

Stormwater Management for Sustainable Urban Environments

(美) 斯科特·斯蓝尼
(Scott Slaney) / 编
潘潇潇 / 译

海绵城市基础设施 雨洪管理手册



GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS

广西师范大学出版社

images
Publishing

Stormwater Management

for Sustainable
Urban Environments

海绵城市基础设施

雨洪管理手册

图书在版编目(CIP)数据

海绵城市基础设施:雨洪管理手册/(美)斯科特·斯蓝尼(Scott Slaney)编;潘潇潇译. —桂林:广西师范大学出版社,2017.1

ISBN 978-7-5495-6493-4

I. ①海… II. ①斯… ②潘… III. ①基础设施建设—研究—中国 IV. ①F299.24

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第247135号

出品人:刘广汉

责任编辑:肖莉 李海英

版式设计:张晴

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市中华路22号 邮政编码:541001)
(网址: <http://www.bbtpress.com>)

出版人:张艺兵

全国新华书店经销

销售热线:021-31260822-882/883

恒美印务(广州)有限公司印刷

(广州市南沙区环市大道南路334号 邮政编码:511458)

开本:889mm×1194mm 1/16

印张:22 字数:400千字

2017年1月第1版 2017年1月第1次印刷

定价:298.00元

如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷单位联系调换。

Contents 目录

前言 ... 6

海绵城市雨洪管理与规划 ... 9

概述: 雨洪管理基本方法 ... 10

最佳管理措施 ... 10

低影响开发模式 ... 11

补偿技术 ... 11

可持续城市排水系统 ... 11

水敏性城市设计 ... 11

绿色基础设施 ... 12

“海绵城市”基础设施 ... 12

海绵城市基础设施项目开发的基本程序 ... 13

步骤一: 借助开发准则和规划文件实施项目 ... 14

步骤二: 制订预申请雨洪概念规划图 ... 14

步骤三: 预申请会议 ... 14

步骤四 (1): 审核和批准概念规划图; 配合其他部门和机构的审核 ... 14

步骤四 (2): 根据有关部门意见对概念规划图进行修改 ... 15

步骤五: 制订最终的雨洪管理规划图 ... 16

步骤六 (1): 审核和批准最终的雨洪管理规划图来配合其他部门和机构的审核; 颁发许可, 收取保证金 ... 16

步骤六 (2): 根据有关部门的意见对规划图进行修改 ... 16

步骤七: 设计后期雨洪管理基础设施 ... 16

步骤八: 后期雨洪管理基础设施的检测和核查 ... 17

步骤九: 设计和递交完工图 ... 17

步骤十: 雨洪基础设施的详细目录、追踪和报告 ... 17

基础设施的选择和设计方法 ... 18

雨水处理能力 ... 18

基础设施选择 ... 27

基础设施设计方法 ... 33

海绵城市基础设施规范 ... 45

有效的场地设计措施 ... 46

自然资源盘点 ... 46

免干扰的自然区、生态敏感区、树木和其他植被进行保护 ... 46

减少空地和坡度范围 ... 49

减少收进距离和临街土地 ... 49

减少车行道的长度和宽度 ... 50

减少人行道和私人车道的长度和宽度 ... 50

对少数或可替代性死胡同进行利用 ... 51

减少停车场的占地面积 ... 51

在停车场内营造景观区 ... 51

减少建筑物的占地面积 ... 52

1 植被过滤带和保护区的坡面漫流 ... 52

概述 ... 52

标准详图 ... 55

可行性标准与设计依据 ... 57

设计准则 ... 60

设计调整 ... 65

2 不透水表面截离措施 ... 65

概述 ... 65

标准详图 ... 68

可行性标准与设计依据 ... 69

设计准则 ... 71

设计调整 ... 75

3 生物滞留池 ... 75

概述 ... 75

标准详图 ... 78

可行性标准与设计依据 ... 79

设计准则 ... 81

材料规格 ... 92

设计调整 ... 92

补充 1: 水质低洼地 ... 95

补充 2: 城市生物滞留池 ... 99

补充 3: 住宅区雨水花园 ... 105

4 透水路面 ... 146

概述 ... 146

标准详图 ... 148

可行性标准与设计依据 ... 149

设计准则 ... 151

设计调整 ... 158

5 浅草沟 ... 172

概述 ... 172

标准详图 ... 174

可行性标准与设计依据 ... 175

设计准则 ... 177

设计调整 ... 183

6 渗透措施 ... 190

概述 ... 190

标准详图 ... 192

可行性标准与设计依据 ... 193

设计准则 ... 194

设计调整 ... 199

7 雨水集蓄 ... 216

概述 ... 216

可行性标准与设计依据 ... 219

设计准则 ... 221

材料规格 ... 227

设计调整 ... 228

8 植被屋顶 ... 258

概述 ... 258

标准详图 ... 260

可行性标准与设计依据 ... 260

设计准则 ... 261

设计调整 ... 265

9 过滤措施 ... 278

概述 ... 278

标准详图 ... 280

可行性标准与设计依据 ... 281

设计准则 ... 283

设计调整 ... 288

10 雨水湿地 ... 296

概述 ... 296

标准详图 ... 298

可行性标准与设计依据 ... 298

设计准则 ... 302

设计调整 ... 308

缩略词和术语 ... 346

参考文献 ... 347

索引 ... 350

Stormwater Management

for Sustainable
Urban Environments

海绵城市基础设施

雨洪管理手册

Stormwater Management

for Sustainable
Urban Environments

海绵城市基础设施 雨洪管理手册

(美) 斯科特·斯蓝尼
(Scott Slaney) / 编

潘潇潇 / 译

广西师范大学出版社
· 桂林 ·

images
Publishing

Contents 目录

前言 ... 6

海绵城市雨洪管理与规划 ... 9

概述: 雨洪管理基本方法 ... 10

最佳管理措施 ... 10

低影响开发模式 ... 11

补偿技术 ... 11

可持续城市排水系统 ... 11

水敏性城市设计 ... 11

绿色基础设施 ... 12

“海绵城市”基础设施 ... 12

海绵城市基础设施项目开发的基本程序 ... 13

步骤一: 借助开发准则和规划文件实施项目 ... 14

步骤二: 制订预申请雨洪概念规划图 ... 14

步骤三: 预申请会议 ... 14

步骤四 (1): 审核和批准概念规划图; 配合其他部门和机构的审核 ... 14

步骤四 (2): 根据有关部门意见对概念规划图进行修改 ... 15

步骤五: 制订最终的雨洪管理规划图 ... 16

步骤六 (1): 审核和批准最终的雨洪管理规划图来配合其他部门和机构的审核; 颁发许可, 收取保证金 ... 16

步骤六 (2): 根据有关部门的意见对规划图进行修改 ... 16

步骤七: 设计后期雨洪管理基础设施 ... 16

步骤八: 后期雨洪管理基础设施的检测和核查 ... 17

步骤九: 设计和递交完工图 ... 17

步骤十: 雨洪基础设施的详细目录、追踪和报告 ... 17

基础设施的选择和设计方法 ... 18

雨水处理能力 ... 18

基础设施选择 ... 27

基础设施设计方法 ... 33

海绵城市基础设施规范 ... 45

有效的场地设计措施 ... 46

自然资源盘点 ... 46

免干扰的自然区、生态敏感区、树木和其他植被进行保护 ... 46

减少空地和坡度范围 ... 49

减少收进距离和临街土地 ... 49

减少车行道的长度和宽度 ... 50

减少人行道和私人车道的长度和宽度 ... 50

对少数或可替代性死胡同进行利用 ... 51

减少停车场的占地面积 ... 51

在停车场内营造景观区 ... 51

减少建筑物的占地面积 ... 52

1 植被过滤带和保护区的坡面漫流 ... 52

概述 ... 52

标准详图 ... 55

可行性标准与设计依据 ... 57

设计准则 ... 60

设计调整 ... 65

2 不透水表面截离措施 ... 65

概述 ... 65

标准详图 ... 68

可行性标准与设计依据 ... 69

设计准则 ... 71

设计调整 ... 75

3 生物滞留池 ... 75

概述 ... 75

标准详图 ... 78

可行性标准与设计依据 ... 79

设计准则 ... 81

材料规格 ... 92

设计调整 ... 92

补充 1: 水质低洼地 ... 95

补充 2: 城市生物滞留池 ... 99

补充 3: 住宅区雨水花园 ... 105

4 透水路面 ... 146

概述 ... 146

标准详图 ... 148

可行性标准与设计依据 ... 149

设计准则 ... 151

设计调整 ... 158

5 浅草沟 ... 172

概述 ... 172

标准详图 ... 174

可行性标准与设计依据 ... 175

设计准则 ... 177

设计调整 ... 183

6 渗透措施 ... 190

概述 ... 190

标准详图 ... 192

可行性标准与设计依据 ... 193

设计准则 ... 194

设计调整 ... 199

7 雨水集蓄 ... 216

概述 ... 216

可行性标准与设计依据 ... 219

设计准则 ... 221

材料规格 ... 227

设计调整 ... 228

8 植被屋顶 ... 258

概述 ... 258

标准详图 ... 260

可行性标准与设计依据 ... 260

设计准则 ... 261

设计调整 ... 265

9 过滤措施 ... 278

概述 ... 278

标准详图 ... 280

可行性标准与设计依据 ... 281

设计准则 ... 283

设计调整 ... 288

10 雨水湿地 ... 296

概述 ... 296

标准详图 ... 298

可行性标准与设计依据 ... 298

设计准则 ... 302

设计调整 ... 308

缩略词和术语 ... 346

参考文献 ... 347

索引 ... 350

Preface

前言

斯考特·斯蓝尼
美国景观建筑协会理事

传统城市化模式致使不透水表面以屋顶、公路、道路、停车场的形式急剧增加，这已经是公认的事实。降雨期间，水流快速地从不透水表面流过，然后以超出负荷能力的流速和流量抵达排水点或公共排水系统，结果导致城市暴雨积涝灾害频发。从不透水表面流过的雨水径流携带有城市生活的副产品和大量污染物，会给湖泊、河流、溪流、湿地及城市饮用水源地的水质带来不利影响。另外，不透水表面还阻止了径流渗入土壤，而地下水对宝贵的城市干净饮用水有进行补给的可能性。

另一个公认事实是，人类对化石燃料燃烧产生能量的依赖已然加速了气候变化，致使全球很多区域频繁遭遇强烈风暴或长期干旱等极端恶劣天气。传统城市化进程引发了气候变化，所以我们看到当众多城市正在努力寻找充足的饮用水供给时，而其他一些城市却被受到污染的城市洪水吞没时，并不觉得惊讶。全球的公共政策制定者、房地产开发商、金融机构、景观建筑师、规划师、城市设计师、建筑师、工程师、室内设计师、艺术家和承包商们也正承担起他们在应对传统城市化模式给自然资源带来压力方面的特殊责任。在“新常态”的建设理念下，这些人联合起来，旨在寻求既对环境负责，又具有功能性、经济活跃性和美观性的规划、设计、建造和施工解决方案。

“海绵城市”的建设理念，让城市渗透性路面最大化，路面像海绵一样渗透和吸收多余雨水。通过此种方式，补充地下水，减缓雨水径流从而减少洪灾，与此同时，过滤雨水污染物，改善水质并进行雨水再利用。“海绵城市”旨在通过减少在传统城市化过程中对于水资源的需要而节约水资源，与此同时，改善现有水资源的质量，促进生物多样化以及自然健康的城市生态体系。

《海绵城市基础设施》这本书收录了 27 个项目，这些项目的设计团队一直在努力追求负责任的城市化模式，并将设计关注点放在宝贵的水资源上。这些设计团队均采用多种适合项目场地和环境的“海绵城市”理念，用以打造可持续的城市环境。在具体设计中，部分设计团队侧重使用最佳管理措施构建可持续的城市环境，其他设计团队在项目场地、城市和区域内进行低影响开发干预，用以：(1) 对河流、

溪流、湖泊和湿地等生态系统进行保护；(2) 通过恢复自然系统的健康和功能对受损的生态系统进行修复；(3) 对雨水进行管理；(4) 补充地下水。

这些收集到的项目都从不同方面贯彻了“海绵城市”建设理念，并且从不同程度考虑到了地形、地貌、气候、土壤以及城市文化环境的影响。基础研究科学家、应用研究科学家、环保人士、气候学家、生物学家、环境工程师和政策制定者花费了数十年的时间研究出一套技术理论基础，并在此基础上研发出多种“海绵城市”建设理念。本书收录项目所采用的多种技术、措施和方法均建立在过去获得的成果之上。技术理论、实验、应用和测试不断进步让我们了解到很多干预措施均可成功地运用到“海绵城市”建设中。公众与日俱增的环保意识已经让人们领悟到这些技术背后的价值，而这些技术给自然资源、水体、生物多样性和负责任的城市化这一目标带来了重大的利益。人们可以将环境运动中这一重要的技术研发、部署和验证阶段视作“海绵城市 1.0 版本”。

公众对“海绵城市”的喜好程度与兴趣将我们引领至环境运动中的一个重要转折点，这一切与数十年前手机所经历那一幕十分相似。手机技术确实存在，而且已经得到了部分人士的认可和重视，但多数技术由于过于复杂或是不可取而难以实现。随后，智能手机公诸于世，它带给人们的不仅是技术，而且更具设计感。智能手机变得更加美观大方，易于普通人使用和理解。人们不只是“喜欢”，而是“热衷”智能手机。如今的智能手机在人们的日常生活中扮演着不可或缺的角色，不仅能够提高人们的生活质量，而且已经成为整个新兴经济体的催化剂。

那么，目前“海绵城市”运动又会给人们带来怎样一种优于传统城市生活方式的城市生活品质呢？如果人们不只是“喜欢”而是“热衷”“海绵城市”运动带来的这种生活品质，又会发生什么呢？随着技术设计应用的深入，人们认为“海绵城市”建设可以像手机一样不断发展，让人们从“喜欢”到“热衷”，我们称之为“海绵城市 2.0 版本”。在项目场地、城市和区域内采用多种雨洪管理方法的城市化模式带来了一定的经济、环境和社会价值。这种城市化模式对环境不仅有“海绵城市 1.0 版本”的作用，而且还具有以下功能：(1) 对倡导开放空间和生态系统的规划解决方案进行利用；(2) 将低影响开发融入城市基础设施建设，打造绿色基础设施；(3) 为人们打造漂亮的、便于使用的、与当代生活方式相配的空间；(4) 创建促进生物多样性景观，同时为人们打造绝佳的场所。

《海绵城市基础设施》一书中收录的项目仅仅是众多“海绵城市 2.0 版本”理念全球先行项目的一部分。人们都喜欢这类设计美观的环境。这些项目与文化、社会、经济及高效能环境系统整合在一起。它们的建成表明，“海绵城市 2.0 版本”的理念可以成功地应用到各种不同的环境中。

我们希望那些致力于打造负责任城市环境的人士可以从本书中汲取信息和灵感，与我们一同迎接“海绵城市 2.0 版本”理念带来的挑战。

Stormwater Management Methods and Planning

海绵城市雨洪管理与规划

概述：雨洪管理 基本方法

目前，很多国家的点源污染已基本得到有效控制，降雨冲刷城市表面（如道路、屋面等）的沉积物和淋洗大气中污染物已成为城市水体污染物的主要因素。在一些发展中国家，随着近年来城市污水处理设施的迅速完善，点源污染已逐步得到有效的控制，而降雨径流带来的面源污染问题正日渐突出。很多城市雨洪资源不仅没有充分利用，还给城市造成很严重的内涝灾害，并引起污水溢出（雨污混流和生活污水溢流）、地表侵蚀、水质污染等环境问题，严重制约了水环境质量的改善。因此，控制和管理城市径流污染将是城市雨洪管理过程中最亟须解决的问题。

在过去的近二十年中，很多国家在城市降雨径流污染控制领域已经制定出较为完善的、适合本国国情的技术法规体系以及控制管理模式，如德国、美国、澳大利亚等国家已经基本实现对城市降雨径流污染的控制。以美国为例，其制定的“最佳管理措施”（BMPs, Best Management Practices）是实现城市降水径流面源控制最为重要的技术与管理体系。BMPs是一套高效、经济、符合生态学原则的径流控制措施，主要是在法规政策支持下采用工程性（如滞留池、渗透设施、人工湿地、生物过滤和停留系统等）并辅之以非工程性（如土地使用规划、垃圾管理、街道清扫等）的措施来达到控制的目的。

又如在美国和加拿大较为常用的低影响开发模式（LID, Low Impact Development）。这种雨水管理模式与传统的雨水径流管理模式不同，低冲击开发模式尽量通过一系列多样化、小型化、本地化、经济合算的景观设施来控制城市雨水径流的源头污染。它的基本特点是从整个城市系统出发，采取接近自然系统的技术措施，以尽量减少城市发展对环境的影响为目的来进行城市径流污染的控制和管理。

下面是对目前世界范围内较为流行的几种针对城市雨水径流管理模式的简单介绍。

最佳管理措施 (BMPs)

最佳管理措施是一套应用于洼地的计划性措施，用以减轻城市化带来的影响，同时设法通过渗透和改善水质的办法来减少释放到受纳水体内的雨水数量。最佳管理措施主要包括延迟和滞留装置、渗透设备和湿地。这些基础措施由结构性设施和非结构性措施两部分组成。

结构性措施是指对雨水进行临时存储和处理的装置。

非结构性措施则是指雨水径流技术处理，通过自然调节减少污染程度。

低影响开发模式 (LID)

低影响开发模式对问题进行综合考虑,设法挽救水循环自然特征的同时,为城市本身增添价值。采用低影响开发模式措施的项目已经做好准备打造一个可以融合多种设计特征的“多功能景观”,而这些设计特征力求模拟土地开发前洼地的渗透和储存功能。下面,我们将对低影响开发模式措施与常规措施之间的主要差异进行介绍。

表1 / 低影响开发模式措施与常规措施之间的主要差异

低影响开发模式措施	常规措施
尽可能地减少对不透水区的使用,用以减少影响	使用防水盖布,用以实现有效排水
集流时间,尽可能地使土地开发前状况最大化	减少集流时间
容量调节与流量的频率和持续时间	减少容量与流量的频率和持续时间
雨水分离	减少雨水分离(拦截、渗透和储存)
水质改善,渗入储水器	水质下降,渗入承受水体
从源头控制流量,防止向下游水体转移	向下游水体转移

补偿技术

补偿技术试图对大气降水的滞留和渗透进行鼓励,以对流量进行暂时调整和减少径流量为目标,同时减少洪水灾害发生的可能性、提高雨水质量。这一方法的首要原则是:保持土地开发前状况的流量,设法通过减少径流量、洪峰流量和随之减少的城市地区洪水灾害易损性来抵消城市化带来的影响。

可持续城市排水系统 (SUDS)

可持续城市排水系统设计可以改善城市设计和环境风险管理,推动建设环境的改善,并通过小单元流程控制来减少雨水径流。这一方法包括对道路和建筑进行交替布局以尽可能地减少土壤板结的情况、提高土壤的使用率等非结构性措施。

水敏性城市设计 (WSUD)

奥斯瓦尔多曾在他的《雨水管理:谁在这一领域不断创新?》一文中指出,水敏性城市设计的理念意味着“完全改变根据城市对自适应方法的需要进行供水系统调整的逻辑性,减少城市化带来的巨大影响,同时充分发挥景观与城市生活地下水的潜力。”

水敏性城市设计的基本原则如下:

- 对饮用水、废水和雨水进行综合管理;
- 从个体规模到区域规模对城市用水管理进行整合;
- 对可持续城市用水管理、建筑和景观进行整合;
- 对城市用水可持续管理中的结构性措施和非结构性措施进行整合。

绿色基础设施 (GI)

绿色基础设施将生物多样性保护放置在一个更为广阔的政治环境中, 在这个环境中, 自然保护的主要目标得以实现, 并与农业、林业、娱乐和气候变化适应等其他土地使用目标关系密切。城市干预所用的绿色基础设施可以提升雨水的渗透、过滤、蒸腾和蒸发效果, 减少热岛效应, 打造一个更为良好的气候框架。除了在雨水管理方面发挥作用之外, 绿色基础设施还有助于减少洪水和改善空气质量。总而言之, 绿色基础设施是一个较为广泛的理念。

“海绵城市”基础设施

“海绵城市”的概念最早出现在西方, 随后逐渐在中国流行起来, 这一概念将城市比作一块吸水的海绵。本着“用城市资源解决城市问题”的理念, 海绵城市以储存雨水为目标: 暴雨期间, 可以预防洪水; 干旱期间, 可以释放储水, 让城市居民受益。而且, 这一概念将有效地缓解城市的缺水问题。

目前有大量研究表明, 基础设施的目的在于渗透、蒸腾、拦截和利用雨水 (简称径流减少技术), 用以对天然植被景观应对降水情况进行模拟。同时, 这项措施也对保护受纳水体的物理、化学和生物特性非常有利。显而易见的是, 海绵城市的目标与基础设施的功能是一致的。因此, 我们决定在众多雨洪管理方法中选择基础设施作为本书的方法论。在本书中, 我们将这些措施统称为海绵城市 (雨洪管理) 基础设施, 为大家呈现关于如何设计场地和雨洪管理基础设施以实现海绵城市目标的详尽信息和出色案例。

本书中所用资料来源于由美国流域保护中心制订的《西弗吉尼亚州的雨洪管理和设计指导手册》, 仅供设计人员和开发人员参考。这本手册可以为有关人员提供海绵城市基础设施的设计指导, 基础设施将按照西弗吉尼亚州的“小范围城市独立雨水排放系统” (MS4) 一般许可对场地内的雨水进行管理。在对其他地区或国家的项目进行规划时, 设计人员应当对项目规划是否符合地方许可予以考虑 (关于相关法律或法规信息, 设计人员可以向地方政府和政府网站寻求帮助)。