

## 喀什市土地资源优化配置研究

刘晓万, 张永福\*, 黄莉莉 (新疆大学资源与环境科学学院, 新疆乌鲁木齐 830046)

**摘要** 以新疆维吾尔自治区喀什市作为研究对象, 以2009年喀什市土地利用数据作为基期数据, 借助线性规划方法对喀什市土地资源进行优化配置。通过对喀什市土地利用现状的分析, 并结合当地社会经济发展特点以及相关规划调控指标, 预测2020年喀什市土地利用结构优化数据, 以使得喀什市土地综合利用效益达到最大。

**关键词** 灰色线性规划; GM(1,1); 优化配置; 层次分析法(AHP); 喀什

**中图分类号** S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)03-299-03

### Research on Optimal Allocation of Land Resources in Kashgar, Xinjiang Uygur Autonomous Region

LIU Xiao-wan, ZHANG Yong-fu\*, HUANG Li-li (College of Resource and Environment Sciences, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046)

**Abstract** Taking Kashgar, Xinjiang Uygur Autonomous Region as the research object, with land use structure in 2009 data as the base data, linear programming method was used to optimize the allocation of land resources in Kashgar. Through analysis on the present situation of land use in Kashgar, combined with local economic and social development features and related planning control index, and prediction of structure optimization data of land use in 2020, Kashgar land utilization comprehensive benefits reaches a maximum.

**Key words** Grey liner programming; GM(1,1); Optimal allocation; Analytic Hierarchy Process(AHP); Kashgar

土地是人类赖以生存的物质基础, 为人类提供了生存和社会发展的活动空间。我国人口数量众多, 人均土地资源占有量有限。然而, 我国人口数量的不断增长使得人均土地资源占有量逐渐下降的现实, 以及土地生态系统污染严重成为土地资源优化配置的挑战<sup>[1]</sup>。土地资源优化配置是实现土地资源合理利用和可持续发展的重要途径和手段。科学合理的土地资源配置能够充分发挥土地使用潜力, 提高土地综合利用效率, 实现土地的可持续利用, 保持土地生态系统的平衡, 促进区域经济快速平稳发展<sup>[6]</sup>。

## 1 研究区概况

喀什市(75°48'~76°18'E, 39°23'~39°37'3N)是喀什地区政治、经济、文化、交通以及宗教中心, 东西部与疏附县接壤, 北倚古玛塔格山, 北与克孜勒苏柯尔克孜自治州阿图什市毗邻, 南面与疏勒县相连。喀什市历史悠久, 是著名的古“丝绸之路”的交通枢纽, 是我国连接中亚、西亚以至欧洲等国的陆上必经之地, 有“中国的西大门”之称。2011年喀什市被国务院批准成为最年轻的经济开发区, 社会经济呈现出强劲的发展势头。根据喀什市城市总体规划, 城市人口由2010年的27.04万发展到2020年的45万, 土地利用情况计划喀什特区用地需达到45.5 km<sup>2</sup>, 远期规划控制用地为164 km<sup>2</sup>。随着城市人口的急剧增长和经济社会的快速发展, 喀什市面临着土地及各种资源粗放利用、城镇土地扩张迅速、生态环境恶化、土地利用结构不合理以及人地矛盾加剧等问题。优化土地资源配置能够协调人与土地、社会经济发展与土地资源之间的关系, 提高土地资源的综合利用效率, 实现土地资源利用的可持续发展。

## 2 指标体系构建

### 2.1 建立土地资源优化模型

**作者简介** 刘晓万(1988-), 男, 宁夏固原人, 硕士研究生, 研究方向: 地图学与地理信息系统。\*通讯作者, 副教授, 硕士生导师, 从事国土资源评价与规划、土地管理研究。

**收稿日期** 2014-11-24

配置的有效方法, 它是一种在具有确定目标又有一定约束限制条件下, 从所有可能的选择方案中找出最优方案的数学方法, 也是目前研究多变量复杂系统常用的一种最优化方法<sup>[2]</sup>。然而, 一般的线性规划也存在很多的问题<sup>[3]</sup>。灰色系统的思想和建模方法在一定的程度上能够解决这些问题。灰色线性规划弥补了一般线性规划的不足, 它不要求目标函数中的效益系数、约束条件中的技术系数、资源量及其他限制量等都被固定下来, 而可在技术系数是可变的灰数, 约束值是发展的情况下进行, 是一种动态的线性规划<sup>[1-5]</sup>。当线性规划的约束条件系数是可变的区间时, 既可以按下限规划又可按上限规划, 直到得到满意的规划解为止。

该研究运用灰色线性规划模型来求解喀什市土地资源优化配置方案, 从中选择最优方案。变量的设置应满足以下3个原则: ①土地利用类型的设置要符合全国《土地利用现状分类规程》; ②各变量在地理位置上是独立的, 不能有重叠部分, 并具有综合性与典型性, 粗细得当; ③各变量的效益资料能够取得, 以便于确定各类用地的效益系数<sup>[7]</sup>。因此根据喀什市土地利用现状和土地适宜性及各业对土地利用的需求特点, 从社会经济发展的要求出发, 按照喀什市土地利用现状分土地利用分类体系(3大类)标准, 共设置以下10个变量:  $x_1$ (耕地面积)、 $x_2$ (园地面积)、 $x_3$ (林地面积)、 $x_4$ (其他农用地)、 $x_5$ (城镇用地)、 $x_6$ (农村居民点)、 $x_7$ (工矿建设用地)、 $x_8$ (交通水利用地)、 $x_9$ (其他建设用地)、 $x_{10}$ (未利用地)<sup>[8]</sup>。

### 2.2 约束条件

**2.2.1 土地总面积约束。**各类用地面积之和应该等于喀什市土地总面积, 即:

$$x_1 + x_2 + \dots + x_9 + x_{10} = 55\ 010.90\ \text{hm}^2$$

**2.2.2 人口总量约束。**农用地和城镇用地所能承载的人口总量应该小于等于2020年规划人口, 即:

$$M_1 \sum x_j + M_2 \sum x_k \leq P$$

式中,  $M_1$  指喀什市农用地的人口平均预测密度;  $M_2$  代表城镇用地的人口平均预测密度;  $x_j$  代表农用地总面积;  $x_k$  代表城镇用地总面积;  $P$  指 2020 年规划总人口。

表 1 2009 年喀什市土地利用状况

类别	土地利用类型	变量	面积//hm <sup>2</sup>
农用地	耕地	$x_1$	17 165.14
	园地	$x_2$	1 637.24
	林地	$x_3$	1 497.32
	其他农用地	$x_4$	3 006.20
	建设用地	城镇用地	$x_5$
建设用地	农村居民点	$x_6$	3 536.06
	工矿建设用地	$x_7$	745.73
	交通水利用地	$x_8$	901.55
	其他建设用地	$x_9$	524.09
	未利用地	$x_{10}$	21 850.75

注:数据来源于喀什市国土资源局。

2009 年喀什市总人口为 450 633 人,其中农村人口 186 246 人,城镇人口 264 387 人。农用地总面积为 23 305.90 hm<sup>2</sup>,城镇用地总面积为 41 46.82 hm<sup>2</sup>,农村居民点总面积为 3 536.06 hm<sup>2</sup>,农村居民点和农用地总面积为 26 841.96 hm<sup>2</sup>,则可以确定  $M_1$  的上限为 6.94 人/hm<sup>2</sup>,  $M_2$  的上限为 63.76 人/hm<sup>2</sup>,预测到 2020 年喀什市的总人口为 577 295 人,其中农村人口为 128 023 人,城镇人口为 449 272 人,农村居民点和农用地总面积 24 260.41 hm<sup>2</sup>,城镇用地面积 7 125.03 hm<sup>2</sup>。则可以确定  $M_1$  的下限为 5.23 人/hm<sup>2</sup>,  $M_2$  的下限为 63.06 人/hm<sup>2</sup>。即:

$$5.23(x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_6) + 63.06x_5 \leq 577 295$$

**2.2.3 宏观计划约束。**根据喀什市土地利用总体规划要求规划目标年(2020 年)全市的耕地面积不少于 14 412.58 hm<sup>2</sup>,即可得到约束条件:

$$x_1 \geq 14 412.58$$

根据喀什市土地利用总体规划中上级下达的新增建设用地占用耕地的指标,既要求社会经济快速发展又不能过多的占用耕地以满足喀什市建设用地需求和供给,因此,各主要建设用地应控制在宏观计划范围内。

$$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 13 462.25$$

**2.2.4 社会需求约束。**经过各方面综合预测,喀什市 2020 年粮食单产水平大约为 6 731.98 kg/hm<sup>2</sup>,粮食单产灰区间取值范围为 5 760 ~ 6 890 kg/hm<sup>2</sup>,其下限为喀什市 2000 年粮食单产水平,上限是用 GM(1,1)模型预测值,即 2020 年预计能达到的粮食单产水平。这样设置灰区间能够保障规划期间粮食的需求量,因此可根据粮食单产水平的变化速度选择适合地区发展的规划方案。为满足全市人民的生活生产需要,以小康水平位标准预测,需要 202 784 850 kg(灰区间为 202 784 850 ~ 259 782 750 kg)粮食。根据耕地总需求量的公式:耕地总需求量 = 粮食需求量/耕地粮食单产/粮作比/复种指数,再用该值乘以喀什市粮食自给率预测耕地需求量,经计算得耕地约束条件为:

$$x_1 \geq 14 696.64$$

**2.2.5 生态平衡约束。**依据新疆维吾尔自治区给喀什市下达的森林覆盖率的指标和喀什市土地利用的现状情况,制定适合喀什市经济发展和生态环境保护的造林绿化目标,在规划期间内,喀什市森林覆盖率由 2009 年的 2.72% 提高到 2020 年的 2.98%,2020 年林地面积将达到 1638.95 hm<sup>2</sup>。即可得到林地约束条件为:

$$x_3 \geq 1 638.95$$

**2.2.6 未利用土地开发约束。**2009 年喀什市未利用地 21 850.75 hm<sup>2</sup>,根据土地开发整理规划和对未利用地开发利用预测,到 2020 年末利用地开发可增加可利用土地面积的最大面积为 8 389.11 hm<sup>2</sup>,则构成未利用土地开发约束条件:

$$x_{10} \geq 13 461.64$$

**2.2.7 实际情况和经济约束。**为了满足社会经济发展,规划期间内会增加独立工矿用地和交通用地等,土地开发将会使得未利用土地减少。则可构成如下约束条件:

$$x_7 \geq 5 748.95; x_8 \geq 3 145.08; x_2 \geq 2 264.31; x_5 \geq 7 125.03; x_6 \geq 4 034.05$$

**2.2.8 数学模型要求约束。**模型要求为:

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, 10$$

**2.3 目标函数** 该研究目标函数如下:

$$f(x) = 10 200x_1 + 22 500x_2 + 4 800x_3 + 4 500x_4 + 200 000x_5 + 120 000x_6 + 900 000x_7 + 30 000x_8 + 500x_9 + 100x_{10}$$

目标函数中的各项系数为单位土地面积上的收益系数(元/hm<sup>2</sup>),全部按照当年的价格计算。目标函数中的各项系数是采用灰色预测、平均增长率预测和回归预测等方法求得的预测数。

**2.4 模型求解** 由于灰色线性规划模型中的效益系数、技术系数及约束系数是区间灰区间,可以按照下限规划又可依据上限规划,还可选择区间值规划,从而使规划方案灵活多变且有弹性空间,能够适应未来情况的发展变化。结合喀什市具体情况及未来发展趋势,按照 2020 年经济发展目标要求,经运算求解获得高、中、低经济效益目标下土地资源优化配置方案(表 2)。

表 2 各供选方案比较

指标	方案 1	方案 2	方案 3
人口//万人	60.1	60.73	61.35
单产//kg/hm <sup>2</sup>	6 250	6 000	5 760
耕地//hm <sup>2</sup>	13 970.76	14 432.31	14 793.46
园地//hm <sup>2</sup>	1 738.18	2 265.74	2 483.16
林地//hm <sup>2</sup>	1 750.95	1 800	1 638.95
其他农用地//hm <sup>2</sup>	1 942.14	1 848.14	1 848.14
城镇用地//hm <sup>2</sup>	7 193.07	7 072.23	6 863.78
农村居民点//hm <sup>2</sup>	4 023.87	4 023.87	4 209.67
工矿建设用地//hm <sup>2</sup>	6 557.15	6 435.39	6 287.26
交通水利用地//hm <sup>2</sup>	3 145.08	3 145.08	3 145.08
其他建设用地//hm <sup>2</sup>	524.06	524.06	524.06
未利用地//hm <sup>2</sup>	14 165.64	13 464.08	13 217.34
GDP//亿元	86.88	85.59	83.99

### 3 土地资源优化方案决策

应用层次分析法模型进行土地资源优化方案决策,首先

建立层次分析系统模型。第一层为目标层,即土地利用结构的综合效益为最大;第二次为约束层,该层分为3个子系统,即社会效益、经济效益和生态效益;第三层为指标层,该层分为10个指标;第四层为方案层,即各个待评价的方案。

表3 方案决策计算结果

评价指标	指标权重	方案1		方案2		方案3	
		归一化指标	指标得分	归一化指标	指标得分	归一化指标	指标得分
国内生产总值	0.115 7	0.338 8	0.039 2	0.333 7	0.038 6	0.327 5	0.037 9
人均 GDP	0.115 4	0.342 2	0.039 5	0.333 7	0.038 5	0.324 1	0.037 4
粮食单产	0.115 4	0.347 0	0.040 0	0.333 1	0.038 4	0.319 8	0.036 9
城市化水平	0.106 5	0.340 4	0.036 3	0.334 7	0.035 6	0.324 8	0.034 6
人均粮食占有量	0.109 7	0.340 4	0.037 3	0.334 1	0.036 7	0.325 5	0.035 7
人均交通用地	0.106 5	0.336 8	0.035 9	0.333 3	0.035 5	0.329 9	0.035 1
林地面积	0.086 0	0.337 4	0.029 0	0.346 8	0.029 8	0.315 8	0.027 2
耕地面积	0.080 4	0.323 4	0.026 0	0.334 1	0.026 9	0.342 5	0.027 5
人均林地面积	0.081 7	0.340 8	0.027 8	0.346 7	0.028 3	0.312 5	0.025 5
园地面积	0.082 7	0.267 9	0.022 2	0.349 3	0.028 9	0.382 8	0.031 7
总计	1.000 0		0.333 2		0.337 2		0.329 5

**3.2 评价指标数据的计算与归一化处理** 对各个方案的指标进行归一化处理,然后用指标权重乘以归一化指标即可得到各个相应指标得分。归一化处理公式为:

$$Q_{ij} = q_{ij} \sum_{j=1}^3 q_{ij} \times 100\%$$

式中, $i=1,2,\dots,10$ ;  $j=1,2,3$ ;  $Q_{ij}$ 、 $q_{ij}$  分别为第  $i$  中评价指标第  $j$  个方案归一化值及指标数据值。计算结果列入表3。

**3.3 方案决策** 对10个指标得分进行累加,得到各方案总排序,见表3。由表3可知,方案2的排序最高,耦合性最大,因此土地综合效益最大,故为推荐方案。

#### 4 结论

方案2作为2020年推荐方案,只有耕地和其他农用地比现状有所减少,其余规划用地均有不同程度的增长。其中,工矿建设用地增加762.97%,交通水利用地增加249.05%,城镇用地增加70.54%,主要目的是为了发展喀什经济特区,加快喀什市第二产业和城镇化建设步伐。与2009年相比,园地增加38.36%,林地增加20.24%;方案2与其他两个方案相比,未利用地开发适中,在着力发展经济的同时,合理兼顾

**3.1 建立评价体系和确立权重** 依据喀什市的具体情况以及土地利用结构的综合性效益最大的要求,结合专家意见,参照陈其春等的研究成果<sup>[9]</sup>,运用层次分析法(AHP)原理,选出10个评价指标并计算相应的权重(表3)。

生态环境保护。总体上,方案2既考虑喀什市的社会经济发展又兼顾生态环境保护,力求社会效益、经济效益、生态效益相协调。

#### 参考文献

- [1] 李丽红,李鲁华,马松梅,等.基于灰色线性规划土地资源优化配置研究[J].石河子大学学报:自然科学版,2008,25(4):440-444.
- [2] JEFFREY L, ARTHUR, DAREK J N. Clarification on the Use of Linear programming and GIS for Land-use Modeling. INT[J]. Geographical Information Science, 1997, 11(4): 397-402.
- [3] 王万茂,但承龙.海门市土地利用结构优化研究[J].国土与自然资源研究,2003(1):44-46.
- [4] 陈其春.含山县土地利用结构优化研究[J].安徽师范大学学报:自然科学版,2002,28(2):222-225.
- [5] 杨婉,李鹏,于书霞.土地利用结构优化配置研究[J].安徽农业科学,2011,39(34):21143-21146.
- [6] 吕晓晓.基于土地生态服务价值的微山县土地利用结构优化研究[D].泰安:山东农业大学,2012.
- [7] 孔伟,张飞.基于线性规划的扬州市土地利用结构优化[J].安徽农业科学,2009,37(17):8106-8109.
- [8] 张谦智,吴国玺,李荷香.许昌市土地资源利用结构优化配置研究[J].资源开发与市场,2006,26(6):507-509.
- [9] 陈其春,吕成文.含山县土地利用结构优化研究[J].安徽师范大学学报:自然科学版,2005,28(2):222-225.

(上接第298页)

范围。

首先,“有保有压”地进行规划修改。规划修改应突出解决现行规划不适应经济社会发展的关键问题,如“十二五”规划确定的城镇工矿、交通、水利电力等难以落地的重点建设项目。在乡镇规划指标调整方面,重点保障县级重点建设的新增建设项目用地需求,适当压缩控制独立工矿和乡镇用地规模。同时,注重规划指标由一般乡镇向重点乡镇进行调整。

其次,在保障发展的同时应注重耕地和基本农田保护。县内低坡缓丘分布广泛,适宜发展山地工业、坡地城镇,是未来建设用地拓展的新空间。建设用地布局应进行多方案比选,优先选择有利于保护耕地和环境、节约集约用地的方案,

尽量利用低丘缓坡土地,降低新增建设用地占用耕地的数量和比例。同时,应适度加大土地整理复垦开发力度,增加补充耕地数量。

#### 参考文献

- [1] 王万茂.土地利用规划学[M].北京:科学出版社,2006.
- [2] 涂姗,李江凤.土地利用总体规划实施评价方法探讨——以桂林资源县为例[J].广东土地科学,2006,5(1):16.
- [3] 湖南省统计局.湖南省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2013.
- [4] 欧雄,冯长春,沈青云.协调度模型在城市土地利用潜力评价中的应用[J].地理与地理信息科学,2007,23(1):42-45.
- [5] 李植斌.区域可持续发展评价指标体系与方法的初步研究[J].人文地理,1998,13(4):70-74.
- [6] 孟庆松,韩文秀.符合系统整体协调模型研究[J].河北师范大学学报:自然科学版,1999,23(2):177-179.
- [7] 马建华,管华.系统科学及其在地理学中的应用[M].北京:科学出版社,2003.