江西省 1988－2017 年新型城镇化水平与不透水面的相关关系

陈 蕾[1,2]，郭 熙[1,2]，韩 逸[1,2]，朱 青[1,2]，国佳欣[1,2]，易 丹[1,2]，张 婷[1,2]

（1. 江西农业大学 国土资源与环境学院，江西 南昌 330045；
2. 江西省鄱阳湖流域农业资源与生态重点实验室，江西 南昌 330045）

摘 要：[目的] 结合不透水面对新型城镇化水平进行分析，探究江西省各市新型城镇化发展的规律及趋势，为江西省新型城镇化的发展提供科学参考。[方法] 从人口、经济、社会、空间 4 个方面构建新型城镇化的指标体系，在分析江西省 1988—2017 年各市新型城镇化水平的同时，基于不透水面数据，研究城镇化水平与不透水面不同阶段的相关性变化，构建二者的线性关系模型。[结果] ①30 a 间江西省城镇不透水面扩张明显，整体呈现高—较高—中—较低—低密度圈层分布的空间格局。②江西省城镇化发展水平呈现出“北高南低”的空间分布特征，区域间发展不均衡；③2006 年为该区城镇化水平增长的突变点，前后城镇化水平与不透水面相关性存在差异；④各市不透水面与新型城镇化水平线性拟合决定系数 R^2 均大于 0.9，拟合效果较好。[结论] 不透水面与新型城镇化水平存在较强相关性，利用不透水面数据能较好地反映各市新型城镇化水平，这有助于分析城镇化发展趋势，促进区域城镇化研究。

关键词：新型城镇化；不透水面；Mann-Kendall 突变检验；长江经济带；江西省

文献标识码：A **文章编号**：1000-288X(2020)06-0078-09 **中图分类号**：F299.27

文献参数：陈 蕾，郭熙，韩逸，等. 江西省 1988—2017 年新型城镇化水平与不透水面的相关关系[J]. 水土保持通报，2020，40(6)：78-86. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2020.06.012；Chen Lei，Guo Xi，Han Yi，et al. Coupling relationship between new urbanization and impervious surface in Jiangxi Province during 1988—2017 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2020，40(6)：78-86.

Coupling Relationship Between New Urbanization and Impervious Surface in Jiangxi Province During 1988－2017

Chen Lei[1,2]，Guo Xi[1,2]，Han Yi[1,2]，Zhu Qing[1,2]，Guo Jiaxin[1,2]，Yi Dan[1,2]，Zhang Ting[1,2]

（1. *College of Land Resource and Environment，Jiangxi Agricultural University，Nanchang，Jiangxi* 330045，*China*；2. *Key Laboratory of Poyang Lake Watershed Agricultural Resources and Ecology of Jiangxi Province，Nanchang，Jiangxi* 330045，*China*）

Abstract：[Objective] The new urbanization level of Jiangxi Province was analyzed based on the impervious surface data，the pattern and trend of the new urbanization development in cities were studied in order to provide scientific support for the development of the new urbanization of Jiangxi Province. [Methods] By constructing a comprehensive index system according to population，economic and social development，urban space，the new urbanization level of each city in Jiangxi Province was analyzed during the period from 1988 to 2017，and then based on the data of urban impervious surface，the correlation changes between new urbanization level and impervious surface in different stages were studied，and a linear relationship model between them were built. [Results] Over the past 30 years，the urban impervious surface expanded significantly，and it presented a spatial pattern of “high-slightly high-middle-slightly low-low” density circle distribution. The level of new-type urbanization in Jiangxi Province exhibited a general trend of “high in the north and low in

收稿日期：2020-07-09 **修回日期**：2020-08-13

资助项目：国家自然科学基金项目“基于博弈的城镇扩张与生态网络保护时空耦合与优化管控研究”(41961042)；教育部人文社会科学研究规划项 (19YJAZH061)；江西省社科“十三五规划”项目(18YJ10)

第一作者：陈蕾(1995—)，女(汉族)，江西省宜春市人，硕士研究生，研究方向为区域城镇化与土地资源利用。Email：ajdy.deo@foxmail.com。

通讯作者：郭熙(1974—)，男(汉族)，江西省吉安市人，博士，教授，硕士生导师，主要从事区域城镇化与土地经济研究。Email：guoxi@jxau.edu.cn。

the south". The regional development of urbanization was uneven. The year of 2006 marked an abrupt change point of new-type urbanization level growth. Before and after the abrupt change point, the correlation between new-type urbanization level and impervious surface was different. The R^2 value of linear fitting between the impervious surface and the new-type urbanization were both above 0.9, which showed that the data of impervious surface could better reflect the new urbanization level of each city. [Conclusion] There is a strong correlation between the impervious surface and the new-type urbanization level, so the new-type urbanization level of each city can be well reflected by using the impervious surface data, it may finally help to analyze the development trend of urbanization and promote regional urbanization research.

Keywords: new-type urbanization; impervious surface; Mann-Kendall trend test; Yangtze economic zone; Jiangxi Province

在新时代的发展形势下,党的十八大明确提出了"新型城镇化"的概念。与传统的城镇化相比,新型城镇化的内涵不仅包括了城镇化水平的提高,还强调城镇化发展过程中质量的提升[1],是人类文明进步和经济发展的必然趋势[2]。多年来,我国城镇化发展进程中出现了一些不容小觑的问题:一方面,我国城镇化发展盲目追求规模和速度,造成建设用地大幅增加,土地资源利用率低下[3-4];另一方面,部分省市间城镇化发展不平衡,区域城镇化水平差异较大,不利于城镇化的协调发展[5]。新型城镇化的提出能够有效应对传统城镇化建设中的种种问题,深入探究区域新型城镇化发展的特点与规律,对于建立高质量发展的新型城镇化体系至关重要。新型城镇化系统是一个具有明显交叉学科特性的复杂系统[6]。

近年来,学者们通过人口、经济、社会、空间等各个方面,从不同角度构建综合指标体系来对新型城镇化水平进行研究[7-10]。研究表明新型城镇化体系涉及多方面的内容,但传统的测度方法通常基于现有的统计年鉴数据[6-10],这导致在较长的时间尺度下,城镇化水平的测度往往存在一定的困难。

如今,伴随着遥感技术的成熟发展,当研究区统计数据缺失或获取困难时,遥感数据已成有效的替代品[11]。基于大尺度遥感影像研究发现,不透水面作为遥感数据的一种,与城镇化发展存在一定的内在联系[12-14]。因此建立新型城镇化与不透水面内在的时空耦合机制,通过城镇不透水面发展状况拟合新型城镇化的发展趋势,有利于解决传统的城镇化水平测度过程中存在的数据获取困难等情况,帮助对城镇化水平的现状和未来发展趋势进行评估,为区域新型城镇化水平研究提供新的方法和思路。

江西省作为长江经济带的重要成员,对于长江经济带地区的发展战略起着重要的作用。然而一直以来,江西省的城镇化水平发展缓慢,处于全国中下水平,与其他地区相比存在较大差异[15],迫切需要解决当前的发展困境。因此本文从人口、经济、社会、空间 4 个方面构建江西省新型城镇化的评价指标体系,测度 1988—2017 年间江西省各市新型城镇化水平,并基于城镇不透水面数据,拟合各市不透水面与城镇化水平,构建二者的一元线性模型。在实现对城镇化发展水平进行评估的基础上,利用不透水面数据对其城镇化发展水平进行预测,帮助理解江西省各市新型城镇化发展的规律及趋势,以期为江西省新型城镇化的科学发展提供一定的参考。

1　研究区域与数据来源

1.1　研究区域

江西省地处长江中下游南岸,属于华东地区,位于 24°29′14″—30°04′41″N,113°34′36″—118°28′58″E 之间,国土面积 1.67×10^5 km^2,是长江经济带的重要省份之一。现辖南昌、九江、上饶、抚州、宜春、吉安、赣州、景德镇、萍乡、新余、鹰潭 11 个地级市,100 个县级行政单元,省会为南昌市。2018 年末常住人口 4 647.60 万人,GDP 达到 21 984.80 亿元,城镇不透水面面积达到 2 730.48 km^2,城镇化率达到 56.02%。但长期以来江西的城镇化率明显低于全国水平,区域发展不协调不平衡的情况尤为突出[16]。2016 年 12 月,国家发改委公布的《国家新型城镇化规划(2014—2020 年)》[17]中将江西省萍乡、赣州、抚州、吉安及井冈山等地区列为国家新型城镇化试点地区。经过近年的政策实施,江西省的新型城镇化已初见成效,研究其发展历史规律进而未来趋势对全国新型城镇化的推进有一定借鉴意义。

1.2　数据来源

本文遥感数据中的不透水面原始数据来源于(http://data.ess.tsinghua.edu.cn/)[18],经过坐标转换,栅格转矢量及空间分析等一系列处理后得到各市 30 a 不透水面面积;矢量数据中的江西省各市行政区边界来源于江西省土地利用年度变更调查数据库;

统计年鉴数据主要来源于《中国城市统计年鉴 1989—2018》《江西统计年鉴(1989—2018 年)》,部分来源于各市统计年鉴,缺失数据采用线性内插法进行处理。

1.3 研究方法

1.3.1 数据标准化处理 为了统一各评价指标的单位与量纲,本文采用极差标准化的方法对所选取的指标数据进行标准化与归一化处理[19]。

$$Q_{ij}=\frac{X_{ij}-\min(X_{ij})}{\max(X_{ij})-\min(X_{ij})} \tag{1}$$

式中:X_{ij}代表 i 地区第 j 项指标的原始值;Q_{ij}代表 i 地区第 j 项指标的标准化值,且 $Q_{ij}\in[0,1]$;$\min(X_{ij})$代表指标最小值;$\max(X_{ij})$代表指标最大值。

1.3.2 指标体系构建 新型城镇化涉及人口、经济、空间、社会等多方面因素,综合考虑了城市的协调发展和动态变化,是一个多元且复杂的系统[20-21]。因此为了对江西省新型城镇化发展状况展开深入的了解,建立起一个科学、合理的评价指标体系对其进行测度尤为必要。本文经查阅有关新型城镇化的相关资料及借鉴其他学者的研究成果[16,22-25],在考虑数据的可获取性的情况下,综合江西省新型城镇化发展的特点,本着"以人为本"的理念,从人口、经济、空间、社会等 4 个方面,选取了 13 项指标构建江西省新型城镇化指标体系(表 1),进而通过层次分析法确定其权重。其中人口城镇化反映新型城镇化发展过程中农业人口向城镇转移的程度;经济城镇化反映城镇经济水平的提高及产业结构的优化调整程度;空间城镇化反映城镇土地的覆盖范围及城镇土地集约利用程度;社会城镇化反映城镇居民生活方式的转变以及基础设施的建设水平。

表 1 新型城镇化综合指标体系

指标层	权重	因子层	权重
人口城镇化	0.238 1	非农人口比重/%	0.307 7
		人口自然增长率/‰	0.256 8
		城镇人口密度/(人·km^{-2})	0.435 5
经济城镇化	0.276 1	人均 GDP/元	0.359 5
		人均财政收入/元	0.300 7
		人均固定资产投资额/元	0.106 6
		非农产业产值占比/%	0.233 2
空间城镇化	0.227 2	建成区绿化率/%	0.243 3
		人均建成区面积/m^2	0.388 3
		人均道路面积/m	0.368 4
社会城镇化	0.258 6	万人拥有卫生技术人员/人	0.221 1
		人均社会消费品零售总额/元	0.415 8
		人均邮电业务总额/元	0.363 1

1.3.3 Mann-Kendall 检验法 Mann-Kendall 检验为非参数检验法分布检验[26],即检测样本无需遵从一定的分布,也不会受到异常值的干扰[27],本文采用 Mann-Kendall 检验法测度江西省 30 a 新型城镇化水平增量变化的趋势,探究新型城镇化水平增长发生突变的年份。

(1) 趋势检验。假定 $T_1,T_2,T_3\cdots T_n$ 为时间序列变量,n 为时间序列的长度,统计量 S 定义如下,其中 sng 为符号函数:

$$S=\sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=i+1}^{n}\mathrm{sgn}(T_j-T_i)\quad(i\neq j,i,j\leqslant n) \tag{2}$$

$$\mathrm{sgn}(T_j-T_i)=\begin{cases}1 & (T_j-T_i>0)\\ 0 & (T_j-T_i=0)\\ -1 & (T_j-T_i<0)\end{cases} \tag{3}$$

式中:T_i,T_j 分别代表第 i,j 时刻新型城镇水平的增量值。

对应的 M-K 统计量公式如下,Var(S)为方差函数。

$$Z=\begin{cases}(S-1)/\sqrt{\mathrm{var}(S)} & (S>0)\\ 0 & (S=0)\\ (S+1)/\sqrt{\mathrm{var}(S)} & (S<0)\end{cases} \tag{4}$$

$$\mathrm{var}(S)=n(n-1)(2n+5)/18 \tag{5}$$

当 $Z>0$ 时,表示该时间序列数据呈上升趋势;当 $Z<0$ 时,则表示该时间序列呈下降趋势。绝对值越大,趋势越明显[28],Z 的绝对值超过 1.28,1.64,2.32时,表示分别通过了 90%,95%和 98%的显著性检验。

(2) 突变检验。在上述时间序列的假设下,定义的统计量 UF_k 为:

$$\mathrm{UF}_k=\frac{S_k-E(S_k)}{\sqrt{\mathrm{var}(S_k)}}\quad(k=1,2,\cdots,n) \tag{6}$$

UF_B 是该时间序列的逆序列,根据上述计算过程得出 UF_B 的计算公式如下:

$$\mathrm{UF}_B=\frac{S_k-E(S_k)}{\sqrt{\mathrm{var}(S_k)}}\quad(k=n,n-1,n-2,\cdots,1) \tag{7}$$

式中:$E(S_k)$,$\mathrm{var}(S_k)$分别代表 S_k 的均值和方差;$k=1$ 时;$\mathrm{UF}_1=0$,$\mathrm{UB}_1=0$。

取显著性水平 $\alpha=0.01$,此时临界值$|U_{0.01}|=\pm2.57$,当 UF_k 和 UF_B 两条曲线在临界值范围内出现的交点即为突变开始的时间点[29-30],超过临界值的范围即为突变区域,表示上升或是下降的趋势显著。

2 结果与分析

2.1 不透水面情况分析

2.1.1 不透水面时空分布特征 本研究对江西省

30 a 城镇不透水面面积在 3 个阶段:1988—1998 年(Ⅰ),1998—2008 年(Ⅱ),2008—2017 年(Ⅲ)的时空分布特征进行分析。根据表 2 结果显示,1988—2017 年不透水面面积增长了 2 706.5 km^2,年均增长速率为 93.33 km^2。Ⅰ阶段年均增长速率为 24.44 km^2,直至Ⅲ阶段达到最快,为 208.74 km^2,30 a 来江西省不透水面面积不断增大,增长速率不断加快,城市扩展显著(表 2)。

表 2　各阶段城镇不透水面变化情况

项 目	Ⅰ阶段 (1988—1998 年)	Ⅱ阶段 (1998—2008 年)	Ⅲ阶段 (2008—2017 年)	总阶段 (1988—2017 年)
面积增长量/km^2	244.36	583.44	1 878.7	2 706.5
增长速率/($km^2 \cdot a^{-1}$)	24.44	58.34	208.74	93.33

从各市城镇不透水面面积变化情况来看(图 1),Ⅰ阶段前期各市不透水面增长速率无较大差异,而后期南昌市、赣州市率先加速扩展速率;Ⅱ阶段南昌市及赣州市的不透水面在保持加速扩张的同时,上饶市、九江市、吉安市以及宜春市也开始逐步加快扩张速率,城镇空间不断扩大;Ⅲ阶段除新余市、景德镇市、萍乡市以及鹰潭市无较大幅度增长外,各市城镇不透水面剧烈扩张,增长速率逐年提升。

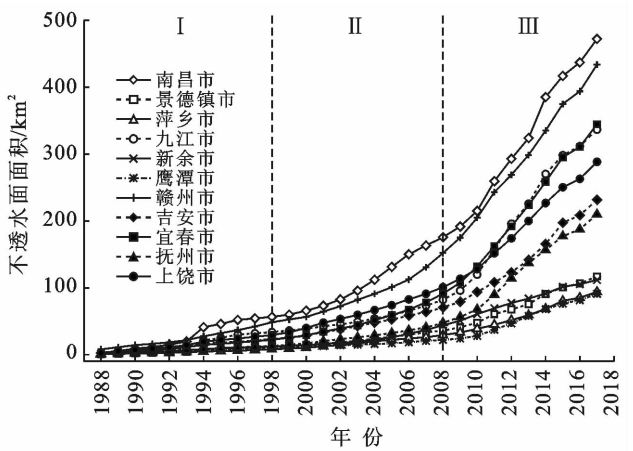


图 1　江西省各地区 30 a 城镇不透水面面积变化

2.1.2　不透水面密度分布特征　为了进一步探究江西省各阶段不透水面的空间扩展情况,首先将整个江西省用 1 km ×1 km 的网格进行覆盖,提取 1988,1998,2008 和 2017 年不透透水面的数据情况,再统计1 km^2 网格内不透水面的比例,最后将不透水面结果分为 5 个等级:低、较低、中等、较高、高密度不透水面区,得到 4 个阶段江西省不透水面密度分布图(图 2)。

30 a 间江西省不透水面密度变化十分明显,各市不透水面密度由分散向集中发展,集中斑块区域明显增多,低密度区逐渐减少,不透水面扩展区域显著。1988 年江西省不透水面高密度区主要集中在南昌市的中部、赣州市的东部,其他区域不透水面分布较为零散狭小,均以中低密度分布为主;1998 年江西省各市扩张情况明显,空间格局分布上开始呈现出单核式向多核式发展的格局特点,不透水面高密度区明显扩大,且高密度分布区仍以南昌市为主。同时,赣州市西部、景德镇市中部、九江市东北部的不透水面高密度区面积增长也较为明显;2008 年各市不透水面密度变化较大,中低密度区域面积明显减少,城市发展的集中度加强,各地在原有的多核上呈现出辐射状扩展的方式。其中南昌市不透水面空间分布最为集中,呈现出高密度区大范围连片分布的情况;2017 年江西省各市不透水面较 2008 年有显著的变化,整体上呈现出了高密度分布为主,中高密度为辅,中及中低密度做补充的特点,各市不透水面在扩大的同时密度也在不断地增大。

2.2　新型城镇化水平分析

2.2.1　新型城镇化水平的时间分布特征　基于江西省 30 a 的统计数据,根据层次分析法计算各指标权重,得到新型城镇化水平的发展指数。研究结果如图 3 所示,整体上来看,新型城镇化水平较高主要是南昌、新余、景德镇、鹰潭等市,其中南昌市新型城镇化水平以及增长速率与其他区域相比明显较高,城镇化水平在江西省处于领先地位。依据不透水面研究时段的划分方式,将江西省新型城镇化发展进程划分为 3 个阶段,各阶段综合城镇化水平发展速度存在明显的差异。Ⅰ阶段(1988—1998 年)各市新型城镇化水平发展较为缓慢,处于低速增长阶段,南昌市新型城镇化水平较高,而宜春市新型城镇化水平整体来说较低;Ⅱ阶段(1998—2008 年)各市新型城镇化水平增长速率较Ⅰ阶段加快,处于中速增长阶段。此阶段各市新型城镇化水平呈现出加速增长的趋势,是新型城镇化水平发展一个转折阶段,后文将对此阶段突变性发展进行探讨;Ⅲ阶段(2008—2017 年)各市新型城镇化水平较前两阶段增长速率明显提升,处于快速增长阶段,此阶段南昌市城镇化水平与其他各市拉开较大差距。

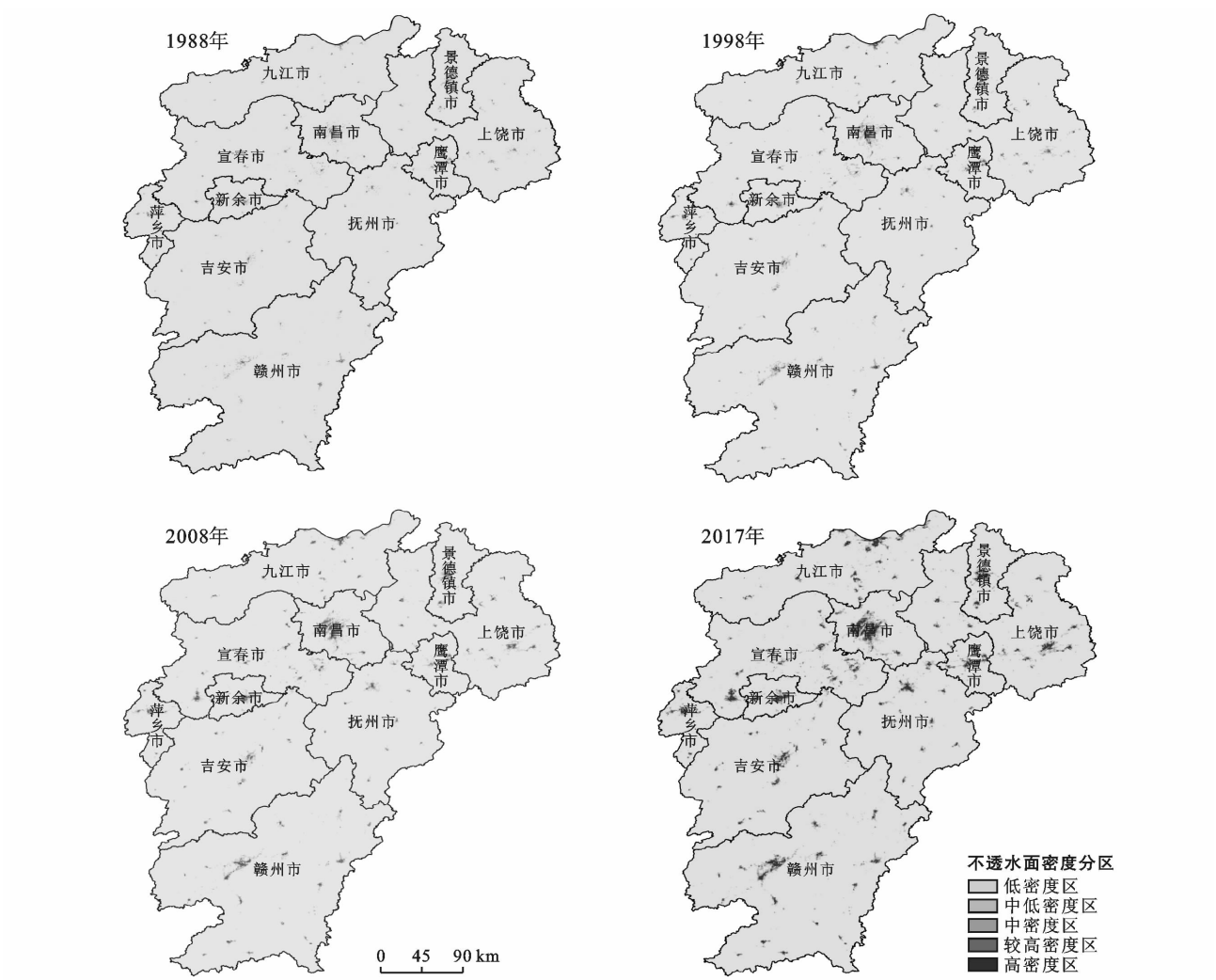


图 2 江西省各市不透水面密度分布状况

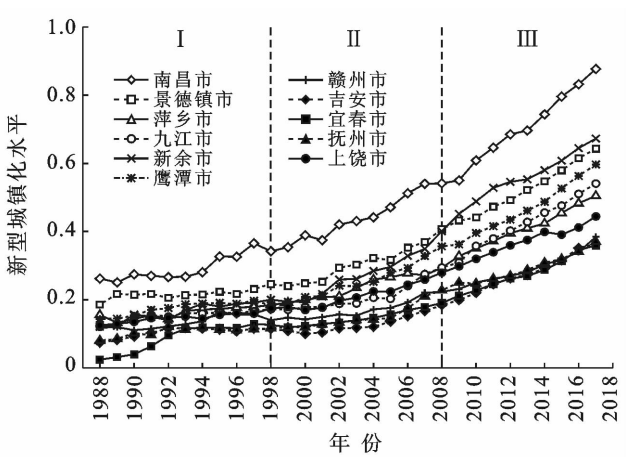


图 3 江西省各市 30 a 新型城镇化水平变化

2.2.2 新型城镇化水平的空间分布特征 为了能够更加直观地描述江西省新型城镇化水平的空间分布特征，深入了解城镇化分布的空间规律，本文将1988，1998，2008 以及 2017 年江西省 11 个市的新型城镇化水平统一利用自然断点法进行分级，得到各个年份新型城镇化水平在空间上的分级图(图 4)，颜色越深表示该年新型城镇化水平越高。根据现行的江西省行政区划，南昌、新余、九江、上饶、景德镇、宜春、萍乡以及鹰潭等市属于赣北地区，抚州和吉安属于赣中地区，赣州属于赣南地区。总体来说，江西省各阶段新型城镇化水平差异在空间分布存在一定的规律性，赣北地区新型城镇化水平整体较高，其中南昌市一直保持高水平发展，赣中地区一直保持较低水平发展，而赣南地区发展十分缓慢，30 a 间江西省新型城镇化水平由南到北不断提升。如图 4 所示，1988 年全省新型城镇化发展水平整体偏低。赣北地区南昌市与景德镇市新型城镇化发展处于中等水平，宜春市新型城镇化发展属于低水平，其他城市新型城镇化发展水平差异不大，都处于较低水平，整体来看发展较为协调；赣中地区吉安市及抚州市新型城镇化发展水平相当，均处于低水平，在同期全省城镇化水平发展中处于落后状态。1998 年全省新城镇化水平均有所提升，新型城镇化水平较高的仍是南昌，此时已处于较高水平的发展状态，与其他城市拉开较大差异；赣北地区各市新型城镇化水平都有所提升，从较低水平

提升至中等水平;赣南地区赣州市新型城镇化水平发展速率较慢,经过 10 a 的发展仍处于较低水平;2008 年全省新型城镇化水平发展较为协调。赣北地区除了南昌市的新型城镇化水平处于高水平外,其他市新型城镇化水平也进一步发展为较高水平,此时宜春市仍处于中等水平,发展较为缓慢,赣东北区域呈现联动发展的空间格局,此时赣南地区赣州市的新型城镇化水平从较低提升至中等水平;2017 年各市新型城镇化水平相对 2008 年都有较为明显的提升,赣北地区的鹰潭市、新余市及景德镇市开始加速发展,30 a 间,各市新型城镇化水平稳步提升,赣北地区、赣中地区及赣南地区新型城镇化水平在空间上呈现出的差距逐渐缩小。

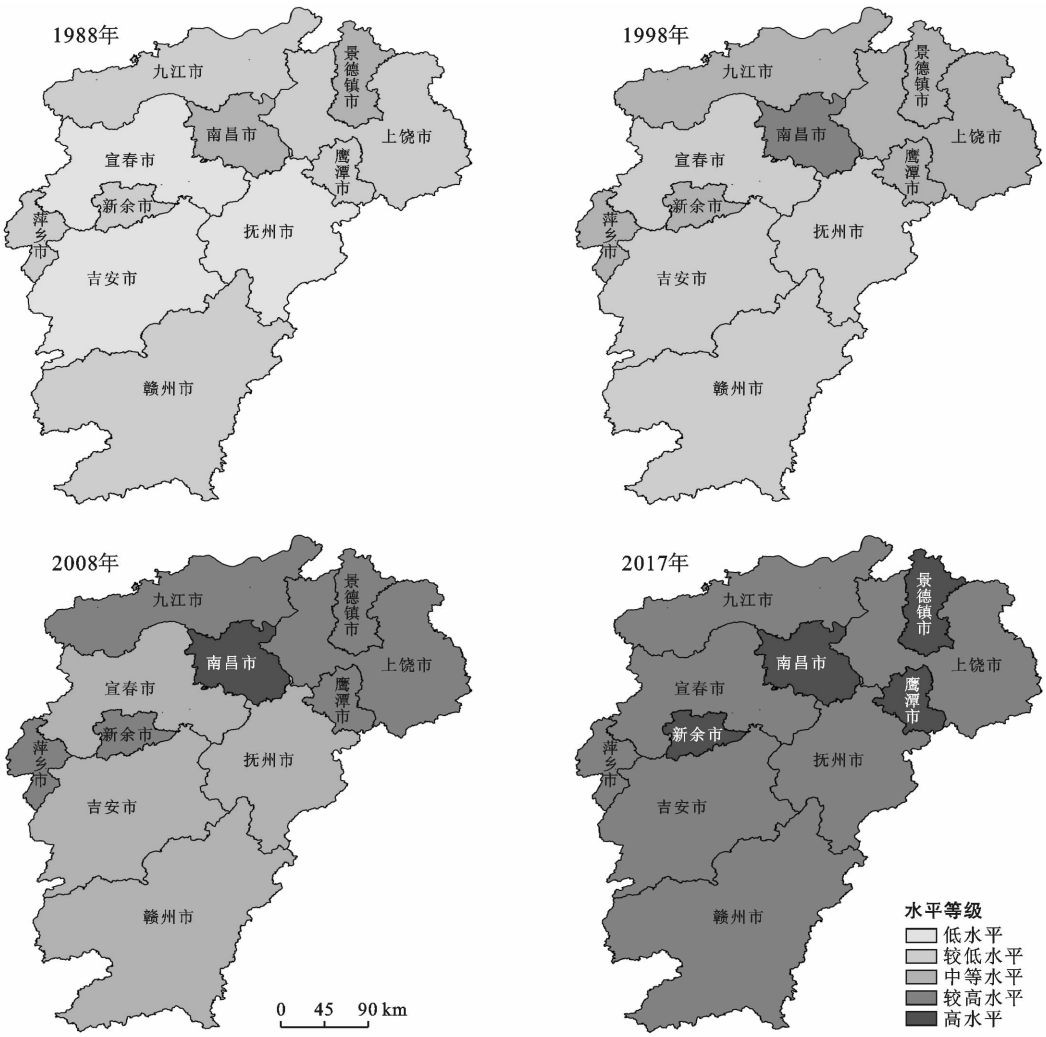


图 4　新型城镇化水平空间分布状况

2.2.3　新型城镇化水平突变检验　为了具体分析前文所提及Ⅱ阶段(1998—2008 年)发生的突变性转折,本文通过应用 Mann-Kendall 检验法对江西省新型城镇化水平指数的增量进行分析(图 5),得出研究期间城镇化增量的变化趋势以及突变点。结果显示,1989—1995 年新型城镇化水平年际增量具有上升趋势,但未突破 98%的置信水平,表明上升的趋势不显著。1996—2002 年新型城镇化水平的增量开始呈现出下降趋势,未突破 98%的置信水平,下降趋势不显著。2003 年后江西省新型城镇化水平的增量又开始呈现上升趋势,UF 曲线与 UB 曲线相交于 2006 年,且位于临界值之间,即江西省新型城镇化水平的增量在 2006 年发生了突变。2009 年之后江西省新型城镇化水平的增量突破了 98%的置信水平,该阶段城镇化水平的增量呈显著上升,新型城镇化水平开始加速增长。

究其原因,主要是因为江西省“十一五”计划(2005 年)开始将走新型城镇化道路作为发展重点,且之后的几个五年计划都持续将新型城镇化的相关内容作为规划重点[31],但由于政策上存在一定的延迟性,2006 年新型城镇化水平开始初见成效,因此随后新型城镇化水平的增长发生突变。

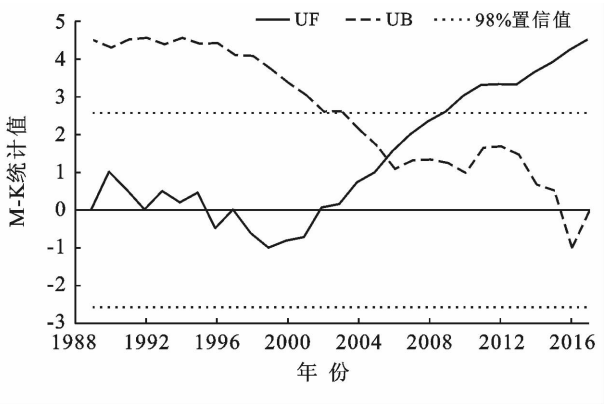


图 5 新型城镇化增量 Mann-Kendall 突变检验

2.3 不透水面与城镇化水平关系分析

2.3.1 城镇化水平与不透水面相关性分析 为了比较不同阶段新型城镇化水平与不透水面之间的相关性,本研究利用 Mann-Kendall 检验得到的结果,将研究期划分为 1988—2006 年与 2007—2017 年两阶段,运用 Pearson 相关性分析的方法计算了江西省 11 个市新型城镇化的增量与城镇不透水面增量之间的关系(表 3)。经济城镇化水平的增长与城镇不透水面面积的增长之间在存在极显著的正相关关系($p<0.01$),说明经济城镇化增长快速的地方城镇不透面扩张程度也较为快速。但是相比 1989—2006 年和 2007—2017 年这种相关性逐渐减弱。这是由于 1989—2006 年处于发展初期,新型城镇化水平增长快速的地方城镇不透水面扩展速度相对来说也较快,因此二者相关性系数偏高;而后期表明,经济的高速发展不会一直驱动城镇不透水面的持续增长[32],此时 2007—2017 年经济城镇化的增长开始超越城镇不透水面扩张,因此二者增长的同步性减弱,从而相关性系数有所降低。人口城镇化两阶段相关性系数表明,人口城镇化的增长与城镇不透水面的增长呈极显著的正相关关系($p<0.01$)。而 1989—2006 年人口城镇化的增量与城镇不透水面面积的增量相关性强于 2007—2017 年,同理于经济城镇化与城镇不透水面的关系,前期二者增长较为同步,但城镇人口的增加不会一直驱动城镇不透水面的持续扩张[32],因此随后城镇不透水面扩张开始落后于人口城镇化的发展,二者增长的同步性减弱,导致相关系数降低。社会城镇化两阶段的相关性系数存在一定的差异,2007—2017 年社会城镇化增长与城镇不透水面增长的相关性程度较 1989—2006 年虽有所加强,但是并未通过显著性检验。经分析可能是因为社会城镇化的发展具有较强的滞后性,导致增长的趋势不同步,从而造成二者增长的相关性较差,相关系数不显著。空间城镇化两阶段相关性发生了较大的改变,1989—2006 年空间城镇化增长与城镇不透水面增长呈显著正相关($p<0.05$),2007—2017 年变为极显著正相关($p<0.01$),且相关系数有所提升。根据空间城镇化的含义,城镇不透水面直接影响到空间城镇化的发展水平,因此随着城镇不透水面的扩张,空间城镇化水平也在不断增加,二者增长的同步性逐渐增强,造成相关性系数的显著性提升。

表 3 城镇不透水面增量与新型城镇化增量相关性分析

增量类别	相关性系数	
	1989—2006 年 ($N=187$)	2007—2017 年 ($N=132$)
经济城镇化	0.380**	0.259**
人口城镇化	0.237**	0.167**
社会城镇化	0.056	0.106
空间城镇化	0.187*	0.216**

注:N 为样本数量;** 表示 $p<0.01$,* 表示 $p<0.05$。

2.3.2 城镇化水平与不透水面的线性模型构建 为了进一步研究江西省各市不透水面扩展与城镇化水平的关系,将各市 30 a 不透水数据与新型城镇化水平进行相关性分析,得到 1988—2017 年江西省各市城镇不透水面与城镇化指数线性拟合情况(图 6)。由图 6 可知,江西省各市 1988—2017 年不透水面的扩展与城镇化之间相关程度较高,构建的一元线性模型能够较好地利用城镇不透水面数据反映各市新型城镇化水平($R^2\geqslant0.9$)。根据图 6 各市城镇不透水面与新型城镇化水平拟合的情况来看,各市不同阶段拟合效果存在一定的规律性。前期各市城镇不透水面面积增的长速率较快于城镇化速率,导致部分数据点位于拟合线下方。这种情况是由于初期城市处于发展建设阶段,城市范围不断扩张,工业厂房建设,房地产开发,公共设施建设等带来的增长较为直观,而此时城镇化的发展存在一定的滞后性;中期由于前期的发展建设,各市城镇化水平逐渐提高,新型城镇化增长速逐渐超越城镇不透水面增长速率,导致此部分数据点位于拟合线上方。后期城镇不透水面发展增长速率与城镇化速率增长稳定,因此数据更加贴近拟合线。

3 结论与讨论

(1) 1988—2017 年江西省不透水面的扩展速度逐渐加快,研究期间江西省不透水面分布呈现出多核圈层式发展的特点,高密度区域聚集,主要分布在南昌市、赣州市、景德镇市以及九江市;江西省新型城镇化水平在空间分布上存在一定差异,呈现出“南高北低”的特点。造成这种现象的主要原因是南昌作为省

会城市,带动赣北的城市形成空间联动的发展格局,而赣南区域多山地,地域破碎分布,这在一定程度上阻碍了城市间的交流,导致赣南区域城市的集群效应弱,新型城镇化的发展受到阻碍。

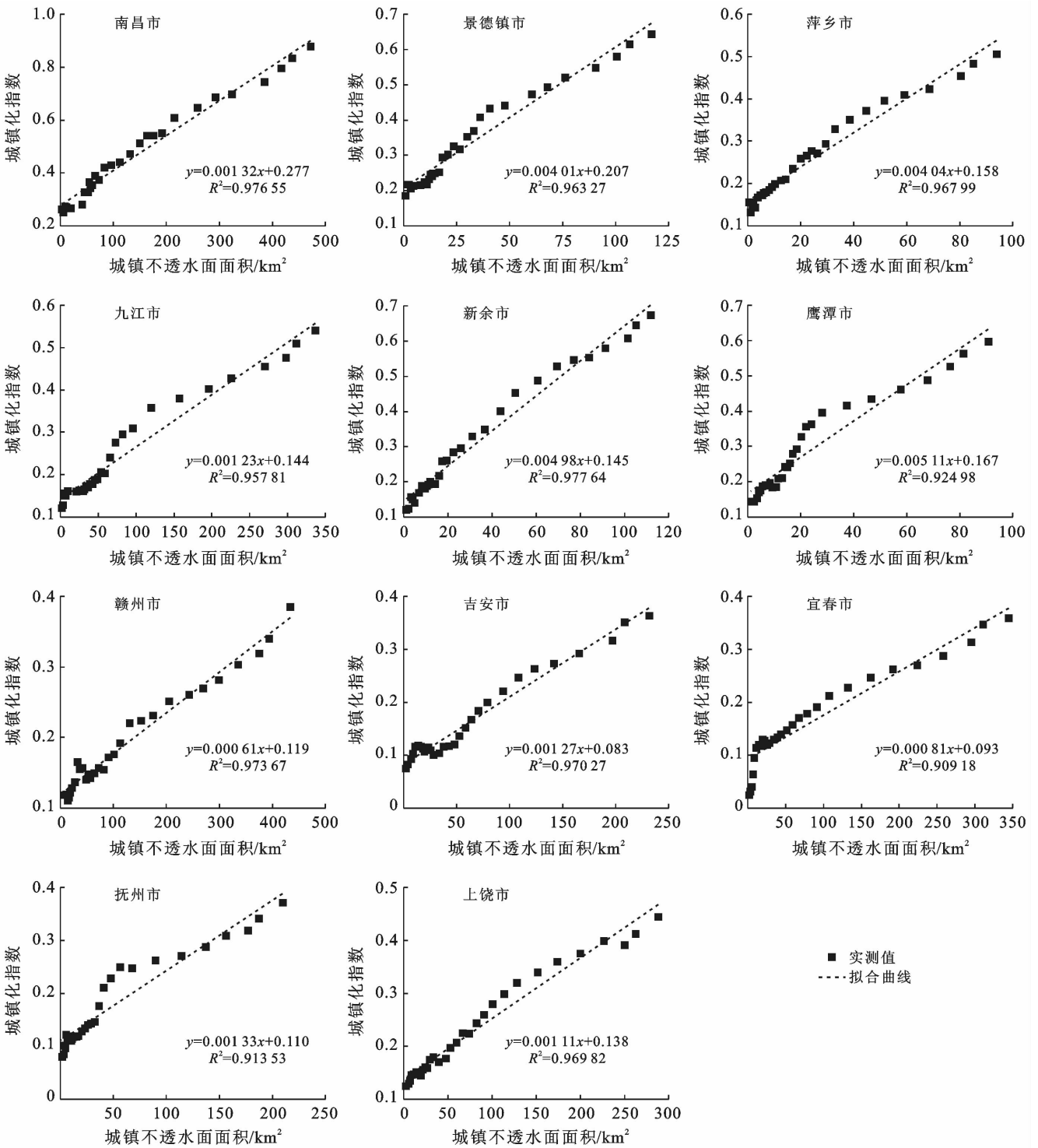


图 6　江西省各市新型城镇化水平与不透水面的拟合关系

(2) 利用 M-K 突变检验法测得江西省新型城镇化水平增长的突变期在 2006 年。此后各市的新型城镇化水平开始逐步增长,新型城镇化水平提高显著。突变点前后两时段的新型城镇化与城镇不透水面的相关性存在一定的差异:与 1989—2006 年相比,2007—2017 年经济城镇化以及人口城镇化的增长与不透水面的增长相关系数降低,二者增长的同步性减弱;而社会城镇化由于存在较强的滞后性导致二者发展的同步性差,相关系数不显著;空间城镇化的增长与城镇不透水面的增长相关性显著提高,两者增长的

同步性逐渐增强。

(3) 模型的构建结果显示江西省城镇不透水面数据能较好地反映区域新型城镇化水平(R^2 均大于 0.9)。因为从一定程度上来说,城镇不透水面的扩展代表着城市覆盖范围的增大,首先直接促进空间城镇化的发展;之后随着不透水面的不断增大,非城镇人口获得更多就业场所,带动非城镇人口向城市发生转移,进而促进人口城镇化的发展;高密度分布的城镇不透水面促进经济集聚效应产生,带动城市经济发展,随即加快经济城镇化步伐;经济得到发展后,各产业规模开始逐步扩大,居民生活水平提高,实现社会城镇化的进一步提升。

本文以江西省为例,通过探究新型城镇化水平与城镇不透水面数据的关系,构建了二者的关系模型,有助于预测区域城镇化水平在短期内的变化趋势,并可在一定程度上利用不透水面数据评估区域新型城镇化发展水平。但是本文仍存在不足,如时间跨度较大,本文仅从人口、经济、社会、空间等 4 个方面构建的新型城镇化体系仍然存在一定的片面性,指标的选取不够全面,在今后的研究中有待进一步补充与完善。

[参 考 文 献]

[1] 董晓峰,杨春志,刘星光. 中国新型城镇化理论探讨[J]. 城市发展研究,2017,24(1):26-34.

[2] 张引,杨庆媛,李闯,等. 重庆市新型城镇化发展质量评价与比较分析[J]. 经济地理 2015,35(7):79-86.

[3] 范双涛. 中国新型城镇化发展路径研究[D]. 辽宁 沈阳:辽宁大学,2015.

[4] 冯广京,蒋仁开,张冰松,等. 新型城镇化建设需要进一步完善土地调控政策:"我国城镇化中土地宏观调控方向研讨会"综述[J]. 中国土地科学,2013,27(7):93-96.

[5] Fang Chuanglin, Liu Xiaoli. Temporal and spatial differences and imbalance of China's urbanization development during 1950—2006 [J]. Journal of Geographical Sciences, 2009, 19(6):719-732.

[6] 陆大道,陈明星. 关于"国家新型城镇化规划(2014—2020)"编制大背景的几点认识[J]. 地理学报,2015,70(2):179-185.

[7] 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):387-398.

[8] 熊湘辉,徐璋勇. 中国新型城镇化水平及动力因素测度研究[J]. 数量经济技术经济研究,2018,35(2):44-63.

[9] 杨彬,宁小莉. 新型城镇化背景下老工业基地城镇化的综合测度与时空演化:以吉林省为例[J]. 干旱区资源与环境,2017,31(1):19-24.

[10] 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.

[11] 顾鹏程,王世新,周艺,等. 基于时间序列 DMSP/OLS 夜间灯光数据的 GDP 预测模型[J]. 中国科学院大学学报,2019,36(2):188-195.

[12] 岳文泽,吴次芳. 基于混合光谱分解的城市不透水面分布估算[J]. 遥感学报,2007,11(6):914-922.

[13] 郭一洋,雷国平,张露洋,等. 基于 OLI/TIRS 数据的沈阳市不透水面提取[J]. 资源科学,2019,41(9):1758-1768.

[14] 向超,朱翔,胡德勇,等. 近 20 年京津唐地区不透水面变化的遥感监测[J]. 地球信息科学学报,2018,20(5):684-693.

[15] 王炎坤. 江西省新型城镇化水平测度及时空演变分析[D]. 江西 南昌:南昌大学,2017.

[16] 蒋正云,杨阳,周杰文. 江西省新型城镇化发展协调度及优化路径研究[J]. 中国农业资源与区划,2019,40(9):75-83.

[17] 中共中央国务院. 国家新型城镇化规划(2014—2020年)[EB/OL]. (2014-03-17)[2019-11-08]. http://www.ndrc.gov.cn/fzgggz/fzgh/ghwb/gjjh/201404/t20140411_606659.html.

[18] Gong Peng, Li Xuecao, Zhang Wei. 40-year(1978—2017) human settlement changes in China reflected by impervious surfaces from satellite remote sensing [J]. Science Bulletin, 2019,64(11):756-763.

[19] 孟鹏,郝晋珉,周宁,等. 新型城镇化背景下的工业用地集约利用评价研究:以北京亦庄新城为例[J]. 中国土地科学,2014,28(2):83-89.

[20] 金浩,李瑞晶,安明. 三重城镇化影响城乡收入差距的空间效应研究:基于不同空间权重矩阵下的动态空间面板模型[J]. 地域研究与开发,2019,38(1):22-25,31.

[21] 韩立达,牟雪淞. 新型城镇化影响因素研究:对四川省数据的实证分析[J]. 经济问题探索,2018,39(1):55-62.

[22] 吴倩. 安徽省农业生态与新型城镇化协调发展研究[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(6):104-109.

[23] 俞振宁,吴次芳. 基于 ESDA-GWR 的浙江省土地城镇化空间特征及影响因素分析[J]. 中国土地科学,2016,30(3):29-36.

[24] 雷慧敏,叶长盛. 鄱阳湖生态经济区县域城镇化水平综合测度及其差异[J]. 水土保持研究,2015,22(2):158-164,170.

[25] 杨丽霞,苑韶峰,王雪禅. 人口城镇化与土地城镇化协调发展的空间差异研究:以浙江省 69 县市为例[J]. 中国土地科学,2013,27(11):18-22,30.

[26] 尹魁浩,袁弘任,徐葆华,等. 丹江口水库水质要素变化特征及其相互关系[J]. 长江流域资源与环境,2001,10(1):75-81.

[27] 张音,古丽贤·吐尔逊拜,苏里坦,等. 近 60 年来新疆不同海拔气候变化的时空特征分析[J]. 干旱区地理,2019,42(4):822-829.

(下转第 93 页)

roots of six dominant species on eroded mountainous marly slopes (Southern Alps, France) [J]. Catena, 2011,84(1/2):70-78.

[5] 李有芳,刘静,张欣,等.4 种植物生长旺盛期根系易受损的外力类型研究[J].水土保持学报,2016,30(6):339-344.

[6] 嵇晓雷,杨平,夏光辉.夹竹桃根系力学性能的实验研究[J].科学技术与工程,2018,18(27):110-115.

[7] Abdi E, Azhdari F, Abdulkhani A, et al. Tensile strength and cellulose content of Persian Ironwood (*Parrotia persica*) roots as bioengineering material [J]. Journal of Forest Science, 2014, 60(10):425-430.

[8] Boldrin D, Leung A K, Bengough A G. Root biomechanical properties during establishment of woody perennials [J]. Ecological Engineering, 2017, 109 (11): 196-206.

[9] Hales T C, Ford C R, Hwang T, et al. Topographic and ecologic controls on root reinforcement [J]. Journal of Geophysical Research, 2009,114(F3):F03013.

[10] Zhang Chaobo, Chen Lihua, Jiang Jing. Why fine tree roots are stronger than thicker roots: The role of cellulose and lignin in relation to slope stability [J]. Geomorphology, 2014,206:196-202.

[11] 乔娜,余芹芹,卢海静,等.寒旱环境植物护坡力学效应与根系化学成分响应[J].水土保持研究,2012,19(3):108-113.

[12] Genet M, Stokes A, Salin F, et al. The influence of cellulose content on tensile strength in tree roots [J]. Plant and Soil, 2005,278(1/2):1-9.

[13] 李雪松.黑沙蒿根系材料力学特性研究[D].内蒙古 呼和浩特:内蒙古农业大学,2018.

[14] 刘昌义,胡夏嵩,赵玉娇,等.寒旱环境草本与灌木植物单根拉伸试验强度特征研究[J].工程地质学报,2017,25(1):1-10.

[15] Yang Yuanjun, Chen Lihua, Li Ning. How gauge length and loading rate influence the root tensile strength of *Betula platyphylla* [J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2016,71(6):460-466.

[16] Baets S D, Poesen J, Reubens B, et al. Root tensile strength and root distribution of typical Mediterranean plant species and their contribution to soil shear strength [J]. Plant and Soil, 2008,305(1/2):207-226.

[17] 叶超,郭忠录,蔡崇法,等.5 种草本植物根系理化特性及其相关性[J].草业科学,2017,34(3):598-606.

[18] 武艺儒,刘静,张欣,等.3 种灌木直根抗剪特性及其与化学成分的关系[J].干旱区资源与环境,2019,33(4):129-133.

[19] 李宁.四种乔木根系抗拉特性的影响因素研究[D].北京:北京林业大学,2016.

[20] 嵇晓雷,杨平,王磊.狗牙根根系抗拉强度试验[J].湖北农业科学,2015,54(23):5941-5942,5948.

[21] 苑淑娟.4 种植物单根抗拉力学特性的研究[D].内蒙古 呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.

[22] 田佳,曹兵,金楠,等.防风固沙灌木花棒沙柳根系生物力学特性[J].农业工程学报,2014,30(23):192-198.

[23] 马艺坤.砒砂岩区沙棘根系固坡效应及其机理研究[D].陕西 西安:西北大学,2018.

[24] 王萍花,陈丽华,龚晓东,等.4 种常见乔木单根拉伸的应力应变曲线分析[J].水土保持通报,2012,32(3):17-22.

[25] Genet M, Li M, Luo T, et al. Linking carbon supply to root cell-wall chemistry and mechanics at high altitudes in *Abies georgei* [J]. Annals of Botany, 2011,107(2):311-320.

[26] 张双燕,费本华,余雁,等.木质素含量对木材单根纤维拉伸性能的影响[J].北京林业大学学报,2012,34(1):131-134.

[27] 朱锦奇,王云琦,王玉杰,等.根系主要成分含量对根系固土效能的影响[J].水土保持通报,2014,34(03):166-170,177.

(上接第 86 页)

[28] Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security [J]. Science,2004,304(5677):1623.

[29] 黄玥,黄志霖,肖文发,等.基于 Mann-Kendall 法的三峡库区长江干流入出库断面水质变化趋势分析[J].长江流域资源与环境,2019,28(4):950-961.

[30] 徐金鑫,丁文峰,林庆明.丹江流域水沙变化特征分析[J].长江流域资源与环境,2019,28(8):1956-1964.

[31] 熊云.江西省新型城镇化驱动因素研究[D].江西 南昌:江西财经大学,2017.

[32] 冯珊珊,樊风雷.2006—2016 年粤港澳大湾区城市不透水面时空变化与驱动力分析[J].热带地理,2018,38(4):536-545.