· 流行病学研究 ·

中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病趋势及空间关联性分析

张森，暴磊，王迪，李一平，岳中正，郝长付，画宝勇，姚武

【摘 要】**目的** 分析中国 31 个省、市、自治区甲乙类法定报告传染病发病流行趋势及空间关联情况，为传染病的预防控制提供科学依据。**方法** 收集 2012 年《中国卫生统计年鉴》和 2013 — 2016 年《中国卫生和计划生育统计年鉴》中甲乙类法定报告传染病的发病资料，应用趋势性 χ^2 检验和地理信息系统空间统计分析功能对中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病进行流行趋势、空间分布及关联性分析。**结果** 中国 2011、2012、2013、2014、2015 年甲乙类法定报告传染病发病率分别为 241.44/10 万、238.76/10 万、225.80/10 万、226.98/10 万、223.60/10 万，总体呈下降趋势（$\chi^2_{趋势}$ = 13 249.52，P < 0.05），在地域上呈西高东低趋势，全国多数地区呈平稳下降趋势，部分地区发病率呈现高低波动状态，其中山东、海南、重庆、安徽、云南、西藏和新疆的发病率均呈上升趋势（均 P < 0.05）；全局空间自相关分析结果显示，中国 2011、2012、2013、2014、2015 年甲乙类法定报告传染病发病率的 Moran's I 值分别为 0.092、0.086、0.106、0.124、0.155（均 P < 0.05）；局部空间自相关分析结果显示，中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病均存在“低 – 低”关联模式区域，且均位于东部地区，“高 – 高”关联模式区域仅存在于 2015 年的新疆和西藏；中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病的热点区域集中在西部地区的新疆、西藏，冷点区域主要集中在北京、天津、河北、河南、山东、江苏、河北、上海及其周边省份。**结论** 中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病得到较好控制，但要加强对西部热点区域的传染病防治卫生资源配置。

【关键词】甲乙类法定报告传染病；发病趋势；空间关联性分析

中图分类号:R 181.8 **文献标志码**:A **文章编号**:1001-0580(2018)06-0786-05 **DOI**:10.11847/zgggws1117576

Incidence trend and spatial correlation of class A and B notifiable infectious diseases in China: 2011 – 2015

ZHANG Miao, BAO Lei, WANG Di, et al (*Department of Labor Hygiene and Occupational Diseases*, *College of Public Health*, *Zhengzhou University*, *Zhengzhou*, *Henan Province* 450001, China)

【**Abstract**】**Objective** To analyze incidence trend and spatial distribution of class A and B notifiable infectious diseases across China and to provide evidences for the prevention and control of infectious disease. **Methods** We collected data on incidences of class A and B notifiable infectious diseases from 2011 through 2015 across China from “China Yearbook of Health and Family Planning Statistics”. Chi-square test for trend and geographic spatial statistical analysis were used to analyze incidence trend and spatial distribution and correlation of class A and B notifiable infectious diseases. **Results** From 2011 to 2015, the overall incidence rate of class A and B notifiable infectious diseases in China was 241.44, 238.76, 225.80, 226.98, and 223.60 per 100 000 population, with a significant decrease trend (χ^2_{trend} = 13249.52, P < 0.05). During the 5-year period in China, the regional incidence rate of class A and B notifiable infectious diseases presented a steady decline in most regions, a fluctuation pattern in some regions, and a significant increase trend in Shandong, Hainan, Anhui, Yunnan province, Chongqing municipality, and Tibet Autonomous Region (Tibet) and Xinjiang Uygur Autonomous Region (Xinjiang) (P < 0.05), with higher rate in the Western regions and lower rate in the Eastern regions. Global spatial autocorrelation analysis on the incidence rates of class A and B notifiable infectious diseases resulted in significant Moran's I coefficients of 0.092, 0.086, 0.106, 0.124, and 0.155 for the year from 2011 to 2015 (all P < 0.05); the local spatial autocorrelation analysis revealed low-low clusters of the incidences in eastern China during the 5-year period but high-high clusters in Tibet and Xinjiang only in 2015. The hot spots for class A and B notifiable infectious disease incidence were mainly observed in Tibet and Xinjiang; whereas, the cold spots were observed in Beijing and Tianjin municipality, Hebei, Henan, Shangdong, Jiangsu province, and Shanghai municipality and its adjacent provinces. **Conclusion** The epidemics of class A and B notifiable infectious diseases were under efficient control in China during the period from 2011 to 2015 but health resources allocation needs to be improved in the Western China for infectious diseases prevention and treatment.

【**Key words**】class A and B notifiable infectious diseases; incidence trend; spatial correlation analysis

自 2003 年非典型性肺炎疫情暴发之后，中国加强了突发公共卫生事件应对体系的建设，传染病防控能力得到明显提升。但随着社会环境、自然环境和人口特征的不断变化，传染病旧有病种死灰复燃、新病种不断出现[1]，严重威胁着中国居民的身体健康。为此，我国学者广泛开展了对中国传染病流行现状和趋势的研究[2 – 3]，但在研究中存在忽略传染病空间属性的情况。为分析中国 31 个省、市、

作者单位:郑州大学公共卫生学院劳动卫生与职业病学教研室，河南 郑州 450001
作者简介:张森（1989 – ），男，河南郑州人，硕士在读，研究方向：卫生监督。
通信作者:画宝勇，E-mail：hby@zzu.edu.cn
数字出版日期：2018 - 03 - 22 19:36
数字出版地址：http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20180322.1936.002.html

自治区甲乙类法定报告传染病发病流行趋势及空间关联情况，为传染病的预防控制提供科学依据，本研究收集 2012 年《中国卫生统计年鉴》和 2013 — 2016 年《中国卫生和计划生育统计年鉴》中甲乙类法定报告传染病的发病资料，应用趋势性 χ^2 检验和地理信息系统空间统计分析功能对中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病进行流行趋势、空间分布及关联性分析。结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源　资料来源于 2012 年《中国卫生统计年鉴》和 2013 — 2016 年《中国卫生和计划生育统计年鉴》中甲乙类法定报告传染病的发病资料。

1.2 统计分析　采用 Excel 10.0 建立数据库并导入 ArcGIS 10.2 建立的个人地理数据库，加载至中国 1∶400 万矢量化地图，应用 SPSS 21.0 和 ArcGIS 10.2 软件进行趋势性 χ^2 检验和空间自相关分析，检验水准为双侧检验 $\alpha = 0.05$。其中，空间自相关的分析方法包括全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。（1）全局空间自相关分析[4]：本研究通过全局空间自相关对甲乙类法定报告传染病发病率分布的总体特征进行分析。采用指标为 Moran's I 指数，计算公式为：$I = \dfrac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}$。式中，$n$ 为研究区域内空间位置的数目；x_i、x_j 为空间位置 i 和 j 的某项指标的观察值；w_{ij} 表示 i 和 j 基于距离关系的空间权重系数，i 与 j 相邻时 $w_{ij} = 1$，不相邻时 $w_{ij} = 0$；$\bar{x}$为空间位置观察值的平均数。其中，Moran's I 指数的取值范围为[– 1，1]。对于 Moran's I 指数可对其进行标准化后的统计量 Z 来检验研究区域内是否存在全局空间自相关关系，其计算公式为：$z = \dfrac{I_i - E(I_i)}{\sqrt{VAR(I_i)}}$。其中，$E(I_i)$ 和 $VAR(I_i)$ 分别为理论均值和理论标准差。对 Moran's I 指数进行假设检验，Z 值 ≥ 1.96 或 ≤ – 1.96 且 Moran's $I \neq 0$，认为具有全局空间自相关性，反之则不具有全局空间自相关性。当研究区域观察值具有全局自相关性时，若 Moran's $I > 0$ 表示空间数据正相关，整体呈聚集分布；若 Moran's $I < 0$ 表示空间数据负相关，整体呈离散分布；Moran's I 趋近于 0，整体呈随机分布，无聚集现象。（2）局部空间自相关分析[5]：全局空间自相关用来分析研究区域内某现象的总体特征，检验该现象分布是否具有聚集性，但不能确切指出聚集区的地方，局部空间聚集性分析能探测该现象高值聚集区的具体分布，可有效弥补全局空间自相关分析的缺陷。本研究采用局部自相关指数为局部 Local Moran's I 指数和 Getis-Ord G_i 指数。局部 Local Moran's I 指数可以探测甲乙类法定报告传染病地区间的差异程度及其显著性，以“高 – 高”、“低 – 低”、“高 – 低”、“低 – 高”等 4 种关联模式呈现，Getis-Ord G_i 指数可度量疫情的空间聚集程度，以热点区域和冷点区域呈现。局部 Local Moran's I 指数计算公式为：$I_i = \dfrac{n^2}{\sum_i\sum_j ij} \times \dfrac{(x_i-\bar{x})\sum_j w_{ij}(x_j-\bar{x})}{\sum_j (x_j-\bar{x})^2}, i \neq j$。式中，$n$ 为研究区域内空间位置的数目；x_i、x_j 为空间位置 i 和 j 的某项指标的观察值；w_{ij} 表示 i 和 j 基于距离关系的空间权重系数；$\bar{x}$为空间位置观察值的平均数。在计算 G_i 指数统计量的同时，以其标准化统计量 $Z(G_i)$ 来检验其统计学意义。具体计算公式为：$G_i(d) = \dfrac{\sum_i w_{ij}(d)x_i}{\sum_j x_j}, i \neq j; Z(G_i) = \dfrac{G_i - E(G_i)}{\sqrt{VAR(G_i)}}$。式中，$G_i(d)$ 表示空间位置 i 在距离 d 的范围内与空间位置 j 的相关程度；w_{ij} 表示 i 和 j 基于距离关系的空间权重系数；x_i、x_j 为空间位置 i 和 j 的某项指标的观察值；$E(G_i)$ 和 $VAR(G_i)$ 分别为理论均值和理论标准差。当 $G_i > 0$ 且 $P < 0.05$ 时，表明局部区域内有高值聚集区域，即热点区域；当 $G_i < 0$ 且 $P < 0.05$ 时，表明局部区域内有低值聚集区域，即冷点区域[6]。

2 结　果

2.1 中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病趋势分析（图 1）　中国 2011、2012、2013、2014、2015 年甲乙类法定报告传染病发病率分别为 241.44/10 万、238.76/10 万、225.80/10 万、226.98/10 万、223.60/10 万，总体呈下降趋势（$\chi^2_{趋势} = 13\ 249.52$，$P < 0.05$）；在地域上呈西高东低趋势，全国多数地区呈平稳下降趋势，部分地区发病率呈现高低波动状态，其中山东、海南、重庆、安徽、云南、西藏和新疆的发病率均呈上升趋势（均 $P < 0.05$）。

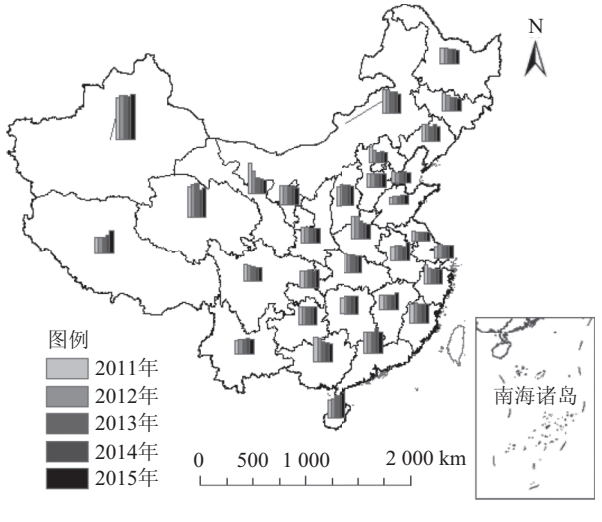

图 1 中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病趋势专题地图

2.2　中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病空间相关性分析

2.2.1　全局空间自相关分析　全局空间自相关分析结果显示，中国 2011、2012、2013、2014、2015 年甲乙类法定报告传染病发病率的 Moran's *I* 值分别为 0.092、0.086、0.106、0.124、0.155（均 $P < 0.05$），中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病分布均存在全局自相关性，且呈正相关，相关强度逐年增强。

2.2.2　局部空间自相关分析（图 2）　局部空间自相关分析结果显示，中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病的发病均存在“低 – 低”关联模式区域，且均位于东部地区，除山东和江苏一直处于“低 – 低”关联模式区域外，“低 – 低”关联模式区域还存在于上海（2011 年）、天津（2011 — 2013 年和 2015 年）、北京（2013 和 2015 年）；“高 – 高”关联模式区域仅存在于 2015 年的新疆和西藏。

2.2.3　热点区域探测（图 3）　热点区域探测结果显示，中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病热点区域集中在西部地区的新疆、西藏，冷点区域主要集中在北京、天津、河北、河南、山东、江苏、河北、上海及其周边省份。

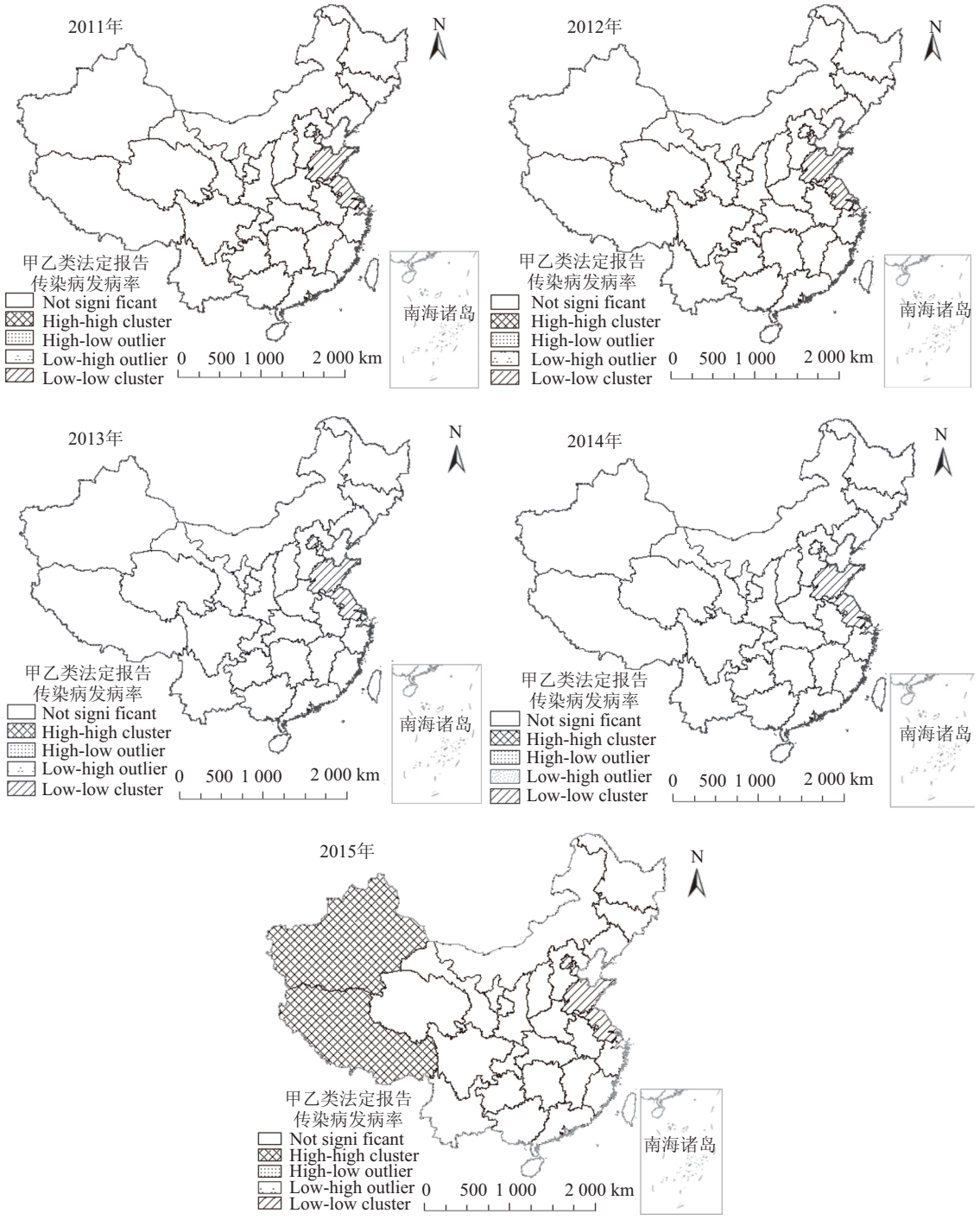

图 2　中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病率关联模式区域专题地图

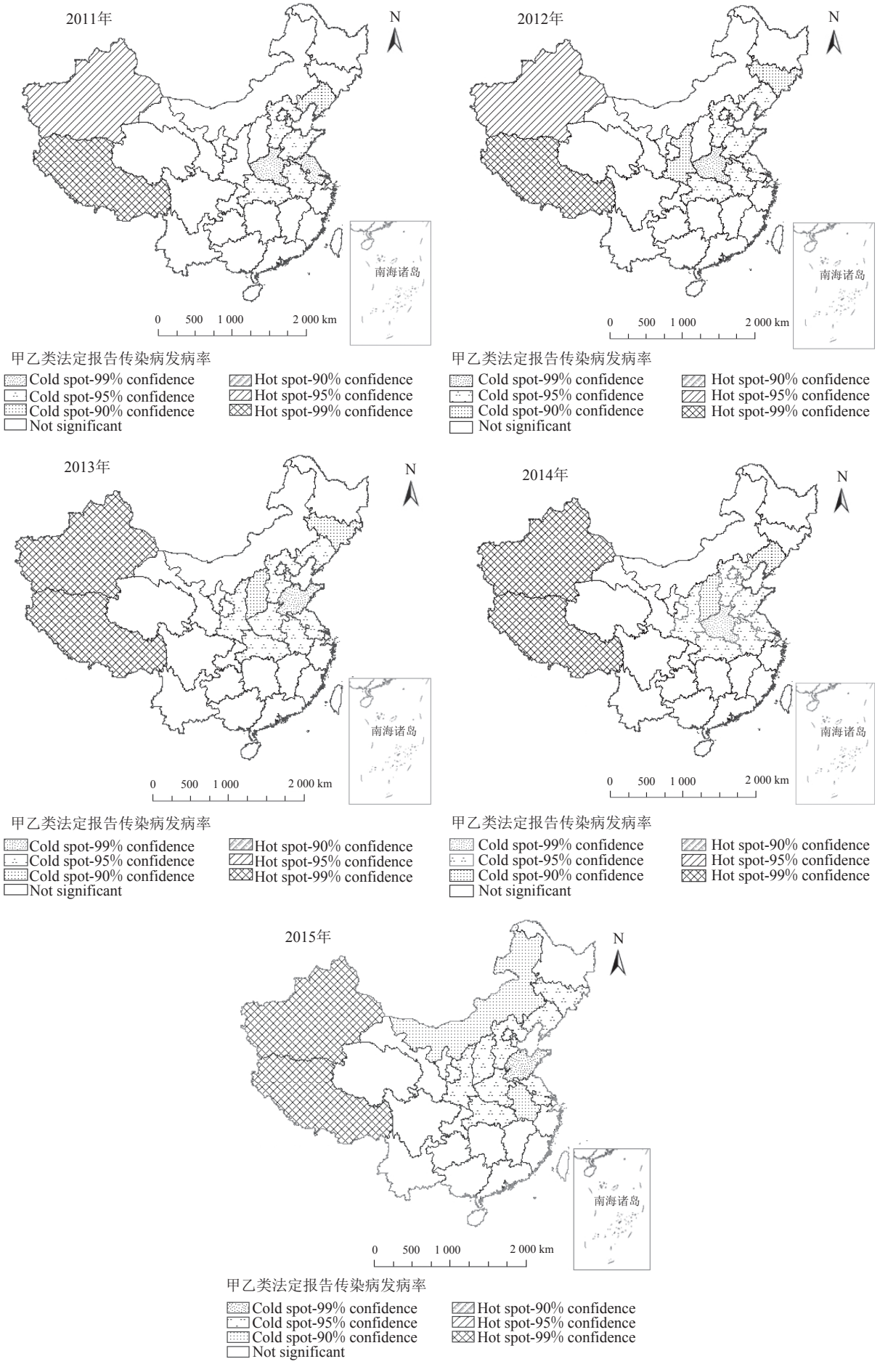

图 3　中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病率热点区域专题地图

3 讨 论

大部分流行病学资料具有空间属性[7]，若单纯使用传统流行病学和/或统计学方法对其进行分析，难免忽略数据的空间属性，而空间统计分析可以很好地兼顾数据的空间属性，主要应用地理信息系统来实现。作为一种可视化的空间数据分析工具，地理信息系统技术的出现使人们更多地关注地理相关因素对疾病的影响，提取更多的地理相关变量，较传统的流行病学分析方法具有更大的优势[8]，目前该项技术已被广泛应用于公共卫生领域，得到了较好的分析效果。

本研究结果显示，中国 2011、2012、2013、2014、2015 年甲乙类法定报告传染病发病率分别为 241.44/10 万、238.76/10 万、225.80/10 万、226.98/10 万、223.60/10 万，总体呈下降趋势（$\chi^2_{趋势}=13\,249.52$，$P<0.05$），全国多数地区亦呈平稳下降趋势，与之前连续多年的发病趋势研究结果[9]相反，提示中国针对甲乙类法定报告传染病的预防控制已经取得了明显的成效；但部分省份仍存在发病率波动的情况，可能与新发传染病某时段内的局部暴发和流行有关。新疆和西藏传染病甲乙类法定报告发病率的升高可能与其地处中国西部，经济发展落后、医疗保健水平较差、卫生意识薄弱、经费投入少等因素有关，这些因素导致某些传染病发病增加并致使传染病整体发病率呈上升趋势[10－11]；山东、云南和海南传染病发病率的增加，可能因其对外口岸人员交流频繁，而传染病监测不到位导致某些传染病输入病例增加且在当地暴发流行[12－14]有关；安徽和重庆等内陆地区传染病发病率升高可能与人口流动、新发传染病致病原因多样、病毒株变异、细菌耐药性增强等因素致使一些传染病难以防治有关[15－17]。因此，应有针对性地加强对西部地区的卫生健康教育和服务经费投入，在对外口岸地区则应针对性地提升边境检验检疫能力，加强从疫源地入境人员的健康监测力度，对内陆省份应加强宣传教育，加强流动人员的健康监测，提升多部门联防联控应对突然传染病的能力。

对甲乙类法定报告传染病发病情况进行的空间分析结果显示，中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病均存在全局空间相关性（均 $P<0.05$）；局部相关性分析结果显示，“低－低”关联模式区域均位于东部地区，与该地区有较低的发病率相一致；而“高－高”关联模式区域仅存在于 2015 年的新疆和西藏。有研究表明，Local Moran's I 指数能较好地描述聚集的中心区域，但对聚集边缘区域精确度较差，一般描述的聚集区域较实际范围小[18]，因此进行热点区域分析比较准确。本研究热点区域探测结果显示，中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病发病热点区域集中在西部地区的新疆、西藏，冷点区域主要集中在北京、天津、河北、河南、山东、江苏、河北、上海及其周边省份。提示西部地区应成为甲乙类法定报告传染病预防控制和资源倾斜的重点区域，应就东部地区在传染病预防控制方面的先进经验结合西部地区实际情况制定出相应的防控措施，以降低传染病对我国居民的健康危害，同时对于冷点区域发病率呈增加趋势的地区仍应加以关注，以避免因放松警惕导致某些传染病的死灰复燃和新发传染病的暴发流行。

综上所述，中国 2011 — 2015 年甲乙类法定报告传染病得到较好控制，但要加强对西部热点区域的传染病防治卫生资源配置，同时还应注重发病率高低波动及冷点区域发病率呈增加趋势地区的传染病防控监测。

参考文献

[1] 谢文媛, 金辉, 许卫国, 等. 重大传染病防治管理示范区 SWOT 分析[J]. 中国公共卫生, 2012, 28(5): 666－667.

[2] 王永斌, 柴峰, 李向文, 等. 基于周期分解的圆形分布法分析我国流行性乙型脑炎季节特征[J]. 郑州大学学报:医学版, 2016, 51(4): 486－489.

[3] Zhang X, Hou F, Li X, et al. Study of surveillance data for class B notifiable disease in China from 2005 to 2014[J]. Int J Infect Dis, 2016, 48: 7－13.

[4] Zhao X, Huang X, Liu Y. Spatial autocorrelation analysis of Chinese inter-provincial industrial chemical oxygen demand discharge[J]. Int J Environ Res Public Health, 2012, 9(6): 2031–2044.

[5] Alahmadi K, Alzahrani A. Spatial autocorrelation of cancer incidence in Saudi Arabia[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2013, 10(12): 7207－7228.

[6] Barrell J, Grant J. Detecting hot and cold spots in a seagrass landscape using local indicators of spatial association[J]. Landscape Ecology, 2013, 28(10): 2005－2018.

[7] 邓特, 黄勇, 顾菁, 等. 空间分析中空间自相关性的诊断[J]. 中国卫生统计, 2013, 30(3): 343－346.

[8] Pearce J. Invited commentary: history of place, life course, and health inequalities–historical geographic information systems and epidemiologic, research[J]. American Journal of Epidemiology, 2015, 181(1): 26－29.

[9] 刘婷婕, 袁静. 2008 — 2012 年中国法定传染病的流行态势分析[J]. 健康研究, 2014, 34(5): 484－486.

[10] 郑强, 王新旗, 曹岩, 等. 2004 — 2010 年新疆法定传染病流行趋势分析[J]. 疾病预防控制通报, 2011, 26(6): 6－10.

[11] 德吉, Bejetness Espen, 万霞, 等. 西藏自治区 1976 — 2010 年甲、乙类传染病流行趋势分析[J]. 中国公共卫生, 2017, 33(8): 1216－1219.

[12] 岳玉娟, 吴海霞, 李贵昌, 等. 2005 — 2013 年中国大陆登革热病例空间分析[J]. 现代预防医学, 2016, 43(8): 1345－1348.

[13] Wang Y, Yang Y, Shi X, et al. The spatial distribution pattern of human immunodeficiency virus/acquired immune deficiency syndrome in China[J]. Geospat Health, 2016, 11(2): 414.

[14] 王静, 叶楚楚, 王远萍, 等. 上海市浦东新区 2011 — 2015 年法定传染病疫情分析[J]. 实用预防医学, 2017, 24(5): 609－613.

[15] 周海青, 郝春, 邹霞, 等. 中国人口流动对传染病负担的影响及应对策略:基于文献的分析[J]. 公共行政评论, 2014, 7(4): 1－28.

[16] 郝永东. 新发传染病的流行现状及预防控制策略研究[J]. 中国社区医师, 2017, 33(21): 8－9.

[17] 宋乐, 江晓静. 新世纪呼吸道传染病流行现状概述[J]. 现代预防医学, 2014, 41(20): 3812－3814.

[18] 范瑾, 饶华祥, 武鹏, 等. 中国 2012 — 2014 年肺结核病空间分布特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(7): 926－930.

收稿日期: 2017 - 11 - 06 （郭薇编校）