

Sponge City Planning Theory and Practice in New District

城市新区海绵城市规划 理论方法与实践

徐海顺 蔡永立 赵兵 王浩 著

中国建筑工业出版社

城市新区海绵城市规划理论 方法与实践

徐海顺 蔡永立 赵 兵 王 浩 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

城市新区海绵城市规划理论方法与实践 / 徐海顺等著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 9

ISBN 978-7-112-19593-0

I. ①城… II. ①徐… III. ①城市规划—研究—中国 IV. ①TU984. 2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第159641号

责任编辑: 石枫华 兰丽婷 李 杰

书籍设计: 京点制版

责任校对: 李欣慰 张 颖

城市新区海绵城市规划理论方法与实践

徐海顺 蔡永立 赵 兵 王 浩 著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点图文设计有限公司制版

北京君升印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8½ 字数: 193 千字

2016年9月第一版 2016年9月第一次印刷

定价: 46.00 元

ISBN 978-7-112-19593-0

(29082)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本研究得到中国博士后科学基金资助项目（2016M590459）、上海市科委重大科技攻关项目（09DZ1200900）以及江苏省重点学科——风景园林学、江苏省高校品牌专业建设工程——园林专业共同资助。

前 言

目前,海绵城市是当前城市人居环境学科的研究热点,海绵城市建设正在国内如火如荼进行。国内有关海绵城市规划设计的理论研究虽然取得了一定的成果,但总体而言,滞后于实践,尚处于借鉴国外经验的起步阶段。

城市新区作为我国城市化进程中的建设主体,是海绵城市的重点关注区域。本书在海绵城市建设背景下,围绕城市生态水文过程调控,以生态雨水基础设施理论为核心,结合我国城市新区的发展模式、规划编制体系、建设管理体制等实际情况,基于海绵城市的多目标角度,在不同研究尺度和规划层次上,系统提出了多目标、多尺度与多层次的中国城市新区海绵城市规划的本土理论系统与方法体系,并以上海临港新城为例进行了实证研究。

本书包括背景篇、理论篇、实证篇三大部分:背景篇介绍了海绵城市建设背景,并对国内外海绵城市建设模式、体系与相关案例展开了综述;理论篇构建了中国城市新区海绵城市规划框架以及规划理论、方法与技术体系;实证篇以上海临港新城为研究区域,展开了不同尺度、不同规划阶段的海绵城市生态雨水基础设施规划设计实证研究。

本书不仅可以为中国城市新区海绵城市规划和建设实践提供理论支撑与科学指导,对于城市已建成区(旧城区)的海绵城市建设也具有一定的指导意义。

缩略语表

缩写	英文名称	中文名称
AMC	Antecedent Moisture Condition	前期土壤湿润条件
API	Antecedent Precipitation Index	前期降水指数
BASINS	Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Source	最佳污染集成估算系统
BMPs	Best Management Practices	最佳管理措施
CN	Curve Number	径流曲线数
CNT	Center for Neighborhood Technology	邻里技术中心
COD	Chemical Oxygen Demand	化学需氧量
CPv	Stream Channel Protection Volume Requirements	河道保护体积
CSD	Conservation Sub-Divisions	小区域保护
CWA	Clean Water Act	清洁水法
DEM	Digital Elevation Model	数字高程模型
EGA	Effective Green Area	有效绿地
EI	Ecological Infrastructure	生态基础设施
EIA	Effective Impervious Areas	有效不透水面
EMC	Event Mean Concentration	降雨事件污染物平均浓度值
EPA	Effective Pervious Areas	有效透水面
ESI	Ecological Stormwater Infrastructure	生态雨水基础设施
ESV	Ecosystem Services Value	生态系统服务价值
ESWM	Eco-Stormwater Management	生态雨洪管理
EWA	Effective Wetland Area	有效水体
FWPCA	Federal Water Pollution Control Act Amendment	联邦水污染控制法修正案
GI	Green Infrastructure	绿色基础设施
GIS	Geographic Information System	地理信息系统
IA	Impervious Areas	不透水面
ICM	Integrated Catchment Management	综合流域管理
IWM	Integrated Waters Management	水资源综合管理
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design	美国绿色建筑评价标准
LID	Low Impact Development	低影响开发
LID-ES	Low Impact Development-Ecological Stormwater Infrastructure	低影响开发型生态雨水基础设施

缩写	英文名称	中文名称
LIUDD	Low Impact Urban Design and Development	低影响城市设计和开发
LU/LC	Land Use/Land Cover	土地利用/土地覆被
MAB	Man and the Biosphere Programme	人与生物圈计划
MR	Mulden Rigolen System	洼地—渗渠系统
MUSIC	Model for Urban Stormwater Improvement Conceptualization	城市暴雨管理概念模型软件
NEIA	Non-effective Impervious Areas	非有效不透水面
NEPA	Non-effective Pervious Areas	非有效透水面
NYEIS	New York Ecological Infrastructure Study	纽约生态基础设施研究
NGO	Non-government Organization	非政府组织
PDES	National Pollutant Discharge Elimination System	国家污染物排放削减许可制度
NPS	Non-Point Source Pollution	非点源污染
PA	Pervious Areas	透水面
PC	Precast Concrete	预制混凝土
PLOAD	Pollution Load	污染物负荷
RRv	Runoff Reduction Volume	径流削减体积
SB/GA	Sustainable Building/Green Architecture	可持续建筑/绿色建筑
SCP	Scenario Planning	情景规划
SCS	Soil Conservation Service	水土保持局
SG	Smart Growth	精明增长
SP	Landscape Security Pattern	景观安全格局
SWMSP	Stormwater Management Landscape Security Pattern	雨洪管理景观安全格局
TP	Total Phosphorus	总磷
TSS	Total Suspended Solids	总悬浮固体
Tv	Treatment Volume	雨水处理体积
USCESWM	Urban Underlying Surface Classification for Eco-Stormwater Management	生态雨洪管理角度下的“三维度”城市下垫面分类系统
USEPA	U.S. Environmental Protection Agency	美国环境保护局
WQA	Water Quality Act	水质法案
WQv	Water Quality Volume	水质控制体积
WSUD	Water Sensitive Urban Design	水敏感城市设计

目 录

背景篇

第 1 章	海绵城市建设背景	2
1.1	城市化带来的雨洪管理问题	2
1.2	传统雨洪管理模式与体制的弊端	2
1.3	海绵城市生态雨洪管理模式	3
1.4	城市新区海绵城市建设意义	3
第 2 章	国外生态雨洪管理	5
2.1	国外生态雨洪管理模式与体系	5
2.2	国外生态雨洪管理案例	11
2.3	国外生态雨洪管理的启示	17
第 3 章	国内海绵城市建设	18
3.1	国内海绵城市建设总体情况	18
3.2	国内海绵城市实践案例	18
3.3	国内海绵城市建设存在的问题	21

理论篇

第 4 章	城市新区海绵城市理论与规划体系	24
4.1	生态雨水基础设施理论	24
4.2	城市新区海绵城市生态雨水基础设施规划	28
4.3	城市新区生态雨水基础设施规划体系	30
4.4	生态雨水基础设施规划与其他专项规划的关系	33
第 5 章	城市新区海绵城市总体规划理论方法	35
5.1	雨洪管理景观安全格局理论	35
5.2	GIS空间模拟分析方法	35
5.3	SCS水文模型方法	36
5.4	PLOAD模型方法	37
5.5	生态雨水基础设施总体规划流程	38
第 6 章	城市新区海绵城市详细规划理论方法	39
6.1	控制性详细规划理论方法	39

6.2 修建性详细规划方法	43
---------------------	----

实证篇

第7章 上海临港新城概况与海绵城市规划目标	46
7.1 临港新城概况	46
7.2 海绵城市规划总体目标	47
第8章 临港新城海绵城市规划数据库建设	49
8.1 数据来源与处理	49
8.2 生态雨水基础设施规划数据库的建立	59
第9章 临港新城海绵城市总体规划	60
9.1 汇水区划分	60
9.2 雨洪生态过程模拟与分析	60
9.3 重点区域与战略点判定	76
9.4 BMPs-ESI适宜性分析与评价	80
9.5 BMPs-ESI构建策略	82
9.6 雨洪管理景观安全格局构建	84
第10章 临港新城典型地块海绵城市控制性规划	88
10.1 研究地块概况	88
10.2 下垫面USCESWM系统重新分类	89
10.3 生态雨洪管理的利益相关方调查	90
10.4 LID-ESI适宜性分析与评价	91
10.5 生态雨水基础设施控制性规划的情景方案	93
10.6 生态雨水基础设施控制性规划指标的确定	94
10.7 暴雨管理模型(SWMM)验证	98
第11章 临港新城海绵城市示范工程修建性规划设计	101
11.1 示范工程概况	101
11.2 示范工程工艺流程	102
11.3 示范工程详细设计方案	105
11.4 示范工程建设及运行效果评价	108
第12章 总结与展望	110
12.1 城市新区海绵城市规划理论方法总结	110
12.2 临港新城海绵城市规划实证总结	111
12.3 研究展望	112
参考文献	113
附录	125

背景篇

第1章 海绵城市建设背景

1.1 城市化带来的雨洪管理问题

城市化进程中,建设用地不断扩张,高强度的人类活动强烈干扰着原有自然生态系统,导致了地表地理过程以及景观结构的强烈变化。城市地区下垫面特性的改变,尤其是不透水下垫面比例的增加,显著改变了原有的自然水文生态过程,导致了一系列的城市雨洪管理问题,集中表现为:洪涝灾害频发、水环境持续恶化以及水资源严重短缺。城市中原有的耕地、林地、湿地等渗透性能较好、雨洪调蓄能力较强的自然景观大量被透水性能较差甚至不透水的硬化表面(道路交通用地、建筑屋面、广场等)所取代,透水地表的滞洪、蓄洪能力大幅度减小,影响了降雨的截留、下渗、过滤、蒸发及其产汇流过程,使得原本渗入地下的雨水大部分转为地表径流排出,造成暴雨径流流量增加、汇流速度加快,加大了发生洪涝灾害的频率和强度。近年来,北京、广州、南京、上海、成都等大中城市的暴雨内涝灾害频发。

高强度的城市建设,改变了城市的物质迁移生态过程,使得城市非点源污染负荷量剧增,导致河流水质和生态功能退化。随着工业和生活污染源等点污染源得到有效控制,降雨径流冲刷地表带来的非点源污染已经逐渐成为接纳水体污染的主要来源,加重了城市水质性缺水的局面。根据美国环境保护局(U.S. Environmental Protection Agency, USEPA)的研究,美国有60%的河流以及50%的湖泊污染与非点源污染密切相关。来自我国环境保护部2003年的数据表明,我国流经城市的河段90%受到了严重污染,75%的湖泊出现了富营养化。

此外,城市地区土地利用/土地覆被(land use/land cover, LU/LC)的强烈变化,还深刻影响着地表水和地下水的相互转化过程,硬化地表阻断了雨水的自然渗透及补给地下水的有效通道。由于地表水遭受越来越严重的污染,面对日益增多的工业、生活用水需求,人类转而对地下水无节制地进行开采。渗透量的减少与地下水的过度开采,使得城市地下水位不断下降,导致了诸如“地下漏斗”等一系列环境负效应。

1.2 传统雨洪管理模式与体制的弊端

在我国现行的城市规划体系中,涉及城市雨洪管理的专项规划主要有排水(雨水)工程规划和防洪规划。城市防洪规划和排水(雨水)工程规划应对暴雨的指导思想均是传统的“以排为主”的雨洪管理理念,采取管网工程(灰色基础设施)“硬排水”模式,将雨水几乎全部通过城市雨水管网系统收集、排放至接纳水体,较少考虑雨洪调蓄、水

质保护、资源化利用等措施和技术。这种单纯依赖人工工程设施的雨洪管理理念和排水模式,缺少相应的自然生态雨洪调控设施,使得由城市下垫面硬化带来的短时雨水管网排放压力剧增,加之管网规划设计的不合理、排水设施的不健全和建设标准较低以及维护管理等因素,往往造成暴雨径流短时高峰无法及时排放,加剧了城市暴雨内涝的发生频率。近年来,北京、广州、南京、上海、成都等大中城市不断出现城市内涝的情况。此外,大量的雨水资源通过不可渗透表面直接进入城市雨水管道,未经处理的地表径流,尤其是初期降雨径流,给受纳水体带来了极大的生态环境压力,极易造成城市地区水生态环境的进一步恶化,导致水资源短缺的局面。

1.3 海绵城市生态雨洪管理模式

单纯依赖灰色基础设施(管网工程设施)的传统雨洪管理的弊端已经凸显,因而必须引入生态雨水基础设施(ecological stormwater infrastructure, ESI)视角下的海绵城市低影响开发理论,从传统的工程管网“硬排水”模式发展到生态雨洪管理(ecological stormwater management, ESWM)的“软排水”模式。在国外先进的雨洪管理理念中,景观生态与雨洪管理的结合已成为趋势,许多国家的雨洪管理理念已经从传统的简单管渠排水的工程技术层面发展到与景观生态设计紧密结合的生态雨洪管理理念,充分发挥城市自然生态系统在涵养水源、调蓄雨洪、水质保护、雨水资源化利用等方面的生态系统服务价值(ecosystem services value, ESV),通过科学合理的规划设计,维护和提升城市自然水文循环过程进而实现城市的永续发展。

2013年12月12日习近平总书记在中央城镇化工作会议上,提出建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”。针对目前城市出现的水生态破坏、水资源短缺、水环境污染、水安全风险、水文化消失等问题,海绵城市遵循“渗、滞、蓄、净、用、排”的六字方针,统筹考虑内涝防治、径流污染控制、雨水资源化利用和水生态修复等城市雨洪管理综合目标,把雨水的渗透、滞留、集蓄、净化、循环使用和排水密切结合,倡导推广和应用低影响开发建设模式,有效利用自然或近自然排水系统——生态雨水基础设施,建设“自然呼吸”的海绵型城市。

1.4 城市新区海绵城市建设意义

高密度聚居的集约型城市发展模式,使得大多数中国城市下垫面的变化强度、对自然滞蓄能力的人为破坏程度、城市降雨径流污染负荷都远高于其他一些国家城市,中国城市面临着比国外城市更加严峻的雨洪问题。在当前中国快速城市化时期,城乡一体化进程显著加快,城市新城运动方兴未艾,多数大、中城市均采取“老城做减法、新城做加法”的城市发展理念,城市新区已经成为我国城市化进程中的建设主体。随着新城的开发建设,必将使得其土地利用/土地覆被和下垫面产汇流特征发生显著改变,因而城市新区是未来城市雨洪管理的重点区域。

相对于旧城而言,城市新区往往规划有较高的城市绿地率、较多的自然生态保护用地,以及相对完善、健全的规划体系,这些都为生态雨洪管理的实现提供了较高的可行性。由于我国城市新区规划、建设与管理体制、自然地理环境、社会经济发展情况等与国外不尽相同,为规避现有旧城出现的诸多雨洪管理问题,必须引入具有前瞻视野的、创新性的生态雨洪管理理念,系统建立一套完善的、具有中国特色的城市新区海绵城市生态雨洪管理的理论、方法与体系,实现城市水资源的可持续管理。

第 2 章 国外生态雨洪管理

2.1 国外生态雨洪管理模式与体系

一些发达国家已经形成了相对完善的、适合本国技术法规体系的现代城市生态雨洪管理模式体系，并将其很好地应用于城市景观和基础设施的规划设计与建设中。例如：美国创立了最佳管理措施（best management practices, BMPs）、低影响开发（low impact development, LID）、精明增长（smart growth, SG）模式；英国推行可持续城市排水系统模式（sustainable drainage systems, SUDS）；澳大利亚提倡水敏感城市设计模式（water sensitive urban design, WSUD）；新西兰制定了低影响城市设计和开发策略（low impact urban design and development, LIUDD）；此外，还有德国的洼地—渗渠系统模式（mulden rigolen system, MR），新加坡也制定了本国的 ABC 水计划（active & beautiful & clean, ABC，活跃—美丽—洁净水项目）。

2.1.1 最佳管理措施

最佳管理措施（BMPs）是美国 20 世纪 70 年代提出的雨水管理技术体系，最初其关注的焦点是非点源污染的控制，通过单项或多项最佳管理措施组合来预防或控制非点源污染，确保受纳水体的水质达标。在 1972 年通过的美国联邦水污染控制法修正案（Federal Water Pollution Control Act Amendment, FWPCA）中，首次从立法层面提出了 BMPs 的概念。在 1987 年颁布的清洁水法案的修正案（Amendment to the Clean Water Act）中，制定了关于非点源污染控制的条款。经过数十年的发展，2003 年出台的第二代 BMPs 已经发展为针对暴雨径流控制、土壤侵蚀控制、非点源污染控制等的雨水综合管理决策体系，也更为强调与自然条件（植物、水体等）结合的生态设计和非工程性的管理办法。美国环保署将 BMPs 定义为“特定条件下用于作为控制雨水径流量和改善雨水径流水质的技术、措施或者工程设施的最具成本效益的方式”。

BMPs 体系包括工程性措施和非工程性管理措施两部分（USEPA, 2005），非工程性管理措施关注对径流的源头控制，工程性措施是对污染物扩散途径和过程控制以及终端治理。工程性措施主要包括滞留池、渗透设施、雨水塘、雨水湿地、生物滞留设施以及过滤设施等源头控制 BMPs（source control BMPs）和处理 BMPs（treatment BMPs）；非工程性管理措施则指各种源头控制或污染预防的行政法规和管理性措施，如：土地使用规划、城市环境管理、街道清扫、垃圾管理等，它可以有效控制污染物并且减少工程性措施的需要。BMPs 的目标有以下几个方面和层次：洪涝与峰流量控制、污染物控制准则、水量控制、地下水回灌与受纳水体的保护标准、生存环境保护和生态可持续性战略（即：生态

敏感性雨洪管理)。目前, BMPs 已在全球包括美国、意大利、德国、日本在内的许多国家广泛运用。在全美范围内不同的州和地方政府都制定了大量的有关 BMPs 的法律、法规和政策, 并实现了多个成功案例, 例如: 佛罗里达州埃佛格雷地区(Florida Everglades)生态系统重建规划案例中的奇色米河(Kissimmee River)的复建、俄奇却比湖(Okeechobce Lake)的保护以及营养盐减量计划(ENR project)。

2.1.2 低影响开发

低影响开发(LID)是在 BMPs 的实践中发展起来的城市雨水管理的新概念, 由于经典 BMPs 体系主要通过末端调控措施(塘和湿地等)来对雨水进行控制, 存在占地面积较大, 在空间有限的城市区域其应用往往受到限制; 建设和维护成本较高; 处理效率较低, 尤其是在对水环境要求较高的区域, 水质往往难以达标; 有可能与后续上游的洪峰相遇, 产生叠加效应, 增加下游地区的雨洪威胁等缺陷。在城市高速发展和扩张的背景下, BMPs 管理模式已经不能消除环境造成的强烈影响, 1990 年最早由美国马里兰州(Maryland)乔治王子县(Prince George's)提出了一种微观尺度的 LID 理念与技术体系, 作为宏观尺度的 BMPs 的有效补充。LID 理念的核心是通过合理的场地设计, 模拟场地开发前的自然水文条件, 采用源头调控的近自然生态设计策略与技术措施, 营造出一个具有良好水文功能的场地, 最大限度地减少和降低土地开发导致的场地水文变化及其对生态环境的影响。

与 BMPs 相比, LID 强调通过分散式、小规模调控措施对雨水径流源头进行控制, 更多体现的是一种贯穿于整个场地规划设计过程的场地开发方式和设计策略。LID 设计通常需要综合渗透、滞留、储存、过滤及净化等多种控制技术, 主要分为保护性设计、渗透技术、径流储存、径流输送技术、过滤技术、低影响景观等六部分, 见表 2-1。

LID技术体系分类 表2-1

项目	技术说明
保护性设计	通过保护开放空间, 减少不透水区域的面积, 降低径流量
渗透技术	利用渗透减少径流量, 处理和控制径流, 补充土壤水分和地下水
径流调储	对不透水面的地表径流进行调蓄、利用、渗透、蒸发等, 削减径流排放量和峰值流量, 防止侵蚀
径流输送技术	采用生态化的输送系统, 降低径流流速, 延缓径流峰值时间等
过滤技术	通过土壤的过滤、吸附、生物等作用, 处理径流污染, 减少径流量, 补充地下水, 增加河流的基流, 降低温度对受纳水体的影响
低影响景观	将LID措施与景观相结合, 选择适合场地和土壤条件的植物, 防止土壤流失并去除污染物等, 有效减少不透水面积、提高渗透潜力、改善生态环境等

资料来源: 车伍等, 《发达国家典型雨洪管理体系及启示》, 2009。

LID 体系也包含结构性措施和非结构性措施两种策略, 结构性措施主要有: 生物滞留池或雨水花园、植被浅沟、植被过滤带、洼地、绿色屋顶、透水铺装、种植器、蓄水池、渗透沟、干井等; 非结构性措施, 包括街道和建筑的合理布局、增加植被面

积和可透水路面的面积等。相对于传统的雨洪管理措施（管道、BMPs 塘—湿地），LID 具有适用性强、造价与维护费用低、运行维护简单、多功能景观等优点，并且可以减少集中式 BMPs 设施的使用，已经被美国、加拿大、日本等一些国家应用于城市基础设施的规划、设计与建设领域。例如：美国西雅图市和波特兰市的绿色街道项目、波特兰市会议中心雨水花园（图 2-1）以及波特兰塔博尔山中学雨水花园案例（2007 年 ASLA 专业奖）等。

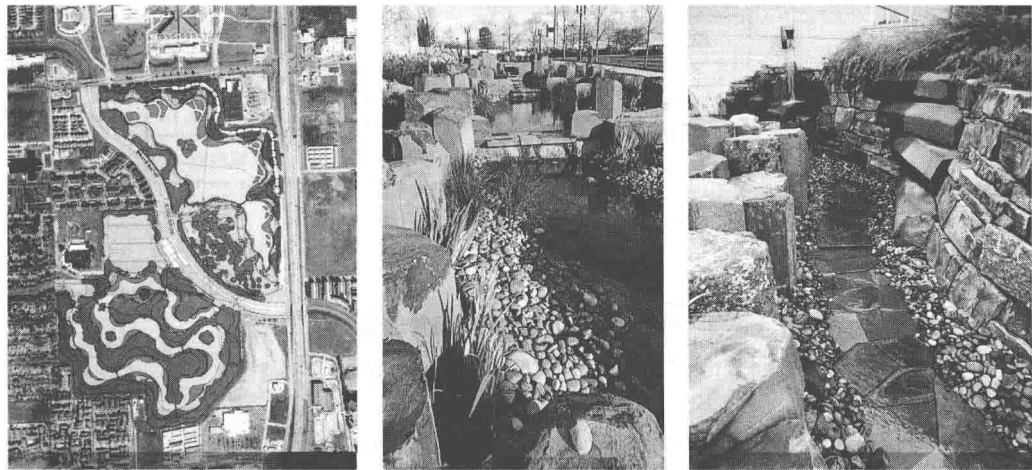


图2-1 美国波特兰市雨水花园案例

（图片来源：景观中国网站www.landscape.cn）

2.1.3 可持续城市排水系统

可持续城市排水系统（SUDS）模式是英国为解决传统排水体制产生的多发洪涝、水体污染和环境破坏等问题，在 BMPs 的基础上发展建立的本土化的雨水管理措施体系。英国国家可持续城市排水系统工作组于 2004 年发布了《可持续排水系统的过渡期实践规范》报告，提出了英格兰和威尔士实施可持续城市排水系统的战略方法以及详细的技术导则。SUDS 将长期的环境和社会因素纳入城市排水体制及排水系统中，综合考虑径流水质与水量、城市污水与再生水、社区活力与发展需求、野生生物提供栖息地、景观潜力和生态价值等因素，从维持良性水循环的高度对城市排水系统和区域水系统进行可持续设计与优化，通过综合措施来改善城市整体水循环。

图 2-2 所示的 SUDS 雨水径流管理链清楚地说明了 SUDS 是由四个等级组成的管理体系：管理与预防措施、源头控制、场地控制以及区域控制。首先是利用场地设计和家庭、社区管理，预防径流的产生和污染物的排放；其次是在源头或接近源头的地方对径流和污染物进行源头控制；最后是较大的下游场地和区域控制，对来自不同源头、不同场地的径流统一管理（通常使用湿地和滞留塘），其中管理与预防措施、源头控制两级处于最高等级，SUDS 强调从径流产生到最终排放的整个链带上对径流的分级削减、控制，而不是通过管理链的全部阶段来处置所有的径流。

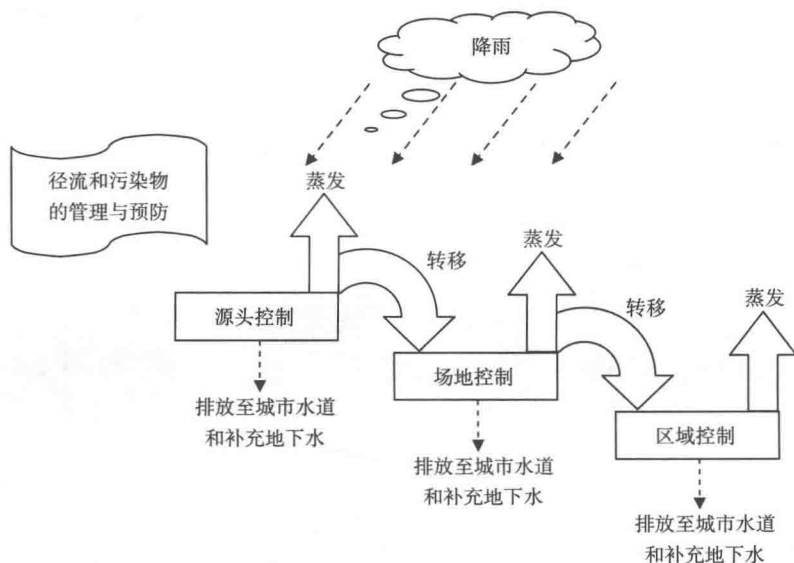


图2-2 SUDS雨水径流管理链

(图片来源:参考Paul Shaffer. SUDS Management Train, 2005绘制)

SUDS 的技术措施类似于 BMPs 和 LID 技术,也可以分为源头控制、过程控制和末端控制三种途径,以及工程性、非工程性两类措施,这些技术和措施相互配合,贯穿于整个雨水径流的管理链。目前,英国的英格兰、威尔士、苏格兰等地区以及爱尔兰、瑞典等国家已经广泛推行 SUDS 体系,例如:在英国伦敦地区的哈罗(Harlow)新城的规划和建设中,运用 SUDS 对地表径流和潜在的污染源进行有效管理,给居住区、商业开发区和工业场地带来了良好的利益。

2.1.4 水敏感城市设计

水敏感城市设计(WSUD)是澳大利亚从 20 世纪 90 年代末,针对传统城市排水系统所存在的问题发展起来的一种雨水管理模式和方法,最早在 1994 年由 Whelan 等人提出。WSUD 体系的核心观点是把城市水循环作为一个整体,认为水是城市宝贵的资源,将雨水、供水、污水(中水)管理视为水循环中相互联系、相互影响的环节,加以统筹考虑(图 2-3)。与 BMPs、LID 等相比,WSUD 的核心也是雨水管理,但涉及的内容更为广泛和全面,还包括:减少流域之间水的传输(给水供应、废水排放)以及城市区域雨水的收集利用等内容。

WSUD 倡导将水文循环和城市规划、设计、建设发展过程相结合,认为城市的基础设施、建筑形式应与场地的自然特征一致,通过合理设计、利用具有良好水文功能的景观性设施,让城市环境设计具有“可持续性”,从而减少对结构性措施的需求,减少城市开发对自然水循环的负面影响,保护敏感的城市水系统的健康,并提升城市在环境、游憩、美学、文化等方面的价值。

WSUD 的关键性原则有:保护现有的自然特征和生态系统;维持汇水区的自然水文条件;保护地表和地下水的水质;降低管网系统的需求;减少排放到自然环境中的污水