

Evaluation of Construction Land Intensive Use Based on Entropy Weight Method and TOPSIS Model of Longkou City

Chenchen Su, Ao Zhou, Xi Liu, Ailing Wang*

College Resources and Environment, Shandong Agricultural University, Tai'an Shandong
Email: *ailingwang@sdau.edu.cn

Received: May 24th, 2018; accepted: Jun. 8th, 2018; published: Jun. 15th, 2018

Abstract

The evaluation of construction land intensive use is of great significance to tapping the potential of construction land and improving the level of construction land intensive use. Taking Longkou City as the research area, this paper selected 12 indicators to establish the evaluation index system, which included land input, land output, land increasing consumption and land use elasticity aspects, and by the aid of entropy weight method and TOPSIS model evaluated the status and changes of construction land intensive use from 2007 to 2016. The results showed that the input level of construction land experienced process from declining to rising, the output level of construction land showed an overall growth trend, the level of land increasing consumption experienced process from declining to fluctuant rising, the level of land use elasticity experienced process from rapidly declining to fluctuant rising, and the comprehensive level of construction land intensive use of Longkou city had a downside from 2007 to 2011, and showed a slowly rising trend from 2012 to 2016. Lastly, some suggestions were given about construction land intensive use according to the researching results, such as strictly controlling the total scale of construction land, strengthening the management of rural idle homestead and carrying out remediation of village land to improve the intensity of village land use.

Keywords

Construction Land, Intensive Use Evaluation, Entropy Weight Method, TOPSIS Model, Longkou City

基于熵权法和TOPSIS模型的龙口市建设用 地集约利用评价

苏晨晨, 周 奥, 刘 茜, 王瑗玲*

*通讯作者。

山东农业大学资源与环境学院, 山东 泰安
Email: ailingwang@sdau.edu.cn

收稿日期: 2018年5月24日; 录用日期: 2018年6月8日; 发布日期: 2018年6月15日

摘要

进行建设用地集约利用评价, 对挖掘建设用地潜力、提高集约利用水平有重要意义。论文以山东省龙口市为研究区, 构建包括用地投入、用地产出、增长耗地、用地弹性4个方面、12个指标的评价指标体系, 基于熵权法和TOPSIS模型, 评价2007~2016年建设用地集约利用水平。结果表明, 2007~2016年, 龙口市建设用地投入指数呈“下降-上升”趋势, 用地产出指数持续提高, 增长耗地指数整体呈“下降-波动上升”态势, 用地弹性指数呈现“下降-波动上升”趋势, 综合指数整体呈“缓慢下降-缓慢上升”趋势。提出严控建设用地总规模, 加强村庄闲置宅基地整治等提高建设用地集约利用建议。

关键词

建设用地, 集约利用评价, 熵权法, TOPSIS模型, 龙口市

Copyright © 2018 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

近年来, 随着区域城镇化和工业化的快速发展, 建设用地规模不断扩大, 占用了大量耕地, 给我国耕地安全带来极大威胁。另一方面, 很多地区存在建设用地外延式扩张与存量土地低效利用并存的情况。为保护耕地安全和保障经济持续健康发展, 国家大力倡导节约集约利用土地。2008年以来, 国家和相关部门陆续颁布了许多关于节约集约利用土地的规范性文件, 要求从严控制建设用地规模, 提高利用效率。建设用地的集约利用也成为学术界的研究热点。

目前, 学者们开展了建设用地集约利用评价指标体系、评价方法的理论研究, 并从国家尺度[1]、省域尺度[2] [3]及县市尺度[4] [5]进行应用。构建评价指标体系是评价的关键, 《建设用地节约集约利用评价规程》[6]及学者从投入产出[2] [7]、利用强度、增长耗地、用地弹性、结构布局[1] [7]等方面选择因素构建评价指标体系, 指标体系比较完善。评价方法包括指标权重确定方法和综合评价方法。学者分别采用熵值法[2] [4] [8]、主成分分析法[1]、层次分析法[5]等确定指标权重。其中熵值法因其客观性、受人为影响较小而应用最多。Topsis 是根据评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的综合评价方法[8]。该方法能够客观反映评价对象优劣。目前, 有学者综合采用熵值法和 Topsis 进行土地利用绩效、高标准基本建设效应等评价, 取得较好效果, 但将其用于建设用地集约利用的研究较少。基于此, 本文以龙口市为评价区, 构建指标体系, 综合采用熵权法与 Topsis 法, 评价 2007~2016 年间建设用地集约利用水平, 分析其变化及影响建设用地集约水平的因素, 为今后龙口市科学管理土地提供依据。

2. 研究区概况和数据来源

2.1. 研究区概况

龙口市位于东经 120°13'~120°44', 北纬 37°27'~37°47', 地处山东省烟台市北部, 辖 8 个镇、5 个街道

办事处、1个省级经济开发区、1个省级高新技术产业园区、1个滨海旅游度假区，总人口69.79万人。2016年龙口市地区生产总值达1111亿元，人均地区生产总值158,962元。2016年全国县域经济与县域基本竞争力百强县中龙口市排名第十位、山东省第一位。2016年龙口市土地总面积901 km²，建设用地占24.47%。在2007~2016年，龙口市建设用地规模不断扩张，12年间增加了5029.22 hm²，年均增长率2.46%，其中城乡建设用地年增长率为3.59%，高于2.38%的城镇化率年均增速。城镇化率的加快使得农村人口逐渐减少，但村庄用地面积却持续增长，利用状态相对粗放。与规划面积相比，2016年的建设用地与城乡建设用地面积均已超过规划约束的规模。因此，开展龙口市建设用地集约利用评价，挖掘现有建设用地潜力，对保障龙口市经济社会可持续发展具有重要的意义。

2.2. 数据来源

基于数据可获取性，确定研究时段为2007~2016年。数据主要包括土地利用数据和社会经济数据。土地利用数据来源于2007~2016年龙口市各年土地利用变更资料。社会经济数据主要来源于《龙口市统计年鉴(2007~2016年)》。

3. 研究方法

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)模型称为“逼近理想解排序方法”，是根据评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的方法，是一种距离综合评价方[8]。具体思路为通过假定正理想解与负理想解，测算各评价对象与正、负理想解的距离而得到其与理想方案的相对贴近度，进行各评价对象的优劣排序[9] [10]。该方法能够客观反映评价对象的优劣。具体步骤如下：

- 1) 构建加权矩阵。将标准化矩阵 P_{ij} 与权重向量 w_j 相乘得到加权后的规范化矩阵 V ，如式(1)。

$$V = (v_{ij})_{m \times n} = (p_{ij} \times w_j) \quad (1)$$

- 2) 确定正理想解和负理想解。从加权矩阵中找出各指标的最大值构成正理想解 V^+ ，最小值构成负理想解 V^- ，如式(2)。

$$\begin{aligned} V^+ &= \{ \max v_{ij} | i = 1, 2, \dots, m \} = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+) \\ V^- &= \{ \min v_{ij} | i = 1, 2, \dots, m \} = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-) \end{aligned} \quad (2)$$

- 3) 距离计算。计算各评价对象值与正理想解的距离 D^+ 和负理想解的距离 D^- ，如式(3)

$$\begin{aligned} D_i^+ &= \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{ij} - v_i^+)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ D_i^- &= \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{ij} - v_i^-)^2} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \end{aligned} \quad (3)$$

- 4) 计算各评价对象与最优方案的贴近度 C_i ，如式(4)

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (4)$$

式中，贴近度 C_i 的取值在 0 与 1 之间， C_i 越大，表示第 i 年越接近最优水平。

4. 龙口市建设用地集约利用评价

4.1. 熵权法

熵权法是基于信息有序度的混乱程度，相对客观地确定指标权重的方法[11]。熵值是系统无序程度的

度量, 可以通过熵值来判断某个指标的离散程度。某项指标的指标值离散程度越大, 信息熵越小, 该指标提供的信息量越大, 其权重也越大。熵权法确定权重步骤[12][13]如下:

1) 假设评价年份有 m 个, 评价指标有 n 个, 建立原始数据矩阵 X , 如式(5)。

$$X = (x_{ij})_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

式中, x_{ij} ——指标的原始值。

2) 对原始指标进行标准化处理, 如式(6)。

正向指标:

$$X'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j}$$

负向指标:

$$X'_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j} \quad (6)$$

式中, X'_{ij} ——指标的标准化值, $\max x_j, \min x_j$ ——第 j 项指标的最大值与最小值。

3) 计算信息熵 e_j 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (7)$$

式(7)中, $k = \frac{1}{\ln(m)}$, $p_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}}$ 。

4) 计算指标的权重 w_j 。

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n 1 - e_j} \quad (8)$$

4.2. 指标体系构建

科学合理的评价指标体系对集约利用评价结果的质量有着至关重要的影响。近年来城市建设用地节约集约利用愈益受到重视, 相继开展全国范围内城市区域与中心城区建设用地集约利用情况评价。本文根据《建设用地节约集约利用评价规程》, 并参考有关文献[4][5][14], 结合龙口市情况, 同时考虑到数据的可靠性和可获取性, 从用地投入、用地产出、增长耗地、用地弹性 4 方面选取 12 个指标, 构建包括指标层、准则层的龙口市建设用地集约利用评价指标体系(表 1)。

4.3. 指标权重确定

根据熵权法计算公式, 计算得到龙口市建设用地集约利用评价各指标权重, 结果如表 2 所示。

表 2 表明, 从准则层看, 用地投入权重 > 用地产出权重 > 用地弹性权重 > 增长耗地权重。从指标层看, 影响较大的指标有农村建设用地人口密度、城乡建设用地人口密度、人口与城乡建设用地增长弹性系数、地均财政收入等, 土地承载人口的能力、建设用地消耗与自身社会经济协调程度以及土地产出效益对建设用地集约利用影响较大。

4.4. 准则层评价

以用地投入、用地产出、增长耗地、用地弹性四个准则层指数为评价单元, 在熵权法计算指标权重

Table 1. The evaluation index system of construction land intensive use
表 1. 建设用地集约利用评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标说明	属性
建设用地集约利用评价	用地投入指数	地均固定资产投资	$[(t \text{ 年全社会固定资产投资总额} + (t-1) \text{ 年全社会固定资产投资总额} + (t-2) \text{ 年全社会固定资产投资总额})/3]/t \text{ 年建设用地总面积}$	正
		城乡建设用地人口密度	总人口/城乡建设用地面积	正
		农村建设用地人口密度	农村人口/农村建设用地面积	正
	用地产出指数	地均地区生产总值	地区生产总值/建设用地面积	正
		地均财政收入	财政总收入/建设用地面积	正
		人均纯收入	$(\text{城镇人口} \times \text{城镇人均纯收入} + \text{农村人口} \times \text{农民人均纯收入})/\text{总人口}$	正
	增长耗地指数	单位人口增长消耗新增城乡建设用地量	新增城乡建设用地面积/(t年总人口 - (t-1)总人口)	负
		单位地区生产总值耗地下降率	$[(t-1) \text{ 年建设用地面积}/(t-1) \text{ 年地区生产总值} - t \text{ 年建设用地面积}/t \text{ 年地区生产总值}]/[(t-1) \text{ 年建设用地面积}/(t-1) \text{ 年地区生产总值}]$	正
		单位地区生产总值增长消耗新增建设用地量	$t \text{ 年新增建设用地面积}/[t \text{ 年地区生产总值} - (t-1) \text{ 年地区生产总值}]$	负
	用地弹性指数	单位固定资产投资消耗新增建设用地量	新增建设用地面积/全社会固定资产投资总额	负
		人口与城乡建设用地增长弹性系数	$[(t \text{ 年总人口} - (t-3) \text{ 年总人口})/(t-3) \text{ 年总人口}]/[(t \text{ 年城乡建设用地面积} - (t-3) \text{ 年城乡建设用地面积})/(t-3) \text{ 年城乡建设用地面积}]$	正
		地区生产总值与建设用地增长弹性系数	$[(t \text{ 年地区生产总值} - (t-3) \text{ 年地区生产总值})/(t-3) \text{ 年地区生产总值}]/[(t \text{ 年建设用地面积} - (t-3) \text{ 年建设用地面积})/(t-3) \text{ 年建设用地面积}]$	正

Table 2. The weights of construction land intensive use evaluation index
表 2. 建设用地集约利用评价指标权重

目标层	准则层	权重	指标层	权重
建设用地集约利用评价	用地投入指数	0.3879	地均全社会固定资产投资	0.0699
			城乡建设用地人口密度	0.1271
			农村建设用地人口密度	0.1909
	用地产出指数	0.2444	地均地区生产总值	0.0738
			地均财政收入	0.0916
			人均纯收入	0.0790
	增长耗地指数	0.1753	单位人口增长消耗新增城乡建设用地量(PGC11)	0.0474
			单位地区生产总值耗地下降率(EGC11)	0.0531
			单位地区生产总值增长消耗新增建设用地量(EGC12)	0.0439
	用地弹性指数	0.1924	单位固定资产投资消耗新增建设用地量(EGC13)	0.0309
			人口与城乡建设用地增长弹性系数	0.1237
			地区生产总值与建设用地增长弹性系数	0.0687

基础上，采用 TOPSIS 模型计算 2007~2016 年各年份建设用地集约利用准则层距正、负理想解的距离及贴近度分值，结果如图 1。

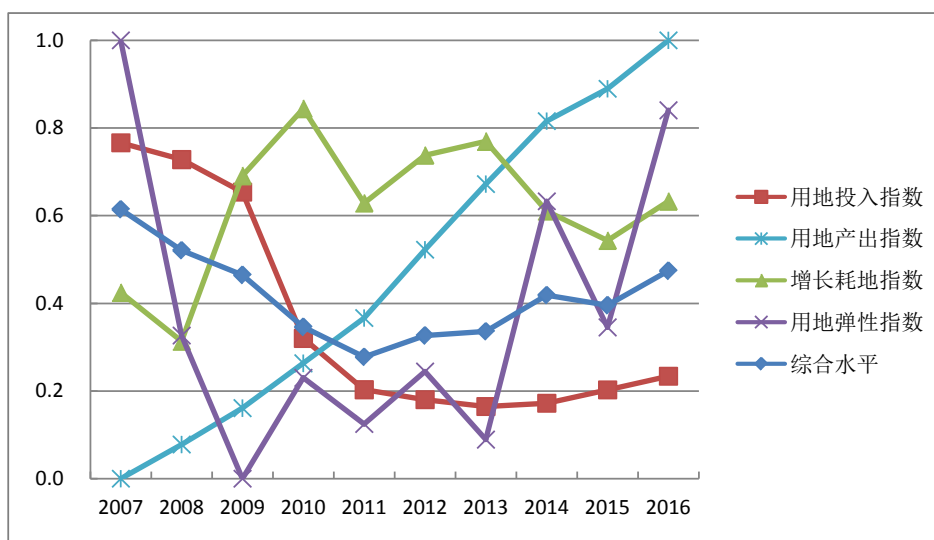


Figure 1. Indicators change of construction land intensive use
图 1. 建设用地集约利用评价结果

4.5. 综合评价

与准则层评价原理相同，计算 2007~2016 年各年份建设用地集约利用综合水平距离正、负理想解的距离，计算贴近度分值，结果如图 1。

5. 结果分析

5.1. 用地投入指数

龙口市建设用地投入指数在 2007~2016 年间整体呈下降态势。2007~2013 年间建设用地投入指数持续下降，2007 年的用地投入达到最优值，2008~2009 年稍有降低，但整体处于 0.65 以上，2009~2013 年，用地投入指数快速下降，在 2013 年达到最低值 0.1648。2013 年后用地投入水平逐渐回升。研究期间龙口市土地经济投入逐年增加，地均固定资产投资增加了 17,435.64 万元/km²，经济投入状态良好，但人口密度基本上逐年下降，土地承载人口能力不高。城乡建设用地人口密度由 2007 年的 4182.98 人/km² 降到 2016 年的 3750.30 人/km²，其中农村建设用地人口密度下降幅度较大，由 2007 年的 4373.96 人/km² 降到 2016 年的 2115.683 人/km²，其原因是城乡建设用地规模不断增加，而人口变化较小，尤其城镇化快速推进使得大量农村人口涌入城市，致使农村人均建设用地面积增加，从而导致城乡建设用地利用不集约。2013 年后城镇化稳定发展，人口变动减缓，再加上政府严格控制用地，建设用地社会、经济投入逐渐提升。

5.2. 用地产出指数

龙口市建设用地产出指数在 2007~2016 年间持续提高。2007~2011 年间水平稳步提升，但上升幅度不大，整体处于 0.37 以下。这一时期龙口市地区生产总值不断提高，建设用地地均地区生产总值由 2007 年的 25,013.55 万元/km² 增加至 2011 年 36,055.13 万元/km²，建设用地产出效益逐渐增加，同期地均财政收入增加了 897.99 万元/km²。建设用地的开发带动了社会就业，期间人均纯收入增加了 5020.29 元，社会居民的生活水平有显著提高。2011 年后用地产出水平指数呈现快速提高态势，由 2011 年的 0.3668 上升至 2016 年的 1.0000，提升了 2.7 倍，建设用地产出指数达到最优状态。

5.3. 增长耗地指数

龙口市建设用地增长耗地指数整体呈“下降-波动上升”趋势。研究期间,增长耗地指数波动较大,分别经历三个“下降”和三个“上升”阶段。2007~2008年增长耗地水平开始下降,2008年降至最低0.3135,主要原因是2008年新增建设用地面积与新增城乡建设用地面积增加,而单位社会经济增长速度相对较慢,消耗了更多的新增建设用地。2008年后,增长耗地指数快速提升,在2010年贴近期达到最优值0.8437,集约利用状态良好。2011年开始,增长耗地指数呈现波浪式变化,但整体水平维持在中等以上,期间贴近期最低值为2015年的0.5432。2011年后龙口市人口变化部分年份呈现负增长,经济增长耗地速率没有降低,新增建设用地面积不稳定,从而导致人口、经济增长耗地指数不高。

5.4. 用地弹性指数

龙口市建设用地弹性指数2007~2016年间呈现“快速下降-波动上升”趋势。2007年建设用地弹性指数为最优值,2007~2009年,用地弹性指数快速下降,2009年降到最低值,主要原因是期间龙口市人口增长幅度较小,地区生产总值涨幅不明显,而同期建设用地与城乡建设用地面积增加较多,使得建设用地的消耗与自身的社会经济发展不协调。2009年以后用地弹性水平整体上呈现上升趋势,上升幅度明显,2016年用地弹性指数贴近期升至0.8405,但波动幅较大,其原因是2009~2016年间龙口市建设用地、城乡建设用地面积不断增加,虽然扩张速度有所减缓,但相对于用地的消耗,人口发展与经济增长变化不平稳,因此导致用地消耗与社会经济发展协调度不稳定。

5.5. 综合指数

2007~2016年间龙口市建设用地集约利用综合水平整体呈缓慢下降-缓慢上升趋势。2007~2011年,缓慢下降阶段,集约利用水平逐渐下降,2011年达到最低值0.2779,2007年贴近期分值是2011年的2.21倍。2012~2016年,缓慢上升阶段,2012年开始,龙口市建设用地集约利用水平呈现缓慢增长趋势,2012年贴近期分值为0.3263,到2016年提高至0.4738,年均增长率为9.045%。

6. 结论与建议

6.1. 结论

1) 参考建设用地集约评价规程及相关文献,考虑龙口市特点,从投入产出、用地强度、增长耗地、用地弹性4方面选取12个指标,构建包括指标层、准则层的龙口市建设用地集约利用评价指标体系,并采用熵权法确定指标权重。

2) 2007~2016年间,龙口市建设用地投入水平指数呈“下降-上升”趋势,用地产出指数持续提高,增长耗地指数整体呈“下降-波动上升”态势,用地弹性指数呈现“快速下降-波动上升”趋势,综合指数整体呈“缓慢下降-缓慢上升”趋势。

6.2. 建议

针对龙口市建设用地规模总量较大、农村建设用地人口密度少等问题,提出以下建议:① 加强对建设用地的管理和控制,根据社会经济发展需求,申请建设用地指标,严格把控建设用地总规模。② 加强村庄用地整治和管理,开展村庄用地整治及城乡建设用地增减挂钩、城镇建设用地增加规模同吸纳农业转移人口落户数据挂钩,对闲置宅基地、闲置房屋进行整治,提高村庄用地集约度。③ 继续优化升级产业结构,转变经济发展方式,在山东省新旧动能转变的节点上,发挥优势,不断提高经济实力,进一步实现龙口市建设用地集约利用。

基金项目

山东省重点研发计划项目(2017CXGC0308)。

参考文献

- [1] 曹银贵, 袁春, 周伟, 王静, 钱铭杰. 基于主成分分析的全国建设用地集约度评价[J]. 生态环境, 2008, 17(4): 1657-1661.
- [2] 石培基, 邴广路. 基于熵值法建设用地集约利用评价——以甘肃省为例[J]. 干旱区研究, 2009, 26(4): 502-507.
- [3] 曲衍波, 张勇, 李慧燕, 高宇. 基于“五量”协同模型的山东省建设用地集约利用评价及障碍调控[J]. 资源科学, 2017, 39(6): 1013-1025.
- [4] 张俊平, 胡月明, 田原, 王璐, 刘素萍. 广东省县级建设用地集约利用综合评价——以紫金县为例[J]. 应用生态学报, 2010, 21(2): 422-428.
- [5] 曹银贵, 郑新奇, 胡业翠. 区域建设用地集约利用评价研究——以济南市为例[J]. 经济地理, 2010, 30(6): 1016-1020.
- [6] 中华人民共和国国土资源部. TD/T 1018-2008. 建设用地节约集约利用评价规程[S]. 北京: 中华人民共和国国土资源部, 2008.
- [7] 程佳, 孔祥斌, 赵晶, 张雪靓. 基于主体功能区的大都市区域建设用地集约利用评价——以北京市为例[J]. 中国农业大学学报, 2013, 18(6): 207-215.
- [8] 信桂新, 杨朝现, 杨庆媛, 李承桢, 魏朝富. 用熵权法和改进 TOPSIS 模型评价高标准基本农田建设后效应[J]. 农业工程学报, 2017, 33(1): 238-249.
- [9] 李灿, 张凤荣, 朱泰峰, 奉婷, 安萍莉. 基于熵权 TOPSIS 模型的土地利用绩效评价及关联分析[J]. 农业工程学报, 2013, 29(5): 217-227.
- [10] 庄伟, 廖和平, 潘卓, 杨伟, 李涛, 张甜. 基于变权 TOPSIS 模型的三峡库区土地生态安全评估——以巫山县为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(8): 106-112.
- [11] 余华银, 李超, 黄萍. 熵值法在 EXCEL 中的 VBA 实现[J]. 统计教育, 2004(3): 12-14.
- [12] 雷勋平, Robin Qiu, 刘勇. 基于熵权 TOPSIS 模型的区域土地利用绩效评价及障碍因子诊断[J]. 农业工程学报, 2016, 32(13): 243-253.
- [13] 杜挺, 谢贤健, 梁海艳, 黄安, 韩全芳. 基于熵权 TOPSIS 和 GIS 的重庆市县域经济综合评价及空间分析[J]. 经济地理, 2014, 34(6): 40-47.
- [14] 智刚, 李秀霞, 孙占海. 中国城市建设用地集约利用评价研究综述[J]. 水土保持通报, 2016, 36(5): 365-369+376.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-7901, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 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: ulu@hanspub.org