

DOI:10.13203/j.whugis20170356



文章编号:1671-8860(2018)01-0001-09

# 论地理国情普查和监测的创新

李德仁<sup>1,2</sup> 马 军<sup>1,2</sup> 邵振峰<sup>1,2</sup>

1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,湖北 武汉,430079

2 地球空间信息技术协同创新中心,湖北 武汉,430079

**摘 要:**地理国情普查和监测是国情研究的重要组成部分,包括自然地理国情、人文地理国情、经济地理国情的普查和监测等内容。总结中国第一次中国地理国情普查和重点专题国情监测的成果,提出了地理国情普查和监测新需求,并重点探讨了地理国情的内容创新、技术创新和成果表达创新。建议在国情内容中增加地面沉降和形变、地表透水性、人文和社会经济信息;在技术创新方面,提出自然地理国情监测要充分利用基础测绘成果,通过行业共享和转换获得人文地理和社会经济地理国情,通过众源数据验证各类地理国情的现势性,基于对地观测传感网开展地理国情更新。在地理国情的成果表达方面,提出地理国情的分类需要上升到本体、矢量和栅格数据模型可用于一体化表达国情数据、地理国情普查的统计成果和监测模型要面向用户需求发布通用指数。对地理国情的服务提出展望。

**关键词:**地理国情;地理国情普查;地理国情监测;地理国情表达

**中图法分类号:**P208

**文献标志码:**A

地理国情是制定国家和区域发展战略与规划、推动社会经济可持续发展的重要数据基础<sup>[1-2]</sup>。目前,中国已经完成了第一次中国地理国情普查,完成了普查信息的整理、汇总、统计分析,形成普查报告,发布普查结果。初步摸清了中国的地理国情家底,科学揭示了资源、生态、环境、人口、经济、社会等要素在地理空间上相互作用、相互影响的内在关系,对准确把握国情国力,准确掌握、科学分析资源环境的承载能力和发展潜力,对于有效应对各种风险和挑战,推进解决各种深层次矛盾和问题意义十分重大。例如,通过普查获得了中国自然和人文地理要素的现状和空间分布,为开展常态化地理国情监测奠定了基础,满足经济社会发展和生态文明建设评估的需求,提高了地理国情信息对政府、企业和公众的服务能力。

在完成第一次地理国情普查工作的基础上,中国又启动了重点专题国情监测,如中国省会城

市城区面积分布监测、国家级新区建成区面积监测等,对城市的可持续发展和开发区经济发展,起到了很好的基础性支撑作用。

通过普查获知,2015 年中国省会城市城区总面积为 10 369.6 km<sup>2</sup>,占市辖区面积的 4.1%;通过对比监测可知,相比 2000 年增加了 3 958.4 km<sup>2</sup>,是 2000 年的 1.62 倍。

2015 年,中国 11 个国家级新区中建成区面积最大的三个依次为上海浦东新区、天津滨海新区、重庆两江新区。建成区面积较小的为贵州贵安新区、甘肃兰州新区。最小的是陕西西咸新区,为 53.69 km<sup>2</sup>,占新区面积比例为 6.10%。面积扩展最快的是重庆两江新区;其次是天津滨海新区、甘肃兰州新区、四川天府新区。扩展速度较慢的是陕西西咸新区、浙江舟山群岛新区、青岛西海岸新区,如图 1 所示。

**收稿日期:**2017-11-09

**项目资助:**国家重点研发计划战略性国际科技创新合作重点专项(2016YFE0202300);国家高分专项(02-Y30B19-9001-15/17);广州市科技计划(201604020070);武汉市晨光计划人才项目(2016070204010114);湖北省重点研发计划(2016AAA018);国家自然科学基金(51508422、41401513)。

**第一作者:**李德仁,教授,中国科学院院士,中国工程院院士,国际欧亚科学院院士,现从事以遥感、全球卫星定位系统和地理信息系统为代表的空间信息科学与技术的科研与教学工作,并推进地理国情监测、数字城市与数字中国、智慧城市与智慧中国的研究及相关建设。drli@whu.edu.cn

**通讯作者:**邵振峰,博士,教授。shaozhenfeng@whu.edu.cn



图1 11个国家级新区基础年份面积和2015年面积及扩展速率图

Fig.1 Area of Base Year, 2015 and Expansion Rate Diagram of 11 National Level New Districts in China

## 1 地理国情普查和监测的新需求

地理国情是具有重要战略意义的信息资源,地理国情普查数据是地理国情监测的数据基础,地理国情监测是对地表的全要素监测,监测的内容涉及范围广泛。考虑到普查和监测成果的实际应用需求,未来还应该增加普查未涉及的不透水面数据、社会经济类专题数据等。在地理国情普查的基础上,可以利用相关行业部门(国土资源、环境部门等)所收集的数据,比如土地利用调查数据,作为自然地理国情要素的补充资料,遥感影像可用于不透水面的提取<sup>[1]</sup>;人口普查、经济普查等社会经济类数据通过空间化处理,可用来获取社会经济地理国情信息。经过应用的调研、技术的研讨和成果的服务,本文认为,地理国情普查和监测不等于基础测绘,当前的普查和监测,在以下方面还存在完善和创新的新需求。

### (1) 地理国情普查和监测内容需要创新

需要增加人文地理和社会经济地理国情,要产出老百姓能看懂的地理国情指标,如城市海绵度、绿化度、交通通达度、水资源丰足度、绿色国民生产总值(GDP)、居民幸福指数等,并实现其空间化。例如人口数据,应形成白天和夜晚的人口空间分布,内容要面向领导辅助决策,且易于决策。

### (2) 地理国情普查和监测技术需要创新

自然地理国情充分利用1:5万和1:1万数据等测绘成果,要通过行业共享和转换获得人文地理和社会经济地理国情,要通过众源大数据和

对地观测传感网来更新各类地理国情。

(3) 地理国情普查和监测成果表达形式需要创新

地理国情的分类需要上升到本体,地理国情要通过矢量和栅格一体化表达,其中点和线类国情适合矢量表达,面状地理国情适合栅格表达。

## 2 地理国情普查和监测的内容创新

地理国情监测的内容既包含基础地理信息,如国家重要的战略性信息;也包括地理统计信息,如在地理信息的基础上,利用地理信息系统、数理统计等技术方法对所获取的数据和信息进行统计,获取社会经济等信息;还包括地理演化信息,对多源多时相地理空间信息及其它信息进行数据挖掘与推理,分析揭示监测对象的变化规律,预测未来发展演化趋势。

地理国情信息有别于地理信息。首先地理国情信息虽然来源于地理信息,但是,地理国情信息具有特定的空间范围,覆盖面广、综合性强、动态性等特点。地理国情是一定区域内各类地理信息的综合集成。一些常见的地理信息,如位置、高程、深度、面积、长度等,多是单一的、离散的。相比之下,地理国情信息则是一定区域内各种地理信息与非地理(人口、经济、社会等)信息的整合与分析的结果。地理国情信息具有时间性、现势性,反映一定时期内地理要素的发展变化。一些自然要素的地理信息,如地貌特征等,在短时间内的变化并不明显,呈现静态的特征。相形之下,许多地理国情信息则是动态的信息,往往随时间的推移

而发生变化。例如,土地利用与土地覆盖情况、城镇化扩张等地理国情方面的信息,均具有明显的时间属性。

因此,地理国情普查和监测,需在以下方面开展创新。

(1)地理国情普查和监测内容,需包含地面沉降和形变

地面沉降是一种严重的灾害,会危及到城市基础设施的安全。目前全世界有超过 150 个主要

城市面临着地面沉降的威胁,中国有超过 50 个城市发生地面沉降。例如,由于超采地下水,北京这座特大城市长年遭受地面沉降的困扰。图 2 示意了 2003-2010 年间北京市地面沉降的时空演化过程,可以明显看出地面沉降量呈现逐年增大的趋势,这项研究采用了 2003-2010 年间获取的 Envisat ASAR 影像。从根源上分析,经常抽取地下水影响到地表的构造、地质的变形,从而造成地面沉降,这个问题必须引起城市管理者的重视。

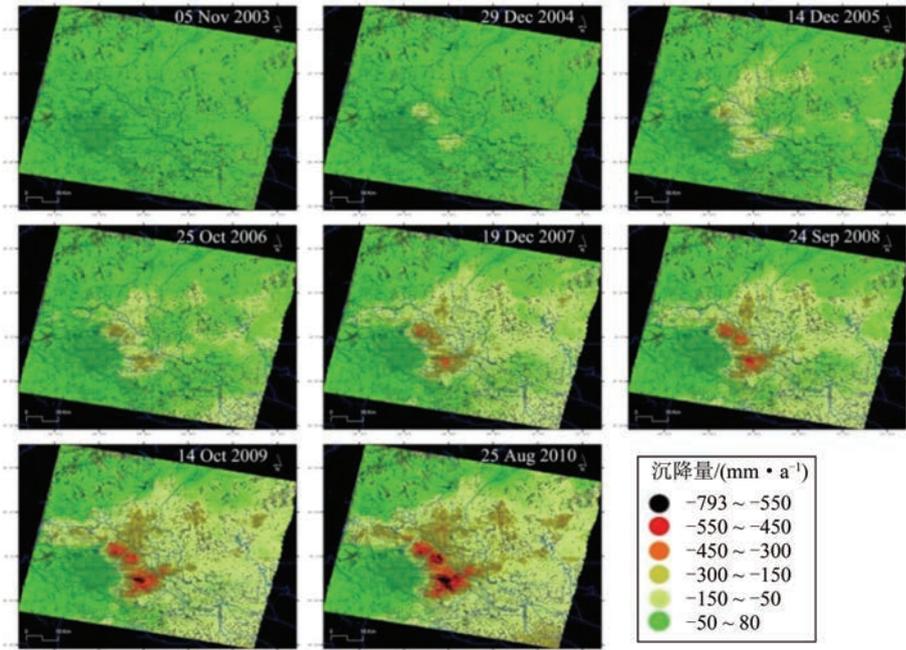


图 2 北京市累积地面沉降量的时空演化过程

Fig.2 Temporal and Spatial Evolution Process of Accumulated Land Subsidence in Beijing City

(2)地理国情普查和监测内容,需包含地表透水性

不透水面的面积大小、空间分布等指标是构建“海绵型”生态城市的技术支撑,如图 3 所示。

当前,中国在开展海绵城市的建设,天然的地表应该是类似于海绵体一样,具有透水性和涵养水分的能力,当城市硬质路面、建筑物顶部等不透水层面积过大时,就破坏了这种透水性和涵养水分的能力。图 4 为基于资源三号卫星遥感影像提取的武汉市不透水面分布图。如果不透水层的面积占到总面积的 75%以上,55%的降水需要靠地表径流来排,不透水层变化从根本上改变降水再分配。

减小城市不透水面的比例并建设海绵城市是一个与建设智慧城市同等重要的问题。这一类控制指标和监测手段如不加以解决,城市智慧化也是无法实现的。

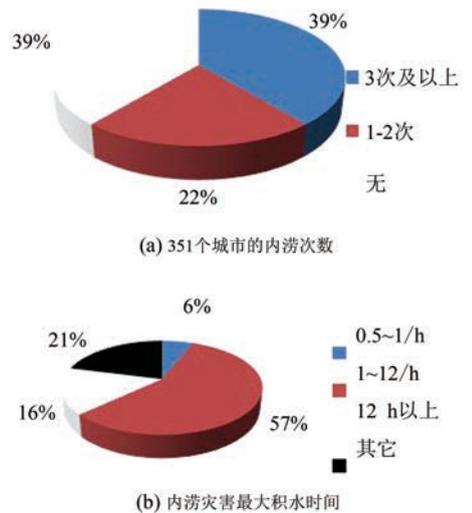
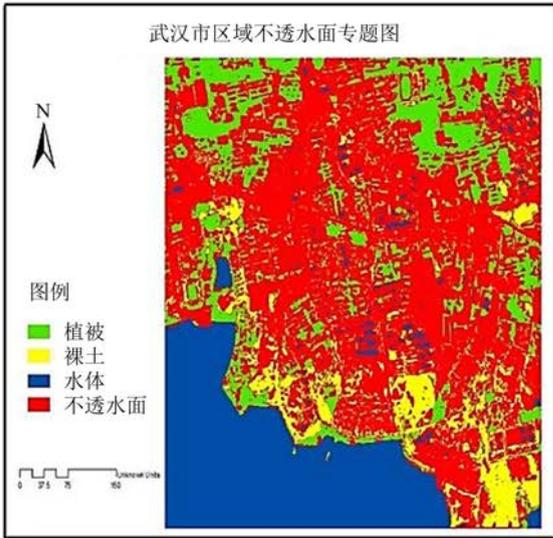


图 3 中国城市内涝次数和最大积水时间统计

Fig.3 Statistical Results of Water Logging Times and Maximum Ponding Time in Cities, China



(a) 遥感影像



(b) 解译图

图4 基于资源三号卫星遥感影像提取的  
武汉市不透水面分布图

Fig.4 Impervious Surface Distribution of Wuhan  
Based on ZY-3 Satellite Remote Sensing Images

(3)地理国情普查和监测内容,需增加人文地理和社会经济信息

第一次中国地理国情普查并未涉及社会经济类要素。地理国情监测除了获取自然地理、人文地理国情信息之外,还必须把握社会经济发展和人类活动在地理空间上的规律,实现对区域内地理现象的现状和时空演变进行准确的表达和预测分析,更好地服务于国家可持续发展。因而,社会经济类数据是地理国情监测所不可缺少的内容。

大城市最为典型的环境问题是环境污染和城市热岛效应,包括城市微气候、城市垃圾、城市的

空气质量、雾霾、碳排放还有热不适等等。例如北京遇到的沙尘暴天气、武汉市夏季的内涝。

调查清楚适合利用太阳能或风能的地区,充分利用太阳能或风能,以提供绿色的无污染的能源、汽车的有序供电、城市管理设施供电等问题。针对这些问题,现有的措施并不多,智慧城市的应急管理能够充分发挥大数据的价值。

利用夜光遥感卫星数据,可以有效地开展社会经济、人文地理国情的调查与监测,应当加入到今后的地理国情监测中来<sup>[4]</sup>。

### 3 地理国情普查和监测技术创新

(1)自然地理国情监测充分利用1:5万和1:1万数据等测绘成果

地理国情信息具有动态性、时效性,反映地理国情在某一时期内的变化情况。地理国情监测涉及数据类型众多、数据源广泛、数据量巨大,为保证分析和决策的及时性和可靠性,地理国情数据必须具备较强的现势性。不同的地理国情信息具有不同的变化规律,诸如地貌、水域等自然地理要素,在较短时间内不会发生明显变化,演变的周期较长,这部分国情的监测,可充分利用1:5万和1:1万数据等测绘成果。与人类活动密切相关的人文要素,比如交通网络、地理单元范围等具有较快的变化频率,再依赖众源数据等其他手段进行更新。

(2)通过行业共享和转换获得人文地理和社会经济地理国情

人文地理和社会经济地理,从不同于自然地理的角度,反映了一个区域的人文现象和社会经济现象,例如人口的白天分布和夜间分布,呈现出不同的特征。白天的分布反映出工作、生活和学习的人口分布,代表白天经济活动规律。夜间人口分布,代表夜间经济和人口住宅的分布现状。同时,人口和房屋间在不同时段的关联和分布规律,对火灾等自然灾害的应急救援,也是十分有帮助的。图5为武汉市白天人口空间分布情况,图6为武汉市夜晚人口空间分布情况。

(3)通过众源数据更新各类地理国情

中国幅员辽阔,地理国情复杂,经济社会快速发展,地表变化频繁。地理国情监测的技术手段还在探讨和完善之中,地表形变、污染程度、局部变化、大气、水体、地表的监测,都应该有不同的技术手段。考虑到不同地理国情要素的时空演变规律,为实现对地理现象或过程准确、快速、有效的

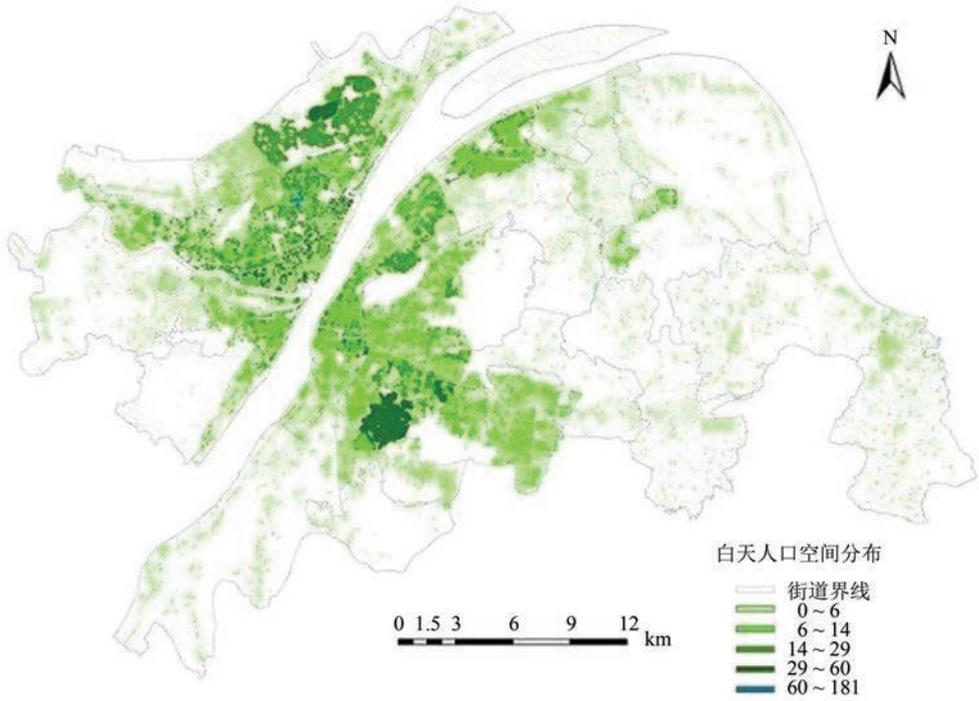


图 5 武汉市白天人口空间分布专题图

Fig.5 Spatial Distribution of Daytime Population in Wuhan City

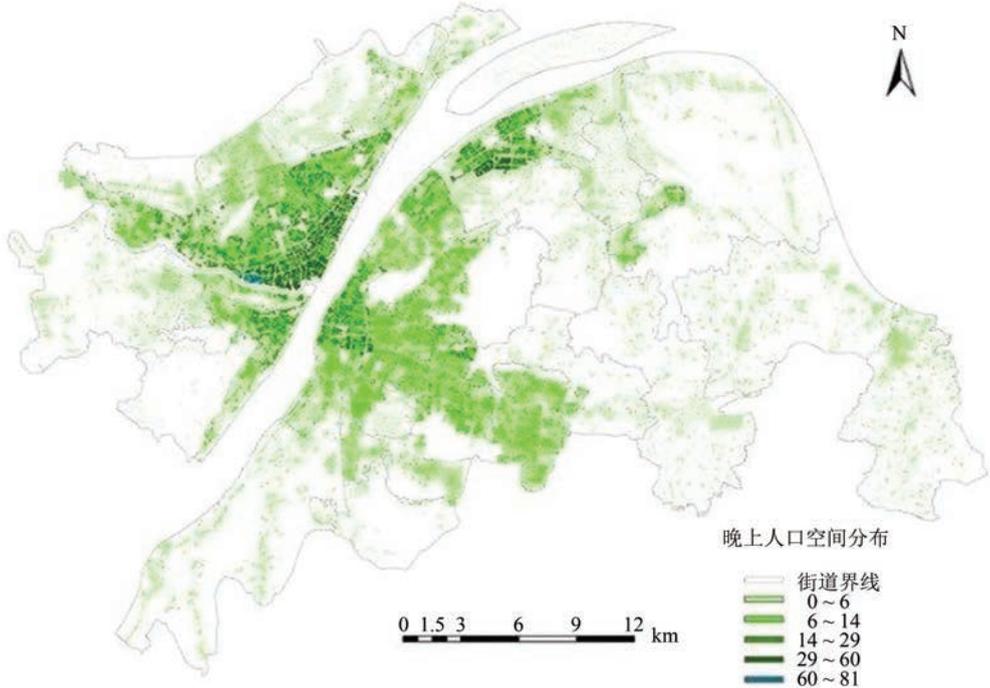


图 6 武汉市夜间人口空间分布专题图

Fig.6 Spatial Distribution of Nighttime Population in Wuhan City

监测,需要掌握地理国情要素变化规律,制定差别化的监测机制。如图 7 所示,2016 年 7 月 6 日,武汉市遭遇极端天气,发生洪涝灾害,城市社会管理平台通过众源数据,生成城市灾害环境下渍水点分布图,作为基本市情,发布到网上,为市民出

行等活动提供参考。

(4)基于对地观测传感网的地理国情更新地理国情更新的时间尺度则与地理现象或过程密切相关,反映一定时期内地理现象或过程的演变情况。当定期普查和通过存档数据更新不能



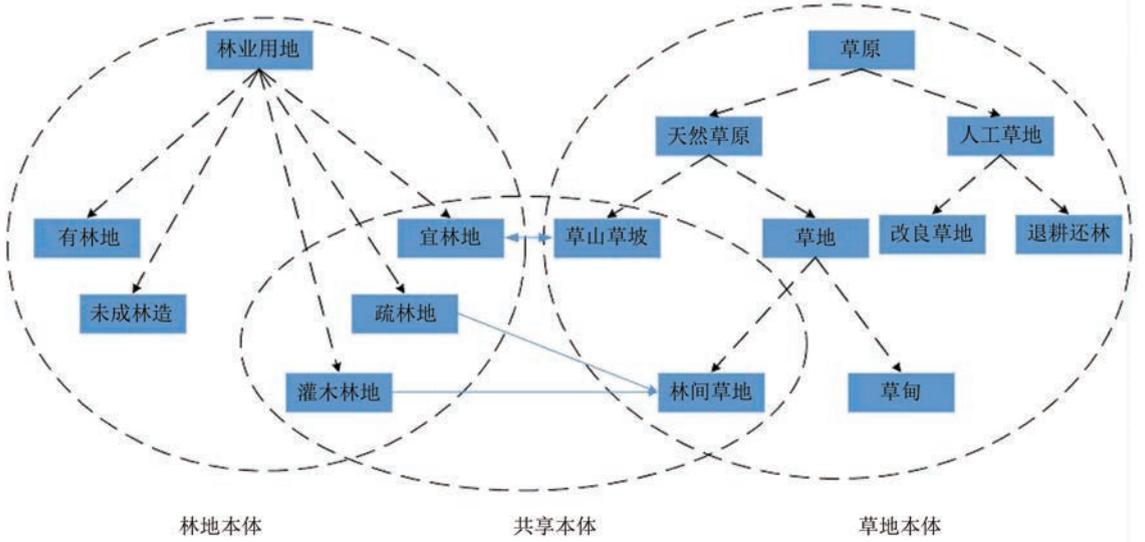


图 8 地理国情普查和监测中的共享本体示例

Fig.8 Examples of Shared Ontology in Census and Monitoring of Geographical National Conditions

不匹配问题<sup>[6-7]</sup>。通过将各类自然地理、人文地理国情要素和社会经济类数据转换到统一的规则地理网格,实现多源、多尺度地理国情信息的深度融合,进而为多专题地理国情要素的综合统计分析和动态监测提供基础<sup>[10]</sup>。

图 9 所示以中国天津市武清区为例,利用行

政区划单元和多级规则地理网格作为统计单元得到的森林覆盖率分布专题图。多级规则地理网格是通过 GeoSOT 划分方法得到的,第 14 级栅格网格对应 4 km×4 km。与行政区划矢量统计单元统计结果对比,栅格网格能够更加精细、准确地反映森林覆盖在地理空间上的分布情况。

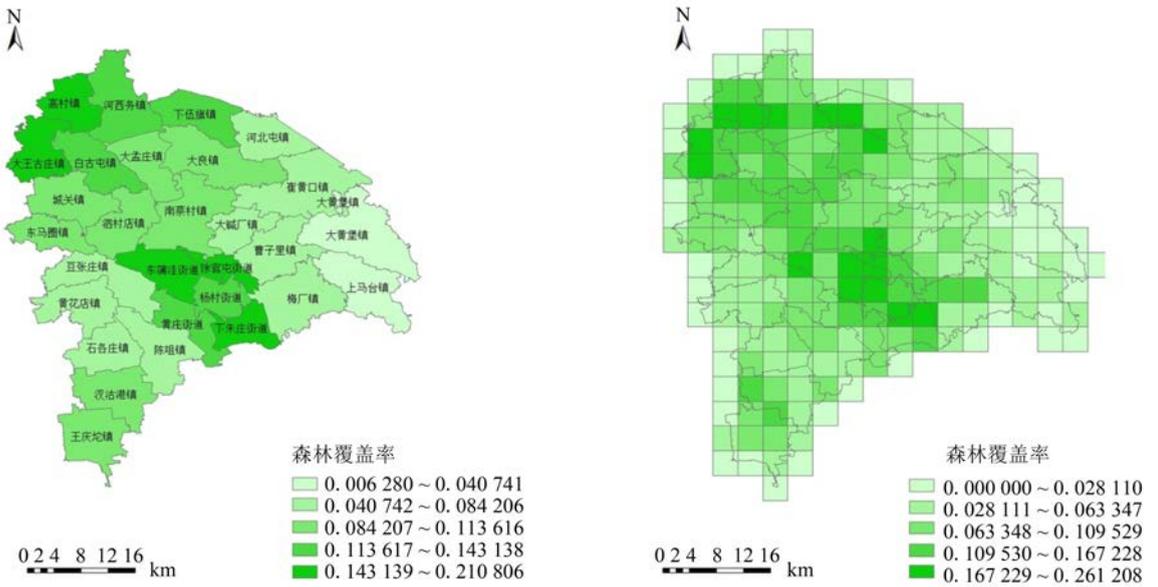


图 9 基于行政区划和多级网格统计的天津市武清区森林覆盖率分布情况

Fig.9 Forest Coverage Statistics Based on Vector Administrative Division and Multi-grids in Wuqing, Tianjin City

(3)地理国情普查的统计成果和监测模型要面向用户需求发布通用指数

地理国情监测通过利用多期地理国情调查成果,综合运用多种空间统计方法和模型,获取地理国情要素的统计特征、时空分布和变化规律等,对包含生态环境、社会经济和地理系统等地理过程

的模拟、预测与分析,形成特点鲜明、准确权威的地理国情监测产品。

构建地理国情监测模型是地理国情信息统计分析的前提,在地理国情基本统计成果的基础上,与人口普查数据、经济普查数据和其他行业部门专题数据深度融合,构建多层次、多专题的地理国

情监测模型。自然地理国情监测模型是在地理国情普查内容的基础上研究自然地理国情要素,以实现更有效获取自然地理国情信息。人文地理国情监测模型研究人类社会经济活动中与人类自身密切相关的物质文明和精神文明成果,包括文化、艺术、历史等内容,分析评估人文地理国情信息,实现人文地理国情要素有效持续监测,比如人口分布、民族分布、民族语言、饮食爱好等。综合地理国情监测模型研究自然和人文要素之外与人类活动密切相关的各种综合指数,比如经济发展指数(如绿色 GDP)、人类发展指数、生态文明系数(如交通通达度、水资源丰足度、教育普及度、居民幸福指数)等,并定期地向市民发布。

## 5 总结与展望

开展地理国情普查和监测,利国利民,是时代发展的需要!中国第一次中国地理国情普查和重点专题国情监测的成果,已经在为经济社会可持续发展提供服务。为更好地提供实时、权威、丰富的地理国情监测服务,本文总结了地理国情普查和监测的新需求,重点探讨了地理国情的内容创新、技术创新和成果表达创新,随着物联网、云计算、大数据等技术发展,地理国情监测将随着智慧城市的建设和服务,逐步走向实时化和智能化。未来的地理国情普查和监测,需要在内容、技术和成果表达形式等方面,有更多的创新。

### 参 考 文 献

- [1] Chen Junyong. Study Notes on Geographic National Condition Monitoring[J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2012, 41(5):633-635(陈俊勇. 地理国情监测的学习札记[J]. 测绘学报, 2012, 41(5):633-635)
- [2] Li Deren, Sui Haigang, Shan Jie. Discussion on Key Technologies of Geographic National Conditions Monitoring[J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2012, 37(5): 505-512(李德仁, 眭海刚, 单杰. 论地理国情监测的技术支撑[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2012, 37(5): 505-512)
- [3] Weng Q. Remote Sensing of Impervious Surfaces in the Urban Areas: Requirements, Methods, and Trends[J]. *Remote Sensing of Environment*, 2012, 117:34-49
- [4] Fu H, Shao Z, Fu P, et al. The Dynamic Analysis between Urban Nighttime Economy and Urbanization Using the DMSP/OLS Nighttime Light Data in China from 1992 to 2012 [J]. *Remote Sensing*, 2017, 9(5):416-423
- [5] Goodchild M F. Scale in GIS: An Overview[J]. *Geomorphology*, 2011, 130(1): 5-9
- [6] Li Deren, Zhu Xinyan, Gong Jianya. From Digital Map to Spatial Information Multi-grid——A Thought of Spatial Information Multi-grid Theory [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2003, 28(6):642-650(李德仁, 朱欣焰, 龚健雅. 从数字地图到空间信息网格——空间信息多级网格理论思考[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 28(6):642-650)
- [7] Li Deren. On Generalized and Specialized Spatial Information grid [J]. *Journal of Remote Sensing*, 2005, 9(5):513-520(李德仁. 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 513-520)
- [8] Li Deren, Shao Zhenfeng, Zhu Xinyan. Spatial Information Multi-grid and Its Typical Application [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2004, 29(11): 945-950(李德仁, 邵振峰, 朱欣焰. 论空间信息多级网格及其典型应用[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2004, 29(11): 945-950)
- [9] Shi Wenzhong, Qin Kun, Chen Jiangping, et al. Key Theories and Technologies on Reliable Dynamic Monitoring for National Geographical State [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2012, 57(24): 2 239-2 248(史文中, 秦昆, 陈江平, 等. 可靠性地理国情动态监测的理论与关键技术探讨[J]. 科学通报, 2012, 57(24):2 239-2 248)
- [10] Li Deren, Ding Lin, Shao Zhenfeng. Reflections on Issues in Geographical National Conditions Monitoring [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2016, 41(2): 143-147(李德仁, 丁霖, 邵振峰. 关于地理国情监测若干问题的思考[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2016, 41(2): 143-147)

# Innovation in the Census and Monitoring of Geographical National Conditions

*LI Deren*<sup>1,2</sup> *MA Jun*<sup>1,2</sup> *SHAO Zhenfeng*<sup>1,2</sup>

1 State Key Laboratory and Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing,

Wuhan University, Wuhan 430079, China

2 Collaborative Innovation Center of Geospatial Technology, Wuhan 430079, China

**Abstract:** The census and monitoring of geographical national conditions is an important part of the research concerning national conditions, including economic and human conditions. This paper summarizes the achievement of the first national geographic census and monitoring results pertaining to special topics in geographical national conditions. The innovations on contents, technologies and expression of outcomes are discussed. The authors argue that ground subsidence and deformation, impervious surfaces, the humanities and social economic information should be added as new conditions to be monitored. In terms of technological innovation, basic surveying and mapping products must be fully exploited and data on economic and human geographical conditions acquired by sharing and data conversion from different Industries, verified through crowd sourced data processing, and updated based on the earth observation sensors network. The Ontology, integration model in vector and raster could be used to express the geographic conditions, and simple index on National Geographic National Census and statistical results and monitoring data could be released according to the user-oriented demands.

**Key words:** geographical national conditions; census of geographical national conditions; monitoring of geographical national conditions; description of geographical national conditions

**First author:** LI Deren, professor, Academician of Chinese Academy of Sciences, Academician of Chinese Academy of Engineering, Academician of Euro-Asia International Academy of Sciences. He is concentrated on the research and education in spatial information science and technology represented by RS, GPS and GIS, and promote the construction of geographic national conditions monitoring, digital city, digital China, smart city and smart China. E-mail: drli@whu.edu.cn

**Corresponding author:** SHAO Zhenfeng, PhD, professor. E-mail: shaozhenfeng@whu.edu.cn

**Foundation support:** The National Key R & D Plan on Strategic International Scientific and Technological Innovation Cooperation Special Project, No. 2016YFE0202300; the National Project of High Resolution Earth Observation System, No. 02-Y30B19-9001-15/17; the Guangzhou Science and Technology Project, No. 201604020070; the Wuhan Chen Guang Project, No. 2016070204010114; the Special Task of Technical Innovation in Hubei Province, No. 2016AAA018; the Natural Science Foundation of China Nos. 51508422, 41401513.