

2010~2020年中国大陆地区肺结核发病趋势分析以及短期发病趋势预测

毛瑛子^{1*}, 宾晏宁^{1*}, 颜威敏^{2*}, 李玉琼¹, 禰康妮¹, 黄心雨¹, 周舟¹, 唐海波^{3,4}, 张达培¹, 崔海辰^{1#}, 杨思源^{5#}, 徐子恒^{1,3,6#}

¹广西中医药大学公共卫生与管理学院预防医学系, 广西 南宁

²温州大学生命与环境科学学院, 浙江 温州

³广西中医药大学中医药壮瑶医药研究院, 广西 南宁

⁴广西高发传染病中西医结合转化医学重点实验室, 广西 南宁

⁵广西中医药大学壮医药学院, 广西 南宁

⁶广西海洋药物重点实验室, 广西 南宁

收稿日期: 2026年7月4日; 录用日期: 2026年7月28日; 发布日期: 2026年8月5日

摘要

目的: 分析2010~2020年中国大陆地区肺结核流行数据, 阐明其流行病学特征, 为制定科学有效的肺结核防控策略提供理论依据。**方法:** 数据来源于中国公共卫生科学数据中心, 采用Joinpoint回归模型分析2010~2020年肺结核发病率的长期趋势; 再构建自回归差分移动平均(ARIMA)模型, 对2025年全年各月份肺结核发病率进行预测。**结果:** 2010~2020年肺结核发病率整体呈下降趋势。新疆肺结核年均发病率最高(183.75/10万), 天津市最低(21.91/10万), 西藏自治区、青海、云南肺结核发病率呈上升趋势(AAPC = 5.2%, 3.9%, 1.2%); 新疆维吾尔自治区和天津市肺结核发病率变化平稳; 其余各省肺结核发病率呈下降趋势。全国七大地理分区之间肺结核发病率差异显著($P < 0.05$), 西北地区肺结核发病率最高(90.36/10万), 华北最低(45.17/10万)。0~14岁组肺结核年均发病率为10.20/10万, 发病率呈下降趋势(AAPC = -8.60%, $P < 0.001$); 15~59岁组肺结核年均发病率65.40/10万, 发病率无显著变化趋势(AAPC = 1.52%, $P = 0.465$)。ARIMA预测最优模型为ARIMA (1, 1, 1), 残差ACF (自相关函数)与PACF (偏自相关函数)均在95%可信区间内; 该模型预测2025年12个月发病率呈平稳下降趋势(从3.85/10万降至2.37/10万)。**结论:** 全国肺结核发病率呈下降趋势, 但各区域及年龄组间差异显著, 提示需持续优化人群防控策略。

关键词

肺结核, 流行特征, Joinpoint回归模型, ARIMA模型

*这些作者具有相同贡献。

#通讯作者。

Analysis of Tuberculosis Incidence Trends in Mainland China from 2010 to 2020 and Short-Term Incidence Trend Forecast

Yingzi Mao^{1*}, Yanning Bin^{1*}, Weimin Yan^{2*}, Yuqiong Li¹, Kangni Xuan¹, Xinyu Huang¹, Zhou Zhou¹, Haibo Tang^{3,4}, Dapei Zhang¹, Haichen Cui^{1#}, Siyuan Yang^{5#}, Ziheng Xu^{1,3,6#}

¹Department of Preventive Medicine, School of Public Health and Management, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

²College of Life and Environmental Science, Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang

³Institute of Traditional Chinese Medicine and Zhuang-Yao Medicine, Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning Guangxi

⁴Guangxi Key Laboratory of Integrated Traditional and Western Medicine for the Translation of High-Incidence Infectious Diseases, Nanning Guangxi

⁵School of Zhuang Medicine, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

⁶Guangxi Key Laboratory of Marine Drugs, Nanning Guangxi

Received: July 4, 2026; accepted: July 28, 2026; published: August 5, 2026

Abstract

Objective: Analysis of tuberculosis prevalence data in Chinese mainland from 2010 to 2020, clarifying its epidemiological characteristics to provide a theoretical basis for developing scientific and effective tuberculosis prevention and control strategies. **Methods:** The data is sourced from the China National Public Health Science Data Center. A Joinpoint regression model was used to analyze the long-term trends in tuberculosis incidence rates from 2010 to 2020. An autoregressive integrated moving average (ARIMA) model was then constructed to forecast monthly tuberculosis incidence rates for the entire year of 2025. **Results:** From 2010 to 2020, the incidence rate of tuberculosis showed an overall downward trend. The annual incidence rate of tuberculosis was highest in Xinjiang Uygur Autonomous Region (183.75 per 100,000) and lowest in Tianjin (21.91 per 100,000). The incidence rates in Xizang Autonomous Region, Qinghai, and Yunnan showed an upward trend (AAPC = 5.2%, 3.9%, 1.2%); the incidence rates in Xinjiang Uygur Autonomous Region and Tianjin remained stable; the incidence rates in the remaining provinces showed a downward trend. Significant differences in tuberculosis incidence rates were observed among the seven major geographical regions in China ($P < 0.05$), with the highest rate in the Northwest region (90.36 per 100,000) and the lowest in North China (45.17 per 100,000). The average annual incidence rate of pulmonary tuberculosis in the 0~14 year old group was 10.20/100,000, and the incidence rate showed a downward trend (AAPC = -8.60%, $P < 0.001$); The annual incidence rate of tuberculosis in the 15~59 age group was 65.40 per 100,000, with no significant trend in incidence (AAPC = 1.52%, $P = 0.465$). The optimal model for ARIMA prediction is ARIMA (1, 1, 1), with residual ACF (autocorrelation function) and PACF (partial autocorrelation function) both within the 95% confidence interval; The model predicts that the incidence rate in the 12 months of 2025 will decline steadily (from 3.85/100,000 to 2.37/100,000). **Conclusion:** The incidence of tuberculosis nationwide is on a downward trend, but significant disparities exist across regions and age groups, indicating a need for continuous optimization of population-based prevention and control strategies.

Keywords

Tuberculosis, Epidemiological Trends, Joinpoint Regression Model, ARIMA Model



1. 引言

肺结核是由结核分枝杆菌感染引发的传染性呼吸系统疾病，该病主要在肺组织、气管、支气管和胸膜部位形成病灶[1]。患者多见持续的咳嗽、咳血、胸痛等症状，常伴有肺炎、气胸、肺源性心脏病等并发症[2]。得益于国内外众多学者对肺结核发病机制、药物治疗、耐药结核、疫苗研发等关键领域的研究[3]，肺结核防控工作取得显著成效。但需正视，根据中国疾病预防控制中心的数据，2022 年全球新发结核病患者为 1060 万，因结核病死亡的人数约为 130 万。在 30 个结核病高负担国家中，中国的结核病发病数排在第 3 位，占全球发病数的 7.10%。中国结核病防控形势仍面临严峻挑战，需持续关注与努力[4]。因此，对中国大陆地区肺结核发病趋势进行深入分析具有现实意义，有助于了解我国肺结核近期流行趋势，并为后续制定预防策略及开展进一步研究奠定基础。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源

2010~2020 年中国大陆地区各年份、省份及年龄组的肺结核发病数和死亡数均取自于中国公共卫生科学数据共享中心的网站(<http://www.phsciencedata.cn/Share>)，人口学资料来源于中国统计年鉴网(<https://www.stats.gov.cn/sj/ndsjsj/>)。

2.2. 统计分析

将资料按年份、省份、地区和年龄段分类，采用 SPSS 27.0 软件进行回顾性统计分析。在此基础上，应用 Joinpoint 5.4.0 软件分析各年份、省份及年龄组的肺结核发病率和死亡率变化趋势。采用 SPSS 27.0 软件构建 ARIMA 模型，对我国 2025 年各月份肺结核发病率进行预测。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2.3. Joinpoint 回归模型

Joinpoint 回归模型是一种用于分析时间序列数据趋势变化的统计方法，通过在数据中寻找一个或多个“连接点”，将整个研究时间段分割成多个子区间，估计出不同子区间的年度变化百分比(Annual Percent of Changes, APC)和完整时间段内的平均年度变化百分比(Average Annual Percent of Changes, AAPC)。当 APC 和 AAPC 及 95% CI 值全为正值时，表明该数据随时间变化处于上升趋势；全为负值时，表明该数据随时间变化处于下降趋势；包含 0 时，表明数据处于平稳趋势。本研究以 2010~2020 年中国肺结核发病数和死亡数为因变量，年份为自变量建立 Joinpoint 对数线性回归模型，最大转折点数设置为 5，采用修正贝叶斯信息准则筛选最优模型。

2.4. ARIMA 模型

ARIMA 模型全称叫做自回归差分移动平均模型(Autoregressive Integrated Moving Average model)，是通过对按时间顺序排列的数据进行数学建模，分析其统计特性并进行预测的统计方法。ARIMA 模型的步骤[5]：1) 平稳性检验；2) 差分处理；3) 模型拟合；4) 模型检验；5) 模型预测。在模型拟合过程中，通过比较不同阶数(p, d, q)组合的 ARIMA 模型，根据 AIC (赤池信息准则)和 BIC (贝叶斯信息准则)值最小

原则选择出了最优模型 ARIMA (1, 1, 1)，各模型的 AIC 和 BIC 值见表 1。本研究基于 2010~2020 年全国肺结核发病数据，对 2025 年各月份肺结核发病率进行预测。

Table 1. Comparison table of AIC/BIC values for different ARIMA models
表 1. 不同 ARIMA 模型的 AIC/BIC 值对比表

模型(p, d, q)	AIC	BIC
(0, 1, 0)	152.3	154.1
(1, 1, 0)	148.7	151.0
(0, 1, 1)	147.9	150.2
(1, 1, 1)	143.5	146.8
(2, 1, 1)	145.2	149.6

3. 结果

3.1. 肺结核发病和死亡的基本情况

2010~2020 年，中国大陆地区肺结核平均年发病数为 863,185 例，平均年发病率为 63.27/10 万；平均年死亡数为 2631.27 例，平均年死亡率为 0.19/10 万。各年发病数、发病率、死亡数和死亡率具体见表 2。

Table 2. Incidence and mortality of tuberculosis in China, 2010~2020
表 2. 2010~2020 年全国肺结核发病和死亡情况

年份	发病例数	发病率(1/10 万)	死亡例数	死亡率(1/10 万)
2010	991,350	74.27	3000	0.22
2011	953,275	71.09	2840	0.21
2012	951,508	70.62	2662	0.20
2013	904,434	66.80	2576	0.19
2014	889,381	65.63	2240	0.17
2015	864,015	63.42	2280	0.17
2016	836,236	61.00	2465	0.18
2017	835,193	60.53	2823	0.20
2018	823,342	59.27	3149	0.23
2019	775,764	55.55	2990	0.21
2020	670,538	47.76	1919	0.14

2010~2020 年，各省年均发病率前三位是新疆维吾尔自治区(183.75/10 万)、西藏自治区(148.60/10 万)和贵州(124.98/10 万)；年均发病率后三位是山东(33.25/10 万)、上海(27.57/10 万)和天津(21.91/10 万)。2010~2020 年，各省年均死亡率前三位是新疆维吾尔自治区(1.26/10 万)、西藏自治区(0.60/10 万)和黑龙江(0.47/10 万)；年均死亡率后三位是陕西(0.10/10 万)、山西(0.07/10 万)和河北(0.06/10 万)。各省年均发病数、年均发病率、年均死亡数和年均死亡率具体见表 3。

Table 3. Incidence and mortality of tuberculosis in various provinces of China, 2010~2020**表 3.** 2010~2020 年全国各省肺结核发病和死亡情况

省级行政区	年均发病数	年均发病率(1/10 万)	年均死亡数	年均死亡率(1/10 万)
安徽省	34,985	57.19	97.	0.16
北京市	7224	34.41	22	0.10
福建省	17,850	46.70	44	0.12
甘肃省	15,658	60.52	41	0.16
广西壮族自治区	43,420	91.61	168	0.35
广东省	78,189	72.37	124	0.11
贵州省	43,831	124.98	136	0.39
海南省	8592	94.91	23	0.25
河北省	33,915	45.89	44	0.06
河南省	58,608	61.99	116	0.12
黑龙江省	29,726	77.95	180	0.47
湖北省	43,489	74.83	76	0.13
湖南省	55,655	82.78	130	0.19
吉林省	15,689	57.35	41	0.15
江苏省	31,409	39.39	97	0.12
江西省	32,970	72.67	62	0.14
辽宁省	24,952	57.08	140	0.32
内蒙古自治区	13,690	54.88	33	0.13
宁夏回族自治区	2841	43.17	10	0.15
青海省	6664	114.83	11	0.19
山东省	32,516	33.25	102	0.10
山西省	16,706	45.87	24	0.07
陕西省	22,356	59.21	38	0.10
上海市	6624	27.57	62	0.26
四川省	55,927	68.53	167	0.20
天津市	3282	21.91	18	0.12
西藏自治区	4712	148.60	19	0.60
新疆维吾尔自治区	42,450	183.75	291	1.26
云南省	27,222	57.96	96	0.20
浙江省	28,579	51.58	112	0.20
重庆市	23,406	78.57	109	0.37

2010~2020 年，西北年均发病率居首(90.36/10 万)，华南(79.34/10 万)次之，西南(78.44/10 万)位于第三；华中(71.61/10 万)和东北(64.46/10 万)处于中等水平；华东(46.08/10 万)和华北(45.17/10 万)发病率较低。年均死亡率前三名依次为西北(0.39/10 万)、东北(0.33/10 万)、西南(0.27/10 万)。全国七大地理分区的肺结核年均发病率存在统计学差异($\chi^2=2054770.76, P<0.001$)。两两比较表明，各地理分区间年均发病率差异均显著($P<0.05$)。具体见表 4。

Table 4. Incidence and mortality of tuberculosis in different regions of China, 2010~2020
表 4. 2010~2020 年全国不同地理分区肺结核发病和死亡情况

地理分区	年均发病数	年均发病率 (1/10 万)	年均死亡数	年均死亡率 (1/10 万) ¹	统计分析
东北	70,367	64.46	361	0.33	e
华东	184,933	46.08	576	0.14	d
华中	157,752	71.61	320	0.15	g
华北	74,907	45.17	141	0.09	a
华南	130,200	79.34	315	0.19	f
西北	90,019	90.36	391	0.39	b
西南	155,097	78.44	526	0.27	c

注：东北地区包含黑龙江省、吉林省、辽宁省。华东地区包含上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省。华中地区包含河南省、湖北省、湖南省。华北地区包含北京市、天津市、河北省、山西省、内蒙古自治区。华南地区包含广东省、广西壮族自治区、海南省。西北地区包含陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区。西南地区包含重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区。相同字母组内无显著差异，不同字母组间有显著差异。

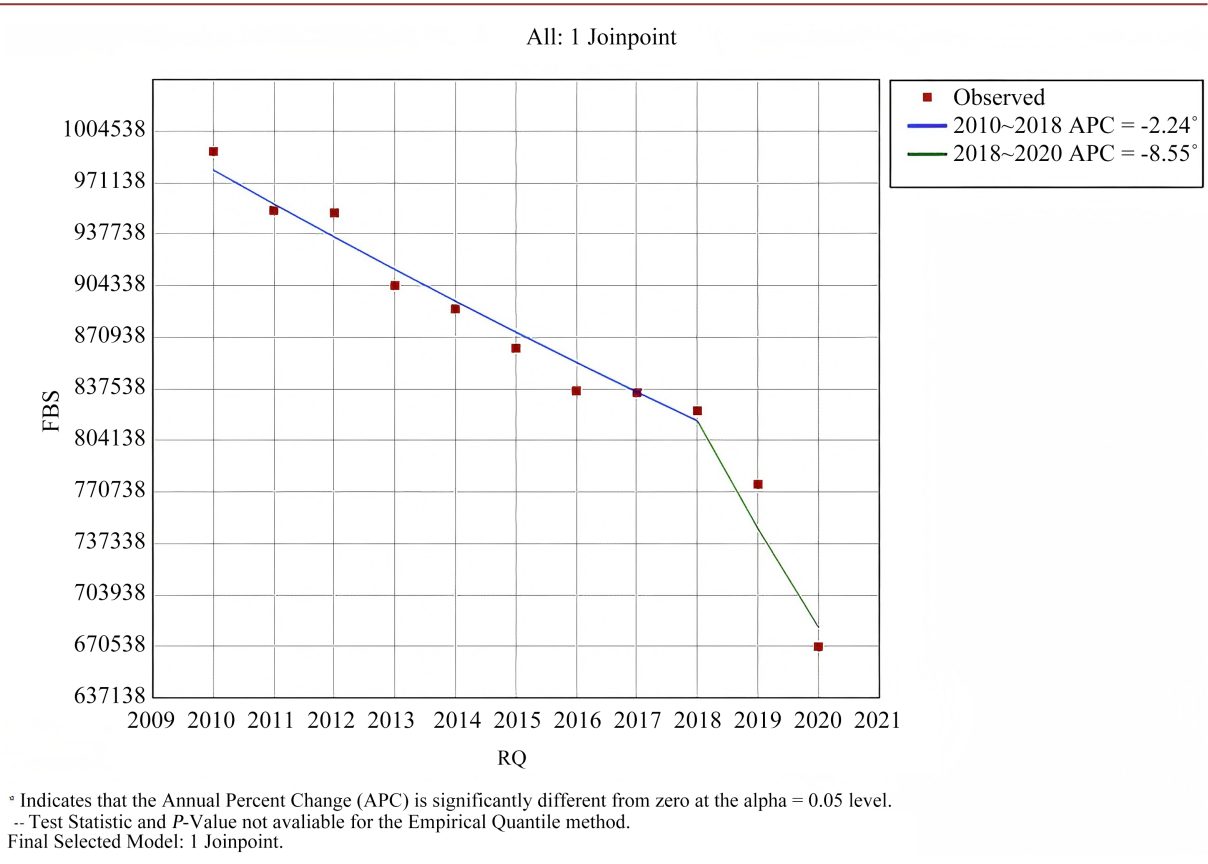
2010~2020 年，≥60 岁年龄组年均发病率最高(120.50/10 万)，其次是 15~59 岁年龄组(65.40/10 万)，0~14 岁年龄组最低(10.20/10 万)；≥60 岁年龄组年均死亡率最高(10.40/10 万)，其次是 15~59 岁年龄组(2.50/10 万)，0~14 岁年龄组最低(0.20/10 万)。各年龄组年均发病数、年均发病率、年均死亡数和年均死亡率具体见表 5。

Table 5. Mortality of Tuberculosis in various age groups of China, 2010~2020
表 5. 2010~2020 年全国各年龄组肺结核发病和死亡情况

年龄组/岁	年均发病数	年均发病率 (1/10 万)	年均死亡数	年均死亡率 (1/10 万)
0~<14	118,752	10.20	1465	0.20
15~<59	7,456,386	65.40	115,876	2.50
≥60	2,476,858	120.50	175,649	10.40

3.2. 肺结核发病率趋势分析

在 2010 至 2018 年期间，肺结核的发病率整体呈下降趋势，年度变化百分比 APC 值为-2.24%，从 2018 年到 2020 年，肺结核的发病率进一步下降，APC 值为-8.55%。详见图 1。



注：1) FBS：发病数；RQ：年份；APC：年度变化百分比。2) 本图展示 2010~2020 年中国大陆地区肺结核发病数的原始序列。Joinpoint 回归分析实际以发病率为因变量(结果见表 1)，各阶段 APC 值标注于图中。发病数与发病率的变化趋势方向一致。

Figure 1. Trends of incidence rate of tuberculosis in Chinese Mainland from 2010 to 2020
图 1. 2010~2020 年中国大陆地区肺结核发病率的变化趋势

3.3. 各省肺结核发病率趋势分析

2010~2020 年，西藏自治区肺结核发病率呈上升趋势(AAPC = 5.20%, $P = 0.001$)，青海肺结核发病率呈上升趋势(AAPC = 3.90%, $P = 0.024$)，云南肺结核发病率呈上升趋势(AAPC = 1.20%, $P = 0.007$)；天津市和新疆维吾尔自治区肺结核发病率无显著变化趋势；其他省份肺结核发病率均呈显著下降趋势($P < 0.05$)。详见表 6。

Table 6. Trends of incidence rates of tuberculosis in all provinces of China from 2010 to 2020
表 6. 2010~2020 年全国各省肺结核发病率变化趋势

省级行政区	报告发病率趋势	AAPC	95% CI		Z 值	P 值
			下限	上限		
安徽省	下降	-3.1	-4.2	-2.2	-6.779	0.001
北京市	下降	-2.5	-3.4	-1.6	-6.457	0.001
福建省	下降	-2.0	-3.1	-1.0	-4.374	0.002
甘肃省	下降	-9.7	-11.5	-7.7	-11.846	0.001

续表

广西壮族自治区	下降	-2.5	-3.6	-1.4	-5.286	0.001
广东省	下降	-3.4	-4.9	-2.1	-5.396	0.001
贵州省	下降	-2.8	-4.0	-1.5	-5.093	0.001
海南省	下降	-1.	-2.7	-0.6	-3.659	0.005
河北省	下降	-4.2	-5.0	-3.4	-12.064	0.001
河南省	下降	-4.3	-5.3	-3.2	-9.055	0.001
黑龙江省	下降	-6.6	-9.3	-3.8	-5.271	0.001
湖北省	下降	-4.2	-5.5	-3.0	-8.002	0.001
湖南省	下降	-1.0	-1.9	-0.1	-2.442	0.037
吉林省	下降	-8.2	-9.6	-6.8	-13.676	0.001
江苏省	下降	-5.8	-6.2	-5.4	-28.263	0.001
江西省	下降	-2.0	-3.3	-0.7	-3.423	0.008
辽宁省	下降	-3.3	-5.0	-1.5	-4.257	0.002
内蒙古自治区	下降	-4.3	-6.4	-2.3	-4.673	0.001
宁夏回族自治区	下降	-3.7	-5.5	-1.9	-4.846	0.001
青海省	上升	3.9	0.6	7.2	2.719	0.024
山东省	下降	-4.3	-4.8	-3.7	-17.256	0.001
山西省	下降	-7.5	-8.3	-6.7	-20.728	0.001
陕西省	下降	-2.5	-3.4	-1.4	-5.440	0.000
上海市	下降	-1.2	-2.0	-0.5	-3.872	0.004
四川省	下降	-3.5	-4.0	-3.0	-14.981	0.001
天津市	平稳	0.7	-0.9	2.2	0.984	0.351
西藏自治区	上升	5.2	3.9	6.6	8.542	0.001
新疆维吾尔自治区	平稳	1.8	-3.5	7.4	0.756	0.469
云南省	上升	1.2	0.4	2.0	3.460	0.007
浙江省	下降	-3.0	-3.5	-2.5	-12.581	0.001
重庆市	下降	-1.8	-2.5	-1.1	-5.924	0.001

注：1. AAPC：平均年变化百分比(下同)。Note: 1. AAPC: Average annual percentage change (the same below).

3.4. 各年龄组肺结核发病率和死亡率趋势分析

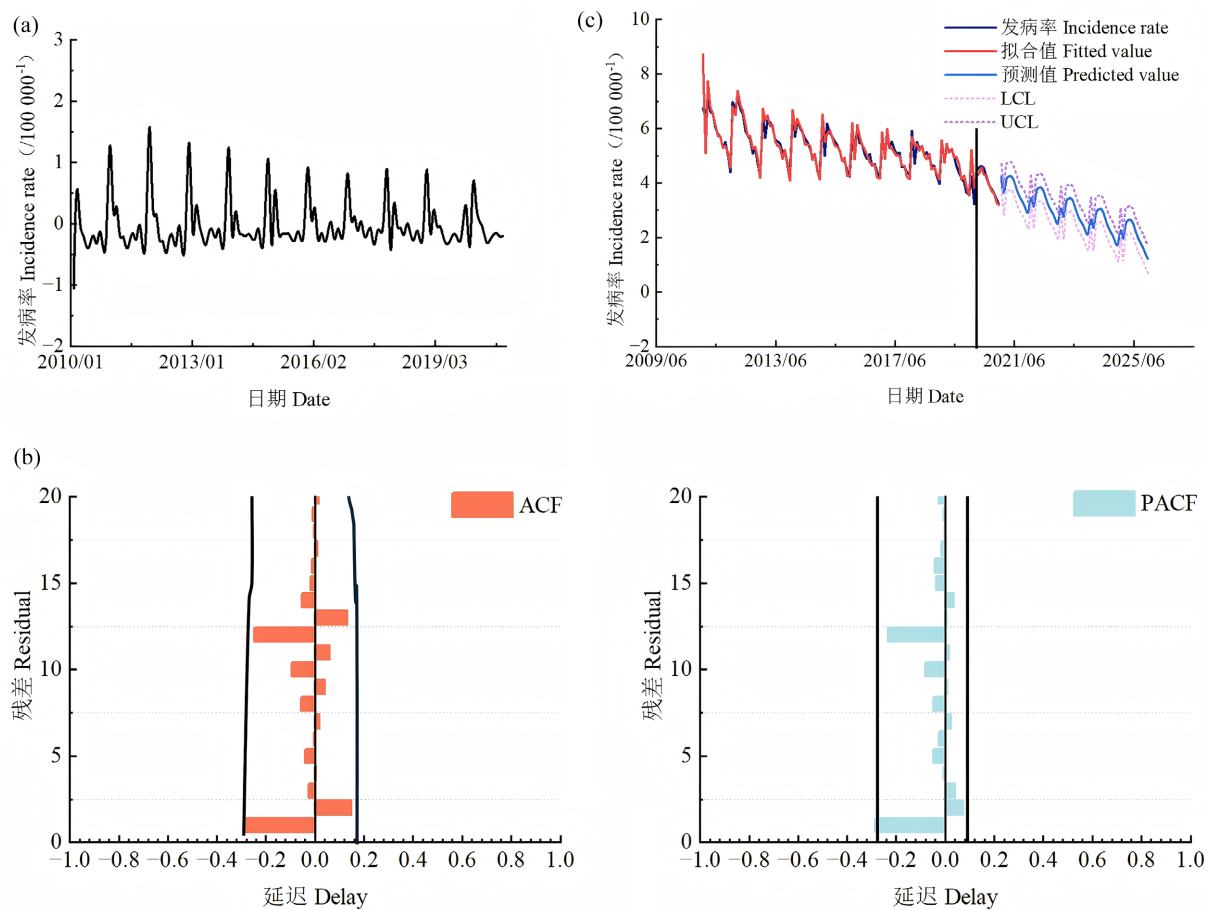
2010~2020 年，0~14 岁组人群肺结核发病率呈显著下降趋势(AAPC = -8.6%, $P < 0.05$)，死亡率无显著变化趋势；15~59 岁组人群肺结核发病率无显著变化趋势(AAPC = 1.52%, $P = 0.465$)；60 岁以上年龄组肺结核发病率亦无显著变化趋势(AAPC = 1.57%, $P = 0.480$)。详见表 7。

Table 7. The trend of incidence rates of tuberculosis across all age groups in China from 2010 to 2020
表 7. 2010~2020 年全国各年龄组肺结核发病率变化趋势

年龄组/岁	报告趋势	AAPC	95% CI		Z 值	P 值
			下限	上限		
0~<14	下降	-8.6	-13.5	-3.5	-3.765	0.000 4
15~<59	平稳	1.52	-20.0	66.2	0.762	0.465 0
≥60	平稳	1.57	-26.0	81.3	0.737	0.480 0

3.5. 短期发病趋势预测

原始序列(图 2(a))经一阶差分后平稳(ADF 检验 $P < 0.05$), 根据差分后所拟合的最优模型为 ARIMA (1, 1, 1) ($R^2 = 0.605$, $P = 0.038$), 残差序列的 ACF 和 PACF 均落在 95%置信区间内, 为白噪声, 拟合值与实际观测值吻合, 适用于预测(图 2(b)和图 2(c))。利用该模型预测 2025 年 1~12 月全国肺结核发病趋势呈平稳下降, 具体见表 8。



注: ARIMA: 自回归差分移动平均; ACF: 自相关函数; PACF: 偏自相关函数; (a): 发病率的原始序列图; (b): 一阶拆分后的残差 ACF 图和残差 PACF 图; (c): 发病率拟合及预测趋势图。

Figure 2. Results of ARIMA model establishment for Tuberculosis incidence rates in China provinces from 2010 to 2020
图 2. 2010~2020 年全国肺结核发病率 ARIMA 模型建立结果

Table 8. Projected annual incidence rates of pulmonary tuberculosis in China, January-December 2025
表 8. 2025 年 1~12 月全国肺结核预测发病率

时间预测	发病率(1/10 万)	95% CI 上限(1/10 万)	95% CI 下限(1/10 万)
2025/01	3.847470	4.538778	3.156163
2025/02	3.006962	3.705314	2.308609
2025/03	3.853373	4.553468	3.153279
2025/04	3.781634	4.484083	3.079184
2025/05	3.815638	4.518088	3.113189
2025/06	3.611008	4.313458	3.842143
2025/07	4.160278	4.716707	3.603849
2025/08	3.177585	3.880034	2.475136
2025/09	2.926599	3.629048	2.224150
2025/10	2.846429	3.548878	2.143979
2025/11	2.540897	3.243347	1.838448
2025/12	2.364970	3.067419	1.662520

4. 讨论

全国肺结核的发病率从 2010 年的 62.11/10 万以较慢速度降至 2020 年的 47.76/10 万。其中第一阶段(2010~2018)的 APC 值为-2.24%，这表明国家在加强肺结核早期诊断、治疗和防控方面取得显著成效，可能与以下因素有关：1) 国家医疗卫生体系持续优化，在乡村两级肺结核防治工作中加强规范化管理，促进已确诊结核病患者治愈率的有效提升，对于改善基层结核病防治效果意义重大[6]。2) 2011 年，国务院办公厅印发《全国结核病防治规划(2011-2015 年)》¹，指出“各地要加强省、市、县三级结核病防治网络建设，逐步构建定点医疗机构、基层医疗卫生机构、疾病预防控制机构分工明确、协调配合的防治服务体系”，2016 年肺结核患者管理纳入社区卫生服务基本公共卫生项目范畴[7]-[9]。而第二阶段的 APC 值为-8.55%，下降幅度明显增大，可能是由于：1) 国家对肺结核防治的投入持续增加，制定并实施了一系列针对性的防控政策。例如，对肺结核患者提供免费的诊断和治疗药物，减轻了患者的经济负担，提高了患者的治疗依从性[10]。2) 社会经济的发展和生活水平的提升也为肺结核防控创造了有利条件，民众对肺结核的认知和防控意识得到显著提高。

全国部分省份的肺结核发病情况呈现西部高于东部，落后地区高于发达地区的特点，可能是由于以下几个原因：1) 区域经济差异：中西部地区经济发展水平相对落后，居民收入较低，生活条件较差，这使得这些地区的居民更容易受到肺结核等传染病的影响[11]。2) 地理环境的影响：中西部地区地理环境复杂，部分地区气候条件可能不利于肺结核的防控。从年均发病数来看，广东省以 78,189 例居于全国前列，可能由于广东省作为经济发达地区，吸引了大量流动人口。这些人群由于经济困难、缺乏医疗保障以及居住条件较差等原因，更容易患肺结核，且人口的高流动性增加了肺结核传播的风险[12]。河南省、四川省和湖南省位居其次，这些省份部分地区经济欠发达，发展滞后导致结核病的传播风险增加。如四川川西和川东北农牧民和少数民族人口占比高、城镇化率较低、环境卫生较差且医疗资源不足，大部分

¹https://www.gov.cn/gongbao/content/2011/content_2020914.htm

乡村地区近年来才系统地开展结核病防治工作,导致了肺结核的严重传播[13]。相较而言,天津市、宁夏回族自治区、海南省等地的发病数较低,可能因为这些地区防控措施落实到位,部分地区的地理环境较为封闭,影响肺结核传播[14][15]。青海省和西藏自治区的发病数相对较低,但考虑到其人口规模,实际发病率仍处于较高水平,西藏的年均发病率高达 148.60/10 万,青海省也达到 114.83/10 万,显示出肺结核在高海拔地区的传播特点,即海拔与肺结核报告发病率呈正相关[16]。

不同年龄组间肺结核报告发病率差异有统计学意义,流行病学研究常采用<15 岁、15~59 岁和≥60 岁分层,以反映不同年龄段人群在感染风险和免疫能力上的区别[17][18]。0 至 14 岁的儿童发病率较低(10.20/10 万),可能与卡介苗对低龄儿童的保护作用以及学校结核病防控措施的加强有关[19][20]。15 至 59 岁年龄组发病率居中,此组的风险主要源于社会活动频繁、工作学习压力大、疲劳状态以及可能伴随的吸烟饮酒等不良生活习惯,导致呼吸道防御功能减弱,增加感染机率。相比之下,≥60 岁年龄组的发病率最高(120.50/10 万),主要是由于老年人器官功能减弱,免疫力低下,内源性和外源性感染风险高,故老年肺结核患者发病率高,治疗成功率低[21]。

从预测值与实际值的对比来看,ARIMA 模型预测的发病趋势与实际发病趋势基本一致,表明该模型在反映肺结核发病的长期趋势方面具有较高准确性,能够为结核病防控提供参考依据。然而,在某些具体月份,预测值与实际值之间存在一定差异,这可能与预防措施、人口流动等因素有关。模型在建立时无法考虑到这些因素,故产生偏差但不影响判断其流行趋势。但需要明确指出,ARIMA 模型存在一定局限性:该模型仅基于历史时间序列数据进行外推,无法捕捉外部冲击事件(如突发公共卫生事件、新发传染病流行等)对肺结核发病趋势的影响。因此,本研究对 2025 年的预测结果应被理解为“在无重大外部干扰下的基线趋势”,而非一个确切的预言。

5. 结论

全国肺结核发病率在整体上呈现逐年下降的趋势,但各区域间差异显著,发病数集中于 15~59 岁青壮年,而 60 岁以上老人发病率最高。建议制定区域性、针对性的防控措施,加强肺结核患者的康复管理,以达到有效的肺结核防治成果。

利益冲突

无。

基金项目

广西自然科学基金青年科学基金(2024GXNSFBA010125);广西青苗人才资助科研项目(0502405906);广西中医药大学引进博士科研启动基金(2022BS017, 2019BS013);广西大学生创新创业训练计划项目(S202510600094, 20243382008, 20243382037);广西中医药大学校级科研项目(2025JQ003);广西海洋药物重点实验室开放课题(LMD2023-7)。

参考文献

- [1] 李敏,姚宇珊,乔海霞,等. 肺结核与肠道菌群的相关性及治疗策略[J]. 中国防痨杂志, 2025, 47(4): 520-526.
- [2] 张博,李丽,郑丽娟,等. 2019-2022 年山东省潍坊市肺结核患者强化期痰涂片未转阴的影响因素分析[J]. 中国防痨杂志, 2023, 45(10): 981-988.
- [3] 吕利平. 全国肺结核发病率分布特征的统计分析[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州财经大学, 2019.
- [4] 张慧,赵雁林,严俊. 我国结核病预防控制进展与挑战[J]. 中国预防医学杂志, 2025, 26(1): 1-7.
- [5] 李佩吉,王雅怡,戴萌萌,等. 基于贝叶斯方法与季节性动力学模型的中国肺结核发病数预测与防控措施评估[J].

- 中华疾病控制杂志, 2024, 28(4): 373-380.
- [6] 郝志红. 乡村两级肺结核防治规范化管理的实践效果分析[J]. 中国卫生标准管理, 2015, 6(13): 6-7.
- [7] 陈伟, 孙慧娟, 赵雁林. 新时期我国结核病防治服务体系建设及展望[J]. 结核与肺部疾病杂志, 2024, 5(2): 95-100.
- [8] 刘巧, 李忠奇, 竺丽梅, 等. 中国结核病防治服务体系运行现状、问题与对策研究[J]. 中国防痨杂志, 2025, 47(5): 559-568.
- [9] 胡远莲, 邓玲, 艾萍, 等. 肺结核患者社区治疗管理调查分析[J]. 中国防痨杂志, 2022, 44(5): 473-477.
- [10] 沈鑫, 潘启超, 梅建, 等. 上海市肺结核病政府减免治疗政策的不断完善[J]. 中国卫生资源, 2019, 22(4): 266-268.
- [11] 孙克, 邓紫妍, 李丽清. 我国肺结核流行的时空动态分布特征及演变规律[J]. 中华疾病控制杂志, 2025, 29(2): 186-192.
- [12] 许传青, 韦宵宵, 崔景安, 等. 基于广东省外来人口对肺结核影响的传染病模型与最优免疫研究[J]. 数学的实践与认识, 2019, 49(15): 155-166.
- [13] 魏荣杰, 孙唯, 张瑶, 等. 2004-2019 年四川省肺结核时空趋势分析[J]. 实用预防医学, 2020, 27(9): 1057-1060.
- [14] 李文, 高颖, 张国钦, 等. 2017-2022 年天津市结核病流行特征及发病预测[J]. 中华疾病控制杂志, 2025, 29(5): 536-541+548.
- [15] 吕恒梁, 张馨, 张文义, 等. 肺结核流行病学特征及影响因素研究进展[J]. 疾病监测, 2024, 39(2): 207-214.
- [16] 李玉红, 梅金周, 李雪, 等. 2011-2023 年我国 0~14 岁儿童肺结核报告发病趋势和空间聚集性分析[J]. 疾病监测, 2025, 40(10): 1272-1277.
- [17] World Health Organization (2025) Global Tuberculosis Report 2024.
<https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2024>
- [18] 袁薇, 陈璞, 何昱颖, 等. 2006-2017 年贵州省不同年龄组肺结核报告发病率分析[J]. 医学动物防制, 2020, 36(1): 85-86+89.
- [19] 杜永成, 林淑芳, 戴志松, 等. 2008-2022 年福建省 0~14 岁儿童肺结核流行病学特征分析[J]. 中国防痨杂志, 2024, 46(10): 1219-1226.
- [20] 董智强, 刘伟, 胡文穗, 等. 2006-2020 年广州市儿童肺结核流行特征及变化趋势[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(9): 801-806.
- [21] 何裕畅, 叶志辉, 张秀莲, 等. 老年肺结核患者治疗的研究进展[J]. 中国防痨杂志, 2025, 47(S1): 361-363.