

吉林省海绵城市建设技术指南

——低成本建设白皮书

“打造绿色、宜居，
低成本建设模式”

内容提要

海绵城市建设背景：

中国正在经历着人类历史上最大规模、最快速的城镇化进程。城镇化由2001年的38%上升到2015年的56%。在享受着城镇化红利的同时，城市的水生态环境面临日益严重的三大核心挑战：水污染、水资源短缺、以及城市内涝灾害。传统的城市建设方式已经难以满足资源环境协调发展的需求，为了系统性地解决这些水生态问题，海绵城市应运而生。

海绵城市建设成本：

海绵城市建设并不需要什么昂贵的“高技术”，它可以通过低成本和“低技术”来实现。也不需要巨大的工程，而是可以通过分散式的无数小型工程来实现一个伟大的“海绵体”。

海绵城市低成本建设作用：

海绵城市建设是一项系统工程，包含了很多基础设施建设项目，除了暴雨径流管控避免“城市看海”外，还包括黑臭水体治理、污水厂尾水资源利用、自然生态系统绿色净化功能利用，旧城改造融合海绵生态化提高品质，以及具有美化功能的亲水环境打造等。这些不仅为城市居民带来了显著的环境效益和社会效益，提供了宜居环境，更重要的是通过绿色基础设施和灰色基础设施共存，降低了系统运行成本，带来显著的经济效益。

作者：

韩东男 孙炜宁 孙宏亮 王子宣 张浩伦 周杨

目 录

海绵城市——建设目标及存在问题

- 建设目标
- 存在问题
- 工作重点

海绵城市——低成本建设，怎么干

低成本建设—怎么干
旧城区改造—怎么干
城市道路建设—怎么干
城市公园建设—怎么干
黑臭水体治理—怎么干

海绵城市——他山之石。

- 海绵城市国内外建设案例
- 海绵城市建设省内案例

01

海绵城市——建设目标及存在问题

建设目标

存在问题

工作重点

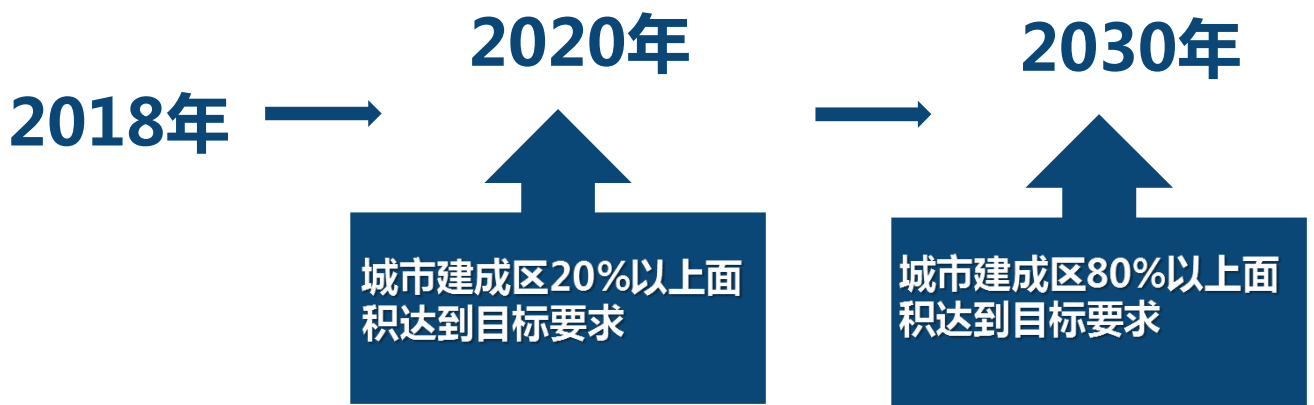


海绵城市——明确目标

NO.1明确自己的目标：

我们的海绵城市建设有自己的目标：最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将自然降雨就地消纳和利用。

(国家指标)



传统开发



低影响开发

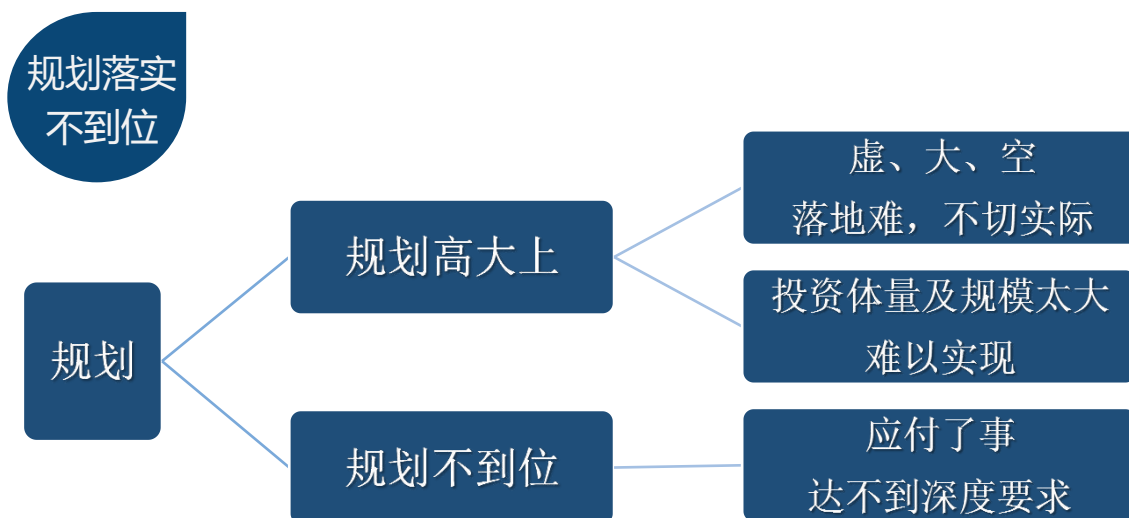


传统发展转向低影响开发



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题：



按照住建城乡建设部《海绵城市专项规划编制暂行规定》要求，各设市城市应于2016年10月底前完成海绵城市专项规划草案，按程序报批。

海绵城市建设涉及到建筑小区、公园绿地、市政道路等各个专业，是系统化工程建设，各个方面需要合成一股劲，因此需要一个总体规划来统筹。

如果没有规划的统筹协调，缺乏总体规划，可能会导致项目过度碎片化，出现“为海绵而海绵”的盲目建设行为。海绵城市专项规划是各城市建设海绵城市的重要依据，是推进海绵城市建设的重要手段。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题：

督导 不到位

目前，各城市很多缺少专职海绵城市建设管理部门，建设项目又分散，存在各个项目主管单位，对海绵城市建设理解不到位，对海绵城市建设项目监管更不到位，未能有效的对建设项目进行监督把控。

建设 工期短



国务院对海绵城市建设提出了到2020年达到20%、到2030年达到80%建成区面积的要求。由于我省地处北方高寒地区，南方海绵城市建设经验无法直接套用，加之冬季冻土，每年工期只有6、7个月左右，海绵城市项目建设的压力较大。致使我省海绵城市工程建设进度缓慢。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题：

设计水准
参差不齐

从实际情况来看：

①设计单位对海绵城市建设技术掌握程度不一，部分单位不具备海绵城市设计能力，造成部分道路排水项目、城市公园项目、小区项目未很好落实海绵技术要求。

②多数设计单位未按照国家出台的海绵城市系列建设标准和省里地方标准执行设计。

③施工图审查单位，对海绵城市建设技术掌握程度不一，仅针对强制性条文和结构安全进行审查，其余内容无法做到有效审查，致使很多“假海绵”或不符合标准的项目顺利通过审查。

吉林省住房和城乡建设厅文件

吉建设〔2017〕8号

关于下发《吉林省海绵城市建设设计要点（试行）》的通知

各市(州)建委(住房城乡建设局),各县(市)住房城乡建设局,全省勘察设计单位、施工图审查机构:

根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发〔2015〕75号)、吉林省政府办公厅《关于开展海绵城市建设的实施意见》(吉政办发〔2016〕64号文件要求,我省正在全面开展海绵城市建设。根据《住房城乡建设部关于海绵城市建设国家建筑标准设计体系的通知》(建质函〔2016〕18号),国家已经出台了海绵城市系列建设标准,全省勘察设计单位应肩负设计先行的责任,尽快熟悉并掌握国家海绵城市相关技术标准要求,

吉林省住房和城乡建设厅文件

吉建设〔2017〕11号

关于下发《吉林省海绵城市建设施工图设计审查要点（试行）》的通知

各市(州)建委(住房城乡建设局),长白山管委会住房城乡建设局,各县(市)住房城乡建设局,全省施工图审查机构:

根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发〔2015〕75号)、吉林省政府办公厅《关于开展海绵城市建设的实施意见》(吉政办发〔2016〕64号)、《住房城乡建设部关于海绵城市建设国家建筑标准设计体系的通知》(建质函〔2016〕18号)及省住房和城乡建设厅《吉林省海绵城市建设设计要点(试行)》(吉建设〔2017〕8号)的文件精神,全省施工



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——市政道路

人行道
四宗罪



海绵城市不是高大上的空中阁楼，而是“换个角度来看海。”目前很多城市打着海绵城市的旗号，做着“高大上”的事情。

如：人行道结构基层，乃至树穴直接用混凝土灌注。

- 错误1** 采用大量混凝土增加建设投资，且冻胀现象严重，后期维护费用增加
- 错误2** 硬化地面，使雨水无法正常下渗，改变自然现状，不符合生态环保要求
- 错误3** 增加区域径流系数，为城市埋下内涝隐患、汛期一来，小区街路变成河
- 错误4** 对市政管网压力增大，原本建设的雨水管网满足不了排水需求，后期还需排水管网改造，再一次增加了工程建设投资，劳民伤财



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——市政道路

绿化带
错误

下凹式绿地 变 上凸式土堆



错误做法1:下沉绿化带未按照设计实施，造成雨水排放通道被堵塞



下沉绿地树木被包围了！
雨水怎么溢流排放！说好的下沉绿地呢？

边石开口被土方和路灯给阻挡了，雨水如何能够透入，会造成新的积水！

园林与市政设计理念脱节

错误做法2:传统的园林绿化没有和海绵城市进行良好结合，导致下沉式绿化带种植严重阻水，使下沉式绿化带、溢流式收水口等设施失去了意义；换填土的质量令人质疑，存在大直径的土块，与设计要求的换填要求存在明显差异，并且普遍缺乏维护致使垃圾堆填。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——市政道路

透水铺装
问题



错误1:材料不符合要求。材料供应厂家及施工单位未能完全掌握技术要点，过度追求透水性能，而造成透水沥青骨料稀松散落成断级配状，细集料配比明显不足，采用的普通沥青粘结力差，不属于高黏度改性沥青，致使面层出现脱粒现象。

错误2:非机动车道上车严重。非机动车道设计明确给出的是不具备车辆停车和通行荷载，但现场路段均有不同程度的停车和通行现象，缺失非机动车道和人行道车止石，车止石采用的也不是固定式，很多车止石都被两侧商户搬开人行道和非机动车道成为停车场。透水沥青对于车辆荷载摩擦抵抗力不强，众多的车辆的通行，致使非机动车道透水沥青脱粒较为明显。

错误3:质量环节控制不严，缺少后期维护及管理。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——建筑小区

老旧小区
问题



错误做法1:老旧小区采用大面积硬化铺装，自然降水无法渗透，大大增大地表径流系数，并且缺少排水系统。致使大雨时无法外排，积水严重。并且对周边市政管网增加排水压力。



错误做法2:某小区硬化铺装较多的同时，仅有的绿地采用高位花坛，无法收集周边雨水，且大雨时超量雨水无法排出，加之后期维护管理不到位，内部花卉植物无法成活，野草丛生，全无景观可言。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——建筑小区

绿化带
错误



错误做法1:某小区雨水花园降雨2天后效果，由于土壤渗透能力不足，缺少溢流排水系统。致使超量雨水无法外排，积水严重。



错误做法2:某小区进水口处都被长期积累的杂质堵住，径流无法进入设施。碎石长期不清理造成堵塞，变成垃圾堆，建议建立维护机制，或更改为设施类减少清理。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——建筑小区

小区理念
问题



问题1:很多小区为了营造“一步一景”，然而凸起的地形却让绿地失去了调蓄雨水的功能，大到暴雨时，大量雨水汇集到小区道路，使小区道路变成了行洪通道。不但不方便小区居民，而且使绿地不能下渗及调蓄。

问题2:某些小区为了营造高大上的视觉效果，采用大面积石材铺装，使自然降雨无法下渗，并且造价较高；

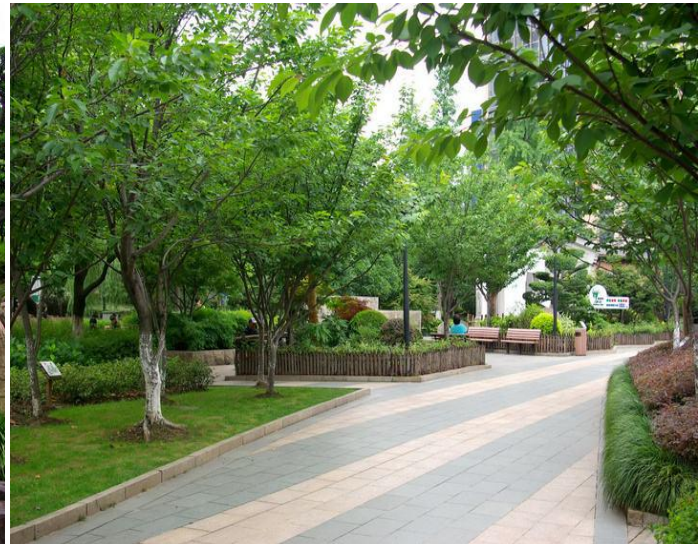
问题3:小区道路采用高边石，雨水无法进入到绿地内。使地表径流汇集到小区道路上，下雨时既给居民出行带来了不便，亦增加了下游市政管网的排水压力，造成管径增大，增加工程造价。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——园林绿地

园林景观
问题



问题1:很多园林景观采用人造地形的障景法,为了营造局域的幽秘性和景观性,牺牲了绿地天然的调蓄雨水的功能,大到暴雨时,大量雨水汇集到园区路面,有的地方园区内雨水不但自行消解,甚至对外围的市政管网造成行洪排泄的压力。此做法大量增加土方量、大量园林植物以及景观设施,造成工程投资大大增加。

问题2:为了营造高大上的视觉效果,采用大面积石材铺装,使自然降雨无法下渗,并且造价较高;

问题3:园区道路采用高边石,雨水无法进入到绿地内。使地表径流汇集到园区道路上,下雨时既给游人出行带来了不便,亦增加了下游市政管网的排水压力,造成管径增大,增加工程造价。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.2存在问题——园林绿地

公园广场
问题



问题:公园广场大面积采用不透水硬化铺装，使本来可渗透的地表扣上了一层硬壳，增大地表径流，使雨水无法下渗，形成内涝积水点，同时也对周边市政管网增加了排水压力。大面积透水铺装本身就增加了工程投资，同时也增加了周边市政管网的工程建设费用。



海绵城市——建设目标及存在问题

NO.3明确工作重点：

海绵城市建设究竟要如何开展？我们针对未来海绵城市建设提出了几项工作重点：

A.本底调查，掌握情况。

①水资源评价②水生态分析③水环境调查④水安全评估⑤海绵城市建设现状分析

B.规划引领，合理布局。

C.建管结合，全过程覆盖。

D.技术标准支撑，科学指导建设。

国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见
国办发〔2015〕75号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

海绵城市是指通过加强城市规划建设管理，充分发挥建筑、道路和绿地、水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式。《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》（国发〔2013〕36号）和《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23号）印发以来，各有关方面积极贯彻新型城镇化和水安全战略有关要求，有序推进海绵城市建设试点，在有效防治城市内涝、保障城市生态安全等方面取得了积极成效。为加快推进海绵城市建设，修复城市水生态、涵养水资源，增强城市防涝能力，扩大公共产品有效投资，提高新型城镇化质量，促进人与自然和谐发展，经国务院同意，现提出以下意见：

一、总体要求

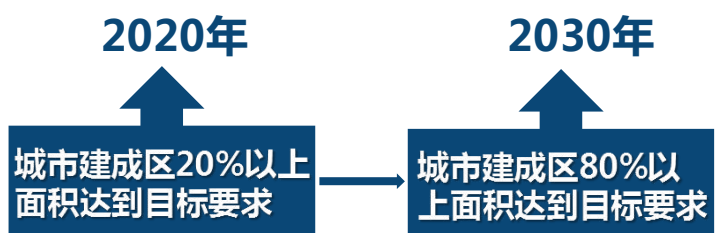
（一）工作目标。通过海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用。到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。

（二）基本原则。

坚持生态为本、自然循环。充分发挥山水林田湖等原始地形地貌

一、总体要求

（一）工作目标。通过海绵城市建设，综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用。到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。



（国家指标）

02

海绵城市——低成本建设，怎么干

简单不贵的硬技术

低成本建设—怎么干

旧城区改造—怎么干

城市道路建设—怎么干

城市公园建设—怎么干

黑臭水体治理—怎么干

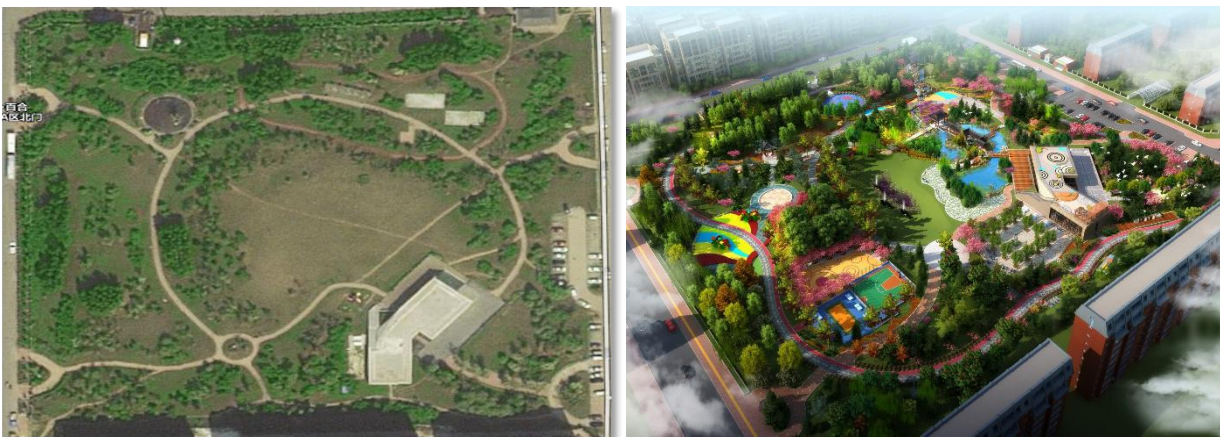


海绵城市——简单不贵的硬技术。

低成本建设

绿地公园：以劳谦公园为例，采用海绵城市技术，不但达到了雨水径流零外排，还以较低的造价，建设了受周边老百姓欢迎的海绵实用型公园。

①公园内铺装采用缝隙透水砖、植草砖及简单实用的透水铺装形式，不提高造价，还起到降低雨水径流的作用。②园林景观部分采用下沉式绿地配合雨水花园设计，减少土方填挖，降低造价，节约成本，还可控制增加雨水调蓄量。



劳谦公园建设前后对比图

市政道路、建筑小区：以往工程建设采用大面积沥青、混凝土铺装以及大理石铺装等工程化手段。海绵城市型工程建设，则采用更贴近自然现状的手段，采用下沉式绿地、雨水花园、缝隙透水砖、透水混凝土等技术，不但减少工程开挖量，又比大面积硬化铺装及高端景观降低工程投资，还可控制增加雨水调蓄量，涵养地下水资源。

接下来让我们简单介绍一下不同工程项目中，适用于北方寒带地区可采用的海绵城市建设技术。



海绵城市——低成本建设

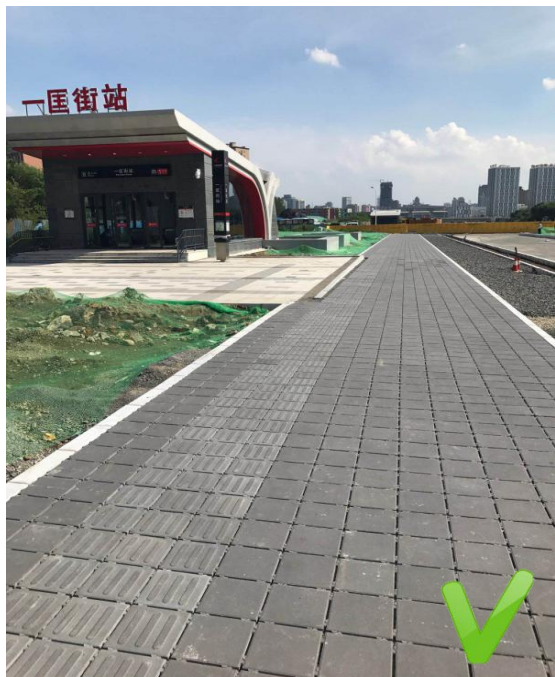
市政道路——怎么干

人行道



不应给我们的城市采用过多的不透水硬化铺装，而是要让其更接近于原始地表径流系数，使自然降雨能够渗透到地下，补充地下水，降低径流系数，减少径流量，减轻排水管网的压力。

缝隙透水砖铺装不但本身造价低廉，而且减少区域的径流系数，可减小市政管网的管径，从而减少工程造价。

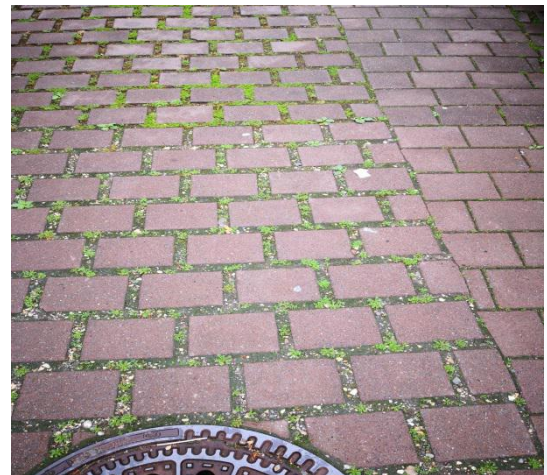
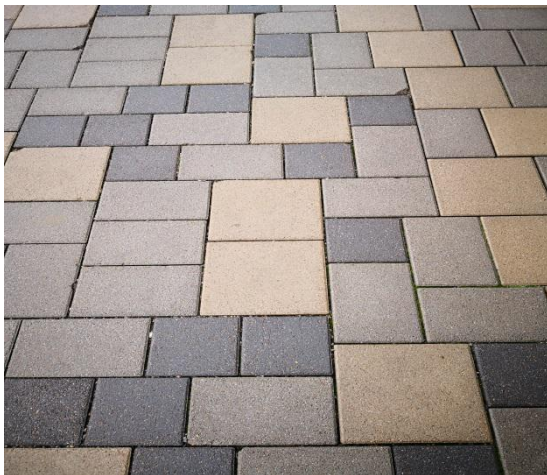




海绵城市——低成本建设

市政道路——怎么干

人行道
国外案例





海绵城市——低成本建设

NO.2存在问题——市政道路

绿化带

下凹式绿地 $\xrightarrow{\text{变}}$ 上凸式土堆



下沉式绿化带内标高应比道路标高低 10~25cm，并应设置开口立缘石，使车行道的雨水能够引导至下沉式绿化带，雨水净化后渗透到地下，超量雨水通过溢流式检查井溢流至排水管网内。





海绵城市——低成本建设

市政道路——怎么干

雨水花园
国外案例





海绵城市——低成本建设

NO.2存在问题——市政道路

透水铺装



由于海绵城市在北方地区属于起步阶段，应该**严格控制材料质量，施工阶段严格把控，检查阶段严格把守**。对不合格的材料及项目要有**整治的决心和力度**。





海绵城市——低成本建设

建筑小区——怎么干

老旧小区



改造前:某小区硬化铺装较多的同时，仅有的绿地采用高边石，无法收集周边雨水，且土壤下渗速率不够，大雨时超量雨水无法排出，加之后期维护管理不到位，内部花卉植物无法成活，野草丛生，全无景观可言。



改造后:绿地下土壤换填后，保证雨水下渗速率足够，避免积水。增加立缘石开口及碎石缓冲带，可把周边雨水引导至下沉式绿地内，通过碎石缓冲带净化后，再下渗补充地下水。

优点：改造成本较低

缓解小区内涝

净化初期雨水

补充地下水资源

降低径流系数，减小下游排水管

网压力



海绵城市——低成本建设

建筑小区——怎么干

绿化带



改造前:某小区硬化铺装较多的同时，仅有的绿地采用高边石，无法收集周边雨水，且土壤下渗速率不够，大雨时超量雨水无法排出，加之后期维护管理不到位，内部花卉植物无法成活，野草丛生，全无景观可言。

改造后:绿地下土壤换填后，保证雨水下渗速率足够，避免积水。增加了雨水花园，可调蓄更多的雨水。增加立缘石开口及碎石缓冲带，可把周边雨水引导至下沉式绿地内，通过碎石缓冲带净化后，再下渗补充地下水。超量雨水溢流至雨水花园。

优点：改造成本较低、缓解小区内涝
净化初期雨水、补充地下水资源
降低径流系数，减小下游排水管网压力



海绵城市——低成本建设

建筑小区——怎么干

雨水花园
洼塘案例



雨水花园、下沉绿地



洼地——渗渠系统



海绵城市——低成本建设

建筑小区——怎么干

绿化带
错误



错误做法:

某小区雨水花园降雨2天后效果，由于土壤渗透能力不足，缺少溢流排水系统。致使超量雨水无法外排，积水严重。



正确做法:

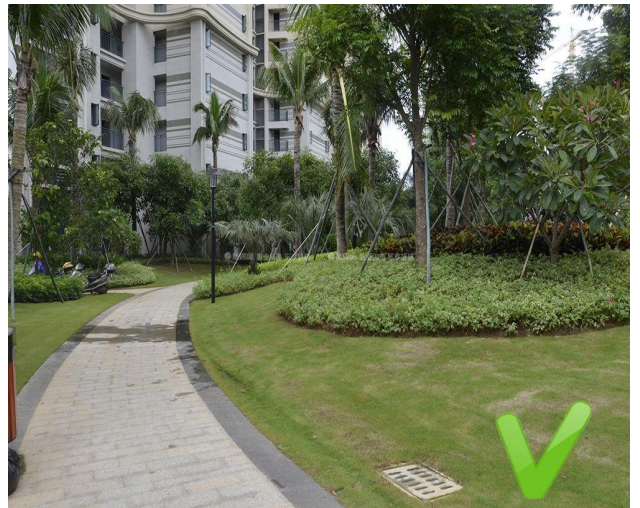
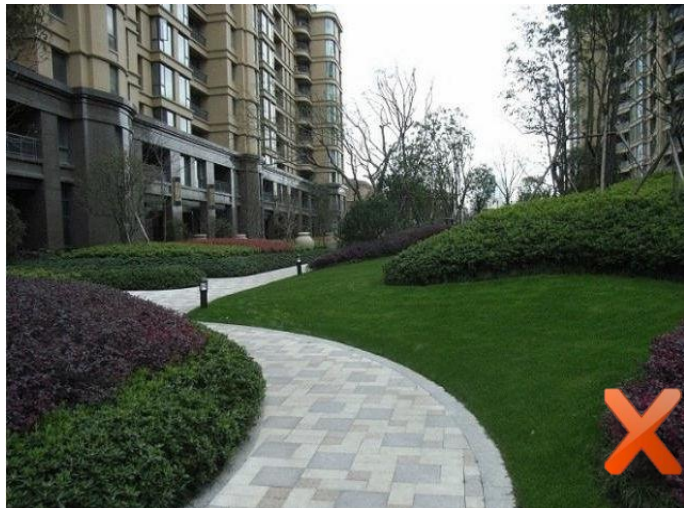
结合雨水花园入渗能力，超量雨水设置溢流外排雨水系统。确保暴雨期间，雨水正常排放。



海绵城市——低成本建设

建筑小区——怎么干

建筑小区



绿地尽可能的做成下沉式绿地，硬化铺装做成透水铺装。

优点：减小土方量，降低造价，增加透水铺装，使雨水下渗回补地下水；

增加雨水调蓄空间，调蓄容积不足的地方还可以增加雨水调蓄模块等；

缓解下游雨水管网压力，减少管网改造工程造价；

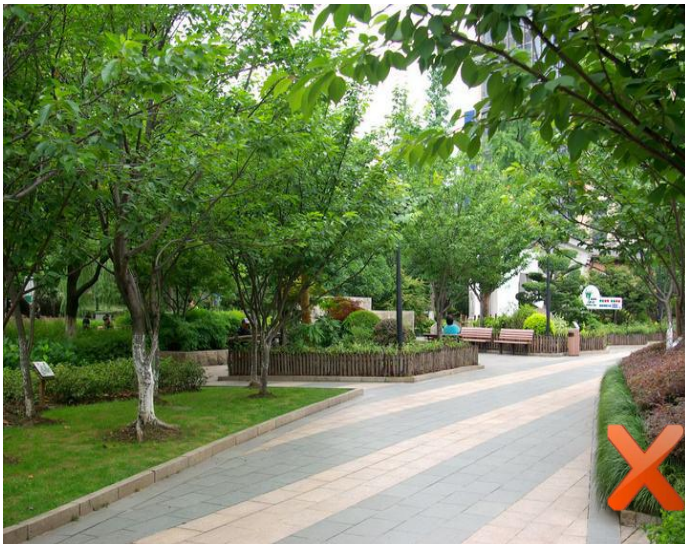
方便居民出行，小雨不湿鞋，大雨不积水。



海绵城市——低成本建设

园林绿地——怎么干

园林景观



取消高边石
增加下沉式绿地

问题:为了营造高大上的视觉效果，采用大面积石材铺装，使自然降雨无法下渗，并且造价较高；

园区道路采用高边石，雨水无法进入到绿地内。使地表径流汇集到园区道路上，下雨时既给游人出行带来了不便，亦增加了下游市政管网的排水压力，造成管径增大，增加工程造价。

应取消高边石或增加开口立缘石，把雨水引导至下沉式绿地内，硬化铺装尽量采用透水铺装结构。

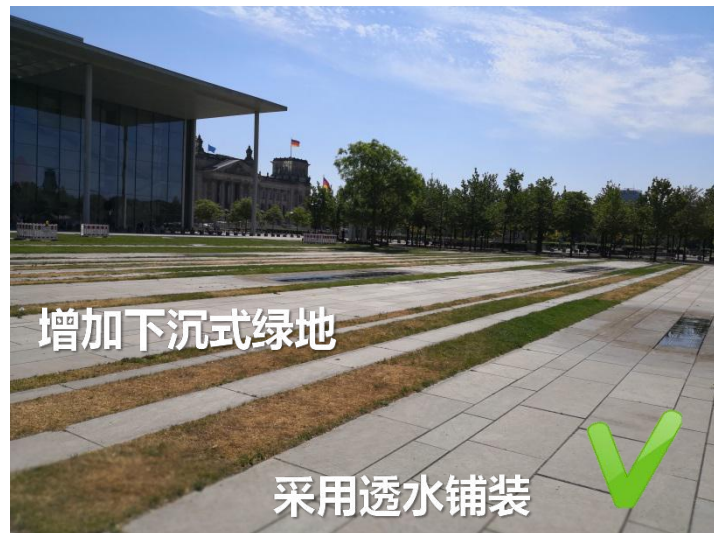


采用透水铺装



海绵城市——低成本建设

园林绿地——怎么干



增加下沉式绿地

采用透水铺装

问题:公园广场大面积采用不透水硬化铺装,使本来可渗透的地表扣上了一层硬壳,增大地表径流,使雨水无法下渗,形成内涝积水点,同时也对周边市政管网增加了排水压力。大面积透水铺装本身就增加了工程投资,同时也增加了周边市政管网的工程建设费用。

解决办法:增加下沉式绿地,增加雨水调蓄容积,减小地表径流;

硬化地面尽量采用透水铺装,使雨水下渗,回补地下水资源。

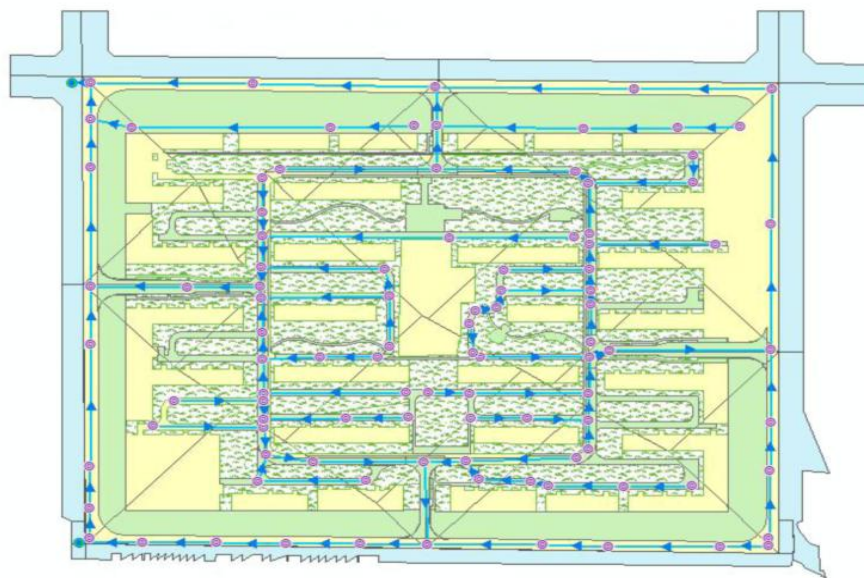
即减少了大面积石材铺装的建设造价,又间接减小了下游雨水管网的压力,减少管网建设资金。



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.1旧城区改造——低成本做法

采用模型模拟对改造方案进行评估



海绵城市设施平面布置图



总排放流量对比曲线图

根据模型模拟结果P=3，针对3年一遇的暴雨重现期，添加海绵设施后，小区总排放量削减80%。

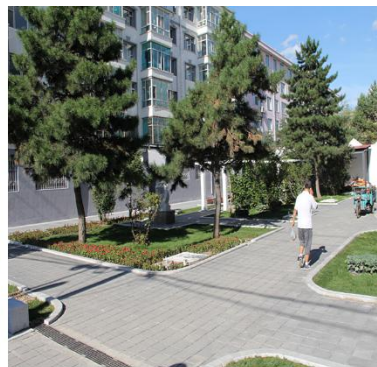
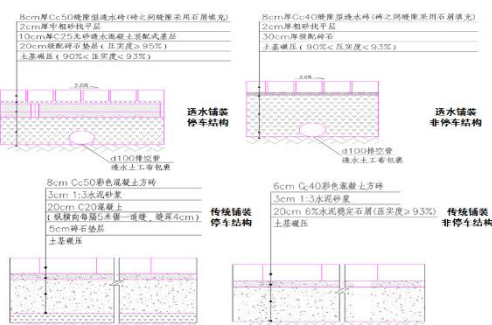
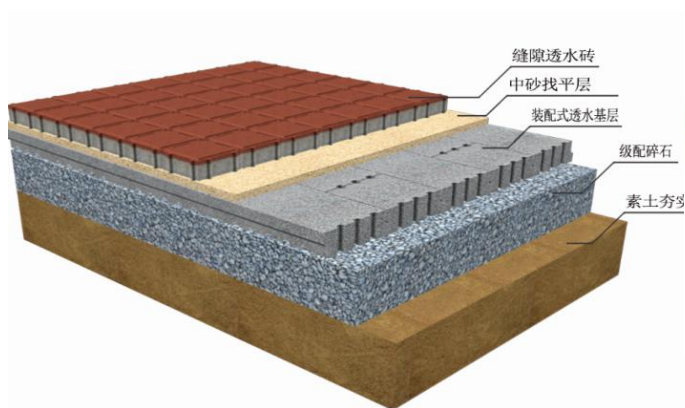


海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.1旧城区改造——低成本做法

A.透水铺装：

(1) 采用缝隙透水砖、植草砖这类价格与传统方砖基本一致的铺装形式，不提高造价，还起到降低雨水径流的作用。



下沉绿地+缝隙透水人行道+线性排水沟+碎石缓冲带



海绵城市——简单不贵的硬技术。

(2) 成本：人行道面层采用缝隙透水砖，基层采用透水混凝土或者级配碎石，这样的结构一般在150元—200元左右，与传统的人行道基本一致，低成本的实现了人行道透水。

铺装部分造价基本接近，有利于控制投资。

造价对比		
结构类型	有停车荷载结构	无停车荷载结构
缝隙透水砖结构	220元/m ²	140元/m ²
普通人行道结构	210元/m ²	130元/m ²

序号	种类	材料	砖型	单价(元/平方米)
1	常规透水方砖	陶瓷硅砂透水砖	200×100×40	290~315
2		陶瓷硅砂透水砖	200×100×60	390~415
3		复合型砂基透水砖	400×200×60	400
4		复合砂基透水砖	300×150×80	490
5		陶土砖	200×100×40	110~150
6	缝隙透水砖	结构缝隙型透水方砖(掺机制砂)	260×260×80	58
7		结构缝隙型透水方砖(掺石英砂)	260×260×80	60
8	常规不透水砖	常规方砖	200×200×80	55-60



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.1旧城区改造——低成本做法

B.需要增加色彩区域可以
采用透水混凝土，冻融循环在50次以上要求。这样的结构一般在200元左右，相比彩色沥青，艺术地坪喷涂价格还要便宜，并且能够很好的发挥透水功能。



吉林市透水混凝土应用效果，经历过冬季寒冷后效果显著



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.1旧城区改造——低成本做法

C.雨水花园及下沉绿地

①小区内大部分绿地，应低于道路或步道10cm以上，并且设置边石开口让雨水自然流淌到绿地内，自然入渗。②如果要增加入渗能力，还可以更换一些沙拌土。③在缺少雨水管线的小区设置一些渗透井或者调蓄雨水模块，增加雨水调蓄能力。



白城市百福小区建设现状，下沉绿地与缝隙透水铺装发挥很大作用，并且投资整体大幅降低。



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.1旧城区改造——模式

①80后、90后的人如今是职场里较有活力的群体；但80、90年代的房子，却着实已经有些老旧，急需维护改造来实现“逆生长”，大多已跟不上时代的发展。随着城市化进程的加快，配套设施不齐、违章搭建严重、停车位不足等问题日益凸显。目前全国都在开展旧改小区及棚户区等改造，在这样的项目中同步融入海绵城市建设理念，一同完成两个重要任务是最经济、最划算。与以往政府主导的改造方式相比，新的模式较大的特点在于强调了居民的作用——谁受益谁出资的原则和业委会居民自治管理。

②探索居民、市场、政府多方共同筹措资金机制，按照“谁受益、谁出资”采取居民、原产权单位出资政府补贴的方式实施旧城改造。充分运用“共同缔造”理念，激发群众热情，调动小区相关单位的积极性，共同参与老旧小区改造，解决旧城改造资金紧张，同时还可以给居民建设更高品质的生活环境，实行决策共谋，发展共建，建设共管，效果共评，成果共享。

③居民部分出资可以提高园区生活品质，同时居民也扮演着“社区工程师”的职责监督工程。成立社区管理委员会，长期保持园区有机管理，避免建设完之后居民不懂珍惜，造成改造后缺乏管理，几年之后变得脏乱差。

④雨污分流、合理增设停车位、采取人车分流.....这些都是各地老旧小区普遍进行的改造内容。现在，老旧小区改造有一个拓展选项，即海绵小区整体设计改造。比如下凹式绿地、透水路面和停车场渗水等设计，它们可以很好的沟通地下水与地表水，加大了城市对水资源的调节作用。

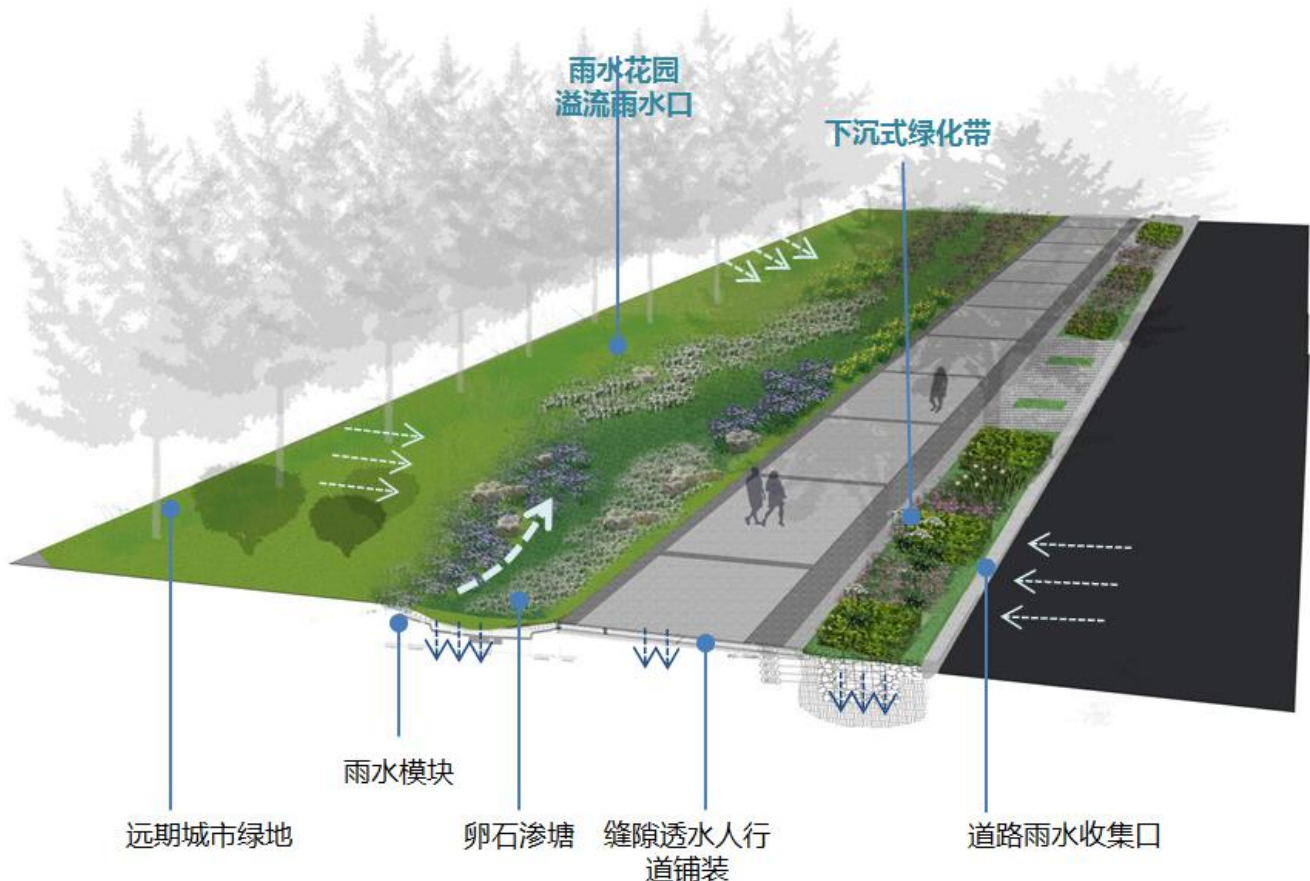


海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.2城市道路建设

典型工艺：车行道设置开口立缘石，引导雨水汇流至绿化带；土层含水饱和后水位上升，超量雨水溢流排入下游雨水管道系统。达到涵养地下水，雨水尽可能的补充地下水的目的。

以简而有效、贴近自然的方式建设市政道路工程，即解决了内涝问题，涵养地下水，又节约了工程造价。

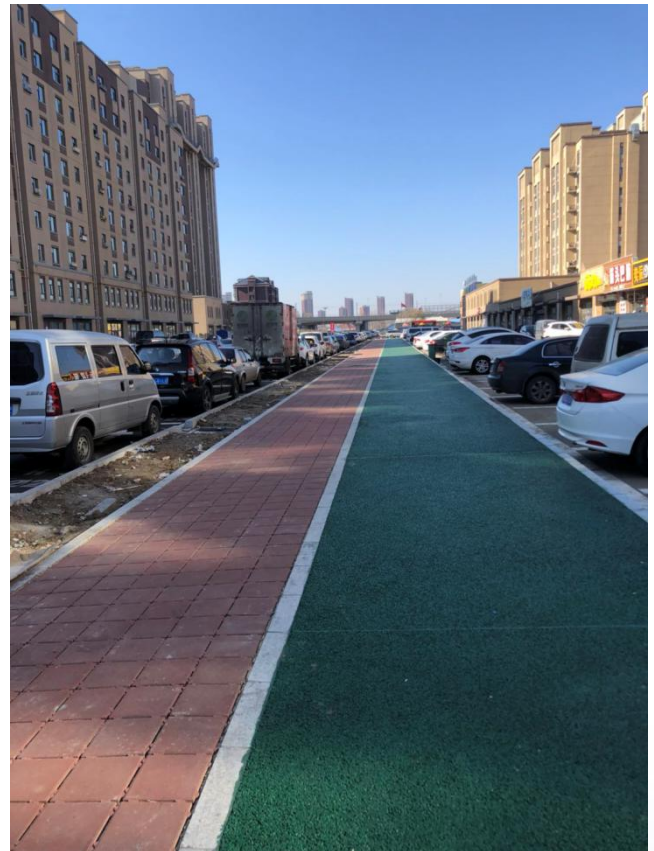




海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.2城市道路建设

还可把普通绿化带改为下沉式绿化带，以及在路侧位置加设雨水花园；路面的雨水通过机动车道路侧的立缘石开口，引导雨水汇流至下沉式绿化带及雨水花园中进行下渗调蓄。人行道采用缝隙透水人行道、非机动车道采用彩色透水混凝土或透水沥青。整体造价并没有大幅增加，但是功能及美观性大大提升。



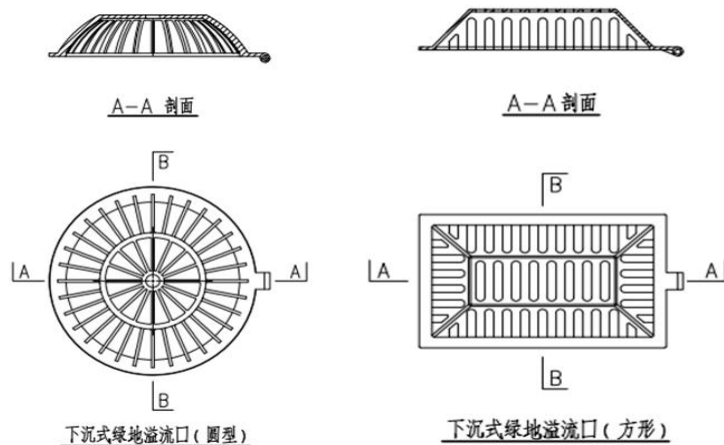
透水非机动车道、缝隙透水砖铺装、下沉式绿化带实际工程图



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.2城市道路建设

在下沉式绿化带及雨水花园下增设雨水调蓄模块，超量的雨水通过溢流式收水口，溢流至市政管网中，收水口中还可通过增加一个简单的拦污过滤篮，即可达到消除一定的污染物作用，且方便环卫工人清掏。



溢流式雨水井，提高雨水排放流速达到40-50升/秒。提升排水能力，但造价并不增加



在原有雨水口上设置带有截污功能的设施，如截污挂篮、截污布袋、截污桶等，有效去除25%左右的污染物。



海绵城市——简单不贵的硬技术。

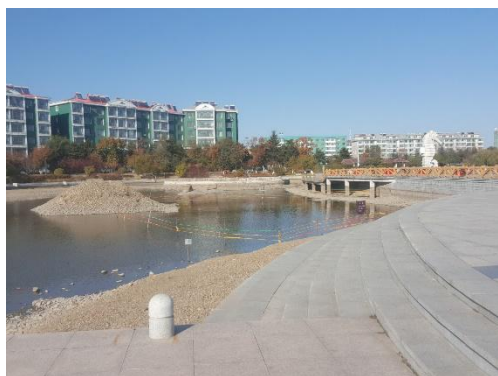
NO.3城市公园建设

A.传统的公园绿地规划方式面临的问题

(1) “大水面、大广场”思想陈旧。在我国城市公园绿地建设中，过度追求大水面、大广场的现象屡见不鲜。这些城市绿地与“海绵城市”建设的基本理念背道而驰，使城市失去透水性下垫面功能。

(2) “重排轻蓄”的“伪生态”思想.在我国绿地管理中，“重排轻蓄”现象较为严重。传统的城市排水方式不注重绿地与水系连通性，采用“快收快排”模式，依靠管渠、泵站等设施，追求“快速排出”和“末端集中”控制，却忽视了绿地在排水中前端削峰减流、错峰调蓄、控制径流污染的重要作用。

(3) 忽视水资源利用.城市绿地公园不仅没有成为城市生态系统中的“生产者”，反而因为需要人工灌溉而形成了高耗水、高耗能的“水资源消费者”。这种绿地建设模式对城市水资源、土地资源、人力物力及投资财力等造成一定程度上的浪费。



传统大面积不透水铺装广场



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.3城市公园建设

B.公园绿地“海绵化”改造具体方式

根据城市绿地分类标准，可以分为综合公园、居住区公园（雨水花园）、带状公园、街旁绿地，对不同的绿地类型进行海绵化改造的方式大体相似，只是在细节上略有差异。

（1）综合公园

广场可采用仿石材缝隙透水混凝土砖铺装，并结合透水混凝土等透水铺装。



其他形式透水铺装做法

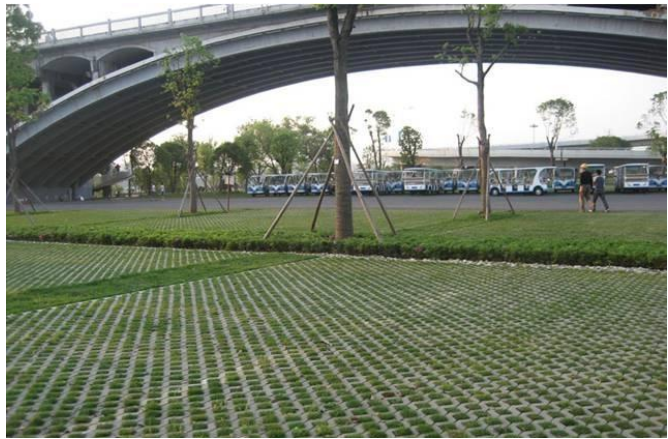




海绵城市——简单不贵的硬技术。

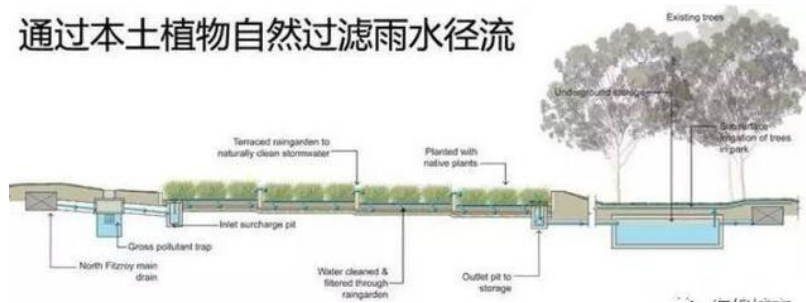
NO.3城市公园建设

植草砖透水停车场

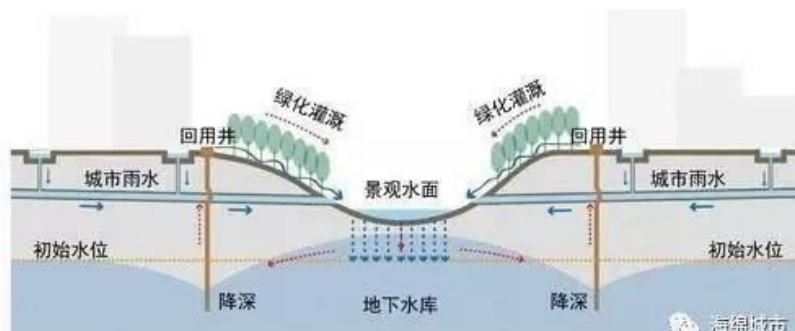


建立海绵化排水净化系统，利用自然湿地及乡土水生和湿生植物群落构建水质净化-蓄滞水-地下水回补多级多功能湿地系统。

通过本土植物自然过滤雨水径流



地下水回补是采用人工措施将地表水或其他水源的水注入地下以补充地下水。





海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.3城市公园建设

地下水回补示意图

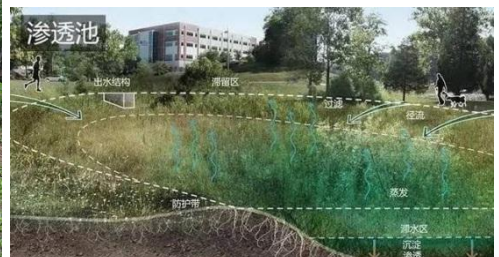
改善天然水体循环、用生态滤池净化初期雨水，保障水质



生态排水沟



生态滤池
(渗透池)



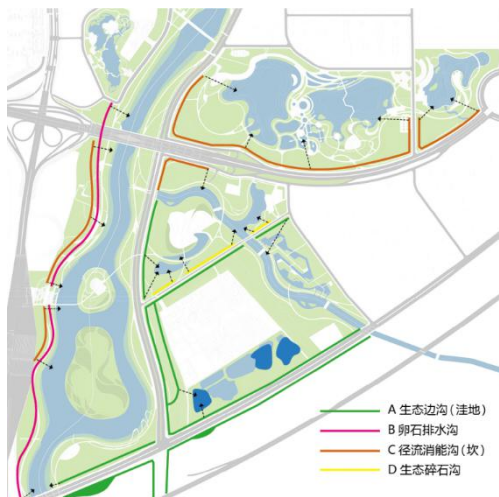


海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.3城市公园建设

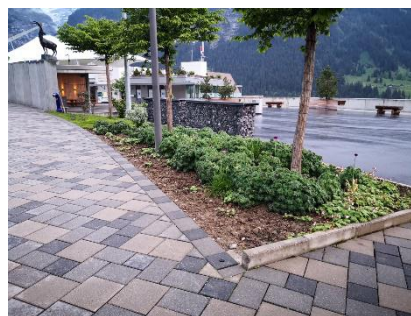
(2) 带状公园

将河流湖体与池塘连成生态廊道



(3) 居住区公园/雨水花园

构建雨水花园





海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.3城市公园建设

(4)街旁绿地

构造小型生物滞留设施



如利用彩色树皮覆盖物和彩色透水混凝土营造景观艺术空间，调节塘形成湿地景观，人工蓄水模块结合儿童游乐沙滩收集调蓄园区雨水，以及植草沟、碎石边沟和水质净化设施等，综合各种海绵城市措施使区域内雨水实现就地净化和消纳，实现雨水径流总量控制目标。**这样的做法比传统园林养护要便宜的多！**



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.4黑臭水治理

清水绿岸、鱼翔浅底这是黑臭水体治理的终极目标！~实现这一目标要紧密结合海绵城市建设，做好源截污与内源污染基础上加强生态修复,坚决对污染亮剑。



治理思路：

《城市黑臭水体治理攻坚战实施方案》明确了系统治理思路：一是控源截污、二是内源治理、三是生态修复、四是活水保质。需坚决反对如加药，调水冲污，等治标不治本的应急措施，尤其需坚决反对应用对水体生态系统具有破坏性的饮鸩止渴型应急措施。

截污控源：雨污分流是基础，将污水截流到污水处理厂净化至关重要，污水不能进河！

A.截污控源：

雨污分流是基础，将污水截流到污水处理厂净化至关重要，污水不能进河！





海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.4黑臭水治理

B.清淤疏浚：

底泥是水环境的重要组成部分。黑臭水体治理既要削减外部污染源，也要做好底泥治理，控制内源污染，才能保障黑臭水体整治效果。



黑臭河道底泥中的主要存在物质包括：入河污染物、着生藻类、微生物、底栖动物等。



海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.4黑臭水治理

C.生态岸线：

对于河岸绿化、岸线改造、河底改造等治理，应注重自然化、生态化，并应充分考虑河岸绿化、岸线改造与水生态系统修复、生物生存环境恢复的相关性，考虑岸上生态与水体生态的相关性，系统性考虑对生态护坡、生态石笼自然岸线恢复技术、河底生物膜恢复技术等的设计与利用，同时需从海绵城市建设角度，综合考虑城市排洪排涝与防洪生态蓄水等问题。



恢复生态岸线

生态浮床曝气等技术





海绵城市——简单不贵的硬技术。

NO.4黑臭水治理

D.活水保质：

构建水生态环境，需要加强水体生态修复、恢复和增强水体自净能力、营造生物生存环境，是系统性工程，并非仅仅种种水生植物与投放鱼苗，需要综合考虑，科学、系统设计。黑臭水体在控源截污后，其生态补水水源中城市污水处理厂再生水、雨水将占很大比重，同时雨水是最有效地补充水源，而且最经济！~~想办法将干净的雨水引导至自然水体，增加补充水源。



03

海绵城市——他山之石

海绵城市国内外建设案例

海绵城市建设省内案例



海绵城市——建设战果

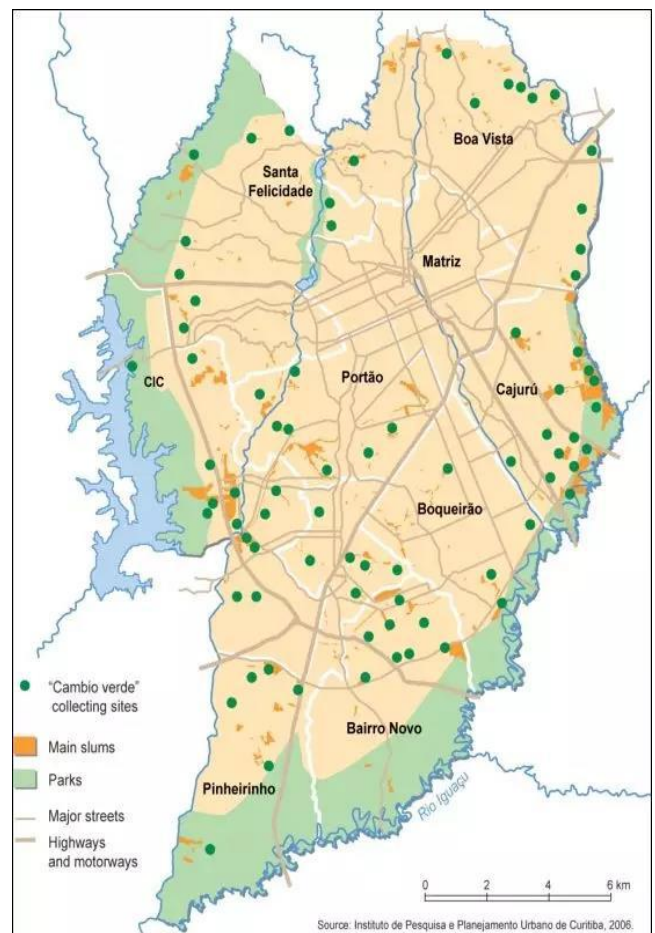
NO.1国外案例——巴西库里蒂巴。

“海绵城市”就是换个角度来看海。

库里提巴大都市区位于伊瓜苏河上游，处于一个天然泛滥平原，历史上就有水患。且城市压力加剧了洪灾平原的非法开发，老旧的城市市政工程增加了排水障碍，治水迫在眉睫。

勒纳市长可能从中国哲学思想中获得了灵感，何不“道法自然”呢？**就让水自在地流呗，索性做成公园让市民来看水……他决定采取一种非正统的解决方案：政府出钱购买洪泛区并建设湿地公园。**

政府动员居住在洪泛区的人口迁置到其他地区，并开挖人工渠来增加河道容量，现在整个大库里蒂巴都市区的洪泛区都成了湿地公园，海绵城市基本成型。



河道沿岸的绿色部分均为湿地公园



海绵城市——建设战果

NO.1国外案例——巴西库里蒂巴。



某河岸湿地公园一角

洪水转入公园的人工渠和人工湖，洪水泛滥解决了，也保护了谷底和河岸，还为成千上万的市民提供了美学和娱乐空间，可谓一举多得多得。目前库市共有28个公园，人均绿地面积52平米，是联合国推荐标准的4倍。北京的人均绿地面积是16.2平方米……嗯，这就是差距。

反观国内城市，“逢雨必涝”的不在少数。武汉每年雨季都有城市内涝，环湖开发的湖景房出门就能“看海”。2016年7月，武汉江夏大道被淹，与汤逊湖连为一体，居民不得不坐船回家。



海绵城市——建设战果

NO.2长春市劳谦公园。

结合旧城改造打造长春市第一座海绵城市公园劳谦公园，占地面积3.7公顷，综合了“渗、滞、蓄、净、用、排”等技术措施，采用了多种形态的透水铺装形式，雨水花园、调蓄净化设施、下沉式绿地等系列技术，使原本废弃的公园面貌焕然一新，并且能很好的起到缓解内涝的作用。



具有雨水渗透能力的长白山火山岩作为铺装



采用废弃的木材作+碎石作为园区甬道铺装



海绵城市——建设战果

NO.2长春市劳谦公园。



利用废旧轨道配以碎石
作为铺装。



石墩配合树皮覆盖
物作为甬道



园区内水系循环，水中增加曝气
设施，提高园区水体水质。

利用各种废弃设施所做的海绵城市铺装，这么美，还少花钱！



海绵城市——建设战果

NO.2长春市劳谦公园。



透水混凝土下沉广场



缝隙透水人行道+碎石缓冲带+超量
雨水排空管

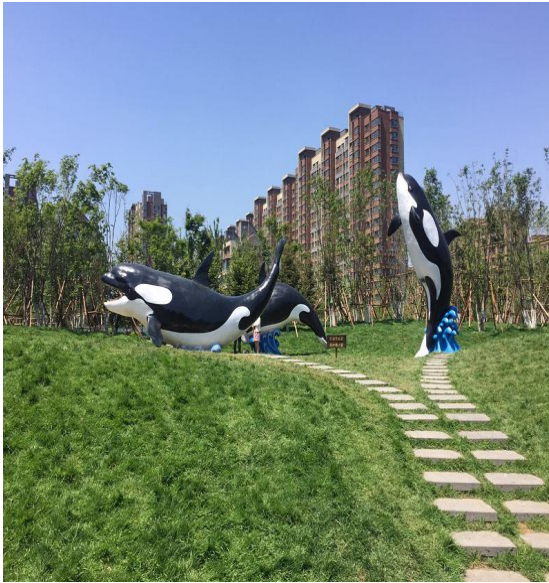


采用美国常用的树皮材料作为覆
盖物铺装，增加雨水入渗饱和能力。



海绵城市——建设战果

NO.2长春市劳谦公园。



利用水系弯道，减缓雨水循环流速，配以碎石等进行过滤。

园区内低洼点建地埋式雨水调蓄池，作为绿地喷洒及喷泉用水补充。

水池内采用圆筒介质过滤设施，对补充雨水进行净化后作为补充水源。



海绵城市——建设战果

NO.3 高压走廊下的雨水花园

北海公园II期，本项目位于长春市经济开发区，占地面积约22万平方米，年径流总量控制率90%。



园区以中心广场日晷为轴线，按照二十四节气分布景观布置，园区透水铺装40%以上，裸土覆盖率100%，采用树皮覆盖物和乡土树种草植为主，整体造价4200多万，运营成本降低30%。



海绵城市——建设战果

NO.3 高压走廊下的雨水花园



园区以透水混凝土、缝隙透水人行道为主，边沟以碎石边沟、植草沟为主内设置软式排空管道接入园区内调蓄雨水模块或人造水系内。



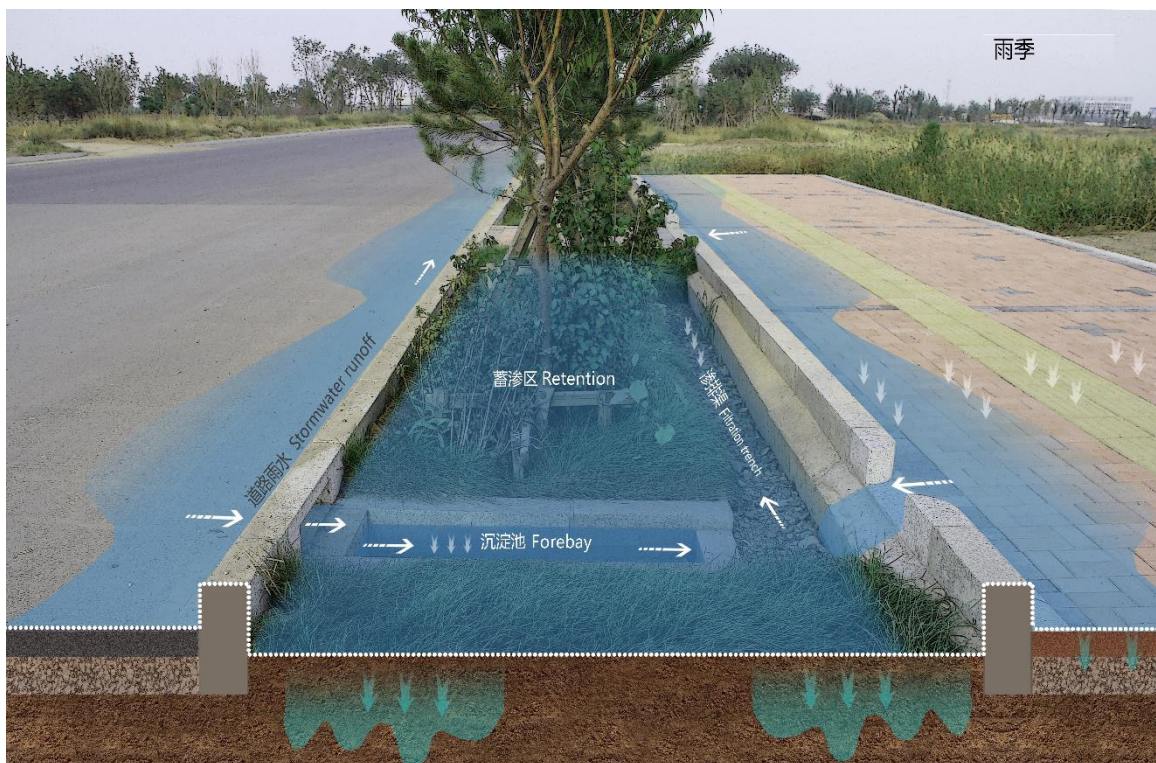
北海公园II期，人工雨水调节塘，将园区内雨水引入人造水系内，减少雨水径流对周边市政道路影响。控制在10%以内的超量雨水溢流进入仙台大街雨水管线。



海绵城市——建设战果

NO.4白城市海绵城市道路建设。

为解决北方道路融雪剂和冻融技术难题，白城市创新研发了道路雨水与含融雪剂融雪径流生态处理与抗冻融透水铺装集成技术。实现了道路融雪径流和初期雨水的优先渗滤净化与排放，并选择适合本地生长的抗碱性强的植物，解决了融雪剂侵害植物的问题。采用“面层透水砖/缝隙透水+变形缝、基层导排水”做法，解决了高纬度、高寒地区透水铺装冻胀破损问题。



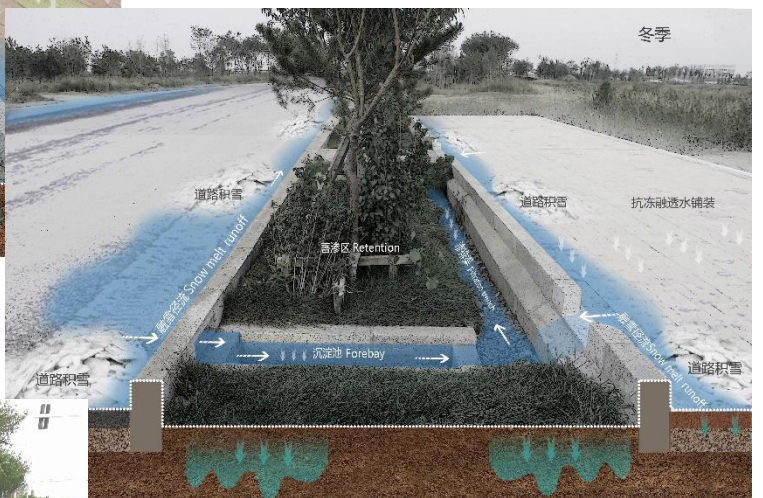
大雨运行工况示意图



海绵城市——建设战果



小雨运行工况示意图



冬季降雪运行工况示意图



工程实景图



抗冻融透水铺装与融雪剂自动渗滤弃流原理图



海绵城市——建设战果

NO.5白城市海绵城市 建筑小区源头减排：“雨水花园+渗井”组合做法。

白城市本底地质条件非常利于自然下渗，2m以内表层土壤渗透系数0.4~0.6m/d，2m以下为砂砾。白城市海绵城市建设紧抓源头减排，突出源头雨水生态滞渗，充分回补地下水并缓解市政排水压力。

因此，白城市借鉴国内外经验及当地早年间在古宅内做渗井的经验，推行源头“雨水花园+渗井”技术做法，有利于提高源头设施径流体积控制能力，对降低设施堵塞和蚊蝇滋生风险效果显著，极具推广应用价值。



雨水花园渗井做法



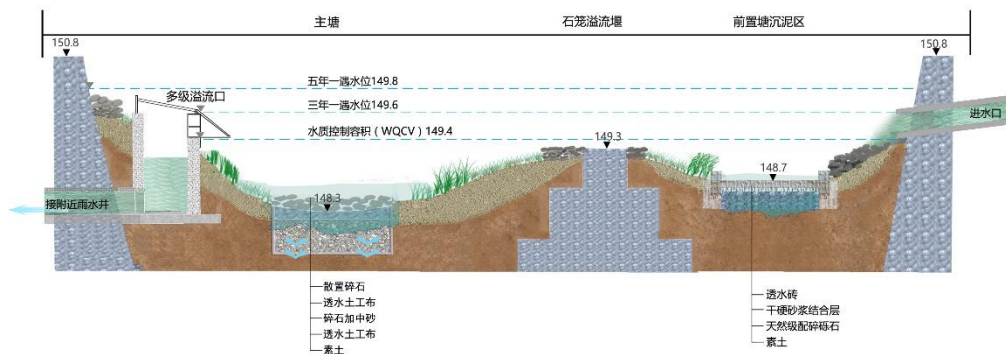
雨水花园渗井实景图



海绵城市——建设战果

NO.5白城市海绵城市 街头公园延时调节塘“峰值与污染”双管齐下。

白城市为有效解决低洼桥区积水难题，国内首次创新应用“延时调节”技术，通过“多级溢流排水口”的精细化水文水力设计，实现5年一遇峰值和径流污染综合控制，工程取得了显著成效。



延时调节塘控峰截污原理图



延时调节塘实景图



海绵城市——建设战果

NO.6白城市海绵城市 源头减排设施如何在设计中考虑运行维护。

源头绿色雨水设施量大、易堵，后期运行维护是难题。为解决该问题，白城市从设计入手，强化预处理、清淤、植物配置、结构设计及本地化材料应用，大大降低了堵塞风险和维护频率及难度。



道路生物滞留带前池做法1



道路生物滞留带前池做法2



道路生物滞留带碎石铺底清淤区做法



道路生物滞留带前池做法3



海绵城市——建设战果



人工湿地前置塘预沉淀区做法



建筑小区雨水花园碎石铺底沉淀
及清淤区做法



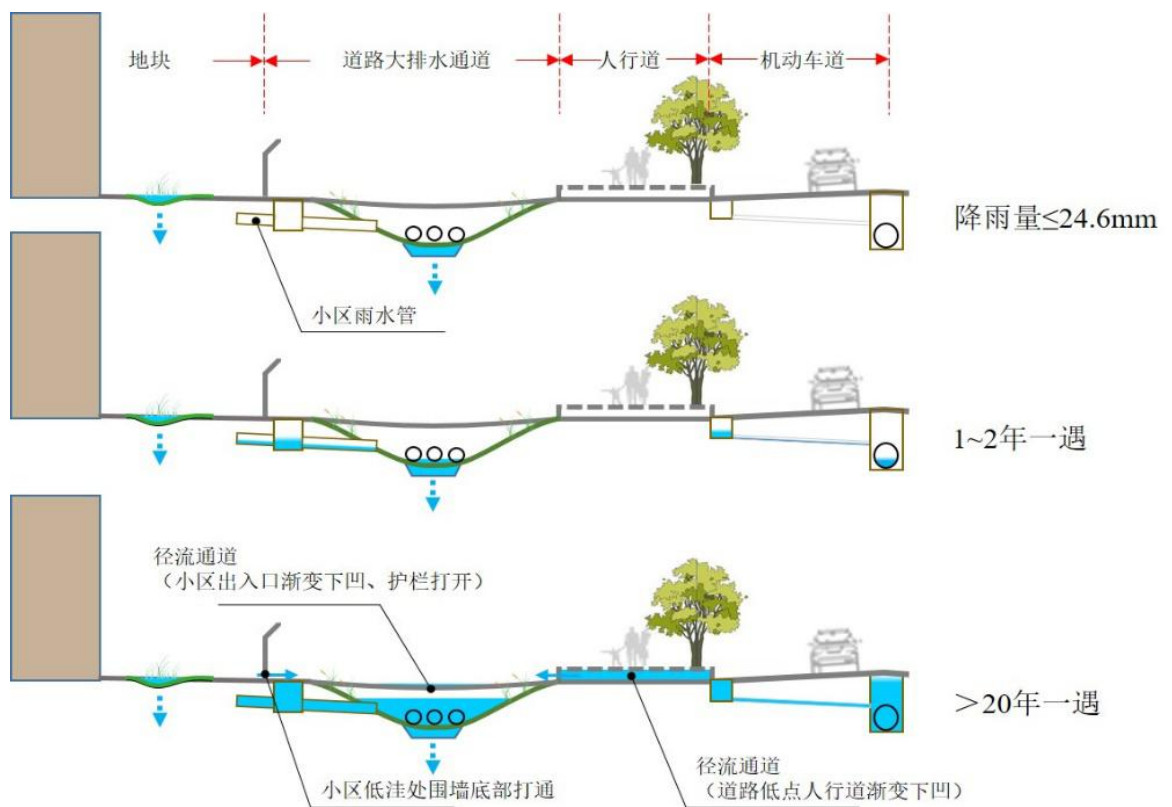
停车场雨水花园碎石缓冲区做法



海绵城市——建设战果

NO.6白城市海绵城市 道路建设生态沟渠径流行泄通道 “景观与防涝” 一举两得

解决内涝难题，排涝除险体系构建是关键，白城市强调“蓄排结合”，优先采用绿色设施，在调蓄水体建设的基础上，构建道路径流行泄通道，有效应对周边0.71平方公里范围内、20年一遇暴雨形成的径流峰值流量，对中小降雨径流，也可进行充分过滤净化后汇入规划一河。该系统不仅提升了周边防灾减灾能力，而且美化了环境，创造了舒适的生活空间。





海绵城市——建设战果



纵十三路生态沟渠径流行泄通道（地块雨水排水口断接后接入生态沟渠）



纵十三路生态沟渠径流行泄通道（道路低点人行道路设置径流通道与生态沟渠连接）