

摘要

改革开放以来,我国的城镇化发展取得了新的突破,也面临着传统统计数据收集耗时耗力,更新不及时、来源不统一、结果不够直观等问题,因而将其用于评定各城镇在不同指标下的发展水平时,代价极高。相比之下,夜间灯光遥感数据消耗极少人力物力,且具备高更新速率、广覆盖度等优势,可对其进行补足。

鉴于此,本文提出、改进一系列算法,用以估算与新型城镇化密 切相关的人口、建成区、COo排放量和电力消耗四项指标,并据此构 建了一套新型城镇化水平代表性监测查询系统。本研究主要取得如下 进展:1) 二者的拟合精确度在新算法下得到显著提高,所以使用夜 光数据可准确且快速地反映各指标的变化, 减少人力物力的消耗:2) 借助夜光数据更新频率较高的优势,目前评估指标每月均可得到更新; 3) 夜光数据空间分辨率远高于统计数据, 可以给出任意尺度行政单 元的评估指标: 4) 以夜光数据为统一数据源可得到不同的指标, 适 用于衡量发展水平,数据来源得以统一;5)在所建立的数据库基础 上, 开发了系统可视化界面, 为用户监测查看目标行政单元的发展情 况提供了便利: 6) 提供一个数据库与系统应用实例, 将各指标加权 和作为综合指标, 给出所选范围行政单元的综合排名, 其中权重由熵 值法给出。基于以上进展, 本文提出针对性的政策建议, 以期为公共 部门提供管理思路和技术支持。

关键词:新型城镇化;夜间灯光遥感数据;人口;建成区;CO₂排放量;电力消耗量

1.	绪论			1
	1.1.	. <i>研</i>	T 究 背 景	1
		1.1.1.	. 城镇化评估现状及存在问题	1
		1.1.2.	. 新型城镇化的意义及内涵	2
		1.1.3.	. 夜间灯光遥感数据的优势	2
	1.2.	. 国	国内外研究现状	4
	1.3.	. <i>व</i>	干究设计	6
2. 8	研究ス	方法		8
	2.1.	. 数	女据来源	8
	2.2.	,主	医要指标测量与计算	9
		2.2.1.	. 主要研究指标内涵	9
		2.2.2.	城市建成区提取	10
		2.2.3.	. 城市人口估算	10
		2.2.4.	. CO ₂ 排放量估算	11
		2.2.5.	电力消耗估算	12
3. ½	结果及	及应用		13
	3.1.	. 全	全国建成区提取结果	13
	3.2.	. 坊	线市人口估算结果	15
	3.3.	. C	O ₂ 排放量估算结果	17
	3.4.	. 电	2.力消耗估算结果	18
	3.5.	. 系	统构建	21
	3.6.	. 应	2用: 新型城镇化指标计算	23
		3.6.1.	. ှ 墒值法	23
		3.6.2.	. 2007-2016 年地级市新型城镇化指标计算	24
		3.6.3.	. 2010年县级市新型城镇化指标计算	29
4. 3	结论与	与展望		31

参考文献	34
附件清单	36
推荐信	36

1. 绪论

1.1. 研究背景

1.1.1. 城镇化评估现状及存在问题

改革开放以来,我国城镇化率从 1973 年的 17.20%迅速提升至 2016 的 57.35%。传统的城镇化仅通过城镇化率,即按照城市常住人口占总人口比重这一个指标对城镇化的发展进行刻画。但由于地方政府对于城镇人口数单一性、过度性的追求,导致城市人口集聚过多,引发了"虚假城市化"等现象及一系列"城市病"。这种评价方式与新型城镇化的发展背道而驰:

- 1) 脱离新型城镇化实际要求。新型城镇化的内涵包括经济、社会、环境等多个方面,现有的评价仅针对人口数,既显单薄、又不完善,且严重背离新型城镇化所倡导的"质量"和"人本"目标;
- 2) 常规的统计数据更新频率较低。根据国家统计局数据更新的频率,以及对浙江省宁波市测绘局、贵州省六盘水市水城县、安顺市普定县政府的访谈,我们发现有关城市发展的统计数据受到统计工作量繁重的局限性,而无法得到及时更新。其中人口普查数据十年一次,经济普查数据五年一次,和地方统计数据更新频率在一季度一次到五年一次不等。这也导致众多学者"利用往年数据研究往年问题",时效性的缺失使得对研究区实时的城市化水平进行研究困难重重。
- 3) 数据覆盖面有限。访谈记录显示,除时间跨度很大外,空间跨度同样较大,宁波市测绘局访谈人员表示研究对象通常为地级市,因此多采用宏观研究分析: 六盘水市水城县、安顺市普定县政府的研

究对象通常为乡镇级。可见不同级别行政单位具体统计政策有差异, 统计口径难以统一,因此所得结果较难用全国统一标准进行比较,影 响了宏观层面各地区的比较研究。

1.1.2. 新型城镇化的意义及内涵

只考虑人口数量的单一指标模式现已难以满足真正评估城镇化发展的要求,加之各种城市病频发的残酷现实,探索城镇化新的建设思路和模式已迫在眉睫。2014年3月16日,国务院正式发布《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》,强调要以民生、可持续发展和质量为内涵,以追求平等、幸福、转型、绿色、健康和集约为核心目标。其中,民生内涵体现在城市居民真正享受到城市的服务社会、接受城市文化,收入差距缩小,社会保障和福利水平提高,城市公共服务质量提升等;可持续内涵体现在生产方式节能环保,生活习惯绿色低碳等;质量内涵体现在经济发展高效,城市建设由追求数量转为趋向高品质,土地利用集约,城市的无序蔓延得到控制,居民精神水平和文化意识相应提升。新型城镇化政策既是对城市以往种种发展弊端的匡正、也是对城市未来发展与建设方向的引领。

1.1.3. 夜间灯光遥感数据的优势

遥感数据是获得对地观测数据的良好途径,它具有易获取、多波段、连续性强、覆盖范围广的特点^[1]。相比于统计数据,遥感数据可以在时间和空间上更好的描绘城镇的时空变化。其中,夜间灯光遥感数据能反映人类活动的强度,是了解城市形态的良好途径。相比于传统指标方法,利用夜间灯光遥感数据进行新型城镇化监测与评估具有

以下优点:

- (1) 快速——数据更新频率高。由于夜间灯光遥感数据是通过卫星成像获取,最新的卫星(NPP-VIIRS)可以每月合成一幅稳定灯光影像,因此数据具有连续性,当缺少统计数据时,夜间灯光数据可以作为统计数据的补充;
- (2) 准确——统一数据统计口径。夜间灯光数据的成像均由同一传感器完成,其传感器参数完全相同,对地面相同类型的灯光反映相同,克服了统计数据层层上报过程中的人为偏差;
- (3) **便利——数据获取渠道经济高效**。目前夜间灯光数据均可 从美国宇航局官网获得,当卫星将数据传回后,即可免费下载使用;
- (4) 完整——数据覆盖时空范围大。一方面,夜间灯光遥感卫星的覆盖范围为全球,囊括了中国全境,即使是统计资料难以覆盖或达不到的尺度,也可以通过夜间灯光进行推算。另一方面,在缺少统计资料的年份,可以通过夜间灯光遥感数据的模拟来补充资料,填补政府和科研工作的空缺,实现了数据的连续性;
- (5) 精确——时空分辨率高。夜间灯光遥感数据的分辨率一般在百米至千米之间, 粒度相比统计数据略高, 因此可以将估算指标精确到街道或街区级别. 为小尺度的相关工作提供了参考。

夜间灯光遥感数据除统计意义之外,对**城镇化建设**也有一定的实 践参考意义:

(1) 有利于调动地方政府低碳建设积极性,推动城市环境综合 治理良性循环。使用夜间灯光数据估算 CO₂排放量能够有效减少统计 数据层层上报过程中的人为偏差,亦有利于消除地方政府为逃避环境治理职责而进行数据造假等不良现象,进而提升政府部门在环境治理领域的公信力和权威性。

- (2) 有利于推进政府**电子政务建设**进程,通过加强信息公开和公众监督提升行政效能。依托 web 端建立的可视化评估系统可直接服务于政府和个人,能够实现随时随地查看各省市的新型城镇化水平情况,在实现评估电子化的同时,为社会公众参与城市治理、监督和跟进政府的工作进程的良提供适宜、有效、便捷的平台。
- (3) 有利于加快产业结构绿色升级和低碳转型的步伐,为美丽中国建设增光添彩。在监测指标中,人均电能消耗量指标可以评估能源消耗和产业结构,政府可借助评估结果了解目前的产业结构状况,并以此为依据,结合公众和社会的反馈情况,对相应产业作出及时、有效、科学的调整。

1.2. 国内外研究现状

对于夜间灯光数据的研究早在 1970 年就已开始,美国人口普查局在 1970 年根据夜间灯光数据绘制了美国人口分布图。在 1992 年,美国国家大气海洋局(the National Oceanic and Atmospheric administration, NOAA)发布了 DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) 计划后 Sutton^[1]等、Elvidge等、Imhoff^[2]等学者利用此数据估算了灯光面积与人口、人类活动等关系。Elvidge^[3]发现夜间灯光亮度还与 GDP 有着很强的相关关系,因此可以用来评估一个国家的经济发展水平。2000 年夜间灯光数据还被用于估算温室气体(主要指

CO₂) 的排放量^[4]。

中国拥有与美国相当的土地,也适合夜间灯光遥感数据在城市中的研究。在中国区域,Lo^[5]、卓莉等、何春阳^[6]等学者利用夜间灯光数据对中国城市进行人口估算、人口密度估算、城市化空间过程。在城市的环境健康方面,谢志清等学者以长江三角洲城市带为研究对象,利用 DMSP/OLS 夜间灯光数据提取了研究区域的城市化空间扩展过程,结合其他数据定量计算了长三角城市群热岛增温效应对区域温度气候趋势的贡献。

而对于我们的另一个研究主体:新型城镇化水平的测度研究,多数学者从不同角度寻找合适指标进行复合测度。宣国富等 [31], 欧向军等 [32], 陈明星等 [33][7]对指标体系的构建都是按照新型城镇化的内涵要求,划分几个大的方向,再每一个一级指标下找更具体的指标建立指标体系,运用熵值法、因子分析法、德尔菲法等确定权重,综合计算出城镇化水平,都基于各层面的统计数据进行测算。

夜间灯光遥感数据在城市方面的研究与应用已得到西方学者的 广泛关注,当前研究涵盖城市空间格局重建、城市扩展、人类活动及 效应、生态环境等领域。但针对中国独有的新型城镇化过程还鲜有研 究,尤其是利用算法拟合各类指标数据,再基于此建立一个较为综合 的评定指标方面的研究更为少见。本研究正是从这方面的缺口出发, 期望通过夜间灯光数据评估新型城镇化过程中的各项指标,用以评价 各区域新型城镇化水平,监测新型城镇化的发展情况,以期为政府新 型城镇化策略的实施与改进提供一定的理论、现实和技术依据。

1.3. 研究设计

由于新型城镇化政策对城镇化的概念和内涵进行了全新的界定,传统的城镇化评估模式对新型城镇化已不再适用,因而亟待建立一个具有可操作性的评估体系来科学有效地测评新型城镇化水平。具体可以落实到以下指标:民生方面,城镇人口数为经典的描述指标,可以刻画建成区内居民的数量规模,建成区内的居民日常生活、工作与城市的发展息息相关,是城市化进程的主体,是刻画新型城镇化发展水平的基础。可持续方面,二氧化碳排放量反映城市的可持续情况,从环境和生活方式两方面反映新型城镇化所提倡的绿色低碳。质量方面可采用两个指标:根据"克强指数",电力消耗量可以判断研究区域是否满足新型城镇化对于经济质量的要求。此外,建成区面积反映城市的蔓延情况及土地利用的集约性。

基于上述理论和实践背景,本文利用夜间灯光遥感数据对与新型城化相关的统计指标进行了估算,同时建立了一套新型城镇化进程的可视化评估和监测系统。该系统具有易操作、功能丰富、交互便捷、可视化程度高等特点,依托 web 端建立,可直接服务于政府或个人,提供随时随地查看年份之内任意省市的新型城镇化水平情况的功能。

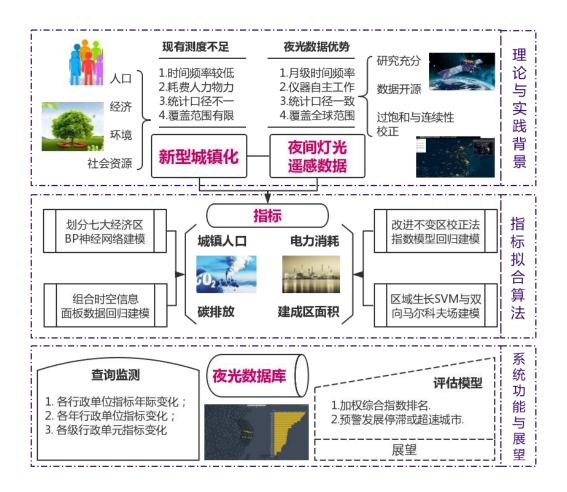


图 1 研究框架图

2. 研究方法

2.1. 数据来源

本文所采用的夜间灯光遥感数据主要来源于 DMSP/OLS(由美国军事气象卫星 Defense Meteorological Satellite Program 搭载的 Operational Linescan System 传感器)和 NPP-VIIRS(新一代的夜间灯光数据可见光红外成像辐射仪, National Polar-Orbiting Partnership's Visible Infrared Radiometer Suite)数据。自 1992年起,可以获取 DMSP/OLS 每年合成的一幅稳定灯光数据(分辨率为1公里),到 2012年,可以每月获取一幅 NPP-VIIRS 的月合成灯光数据(分辨率为500米)。相比于 DMSP/OLS 数据, NPP-VIIRS 的优势在于其更高的空间及时间分辨率,并且避免了灯光过饱和造成的影响。因此,在 2013年之前,选用 DMSP/OLS 的年合成数据进行相关指标的估算,2013年之后选用 NPP-VIIRS 的月合成数据进行估算。

研究中用于拟合的城市建成区数据来源于《中国城市建设统计年鉴》,人口资料来源于人口普查数据 1 、《中国城市统计年鉴》, CO_2 排放量统计数据来源于政府间气候变化专门委员会(Intergovernment Panel on Climate Change, IPCC) 2 、电力消耗量统计数据来源于世界银行公开数据库(World Bank Open Database) 3 。由于缺乏相关统计数据,港澳台地区不纳入本文研究范围。

¹ http://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=E0103

http://www.ipcc.ch/

http://data.worldbank.org/

2.2. 主要指标测量与计算

2.2.1. 主要研究指标内涵

新型城镇化的重要内涵包括人口、经济、资源和环境相互协调, 因此,本文选取复合指标法来表征新型城镇化的进程,重点研究以城 市建成区面积、城镇人口数量、城市人均电能消耗量、城市人均二氧 化碳排放量为因子的指标体系。这四个指标恰好反应新型城镇化在资 源、人口、经济、环境方面的要求,也基本符合浙江省宁波市测绘局、 贵州省六盘水市水城县、安顺市普定县政府访谈中提到的现有指标体 系。总结来看,其含义如下表:

表 1 基于夜间灯光遥感数据新型城镇化评估指标体系

指标	含义
Index	Explanation
建成区面积 (平方米)	准确刻画真实的城市建成区范围面积
Built-up Area (m²)	在确则四兵大的城中是成囚犯国国机
城镇人口数量(人)	刻画实际住在城市、工作于城市、对城市发展起作用、
Urban Polulation (P)	享受城市服务与城市紧密相连的人口规模。城镇人口越
Croun I dividuon (1)	多,城镇化水平越高。
	经济方面, 电力作为必备的生产消耗, 类似的生产技术
人均电能消耗量 (千焦)	水平下, 电耗越多可以表示经济水平越高; 产业结构方
Energy Power	面,第二产业的电能消耗会高于第一和第三产业,单位
Consumption per person	GDP 电耗越高,表示研究区域第二产业为主导产业的可
(kJ)	能性越高。因此,综合 GDP 和电能消耗,可以评估能
	源消耗和产业结构[2]。
人均二氧化碳排放(克/	低碳环保是新型城镇化规划提出的一项重要标准, 二氧
立方米)	化碳排放量可以刻画环境情况和城市生活方式尤其是
CO ₂ Emission per	交通方式的选择, 二氧化碳排放量越低, 城市越符合新

2.2.2. 城市建成区提取

本研究提出的基于面向地理知识发现又兼顾时空信息的多时相城市区域提取算法共包含两个重要模型——区域生长的支持向量机分类器(Region-growing Support Vector Machine Classifier, RSVM)和双向马尔科夫随机场(Bidirectional Markov Random Field, BMRF)。首先利用区域生长的支持向量机分类器对夜间灯光数据等遥感影像进行城市范围识别,得到多时相的初始城市范围(具体算法见附录)。

此算法可以避免统计数据的限制,在没有统计数据辅助的条件下获得城市建成区的面积,并且极大的提高了城市建成区提取的精度, 为评估新型城镇化的综合水平提供了重要的参考标准。

2.2.3. 城市人口估算

本文基于 DMSP/OLS 数据估算了 2003 年-2012 年的全国人口密度分布。使用后向传播神经网络(Back-propagation Neural Network, BP) 实现对任意非线性输入-输出映射的权值训练,并在 BP 模型上附加动量与自适应调整学习速率,以改进其收敛速度较慢、可能陷入局部极小等缺点。其中,在输入层与隐层间使用线性激活函数,在隐层与输出层之间使用 Sigmoid 激活函数,将结果约束在[0,1]之间,实验表明在训练时最大训练次数在 3500 次左右,拟合结果较稳定,精度较高。隐层使用的节点数需要根据具体需要设置,实验表明,将其设为 24

时,对于各尺度的拟合精度都可以接受。

实际拟合时,按照国家标准将研究区划分为七大经济区,对各经济区的地级市分别拟合(如表 2 所示),将地级市拟合得到的人口数相加,与整个经济区的统计人口数据作比较,采用相对误差的方式^[8]衡量精度,同时使用调节系数调整误差

经济区 主要城市 北京、天津、沈阳、大连、济南、青岛、石家庄、 环渤海经济区 唐山、太原、呼和浩特等 东北经济区 黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古东部盟市 长江三角洲及沿江经济区 上海、南京、无锡、常州、苏州、南通、杭州、 宁波、嘉兴、合肥、芜湖等 中部五省经济区 南昌、郑州、长沙、武汉、六安等 东南沿海经济区 广州、深圳、福州、泉州、温州等 成都、绵阳、重庆、贵阳、云南、南宁、拉萨、 大西南经济区 海口等 西安、兰州、宁夏、西宁、乌鲁木齐等 西北经济区

表 2 我国的七大经济区及其主要城市

2.2.4. CO₂排放量估算

由于人类的社会经济活动与 CO₂排放量有着密切的关系^[4],利用 夜间灯光数据在 1km 分辨率下对 CO₂的排放进行建模是基于以下假设:一个更发达的地区通常情况会有更亮的灯光和更多的二氧化碳排放。换言之,夜间灯光影像中每个像元的像元值与该像元在地面上对应点所排放的二氧化碳量正相关。

$$NC_c = aD_c + b (1)$$

式中 NC 代表估算的二氧化碳排放量, c 是指某一特定的像元,

D是特定像元的像元值, a 是回归系数, b 是截距。因为缺少像元级别的二氧化碳排放量的统计数据, 我们假定在省级尺度上, 某一省份的统计数据的二氧化碳排放量和该省份内所对应的像元值总和(即夜间灯光值总和) 正相关, 进而可以求得回归系数 a 和截距 b。(具体算法见附录)

2.2.5. 电力消耗估算

根据经济发展水平的不同,按照与人口估算同样的划分方式将全国划分为七个区域,在每个区域内分别进行拟合。线性回归模型简单且准确度高,被广泛应用于 EPC 的估算中 $^{[9,10]}$,因此本文也选用线性拟合方式。通过以下两步:1)以改进的不变区方法(Modified Invariant Region method, MIR)校正并提取稳定灯光值;2)以校正后的稳定灯光值估计电力消耗。根据式错误未找到引用源。拟合全球电力消耗,其中 E_{ir} 为r区域第i个亮像元的拟合电力消耗值, CDN_{ir} 是经过校正后夜光稳定数据r区域第i个亮像元的像元值,c同样为系数。

$$E_{ir} = cCDN_{ir} (2)$$

利用 DMSP 数据与上述方法, 我们成功拟合了每年的电力消耗。由于我们仍需要后续年份数据, 所以利用 NPP/VIIRS 卫星的夜光数据进行电力消耗的拟合。目前没有较好的 NPP 数据校正方案, 且研究大多直接使用原始 NPP 数据进行拟合, 所以不在此介绍 NPP 校正方案, 具体拟合方法同上, 只需将一年中所有 NPP 数据累和得到全年, 即可进行建模回归得到 2014 年至 2016 年的电力消耗数据。

3. 结果及应用

3.1. 全国建成区提取结果

按 2.2.2 中提出的算法提取全国 2007-2016 年的建成区, 截取 2007 年与 2016 年结果如图 2。图 4 2007 - 2016 年建成区变化图

按不同颜色对十年间的建成区进行合成,可以看到十年间的建成区变化。以长三角区域为例,太湖地区的建成区有明显的变化和空间扩展,而上海地区的建成区扩展并不明显。逐年数据总体精度高达88.23%以上。

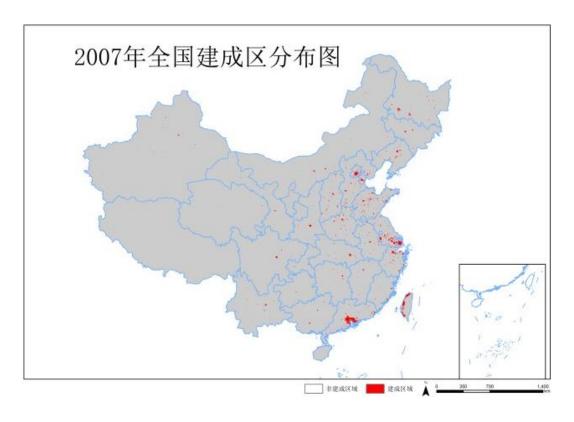


图 2(a) 2007 年建成区提取结果

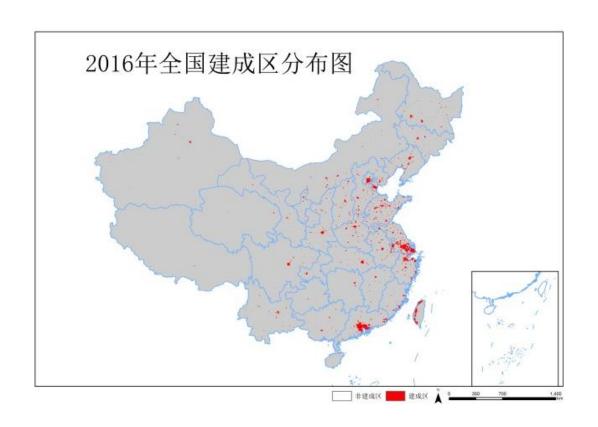


图 3 (b) 2016 年建成区提取结果

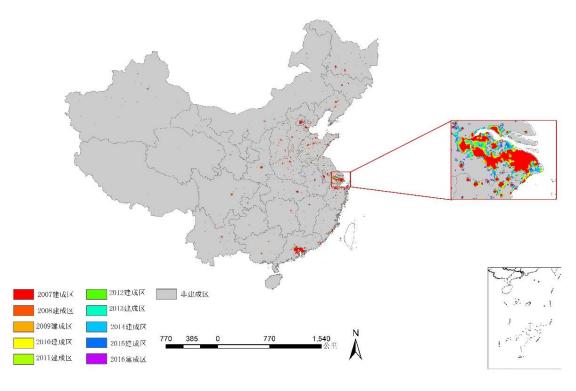


图 42007-2016年建成区变化图

以长江三角洲地区为例, 从图中可以明显看出 2007-2016 十年间

建成区的扩张状况。上海地区建成区较早达到了饱和,在 2007 年之后在其东南部略有扩张。太湖流域城市的蓝、绿色区域面积较大,说明 2007-2009 年该流域附近城市建成区扩张速度最快。

3.2. 城市人口估算结果

通过上述方法,虽然夜光遥感拟合人口依赖于统计数据,但对统计数据也有一定的修正作用,且与统计数据固定在一定尺度的人口分布相比,夜光遥感数据拟合得到的人口分布不拘泥于单一尺度,最小单元远小于公众可获得的统计数据的最小单元。分区拟合相对误差最低可达10-8数量级,足见其有效性。

年份 环渤海 东北 长三角 中部五省 东南沿海 大西南 西北 2003 0.0436 7.34E-08 0.0506 0.000249 58.7922 1.31E-07 0.0060 0.0022 2004 0.0365 7.58E-06 0.0423 4.42E-05 60.3236 2.61E-07 2005 0.0232 6.52E-06 0.0420 0.000338 2.4675 4.83E-07 0.0014 2006 0.0115 3.91E-06 0.0369 2.71E-05 39.8848 9.16E-07 0.000763 2007 1.0146/ 2.53E-08 **81.5984**/ 0.014875/ 97.5409/ 18.4430 54.2973/ 0.0108 0.0368 2.19E-05 9.14E-07 0.000762 2008 1.48E-05 0.0290 33.8148 0.0050 0.000554 5.78E-07 0.000134 2009 0.0080 6.40E-06 0.0259 0.000395 30.6795 4.16E-07 8.68E-05 2010 0.0078 1.75E-06 0.0209 8.01E-06 4.5124 2.80E-07 5.97E-05 2011 0.0052 3.38E-04 0.0160 3.41E-06 15.7363 7.04E-07 0.0065 2012 0.0049 3.90E-06 0.0142 1.25E-06 11.4957 1.03E-06 0.000182 2013 0.0068 3.65E-06 0.0926 2.70E-05 3.5207 5.39E-06 0.000223

表 3 各地区、年份拟合相对误差

本文使用中国国家基础地理信息中心提供的中国省、市、县级行

政区边界矢量数据, 对灯光数据进行相应的分割。

按2.2.3 中提出的算法对全国2007-2016十年间的城镇人口进行估算, 截取2007年与2016年结果如下图,单位为人;图4给出2007与2016人口估算结果。

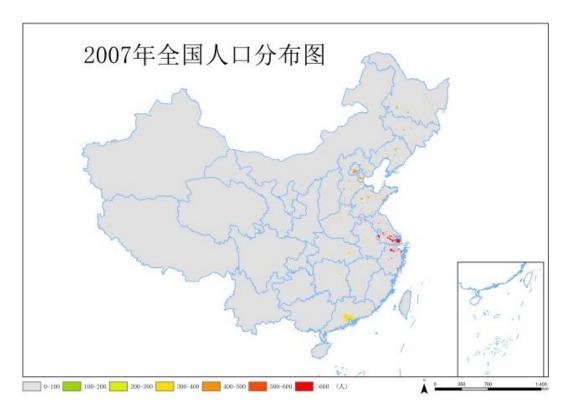


图 5(a) 2007 年城镇人口变化图

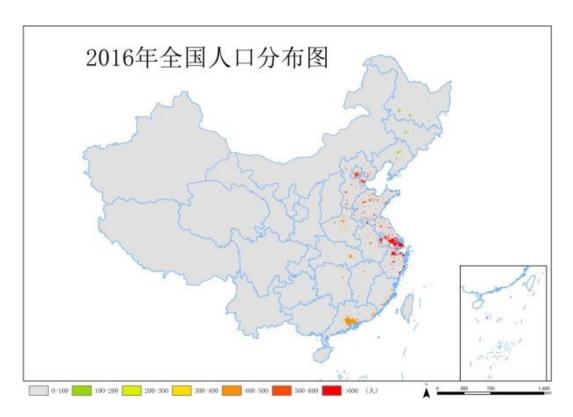


图 6(b) 2016 年城镇人口变化图

3.3. CO₂排放量估算结果

接 2.2.4 中提出的算法对全国 2007-2016 十年间的 CO_2 排放量进行估算,精确度为 74.5%,高于其他方式对 CO_2 排放量估算的精度。截取 2007 年与 2016 年结果如下图,单位为 10^4 t;图 5 给出 CO_2 排放估算结果,内容说明同图 4。



图 7(a) 2007 年 CO_2 排放量估算值(单位/ 10^4t)

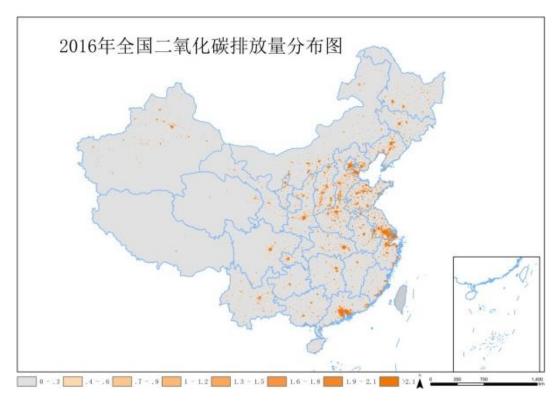


图 8(b) 2016 年 CO_2 排放量估算值(单位/ 10^4t)

3.4. 电力消耗估算结果

在 1km 的分辨率上利用经过辐射定标的稳定灯光数据对中国的电

力消耗量进行估算。首先按 2.2.5 提出的算法对 2007-2016 年的电力消耗统计数据进行拟合,拟合系数 c 见表 4。

年份	c	年份	c
2007	8.021	2012	10.789
2008	6.901	2013	9.102
2009	7.778	2014	10.391
2010	9.020	2015	11.316
2011	7.902	2016	11.032

表 4 2007-2016年 EPC 估算线性回归方程系数表

根据表 4 的拟合系数,接公式错误!未找到引用源。对全国范围内所有区域的 EPC 进行估算,结果如错误!未找到引用源。。电力消耗量的单位为 $10^4 \mathrm{KW} \ \mathrm{h}$ 。

在全国尺度下,对 EPC 的估算结果进行验证。选取可决系数 R² 来验证拟合优度,相对误差 (Relative Error, RE)来验证拟合误差。 2007-2016 年的拟合结果验证如表 5。表中对比了以原始的稳定灯光值进行拟合的结果和其他学者^[11]对稳定灯光值进行辐射定标后的拟合结果。

表 5 2007-2015 年全国电力消耗量估算准确度评价(隔年)

年份	统 计	经辐射定	标的程	急定灯	原始稳定	灯光值		其他学者	处理的	的稳定
	值	光值						灯光值		
	(10^8kW)	估算值	RE	R^2	估算值	RE	R^2	估算值	RE	R^2
	h)	(10 ⁸ kW h)	(%)		(10 ⁸ kW h)	(%)		(10 ⁸ kW h)	(%)	
2007	32,936	30,268	-8.50	0.990	27,510	-16.43	0.988	31,527	-4.22	0.995
2009	33,452	32,108	-4.01	0.996	28,450	-14.96	0.992	33,925	1.41	0.982

2011	36,954	37,356	1.09	0.992	35,074	-5.08	0.991	/	/	/
2013	40,552	40,723	0.44	0.996	37,761	-6.82	0.984	/	/	/
2015	44,392	44,196	-0.44	0.997	39,049	-1.20	0.989	/	/	/

从表 5 中可以看出,利用经本文提出的辐射定标法的稳定灯光值估算的 EPC 相对误差平均值为 1.78, R^2 平均值为 0.995;利用原始稳定灯光值估算的 EPC 相对误差平均值为 4.62, R^2 为平均值为 0.990;利用其他学者处理的稳定灯光值估算的 EPC 相对误差为 4.75, R^2 平均值为 0.989。本研究所提出的辐射定标法可以有效的提高 EPC 估算的准确度。

在 2007-2016 年十年间, 估算的 EPC 的总量不断增加, 尤其是省会城市的 EPC 增量明显, 饱和区域面积不断扩大, 西部地区 EPC 达到饱和的城市也不断增多。通过本研究提出的 EPC 估算算法可以较为准确、快速的估计全国的 EPC 时空分布状况。截取 2007 年与 2016 年结果如图 6。

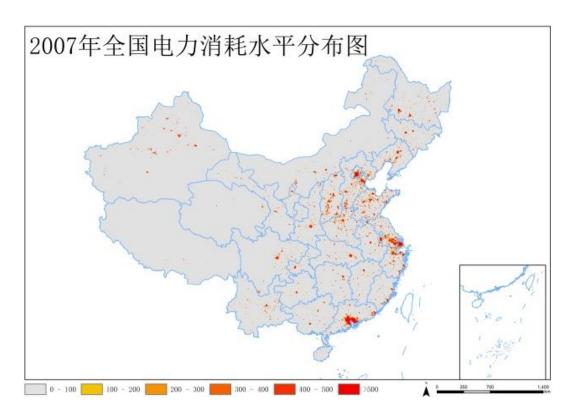


图 9(a) 2007 年全国电力消耗估算(单位/10⁴kWh)

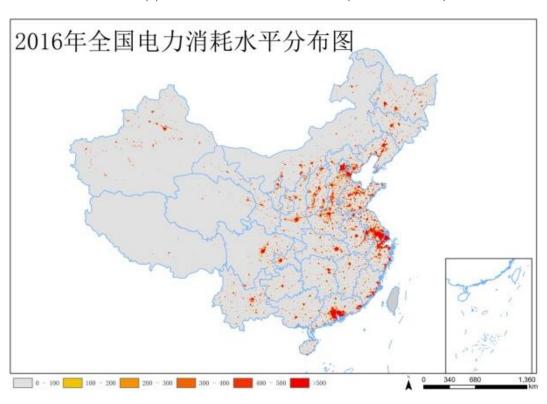


图 10(b) 2016 年全国电力消耗估算(单位/10⁴kWh)

3.5. 新型城镇化监测与评估系统构建

传统的统计资料数据和指标评价体系难以用来揭示"新型"这一

重要概念。近年来,夜间灯光数据开始进入人们的视野中。相比于普通的遥感卫星影像,它更多地反映了人类活动,即"以人为本"的遥感。由上文可知,夜间灯光数据可以提取城市的建成区域、估算出一些社会经济指标,如二氧化碳排放量,电力消耗水平。这些指标对于评价新型城镇化水平有着重要意义,而传统的统计调查方式费时费力,时效性差且往往以行政单元为统计单元。以上文理论为基础,构建了一个涵盖地图基本操作、指标查询与监测功能的 WebGIS 系统。它具有以下功能:1) 发布定期更新基于夜间灯光估算的社会经济指标空间化成果;2) 提供指标的年际纵向查询和不同行政区域间的横向查询比较;3) 使用特定的指标体系对不同尺度的区域进行新型城镇化水平的评估;4) 对以上结果进行可视化交互查询。系统主界面如下,主要功能展示于左侧的下拉菜单中,具体操作指南与功能说明见附录。

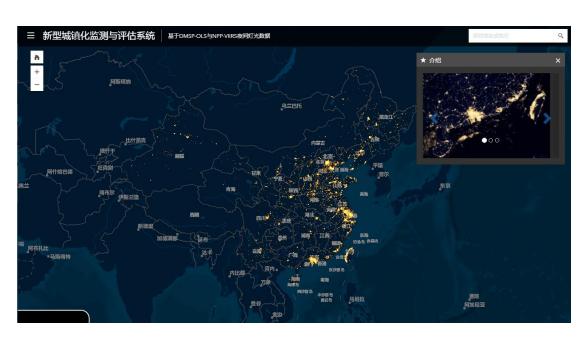


图 11 新型城镇化监测与评估系统主界面

3.6. 应用: 新型城镇化指标计算

本文提出系列算法以夜光数据拟合得到了建成区、城市人口、二氧化碳排放量、电力消耗量四个数据,相当于构建了夜光数据库;在可视化系统中,用户可以借此实时监测指标变化。系统除了实现查询与监测外,依照浙江省宁波市测绘局、贵州省六盘水市水城县、安顺市普定县政府访谈中提到的需求,我们还提供了计算新型城镇化发展水平综合指数并据此排名的功能,作为夜光数据库的应用范例。综合指数由各项指标的加权和计算得到,而不同用户对指标权重的需求不尽相同,本文使用一种常用的数理方法(参见错误!未找到引用源。),根据数据自身的性质确定各指标权重,进而计算综合指数,最后给出2007-2016 年地级市的排名与 2010 年县级市的排名(参见 3.6.2 与3.6.3)。

3.6.1. 熵值法

本研究借鉴现有计算综合指标的普遍做法^[12],利用以上四个指标,采用改进的熵值法确定权重以消除赋权过程中的主观因素,共同测算新型城镇化水平。"熵"作为对不确定性的一种度量,信息量越大,不确定性就越小,熵也就越小;反之,不确定性就越大,熵也就越大。 假设有 m 个对象,n 个评价指标,则 a_{ij} 表示第 i 个对象的第 j 项指标值,测算步骤如下:

(1) 对数据进行正规化处理,公式(3)的上式对正向指标进行,下式对负向指标进行;(2) 计算第i个指标值在第j项指标下所占的比重 P_{ii} 后,再计算第j项指标的熵值 e_{i} ;(3) 最后计算第j项指标的

差异性系数 g_i ; (4) 由此计算第 j 项指标的权重 w_i , 并计算各评价对 象的综合得分 H;。具体公式如(4-8)所示。其中, a;;为各指标的原始 数据。

$$\begin{bmatrix}
x_{ij} = \frac{a_{ij} - \min\{a_{ij}\}}{\max\{a_{ij}\} - \min\{a_{ij}\}} & (i = 1, 2 \cdots m, j = 1, 2 \cdots n) \\
x_{ij} = \frac{\max\{a_{ij}\} - a_{ij}}{\max\{a_{ij}\} - \min\{a_{ij}\}} & (i = 1, 2 \cdots m, j = 1, 2 \cdots n)
\end{bmatrix}$$
(3)

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}} \tag{4}$$

$$e_j = -\frac{x_{ij}}{\ln m} \sum_{i=1}^{m} (p_{ij} \ln p_{ij}) \quad e \in [0,1]$$
 (5)

$$g_j = 1 - e_j \tag{6}$$

$$g_{j} = 1 - e_{j}$$
 (6)
 $w_{j} = \frac{g_{j}}{\sum_{j=1}^{n} g_{j}}$ (7)

$$H_i = \sum_{j=1}^n \mathbf{w}_j a_{ij} \tag{8}$$

2007-2016年地级市新型城镇化指标计算 3.6.2.

根据上述原理, 利用熵值法对 2007-2016 年我国所有地级市(一 部分存在数据缺失)的城镇人口、人均电力消耗量、人均二氧化碳排 放量进行赋权。赋权结果表明,总体上各城市人口情况、经济水平和 环境质量指标中,人口指标权重达到约 48.5%,经济水平权重为 约 49.5%, 而环境质量权重为约 2%, 说明人口和经济水平对新型城镇 化水平的影响更大。对浙江省宁波市测绘局、贵州省六盘水市水城县、 安顺市普定县政府访谈的结果表明、该法得到的权值可以信赖。

通过测算得出我国新型城镇化水平的综合得分。表 6 和表 7 分 别列出了各年份城镇化水平排名前十和最后十名的城市。

表 6 2007-2015 年新型城镇化指数前十的城市 (隔年)

卢 巳	城市				
序号	2007	2009	2011	2013	2015
1	苏州	北京	北京	北京	北京
2	北京	苏州	苏州	无锡	无锡
3	东莞	广州	上海	苏州	苏州
4	上海	上海	无锡	上海	上海
5	广州	东莞	杭州	天津	天津
6	佛山	佛山	广州	杭州	杭州
7	杭州	无锡	佛山	广州	广州
8	宁波	天津	天津	宁波	宁波
9	天津	杭州	宁波	佛山	佛山
10	南京	南京	东莞	东莞	东莞

从不同区域城市个体来看,近十年来新型城镇化指数最高十个城市基本全部集中在长三角、京津冀、珠三角地区,与国家"两横三纵三个特大城市群"的发展规划相吻合。其中有近一半的城市属于长三角城市群,说明该区新型城镇化水平最高。由于长三角地区与国际金融贸易联系较为密切,各城市间产业结构分工较为合理,基础设施建设水平、社会保障体系等较为完善,社会文化水平较高,注重环保和宜居绿色城市的建设,因此,形成长三角地区新型城镇化水平领跑的情况。对于广东省的东莞市、佛山市,也具有较好的城镇化水平,或成为未来城市化高度发展的新增长极。

表 7 2007-2015 年 新型城镇化指数十大最低城市 (隔年)

序号	2007	2009	2011	2013	2015	
----	------	------	------	------	------	--

	城市	城市	城市	城市	 城市
10	武威	定西	资阳	武威	中卫
9	庆阳	萍乡	商洛	安康	固原
8	贺州	庆阳	武威	崇左	乐山
7	商洛	武威	临夏	固原	宜宾
6	张掖	中卫	定西	阿坝	黔西
5	平凉	安康	安康	临夏	自贡
4	遵义	张掖	内江	内江	防城港
3	昭通	昭通	眉山	防城港	临夏
2	安康	迪庆	天门	宜宾	铜川
1	迪庆	固原	防城港	铜川	怒江

从分布上看,相较于新型城镇化指数前十的城市相对稳定,十大 最低城市年际差异较大,不同城市列于榜上。这些城市大多分布在西 南地区、西北地区、还有少部分东北地区和中部地区。这些城市多在 偏远山区,少数民族区,荒漠地区或一些林场保护区,受自然条件以 及多年来历史文化和低经济水平的影响,难以进行城镇化发展。受区 位条件、资源水平、文化水平等多方面限制,城镇化发展水平仍较低。

根据计算出的指标 2007-2016 年全国新型城镇化指标等级如图 7. 从全国城镇化水平分布情况看,我国呈现东南沿海、沿长江一横一纵城市化水平较高的区域,其中东南沿海地区城市化水平最高,随着向内部延伸城镇化水平逐渐降低,西部地区相对城镇化水平较低。从时间序列来看,全国呈总体上升趋势,年际增长较快的区域是西北地区和环渤海地区,可能因为受到了"一带一路"战略的实施以及建设东亚贸易港口的建设的带动作用。

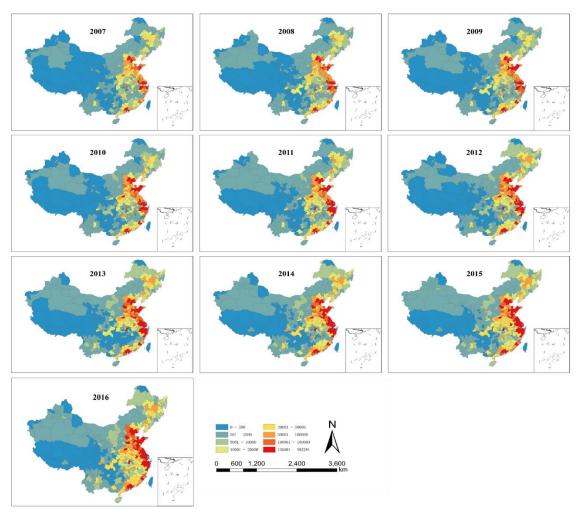


图 12 2007-2016 年全国新型城镇化水平

在新型城市化指数得分前十的城市中,十年中苏州市有四次位列榜首,其余六年也均名列前茅,甚至超越了长三角最大发展极上海市,以及首都北京。根据统计年鉴数据算得,上海市城市化率近88%~89%,北京市城市化率约为84%~86%,而苏州市城市化率为72%~75%。新型城镇化指数的这一结果反映了苏州市除人口之外,经济、环境方面都有较高水平。2015年苏州市GDP总量为14400亿元,全国排名第七,人均GDP约为13.58万元,位列全国第一。苏州市产业结构也相对合理,以二、三产业为主,制造业、旅游业、服务业发达,台资企业、外资企业占比较大,有较高的发展水平。环境方面,由于苏州

市汽车等高碳排放的工具使用情况相对较少,且人口密度较低,还未出现城市过于密集导致的交通拥堵、空气污染严重等城市病,所以环境较好。综合来看,苏州市的新型城镇化水平具有较高水平且有一定的继续发展潜力。

在指标末尾十位的城市中, 自贡市的城镇化率相对较高, 2015 年为 47.8%, 位列四川省第四, 但是却在新型城镇化水平末十位"榜 上有名",原因来自多方面。首先经济方面,从上世纪末开始,自贡 传统工业衰落, 经济发展陷入低谷。目前自贡的工业化发展处于中期 阶段,产业层次低,竞争力不强,工业化对城镇化发展尚未形成带动, 两化互动不足。第一产业以农业和畜牧业为主,水平较低,农业现代 化有待进一步加强: 第三产业的高端现代服务业领域有待加强. 尤其 是既能支撑第二产业升级发展,又能促进城镇发展的服务业。其次, 能源和环境方面,自贡市主要能源品种绝大部分依赖市外供给,能源 的供、输、配矛盾突出。能源需求的快速增长对能源的可供量、承载 能力、能源安全都将提出严峻考验。产业结构中, 重化产业比例大, 且多数企业工艺落后、设备老化,资源、能源使用率低,对环境污染 大。最后, 城乡二元结构矛盾突出, 自贡是典型的大城市小农村, 是 全省行政区划最小的城市。目前,自贡城镇化发展处于加速发展时期, "土地城镇化"快于人口城镇化,建设用地粗放低效;村居空间杂乱, 服务能力不足,居民生活环境较差。因此,新型城镇化指数较低反映 出的问题较单一的城镇化率更加全面,类似于自贡市的城市新型城镇 化问题突出, 需要引起一定的重视, 采取进一步的措施。

3.6.3. 2010 年县级市新型城镇化指标计算

以夜光遥感数据估算各级地理单元的新型城镇化程度最大的优点是可以自由变换尺度,以适应用户需求。例如 2007-2016 年地级市新型城镇化水平使用常规手段耗费人力物力才能获得,而使用本文提出的方法可以极大地减少耗费,同时保证精度在期望范围内。而使用常规手段获取县级市新型城镇化水平分布,需要的耗费更多,但是使用本文提出的方法仍然可以满足要求。

下面以2010年为例,通过前文提出的算法,计算2010年各县级市的新型城镇化水平,结果如表8所示,分布图如图132010年全国县级市新型城镇化水平

所示。对于县级尺度的城镇化水平估计可以将城市化的问题落实到更小的空间尺度,以进行模仿学习和针对性的处理。2010年的结果中,城镇化指数前十位的县级市除传统长三角、珠三角、京津冀发展水平较高的城市之外,西安市中心、武汉市中心也位列其中,说明这两个城市发展较为集聚,市中心的城市化发展水平良好,而在地级市尺度没有出现这两座城市,可以推测这两座城市的市郊地区城市化水平较低,很可能有一些城市问题出现,需要提高关注度。城镇化指数末十位的县级市大多位于西部少数民族地区,由于民族、宗教等一系列问题城镇化水平较低。

从图中可以看出,城镇化发展水平较高的地区集中在东部沿海地区、以及长江以北地区,长江以南的江西、湖南、贵州等地,以及西部大部分地区县级水平城镇化普遍较低,需要加快发展步伐。

表 8 2010 年县级市新型城镇化指数最高与最低前十

序号	县级市	序号	县级市
1	深圳市中心	10	杭锦旗
2	北京市中心	9	鄂托克前旗
3	东莞市中心	8	东乌珠穆沁旗
4	上海市中心	7	德令哈市
5	广州市中心	6	苏尼特右旗
6	天津市中心	5	嘉荫县
7	武汉市中心	4	四子王旗
8	西安市中心	3	新巴尔虎右旗
9	上海市浦东新区	2	乌拉特后旗
10	南京市中心	1	乌鲁木齐县

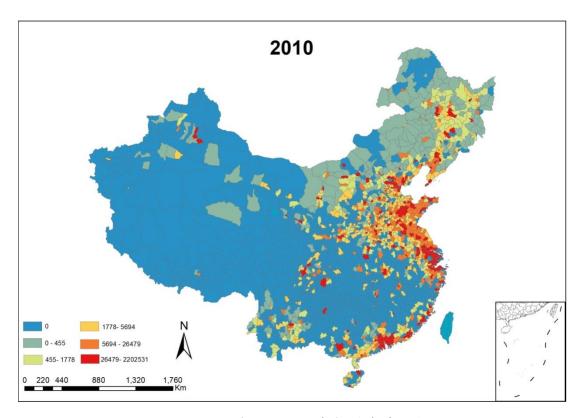


图 13 2010 年全国县级市新型城镇化水平

4. 结论与展望

本文以新型城镇化的内涵为研究基础,以夜光遥感数据计算各项相关指标,构建了可视化系统,用于协助政府评估新型城镇化发展现状。主要的贡献有:1)借助区域生长算法的支持向量机与双向马尔科夫随机场,结合时空特性在夜光数据中提取建成区;2)划分全国为七大经济区,针对每个经济区以BP神经网络与统计数据做人口拟合,与建成区数据结合得到城镇人口;3)以MIR方法校正夜光数据,建立指数模型拟合得到电力消耗数据,与人口数据结合得到人均电力消耗;4)以面板数据计算碳排放数据,同理得到人均碳排放;5)构建 WebGIS 平台,将上述成果可视化,实现横向与纵向的指标监测;6)利用熵值法给数据赋予不同权重,以各指标加权和作为综合指数给各级行政单元排名,作为该系统的应用范例。相比传统统计数据,使用本文提供的方法与系统可以更快、更客观、更直观地监测任意尺度行政单元的各指标发展情况与排名情况。

本研究所建立的可视化系统具有广阔的应用前景。首先,对于使用者来说,可以根据不同关注度量身定制,给指标赋不同权重,进行综合指标估算与分析。其次,夜间灯光遥感技术正在不断发展,随着夜光数据源的精度提高,相应的测算指标也能更为精确,随着数据信息的增加,更多的指标估算成为可能。再次,系统预留了一个交互式开源端口,可以加入其他来源的指标进行补充,加入部分社会指标,可使评估体系更加完善。最后,随着技术和数据源的进一步发展,有望对新型城镇的实时监控和预测提供可能。

更重要的是, 本文的研究结论和可视化系统的建立能够为政府部 门科学有序地推进新型城镇化建设进程提供一定的管理启示: 1) 有 利于增强相关政府部门对新型城镇化内涵的认识。城镇化不仅局限于 城市人口数量的增加, 还在于城市整体质量的提高, 本研究的各项指 标可以为政府有关部门回归新型城镇化民生、可持续和质量的科学内 涵给予及时的提醒: 2) 有利于为当前智慧城市、数字城市的建设提 供科学引领。当前倡导的智慧城市主要是利用信息和通信技术手段感 测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息,从而对包括民生、 环保、公共安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求做出智能响 应。夜间灯光遥感数据监测系统利用信息技术手段对城镇化指标进行 测量,并通过平台进行可视化呈现,能够在城市发展这一研究命题下, 为政府建设智慧城市提供很好的技术支持,为通过信息化政府监管提 供有力保障; 3) 有利于政府寻找自身城镇化发展过程中的短板, 从 而制定针对性的发展策略和目标。通过四项指标的准确监测, 可以让 政府部门从人口、经济、环境、资源全方位审视所辖区域的发展情况, 不同于从前宏观笼统的评估发展水平情况,利用本研究的多指标评估 体系,可以准确定位哪一方面存在较大缺陷,并在之后的发展中着力 攻克该方面,做到集中解决痛点难点,精确提升发展效率;4)有利 于推进政府治理模式的创新与发展,推动企业、公众共同参与的多元 主体治理的建设进程。新型城镇化的核心是建设以人为本,充分满足 市民需求的新型城市,这一目标要求多元主体间合理的协作与互动, 需要包括政府、企业、社区、市民、非营利组织等多方利益主体的共

同参与,本研究所提供的监测平台适合公众参与,为政府采取开放式管理策略提供了技术层面的可能性。

参考文献

- [1] SUTTON P, ROBERTS D, ELVIDGE C, et al. Census from Heaven: An estimate of the global human population using night-time satellite imagery [J]. International Journal of Remote Sensing, 2010, 22(16): 3061-76.
- [2] ELVIDGE C D, BAUGH K E, KIHN E A, et al. Mapping city lights with nighttime data from the DMSP operational linescan system [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1997, 63(6): 727-34.
- [3] ELVIDGE C D, BAUGH K E, KIHN E A, et al. Relation between satellite observed visible-near infrared emissions, population, economic activity and electric power consumption [J]. International Journal of Remote Sensing, 1997, 18(6): 1373-9.
- [4] LO C P. Urban indicators of China from radiance-calibrated digital DMSP-OLS nighttime images [J]. Annals of the Association of American Geographers, 2002, 92(2): 225-40.
- [5] SMALL C, ELVIDGE C D, BALK D, et al. Spatial scaling of stable night lights [J]. Remote Sensing of Environment, 2011, 115(2): 269-80.
- [6] IMHOFF M L, LAWRENCE W T, STUTZER D C, et al. A technique for using composite DMSP/OLS "city lights" satellite data to map urban area [J]. Remote Sensing of Environment, 1997, 61(3): 361-70.
- [7] LU H, LIU G. Spatial effects of carbon dioxide emissions from residential energy consumption: A county-level study using enhanced nocturnal lighting [J]. Applied Energy, 2014, 131(9): 297–306.
- [8] LO C P. Urban Indicators of China from Radiance-Calibrated Digital DMSP-OLS Nighttime Images [J]. Annals of the Association of American Geographers, 2010, 92(2): 225-40.
- [9] 何春阳, 史培军, 李景刚, et al. 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): 856-61.
- [10] 赵永平,徐盈之.新型城镇化发展水平综合测度与驱动机制研究——基于我国省际 2000—2011 年的经验分析 [J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2014, 14(1): 116-24.
- [11] HENDERSON M, YEH E T, GONG P, et al. Validation of urban boundaries derived from global night-time satellite imagery [J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24(3): 595-609.
- [12] 舒松, 余柏蒗, 吴健平, et al. 基于夜间灯光数据的城市建成区提取方法评价与应用 [J]. 遥感技术与应用, 2011, 26(2): 169-76.
- [13] SUTTON P, ROBERTS D, ELVIDGE C, et al. Census from Heaven: An estimate of the global human population using night-time satellite imagery [J]. International Journal of Remote Sensing, 2001, 22(16): 3061-76.
- [14] HUANG Q, YANG Y, LI Y, et al. A Simulation Study on the Urban Population of China Based on Nighttime Light Data Acquired from DMSP/OLS [J]. Sustainability, 2016, 8(6): 521.
- [15] LI Z, JIN C, SHI P, et al. Modeling Population Density of China in 1998 Based on DMSP/OLS Nighttime Light Image [J]. Acta Geographica Sinica, 2005,
- [16] BRIGGS D J, GULLIVER J, FECHT D, et al. Dasymetric modelling of small-area population distribution using land cover and light emissions data [J]. Remote Sensing of Environment, 2007, 108(4): 451-66.
- [17] 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, 01): 83-7.
- [18] CLARKE-SATHER A, QU J, QIN W, et al. Carbon inequality at the sub-national scale: A case study of provincial-level inequality in CO 2 emissions in China 1997–2007 \(\Rightarrow \) [J]. Energy Policy,

- 2011, 39(9): 5420-8.
- [19] SHI K, YU B, HUANG Y, et al. Evaluating the Ability of NPP-VIIRS Nighttime Light Data to Estimate the Gross Domestic Product and the Electric Power Consumption of China at Multiple Scales: A Comparison with DMSP-OLS Data [J]. Remote Sensing, 2014, 6(2): 1705-24.
- [20] CHENG Y, WANG Z, YE X, et al. Spatiotemporal dynamics of carbon intensity from energy consumption in China [J]. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(4): 631-50.
- [21] RANJAN M, JAIN V. Modelling of electrical energy consumption in Delhi [J]. Energy, 1999, 24(4): 351-61.
- [22] TSO G K, YAU K K. Predicting electricity energy consumption: A comparison of regression analysis, decision tree and neural networks [J]. Energy, 2007, 32(9): 1761-8.
- [23] HUANG M, HE Y, CEN H. Predictive analysis on electric-power supply and demand in China [J]. Renewable Energy, 2007, 32(7): 1165-74.
- [24] SHI K F, YU B L, HU Y J, et al. Modeling and mapping total freight traffic in China using NPP-VIIRS nighttime light composite data [J]. Giscience & Remote Sensing, 2015, 52(3): 274-89.
- [25] SHI K, CHEN Y, YU B, et al. Urban Expansion and Agricultural Land Loss in China: A Multiscale Perspective [J]. Sustainability, 2016, 8(8): 790.
- [26] CHAND T K, BADARINATH K, ELVIDGE C, et al. Spatial characterization of electrical power consumption patterns over India using temporal DMSP OLS night time satellite data [J]. International Journal of Remote Sensing, 2009, 30(3): 647-61.
- [27] SHI K, HUANG C, YU B, et al. Evaluation of NPP-VIIRS night-time light composite data for extracting built-up urban areas [J]. Remote Sensing Letters, 2014, 5(4): 358-66.
- [28] HE C, MA Q, LIU Z, et al. Modeling the spatiotemporal dynamics of electric power consumption in Mainland China using saturation-corrected DMSP/OLS nighttime stable light data [J]. International Journal of Digital Earth, 2013, 7(12): 993-1014.
- [29] ISHII H, ENDOU K, YOSHIKAWA H. World development indicators; proceedings of the Proceedings of International Symposium On the Future I&C for NPP, F, 2002 [C]. Citeseer.
- [30] 李振福. 城市化水平综合测度模型研究[J]. 北方交通大学学报(社会科学版). 2003(3):64-66.
- [31] 宣国富,徐建刚,赵静.安徽省区域城市化水平综合测定研究[J]. 地域研究与开发. 2005, 24(3):47-51.
- [32] 欧向军, 甄峰, 秦永东, 等. 区域城市化水平综合测度及其理想动力分析———以江苏省为例 [J]. 地理研究. 2008, 27(5):993-1002.
- [33] 陈明星,陆大道,张华.中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析[J]. 地理学报. 2009, 64(4)
- [34]任鹏.政策冲突中地方政府的选择策略及其效应[J]. 公共管理学报,2015,01:34-45
- [35]冉冉"压力型体制"下的政治激励与地方环境治理[J].经济社会体制比较,2013,(03):111-118.
- [36]单卓然,黄亚平. 试论中国新型城镇化建设:战略调整、行动策略、绩效评估[J].规划师,2013,04:10-14.
- [37]中国金融 40 人论坛课题组,周诚君.加快推进新型城镇化:对若干重大体制改革问题的认识与政策建议[J].中国社会科学,2013,07:59-76+205-206.
- [38]张兆曙. 城市议题与社会复合主体的联合治理——对杭州 3 种城市治理实践的组织分析 [J]. 管理世界, 2010 (2): 46.

推荐信

目前,城镇化评估与推进是政府工作的重要内容之一,但传统评估方法存在滞后性、笼统性、单一性等问题,难以满足国家提出的新型城镇化建设的衡量目标。该研究很好地抓住这一工作痛点,以最新的夜间灯光数据为突破口,建立了以人口、建成区、CO2 排放量和电力消耗四项与新型城镇化相关的代表性指标评估模型,计算了全国地级市特别是区县级等中小尺度的新型城镇化综合水平,开发了一套多尺度、可视化系统实现快速评估全国各尺度的新型城镇化水平,且能很好解决统计数据缺失及高时间分辨率缺乏而评估空白的问题,可为相关政府部门提供便捷的信息数据查询。该研究科学性高、实用性强,且工作扎实,成果显著,对我国今后新型城镇化评估方法的探索有着非常积极和创新意义,对本科生实属不易,特此推荐。

中国科学院精准扶贫评估研究中心主任推荐:

∃期:

D. 推荐者情况及对作品的说明

说明: 1. 由推荐者本人填写;

- 推荐者必须具有高级专业技术职称,并是与申报作品相同或相关领域的专家学者或专业技术人员(教研组集体推荐亦可);
 - 3. 推荐者填写此部分,即视为同意推荐;
 - 4. 推荐者所在单位签章仅被视为对推荐者身份的确认。

姓名	字越版 性别 男 年龄 63 职称 82.05
工作单位	4919815-178EW # 882
通讯地址	上海毒癌院在中間於為36場 維新师能大管中山北路校在地機
单位电话	GN12074 61233821 (1650761
量荐者所在 单位签章	大学 七郎 月 日
申报者申报 的真实性作 述	情漫剧学
作品的意义、 水平, 适用范 推广前景作 的评价	明查的现在形式全国于中国产品的《经人的参照教》, 构建指出任务和《传报型,实现了扩展的《他人的参加 此年的评价。仍必是工务还进行了了现代选迟,另可证是 现存在了是的定例性,经大力指带。
其它说明	
	工作单位 連 单位 地址 电 电

D. 推荐者情况及对作品的说明

说明: 1. 由推荐者本人填写:

- 推荐者必须具有高级专业技术职称,并是与申报作品相同或相关领域的专家学者或专业技术人员(教研组集体推荐亦可);
- 3. 推荐者填写此部分,即视为同意推荐;
 - 4. 推荐者所在单位签章仅被视为对推荐者身份的确认。

		行业为在中区企业区数据为对推得看身份的辨认。
推	姓 名	記 個女 性别 另 年齡 53 职称 吉司 括
推荐	工作单位	学和花花岩地的种等管理
者情	通讯地址	i えいとない 89500井 邮政編码 200241
况	单位电话	021-54341245 住宅电话 021-33886868
	荐者所在 単位签章	送签章 2 2 3 年 4 月 3 日
请对申报者申报 情况的真实性作 出阐述		中京公园子
技术/	作品的意义、 水平、适用范 推广前景作 内评价	作品笔于夜间的发热格逐气和的型心镜如发展进程, 集成各指标高生台与秘信模型, 事(各流体的特成市以进程, 乙烷是的社员, 研究对各种产品发行对外人们的以及的推拔
非	1. 它说明	

推荐信

我国目前已进入全面建成小康社会的决定性阶段,也处于城县心深入发展的关键时期,因此,如何准确研判城县化发展的水平和趋势,更越地为政府决策提供高效准确的数据更特,是重传解决的问题。夜间灯光遥感数据是一种监测人类活动的。良好数据源,它具有易获取,时被性强,覆盖如广等优点,可为国情普查提供传泡说计方式外的社会任所因为反演途径。此研究情普查提供传泡说计方式外的社会任所因为反演途径。此研究村面社通感数据,任草了与新型城县心有关的人口、建成已,COL利用在光遥感数据,任草了与新型城县心有关的人口、建成已,COL利用在光遥感数据,任草了与新型城县心有关的人口、建成已,从市场上集成为W的海风及进行动态更新展示,为新型城市心的实明监例提供了可能的途径。并且,研究还利用熵值法将各项实明监例提供了可能的途径。并且,研究还利用熵值法将各项实明监例提供了可能的途径。并且,研究还利用熵值法将各项实明监例提供了可能的途径。并且,研究还利用熵值法将各项方对量、构建了评估分新型城值心水平的数层模型,相关政府每时可可定快捷地进行查沟和比较。该研究方法渐颖、科层性强、应用如广、对政府工作有较强的指导和借鉴意义,故大力推荐。

推荐人: 另外流流的旅游研究与规划中心社

明期: 2017.6、20

附件清单

附录一:新型城镇化发展监测与评估系统功能简介

附录二:城市相关指标估算算法

附录三: 访谈信息

附录四: 推荐信