

# 1979—2013年北京市永定河流域平原城市段核心区域植被盖度演变分析

An Analysis on the Vegetation Coverage Evolution from 1979 to 2013 in the Urban Core Area of the Yongding River Basin Plain of Beijing

胡承江 / HU Cheng-jiang

李 雄\* / LI Xiong

**摘 要:** 在城市化进程不断推进,人与自然矛盾日趋激烈的情况下,中国适时地提出了大力发展“生态文明”建设的重要决策纲领,旨在全面提升城市生态环境,提高居民生态意识。作为对城市的孕育和发展有着重要影响的河流水系,其生态环境的演变研究有着较高的代表性。以永定河流域平原城市段核心区域为例,借助大数据时代带来的良好契机,分析其植被盖度的演变规律,为进一步修复城市景观生态环境,实施科学的风景区园林规划设计奠定基础。

**关键词:** 风景园林; 大数据; 规划; 植被盖度

**文章编号:** 1000-6664(2015)09-0012-05

**中图分类号:** TU 986

**文献标志码:** A

**收稿日期:** 2015-08-03;

**修回日期:** 2015-08-07

**基金项目:** “十二五”国家科技支撑计划“村镇景观建设关键技术研究”(编号2012BAJ24B05)和北京市共建项目专项共同资助

**Abstract:** With the progress of urbanization, the contradiction between human and nature becomes very serious. At this point, we put forward the policy of "Ecological Civilization", and the purpose is to improve the urban ecological environment and enhance the ecological awareness of residents. River system has important influence on the generation and development of city, and the research on its ecological environment evolution is highly representative. This paper takes the core area of Yongding River basin plain as the example, analyzes the evolution law of vegetation coverage, with the help of the big data technology, and establishes the foundation for further restoration of urban landscape ecological environment and the implementation of scientific landscape planning and design.

**Key words:** landscape architecture; big data; planning; vegetation coverage

当今社会,大数据(big data)一词越来越多地被提及,人们用它来描述和定义信息爆炸时代产生的海量数据、命名与之相关的技术发展与创新,有着数据量大、处理速度快、内容丰富和真实的特点<sup>[1]</sup>。大数据时代的到来对风景园林学的发展提出了更高的要求,为风景园林学的多元化发展奠定了坚实的基础,借助综合性的数据分析,为风景园林规划建设提供更广泛的实施依据是大数据时代下风景园林学科发展的趋势。面对气象、水文、土壤等大量的数据信息,如何在通过理性分析和感性内心进行创作的过程中减小外来的干扰,并使其变为助力是风景园林人所面临的机遇和挑战。

## 1 研究对象

永定河作为北京的母亲河,孕育了整座北京城。而由于城市的发展以及人类活动的影响,永定河生态环境遭到了严重破坏,至今已断流30余年。目前,永定河依旧存在着防洪形势严峻、生态用水匮乏、生态系统恶化、沿线区域经济滞后等问题,这些均给流域的城市景观生态系统带来了较大压力,使其健康性和稳定性遭到威胁。为了更好地对该区域进行生态保护、修复,降低规划设计的盲目性,本文以永定河平原城市段核心区域的植被盖度演变为例进行分析,为今后的河流流域城市景观生态环境的生态恢复和景观营造提供指引和理论支撑。

本研究区域位于北京市中心城区的西南部,属于永定河的中下游地区(图1)。东西以永定河流域范围为界限,北至三家店水利枢纽,南至丰台区界,涉及永定河长度约为23km,经五里坨、麻峪、庞村、水屯、衙门口村等地,流域面积为341.31km<sup>2</sup>。

## 2 研究时间的确定

### 2.1 时间跨度的确定

本研究的时间跨度定为1979—2013年共35年。1979年为所能获得有效卫星遥感数据的最早时间,在此之前虽然也有影像数据,但由于云层过厚或清晰度较差等因素影响,无法

\* 通信作者(Author for correspondence) E-mail: bearlixiong@sina.com

满足本次研究的需要。在截止日期方面，由于是对研究区域城市景观生态系统演变的研究，不可避免地需要其他学科资料的支持，包括大量社会经济数据的支撑，主要的数据来源源于《北京市统计年鉴》，最新版为2014即2013年数据，所以，本次研究的时间截止日期定为2013年。

## 2.2 时间节点的选择

由于归一化植被指数(NDVI)对于植物背景有着较强的敏感性，表现为在植物生长初期，通过NDVI指数分析会使植被盖度预估值偏高；而在植物生长后期，则会偏低，通过这一研究结果可以得出，NDVI更适用于处在发育中期的植被情况监测。研究证明，每年5—9月为植物的生长旺季<sup>[2]</sup>。所以，本研究以研究区域5—9月遥感图像数据作为分析对象进行研究。

本研究所用卫星遥感影像数据均是从美国地质调查局的地球资源观测与科学(USGS/EROS)中心下载获得，即Landsat卫星遥感数据。在收集工作完成后，统一对其进行包含时间、影像质量等在内的遥感影像分类和筛选，共选出有效分析数据27景，并对这些有效影像数据进行预处理工作，以满足本研究更深层次的分析要求。

## 3 研究区域植被盖度基础分析

### 3.1 植被遥感的基本原理

植被遥感技术的分析原理是基于植被对不同光谱波段的反射程度而进行的(图2)。大量的植被光谱反射特征研究表明，植被在红光波段的0.55~0.68 μm波长处以及近红外波段大约0.725~1.10 μm波长处与植物叶绿素的密度有着较强的相关性，而针对植被情况的分析研究便是基于此展开。所以，可以说植被的光谱特征是植被遥感技术的基础<sup>[3]</sup>。

### 3.2 植被指数分析平台的选择

本研究采用的遥感图像处理软件为美国Research System INC公司开发的ENVI 5.1软件平台。卫星遥感影像数据可以通过ENVI得到包含定标、校正、图像融合、动态监测、矢量处理及地形分析、雷达数据处理等在内的全套遥感图像处理动作，并且平台提供了专业可靠的波谱分析工具和高光谱分析工具，能够与

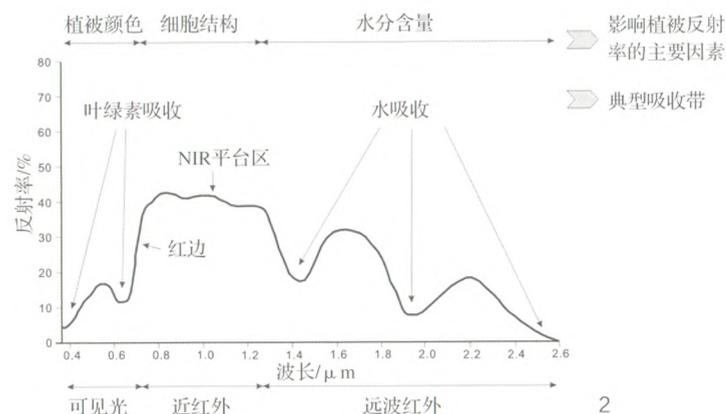


图1 研究区域位置图

图2 健康植物的反射光谱特征(引自<http://kc.njnu.edu.cn/ygdxfx/page/jiaoran/ch7.htm>)

GIS无缝对接，以更好地完成遥感图像数据的分析研究工作。

### 3.3 归一化植被指数(NDVI)

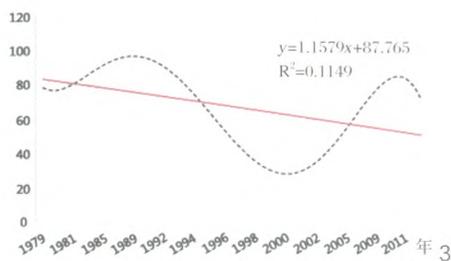
研究植被情况的指数被称为植被指数，通常选用红光波段和近红外波段的组合进行研究，这一组合方式能够充分包含遥感数据的植被信息，在一定程度上反映了研究区域的植被变化情况。植被指数以其优越的敏感性和抗干扰性在植被因子分析方面有着非常广阔的应用范围，在对植物因子进行分析、验证之后可以对植被的生长过程进行反推，达到对植被生长过程动态分析研究的目的。

NDVI作为众多植被指数中最为常用的一种，能够有效消除由于地形、大气辐射以及云层所带来的负面影响，且与植被盖度以及植物生长情况存在较为明显的正相关关系。此外，NDVI还可以降低由于仪器标定误差所造成的影响，同时在植被响应能力方面也有较好的表

现<sup>[3]</sup>。所以，本研究选取NDVI指数作为分析研究区域植被盖度的重要参数。在综合考虑大气状况、土壤性质以及电磁波辐射等情况的前提下，用近红外波段( $DN_{NIR}$ )与可见光红波段( $DN_{RED}$ )之差除以近红外波段与可见光红波段之和来计算研究区域的NDVI，其表达式为：

$$NDVI = (DN_{NIR} - DN_{RED}) / (DN_{NIR} + DN_{RED})$$

通过该公式所计算出NDVI值的范围为(-1, 1)。地物对可见光的反射越高，NDVI值便越低，当值为负时表示地面覆盖为水、雪或在空中受到了云的干扰等；若值为0，则表示为裸地或岩石等，此时NIR和RED近似或者相等；而在有植被覆盖时，NDVI为正，且值随着植被覆盖密度的增长而变大。本研究采用SPOT-VGT NDVI的处理方法，将位于(-1, -0.1)之间的指数值统一认定为-0.1，随后进行转化，使NDVI的取值区间变为(0, 250)，以增加NDVI指数的可比性和便捷性。



### 3.4 研究区域分析样本的选择

#### 3.4.1 研究区域NDVI分析

由于部分年份的卫星遥感资料不能得出详尽的光谱数据，最终共选择27景遥感影像进行NDVI值分析，并运用线性回归分析得出植被变化情况的模拟趋势曲线(图3)。

由此可以看出，研究区域NDVI值在1979—2013年的35年中，总体呈现下降趋势。且可以将1979—2013年时间段细分为1979—1987年，1987—2001年，2001—2013年3个阶段，并对各阶段的数据分别使用线性回归进行曲线拟合(表1)。

数据显示：1979—1987年期间，研究区域的植被变化呈现上升趋势；1987—2001年期间，变化则一直呈下滑态势；自2002年起，研究区域的植被变化直线上升，这与2002年永定河流域首钢完成搬迁、北京第十个“五年计划”的严格推进以及北京市为了2008年奥运会的成功举办而进行的环境治理举措存在很大的关系。

#### 3.4.2 研究区域分析样本时间的确定

根据上节对研究区域NDVI指数的分段分析，大致了解了区域城市景观生态系统的发展趋势，结合区域的社会发展情况，初步认定1987年、2001年以及2013年这三个拐点为本次研究的关键节点。

由于Landsat卫星遥感数据的局限性，研究

区域的最早有效卫星遥感影像为1979年，2010年作为北京市政府对永定河流域生态环境大力治理的元年，希望通过分析2010—2013年项目的初步实施，研究区域范围内植被盖度所产生的变化，以得出城市景观生态系统恢复治理效果。所以，本研究将针对1979年、1987年、2001年、2010年以及2013年5个时间节点的植物生长旺季卫星遥感影像做进一步分析研究。

## 4 研究区域植被盖度动态演变分析

植被盖度是指在一定区域范围内植被的垂直投影面积与该区域总面积的百分比，是反映地表信息的重要参数之一<sup>[3]</sup>。植被盖度的估算方法主要有2类：第一种是较为传统直接的地面观测法，例如目视估测法、实地采样法等；第二种则是基于遥感影像数据的反演法，反演法更多程度上是对传统估算方法的补充。在传统地面观测方法的过程中，人为主观性对评估结果有着较强的影响且工作量巨大，再加上由于植被盖度有着极强的时效性，通过卫星遥感影像进行的反演方法能够更好地对植被盖度进行研究分析，而传统的估算方法在当前研究中更多地被用作对遥感数据反演方法的验证<sup>[4]</sup>。本研究便是通过对Landsat遥感影像数据首先进行NDVI指数计算，然后根据NDVI指数对研究区域的植被盖度进行反演，最后根据反演结果对区域内的植被盖度演变情况进行分析，得出演变特征规律。

### 4.1 NDVI值计算

本研究中，NDVI的计算是通过ENVI 5.1软件平台完成的。以2010年8月卫星遥感影像数据为例进行演示：首先已经完成预处理工作的遥感影像数据导入ENVI软件平台，并选择NDVI指数运算工具，并根据影像数据的类型对NDVI波段进行选择(图4)。

通过Compute Statistics工具选项对遥感数

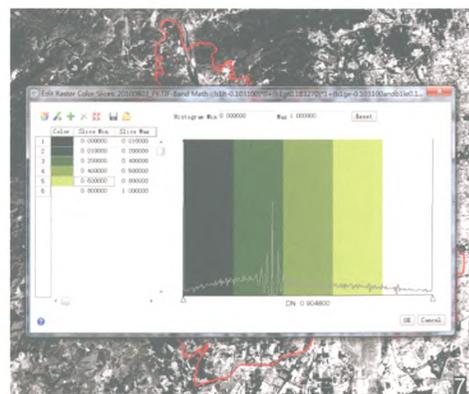
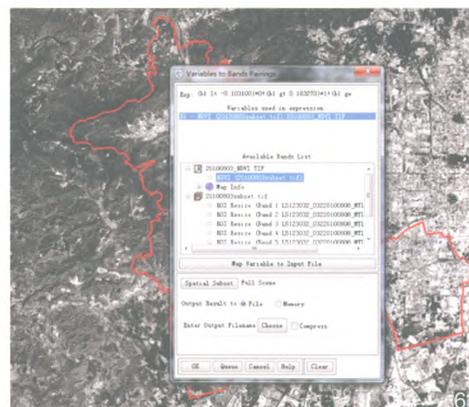
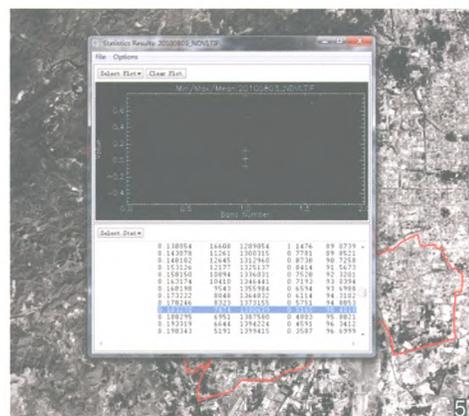
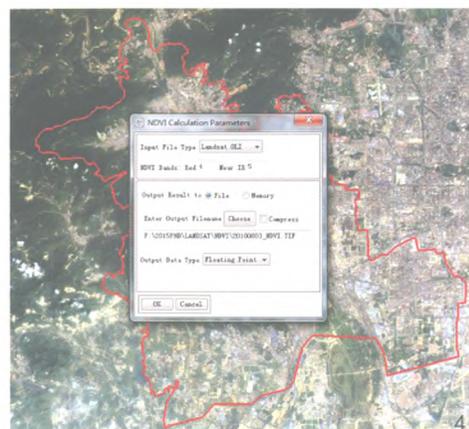


图3 1979—2013年NDVI DN指数平均值变化趋势图  
图4 NDVI指数参数的设置  
图5 遥感影像NDVI指数统计结果  
图6 NDVI的二值化处理  
图7 植被盖度情况的等级分割与颜色渲染

表1 三分时间段线性回归结果(NDVI)

时间段/年	线性回归方程	斜率	变化趋势
1979—1987	$y = 1.3026x + 80.295$	1.302 6	上升
1987—2001	$y = -5.7399x + 99.589$	-5.739 9	下降
2001—2013	$y = 6.6928x + 29.415$	6.692 8	上升

据影像进行计算统计参数(图5)。在统计结果所形成的阵列中,最后一列表示对应NDVI值的累积概率分布,NDVI最大值和NDVI最小值分别为区域内最大和最小的NDVI值。由于遥感影像本身的原因,在计算过程中,不可避免地会出现偏差,因此,NDVI最大值和NDVI最小值在实际操作过程中,会依照影像实际状况对NDVI值进行信度范围的划定,在本研究中,我们将置信区间定为5%~95%,即分别取累积概率为5%和95%的NDVI值作为NDVI最小值和NDVI最大值,即:NDVI最小值=-0.103 100,NDVI最大值=0.183 270。

#### 4.2 研究区域植被盖度反演

通过Band Math模块对上节研究所得的NDVI指数进行二值化处理,分析结果显示2010年8月的Landsat卫星遥感影像有5%像元的NDVI值小于-0.103 100,这部分像元的植被覆盖度计算结果为负值,需要通过掩膜操作将值修改为0,同样需要将5%NDVI值大于0.183 270的像元植被覆盖度值修改为1。所以,应输入的公式为: $(b1 \text{ lt } -0.103100) \times 0 + (b1 \text{ gt } 0.183270) \times 1 + (b1 \text{ ge } -0.103100 \text{ and } b1 \text{ le } 0.183270) \times (b1 + 0.103100) / (0.183270 + 0.103100)$ (图6)。

在计算完成后,通过Raster Color工具对结果进行等级分割和颜色渲染(图7),将研究区域内的植被覆盖情况依照国际通用标准分为5个等级,植被覆盖率分别为小于10%、10%~30%、30%~45%、45%~60%以及大于60%,依次对应的是裸地、低覆盖地、中低覆盖地、中覆盖地以及高覆盖地,并通过ArcGIS map软件对研究区域范围内各等级面积占比进行计算。需要指出的是,在ArcGIS中,利用Extract by Mask统计得出的数值并非各植被覆盖等级所占有的实际面积,还需要通过与总数值相除,得出属于该植被盖度范围内的土地占总研究区域面积的百分比(图8)。

#### 4.3 研究区域植被盖度动态演变分析

依照上述方法,对研究区域1979、1987年、2001年、2010年和2013年植物生长旺季共5景遥感影像数据进行分析,得出自1979年以来,植被盖度的演变情况,并分析演变特征规律。通过对这5景遥感影像数据进行植被

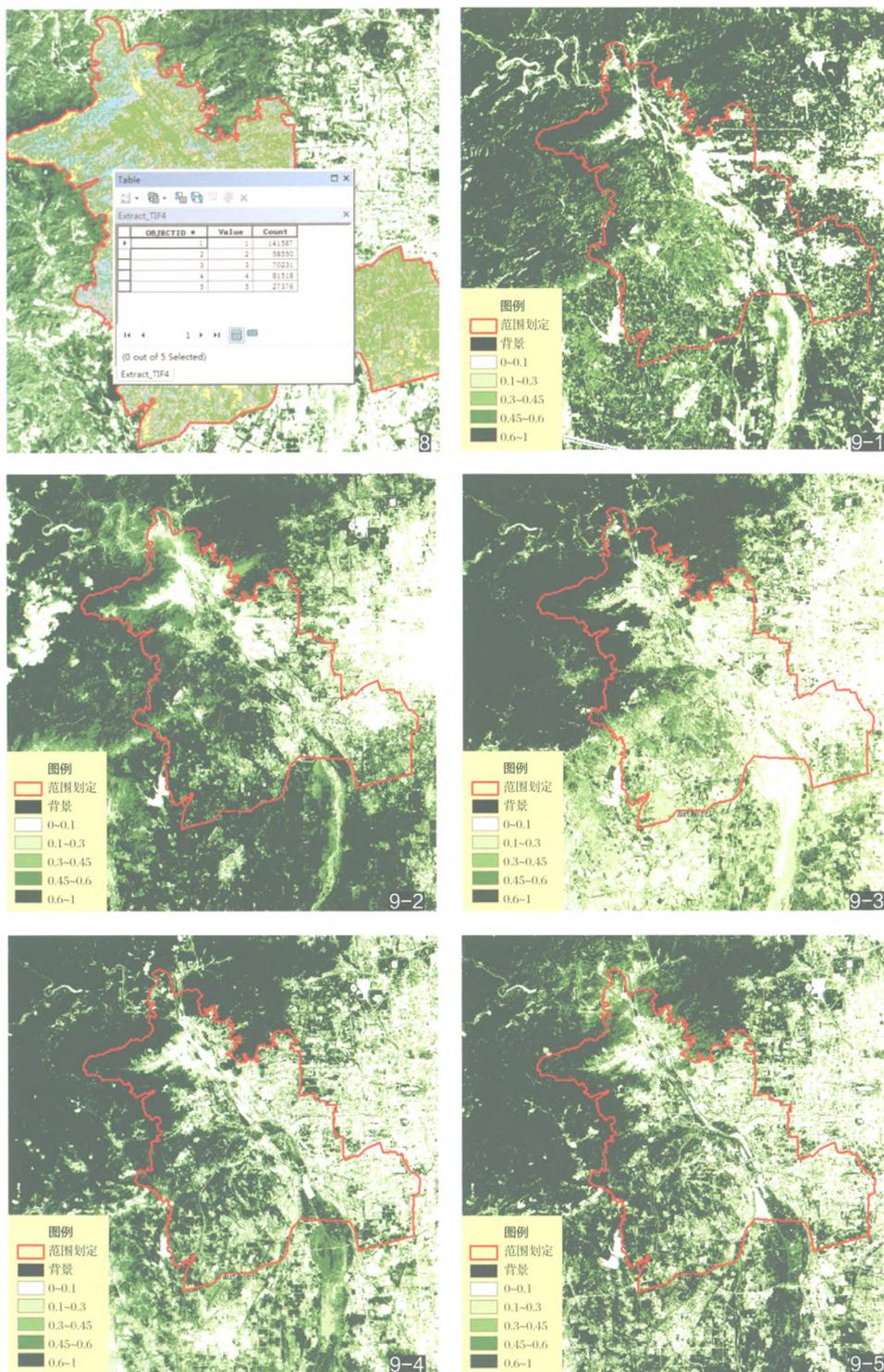


图8 各植被盖度区间的像元数量  
图9 1979—2013年研究范围内植被盖度情况

盖度的反演可以直观地得出每年的植被盖度情况(图9)。

如图9所示, 红线所圈的范围为研究区域, 颜色越深代表着该区域的植被盖度情况越好。可以看出, 由于20世纪七八十年代城市体量较小, 且周边区域存在大量植被覆盖情况较好的山区, 但随着城市的快速扩张, 大量植物被城市吞噬, 植物盖度情况急转而下, 直至2010年, 随着北京市对永定河流域生态环境的逐步重视和对重污染企业的严格限制, 区域植被盖度情况较之前才稍有好转, 但呈现出分布明显不均、不成网络的状况。

按照植被盖度的5个等级, 笔者进行了统计分析(图10), 可以看出: 研究区域内, 大于60%的植被覆盖值演变情况: 1979—2013年总体呈下降趋势, 线性回归方程为 $y = -0.0111x + 0.3504$ , 斜度为-0.0111; 1979—1987年呈上升态势, 提高了1.53个百分点, 线性回归方程为 $y = 0.0154x + 0.3388$ , 斜度是0.0154; 而在1987—2001年的15年中, 大于60%的植被覆盖区域迅速下降了16.06个百分点, 线性回归方程为 $y = -0.1607x + 0.5302$ , 斜度达到-0.1607, 而植被盖度位于10%~30%的低覆盖度区域增加了13.22个百分点, 线性回归方程为 $y = 0.1322x + 0.0528$ , 斜度为0.1322; 近10年, 随着人们对生活环境质量的越加重视, 区域的植被盖度情况处于平稳上升的态势, 但仍然有继续提高的空间。

综上所述可知, 研究区域内植被盖度的变化明显, 呈现反抛物线形式发展: 1979—1987年植被盖度趋势发展良好; 但在1987—2001年间, 植被盖度质量严重下滑, 高质量植被密集区占地面积明显减少, 裸地区的面积明显增长, 植被覆盖情况降至研究区间最低点, 这也与北京城市建设的大规模提速有着直接关系; 2001—2013年间, 随着政府和居民对城市生态环境的重视以及大力推进各项生态建设项目的实施, 研究区域范围内的植被盖度情况有所好转, 从高质量植被密集区的占比方面看, 虽与20世纪七八十年代依旧有所差距, 但趋势良好, 其中2001—2010年间的植被恢复情况最佳, 在裸地方面, 2001—2013年间变化平稳。总体来看, 研究区域范围内的植被盖度情况呈现良好恢复的趋势。

## 5 结语

研究区域自1979—2013年的植被盖度演变情况是在这一时间区间过程中, 城市发展对城市景观生态环境影响的缩影, 也是风景园林建设在环境上的体现。研究分析结果能够为接下来的风景园林规划设计工作以及城市管理提供良好的基础支撑。与此同时, 在大数据时代来临的大背景下, 积极利用多方位数据资源为风景园林规划设计提供多视角的基础性分析以增强其科学性和合理性, 促进多学科的发展和融合也是未来风景园林发展的必然趋势。

注: 文中图表除注明外, 均由作者绘制。

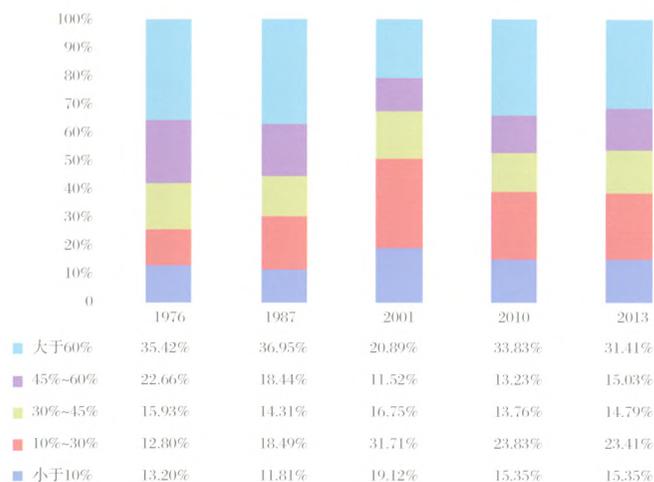


图10 各植被盖度区间占比

### 参考文献:

- [1] 李国杰, 程学旗. 大数据研究: 未来科技及经济社会发展的重大战略领域: 大数据的研究现状与科学思考[J]. 中国科学院院刊, 2012(6): 647-657.
- [2] 胡晓, 马耀明, 王介民, 等. 大气订正对MODIS植被参数的影响研究[J]. 高原气象, 2007(4): 732-740.
- [3] 温庆可, 张增祥, 刘斌, 等. 草地覆盖度测算方法研究进展[J]. 草业科学, 2009, 26(12): 30-36.
- [4] 顾祝军, 曾志远. 遥感植被盖度研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 18-21.

(编辑/曹娟)

### 作者简介:

胡承江/1988年生/男/山东人/博士/中国建筑研究院城镇规划设计院(北京 100044)

李 雄/1964年生/男/山西人/北京林业大学园林学院院长, 教授, 博士生导师/城乡生态环境北京实验室/研究方向为风景园林规划与设计/本刊编委(北京 100083)