

# Research on Urban Sprawl Assessment, Spatiotemporal Characteristics and Driving Forces in Shanghai

Yongfu Li<sup>1</sup>, Li Tian<sup>2\*</sup>, Yaqi Yan<sup>2</sup>, Boyi Wang<sup>3</sup>, Dongqi Zhu<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Shanghai Academy of Fine Arts, Shanghai University, Shanghai

<sup>2</sup>School of Architecture, Tsinghua University, Beijing

<sup>3</sup>College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai

<sup>4</sup>Shanghai Institute of Geological Survey, Shanghai

Email: <sup>\*</sup>litian262@126.com

Received: June 12<sup>th</sup>, 2019; accepted: June 27<sup>th</sup>, 2019; published: July 4<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

This paper establishes an urban sprawl index based on land use efficiency and justice to evaluate the sprawl degree, types, spatiotemporal characteristics and driving forces of urban sprawl in Shanghai. It adopts a spatial network based on grid 1 km × 1 km, and applies Projection Pursuit method for classification of urban sprawl types. The research results are as follows: 1) From 1990 to 2000, the light sprawl was the major characteristics of Shanghai sprawl, and the medium and high sprawl took a small share. The sprawl shows the spatial heterogeneity within different areas of Shanghai. 2) From 2000 to 2010, the proportion of medium and high sprawl increased dramatically, and the outskirts presented a stronger sprawl trend. 3) The cases of 10 high-sprawling townships have shown that the driving forces of sprawl can be classified into four types: sprawl in process, industrial park dominated sprawl, sprawl due to highway construction, and public facilities lagging behind city growth.

## Keywords

Urban Sprawl, Spatiotemporal Characteristics, Driving Force, Projection Pursuit, Shanghai

---

# 城市蔓延的测度、时空特征与影响因素研究：以上海为例

李永浮<sup>1</sup>, 田莉<sup>2\*</sup>, 严雅琦<sup>2</sup>, 王博祎<sup>3</sup>, 朱冬奇<sup>4</sup>

<sup>1</sup>上海大学美术学院, 上海

<sup>\*</sup>通讯作者。

<sup>2</sup>清华大学建筑学院, 北京

<sup>3</sup>同济大学建筑与城市规划学院, 上海

<sup>4</sup>上海市地质调查研究院, 上海

Email: [litian262@126.com](mailto:litian262@126.com)

收稿日期: 2019年6月12日; 录用日期: 2019年6月27日; 发布日期: 2019年7月4日

## 摘要

本文从土地利用效能和公平性两方面构建评价指标体系, 对上海城市蔓延的程度、类型、时空特征和影响因素进行研究。它采用 $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ 网格为空间评价单元, 用投影寻踪分类法提高数值分析精度。研究结论如下: 1) 1990~2000年期间, 上海城市用地以轻度蔓延为主, 中度和轻度蔓延型较少, 这三类城市蔓延在区县中空间分布差异明显; 2) 2000~2010年期间, 上海以轻度型蔓延为主, 但中度和重度蔓延型占比显著上升。三类城市蔓延型的分布仍以郊区县为主, 但分布明显向外推移; 3) 针对10个重度蔓延型镇街的个案研究, 把蔓延成因归纳为4类: 过程性蔓延、大规模工业区建设、高速路网扩张和公共服务设施配套滞后。

## 关键词

城市蔓延, 时空特征, 影响因素, 投影寻踪分类法, 上海

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

自1990年代以来, 在以美国为代表的地区, 城市蔓延引发日益严重问题, 诸如土地资源、能源浪费、生态环境恶化和城市环境污染, 以及种族分离、贫穷和犯罪等的社会环境问题, 获得高度重视。改革开放以来, 伴随着我国经济的高速发展, 土地城镇化远超过人口城镇化速度, 城市蔓延对资源环境的挑战日益严峻。建立城市蔓延的评价指标体系, 以更好地测度城市在不同时期以及多个城市之间蔓延程度的差异, 对精细化地制定城市集约发展和土地利用的政策十分重要。为此, 本文以上海为例, 构建了城市蔓延的评价指标, 分析上海在1990~2010年间不同时期不同区域蔓延的时空特征, 并选择重度蔓延的乡镇为例剖析其蔓延的原因, 以期为我国土地利用控制政策的完善提供参考和依据。

## 2. 国内外城市蔓延的研究回顾

### 2.1. 城市蔓延概念界定

二战以后, 欧美发达国家的城市空间从集聚为主向扩散为主转变, 城市蔓延问题逐渐引起学术界和政府部门的重视。但是城市蔓延问题异常复杂, 涉及城市的诸多方面, 至今也没有公认的学术定义。最初, 城市蔓延是指城市用地的低密度扩张。例如, Whyte首次使用城市蔓延这一术语, 认为城市郊区的飞地式开发方式造成城市蔓延现象[1]。Gottmann认为城市蔓延是“大都市边缘持续不断的扩张”[2]。Ottenmann认为新开发用地的不连续和散布其间的大量未开发土地就是城市蔓延[3]。Downs认为城市蔓

延是“郊区化的特别形式，它包括以极低的人口密度向现有城市化地区的边缘扩展，占用过去从未开发过的土地”[4]。Moe 进一步定义城市蔓延为“低密度用地在城市边缘地区的发展”[5]。在佛罗里达管理条例 Rule 9J-5.003 中把城市蔓延定义为：“城市发展或土地利用与农田交错混杂，并且通常表现为低强度的土地开发”。Pendall 主张将郊区蔓延描述为一种低密度的“城市化”现象[6]。显而易见，在初期研究中并未触及城市蔓延的实质，虽然也时常提及低强度用地这个关键特征。

后来，城市蔓延研究转向土地利用与城市交通的相互关系，尤其是小汽车交通的影响。例如，Sierra Club 认为“城市蔓延是超出服务和工作范围的低密度开发，而且商店、工作、娱乐、教育等用地彼此分隔，需要机动化出行方式来联系这些用地”[7]。2000 年的罗德岛智慧增长研究也认为“城市蔓延是一种低效率的开发模式，人们必须长距离通勤而浪费大量自然资源和人力资源，也需要投入大量资金建设公共服务和基础设施”[8]。Dutton 认为城市蔓延是城市边缘的一些主要道路向郊区低密度、无序功能单一地扩展[9]。Soule 认为“蔓延是指发生在城市中心边缘的、低密度的、依赖小汽车交通的土地开发”[10]。不难发现，对土地利用效率的重要程度加大。虽然城市蔓延的定义还无法达成共识，但可以认为城市蔓延本质上就是城市空间扩张在用地方式和空间特征方面的特殊表现。所以学者们所描述的城市蔓延特征要更为具体，也比下定义来得更容易。

例如，Lopez 等归纳城市蔓延主要特征：低密度开发、土地利用分割、蛙跳式开发、带状商业开发、小汽车依赖型开发、以中心衰退为代价的城市边缘区开发、就业离心化、城市外围和乡村地区农田和开敞空间的损失，政府职责碎化与疏失[11]。Burchell 等把蔓延特征从起初的 8 个减少为 3 个：无限的向外围未开发用地扩散、低密度、以及蛙跳式开发[12]。还有一个代表性观点认为：不成熟地规划或缺乏规划的情况下将农田转作其他性质的用地类型；城市发展与周边土地使用缺乏有机联系；土地利用不能最大化地使用已有公共设施，或在不具备公共设施的地块中开发建设等，正是城市蔓延的关键特征。

故此，近年来城市蔓延的含义和特征处在不断变化中，趋向于更多关注城市蔓延产生的不利影响：城市土地低密度和非连续性开发、用地功能单一化和依赖机动化出行、城市生态环境退化等问题。所有这些定义和特征都表明城市蔓延是一个相对概念，它随着城市发展和空间结构变动而动态变化。城市蔓延是城市用地的低效率扩张和利用。我们应当从土地低效率利用入手，开展城市蔓延的综合评价研究，包括城市经济效益、交通出行效率、公共服务设施公平性、以及城市生态环境质量等方面。最终把提高城市居民生活质量和落实城市可持续发展理念作为城市蔓延研究的根本目标。

## 2.2. 城市蔓延定量评价方法

目前，关于城市蔓延的定量化研究，多是对城市整体的蔓延评价，把同一时间的多个城市蔓延情况加以对比分析。例如，Galster 等运用 GIS 技术辅助田野调查的方法，综合评价美国 13 个大都市区的蔓延程度[13]。同样，Fulton 以美国 281 个城市为研究对象，分析它们在 1982~1997 年间的城市蔓延态势[14]。Hamidi 等开展了 2010 年美国 221 个大都市区和县的蔓延指数综合评价，并与 2000 年蔓延评价结果进行比较[15]。在国内，黄晓军等针对长春市 1800 年以来不同阶段的整体蔓延程度进行纵向比较[16]。洪世键等以长三角地区 16 个地级城市为例，开展了城市蔓延的界定和测度问题研究[17]。但是，对于城市内部蔓延分异研究成果非常少，蒋芳等首先开展了 1996~2004 年北京城市蔓延的测度和分析研究[18]。岳文泽等进行了杭州城市蔓延的空间分异测度[19]。李继红等运用重力—空间熵模型计算城市土地利用与人口空间分布的总熵值和分区熵值，以检验上海城市蔓延发展进程[20]。事实上，一个城市内部的用地蔓延程度必然存在差异，特别是在较长一段时间内城市处在不同发展阶段会表现出迥异的蔓延特征。

总体而言，城市蔓延定量评价经历了从单指标评价到多维度综合评价的演变过程，评价指标可归纳成 4 类：① 增长变化，包括建设区面积的增长率、人口增长率等；② 空间效率，包括人口密度、居住

密度、交通可达性等；③ 空间形态，包括土地利用破碎度、连续性、混合度、蛙跳指数；④ 外部影响，包括耕地损失、能耗消耗等[13] [18] [21]-[28]。

在研究方法上，国内外学者基本借助描述性统计、GIS 和遥感的方法对指标进行量化测度，进而对各项指标进行独立评价[13] [24] [26]，或对各项指标简单求和或加权求和得到综合蔓延得分[18] [22] [27]。其中多指标综合评价往往先用主成分分析或因子分析法等降维处理[22] [29] [30]。

综上所述，城市蔓延是城市增长的一个特定阶段和特有现象，它是以低密度扩张为特征的城市土地低效利用，因此应从城市增长的角度看待和分析城市蔓延现象。城市增长涵盖城市规模和相互关系两方面，特别是人口和用地的增长与空间结构变动，通常是从时间和空间二个维度来研究。如果在城市增长中加入效率和公平两个维度，可以较为全面和有效地测度城市蔓延[31]。总之，在城市增长引起城市空间扩展和城市内部空间结构变动过程中，其中城市空间利用效率低和公平性差的部分就是城市蔓延。研究亦发现，单纯注重城市规模、密度和形态的紧凑并不能完全实现城市经济、环境、生态、社会功能的最大化和效率最优。应该从规模分配与功能管理转向空间效率管理[32]。基于此，本文从效率和公平性两方面来构建蔓延评价的指标体系。

### 3. 城市蔓延的评价指标和评价方法

#### 3.1. 评价指标体系构建

如前文所述，城市蔓延实质是一种低效率和公平性差的建设用地扩张模式，这种低效率表现在城市土地利用、社会服务和道路交通等诸多方面。效率不仅是单位面积的经济产出效率和人口容纳效率，还应包含要素空间流动所耗用的空间和能源资源效率及社会公平性[32]。基于数据可得性，本文从土地利用效率、道路交通效率和公共服务公平性三方面，选择 7 个评价指标构成上海城市蔓延的评价指标体系：

1) 土地利用效率是通过人口密度和土地城镇化率来表达；2) 道路交通效率通过交通可达性来反映，包括城市(多)中心可达性、城市道路(高速路和省道)可达性、地铁可达性三个指标；3) 公共服务公平性基于公共设施可获得性来表征，包括中小学校教育设施可获得性、门诊医院的医疗设施可获得性。这 7 个指标的具体含义见表 1。

**Table 1.** Indicators and implications of comprehensive evaluation of urban land use

**表 1.** 城市用地综合评价的指标和含义

目标	准则	指标	含义
土地利用效能	土地利用效率	人口密度	每平方公里内的人口数量
		土地城镇化率	每平方公里内的建设用地面积所占百分比
	道路交通可达性	城市中心可达性	到城市主中心和次中心的平均距离之倒数
		城市道路可达性	到城市高速公路和省道的最近距离之倒数
土地利用公平性	公共服务设施可获得性	地铁可达性	到城市地铁线的最近距离之倒数
		中小学校可获得性	以 8 km 为搜索半径，中小学数量与到这些中小学平均距离的比值
		门诊急诊医院可获得性	以 10 km 为搜索半径，医院数量与到这些医院平均距离的比值

#### 3.2. 基于投影寻踪法的城市蔓延评价

投影寻踪分类法(简称 PPC)既可作为探索性分析方法，又可用做确定性分析的聚类和分类方法。它



是一种高维数据的有效降维处理技术,适用于高维、非线性、非正态问题的分析和处理,评价结果与实际相符率较高。而且,投影寻踪法避免了专家打分的人为干扰因素,在定量评价指标数据处理方面更具准确和快捷等优势,已经在水质评价、大气环境质量综合评价、灾情评估、工业、企业竞争力等方面获得了广泛应用[33]。

本文在进行城市用地效率评价时,空间单元为上海建设用地覆盖地区的  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$  大小的矢量网格集合(共 5568 个格网)。这些矢量格网的生成、格网与属性值的关联和地图表达等,都是基于 ArcGIS<sup>TM</sup>10.3 软件平台。而投影寻踪分类运算是在 DPS v15.1 数据处理系统中完成。为了得到统一可比的评价值,把 1990 年、2000 年和 2010 年的样本(网格)放到一起进行分类,这样由同一个样本集所得的统一评价结果,对于同一年份的不同格网评价值、不同年份的同一格网效率值之间都是可比较的。经由投影寻踪分类评价,从而得到 1990 年、2000 年和 2010 年的城市用地效率值。此外,在进行用地扩张和用地效率变化的类型划分时,采用最小组内平方和的动态聚类法,从而保证分类结果是组内平方和最小而组间平方和最大,运算同样是基于 DPS15.1 软件实现的。

最终,通过城市扩张与城市效率的组合,划分全市域为 5 种蔓延类型:① 集约增长型,包括高效率低扩张型、中效率低扩张型;② 合理扩张型,包括高效率中扩张型、高效率高扩张型;③ 轻度蔓延型,包括中效率中扩张型、低效率低扩张型;④ 中度蔓延型,包括中效率高扩张型,低效率中扩张型;⑤ 重度蔓延型,包括低效率高扩张型。

## 4. 1990~2010 年间上海城市蔓延的时空特征

### 4.1. 1990~2000 年城市蔓延特征

#### 4.1.1. 城市蔓延数量特征

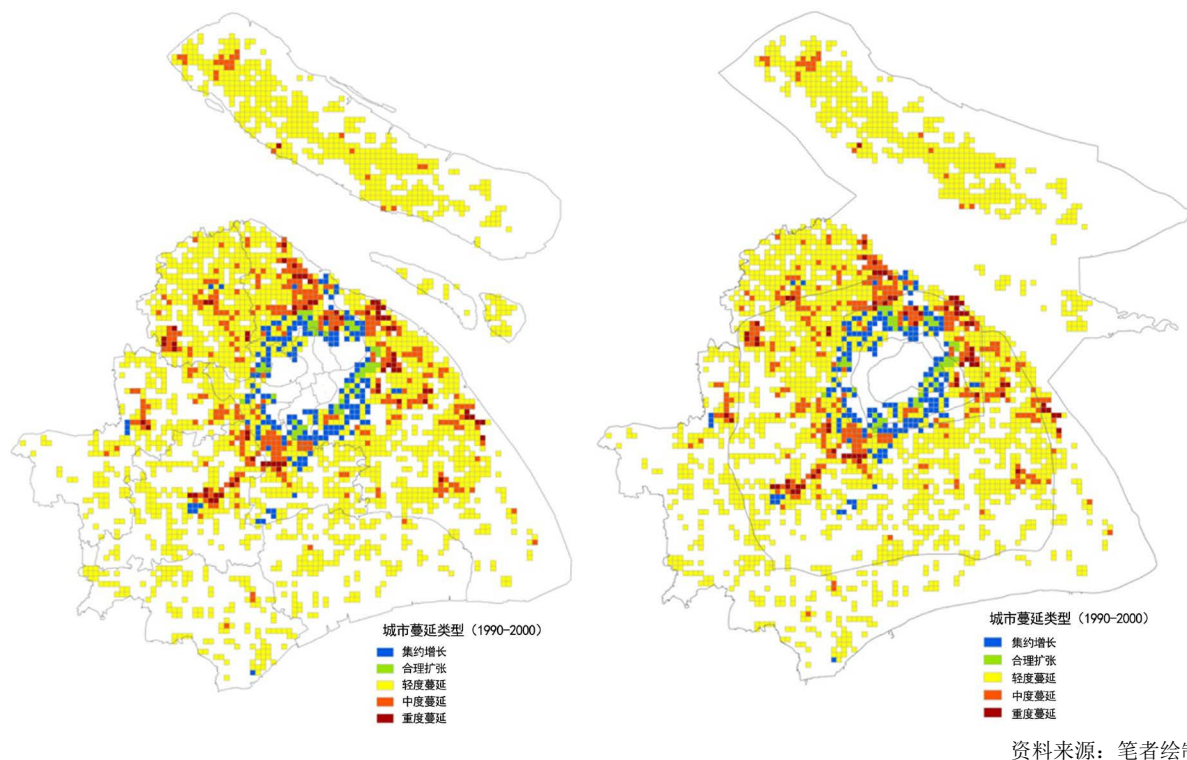
全市用地扩张类型的面积差异较大。在 1990~2000 年期间,全市用地扩张类型的网格共 2868 个,即总面积为  $2868\text{ km}^2$ 。其中轻度蔓延型占比最大,为 77.13%。其次,中度蔓延型占比为 12.2%,重度蔓延型仅占 2.72%,二者合计为 15%。因此,这个期间上海用地扩张是以轻度蔓延型为主,中度蔓延型次之,重度蔓延型最少。此外,集约增长占比 6.5%,合理扩张占比 1.5%,表明全市非蔓延型扩张空间所占比例较少。

同时,这些扩张用地在全市各区县的分布也极不平衡。首先,扩张用地在嘉定、崇明和宝山最多,所占全市扩张用地的比例最高,分别为 22.6%、18.5%和 12.1%。其次为闵行、杨浦、金山和青浦,占比分别为 8.7%、8.4%、8.1%和 7.7%。而奉贤和浦东新区占比约为 5%左右。其余扩张用地分布在黄浦区、徐汇区、长宁区、静安区、普陀区和虹口区,占比都在 1%以下。因此,城市用地扩张分布是以远郊区县为主,近郊区次之,中心城区最少。

#### 4.1.2. 城市蔓延的空间特征

1) 三类城市蔓延型在上海区县的空间分布情况。总体来看,三种蔓延类型主要集中在杨浦、闵行、宝山、嘉定、金山、青浦、崇明、浦东和奉贤,但不同区县又有明显差别。若以三类蔓延型格网面积占全市扩张格网面积的比例来区别,统计结果如图 1(左)所示。

首先,轻度蔓延型中,崇明、嘉定和宝山位居前三位,占比分别为 17.3%、15.7%和 9.9%。而杨浦、闵行、浦东、金山、青浦和奉贤的轻度蔓延型占比相差不大,在 5%~6%左右。其次,中度蔓延型是以嘉定、闵行和宝山为最多,占比分别是 3.5%、2.3%和 1.7%。杨浦、金山、青浦和崇明的中度蔓延型占比在 1%左右。而浦东、奉贤的中度蔓延型占比只在 0.1%左右。最后,重度蔓延型以嘉定最多,占比为 1.1%。次之为闵行、金山、宝山和杨浦占比分别是 0.5%、0.5%、0.3%和 0.17%。而浦东、青浦、奉贤和崇明都很少。



资料来源：笔者绘制

**Figure 1.** Distribution of sprawl types in Shanghai districts (left) and highway torus (right) from 1990 to 2000

**图 1.** 1990~2000 年上海区县(左)和公路环线(右)的蔓延类型分布

2) 以环路作为空间分隔标准来看, 集约增长型和合理增长型大都集中在外环路以内地区, 占比为 6.5%。轻度蔓延型主要分布在绕城高速路以外地区和外环 - 绕城高速之间, 占比分别为 39.3% 和 33%。中环以内和中环 - 外环之间所占比例就非常少了, 仅有 1.3% 和 3.5%。其次, 中度蔓延型是以外环 - 绕城高速地区最多, 占比为 6.7%。次之是绕城高速外面和中环 - 外环之间, 占比分别为 3.2% 和 2.0%。中环里面最少, 占比仅有 0.35%。最后, 重度蔓延型占比从大到小依次是外环 - 绕城高速、中环 - 外环地区和绕城高速外面, 占比分别为 1.2%、0.8% 和 0.7%, 而中环内地区占比仅有 0.07%。上海城市公路环面中三类城市蔓延型分布情况, 如图 1(右)所示。

综上所述, 虽然轻度蔓延型集中在外环以外地区, 但中度和重度蔓延型只有外环 - 绕城高速地区具有明显优势, 而绕城高速外地区与中环 - 外环地区的差别就不太明显, 尤其是重度蔓延型扩张在这两个地区间相差无几。

## 4.2. 2000~2010 年城市蔓延结果

### 4.2.1. 城市蔓延数量特征

全市用地扩张类型的面积差异较大。在 2000~2010 年期间, 全市用地扩张类型的网格数为 2324 个, 即总面积为 2324 km<sup>2</sup>。其中轻度蔓延型占比最大, 为 50.1%。其次, 中度蔓延型占比为 30.9%, 重度蔓延型为 11.7%, 二者合计为 42.6%。因此, 2000~2010 年期间上海用地扩张是以轻度蔓延型为主。但与 1990~2000 年相比, 中度和重度蔓延型的比重明显上升, 二者之和与轻度蔓延型相差仅为 7 个百分点; 集约型扩张变化很小, 适度型扩张则下降一个百分点。但是, 集约增长占比为 6.84%, 与合理扩张型合计为 7.3%。

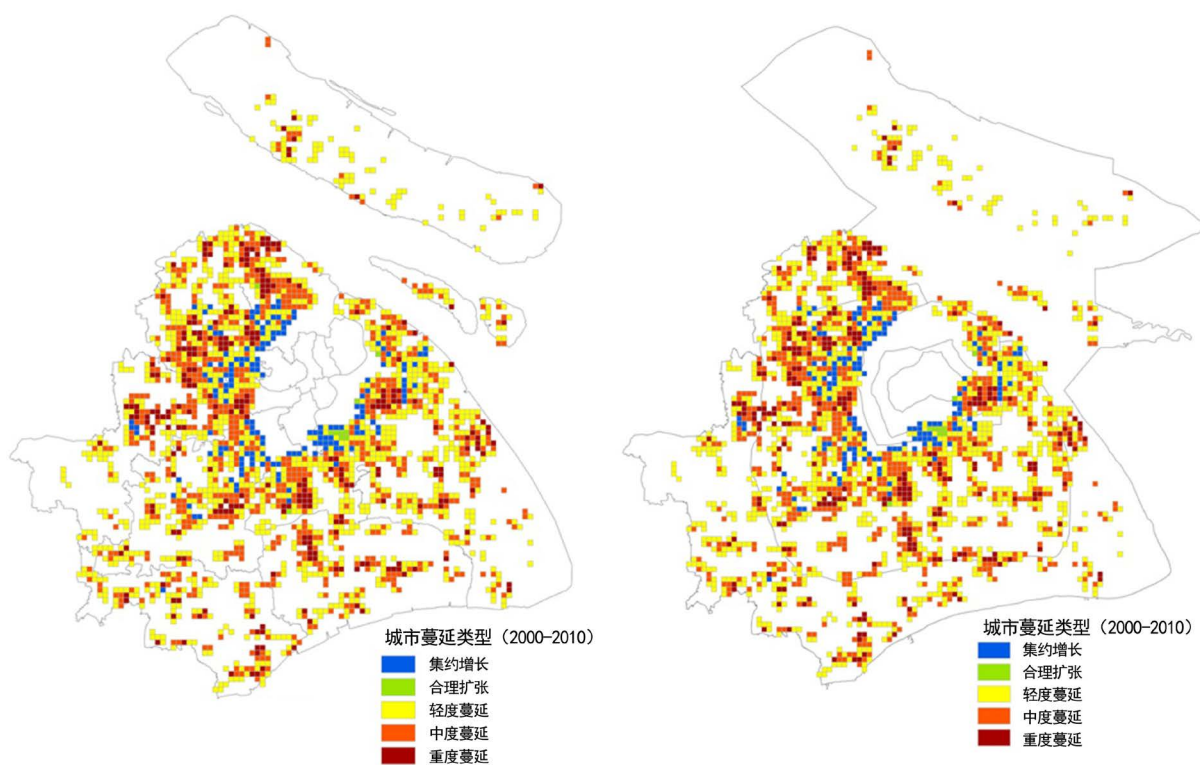
同样, 2000~2010 年城市用地扩张类型在全市区县的分布也极不平衡扩张用地在嘉定最多, 占比为

24.5%。其次是宝山、金山和杨浦，占比分别为 13.3%、11.7%和 10.4%。而青浦、奉贤、浦东、闵行和崇明占比在 5%~10%之间。最后，黄浦、徐汇和静安的用地扩张最弱，占比仅为 0.2%~0.3%之间。因此，2000~2010 年城市用地扩张分布仍以远郊区县为主，近郊区次之，中心城区最少。

由此可知，在 2000~2010 年期间，上海城市用地扩张类型中，非蔓延型占比还下降了 0.7 百分点。其他三类蔓延型中，仍是以轻度蔓延为主，但中度和重度蔓延类型比例显著上升。且在郊区县分布为主，中心城区占比极低。这表明这个期间上海城市用地扩张加剧，用地效率分化加剧，这与上海进入快速城市化发展阶段有关系。

#### 4.2.2. 城市蔓延空间特征

1) 三类城市蔓延型在上海区县的空间分布情况。总体上，2000~2010 年期间三种蔓延类型主要集中在杨浦、闵行、宝山、嘉定、金山、青浦、崇明、浦东和奉贤，但区县之间差别显著。若以三类蔓延型格网面积占全市扩张格网面积的比例来区别，统计结果如图 2(左)所示。



资料来源：笔者绘制

**Figure 2.** Distribution of sprawl types in Shanghai districts (left) and highway torus (right) from 2000 to 2010

**图 2.** 2000~2010 年上海区县(左)和公路环面(右)的蔓延类型分布

首先，轻度蔓延型是以嘉定为最多，占比为 13%。其余区县的占比在 4%~6%左右，相差不大。只有闵行占比为 2.3%，位居最后。其次，中度蔓延型是以嘉定最多，宝山和金山次之，它们的占比分别为 7.1%、4.1%和 4%。其余区县中度蔓延型的占比相差较小，在 2%~3%之间。只有崇明占比最小，仅为 1%。最后，重度蔓延型是以嘉定、宝山和青浦最多，占比分别为 2.1%、1.9%和 1.5%。次之为杨浦、闵行、奉贤，占比分别为 1.4%、1.3%和 1.3%。而浦东和金山占比在 0.95%，崇明占比最小仅为 0.4%。

2) 从城市公路环面分析城市扩张类型空间分布特征，仍是计算它们格网面积占全部用地扩张格网面

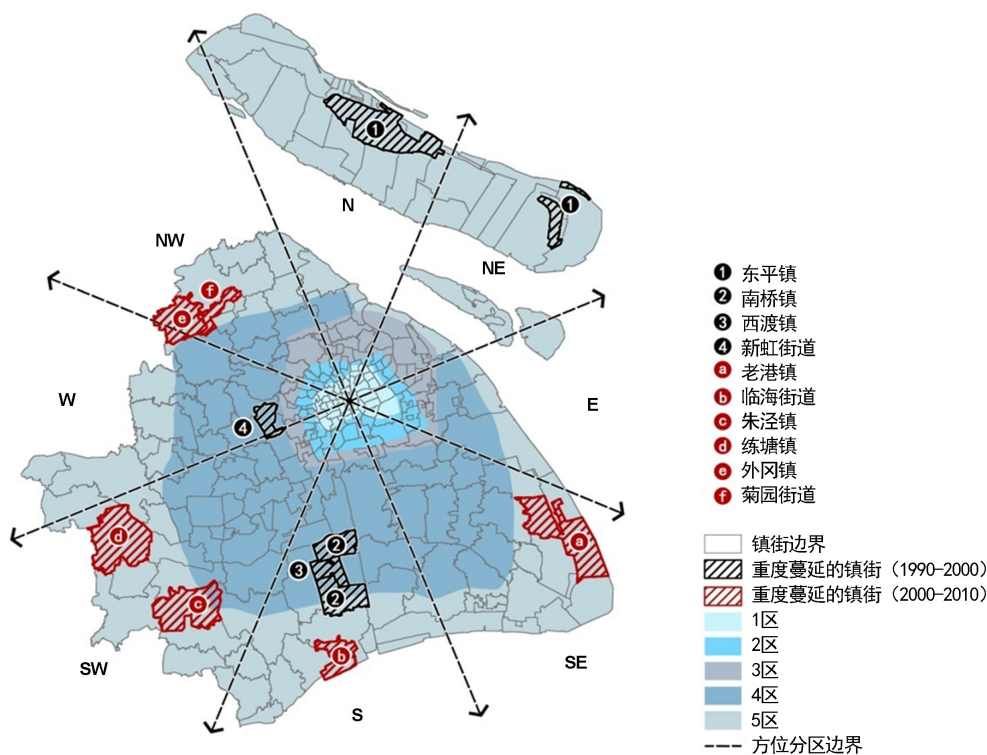


积的比例。在2000~2010年期间,集约增长型和合理扩张型主要集中在外环路以内地区,占比合计达6.9%。其他三类中,轻度蔓延型主要分布在外环-绕城高速之间和绕城高速路以外地区,占比分别为25.8%和20.9%。中环以内和中环-外环之间所占比例就非常少了,仅有0.7%和2.7%。其次,中度蔓延型是以外环-绕城高速地区最多,占比为18.5%。次之是绕城高速外地区,占比10.3%。中环里面和中环-外环之间最少,占比仅有0.7%和1.4%。最后,重度蔓延型占比依然是外环-绕城高速和绕城高速外地区最多,占比分别为6.6%和4.4%。而中环里面和中环-外环之间占比仅为0.34%,如图2(右)所示。

综上所述,与1990~2000年相比,这个期间非蔓延型增长比例不升反降。其他三类城市蔓延类型都是以外环-绕城高速地区和绕城高速外地区为主,在中环里面和中环-外环地区的都非常少。这表明随着城市用地扩张向外环以外地区转移,城市用地蔓延类型也随之外移,而且中度和重度蔓延类型较之1990~2000年期间有显著增长。因此,未来控制城市蔓延的重点区域在外环以外地区的郊区县,而且在同一区县的乡镇之间城市蔓延程度也有差别,由于城市蔓延是多个因素综合作用的结果,所以可针对若干重点蔓延型乡镇进行个案研究。

### 5. 上海城市蔓延的成因剖析:以10个重度蔓延镇街为例

为进一步探讨蔓延的过程与机制,我们选择重度蔓延的镇街为例开展分析。1990~2000年重度蔓延的镇街共4个,包括南桥镇、东平镇、西渡镇、新虹街道,面积共占全市的3.5%;2000~2010年重度蔓延的镇街共6个,包括练塘镇、朱泾镇、老港镇、外冈镇、菊园街道、临海街道,面积共占全市的5.4%(图3)。城市蔓延是多因素共同作用的结果,通过对10个重度蔓延镇街的分析,将蔓延的主要成因归纳为4类:过程性的蔓延、大规模工业区的建设、高速路网的扩张以及公共服务设施配套的滞后。



资料来源: 笔者绘制。

Figure 3. Severely sprawling towns and subdistrict offices in the suburbs of Shanghai  
 图3. 上海郊区的重度蔓延镇街



### 5.1. 过程性的蔓延

过程性的蔓延是指城市增长过程中出现的短时期、暂时性的蔓延，这种蔓延是城市增长的阶段性状态，在一定程度上可被接受。西渡镇和新虹街道是 1990~2000 年的重度蔓延镇街，而在 2000~2010 年间属于不蔓延的镇街，这与其所处的发展阶段有关。

1995 年，西渡镇被批准设立市级的奉浦工业区。园区建设前后耗费约 5 年，直至 2000 年各项基础设施和公服配套相对完善，位列上海市三大重点工业园区之一。自建成以来园区保持良好的发展势头。新虹街道东邻虹桥综合交通枢纽，该枢纽的建设带动了周边房地产的开发。2006 年虹桥综合交通枢纽的开工建设前，新虹街道的居住用地呈现碎片化增长。枢纽开工建设后迅速带动周边居住用地的连片开发，平均斑块面积从 1990~2000 年的  $0.6 \text{ km}^2$  变为 2000~2010 年的  $6.0 \text{ km}^2$ ，破碎度降低。与此同时，公共服务设施配套跟进，新虹街道从 1990~2000 年的重度蔓延镇街转变为 2000~2010 年的不蔓延。

### 5.2. 大规模工业区的建设

改革开放前，上海市的经济发展长期以制造业为主导，1978 年其制造业占 GDP 的比重高达 77.4%，虽然比重逐年降低，但作为工业发展载体的工业园区在城市发展中仍占据重要地位。截至 2014 年，上海共成立了 12 个国家级开发区和 26 个市级开发区，工业用地面积超过  $700 \text{ km}^2$ 。此外，上海市还确定了 104 个工业区块，规划占地面积达  $602 \text{ km}^2$  (图 4)。



资料来源：上海市城市规划设计研究院，2014。

**Figure 4.** Distribution of industrial land in Shanghai  
**图 4.** 上海工业用地分布

就重度蔓延的镇街而言, 2000~2010 年间, 练塘镇、朱泾镇、老港镇、外冈镇和临海街道的新增建设用地主要开发为工业园区, 其中包括三个市级工业园区和两个镇级工业园区。依据 2001 年和 2011 年上海统计年鉴的数据计算[34] [35], 这些工业园区的空间绩效较低, 2009 年地均产值仅为上海市级工业园区平均产值的 7.3%~59.2% (所得), 土地利用的低效率成为城市蔓延的重要成因。

### 5.3. 高速路网的扩张

20 世纪 90 年代以来, 上海的高速路网实现了快速扩张(图 5)。1990 年, 全市市域范围内仅有 4 条高速公路, 共计 172 km。2000 年, 高速公路增加至 8 条, 里程数是 1990 的 1.8 倍。进入 21 世纪, 上海的高速公路建设进一步加速, 2010 年全市共有 15 条高速公路, 里程共计 807 km, 分别是 1990 年和 2000 年的 4.7 和 2.6 倍。



资料来源: 笔者依据资料绘制[36] [37]。

**Figure 5.** Evolution of highways and construction land in Shanghai suburbs (1990~2010)

**图 5.** 上海郊区高速公路和建设用地演化(1990~2010 年)

随着上海郊区可达性的提高, 更多的资本和人口流向郊区高速沿线地带。2000~2010 年重度蔓延的镇街均位于高速公路沿线附近, 或在镇街范围内设有高速公路出入口, 或有国道、省道从镇街内穿过并与高速公路出入口相接, 其中练塘镇、朱泾镇、老港镇、外冈镇和临海街道的工业园区均处在距离高速公路出入口不到 5 分钟车程的位置。郊区土地空间更充足、土地价格和劳动力成本更低廉, 吸引中心城区的企业外迁。与此同时, 郊区就业机会的增多以及较低的房价也驱使人口向郊区流动。越来越多的高速公路郊区沿线耕地被征用开发, 高速路网的快速扩张引起了建设用地的蛙跳式蔓延。

### 5.4. 公共服务设施配套的滞后

随着建设用地快速增长, 人口大量流入城市郊区, 公服设施的配套滞后成为城市蔓延的关键原因之一。本研究以基础教育设施和医疗卫生设施为代表, 借助弹性系数<sup>1</sup>测度公共服务设施的供给能否满足人口增长的需求。若弹性系数大于 1, 则表示需求得到满足。

计算发现, 1990~2000 年间南桥镇、新虹街道以及 2000~2010 年间外冈镇、菊园街道的公共服务设施配套跟进均滞后于人口增长(表 2)。1990-2000 年, 南桥镇和新虹街道基础教育设施供给的弹性系数分别为 0.5 和 0.2, 而上海的平均值为 1.48; 医疗卫生设施供给的弹性系数分别为 0.36 和趋近于 0 的值, 远低于上海的平均值 2.57。2000~2010 年, 外冈镇的基础教育设施及医疗卫生设施供给的弹性系数分别为

<sup>1</sup>弹性系数 = 公共服务设施供给量(中小學生数或床位数)的增长率/人口增长率。

0.29 和趋近于 0 的值, 低于上海平均值 0.48 和 0.34。虽然菊园街道基础教育设施供给的弹性系数为 0.63, 大于上海平均值 0.34, 但该街道医院卫生设施供给量基本没有增长, 弹性系数趋于 0。

**Table 2.** Population growth and supply of public service facilities in severely sprawling towns and subdistrict offices  
**表 2.** 重度蔓延镇街的人口增长与公共服务设施供给变化情况

时段	镇街名称	人口增长率	中小學生数增长率	医院床位数增长率
1990~2000	南桥镇	106.1%	53.2%	38.7%
	新虹街道	178.9%	36.3%	0.0%
	上海平均值	32.6%	48.4%	83.7%
2000~2010	外冈镇	113.2%	0.0%	32.3%
	菊园街道	99.1%	62.8%	0.0%
	上海平均值	40.1%	13.5%	19.2%

资料来源: 笔者依据统计资料的相关数据计算所得[34] [35] [38]。

## 6. 结语

城市蔓延是一个相对的概念, 根据测度方法得出的值难以直接判断其是否蔓延, 但可以作为不同区域之间蔓延水平比较判定的依据。为有效遏制城市蔓延态势, 优化土地利用结构、提高土地节约集约利用水平, 可开展以下政策引导: 1) 划定城市开发边界, 优化完善城乡空间格局: 划定永久基本农田保护红线和生态保护红线, 确保生态基底硬约束基础。划定城市开发边界, 控制城市建设用地总规模, 合理使用有限的新增建设用地计划; 2) 实施低效建设用地减量化: 重点关注低效工业仓储用地的转型升级和差别化管理, 大力推进现状低效工业用地减量化。有序推进农村宅基地撤并退出, 优化用地结构和布局。重点推进“三高”沿线、生态敏感地区、水源保护区、环境整治区和纯农地区的宅基地减量化。3) 提高土地节约集约利用水平: 优化全覆盖、全要素、全过程的土地全生命周期管理。完善土地储备机制, 增强土地市场政府调控能力。建立节约紧凑建设用地标准, 推进土地复合利用和立体开发。

## 致 谢

本文获得国家重点研发计划(2018YFD1100105) [National Key R & D Program of China, No. 2018YFD1100105]资助。

教育部人文社会科学规划基金项目(16YJA840007), 上海市哲学社会科学规划课题(2016BSH005)联合资助。

## 参考文献

- [1] Whyte, W.H. (1958) *Urban Sprawl: The Exploding Metropolis*. Doubleday, New York, 133-156.
- [2] Gottmann, J. (1961) *Megalopolis: The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*. Twentieth Century Fund, New York, 247.
- [3] Ottensmann, J.R. (1962) Urban Sprawl and Speculation in Suburban Land. *Land Economics*, **38**, 99-111. <https://doi.org/10.2307/3144612>
- [4] Downs, A. (1994) *New Visions for Metropolitan America*. The Brookings Institution and Lincoln Institute of Land Policy, Washington DC.
- [5] Moe, R. (1995) *Dwight Young, Alternative to Sprawl*. Lincoln Institute of Land Policy, Cambridge.
- [6] Pendall, R. (1999) Do Land-Use Controls Cause Sprawl. *Environment and Planning B: Planning and Design*, **26**, 555-571. <https://doi.org/10.1068/b260555>

- [7] Bullard, R.D., Johnson, G.S. and Torres, A.O. (2001) The Costs and Consequences of Suburban Sprawl: The Case of Metro Atlanta. *Georgia State University Law Review*, **17**, 935-998.
- [8] H. C. Planning Consultants, Inc. and Planimetrics, LLP (2000) The Costs of Suburban Sprawl and Urban Decay in Rhode Island. Providence, 18-21.
- [9] Dutton, J.A. (2000) *New American Urbanism: Reforming the Suburban Metropolis*. Abbeville Pub. Group, New York, Thames & Hudson, London.
- [10] Soule, D.C. (2006) Defining and Managing Sprawl. In: Soule, D.C., Ed., *Urban Sprawl: A Comprehensive Reference Guide*, Greenwood Press, Westport, 3-11.
- [11] Lopez, R. and Hynes, H.P. (2003) Sprawl in the 1990s: Measurement, Distribution, and Trends. *Urban Affairs Review*, **38**, 325-355. <https://doi.org/10.1177/1078087402238805>
- [12] Burchell, R.W., et al. (2005) *Sprawl Costs: Economic Impacts of Unchecked Development*. Island Press, Washington DC.
- [13] Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M.R., et al. (2001) Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept. *Housing Policy Debate*, **12**, 681-717. <https://doi.org/10.1080/10511482.2001.9521426>
- [14] Fulton, W., Pendall, R., et al. (2001) Who Sprawls the Most? How Growth Patterns Differ across the United States. The Brookings Institution, Washington DC, 2-33.
- [15] Hamidi, S., Ewing, R., Preuss, I. and Dodds, A. (2015) Measuring Sprawl and Its Impacts an Update. *Journal of Planning Education & Research*, **57**, 320-326. <https://doi.org/10.1177/0739456X14565247>
- [16] 黄晓军, 李诚固, 黄馨. 长春城市蔓延机理与调控路径研究[J]. 地理科学进展, 2009, 28(1): 76-84.
- [17] 洪世键, 张京祥. 城市蔓延的界定及其测度问题探讨: 以长江三角洲为例[J]. 城市规划, 2013, 37(7): 42-45.
- [18] 蒋芳, 刘盛和, 袁弘. 北京城市蔓延的测度与分析[J]. 地理学报, 2007, 62(6): 649-658.
- [19] 张琳琳, 岳文泽, 范蓓蕾. 中国大城市蔓延的测度研究: 以杭州市为例[J]. 地理科学, 2014, 34(4): 394-400.
- [20] 李继红等. 城市扩张度量中的重力-空间熵模型[J]. 中国科学: 地球科学, 2016, 46(2): 229-236.
- [21] Kahn, M.E. (2000) The Environmental Impact of Suburbanization. *Journal of Policy Analysis and Management*, **19**, 569-586. [https://doi.org/10.1002/1520-6688\(200023\)19:4<569::AID-PAM3>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1520-6688(200023)19:4<569::AID-PAM3>3.0.CO;2-P)
- [22] Ewing, R., Pendall, R. and Chen, D. (2002) Measuring Sprawl and Its Impact. *Smart Growth America*, **57**, 320-326.
- [23] Hasse, J.E. and Lathrop, R.G. (2003) Land Resource Impact Indicators of Urban Sprawl. *Applied Geography*, **23**, 159-175. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2003.08.002>
- [24] Sudhira, H.S., Ramachandra, T.V. and Jagadish, K.S. (2004) Urban Sprawl: Metrics, Dynamics and Modelling Using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation & Geoinformation*, **5**, 29-39. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2003.08.002>
- [25] Schneider, A. and Woodcock, C.E. (2008) Compact, Dispersed, Fragmented, Extensive? A Comparison of Urban Growth in Twenty-Five Global Cities Using Remotely Sensed Data, Pattern Metrics and Census Information. *Urban Studies*, **45**, 659. <https://doi.org/10.1177/0042098007087340>
- [26] Yue, W., Liu, Y. and Fan, P. (2013) Measuring Urban Sprawl and Its Drivers in Large Chinese Cities: The Case of Hangzhou. *Land Use Policy*, **31**, 358-370. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.07.018>
- [27] Li, T., Ge, B. and Li, Y. (2016) Impacts of State-Led and Bottom-Up Urbanization on Land Use Change in the Peri-Urban Areas of Shanghai: Planned Growth or Uncontrolled Sprawl? *Cities*, **60**, 476-486. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.01.002>
- [28] 冯科, 吴次芳, 韩昊英. 国内外城市蔓延的研究进展及思考: 定量测度、内在机理及调控策略[J]. 城市规划学刊, 2009(2): 38-43.
- [29] Frenkel, A. and Ashkenazi, M. (2008) Measuring Urban Sprawl: How Can We Deal with It? *Environment and Planning B: Planning and Design*, **35**, 56-79. <https://doi.org/10.1068/b32155>
- [30] 陈明星, 叶超, 付承伟. 国外城市蔓延研究进展[J]. 城市问题, 2008(4): 81-86.
- [31] 张庭伟. 控制城市用地蔓延: 一个全球的问题[J]. 城市规划, 1999(8): 44-48, 63.
- [32] 金凤君, 等. 功能空间组织机理与空间福利研究[M]. 武汉: 科学出版社, 2013: 30-45.
- [33] Tang, Q.-Y. and Zhang, C.-X. (2013) Data Processing System (DPS) Software with Experimental Design, Statistical Analysis and Data Mining Developed for Use in Entomological Research. *Insect Science*, **20**, 254-260. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7917.2012.01519.x>
- [34] 上海市统计局. 上海统计年鉴 2001 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001.



- 
- [35] 上海市统计局. 上海统计年鉴 2011 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [36] 上海市公路史编委会. 上海公路史(第二册) [M]. 上海: 上海人民出版社, 1994.
- [37] 上海市公路管理处. 上海公路史(第三册) [M]. 上海: 上海辞书出版社, 2010.
- [38] 奉贤区人民政府. 奉贤年鉴 2011 [M]. 上海: 学林出版社, 2011.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询;  
或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7540, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [sd@hanspub.org](mailto:sd@hanspub.org)