



# 山地海绵城市建设实践及其 发展策略探讨

雷晓玲/教授

重庆市科学技术研究院 低碳与生态环保中心 负责人

二〇二〇年八月

# 目 录

- 一、海绵城市建设与气候变化的关系
- 二、海绵城市建设必要性
- 三、重庆市海绵城市建设的基本特征
- 四、山地海绵城市建设难点
- 五、山地海绵城市建设发展对策

# 第一部分

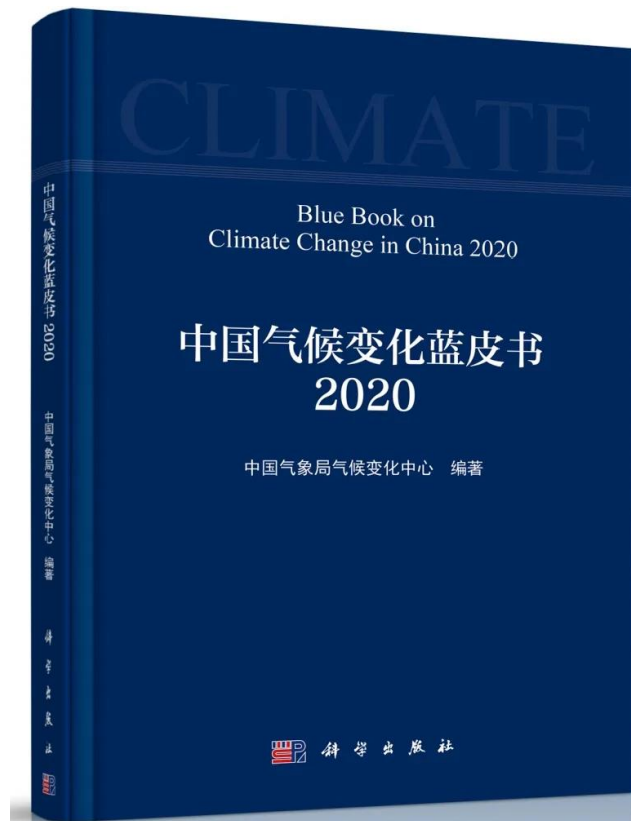
## 海绵城市建设与气候变化的关系



# 1.1 气候变化趋势

2020年8月24日，中国气象局气候变化中心发布  
《中国气候变化蓝皮书（2020）》，监测结果指出：

- 全球变暖趋势在**持续**。
- 中国是全球气候变化的**敏感区和影响显著区**，**气候极端性增强**，降水变化区域差异明显、**暴雨日数增多**。
- 我国生态气候总体趋好，区域生态环境**不稳定性加大**。





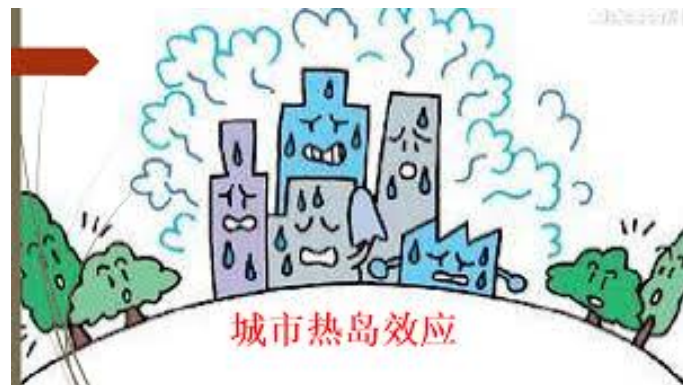
## 1.2 气候变化影响

- 高强特大暴雨、飓风台风等极端气候频现，城市内涝频发，城市基础设施面临挑战。
- 气候暖干化导致城市群水资源供给保障能力不断下降，加剧社会和城市的脆弱性。

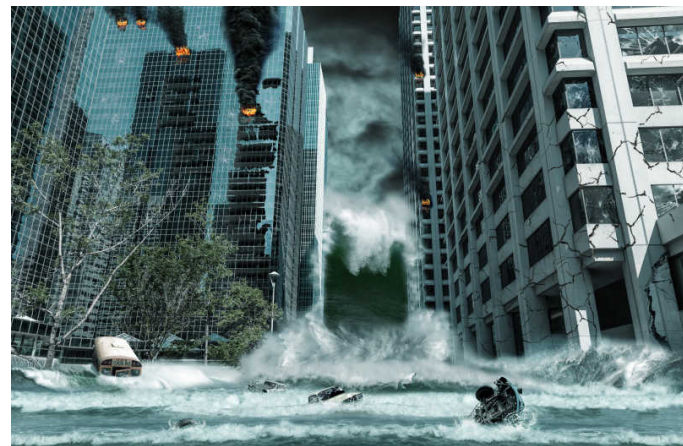


## 1.2 气候变化影响

- 城市热岛效应增强，极端高温及蚊虫繁殖传播疾病等事件风险增加，威胁居民健康。



- 海平面上升、风暴潮加剧，对沿海、沿江、地质不稳定带的城市群安全构成严重威胁。



# 1.3 气候变化应对策略

“减缓”和“适应”是应对气候变化的两大对策，相辅相成，缺一不可。

- **“减缓”** 是以减少温室气体排放为主要行动的应对气候变化对策。
- **“适应”** 是调整自然系统和人类系统以应对实际发生的或预估的气候变化和影响，其本质是行为调整，核心是趋利避害。



# 1.4 海绵城市建设适应气候变化

- 海绵城市可解决雨水的“量和质”的问题，做到合理的渗、滞、蓄、净、用、排。
- 海绵城市建设是城市发展理念和建设方式转型的重要途径之一。
- 2013年，我国在华沙气候大会上正式发布《国家适应气候变化战略》，并在城市层面提出建设“海绵城市”，提高国家适应气候变化综合能力。



# 第二部分

## 海绵城市建设必要性

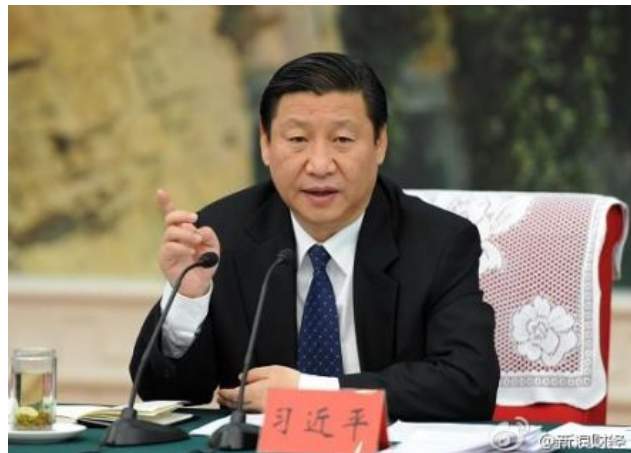




## 2.1 政府层面的要求

### 国家政策支持

2013年12月12日，习近平总书记在中央城镇化工作会议上的讲话：建设**自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市**。



1. 将70%的降雨就地消纳和利用；
2. 到2020年，城市建成区20%以上的面积要达到海绵城市目标要求；
3. 到2030年，城市建成区80%以上的面积要达到目标要求。

## 2.1 政府层面的要求

### 国家资金支持



# 中华人民共和国住房和城乡建设部

Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China (MOHURD)

www.mohurd.gov.cn

2016年1月25日 星期一



检 索



工作邮箱：用户名

密码

登录

设为首页

收藏本站

您现在的位置：首页>政策发布

住房城乡建设部 国家开发银行关于推进开发性金融支持海绵城市建设的通知

建城[2015]208号

住房城乡建设部 中国农业发展银行关于推进政策性金融支持海绵城市建设的通知

建城[2015]240号

## 2.1 政府层面的要求

### 地方政府支持

**重庆市城乡建设委员会**牵头负责统筹推进重庆市海绵城市建设、黑臭水体整治以及内涝防治工作。

#### 管理层面

委托**重庆市城市管线综合管理事务中心**统筹开展海绵城市建设相关工作

#### 技术层面

成立**重庆市海绵城市建设工程技术研究中心**，辅助建委开展政策研究、标准编制、课题研究等工作。



## 2.2 实际情况的需要

### 高速城镇化带来突出环境问题

#### 水灾害频现

汇流时间缩短  
峰值流量增大



#### 水环境恶化

径流污染严重  
面源控制较难



#### 水资源短缺

雨水资源流失  
地下水位降低



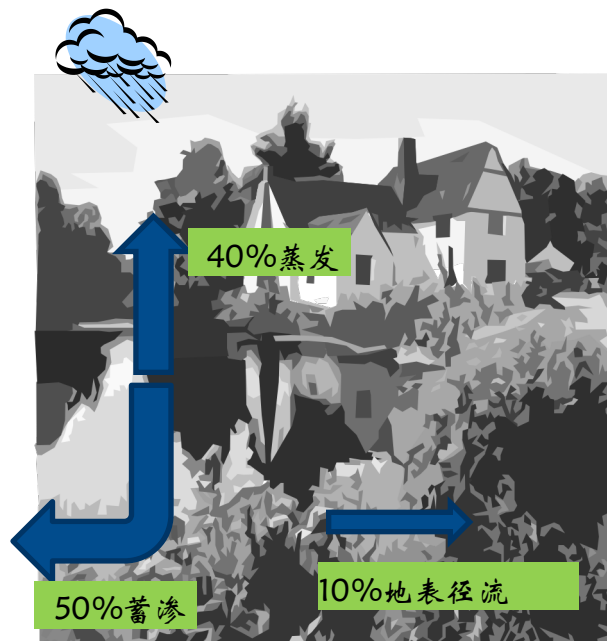
#### 气候环境变化

城市热岛效应强烈  
城市内涝原因之一

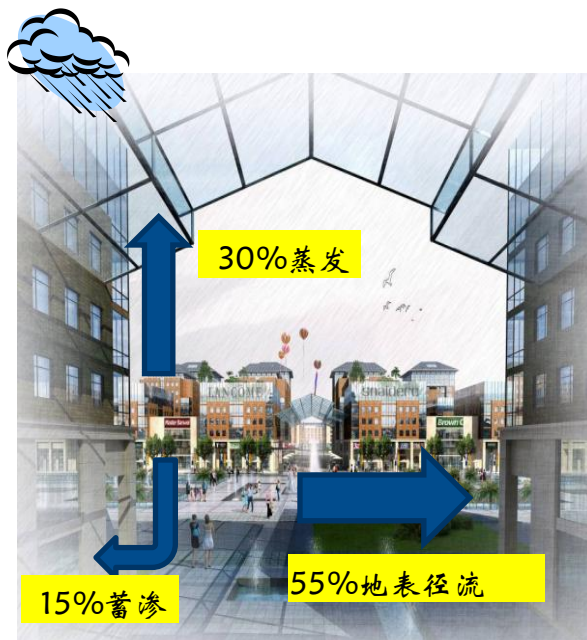


## 2.2 实际情况的需要

### 高速城镇化带来突出环境问题



城镇化之前



城镇化之后



海绵城市

## 2.2实际情况的需要

### 重庆遭遇建国以来第二大的洪水过境

2020年8月20日，重庆历史上罕见的**特大洪水**洪峰通过中心城区。上游地区降雨不断、前一轮洪峰过境“余热未消”、两江洪水相互顶托。本轮洪水过境重庆，水量大、持续久、维持高水位时间长。

利用楼顶花园、湿地公园、可渗透路面和地下储水设施，相关计划最终将吸收或重新利用落到中国4/5城区用地上的70%降水。悦来新城是中央政府批准的（海绵城市）试点之一。**位于嘉陵江畔的悦来新城，几乎看不到洪水泛滥的迹象。**对于建在两大河流交汇处的重庆来说，这是个好兆头。需要采取一种更绿色的（防洪）策略，但改变地方层面上根深蒂固的长期做法并非易事。**“海绵城市”**计划正赋予中国的城市化一些规则和限制。





# 第三部分

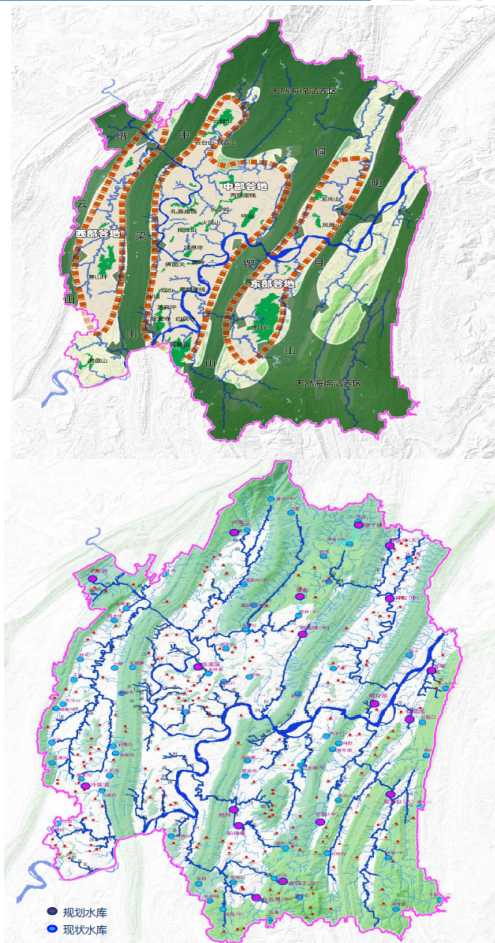
## 重庆市海绵城市建设的基本特征



# 3.1 典型山地城市——重庆

## 典型山水城市

- 主城区山体、林地、水系、湖库总面积约**2471平方公里**，约占主城区面积的**50%**。
- **40座**城中山体、**2000余个**各类公园遍布主城区内，绿地率达**38.79%**、绿化覆盖率达**42.50%**。主城区内**次级河流40条**、**二三级支流2000余条**，水系发达、纵横交错。
- 主城区内小II型以上**水库212座**。其中，现状190座、规划22座。
- 主城区内布置**16座湿地公园**。其中，现状3座，规划13座。



## 3.2 山地城市典型特征

### 山地城市自然特征

#### ➤ 典型山地丘陵地貌

地貌以**丘陵、低山**为主。大于7度的坡地占总面积的88%，**径流流速快，地貌侵蚀强烈。**

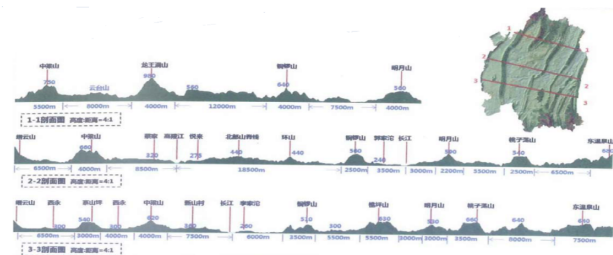
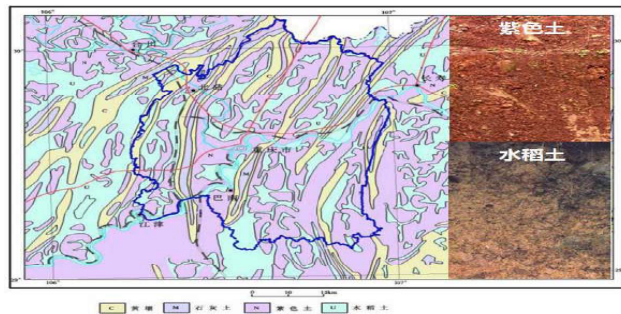
#### ➤ 表土层浅薄

重庆土壤类型以**紫色土、水稻土**为主。表土层浅薄，**紫色土平均厚度18.5-23厘米，水稻土平均厚度17.9-19.9厘米。**

#### ➤ 降雨充沛、多大雨、雨型急促

年平均降水量**1125mm**。大雨及暴雨降水量贡献率大，约占年降雨量的**40%以上**。雨峰靠前、雨型急促、降雨历时短、短时形成暴雨或强降雨，易形成洪涝灾害。

| 序号 | 坡度     | 面积 (平方公里) | 比例 (%) |
|----|--------|-----------|--------|
| 1  | <7°    | 674.31    | 12.32  |
| 2  | 7-15°  | 2685.30   | 49.07  |
| 3  | 15-25° | 1579.93   | 28.87  |
| 4  | 25-35° | 381.59    | 6.97   |
| 5  | >35°   | 151.87    | 2.77   |
| 合计 |        | 5473      | 100    |



## 3.2 山地城市典型特征

### 山地城市城市建设特征

#### ➤ 用地紧张，道路断面小

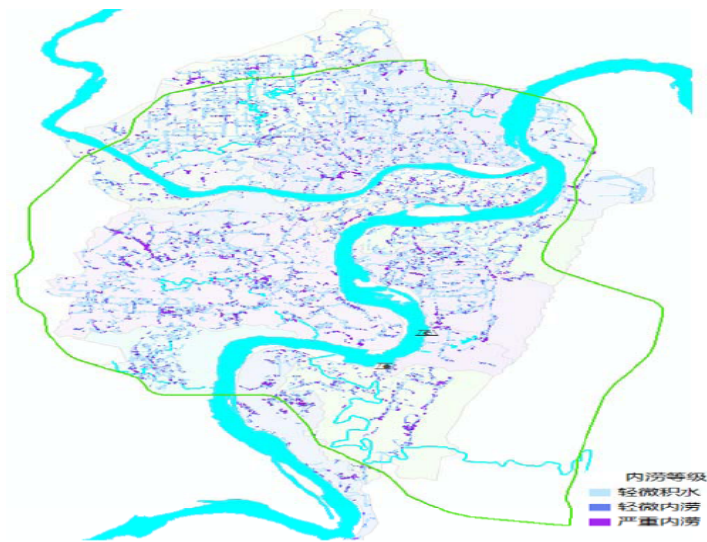
地势起伏，用地紧张，建筑物建造密集，地下管线错综复杂，可利用的地下空间较少。

#### ➤ 城市道路地面波动多、起伏大

地形、地貌复杂，地势起伏大，局部地区坡度较陡，不利于重力排水管线布置。

#### ➤ 城市下垫面硬化率高，逢雨即涝

建成区不透水路面增多，低洼地区排水困难、常常发生内涝现象。



主城核心区50年一遇城市内涝等级分布图



# 3.3 典型山地城市暴雨径流特征

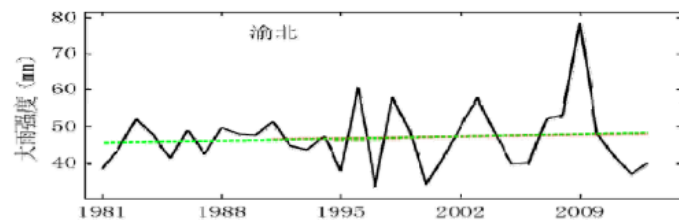
## 重庆主城区现状特征—雨急坡陡径流快

### ➤ 降雨充沛、多大雨、雨型急促

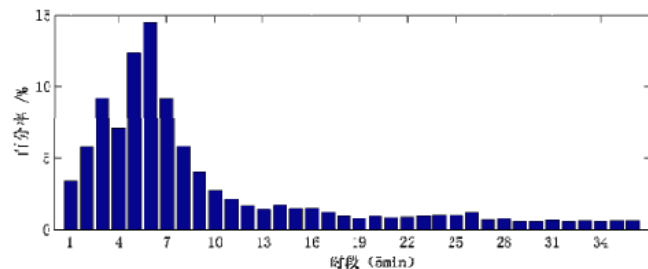
- 年平均降水量**1125mm**。
- 大雨及暴雨降水量贡献率大，约占年降雨量的**40%**以上。
- 雨峰靠前、雨型急促、降雨历时短、短时形成暴雨或强降雨，易形成洪涝灾害。

### 近30年日降水分析

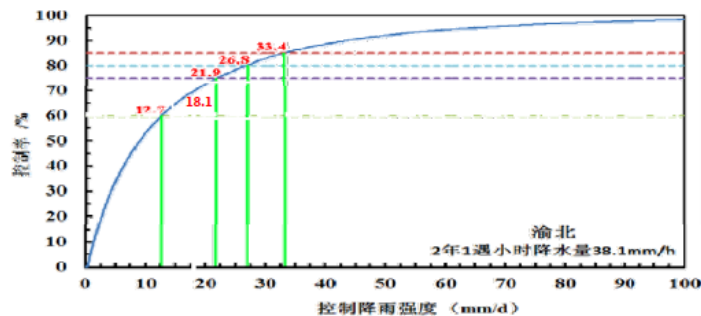
| 控制率 | 降雨量    | 降雨频率 |
|-----|--------|------|
| 70% | 18.1毫米 | 82%  |
| 75% | 21.9毫米 | 85%  |
| 80% | 26.8毫米 | 90%  |



主城区大雨强度变化趋势



重庆典型3小时历时设计暴雨雨型



年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系

# 第四部分

## 山地海绵城市建设难点



## 4.1 水环境治理与海绵城市的关系

水环境综合治理要从水安全、水质提升、水生态、水景观以及水管理等方面进行综合考虑。通过水环境综合治理不仅有助于控制目前已有的面源污染等问题，还可以提升水环境系统的生态功能，同时通过对雨水径流的滞蓄和净化，加快城市水环境治理进程，最终实现水环境的长制久清。

- 水环境治理是海绵城市建设的重要组成部分，是海绵城市建设的突破口和推进的重要抓手。
- 水环境治理中的面源污染的削减可以通过海绵城市建设实现。



## 4.2 山地城市水环境治理存在问题

**雨污分流不彻底，雨天混流污水溢流严重、污水处理超负荷**

### ➤ 农村、老旧城区分流制改造不彻底

散排污水时常汇入雨水管道，使得出现雨污分流不彻底的问题。

### ➤ 污水干管雨季溢流污染严重，污水厂雨季超负荷等问题亟待解决

**厂网“集散”设置不合理，污水收集率低、风险大**

### ➤ 建成的污水处理以集中为主

覆盖区域广、建设周期长、投资成本高、污水收集管路长。污水流行时间长、雨水和地下水易混入。

### ➤ 重力流污水管道跨流域布置难度大，收集率普遍低

## 4.2 山地城市水环境治理存在问题

### 河库补水需求大，再生水地方标准缺乏

#### ➤ 达不到沿线河流、水库生态基流要求

重庆市次级河流常年缺水，甚至季节性断流现象，就地补水需求量巨大。

#### ➤ 目前尚未形成再生水地方标准体系，再生水地方标准缺乏



### 雨水径流污染、水体污染严重

#### ➤ 山地城市生活污水排放无序、水体自净能力不足

#### ➤ 径流污染较为严重

目前重庆主城区40条一级支流中有16条（27段）呈黑臭状态，约占40%。





## 4.2 山地城市水环境治理存在问题

### 第三方评估工作参与度低，机构缺乏

#### ➤ 第三方机构参与度过低

因为缺乏生态建设和环境工程相关工程咨询资质，参与度不高。

#### ➤ 综合性评估咨询服务单位缺乏

难以满足水环境治理第三方评估服务需求。

#### ➤ 现有评估咨询服务单位人员专业领域较单一

难以满足水环境治理评估咨询服务的综合性和专业性要求。

#### ➤ 水环境综合治理措施缺乏相应技术指南

难以科学评判水环境综合治理效果。

## 4.2 山地城市水环境治理存在问题

### 回水区污染反复，水体富营养化明显

#### ➤ 支流回水区水体富营养化趋势明显

回水区氮、磷污染负荷重且扩散不畅，使得水质下降。

#### ➤ 支流回水区管理权限不明，存在多头管理问题

管理职责的交叉、重叠和水环境专业知识的缺乏，不利于水环境问题的解决。

#### ➤ 水污染治理措施不能适应支流回水区水位变化

回水区在蓄水前后存在较大的水位落差，现场水环境情况特殊且复杂，在治理支流回水区污染时，要充分论证治理措施的合理性。

## 4.3 山地城市水污染治理难点

### ➤ 面源污染是水体污染的主因之一

重庆是三峡库区最大的面源污染城市，街边油污随雨水直排入河湖，且日益恶化。

### ➤ 污水处理设备老旧，技术人员匮乏

重庆生活污水以集中处理为主，设施设备陈旧老化，缺少技术人员，污水处理易不达标排放。

### ➤ 养殖业、种植业容易带来农肥污染，造成地下水污染。

部分农肥存在高毒、低效、高残留问题，过量农肥易使土壤受到污染，并从中流入地下水中。

### ➤ 部门分管混乱，权责不明

相关部门工作完美衔接存在困难，导致部分问题难以解决。

# 第五部分

## 山地海绵城市建设发展对策



## 5.1 山地海绵城市建设发展对策

### 全流域治理方面

- 统筹兼顾，系统化布置

### 水资源利用方面

- 高收低用，自然循环，整合季节性变化，进行科学调控

### 政府部门方面

- 多部门联动，多功能兼顾，全过程紧密融合



## 5.2 加强山地海绵城市建设制度保障

### 制度保障

①在规划、方案、初设、施工图等多个阶段实行海绵城市专项审查，必须将海绵城市建设要求纳入其中；

③新建、改建、扩建项目应同时设计、同时施工、同时使用雨水利用设施；

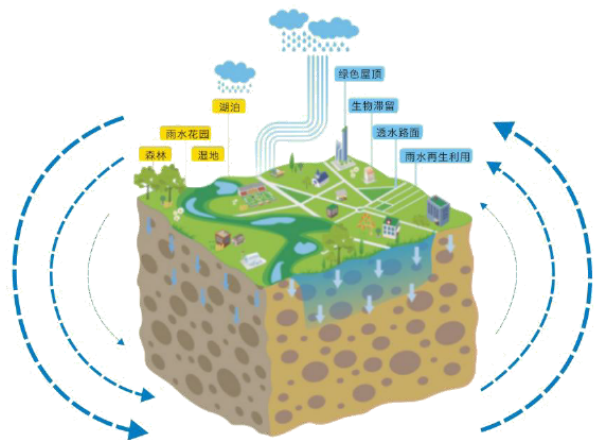
②海绵城市建设区域住宅小区、单位内部景观用水和其他市政杂用水应使用雨水、中水；

④海绵城市建设要求需纳入“两证一书”。



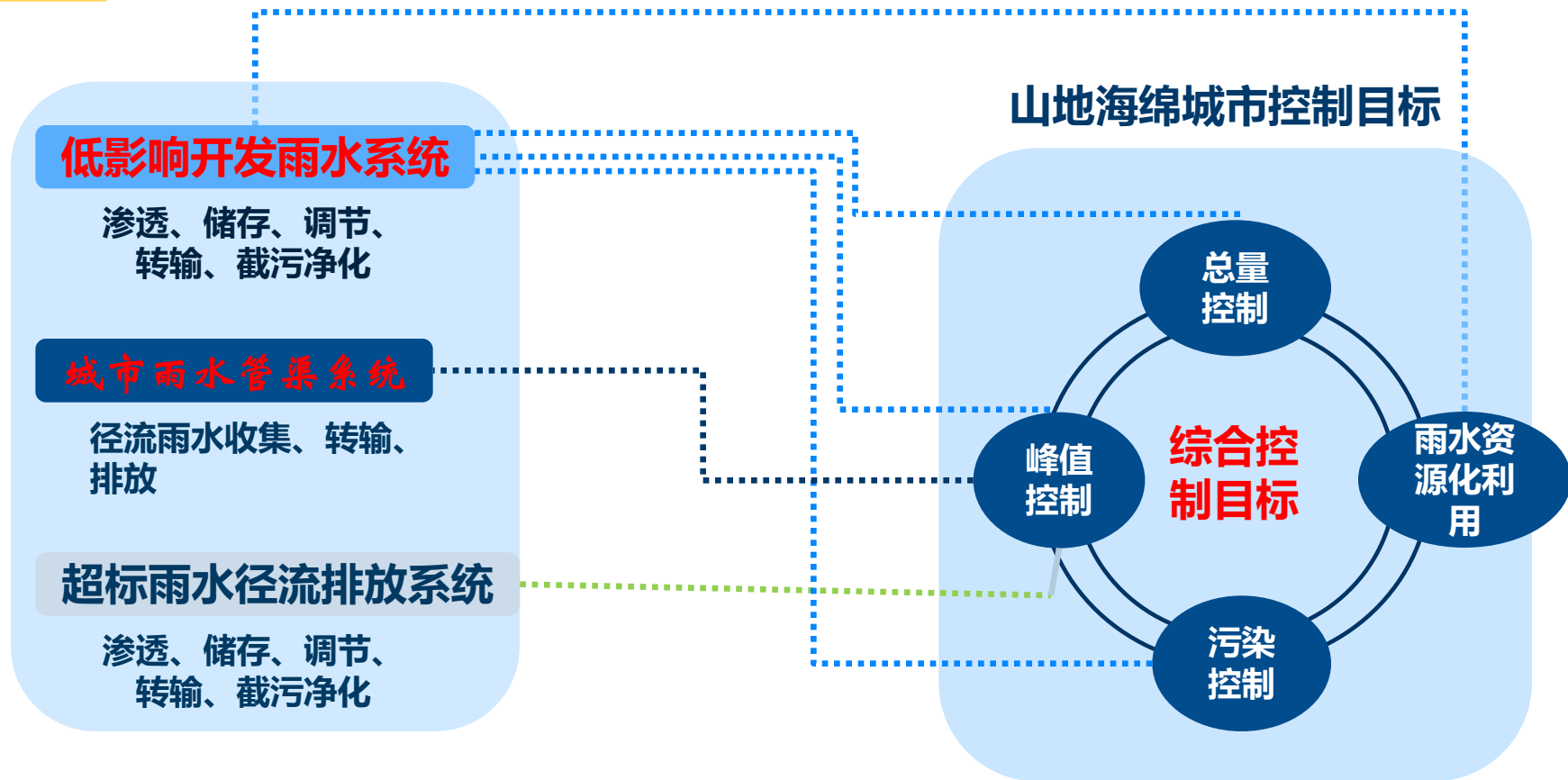
## 5.2 加强山地海绵城市建设制度保障

- 提高站位，高度重视海绵城市建设
  - 深刻认识海绵城市的内涵
  - 全面落实国家考核要求
  - 高度重视海绵城市建设
- 学习借鉴，充分吸收海绵城市建设经验
- 凝聚共识，共同推进海绵城市建设
  - 坚持以人民为中心
  - 切实加强组织领导
  - 加强资金保障
  - 做好评估考核督办



## 5.3 合理制定海绵城市控制目标，建立科学指标体系

### 合理规划



## 5.4 以问题为导向，因地制宜解决问题

### 因地制宜

- 结合山地城市地形地貌，构建山地特色“斑点共生”、“立体绿化”的立体海绵系统。
- 水平多斑块，分散式、区域化布置海绵设施。
- 垂直多功能，沿高程、陡坡面布置海绵设施。





## 5.5 结合城市建立特色立体海绵系统

➤ 利用山地城市自然地形：

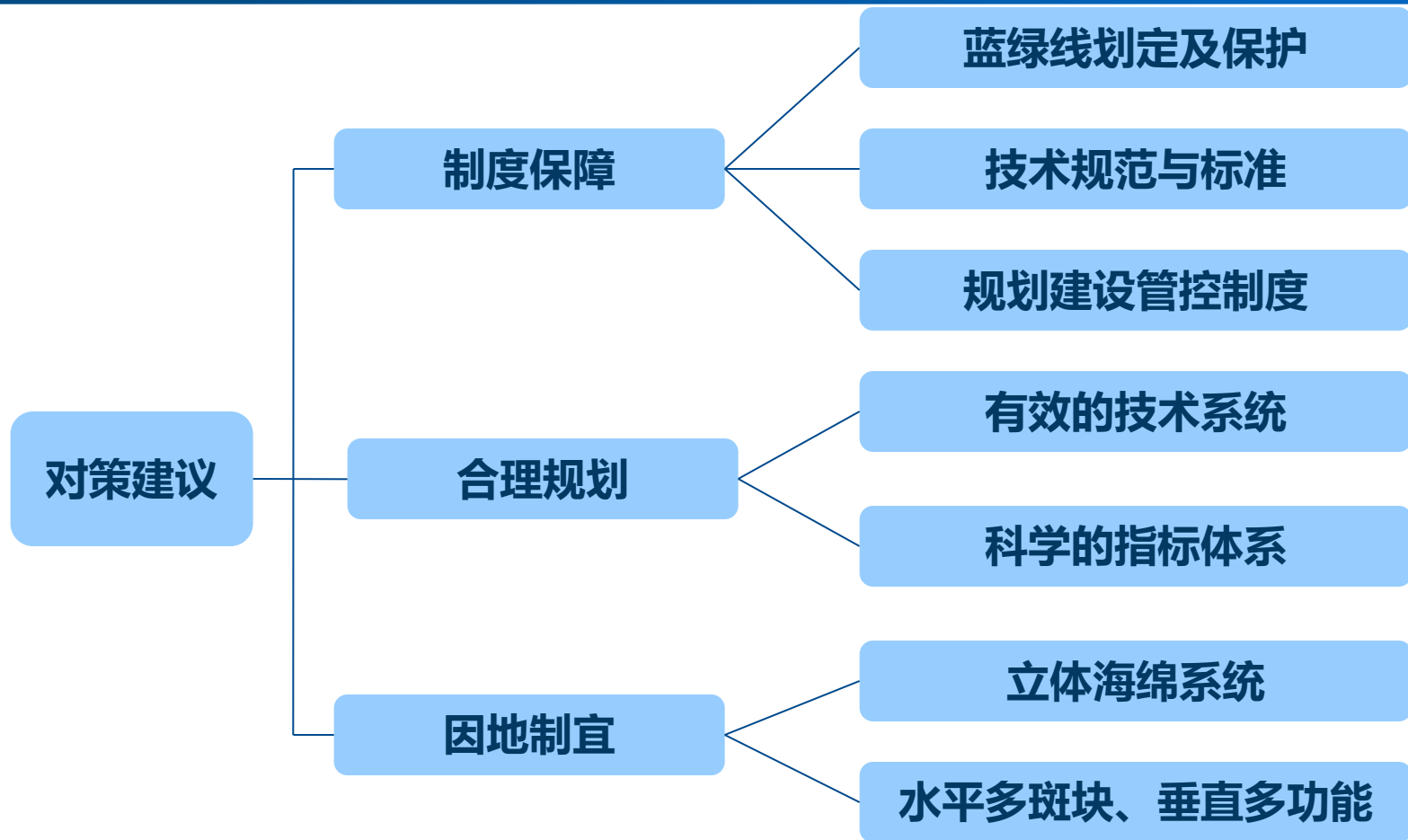
- 层层截留
- 层层净化
- 层层利用

■ 通过“立体绿化”及“高蓄坡滞低缓排”构建立体海绵系统。

■ 构建具有重庆山地特色的立体海绵系统，提升城市生态环境品质。



## 5.6 山地海绵城市对策建议小结





**谢谢聆听！**