

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2018.04.016

煤矿临时建设用地复垦适宜性评价

——以重庆綦江区为例^①

杜建平¹, 邵景安^{1,2}, 周春蓉^{3,4},
孙静^{3,4}, 谭少军¹

1. 重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 400047; 2. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 400047;
3. 重庆地质矿产研究院 外生成矿与矿山环境重庆市重点实验室, 重庆 400042;
4. 煤炭资源与安全开采国家重点实验室重庆研究中心, 重庆 400042

摘要: 开展煤矿临时建设用地复垦是矿区生态恢复、补充耕地、实现节约集约用地目标的重要途径之一。以重庆綦江区存在临时性建设用地的 14 个煤矿为研究背景, 从煤矿临时建设用地复垦的适宜性、驱动力和约束力 3 个维度出发, 构建由自然因素、区位因素、人口因素等 8 个因素, 坡度、土地破坏程度、土源保证率等 20 多个评价因子组成的煤矿临时建设用地复垦适宜性评价指标体系, 并采用综合权重法(AHP 层次分析法+熵权法)进行指标赋权, 从地块尺度出发, 确定复垦方向。结果表明: ① 适宜复垦为生态用地的煤矿临时建设用地, 占总面积的 57.67%, 主要为坡度较大、岩土污染较重、周边地类为林草地且距离林草地较近的地块; ② 适宜复垦为农业用地的煤矿临时建设用地, 占总面积的 39.25%, 这些地块离村庄较近, 土源保证率较高, 灌排条件较好; ③ 适宜续用为建设用地的煤矿临时建设用地, 仅占总面积的 3.07%, 主要为一些地面建筑保存较好, 旧物利用率较高的地块。该研究将复垦过程中的环境影响要素及复垦的隐形风险纳入评价体系中, 对科学合理的开展煤矿临时建设用地复垦进行了有益探索。

关键词: 煤矿临时建设用地; 土地复垦; 适宜性评价; 綦江区

中图分类号: F301.24; TD88

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2018)04-0114-11

人地矛盾是可持续发展的一个核心问题。土地资源的有限性与人口的快速增长会制约社会经济和生态环境的可持续发展。矿产资源开采在促进我国经济社会发展的同时, 也造成了一系列生态环境问题, 尤其是压占和损毁了大量土地资源。据重庆地质矿产研究院相关资料统计, 截止 2015 年重庆市在建煤矿约 700 个, 废弃煤矿约 200 个, 开采产生的煤矿临时建设用地面积约 3 000 hm², 其中仅约 5% 得到复垦利用, 仍有约 95% 的煤矿临时建设用地尚未复垦, 因而要想实施资源节约优先战略、推进节约集约用地、坚守全国 18 亿亩耕地红线、实现耕地占补动态平衡, 煤矿临时建设用地复垦是其重要途径^[1-2]。煤矿临时建设用地是指在煤矿开采过程中需要临时使用、在开采完毕后不再使用的国有或农民集体所有的土地, 期限一般不超过 2 年, 主要包括因生产需要而修建的临时建筑或设施占用的土地, 如主工业广场、堆矸场、炸药库、风井及瓦斯抽放泵站等。煤矿临时建设用地复垦工作开展需要以复垦适宜性评价为前提, 科学合理的适宜性评价可有效提高煤矿临时建设用地的利用效率, 优化用地结构, 实现矿区生态恢复、耕地补充和建设用地的复垦三者的合理配置。

① 收稿日期: 2017-05-11

基金项目: 重庆市国土房管局科技计划项目(CQGT-KJ-2014034, CQGT-KJ-2016003)。

作者简介: 杜建平(1992-), 男, 四川巴中人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与生态过程研究。

通信作者: 邵景安, 研究员。

目前,学术界对于土地复垦适宜性评价的研究对象,主要集中于工矿废弃地、居民点等永久性用地破坏土地和能源、交通、水利工程等建设项目破坏土地研究^[3-5],而针对工矿废弃地中的煤矿临时建设用地复垦研究较少;在研究方法上,多采用德尔菲法^[6]、层次分析法^[7]、指数和法^[8]、极限条件法^[9]和模糊综合评判法^[10]等,德尔菲法和层次分析法属于主观赋权法,主观性太强,客观性较差^[11];在复垦方向的研究上,多侧重于复垦为农用地的适宜性评价,而有针对性地对待复垦土地的特点,在考虑自然、技术、经济因素和土地管理政策约束下确定其复垦方向的研究较为少见^[12].事实上,由于煤矿临时建设用地具有重载荷、强硬质、矿区位置较偏的特点,过分强调临时性建设用地的农地化利用或按占用前原貌复垦,使得复垦工作面临生态效益差、技术难度大、经济成本高、复垦效果不理想、公众满意度低等问题^[5].考虑到煤矿临时建设用地的多宜性、经济社会发展的需要和环境风险的制约,煤矿临时建设用地复垦适宜性应由待复垦地块的自然适宜性、经济驱动力^[13]和环境风险三者耦合所形成的竞争力^[14-15]以及煤矿临时建设用地复垦生态恢复优先、耕地补充次之,建设用地续用最后的原则来综合评定.基于此,本研究以重庆市綦江区煤矿临时建设用地为例,分别构建农用地、建设用地和生态用地复垦方向适宜性评价指标体系,运用层次分析法和熵权法结合赋权,进行煤矿临时建设用地复垦适宜性评价,从而合理确定复垦方向,为科学制定煤矿临时建设用地复垦决策提供科学参考.

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

綦江区位于重庆市南部,地处四川盆地与云贵高原的过渡地带,地势南高北低,以侵蚀、剥蚀型丘陵——低山岩溶地貌为主,山脉呈北东—南西向,与构造线方向基本一致.全区幅员面积 2 747.8 km²,其中耕地 1 080 km²,林地 890.67 km²,水域 51.33 km²,园地、居民点及工矿用地 187.33 km²,其他用地 538.47 km².綦江区煤炭资源储量大,品味高,目前,已探明地质储量达 20 亿吨,可供开采量 14 亿吨,富煤区集中分布在南桐、松藻等地区,主要含煤地层为晚二叠系龙潭组,含可采煤层 1~11 层,属于中厚煤层,单一煤层厚度约为 1~2.5 m.全区煤矿共 24 个,其中存在临时性建设用地煤矿 14 个,主要集中在綦江区南部的赶水、安稳和石壕镇(图 1),总面积 22.293 0 hm²(其中占用耕地 7.640 6 hm²、其他农用地 1.417 0 hm²、林地 6.153 5 hm²、草地 1.080 6 hm²、建设用地 5.591 3 hm²、未利用地 0.410 0 hm²),包括主工业广场、堆矸场、炸药库、风井及瓦斯抽放泵站等类型.

1.2 数据来源

本研究所需数据主要包括图形数据和地块属性数据、社会经济政策数据以及实地调研数据.

1) 图形数据和地块属性数据:矿区平面布置图,2015 年綦江区第二次土地利用变更数据,工业广场、风井场地、瓦斯抽放站、炸药库现状图及规划图,綦江区区、镇、村级行政界线图,各煤矿土地复垦方案报告书,均源于重庆地质矿产研究院;90 m 分辨率重庆市 DEM 数据来源于中国西部数据中心.

2) 社会经济政策数据:包括人口、耕地面积、林地面积等数据,均源于《綦江区统计年鉴 2016》.

3) 实地调研数据:包括公众复垦意愿、土地利用现状和周边地类等,均源于课题组 2016 年 11 月—12 月为期 1 个月对研究区实地调研.

2 研究方法

2.1 评价单元划分

目前,评价单元的划分标准主要有以下 7 种^[16-19]:① 依据土地利用分类体系,以土地利用现状分类单元为评价单元;② 以土地资源类型单元为评价单元;③ 依据土壤分类系统,以土壤类型单位(类、属、种)为评价单元;④ 以行政单位为评价单元;⑤ 以土地权属为评价单元;⑥ 以网格单元为评价单元;⑦ 以多因素叠置形成的同质单元为评价单元.鉴于本研究从微观尺度确定煤矿临时建设用地的复垦方向,考虑研究区域的大小、数据的准确性和研究结果的实用性,本研究选择 2015 年綦江区煤矿临时建设用地利用现状图斑为评价单元.

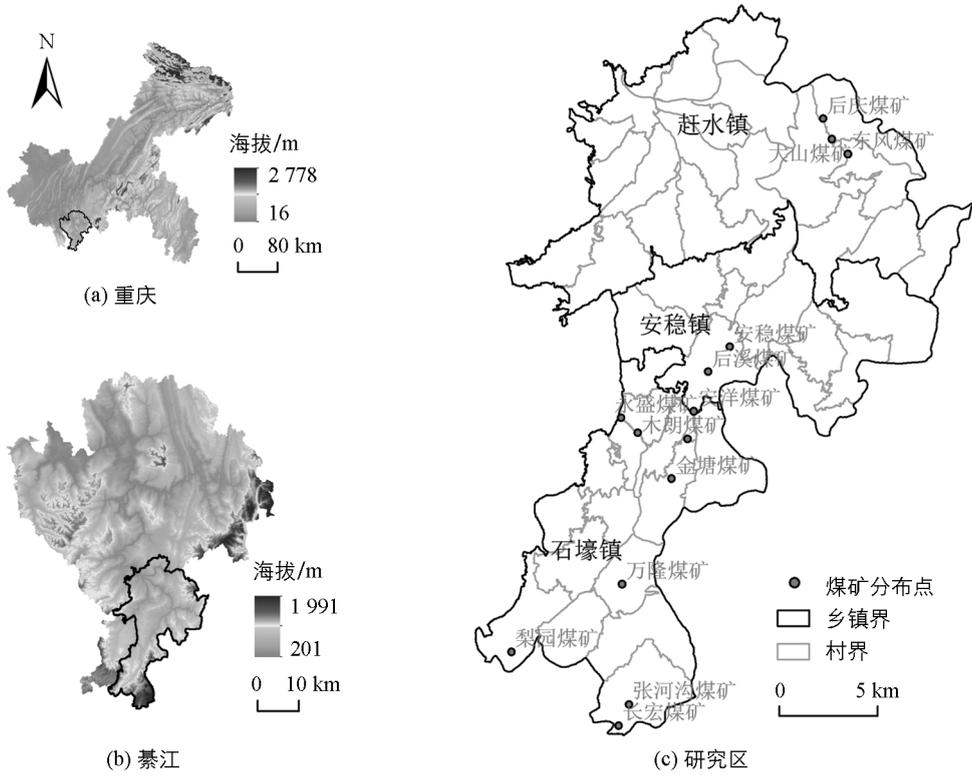


图 1 研究区概况

2.2 评价方法

1) 指标权重确定

由表 1—3 可知, 煤矿临时建设用地复垦适宜性评价指标体系是一个三级层次评价体系, 本研究采用熵权法来确定指标层相对于子准则层的权重, 采用层次分析法来确定子准则层相对于准则层和准则层相对于目标层的权重。

层次分析法. 在综合收集的基础资料和咨询专家意见的基础上, 根据各层次指标间的重要程度, 构建各级判断矩阵, 通过各级判断矩阵, 计算得到准则层、子准则层和指标层的各指标相对于总目标的权重值, 最后对所得权重进行一致性检验, 判断权重的合理性, 经检验各层指标权重均具有满意的一致性. 本研究各指标权重通过 yaahp 层次分析法专用软件计算得到。

熵权法. 熵权法赋权是一种客观赋权方法, 其实质是根据各指标相关关系或各指标值变异程度来确定权数^[20]. 在土地资源评价中, 通过对熵的计算确定权重, 就是根据各项评价指标值的差异程度, 确定各评价指标的权重, 采用信息论中的熵权法可有效消除主观因素的影响^[21]. 其计算步骤如下^[22-24]:

构建评价矩阵. 假设煤矿临时建设用地复垦适宜性评价的多层次评价体系中 被评价对象有 m 个, 最低层次的评价指标有 n 个, 构建评价矩阵:

$$X = (x_{ij})_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

对判断矩阵进行标准化处理:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{max}} \quad (x_{max} \text{ 为同一指标下的最大值}) \quad (2)$$

计算信息熵:

$$H_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (3)$$

式中: $p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{ij} x'_{ij}}$; $k = \frac{1}{\ln m}$.

定义指标 j 的权重:

$$\omega_{ij} = \frac{1 - H_j}{\sum_{i=1}^m (1 - H_j)} \quad (4)$$

式中: $\omega_j \in [0, 1]$, $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$.

2) 竞争力综合指数计算

煤矿临时建设用地复垦方向综合竞争力指数采用加权指数和法计算, 公式为:

$$C = \sum_{i=1}^i \omega_{i1} \cdot \omega_{i2} \cdot \omega_{i3} \cdot N_i \quad (5)$$

式中: C 为煤矿临时建设用地复垦方向综合竞争力指数; $\omega_{i1}, \omega_{i2}, \omega_{i3}$ 分别表示准则层、子准则层和指标层第 i 个指标权重值; N_i 为第 i 个指标分值数; i 为参评指标个数.

2.3 竞争力级别划分及复垦方向确定

将运用公式(5)计算出来的煤矿临时建设用地复垦方向综合竞争力指数与煤矿临时建设用地分布图进行连接, 运用 ArcGIS10.2 软件中的自然断裂点法对综合竞争力指数进行分级, 以此将煤矿临时建设用地 3 类用地方向的综合竞争力分为强、中、弱三级. 对 3 种地类竞争力强度进行排列组合分析, 得到 21 种相对竞争力强度组合, 再结合理论预期对煤矿临时建设用地复垦方向相似的相对竞争力强度组合进行适当归并, 最终得到 7 类煤矿临时建设用地复垦方向竞争力强弱类型区(表 4). 综合农用地、建设用地和生态用地的单项适宜性分析结果, 按照最适宜原则, 即某评价单元的复垦综合适宜性为单项适宜性分析中竞争力强度最强的复垦方向, 由于煤矿临时建设用地复垦其首要任务是实现矿区生态恢复, 其次是增加耕地面积, 因此, 当农用地、建设用地和生态用地的单项适宜性发生冲突时, 按照生态用地—农业用地—建设用地的优先级顺序来确定煤矿临时建设用地各复垦单元的综合适宜方向^[25].

3 结果分析

3.1 煤矿临时建设用地复垦指标体系构建

煤矿临时建设用地因其面积小、重载荷、强硬质、地块破碎, 复垦方向的确定应以不同复垦方向竞争力的强弱为依据, 土地的多宜性及有限性、人类对土地效益的最大化追求, 使得不同复垦方向之间表现出竞争性. 而竞争力的大小则主要由煤矿临时建设用地自身的适宜性、不同复垦方向转换的驱动力和制约土地用途转换的约束力所决定. 结合重庆市綦江区的自然、社会、经济和生态建设状况, 查阅文献、实地调研和相关部门专家咨询, 从适宜性、驱动力和约束力三大方面, 八大因素中选择煤矿区临时性建设用地复垦为农用地、建设用地和生态用地的影响因子, 建立煤矿区临时性建设用地复垦方向竞争力评价体系(表 1—3).

自然因素反映煤矿区临时性建设用地的地形条件、土壤质量、土地现状及破坏程度等属性, 主要通过各煤矿《土地复垦方案报告书》并结合实地调研对指标赋值. 坡度反映地块的陡缓状况, 根据《土地利用现状调查技术规程》将坡度化分为 5 级, 大于 25° 需退耕还林还草, 低于 25° 更适宜于农业和建设用地利用; 土地破坏程度反映煤矿临时建设用地的破坏状况, 由压占面积、排土高度、边坡坡度、固化面积比、堆放场高度来综合判定, 其值越大, 破坏程度越重; 土地利用现状主要采取实地调研和在 ArcGIS 10.2 中将工业广场现状图、风井场地、瓦斯抽放站、炸药库现状图与 2015 年綦江区第二次土地利用变更数据叠合得到.

区位因素主要指评价单元到村庄、城镇、主要道路、水域、林草地的距离以及周边地类情况, 利用 ArcGIS 10.2 做不同距离的缓冲区分析, 基于研究区煤矿临时建设用地分布图和土地利用现状图来确定彼此的相对距离, 评价单元的复垦适宜性与距离村庄、城镇、主要道路、水域、林草地存在一个临界适宜距离, 距离越近, 其对应的适宜性越强. 如山区最大耕作半径是 800 m, 大于 800 m, 耕地边际化率就显著增加^[26]; 周边地类情况则根据煤矿土地复垦方案报告书和实地调研确定.

表1 綦江区煤矿临时建设用地的地化竞争力评价指标、分级赋值及权重

准则层 (权重)	子准则层 (权重)	指标层 (权重)	指标 性质	指标分级及分值				
				100	80	60	40	20
适宜性(0.54)	自然因素(0.80)	坡度/ $^{\circ}$ (0.034 3)	-	≤ 2	2~6	6~15	15~25	≥ 25
		土壤质地(0.038 5)		壤土	砂壤土	砂土	砂砾质	裸露基岩
		有机质含量/%(0.021 7)	+	≥ 1	-	-	-	< 1
		土地利用现状(0.041 2)		耕地	园地	林草地	建设用地	水域
		土地破坏程度(0.020 0)		无破坏	轻度破坏	中度破坏	重度破坏	严重破坏
		灌排条件(0.037 0)		有保证	较好	不稳定	较差	无保证
		土源保证率/%(0.045 3)	+	90~100	70~90	50~70	40~50	≤ 40
	区位条件(0.20)	距村庄距离/km(0.002 3)	-	≤ 0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.8	≥ 0.8
		距道路距离/km(0.060 1)	-	≤ 0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	≥ 0.7
		距水域距离/km(0.1330)	-	≤ 0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	≥ 0.7
	周边地类(0.168 5)		耕地	-	-	-	林草地	
驱动力(0.16)	人口因素(0.10)	人均耕地面积/亩(0.017 2)	-	≤ 0.49	0.49~0.74	0.74~0.82	0.82~0.91	≥ 0.91
	经济因素(0.47)	耕地占比/%(0.101 1)	-	≤ 0.09	0.09~0.14	0.14~0.15	0.15~0.20	≥ 0.2
		修复成本/万元(0.0317)	-	≤ 3.12	3.12~9.80	9.80~17.60	17.60~29.45	≥ 29.45
	政策因素(0.28)	规划用途(0.105 7)		基本农田	一般农地	园地	建设用地	生态用地
		农业补贴(0.000 2)		有	-	-	-	无
	公众意愿(0.16)	复垦意愿(0.088 4)		耕地	-	林地	-	建设用地
约束力(0.30)	环境因素(0.50)	岩土污染程度(0.040 0)		无	轻度	中度	重度	严重
	风险因素(0.50)	地质灾害易发程度(0.013 8)		不易发	较易发	中易发	易发	高易发

表2 綦江区煤矿临时建设用地的非农化利用竞争力评价指标、分级赋值及权重

准则层 (权重)	子准则层 (权重)	指标层 (权重)	指标 性质	指标分级及分值				
				100	80	60	40	20
适宜性(0.16)	自然因素(0.33)	坡度/ $^{\circ}$ (0.054 4)	-	≤ 2	2~6	6~15	15~25	≥ 25
		地表硬化率/%(0.112 5)	+	≥ 62.3	43.08~62.32	26.20~43.08	9.27~26.20	≤ 9.27
		土地利用现状(0.063 3)		建设用地	园地	耕地	林草地	水域
		土地破坏程度(0.031 8)		无破坏	轻度破坏	中度破坏	重度破坏	严重破坏
	区位条件(0.67)	距城镇乡距离/km(0.155 8)	-	≤ 0.5	0.5~1	1~1.5	1.5~2	≥ 2
		距道路距离/km(0.095 5)	-	≤ 0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	≥ 0.7
		距水域距离/km(0.069 2)	+	≥ 0.7	0.5~0.7	0.3~0.5	0.1~0.3	≤ 0.1
驱动力(0.54)	人口因素(0.16)	人口密度(人/ km^2)(0.068 2)	+	≥ 149	149~302	302~371	371~449	≤ 449
	经济因素(0.47)	非农产业发展潜力(0.107 5)		潜力很大	潜力大	潜力较大	潜力一般	潜力小
	政策因素(0.28)	规划用途(0.021 1)		建设用地	园地	耕地	林草地	水域
	公众意愿(0.10)	复垦意愿(0.037 4)		建设用地	-	耕地	-	林地
约束力(0.30)	环境因素(0.33)	岩土污染程度(0.063 6)		无	轻度	中度	重度	严重
	风险因素(0.67)	是否有断层(0.097 8)		无	-	-	-	有
		地质灾害易发程度(0.021 9)		不易发	较易发	中易发	易发	高易发

表 3 綦江区煤矿临时建设用地的生态化利用竞争力评价指标、分级赋值及权重

准则层 (权重)	子准则层 (权重)	指标层 (权重)	指标 性质	指标分级及分值				
				100	80	60	40	20
适宜性(0.16)	自然因素(0.33)	坡度/ $^{\circ}$ (0.054 4)	-	≤ 2	2~6	6~15	15~25	≥ 25
		地表硬化率/%(0.112 5)	+	≥ 62.3	43.08~62.32	26.20~43.08	9.27~26.20	≤ 9.27
		土地利用现状(0.063 3)		建设用地	园地	耕地	林草地	水域
		土地破坏程度(0.031 8)		无破坏	轻度破坏	中度破坏	重度破坏	严重破坏
	区位条件(0.67)	距城镇乡距离/km(0.155 8)	-	≤ 0.5	0.5~1	1~1.5	1.5~2	≥ 2
		距道路距离/km(0.095 5)	-	≤ 0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	0.5~0.7	≥ 0.7
	距水域距离/km(0.069 2)	+	≥ 0.7	0.5~0.7	0.3~0.5	0.1~0.3	≤ 0.1	
驱动力(0.54)	人口因素(0.16)	人口密度(人/ km^2)(0.068 2)	+	≥ 149	149~302	302~371	371~449	≤ 449
	经济因素(0.47)	非农产业发展潜力(0.107 5)		潜力很大	潜力大	潜力较大	潜力一般	潜力小
	政策因素(0.28)	规划用途(0.021 1)		建设用地	园地	耕地	林草地	水域
	公众意愿(0.10)	复垦意愿(0.037 4)		建设用地	-	耕地	-	林地
约束力(0.30)	环境因素(0.33)	岩土污染程度(0.063 6)		无	轻度	中度	重度	严重
	风险因素(0.67)	是否有断层(0.097 8)		无	-	-	-	有
		地质灾害易发程度(0.021 9)		不易发	较易发	中易发	易发	高易发

人口因素中的所在村人均耕地面积指所在行政村耕地面积与人口数之比,反映所在村对耕地的需求状况;人口密度指单位面积土地上的人口数,反映所在城镇村的人口密集程度和对建设用地的需求程度;人均林地面积指人均拥有的林地面积,反映所在城镇村人口与森林资源的匹配程度。

经济因素中的耕地、建设用地、林地比率指评价单元中耕地、建设用地、林地面积占评价单元面积的比重,比重越大,表明转化为相应用地的竞争力越强;修复成本主要根据《重庆市生产建设项目土地复垦方案编制说明》、《重庆市工程造价信息》(2014年第2期信息价)、《土地开发整理项目预算编制与实务》中的费用构成及计算标准,结合研究区各煤矿的土地复垦方案中的预算报告来确定,然后运用自然断裂点法对其分等赋值,计算公式为

$$C_{ij} = (S_i \cdot D_i + H_i \cdot X_i) + M_i \cdot N_i \cdot (B_i + F_i + G_i + Z_i \cdot Y_i) \quad (6)$$

式中: C_i 为第 i 个地块第 j 种复垦方向的修复成本; S_i 为第 i 个地块拆除建筑物面积; D_i 为整体拆除单价; H_i 为第 i 个地块废渣方量; X_i 为废渣处理单价; M_i 为第 i 个地块面积; N_i 为覆土厚度; B_i 为取土场表土剥离单价; F_i 为复垦地土壤回覆单价; G_i 为汽车装卸运土单价; Z_i 为第 i 个地块客土运输距离; Y_i 为土壤购买单价. 非农产业发展潜力主要依据评价单元所在镇现有企业数量和第二、三产业发展定位,确定未来非农产业发展对建设用地的需求程度。

政策因素中的规划用途指对研究区评价单元的土地利用用途的总体规划,本研究依据各煤矿《土地复垦项目总体规划图》对研究区煤矿临时建设用地的规划确定,反映煤矿临时建设用地的可能利用方向;农业补贴和生态补偿是实施农地保护和生态保护的重要经济政策,包括农业支持保护补贴、耕地保护与质量提升补助、测土配方施肥补助、退耕还林还草补助等各类相关补贴。

公众意愿指公众对煤矿临时建设用地复垦为农用地、建设用地或生态用地的意愿. 本研究通过实地调研,向研究区分布有煤矿临时建设用地的煤矿复垦工作人员、农户、村镇干部、国土管理干部发放调查问卷,统计其对煤矿临时建设用地再利用方向的意愿。

环境因素中的污染程度主要指研究区评价单元岩土污染状况. 煤矿临时建设用地岩土污染主要由矸石山在雨水淋湿作用下的浸出液,生产、生活废水不正当排放和处理,地表受到污染物质(矸石)的长期压占,致使其通过扩散进入周边土地等原因造成,其对煤矿临时建设用地复垦均有制约作用. 其污染程度主要依据地块利用属性、矸石堆放方量来评定。

风险因素指影响煤矿临时建设用地再利用为农地、建设用地和生态用地安全的各项指标. 评价单元的地质状况、地基稳定性等安全指数,是否有断层主要根据各煤矿《土地复垦方案报告书》中对矿区地质构造的描述来确定;地质灾害易发程度反映了评价单元的地质状况、地基稳定性等属性,主要根据研究区各煤

矿最大下沉等值线图、最大倾斜等值线图、最大水平变形等值线图来综合判定。

3.2 煤矿临时建设用地复垦方向确定

1) 三类用地竞争力强度空间分布特征分析

根据綦江区煤矿临时建设用地实际情况, 通过竞争力综合指数模型, 计算得到綦江区煤矿临时建设用地的农业、建设和生态用地的竞争力强度空间分布状况(图 2-4)。

綦江区煤矿临时建设用地分布在赶水、安稳、石壕镇的 10 个村, 图 2 显示, 农地化竞争力强的煤矿临时建设用地主要分布在大堰、梨园、罗李、香树和马龙村的安稳、梨园、永盛、木朗和万隆等煤矿, 占煤矿临时建设用地的 50.26%, 这些地块离村庄较近, 土源保证率较高, 灌排条件较好; 农地化竞争力弱的煤矿临时建设用地主要分布在大堰、皂泥、万龙和羊叉村的后溪、金塘、长宏、张河沟和三岔河等煤矿, 占煤矿临时建设用地总面积的 32.40%, 这些地块的土地利用现状主要为林草地, 岩土污染严重, 地质灾害程度为重度易发, 不适宜将其复垦为农业用地。

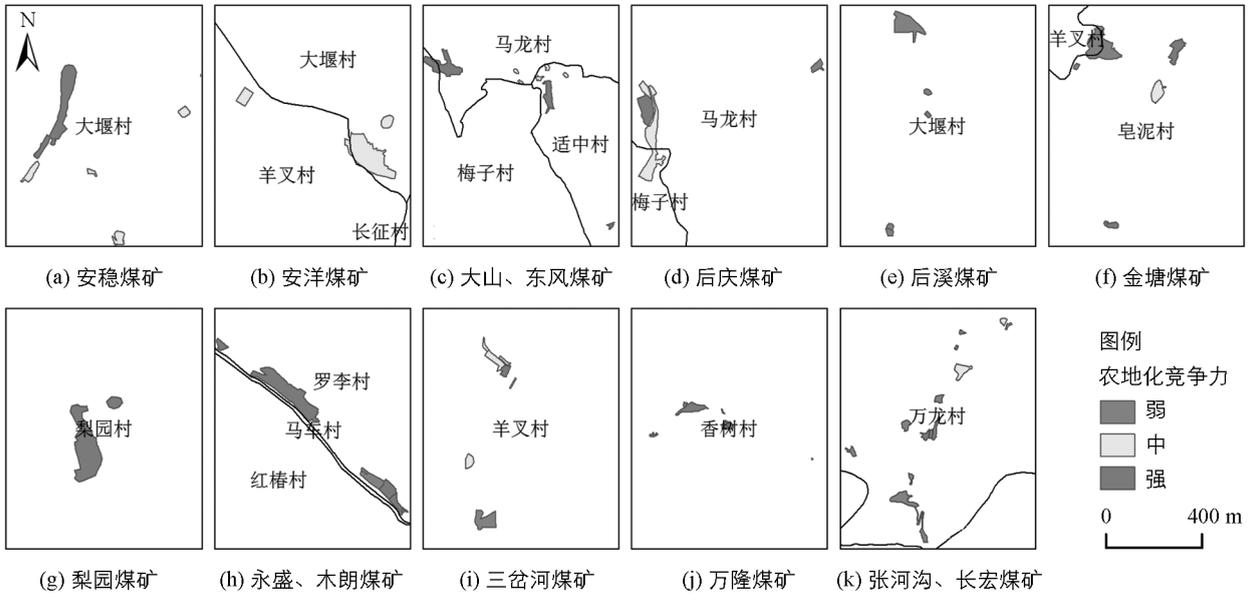


图 2 农地化竞争力强度空间分布图

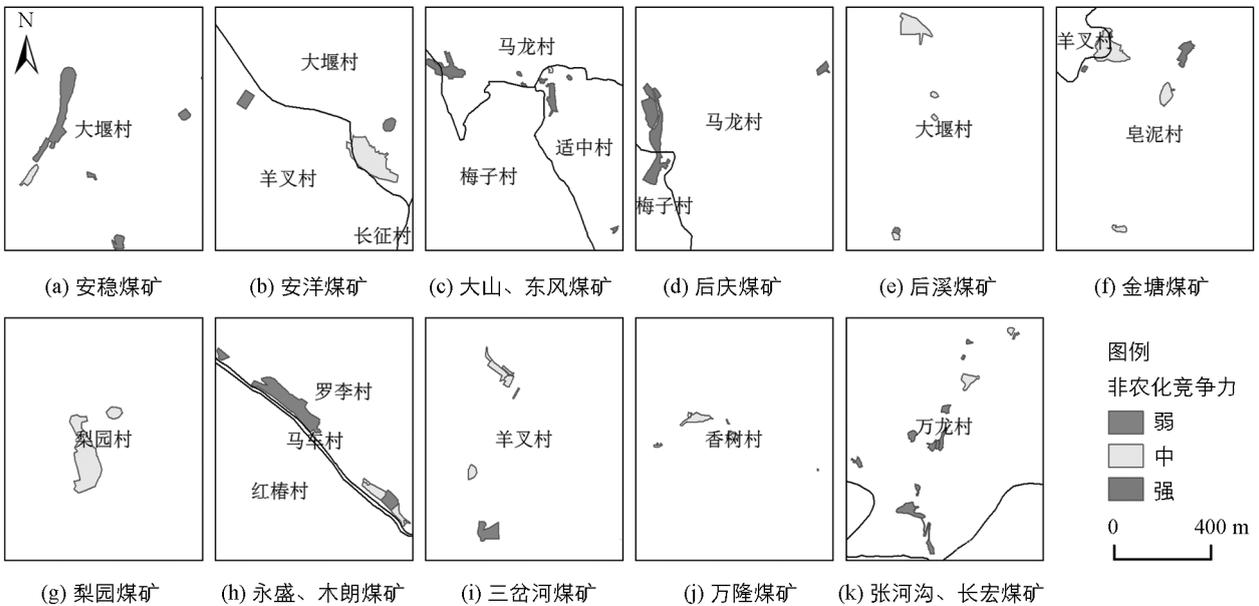


图 3 非农化竞争力强度空间分布图

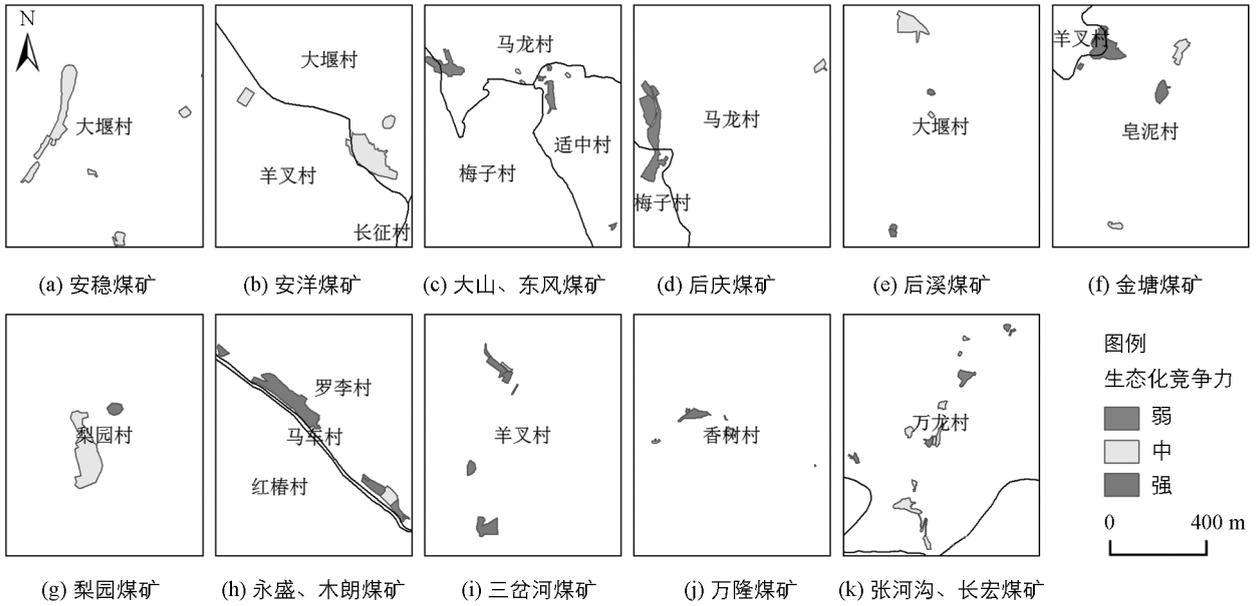


图 4 生态化竞争力强度空间分布图

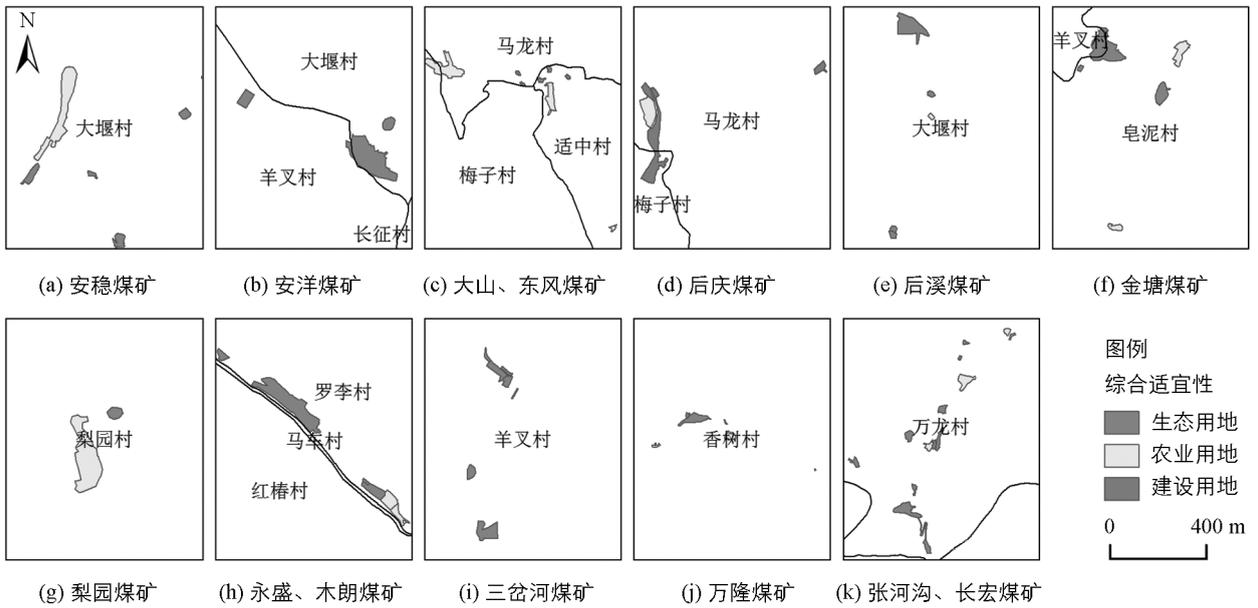


图 5 综合适宜性评价结果

图 1 和图 3 显示, 非农化竞争力高的煤矿临时建设用地主要分布在研究区北部和中部的梅子、马龙、适中村和皂泥村, 主要分属于后庆、大山、东风和金塘煤矿, 占煤矿临时建设用地总面积的 12.68%, 这些地块地表硬化率高, 建筑面积大, 非农发展潜力大; 非农化竞争力弱的煤矿临时建设用地主要分布在研究区中部的大堰、罗李和羊叉村和南部的万龙村, 主要分属于安稳、永盛、长宏和三岔河等煤矿, 占总面积的 42.00%, 主要是存在地质构造断层, 地质灾害易发的地块。

图 1 和图 4 显示, 生态化竞争力强的煤矿临时建设用地主要分布在研究区中部的罗李、羊叉和皂泥等村, 分属于永盛、三岔河和金塘等煤矿, 占煤矿临时建设用地总面积的 32.57%, 这些地块周边地类均为林草地, 岩土污染较重, 公众复林意愿较为强烈; 生态化竞争力弱的煤矿临时建设用地主要集中分布在研究区北部的马龙村、适中、梅子和南部的万龙村等村, 分属于大山、后庆、东风和张河沟等煤矿, 占总面积的 18.15%, 主要集中于规划用途为耕地, 距周边林草地较远的地块。

2) 煤矿临时建设用地综合适宜性评价

按照最适宜原则,即某评价单元的复垦综合适宜性为单项适宜性分析中竞争力最强的复垦方向,当农用地、建设用地和生态用地的单项适宜性发生冲突时,按照生态用地—农用地—建设用地的顺序确定煤矿临时建设用地各复垦单元的综合适宜方向,并结合实地调研,最终确定煤矿临时建设用地的综合适宜方向(表4和图5)。通过统计分析并结合煤矿临时建设用地综合适宜性空间分布图,结果表明复垦为农业用地的煤矿临时建设用地图斑数为17个,占总数的28.33%,面积8.7511 hm²,占总面积的39.25%,主要分布在研究区中部的大堰、梨园、马龙和适中村,这些地块距离村庄较近,周边地类均为耕地;续用为建设用地的煤矿临时建设用地图斑数为5个,占数量总和的8.33%,面积0.6853 hm²,占总面积的3.07%,这些地块地面建筑保存较好,距离道路较近;复垦为生态用地的煤矿临时建设用地图斑数为38个,占数量总和的63.33%,面积12.8566 hm²,占总面积的57.67%,主要为坡度较大,周边被林草地包围的地块。

表4 煤矿临时建设用地复垦适宜性强度组合类型及综合适宜性评价结果

类型区编号	单项适宜性强度			类型区名称	综合适宜方向
	农地化利用	非农化利用	生态化利用		
1	强	中	弱	农业用地优势区	农地化利用
	强	中	中	农业用地优势区	农地化利用
	强	弱	弱	农业用地优势区	农地化利用
	强	弱	中	农业用地优势区	农地化利用
2	中	强	中	建设用地优势区	非农化利用
	中	强	弱	建设用地优势区	非农化利用
	弱	强	中	建设用地优势区	非农化利用
3	弱	中	强	生态用地优势区	生态化利用
	弱	弱	强	生态用地优势区	生态化利用
	弱	弱	中	生态用地优势区	生态化利用
	中	中	强	生态用地优势区	生态化利用
4	强	强	弱	农业与建设用地冲突区	农地化利用
	强	强	中	农业与建设用地冲突区	农地化利用
	中	中	弱	农业与建设用地冲突区	农地化利用
5	中	强	强	建设与生态用地冲突区	生态化利用
	弱	强	强	建设与生态用地冲突区	生态化利用
	弱	中	中	建设与生态用地冲突区	生态化利用
6	强	中	强	农业与生态用地冲突区	生态化利用
	强	弱	强	农业与生态用地冲突区	生态化利用
	中	弱	中	农业与生态用地冲突区	生态化利用
7	中	中	中	三类用地一般冲突区	生态化利用

4 结论与讨论

煤矿临时建设用地具有多建筑、强硬质和地块破碎的压占损毁等特点,决定了土地损毁的严重性和地力恢复的困难性,其复垦适宜性评价结果受到自然因素、区位因素和经济因素等诸多方面的影响。本研究以綦江区煤矿临时建设用地为例,从煤矿临时建设用地复垦的适宜性、驱动力和约束力3个方面入手,构建了由自然因素、区位因素、人口因素、经济因素、政策因素、公众意愿、环境因素和风险因素8个因素,坡度、土地破坏程度、土源保证率等20多个评价因子组成的煤矿临时建设用地复垦适宜性评价指标体系,并分别就农用地方向复垦、建设用地方向复垦和生态用地方向复垦进行适宜性评价。结果表明:生态用地复垦方向因其周边地类均为林草地且距离林草地较近,表现出极强的适宜性;在一些离村庄较近,土源保证率较高,灌排条件较好的地块,农用地方向复垦适宜性较高;一些地面建筑保存较好,利旧率较高的地块,建设用地复垦方向适宜性较高。

在国家宏观土地复垦政策调整的背景下,土地复垦优先用于农业生产的规定并不适用于煤矿临时建设

用地这类强损毁、强压占、强硬质的土地,煤矿临时建设用地复垦应在坚持生态恢复与补充耕地的前提下,充分考虑评估各地块的土地特性、经济政策、公众意愿的基础上宜农则农,宜建则建,宜林则林,最终实现煤矿临时建设用地的差别化复垦。

参考文献:

- [1] 赵立志,张昱朔,张超,等.中小型煤矿工业废弃地再利用规划策略研究——以峰峰矿区老三矿为例[J].城市发展研究,2014,21(5):21-23,34.
- [2] 信桂新,杨朝现,陈荣蓉,等.丘陵山区农村居民点利用及其复垦技术集成[J].西南大学学报(自然科学版),2013,35(12):88-96.
- [3] 陈英义,李道亮.基于Web的煤矿废弃地土地复垦决策支持系统设计与实现[J].农业工程学报,2008,24(4):107-112.
- [4] 丁宁,金晓斌,汤小槽,等.生态位适宜度变权法在高速铁路临时性用地复垦适宜性评价中的应用——以京沪高铁常州段典型制梁场为例[J].资源科学,2010,32(12):2349-2355.
- [5] 金晓斌,周寅康,汤小槽,等.高速铁路建设临时用地土地破坏特征与复垦利用决策研究——以京沪高速铁路常州段为例[J].自然资源学报,2010,25(7):1070-1078.
- [6] 窦洪桥,金晓斌,汤小槽,等.工程建设项目临时用地定额指标初探——以高速铁路制梁场为例[J].中国土地科学,2010,24(9):57-63.
- [7] 张秋玲,李保莲,李东敏,等.基于层次分析法的矿区待复垦土地适宜性评价[J].贵州农业科学,2009,37(5):102-104.
- [8] 田小松,周春蓉,郑杰炳,等.基于指数和法的气矿临时用地复垦适宜性评价研究[J].环境工程,2014,32(S1):856-859.
- [9] 豆飞飞,李萍,朱嘉伟.永城市陈四楼煤矿土地复垦适宜性评价研究[J].中国农学通报,2013(17):192-197.
- [10] 钱铭杰,吴静,袁春,等.矿区废弃地复垦为农用地潜力评价方法的比较[J].农业工程学报,2014,30(6):195-204.
- [11] JAHANSHALOO G R, LOTFI F H, IZADIKHAH M. Extension of the TOPSIS Method for Decision Making Problems with Fuzzy Data [J]. Journal of Applied Mathematics, 2006, 181(2): 1544-1551.
- [12] 崔艳,白中科,张继栋,等.露天矿区农用地复垦适宜性评价的方法与应用[J].农业工程学报,2008,24(S1):181-184.
- [13] 邵景安,李阳兵,魏朝富,等.区域土地利用变化驱动力研究前景展望[J].地球科学进展,2007,22(8):798-809.
- [14] 刘慧芳,刘友兆,毕如田,等.基于用地竞争的矿业废弃地再利用用地类型判定[J].农业工程学报,2016,32(10):258-266.
- [15] 刘巧芹,赵华甫,吴克宁,等.基于用地竞争力的潜在土地利用冲突识别研究——以北京大兴区为例[J].资源科学,2014,36(8):1579-1589.
- [16] 杜建平,邵景安,谭少军,等.煤矿区土地复垦研究:前景与进展[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2018,35(1):131-140.
- [17] 陈百明.土地资源学概论[M].北京:中国环境科学出版社,1999:75-156.
- [18] 苏壁耀.土地资源学[M].南京:江苏教育出版社,1994:42-81.
- [19] 郭青霞,吉谦,王改玲,等.安太堡露天煤矿复垦土地适宜性评价研究[J].山西农业大学学报(自然科学版),2002,22(2):82-86.
- [20] 李萍,魏朝富,邱道持.基于熵权法赋权的区域耕地整理潜力评价[J].中国农学通报,2007,23(6):536-541.
- [21] 倪九派,李萍,魏朝富,等.基于AHP和熵权法赋权的区域土地开发整理潜力评价[J].农业工程学报,2009,25(5):202-209.
- [22] 张新,董霁红.采煤塌陷地土地复垦项目后评价研究[J].中国煤炭,2010,36(3):78-82.
- [23] 马雪莹,邵景安,徐新良.基于熵权-TOPSIS的山区乡镇通达性研究——以重庆市石柱县为例[J].地理科学进展,2016,35(9):1144-1154.
- [24] 杜挺,谢贤健,梁海艳,等.基于熵权TOPSIS和GIS的重庆市县域经济综合评价及空间分析[J].经济地理,2014,

34(6): 40-47.

- [25] 欧阳志云,王如松,符贵南.生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用[J].生态学报,1996,63(2): 113-120.
- [26] SHAO JING'AN, ZHANG SHICHAO, LI XIUBIN, et al. Farmland Marginalization in the Mountainous Areas: Characteristics, Influencing Factors and Policy Implications [J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 25(6): 701-722.

Reclamation Suitability Evaluation of the Temporary Construction Land of Coal Mines ——A Case Study of Qijiang District, Chongqing Municipality

DU Jian-ping¹, SHAO Jing-an^{1,2}, ZHOU Chun-rong^{3,4},
SUN Jing^{3,4}, TAN Shao-jun¹

1. College of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;
2. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area, Chongqing 400047, China;
3. Chongqing Key Laboratory of Exogenic Mineralization and Mine Environment, Chongqing Institute of Geology and Mineral Resources, Chongqing 400042, China;
4. Chongqing Research Center of State Key Laboratory of Coal Resource and Safe Mining, Chongqing 400042, China

Abstract: Reclamation of temporary construction land in mine areas is an important approach to ecological restoration of mines, supplementation of cultivated land and realization of the goal of saving and intensive use of land. Taking 14 coal mines, which have temporary construction land, in Qijiang district of Chongqing as the research background and starting from three dimensions of temporary construction of land reclamation: suitability, driving force and binding force, this paper builds a suitable evaluation index system of reclamation in temporary construction land, which is made up of 8 factors such as nature, location and population, and more than 20 evaluation factors, including slope, degree of land damage, and land supply guarantee rate. A comprehensive weighting method (AHP+ TOPSIS) is adopted to carry out the index weighting, thus to determine the direction of reclamation from the plot scale. The temporary construction land of coal mines which is suitable for reclamation as ecological land is shown to account for 57.67% of the total. It consists mainly of plots with large slopes and heavy soil and rock pollution which are close to forest and grass lands. The temporary construction land of coal mines which is suitable for agricultural land accounts for 39.25% of the total. These plots are mostly situated closely to villages and have a relatively high land supply guarantee rate and satisfactory irrigation and drainage conditions. Only 3.07% of the total area of temporary construction land of coal mines is suitable for construction land. The buildings on such plots are usually maintained in fairly good condition and the utilization rate of the old buildings is high. In this study, the environmental impact factors and the invisible risks in the reclamation process are included in the appraisal system, which should be helpful for the scientific and rational development of reclamation of temporary construction land.

Key words: temporary construction land of coal mines; land reclamation; land suitability evaluation; Qijiang district

