

DOI:10.3969/j.issn.1003-0972.2019.04.013

文章编号:1003-0972(2019)04-0590-05

# 鹤壁市海绵城市绩效评价模型构建与应用

翟慧敏<sup>1\*</sup>,程启先<sup>1</sup>,李佳惠<sup>2</sup>,李书覃<sup>1</sup>,张 迁<sup>1</sup>,张向敏<sup>1</sup>

(1.信阳师范学院 地理科学学院/河南省水土环境污染协同防治重点实验室,河南 信阳 464000;

2.河南大学 环境与规划学院,河南 开封 475000)

**摘要:**以海绵城市绩效评价为研究对象,构建了海绵城市绩效评价模型,通过层次分析法确定权重,结合物元分析法进行绩效评价模型应用,并对鹤壁市进行了实证研究.结果表明:鹤壁市海绵城市绩效评价结果为优秀,在此基础上提出了海绵城市绩效评价、建设活动的建议.

**关键词:**海绵城市;绩效评价;层次分析法;物元分析法;鹤壁市

中图分类号:TU99

文献标志码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Construction and Application of Performance Evaluation Model of Sponge City in Hebi City

ZHAI Huimin<sup>1\*</sup>, CHENG Qixian<sup>1</sup>, LI Jiahui<sup>2</sup>, LI Shuqin<sup>1</sup>, ZHANG Qian<sup>1</sup>, ZHANG Xiangmin<sup>1</sup>

(1.College of Geographical Science/Key Laboratory for Synergistic Prevention of Water and

Soil Environmental Pollution, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China

2.The College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475000, China)

**Abstract:** Taking the performance evaluation of sponge city as the research object, the performance evaluation model of sponge city was constructed. The weight is determined by analytical hierarchy process, and the performance evaluation model with matter-element method is applied. The construction of sponge city is empirically studied in Hebi City. The results show that the overall results of performance evaluation of Hebi Sponge City are excellent. On this basis, this work puts forward suggestions on performance evaluation and construction activities of sponge city.

**Key words:** sponge city; performance evaluation; analytical hierarchy process; matter-element method; Hebi city

## 0 引言

随着海绵城市建设活动的开展,建设低影响开发的海绵城市、实现城市与环境资源的协调发展,成为我国城市建设的重要内容之一<sup>[1-3]</sup>. NGUYEN等<sup>[4]</sup>认为应当建立海绵城市建设决策机制,并鼓励政府与各机构进行密切合作;车伍等<sup>[5]</sup>对《海绵城市建设技术指南》(以下简称《指南》)基本概念、参数和方法进行了详细解读,提出了海绵城市的综合控制目标、分目标,并就其间关系进行探讨;王治建<sup>[6]</sup>将海绵城市的规划总目标进行分解,将其与控规指标体系进行衔接,并构建了海绵城市的控制指

标体系;张辰<sup>[7]</sup>以上海市为例提出海绵城市建设指标体系,以期上海市海绵城市规划、建设和管理等活动提供有效指导.上述学者以相关制度文件为基础,进行了对海绵城市建设、控制、管理等研究尝试,但未能对海绵城市的绩效评价进行深入探讨,具有一定的局限性.

海绵城市的建设活动为什么存在问题,除了在中以政府为主导、缺乏社会积极参与之外,更重要的原因就是缺乏在海绵城市绩效评价中的量化评价内容.因此在海绵城市的建设过程中,哪些是重点、难点和薄弱点,亟待深入研究与探讨.基于

收稿日期:2019-03-16;修订日期:2019-06-25;\*.通信联系人,E-mail:huimin31574556@163.com

基金项目:国家自然科学基金项目(41701187);河南省哲学社会科学规划项目(2017CJJ093);河南省软科学研究项目(162400410139);

信阳师范学院青年骨干教师资助计划(2017GGJS03,2016GGJS02);河南省教育厅人文社会科学研究项目(2019ZZJH178)

作者简介:翟慧敏(1984—),女,河南驻马店人,讲师,硕士,主要从事城市建设与生态环境研究.

此,本研究以鹤壁市海绵城市建设活动为例,以层次分析法、物元分析法为研究方法,进行海绵城市绩效评价模型构建与应用的研究。

### 1 海绵城市建设绩效评价体系的构建

海绵城市建设是涉及多个建设主体、建设依据与建设系统的建设活动,其绩效评价的内容具有动态性、连续性、综合性与复杂性(见图 1),本研究中的海绵城市绩效评价体系,以中华人民共和国住房和城乡建设部出台的《海绵城市建设绩效评价与考核办法(试行)》(以下简称《办法》)为基础,结合相关参考文献<sup>[4-8]</sup>,以及鹤壁市海绵城市建设、经济社会发展现实状况来构建的(见表 1)。

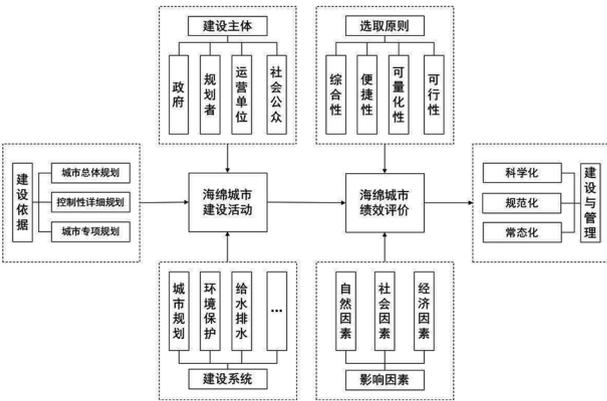


图 1 海绵城市建设与评价

Fig. 1 Sponge city construction and evaluation

表 1 海绵城市绩效评价指标体系

Tab. 1 Sponge city performance evaluation index system

目标层	准则层	指标层	指标属性
海绵城市绩效评价 指标体系 A	水安全 B <sub>1</sub>	饮用水达标率 C <sub>1</sub> /%	∧
		污水控制率 C <sub>2</sub> /%	∧
		城市暴雨内涝灾害控制率 C <sub>3</sub> /%	∧
	水环境 B <sub>2</sub>	地表水质量达标率 C <sub>4</sub> /%	∧
		地下水质量达标率 C <sub>5</sub> /%	∧
		城市面源污染控制率 C <sub>6</sub> /%	∧
	水生态 B <sub>3</sub>	年径流总量控制率 C <sub>7</sub> /%	∧
		地下水位稳定率 C <sub>8</sub> /%	∧
		生态坡岸率 C <sub>9</sub> /%	∧
	水资源 B <sub>4</sub>	雨水收集利用率 C <sub>10</sub> /%	∧
		污水再生利用率 C <sub>11</sub> /%	∧
		公共管网漏损控制率 C <sub>12</sub> /%	∧
	水制度 B <sub>5</sub>	相关制度文件 C <sub>13</sub>	∨
		技术规范与标准 C <sub>14</sub>	∨
		投资与融资情况 C <sub>15</sub>	∨
	显示度 B <sub>6</sub>	竣工验收情况 C <sub>16</sub>	∨
		连片示范效应 C <sub>17</sub>	∨
		建设综合效益 C <sub>18</sub>	∨

注:“指标属性”中,“∧”表示定量数据,“∨”表示定性数据

#### 1.1 水安全

水安全问题通常指相对人类社会生存环境和经济发展过程中发生的、与水有关的危害问题。水

安全是雨水调蓄、雨水渗透、雨水利用等生态性低影响开发建设活动开展的前提和基础,其在城市发展中所受到人为活动的影响越来越大,在海绵城市的建设中也应当将其放在较为突出的位置。本研究选取了饮用水达标率、污水控制率、城市暴雨内涝灾害控制率作为水安全评价的指标。

#### 1.2 水环境

水环境是自然界中的水所形成、分布和转化的空间环境。水环境围绕人群空间并直接或间接影响人类生活和发展,是其正常功能的各种自然因素和有关的社会因素的总体<sup>[9]</sup>,海绵城市建设有利于提升城市水环境质量。本研究选取地表水质量达标率、地下水质量达标率、城市面源污染控制率作为评价水环境的指标。

#### 1.3 水生态

水生态是指自然界中的水体与生物的相互渗透、适应与影响。水生态建设主要包含构建低影响开发雨水系统以维持和恢复场地的“海绵”功能、生态岸线的恢复、城市生态系统的保护和修复等。本研究选取年径流总量控制率、地下水位稳定率、生态坡岸率作为水生态评价的指标。

#### 1.4 水资源

水资源是指可供人类利用或有可能被利用的水源,这个水源应具有足够的数量和合适的质量,并满足某一地方在一段时间内具体利用的需求。水资源的建设主要是涵养水资源,保护和调控优质水源,实现水资源供需平衡,同时加大雨水资源化利用,提升非常规水资源利用水平。由于鹤壁市水资源短缺,需要加强污水的再生利用和雨水的资源化利用,本研究将雨水收集利用率、污水再生利用率、公共管网漏损控制率作为水资源评价的指标。

#### 1.5 水制度

海绵城市建设的成效如何,关键在于规划管理,只有完善的制度和执行力,才能更好地进行海绵城市建设。本研究选取相关制度文件、技术规范与标准、投资与融资情况作为制度建设和执行评价的指标。

#### 1.6 显示度

显示度是海绵城市建设成果的主要体现,集中连片形成规模聚集,充分发挥示范带动效应。预计到 2030 年,城市建成区 80% 以上的面积达到海绵城市建设要求,以便形成整体效应。本研究选取竣工验收情况、连片示范效应、建设综合效益作为本研究海绵城市建设成果显示度的指标。

## 2 研究思路与方法

### 2.1 研究思路

本研究运用层次分析法、物元分析法来进行海绵城市绩效评价模型构建与应用的研究工作:首先,以《指南》《办法》为基础,结合相关文献和鹤壁市实际情况,构建海绵城市绩效评价指标体系;然后,依据目标层、准则层和指标层这 3 个层次,运用层次分析法进行比较并根据公式确定其权重;接着,依据定量数据、定性数据这 2 个类型,运用物元分析法进行评价并根据公式确定其关联度;最后,综合上述确定的权重与关联度,得出绩效评价模型的结果。

### 2.2 层次分析法

层次分析法是将复杂的多目标决策问题进行分解、结合主观决策判断与客观数学原理的模糊量化方法<sup>[10]</sup>。海绵城市绩效评价的内容包括定量数据与定性数据这 2 个部分,适宜采用主观与客观相结合的方法,即比较适合使用层次分析法来进行权重值的计算,其主要步骤为:由公式(1)确定方根及权重,再由公式(2)计算最大特征根及一致性检验。

$$W = W_i / \sum_{j=1}^n W_j = M_i^{1/n} / \sum_{j=1}^n M_j, \quad (1)$$

$$CR = CI/RI = [(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)]/RI. \quad (2)$$

其中: $W$  是确定权重, $W_i$  是各项权重, $M_i$  是方根, $n$  是项数, $CR$  是检验系数, $CI$  是一致性指标, $RI$  是平均随机指标, $\lambda_{\max}$  是最大特征向量。

### 2.3 物元分析法

物元分析法是将复杂的不相容可拓问题进行分解、结合主观物元理论与客观数学原理的求解关联方法<sup>[11]</sup>。海绵城市绩效评价的内容包括关联度的相关概念,适宜采用主观与客观相结合的方法,即比较适合使用物元分析法来进行关联函数的计算,其主要步骤为:由公式(3)构建多维物元、经典域及节域,再由公式(4)和公式(5)计算关联函数。

$$R = (N, C, V) = \begin{pmatrix} c_1 & v_1 \\ c_2 & v_2 \\ N & c_3 & v_3 \\ \dots & \dots \\ c_n & v_n \end{pmatrix}, \quad (3)$$

$$X \in X_0, K(x_i) = [-\rho(X, X_0) / |X_0|], \quad (4)$$

$$X \notin X_0, K(x_i) = \rho(X, X_0) / [\rho(X, X_p) - \rho(X, X_0)]. \quad (5)$$

其中: $R$  是评价模型的基本物元; $N$  是评价的内容; $C$  是评价的指标( $c_1, c_2, \dots, c_n$ ); $V$  是评价的量值( $v_1, v_2, \dots, v_n$ ); $X$  是待评物元的量值; $X_0$  是经

典域物元的量值范围; $X_p$  是节域物元的量值范围; $K(x_i)$  是可拓集合的关联函数式。

## 3 海绵城市建设绩效评价体系的应用

### 3.1 研究区概况

鹤壁市位于河南省北部,华北平原、太行山东麓间过渡地带。鹤壁市属于暖温带半湿润季风气候,其中:年降水量在 349.2~970.1 mm 之间,汛期降水量占全年降水量 70%~80%,降雨量年内分布不均,且年际变化较大,水资源严重短缺,且浪费严重,全市水资源总量为 3.8772 亿  $m^3$ ,人均水资源不足 250  $m^3$ 。

在全国首批海绵城市建设试点城市名单中,作为河南省唯一入选的城市,鹤壁市逐渐受到广泛关注。自 2015 年 4 月以来,鹤壁市开展了包括河道治理、雨污分流、城市防洪和水源涵养等在内的 302 个海绵城市试点建设项目,并出台了《鹤壁市循环经济生态城市建设条例》等地方性法规,截止到 2018 年 4 月,海绵城市试点建设已经初步完成。

海绵城市相关研究和鹤壁市试点主要集中在城市,故在本研究中以鹤壁市城区为研究区,即:淇滨区、山城区、鹤山区这 3 个城区。首先,在鹤壁市及各城区的住建局、土地局、规划局等官方网站,获得本次研究的基础数据;然后,就《2018 年鹤壁市统计年鉴》《2018 年鹤壁市环境状况公报》等诸多报告文件进行深入挖掘,获得本次研究的定量数据;最后,针对环境学、地理学、管理学的等 40 位专家学者进行深入访谈,获得本次研究的定性数据。

### 3.2 构建指标判断矩阵

依据本研究中所构建的鹤壁市海绵城市绩效评价指标体系(见表 1),结合其重要程度进行两两比较,并根据 1—9 标度法<sup>[12]</sup>建立层次分析法的判断矩阵(见表 2—表 8),其中  $W$  为确定的权重值。

表 2 准则层指标判断矩阵

Tab. 2 The index judgment matrix of criteria layer

A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	W <sub>A</sub>
B <sub>1</sub>	1	1	1	2	3	4	0.250
B <sub>2</sub>	1	1	1	2	2	3	0.224
B <sub>3</sub>	1	1	1	1	2	3	0.200
B <sub>4</sub>	1/2	1/2	1	1	2	3	0.160
B <sub>5</sub>	1/3	1/2	1/2	1/2	1	3	0.108
B <sub>6</sub>	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0.058

表 3 B<sub>1</sub> 指标层指标判断矩阵

Tab. 3 The index judgment matrix of B<sub>1</sub> index layer

B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	W <sub>B<sub>1</sub></sub>
C <sub>1</sub>	1	1/5	1/2	0.129
C <sub>2</sub>	5	1	2	0.595
C <sub>3</sub>	2	1/2	1	0.277

表 4 B<sub>2</sub> 指标层指标判断矩阵

Tab. 4 The index judgment matrix of B<sub>2</sub> index layer

B <sub>2</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	W <sub>B<sub>2</sub></sub>
C <sub>4</sub>	1	2	3	0.539
C <sub>5</sub>	1/2	1	2	0.297
C <sub>6</sub>	1/3	1/2	1	0.164

表 5 B<sub>3</sub> 指标层指标判断矩阵

Tab. 5 The index judgment matrix of B<sub>3</sub> index layer

B <sub>3</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	W <sub>B<sub>3</sub></sub>
C <sub>7</sub>	1	2	2	0.490
C <sub>8</sub>	1/2	1	2	0.312
C <sub>9</sub>	1/2	1/2	1	0.198

表 6 B<sub>4</sub> 指标层指标判断矩阵

Tab. 6 The index judgment matrix of B<sub>4</sub> index layer

B <sub>4</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	W <sub>B<sub>4</sub></sub>
C <sub>10</sub>	1	2	2	0.500
C <sub>11</sub>	1/2	1	1	0.250
C <sub>12</sub>	1/2	1	1	0.250

表 7 B<sub>5</sub> 指标层指标判断矩阵

Tab. 7 The index judgment matrix of B<sub>5</sub> index layer

B <sub>5</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>	W <sub>B<sub>5</sub></sub>
C <sub>13</sub>	1	1/4	1/5	0.101
C <sub>14</sub>	4	1	1	0.433
C <sub>15</sub>	5	1	1	0.466

表 8 B<sub>6</sub> 指标层指标判断矩阵

Tab. 8 The index judgment matrix of B<sub>6</sub> index layer

B <sub>6</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>17</sub>	C <sub>18</sub>	W <sub>B<sub>6</sub></sub>
C <sub>16</sub>	1	1/3	1/2	0.159
C <sub>17</sub>	3	1	3	0.589
C <sub>18</sub>	2	1/3	1	0.252

### 3.3 确定最终权重数值

根据各准则层、指标层的判断矩阵,上述各矩阵经公式(1)和公式(2)通过一致性检验,并确定各指标所对应的最终权重{W}:

$$W_A = \{0.250, 0.224, 0.200, 0.160, 0.108, 0.058\},$$

$$W_{B_1} = \{0.129, 0.595, 0.277\}, W_{B_2} = \{0.539, 0.297, 0.164\},$$

$$W_{B_3} = \{0.490, 0.312, 0.198\}, W_{B_4} = \{0.500, 0.250, 0.250\},$$

$$W_{B_5} = \{0.101, 0.433, 0.466\}, W_{B_6} = \{0.159, 0.589, 0.252\}.$$

### 3.4 构建指标物元矩阵

依据本研究中所构建的鹤壁市海绵城市绩效评价指标体系(见表 1),结合其指标属性进行逐一赋值,并根据李克特量表<sup>[13]</sup>建立待评价物元矩阵,依据公式(4)和公式(5)和权重{W<sub>B<sub>1-6</sub></sub>},确定各评语集的关联函数(见表 9)。

表 9 准则层指标关联矩阵

Tab. 9 The relevance matrix of criteria layer

B	不合格	合格	中等	良好	优秀
B <sub>1</sub>	-0.8466	-0.7951	-0.6922	-0.3834	0.1417
B <sub>2</sub>	-0.6751	-0.5668	-0.3502	0.2997	-0.1778
B <sub>3</sub>	-0.8037	-0.7383	-0.6075	-0.2149	0.2149
B <sub>4</sub>	-0.6938	-0.4667	-0.5750	-0.4000	-0.0813
B <sub>5</sub>	-0.8688	-0.8250	-0.7375	-0.4751	0.4318
B <sub>6</sub>	-0.6974	-0.5965	-0.3948	0.0593	-0.0660

### 3.5 确定最终关联函数

结合权重{W<sub>A</sub>},得出最终关联函数的结果(见表 10),依据最大关联度原则,本研究认为鹤壁市海绵城市绩效评价结果为“优秀”。

表 10 目标层指标关联矩阵

Tab. 10 The relevance matrix of target layer

指标	不合格	合格	中等	良好	优秀
A	-0.7689	-0.6718	-0.5675	-0.1836	0.0684

## 4 研究结论与建议

### 4.1 研究结论

基于上述海绵城市绩效评价模型的构建与应用,本研究获得以下结论:

第一,从指标体系来看,本研究所构建的海绵城市绩效评价指标体系包括水安全、水环境、水生态、水资源、水制度、显示度等 6 个准则层,以及饮用水达标率、污水控制率、城市暴雨内涝灾害控制率等 18 个指标层。

第二,从指标权重来看,本研究中海绵城市绩效评价指标体系在准则层中的水安全、水环境、水生态较为重要,在指标层中的污水控制率、地下水质量达标率、年径流总量控制率等较为重要。

第三,从评价过程来看,水安全、水生态、水资源、水制度评价等级均为优秀;体现出鹤壁市在水质量达标、径流和污染控制、排水设施、相关技术规范、投融资与示范等方面均较为突出;水环境、显示度评价等级为合格;仍存在水土流失、污水再生较弱等问题。

第四,从评价结果来看,鹤壁市海绵城市建设已经取得了初步成效,总体绩效处于优秀水平,该绩效评价结果与鹤壁市海绵城市建设考核结果相吻合<sup>[14]</sup>。

### 4.2 研究建议

基于上述海绵城市绩效评价模型的结论,本研究提出以下建议:

第一,在海绵城市绩效评价的研究中,应当采用定量分析与定性分析相结合的办法,本研究中所使用的层次分析法、物元分析法将主观因素与客观因素相结合,获得了较为直观、完整的评价结果。

第二,在海绵城市建设活动的开展中,考虑到鹤壁市属于典型的平原缺水地区,在建设尤其重点关注鹤壁市水资源问题,其次狠抓水环境、水生态和水安全等指标,以便获得良好生态环境效益。

第三,在海绵城市建设活动的推广中,还要注重与“城市双修”、低碳城市等理念相结合,使得鹤

壁市成为中原地区乃至北方地区的海绵城市样板, 最终促进城市与生态环境的永续发展。

### 参考文献:

- [1] 翟慧敏,张迁,郭艳平,等.考虑光伏发电的海绵城市优化模型研究[J].可再生能源,2017,35(7):1022-1026.  
ZHAI Huimin, ZHANG Qian, GUO Yanping, et al. Study on optimization model for city considering PV generate [J]. Renewable Energy Resources, 2017, 35(7): 1022-1026.
- [2] 翟慧敏,谢文全,杨先武,等.基于生态海绵体评价的海绵城市规划研究:以信阳市为例[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2018,31(3):443-448.  
ZHAI Huimin, XIE Wenquan, YANG Xianwu, et al. Study on the design of sponge city based on ecological sponge evaluation: A case study in Xinyang [J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2018, 31(3): 443-448.
- [3] XIA J, ZHANG Y, XIONG L, et al. Opportunities and challenges of the sponge city construction related to urban water issues in China [J]. Science China (Earth Sciences), 2017, 60(4): 652-658.
- [4] NGUYENA T, NGOA H, GUO Wenshan, et al. Implementation of a specific urban water management-sponge city. [J]. The Science of the Total Environment, 2018, 652(4): 147-162.
- [5] 车伍,赵杨,李俊奇,等.海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J].中国给水排水,2015,31(8):1-5.  
CHE Wu, ZHAO Yang, LI Junqi, et al. Explanation of sponge city development technical guide: Basic concepts and comprehensive goals [J]. China Water & Wastewater, 2015, 31(8): 1-5.
- [6] 王治建.海绵城市控制指标体系构建探讨[J].规划师,2016,32(5):10-16.  
WANG Yijian. Regulatory planning indices for sponge city development [J]. Planners, 2016, 32(5): 10-16.
- [7] 张辰.上海市海绵城市建设指标体系研究[J].给水排水,2016,52(6):52-56.  
ZHANG Chen. Study on the sponge city construction indicator system of Shanghai city [J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 52(6): 52-56.
- [8] 閻超成,邓小鹏,常腾原.海绵城市水文评价指标研究:以西北地区为例[J].建筑经济,2017,38(10):85-89.  
GE Chaocheng, DENG Xiaopeng, CHANG Tengyuan. Research on the hydrological assessment indicators of sponge city: A case study of northwest China [J]. Construction Economy, 2017, 38(10): 85-89.
- [9] KILKIS S. Benchmarking the sustainability of urban energy, water and environment systems and envisioning a cross-sectoral scenario for the future [J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2019, 103(4): 529-545.
- [10] 郝慧,沈喻颖,刘明华,等.基于 AHP 的 Yaahp 软件实现农村污水处理技术优选的实证研究[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2018,31(4):645-649.  
GAO Hui, SHEN Yuying, LIU Minghua, et al. Empirical Research on rural sewage treatment technology decisions: The Yaahp Software implementation based on AHP [J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2018, 31(4): 645-649.
- [11] 范树平,刘友兆,张红梅,等.基于层次模糊物元模型的承接产业用地空间适宜评价[J].农业工程学报,2015,31(6):266-276.  
FAN Shuping, LIU Youzhao, ZHANG Hongmei, et al. Undertaking industrial land spatial suitability evaluation based on hierarchical fuzzy matter element model [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2015, 31(6): 266-276.
- [12] 程启先,樊哲宇,秦春艳,等.基于层次分析法的信阳市城市宜居性研究[J].环境与发展,2019,31(1):5-7,9.  
CHENG Qixian, FAN Zheyu, QIN Chunyan, et al. The urban livability research of Xinyang city based on analytic hierarchy process [J]. Environment and Development, 2019, 31(1): 5-7, 9.
- [13] 张欢欢.河南省乡村旅游游客满意度及其与游后行为意向关系研究[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2017,30(3):402-406.  
ZHANG Huanhuan. The relationship between the tourist satisfaction and behavioral intention for rural tourism in Henan province [J]. Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition), 2017, 30(3): 402-406.
- [14] 鹤壁市政府.国家专家组对鹤壁市海绵城市建设试点工作年度绩效评价[EB/OL].(2017-04-20)[2018-12-24].  
[https://www.henan.gov.cn/2017/04-19/62\\_7783.html](https://www.henan.gov.cn/2017/04-19/62_7783.html).  
Hebi City Government. The national expert group carries out annual performance evaluation on the construction of sponge city in Hebi City [EB/OL]. (2017-04-20) [2018-12-24]. [https://www.henan.gov.cn/2017/04-19/62\\_7783.html](https://www.henan.gov.cn/2017/04-19/62_7783.html).

责任编辑:张建合