引文格式：王梓濛. 基于遥感数据的疫情下湖北省经济分析研究[J]. 地理空间信息, 2023, 21(8): 58-60. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.08.014

基于遥感数据疫情下的湖北省经济分析研究

王梓濛[1]
（1. 中国农业大学土地科学与技术学院，北京 100083）

摘　要：COVID-19疫情给世界各国带来了不同程度影响，而夜光遥感为研究疫情对社会经济的影响程度提供了新的方法。以湖北省为研究对象，利用2019年和2020年的月合成VIIRS/NPP夜光遥感数据产品，建立灯光强度分析指标，结合湖北省季度产值数据，分析了COVID-19疫情下湖北省经济的变化过程。结果表明：疫情爆发的第一个季度，对整个湖北省的经济影响较大，主要体现在交通路网和城市区域的夜光降低；在解封后的第一个季度，交通路网和城市区域恢复明显，但不同城市之间存在差异。通过本研究，进一步证实夜光遥感数据同GDP数值具有较好的相关性。此外，夜光遥感数据能够较好地反映疫情对经济的影响，并能在空间上体现这种影响的细节，有助于支持政府合理制定疫情后的复工复产措施。

关键词：夜光遥感；COVID-19；经济影响
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）08-0058-03

Economic Analysis of Hubei Province Under the COVID-19 Based on Remote Sensing Data

WANG Zimeng[1]
(1. College of Land Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: The COVID-19 epidemic has affected countries around the world to various degrees. Night-light remote sensing provides a new tool to study the extent of the epidemic's impact on society and economy. Using the monthly synthetic VIIRS/NPP night-light remote sensing data products in 2019 and 2020, we established light intensity analysis indicators and analyzed the impact and recovery of Hubei's economy under the COVID-19 epidemic by combining quarterly GDP data from Hubei Province. The results show that the economic impact was huge across Hubei Provincein the first quarter of epidemic outbreak, mainly reflected in the reduction of night-light in the transportation road network and urban areas. But the recovery of transportation road network and urban areas was obviousin the first quarter afterdeblocking with differences among different cities. Through this study, it is further confirmed that the night-light remote sensing data has a good correlation with GDP values, can better reflect the impact of epidemic on the economy, andspatially represent the details of this impact, which is helpful for the government to reasonably formulate measures to resume work and production after the epidemic.

Key words: night-light remote sensing, COVID-19, economic impact

自第一代夜光遥感卫星升空以来，夜光遥感广泛应用于人类社会经济活动的研究，比如，社会经济参数估算（GDP、电力消费等）、人口发展与估算、城市化监测和重大事件评估等[1]。COVID-19疫情发生以来，国内外学者利用夜光遥感对疫情影响进行了研究[2-9]。

本研究以湖北省为研究对象，利用2019年和2020年的月合成VIIRS/NPP夜光遥感数据产品，借用经济统计中常用的同比概念建立灯光强度分析指标，并结合GDP数值研究第一波疫情对湖北省经济的影响，同时，我们利用灯光强度指标进一步探讨疫情影响的空间细节对，从而在时间和空间上揭示COVID-19疫情对湖北省经济的整体影响。

1　研究数据和研究方法

1.1　研究数据

本研究通过湖北省政府官网和统计局获得了湖北省2019—2020年每个季度一、二、三产业的GDP数据，该数据为初步核算结果（表1、2）。

夜光遥感数据由搭载在Suimi National Polar-Orbiting Partnership（NPP）卫星上可见光近红外成像辐射计（VIIRS）的日/夜波段（Day/Night Band，DNB）获得，VIIRS DNB数据较美国国防气象卫星计划卫星业务线扫描系统（DMSP-OLS）数据有更多的改进，主要表现在更低的探测极限、更宽的动态范

收稿日期：2022-07-26；修回日期：2022-08-17。
作者简介：王梓濛（2002—），研究方向为地理信息科学，E-mail：2967697837@qq.com。

围、更精细的量化，以及飞行中的定标等。本研究使用的是2019—2020年的VIIRS/NPP月无云DNB合成数据产品（https://code.earthengine.google.com/），空间分辨率15 s，格式为Geotiff，坐标系为地理坐标系，数据单位为辐射亮度（nW/cm2/sr）。

表1　湖北省2019年季度GDP数据

类型	2019年GDP/亿元				
	一	二	三	四	全年
第一产业	598.13	715.75	1 453.47	1 041.74	3 809.09
第二产业	3 717.18	4 668.7	4 913.02	5 799.72	19 098.62
第三产业	4 794.74	5 401.25	4 247.18	8 477.43	22 920.60
合计	9 110.05	10 785.7	10 613.67	15 318.89	45 828.31

表2　湖北省2020年季度GDP数据

类型	2020年GDP/亿元				
	一	二	三	四	全年
第一产业	540.68	780.3	1 654.5	1 156.43	4 131.91
第二产业	2 146.96	4 686.05	4 861.52	5 329.37	17 023.90
第三产业	3 691.71	5 634.81	5 782.89	7 178.24	22 287.65
合计	6 379.35	11 101.16	12 298.91	13 664.04	43 443.46

对于获取的夜光遥感数据，我们主要针对数据中的极值进行处理，对于夜光遥感数据中像元值小于0.6 nW/cm^2/sr的值替换为0值[15]，对于极亮像元，以武汉市主城区的最大值作为极高值的阈值，以此去除研究区内的极亮值像元。

1.2　研究方法

本研究借用经济统计中常用的同比概念建立了灯光强度指标，并对比了2019年和2020年的灯光强度的时空变化，以了解疫情对湖北省经济的影响。有关灯光强度指标说明如下。

1）采用平均强度（ANL）表征湖北省2019年和2020的夜光强度，计算公式如下：

$$\mathrm{ANL}=\frac{\sum_{i=1}^{N}NL_i}{N} \tag{1}$$

式中，ANL为某月行政单元内的平均灯光强度；N为该行政单元内的像元总数；NL_i为第i个点的像元值。

2）为了考查灯光强度变化的空间细节，直接利用两个时期（季度）的像元值（即，NL_j^{ref}和NL_j^{var}）计算灯光强度的同比变化，公式如下：

$$MM_{NL}=\frac{NL_j^{var}-NL_j^{ref}}{NL_j^{ref}} \tag{2}$$

式中，NL_j^{ref}为参考季度像元j处的平均灯光强度，即像元j三个月的NL之和；NL_j^{var}为待考查的季度。MM_{NL}的取值范围应为（–1，1），大于零，灯光强度同比增加；小于零，灯光强度同比减少。

2　夜光时序数据和经济影响分析

2.1　夜光强度变化

表2为湖北省2019年和2020年月平均灯光强度，图1为湖北省2019年和2020年季度平均灯光强度变化。为了便于比较灯光强度和GDP的关系，根据表1和表2最后一行每季度的合计GDP得到2019年和2020年季度GDP变化（图2）。



图1　湖北省2019年和2020年季度平均灯光强度



图2　湖北省2019年和2020年季度GDP

对于灯光数据，由图1和图2，可以看出2019年4个季度的平均灯光强度和GDP趋势具有较好的相关性（相关系数R^2为0.639 3）。然而，由于受云的影响和数据质量问题，2019年第一季度和2020年第三季度平均灯光强度数据存在较大误差，具体表现在：2020年一季度的平均灯光强度明显高于2019年一季度，而该季度湖北省全面封锁，因此2020年一季度的平均灯光强度应低于2019年一季度；2020年第三季度的平均灯光强度明显低于2019年三季度，而2020年第三季度的GDP高于2019年第三季度，因此平均灯光强度应高于2019年三季度。原因在于2019年1月和2020年7月的影像受云的影响较大，典型表现是影像模糊、纹理不清，同时数值偏小；而2020年9月的灯光数据具有质量问题，存在大量零值区域（图3），因此造成了这些误差。

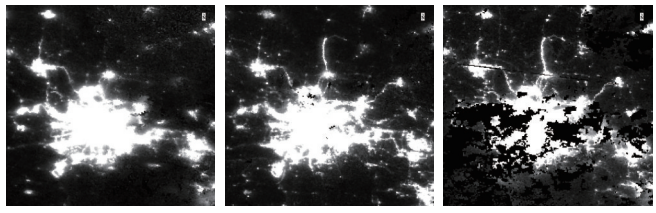


图3　2019年1月、2020年7月和9月的月合成灯光数据（左至右：1月，7月，9月）

2.2　经济影响分析

考虑到灯光数据受云的影响和数据质量问题，研究以2019年第四季度为参考，探讨了湖北省2020年第一季度和第二季度经济受疫情的影响和恢复的空间

表2 湖北省2019年和2020年月平均灯光强度（nW/cm²/sr）

	月份	1	2	3	4	5	6
	2019年	0.312 686 4	0.448 005 6	0.596 760 3	0.585 762 4	0.607 848 2	0.644 72 33
续	2020年	0.563 248 8	0.638 176 1	0.563 006 6	0.690 220 8	0.686 111 1	0.598 394 4
表	月份	7	8	9	10	11	12
	2019年	0.587 784 7	0.566 862 8	0.633 876 3	0.686 372 5	0.657 919 9	0.640 087 7
	2020年	0.574 999 5	0.643 795 6	0.367 628 9	0.663 322 4	0.669 235 3	0.743 555 9

细节（图4、5）。

图4、5中的灰色区域表示平均灯光强度同比高于2019年第四季度的区域，数值大于零，而黑色区域则是平均灯光强度同比低于2019年第四季度的区域，数值小于零。灯光强度直观地反映了人类活动情况，并与GDP数据具有较好的相关性，能够有效反映疫情对经济的影响。通过图4和图5也可以明显观察到平均灯光强度体现出的城市分布，图斑最大为武汉市，图斑次之的为宜昌市（图的中下部），图斑第三大的为襄阳市（图的中上部）。

对比图4和图5，可以明显看出图4中连接城市图斑的路网呈现明显黑色，而且各类规模的城市中黑色比重较大；到了2020年第二季度，灰色区域明显增大，说明湖北省解封后，经济有了明显的恢复。从单个城市来看，疫情发生后的第一季度，襄阳市和宜昌市经济受到的影响更为明显，到了第二季度，全省解封后，宜昌市经济恢复相对较快；同时，无论是GDP数值，还是平均灯光强度同比变化，都表明到2020年第二季度湖北省经济得到明显恢复，但尚未完全从疫情影响中恢复过来。



图4 2020年一季度与2019年第四季度平均灯光强度同比变化

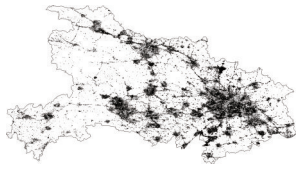


图5 2020年二季度与2019年第四季度平均灯光强度同比变化

3 结 论

本研究利用2019年和2020年VIIRS/NPP月无云DNB合成数据产品考查COVID-19疫情对湖北省经济的影响。具体借用经济统计常用的同比概念建立了灯光强度指标，从时间和空间两个方面分析了疫情发生的第一个季度和解封后第一个季度湖北省灯光强度指标变化，探讨了疫情对经济的带来的损失和恢复情况。通过本研究，可以得到以下几个结论：

1）疫情发生的第一个季度，灯光强度明显减弱，路网和城市区域体现都非常明显，且在湖北省解封后，路网得到了很大程度的恢复，城市恢复正常秩序情况也非常明显。

2）灯光强度同二、三产业之和与GDP数值的变化具有较好的一致性。

3）疫情对经济的影响和恢复具有明显的空间差异。

参考文献

[1] 李胭胭，董晓峰，李宇. 基于DMSP/OLS数据的蒙古高原城市群空间特征比较[J]. 地理空间信息，2021，19(4):84-88

[2] Elvidge C D, Ghosh T, Hsu F C, et al. The Dimming of Lights in China During the COVID-19 Pandemic[J]. Remote Sensing, 2020, 12(17):2 851. DOI:https://doi. org/10. 3390/rs12172851

[3] Tian S, Feng R, Wang L. An Analysis for the Work Resumption Under the Covid-19 Epidemic Based on VIIRS-DNB Nighttime Lights in China[C]//2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS. 2021:8 376-8 379. DOI:10. 1109/IGARSS47720. 2021. 9554030

[4] Meng Y, Zhu V, Zhu Y. Co-distribution of Light At Night (LAN) and COVID-19 Incidence in the United States[J]. BMC Public Health, 2021, 21(1):1 509. DOI:10. 1186/s12889-021-11500-6

[5] 王正，贾公旭，张清凌. COVID-19疫情背景下2020年第一季度广东省二、三产业GDP空间分布变化分析[J]. 自然资源遥感，2021，33(3): 184-193

[6] Straka Iii W, Kondragunta S, Wei Z, et al. Examining the Economic and Environmental Impacts of COVID-19 Using Earth Observation Data[J]. Remote Sensing, 2020, 13: 5. DOI:10. 3390/rs13010005

[7] Xu G, Xiu T, Li X, et al. Lockdown Induced Night-time Light Dynamics During the COVID-19 Epidemic in Global Megacities[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation: ITC journal, 2021, 102: 102 421

[8] Yin R, He G, Jiang W, et al. Night-time Light Imagery Re-

（下转第75页）