



湖北省学术著作出版专项资金资助项目
工程景观研究丛书
万敏 主编

Theories and Practices of Urban Rain Garden

城市雨水花园

营建理论及实践



殷利华 著

 华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



湖北省学术著作出版专项资金资助项目
工程景观研究丛书
万敏 主编

Theories and Practices of Urban Rain Garden

城市雨水花园

营建理论及实践

殷利华 著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

城市雨水花园营建理论及实践/殷利华著. — 武汉:华中科技大学出版社, 2018.12
(工程景观研究丛书)
ISBN 978-7-5680-2316-0

I. ①城… II. ①殷… III. ①城市景观-花园-工程 IV. ①TU986

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 258844 号

城市雨水花园营建理论及实践

殷利华 著

Chengshi Yushui Huayuan Yingjian Lilun ji Shijian

策划编辑: 易彩萍

责任编辑: 易彩萍

责任校对: 李 弋

封面设计: 王 娜

责任监印: 朱 玟

出版发行: 华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排: 华中科技大学惠友文印中心

印 刷: 武汉市金港彩印有限公司

开 本: 710mm×1000mm 1/16

印 张: 16.25

字 数: 258 千字

版 次: 2018 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 168.00 元



本书若有印装质量问题, 请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线: 400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

本书得到以下 4 个基金项目的支持：

(1) 桥阴海绵体空间形态及景观绩效研究(国家自然科学基金面上项目,项目批准号:51678260);

(2) 桥阴雨水花园研究——以武汉城区高架桥为例(国家自然科学基金青年科学基金项目,项目批准号:51308238);

(3) 城市五维绿街景观研究(中国博士后科学基金第七批特别资助项目,项目批准号:2014T70701);

(4) 桥阴海绵体空间形态及景观研究(华中科技大学自主创新研究基金项目,项目批准号:2016YXMS053)。

作者简介 | About the Author

殷利华

殷利华,女,湖南省宁乡市人,博士。现为华中科技大学建筑与城市规划学院景观学系副教授,美国华盛顿大学(西雅图)访问学者,湖北省风景园林学会女风景园林师分会副秘书长。

主要研究方向为风景园林规划与设计、绿色基础设施及景观、工程景观学、植景营造、景观绩效等。先后主持了2项国家自然科学基金项目、1项湖北省自然科学基金项目、2项中国博士后科学基金课题、2项校级教改及创新课题,发表论文30余篇,已出版专著1本,申请实用新型专利1项。

在研课题关注城市高架桥下消极空间的积极利用及其景观的生态化处理措施、城市道路雨水的生态化就地处理、道路生态景观营造、雨水花园措施研究及实践等。同时对城市自然教育及景观、城市生态修复及景观绩效、绿街及公共空间生态景观等课题有浓厚兴趣。主要承担本科、硕士生风景园林植物、植景营造、景观设计等专业课程教学工作,并作为课程负责人在中国大学MOOC(慕课)网成功上线“园林植物”慕课课程。

联系邮箱:yinlihua2012@hust.edu.cn。

谨以此书献给所有我爱的和爱我的人!

感谢大家对我一直以来的关心、帮助、鼓励和支持!

感谢华中科技大学自然科学课题组全体成员的努力,感谢建筑与城市规划学院景观学系硕士张纬、赵寒雪、彭越、秦凡凡、王颖洁、魏靓婧、杨茜参与本书的部分内容编写、资料收集和整理工作。感谢景观学系硕士余志文、曾祥焱,环境科学与工程学院硕士朱梦然,艺术设计系 1302 班赵苒婷、米东阳、石琳、王辉翔,长江大学教师郭晓华,武汉旺林花木开发有限公司姚忠勇总工、谢义总经理、曾兵工程师等参与雨韵园雨水花园建设。同时感谢万敏教授组织编写本书所属的《工程景观研究丛书》,在此一并表示感谢!

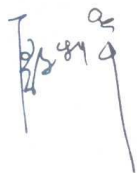
前 言

因地制宜地从源头就地入渗、收集与利用不透水场地的雨水,是低影响开发(LID)理念下城市雨水管理的核心思想。具有良好景观效果、空间尺度灵活的雨水花园,是 LID 理念中生物滞留设施最典型的代表形式之一。本书基于 LID 理念,尝试以单体建筑、城市街道两个中小尺度层面的城市雨水管理为主要研究对象,运用水量平衡原理、植物光合有效辐射(PAR)光环境关联法、实证检验等研究理论及方法,多学科交叉探讨武汉市雨水花园的营建策略。

本书尝试从以下几个方面来阐述城市雨水花园的营建理论:

①从选址、布局、平面形式、尺度设计探讨雨水花园空间形态问题;②分析渗透型雨水花园基底构造方式,结合武汉地区降雨特征,探讨适合武汉地区雨水花园的蓄渗构造;③提出雨水花园植物对水、光、土壤、管理的耐适性要求,运用 PAR 关联,筛选出 112 种武汉地区适生乡土雨水花园植物,并在华中科技大学南四楼雨韵园建设中进行试种和检验;④结合雨水花园实习基地建设的总结和分析,探讨基于建筑屋顶雨水收集的雨水花园营建问题及解决思路;⑤选择“点”“线”“面”“综合体”各类型的国内外优秀雨水花园案例进行研究和归纳整理,图文并茂,给读者展示城市雨水花园应用实践。

本书旨在对我国城市雨水就地生态管理措施类型代表之一的城市雨水花园营建提供初步的理论参考和实证借鉴。基于个人的能力和水平有限,本书的编写中有很多不足之处,敬请大家多多批评和指正!



2018年3月于喻家山下

目 录

| | |
|-----------------------------|-------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 第一节 城市与雨水的关系 | (3) |
| 第二节 国内外雨水管理研究与实践 | (5) |
| 第三节 低影响开发下的雨水设施比较 | (19) |
| 第四节 雨水花园研究 | (22) |
| 第二章 城市雨水花园的选址与布局 | (31) |
| 第一节 雨水花园选址探讨 | (31) |
| 第二节 雨水花园布局的要求及形式 | (34) |
| 第三节 雨水花园的空间尺度设计 | (43) |
| 第三章 雨水花园构造研究 | (49) |
| 第一节 雨水花园的构造入渗、滞污理论准备 | (49) |
| 第二节 雨水花园的构造方式 | (56) |
| 第三节 武汉市降雨资料分析统计 | (67) |
| 第四节 武汉市雨水花园构造设计 | (72) |
| 第四章 城市雨水花园植物的筛选与配置 | (81) |
| 第一节 雨水花园植物选择要求 | (82) |
| 第二节 雨水花园耐适性植物筛选 | (85) |
| 第三节 冠层截留雨水能力的植物筛选 | (92) |
| 第四节 雨水花园植物养护管理建议 | (96) |
| 第五节 适合武汉地区雨水花园的植物种类推荐 | (96) |
| 第六节 雨水花园植物配置 | (111) |
| 第五章 雨水花园“雨韵园”营建实践 | (115) |
| 第一节 基地建设的背景、目标及条件 | (115) |



| | | |
|-------------|------------------------------|--------------|
| 第二节 | 场地设计 | (117) |
| 第三节 | 施工建设 | (139) |
| 第四节 | 艺术与景观 | (148) |
| 第五节 | 监测与维护管理 | (148) |
| 第六节 | 本章小结 | (152) |
| 第六章 | 国内外雨水花园优秀建设案例赏析 | (153) |
| 第一节 | 建筑附属点状雨水花园案例 | (153) |
| 第二节 | 街道旁的线状雨水花园 | (186) |
| 第三节 | 面状雨水花园(雨水公园) | (201) |
| 第四节 | 社区——雨水花园的综合性运用 | (221) |
| 参考文献 | | (236) |
| 后记 | | (244) |

第一章 绪 论

雨水是自然现象的产物,同时也是一种宝贵的、常容易被忽视的自然资源。降雨作为自然界水循环系统中的重要环节,对调节、补充地区水资源和改善、保护生态环境起着极为关键的作用。合理利用雨水资源还可以控制水质、改善城市水环境、为野生动植物提供栖息地等,可获得多方面的生态效益。我国关于城市雨水管理的研究是在近十年才开始进行的,相对国外较多营建成功的雨水花园案例和较好的城市雨水管理理论,我国在这方面的研究还明显落后。但随着城市水问题的突出,政府开始认识到城市雨水资源化的重要性,其不仅可以减轻城市防洪压力,减少排水管网的投资,还可以缓解城市用水紧张的局面,降低人们对有限的地表水和地下水的依赖性。

本书拟梳理国内外低影响开发理念中雨水管理的主要措施之一雨水花园,在小尺度场地中的营建技术和手段,特别注重建筑周围及城市道路的雨水花园的构造要求、尺寸特点、植物应用种类筛选,结合国家自然科学课题,针对武汉市的雨水花园建设,通过对华中科技大学雨韵园建设实践的记录与对国内外优秀雨水花园建设案例的总结和梳理,探讨雨水花园营建中的相关问题。

2015年4月,武汉市获批海绵城市试点,一切都还处于初步探索阶段,这给城市生态建设带来了新的发展契机,但还有很多问题值得探讨和审慎思考。武汉是一个多水的历史文化名城,地势平坦,平均海拔仅23.3 m,地下水位偏高,近34年(1980—2013年)平均年降雨量为1322 mm,平均年蒸发量为1409 mm,这都给雨水花园的建设提出了相应的思考问题,也使得研究具有一定的创新性。

1. 写作理论指导思路

(1) 现状调研。了解武汉市自然气候条件,特别是降雨情况;了解场地周边水文及水资源条件、地形地貌、排水分区、水系情况、水环境污染;分析



场地及周边环境竖向、低洼地、市政管网、园林绿地等建设情况及存在的主要问题。

(2) 制定目标。根据场地环境条件、经济水平等,因地制宜地确定适用于本地的径流总量、径流峰值和径流污染控制目标及相关指标。

(3) 用地选择和布局。本着节约用地、兼顾其他用地、综合协调设施布局的原则,选择低影响开发技术和设施,保护雨水接纳体。优先考虑使用原有绿地、河湖水系、自然坑塘、废弃土地等用地,借助已有用地和设施,结合城市景观进行规划设计,以自然为主,人工设施为辅,必要时新增低影响开发设施用地和生态用地。

(4) 低影响开发技术组合。注重资源节约、保护生态环境、因地制宜、经济适用,并与其他专业密切配合。选取适宜当地条件的低影响开发技术和设施,主要包括透水铺装、生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、植草沟、植被缓冲带等。组合系统包括截污净化系统、渗透系统、储存利用系统、径流峰值调节系统、开放空间多功能调蓄等。恢复开发前的水文状况,促进雨水的储存、渗透和净化。

2. 针对建造方面研究思路

整理水文、气象等雨水来源资料,结合雨水收集参考公式,计算集水量、汇水面积,结合集水区地形高低、截流、入渗率,计算汇聚雨量;根据场地大小和雨水收集利用目标,确定雨水储留量及对应的存储设施容量、材料;以入渗为主,改良基底构造,增加入渗率。

调研园林对应雨水花园不同位置所用植物种类、景观效果、养护要求、生长高度等,提出筛选应用种类,并根据当地绿化植物养护定额资料,查出植物需水要求,作为绿化补水量参考依据。针对有树阴、构筑物遮阴影响的场地,利用光合仪以及 Ecotect 软件模拟分析,进行 PAR 匹配,提出满足其生境的植物名录。

预期通过理论梳理、文献查阅、实践调研以及实证研究,能对武汉市基于屋顶雨水收集的点状雨水花园、基于城市绿色街道的线状雨水花园提出建设策略和实证总结,形成一种可供借鉴的理论,并且能推广,从而为武汉市“海绵城市”建设提供借鉴和参考。



第一节 城市与雨水的关系

在人口高度聚集的城市,水问题始终是一个重要课题。世界上很多城市都面临着缺水问题,包括资源性缺水和水质性缺水。如何安全、生态地解决城市水问题,值得我们关注。

1. 城市人水矛盾

城市与水的矛盾一直很突出。第一是“防”,历史上很多城市都遭遇过大洪水的威胁,择水而建的城市便筑起高堤坝,加厚防洪堤对付江河湖海的水;第二是“排”,对待城市中的雨水则力求“速排”,以防后患;第三是“引”,将附近水质良好、丰沛的地表水花费大投资、大成本引入城市中,以应对城市水资源贫乏;第四是“挖”,地表水不足、水质不好的城市则大量抽取地下水,以补充城市用水,但导致地下漏斗效应显著;第五是“涝”,现代很多城市规划建设有问题,导致下雨产生了频发的“看海”事件,甚至在2011年北京发生了“7·21”悲剧,人与雨水的矛盾更加突出。

水资源有多种类型,按其状态通常可以分为大气中的水汽、地表水、土壤水、地下水和生物体内的水五种。城市用水主要是存在于河流、湖泊、海洋、水库的地表水以及地下水。城市雨水是补充地表水和地下水的主要部分,是城市水循环系统中重要的一个环节,是一种重要的城市自然资源。然而快速的城市化进程生成了大量不透水硬化地表,一定程度上阻断了雨水参与水循环链接,把雨水当作废水排出城外,造成大量雨水资源的流失,加重了城市的缺水程度,严重制约了城市的发展。城市中的雨水问题、人雨矛盾也变得更加凸显和放大。人们离不开水,有丰富地表水的城市虽然有着水资源的优势,如“百湖之市”的武汉,但由于地表水污染严重,依然面临着水质性缺水的尴尬。地表水欠缺的城市则大量抽取地下水来维持城市日常需水,导致地表下陷、城市出现超大大地下漏斗的危险。很多城市花费大代价进行了防水、排水建设,却依然面临着内涝频发、缺水严重的问题。如何协调城市的水矛盾?引起城市内涝的是“多余”的雨水,而引起城市“干渴”的



问题,同样也可以由“被忽视”的雨水来缓解。

2. 善待城市雨水

合理善待城市雨水问题,是一个城市生态建设重要的表现。降雨具有地域差异、时令不均、偶发性、场次不均、雨量不均、频次差异等典型特征。这也是人们往往忽视它作为城市可用稳定水资源的主要原因。

以美国、加拿大等为代表的西方发达国家在城市雨水利用与管理方面已有近 40 年的经验积累,从最初的雨水直接速排,例如 1977 年马里兰州一个居住小区的雨水尽量就地吸纳管理开始,发展到现在比较成熟的有美国的暴雨水最佳管理途径(best management practices, BMPs)(如美国环保局(USEPA)将最佳管理措施 BMPs 定义为“任何能够减少或预防水资源污染的方法、措施或操作程序,包括工程、非工程措施的操作与维护程序”)、雨水管理理论与绿色基础设施(green infrastructure, GI)、低影响开发(low impact development, LID)等理论和实践建设。

雨水管理模式可以分为刚性管理和弹性管理。雨水管网的排放系统就属于目前我国大多数城市雨洪的刚性管理方式。在“尽快、高效”的指导原则下,城市雨水的处理着眼于将雨水从城市范围内赶紧排出去。面对越来越复杂的城市雨洪,这种刚性的雨水管理模式的排水管线必须不断升级(张钢,2010:6)。由于升级成本高,施工需要开挖道路,工程量大,交通影响、社会经济影响明显,因此在我国各大城市并不能普遍展开。低影响开发的雨水管理理念倡导因地制宜,尽可能在场地源头分散式管理雨水,使原有被硬化地表阻隔的雨水滞留入渗,从源头上入手,有效缓解现有管网压力,减少城市内涝风险。

3. 海绵城市试点

城市建设发展至今,我国已经意识到城市雨水资源化的重要含义。党的十八大报告明确提出:“面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势,必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念,把生态文明建设放在突出地位……”。建设具有自然积存、自然渗透、自然净化功能的海绵城市是生态文明建设的重要内容,是实现城镇化和环境资源协调发展的重要体现,也是今后我国城市建设的重大任务。2014 年 10 月,北



京建筑大学李俊奇、车伍教授主编,住房和城乡建设部发布了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》,对城市雨水管理起到了一个新的引领作用。海绵城市即“城市像海绵一样,遇到降雨时,能够就地或者就近‘吸收、存蓄、渗透、净化’径流雨水,补充地下水、调节水循环;干旱缺水时,将蓄存的水‘释放’出来加以利用,进而保护和改善城市生态环境的一种城市创新建设模式,这对于缓解城市内涝、减少城市径流污染、节约水资源、保护和改善城市生态环境都具有重要意义。”2015年年初,财政部、住房和城乡建设部、水利部组织了2015年海绵城市建设试点城市评审工作,并于2015年4月13日正式公布了2015年16个海绵城市建设试点名单^①,湖北省武汉市便是其中之一,也是16个城市中的两个省会城市之一,是华中地区最大的试点建设城市。

“百湖之市”的武汉,有着与北方少水试点城市(如河北省迁安市)、南方丰水试点城市(如广西壮族自治区南宁市)不一样的典型水文、地理地貌特征。城市建设方面,预计2020年市域常住人口达到1180万人,城市建设面积达908平方千米^②。武汉市目前正在加快建设力度,力争打造中国的“大武汉”。海绵城市试点批准,给武汉市建设提出了新的要求,生态城市的建设纳入了更新的高度。

第二节 国内外雨水管理研究与实践

一、国外相关理论研究

近20多年,新的城市雨水管理方法发展为提高环境、经济、社会和文化综合效应。这种方式称为低影响开发(low impact development, LID)、可

^① 国家公布的2015年16个海绵城市建设试点名单:河北省迁安市、吉林省白城市、江苏省镇江市、浙江省嘉兴市、安徽省池州市、福建省厦门市、江西省萍乡市、山东省济南市、河南省鹤壁市、湖北省武汉市、湖南省常德市、广西壮族自治区南宁市、重庆市、四川省遂宁市、贵州省贵安新区、陕西省西咸新区。

^② 数据来源于《武汉市城市总体规划(2010—2020年)》。



持续城市排水系统(sustainable urban drainage systems, SUDS)、水敏感城市设计(water sensitive urban design, WSUD)、低影响城市设计与开发(low impact urban design and development, LIUDD)。

很多城市已经意识到了非点源污染是水体污染的主要原因,美国 50% 以上的河流、溪流、湖泊的水质变化都由自然界非点源污染引起。这些扩散的污染源通常很难界定和控制。非点源污染是指水体中的沉淀物、富营养物质、细菌、有毒金属和其他污染物通过地表径流、土壤侵蚀、大气沉降等形式进入水、土壤或大气环境所造成的污染。雨水系统通常设计为从硬质铺装表面迅速排走雨水,而这些携带了大量污染物的雨水直接进入水体,很多雨水设计系统尽力从“终端管道”来控制污染,这种最佳管理措施(BMPs)已经开始变得昂贵和难以安装。

新的城市雨水管理方法和研究介绍如下。

1. 低影响开发(low impact development, LID)

低影响开发设施是采用源头控制的理念,应用小规模、低成本的雨洪控制利用措施,如滞留、存储、入渗设施应对城市雨水径流,以便减小城市开发建设造成的影响,尽可能维持或恢复场地开发前的水文特征。雨洪管理应始于规划阶段,即尽量避免城市化对环境的影响。低影响开发设施包括湿地、雨水塘、水洼地、雨水桶、生物滞留设施、植物入渗带、渗透沟等构造设施。低影响开发雨水系统与城市绿地、开放空间密不可分,相当一部分雨水设施,如雨水花园、下凹式绿地、植被浅沟等,都成为了绿地景观中的新要素。

低影响开发途径包括非结构措施,如道路和建筑布局,最大化缩小非透水面,最大化增加可渗透土壤和植被种植,减少源头污染,并对相关改动开展教育活动。低影响开发特别强调现场小规模雨水源头控制。

2. 最佳管理实践(best management practices, BMP)

美国的最佳管理实践是一个有效、实用、可以在管理和技术方面有效控制雨水污染的方法,减少了雨水对河流和湖泊等自然水体的非点源污染。

最佳管理实践可分为非结构性和结构性两种。非结构性的最佳管理实践着重于雨水污染的源头控制,如定期进行街道的吸尘或清扫;减少垃圾的



丢弃和颗粒物的积累;控制绿化中化肥的使用,从而减少氮、磷的产生;进一步提倡和推广低影响发展的理念和技术,保持开发地区开发前后的水文特征不变,即不增加雨水径流;通过合理的设计和科学施工,最大限度地减少开发地区的动土面积,降低土壤的雨水冲刷。源头控制管理手段和技术包括合理绿化、有效灌溉、建筑材料水环境友好、垃圾室外妥善存放、保护斜坡防止土壤流失,修建绿色屋顶、分散型的生态存蓄池、渗透井、渗透性路面等。

结构性的最佳管理实践是指采用物理、生物、化学的方法,对雨水径流中各种突出的污染物进行去除和单元操作。物理方法主要是沉淀、过滤和吸附;生物方法主要是指通过植物根系的吸收和根系周围土壤中的微生物降解去掉雨污;化学方法主要是通过加入絮凝剂将雨水中的金属和小颗粒通过混凝沉淀去除。目前广泛应用的最佳管理实践有沉淀池、存蓄池、渗透池、渗透沟、生态过滤带、过滤沟、砂滤池、人工湿地、旋流分离器、固体颗粒截流器、过滤式集水井等。

3. 绿色基础设施(green infrastructure, GI)

基础设施是具有明确支持或服务功能的行政管理系统,也指支持大尺度公共功能的物质系统,如运输、通讯、能源生产及分配等。基础设施被广泛认为是使得现代社会得以正常管理和运转的最基础、最重要的角色。

绿色基础设施是相对传统的“灰色”基础设施(如道路、排水系统等)而言的基础设施。美国可持续发展总统委员会在其 1999 年的报告《走向一个可持续的美国——致力于二十一世纪的财富、机遇和健康环境》中明确了将绿色基础设施作为达到可持续发展目标的几项关键战略之一,并将其意义提升到了“国家的自然生命支持系统——一个由保护土地和水系相互联系组成的网络,支持当地物种,保持自然生态过程,维持空气和水资源,并且致力于改善社区和居民的健康及生活质量”的高度。美国环境保护局定义绿色基础设施:为提高整体环境质量和提供公共服务而设计的自然系统或模拟自然过程的人工设施。湿地、生态廊道、公园及仿自然人工生态系统(雨水花园、植被浅沟、绿色屋顶)等大尺度或小尺度的措施都属于此范畴。

绿色基础设施是 2009 年 IFLA 大会的主题,现今已成为景观领域的热



门话题。加拿大早在 2001 年出版了《加拿大城市绿色基础设施导则》(*A Guide to Green Infrastructure for Canadian Municipalities*), 分析了绿色基础设施的十大特征, 并图文并茂地提出了比较全面的建设措施。国内学者沈清基(2005)发表论文对它进行了较完整的解析和评价, 提出了城市绿色基础设施对人居环境及城市的作用和功能。

4. 雨水管理模型研究

LID 的设计应用方面仍有许多不足, 而 LID 模型软件的应用能更好地鼓励 LID 设计原则的落实。这些模型能让 LID 的设计和应用更加有效, 其成效也能很好地应用于教育改进和政策完善。这给城市管理中大范围的 LID 排水设施由一种复杂和可视的自然过程变为一种计算机系统或工具带来革新的挑战。Elliott A. H. 和 Trowsdale S. A. 拟通过评估目前 10 种 LID 相关模拟雨水管理的软件工具, 并分别探讨它们的优缺点, 推动其在研究中的应用, 如评论 SWMM(storm water management model)模型是“规划和初步设计的详细模型, 被广泛应用”。这些研究成果旨在提高对可视化模型的应用关注, 并鼓励对雨水管理模型进行改进。

二、国外相关实践

(一) 建成项目

本书将在第六章“国外雨水花园优秀建设案例赏析”中详细讲述国外已建成的优秀项目。

(二) 政策法规

很多发达国家制定了一系列有关城市雨水利用的法律法规, 进行了不同规模的雨洪利用研究, 并配合雨水利用系统政策, 推动了相关工程设施的建设和应用。

美国制定了相应的法律、法规对雨水利用给予支持。如科罗拉多州、佛罗里达州和宾夕法尼亚州分别制定了《雨水利用条例》。这些条例规定新开发区的暴雨引发的洪水洪峰流量不能超过开发前的水平。所有新开发区(不包括独户住家)必须实行强制的“就地滞洪蓄水”以提高天然入渗能力,