

# 美国城市精明增长策略下的暴雨最优管理经验及启示

## Experience and Implications of Using Smart Growth Policy as Stormwater Best Management Practices in the USA

张纯 宋彦  
Zhang Chun, Song Yan

**摘要:** 本文梳理美国城市精明增长理念下的暴雨管理经验, 将城市暴雨灾害防范与城市规划、土地利用与交通规划发展等相结合, 从城市规划和管理的视角为提升中国城市抵抗暴雨等自然灾害的能力提供借鉴。在美国城市精明增长理念下的暴雨最优管理实践中, 在城市规划阶段就纳入了城市暴雨管理实践的考虑, 强调控制土地开发密度、土地利用混合度和城市土地开发选址等要求, 而不单纯突出工程技术的作用。为了促进这些考虑的实施, 暴雨最优管理实践中还采取了一些明确的土地开发管理工具, 包括容积率补偿、土地混合度的奖励, 以及优选资助区与开发权转让等。同时, 城市暴雨管理也注重在不同尺度实施差异化的应对措施, 具体可分为单体建筑或建筑群策略、优化场地设计策略、基础设施策略以及区域开发策略等四类。此外, 在实践中, 低冲击开发原则下的精细化设计和细节考虑也十分被重视。最后, 本文探讨了美国暴雨管理管理经验对中国的借鉴和启示。

**Abstract:** Using Smart Growth techniques, this paper introduces experience of Best Management Practices (BMPs) in the USA to provide policy implications for Chinese cities on improving natural disaster mitigation ability from urban planning and urban management perspective. BMPs combine stormwater management with urban planning, land use and transportation planning development in the urban planning stage, emphasizing the control of density, land mixed-use and site selection rather than simply highlighting the role of engineering. In order to facilitate the implementation, BMPs adopt some urban development tools, such as compensation of floor area rate, rewards on land mixed-use, priority funding areas and transfer of development rights. BMPs advocate that different strategies should be applied in various scales, including strategies for individual buildings and building sites, better site design strategies, infrastructure strategies and also regional strategies. In the planning practice, detail design under low impact development is highlighted. Borrowing the experience of BMPs under urban growth policy, the implications for Chinese cities lie in combing the stormwater management within land and transportation planning, and maintaining the urban safety and sustainable water source in case of natural disaster.

**关键词:** 暴雨最优管理实践; 精明增长; 低冲击开发; 雨洪管理; 城市安全

**Keywords:** Stormwater Best Management Practice; Smart Growth; Low Impact Development; Stormwater Management; Urban Safety

教育部基本科研业务费 (2014JBZ020)

**作者:** 张纯, 北京交通大学建筑与艺术学院, 讲师。zhangc@bjtu.edu.cn  
宋彦, 北卡罗莱纳大学教堂山分校城市与区域规划系终身教授。  
ys@email.unc.edu

### 引言

暴雨以及随之而来的洪水, 通常会给城市带来巨大伤害。从 2004 年给美国路易斯安那州带来巨大损失的卡特里娜飓风和洪水, 到 2012 年夏天发生在北京城区的“7·21”暴雨, 以及同年横扫美国东海岸的暴风雨“桑迪”, 这些暴雨和洪水灾害不仅造成建筑物受损、人员伤亡以及汽车冲弃, 也成为市民交通出行的障碍。

目前在中国城市, 降雨排水通常被纳入城市工程给排水的范畴, 强调通过工程技术提高、增加材料渗透性等来缓解暴雨过后排水滞后造成的负面影响<sup>[1]</sup>。在中国法定城市规划体系中, 给排水作为附属于总体规划的一个专项规划而出现, 本身尚缺乏设计规范和标准<sup>[2]</sup>, 更没有系统、完整地从事城市安全和可持续性的角度进行综合考虑。

目前关于国际经验的介绍, 常见于技术环节, 例如增加渗透层面积<sup>[3]</sup>、绿化蓄水设计以及提高瞬间排水能力等。也有研究集中于工程层面, 介绍低冲击开发等开发模式在中国城市雨水管理中的应用, 例如设置滞留塘、雨水湿地、雨水过滤设施和植被沟等<sup>[4]</sup>。另有学者从环境学视角切入, 通过建立水文效应模型来评价整个流域在城市化过程之前、之后和加入铺设透水砖和下凹式绿地等情境下, 流域径流参数的变化<sup>[5]</sup>。此外, 在国内城市实践中, 也有借鉴国际经验进行雨水管理的案例, 强调在规划设计中多采用渗透性界面, 优化道路两侧排水口进水量, 以及增加绿色植被以降低径流冲击的影响<sup>[6]</sup>。这些研究共同的特点是关注工程、技术环节而将排水作为防范城市暴雨灾害的主要途径之一。

在美国城市精明增长理念下的暴雨最优管理实践

(BMPs: Best Management Practices), 将暴雨防范、水质控制与水资源利用等目标结合起来, 而不是强调单纯的工程技术。其中, 城市排水并不是作为城市总体规划和建设完成后的一项补充性的独立工程, 而是在规划准备之初就与土地利用和交通、新社区开发和已有社区更新, 以及水质控制等问题紧密联系在一起<sup>[7,8]</sup>。具体来说, 暴雨后的排水不仅受到微观排水设计的影响, 在更大尺度上也与开发密度、土地混合利用程度与城市功能选址直接相关, 并需要明确的土地开发管理工具来保障这些考虑的实施。同时, 本文也介绍了美国暴雨最优管理实践不同尺度的应对措施, 具体包括单体建筑或建筑群策略、优化场地设计策略、基础设施策略以及区域开发策略等四类; 同时, 低冲击开发原则下的精细化设计和细节考虑也在具体实施中被强调。

本文旨在借鉴美国精明增长理念下的暴雨管理实践特征, 从城市规划和管理的视角为提升中国城市抵抗暴雨等自然灾害的能力提供参考。应用这种精明增长理念, 可以通过控制土地开发的紧凑度、土地的混合利用程度, 更好地利用已有的基础设施以及保护关键的环境区域等方式, 达到暴雨来袭时有所准备, 保护城市安全, 维护城市正常运转和充分利用降雨益处的目的。从更长远的意义上看, 借鉴美国暴雨管理经验, 其意义不仅在于防范中国城市中的暴雨和洪灾, 并且为精明、可持续利用和保护水资源, 使其与城市整体发展更好结合提供启示。

## 1 在城市规划阶段纳入城市暴雨管理实践的考虑

美国的暴雨管理经验, 强调在城市规划阶段就纳入一揽子实践策略, 通过具体的土地开发策略来进行雨洪管理, 具体包括对土地开发密度、土地利用混合度以及城市功能选址等的要求。

### 1.1 土地开发密度

事实上, 1970 年代的美国暴雨控制策略也曾集中于对建筑单体所在地块的排水设施提升, 例如针对路缘石、排水沟、壕沟和排水管道等设施的改进。然而, 这些在局部地块运作成功的策略, 在流域整体上却导致了更严重的洪水冲刷以及水质下降。

在最近二三十年中, 美国的暴雨管理策略转向从流域的整体视角, 通过适当的土地开发策略来提升雨洪防范能力, 其中开发密度和土地混合利用度是最重要的两个控制指标。通过对开发密度的控制, 可以减少每个汇水面的面积, 使得单位面积上的年降雨量 ( $\text{ft}^3/\text{yr}$ ) 减少。与精明增长一贯的观点相一致, 在暴雨最优管理策略中, 也提倡适度的高密度。

如果对比同一场中等强度的降雨中三种不同开发密度的

情境: 低密度、中密度、高密度, 可以看出随着开发密度的升高, 每个房屋所在地块的年汇水量分别为每个地块 18 700 立方英尺 (约  $529.52 \text{ m}^3$ ,  $1 \text{ 立方英尺} \approx 0.028 \text{ m}^3$ )、6 200 立方英尺和 4 950 立方英尺 (图 1)。在低密度情境下, 从雨水落地到汇集到排水口的径流长度和径流强度也相应缩小, 最大程度降低了雨水过程对地表的影响。在低密度开发模式下, 单位面积的排水量也低, 因而提倡紧凑的开发模式有利于降低暴雨来袭时的冲击。

### 1.2 土地利用混合度

对土地开发的另外一个重要指标——土地混合利用程度——进行控制也会对城市和社区抵抗暴雨的能力产生影响。以美国为例, 在众多土地利用使用模式中, 郊区化社区和传统邻里社区是按照城市形态理论划分的低土地利用混合度和高土地利用混合度的两种典型代表<sup>[9]</sup>。事实上, 土地混合利用度主要通过整体上的道路构型以及不渗透层的面积产生影响<sup>[10]</sup>。

例如, 将郊区化社区和传统邻里社区对暴雨的抵抗能力相对比 (图 2), 可以发现郊区化小区由于道路尽端路和回车场多、整体铺砌面积大, 总体的不渗透面积比率也大得多 (图 2 上); 相比之下, 传统邻里社区采用网格式的道路布局, 铺砌道路面积相对场地面积的比例也小, 使社区总体不渗透面积比率要低一些 (图 2 下)。因而, 在暴雨来袭时, 土地混合利用模式下的传统邻里社区相比土地单一利用的郊区化社区降低了不渗透层的比率, 而更加有利于雨水的快速渗透<sup>[11]</sup>。

从这点来看, 提升土地的混合利用程度不仅符合精明增长理念, 带来抑制城市蔓延、减少小汽车使用以及提升邻里交往等益处, 也可以最大程度减少社区内用于交通和停车系统的不渗透面积, 提升特殊天气下社区抵抗暴雨灾害的能力。

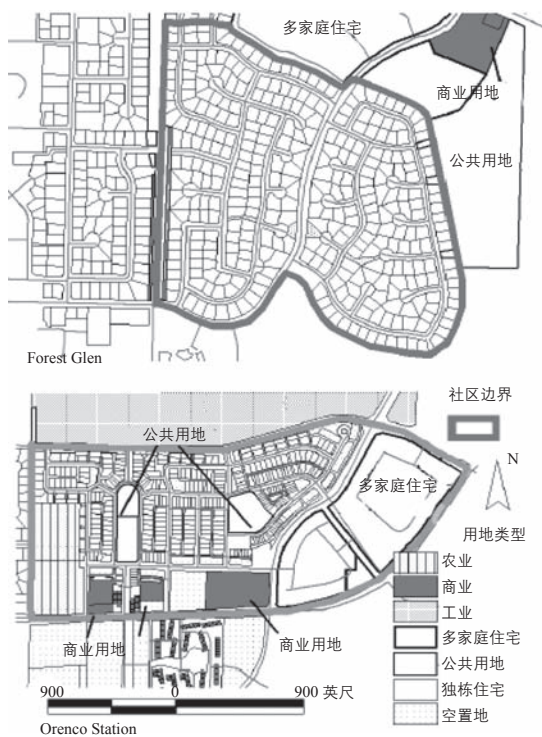


图 1 低密度、中密度和高密度情境下的每个地块的汇水量  
资料来源: 根据参考文献 [8]16 整理绘制

### 1.3 城市土地开发选址

除了对土地开发密度和土地利用混合度的控制之外，在城市土地开发选址时也要注重融入对城市暴雨管理的考虑。在城市规划中重要生命线系统选址时，例如高速公路、发电站、自来水供应站等关系到城市命脉的设施，应避免径流汇聚的泄洪通道。这样可以保证在出现灾害性天气时，城市赖以生存的正常功能仍得以运转。尤其是高速公路和城市快速路选线时，应尽量避免分割地表径流，尽量选择与之平行的线路或者通过高架的方式避免暴雨来袭时可能的淹没情况。

此外，在土地开发选址时，应通过灾害风险和建设适宜性评估，避开潜在的灾害高危区进行建设。例如，如果将深受“桑迪”灾害影响的纽约市斯塔腾岛实际受灾地区与1960年代末麦克哈格（McHarg）大师在《设计结合自然》（*Design with Nature*）一书中的斯塔腾岛不适宜开发区进行对比，会发现两者90%以上吻合。这说明，在暴雨发生之前对灾害进行充分预测，可以为城市功能选址提供安全依据。然而，通常的情况并不是规划中没有根据暴风雨的风险对城市功能选址提出参考，而是由于人们选择漠视、回避风险，或者由于其他利益因素，仍然选择不适合的地方建设，从而导致暴风雨来袭时的严重损失。



注：上图 Forest Glen 属于一般的郊区化社区，下图 Orengo Station 属于新城市主义社区；郊区化社区的道路面积比例较高，相应地，总的渗透面积比例也较高。

图2 土地单一利用的郊区化社区与土地混合利用的传统邻里社区每住宅单元不透水面积比较

资料来源：参考文献 [9]

## 2 落实在规划阶段纳入的城市土地开管理工具

在美国暴雨管理实践中，除了在城市规划阶段纳入上述土地开发策略的考虑，还采取了一些具体的土地开管理工具，来保证上述实践策略的落实。这些土地开管理工具包括容积率补偿、土地混合度的奖励，以及优选资助区与开发权转让等。

### 2.1 容积率补偿

在美国暴雨管理政策中，容积率补偿是针对土地开密度控制的工具之一。为了达到雨洪来袭时安全的目的，通常对某一个地区容积率进行控制，由此产生的容积率损失将在另外一个地区进行补偿<sup>[12]</sup>。具体来说，容积率补偿有两种方式：一种是在指定边界的同一地块内，部分被划为密度控制区，容积率的损失可以通过补偿的方式转移到地块的其他部分（如图3，从地块A1到A2）；另一种是在开发商拥有的两个地块内进行容积率转移，如果其中一个地块由于防洪安全需要开密度被限制，那么可以申请在另外一个地块中提升土地利用的容积率作为补偿（如图3，从地块B到C）。

在容积率补偿工具的运用中，基于地块土地开总价值的“利益补偿”原则成为核心。容积率补偿工具，可以形成激励机制，保证在开发商利益不损失的情况下遵守防洪安全的规划条例，而不会为了利益而规避潜在的风险。

### 2.2 土地混合度的奖励

除了容积率补偿工具外，美国暴雨管理政策也将土地混合程度的奖励列入土地开管理工具——将土地混合程度纳入绿色社区评估机制（LEED-ND: Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development）的考量指标<sup>[13]</sup>。在社区开中强调土地混合利用的开发商可以在开申请过程中得到更顺利、快速的审批。

事实上，在绿色社区评估机制的第三部分“紧凑、完全、和谐社区”中，明确了三个社区开的必要条件：社区

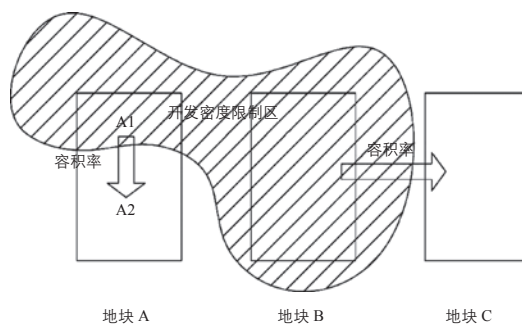


图3 单一地块和多个地块之间的容积率补偿

资料来源：作者绘制

开放性、紧凑开发和用地多样化。其中，考虑到土地利用多样化的社区，可以额外获得 1~3 分，而使最终得分提高 2.6%。具体来说，土地多样化利用要求社区中居住类建筑的 0.5 英里（约 800 m）的步行范围内，至少包含两个以上的零售、办公、娱乐、体育或医疗等公共设施。由于被评为绿色社区后，可以在开发手续和开发过程中享受优惠条件的奖励，也就促使了开发商在社区土地利用中提高土地混合利用程度。

### 2.3 优先资助区与开发权转让

优先资助区（PFAs: Priority Funding Areas）与开发权转让（TDR: Transfer of Development Rights）都是直接跟选址相关的土地开发管理工具，可协助将土地开发引导至城市中相对较安全的地区。

优先资助区在 1997 年通过的马里兰州精明增长策略中得到了最全面的应用。州政府将基础设施投资与优先资助区直接对应起来，划定优先资助区的范围。优先资助区可引导开发商的选址决策：在优先资助区内进行开发，可以获得资金补贴，并由政府提供基础设施和交通设施投入；如果选择在优先资助区边界外开发，就必须自筹所有资金进行开发。政府可将非安全开发区域设定在优先资助区外，借此不鼓励开发<sup>[14]</sup>。

开发权转移可保护农业保护区、自然敏感区、流域缓冲区，或者历史保留区等区域。具体操作时，首先将这些区域内的开发权限市场化，形成“开发权市场”；其次划定开发权发送区（即保护区）和开发权接收区（即鼓励高密度开发区）；在此基础上，把开发引导至鼓励密集开发区，并有效限制保护区内的开发。这种开发权转移的方式，比彻底购买保护区土地的方式成本低很多，因此得到广泛应用<sup>[15]</sup>。

## 3 规划实施过程中注重不同尺度的应对措施

以上介绍了城市规划阶段纳入暴雨最优管理的理念以及保证其实施的开发管理工具，而在暴雨最优管理实践中，根据尺度差异，具体实践策略也有所不同<sup>[16]</sup>。具体来看，可以根据尺度差异分为单体建筑或建筑群策略、优化场地设计策略、基础设施策略以及区域开发策略等四类，这些策略又根据所在的城市、郊区与乡村保护区等所在环境的不同而不同。

### 3.1 单体建筑或建筑群策略

在单体建筑或建筑群尺度，城市环境中更强调减少不透透层界面的应用，以此降低人工建筑对径流和下渗过程的影响。例如，可以充分利用屋顶截流和储存雨水，在将暴雨作为灾害性天气防范的同时，也将其作为水资源加以利用。很

多新建筑通过绿色屋顶设计，实现了这种截流和储存功能。而在老旧居住邻里中，不便改善建筑顶部，则可以通过沿着斜坡设置截断倾流的间歇性防水坎，提高草坪的疏松度和扩大进水口，促进暴雨时雨水下渗。

在郊区环境中，人工建筑对径流和下渗的影响相对较小，主要通过防止暴雨连续倾流和促进下渗两个方面入手。例如，可以参照城市中老旧居住邻里的做法，设置防水坎使雨水间断性径流，降低连续径流对地表的冲刷；同时也可以通过增加可渗透单元的形式，提高草坪疏松度以便于下渗。

在乡村以及保护地区，降雨更接近自然过程，最优管理策略的重点则是防止流域范围内的水土流失。例如，充分利用地形，防止暴雨引发的滑坡，通过房屋和场地设计使暴雨对土壤的侵蚀最小化。

### 3.2 优化场地设计策略

优化场地设计策略是最能体现低冲击开发实践的重要尺度。在城市环境中，优化场地设计策略同样遵循对自然降水影响最低的原则进行设计。例如，通过对公园、绿地系统的改造，使其最大程度发挥调节地表径流的作用；通过增加场地中的植被和街道绿化，增加局部的渗透性等。

在郊区环境下，渗透性和储水性二者被同样重视和强调。优化场地设计策略提倡在郊区环境中增加渗水沟和可渗透性停车场来改善局部的渗透性，也提倡结合绿化、区位和自然地形等条件在更大尺度进行渗水设计。与此同时，郊区环境下也强调适当的储水设计，不仅控制排水，也将雨水作为水资源加以存储利用。

在乡村及保护地区，水质控制和资源保护被提上更为重要的议程。例如，通过流域整体设计，对森林、湿地和水源地等地加以保护；另外通过水源保护区区划，对流域范围内的储水层加以保护。

### 3.3 基础设施策略

基础设施策略涉及比建筑、场地更大的尺度，通常成为暴雨最优管理策略的关键环节。在城市环境中，更强调利用现有老旧的“灰色”基础设施，而不是新增设施。这些利用方法包括修复或扩展现有管道，优先修复堵塞和破损管道，以及提升现有基础设施的可维护性。

在郊区、乡村及保护地区中，基础设施规划更能体现精明增长的意图。精明增长的支持者认为，二战后郊区化社区以及随之带来的城市蔓延的负面影响之一就是增加了基础设施投资的消耗。因此，在郊区环境中强调实施能够保证基础设施符合精明增长开发的策略；同时也提倡尽量提升街道和设施的可维护性而非展开新的基础设施开发。

### 3.4 区域开发策略

区域开发策略是最优管理策略推行的最大尺度，更关注从区域整体视角，采取多维度的规划策略来减少暴雨侵袭的负面影响。在城市环境中，清理城市排水道并设置排水缓冲区，通过开发权转移机制将开发引向远离防洪区的安全地带。

在郊区环境中，区域开发策略更加多样化。例如，与城市环境策略相似，郊区环境中也强调减少停车空间等不透透界面的应用。此外，还提倡以促进精明增长为目标的内填式开发、老旧“灰色”场地的再次开发——都是通过抑制蔓延减少人工开发对径流过程影响的重要策略。通过保护开敞空间来促进水资源存储，通过在乡村规划中设置缓冲区来保护水源地，也是郊区环境中关注的主要话题。

在乡村及保护地区，尤其强调流域的水质控制问题。具体可以参照《清洁水法案》(Clean Water Act)中的规定，采取在更大尺度进行开发权的转移，限定流域和汇水面的不透透界面，以及划定水源保护的交叠区等策略。

## 4 精细化设计和细节考虑

除了上述对美国暴雨最优管理理念、工具以及不同尺度策略的介绍，精细化设计也很重要。这些对于细节的考虑，很多是通过提倡低冲击开发(LID: Low Impact Development)的原则而实现的，即通过模拟自然径流过程而降低人工干预对雨洪过程的影响<sup>[17,18]</sup>。

低冲击开发的概念最初来源于19世纪的美国<sup>[2]</sup>，其具体细节设计包括：(1) 加强渗透。保持现有的植被，以保证现有的排水模式不被破坏<sup>[3]</sup>；同时减少不透透路面的应用，提高暴雨的瞬间渗透能力，有效降低最初的地表径流<sup>[6]</sup>。

(2) 增加储水设施。暴雨不仅被当作灾害，更被当作一种水资源来进行收集和储蓄，尤其是在干旱地带。可以将屋顶作为集水器收集雨水，通过导管储存到蓄水池中，作为灌溉草地等用途<sup>[8]</sup>。(3) 增加路缘渗水设施。通过路缘石进水口的合理设计，尽量维持现有的径流系统不受影响<sup>[4]</sup>。路缘进水口等基础设施应通过经常性的检查保持通畅，如果遇到损毁优先修复(fix it first)，保障排水道不被堵塞。

与传统的开发模式相比，低冲击开发的特点在于通过精细化的设计，将城市雨洪管理与开发模式相互结合，从而使人工建设对雨水排水的干涉降到最低。同时，在有效抵抗暴雨等自然灾害负面影响的同时，也可以将降水作为可利用的资源<sup>[19]</sup>。

## 5 总结和借鉴

上文从城市安全和可持续的视角，介绍美国精明增长理念下的暴雨最优管理经验，对中国城市今后的城市雨洪管理

提供了启示。首先，应从城市系统安全出发，在城市规划土地开发选址时对未来可能发生的灾害性天气有所准备，而不是孤立地考虑城市排水系统等工程技术问题。其次，在开发管理过程中就采用适当的土地开发管理工具，选择适当的土地开发模式，例如开发密度、土地混合利用程度以及城市选址控制，可以一定程度上降低暴雨等灾害性天气对城市安全的影响。从这一点来说，雨洪管理的考虑应该贯穿整个规划编制过程，而不是在城市规划完成之后，再单独编制专门的防灾减灾规划来进行补充。

再次，应采取综合视角来看待和处理城市暴雨等灾害性天气，一方面要促进暴雨来袭时循序排水，保证城市安全和正常运转；另一方面，对于缺少水资源的城市，也可以采取各种设计手段储存降水，为城市所用。

肆虐美国东海岸的桑迪飓风及其带来的惨痛损失也为城市规划研究者和决策者带来了更深刻的反思。在大自然的强大威胁面前，即使有着城市暴雨排水管理成功经验的纽约市也无法使市民完全免受灾害的困扰。然而对于规划研究者和决策者来说，重要的是在灾害发生前就有所预见和准备，采取相应的规划策略，以不同程度降低灾害威胁的影响。在中国，目前也有关于容积率补偿、开发权转移等相似的土地开发管理工具在城市规划领域的尝试，然而这些工具运用的目的却很少针对城市安全和防灾减灾，而更倾向于为开发者的利益损失提供补偿。由于这些土地开发管理工具在中国的实施目前尚缺乏操作的法律法规依据和具体实施细则的规定，因而在规划实践中仍面临局限。尽管如此，本着利益补偿的原则引入容积率补偿、土地混合度奖励、优先资助区与开发权转让等土地开发管理工具仍然会是有益的尝试，因为城市安全与防灾减灾投入具有极强的外部性，应充分引入公共利益平衡机制。

从安全和可持续的灾害管理视角出发，虽然美国的暴雨排水管理经验不能完全消除灾害的影响，然而应用这种精明增长理念，确实可以为中国城市暴雨排水管理提供参考：通过控制土地开发的紧凑度、土地的混合利用程度以及城市功能选址等，为未来的雨洪灾害做好事先准备，保证灾害天气中城市功能仍能正常运转并将灾害的损害尽量降低。对于中国城市来说，借鉴这些暴雨管理经验的意义不仅在于降低暴雨和洪水的危害，也对城市长期的可持续发展以及合理利用水资源具有重要价值。UPI

### 参考文献

- [1] 许道坤, 吕伟姬. 低冲击开发模式应用——透水路面发展综述[J]. 新型建筑材料, 2012(3): 32-34.
- [2] 姜立晖, 程小文. 低冲击开发模式解决城市雨洪[J]. 中国减灾, 2010(9): 32-33.

- [3] 冯翠玲,倪琪.走向生态之城——透水性铺装在杭州的应用[J].城乡规划·园林建筑及绿化,2009,27(6):182-184.
- [4] 洪忠,范培沛.低冲击开发模式在城市雨水系统中的应用[J].中国农村水利水电,2011,7:76-78.
- [5] 王雯雯,赵智杰,秦华鹏.基于SWMM的低冲击开发模式水文效应模拟评估[J].北京大学学报(自然科学版),2011,10:1-7.
- [6] 唐绍杰,翟艳云,容义平.深圳市光明新区门户区——市政道路低冲击开发设计实践[J].建设科技,2010,13:47-55.
- [7] Trauth K, Shin Y. Implementation of the EPA's Water Quality Trading Policy for Storm Water Management and Smart Growth[J]. Journal of Urban Planning and Development, 2005, 131, SPECIAL ISSUE TITLE: Innovating Regulations in Urban Planning and Development, 258-269. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9488(2005)131:4(258)
- [8] EPA. Using Smart Growth Techniques as Stormwater Best Management Practices. EPA working report. (2012-07-23)[2010-01-01]. [http://www.epa.gov/dced/pdf/sg\\_stormwater\\_BMP.pdf](http://www.epa.gov/dced/pdf/sg_stormwater_BMP.pdf).
- [9] Song Y, Knaap G J. Measuring Urban Form: Is Portland Winning the War on Sprawl?[J] Journal of the American Planning Association, 2004, 70: 210-225.
- [10] Bedan E S, Clausen J C. Stormwater Runoff Quality and Quantity from Traditional and Low Impact Development Watersheds[J]. Journal of the American Water Resources Association, 2009, 45(4): 998-1008.
- [11] Dietza M, Clausen J C. Stormwater Runoff and Export Changes with Development in a Traditional and Low Impact Subdivision[J]. Journal of Environmental Management, 2008, 27: 560-566.
- [12] Evensen E. Open Space Preservation in Utah: Techniques, Tools, and First Quality Growth Steps[J]. Journal of Land Resources & Environmental Law, 1999, 19: 267.
- [13] Knaap G, Talen E. New Urbanism and Smart Growth: A Few Words from the Academy[J]. International Regional Science Review, 2005, 28(2): 107-118.
- [14] Howland M, Sohn J. Has Maryland's Priority Funding Areas Initiative Constrained the Expansion of Water and Sewer Investments?[J]. Land Use Policy, 2007, 24(1): 175-186.
- [15] Johnston R A, Madison M E. From Land Marks to Landscapes: A Review of Current Practices in the Transfer of Development Rights[J]. Journal of the American Planning Association, 1997, 63(3): 365-378.
- [16] Cates E L, Westphal M J, Cox J H, et al. Field Evaluation of a Proprietary Storm-water Treatment System: Removal Efficiency and Relationships to Peak Flow, Season, and Dry Time[J]. Journal of Environmental Engineering: ASCE, 2009, 135(7): 511-517.
- [17] Dietz M. Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions[J]. Water, Air, & Soil Pollution, 2007, 186(1): 351-363.
- [18] Elliott A H, Trowsdale S A. A Review of Models for Low Impact Urban Stormwater Drainage[J]. Environmental Modeling and Software, 2007, 22(3): 394-405.
- [19] Villarreal E L, Semadeni-Davies A, Bengtsson L. Inner City Stormwater Control Using a Combination of Best Management Practices[J]. Ecological Engineering, 2004, 22(4): 279-298.
- [20] Khattak A, Rodriguez D. Travel behavior in Neo-traditional Neighborhood Developments: A Case Study in USA[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2005, 39(6): 481-500.
- [21] Rogers G, DeFee B. Long-term Impact of Development on a Watershed: Early Indicators of Future Problems[J]. Landscape and Urban Planning, 2005, 73(2-3):215-233.
- [22] 王明远,黎颖露.美国城市雨水污染法律对策及其对我国的启示[J].中国人口资源与环境,2009,19(5):136-142.
- (上接 74 页)
- [23] 齐心,张佰瑞,赵继敏.北京世界城市指标体系的构建与测评[J].城市发展研究,2011,3:33-36.
- [24] 田美玲,刘嗣明,朱媛媛.国家中心城市综合评价与实证研究——以武汉市为例[J].科技进步与对策,2013,11:117-121.
- [25] 乔小燕,胡平.中德会展中心城市的比较分析——以上海、慕尼黑和法兰克福为例[J].上海经济研究,2010,10:91-97.
- [26] 魏之川.天津打造北方商务中心城市的研究[J].天津经济,2011,2:40-43.
- [27] 王忠文.结合天津经济发展看经济中心城市的战略判断[J].开发研究,2011,3:18-21.
- [28] 邓春玉.基于对外经济联系与地缘经济关系匹配的广州国家中心城市战略分析[J].地理科学,2009,3:329-335.
- [29] 毛羽,赵洁.现代国际都市与重庆城市化发展路径[J].经济问题探索,2011,8:77-81.
- [30] 长江网.《武汉建设国家中心城市行动规划纲要》解读[EB/OL].(2012-10-21)[2015-01-07]. <http://news.cjn.cn/sywh/201210/t2083312.htm>.
- [31] 梁启东.沈阳建设国家中心城市的目标定位研究[J].理论界,2013,5:49-51.

(本文编辑:张祎娴)

(本文编辑:王枫)