

文章编号:1005—0523(2005)03—0008—04

三次指数平滑法在大秦铁路运量预测中的应用

马晓珂,王慈光

(西南交通大学 交通运输学院,四川 成都 610031)

摘要:以大秦铁路1989年至2003年的运量数据为基础,应用统计预测中的三次指数平滑法,对大秦铁路未来的发展前景、规模 and 水平进行定量的估计和推测,并对预测结果进行了分析和评价,为大秦铁路重载扩能项目提供了依据.

关键词:大秦铁路;重载运输;运量预测;三次指数平滑法

中图分类号:F502

文献标识码:A

大秦铁路是我国第一条以开行重载单元列车为主的双线电气化铁路,是我国西煤东运的重要通道,也是我国第一条运煤专用铁路.近年来随着我国国民经济的持续稳定增长,大秦铁路运量突飞猛进,运能已经接近饱和.对大秦铁路近、远期运量进行科学的预测,是实施扩能改造工程前提条件和必然要求,对实现资源配置的最佳组合和整体效益的最大化,有着重要的现实意义.

1 大秦铁路运量影响因素分析

铁路货运量受社会政治、经济、自然环境、气候等诸多因素的影响,随着时间的推移而变动.在市场经济的条件下,大型厂矿、公司和营销企业,它们的生产、供应、销售都要受市场经济规律的制约,因此货运量的变动也是有规律可寻的.大秦铁路作为我国重要的煤炭运输通道,其货运量主要受以下政治经济因素的影响:

1) 时代要求

客运高速与货运重载是当前世界铁路的两大主题,是运输发展的主要方向,也是时代进步和社会发展对铁路提出的要求.我国铁路重载起步较晚,起点较低.在当前石油资源日趋紧张,世界局势

又动荡不安,国际原油价格逐步攀升的形势下,能源运输通道的建设及其运输能力的提高对于拥有十三亿人口的大国保证自己的能源安全,实现国民经济的可持续发展,有着举足轻重的作用.

2) 我国能源结构

“十一五”期间,全国经济呈较快发展,煤炭、电力等能源需求随着经济的增长不断增加.2004年夏季,由于全国大范围持续高温,导致全国大部分省份出现电力短缺,为了保证居民防暑降温,对部分工业企业和景观用电实行拉闸限电.一时间“电煤”运输成为新闻报道的热门话题.对于煤炭这种重质、低值、长运距的货物,铁路重载运输有着无可比拟的优势.我国是能源消耗大国,也是煤炭大国,以煤炭为主体的能源储量结构决定大秦铁路的运量将呈持续增长的态势.

3) 国家国土开发政策

山西、陕西以及内蒙古西部的“三西”地区煤炭资源丰富,地区经济实力相对薄弱.东北地区作为我国的老工业基地,煤炭资源已经耗竭,当前国家提出振兴东北,“三西”煤炭资源对东北老工业区的能源支持必不可少,这对促进“三西”地区的经济发展,化地区资源优势为经济优势十分有利.大秦铁路作为连接我国西北地区与京津唐及东北、东南沿

收稿日期:2004—11—17

作者简介:马晓珂(1980—),男,汉族,河南郑州人,西南交通大学交通运输学院硕士研究生.

海地区的重要运煤通道,将为西部大开发和振兴东北老工业基地起到积极的作用。

社会经济现象的影响因素是多种多样的,有些因素变化平稳,长期存在,而另一些因素属于临时性的,随着时间的推移,还有些新的因素也会进入系统^[1]。如果经济环境发生较大变动,而现有的定量模型是依据相对稳定发展时期的历史数据外推的,模型就会显得力不从心。但是,上述三大因素在较长时期内不会发生大的变动,对大秦铁路的运量变化起着决定性的作用。大秦铁路运输能力目前趋于饱和,运量必将越来越多地受制于运输能力的约

束。因此,对大秦铁路实施扩能改造,提高线路运输能力,满足日益增长的运输需求,具有十分重要的意义。

2 预测方法选取

运量预测是线路扩能改造的依据。由于预测方法较多,需要对历史资料进行收集整理、合理分析,进而在此基础上选择合适的预测方法和数学模型。

通过查阅有关资料,大秦铁路 1989 年至 2003 年的运量见表 1。

表 1 大秦铁路 1989 年至 2003 年的运量表 (单位:万吨)

年 度	运 量	年 度	运 量	年 度	运 量
1989	2007	1994	5186	1999	6160
1990	3318	1995	5597	2000	7671
1991	3414	1996	5871	2001	9004
1992	4260	1997	6011	2002	10340
1993	4666	1998	5654	2003	12169

用表 1 的数据画出散点图,得到大秦铁路近十五年的运量动态曲线图(图 1)。由图 1 可以看出运量走势呈现明显的上升趋势,只有 1998 年前后由于东南亚金融危机,煤炭的外贸出口量减少,运量略有下滑,但总的趋势是增长的,特别是 1999 年以后由于国民经济持续稳定增长,运量提高很快,整个运量增长情况呈现弯曲变化过程。对于这样的图形,用直线拟合不大合适。三次指数平滑法配合的是一条曲线,且具有时变适应性,在大样本条件下具有渐近最优性的特点^[2]。因此,采用三次指数平滑法来进行外推预测是比较合适的。

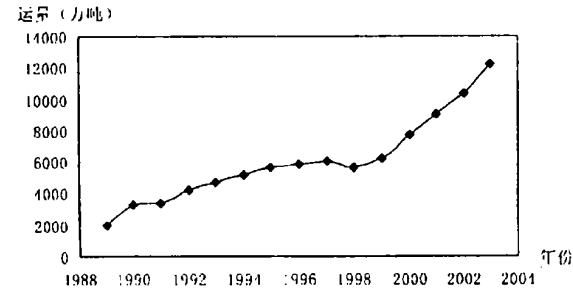


图 1 大秦铁路 1989~2003 年运量趋势图

3 预测模型建立

设时间序列为 $X_1, X_2, \dots, X_t, \dots$; 用字母“S”表示指数平滑值,第 t 期一次指数平滑值记为 $S_t^{(1)}$,

二次指数平滑值记为 $S_t^{(2)}$,三次指数平滑值记为 $S_t^{(3)}$,指数平滑值计算公式为:

$$S_t^{(1)} = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(1)} \tag{1}$$

$$S_t^{(2)} = \alpha S_t^{(1)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(2)} \tag{2}$$

$$S_t^{(3)} = \alpha S_t^{(2)} + (1 - \alpha) S_{t-1}^{(3)} \tag{3}$$

式中, X_t 是第 t 期指标实际值, α 是平滑系数($0 < \alpha < 1$)。

三次指数平滑法的数学模型为:

$$X_{t+T} = a + bT + cT^2 \tag{4}$$

式中, X_{t+T} 表示基年为第 t 年,预测周期为 T 年的指标预测值; T 表示预测周期; a, b, c 均为平滑系数,计算公式为:

$$a = 3S_t^{(1)} - 3S_t^{(2)} + S_t^{(3)} \tag{5}$$

$$b = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2} [(6-5\alpha) S_t^{(1)} - 2(5-4\alpha) S_t^{(2)} + (4-3\alpha) S_t^{(3)}] \tag{6}$$

$$c = \frac{\alpha^2}{2(1-\alpha)^2} (S_t^{(1)} - 2S_t^{(2)} + S_t^{(3)}) \tag{7}$$

应用三次指数平滑法进行预测时,须首先估算初始值 $S_0^{(1)}, S_0^{(2)}, S_0^{(3)}$,由于本次收集的大秦铁路运量资料只有十五年,不能够忽略初始平滑值对预测值的影响,而前三年的数据为大秦铁路建成初期的数据,波动较大,所以取前 3 个数据的平均值作为一次指数平滑的初始值,即:

$$S_0^{(1)}=S_0^{(2)}=S_0^{(3)}=\frac{1}{3}(X_1+X_2+X_3) \quad (8)$$

应用指数平滑法进行趋势预测时,还需要合理确定平滑系数 α 的值^[3].从式(1)~(3)可知,下期指数平滑值是在本期本次指数平滑值的基础上,对下期实际值(或者下期前次指数平滑值)与本期本次指数平滑值之间的误差加以适当的调整(乘以系数 α)而得到的. α 取值较大,意味着下期指数平滑值较多的依赖于下期实际值(或者下期前次指数平滑值); α 较小,则下期指数平滑值较多的依赖于本期本次的指数平滑值,而本期本次平滑值又取决于上期本次的指数平滑值,上期又与上上期有关,故 α 较小意味着本期以前的数据起较大的作用.所以当

数列成较稳定的水平趋势,或者虽有波动,但长期趋势变化不大时, α 宜取小值(0.1~0.3),以充分发挥历史数据的作用.当数列波动较大,长期趋势变化幅度较大时, α 宜取大值(0.7~0.9),以跟踪近期数据的变化.大秦铁路从 1988 年建成运营到现在,历时十五年.在这十五年里,社会经济取得了长足的发展,铁路运输也是日新月异,车、机、工、电、辆,各个部门不断投入新技术、新设备和新的运营组织方法,尤其是最近几年运量增长迅猛,数据变化趋势明显.为使近期数据的变化得到明显反映, α 应取较大的数值.根据经验选用三个 α 值(0.7,0.8,0.9)进行计算,然后将 2001、2002、2003 年的预测值与实际值比较进行误差分析,结果见表 2.

表 2 三种取值预测结果比较表

年份	X_t	X_t			$ e_t $			e_t^2		
		0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.9
2001	9 004	8 637	8 870	8 890.8	367	134	113.2	134 689	17 956	12 814.24
2002	10 340	10 396.5	10 377.3	10 342.4	56.5	37.3	2.4	31 92.25	1 391.29	5.76
2003	12 169	12 135.1	12 166.1	12 168.6	33.9	2.9	0.4	1 149.21	8.41	0.16
合 计					457.4	174.2	116	139 030.5	19 355.7	12 820.16

按 α 的三种不同取值分别计算的平均绝对误差和均方根误差如下:

$\alpha=0.7; E_M=457.4/3=152.47, E_R=\sqrt{139\,030.5/3}=215.28;$
 $\alpha=0.8; E_M=174.2/3=58.07, E_R=\sqrt{19\,355.7/3}=80.32;$
 $\alpha=0.9; E_M=116/3=38.67, E_R=\sqrt{12\,820.16/3}$

由以上结果可以看出,当 α 取 0.9 时,平均绝对误差和均方根误差都较小,预测结果较优,所以平滑系数取 0.9.

根据表 1 中的 1989~2003 年的大秦铁路运量数据,利用三次指数平滑法的数学模型进行计算,结果列于表 3.

表 3 三次指数平滑法计算表(单位:万吨)

年份	X_t	$S_t^{(1)}$	$S_t^{(2)}$	$S_t^{(3)}$
1989	2 007	2 278.8	2 469.1	2 602.2
1990	3 318	3 006.2	2 845.1	2 772.2
1991	3 414	3 291.7	3 157.7	3 042.1
1992	4 260	3 969.5	3 726	3 520.8
1993	4 666	4 457.1	4 237.8	4 022.7
1994	5 186	4 967.3	4 748.5	4 530.5
1995	5 597	5 408.1	5 210.2	5 006.3
1996	5 871	5 732.1	5 575.5	5 404.7
1997	6 011	5 927.3	5 821.8	5 696.7
1998	5 654	5 736	5 761.7	5 742.2
1999	6 160	5 032.8	5 251.5	5 398.7
2000	7 671	6 879.5	6 391.1	6 093.4
2001	9 004	8 366.7	7 770	7 267
2002	10 340	9 748	9 154.6	8 588.3
2003	12 169	11 442.7	10 756.3	10 105.9

以 2003 年为第 t 期,用式(5)~式(7)计算出 a, b, c 系数值: $a=12\ 168.6, b=1\ 998.5, c=182.3$.

于是,大秦铁路运量三次指数平滑预测公式为:

$$X_{t+T}=12\ 168.6+1\ 998.5T+182.3T^2 \quad (9)$$

用上式预测 2004 年和 2008 年的运量分别为

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= 12\ 168.6+1\ 998.5 \times 1+182.3 \times 1^2 \\ &= 14\ 349.1(\text{万吨}) \\ X_{t+7} &= 12\ 168.6+1\ 998.5 \times 5+182.3 \times 5^2 \\ &= 26\ 718.6(\text{万吨}) \end{aligned}$$

4 结 语

在统计资料的基础上,建立三次指数平滑的预测模型,对大秦铁路未来的发展前景、规模和水平进行了定量的估计和推测. 预测结果表明,2004 年的运量超过 1.4 亿吨,2008 年的运量将达到 2.7 亿吨左右. 参照预测数据,结合大秦铁路的现状,以及在国家路网中的地位 and 作用,在保证充足运力,适当留有余地的前提下,可初步确定通过大秦铁路扩能改造项目,应当使大秦铁路的运量在近期达到 1.

5 亿吨,中期达到 4 亿吨.

在目前运能基本饱和的情况下,为实现这一目标,主要采取提高列车重量的措施,即增加万吨及以上重载列车的开行数量. 初期由于条件不成熟,可以开行组合列车为主,通过与通信信号、机车车辆协调配合,逐步过渡到开行单元列车. 为此,技术站到发线需延长到 2 800 米,股道数量,排列方式,站坪坡度均需满足开行 2 万吨单元列车的要求;提高各个集运站的装车能力和秦皇岛港煤炭卸车能力,并使之与大秦铁路的运能相适应;选择合适的牵引机车类型,采用大轴重的缩短型车辆,尽可能增加轴重,减少对到发线的占用. 通过采取一系列改建措施和技术组织措施,实现大秦铁路运能的大幅度提高.

参考文献:

[1]T·N 科兹洛夫,等,刘瑞林,等译. 铁路运输统计[M]. 北京:中国铁道出版社,1985.
[2]徐大江. 三次指数平滑预测法渐近最优性及其预测偏差的进一步研究[J]. 预测,1997(6).
[3]王慈光. 运输统计基础[M]. 成都:西南交通大学出版社,2004.

The Application of the Cubic Exponential Smoothing Method on Volume Forecasting of Da-Qin Railway

MA Xiao-ke, WANG Ci-guang

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

Abstract : Based on the freight volume data of Da-qin railway between 1989 and 2003, quantitative estimation and speculation of the development foreground, scale and level of Da-qin railway are given in the paper with the cubic exponential smoothing method. In the end the author gives the analysis and evaluation about forecasting result for the decision-making of heavy haul items about capacity expanding.

Key words : Da-qin railway, heavy hauls transportation, volume forecasting, cubic exponential smoothing method