

# 基于TOPSIS方法的地理信息服务卫星影像源数据优选方法研究

王国顺<sup>1,2</sup>, 屠义强<sup>1</sup>, 顾双龙<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>陆军工程大学野战工程学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>中国人民解放军61175部队, 江苏 南京

<sup>3</sup>南疆军区作战保障队, 新疆 喀什

收稿日期: 2025年2月6日; 录用日期: 2025年2月27日; 发布日期: 2025年3月6日

## 摘要

地理信息服务在众多领域中均有着极为重要的地位, 地理信息服务对卫星影像数据的需求也在不断增长, 如何从众多卫星影像源数据中进行优化选择成为关键问题。本研究构建了以卫星参数、数据完整性、时效性和获取成本为评价指标体系的地理信息服务卫星影像源数据优选评估指标体系。利用层次分析法明确主观权重、变异系数法获取客观权重, 然后通过博弈论将主客观权重进行综合优化, 最后采用TOPSIS评估法对影像源数据进行排序评估。通过详细的理论阐述、方法步骤解析以及示例数据计算, 为卫星影像源数据优选决策提供科学、系统且有效的方法依据, 通过实例分析验证了该体系的有效性, 旨在为地理信息服务领域卫星影像源数据的合理选择提供科学依据与决策支持。

## 关键词

地理信息服务, TOPSIS方法, 卫星影像源, 优选

# Research on the Optimal Selection Method of Satellite Image Source Data for Geographic Information Services Based on the TOPSIS Method

Guoshun Wang<sup>1,2</sup>, Yiqiang Tu<sup>1</sup>, Shuanglong Gu<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>College of Field Engineering, Army Engineering University of PLA, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Unit 61175 of PLA, Nanjing Jiangsu

<sup>3</sup>The Combat Support Team of the Nanjiang Military Region of PLA, Kashi Xinjiang

Received: Feb. 6<sup>th</sup>, 2025; accepted: Feb. 27<sup>th</sup>, 2025; published: Mar. 6<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Geographic information services hold a critically important position across a broad spectrum of fields, and the demand for satellite imagery data within these services is continually on the rise. Consequently, the challenge of optimizing the selection from an extensive array of satellite image source data has emerged as a pivotal concern. This research endeavor has devised a comprehensive evaluation index system tailored for satellite image source data in geographic information services, encompassing satellite parameters, data integrity, timeliness, and acquisition cost as core evaluation indices. The Analytic Hierarchy Process is employed to ascertain subjective weights, while the coefficient of variation method determines objective weights. Subsequently, game theory is harnessed to integrate these subjective and objective weights. Ultimately, the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution evaluation method is adopted to rank and appraise the image source data. Through rigorous theoretical exposition, methodological step-by-step analysis, and sample data computation, this study furnishes a scientific, systematic, and efficacious methodological framework for optimal decision-making concerning satellite image source data. The efficacy of the proposed system is substantiated through case analysis, ultimately aiming to provide a robust scientific foundation and decision-making support for the judicious selection of satellite image source data within the realm of geographic information services.

## Keywords

Geographic Information Services, TOPSIS Method, Satellite Image Sources, Optimization

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

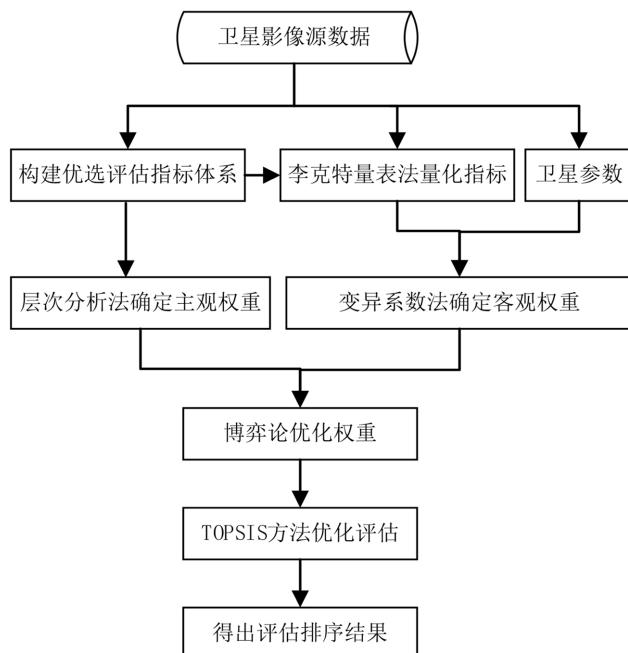
## 1. 引言

在现代各领域竞争态势错综复杂的背景下，地理信息服务已然成为对诸多事物发展走向起着关键影响作用的重要因素之一。卫星影像作为地理信息服务的关键源数据，其分辨率持续提升、重访周期日益缩短，相较于航空影像及传统人工获取方式，在时效性、覆盖范围以及成本效益等方面展现出了无可比拟的优势[1][2]。当前，全球范围内的卫星影像类型呈现出高度多样化的态势，面对众多来源不同、特性各异的卫星影像，如何精准地选择最适宜的影像作为源数据成为了有待进一步思考并解决的关键问题。

国内外学者在卫星影像源数据优选方法上也开展了大量研究，或多侧重于单一指标的分析，如仅关注分辨率或定位精度，虽然在相应指标的分析上有所深化，但缺乏对整体因素的综合考量[3][4]；或综合考虑多个因素，但在权重确定上未能充分体现各因素间复杂的内在关联[5][6]；或尝试运用多指标评价体系，如德尔菲法思想确定指标权重，线性数学模型进行定量分析评估等，但在主客观权重融合及与实际应用紧密结合方面仍有待完善[7]。本研究旨在构建一套更全面、科学且实用的地理信息服务卫星影像源数据优选评估指标体系，不仅全面考量卫星影像自身在空间分辨率、幅宽、定位精度等多方面的技术参数，还兼顾了数据的准确性、完整性、时效性以及获取成本等关键要素。尤其是存在多渠道供应、多类型并存的卫星影像资源时，确定最优的使用策略显得尤为重要。

## 2. 卫星影像源数据优选评估流程

在地理信息服务领域，卫星影像源数据的选择起着举足轻重的作用，它直接影响到地理信息分析结果的可靠性、地理空间模型构建的精准度以及对地表真实情况反映的精细程度等。为此，构建了一套卫星影像源数据选择的优选评估方法，该方法运用多种计算方法，涵盖从指标确定到结果反馈的多个关键环节。整个评估过程旨在为不同用户群体选择卫星源数据提供科学的决策依据。详细的评估流程见图 1 所示。

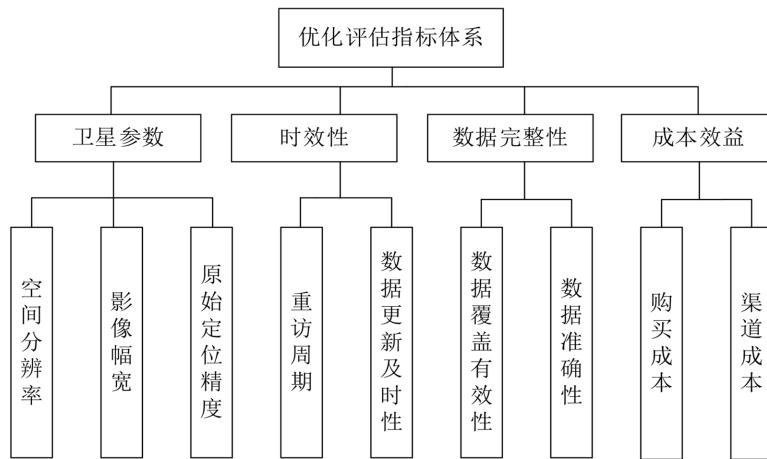


**Figure 1.** Flow diagram for optimal selection and evaluation  
**图 1.** 优选评估流程图

优选评估方法以卫星影像源数据为依托，首先构建优选评估指标体系，再运用博弈论综合集成赋权法对层次分析法所得主观权重与李克特量表法结合变异系数法<sup>[8]</sup>所得客观权重进行组合优化，最后使用 TOPSIS 方法<sup>[8]-[11]</sup>对不同影像源数据进行评估排序，既有对评估指标体系影响因素的定性理论分析，又有主客观权重等方面的定量计算，是一项复杂的综合性过程。

## 3. 优选评估指标体系构建

对卫星影像源数据的不同来源和自身属性进行分析，全面考量卫星参数、数据的有效性、国内外获取难易程度、时效性、影像及渠道成本等要素，将影像源数据优选评估指标科学划分为卫星参数、时效性、数据完整性、成本效益四个一级指标。卫星参数关乎影像质量基础，时效性影响数据及时性，数据完整性确保分析准确性，成本效益平衡资源投入与产出，为卫星影像应用提供有力支撑与评估依据。其中，卫星参数指标主要包括空间分辨率、幅宽、原始定位精度等三个重要的二级指标；时效性指标主要包括卫星重访周期、数据更新及时性两个二级指标；数据完整性主要考虑云层覆盖导致的数据覆盖有效性和影像误码率、噪声干扰等原因导致的数据准确性两个二级指标；成本指标主要考虑获得影像的购买成本和国内外影像获取的渠道成本两个二级指标为主。综合所有指标构建形成地理信息服务卫星影像源数据优选评估体系，如图 2 所示。



**Figure 2.** Optimal selection and evaluation index system  
**图 2.** 优选评估指标体系

## 4. 确定各项指标权重

### 4.1. 确定主观权重

#### 4.1.1. 构建决策判断矩阵

利用层次分析法专家打分的方式，根据备选的卫星影像源数据和评估指标体系，依据任务需求、专业经验等具体情形，把影响优选评估的指标两两结对来进行比较，形成决策判断矩阵[9]，如式(1)所示。

$$N_z = \left( N_z^{ij} \right)_{a \times a} = \begin{bmatrix} n_{11} & n_{12} & \cdots & n_{1a} \\ n_{21} & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ n_{a1} & n_{a2} & \cdots & n_{aa} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中， $i=1,2,\dots,a$ ， $j=1,2,\dots,a$ 。 $a$  为判断矩阵阶数， $N_z^{ij}$  为通过对优选评估指标进行两两结对比较而产生的比值，用以表示第  $i$  个优选评估指标相较于第  $j$  个指标更重要的程度。

#### 4.1.2. 一致性检查

对判断矩阵实施归一化处理，利用和积法来计算判断矩阵的特征向量  $\eta$  和最大特征根  $\lambda_{\max}$ ，如式(2)所示。

$$\eta_z = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_a)^T \quad (2)$$

计算出一致性比例值 CR，如式(3)所示。

$$\begin{aligned} \text{CI} &= \frac{\lambda_{\max} - a}{a - 1} \\ \text{CR} &= \frac{\text{CI}}{\text{RI}} \end{aligned} \quad (3)$$

其中， $a$  为矩阵阶数，RI 可以通过查找表格获取相应数值。

通常要求  $\text{CR} \leq 0.1$ ，若相关指标符合要求，意味着判断矩阵已具有满意的一致性；若不符合，便需对判断矩阵进行调整，然后再次进行一致性检查，重复上述操作，直至该判断矩阵最终通过一致性检查为止。

### 4.1.3. 决策权重向量确定

当一致性检验通过时，可以将归一化操作的判断矩阵近似地认定为正互反阵，该正互反阵的矩阵特征向量即是决策权重向量。如式(4)所示。

$$\boldsymbol{\eta}_z = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_a) \quad (4)$$

## 4.2. 确定客观权重

### 4.2.1. 定性指标量化处理

利用李克特量表法对卫星影像源数据优选评估指标体系中难以用具体数值衡量的指标进行量化处理，目的是将主观感受或定性判断转化为可统计分析的量化数据[12][13]。李克特量表法优势明显，兼具准确性与灵活度且通俗易懂，能综合各层级人员观点，按需设置量表等级以适配不同指标，便于评估者准确评价，确保结果如实反映指标情况。

量表由一组问题陈述组成，每一个问题有五种回答，对应的分值为1~5分[12]。针对定性指标分别制定调查问卷表，问题设计如表1所示。

**Table 1.** Design of questions in questionnaires

**表 1. 调查问卷问题设计**

指标	问题设计
数据更新时效性	您认为该卫星影像的数据更新是否及时且能满足您的应用需求？
数据覆盖有效性	您认为该卫星影像的数据覆盖范围对于您的应用场景是否足够全面有效？
数据准确性	您认为该卫星影像的数据准确性是否能达到您的要求？
购买成本	您认为该卫星影像的购买成本对于您项目预算的影响？
渠道成本	您在获取该卫星影像数据时，渠道是否通畅且渠道成本是否较高？

分别邀请十名遥感测绘专家、地理信息系统工程师和行业从业人员开展问卷调查。通过对回收问卷进行全面且细致的综合整理，进而获取定性指标的量化结果。

### 4.2.2. 指标属性赋权

假设要对 $p$ 种卫星影像源的 $q$ 个重要指标属性进行决策分析，根据卫星影像源数据中各目标的各项参数及利用李克特量表法量化得到的指标数值构造判断矩阵 $B$ ，如式(5)所示。

$$\mathbf{B} = (b_{ij})_{p \times q} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1q} \\ b_{21} & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ b_{p1} & b_{p2} & \cdots & b_{pq} \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中， $b_{ij}$ 为第 $i$ 种卫星影像源数据的第 $j$ 个属性的参数值。

求出第 $j$ 项评价指标的均值和标准差，如式(6)、(7)所示。

$$\bar{b}_j = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p b_{ij} \quad (6)$$

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^p (b_{ij} - \bar{b}_j)^2}{p-1}} \quad (7)$$

求出第  $j$  项评价指标的变异系数, 如式(8)所示。

$$V_j = \frac{s_j}{\bar{b}_j} \quad (8)$$

对变异系数进行归一化处理, 如式(9)所示。

$$\eta_j = \frac{V_j}{\sum_{j=1}^q V_j} \quad (9)$$

求出各个评估指标的权重, 如式(10)所示。

$$\boldsymbol{\eta}_k = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_q) \quad (10)$$

#### 4.3. 基于博弈论的综合集成权重确定

依据博弈论的相关思想, 把决策者主观决策权重和各指标的信息熵权重当作局中人, 将获取的主观权重向量视作策略集, 而在每一种局势里, 各个权重依照不同策略展现出来的得失情况作为赢得函数, 进而确定相应的对策模型[9]。如式(11)所示。

$$\eta = \delta_1 \boldsymbol{\eta}_z^T + \delta_2 \boldsymbol{\eta}_k^T \quad (11)$$

其中,  $\delta_1 + \delta_2 = 1$ ,  $\delta_1$  和  $\delta_2$  分别为主观权重和客观权重分配因子,  $\boldsymbol{\eta}_z$  为决策者主观权重向量,  $\boldsymbol{\eta}_k$  为变异系数法求得的客观权重向量。采用最小离差法寻找  $\delta_1$  和  $\delta_2$  的纳什均衡解, 如式(12)所示。

$$\min = \left\| \delta_1 \boldsymbol{\eta}_z^T + \delta_2 \boldsymbol{\eta}_k^T - \boldsymbol{\eta}_b^T \right\|_2, b = 1, 2 \quad (12)$$

其中,  $\boldsymbol{\eta}_b^T$  为单一赋权法权重向量, 根据矩阵的微分性质, 将式(12)转化为最优化导数方程组, 如式(13)所示。

$$\begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}_z \boldsymbol{\eta}_z^T & \boldsymbol{\eta}_z \boldsymbol{\eta}_K^T \\ \boldsymbol{\eta}_K \boldsymbol{\eta}_z^T & \boldsymbol{\eta}_K \boldsymbol{\eta}_K^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\eta}_z \boldsymbol{\eta}_z^T \\ \boldsymbol{\eta}_K \boldsymbol{\eta}_K^T \end{bmatrix} \quad (13)$$

计算  $\delta_1$  和  $\delta_2$ , 进行归一化处理, 得到博弈综合权重向量, 如式(14)所示。

$$\boldsymbol{\eta}^* = (\eta_1^*, \eta_2^*, \dots, \eta_q^*) = \delta_1^* \boldsymbol{\eta}_z^T + \delta_2^* \boldsymbol{\eta}_k^T \quad (14)$$

其中,  $\delta_b^* = \frac{\delta_b}{\delta_1 + \delta_2}, (b = 1, 2)$ 。

#### 5. TOPSIS 优选评估模型

TOPSIS 评估法是一种求解多目标决策问题的数学模型。TOPSIS 法的核心在于明确一个理想选择和一个负理想选择, 其遵循的准则是探寻那些与理想选择距离尽可能近, 同时与负理想选择距离尽可能远的选择。然后将各个选择根据与理想选择的距离不同对优选方案进行排序[8]-[11]。

1) 对判断矩阵  $\mathbf{B}$  进行标准化处理, 得到标准化矩阵  $\mathbf{C}$ , 如式(15)所示。

$$\mathbf{C} = (\mathbf{c}_{ij})_{p \times q} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1q} \\ c_{21} & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ c_{p1} & c_{p2} & \cdots & c_{pq} \end{bmatrix} \quad (15)$$

2) 依据式(14)所确定的综合权重对标准化判断矩阵式(15)加权处理, 如式(16)所示。

$$\mathbf{H} = \left( h_{ij} \right)_{p \times q} = \left( \eta_j^* \times c_{ij} \right)_{p \times q} \quad (16)$$

3) 获取标准化判断矩阵  $\mathbf{H}$ , 如式(17)所示。

$$\mathbf{H} = \left( h_{ij} \right)_{p \times q} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1q} \\ h_{21} & \ddots & \ddots & h_{2q} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ h_{p1} & h_{p2} & \cdots & h_{pq} \end{bmatrix} \quad (17)$$

其中  $i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, q$ 。

4) 确定理想选择和负理想选择。对于效益型指标, 理想选择取指标最大值, 对于成本型指标, 理想选择取指标最小值。反之可求得负理想解, 其计算公式如式(18)、(19)所示。

$$H^+ = \left\{ \left( \max_{1 \leq i \leq q} h_{ij} \mid j \in J^+ \right), \left( \min_{1 \leq i \leq q} h_{ij} \mid j \in J^- \right) \right\} = \{h_1^+, h_2^+, \dots, h_p^+\} \quad (18)$$

$$H^- = \left\{ \left( \min_{1 \leq i \leq q} h_{ij} \mid j \in J^+ \right), \left( \max_{1 \leq i \leq q} h_{ij} \mid j \in J^- \right) \right\} = \{h_1^-, h_2^-, \dots, h_p^-\} \quad (19)$$

式中:  $J^+$  为效益型指标的集合;  $J^-$  为成本型指标的集合。

5) 计算各选择与  $H^+$  和  $H^-$  的距离。

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^p (h_{ij} - h_j^+)^2} \quad (20)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^p (h_{ij} - h_j^-)^2} \quad (21)$$

6) 各目标相较于理想选择所呈现出的接近程度  $\psi_r$ , 如式(21)所示。

$$\psi_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (22)$$

## 6. 算例分析

目前, 国内外遥感卫星影像种类达数百种, 这里仅介绍地理信息服务过程中常用的八种遥感卫星影像[14]-[16], 相关数据根据相关资料收集综合而来, 具有一定的代表性, 其各项主要参数[7]见表 2。此外, 针对那些难以直接用具体数值衡量的指标, 通过李克特量表法向行业专家和从业者进行调研问卷, 并得出相应量化值, 见表 3。

**Table 2.** Related parameters of satellite images

**表 2. 卫星影像相关参数**

序号	卫星名称	空间分辨率(米)	幅宽(千米)	原始定位精度(米)	重访周期(天)
1	WorldView	0.31	20	5	2
2	IKONOS	1	11.3	12	3
3	Pleiades	0.5	20	20	1
4	SPOT7	1.5	60	35	3
5	天绘一号	2	60	20	5
6	高分一号	2	60	30	3
7	高分二号	0.8	23.5	50	3
8	资源三号	2.1	50	20	5

**Table 3.** Determining the quantitative values of indicators by the Likert scale method  
**表 3. 李克特量表法确定指标量化值**

卫星影像	更新时效性	覆盖有效性	准确性	购买成本	渠道成本
WorldView	5 (非常及时)	4 (较广且有效)	5 (极高)	5 (高)	5 (程序繁琐, 渠道成本高)
IKONOS	3 (一般及时)	3 (一般有效)	4 (高)	4 (中等偏高)	4 (相对不便, 渠道成本较高)
Pleiades	4 (较及时)	4 (较广且有效)	4 (高)	4 (中等偏高)	4 (相对不便, 渠道成本较高)
SPOT6/7	3 (一般及时)	3 (一般有效)	3 (中等)	3 (较高)	3 (渠道一般, 渠道成本中等)
天绘一号	3 (一般及时)	3 (一般有效)	3 (中等)	2 (较低)	2 (比较便捷, 渠道成本较少)
高分一号	4 (较及时)	3 (一般有效)	3 (中等)	2 (较低)	2 (比较便捷, 渠道成本较少)
高分二号	4 (较及时)	4 (较广且有效)	4 (高)	3 (较高)	2 (比较便捷, 渠道成本较少)
资源三号	3 (一般及时)	3 (一般有效)	2 (一般)	2 (较低)	2 (比较便捷, 渠道成本较少)

邀请地理信息服务领域经验丰富的专家, 依据所构建的优选评估指标体系, 运用层次分析法确定原始决策矩阵  $\mathbf{N}_z$ 。

$$\mathbf{N}_z = \begin{bmatrix} 1/1 & 7/3 & 5/3 & 7/3 & 1/1 & 3/1 & 7/5 & 3/1 & 9/7 \\ 3/7 & 1/1 & 3/5 & 7/9 & 3/7 & 7/5 & 3/7 & 7/5 & 3/7 \\ 3/5 & 5/3 & 1/1 & 7/5 & 3/5 & 7/3 & 3/5 & 7/3 & 5/7 \\ 3/7 & 9/7 & 5/7 & 1/1 & 3/7 & 7/5 & 3/5 & 9/5 & 3/7 \\ 1/1 & 7/3 & 5/3 & 7/3 & 1/1 & 3/1 & 7/5 & 5/1 & 9/7 \\ 1/3 & 3/7 & 5/7 & 3/5 & 1/3 & 1/1 & 3/7 & 3/1 & 3/7 \\ 3/5 & 7/3 & 5/3 & 9/5 & 3/5 & 7/3 & 1/1 & 3/1 & 7/9 \\ 1/3 & 5/7 & 3/7 & 5/9 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1/1 & 3/9 \\ 7/9 & 7/3 & 7/5 & 9/5 & 7/9 & 7/3 & 9/7 & 9/3 & 1/1 \end{bmatrix}$$

根据公式(2)和(3)计算出矩阵的特征值为

$$\lambda_{\max} = 9.0768$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - a}{a - 1} = 0.0096$$

查随机一致性表可得  $RI = 1.451$ , 则

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0096}{1.451} = 0.0066 \leq 0.1$$

判断一致性检验通过, 决策者优选权重向量得:

$$\boldsymbol{\eta}_z = (0.1740, 0.0680, 0.1079, 0.0779, 0.1835, 0.0644, 0.1343, 0.0435, 0.1465)$$

根据表(2)、(3)内容, 按照评估体系顺序构建初始客观决策矩阵  $\mathbf{B}$ 。

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0.31 & 20 & 5 & 2 & 5 & 4 & 5 & 5 & 5 \\ 1 & 11.3 & 12 & 3 & 3 & 3 & 4 & 4 & 4 \\ 0.5 & 20 & 20 & 1 & 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 1.5 & 60 & 35 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 2 & 60 & 20 & 5 & 3 & 3 & 3 & 2 & 2 \\ 2 & 60 & 30 & 3 & 4 & 3 & 3 & 2 & 2 \\ 0.8 & 23.5 & 50 & 3 & 4 & 4 & 4 & 3 & 2 \\ 2.1 & 50 & 20 & 5 & 3 & 3 & 2 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

运用式(5)~(9)计算中各指标向量的客观权重向量  $\eta_k$  :

$$\eta_k = (0.1598, 0.1584, 0.1664, 0.1232, 0.0582, 0.0435, 0.0751, 0.1023, 0.1131)$$

用式(11)~(13)计算综合集成权重系数为:

$$\delta_1 = 0.5894, \quad \delta_2 = 0.4889$$

对综合集成权重系数  $\delta_1$ 、 $\delta_2$  进行归一化处理:

$$\delta_1^* = 0.5466, \quad \delta_2^* = 0.4534$$

由式(14)计算综合集成权重向量:

$$\eta^* = (0.1676, 0.1090, 0.1344, 0.0984, 0.1267, 0.0549, 0.1075, 0.0702, 0.1314)$$

由式(16)加权规范化矩阵  $B$ , 得到矩阵  $H$ :

$$H = \begin{bmatrix} 0.0051 & 0.0072 & 0.0035 & 0.0079 & 0.0218 & 0.0081 & 0.0192 & 0.0140 & 0.0274 \\ 0.0164 & 0.0040 & 0.0084 & 0.0118 & 0.0131 & 0.0061 & 0.0154 & 0.0112 & 0.0219 \\ 0.0082 & 0.0072 & 0.0140 & 0.0039 & 0.0175 & 0.0081 & 0.0154 & 0.0112 & 0.0219 \\ 0.0246 & 0.0215 & 0.0245 & 0.0118 & 0.0131 & 0.0061 & 0.0115 & 0.0084 & 0.0164 \\ 0.0328 & 0.0215 & 0.0140 & 0.0197 & 0.0131 & 0.0061 & 0.0115 & 0.0056 & 0.0109 \\ 0.0328 & 0.0215 & 0.0210 & 0.0118 & 0.0175 & 0.0061 & 0.0115 & 0.0056 & 0.0109 \\ 0.0131 & 0.0084 & 0.0350 & 0.0118 & 0.0175 & 0.0081 & 0.0154 & 0.0084 & 0.0109 \\ 0.0345 & 0.0179 & 0.0140 & 0.0197 & 0.0131 & 0.0061 & 0.0077 & 0.0056 & 0.0109 \end{bmatrix}$$

根据式(18)、(19)可得最优方案  $H^+$  和  $H^-$  :

$$H^+ = (0.0051, 0.0215, 0.0035, 0.0039, 0.0218, 0.0081, 0.0192, 0.0056, 0.0109)$$

$$H^- = (0.0345, 0.0040, 0.0350, 0.0197, 0.0131, 0.0061, 0.0077, 0.0140, 0.0274)$$

计算各选择方案与  $H^+$  和  $H^-$  的距离  $S_i^+$  和  $S_i^-$  及相关贴近度  $\psi_r$ , 可得出评估排序结果如表 4 所示。

**Table 4.** Table of optimal selection and evaluation results

**表 4.** 优选评估结果表

卫星影像	$S_i^+$	$S_i^-$	$\psi_r$	优选顺序
WorldView	0.0237	0.0471	0.6655	1
IKONOS	0.0276	0.0345	0.5554	3
Pleiades	0.0226	0.0388	0.6324	2
SPOT7	0.0326	0.0272	0.4547	6
天绘一号	0.0356	0.0332	0.4826	4
高分一号	0.0349	0.0306	0.4673	5
高分二号	0.0365	0.0303	0.4539	7
资源三号	0.0380	0.0312	0.4506	8

通过上述评估排序结果能够看出, 现阶段地理信息服务对于影像分辨率、初始定位精度以及时效性均提出了更高的要求, 相较而言, 在成本效益方面的考量所占比重则相对较轻。在诸多卫星影像中, 以 WorldView 卫星影像为例, 其高分辨率、高定位精度和高时效性的特性能够提供更准确、更及时的地理

信息,为各种地理信息服务带来显著的效益,例如更精准的规划、更有效的监测和更及时的决策支持等,这也是其能够凭借多维度的优势在排序中脱颖而出,成为地理信息服务的优选影像源的主要原因。排序结果通过与实际应用中的选择偏好及调研中决策者常用影像进行对比分析,二者呈现出了较高的一致性,有力地验证了本文所构建方法体系的科学性、合理性与有效性。

## 7. 结束语

本文以对遥感卫星影像客观特征和在实际运用时呈现的主观特点深入剖析为依据,阐述了开展地理信息服务工作中卫星影像数据源优选方法的形成流程。在建立了优选评价指标的基础上,综合运用博弈论综合赋权法对各指标的主客观权重进行了组合优化,然后采用 TOPSIS 法对优选方案进行排序,最后通过算例分析对所构建的方法予以验证。评估排序结果与实际应用中的选择情况以及调研过程中决策者常选用的卫星影像呈现出了较高的一致性。这一现象充分表明,本文所运用的方法具备可行性与有效性,为地理信息服务领域卫星影像源数据的优选提供了有力的科学依据和决策支持,对提升地理信息服务质量和效率具有重要意义。本文聚焦于对各个方面的指标信息进行综合考量,针对一些特殊需求,可依据实际情况来确定备选卫星影像源,且仅需对目标层的相关权重做出相应调整,即可获取最佳的优选方案。

## 参考文献

- [1] 陈杰. 卫星影像在国家中小比例尺测绘工程中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安科技大学, 2010.
- [2] 杨信平. 关于卫星影像在测绘工程中应用探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(12): 169-171.
- [3] 宋欣, 方爱玲, 刘军, 等. 基于对比分析的国产高分辨率卫星影像数据质量评价与应用研究[J]. 甘肃科技纵横, 2021, 50(4): 70-75+82.
- [4] 陈俊霖, 陈培恩. 基础地理国情监测中遥感影像使用技巧分析[J]. 信息系统工程, 2023(8): 68-71.
- [5] 郭楠, 赵辉. 高分辨率卫星影像定位精度分析方法及 RPC 参数的精化研究[J]. 信息技术与信息化, 2020(5): 100-102.
- [6] 巫远. 基于有效覆盖的遥感卫星行业用户需求综合与满意度评估[D]: [博士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2017.
- [7] 陈忠金, 葛海军. 开展地理信息保障的卫星影像源数据优选方法探析[J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(4): 92-95.
- [8] 郝启凯, 荀盼盼, 鄂超然, 等. 基于变异系数法和改进TOPSIS法的空战威胁评估[J]. 火炮发射与控制学报, 2024, 45(5): 56-63.
- [9] 蒲海鹏, 王凤山, 郑自强. 基于无人机突袭的指挥所威胁 TOPSIS 评估方法[J]. 指挥控制与仿真, 2022, 44(6): 29-34.
- [10] Zhu, Z., Pan, J. and Liu, X. (2021) Optimal Ordering and Transportation Model Design Based on BP Neural Network and Entropy Weight TOPSIS. 2021 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS), Shenyang, 10-11 December 2021, 500-503. <https://doi.org/10.1109/tocs53301.2021.9689006>
- [11] 张堃, 周德云. 基于熵的 TOPSIS 法空战多目标威胁评估[J]. 系统工程与电子技术, 2007(9): 1493-1495.
- [12] 刘英霞. 基于李克特量表的职教高考内容改革现状调研与优化对策[J]. 山东开放大学学报, 2024(1): 4-8.
- [13] Hsu, C.F., Chang, B. and Hung, H.F. (2007) Applying SVM to Build Supplier Evaluation Model—Comparing Likert Scale and Fuzzy Scale. 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, 2-4 December 2007, 6-10. <https://doi.org/10.1109/ieem.2007.4419140>
- [14] 任丽秋, 杨鹏, 苏旭, 等. 关于提升天绘一号系列卫星服务能力的几点思考[J]. 地理信息世界, 2020, 27(4): 119-122.
- [15] 刘斌, 任俊儒, 韩健, 等. 基于高分二号卫星的土地利用监测应用研究[J]. 新疆有色金属, 2024, 47(1): 46-50.
- [16] 刘保生. 基于高分辨率 IKONOS 影像的城市植被信息提取方法浅析[J]. 测绘通报, 2016(S1): 182-184+187.