

# 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价

杨佳惠, 雷国平, 张健

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

**摘 要:**提高煤炭资源枯竭型城市耕地集约利用是实现煤炭城市可持续发展的前提和基础,以煤炭资源枯竭型城市鸡西市为例,在耕地集约利用相关研究的基础上,以影响城市耕地集约利用的约束条件和耕地集约利用程度为要素层,构建煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价指标体系,运用最优组合赋权法确定指标权重,对 2008 年鸡西市耕地集约利用进行分析,结果表明:鸡西市耕地集约利用水平具有明显的空间分异和区域性差异;今后的发展趋势是耕地的投入强度和生态环境质量应该呈上升趋势,而耕地的利用程度和产出效果则呈下降趋势。鸡西市在今后可以通过优化耕地利用结构,提高耕地集约利用思想,以科技创新发展地区特色农业系统等方式来提高耕地的集约利用水平。

**关键词:**煤炭资源枯竭型城市;土地集约利用评价;鸡西市

**中图分类号:**F301.24

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2013)02-0250-04

## An Evaluation Study on the Intensive Utilization of Cultivated Land of Jixi City with Coal Exhausted Resource Type in Heilongjiang Province

YANG Jia-hui, LEI Guo-ping, ZHANG Jian

(College of Resources and Environment, Northeast Agriculture University, Harbin 150030, China)

**Abstract:**Enhancing the intensive utilization of cultivated land of the city with coal exhausted resource type is the precondition and basis of sustainable development of coal city. Jixi city with coal exhausted resource type was selected as the case study, based on the relevant research of intensive utilization of cultivated land, and under the element layer of intensive utilization of cultivated land affected by constraint condition and utilize degree, cultivated land intensive use evaluation index system of Jixi City with coal exhausted resource type was built, and optimal combination weighting method was utilized to confirm the index weight, and to analyze the intensive cultivated land use of Jixi City in 2008. The Results showed that the intensive cultivated land use level in Jixi city presented various spatial and regional variations. The following development trend is that the investment degree of cultivated land and the ecological and environmental quality is increasing, and the utilization degree of the cultivated land and output effect is decreasing. In the following development period, cultivated land use structure should be optimized and intensive utilization thinking of cultivated land should be enhanced to develop region characteristic agriculture system with technological innovation in Jixi City.

**Key words:**city with coal exhausted resource type; appraisal of intensive land use; Jixi City

建国以来,在大规模推进工业进程中,一大批资源型城市伴随着资源的大规模开发而相继兴起,成为我国城市化进程的显著特点<sup>[1]</sup>。20 世纪 90 年代我国主要资源型城市的资源开发相继进入成熟和衰退时期,并随之出现了一系列经济和社会问题,资源型

城市的产业转型问题开始逐步引起重视,“十五”规划纲要明确指出“积极稳妥地关闭资源枯竭的矿山,因地制宜地促进以资源开采为主的城市和大矿区发展接续产业和替代产业,研究探索矿山开发的新模式”<sup>[2]</sup>。资源型城市是指以向社会提供矿产品或其初

收稿日期:2012-09-09

修回日期:2012-10-13

资助项目:国家资源部地质大调查项目(1212010511217-04);国家科技支撑计划项目(2008BAD96B02)

作者简介:杨佳惠(1986—),女,黑龙江省鸡西市人,硕士研究生,主要从事土地规划与利用的研究。E-mail:yangjiawhuiz@126.com

通信作者:雷国平(1963—),男,辽宁省沈阳市人,教授,博士生导师,主要从事土地利用变化,土地利用规划,国土资源遥感调查与评价研究。

E-mail:guopinglei@126.com

级加工产品等资源型产品为主要城市功能的城市,按照资源产业生命周期规律,煤炭资源型城市将逐步经历成长期、鼎盛期和衰退期。进入煤炭资源枯竭期的城市即为煤炭资源枯竭型城市<sup>[3]</sup>。作为一种特殊的城市职能类型,煤炭城市为我国社会经济建设提供了大量的生产物资,在促进区域经济的快速发展,实现快速工业化和城市化方面做出了重大贡献。但随着自身经济迅速增长,城市人口和用地迅速增加,由于资源城市资源分布的不均衡决定其建设初期用地呈现“点多、线长、面广”过于分散的态势<sup>[4]</sup>。鸡西市作为一个典型的煤炭资源枯竭型城市,是人地关系作用最为强烈的区域之一,也是土地利用发生急剧变化且具有特色的区域,由于地下采矿使得煤炭城市的土地塌陷问题日益严重。据调查,2006 年鸡西全市塌陷面积达 63.73 km<sup>2</sup>,这在世界煤炭开采史上亦属罕见,最大沉陷面积深度达到 30 m,开裂宽度 6 m 多,毁坏农田 2.33 km<sup>2</sup>,危及建筑物 1.08 km<sup>2</sup>。经过了 80 多年的开采,鸡西市采空区面积达 4 km<sup>2</sup>,形成地表采煤沉陷区 193 km<sup>2</sup>,全市目前采空区正在以每年 130 cm 的速度下沉,地表沉陷面积还将进一步扩大。

煤炭资源城市的衰退是一种结构性衰退,产业结构的调整是经济转型的关键,在产业调整的同时将出现企业破产、矿井关闭、职工下岗等一系列问题,煤炭城市要摆脱对矿产资源的依赖,实现可持续发展,必须积极进行土地利用结构的调整,转变经济增长方式<sup>[5]</sup>。煤炭城市的转型就是要在资源不断枯竭、资源性产业不断退步后,实现城市依托替代产业继续发展、人与环境和谐统一的转变。因此,土地利用结构的调整是从根本上化解煤炭资源枯竭型城市土地存在的矛盾和问题,实现可持续发展的必然选择。

## 1 研究区概况

鸡西市处于东经 130°24′24″—133°56′30″,北纬 44°51′12″—46°36′55″,地处中高纬度,属寒温带大陆性季风气候,一年四季的气候差异显著。鸡西市总面积 23 040 km<sup>2</sup>,下辖鸡冠区、城子河区、恒山区、滴道区、梨树区、麻山区、鸡东县六区一县,代管密山市和虎林市两个县级市,截至 2010 年 12 月 31 日,总户籍人口 190 万,市区六区户籍人口 92 万,地区土地面积 22 456 km<sup>2</sup>,市区土地面积 2 300 km<sup>2</sup>,建成区土地面积 64 km<sup>2</sup>,其中农地面积 1 366.04 万 hm<sup>2</sup>,林地面积 491.31 万 hm<sup>2</sup>,牧草地面积 112.51 万 hm<sup>2</sup>。鸡西市自然资源十分丰富,是我国重要的能源基地。现已查明有煤、金、石墨、白云石、大理石、沸石等 30 余种矿

产资源。特别是煤炭资源,已探明煤炭储量达 30 亿 t,保有储量 20 亿 t;境内还有丰富的煤层气资源,总储量为 636.7 亿 m<sup>3</sup>,目前已进入勘探开发阶段。鸡西市是黑龙江省重点产粮地区之一,盛产水稻、玉米、大豆、蔬菜等。耕地总面积 71.81 万 hm<sup>2</sup>,灌溉水田 23.98 万 hm<sup>2</sup>,旱地 47.25 万 hm<sup>2</sup>,菜地 0.58 万 hm<sup>2</sup>,全市有 11 个大型国有农场,年均粮食产量 200 万 t。

## 2 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价指标体系构建

### 2.1 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价指标体系构建

通过对煤炭资源枯竭型城市内涵的深入分析,依据耕地集约利用的构成,构建资源枯竭型城市耕地集约利用评价指标体系(表 1)。

表 1 煤炭资源枯竭型城市耕地集约利用评价指标体系

目标层	准则层	领域层	指标层
耕地集约利用评价	耕地集约利用的约束条件	耕地自然质量	耕地自然质量指数
		环境容量	稳产指数
			人均耕地
			化肥投入指数
			用电量投入指数
	耕地集约利用程度	耕地投入程度	机械投入指数
			劳动力投入指数
			基础设施投入指数
			耕地利用潜力指数
			灌溉指数
		耕地产出效率	粮食单产
			地均产值
			单位面积产业增加值
产投比			

### 2.2 耕地集约利用的评价方法

2.2.1 评价模型的构建 耕地集约利用评价是一个多目标、多指标的系统,因此采用多目标综合评价模型来计算农用地集约利用综合指数。其基本原理用公式表示为<sup>[6]</sup>:

$$F_i = \sum_{j=1}^n I_{ij} \omega_j$$

式中: $F_i$ ——第  $i$  个评价单元耕地集约利用综合指数; $I_{ij}$ ——第  $i$  个评价单元在第  $j$  项指标上的标准化值; $\omega_j$ ——第  $j$  项指标的权重; $i$ ——评价单元个数( $i=1,2,3,\cdots,m$ ); $j$ ——指标个数( $j=1,2,3,\cdots,n$ )。

2.2.2 评价指标的标准化处理 耕地集约利用的指标评价体系十分复杂,而且指标的类型不尽相同,因而在进行综合评价之前,必须将评价指标类型作同趋势化处理。本文选用极差标准化法对评价指标进行

处理,其公式为<sup>[7]</sup>:

$$I_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}$$

式中: $x_{ij}$ —— $i$  评价单元在第  $j$  指标上的实际调查值。

2.2.3 指标权重的确定 指标权重确定的是否合理直接影响到评价结果的可靠性与有效性。通过采用最优组合赋权法建立和求解一个数学规划模型,将层次分析法<sup>[8]</sup>和熵值法<sup>[9]</sup>进行结合来确定指标权重,其优点在于确定的属性权重能同时反映主观意愿和客观规律。最优组合赋权法的基本原理:

设利用层次分析法得到的指标权重系数为:

$$P=(p_1,p_2,\cdots,p_m)^T$$

利用熵权法得到的指标权重系数为:

$$Q=(q_1,q_2,\cdots,q_m)^T$$

设最优组合权系数为:

$$\omega=(\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_m)^T$$

令  $\omega_j=k_1p_j+k_2q_j(j=1,2,\cdots,m)$

式中: $k_1,k_2$ ——组合权系数向量的线性表示系数,简称组合系数。 $k_1,k_2\geq 0$ ,且满足单位化约束条件  $k_1^2+k_2^2=1$ 。显然,最优组合赋权法的关键问题是  $k_1,k_2$  的确定。

设评价指标  $x_1,x_2,\cdots,x_m$  的线性函数  $y=\sum_{i=1}^mb_ix_i$ ,使得: $\sum_{i=1}^n(y_i-y)^2=\sum_{i=1}^n[\sum_{j=1}^m(k_1p_j+k_2q_j)x_{ij}-y]^2$  取最大值。对原始数据进行标准化处理得出  $y=0$ ,问题转变为在约束条件  $k_1,k_2\geq 0,k_1^2+k_2^2=1$  下求  $\sum_{i=1}^ny_i^2=\sum_{i=1}^n[\sum_{j=1}^m(k_1p_j+k_2q_j)x_{ij}]^2$  最大。于是最优化问题等价于:

$$\begin{aligned} \max F(k_1,k_2) &= \sum_{i=1}^ny_i^2 = \sum_{i=1}^n[\sum_{j=1}^m(k_1p_j+k_2q_j)x_{ij}]^2 \\ \text{s. t. } k_1^2+k_2^2 &= 1, k_1,k_2\geq 0 \end{aligned}$$

通过求解改优化模型,得到上式的解  $k_1^+,k_2^+$ ,由于传统的加权向量一般都满足归一化条件,故而还需对  $k_1^+,k_2^+$  进行归一化处理,即:

$$k_1=\frac{k_1^+}{k_1^++k_2^+}, k_2=\frac{k_2^+}{k_1^++k_2^+}$$

2.3 评价标准

将煤炭资源枯竭型城市耕地集约利用评价结果划分为 3 个级别:Ⅰ级集约利用区、Ⅱ级集约利用区、Ⅲ级集约利用区。Ⅰ级集约利用区,集约度  $0.3\leq c<0.4$ ;Ⅱ级集约利用区,集约度  $0.4\leq c<0.5$ ;Ⅲ级集约利用区,集约度  $0.5\leq c<0.6$ 。级别越高,耕地集约利用水平越高<sup>[6]</sup>。

3 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价

3.1 数据来源

本文主要基础性数据来源于:黑龙江省统计年鉴(1999—2008)、黑龙江省行政区划图、黑龙江省土地利用现状图、黑龙江省土地利用变更数据(1999—2008)、黑龙江省农用地分等成果。

3.2 评价过程

本文以鸡西市内 6 个辖区为研究对象(鸡冠区、城子河区、恒山区、滴道区、梨树区、麻山区),通过对煤炭资源枯竭型城市耕地集约利用的分析,构建煤炭资源枯竭型城市耕地集约利用评价指标体系,采用最优组合赋权法确定指标权重,对研究区耕地集约利用程度进行评价(表 2)。

表 2 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价

指标	鸡冠区	恒山区	滴道区	城子河区	梨树区	麻山区
耕地综合集约度	0.5399	0.4834	0.4642	0.4201	0.3258	0.3575
自然质量等	0.0246	0.0106	0.0106	0.0125	0.0187	0.0291
人均耕地	0.0216	0.0073	0.0132	0.0679	0.0427	0.0718
稳产指数	0.0352	0.0528	0.0485	0.0300	0.0491	0.0059
化肥投入	0.0248	0.0070	0.0246	0.0303	0.0172	0.0263
用电量投入	0.0555	0.0283	0.0070	0.0318	0.0257	0.0160
机械投入	0.0586	0.0469	0.0514	0.0246	0.0249	0.0172
劳动力投入	0.0436	0.0335	0.0212	0.0224	0.0171	0.0269
基础设施投入	0.0172	0.0825	0.0075	0.0295	0.0189	0.0083
耕地利用潜力指数	0.0452	0.0523	0.0668	0.0252	0.0216	0.0061
灌溉指数	0.0678	0.0109	0.0322	0.0664	0.0231	0.0575
粮食单产	0.0456	0.0194	0.0501	0.0323	0.0158	0.0144
地均产值	0.0327	0.0411	0.0180	0.0178	0.0147	0.0087
单位面积产业增加值	0.0362	0.0819	0.0162	0.0156	0.0167	0.0120
产投比	0.0313	0.0090	0.0970	0.0137	0.0196	0.0573

3.3 评价结果

鸡西市内 6 个辖区耕地集约利用的评价结果如表 3 所示。鸡冠区的综合集约度最高,为 0.539 9,位居第一名,处于Ⅲ级集约利用区;恒山区、滴道区和城子河区的综合利用度分别为 0.483 4、0.464 2 和 0.420 1,分别位居第二名、第三名和第四名,处于Ⅱ级集约利用区;麻山区和梨树区的综合利用度分别为 0.357 5 和 0.325 8,分别位居第五名和第六名,处于Ⅰ级集约利用区。

表 3 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用评价结果

行政单位	综合集约度	排序	级别
鸡冠区	0.5399	1	Ⅲ
恒山区	0.4834	2	Ⅱ
滴道区	0.4642	3	Ⅱ
城子河区	0.4201	4	Ⅱ
梨树区	0.3258	6	Ⅰ
麻山区	0.3575	5	Ⅰ

3.4 评价结果分析

3.4.1 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用差异分析 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用度存在明显的空间差异。耕地集约利用程度最高的区域集中分布在鸡冠区,属于鸡西市集约利用水平最高的地区。Ⅱ级集约利用区主要分布在恒山区、滴道区和城子河区。这类地区应采取必要措施,在保持经济效益和社会效益不下降或提高的条件下,提高生态效益。Ⅰ级集约利用区主要分布在梨树区和麻山区,此类地区主要受耕地自然质量限制,投入低、效益差。此类地区应转变利用模式,战略性调整利用结构。

3.4.2 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用整体状况分析 从指标体系领域层权重看,投入强度对耕地集约利用水平的影响最大。耕地投入强度指数较高,但是耕地产出效率低,耕地投入强度指数大于耕地产出效率指数。同时,各区对耕地的基础设施投入远低于生产性投入,投入结构不合理。

从耕地集约利用的约束条件看,耕地受生态环境影响较大,耕地稳产指数不高。因此,该区耕地集约利用应以调整农业投入结构为主,增加基础设施投入,提高耕地防灾减灾能力,实现高产稳产。

从今后的发展趋势看,耕地的投入强度和生态环境质量应该呈上升趋势,而耕地的利用程度和产出效果则呈下降趋势。一方面,随着经济的发展,耕地面积逐年减少,迫使耕地集约利用投入强度增加;另一方面,在实现耕地集约利用的同时,要充分考虑区域环境容量,消除耕地利用的外部性影响,实现可持续利用。

4 煤炭资源枯竭型城市鸡西市耕地集约利用建议及对策

4.1 优化耕地利用结构

调整煤炭资源枯竭型城市耕地各类结构。高效节约型模式主要依赖于节水灌溉改造技术、土地整理与复垦技术、坡改田或新造地培肥技术、水土保持技术及小流域综合治理技术,进行耕地的节约利用和合理发展。通过这些模式改变耕地集约中约束条件的限制,以提高耕地综合集约度<sup>[10]</sup>。同时,在今后的耕地利用中,要大力加强基础设施投入,同时针对不同区域,调整耕地投入结构,提高耕地产出效率。

4.2 提高耕地集约利用思想

从目前来看,鸡西市中、西部地区劳动力资源丰富,实行劳力集约仍然具有一定的现实意义。但鸡西市农村人口素质普遍低下,极大地影响了农业生产技术的迅速推广<sup>[11]</sup>。因此,必须大力发展农村教育事业,提高耕地集约利用的思想。一方面要加强农村义务教育教育,另一方面加强农村职业技术教育,向农村劳动力广泛传授农业技术知识,引导农民生产经营的市场观念、培养农民的市场主体意识。

4.3 科技创新发展特色农业

现代农业发展史表明,科技进步对农业发展起到重要推动作用。而农业科技投入不足,农业科技水平低,导致科技进步对农业增长的影响不足。因此,未来应该依靠资源、生态和地理优势,推进农业科技创新,建立一批国家级和省级绿色农业生产与精深加工基地,创鸡西市自己的绿色农产品品牌,使农业自然生态优势转化为农产品竞争优势和农业经济效益优势,创建具有地方特色的农业系统,实现保障国家食品安全和促进农民增收的“双赢”目标。

4.4 挖掘城市存量土地潜力

结合煤炭资源枯竭型城市存在大量废弃工矿用地和城市土地集约利用度不高的实际,因地制宜,对效益低下或者废弃的工矿用地实行有步骤整理,逐步恢复城市建设用地的高效率,推动土地利用的多元化发展,这样既可以提高土地利用效率,又可以适当保护耕地,防止由于城市化发展造成城市土地的盲目扩张<sup>[12]</sup>。

参考文献:

[1] 周晓飞,雷国平,徐珊.城市土地利用绩效评价及障碍度诊断:以哈尔滨市为例[J].水土保持研究,2012,4(2): 126-130.

由表6可以看出,恩格尔系数越大,水土流失相对较为严重,反之依然;水土流失使耕地变少与泥沙堆积多,蓄水量下降大致呈现正相关关系。而恩格尔系数恰好能反映农户生活水平高低,恩格尔系数大,农户家庭贫困;恩格尔系数小,农户家庭相对富裕。由此可知,水土流失与贫困情况存在一定的相关关系。

## 4 结论

(1) 农户行为与水土流失原因存在耦合关系:农户土地利用破碎度大,人均耕地不足,坡耕地比重大,土地(资源)利用不合理。同时,恩格尔系数较高,农户生活水平较为落后,生活能源还停留在薪柴阶段,造成植被破坏严重。土地利用不合理、坡耕地比重大与植被破坏是造成水土流失的重要原因。

(2) 农户行为与水土流失治理也存在耦合关系:农业投入方式以水土保持措施为主的农户对区域水土流失破坏程度较小,增加经济林发展养殖业也相对较小。在水土流失控制的技术应用行为中,农户选择以植树种草和梯田与耕作措施为主,农户受小农思想的影响,对资金和技术渴望较为强烈,而对信息和政策的需求较小。

(3) 从农户行为与水土流失的耦合关系来看,植树种草、梯田和耕作措施应作为粤北岩溶山区主要的水土保持措施,其对水土流失的控制和治理有重要作用,应在粤北岩溶山区进行大力推广和发展。

致谢:外出调查和采样时得到刘顺英,潘敏华,苏

艳芳,姜艳君,张邦兴,卢倩,陆文峰,刘旺军等本科生的协助,特此致谢。

### 参考文献:

- [1] 欧阳进良,宋春梅,字振荣,等.黄淮海平原农区不同类型农户的土地利用方式选择及其环境影响:以河北省曲周县为例[J].自然资源学报,2004,19(1):1-10.
- [2] 郭震,黄贤金,章波,等.江西红壤区农户水土保持行为机理研究:以兴国县为例[J].南京大学学报:自然科学版,2004,3(5):370-377.
- [3] 翟文侠,黄贤金.农户水土保持行为机理:研究进展与分析框架[J].水土保持研究,2005,12(6):108-112.
- [4] 阮伏水.试论家庭水土保持生态农业的基本思想和方法[J].水土保持研究,1994,1(5):53-57.
- [5] 张晓萍,温仲明,马晓微.参与性农村调查与评估(PRA)概念与调查方法[J].水土保持科技情报,1999(4):53-56.
- [6] 杨浩,程积民.宁南山区农户经济收入与农业结构调整现状研究[J].水土保持研究,2008,15(3):130-133.
- [7] 陈利项,马岩.农户经营行为及其对生态环境的影响[J].生态环境,2007,16(2):691-697.
- [8] 胡豹,卫新,王美青.影响农户农业结构调整决策行为的因素分析[J].中国农业大学学报:社会科学版,2005(2):50-56.
- [9] 陈屹松,陈百明,罗日健,等.耕地稀缺地区农户自然资源利用行为研究[J].江西农业大学学报,2005,27(4):943-948.
- [10] 王济民.我国贫困地区农户技术应用行为的实证分析[J].农业技术经济,1995,3(6):20-24.
- [11] 洪名勇,杨昌渊.贵州少数民族地区农户消费行为影响因素分析:以黔东南台江县、黎平县为例[J].山地农业生物学报,2010,29(3):249-254.
- [12] 董秀茹,王秋兵.农用地集约利用内涵的界定[J].安徽农业科学,2007,35(23):7257-7259.
- [13] 覃事娅,尹惠斌.基于AHP的土地整理综合效益评价实证研究[J].河北农业科学,2007,11(2):93-96.
- [14] 李江,郭庆胜.基于信息熵的城市用地结构动态演变分析[J].长江流域资源与环境,2002(9):394-395.
- [15] 王业侨.节约和集约用地评价指标体系研究[J].中国土地科学,2006,20(3):24-31.
- [16] 赵本宇,张文秀.新形势下耕地资源集约利用及其评价研究[J].安徽农业科学,2007,35(19):5842-5843.
- [17] 刘凤莲,林爱文.资源枯竭城市土地集约利用综合评价研究[J].山西大学学报,2011,34(1):163-168.

(上接第253页)

- [18] 丁润超,宋戈,齐美玲.有色金属资源型城市土地利用与生态环境协调发展研究:以辽宁省葫芦岛市为例[J].水土保持研究,2012,4(2):148-153.
- [19] 王杨.煤炭资源枯竭型城市土地可持续利用研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2011.
- [20] 陈钰,雷国平.大庆市土地利用与生态环境协调度评价[J].水土保持研究,2011,6(3):114-120.
- [21] 崔登攀,宋戈.黑龙江省煤炭城市土地生态效益评价研究:以鹤岗市为例[J].水土保持研究,2010,10(5):114-117.
- [22] 董秀茹,王秋兵,石水莲.农用地集约利用评价指标体系的建立[J].土壤通报,2008,39(2):209-213.