

· 论 著 ·

ARIMA 模型在预测重庆市医院日住院量中的应用

叶孟良¹, 李智涛¹, 欧 荣^{2△}

(重庆医科大学:1. 公共卫生与管理学院卫生统计教研室;2. 信息管理系 400016)

摘要:目的 建立预测与监测的求和自回归移动平均模型(ARIMA)的时间序列模型,研究日住院量的变化规律。方法 通过对 2009 年 2~4 月重庆市逐日住院患者量分析用 Box-Ljung 统计量评价 ARIMA 模型的拟合度,用平均预测相对误差作为预测效果的评价指标。**结果** 重庆市住院患者量以周为时间周期,每周中以周一、二住院量达到高峰,周六、日为低谷。ARIMA(0,1,1)(1,1,1)₇ 是重庆市 2009 年 2~4 月住院量预测最优拟合预测模型,一周和两周外推预测的平均相对误差分别为 6.27% 和 9.14%。**结论** 对住院患者量的历史数据进行时间序列分析是用于住院患者量监测的一个重要的内容。本研究所建立的 ARIMA 模型适用于重庆市住院患者量预测,预测精度较高。

关键词:预测;季节;时间序列;ARIMA 模型

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2012.13.005

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2012)13-1260-02

Application of ARIMA model on predicting everyday workload of inpatient department of hospitals in Chongqing

Ye Mengliang¹, Li Zhitao¹, Ou Rong^{2△}

(1. Department of Health Statistics, College of Public Health; 2. Department of Information Management, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To develop the autoregressive integrated moving-average (ARIMA) time series model for forecasting and monitoring the everyday workload of inpatient department in Chongqing for studying its change law. **Methods** Statistics of Box-Ljung was used to evaluate the degree of fitness of ARIMA model, and the average relative errors of prediction were used as indexes to evaluate the predict effect. **Results** The changes of everyday workload of inpatient department in Chongqing presented a weekly periodicity, and showed that everyday workload of inpatient department from Monday to Tuesday exceeded its weekly average. The model ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₇ was the best fitted model to predict the inpatient workload of Chongqing from February to April in 2009. The average relative errors of predicts in one week and two weeks were 6.27% and 9.14%. **Conclusion** The time series method applied to the historical reporting data of everyday workload of inpatient department is an important tool for everyday workload of inpatient department surveillance. The ARIMA model is suitable to forecast everyday workload of inpatient department in Chongqing with high forecasting accuracy.

Key words: forecasting; seasons; time series; ARIMA model

建立时序模型的方法众多,如移动平均法、指数平滑模型等。求和自回归移动平均模型(autoregressive integrated moving average, ARIMA)是其中重要而基本的模型之一,在各个领域的应用十分广泛,其中季节乘积模型可以综合考虑序列演变的趋势、周期变化和随机干扰因素,借助模型参数的变化对数据进行量化表达,可以达到较好的预测效果^[1]。如医院每日住院量存在一定周期性,现将本研究尝试用季节性乘积模型(p,d,q)(P,D,Q)₇对重庆市日住院量序列进行分析和预测的结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2009 年 2~4 月重庆市各医院病案登记的每日住院患者人数为建立模型和检验模型的原始数据。2009 年 2~3 月住院患者人数用于建立模型,2009 年 4 月第 1、2 周的相应数据用于模型检验。

1.2 ARIMA 模型的建立 根据重庆市 2009 年 2~4 月住院患者人数序列图,初步判定该序列的变化规律。利用自相关分析初步确定该序列适宜的模型和模型参数。建立 ARIMA 模型,分析日住院量的长期趋势、季节性、周期性变化和随机干

扰,并对重庆市日住院量进行预测。利用非线性最小二乘法估计模型参数。ARIMA 模型的诊断从以下几方面进行:(1)模型参数是否有统计学意义;(2)备选模型的拟合优度比较;(3)参数独立性;(4)残差检验^[2]。利用 2009 年 4 月第 1、2 周数据对模型的外推效果进行检验,利用平均相对误差评价模型的外推预测效果。

1.3 收容量预测和监测 用筛选的最优 ARIMA 模型,对重庆市住院患者数进行预测,通过模型拟合值的 95% 可信区间绘制住院患者量的监测图。

1.4 预测效果比较 指数平滑法是对近期序列值赋予较大的权重,来估计序列的平均水平、趋势性和周期性。用筛选的最优 ARIMA 模型的预测效果与指数平滑法的预测效果进行比较。

1.5 统计学处理 应用 SPSS13.0 软件进行统计学数据分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

通过模型的筛选,得出 ARIMA(0,1,1)(1,1,1)₇ 为最优模型。重庆市住院患者量的序列见图 1、2。重庆市每日住院

△ 通讯作者, Tel:13883691031; E-mail:ourong945@sina.com。

患者量预测备选模型拟合优度统计量、重庆市 2009 年 4 月每日住院患者量外推预测结果、ARIMA 与指数平滑法在住院患者量中的预测效果见表 1~3。

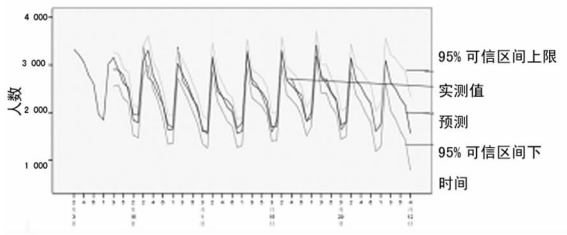


图 1 2009 年 2~4 月重庆市住院患者量序列图

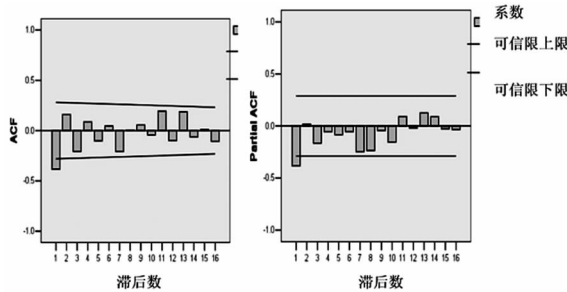


图 2 差分序列的自相关函数(ACF)图与偏相关函数(PACF)图

表 1 重庆市每日住院患者量预测备选模型拟合优度统计量

模型	SE	Log-likelihood	AIC	BIC
ARIMA(1,1,0)(1,1,0) ₇	151.119	-314.767	633.534	637.317
ARIMA(1,1,0)(0,1,1) ₇	150.301	-314.582	633.164	636.948
ARIMA(0,1,1)(1,1,0) ₇	150.067	-314.521	633.043	636.826
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₇	148.804	-314.238	632.477	636.260

表 2 重庆市 2009 年 4 月每日住院患者量外推预测结果

日期	实际住院量 (n)	预测住院量 (n)	相对误差 (%)	平均相对误差 (%)
第 11 周				
周一	3 143	3 158	0.48	—
周二	2 500	2 693	7.74	—
周三	2 420	2 566	6.05	—
周四	2 109	2 365	12.16	—
周五	2 014	2 221	10.28	—
周六	1 543	1 637	6.11	—
周日	1 730	1 778	2.77	6.51
第 12 周				
周一	2 505	3 144	25.50	—
周二	3 135	2 681	14.47	—
周三	2 778	2 557	7.97	—
周四	2 417	2 358	2.44	—
周五	2 341	2 216	5.34	—
周六	1 718	1 634	4.86	—
周日	1 827	1 777	2.72	9.04

—:表示无数据。

表 3 ARIMA 与指数平滑法在住院患者量中的预测效果比较(%)

预测方法	一周平均相对误差	两周平均相对误差
ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₇	6.51	9.04
指数平滑法	18.45	19.60

3 讨论

ARIMA 乘积模型是针对有季节性变动的时序序列提出的建模方法。每日住院量受双休日的影响呈现出明显的周期性,重庆市每日住院量时序资料同季节性序列一样蕴涵着指标随时间变化的运动演变规律,故可通过建立 ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)₇ 进行短期住院量的预测。时间序列分析中指数平滑法是用无限大的宽窗,各历史值的权重随时间的推移呈指数衰减来估计序列的平均水平、趋势性和周期性^[3-4]。但通过比较可以看出 ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₇ 最近一周和两周外推预测的平均相对误差分别为 6.51% 和 9.04%,而指数平滑法为 18.45% 和 19.60%,ARIMA 乘积模型的预测效果优于指数平滑法,预测值与实测值吻合较好,有很好的预测作用。但是乘积 ARIMA 模型只考虑时间序列本身的特性来预测,未考虑其他日住院量的影响因素,在实际应用时,应结合实际情况进行综合分析。另外,从预测效果来看,随着预测时间的延长,预测的误差将会增大,因此,可以通过数据的补充,以及不断改进模型的估计方法和修改模型参数来提高模型预测的精度。

从以上分析结果可知,重庆市住院患者量有明显的季节性,且存在周期性,周期为 7 d,无明显趋势性。星期六、日住院人数较少,星期一、二达高峰。这主要是因为星期六、日是国家的法定假日,医院的职工部分休假,提供的服务不足有关,而经过 2 d 的患者量的蓄积,星期一、二的患者量达高峰,然后逐渐下降,星期五的患者也相对较少,所以能择期入院的患者应尽量避免高峰期,尽量选择人数较少的星期四、五就诊入院。

摸清重庆市住院患者量及其变化规律,建立预测模型可以为卫生部门以及医院管理者提供决策依据。一方面,医院可以根据住院量的变化规律,合理安排医务人员以及医疗卫生资源,为患者提供优质的就医环境;另一方面,医院可以合理疏导患者尽量避开高峰期,减少不必要的等待,以提高服务的满意度。

参考文献:

[1] 宇传华. SPSS 与统计分析[M]. 北京:电子工业出版社, 2007.
 [2] 张文彤. SPSS 统计分析教程[M]. 北京:北京希望电子出版社, 2002.
 [3] 冯刘栋. 试用三次指数平滑法预测传染病发病率[J]. 数理医药学杂志, 2000, 13(2):145-146.
 [4] 冯丹,韩晓娜,赵文娟,等. 中国内地法定报告传染病预测和监测的 ARIMA 模型[J]. 疾病控制杂志, 2007, 11(2): 140-143.

(收稿日期:2011-06-21 修回日期:2011-11-30)