

【土地问题】

# 土地财政模式生态成本形成机理及规模估算

## ——以辽宁省为例

王玉波<sup>1</sup>,王静<sup>2</sup>

(1.东北大学 文法学院,辽宁 沈阳 110169;2.哈尔滨广厦学院 财经学院,黑龙江 哈尔滨 150025)

**摘 要:**基于土地财政模式生态成本形成机理,对其进行规模估算,能够为全面评判及降低土地财政模式生态成本提供理论分析框架及现实行政决策参考依据。从土地财政运行模式分析生态成本形成过程及涵盖内容,可以得到:前期是农地资源用途转化后生态系统服务价值损失;中期是城市建成区土地开发经营过程中的生态损耗;后期是增加土地财政模式生态服务功能的投入成本。辽宁省 2003—2017 年土地出让面积为 191800.9 hm<sup>2</sup>,土地财政资金规模为 21227.0 亿元,可用资金衡量的生态成本共计 4836.6 亿元,每亿元土地财政资金生态成本为 0.228 亿元,前期、中期、后期占比分别为 19.3%、0.2%、3.3%;同时,产生废气粉尘 0.5 t,残余土方 5963 m<sup>3</sup>,扩大城市建成区面积 6.2 hm<sup>2</sup>。辽宁省在这 15 年间出让土地破碎度为 30.3 宗/km<sup>2</sup>,城市集聚度为 68.4%;新增城市建成区路面夏季热岛效应可提升大气温度 2.9℃;增加城镇人口人均占有出让土地面积 322.4 m<sup>2</sup>。从降低地方政府对土地财政依赖性、严格控制建设占用耕地并通过整治工程增加耕地、大力开展清洁能源及路面环保材料研发与应用、提升国有土地城市集聚度及集约度、开展园林绿地建设与城市保洁等方面,提出降低土地财政模式生态成本的对策建议。

**关键词:**土地财政;生态成本;规模估算;辽宁省

**中图分类号:**F301      **文献标志码:**A      **文章编号:**1671-7465(2021)05-0138-14

## 一、引言与文献综述

自 1994 年国家实施分税财政体制以来,地方政府土地财政模式在全国普遍展开,并全方位、深层次地介入城镇化与工业化的各个重要环节,其根源在于土地财政能够快速有效供给城镇及工业园区空间拓展所需的土地资源与财政资金。现有研究证实:地方政府“征地—批租”和土地融资的土地财政模式是快速城镇化与工业化的动力机制<sup>[1]</sup>。与土地财政相关的经济制度有效地提升了各级政府发展经济的积极性,适度的土地财政依赖对地区经济发展具有促进作用<sup>[2-3]</sup>,但对经济社会发展的负向影响也逐步显现。土地财政为城市公共建设提供巨额资金,超前供给城市用地且偏向工业用途配置<sup>[4-5]</sup>,驱动劳动力从农业部门转移至现代生产部门。土地财政扩张通过房地产开发产生投资挤占效应,影响城市全要素生产率,是粗放型经济增长原因之一<sup>[6-7]</sup>。以土地出让金供给生产性公共物品(城建设施)对非生产性公共物品(教育医疗社保)产生挤出效应<sup>[8]</sup>。土地财政促进集群规模扩张,却抑制了产业分工深化;土地财政通过经济集聚与产业结构的双向扭曲效应抑制城市用地效率的提升<sup>[9-10]</sup>,当土地出让收入增多时,地

收稿日期:2021-04-08

**基金项目:**国家自然科学基金面上项目“土地财政要素供给与城市用地规模增长联动绩效时空演化及调控研究”(42071248);中央高校基本科研业务费项目“区域差别化的土地财政替代供地与融资模式研究”(N2014005);辽宁省自然资源科技创新项目“辽宁省后土地财政时期区域负效应及转型政策方案研究”(19LNZRZY32)

**作者简介:**王玉波,男,东北大学文法学院教授,博士。

方投融资平台债务增多,这在发展水平低的地区会更明显<sup>[11]</sup>。

地方政府土地财政是“农地征收—基础设施建设—土地批租出让—获取财政收益—农地征收”循环往复的运行模式,与农地城市流转利用效率提升相伴随的是土地生态的损耗。已有关于土地生态服务价值的研究主要揭示其影响因素、时空变化规律。例如,人口、空间、生活方式三者的城镇化均与土地生态服务价值存在空间负相关关系<sup>[12]</sup>,土地生态资本价值积累和经济增长方式转变相结合,有利于制定合理的土地生态环境保护制度<sup>[13]</sup>。城市非农用地生态成本的主要正向影响因素有经济增长、产业结构、对外开放度,主要负向影响因素则是土地利用强度和污染费用<sup>[14]</sup>。城市土地生态系统服务价值的空间分布受城市发展方向和土地利用结构影响较大,河流湖泊在改善城市生态环境方面具有重要作用<sup>[15]</sup>。类似于土地生态安全存在时空变化,土地生态系统服务价值也存在时空变化的规律<sup>[16]</sup>,基于生态系统服务功能的地区差异与土地生态系统服务当量因子空间修正构建空间异质评估模型,分析中国土地利用及生态服务价值变化规律<sup>[17]</sup>。现有研究中,以县域为研究范围、乡镇为单元尺度揭示土地生态服务价值演变机制,其空间范围及尺度单元不断缩小和细化<sup>[18]</sup>。在土地财政巨额资金收入与支出的现实情况下,现有研究全面、客观评判了其负效应,但是,对其生态成本的研究还比较少。

国外在现代化过程中大都经历了利用土地资源获得财政收入的阶段,所不同的是土地(房产)税收在地方财政收入中占主导地位,现有研究证实土地税收具有保护土地生态的作用。例如,差别土地税依据政府管理建议和农民土地利用实践之间的一致性程度进行评级,评级高税率就低,从而激发农民对土地生态的保护意识并积极采取行动,进而缓解土地生态环境压力<sup>[19]</sup>。自然土地转化为农田、牧场和城市用地时,对生物多样性的影响在市场价格中没有很好地反映出来,自然土地消耗税能将土地用途转换导致的生态系统服务和农业产生的外部性内部化,鼓励保护自然栖息地和生物多样性的劳动密集型农业,如小型生态农场<sup>[20]</sup>。土地税收区分土地用途、建筑物大小、已开发土地和未开发土地进行征收,会影响土地所有者的建造决策。例如,对绿地上的建筑物征税是平衡城市增长和景观保护的政策工具<sup>[21-22]</sup>。西班牙为提高太阳能使用率,以法令形式规定,地方政府可以为安装太阳能的人提供营业税、建筑税和房地产税等的税收优惠<sup>[23]</sup>。绿色建筑房产税激励模型中有减少、豁免和折扣 3 种措施,可以激励居民积极发展绿色建筑,由此,城市环境得到优化<sup>[24-25]</sup>。可以看出,国外土地(房产)税收在增加地方财政收入的同时,还起到有效保护土地生态环境的正向作用。因此,提升土地财政资金中的土地房产税规模及其占比,是降低现行土地财政生态成本的有效途径之一。

综上,现有研究充分认识到了土地财政对于城镇化与工业化及经济增长的推动作用和负向效应,也对土地利用及农地城市流转产生的生态影响进行了全方位研究,并构建科学方法及数学模型,分析了这一过程中的关联因素,综合评估土地生态安全阈值,揭示土地生态服务价值构成及变化的时空规律。然而,国内关于土地财政模式运行产生的生态影响及成本的研究较少,而国外相关研究证实,土地税收对于土地生态环境起到了较好的保护作用,基于此,本文在阐释土地财政系统“土地”和“资金”构成要素与土地生态关联的内在机理基础上,以辽宁省为例,选取 2003—2017 年时间序列数据,通过统计分析与数学模型方法,测算辽宁省的土地财政生态成本,以期降低土地财政模式生态损耗提供理论依据及决策参考。

## 二、土地财政模式生态成本形成机理

“土地财政”一词给人们的印象是巨额的土地出让金,与之相伴随的完整的地方政府土地财政运行模式却常被淡化。该运行模式是指由计划经济向市场经济转型时期国家致力于经济发展,中央政府实施上收财权、下放事权的分税财政体制,确定土地出让金及相关税费为地方财政

所有,确立以经济增长为主要指标的地方官员政绩考评体系。转型期,城镇化与工业化是地方经济增长的重要引擎及动力来源,其启动前提是拓展城镇及工业园区承载空间。于是,在城乡二元土地所有权制度安排下,地方政府成为农地向城市流转的唯一中介,国有土地出让为城镇及工业园区空间拓展供给承载空间,农地低价征收与国有建设用地高价出让之间的级差地租、相关税费及土地抵押融资,成为基础设施建设的重要经费来源。在政绩考评体系激励约束机制的驱动下,形成了以地方政府为主导的“农地征收—城镇工业园区基建—国有土地批租获取租税费收益—农地征收”循环往复的经济社会发展模式。

综上,完整的土地财政包括巨额的土地出让金、税费、融资等资金要素,还包括土地要素,即农地征收、城镇工业园区基建、招拍挂与协议方式的国有土地出让是获取财政资金的先决条件。在这一过程中,土地财政资金收支不仅反映土地作为开发产品的成本投入和地方财政收益,还应反映土地财政模式运行的生态环境保护成本及代价,原因是土地资源是自然生态系统的载体,土地利用类型(覆被)的变化不仅对自身生态系统的物质循环和分配能力产生影响,而且对区域的粮食供给、气候调节和文化支持服务功能等产生重要影响。由此可得,土地财政生态成本本质是具有生态价值的农用地(耕地)向城镇及工业园区流转,成为待开发区,地方财政投入使新增城镇及工业建成区损失原农用地生态功能及其价值,以及后续的城市建成区开发与生态环境维护所投入的成本。其形成机理见图 1。

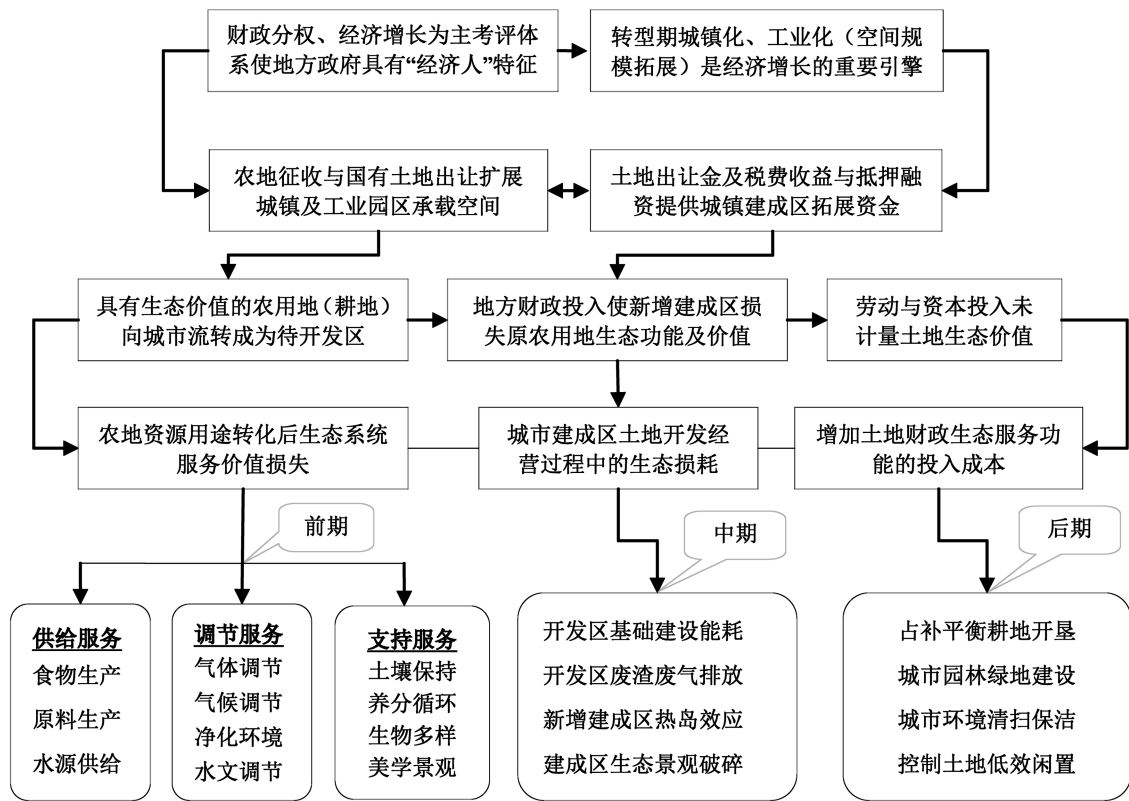


图 1 土地财政生态成本形成机理框架

(1)前期:农地资源用途转化后生态系统服务价值损失。土地财政模式运行的第一步是将具有生态功能的农用地征收为国有土地,被征收后的农地转变为城镇及工业园区建设用地,除留作园林绿地的生态功能被保留外,其他原有的食物原料生产、气候水文调节、土壤保持、生物多样性、美学景观等生态功能价值都会损失<sup>[26]</sup>。在城镇及工业园区建成区(用地产品)高价、农用地资源低价、生态环境“零”价格的激励下,为人们提供生态福利的农用地资源快速减少,其原因之一是现行土地财政模式没有将农用地生态功能反映在价格机制中,竞争体系中的各地方



政府及用地单位主体并未考虑农地生态价值,从而产生外部不经济。因此,土地财政模式中的农地生态功能消失问题愈显突出,应对其科学合理定价并据此进行生态补偿。例如,土地整治工程增加耕地,若将外部非市场的生态服务转化成为一种经济激励,提高地方政府及用地单位主观保护土地生态的动力,在增加生态系统服务的同时,又能补偿区域生态价值的损失。

(2)中期:城市建成区土地开发经营过程中的生态损耗。地方政府将完成补偿后的被征农地进行银行抵押,并将该融资及地方财政投资用于土地开发,完成“五通一平”或“七通一平”基础设施建设,农用地生态环境条件被彻底改变,从而产生土地开发工程的能量流、物质流和信息流。在土地开发过程中,使用和消耗大量的煤品、电能、油品等能源,产生建筑废渣废气等污染排放。如修建好的柏油水泥路面比土壤和植被具有更大的吸热率和更小的比热容,其升温较快并向四周和大气大量辐射,助推了同一时间内城区气温普遍高于周围郊区的“热岛效应”。该过程也是土地自然生态景观被重组和塑造的过程,但地方政府及用地单位并未或较少考虑生物与非生物及各生态子系统之间关系,使得人口增长、经济发展与生态环境承载力之间产生非协调性,土地景观空间格局及生态特性呈现不同程度的破碎化。

(3)后期:增加土地财政生态服务功能的投入成本。在土地财政运行模式后期,为保持耕地总量动态平衡,地方政府在“征地—基础设施建设—批租”后,还要开发补充相当数量质量的耕地,这个工程费用应当计入土地财政模式后期生态成本,需要说明的是新增补充耕地绝大多数是由原来的未利用地(荒草地等)开垦而来的。新开垦耕地的食物与原料供给生态服务价值虽然增加,但气候调节、生物多样性等生态服务价值下降,即由未利用地转化为耕地的生态服务价值变化不大,因此,新开垦耕地的生态服务价值不能有效弥补城市流转耕地的生态服务价值。同时,为保证城镇及工业园区生态环境,还需进行基本的植被绿化(地)建设及其后续维护投入。为保障城市经济社会活动在整洁、舒适和宜居的环境下运行,还需对新增建成区人工与机械化相结合的清扫保洁、垃圾清运、环卫设施的完善进行财政投入。此外,为防止与控制“五通一平”或“七通一平”后的土地闲置及低效利用所产生的损失,需付出行政管理监督成本。

### 三、辽宁省土地财政构成要素及规模

依据土地财政模式生态成本形成机理分析,可以看出土地财政构成包括“土地”和“资金”两大主体要素,依据《辽宁统计年鉴》《中国国土资源统计年鉴》相关数据,汇总辽宁省 2003—2017 年土地财政构成要素规模及占比情况,如图 2 所示。其中:土地财政资金是土地出让金与城镇土地使用税、耕地占用税、土地增值税、房产税、契税 5 种税收之和;对地方财政贡献率是指土地财政资金规模占财政预算收入与土地出让金(预算外收入)之和的比;单位面积土地收益是土地财政资金与土地出让面积之比;招拍挂出让面积与协议出让面积之和为土地出让面积;招拍挂出让金与协议出让金之和为土地出让金。

图 2 显示,土地财政资金、土地出让面积、土地出让金、招拍挂出让面积、招拍挂出让金等 5 项绝对指标数值从 2003—2011 年快速增长,2011 年达到峰值,依次是 2003 年的 16.6 倍、4.6 倍、17.2 倍、15.6 倍、26.8 倍,可见增长速度之快;从 2012 年开始下降,这总体上是对国家经济进入“新常态”及东北经济衰退的有效印证。土地财政资金对于地方财政贡献率相对指标数值表现出同样规律,在 2003 年该数值为 36.6%,到 2011 年增长到 66.0%,到 2017 年降至 33.8%;单位面积土地收益相对指标数值总体上呈现波动增长趋势;招拍挂土地出让面积占比相对指标数值 2003—2014 年呈现增长状态,从 2015 年下降;招拍挂出让金占比相对指标数值总体呈现增长态势。

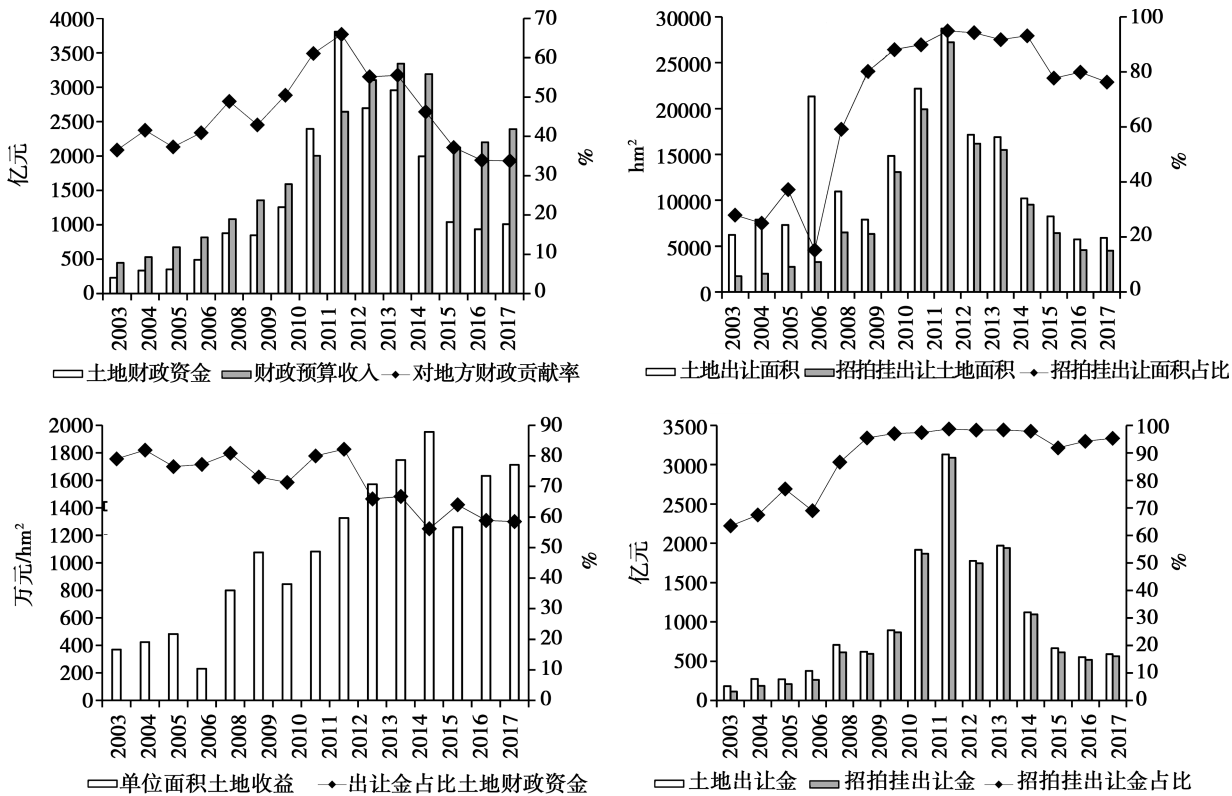


图 2 辽宁省 2003—2017 年土地财政要素规模及占比情况

辽宁省 2003 年城市建成区面积为 1694.6 km<sup>2</sup>,城镇人口为 2396.2 万人,城镇化水平为 56.9%,到 2017 年,该 3 项数值依次是 2643.8 km<sup>2</sup>、2948.6 万人、67.5%,依次增长 949.2 km<sup>2</sup>、552.4 万人、10.6%。在这一增长过程中,地方政府依靠土地财政模式供给了承载城市扩张的土地资源和财政资金。依据图 2 相关数据,可以计算出辽宁省 2003—2017 年间供给土地出让面积为 1915.0 km<sup>2</sup>,土地财政资金对于地方财政贡献率为 49.9%,即辽宁省地方财政收入中,有一半来自土地财政收益,反映出其实体经济(税收)发展相对滞后的现实状况。图 2 中,随着单位面积土地收益的增长,以及国家规范国有土地市场建设,辽宁省 2003—2017 年招拍挂土地出让面积及出让金占比整体呈现增长趋势,反映出国有土地市场水平的有效提升。

## 四、辽宁省土地财政生态成本规模估算

### (一) 农地资源用途转化后生态系统服务价值损失

当量因子法基于可量化的标准构建各类型生态系统各种服务功能的价值当量,然后结合生态系统的分布面积进行评估计算。当量因子法适用于区域和全球尺度生态系统服务价值的评估,借鉴单位面积农田(旱田)生态系统服务价值当量,如表 1 中方括号内的数值<sup>[27]</sup>。《辽宁省土地利用变更调整数据》显示,辽宁省 2015 年末耕地面积为 33.2 万 hm<sup>2</sup>,其中水田为 4.5 万 hm<sup>2</sup>,占耕地总面积的 13.5%,该比例较低;同时,辽宁省征地总体为旱田,且种植结构是较为单一的玉米。因此,本文采用旱田生态系统服务价值当量,评估辽宁省土地财政模式前期生态成本。表 1 中历年粮食单产来源于《中国统计年鉴》,粮食价格数据为大连港口 2003—2017 年玉米平舱价格(指货物运到港口并装到船上的价格,不含后续费用)及居民粮食价格消费指数计算得出<sup>[28]</sup>。以出让土地面积中的 25.0%作为城市园林绿地用途,出让年限为 50 年标准,同时假设粮食价格上涨率与 CPI 基本持平,计算历年出让农地各类生态服务价值。

出让土地食物生产价值: $SW_i=CM_i\times(1-25.0\%)\times LD_i\times JG_i\times 50\text{ 年}$

(1)

其他各类生态服务价值: $NJ_{ij}=SW_i\times\frac{DL_j}{SDL}$

(2)

式(1)和式(2)中: $SW$ 为食物生产价值; $CM$ 为土地出让面积; $LD$ 为粮食单产; $JG$ 为粮食价格; $NJ$ 为其他各类生态服务价值; $DL$ 为生态价值当量; $SDL$ 为食物生产当量(0.85); $i$ 为第*i*年; $j$ 为第*j*类生态价值。

依据式(1)和式(2),计算出辽宁省 2003—2017 年土地财政模式前期成本及占比,即农地各类生态服务价值及总和占土地财政资金比重,如表 1 所示。

表 1  辽宁省 2003—2017 年土地财政模式前期成本及占比

年份	土地出 让面积 ( $\text{hm}^2$ )	粮食单产 ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ )	粮食价格 (元/ $\text{kg}$ )	食物生产	原料水源	调节服务	支持服务	文化服务	前期成本	
				(亿元) [0.85]	(亿元) [0.42]	(亿元) [1.40]	(亿元) [1.28]	(亿元) [0.06]	合计 (亿元)	占比 (%)
2003	6237.6	6042.0	1.147	16.21	8.01	26.70	24.41	1.14	76.47	33.3
2004	7895.6	6653.0	1.136	22.37	11.05	36.84	33.68	1.58	105.53	31.6
2005	7319.6	6314.0	1.438	24.91	12.31	41.04	37.52	1.76	117.54	33.3
2006	21333.8	5929.0	1.495	70.92	35.04	116.80	106.79	5.01	334.56	68.3
2007	10956.7	6071.0	1.534	38.26	18.91	63.02	57.62	2.70	180.51	20.6
2008	7887.9	6425.0	1.626	30.90	15.27	50.90	46.53	2.18	145.78	17.2
2009	14841.0	5326.0	1.675	49.65	24.53	81.77	74.77	3.50	234.23	18.6
2010	22160.4	5688.0	1.965	92.88	45.89	152.98	139.87	6.56	438.18	18.3
2011	28719.1	6569.0	2.267	160.38	79.25	264.16	241.52	11.32	756.62	19.9
2012	17158.8	6632.0	2.428	103.61	51.20	170.66	156.03	7.31	488.81	18.1
2013	16899.9	7044.0	2.356	105.17	51.97	173.23	158.38	7.42	496.18	16.8
2014	10222.7	5523.0	2.425	51.34	25.37	84.57	77.32	3.62	242.22	12.1
2015	8254.1	6217.0	2.282	43.91	21.70	72.33	66.13	3.10	207.17	19.9
2016	5724.3	6780.0	1.910	27.80	13.74	45.79	41.86	1.96	131.14	14.0
2017	5889.4	6870.0	1.929	29.27	14.46	48.21	44.08	2.07	138.08	13.7

表 1 显示粮食单产及价格总体呈现增长趋势,意味着单位农地面积各类生态服务价值在增长,源于 2003—2017 年土地出让面积呈现倒“U”形变化趋势,峰值为 2011 年的 28719.1  $\text{hm}^2$ ,农地各类生态服务价值也呈现倒“U”形变化趋势,反映出土地财政模式前期生态成本与土地出让面积正相关。前期生态成本占土地财政资金比的变化总体呈现下降趋势,根源在于农地生态成本(尤其是粮食价格)呈现缓慢平稳增长趋势,加之国家《协议出让国有土地使用权规范(试行)》《招标拍卖挂牌出让国有建设用地使用权规定》(2007)等政策对于国有土地市场的规范作用,招拍挂方式出让土地面积及出让金规模占比增长更为显著,由此带动整个土地出让价格显著提升。如图 2 所示,在农地生态价值缓慢增长的情况下,土地财政模式前期农地生态成本占比下降,这也是土地财政前期农地生态成本被忽视、不能起到阻止土地财政模式快速发展壮大的原因之一。

(二)城市建成区土地开发经营过程中的生态损耗

1.考察与估算能源消耗及废渣废气排放规模

辽宁省 14 个地市的建成区不能全部做到“七通一平”基础设施建设,以“五通一平”为建成区基础设施建设标准,依据《辽宁统计年鉴》数据获取 2002—2017 年城市道路面积和排水、供水、燃气、供热 4 种管道长度,计算历年 5 种基础设施较上一年增长规模,据此数据测算能源消耗、废气粉尘排放和残余土方规模。

基础设施建设所使用的工程机械主要以使用柴油为主,计算 5 种基础设施建设施工能源消

耗思路是:计算施工城市道路耕作层表土剥离与运输、路基混凝土与路面柏油沥青石砾挖取土石方及装运、供排水与燃气及供热管道挖沟与覆土回填、残土运输等柴油消耗量及市场价值;同时,依据柴油消耗量计算废弃粉尘排放规模。计算过程及公式如下:

$$\begin{cases} DTW_i = DLS_i \times (BT_i + HT_i) \times 0.4 \text{ L/m}^3 \times 10^{-4} \\ DTY_i = \frac{DLS_i \times (BT_i + HT_i)}{25.0 \text{ m}^3/\text{车次}} \times 25.0 \text{ km} \times 2 \times 0.5 \text{ L/km} \times 10^{-4} \end{cases} \quad (3)$$

式(3)中:DTW为城市道路挖取土石方油耗总量;DLS为城市道路面积;BT为耕作层表土剥离厚度(取值0.25 m);HT为路基混凝土与路面柏油沥青厚度(取值0.4 m);运距平均取值25.0 km,往返为50 km;DTY为剥离表土、路基混凝土与路面柏油沥青石砾运输油耗总量;i为第i年。

$$\begin{cases} GWF_i = (PS_i + GS_i + RQ_i + GR_i) \times (2 \times SD + R) \times KD \times 0.4 \text{ L/m}^3 \times 10^{-4} \\ CTY_i = \frac{(PS_i + GS_i + RQ_i + GR_i) \times R \times KD}{25.0 \text{ m}^3/\text{车次}} \times 25 \text{ km} \times 2 \times 0.5 \text{ L/km} \times 10^{-4} \end{cases} \quad (4)$$

式(4)中:GWF为管道挖土覆土油耗;PS为排水管道长度;GS为供水管道长度;RQ为燃气管道长度;GR为供热管道长度;SD为管道顶部与地面距离(取值1.5 m);R为管道直径(取值1.0 m);KD为铺设管道挖沟宽度(取值1.5 m);CTY为因管道占据空间而多出的残土运输油耗。

$$\begin{cases} NZJ_i = NZL_i \times YJ_i \\ NZL_i = DTW_i + DTY_i + GWF_i + CTY_i \\ FP_i = NZL_i \times (8.57 \text{ kg NO}_2 + 10.0 \text{ kg SO}_2 + 1.8 \text{ kg FC})/\text{m}^3 \times 10^{-2} \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中:NZJ为消耗柴油资金;NZL为消耗柴油总量;YJ为柴油价格;FP为废气粉尘排放总量;FC为粉尘;燃烧1 m<sup>3</sup>的柴油排放的主要大气污染物总量,来源于《中国环境影响评价培训教材》。

依据式(3)一式(5),计算辽宁省2003—2017年基础设施建设能源消耗及排放规模,如表2所示。

表 2 辽宁省 2003—2017 年基础设施建设能源消耗及排放规模

年份	能源(柴油)消耗			占比土地 财政资金	废气粉尘排放				残余土方 (万立方米)
	规模 (万升)	价格 (元/升)	资金 (万元)		NO <sub>2</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	粉尘 (t)	合计 (t)	
2003	1945.1	3.7	7197.0	0.313	166.7	194.5	35.0	396.2	448.5
2004	2431.4	3.9	9482.3	0.284	208.4	243.1	43.8	495.3	566.7
2005	2513.9	4.3	10809.6	0.306	215.4	251.4	45.2	512.1	609.8
2006	2118.5	5.0	10592.3	0.216	181.6	211.8	38.1	431.5	288.2
2007	3061.4	5.1	15613.3	0.178	262.4	306.1	55.1	623.6	426.1
2008	3095.3	6.1	18881.0	0.222	265.3	309.5	55.7	630.5	676.2
2009	3007.6	5.9	17744.7	0.141	257.7	300.8	54.1	612.6	576.5
2010	4214.3	6.3	26550.2	0.111	361.2	421.4	75.9	858.5	819.5
2011	4212.9	7.2	30333.0	0.080	361.0	421.3	75.8	858.2	1056.8
2012	3552.0	7.3	25929.3	0.096	304.4	355.2	63.9	723.5	705.5
2013	5751.1	7.2	41407.8	0.140	492.9	575.1	103.5	1171.5	1302.5
2014	3961.3	7.0	27729.2	0.139	339.5	396.1	71.3	806.9	1025.8
2015	3987.3	5.5	21929.9	0.211	341.7	398.7	71.8	812.2	812.9
2016	4101.8	6.0	24610.6	0.263	351.5	410.2	73.8	835.5	853.4
2017	9007.3	7.1	63952.1	0.634	771.9	900.7	162.1	1834.8	2488.6



从表 2 中可以看出,辽宁省 2003—2017 年 15 年间城市建成区“五通一平”开发及基础设施建设过程中,能源(柴油)消耗与废气粉尘排放及残余土方的规模呈现波动增长趋势,与表 3 中城市建成区增量变化趋势趋同。随着(柴油)能源消耗总量及价格增长,其总资金规模也在增长,占土地财政资金的比重 2003—2016 年总体上在 0.08%~0.30%之间,在 2017 年该值最高为 0.63%,主要源于排水和燃气管道建设量的陡增。总体上土地财政模式中期能源消耗与排放的生态成本占比较稳定。

2. 新增城市建成区硬化道路热岛效应估算

土地财政模式的热岛效应主要是由其投资使得不透水的柏油沥青覆盖道路面积逐渐增大,柏油沥青路面有较大的吸热、蓄热、导热能力,即使在日落后还依然不断向空气散热,打破了地表能量的收支平衡,这是导致城市地温明显高于周边地区的原因之一;同时,路面释放出大量的沥青挥发物污染环境。假设近地面大气温度主要由路面温度决定,受风速和其他环境影响程度非常小,测算沥青路面与近地表大气温度的关系<sup>[29]</sup>:

$$DQ_{max}-DQ_{min}=\omega_i\times(LM_{max}-LM_{min})$$

(6)

式(6)中: $DQ_{max}$ 和 $DQ_{min}$ 为每天 24 小时中大气最高和最低温度; $LM_{max}$ 和 $LM_{min}$ 为每天 24 小时中路面最高和最低温度; $\omega$ 为大气温度与路面温度关联系数; $i$ 为第  $i$  时间段(小时)。

$$DQ_x=LM_w\times\frac{LMS}{CQS}\times\frac{(XSL_m-XSL_n)}{\overline{XSL}}$$

(7)

式(7)中: $DQ_x$ 为地面温度对大气温度的影响; $LM_w$ 为地面温度; $LMS$ 为新增道路面积; $CQS$ 为新增建成区面积; $XSL_m$ 为路面热吸收率  $m$ ;  $XSL_n$ 为路面热吸收率  $n$ ;  $\overline{XSL}$ 为路面平均热吸收率。

辽宁省 2003—2017 年城市道路和建成区面积依次增加 19477.7 万  $\text{m}^2$  和 1309.6  $\text{km}^2$ , 可以计算出新增城市建成区道路覆盖率为 0.149,路面平均吸收率取值 0.80。以夏季路面温度 45  $^{\circ}\text{C}$  为例,当路面热吸收率从 0.95 下降至 0.60,对于路面上空大气温度可提升 2.9  $^{\circ}\text{C}$ 。因此,减少城市路面硬化面积及降低路面温度是降低大气温度、缓解城市热岛效应的直接有效方法之一。

3. 土地财政模式导致的土地生态景观破碎程度估算

2003—2017 年辽宁省新增城市建成区最初绝大多数为农用地,源于种植结构(主要是玉米)较为单一,使得其土地生态景观具有连片均质、覆盖植被单一的特性。城市建成区基础设施建设完成后,地方政府以宗地(地块)形式出让给各用地单位,在第二、第三产业发展及其经济利益驱动下,起初较为均质的新增城市建成区景观进一步由简单向承载各类城市功能及空间格局演变,基本上可以判断出其景观破碎化程度与土地出让价格、区域经济发展水平和承载工商企业数量呈正相关关系。以出让土地破碎度、出让宗地平均面积、出让土地城市集聚度 3 项指标衡量土地财政导致的土地生态景观破碎程度,计算过程如下:

$$\begin{cases} PSD_i=100\times\frac{ZS_i}{CS_i} \\ \overline{ZPS}_i=\frac{CS_i}{ZS_i} \\ CJD_i=\frac{100\times CQS_i}{CS_i}\times 100\% \end{cases}$$

(8)

式(8)中: $PSD$ 为出让土地破碎度; $ZS$ 为出让土地宗数; $CS$ 为出让土地面积; $\overline{ZPS}$ 为出让宗地平均面积; $CJD$ 为出让土地城市集聚度; $CQS$ 为新增城市建成区面积; $i$ 为第  $i$  年。

依据式(8),计算辽宁省 2003—2017 年土地财政导致的土地生态景观破碎程度结果,如表 3 所示。



表 3 辽宁省 2003—2017 年土地财政导致的土地生态景观破碎程度

年份	城市建成区 增量(km <sup>2</sup> )	出让土地 面积(hm <sup>2</sup> )	出让土地 宗数(宗)	出让土地破 碎度(宗/km <sup>2</sup> )	出让宗地平均 面积(hm <sup>2</sup> /宗)	新增城市建成 区面积(km <sup>2</sup> )	出让土地城市 集聚度(%)
2003	34.2	6237.6	3563	57.1	1.75	34.2	54.8
2004	42.7	7895.6	4270	54.1	1.85	42.7	54.1
2005	42.6	7319.6	3650	49.9	2.01	42.6	58.2
2006	79.7	21333.8	5176	24.3	4.12	79.7	37.4
2007	58.0	10956.7	3445	31.4	3.18	58.0	52.9
2008	37.9	7887.9	3007	38.1	2.62	37.9	48.1
2009	75.2	14841.0	4708	31.7	3.15	75.2	50.7
2010	189.8	22160.4	5390	24.3	4.11	189.8	85.7
2011	56.0	28719.1	6997	24.4	4.10	56.0	19.5
2012	52.6	17158.8	4627	27.0	3.71	52.6	30.6
2013	57.4	16899.9	2138	12.7	7.90	57.4	34.0
2014	35.5	10222.7	3468	33.9	2.95	35.5	34.7
2015	40.0	8254.1	2640	32.0	3.13	40.0	48.5
2016	336.2	5724.3	2335	40.8	2.45	336.2	587.3
2017	171.8	5889.4	2652	45.0	2.22	171.8	291.6

从表 3 中可以看出,出让土地面积大的年份其破碎度较小,例如 2006 年、2010 年、2011 年,同时,出让宗地平均面积较大,但这 3 年出让土地向城市集聚程度没有明显的规律;出让土地面积少的年份其破碎度较大,例如 2003 年、2004 年、2005 年、2016 年、2017 年,同时,出让宗地平均面积较小。在 2016 年和 2017 年出让土地城市集聚度最为显著,说明这两年工矿企业园区与乡镇发展速度显著慢于地市及县区经济社会发展速度,国有土地出让地块零碎(破碎度大、平均宗地面积较小),出让价格较高,且向城市第三产业(房地产等服务业)配置比例较高。

(三) 增加土地财政模式生态服务功能的投入成本

依据图 1,衡量增加土地财政模式后期生态服务功能需要投入的成本。由于未利用地(荒草地等)本身具有天然的生态功能,开垦为耕地“供给服务”生态功能增加,但“调节与支持”服务功能在下降,因此,新开垦耕地不能弥补耕地城市流转的生态服务价值损失。所以,依据《辽宁省人民政府关于征收耕地开垦费、土地复垦费和耕地闲置费的通知》(辽政发〔2000〕48 号)规定耕地开垦费标准 10.0 元/m<sup>2</sup>,计算被征农(耕)地开垦费;园林绿地建设主要计算草坪和植树所产生的费用,草坪价格 30.0 元/m<sup>2</sup>,树木株(棵)距 6.0 m,价格为 80.0 元/棵;城市清扫保洁成本按照人工 12.0 元/m<sup>2</sup>和机械 4.0 元/m<sup>2</sup><sup>[30]</sup>,工作量依次按照 60.0%和 40.0%计算;出让土地闲置率按照增加城镇人口土地使用面积 120.0 m<sup>2</sup>/人标准计算。征地面积、城市园林绿地建设和城市清扫保洁面积、城镇人口增量依据《辽宁统计年鉴》计算。增加土地财政模式生态服务功能投入成本计算过程如下:

$$\begin{cases} GKF_i = ZDS_i \times 10^6 \times 10 \text{ 元/m}^2 \times 10^{-8} \\ YLF_i = YLS_i \times 10^4 \times [30 \text{ 元/m}^2 + 80 \text{ 元}/(6\text{m} \times 6\text{m})] \times 10^{-8} \\ QBF_i = 2 \text{ 年} \times QBS_i \times 10^4 \times (0.4 \times 4 \text{ 元/m}^2 + 0.6 \times 12 \text{ 元/m}^2) \times 10^{-8} \text{ /年} \\ XZL_i = 100\% \times (\frac{CS_i \times 10^4}{RK_i \times 10^4} - 120\text{m}^2 \text{ /人}) / 120\text{m}^2 \end{cases} \tag{9}$$

式(9)中:GKF 为耕地开垦费;ZDS 为征地面积;YLF 为城市园林绿地建设费用;YLS 为城市园林绿地面积增量;QBF 为城市清扫保洁费用;QBS 为城市清扫保洁面积增量;XZL 为出让土地

闲置率; $CS$  为出让土地面积; $RK$  为城镇人口增量; $i$  为第  $i$  年。

依据式(9),计算出辽宁省 2003—2017 年减少土地财政模式生态损失需要投入的成本,如表 4 所示。

表 4  辽宁省 2003—2017 年减少土地财政模式生态损失需要投入的成本

年份	征地面积 ( $\text{km}^2$ )	耕地 开垦费 (亿元)	城市园林绿地建设		城市清扫保洁		增加城镇人口占有出让土地		
			增量 ( $\text{hm}^2$ )	费用 (亿元)	增量 ( $\text{万 m}^2$ )	费用 (亿元)	增量 (万人)	人均 ( $\text{m}^2$ )	闲置率 (%)
2003	36.6	3.7	3692.0	25.6	818.0	1.4	41.5	150.4	25.3
2004	38.7	3.9	6586.0	35.7	341.0	0.6	41.6	189.8	58.2
2005	71.9	7.2	2786.0	24.9	657.0	1.2	40.0	183.2	52.6
2006	77.2	7.7	1152.0	20.3	2276.0	4.0	41.7	511.2	326.0
2007	72.0	7.2	1153.0	20.5	2418.0	4.3	25.0	439.1	265.9
2008	226.7	22.7	1953.0	23.4	1338.0	2.4	46.7	168.8	40.6
2009	83.8	8.4	5304.0	34.6	1926.0	3.4	28.6	518.3	331.9
2010	128.2	12.8	8606.0	46.4	576.0	1.0	97.2	228.0	90.0
2011	185.7	18.6	3217.0	31.0	4013.0	7.1	90.3	318.0	165.0
2012	194.8	19.5	22329.0	93.3	1268.0	2.2	74.1	231.7	93.1
2013	105.4	10.5	2217.0	33.4	318.0	0.6	35.8	472.4	293.6
2014	70.0	7.0	1468.0	31.5	1992.0	3.5	27.0	378.5	215.4
2015	67.9	6.8	2210.9	34.2	924.0	1.6	7.1	1160.7	867.2
2016	28.2	2.8	1970.1	33.9	1659.0	2.9	-1.8	—	—
2017	25.6	2.6	1970.7	34.4	4390.0	7.7	-0.8	—	—

从表 4 中可以看出,2003—2017 年征地面积和土地出让面积、城市园林绿地建设面积增量变化都呈现倒“U”形变化趋势,耕地开垦费和城市园林绿地建费设亦是如此;城市清扫保洁面积及费用呈现波浪式增长趋势;城镇人口增量呈现倒“U”形变化趋势,到 2016 年和 2017 年呈现负增长趋势,假如出让土地面积全部被增加城镇人口所占有效使用,可以看出土地城镇化速度远远快于人口城镇化速度,即征地批租的土地财政模式产生较高的土地闲置率,未能有效推动人口及产业同步城镇化。

(四) 辽宁省土地财政模式综合生态成本情况

2003—2017 年 15 年间,辽宁省国有土地出让总面积  $191800.9\text{ hm}^2$ ,土地财政资金规模为 21227.0 亿元。依据土地财政生态成本形成机理,估算出辽宁省 2003—2017 年每一年土地财政的前期、中期、后期中的各类生态成本规模,据此估算辽宁省 15 年土地财政模式综合生态成本情况,如表 5 所示。

从表 5 中可以看出,辽宁省 2003—2017 年土地财政模式生态成本中可用资金衡量的共计 4836.6 亿元,每增加 1 亿元土地财政资金的生态成本为 0.228 亿元,占比 22.8%,在土地财政模式运行的前期、中期、后期生态成本占比依次为 19.3%、0.2%、3.3%;同时,每亿元土地财政资金产生废气粉尘 0.5 t,残余土方  $5963\text{ m}^3$ ,平均出让土地 2.7 宗,扩大城市建成区  $6.2\text{ hm}^2$ ;15 年间土地财政模式出让土地破碎度为  $30.3\text{ 宗/km}^2$ ,城市集聚度为 68.4%;15 年间新增城市建成区路面夏季热岛效应可提升大气温度  $2.9\text{ }^\circ\text{C}$ ;假设 15 年间出让的国有土地全部为增加城镇人口所使用,那么,人均占有出让土地面积  $322.4\text{ m}^2$ ,按照人均  $120.0\text{ m}^2$  的标准计算,出让土地闲置率为 168.7%。

表 5 辽宁省 2003—2017 年土地财政模式综合生态成本情况

	项目	数量	成本/亿元土地财政资金
土地财政	土地出让面积	191500.9 hm <sup>2</sup>	9.02 hm <sup>2</sup> /亿元
	土地财政资金	21227.0 亿元	——
前期成本	供给服务	1296.3 亿元	610.7 万元/亿元
	调节服务	1429.0 亿元	673.2 万元/亿元
	支持服务	1306.5 亿元	615.5 万元/亿元
	文化服务	61.2 亿元	28.9 万元/亿元
中期成本	能源成本	35.3 亿元	16.6 万元/亿元
	废气粉尘	11603.0t	0.5t/亿元
	残余土方	12656.8 万 m <sup>3</sup>	5963m <sup>3</sup> /亿元
	热岛效应	2.9 ℃	——
	出让宗数	58066 宗	2.7 宗/亿元
	破碎度	30.3 宗/km <sup>2</sup>	——
	建成区增量	130960.0 hm <sup>2</sup>	6.2hm <sup>2</sup> /亿元
	城市集聚度	68.4%	——
后期成本	耕地开垦费	141.3 亿元	66.6 万元/亿元
	城市园林绿地建设费用	523.2 亿元	246.5 万元/亿元
	城市清扫保洁费用	43.8 亿元	20.7 万元/亿元
	增加城镇人口	593.9 万人	——
	增加城镇人口占有出让土地面积	322.4 m <sup>2</sup> /人	——
	出让土地闲置率	168.7%	——
总资金成本	可用资金衡量的成本	4836.6 亿元	0.228 亿元/亿元

五、降低土地财政模式生态成本的对策建议

在关注土地财政不可持续及诸多负效应的同时,应从土地财政模式运行环节,包括农地征收转用(前期)、投资“五通一平”或“七通一平”基础设施建设(中期)、城市建成区生态环境维护(后期)等环节,关注并科学测算生态损耗及生态维护所产生的具体成本。由于各区域、省份(直辖市、自治区)、地市土地财政差异较大,建议根据土地财政“地”与“钱”的构成要素、农地复种指数与产能及生态服务价值、基础设施建设油电煤等能源消耗、城市热岛效应、园林绿地品质和城市保洁工程量、出让土地破碎度与集聚度等指标具体情况,精准测算土地财政模式各环节产生的生态成本,为构建时空差异化的、降低土地财政生态成本的对策建议提供精准切入点。本文以辽宁省为例,估算了土地财政模式生态成本规模,并在此基础上,提出如下降低土地财政模式生态成本的对策建议。

(一) 改革土地财政制度驱动因素,降低地方政府对其的依赖度

降低生态成本(规模)最本质的措施是降低地方政府对土地财政的依赖度,因此,土地财政形成的制度驱动因素是“关键症结”所在。首先,应通过完善国家分税制,使地方(省区、地市)财权与事权相平衡。分步推进宽税基与低税率且可提升的保有环节房产税,逐步替代出让金,并使其成为地方可持续的财政收入来源。其次,建立以民生水平提升、生态环境保护、经济发展等指标同等权重的政绩考评体系。最后,提升征地补偿标准,建立城乡统一的建设用地市场,农村建设用地“就地”或“异地”入市可以彰显农村土地资产价值、缩小城乡收入差异,挖掘农村建设用地巨大潜力。

## (二) 严格控制建设占用耕地,通过整治工程增加耕地,以对冲前期生态成本

前期成本是土地财政模式生态成本的主体部分,例如,辽宁省土地财政模式前、中、后3个时期的生态成本占比依次为19.3%、0.2%、3.3%。因此,在未利用地开垦为耕地,不能弥补耕地城市流转生态服务价值损失情况下,开发建设少占或不占用耕地、增加耕地数量和质量是对冲土地财政模式前期生态成本的有效措施。建议如下:(1)以科学的空间规划及政策支持与税收优惠引导鼓励开发建设使用存量建设用。(2)借鉴国外土地财税经验,提高耕地占用征税力度,控制建设占用耕地行为。(3)全域开展田、水、路、林、村和其他农用地、废弃闲散土地综合整治,增加耕地面积。例如,辽宁省开展矿山和沿海废弃工矿用地复垦及沿海荒滩整治,是增加耕地数量的有效途径之一。(4)通过土地整理及中低产田提质改造的工程及生物技术措施提升已有耕地质量及产能,从而增加现有耕地生态服务价值功能。

## (三) 大力开展清洁能源及路面环保材料的研发与应用,以降低中期生态成本

土地财政模式中期生态成本可用资金衡量的部分相对于前期较低,辽宁省仅为0.2%,但是,残余土方与大气污染物排放及热岛效应还是比较明显的。工业园区及城市建成区开发与基础设施建设过程中,要研发与应用不产生或极少产生污染物的清洁能源,如太阳能、风能、生物能、地热能、氢能,城市清扫保洁采用以清洁能源为动力的机械为主;研发与应用城市路面反照率高、透水性较强的环保材料,降低城市路面热岛效应。在土地“五通一平”或“七通一平”开发前,可以将耕作层表土进行深度剥离,用作需要“客土”复垦区域,在确保耕作层土壤有效利用的同时,还可以减少工业园区及城市建成区残余土方量。

## (四) 提升国有土地城市集聚度及集约度,以降低中后期生态成本

新增国有建设用地向已经具备较高人口密度及产业规模的地市及县区的城市建成区周围集聚,在城市功能外溢及辐射作用的带动下,可以快速提升其集约度及利用效率,从而降低土地财政模式生态成本及占比。降低中后期生态成本的建议如下:(1)出让土地尽量配置在地市及县区的城区周围,提升其城市集聚度,降低城市基础设施建设边际成本,包括生态成本。(2)动态评价城市建成区及工业园区人口密度及投资强度,对不达标的给予相应行政处罚,如核减供地指标。(3)规范协议出让用地项目类型及最低限价,继续提升招拍挂方式出让土地面积占比,以完善的土地市场机制驱动城市及工业园区土地集约利用。(4)以科学的国土空间规划引导与驱动城市土地集约利用,使土地、人口、产业协同城镇化。

## (五) 开展园林绿地建设,采用以机械为主的保洁,以提升后期生态服务功能

城市园林绿地建设除了有助于提升城市生态功能外,还有助于优化城市投资开发与工作居住的硬环境。未来可以把城市园林绿地建设成为新兴的环境产业,即以市场机制提升土地财政模式催生的城市建成区生态服务功能。因地制宜,投资建设以乡土树种和园草花卉为主,培育和应用抗病性强、耐寒耐旱、具有观赏性的植物。利用非常规水(处理后的污水)和采用喷灌、微喷和滴灌等技术建设节水灌溉型园林绿地。新增城市建成区主干道保洁以机械为主,可提升效率;对于树穴、花坛、绿化带等复杂路况采用人工清扫,二者优势互补,可以使城市环境常态精细化保洁,在降低人工劳动强度的同时提升效率。

## 参考文献:

- [1] 邵朝对,苏丹妮,邓宏图.房价、土地财政与城市集聚特征:中国式城市发展之路[J].管理世界,2016(2):19-32.
- [2] 朱巧玲,张明飞.基于中国经济制度运行效率的土地财政评价[J].经济问题,2020(4):10-18.
- [3] 卢现祥,滕宇法.土地财政依赖异质性如何影响地区经济发展?[J].学习与探索,2020(7):120-129.
- [4] 杨浩,张京祥.土地财政驱动城市空间生产的机制与效应研究——以南京河西新城为例[J].国际城市规划,2018,33(1):68-74,100.



- [5] 余吉祥, 沈坤荣. 城市建设用地指标的配置逻辑及其对住房市场的影响[J]. 经济研究, 2019(4): 116-132.
- [6] 岳树民, 卢艺. 土地财政影响中国经济增长的传导机制——数理模型推导及基于省际面板数据的分析[J]. 财贸经济, 2016(5): 37-48.
- [7] 李汝资, 刘耀彬, 王文刚, 等. 中国城市土地财政扩张及对经济效率影响路径[J]. 地理学报, 2020, 75(10): 2126-2145.
- [8] 张垒磊, 闫晨. 土地租税与土地财政演进——基于公共物品融资的经济逻辑[J]. 云南财经大学学报, 2020(6): 3-16.
- [9] 杨孟禹, 邓仲良, 郭亚男. 城市群中集群规模与产业分工不协调的原因——土地财政视角[J]. 软科学, 2019(9): 1-12.
- [10] 钟文, 钟昌标, 郑明贵. 土地财政对城市土地利用效率的扭曲效应研究——基于经济集聚与产业结构视角[J]. 华东经济管理, 2020, 34(10): 105-111.
- [11] 向辉, 俞乔. 债务限额、土地财政与地方政府隐性债务[J]. 财政研究, 2020(3): 55-70.
- [12] 姚小薇, 曾杰, 李旺君. 武汉城市圈城镇化与土地生态系统服务价值空间相关特征[J]. 农业工程学报, 2015, 31(9): 249-256.
- [13] 唐茂钢, 王克强, 刘红梅. 土地生态价值与居民收入的关系研究——基于引入土地资本的内在经济增长模型的分析[J]. 经济评论, 2015(5): 84-99.
- [14] 崔玮, 朱志远, 苗建军. 碳减排压力下城市非农用地生态成本的估算及其影响因素研究[J]. 经济问题, 2016(8): 120-125.
- [15] 张丽琴, 渠丽萍, 吕春艳, 等. 基于空间格局视角的武汉市土地生态系统服务价值研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(9): 1988-1997.
- [16] 邓楚雄, 钟小龙, 谢炳庚, 等. 洞庭湖区土地生态系统的服务价值时空变化[J]. 地理研究, 2019, 38(4): 844-855.
- [17] 薛明皋, 邢路, 王晓艳. 中国土地生态系统服务当量因子空间修正及价值评估[J]. 中国土地科学, 2018, 32(9): 81-88.
- [18] 江文甲, 林满红, 翁佩莹. 福建安溪县乡镇土地生态系统服务价值的演变机制[J]. 应用生态学报, 2021(6): 2-12.
- [19] Kassahun D. Towards the Development of Differential Land Taxation and Its Implications for Sustainable Land Management[J]. Environmental Science and Policy, 2006(9): 693-697.
- [20] Lafuite A S, Denise G, Loreau M. Sustainable Land-use Management Under Biodiversity Lag Effects [J]. Ecological Economic, 2018(154): 272-281.
- [21] Korthals A W K. Taxing Land for Urban Containment: Reflections on a Dutch Debate [J]. Land Use Policy, 2009(26): 233-241.
- [22] Wenner F. Sustainable Urban Development and Land Value Taxation: The Case of Estonia [J]. Land Use Policy, 2018(77): 790-800.
- [23] Sánchez-Braza A, Pablo-Romero M P. Evaluation of Property Tax Bonus to Promote Solar Thermal Systems in Andalusia (Spain) [J]. Energy Policy, 2014(67): 832-843.
- [24] Shazmin S A A, Sipan I, Sapri M. Property Tax Assessment Incentives for Green Building: A Review [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2016(60): 536-548.
- [25] Shazmin S A A, Sipan I, Sapri M, et al. Property Tax Assessment Incentive for Green Building: Energy Saving Based-model [J]. Energy, 2017(122): 329-339.
- [26] 胡喜生, 洪伟, 吴承祯. 土地生态系统服务功能价值动态估算模型的改进与应用——以福州市为例[J]. 资源科学, 2013, 35(5): 30-41.
- [27] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. 自然资源学报, 2015, 38(8): 1243-1255.
- [28] 汪希成, 谢冬梅. 我国玉米供需结构新变化与价格走势[J]. 石河子大学学报(哲学社会科学版), 2017, 31(4): 14-22.

- [29] 杨文娟,顾海荣,单永体.路面温度对城市热岛的影响[J].公路交通科技,2008,25(3):147-153.
- [30] 吕振江.城市便道小型道路保洁车清扫保洁与人工清扫保洁质量、效率、成本费用对比分析[J].中国设备工程,2018(4):182-185.

(责任编辑:刘浩)

**The Formation Mechanism and Scale Estimation of the Ecological Cost of the Land Finance Mode: Take Liaoning Province as an Example**

*WANG Yubo, WANG Jing*

**Abstract:** The scale estimation based on the formation mechanism of ecological cost of land finance model can provide theoretical analysis framework and practical reference basis for administrative decision-making for comprehensive evaluation and reduction of ecological cost of land finance model. The formation process of ecological cost and its contents from the operation mode of land finance are analyzed: in the early stage, there is the loss of ecosystem service benefits after the conversion of agricultural land resource use; in the middle period, there is the ecological loss in the process of land development and management in urban built-up areas. In the later stage, the input cost of ecological service function of land finance model is increased. From 2003 to 2017, the land transfer area of Liaoning Province was 1,91,800.9 hm<sup>2</sup>, and the scale of land finance fund was 2,122.70 billion yuan. The total ecological cost measured by available funds was 483.66 billion yuan, and the ecological cost of land finance fund was 22.8 million yuan per 100 million yuan, accounting for 19.3%, 0.2% and 3.3% in the early, middle and late stages. At the same time, 0.5 t of waste gas dust was generated, and the residual earthwork was 5963 m<sup>3</sup>, which expanded the urban built-up area by 6.2 hm<sup>2</sup>. In Liaoning Province, the broken degree of transferred land was 30.3 cases /km<sup>2</sup>, and the urban agglomeration degree was 68.4%. The summer heat island effect of pavement in newly built urban areas could increase the atmospheric temperature by 2.9 ℃. The per capita leased land area of urban population increased to 322.4 m<sup>2</sup>. The paper puts forward some countermeasures and suggestions to reduce the ecological cost of land finance mode from the aspects of reducing the dependence of local government on land finance, carrying out abandoned and idle land renovation projects to increase cultivated land, research and development and application of clean energy and road environmental projection materials, improving the urban agglomeration and intensity of state-owned land, doing better job in urban cleaning and garden green space construction, etc.

**Keywords:** Land Finance; Ecological Cost; Size Estimation; Liaoning Province