛颐中	0	1008	0	1008	2016

下面再根据合同中的有关规定给出各个客户厂家对各种等级的烟叶在这个调运周期内的需求范围(单位:担)如下表:

表 4 某时期厂家对各等级的需求范围

等级 \ 客户	$B_{1F}$	$B_{2F}$	$C_{1F}$	$C_{2F}$	$C_{3F}$
云南红塔	[504 1008]	0	[504 756]	0	[0 504]
新疆奎屯	[0 252]	[504 1008]	0	[0 504]	[0 504]
贵州贵阳	[504 1008]	[0 504]	[252 504]	[0 504]	0
青岛颐中	0	[0 756]	0	[252 504]	[504 756]

把上面各表中的数据用非线性规划数学模型中的参数矩阵来表示, 代入相关的计算程序中求出模型的解.

$$x = \begin{pmatrix} 1008 & 0 & 728 & 0 & 504 \\ 0 & 537.6 & 0 & 379.2 & 320 \\ 882 & 386.4 & 252 & 472.8 & 0 \\ 0 & 756 & 0 & 504 & 756 \end{pmatrix}$$

所以各个客户供应的烟叶等级和相应的数量如表 5 所示.

表 5 目标函数为非线性时的解

等级 \ 客户	$B_{1F}$	$B_{2F}$	$C_{1F}$	$C_{2F}$	$C_{3F}$
云南红塔	1008	0	728	0	504
新疆奎屯	0	537.6	0	379.2	320
贵州贵阳	882	386.4	252	472.8	0
青岛颐中	0	756	0	504	756

在前面的内容中提到调运计划数学模型的目标函数既可以用相对形式也可以用绝对形式, 用后者一般将绝对值改写成平方来表示; 如果在这个实例中目标函数用相对形式来描述成线性规划问题, 即,

$$\max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_i \frac{x_{ij}}{a_{ij}}$$

代入针对该模型编制的有关计算程序中进行求解, 可以得到如表 6 所示的解. 可以看出, 由两种形式的目标函数所求得解是不一样的, 各种等级的烟叶计划调运的数量如表 7 所示.

从表中可以看出, 采用非线性目标函数得到的解更能体现三明烟草公司尽可能地将烟叶调运出仓的目标, 又因为这两种模型的算法都已经用计算程序编制, 可以方便地调用. 在实际调运系统中, 我们把两种模型同时加以使用, 分别给出结果. 按理论讲, 求出的两种方案都是可行的, 但是应用非线性规划求得的解更趋向于最大限度地调运烟叶出去, 那么是否就以非线性规划模型得到的解来作为实际的方案呢?

表6 目标函数为线性情况的解

等级 客户	$B_1F$	$B_2F$	$C_1F$	$C_2F$	$C_3F$
云南红塔	630	0	504	0	504
新疆奎屯	252	504	0	348	220
贵州贵阳	1008	504	426	504	0
青岛颐中	0	672	0	504	756

表7 两种选择的结果比较

线性	1980	1680	930	1356	1480	
非线性	1980	1680	980	1356	1580	

前面已经提到,由于火车装车时是504担/节,有时为了充分使用车皮,需要对调运的数量进行调整,比如通过计算得出要向某厂家供应1530担烟叶,为了全部满足模型中求出的结果,就需要4节车皮,显然4节车皮还能装 $2016 - 1530 = 486$ 担烟叶,造成资源浪费,就有必要对模型求得的解进行一些调整.调运人员都希望烟叶全部整车装运,在上面的实例中,装3节和4节车皮都不是正好装满,调运人员可以在满足合同中的有关规定前提下,对供应烟叶的等级数量进行调整.假定申请的是4节车皮,4节车皮可以装2016担烟叶,按照非线性规划模型求得的解运抵客户云南红塔的总量为2240,多出来224担,调运人员就应依据合同中的有关规定对某些等级的供应量减少.

哪些等级可以减少?能在多大的范围内变动?这里我们把通过线性规划模型求出的解,合同中的规定以及非线性规划模型求出的解结合起来考虑,可以确定向各个客户厂家供货需要的车皮数.对于本实例,经过这样的分析后确定向各个客户厂家供货的车皮数分别为:4, 2, 3, 4,把整数约束条件代入模型中求解,可知有:

表8 考虑整车装运时的解

等级 客户	$B_1F$	$B_2F$	$C_1F$	$C_2F$	$C_3F$
云南红塔	1008	0	504	0	504
新疆奎屯	0	596	0	92	320
贵州贵阳	882	77	476	77	0
青岛颐中	0	756	0	504	756

这样就知道了在以合同履行率最大化为目标函数,并考虑库存约束、合同要求的约束以及整车装运约束条件下应该向哪些厂家调运烟叶,调运哪些等级的烟叶及其调运数量,之后我们就可以进一步决定从哪些中转站装车,从哪些县市发货,发运多少数量.这些内容由于篇幅的限制就不再详细阐述了.

#### 4 结束语

烟叶的调运要考虑多个方面的约束,又要受公司目标的引导.本文提出的合同履行率综合考虑了合同的选择,烟叶等级的挑选,不同合同的完成情况等方面,较好地解决实际中遇到的问题.当然,本文的内容不是一个独立的决策,需要其他子系统的信息支持,这些相关主题另有文章阐述.

#### 参考文献

- [1] 王海波. 三明地区烟叶调运模型及其应用[D]. 厦门: 厦门大学, 1999.
- [2] 张维明, 邓苏, 等. 信息系统建模技术及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 1997.
- [3] 胡运权, 郭耀煌. 运筹学教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998.