

# 铁路重载运输组织的规模经济性分析模型

冯芬玲,李夏苗,周艾飞

(中南大学 交通运输工程学院,长沙 410075)

**摘 要:**本文基于经济学理论构建了铁路重载运输规模经济度量模型,认为当重载列车规模经济度大于普通列车,且大于等于1时,铁路重载运输和铁路普通运输在现有运输条件下都具有规模经济效益,且前者大于后者;当重载列车规模经济度大于普通列车,且前者大于1,后者小于等于1时,铁路重载运输在现有运输条件下具有规模经济效益,而铁路普通运输在现有运输条件下不具有规模经济效益或规模经济效益不变;当重载列车规模经济度大于普通列车,且都小于等于1时,铁路重载运输和普通运输都不具有规模经济效益,但相对而言,前者效益大于后者;当重载列车规模经济度小于等于普通列车,且后者大于等于1时,铁路重载运输和铁路普通运输在现有运输条件下都具有规模经济效益,但前者小于后者;当重载列车规模经济度小于等于普通列车,且前者小于等于1,后者大于1时,铁路普通运输具有规模经济效益,而重载运输不具有规模经济效益或规模经济效益不变;当重载列车规模经济度小于等于普通列车,且后者小于等于1时,铁路重载运输和普通运输都不具有规模经济效益,但普通运输的经济效益要比重载运输要好,其中前三种情况应该提倡重载运输;后三种情况应该组织普通运输。

**关键词:**铁路运输;铁路重载运输;规模经济

**中图分类号:** 文献标识码:A 文章编号:1002-980X(2009)09-0053-05

铁路重载运输代表了铁路货物运输领域的先进生产力,已被国际公认是铁路货运发展的方向。国内不少学者、交通运输业的管理者就重载运输及其经济性作了大量的研究和实践工作<sup>[1-6]</sup>。在运输业的规模经济方面,已有大量学者进行研究<sup>[7-10]</sup>,但尚未见基于集疏运一体化角度的针对重载运输组织的规模经济的研究。

## 1 铁路重载运输系统模型假设

为了对铁路重载运输的经济效益进行评价,本文选择整列直达重载与普通列车的经济效益相比较。其原因有两点:一是组合重载列车在国内已逐渐减少,并趋于停开,单元重载列车基本上只在大秦线开行,而普通单编方式是我国普遍开行重载列车的主发展方向,国内以开行整列直达重载列车为主;二是整列直达重载运输的列车到达、解体、编组、出发、取车、送车、装车、卸车和机车换挂作业均与普通货物列车相同,只是牵引重量较一般列车大幅度提高,不难看出,它的经济效益若高于普通列车货运的经济效益,则单元重载列车货运的经济效益肯定也高于普通列车货运的经济效益。

为了简化评价模型,做如下假设:

①设有  $Q_{(i)}$  煤需要从 A 地运往 B 地,假设供需平衡, A 地既是装车区也是第一编组站,该地区具有编发重载列车的能力, B 既是卸车区也是最终编组站,该地区具有重载列车解体作业能力;

②从 A 地到 B 地煤的运输只选择铁路运输,并且假设要么选择普通铁路货运,要么选择重载运输。

③为了方便评估,假设从 A 地到 B 地车流组织具有独立性,反之亦然;

④假定开行的整列式重载列车是从直接 A 站到 B 站的,途中不需进行改编作业,若是普通列车则还需要在技术站 C 进行改编作业。

根据上面的假设和分析,可以得到从 A 地到 B 地的运输系统图,见图 1。

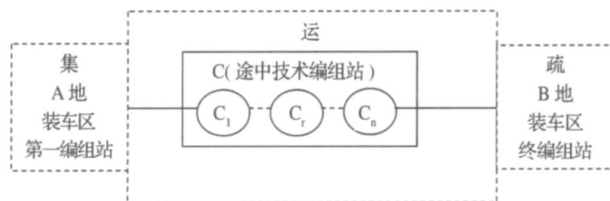


图1 A地至B地的铁路集疏运系统图

收稿日期:2009-05-06

基金项目:铁道部科技研究开发计划项目(2008X020-B)

作者简介:冯芬玲(1973—),女,河北邯郸人,中南大学交通运输工程学院副教授,博士研究生,研究方向:交通运输管理,中国技术经济研究会会员登记号:J031900254S;李夏苗,男,中南大学交通运输工程学院教授,博士生导师,研究方向:交通运输规划与管理;周艾飞,男,中南大学交通运输工程学院硕士研究生,研究方向:交通运输规划与管理。

## 2 成本构成及运输成本函数模型

### 2.1 成本构成

根据图 1 可知,在从 A 地到 B 地的运输中,若选用开行整列式直达重载列车,首先应在 A 地进行货源集结,即在“集”子系统中,将列车整编成整列式直达重载车辆,再通过“运”子系统,在“运”子系统发生的技术作业站不停留不改编不作业直接将物资运送到 B 地区即“疏”子系统中,故整个作业过程中的成本构成分为 3 部分:“集”子系统中发生的成本;“运”子系统中发生的成本,其中,在 C 即途中技术编组站的作业成本为 0;“疏”子系统中发生的成本。

若选用开行普通列车进行货运,则其疏子系统的成本中还应包括在 C 途中技术编组站的作业成本。

### 2.2 运输成本函数

在建模之前,将整个成本函数分为 3 个部分,即“集”子系统中发生的成本、“运”子系统中发生的成本和“疏”子系统中发生的成本。

#### 1)“集”子系统中发生的成本。

“集”子系统主要是为了运输物资而存在的,其作用为集聚物资。因此,在其作业过程中发生的成本包括两部分:固定成本和变动成本。固定成本主要是指每次集聚物资和装物资所发生的固定费用,如机械设备费用、水力水电费用、信息设备费用和信息费等,重载运输的固定成本设为  $C_{集固}$  (万元),非重载运输,即普通列车运输的固定成本则设为  $C'_{集固}$  (万元),显然有  $C_{集固} \geq C'_{集固}$ ,假设每次作业这些固定费用均不变。变动成本与装货量有关系,与装货时间有关系,设单位时间内重载运输所发生的变动成本为  $C_{集变}$  (万元)、装车效率为  $f_{重}(t)$ 、装满时间为  $T_{集装}$  (小时),普通列车货运变动成本则设为  $C'_{集变}$  (万元)、装车效率为  $f_{普}(t)$ 、装满时间为  $T'_{集装}$  (小时),明显有  $C_{集变} \leq C'_{集变}$ ,  $f_{重}(t) \geq f_{普}(t)$ ,  $T_{集装} \geq T'_{集装}$ 。

另外设重载运输每次运输量为  $Q_{重}(t)$ ,非重载为  $Q_{普}(t)$ ,则从 A 地到 B 地若采取重载运输则共运输  $N$  次,若采取普通列车运输则共运输  $N'$  次,易得  $N = Q^*/Q_{重}$ ,  $N' = Q^*/Q_{普}$ 。故有:

$$Q_{重} = \int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt; \quad (1)$$

$$Q_{普} = \int_0^{T'_{集装}} f_{普}(t) dt。 \quad (2)$$

由上面的分析可知,在“集”子系统中一次重载运输过程中所发生的成本  $C_{集重}$  为:

$$C_{集重} = C_{集固} + C_{集变} \times Q_{重} = C_{集固} + C_{集变} \times$$

$$\int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt。 \quad (3)$$

同理可得,普通列车一次运输在“集”子系统中所发生的成本  $C_{集普}$  为:

$$C_{集普} = C_{集固} + C_{集变} \times Q_{普} = C_{集固} + C_{集变} \times \int_0^{T'_{集装}} f_{普}(t) dt。 \quad (4)$$

故设重载运输在“集”子系统中发生的总成本为  $C_{集重}$ ,普通列车运输在“集”子系统中发生的总成本为  $C_{集普}$ 。根据式(1)~式(4)得:

$$\begin{aligned} C_{集重} &= N \times C_{集重} = \frac{Q^*}{Q_{重}} \times [C_{集固} + C_{集变} \times Q_{重}] \\ &= \frac{Q^*}{\int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt} \times [C_{集固} + C_{集变} \times \int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt]; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} C_{集普} &= N' \times C_{集普} = \frac{Q^*}{Q_{普}} \times [C_{集固} + C_{集变} \times Q_{普}] \\ &= \frac{Q^*}{\int_0^{T'_{集装}} f_{普}(t) dt} \times [C_{集固} + C_{集变} \times \int_0^{T'_{集装}} f_{普}(t) dt]。 \end{aligned} \quad (6)$$

#### 2)“运”子系统中发生的成本。

“运”子系统是整个运输过程中最重要的一环,同时也是成本发生最高的环节,在运输过程中发生的成本也包括两部分:固定成本和变动成本。固定成本是指每次运输作业所发生的固定费用,如线路折旧费、机车车辆折旧费等,设此环节中重载运输的固定成本为  $C_{运固}$  (万元),非重载运输即普通列车运输的固定成本设为  $C'_{运固}$  (万元),显然有  $C_{运固} \geq C'_{运固}$ 。每次作业这些固定费用不变。变动成本与运输量和运输次数直接相关,在此设  $d_{AB}$  为 A 地到 B 地的距离,  $\sigma(Q) = \alpha(Q\phi)^\beta$  为单位距离的运输费用,其中  $\alpha > 0$ ,  $-1 < \beta < 0$  [10-11]。

根据上面的假设和分析可知每次 A 地到 B 地重载运输所发生的运输费用  $C'_{运重}$ :

$$\begin{aligned} C'_{运重} &= C_{运固} + d_{AB} \times \alpha(Q_{重}) = C_{运固} + d_{AB} \times \alpha(Q_{重} \phi)^\beta \\ &= C_{运固} + d_{AB} \times \alpha \left( \int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt \phi \right)^\beta。 \end{aligned} \quad (7)$$

从 A 地到 B 地运输物资若采用非重载即普通列车运输,则除了运输过程中的固定费用和运输费用,还有在编组站进行改编作业的费用,设在编组技术站  $C_i$  作业时产生的固定费用为  $C_{C_i固}$ ,在编组技术站  $C_i$  的作业效率函数为  $\tau_i(t)$ ,单位作业费用为  $G_{枝i}$ ,作业时间为  $T_{枝i}$ ,另外,设:

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & \text{在编组技术站 } i \text{ 上作业} \\ 0 & \text{不在编组技术站 } i \text{ 上作业} \end{cases}$$

由上可知,则有:

$$Q_{\text{普}} = \int_0^{T_{\text{技}i}} \tau_i(t) dt. \quad (8)$$

在技术编组站作业的总成本  $C_{\text{技}}$  为:

$$C_{\text{技}} = \sum_i^n \delta C_{C_i \text{固}} + C_{\text{技}i} \times Q_{\text{普}} = \sum_i^n \delta C_{C_i \text{固}} + C_{\text{技}i} \times \int_0^{T_{\text{技}i}} \delta \tau_i(t) dt. \quad (9)$$

再结合式(8)和式(9)得到从 A 地到 B 地普通列车运输物资的运输费用  $C'_{\text{运普}}$  为:

$$\begin{aligned} C'_{\text{运普}} &= C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \alpha(Q_{\text{普}}) + C_{\text{技}} \\ &= C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \alpha(Q_{\text{普}} \phi^\beta) + \sum_i^n \delta C_{C_i \text{固}} + C_{\text{技}i} \times Q_{\text{普}} \\ &= C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \alpha\left(\int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{普}}(t) dt \phi^\beta\right) + \sum_i^n \delta C_{C_i \text{固}} \\ &\quad + C_{\text{技}i} \times \int_0^{T_{\text{技}i}} \delta \tau_i(t) dt. \end{aligned} \quad (10)$$

设重载运输在“运”子系统中发生的总成本为  $C_{\text{运重}}$ , 普通列车运输在“运”子系统中发生的总成本为  $C_{\text{运普}}$ 。根据式(7)和式(10), 得:

$$\begin{aligned} C_{\text{运重}} &= N \times C'_{\text{运重}} = \frac{Q^*}{Q_{\text{重}}} \times [C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \alpha(Q_{\text{重}} \phi^\beta)] \\ &= \frac{Q^*}{\int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{重}}(t) dt} \times [C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \alpha\left(\int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{重}}(t) dt \phi^\beta\right)]; \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} C_{\text{运普}} &= N \times C'_{\text{运普}} = \frac{Q^*}{Q_{\text{普}}} \times [C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \alpha(Q_{\text{普}} \phi^\beta) + \\ &\quad \sum_i^n \delta C_{C_i \text{固}} + C_{\text{技}i} \times Q_{\text{普}}] = \frac{Q^*}{\int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{普}}(t) dt} \times [C'_{\text{运固}} + \\ &\quad d_{AB} \times d_{AB} \times \alpha\left(\int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{普}}(t) dt \phi^\beta\right) + \sum_i^n \delta C_{C_i \text{固}} + C_{\text{技}i} \times \\ &\quad \int_0^{T_{\text{技}i}} \delta \tau_i(t) dt]. \end{aligned} \quad (12)$$

### 3) “疏”子系统中发生的成本。

“疏”子系统是将从 A 地运往 B 地的物资卸的过程, 即解编的过程, 在这个过程中每次发生的成本也包含两个成本: 固定成本和变动成本。固定成本是那些不随作业量而发生变化的成本, 如信息处理费、基础设施费、水力水电费等, 设重载运输中“疏”的固定成本为  $C_{\text{疏固}}$  (万元), 设非重载运输即普通列车运输中“疏”的固定成本为  $C_{\text{疏固}}$  (万元), 显然有  $C_{\text{疏固}} \geq C_{\text{疏固}}$ 。每次作业这些固定费用不变。变动成本与卸货量有关系, 与卸货时间有关系, 设“疏”的环节中重载运输单位时间内所发生的成本为  $C_{\text{疏变}}$  (万元)、装车效率为  $g_{\text{重}}(t)$ 、卸完时间为  $T_{\text{疏卸}}$  (小时); 普通列车货运单位时间内所发生的成本为

$C'_{\text{疏变}}$  (万元)、装车效率为  $g_{\text{普}}(t)$ 、卸完时间为  $T'_{\text{疏卸}}$  (小时)。明显有  $C_{\text{疏变}} \leq C'_{\text{疏变}}$ ,  $g_{\text{重}}(t) \geq g_{\text{普}}(t)$ ,  $T_{\text{疏卸}} \geq T'_{\text{疏卸}}$ , 则:

$$Q_{\text{重}} = \int_0^{T_{\text{疏卸}}} g_{\text{重}}(t) dt; \quad (13)$$

$$Q_{\text{普}} = \int_0^{T'_{\text{疏卸}}} g_{\text{普}}(t) dt. \quad (14)$$

由上面的分析可知, 在“疏”子系统中一次重载运输过程中所发生的成本  $C_{\text{疏重}}$  为:

$$C_{\text{疏重}} = C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times Q_{\text{重}} = C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times \int_0^{T_{\text{疏卸}}} g_{\text{重}}(t) dt. \quad (15)$$

同理可得, 普通列车一次运输在“疏”子系统中所发生的成本  $C_{\text{疏普}}$  为:

$$C_{\text{疏普}} = C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times Q_{\text{普}} = C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times \int_0^{T'_{\text{疏卸}}} g_{\text{普}}(t) dt. \quad (16)$$

设重载运输在“疏”子系统中所发生的总成本为  $C_{\text{疏重}}$ , 普通列车运输在“疏”子系统中所发生的总成本为  $C_{\text{疏普}}$ , 根据式(13)~式(16)得:

$$\begin{aligned} C_{\text{疏重}} &= N \times C'_{\text{疏重}} = \frac{Q^*}{Q_{\text{重}}} \times [C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times Q_{\text{重}}] \\ &= \frac{Q^*}{\int_0^{T_{\text{疏卸}}} g_{\text{重}}(t) dt} \times [C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times \int_0^{T_{\text{疏卸}}} g_{\text{重}}(t) dt]; \quad (17) \\ C_{\text{疏普}} &= N' \times C'_{\text{疏普}} = \frac{Q^*}{Q_{\text{普}}} \times [C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times Q_{\text{普}}] \\ &= \frac{Q^*}{\int_0^{T'_{\text{疏卸}}} g_{\text{普}}(t) dt} \times [C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times \int_0^{T'_{\text{疏卸}}} g_{\text{普}}(t) dt]. \end{aligned} \quad (18)$$

另外, 从整个建模过程中, 容易发现有:

$$Q_{\text{重}} = \int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{重}}(t) dt = \int_0^{T_{\text{疏卸}}} g_{\text{重}}(t) dt; \quad (19)$$

$$Q_{\text{普}} = \int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{普}}(t) dt = \int_0^{T_{\text{技}i}} \tau_i(t) dt = \int_0^{T'_{\text{疏卸}}} g_{\text{普}}(t) dt. \quad (20)$$

### 4) 总成本。

经过以上的分析, 我们可以进一步得出从 A 地到 B 地运输物资过程中发生的总成本, 设整列直达重载运输的总成本为  $C_{\text{重}}$ , 整列直达重载运输的总成本为  $C_{\text{普}}$ 。结合式(5)~式(6)、式(11)~式(12)和式(17)~式(20), 得到:

$$\begin{aligned} C_{\text{重}} &= C_{\text{集重}} + C_{\text{运重}} + C_{\text{疏重}} \\ &= \frac{Q^*}{Q_{\text{重}}} \times [C_{\text{集固}} + C_{\text{集变}} \times Q_{\text{重}}] + \frac{Q^*}{Q_{\text{重}}} \times [C'_{\text{运固}} + d_{AB} \times \\ &\quad \alpha(Q_{\text{重}} \phi^\beta) + \frac{Q^*}{Q_{\text{重}}} \times [C_{\text{疏固}} + C_{\text{疏变}} \times Q_{\text{重}}] = \\ &= \frac{Q^*}{\int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{重}}(t) dt} \times [C_{\text{集固}} + C_{\text{集变}} \times \int_0^{T_{\text{集装}}} f_{\text{重}}(t) dt] + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{Q^*}{\int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt} \times [C_{运固} + d_{AB} \times \alpha (\int_0^{T_{集装}} f_{重}(t) dt \phi)^\beta] + \\
& \frac{Q^*}{\int_0^{T_{集卸}} g_{重}(t) dt} \times [C_{疏固} + C_{疏变} \times \int_0^{T_{集卸}} g_{重}(t) dt]; \quad (21) \\
& C_{普} = C_{集普} + C_{运普} + C_{疏普} = \frac{Q^*}{Q_{普}} \times [C'_{集固} + \\
& C'_{集变} \times Q_{普}] + \frac{Q^*}{Q_{普}} \times [C'_{运固} + d_{AB} \times \alpha (Q_{普} \phi)^\beta + \\
& \sum_i^n \delta C_{C_i固} + C_{枝i} \times Q_{普}] + \frac{Q^*}{Q_{普}} \times [C'_{疏固} + C'_{疏变} \times Q_{普}] \\
& = \frac{Q^*}{\int_0^{T_{集装}} f_{普}(t) dt} \times [C'_{集固} + C'_{集变} \times \int_0^{T_{集装}} f_{普}(t) dt] \\
& + \frac{Q^*}{\int_0^{T_{集装}} f_{普}(t) dt} \times [C'_{运固} + d_{AB} \times \alpha (\int_0^{T_{集装}} f_{普}(t) dt \phi)^\beta + \\
& \sum_i^n \delta C_{C_i固} + C_{枝i} \times \int_0^{T_{枝i}} \delta \tau_i(t) dt] + \\
& \frac{Q^*}{\int_0^{T_{集卸}} g_{普}(t) dt} \times [C'_{疏固} + C'_{疏变} \times \int_0^{T_{集卸}} g_{普}(t) dt]。 \quad (22)
\end{aligned}$$

### 3 规模经济计量模型

根据经济学理论可知,应用成本函数计算规模经济度实质上是通过计算“产出-成本弹性系数 $\varepsilon$ ”来实现的。规模经济度用 $s$ 计量,表示如下:

$$s = \frac{1}{\varepsilon} = \frac{1}{\frac{\partial C(Q)}{\partial Q} \times \frac{Q}{C(Q)}} = \frac{\frac{C(Q)}{Q}}{\frac{\partial C(Q)}{\partial Q}} = \frac{AC(Q)}{MC(Q)} \quad (23)$$

式(23)中, $AC(Q)$ 为长期平均成本、 $MC(Q)$ 为边际成本。结合式(21)~(23),计算得到:

$$AC_{重}(Q) = \frac{Q^*}{Q_{重}} \times [C_{集固} + C_{集变} \times Q_{重} + C_{运固} + d_{AB} \times \alpha (Q_{重} \phi)^\beta + C_{疏固} + C_{疏变} \times Q_{重}]; \quad (24)$$

$$MC_{重}(Q) = \frac{Q^*}{Q_{重}} \times [C_{集固} + C_{运固} + C_{疏变} + d_{AB} \times \alpha (Q_{重} \phi)^\beta + \frac{Q^*}{Q_{重}} \times d_{AB} \times \alpha \beta \phi (Q_{重} \phi)^{\beta-1}]; \quad (25)$$

$$AC_{普}(Q) = \frac{Q^*}{Q_{普}} \times [C'_{集固} + C_{集变} \times Q_{普} + C_{运固} + d_{AB} \times \alpha (Q_{普} \phi)^\beta + \sum_i^n \delta C_{C_i固} + C_{枝i} \times Q_{普} + C'_{疏固} + C'_{疏变} \times Q_{普}]; \quad (26)$$

$$MC_{普}(Q) = \frac{Q^*}{Q_{普}} \times [C'_{集固} + C'_{运固} + \sum_i^n \delta C_{C_i固} +$$

$$C'_{疏固} + d_{AB} \times \alpha (Q_{普} \phi)^\beta + \frac{Q^*}{Q_{普}} \times d_{AB} \times \alpha \beta \phi (Q_{普} \phi)^{\beta-1}]; \quad (27)$$

另 $C_{集疏运固} = C_{集固} + C_{运固} + C_{疏固}$ ,结合式(23)~式(25)得到:

$$S_{重} = \frac{d_{AB} \alpha (Q_{重} \phi)^\beta + Q_{重} \times (C_{集变} + C_{疏变}) + C_{集疏运固}}{d_{AB} \alpha (Q_{重} \phi)^\beta (\beta-1) - C_{集疏运固}}。 \quad (28)$$

另 $C'_{集疏运固} = C'_{集固} + C'_{运固} + C'_{疏固}$ ,结合式(23)、式(26)~式(27)得到:

$$S_{普} = [d_{AB} \times \alpha (Q_{普} \phi)^\beta + Q_{普} \times (C'_{集变} + C_{枝i} + C'_{疏变}) + (C'_{集疏运固} + \sum_i^n \delta C_{C_i固})] / [d_{AB} \alpha (Q_{普} \phi)^\beta (\beta-1) - (C'_{集疏运固} + \sum_i^n \delta C_{C_i固})]。 \quad (29)$$

### 4 铁路重载运输规模经济的影响因素分析

根据经济学原理可知: $S > 1$ ,具有规模经济,表明平均单位成本下降; $S = 1$ ,规模经济不变; $S < 1$ ,规模不经济,平均成本上升。

1)  $S_{重} - S_{普} > 0$ ,且 $S_{普} \geq 1$ 。

当 $S_{重} - S_{普} > 0$ ,且 $S_{普} \geq 1$ 成立时,说明铁路重载运输和铁路普通运输在现有运输条件下都具有规模经济效益,但铁路重载运输比铁路普通运输更具有规模经济性。另外根据式(28)~式(29)可以看出,规模经济度的大小与运量 $Q$ 大小及集疏运系统的固定成本 $C_{集疏运固}$ 直接相关。随着 $Q$ 的增大, $Q$ 比 $Q^\beta$ 增长速率大, $S_{重}$ 增大;随着 $C_{集疏运固}$ 的增大, $S_{重}$ 增大。此时应通过运输量 $Q$ 的增大和固定成本的分摊来获取规模经济效益,故应提倡重载运输。

2)  $S_{重} - S_{普} > 0$ ,且 $S_{普} \leq 1$ , $S_{重} > 1$ 。

当 $S_{重} - S_{普} > 0$ ,且 $S_{普} \leq 1$ , $S_{重} > 1$ 成立时,说明铁路重载运输在现有运输条件下具有规模经济效益,而铁路普通运输在现有运输条件下不具有规模经济效益或规模经济效益不变。此时亦根据式(28)~式(29)知,随着 $Q$ 的增大, $Q$ 比 $Q^\beta$ 增长速率大, $S_{重}$ 增大;随着 $C_{集疏运固}$ 的增大, $S_{重}$ 增大。故在现有运输条件下也应鼓励推行重载运输。

3)  $S_{重} - S_{普} > 0$ ,且 $S_{重} \leq 1$ 。

当 $S_{重} - S_{普} > 0$ ,且 $S_{重} \leq 1$ 成立时,说明在现有运输条件下,铁路重载运输和普通运输都不具有规模经济效益,但相对而言,重载运输的经济效益要比普通运输要好些。此时,应通过加强运输组织、改进运输技术等措施以实现铁路运输的经济效益。

4)  $S_{重} - S_{普} \leq 0$ ,且 $S_{重} > 1$ 。

当  $S_{重} - S_{普} \leq 0$  ,且  $S_{普} \geq 1$  成立时,说明铁路重载运输和铁路普通运输在现有运输条件下都具有规模经济效益,但是铁路普通运输比铁路重载运输更具有规模经济性。亦根据式(28)~式(29)可以看出,规模经济度的大小与运量  $Q$ 、集疏运系统固定成本  $C_{集疏运固}$  和技术站编组的固定成本  $\sum_i^n \delta C_{C_i固}$  大小直接相关,并有随着  $Q$  的增大,  $S_{普}$  增大,但是  $Q$  的增加不能超过重载运输的运输量;随着  $C_{集疏运固}$  和  $\sum_i^n \delta C_{C_i固}$  的增大,  $S_{普}$  增大。此时应该提倡铁路普通运输。

5)  $S_{重} - S_{普} \leq 0$  ,且  $S_{普} > 1$  ,  $S_{重} \leq 1$  。

当  $S_{重} - S_{普} \leq 0$  ,且  $S_{普} > 1$  ,  $S_{重} \leq 1$  成立时,说明在现有运输条件下,铁路普通运输具有规模经济效益,而重载运输不具有规模经济效益或规模经济效益不变。根据式(28)~式(29)知,随着  $Q$  的增大,  $S_{普}$  增大,但是  $Q$  的增加不能超过重载运输的运输量;随着  $C_{集疏运固}$  和  $\sum_i^n \delta C_{C_i固}$  的增大,  $S_{普}$  增大。此时应该在现有路段推行铁路普通运输。

6)  $S_{重} - S_{普} \leq 0$  ,且  $S_{普} \leq 1$  。

当  $S_{重} - S_{普} \leq 0$  ,且  $S_{普} \leq 1$  成立时,说明在现有运输条件下,铁路重载运输和普通运输都不具有规模经济效益,但相对而言,普通运输的经济效益要比重载运输好些。此时应该通过加强运输组织,改

进运输技术等措施以实现铁路运输的经济效益。

## 参考文献

- [1] 钱立新. 世界铁路重载运输技术[J]. 中国铁路, 2007(6): 49-53.
- [2] 武汛. 坚持系统集成与自主创新相结合, 全面提高大秦铁路重载运输能力[J]. 铁道运输与经济, 2007(10): 50-52.
- [3] SCOTT L. Heavy haul railways address a booming market[J]. Railway Gazette International, 2005, 161(6): 327-328.
- [4] GONZALEZ N C, MENENDEZ D A, ALVAREZ A E, ARIZNAVARRETA F F. Failure analysis of concrete sleepers in heavy haul railway tracks[J]. Engineering Failure Analysis, 2008, 15(1/2): 90-117.
- [5] 范振平, 魏玉光, 林柏梁. 重载运输扩能的效益分析[J]. 物流技术, 2007, 26(4): 47-49.
- [6] 冯芬玲, 陈治亚. 铁路重载运输的经济性分析[J]. 铁道运营技术, 2009, 15(2): 33-35.
- [7] 陈治亚, 周艾飞, 谭钦之, 等. 物流企业规模经济计量研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2008, 5(4): 78-82.
- [8] JARA D S R, CORTES C E. On the calculation of scale economies from transport cost functions[J]. Journal of Transport Economics and Policy, 1996, 30: 157-170.
- [9] 荣朝和. 关于运输业规模经济和范围经济问题的探讨[J]. 中国铁道科学, 2001, 22(4): 97-104.
- [10] 曹学明. 加速货车循环相关运输组织优化模型与方法研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [11] 王庆金, 吴泗宗. 价格折扣和运输折扣下供应链库存—运输优化模型[J]. 信息与控制, 2005, 34(3): 335-339.

## Research on Scale Economy Model of Railway Heavy Haul Traffic

Feng Fenling, Li Xiamiao, Zhou Aifei

(School of Traffic and Transportation Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

**Abstract:** This paper analyzes the important theoretical guidance and practical significance of scale economy of railway heavy haul traffic in the development of heavy haul traffic in China. With Cost Function Model, it calculates the degree of scale economy. And it builds a measurement model of scale economy of railway heavy haul traffic. Besides, and analyzes the factors influencing scale economy model of railway heavy haul traffic.

**Key words:** railway transportation; railway heavy haul traffic; scale economy