

# 菏泽市肺结核发病自回归移动平均模型的建立及其预测效果评价\*

孙付胜<sup>1</sup> 刘洪敏<sup>1</sup> 王静<sup>1</sup> 付刚<sup>1</sup> 陈秀英<sup>1</sup> 皇甫蓓蓓<sup>1</sup> 刘增法<sup>2△</sup>

**【摘要】**目的 建立自回归移动平均模型 (autoregressive integrated moving average model, ARIMA) 并对 2022 年菏泽市肺结核发病数进行预测。方法 以 2010–2020 年菏泽市肺结核病人月登记发病数为基础建立最优 ARIMA 模型, 预测 2021 年发病数并与实际值比较, 以此评估模型的预测效果, 并对 2022 年发病趋势进行预测。结果 菏泽市肺结核发病数呈现逐年下降趋势, 并存在一定的季节变化, 最优模型为 ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 1)<sub>12</sub>, 2021 年拟合结果显示其总的预测误差率为 2.59%, 平均绝对百分比误差为 17.76%, 预测 2022 年发病数为 1644 例, 继续呈下降趋势, 疫情态势平稳。结论 ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 1)<sub>12</sub> 模型能较好地预测菏泽市肺结核的短期发病趋势, 但应根据监测数据变化加以修正, 以提高预测精度。

**【关键词】** 肺结核 ARIMA 模型 预测 菏泽

**【中图分类号】** R195.1 **【文献标识码】** A **DOI** 10.11783/j.issn.1002-3674.2024.02.005

## Establishment of Autoregressive Integrated Moving Average Model of Tuberculosis Incidence in Heze City and Evaluation of its Prediction Effect

Sun Fusheng, Liu Hongmin, Wang Jing, et al (Heze center for disease control and prevention(274000), Heze)

**【Abstract】 Objective** An autoregressive integrated moving average model (ARIMA) was established to predict the incidence of tuberculosis in Heze in 2022. **Methods** Based on the monthly registered incidence of tuberculosis patients in Heze city from 2010 to 2020, the optimal ARIMA model was established to predict the incidence in 2021 and compare with the actual value, so as to evaluate the prediction effect and predict the incidence trend in 2022. **Results** The incidence of tuberculosis in Heze city showed a decreasing trend year by year, with certain seasonal changes. The optimal model was ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 1)<sub>12</sub>, the fitting results showed that the overall prediction error rate was 2.59% and the mean absolute percentage error was 17.76% in 2021. The number of cases predicted in 2022 was 1644, which continued to show a downward trend and the epidemic situation was stable. **Conclusion** ARIMA(0, 1, 1)(1, 1, 1)<sub>12</sub> model can better predict the short-term incidence trend of tuberculosis in Heze city, but it should be modified according to the changes of monitoring data to improve the prediction accuracy.

**【Key words】** Pulmonary tuberculosis; ARIMA model; Predict; Heze

结核病是严重危害人民群众健康的重大传染病。据《2020 年全球结核病报告》, 结核病仍是全球前 10 位死因之一<sup>[1]</sup>, 也是我国重点关注的呼吸道传染病, 防治任务依然十分艰巨, 准确把握肺结核的流行特征并对发病趋势进行预测, 对制定未来一段时期内的防控措施有重要意义。随着计算机技术的进步和数学学科的发展, 很多数学模型被应用于传染病防控工作当中<sup>[2]</sup>, 其中自回归移动平均 (autoregressive integrated moving average, ARIMA) 模型既可以处理数据自相关问题, 又可以利用季节效应对传染病的实际发生情况进行拟合和预测, 具有较好的短期效果<sup>[3-4]</sup>。本文以 2010–2021 年菏泽市肺结核病人登记发病数据为基础, 应用 ARIMA 模型描述其流行特征, 并通过参数筛选确定最优模型用于发病数的预测, 希望能为卫生资源配置、结核病防治措施的调整提供参考。

### 资料与方法

#### 1. 资料来源

2010 年 1 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日肺结核病人月度登记发病数来源于中国疾病预防控制中心信息系统中的结核病管理信息子系统, 其中 2010–2020 年的数据用于建立 ARIMA 模型, 2021 年的数据用于模型预测效果的评估, 以筛选出的最优模型预测 2022 年肺结核的发病趋势。

#### 2. 方法

##### (1) ARIMA 模型简介<sup>[5-7]</sup>

ARIMA 模型是一种常用的时间序列预测方法, 最初于上世纪 70 年代由博克思 (Box) 和詹金斯 (Jenkins) 提出, 所以也被称为 Box-Jenkins 模型。对于原始数据平稳或者经对数转换、差分处理后达到平稳性的时间序列可以用此模型进行拟合, 因为在平稳的时间序列中, 随着时间的改变, 序列的性质不会改变, 任意的滞后阶数不会改变序列的自相关性。通常可以将季节性的时间序列数据分解为季度性因子、趋势因子和随机因子 (误差因子)。ARIMA( $p, d, q$ ) $\times$ ( $P, D, Q$ ), 是 ARIMA 模型的基本结构形式, 其中  $p, d$  和  $q$  分

\* 基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划(2016WS0090)

1. 菏泽市疾病预防控制中心(274000)

2. 山东省卫生健康委员会医疗管理服务中心

△通信作者: 刘增法, E-mail: liuzengfa@126.com

别是非季节性的自回归阶数、差分阶数和移动平均阶数,  $P$ 、 $D$  和  $Q$  分别是季节性的自回归阶数、差分阶数和移动平均阶数,  $s$  为循环长度。

### (2) 建模过程

ARIMA 模型的建立步骤: ①数据平稳化处理: 建立时间序列数据后, 可通过自相关系数函数图 (auto-correlation function, ACF) 和偏相关系数函数图 (partial auto-correlation function, PACF) 判断序列的平稳性, 对不平稳序列可利用自然对数转换、一般差分和季节性差分进行处理以达到平稳化要求。②模型识别: 依据平稳化处理后的时间序列 ACF 和 PACF 图形识别可能的  $p$ 、 $q$ 、 $P$ 、 $Q$  值, 结合差分阶数  $d$  和  $D$ , 筛选出多个候选模型。③参数估计及模型确定: 通过最大似然法估计模型参数, 用白噪声 (Ljung-Box Q) 检验判断模型总体上的合理性, 同时结合决定系数 (R-square,  $R^2$ )、标准化贝叶斯信息准则值 (normal bayesian information criterion, NBIC)、均方根误差 (root mean square error, RMSE) 确定最合适的模型,  $R^2$  越大越好, BIC、RMSE 越小越好<sup>[8]</sup>。④模型评价<sup>[9]</sup>: 通过建立的模型获得预测年份每月的预测数据, 并与实际值比较, 评价指标包括绝对误差 (error, E), 绝对误差率 (error rate, ER) 及平均绝对百分比误差 (mean absolute percentage error, MAPE),  $E = |p-t|$ ,  $ER = |p-t|/t$ ,  $MAPE = \frac{\sum_{i=1}^m |p-t|/t}{m}$ , 其中  $p$  为预测值,  $t$  为实际值,  $m$  为月份。⑤预测应用: 应用确定的 ARIMA 模型对未来发病情况进行短期预测, 一般在 1 年左右。

### 3. 统计学处理

用 excel 2007 软件建立菏泽市 2010 年至 2021 年每月肺结核患者登记发病数据库, 建立时间序列, 用 SPSS 18.0 统计软件建立 ARIMA 模型, 进行参数估计、模型判断和数据预测, 以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1. 流行特征及平稳化处理

2010 年 1 月至 2020 年 12 月, 菏泽市共登记肺结核患者 36126 例, 平均每年 3284 例, 总体上呈现出逐年下降的趋势, 发病高峰与低谷的间距变化较大, 而且存在一定的周期性 (图 1)。通过进一步的季节分解, 可以看出每年 1 月份发病较少, 3 月份达到第 1 个发病高峰, 随后逐渐下降, 至 10 月份达到发病低峰, 至 12 月份又达到一个发病高峰 (图 2), 说明该时间序列存在明显的季节性, 并不是一个平稳序列。所以对原序列同时作一阶差分和一阶季节差分, 消除趋势性和季节性影响后, 可以看到序列值在 0 附近小幅上下波动 (图 3), 可认为经差分后的时间序列为平稳性序列。

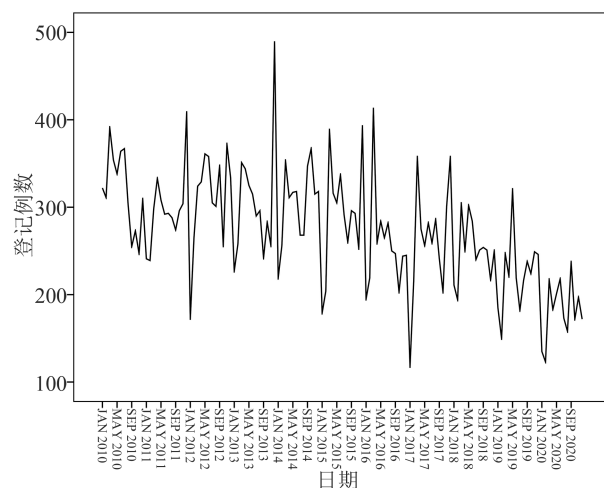


图 1 2010 年 1 月至 2020 年 12 月菏泽市肺结核患者数时序图

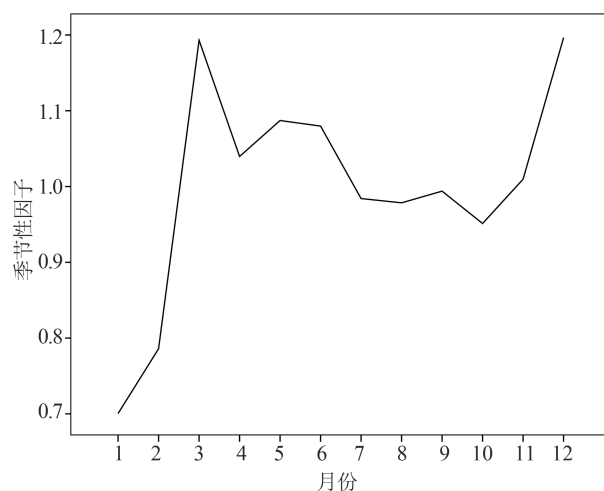


图 2 2010 年 1 月至 2020 年 12 月菏泽市肺结核患者数的季节因子

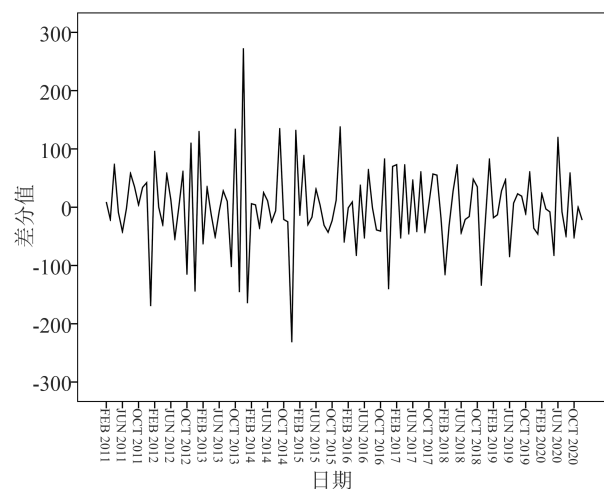


图 3 2010 年 1 月至 2020 年 12 月菏泽市肺结核患者数差分序列图

### 2. 模型识别和定阶

由上步过程可知, 经一阶差分和一阶季节差分后, 原序列趋于平稳, 可确定模型参数  $d = 1$ 、 $D = 1$ 。再观察 ACF 图 (图 4) 和 PACF 图 (图 5) 以确定其他参数, 从短期自相关特征来看, PACF 有一定的拖尾性, ACF

在 1 阶截尾,  $q=1$ ; 从季节自相关特征来看, ACF 图显示延迟 12 阶和 24 阶的自相关系数都显著非零, 而 PACF 图显示延迟 12 阶偏自相关系数显著非零, 但是延迟 24 阶的偏自相关系数落入 2 倍标准差范围, 可以认为季度自相关特征是 ACF 有一定的拖尾性, PACF 在 1 阶截尾,  $P=1$ 。  $p$  和  $Q$  可取 0、1、2 依次进行尝试, 以确定多个备选模型。

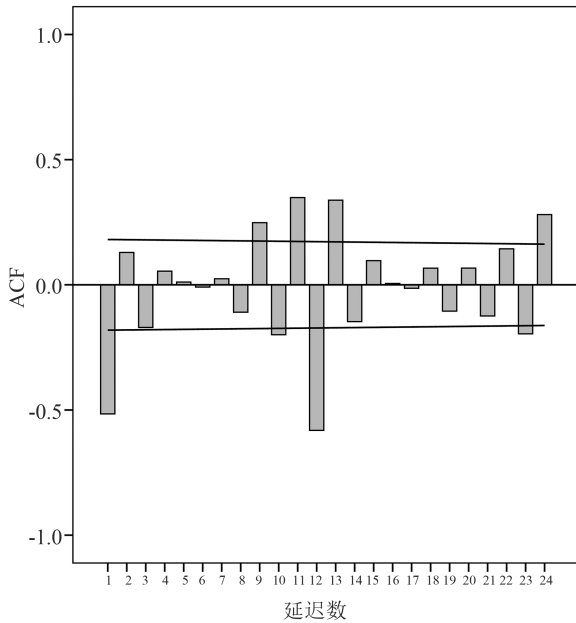


图 4 经差分后的原序列 ACF 图

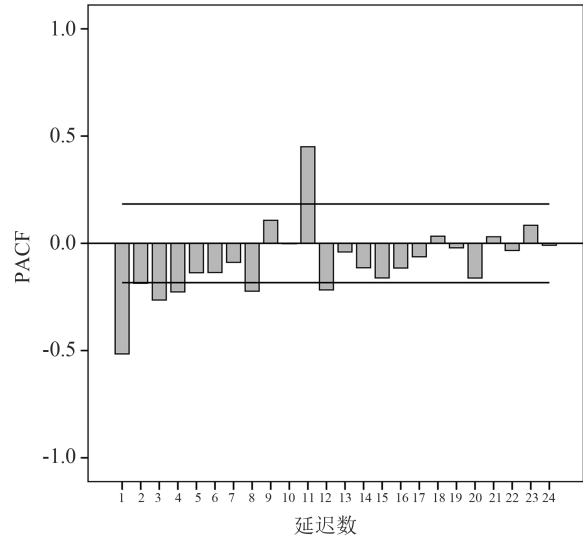


图 5 经差分后的原序列 PACF 图

### 3. 参数估计及模型确定

根据前述  $p, d, q$  和  $P, D, Q$  的值, 可得到 9 个备选模型(表 1), 各模型总体的 Ljung-Box Q 值均通过显著性检验 ( $P>0.05$ ), 说明残差序列为白噪声, 各模型对原序列数据均能较好拟合, 各模型  $R^2$ 、RMSE、NBIC 的值相差不大, 再观察模型参数, 只有  $(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$  模型全部有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 但为了考察实际的预测效果, 暂时把大部分参数有统计学意义的  $(0, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$  和  $(1, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$  模型也纳入研究。

表 1 根据 2010-2020 年菏泽市肺结核患者数建立的 ARIMA 模型

模型类型	Ljung-Box Q 值	P	$R^2$	RMSE	NBIC	参数	估计值	t	P
$(0, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$	13.723	0.619	0.581	45.859	7.772	MA(1)	0.813	13.178	<0.001
						SAR(1)	-0.576	-7.659	<0.001
$(0, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$	11.558	0.712	0.603	44.841	7.767	MA(1)	0.841	13.283	<0.001
						SAR(1)	-0.074	-0.564	0.574
$(0, 1, 1)(1, 1, 2)_{12}$	13.638	0.477	0.621	44.038	7.771	SMA(1)	0.839	4.881	<0.001
						MA(1)	0.826	12.580	<0.001
						SAR(1)	-0.997	-8.188	<0.001
						SMA(1)	-0.163	-0.285	-0.776
$(1, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$	14.135	0.515	0.582	45.995	7.818	SMA(2)	-0.781	1.447	0.151
						AR(1)	0.084	0.733	0.465
						MA(1)	0.858	12.281	<0.001
						SAR(1)	-0.578	-7.560	<0.001
$(1, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$	12.109	0.598	0.603	45.060	7.817	AR(1)	0.071	0.615	0.540
						MA(1)	0.887	11.918	<0.001
						SAR(1)	-0.083	-0.618	0.538
						SMA(1)	0.823	5.056	<0.001
$(1, 1, 1)(1, 1, 2)_{12}$	13.795	0.388	0.621	44.221	7.819	AR(1)	0.037	0.313	0.755
						MA(1)	0.844	10.368	<0.001
						SAR(1)	-0.998	-9.166	<0.001
						SMA(1)	-0.178	-0.307	0.759
$(2, 1, 1)(1, 1, 0)_{12}$	16.875	0.263	0.585	44.080	7.862	SMA(2)	0.772	1.439	0.153
						AR(1)	0.187	1.871	0.064
						AR(2)	0.069	0.686	0.494
						MA(1)	0.999	0.525	0.600
$(2, 1, 1)(1, 1, 1)_{12}$	13.724	0.394	0.604	45.170	7.862	SAR(1)	-0.564	-7.119	<0.001
						AR(1)	0.141	1.363	0.176
						AR(2)	0.062	0.596	0.553
						MA(1)	0.996	1.370	0.174
$(2, 1, 1)(1, 1, 2)_{12}$	16.893	0.154	0.620	44.489	7.872	SAR(1)	-0.064	-0.455	0.650
						SMA(1)	0.818	4.976	<0.001
						AR(1)	0.148	1.437	0.153
						AR(2)	0.073	0.711	0.478
						MA(1)	0.998	0.856	0.394
						SAR(1)	-0.994	-7.033	<0.001
						SMA(1)	-0.161	-0.341	0.734
						SMA(2)	0.763	1.683	0.095

### 4. 模型评价

2021年1-12月菏泽市实际登记肺结核患者1968例,模型 $(0,1,1)(1,1,0)_{12}$ 预测值为1822例,总体的预测误差率为7.42%, $ER$ 最低为3.23%,最高为59.65%, $MAPE$ 为23.42%。模型 $(0,1,1)(1,1,1)_{12}$ 预测值为1917例,总体的预测误差率为2.59%, $ER$ 最低为2.97%,最高为38.60%, $MAPE$ 为17.76%。模型

$(1,1,1)(1,1,0)_{12}$ 预测值为1823例,总体的预测误差率为7.37%, $ER$ 最低为3.22%,最高为59.65%, $MAPE$ 为23.37%。所以模型 $(0,1,1)(1,1,1)_{12}$ 的预测准确度要高于其他两个模型,另外三个模型中, $(0,1,1)(1,1,1)_{12}$ 的 $R^2$ 最大, $RMSE$ 和 $NBIC$ 最小,也说明其是最优的,因此综合考虑选定模型 $(0,1,1)(1,1,1)_{12}$ 用于预测2022年的数据。见表2。

表2 2021年1-12月菏泽市肺结核患者实际值与预测值比较情况

月份	实际值	$(0,1,1)(1,1,0)_{12}$			$(0,1,1)(1,1,1)_{12}$			$(1,1,1)(1,1,0)_{12}$		
		预测值	$E$	$ER(\%)$	预测值	$E$	$ER(\%)$	预测值	$E$	$ER(\%)$
1	133	110	23	17.29	92	41	30.83	108	25	18.79
2	126	84	42	33.33	108	18	14.29	85	41	32.54
3	186	180	6	3.23	222	36	19.35	180	6	3.22
4	163	150	13	7.98	173	10	6.13	151	12	7.36
5	154	215	61	39.61	194	40	25.97	215	61	39.61
6	217	164	53	24.42	180	37	17.05	164	53	24.42
7	205	123	82	40.00	150	55	26.83	123	82	40.00
8	157	136	21	13.38	149	8	5.10	137	20	12.74
9	114	182	68	59.65	158	44	38.60	182	68	59.65
10	128	147	19	14.84	141	13	10.16	147	19	14.84
11	183	172	11	6.01	154	29	15.85	172	11	6.01
12	202	159	43	21.29	196	6	2.97	159	43	21.29

### 5. 模型预测应用

依据 $ARIMA(0,1,1)(1,1,1)_{12}$ 模型预测2022年菏泽市肺结核患者登记发病数,结果见表3。全年患者发病数为1644例,与2021年相比继续呈现下降趋势,周期性上与前几年特点一致,即1月和10月为低峰期,3月和12月为高峰期,这也提示2022年菏泽市肺结核疫情整体上态势平稳,不会出现大的流行。

表3 2022年1-12月菏泽市肺结核预测发病例数

月份	例数	95%CI
1	72	0~150
2	90	11~169
3	196	116~275
4	153	73~234
5	164	83~245
6	161	80~243
7	134	51~216
8	124	41~207
9	129	45~212
10	115	31~200
11	129	44~214
12	177	91~263

## 讨论

菏泽市位于山东省西南部,2020年肺结核报告发病率居全省第二位<sup>[10]</sup>,但由于其属于本省的经济欠发达地区,结防经费一直严重不足,2020年全省23个县配套经费达不到人均0.1元的标准,菏泽市就有9个,占全省的39%<sup>[10]</sup>,在此情况下如何优化资源配置以达到事半功倍的效果,就成为一个值得探索的课题。本文基于既往菏泽市肺结核发病数和流行特征,建立合适的 $ARIMA$ 模型,对未来短期内的发病趋势进行准

确预测,对制定最优的控制策略、提高结防工作主动性有一定的借鉴意义。

从菏泽市肺结核的流行情况来看,存在两大特征:一是总体趋势逐年下降,这与全国甚至全球的流行趋势是一致的<sup>[11-12]</sup>,分析原因:①经济社会的发展以及结核病防控措施的加强,2010年以来菏泽市相继实施了结核病防治“十二五规划”和“十三五”规划,强化了各项防控措施,特别是在十三五规划实施期间,全面推行现代结核病控制策略,提升患者发现能力,结核病患者的报告发病率由2016年的36.5/10万下降至2020年的24.9/10万<sup>[13]</sup>;②突发因素的影响,由图1可以看出,2020年肺结核患者下降幅度要明显高于往年,通过对原始数据的分析,2020年比2019年下降18.90%,既往基本在10%以下,这与2020年新冠肺炎疫情是分不开的,新冠疫情期间公众外出减少,人们逐渐养成出门戴口罩的习惯,加强环境消杀和个人卫生,这些措施有效切断了肺结核的传播途径<sup>[14]</sup>,减少了发病。二是存在明显的季节特征,每年的第一季度和第四季度发病人数逐渐增加,并在3月和12月形成发病高峰,这也符合呼吸道传染病冬春季高发的特点,可能原因:①“春节效应”的影响,我国春节基本在2月初左右,春节前后人员大范围流动以及频繁聚集,增加了传播风险<sup>[15]</sup>;②冬春季天气寒冷,很少开窗通风,生活环境相对封闭<sup>[16]</sup>,增加了呼吸道传播的可能性。

肺结核的传播并不是单一因素造成的,而是受到经济、人口、环境等多种因素的影响, $ARIMA$ 模型的优势在于它兼具了传统回归分析和移动平均的长处,可以将影响疾病发展的多种因素统一于时间变量中,通

过周期变化、趋势变化、模型参数和随机干扰等进行量化表达<sup>[17]</sup>,所以在传染病预测方面得到越来越多的应用。不可否认的是,在 ARIMA 模型建立的过程中,参数的确定很大程度上依赖于对 ACF 图和 PACF 图的解读,具有一定的主观性,所以需要建立多个备选模型,通过 NBIC、RMSE、MAPE 等客观指标对模型进行比较以确定最优。本文中确定的最优模型为 ARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sub>12</sub>,其总体的预测误差率为 2.59%,还是比较理想的,MAPE 为 17.76%,高于雷宇等<sup>[18]</sup>的结果(7.29%),低于田庆等<sup>[19]</sup>的结果(21.69%),属于结果外推的正常情况。考虑出现这种差异的原因,既是疾病本身造成的,如各地发病率不同,监测数据质量不一,也与医疗、人口、经济等外部因素有关,而且模型本身不可能涵盖所有发病因素,这些都会影响模型预测的准确度。

总之,ARIMA(0,1,1)(1,1,1)<sub>12</sub>模型能较好地预测菏泽市肺结核的短期发病趋势,未来发病例数会继续下降,从维护群众健康以及实现 WHO“终止结核病策略”的角度出发,这是利好的,但也不能下降过快,否则应考虑是否有特殊情况的发生。当然,肺结核的发生规律是不断变化的,建立的模型也需要基于新的监测数据加以修正,另外如果能将其他预测方法与 ARIMA 模型组合使用<sup>[20]</sup>,可能会提高预测质量。

### 参 考 文 献

- [1] 徐彩红,赵雁林.从《2020 年全球结核病报告》看我国结核病防治工作.中华传染病杂志,2021,39(7):392-397.
- [2] 田怀玉. 传染病数学模型在动物源性传染病疫情预测预警中的应用. 中华预防医学杂志, 2021, 55(4):556-560.
- [3] 周扬, 梁士杰. ARIMA 乘积季节模型在郑州市肺结核月发病趋势预测中的应用. 中国卫生统计, 2021, 38(4):554-555.
- [4] 苗淦, 石福艳, 梁益嘉, 等. 基于优势组合模型的“十三五”期间全国卫生总费用预测研究. 中国卫生统计, 2021, 38(2):243-246.
- [5] 王燕. 应用时间序列分析(第三版). 北京:中国人民大学出版社, 2012:141-142.
- [6] 高升辉, 王明雯, 李丹地, 等. ARIMA 模型在浙江省 2007-2017 年其它感染性腹泻发病情况预测中的应用. 国际病毒学杂志, 2021, 28(5):384-387.
- [7] 许蜜, 王跃会, 何玉华, 等. ARIMA 模型在手术部位感染发生率预测中的应用. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(1):141-145.
- [8] 张顺先, 邱磊, 张少言, 等. ARIMA 模型的建立及对中国肺结核月报告例数的预测效果研究. 中国防痨杂志, 2020,42(6):614-620.
- [9] 李晓蓉, 庞学文, 于燕明, 等. ARIMA 模型在天津市结核病发病预测中的应用. 实用预防医学, 2018, 25(12):1536-1538.
- [10] 山东省公共卫生临床中心. 2020 年山东省结核病监测报告. 济南, 2021:2.
- [11] 楚男, 高倩倩, 周成超. 2004-2018 年中国肺结核病时间及空间变动趋势分析. 中国公共卫生, 2022, 38(7):887-890.
- [12] Aliakbar TF, Karamatollah R, Saeed H, et al. Analysis of temporal trends of human brucellosis between 2013 and 2018 in Yazd Province, Iran to predict future trends in incidence;a time-series study using ARIMA model. APJTM, 2020, 13(6):272-277.
- [13] 魏倩, 王仕昌, 曹传兵. 2020 年山东省公众结核病防治核心信息知晓率调查结果分析. 中国防痨杂志, 2021, 43(7):741-746.
- [14] 王倪, 黄飞, 赵雁林. 新型冠状病毒肺炎疫情防控经验对结核病防治工作的启示. 中华传染病杂志, 2022, 40(1):1-5.
- [15] 刘超, 曾芳, 赵紫凤, 等. 呼吸道传染病季节与循环周期特征及预测研究. 中国预防医学杂志, 2021, 22(11):883-887.
- [16] Kang W, Du J, Yang S, et al. The prevalence and risks of major comorbidities among inpatients with pulmonary tuberculosis in China from a gender and age perspective;a large-scale multicenter observational study. Eur J Clin Microbiol Infect Dis, 2021, 40(4):787-800.
- [17] Chen J, Qiu Y, Yang R, et al. The characteristics of spatial-temporal distribution and cluster of tuberculosis in Yunnan Province, China, 2005- 2018. BMC Public Health, 2019, 19(1):1715.
- [18] 雷宇, 何立乾, 张广川, 等. 自回归移动平均模型的建立及在广州肺结核发病预测中的应用. 中国防痨杂志, 2021, 43(6):569-575.
- [19] 田庆, 刘永鹏, 张晶晶, 等. ARIMA 乘积季节模型在山东省肺结核发病预测中的应用. 山东大学学报(医学版), 2021, 59(7):112-118.
- [20] 闫银锁, 孙闪华, 李亚敏, 等. 差分自回归移动平均模型与 Elman 神经网络及其组合模型对北京市肺结核发病预测效果的比较. 中国防痨杂志, 2019,41(6):669-675.
- (责任编辑:邓妍)
- (上接第 184 页)
- [7] 安莹, 王志娜, 陈先来, 等. 带权疾病网络上的潜在共病关系预测. 湖南大学学报(自然科学版), 2019, 46(12):33-40.
- [8] Shen E, Lee JS, Mularski RA, et al. COPD comorbidity profiles and 2-year trajectory of acute and postacute care use. Chest, 2021, 159(6):2233-2243.
- [9] 陈可佳, 陈利明, 吴桐. 多层网络社区发现研究综述. 计算机科学与探索, 2020, 14(11):1801-1812.
- [10] 韩倩, 马礼兵. 慢性阻塞性肺疾病共患病研究进展. 国际呼吸杂志, 2021, 41(19):1441-1445.
- [11] 刘林霞, 曾玉琴, 刘祁涓, 等. 女性慢性阻塞性肺疾病的临床特点. 中国医师杂志, 2020, 22(10):1461-1463+1467.
- [12] 吴国霞, 米文君, 陈亚红. 不同性别 COPD 患者对诊断和治疗方面的认知. 国际呼吸杂志, 2017, 37(7):499-504.
- [13] Ketepe-Arachi T, Sharma S. Cardiovascular Disease in Women: Understanding Symptoms and Risk Factors. European cardiology, 2017, 12(1):10-13.
- [14] 田成璇. 慢性阻塞性肺疾病男女性别差异的相关因素探讨. 宁夏医科大学, 2018.
- [15] Lund L, Wisløff T, Holme I, et al. Metabolic syndrome predicts prostate cancer in a cohort of middle-aged Norwegian men followed for 27 years. American journal of epidemiology, 2006, 164(8):769-774.
- [16] Triposkiadis F, Giamouzis G, Parissis J, et al. Reframing the association and significance of co-morbidities in heart failure. European journal of heart failure, 2016, 18(7):744-758.
- [17] Van O, Picavet H, Van G, et al. Multimorbidity and comorbidity in the Dutch population - data from general practices. BMC public health, 2012, 12(1):715.
- (责任编辑:张悦)