引文格式：袁武彬,邓越,胡辉. 基于GIS的教育资源承载力分析与空间可视化[J]. 地理空间信息, 2024, 22(5): 38-40. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.05.006

基于GIS的教育资源承载力分析与空间可视化

袁武彬[1]，邓　越[2]，胡　辉[1*]
（1. 江西省自然资源事业发展中心，江西 南昌 330025；
2. 江西省国土空间调查规划研究院，江西 南昌 330025）

摘　要：目前教育资源分析存在缺乏基于地理空间的应用模式、可视化与决策分离等问题，导致难以表达教育资源布局时空属性明显的特征。鉴于此，提出了基于GIS的教育资源承载力分析与空间可视化方法体系，包括教育专题数据汇聚与清洗、基于地名地址的专题数据空间化和关键指标统计分析与地图可视化，并构建了学生和老师承载力模型。基于该方法体系，对新余市城区小学教育资源布局开展了实验分析，为教育资源优化配置提供了新思路。

关键词：地理空间；教育资源；地图可视化；地名地址匹配
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）05-0038-03

Carrying Capacity Analysis and Spatial Visualization of Educational Resource Based on GIS

YUAN Wubin[1], DENG Yue[2], HU Hui[1]
(1. Jiangxi Province Career Development Center, Nanchang 330025, China;
2. Jiangxi Provincial Land and Space Survey and Planning Research Institute, Nanchang 330025, China)

Abstract: At present, educational resource analysis has problems such as the lack of application mode based on geographical space, and separation of visualization and decision-making, making it difficult to express the apparent spatio-temporal attribute features of educational resource layout. In response to the above problems, we proposed an educational resource carrying capacity analysis and spatial visualization method based on GIS, including the collection and cleaning of educational thematic data, spatialization of thematic data based on toponym and address, statistical analysis of key indicators and map visualization, and constructed carrying capacity models of student and teacher. Based on this method system, we carried out experimental analysis on the educational resource layout of elementary schools in Xinyu City, which could provide new ideas for the optimal allocation of educational resource.

Key words: geographical space, educational resource, map visualization, toponym and address matching

中国特色社会主义进入新时代，教育公平问题越来越受到重视，教育的主要矛盾从过去的“有学上”转变为“上好学”[1]。教育资源作为一种公共社会资源愈发受到社会各界重视，各地政府都非常重视基础教育资源布局的合理性与科学性。针对基础教育资源，尤其是义务教育资源布局问题，国内外学者开展了相关研究，取得了一定成效。美国州级政府教育技术指导委员会自2015年10月开始发布美国各州K-12数字教学资源获取政策在线数据库[2]，用于辅助教育管理部门制定教育政策[3]。英国情报学家布鲁克斯提出知识地图的概念，用于分析、筛选教育资源，展现知识有机结构[4]。国内学者分别从小学教育资源的均衡性[5-6]、覆盖度指数模型[7]、空间可达性[8]、GIS技术[9-14]等角度开展基础教育资源空间布局研究。上述研究多从资源均衡性、评价模型、空间分布特征等方面进行研究，较少从时空两个维度对教育资源配置进行分析，难以表达教育资源布局时空属性明显且可视化过程中地理空间交互性强的特征。鉴于此，本文以新余市为研究区域，以小学教育资源为研究对象，依托智慧新余时空信息云平台，结合时空大数据中心地理编码引擎，对多时态的教育专题数据、人口专题数据进行空间化上图，构建教育资源承载力回归模型，对教育资源分配开展深入分析与挖掘，为新余市基础教育资源的合理化配置提供决策支持。

收稿日期：2022-09-27。
项目来源：江西省03专项与5G资助项目（20212ABC03A09）。
第一作者简介：袁武彬（1984—），硕士研究生，正高级工程师，主要从事自然资源大数据开发与应用工作，E-mail：185928985@qq.com。
通信作者：胡辉（1972—），硕士研究生，正高级工程师，主要从事地理信息和大数据融合方面的工作，E-mail：viphuhui@tom.com。

1　数据汇聚与空间化

1.1　技术流程

本文采用的数据来源于智慧新余时空信息云平台，主要包括地理空间数据、教育数据、人口数据和地名地址数据，这些数据经清洗整理、地名地址匹配、空间信息挂接、学区范围矢量化形成空间化的教育专题数据。技术流程见图1。

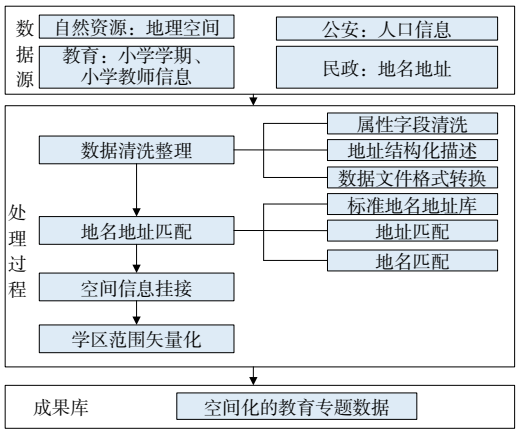


图1　教育专题数据汇聚与空间化技术流程图

1.2　数据汇聚

地理空间数据为覆盖主城区范围的大比例尺DLG数据，包括交通、居民地等要素，用于小学学区范围矢量化以及人口、教育资料地理匹配。地名地址数据覆盖主城区范围，包括小区、学校、医疗等重要地物的名称、地址，用于人口、教育资料地理匹配。教育数据包括主城区2011—2016年小学学区信息、部分小学老师个人信息，小学学区信息主要用于判断适龄儿童就读学校，老师个人信息主要用于计算老师占比，评判老师资源设置的合理度。人口数据为覆盖主城区范围的2011—2016年人口数据，主要用于人口统计。

1.3　地理匹配空间化

各部门提供的政务数据格式、结构均不相同，为了能更准确地匹配地名地址，需对专题数据进行清洗整理。数据清洗整理包括属性字段清洗、地址结构化描述、数据文件格式转换等步骤。依托智慧新余时空信息云平台中的地理编码引擎和标准地名地址库功能，创建标准地名地址数据库索引，发布地名地址匹配服务；将人口、教育专题数据中的地名地址信息与标准地名地址进行匹配，挂接坐标值。获取匹配的地理实体标识码信息，挂接政务专题属性，如老师姓名、性别、身份证号、出生日期、人员分类、所在学校、职称等，完成后即可实现教育专题数据的空间化。

1.4　学区范围矢量化

教育部门的小学学区信息主要包括学校名称和学区范围，即各学校的四至范围，结合地理空间数据对学区范围进行矢量化，即可得到带有空间坐标的学区范围矢量数据，矢量化后的小学学区范围共26个。

2　教育资源分析与可视化

2.1　教育承载力统计

融合民政、顺丰等提供的地名地址信息后，地理匹配成功的常住人口信息共165 553条，匹配成功率为89%，本文用于教育资源分析的常住人口信息按照165 553条计算。将地理匹配成功的人口基本信息与小学学区进行叠加，去除去世人员数据后，统计得到小学学区范围内的人口为165 269人。主城区共有小学31所，小学人均占有率为0.000 187。主城区共有小学学区26个，其中双向学区3个，三向学区1个。学区范围可视化地图见图2，双向学区用双箭头表示，三向学区用三箭头表示。通过出生日期统计2011—2016年各年的学生数量，学生数量从10 270人减至5 927人，学区人口数量从159 188人增至165 269人。小学学生人口和学区人口可视化结果见图3、4，宏观展示了2011—2016年各学区的学生人口和学区人口的对比情况，直观反映了变化趋势。

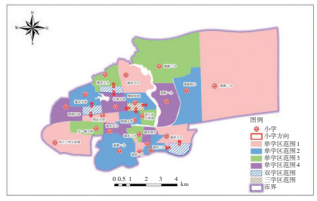


图2　小学学区范围地图

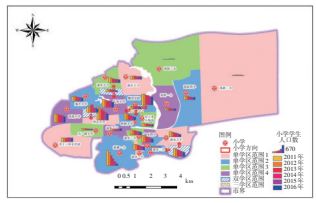


图3　小学学生人口数地图

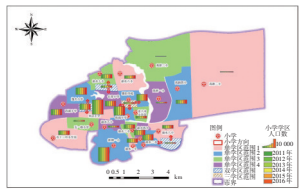


图4　小学学区人口数地图

2.2　教育承载力分析

1）小学生与老师数量分析。以长青小学、新钢一小等重要学校为例进行数据统计，得出2011—2016年小学生与老师的配比数据，即一个老师对应的学生数量（表1），可以看出，各小学的老师配比呈逐年下降趋势。

表1　小学生与老师的配比数据

学校	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
长青小学	5.17	3.94	3.52	3.28	2.97	2.53
明志小学	19.95	17.90	15.20	12.79	10.96	8.21
铁路小学	12.68	11.56	8.25	6.73	5.67	4.04
西湖小学	15.31	13.33	10.94	8.89	7.97	5.97
五一路小学	3.61	2.97	2.27	2.19	1.78	1.22
新钢一小	6.64	5.48	4.23	2.70	1.56	0.65
合计	8.85	7.39	6.10	4.95	4.09	3.01

2）学校学生承载力分析。以长青小学、铁路小学、暨阳学校三向学区为例，分析学校学生承载力。通过统计各年度与2011年相比的学生和学区人口增加数量，拟合得到反映学校学生和学区人口增加数量的关系模型。2012—2014年各年学生分别增加7人、12人、9人，2015年学生减少9人；2012—2015年各年学区人口分别增加23人、51人、72人、89人。根据二元回归模型 $y=ax^2+bx+c$（x 为增加的学区人口，y 为增加的学生数量），得出学校学生承载力模型，即

$$y=-0.012\,8x^2+1.215\,6x-14.677 \quad (1)$$

学生与学区人口增加数量曲线关系见图5，可预测未来学生数量以及与常住人口数量的对比趋势。截至2016年8月30日，长青小学、铁路小学、暨阳学校的学区常住人口为2 294人，即学区人口增加110人，通过曲线图可预测学生数量减少36人，即当年学生预测人数为175人。通过公安人口信息得知，当年就读于这3所学校的学生人数为179人，大于预测的175人，说明这些学校的学生承载压力偏大。

3）学校老师承载力分析。以西湖小学为例，分析老师承载力。通过统计各年度与2011年度相比学生和老师的增加数量，拟合得到反映该学校学生和老师增加数量的关系模型。2012—2016年各年减少的学生数量分别为3人、52人、92人、133人、195人，增加的老师数量分别为6人、12人、20人、22人、33人。根据二元回归模型 $y=ax^2+bx+c$（x 为增加的老师数量，y 为增加的学生数量），得到学校老师承载力模型，即

$$y=0.017\,2x^2-7.778\,5x+42.265 \quad (2)$$

学生与老师增加数量曲线关系见图6，可根据未来的学生数量，预测该学校未来需要老师数量。截至2017年8月30日，西湖小学的小学生数量为372人，通过曲线图可预测需要的老师数量应比2011年增加45人，即87人，当前已有老师75人，建议增加老师12人，学校老师承载力压力较大。

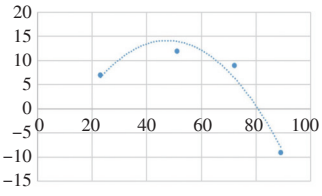


图5 学生与学区人口增加数量曲线关系

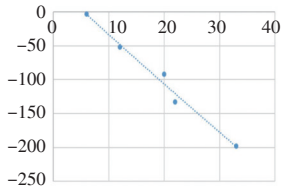


图6 学生与老师增加数量曲线关系

3 结 语

本文以新余市城区小学为研究对象，对教育资源分析与可视化的基本思路、数据汇聚、专题数据地理匹配空间化、教育资源承载力回归模型建立等关键技术开展了重点研究与实践。本文完成了对2011—2016年各年人口数据、教育数据的汇聚清洗；基于时空数据服务以及地理编码服务的专题数据空间化，实现了对关键教育资源指标的统计与地图可视化；并通过实验对学生和老师承载力模型进行论证，能更有效地为新余市基础教育资源优化配置和教育管理部门决策提供决策支持。

然而，本文的研究工作仍有不足之处，主要表现为：①采用的数据源时间跨度不够长，少量建筑物采集不到门址信息，导致部分人口信息无法地理匹配，数据不够准确；②常驻人口、老师信息统计与实际情况存在偏差。今后将持续完善专题数据的收集与治理，不断优化教育资源分析模型。

参考文献

[1] 刘自成. 深入学习贯彻党的十九大精神 加快建设教育强国[J]. 教育研究,2017,38(12):4-13

[2] Digital Instructional Materials[EB/OL].[2019-09-14].http://dmaps. setda. org/

[3] 刘三女牙,周东波,李浩,等. 基于地图的教育大数据可视分析方法探讨[J]. 电化教育研究,2018,39(7):49-56

[4] 王培林. 应用于信息机构隐性知识转移的隐性知识地图[J]. 图书馆,2015(3):56-60

[5] Guagliardo M F. Spatial Accessibility of Primary Care Concepts Methods and Challenges[J]. International Journal of Health Geographics,2004,3(1):3-16

[6] 郭全. 基于GIS的城市基础教育资源布局均衡性研究:以兰州市城关区中小学为例[D]. 兰州:兰州大学,2011

[7] 陈芸芬,雒占福. 兰州市基础教育资源空间分布特征及布局效率研究[J]. 干旱区资源与环境,2017,31(1):44-50

[8] 王之玉,栗正刚,陈优良,等. 基于空间可达性的教育资源布局分析[J]. 地理空间信息,2020,18(4):74-78

[9] 王嘉毅,吕晓娟. 教育公平视野中的农村学校布局调整[J]. 甘肃社会科学,2007(6):85-88

[10] 朱立珍,胡召玲,李保杰,等. 基于GIS的沛县小学义务教育资源布局分析[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版),2016,34(2):64-67

[11] Hanley P F. Transportation Cost Changes with Statewide School District Consolidation[J]. Socio-economic Planning Sciences,2007,41(2):163-179

[12] 庞丽娟. 当前我国农村中小学布局调整的问题、原因与对策[J]. 教育发展研究,2006,26(4):1-6

[13] 马佳宏,王贤. 农村中小学布局调整研究的现状分析[J]. 学术论坛,2009,32(12):185-190

[14] 张霄兵. 基于GIS的中小学布局选址规划研究[D]. 上海:同济大学,2008