
基于 ArcGIS 的低山丘陵地区 采矿用地宜耕区潜力分析¹ ——以重庆市江津区为例

刘俊杰

(西南大学, 重庆 400715)

【摘要】以重庆市江津区为例,借助地理信息系统空间分析技术(ArcGIS),采用特尔菲法和层次分析法,构建新增耕地评价模型,对西南低山丘陵地区采矿用地宜耕区潜力进行分析研究。研究表明,全区采矿用地总面积 475.54hm²,宜耕区总面积 285.09hm²。宜耕区预计可补充耕地面积为 219.71hm²,其中潜力 I 级 125.14hm²,可补充耕地 94.61hm²;潜力 II 级 55.79hm²,可补充耕地 43.65hm²;潜力 III 级 85.05 hm²,可补充耕地 66.63hm²;潜力级 IV 级 19.11hm²,可补充耕地 14.82hm²。

【关键词】江津区;采矿用地;低山丘陵地区;宜耕区潜力

【中图分类号】F301.2 **【文献标识码】**A

近年来,随着工业化和城镇化的高速化推进,对建设用地的需求日益增加,使得我国耕地数量大幅度减少。土地资源的有限性和土地需求的不断增加,加上我国人多地少的基本国情,造成后备土地资源愈发紧缺。新增耕地主要来自于土地整治中的农用地整理,与此同时,许多学者也开始着眼于其他新兴土地类型资源的潜力。采矿用地作为建设用地中一种较为特殊地类,是指独立于农村居民点用地之外的采矿、采石、采砂场、盐田、砖瓦窑等地面生产用地及其尾矿堆放地。采矿用地的位置具有不可替代性,一般地处偏远土地价值不高,其使用期限由其矿产资源的禀赋决定,一旦停产,将失去利用价值,如果后期复垦管理不当,极可能造成大量闲置、周边生态环境破坏严重的废弃地。2005 年国土资源部开展了“广西省平果铝土矿采矿用地改革试点”工作,企业从农民手中租地,采矿后在复垦造地并且还地于农民,从传统采矿用地的征地到“临时”的租地,提高耕地质量,保护耕地数量,降低企业用地成本,还地于农民,减少了农民的土地损失,农民也拿到了一定的用地补偿,政府也节省了建设用地指标,减少了征地带来的各种矛盾,营造了“三赢”局面,改革效果显著,为其他地区提供了参考。重庆市作为国家重要改革试点,城市化工业化发展迅速,亟需大量耕地数量的补充和耕地质量的提高。本研究以重庆市江津区为例,从土地现状出发,对江津区各镇(街道)采矿用地宜耕区潜力进行了分析研究,希望也能够为其他相似地区提供参考。

1 研究区概况和数据来源

1.1 研究区概况

收稿日期: 2017-06-16

通讯作者: 王真林, 江津区国土局耕保科科长

江津区位于重庆市西南部，以地处长江要津而得名，是长江上游重要的航运枢纽和物资集散地，也是川东地区的粮食产地、鱼米之乡。东邻巴南、綦江，南靠贵州习水，西依永川、四川合江，北接壁山，四面高山环抱，境内丘陵起伏，地貌以丘陵兼具低山为主，地势南高北低，长江横贯东西，并绕城而过，呈“几”字形。江津区属亚热带季风气候，光照充足、气候温和、雨量充沛。江津区探明矿产有 10 多种，有大中型矿体 8 处，优质石灰石储量 2 亿吨，浅层天然气储量 500 亿立方米。

根据 2015 年江津区土地利用现状变更数据，全区土地总面积为 321779.88hm²，其中采矿用地总面积 475.54hm²，占土地总面积的 0.14%，各个镇（街道）均有分布，其中珞璜镇最大为 205.71hm²，广兴镇最小为 0.35hm²，其他镇（街道）在 10~60hm² 之间。从全区采矿用地分布来看，采矿用地分布零散，大小不一，主要集中在东北部地区，西南地区较少。

1.2 数据来源

研究数据来源于 2015 年江津区土地利用现状变更调查数据、江津区 2014 年农用地分等定级年度更新成果、“十二五”重庆市江津区土地整治项目。

2 研究方法

2.1 剔除限制因素

由于土壤条件、地形地势等因素的制约，并不是所有采矿用地都可以用于耕作，需要剔除一部分制约因素。首先，需要剔除位于城市扩展边界内的采矿用地；其次，要扣除地形坡度大于 25° 的采矿用地；第三，也要扣除周围三或四面地类都为林地的采矿用地；最后，要扣除自然灾害或人为损坏的周边生态环境破坏严重的采矿用地。在 2015 年全区采矿用地图斑中扣除以上限制因素后，形成初步研究区域，才能进行其他相关分析。

2.2 适宜性评价体系的构建

扣除了限制因素后的采矿用地，退出复垦为耕地还需要对其周边土壤条件、耕作环境进一步分析评价，即对采矿用地进行适宜性评价。对采矿用地复垦为耕地影响较大的因子，主要体现在土壤的自然属性，也要充分考虑其周边的耕作条件。综合考虑各个因子的影响程度的大小，最终选择了地形坡度、土壤表层质地、土壤有效土层厚度、土壤有机质含量、与最近农居点的距离、与最近水源的距离这 6 个影响因子作为适宜性评价指标。结合江津区的实际状况，参照其他学者对采矿用地适应性评价的研究，通过特尔菲法和层次分析法结合的方式，确定各评价因子的重要程度，即评价因子在评价体系中所占权重。对 6 个评价指标进行了分级处理，明确分级的标准以及对应的各个等级分值，构建了江津区宜耕区采矿用地适宜性评价体系（表 1）

表 1 江津区宜耕区采矿用地适宜性评价体系及其权重			
评价因子	分级标准	等级分值	权重
地形坡度	< 2°	100	0.25
	2°~6°	90	
	6°~15°	80	
	15°~25°	70	
土壤质地	壤土	100	0.18
	粘土	80	
	砂土	60	
有效土层厚度	> 50cm	100	0.22
	20~50cm	80	
	< 20cm	60	
有机质含量	> 15%	100	0.15
	5~15%	80	
	< 5%	60	
与最近农村居民点距离	< 50m	100	0.10
	50~200m	80	
	> 200m	60	
与最近水源距离	< 50m	100	0.10
	50~200m	80	
	> 200m	60	

2.3 适宜性评价模型

首先，将研究区域内采矿用地图斑与农用地分等定级年度更新成果进行空间连接，获得采矿用地的地形坡度、土壤质地、土壤有机质含量、有效土层厚度对应值；其次，将其与全区农村居民点用地图斑和全区水源图斑进行近邻分析，得到采矿用地与最近农村居民点、最近水源的距离；根据评价体系，采用加权指数求和的模型，对每个图斑进行适宜性综合分值的评价，公式如下：

$$F_i = \sum_{j=1}^n f_{ij} \times a_j$$

其中， F_i 表示第 i 个评价单元适宜性评价的综合分值， f_{ij} 第 j 个评价单元第 i 个参评因素的分值， a_i 表示第 i 个参评因子的权重。

2.4 新增耕地潜力的测算

根据适宜性评价的不同适宜性等级的面积，以及不同适宜性 等级采矿用地对应的新增耕地系数，计算各镇（街道）宜耕区采矿补充耕地面积，具体公式如下：

$$A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times b_j$$

其中， A_i 表示第 i 个镇（街道）宜耕区可补充耕地面积， a_{ij} 表示第 i 个镇（街道）第 j 适宜性等级的采矿用地面积， e_j 表示第 j 适宜性等级对应的新增耕地系数。

3 结果及其分析

3.1 适宜性评价结果分析

根据适宜性评价体系，对每个评价单元进行评分，采用 ArcGIS 中的自然断点法(nature breaks)并结合每个评价单元的综合评价分值，将其分成 3 个适宜性等级(适宜、比较适宜、不适宜)，确定不同适宜性等级的分值范围，评价分值 80 及以上为适宜，处于 65~80 之间为比较适宜，65 及以下则为不适宜，适宜性评价结果详见表 2。

表 2 江津区各镇（街道）采矿用地宜耕区潜力分析评价结果

行政区名称	采矿用地 (hm^2)	宜耕区 (hm^2)				新增耕地 (hm^2)
		适宜	比较适宜	不适宜	小计	
几江街道	21.06	2.84	9.33	0.00	12.17	9.27
德感街道	20.07	2.88	5.54	0.57	8.99	6.46
支坪镇	10.15	4.03	1.78	0.00	5.81	4.56
双福街道	8.56	0.38	1.42	0.00	1.80	1.37
油溪镇	53.25	10.22	36.61	3.19	50.02	35.63
吴滩镇	4.42	1.58	1.76	0.00	3.34	2.58
石市镇	7.43	2.94	2.10	0.00	5.04	3.93
朱杨镇	9.69	6.93	2.76	0.00	9.69	7.61
石蟆镇	15.65	7.66	6.42	0.07	14.15	10.95
永兴镇	10.86	9.47	1.39	0.00	10.86	8.62
塘河镇	3.23	2.22	1.01	0.00	3.23	2.54
白沙镇	20.85	15.11	1.01	0.20	16.32	12.85
龙华镇	4.80	2.18	0.74	0.00	2.92	2.30
李市镇	15.33	10.31	3.11	0.53	13.95	10.58
慈云镇	9.04	5.12	3.92	0.00	9.04	7.04
蔡家镇	4.11	0.64	2.58	0.00	3.22	2.45
中山镇	3.84	1.10	0.00	0.00	1.10	0.88
嘉平镇	2.66	0.29	1.23	0.00	1.52	1.15
柏林镇	9.44	4.06	3.03	0.00	7.09	5.52
先锋镇	8.35	6.40	1.88	0.00	8.28	6.53
珞璜镇	205.71	5.30	73.00	23.66	101.96	58.98
贾嗣镇	9.28	5.20	4.03	0.00	9.23	7.18
夏坝镇	6.14	5.27	0.43	0.00	5.70	4.54
西溯镇	5.10	1.28	0.40	0.00	1.68	1.32

行政区名称	采矿用地 (hm^2)	宜耕区 (hm^2)				新增耕地 (hm^2)
		适宜	比较适宜	不适宜	小计	
杜市镇	6.17	4.31	1.59	0.00	5.90	4.64
广兴镇	0.35	0.11	0.19	0.00	0.30	0.23
合计	475.54	117.83	167.26	28.22	313.31	219.71

3.2 宜耕区结果分析

根据适宜性评价结果，将适宜性等级为适宜和比较适宜的采矿用地归入宜耕区，各镇（街道）宜耕区面积详见表 2。全区宜耕区总面积为 285.09hm^2 ，占研究区域总面积的 59.95%。从数量结构角度来看，珞璜镇宜耕区面积最大为 78.30hm^2 ，广兴镇面积最小为 0.30hm^2 ；其中适宜类面积为 117.83hm^2 ，占宜耕区总面积的 41.33%，比较适宜类面积 167.26hm^2 ，占宜耕区总面积的 58.67%，为新增耕地的主要来源。从空间分布角度来看，主要分布在珞璜镇、油溪镇、白沙镇、石蟆镇等东西低山浅丘地区，土壤条件优越，地势平坦，土壤肥沃，有效土层较厚，有机质含量较高，耕作条件较好，也有不错的水源灌溉保证，适合开展农业生产，同时该地区也具有悠久的农业生产历史。

3.3 宜耕区新增耕地潜力分析

根据江津区“十二五”土地整治中已验收入库的土地整治项目，得到初步的采矿用地新增耕地系数，再结合江津区各镇（街道）的经济发展状况、土壤地质条件以及现行复垦技术水平等影响因素，咨询有关专家后对采矿用地新增耕地进行了修正，宜耕区适宜类新增系数 0.80，比较适宜类新增系数 0.75，根据补充耕地的公式计算出各镇（街道）宜耕区采矿用地新增耕地面积，详见表 2。

3.4 宜耕区新增耕地潜力分区

由于各镇（街道）新增耕地面积绝对化指标差异较大，根据标准统一化公式将各镇（街道）新增耕地面积进行标准统一化，公式如下：

其中： E_i 表示第 i 个镇（街道）新增耕地面积的相对化指标、 A_i 表示第 i 个镇（街道）新增耕地面积的绝对化指标、 $A_{\max}$ 表示各镇（街道）中新增耕地面积的绝对化指标的最大值、 $A_{\min}$ 表示各镇（街道）中新增耕地面积的绝对化指标的最小值。

再采用 ArcGIS 中的自然断点法 (nature breaks)，结合各镇(街道) 新增耕地面积相对化指标，以镇（街道）为基础单元对江津区 26 个镇（街道）宜耕区采矿用地新增耕地进行潜力分区。新增耕地面积相对化指标 ≥ 60 ，为宜耕区潜力 I 级，介于 $15 \sim 60$ 为 II 级，介于 $5 \sim 15$ 为 III 级，小于 5 为 IV 级。江津区各镇（街道）宜耕区潜力分区结果详见表 2，分区示意图详见图 2。

宜耕区潜力 I 级包括珞璜镇、油溪镇，宜耕区总面积为 125.14hm^2 ；预计可补充耕地面积为 94.61hm^2 。两个镇土壤耕作条件优越，适宜农业生产，同时自身有较多的矿产资源储备，新增耕地潜力巨大。宜耕区潜力 II 级包括了白沙镇、几江街道等 4 个镇（街道），宜耕区总面积为 55.79hm^2 ，预计可补充耕地总面积 43.65hm^2 ；集中分布中部偏西地区，土壤条件较好，是主要粮食生产基地，适宜从事农业生产。宜耕区潜力 III 级包括了慈云镇、德感街道等 11 个镇（街道），宜耕区总面积为 85.05hm^2 ，预计可补充耕地总面积 66.63hm^2 。集中分布东南部地区，耕地潜力相对较小，可以从事农业生产。宜耕区潜力 IV 级包括了蔡家镇等 9 个镇（街道），宜耕区总面积为 19.11hm^2 ，预计可补充耕地总面积 14.82hm^2 。由于其自身采矿资源有限，新增耕地潜力较少。

江津区采矿用地宜耕区潜力等级示意图

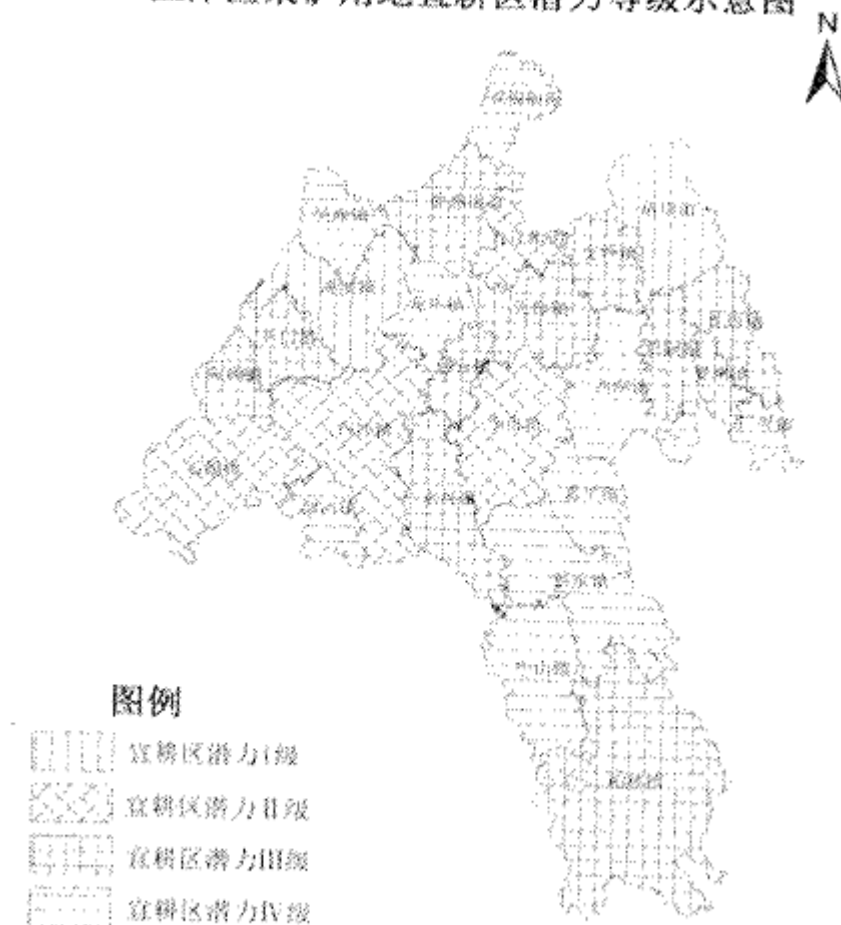


图 1 江津区宜耕区潜力等级示意图

4 结论

从土地利用现状出发，借助 ArcGIS 软件，构建了新增耕地模型，对江津区采矿用地宜耕潜力进行研究分析，主要结论如下：

(1) 2015 年江津区采矿用地总面积 475.54 hm^2 ，宜耕区总面积 285.09 hm^2 ，从数量结构角度来看，珞璜镇宜耕区面积最大为 78.30 hm^2 ，广兴镇面积最小为 0.30 hm^2 ；其中适宜类面积为 117.83 hm^2 ，占宜耕区总面积的 41.33%，比较适宜类面积 167.26 hm^2 ；占宜耕区总面积的 58.67%，为新增耕地的主要来源。从空间分布角度来看，主要分布在珞璜镇、油溪镇、白沙镇、石蟆镇等东西低山浅丘地区，土壤条件优越，地势平坦，土壤肥沃，有效土层较厚，有机质含量较高，耕作条件较好，也有不错的水源灌溉保证，适合开展农业生产。

(2) 宜耕区预计可补充耕地面积为 219.71 hm^2 。根据其可补充耕地数量的相对化指标，可分成四个潜力等级。其中宜耕区潜力 I 级总面积为 125.14 hm^2 ，预计可补充耕地面积为 94.61 hm^2 ；宜耕区潜力 II 级总面积为 55.79 hm^2 ，预计可补充耕地总面积 43.65 hm^2 ；宜耕区潜力 III 级总面积为 85.05 hm^2 ，预计可补充耕地总面积 66.63 hm^2 ；宜耕区潜力 IV 级总面积为 19.11 hm^2 ，预计可补充耕地总面积 14.82 hm^2 。

参考文献

- ① 郑美珍. 灵活供地明确退出—解决采矿用地“两头难”问题[J]. 国土资源情报, 2011 (08).
- ② 潘文灿. 对广西平果铝土矿采矿用地方式改革的建议—广西平果铝土矿采矿用地改革试点 10 年的成效、问题及措施[J]. 中国国土资源经济, 2017 (02).
- ③ 李明辉, 王小伟, 张静波. 工矿废弃地复垦适宜性评价研究—以河北省平泉县为例[J]. 中国国土资源经济, 2014 (07).
- ④ 张蜀榆. 矿业用地退出机制研究[D]. 中国地质大学 (北京), 2012.
- ⑤ 廖晶晶, 罗海波, 韦举顺. 基于层次分析法的工矿废弃土地复垦潜力分区研究[J]. 中国农学通报, 2011 (09).
- ⑥ 石璞. 基于 GIS 的吉林市采矿用地复垦适宜性评价[D]. 吉林大学, 2013.