·调查报告与分析·

中国 2005 — 2015 年典型法定报告肠道传染病流行趋势及时空集聚分析*

朱斌[1,2], 毛瑛[1]

【摘 要】**目的** 分析中国 2005 — 2015 年 31 个省、市、自治区典型法定报告肠道传染病(甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒)的流行趋势及时空集聚特征,为采取区域化干预措施提供科学依据。**方法** 收集 2006 — 2016 年《中国卫生统计年鉴》和《中国卫生和计划生育统计年鉴》中甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒的发病率数据进行趋势分析,并应用全局和局部空间自相关分析方法和可视化地图分析三类典型法定报告肠道传染病的时空集聚特征。**结果** 中国 2005 — 2015 年各地区甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒的发病率均呈下降趋势(均 $P<0.01$)。全局空间自相关分析结果显示,甲型肝炎发病率的空间集中程度最高但呈下降趋势,全局 Moran′s I 值由 2005 年的 0.508 下降至 2010 年的 0.445,再下降至 2015 年的 0.404;痢疾发病率的空间集中程度呈上升趋势,全局 Moran′s I 值由 2005 年的 0.367 上升至 2010 年的 0.404,再上升至 2015 年的 0.443;伤寒和副伤寒发病率的空间集中程度最低且呈先下降后上升趋势,全局 Moran′s I 值由 2005 年的 0.236 下降至 2010 年的 0.135,又上升至 2015 年的 0.222。局部空间自相关分析结果显示,甲型肝炎发病率在新疆、青海、西藏持续呈现高高集聚特征,集聚区域略有变化;痢疾发病率在北京、天津持续呈现高高集聚特征,高高集聚区域逐渐蔓延至河北;伤寒和副伤寒的高高集聚区域则集中分布在西南地区。**结论** 中国 2005 — 2015 年典型法定报告肠道传染病发病率呈下降趋势,其中甲型肝炎发病率的空间集中程度最高,应根据传染病的流行病趋势和时空集聚特征制定有针对性的防控措施来预防肠道传染病的发生。

【关键词】法定报告肠道传染病;流行趋势;时空集聚;中国

中图分类号:R 51 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-0580(2018)08-1120-05 **DOI:**10.11847/zgggws1117754

Prevalence and spatial-temporal clustering of typical notifiable intestinal infectious diseases in China, 2005 – 2015

ZHU Bin*, MAO Ying (*School of Public Policy and Administration, Xi' an Jiaotong University, Xi' an, Shaanxi Province* 710049, China)

【**Abstract**】**Objective** To analyze prevalence trends and spatial-temporal cluster features of typical notifiable intestinal infectious diseases (hepatitis A, dysentery, typhoid and paratyphoid) in China from 2005 through 2015 and to provide evidences for developing region-oriented prevention and control measures. **Methods** We collected data on incidence rates of hepatitis A, dysentery, typhoid and paratyphoid for 31 provinces, municipalities and autonomous regions across China between 2005 and 2015 from China Health Statistical Yearbook and China Health and Family Planning Statistical Yearbook for trend analysis on the rates. Global and local spatial autocorrelation and maps were used to identify and visualize spatial-temporal clustering of the three notifiable intestinal infectious diseases′ incidence. **Results** The incidence of hepatitis A, dysentery, and typhoid and paratyphoid decreased in all the regions during the 11-year period ($P<0.01$ for all). Global spatial autocorrelation analysis revealed that positive spatial autocorrelation was the strongest for hepatitis A incidence but the autocorrelation tended to alleviate, with the Moran′s I value decreasing from 0.505 in 2005 to 0.445 in 2010 and 0.404 in 2015; while the correlation intensity was the lowest for typhoid and paratyphoid incidence, with the Moran′s I value decreasing from 0.236 in 2005 to 0.135 in 2010 first and then increasing to 0.222 in 2015; the correlation intensity of the incidence of dysentery increased during the period, with the Moran′s I value increasing from 0.367 in 2005 to 0.404 in 2010 and 0.443 in 2015. Local spatial autocorrelation analysis demonstrated that the incidence of hepatitis A was of a slightly fluctuating high-high cluster feature in Qinghai province and in Xinjiang Uygur Autonomous Region and Tibet Autonomous Region at all the time points; the incidence of dysentery presented a continuous high-high cluster feature in Beijing and Tianjin municipality, and in some regions of Hebei province. The high-high clustering of typhoid and paratyphoid incidence was identified mainly in Southwest China. **Conclusion** The incidence of typical notifiable intestinal infectious diseases displayed a downward trend and the strongest spatial clustering for hepatitis A incidents in China from 2005 to 2015. Spatial-temporal clustering and its variation trend should be considered when developing targeted strategies for the prevention of intestinal infectious diseases.

【**Key words**】notifiable intestinal infectious disease; prevalence trend; spatial-temporal cluster; China

肠道传染病是一组由细菌、病毒和寄生虫引起,以发热、腹泻为主要症状的经消化道传播的疾病[1]。直到今天,肠道传染病因其发病率高、流行范围广的特点仍然在危害着中国人民的身心健康。目前,中国甲类法定报告肠道传染病(霍乱)已基本灭绝,丙类法定报告肠道传染病(如手足口病)发病率较低,而甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒等乙类法定报告肠道传染病仍在全国范围内广泛流行[2]。

* **基金项目:**国家发展和改革委员会发展规划项目;英国国际发展部资助的中英全球卫生支持项目(GHSP–CS–OP3–V09)

作者单位:1. 西安交通大学公共政策与管理学院,陕西 西安 710049;2. 香港城市大学公共政策学系

作者简介:朱斌(1992 –),男,山东莘县人,博士在读,研究方向:卫生政策与管理。

通信作者:毛瑛,E-mail:mao_ying@mail.xjtu.edu.cn

数字出版日期: 2018 - 05 - 21 10:54

数字出版地址: http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20180521.1053.012.html

近年来，已有很多学者对这些肠道传染病的发病率进行了流行病学分析[3－5]，但这些研究往往着眼于肠道传染病的流行病学趋势和某一时间点的空间集聚特征，缺乏综合时间和空间维度的时空集聚分析。为分析中国 2005 — 2015 年 31 个省、市、自治区典型法定报告肠道传染病（甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒）的流行趋势及时空集聚特征，为采取区域化干预措施提供科学依据，本研究收集 2006 — 2016 年《中国卫生统计年鉴》和《中国卫生和计划生育统计年鉴》中甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒的发病率数据进行趋势分析，并应用全局和局部空间自相关分析方法和可视化地图分析了三类典型法定报告肠道传染病的时空集聚特征。结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 资料来源　资料来源于 2006 — 2016 年《中国卫生统计年鉴》和《中国卫生和计划生育统计年鉴》中 2005 — 2015 年全国 31 个省、市、自治区的甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒（伤寒和副伤寒在本研究中不分类讨论）的发病率数据。

1.2 统计分析　应用 Geoda 1.8.14 和 ArcGIS 10.0 完成时空集聚分析和可视化地图制作。目前，对于传染病空间关联性和集聚分析的方法主要为全局空间自相关分析和局部空间自相关分析。全局空间自相关分析是衡量有关指标在整个区域空间上的分布特征，反映了特定传染病在空间上的集中程度[6]；局部空间自相关分析的作用与其相似，但仅用于发现某一特定区域的空间分布特征。（1）全局空间自相关分析：全局 Moran′s I 值的取值范围为 [－1，1]，正值表示各地区发病率呈空间正相关，即高发病率地区在空间上倾向于与其他高发病率地区相邻；负值则表示各地区发病率呈空间负相关，即高发病率地区在空间上倾向于和低发病率地区相邻[7]。全局 Moran′s I 值的绝对值越大，上述集聚趋势越强。全局 Moran′s I 值的计算公式如下[8]：全局 $\text{Moran's } I = \frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}(y_i-\bar{y})(y_i-\bar{y})}{\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}\right)\sum_{j=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}$。其中，$y_i$ 代表某一病种的发病率；$\bar{y}$ 为其均值；n 为地区数量；W_{ij} 是代表空间地理位置的 $n \times n$ 空间权重矩阵。如果地区 i 和地区 j 相邻，则矩阵中对应的 X_{ij} 为 1，否则为 0。在实际计算时使用的空间权重矩阵需进行标准化。（2）局部空间自相关分析：局部空间自相关分析使用局部 Moran′s I 值探索集聚区域[9]。局部 Moran′s I 值的计算公式如下[8]：局部 $\text{Moran's } I = m_0\sum_j W_{ij}(y_i-\bar{y})$；$m_0 = \sum_i (y_i-\bar{y})/n$。局部 Moran′s I 值与全局 Moran′s I 值中符号的释义相同，累加符号的作用范围仅为 i 区域所有的相邻区域；局部 Moran′s I 值取值为正时代表局部空间正相关，反之则为局部空间负相关。（3）分级地图：分级地图即将所有地区根据发病率的高低划分为几级并用不同颜色展示，本研究所采用的分级方法为自然分级法，即分组时最大化组间方差，最小化组内方差[10]。（4）LISA 集聚图：LISA 集聚图即将局部 Moran′s I 值通过 5 % 显著性水平检验的区域分类显示于地图中。基于局部空间自相关分析结果，可识别出四类显著的集聚区域。高高集聚：代表中心地区和邻近地区的发病率均较高；低高集聚：代表低发病率地区被高发病率的其他地区所围绕；低低集聚：代表中心地区和邻近地区的发病率均较低；高低集聚：代表高发病率地区被低发病率地区所围绕[11]。本研究将 2005 — 2015 年分为 2005 — 2010 年和 2010 — 2015 年 2 个相等的时间段，通过制作 2005、2010 和 2015 年 3 个时间节点的 LISA 集聚地图清晰展示肠道传染病的时空集聚特征。

2 结　果

2.1 中国 2005 — 2015 年典型法定报告肠道传染病流行趋势（表 1）　中国 2005 — 2015 年各地区甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒的发病率均呈下降趋势（均 $P<0.01$）。

表 1　中国 2005 — 2015 年典型法定报告肠道传染病发病率（1/10 万）

年份	甲型肝炎		痢疾		伤寒和副伤寒	
	发病数	发病率（1/10 万）	发病数	发病率（1/10 万）	发病数	发病率（1/10 万）
2005	73 349	5.61	456 541	34.92	34 696	2.65
2006	70 889	5.25	427 570	32.36	26 888	1.99
2007	77 135	5.87	367 982	27.99	20 428	1.55
2008	56 052	4.24	312 522	23.65	15 641	1.18
2009	43 841	3.30	271 551	20.45	16 938	1.28
2010	35 277	2.64	252 248	18.90	14 041	1.05
2011	31 456	2.35	237 930	17.74	11 798	0.88
2012	24 453	1.81	207 429	15.40	11 998	0.89
2013	22 244	1.64	188 669	13.93	14 136	1.04
2014	25 969	1.92	153 585	11.33	13 768	1.02
2015	22 667	1.66	138 917	10.20	11 637	0.85
$\chi^2_{趋势}$值		8.780		9.625		6.877
P 值		0.003		0.002		0.009

2.2　全局空间自相关分析　全局空间自相关分析结果显示，痢疾、伤寒和甲肝的发病率均呈显著正向空间自相关特征。甲型肝炎发病率的空间的集中程度最高，但呈下降趋势，全局 Moran′s I 值由 2005 年的 0.508（Z = 5.373, P < 0.001）下降至 2010 年的 0.445（Z = 4.891, P = 0.001），再下降至 2015 年的 0.404（Z = 5.186, P = 0.001）；痢疾发病率的空间集中程度呈上升趋势，全局 Moran′s I 值由 2005 年的 0.367（Z = 4.409, P = 0.001）上升至 2010年的 0.404（Z = 4.973, P = 0.001），再上升至 2015 年的 0.443（Z = 4.558, P < 0.001）；伤寒和副伤寒发病率的空间集中程度呈先下降后上升趋势，全局 Moran′s I 值由 2005 年的 0.236 下降至 2010 年的 0.135（Z = 2.454, P = 0.019），又上升至 2015 年的 0.222（Z = 3.433, P = 0.003）。

2.3　局部空间自相关分析（图 1～3）　图 1 为中国 2005、2010 和 2015 年甲型肝炎发病率的分级地图和 LISA 集聚图，如图所示，甲型肝炎高发区域集中在中国西部地区，在中东部地区仅少数省份发病率较高。从集聚特征看，西部新疆、青海、甘肃 3 个省份在 3 个时间节点均呈现高高集聚特征，四川的高高集聚特征在 2010 — 2015 这一时间段消失，而西藏地区经历了从高高集聚到低高集聚再到高低集聚的转变。在 2005 年，江西呈现高低集聚特征，华北地区的河北、河南等省份均呈现低低集聚，随着时间变化，江西的高低集聚特征逐渐消失，山西成为 2015 年唯一呈现高低集聚特征的中东部省份，主要的低低集聚区域也向山东、安徽、浙江转移。图 2 为中国 2005、2010 和 2015 年痢疾发病率分级地图和 LISA 集聚图。相较于甲型肝炎，痢疾发病率的空间集聚特征较为简单，在 2005 和 2010 年，仅北京和天津呈现高高集聚特征，2015 年高高集聚区域蔓延至河北。从低低集聚区域看，痢疾的低低集聚区域主要集中在东南沿海，其中江西是唯一 1 个在 3 个时间点均呈现低低集聚特征的省份。图 3 为中国 2005、2010 和 2015 年伤寒和副伤寒发病率分级地图和 LISA 集聚图。如图所示，广西、贵州一直是伤寒和副伤寒的高高集聚区域，云南、新疆在 2005 和 2015 年 2 个时间节点上分别呈现高高集聚和高低集聚特征。在 2005 和 2010 年，低低集聚区域主要集中在内蒙古和内蒙古周围省份；但在 2015 年，仅黑龙江和宁夏呈现低低集聚特征。

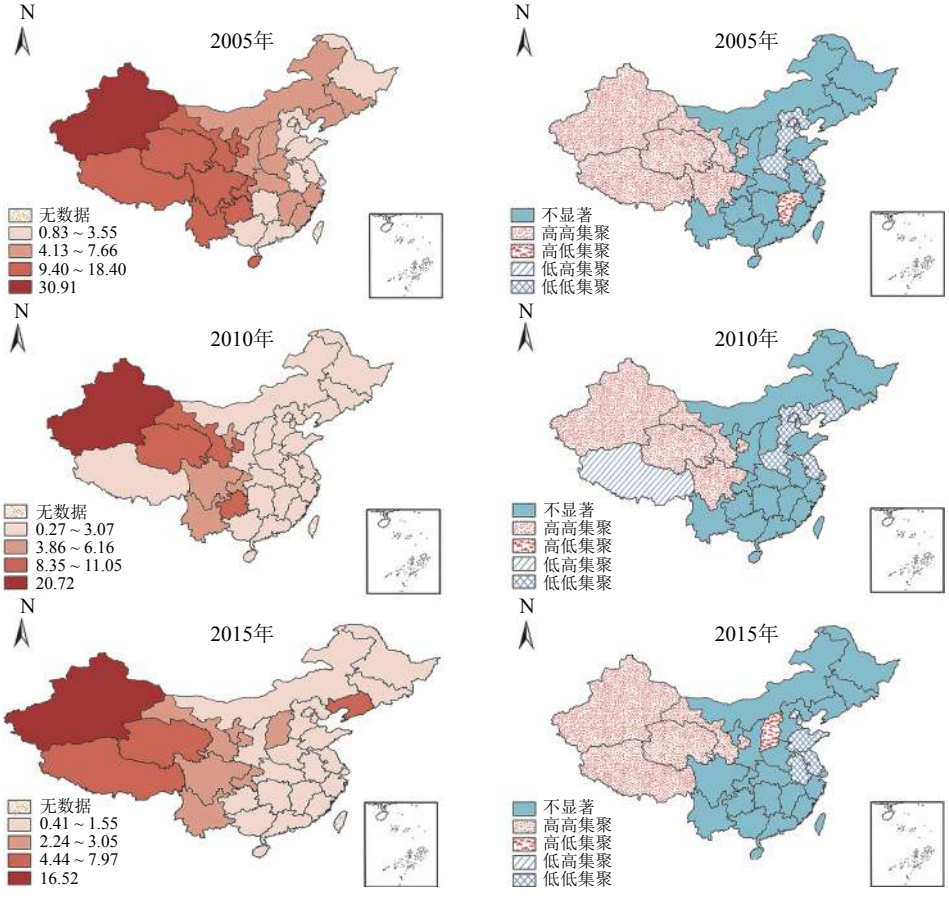

图 1　中国 2005、2010、2015 年甲型肝炎发病率分级地图（左）及 LISA 集聚图（右）

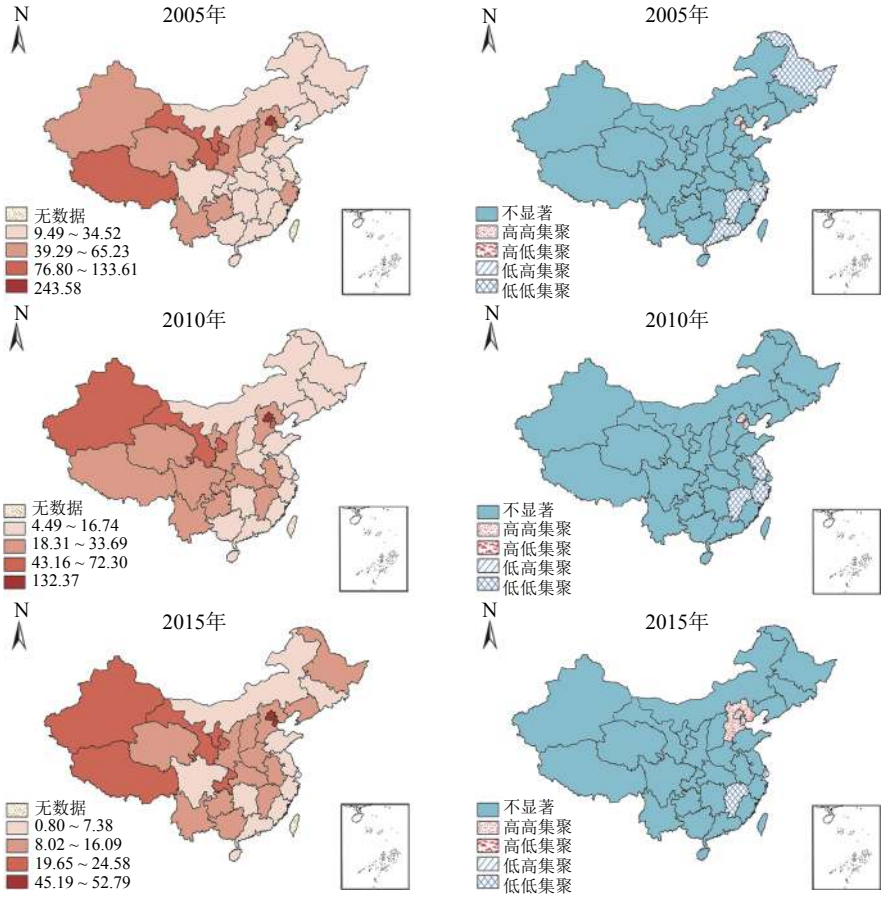

图 2　中国 2005、2010、2015 年痢疾发病率分级地图（左）及 LISA 集聚图（右）

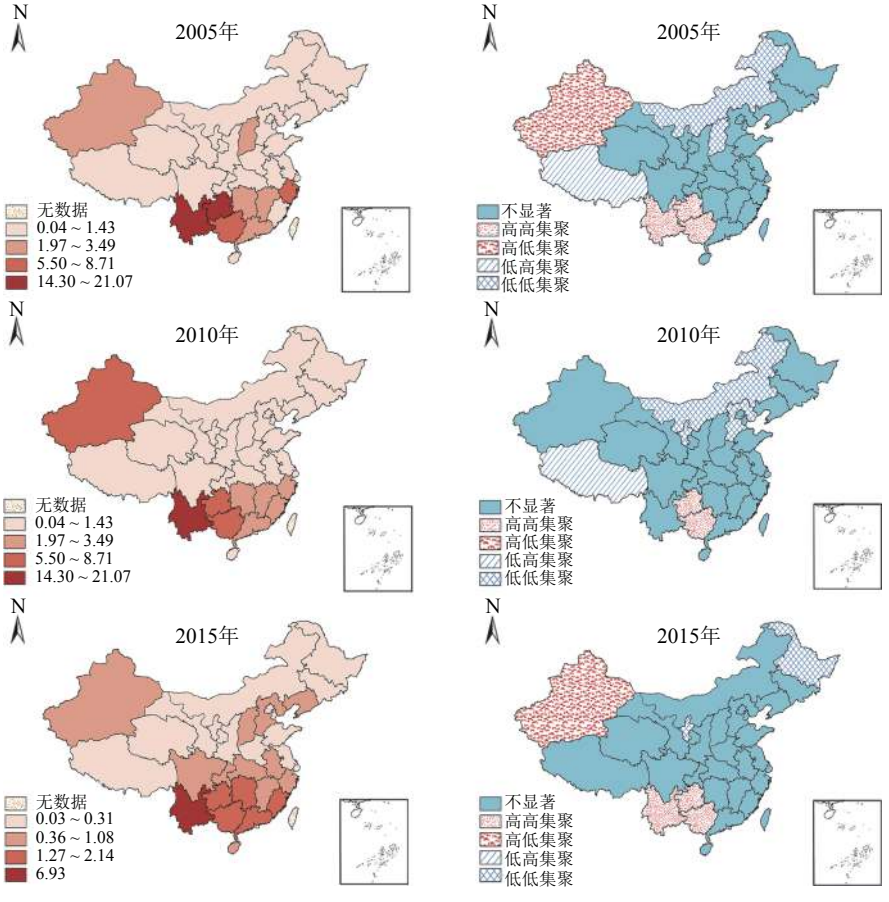

图 3　中国 2005、2010、2015 年伤寒和副伤寒发病率分级地图（左）及 LISA 集聚图（右）

3 讨 论

本研究借助于流行病学统计方法和空间分析工具，清晰地展示了甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒三类典型法定报告肠道传染病的流行病学趋势和时空分布特征。总体来看，全国层面甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒疫情已得到有效控制，但部分地区肠道传染病的防控形势依然严峻。本研究结果显示，甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒的发病率延续了自 20 世纪以来的下降趋势[2]，在 2005 — 2015 年持续降低。与其他对于法定报告传染病的空间分析类似，甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒发病率均呈正向空间自相关特征[12－13]，其中甲型肝炎发病率的全局 Moran′s *I* 值最高但呈下降趋势，痢疾发病率的全局 Moran′s *I* 值呈上升趋势，伤寒和副伤寒发病率的全局 Moran′s *I* 值则呈先下降后上升趋势。

时空集聚分析结果显示，甲型肝炎、痢疾、伤寒和副伤寒三类典型法定报告肠道传染病在空间中均存在高高集聚区域。甲型肝炎高高集聚区域主要集中在新疆、青海、甘肃等省份，郑芸鹤等[14]研究表明西部地区更为严重的甲型肝炎疫情与较为落后的经济发展水平、生活水平及甲肝疫苗接种率较低等关联密切。痢疾高高集聚区域则主要分布在京津冀地区，这可能与这些地区人口密度大、流动人口多有关[15]。伤寒和副伤寒高高集聚区域则主要分布在西南地区，蒋征刚等[5]研究认为这可能与区域饮用水卫生较差、食品卫生管理不严等有关，在这些热点区域，预防措施和切断传播途径应是防控伤寒和副伤寒的核心措施。

随着时间的变化，某些省份的高高集聚区域逐渐消失，与此同时，又有一些新的省份成为高高集聚或高低集聚区域。因此，在新时代下防控肠道传染病，不仅应结合流行趋势，还应结合其时空集聚特征；对于处于高高集聚、高低集聚区域的省份和周边区域，相关部门应该更加重视，采取强有力的预防措施，保证食品和水源安全，切断肠道传染病的传播途径。

参考文献

[1] 胡灿, 姚光海, 唐光鹏, 等. 贵州省 2008 — 2012 年肠道传染病流行病学分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2015, 19(1): 42 – 45.

[2] Zhang L, Wilson DP. Trends in notifiable infectious diseases in China: implications for surveillance and population health policy[J]. PLoS One, 2012, 7(2): e31076.

[3] 王瑜, 刘光文, 贾蕾. 和田市 2010 — 2014 年肠道传染病流行特征时间序列分析[J]. 中国公共卫生, 2016, 32(9): 1265 – 1267.

[4] 宣昊, 王安辉, 李兴斌, 等. 甘肃省武威市 2004 — 2013 年细菌性痢疾流行病学特征分析[J]. 中国公共卫生, 2017, 33(2): 287 – 290.

[5] 蒋征刚, 谢雨豪, 顾华, 等. 中国大陆地区 2011 年伤寒、副伤寒疫情 GIS 空间分析[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(11): 1437 – 1439.

[6] 孙海泉, 肖革新, 郭莹, 等. 中国 2008 — 2012 年丙肝流行规律及空间聚集性分析[J]. 中国公共卫生, 2014, 30(3): 286 – 289.

[7] Zhu B, Fu Y, Liu J, et al. Notifiable sexually transmitted infections in China: epidemiologic trends and spatial changing patterns[J]. Sustainability, 2017, 9(10): 1784.

[8] Li Q, Song J, Wang E, et al. Economic growth and pollutant emissions in China: a spatial econometric analysis[J]. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 2014, 28(2): 429 – 442.

[9] Moraga P, Montes F. Detection of spatial disease clusters with LISA functions[J]. Statistics in Medicine, 2011, 30(10): 1057– 1071.

[10] Chen J, Yang ST, Li HW, et al. Research on geographical environment unit division based on the method of natural breaks (Jenks)[J]. ISPRS–International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2013, XL-4/W3(4): 47 – 50.

[11] Mayra PA, María PY, Diana LB, et al. Early detection for dengue using local indicator of spatial association (LISA) analysis[J]. Diseases, 2016, 4(2): 16.

[12] 廖伟斌, 孙建国, 于国伟, 等. 中国大陆 2006 — 2012 年人和牲畜布鲁氏菌病空间分布特征及相关性[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(10): 1289 – 1293.

[13] Ge E, Zhang X, Wang X, et al. Spatial and temporal analysis of tuberculosis in Zhejiang province, China, 2009-2012[J]. Infectious Diseases of Poverty, 2016, 5(1): 11.

[14] 郑芸鹤, 刘新凤, 任晓卫, 等. 2013 年甘肃省甲型病毒性肝炎发病的空间聚集性分析[J]. 疾病监测, 2015, 30(8): 624 – 628.

[15] 刘海霞, 孟蕾, 刘东鹏, 等. 空间数据分析在甘肃省细菌性痢疾空间聚集性研究中的应用[J]. 疾病监测, 2015, 30(5): 415 – 419.

收稿日期: 2017 - 11 - 22 （郭薇编校）