

海绵城市建设与黑臭水体整治

章林伟

2016年11月

目录

- 海绵城市建设
- 城市黑臭水体整治
- PPP

在提升城市排水系统时要优先考虑把有限的雨水留下来，优先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”。

——习近平总书记多次强调

2013年中央城镇化工作会议

2014年中央财经领导小组第5次会议

2015年中央城市工作会议

□ 《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（2015.10）

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**。

000592

国务院办公厅文件

国办发〔2015〕75号

国务院办公厅关于推进 海绵城市建设的指导意见

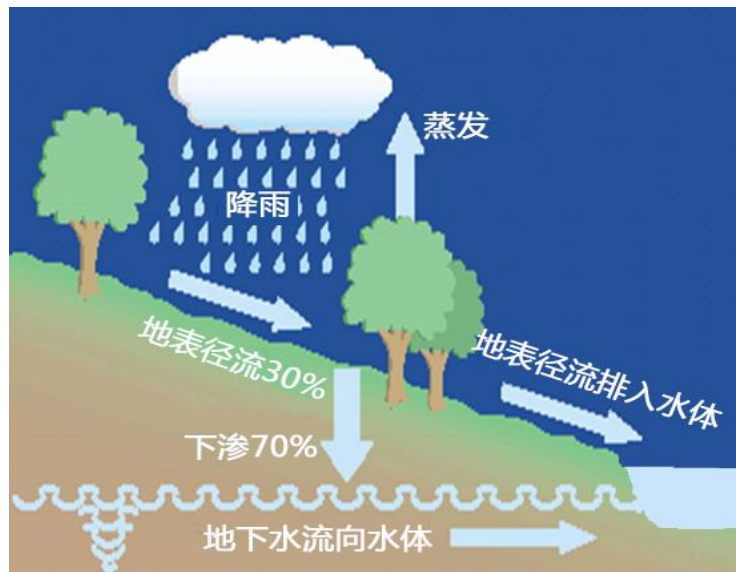
各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

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

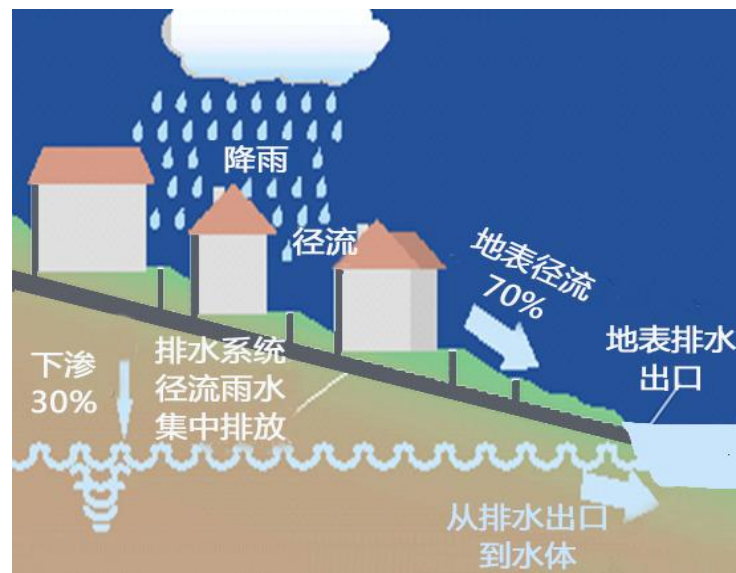
— 1 —

海绵城市建设

城镇化之前



城镇化之后



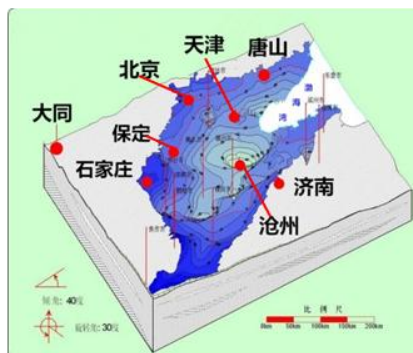
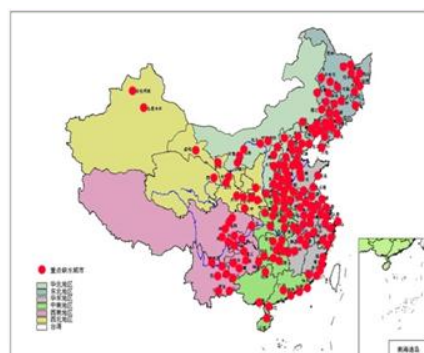
水生态破坏

- 自然循环规律被干扰，径流发生变化
- 水生态系统被割裂，导致系统碎片化
- 生物多样性减少



水资源短缺

- 全国300多个城市缺水“喊渴”
- 水源得不到涵养，地下水形成漏斗



水环境污染

- 40%的城市河道黑臭，
- 60%的地下水水质较差或极差
- 初期雨水污染、合流制溢流污染

水安全风险

- 62%城市发生过内涝

目标

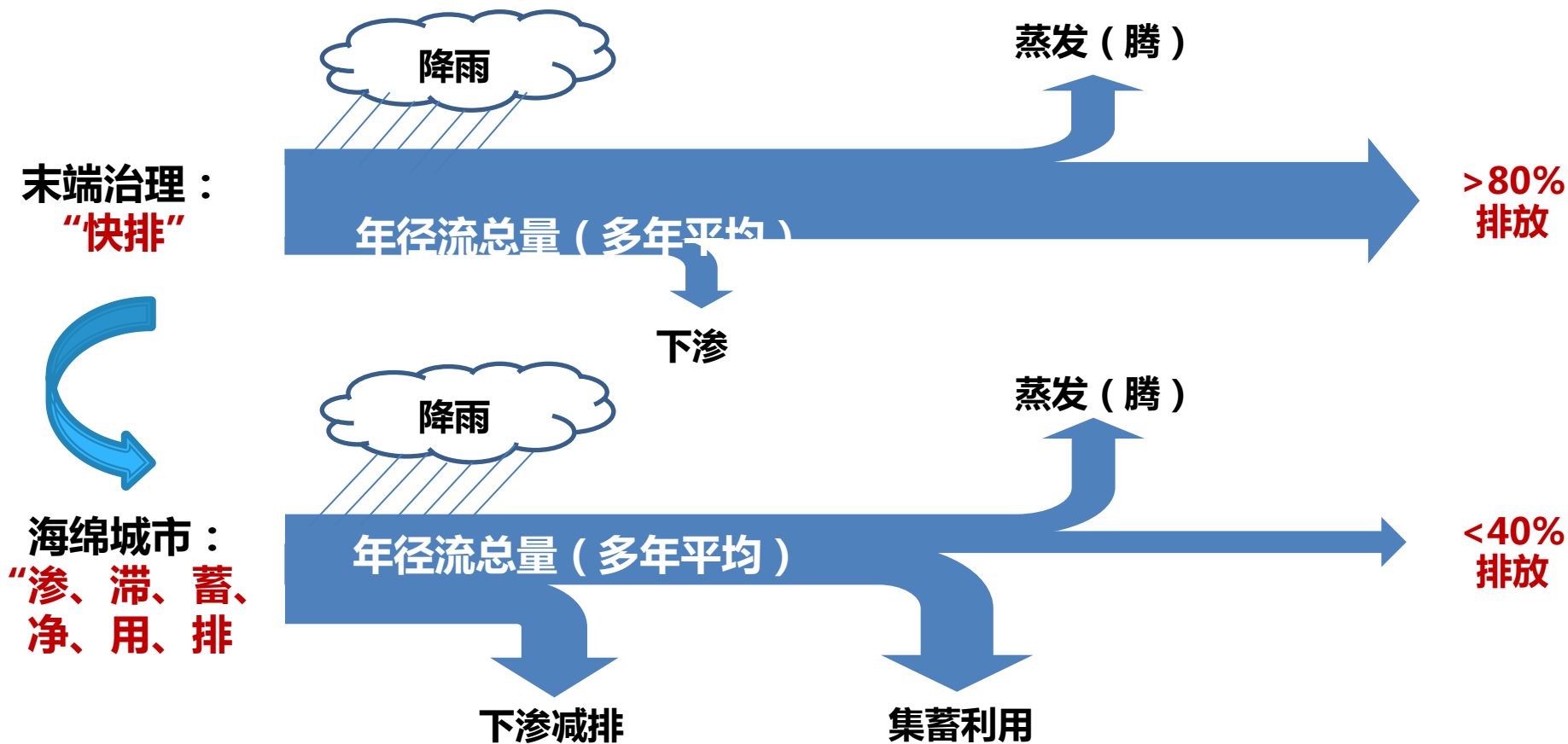
雨水径流控制→恢复本地海绵体→修复水生态、改善水环境、涵养水资源、提高水安全、复兴水文化



技术路线

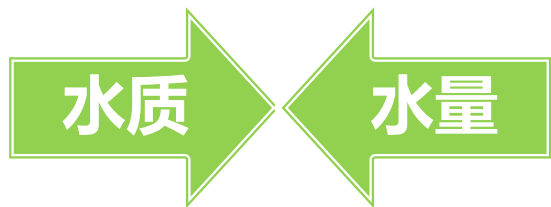


技术措施

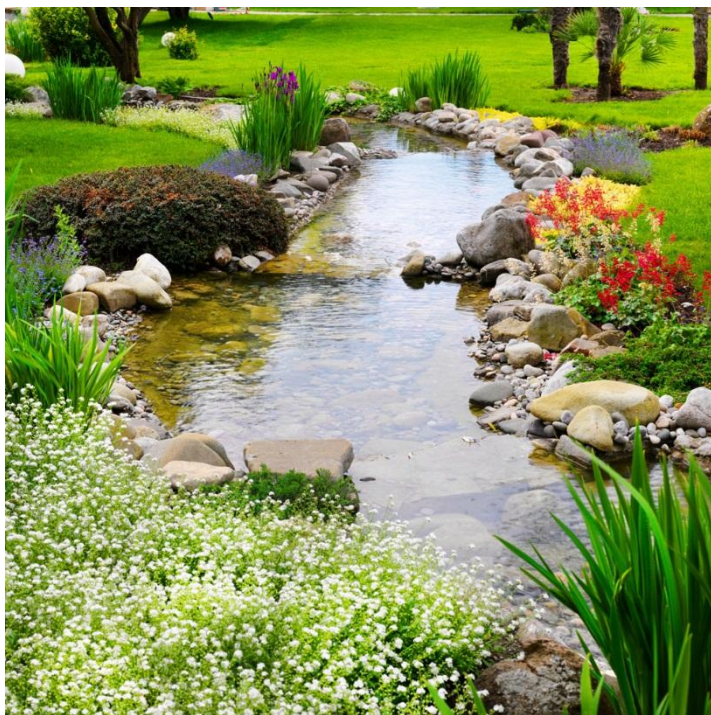




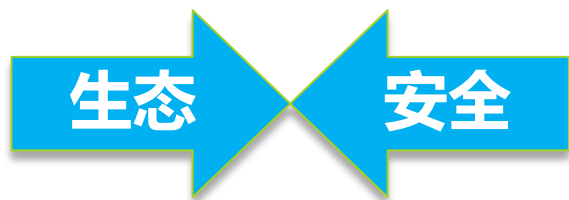
处理好五个关系



有质无量，不够用
有量无质，不能用



处理好五个关系

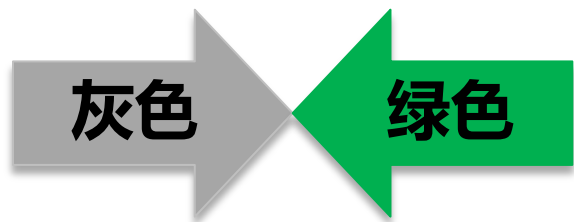


生态：大概率小降雨，要留住雨水涵养生态

安全：小概率大降雨，要排水防涝，安全为重

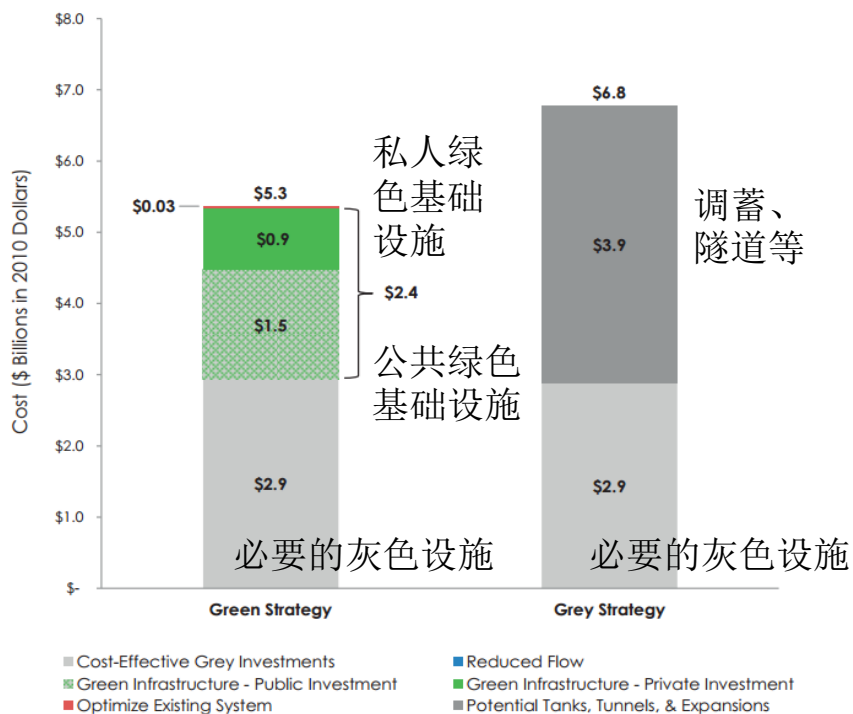


处理好五个关系



绿色：利用生态，成本低，应对低负荷
 灰色：人工强化，成本高，应对高负荷

Figure 3: Citywide Costs of CSO Control Scenarios (after 20 years)



经过经济技术比较，如果采用传统灰色的基础设施，纽约在20年之间需要投入68亿美元；但是采用必要的灰色设施加上绿色基础设施，只需要投入53亿美元，其中绿色基础设施投资24亿美元。

纽约市绿色基础设施和灰色基础设施投资的对比图（单位：10亿美元）

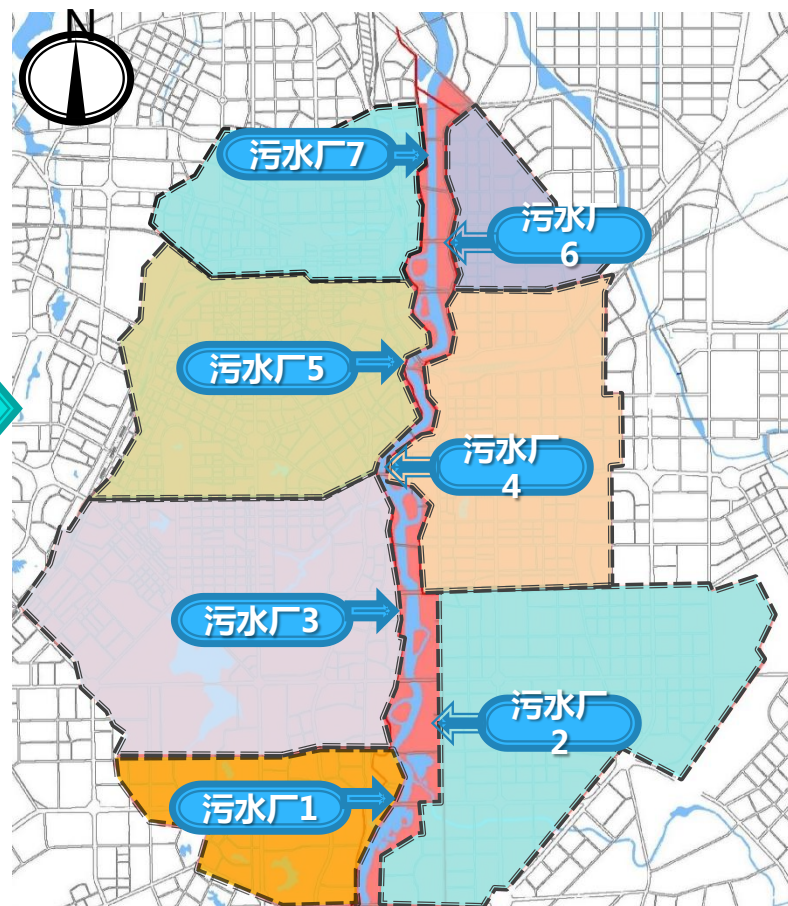
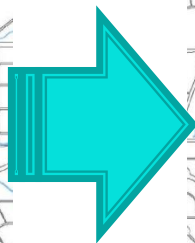
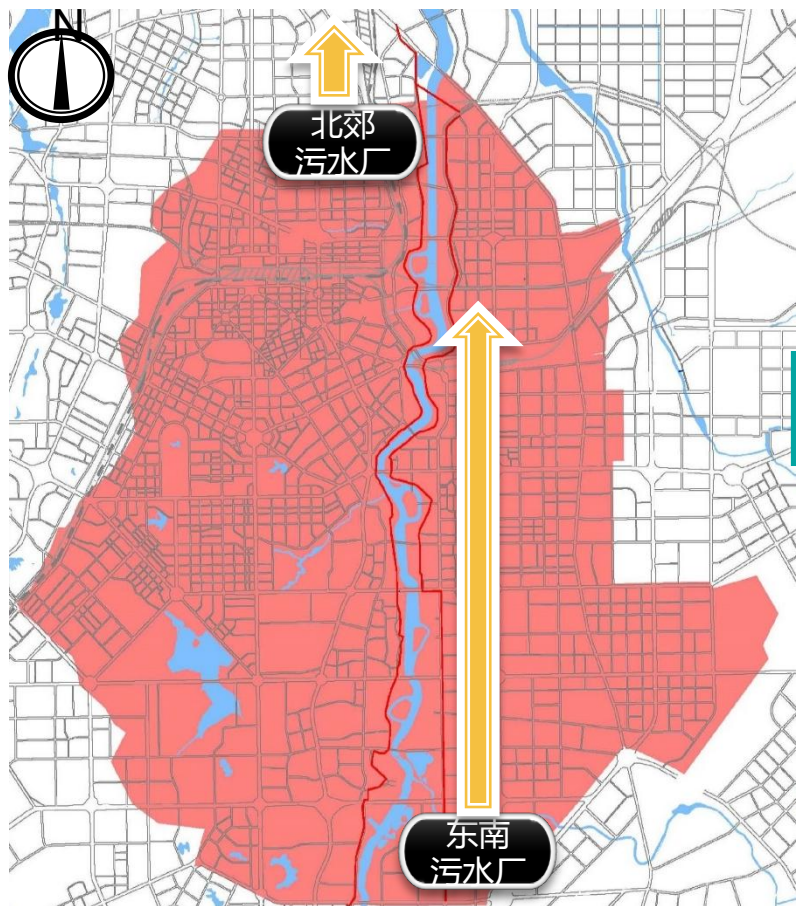
处理好五个关系

分布

集中

传统模式：“大截排、大集中”

海绵城市：“系统治理、集散结合”



处理好五个关系

景观

功能

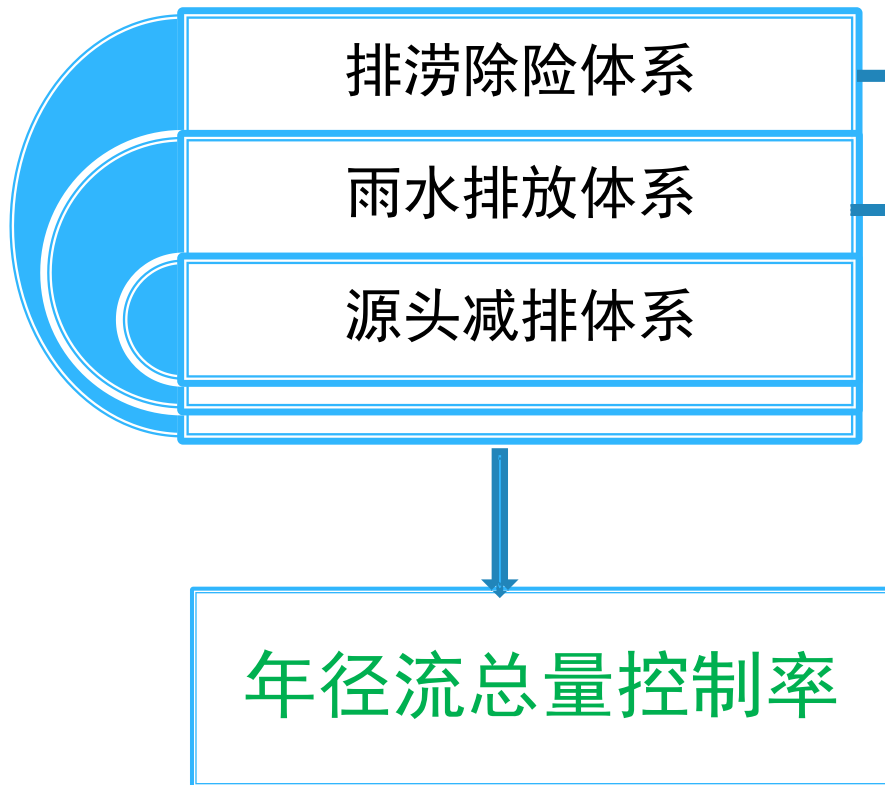
有景观无功能， “花架子”
有功能无景观， “傻把式”



实施-规划引领

- 径流总量控制率-规划建设管控
- 汇水区及排水分区-山水格局、河湖沟塘水体的蓝线划定、行泄通道、
竖向控制等
- 设施布局-污水厂、管网、泵站、滞蓄空间与设施等
- 目标导向-70%的降雨就地消纳和利用（新建）
- 问题导向-小雨不积水、大雨不内涝、水体不黑臭、热岛有缓解（旧区）

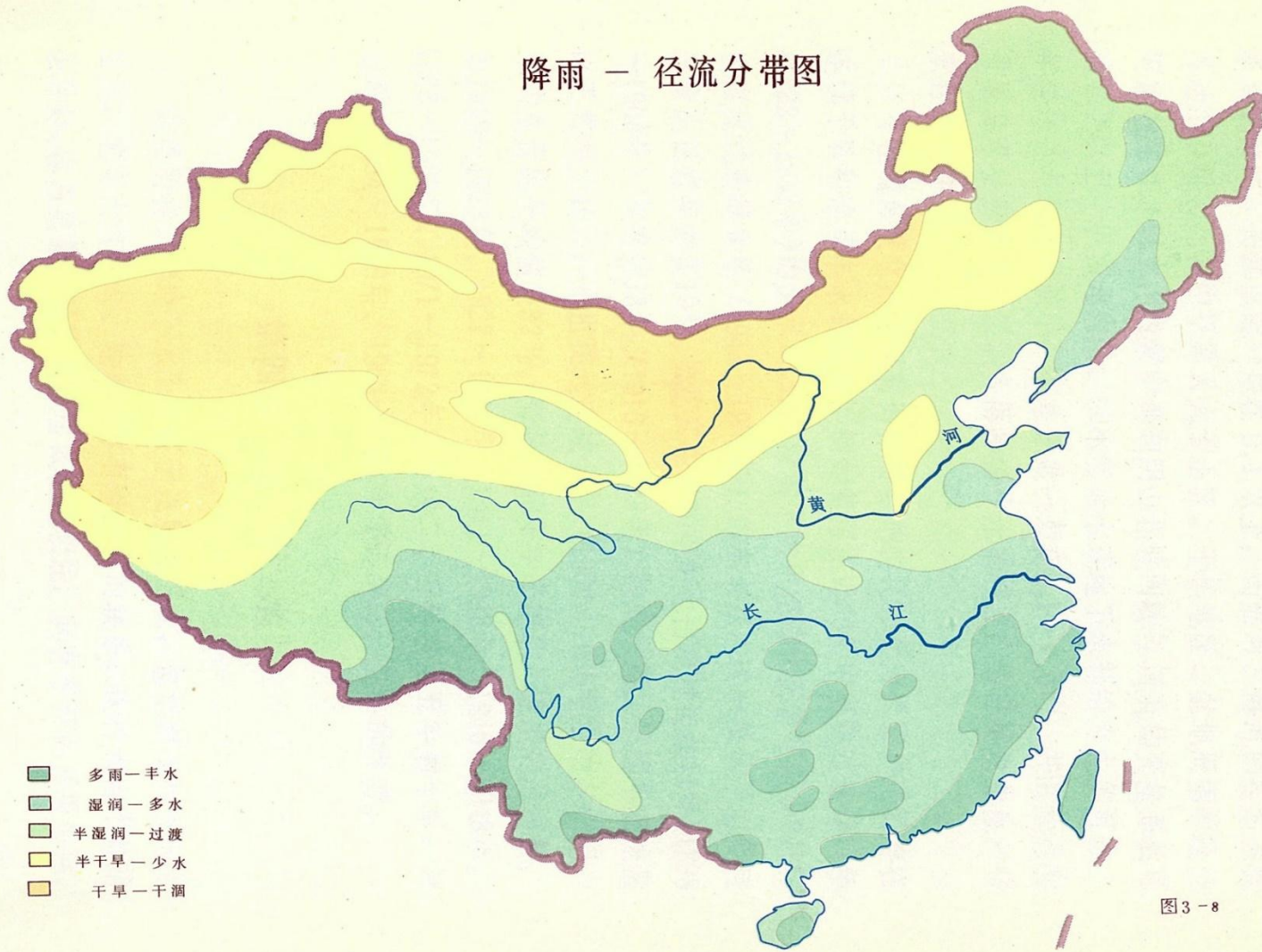
海绵城市建设体系



大雨不内涝	
《室外排水设计规范》（GB50014，2014年版）	
类型	设计标准：重现期（年）
特大城市	50-100年
大城市	30-50年
中小城市	20-30年

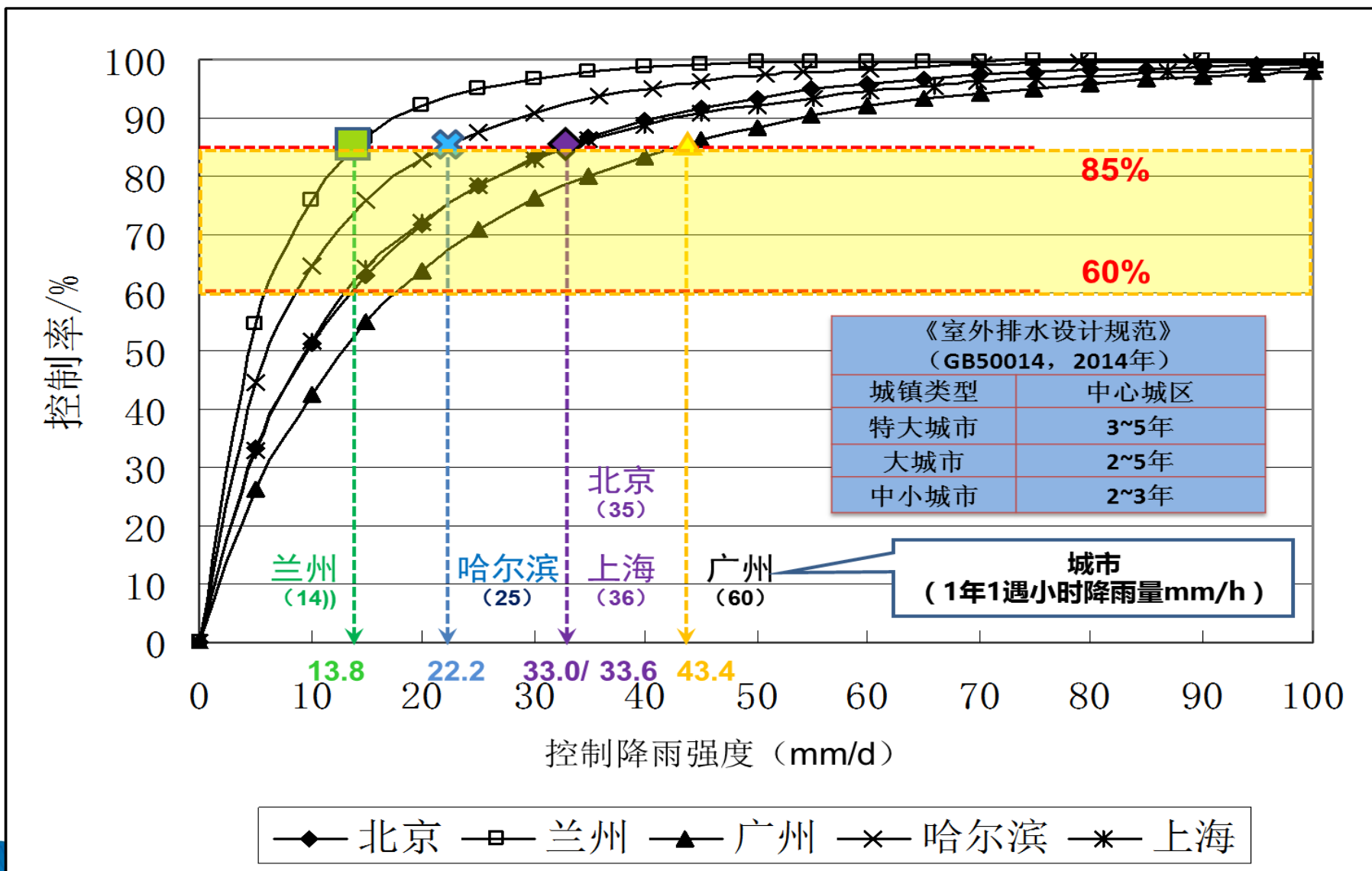
小雨不积水			
《室外排水设计规范》（GB50014，2014年版）			
类型	非中心城区	中心城区	中心城区的重要地区
特大城市	2-3年	3-5年	5-10年
大城市	2-3年	2-5年	5-10年
中小城市	2-3年	2-3年	3-5年

降雨 - 径流分带图



年降雨量 (mm)	降水分区	径流分区	年径流系数
>1600	多雨	丰水	0.5-0.75
800-1600	湿润	多水	0.3-0.5
400-800	半湿润	过渡	0.1-0.3
200-400	半干旱	少水	<0.1
<200	干旱	干涸	--

设计雨强与年径流总量控制率的关系



源头减排：

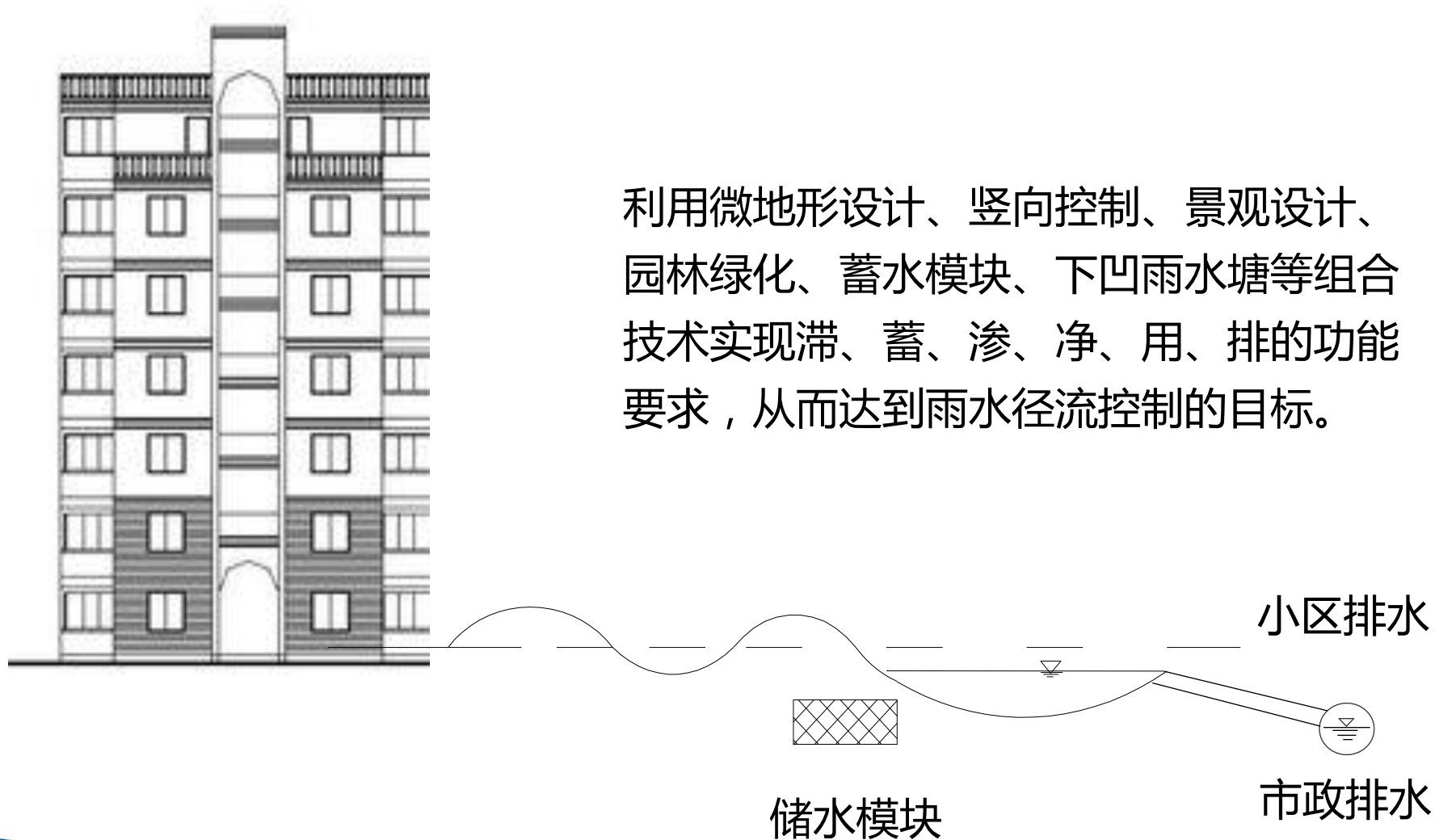
产汇流的形成主要集中在城市各类建筑、道路、广场等硬质下垫面，以此入手，尽量将径流减排问题在源头解决

我国城市建设用地情况表

用地性质	比例（%）
居住用地	31.56
公共管理与公共服务设施用地	9.40
工业用地	19.96
道路交通设施用地	14.45
绿地与广场用地	10.82
商业服务业设施用地	7.05
物流仓储用地	3.07
公用设施用地	3.68

数据来源：《中国城市建设统计年鉴》（2015年版）

源头减排体系的关键方法



□ 源头减排 案例1：同一个小区的东西两区，设计理念截然不同

传统开发

- 绿地高于道路
- 道路下面铺设雨水管道



规划、建筑、绿化等LID技术

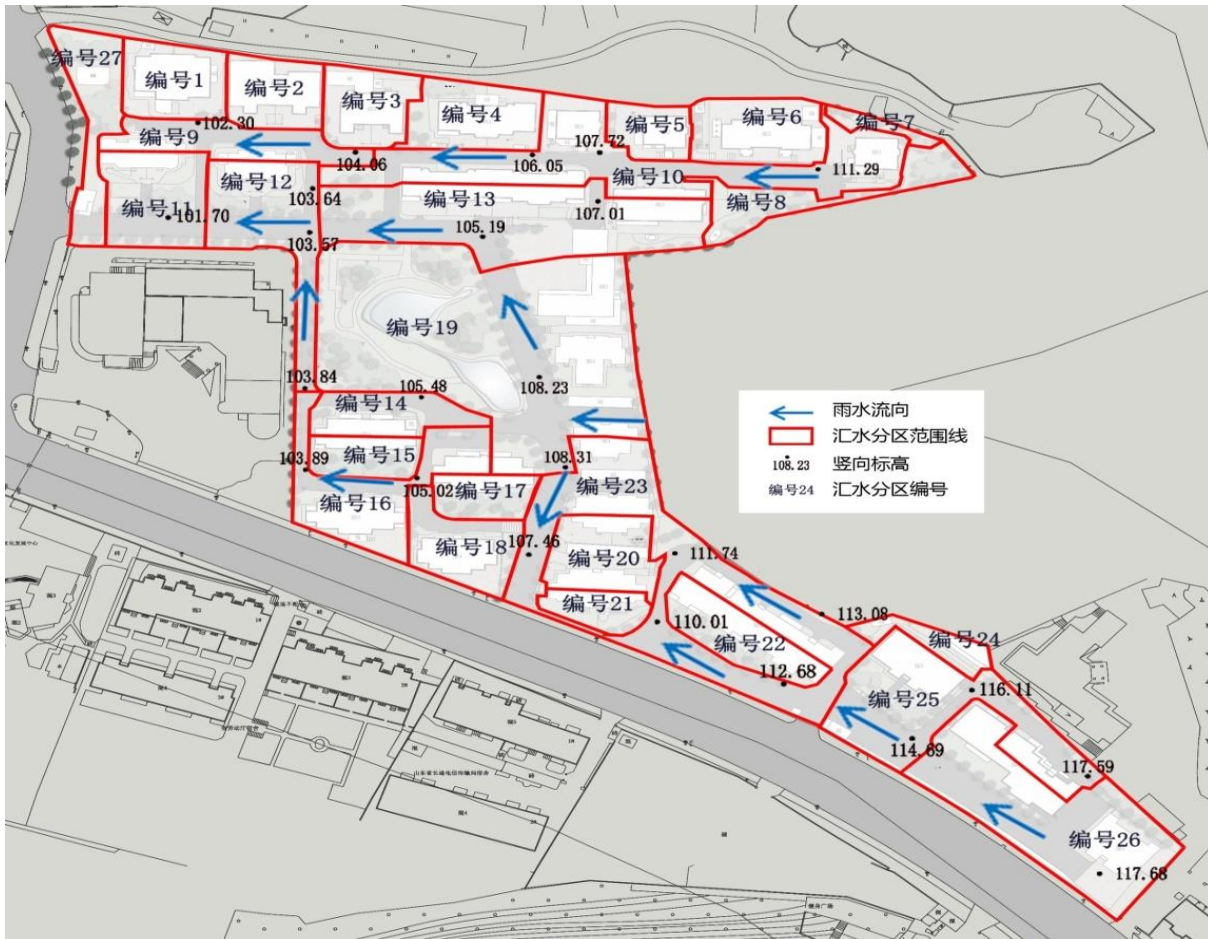
- 无传统雨水排水设施
- 雨水积蓄利用，提升景观效果





□ 源头减排 案例2：某试点城市建筑小区海绵化改造

27个设计单元



设计目标：

年径流总量控制率：85%

(设计降雨量：41.3mm/d)

占地面积：31700平方米

下垫面状况	设计降雨量 (85%年径流 总量控制率) (mm/d)	需要控制的 径流总量 (m ³)	改造前		改造后		
			面积 (m ²)	现状径流 控制能力 (m ³)	面积 (m ²)	技术措施	新增径流 控制能力 (m ³)
硬质屋顶	41.30	设计降雨量 ×小区占地 面积	8102.80	50.20	8102.80	--	0.00
绿化			8839.00	310.29	8839.00	下凹绿地	440.44
						雨水花园	150.65
						蓄水模块	155.00
景观水体			409.70	0.00	409.70	增加滞蓄	122.91
不透水铺装			14348.20	88.89	13367.20	透水铺装	0.00
透水铺装	0.00	0.00	981.00	32.41			
合计		1309.20	31699.70	449.38	31699.70		901.41

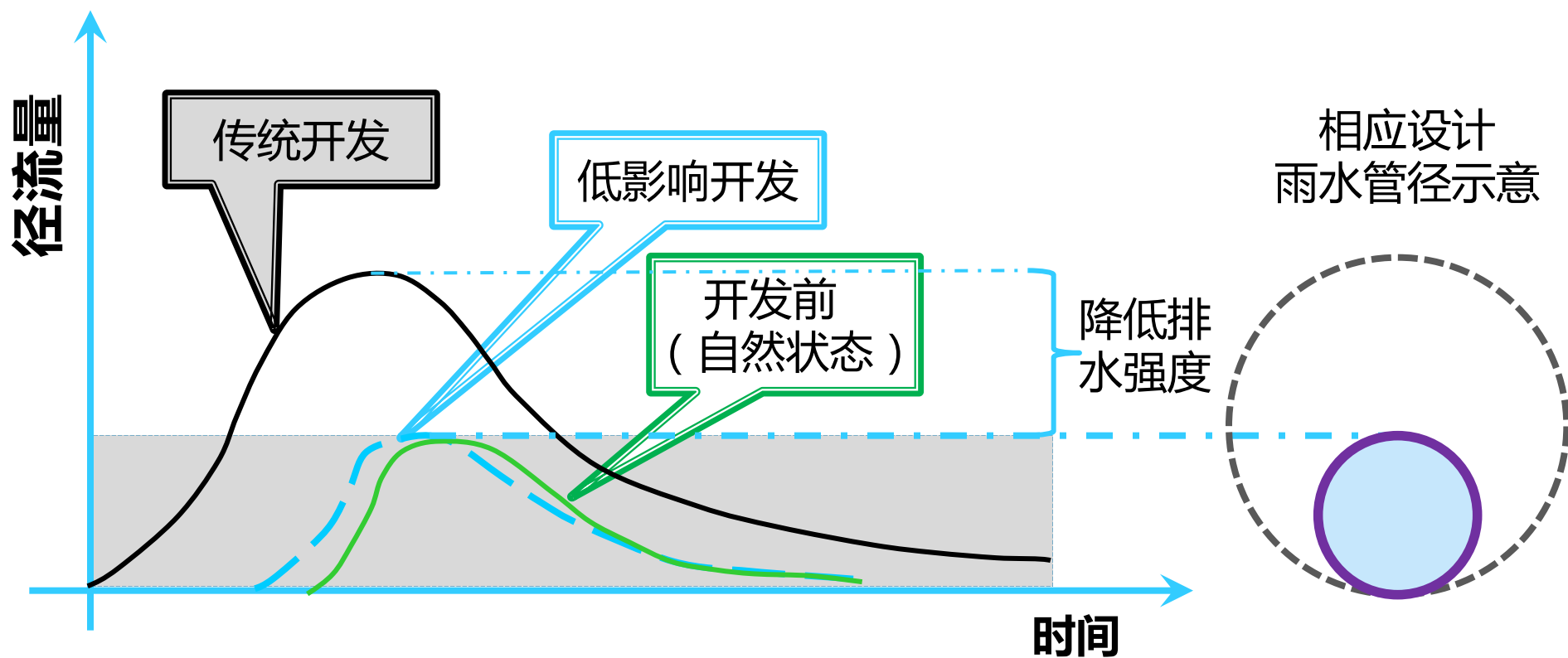
$449.38 + 901.41 = 1350.79 \text{m}^3 > 1309.20 \text{m}^3$
 (现状径流控制能力+新增径流控制能力>需要控制的径流总量)

生态滞留措施的水质净化功能

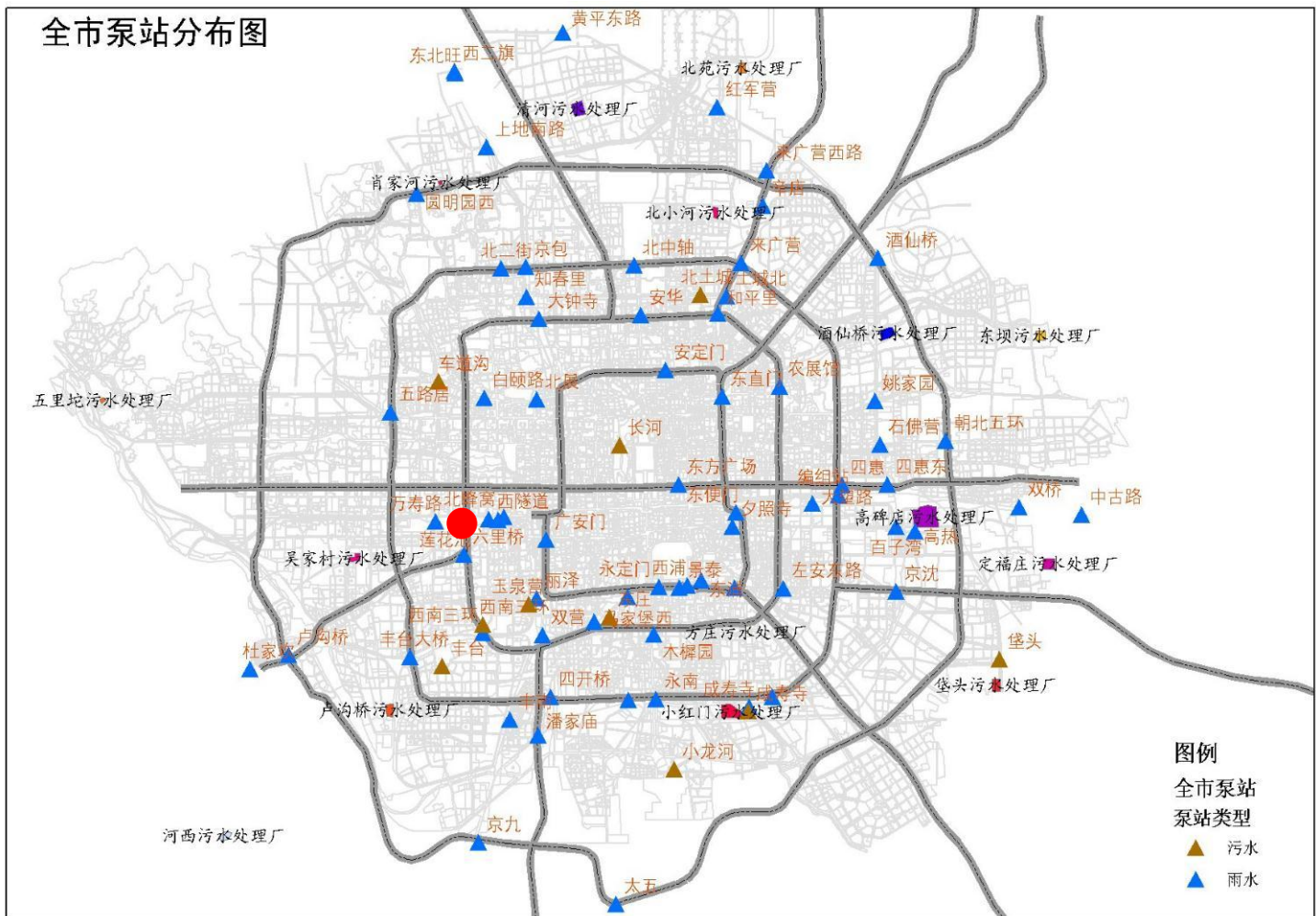
污染物	消减率 (%)
总悬浮固体 (TSS)	90
总磷 (TP)	80
总氮 (TN)	40-50
钙 (Ca)	90
锌 (Zn)	90
铅 (Pb)	90
铜 (Cu)	60

过程控制：

消峰、错峰，延缓和降低径流峰值，从而降低排水强度，减轻城市排水设施的负荷



易涝点整治 案例：北京立交桥区排水防涝改造



50个下凹桥区排水泵站存在问题

	问题分类			
	汇水面积增加	低水收水系统不完善	下游河道顶托	单路供电
数量	38	36	11	19
比例	76%	72%	22%	38%

内涝成因分析

- 暴雨强度超过管网、泵站排水能力；管网淤堵
- 河道水位顶托，排水不畅



- 周边小区及建设区域内排水系统不完善，大量客水进入桥区

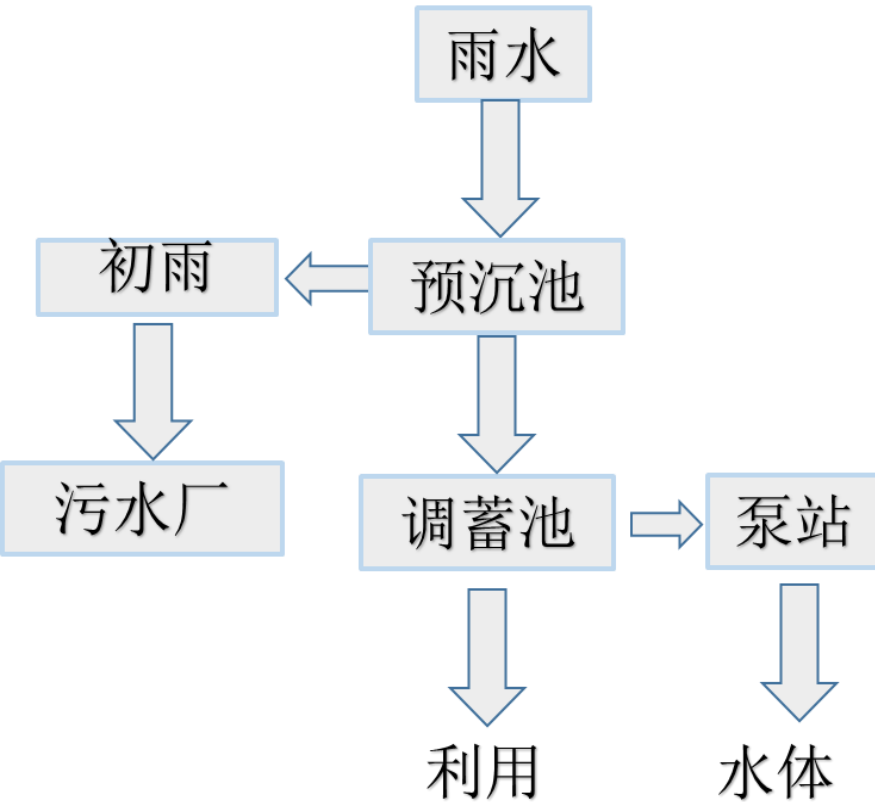


客水进入桥区



客水进入道路

主要措施

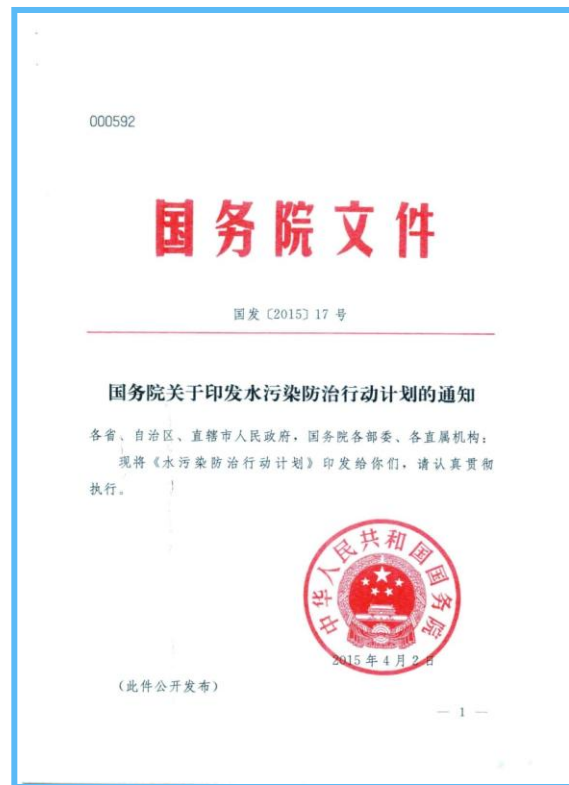


- ◆ 汇水区下垫面软化工程
- ◆ 增加雨水收集口
- ◆ 疏浚并修复已有管网
- ◆ 设置调蓄设施（5年一遇）
- ◆ 改造提升泵站能力（5年一遇）

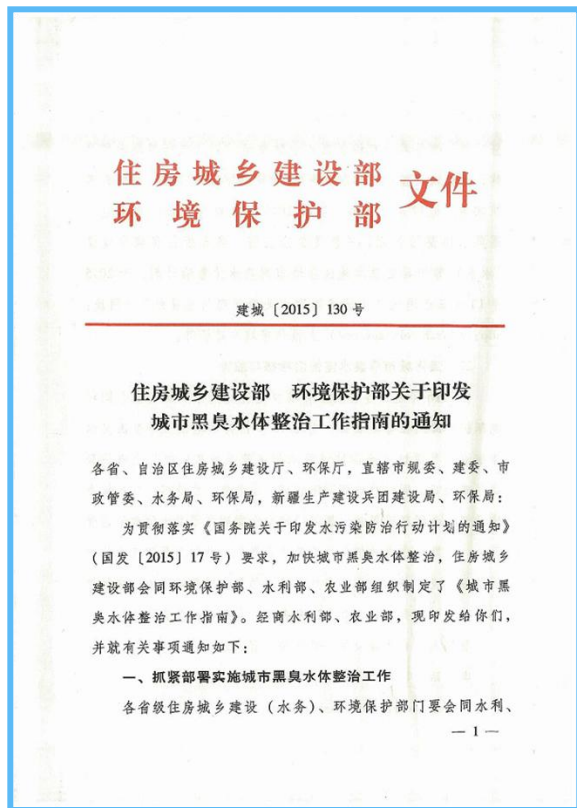
城市黑臭水体整治

《水污染防治行动计划》--城市黑臭水体整治

(二十七) 整治城市黑臭水体。采取控源截污、垃圾清理、清淤疏浚、生态修复等措施，加大黑臭水体治理力度，**每半年**向社会公布治理情况。地级及以上城市建成区应于**2015年**底前完成水体排查，公布黑臭水体名称、责任人及达标期限；于**2017年**底前实现河面无大面积漂浮物，河岸无垃圾，无违法排污口；于**2020年**底前完成黑臭水体治理目标。直辖市、省会城市、计划单列市建成区要于**2017年**底前基本消除黑臭水体。（住房城乡建设部牵头，环境保护部、水利部、农业部等参与）



住房和城乡建设部、环境保护部 《城市黑臭水体整治工作指南》



□ 2015年

地级及以上城市建成区应完成水体排查，公布黑臭水体名称、责任人及达标期限。

□ 2017年

地级及以上城市建成区应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

地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在**10%以内**。

□ 2030年

城市建成区黑臭水体总体得到消除。

黑臭水体识别

□ 定义：

▶城市黑臭水体是指城市建成区内，呈现令人不悦的颜色和（或）散发令人不适气味的水体的统称。

□ 识别：

▶根据以往掌握的水体污染和投诉情况进行预评估，公示；

▶对有争议的，问卷调查，60%以上认为“黑臭”即应当纳入整治范围。

分级标准

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

注：* 水深不足25 cm时，该指标按水深的40%取值

城市黑臭水体整治信息监管平台

季度通报

- 2016年起建立季度通报制度

年度考核

- 黑臭水体治理进展情况

公众监督

- 微信举报平台（**公众号：**城市水环境公众参与）

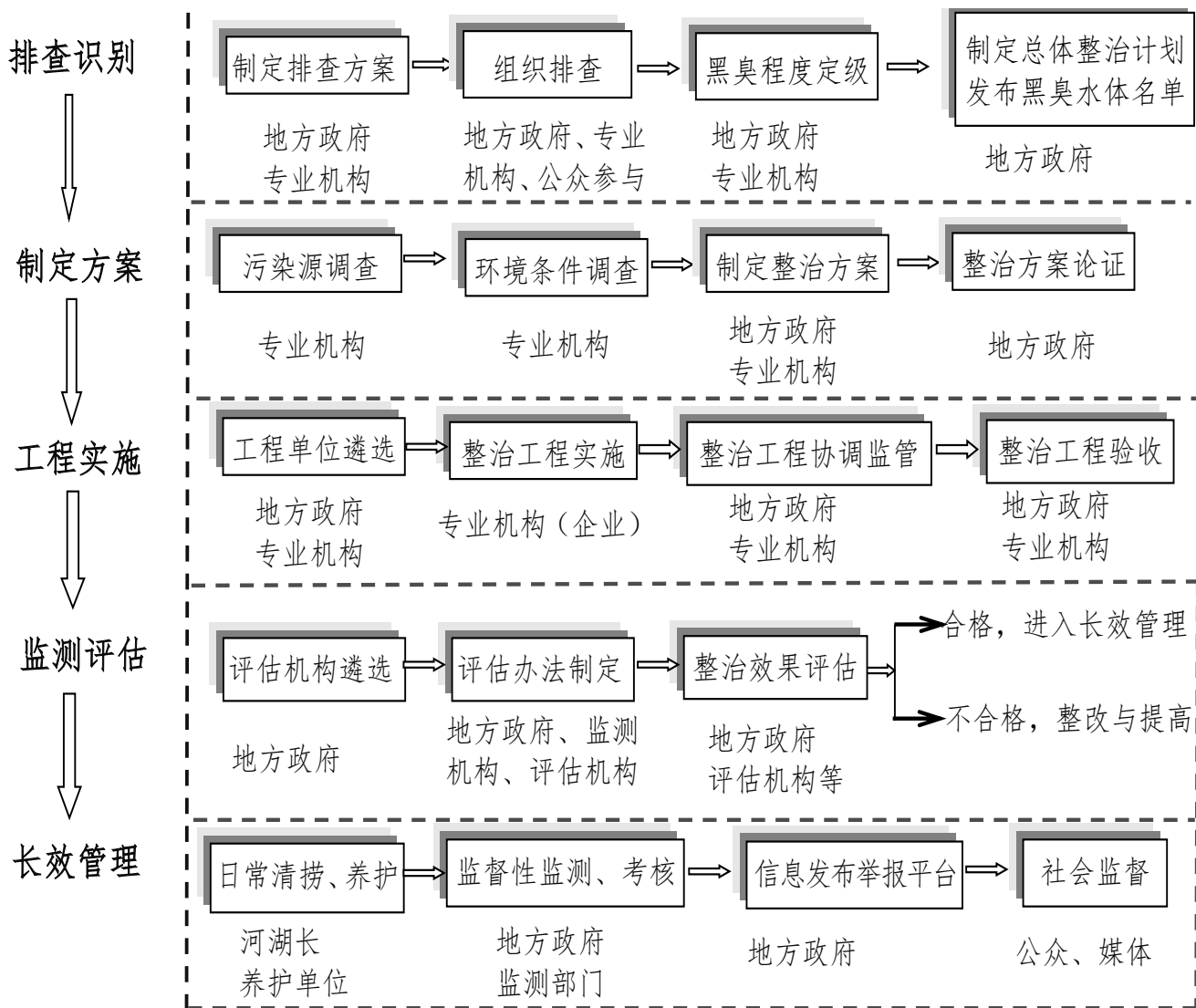


全国地级及以上城市黑臭水体现状

序号	省	黑臭水体 个数	整治工作进展（数量）			
			已完成工程的	正在工程实施的	正在项目前期的	未动作的
合计		1992	260	655	989	88
比例		100.0%	13.1%	32.9%	49.6%	4.4%
1	北京	61	1	49	11	0
2	天津	19	2	4	13	0
3	河北	41	0	11	30	0
4	山西	71	9	15	41	6
5	内蒙古	12	4	0	8	0
6	辽宁	60	2	7	21	30
7	吉林	58	0	8	50	0
8	黑龙江	22	5	9	8	0
9	上海	56	2	24	30	0
10	江苏	125	17	65	36	7
11	浙江	6	2	4	0	0
12	安徽	217	6	39	172	0
13	福建	86	7	41	35	3
14	江西	26	2	15	7	2
15	山东	164	24	54	86	0
16	河南	116	7	18	77	14
17	湖北	142	63	45	28	6
18	湖南	160	6	42	111	1
19	广东	244	37	90	116	1
20	广西	62	8	13	31	10
21	海南	29	0	26	3	0
22	重庆	27	1	18	8	0
23	四川	99	8	33	50	8
24	贵州	15	13	1	1	0
25	云南	12	0	9	3	0
26	陕西	4	0	2	2	0
27	甘肃	17	8	3	6	0
28	青海	26	26	0	0	0
29	宁夏	13	0	8	5	0
30	新疆	2	0	2	0	0

统计时间：2016-10-30

城市黑臭水体整治--工作流程

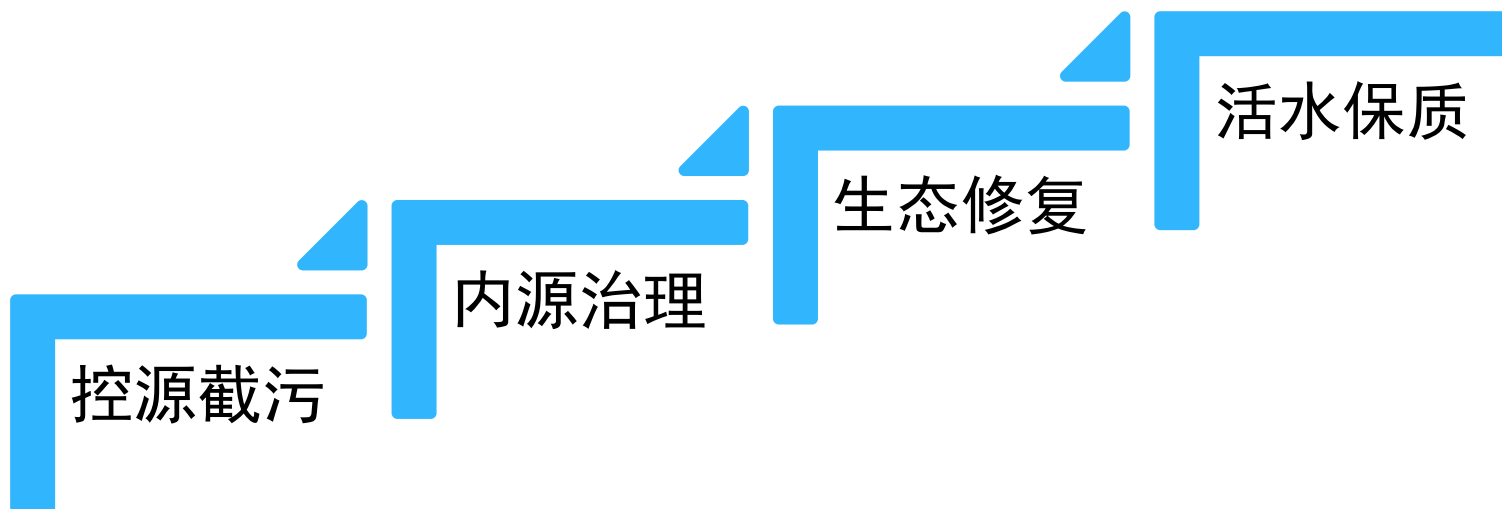


思路

□ 统筹

- 城乡（山水林田湖城）
- 生态、生活、生产空间
- 治理修复与景观风貌
- 流域（上下游、左右岸）
- 临时措施与长效机制

技术路线



□ 控源截污

- 城市点源污染：棚户区、城中村、城乡结合部
- 工业点源污染治理
- 农业面源污染治理：畜禽养殖
- 截污纳管：雨污分流，溢流污染
- 垃圾处理

□ 内源治理

- 清淤疏浚
- 原位修复

□ 生态修复

- 景观与治污的结合
- 蓝线控制
- 岸带修复
- 生态净化

□ 活水保质（保证生态基流）

- 污水再生利用
- 河湖连通（自然）
- 活水循环
- 旁路治理

面源控制



过程控制



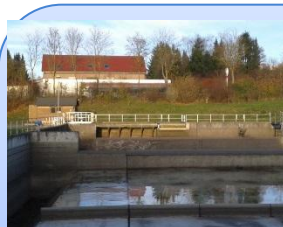
点源控制



雨水花园



马路清扫



泵站前池



排水管网



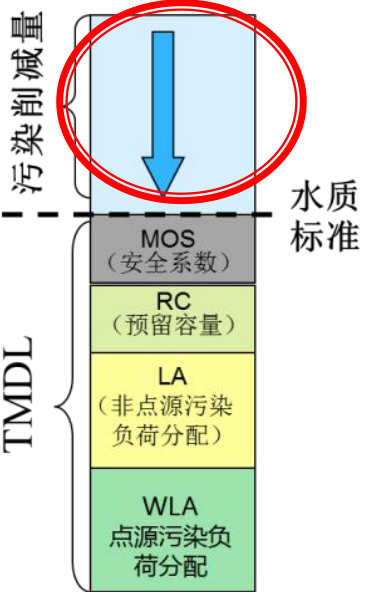
湿地/生态岸线



雨水塘



污水厂



将达到TMDL需要的削减量，
分解到各个环节，因地制宜明确每个环节需要分担的削减量

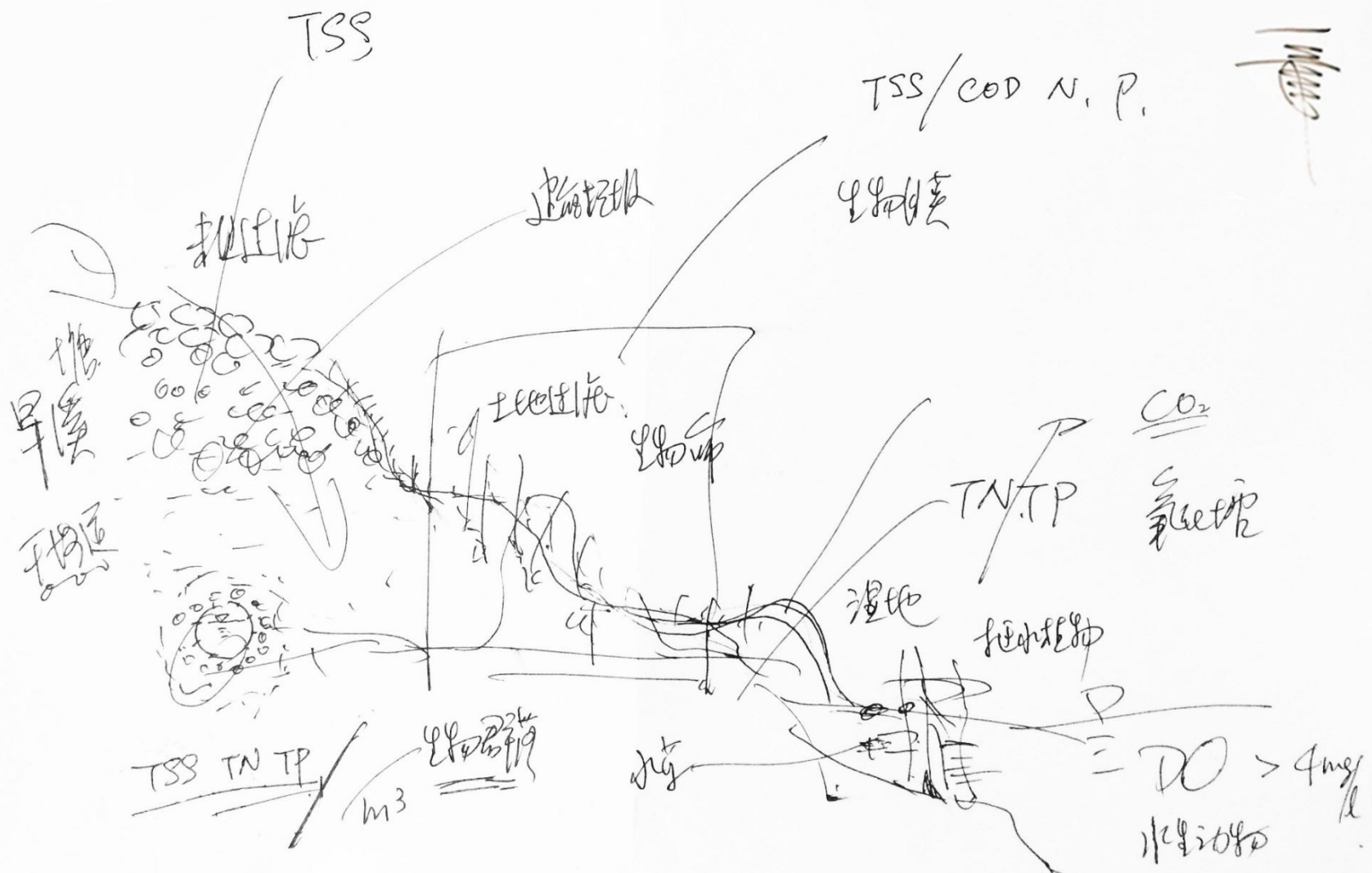


受纳水体TMDL



TN
TP
TSS
...

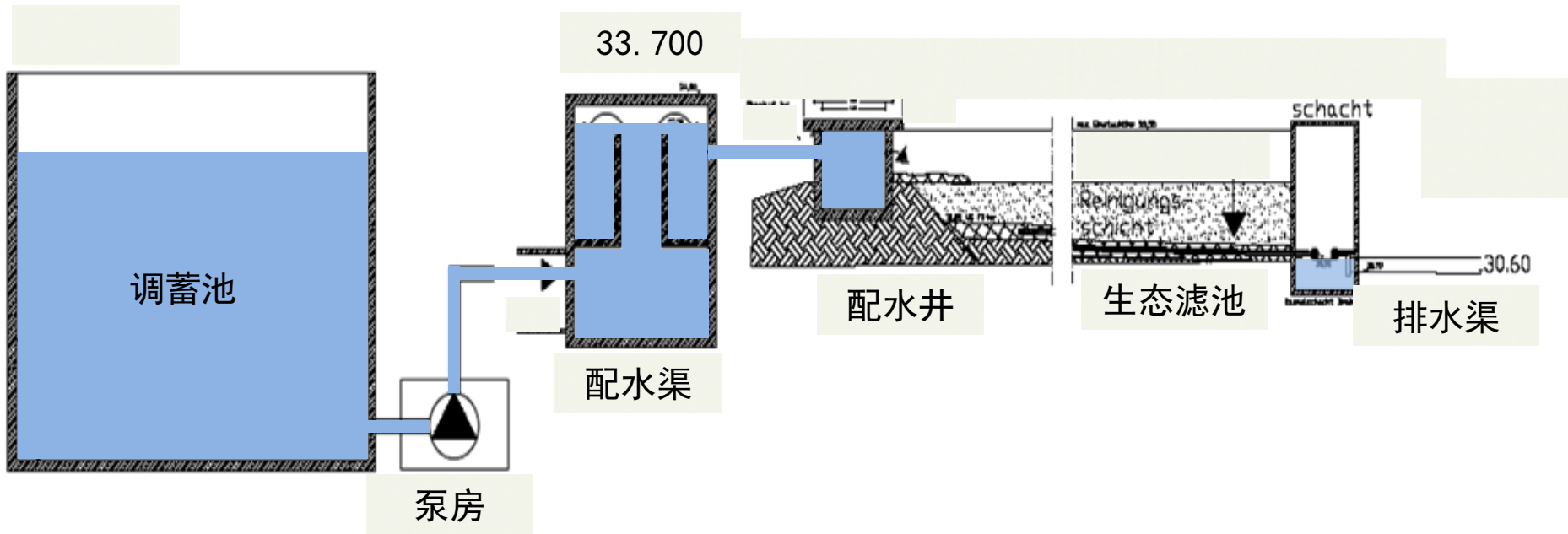
如，IV类水体



湖南常德穿紫河黑臭水体整治案例



生态水处理示意图





建成后穿紫河实景





广西南南宁那考河流域综合整治案例

治理前



过洪断面狭窄
防洪标准低

河道弯曲
堤岸低矮

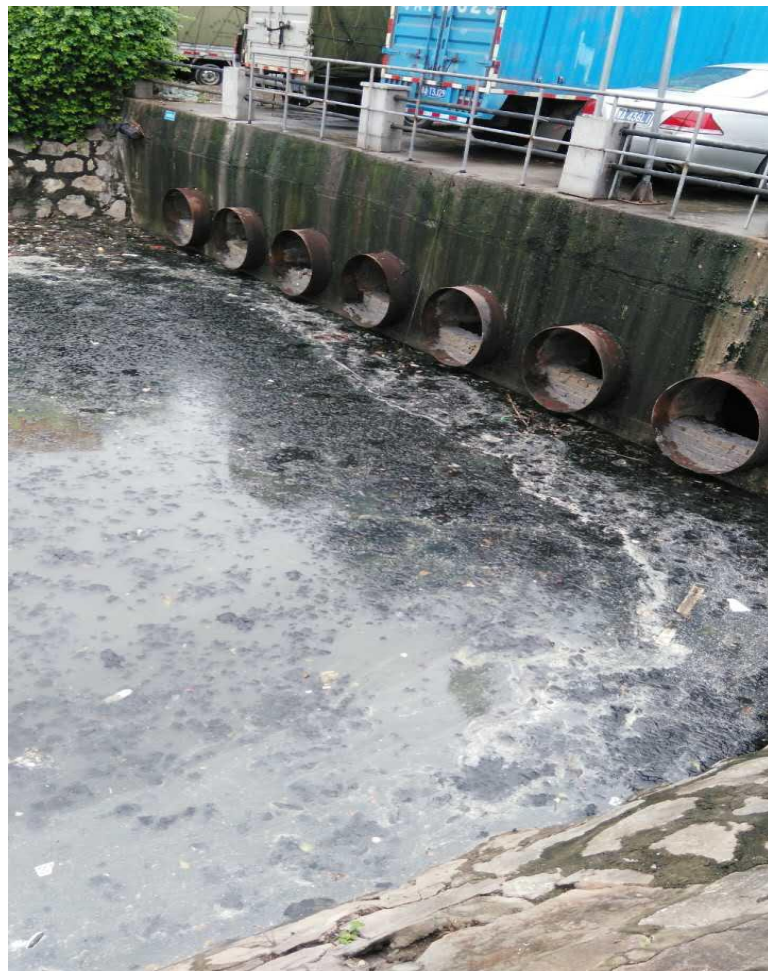
水质现状恶劣
黑臭水体特征明显







广州荔湾区地铁A涌黑臭水体整治





深圳茅洲河 黑臭水体治理



长沙圭塘河黑臭水体整治

圭塘河流域截污治理工作情况介绍

基本情况

雨花区完成截污项目用地征收合法建筑354栋、连片建设33万余平方米，建设及疏通截污管道11000米，实现圭塘河沿线大小排污口截污47处、浏阳河沿线排污口截污3处。同时，全力配合市水业集团、市环卫集团开展花桥污水处理厂二期、雨花污水处理厂、浏阳路水管网等多个项目的用地拆迁、施工环境维护等工作，确保了两处污水处理厂的按期建设，保障了相关配套水管网的按计划通水。雨花区截污改造项目的完成，为浏阳河、圭塘河水质的改善起到了十分重要的作用。至2019年12月，雨花区共计完成43处圭塘河沿岸截污点，2018年计划完成圭塘河沿岸截污点168处，即将启动开工建设，预计12月底完成截污改造任务。

雨花区浏阳河、圭塘河污染治理项目分布图

圭塘河环境综合整治成果

圭塘河沿线排口截污成果

青山常在、绿水长流。截污治理是城市发展中一项长期性的基础设施建设工作，雨花区把生态环保保护放在重要位置，截污治理工作持续推进控源减量、带源头的要求长抓不懈，坚决到位。



PPP

创新投融资模式

□ 引入社会资本

- 建立**风险分担、收益共享**的合作机制；
- 明晰经营性收益权、政府购买服务、财政补贴等形式。

□ 强化合同管理

- 严格**绩效考核**，并**按效付费**。

□ “技术+资本”

- 鼓励有实力的科研设计单位、施工企业、制造企业与金融资本**相结合**，组建具备综合业务能力的**企业集团或联合体**，采用**总承包**等方式统筹组织实施海绵城市建设相关项目，发挥**整体效益**。

住房城乡建设部 文件
中国农业发展银行

建城〔2015〕240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

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委（市政管委、水务局）、规委（规划局），新疆生产建设兵团建设局，中国农业发展银行各省、自治区、直辖市分行，总行营业部：

为贯彻落实《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），加大政策性金融机构对海绵城市建设的支持力度，现就有关工作通知如下：

一、地方各级住房城乡建设部门要高度重视推进政策性金融支持海绵城市建设工作，把中国农业发展银行（以下简称农发行）作为重点合作银行，加强合作。积极与农发行各分行对接。

- 1 -

住房城乡建设部 文件
国家开发银行

建城〔2015〕208号

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

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委（市政管委、水务局）、规委（规划局），新疆生产建设兵团建设局，国家开发银行各分行：

为贯彻落实《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），充分发挥开发性金融对海绵城市建设的支持作用，现就有关事项通知如下：

一、充分认识开发性金融支持海绵城市建设的重要意义

（一）建设海绵城市是国务院近期启动的一项重大民生工程，是推进生态文明建设和新型城镇化发展的重要举措。在今后

- 1 -

□ 建立项目储备制度

□ 以城市黑臭水体整治、城市排水防涝、雨水资源化利用为突破口

□ 建设重点：供排水设施、再生水与污泥资源化利用、绿色蓄排与净化利用设施、水体治理与生态修复、海绵型建筑与小区、海绵型道路与广场、海绵型公园与绿地等

□ 优先支持“技术+资本”整体运作模式的项目

住房和城乡建设部
中国农业发展银行 文件

建城〔2015〕240号

住房和城乡建设部 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

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委（市政管委、水务局）、规委（规划局），新疆生产建设兵团建设局，中国农业发展银行各省、自治区、直辖市分行，总行营业部：

为贯彻落实《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），加大政策性金融机构对海绵城市建设的支持力度，现就有关工作通知如下：

一、地方各级住房城乡建设部门要高度重视推进政策性金融支持海绵城市建设工作，把中国农业发展银行（以下简称农发行）作为重点合作银行，加强合作。积极与农发行各分行对接，

- 1 -

- 贷款期限可达**30**年，使用抵押补充贷款（**PSL**）资金执行人民银行确定的优惠利率
- 购买服务协议预期收益等可作为质押担保
- 对符合条件的海绵城市建设项目实施主体提供专项建设基金，用于补充项目资本金不足部分

住房城乡建设部
国家开发银行 文件

建城〔2015〕208号

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

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委（市政管委、水务局）、规委（规划局），新疆生产建设兵团建设局，国家开发银行各分行：

为贯彻落实《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），充分发挥开发性金融对海绵城市建设的支持作用，现就有关事项通知如下：

一、充分认识开发性金融支持海绵城市建设的重要意义

（一）建设海绵城市是国务院近期启动的一项重大民生工程，是推进生态文明建设和新型城镇化发展的重要举措，是今后

- 1 -

□ 优先支持与棚户区改造、危房改造、老旧小区有机更新相结合的海绵城市建设项目

□ 在符合贷款条件的情况下给予贷款规模倾斜，优先提供中长期信贷支持

□ 积极协助海绵城市项目实施主体发行可续期项目收益债券和项目收益票据

模式

经营模式	项目模式	投融资	回报方式
EPC	单一项目	企业投资	政府购买服务费
城投+社会资本 (SPV)	单一项目/综合整治	PPP项目公司投资	政府购买服务费、 土地收益、公共服 务收费等
城投模式	单一项目/综合整治	企业投资	政府购买服务费、 土地收益等



谢谢