

文章编号: 1004-4337(2000)01-0061-02
中图分类号: O 211.67

最优加权组合预测法在河北省卫生人力预测中的应用

纪爱兵 孙建平 张艳娥
(河北职工医学院卫生管理系 保定 071000)

摘 要 在给出目标年河北省卫生技术人员总数的预测结果及误差分析的基础上,用最优加权组合预测方法给出了河北省卫生技术人员总数的预测结果,此结果可为河北省制定经济、卫生政策及制定卫生人力培养计划提供依据。
关键词 卫生技术人员总数 组合预测

1 引言

卫生人力是卫生系统的一个重要方面,卫生人力的数量和结构将直接影响卫生服务系统的功能。因此,对卫生人力未来发展的预测,特别是对其中卫生技术人员总数的预测显得尤为重要。
任何一个预测模型都是对实际系统的简化和抽象,不同的模型从不同的角度对系统进行模拟,各有所长和不足,我们应寻求一个基于这些模型,又博采众长的模型,最优加权组合

预测正是这样的模型。
本文首先给出三种不同的预测模型,它们分别是:灰色预测模型、递推式自回归模型和二次多项式回归模型,并给出各预测模型的拟合误差和预测结果。在此基础上,通过插值寻优的办法,给出三种预测模型的组合预测模型,并用组合预测模型对河北省卫生技术人员总数进行短、中、长期预测。

2 河北省卫生技术人员总数的几种预测模型及误差分析

本文数据取自 19851995 年《中国卫生年鉴》和《河北省经济年鉴》,见表 1。

表 1 19851995 年河北省卫生技术人员总数

年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
卫技总数 Y	153254	158832	161819	169000	175000	180549	183493	189450	197658	198284	201759

2.1 灰色预测模型 G(1, 1)

我们首先采用邓聚龙先生创立的灰色预测模型来预测,

令 $k=1$ 表示 1985 年, $k=2$ 表示 1986 年,依次类推。
这里,原始数据为:

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$Y_k^{(0)}$	153254	158832	161819	169000	175000	180549	183493	189450	197658	198284	201759

由数列 $Y^{(0)}(k)$ 经过累加生成的数列为 $Y^{(1)}(k)$, 数据如下:

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$Y_k^{(1)}$	153254	312086	473905	642905	817905	998454	1181947	1371397	1569055	1767339	1969098

经过计算,得灰色预测模型,其中生成数据的估计值模型为:
 $Y_{k+1}^{(1)}=5725034e^{0.027584k}-5571728$ (k 为正整数)
还原数据的估计值模型为:

$Y_{k+1}^1=155761.2e^{0.027384k}$ 其中, $Y_1^1=Y_1^{(1)}=Y_1^{(0)}=153254$
利用以上模型计算,可得生成数据的估计值和原数据的估计值及其误差,见表 2。

表 2 卫生技术人员总数 G(1, 1) 模型拟合结果及误差

年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
生成数据估计	153254	313371	477967	467166	821097	999893	118368	137262	156684	176650	197173
拟合结果	153254	160117	164596	169199	173931	178796	183796	188937	194221	199653	205237
误差	0	-1285	-2777	-119	1069	1753	-303	513	3437	-1369	-3478

剩余标准差为: $S_1=1992$ $Y_{2000}^1=242177, Y_{2005}^1=277991, Y_{2010}^1=319102, Y_{2015}^1=366290$

由此模型预测 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年的卫生技术人员总数分别为:

2.2 自回归模型预测法
我们利用 19851995 年卫生技术人员总数作递推自回归,

得回归方程:

$$Y_{n+2}^{II}=15883.2+0.2581Y_n^{II}+0.6872Y_{n+1}^{II} \quad (n\geqslant 1)$$

其中 $Y_1^{II}=Y_1=153254, Y_2^{II}=Y_2=158832$

用此模型拟合卫生技术人员总数, 结果和误差见表 3.

表 3 递推自回归预测模型拟合结果和误差

年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
拟合结果	153254	158832	164587	169981	175172	180134	184883	189427	193776	197937	201919
误差	0	0	-2768	-981	-172	415	-1390	23	3882	347	-160

剩余标准差为: $S_2=2557$

用递推自回归模型作预测得:

$$Y_{200}^{II}=219398, Y_{205}^{II}=233424, Y_{210}^{II}=244678, Y_{215}^{II}=253707$$

我们作卫生技术人员总数与时间的二次多项式回归, 得预测模型:

$$Y_k^{III}=146364.96+6103.79k-86.5k^2 \quad (k\geqslant 1)$$

2.3 二次多项式回归模型预测法

利用此模型进行拟合, 得拟合结果和拟合误差, 见表 4.

表 4 二次多项式回归模型拟合结果合误差

年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
拟合结果	152384	158226	163898	169396	174722	179874	184853	189660	194293	198753	203041
误差	872	606	-2079	-396	278	675	-1360	-210	3365	-469	-1282

剩余标准差为: $S_3=1628.6$

利用此模型进行预测, 预测结果:

$$Y_{200}^{III}=221883, Y_{205}^{III}=236400, Y_{210}^{III}=246590, Y_{215}^{III}=252456$$

$$Y_k^{III})$$

$$Q=\sum_{k=1}^n|e_k|$$

则求最优非负权重系数的负线性规划模型为:

(*)
$$\min Q$$

$$a_1+a_2+a_3=1$$

$$a_1, a_2, a_3\geqslant 0$$

我们借助计算机, 利用插值寻优的办法求非线性规划

(*)的解。为此, 令 $a_1=m/1000, a_2=n/1000, a_3=1-a_1-a_2$, 其中 $0\leqslant m\leqslant 1000, 0\leqslant n\leqslant 1000$ 且 $m+n\leqslant 1000$ 。然后在计算机上编程计算得: $m=69, n=687$ 时, 即 $a_1=0.069, a_2=0.687, a_3=0.244$ 时目标函数 Q 达到最小。

这样, 我们所求的组合预测模型为:

$$Y_k=0.069Y_k^I+0.687Y_k^{II}+0.244Y_k^{III}$$

利用此组合预测模型拟合卫生技术人员总数, 拟合结果和误差见表 5.

3 河北省卫生技术人员总数的组合预测模型

在前面, 我们给出了三种不同的预测模型, 并且给出了它们的拟合结果, 拟合误差及预测结果。下面我们借助计算机, 利用插值的方法来求它们的最优加权组合预测。

最优加权法的基本原理就是依据某种最优准则构造目标函数 Q , 在给定约束下极小化 Q , 以求得组合预测的加权系数。

这里, 设组合预测模型为:

$$Y_k=a_1Y_k^I+a_2Y_k^{II}+a_3Y_k^{III} \quad \text{其中 } a_1, a_2, a_3 \text{ 是待定的加权系数。}$$

误差 $e_k=Y_k-Y_k=a_1(Y_k-Y_k^I)+a_2(Y_k-Y_k^{II})+a_3(Y_k-$

表 5 最优加权组合预测模型拟合结果和误差

年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
拟合	153042	158773	164419	169784	174977	179978	184801	189450	193993	198255	202422
误差	212	59	-2600	-784	23	571	1308	0	3725	29	662

剩余标准差为: $S=1541$ 。显然组合预测模型的标准差比以上三个预测模型的标准差都小。

利用组合预测模型对河北省卫生技术人员总数进行预测, 结果如下:

$$Y_{200}=221576, Y_{205}=237225, Y_{210}=250280, Y_{215}=261170$$

在应用时, 我们以组合预测的结果为依据, 来制定河北省卫生人力的短、中、长期规划, 以使卫生人力的发展规模和速度更科学、更合理。

参 考 文 献

1 中国卫生年鉴, 19851995 年.

2 河北经济年鉴, 19851995 年.

3 项静恬. 非线性复杂系统的综合技术, I—VI, 数理统计与管理, 1995, 16.

4 邓聚龙. 灰色预测与决策. 华中工学院出版社.

收稿日期: 1999—05—08