

司静波,王笑竹,黄岩,等.东北地区城市土地利用效益综合测度及耦合协调度分析[J].江苏农业科学,2019,47(11):276-281.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.11.062

# 东北地区城市土地利用效益综合测度 及耦合协调度分析

司静波,王笑竹,黄岩,郭欣欣

(东北农业大学资源与环境学院,黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:**从经济、生态、社会效益入手构建土地利用效益评价体系,选取熵值赋权与变异系数的综合法确定指标权重,利用耦合协调度模型探讨东北三省 34 个地级市的土地利用经济、生态、社会效益间耦合协调程度。结果表明,辽宁省土地利用综合效益最高,其经济、生态、社会效益间耦合与协调度也最高,吉林省次之,黑龙江省最低,不同效益间耦合与协调格局差异显著,整体呈现由辽宁省向吉林省,继而向黑龙江省逐渐递减的空间格局;除辽宁省沈阳市、大连市、盘锦市外,其余地级市土地利用生态效益均超前于社会、经济效益发展;沈阳市与大连市土地利用综合效益最好,黑河市与绥化市为脆弱区;城市耦合度整体相对较高,多为高强度与中高强度耦合,经济与社会效益的耦合度强于生态与社会效益,经济与生态效益较高;经济与生态效益协调中濒临与轻度失调城市居多,经济与社会效益协调中中度失调城市居多,生态与社会效益协调中濒临失调城市居多,生态与社会效益协调度强于经济与生态效益,经济与社会效益较低。

**关键词:**土地利用效益;耦合度;协调度;空间格局;东北三省

**中图分类号:** F321.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)11-0276-06

土地是人类一切经济、社会、交通活动开展与运行的空间载体,土地作为一个系统,其自身及系统内部的诸要素间结构、组织、效益、功能间的协调性分析是度量该系统有序性的重要准则。耦合协调度模型是研究 2 个系统相互作用程度、相互协同的重要度量模型,也是多数学者在测度耦合协调性最常用的模型。武京涛等选取中国城市东北 34 个地级市与陕西省 10 个地级市,结合层次分析与变异系数等确权方法研究土地利用效益与城市化的耦合协调机制<sup>[1-3]</sup>;贾琦等选取长三角、珠三角与京津冀城市群,运用主成分分析针对土地利用效益与城镇化的时空耦合展开分析<sup>[4]</sup>;张超等结合熵值赋权法探讨 2000—2011 年甘肃省兰州市新型城镇化和土地利用效益耦合交互机制<sup>[5]</sup>;吴金华等以陕西省延安市与川中丘陵县域为研究对象,探讨土地利用程度与效益的耦合协调格局<sup>[6-7]</sup>;孔雪松等结合土地利用结构信息熵、关联度分析等探讨湖北省嘉鱼县土地利用结构与效益的耦合效应<sup>[8]</sup>;也有学者对江苏省南京市、湖北省武汉市、陕西省西安市、黑龙江省哈尔滨市、新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市、广东省深圳市、广东省广州市、浙江省宁波市等的土地利用社会效益和生态环境效益间的耦合关系进行了研究<sup>[9-16]</sup>;土地利用效益通常用社会、经济、生态效益表示,三大效益间密切相关,社会效益是目的、经济效益是核心、生态效益是基础<sup>[6]</sup>。本试验选

取东北三省 34 个地级市为研究对象,从经济、生态、社会效益入手构建土地利用效益评价体系,并选取熵值赋权与变异系数的综合确权法确定指标权重,利用耦合协调度模型探讨土地利用经济、生态、社会效益三者间的耦合协调程度,以期对东北地区城市土地利用调整、规划与优化,实现土地利用经济、生态、社会三者效益的最优水平提供参考与借鉴。

## 1 评价体系与研究方法

### 1.1 土地利用效益评价体系

借鉴已有研究成果中的指标体系<sup>[1-16]</sup>,以土地利用效益的基础理论为依据,遵循科学性、可操作性、系统性、独立性、动态性、前瞻性 & 数据可获得性原则,考虑到城市发展阶段、内部资源禀赋、社会经济发展水平、生态环境等实际情况,构建土地利用效益评价指标体系(表 1),包括经济、生态、社会效益 3 个子系统,数据来源于《中国城市统计年鉴 2016》《黑龙江统计年鉴 2016》《吉林统计年鉴 2016》《辽宁统计年鉴 2016》。

### 1.2 指标确权方法

采用熵值赋权与变异系数的综合赋权法确定各指标权重,为避免主观赋权的客观性误差,消除单一赋权方法的缺陷;由于各指标测量级的不同,须对各指标无量纲化处理,公式如下。

正向指标:  $X_{ij} = (x_{ij} - \min x_j) / (\max x_j - \min x_j)$ ;

负向指标:  $X_{ij} = (\max x_j - x_{ij}) / (\max x_j - \min x_j)$ 。

式中:  $x_{ij}$  表示指标实际值;  $X_{ij}$  表示指标标准化值;  $\max x_j$  与  $\min x_j$  分别表示第  $j$  项指标的最大值与最小值。

1.2.1 熵值赋权法 (1) 指标同度量化  $S_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij}$ ; (2) 指

收稿日期: 2018-01-30

作者简介: 司静波(1967—),女,吉林四平人,教授,硕士生导师,主要从事项目管理、土地管理、行政管理研究。E-mail: sijingbo@163.com。

通信作者: 郭欣欣,博士,讲师,主要从事资源利用与管理研究。E-mail: xinxin8504021@163.com。

表 1 东北三省土地利用效益评价指标体系及权重

目标层	准则层	指标层	指标含义	性质	熵权	变异权重	综合权重
土地利用效益	经济效益(0.437)	地均 GDP(万元/km <sup>2</sup> )	地区生产总值/土地面积	+	0.076	0.068	0.072
		人均 GDP(元/人)	地区生产总值/年末总人口	+	0.022	0.035	0.027
		地均农业产值(万元/km <sup>2</sup> )	第一产业增加值/土地面积	+	0.030	0.040	0.035
		地均二、三产业增加值(万元/km <sup>2</sup> )	第二、三产业增加值/土地面积	+	0.086	0.073	0.079
		粮食单产(t/hm <sup>2</sup> )	粮食产量/粮食播种面积	+	0.004	0.013	0.007
		地均房地产开发投资额(万元/km <sup>2</sup> )	房地产开发投资额/土地面积	+	0.138	0.103	0.120
		地均公共财政收入(万元/km <sup>2</sup> )	公共财政收入/土地面积	+	0.104	0.083	0.093
		地均工业废水排放量(t/km <sup>2</sup> )	工业废水排放量/土地面积	-	0.091	0.080	0.085
		地均工业二氧化硫排放量(t/km <sup>2</sup> )	工业二氧化硫排放量/土地面积	-	0.070	0.060	0.065
		一般工业固体废物综合利用率(%)	综合利用当年的固体废物量/当年产生量总和	+	0.006	0.016	0.010
	生态效益(0.286)	单位种植面积农用化肥施用量(t/hm <sup>2</sup> )	农用化肥施用量/粮食播种面积	-	0.030	0.037	0.033
		人均城市绿地面积(hm <sup>2</sup> /万人)	绿地面积/年末总人口数	+	0.041	0.049	0.045
		人均城市生活垃圾清运量(t/人)	城市生活垃圾清运量/年末总人口数	-	0.040	0.051	0.045
		人口密度(人/km <sup>2</sup> )	总人口数/行政区城土地面积	-	0.032	0.040	0.035
		人均城市建成区面积(km <sup>2</sup> /万人)	建成区面积/年末总人口数	+	0.026	0.036	0.031
		人均城市道路面积(m <sup>2</sup> /人)	城市道路面积/年末总人口数	+	0.014	0.028	0.020
		人均医院、卫生院床位数(张/万人)	医院、卫生院床位数/年末总人口数	+	0.004	0.014	0.008
		地均金融机构人民币各项存款余额(万元/km <sup>2</sup> )	年末金融机构人民币各项存款余额/土地面积	+	0.103	0.087	0.095
		地均社会消费品零售额(万元/km <sup>2</sup> )	社会消费品零售总额/土地面积	+	0.079	0.073	0.076
		农民人均纯收入(元)	农村人口平均的“农民纯收入”	+	0.004	0.014	0.007

标信息熵  $e_j = -k \sum_{i=1}^m S_{ij} \ln S_{ij} (k = 1/\ln m)$ ; (3) 指标熵权  $w_{j\text{熵}} = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^n (1 - e_j)$ ; (4) 城市综合得分  $U_{i\text{熵}} = \sum_{j=1}^n (w_{j\text{熵}} \times X_{ij})$ 。式中:  $m$  表示城市数;  $n$  表示指标数;  $S_{ij}$  表示指标  $x_{ij}$  的比重;  $e_j$  表示第  $j$  项指标的信息熵;  $w_{j\text{熵}}$  表示第  $j$  项指标的熵权;  $U_{i\text{熵}}$  表示  $i$  城市的熵值赋权综合得分。

1.2.2 变异系数法 (1) 指标平均值  $\bar{x}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{ij}$ ; (2) 指标

标准差  $S_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$ ; (3) 指标变异系数  $V_j = S_j / \bar{x}_j$ ;

(4) 指标权重  $w_{j\text{变}} = V_j / \sum_{j=1}^n V_j$ ; (5) 城市综合得分  $U_{i\text{变}} = \sum_{j=1}^n (w_{j\text{变}} \times X_{ij})$ 。

式中:  $m$  表示城市数;  $n$  表示指标数;  $\bar{x}_j$  表示第  $j$  项指标的平均值;  $S_j$  表示第  $j$  项指标的标准差;  $V_j$  表示第  $j$  项指标的变异系数;  $w_{j\text{变}}$  表示第  $j$  项指标的变异权重;  $U_{i\text{变}}$  表示  $i$  城市的变异系数综合得分。

第  $j$  项指标的最终综合权重为  $w_j = \sqrt{w_{j\text{熵}} \times w_{j\text{变}}}$ ;

第  $i$  城市的最终综合得分为  $U_i = \sqrt{U_{i\text{熵}} \times U_{i\text{变}}}$ 。

1.3 耦合协调度测算方法

借鉴物理学中的容量耦合及其系数模型, 构建城市土地利用效益的耦合度函数, 表征土地利用经济、生态、社会效益 3 个子系统中元素相互作用与影响、相互胁迫与依存等程度, 是对系统中各要素朝着有序或无序方向发展的度量, 公式如下:

$$C = \left[ \frac{U_1 \times U_2}{(U_1 + U_2) \times (U_1 + U_2)} \right]^{1/2}。$$

式中:  $C$  表示耦合度, 取值范围为  $[0, 1]$ ;  $C = 0$  表示两系统处于无序状态,  $C = 1$  表示两系统处于良性共生耦合状态;  $U_1$  与

$U_2$  分别表示两系统的综合序参量; 将耦合度划分为 4 个等级,  $C \in (0, 0.3]$ 、 $C \in (0.3, 0.5]$ 、 $C \in (0.5, 0.8]$ 、 $C \in (0.8, 1]$  分别表示低水平耦合、拮抗、磨合、高水平耦合。

协调是 2 种或 2 种以上系统或系统要素之间一种良性的相互关联<sup>[10]</sup>, 为更好探讨两系统间相互耦合的协调程度, 避免两系统综合序参量较低而耦合程度较高的现象, 引入协调发展度函数, 用来表征两系统协调发展水平, 公式如下。

$$D = \sqrt{C \times T};$$

$$T = aU_1 + bU_2。$$

式中:  $D$  表示协调度, 取值范围为  $[0, 1]$ ,  $D$  值越大, 说明两系统间耦合协调发展程度越好, 反之亦然;  $T$  表示综合协调指数;  $a$  和  $b$  表示待定系数且  $a + b = 1$ , 研究结果表明土地利用效益系统中的经济、生态、社会效益同等重要, 故  $a = b = 0.5$ ;  $C$ 、 $U_1$  与  $U_2$  同上。将协调度  $D$  划分为 9 个等级:  $(0, 0.19]$ 、 $(0.2, 0.29]$ 、 $(0.3, 0.39]$ 、 $(0.4, 0.49]$  分别表示严重、中度、轻度与濒临失调,  $(0.5, 0.59]$ 、 $(0.6, 0.69]$ 、 $(0.7, 0.79]$ 、 $(0.8, 0.89]$ 、 $(0.9, 1]$  分别表示勉强、初级、中级、良好与优质协调。

2 东北三省土地利用经济、生态、社会效益综合测度

东北三省 34 个地级市除辽宁省沈阳市、大连市、盘锦市外, 其余地级市均表现为土地利用生态效益超前于社会、经济效益的发展(表 2), 此类城市比重达到 91.18%, 土地利用生态效益指标层中工业废水排放量(0.085)与工业二氧化硫排放量(0.065)所占权重最大, 由于国家宏观调控加之东北三省内在驱动因素影响, 东北三省“三废”排放量已大大减少, 其回收与再处理技术不断革新, 其整体土地生态环境恶化程度已得到极大缓解; 且近期国家在推进振兴东北的 35 项政策举措中将生态环境建设放在重中之重, 提出推进重点生态功

能区建设、工业废弃地及老矿区的环境治理,天然林、三江与松辽平原大湿地、兴凯湖、查干湖等湖泊的重点保护,黑龙江省西部盐碱地及部分废旧老矿区的专项治理与重新利用,推进土地利用生态效益的巨大提升。

土地利用综合效益排序为辽宁省(1.240 3) > 吉林省(0.989 1) > 黑龙江省(0.938 7),其中黑龙江省生态效益相对最高(0.702 3),其次为吉林省(0.690 2),辽宁省(0.580 0)相对最低;辽宁省社会效益最高(0.329 2),吉林省次之(0.199 7),黑龙江省最低(0.187 4);辽宁省经济效益最高(0.331 1),吉林省次之(0.099 2)、黑龙江省(0.049 1)与其相差悬殊(表2)。东北三省 34 个地级市土地利用经济效益高值区分布在辽宁省沈阳市与大连市及其毗邻的盘锦、鞍山、辽阳、营口等市,低值区分布在黑龙江省黑河、绥化、七台

河、双鸭山等市及吉林省松原市;生态效益高值区分布在黑龙江省与吉林省的接壤地带及黑龙江省东北部分地市,低值区仍分布在黑河市与绥化市;社会效益高值区分布在辽宁省沈阳经济区与大连市、黑龙江省鹤岗市与双鸭山市、吉林省白城市,低值区位于黑河市与绥化市。整体而言,34 个地级市中沈阳市与大连市土地利用综合效益最好,黑河市与绥化市为土地利用效益的脆弱区,沈阳市与大连市等土地利用效益较高的城市的人口集聚能力强、产业结构配置合理、经济发展速度快、土地集约利用水平高,单位面积上土地投入与产出效益也均较高;而黑河市与绥化市等土地利用效益脆弱区的产业结构层次尚待优化、城市凝聚力不强、土地集约利用水平低等导致其土地利用综合效益不强。

表2 东北三省土地利用经济、生态、社会效益评价得分

省份	地市	经济效益			生态效益			社会效益			综合效益
		熵权得分	变异得分	综合得分	熵权得分	变异得分	综合得分	熵权得分	变异得分	综合得分	
辽宁	沈阳	0.905 5	0.877 3	0.891 3	0.556 1	0.569 2	0.562 6	0.776 1	0.718 7	0.746 8	2.200 7
	大连	0.930 2	0.920 2	0.925 2	0.384 4	0.422 2	0.402 9	0.757 8	0.710 9	0.734 0	2.062 1
	鞍山	0.383 1	0.389 9	0.386 5	0.467 9	0.469 0	0.468 4	0.323 6	0.341 2	0.332 3	1.187 2
	抚顺	0.158 5	0.176 3	0.167 1	0.704 5	0.672 9	0.688 5	0.251 5	0.290 1	0.270 1	1.125 8
	本溪	0.192 6	0.208 4	0.200 3	0.636 3	0.615 3	0.625 7	0.263 3	0.323 9	0.292 0	1.118 1
	丹东	0.121 8	0.134 5	0.128 0	0.724 4	0.709 1	0.716 7	0.212 2	0.269 1	0.238 9	1.083 7
	锦州	0.194 6	0.217 5	0.205 7	0.680 5	0.671 3	0.675 9	0.219 5	0.241 3	0.230 1	1.111 7
	营口	0.441 8	0.448 6	0.445 2	0.543 7	0.548 2	0.545 9	0.291 9	0.298 7	0.295 3	1.286 4
	阜新	0.102 8	0.126 7	0.114 1	0.564 2	0.563 7	0.564 0	0.183 4	0.218 6	0.200 2	0.878 3
	辽阳	0.304 3	0.317 0	0.310 6	0.469 2	0.495 8	0.482 3	0.324 3	0.358 8	0.341 1	1.134 0
	盘锦	0.494 6	0.522 6	0.508 4	0.243 9	0.312 1	0.275 9	0.350 6	0.385 7	0.367 8	1.152 1
	铁岭	0.134 2	0.157 1	0.145 2	0.743 7	0.714 2	0.728 8	0.182 0	0.226 1	0.202 8	1.076 8
	朝阳	0.077 5	0.095 4	0.086 0	0.756 4	0.722 4	0.739 2	0.150 8	0.178 3	0.164 0	0.989 2
	葫芦岛	0.117 2	0.127 9	0.122 4	0.651 8	0.634 8	0.643 2	0.183 1	0.203 1	0.192 8	0.958 5
	平均值	0.289 6	0.307 7	0.331 1	0.683 9	0.660 2	0.580 0	0.412 2	0.424 7	0.329 2	1.240 3
吉林	长春	0.110 7	0.130 7	0.120 3	0.678 2	0.652 2	0.665 1	0.208 7	0.239 0	0.223 3	1.008 7
	吉林	0.104 9	0.142 3	0.122 2	0.680 7	0.656 9	0.668 7	0.160 2	0.184 0	0.171 7	0.962 6
	四平	0.131 6	0.151 4	0.141 1	0.638 2	0.611 6	0.624 7	0.188 3	0.220 8	0.203 9	0.969 8
	辽源	0.073 6	0.088 6	0.080 7	0.596 4	0.575 7	0.586 0	0.176 1	0.211 5	0.193 0	0.859 7
	通化	0.045 0	0.057 3	0.050 8	0.716 4	0.671 3	0.693 5	0.173 3	0.214 5	0.192 8	0.937 1
	白山	0.092 7	0.121 0	0.105 9	0.739 8	0.708 8	0.724 1	0.169 2	0.198 8	0.183 4	1.013 4
	松原	0.024 6	0.032 1	0.028 1	0.778 7	0.749 7	0.764 1	0.138 1	0.155 9	0.146 7	0.938 9
	白城	0.131 9	0.158 0	0.144 4	0.806 1	0.785 1	0.795 5	0.266 4	0.299 6	0.282 5	1.222 4
	平均值	0.030 2	0.042 8	0.099 2	0.821 7	0.793 5	0.690 2	0.148 4	0.180 9	0.199 7	0.989 1
黑龙江	哈尔滨	0.034 4	0.052 9	0.042 6	0.807 8	0.785 4	0.796 5	0.177 8	0.228 2	0.201 5	1.040 6
	齐齐哈尔	0.028 2	0.042 3	0.034 6	0.713 6	0.676 4	0.694 7	0.192 0	0.252 5	0.220 2	0.949 5
	鸡西	0.033 9	0.055 8	0.043 5	0.818 3	0.789 4	0.803 7	0.166 1	0.213 8	0.188 4	1.035 7
	鹤岗	0.217 2	0.270 4	0.242 4	0.896 5	0.899 8	0.898 2	0.310 3	0.385 6	0.345 9	1.486 4
	双鸭山	0.003 9	0.007 1	0.005 2	0.762 1	0.719 2	0.740 3	0.247 1	0.319 2	0.280 8	1.026 4
	大庆	0.031 9	0.053 5	0.041 3	0.821 2	0.792 1	0.806 5	0.171 7	0.216 5	0.192 8	1.040 6
	伊春	0.043 0	0.051 2	0.046 9	0.753 0	0.741 1	0.747 0	0.196 3	0.234 9	0.214 7	1.008 7
	佳木斯	0.040 9	0.056 3	0.048 0	0.854 8	0.838 5	0.846 6	0.181 1	0.238 4	0.207 8	1.102 4
	七台河	0.000 5	0.000 9	0.000 7	0.841 4	0.819 1	0.830 2	0.141 3	0.183 3	0.160 9	0.991 8
	牡丹江	0.045 5	0.074 0	0.058 0	0.806 3	0.790 0	0.798 1	0.167 0	0.219 7	0.191 5	1.047 7
	黑河	0.000 2	0.000 4	0.000 3	0.234 5	0.239 9	0.237 2	0.005 4	0.013 9	0.008 7	0.246 1
	绥化	0.020 9	0.030 7	0.025 4	0.224 7	0.231 4	0.228 0	0.028 0	0.044 4	0.035 2	0.288 6
	平均值	0.041 7	0.058 0	0.049 1	0.711 2	0.693 5	0.702 3	0.165 3	0.212 5	0.187 4	0.938 7

3 东北三省土地利用经济、生态、社会效益耦合协调性测度

3.1 耦合度分析

东北三省 34 个地级市土地利用经济、生态、社会效益两两间均为拮抗与低水平耦合等级,但不同城市间耦合强度仍存在显著差异,依据耦合度将其进一步划分为:高强度耦合(0.401~0.500)、中高强度耦合(0.301~0.400)、中强度耦合(0.201~0.300)、中低强度耦合(0.101~0.200)、低强度耦合(0~0.100);经济与生态效益耦合中,高、中高、中、中低、低强度耦合城市数分别为 9、13、8、1、3 个,所占比重分别

为 26.47%、38.24%、23.53%、2.94%、8.82%;经济与社会效益耦合中,高、中高、中、中低、低强度耦合城市数分别为 24、7、0、2、1 个,所占比重分别为 70.59%、20.59%、0、5.88%、2.94%;生态与社会效益耦合中,高、中高、中、中低、低强度耦合城市数分别为 25、8、0、1、0 个,所占比重分别为 73.53%、23.53%、0、2.94%、0(表 3);经济与社会效益耦合度强于生态与社会效益,经济与生态效益相对较高,且 34 个地级市经济、生态、社会效益两两间耦合程度整体相对较高,多为高强度与中高强度耦合,中低与低强度耦合相对较少。

表 3 东北三省土地利用经济、生态、社会效益的耦合与协调性等级

省份	地市	经济与生态效益				经济与社会效益				生态与社会效益			
		C	耦合等级	D	协调等级	C	耦合等级	D	协调等级	C	耦合等级	D	协调等级
辽宁	沈阳	0.487	拮抗	0.595	勉强协调	0.498	拮抗	0.639	初级协调	0.495	拮抗	0.569	勉强协调
	大连	0.460	拮抗	0.553	勉强协调	0.497	拮抗	0.642	初级协调	0.478	拮抗	0.521	勉强协调
	鞍山	0.498	拮抗	0.461	濒临失调	0.499	拮抗	0.423	濒临失调	0.493	拮抗	0.444	濒临失调
	抚顺	0.396	拮抗	0.412	濒临失调	0.486	拮抗	0.326	轻度失调	0.450	拮抗	0.464	濒临失调
	本溪	0.429	拮抗	0.421	濒临失调	0.491	拮抗	0.348	轻度失调	0.466	拮抗	0.462	濒临失调
	丹东	0.359	拮抗	0.389	轻度失调	0.477	拮抗	0.296	中度失调	0.433	拮抗	0.455	濒临失调
	锦州	0.423	拮抗	0.432	濒临失调	0.499	拮抗	0.330	轻度失调	0.435	拮抗	0.444	濒临失调
	营口	0.497	拮抗	0.496	濒临失调	0.490	拮抗	0.426	濒临失调	0.477	拮抗	0.448	濒临失调
	阜新	0.374	拮抗	0.356	轻度失调	0.481	拮抗	0.275	中度失调	0.440	拮抗	0.410	濒临失调
	辽阳	0.488	拮抗	0.440	濒临失调	0.499	拮抗	0.403	濒临失调	0.493	拮抗	0.450	濒临失调
	盘锦	0.478	拮抗	0.433	濒临失调	0.494	拮抗	0.465	濒临失调	0.495	拮抗	0.399	轻度失调
	铁岭	0.372	拮抗	0.403	濒临失调	0.493	拮抗	0.293	中度失调	0.413	拮抗	0.438	濒临失调
	朝阳	0.306	拮抗	0.355	轻度失调	0.475	拮抗	0.244	中度失调	0.385	拮抗	0.417	濒临失调
	葫芦岛	0.367	拮抗	0.375	轻度失调	0.487	拮抗	0.277	中度失调	0.421	拮抗	0.420	濒临失调
	平均值	0.424	拮抗	0.437	濒临失调	0.490	拮抗	0.385	轻度失调	0.455	拮抗	0.453	濒临失调
吉林	长春	0.360	拮抗	0.376	轻度失调	0.477	拮抗	0.286	中度失调	0.434	拮抗	0.439	濒临失调
	吉林	0.361	拮抗	0.378	轻度失调	0.493	拮抗	0.269	中度失调	0.403	拮抗	0.412	濒临失调
	四平	0.388	拮抗	0.385	轻度失调	0.492	拮抗	0.291	中度失调	0.431	拮抗	0.422	濒临失调
	辽源	0.326	拮抗	0.330	轻度失调	0.456	拮抗	0.250	中度失调	0.432	拮抗	0.410	濒临失调
	通化	0.252	低水平	0.306	轻度失调	0.406	拮抗	0.222	中度失调	0.413	拮抗	0.428	濒临失调
	白山	0.334	拮抗	0.372	轻度失调	0.482	拮抗	0.264	中度失调	0.402	拮抗	0.427	濒临失调
	松原	0.185	低水平	0.271	中度失调	0.367	拮抗	0.179	严重失调	0.368	拮抗	0.409	濒临失调
	白城	0.361	拮抗	0.412	濒临失调	0.473	拮抗	0.318	轻度失调	0.440	拮抗	0.487	濒临失调
	平均值	0.321	拮抗	0.354	轻度失调	0.456	拮抗	0.260	中度失调	0.415	拮抗	0.429	濒临失调
黑龙江	哈尔滨	0.220	低水平	0.304	轻度失调	0.380	拮抗	0.215	中度失调	0.401	拮抗	0.448	濒临失调
	齐齐哈尔	0.212	低水平	0.278	中度失调	0.342	拮抗	0.209	中度失调	0.427	拮抗	0.442	濒临失调
	鸡西	0.221	低水平	0.306	轻度失调	0.390	拮抗	0.213	中度失调	0.392	拮抗	0.441	濒临失调
	鹤岗	0.409	拮抗	0.483	濒临失调	0.492	拮抗	0.380	轻度失调	0.448	拮抗	0.528	勉强协调
	双鸭山	0.083	低水平	0.176	严重失调	0.134	低水平	0.138	严重失调	0.447	拮抗	0.477	濒临失调
	大庆	0.215	低水平	0.302	轻度失调	0.381	拮抗	0.211	中度失调	0.395	拮抗	0.444	濒临失调
	伊春	0.236	低水平	0.306	轻度失调	0.384	拮抗	0.224	中度失调	0.416	拮抗	0.447	濒临失调
	佳木斯	0.225	低水平	0.317	轻度失调	0.390	拮抗	0.223	中度失调	0.398	拮抗	0.458	濒临失调
	七台河	0.029	低水平	0.110	严重失调	0.066	低水平	0.073	严重失调	0.369	拮抗	0.428	濒临失调
	牡丹江	0.251	低水平	0.328	轻度失调	0.422	拮抗	0.230	中度失调	0.395	拮抗	0.442	濒临失调
	黑河	0.036	低水平	0.066	严重失调	0.183	低水平	0.029	严重失调	0.184	低水平	0.151	严重失调
	绥化	0.300	拮抗	0.195	严重失调	0.493	拮抗	0.122	严重失调	0.341	拮抗	0.212	中度失调
	平均值	0.203	低水平	0.264	中度失调	0.338	拮抗	0.189	严重失调	0.384	拮抗	0.410	濒临失调

土地利用经济与生态效益耦合排序为辽宁省(0.424) > 吉林省(0.321) > 黑龙江省(0.203);经济与社会效益耦合排序为辽宁省(0.490) > 吉林省(0.456) > 黑龙江省(0.338);生态与社会效益耦合排序为辽宁省(0.455) > 吉林省

(0.415) > 黑龙江省(0.384)(表 3)。辽宁省土地利用经济、生态、社会效益两两间耦合强度最高,吉林省次之,黑龙江省最低,呈现由辽宁省向吉林省、继而向黑龙江省由南向北逐渐递减的空间格局;经济与生态效益耦合高值区集中在辽宁省

沈阳市—大连市沿线并向东西两侧逐步拓展,除涵盖辽中南城市群外,已波及至吉林省四平市,中值区位于辽宁省向吉林省的过渡地带,包括吉林中部城市群及黑龙江省鹤岗市,低值区大块分布于黑龙江省域范围,以绥化市与哈尔滨市为核心的不规则圈层区域耦合度强于以黑河市、双鸭山市与七台河市为核心的圈层区域;经济与社会效益呈现高水平耦合格局,辽宁省、吉林省高强度耦合态势向黑龙江省蔓延,逐步囊括黑龙江省的绥化市、牡丹江市、鹤岗市,但以黑河市、双鸭山市与

七台河市为核心的黑龙江北部与东部部分地域耦合度稍弱;生态与社会效益耦合高值区仍位于沈大沿线地域,且已扩展至吉林省长春、四平、辽源、白城等市,中值区分布在除松原市外的吉林省其他地域及黑龙江部分区域,以鹤岗市为核心并囊括伊春市与双鸭山市的不规则圈层区域耦合度较高,低值区集中在以黑河市、七台河市、绥化市、松原市为核心的小范围圈层地域(图1)。

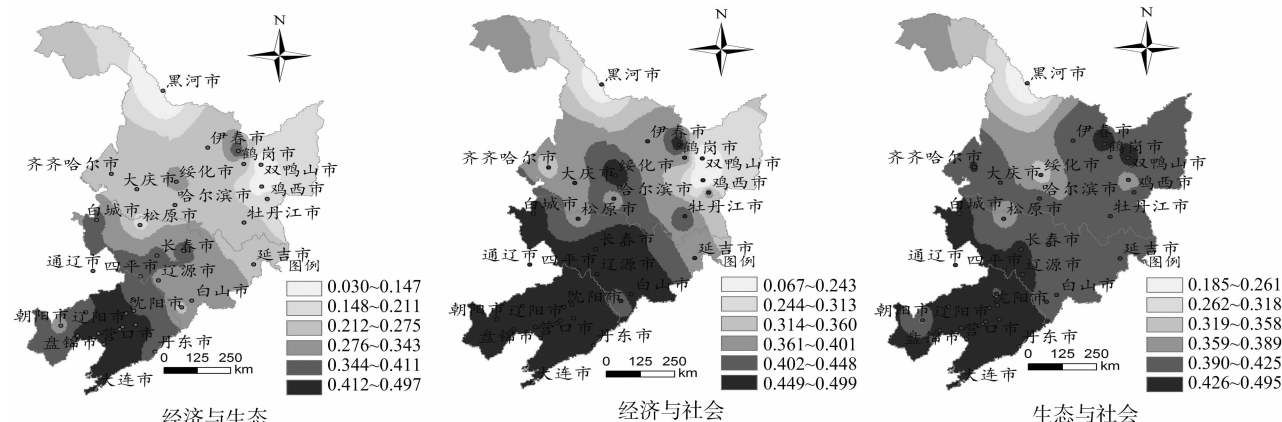


图1 东北三省土地利用经济、生态、社会效益耦合度空间分布

### 3.2 协调度分析

东北三省34个地级市除沈阳市与大连市的土地利用经济、生态、社会效益处于协调阶段,其余地级市均处于失调阶段,且城市间协调与失调等级也各不相同。经济与生态效益协调中勉强协调、濒临失调、轻度失调、中度失调、严重失调的城市数分别为2、10、16、2、4个,所占比重分别为5.88%、29.41%、47.06%、5.88%、11.76%;经济与社会效益协调中初级协调、濒临失调、轻度失调、中度失调、严重失调的城市数分别为2、4、5、18、5个,所占比重分别为5.88%、11.76%、14.71%、52.94%、14.71%;生态与社会效益协调中勉强协调、濒临失调、轻度失调、中度失调、严重失调的城市数分别为3、28、1、1、1个,所占比重分别为8.82%、82.35%、2.94%、2.94%、2.94%(表3);生态与社会效益的协调度强于经济与生态效益,经济与社会效益相对最低,且34个地级市经济与生态效益协调中濒临失调与轻度失调城市相对居多;经济与社会效益协调中中度失调城市居多;生态与社会效益协调中濒临失调城市居多。

土地利用经济与生态效益协调排序为辽宁省(0.437) > 吉林省(0.354) > 黑龙江省(0.264);经济与社会效益协调排序为辽宁省(0.385) > 吉林省(0.260) > 黑龙江省(0.189);生态与社会效益协调排序为辽宁省(0.453) > 吉林省(0.429) > 黑龙江省(0.410)(表3)。辽宁省土地利用经济、生态、社会效益两两间协调度均强于吉林省,吉林省强于黑龙江省;经济与生态效益协调高值区已覆盖整个辽中南城市群,并蔓延至吉林省的四平市与白城市,中值区分布在除松原市外的吉林省域及黑龙江省鹤岗市,低值区中哈大齐城市密集区的协调度强于黑龙江省内的其他地域;经济与社会效益协调高值区分布在以沈阳市与大连市为核心的紧密腹地,已覆盖沈阳经济区,中值区中四平市与白城市的协调度强于吉林省域内其他城市,黑龙江省域内鹤岗市协调度也相对较高,低

值区大块分布于吉林省与黑龙江省域内其他地域,尤以松原市、绥化市、黑河市、七台河市最低;生态与社会效益高值区分布在以辽宁省沈阳市与大连市、吉林省白城市、黑龙江省鹤岗市为核心的不规则圈层地域,沈阳市与大连市、鹤岗市波及的地域范围相对较广,白城市延伸能力稍弱,低值区位于黑龙江省以绥化市为核心的中部和以黑河市为核心的北部(图2)。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

首先,东北三省除沈阳市、大连市、盘锦市外,其余地级市的土地利用生态效益均超前于社会、经济效益发展;辽宁省土地利用综合效益最高,其次为吉林省,黑龙江省相对最低;34个地级市中沈阳市与大连市土地利用综合效益最好,黑河市与绥化市为土地利用效益的脆弱区。其次,土地利用经济与社会效益的耦合度强于生态与社会效益,经济与生态效益相对较高,34个地级市经济、生态、社会效益两两间耦合度整体相对较高,多为高强度与中高强度耦合,中低与低强度耦合相对较少。再次,除沈阳市与大连市外,其余地级市土地利用经济、生态、社会效益两两间均处于失调阶段,生态与社会效益协调度强于经济与生态效益,经济与社会效益相对较低,34个地级市经济与生态效益协调中濒临失调与轻度失调城市居多;经济与社会效益协调中中度失调城市居多;生态与社会效益协调中濒临失调城市居多。最后,辽宁省土地利用经济、生态、社会效益两两间耦合与协调强度最高,吉林省次之,黑龙江省最低,不同效益间的耦合与协调格局差异显著,整体呈现由辽宁省向吉林省、继而向黑龙江省由南向北逐渐递减的空间格局。

### 4.2 建议

东北三省绝大多数城市均依托东北老工业基地建设,造就了一批资源型、工业型、加工型及其混合型城市,这些城市

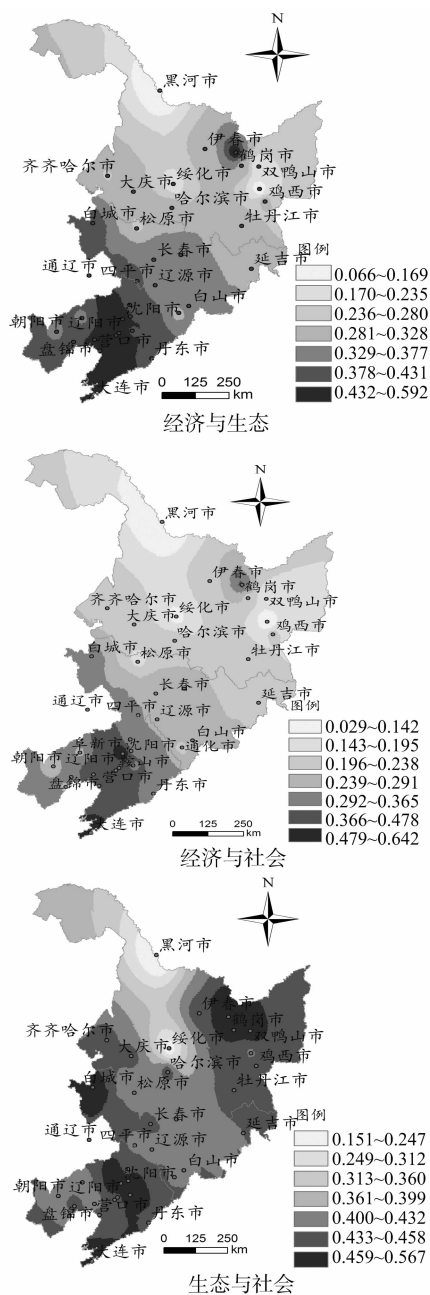


图2 东北三省土地利用经济、生态与社会效益协调度空间分布

均或多或少地面临着产业转型与用地重构等问题。第一,内涵集约式城市用地战略是提升土地利用综合效益的首要途径,挖潜、开源、节流、外延并举,其将为城市新区建设与老区产业结构调整留有足够的土地利用空间,从而最大限度提升土地利用效益。第二,土地经济、生态、社会三方面效益协调发展的最优化,如沈阳市、大连市等土地利用效益较高的城市继续发挥其辐射扩散效应,而如黑河市、绥化市等土地利用效益相对较低的城市则通过土地经济、生态、社会整体空间形态的培育,基础设施的建设、产业的优化升级将有限的技术、信息、资本、劳动力等要素发挥整体规模效益,提高土地产出的

效率与效益。第三,优先保障与倾斜国家和各省关于东北老工业基地振兴所提出的重点基础设施建设工程的土地供给,尤其重点保障生态建设工程的土地供给。第四,土地开发利用与土地资源空间开发利用并重,即不仅要扩大土地增量,还须挖掘存量、利用潜能、置换等量,并依靠先进的科学技术在三江平原、松嫩平原上发展土地集约农业、设施农业,提升土地产出效益,并挖掘后备资源农用地。第五,清洁用地、生态用地,在东北三省率先制定清洁用地的法律法规,效仿美国建立土地治理基金。

#### 参考文献:

- [1] 武京涛,涂建军,阎晓,等. 中国城市土地利用效益与城市化耦合机制研究[J]. 城市发展研究,2011,18(8):42-45,63.
- [2] 张明斗,莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析——以东北三省34个地级市为例[J]. 资源科学,2014,36(1):8-16.
- [3] 席娟,张毅,杨小强. 陕西省城市土地利用效益与城市化耦合协调发展研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2013,47(1):117-123.
- [4] 贾琦,运迎霞,尹泽凯. 城市群土地利用效益与城镇化水平的时空耦合分析——我国三大城市群的实证分析[J]. 现代城市研究,2014(8):9-13.
- [5] 张超,李丁,魏秀梅,等. 西北河谷型城市新型城镇化与土地利用效益耦合协调发展研究——以兰州市为例[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2015,51(2):173-179.
- [6] 吴金华,李纪伟,梁晶晶. 土地利用程度与效益关系研究——以延安市为例[J]. 中国土地科学,2011,25(8):54-60.
- [7] 李启权,张新,高雪松,等. 川中丘陵县域土地利用程度与效益耦合协调格局分析[J]. 农业现代化研究,2014,35(1):97-102.
- [8] 孔雪松,刘艳芳,谭传凤. 嘉鱼县土地利用结构与效益变化的耦合效应分析[J]. 资源科学,2009,31(7):1095-1101.
- [9] 李冠英,张建新,刘培学,等. 南京市土地利用效益耦合关系研究[J]. 地域研究与开发,2012,31(1):130-134.
- [10] 熊征,谈兵,宋成舜,等. 城市土地利用综合效益耦合分析——以武汉市为例[J]. 水土保持研究,2015,22(2):278-283.
- [11] 许媛,南灵. 土地利用效益的耦合关系的研究——以西安为例[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2010(5):84-88.
- [12] 王伟娜,宋戈,孙丽娜. 哈尔滨市土地利用效益耦合关系研究[J]. 水土保持研究,2012,19(2):116-120.
- [13] 赵晓露,高敏华,高军. 乌鲁木齐市土地利用效益的耦合关系分析[J]. 干旱区资源与环境,2011,25(1):91-95.
- [14] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等. 深圳市土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系研究[J]. 地理科学,2008,28(5):636-641.
- [15] 曹堪宏,朱宏伟. 基于耦合关系的土地利用效益评价——以广州和深圳为例[J]. 中国农村经济,2010(8):58-66,79.
- [16] 梁红梅,刘卫东,刘会平,等. 土地利用社会经济效益与生态环境效益的耦合关系——以深圳市和宁波市为例[J]. 中国土地科学,2008,22(2):42-48.