

# 铁路施工企业劳动力供求系统模型的研究\*

叶仁荪      唐治凤      王 东      杨世荣

(人事处)      (经济管理系)      (铁道部经济规划研究院)

**摘 要** 从铁路施工企业的实际出发,本着定性分析与定量分析相结合的原则,将社会经济系统定量分析方法系统动力学和计量经济学应用于劳动力供求系统的研究,建立了铁路施工企业劳动力供求系统模型,模型以2000年铁路施工企业劳动力供求趋势研究为基本目标,通过对多种政策下系统供求趋势的模拟,测算了铁路施工企业劳动力适度规模。

**关键词** 铁路施工企业;劳动力;供求模型

**分类号** F240

## 0 引 言

铁路施工企业劳动力供求平衡问题是铁路劳动计划中一个古老而又复杂的问题,文献[1]把它称为“铁路劳动计划与其它计划综合平衡的一个重大课题”。由于影响劳动力供求平衡的因素众多,关系复杂,使用一般的数学方法来建立模型十分困难,而且即使建立了模型,也很难用解析方法求解,更不能完整地揭示系统的内在联系。

系统动力学(System Dynamics)提供了研究这类复杂问题的方法,将该方法与计量经济学结合并应用于本文的研究,既可解决上述建模困难,又能使模型中有关变量间关系的测定更为准确,因此是可行的。

铁路施工企业劳动力供求系统模型,综合考虑了劳动力供求与铁路基本建设投资、外委工程、设备投入、技术进步以及用工制度等因素的关系,着重研究不同政策参数影响下劳动力供求系统的发展趋势,预测了劳动力需求量,提出了有关政策建议。

## 1 模型的基本结构

本模型包括劳动力供给、劳动力需求及供求评价三个子模型,各子模型中涉及到若干个子模块,各子模块之间的关系如图1所示。

模型的主体反馈回路,如图2所示。下面扼要介绍几个主要反馈回路。

### 1.1 正反馈回路

#### 1.1.1 人均生产能力反馈环

收稿日期:1995-07-24. 叶仁荪,男,1965年生,工程师。

\* 1992年铁路科学技术发展计划项目

完成工作量(含铁路、外委工作量)→设备资金投入量→技术装备率→人均生产能力→完成工作量(见图2)。

该反馈环表明,铁路施工企业完成的工作量越多,企业用于投入增加机械设备的资金就会增加.在企业劳动力供给量不变的前提下,企业的技术装备率将提高,装备率提高又使企业人均生产能力相应提高,从而使企业所能完成的工作量进一步增加.在该反馈环中,企业人均生产能力与企业所能完成的工作量之间形成了正反馈回路。

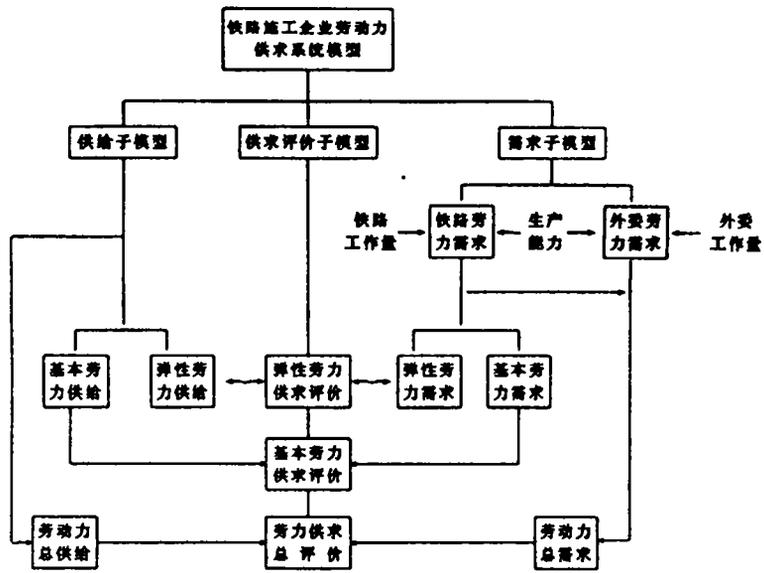


图1 模型基本结构

## 1.2 负反馈回路

### 1.2.1 基本劳动力供给反馈环

基本劳动力补充量→基本劳动力供给量→基本劳动力供求比→基本劳动力补充量(见图2)

该反馈环表明,基本劳动力的供给量与基本劳动力的补充量成同方向运动,补充越多,供给量越大.在劳动力需求量不变的情况下,供给量越大使基本劳动力供求比提高,基本劳动力相对过剩.因此,基本劳动力的补充量就会减少。

### 1.2.2 基本劳动力需求反馈环

承担铁路工作量→基本劳动力需求量→基本劳动力供求比→承担铁路工作量(见图2)

该反馈环表明,承担的铁路工程越多,铁路工程对基本劳动力的需求量就越大.在基本劳动力供给不变的前提下,供求比减小,意味着基本劳动力供给不足,导致可承担铁路工作量的能力减小。

以上两个负反馈反映了劳动力供求之间的关系,显示了系统的自组织与自调节能力。

## 2 模型的系统动力学方程及流程图

限于篇幅,这里仅介绍几个主要方程,方程所使用的语言为系统动力学专用的 DYNAMO 模拟语言。

### 2.1 基本劳动力供给

$$L \quad JL.K = JL.J + DT * (JLZL.JK - 1LJL.JK), \tag{1}$$

式中  $JL$ ——基本劳动力  
年末数(人);

$JLZL$ ——基本劳  
动力补充率(%/年);

$JLJL$ ——基本劳  
动力减少率(%/年).

$JLZL$  是一个速率变  
量,它的产生与每年补充  
的大、中专、技校毕业生,复  
员、转业军人、外单位调入  
职工以及向社会招收的合  
同制工人的数量多少有关,  
是它们的总和.

$JLJL$  也是一个速率  
变量,它的减少与企业离退  
休人数、调出人数、死亡人  
数及合同期满终止合同人  
数多少有关,是这些减少人  
数的总和.

### 2.2 弹性劳动力供给

$$L \quad TLG, K = TLG, J + DT * TLZL, JK \quad (2)$$

式中  $TLG$ ——弹性劳  
动力供给量(人);

$TLZL$ ——弹性劳动  
力补充率(%/年).

弹性劳动力的供给,模型假定已经建立了劳务基地,如企业需要,在短时间(假设为2个月)内即可到岗.因此,弹性劳动力补充率与到岗的延迟时间有关.

### 2.3 人均生产能力

模型把人均生产能力和劳动生产率从概念上区分开,认为影响人均生产能力的因素有技术装备率和除技术装备率以外的技术进步水平.为了定量地分析这两个因素对人均生产能力的影响,模型借鉴C—D(Cobb—douglass)生产函数,建立了人均生产能力函数

$$q_t = A_t * k_t^\alpha \quad (3)$$

式中  $q_t$ ——第  $t$  年人均生产能力(万元/人年);  $k_t$ ——第  $t$  年技术装备率(元/人);

$A_t$ ——第  $t$  年技术进步水平(无量纲);  $\alpha$ ——技术装备率的产出弹性(无量纲).

式(3)两边对时间  $t$  求微分并整理后得到

$$\frac{dq_t}{q_t} = \frac{dA_t}{A_t} + \alpha * \frac{dk_t}{k_t} \quad (4)$$

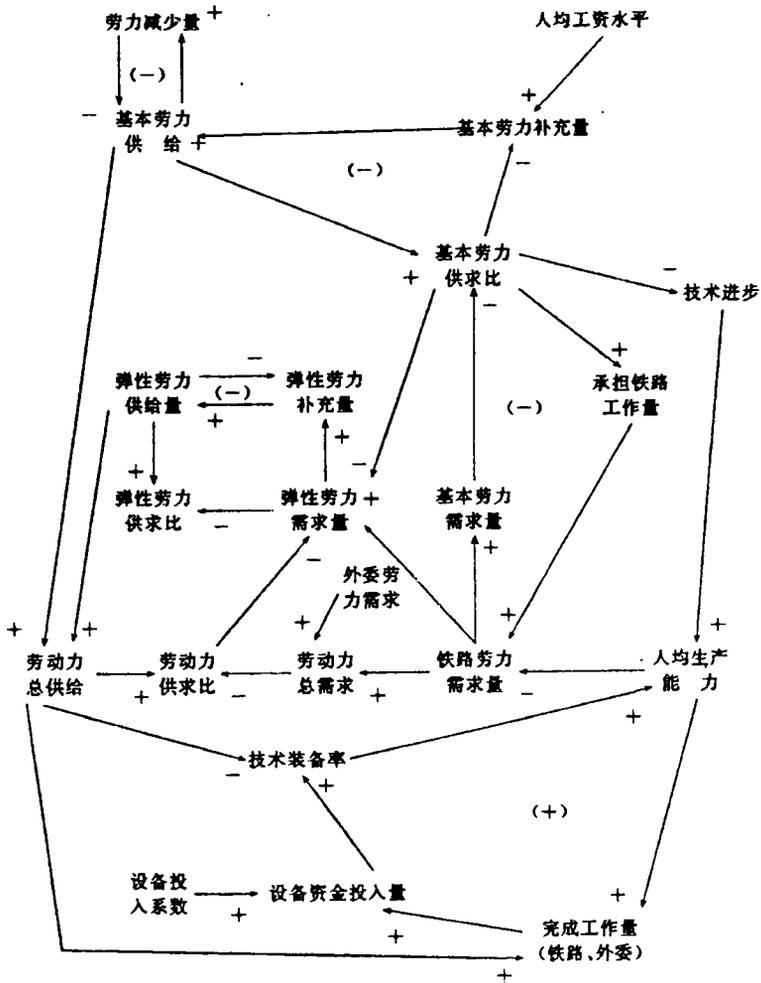


图2 劳动力供求主体反馈环

$$\text{或写成 } \frac{\Delta q_i}{q_i} = \frac{\Delta A_i}{A_i} + \alpha * \frac{\Delta k_i}{k_i},$$

上式表明,人均生产能力的增加是由两部分作用的结果,一部分是技术进步增加,另一部分是技术装备率的增加。

模型利用铁路 1981 年以来的统计资料进行回归分析,得到人均生产能力函数为

$$q_i = A_i * k_i^{1.1336}. \quad (5)$$

写成 DYNAMO 方程为

$$A \quad SCNL.K = JBSP.K * EXP(1.1336 * LOGN(ZBL.K)) \quad (6)$$

式中  $SCNL$ —— $q_i$ ;  $JBSP$ —— $A_i$ ;  $ZBL$ —— $k_i$ .

## 2.4 劳动力需求量

劳动力需求量由需要完成的铁路工作量和人均生产能力确定。

$$A \quad XTLL.K = TLGC.K / SCNL.K \quad (7)$$

式中  $XTLL$ ——完成铁路工程所需劳动力(人),包括基本劳动力和弹性劳动力。

$TLGC$ ——实际承担的铁路工程量(万元)。

## 2.5 评价指数

评价指数是衡量劳动力综合平衡的指标。它综合考虑了基本劳动力供求比,弹性劳动力供求比、劳动力供求比三者的作用。

$$A \quad GQZS.K = K_1 * JLGQB.K + K_2 * TLGQB.K + K_3 * LLGQB.K \quad (8)$$

$$K_1 + K_2 + K_3 = 1.0$$

式中  $GQZS$ ——供求评价指数;  $JLGQB$ ——基本劳动力供求比;  
 $TLGQB$ ——弹性劳动力供求比;  $LLGQB$ ——劳动力供求比。

模型流程图如图 3 所示。

## 3 模型模拟结果及分析

模型以 1990 年为基期,以 2000 年为目标,考虑三种可能的投资方案,各方案投资计划如表 1 所示,下面对各方案分别进行模拟分析。

表 1 铁路基本建设投资计划 单位:亿元

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
方案一	71.9	86.2	120	240	302	327	476	587	711	799	863
方案二	71.9	86.2	120	240	302	327	571	704.4	888	799	863
方案三	71.9	86.2	120	240	302	327	380.8	469.6	592	799	863

### 3.1 在铁路基建投资计划既定情况下的方案一

方案一的模拟结果分两部分组成,第一部分为基本运行结果,第二部分为政策模拟结果。

#### 3.1.1 基本运行模拟结果

基本运行模拟结果是按已设置好的参数运行的,即假定 1990~2000 年间,技术进步年平均增长率维持在 1982~1992 年间水平,年平均增长 12.5%,设备投入率按要求在 2.2% 左右,在这种情况下,模型运行结果如表 2 所示。

结果表明,按现有技术进步增长速度,所有年份均完成了铁路基建投资,基本劳动力都供



贡献为 54.8%，对劳动生产率的贡献为 59.6%，都低于“六五”、“七五”平均水平，这说明技术装备率增长较快，技术进步还有很大潜力可挖。

### 3.1.2 政策模拟结果分析

政策模拟主要考虑技术进步、设备投入率、外委工作量以及劳动力调控政策等对劳动力供求状况的影响。

#### 3.1.2.1 技术进步增长率对劳动力供求的影响

假定 1993 年后技术进步增长率为零，则模拟结果如表 3 所示。

表 3 技术进步增长率为零时的模拟结果

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
完工比	1	1	1	1	0.90	0.91	0.67	0.58	0.49	0.42	0.35
评价指数	1.50	1.51	1.55	1.01	0.77	0.76	0.50	0.40	0.31	0.24	0.18

结果表明，1993 年后劳动力供求状况不断恶化，这说明技术进步在提高生产能力中起重要作用。

下面，再假定其它条件不变，把技术进步增长率由 12.5% 提高到 14%，其模拟结果如表 4 所示。

表 4 技术进步增长率提高时的模拟结果

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
技术进步水平	1.239	1.460	2.02	3.024	3.820	4.090	4.460	4.930	5.150	5.22	5.230
评价指数	1.50	1.56	1.73	1.48	1.59	1.78	1.43	1.50	1.48	1.54	1.64
基本劳动力需要量(万人)	29.8	25.5	22.5	26.6	24.4	22.0	27.3	25.9	25.9	24.5	22.7
弹性劳动力需要量(万人)	7.5	7.5	7.7	9.4	9.0	8.6	11.2	10.8	11.1	11.0	10.7
基本劳动力年末数(万人)	46.5	46.1	45.6	45.0	44.6	44.3	43.9	43.5	43.0	42.6	42.3

结果表明，劳动力供过于求状况加剧，基本劳动力需要量明显减少(减 16.3%)，说明技术进步水平的提高极大地提高了人均生产能力。

#### 3.1.2.2 设备投入率对劳动力供求的影响

假定设备投入率年均提高 20%，其它条件不变，其模拟结果如表 5 所示。

表 5 设备投入率提高时的模拟结果

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
人均生产能力(万元/人年)	1.364	1.628	2.171	2.560	5.000	5.963	6.922	9.097	11.17	13.23	15.44
评价指数	1.50	1.52	1.59	1.33	1.42	1.56	1.30	1.38	1.39	1.47	1.58
基本劳动力需要量(万人)	29.8	26.3	24.5	30.5	27.8	24.8	30.5	28.4	27.8	25.9	23.6
弹性劳动力需要量(万人)	7.5	7.9	9.1	11.1	10.3	96.5	12.5	11.9	11.9	11.8	11.1
技术装备率(元/人)	3677	3811	3865	4413	4980	5524	5899	6896	7943	9108	10420
基本劳动力年末数(万人)	46.5	46.1	45.5	45.0	44.8	44.2	43.9	43.5	43.0	42.6	42.3

结果表明,设备投入率提高时,评价指数也提高,基本劳动力要求量减少了9.3%,其减少幅度比技术进步率小。

如果设备投入率减少20%,其它条件不变,则评价指数有所下降,但仍大于1.0,基本劳动力需求量有所增加。

### 3.1.2.3 劳动力调控政策对劳动力供求的影响

在其它条件不变的情况下,假设政府对劳动力不加调控,即所有供求调节系数均设为1.0,则模拟结果如表6所示。

表6 劳动力不加调控时的模拟结果

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
评价指数	1.50	1.51	1.54	1.22	1.29	1.42	1.12	1.24	1.25	1.30	1.38
基本劳力 需要量(万人)	29.8	26.8	26.0	34.6	32.4	29.4	39.1	35.5	35.0	33.6	31.5
弹性劳力 需要量(万人)	7.5	8.2	10.1	13.8	12.9	11.4	18.0	14.8	15.0	15.1	14.8
基本劳力 年末数(万人)	46.5	46.5	46.4	46.5	46.6	46.9	47.1	47.3	47.5	47.8	48.2

结果表明,劳动力不加调控,评价指数略有减少,基本劳动力略有增加,但基本劳动力供给量比调控时多出5.9%,说明调控对劳动力需求量影响不大,但对劳动力供给量影响较大。

### 3.1.2.4 外委工作量对劳动力供求的影响

模型基本运行时,基本劳力供求比均大于1.0,但1996年以前劳动力供求比却小于1.0,这说明外委工作量的存在,扩大了基本劳动力的需求,使劳动力供过于求的状况得到缓解,而1996年后劳动力供求比却大于1.0,这是由于模型中设置1996年后外委工作量相对较小的缘故,从而使劳动力供过于求。

## 3.2 在铁路基本建设投资计划增加情况下的方案二

方案一的模拟结果表明,影响劳动力的供求因素中,技术进步增长率是最敏感的因素。因此,方案二模拟时,只对技术进步的影响进行模拟。

### 3.2.1 技术进步增长率保持不变时

投资计划增加,在其它条件不变的前提下,如果技术进步增长率仍保持年均增长12.5%,则模拟结果如表7所示。

表7 技术进步增长率不变时的模拟结果

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
评价指数	1.50	1.52	1.54	1.23	1.30	1.43	0.89	1.13	1.17	1.58	1.68
基本劳力 需要量(万人)	29.8	26.5	25.4	33.4	30.8	27.5	48.7	38.0	35.5	24.7	23.1

结果表明,投资计划增加的年份,评价指数减少,但1999、2000年反而增加,这说明投资的扩张效应。结果还表明,1996、1997、1998三年劳动力年均需求增加21%,说明在其它条件不变时,如投资增加,则所增部分工作量只能靠增加劳动力数量来完成。

### 3.2.2 技术进步增长率提高

如其它条件不变,技术进步增长率由原12.5%提到14%,模拟结果如表8所示。

结果表明,技术进步增长率提高,则尽管1996年后投资增加,但所有年份评价指数均大于

1.0,1996、1997、1998三年劳动力需要量减少了24.5%。

表8 技术进步增长率提高时的模拟结果

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
评价指数	1.50	1.56	1.73	1.48	1.59	1.73	1.19	1.32	1.30	1.74	1.84
基本劳力需要量(万人)	29.8	25.5	22.5	26.6	24.4	22.0	33.9	30.2	30.4	21.5	19.9

### 3.3 在铁路基本建设投资减少情况下的方案三

方案三也仅就技术进步增长率对劳动力供求的影响进行模拟,在技术进步增长率保持不变的情况下,评价指数继续增大,但1999、2000年却减小,这是因为连续三年投资减少已使技术装备率降低,从而使人均生产能力降低.在技术增长率提高时,评价指数显著增加,基本劳动力需求明显减少,这再次反映了技术进步对劳动力供求的影响大.因此,应十分注意这个指标.两种情况模拟结果如表9所示.

表9 方案三的模拟结果

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
技术进步增长率不变时	评价指数	1.50	1.51	1.54	1.23	1.30	1.43	1.46	1.47	1.36	1.15	1.27
	基本劳力需要量(万人)	29.8	26.5	25.4	33.4	30.8	27.5	26.6	26.2	28.4	34.6	31.1
技术进步增长率提高时	评价指数	1.50	1.56	1.72	1.48	1.59	1.73	1.79	1.82	1.68	1.42	1.53
	基本劳力需要量(万人)	29.8	25.5	22.4	26.6	24.4	22.0	21.1	20.5	22.2	26.9	24.7

## 4 劳动力适度规模的测算

从三个方案1993年后的模拟结果看(1993年前的结果作为验证参数设置).三个方案的评价指数的平均值均大于1.0,说明施工企业劳动力供求总趋势是供大于求,作为测算劳动力需求量的需要我们把方案一测算的需求量作为劳动力适度规模的基本值,主要原因是该方案国力可以承受,在国家财力、物力资源短缺的情况下,实现的可能性比较大,而把方案二、三作为对比值,其预测结果列于表10中.

表10 劳动力需求量预测结果

劳力分类	基本劳动力(万人)	弹性劳动力(万人)
适度规模	31.15	13.24
最大对比值	32.71	14.45
最小对比值	29.83	12.66

从预测结果及可能出现的情况看,方案一最大需求量(1996年)为35.9万人,其不足部分可用弹性劳动力补充,补充后基本劳动力所占比例为62.5%,是可行的.方案二最大需求量(1996年)为48.7万人,其不足部分用弹性劳动力补充后,基本劳动力所占比例为44%,因1996年已是两次大波动的叠加,出现这种可能性很小,而且即使出现,只要稍微提高技术进步水平,基本劳动力供求仍能平衡.因此,用1993年后劳动力需求量的平均值作为适度规模,基本上能完成既定投资,又能适应投资可能出现的波动,是可行的.

## 5 结束语

本文所建立的系统动力学模型,用专用软件包PD Plus (Professional DYNAMO Plus)在PC机上运行,十分方便,用户可根据需要随意调整某些参数进行模拟试验,本模型通过以上模拟分析后,得出以下几点结论.

(1)在铁路基本建设投资计划既定或减少的情况下,铁路施工企业劳动力供求趋势是供过于求,要实现供求平衡必须减少劳动力供给或通过外委工程扩大劳动力需求.

(2)在铁路基本建设投资计划增加(模型设置增加20%)的情况下,所增年份劳动力供不应求,但适当提高技术进步水平后,劳动力仍供过于求,考虑技术进步水平增长的幅度是完全可能的.因此,在这种情况下,劳动力仍供过于求.

(3)按目前所定的投资计划,到2000年,铁路施工企业基本劳动力适度规模为31万人,波动范围在30~33万人间,弹性劳动力需求量在13万人左右.

### 参 考 文 献

- 1 崔业基等.铁路劳动计划管理.北京:中国铁道出版社,1992
- 2 侯定丕.管理科学定量分析引论.合肥:中国科技大学出版社,1993
- 3 铁道部基建总局.铁路建筑业施工统计工作手册.北京:中国铁道出版社,1988
- 4 李京文等.技术进步与经济效益.北京:中国财政经济出版社,1989
- 5 席酉民等.应用系统动力学模型应注意的几个问题.科研管理,1990,(1)
- 6 Intriligator M D. Econometric Models. Techniques, and Applications. Prentice-Hall Inc. 1978
- 7 Michael R. 古德曼著.系统动态学学习指南.王洪斌译.北京:能源出版社,1989