

基于水文效应的城市增长边界的确定 ——以镇江新民洲为例

徐 康¹, 吴绍华¹, 陈东湘², 戴 靓¹, 周生路¹

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093; 2. 南京大学金陵学院, 江苏 南京 210089)

摘要: 城市增长边界(UGB)是城市增长管理、控制城市无序蔓延的重要工具, 但如何科学定量划定城市增长边界一直是一个技术难题。针对目前城市增长边界定量划定研究的不足, 提出一种基于城市水文效应, 适用于城市内涝易发区的城市增长边界划定方法。该方法整合了元胞自动机(CA)模型与区域水文模型(SCS), 通过CA模型预测城市不透水面积的扩张范围与形态, 并以此作为城市水文模型的参数, 评估城市淹水面积的比例及风险, 最后根据风险水平确定城市增长边界。以镇江新民洲为例, 实证研究了该地区的城市增长边界的合理划定, 研究发现该区域城市扩张规模控制500 hm²之内, 城市在最大降雨条件下城市积水面积的风险水平能有效降低。研究结果可为新民洲的水文风险控制及城市规划提供依据, 同时可为其他城市增长边界划定提供方法参考。

关键词: 城市增长边界; CA模型; 水文过程模型; 城市用地

中图分类号: TU984.11

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2013)08-0979-07

在经济发展、人口增加、其他内外力的协同作用下, 城市产生了空间扩展现象, 包括平面的空间外扩和立体的上下的延展^[1,2], 随之而来的是城市的无序蔓延与对资源环境的破坏。于是, “城市增长边界”(Urban Growth Boundary, UGB)应运而生。在中国, UGB在限制城市无序蔓延、保护城市外部开放空间、保护乡村与基本农田等方面得到应用^[3]。但UGB的划定仍是个难点。国内已有多位学者对此进行研究, 俞孔坚等提出以“反规划理念”为核心的保障城市生态基础设施建设的景观安全格局法, 通过生态基础设施的构建来制定城市增长边界UGB^[4]。冯雨峰等提出通过划定非城市建设用地与强制性控制手段, 合理控制规划期内的土地开发总量与质量^[5,6]。

随着城市增长边界探讨的深入, 如何量化其增长边界, 并更准确直观地表征城市空间的扩展, 成为学术研究的热点^[7,8]。近两年, 国内学者运用元胞自动机模型(CA)对城市空间扩展现象模拟^[9-11], 龙瀛等利用约束性CA模型制定出北京市中心城、新城、乡镇3个层次的城市增长边界UGB^[12]; 黎夏等

具体分析局部、区域、全局约束对CA模拟结果的影响, 以珠江三角洲为研究区, 获得合理的城市发展空间布局^[13]。

目前, 将水文效应作为城市增长边界的约束条件尚不多见, 特别是滨江城市用地, 需兼顾发展和防灾的双重任务。随着城市开发规模的扩大, 水泥、沥青等硬质地面增加, 城市周围的大量非城市用地转为城市用地, 城市下垫面不透水性增强, 严重影响滨江城市的水循环。因此, 针对沿海地区面临城市快速扩张与涝灾的双重问题^[14], 本文以镇江新民洲为例, 将水文效应作为城市增长边界的限制条件, 整合CA与SCS^[15]模型, 在城市增长模拟的基础上, 预测城市洪涝灾害发生的风险水平, 从而确定城市增长的风险边界, 为城市合理安全开发规模提供理论支撑。

1 研究区概况与方法

1.1 研究区概况

新民洲位于长江三角洲地区镇江市长江北岸(图1), 南临长江、东西北三面与扬州市相接, 地势

收稿日期: 2012-07-13; 修订日期: 2013-01-22

基金项目: 国家自然科学基金(41001047)资助。

作者简介: 徐 康(1989-)男, 江苏连云港人, 硕士研究生, 主要研究方向为区域发展与土地资源管理。E-mail: xk89_tjnu@163.com

通讯作者: 吴绍华, 副教授。E-mail: shaohuawu@126.com

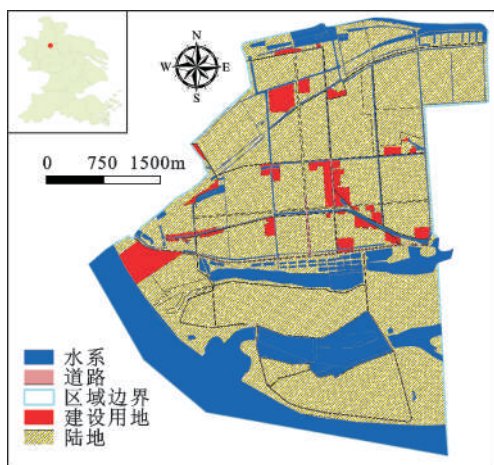


图1 新民洲地理位置

Fig.1 Location of Xinminzhou area

低洼,行政区面积2 250 hm^2 ,其中建设用地面积90.9 hm^2 。距离江苏省会南京市60 km,距离上海市230 km,毗邻京杭大运河与长江“十字口”交汇处,交通便捷,区位优势明显。新民洲气候温润,四季分明。年降水量1 020 mm,年平均气温15.2℃。研究区主要水体为长江,所辖江段属感潮河段,半日潮型,历史最高洪水位6.70 m,最低枯水位-0.66 m,平均洪水位5.2 m,平均枯水位0.08 m,长江水量丰富,最大流量92 600 m^3/s ,最小流量为

6 020 m^3/s ,多年平均流量29 300 m^3/s ,最大流速2 m/s,最小流速0.5 m/s,研究区内河流沟谷多为西-东向,属长江水系,但与长江水系沟通较少。新民洲地质稳定性较好,地下水资源丰富。地貌分区属于长江下游冲积平原区,地貌类型属长江三角洲平原中的新三角洲平原。

1.2 研究技术路线与方法

1.2.1 研究技术路线

本研究利用CA模型对研究区用地规模进行模拟;再将模拟结果作为SCS模型的参考数据,预测不同增长情况下的城市淹水面积;最后基于城市的淹水风险约束,确定城市增长的不同边界。

以2010年为基期年,通过实地采样和资料收集获取CA模型和SCS模型的控制因子和参数,通过整理新民洲2010年土地利用现状图,选取工业用地、商业服务业用地和交通用地作为城市用地适宜性计算因子,选取水体、长江豚类保护区以及防护林等生态用地作为限制因子,设定不同阈值,模拟不同增长方式下城市用地开发规模;研究新民洲最大排水量、土地利用现状以及坡度高程等相关数据,并结合新民洲土壤类型、降雨前流域综合参数 C_N 值,计算不同的建设用地面积下城市最大降水量条件下的积水面积,以此作为约束条件对研究区城市用地增长进行限制(图2)。

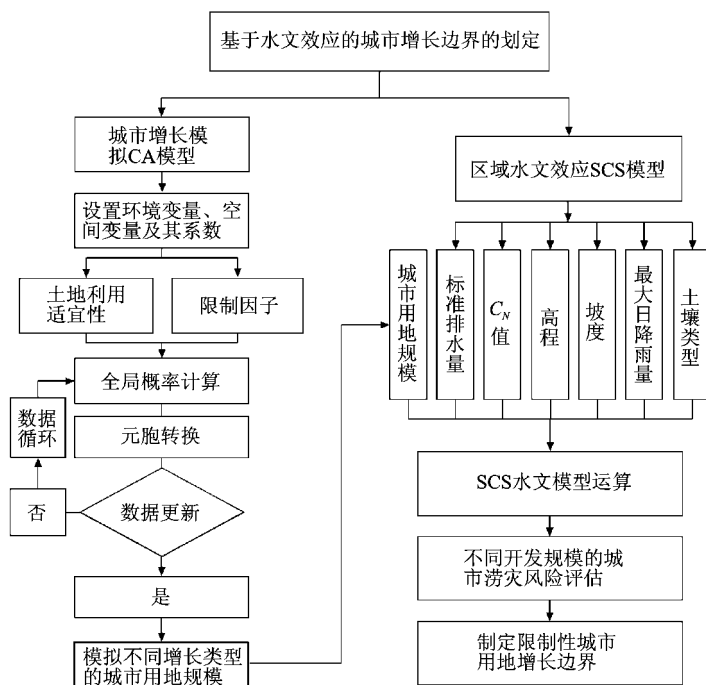


图2 研究技术路线

Fig.2 Technical routine

1.2.2 基于CA模型的城市增长模拟

元胞自动机(CA)是一种简单的局部运算模拟,用以表征空间上离散、时间上离散的复杂性现象的模型^[16]。其特点是复杂的系统可由一些很简单的局部规则来产生。一个CA系统通常包括4个要素:元胞(cells)、状态(states)、邻域范围(neighbor)和转换规则(rules)^[17]。其中转换规则是CA模型的关键,有了元胞及其状态集,加之邻域范围,利用转换规则即可生成CA模型进行数据模拟。不同年份可以设定其迭代次数进行循环。

通过CA模型的转化规则、 t 时期内的土地利用状态及其邻域范围,可以预测 $t+1$ 时间内的土地利用状态,本文利用新民洲2010年建设用地现状图对城市用地增长进行模拟:

$$S_{ij}^{t+1} = f(S_{ij}^t, \Omega_{ij}^t, T^t) \quad (1)$$

式中 S_{ij}^{t+1} 为元胞 ij 在 $t+1$ 时间内的土地利用状态, S_{ij}^t 为元胞 ij 在 t 时间内的土地利用状态, Ω_{ij}^t 为元胞 ij 的邻域关系, T^t 为其转化规则。

新民洲土地利用类型转变主要是由非城市用地转化为建设用地,非城市用地主要由农田、农业设施用地、林地、湿地和附近的长江豚类保护区组成。建设用地主要包括工业用地、居住用地、商业服务业用地和公共基础设施用地等。故本文主要以非城市用地转化为城市用地来模拟城市土地利用的主要变化情景。非城市用地转为城市用地的转化概率 p 可以看成是空间单元 ij 在 t 时刻城市用地适宜性 A_{ij}^t 、限制因子 Q_{ij}^t 、邻域转化 Ω_{ij}^t 等因素综合影响的结果:

$$p(S_{ij}^{t+1} \text{ to urban}) = A_{ij}^t \times Q_{ij}^t \times \Omega_{ij}^t \quad (2)$$

城市用地适宜性 A 可以用指数函数来表示,城市用地适宜性是由距商业服务中心区距离 $a_{ij, sf}$ 、工业区的距离 $a_{ij, industry}$ 以及城市主干道的距离 $a_{ij, road}$ 等因素决定的。

$$A_{ij}^t = \exp\left\{-\alpha \times \left[\frac{\lambda_1 a_{ij, sf}}{\max(a_{sf})} + \frac{\lambda_2 a_{ij, industry}}{\max(a_{industry})} + \frac{\lambda_3 a_{ij, road}}{\max(a_{road})}\right]\right\} \quad (3)$$

其中, $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 分别为商业服务业中心、工业区距离和城市主干道距离的权重, α 为指数函数的分散参数。

在限制因子 Q 选取中,将长江豚类保护区、水体,防护林等设定为限制因子,赋值为0;由于新民洲地势平坦,故坡度在此不作为主要限制因子。

$$Q_{ij}^t = \prod_{k=1}^n C_{k, ij} \quad (4)$$

$$C_{k, ij} = \begin{cases} 0, & \text{当 } C_k \text{ 受限} \\ 1, & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

其中 k 为限制因子的个数, $C_{k, ij}$ 为限制因子。

本研究利用摩尔(Moore)型空间单元作为邻域关系,其邻域关系如下:

$$\Omega_{ij}^t = \frac{\sum_{3 \times 3} \text{num}(s_{ij}^t \text{ to urban})}{3 \times 3 - 1} \quad (6)$$

通过以上计算得到元胞 ij 在时间 t 的土地利用转化概率 p 后,根据转换概率的阈值(γ)即可判断其下一时刻的土地利用状态。不同阈值的设定会使得用地类型转化呈现出不同速率, γ 值越小,城市扩张发展速率越大,其阈值分别设定为85%、75%、65%、55%和45%,对新民洲2020年城市不同扩张速率情景模进行模拟。

$$S_{ij}^{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{当 } p_{ij}^t \geq \gamma \\ 0, & \text{当 } p_{ij}^t < \gamma \end{cases} \quad (7)$$

1.2.3 基于SCS模型的城市积水预测

SCS (soil conservation service)模型是应用最为广泛的流域水文模型之一,它能够很好的和研究区实际水文特征相结合,并充分考虑了流域下垫面的特点,如土壤类型、土地利用方式、前期土壤含水量及降水条件下的地表径流过程对降雨径流的影响。目前,国内研究SCS模型的学者主要从区域降雨-径流模型汇流计算^[18-22]、污染物度量^[23]、防洪^[24]、城市水文^[25, 26]等方面进行研究,并取得较好的效果^[27-33]。

SCS模型通过产生地表径流之后的降雨损失与可能的最大滞留量之比等于径流量与总降雨量减去产生地表径流之前的降雨损失之比,确定出以下关系式^[34]:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{P - I_a} \quad (8)$$

式中: P 是一次性降雨总量(mm); Q 为径流量(mm); I_a 为降雨初损值,即产生地表径流之前的降雨损失(mm); F 为降雨后损值,即实际入渗量,即产生地表径流之后的降雨损失(mm); S 为流域当时的可能最大滞留量,是后损的上限(mm)。

美国农业部水土保持局在分析大量长期实验结果的基础上,提出了 $I_a = 0.05S$,因此,SCS模型产流计算公式一般表示为:

$$\begin{aligned} \text{当 } P \geq 0.2S \text{ 时 } \quad Q &= \frac{(P - 0.05S)^2}{(P + 0.95S)}; \\ \text{当 } P < 0.2S \text{ 时 } \quad Q &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

由于流域的最大可能滞留量 S 和土地利用覆被、土壤类型、前期土壤含水量和坡度等下垫面因素密切相关,模型中,通过在引入变量 C_N ,可较好地确定 S ,公式如下:

$$S = \frac{25400}{C_N} - 254 \quad (10)$$

C_N 是反映降雨前流域特征的一个综合参数,也是SCS模型的主要参数,它与流域前期土壤湿润程度(Antecedent moisture condition,简称AMC)、坡度、土壤类型、植被和土地利用现状等有关。在SCS模型中,根据前5 d总雨量将土壤湿润程度分为干(AMCI)、正常(AMCII)、湿(AMCIII)3种级别。 C_N 值的确定参考Geetha K等的研究成果^[35]。

在对新民洲2020年不同情景下建设用地量及空间分布CA模拟的基础上,确定各土地利用类型面积比例,作为 C_N 参数确定的依据。以200 mm/d为高强度降水输入参数,利用SCS模型计算区域降雨最大滞留深度,并利用DEM数据,确定不同城市扩张情景下,淹水面积范围及分布,作为涝灾发生风险评估的依据。

1.3 涝灾风险评估与城市增长风险边界类型确定

滨江地区的新民洲区地势低洼,内水系与长江沟通不多,涝灾风险对城市用地增长的影响较为显著。故本文将最大降雨量条件下城市积水面积作为涝灾风险评价的指标,对新民洲基于水文效应的城市增长风险边界进行界定见表1。

表1 涝灾风险评估

Table 1 Risk evaluation of floods

	城市积水比例	涝灾风险水平	城市增长风险边界
最大降雨量	25%以下	涝灾风险低	低风险边界
条件下	25%~50%	涝灾风险中等	中等风险边界
200 mm/d	50%以上	涝灾风险高	高风险边界

2 结果与讨论

2.1 城市用地扩张情景

利用CA模型,对研究区的非城市用地转化为城市用地的状态进行模拟,模拟以基期年2010年建设用地现状图为底图,设定不同城市用地转化阈值,分别模拟新民洲2020年不同速率下城市用地扩展规模(图3)。

新民洲当前城市用地开发总量的90 hm²,即为陆域面积的5.3%;当阈值设定为85%时,新民洲

2020年城市用地将会达到184.18 hm²,增长率为104.4%,占新民洲总面积的10.9%,城市用地规模增长缓慢;当阈值设定为75%时,新民洲2020年城市用地将会达到300 hm²,占新民洲总面积的17.7%,若阈值降至65%,新民洲2020年城市用地面积将达到405 hm²,占新民洲总面积的24%;如设定55%的阈值,则2020年,新民洲城市用地面积将达494.11 hm²,城市用地增速较快;在发挥最大社会效应前提下,设定45%的阈值,使得新民洲2020年城市用地规模达到572.11 hm²,此时,城市用地占陆域总面积的33.9%,处于快速增长阶段。

2.2 城市涝灾风险预测

根据历史数据,若新民洲当日降水量达到150 mm,城市就会发生城市内涝,为提高当地的涝灾风险防范水平,本研究设定200 mm/d为高强降水输入参数。根据当地的防涝排水条件,排水量为20 m³/s。

通过CA模型模拟城市用地扩展的方法,确定不同开发速度下的城市规模,结合水文效应模型,将新民洲的高程、坡度、土地利用现状、土壤类型及其下渗率、最大日降雨量、标准排水量与 C_N 值输入GIS空间数据中,利用SCS模型进行运算,按比例确定工业用地、城市绿地、道路交通用地、新式住宅以及建设用地,它们分别占增加用地面积的25%、15%、15%、32%和13%^[36]。结合DEM,最终得到的不同扩展规模下,城市淹水区域如图4所示。

不同的增长类型使新民洲城市土地利用规模出现不同(表2)。未来的城市用地开发中:城市用地为200~300 hm²时,当出现200 mm/d的降雨量时,流域积水面积比例为28%以内,即淹水面积小于253.5 hm²;当城市土地开发面积为300~500 hm²,这样的建设面积是原来的5倍左右,能够满足未来一段时期内的城市发展的需求,在出现200 mm/d的降雨量时,积水面积在437.2~726.7 hm²,积水面积占总面积的50%以下。当2020年城市用地增加到572 hm²时,城市用地供应虽然能够满足未来城市发展的需求,但是一旦出现200 mm/d的降雨量,该地区将有62%的土地面积积水。故新民洲城市用地面积越大,该区域的不透水面面积就会越多,积水面积比例也就越大。

2.3 基于水文效应的城市增长风险边界划定

通过CA模拟城市扩展情景,计算新民洲在最大降雨量条件下积水面积。现状开发规模积水面

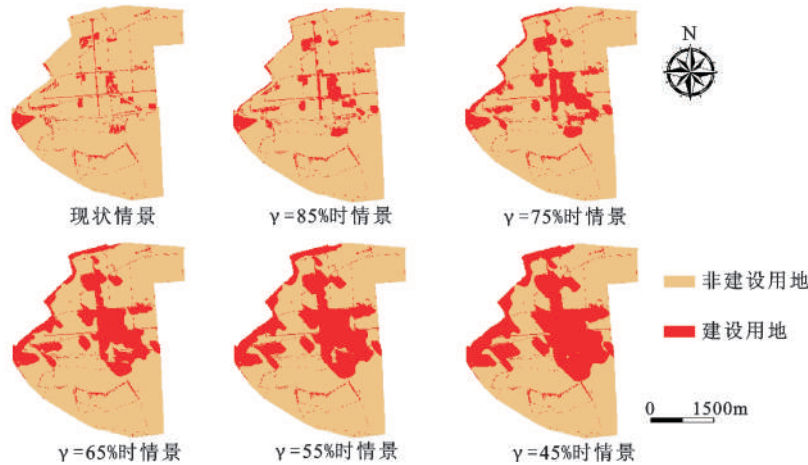


图3 不同转换概率阈值下的新民洲城市用地模拟(2020年)

Fig.3 Urban area simulation in Xinminzhou with different threshold value (2020)

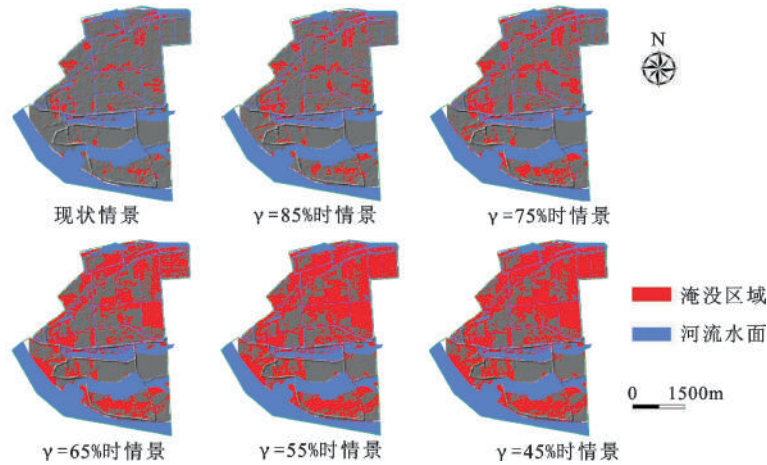


图4 不同城市开发规模下的强降水淹水区域模拟

Fig.4 Flooded area simulation in the different development scales of Xinminzhou

表2 不同开发情景下涝灾风险评估

Table 2 The risk evaluation of floods in different development scenarios

情景	城市用地 规模(hm ²)	区域平均径流深度 (mm)	积水面积 (%)	涝灾风险 水平	城市增长风险边界
现状	90	125	10%	风险低	低风险边界
低开发规模	184	132	15%		
中低开发规模	300	135	28%		
中等开发规模	405	142	43%	风险中	中等风险边界
中高开发规模	494	146	56%		
高开发规模	572	149	62%	风险高	高风险边界

积为 10%; 根据综合判断, 在城市用地不高于 300 hm² 的条件下, 积水面积在 28% 以下, 其涝灾风险水平较低; 中等开发规模下, 其最大降雨积水面积不高于 43%, 涝灾风险水平中等; 高开发规模下, 区域内积水面积将超过 62%, 将超过区域内陆域

总面积的 2/3, 涝灾风险水平较高。

对应不同的开发规模和涝灾风险水平, 从城市内涝角度对新民洲城市增长边界进行了 3 个等级的划定, 见图 5。

通过对城市不同开发规模情景下的涝灾发生

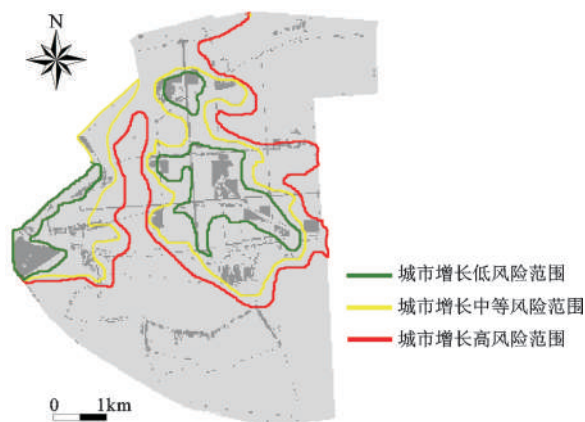


图5 基于城市内涝风险角度的城市增长边界的划定

Fig.5 Boundary demarcation at different urban growth based on waterlog risk

积水面积的模拟及风险评估,建议城市开发规模不要超过高风险水平,即基于涝灾风险防范标准,从而划定了基于城市内涝角度的新民洲不超过 500 hm²的城市增长边界,即图中的中等风险划定区。

3 结论与建议

针对东部地区面临城市快速扩张与涝灾的双重问题,本文尝试将水文效应作为城市增长边界的限制条件,在CA模型模拟不同城市扩张情景的基础上,确定城市增长边界及范围,可为内涝易发区的城市开发规模确定提供理论支撑。研究表明,城市用地不高于300 hm²的条件下,最大降雨条件下积水面积在28%以下,涝灾风险水平较低;中等开发规模下(小于400 hm²),积水面积低于43%,涝灾风险水平中等;高开发规模下(大于500 hm²),区域内积水面积将超过60%,涝灾风险水平较高,综合判断新民洲不超过500 hm²的城市增长边界较为适宜。

通过合理均匀地分布绿地、水面和河道,增加地表水的渗透,也可以有效减少小范围流域内的洪涝灾害的发生。在城市建设的过程中,应使用新型透水的建筑材料,尽量减少渗透性较差的材料的使用,减少城市广场等大面积硬质面的建设,增加草地、林地及绿化带面积,这不仅增加降雨的下渗率,减少城市内涝风险这样的城市的用地规模,在城市规划及建设发展过程中,在充分考虑城市用地增长、降水-径流增加的状况的基础上,改善城市排水系统也是可以有效降低城市积水的风险。另外,在编制实施土地利用总体规划和城市规划的过程中,不仅要考虑城市发展,还要考虑水

文效应对滨江城市增长边界的影响,合理确定建设用地规模和方位,使得农用地、建设用地和未利用土地布局合理,比例适当。

影响城市增长边界的因素还有很多,可从资源、环境、生态、经济发展等角度进行拓展,这需根据各地不同的地理环境、发展目标因地制宜地进行确定。本文通过从城市内涝角度对城市增长边界进行划定,仅仅是从用地扩张和水文效应两方面进行考虑,将来还需要在城市增长边界的约束条件综合作用方面进一步研究。

参考文献:

- [1] 胡 浩,温长生.城市空间扩展与房地产业开发关系研究——以南宁市为例[J].西北大学学报(自然科学版),2004,34(6): 731~734.
- [2] Anthony J. Do state growth management regulations reduce Sprawl[J]. Urban Affairs Review, 2004, 39(1): 376-397.
- [3] 段德罡,芦守义,田涛等.城市空间增长边界(UGB)体系构建初探[J].规划师,2009,25(8):11~14,25.
- [4] 吴 箐,钟式玉.城市增长边界研究进展及其中国化探析[J].热带地理,2011,31(4):409~415.
- [5] 程 遥,赵 民.“非城市建设用地”的概念辨析及其规划控制策略[J].城市规划,2011,35(10):9~17.
- [6] 冯 科,吴次芳,韦仕川等.城市增长边界的理论探讨与应用[J].经济地理,2008,28(3):425~429.
- [7] 高玉宏,张丽娟,李文亮,等.基于空间模型和CA的城市用地扩展模拟研究——以大庆市为例[J].地理科学,2010,30(5): 723~727.
- [8] 何 丹,金凤君,周璟.基于 Logistic-CA-Markov 的土地利用景观格局变化——以京津冀都市圈为例[J].地理科学,2011,31(8): 903~910.
- [9] 张鸿辉,王丽萍,金晓斌,等.基于多智能体系统的城市增长时空动态模拟——以江苏省连云港市为例[J].地理科学,2012,32(11):1289~1296.
- [10] 苏伟忠,杨桂山,陈 爽,等.城市增长边界分析方法研究——以长江三角洲常州市为例[J].自然资源学报,2012,27(2):322~331.
- [11] 刘妙龙,陈 鹏.基于细胞自动机与多主体系统理论的城市模拟原型模型[J].地理科学,2006, 26(3): 292~297.
- [12] 龙 瀛,韩吴英,毛其智等.利用约束性CA制定城市增长边界[J].地理学报,2009,64(8):999~1008.
- [13] 黎 夏,叶嘉安.约束性单元自动演化CA模型及可持续城市发展形态的模拟[J].地理学报,1999,54(4):289~298.
- [14] 胡蓓蓓,周 俊,王 军,等.基于情景模拟的天津市滨海新区2020年暴雨内涝风险评估[J].地理科学,2012,32(7):846~852.
- [15] SCS.National Engineering Handbook[S].US Department of Agriculture,Washington DC,1956
- [16] Batty M.Urban systems as cellular automata[J]. Environment And Planning,1997,24:159-164.
- [17] Wolfram S. Cellular automata and complexity[M]. Baltimore:

- Addison-Wesley Publishing Company,1994: 66-70.
- [18] 贺宝根,周乃晟,高效江,等.农田非点源污染研究中的降雨径流关系——SCS法的修正[J].环境科学研究,2001,14(3):49~51.
- [19] 彭定志,游进军.改进的SCS模型在流域径流模拟中的应用[J].水资源与水工程学报,2006,17(1):20~24.
- [20] 谢长坤,蔡永立,左俊杰.基于SCS法模拟的上海郊区农田地表产流特征及原因[J].长江流域资源与环境,2012,21(1):44~51.
- [21] 陈西平.计算降雨及农田径流污染负荷的三峡库区模型[J].中国环境科学,1992,12(1):48~52.
- [22] 郭晓军,王道杰,庄建琦.SCS模型在干热河谷区坡面产流模拟中的应用[J].中国水土保持科学,2010,8(5):14~18.
- [23] 黄沈发,陆贻通,沈根祥.上海郊区旱作农田氮素流失研究[J].农村生态环境,2005,21(2):50~53.
- [24] 刘永德,何晶晶,邵立明等.太湖流域农村生活垃圾面源污染贡献值估算[J].农业环境科学学报,2008,27(4):1442~1445.
- [25] 全瑞松,刘 敏,侯立军,等.土地利用动态变化对地表径流的影响——以上海浦东新区为例[J].灾害学,2009,24(1):44~49.
- [26] 刘兰岚.上海市中心城区土地利用变化对径流影响及其水环境效应研究[D].上海:华东师范大学,2007.
- [27] 李 丽,王加虎,郝振纯,等.SCS模型在黄河中游次洪模拟中的分布式应用[J].河海大学学报(自然科学版),2012,(1):105~108.
- [28] 徐刘凯,王全金,向速林.应用SCS模型模拟清丰水流域产汇流量[J].华东交通大学学报,2011,(4):85~88.
- [29] Singh P K, Bhunya P K, Mishra S K.A sediment graph model based on SCS-CN method[J].Journal of Hydrology,2008,349(2): 244-255.
- [30] 刘贤赵,康绍忠,刘德林,等.基于地理信息的SCS模型及其在黄土高原小流域降雨-径流关系中的应用[J].农业工程学报,2005,21(5):93~97.
- [31] Mmelesse A M,Shih S F.Spatially distributed storm run-off depth estimation using Land sat images and GIS[J].Computers and Electronics in Agriculture,2002,37:173-183.
- [32] 罗 鹏,宋星原.基于栅格的分布式SCS产流模型研究[J].水土保持通报.2010,(04):138~142.
- [33] 史培军,袁 艺,陈 晋.深圳市土地利用变化对流域径流的影响[J].生态学报,2001,21(7):1041~1049.
- [34] 郝芳华,程红光,杨胜天.非点源污染模型:理论方法与应用[M].北京:中国环境科学出版社,2006:31.
- [35] Geetha K,Mishra S K,Eidho T L,et al.SCS-CN based continuous simulation model for hydrologic forecasting[J].Water Researches Management,2008,22:165-190.
- [36] 刘奇志.新版《城市用地分类与规划建设用地标准》实施的对策思考[J].规划师,2012,28(2):8~9.

The Urban Growth Boundary Determination Based on Hydrology Effect: Taking Xinminzhou as An Example

XU Kang¹, WU Shao-hua¹, CHEN Dong-xiang², DAI Liang¹, ZHOU Sheng-lu¹

(1.School of Geographic and Oceanographic Sciences ,Nanjing University,Nanjing ,Jiangsu 210093,China;

2.School of Jinling,Nanjing University,Nanjing ,Jiangsu 210089,China)

Abstract: Urban growth boundary (UGB) is an important tool to manage urban growth and control cities sprawl, but how to identify scientifically the urban growth boundary for a city has always been a technical problem. In order to address this issue, this article developed an approach to determine the urban growth boundary based on the hydrological risk. This method combines the Cellular Automata Model (CA) and Soil Conservation Service Model(SCS). CA model is used to simulate the city expansion in different scenarios. Impervious area is extracted from CA simulation results, which is as the key parameters of the SCS model. the SCS model is use to assess the inudation area and hydrological risk. Finally, urban growth boundary is determined based on controlling hydrological risk in certain scale. This research took Xinminzhou, Zhenjiang City as an example to identify the urban growth boundary. The results showed that the inundation area was up 15%, 28%, 43%, 56% and 62% of total area respectively, when the city simulated in different scenarios of 184 hm², 300 hm², 405 hm², 494 hm² and 572 hm². Under the probable maximum precipitation, in order to reduce inundation risk in the city, It was suggested that the urban should be controlled within 500 hm² based on comprehensive analysis. The approach integrating the CA and SCS model provides a useful tool to determine UGB, and decision-making on hydrological risk control and urban planning.

Key words: urban growth boundary; CA model; SCS model; urban land use