

· 调查与评价 ·

## 射电望远镜项目周边地区土地利用结构合理度评价

易武英<sup>1,2</sup>, 苏维词<sup>1,3\*</sup>, 贾真真<sup>1</sup>, 肖玫军<sup>1</sup>, 代丽华<sup>1</sup>

(1. 贵州省山地资源研究所, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳 550025; 3. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 400047)

**摘要:**以射电望远镜(FAST)项目周边的平塘县、罗甸县为研究区域,利用遥感数据和“3S”技术手段,结合相关统计资料,从土地利用结构系统、土地利用程度系统、土地利用效益系统、土地利用可持续系统4个方面,选取18个指标构建土地利用结构合理度评价指标体系,运用ITOPSIS模型对研究区土地利用结构合理度进行定量评价。结果表明:研究区土地利用结构合理度较低,且存在时空变化差异。2000年、2005年、2013年平均土地利用结构合理度分别为27.45%、29.84%、17.76%,呈先增大后减小波动变化趋势;2000、2005年平塘县土地利用结构合理度均高于罗甸县,2013年略低于罗甸县。

**关键词:**射电望远镜(FAST);土地利用结构;合理度评价;ITOPSIS模型;平塘县;罗甸县

中图分类号:F301.2;TP79 文献标志码:B 文章编号:1006-2009(2020)01-0028-04

### Evaluation of Land Use Structure Reasonable Degree in the Surrounding Area of Radio Telescope (FAST)

YI Wu-ying<sup>1,2</sup>, SU Wei-ci<sup>1,3\*</sup>, JIA Zhen-zhen<sup>1</sup>, XIAO Jiu-jun<sup>1</sup>, DAI Li-hua<sup>1</sup>

(1. Institute of Mountain Resources, Guizhou Academy of Sciences, Guiyang, Guizhou 550001, China;  
2. College of Life Sciences, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025, China;  
3. School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** Taking Pingtang County and Luodian County around the radio telescope (FAST) as the study area 18 evaluation indexes were screened out by using remote sensing data and “3S” technology, and the data from land use structure system, land use degree system, land use benefit system, and land use sustainable system. The reasonable degree of land use structure was quantitatively evaluated by ITOPSIS model. The results showed the reasonable degree of the land use structure in radio telescope (FAST) surrounding area was very low. There was difference in the spatial-temporal variation. The average land use structure reasonable degree were 27.45%, 29.84% and 17.76%, in 2000, 2005 and 2013, respectively, showing a trend of increasing at first decreasing later. The land use structure reasonable degree of Pingtang County was higher than that of Luodian County in 2000 and 2005, but was slightly lower than that of Luodian County in 2013.

**Key words:** Radio telescope (FAST); Land use structure; Evaluation of reasonable degree; ITOPSIS model; Pingtang County; Luodian County

射电望远镜(FAST)项目周边地区喀斯特地貌发育广泛,生态环境敏感脆弱,耕地资源稀缺,土地不合理开发利用活动普遍,而土地利用系统结构极其复杂,受到自然和社会经济等诸多因素影响,直接关系区域自然社会经济可持续发展进程<sup>[1]</sup>。国内外研究主要集中在土地利用结构动态变化监测、分析和模拟<sup>[2]</sup>,土地利用结构优化<sup>[3-8]</sup>,土地利用

结构变化驱动因素分析<sup>[9-10]</sup>等方面。郑新奇

收稿日期:2018-12-14;修订日期:2019-12-17

基金项目:贵州省科技计划基金资助项目(黔科合SY字[2015]3018,黔科合基础[2016]1528-3号);贵州科学院青年基金资助项目(黔科院J合字[2014]08号,黔科院J合字[2015]07号)

作者简介:易武英(1987—),女,湖南邵阳人,助理研究员,博士,主要从事生态环境研究工作。

\*通信作者:苏维词 E-mail: suweici@sina.com

等<sup>[11]</sup>采用经济学方法,以结构效率指数分析了 1998 年全国城镇土地利用结构的合理性;张颖等<sup>[12]</sup>提出了“用地-产值”分析法,运用单位产值占地率等指标研究某一阶段横截面下地域间土地利用结构,揭示了不同产业产值结构状态下土地利用结构变动规律;刘玲等<sup>[13]</sup>研究了岩溶地区不同地形梯度下土地利用结构变化特征。上述研究虽为土地利用结构研究提供了重要参考,但尚未形成一套系统统一的分析框架和研究方法。

土地利用结构合理度是指某一地区土地面积中各种用地之间的比例关系合理与否及其合理性程度。今以 FAST 项目周边的平塘县、罗甸县为研究区域,利用遥感数据和“3S”技术手段,结合相关统计资料,运用 ITOPSIS 模型对研究区土地利用结构合理度进行定量评判,以期 FAST 台址周边地区土地利用结构优化调整提供参考依据,为在建的 FAST 项目创造优美的生态环境提供参考资料,以保障 FAST 项目安全运行。

## 1 数据与方法

### 1.1 研究区概况

FAST 是目前世界上最大望远镜,也是贵州省第一个国家重大科技基础设施项目,落地于该省平塘县克度镇金科村大窝凼,台址位于 E106°51'20", N25°39'10", 周边岩溶地貌分布广泛,石漠化严重。该区域属于亚热带季风气候,多年平均气温 15.6 °C ~ 20.5 °C, 年均降水量 1 150 mm ~ 1 259 mm。

### 1.2 数据来源

以平塘县和罗甸县 2000 年 9 月 1 日、2005 年 9 月 21 日、2013 年 10 月 9 日 3 期 Landsat TM 遥感影像为主要数据源,该数据来源于中国科学院数据应用环境中心,影像的空间分辨率为 30 m × 30 m。

结合两县社会经济统计指标数据,如地区生产总值、全社会固定资产投资、总人口、粮食总产量、农业和林业总产值等,数据主要来源于两县的《统计年鉴》《国民经济和社会发展统计公报》等。

### 1.3 研究方法

采用 ITOPSIS 模型<sup>[14]</sup>对 FAST 项目周边地区土地利用结构合理度进行评价。该模型通过归一化后的数据规范化矩阵,找出多个目标中最优目标和最劣目标,计算各评价目标与正理想解和负理想解的距离,获取各目标与理想解的贴近度,按理想解贴近度大小排序,以此作为评价目标优劣的依据。具体计算公式见参考文献[15]。

其中,土地利用结构合理度  $R_i$  的计算公式为:

$$R_i = (1 - C_i) \times 100\% \quad (1)$$

式中: $C_i$ 为评价方案与最优理想参照的距离。 $R_i$ 值越大,评价对象越理想,土地利用结构越合理。

## 2 结果与讨论

### 2.1 土地利用结构分析

参照中国科学院资源环境数据中心土地分类系统,将研究区土地利用类型划分为水田、旱地、水域、有林地、灌木林、建设用地和未利用地 7 种类型。利用 ERDAS 软件的精度评价功能 (Accuracy Assessment),并结合野外实地调研资料,对影像的分类结果进行精度检验。结果表明,解译总精度 > 87%, Kappa 指数 > 0.81, 达到使用精度要求。研究区 2000 年、2005 年、2013 年土地利用类型分布及其面积统计分别见图 1(a)(b)(c)和表 1。

### 2.2 土地利用结构合理度评价指标体系构建

根据研究区域特征,结合资料收集情况,从土地利用结构系统、土地利用程度系统、土地利用效益系统、土地利用可持续系统 4 个方面,利用耕地

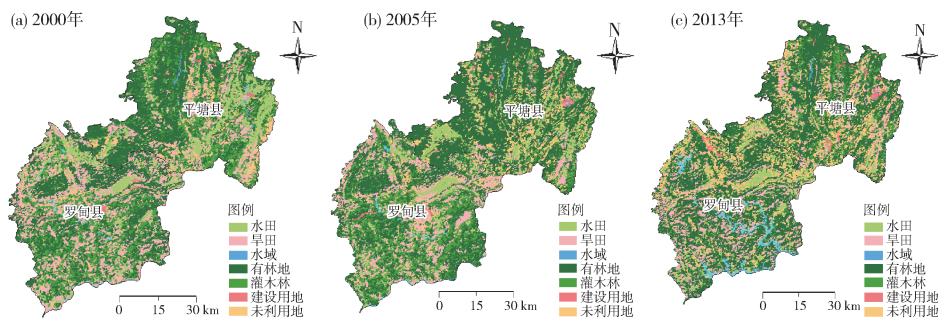


图 1 研究区 2000 年、2005 年和 2013 年土地利用类型分布

Fig. 1 Distribution of land use type in the study area in 2000, 2005 and 2013

表 1 2000 年、2005 年和 2013 年研究区各土地利用类型面积统计

km<sup>2</sup>

Table 1 Statistics on the area of each land use type in the study area in 2000, 2005 and 2013

km<sup>2</sup>

地区	年份	水田	旱地	水域	有林地	灌木林	建设用地	未利用地
平塘县	2000 年	227.12	418.39	56.10	685.65	1 007.35	50.25	360.14
	2005 年	183.24	399.71	65.59	784.72	970.28	71.25	330.21
	2013 年	158.41	385.15	69.39	843.33	955.52	93.05	300.15
罗甸县	2000 年	306.14	402.82	67.83	692.99	953.98	44.62	544.62
	2005 年	247.51	392.38	81.55	1 056.10	773.43	48.15	413.88
	2013 年	204.92	369.32	93.14	1 228.16	741.77	69.36	306.33

比例、土地利用程度指数、单位建设用地面积的产值、土地利用多样化指数等 18 个指标构建土地利用结构合理度评价指标体系,见表 2。其中,耕地、林地、建设用地、水利用地、未利用地比例分别利用耕地、有林地和灌木林、建设用地、水域、未利用地面积除以总国土面积得到;土地利用程度指数根据朱会义等<sup>[16]</sup>研究成果计算而得;地均固定资产投资 = 全社会固定资产投资/土地总面积,用来度量区域土地投资强度;地均生产总值 = GDP/土地总面积,用来衡量该地区土地利用的效率、集约化程度;单位农用地面积的机械总动力 = 农用机械总动力千瓦数/农用地面积,用来衡量农业机械化程度;土地利用多样化指数由 Gibbs-Mirtin 多样化指数计算得到<sup>[16]</sup>;以是否有利于保障 FAST 项目安全运行为标准,进行指标属性划分。

### 2.3 土地利用结构合理度影响因子分析

由表 2 可知,从权重分布来看,在准则层上,土地利用可持续系统权重最大,为 0.362,土地利用可持续状况与经济发展耦合制约,是其他 3 大系统整体状况的综合表征,在某种意义上,土地利用结构合理状况关乎区域社会经济发展的可持续性;土地利用结构系统与土地利用程度系统权重较为接近,在研究区土地利用结构系统中不同地类在数量配置上存在一定的不合理,农业用地所占比例偏大 (>80%),建设用地所占比例偏小 (<5%),农业用地的土地利用程度小于建设用地,造成研究区土地利用程度总体偏低;此外,研究区农业用地经济效益远低于建设用地(研究区以粮食作物为主的种植结构,受当地水土资源匮乏影响,其经济产出低于其他地区农用地,且远低于建设用地);土地利用效益系统权重最小,土地利用效益主要受土地利用结构及土地利用程度制约,其影响力度相对

表 2 土地利用结构合理度评价指标体系及其指标权重

Table 2 Evaluation index system and index weight of land use structure reasonable degree

目标层	准则层		指标层			
	指标	权重	指标	权重	单位	属性
土地利用结构合理度(A)	土地利用结构系统(B <sub>1</sub> )	0.235	耕地比例(C <sub>1</sub> )	0.051	%	成本型
			林地比例(C <sub>2</sub> )	0.033	%	效益型
			建设用地比例(C <sub>3</sub> )	0.040	%	成本型
			水利用地比例(C <sub>4</sub> )	0.061	%	效益型
			未利用地比例(C <sub>5</sub> )	0.050	%	效益型
	土地利用程度系统(B <sub>2</sub> )	0.232	土地利用程度指数(C <sub>6</sub> )	0.037		成本型
			地均固定资产投资(C <sub>7</sub> )	0.078	元/km <sup>2</sup>	效益型
			地均生产总值(C <sub>8</sub> )	0.065	元/km <sup>2</sup>	效益型
			单位农用地面积的机械总动力(C <sub>9</sub> )	0.051	kW/hm <sup>2</sup>	效益型
	土地利用效益系统(B <sub>3</sub> )	0.171	单位建设用地面积的产值(C <sub>10</sub> )	0.067	元/hm <sup>2</sup>	效益型
			单位农业用地面积的产值(C <sub>11</sub> )	0.065	元/hm <sup>2</sup>	效益型
			单位林地面积的产值(C <sub>12</sub> )	0.039	元/hm <sup>2</sup>	效益型
			土地利用多样化指数(C <sub>13</sub> )	0.051		效益型
	土地利用可持续系统(B <sub>4</sub> )	0.362	人均耕地面积(C <sub>14</sub> )	0.047	hm <sup>2</sup>	成本型
			人口密度(C <sub>15</sub> )	0.084	人/km <sup>2</sup>	成本型
			城镇化率(C <sub>16</sub> )	0.063	%	效益型
			人均粮食产量(C <sub>17</sub> )	0.042	kg	效益型
			农民纯收入(C <sub>18</sub> )	0.075	元	效益型

弱于上述 2 大系统,且研究区普遍存在土地利用效益偏低问题,2013 年研究区平均耕地农业产出率 < 1 800 元/hm<sup>2</sup>。在指标层上,人口密度对研究区土地利用结构合理度影响最大,人是各种土地开发利用活动主体,直接导致土地利用结构和土地利用程度的变化,直接影响土地利用结构合理性水平(研究区农业人口约占总人口 85% 以上,且农业生产方式和技术落后,水土流失、农业非点源污染风险较大,过垦过伐生产方式仍在延续);其次为地均固定资产投资,受贵州省整体经济发展不佳省情影响,许多地区存在固定资产投资力度低的问题,若能在工业化和城镇化进程推动下加大固定资产投资力度,则将对区域经济发展起到重要促进作用;林地比例的权重最小,研究区喀斯特地貌所占比例较高,造成该区林地生长速度缓慢,经济产出较低,自 2000 年退耕还林政策实施以来,政府部门和有关组织加强对林地的保护,更加关注其生态效益。

2.4 土地利用结构合理度评价

研究区 2000 年、2005 年、2013 年土地利用结构合理度评价结果见表 3。由表 3 可知,研究区土地利用结构的评价指标综合向量与正理想解之间的距离变化范围为 [0.104 1, 0.202 4],与负理想解之间的距离变化范围为 [0.460 1, 0.511 9],研究区参评年份土地利用结构合理度均在 31% 以下,2000 年、2005 年、2013 年平均土地利用结构合理度分别为 27.45%、29.84%、17.76%,且呈现先增大后减小的变化特征。文中计算得出的土地利用结构合理度低于前人的研究结果,主要是由于研究方法不同、研究区域差异较大<sup>[17]</sup>。

研究区以农业为主,经济发展水平较低,土地利用投入和产出相对不足,而 FAST 项目实施推动

中间区及外围区城镇化、交通及居民点的扩张,当地政府部门旨依托该项目通过旅游促进经济发展。核心区是严格保护区,其土地利用结构基本稳定,中间区及外围区建设用地将持续扩张,耕地进一步减少。建议今后应加强对研究区耕地、水域的保护,调整有林地和灌木林的比例关系,控制居民点过快增长,提高建设用地的集约性和高效性,合理开发未利用地,促进 FAST 项目周边土地利用结构合理性发展,为在建的 FAST 项目创造优美的生态环境。

3 结论

(1) 研究区土地利用系统中不同土地利用类型在数量配置、空间布局上存在一定的不合理性,导致研究区土地利用结构整体状况不佳。

(2) FAST 项目周边土地利用结构合理度均较低,且存在时空变化差异。2000 年、2005 年、2013 年平均土地利用结构合理度分别为 27.45%、29.84%、17.76%,呈先增大后减小波动变化趋势。

(3) 受资料收集限制,文中主要从土地利用结构、土地利用程度、土地利用效益及土地利用可持续系统选取若干典型指数进行研究,而土地利用系统是一个复杂综合系统,在今后的研究中须综合考虑气候、地质、地形地貌等方面,建立更加完善的土地利用结构合理度评价体系,使评价结果更准确。

[参考文献]

[1] 王玉明,王瑞康. 城市化时期郊区土地利用结构信息熵上升的原因[J]. 地理学报,2018,73(9):1647-1657.  
 [2] 陈影,张利,何玲,等. 基于多模型结合的土地利用结构多情景优化模拟[J]. 生态学报,2016,36(17):5391-5400.  
 [3] 陈宇,单玉红,陈银蓉. 碳氧平衡约束下武汉市土地利用结构优化情景模型研究[J]. 长江流域资源与环境,2015,24(12):2030-2037.  
 [4] 曾永年,王慧敏. 以低碳为目标的海东市土地利用结构优化方案[J]. 资源科学,2015,37(10):2010-2017.  
 [5] 杜文妹,赵锦慧,宫玺. 规划环评中土地适宜性评价——以武汉某产业基地 PEIA 为例[J]. 环境监测管理与技术,2012,24(6):67-72.  
 [6] 龙花楼,王文杰,翟刚,等. 安徽省土地利用变化及其驱动力分析[J]. 长江流域资源与环境,2002,11(6):526-530.  
 [7] 吴泉源,侯志华,于竹洲,等. 龙口市海岸带土地利用动态变化分析[J]. 地理研究,2006,25(5):921-929.  
 [8] 董杰. 土地利用结构目标规划优化模式初探——以河南省禹州市为例[J]. 地域研究与开发,1991,10(2):23-27.  
 [9] 陈文术,王胜男,杨波. 2007—2017 年三亚城市景观空间格局

表 3 研究区 2000、2005 和 2013 年土地利用结构合理度评价结果

Table 3 Evaluation results of land use structure reasonable degree in the study area in 2000, 2005 and 2013

地区	年份	正理想距离 S <sup>+</sup>	负理想距离 S <sup>-</sup>	评价方案与最理想参照点距离 C <sub>i</sub>	土地利用结构合理度 R <sub>i</sub> /%
平塘县	2000 年	0.183 9	0.471 2	0.719	28.072
	2005 年	0.202 4	0.460 1	0.694	30.551
	2013 年	0.104 1	0.491 4	0.825	17.481
罗甸县	2000 年	0.187 7	0.511 9	0.732	26.830
	2005 年	0.198 1	0.482 2	0.709	29.120
	2013 年	0.110 9	0.504 2	0.820	18.030

(下转第 71 页)