

文章编号: 1005—0523(2006)05—0055—03

道路交通事故灰色预测模型的建构与应用研究

孟杰¹, 于志², 阎光辉¹

(1. 天津工程师范学院 汽车工程系, 天津 300222; 2. 桂林公路管理局 广西 桂林 541002)

摘要: 分析了我国当前交通安全形势的严峻性, 说明了道路交通事故预测技术的重要性. 在对比两种传统的交通事故预测模型的基础上, 分析了灰色模型在交通事故预测中的优越性, 并构建 GM(1, 1) 对道路交通事故量进行了预测, 结果证明是可信的.

关键词: 交通事故预测; 预测模型; 灰色模型; GM(1, 1)

中图分类号: U11

文献标识码: A

0 引言

随着我国国民经济建设的高速发展, 道路运输在综合运输体系中得作用愈显突出. 但由于车辆的增加, 道路交通事故数量在逐年上升, 给人民生命财产造成了极大的损失. 与此同时, 每年因交通事故死亡的人数也在迅速增长, 十年间翻了一番, 从1991年的5.3万人, 到2001年达10.6万人, 2002年为10.9万人, 居世界第一位. 虽然事故的发生有一定的偶然性, 但在统计交通事故有关指标的基础上是可以预测的, 科学的预测对我国目前的交通安全管理现状具有重要意义.

道路交通事故预测是对将来可能发生的事做出估计和推测, 它是通过对交通事故的过去和现在状态的系统分析探讨, 并考虑其相关因素的变化, 分析未来是事故的危险程度和发展趋势, 而做出对交通事故未来状态描述的过程, 以便及早采取措施进行防治. 道路交通事故预测也是提高道路交通安全管理水平的重要内容^[1]. 传统道路交通事故预测方法有线性回归预测法、增长曲线预测法与多元逐步回归预测法等. 本文主要采取灰色模型进行预测.

1 传统交通事故预测方法介绍

1.1 线性回归预测法

影响交通事故的因素往往有多个. 线性回归预测法利用多元线性回归方程, 通过寻找与因变量具有较强关联关系的因素作为自变量, 计算回归系数, 并经过相关分析和显著性检验后, 最终确定回归预测方程.

1.2 多元逐步回归预测法

多元逐步回归预测法是按照自变量对因变量作用程度的大小来决定该变量是否引入或删除, 自动地从大量可供选择的变量中选取重要变量, 以建立回归方程. 逐步回归预测法, 是自变量对因变量作用程度的大小来决定该变量是否引入或提出的. 为衡量一个自变量对因变量作用的大小, 定义某变量为“贡献”系数, 来表示自变量对因变量的“贡献”.

2 灰色预测模型^[2]

灰色理论将一切随机变量看作是在一定范围内变化的、与时间相关的灰色过程. 对灰色量的研究, 是用数据处理方法累加或累减生成, 将杂乱无

收稿日期: 2006—04—16

作者简介: 孟杰(1981—), 男, 安徽庐江人, 天津工程师范学院讲师, 长安大学工学硕士, 研究方向为: 道路交通安全.

章的原始数据整理成为规律性较好的生成数列后加以研究. 灰色理论认为系统的行为现象尽管是朦胧模糊的, 数据存在杂乱无章的现象, 但必然存在潜在的某种规律, 通过生成使数据列的随机性弱化, 将随机过程变为易于模糊的灰过程. 在交通事故预测中最常用的是 GM(1, 1) 模型. GM(1, 1) 表示一阶、单个变量的微分方程模型. 其具体形式为 $\frac{dx}{dt} + ax = u$.

应用灰色事故预测模型一般分三步:
1) 数据处理
设 $x^{(0)}$ 为历年交通事故次数 (或死亡人数) 的统计数列, $x^{(1)}$ 为 $x^{(0)}$ 一阶累加所生成的数列. 即: $x^{(0)} = [x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)]$

$x^{(1)}(i) = \sum_{m=1}^i x^{(0)}(m) \quad i=1, 2, \dots, n$
其中: $x^{(1)}(1) = x^{(0)}(1)$
2) GM(1, 1) 建立

对一阶生成数列 $x^{(1)}$, 建立预测模型的 GM 形式方程:

$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u$ 式中, u 为待估参数.
将上式中的导数以离散形式展开, 得到:

$x^{(1)}(t+1) = -\frac{1}{2} [x^{(1)}(t+1) + x^{(1)}(t)] a + u$
对上述展开的离散方程组用最小二乘法求解, 可得:

$a = (B^T B)^{-1} B^T y_n$
式中: $a = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} \quad y_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$

将求得的 a 代入离散方程并求解, 得 GM(1, 1) 预测模型为:

$a = (B^T B)^{-1} B^T y_n$
式中: $a = \begin{bmatrix} a \\ u \end{bmatrix} \quad y_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ \dots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}$
 $B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2} [x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ M & M \\ -\frac{1}{2} [x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix}$

将求得的 a 代入离散方程并求解, 得 GM(1, 1) 预测模型为:

$x^{(1)}(i+1) = [x^{(0)}(1) - \frac{u}{a}] e^{-a} + \frac{u}{a}$

3) 模型检验

要检验预测模型的精度, 必须进行模型检验. 灰色预测模型检验方法有三种: 残差检验、关联度检验和后验差检验. 在此只引用前两种方法.

① 残差检验: 按预测模型进行计算 $x^{(1)}(k)$, 并将 $x^{(1)}(k)$ 累减生成 $x^{(0)}(k)$, 然后计算原始序列 $x^{(0)}(k)$ 与 $x^{(0)}(k)$ 的绝对误差序列和相对误差序列.

$\Delta^{(0)}(i) = |x^{(0)}(i) - x^{(0)}(i)| \quad i=1, 2, \dots, n$
 $\rho(i) = \frac{\Delta^{(0)}(i)}{x^{(0)}(i)} \times 100\% \quad i=1, 2, \dots, n$

② 关联度检验:
关联系数: $\eta^{(i)} = \frac{\min \{ \Delta_i(0) \} + \rho \max \{ \Delta_i(0) \}}{\Delta_i(0) + \rho \max \{ \Delta_i(0) \}}$
 $i=1, 2, \dots, n$
关联度: $r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \eta(i) \quad i=1, 2, \dots, n$

以关联度计算方法计算出 $x^{(0)}(i)$ 与原始序列 $x^{(0)}(k)$ 的关联系数, 再计算出关联度. 由经验知, 当 $\rho=0.5$ 时, 关联度 $r > 0.6$ 便能满足要求.

3 算例

交通事故预测在交通综合规划和管理中有着重要作用, 而交通事故的形成原因包括人、车、路、气候等多个非线性因素, 带有较大的随机性. 灰色预测与其他预测方法相比, 具有更好的适应性, 可以比较精确的预测出未来交通事故的发生. 本文也立足于此种预测方法进行预测. 表 1 为我国 1992—1997 年的全国道路交通事故统计数据, 以此为样本建立灰色预测模型.

表 1 1992—1997 年的全国道路交通事故统计数据^[3]

年份	死亡人数(万人)
1992	22.827 8
1993	24.234 3
1994	25.355 7
1995	27.184 3
1996	28.768 5
1997	30.421 7

1) 灰色预测模型建立

1985—1997 年的道路交通事故死亡人数的原始序列为:

$x^{(0)} = [22.827 8, 24.234 3, 25.355 7, 27.184 3, 28.768 5, 30.421 7]$

由此可得生成数列:

$$x^{(1)}=[22.827\ 8, 47.062\ 1, 72.417\ 8, 99.602\ 1, 128.370\ 6, 158.792\ 3]$$
$$y_n=[23.234\ 3, 25.355\ 7, 27.184\ 3, 28.768\ 5, 30.421\ 7]^T$$
$$B=\begin{bmatrix} -34.944\ 95 & 1 \\ -59.739\ 95 & 1 \\ -86.009\ 95 & 1 \\ -113.986\ 4 & 1 \\ -143.581\ 5 & 1 \end{bmatrix}, \text{ 可得 } \alpha=(B^TB)^{-1}B^Ty_n$$
$$=\begin{bmatrix} -0.518\ 6 \\ 22.094\ 8 \end{bmatrix}$$

即: $\alpha=-0.058\ 16, u=22.094\ 8$, 则数据预测模型为:

$$x^{(1)}(i+1)=[x^{(0)}(1)-\frac{u}{\alpha}]e^{-\alpha}+\frac{u}{\alpha}=402.725-379.897$$

因此得出 $x^{(1)}(i+1)$ 序列为: [22.827 8, 46.945 0, 73.506 2, 99.598 2, 128.312 6, 158.746 5]

即 1992—1997 年的交通事故数预测值·如表 2 所示·

表 2 GM(1,1)预测模型计算表

序号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年份	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
$x^{(0)}(k)$	22.827 8	24.234 3	25.355 7	27.184 3	28.768 5	30.422 0					
$x^{(1)}(k)$	22.827 8	46.945 0	73.506 2	99.598 2	128.312 6	158.746 5	191.003	225.191	261.427	299.832	340.537
$x^{(0)}(k)$		24.117 2	26.561 2	26.092	28.714 4	30.433 9	32.256 4	34.188 0	36.235	38.404 8	40.705

2) 残差检验

残差检验如表 3 所示·

表 3 绝对误差、相对误差序列

序号	0	1	2	3	4	5
年份	1992	1993	1994	1995	1996	1997
$\Delta^{(0)}(i)$		0.117 1	1.205 5	1.092 3	0.054 1	0.011 9
$\varrho(i)(\%)$		0.82	4.75	4.02	0.19	0.04

由表 3 可知,该模型较好地与实际相吻合,无需修正·

4 结语

交通安全系统是一个复杂的的系统,涉及到人

一车一路以及与环境的相互关系·因此,在进行预测时,应尽可能综合使用多种预测方法综合考虑,以求预测分析结果更加可靠·尤其我国目前交通安全形势十分严重,迫切需求更加完善的理论和技术的支持,以期提高中国道路交通安全水平·

参考文献:

[1] 裴玉龙· 道路交通安全[M]· 北京:人民交通出版社, 2004.

[2] 邓聚龙· 灰色控制系统[M]· 武汉:华中工学院出版社, 1985.

[3] 中国交通年鉴社· 中国交通年鉴(1991—1997)·

Building and Application Reserch of the Traffic Accident Gray Model

MENG Jie, YU Zhi, YAN Guang-hui

(1.Tianjing Eng·Nomal College,Tianjin 300222;2.Guilin Road Management Buearu 541002,China)

Abstract:It firstly analyses the severe situation of traffic safety in China in this paper, and expatiates the importance of the forecasting technique of traffic accidents· On basis of comparing with two traditional traffic accidents forecasting model, this paper points out the advantage of the Grey model and builds up a GM(1,1) model to forecast the number of the traffic accidents· And the result shows that the model is credible·

Key words·traffic accidents forecasting;forecasting model;Grey model;GM(1,1)