

分类号：
密 级：

单位代码：
学 号：



学士学位论文

Shandong University Bachelor's Thesis

论文题目：山东省胃癌死亡空间流行病学分析

作者姓名： 张乐
学院名称： 公共卫生学院
专业： 预防医学
指导教师姓名： 薛付忠

年 月 日

目 录

摘 要.....	2
ABSTRACT.....	3
正 文.....	4
前言.....	4
一、胃癌的发病原因.....	4
二、世界范围内胃癌发病状况.....	4
三、我国胃癌发病状况.....	4
资料与方法.....	5
一、研究现场与资料来源.....	5
1.1 研究现场.....	5
1.2 病例收集.....	5
二、GIS 空间数据库建立.....	5
2.1 地图数字化及配准.....	5
2.2 地理信息系统构建.....	5
三、统计分析方法.....	5
3.1 描述流行病学统计分析方法.....	5
3.2 空间统计学方法 ^[9-11]	5
3.2.1 绘制山东省胃癌流行病学死亡率等级地图.....	5
3.2.2 绘制山东省胃癌超额危险地图.....	6
3.2.3 空间自相关分析.....	6
3.2.4 扫描统计量.....	6
四、应用统计分析软件.....	7
结果.....	7
一、山东省胃癌死亡率水平及占全死因的构成.....	7
二、胃癌空间分布特征.....	7
2.1 胃癌死亡分布.....	7
2.2 胃癌粗死亡率标化死亡比.....	14
三、山东省胃癌粗死亡率空间自相关性特征分析.....	15
3.1 全局空间自相关特征.....	15
3.2 局部自相关特征.....	15
四、山东省胃癌粗死亡率空间热点分析.....	15
讨 论.....	16
一、与 70 年代比较	16
二、男性与女性比较	17
三、农村与城镇比较	17
四、空间自相关分析	17
五、空间扫描分析	17
五、标准化死亡比分析	17
结 论.....	17

不足.....	18
参考文献.....	19
附录.....	错误! 未定义书签。

摘要

目的：分析 2011~2013 年山东省胃癌死亡的空间分布特征，为胃癌防治工作提供参考依据。方法：统计山东省 2011~2013 年胃癌死亡病例资料，利用 ArcGIS 对山东省内分性别、城乡的粗死亡率和调整死亡率及标准化死亡比进行描述性分析；用 GeoDa 进行空间自相关分析；用 SaTScan 进行空间扫描分析。结果：虽然各县（市、区）胃癌粗死亡率有所不同，但总体上呈现东部高于西部、北部高于南部特征；男性胃癌粗死亡率整体水平明显高于女性，但男性和女性胃癌粗死亡率空间分布特征基本相似；农村地区胃癌粗死亡率整体水平略高于城镇地区；胃癌年龄调整死亡率与粗死亡率的空间分布趋势基本一致；胃癌粗死亡率标化死亡比 (SMR) 空间分布图显示，山东省胃癌死亡风险具有明显的空间聚集性；全局空间自相关分析结果表明，胃癌粗死亡率的空间分布具有一定的全局空间正相关关系和空间聚集性 ($Moran's\ I = 0.57, P < 0.001$)；局部自相关分析发现有 21 个县市处于高-高聚集区；空间扫描分析发现了 5 个有统计学意义的胃癌高发聚集区。结论：山东省胃癌死亡分布具有明显空间自相关性和鲜明的空间分布特征，故应针对胃癌死亡聚集区制定区域化防控措施。

关键词：胃癌；死亡率；空间流行病学；空间自相关；空间扫描

ABSTRACT

Purpose: In order to provide guidance for prevention and treatment for gastric cancer, this study investigates the spatial epidemic characteristics of gastric cancer mortality in Shandong Province from 2011 to 2013. Methods: All gastric cancer cases in Shandong Province was enrolled in the study from 2011 to 2013. The distribution of gastric cancer mortality and standardized mortality ratio (SMR) in all the counties of Shandong Province was presented by ArcGIS9.3 software; the spatial autocorrelation was analyzed by GeoDa software; the spatial cluster detection was operated by SaTScan software. Results: Although there are differences of gastric cancer mortality among counties in Shandong Province, the crude mortality of gastric cancer is higher in east than in west, in north than in south. The SMR shows that the spatial clustering of gastric cancer risk in Shandong Province is significant. The autocorrelation coefficient of Moran's I was 0.57 ($P<0.001$), local spatial autocorrelation showed 21 high-high counties. Compared to the 1970s, the clusters of high gastric cancer mortality in Shandong spread and increased. Conclusion: The gastric cancer mortality in Shandong Province is obviously distributed clustered spatially, and effective invention measures are needed to reduce the gastric mortality in these spatial clusters.

Key Words: gastric cancer; mortality; spatial epidemiology; spatial autocorrelation; spatial clusters

正 文

前言

一、胃癌的发病原因

随着社会和经济的发展，我国居民的死因谱发生了巨大变化，其中恶性肿瘤已经居于首位，这必须引起高度重视。胃癌是原发生于胃部的一种恶性肿瘤，在国内恶性肿瘤中较为常见，它不仅威胁着人们的生命和健康，也对患者心理造成很大的伤害。胃癌可发生于任何年龄阶段，其中以 40~60 岁多见，男女发病比例约为 2:1。

胃癌的发病原因目前尚没有定论，一般认为以下因素与胃癌的发生有关：

1. 环境因素：调查显示，不同国家、地区间胃癌的发病率及死亡率有明显差异，这就可以说明胃癌发病与环境因素有关。其中，最主要的是饮食因素，例如长期食用如含有亚硝胺类化合物（如泡菜）的食物则更加易诱发胃癌。

2. 遗传因素：有胃癌家族史者机体内可能存在胃癌易感基因。

3. 免疫因素：免疫功能低下的人群（如 HIV 感染者）其胃癌发病率相对较高。此外胃癌的发生可能也与慢性胃炎、幽门螺杆菌(HP)感染等因素有关^[1]。

二、世界范围内胃癌发病状况

在过去几十年中，在世界范围内，尽管因营养水平提高、食品保存技术提高及较早的诊断治疗等原因，胃癌发病率有所下降，但其诊断时多为晚期以及其预后不佳等现状仍然给患者带来很多健康问题^[2]。胃癌治疗的基石为手术切除辅助以化学疗法和放射疗法，这种治疗提高了胃癌生存率。但不幸的是，晚期胃癌和转移性胃癌治疗进展甚微，在 Cervantes A 的研究中，胃癌组的中位生存时间小于 1 年^[3]。胃癌的在全球分布在不同的地理区域之间差异极大，说明有多种因素与胃癌的发病率、生存率和死亡率的相关。亚洲各国的胃癌病例数占全球病例的大多数，欧洲各国与美国的胃癌疾病负担之和占世界胃癌负担不到四分之一。

三、我国胃癌发病状况

我国是胃癌高发国家，据 2010 年统计，男性胃癌发病率居恶性肿瘤中第四位，女性胃癌发病率居恶性肿瘤中第 4 位，胃癌死亡率，无论男性还是女性，均位于恶性肿瘤中第 3 位^[4]。

据调查，2012 年全球胃癌新发病例约 951594 人，粗发病率为 12.1/10 万，胃癌新发病例数占恶性肿瘤总新发病例数的 6.8%，在肺癌、乳腺癌、结直肠癌、前列腺癌之后，居第 5 位^[5]；约 70% 的病例（677,000）发生在发展中国家（男性约 456,000 例，女性约 221,000 例），其中 50% 的病例发生在东亚（主要在中国）。在中国，胃癌发病率在所有恶性肿瘤中居于第二位^[5]。

世界卫生组织估计，2012 年全球胃癌死亡病例为 723073 人，粗死亡率为 8.9/10 万，胃癌死亡病例占恶性肿瘤总死亡病例的 8.8%，居第 3 位^[5]。东亚地区胃癌死亡率最高（男性死亡率约为 24/10 万，女性死亡率约为 9.8/10 万）。其中世界上约 76% 的死亡病例出现在发展中国家，中国胃癌死亡病例占全球胃癌死亡病例的 45%^[5]。

资料与方法

一、研究现场与资料来源

1.1 研究现场

研究现场为山东省，山东省地处中国东部沿海、黄河下游，包括半岛和内陆两部分，山东半岛突出于渤海、黄海之中；内陆部分与河北、河南、安徽、江苏4省接壤。截至2014年1月，山东省共包括48个市辖区、29个县级市和60个县，总面积约15.71万平方公里，约占中国总面积的1.64%。

1.2 病例收集

从山东省死因监测系统中，下载2011~2013年全部恶性肿瘤死亡病例资料，其中包括年龄、性别、死亡日期等基本信息。

二、GIS空间数据库建立

地理信息系统（Geographic Information System）又称为“地学信息系统”^[6-8]，是一种特定的重要的空间信息系统。地理信息系统（GIS）是在计算机硬件和软件系统支持下，对整个或者部分地球表层空间中有关地理分布的数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统。系统以分析模型驱动，具有极强的空间综合分析能力和动态预测能力，并能产生高层次的地理信息。

2.1 地图数字化及配准

- 1.采用日图CS400大型扫描仪，扫描山东省行政区划图，形成山东省数字地图；
- 2.在ArcGIS9.3系统中，选取山东省地图的四个焦点，在其相应的二维空间直角坐标系内描绘出坐标，生成空间坐标文件；
- 3.在ArcMap中，添加控制点文件，添加带配准的栅格数据；
- 4.选择控制点图层，将所有控制点显示在地图显示区域；
- 5.添加控制点，方向从栅格到矢量；
- 6.更新显示；
- 7.保存匹配结果。

2.2 地理信息系统构建

以山东省地图的左下角为原点，横向为X轴，纵向为Y轴，建立二维空间直角坐标系，所有的山东省各县区都落在该坐标系的第一象限内。在地图中，本研究定义各县区的 $P_i(x_i, y_i)$ 重心位置为各县区的空间坐标位置，以每年的胃癌发病率为疾病空间化变量 $Z(P)$ ，因此所有县区胃癌发病率都有唯一的坐标点 $P_i(x_i, y_i)$ 与之相对应。

三、统计分析方法

3.1 描述流行病学统计分析方法

采用描述流行病学方法，分析山东省胃癌的分布特征，山东省胃癌死亡率水平及占全死因的构成。

3.2 空间统计学方法

3.2.1 绘制山东省胃癌流行病学死亡率等级地图

将胃癌死亡率用地区等级分布图来展示可将山东省胃癌空间数据可视化，将胃癌空间数据分性别、城乡进行统计，即可得到分性别、城乡的粗死亡率和调整死亡率，然后利用ArcGIS9.3将胃癌死亡率通过不同的颜色（由红到绿死亡率递减）进行渲染，

最后得到胃癌等级分布地图。胃癌等级分布地图描述了山东省内胃癌的高发或低发区域，揭示山东省胃癌空间分布趋势。

3.2.2 绘制山东省胃癌超额危险地图

超额危险地图 (Excess Hazard Map) 是一种用标准死亡比 (Standard Mortality Rate, SMR) 或类似指标绘制出的疾病危险地图。山东省元的胃癌超额危险比是指该山东省各县区内的胃癌发病率与整个山东省区域内胃癌平均死亡率之比^[12]。本研究用 SMR 评估胃癌在山东省每个县区内的相对危险程度。分别用橙色 ($SMR > 1.0$) 和红色 ($SMR > 1.5$) 表示胃癌危险程度高于山东省平均发病率的县区，分别用浅绿色 ($SMR < 0.5$) 和深绿色 ($SMR < 1.0$) 表示胃癌危险程度低于山东省胃癌平均发病率的县区。

3.2.3 空间自相关分析

空间自相关(Spatial Autocorrelation)是指在空间区域中某一位置的变量与邻近位置的同一变量具有相关性，即同一个变量在不同空间位置上的相关性^[13]。空间相关性是由空间自相关系数度量，检验空间事物某属性是否高高相邻分布或者高低间错分布^[9-11]。如果研究区域的邻近位置上同一变量相互间取值接近或者有相同趋势，则称之为正相关；若研究区域的邻近位位置上同一变量相互间取值或趋势相反，则称之为负相关；若取值无明显趋势，则称之为不相关。

判定所研究的区域是否有空间自相关特征的方法有很多，如最邻近指数法、Moran's I 和 Geary's C 等，其中 Moran's I 是最为常用的统计量。本研究采用 Moran's I 统计量对山东省各县市 2011~2013 胃癌死亡率进行全局自相关分及局部自相关分析，从而探究其空间自相关模型。具体步骤为：

(1) 创建空间权重矩阵

空间邻接性是指某一个空间单元（山东省各县区）与其周围的空间单元之间的空间位置关系，它的测量依赖于空间单元（山东省各县区）的形状和大小。可构造空间权重矩阵形，它的第 i 行第 j 列元素为第 i 个区域与第 j 个区域之间的空间权重。

(2) 全局 Moran's I

全局 Moran's I 统计量从研究区域总体上反应研究变量的空间自相关性，使用单一的值来反映该区域的自相关程度，其取值范围为(-1,1)。Moran's I 值约接近 1，则表示各单元间的关系越密切（空间差异小），性质越相似（高值聚集或低值聚集）；Moran's I 越接近-1，则表示各单元间的差异越大（空间差异大）或分布越不集中；Moran's I 值接近 0，则表示各单元间不相关。同时构造正态分布的检验统计量去检验空间自相关性。

(3) 局部 Moran's I

全局 Moran's I 只能检验胃癌发病在整个山东省内是否具有自相关性，而不能反映山东省内局部的空间自相关特征^[14]。在研究空间自相关时，可能存在下列情况：1)全局自相关有统计学意义是因为几个小的区域空间自相关有统计学意义；2)全局自相关无统计学意义，但是在某些小区域有统计学意义。此时需借助局部 Moran's I 统计量。Anselin 提出的局域型空间自相关 (Local Indicators of Spatial Autocorrelation, LISA) 统计量可解决上述问题。

3.2.4 扫描统计量

时空热点分析^[15-18]常应用扫描统计量(Scan Statistics)搜索单位时间、空间内疾病的

高发热点聚集区域。扫描统计量包括时间扫描统计(Purely Temporal Scan Statistic)、空间扫描统计 (Purely Spatial Scan Statistic)和时空扫描统计(Spatial-temporal Scan Statistics)三种。扫描的目的是探测在时间、空间和时空范围内，疾病病例数的异常增加，并检验这种异常增加趋势是否是随机变异造成的。由此探究研究区域（山东省各县区）内是否存在疾病（胃癌）聚集性、聚集区位置及聚集区相对风险的大小，同时检验聚集区聚集性是否有统计学意义，为该区域疾病防治提供理论依据。现将其原理介绍如下：

时空扫描的零假设为疾病的的空间分布是完全随机的，其备择假设为疾病在扫描窗口内的发病风险高于扫描窗口外的发病风险。扫描统计量的基本思想为：预先设定一个以在时间和或空间上移动扫描窗口，该窗口的大小和位置均处在动态改变之中。时间扫描统计量的扫描窗口是预设的一定时间长度，空间扫描统计量的窗口是预设的一定地理区域，时空扫描统计量的窗口则是圆柱形，圆柱的底对应的是地理区域，圆柱的高对应的是时间长度。窗口大小和位置均处在动态变化中，避免由于人为选定研究区域范围（窗口大小）和圆心位置而造成选择偏倚。对每次变动，都计算窗口内区域与窗口外区域相比的疾病发生率的差异，并采用对数似然比 (Likelihood Ratio, LLR) 法进行检验。寻找所有大小窗口和所有位置中最大的 LLR 值，则该窗口为有最大可能存在聚集性的区域，也就是说该窗口为最不可能因随机变动而形成的聚集区域。最终选取最大 LLR 值的窗口为首要发病聚集窗口，由此得到首要发病聚集区域，计算该聚集区域相对危险度(RR)并检验有无统计学意义。LLR 的概率值的计算通过蒙特卡罗随机化法 (Monte Carlo Randomization method) 得到^[19-20]。

四、应用统计分析软件

以上统计分析采用的软件有 Excel、ArcGIS9.3、GeoDa、SaTScan。其中，Excel 主要应用于描述性统计分析，ArcGIS 主要应用于胃癌分性别、男女、城乡的粗死亡率及调整死亡率制图，GeoDa 主要应用于全局自相关分析和局部自相关分析、SaTScan 主要应用于空间扫描胃癌死亡的热点区域。

结果

一、山东省胃癌死亡率水平及占全死因的构成

2011~2013 年山东省胃癌死亡人数为 81731 人，粗死亡率为 28.8/10 万。男性粗死亡率为 39.6/10 万，女性粗死亡率为 17.8/10 万。农村地区粗死亡率为 31.5/10 万，城市地区粗死亡率为 23.4/10 万。胃癌目前为山东省居肺癌、肝癌之后的第 3 位恶性肿瘤死因，胃癌死亡占全部恶性肿瘤的 16.75%。

按照 1964 年山东省年龄别人口构成标准化后，2011-2013 年胃癌调整死亡率为 10.5/10 万。男性调整死亡率为 15.4/10 万，女性调整死亡率为 5.9/10 万。农村地区调整死亡率为 11.2/10 万，城市地区调整死亡率为 9.2/10 万。

按照 1964 年山东省年龄别人口构成标准化后，1970~1974 年胃癌调整死亡率为/10 万。男性调整死亡率为/10 万，女性调整死亡率为/10 万。农村地区调整死亡率为/10 万，城市地区调整死亡率为/10 万。

二、胃癌空间分布特征

2.1 胃癌死亡分布

2.1.1 胃癌粗死亡率地图

由山东省分县（市、区）胃癌粗死亡率空间分布图（图1）可见，虽然各县（市、区）胃癌粗死亡率有所不同，但总体上呈现东部高于西部、北部高于南部特征。粗死亡率较高的地区主要集中在鲁东沿海地区的烟台市和鲁北地区的滨州市、德州市，而鲁西及鲁南地区胃癌粗死亡率相对较低。其中，胃癌粗死亡率最高的县（市、区）是烟台市的海阳市（ $66.94/10$ 万），最低的为德州市的夏津县（ $6.57/10$ 万）。这提示胃癌发生可能与人文、社会、生态和自然等因素有关。

由山东省分县（市、区）男性胃癌粗死亡率空间分布图（图2）和山东省分县（市、区）女性别胃癌粗死亡率空间分布图（图3）可见，男性胃癌粗死亡率整体水平明显高于女性，但男性和女性胃癌粗死亡率空间分布特征基本相似，均呈现东部高于西部、北部高于南部的特征。其中，男性胃癌粗死亡率以烟台市的海阳市最高（ $92.05/10$ 万），德州市夏津县最低（ $7.75/10$ 万）；女性以德州市庆云县最高（ $44.43/10$ 万），德州市齐河县最低（ $3.6/10$ 万）。可见，男女性胃癌粗死亡率较高地区与总胃癌粗死亡率较高区域较为吻合，主要集中于东部和北部地区。

由山东省分县（市、区）城镇胃癌粗死亡率空间分布图（图4）和农村胃癌粗死亡率空间分布图（图5）可以看出，农村地区胃癌粗死亡率整体水平略高于城镇地区。城镇居民胃癌粗死亡率分布图显示，烟台市、济南市、莱芜市城镇居民胃癌粗死亡率较高，鲁西和鲁南地区城镇居民胃癌粗死亡率较低；死亡率最高的为济南市济阳县（ $54.33/10$ 万），居于第二位的是烟台市的海阳市（ $49.08/10$ 万），最低者为枣庄市台儿庄区（ $1.21/10$ 万）。农村居民胃癌粗死亡率分布图显示，高死亡率区域主要集中在烟台市和滨州市，鲁西和鲁南地区胃癌粗死亡率相对较低；死亡率最高的为烟台市的海阳市（ $74.79/10$ 万），第二为烟台市福山区（ $74.91/10$ 万），最低者为济南市市中区（ $5.05/10$ 万）。

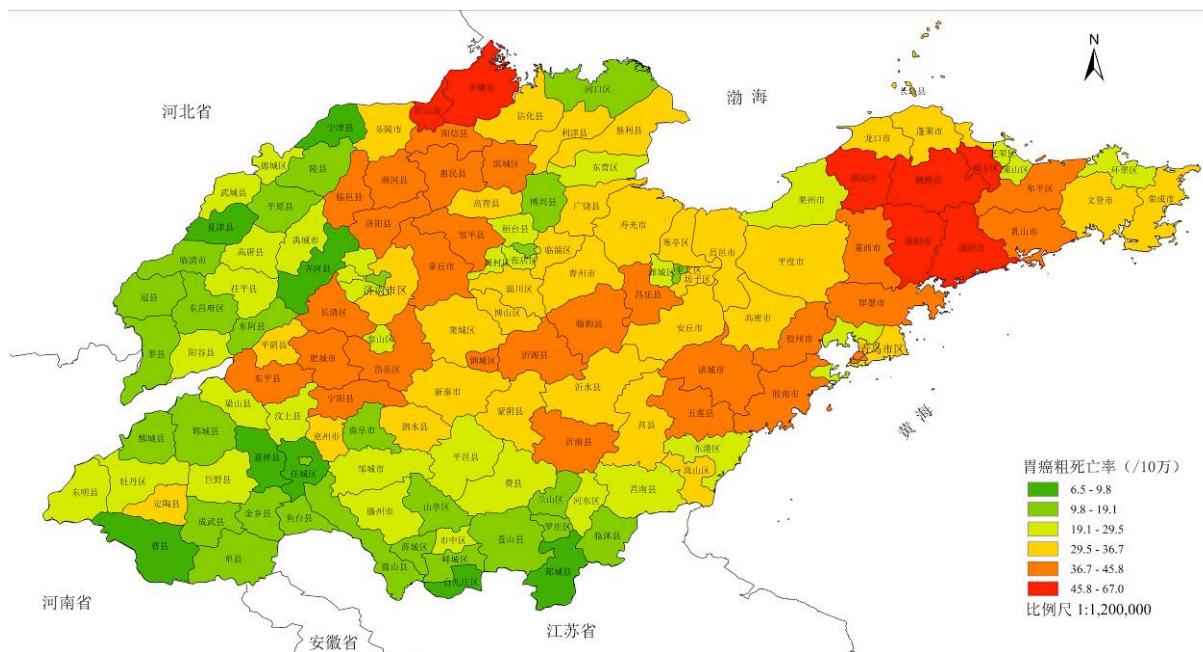


图1 2011~2013年山东省分县（市、区）胃癌粗死亡率空间分布图

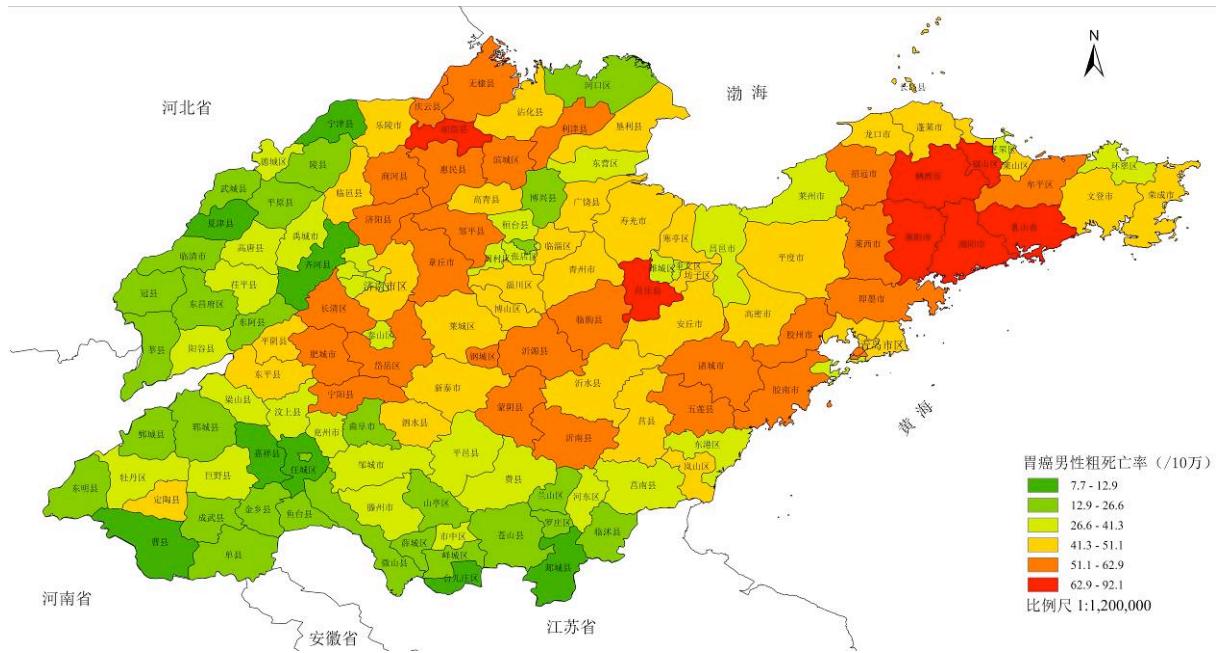


图2 2011~2013年山东省男性胃癌粗死亡率空间分布图

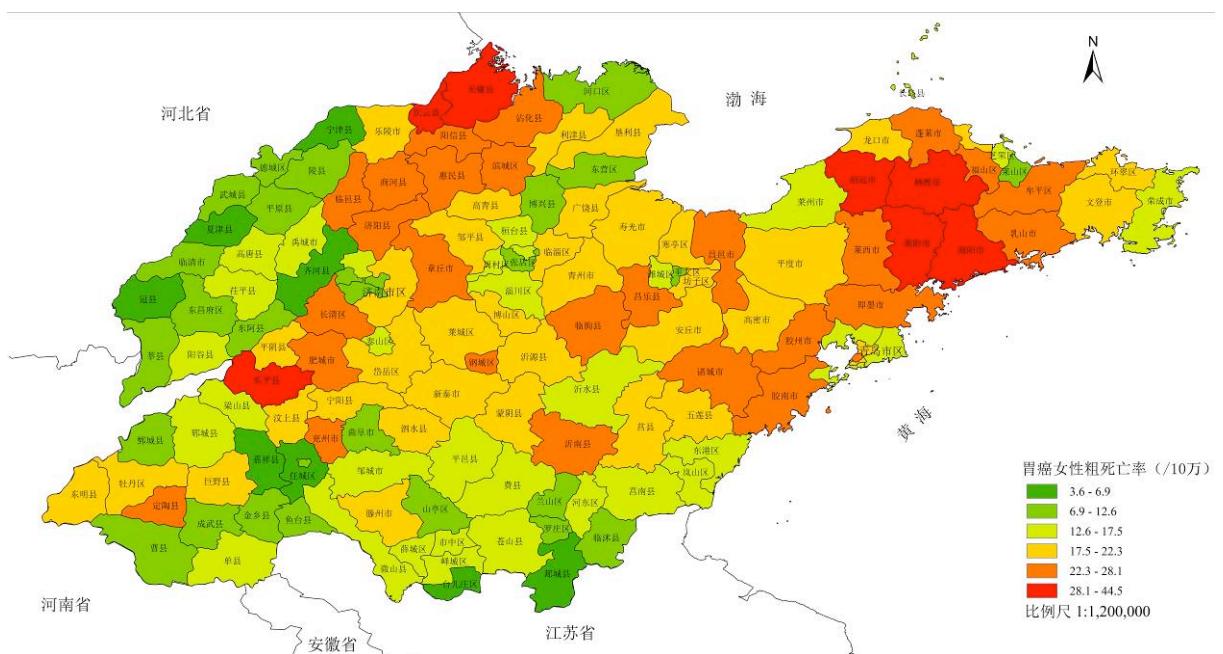


图3 2011~2013年山东省女性胃癌粗死亡率空间分布图

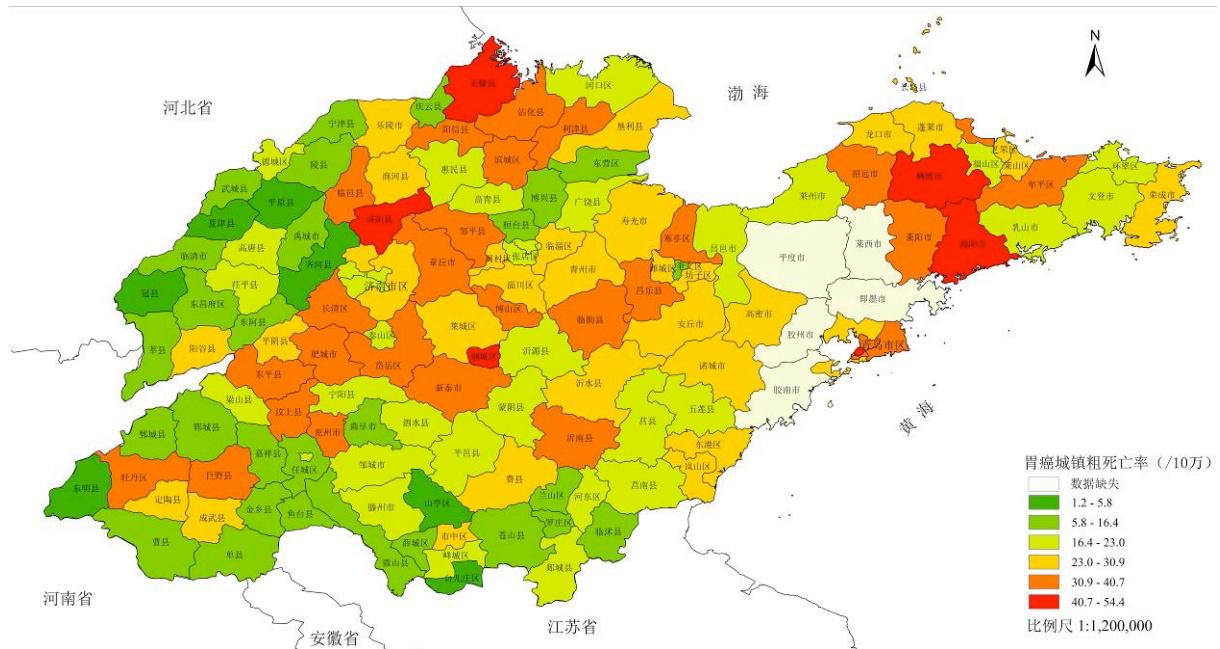


图4 2011~2013年山东省城镇居民胃癌粗死亡率空间分布图

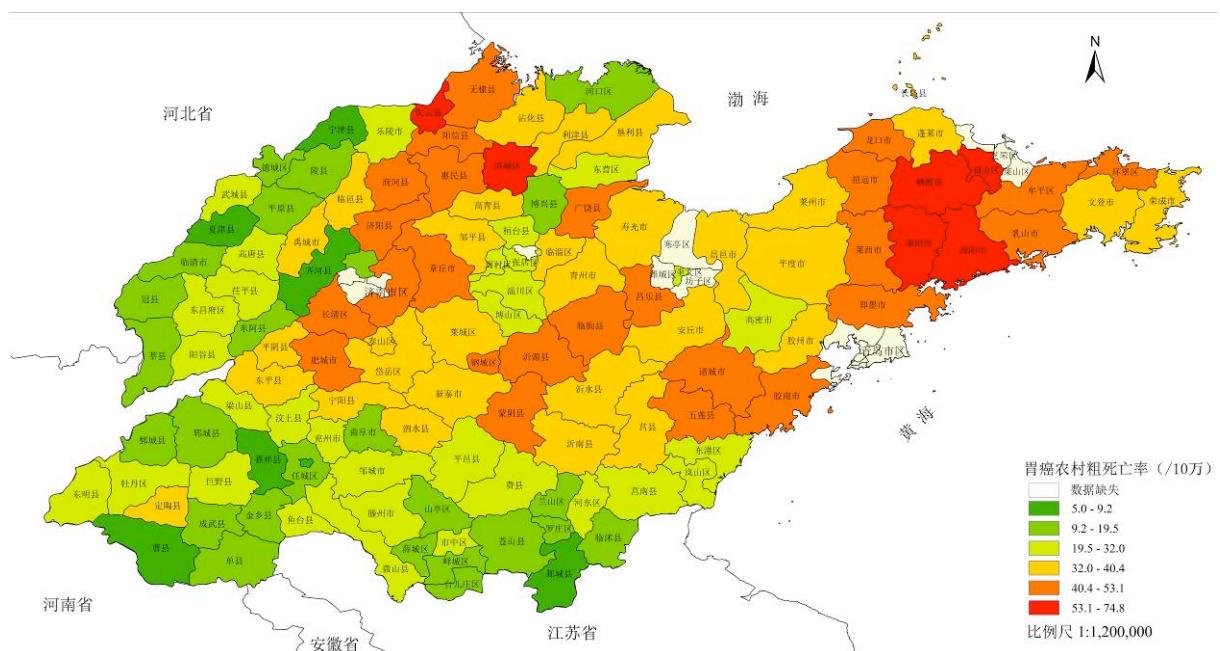


图5 2011~2013年山东省农村居民胃癌粗死亡率空间分布图

2.1.2 胃癌年龄调整死亡率地图

由山东省分县(市、区)胃癌年龄调整死亡率(1964年中国人口)空间分布图(附图6)可见,胃癌年龄调整死亡率与粗死亡率的空间分布趋势基本一致,呈现东部明显高于西部、北部高于南部的空间分布特征。年龄调整死亡率较高的地区主要包括烟台市的大部分县区,滨州市的阳信县,德州市的庆云县,以及潍坊市的临朐县。其中,德州市庆云县的胃癌年龄调整死亡率最高(23.5/10万),德州市的夏津县最低(2.75/10万)。由上可见,年龄调整后,呈现出一些新的高发区域,这提示各地的人口构成不同,对胃癌粗死亡率水平造成了一定的影响。

山东省分县（市、区）男性胃癌年龄调整死亡率空间分布图和（图 7）女性胃癌年龄调整死亡率空间分布图（图 8）显示男性胃癌年龄调整死亡率整体水平明显高于女性。其中，男性胃癌年龄调整死亡率以滨州市的阳信县最高（29.09/10 万），德州市的夏津县最低（3.37/10 万）；女性则以德州市的庆云县最高（18.5/10 万），德州市的齐河县最低（1.36/10 万）。可见，分性别胃癌年龄调整死亡率较高地区与总胃癌年龄调整死亡率较高区域比较吻合，均主要集中于东部和北部地区。

山东省分县（市、区）城镇胃癌年龄调整死亡率空间分布图（图 9）和农村胃癌年龄调整死亡率空间分布图（图 10）显示，农村居民胃癌调整死亡率水平较城镇居民略高，最高的为德州市的庆云县（26.55/10 万），最低者为济南市市中区（1.98/10 万）。农村居民胃癌调整死亡率较高区域主要集中在鲁东和鲁中地区，鲁西和鲁南地区水平较低；死亡率最高的县区为德州市济阳县（22.44/10 万），最低的为枣庄市的台儿庄区（0.57/10 万）。

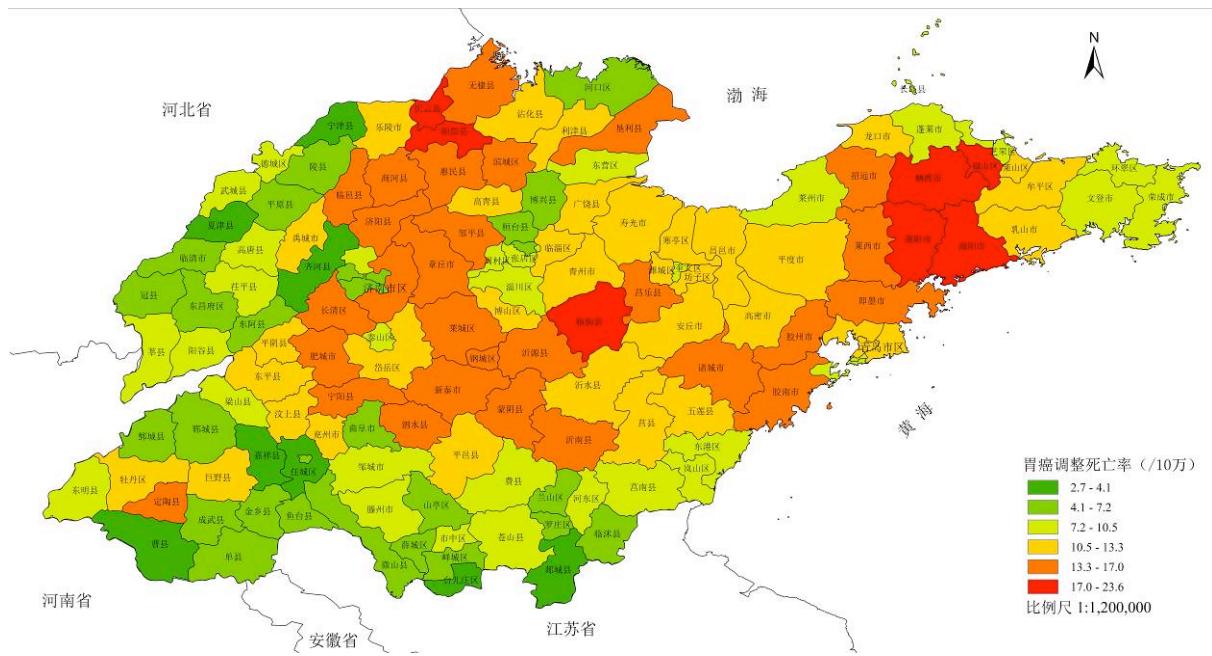


图 6 2011~2013 年山东省胃癌分县（市、区）年龄调整死亡率空间分布图

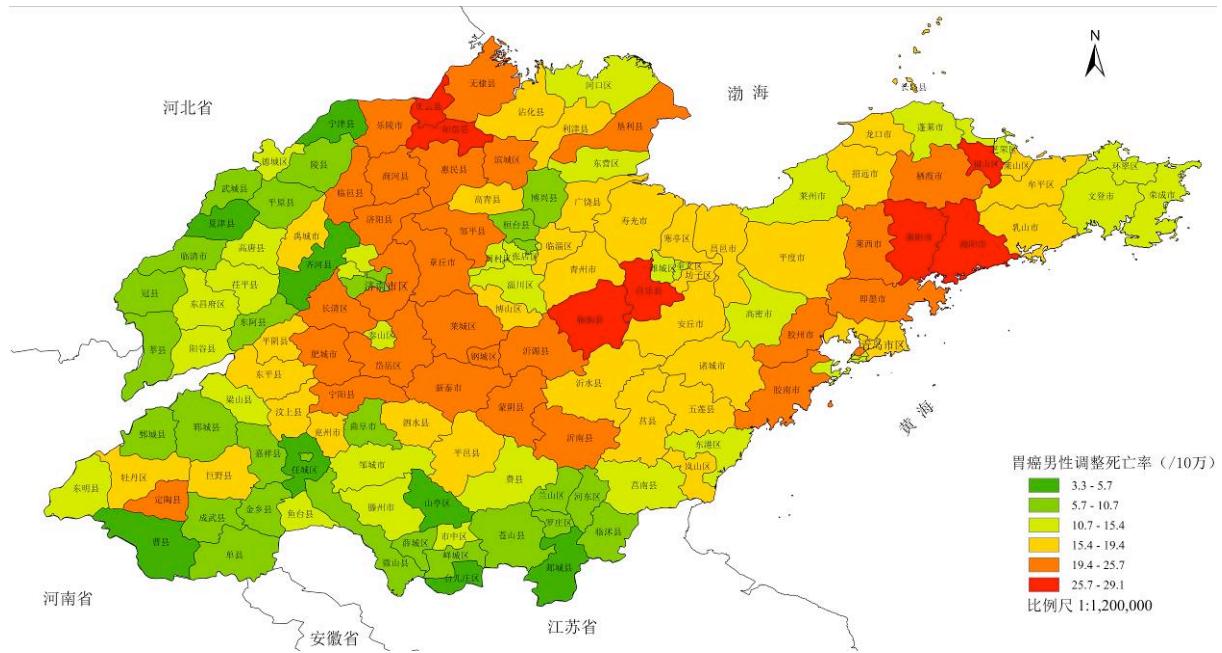


图 7 2011~2013 年山东省胃癌男性年龄调整死亡率空间分布图

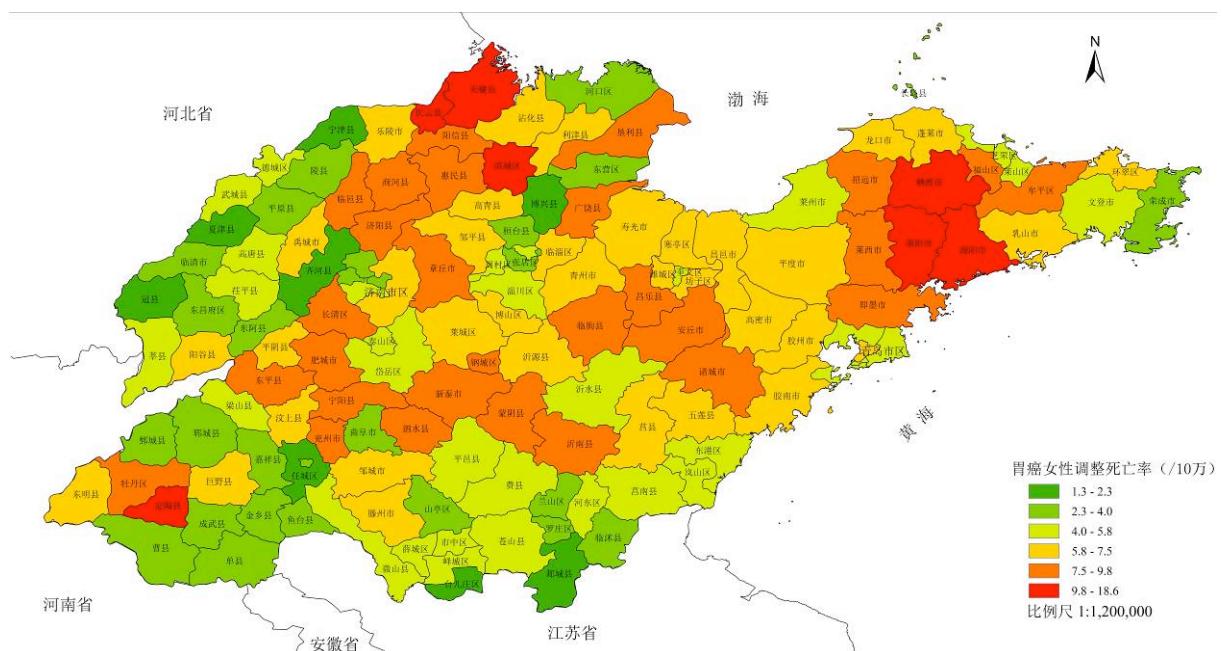


图 8 2011~2013 年山东省胃癌女性年龄调整死亡率空间分布图

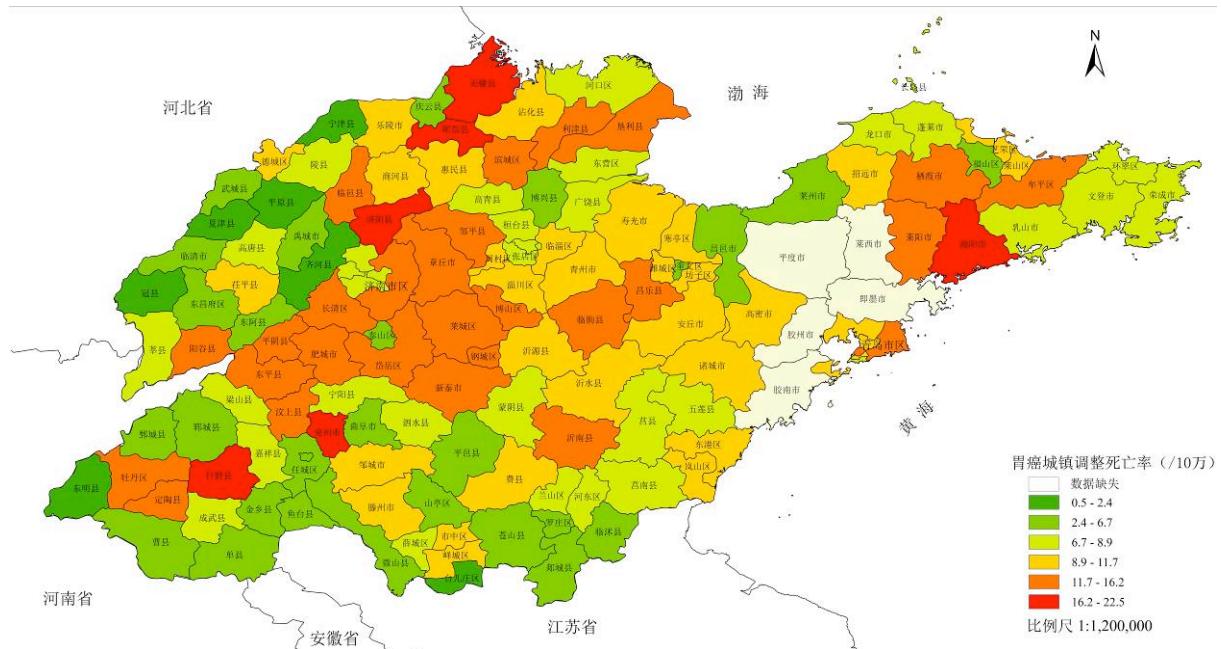


图 9 2011~2013 年山东省胃癌城镇居民年龄调整死亡率空间分布图

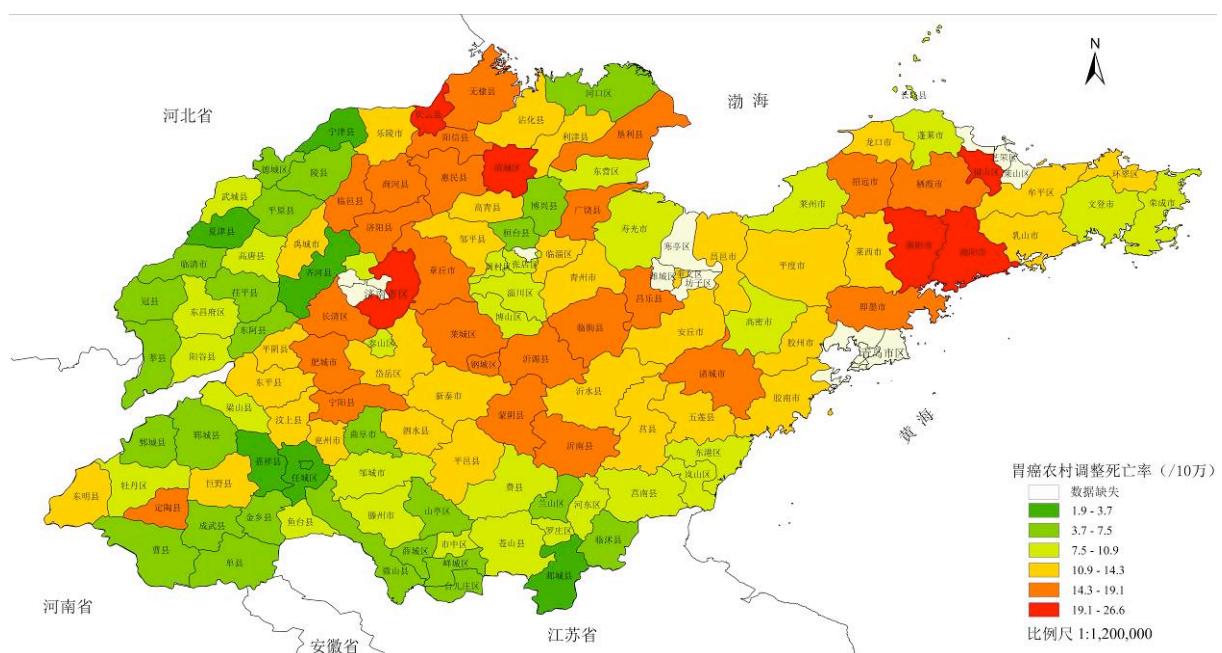


图 10 2011~2013 年山东省胃癌农村居民年龄调整死亡率空间分布图

2.1.3 与 20 世纪 70 年代胃癌县（市、区）分布情况比较

采用 1964 年中国人口分别对 20 世纪 70 年代和本次报告死亡率数据进行标化，绘制不同年代的胃癌调整死亡率空间分布图（图 11）。70 年代调整化率较高的地区包括烟台市的大部分县区，潍坊市的临朐县。2011~2013 调整率较高的地区包括烟台市的大部分县区，滨州市的阳信县，德州市的庆云县，以及潍坊市的临朐县。可见，调整死亡率的空间分布变化较为明显，这提示随着时间变化，胃癌死亡水平空间聚集范围增大的分布特征。

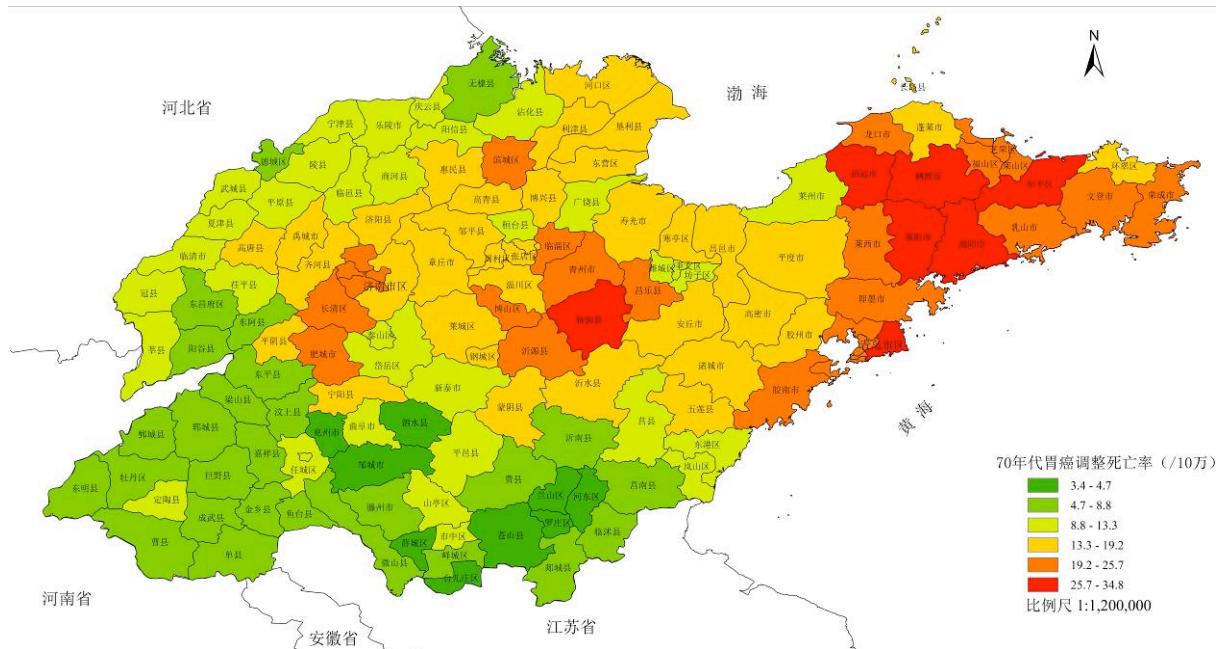


图 11 1970~1974 年山东省胃癌分县(市、区)年龄调整死亡率空间分布图

2.2 胃癌粗死亡率标化死亡比

2011~2013 年山东省胃癌粗死亡率标化死亡比(SMR)空间分布图(图 12)显示, 山东省胃癌死亡风险具有明显的空间聚集性。SMR 较高($SMR > 1.5$)的县(市、区)主要集中在鲁东地区, 如标化死亡比最高的三个地区分别为烟台市的海阳市($SMR=2.35$)、烟台市的栖霞市($SMR=2.01$)和烟台市的莱阳市($SMR=1.98$), 即海阳市的胃癌粗死亡率为全省平均水平的 2.35 倍, 栖霞市的胃癌粗死亡率为全省平均水平的 2.01 倍, 莱阳市的胃癌粗死亡率为全省平均水平的 1.98 倍, 提示这些地区是山东省胃癌死亡的高风险区域, 可为该病区域化防控措施的制定提供线索。

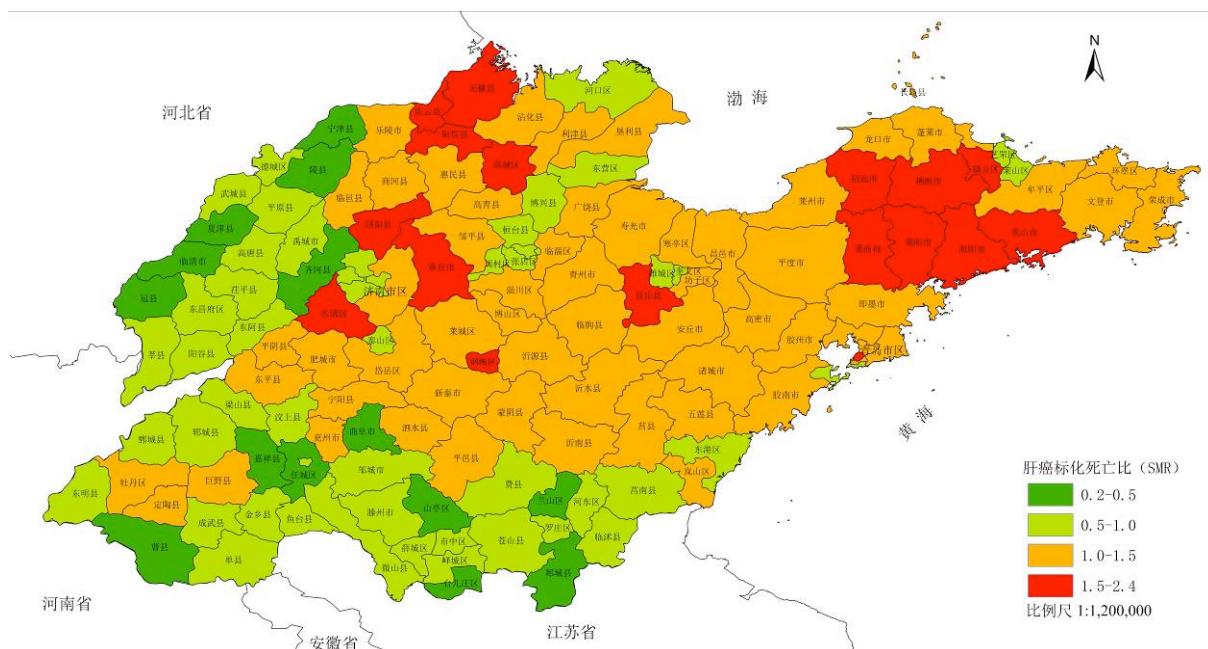


图 12 2011~2013 年山东省分县(市、区)胃癌标准化死亡比分布地图

三、山东省胃癌粗死亡率空间自相关性特征分析

3.1 全局空间自相关特征

2011~2013 年山东省胃癌粗死亡率全局空间自相关分析结果表明，粗死亡率的空间分布呈非随机性特征，具有一定的全局空间正相关关系和空间聚集性（Moran's $I=0.57, P<0.001$ ）。

3.2 局部自相关特征

2011~2013 年山东省胃癌粗死亡率局部空间自相关分析结果见图 13，可见高-高聚集区域主要位于烟台市、青岛市、滨州市、泰安市和潍坊市。

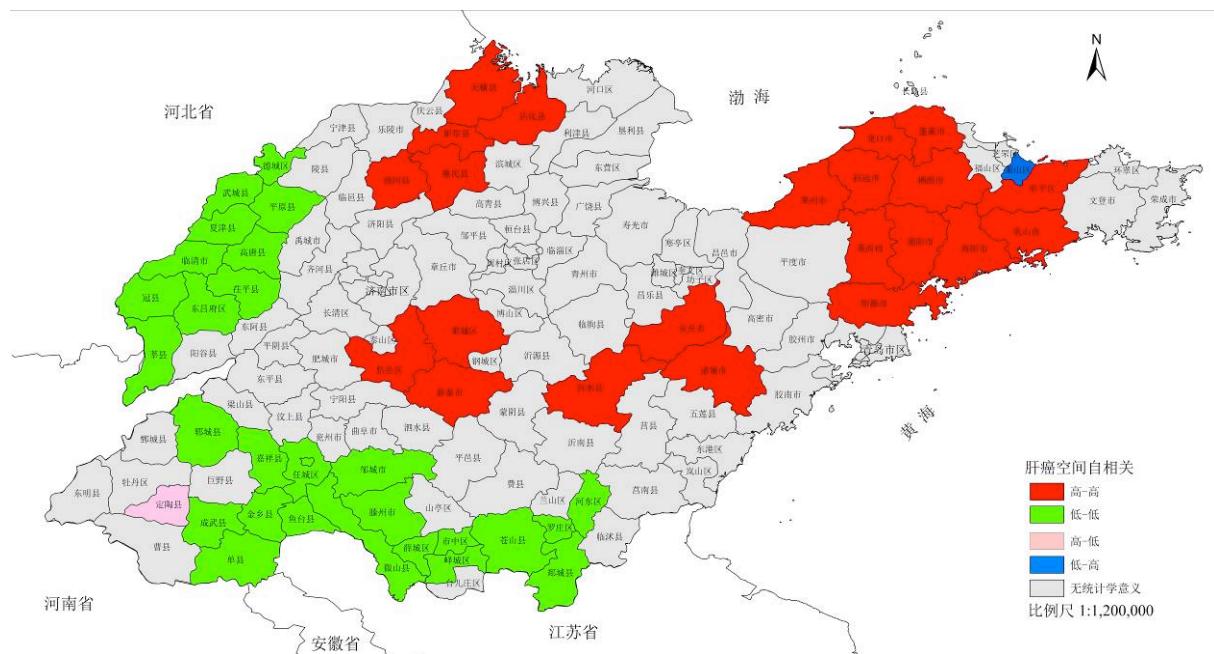


图 13 2011~2013 年山东省分县（市、区）胃癌死亡率局部空间自相关性分析分布地图

四、山东省胃癌粗死亡率空间热点分析

2011~2013 年山东省胃癌粗死亡率空间扫描分析发现了 5 个有统计学意义的胃癌高发聚集区（表 1 和图 14）。最可能聚集区涵盖青岛市、烟台市、潍坊市、日照市、淄博市、滨州市、莱芜市等市的 75 个县（市、区），该聚集区的胃癌死亡风险为其他区域的 1.66 倍。第一个次要聚集区包括济南市的平阴县、济宁的汶上县及泰安市的东平县、肥城市和宁阳县，其胃癌死亡风险是其他区域的 1.24 倍。第二个次要聚集区仅包括济南市的长清区，其胃癌死亡风险是其他区域的 1.54 倍。第三个次要聚集区仅包括菏泽市的定陶县，其胃癌死亡风险是其他区域的 1.27 倍。第四个次要聚集区为济宁市的兖州市，其胃癌死亡风险是其他区域的 1.11 倍。上述胃癌死亡高危险区域的确定，可为进一步探索疾病地理环境危险因素及制定切实可行的胃癌区域化防控措施提供依据。

表 1 2011~2013 年山东省胃癌死亡率空间扫描统计分析

类型	县(市、区)数	LLR	P 值	相对危险度
首要聚集区	75	2543.74	<0.01	1.66
次要聚集区 1	5	84.57	<0.01	1.24
次要聚集区 2	1	58.91	<0.01	1.54
次要聚集区 3	1	19.27	<0.01	1.27



图 14 2011~2013 年山东省分县(市、区)胃癌死亡率空间扫描统计分析分布地图

讨 论

一、与 70 年代比较

研究结果显示，1940-1974 年胃癌调整死亡率明显高于 2011~2013 年胃癌调整死亡率，可能原因如下：

- 1.1 胃癌治疗效果关键在于早期发现和合理规范的治疗，由于医疗水平的提高，胃癌发现较早且治疗方法有所进步，导致胃癌死亡率下降。
- 1.2 随着社会上一些运动的开展，如禁烟运动等，人们建立了健康的生活方式（如少盐、少油、多蔬菜水果、不吸烟等），可能是胃癌死亡率下降的原因。
- 1.3 营养水平提高及食品储存方式的优化也是胃癌死亡率下降的可能原因。

二、男性与女性比较

男性胃癌死亡率高于女性，该结果与相关文献一致，可能与男性的一些生活行为习惯有关，社会交往多且广泛，饮食时间不规律，工作强度较女性大，吸烟、饮酒等不良嗜好较女性多等有关。

三、农村与城镇比较

农村居民胃癌年龄调整死亡率仅仅略高于城镇，该结果这可能与山东省农村和城市在教育程度、经济状况、卫生习惯等方面差异逐渐缩小有关。从我国国情出发，既要看到在城市中胃癌防治的成效，也要看到胃癌死亡在农村增长的势头。

四、空间自相关分析

本研究应用全局自相关分析发现：山东省 2011~2013 年胃癌死亡率空间分布呈现非随机特征，具有一定的空间聚集性 ($Moran's I=0.57, P<0.001$)。这也证明了应用空间统计学的方法研究胃癌死亡率具有其独特的优势。

全局自相关分析从总体上反应了山东省胃癌死亡有无空间聚集性，但不能反映各聚集区域的位置和大小等。因此，本研究应用局部自相关分析发现，山东省胃癌高死亡率聚集区（高-高区域）主要位于鲁东鲁北地区，低死亡聚集区（低-低区域）主要位于鲁西鲁南地区，结合 2011~2013 年山东省胃癌分县年龄调整死亡率空间分布图(图 6)可以看出，山东省胃癌死亡率整体呈现从东北向西南递减的空间特征。

四、空间扫描分析

本研究利用空间扫描统计量发现山东省内胃癌死亡率的高发病聚集区域，聚集区的统计学显著性检验是基于 SaTScan 中的泊松概率模型来进行蒙特卡洛模拟，该模型在实际工作中对于随机分布较为常用。单纯的空间扫描提示，山东省胃癌死亡率分布呈非随机特征，最可能聚集区涵盖青岛市、烟台市、潍坊市、日照市、淄博市、滨州市、莱芜市等市的 75 个县（市、区），该聚集区的胃癌死亡风险为其他区域的 1.66 倍。识别山东省内胃癌死亡聚集区域对于疾病的监测和胃癌防治措施的制定具有重要意义。

五、标准化死亡比分析

标化死亡比最高的三个地区分别为烟台市的海阳市($SMR=2.35$)、烟台市的栖霞市($SMR=2.01$)和烟台市的莱阳市($SMR=1.98$)，标准化死亡比最高的三个县区均位于烟台市，可能原因如下：

5.1 近岸海域环境污染日益严重。

5.2 烟台市位于河流的下游地区，地处秦岭—大别山板块结合带，山地丘陵区占全区总面积的 85%，可能与地理因素有关。

5.3 也有可能是因为沿海地区饮食生活习惯易引起幽门螺旋杆菌感染。

结 论

1. 山东省 2011 年-2013 年胃癌死亡率男性高于女性，城市略高于农村。
2. 山东省胃癌粗死亡率具有全局自相关特征 ($Moran's I=0.57, P<0.001$)，具有一定的空间聚集性。
3. 经局部自相关分析，发现山东省胃癌死亡率高-高聚集区集中在烟台市、青岛市、

滨州市、泰安市和潍坊市，低-低聚集区域集中在德州市、聊城市、菏泽市、济宁市、枣庄市和临沂市。

4. 经单纯空间扫描分析，发现山东省胃癌的最可能聚集区涵盖青岛市、烟台市、潍坊市、日照市、淄博市、滨州市、莱芜市等市的 75 个县（市、区）（ $RR=1.66$ ）。

5. 针对山东省胃癌的空间流行学特征，可加强胃癌高死亡率聚集区域的疾病监测，同时采取区域化防控措施。

不足

1. 本研究未将人口密度、卫生人力资源、地方财政收入、医疗机构数量及床位等地理因素纳入研究，
2. 也未将气候、植被等生态因素纳入研究，研究范围有待扩展。

谢 辞

五年的大学时光漫长而又飞快而过，转眼间少不更事的我马上就要离开这个像家一样的地方，踏上另一段旅程了。期间有难过的回忆，也有美妙的旅程，特别想要感谢大学中给予我帮助和快乐的每一个人。

感谢薛付忠老师对我本研究选题的指导和帮助，以及作为我的本科生导师对我的提点，感谢李秀君老师对我论文的指导和耐心修改，是文章初步成稿的关键。

感谢张涛老师、刘言训老师、袁忠尚老师、刘云霞老师、孙秀彬老师、刘静老师，在统计学教研组调研项目中的悉心教导，使我对科研有了最初的认识。

感谢李洁师姐、杜兆慧师姐、李洪凯师兄、王浩师兄、章涛师兄、朱麟师兄对我本研究统计学方法和软件使用的培训，师兄师姐不仅在发现我们过完年后忘了很多后耐心得讲了第两遍，而且手把手的指导我们软件的使用，使我顺利的完成软件操作的过程中学习到了很多知识。

感谢一起做毕设的十几位同学，大家互相帮助，有不会的问题相互讨论，使我的学习和工作事半功倍。

最后，十分感谢各位评审老师，谢谢老师的悉心指导！

参 考 文 献

- [1] 陆再英, 钟南山. 内科学 (第七版) [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2008.
- [2] CARCAS L P. Gastric cancer review [J]. Journal of carcinogenesis, 2014, 13(14).
- [3] Cervantes A, Roda D, Tarazona N, Roselló S, Pérez-Fidalgo JA. Current questions for the treatment of advanced gastric cancer. Cancer Treat Rev. 2013 Feb;39(1): 60-7.
- [4] CHEN W, ZHENG R, ZHANG S, et al. Report of cancer incidence and mortality in China, 2010 [J]. Annals of translational medicine, 2014, 2(7): 61.
- [5] World Health Organization. GLOBOCAN 2012: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2012[DB/OL]. Available at: <http://globocan.iarc.fr/Default.aspx>
- [6] Matheron B. The theory of regionalized variables [M]. Fontainebleau: Centre de Morphologie Mathématique.
- [7] ArcGIS9. 3. 1 Environmental Systems Research Institute. Redlands'United States 2009.
- [8] 唐咸艳. GIS 空间分析技术在疾病空间异质性分布中的应用研究. 以广西原发性肝癌为例[D], 广西医科大学, 2009.
- [9] Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. 2005 [<http://www.csiss.org>]
- [10] 张冰冰. 小空间尺度上手足口病时空流行病学研究[D]. 山东大学, 2013.
- [11] 王涛. 山东省临沂市肺结核的空间流行病学研究[D]. 山东大学, 2011.
- [12] Fang L, Yan L, Liang S, de Vlas SJ, Feng D, Han X, Zhao W, Xu B, Bian L, Yang H, Gong P, Richardus JH, Cao W. Spatial analysis of hemorrhagic fever with renal syndrome in China [J]. BMC Infectious Diseases 2006, 6.
- [13] 张冰冰, 姜祥坤, 张世英, 薛付忠. 空间自相关分析在探究疾病分布热点区域中的应用[J]. 山东大学学报(医学版), 2012, 50(5): 129-132.
- [14] Anselin L. Local indicators of spatial association-LISA[J]. Geographical Analysis, 1995, 27(2): 93-115.
- [15] 唐咸艳, 周红霞. 扫描统计及其在流行病学中的应用[J]. 中国卫生统计, 2011, 28(3):332-337.
- [16] Chaikaew N, Tripathi NK, Souris M. Exploring spatial patterns and hotspots of diarrhea in Chiang Mai, Thailand[J]. International Journal of Health Geographies, 2009, 8(1): 36.
- [17] Wang T, Xue F, Chen Y, Ma Y, Liu Y. The spatial epidemiology of tuberculosis in Linyi City, China, 2005-2010[J]. BMC Public Health 2012.
- [18] Kulldorff M, Heffeman R, Hartman J, Assuncao R, Mostashari F. A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection[J]. PLoS Medicine 2005, 2(3): 216-224.
- [19] Wu W, Guo J, Guan P, Sun Y, Zhou B. Clusters of spatial, temporal, and space-time distribution of hemorrhagic fever with renal syndrome in Liaoning Province, Northeastern China[J]. BMC Infectious Diseases 2011, 11.
- [20] Schmiedel S, Blettner M, Kaatsch P, Schuz J. Spatial clustering and space-time clusters of leukemia among children in Germany, 1987-2007[J]. European Journal of

Epidemiology 2010, 25(9): 627-633.

[21] Chen WQ, Zhang SW, Zeng HM, et al. Report of cancer incidence and mortality in China, 2010 [J]. China Cancer, 2014, 23(1): 1-10.

[22] Zou XN, Sun XB, Chen WQ, et al. Analysis of incidence and mortality of stomach cancer in China from 2003 to 2007 [J]. Tumor, 2012, 32(2): 109-114.