

# 基于投入产出模型的中国铁路产业结构分析

黄 庭 杜智涛

[摘 要] 运用直接消耗系数、直接分配系数、完全消耗系数等指标,对中国铁路产业与国民经济其他部门的依存关系、产业属性、产业波及效应、产业价值构成等方面进行的定量分析表明:铁路货运产品主要供第二产业部门使用,应加大投入,加强路网建设;铁路客运主要服务于第三产业部门,应加强营销力度,开发服务产品;铁路运输设备制造产品由于有较强的专用性,缺乏外部竞争环境,是铁路制造业面临的现实问题。

[关键词] 铁路;产业结构;投入产出

[中图分类号] F53 [文献标识码] A [文章编号] 1672-7320(2009)02-0261-06

## 一、中国铁路产业结构的基本特性分析

产业结构是指国民经济中各产业之间、产业内部各企业之间的构成状况及相互制约的数量比例和关联关系。近年来,国外一些学者依据 Léon Walras 一般均衡理论,对投入产出模型的方法和数据来源进行了深入研究,来考察国民经济或企业内部各部门间的生产与分配关系。本文依据 2002 年国内 122 个部门投入产出的数据,从当年 42 个部门投入产出统计表中分离出铁路货运业、铁路客运业、铁路运输设备制造业,在此基础上对中国铁路产业与国民经济其他产业部门的依存关系、产业属性、产业波及效应、产业价值构成等方面进行了定量分析。

### (一)铁路与国民经济其他部门的依存关系分析

产业部门间的依存关系是指经济系统中各部门彼此间互为投入产出的关系,其衡量指标可以使用直接消耗系数和直接分配系数来说明。直接消耗系数是指某一部门生产单位产品需要消耗的其他部门产品和服务的价值量,它反映某产业与其后向产业的直接关联度,公式为:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $a_{ij}$  为投入产出表中纵列第  $j$  部门对横行第  $i$  部门的直接消耗系数,  $X_{ij}$  为第  $j$  部门对第  $i$  部门的直接消耗量,  $X_j$  为第  $j$  部门总产值。  $a_{ij}$  越大,表明该部门因消耗而对其他部门的拉动作用越大。直接分配系数是指某部门产品分配给另一部门作为中间产品直接使用的价值占该产品产出的比例,它反映该产业与其前向产业的直接关联度,公式为:

$$r_{ij} = \frac{X_{ji}}{X_i} (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $r_{ij}$  为第  $i$  部门对第  $j$  部门的直接分配系数,  $X_{ji}$  为第  $i$  部门分配给第  $j$  部门作为中间产品使用的价值量,  $X_i$  为第  $i$  部门总产值。  $r_{ij}$  越大,说明该部门对其他部门直接供给的推动作用越明显。

铁路货运  $a_{ij}$  居前 10 位的部门中,属于第二产业的有 7 个,属于第三产业的有 3 个,且排在前 5 位的

均系第二产业,可见铁路货运主要消耗第二产业的产品和服务,与第二产业的后向直接关联较大,特别是石油加工和铁路运输设备制造的  $a_{ij}$  最大,其原因是铁路货运主要依赖这些部门提供动力、设备等投入。铁路货运  $r_{ij}$  居前 10 位的部门中,属于第二产业的有 8 个,属于第一、三产业的各一个,可见铁路货运的产品主要供给第二产业使用,特别是第二产业中为传统工业提供原材料、燃料的部门,说明原材料、燃料等是铁路货运的主要货源,同时铁路货运对农业的分配系数也较大,反映出铁路货运不仅对第二产业,还对包括第一产业的所有国民经济基础产业部门都提供强有力的支持。

铁路客运  $a_{ij}$  居前 10 位的部门中,属于第二产业的有 6 个,属于第三产业的有 4 个。属于第二产业的 6 个部门的  $a_{ij}$  总和为 22.61%,属于第三产业的 4 个部门的  $a_{ij}$  总和为 6.85%。可见,第二产业为铁路客运投入了大量资源,其原因与铁路货运相同。铁路客运  $r_{ij}$  居前 10 位的部门中,属于第三产业的有 8 个,属于第二产业的有 2 个,可见铁路客运主要服务于第三产业,其中对公共管理和社会组织的  $r_{ij}$  高达 17.27%,说明铁路客流主要集中在政府事业部门及社会团体。这也说明铁路在其他部门还有很大的市场空间,铁路客运要增加市场份额,必须针对各种不同人群,开发多种服务产品,加大营销力度。

铁路运输设备制造  $a_{ij}$  居前 10 位的部门主要集中在第二产业,与铁路客、货运输相同。而其  $r_{ij}$  前 3 位分别是铁路货运、客运及其自身,表明其产品具有较强的专用性,买方市场主要被铁道部及其相关部门垄断,这一方面保证了铁路装备技术对铁路行业的针对性和适用性;另一方面,由于缺乏外部竞争环境,将会制约企业的技术创新及制度创新能力,而这一点正是当前铁路制造业所面临的现实问题。

由于在生产过程中,一个产业不仅与某一产业有直接联系,还与另一些产业有间接联系,因此,各产业在生产中除了有直接消耗外,还有间接消耗,能够对这两者全面反映的是完全消耗系数,其公式为:

$$B = A(I - A)^{-1}$$

式中,  $B$  为完全消耗系数矩阵,  $A$  为直接消耗系数矩阵,  $(I - A)^{-1}$  为列昂惕夫逆矩阵或完全需求系数矩阵(表示最终需求的增加所带来总产出放大的倍数)。完全消耗系数可以表示为直接消耗系数与间接消耗系数之和,它比直接消耗系数更全面地反映部门内部和部门之间的技术经济关联。

铁路货运、客运、运输设备制造业完全消耗系数中居前 10 位的部门与其相应的直接消耗系数的部门基本相同,只是前者数值比后者略大。然而,农业却有较大差别,铁路各部门直接消耗系数居前 10 位的部门中均没有农业,而完全消耗系数居前 10 位的部门里却均有农业,说明铁路尽管与农业的直接关联不大,却与之有着千丝万缕的间接关联,从另一侧面反映出农业在国民经济中的基础地位。

## (二) 铁路产业在国民经济发展中的定位分析

铁路产业定位分析主要揭示铁路在国民经济中的作用和地位,分析指标可以用中间需求率和中间投入率。中间需求率反映了各产业部门的总产品中有多少作为中间产品被各产业所需求,公式为:

$$G_i = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $G_i$  为投入产出表横行第  $i$  部门的中间需求率,分子为各部门对第  $i$  部门的中间需求之和,分母为第  $i$  部门的总产出,  $Y_i$  为第  $i$  部门产品中最终需求部分。由中间需求率可以看出某一产业部门是具有生产资料的性质还是具有最终产品的性质,  $G_i$  越大,表明该部门就越具有原材料产业性质;  $G_i$  越小,表示该部门越具有最终产品的性质。中间投入率是某部门在其产品生产过程中的中间投入与总投入之比,反映了该部门生产单位产值的产品从其他部门购进的原料在其总投入中所占的比重,公式为:

$$F_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij} + D_j + N_j} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $F_j$  为投入产出表纵列第  $j$  部门的中间投入率,分子为各部门对第  $j$  部门的中间投入之和,分

母为第  $j$  部门的总投入,  $D_j$  为第  $j$  部门的固定资产折旧,  $N_j$  为第  $j$  部门新创造的价值(即附加价值)。由于该部门总投入 = 中间投入 + 折旧 + 附加价值,所以在总投入和折旧率一定的情况下,中间投入率越高,该部门的附加价值率就越低。一般来讲,  $G_i$  大的部门为其他部门的发展提供生产资料,是其他部门赖以生产和发展的基础,如果产生瓶颈,将会直接影响到其他产业的发展,所以应当先行发展;  $F_j$  小的部门能够产生较高的附加价值,这类部门具有较高的盈利能力,应提高创新能力,加大营销力度。

铁路货运的  $G_i$  较高,在 45 个部门中居第 13 位,说明铁路货运为其他部门提供产品和服务的作用较大,具有生产资料的性质,属于基础产业;而其  $F_j$  较低,居第 38 位,说明铁路货运有较高的附加价值。铁路客运的  $G_i$  在 45 个部门中居第 26 位,说明它作为最终产品的作用与作为生产资料的作用相当,且前者略大于后者;而其  $F_j$  较低,说明它的附加价值很高,不但高于铁路货运,而且在各部门中居前 5 位,属于高附加价值产业。铁路运输设备制造的  $G_i$  较低,居第 32 位,说明它作为最终产品的作用大于作为中间产品的作用,具有最终产品性质,这与其产品专用性较强、非铁路部门对其需求相对较少有重要关系;其  $F_j$  较高,居第 15 位,说明其附加价值较低。

由中间需求率和中间投入率可以较为准确地为铁路各部门在国民经济发展中定位,确定其发展思路:铁路货运作为基础产业,应先行发展,加快发展速度,提高运输能力,为其他产业的发展提供运力保障。铁路客运作为高附加价值产业应当在服务上加大创新力度,开发出特色产品,拓宽市场份额,提高其附加价值水平。铁路运输设备制造应依托铁路需求,努力节支降耗,着力挖潜增效。

### (三) 铁路产业的波及效应分析

产业波及效应是指某一产业部门发生变化后,会引起其直接相关产业部门的变化,并且这些相关产业部门的变化又会导致与其直接相关的其他产业部门的变化,依次传递。产业波及效应可以从各产业部门之间相互波及的程度和最终需求项目对各产业的波及程度两个方面来分析。前者可以用感应度系数和影响力系数两个指标;后者可以用生产诱发系数和依赖度系数两个指标。感应度系数是指当国民经济各部门增加一个单位最终使用时,某一部门由此而受到的需求感应程度,公式为:

$$S_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n A_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $S_i$  为第  $i$  部门受其他部门影响的感应度系数;  $A_{ij}$  为列昂惕夫逆矩阵中的第  $i$  行第  $j$  列的系数;分子为该部门列昂惕夫逆矩阵各横行系数的平均值;分母表示全部产业逆矩阵横行系数的平均值。 $S_i$  反映了第  $i$  部门受其他部门的拉动作用,  $S_i$  越大,说明该部门受其他部门需求感应程度越高。 $S_i$  等于 1, 表示该部门所受到的感应程度等于社会平均感应水平;  $S_i$  大于 1, 表示其高于社会平均感应水平;  $S_i$  小于 1, 表示其低于社会平均感应水平。 $S_i$  较大的产业部门大多是一些与物质生产领域直接有关的重工业、商业、农业、交通运输业等基础产业部门,  $S_i$  较小的产业部门多是服务性产业部门。影响力系数指某一部门增加一个单位最终使用时,对国民经济其他各部门所产生的需求波及影响,公式为:

$$T_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n A_{ij}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $T_j$  为第  $j$  部门对其他部门的影响力系数,分子为该部门逆矩阵纵列系数的平均值,分母含义同上。 $T_j$  反映了由于该部门的需求而对其他部门的推动作用。 $T_j$  越大,说明该部门对其他部门产生的波及效应越大,对国民经济的推动作用越明显。 $T_j$  等于 1, 表示第  $j$  部门对其他部门所产生的波及影响等于社会平均影响水平;  $T_j$  大于 1, 表示其高于社会平均影响水平;  $T_j$  小于 1, 表示其低于社会平均影响水平。 $T_j$  较大的产业部门多集中在加工迂回度较高的制造业等;  $T_j$  较小的产业部门多是服务性产业部

门。工业化进程中,重工业、农业都表现为  $S_i$  较高,而接近于最终使用的轻工业一般都表现为  $T_j$  较高。一般来讲,感应度系数和影响力系数都大于 1 的产业在经济发展中处于战略地位,是对经济增长最为敏感的产业部门,也就是国民经济的主导产业。如农业、机械制造、交通运输、能源、原材料等产业部门。

铁路客、货运输的  $S_i$  和  $T_j$  均小于 1,表明它们都小于社会平均水平。然而不含铁路的交通运输和仓储业及其相应的运输设备制造业的  $S_i$  和  $T_j$  均高于或等于社会平均水平(不含铁路的交通运输及仓储业的  $T_j$  为 0.944,可近似为 1)。这说明不含铁路的交通运输以及与之相应的设备制造业对国民经济其他部门的反应较敏感,对其他部门的影响力也较大,而铁路却是例外。究其原因有两点:

第一,铁路路网与运营部门有较强的技术联系,铁路线路与列车在同一时间是一一对一的连接关系,与其他运输方式相比,铁路的密度经济与幅员经济<sup>[1]</sup>(第 97-102 页)具有更强的相互依存性,比如一条公路在同一时间可以并行若干车辆,而铁路只能有一组列车,铁路列车的运营密度经济受制于路网的密度,而公路、民航、水运等运输方式受到的制约相对较弱。因此要提高铁路的运营能力,必须相应地加强铁路路网建设,而路网建设投资额巨大、周期长、产品供给对需求的响应迟滞。

第二,我国铁路运输产品供给不足,铁路的增长速度远低于国民经济增长速度,改革开放以来,国民经济高速增长,GDP 年均增长 9% 以上,近年达到 10% 以上,而铁路增长却逐年下降,弹性系数从“五五”期间的 1.17 下降到“十五”期间的 0.33。在铁路运能不足的情况下,国民经济增加需求,铁路运输供给在短期内也不会产生较大响应,而铁路运输在现有路网结构下通过挖潜提效增加的运输产品也仅是对巨大的供给缺口的补欠,影响力有限。

铁路运输设备制造业的  $S_i$  较低的原因是由于其产品专用性较强,主要为铁路提供产品和服务,其他产业在最终产品上对它的需求不大,所以当其他产业的需求发生变动时,对它的波及影响也不大;其  $T_j$  较大的原因是因为铁路运输设备制造业同一般加工制造业一样,生产过程的迂回度较高,涉及部门较多,与国民经济有着广泛的直接或间接的关系。各部门生产出来的产品不是作为中间需求,就是作为最终需求,但归根结底是由最终需求所决定,中间需求只是派生的。最终需求各项目(如消费、固定资本形成等)的变化与各部门产出额的相互影响程度可分别用生产诱发系数和最终依赖度系数反映。

生产诱发系数反映国民经济最终需求各项目对某产业部门产出的诱导作用,公式为:

$$W_{ip} = \frac{Z_{ip}}{Y_p} (i, p = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $W_{ip}$  为投入产出表横行第  $i$  部门对某一最终需求项目  $P$  的生产诱发系数;分子为第  $i$  部门对某一最终需求项目  $P$  的生产诱发额(即列昂剔夫逆矩阵与最终需求项目  $P$  的乘积);分母为各产业的最终需求项目  $P$  的合计。  $W_{ip}$  越大,说明某一最终需求项目的变化越能较大地诱发该产业部门的变动。

最终依赖度系数反映国民经济各部门对最终需求各项目的依赖程度,公式为:

$$Q_{ip} = \frac{Z_{ip}}{\sum_{p=1}^n Z_{ip}} (i, p = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $Q_{ip}$  为第  $i$  部门对最终需求项目  $P$  的依赖度系数,分子同上,分母为该产业各最终需求项目生产诱发额之和。  $Q_{ip}$  揭示了各最终需求对某产业部门增加值的需求贡献,即某一部门增加值的实现有多少是通过满足消费需求来实现的,又有多少是通过固定资本形成来实现的。这一特征有助于我们准确把握如果想刺激某些部门增长,究竟是依赖于消费,还是依赖于固定资本形成更为有效。

无论是农村居民消费、城镇居民消费、政府消费还是固定资本形成,对铁路客、货运及铁路运输设备制造的  $W_{ip}$  都较小,说明各最终需求项目的变化对铁路各部门总产出的诱发作用较小。相对而言,不含铁路的交通运输和仓储业及其设备制造业的  $W_{ip}$  都较大,可见,最终需求的变化对铁路的诱发程度不及它对其他运输方式的诱发作用明显,铁路对最终需求变化的反应不敏感,其原因与铁路部门的感应度系数和影响力系数较小的原因相同。

铁路客运的城镇居民消费和政府消费的  $Q_{ip}$  较大,说明它主要依赖于这两项需求拉动,农村居民消费对其拉动作用较小。铁路货运主要依靠固定资本形成和城镇居民消费拉动,特别是固定资本形成对其增长尤为重要,农村居民和政府消费对其拉动作用较小。铁路运输设备制造主要依赖于固定资本形成的拉动,与其他制造业相同。由此可见,农村居民消费对铁路客货运输业的诱发作用相当有限。其原因是由于中国长期的城乡二元经济结构使农村居民人均纯收入增长率普遍低于同期城镇居民人均可支配收入增长率,农村消费能力也普遍低于城镇居民消费能力。农村居民消费与其他最终需求项目相比,平均依赖度系数最低,为 0.0854,而城镇居民、政府消费及固定资本形成的平均依赖度系数分别为 0.2248、0.1579 和 0.2853。随着我国“三农”政策的落实,农民收入会进一步提高;同时随着工业化的推进和城镇化水平的提高,会有更多的农民工涌入城市,这都会扩大农村居民对运输产品的需求,因此铁路客、货运输应把农村市场作为新的增长点。

#### (四)铁路产业的价值构成分析

投入产出表的纵列表示各产业部门的投入结构情况,即各部门为了进行生产从包括本部门在内的各个部门购进了多少中间产品,以及为使用各生产要素,支付了多少费用(包括工资、利息等)。它由中间产品投入、固定资产折旧、劳动力、生产税净额、营业盈余等部分组成,公式为:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} + D_j + V_j + T_j + M_j = X_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

式中,  $x_{ij}$  为第  $j$  部门生产中消耗的第  $i$  部门产品价值;  $D_j$  表示第  $j$  部门提取的折旧,  $V_j$  表示劳动力的报酬,  $T_j$  为净税额,  $M_j$  为营业盈余,  $X_j$  为第  $j$  部门的总投入。折旧系数  $a_{Dj}$ 、劳动报酬系数  $a_{Vj}$ 、净税额系数  $a_{Tj}$  和营业盈余系数  $a_{Mj}$  分别为它们的价值与总投入  $X_j$  的比值。

铁路客、货运输的  $a_{Vj}$  较大,在 45 个部门中分别排在第 6、第 10 位,比不含铁路的交通运输及仓储业高,且与 1997 年相比有上升趋势,1997 年铁路客、货运输的  $a_{Vj}$  分别为 0.3074、0.2059<sup>[2]</sup> (第 90 页)。劳动报酬系数代表劳动力成本在总投入中所占的比重,它可以反映出行业的劳动力密集程度,尽管它无法量化非物质人力资本的作用,但可以粗略地看出我国铁路的劳动力密集程度较高。然而铁路客、货运输总产出分别仅占国民经济各部门总产出之和的 0.33%、0.47% (在 45 个部门中分别排第 37、第 36 位),可见投入的劳动力成本较高而产出却较低,这反映出我国铁路运输业的劳动生产率很低。

铁路客、货运输的  $a_{Dj}$  较大,在 45 个部门中分别居第 4、第 5 位,比不含铁路的交通运输及仓储业高出很多,且与 1997 年相比有上升趋势。这反映出固定资产净值占总投入的比例较大,资本的有机构成水平较高,铁路运输业属于资本密集型产业。同时,我国铁路固定资产利用率很高,技术生产率水平远高于其他国家,通过增加运输密度而实现运输增量上涨的空间有限。

铁路客、货运输的  $a_{Vj}$  和  $a_{Dj}$  较高可以反映出铁路运输投入的可变成本和固定成本都比较高。然而,铁路客、货运输的  $a_{Mj}$  较低,不但低于不含铁路的交通运输业,而且在所有部门中排在后面,且与 1997 年相比呈下降趋势(1997 年铁路客货运的  $a_{Mj}$  分别为 0.1598 和 0.2913)。铁路客、货运输的  $a_{Tj}$  比不含铁路的交通运输及仓储业高,且与 1997 年相比呈上升趋势(1997 年铁路客货运的  $a_{Tj}$  分别为 0.0347、0.0221),这都反映出铁路客、货运输业的实际利润水平较低。同时,铁路客、货运输总产出占整个交通运输业总产出约 18.04%,比 1997 年下降了 8.16%,可见铁路运输业的产出在整个交通运输业产出的比重中呈下降趋势,铁路运输与其他运输方式相比,市场份额正在下降。

## 二、投入产出分析对我国铁路产业改革发展的启示

通过对我国铁路产业进行投入产出法定量分析后,使我们获得我国铁路产业改革发展的如下启示:

1. 我国铁路运输产业与国民经济所有部门都有直接或间接关联。其中,铁路货运主要为第二产业特别是为传统工业提供原材料和燃料等部门提供产品,也为第一产业农业产业提供具有生产资料性质的产品,它有广阔的市场和广阔的发展空间。因此,我国铁路货运发展要加大投入,优先加强路网建设。

2. 铁路客运主要为第三产业提供产品, 其具有消费资料的性质。铁路客运主要依赖于城镇居民和政府消费拉动, 农村居民消费对铁路客货运输的拉动作用均较小, 客运的产品附加价值较高。铁路客运要加大营销力度, 开发多种服务产品, 提高服务质量。

3. 铁路运输设备制造具有最终需求产业的性质, 其产品专用性强, 是主要为了满足铁路部门的需要, 为产业内部所垄断, 对国民经济其他部门变化的响应不敏感, 且附加价值较低。发展铁路运输设备制造业应努力创造其产品外部竞争环境和产业内部企业之间的竞争, 节支降耗, 增强活力。

4. 我国铁路固定资产利用率很高, 技术生产率水平远高于其他国家。我国现有铁路运营里程占世界铁路总运营里程的 6%, 却完成了世界铁路运输 24% 的工作量。但是, 我国铁路运输可变成本与固定成本较高, 且劳动力密集程度较高, 劳动生产实际利润水平较低。2004 年我国铁路有 7.44 万公里, 全路职工 169.9 万人, 平均每公里线路的劳动力约 23 人, 而国外平均每公里线路不超过 7 人<sup>[3]</sup> (第 200 页)。因此, 我国铁路产业应继续保持技术生产率水平, 在发展路网建设的同时要努力实现铁路运输技术现代化和管理现代化, 提高劳动生产率和效益。

### [参 考 文 献]

- [1] 荣朝和:《关于运输业规模经济和范围经济问题的探讨》, 载《铁道经济研究》2001 年第 4 期。
- [2] 李学伟、赵新刚:《中国铁路投入产出分析》, 北京: 中国铁路出版社 2004 年版。
- [3] 林晓言:《铁路的民营化改革与市场融资》, 北京: 经济科学出版社 2006 年版。

(责任编辑 于华东)

## Research on Industry Structure of Chinese Railway Based on Analysis of the Input-output Model

Huang Ting<sup>1</sup>, Du Zhitao<sup>2</sup>

(1. School of Economic & Management, Geosciences University of China, Wuhan 430074, Hubei, China;  
2. School of Information Management, Wuhan University)

**Abstract:** Using the direct consuming coefficient, direct distribution coefficient, total input coefficient, etc, the quantitative analysis on the relationships between Chinese railway industry and other industries of national economy, the attributes of railway industry, the interacting consequences, the composition of value, etc. shows that railway freight transport is mainly used in the 2nd industrial departments, so the railway nets-build should be strengthened; and its passenger transport mainly serves the 3rd industrial department, so its business should be increased. The main problem is that the building of railway transporting equipments are of strongly special purpose, short of external environment of competition, so it should be further perfected.

**Key words:** railway; industry structure; input-output