

文章编号:1672-058X(2012)08-0069-05

高速公路预防性养护最佳时机预测及分析

邓书永, 潘少萍

(重庆交通大学 管理学院, 重庆 400074)

摘要:在对重庆渝合、渝黔、綦万 3 条高速公路日常养护费用数据分析的基础上,运用回归分析建立了重庆高速公路养护费用和使用年限的关系模型,得出了重庆高速公路应进行预防性养护的最佳时机,并利用 BP 神经网络构建预测模型来达到预测未来重庆高速公路所需养护费用的目的。

关键词:高速公路;养护费用;预防养护时机;预测

中图分类号:F523

文献标志码:A

1 概述

我国高速公路约 7 万 km,前一阶段是以建为主,随着高速公路建成通车投入运营,必须进行经常性、及时性和预防性的日常养护,其目的是确保高速公路上的各种工程及设施如路基、路面、桥涵、隧道、安全设施等经常处于良好的工作状态,从而实现高速公路快捷、畅通、安全、舒适、经济的使用功能。随着时间的推移,交通量的增大,车辆载重的增加,线路的延伸,养护维修工作量也越来越大,日常养护维修支出的费用也越来越高^[1]。截止目前,高速公路已经达了一个建养并重的时期,这近 7 万 km 的高速公路,已经有三分之一进入到养护、大修期,如何科学的确定最佳养护时间就成了当务之急。另外,由于各地用于高速公路的养护费用资金比较紧张,为了较好的预先安排资金分配,现构建一个 3 层 BP 神经网络对高速公路的养护费用进行预测。BP 神经网络模型是由输入层、输出层和若干隐含层组成的前向连接模型,同层各神经元之间互不连接,相邻层的神经元通过权重连接且为全互连结构^[2]。利用 BP 神经网络对养护费用进行预测,可以很好的达到预测目的。

重庆市从第一条高速公路建成通车以来,每年都要花费不少的经费进行高速公路的养护,在调查重庆 3 条高速公路的基础上,记录了各公路通车年份中所使用的日常养护费用数据,并把各高速公路的数据汇总成表 1。

2 高速公路预防性养护的必要性

高速公路养护项目常进行的大多是小修保养,当道路达到所能接受的最小状况水平时,就开展大中修及改善工程,使公路的状况达到一个新的水平;当路况再次接近最小状况水平时,又开始新一轮的大中修及改善工程,这样周而复始,直到公路拆除为止。预防性养护就是一种周期性的强制保养措施,它并不考虑路

面是否已经有了某种损坏,而是通过采用先进的检测技术努力拓宽人们对于道路早期病害的认识空间,提前发现道路隐藏的隐形病害的存在,并施以正确的预防性养护措施,其核心是要求采用最佳成本效益的养护措施,强调养护管理的计划性。良好的养护可以有效延长公路使用寿命,降低路桥设施的全寿命周期成本。要牢固树立“建设是发展,养护管理也是发展,而且是可持续发展”的科学发展观,把加强公路养护管理的各项工作措施落到实处。科学制定预防性养护计划,保证养护的时效性,避免错过“最佳时机”。通过强化预防性养护,降低全寿命养护成本,延长公路使用寿命。

根据美国公路战略研究计划(SHRP)研究结果:一条质量合格的道路,在使用寿命 75% 的时间内性能下降 40%,这一阶段称之为预防性养护阶段;如不能及时养护,在随后 12% 的使用寿命时间内,性能再次下降 40%,而养护成本却要增加 3~10 倍^[3]。较早的一些文献调查也显示:在江西省目前的养护水平中,路况较好时大中修混合料使用量较少即养护经费投入不多,而当路况下降到中以下时,大中修混合料使用量将快速增加,即所需投入的养护经费也将成倍增加,此时单位损坏量将需花费大量的费用才能修复^[4]。这说明了道路前期损坏养护和预防性养护的重要性,即应通过定期路况调查,及时发现路面轻微破损与病害迹象,分析研究其产生原因,对症采取保护性养护措施,防止微小病害进一步扩大,以减缓路面使用性能恶化速度,使路面始终处于良好的服务状态。在前期修复单位损坏量所花费的费用较少,同时也能很好地减缓路面使用性能的衰变速度。

因此对高速公路采用适时的预防性养护相比全部重建的经济性更高。预防性养护在路面结构强度充足,仅表面功能衰减的情况下进行。它的实质是在适当的时间将适用的技术措施应用在适宜的路面上;其核心思想是要求采用最佳成本效益。

3 高速公路养护费用回归分析

由于各个高速公路所处的地段不同,所经过的车流量和车重不同,路周围所种植的养护植物也不同,所以各高速公路的养护费用数据差别很大,不能将各个高速公路放在一起同时比较,在此就应用回归分析,应

表 1 各高速公路在统计年份的日常养护费用数据汇总

路段名称	统计年份	日常养护费用
渝合	2003	5 996 416.89
	2004	12 966 890.81
	2005	29 690 683.82
	2006	12 745 451.18
	2007	30 960 533.89
	2008	35 730 894.33
	2009	38 355 176.45
渝黔	2004	14 147 424.35
	2005	19 292 134.87
	2006	23 149 331.07
	2007	8 877 410.68
	2008	16 849 171.91
	2009	25 802 358.39
綦万	2010	29 385 308.28
	2005	189 483.00
	2006	1 231 026.40
	2007	3 261 778.26
	2008	2 671 471.50
	2009	3 844 800.88
	2010	4 943 284.84
	2011	—

用计数年而不是自然年为横轴,以养护费用为纵轴,对表 1 的各条高速公路养护费用的数据分别进行回归分析得出图 1 - 图 3:

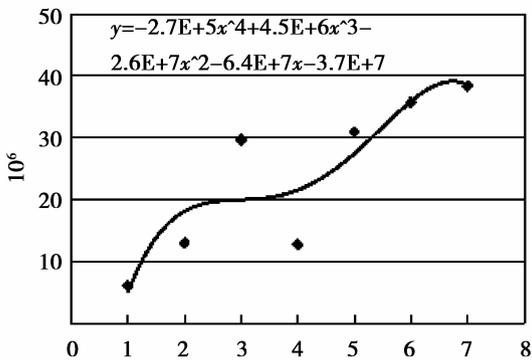


图 1 渝合高速运营前 7 a 的养护费用数据

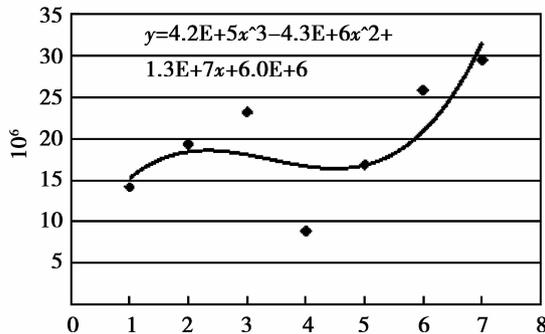


图 2 渝黔高速运营前 7 a 的养护费用数据

由图 1 可知,渝合高速从运营的第 1 年到第 3 年,随着运营年限的增加养护费用也增加,由于前 3 a 的养护比较到位,第 4 年的养护费用会呈现一定程度的下降,从第 5 年到第 7 年养护费用又随着使用年限的增加而增加,而且增长势头较前几年一直递增。可见渝合高速预防性养护的最佳时间是运营后的第 5 年。图中的公式是日常养护费用(y)与高速公路使用数字年(x)的回归方程,根据此回归方程可以大致预测下一年的养护费用(下同)。

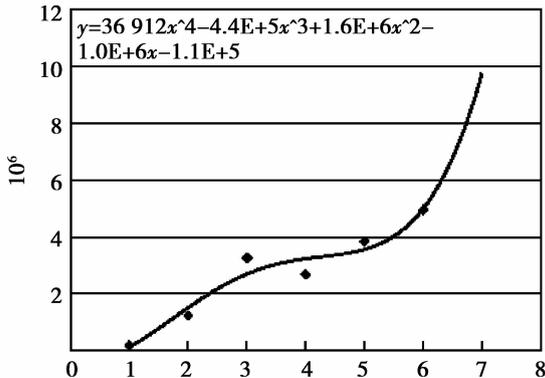


图 3 綦万高速运营前 7 a 的养护费用数据

由图 2 可以看出,渝黔高速在运营前 7 a 的变化跟渝合高速的变化趋势基本相同,同样是由于前 3 a 的养护比较到位,第 4 年的养护费用会呈现一定程度的下降,之后随年限的增加养护费用递增,可见渝黔高速预防性养护的最佳时间是运营后的第 5 年。

由图 3 可知,綦万高速从运营开始的第 1 年到计数年的第 7 年间养护费用除了第 4 年的略微下降以外,整体均呈现不断增长的趋势,在运营期间的前 5 a 曲线比较平缓,之后则呈现陡峭增长的趋势。可见在运营 5 a 前进行预防性养护是最好选择。

4 基于 BP 神经网络对高速公路养护费用的预测

BP 神经网络具有比通用的定量和定性推理更具智能化的求解模型,利用 BP 神经网络的学习和识别能力,能通过对评价指标及评价结果的不断学习达到很好的效果,而且 BP 神经网络具有高度非线性函数映像、函数逼近的功能,因而不需要过多的资料统计知识^[5]。

BP 神经网络是根据所提供的数据,通过学习和训练,找出输入与输出的内在联系,从而求取问题的解,而不是根据经验知识,因而具有自适应功能,能弱化指标权重确定中人为因素的影响;另外,神经网络还具有很强的学习、联想和容错功能,其分析结果及过程接近于人脑的思维过程和分析方法。

为了达到预测高速公路养护费用的目的,现构建 1 个 3 层 BP 神经网络:输入层有 3 个结点,每一个输入

向量的取值范围为 $[0,1]$,隐含层结点数为5,隐含层的激活函数为 `tansig`;输出层结点数为1个,输出层的激活函数为 `logsig`,训练次数为10万次。

预测方法采用滚动预测方式:以每3个月的养护费用经归一化处理作为输入(采用 Matlab7.0 的版本),用前3个月的养护费用来预测第4个月的养护费用,如用1、2、3月的养护费用为输入预测第4个月的养护费用,用2、3、4月的销售量为输入预测第5个月的养护费用,如此反复直至满足预测精度要求为止。数据代码如下:

```
clear all;
clc;
clf;
P = [0 0.215412272 0.732236564;
0.215412272 0.732236564 0.208569005;
0.732236564 0.208569005 0.771479418;
0.208569005 0.771479418 0.91890041];
T = [0.208569005 0.771479418 0.91890041 1];
net = newff([01;01;01],[5,1],{'tansig','logsig'},'traingd');
net.trainParam.epochs = 10000;
net.trainParam.goal = 0.001;
net.trainParam.lr = 0.1;net = train(net,P,T);
Y = sim(net,P);
plot(Y,'d','MarkerfaceColor','r','Markersize',10);hold on;
plot(T,'s','MarkerEdgeColor','k','MarkerfaceColor','g','Markersize',10);
title('养护费用的预测结果');legend('养护费用预测值','养护费用实际值');
```

在 Matlab7.0 上编程运行后,养护费用的预测结果如图 4:

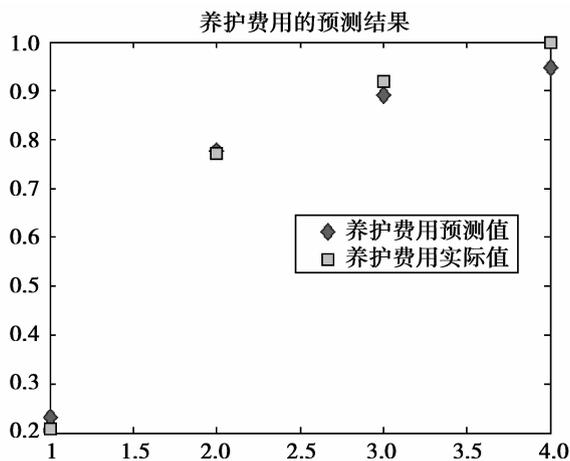


图 4 养护费用的预测结果

图 4 的预测结果显示,养护费用的预测值和实际值比较接近,说明基于 BP 神经网络进行养护费用的预测比较准确,可以用来预测下一年的养护费用,这对于道路养护资金的分配和安排有参考价值,符合实际需要。于是,把后面画图的编程改为:

```
Y = sim(net,P);
P_test = [0.771479418 0.91890041 1];
```

out = sim(net, P_test)

通过对2010年数据的预测,得到 out = 0.996 3,进行反归一化,即得2010年的养护费用大致为38 235 449.04元。2011年及以后几年的养护费用可以按照上述方法进行预测。

5 结 论

高速公路的日常养护费用,随着通车时间的增长而增加,通车后5年内路况相对较好,故养护量少且增长缓慢,而5 a后路段破损逐渐严重,各路段将陆续进入维修期,不得不采取大中修措施来提高路面使用性能^[6]。根据对重庆3条高速公路日常养护数据的回归分析和相关养护经验,道路通车后的第4~5年是开展预防性养护的最佳时间,此时实施预防性养护能大大延缓大中修养护的出现。

另外,利用BP神经网络对高速公路的养护费用进行的预测对养护资金的分配和安排不仅参考价值,也提供了可靠的依据,具有实际意义。

参考文献:

- [1] 陈传德. 高速公路养护管理[M]. 北京:人民交通出版社,2005
- [2] 陈锐,魏津瑜,毕然. 基于BP神经网络的供应商选择研究[J]. 天津理工大学学报,2008(4):45-47
- [3] 王万秀. 河北省高速公路日常养护费用分析[J]. 交通世界,2008,26(5):210-212
- [4] 陈强,龙晓洪. 高速公路沥青路面养护费用模型的建立与分析[J]. 中外公路,2009,29(2):260-262
- [5] 董长虹. Matlab神经网络与应用[M]. 北京:国防科技大学出版社,2005
- [6] 冯国华. 重载道路养护费用分析[J]. 天津市政工程,2010(2):18-25

Predication and Analysis of the Optimal Opportunity for Preventive Maintenance of Highways

DENG Shu-yong, PAN Shao-ping

(School of Management, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract: Based on analysis of daily maintenance cost data of Yuhe Highway, Yuqian Highway and Qiwan Highway and by using regression analysis, the relevance model between maintenance cost and using duration of Chongqing highways was constructed, the optimal opportunity for Chongqing highways to implement preventive maintenance was obtained, and BP neural network was used to construct predictive models in order to attain the goal for forecasting the cost needed in Chongqing highway maintenance in the future.

Key words: highway; maintenance cost; preventive maintenance opportunity; predication