

城市土地政策的生态效应模拟研究

——以深圳市为例

冯喆

1.引言

城市土地利用变化以及城市化过程中带来的生态环境恶化引起了学者和社会的广泛关注，兼顾经济效益和生态效益的呼声随城市发展愈发强烈。政策是解决城市环境问题的重要手段，城市生态政策制定和实施可能对整个社会-生态系统产生多方面的影响。作为快速城市化的典型区域，深圳市生态环境已呈现恶化趋势。本研究尝试采用系统分析方法，通过DLS模型对深圳市土地政策对土地利用格局变化的影响进行模拟，进而整体研究土地政策对城市社会-生态系统的影响，服务深圳市可持续发展实践，为我国城市化过程中社会-生态系统的协调发展提供科学参考。

2.数据与方法

深圳市位于广东省南部，全市总面积 2020 平方公里。在过去 30a 的快速城市化发展中，深圳经历了深刻的土地利用覆被变化，生态环境也出现了恶化的趋势。为此，深圳市政府于 2005 年颁布了《深圳市基本生态控制线管理规定》（深圳市人民政府第 145 号令），规定一级水源保护区、风景名胜区、自然保护区、集中成片的基本农田保护区、森林及郊野公园；坡度大于 25% 的山地、林地以及特区内海拔超过 50 米，特区外海拔超过 80 米的高地等区域划入基本生态控制线内，严格限制该区域的建设活动。

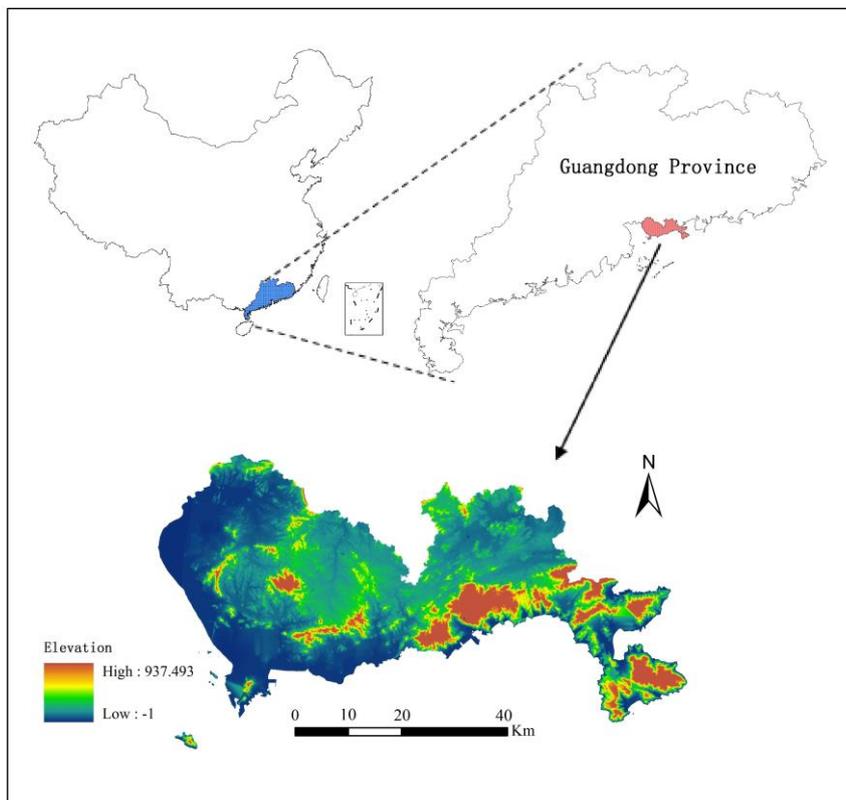


图 1 研究区位置

本研究景观格局底图采用 2007 年深圳市土地利用详查数据，依据本研究需要重分类为水体、林地、园地、农地、低强度城市用地、高强度城市用地及其他共七类景观；高程数据来自 ASTER 卫星解译的数字高程图；年均降水数据下载自 World Clim 网站；年均 NDVI 数据下载自 <http://free.vgt.vito.be>；道路、行政边界数据来自中国基础地理信息系统；人口 GPD 等社会经济数据来源于中科院科学数据共享网及深圳市各类统计年鉴。各基础数据时间均为 2007 年，统一处理为 500m × 500m 栅格数据。基本生态控制线数据为深圳市城市规划委员会 (<http://www.szplan.gov.cn/szupb/>) 公布，并根据公布面积对其进行修正。

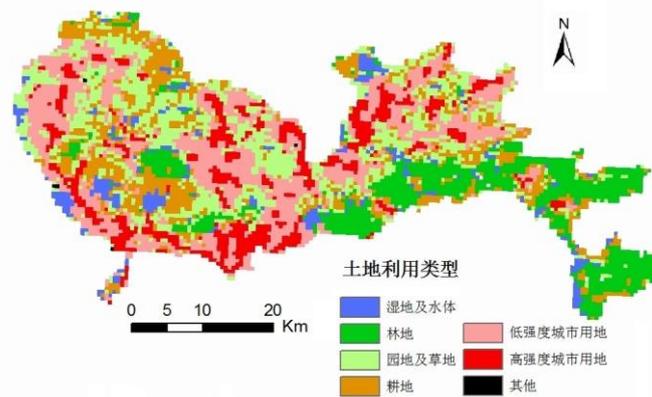


图 2 深圳市土地利用格局

本研究拟采用土地系统动态模拟 (Dynamics Land System Simulation, DLS) 模型模拟土地利用变化。DLS 模型以区域用地结构变化 CGE 模型和 SD 模型为方法论支撑，以栅格形式模拟土地利用变化，可以较好地反映区域社会经济-自然系统对土地利用变化的影响，符合本研究的研究目标和数据获取情况。选取降水、气温、坡度、海拔、植被、土壤、人口、GDP 八个因子为土地利用变化驱动因子。模型主要参数如表 1。

表 1 DLS 模型各土地利用类型转换概率

	水体	林地	园地	耕地	低强度城市用地	高强度城市用地	其他
转换概率	0	0.8	0.9	0.8	0.9	0.7	0.7

注：表中，0 表示该类用地转换为其他用地的可能最低，1 表示该类用地转换为其他用地的可能最高。

本研究将深圳市城市土地生态政策分为两类。一类从数量上控制建设用地扩张，如各类城市总体规划，土地利用总体规划等；另一类从空间上控制建设用地扩张，如《深圳市基本生态控制线管理规定》等。为全面理清城市土地政策对生态环境效应的影响，以《深圳市土地利用总体规划 (2006-2020 年)》中所制定城市未来土地利用结构目标，本研究设定了 A、B、AB 和 O 四种情景。具体情景设置见表 2。

表 2 政策情景设定

情景设置	描述
情景 A	没有基本生态控制线管理政策；城市用地面积总量保持不变，其中低强度城市用地每年有 5% 转换为高强度城市用地；耕地每年减少 5%，其中减少总量的 50% 转换为林地，50% 转化为园地。
情景 B	有基本生态控制线管理政策；按照深圳市土地利用总体规划 (2006-2020 年)，从 2006 年起，为达到 2020 年规划目标，林地每年增加 0.1%，草地每年减少 1%；耕地每年减少 5%，全部转化为城市用地。

情景 AB	有基本生态控制线管理政策；城市用地面积总量保持不变，其中低强度城市用地每年有 5% 转换为高强度城市用地；耕地每年减少 5%，其中减少总量的 50% 转换为林地，50% 转化为园地。
情景 O	没有基本生态控制线管理政策；按照深圳市土地利用总体规划（2006-2020 年），从 2006 年起，为达到 2020 年规划目标，林地每年增加 0.1%，草地每年减少 1%；耕地每年减少 5%，全部转化为城市用地。

为全面反映城市土地政策生态效应，本研究从总体评价指标和空间评价指标两个层面开展分析。参考其他学者对城市生态景观的研究成果，选择斑块数量（NP）、景观形状指数（LSI）、蔓延度指数（CONTAG）和可能连通性指数（PC）4 项指标来衡量生态用地景观格局变化，指数计算由 Fragstats 3.3 和 Conefor Sensinode2.2 软件完成。选择美国斯坦福大学、世界自然基金会和大自然保护协会联合开发的生态系统服务评估工具 InVEST 模型（Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs Model）计算空间生态效应。本研究选择其中的生境质量评价模块，设定高强度城市区、低强度城市区和耕地区三个生境风险来源，对研究区不同情景模式下生境质量进行空间评估，相关参数设置见表 3。

表 3 InVEST 模型参数设置

威胁	最大影响距离（m）	影响权重	距离衰减形式	敏感性		
				林地	园地	农地
耕地	1000	0.4	线性	0.4	0.6	0
低强度城市	1500	0.6	线性	0.8	0.8	0.6
高强度城市	3000	1	线性	1	1	0.8

注：表中，影响权重为 0 到 1 的参数，1 表示该威胁对生境质量影响权重最大，敏感性为不同生境类型对某特定威胁影响的敏感性，1 为最大。

3. 结果与分析

图 3 是初始土地利用格局和四种情景模式下的土地利用变化模拟结果。为更清晰地反映城市建设用地的变化情况，将原有土地利用类型重分类为城市用地（包括原低强度城市用地和高强度城市用地）、生态用地（包括原林地、园地和耕地）和其他用地（包括原水体和其他用地）。由图 3 可知：从各用地类型的空间分布上看，与初始土地利用格局相比，各情景下生态用地均面临破碎化风险，原有的生态景观格局受到不同程度的破坏；就建设用地扩张趋势上看，使用了空间控制政策后，生态用地基本框架没有发生变化，生态控制线内主要的生态用地斑块得到了较好的保护，没有使用空间控制政策的情景建设用地增长较为零散，表明空间控制政策可以保护重要生态斑块，一定程度上维持景观格局的完整。

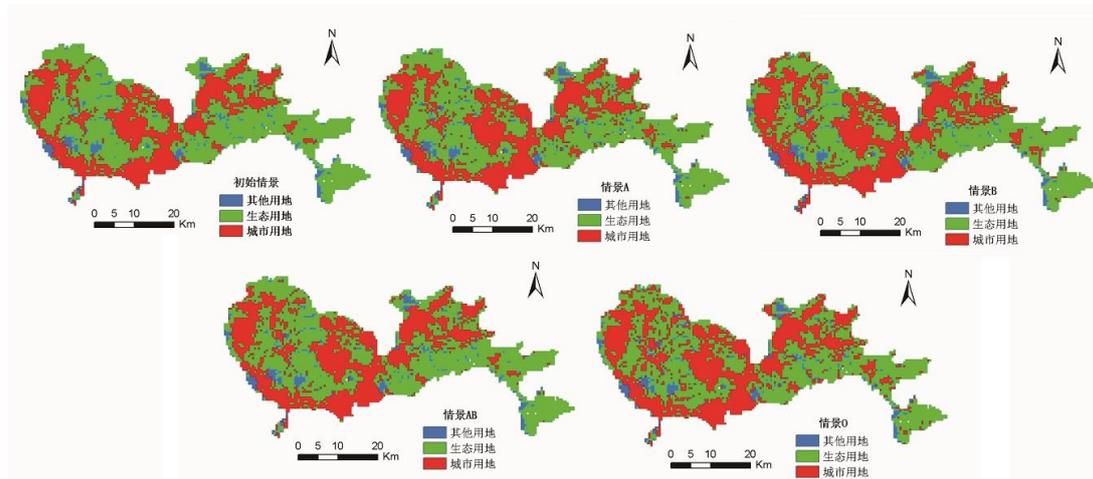


图3 土地利用变化情景

表4列出了初始土地利用格局和四种情景下景观格局指数计算结果。由表4可知：

1) 与初始土地利用格局相比，四种情景下的NP和LSI指数均有所上升，CONTAG和PC指数均有所下降，表明在城市化进程背景下，土地利用政策不能扭转生态用地的破碎度上升、连通性下降的趋势；但与不采取任何政策的情景O相比，采用了土地生态政策的三种情景下，景观破碎度上升幅度和连通性下降幅度较小。

2) 从景观破碎度指标上看，单独采用数量控制政策的情景斑块数量上升较大，但斑块形状相对规则，单独采用空间控制政策则相反，不能明显判别何种政策更具有优势，但同时采用两种政策时，NP指标与情景B基本相同，LSI指标较单独使用数量或空间控制政策好，表明两种政策在遏制景观破碎度上升方面存在协同作用。

3) 从景观连通性指标上看，使用了数量控制政策的情景在CONTAG和PC指标上都要优于未采取数量控制政策的情景，比较情景B和情景O，以及情景AB和情景A可知，是否采取空间控制政策对维护景观连通性作用并不明显，维持足够数量的生态用地是确保景观连通性的重要条件。

表4 景观格局指数计算结果

指数类型	初始情景	情景A	情景B	情景AB	情景O
NP	168	233	209	213	251
LSI	9.9207	11.2500	11.3963	10.9360	12.4695
CONTAG	36.8228	33.8520	33.0590	34.3816	31.1619
PC	0.1770	0.1658	0.1313	0.1619	0.1298

为突出政策影响，我们分析了不同情景下生境质量变化，图4为生境质量变化空间分布图。

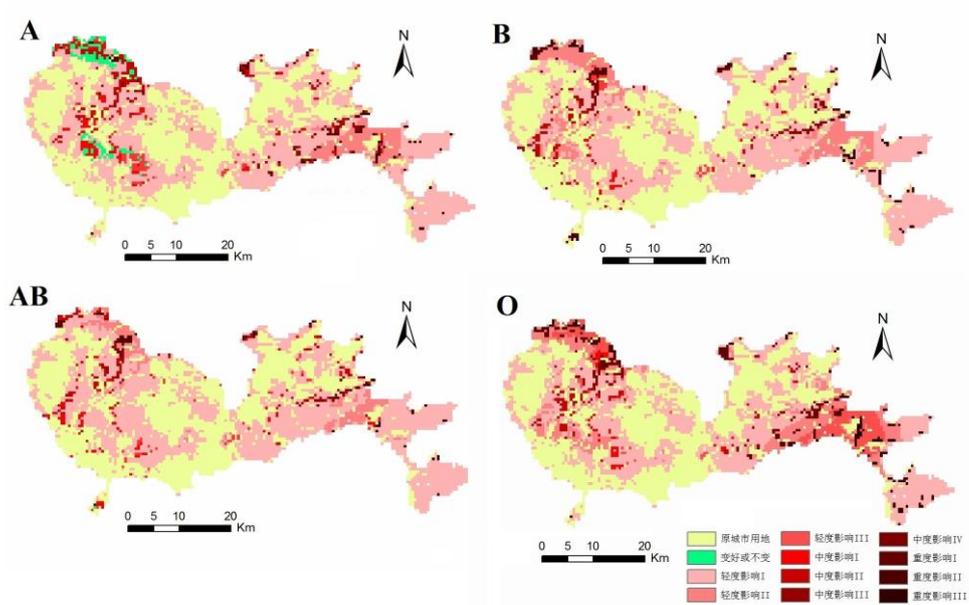


图 4 生境质量变化空间分布

由图 4 可知：1) 在情景 O 下，市域范围内较为重要的龙岗区生态斑块生境质量下降幅度较大，尤其是葵涌、大鹏等区域，切断了南澳和梧桐山两个优质生态斑块的连通；2) 采用了数量控制政策的情景，生境质量下降幅度与未采取控制政策的对照情景相比较少；3) 采用了空间控制政策的情景，其生境质量也优于对照情景，且与 A 情景相比，对葵涌、大鹏等地的优质生境斑块的保护更加明显，在生态控制线内的斑块得到了较好保护；4) 同时使用数量和空间控制政策的情景，其生境质量下降最小，重要斑块的功能也得到了保障。

4. 结论

综上，本研究结果表明：1) 在城市化发展过程中，由于城市用地扩张，城市生境面临破碎化增加、连通性降低、生境质量下降等生态风险，生态政策的实施可以在一定程度上缓解上述生态风险。2) 数量控制的生态政策可以提高土地利用的集约性，遏制景观破碎化和生境质量下降趋势和增强景观连通性，但可能造成城市开发强度上升，对城市用地周边生态环境产生影响。3) 空间控制的生态政策可以维护生态用地格局，遏制景观破碎化和生境质量下降趋势，但在维护景观连通性方面作用有限。4) 两种政策同时使用会产生协同效应，其效果优于分别使用两种政策。