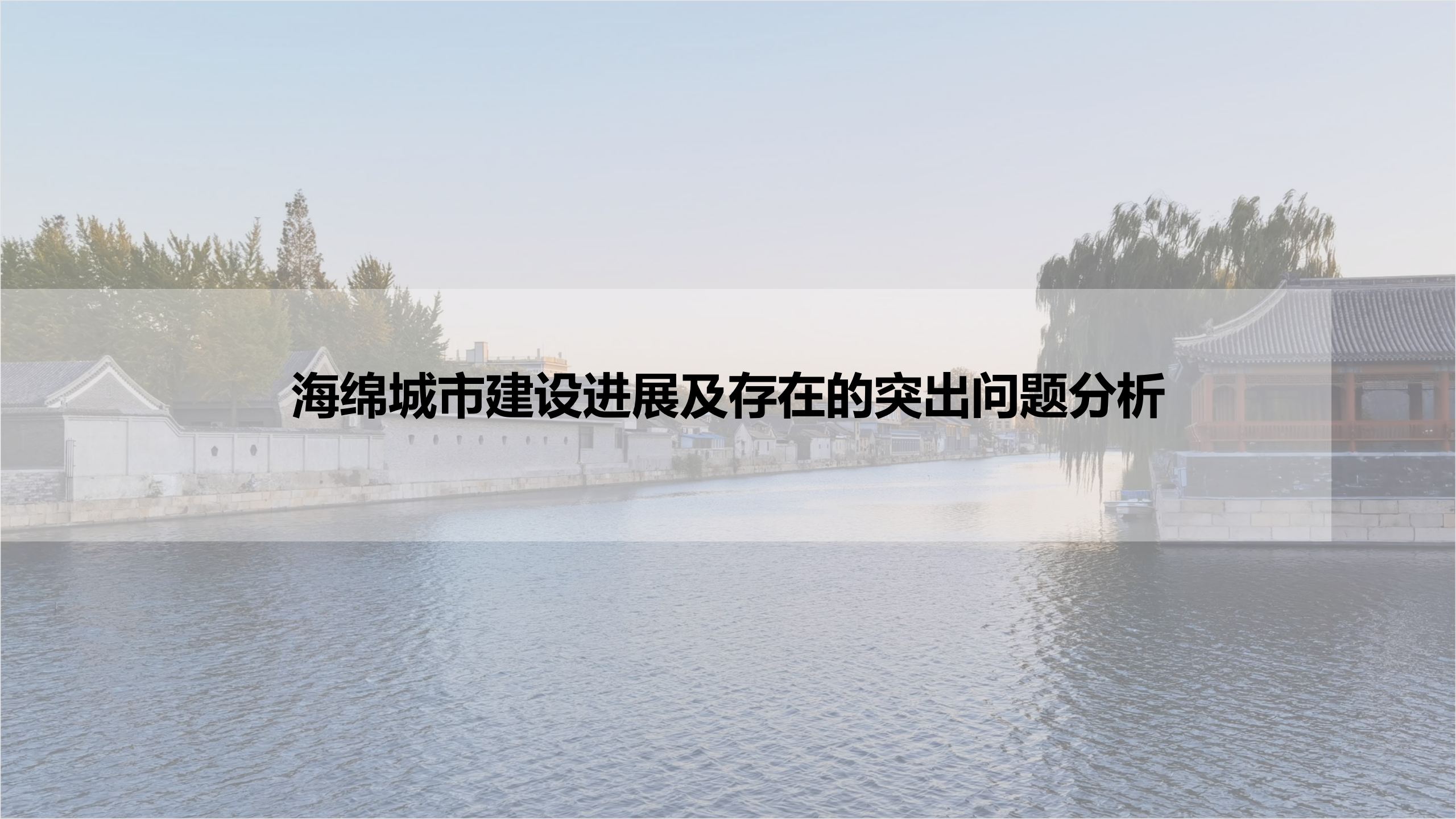


The background image shows a serene water town scene. A wide, calm river flows through the center, reflecting the sky and surrounding structures. On the left bank, there is a long, low white wall with small, dark, circular openings, topped with a traditional grey tiled roof. Behind the wall, a line of trees with green and yellow foliage is visible. On the right bank, a traditional Chinese pavilion with a dark tiled roof and red wooden railings stands on a stone platform. A large, leafy tree is positioned behind the pavilion. The sky is a clear, pale blue, suggesting a bright day. The overall atmosphere is peaceful and historical.

# 海绵城市建设进展及存在的突出问题分析



报告  
提纲

- 一 | 海绵城市的相关法规与政策
- 二 | 海绵城市的相关标准规范
- 三 | 海绵城市建设成效与问题分析
- 四 | 城镇水务2035年行业发展规划



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 海绵城市建设背景聚焦

### ➤ 城市水系统问题突出

- 水生态、水资源、水环境、水安全、水文化

□ “山水林田湖是一个生命共同体，人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在树。用途管制和生态修复必须遵循自然规律”

□ “建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”。在提升城市排水系统时要优先考虑，把有限的雨水留下来，有限考虑更多利用自然力量排水，建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”做到小雨不积水，大雨不内涝，水体不黑臭，热岛有缓解”

——中央城镇化工

作会议



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 海绵城市建设内涵

➤海绵城市建设的实质即在于对城市降雨径流的综合管控，其核心指导思想即为低影响开发

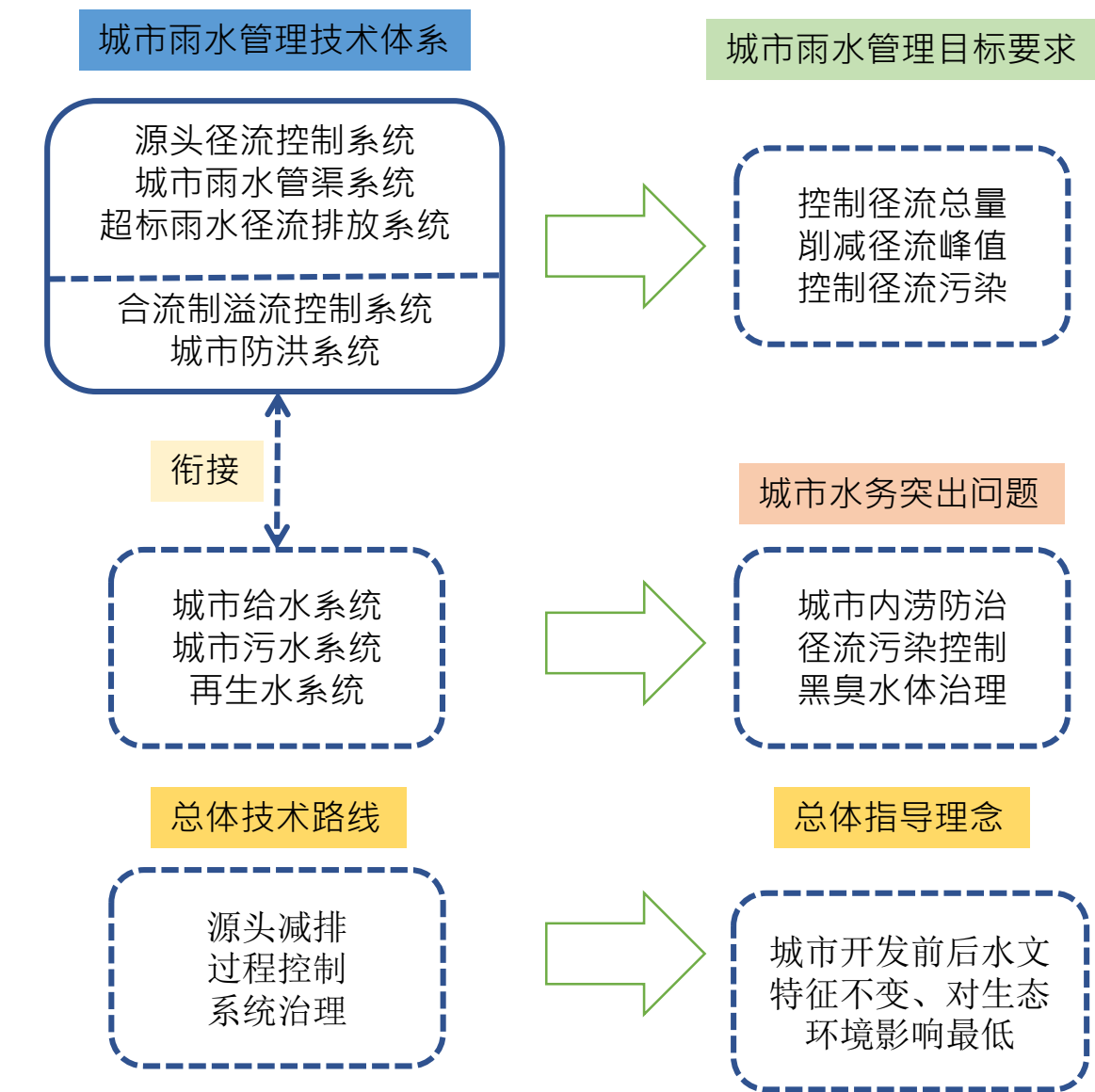
- 城市山水林田湖草生态格局构建
- 蓝绿线划定
- 用地空间布局
- 竖向管控

➤低影响开发在海绵城市核心技术体系中主要突出源头减排，

- 径流总量控制
- 污染控制

➤海绵城市建设的核心：

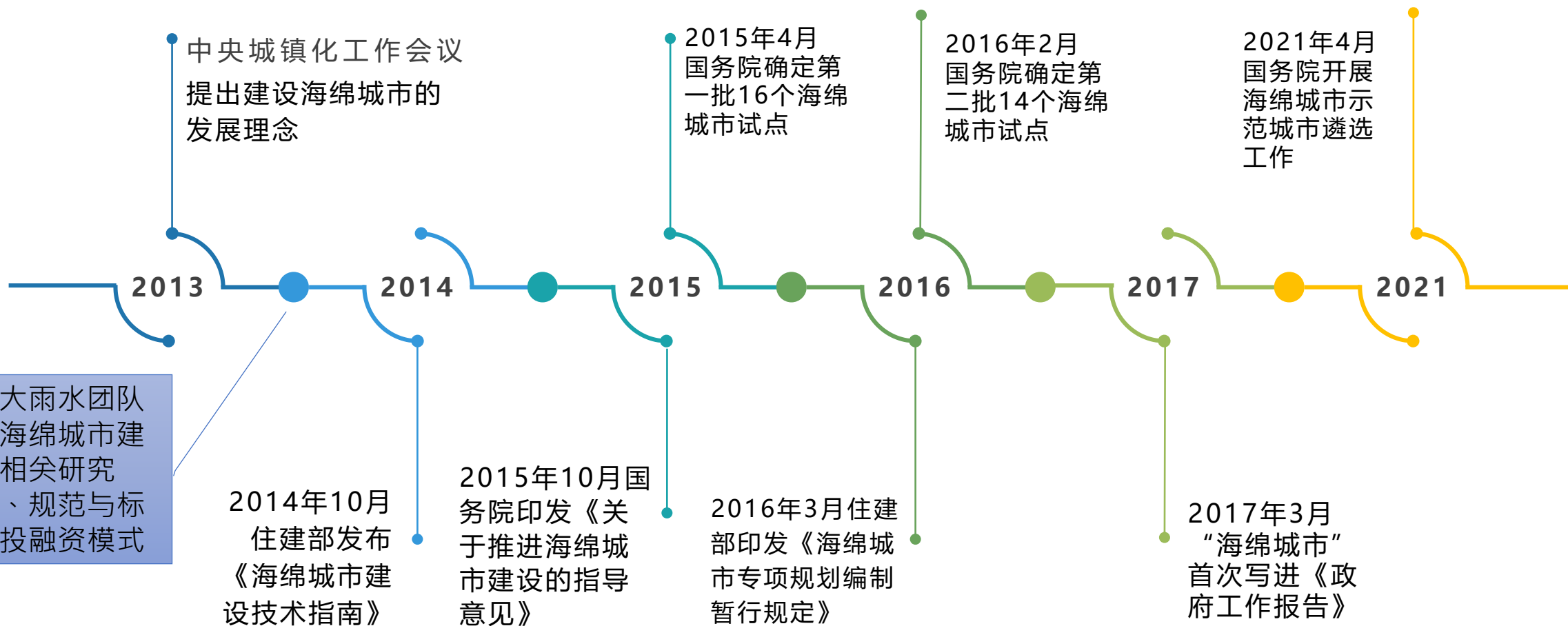
- 构建基于绿灰结合的多目标的现代城市雨洪控制系统，突出在低影响开发总体思想的指导下，按照“**源头减排、过程控制、系统治理**”进行系统谋划





# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 海绵城市重大事件时间轴



北建大雨水团队展开海绵城市建设及相关研究规划、规范与标准、投融资模式

北京建筑大学雨水团队海绵城市顶层设计、整体技术咨询、专项规划、实施方案、图集等  
代表项目：济南、池州、福州、大连等

# 一.海绵城市的相关法规与政策

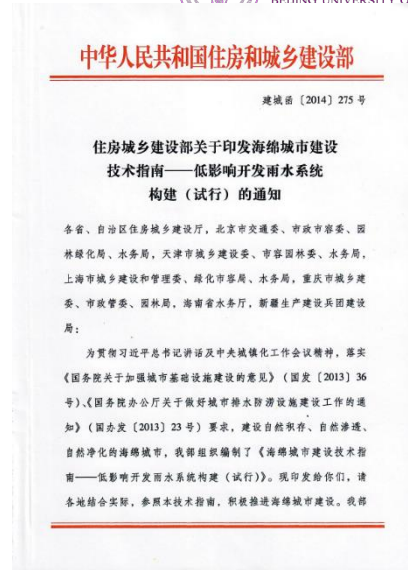
## 《海绵城市建设技术指南》

### □五大原则

- 规划引领 生态优先 安全为重 因地制宜 统筹建设

### □三大途径

- 对城市原有生态系统的保护 生态恢复和修复 低影响开发



### 规划控制 目标

#### 径流总量控制 目标

- 采用年径流总量控制率作为控制目标，年径流总量控制率与设计降雨量为一一对应关系
- 本指南将我国大陆地区大致分为五个区，并给出了各区年径流总量控制率  $\alpha$  的最低和最高限值
- 径流总量控制途径包括：雨水的下渗减排和直接集蓄利用

#### 径流峰值控制 目标

- 一般对中、小降雨事件的峰值削减效果较好
- 应与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统相衔接，共同达到内涝防治要求

#### 径流污染控制 目标

- 既要控制分流制径流污染物总量，也要控制合流制溢流的频次或污染物总量
- 一般可采用 SS 作为径流污染物控制指标，年 SS 总量去除率一般可达到40%-60%



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市建设技术指南》

### □ 项目名称

### □ 设计核心要求

### □ 工程建设核心要求

#### 建筑与小区

- 通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的LID设施

- 雨水经预处理后优先进入低影响开发设施消纳

#### 城市道路

- 道路人行道宜采用透水铺装
- 道路红线外城市绿地内的低影响开发设施进行消纳
- 道路红线内绿地空间充足时，消纳红线外的径流雨水

- 根据道路竖向坡度调整LID设施的开口
- 作为雨水行泄通道及易发生内涝的道路应配必要的预警系统

#### 城市绿地与广场

- 利用透水铺装、生物滞留设施、植草沟等小型、分散式低影响开发设施消纳自身径流雨水

- 景观水体宜具有雨水调蓄功能，构建多功能调蓄水体/湿地公园

#### 城市水系

- 根据城市水系的功能定位、水体水质等级与达标率、水系利用现状及存在问题等因素，确定保护与改造方案

- 充分利用现状自然水体建设湿塘、雨水湿地
- 岸线宜建设为生态驳岸

# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市建设技术指南》

□ 单项技术设施

- 可分为渗透、储存、调节、转输、截污净化等几类
- 通过各类技术的组合应用，可实现径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标

| 技术类型   | 单项设施                          |
|--------|-------------------------------|
| 渗透技术   | 透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井 |
| 储存技术   | 湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐               |
| 调节技术   | 调节塘、调节池                       |
| 转输技术   | 植草沟、渗渠/管                      |
| 截污净化技术 | 植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤         |



植草沟



透水铺装地面和下沉式绿地



生物滞留带



雨水湿地



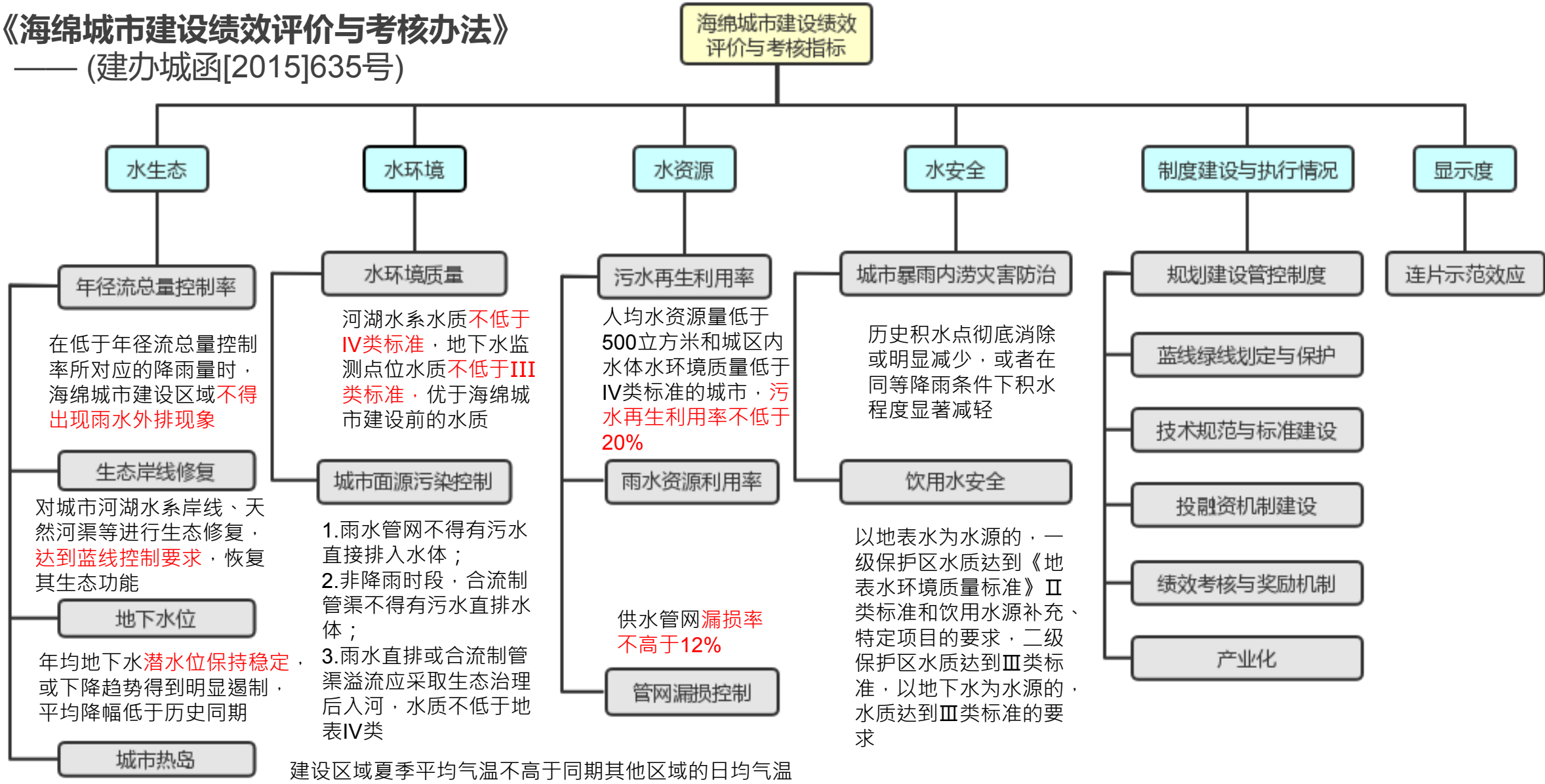
植被缓冲带



多功能调蓄水体

# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市建设绩效评价与考核办法》 —— (建办城函[2015]635号)





# 一.海绵城市的相关法规与政策



## 《关于推进海绵城市建设的指导意见》

——(国办发[2015]75号)

### 《指导意见》

#### 总体要求

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。

#### 规划引领

编制城市总体规划、控制性详细规划以及道路、绿地、水系等相关专项规划时，**要将雨水年径流总量控制率作为其刚性控制指标**。划定城市蓝线时，要充分考虑自然生态空间格局。

将建筑与小区雨水收集利用、可渗透面积、蓝线划定与保护等海绵城市建设要求作为城市规划许可和项目建设的前置条件

#### 统筹建设

##### 老城区海绵城市建设

城镇棚户区  
和城乡危房改造  
老旧小区有机更新

解决城市内涝  
雨水收集利用  
黑臭水体治理

##### 海绵型建筑和相关基础设施建设

海绵型建筑与小区  
海绵型道路与广场  
城市排水防涝设施

屋顶绿化、雨水调蓄与收集利用  
改变道路雨水直排，增加消纳  
改造和消除城市易涝点，控制渗漏和合流制污水溢流污染

##### 公园绿地建设和自然生态修复

海绵型公园和绿地  
城市坑塘、河湖、湿地

建设雨水花园、下凹式绿地、人工湿地增强公园和绿地系统的城市海绵体功能  
恢复和保持河湖水系的自然连通，构建城市良性水循环系统

#### 政策支持

##### 创新建设运营机制

加大政府投入

完善融资支持

#### 组织落实

# 一.海绵城市的相关法规与政策

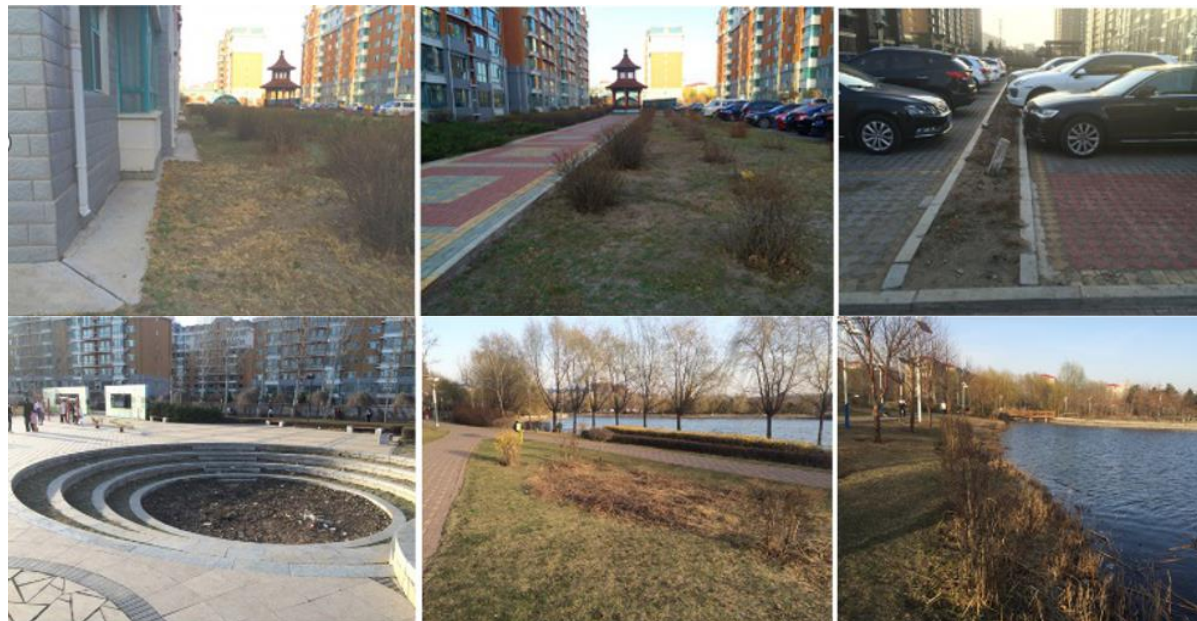
## ➤ 海绵型小区建设

### 《关于推进海绵城市建设的指导意见》 ——(国办发[2015]75号)

#### ➤ 老城区海绵城市建设

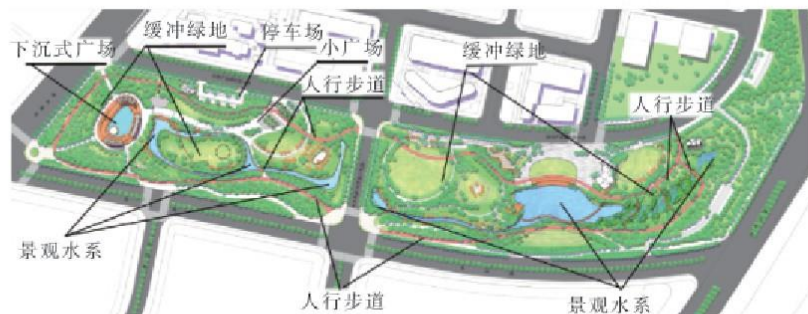


白城市海绵城市建设暨老城区综合提升改造工程

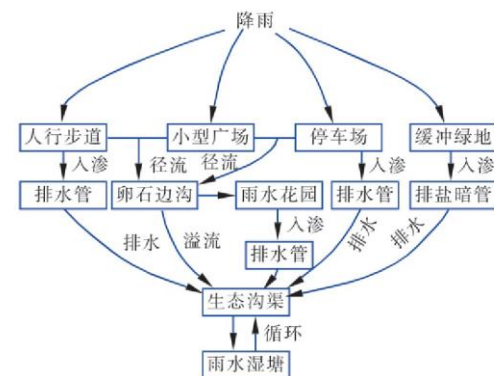


松原市某海绵型小区现场实拍图

#### ➤ 公园绿地建设



中新天津生态城甘露溪公园海绵建设与运行总结 (周国华)



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市专项规划编制暂行规定》

——(建规[2016]50号)

制定海绵城市专项规划应当包括下列内容：

### □ 综合评价海绵城市建设条件

城市区位、自然地理、经济社会现状、排水系统、城市开发前的水文状况等基本特征

### □ 海绵城市建设目标和具体指标

雨水年径流总量控制率

### □ 海绵城市建设的总体思路

城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理、保护自然生态本底

### □ 海绵城市建设分区指引

### □ 海绵城市建设管控要求

### □ 规划措施和相关专项规划衔接的建议

### □ 近期海绵城市建设重点区域，提出分期建设要求

### □ 规划保障措施和实施建议

某城市海绵城市专项规划

规划背景与总则

项目概况

技术路线

海绵城市建设指引

重点项目设计指引

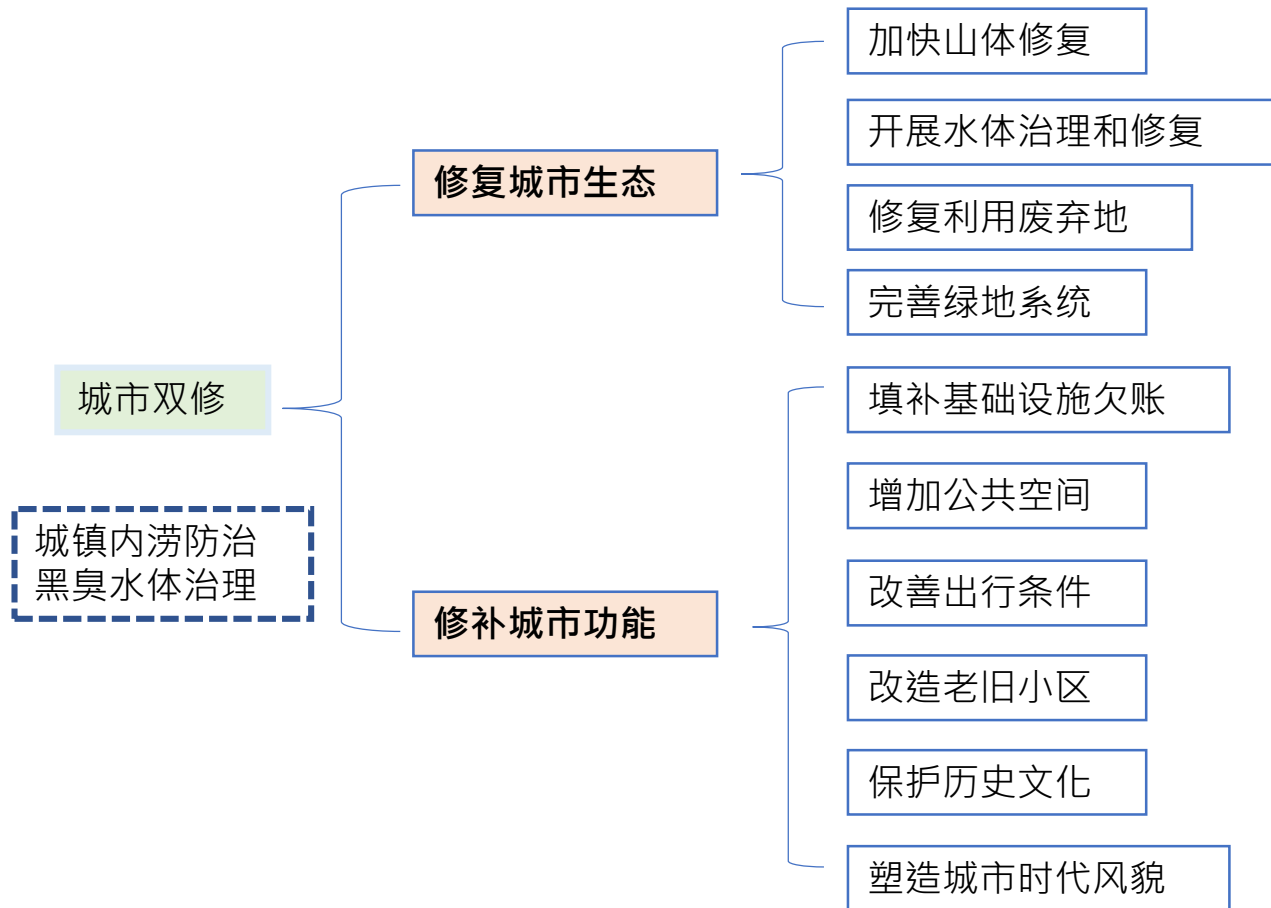
保障措施



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《关于加强生态修复城市修补工作的指导意见》

——建规[2017]59号



- 2017年，各城市制定“城市双修”实施计划，开展生态环境和城市建设调查评估，完成“城市双修”重要地区的城市设计，推进一批有实效、有影响、可示范的“城市双修”项目
- 2020年，“城市双修”工作初见成效，被破坏的生态环境得到有效修复，“城市病”得到有效治理，基础设施和公共服务设施条件明显改善，环境质量明显提升，城市特色风貌初显



三亚红树林生态公园 来源网络

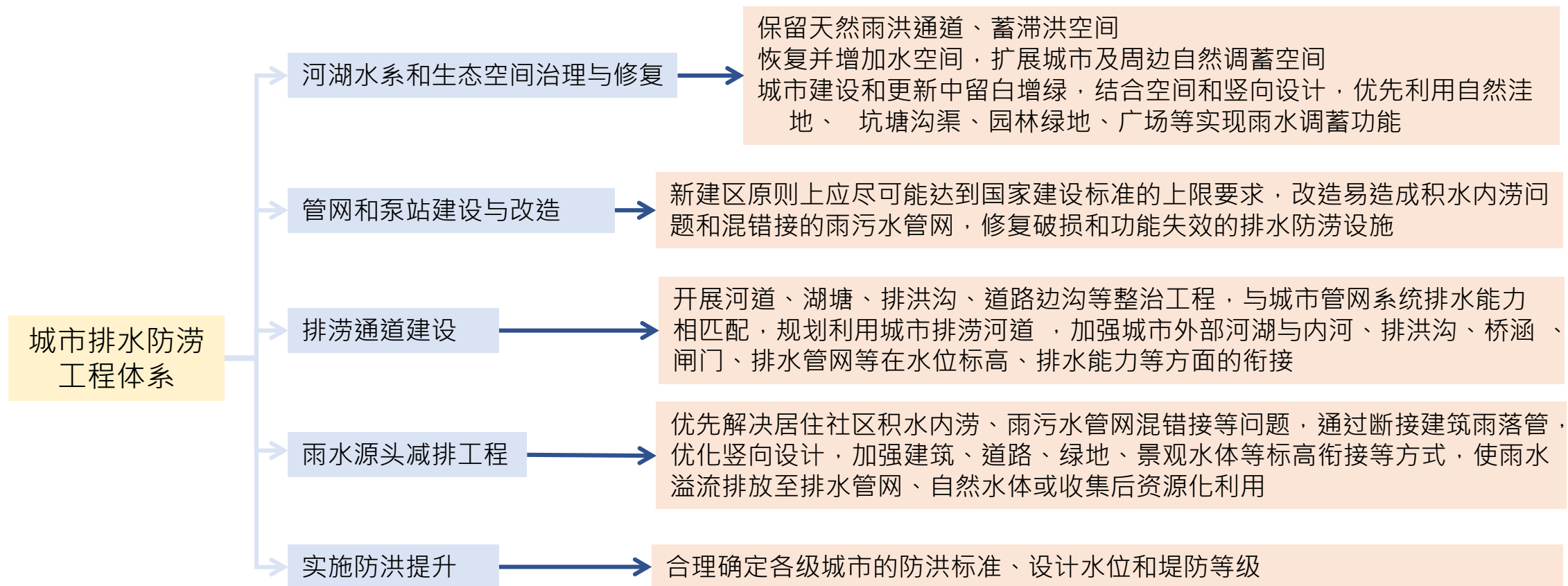
# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》——国办发〔2021〕11号

### □ 总体要求

到2025年，各城市因地制宜基本形成“**源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急**”的城市排水防涝工程体系，排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效

到2035年，各城市排水防涝工程体系进一步完善，排水防涝能力与建设海绵城市、韧性城市要求更加匹配，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝现象



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》——财办建〔2021〕35号

□工作目标：开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作示范城市核心内容：

- **社区**：充分利用居住社区内的空地、荒地和拆违空地增加公共绿地、袖珍公园等公共活动空间，实现景观休闲、防灾减灾等综合功能。
- **设施**：完善城市河道、水库、泵站等防涝设施，改造和建设地下管网、城市雨洪行泄通道、城市排涝沟渠等，提升城市应对洪涝灾害的能力。
- **城市**：建立“源头减排、排水管渠、排涝除险”的排水防涝工程体系，结合城市更新“增绿留白”
- **流域区域**：保护流域区域现有雨洪调蓄空间，扩展城市建成区外的自然调蓄空间





## 2. 海绵城市的相关标准规范

□ 按照标准的适用范围，我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准、团体标准

国标

GB(强制性国家标准);  
GB/T(推荐性国家标准)

《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018  
《室外排水设计规范》GB50014-2006  
《城镇内涝防治技术规范》GB51222-2017  
《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174-2017  
《低影响开发雨水控制利用 设施分类》GB/T 38906-2020  
《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400-2016  
《海绵城市建设监测标准》（送审） .....

地标

DB/T × × × ×

《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013  
《透水砖铺装施工与验收规程》DB11T686-2009  
.....

行标

SL(水利部)、  
NY(农业部)等

《透水砖路面技术规程》CJJ/T188-2012  
《城镇污水水质标准检验方法》CJ/T51  
《地表水和污水监测技术规范》HJ/T91  
.....

团标

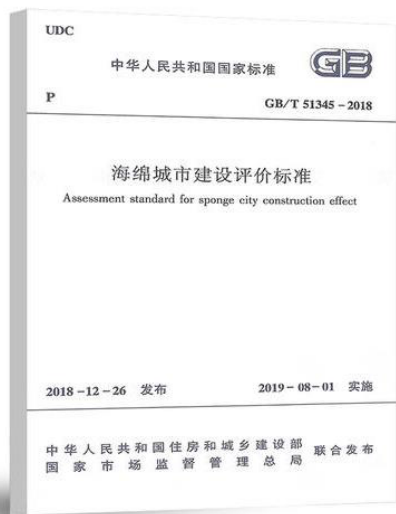
T/×××

《城市水系统综合规划技术规程》  
T/CECA20007-2021  
.....

## 2. 海绵城市的相关标准规范



### 海绵城市建设评价内容和要求



考核内容

年径流总量控制率和径流体积控制

不低于年径流总量控制分区图下限值  
新建区“不得低于”；改建区“不应低于”

源头减排项目设施的有效性

- **道路**：径流污染控制、保障行泄功能
- **停车场和广场**：新建区SS削减率不宜小于**70%**，改造区不宜小于**40%**。峰值径流量不超过建设改造前
- **公园防护绿地**：控制不低于年径流总量控制率**90%**对应计算的径流体积
- **建筑小区**：新建区硬化地面率不大于**40%**，改造区不大于**70%**

路面积水控制和内涝防治

灰绿设施合理衔接，设计重现期内不积不涝

城市水体环境质量

水体不黑臭  
合流制溢流年体积控制率不小于**50%**；SS排放不大于**50mg/L**

自然生态格局管控与水体生态岸线保护

保护并最大程度恢复自然地貌和山水格局  
生态岸线率不低于**70%**

地下水埋深变化趋势

地下水水位下降趋势得到遏制

城市热岛效应缓解

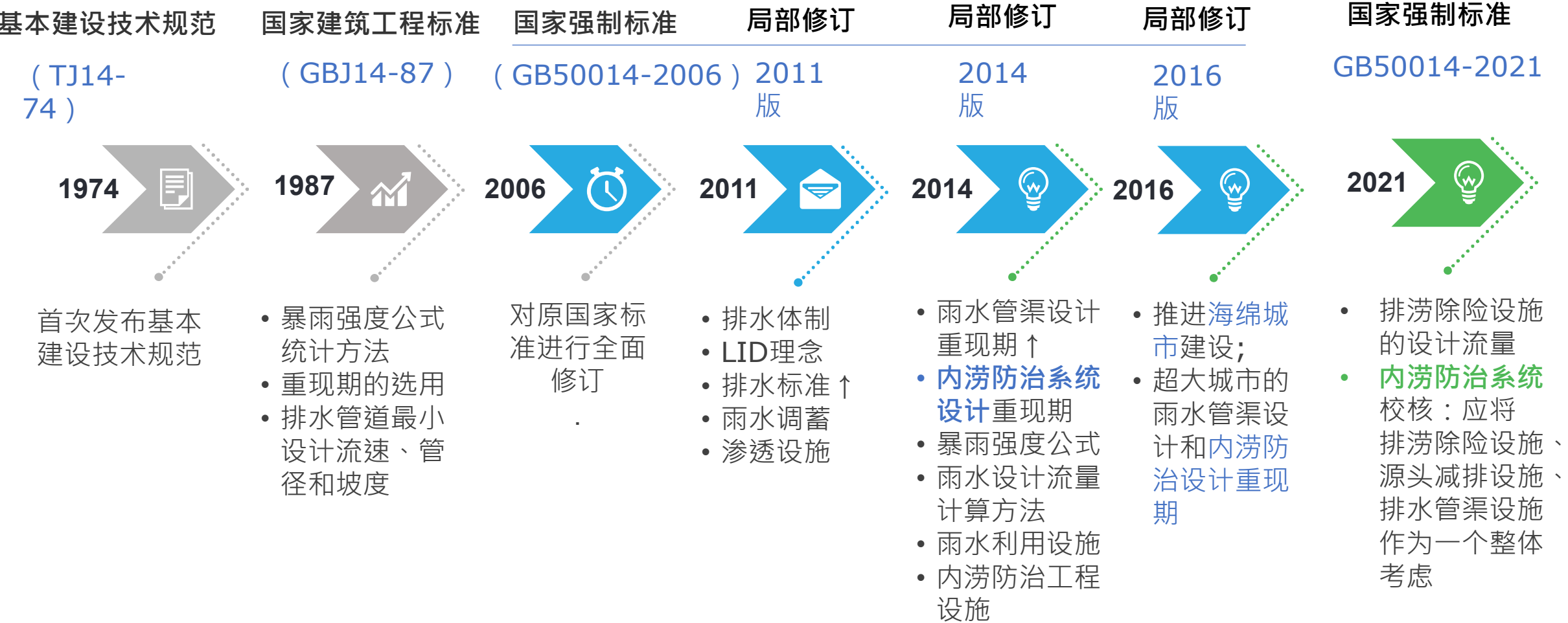
夏季按照**6-9**月城郊日平均温差与历史同期呈下降趋势

考察内容

# 2.海绵城市的相关标准规范

## 《室外排水设计规范》

## 《室外排水设计标准》





# 2.海绵城市的相关标准规范

## 《室外排水设计标准》

——GB50014-2021

### 基本框架

- 设计流量和设计水质
- 排水管渠和附属构筑物
- 泵站
- 污水处理
- 污泥处置与处理
- 检测和控制

### 雨水径流量量综合管理

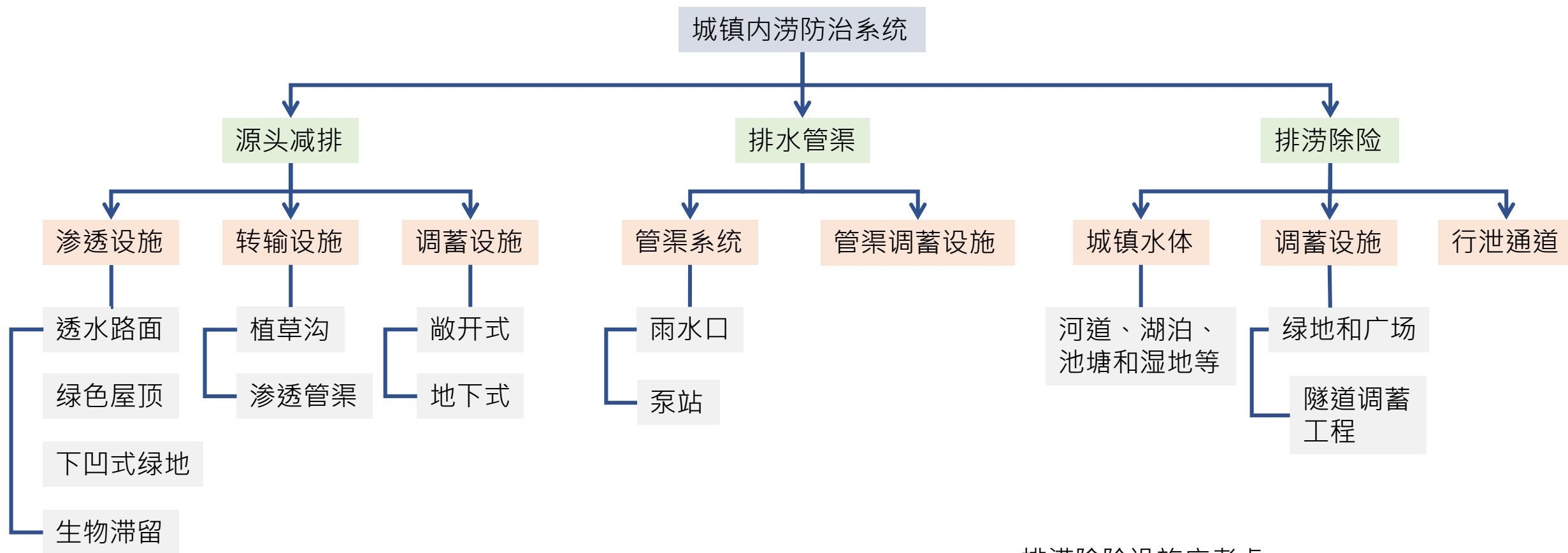
- 雨水综合管理应按照低影响开发理念采用源头削减、过程控制、末端处理的方法进行
- 雨水设计流量的计算也可采用数学模型法
- 综合径流系数高于0.7的地区应采用渗透、调蓄措施
- 对5-10年收集新的资料对暴雨强度公式进行修订

| 城区类型<br>城镇类型 | 中心<br>城区 | 非中<br>心城区 | 中心城区<br>重要地区 | 中心城区地下通<br>道和下沉式广场等 |
|--------------|----------|-----------|--------------|---------------------|
| 特大城市         | 3~5      | 2~3       | 5~10         | 30~50               |
| 大城市          | 2~5      | 2~3       | 5~10         | 20~30               |
| 中等城市<br>和小城市 | 2~3      | 2~3       | 3~5          | 10~20               |

- 规定每条道路至少又一条车道积水深度不超过15cm
- 雨水管渠按压力流计算，调整设计包括放大管径、增设渗透设施、建设调蓄段或调蓄池等。

## 2.海绵城市的相关标准规范

### 《城镇内涝防治技术规范》——GB51222-2017



源头减排设施设计应考虑：

- 相关规划要求、可用空间、土壤渗透性能、地下水位、地形坡度和排水现状等
- 源头减排目标，技术经济比选
- 源头减排设施设计

排水管渠设施应考虑：

- 设计重现期标准
- 内涝防治要求

排涝除险设施应考虑：

以城镇总体规划和城镇内涝防治专项规划为依据，根据地区降雨规律和暴雨内涝风险等因素，合理确定建设规模

## 2. 海绵城市的相关标准规范

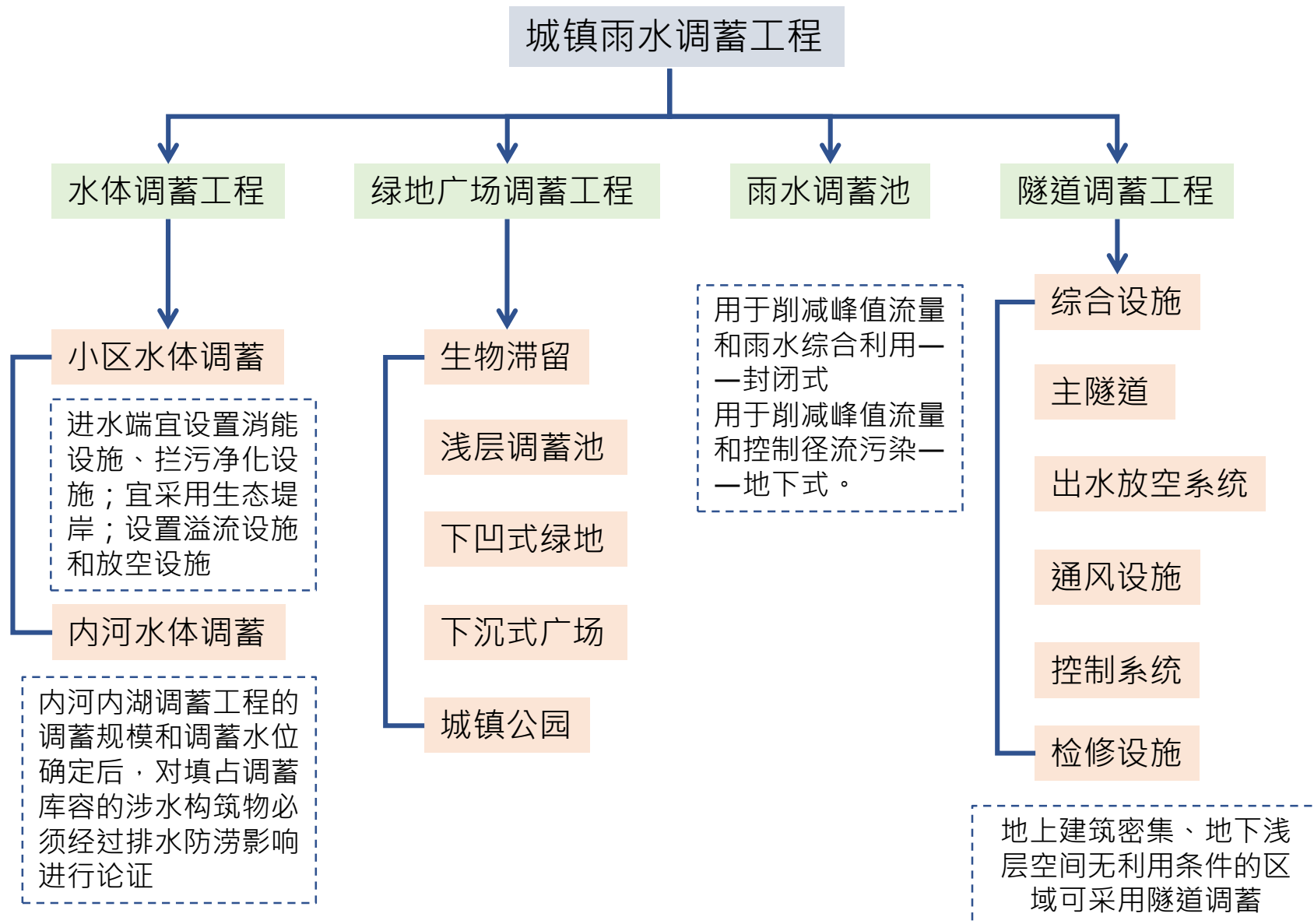
### 《城镇雨水调蓄工程技术规范》——GB51174-2017

#### □ 雨水调蓄定义

是雨水调节和储蓄的统称

#### □ 调蓄系统设计

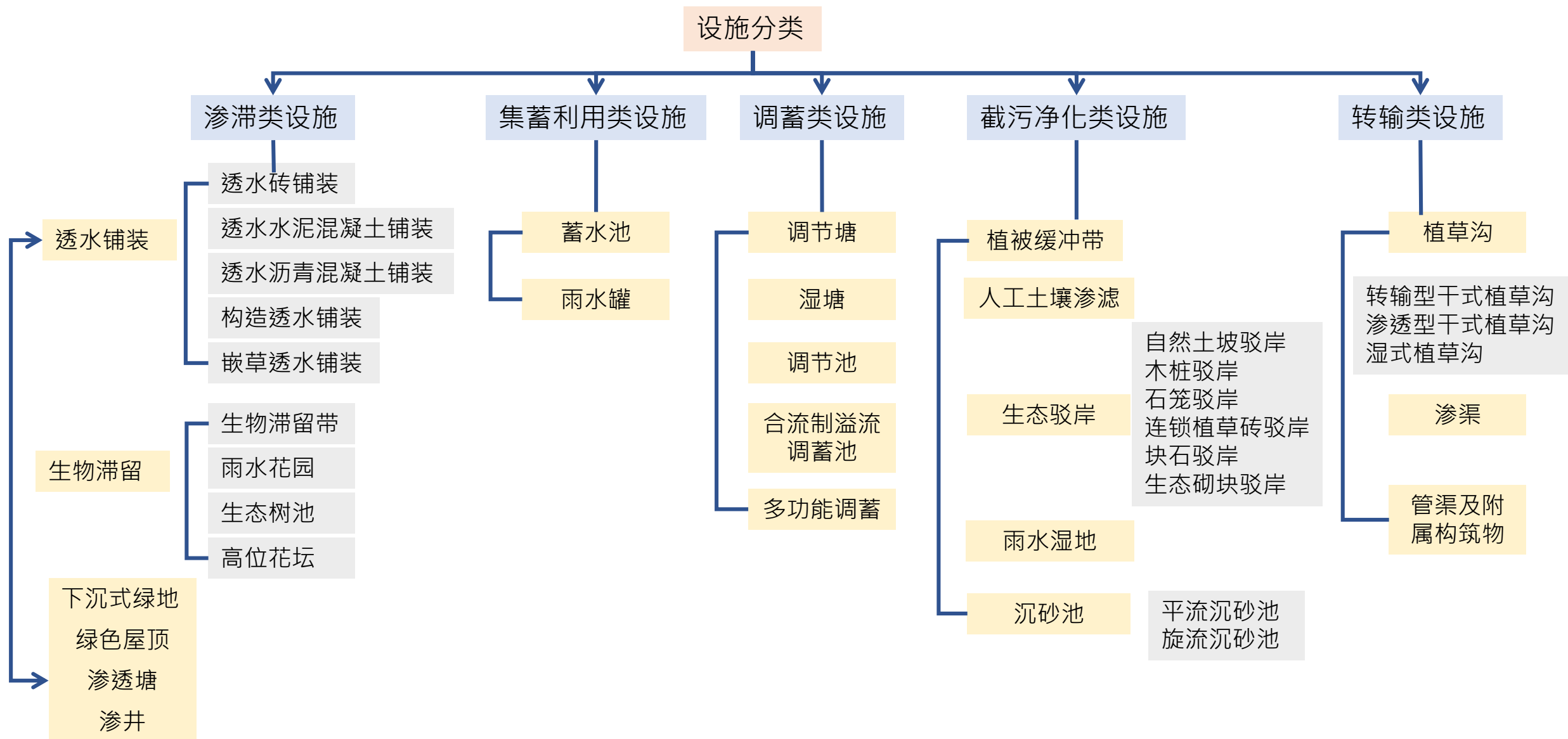
- 用于**年径流总量控制**，出当汇水面积大于 $2\text{km}^2$ 时，雨水设计流量宜采用数学模型进行确定。
- 用于**削减峰值流量**的雨水调蓄工程的调蓄量计算中，设计降雨历时宜选用3-24h
- 用于**污染控制**调蓄量可取4-8mm，地面污染程度较严重的区域宜取上限





## 2. 海绵城市的相关标准规范

### 《低影响开发雨水控制利用 设施分类》——GB/T 38906-2020



## 2. 海绵城市的相关标准规范

团  
标

《城市水系统综合规划技术规程》—T/CECA20007-2021

- 保留自然水系，合理恢复具有重要价值的历史水系，保障水系生态基流，明确城市水面率指标
  - 可采用蓝绿空间结合的形式，布置季节性排水水系和蓄滞空间，汇水范围超过 $2\text{km}^2$ 的宜布置河道或沟渠排水
- 
- 合理布局雨水管渠设施，结合超设计标准时的**内涝防治**
  - **超标雨水行泄通道**主要包括天然的城市地表浸流通道、沟渠、河湖水系、开敞空间以及其他承担地表排水功能的主次干道等
- 
- 确定水生态保护与修复的目标指标，应包括下列内容：
    - 生态需水量
    - 水系生态岸线比例
    - 生物多样性

城市水系统  
综合规划

水系布局与优化

防洪与排涝安全

水资源与供水

水环境与污水处理

水生态保护与修复

水设施布局

## 2.海绵城市的相关标准规范

地标

北京地方标准为例

| 分类   | 标准规范                                                                                                                                                                         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 规划设计 | <div>《北京市海绵城市建设设计标准》DB11/T1743-2021</div> <div>《排放下凹桥区雨水调蓄设计规范》DB11/T 1068-2014</div> <div>《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013</div> <div>《城市雨水系统规划设计暴雨径流计算标准》DB11/T 969-2013</div> |
| 施工   | <div>《北京市海绵城市道路系统工程施工及质量验收规范》DB11/T 1728-</div> <div>《河湖水系海绵城市建设技术规范》</div>                                                                                                  |
| 验收   | <div>《海绵城市调蓄工程施工及验收规程》</div> <div>《透水砖铺装施工与验收规程》DB1 1T686-2009</div>                                                                                                         |
| 监测评估 | <div>《海绵城市规划编制与评估标准 》DB11_T 1742-2020</div> <div>《海绵城市建设效果监测与评估规范》DB11_T 1673-2019</div> <div>《城市雨水管渠流量监测规程》</div>                                                           |

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 海绵试点城市

- 中央财政对海绵城市试点给予专项资金补助，一定三年，具体补助数额按城市规模分档确定，直辖市每年6亿元，省会城市每年5亿元，其他城市每年4亿元。对采用PPP模式达到一定比例的，将按上述补助基数奖励10%。
- 第一批试点城市确定海绵城市建设项目总投资为1684亿元，其中采用PPP模式的项目 投资额占33%达559亿元

#### □ 海绵示范城市

中央财政按区域对示范城市给予定额补助。其中，

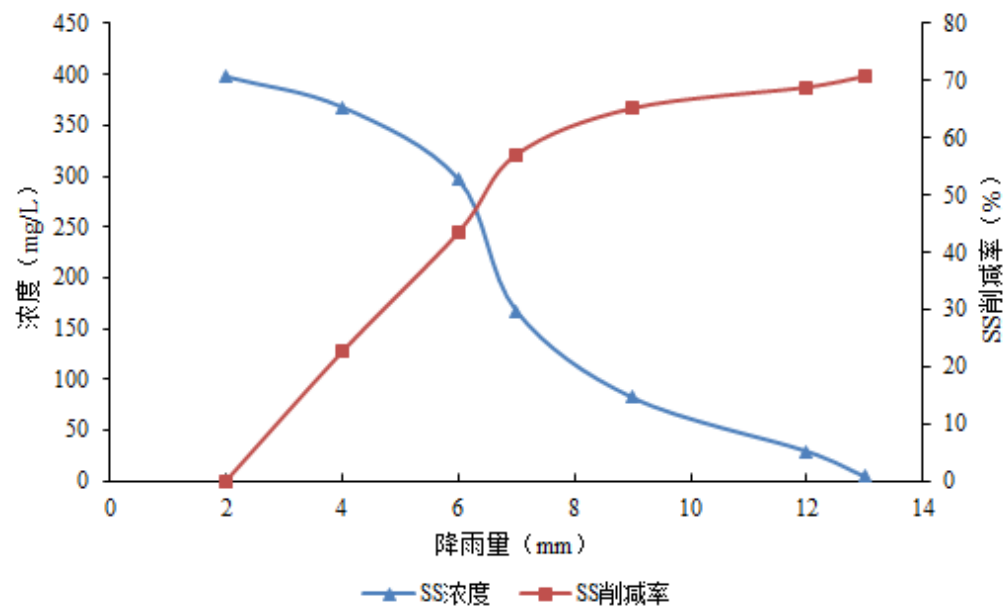
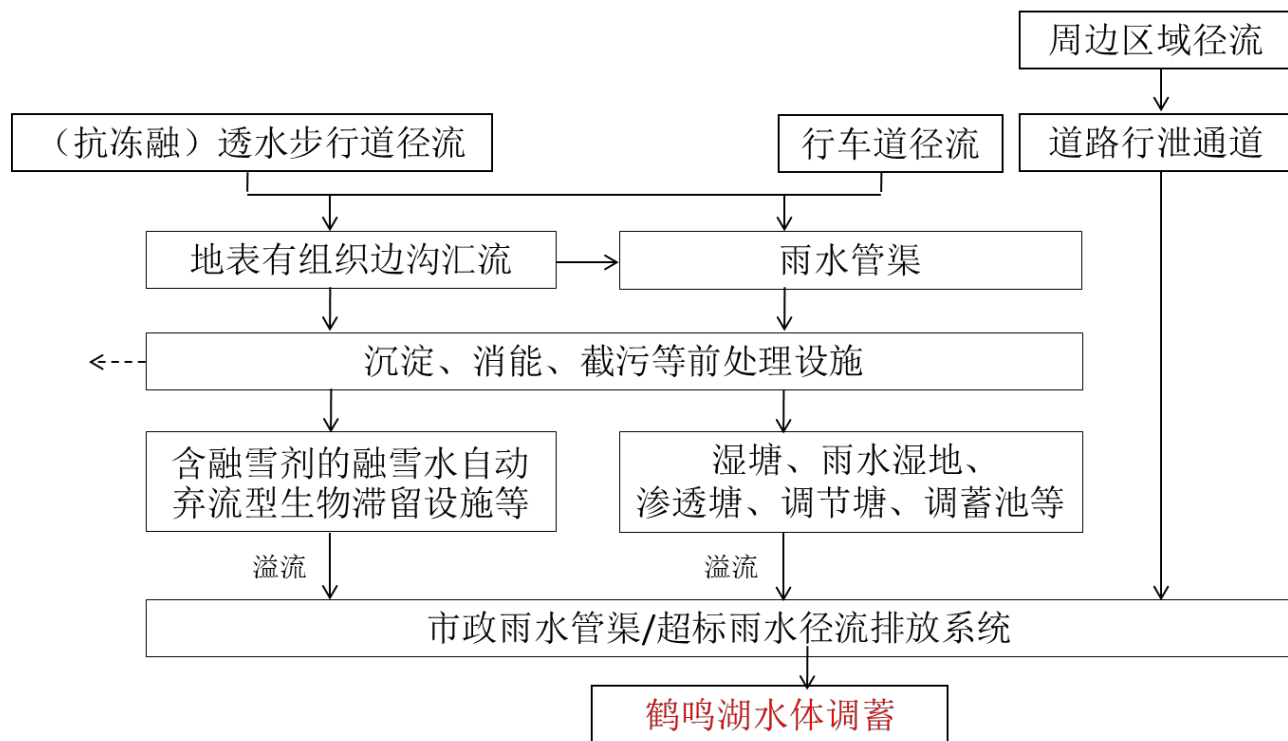
- 地级及以上城市：东部地区每个城市补助总额9亿元，中部地区每个城市补助总额10亿元，西部地区每个城市补助总额11亿元
  - 县级市：东部地区每个城市补助总额7亿元，中部地区每个城市补助总额8亿元，西部地区每个城市补助总额9亿元
- 预计至2021年，全国658个城市建成区的20%以上面积需要达到设计标准，全国每年投资总额预计将超过4000亿元；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求，需要资金约16000亿元



### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 吉林省白城市生态新区典型案例

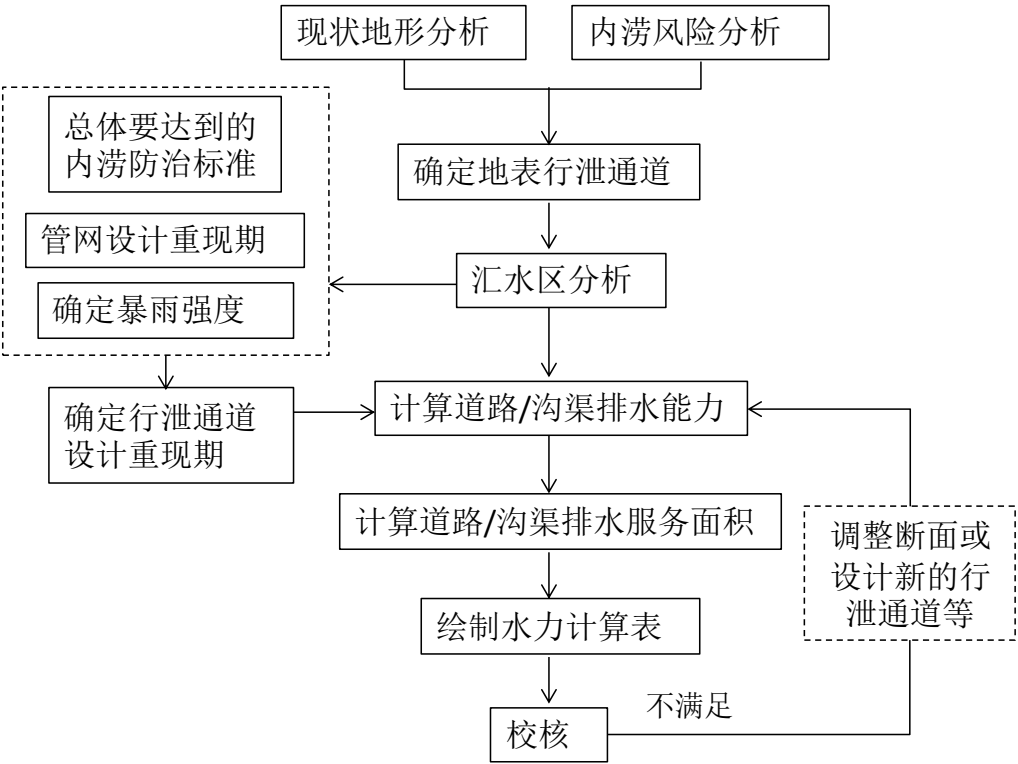
##### ➤ 横五路道路融雪剂弃流与抗冻融透水铺装工程



# 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

## 吉林省白城市生态新区典型案例

### 白城市道路源头减排与生态沟渠行泄通道工程





# 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

## 我国城市黑臭水体治理成效

由住房城乡建设部牵头，会同环境保护部、水利部、农业部等部委指导地方落实并提出目标：

- 2017年年底前，地级及以上城市实现河面无大面积漂浮物，河岸无垃圾，无违法排污口，直辖市、省会城市、计划单列市建成区基本消除黑臭水体；
- 2020年年底前，地级以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内；
- 到2030年，全国城市建成区黑臭水体总体得到消除。

| 特征指标（单位）   | 轻度黑臭    | 重度黑臭  |
|------------|---------|-------|
| 透明度(cm)    | 25-10   | <10   |
| 溶解氧(mg/L)  | 0.2-2.0 | <0.2  |
| 氧化还原电位(mV) | -200-50 | <-200 |
| 氨氮(mg/L)   | 8.0-15  | >15   |

控源截污、内源治理;活水循环、清水补给;水质净化、生态修复

| 技术名称       | 技术分类 | 适用范围                                 |
|------------|------|--------------------------------------|
| 截污纳管       | 控源截污 | 城市水体沿岸污水、分流制雨水管道初期雨水或旱流水排放口          |
| 面源控制       |      | 城市初期雨水、冰雪融水、畜禽养殖污水、地表固体废弃物等污染源的控制与治理 |
| 垃圾清理       | 内源治理 | 城市水体沿岸垃圾临时堆放点清理                      |
| 生物残体及漂浮物清理 |      | 季节性的水体内源污染物，需在干枯腐烂前清理，水面垃圾漂浮物长期清理    |
| 清淤疏浚       |      | 所有黑臭水体，尤其是重度黑臭水体底泥污染物的清理             |
| 岸带修复       | 生态修复 | 已有硬化河岸（湖岸）的生态修复                      |
| 生态净化       |      | 城市水体水质的长效保持                          |
| 人工增氧       |      | 整治后城市水体的水质保持，具有水体复氧功能，提升局部水体的溶解氧水平   |

## 我国城市黑臭水体治理成效

| 机构                | 发布日期       | 文件                           |
|-------------------|------------|------------------------------|
| 国务院               | 2015-04-02 | 水污染防治行动计划                    |
| 住房和城乡建设部、环境保护部    | 2015-08-28 | 城市黑臭水体整治工作指南                 |
| 国务院               | 2016-11-24 | “十三五”生态环境保护规划                |
| 环境保护部、国务院有关部门     | 2016-12-06 | 水污染防治行动计划实施情况考核规定(试行)        |
| 中共中央办公厅、国务院办公厅    | 2016-12-11 | 关于全面推行河长制的意见                 |
| 第十二届全国人民代表大会常务委员会 | 2017-06-27 | 中华人民共和国水污染防治法(修订后)           |
| 生态环境部联合住房和城乡建设部   | 2018-04-12 | 关于开展2018年城市黑臭水体整治环境保护专项行动的通知 |
| 中共中央办公厅、国务院办公厅    | 2018-06-16 | 关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见  |
| 住房和城乡建设部、生态环境部    | 2018-09-30 | 城市黑臭水体治理攻坚战实施方案              |

截至2019年底，全国295个地级及以上城市(不含州、盟)共有黑臭水体2899个，消除数量2513个，消除比例86.7%。其中，36个重点城市(直辖市、省会城市、计划单列市)有黑臭水体1063个，消除数量1023个，消除比例96.2%；259个其他地级城市有黑臭水体1836个，消除数量1490个，消除比例81.2%。



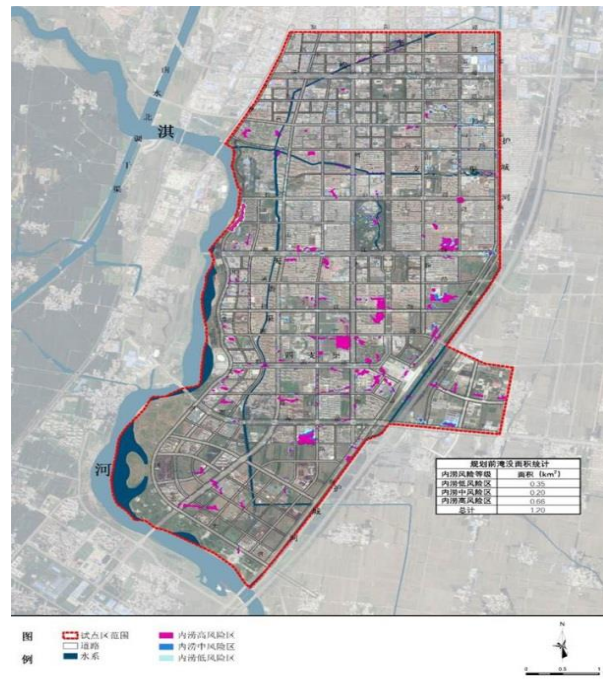
### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### 城市防洪排涝治理成效

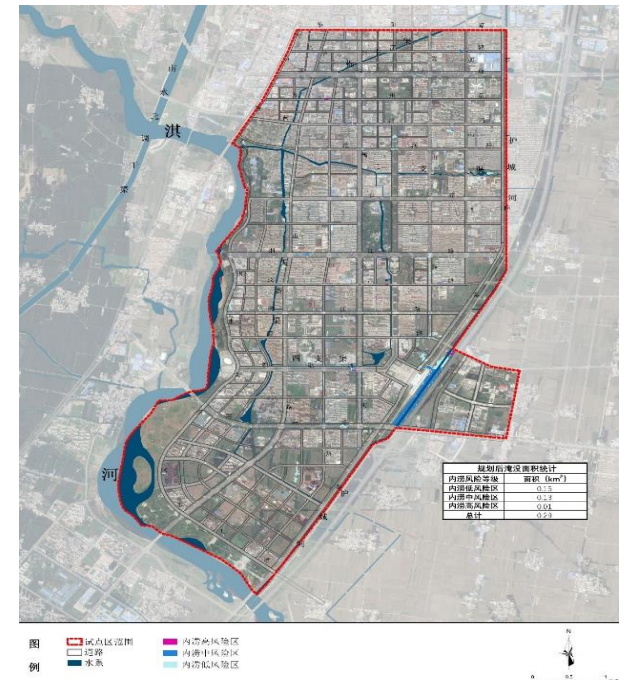
- 洪水控制：2019年7个流域共2690座大中型水库（湖泊）参与防洪调度，拦蓄洪水1517.78亿立方米。长江流域922座大中型水库拦蓄洪水573.00亿立方米，调度三峡水库压减下泄流量，减轻洞庭湖区和长江中下游干流防洪压力。
- 海绵城市的灰绿结合对洪涝的控制效果：多个试点城市通过合理改造，可有效消除易涝点



三峡水库



鹤壁海绵建设前



鹤壁海绵建设后

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 2021年7月郑州特大暴雨

7月16日以来，河南遭遇强降雨，目前已造成全省133个县(市、区)1306个乡镇757.9万人受灾，因灾遇难56人，失踪5人，全省已紧急避险转移585193人，紧急转移安置919519人，需紧急生活救助208033人；

农作物受灾面积576.6千公顷，成灾面积168.2千公顷，绝收面积25千公顷；倒塌房屋3830户9943间，严重损坏房屋7071户21879间，一般损坏房屋23406户62233间。





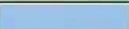
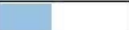
### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 对2021年7月郑州特大暴雨事件的思考

#### 河南内涝是“海绵城市”的失效吗？如何理性看待海绵城市

- 据郑州市城乡建设局统计，郑州市整合后的海绵城市建设项目总共有530个，目前已完成项目107个，在建项目42个。郑州市中心城区已完成海绵城市建设面积110.8平方千米。
- 郑州的年径流总量控制率达到75%。城区与航空城的内涝防止设计重现期为50年一遇，其它规划区的内涝防治标准为20年一遇。
- 郑州市于7月20日16-17时达到降雨峰值，最大小时降雨量高达201.9mm，打破中国陆地小时降雨量极值。据公开数据显示，郑州全市面积为7446平方公里。在这一小时内，约有14.9亿立方米，将此与蓄水量约0.14亿立方米的西湖相比，其降水量相当于107个西湖于一小时内倾倒入郑州。

2021/07/20 20:00-07/21 20:00全国降雨量

| 排序 | 城市 | 省份 | 降雨量     | 条形图                                                                                   |
|----|----|----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 郑州 | 河南 | 624.1mm |    |
| 2  | 新密 | 河南 | 357.5mm |    |
| 3  | 荥阳 | 河南 | 316.9mm |    |
| 4  | 扶沟 | 河南 | 302.2mm |    |
| 5  | 原阳 | 河南 | 289.3mm |    |
| 6  | 延津 | 河南 | 288.4mm |    |
| 7  | 新乡 | 河南 | 266.8mm |    |
| 8  | 临颍 | 河南 | 256.4mm |    |
| 9  | 获嘉 | 河南 | 240.3mm |    |
| 10 | 尉氏 | 河南 | 235.2mm |    |
| 11 | 新郑 | 河南 | 225.8mm |    |
| 12 | 修武 | 河南 | 213.2mm |    |
| 13 | 封丘 | 河南 | 211.2mm |    |
| 14 | 嵩山 | 河南 | 206.3mm |    |
| 15 | 焦作 | 河南 | 200.7mm |    |
| 16 | 武陟 | 河南 | 199.0mm |    |
| 17 | 中牟 | 河南 | 198.3mm |    |
| 18 | 偃师 | 河南 | 197.8mm |    |
| 19 | 长垣 | 河南 | 191.9mm |   |
| 20 | 通许 | 河南 | 182.0mm |  |
| 21 | 滑县 | 河南 | 180.8mm |  |
| 22 | 辉县 | 河南 | 179.9mm |  |
| 23 | 鄱陵 | 河南 | 179.5mm |  |
| 24 | 卫辉 | 河南 | 178.8mm |  |
| 25 | 开封 | 河南 | 174.2mm |  |
| 26 | 许昌 | 河南 | 170.5mm |  |
| 27 | 汝州 | 河南 | 169.7mm |  |
| 28 | 长葛 | 河南 | 167.6mm |  |
| 29 | 温县 | 河南 | 165.2mm |  |
| 30 | 漯河 | 河南 | 163.3mm |  |

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### 海绵城市建设中资金筹措的突出问题

中央财政对海绵城市建设试点的专项资金补助，但相较于海绵城市巨大的投资额，仅靠财政支持是杯水车薪，中央政府在多项政策中鼓励采用PPP模式，以社会资本投资为主、政府与社会资本共担风险

- 建设与维护项目多，资金需求量大
- 建设周期较长，收益性弱
- 收益机制不明确，社会资本积极性弱

#### 对策

##### □建立健全海绵城市PPP项目管理制度

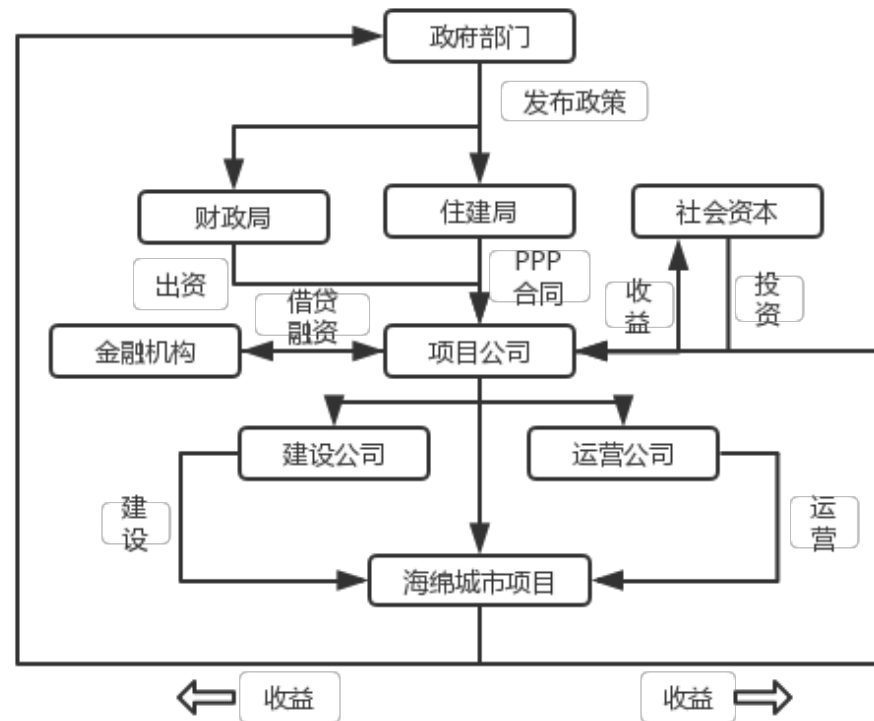
细化PPP项目管理规范，并逐步建立和完善海绵城市项目实施过程中规范化管理制度，寻求多方面的融资手段

##### □合理制定投资回报率

结合海绵城市建设的目标、生态经济社会等综合因素来确定收益指标，委托外部独立专门咨询机构进行投资回报率预估

##### □创新融资模式

按不同地区的海绵城市建设内容，做好资金需求和使用规划，从易得性、成本、使用效率等方面，设计适宜本地区海绵城市项目建设的融资模式





# 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

## 海绵城市建设中技术适应性问题

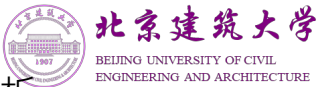


图 部分技术措施的适应性分析

### 设施适用性

设施能否适应待建地区或者在建成后根据当地水文地质条件能否发挥良好的海绵效果

### 设施可替代性

设施发挥的效果与其他设施具有共性，或者其功能的发挥可用其他设施代替

### 设施占用土地面积

设施建设中是否需要额外占用土地面积

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 生物滞留带    | 适用于建筑小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以及城镇道路绿化带等城镇绿地内                                      |
| 雨水花园     | 适用于建筑小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，公园绿地以及城镇道路绿化带等城镇绿地内                                  |
| 生态树池     | 适用于行道树树池，也可用于建筑小区、公园绿地和广场内树池                                                |
| 高位花坛     | 适用于建筑周边花坛，并与建筑雨落管联合使用                                                       |
| 下沉式绿地    | 适用于城市建筑小区、公园绿地、道路广场内绿地                                                      |
| 绿色屋顶     | 适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度 $\leq 15^{\circ}$ 的坡屋顶建筑                           |
| 简单式绿色屋顶  | 适用于屋顶结构荷载低且不上人的建筑屋顶                                                         |
| 花园式绿色屋顶  | 适用于屋顶结构荷载高且作为休憩场所的建筑屋顶                                                      |
| 渗透塘      | 适用于汇水面积较大且具有一定空间及下渗条件较好的区域                                                  |
| 植草沟      | 适用于建筑小区内道路，广场、停车场等不透水面的周边，城市道路及城市绿地等区域；可以与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下也可代替雨水管渠 |
| 转输型干式植草沟 | 适用于径流输送为主要需求的区域                                                             |
| 渗透型干式植草沟 | 适用于土壤渗透性较好，具有径流输送和径流总量控制双重需求的区域                                             |
| 湿式植草沟    | 适用于具有径流输送和径流污染控制双重需求的区域                                                     |

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### 城市内涝问题

##### □ 我国内涝的特点和成因

- 城市局地强降雨频次呈增多变化趋势
- 不透水区域面积增加
- 竖向破坏
- 自然滞蓄空间破坏
- 河道等水系破坏
- 城市内涝防治系统不完善
- 城市呈现“因洪致涝、因涝成洪、洪涝混合”的特点

##### □ 海绵城市建设和城市内涝的综合治理需要在以下几方面进行：

- 利用多种路面、地面、绿地和屋面等结构,从源头上收集雨水
- 降低峰值流量,提供利用雨水的条件
- 降低雨水的汇集速度,在留住雨水的过程中,避免自然灾害的发生
- 城市竖向和工程设施结合,天然水系与防涝设施结合,地面排水设施与水管渠道相结合

#### 措施

- 树立科学治涝理念,做好“1+3+1”(水利防洪系统+大、小、微三套城市排水系统+应急处置系统)的技术体系顶层设计
- 加强内涝风险评估,合理布局防涝空间
- 生态优先,提高基于大排水系统的城市竖向控制的系统性
- 加大排水设施建设的监管力度和运行养护力度
- 建立健全应急响应机制,提高预警预报和应急救灾能力

#### 合流制溢流控制问题

- 在黑臭水体治理、海绵城市建设过程，都会发现合流制溢流污染的严重程度及其对水环境的巨大影响
- 溢流污染的解决途径：建立雨污分离系统、海绵城市理念解决雨水问题、建立新型污水排放体系

#### □ 城市“合改分”是否具有必要性？

- 明确城市合流制及相关排水系统现状与关键问题

明确现状不同类型排水系统的范围、各区域范围内的污水收集率与处理率、雨水排水标准、截流倍数、管道运行水位与淤积深度等关键指标

- 合理制定排水系统污染负荷削减目标

在确定系统外排污染负荷削减总体目标的基础上，进一步建立外排水量、水质控制与污染负荷削减之间的相互关系，进而合理确定系统溢流总量、频次、外排污染物浓度等具体控制指标。

- 城市“合改分”与合流制溢流控制策略可实施性、效果与代价评估

综合比较和分析不同技术策略的直接与间接建设成本，以及后续维护管理成本等，对不同方案进行技术经济分析评估，充分考虑政府或投资方长期的可承受支付能力，进行方案优选

- 合流制溢流控制的技术策略选择

# 4.城镇水务2035年行业发展规划

## 城镇水环境规划目标

现状

- 1

城镇水体治理成效显著
- 2

城镇污水收集系统建设加快

- 3

重视降雨径流污染治理
- 4

逐步提升城镇污水处理设施建设水平

目标

- ✓ 全面提升城镇污水处理系统排放性能
- ✓ 加强降雨径流污染控制
- ✓ 营造优美宜居的城镇水生态环境
- ✓ 积极推行厂网河（湖）一体专业化运营模式
- ✓ 加大污泥处理处置设施建设规模河力度，实现污水处理系统  
河污泥处理处置、资源化利用的无缝衔接

在彻底消除黑臭水体基础上，初步恢复城镇水体的物理、化学和生态完整性和自然净化功能，全面改善城镇水环境，实现清水绿岸、鱼翔浅底，提升水体景观和休憩等功能。



# 4.城镇水务2035年行业发展规划

## 城镇排水防涝规划目标

现状

- 1

树立现代雨水综合管理理念
- 2

构建城镇排水与内涝防治综合体系

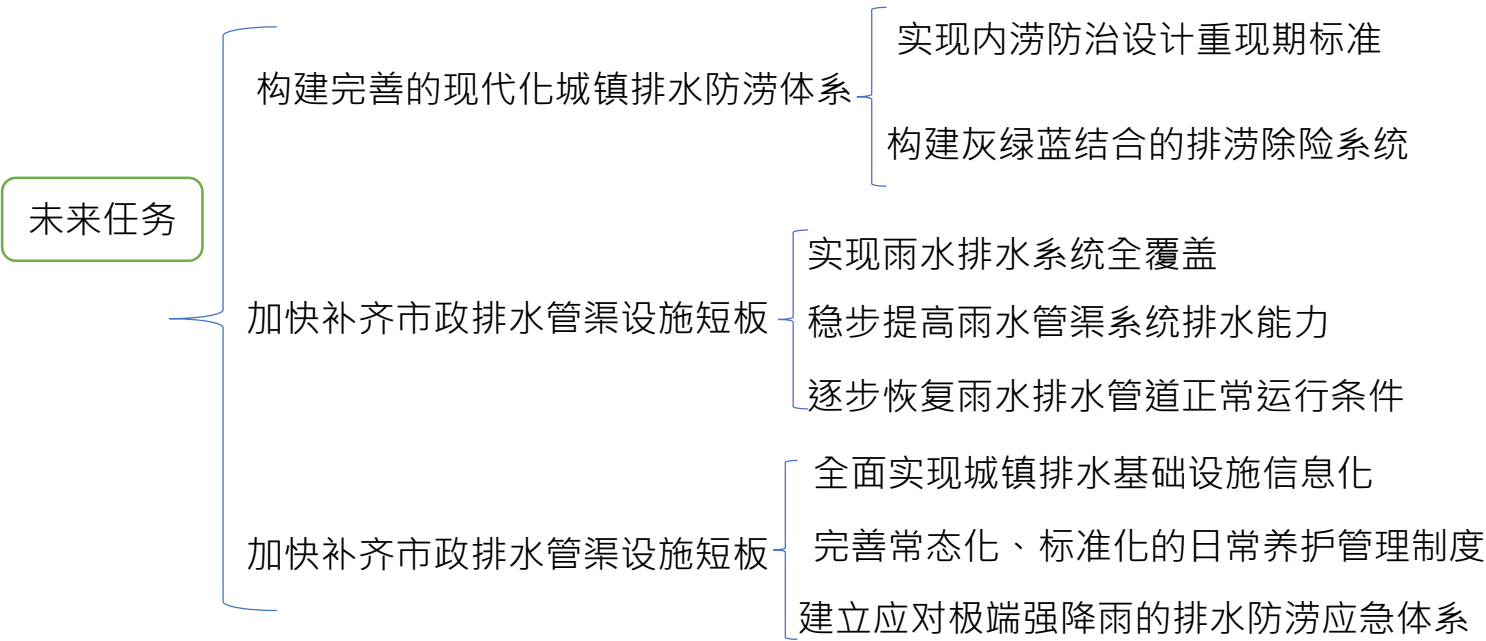
- 3

建立城镇排水防涝系统标准
- 4

优化了排水设计计算方法
- 5

建立灰蓝结合的内涝蓄排体系

目标



深入贯彻海绵城市建设理念，适应新型城镇化发展，全面提升城镇排水防涝能力，有效应对气候变化导致的极端降雨天气对社会管理、城镇安全运行和人民群众生产生活的影响，建立完善的灰、绿、蓝耦合的现代化城镇排水防涝设施体系，实现小雨不积水、大雨不内涝、暴雨不成灾的城镇排水防涝目标。



# 结语

- 海绵城市建设需要完善法律法规，通过总结海绵试点城市和示范城市相关经验和问题，加强理论创新，技术优化，不断对海绵城市建设相关的现行标准和指南进行修订。
- 海绵城市建设必能实现“修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、提高城市水安全、复兴城市水文化”多重目标。

**敬请批评指正，谢谢！**

台灣國際水週(Taiwan International Water Week 2021, TIWW)」國際論壇

分散式雨水貯集系統以減少氣候變遷之脆弱性

Decentralized Rainwater Harvesting System to Reduce Climate Change Vulnerability

## 我國綠建築節水減碳之挑戰與策略

Challenges and Strategies for Water Saving and Carbon  
Reduction of Green Buildings in Taiwan

羅時麒組長

內政部建築研究所

October 16, 2021



# 簡報大綱

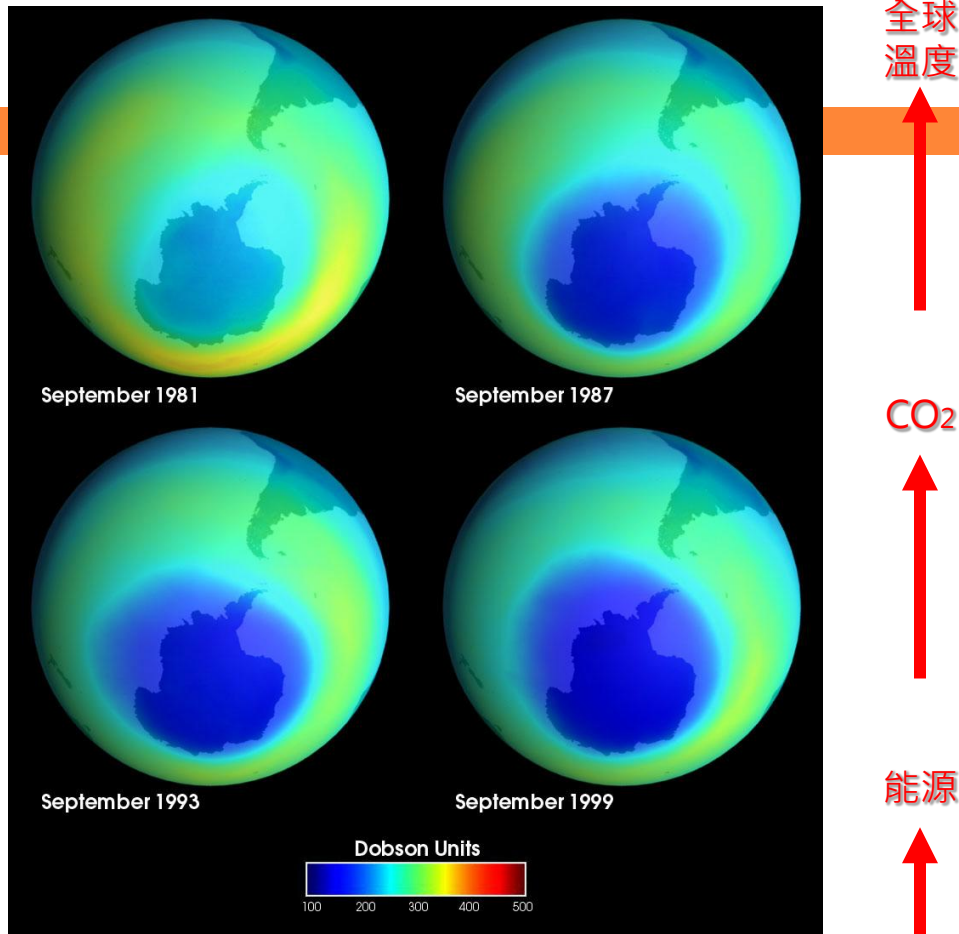
---

- 一、氣候變遷下臺灣環境面對的挑戰
- 二、綠建築推動現況
- 三、綠建築節水設計及減碳策略
- 四、未來展望

# 一、氣候變遷下臺灣環境面對的挑戰

地球暖化及水資源匱乏

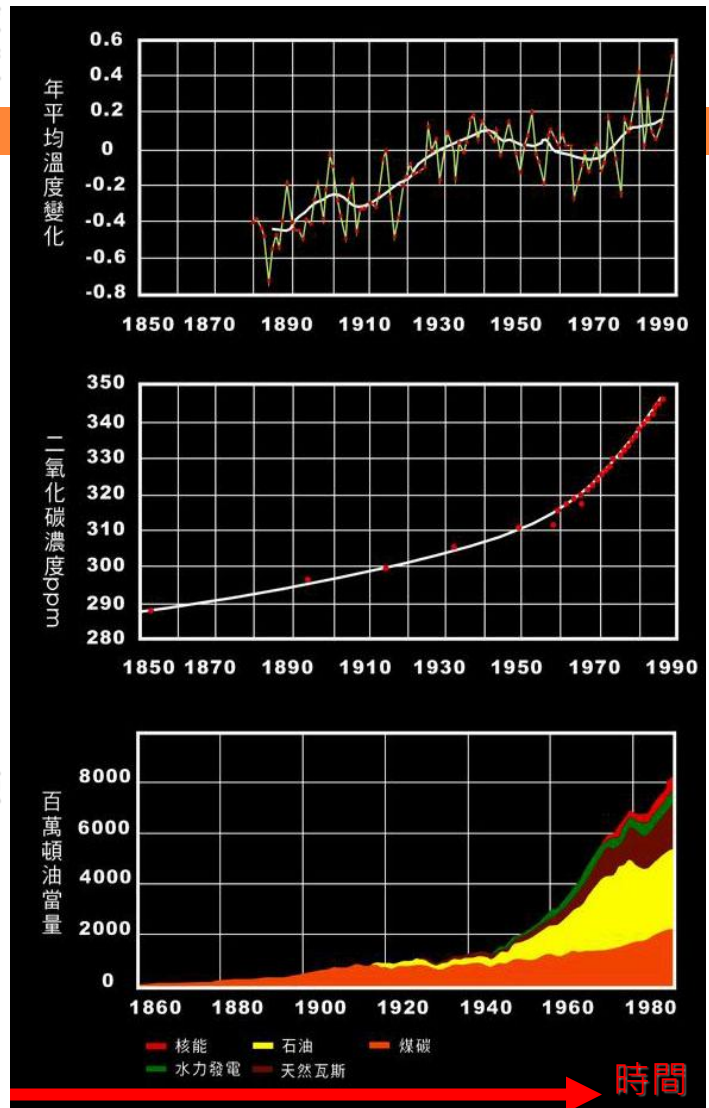
# 1.1 人為溫室氣體對全球氣候環境的影響



全球  
溫度

CO<sub>2</sub>

能源



- 人類的氟氯碳化物排放使地球南極**臭氧層破洞**不斷擴大的情形 (NASA)
- 近百年來地球溫度上升與人類能源使用量與**二氧化碳排放量**有密切關係

圖 0-1 近百年來地球溫度上升與人類能源使用量與二氧化碳排放量有密切關係



對自然環境造成越  
大的傷害



北極熊的家  
正在消失中

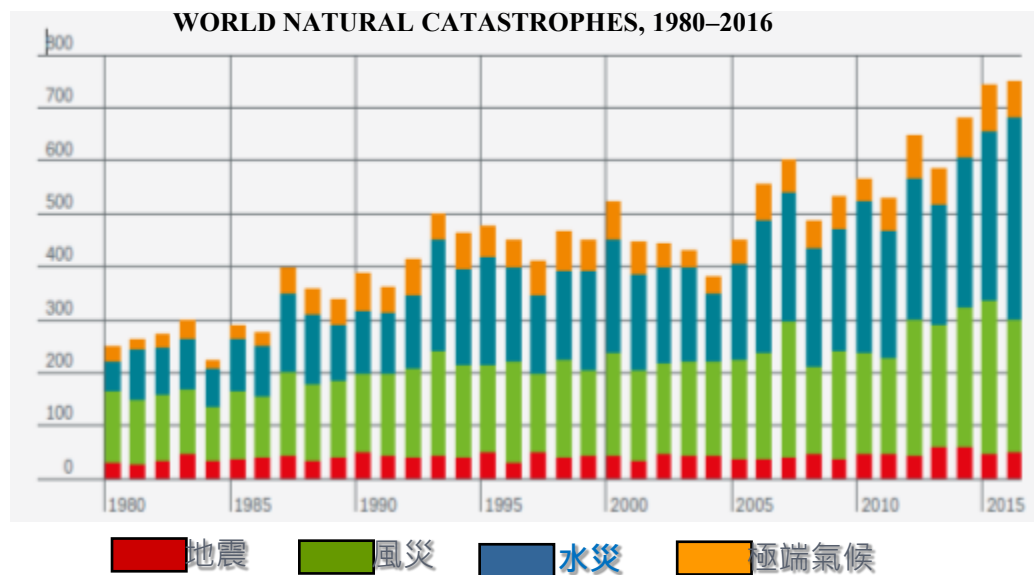


資料來源：[Green peace.org](http://Greenpeace.org)  
[setn.com](http://setn.com)



## 1.2 極端氣候造成的災害

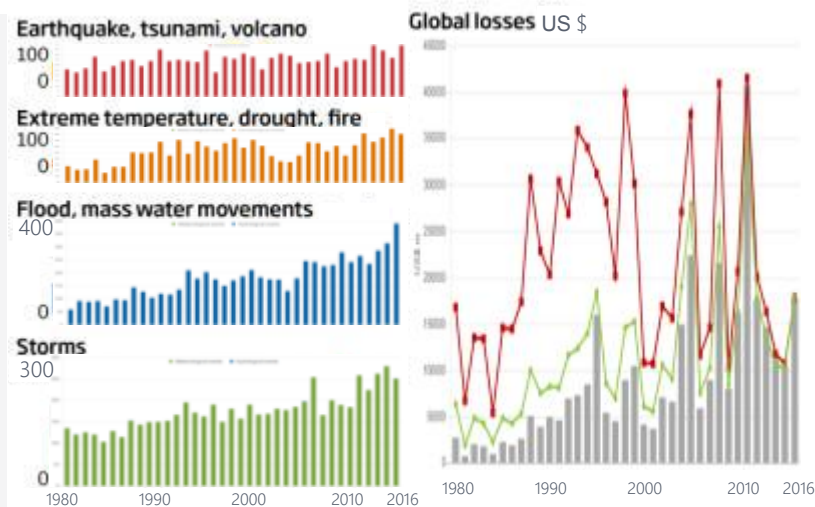
- ◆ 全球氣候持續暖化，導致**極端氣候**，**水災**、風災**頻傳**，且規模、程度均更大更嚴重，造成嚴重人畜財產和農作物損失，惡性循環下，**人類生存面臨極大的挑戰**。
- ◆ 人類不得不面對暖化及氣候變遷問題，並**提出解決因應對策**。



1980-2016全世界發生嚴重天災統計圖

圖來源：© 2016 Munich Re, NatCat SERVICE. As of 2017.

Natural disasters are more frequent than 30 years ago - and are costing us more



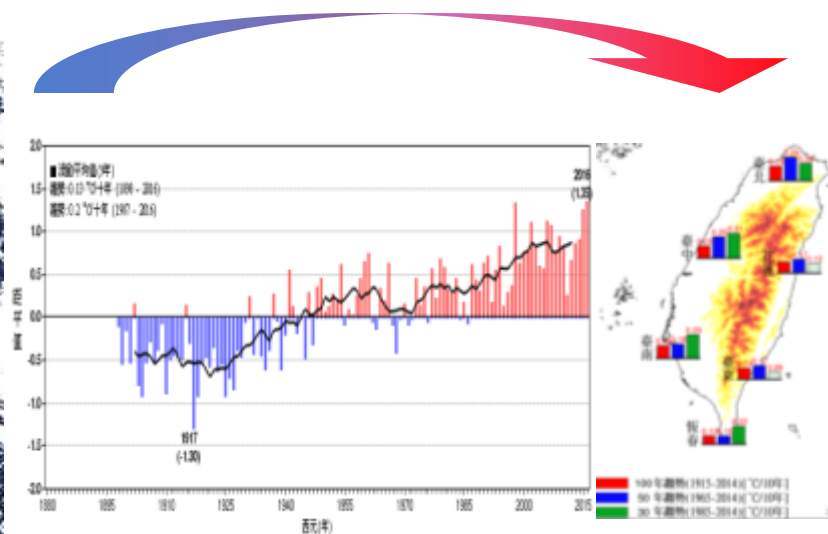
災害頻率較30年前提高且損失加劇

圖來源：

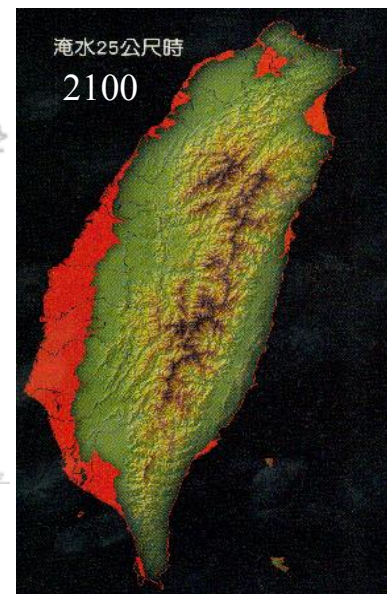
<http://natcatservice.munichre.com/overall/3?filter=eyJ5ZWYyRnJvbSI6MTk4MCIwIjVhcnRvIjoyMDE2fQ%3D%3D&type=1> 2017

## 1.3 臺灣的環境挑戰

- 依中央氣象局統計，臺灣近年溫度屢創新高；2016年臺灣13個平地站的平均氣溫較過去百年氣候值高出 $1.35^{\circ}\text{C}$ ，為百多年來偏暖的一年
- 臺灣夏季市中心區與郊區之最高溫度差達 $3$ 至 $4^{\circ}\text{C}$ ；依臺電公司統計，夏季溫度每上升 $1^{\circ}\text{C}$ ，空調耗電量約上升 $6\%$ 。
- 臺灣能源 $98\%$ 以上依賴進口，建築產業佔全國耗能 $28.3\%$ 。
- 臺灣雨量豐沛卻有缺水問題，今年水情一度嚴峻。

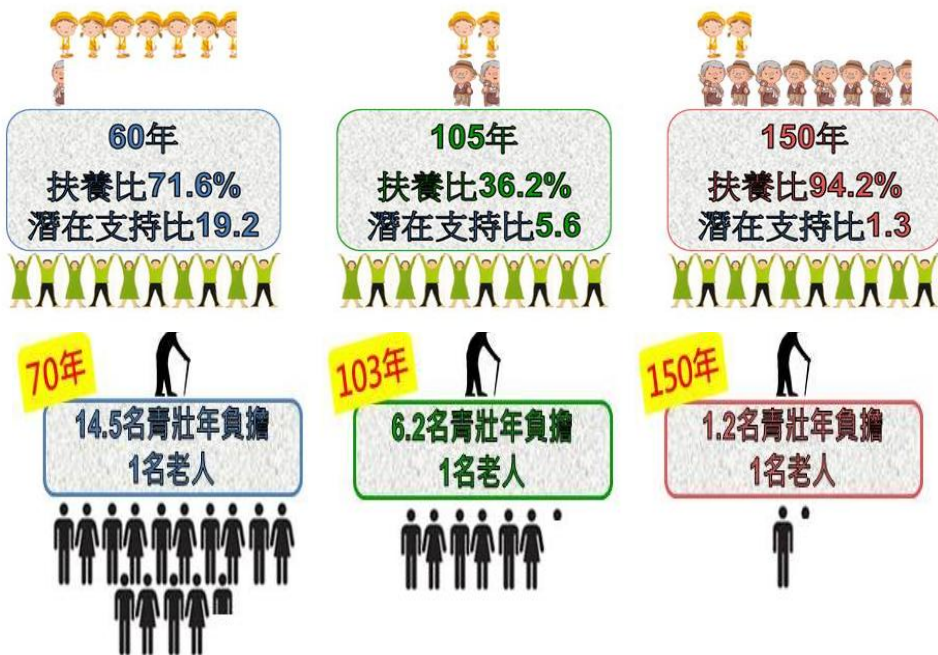


百年來臺灣年平均溫度距平變化圖 (1911 ~ 2016 年)



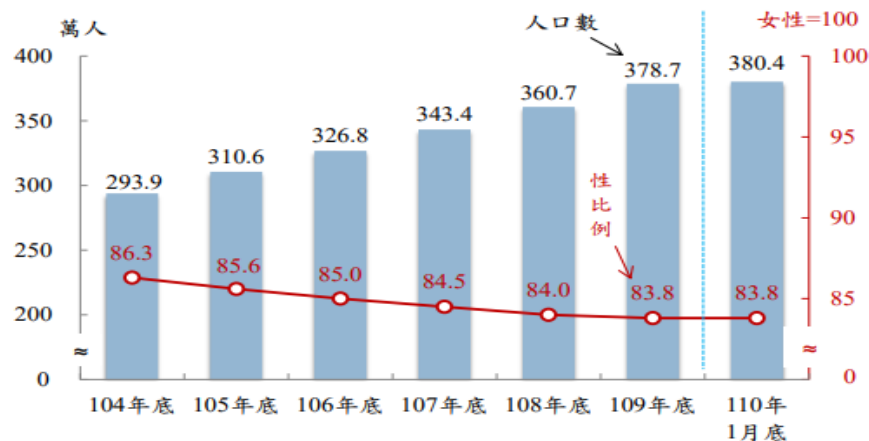
# 1.4 高齡少子化的社會環境變遷

- 至2021年1月底，我國65歲以上老年人口達380萬餘人，佔總人口16.2%；自107年我國老年人口跨越14%「高齡社會」門檻後，預計2026年老年人口比率將超過20%，邁入「超高齡社會」。



合適居家環境配合智慧設備服務系統，實現**在宅安養**，不僅符合多數人期望，且可降低經濟及社會負擔。

65歲以上人口數及性比例



資料來源：國家發展委員會「中華民國人口推估（105至150年）」

## 二、綠建築推動現況



全球思維 地方行動

Global thinking, local action



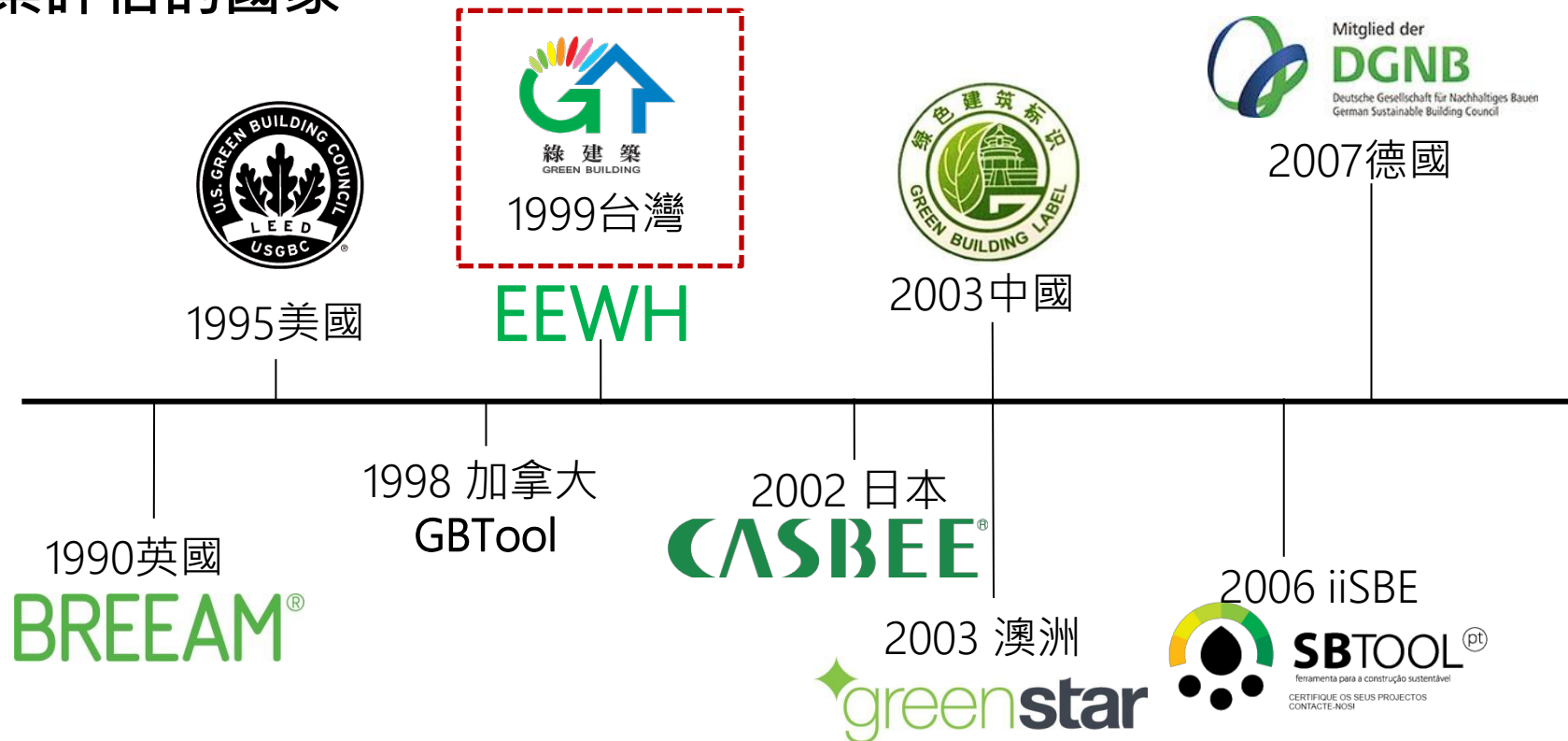
# 我國綠建築政策之發展特色

因應全球氣候變遷，各國陸續發展綠建築評估系統，目前已約有**38**個國家、地方有評估系統。



# 發展科學量化的評估系統

我國綠建築標章(EEWH)為亞洲第1個、全球第4個實施具科學量化的評估系統，同時也是第一個對高溫、高濕氣候進行綠建築評估的國家。

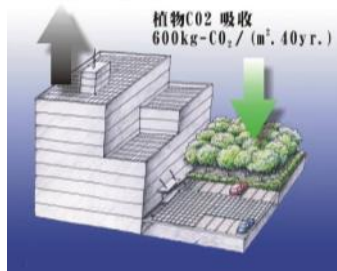


# 臺灣綠建築評估系統 (EEWH)

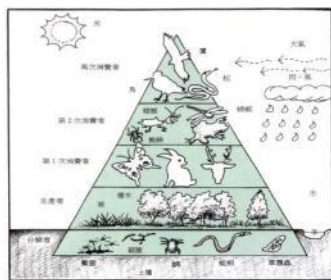
- 掌握本土氣候及環境與生活型態，在**建築生命週期**中，使用較少資源與能源，產生較少廢棄物，並兼顧健康舒適之建築物。

## 生態 Ecology

### 綠化及基地保水



### 生物多樣性



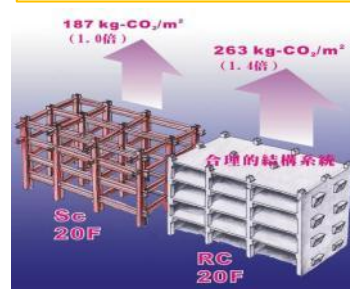
## 節能 Energy

### 外殼節能 空調 照明

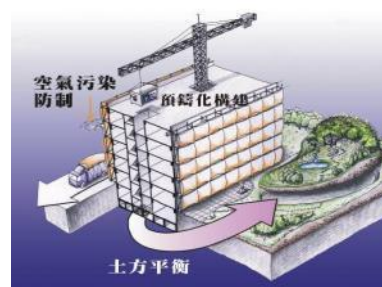


## 減廢 Waste

### CO<sub>2</sub> 減量



### 廢棄物減量



## 健康 Health

### 綠建材



### 水資源





# 綠建築標章制度

## 綠建築評估系統(EEWH)

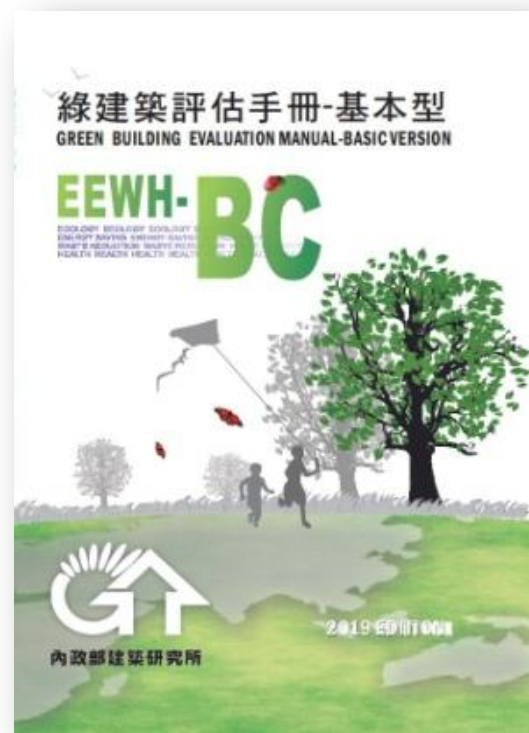
| 四大範疇<br>Four aspects  | 九大指標<br>Nine indicators                                                                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 生態<br>Ecology         | 生物多樣性 (Biodiversity)<br>綠化量 (Greenery)<br>基地保水 (Soil water content)                          |
| 節能<br>Energy saving   | 日常節能(Energy saving) (必要)                                                                     |
| 減廢<br>Waste reduction | 二氧化碳減量(CO <sub>2</sub> emission)<br>廢棄物減量(Waste reduction)                                   |
| 健康<br>Health          | 室內環境(Indoor environment)<br>水資源(Water resource) (必要)<br>污水垃圾改 (Sewage & garbage improvement) |





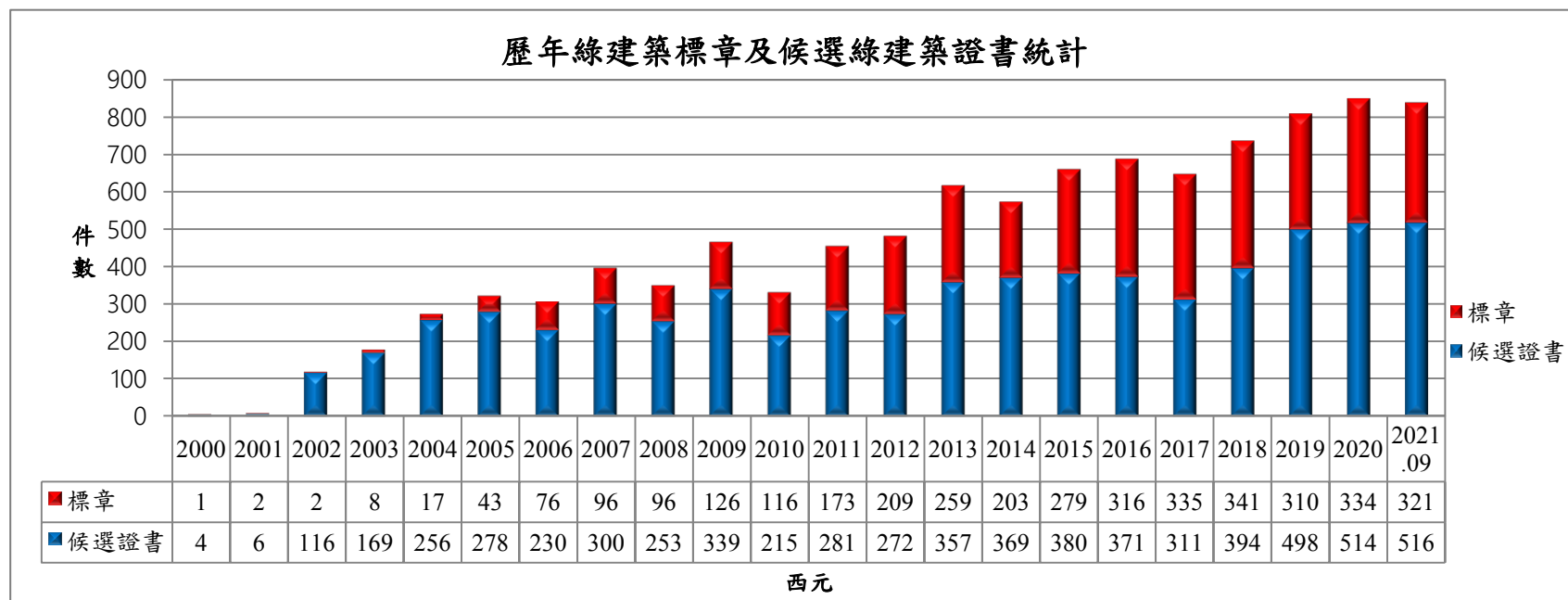
# 我國綠建築政策發展歷程

- 1998年 訂定綠建築評估系統，水資源指標納入雨中水系統
- 1999年 綠建築標章開始受理申請
- 2001年 公有新建建築物率先實施，鼓勵取得候選綠建築證書
- 2005年 法制化，建築技術規則增訂綠建築基準專章
- 2007年 實施綠建築分級評估制度
- 2008年 要求5,000萬元以上公有新建建築物需取得標章
- 2012年 實施綠建築家族五大評估系統
- 2017年 發布「綠建築評估手冊-境外版」(第六類)
- 2021年 檢視建築能源效率、水資源效率



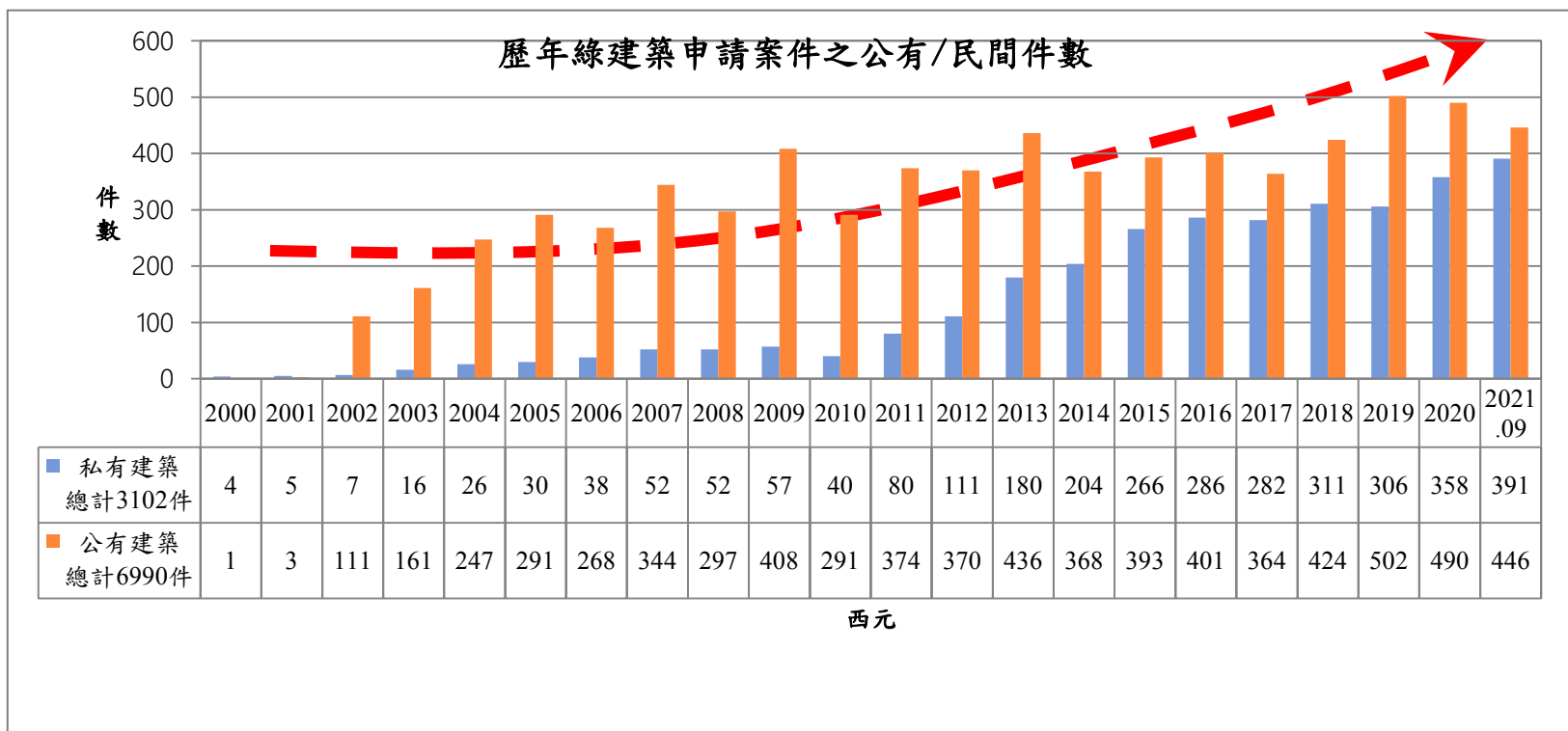
# 綠建築政策推動成果

◆ 至2021年8月底累計評定通過綠建築及候選證書9,998案。



# 民間綠建築蓬勃成長

- 在綠建築政策的持續帶動下，民間業界參與數量逐年增加，2020年達到358件，比例亦從開始的6%提升至42%。



# 推動效益

- 每年約可**節水**1億1040萬噸（相當於0.56座石門水庫的容量）。
- 每年約可節電22.62億度。
- 合計每年約可**節省水費、電費**約新台幣90.19億元。
- 尚有**生態、保水、綠化、減廢、資源節約**等環保效益。





# 綠建築教育示範基地

- 為使民眾深入了解綠建築，辦理**免費參訪優良綠建築**的活動，並提供導覽解說服務，引導全民藉由親臨觀摩。
- **綠建築教育示範基地**是由過去**10屆共106件**之優良綠建築獲獎作品案例中，選定16處為示範基地，並簽訂合作協議。



# 三、綠建築節水設計與減碳策略

提升水資源效率

分散式建築雨水貯集利用系統

節水減碳

# 綠建築節水減碳策略

- ◆ 台灣降雨量豐沛，但因河川坡陡流急、降雨分布不均，加上極端氣候降雨異常，仍有缺水問題，
- ◆ 為因應氣候變遷及水資源匱乏問題，在新水源開發不易的情況下，如何**提升綠建築水資源效率**，鼓勵新建建築物導入**雨水利用**、**節約用水**、**基地保水**等設計策略
- ◆ **分散式雨水貯集利用系統**
  - ◆ 設置在遍布**全國的屋頂或地面型**雨水貯集利用系統，就像1個**分散式的虛擬水庫**
  - ◆ 聚集起來，可**減少大量的自來水使用**，達到節水減碳的效益，以及減緩氣候變遷的目標。

# 建築物雨水貯留利用適用範圍及規定

## ◆ 建築技術規則建築設計施工編-綠建築基準專章

◆ 第298條第1項第4款建築物雨水或生活雜排水回收再利用：指將雨水或生活雜排水貯集、過濾、再利用之設計，其**適用範圍**為**總樓地板面積達10,000平方公尺以上之新建建築物**。但衛生醫療類（F-1組）或經中央主管建築機關認可之建築物，不在此限。

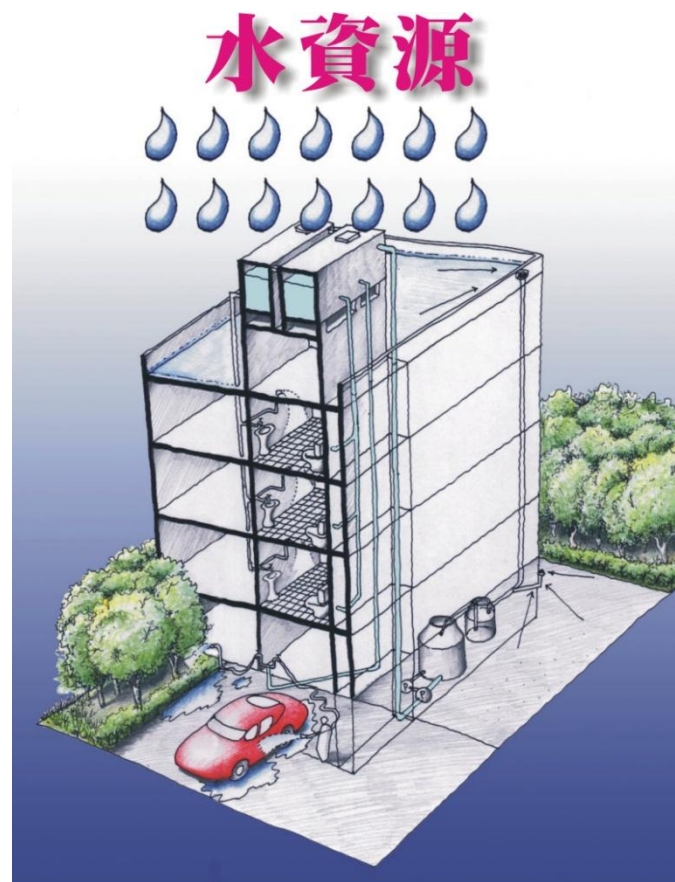
◆ 第299條**雨水貯留利用率**：指在建築基地內所設置之雨水貯留設施之雨水利用量與建築物總用水量之比例。

◆ 第316條建築物應就設置雨水貯留利用系統或生活雜排水回收再利用系統，**擇一設置**。設置**雨水貯留利用系統者，其雨水貯留利用率應大於4%**；設置生活雜排水回收利用系統者，其生活雜排水回收再利用率應大於30 %。



# 綠建築標章水資源指標規劃策略

- ◆ 水資源著重於節約用水及雨水利用
- ◆ 水資源指標之策略：
  - ◆ 大、小便器與供公眾使用全面採用省水標章之器材
  - ◆ 一段式馬桶改成為省水標章的兩段式馬桶
  - ◆ 改用自動感應、自閉式或腳踏式水栓
  - ◆ 改用節水型冷卻水塔
  - ◆ 改用物理方式冷卻水塔除垢方式
  - ◆ 飯店旅館浴室以淋浴代替浴缸



水資源指標以建築節水為目標

- ◆鼓勵設置空調冷凝水回收系統
- ◆儘量不要設置大耗水的人工草坪或草花花圃
- ◆設置雨中水設施或節水澆灌
- ◆設置智慧水表
- ◆大耗水建築案例要求設置彌補措施
  - ◆人工草坪或草花花圃：設置節水澆灌系統，或設置自來水替代率5%以上，或雨中水設施
  - ◆親水設施、游泳池、噴水池、戲水池等：設置自來水替代率5%以上，或雨中水設施設置自來水替代率5%以上
- ◆至少30%以上節水效益。

# 水資源設計

◆ 水資源  $WI = a + b + c + d + e + f + g$

◆ a : 大便器省水器材

◆ b : 小便器省水器材

◆ c : 供公眾使用水栓省水器材

◆ d : 以淋浴代替浴缸

◆ e : 雨中水設施或節水澆灌

◆ f : 空調節水系統

◆ g : 智慧水表

# 自來水替代率

◆ 自來水替代率 $R_c$ ，大耗水建築案之彌補措施

◆  $R_c = W_s / W_t$

◆  $W_s$ ：自來水替代水量，取日集雨量( $W_r$ )或雨水利用設計量( $W_d$ )，兩者較小者

◆  $W_t$ ：建築物總用水量

◆ 雨水貯集槽設計容積 $V_s$

◆  $V_s > \text{日降雨量} R * \text{集雨面積} A_r * \text{儲水天數} N_s$



# 綠建築水資源指標設計案例

## 國立傳統藝術中心

- 本案建築物內，所使用的大便器、小便器及各式水栓，全面具**省水標章**之省水器具，來達到節約水資源的目的。

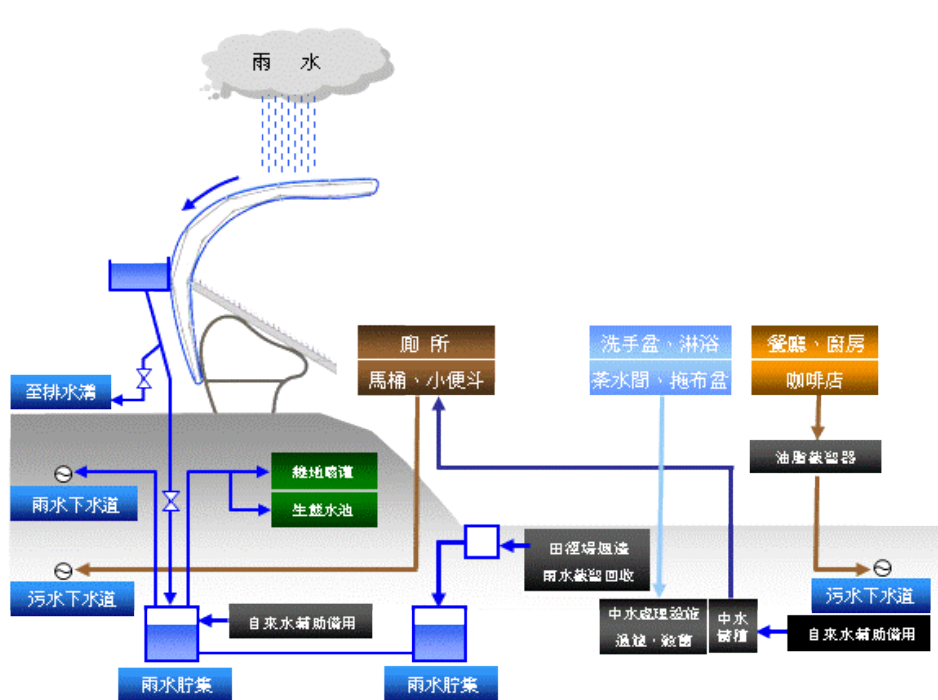


資料來源：內政部建築研究所綠建築教育示範基地

# 綠建築水資源指標設計案例

## 高雄國家體育場

- 本案全面採用**省水標章**認證的省水器具，並以洗臉盆、淋浴、茶水間等雜排水、空調冷凝排水經二級污水處理設施處理後儲存，提供**中水水源**供馬桶、小便斗沖洗。
- 於觀眾席上方屋頂與田徑場草地做**雨水收集**，筏基水箱內設有13,000噸雨水儲存槽，做為園區內的綠化澆灌使用。





# 綠建築水資源指標設計手法

## 臺北市立圖書館北投分館

- 大便器、小便器及供公眾使用之水栓均全面採用符合經濟部水利署公告之「**省水標章**規範」認證產品。
- 設置**雨水回收利用系統**，將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，供廁所小便斗、馬桶及噴灌用水。



設置雨水回收系統

使用具省水標章或環保字號之衛生器具

# 綠建築水資源指標設計手法

## 公務人力發展學院之臺北院區

- 本建築物於地下室筏基設置雨水與游泳池溢流水回收水槽，可回收作為各棟之馬桶沖水及庭園澆灌用途。
- 全面採用具省水標章之衛生器具，提昇水資源利用的合理化及循環使用，並建立第二水資源的觀念。



雨水儲集區之人孔位置



庭園澆灌系統



使用具省水標章之衛生器具

資料來源：內政部建築研究所綠建築教育示範基地



# 綠建築水資源指標設計手法

## 文山水資源回收中心

- 本案全面採用具**省水標章**之節水型衛生器具，設置噴灌設施，且於二樓花臺設置**雨水感濕器**節省用水。



# 綠建築水資源指標設計手法

## 國立成功大學綠色魔法學校

- 採用UB-FINE免手觸節水系統，達到免電源及省水的效果，使用具備**省水標章**或具環保字號之大小便器及公共使用水栓。
- 規劃了雨水儲集資源再利用之**彌補措施**，經由**地面與屋頂收集**雨水後，收集至筏基，作為景觀澆灌用水。



腳踏板給水式的洗手台



生態水池



雨水回收系統



# 綠建築水資源指標設計手法

## 雨水利用-自動澆灌



易構住宅實驗屋綠屋頂展示區，目前運用雨水回收，採取自動澆灌，並用太陽能板產生綠能；作物都是使用藍耕栽培，可避免屋頂漏水問題，至於栽種產生的廢棄物，可做成堆肥，回歸到綠屋頂使用，達到綠能、減碳和永續經營的效果。

# 綠建築水資源指標設計手法

## 智慧水表

- ◆ 新增設置智慧水表
  - ◆ 用戶水表健檢
  - ◆ 用水型態分析
  - ◆ 可透過系統檢查流量變化，勘查是否漏水
- ◆ 促進用戶節約用水行為



# 綠建築雨水利用效益

## ◆內政部推動「綠建築標章」，屬自願申請性質

- ◆自1999年第1版的綠建築評估手冊，綠建築指標之「水資源指標」，已將「設置雨水貯留供水系統」納為加分項目，以提升建築物的節水設計成效。
- ◆至2021年8月累計9,998件案例取得綠建築標章或候選證書
- ◆約有六成綠建築標章案例設置「雨水貯留供水系統」(2017至2020年統計資料)
- ◆雨水貯集設施遍佈全國
- ◆目前累積節約用水，相當於0.56座石門水庫的容量

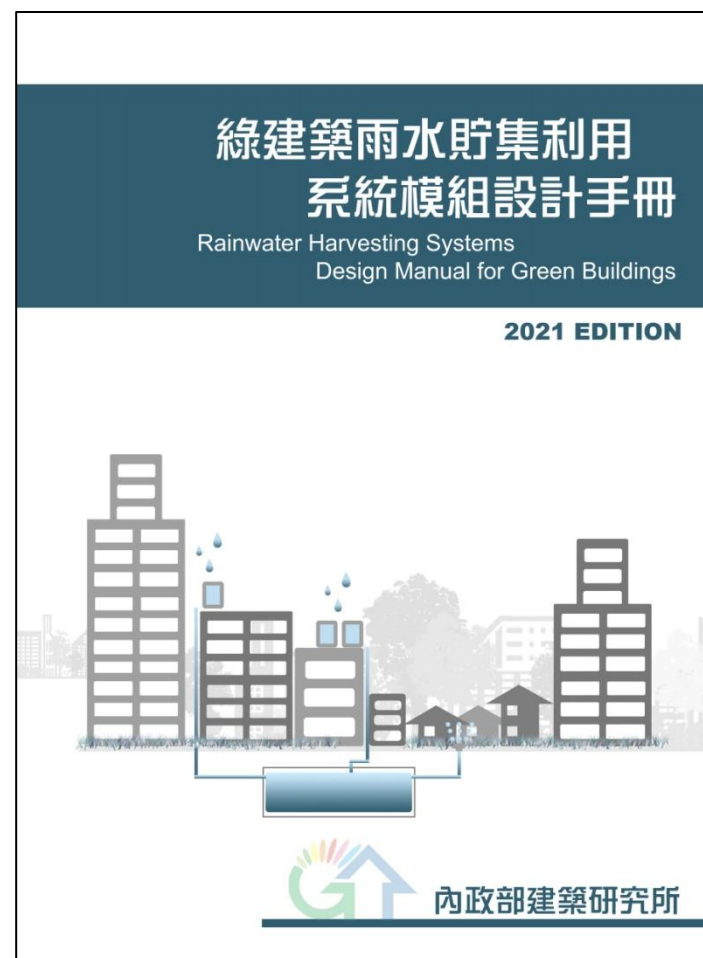
# 綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊

◆為協助建築師及相關從業人員，規劃設計綠建築雨水貯集利用系統，內政部建築研究所出版2021年版本設計手冊。

◆內容包括：

◆從規劃設計、設施設備、到管理維護

◆雨水貯集利用及建築基地地表逕流貯集利用



# 建築基地保水適用範圍及規定

## ◆ 建築技術規則建築設計施工編-綠建築基準專章

◆ 第298條第1項第2款**建築基地保水**：指促進建築基地涵養、貯留、滲透雨水功能之設計，其**適用範圍為新建建築物**。但本編第13章山坡地建築、地下水位小於1公尺之建築基地、個別興建農舍及基地面積300平方公尺以下者，不在此限。

◆ 第299條**基地保水指標**：指建築後之土地保水量與建築前自然土地之保水量之相對比值。

◆ 第305條建築基地應具備原裸露基地涵養或貯留滲透雨水之能力，其**建築基地保水指標應大於0.5與基地內應保留法定空地比率之乘積**。

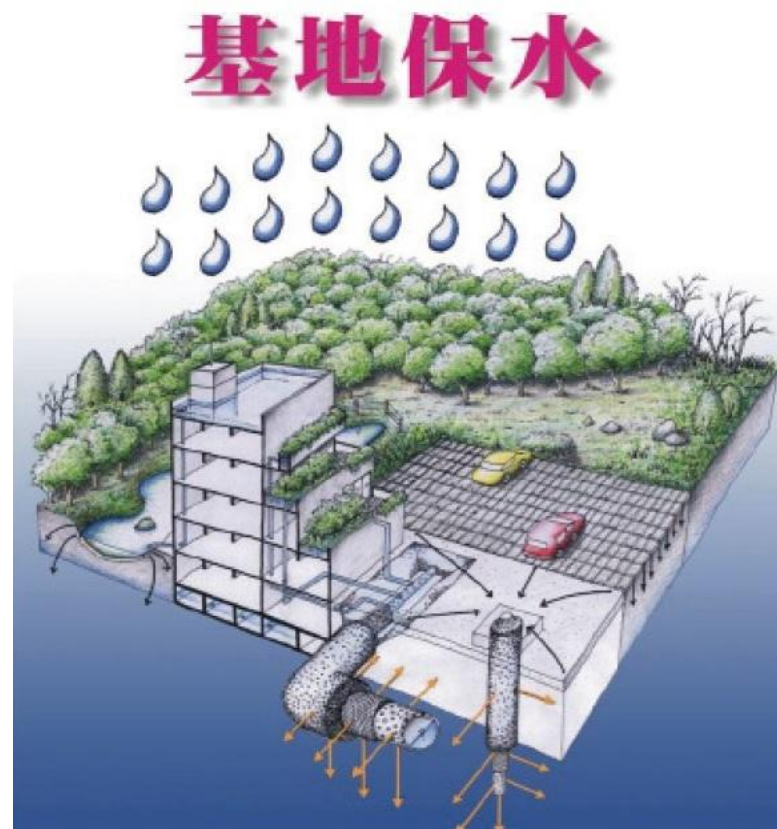
# 綠建築標章基地保水指標規劃策略

◆基地保水著重於涵養水份及貯集滲透雨水的能力

◆在確保容積率下，儘量降低建蔽率，並且不要全面開挖地下室，爭取較大保水設計空間

◆當基地位於透水良好的粉土或砂質土層(水力傳導係數 $k$ 在 $10^{-7}$  m/s以上)時，適合採用直接滲透設計

◆當基地位於透水不良的黏質土層(水力傳導係數 $k$ 在 $10^{-7}$  m/s以下)時，適合採用貯集滲透設計





# 基地保水設計法

- ◆直接滲透設計：
  - ◆綠地、被覆地、草溝設計(常用)
  - ◆透水鋪面設計(常用)
  - ◆貯集滲透空地設計
  - ◆滲透排水管設計。
  - ◆滲透陰井設計
  - ◆滲透側溝設計
- ◆貯集滲透設計
  - ◆人工地盤花園土壤貯集設計(常用)
  - ◆景觀貯集滲透水池設計
  - ◆地下貯集滲透設計

◆ 基地保水設計值  $\lambda = Q' / Q_o$

◆  $Q'$  : 各類保水設計之保水量

◆  $Q_o$  : 原土地保水量 =  $A * f * t$

◆  $f$  : 基地最終入滲率(m/s)

◆  $t$  : 降雨延時(s)

◆  $\lambda$  值越大，代表保水性能越佳

◆ 基地保水基準值  $\lambda_c = 0.5 * (1-r)$

◆  $r$  : 建蔽率

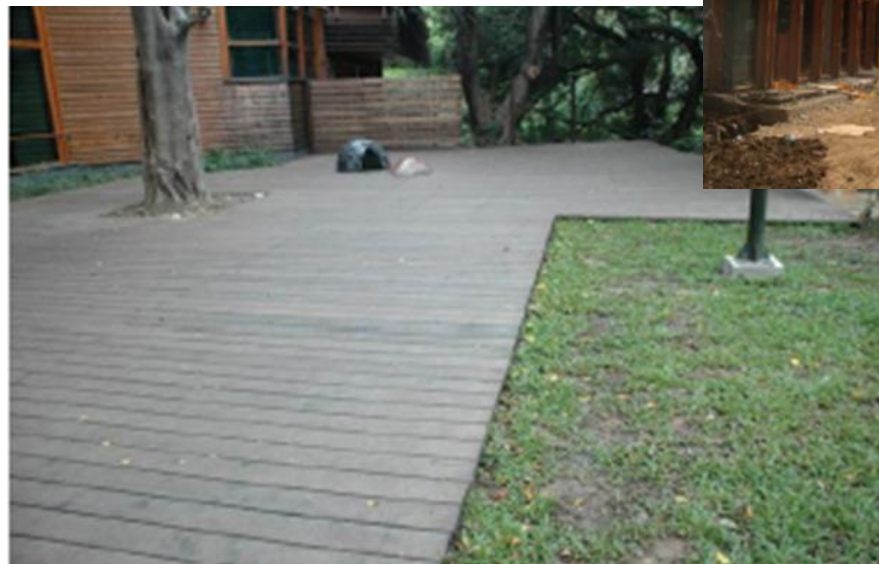
◆  $\lambda_c$  假設法定空地之一半均為綠地的情形

◆  $\lambda_c$  為1，代表土地開發行為完全無損於自然裸露土地的保水

# 綠建築基地保水指標設計手法

## 臺北市立圖書館北投分館

- 本案公園主要為綠地，本案在鋪面上採用透水鋪面設計為主，另將周邊公園步道一併整修為可透水性之鋪面。
- 於屋頂進行覆土綠化，提供基地保水功能，減輕雨水對都市衝擊，可達到減洪效益。



架高木地板



施工中-透水鋪面



完工後-透水鋪面

# 綠建築基地保水指標設計案例

## 淡水污水處理廠

- 本案著力於基地保水，設有高比率綠地供雨水滲透，創造基地內優質之微氣候環境。
- 基地規劃生態水池及蓄水容量達239m<sup>3</sup>，具備滲透型功能的滯洪池，可於雨量大時蓄洪，達都市防災之目的。

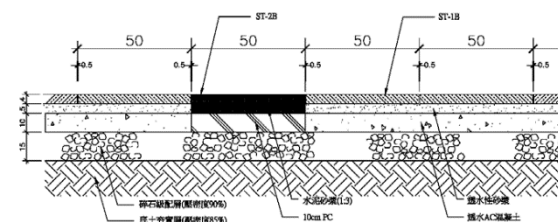
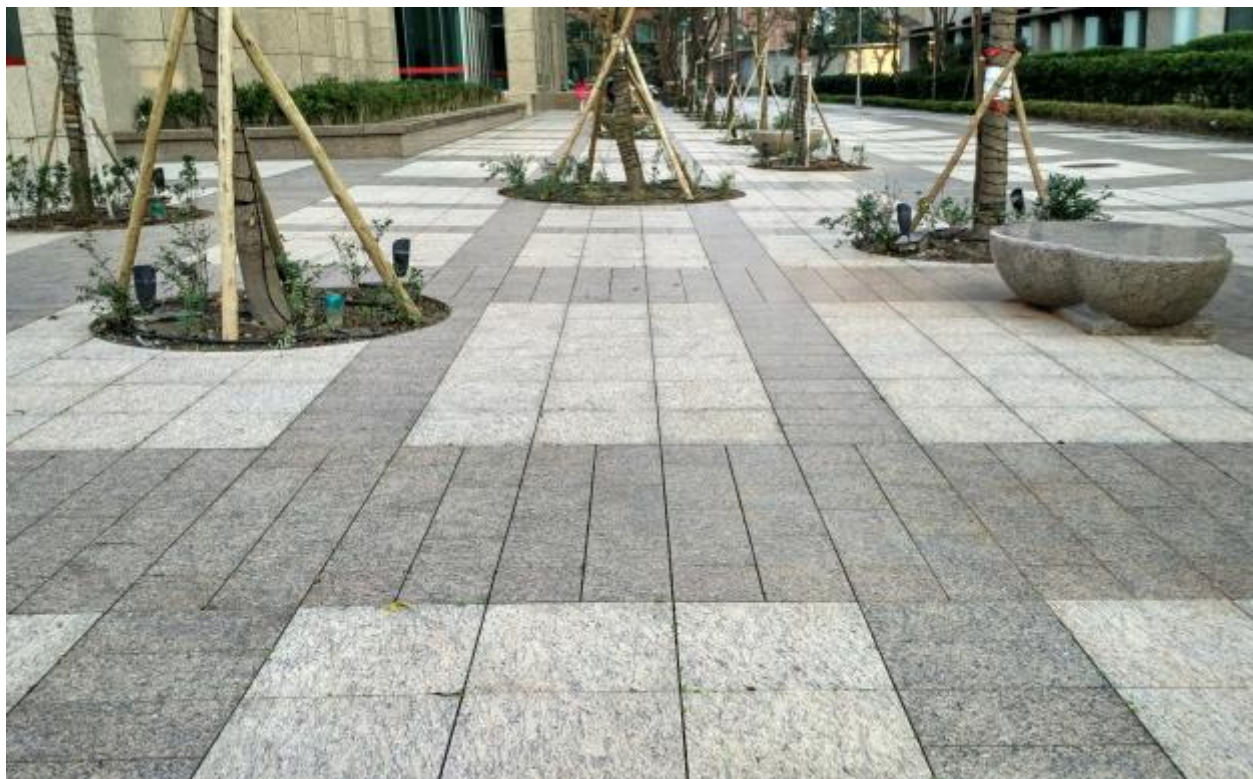




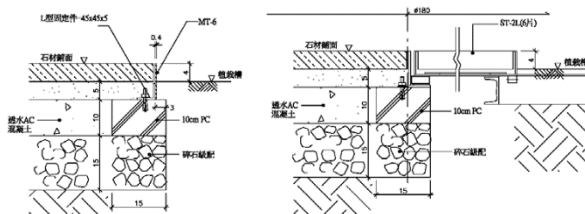
# 綠建築基地保水指標設計案例

## 華南銀行總行世貿大樓

- 本案於開放空間鋪設**透水鋪面**，為硬底施作、乾砌，石材黏貼處採透水水泥砂漿、透水混凝土、級配等手法。利用石材間縫隙讓雨水儲存至基層，促進基地保水功效。



景觀地坪剖面詳圖  
1:10 CM



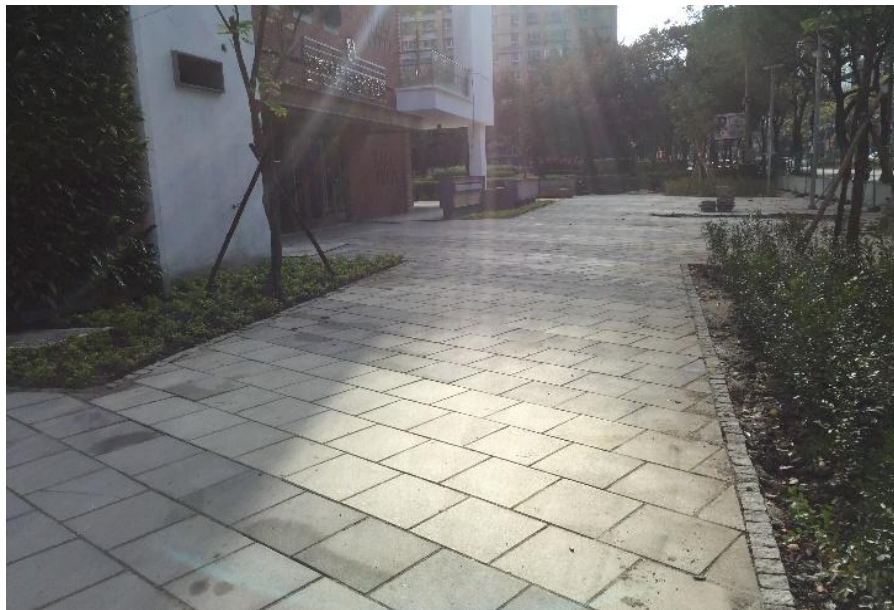
TP栽植槽細部詳圖  
1:5 CM

TC栽植槽細部詳圖  
1:5 CM

# 綠建築基地保水指標設計案例

## 三峽北大特區全齡生活館

- 本案基地土質為沉泥質砂，讓雨水得以自然滲透進入土壤之中，而建築部分利用自然綠地、透水鋪面、花源土壤、滲透井及滲透管等設施，達到良好的基地保水功效。





# 綠建築基地保水指標設計案例

## 文山水資源回收中心

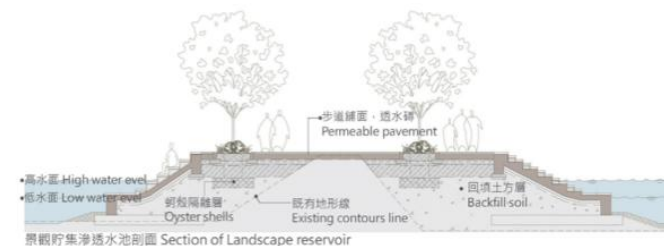
- 本案為達成基地保水指標，除了利用綠地外，廣場及步道等，也採用透水鋪面，讓水入滲基地內的土壤。
- 景觀綠帶設置生態池與水道，有效增加地表之水份涵養外，下雨時生態池可作為雨水暫留的空間，平時則由中心淨化過後的水進行補注。
- 另外於中心的綠帶及停車場下方，設置地下式雨水滯洪設施，雨水除可由上方地表滲入外，亦透過排水導入設施中，兼具保水及防洪功能。



# 綠建築基地保水指標設計案例

## 台江國家公園行政中心

- 本案採用綠地、透水鋪面、景觀貯集三種基地保水設計。設計綠地、被覆地草皮、草溝保水量設計，面積達14048平方公尺。於鋪面透水設計保水量，分別使用高壓混凝土磚及植草磚，總透水面積 為5472平方公尺。並且設置景觀貯集滲透水池設計。





## 四、未來展望

- 提升**綠建築水資源效率**，鼓勵新建建築物導入**雨水利用、節約用水、基地保水**等設計，以促進節水減碳。
- 加強綠建築雨水貯集利用及基地保水等設施之**維護管理**，使其保有節水減碳之性能。
- **遍布全國**的屋頂或地面型雨水貯集利用系統，聚集起來，可**減少大量的自來水使用**，達到節水減碳的效益，以及減緩氣候變遷的目標。



感謝聆聽  
希望與您共同攜手 建構永續綠建築

# 內政部建築研究所智慧化居住空間展示中心

- 以安全安心、節能永續、健康照護、便利舒適為目標規劃展示。
- 委託財團法人台灣建築中心維運本展示中心。

- 系統建置：168家廠商，326項產品
- 參訪人次：超過13.5萬人次（至109年7月底）

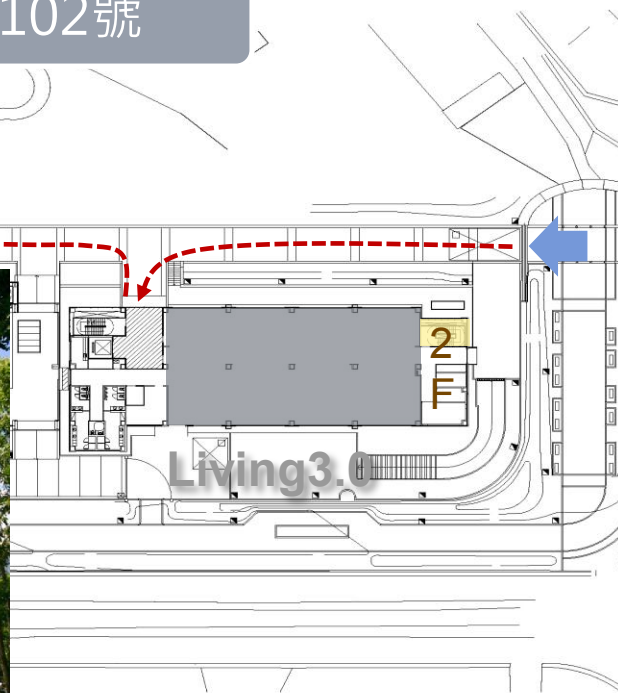
預約導覽服務

網址：[www.living3.org.tw](http://www.living3.org.tw)

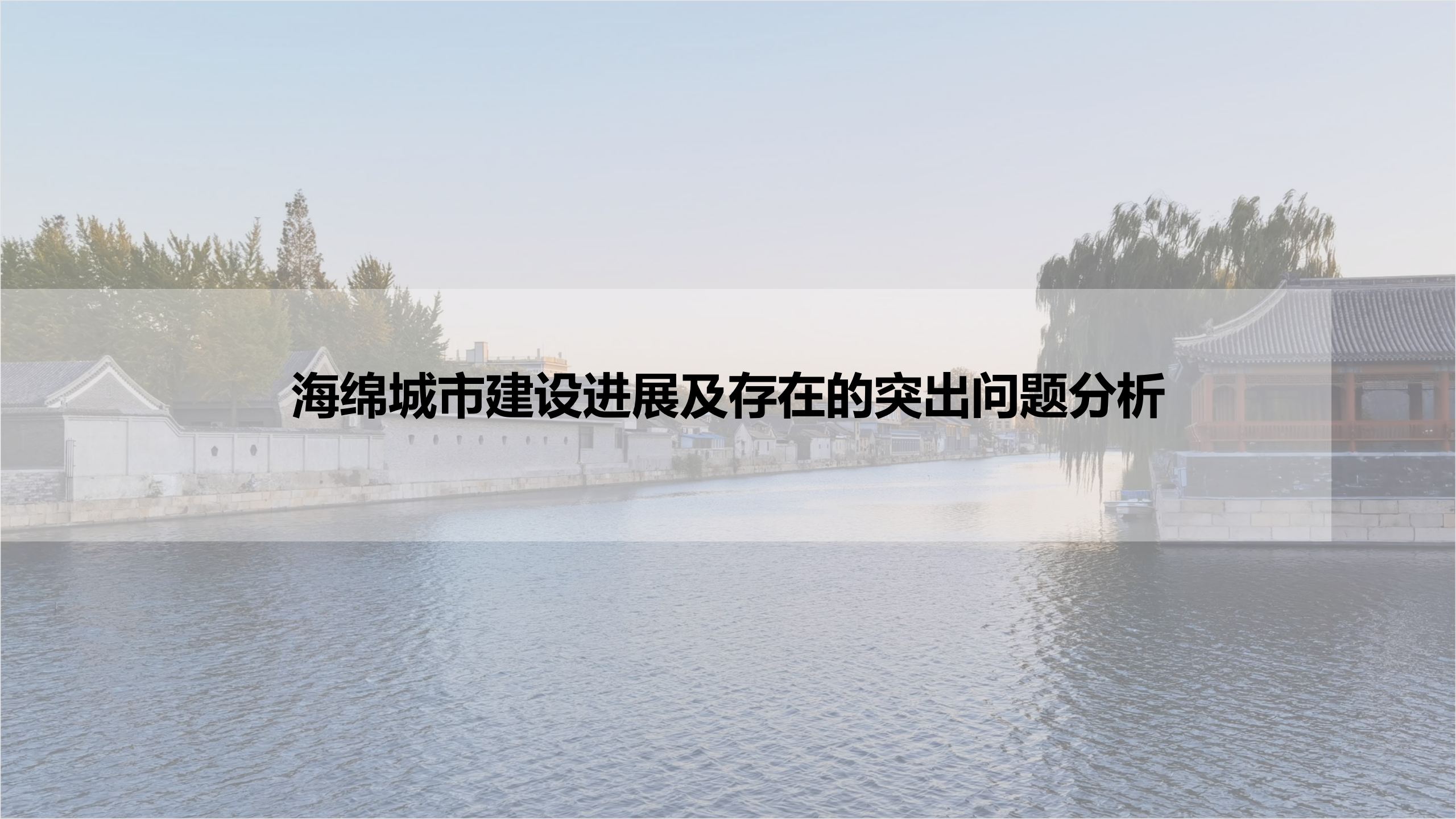
電話：02-29300575

臺北市文山區景福街102號

易構  
住宅





The background image shows a serene water town scene. A wide, calm river flows through the center, reflecting the sky and surrounding structures. On the left bank, there is a long, low white wall with small, dark, circular openings, topped with a traditional grey tiled roof. Behind the wall, a line of trees with green and yellow foliage is visible. On the right bank, a traditional Chinese pavilion with a dark tiled roof and red wooden railings stands on a stone platform. A large, weeping willow tree with long, drooping branches is positioned next to the pavilion, its leaves partially obscuring the building. The sky is a clear, pale blue, suggesting a bright, sunny day.

# 海绵城市建设进展及存在的突出问题分析





报告  
提纲

- 一 | 海绵城市的相关法规与政策
- 二 | 海绵城市的相关标准规范
- 三 | 海绵城市建设成效与问题分析
- 四 | 城镇水务2035年行业发展规划

# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 海绵城市建设背景聚焦

### ➤ 城市水系统问题突出

- 水生态、水资源、水环境、水安全、水文化

□ “山水林田湖是一个生命共同体，人的命脉在田，田的命脉在水，水的命脉在山，山的命脉在土，土的命脉在树。用途管制和生态修复必须遵循自然规律”

□ “建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市”。在提升城市排水系统时要优先考虑，把有限的雨水留下来，有限考虑更多利用自然力量排水，建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”做到小雨不积水，大雨不内涝，水体不黑臭，热岛有缓解”

——中央城镇化工

作会议



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 海绵城市建设内涵

➤ 海绵城市建设的实质即在于对城市降雨径流的综合管控，其核心指导思想即为低影响开发

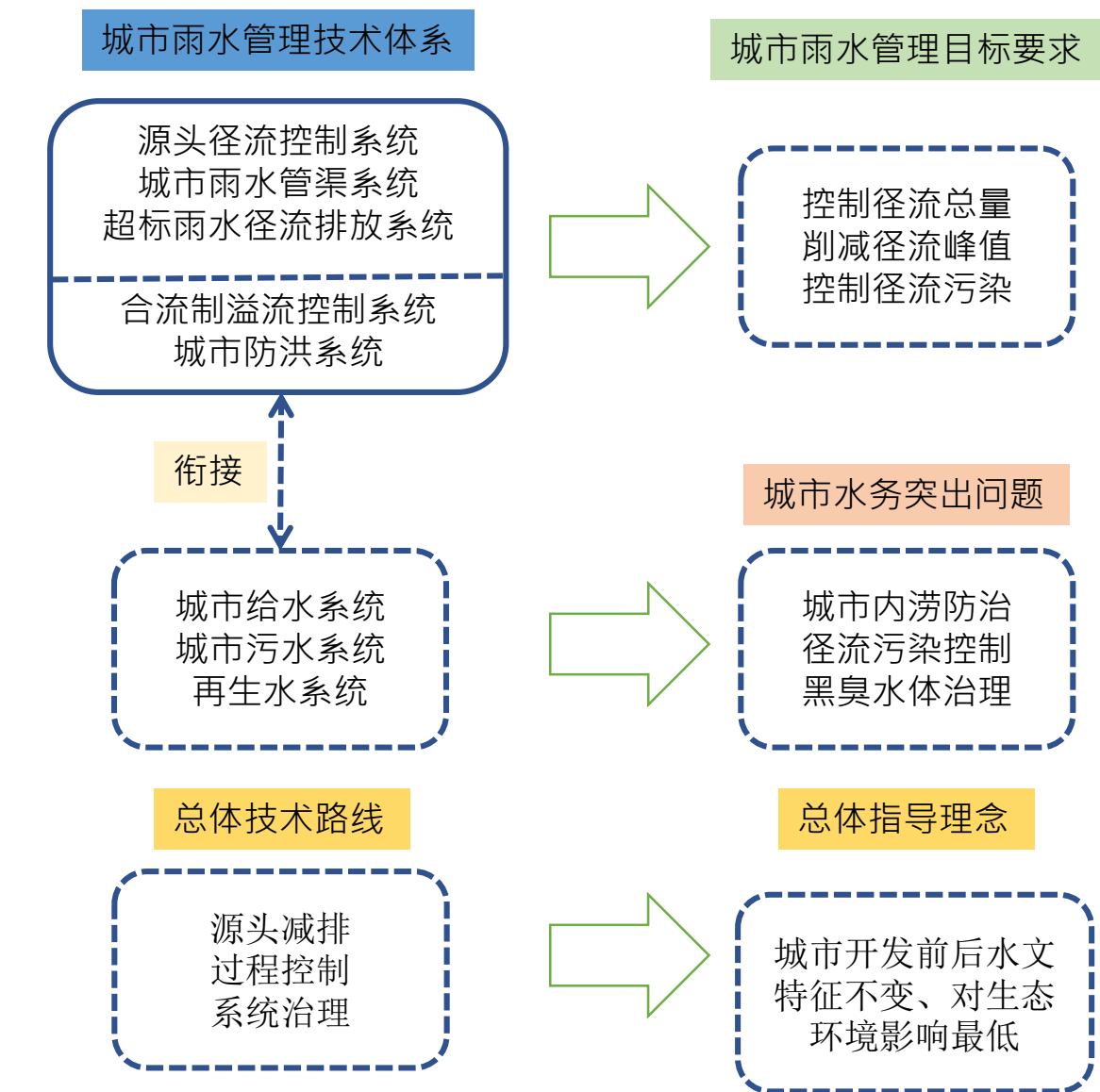
- 城市山水林田湖草生态格局构建
- 蓝绿线划定
- 用地空间布局
- 竖向管控

➤ 低影响开发在海绵城市核心技术体系中主要突出源头减排，

- 径流总量控制
- 污染控制

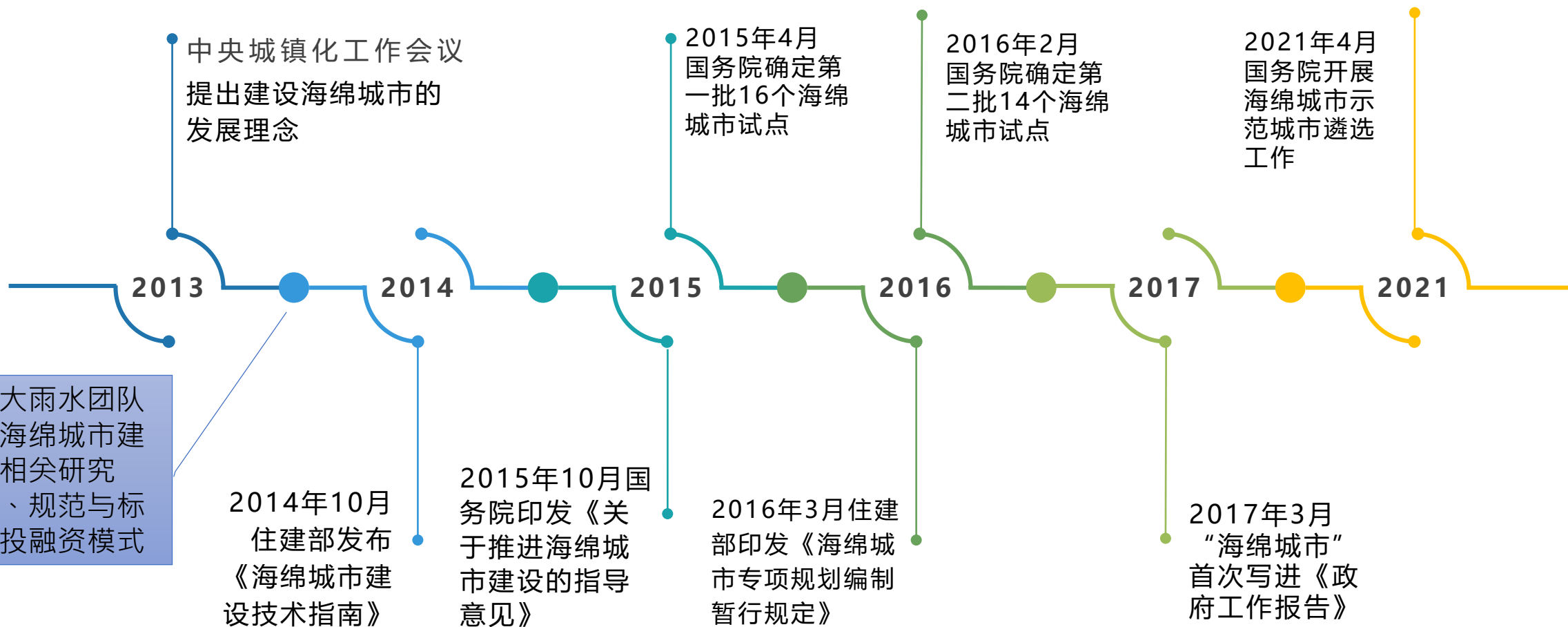
➤ 海绵城市建设的核心：

- 构建基于绿灰结合的多目标的现代城市雨洪控制系统，突出在低影响开发总体思想的指导下，按照“**源头减排、过程控制、系统治理**”进行系统谋划



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 海绵城市重大事件时间轴



北建大雨水团队展开海绵城市建设及相关研究规划、规范与标准、投融资模式

北京建筑大学雨水团队海绵城市顶层设计、整体技术咨询、专项规划、实施方案、图集等  
代表项目：济南、池州、福州、大连等



# 一.海绵城市的相关法规与政策

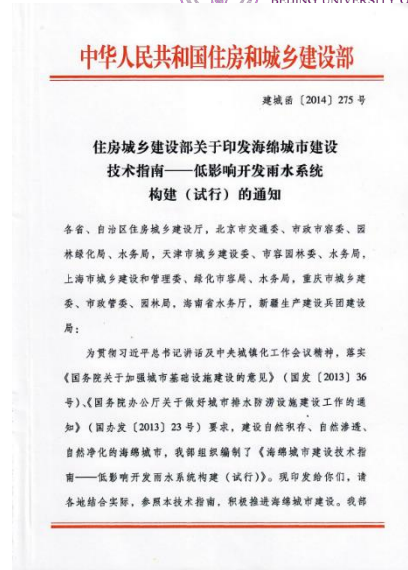
## 《海绵城市建设技术指南》

### □五大原则

- 规划引领 生态优先 安全为重 因地制宜 统筹建设

### □三大途径

- 对城市原有生态系统的保护 生态恢复和修复 低影响开发



### 规划控制 目标

#### 径流总量控制 目标

- 采用年径流总量控制率作为控制目标，年径流总量控制率与设计降雨量为一一对应关系
- 本指南将我国大陆地区大致分为五个区，并给出了各区年径流总量控制率  $\alpha$  的最低和最高限值
- 径流总量控制途径包括：雨水的下渗减排和直接集蓄利用

#### 径流峰值控制 目标

- 一般对中、小降雨事件的峰值削减效果较好
- 应与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统相衔接，共同达到内涝防治要求

#### 径流污染控制 目标

- 既要控制分流制径流污染物总量，也要控制合流制溢流的频次或污染物总量
- 一般可采用 SS 作为径流污染物控制指标，年 SS 总量去除率一般可达到40%-60%

# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市建设技术指南》

### □ 项目名称

### □ 设计核心要求

### □ 工程建设核心要求

#### 建筑与小区

- 通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的LID设施

- 雨水经预处理后优先进入低影响开发设施消纳

#### 城市道路

- 道路人行道宜采用透水铺装
- 道路红线外城市绿地内的低影响开发设施进行消纳
- 道路红线内绿地空间充足时，消纳红线外的径流雨水

- 根据道路竖向坡度调整LID设施的开口
- 作为雨水行泄通道及易发生内涝的道路应配必要的预警系统

#### 城市绿地与广场

- 利用透水铺装、生物滞留设施、植草沟等小型、分散式低影响开发设施消纳自身径流雨水

- 景观水体宜具有雨水调蓄功能，构建多功能调蓄水体/湿地公园

#### 城市水系

- 根据城市水系的功能定位、水体水质等级与达标率、水系利用现状及存在问题等因素，确定保护与改造方案

- 充分利用现状自然水体建设湿塘、雨水湿地
- 岸线宜建设为生态驳岸

# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市建设技术指南》

□ 单项技术设施

- 可分为渗透、储存、调节、转输、截污净化等几类
- 通过各类技术的组合应用，可实现径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等目标

| 技术类型   | 单项设施                          |
|--------|-------------------------------|
| 渗透技术   | 透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井 |
| 储存技术   | 湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐               |
| 调节技术   | 调节塘、调节池                       |
| 转输技术   | 植草沟、渗渠/管                      |
| 截污净化技术 | 植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤         |



植草沟



透水铺装地面和下沉式绿地



生物滞留带



雨水湿地



植被缓冲带

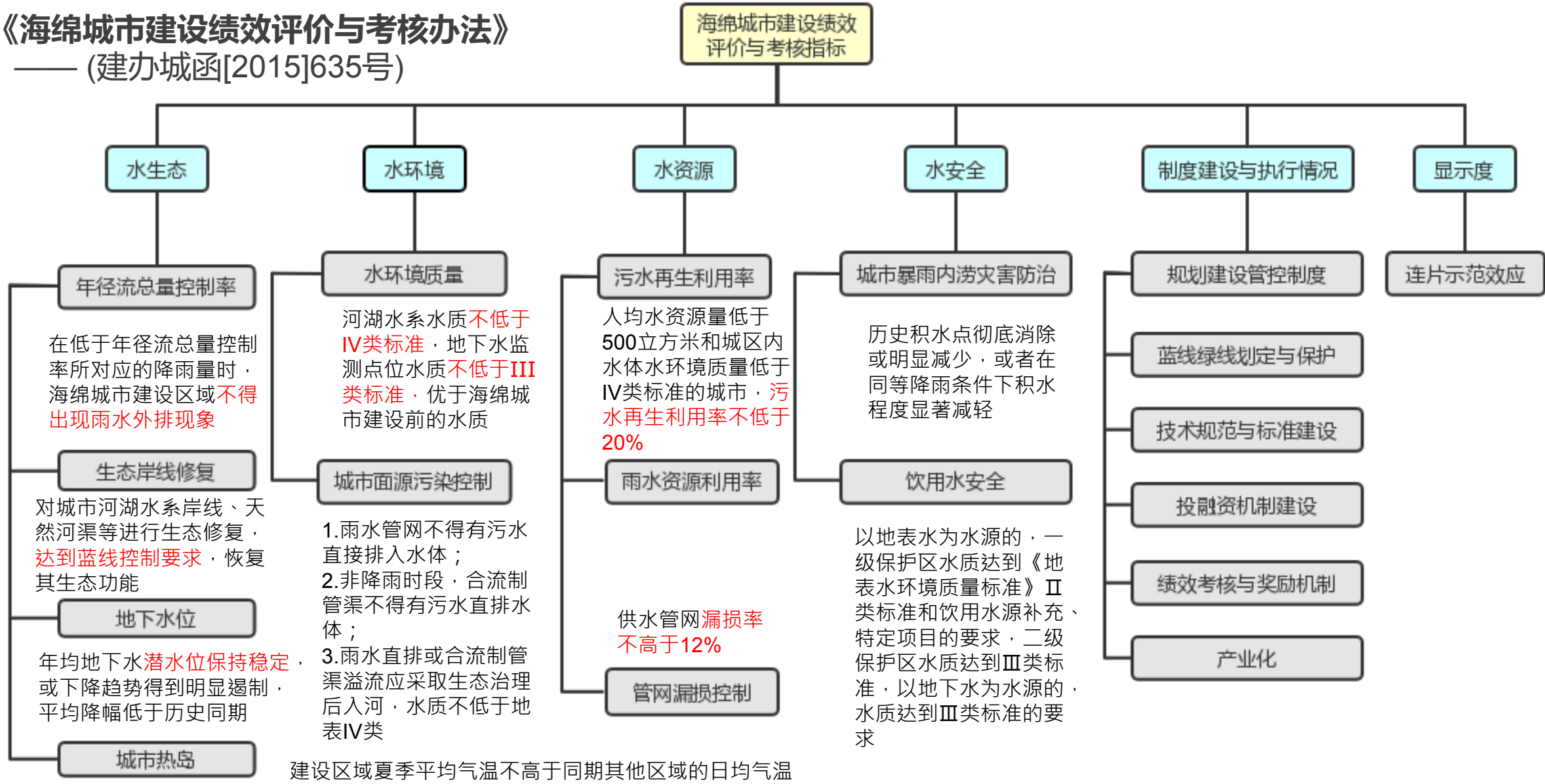


多功能调蓄水体



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市建设绩效评价与考核办法》 —— (建办城函[2015]635号)





# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《关于推进海绵城市建设的指导意见》 ——(国办发[2015]75号)

### 《指导意见》

#### 总体要求

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。

#### 规划引领

编制城市总体规划、控制性详细规划以及道路、绿地、水系等相关专项规划时，**要将雨水年径流总量控制率作为其刚性控制指标**。划定城市蓝线时，要充分考虑自然生态空间格局。

将建筑与小区雨水收集利用、可渗透面积、蓝线划定与保护等海绵城市建设要求作为城市规划许可和项目建设的前置条件

#### 统筹建设

##### 老城区海绵城市建设

城镇棚户区  
和城乡危房改造  
老旧小区有机更新

解决城市内涝  
雨水收集利用  
黑臭水体治理

##### 海绵型建筑和相关基础设施建设

海绵型建筑与小区  
海绵型道路与广场  
城市排水防涝设施

屋顶绿化、雨水调蓄与收集利用  
改变道路雨水直排，增加消纳  
改造和消除城市易涝点，控制渗漏和合流制污水溢流污染

##### 公园绿地建设和自然生态修复

海绵型公园和绿地  
城市坑塘、河湖、湿地

建设雨水花园、下凹式绿地、人工湿地增强公园和绿地系统的城市海绵体功能  
恢复和保持河湖水系的自然连通，构建城市良性水循环系统

#### 政策支持

##### 创新建设运营机制

加大政府投入

完善融资支持

#### 组织落实

# 一.海绵城市的相关法规与政策

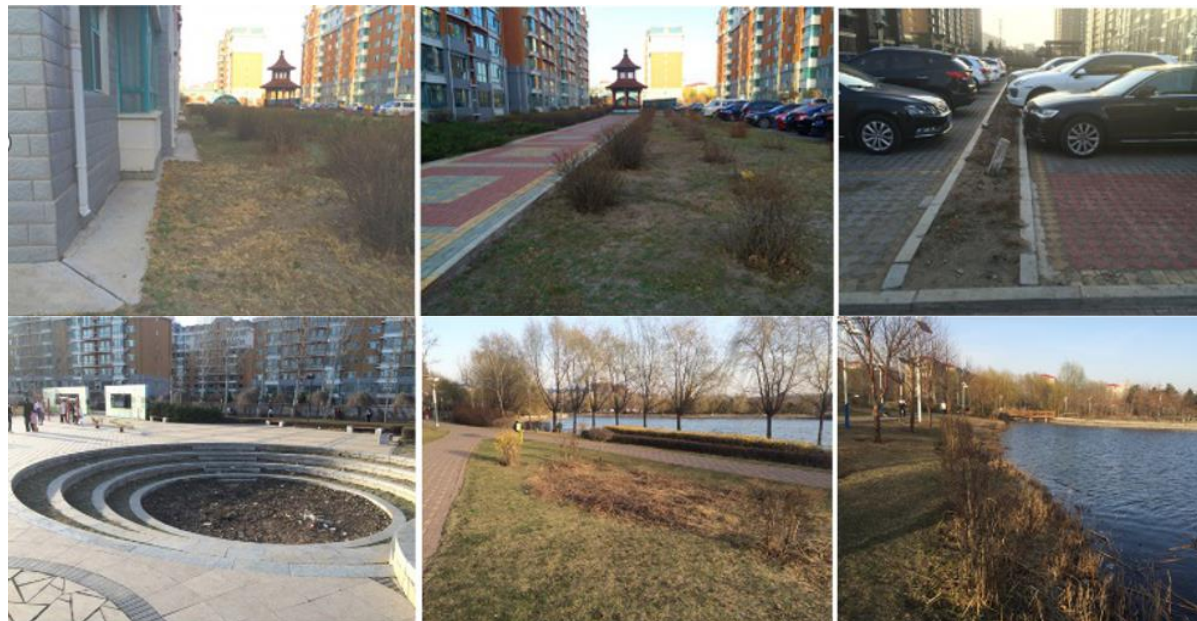
## ➤ 海绵型小区建设

### 《关于推进海绵城市建设的指导意见》 ——(国办发[2015]75号)

#### ➤ 老城区海绵城市建设

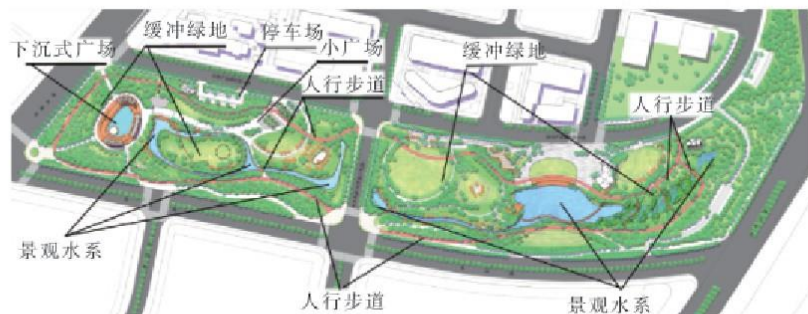


白城市海绵城市建设暨老城区综合提升改造工程

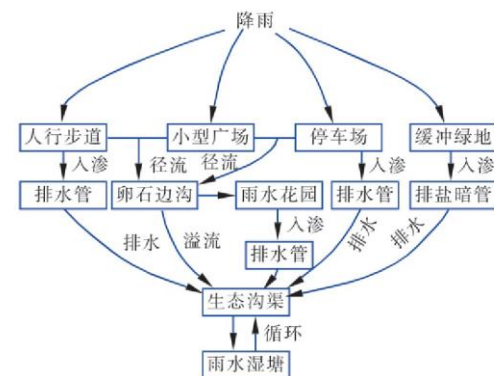


松原市某海绵型小区现场实拍图

#### ➤ 公园绿地建设



中新天津生态城甘露溪公园海绵建设与运行总结 (周国华)



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《海绵城市专项规划编制暂行规定》

——(建规[2016]50号)

制定海绵城市专项规划应当包括下列内容：

### □ 综合评价海绵城市建设条件

城市区位、自然地理、经济社会现状、排水系统、城市开发前的水文状况等基本特征

### □ 海绵城市建设目标和具体指标

雨水年径流总量控制率

### □ 海绵城市建设的总体思路

城市内涝、雨水收集利用、黑臭水体治理、保护自然生态本底

### □ 海绵城市建设分区指引

### □ 海绵城市建设管控要求

### □ 规划措施和相关专项规划衔接的建议

### □ 近期海绵城市建设重点区域，提出分期建设要求

### □ 规划保障措施和实施建议

某城市海绵城市专项规划

规划背景与总则

项目概况

技术路线

海绵城市建设指引

重点项目设计指引

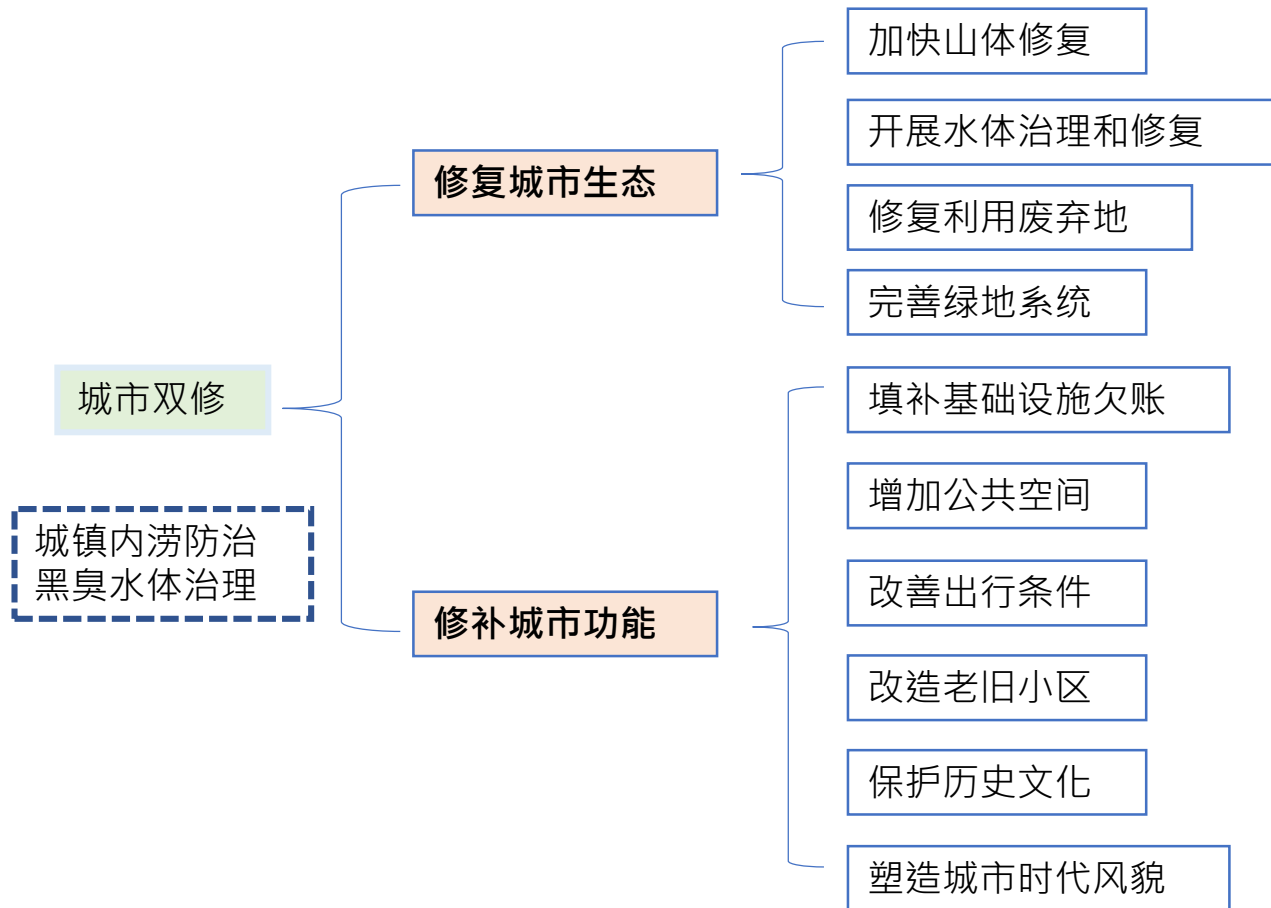
保障措施



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《关于加强生态修复城市修补工作的指导意见》

——建规[2017]59号



- 2017年，各城市制定“城市双修”实施计划，开展生态环境和城市建设调查评估，完成“城市双修”重要地区的城市设计，推进一批有实效、有影响、可示范的“城市双修”项目
- 2020年，“城市双修”工作初见成效，被破坏的生态环境得到有效修复，“城市病”得到有效治理，基础设施和公共服务设施条件明显改善，环境质量明显提升，城市特色风貌初显



三亚红树林生态公园 来源网络



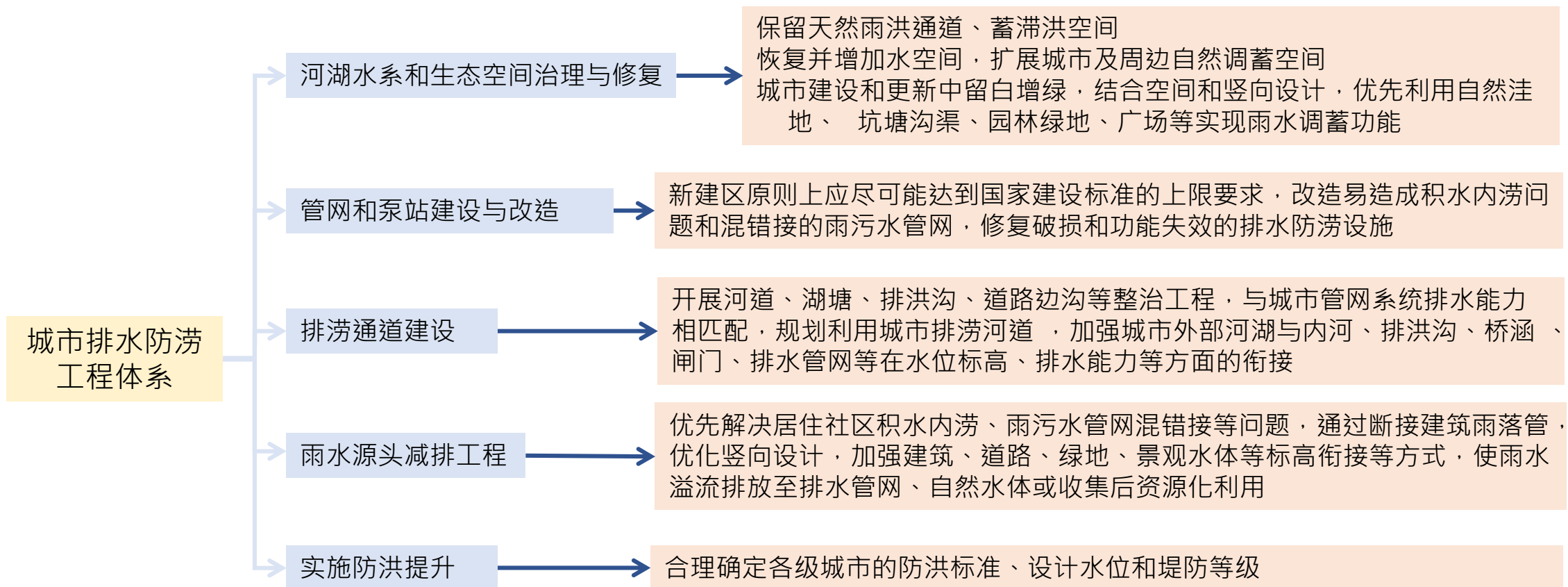
# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》——国办发〔2021〕11号

### □ 总体要求

到2025年，各城市因地制宜基本形成“**源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急**”的城市排水防涝工程体系，排水防涝能力显著提升，内涝治理工作取得明显成效

到2035年，各城市排水防涝工程体系进一步完善，排水防涝能力与建设海绵城市、韧性城市要求更加匹配，总体消除防治标准内降雨条件下的城市内涝现象



# 一.海绵城市的相关法规与政策

## 《关于开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作的通知》——财办建〔2021〕35号

□工作目标：开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作示范城市核心内容：

- **社区**：充分利用居住社区内的空地、荒地和拆违空地增加公共绿地、袖珍公园等公共活动空间，实现景观休闲、防灾减灾等综合功能。
- **设施**：完善城市河道、水库、泵站等防涝设施，改造和建设地下管网、城市雨洪行泄通道、城市排涝沟渠等，提升城市应对洪涝灾害的能力。
- **城市**：建立“源头减排、排水管渠、排涝除险”的排水防涝工程体系，结合城市更新“增绿留白”
- **流域区域**：保护流域区域现有雨洪调蓄空间，扩展城市建成区外的自然调蓄空间



## 2. 海绵城市的相关标准规范

□ 按照标准的适用范围，我国的标准分为国家标准、行业标准、地方标准、团体标准

国标

GB(强制性国家标准);  
GB/T(推荐性国家标准)

《海绵城市建设评价标准》GB/T 51345-2018  
《室外排水设计规范》GB50014-2006  
《城镇内涝防治技术规范》GB51222-2017  
《城镇雨水调蓄工程技术规范》GB51174-2017  
《低影响开发雨水控制利用 设施分类》GB/T 38906-2020  
《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400-2016  
《海绵城市建设监测标准》（送审） .....

地标

DB/T × × × ×

《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013  
《透水砖铺装施工与验收规程》DB11T686-2009  
.....

行标

SL(水利部)、  
NY(农业部)等

《透水砖路面技术规程》CJJ/T188-2012  
《城镇污水水质标准检验方法》CJ/T51  
《地表水和污水监测技术规范》HJ/T91  
.....

团标

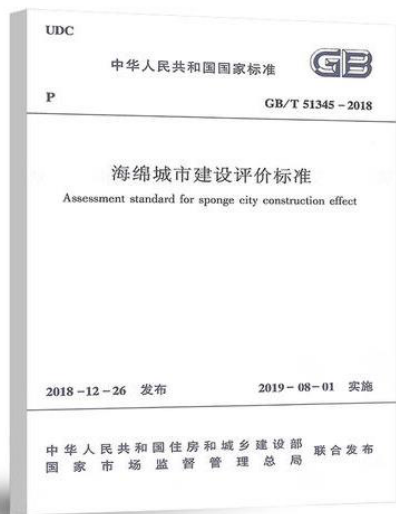
T/×××

《城市水系统综合规划技术规程》  
T/CECA20007-2021  
.....

## 2. 海绵城市的相关标准规范



### 海绵城市建设评价内容和要求



#### 考核内容

##### 年径流总量控制率和径流体积控制

不低于年径流总量控制分区图下限值  
新建区“不得低于”；改建区“不应低于”

##### 源头减排项目设施的有效性

- **道路**：径流污染控制、保障行泄功能
- **停车场和广场**：新建区SS削减率不宜小于**70%**，改造区不宜小于**40%**。峰值径流量不超过建设改造前
- **公园防护绿地**：控制不低于年径流总量控制率**90%**对应计算的径流体积
- **建筑小区**：新建区硬化地面率不大于**40%**，改造区不大于**70%**

##### 路面积水控制和内涝防治

灰绿设施合理衔接，设计重现期内不积不涝

##### 城市水体环境质量

水体不黑臭  
合流制溢流年体积控制率不小于**50%**；SS排放不大于**50mg/L**

##### 自然生态格局管控与水体生态岸线保护

保护并最大程度恢复自然地貌和山水格局  
生态岸线率不低于**70%**

#### 考察内容

##### 地下水埋深变化趋势

地下水水位下降趋势得到遏制

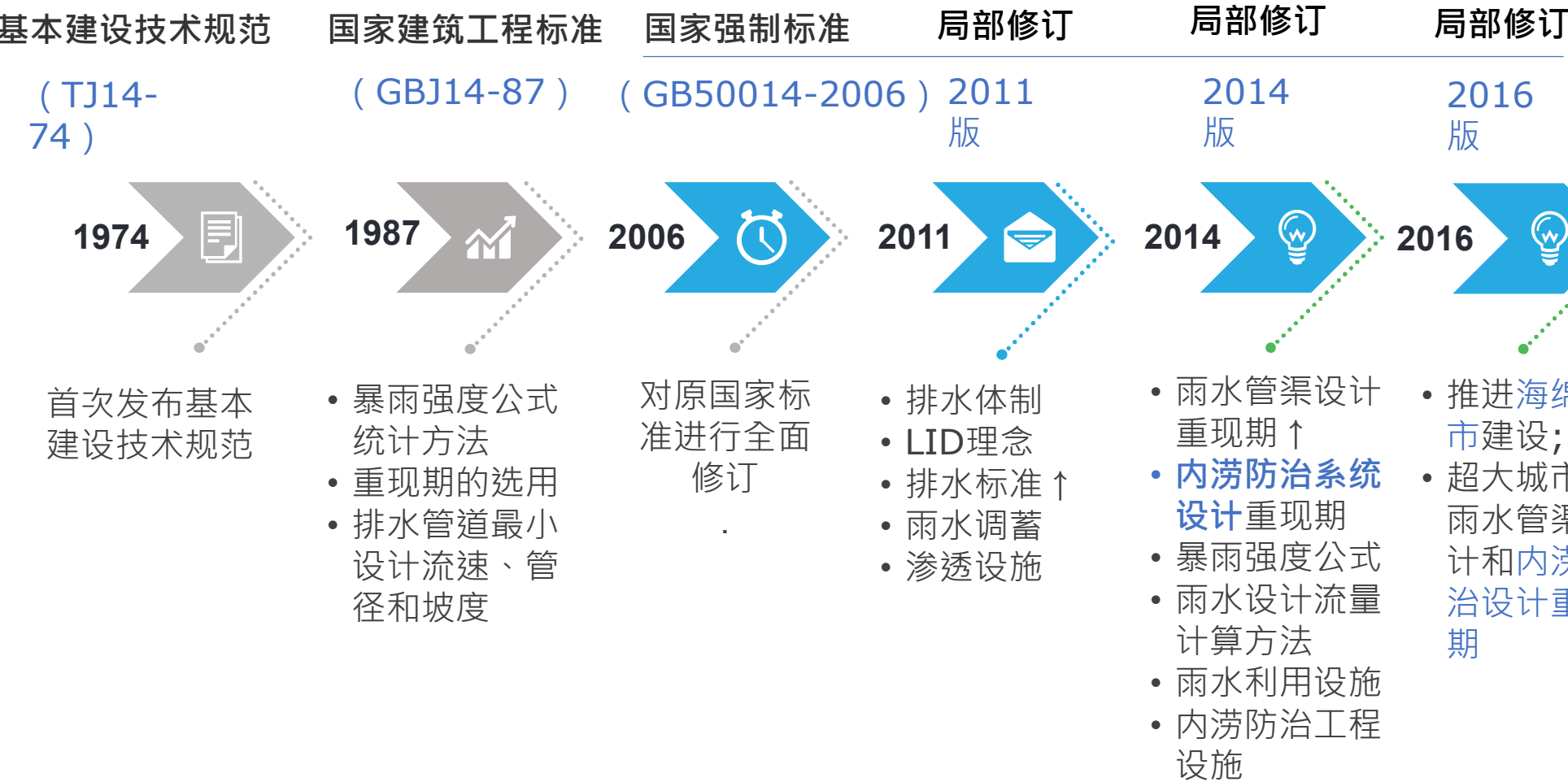
##### 城市热岛效应缓解

夏季按照**6-9**月城郊日平均温差与历史同期呈下降趋势



# 2.海绵城市的相关标准规范

## 《室外排水设计规范》



## 《室外排水设计标准》



# 2.海绵城市的相关标准规范

## 《室外排水设计标准》

——GB50014-2021

### 基本框架

- 设计流量和设计水质
- 排水管渠和附属构筑物
- 泵站
- 污水处理
- 污泥处置与处理
- 检测和控制

### 雨水径流量量综合管理

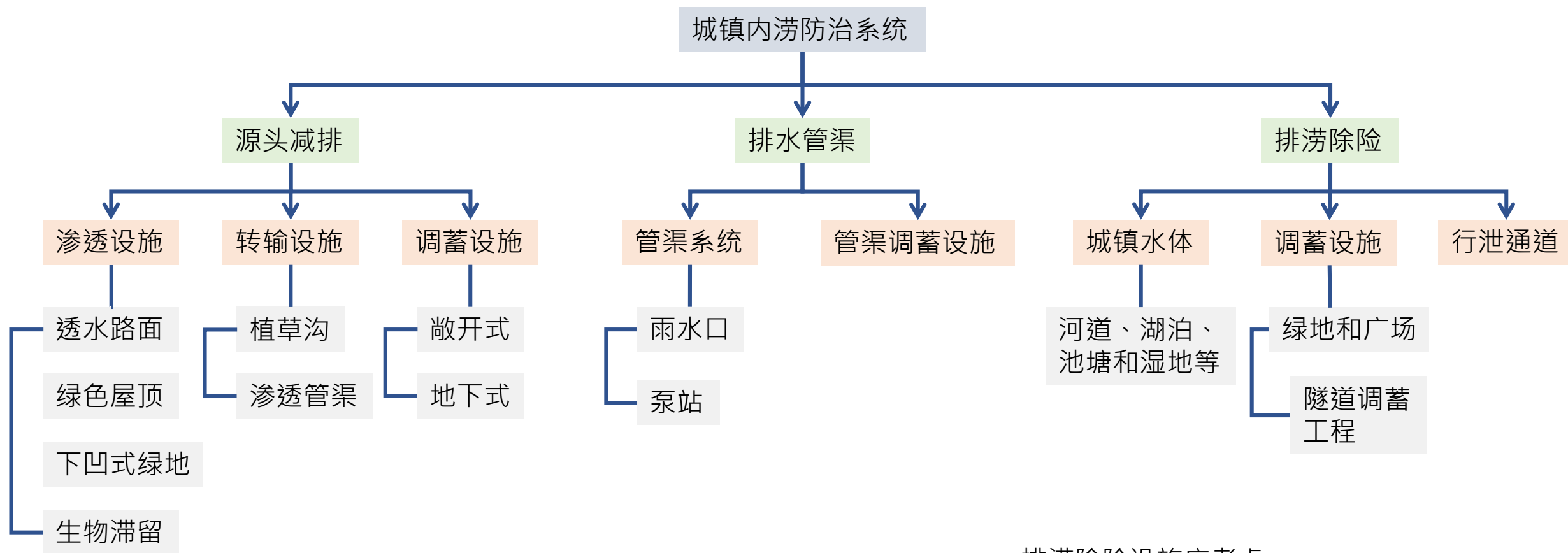
- 雨水综合管理应按照低影响开发理念采用源头削减、过程控制、末端处理的方法进行
- 雨水设计流量的计算也可采用数学模型法
- 综合径流系数高于0.7的地区应采用渗透、调蓄措施
- 对5-10年收集新的资料对暴雨强度公式进行修订

| 城区类型<br>城镇类型 | 中心<br>城区 | 非中<br>心城区 | 中心城区<br>重要地区 | 中心城区地下通<br>道和下沉式广场等 |
|--------------|----------|-----------|--------------|---------------------|
| 特大城市         | 3~5      | 2~3       | 5~10         | 30~50               |
| 大城市          | 2~5      | 2~3       | 5~10         | 20~30               |
| 中等城市<br>和小城市 | 2~3      | 2~3       | 3~5          | 10~20               |

- 规定每条道路至少又一条车道积水深度不超过15cm
- 雨水管渠按压力流计算，调整设计包括放大管径、增设渗透设施、建设调蓄段或调蓄池等。

## 2. 海绵城市的相关标准规范

### 《城镇内涝防治技术规范》——GB51222-2017



源头减排设施设计应考虑：

- 相关规划要求、可用空间、土壤渗透性能、地下水位、地形坡度和排水现状等
- 源头减排目标，技术经济比选
- 源头减排设施设计

排水管渠设施应考虑：

- 设计重现期标准
- 内涝防治要求

排涝除险设施应考虑：

以城镇总体规划和城镇内涝防治专项规划为依据，根据地区降雨规律和暴雨内涝风险等因素，合理确定建设规模

## 2. 海绵城市的相关标准规范

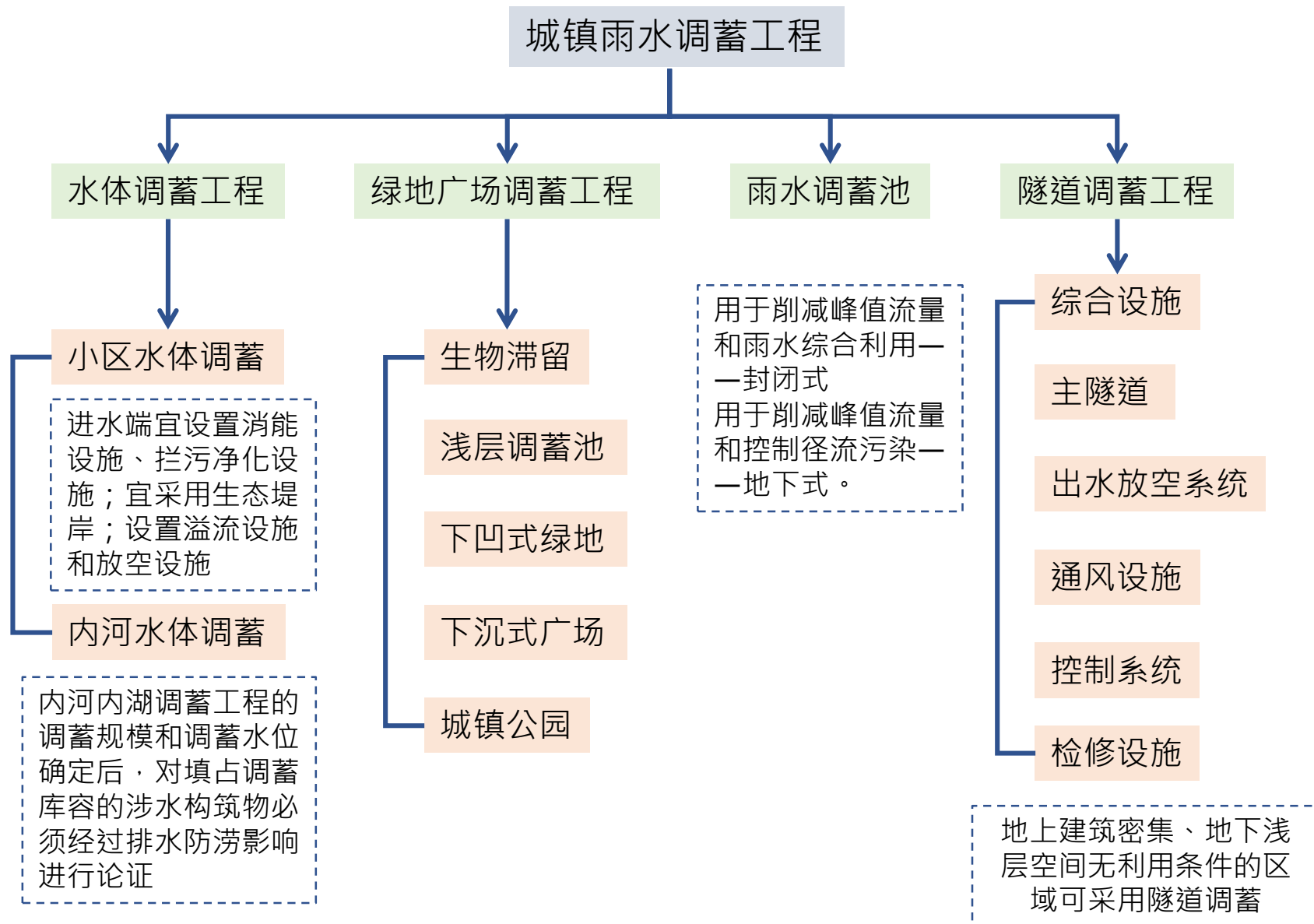
### 《城镇雨水调蓄工程技术规范》——GB51174-2017

#### □ 雨水调蓄定义

是雨水调节和储蓄的统称

#### □ 调蓄系统设计

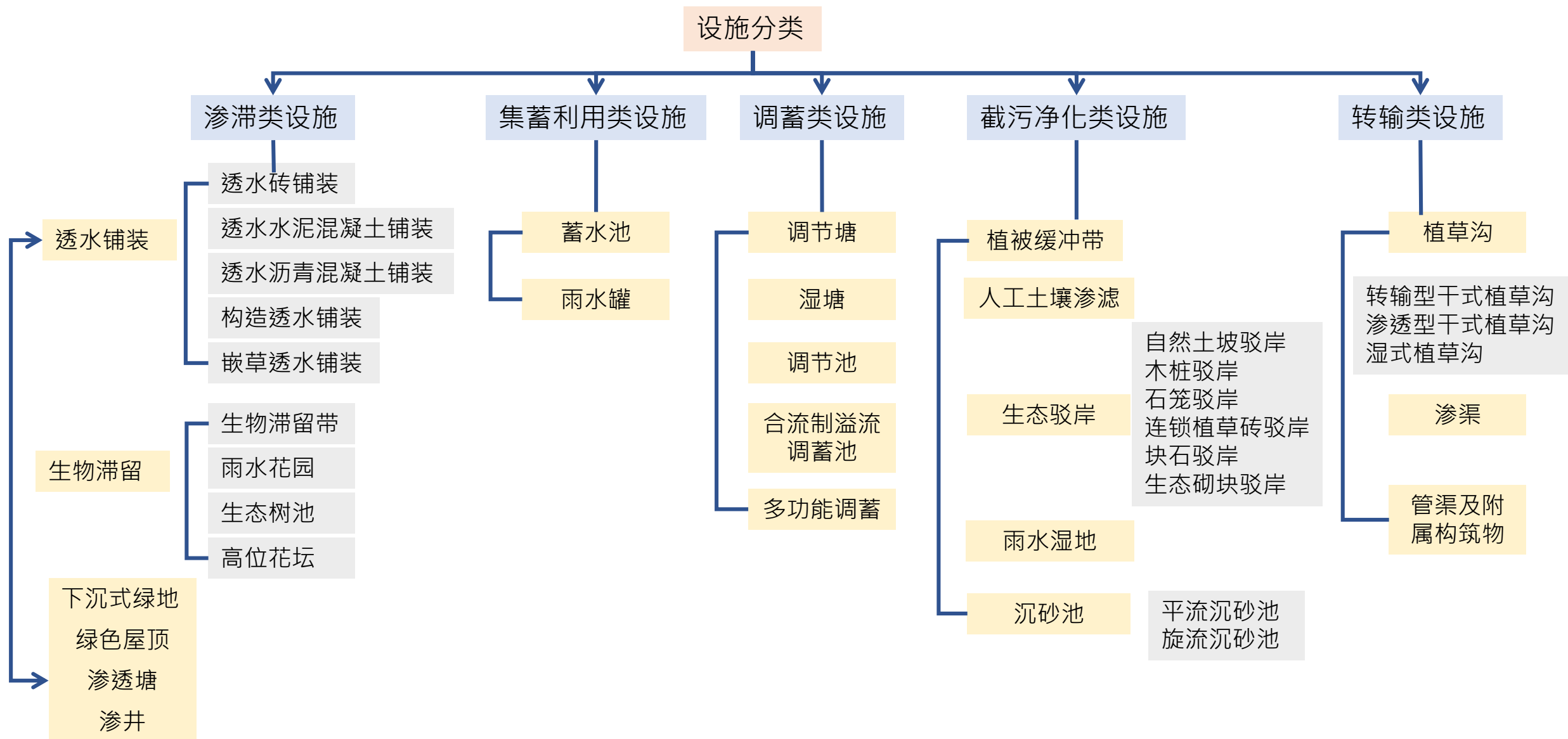
- 用于**年径流总量控制**，出当汇水面积大于 $2\text{km}^2$ 时，雨水设计流量宜采用数学模型进行确定。
- 用于**削减峰值流量**的雨水调蓄工程的调蓄量计算中，设计降雨历时宜选用3-24h
- 用于**污染控制**调蓄量可取4-8mm，地面污染程度较严重的区域宜取上限





## 2. 海绵城市的相关标准规范

### 《低影响开发雨水控制利用 设施分类》——GB/T 38906-2020



## 2. 海绵城市的相关标准规范

### 团 标

#### 《城市水系统综合规划技术规程》—T/CECA20007-2021

- 保留自然水系，合理恢复具有重要价值的历史水系，保障水系生态基流，明确城市水面率指标
  - 可采用蓝绿空间结合的形式，布置季节性排水水系和蓄滞空间，汇水范围超过 $2\text{km}^2$ 的宜布置河道或沟渠排水
- 
- 合理布局雨水管渠设施，结合超设计标准时的**内涝防治**
  - **超标雨水行泄通道**主要包括天然的城市地表浸流通道、沟渠、河湖水系、开敞空间以及其他承担地表排水功能的主次干道等
- 
- 确定水生态保护与修复的目标指标，应包括下列内容：
    - 生态需水量
    - 水系生态岸线比例
    - 生物多样性

#### 城市水系统 综合规划

水系布局与优化

防洪与排涝安全

水资源与供水

水环境与污水处理

水生态保护与修复

水设施布局

## 2.海绵城市的相关标准规范

地标

北京地方标准为例

| 分类   | 标准规范                                                                                                                                                                         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 规划设计 | <div>《北京市海绵城市建设设计标准》DB11/T1743-2021</div> <div>《排放下凹桥区雨水调蓄设计规范》DB11/T 1068-2014</div> <div>《雨水控制与利用工程设计规范》DB11/685-2013</div> <div>《城市雨水系统规划设计暴雨径流计算标准》DB11/T 969-2013</div> |
| 施工   | <div>《北京市海绵城市道路系统工程施工及质量验收规范》DB11/T 1728-</div> <div>《河湖水系海绵城市建设技术规范》</div>                                                                                                  |
| 验收   | <div>《海绵城市调蓄工程施工及验收规程》</div> <div>《透水砖铺装施工与验收规程》DB1 1T686-2009</div>                                                                                                         |
| 监测评估 | <div>《海绵城市规划编制与评估标准 》DB11_T 1742-2020</div> <div>《海绵城市建设效果监测与评估规范》DB11_T 1673-2019</div> <div>《城市雨水管渠流量监测规程》</div>                                                           |

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 海绵试点城市

- 中央财政对海绵城市试点给予专项资金补助，一定三年，具体补助数额按城市规模分档确定，直辖市每年6亿元，省会城市每年5亿元，其他城市每年4亿元。对采用PPP模式达到一定比例的，将按上述补助基数奖励10%。
- 第一批试点城市确定海绵城市建设项目总投资为1684亿元，其中采用PPP模式的项目 投资额占33%达559亿元

#### □ 海绵示范城市

中央财政按区域对示范城市给予定额补助。其中，

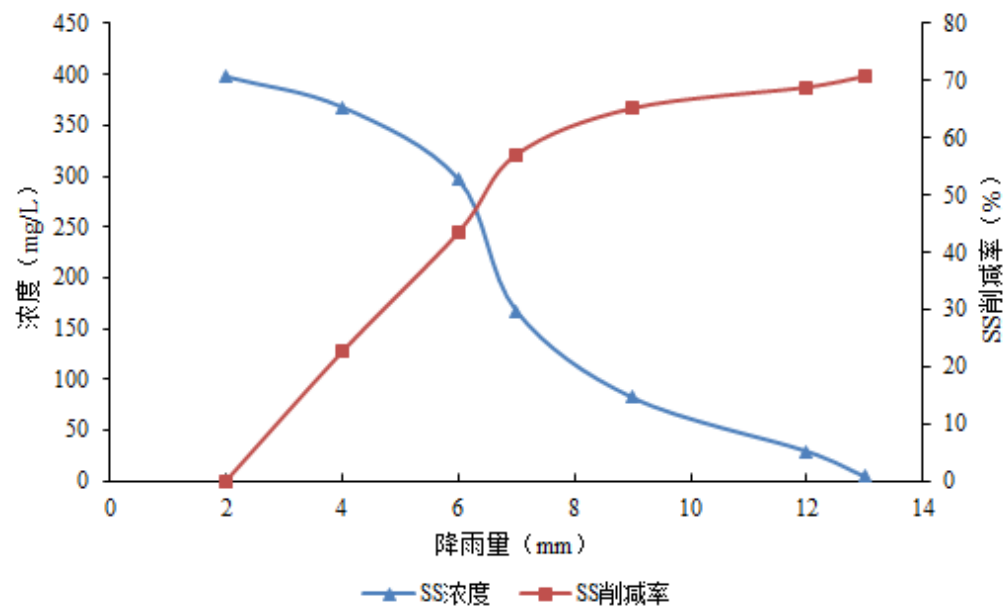
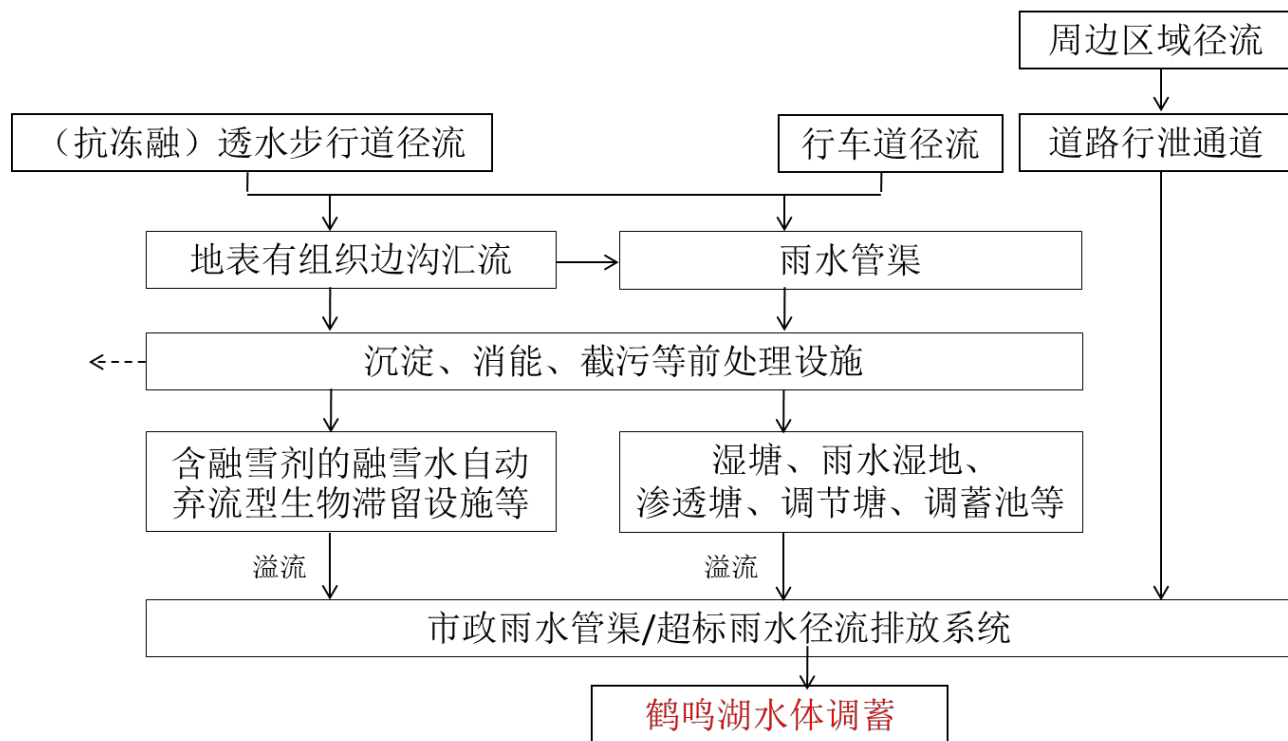
- 地级及以上城市：东部地区每个城市补助总额9亿元，中部地区每个城市补助总额10亿元，西部地区每个城市补助总额11亿元
  - 县级市：东部地区每个城市补助总额7亿元，中部地区每个城市补助总额8亿元，西部地区每个城市补助总额9亿元
- 预计至2021年，全国658个城市建成区的20%以上面积需要达到设计标准，全国每年投资总额预计将超过4000亿元；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求，需要资金约16000亿元



### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 吉林省白城市生态新区典型案例

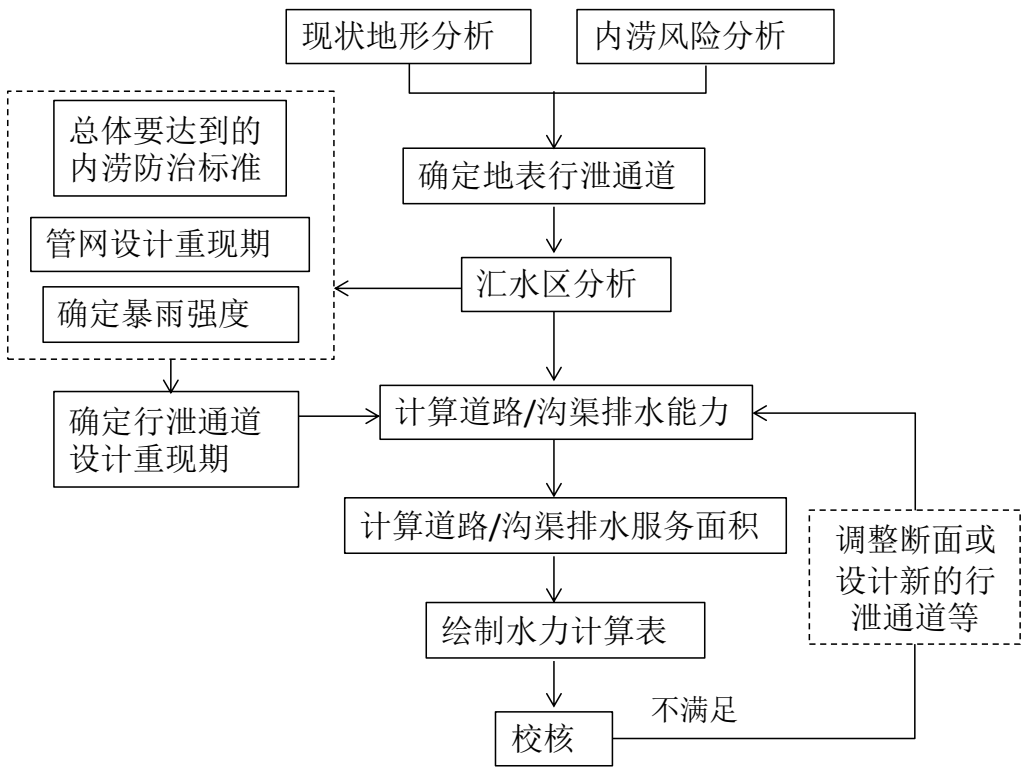
##### ➤ 横五路道路融雪剂弃流与抗冻融透水铺装工程



# 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

## 吉林省白城市生态新区典型案例

### 白城市道路源头减排与生态沟渠行泄通道工程





# 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

## 我国城市黑臭水体治理成效

由住房城乡建设部牵头，会同环境保护部、水利部、农业部等部委指导地方落实并提出目标：

- 2017年年底前，地级及以上城市实现河面无大面积漂浮物，河岸无垃圾，无违法排污口，直辖市、省会城市、计划单列市建成区基本消除黑臭水体；
- 2020年年底前，地级以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内；
- 到2030年，全国城市建成区黑臭水体总体得到消除。

| 特征指标（单位）   | 轻度黑臭    | 重度黑臭  |
|------------|---------|-------|
| 透明度(cm)    | 25-10   | <10   |
| 溶解氧(mg/L)  | 0.2-2.0 | <0.2  |
| 氧化还原电位(mV) | -200-50 | <-200 |
| 氨氮(mg/L)   | 8.0-15  | >15   |

控源截污、内源治理;活水循环、清水补给;水质净化、生态修复

| 技术名称       | 技术分类 | 适用范围                                 |
|------------|------|--------------------------------------|
| 截污纳管       | 控源截污 | 城市水体沿岸污水、分流制雨水管道初期雨水或旱流水排放口          |
| 面源控制       |      | 城市初期雨水、冰雪融水、畜禽养殖污水、地表固体废弃物等污染源的控制与治理 |
| 垃圾清理       | 内源治理 | 城市水体沿岸垃圾临时堆放点清理                      |
| 生物残体及漂浮物清理 |      | 季节性的水体内源污染物，需在干枯腐烂前清理，水面垃圾漂浮物长期清理    |
| 清淤疏浚       |      | 所有黑臭水体，尤其是重度黑臭水体底泥污染物的清理             |
| 岸带修复       | 生态修复 | 已有硬化河岸（湖岸）的生态修复                      |
| 生态净化       |      | 城市水体水质的长效保持                          |
| 人工增氧       |      | 整治后城市水体的水质保持，具有水体复氧功能，提升局部水体的溶解氧水平   |

## 我国城市黑臭水体治理成效

| 机构                | 发布日期       | 文件                           |
|-------------------|------------|------------------------------|
| 国务院               | 2015-04-02 | 水污染防治行动计划                    |
| 住房和城乡建设部、环境保护部    | 2015-08-28 | 城市黑臭水体整治工作指南                 |
| 国务院               | 2016-11-24 | “十三五”生态环境保护规划                |
| 环境保护部、国务院有关部门     | 2016-12-06 | 水污染防治行动计划实施情况考核规定(试行)        |
| 中共中央办公厅、国务院办公厅    | 2016-12-11 | 关于全面推行河长制的意见                 |
| 第十二届全国人民代表大会常务委员会 | 2017-06-27 | 中华人民共和国水污染防治法(修订后)           |
| 生态环境部联合住房和城乡建设部   | 2018-04-12 | 关于开展2018年城市黑臭水体整治环境保护专项行动的通知 |
| 中共中央办公厅、国务院办公厅    | 2018-06-16 | 关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见  |
| 住房和城乡建设部、生态环境部    | 2018-09-30 | 城市黑臭水体治理攻坚战实施方案              |

截至2019年底，全国295个地级及以上城市(不含州、盟)共有黑臭水体2899个，消除数量2513个，消除比例86.7%。其中，36个重点城市(直辖市、省会城市、计划单列市)有黑臭水体1063个，消除数量1023个，消除比例96.2%；259个其他地级城市有黑臭水体1836个，消除数量1490个，消除比例81.2%。



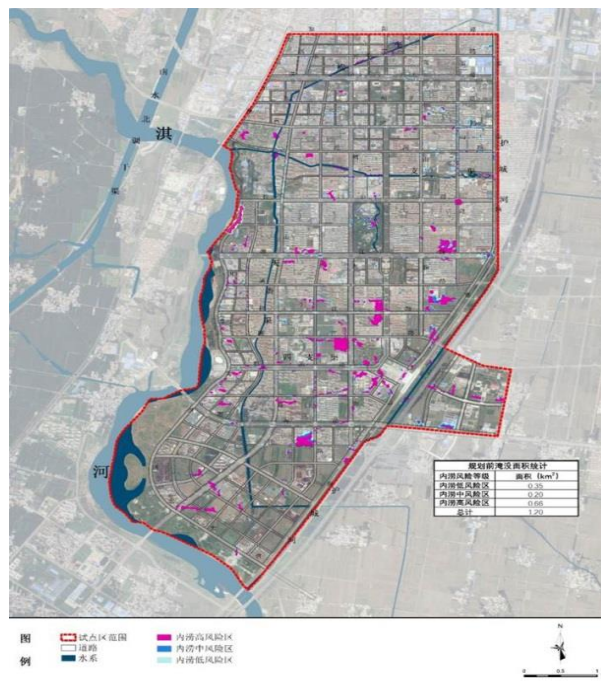
### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### 城市防洪排涝治理成效

- 洪水控制：2019年7个流域共2690座大中型水库（湖泊）参与防洪调度，拦蓄洪水1517.78亿立方米。长江流域922座大中型水库拦蓄洪水573.00亿立方米，调度三峡水库压减下泄流量，减轻洞庭湖区和长江中下游干流防洪压力。
- 海绵城市的灰绿结合对洪涝的控制效果：多个试点城市通过合理改造，可有效消除易涝点



三峡水库



鹤壁海绵建设前



鹤壁海绵建设后

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 2021年7月郑州特大暴雨

7月16日以来，河南遭遇强降雨，目前已造成全省133个县(市、区)1306个乡镇757.9万人受灾，因灾遇难56人，失踪5人，全省已紧急避险转移585193人，紧急转移安置919519人，需紧急生活救助208033人；

农作物受灾面积576.6千公顷，成灾面积168.2千公顷，绝收面积25千公顷；倒塌房屋3830户9943间，严重损坏房屋7071户21879间，一般损坏房屋23406户62233间。





### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### □ 对2021年7月郑州特大暴雨事件的思考

#### 河南内涝是“海绵城市”的失效吗？如何理性看待海绵城市

- 据郑州市城乡建设局统计，郑州市整合后的海绵城市建设项目总共有530个，目前已完成项目107个，在建项目42个。郑州市中心城区已完成海绵城市建设面积110.8平方千米。
- 郑州的年径流总量控制率达到75%。城区与航空城的内涝防止设计重现期为50年一遇，其它规划区的内涝防治标准为20年一遇。
- 郑州市于7月20日16-17时达到降雨峰值，最大小时降雨量高达201.9mm，打破中国陆地小时降雨量极值。据公开数据显示，郑州全市面积为7446平方公里。在这一小时内，约有14.9亿立方米，将此与蓄水量约0.14亿立方米的西湖相比，其降水量相当于107个西湖于一小时内倾倒入郑州。

2021/07/20 20:00-07/21 20:00全国降雨量

| 排序 | 城市 | 省份 | 降雨量     | 条形图 |
|----|----|----|---------|-----|
| 1  | 郑州 | 河南 | 624.1mm |     |
| 2  | 新密 | 河南 | 357.5mm |     |
| 3  | 荥阳 | 河南 | 316.9mm |     |
| 4  | 扶沟 | 河南 | 302.2mm |     |
| 5  | 原阳 | 河南 | 289.3mm |     |
| 6  | 延津 | 河南 | 288.4mm |     |
| 7  | 新乡 | 河南 | 266.8mm |     |
| 8  | 临颍 | 河南 | 256.4mm |     |
| 9  | 获嘉 | 河南 | 240.3mm |     |
| 10 | 尉氏 | 河南 | 235.2mm |     |
| 11 | 新郑 | 河南 | 225.8mm |     |
| 12 | 修武 | 河南 | 213.2mm |     |
| 13 | 封丘 | 河南 | 211.2mm |     |
| 14 | 嵩山 | 河南 | 206.3mm |     |
| 15 | 焦作 | 河南 | 200.7mm |     |
| 16 | 武陟 | 河南 | 199.0mm |     |
| 17 | 中牟 | 河南 | 198.3mm |     |
| 18 | 偃师 | 河南 | 197.8mm |     |
| 19 | 长垣 | 河南 | 191.9mm |     |
| 20 | 通许 | 河南 | 182.0mm |     |
| 21 | 滑县 | 河南 | 180.8mm |     |
| 22 | 辉县 | 河南 | 179.9mm |     |
| 23 | 鄱陵 | 河南 | 179.5mm |     |
| 24 | 卫辉 | 河南 | 178.8mm |     |
| 25 | 开封 | 河南 | 174.2mm |     |
| 26 | 许昌 | 河南 | 170.5mm |     |
| 27 | 汝州 | 河南 | 169.7mm |     |
| 28 | 长葛 | 河南 | 167.6mm |     |
| 29 | 温县 | 河南 | 165.2mm |     |
| 30 | 漯河 | 河南 | 163.3mm |     |

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### 海绵城市建设中资金筹措的突出问题

中央财政对海绵城市建设试点的专项资金补助，但相较于海绵城市巨大的投资额，仅靠财政支持是杯水车薪，中央政府在多项政策中鼓励采用PPP模式，以社会资本投资为主、政府与社会资本共担风险

- 建设与维护项目多，资金需求量大
- 建设周期较长，收益性弱
- 收益机制不明确，社会资本积极性弱

#### 对策

##### □建立健全海绵城市PPP项目管理制度

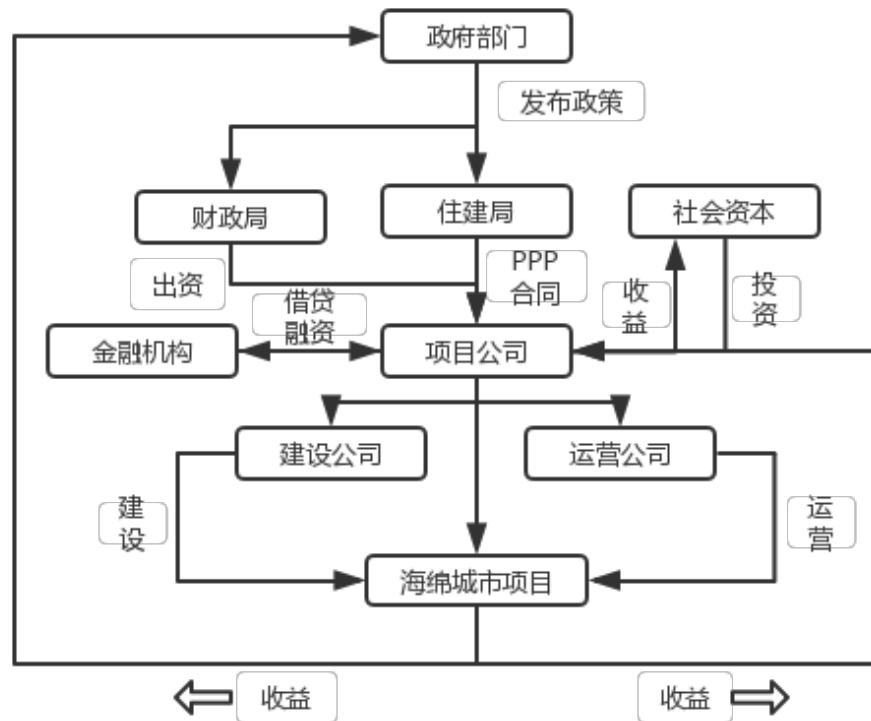
细化PPP项目管理规范，并逐步建立和完善海绵城市项目实施过程中规范化管理制度，寻求多方面的融资手段

##### □合理制定投资回报率

结合海绵城市建设的目标、生态经济社会等综合因素来确定收益指标，委托外部独立专门咨询机构进行投资回报率预估

##### □创新融资模式

按不同地区的海绵城市建设内容，做好资金需求和使用规划，从易得性、成本、使用效率等方面，设计适宜本地区海绵城市项目建设的融资模式





# 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

## 海绵城市建设中技术适应性问题

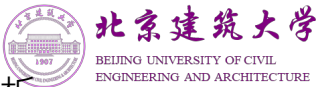


图 部分技术措施的适应性分析

### 设施适用性

设施能否适应待建地区或者在建成后根据当地水文地质条件能否发挥良好的海绵效果

### 设施可替代性

设施发挥的效果与其他设施具有共性，或者其功能的发挥可用其他设施代替

### 设施占用土地面积

设施建设中是否需要额外占用土地面积

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 生物滞留带    | 适用于建筑小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以及城镇道路绿化带等城镇绿地内                                      |
| 雨水花园     | 适用于建筑小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，公园绿地以及城镇道路绿化带等城镇绿地内                                  |
| 生态树池     | 适用于行道树树池，也可用于建筑小区、公园绿地和广场内树池                                                |
| 高位花坛     | 适用于建筑周边花坛，并与建筑雨落管联合使用                                                       |
| 下沉式绿地    | 适用于城市建筑小区、公园绿地、道路广场内绿地                                                      |
| 绿色屋顶     | 适用于符合屋顶荷载、防水等条件的平屋顶建筑和坡度 $\leq 15^{\circ}$ 的坡屋顶建筑                           |
| 简单式绿色屋顶  | 适用于屋顶结构荷载低且不上人的建筑屋顶                                                         |
| 花园式绿色屋顶  | 适用于屋顶结构荷载高且作为休憩场所的建筑屋顶                                                      |
| 渗透塘      | 适用于汇水面积较大且具有一定空间及下渗条件较好的区域                                                  |
| 植草沟      | 适用于建筑小区内道路，广场、停车场等不透水面的周边，城市道路及城市绿地等区域；可以与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下也可代替雨水管渠 |
| 转输型干式植草沟 | 适用于径流输送为主要需求的区域                                                             |
| 渗透型干式植草沟 | 适用于土壤渗透性较好，具有径流输送和径流总量控制双重需求的区域                                             |
| 湿式植草沟    | 适用于具有径流输送和径流污染控制双重需求的区域                                                     |

### 3 中国海绵城市建设成效与问题分析

#### 城市内涝问题

##### □ 我国内涝的特点和成因

- 城市局地强降雨频次呈增多变化趋势
- 不透水区域面积增加
- 竖向破坏
- 自然滞蓄空间破坏
- 河道等水系破坏
- 城市内涝防治系统不完善
- 城市呈现“因洪致涝、因涝成洪、洪涝混合”的特点

##### □ 海绵城市建设和城市内涝的综合治理需要在以下几方面进行：

- 利用多种路面、地面、绿地和屋面等结构,从源头上收集雨水
- 降低峰值流量,提供利用雨水的条件
- 降低雨水的汇集速度,在留住雨水的过程中,避免自然灾害的发生
- 城市竖向和工程设施结合,天然水系与防涝设施结合,地面排水设施与水管渠道相结合

#### 措施

- 树立科学治涝理念,做好“1+3+1”(水利防洪系统+大、小、微三套城市排水系统+应急处置系统)的技术体系顶层设计
- 加强内涝风险评估,合理布局防涝空间
- 生态优先,提高基于大排水系统的城市竖向控制的系统性
- 加大排水设施建设的监管力度和运行养护力度
- 建立健全应急响应机制,提高预警预报和应急救灾能力

#### 合流制溢流控制问题

- 在黑臭水体治理、海绵城市建设过程，都会发现合流制溢流污染的严重程度及其对水环境的巨大影响
- 溢流污染的解决途径：建立雨污分离系统、海绵城市理念解决雨水问题、建立新型污水排放体系

#### □ 城市“合改分”是否具有必要性？

- 明确城市合流制及相关排水系统现状与关键问题

明确现状不同类型排水系统的范围、各区域范围内的污水收集率与处理率、雨水排水标准、截流倍数、管道运行水位与淤积深度等关键指标

- 合理制定排水系统污染负荷削减目标

在确定系统外排污染负荷削减总体目标的基础上，进一步建立外排水量、水质控制与污染负荷削减之间的相互关系，进而合理确定系统溢流总量、频次、外排污染物浓度等具体控制指标。

- 城市“合改分”与合流制溢流控制策略可实施性、效果与代价评估

综合比较和分析不同技术策略的直接与间接建设成本，以及后续维护管理成本等，对不同方案进行技术经济分析评估，充分考虑政府或投资方长期的可承受支付能力，进行方案优选

- 合流制溢流控制的技术策略选择

# 4.城镇水务2035年行业发展规划

## 城镇水环境规划目标

现状

- 1

城镇水体治理成效显著
- 2

城镇污水收集系统建设加快

- 3

重视降雨径流污染治理
- 4

逐步提升城镇污水处理设施建设水平

目标

- ✓ 全面提升城镇污水处理系统排放性能
- ✓ 加强降雨径流污染控制
- ✓ 营造优美宜居的城镇水生态环境
- ✓ 积极推行厂网河（湖）一体专业化运营模式
- ✓ 加大污泥处理处置设施建设规模河力度，实现污水处理系统  
河污泥处理处置、资源化利用的无缝衔接

在彻底消除黑臭水体基础上，初步恢复城镇水体的物理、化学和生态完整性和自然净化功能，全面改善城镇水环境，实现清水绿岸、鱼翔浅底，提升水体景观和休憩等功能。



# 4.城镇水务2035年行业发展规划

## 城镇排水防涝规划目标

现状

- 1

树立现代雨水综合管理理念
- 2

构建城镇排水与内涝防治综合体系

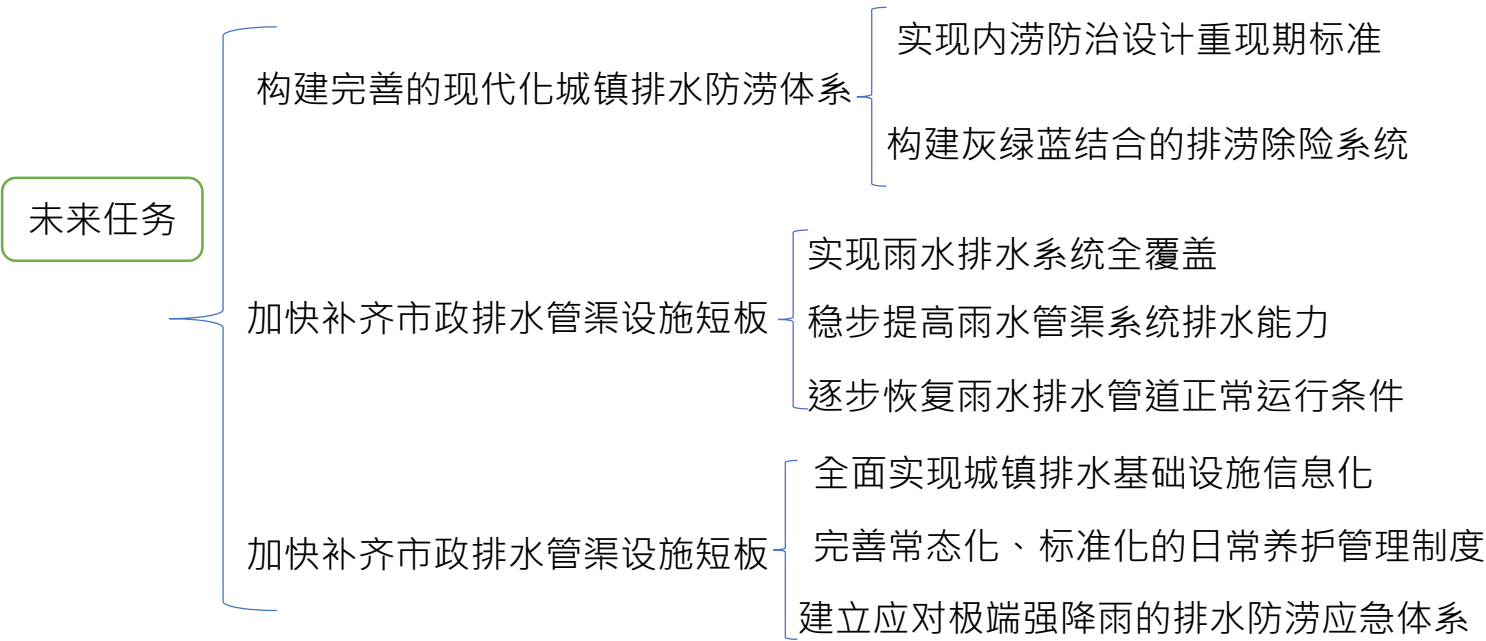
- 3

建立城镇排水防涝系统标准
- 4

优化了排水设计计算方法
- 5

建立灰蓝结合的内涝蓄排体系

目标



深入贯彻海绵城市建设理念，适应新型城镇化发展，全面提升城镇排水防涝能力，有效应对气候变化导致的极端降雨天气对社会管理、城镇安全运行和人民群众生产生活的影响，建立完善的灰、绿、蓝耦合的现代化城镇排水防涝设施体系，实现小雨不积水、大雨不内涝、暴雨不成灾的城镇排水防涝目标。



# 结语

- 海绵城市建设需要完善法律法规，通过总结海绵试点城市和示范城市相关经验和问题，加强理论创新，技术优化，不断对海绵城市建设相关的现行标准和指南进行修订。
- 海绵城市建设必能实现“修复城市水生态、涵养城市水资源、改善城市水环境、提高城市水安全、复兴城市水文化”多重目标。

**敬请批评指正，谢谢！**

台灣國際水週(Taiwan International Water Week 2021, TIWW)」國際論壇

分散式雨水貯集系統以減少氣候變遷之脆弱性

Decentralized Rainwater Harvesting System to Reduce Climate Change Vulnerability

## 我國綠建築節水減碳之挑戰與策略

Challenges and Strategies for Water Saving and Carbon  
Reduction of Green Buildings in Taiwan

羅時麒組長

內政部建築研究所

October 16, 2021



# 簡報大綱

---

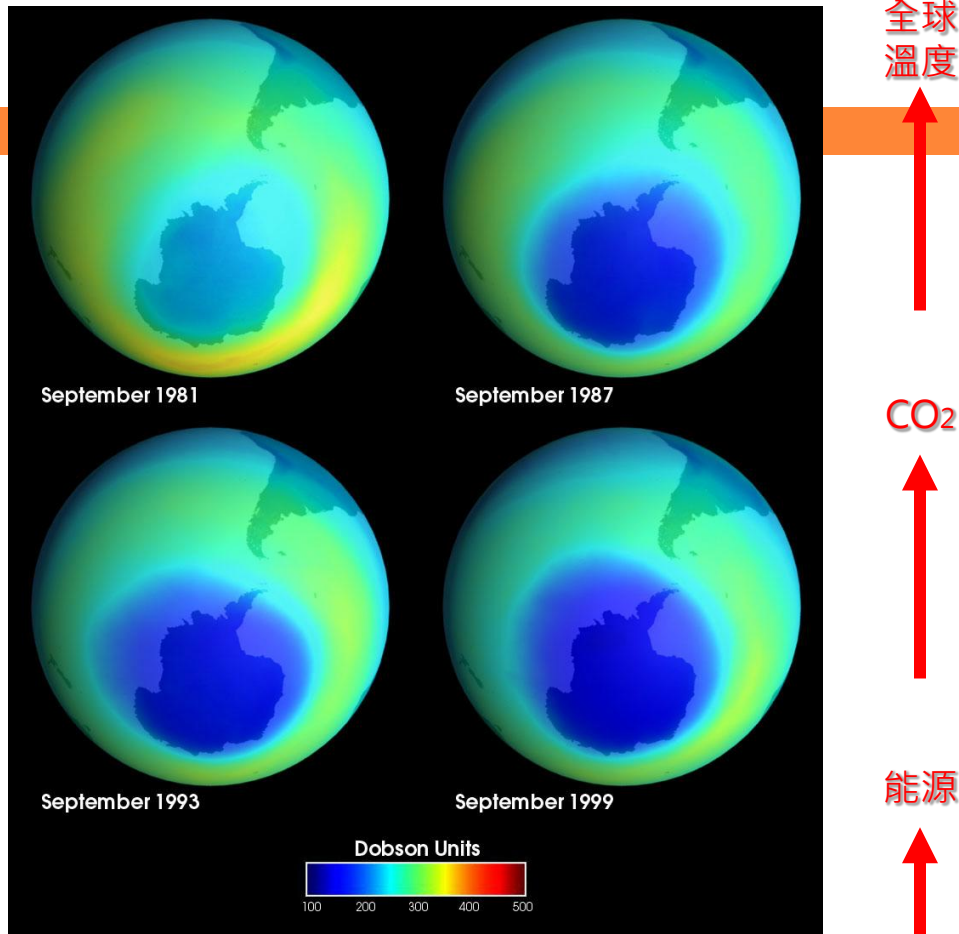
- 一、氣候變遷下臺灣環境面對的挑戰
- 二、綠建築推動現況
- 三、綠建築節水設計及減碳策略
- 四、未來展望

# 一、氣候變遷下臺灣環境面對的挑戰



地球暖化及水資源匱乏

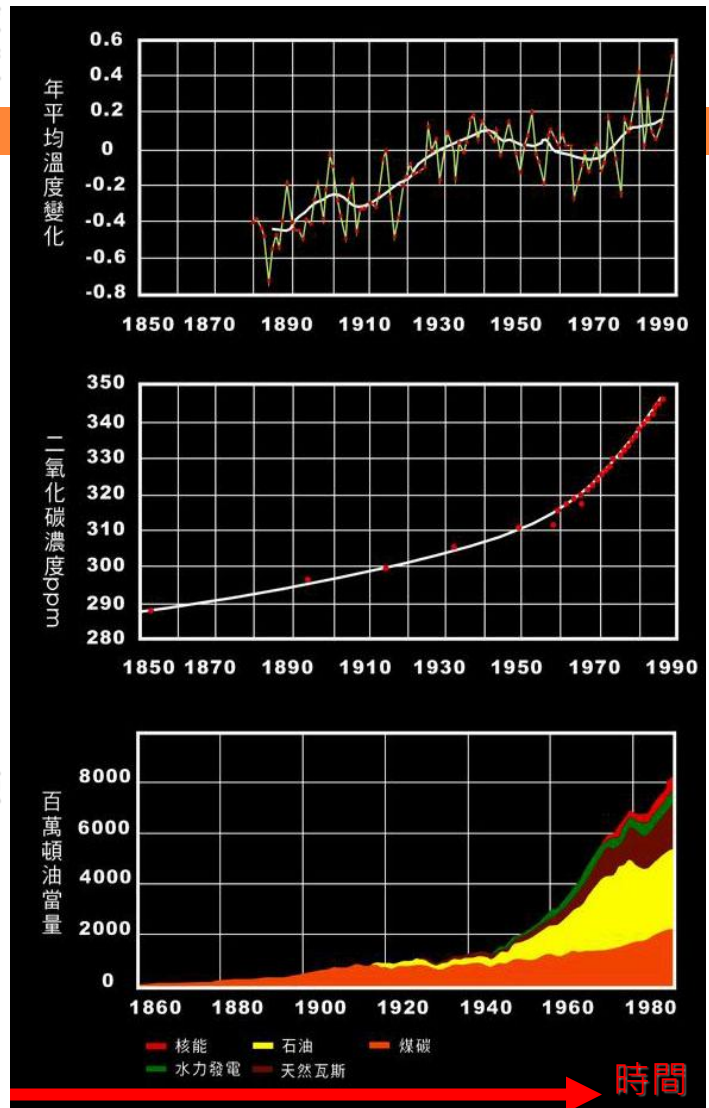
# 1.1 人為溫室氣體對全球氣候環境的影響



全球  
溫度

CO<sub>2</sub>

能源



- 人類的氟氯碳化物排放使地球南極**臭氧層破洞**不斷擴大的情形 (NASA)
- 近百年來地球溫度上升與人類能源使用量與**二氧化碳排放量**有密切關係

圖 0-1 近百年來地球溫度上升與人類能源使用量與二氧化碳排放量有密切關係



對自然環境造成越  
大的傷害



北極熊的家  
正在消失中

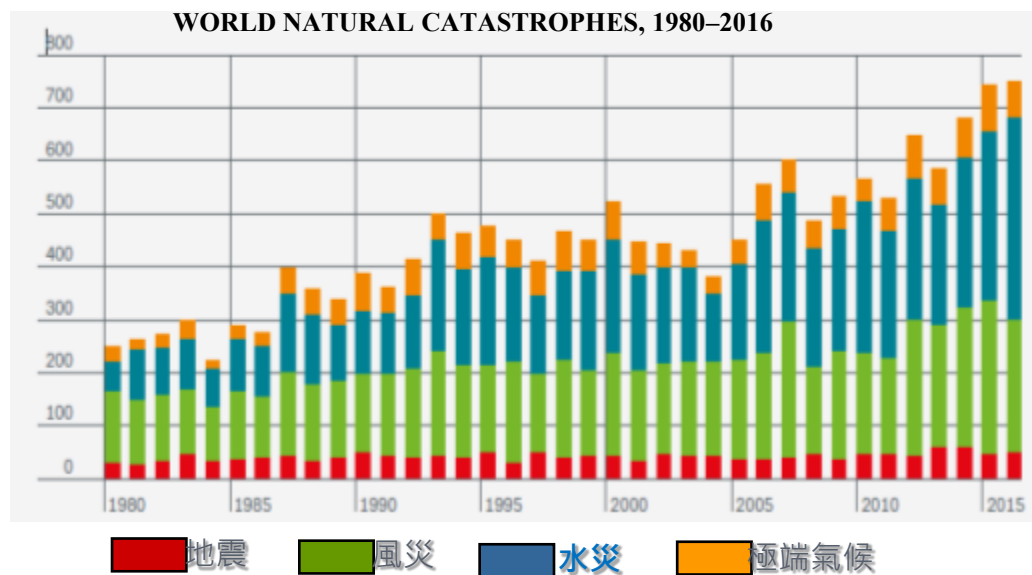


資料來源：[Green peace.org](http://Greenpeace.org)  
[setn.com](http://setn.com)



## 1.2 極端氣候造成的災害

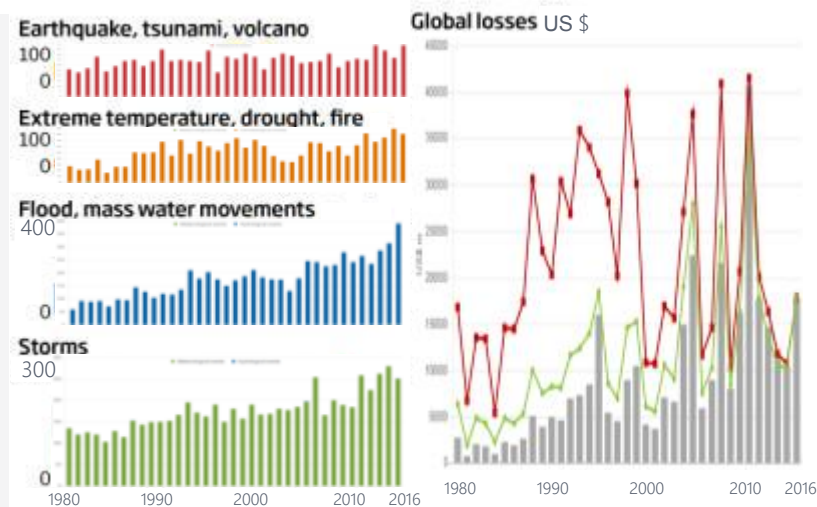
- ◆ 全球氣候持續暖化，導致**極端氣候**，**水災**、風災**頻傳**，且規模、程度均更大更嚴重，造成嚴重人畜財產和農作物損失，惡性循環下，**人類生存面臨極大的挑戰**。
- ◆ 人類不得不面對暖化及氣候變遷問題，並**提出解決因應對策**。



1980-2016全世界發生嚴重天災統計圖

圖來源：© 2016 Munich Re, NatCat SERVICE. As of 2017.

Natural disasters are more frequent than 30 years ago – and are costing us more



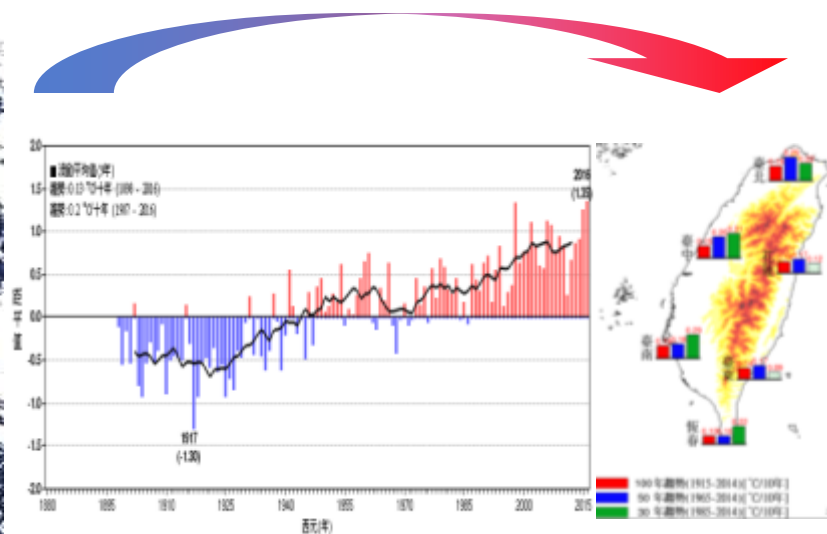
災害頻率較30年前提高且損失加劇

圖來源：

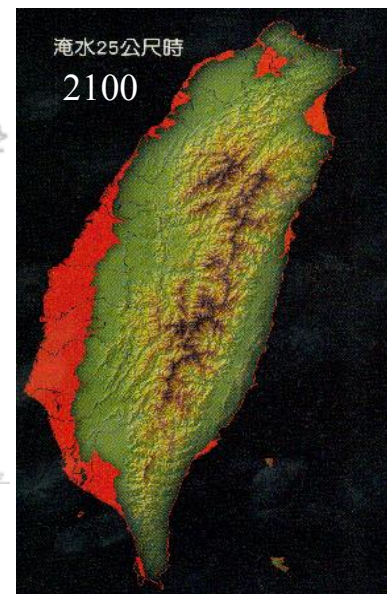
<http://natcatservice.munichre.com/overall/3?filter=eyJ5ZWYyRnJvbSI6MTk4MCIwIjVhcnRvIjoyMDE2fQ%3D%3D&type=1> 2017

## 1.3 臺灣的環境挑戰

- 依中央氣象局統計，臺灣近年溫度屢創新高；2016年臺灣13個平地站的平均氣溫較過去百年氣候值高出 $1.35^{\circ}\text{C}$ ，為百多年來偏暖的一年
- 臺灣夏季市中心區與郊區之最高溫度差達 $3$ 至 $4^{\circ}\text{C}$ ；依臺電公司統計，夏季溫度每上升 $1^{\circ}\text{C}$ ，空調耗電量約上升 $6\%$ 。
- 臺灣能源 $98\%$ 以上依賴進口，建築產業佔全國耗能 $28.3\%$ 。
- 臺灣雨量豐沛卻有缺水問題，今年水情一度嚴峻。

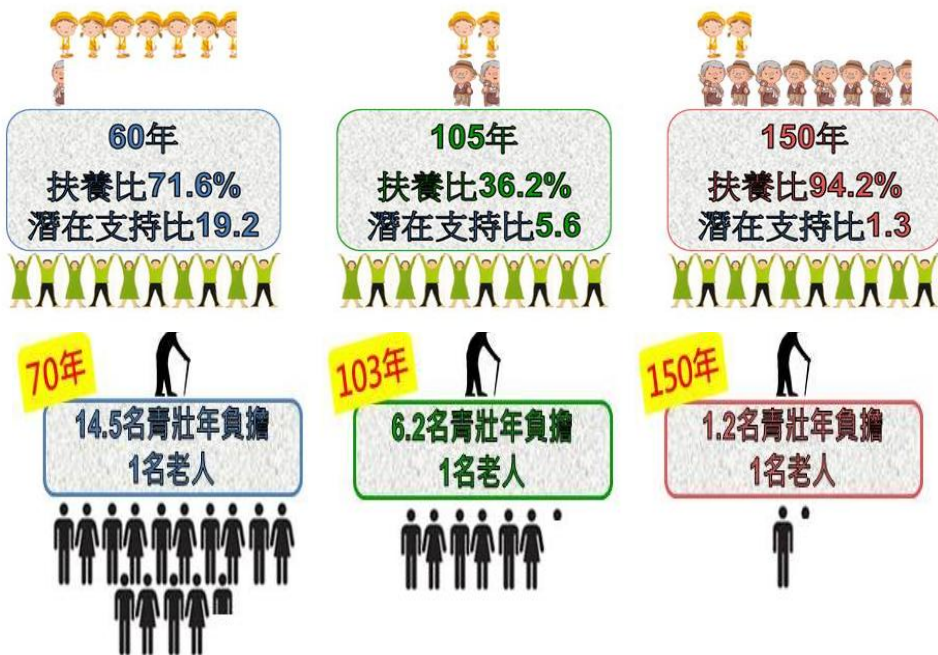


百年來臺灣年平均溫度距平變化圖 (1911 ~ 2016 年)



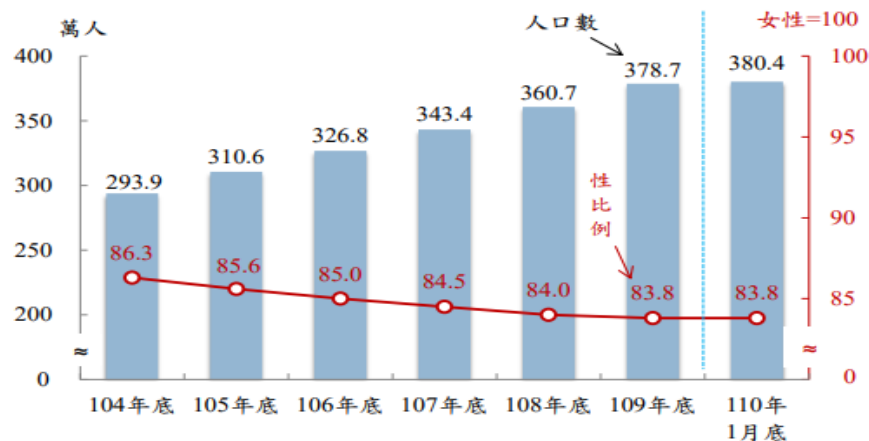
# 1.4 高齡少子化的社會環境變遷

- 至2021年1月底，我國65歲以上老年人口達380萬餘人，佔總人口16.2%；自107年我國老年人口跨越14%「高齡社會」門檻後，預計2026年老年人口比率將超過20%，邁入「超高齡社會」。



合適居家環境配合智慧設備服務系統，實現**在宅安養**，不僅符合多數人期望，且可降低經濟及社會負擔。

65 歲以上人口數及性比例



資料來源：國家發展委員會「中華民國人口推估（105至150年）」

## 二、綠建築推動現況



全球思維 地方行動

Global thinking, local action



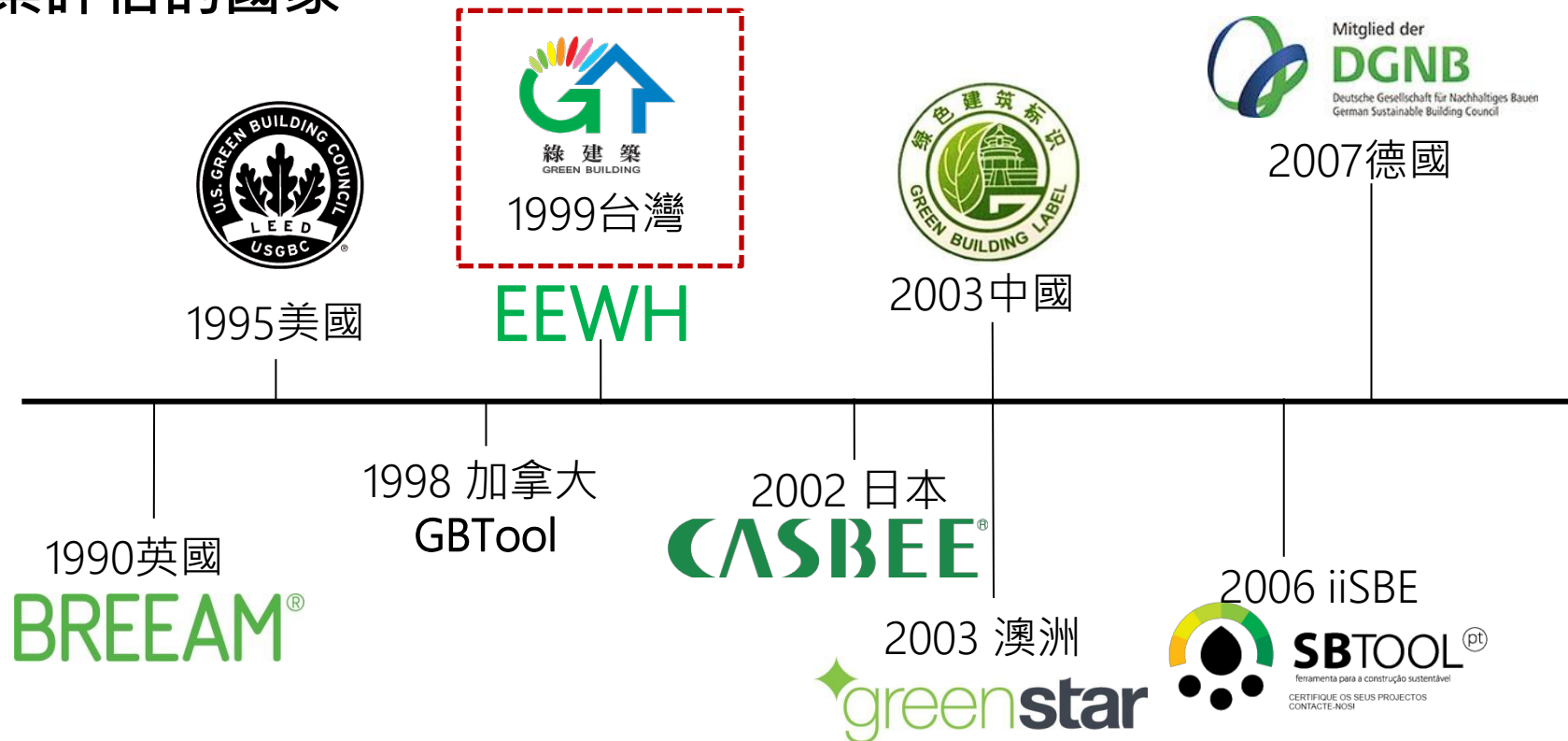
# 我國綠建築政策之發展特色

因應全球氣候變遷，各國陸續發展綠建築評估系統，目前已約有**38**個國家、地方有評估系統。



# 發展科學量化的評估系統

我國綠建築標章(EEWH)為亞洲第1個、全球第4個實施具科學量化的評估系統，同時也是第一個對高溫、高濕氣候進行綠建築評估的國家。

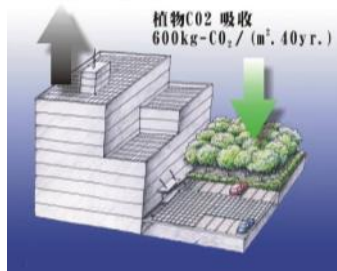


# 臺灣綠建築評估系統 (EEWH)

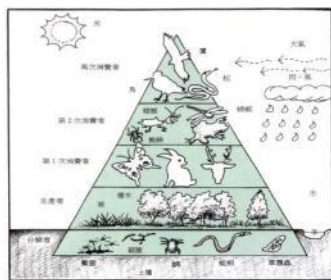
- 掌握本土氣候及環境與生活型態，在**建築生命週期**中，使用較少資源與能源，產生較少廢棄物，並兼顧健康舒適之建築物。

## 生態 Ecology

### 綠化及基地保水



### 生物多樣性



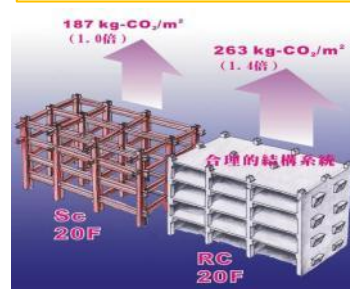
## 節能 Energy

### 外殼節能 空照 調明

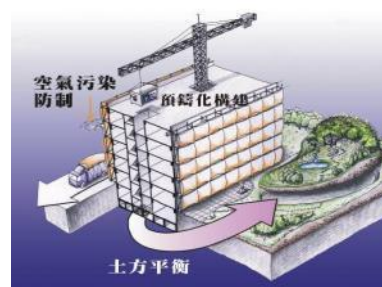


## 減廢 Waste

### CO<sub>2</sub> 減量



### 廢棄物減量



## 健康 Health

### 綠建材



### 水資源





# 綠建築標章制度

## 綠建築評估系統(EEWH)

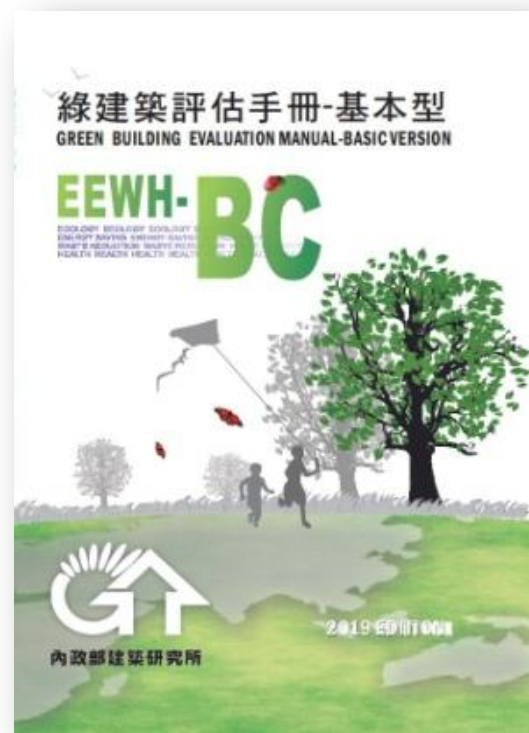
| 四大範疇<br>Four aspects                                                                                    | 九大指標<br>Nine indicators                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  生態<br>Ecology          | 生物多樣性 (Biodiversity)<br>綠化量 (Greenery)<br>基地保水 (Soil water content)                          |
|  節能<br>Energy saving    | 日常節能(Energy saving) (必要)                                                                     |
|  減廢<br>Waste reduction | 二氧化碳減量(CO <sub>2</sub> emission)<br>廢棄物減量(Waste reduction)                                   |
|  健康<br>Health         | 室內環境(Indoor environment)<br>水資源(Water resource) (必要)<br>污水垃圾改 (Sewage & garbage improvement) |





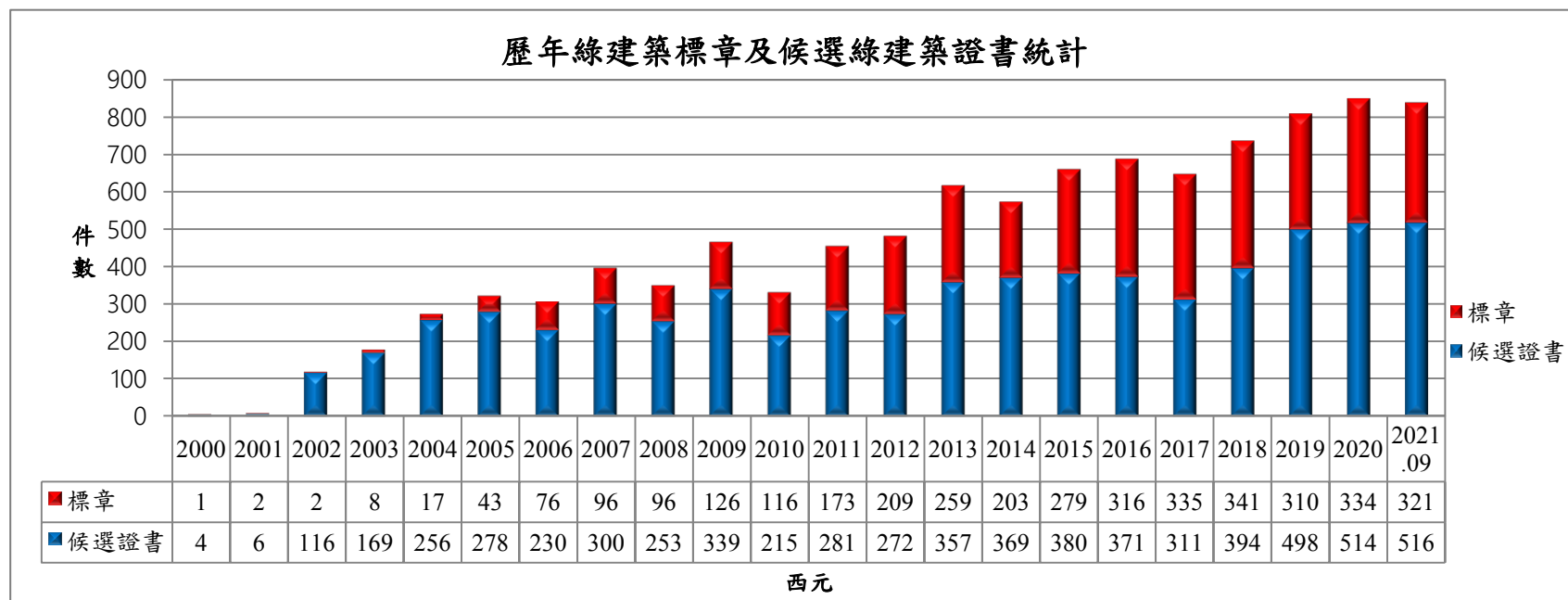
# 我國綠建築政策發展歷程

- 1998年 訂定綠建築評估系統，水資源指標納入雨中水系統
- 1999年 綠建築標章開始受理申請
- 2001年 公有新建建築物率先實施，鼓勵取得候選綠建築證書
- 2005年 法制化，建築技術規則增訂綠建築基準專章
- 2007年 實施綠建築分級評估制度
- 2008年 要求5,000萬元以上公有新建建築物需取得標章
- 2012年 實施綠建築家族五大評估系統
- 2017年 發布「綠建築評估手冊-境外版」(第六類)
- 2021年 檢視建築能源效率、水資源效率



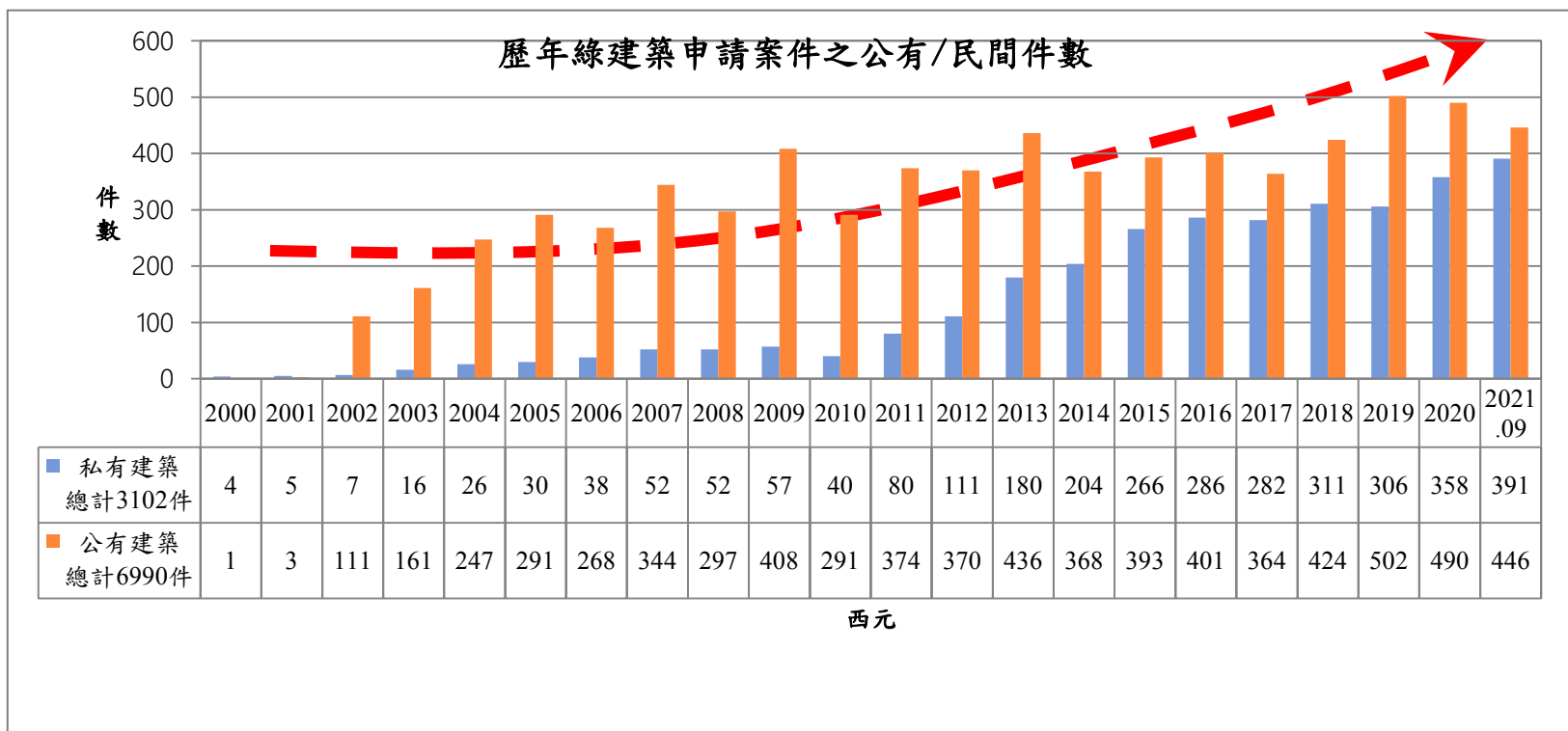
# 綠建築政策推動成果

◆ 至2021年8月底累計評定通過綠建築及候選證書9,998案。



# 民間綠建築蓬勃成長

- 在綠建築政策的持續帶動下，民間業界參與數量逐年增加，2020年達到358件，比例亦從開始的6%提升至42%。



# 推動效益

- 每年約可**節水**1億1040萬噸（相當於0.56座石門水庫的容量）。
- 每年約可節電22.62億度。
- 合計每年約可**節省水費、電費**約新台幣90.19億元。
- 尚有**生態、保水、綠化、減廢、資源節約**等環保效益。





# 綠建築教育示範基地

- 為使民眾深入了解綠建築，辦理**免費參訪優良綠建築**的活動，並提供導覽解說服務，引導全民藉由親臨觀摩。
- **綠建築教育示範基地**是由過去**10屆共106件**之優良綠建築獲獎作品案例中，選定16處為示範基地，並簽訂合作協議。



# 三、綠建築節水設計與減碳策略

提升水資源效率

分散式建築雨水貯集利用系統

節水減碳

# 綠建築節水減碳策略

- ◆ 台灣降雨量豐沛，但因河川坡陡流急、降雨分布不均，加上極端氣候降雨異常，仍有缺水問題，
- ◆ 為因應氣候變遷及水資源匱乏問題，在新水源開發不易的情況下，如何**提升綠建築水資源效率**，鼓勵新建建築物導入**雨水利用**、**節約用水**、**基地保水**等設計策略
- ◆ **分散式雨水貯集利用系統**
  - ◆ 設置在遍布**全國的屋頂或地面型**雨水貯集利用系統，就像1個**分散式的虛擬水庫**
  - ◆ 聚集起來，可**減少大量的自來水使用**，達到節水減碳的效益，以及減緩氣候變遷的目標。

# 建築物雨水貯留利用適用範圍及規定

## ◆ 建築技術規則建築設計施工編-綠建築基準專章

◆ 第298條第1項第4款建築物雨水或生活雜排水回收再利用：指將雨水或生活雜排水貯集、過濾、再利用之設計，其**適用範圍**為**總樓地板面積達10,000平方公尺以上之新建建築物**。但衛生醫療類（F-1組）或經中央主管建築機關認可之建築物，不在此限。

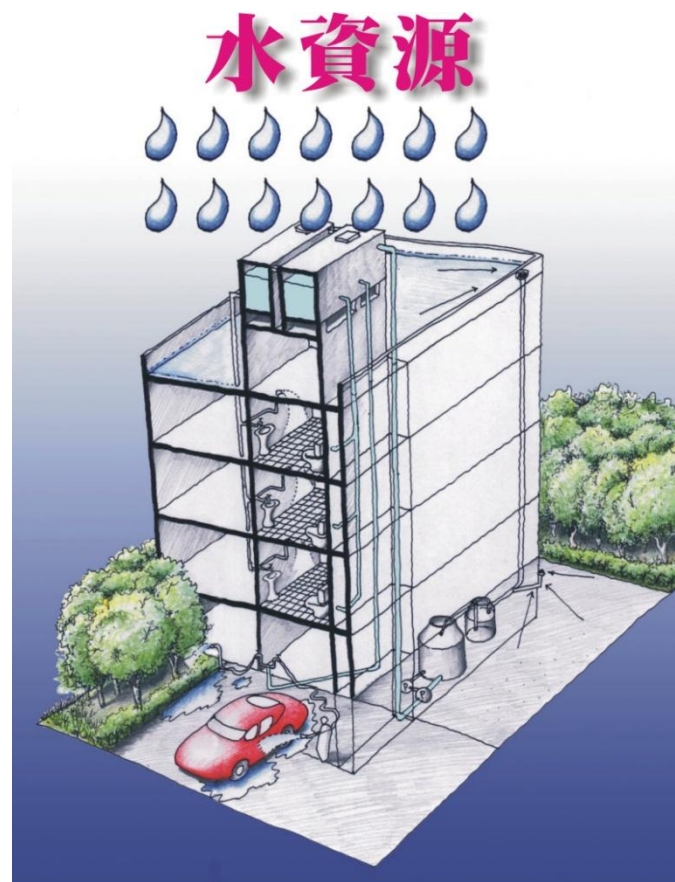
◆ 第299條**雨水貯留利用率**：指在建築基地內所設置之雨水貯留設施之雨水利用量與建築物總用水量之比例。

◆ 第316條建築物應就設置雨水貯留利用系統或生活雜排水回收再利用系統，**擇一設置**。設置**雨水貯留利用系統者，其雨水貯留利用率應大於4%**；設置生活雜排水回收利用系統者，其生活雜排水回收再利用率應大於30 %。



# 綠建築標章水資源指標規劃策略

- ◆ 水資源著重於節約用水及雨水利用
- ◆ 水資源指標之策略：
  - ◆ 大、小便器與供公眾使用全面採用省水標章之器材
  - ◆ 一段式馬桶改成了具省水標章的兩段式馬桶
  - ◆ 改用自動感應、自閉式或腳踏式水栓
  - ◆ 改用節水型冷卻水塔
  - ◆ 改用物理方式冷卻水塔除垢方式
  - ◆ 飯店旅館浴室以淋浴代替浴缸



水資源指標以建築節水為目標

- ◆鼓勵設置空調冷凝水回收系統
- ◆儘量不要設置大耗水的人工草坪或草花花圃
- ◆設置雨中水設施或節水澆灌
- ◆設置智慧水表
- ◆大耗水建築案例要求設置彌補措施
  - ◆人工草坪或草花花圃：設置節水澆灌系統，或設置自來水替代率5%以上，或雨中水設施
  - ◆親水設施、游泳池、噴水池、戲水池等：設置自來水替代率5%以上，或雨中水設施設置自來水替代率5%以上
- ◆至少30%以上節水效益。

# 水資源設計

◆ 水資源  $WI = a + b + c + d + e + f + g$

◆ a : 大便器省水器材

◆ b : 小便器省水器材

◆ c : 供公眾使用水栓省水器材

◆ d : 以淋浴代替浴缸

◆ e : 雨中水設施或節水澆灌

◆ f : 空調節水系統

◆ g : 智慧水表

# 自來水替代率

◆ 自來水替代率 $R_c$ ，大耗水建築案之彌補措施

◆  $R_c = W_s / W_t$

◆  $W_s$ ：自來水替代水量，取日集雨量( $W_r$ )或雨水利用設計量( $W_d$ )，兩者較小者

◆  $W_t$ ：建築物總用水量

◆ 雨水貯集槽設計容積 $V_s$

◆  $V_s > \text{日降雨量} R * \text{集雨面積} A_r * \text{儲水天數} N_s$



# 綠建築水資源指標設計案例

## 國立傳統藝術中心

- 本案建築物內，所使用的大便器、小便器及各式水栓，全面具**省水標章**之省水器具，來達到節約水資源的目的。

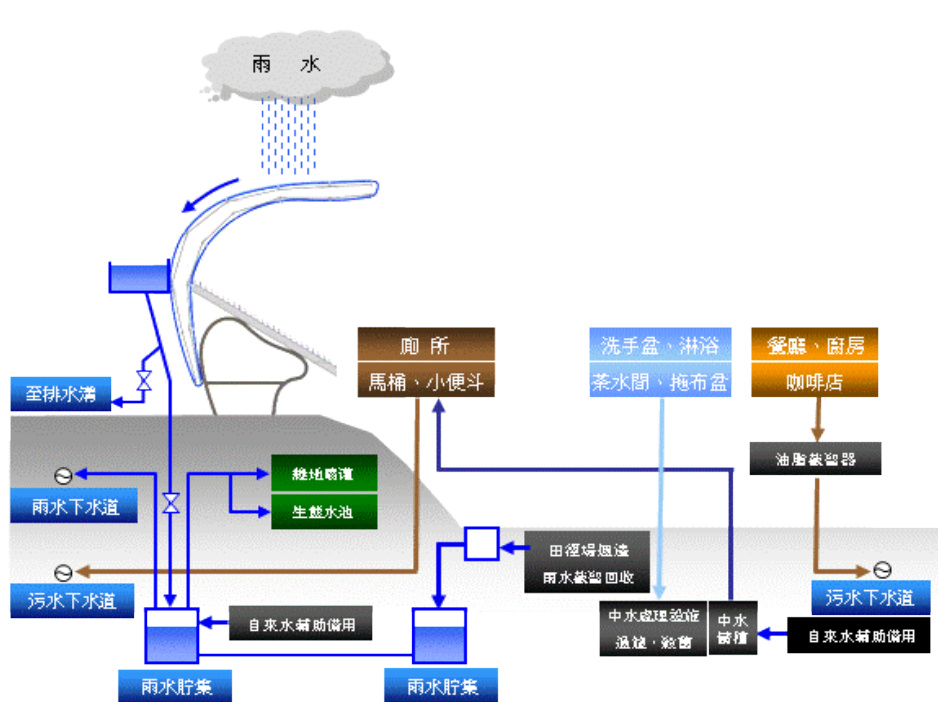


資料來源：內政部建築研究所綠建築教育示範基地

# 綠建築水資源指標設計案例

## 高雄國家體育場

- 本案全面採用**省水標章**認證的省水器具，並以洗臉盆、淋浴、茶水間等雜排水、空調冷凝排水經二級污水處理設施處理後儲存，提供**中水水源**供馬桶、小便斗沖洗。
- 於觀眾席上方屋頂與田徑場草地做**雨水收集**，筏基水箱內設有13,000噸雨水儲存槽，做為園區內的綠化澆灌使用。





# 綠建築水資源指標設計手法

## 臺北市立圖書館北投分館

- 大便器、小便器及供公眾使用之水栓均全面採用符合經濟部經濟部水利署公告之「**省水標章**規範」認證產品。
- 設置**雨水回收利用系統**，將雨水以天然地形或人工方法予以截取貯存，供廁所小便斗、馬桶及噴灌用水。



設置雨水回收系統

使用具省水標章或環保字號之衛生器具

# 綠建築水資源指標設計手法

## 公務人力發展學院之臺北院區

- 本建築物於地下室筏基設置雨水與游泳池溢流水回收水槽，可回收作為各棟之馬桶沖水及庭園澆灌用途。
- 全面採用具省水標章之衛生器具，提昇水資源利用的合理化及循環使用，並建立第二水資源的觀念。



雨水儲集區之人孔位置



庭園澆灌系統



使用具省水標章之衛生器具

資料來源：內政部建築研究所綠建築教育示範基地



# 綠建築水資源指標設計手法

## 文山水資源回收中心

- 本案全面採用具**省水標章**之節水型衛生器具，設置噴灌設施，且於二樓花臺設置**雨水感濕器**節省用水。



# 綠建築水資源指標設計手法

## 國立成功大學綠色魔法學校

- 採用UB-FINE免手觸節水系統，達到免電源及省水的效果，使用具備**省水標章**或具環保字號之大小便器及公共使用水栓。
- 規劃了雨水儲集資源再利用之**彌補措施**，經由**地面與屋頂收集**雨水後，收集至筏基，作為景觀澆灌用水。



腳踏板給水式的洗手台



生態水池



雨水回收系統



# 綠建築水資源指標設計手法

## 雨水利用-自動澆灌



易構住宅實驗屋綠屋頂展示區，目前運用雨水回收，採取自動澆灌，並用太陽能板產生綠能；作物都是使用藍耕栽培，可避免屋頂漏水問題，至於栽種產生的廢棄物，可做成堆肥，回歸到綠屋頂使用，達到綠能、減碳和永續經營的效果。

# 綠建築水資源指標設計手法

## 智慧水表

- ◆ 新增設置智慧水表
  - ◆ 用戶水表健檢
  - ◆ 用水型態分析
  - ◆ 可透過系統檢查流量變化，勘查是否漏水
- ◆ 促進用戶節約用水行為



# 綠建築雨水利用效益

## ◆內政部推動「綠建築標章」，屬自願申請性質

- ◆自1999年第1版的綠建築評估手冊，綠建築指標之「水資源指標」，已將「設置雨水貯留供水系統」納為加分項目，以提升建築物的節水設計成效。
- ◆至2021年8月累計9,998件案例取得綠建築標章或候選證書
- ◆約有六成綠建築標章案例設置「雨水貯留供水系統」(2017至2020年統計資料)
- ◆雨水貯集設施遍佈全國
- ◆目前累積節約用水，相當於0.56座石門水庫的容量

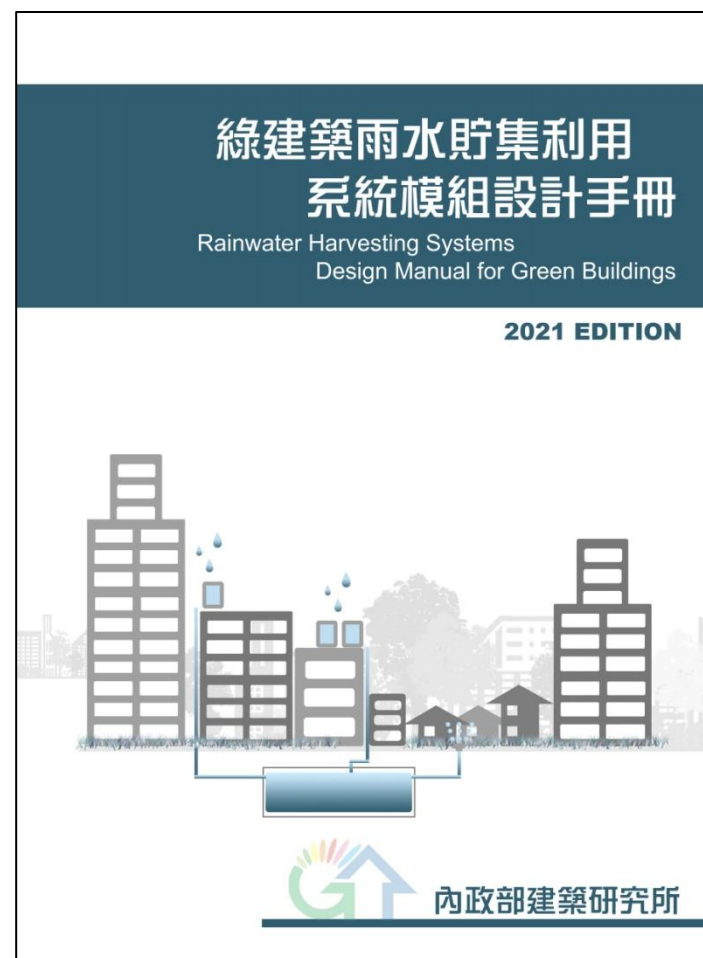
# 綠建築雨水貯集利用系統模組設計手冊

◆為協助建築師及相關從業人員，規劃設計綠建築雨水貯集利用系統，內政部建築研究所出版2021年版本設計手冊。

◆內容包括：

◆從規劃設計、設施設備、到管理維護

◆雨水貯集利用及建築基地地表逕流貯集利用



# 建築基地保水適用範圍及規定

## ◆ 建築技術規則建築設計施工編-綠建築基準專章

◆ 第298條第1項第2款**建築基地保水**：指促進建築基地涵養、貯留、滲透雨水功能之設計，其**適用範圍為新建建築物**。但本編第13章山坡地建築、地下水位小於1公尺之建築基地、個別興建農舍及基地面積300平方公尺以下者，不在此限。

◆ 第299條**基地保水指標**：指建築後之土地保水量與建築前自然土地之保水量之相對比值。

◆ 第305條建築基地應具備原裸露基地涵養或貯留滲透雨水之能力，其**建築基地保水指標應大於0.5與基地內應保留法定空地比率之乘積**。

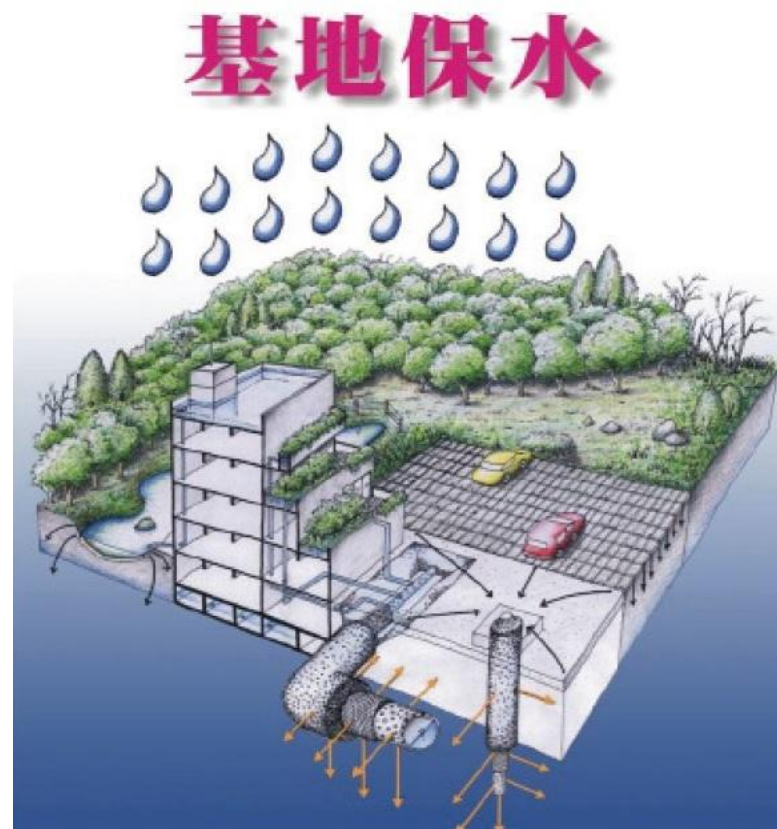
# 綠建築標章基地保水指標規劃策略

◆基地保水著重於涵養水份及貯集滲透雨水的能力

◆在確保容積率下，儘量降低建蔽率，並且不要全面開挖地下室，爭取較大保水設計空間

◆當基地位於透水良好的粉土或砂質土層(水力傳導係數 $k$ 在 $10^{-7}$  m/s以上)時，適合採用直接滲透設計

◆當基地位於透水不良的黏質土層(水力傳導係數 $k$ 在 $10^{-7}$  m/s以下)時，適合採用貯集滲透設計





# 基地保水設計法

- ◆直接滲透設計：
  - ◆綠地、被覆地、草溝設計(常用)
  - ◆透水鋪面設計(常用)
  - ◆貯集滲透空地設計
  - ◆滲透排水管設計。
  - ◆滲透陰井設計
  - ◆滲透側溝設計
- ◆貯集滲透設計
  - ◆人工地盤花園土壤貯集設計(常用)
  - ◆景觀貯集滲透水池設計
  - ◆地下貯集滲透設計

◆ 基地保水設計值  $\lambda = Q' / Q_o$

◆  $Q'$  : 各類保水設計之保水量

◆  $Q_o$  : 原土地保水量 =  $A * f * t$

◆  $f$  : 基地最終入滲率(m/s)

◆  $t$  : 降雨延時(s)

◆  $\lambda$  值越大，代表保水性能越佳

◆ 基地保水基準值  $\lambda_c = 0.5 * (1-r)$

◆  $r$  : 建蔽率

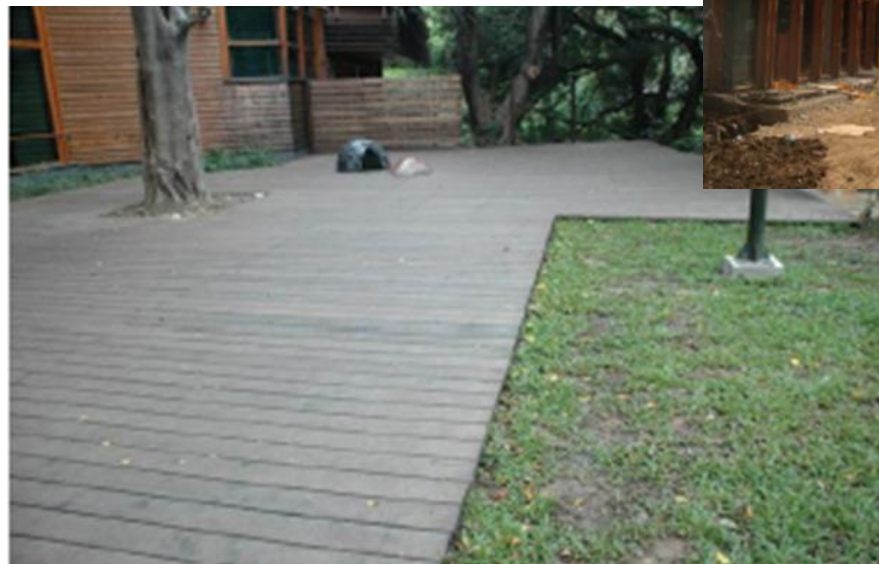
◆  $\lambda_c$  假設法定空地之一半均為綠地的情形

◆  $\lambda_c$  為1，代表土地開發行為完全無損於自然裸露土地的保水

# 綠建築基地保水指標設計手法

## 臺北市立圖書館北投分館

- 本案公園主要為綠地，本案在鋪面上採用透水鋪面設計為主，另將周邊公園步道一併整修為可透水性之鋪面。
- 於屋頂進行覆土綠化，提供基地保水功能，減輕雨水對都市衝擊，可達到減洪效益。



架高木地板



完工後-透水鋪面

# 綠建築基地保水指標設計案例

## 淡水污水處理廠

- 本案著力於基地保水，設有高比率綠地供雨水滲透，創造基地內優質之微氣候環境。
- 基地規劃生態水池及蓄水容量達239m<sup>3</sup>，具備滲透型功能的滯洪池，可於雨量大時蓄洪，達都市防災之目的。

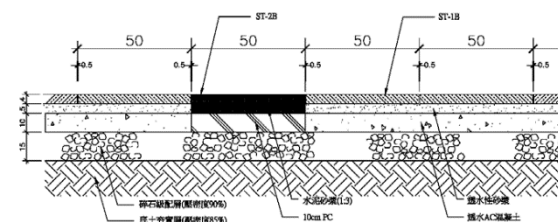
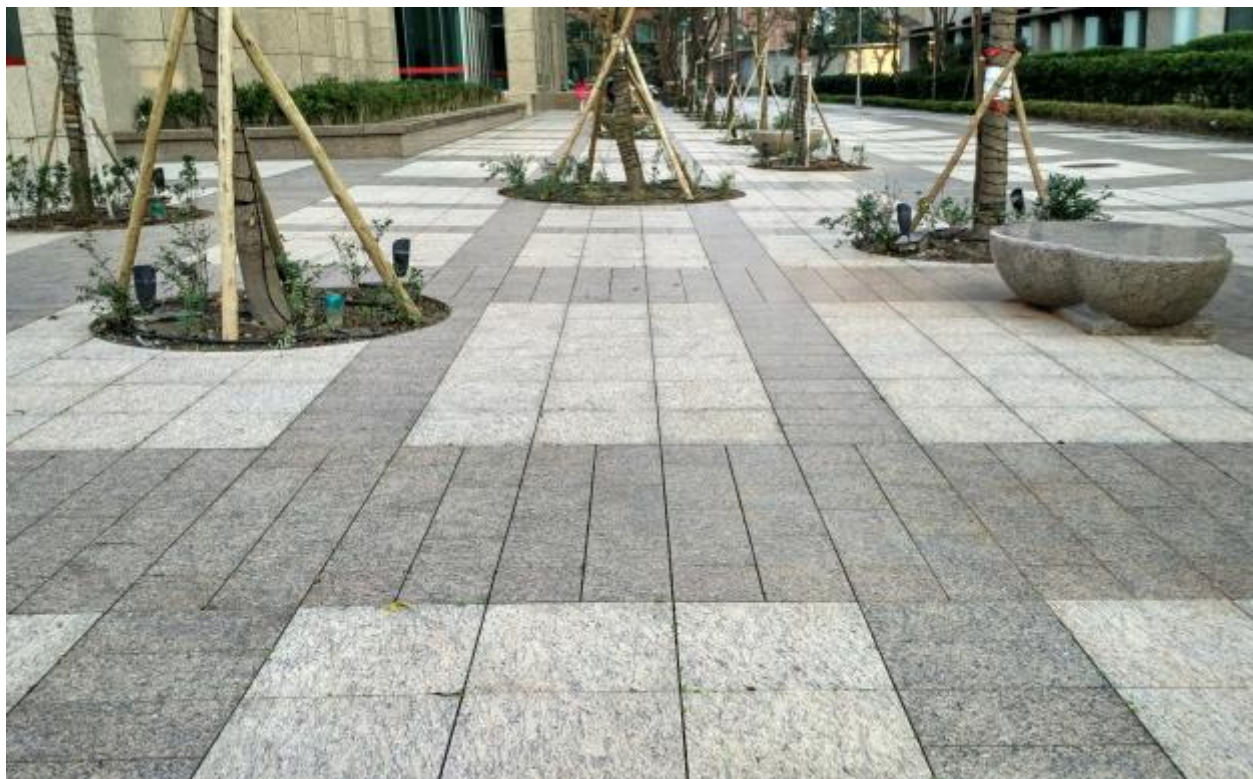




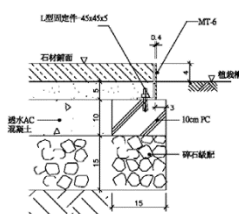
# 綠建築基地保水指標設計案例

## 華南銀行總行世貿大樓

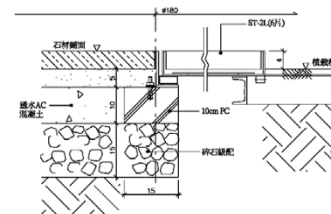
- 本案於開放空間鋪設**透水鋪面**，為硬底施作、乾砌，石材黏貼處採透水水泥砂漿、透水混凝土、級配等手法。利用石材間縫隙讓雨水儲存至基層，促進基地保水功效。



景觀地坪剖面詳圖  
1:10 CM



TP栽植槽細部詳圖  
1:5 CM

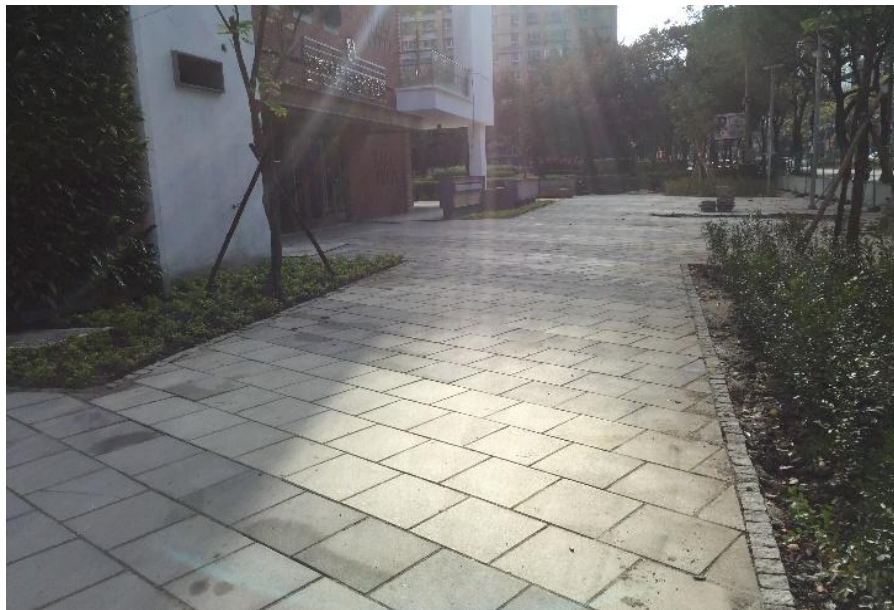


TC栽植槽細部詳圖  
1:5 CM

# 綠建築基地保水指標設計案例

## 三峽北大特區全齡生活館

- 本案基地土質為沉泥質砂，讓雨水得以自然滲透進入土壤之中，而建築部分利用自然綠地、透水鋪面、花源土壤、滲透井及滲透管等設施，達到良好的基地保水功效。



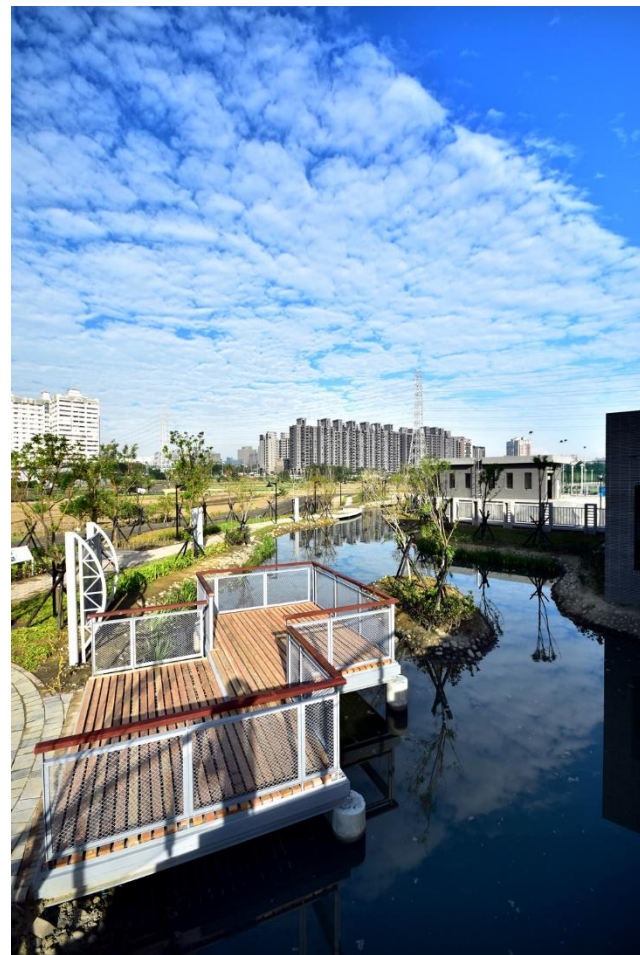
資料來源：內政部建築研究所綠建築教育示範基地



# 綠建築基地保水指標設計案例

## 文山水資源回收中心

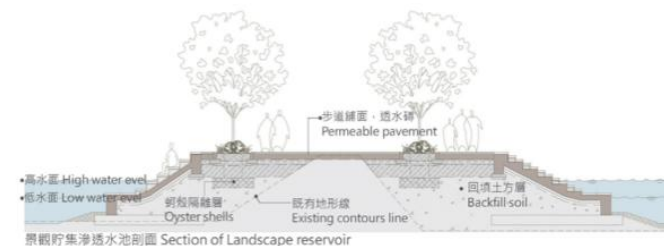
- 本案為達成基地保水指標，除了利用綠地外，廣場及步道等，也採用透水鋪面，讓水入滲基地內的土壤。
- 景觀綠帶設置生態池與水道，有效增加地表之水份涵養外，下雨時生態池可作為雨水暫留的空間，平時則由中心淨化過後的水進行補注。
- 另外於中心的綠帶及停車場下方，設置地下式雨水滯洪設施，雨水除可由上方地表滲入外，亦透過排水導入設施中，兼具保水及防洪功能。



# 綠建築基地保水指標設計案例

## 台江國家公園行政中心

- 本案採用綠地、透水鋪面、景觀貯集三種基地保水設計。設計綠地、被覆地草皮、草溝保水量設計，面積達14048平方公尺。於鋪面透水設計保水量，分別使用高壓混凝土磚及植草磚，總透水面積 為5472平方公尺。並且設置景觀貯集滲透水池設計。





## 四、未來展望

- 提升**綠建築水資源效率**，鼓勵新建建築物導入**雨水利用、節約用水、基地保水**等設計，以促進節水減碳。
- 加強綠建築雨水貯集利用及基地保水等設施之**維護管理**，使其保有節水減碳之性能。
- **遍布全國**的屋頂或地面型雨水貯集利用系統，聚集起來，可**減少大量的自來水使用**，達到節水減碳的效益，以及減緩氣候變遷的目標。



感謝聆聽  
希望與您共同攜手 建構永續綠建築

# 內政部建築研究所智慧化居住空間展示中心

- 以安全安心、節能永續、健康照護、便利舒適為目標規劃展示。
- 委託財團法人台灣建築中心維運本展示中心。

- 系統建置：168家廠商，326項產品
- 參訪人次：超過13.5萬人次（至109年7月底）

預約導覽服務

網址：[www.living3.org.tw](http://www.living3.org.tw)

電話：02-29300575

臺北市文山區景福街102號

易構  
住宅

