
奉节县土地利用景观格局分布及影响 因素空间相关性分析

左倩云 吴娇¹

(1. 重庆欣荣土地房屋勘测技术研究所有限责任公司, 重庆 401121;

2. 重庆市勘察规划设计有限公司, 重庆 401121)

【摘要】: 结合 ENVI、ArcGIS 软件, 解译 TM 影像得到 2020 年奉节县的土地利用分布情况, 结果表明, 林地和耕地分布面积较大, 耕地、草地、未利用地分布较零散, 林地、园地、水域、建设用地分布相对集中; 除了草地和未利用地以外, 其余土地利用类型空间聚集性较强, 空间自相关程度高; 所选择的自然影响因子和社会影响因子在空间上相互依赖, 具有一定的积聚性。不同土地利用类型的影响因素存在差异, 耕地、林地、园地、水域受自然因子影响较大, 建设用地受自然因子和社会因子双重影响。

【关键词】: 奉节 土地利用类型 空间自相关

【中图分类号】 F321.1 **【文献标识码】** A

土地利用/地表覆被仍是目前研究的热点, 黎治华等^[1]通过研究中国 1999—2009 年的土地利用变化表明, 耕地、水域、草地逐年减少, 建设用地和林地则逐年增加; 雷金睿等^[2]通过海南岛 1980—2018 年的土地利用, 发现建设用地增加较快, 林地是研究区的主要土地利用类型; 舒帮荣等^[3]从较小尺度研究土地利用变化情况; 冯威丁等^[4]、蒋晓辉等^[5]从较长时序研究土地利用变化情况。而为了更好地利用土地资源, 许多学者对土地利用变化驱动力开展研究, 满卫东等^[6]、吴春花等^[7]、邓华等^[8]、刘宪锋等^[9]从人类活动、经济发展、产业结构调整、气候变化等方面进行土地利用变化影响因素研究。生态系统是一个动态的、复杂的系统, 受自然和社会因素的双重影响, 不同土地利用类型同时受多种因素的影响。当前研究土地利用变化忽略了土地利用格局和影响因子在空间上的相关性, 同时对综合影响因子分析较少, 本研究从土地利用格局和影响因子自身的空间相关性, 选择多个影响因子分析与土地利用类型的相互关系。

奉节县地处七曜山脉和巫山脉交会处, 是三峡库区腹心较为重要的综合交通枢纽、旅游集散中心、商贸物流中心、现代服务中心。为构建“生态秀美”的渝东北三峡库区生态屏障共建示范区、“发展壮美”的渝东北三峡库区向东开放先行示范区、“乡村丰美”的渝东北三峡库区山地特色高效农业示范区, 通过参考多种案例, 结合科学性和全面性等原则, 选择不同的社会 and 自然影响因子, 分析奉节县各土地利用景观与影响因素间是否存在空间自相关性, 清晰认识到各种资源的主要影响因素, 为更好地利用各种生态资源, 保护生态资源发挥重要作用。

1 研究区域与数据来源

作者简介: 左倩云(1990—), 女, 四川资阳人, 工程师, 硕士, 研究方向: 国土空间规划、国土资源调查评价与生态修复等。

1.1 研究区概况

奉节县位于重庆东部、长江三峡库区腹心，辖 30 个乡镇，辖区面积为 4100km²；境内地形地貌复杂，以山地为主，最高海拔为 2121m，最低海拔为 86m(图 1)。县内四季分明，气候温和，多年年均气温 18.3℃，年均降雨量 1132mm；土壤类型主要包括水稻土、紫色土、黄壤、石灰岩土及冲积土等五大类；区域内水资源总量丰富，但地域分布不均；奉节县位于亚热带常绿阔叶林区，动植物资源较丰富，动植物种类繁多，其中植被有 2100 余种，动物 558 种。2020 年末，奉节县常住人口 73.98 万人，其中城镇人口为 33.72 万人，城镇化率为 45.58%；全年实现地区生产总值 323.14 亿元。

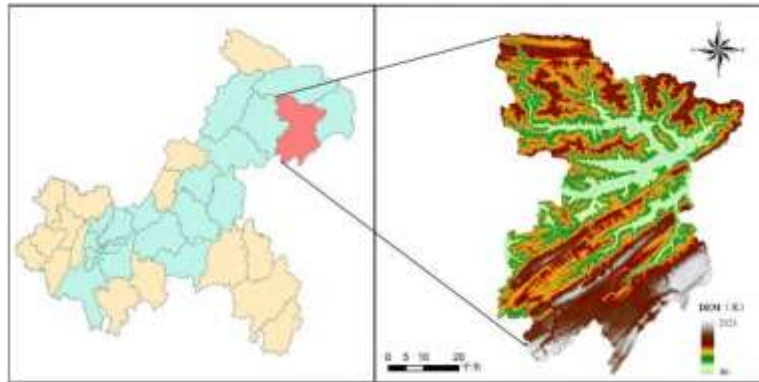


图 1 研究区地理位置图

1.2 数据来源与处理

1.2.1 土地利用数据处理

本研究选择奉节县 2020 年云量较少、分辨率为 25m 的 TM 影像 (<http://www.csdb.cn/>)，然后结合 ENVI 和 ArcGIS 软件进行遥感影像解译。为了分析研究区土地利用覆被变化情况，结合研究区的实际情况和本次研究目的，将研究区土地利用类型分为七大类：耕地、林地、园地、草地、水域、建设用地、未利用地，将解译后的土地利用数据精度进行验证，总体精度达 92.3% 以上，Kappa 系数均大于 88%，精度符合本次本研究要求。

1.2.2 影响因子选择

自然因素和社会因素的共同作用会导致土地利用景观格局变化，为进一步研究社会因素和自然因素对土地利用变化格局的作用，同时考虑影响因子的科学性、可量化性、是否能获取、代表性等情况，自然影响因子选择 DEM、降雨、NDVI (来源于 MODIS 数据集)、地表起伏度和坡度，社会经济影响因子选取二三产业产值、城市人口、行政中心区距离、城市主干道距离以及省道距离。

2 研究方法

空间自相关是通过统计学方法来分析具有空间单元和属性的要素与其邻近单元的某种特征值的相关性程度，判断是否存在空间关联，是空间回归分析的前提。通常分为全域型和局域型空间自相关。本研究探究土地利用分布格局影响因素间的整体状况，判断是否存在空间相关性，无需确定聚集区位置，故选择全域空间自相关 MoranI 模型作为判断因子间是否存在空间关系的方法。MoranI 取值在 -1 至 1 之间，当值为 0 时表示不存在空间关系，小于 1 为负相关，大于 1 为正相关。

3 结果与分析

3.1 2020 年奉节县各乡镇土地利用分布特征

解译奉节县土地利用数据后，得到奉节县各乡镇不同土地利用情况面积表(表 1)以及土地利用格局空间分布图(图 2)。

从表 1 奉节县各乡镇不同土地利用类型面积的统计数据中可以很直观地看出：奉节县主要土地利用类型是林地和耕地，面积分别 2562.92km²和 881.97km²，占全域土地面积的 84%；从空间分布上看，林地资源主要集中在高山、平行山岭地区，南部的兴隆镇、吐祥镇、长安乡、甲高镇，北部的竹园镇、青莲镇、大树镇等乡镇，耕地在全县各乡镇均有分布，主要分布在吐祥镇、兴隆镇、青莲镇等镇街；园地和草地面积分别为 165.08km²和 217.22km²，园地主要集中在长江流域一带，奉节县位于长江上游三峡库区腹心地带，为了减少三峡库区修建及实施运行带来的影响，提高土地的水源涵养和土壤保持能力，沿长江流域大量种植了园地；长江主干流横穿奉节县，县内水系均属于长江水系，全县水域面积 95.68km²，主要集中在康乐镇、永乐镇、白帝镇等区域；建设用地 162.21km²，主要集中在朱衣镇、永安镇、白帝镇、兴隆镇等乡镇。

表 1 2020 年奉节县各乡镇不同土地利用类型面积情况(单位：km²)

乡镇	耕地	林地	园地	草地	水域	建设用地	未利用地	合计
安坪镇	33.65	86.00	11.26	8.60	9.32	5.03	0.17	154.03
白帝镇	29.86	64.77	28.02	9.61	10.81	8.30	1.05	152.41
草堂镇	33.02	94.70	14.33	15.45	1.01	8.45	0.94	167.90
大树镇	27.00	95.12	3.69	11.35	2.24	4.99	1.30	145.70
汾河镇	32.34	81.39	2.76	7.91	1.24	7.14	0.57	133.34
冯坪乡	25.08	81.68	0.31	2.65	0.52	2.37	0.26	112.88
公平镇	49.45	69.71	1.14	2.03	2.14	9.65	0.43	134.54
鹤峰乡	16.95	42.81	7.26	11.44	3.56	2.92	1.99	86.91
红土乡	27.30	53.85	0.17	1.33	1.32	4.30	0.21	88.49
甲高镇	44.27	119.47	0.92	11.01	0.91	4.31	0.17	181.07
康乐镇	35.85	76.76	3.85	8.22	10.03	9.16	1.24	145.11
康坪乡	9.61	17.49	1.55	3.34	4.38	2.12	0.11	38.60
龙桥乡	16.76	94.00	0.00	1.17	0.00	1.78	0.04	113.76
平安乡	29.27	88.24	0.05	4.46	0.39	4.38	0.36	127.15
青莲镇	48.84	111.58	0.59	8.00	3.15	6.16	0.95	179.26
青龙镇	27.58	71.97	0.22	4.50	0.51	3.83	0.90	109.51
石岗乡	36.17	48.66	1.79	7.23	1.59	6.09	0.11	101.63

太和乡	25.29	111.02	0.02	2.71	0.25	1.78	0.15	141.22
吐祥镇	58.01	154.98	0.84	23.36	1.10	6.47	0.14	244.90
五马镇	39.71	104.64	1.18	9.90	1.37	5.18	0.42	162.40
新民镇	24.50	47.75	9.38	9.66	1.65	3.78	0.72	97.43
兴隆镇	52.02	280.56	7.17	3.25	1.04	9.76	0.34	354.14
岩湾乡	12.31	30.55	1.14	3.32	0.20	2.02	0.03	49.57
羊市镇	19.04	36.05	1.04	6.08	1.39	1.96	0.15	65.70
永安市	1.14	5.17	4.17	0.68	9.89	8.29	0.18	29.50
永乐镇	15.91	60.28	30.50	12.56	13.87	6.53	1.05	140.70
云雾乡	9.28	70.59	0.06	2.09	0.15	0.61	0.16	82.94
长安乡	22.27	148.63	7.10	6.46	1.21	2.26	0.26	188.18
朱衣镇	36.03	87.97	24.39	16.62	9.34	16.40	0.43	191.18
竹园镇	43.46	126.56	0.19	2.26	0.91	6.18	0.64	180.19
合计	881.97	2562.92	165.08	217.22	95.48	162.21	15.46	4100.34

3.2 土地利用类型和影响因子的空间自相关分析

本研究结合 ArcGIS 软件，利用空间权重矩阵进行土地利用景观格局和影响因子的空间自相关性分析，以此判断土地利用类型和影响因子间在空间是否自相关。

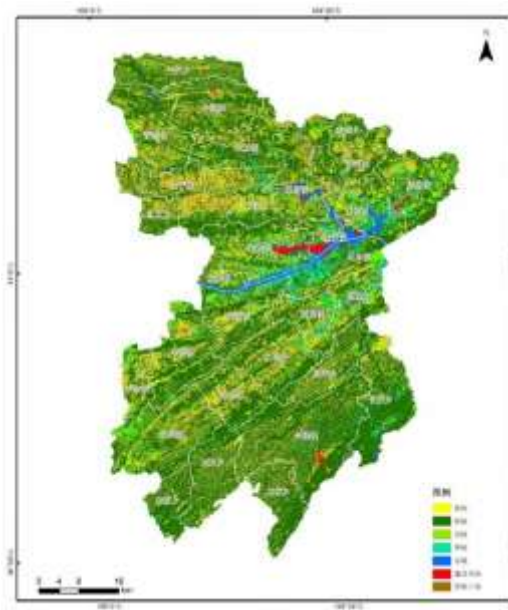


图 2 2020 年奉节县各乡镇土地利用类型空间分布图

3.2.1 土地利用类型空间自相关分析

从表 2 可知，奉节县各土地利用类型在空间上均存在不同程度的空间正相关，Z 得分较高，排除此聚类模式随机产生的可能性。其中，建设用地的空间自相关性最强，Moran' sI 值为 0.715，呈现明显的空间聚集特征，这表明奉节县土地利用类型中，得益于城市规划、城镇开发、城市化进程的进一步推进，建设用地存在高集约度区域，具有很强的空间集聚性，因此，空间自相关程度较高；此外，奉节县的耕地、林地占全县土地利用现状比例较大，耕地、林地覆盖范围大，且多呈现为连续、大面积、集中分布，Moran' sI 值分别为 0.667、0.705，空间集聚性较强，自相关性较高；奉节特产主要是柑桔栽培、脐橙种植，园地 Moran' sI 值为 0.700，园地的主要构成为成片的集体承包地，多呈现连续、集中分布特点，空间集聚性较强，空间自相关程度高；奉节县水域主要以长江三峡水库为主，水域 Moran' sI 值为 0.516，水域分布特点连续，空间集聚性较强，空间自相关程度高；奉节县草地和未利用地整体面积占比较小，且呈零散分布现状，空间自相关性较弱，Moran' sI 值分别为 0.264 和 0.132。

表 2 奉节县土地利用景观格局空间自相关

因子	耕地	林地	园地	草地	水域	建设用地	未利用地
Moran' sI	0.667	0.705	0.700	0.264	0.516	0.715	0.132
Z-score	386.272	406.454	400.244	254.362	302.079	409.785	139.708

3.2.2 影响因子空间自相关分析

通过对自然影响因子和社会因子的空间自相关分析，各因子在空间上相互依赖，具有一定的积聚性，均存在空间上不同程度的正相关性，分别对各因子进行空间自相关分析，结果如表 3 和表 4 所示。从表中可以看出，各因子均存在不同程度空间正相关性，在空间上相互依赖。

表 3 奉节县土地利用景观格局自然影响因子空间自相关

因子	坡度	起伏度	降雨	高程	NDVI
Moran' sI	0.832	0.816	0.919	0.944	0.831
Z-score	475.213	466.374	524.807	539.487	474.558

表 4 奉节县土地利用景观格局社会经济影响因子空间自相关

因子	二三产业	主干道	省道	行政中心	人口
Moran' sI	0.795	0.999	0.996	0.996	0.877
Z-score	331.39	409.037	407.954	568.976	361.723

3.3 土地利用景观格局与影响因子相关分析

使用相关性分析来判断各地类景观与影响因子是否存在相关性。Pearson 值介于-1 至 1 之间，绝对值的大小表示相关性的强弱，值为正表示正相关，为负表示负相关。

土地利用类型与影响因子相关性分析表明(表 5、表 6)，整体而言，耕地与自然影响因子呈负相关，社会因子除了人口影响外，其余社会影响因子呈负相关，耕地主要分布在人口相对较多，坡度较缓、地势起伏较小等区域；园林地与自然影响因子成正相关，与二三产业、人口等社会因子呈负相关，其余社会因子成正相关，说明在地势较高、坡度较大的区域，以园林地为主，人口较为集中和产业发展较好的区域园林地的相关性相对较弱；地形坡度、起伏度、人口、二三产业对建设用地影响较大，地势较平坦的区域更有利于人口集聚和社会活动的开展；未利用地与二、三产业和人口的 Pearson 值分别为-0.006 和-0.008，说明未利用地与这些因子相关性不强。

表 5 奉节县各类土地用地与自然影响因子相关性分析

		耕地	林地	园地	草地	水域	建设用地	未利用地
坡度	Pearson	-0.695	0.712	0.703	0.103	-0.203	-0.587	0.048
起伏度	Pearson	-0.682	0.683	0.668	0.056	-0.211	0.566	0.106
降雨	Pearson	-0.383	0.422	0.534	0.227	0.412	-0.192	0.104
高程	Pearson	-0.611	0.585	0.498	0.298	-0.245	-0.242	0.021
NDVI	Pearson	-0.221	0.653	0.615	0.057	-0.473	-0.517	0.015

表 6 奉节县各类土地用地与社会经济影响因子相关性分析

		耕地	林地	园地	草地	水域	建设用地	未利用地
二三产业	Pearson	-0.053	-0.151	-0.148	-0.036	0.117	0.489	-0.006
主干道	Pearson	-0.361	0.399	0.404	0.071	-0.114	-0.212	0.027
省道	Pearson	-0.209	0.212	0.215	0.034	-0.073	-0.143	0.023
行政中心	Pearson	-0.254	0.282	0.277	0.071	-0.091	-0.225	0.016
人口	Pearson	0.394	-0.324	-0.328	-0.047	0.145	0.579	-0.008

4 结论与讨论

(1) 依据奉节县 2020 年土地利用类型面积和空间分布图，林地资源空间分布不均，在高山、平行山岭地区林地资源较丰富；耕地总量较林地少，耕地主要分布于吐祥镇、兴隆镇、青莲镇等乡镇；园地的主要构成为成片的集体承包地，多呈现连续、集中分布特点；水资源较丰富，但分布上存在南北分布差异大的特征，长江以北地区河网密度较大，建设用地沿长江干流分布，主要

集中在朱衣镇、永安镇、白帝镇、兴隆镇等乡镇，草地和未利用地面积较少，分布零星。

(2) 奉节县各土地利用类型在空间上均存在不同程度的空间正相关，其中建设用地的空间自相关性最强；耕地、林地占全县土地利用现状比例较大，耕地、林地、园地、水域空间集聚性较强，自相关性较高；奉节县草地和未利用地整体面积占比较小，且呈零散分布现状，空间自相关性较弱。各影响因子在空间上相互依赖，具有一定的积聚性，在空间上均存在不同程度的正相关性。

(3) 土地利用类型与影响因子相关性分析，耕地主要受坡度、地形起伏度、高程等因素影响，相关性较强；林地和园地与坡度、起伏度降雨、NDVI、高程等影响因素相关性较强，与社会影响因子影响相关性较弱；水域与降雨、NDVI 相关性较大；建设用地主要受坡度、起伏度、NDVI、产业、人口影响较大，草地和未利用地与本次所选择的影响因子的相关性较小。

本研究数据来源于遥感影像，这导致土地利用景观实地分布情况与影像处理结果存在一定的差异，难免会影响土地利用景观与影响因素之前的相关性程度。本研究结合实际，选择了 10 个社会和自然影响因子，分析了土地利用类型、影响因子是否自相关性以及不同土地利用类型与影响因子之间的相关性，但影响因子对土地利用类型影响的作用机理，有待进一步深入研究，这将有助于生态环境与社会经济的良好发展，更好地保护环境和利用土地资源。

参考文献:

- [1] 黎治华, 高志强, 高伟, 等. 中国 1999—2009 年土地覆盖动态变化的时空特点[J]. 农业工程学报, 2011, 163(2): 312-322, 396.
- [2] 雷金睿, 陈宗铸, 陈小花, 等. 1980—2018 年海南岛土地利用与生态系统服务价值时空变化[J]. 生态学报, 2020, 40(14): 4760-4773.
- [3] 舒帮荣, 曲艺, 李永乐, 等. 不同栅格尺度下镇域农村居民点变化驱动力研究——以太仓市浏河镇为例[J]. 水土保持研究, 2014, 103(2): 127-132.
- [4] 冯威丁, 肖鹏峰, 冯学智, 等. 呼伦贝尔草原典型区 1989 年—2010 年草地覆盖变化遥感研究[J]. 遥感信息, 2014, 131(1): 61-67.
- [5] 蒋晓辉, 高昊祺, 雷宇昕. 近 40 年来窟野河流域土地利用类型变化及驱动因素[J]. 南水北调与水利科技(中英文), 2020, 109(4): 17-38.
- [6] 满卫东, 刘明月, 王宗明, 等. 1990—2015 年东北地区草地变化遥感监测研究[J]. 中国环境科学, 2020, 40(5): 2246-2253.
- [7] 吴春花, 杜培军, 谭琨. 煤矿区土地覆盖与景观格局变化研究[J]. 煤炭学报, 2012, 213(6): 1026-1033.
- [8] 邓华, 邵景安, 王金亮, 等. 多因素耦合下三峡库区土地利用未来情景模拟[J]. 地理学报, 2016, 71(11): 1979-1997.
- [9] 刘宪锋, 朱秀芳, 潘耀忠, 等. 2000-2014 年秦巴山区植被覆盖时空变化特征及其归因[J]. 地理学报, 2015, 70(5): 705-716.