



海绵城市规划要点与案例简介

任心欣

深圳市城市规划设计研究院 副总工程师

低影响开发研究中心 主任

13421843968 renxx@upr.cn

序言

■ 海绵城市本质：城镇化与环境资源的协调发展的重要体现

自然积存、自然渗透、自然净化的‘海绵城市’。

■ 海绵的水分特性

— 吸水、持水、释水

■ 海绵的力学特性

— 压缩、回弹、恢复

■ “海绵城市”的要求

□ 从生态环境的角度，要求城市建设和发展更够与自然相协调，不污染环境、不破坏生态，更要提升生态质量。

□ 从排水管理的角度，要求顺应自然，在确保排水防涝安全的前提下，最大限度的实现降雨的积存、渗透、净化，并充分加以利用。

□ 从防洪减灾的角度，要求城市能够与雨洪和谐共存，具有“弹性适应”环境保护与自然灾害的能力。

序言



日本雨水贮留渗透计划

序言

- 从2006年起，改造国家的水体排放功能区，形成美丽和干净的溪流，河流，和湖泊，并为市民提供了新的休闲娱乐空间。
- 同时，作为一项长期的举措，基于水敏城市设计方法(内涵同低影响开发)来管理可持续雨水的应用。



新加坡“活力Active、美观Beautiful、清洁Clean” ABC水计划

序言



新加坡“活力Active、美观Beautiful、清洁Clean” ABC水计划

序言

费城：“绿色城市 清洁水”计划

- 改善河流水质
 - 25年内截住67% 到 85% 的污染源
- 基础设施的维护和升级
- 推进城市的可持续发展项目
- 改善公众健康和提高生活质量
- 建立河流的生态走廊
- 保护和修复水生动植物栖息地



image by WRT



image by WRT

序言

■ 海绵城市建设：生态文明建设的重要内容和重大任务

- 保护原有水生态系统
 - ✓ 最大限度保护原有河湖水系、生态体系
 - ✓ 维持城市开发前的自然水文特征
- 恢复被破坏水生态
 - ✓ 对传统粗放建设破坏的生态给予恢复
 - ✓ 保持一定比例的城市生态空间
 - ✓ 治理水污染
- 低影响开发
 - ✓ 合理控制开发强度，减少对城市原有水生态环境的破坏
 - ✓ 留足生态用地，增加水域面积，促进雨水积存净化
- 构建完善的排水防涝系统，减轻暴雨对城市运行的影响

序言

■ 海绵城市创建：复杂、长期的基础设施规划建设工作

01生态系统保护

自然海绵+人工海绵



02生态恢复和修复

数量？质量？



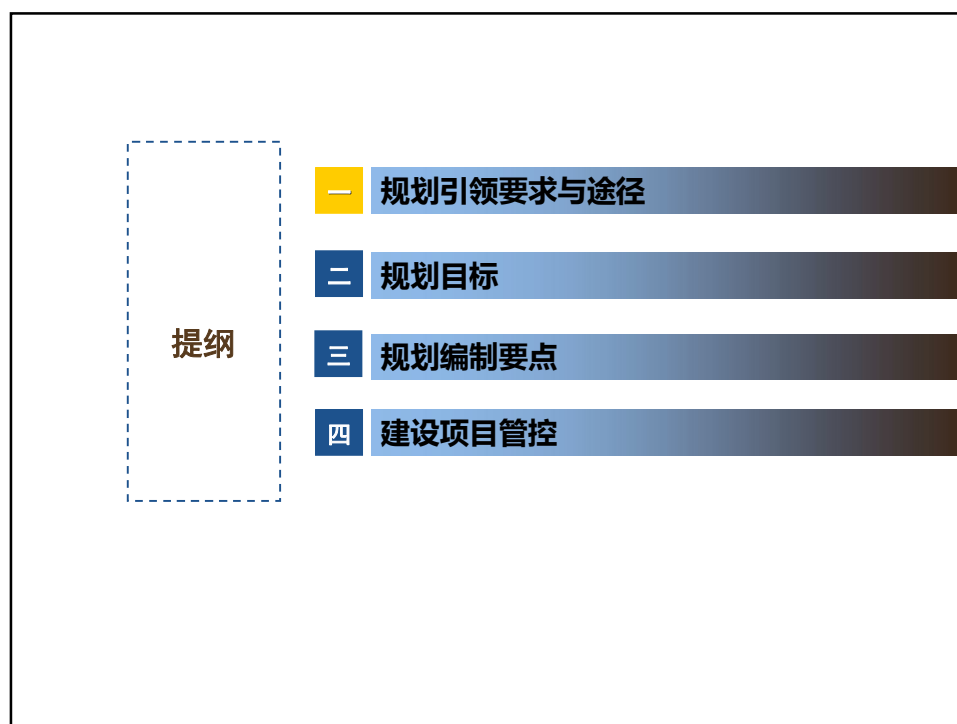
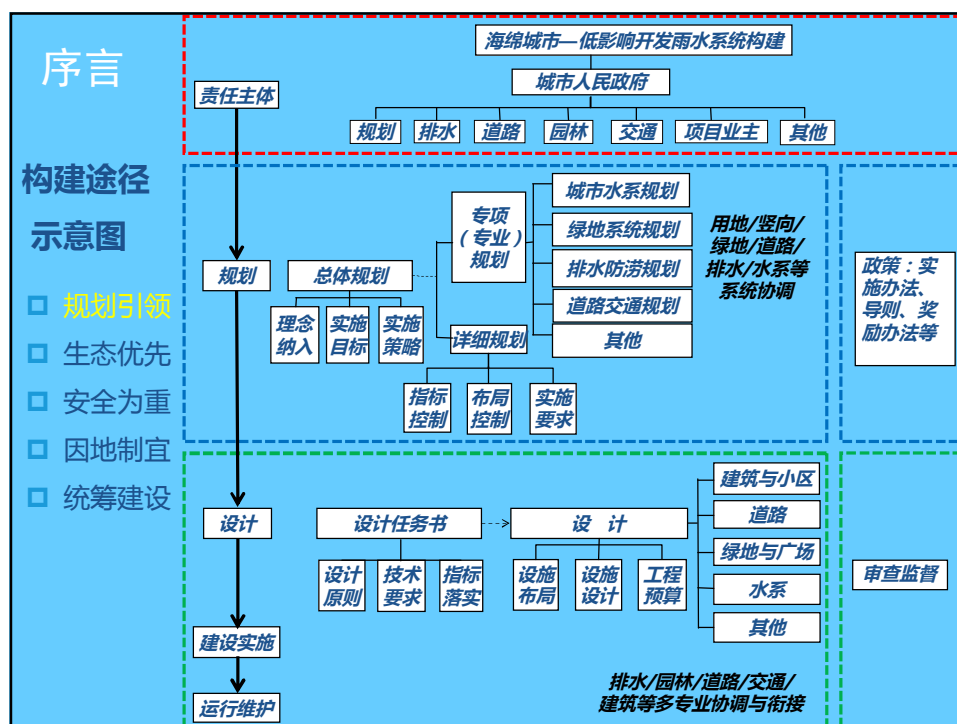
03建设区低影响开发

让市民体会到海绵城市的建设成果！



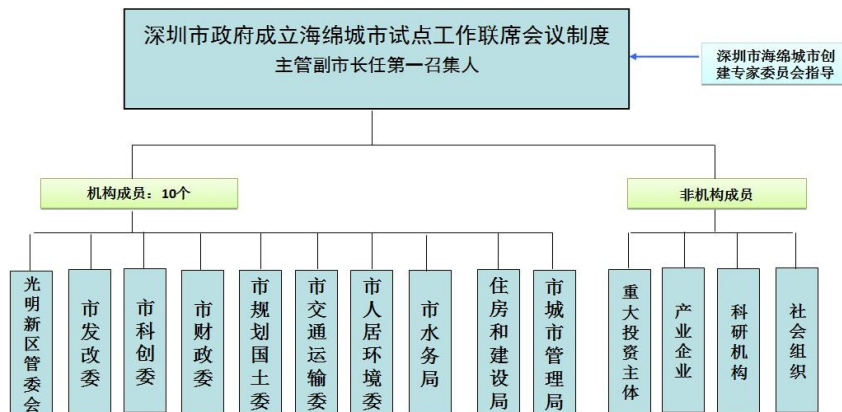
海绵城市

- 涉及到天然降水、地表水、地下水等自然水要素
- 涉及到给水、排水、内涝防治、防洪、水的循环利用等人工水系统
- 涉及到水、园林、交通、城管等众多部门
- 涉及到每一个建设项目



1.1 规划引领的基本要求

■ 地方政府搭台，统筹协调，分工合作，共同落实



1.1 规划引领的基本要求

■ 规划部门紧扣职能，从两个方面转型引领

规划项目审查审批

建设项目审查审批

— 城市总体规划：自然水文保护、紧凑型开发指标、提出策略原则及目标

— 专项规划：

— 城市水系统专项规划：供水、节水、污水（再生利用）、排水（防涝）、绿线、蓝线等

— 城市绿地系统专项规划：各类绿地及周边用地雨水综合利用等

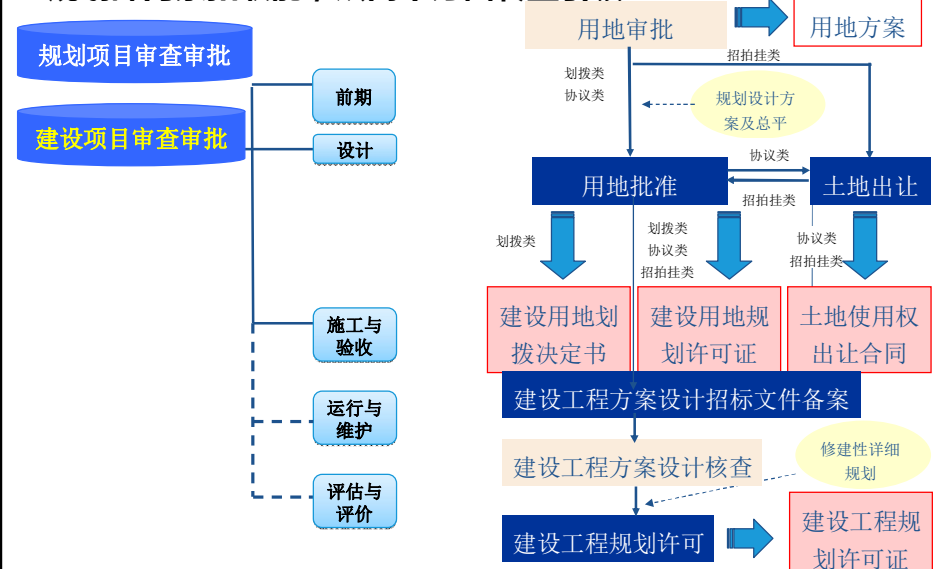
— 城市道路与交通专项规划：保护带、红线内外低影响系统布置

— 生态城市或绿色建筑规划：纳入评价标准或指标体系

— 控制性详细规划：明确各地块低影响开发控制目标，统筹协调、系统设计

1.1 规划引领的基本要求

■ 规划部门紧扣职能，从两个方面转型引领



1.2 规划引领的实施途径

■ 实施途径一、明确目标，统一思想

■ 实施途径二、修订规划编制标准，纳入各级、各类规划

■ 实施途径三、分解指标，纳入规划两证一书等许可证

提纲

一 规划引领要求与途径

二 规划目标

三 规划编制要点

四 建设项目管控

2.1 规划控制目标

■ 因地制宜从海绵城市建设的需求出发确定目标



■ 防洪减灾需求

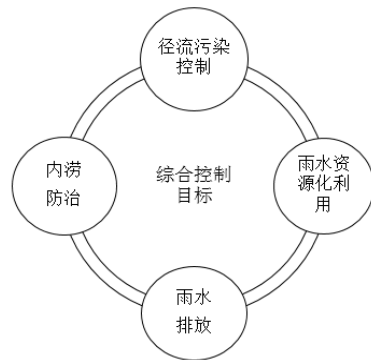
■ 生态环境需求

■ 资源利用需求

新加坡“活力Active、美观Beautiful、清洁Clean”ABC水计划

2.1 规划控制目标

■ 因地制宜从海绵城市建设的需求出发确定目标



■ 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？



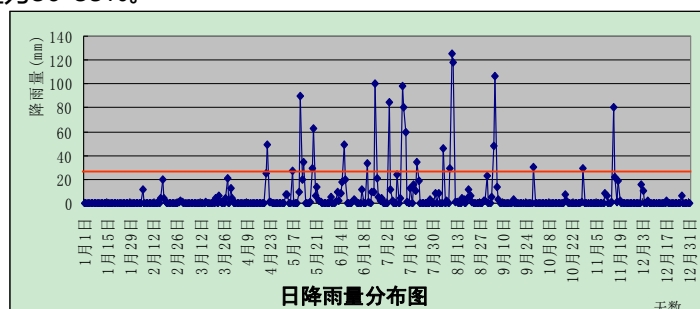
**首要的控制目标：
径流总量控制**

2.2 年径流总量控制率

■ 年径流总量控制率

根据当地多年的日降雨量统计分析计算，场地内累计全年得到控制（不外排）的雨量站全年总降雨量的百分比。

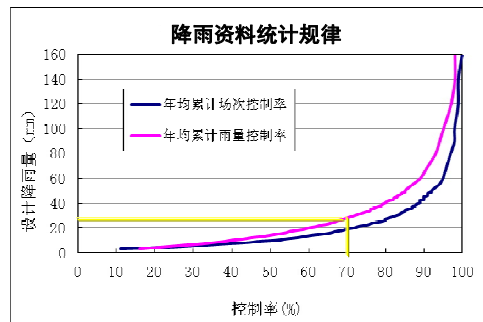
- ✓ 开发后径流排放总量不大于或接近开发前的自然地貌的径流排放量。
- ✓ 一般情况下，绿地的年径流外排总量为15%-20%，因此，年径流总量控制率最佳为80-85%。



2.2 年径流总量控制率

■ 年径流总量控制率

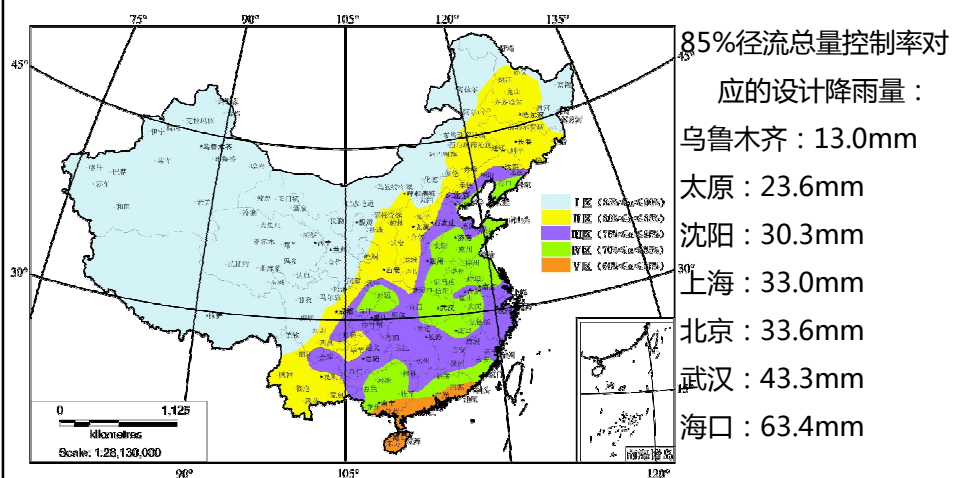
考虑本地的降雨、水文特点及经济可行性，选择较优的年径流总量控制率，明确对应的设计降雨量。



设计降雨量 (mm)	5	10	20	30	40
年径流总量控制率 (%)	24%	40%	60%	73%	80%

2.2 年径流总量控制率

■ 年径流总量控制率



我国雨水年径流总量控制率分区图

提纲

一 规划引领要求与途径

二 规划目标

三 规划编制要点

四 建设项目管控

3.1 开展专题研究，支撑各类规划的落实

■ 设置专题研究，或开展专项规划，明确目标、策略和要点

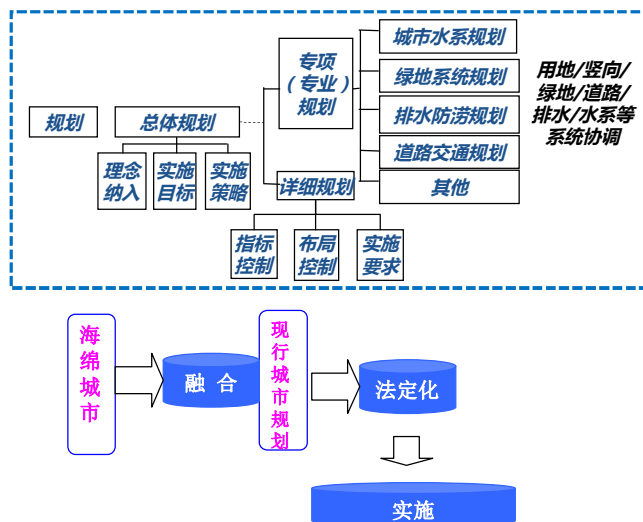
结合本土条件和指南要求，主要开展以下工作：

- ✓本土要素的分析
- ✓制定控制目标和指标
- ✓实施策略
- ✓低影响技术措施的选择
- ✓投资与效益的初步分析

.....

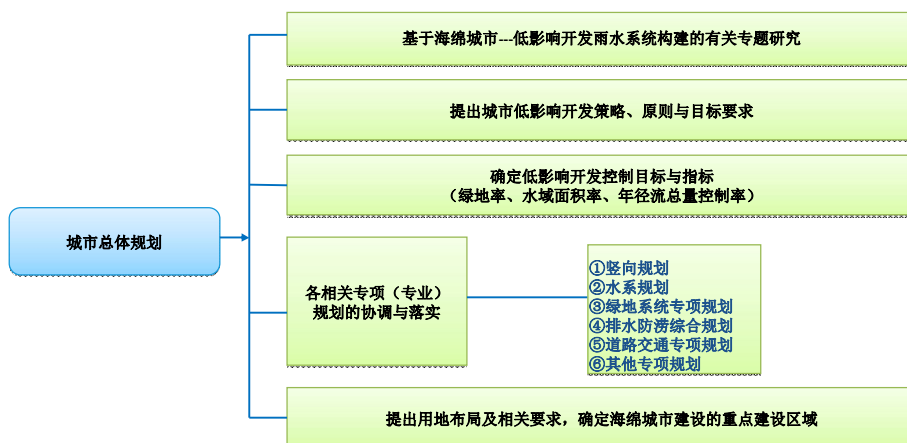
3.1 开展专题研究，支撑各类规划的落实

■ 将海绵城市建设要点纳入各级各层次规划



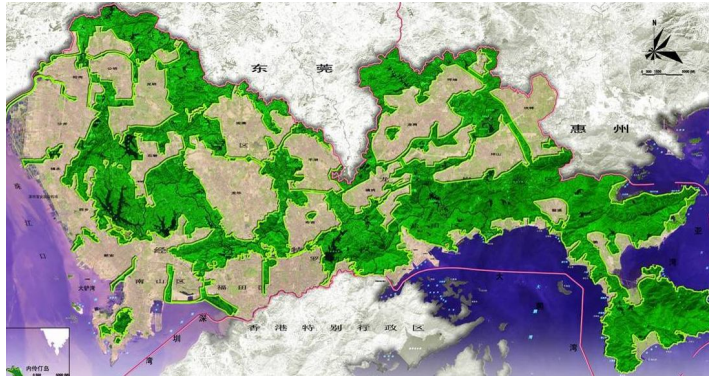
3.2 城市总体规划

■ 开展专题研究，支撑总规和专项规划纳入相关要求与建设内容。



3.2 城市总体规划

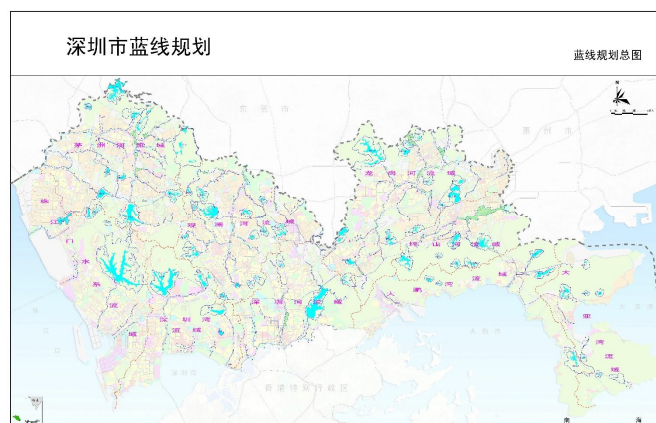
- 总规：生态优先，明确城市增长边界和集约型的城市空间布局



2005年正式划定了国内第一条基本生态控制线，基本生态控制线内土地面积为974平方公里，约占全市总面积的一半。

3.2 城市总体规划

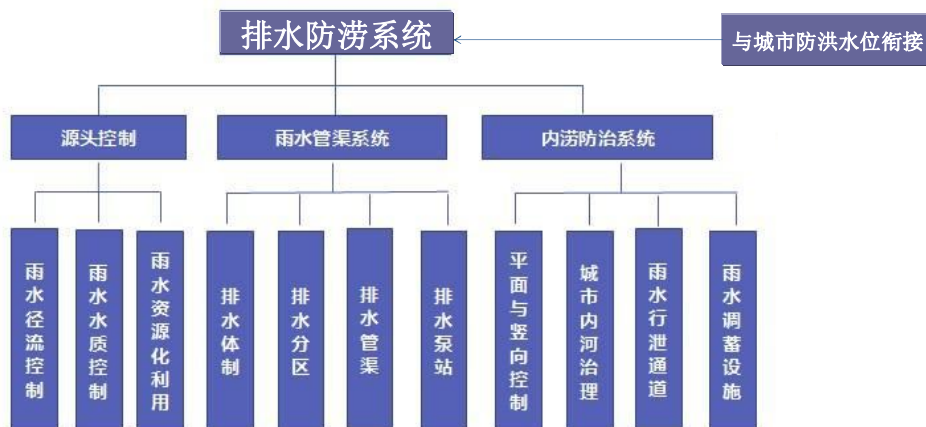
- 总规：保护水体、湿地、水库、滞洪区等水生态敏感区。



对重要河流和水库、原水管渠等划定了水系蓝线，蓝线控制面积255.4km²，并正在制定《深圳市蓝线管理规定》。

3.2 城市总体规划

- **总规：合理提出城市低影响开发系统、排水防涝系统、防洪潮系统的标准，指导专项规划。**



3.2 城市总体规划

- **总规：有所侧重的确定低影响开发径流控制目标。**

- ✓ 水资源缺乏的城市或地区，可采用水量平衡分析等方法确定雨水资源化利用的目标；雨水资源化利用一般应作为径流总量控制目标的一部分。
- ✓ 对于水资源丰沛的城市或地区，可侧重径流污染及径流峰值控制目标。
- ✓ 径流污染问题较严重的城市或地区，可结合当地水环境容量及径流污染控制要求，确定年 SS 总量去除率等径流污染物控制目标。实践中，一般转换为年径流总量控制率目标。
- ✓ 对于水土流失严重和水生态敏感地区，宜选取年径流总量控制率作为规划控制目标，尽量减小地块开发对水文循环的破坏。
- ✓ 易涝城市或地区可侧重径流峰值控制，并达到《室外排水设计规范》（GB50014）中内涝防治设计重现期标准。
- ✓ 面临内涝与径流污染防治、雨水资源化利用等多种需求的城市或地区，可根据当地经济情况、空间条件等，选取年径流总量控制率作为首要规划控制目标，综合实现径流污染和峰值控制及雨水资源化利用目标

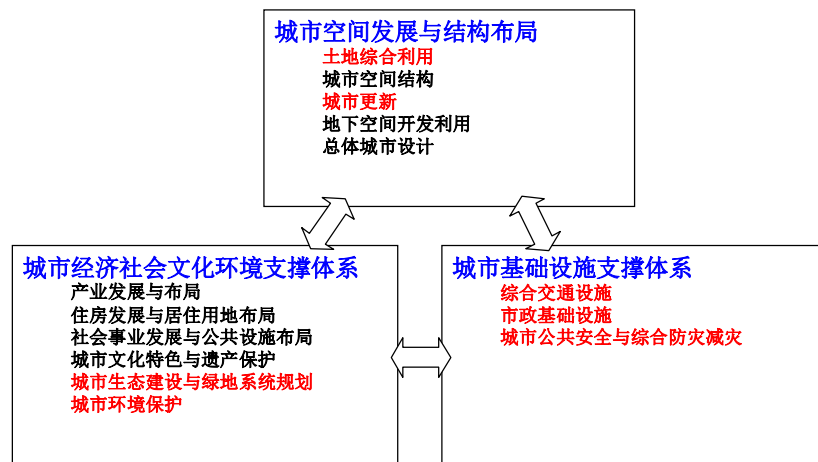
3.2 城市总体规划

■ 总规：明确低影响开发策略与重点建设区域。



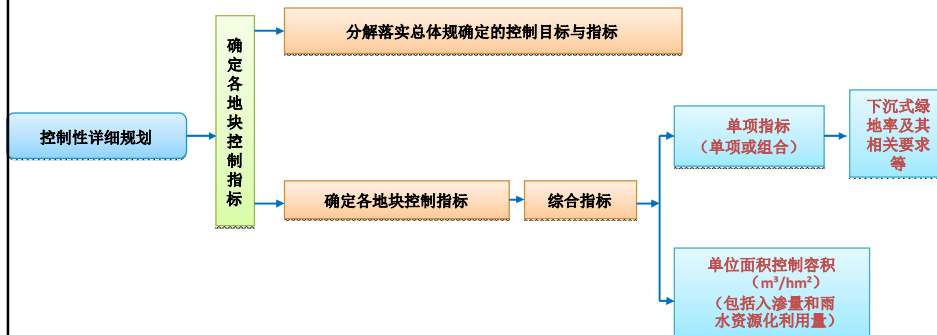
3.2 城市总体规划

■ 总规：进一步协调各相关子系统或专项规划。



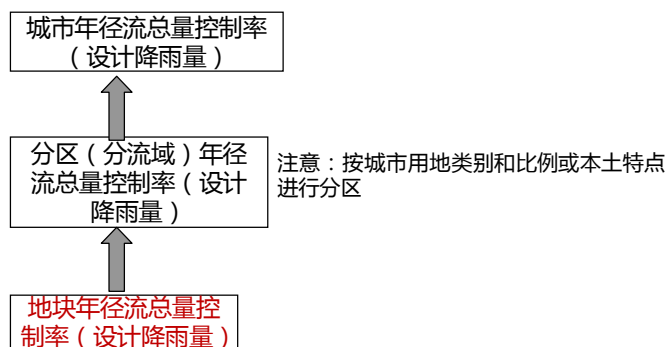
3.3 控制性详细规划

- 控规：采取有效措施落实城市总体规划和各专项规划的控制目标与指标。



3.3 控制性详细规划

- 控规：采取有效措施落实城市总体规划和各专项规划的控制目标与指标。

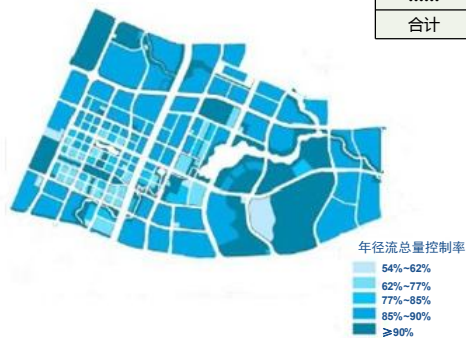


以目标可达、取得较佳的投入产出效益为目的，
利用模型或加权进行反复分解和试算。

3.3 控制性详细规划

■ 控规：以目标可达、取得较佳的投入产出效益为目的，利用模型或加权进行反复分解和试算。

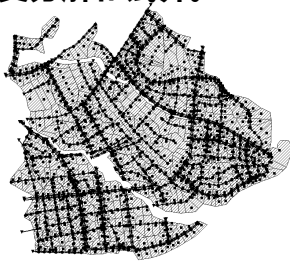
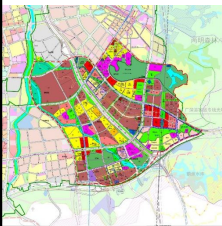
用地分区和编号	面积	性质	年径流总量控制率	设计降雨量
Y-3	****	绿地	90%	40mm
Y-12	****	公共建筑	75%	20mm
*****	*****	*****	*****	*****
合计	*****	——	75%	20mm



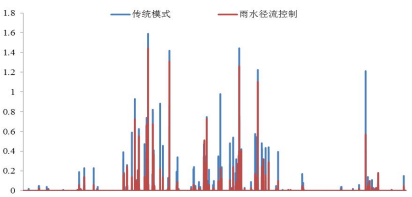
3.3 控制性详细规划

■ 控规：以目标可达、取得较佳的投入产出效益为目的，利用模型或加权进行反复分解和试算。

用地分区和编号	面积	性质	设计降雨量
Y-3	****	绿地	30-35mm
Y-12	****	公共建筑	25mm
*****	*****	*****	*****



区域	年总降雨量 (mm)	单位面积外排量 (mm)	年径流总量控制率 (%)
**流域	1723	513	70.2%



模型验证，区域年径流总量控制率达到70%。

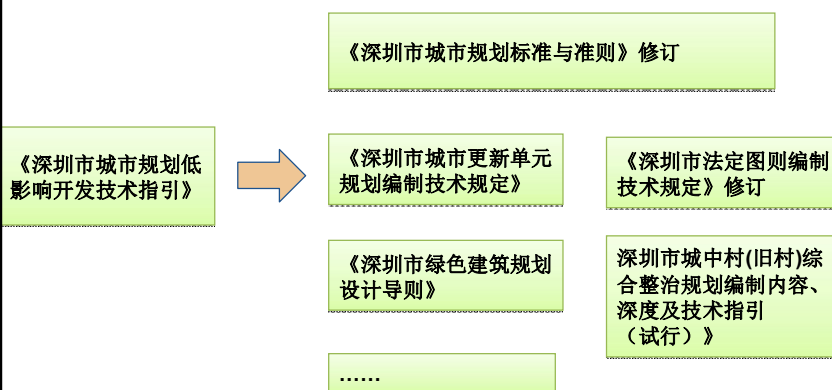
3.3 控制性详细规划

■ **控规：作为修建性详细规划、用地出让环节把控的要点之一。**

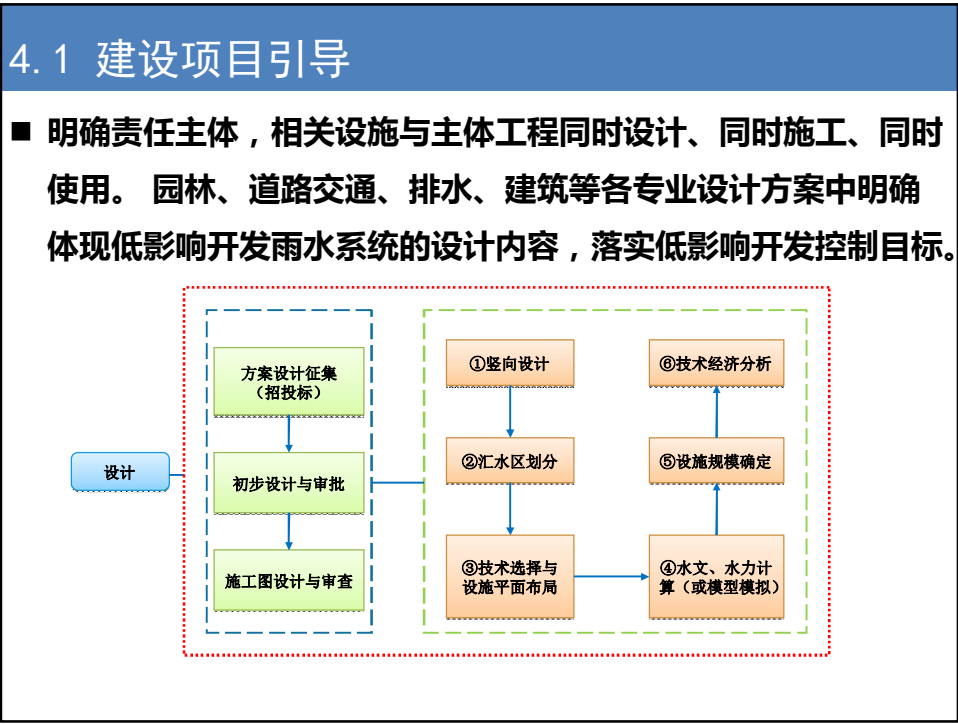
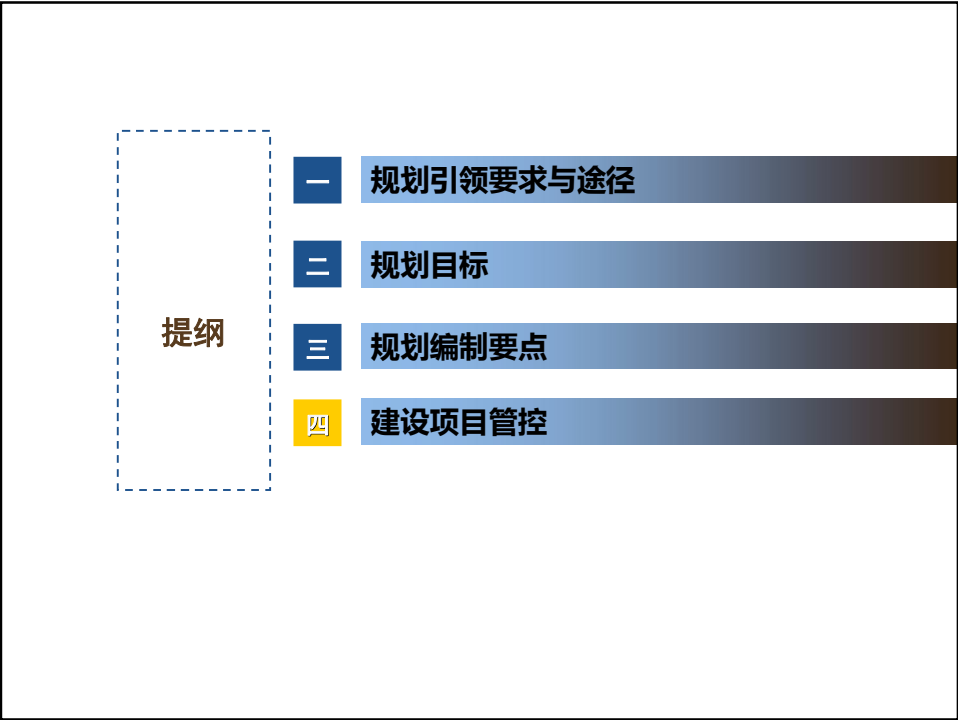
子单元名称	ZDY01（商业居住单元）						ZDY02（生态单元）			
	公共绿地	工业用地+商业用地	生产防护绿地	商业用地+商业性办公用地+旅馆业用地	二类居住用地	医疗卫生用地	教育科研用地	林地	水域	游乐设施用地
地块编号	01-01	01-02	01-03	01-04	01-05	01-06	02-01	02-02	02-03	02-04
用地代码	G1	M+C	G2	C1+C2+C4	R2	G1C4	G1C5	E4	E1	C5
用地面积（㎡）	9035	58582	27482	45862	23829	13117	88732	63348	123930	12258
年径流总量控制率（或设计降雨量）	85%	65%	85%	55%	70%	50%	70%	90%	——	60%
绿色屋顶覆盖比例	——	≥50%	——	≥40%	≥50%	≥70%	≥70%	——	——	≥40%
不透水面积比例等其他指标									

3.4 修订本地规划编制的标准和细则，长效保障

■ **修订本地城市规划编制的标准和细则，长效保障**

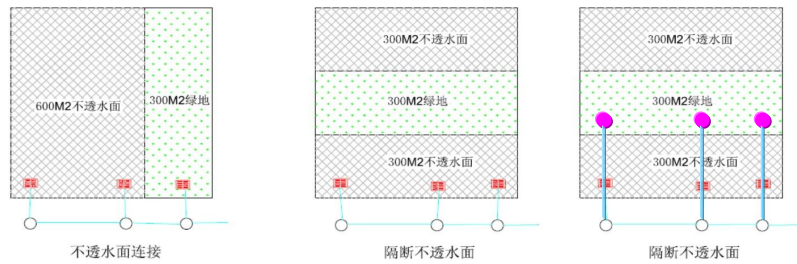


7.2.7.1 城市规划、建设与管理过程中应落实低冲击开发理念，因地制宜制定雨水入渗、滞缓、调蓄和利用等相关工程措施。



4.1 建设项目引导

- 重视优化不透水地面与绿地空间格局，合理设计竖向等非工程措施，再考虑工程型措施。

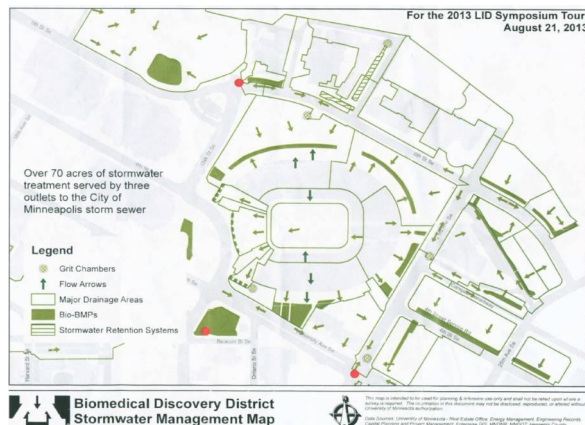


4.1 建设项目引导

- 重视优化不透水地面与绿地空间格局，合理设计竖向等非工程措施，再考虑工程型措施。

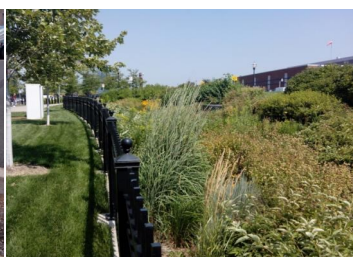
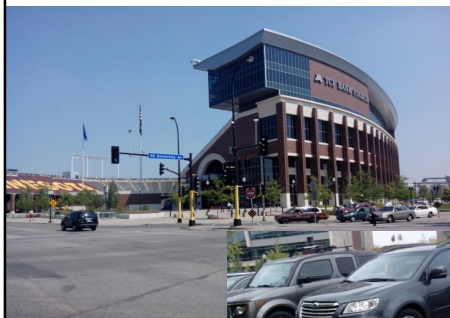
- 美国，明尼苏达大学

- 项目名称：TCF Bank stadium 雨水综合利用项目；
- 项目完工时间：2009年；
- TCF Bank stadium 获得LEED 银奖；
- LID设施承接汇水面积：76英亩；
- LID设计目标：峰值流量小于开发前；
- LID设施：干式滞留塘、雨水花园、入渗及过滤设施、雨水收集回用；
- 绿化用水量较传统方式减少50%。



4.1 建设项目引导

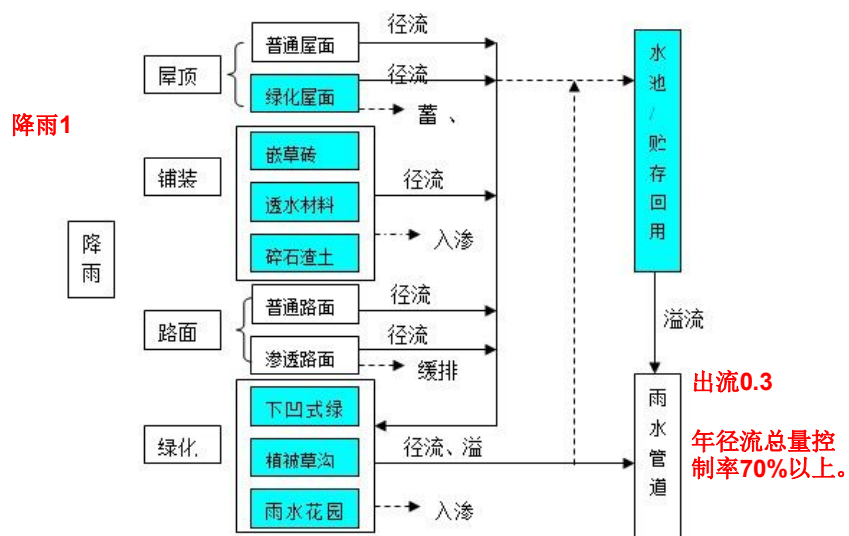
- 重视优化不透水地面与绿地空间格局，合理设计竖向等非工程措施，再考虑工程型措施。



雨水花园

4.1 建设项目引导

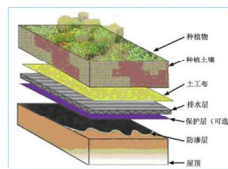
- 引导落实适宜本地的低投入、高效益的海绵城市典型设施。



4.1 建设项目引导

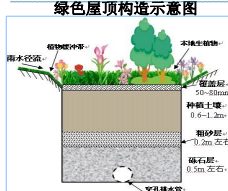
■ 引导落实适宜本地的低投入、高效益的海绵城市典型设施。

□ 没有明显空隙容积的典型设施



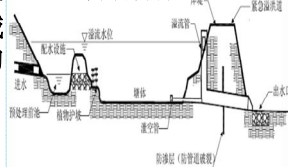
绿色屋顶构造示意图

□ 具有一定孔隙容积的典型设施（入渗、回用）

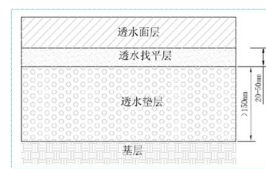


雨水花园断面示意图

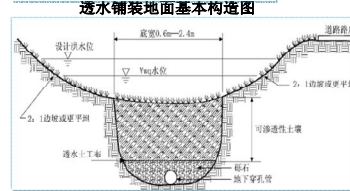
□ 主要起缓、滞作用，对总量削减没有明显作用的典型设施



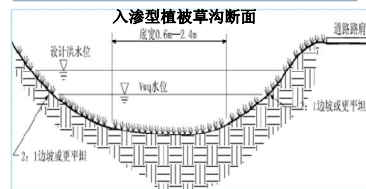
雨水滞留（流）塘典型断面



透水铺装地面基本构造图



入渗型植被草沟断面



排水型/传输型植被草沟断面

4.1 建设项目引导

■ 引导落实适宜本地的低投入、高效益的海绵城市典型设施。

表 F3-1 部分低影响开发单项设施单价估算一览表（北京地区）

低影响开发设施	单位造价估算
透水铺装	60-200（元/m ² ）
绿色屋顶	100-300（元/m ² ）
狭义下沉式绿地	40-50（元/m ² ）
生物滞留设施	150-800（元/m ² ）
湿塘	400-600（元/m ² ）
雨水湿地	500-700（元/m ² ）
蓄水池	800-1200（元/m ³ ）
调节塘	200-400（元/m ³ ）
植草沟	30-200（元/m）
人工土壤渗滤	800-1200（元/m ² ）

4.2 建设项目指标核算

■ 缺乏水文时，通过加权试算反复开展设施布局优化和目标复核。

滞蓄能力需求			
项目类型	项目面积 (m ²)	降雨量标准 (mm)	容积能力需求 (m ³)
工业区	50000	单位面积应具有25mm的容纳能力，用于入渗、蒸发、回用等。	1250

下垫面构成	
下垫面类型	面积 (m ²)
屋顶	20000
绿地	12500
道路	7500
广场、停车场	10000
合计	50000



下垫面构成		
下垫面类型	面积 (m ²)	综合径流系数
普通屋顶	16000	0.9
绿色屋顶	4000	0.3
绿地	12500	0.15
道路	7500	0.9
广场、停车场	5000	0.6
透水铺装	5000	0.3
合计	50000	0.58

通过下垫面表面的洼蓄、绿色屋顶、透水铺装，已消纳525立方米。

还需：设计调蓄容积： $V=10 \times 25 \times 0.58 \times 5.0 \text{m}^3 = 725 \text{m}^3$

4.2 建设项目指标核算

■ 通过模型软件或计算反复开展设施布局优化和目标复核。

□ 容积法

设计调蓄容积： $V=10 \times 25 \times 0.58 \times 5.0 \text{m}^3 = 725 \text{m}^3$

具有一定孔隙的典型设施核算			
类型	面积 (m ²)	调蓄空间 (mm)	调蓄能力设置 (m ³)
下沉式绿地	1000	下凹深度，150mm	150
雨水花园	1500	存水深度150mm，种植层的孔隙50mm，蓄水层孔隙80mm，共计280mm	420
收集回用系统(可为塘、调蓄池等设施)	—	收集回用系统	155
合计			725

应结合实际需求、景观需要等选择设施类型、布局，反复核算，确保达标。

4.2 建设项目指标核算

■ 通过模型软件或计算反复开展设施布局优化和目标复核。

□ 模型法



地块控制指标：绿化覆盖率30%，建筑密度50%，剩余20%为场地

塔楼：40m≤高度≤100m

裙楼：高度≤40m

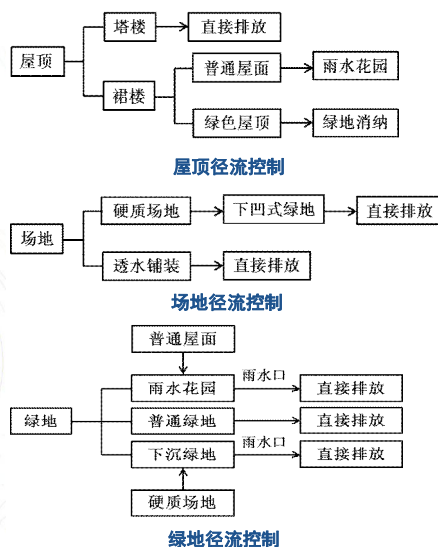
公共空间：绿地率不低于70%，主要下垫面类型为铺装和绿地

公共通道：南北向通道10-15m，东西向通道15-30m

4.2 建设项目指标核算

■ 通过模型软件或计算反复开展设施布局优化和目标复核。

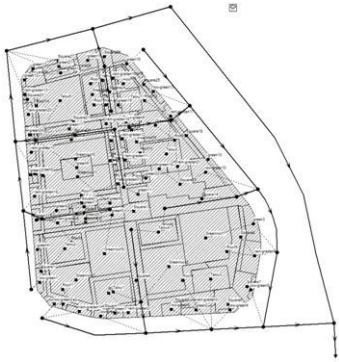
□ 模型法



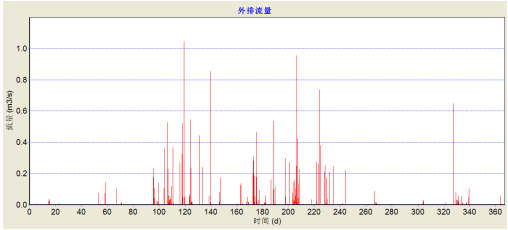
4.2 建设项目指标核算

■ 通过模型软件或计算反复开展设施布局优化和目标复核。

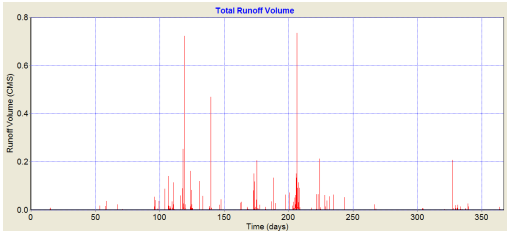
优化布局模型界面



地块被概化为120个子汇水区。其中，绿色屋顶10个，雨水花园20个，下沉式绿地12个，透水铺装场地12个。



常规开发全年径流曲线图



全年径流曲线图

4.2 建设项目指标核算

■ 通过模型软件或计算反复开展设施布局优化和目标复核。

常规建设模拟结果

项目	软件模拟结果	目标值
总降水 (mm)	1723.20	——
总蒸发 (mm)	281.80	——
总渗入雨量 (mm)	346.10	——
总径流 (mm)	1096.61	——
峰值流量 (m³/s)	1.064	——
核算		
年综合流量径流系数	0.636	——
年径流总量控制率	38%	——

设施布局模拟结果

项目	软件模拟结果	目标值
总降水 (mm)	1723.20	——
总蒸发 (mm)	493.73	——
总渗入雨量 (mm)	758.32	——
总径流 (mm)	475.75	——
峰值流量 (m³/s)	0.738	——
核算		
年综合流量径流系数	0.276	0.3
年径流总量控制率	72%	70%

4.3 管控机制

■ 结合现行规划建设管控机制，特别是两证一书，构建低影响开发引导机制。

- 2013年3月：《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

（七）**积极推行低影响开发建设模式**。……要与城市开发、道路建设、园林绿化统筹协调，因地制宜配套建设雨水滞渗、收集利用等削峰调蓄设施，增加下凹式绿地、植草沟、人工湿地、可渗透路面、砂石地面和自然地面，以及透水性停车场和广场。新建城区硬化地面中，可渗透地面面积比例不宜低于40%。

- 2013年9月：《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》国发〔2013〕36号

积极推行低影响开发建设模式，**将建筑、小区雨水收集利用、可渗透面积、蓝线划定与保护等要求作为城市规划许可和项目建设的前置条件**，因地制宜配套建设雨水滞渗、收集利用等削峰调蓄设施……。

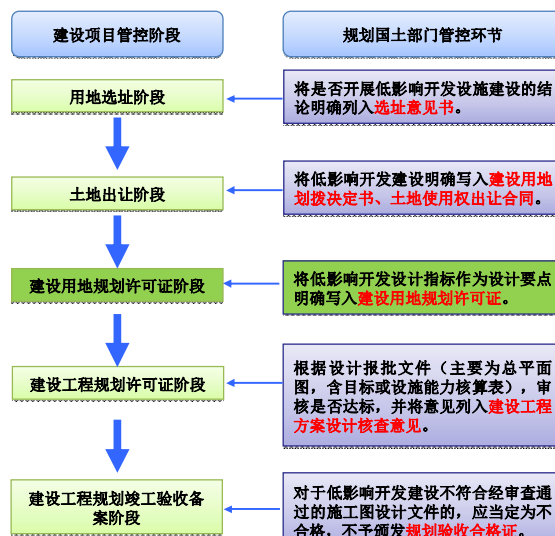
- 2013年9月：国务院审议通过《城镇排水与污水处理条例》

第十二条 县级以上地方人民政府应当按照内涝防治标准和城镇排水与污水处理规划的内涝防治要求，加强排涝管网、泵站等设施建设，**采取雨水收集、利用、渗透与调蓄等综合措施，防治内涝灾害。**

国家鼓励新建、扩建、改建建设工程配套建设雨水收集利用和地表径流控制等设施。

4.3 管控机制

■ 结合现行规划建设管控机制，特别是两证一书，构建低影响开发引导机制。



4.3 管控机制

- 结合现行规划建设管控机制，特别是两证一书，构建低影响开发引导机制。

建设用地规划许可证草稿（01-02地块）

一 指标按建设 用地面积计 算	1、建筑容积率	3、建筑间距：
	2、建筑覆盖率：	4、建筑高度或层数：
	5、建筑面积：	其中：
	（地下车库、设备用房、人防设施、公共交通、不计容积率）	
二 总体布局及 建筑退红线 要求	1、绿化覆盖率 2、绿化屋顶覆盖比例 3、慢行系统要求 4、公共开放空间要求	
三 市政设施要 求	1、车辆出入	
	2、人行出入口	公共出入通道：
	3、机动车停车位 自行车停车位	机动车地下停车位比例：≥80% （自用 辆 公用 辆）
	4、室外地坪标高	
	5、给水接口	
	6、雨水接口	
	7、污水接口	
	8、中水接口	
	9、燃气接口	
	10、电源	
	11、通讯	
备注	1、年径流总量控制率（设计降雨量）或年综合径流系数 2、绿色建筑等级	

4.3 管控机制

- 结合排水许可等，开展更全面的管控和引导。

建设部门

- 《建筑工程施工许可证》审批
- 竣工验收备案

水务部门

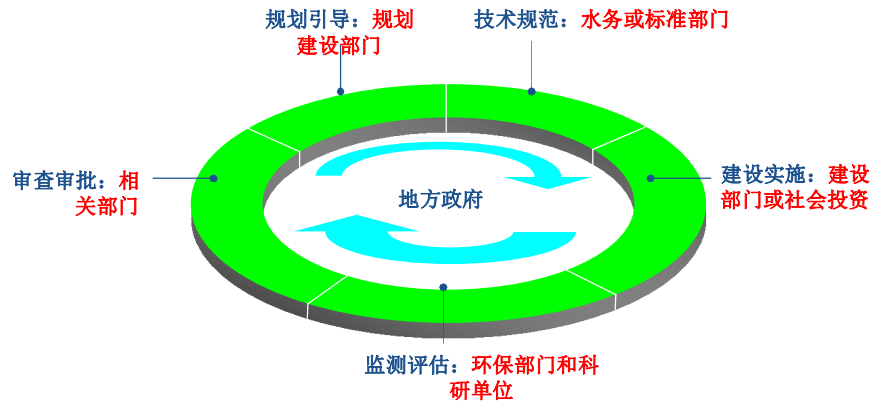
- 排水许可证
- 水务建设项目开工审批
- 水土保持方案审查

环保部门

- 环境影响评价
-

挑战与机遇

携手共建“自然积存、自然渗透、自然净化”的海绵城市！



实现城市、人、水的和谐发展！

敬请批评指正！

任心欣

深圳市城市规划设计研究院

13421843968 renxx@upr.cn

2015.6