

ArcGIS 软件在土地利用分析中的应用探讨

宋家望

(怀远县规划建筑设计院有限责任公司, 安徽 怀远 233400)

【摘要】开展土地利用分析工作时,应遵循可持续、科学性、公平公正性、透明性四项原则。通过开展该项工作,最终需要达到优化土地资源配置、保护环境和生态系统、促进社会经济发展、保障公众利益等目标。ArcGIS 软件具有强大的数据处理功能、全面分析功能、可视化呈现功能,应用于土地利用分析工作时,在土地利用现状、土地利用变化、土地利用影响、土地利用规划、土地利用政策评估等方面呈现出极大的价值。在此基础上,本文围绕土地利用转移矩阵相关参数计算、土地利用变化幅度相关参数计算、相关注意事项等 ArcGIS 软件在土地利用分析工作中的具体应用进行介绍,供参考。

【关键词】ArcGIS 软件;土地利用分析;土地利用转移矩阵;土地利用变化幅度

引言:土地利用分析工作是指对特定地区内土地的不同用途进行研究和分析的工作。它主要包括对土地的利用类型、面积、分布、变化趋势等进行调查和统计,同时结合自然资源、环境、经济等因素,评估土地利用的合理性和可持续性,并提出相应的规划和管理建议。土地利用分析工作可以为土地规划、土地管理、决策制定等提供科学依据,促进土地资源的合理配置和可持续利用。在社会整体朝着智能化方向发展的今天,若要进一步提高土地利用分析工作的完成效果,可探索应用多种信息化软件在该项工作中的应用。本文以 ArcGIS 软件为例进行分析,现作如下介绍。

一、开展土地利用分析工作的原则与目标

(一)开展土地利用分析工作时应遵循的原则

土地利用分析是一个复杂的过程,需要考虑多种因素,包括经济、环境、社会等。开展这项工作时,必须遵循以下四项原则:其一,可持续性原则。土地利用分析应以可持续发展为指导思想,注重经济、社会、环境三个维度的均衡发展^[1]。其二,科学性原则。土地利用分析应基于科学的理论和方法,遵循客观规律,注重数据和事实的支撑。其三,公正公平原则。土地利用分析应注重公正公平,尊重各方利益,避免偏见和歧视。其四,透明性原则。土地利用分析的过程和结果应公开透明,接受社会各方监督。

(二)土地利用分析工作的开展目标

做好土地利用分析工作的主要目标是:其一,优化土地资源配置。通过土地利用分析,可以发现土地资源的使用不合理之处,提出优化方案,提高土地资源的使用效率^[2]。其二,保护环境和生态系统。土地利用分析可以帮助识别对环境和生态系统有害的土地使用方式,提出改善措施,保护环境和生态系统。其三,促进社会经济发展。通过优化土地资源配置,可以为社会经济发展提供良好的土地条件,促进经济增长和社会进步。其四,保障公众利益。土地利用分析

可以揭示土地使用对公众利益的影响,提出改善建议,保障公众的利益。

二、ArcGIS 软件简析

(一)ArcGIS 软件的功能特点

ArcGIS 是由美国 ESRI (Environmental Systems Research Institute) 公司开发的一款地理信息系统 (GIS) 软件。它被广泛用于全球地理信息系统的建设和空间数据分析。ArcGIS 软件的主要功能特点如下:其一,具有强大的数据处理能力。ArcGIS 可以处理大量的地理和空间数据,支持多种数据格式,包括矢量数据、栅格数据、属性数据等^[3]。其二,是较为全面的分析工具。ArcGIS 提供了全面的空间和统计分析工具,可以进行缓冲区分析、叠加分析、网络分析、地形分析、预测分析等多种分析。其三,具有丰富的可视化表现能力。ArcGIS 支持二维和三维可视化展示,可以生成各种地图和地理信息产品。用户还可以自定义地图的样式和元素。其四,拥有强大的定制和扩展能力。ArcGIS 提供了丰富的 API 和开发工具,用户可以定制和扩展 ArcGIS 的功能,开发专业的 GIS 应用程序。其五,可提供良好的协同和共享机制。ArcGIS 支持多人协同工作,可以创建、分享和管理地理信息产品。用户还可以通过 ArcGIS Online 访问和使用全球的 GIS 数据和服务。其六,可跨平台应用。ArcGIS 不仅有桌面版,还有 Web 版和移动版,可以在不同的设备和平台上使用。总体来说, ArcGIS 是一个功能全面、操作灵活、应用广泛的 GIS 软件,被广泛应用于城市规划、环境保护、交通运输、灾害管理、公共服务等多个领域。

(二)ArcGIS 软件在土地利用分析中的应用价值

现阶段, ArcGIS 软件已经在全球多国土地信息勘测相关工作中得到了较为广泛应用,具体的应用场景和价值之处主要集中在以下几个方面:其一,土地利用现状分析。ArcGIS 可以处理和分析各种空间数据,包括遥感影像、地形图、土地利用图等。用户可以利

用 ArcGIS 对这些数据进行分类、统计和可视化,得到土地利用的现状信息。例如,可以统计出各类土地的面积和比例,生成土地利用现状图。其二,土地利用变化分析。ArcGIS 提供了强大的时间序列分析工具,可以对比分析不同时间的土地利用数据,得到土地利用的变化信息。例如,通过对比分析 2010 年和 2020 年的土地利用图,可以得到这十年间农田、森林、城市等各类土地的增减变化^[4]。其三,土地利用影响分析。ArcGIS 空间分析功能可以用来分析土地利用对环境和社会经济的影响。例如,可以分析城市扩张对农田的影响,或者分析森林砍伐对水土流失的影响。其四,土地利用规划:ArcGIS 的模型构建和预测分析功能可以用来进行土地利用规划。例如,可以根据人口增长、城市化进程等因素,预测未来的土地利用需求,制定合理的土地利用规划。其五,土地利用政策评估。ArcGIS 的决策支持系统可以用来评估土地利用政策的效果。例如,可以模拟和评估限制城市扩张、保护农田、恢复森林等政策的效果。总体来看,ArcGIS 软件在土地利用分析工作中极具应用价值,我国有关单位和从业人员应对此提高重视,早日提高土地利用分析工作水平。

三、ArcGIS 软件在土地利用分析中的具体应用

(一) 基于 ArcGIS 软件进行土地利用转移矩阵相关参数计算

土地利用转移矩阵是一种描述土地利用类型在一段时间内从一种状态转移为另一种状态的数据结构。转移矩阵包含的信息可以用于识别土地利用变化的模式和趋势^[5]。在 ArcGIS 软件中,可以通过对比不同时间点的土地利用数据,计算土地利用转移矩阵。具体流程如下:

(1) 需要收集两个或以上,同一地区在不同时间节点对应的土地利用数据,比如可以将时间间隔设定为 10 年,则所收集的土地利用数据对应时间年限可以为 2009 年和 2019 年。数据的格式可以是栅格数据或者矢量数据,但是要保证两个时间点的数据具有相同的空间参考和网格大小。

(2) 在获取足够的数据之后,可按照以下步骤计算土地利用转移矩阵:

①数据预处理。确保两个时间点的土地利用数据具有相同的分类系统、相同的空间分辨率和相同的地理范围。在必要情况下,可以使用 ArcGIS 的重分类工具和裁剪工具对数据进行预处理。

②计算转移矩阵。土地利用转移矩阵是一种用于描述不同土地利用类型之间转换关系的矩阵。具体的计算原理是:通过比较两个时间点之间的土地利用图像。流程如下:其一,需要两个不同时间点的土地利用图像,例如 t1 和 t2。这两个图像的每个像素都应该表示一个特定的土地利用类型(例如,农田、森林、城市等)。其二,遍历图像中的每个像素,对于每个像素,查看它在 t1 和 t2 中的类型。比如一个像素在

t1 中是森林,在 t2 中变成了农田,则应在转移矩阵的“森林”行和“农田”列的交叉点加 1。重复上述过程,直到遍历完所有像素。其三,最终可以得到一个转移矩阵,其中的每个元素表示从一个土地利用类型转换为另一个类型的像素数量。若要针对转移概率进行计算,则需每个元素除以该行的总像素数量。如此便可得到从一个类型转换为另一个类型的概率。

在 ArcGIS 中,可以使用“Raster Calculator”工具或者 Python 的 ArcPy 库来进行这些计算。基于 Python 的代码示例如图 1 所示:

```
import arcpy
from arcpy import env

# 设置环境
env.workspace = "C:/data"

# 定义输入
inRaster1 = "landuse_t1.tif"
inRaster2 = "landuse_t2.tif"

# 计算转移矩阵
outMatrix = arcpy.gp.TabulateArea_sa(inRaster1, "VALUE", inRaster2, "VALUE", "lu_matrix.xls")

# 输出转移矩阵
arcpy.TableToExcel_conversion(outMatrix, "lu_matrix.xls")
```

图 1 基于 Python 的转移矩阵计算代码示例

上述代码首先加载了两个土地利用图像,然后使用了“TabulateArea”函数来计算转移矩阵,最后将结果保存到了一个 Excel 文件中。

③参数计算。基于表 1 所示的转移矩阵,可围绕一些关于土地利用变化的参数。比如,可以计算持续性指数(persistence index)。该指数表示一个土地利用类型在两个时间点之间保持不变的程度,具体的计算公式如下:

$$PI_i = a_{ii} / (\sum_j a_{ij}) \quad (1)$$

在公式(1)中, PI_i 表示第*i*种土地利用类型的持续性指数, a_{ii} 表示在两个时间点都为第*i*种土地利用类型的地块数量, $\sum_j a_{ij}$ 表示在第一个时间点为第*i*种土地利用类型的地块总数。除此之外,还可以对土地类型转换比例、转换速度等参数进行计算。但需要注意,基于 ArcGIS 软件对土地利用转移矩阵相关参数进行计算时,上述计算流程只是较为基础的实现方法,实践计算过程中的复杂程度可能会大幅度提高,故还应在软件中的某些功能模块中加入多项条件自相关性、转移概率相关的内容,从而提高计算结果的准确度。此外,在某些情况下,仅仅依靠矩阵计算难以得到理想效果,此时需要构建马尔可夫链等土地利用转移模型。

(二) 基于 ArcGIS 软件对土地利用变化幅度相关参数进行计算

土地利用变化幅度是描述一段时间内土地利用类型变化程度的重要参数。在 ArcGIS 中,与上述内

容相似,依然可以通过比较不同时间点的土地利用数据,完成对计算土地利用变化幅度的计算。具体的流程如下:

(1) 数据预处理。确保两个时间点的土地利用数据具有相同的分类系统、相同的空间分辨率和相同的地理范围。如果有必要的话,可以使用 ArcGIS 的重分类工具和裁剪工具对数据进行预处理。

(2) 计算变化量。使用 ArcGIS 的栅格计算器,对两个时间点的土地利用数据进行相减,得到每个像元的土地利用变化量。变化量的公式如下:

$$C=LU1-LU2 \quad (2)$$

在公式(2)中,C表示变化量,LU2表示第二个时间点的土地利用类型,LU1表示第一个时间点的土地利用类型。

(3) 计算变化幅度。对变化量进行统计,以计算变化幅度。相关公式如下:

$$M=E_C_N / \quad (3)$$

在公式(3)中,M表示变化幅度, $E_C_$ 表示所有像元的变化量的绝对值之和,N表示像元的总数。经由该公式计算后得到的结果为土地平均变化幅度,但根据数据收集和数据预处理阶段对数据的初步处理结果,公式(3)在某些时候还可以对土地的最大变化幅度、最小变化幅度等参数进行计算。

需要注意,上述计算方法的局限性在于,这种方法只能计算土地利用类型的数量变化,不能反映出空间分布的变化。如果需要考虑空间分布的变化,可能需要使用更复杂的方法,如空间自相关分析。此外,这种方法假设所有的土地利用类型都可以用数值来表示,这在某些情况下可能不适用。例如,如果土地利用类型是“森林”“草地”“建筑”等非数值类型,则需要先对土地利用类型进行编码,然后再进行计算。有研究结果显示,这种方法也假设土地利用变化是线性的,这在某些情况下可能不准确。例如,如果土地利用的变化是周期性的,或者受到一些非线性的影响因素,则需要使用更复杂的模型来描述土地利用的变化。

(三) ArcGIS 软件在土地利用分析中应用时的注意事项

基于 ArcGIS 软件开展土地利用分析工作时,若要使相关计算结果更加准确,避免分析结论出现差错,还应注意以下要素:

(1) 数据质量。确保所收集的土地利用数据是准确的和最新的。数据错误或过时都可能导致分析结果不准确。

(2) 数据一致性。如果从业人员正在比较不同时间点的土地利用数据,则应确保所有数据具有相同的分类系统、相同的空间分辨率和相同的地理范围。否则可能无法进行有效比较。

(3) 空间尺度。应选择一个适当的空间尺度进行分析。选择的空間尺度可能会影响分析结果。例如,

如果在很小的空间尺度上分析土地利用变化,可能会忽视一些在更大空间尺度上才能看到的模式。

(4) 时间尺度。选择一个适当的时间尺度进行分析。短期和长期的土地利用变化可能会显示出不同的模式。

(5) 模型选择。选择一个适当的模型来描述和预测土地利用变化。一些模型可能假设土地利用变化是线性的,而其他模型可能考虑到土地利用变化可能是非线性的或周期性的。

(6) 结果解释。理解分析结果的局限性。例如,如果所计算的内容是土地利用变化的平均值,那么可能会掩盖一些局部但重要的变化。

(7) 保护敏感信息。在处理和分享土地利用数据时,遵守所有相关的隐私和数据保护法规。例如,正在处理包含个人住址或其他敏感信息的数据,则需要确保这些信息不会被不当地共享或使用。

结语:总体来说,ArcGIS 软件具有强大的数据处理和管理功能,可以对土地利用数据进行导入、整理、筛选、编辑和更新等操作,提高数据的质量和可用性。此外,ArcGIS 软件还能提供丰富的空间分析和建模工具,可以进行土地利用类型分类、空间分布分析、回归分析等,帮助分析师深入了解土地利用现状和趋势。在用户交互方面,ArcGIS 软件具有强大的可视化和展示功能,可以将土地利用数据及相关计算结果以地图、图表、图形等形式进行展示,帮助用户更直观地理解土地利用情况,并支持在报告和演示中使用。在这些功能的帮助下,土地利用分析工作的开展难度可得到大幅度降低,工作结果会更加精确,故从业者应当重视该软件,在日常工作中多加利用,最终达到全面提高工作效率、工作质量的目的。

参考文献:

- [1] 向栋良,何颖斯.城市空间形态对城市土地利用效率有影响吗?——基于长江中游城市群的实证分析[J].资源与产业:1-18.
- [2] 段炼,卢明深,蔡耀君,等.海上丝绸之路经济带中国沿线省市生态系统碳量演化分析与预测[J].水土保持学报:1-13.
- [3] 胡俊聪,何华贵,陈朝霞.基于 PLUS 模型的土地利用多情景模拟与时空特征分析[J].测绘通报,2023,(10):28-33.
- [4] 安文举,鱼亦凡,郝姗姗,等.基于土地利用变化的陕北多沙粗沙区生境质量演变及响应分析[J].干旱区地理:1-13.
- [5] 周贵鹏,龙花楼.土地利用转型机理与国土空间格局优化——基于土地利用效益空间函数视角的分析[J].自然资源学报,2023,38(10):2447-2463.

作者简介:宋家望(1991-)男,安徽省蚌埠市怀远县、本科、工程师 研究方向:测绘。