

· 国内经济理论动态 ·

夜间灯光数据及其在经济学研究中的应用*

王贤彬 黄亮雄

内容提要:夜间灯光较为客观地反映了人类社会的生产和生活活动状况。近年来,经济学者将夜间灯光数据引入经济统计框架,用于度量经济活动活跃程度及分布特征,在修订和改进 GDP 统计等方面取得了卓有成效的进展,引发了采用夜间灯光数据的经济学文献持续增长。本文基于对夜间灯光数据以及 GDP 统计数据特征的对比分析,系统梳理了经济学界基于夜间灯光数据调整和修正 GDP 统计数据的文献,进而综述了国内外学者如何借助夜间灯光数据对经济发展差距和经济活动空间分布等理论问题进行研究。本文进一步提炼了夜间灯光数据应用方面需要注意的挑战和问题,并展望了未来的研究方向。

关键词:夜间灯光数据 GDP 经济增长 经济空间分布

一、引言

在宏观经济学当中,本地(国内)生产总值(GDP)是最为核心的分析变量。GDP 数据发布,对宏观经济调控及微观经济主体行动具有十分重要的影响。因此,GDP 的定义与统计,是经济学研究及政府公共服务当中一项至关重要的工作。在实际操作当中,GDP 数据的质量并不令人满意,与客观准确地反映经济运行状况之间还存在一定差距。Henderson et al(2012)指出,这种状况在发展中国家更为严重。改革开放之后,中国国民经济统计体系由物质产品平衡表体系(MPS)转向国民经济账户体系(SNA),GDP 统计数据不可避免地存在着偏误,大量经济学文献对此进行了深入讨论(孟连、王小鲁,2000;Rawski,2001;Holz,2014;Wu & Ito,2015)。中国 GDP 数据存在偏误的主要原因包括但不限于过于粗糙的物价平减指数、统计数据汇报机制的缺陷以及物质产品平衡表体系(MPS)的遗留影响等。GDP 统计数据的偏误问题,影响我们对经济运行状态以及规律的客观合理认识。在 GDP 统计数据存在偏误和争议的情况下,寻找经济发展水平的替代度量指标和改进 GDP 指标的准确性就成为学界面临的重要工作。其中,使用夜间灯光数据成为一个可行的补充选择。

当前应用最为广泛的全球夜间灯光数据由隶属于美国国家海洋和大气管理局(NOAA)的美国国防气象卫星计划(Defense Meteorological Satellite Program,DMSP)的多个卫星观测所得。全球夜间灯光数据最早用于研究森林火灾监测、火灾面积计算、地震破坏强度估计、二氧化碳和氮氧化物排放量估算以及地区冲突损害评估等方面。Elvidge et al(2007,2009)指出,DMSP 卫星携带的传感器准确探测到的城市灯光、火光甚至车流等发出的低亮度灯光,是人类活动监测研究的良好数据来源,相关数据可以成为经济活动指标的一个良好替代,特别是在统计工作效率偏低的国家能发挥更

* 王贤彬,暨南大学经济学院、中国经济发展与创新战略研究中心,邮政编码:510632,电子邮箱:wangxianbin123@163.com;黄亮雄,华南理工大学经济与贸易学院,邮政编码:510006,电子邮箱:chickyliang@126.com。本文受国家自然科学基金面上项目“行政审批改革的经济增长效应研究:理论机制、实证识别与政策设计”(71773038)、中央高校基本科研业务费专项资金项目(15JNQM029)和广东省高等学校优秀青年教师培养计划(YQ2015067)的资助。文章修改过程中,卢盛峰、张琼以及匿名审稿人提出宝贵意见,在此一并感谢。文责自负。

大的作用。Henderson et al(2012)较为正式地将夜间灯光数据引入经济学的分析框架,基于统计框架验证了夜间灯光亮度是代表国家和地区 GDP 的一个较好指标,夜间灯光亮度的变化率可以作为 GDP 增长率的代理变量,将经济统计数据 and 夜间灯光数据相结合可以更加准确地度量经济增长绩效。近年来,夜间灯光数据被社会科学研究者运用于经济活动总量测算等领域,改进了经济增长等统计指标的准确性,产生了大量的研究成果。而且,正如 Donaldson & Storeygard(2016)、Michalopoulos & Papaioannou(2014)等指出的,夜间灯光数据作为一种地理空间栅格数据,相对于 GDP 等传统数据,突破了行政边界的限制,能够反映经济活动在地理空间维度的动态变化,在发展经济学、经济史学、空间与城市经济学等领域得到了广泛使用,有力地推进了相关领域的理论与经验研究工作。

在此背景下,本文基于对夜间灯光数据以及 GDP 统计数据特征的对比分析,系统梳理了经济学界基于夜间灯光数据调整和修正 GDP 增长率的文献,进而综述了国内外学者如何借助夜间灯光数据对经济发展差距和经济活动空间分布等理论问题进行研究,也探讨了当前运用夜间灯光数据的文献存在的不足,并展望未来研究的突破方向。

二、灯光亮度数据作为 GDP 及其增长率的代理指标

在 GDP 数据存在统计偏误的背景下,越来越多研究者倾向于将夜间灯光数据作为一个可供使用的数据集,被用来作为 GDP 及其增长率的一种代理指标,因为:

第一,GDP 数据统计存在困难,难以完整全面地反映经济活动。GDP 作为度量一个国家或者区域一段时期内全部最终产品和服务价值的总和,力图反映一个地区一段时期内的宏观经济活动表现。要准确地统计 GDP,就必须对各种经济活动有系统和完整的统计核算体系。但是,这对于任何一个国家和地区都是一个巨大的挑战。比如,由于 GDP 用市场价格来评价商品与服务,它就没有把几乎所有在市场之外进行的活动的价值包括进来。在很多国家和地区,存在着大量的非正规经济活动乃至地下经济活动,这些都无法在 GDP 当中得以反映。更加严峻和现实的情况是,大量的落后国家因为政治和经济等各种原因,并没有科学合格的经济数据统计部门和团队,无法产生出合格完整的经济统计数据,相关的 GDP 数据质量堪忧,其对经济活动的度量必然严重有偏,难以反映经济活动活跃程度。

第二,GDP 数据存在着系列结构性的不完全可比问题。首先,GDP 难以完整反映人类的经济活动,其统计框架一直在修订过程中,这往往导致数据在时间维度上不具有完全的可比性。例如,我国服务业增加值统计一直是国民经济统计核算的短板,涉及国民经济行业分类 15 个门类、47 个大类。随着统计资料的可得性增强以及统计方法的改进,越来越多的门类和企业各种服务业增加值被计入 GDP。这导致时间维度上的 GDP 的统计范围发生了变化,需要采用适当的方法予以调整。但对历史数据事后修订仍然依赖于不完整的资料,因此并不能完全解决时间维度的可比性。其次,对于大部分国家和地区而言,由于国民经济统计核算框架和技术方法并非完美,各个地区在 GDP 统计过程中存在着各种统计技术上的差异,从而可能导致 GDP 数据在区域维度上不具有横向完全可比性。这种情况在跨国比较当中显得尤为突出。最后,GDP 特别是其增长率的计算需要对价格进行处理,但许多行业的价格数据并不完全,也没有编制出相应价格指数,进而影响了 GDP 增长率的统计准确性。正如许宪春(2006)所指出的,GDP 核算的调整至少涉及以下方面:资料来源的变化、计算方法的变化、核算范围的变化、分类的变化、某些具体问题处理方法的变化,等等。这些核算的变化可能都会影响最终的 GDP 数据质量。

第三,GDP 统计过程中可能存在着人为操纵的问题。由于很多国家和地方的政府及官员的政治生涯前景与 GDP 等相关的统计数据挂钩,而 GDP 数据的统计又往往是由政府的统计部门所负责的。在经济数据统计部门没有完全或者足够独立性的情况下,最终的 GDP 数据及其相关的中间数据都可能受到官员的干涉乃至操纵,从而失去其客观性和科学性。

正是在 GDP 指标的众多不足凸显的情况下,夜间灯光数据的可获得性使其迅速成为一个补充、修订乃至替代 GDP 的指标。20 世纪 70 年代,美国启动国防气象卫星计划(DMSP),该计划发射的卫星搭载着线性扫描业务系统(OLS),而 OLS 上装有光学倍增管,具有很强的光电放大能力。光学倍增管本来是用于在夜间探测月光照射下的云层状况,而科学家在处理接收数据时却意外发现,在地表无云层遮挡的情况下,DMSP/OLS 接收到了城镇灯光、极光闪电、火灾、海上平台和船只发出的亮光,这些亮光反映的是人类活动活跃程度。当前,美国国家海洋和大气管理局(NOAA)提供了 1992 年及之后历年夜间灯光影像数据,这一灯光影像数据产品包括三种全年平均影像:无云观测频率影像、平均灯光影像和稳定灯光影像,其中稳定灯光影像数据应用最为广泛。该数据去除了短暂的亮光(比如火光),且背景噪音也被识别并用 0 代替,最终包含了城市、城镇和其他地区相对稳定的灯光,其空间分辨率为 30 角秒(")^①,每一个栅格(pixel/raster)的灯光亮度(DN 值)范围为 0~63(63 为数据饱和值)^②。

相对于 GDP 而言,夜间灯光数据具有以下几个特点:第一,夜间灯光数据通过卫星上的传感器扫描获得,精度高,不受人为因素的过多干扰,相对客观,并且其长期持续采集的边际成本较低(Donaldson & Storeygard, 2016)。第二,夜间灯光能够反映 GDP 数据难以囊括的一些信息,比如未能被准确记录的非正规经济或者地下经济,从而更加全面反映经济活跃程度(Sutton & Costanza, 2002)。第三,夜间灯光数据不受物价水平的影响,从而适用于观察较长时间内不同地区的经济活动。第四,夜间灯光数据具有很高的地理空间分辨率,能够提供更加丰富和准确的地理单元信息(Donaldson & Storeygard, 2016)。第五,夜间灯光数据具有最为广泛的地理覆盖范围,从而可以为研究全球范围内的自然、经济和社会问题提供可能。总的来看,夜间灯光数据主要通过技术手段获得,较少依赖体制和人力,从而能够免受制度因素和人为因素的干扰,具有较强的客观性和可比性。

但是,DMSP/OLS 夜间灯光数据也具有一系列技术缺陷,需要研究者 and 使用者谨慎对待(范子英等, 2016; 刘修岩等, 2017)。第一,有些年份的灯光原始数据来自于两个卫星的拍摄,比如在新旧卫星替换的前后时段。由于不同卫星所携带的传感器设定不同,对同一栅格的信息采集结果不尽相同,导致同一年份、不同卫星之间数据存在不可比问题。第二,同一卫星在不同年份间的数据存在波动过大的问题,这主要是因为卫星传感器随时间老化而影响了拍摄效果^③。第三,夜间灯光亮度数据的饱和值为 63,这个“天花板”的高度过低,很多灯光亮度超过 63 的区域(栅格)无法得到准确的度量。随着经济不断发展、大城市人口愈发聚集,这种“亮度超饱和”区域越来越多,从而导致较大的亮度观测误差。第四,由于夜间灯光亮度的地理空间分辨率很高,其在不同区域(栅格)之间可能存在溢出,导致一定区域内的灯光亮度度量不准确。这些因素,也意味着夜间灯光数据具有结构上的不完全可比性。因此,在使用全球夜间灯光数据时,需要对相关数据进行校准、合成与修复,以消除上述原因导致的数据“噪音”。

① 全球夜间灯光数据下载地址为:<http://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>。灯光数据采用的是球面坐标系统,以(经纬)度(°)为单位,一角秒(arc-second)为一角分(arc-minute)的六十分之一,一角分为每一经度或者纬度(latitude or longitude)的六十分之一。因此,30 角秒(")约等于 0.008333 度(°),而一个栅格的大小在赤道附近约为 0.86 平方公里。

② 目前夜间灯光数据的主要来源除了 DMSP/OLS 遥感数据,还有 NPP-VIIRS 遥感数据。NPP(National Perspective Plans, 国家极轨运行环境卫星系统预备计划)卫星隶属于美国国家航空航天局(NASA)。VIIRS(Visible infrared Imaging Radiometer, 可见光红外成像辐射仪)是国家极轨运行环境卫星系统预备计划(NPP)卫星搭载的五个观测仪器之一,于 2011 年 10 月 28 日从美国加利福尼亚州范登堡空军基地发射升空,用于收集地球上陆地、大气和海洋在可见光和红外波段的辐射图像。相比较而言,NPP-VIIRS 具有更高的空间分辨率,其空间分辨率达 500m,对小尺度地表照明分布的刻画更为准确。但是,NPP-VIIRS 源数据未做短时光消光处理,也未除去背景噪音,容易在局部产生较大扰动,发射较晚,历史影像数据相对贫乏。因此,DMSP/OLS 的运用相对较广泛。

③ 这意味着,夜间灯光亮度数据在时间维度上也存在着不完全可比的问题。感谢匿名审稿人指出这一点。

Elvidge et al(2009)、曹子阳等(2015)、范子英等(2016)等针对上述问题提出了处理的技术方法。Elvidge et al(2009)首先提出了校正 DMSP/OLS 夜间灯光数据的不变目标区域法,选择以 F121999 影像为参考,以意大利西西里岛作为不变目标区域,给出了全球范围内多期影像的校正参数。曹子阳等(2015)、范子英等(2016)进一步借助遥感学文献的方法(Elvidge et al,2009),基于三步法对原始数据进行校准,保证栅格维度的灯光数据在四个维度的可比性:同一年份不同卫星的栅格灯光亮度、同一卫星不同年份的栅格灯光亮度、同一年份不同卫星的有光栅格数量、同一卫星不同年份的有光栅格数量,从而在最大程度上减少数据本身存在的噪音,保证数据在跨年、跨卫星、跨栅格的可比性。该方法的三个基本步骤分别为:

第一,栅格的内部校准(inter-calibration),经过内部校准之后同一年份、不同卫星和同卫星、不同年份的数据可比性会更好,其思路是通过灯光平稳变化的某一区域逐年灯光变化关系,来推算出全国乃至全球灯光的可比变化。基准参考区域一般需要具备灯光亮度与 GDP 呈现高度平稳的随时间变化趋势的特征。在已有研究当中,曹子阳等(2015)、刘修岩等(2017)选择黑龙江省鹤岗市作为参考地区,范子英等(2016)选择黑龙江省鸡西市作为参考地区。这一步骤将不同栅格不同年份不同卫星的灯光亮度按照一个固定标准重新调整(rescale),保证可比性。夜间灯光亮度饱和的问题也可以在这一步骤当中得到矫正(刘修岩等,2017)。因为,这一步骤需要在所有的卫星中选择一个累积灯光亮度最大的卫星作为基准。在所有曾经和正在服役的卫星当中,F16 卫星采集的数据所提供的累积灯光亮度是最大的。此外,由于美国国家地球物理数据中心发布了 8 期辐射定标的夜间灯光影像,与非辐射定标的的数据相比,它解决了像元 DN 值饱和的问题(曹子阳等,2015),而对于 F16 卫星而言,夜间灯光影像 F16-2006f 具有辐射定标的特征。以辐射定标的夜间灯光影像 F16-2006f 作为基准,校正后的影像 DN 值上限可以突破原来的 63,在相当程度上可以解决影像数据集中的影像像元 DN 值饱和问题。

第二,“同一年份、两个卫星”的数据合成处理。某些年份有两个卫星同时拍摄产生了两组灯光观测值,而我们需要得到统一的灯光数据。针对此问题,现有的处理方法(范子英等,2016)是:若在某一年中,两个卫星至少有一个未测到某栅格的稳定可见光,也就是至少一颗卫星的年度灯光 DN 值为 0,那么这一栅格的当年 DN 取值为 0;对 DN 值均不为 0 的栅格,将 A、B 两卫星记录下的 DN 值取平均数,作为当年的灯光亮度值。

第三,不同年份数据的时间序列修正。在运用该数据研究我国经济问题时,有学者指出了灯光亮度在时间维度上存在的“异常波动”现象(范子英等,2016;刘修岩等,2017)。“异常波动”是指两种情况:一是 t 年度的有光栅格在 t+1 年变成了“无光栅格”;二是 t 年度的有光栅格在 t+1 年的 DN 值不为零,但小于 t 年。这种现象之所以被称为异常,是基于中国经济快速增长,城市化进程不断推进的基本事实。在这种情况下,有光栅格在下一年的亮度下降或者变成无光栅格,很可能是测量误差所导致的。现有文献(范子英等 2016;刘修岩等,2017)的惯常做法是,对这两种不同的异常波动采取不同的处理方法:对从有光到无光的栅格,一律视为无光栅格;对在 t+1 期亮度减弱的栅格,则用 t 期的 DN 值替换 t+1 期的 DN 值。这种处理方式保证了所有的有光栅格的亮度“只升不降”。

上述技术性处理使得灯光数据更加合理可比,更能反映其经济含义。但是,一些技术处理细节仍然需要谨慎应用。第三个步骤所得到的灯光亮度会表现得更为平稳,但其处理方式基于一个强假设,即有光栅格的亮度不会减弱,从而对灯光亮度的修正是上偏的。在经济快速增长的情况下,整体的经济规模或者灯光亮度是增长的,但不能保证各个栅格的灯光亮度都是只增不减。在经济活动的空间表现上,经济要素的空间流动、重构和兴衰是一种常规现象。即使大部分区域呈现经济活动愈加繁荣的态势,也会有部分区域呈现出衰落趋势。因此,修订后的灯光数据尽管消除了灯光亮度的“异常波动”,但也在某种程度上舍弃了灯光数据夜间灯光数据所传递出的经济波动的有效信息。

三、采用夜间灯光数据调整和评估 GDP 数据

Elvidge et al(2007, 2009)指出,夜间灯光亮度与 GDP 统计数据高度相关。Chen & Nordhaus(2011)和 Henderson et al(2012)提出了基于夜间灯光数据来矫正 GDP 统计数据,以更准确地测量实际经济增长的方法。正如上面所指出的,由于存在测量误差等各种原因,官方的 GDP 统计数据并非完全反映真实的经济活动,即其并非是真 GDP。正如 Elvidge et al(2007)指出,夜间灯光数据是人类活动监测研究的良好数据来源。夜间灯光亮度与官方统计的 GDP 数据之间存在着高度显著的统计相关性。正因为从经济涵义上夜间灯光亮度反映了人类的多种经济活动,在统计意义上又与官方 GDP 统计数据高度相关,因此,夜间灯光亮度也是对真实 GDP 的一种反映,但同样存在着测量误差。Chen & Nordhaus(2011)和 Henderson et al(2012)都提出,将官方 GDP 统计数据与夜间灯光亮度结合起来,能够得到对真实 GDP 的更加准确的估计。这一思路有效性的前提是,灯光亮度距离真实 GDP 的偏差与官方统计 GDP 距离真实 GDP 的偏差相互独立。在假设这一前提成立的情况下,我们可以基于官方统计 GDP 和夜间灯光亮度两个指标,以最小化两者加权指标误差最小的方式,求出官方 GDP 统计和夜间灯光亮度两者的最优权重。这个新构造出来的线性加权指标,偏差比两个单独的指标都更小,能够更好地反映真实 GDP。Chen & Nordhaus(2011)和 Henderson et al(2012)都对这一方法进行了细致的阐释。他们的研究显示,这个指标和官方 GDP 等宏观经济指标的相关性很好,一个国家原来的经济数据质量越差,从这个指标得到的新信息就越多;如果数据质量较好,新指标带来的改进很少。

Pinkovskiy & Sala-i-Martin(2016)进一步借助夜间灯光数据,提出了一个评估宏观经济指标准确性和构造关于真实经济增长最优指标的理论框架。其逻辑在于,如果存在一个与真实经济增长相关的变量,其测量误差与宏观经济指标的测量误差无关,那么这个变量可以作为一个独立的第三方参照,用以判断现有指标之优劣以及辅助构建衡量和预测真实经济增长的最优线性无偏指标。他们以夜间灯光数据作为独立的第三方参照。在很多国家(地区),人均 GDP 和家户调查指标在反映国家和地区经济增长绩效方面出现了不一致的判断,特别是在评估发展中国家的贫困程度的问题上更为突出。他们建立了一个数据驱动的理论框架,以夜间灯光亮度作为第三方的独立反映经济增长绩效的指标,评估人均 GDP 和家户调查收入指标两者反映经济增长的准确性^①。

这一理论框架的方法论基础仍然依赖于以下关键假设:灯光数据的测量误差与 GDP 数据或者家户调查收入数据的测量误差独立。在理论上,GDP 指标(或者家户调查收入指标)与灯光亮度之间的正向相关性来源于两个因素:第一个因素是两者均来自与真实经济收入相关的成分,即是对真实经济收入的反映;第二个因素是来自于测量误差,即 GDP 指标(或者家户调查收入指标)的测量误差与灯光亮度的测量误差高度正相关。但是,后者出现的可能性很小。灯光亮度的数据生成过程很大程度上独立于 GDP 指标(或者家户调查收入指标)的数据生成过程^②。在这一假设之下,灯光亮度的数据生成过程使得我们能够将 GDP(或者家户调查收入指标)中反映真实经济收入水平的成分和测量误差成分分离开来。因此,GDP 指标(或者家户调查收入指标)与灯光亮度之间的正向相关性主要反映出它们与真实经济收入的相关性。基于此,我们自然就可以依据灯光亮度与 GDP 等不同的统计或者调查指标相关程度的差异性,来评估这些不同的统计或者调查指标与真实经济收入水平相关程度的异质性。研究发现,GDP 数据和家户调查数据结合构造出的线性组合是一个更好的关于真实经济增长速度和收入水平的代理指标,但 GDP 数据和家户调查数据的权重有相对差异,GDP 数据的权重明显大于家户调查数据的权重,即 GDP 数据提供了更为准确和有效的经济发展信息。这一研究无疑是非常重要的,其不仅为我们评估各种反映经济发展或者收入水平指标的可信性

① 这一逻辑可以推广到更多的经济指标的比较和评估上。

② 夜间灯光亮度数据的测量误差主要来自天气条件、地形状况、遥感技术等客观因素,而 GDP 数据的测量误差大多来自所采用的统计方法以及人为的误报虚报,这些人为因素可能会因国家而异。这两类因素基本上不重叠。

提供了一个框架,并且严谨地指出 GDP 统计数据在反映经济收入水平上仍然比家户调查数据具有明显的优越性,特别是对于增长较快的发展中国家而言更是如此。这无疑值得国内学者重视,家户调查数据在反映家庭微观层面的收入差距等信息上可能具有优势,但可能无法客观地反映宏观层面的经济收入增长。

在 Chen & Nordhaus(2011)和 Henderson et al(2012)正式地将夜间灯光数据引入经济学研究之后,经济学家开始积极地采用夜间灯光数据来研究国别和区域经济发展问题。特别是在非洲的落后国家和地区,夜间灯光数据应用的经济学研究取得了丰硕而令人瞩目的成果。Michalopoulos & Papaioannou(2014)在量化分析制度对非洲国家和地区的经济发展的影响时,采用夜间灯光数据度量地区经济发展水平。作者注意到,历史上非洲国家边界的划定方式导致很多部落种族被划分至不同国家。这种状态延续到今天,在许多非洲国家边界地区,很多民族仍分属于不同国家,从而隶属于不同的国家制度。基于这一事实,他们使用空间断点回归等方法对比横跨分属于不同国家的同一民族的居住地的夜间灯光亮度,发现国家边界两侧同一民族的经济的发展程度并未存在显著差异,从而认为国家制度并非一定是经济发展水平差异的决定性因素。这种情况很大程度上是由于很多非洲国家的政府治理能力较弱,正式国家制度的影响力在远离首都的边界地区大为减弱,从而难以决定性地影响偏远地区的经济发展。Hodler & Raschky(2014)基于夜间灯光数据,构建了1992—2009年全球126个经济体的38427个内部区域面板数据,考察了政治领导人的地方偏袒对区域经济发展差异的影响。他们发现,在政治领导人上任和在位期间,其出生地的夜间灯光亮度显著增强,而其离任后则显著回落。这种现象在政治制度较为落后及民众受教育程度较低的经济体更为突出。他们将这种领导人任职与出生地夜间灯光亮度变化之间的关系归因为政治偏袒。Lee(2018)以朝鲜作为对象考察了经济制裁如何影响一个国家内部的经济活动的空间分布。作者提出了经济制裁重塑国家内部经济活动空间分布的渠道,包括政治精英地区偏好、贸易中心调整以及进口品本国替代。

纵观已有的代表性文献,夜间灯光数据或者应用在 GDP 统计数据较难可得的经济体,或者突破了行政区划的空间限制,显示了其广泛和良好的适用性,现有文献的地理维度涉及国家单元(Henderson et al,2012)、城市单元(Storeygard,2016)、种族家乡地单元(Michalopoulos & Papaioannou,2014)、大规模的方格单元(Henderson et al,2016)、河流单元(Bleakley & Lin,2012),等等。这些研究在逻辑思路、分析策略和数据应用上都具有独到之处,也引领和启发了后续的更多研究。

四、基于夜间灯光数据的中国经济增长研究

在 Chen & Nordhaus(2011)和 Henderson et al(2012)两篇重要文献被关注之后,我国经济学界很快就采用夜间灯光数据对中国官方 GDP 统计数据进行调整和评估,倾向于以灯光亮度增长修订 GDP 增长数据,甚至将其作为 GDP 增长的一个替代指标。

徐康宁等(2015)首次采用 Henderson et al(2012)的核算框架,采用全球夜间灯光数据测算了中国的实际经济增长率,评估了中国经济增长以及 GDP 统计数据的真实性。首先,他们通过对1992—2012年中国省级面板数据进行计量分析,发现灯光亮度与 GDP 之间存在着非常显著的正向相关关系。换言之,在一定条件下,夜间灯光亮度可以作为 GDP 的替代变量,并用来测算和修正实际经济增长率。进一步地,他们根据灯光数据的拟合值以及官方统计的 GDP 增长率数据,对中国及各省份的实际经济增长率进行了测算,发现无论是全国整体还是各省份,1993—2012年实际经济增长率的平均值与官方统计数据都不完全吻合,全国整体低1个百分点,东、中、西三大区域均低约1.5~1.8个百分点,且经济落后地区的差距要大于经济发达地区。这一研究的具体发现意味着,中国官方公布的实际经济增长率很可能存在向上偏误,这种偏误在经济落后地区显得更加突出。

卢盛峰等(2017)直接采用夜间灯光数据对我国城市层面的实际生产总值的可信度进行了量化评估。他们使用官方发布的实际城市生产总值相对于校正后城市夜间灯光亮度(DMSP/OLS)值的偏离程度来衡量中国城市 GDP 失真指标。他们发现从时间阶段看,2006—2012年所有省份所辖城

市的平均失真指标相对于 2005 年之前都明显上升,城市平均 GDP 失真状况呈现出持续恶化态势。从空间维度看,中国 GDP 失真指标在地区间存在较大差异,同时呈现空间上集中分布的特征。相对而言,中部地区数据失真程度较为严重,而西部地区较轻。具体来看,四川、湖南、湖北以及江西等省份所辖地市的失真状况更加严重和普遍,而山西、宁夏和西藏等地区所辖城市生产总值相对失真程度更低。这一研究从城市层面对中国地区 GDP 数据的相对可信性程度做出了全面的评估,对地区层面的 GDP 数据提出了最为直接的质疑。当然,他们的做法是直接官方 GDP 与夜间灯光亮度两个水平变量的偏离程度作为 GDP 的可信度量,可能具有不可忽略的统计偏差,值得后续研究进一步关注和进行稳健性检验。

新近文献倾向于采用夜间灯光亮度变化率作为 GDP 增长率的一个替代变量,对相关问题开展研究。王贤彬等(2017)采用夜间灯光数据,重新评估了中国地区经济差距动态趋势。他们基于增长理论的趋同分析框架,实证发现,在 1992—2012 年间,中国无论是在省层面还是在地级市层面,初始夜间灯光亮度较低的地区,随后都呈现出更快的夜间灯光亮度增长。这一变化趋势与人均 GDP 的变化趋势不完全一致。夜间灯光亮度与电力消费密集型的经济活动密切相关,在行政空间维度上呈现出显著互动追赶特征。这一研究发现一定程度上表明了,尽管夜间灯光亮度在一定条件下可以作为 GDP 的良好代理指标,但是这种代理关系并不是完美和完全对应的,需要研究者和使用者谨慎对待。

除此之外,大多数实证研究直接采用夜间灯光亮度作为 GDP 的代理指标。范子英等(2016)采用校准后的 DMSP/OLS 夜间灯光数据度量了地方的经济增长,基于 2003 年部长更换的自然实验,利用倍差法研究了 1998—2007 年政治关联的变化对部长来源地经济增长的影响。邵帅等(2016)在对雾霾污染的 EKC(环境库兹涅茨曲线)假说进行实证检验时,考虑到外界对中国国民经济统计数据真实性的质疑,采用了卫星监测的夜间灯光数据作为省区经济增长的代理变量。李书娟等(2016)在研究省级官员对其籍贯县的家乡认同的经济增长效应时,为了得到全国县级层面上跨度尽可能长的时间序列数据,采用夜间灯光数据代理经济绩效。张俊(2017)在考察高铁开通对“高铁县”经济发展带来的影响时,采用夜间灯光数据作为县的经济增长的代理指标。

经济学者在分析中国与世界经济的互动时,也开始采用夜间灯光数据表征中国与世界经济活动联系情况。黄亮雄等(2016)在开展跨国经济增长的实证研究时,考虑到“一带一路”沿线国家统计数据的质量问题,采用夜间灯光数据反映各国的经济活动状况,分析中国的经济发展对沿线国家经济发展的影响。隋广军等(2017)采用了类似的做法,以夜间灯光数据反映世界经济活动情况,探讨中国对外直接通过完善东道国的基础设施来促进“一带一路”沿线国家的经济增长。李德仁、李熙(2015)探讨了夜间灯光遥感技术及数据应用对“一带一路”建设质量的保障作用。

综上所述,采用夜间灯光数据作为中国经济增长绩效代理指标的研究文献越来越多。从不同层次的区域维度来看,采用夜间灯光数据度量经济增长绩效的意义越强,这是由于越往基层,各个地区的 GDP 数据质量差异越大,可比性越差。因此,过去的县级经济数据较为缺乏,质量也备受担忧,夜间灯光数据可以提供一定的补充。另一方面,在研究跨国经济表现时,比如考察中国与“一带一路”沿线国家和地区的经济关系时,夜间灯光亮度也能提供一定的有用信息。从 2017—2018 年辽宁、内蒙古及天津等地方政府披露过去 GDP 等政府统计数据注水的状况来看,以往地方经济数据的确在某种程度和范围存在着人为操纵所导致的不真实的特征。这种 GDP 偏误,在不同地区、不同时期可能都有不同的程度与表现,从而使 GDP 在相关维度上更加难以合理比较。由于修正历史 GDP 数据存在很大的困难,可以预见,在研究地方经济增长时,经济学界会更依赖夜间灯光数据。

但是,Clark et al(2017)指出,中国官方 GDP 数据的可信程度可能比之前研究所显示的要高,并且中国官方统计数据可能一定程度上低估了真实经济扩张。他们认为,学界已有测量中国真实 GDP 增长速度的方法,几乎都是基于对各种宏观经济指标与经济活动之间关系的假设,而这种关系的可信性是很难衡量和评估的。因此,他们基于团队之前的研究成果即 Pinkovskiy & Sala-i-Martin

(2016),以夜间灯光数据作为独立的第三方参照,评估了中国官方GDP增长数据的可信度,并构建了度量中国真实经济增长的最优指标。文章仍然基于两个关键假设:夜间灯光与真实经济活动密切相关;灯光数据的测量误差与多数宏观经济变量的测量误差无关。他们基于DMSP/OLS夜间灯光数据、2004—2015年的全国数据以及2004—2013年的省级数据,在控制省份固定效应和年度固定效应的情况下,将夜间灯光亮度数据对相关宏观经济变量进行回归。发现,宏观经济变量的回归系数占全体系数之和的比例,等于该变量在最优的真实经济增长度量指标中的相对权重。随后,以上述回归得到的权重对相应变量的全国数据做加权平均,再进行一定的处理,可得到关于真实经济增长的最终估计值。他们重点考察了“克强指数”能否比较好地反映真实经济增长,及如何利用“克强指数”构建上述的最优指标^①。因此,基础回归方程是灯光数据对克强指数的回归。研究结果显示,“克强指数”是预测夜间灯光强度变动的有效变量,但银行信贷总量、耗电量与铁路货运量三个变量有不同的权重,其中银行贷款总量获得的权重超过一半,而铁路货运量获得的权重很小。基于此,使用修正权重后的“克强指数”,能够有效预测真实的中国GDP增长率。调整权重后的“克强指数”预测2015年4季度的GDP增长率为8.2%,显著高于官方数据的6.6%。此外,对2005—2015年中国GDP增长路径的预测也显示中国GDP增长率很大程度上不低于官方数据,很可能要高于官方数据。文章指出,出现这个结果的原因可能在于灯光数据的回归倾向于赋予那些增长比较乐观的变量较高的权重(比如银行贷款)^②。最后,文章给出了为何中国GDP增长率被低估的两种可能的解释:中国的国民经济核算可能低估了服务业的增长率,而夜间灯光数据可以捕捉到这类经济活动,GDP增长核算中没有考虑到向新产品和服务的结构性转变。这说明,以夜间灯光数据纠正GDP统计数据以及提升GDP统计数据质量,需要关注其中的经济、统计与技术细节。

从上述最新的研究(Pinkovskiy & Sala-i-Martin, 2016; Clark et al, 2017)来看,GDP在度量宏观经济增长方面仍然具有其他统计数据难以匹敌的适用性。借助夜间灯光数据虽然可以提升对宏观经济增长的度量的准确度,但简单地以夜间灯光亮度来度量实际经济产出等粗糙的做法可能产生新的偏误,如果没有在理论上科学评估数据偏误对研究结论的影响,则仍然很难改进经济学研究的可靠性。

正确的道路并非简单否定或者弃用GDP指标和数据,而是应当以其他信息为辅助,更加有针对性地改进GDP指标,提升GDP数据质量,并且结合夜间灯光亮度等数据,扩展经济统计应用范围。需要认识到,尽管GDP数据对真实经济活动的反映可能存在偏差,但对于经济学研究而言,除了使用其他来源数据改进GDP数据质量之外,在使用GDP数据进行研究的过程中,应当评估GDP数据误差所可能产生的后果,从而更谨慎地对待相关发现以及更有针对性地改进相关数据质量及研究过程。经济学研究主要致力于挖掘各种因素之间的因果关系,当前大量的实证研究将GDP作为被解释变量,考察其他经济社会因素对其的影响。在回归当中使用的GDP数据存在误差的情况下,实证模型的核心解释变量的回归系数的一致性可能会受到影响,并且在不同情况下会呈现不同方向性的偏差,经济学者借助经济逻辑与统计理论,有可能判断偏差的方向,增进对研究结论的认识^③。

① “克强指数”(Li Keqiang Index)是英国著名政经杂志《经济学人》在2010年所推出的用于评估中国GDP增长的指标。此指数的提出,源于李克强总理2007年任辽宁省委书记时,曾经通过耗电量、铁路货运量和贷款发放量等三项指标,分析当时辽宁省经济状况。此衡量方法提出之后,受到了包括花旗银行在内的众多国际机构的认可。在花旗银行编制的“克强指数”算法中,工业用电新增占40%,铁路货运量新增占25%,银行中长期贷款新增占35%。将此三项指标按比例折算后汇总,即可得出当期“克强指数”。

② 该文献作者指出,银行贷款总量的增长率比耗电量和铁路货运量的增长率更高,且长期来看更加稳定。

③ 这一部分借鉴于中国人民大学江艇老师在非正式场合对经济研究过程中所使用的GDP数据存在误差所造成的后果的讨论。真实GDP数据记为 y^* ,实际观察或者统计到的GDP数据为 y ,假定两者关系为 $y = y^*(1+a)$ 。假定真实模型为 $\ln y^* = bx + \epsilon$,而研究者实际处理的模型是 $\ln y = bx + [\epsilon + \ln(1+a)]$ 。此时,系数 b 估计的偏误取决于 x 和 a 之间的相关性。若 x 和 a 之间负相关,例如市场化程度较高的地区的GDP数据统计误差较小,则该模型倾向于低估 b ;反之,则该模型倾向于高估 b 。

五、夜间灯光数据度量经济活动空间分布

夜间灯光数据的一个突出特点就是其具有明确的地理空间属性。夜间灯光数据属于典型的栅格数据^①。GDP等经济数据是基于行政区划单位的一种统计数据,其根本属性是行政区划属性。在其对应的行政区划单位当中,GDP数据无法再进行地理空间物理意义上的进一步分割。这意味着在一个特定的行政区划单位当中,基于GDP等传统经济数据难以再进行地理空间上的进一步细分,难以对相应经济活动的空间分布和演变进行分析。然而,在经济不断向中高级阶段的过程中,经济活动在空间上会愈加丰富和动态,并且可能更加不平衡。在这种情况下,我们必须寻找可以反映和衡量经济活动空间分布的指标或者变量。然而,传统的经济统计数据难以具备此功能。当前,夜间灯光数据恰提供了此功能。夜间灯光数据作为栅格数据,突破了行政区划的限制,可以较为充分地反映经济活动的地理空间分布。

在现有的经济学文献当中,特别是发展经济学、空间经济学和城市经济学已经采用夜间灯光数据来度量经济活动的空间分布。Henderson et al(2016)指出,夜间灯光亮度是对密度的良好度量,其集合了人口密度与人均收入两个维度的信息,一个区域内部的夜间灯光亮度就是人口数量与人均灯光亮度的交乘,具有相当好的信息显示性。他们基于全球夜间灯光数据,既考察了经济活动的国家内部分布,也考察了经济活动的国际分布状况,为我们展示了借助全球夜间灯光数据分析大范围经济活动分布的威力。正如之前所述,NOAA所公布的夜间灯光数据存在着影像像元DN值饱和问题。这导致美国最大的100个城市的中心地带的夜间灯光亮度被实际低估。为了解决这一问题,他们借鉴Ziskin et al(2010)的方法,以辐射定标的夜间灯光影像F16-2006f作为基准对数据进行了校正。校正后的数据解决了影像数据集中的影像像元DN值饱和问题。为了与其他经济和地理数据相匹配,他们将分析单元界定在 $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ 的方格,这一单元在地理上相当于赤道附近的770平方公里的范围。这一方格的夜间灯光亮度等于所有落入方格的灯光栅格(约为900个)的亮度的平均值。另外,在他们所采用的夜间灯光数据当中,高达59%的方格的灯光太弱从而无法被卫星传感器观测到。由于几乎所有的方格当中都存在人类活动从而会发出某种亮度的灯光,因此他们将此看成是一个数据删失问题。在NOAA的初始处理过程中,那些栅格层面的最小的非零值的灯光亮度会被认为是干扰因素导致的结果从而被赋值为0。他们计算了方格内部最小非零值的栅格的灯光亮度平均值,并将此数值对那些初始灯光亮度值为0的方格进行赋值,以避免遗漏观测低强度人类经济活动的偏误。最终,他们获得了250000个方格,基于相应的灯光亮度考察了经济活动的空间分布。研究发现,几乎一半的灯光亮度差异由物理地理因素所导致。物理地理因素可以分为两类,第一类地理因素主要影响农业,第二类地理因素主要影响贸易。那些经济发展较早经济体的经济活动分布更加依赖于第一类地理因素,而那些经济发展较晚经济体的经济活动分布更加依赖于第二类地理因素。实际上,农业活动在经济发展较早经济体当前的经济总量当中的分量已经很小。作者基于数理和计量分析给出了一致的理论解释。在经济发展较早经济体,农业生产率的提升带来了产业转型和经济发展,在早期运输成本仍然较高的情况下,城市经济集聚主要出现在农业发达的地区。尽管后来交通运输成本下降,但城市经济集聚在特定地区具有持续性。在经济发展较晚经济体,经济发展和结构转型发生在交通运输成本显著下降之后。为了充分利用城市规模经济,工业活动往往高度集中在数量相对较少的交通便利地区,特别是沿海地区。随着这些工业集聚经济的快速增长,内陆的农业生产地区更加难以形成具有经济集聚性的城市。Henderson et al(2016)的研究表明,尽管夜间灯光数据是当代的短时间数据,但结合其他数据,仍然可以分析很多长时段的重大经济理论和问题,推进社会科学理论。

Bleakley & Lin(2012)借助灯光数据分析了美国经济活动空间分布的长时段的持续与变迁。他们注意到,在运河和铁路运输大范围采用之前,美国东南部沿海地区到内陆地区的运输主要依靠水运,而水运往往受制于水路中途所出现的地形意义上的瀑布线。瀑布线的出现使货物运输必须在其

^① 栅格数据是将空间分割成有规律的网格,每一个网格称为一个单元,并在各单元上赋予相应的属性值来表示实体的一种数据形式。每一个单元(像素)的位置由它的行列号定义,所表示的实体位置隐含在栅格行列位置中,数据组织中的每个数据表示地物或现象的非几何属性或指向其属性的指针。

附近的陆路进行转运,从而催生了水路间转运点以及水陆联运点(portage),使得它们成为当时经济贸易活动的集聚地。即使随着运河和铁路等运输方式的出现与替代,这些早期的转运和联运中心也在长期当中保持了经济活动中心的地位,这再次印证了空间经济学当中城市集聚经济活动的路径依赖性。作者采用高分辨率的当代夜间灯光数据展现了这一点,美国当代的许多大城市均位于瀑布线上,包括特伦顿、费城、华盛顿、哥伦比亚、里士满、奥古斯塔、小石城、沃斯堡、奥斯汀和圣安东尼奥等^①。他们指出,使用夜间灯光数据可以准确地识别出地理空间意义上的经济集聚点,而这一任务如果依赖于传统的经济统计数据则难以高质量实现。

Elliott et al(2015)深入考察了台风灾害对中国东南沿海城市的经济影响。为了更加准确地捕捉台风在地理空间上所产生的平均经济影响,他们使用 1992—2010 年的夜间灯光数据作为地方经济活动的代理变量。在估计台风灾害对经济活动的影响程度时,他们直接使用夜间灯光数据的原始栅格作为分析单元,将落在中国东南沿海的 60 个地级市行政区划当中的栅格作为样本,栅格数量达到 56 万个。Elliott et al(2015)的研究也表明了,当某地社会经济状况产生重大变动时,该地的夜间灯光会产生巨大变化,从而为重大事件(如自然灾害或战争冲突等)进程及其产生后果进行评估提供了新的途径。比如,Li & Li (2014)采用 DMSP/OLS 夜间灯光数据对 2011 年 3 月爆发的叙利亚内战造成的破坏进行评估,定量分析发现,内战前后叙利亚的城市灯光发生了巨大变化,大部分省份的夜间灯光损失超过 60%,而且夜间灯光的损失和难民迁徙存在较高的相关性。在空间上,夜间灯光减少最多的地方恰恰是内战最激烈的地方。这些类似的研究为人道主义灾难、重大自然灾害监测提供了有效手段。

城市经济学研究往往需要对城市中心、城市边界及城市蔓延度等进行确定和度量,这些都依赖于相应的经济和地理数据,但相应的经济数据往往难以获得,此时夜间灯光数据可以发挥重要作用。城市区域和范围本质上是一个经济学概念,而并非一个行政区划概念,因此城市边界和区域范围需要依赖经济和人口相关信息予以确定。秦蒙、刘修岩(2015)、刘修岩等(2016)利用 DSMP/OLS 夜间灯光数据对中国的城市区域范围进行了界定。具体的方法是,借助全球夜间灯光数据,用 Arcgis 软件提取出以灯光阈值作为判断标准的城市区域轮廓,然后再依据已判定的粗略城市区域,基于 LandScan 全球人口动态统计分析数据进一步提取同时满足灯光和人口密度阈值标准的、较为精确的城市区域^②。这种方法结合灯光亮度和人口密度来确定城市空间范围,较大程度地避免人口统计偏误和灯光溢出的干扰,比较准确、细致地刻画了真实的城市轮廓和面积^③。因此,基于夜间灯光的指标本身包含了传统统计方法难以刻画的空间特征,更加适合涉及人口和经济要素空间分布结构的研究。

当前中国的新型城镇化战略仍在不断推进,中国的基础设施规模仍在快速扩张,中国的经济和人口集聚和流动更加动态和复杂,其合理科学布局需要基于有效信息的科学研究,而夜间灯光亮度的变化恰恰能够较好地反映经济和人口的空间集聚、流动和变化,从而助力相关的研究,为国家重大问题的决策需求提供有益的数据支撑。

六、使用夜间灯光数据度量经济状况面临的挑战

已有研究已经发现夜间灯光亮度与 GDP 及其波动具有高度相关性,但是夜间灯光亮度度量经济表现也存在着重大挑战。

① 采用传统的行政统计数据,比如县级层面数据,则可能无法得出清晰的发现。

② LandScan 人口分布数据是一个全球范围的 30 分辨率人口数据集。它结合了地理信息系统、遥感影像与多元分区密度模型,综合利用了人口普查数据、行政区划资料,以及来源于 Landsat TM 的土地覆盖数据、道路、高程、坡度、海岸线数据和 QuickBird、IKONOS 等高分辨率卫星影像,并对数据与模型算法进行年度更新,产生了高质量、高精度的人口数据。LandScan 数据下载网址:<http://web.ornl.gov/sci/landscan/>。

③ 他们的做法是,参照 Yi et al(2014)的研究将夜间灯光亮度阈值设定为 10,人口密度则借鉴毛其智等(2015)的方法,以 1000 人/平方公里作为城市化地区人口密度的阈值,即判定城市化区域的阈值标准为:灯光亮度值高于 10 且人口密度大于 1000 人/平方公里。

Donaldson & Storeygard(2016)总结了夜间灯光数据应用上的一些陷阱。首先,夜间灯光数据对应于较小的地理空间栅格,覆盖了整个地球表面大部分地区,从而产生了大规模的数据量,加上夜间灯光数据的赋值方式往往是离散以及截断(truncated)的,采用传统的线性回归模型并不适合于处理具有这些特征的高维数据。其次,夜间灯光数据基于地理空间栅格采集,并且栅格范围较小,分辨率很高,因此夜间灯光亮度在地理空间上具有高度的空间相关性^①。这意味着必须采用计量技术对夜间灯光数据的空间相关特征进行考虑和调整。当使用夜间灯光数据作为被解释变量时,应当加入和采用回归方程的随机干扰项非独立性的假设。当使用夜间灯光数据作为解释变量时,其空间相关性可能会导致解释变量回归系数的偏差。除此之外,我们认为,夜间灯光亮度度量经济表现还面临如下挑战:

第一,夜间灯光数据直接产生于灯光亮度,在数据统计上很难回溯到具体的经济维度,从而难以分析其对应的具体经济活动。夜间灯光数据无法直接进行结构性分解,限制了人们对灯光亮度内涵的进一步理解,这是其相对于现有的GDP等经济数据的劣势。现代经济活动具有丰富的结构性特征,包括但不限于投资消费结构、生产生活结构、细分产业结构等。单纯依赖夜间灯光数据,难以揭示经济体丰富的经济结构内涵。

第二,夜间灯光亮度来自夜间经济活动,但夜间经济活动活跃程度与产业结构、风俗文化等经济社会因素有巨大关系,从而导致不同地区之间的夜间灯光亮度作为经济发展程度的度量并不直接可比。正如耶鲁大学诺德豪斯教授所提醒的:“具有卓越经济状态的城市在它们的光输出上可能相去甚远,在拉斯维加斯,浮华的赌场通宵营业,使具有同样经济产出但更为安静的盐湖城相形见绌,那里的居民更习惯于早睡。”当然,这种差异性主要影响夜间灯光亮度水平作为经济发展水平度量指标的可比性,在多大程度上影响夜间灯光亮度变化率作为经济增长度量指标的可比性则需要依赖于更加具体的假设与条件。

第三,夜间灯光亮度尽管基本产生于现代经济活动,但必然需要依赖电力消耗或者能源消耗,受到能源价格以及能源技术变革等因素波动的影响。由于不同国家、不同阶段乃至不同企业和家庭所面临的电力和能源可得性、价格及相关体制和政策约束不同,从而最终会影响经济繁荣程度和夜间灯光亮度之间关系的稳定性和可比性。在科学技术维度上,一旦能源技术取得重要突破,无疑会改变能源和灯光的使用成本和价格,从而改变众多人类活动与夜间灯光亮度之间的统计关系。

因此,全球夜间灯光数据增加了经济学者工具箱中可供选择的数据集合,并为人们提供了一个观测人类经济活动及其影响的可能性。但是,我们也应该清醒地看到,使用夜间灯光数据分析人类经济活动时更加细致和小心。对于上述挑战如何影响了夜间灯光亮度和GDP的数量关系,现有文献仍然没有较好回答。特别是现有国内的经济学文献往往直接使用夜间灯光数据作为经济绩效的代理变量,而未能仔细对待这些挑战和干扰,很可能导致了相应的研究结果缺乏足够的可信性。比如,在利用夜间灯光数据分析GDP数据的可信性及其可靠程度时,必须严谨地对待和处理上述问题,否则可能引起新的误解。

七、结论性评述

从已有研究来看,经济学文献正乐于应用夜间灯光数据展开研究,使得一些经典的经济学问题焕发了新貌。夜间灯光亮度作为经济表现的代理指标的优势突出体现在:

第一,应用在跨国或者跨地区维度的比较研究当中,可以大大缓解各国GDP数据质量异质性的干扰,从而获得较强的可比性。当我们比较美国和尼日利亚等国家的经济发展程度时,夜间灯光亮度可能是一个优于GDP的指标,因为许多落后的非洲国家的经济数据质量与美国等发达国家存在巨大差距。

第二,应用在细分区域和范围的比较研究上。由于GDP等传统经济数据统计基于行政区划,从

^① 空间相关性是地理数据的一个普遍特性,但由于夜间灯光数据的高分辨率,其空间相关性更加突出。

而不能细分到具体的地理空间上,此时夜间灯光数据则发挥了不可替代的作用。在未来的数据生成上,数据的两大核心维度是人的维度、空间维度。尽管在信息技术的大潮之下,大数据经济正在兴起,但是针对空间维度的系统性经济数据仍然不成系统,夜间灯光数据仍然会发挥重要作用。

正如徐康宁等(2015)所指出,借助夜间灯光数据衡量一个国家或地区的经济活动,也并非百分之百准确,但这并不妨碍从学术的视角尝试用它来对传统GDP统计做必要的“补缺”,甚至是特定制度条件下的“纠偏”,以测度真实的经济增长。尤其是在统计技术落后或存在人为干扰统计因素的环境下,借助夜间灯光数据测度真实经济活动是一种可行的办法。至少灯光数据不受人为因素的干扰,是太空卫星对地球的“自然扫描”,最大程度消除了造假的可能,比特定环境下受人类行为影响的GDP统计更为客观。但是,需要注意的是,采用夜间灯光数据也具有很大的限制与不足,正视这些事实是合理解读相关研究发现的基础和前提。

实际上,对于当前中国的宏观经济而言,各种指标度量和反映经济运行状况的困难在于,中国经济正处于长期增长新旧动能转换和短期需求结构转型等叠加性结构调整当中,经济结构正在发生量质结合的深刻变化。传统的经济指标无一例外具有结构性的刚性特征,难以及时全面反映相应的结构变化带来的经济变动。在这种情况下,单纯依靠单一指标的做法显然并非最优。而且,在数据可得性愈加丰富的情况下,构造新的经济指标,从不同角度反映经济状况是必由之路^①。夜间灯光数据,在未来很长一段时期当中,都仍将是众多指标中的重要组成。随着越来越多的经济学者科学地认识夜间灯光数据,它将更多地被用来测度经济集聚、城市化、人口流动、能源消费等经济活动,带来更加丰硕的关于中国经济的研究发现。

参考文献:

- 曹子阳等,2015:《DMSP/OLS夜间灯光影像中国区域的校正及应用》,《地球信息科学学报》第9期。
- 范子英 彭飞 刘冲,2016:《政治关联与经济增长——基于卫星灯光数据的研究》,《经济研究》第1期。
- 黄亮雄等,2016:《中国经济发展照亮“一带一路”建设——基于夜间灯光亮度数据的实证分析》,《经济学家》第9期。
- 李德仁 李熙,2015:《夜光遥感技术在评估经济社会发展中的应用——兼论其对“一带一路”建设质量的保障》,《宏观质量研究》第4期。
- 李书娟 徐现祥 戴天仕,2016:《身份认同与夜间灯光亮度》,《世界经济》第8期。
- 刘修岩 李松林 秦蒙,2016:《开发时滞、市场不确定性与城市蔓延》,《经济研究》第8期。
- 刘修岩 秦蒙 李松林,2017:《城市空间结构与地区经济效率——兼论中国城镇化发展道路的模式选择》,《管理世界》第1期。
- 卢盛峰 陈思霞 杨子涵,2017:《“官出数字”:官员晋升激励下的GDP失真》,《中国工业经济》第7期。
- 毛其智 龙瀛 吴康,2015:《中国人口密度时空演变与城镇化空间格局初探——从2000年到2010年》,《城市规划》第2期。
- 孟连 王小鲁,2000:《对中国经济增长统计数据可信度的估计》,《经济研究》第10期。
- 秦蒙 刘修岩,2015:《城市蔓延是否带来了我国生产效率的损失?——基于夜间灯光数据的实证研究》,《财经研究》第7期。
- 阙里 钟笑寒,2005:《中国地区GDP增长统计的真实性检验》,《数量经济技术经济研究》第4期。
- 邵帅等,2016:《中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角》,《经济研究》第9期。
- 隋广军 黄亮雄 黄兴,2017:《中国对外直接投资、基础设施建设与“一带一路”沿线国家经济增长》,《广东财经大学学报》第1期。
- 王贤彬等,2017:《中国地区经济差距动态趋势重估——基于卫星灯光数据的考察》,《经济学(季刊)》第3期。
- 徐康宁 陈丰龙 刘修岩,2015:《中国经济增长的真实性和全球夜间灯光数据的检验》,《经济研究》第9期。
- 许宪春,2006:《中国GDP核算将采用新方案》,《中国经济周刊》第6期。
- 张俊,2017:《高铁建设与县域经济发展——基于卫星灯光数据的研究》,《经济学(季刊)》第4期。

^① 2016年《政府工作报告》,首次作为官方文件使用“新经济”概念。相应地,中国新经济指数(New Economy Index,简称NEI)于2016年3月在北京首次发布。NEI通过浩繁的大数据挖掘,尝试量化中国新经济的现状,反映新经济在整个经济中占比的变化,填补经济转型过程中新经济度量的空白。

- Bleakley, H. & J. Lin(2012), "Portage and path dependence", *Quarterly Journal of Economics* 127(2):587-644.
- Chen, X. & W. D. Nordhaus(2011), "Using luminosity data as a proxy for economic statistics", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(21):8589-8594.
- Clark, H. et al(2017), "China's GDP growth may be understated", NBER Working Paper, No. 23323.
- Donaldson, D. & A. Storeygard(2016), "The view from above: Applications of satellite data in economics", *Journal of Economic Perspectives* 30(4):171-198.
- Elliott, R. J. R. et al(2015), "The impact of typhoons on Chinese local economic activity: Evidences from outer space", *Journal of Urban Economics* 88:50-66.
- Elvidge, C. D. et al(2007), "The nightsat mission concept", *International Journal of Remote Sensing* 28(12):2645-2670.
- Elvidge, C. D. et al(2009), "A global poverty map derived from satellite data", *Computers & Geosciences* 35(8):1652-1660.
- Henderson, J. V. et al(2012), "Measuring economic growth from outer space", *American Economic Review* 102(2):994-1028.
- Hodler, R. & P. A. Raschky(2014), "Regional favoritism", *Quarterly Journal of Economics* 129(2):995-1033.
- Holz, C. A. (2014), "The quality of China's GDP statistics", *China Economic Review* 30:309-338.
- Lee, Y. S. (2018), "International isolation and regional inequality: Evidence from sanctions on North Korea", *Journal of Urban Economics* 103(C):34-51.
- Li, X. & D. Li(2014), "Can night-time light images play a role in evaluating the Syrian crisis?", *International Journal of Remote Sensing* 35(18):6648-6661.
- Michalopoulos, S. & E. Papaioannou(2014), "National institutions and subnational development in Africa", *Quarterly Journal of Economics* 129(1):151-213.
- Pinkovskiy, M. & X. Sala-i-Martin(2016), "Lights, camera...income! Illuminating the national accounts-household surveys debate", *Quarterly Journal of Economics* 131(2):579-631.
- Rawski, T. G. (2001), "What is happening to China's GDP statistics", *China Economic Review* 12(4):347-354.
- Storeygard, A. (2016), "Farther on down the road: Transport costs, trade and urban growth in sub-Saharan Africa", *Review of Economic Studies* 83(3):1263-1295.
- Sutton, P. C. & R. Costanza(2002), "Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service evaluation", *Ecological Economics* 41:509-527.
- Wu, H. X. & K. Ito(2015), "Reconstructing China's supply-use and input-output tables in time series", DPRIETI Discussion Paper Series, No. 15-E-004.
- Yi, K. et al(2014), "Mapping and evaluating the urbanization process in northeast China using DMSP/OLS nighttime light data", *Sensors* 14:3207-3226.
- Ziskin, D. et al(2010), "Methods used for the 2006 radiance lights", *Proceedings of the 30th Asia-Pacific Advanced Network* 30:131-142.

(责任编辑:何伟)

(校对:孙志超)