

海绵城市设计系列丛书

# LID 低影响开发： 城区设计手册

[美] 阿肯色大学社区设计中心 编著

卢涛 译

海绵城市设计系列丛书

# LID 低影响开发： 城区设计手册

〔美〕阿肯色大学社区设计中心 编著

卢涛 译



## 图书在版编目(CIP)数据

低影响开发：城区设计手册 / 美国阿肯色大学社区设计中心编著；卢涛译．—南京：江苏凤凰科学技术出版社，2017.2

(海绵城市设计系列丛书 / 伍业钢主编)

ISBN 978-7-5537-7817-4

I. ①低… II. ①美… ②卢… III. ①城市规划—建筑设计—手册 IV. ①TU984-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第006341号

本书由美国阿肯色大学社区设计中心授权给中国科学院沈阳应用生态研究所景观生态与区域规划研究中心城市生态学组，课题编号：2012BAC05B05。由中国科学院沈阳应用生态研究所授权江苏凤凰科学技术出版社出版。

海绵城市设计系列丛书

低影响开发：城区设计手册

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 编 著     | [美] 阿肯色大学社区设计中心 |
| 译 者     | 卢 涛             |
| 校 译     | 陈 玮             |
| 项 目 策 划 | 凤凰空间/郑亚男 邢艳丽    |
| 责 任 编 辑 | 刘屹立             |
| 特 约 编 辑 | 邢艳丽 和莉莉         |

|         |                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------|
| 出 版 发 行 | 凤凰出版传媒股份有限公司<br>江苏凤凰科学技术出版社                                     |
| 出版社地址   | 南京市湖南路1号A楼 邮编：210009                                            |
| 出版社网址   | <a href="http://www.pspress.cn">http://www.pspress.cn</a>       |
| 总 经 销   | 天津凤凰空间文化传媒有限公司                                                  |
| 总经销网址   | <a href="http://www.ifengspace.cn">http://www.ifengspace.cn</a> |
| 经 销     | 全国新华书店                                                          |
| 印 刷     | 北京博海升彩色印刷有限公司                                                   |

|     |                     |
|-----|---------------------|
| 开 本 | 710 mm×1000 mm 1/16 |
| 印 张 | 15                  |
| 字 数 | 120 000             |
| 版 次 | 2017年2月第1版          |
| 印 次 | 2017年2月第1次印刷        |

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 标 准 书 号 | ISBN 978-7-5537-7817-4 |
| 定 价     | 168.00元                |

图书如有印装质量问题，可随时向销售部调换（电话：022-87893668）。

# 目录



|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 绪论·····               | 12  |
| 第一章 什么是低影响开发·····     | 32  |
| 第一节 城市雨水基础设施·····     | 35  |
| 第二节 低影响开发实施及设计原则····· | 40  |
| 第二章 如何实施低影响开发·····    | 56  |
| 第一节 建筑·····           | 60  |
| 第二节 地产·····           | 72  |
| 第三节 街道·····           | 104 |
| 第四节 开放空间·····         | 138 |
| 第三章 低影响开发设施·····      | 156 |
| 第一节 设施选择·····         | 160 |
| 第二节 设施应用·····         | 162 |
| 第四章 落实低影响开发·····      | 204 |
| 第一节 落实对象·····         | 208 |
| 第二节 落实保障·····         | 214 |
| 第三节 落实管理·····         | 221 |
| 更多信息·····             | 226 |
| 术语表·····              | 228 |
| 参考文献·····             | 236 |



海绵城市设计系列丛书

# LID 低影响开发： 城区设计手册

[美] 阿肯色大学社区设计中心 编著

卢涛 译



 江苏凤凰科学技术出版社

此为试读, 需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

## 图书在版编目(CIP)数据

低影响开发：城区设计手册 / 美国阿肯色大学社区设计中心编著；卢涛译，— 南京：江苏凤凰科学技术出版社，2017.2

(海绵城市设计系列丛书 / 伍业钢主编)

ISBN 978-7-5537-7817-4

I. ①低… II. ①美… ②卢… III. ①城市规划—建筑设计—手册 IV. ①TU984-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第006341号

本书由美国阿肯色大学社区设计中心授权给中国科学院沈阳应用生态研究所景观生态与区域规划研究中心城市生态学组，课题编号：2012BAC05B05。由中国科学院沈阳应用生态研究所授权江苏凤凰科学技术出版社出版。

海绵城市设计系列丛书

### 低影响开发：城区设计手册

|         |                 |
|---------|-----------------|
| 编 著     | [美] 阿肯色大学社区设计中心 |
| 译 者     | 卢 涛             |
| 校 译     | 陈 玮             |
| 项 目 策 划 | 凤凰空间/郑亚男 邢艳丽    |
| 责 任 编 辑 | 刘屹立             |
| 特 约 编 辑 | 邢艳丽 和莉莉         |

|         |                                                                 |
|---------|-----------------------------------------------------------------|
| 出 版 发 行 | 凤凰出版传媒股份有限公司<br>江苏凤凰科学技术出版社                                     |
| 出版社地址   | 南京市湖南路1号A楼 邮编：210009                                            |
| 出版社网址   | <a href="http://www.pspress.cn">http://www.pspress.cn</a>       |
| 总 经 销   | 天津凤凰空间文化传媒有限公司                                                  |
| 总经销网址   | <a href="http://www.ifengspace.cn">http://www.ifengspace.cn</a> |
| 经 销     | 全国新华书店                                                          |
| 印 刷     | 北京博海升彩色印刷有限公司                                                   |

|     |                     |
|-----|---------------------|
| 开 本 | 710 mm×1000 mm 1/16 |
| 印 张 | 15                  |
| 字 数 | 120 000             |
| 版 次 | 2017年2月第1版          |
| 印 次 | 2017年2月第1次印刷        |

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 标 准 书 号 | ISBN 978-7-5537-7817-4 |
| 定 价     | 168.00元                |

图书如有印装质量问题，可随时向销售部调换（电话：022-87893668）。

# 以水兴城

很高兴为《低影响开发：城区设计手册》中文版写序。顾名思义，这是一本关于城市规划设计与开发建设的专业书籍。通览全书，我不仅愿意把它当做海绵城市规划设计手册，而且愿意当做生态科普读本推荐给大家。它既有“战术细节”，又饱含“战略理念”，且图文并茂适合不同的阅读人群。希望能更新观念、凝聚共识，引导公众共建、共享生态城市宜居家园。

何谓“低影响”？它源于对英文“Low Impact”的直译。当我们谈论“影响”时，首先要明确谁影响谁，然后要搞清楚影响的程度以及可能的后果。当我们深入研究时，则更注重揭示产生影响的机理，而生态学正是这样一门科学，它着重研究生物与周围环境之间的相互关系以及发生相互作用的机理。现如今，生态学已经渗透到各个领域，人们常用“生态”来表达一种理念，如生态经济、生态城市、生态农业等。从字面理解，“低影响开发”应该包括所有对环境影响较小的人类活动，“低影响”即包含了生态理念，这与建设环境友好型社会、打造“山水林田湖”生命共同体的战略理念是一脉相承的。

水乃生命之源，对所有生物而言都是十分重要的生态因子。它不仅作为生命源物质参与各种生命活动的生理生化过程，又作为溶剂携带多种物质元素参与环境物理化学循环。水文循环与生态系统中物质循环、能量流动与信息传递存在普遍的联系，因而也被认为是自然界最重要的生态过程，是生态系统能否有效发挥生态功能、释放生态效益的关键。水资源也是人类社会一切生产、生活的物质基础。远古智人从走出非洲到近现代足迹遍布全球，人类聚居地总是依水而建、与水为伴。

随着时代的前进，我们改造自然的能力有了翻天覆地的变化，也正是这个原因，我们逐渐失去了对自然的敬畏，丢掉了治水、兴水、护水、节水的传统，对环境的改造到了肆无忌惮的地步。自然生境支离破碎、水文循环不畅且污染严重，导致生物多样性降低，生态系统功能持续退化。人类开发建设到哪里，钢筋混凝土就铺设到哪里，我们仿佛生活在钢筋混凝土森林之中。随着迅猛的城镇化过程，人口迅速向城市转移，“城市大饼”越摊越大。为了提高城市开发强度，城市绿地越来越少；为了解决城市居住问题，城市硬质地面比例越来越高；为了缓解交通压力，马路越修越宽……在全球气候变化日益加剧、极端天气频繁出现的情况下，城市系统更加脆弱、不堪一击，城市地区频现“海景”，“城市看海”已经成了城市居民无奈的自嘲。

在城市系统中，绿色设施——景观是连接城市与自然的重要纽带，充分利用其生态功能形成互联互通的绿色网络是改善人居环境、建设生态城市的关键。阿肯色大学社区设计中心（UACDC）编著的《低影响开发：城区设计手册》从保护或模拟场地雨水自然循环过程入手，着重介绍了如何利用绿

色基础设施来分散与吸纳雨水、减缓与处理径流，达到消除面源污染与降低内涝风险的目的。低影响开发，就本书而言，它是一种基于生态学理论的城市雨洪管理方法，遵循源头分散、慢排缓释的理念，整合硬质工程与软质工程，建造分布式雨水基础设施网络，就地吸纳与处理雨污径流，与传统的雨水直排、快排、以排为主的模式有着根本的区别。

理念的不同往往导致实践操作上的巨大差异。在实践中，低影响开发将集水区作为最基本的规划设计单元，综合考虑开发场地的地形地貌与植被覆盖，结合上下游关系对场地建设前后的水文特征进行模拟分析，优化开发场地格局，连通绿色基础设施，综合应用工程技术手段最大限度地降低开发对水文循环等生态过程的影响。传统开发通常以行政边界或者法定产权边界为依据进行规划设计，各排水单元常常彼此孤立，基础设施之间缺乏连通性，生态过程的连续性被人为割裂或者阻断，园林绿化大多只具有审美功能。低影响开发很好地应用了“格局决定过程，过程决定功能”这一景观生态学理论，大大地提高了基础设施的生态服务功能。

这本书不仅提供了实施低影响开发的整体框架，还创新性地提炼出 21 种常见的低影响开发设施，如植草沟、雨水花园，人工湿地等。这些设施适用于不同的尺度层级与不同的流域位置，既可用于旧城改造与新城开发，也可用于村镇街道与集中居民点的建设，因地制宜、自由组合，为实践提供了极大的自由度和很高的可操作性。这本手册图文并茂，寓理念于实践，生态文明“看得见、摸得着”，诚如尹稚先生所言，“任何一次人与自然关系的理念转变，都需要达成广泛的全社会共识，进而艰难地推进现实中行动的进展”。



2016年3月

何兴元：

中国科学院大学教授

中科院东北地理与农业生态研究所所长

中国生态学会副理事长

中国林学会常务理事（十届）



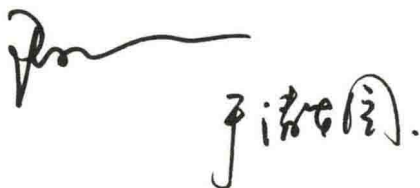
## 理水善用

“低影响开发”的概念引入中国已有些时日了，并逐步演化成很有中国特色的“海绵城市”理念。有政策指导，有学者专著。回顾人类发展史，任何一次人与自然关系的理念转变，都需要达成广泛的全社会共识，进而艰难地推进现实中行动的进展。

卢涛博士翻译的这本书恰恰是一部很好的老少皆宜的科普读物，它把前沿的技术理念常识化，把复杂的技术环节图示化，承担起向公众传播的职责，而这正是中国的专家学者所欠缺的，甚至是某些专家学者所不屑的。衷心地希望这本书如同其原著在美国那样，能进入我们的中小学课堂，能摆上更多公众的书桌，走出一条前沿理念和专业技术的大众化传播路径。

也许细心的读者还会发现，这些由“洋人”总结出来的“理水”理念其实在中国有着数百上千年的传统或传承，只是在西风渐盛的所谓“现代化”过程中，这些“理水善用”的传统多已被淹没了。当历史发生轮回时，我们才发现被自己抛弃的东西又成了新闻……希望能创作出更多指导中国实践的好的科普作品。

随手写出这些感慨，难以为序，算是对卢涛博士辛勤工作的敬意。一位生态学的博士，工作的领域早已超越专业，在岗位上能不忘初心，挤时间译出这本书，实属不易，也在此祝卢涛博士工作顺利、初心永存。



2015年11月

尹稚：

中国城市规划学会副理事长

中国城市规划协会副会长

清华大学生态规划与绿色建筑教育部重点实验室主任

# 前言

## 和谐景观

工业革命以来，规划设计面临的最大挑战是如何在人类生活的生态系统中进行设计，并通过基础设施的设计满足更高水平服务的要求。除了提供交通、电力、供水、垃圾处理、土地利用等传统服务外，城市基础设施还必须提供更多的生态系统服务。

生态系统与城市的协同发展将促进大量新的环境营造技术出现。这种协同不能想象为简单的生物过程或物理过程的协调，而是复合景观系统中生物过程与物理过程的协调。低影响开发（Low Impact Development，简称 LID）是一个重要的例子，它是一种城市水资源管理的生态学方法，主要解决由地面径流带来的水资源和水污染问题。基于低影响开发理念设计的景观设施（如生态停车场、绿色街道），采用的是不同于传统的景观设计方法，在实践中效果极好，也逐渐被民众所接受。在这之前，人们只注重景观设施的美化作用，而忽略了其生态功能。当然，随着公众对低影响开发认识的提高，这一方法会越来越受欢迎。

我们虽然认识到了低影响开发方法的重要性，但是，在实践中仍难推进，这是为什么？我认为，一个主要原因是，主流的管理思想受到社会发展和技术发展的共同影响，用以指导企业以及政府等部门的工作，从而影响到低影响开发政策的制定和执行。即使多数人认为采用新方法（如低影响开发）具有很多优点，但是城市管理模式往往是技术保守型的，对新的范式呈现出一种潜在的抗拒。我们的实践经验表明，由于不同的利益诉求存在两个维度的“城市”，一种是市长或议员提出美好的愿景而受到拥护，所以支持并积极推动低影响开发政策法规的实施，与之相对应的是基层工作人员的日常运行中的城市，他们负责基础设施的日常维护与管理，特别关注新技术或新方法在实践中会出现什么问题。尽管管理部门已启动实施低影响开发，基层工作人员仍可以在低影响开发提案审批阶段设置条件拒绝采用低影响开发，当然这并非是有意为之。目前，一些实践中的低影响开发设施被当做是城市建设的锦上添花，而不是传统硬质工程的替代。部分地方由此建设的绿色基础设施，是属于冗余性质，使得实施低影响开发本来可以节约的成本被抵消了。而这种成本节约，本是一开始说服人们采用低影响开发措施的主要理由，此时反而成为了低影响开发推行的阻碍因素。

与此相似，市场中的投资者、开发商、按揭提供方等机构，也属于决策保守型，不会轻易去改变已约定俗成的规则。除了风险投资领域，资本市场也喜欢确定性，只有在公共部门激励政策发生变化的时候才会改变。同时，市场中各种机构采取行动需要数据支撑。目前我们还没有比较完整的数据，使人们相信低影响开发或其他生态措施可以全面替代硬质工程措施。支持低影响开发的论据大多是综合了社会、生态、经济三大效益，然后进行经验性投资回报分析而得出的结论。因而，在确定设计方

案时，我们需要因地制宜地进行深入研究。例如，园林工作者在推荐使用植物增加渗透性时，就很难有全面的令人信服的证据，以“生物滞留池”为例，如果经常淹水，植物很容易烂根，会降低其寿命，反过来影响生物滞留池的使用效果。只有同时选择了合适的植物和合适的生境，园林工作者才能使其生态功能最优化。好的方法或措施，如不经考虑而使用不当，也会让我们陷入复杂而不可预知的负反馈中。总而言之，仅采用硬质工程措施的机械性的管理思维，已经被宣称安全失控；而我们只有通过展示系统、完整的数据，才能够重新获得所失去的生态智慧。

生态系统与城市协调共生的新时代已经开启，低影响开发实践在其中起到了重要作用，弹性设计的出现毫无疑问集中体现了这种重要性。随着飓风、海平面上升、城市内涝、龙卷风、地震等社会——自然灾害影响的进一步扩大，产生了具有适应弹性的新的“社会—技术”范式。这种弹性是一种在没有丧失系统功能的情况下，一个生态系统从混乱、冲击和干扰中获得恢复的能力。在2005年卡特里娜飓风席卷美国新奥尔良和海湾地区数月之后，我回想起了一位结构工程师关于防洪堤坝安全隐患的惊人断言。他说，从根本上讲存在两种堤坝：一种是已经失败的，另一种是即将失败的。正如我们所知，如果一个流域的水文功能得到保护，其所在的城市化区域在应对飓风和洪水过程会更具弹性。因此，弹性设计需要更深入地了解生态系统和其向城市系统转化中的自我纠错能力。我想我们会很快跳出著名商业思想家纳西姆·塔勒布（Nassim Taleb）关于“反脆弱”的概念，即从干扰和冲击等不确定性中获益，而转向一个具有弹性的稳定态。

无论我们如何为生态措施叫好，传统硬质工程措施已经给予了我们安全的供水与废弃物处理、可靠的电力网络，这些都大大提升了人们的寿命预期和生活质量。相反，生态工程（如低影响开发）更需要精巧地设计，才能创造具有环境敏感性的基础设施。我们的经验表明，在地下水位较高或黏质土壤地区，低影响开发方案需尽可能少地采用渗透技术，而应采用可以促进径流横向流动的城市排水系统。然而，在沙壤土区域，我们就需要更好地利用竖向渗透措施，从而补充地下水。此外，我们正在探索在城市地下水位高的地方把公园改为“集雨区”的低影响开发方案，以便在洪峰期间不能及时排空径流时起到滞留作用。协同发展这个理念将不仅是产生一个低影响开发设计方案，也是一个理念上领先、技术上可行的设计方法，进而创造高标准的宜居环境。低影响开发，可以在缓解资源紧张、减少生态足迹等方面发挥巨大的价值，而这是通向可持续发展的唯一路径，我希望这本书在实现这一城市发展新前景的过程中成为一个有益的设计工具。



2016.3

斯蒂芬·罗尼：

阿肯色大学社区设计中心主任

# Preface: Reconciliation Landscapes

In this newly declared Anthropocene, the greatest ongoing challenge to design and planning is designing within human-dominated ecosystems. For cities, this entails a higher level of performance from urban infrastructure. Urban infrastructure will have to deliver ecosystem services in addition to its provision of traditional urban services like transportation, power and water supply, waste treatment, and land-use development.

New forms of placemaking will emerge driven by the reconciliation of ecosystems and the city—by the reconciliation of the biological and the mechanical in recombinant landscapes not imaginable from the simply biological or the simply mechanical. A key example of reconciliation is Low Impact Development (LID), an ecological approach to urban water management, including the problems arising from urban stormwater runoff. LID landscapes, especially “green” parking lots or “green” streets, function well and are appreciated by general populations who never considered that infrastructure could be the foundation for creating beautiful yet productive civil landscapes. Indeed, as public literacy about LID grows, the more popular LID approaches become.

If public perception has grown more favorable toward LID then why is it still difficult to implement? The top reason is that prevailing managerial mindsets governing the marketplace and municipalities (the government unit where LID codes may be enacted in the USA) are by nature tied to the socio-technical models that underwrite their work approaches. No matter how robust the agreement may be on the multiple advantages of adopting new approaches like LID—even personally among conservative officialdom—urban management models tend to be technologically rooted, exhibiting a certain stubbornness or obduracy to new paradigms. Our experiences with local governments show there are two “cities” or factions that act from different interests. The first is the political city of elected mayors and council members who are often rewarded for their visioning and rhetorical skill, including advocacy for adoption of LID codes and practices. Elected officials are usually the progressive forces enabling LID supportive codes and policies. Countering this is the city of staff, the civil servants tasked with commissioning and maintaining infrastructure, and logically tend to be far more risk averse. Though the use of LID may have been enabled by the political city, the staff can place



conditions on LID proposals during permitting stages, unwittingly canceling any advantages LID may hold over conventional hard engineering. A common requirement is LID be value-added to hard engineering rather than a substitute for the latter. Such ineffective redundancy in infrastructure eliminates the potential cost-savings in LID practices, the major incentive for adopting LID approaches in the first place.

Likewise, the marketplaces —financiers, developers, and mortgage and insurance underwriters— are risk-averse and slow in changing their preferences. Besides the rare venture capital market, capital loves certainty and is open to change only when the public sector incents change. Moreover, marketplaces need data. There is not yet comprehensive data which convincingly favors LID, or soft engineering, over hard engineering preferences. Arguments favoring LID are mostly empirical with talk of triple bottom line benefits—that is, combined social, ecological, and economic return on investment. Here, research is needed to support design decision making. For example, our colleagues in forestry cannot convincingly recommend the use of trees in bioswales as standing water from infiltration likely leads to root rot, shortening average lifespan in trees intolerant of hydric soil conditions. The right plant needs to be in the right place for optimizing ecological functioning. Unmindful ecosystem approaches quickly move us into the realm of complexity and the inevitable unintended consequences that create negative feedback. Data then will help us recapture ecological intelligence lost to the privileging of the mechanical in the alleged fail-safe world of hard engineering.

The emerging field of resilient design will undoubtedly centralize the role of LID practices in developing a new era of reconciliation between ecosystems and cities. The experiences from ever escalating socio-natural disasters wrought by hurricanes, rising sea level and urban flooding, tornados, and earthquakes are prompting a new socio-technical paradigm in resilience. Resilience is the ability of a system to recover from disruptions, shocks, and disturbances without diminishing functionality in a system. In the aftermath of the devastating 2005 Hurricane Katrina that wrecked New Orleans and America's Gulf Coast I recall a structural engineer's startling assertion about the assumed fail-safeness of dams and levees. Essentially, there are two types of dams, he observed: ones that have failed and those that will fail. Most



agree that the urbanized area of the coast would have been more resilient to the devastation of hurricanes and flooding if development had upheld watershed functioning throughout the region. Thus, resilient design demands better understanding of the corrective capacities inherent in ecological systems and their translation to urban systems. I suspect we will soon graduate to Nassim Taleb's concept of the antifragile, or systems that grow even stronger from disruption and shock, moving beyond the steady-state metrics of resiliency.

Notwithstanding the argument for soft engineering, heroic engineering has given us safe water supplies, waste management, and reliable national power grids that have greatly enhanced life expectancy and quality of life. Alternatively, place-based soft engineering systems, like LID, require a more craftsman-like design approach to creating context sensitive infrastructure. Our own experience in places with high water tables and clay soils demand LID strategies that use less infiltration techniques favoring horizontal urban water management networks. On the other hand, places with sandy soils favor vertical infiltration and accompanying groundwater recharge infrastructure. Moreover, we are exploring the role of parks as "rain terrains" to hold and evapotranspire water in cities with high water tables where evacuation of water is not possible during peak flow of urban stormwater runoff. Reconciliation does not just yield an end product, but also is a high concept/low tech design methodology that creates places with higher standards of livability. Here, design can add tremendous value while lessening our resource demands, or ecological footprint—the only path to achieving sustainability. I hope that our book becomes a helpful design tool in realizing this new promise in building cities.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stephen Luoni', with a stylized, flowing script.

2016.3

Stephen Luoni:  
Director of University of Arkansas  
Community Design Center

# 目录



|                  |     |
|------------------|-----|
| 绪论               | 12  |
| 第一章 什么是低影响开发     | 32  |
| 第一节 城市雨水基础设施     | 35  |
| 第二节 低影响开发实施及设计原则 | 40  |
| 第二章 如何实施低影响开发    | 56  |
| 第一节 建筑           | 60  |
| 第二节 地产           | 72  |
| 第三节 街道           | 104 |
| 第四节 开放空间         | 138 |
| 第三章 低影响开发设施      | 156 |
| 第一节 设施选择         | 160 |
| 第二节 设施应用         | 162 |
| 第四章 落实低影响开发      | 204 |
| 第一节 落实对象         | 208 |
| 第二节 落实保障         | 214 |
| 第三节 落实管理         | 221 |
| 更多信息             | 226 |
| 术语表              | 228 |
| 参考文献             | 236 |



# 绪论

## 不透水表面

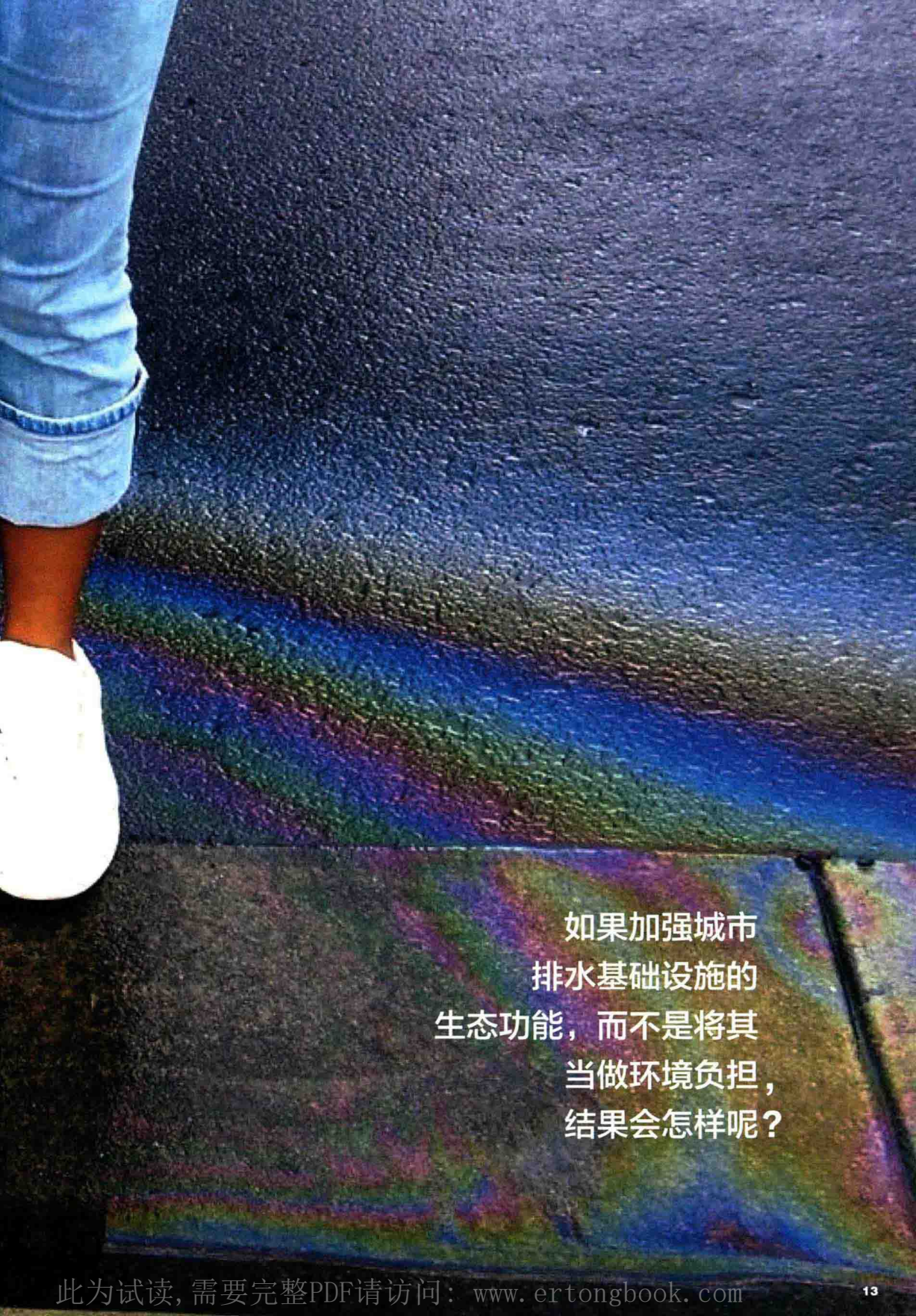
“

在多数情况下，城市降雨初期所形成的‘第一波’径流可能比日常生活污水含有更多的污染物……

”

《可持续景观——人工湿地》，坎贝尔·奥格登





如果加强城市  
排水基础设施的  
生态功能，而不是将其  
当做环境负担，  
结果会怎样呢？