

文章编号: 1005-0523(2004)04-0106-04

# 集装箱结点站列车开行方案研究

周 勇

(西南交通大学 交通运输学院, 四川 成都 610031)

**摘要:**各集装箱办理站产生的集装箱流向其邻近的结点站输送,可能采用不同的运输方案.通过对不同运输方案的作业过程的分析,将整个运输过程产生的箱小时消耗按作业性质分解并分别计算.比较不同方案下的箱小时消耗可知,方案一为消耗最少的运输方案.同时分析各运输方案实施可行性,方案一对区间能力占用较大,方案二较为有利.由此得出结论:方案一可作为集装箱运输发展的方向,在目前的运输组织条件下,方案二是较为有利的运输方案.

**关键词:**集装箱运输;结点站;列车开行方案

**中图分类号:**U292.926

**文献标识码:**A

## 1 问题的提出

根据集装箱发展规划,全路将设置 15 个集装箱结点站,40 个集装箱支点站,200 个集装箱办理站.结点站和流量较大支点站间可开行集装箱班列进行集装箱流的输送,而各办理站和集装箱流量较小的支点站产生的集装箱流则需采用适当的列车形式向其邻近的结点站和支点站输送.可供选取的输送方式不止一种,究竟选用哪一种输送方式更为高效、有利,则需通过对作业方案的作业过程、消耗的分析计算,才能比选出最佳的输送方案<sup>[1]</sup>.

## 2 集装箱输送方案分析

输送办理站与结点站间的集装箱流,目前主要列车形式有<sup>[2][3]</sup>摘挂列车和普通集装箱列车两种,其可能的输送方案有以下三种:

方案一:用普通集装箱列车挂运,输送的集装箱直接进入结点站作业;

方案二:用一般摘挂列车输送,在结点站所在

枢纽地区的编组站改编,挂运的集装箱货车用小运转列车向结点站输送;

方案三:用一般摘挂列车输送,直接进入结点站改编,用小运转列车将该摘挂列车挂运的普通货车输送到编组站.

在集装箱结点站及集装箱运输网络的建设过程中,集装箱运输由目前的组织模式向客运化管理模式过渡期内,可以采用普通货物运输组织方式进行集装箱运输组织.但在集装箱运输网络建成后<sup>[4]</sup>,应采用与之相适应的输送模式,以追求集装箱小时的最佳节省和提高集装箱使用效率.

## 3 输送方案消耗计算模型

### 3.1 边界条件

通过对方案一、方案二和方案三作业时间构成进行分析,可以首先给出以下边界条件:

1) 无论在哪种方案下,集装箱到达结点站后的作业均为一致的;

2) 由条件 1),我们可以设定,集装箱箱小时消耗的计算起点为列车在枢纽内最远端车站开始作

收稿日期:2004-04-22

基金项目:西南交通大学科学研究基金项目(2003B070)

作者简介:周勇(1968-),男,安徽淮北人,博士研究生.  
中国知网 <http://www.cnki.net>

业时刻,计算终点为输送集装箱列车到达结点站时刻。

### 3.2 箱小时消耗分析

对于箱小时消耗计算,着重考察输送方案的集装箱利用效率、货物运达速度,以体现集装箱运输的高效率优势,并力求准确地体现不同方案下的列车开行效率,下面分别给出箱小时消耗计算模型。

#### 3.2.1 方案一

用普通集装箱列车挂运,集装箱直接进入结点站作业。普通集装箱列车是输送结点站与办理站之间的集装箱流的专用集装箱列车,运行在结点站与办理站之间,在办理站办理始发终到作业,由其运送的集装箱直接进入结点站作业。根据集装箱运输客运化思想,<sup>[2]</sup>该种普通集装箱列车是固定编组的,这种列车仅在集装箱办理站进行集装箱装卸,作业地点少,运行速度快,可以提高集装箱运用效率。但在通过能力紧张的区段,开行普通集装箱列车将会引起线路通过能力的损失。

箱小时消耗分析如下:

方案一作业时间构成包括区间运行箱小时  $T_R$  和办理站作业箱小时  $T_W$  两个部分。

设列车的运行速度为  $v$ ,在有  $n$  个车站长度为  $L$  的区段内开行,输送的集装箱数量为  $m$  箱,  $l_i$  为第  $i$  个车站与集装箱办理站之间的距离,  $m_i$  为第  $i$  个车站的集装箱流量,各集装箱办理站的集装箱流量分布是千变万化的,为讨论简便起见,姑且将箱流在某一结点站吸引范围内的各办理站的分布视为均匀分布的,即  $m_i = m/n$ 。

$$T_1 = T_R + T_W = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{v} m_i + \frac{(n+1)ml_B}{2} \quad (1)$$

#### 3.2.2 方案二

一般摘挂列车挂运,在编组站改编,集装箱货车用小运转列车形式向结点站输送,集装箱需要在编组站随货物列车进行改编,并且增加了其在枢纽内的走行距离。同时,用摘挂列车挂运集装箱货车,由于摘挂列车作业地点多、时间长,也增加了集装箱的旅行时间。

箱小时消耗分析如下:

方案二箱小时消耗  $T_2$  的作业时间构成包括区间运行箱小时  $T_R$ ;办理站作业箱小时  $T_W$ ;在各站办理其他货物箱小时  $T_F$ ;编组站有调中转作业箱小时消耗  $T_D$  和小运转列车运行箱小时消耗  $T_L$  这 5 个部分。则该方案箱小时消耗  $T_2$  为

$$T_2 = T_R + T_W + T_F + T_D + T_L = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{v} m_i$$

$$+ \frac{(n+1)ml_B}{2} + T_F + ml_D + ml_L \quad (2)$$

其中,  $t_D$  为编组站有调作业时间,  $t_L$  为小运转列车运行时间。

#### 3.2.3 方案三

箱小时消耗分析如下:

方案三箱小时消耗  $T_3$  构成不仅包含区间运行箱小时  $T_R$ ;办理站作业箱小时  $T_W$  和在各站办理其他货物作业箱小时  $T_F$ ,而且由于摘挂列车先进入结点站,由此产生额外的普通货车由结点站至编组站开行小运转列车的消耗  $T'_L$ 。虽然该部分并不直接产生集装箱箱小时消耗,但从总体运营效率上看,为使各方案的计算具有可比性,应将该部分额外消耗适当地折算成集装箱箱小时消耗。由于集装箱运输的经济技术效能要高于普通货物运输,故可选取一参数  $\lambda(0 < \lambda < 1)$ ,则该方案条件下集装箱箱小时消耗  $T_3$  为

$$T_3 = T_R + T_W + T_F + T'_L = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{v} m_i + \frac{(n+1)ml_B}{2} + T_F + \lambda ml_L \quad (3)$$

## 4 方案成本计算模型

关于方案的列车开行成本计算,在不影响比选结果的前提下,不妨将各方案中相同的部分不计入成本计算。在计算模型的构建中,不仅包含直接的集装箱运输成本消耗,而且将需要额外开行的集装箱列车、摘挂列车、小运转列车的牵引动力消耗、列车办理成本进行折算,以求准确地体现不同方案下的列车开行成本。下面分别给出开行成本消耗计算模型。

### 4.1 方案一

方案一成本消耗构成分为:区间运行成本  $T_R^V$  和办理站作业成本  $T_W^V$ ,另外,由于在该方案下,集装箱列车是单独开行的,还应包括开行该列车所消耗的机车运用、列车办理成本  $T_{JC}^V$ 。

$M$  为装运集装箱的车数,即列车编组辆数 ( $M \geq m/2$ ),  $\rho_1, \rho_2$  为折算系数。

$$T_1^V = T_R^V + T_W^V + T_{JC}^V = \rho_1 LM + \rho_2 M t_B + T_{JC}^V \quad (4)$$

### 4.2 方案二

在方案二,该摘挂列车的编组事实上包含两个部分,一部分为进行集装箱运输而预先编成的集装箱运输车辆的固定编组部分,另一部分则是在沿途各站进行甩挂作业的普通货车。

该方案下的成本消耗包括:集装箱车辆区间运行成本  $T_R^V$ 、集装箱车辆办理站作业成本  $T_W^V$ 、集装箱车辆因列车进行摘挂作业而产生的额外消耗  $T_Z^V$ 、普通货车因列车进行集装箱作业而产生的额外消耗  $T_J^V$ 、集装箱车辆在编组站有调中转成本  $T_D^V$  和集装箱车辆小运转列车成本  $T_L^V$ 。

$t_z$  为列车摘挂作业时间,  $\rho_3$  为折算系数。

则该方案条件下成本消耗  $T_2^V$  为

$$T_2^V = T_R^V + T_W^V + T_Z^V + T_J^V + T_D^V + T_L^V = T_L^V = \rho_1 LM + \rho_2 LM_B + T_J^V + \rho_3 MT_D + \rho_1 Mt_L \quad (5)$$

### 4.3 方案三

方案三成本消耗  $T_3^V$  的构成有:集装箱车辆区间运行成本  $T_R^V$ 、集装箱车辆办理站作业成本  $T_W^V$ 、集装箱车辆因列车进行摘挂作业而产生的额外消耗  $T_Z^V$ 、普通货车因列车进行集装箱作业而产生的额外消耗  $T_J^V$  和普通货车因开行结点站至编组站的小运转列车而产生的消耗  $T_L^V$ 。故该方案下的成本消耗  $T_3^V$  为:

$$T_3^V = T_R^V + T_W^V + T_Z^V + T_J^V + T_L^V = \rho_1 LM + \rho_2 Mt_B + \rho_1 Mt_z + T_J^V + \rho_4 M' \quad (6)$$

其中,  $M'$  为摘挂列车中普通货车编组辆数,  $\rho_4$  为折算系数。

## 5 运输组织方式比较

方案的比选, 分别从效率与成本两个方面考虑。

### 5.1 方案效率比选

下面对三个方案的箱小时消耗分别进行分析比较, 确定方案运输效率的优劣。

方案二与方案三之间, 由式(2)、(3)可得

$$T_2 - T_3 = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{v} m_i + \frac{(n+1)mt_B}{2} T_F + \lambda T_L - \sum_{i=1}^n m_i + \frac{(n+1)mt_B}{2} + T_F + \lambda T_L = T_D + (1-\lambda) T_L > 0 \quad (7)$$

方案一与方案三之间, 由式(1)、(3)可得

$$T_3 - T_1 = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{v} m_i + \frac{(n+1)mt_B}{2} + T_F + \lambda T_L - \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{v} m_i + \frac{(n+1)mt_B}{2} = T_F + \lambda T_L > 0 \quad (8)$$

由以上二式可得:  $T_2 > T_3 > T_1$ 。即: 在所有方案中, 方案一箱小时消耗最少, 其次是方案三, 最大的是方案二。采用方案一时, 集装箱能够得到快速地周转, 实现集装箱运输的快速、高效。

### 5.2 方案成本比选

在以上给出的成本计算模型中, 如直接地进行抽象的数学推导是难以得出明确结论的, 原因有二: 其一、列车中普通货车  $M'$  与运送集装箱车辆  $M$  所占比例不确定; 其二、模型中的成本折算系数  $\rho_i$  应根据具体的方案实施范围进行查定取得。故在方案实施范围、运量明确以后, 再进行不同方案的列车开行成本比较, 结论的取得将更为直接、便利。

考虑到集装箱运输较之普通货物运输的优势在于快捷、高效、“门到门”。故在进行方案比选过程中, 对于可能出现的效率与成本之间的矛盾, 从保证运输产品质量的角度看来, 应以运输效率为优先考虑条件, 以实施成本作为参考。

## 6 运输方案实施可行性分析

以上对三种方案的效率及列车开行成本进行了计算, 并进行了运输效率比较。但以上工作都是在假定通过能力、运输设备、装卸设备、车站作业能力等能够充分满足的条件下进行的。而事实上, 运输方案的实施要受到诸多约束条件限制, 这就使得一些在理论上较为优越的运输方案在实际条件下难以得到顺利实施。以下就从区间通过能力、牵引动力配备、车站配线设置、车站作业能力等方面对各方案的实施可行性进行分析。

### 6.1 方案一

采用方案一, 需有一定的集装箱流为前提, 而开行集装箱列车将占用一定区间通过能力, 同时需配备相应的牵引动力。因此, 该方案实施的前提条件是区段内必须有富余的通过能力和牵引动力。而目前的运营条件往往是, 为压缩运营成本, 牵引动力的配备往往十分紧凑。再者, 大流量的集装箱较多产生于我国的一些经济发达地区, 而这些地区往往也正是铁路通过能力紧张的区段, 如京沪、京广线等。故该方案的实施, 须在集装箱流、通过能力、牵引动力等条件得到满足的情况下才能得以实施。

### 6.2 方案二

在目前的运输组织中, 各中间站产生的车流向区段站、编组站集结, 主要是采用摘挂列车的形式实现的。事实上, 无论该区段是否办理集装箱业务, 摘挂列车总是存在的。以下从区间通过能力、中间站作业、编组站能力三个方面论述该方案的实施可行性: 其一、该方案下, 由于摘挂列车在办理站进行集装箱车辆的调车作业, 将在一定程度上增加摘挂

列车的旅行时间,但由于没有增加区段内列车开行数量,故该方案与其它方案相比,是对区间能力占用最少的.其二、在目前办理集装箱运输业务的车站中,除一些集装箱流量较大的车站外,一般在货场线路使用上未安排集装箱专用线路.如此,车站只要在装车时按方向别安排好装车、选车计划,且摘挂列车在车站是将普通货物车辆和集装箱车辆一同进行调车作业的,故对调车作业工作量的增加将是十分有限的.亦即,车站现有作业能力对该方案的实施影响甚小.其三、方案二集装箱货车需要在编组站进行改编作业,将至少占用编组场一条编组线,并由此产生一系列编尾区的作业.开往结点站的小运转列车的出发作业,也需占用一定的发车端咽喉通过能力.因此,编组站是否具有足够的作业能力、咽喉通过能力及配线是该方案得以实施的前提.

总的来说,在编组站能力能够满足的条件下,该方案是能够得以顺利实施的.

### 6.3 方案三

方案三普通货车随摘挂列车进入结点站进行改编,这就要求结点站具有一定的改编能力和调车设备配置.由于结点站一般不设置驼峰,故只能采用平面牵出调车,效率较低,且占用机车作业时间较长.同时,结点站的主要功能是进行集装箱的中转、发到作业,其主要作业能力体现在集装箱的装卸及堆场能力上,一般配线不多,没有大量富余的线路供摘挂列车在此进行改编作业.故该方案的实施由于受到集装箱结点站设备及作业能力的限制,能够付诸实施的可能性不大.

## 7 结 论

三种方案中,方案一是最好的一种集装箱运输方案,集装箱使用效率最高.因此,采用方案一,即用普通集装箱列车挂运,输送的集装箱直接进入结点站作业应是日后集装箱枢纽运输的发展方向.但是,通过方案实施成本及可行性分析可知,采用方案一,在区段内将会使摘挂列车和普通集装箱列车同时存在,考虑到中国铁路通过能力紧张的现状,是十分不利的.因此,在目前的运输条件下,尤其是在通过能力紧张区段,该方案的实施还有一定困难.从中国铁路的实际情况出发,参考国外集装箱运输取得的经验<sup>[5]</sup>,建议以方案一作为下一步集装箱运输的发展方向.而在目前条件下可根据具体情况及集装箱流大小,采用方案二作为过渡措施为宜.

### 参考文献:

- [1] 胡思继.铁路行车组织[M].北京:中国铁道出版社,1998.
- [2] 彭其渊.铁路集装箱运输组织专题研究[R].2002:102—107.
- [3] Williams R J. On the Queueing Networks in Heavy Traffic. Stochastic Networks: Theory and Applications[M] Clarendon Press, 1996.
- [4] Cheng Changlin The Freight Routing Problem of Time-Definite Freight Delivery Common Carriers[J], Transportation Research Part B, 2001.7,525—547.
- [5] 铁道部赴加拿大铁路集装箱考察组.加拿大铁路集装箱运输组织及货场管理[J] 中国铁路,2002.6:44—46

## Research on the Projects of Trains Operation in a Container Crunode Station

ZHOU Yong

(School of Traffic and Transportation, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** The container stream from container transaction stations is to be transported by varieties of trains to adjacent crunode stations. Operation processes in different transportation schemes are to be analyzed. The consumption of container-hours in Projects are to be decomposed and calculated according to processes of busywork. It can be drawn that consumption of project 1 is the most economic through comparing of consumption of container-hours of various projects. Feasibility of various projects is analyzed. Project 2 is more advantaged than project 1 in the view of engrossing carrying capacity of district. So the conclusion can be drawn that project 1 can be looked as the way container transportation development in future and project 2 is more advantaged currently.

**Key word:** container transportation; container crunode station; projects of trains operation