

客运班次的组合配车方法

靳文舟¹, 张杰¹, 李强²

(1. 吉林工业大学, 吉林 长春 130025; 2. 长春市交通局, 吉林 长春 130021)

摘要: 公路客运不同线路的运行时间不同, 营运车辆的工作日行程也不尽相同, 剩余运力较多。本文把不同行程时间的营运线路统筹考虑, 组合配车, 优化调度, 应用最优化方法建立了数学模型, 给出了解决这类问题的适用方法。

关键词: 客运调度; 非线性规划

Optimal Dispatching Methods on Coach Operations

JIN Wen-zhou¹, ZHANG Jie¹, LI Qiang²

(1. Jilin University of Technology, Jilin Changchun 130025, China;

2. Transport Bureau of Changchun, Jilin Changchun 130021, China)

Abstract: Coach operation has different travel time and different working load on different route. Some of them still have more available working time than the others. In this paper we attempt to combine all the operating routes, dispatch coach optimally and establish a mathematical model by nonlinear programming with the solution process.

Key words: Coach operations; Nonlinear programming

0 引言

我国公路客运的营运模式正在从粗放型向集约型转变, 客运企业的经营管理更加依赖于决策的科学化。在计划经济年代, 公路客运独家经营, 没有市场竞争, 也谈不上营运班次的优化调度问题。随着社会主义市场经济体制的逐步建立, 客运企业由政府统管的唯一一家划分为若干个小的承包公司, 甚至承包到车, 再加上个体营运的兴起, 运输企业基本处于单车竞争状态。随着运输事业的发展, 公路旅客运输业不但应具有企业职能, 还应具有政府职能。这个行业是面向全社会的, 只有进行适当的宏观调控, 才能健全运输市场的管理体制。同时, 运输企业也在市场竞争中逐步认识到集约化经营的必要性。近年来各大中城市先后出现了一些客运企业集团, 配置了高档客车。尤其是主要经营高速公路客运的大型客运企业集团, 他们的经营策略较以往的客运企业引入了较多的新观念和先进的管理手段, 科学化管理从未像今天这样被

重视, 一个向管理要效益的局面正在全面展开。在这种新形势下, 运输企业期望能在更高的服务层次上创造更好的经济效益和社会效益。正因为如此, 提高管理人员的素质和运输效率是迫在眉睫的事。

一个大中型客运企业一般拥有很多营运车辆, 同时经营多条线路。根据长途公路客运的特点, 营运线路的长短不同, 各营运车辆的工作车日也不尽相同, 这对一个运输企业来说就很难使每个营运班组都达到满负荷工作量, 容易造成部分车辆超负荷工作, 部分车辆出现空余运力。值得注意的是, 现在的运输企业经营客运线路还未形成网络, 一辆车多数只在一条线路上往返运输, 以同一车站为始发站。一个城市的营运线路只能构成一个树型, 构不成网络, 优化调度也只能是简单的长短搭配。尽管如此, 搭配发车方案也是必须的, 以期用最少的车辆完成运输任务。本文针对这一问题, 把不同行程时间的营运线路统筹考虑, 应用最优化方法建立数学模型, 给出了解决这类问题的适用方法。只要输入各线路的营运时间, 就可算出最优组

合配车方案。该方法经长春市公路客运公司应用, 组合配车, 优化调度, 既提高了车辆利用率, 又调整了不同线路运输任务不平衡的矛盾, 效果良好。

1 组合配车方案的数学模型

由于行程时间各不相同, 完成既定的发车任务共需配多少辆各种车型的车, 这是本节要研究的内容。

假定一个工作车日以 8h 为满工作量, 车站共有 m 条线路, 第 i 条线路共有 n_i 个班次, $i=1, 2, \dots, m$, 单程时间为 t_i 。由于在本问题中只考虑往返运输, 发出的车必须回到出发地后才再发出。因此往返时间内加上各端的待客时间各半小时, 共须总时间 $T_i=2t_i+1, i=1, 2, \dots, m$ 。我们认为, 完成 1 个工作车日恰好需要 1 辆车, 1 辆车在 1 个工作车日内可以跑 1 条或多条线路。我们的问题可化为: 要划分 n_i 个 $T_i, i=1, 2, \dots, m$, 须多少个 8h 工作车日才能满足班次要求, 且使剩余时间最少? 分配工作车日的方案很多, 如果 $T_i < 8$, 我们可以派 $\sum_{i=1}^m n_i$ 辆车足以完成客运任务。也就是说, 1 个工作车日只完成 1 个班次, 这也是一种配车方案。如果某 $T_i < 4$, 则 1 个工作车日至少可以完成两个班次。这又是一个方案。

假设划分 1 个工作车日 (8h) 的方案共有 J 个, 第 j 个方案中含有第 i 条线路的班次数为 X_{ij} 个, 按 j 方案划分的为 Y_j 个, 于是要求

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m X_{ij} T_i &\leq 8 & j=1, 2, \dots, J \\ \sum_{j=1}^J X_{ij} Y_j &= n_i & i=1, 2, \dots, m \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

X_{ij}, Y_j 均为整数。

目标函数为

$$\sum_{j=1}^J \left[8 - \sum_{i=1}^m X_{ij} T_i \right] Y_j = Z \quad (2)$$

Z 取最小, Y_j 为 j 方案的个数。

这是一个非线性的规划问题, 解起来颇为复杂。在实际中, 一般不会有如此多的变量。其原因是, 很多班次的往返时间已经超过 6h, 而大部分班次的往返时间 T_i 均超过 2h, 这样, 工作了 6h 的车辆已无法再完成本日其它班次的运输任务。因此这部分班次已没有优化的价值, 可视 m 较小。根据公路汽车客运的特点, 我们可以假设 $T_i \geq 2, X_{ij}$ 为非负整数, 于是, 当条件 $\sum_{i=1}^m X_{ij} T_i \leq 8$ 成立时, 大部分 X_{ij} 应为

0, 因此, 具体情况中, X_{ij} 的可选余地比较小; 只能选 0, 1, 2, 3。如此分析可知, 在上述的模型中, 可用穷举法列出所有 X_{ij} 数值和所有 J 个组合方案, 因此上式可假定 m, X_{ij} 已知。这样, 问题就可按线性规划问题求解了。

2 组合配车方案的经济效益分析

详细分析我国客运企业的经营过程, 我们不难看到, 用于企业的最大两笔投资是营运车辆投资和客运场站投资。投资的多少以及年度回收率直接影响着企业的发展。投资回收的主要渠道是客票收入, 但客流量大小不完全依赖于固定资产的投资源。比如营运车辆的投放数量, 过多必然造成浪费, 少了又不能满足需要, 如何根据具体的运输任务使所配备的运输车辆尽可能高效率地运行是减少固定成本的关键。这里给出的组合配车方案的核心目的就是要解决在完成运输任务的条件下如何配备最少运输车辆的问题。在这个模型中, 我们把运输任务看作是固定的, 相应的变动费用也只与运输任务有关, 不随投放的车辆数变化。因而, 减少车辆, 提高车辆利用率, 同时也提高司乘人员的工作效率是本优化配车方案的宗旨所在。

3 模型的实际应用

应用上述模型, 把长春市客运中心站可综合调度的班次进行优化安排。一般地, 对于时间短的、班次较多的站, 优化调度的余地较大。针对长春市客运中心站的具体营运班次情况, 我们选择典型的班次来说明优化调度的方法。可调度的线路要求往返时间不超过 5.5h。符合条件的线路只有长春到乐山、伊通、营城子、那丹伯、四平、梨树、朝阳镇、范家屯、郭家等线路, 它们的往返时间可归为 4 类。单程时间 t_i 分别为 1.02, 2.5, 1.9, 0.79, $\min(t_i) = 0.79h$, 为了说明该优化方法的效果, 我们假设班车在两端各停车等客 12min (0.2h), 具体班次情况如表 1 所示。

长春市客运中心站组合配车方案 表 1

线 路	t_i	T_i	n_i	派车方案 (结论)
1. 长春—乐山、伊通	1.02	2.44	33	派 30 辆车每车每日跑 1 班 1 线, 1 班 2 线, 派 3 辆车每车每日跑 1 班 1 线, 1 班 3 线; 派 24 辆车每车每日跑 1 班 3 线, 1 班 4 线; 派 1 辆车每车每日跑 1 班 2 线
2. 长春—营城子 那丹伯 四平、梨树 郭家	2.5	5.4	41	
3. 长春—伊通 朝阳镇	1.9	4.2	27	
4. 长春—范家屯	0.79	2.0	24	

于是可能的组合方案的 x_{ij} 如表 2 所示。

表 2

T_i (h)	方 案								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.44	0	3	2	1	0	0	0	1	0
5.4	0	0	0	1	0	1	0	0	1
4.2	0	0	0	0	1	0	1	0	0
2.0	4	0	1	0	0	1	1	2	1
合计	8	7.32	6.88	7.84	6.64	7.4	6.2	6.44	5.4
空闲	0	0.68	1.12	0.16	1.36	0.6	1.8	1.56	2.6

表 2 中每 1 个方案指把 1 个工作车日 (8h) 分成 2.44, 5.4, 4.2, 2.0 的组合, 这里列出了划分的所有组合方案。

线性规划模型为

$$\begin{cases}
 \min Z = 0y_1 + 0.68y_2 + 1.12y_3 + 0.16y_4 + 1.36y_5 \\
 \quad + 0.6y_6 + 1.8y_7 + 1.56y_8 + 2.6y_9 \\
 3y_2 + 2y_3 + y_4 + y_5 + y_8 = 33 \\
 y_4 + y_6 + y_9 = 41 \\
 y_5 + y_7 = 27 \\
 4y_1 + y_3 + y_6 + y_7 + 2y_8 = 23 \\
 y_i \geq 0
 \end{cases} \quad (3)$$

解此方程, $y_4=30, y_9=11, y_5=3, y_7=24$, 其它为 0, 即按此组合配车可达最优。其意义为表 1 右列的派车方案, 即派 30 辆车每车每日跑 1 班 1 线, 2 班 2 线; 派 3 辆车每车每日跑 1 班 1 线, 一班 3 线; 派 24 辆车每车每日跑 1 班 3 线, 1 班 4 线; 派 1 辆车每日跑 1 班 2 线。

4 结论与分析

班次组合方法, 可以减少车辆数, 提高运行效率。根据前面的计算可知, 每个车站的线路均可分为二类: 一类是每辆可连续完成 2 班往返以上的线路, 另一类是只能在 1 天或 1 天以上才能完成 1 次往返的线路。后一类的配车数可直接算出, 前一类的配车数由前面的优化配车计算方法计算。从班次组合的实施可操作性上看, 由于目前的营运是多家共营, 不是所有车辆都以长春为始终点, 因此, 统筹优化调度只能在一个运输企业内部实施。如果一个客运公司经营的车和线路较多, 尤其是营运线路可构成网络时, 这里给出的班次组合方法就非常适用了, 可以节省很多运力, 达到优化的程度。

参考文献:

- [1] 胡颂迪. 运筹学. 清华大学出版社, 1985.
- [2] 郭学书. 交通优化工程. 中国物资出版社, 1989.