

基于AHP构建自然资源资产（园地）评价指标体系及应用

郑少霞

广东卓越土地房地产评估咨询有限公司

摘要：构建统一的自然资源资产评价指标体系，是生态文明背景下自然资源资产监管中实现资产化管理的前提条件之一。本研究立足于量化自然资源资产价值和服务流转价格制定的角度出发，以园地为研究对象，首先通过专家咨询法构建多层次的评价指标体系，然后采用层次分析法，邀请相关权威专家对各层次的指标的重要程度进行两两比较，科学合理确定好指标权重，最后以广东省韶关市集体农用地（园地）作为评价指标体系的实例验证对象，致力于提高评价指标的内在逻辑性、合理性，为后续有偿使用和合理配置自然资源等奠定技术基础。

关键词：自然资源资产；评价指标体系构建；园地评价；层次分析法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.09.032

一、引言

随着生态文明建设的稳步推进，做好自然资源资产监管已成为我国新时期的国家战略，而自然资源资产监管涉及自然资源与自然资源资产分类，自然资源资产评价体系构建、价值评估以及自然资源资产调查、统计、核算与监管，还有自然资源登记代理等工作。其中，做好自然资源资产核算是自然生态资源监管的非常重要一环，自然资源资产核算通过数量、质量、价值的核算来达到摸清我国自然资源资产家底，而核算的基础工作之一是做好评价工作，目前我国已经陆续出台相关自然资源评价评估的规则指引，如《自然资源分等定级通则》、《自然资源价格评估通则》、《园地分等定级规程》（征询稿）等，这对我国开展自然资源调查、评价、评估工作提供技术指引。其中土地资源各项实践探索工作已经形成丰厚的研究基础，为制定一套系统化、规范化以及具有统一标准的评价指标体系奠定了技术基础。本文以自然资源资产（园地）为例，采用层次分析法（AHP），对构建统一的自然资源资产（园地）评价指标体系进行深入研究。

二、层次分析法在评价指标体系上的应用

（一）层次分析法的逻辑思路

层次分析法（AHP），是一种层次权重决策分析方法，它将研究问题的相关因素分解成目标层、基准层、准则层和指标层，并引入1-9标度法形成判断矩阵。层次分析法整个架构是自上而下的，并且存在着支配关系，层次次数根据研究问题的复杂程度和系统分析确定，其中目标层只能只有1个，一般情况下每个元素所支配的下一层次元素不超过9个，经过实践研究证明6个以内的元素为最佳选择。在过程中，专家对每个层次的指标进行两两比较并根据重要性程度逐步确定评价因子的权重。此外为了保证权重是相对合理的，需要进行

一致性检验，确保 $CR < 0.1$ 。

（二）层次分析法在自然资源评价指标体系构建应用情况

在自然资源资产评价工作上，基于实践的便捷性和灵敏性，相关的规程和指引采用特尔斐法、层次分析法、因素成对比较法等方法确定指标的相对重要性，而实际生活中自然资源分等、定级等评价工作主要采取的是特尔斐法，通过问卷调查专家赋分，构建各级评价指标，这使得评价权重的主观性较强，指标的权重逻辑性缺乏监管，具有较大的缺点；而使用层次分析法更加适合建立自然资源资产评价指标构建过程，主要基于2大合理性。

其一，层次分析法与自然资源资产评价指标体系的构建得逻辑思路是较为吻合的。自然资源资产评价需要构成一个自上而下、层次分明、相互不重叠、联系紧密的评价指标体，而层次分析法的内在逻辑就是需要构建一个具有递阶关系的层级结构，可见评价指标体系是较为契合的。^[1]

其二，层次分析法能够有效提高指标权重确定过程的合理性、严谨性，有效降低评价指标选取的主观性，大大提高客观性。首先，自然资源资产评价工作对专家总体权威程度要求较高，无论是层次分析法，还是特尔斐法等，邀请的打分专家均应是熟悉当地社会、经济、文化和生态状况，以及掌握自然资源资产情况的行业技术、管理及决策方面的专家；其次，层次分析法是通过每个专家基于当地土地资源质量及土地利用水平具有重要作用的主导因素，突出主导因素对评价结果的作用，比较确定每个层次当中的每两个指标的相对重要性，并且需要检验一致性，这能够确保每个专家的指标权重确定符合系统性原理，使得整个评价指标体系具有较强的科学合理性。

三、自然资源资产（园地）评价指标体系构建

（一）确定园地评价的目的

在生态功能和作用方面，园地因为其总面积小且分布破碎，集中连片度不高，导致其在保障生态安全的功能上受到一定限制。但随着人民日益增长的美好生活需要的增长及饮食结构的改变，园地的重要性也日渐凸显，且由于园地产品具有良好的经济生态效益，园地的单位面积效益较高，其在国民经济中也占有重要地位。安全、健康、优质、高效和环保已经成为园地规划发展主方向。园地作为广东省农用地的重要组成部分，是果园产业、茶产业的重要依托，开展园地评价是园地发展转型升级、走精细化、经营和服务规模化管理道路的重要依据，也是园地合理流转的坚实基础，以及显化园地价值、流转价格的制定的定价依据。

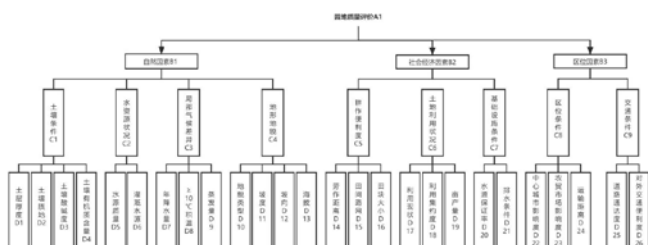
评价目的不同，对应的评价指标体系也不同。在本

节实例验证上, 确定评价目的是为实现自然资源资产的资产化管理与市场在配置资源中的决定性作用, 为建立自然资源产权市场、自然资源经营权流转市场以及自然资源价值评估工作提供数据基础, 促进自然资源资产的优化配置。

(二) 评价指标体系的构建

参考《农用地定级规程》等规程指引, 以及结合广东省园地资源的禀赋情况及社会经济发展情况, 初步选取并形成园地质量评价指标体系。^[2]

表1 园地质量评价指标



在初步筛选出评价指标体系后, 通过与自然资源主管部门、土地资源管理、农业生产等行业专家、行业协会等专家进行沟通以及采用专家咨询法方式, 采用Likert五点量表设计, 对指标进一步筛选, 最终确定自然资源资产(园地)评价指标体系, 目标层为园地评价, 基准层为自然因素、社会经济因素、区位因素; 各个基准层又划分为若干准则层, 如自然因素分为土壤条件、水资源状况、局部气候差异、地形地貌等; 各个准则层又划分为若干指标层, 如交通条件分为道路通达度、对外交通便利度等, 由此构成一个层次分明、联系紧密的评价指标体系。

(三) 评价指标权重的确定

基于层次分析法是一种定性定量相结合、具有系统分析不同评价指标关联程度的分析方法, 较为适用于自然资源资产评价指标权重确定。本文以园地为评价对象, 通过层次分析法求取各层次指标的权重。

1. 建立层次结构模型。自上而下逐步构建评价指标层次, 本次评价指标层次包括4个层次, 确定目标层是园地质量评价, 接下来是基准层、准则层和指标层。

2. 构造两两比较判断矩阵。从准则层开始, 对从属于上一层的每个指标用成对比较法构造对比矩阵。设定上一层的一个元素 C_i ($i=1, 2, 3, \dots, i$) 对下一层次元素 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ 有支配关系, 可以建立以 C_i 为判断准则的元素 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ 间的两两比较判断矩阵A。

C_i	A_1	A_2	...	A_m
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1m}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2m}
...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mm}

上图的矩阵A是一个互反矩阵, a_{ij} ($i=1, 2, 3, \dots, m; j=1, 2, 3, \dots, m$) 具有如下性质: $a_{ij} > 0; a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}; a_{ii}=1$

两个相比较的因素用 A_i 和 A_j 表示, 用T.L. Saaty的九

级标度法判断 A_i 相对于 A_j 的重要性, 具体如下表所示:

表2 九级标度法判断要求

程度	定义
A_i 比 A_j 同等重要	$a_{ij}=1, a_{ji}=1$
A_i 比 A_j 稍微重要	$a_{ij}=3, a_{ji}=1/3$
A_i 比 A_j 比较重要	$a_{ij}=5, a_{ji}=1/5$
A_i 比 A_j 非常重要	$a_{ij}=7, a_{ji}=1/7$

3. 确定最大特征向量及指标权重

采用单准则排序与和积法计算各个元素的相对权重。其中, 在单一准则的要求下, 计算出单准则排序各个元素的相对权重, 然后再进行一致性检验。

比如, 某层的权重向量为: $W = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n)^T$

得到 $W: AW = \lambda_{max}W$

其中, λ_{max} 是判断矩阵的最大特征根和对应的特征向量, 对应可通过线性代数法求解, 具体如下:

①首先, 需要判断矩阵A中各行元素的乘积:

$$m_i = \prod_{j=1}^n a_{ij}$$

②然后, 计算 m_i 的n次方根: $\omega_i = \sqrt[n]{m_i}$

③紧接着, 对向量 $\bar{W} = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$ 进行归一化处理: $\omega_i = \bar{\omega}_i / \sum_{j=1}^n \bar{\omega}_j$ $W = (\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n)^T$ 即为所求的权重向量。

④最后, 计算最大特征根 λ_{max} : $\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{\omega_i}$

对于任意的 $i=1, 2, \dots, n$, 式中 $(AW)_i$ 为向量AW的第i个元素。

4. 层次分析法的一致性检验。一致性检验即为保证研究结果的准确性, 需利用一致性指标CI、相应的平均随机一致性指标RI, 对A矩阵开展一致性检验。

①计算一致性指标CI, 对应公式为: $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$

当 $\lambda_{max}=n$ 时, $CI=0$, 而一般 $\lambda_{max} > n$, 即 $CI > 0$ 。当CI越小时, 表明一致性越好。

②计算相对一致性CR。通过将CI与平均随机一致性RI相比较, 得到一致性指标数CR, 对应公式如下:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

表3 平均随机一致性指标RI取值

n阶	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI值	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46

当计算出来的 $CR < 0.1$ 时, 表明矩阵通过一次性检验, 反之则应调整矩阵。

(四) 集体农用地(园地)评价实例验证

针对不同的区域, 园地资源的差异性则必然会影响到自然、社会经济、区位因素等指标选取及指标权重, 因此本次研究以广东省韶关市土地资源(园地)为验证对象, 以GIS技术为支撑, 选择地块法, 以土地利用现状图中的园地作为评价单位, 验证园地评价指标权重情况。按照上面的操作程序执行, 采取匿名的方式, 邀请25名相关专家对评价指标体系进行论证探讨, 专家对系统内的各层次指标进行比较打分, 得到判断矩阵, 从而计算出每个指标的权重值, 进而再对所有专家数据进行算数平均数统计处理, 最终得到园地各层级评价指标的

表4 园地评价指标体系权重表

基准层	权重	准则层	权重	指标层	权重		
自然因素B1	0.4655	土壤条件C1	0.1659	土层厚度D1	0.0504		
				土壤质地D2	0.0451		
				土壤酸碱度D3	0.0393		
				土壤有机质含量D4	0.0311		
		水资源状况C2	0.1066	局部气候差异C3	0.1202	水源质量D5	0.0557
						灌溉水源D6	0.0509
						年降水量D7	0.0591
						≥10℃积温D8	0.0396
		地形地貌C4	0.0728			蒸发量D9	0.0215
						地貌类型D10	0.0211
						坡度D11	0.0203
						坡向D12	0.0125
社会经济因素B2	0.3155	耕作便利度C5	0.1084	海拔D13	0.0189		
				劳作距离D14	0.0461		
		土地利用状况C6	0.1522	基础设施条件C7	0.1087	田间路网D15	0.0261
						田块大小D16	0.0362
						利用现状D17	0.0453
						利用集约度D18	0.0431
		区位因素B3	0.2190	交通条件C9	0.0604	亩产量D19	0.0638
						水源保证率D20	0.0624
						排水条件D21	0.0463
						中心城市影响度D22	0.0434
农贸市场影响度D23	0.0352						
运输距离D24	0.0262						
				道路通达度D25	0.0317		
				对外交通便利度D26	0.0287		

权重。

在生态文明建设的大背景下，研究构建统一的自然资源资产评价体系，能够为开展自然资源相关专项工作提供指导和基础支撑。本文选取园地为评价对象，从社会、经济、区位等角度构建园地评价指标体系，并通过层次分析法，确定园地评价各层次的指标权重大小：三个基准层指标“自然因素B1”“社会经济因素B2”“区位因素B3”的权重分别是46.55%、31.55%、21.90%；准则层的权重从大到小依次为“土壤条件C1（16.59%）”“土地利用状况C6（15.22%）”“局部气候差异C3（12.02%）”“基础设施条件C7（10.87%）”“耕作便利度C5（10.84%）”“水资源状况C2（10.66%）”“区位条件C8（10.48%）”“地形地貌C4（7.28%）”“交通条件C9（6.04%）”。在为自然资源资产化管理和市场定价服务时，指标呈现不同的权重分布，体现了相关的评价指标的重要性排序，在准则层上，占比权重较大的前三指标是“土壤条件”“土地利用状况”“局部气候差异”，在指标层，占比权重较大的前三指标是“亩产量”“水源保证率”“年降水量”。通过确定评价指标体系，全面揭示园地的质量属性构成，能够为后续科学认识和评估自然资源生态产品的生态价值实现等工作奠定扎实的基础，以及为区域制定地区发展战略、优化产业布局和衡量经济发展的资源消耗、环境损害、生态效益提供基础依据。

四、探讨与展望

基于自然资源市场交易以及国家对土地资源精细化投放、管理工作需求，延伸出对自然资源的二级及以上分类评价需求，如农用地的二级分类耕地、园地、林

地、坑塘水面等，需根据自然资源资产的自然属性、社会经济发展、区位影响以及生态保护等需求，探索建立具有可操作性的、统一且规范的自然资源评价指标体系。其中科学合理的评价指标体系尤为重要，相对于特尔斐法，层次分析法在逻辑性、科学性、流程规范性等上根据优势，应作为实践工作的主要方法之一。由于层次分析法的矩阵主要依靠专家的经验 and 主观判断，具有较强的客观性，并且加上矩阵本身固有的不一致性，这有可能使一致性检验无法通过，因此建议通过相关应用程序自动修正或是系统研发上进行灵敏性分析，为专家提供结果反馈作适量的调整等方法，从根本上实现解决判断矩阵不一致性问题，进一步提高层次分析法的操作中的便利性。此外，随着乡村振兴与新农村建设的发展，观光农业旅游活动正在迅猛发展中，其在国民经济中占据越来越重要的地位，而“景观价值”“旅游价值”等生态旅游指标也将影响着园地的质量状况，未来自然评价指标体系的构建也将需要不断与时俱进；^[3]考量好相关的指标及确定好权重大小，这将对园地生态旅游发展具有重大的指引作用。

参考文献

- [1] 李素英, 解华, 卢丽娜. 自然资源资产审计评价指标体系构建及应用——基于模糊层次分析法[J]. 会计之友, 2018, 0(10): 27-30.
- [2] 刘英, 金龙新, 祝琪雅, 朱谨. 基于GIS的园地适宜性评价研究——以湖南零陵区为例[J]. 湖南农业科学, 2016(04): 44-47.
- [3] 卿平勇, 赵政阳. 观光果园景观质量评价体系的研究[J]. 北方园艺, 2008(12): 192-195.