

王钊. 基于 DMSP/OLS 数据的陕西省近 20 年城市化空间分异特征研究[J]. 陕西气象, 2018(1):10-16.

文章编号: 1006-4354(2018)01-0010-07

基于 DMSP/OLS 数据的陕西省近 20 年 城市化空间分异特征研究

王 钊

(陕西省农业遥感信息中心, 西安 710014)

摘 要: 利用美国国防气象卫星 DMSP/OLS 数据以及 2000—2008 年陕西省社会经济数据建立了卫星灯光指数和城市化水平指数(ULI-NCLI)模型, 分析了 1992—2013 年间灯光指数的变化特征和陕西省城市化分异特征。结果表明: 灯光指数(NCLI)和城市化水平指数(ULI)存在较好的相关性, 陕西省 1992—2013 年城市化过程发展南北不均衡, 关中城市群城市化过程发展快于陕北和陕南; 1992—2010 年全省城市发展过程较缓慢, 空间特征基本可以概括为以关中城市群为中心和大城市周围的面状发展过程, 沿交通干线周围的线状发展过程, 陕北、陕南区域内新型小城市或小城镇出现为特征的点状发展过程等三种基本过程; 本世纪初关中城市群落基本形成, 随后从 2005—2013 年为城市化快速发展阶段, 关中以西咸为核心的城市群形成并向周围扩张发展, 陕北和陕南的中小城市点状发展过程开始呈现面状扩张发展的趋势。

关键词: DMSP/OLS 数据; 城市化; 灯光指数(NCLI); 城市化水平指数(ULI)

中图分类号: P412.27

文献标识码: A

城市化发展水平是一个地区社会、经济发展水平的综合体现, 20 世纪 90 年代末, 中国出现了规模较大的人口迁移、土地变化、产业转型, 引起了众多学者关注^[1-3]。当前, 主要聚焦在城市土地利用变化、城市空间发展变化监测、空间格局分析和扩展模型模拟等, 从较大尺度对变化过程的研究较少^[4], 难以满足中国大陆宏观城市空间格局和变化过程研究的需要。

美国国防气象卫星(defense meteorological satellite program, DMSP)搭载的 OLS (operational linescan system) 传感器为大尺度城市研究提供了一种新的数据获取手段。DMSP/OLS 卫星有别于对太阳光的反射辐射特征进行监测的 LANDSAT、SPOT 和 AVHRR 传感器, 能够探测到灯光甚至车流等发出的低强度灯光, 使之区别于黑暗的乡村背景, 空间和时间分辨率同 AVHRR 相当, 比较适合动态监测^[3-6]。目前,

国外许多学者利用 DMSP/OLS 数据应用于城镇扩展研究^[6-13]。其中以城市空间特征信息等方面的应用最为广泛, 在此基础上部分学者还讨论了快速城市化过程生态效应^[3]、城市空间演化过程、城市用地空间扩展类型特征^[14]、城市 GDP 空间化^[15]等一系列问题。李景刚等^[16]以环渤海为研究区, 分析研究区域城市空间演化过程。王跃云等^[17]利用 DMSP 数据提取了江苏建设用地空间分布。何春阳等^[14]结合多种数据, 研究了城市化发展过程对不同植被初级生产力所带来的影响。总体上, 利用灯光数据, 在区域尺度上对城市群空间发展模式 and 过程研究还比较薄弱。

近年来, 伴随国家加大对中西部经济发展的投入, 西北地区正在进行着快速的城市化。作为关中-天水经济区的核心, 陕西省已经形成了以西安为中心的关中大型的城市群, 未来 5 年内城市化会进入高速发展阶段, 即将形成“一核四极、

收稿日期: 2017-11-16

作者简介: 王钊(1980—), 男, 甘肃庆阳人, 硕士, 高级工程师, 主要从事遥感应用研究。

两轴两带”的城镇体系,省域城镇体系将呈现新格局。同时伴随快速城市化发展,城市区域生态环境也变得脆弱。因此,提取城市发展的空间信息,了解城市发展的空间模式及城市空间演化过程,对于系统认识理解城市群的空间发展过程、优化土地格局,降低和防范城市群生态环境风险有着重要的意义。

1 研究区域和数据

研究区域是陕西省,位于中国内陆腹地,黄河和长江流域中部,地理坐标处于东经 $105^{\circ}29' \sim 111^{\circ}15'$,北纬 $31^{\circ}42' \sim 39^{\circ}35'$,面积约 21 万 km^2 ,下辖西安一副省级市、宝鸡等九地级市及农业示范区杨凌。

采用的数据包括两个方面。(1)遥感数据:DMSP/OLS 夜间稳定灯光数据(nighttime lights, NTL),来自于美国国家地球物理数据中心(NGDC)2010 年发布的第四版数据,主要利用各年 9—11 月光照度在 50% 以下的多时相 OLS 数据制成,空间分辨率接近 1 km,像元灰度(digital number, DN)值范围为 0~63,降噪处理时噪声点赋值 0,数据时间跨度从 1992—2013 年,涵盖了 F10、F12、F14、F15、F16 和 F18 等 6 颗卫星。(2)统计数据:所用的人口、经济等社会统计数据来自于陕西省统计局发布的 2000—2008 年《陕西统计年鉴》。

2 研究方法

2.1 DMSP/OLS 数据预处理

数据预处理主要包含:裁剪、空间校正、定标处理几个步骤,其中定标是预处理的重点,1992—2013 年 DMSP/OLS NTL 数据包含了 6 颗卫星的数据,由于传感器之间存在差异且随着时间衰减,使得多颗卫星获取的长时间序列数据缺乏可比性,因此首先要进行不同卫星之间的交叉定标^[18-19]。由图 1 可知,未经过定标的卫星数据之间存在较大的差异,由于 F18 卫星的数据与其余 5 颗卫星差异较大,因此本文在其余 5 颗卫星中选择了 F16 的 2010 年数据作为基准,进行交叉定标。

定标方法采用 Elvidge^[18]提供的方法,首先选择定标区域,主要考虑两个条件:(1)所选区域的空间范围在 1992—2013 年扩张不明显;(2)所

选区域 DN 值涵盖 0~63 的数值。经过多次试验,定标区域最终由两部分组成:DN 值变化较为稳定的西安城市中心二环以内的区域,关中和陕南 DN 值跨度较大且多年变化值较小的中小县城区域作为定标点。

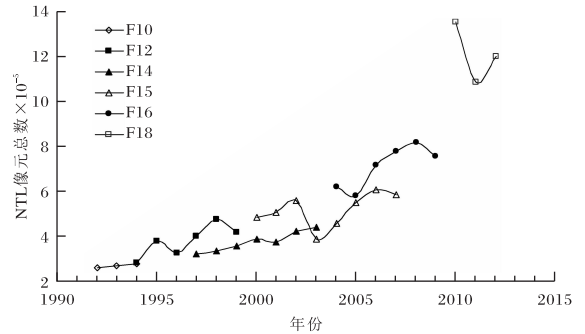


图 1 定标前不同卫星得到的 NTL 时间序列数据

根据所选区域 2010 年像素 DN 值,利用二阶多项式回归模型

$$\text{DN 订正值} = c + b \times (\text{DN 值}) + a \times (\text{DN 值})^2, \quad (1)$$

分别计算了 F10、F12、F14、F15、F16 和 F18 卫星每年的回归系数 a 、 b 、 c ,利用系数和模型得到订正后的 DN 值,遇到相重叠的卫星数据时选择相关系数 R 值最大时的数据,得到 1992—2013 年定标后的时间序列数据。

2.2 陕西 NTL 数据变化特征

图 2 给出定标后得到的 1992—2013 年 NTL 数据像元总数变化时间序列,定标后数据呈现出稳定的增加趋势。

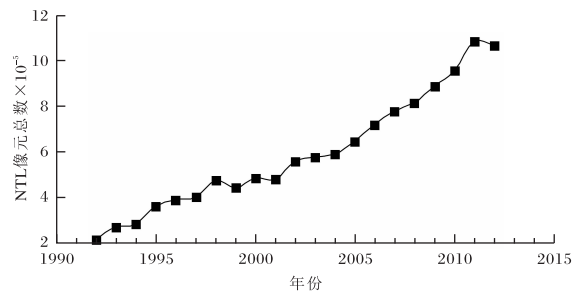


图 2 定标后陕西省 NTL 时间序列数据

2.3 反映区域城市化水平的灯光指数构建

在对灯光数据进行定标后,采用陈晋等^[3]给出的方法来定义城市化水平的灯光指数(NCLI),区域 j 的灯光指数值为

$$(NCLI)_j \text{ 值} = I_j \cdot W_1 + S_j \cdot W_2. \quad (2)$$

其中, I_j 和 S_j 分别为区域 j 平均灯光强度指标和灯光面积指标, W_1 和 W_2 为其权重, 通过相关分析得到^[14], 本文取 $W_1 = 0.9, W_2 = 0.1$ 。

区域平均灯光强度指标 I_j 定义为

$$I_j = \sum_{i=1}^{63} (DN)_i \text{ 值} \times \frac{n_i}{N \times 62}. \quad (3)$$

公式(3)中 $(DN)_i$ 值为区域内第 i 等级的灰度值, n_i 为区域内第 i 灰度等级的像元总数, N 为区域内所有灯光像元总数 ($63 \geq DN \text{ 值} \geq 1$), 63 为最大灰度等级, I_j 表征了相对于最大可能灯光强度的比例关系。

区域灯光面积指标 S_j 定义为: 区域内所有灯光像元的总面积 A_n ($63 \geq DN \text{ 值} \geq 1$) 占整个区域面积 A ($63 \geq DN \text{ 值} \geq 0$ 像元之面积) 的比例, 即

$$S_j = A_n / A, \quad (4)$$

反映了灯光的空间延展特性。

利用上述公式和定标后的时间序列数据计算 NCLI 值。

3 结果分析

3.1 ULI-NCLI 相关关系的建立

地表夜间灯光的强度及空间分布与人类活动息息相关, 人类活动频繁区域的城市化发展水平较高, 因此夜间灯光数据对城市化水平^[20] 有较好的代表性。常用的城市化水平指数单一指标有城镇人口比例、建成区面积比例、恩格尔系数等。但是城市化是社会结构、经济结构和生产生活方式的根本性转变^[20], 单一指标不足以表示城市化的深刻内涵, 学者们在多年研究中从综合的角度构建了多种城市化水平指数。

本文主要利用城镇人口比例、二三产业产值比例和建成区面积比例分别表征人口城市化水平、经济城市化水平和土地城市化水平, 在此基础上计算传统城市化水平指数 ULI 值, 即

$$ULI \text{ 值} = \sum_{i=1}^3 (\omega_i \cdot u_i), \quad (5)$$

其中 u_i 为城市化水平评价的三个因子, ω_i 为各因子的权重, 本文认为 3 个因子影响是均等的, 因此权重均取 1/3。

利用统计年鉴数据, 计算 2000—2008 年陕西

省 10 个地市的 ULI 值, 得到 71 个样本。同时根据公式(2)、(3)、(4) 得到 2000—2008 年 NCLI 值。对研究区域内的 71 个样本进行线性回归分析, 得到城市化水平因子和城市化水平灯光指数之间的线性统计关系:

$$ULI \text{ 值} = 0.1209 \times NCLI \text{ 值} + 14.3762. \quad (R^2 = 0.6501)$$

城市化水平因子与城市化水平灯光指数关系较好, 二者相关系数达到 0.806(见图 3)。因此, 近 20 年灯光数据的空间变化特征对城市化具有较好的代表性。

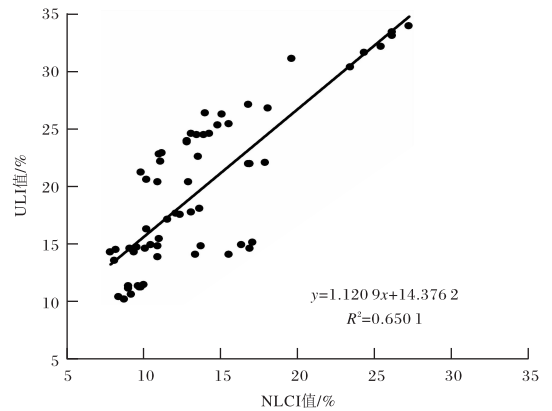


图 3 ULI-NCLI 线性回归分析

3.2 1992—2013 年灯光指数时间变化特征

图 4 给出了陕西省关中、陕南和陕北 1992—2013 年 NCLI 时间变化特征, 由图 4 可以看出: (1) 近 20 年全省城市发展呈现出不均衡的态势。1992—2000 年城市化发展较为缓慢, 呈弱增加趋势; 2001 年开始城市化发展开始加速, 主要是由于西部大开发战略的刺激作用, 使陕西省的经济加速。(2) 陕西省内灯光指数值分布不均。关中最高, 陕北其次, 陕南最低, 表明关中地区城市化水平最高, 其次为陕北地区, 陕南地区城市化水平最低, 这与陕西城市化研究结果一致。(3) 陕西省灯光指数增长率分布不均。关中地区平均增长 69.7%/a, 西安增长最快, 增长率为 117%/a; 陕北平均增长率为 57.4%/a; 陕南增长率为 42.9%/a。表明近 20 年陕西城市化发展速度关中地区明显高于陕北和陕南地区, 陕南地区城市化发展速度最慢。(4) 西安市灯光指数明显高于其他 9 个地市, 表明西安市城市化水平在陕西省最高, 主要是

因为西安既是陕西省的省会,又是西北地区社会经济最发达的城市,人口规模庞大,城市基础设施的建设等相对陕西其他城市完善,因此其城市化水平明显高于其他地区。

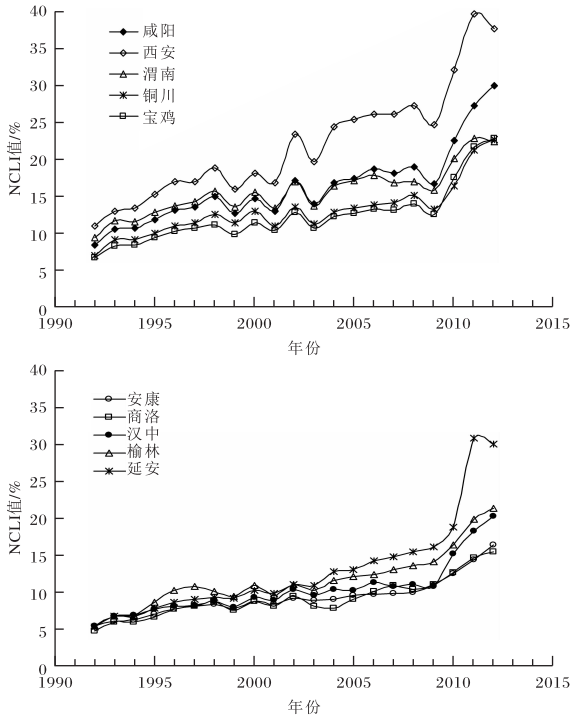


图4 陕西省1992—2013年NCLI值变化趋势

3.3 1992—2013年灯光指数空间变化特征

根据NCLI值和ULI值的相关关系,统计灯光面积数据,分析陕西省1992—2013年各地市城市灯光面积的变化特征。

由图5(见第14页)可知:(1)1992年全省灯光面积较小。密集区主要集中在以西安为中心的关中中部地区,关中西部 and 东部有少量分布,陕北和陕南数量极少;陕西境内的灯光主要呈点状分布特征。表明在20世纪90年代初,陕西的城市化水平并不发达,基本上以点状的城市分布为主,并未形成显著的城市群落。(2)1992—1998年,陕西省灯光面积开始增加。关中地区1998年增加至1992年的1.32倍,并呈现出点状分布向面状分布增长的趋势,关中东部和西部以及关中—陕南方向出现了线状分布区域;陕北仍呈现点状分布,1998年增加至1992年的3.67倍。表明20世纪90年代后期,陕西城市化较90年代初有了进一步的发展,以西安为中心的关中城市群开始

逐渐形成,线状灯光区的出现表明以铁路、公路和一级公路等组成的交通干线有了明显的发展,但此时仍局限在关中地区。(3)1998—2004年,陕西省境内灯光面积增加仍较缓慢。到2004年为止,陕北灯光面积增加到1992年的7.89倍,关中、陕南灯光面积分别增加到1992年的2.50和3.23倍;关中、陕南1992年呈点状分布的灯光分布开始向面状扩大,同时陕北、陕南出现了新的点状灯光,并呈密集分布趋势。表明21世纪初期,以西安为中心的城市群落已经基本形成,交通干线已经从关中区域扩展到了陕南和陕北区域,陕北和陕南出现了大面积新兴小城市和小城镇。(4)2005—2013年,灯光呈现出迅猛增加的趋势。与1992年相比,2005年陕北地区灯光面积为1992年的12.20倍,到2013年增加至1992年的152.04倍;关中、陕南2005年灯光面积为1992年的3.13和4.33倍,到2013年增加至1992年的25.58和94.42倍。陕北灯光大面积的增加主要与陕北地区油井燃烧有关。2013年关中城市群的点状耀斑区已经连接成线并以大中型城市为中心呈现面状发展的趋势,同时出现了新的点状耀斑,并呈现出向线状耀斑发展的趋势。21世纪10年代初,陕西关中地区以西安为中心的城市群落已经形成,并开始呈现扩张的趋势,交通干线已经连接陕北、陕南和关中的主要城市,新兴的城市和城镇开始大面积出现,并开始呈现出扩张的趋势。

总之,陕西省城市化发展过程较缓慢,且基本以关中为中心,城市化过程基本上可以从空间上概括为以大城市周围的面状城市化过程、沿交通干线周围的线状城市化过程和新型小城市或小城镇出现为特征的点状城市化过程等三种基本过程。在三种城市化过程中,关中主要是面状城市化过程居优势地位,陕北和陕南则以新型小城市或小城镇为主的点状城市化过程为主,线状城市化过程存在于面状城市化过程和点状城市化过程形成的过程中。陕西城市群的形成基本上开始于21世纪初期,2005—2013年为城市化迅猛发展阶段,关中城市群已经形成并开始向周围扩张,陕北、陕南的点状城市化过程开始呈现向面状城市化过程发展的趋势。

图6(见第14页)给出了陕西省1992—2013

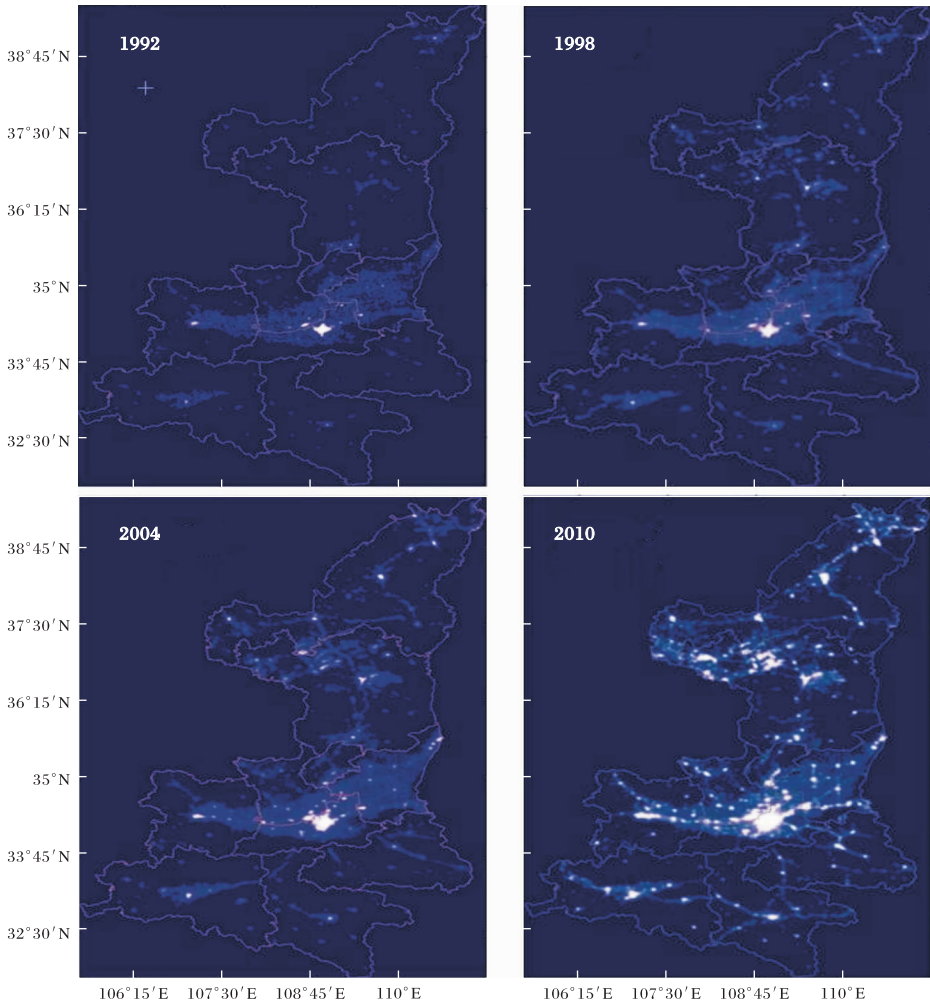


图 5 陕西省 1992、1998、2004 和 2010 年 NTL 值分布特征(文见第 13 页)

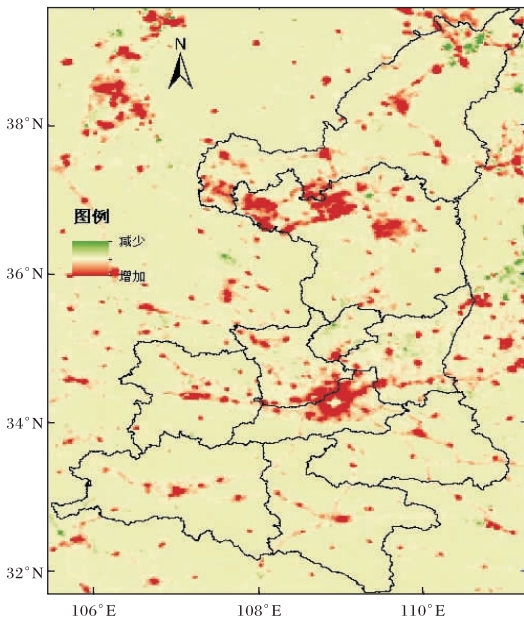


图 6 1992—2013 陕西省 NTL 数据线性倾向率图(文见第 13 页)

年 NTL 数据线性倾向率的变化特征。由图 6 可知,灯光增加的面状区域主要位于关中中部以及陕北延安,其中西安二环以外区域和咸阳交界区的增加主要为城市发展的贡献,延安北部 NTL 值大幅增加的区域和榆林北部局部减少区域主要与地表油田开采夜间燃烧废气有关。

4 结论与讨论

本文根据 DMSP/OLS 数据以及陕西省统计数据分析了陕西省 1992—2013 年间灯光指数的变化特征,建立了灯光指数和城市化水平指数的线性模型,并用该模型分析了陕西省城市化分异情况,得出以下结论。

- (1)陕西地区城市化水平综合指数和灯光指数存在很好的相关关系,通过分析 NCLI 值可以较好的估算区域城市化水平。
- (2)利用城市化水平综合指数和灯光指数的

相关关系,分析了近 20 a 陕西灯光指数的时空变化特征。得到时间上陕西省城市发展呈现出均衡的态势,关中地区城市化水平最高,其次为陕北地区,陕南地区城市化水平最低。

(3)陕西省城市化发展过程较缓慢,城市化过程基本上可以从空间上概括为在以关中地区城市群为中心和大城市周围的面状城市化过程、沿交通干线周围的线状城市化过程和陕北、陕南广大区域内新型小城市或小城镇出现为特征的点状城市化过程三种基本过程。在三种城市化过程中,关中地区主要是面状城市化过程居优势地位,陕北和陕南则以新型小城市或小城镇为主的点状城市化过程为主,线状城市化过程存在于面状城市化过程和点状城市化过程形成的过程中。陕西地区城市群的形成基本上开始于 21 世纪初期,2005—2013 年为陕西省城市化迅猛发展阶段,关中城市群已经形成并开始向周围扩张,陕北、陕南的点状城市化过程开始呈现向面状城市化过程发展的趋势。

参考文献:

[1] 顾朝林,徐海贤. 改革开放二十年来中国城市地理学研究进展[J]. 地理科学,1999,19(4):320-331.

[2] 何春阳,李景刚,陈晋,等. 基于夜间灯光数据的环渤海地区城市化过程[J]. 地理学报,2005,60(3):409-417.

[3] 陈晋,卓莉,史培军,等. 基于 DMSP /OLS 数据的中国城市化过程研究——反映区域城市化水平的灯光指数的构建[J]. 遥感学报,2003,7(3):168-175.

[4] 卓莉,史培军,陈晋,等. 20 世纪 90 年代中国大陆城市时空变化特征——基于灯光指数 CNLI 方法的探讨[J]. 地理学报,2003,58(6):893-902.

[5] 杨眉,王世新,周艺,等. DMSP/OLS 夜间灯光数据应用研究综述[J]. 遥感技术与应用,2011,26(1),45-51.

[6] 曹丽琴,李平湘,张良培. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的城市人口估算——以湖北省各县市为例[J]. 遥感信息,2009(1):83-87.

[7] ROBERTO C, MARIA C G, PAOLO R. Urban mobility and urban form: the social and environmen-

tal cost of different Patterns of urban expansion[J]. Ecological Economics, 2002, 40(2):192-216.

[8] SUTTON P, TAYLOR M, ELVIDGE C. Using DMSP OLS imagery to characterize urban populations in developed and developing countries [J]. Remote Sensing of Urban and Suburban Areas, 2010(10): 329-348.

[9] SUTTON P, ROBERTS D, Elvidge C D, et al. A comparison of night time satellite imagery and population density for the continental United States[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1997,63(11):1303-1313.

[10] IMHOFF M L, BOUNOUA L, DEFRIES R, et al. The consequences of urban land transformation on net primary productivity in the United States[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 89(4): 434-443.

[11] ELVIDGE C D, BAUGH K E, HOBSON V H, et al. Satellite inventory of human settlements using nocturnal radiation emission: A contribution for the global toolchest[J]. Global Change Biol, 1997(3): 387-791.

[12] LO C P. Modeling the population of China using DMSP operational linescan system nighttime data [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 2001,67(9):1037-1047.

[13] 何春阳,李景刚,陈晋,等. 基于夜间灯光数据的环渤海地区城市化过程[J]. 地理学报,2005,60(3):409-417.

[14] 何春阳,史培军,李景刚,等. 基于 DMSP/OLS 夜间灯光数据和统计数据的中国大陆 20 世纪 90 年代城市化空间过程重建研究[J]. 科学通报,2006,51(7):856-861.

[15] 韩向娣,周艺,王世新,等. 基于夜间灯光和土地利用数据的 GDP 空间化[J]. 遥感技术与应用, 2012,27(3):396-405.

[16] 李景刚,何春阳. 基于 DMSP /OLS 灯光数据的快速城市化过程的生态效应评价研究——以环渤海城市群地区为例[J]. 遥感学报,2007,11(1):115-126.

[17] 王跃云,徐昀,朱喜钢. 江苏省城镇建设用地区域时空格局演化——基于 1993、1998、2003 年度夜间灯光数据的分析[J]. 现代城市研究,2010(2):67-73.

张楠,尚可政,刘继锋,等. 脑血管病的气象危险指数预报研究 [J]. 陕西气象, 2018(1):16-20.

文章编号: 1006-4354(2018)01-0016-05

脑血管病的气象危险指数预报研究

张楠^{1,2}, 尚可政², 刘继锋³, 乔丽¹

(1. 西安市气象局, 西安 710016; 2. 兰州大学, 兰州 730000;

3. 西安市疾病预防控制中心, 西安 710054)

摘要:为预防脑血管病发生、发展,提高人群自我保健意识,利用西安市 2010—2013 年脑血管病死亡人数和同期气象数据,通过 SPSS17.0 对气象因子与脑血管疾病逐日死亡人数进行单因素相关分析,通过多元逐步回归方法按月建立脑血管病日死亡人数预报模型,并建立脑血管病气象危险指数等级,应用 2014 年资料检验预报模型及等级预报。结果表明:西安市不同月份与脑血管病死亡人数有显著相关的气象因素不同;按月建立的脑血管病预报模型准确率在 78% 以上,气象危险指数等级预报准确率达 90%,预报模型及气象危险指数等级预报效果较好。

关键词:脑血管病;气象危险指数;多元逐步回归;预报模型

中图分类号: R122.26

文献标识码: A

脑血管病(cerebrovascular disease)指由于脑部血管病变所引起的脑部疾病,包括脑动脉粥样硬化、血栓形成、狭窄、闭塞、脑动脉损伤、血管畸形等,其共同特点是引起脑组织的缺血或出血性意外,所以通常可分为缺血性和出血性脑血管病,导致患者残疾或死亡,又称脑血管意外。在我国,每年有新发脑血管病患者约 270 万人,每年死于脑血管病的患者约 130 万人,脑血管病已经成为我国居民的“第一杀手”^[1]。数据显示,2010—2014 年,西安地区脑血管病死亡人数逐年增加,2014 年,因脑血管病死亡的人数占西安地区总死亡人数的 26.0%。已有研究显示^[2],气压、

气温等气象因素的异常变化是诱发脑血管病发病的危险因素之一。本研究通过分析气象因素与脑血管病死亡的相关关系,建立脑血管病日死亡人数的预报模型,并依据模型建立相应的气象危险指数等级标准,为预防脑血管意外的发生,提高人群自我保健意识提供参考。

1 资料与方法

1.1 资料选取

2010—2014 年脑血管病日死亡数据来自西安市疾病预防控制中心,数据选取西安市 11 个区、2 个县の日死亡人数数据中的脑血管病部分;同期气象数据来自西安市气象局,包括:日平均气

收稿日期: 2017-09-07

作者简介: 张楠(1984—),女,陕西西安人,硕士,工程师,从事公共气象服务研究。

基金项目: 陕西省气象局科技创新基金项目(2014M-37)

[18] ELVIDGE C D, ZISKIN D, BAUGH K E, et al. A fifteen year record of global natural gas flaring derived from satellite data[J]. *Energies*, 2009, 2(3): 595-622.

[19] ZHANG Q L, SETO K C. Mapping urbanization dynamics at regional and global scales using multi-

temporal DMSP/OLS nighttime light data[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115(9): 2320-2329.

[20] 杨眉, 王世新, 周艺, 等. 基于 DMSP/OLS 影响的城市化水平遥感估算方法[J]. *遥感信息*, 2011, 4: 100-106.