

# 海绵城市设计施工要点及常见问题

中国城市规划设计研究院

程小文 2023 年 7 月



# 0 快速城镇化背景下的城市水文之殇

城镇化之前



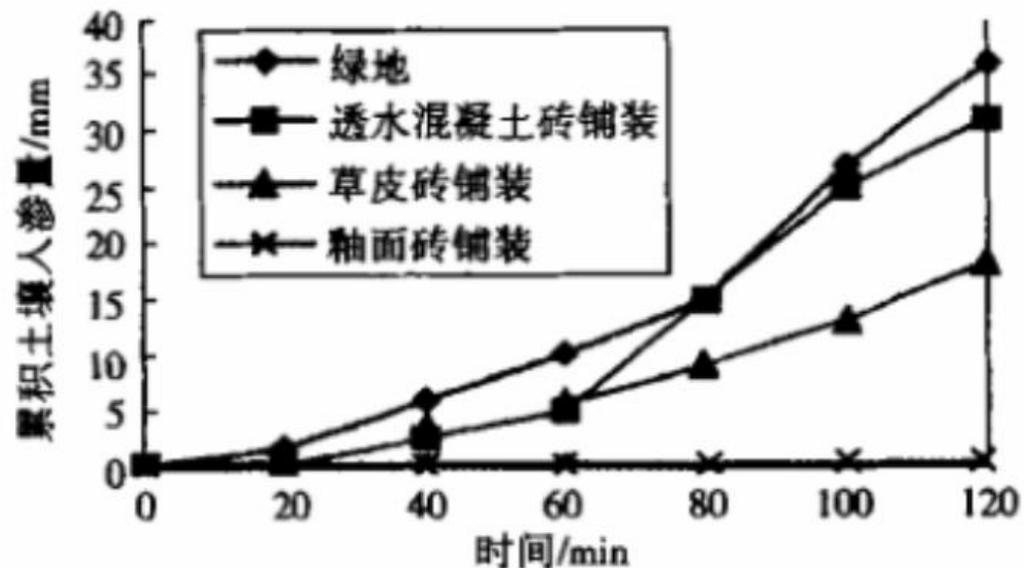
城镇化之**前**

城镇化之后

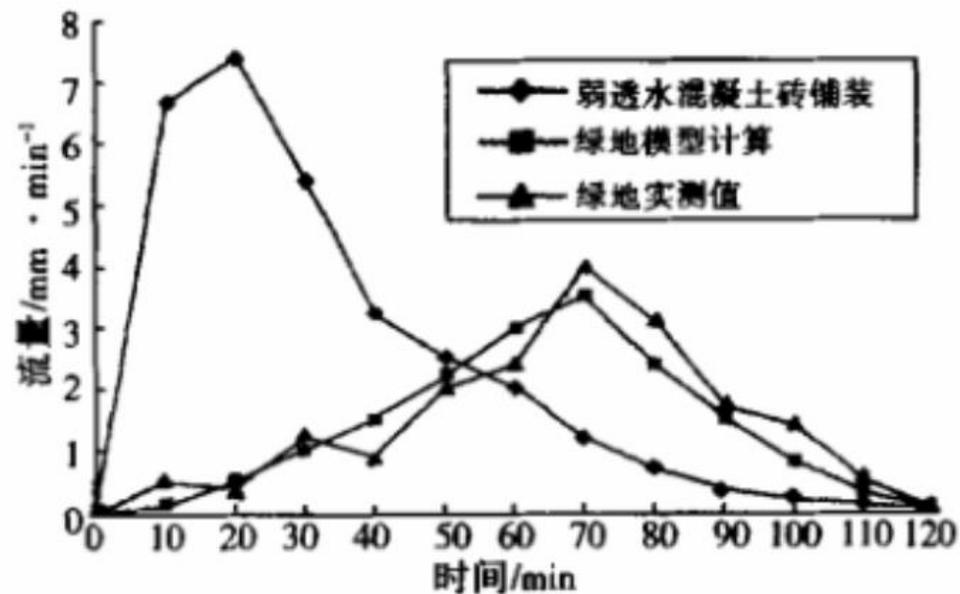


城镇化之**后**

## 水量特征

雨水径流**总量**增加

降雨累积入渗量随时间变化图

雨水径流**峰值**增加

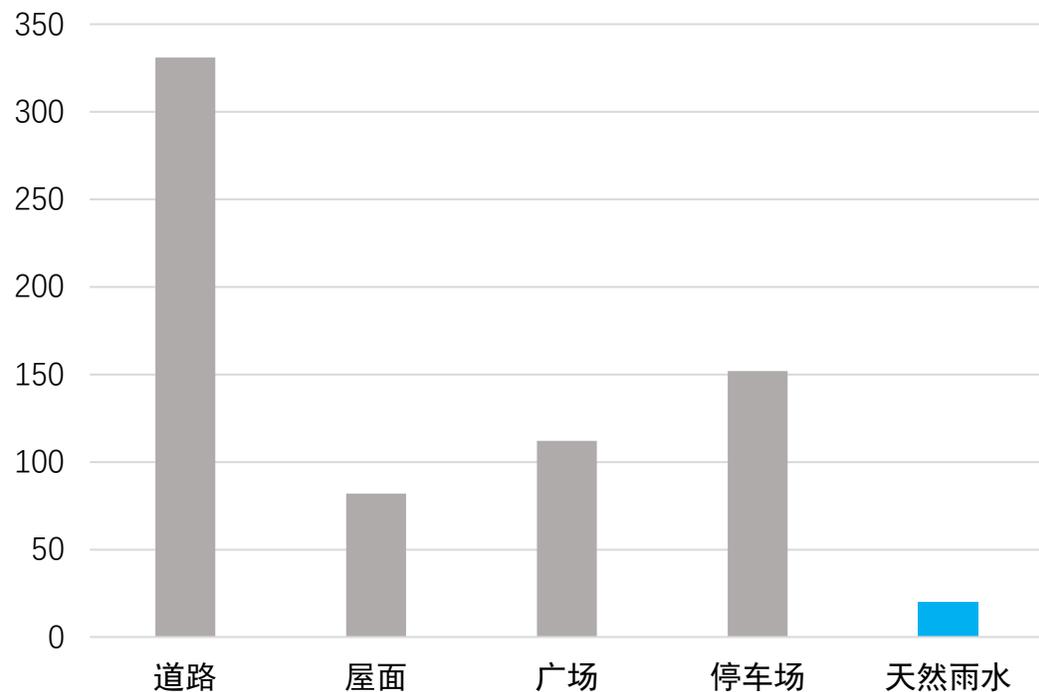
不同下垫面条件下的降雨径流过程图

# 0 快速城镇化背景下的城市水文之殇

## 水质特征

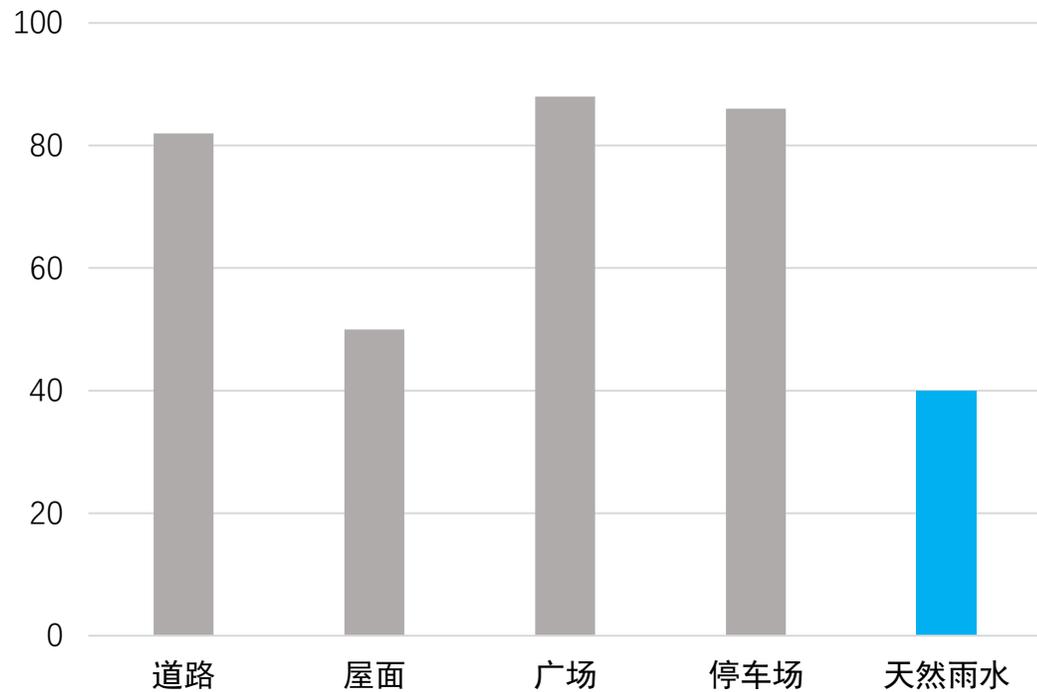
雨水径流**悬浮物**增加

SS



雨水径流**溶解盐**增加

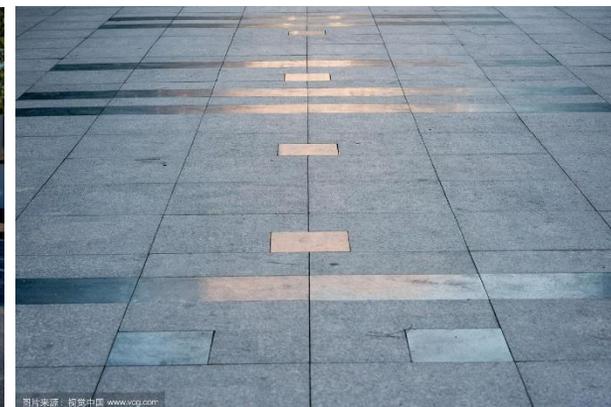
COD



# 0 核心问题：消纳净化硬质下垫面的雨水径流

设施：绿色

服务对象：硬质下垫面



**源头减排项目海绵设施的建设目的：消纳硬质下垫面的雨水径流。**

# 目录

## 01 海绵设计常见问题

---

## 02 海绵专项设计要点

---

## 03 海绵设计专业配合

---

## 04 海绵施工常见问题

---

## 05 案例分享

---

## ■ 常见问题汇总

问题类型	序号	常见问题	重点事项
方案说明	-1	图集、规范作废失效	设计依据要及时更新
	-2	建设目标取值	综合径流系数、年径流总控制率、年面源污染总消减率
	-3	排水路径组织图不全	正常、溢流、无法运行工况
方案图纸	-1	图面整洁性	突出主体性
	-2	汇水范围、竖向设计合理性	根据路面高程合理划分
	-3	设施冲突、设施美观性	与现状、规划设施不冲突，海绵设施隐蔽性
	-4	海绵设施定位信息	补充坐标、桩号等信息标注
	-5	部分图纸缺失	参照《市海绵城市专项设计方案编制大纲及施工图编制要点》
计算书	-1	建设目标计算	综合径流系数、年径流总控制率、年面源污染总消减率计算
	-2	海绵设施渗透时间	根据渗透时间确定换土/加排水盲管
	-3	新建雨水管道过流能力校核	《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》（20S515）
	-4	实际调蓄容积校核	与设计调蓄容积进行比对，证明建设目标达标
	-5	新建路缘石开口、雨水口过流能力校核	校核海绵设施进水能力

## ■ 方案说明书-图集、规范作废失效

- 典型问题：《市政排水管道工程及附属设施》（06MS201）中部分章节已经作废，需要补充更新的图集。
- 需要更新图集：《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》（20S515）；  
《混凝土模块式排水检查井》（12S522）；  
《球墨铸铁单层井盖及踏步施工》（14S501-1）；《双层井盖》（14S501-2）；  
《排水管道出水口》（20s517）；《雨水口》（16S518）。

图集号	分册号	名称	是否有效	更新图集
06MS201 市政排水 管道工程 及附属设 施	-1	混凝土排水管道基础及接口	有效	
	-2	埋地塑料排水管道施工	有效	
	-3	排水检查井	——	《钢筋混凝土及砖砌排水检查井》（20S515）
	-4	混凝土模块式排水检查井	——	《混凝土模块式排水检查井》（12S522）
	-5	预制装配式钢筋混凝土排水检查井	——	《混凝土模块式排水检查井》（12S522）
	-6	井盖及踏步	——	《球墨铸铁单层井盖及踏步施工》（14S501-1）
	-7	双层井盖	——	《双层井盖》（14S501-2）
	-8	雨水口	——	《雨水口》（16S518）
	-9	排水管道出水口	——	《排水管道出水口》（20s517）

## 方案说明-径流系数取值

- 典型问题：以北京路快速化改造工程景观绿化设计项目(BJL-LHSJ标段)海绵施工图为例，现状车行道路面的径流系数取值偏小。
- 径流系数取值：施工图中桥外硬质铺装的径流系数对应为计算书中沥青表面处理的碎石路面及广场，取值为**0.55**，偏小，参照《导则》，选混凝土或沥青路面及广场径流系数，取值为**0.85**。

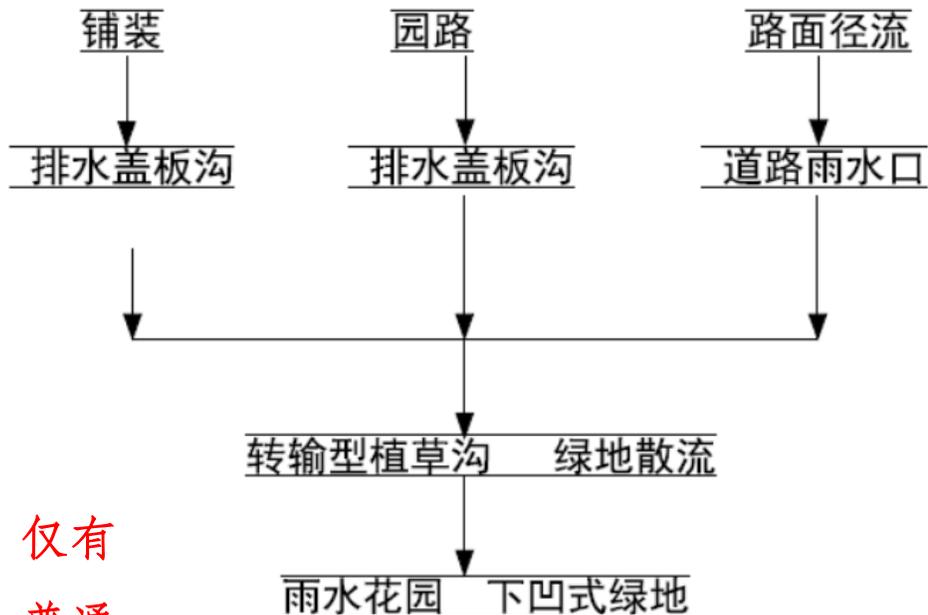


汇水面种类	雨量径流系数 $\phi$
绿化屋面(绿色屋顶, 基质层厚度 $\geq 300$ mm)	0.30-0.40
硬屋面、未铺石子的平屋面、沥青屋面	0.80-0.90
铺石子的平屋面	0.60-0.70
混凝土或沥青路面及广场	0.80-0.90
大块石等铺砌路面及广场	0.50-0.60
沥青表面处理的碎石路面及广场	0.45-0.55
级配碎石路面及广场	0.40
干砌砖石或碎石路面及广场	0.40
非铺砌的土路面	0.30
绿地	0.15
水面	1.00
地下建筑覆土绿地(覆土厚度 $\geq 500$ mm)	0.15
地下建筑覆土绿地(覆土厚度 $< 500$ mm)	0.30-0.40
透水铺装地面	0.08-0.45
下沉广场(50年及以上一遇)	—

第59汇水分区	普通绿地	雨水花园	硬屋面、未铺石子的平屋面、 沥青屋面	沥青表面处理的碎石路面及广场	径流系数	总径流系数
	32	33	34	35	0.15	0.526
	1566	1925	2830	16235	0.15	
					0.85	
					0.55	

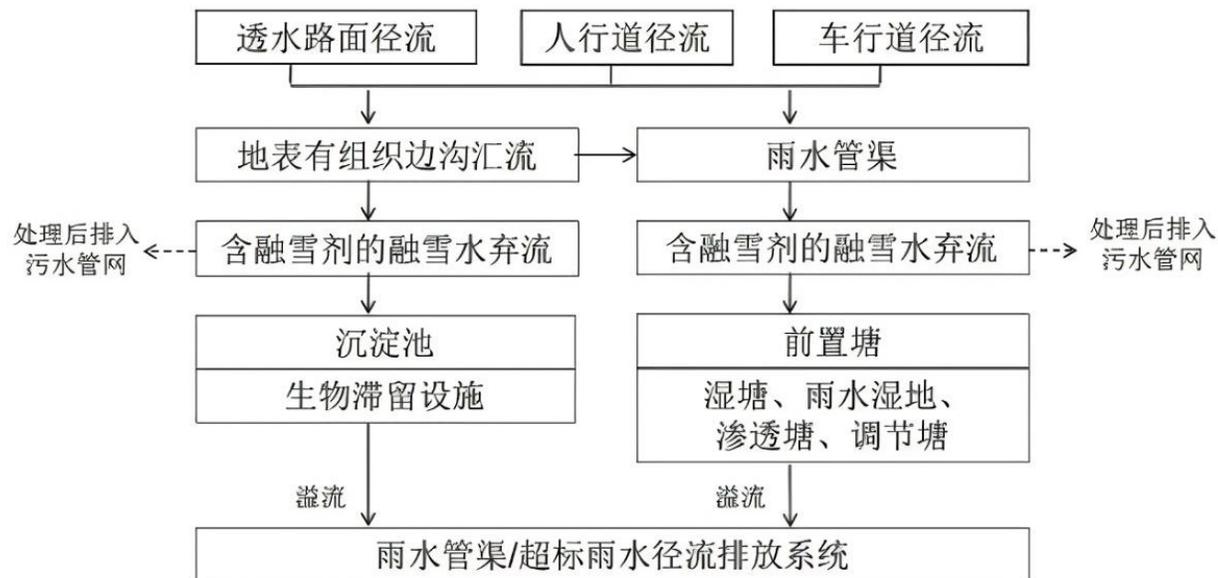
## 方案说明-排水路径组织图复核

典型问题：《径流组织原理图》径流组织原理图缺失不完善。



仅有  
普通  
工况

有问题道路径流组织原理图



以道路径流组织机动车道雨水为例，应分为两种工况：

### 1、普通工况

机动车道→立缘石进水系统→连续绿化带。

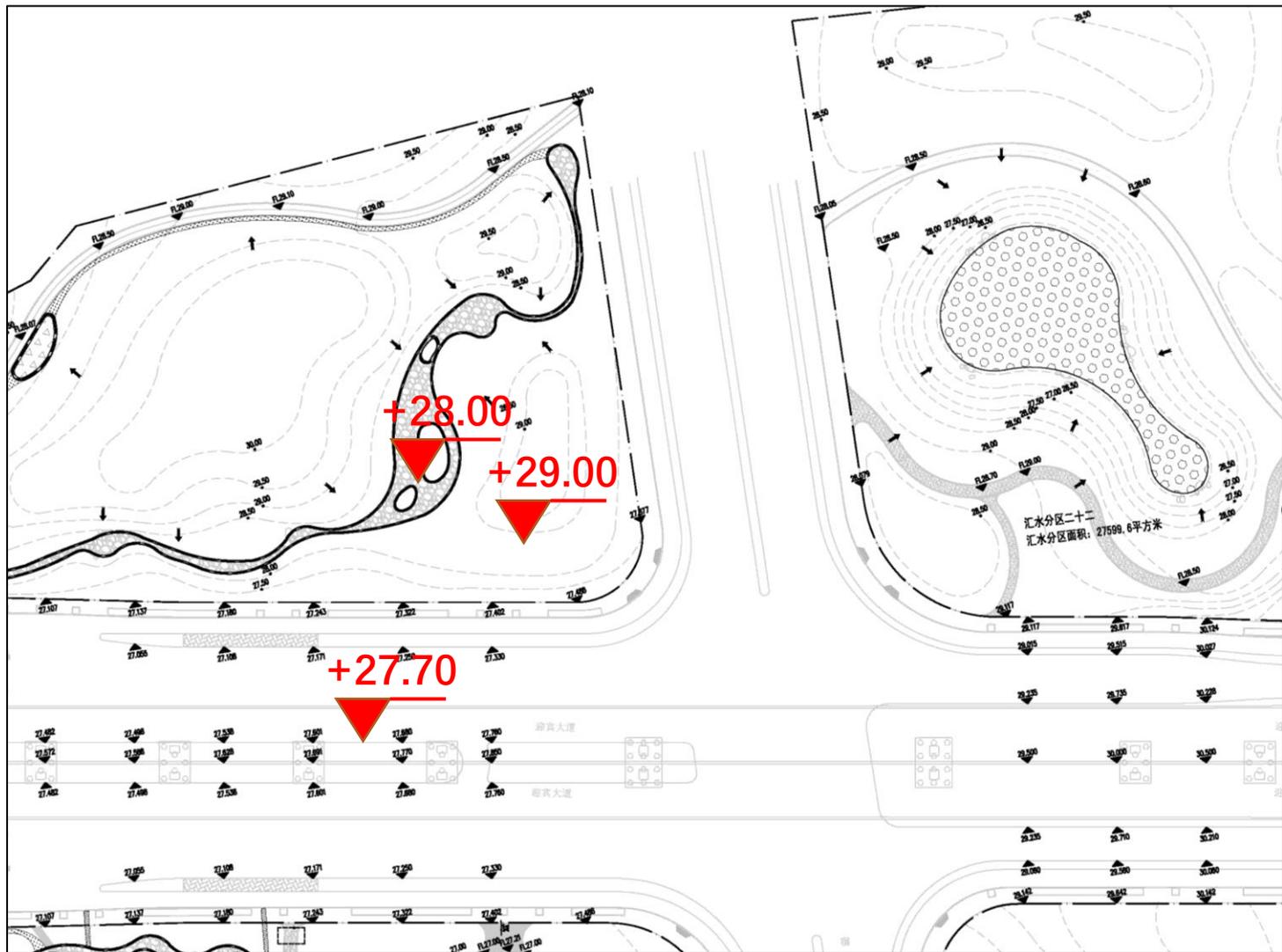
### 2、溢流工况

机动车道→立缘石进水系统→连续绿化带→透水软管→溢流式雨水口→雨水口连接管→市政雨水主管。

样本：道路径流组织原理图

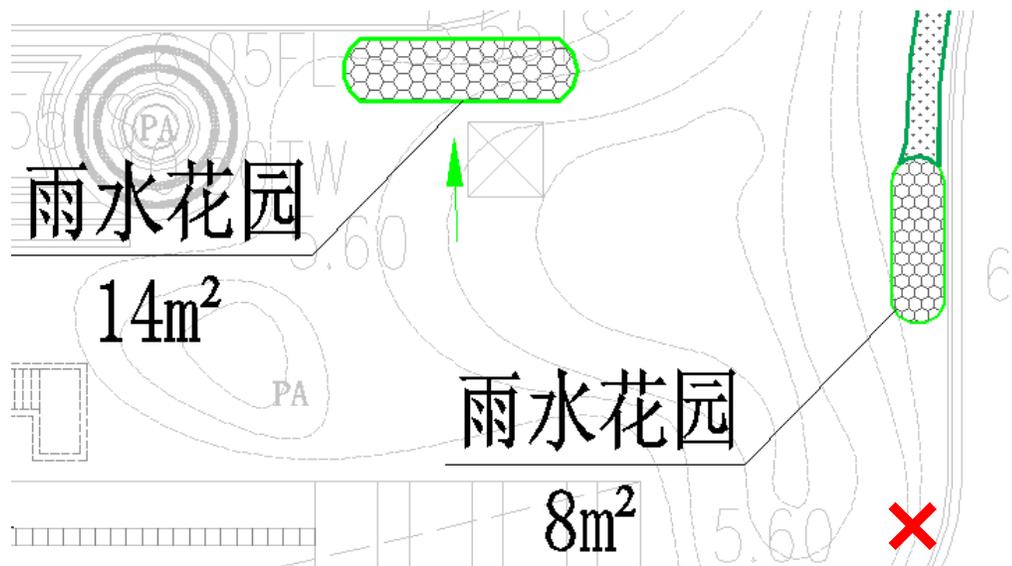
## ■ 方案图纸-竖向设计合理性

- 典型问题：迎宾大道（浦东路-霞晖路）快速化道路海绵设施建设与生态修复工程为例，海绵设施与周边路面的标高衔接不合理。
- 竖向设计合理性：左侧旱溪标高为28.00m，周围绿地标高为29.00m，周围道路标高为27.70m，海绵设施仅服务绿地雨水，无法收到市政道路雨水。



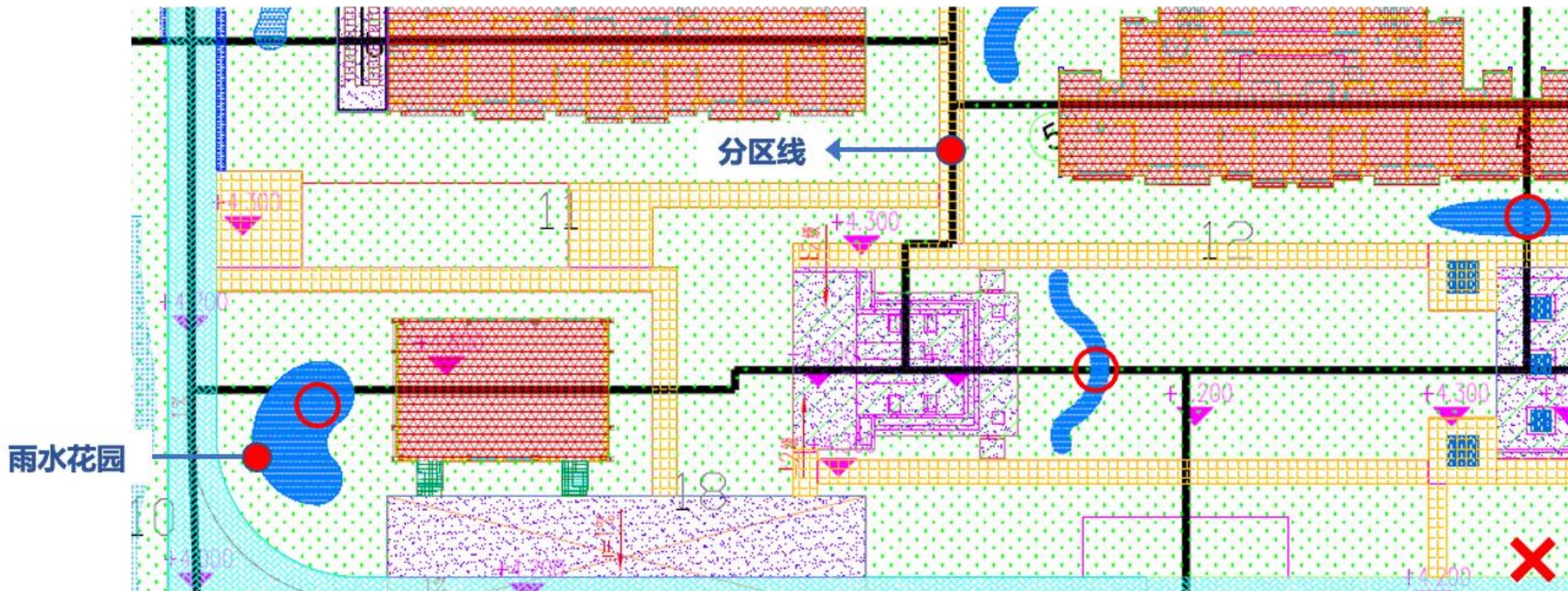
海绵设施平面布置图

## ■ 方案图纸-竖向设计合理性



海绵设施布局需考虑景观堆坡线、灌木线位置

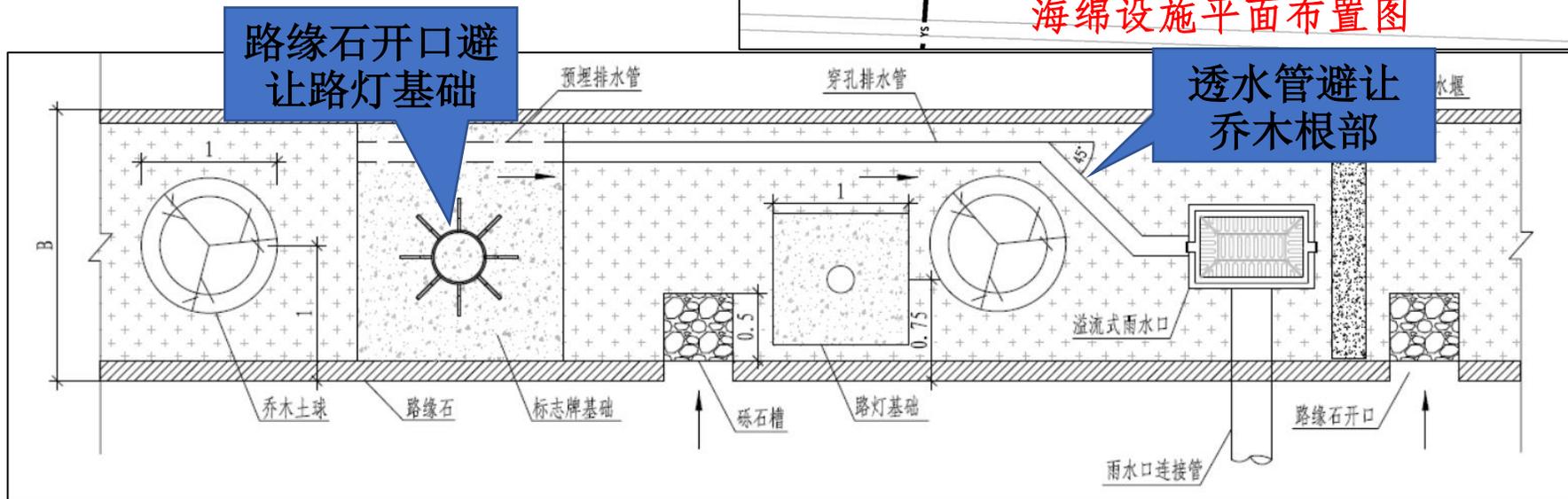
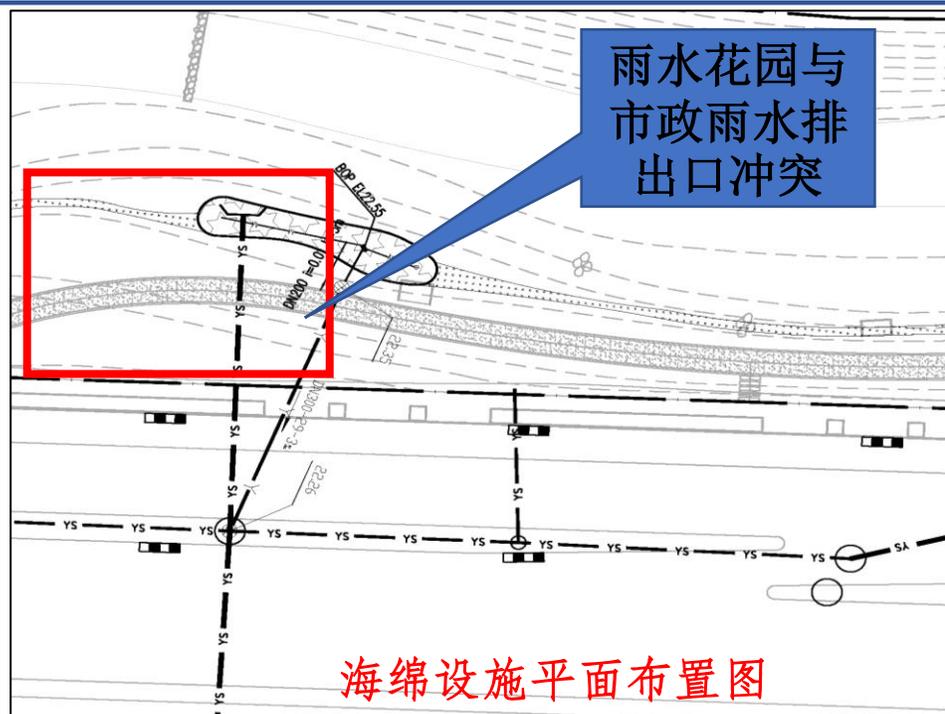
## ■ 方案图纸-汇水分区线与设施交叉



汇水分区线位于场地的高点，属于高程的分水岭，雨水花园需位于汇水分区内最低点，两者交叉，证明汇水分区划分有误，或设施布局不合理

## ■ 方案图纸-设施冲突

- 典型问题：以迎宾大道二期（浦东路-霞辉路）快速化改造工程海绵城市专项设计方案为例，海绵设施与现状管线冲突。
- 设施冲突：补充现状道路管线综合平面图，并分析本次新增海绵设施与现状管线、设施是否冲突。若雨水花园等海绵设施与之重叠，则调整雨水花园等海绵设施，错开现状管线、设施。

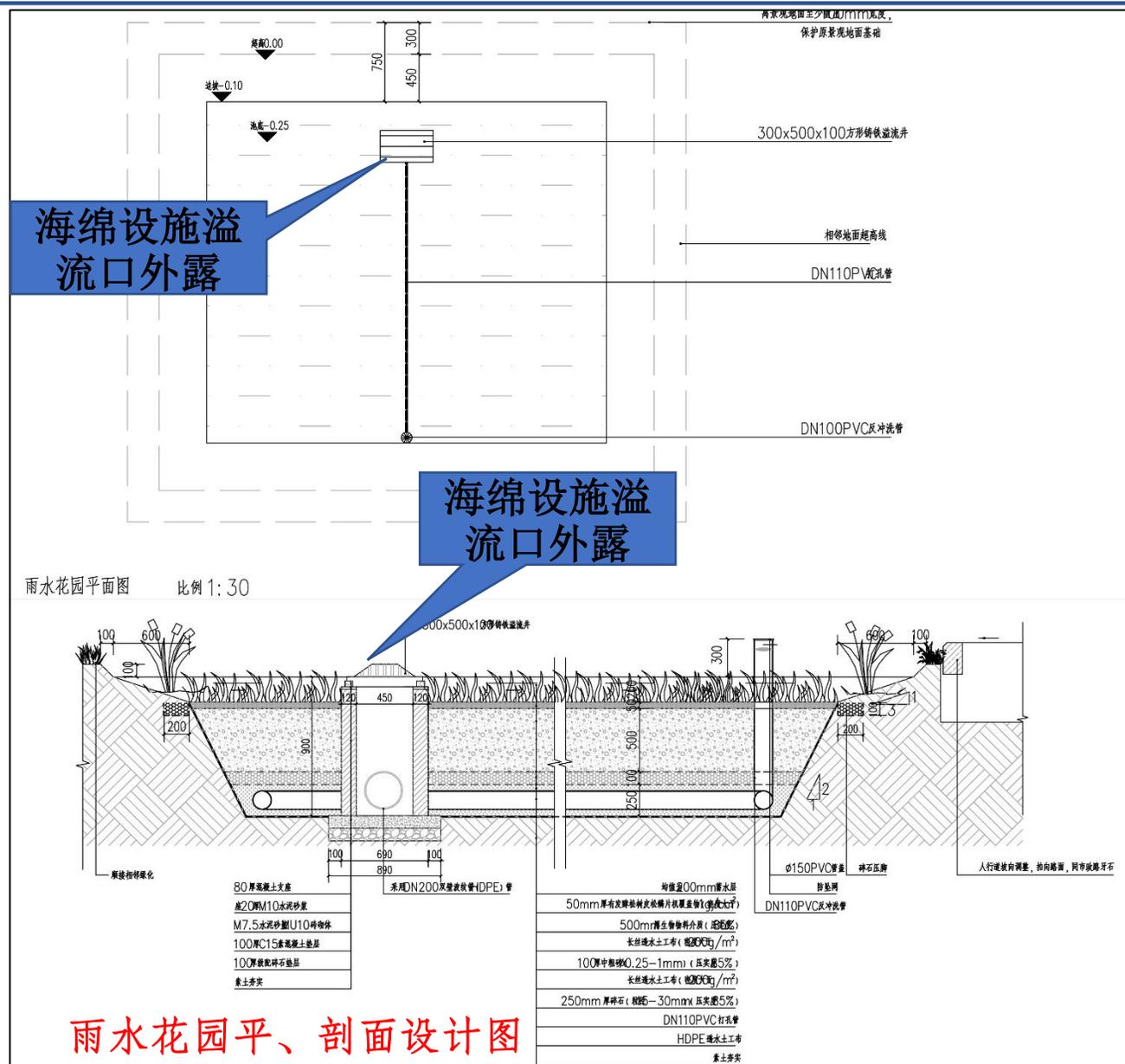


## 方案图纸-溢流口无遮挡

- 典型问题：以通湖大道（运河南堤—北京路）景观提升工程海绵城市设计施工图为例，海绵设施溢流口外露，无遮挡，美观性不足。
- 需补充：溢流雨水口周边建议采用卵石堆砌或植被遮挡。

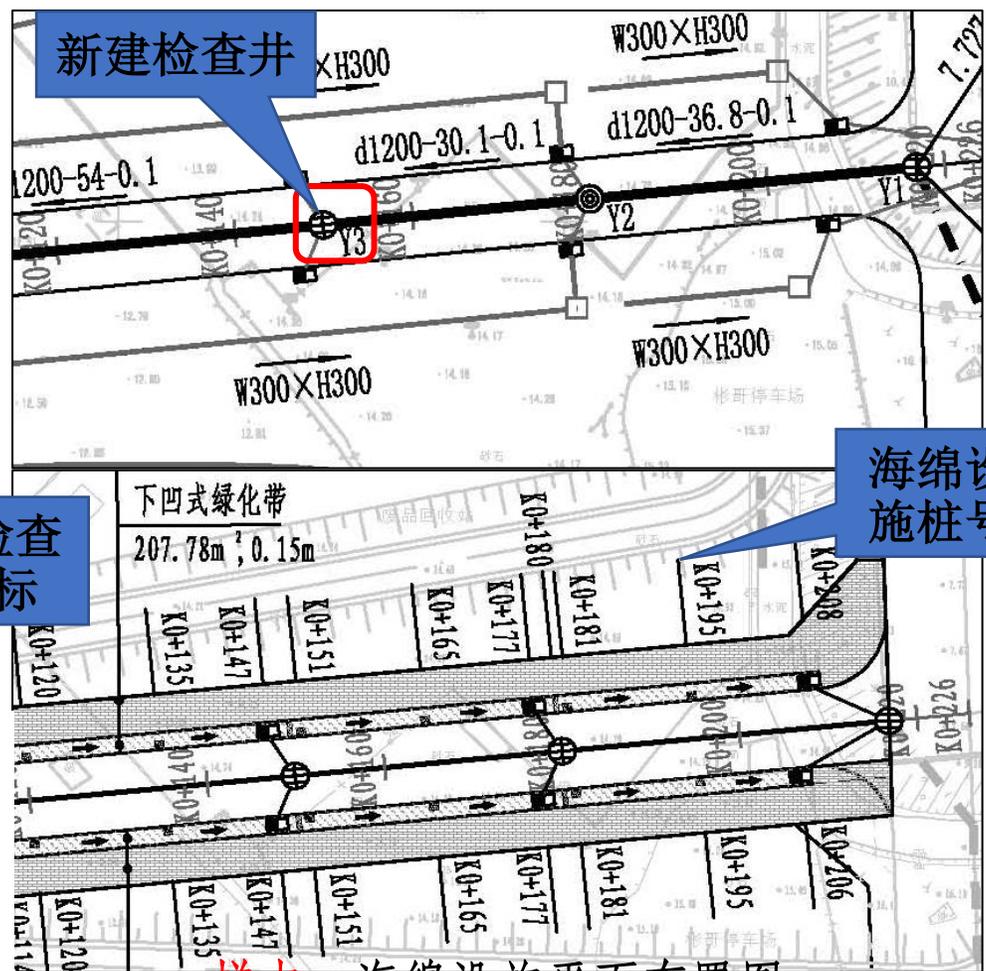
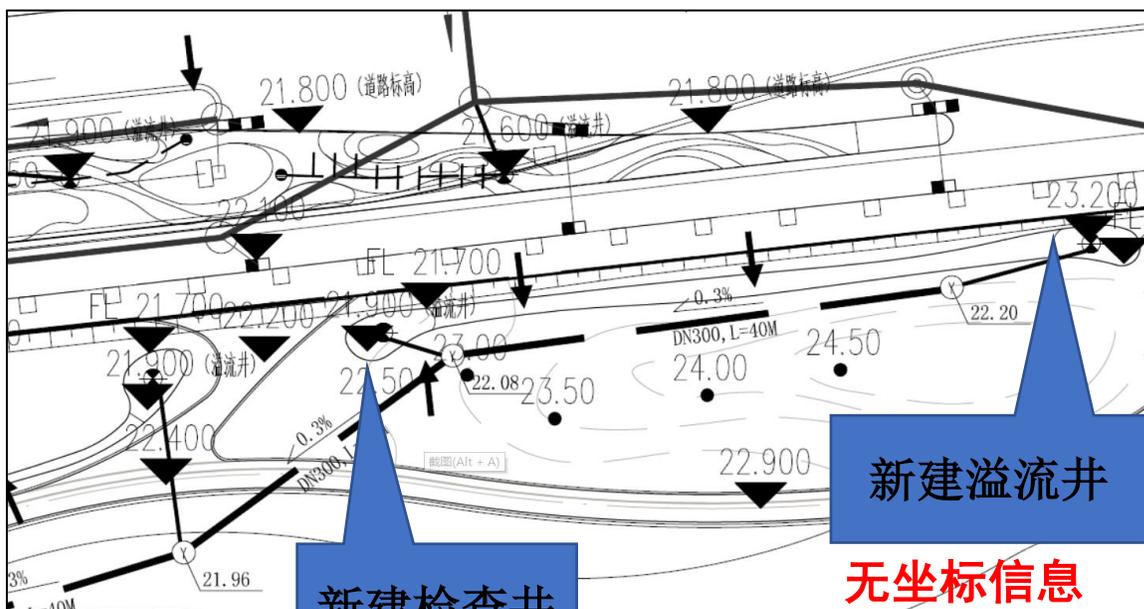


正确做法：溢流口卵石/植物外包



## 方案图纸-海绵设施坐标、桩号信息缺失

- 典型问题：排水平面图中，建议补充新建海绵设施坐标表，例如新建雨水井和溢流雨水口坐标、桩号，便于后期现场施工。



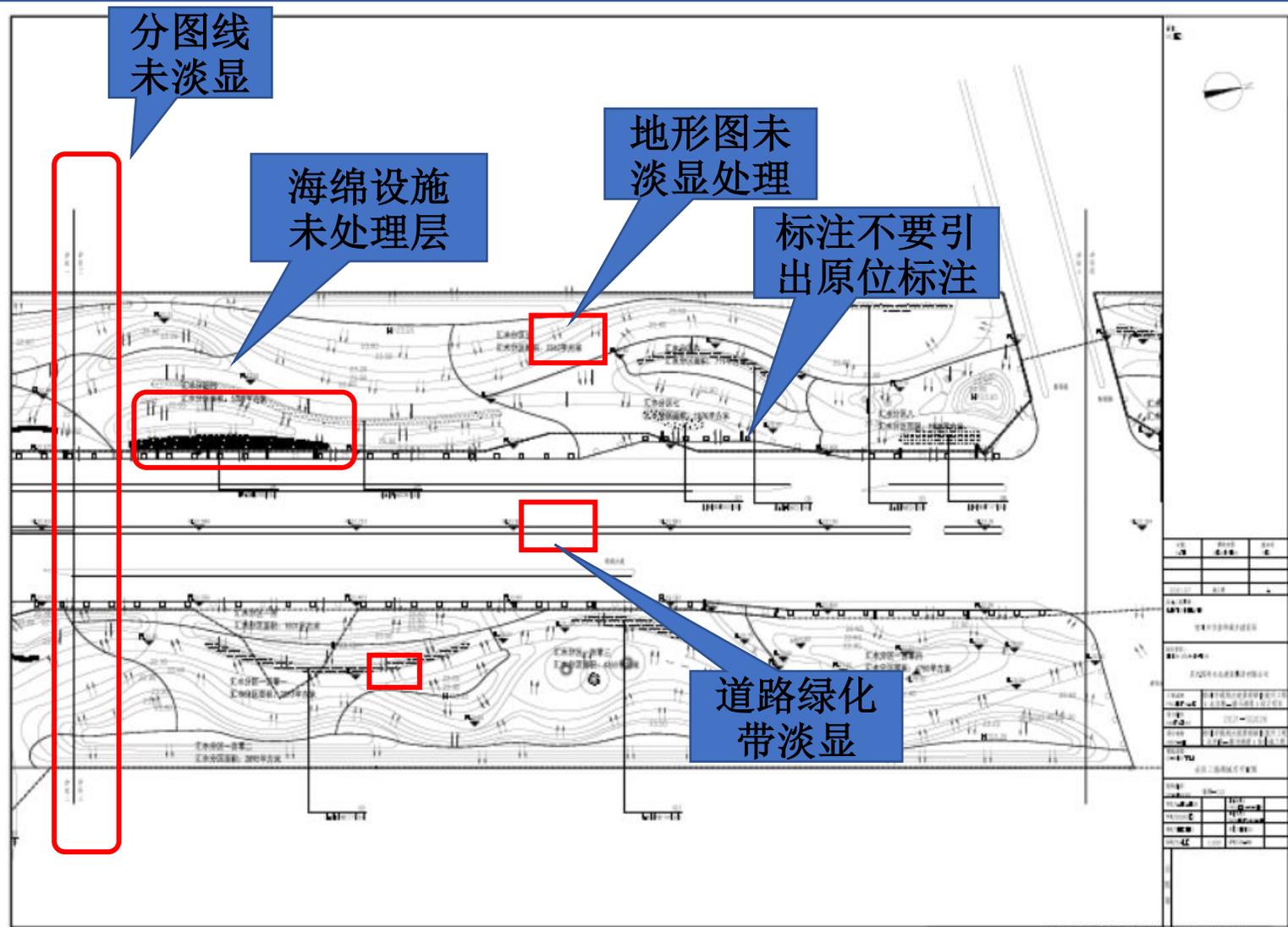
序号	X坐标	Y坐标
Y1	X= 2709255.105	Y= 451035.601
Y2	X= 2709251.571	Y= 450998.896
Y3	X= 2709248.686	Y= 450968.956
Y4	X= 2709243.516	Y= 450915.240
Y5	X= 2709240.644	Y= 450885.425
Y6	X= 2709237.747	Y= 450855.315
Y7	X= 2709236.169	Y= 450838.927

有问题海绵设施平面布置图

样本：海绵设施平面布置图

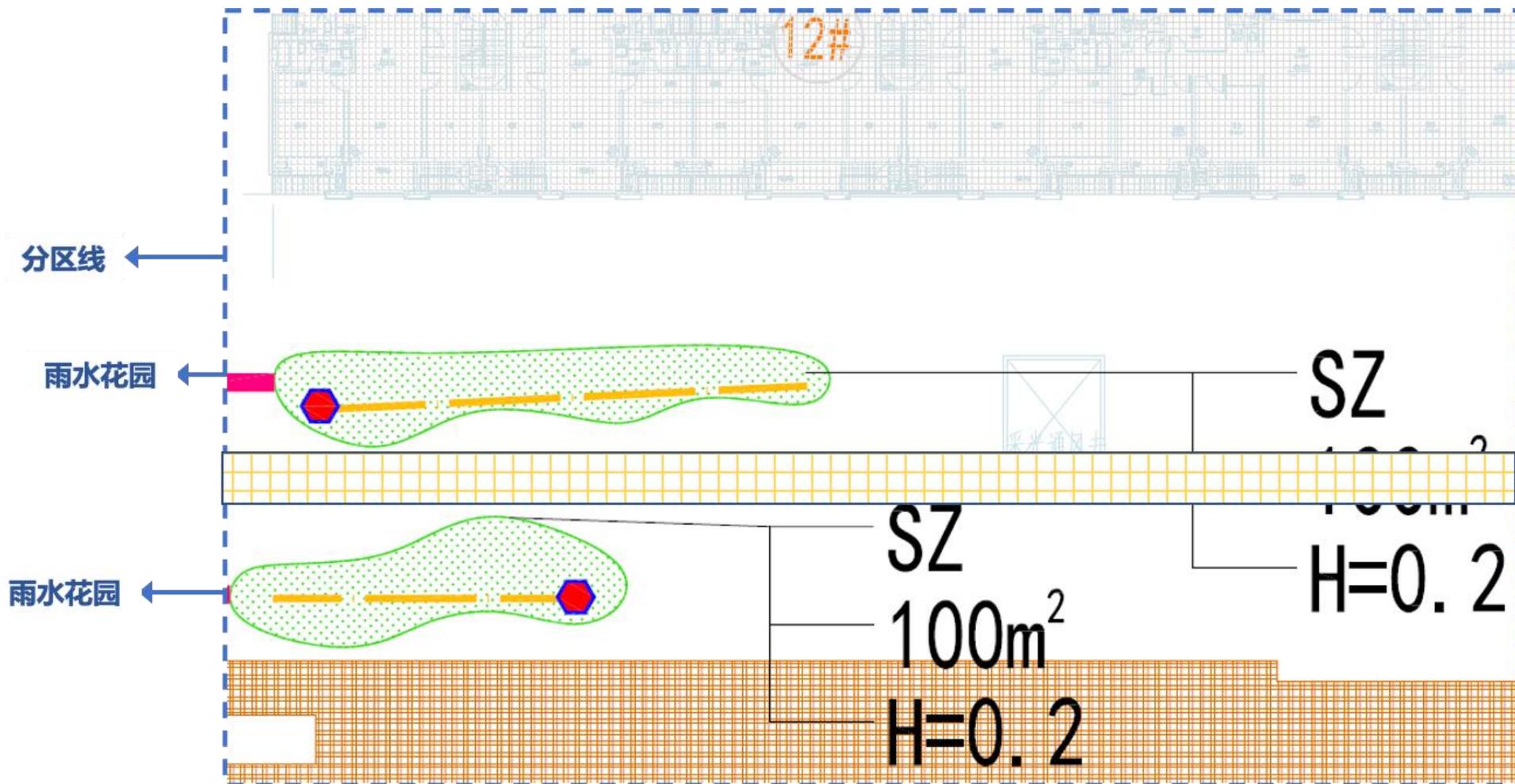
## ■ 方案图纸-图面可读性差

- 典型问题：以通湖大道（运河南堤—北京路）景观提升工程海绵城市设计施工图为例，图面杂乱无章、无主体性，图纸质量难以有效指导施工建设。
- 图面整洁性：设计单位应加强内审，提高图纸质量，使得图纸表达清晰、明确。相关道路、常规绿化应采用灰化方式表达，突出图纸主体海绵设施，并标出项目红线，优化图面整洁性。



海绵设施平面布置图

## ■ 计算书-年径流控制率核算



## ■ 计算书-年径流控制率核算

目标: 70%

实际: 71%



## ■ 计算书-年径流控制率核算

目标: 70%  
实际: 68%

分区一  
实际: 62%

分区二  
实际: 87%

分区内多个海绵设施平衡计算的结果与实际情况相差较大

雨水花园一, 100平米

雨水花园一汇水面积3000平米, 目标调蓄容积约40立方, 实际调蓄容积仅30立方, 设施规模偏小

雨水花园二, 100平米

雨水花园二汇水面积1000平米, 目标调蓄容积15立方, 实际调蓄容积达30立方, 设施规模偏大



# 1

## 海绵专项设计常见问题

### ■ 计算书-年径流控制率核算

目标: 70%

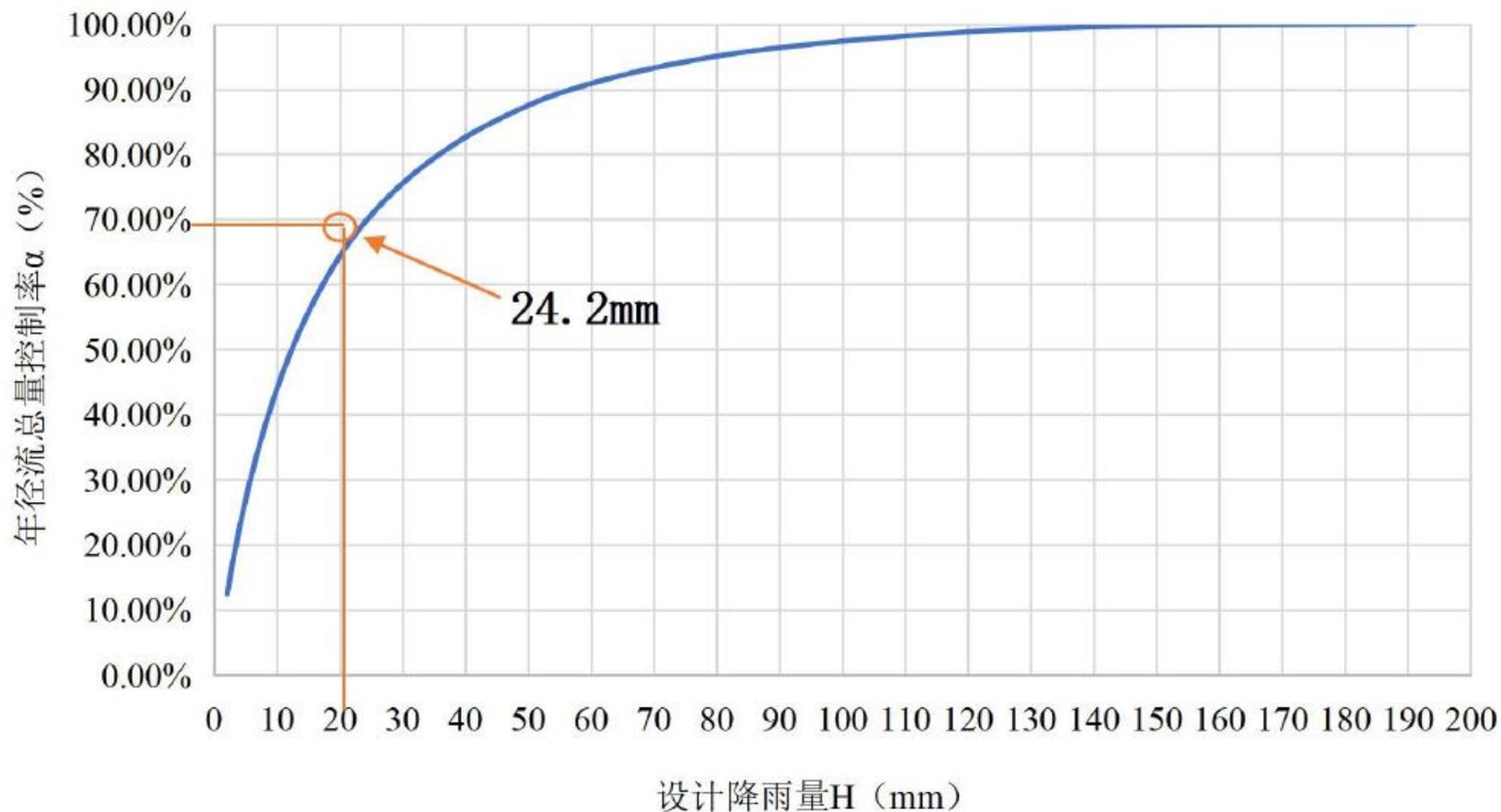
实际: 68%

分区一

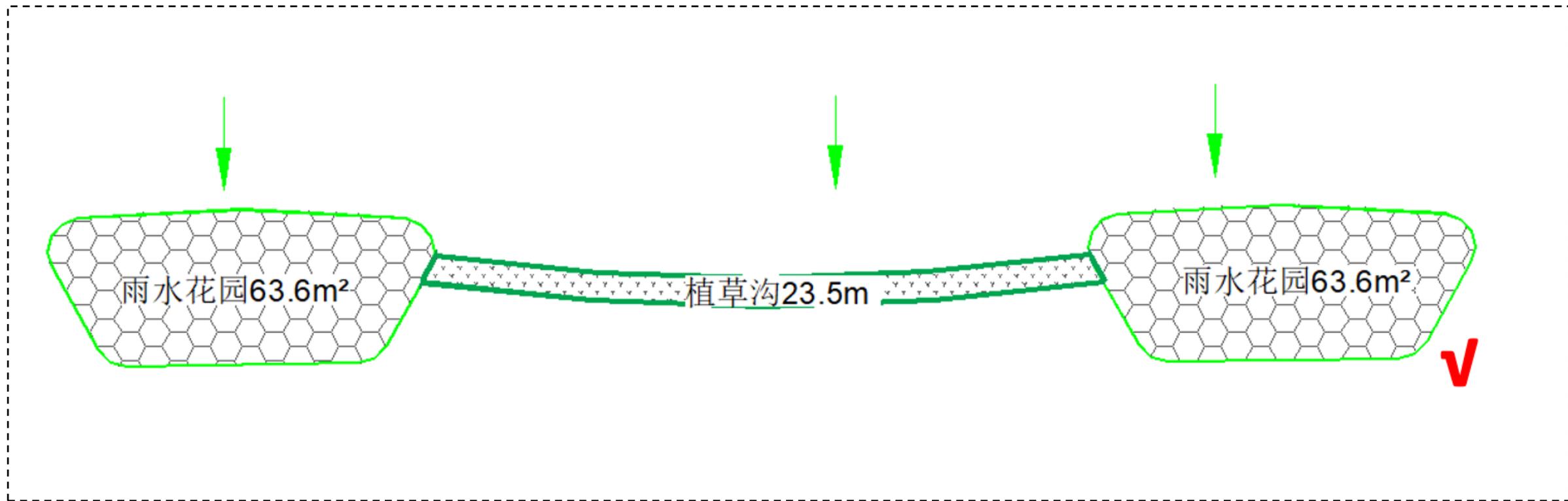
实际: 62%

分区二

实际: 87%



## ■ 计算书-年径流控制率核算



同一汇水分区内只能设置一个或多个连通的具有独立调蓄容积的海绵设施。

## ■ 计算书-面源污染去除率取值有误

- 典型问题：SS综合去除率计算中，补充说明各种海绵设施SS去除率数据来源。
- 建议措施：根据住建部的技术指南中表4-1的参考值和《导则》，结合本项目的构造做法，确定各海绵设施对各污染物的去除率。

海绵城市建设技术指南

——低影响开发雨水系统构建

住房和城乡建设部

2014年10月

表 4-1 低影响开发设施比选一览表

单项设施	功能				控制目标			处置方式		经济性		污染物去除率 (以SS计, %)	景观效果	
	集蓄利用雨水	补充地下水	削减峰值流量	净化雨水	径流总量	径流峰值	径流污染	分散	相对集中	建造费用	维护费用			
透水砖铺装	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	80-90	—
透水水泥混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90	—
透水沥青混凝土	○	○	◎	◎	○	◎	◎	◎	√	—	高	中	80-90	—
绿色屋顶	○	○	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	高	中	70-80	好
下沉式绿地	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	—	一般
简易型生物滞留设施	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	低	低	—	好
复杂型生物滞留设施	○	●	◎	●	○	●	◎	●	√	—	中	低	70-95	好
渗水器	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	—	中	中	70-80	一般
渗井	○	●	◎	◎	○	●	◎	◎	√	√	低	低	—	—
湿塘	●	○	●	◎	○	●	●	◎	—	√	高	中	50-80	好

《海绵城市建设指南》表4.1

(14) LID 设施对 SS 综合去除率<sup>←</sup>

LID 设施对 SS 综合去除率<sup>←</sup>

$$= (155847.00 \times 80.00\% + 250576.00 \times 90.00\% + 229272.00 \times 90.00\% + 274028.00 \times 0.00\% + 135928.00 \times 0.00\% + 387829.00 \times 70.00\% + 19122.00 \times 90.00\%) \div$$

$$(155847.00 + 250576.00 + 229272.00 + 274028.00 + 135928.00 + 387829.00 + 19122.00)$$

$$\times 100\% = 58.19\%<sup>←</sup>$$

去除率数据来源不明

北京路海绵施工图计算书

## ■ 计算书-海绵设施渗透时间未复核

- 典型问题：补充海绵设施渗透时间计算。
- 建议措施：根据住建部的技术指南中公式4-4，计算海绵渗透时间。并结合当地土质、植被等情况，判定海绵设施渗透时间**是否超时**。

(2) 渗透设施渗透量按式(4-4)进行计算

$$W_p = KJA_s t_s \quad (4-4)$$

式中： $W_p$ ——渗透量， $m^3$ ；

$K$ ——土壤（原土）渗透系数， $m/s$ ；

$J$ ——水力坡降，一般可取 $J=1$ ；

$A_s$ ——有效渗透面积， $m^2$ ；

$t_s$ ——渗透时间， $s$ ，指降雨过程中设施的渗透历时

《海绵城市建设指南》公式4-4



### 3 生物滞留设施、下沉式绿地、渗透塘

- (1) 应及时补种修剪植物、清除杂草；
- (2) 进水口不能有效收集汇水面径流雨水时，应加大进水口规模或进行局部下凹等；
- (6) 边坡出现坍塌时，应进行加固；
- (7) 由于坡度导致调蓄空间调蓄能力不足时，应增设挡水堰或抬高挡水堰、溢流口高程；
- (8) 当调蓄空间雨水的排空时间超过 36 h 时，应及时置换树皮覆盖层或表层种植土；
- (9) 出水水质不符合设计要求时应换填填料。

《海绵城市建设指南》P58

## ■ 计算书-新建雨水管道过流能力

- 典型问题：新建雨水管道过流能力复核
- 建议措施：根据当地暴雨强度公式，计算出新建雨水管道**收水设计流量**，并通过管道管径等数据，计算出管道**过流流量**（满流情况），并比较两者大小。

根据《宿迁市中心城市排水规划修编（2014-2030）》，雨量计算采用最新的宿迁市暴雨强度公式，即：

$$q = \frac{7837.31(1 + 0.7023t^{0.1551} \lg T)}{(t + 26.36)^{0.999}} \quad (1/s \cdot ha)$$

式中：

q——暴雨强度 (1/s · ha)

T——设计重现期 (a)

t——设计降雨历时 (min),  $t=t_1+t_2$

$t_1$ ——地面积水时间，一般采用8~15 (min)；

$t_2$ ——管渠内雨水流行时间 (min)

暴雨强度公式

## ■ 计算书-路缘石、雨水口过流能力未复核

- 典型问题：补充开口路缘石和新建雨水口过流能力复核
- 建议措施：根据当地暴雨强度公式，计算出新建雨水口收水设计流量，并通过管径或图集，得到雨水口过流流量，并比较两者大小。若雨水口过流流量较小，则需要加密布置雨水口。

雨水口型式		过流量 (L/s)
平算式雨水口 偏沟式雨水口	单算	20
	双算	35
	多算	15 (每算)
联合式雨水口	单算	30
	双算	50
	多算	20 (每算)
立算式雨水口	单算	15
	双算	25
	多算	10 (每算)

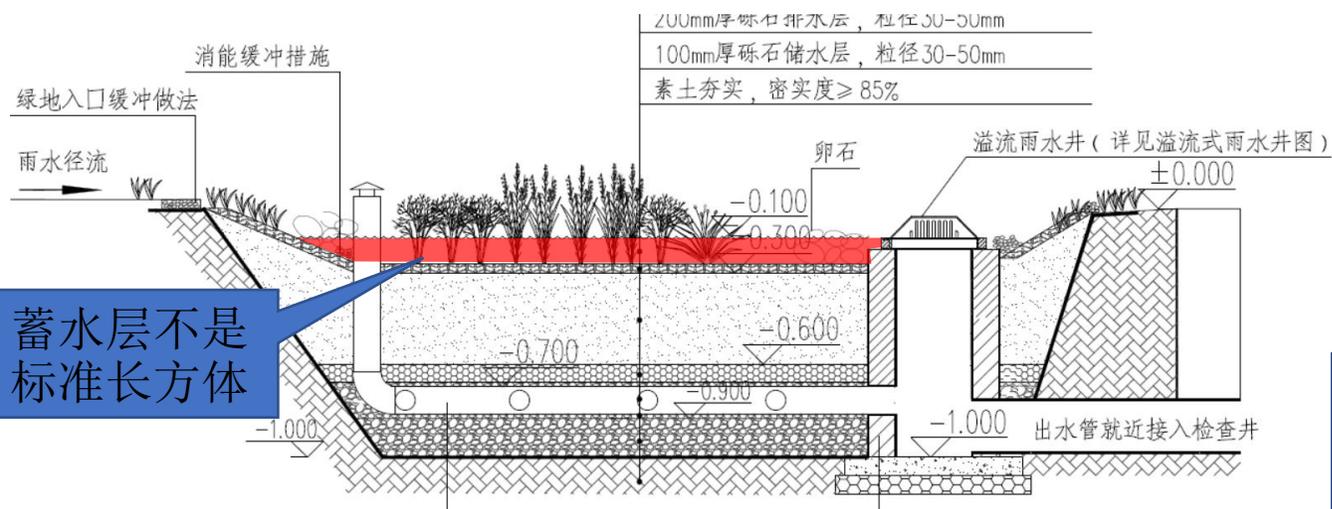
《雨水口》(16S518)

5.7.2 雨水口和雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的1.5倍~3.0倍。

《室外排水设计标准》(GB 50014-2021)

## ■ 计算书-实际控制容积计算有误

- 典型问题：实际控制容积计算中，建议考虑折减系数。
- 建议措施：根据海绵设施周边实际情况（如下凹深度、放坡比例、路灯/标识牌密度、植被种类等因素），综合分析后，在计算中增加折减系数。



放坡式雨水花园

蓄水层不是标准长方体

海绵设施面积

有效蓄水深度

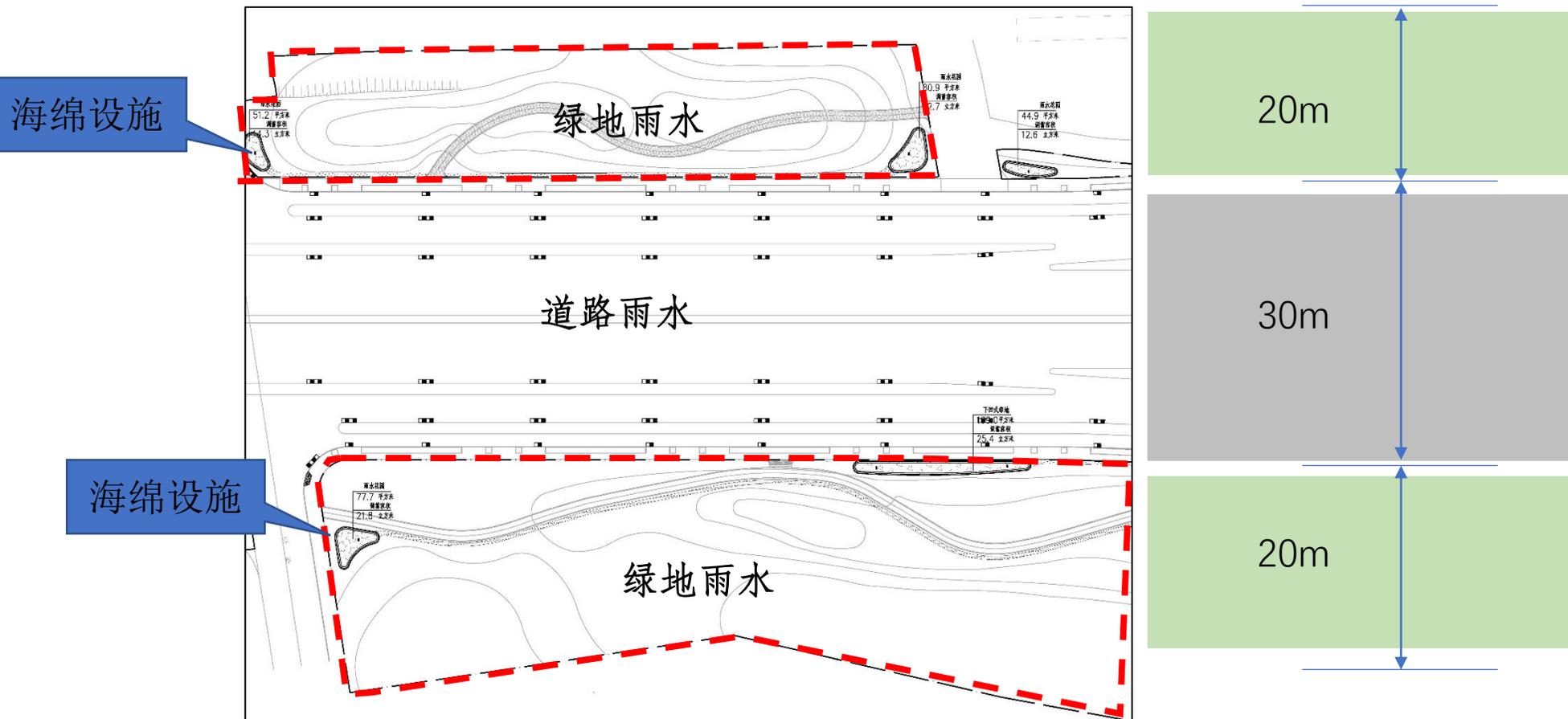
未考虑折减系数  
(植物吸收等损耗, 小于1)

(9) 实际控制容积

$$\text{实际控制容积(m}^3\text{)} = 32758 \times 0.2 + 26472 \times 0.15 + 2349 \times 0.15 + 5808 \times 0.15 + 3037 \times 0.2 + 52642 \times 0.15 = 20249.65 \text{m}^3$$

## ■ 分项实施、缺少统筹

道路海绵类工程项目仅考虑两侧绿地雨水，未考虑市政道路雨水收集及处理，海绵设施缺乏必要性，应将道路汇水统一纳入项目工程设计方案考虑。



# 目录

**01 海绵设计常见问题**

---

**02 海绵专项设计要点**

---

**03 海绵设计专业配合**

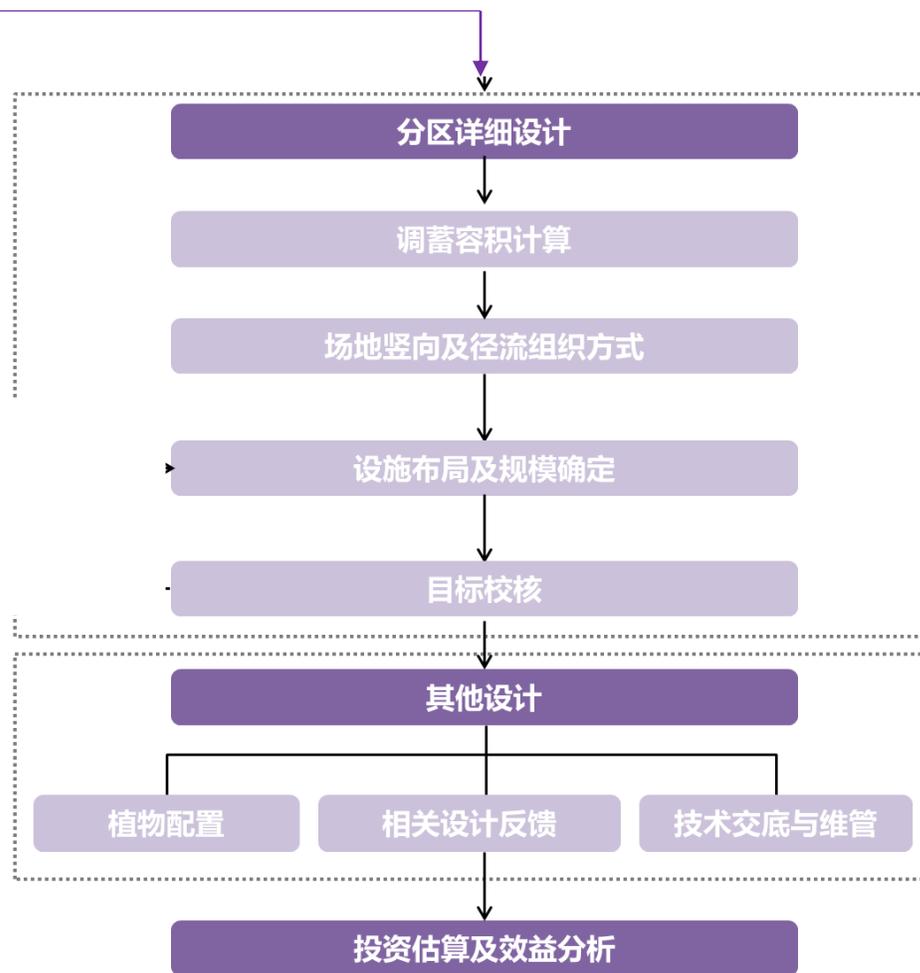
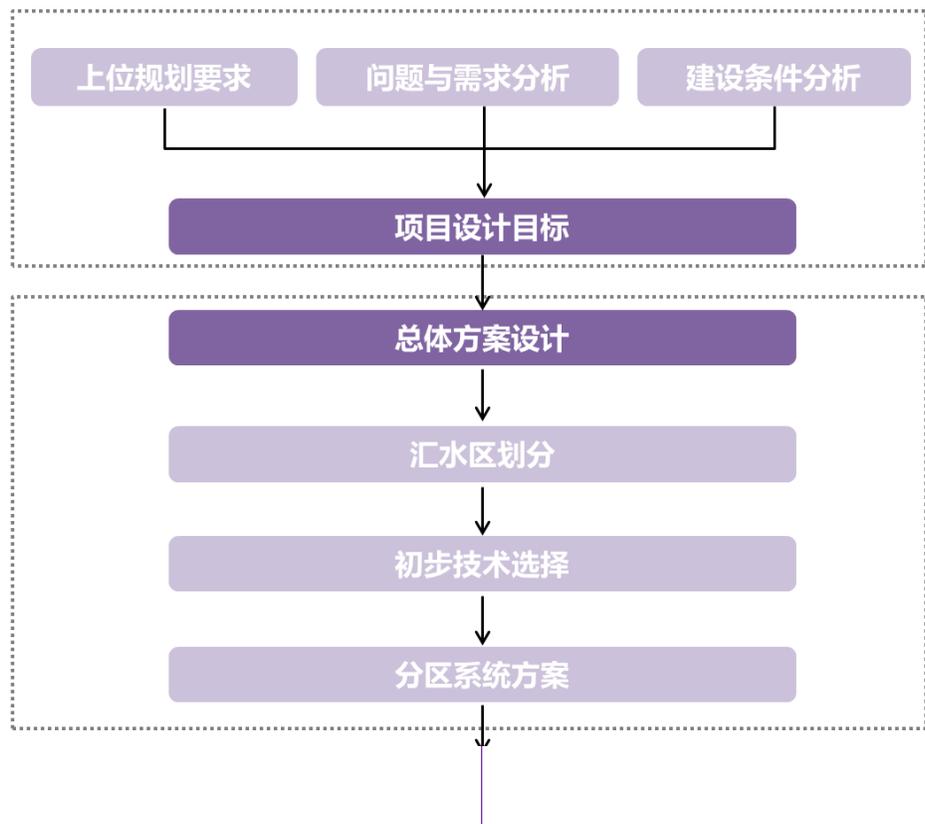
---

**04 海绵施工常见问题**

---

**05 案例分享**

---



## 做好三个分析

下垫面分析

竖向分析

排水管网分析

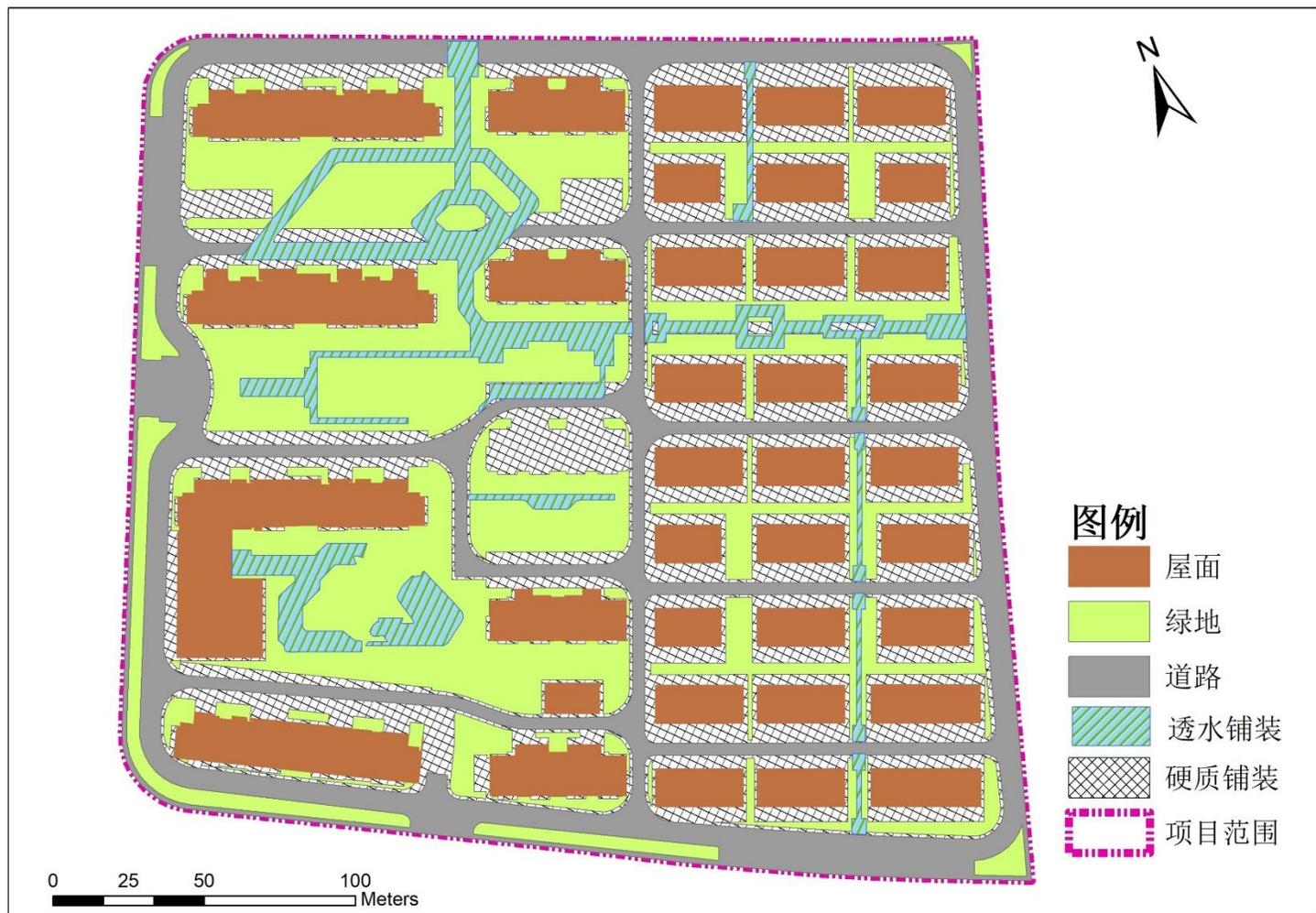


## 画好两张图

径流路径组织和  
竖向控制图

系统断面图

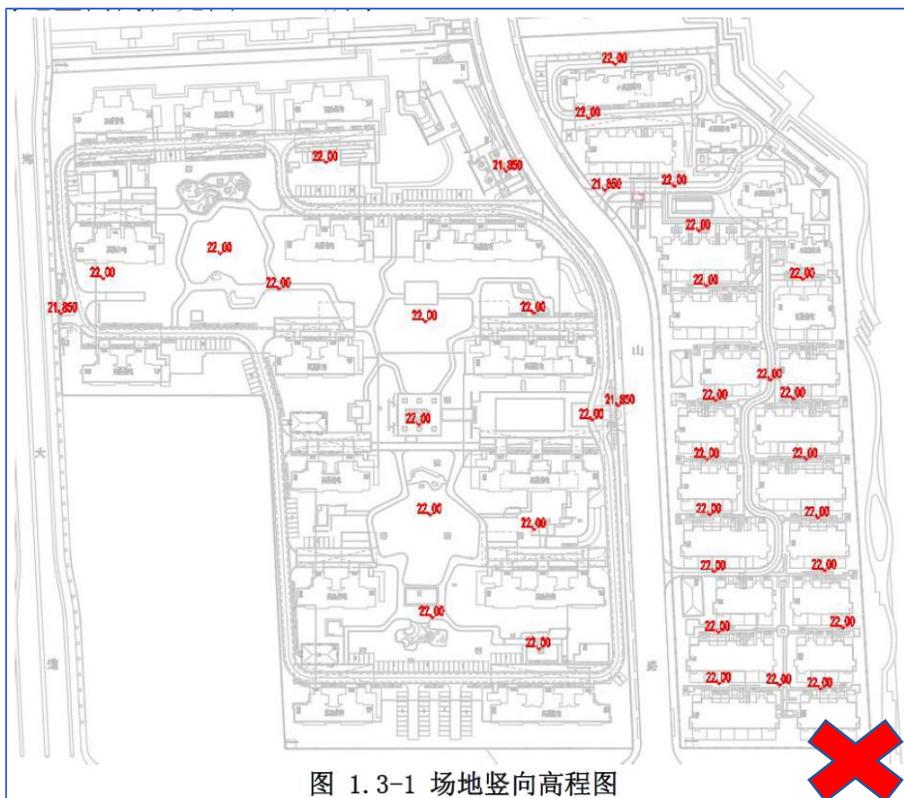
## ➤ 下垫面分析



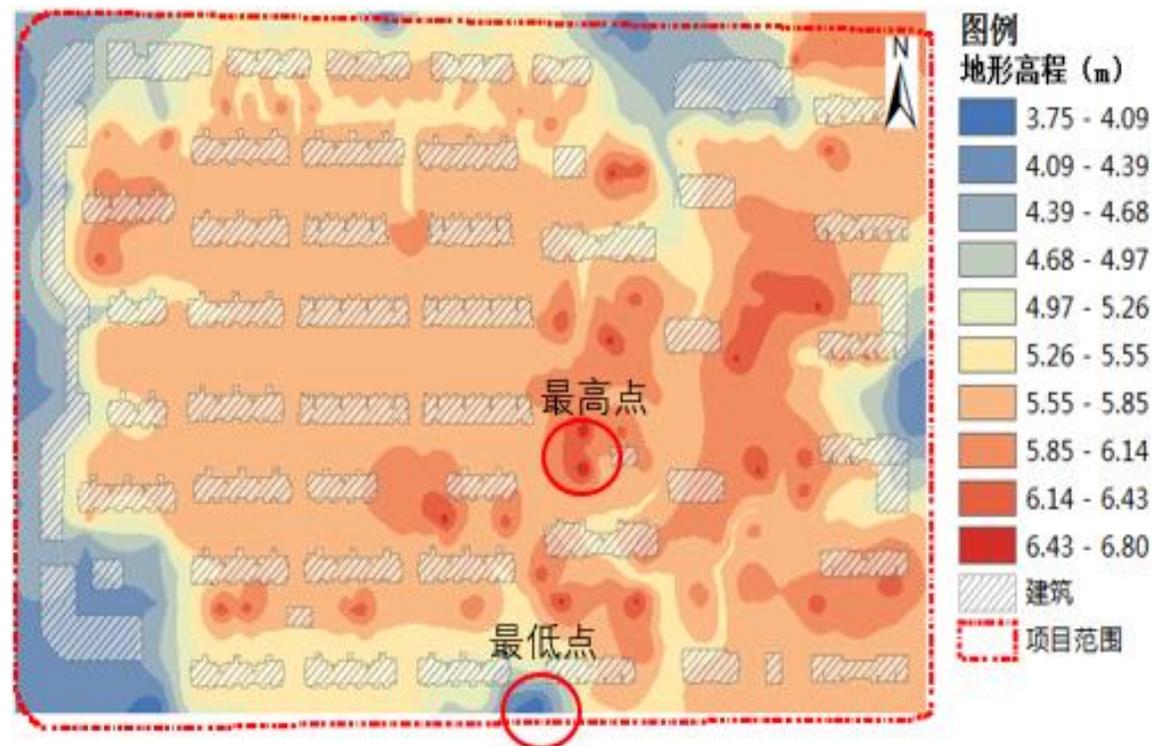
(1) 为海绵设施选型提供依据

(2) 估算设施规模

## ➤ 竖向分析

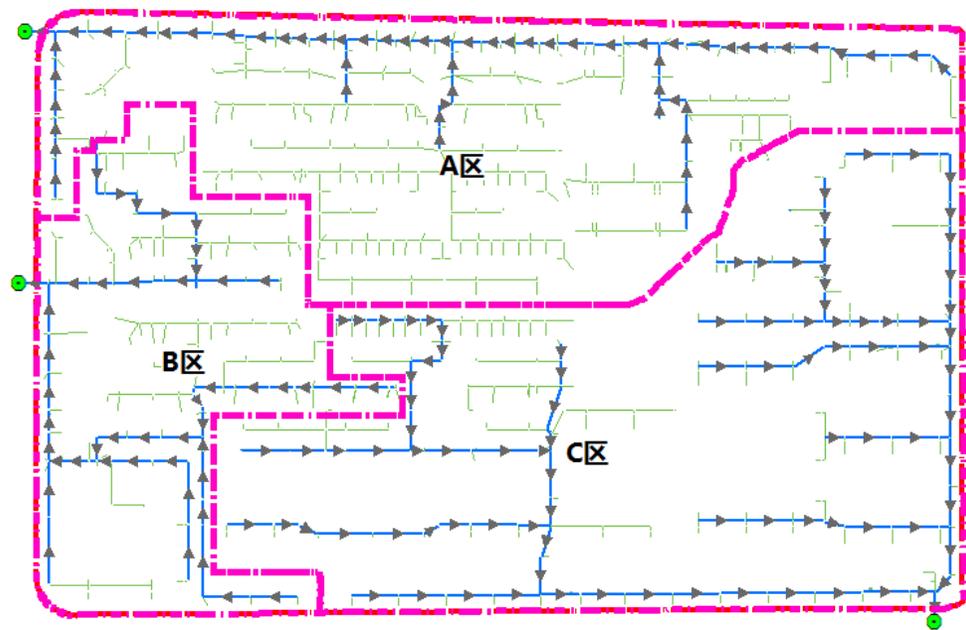


地势走向不明确，无法识别地势低洼点

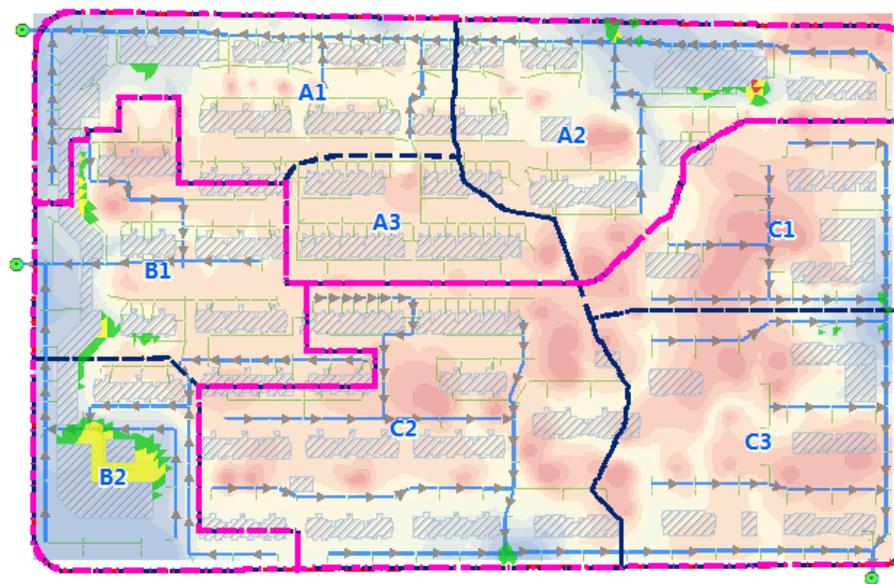
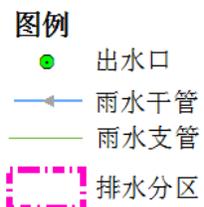


- (1) 分析地块整体地势走向
- (2) 为海绵设施布局提供依据

## 排水管网分析



排水分区



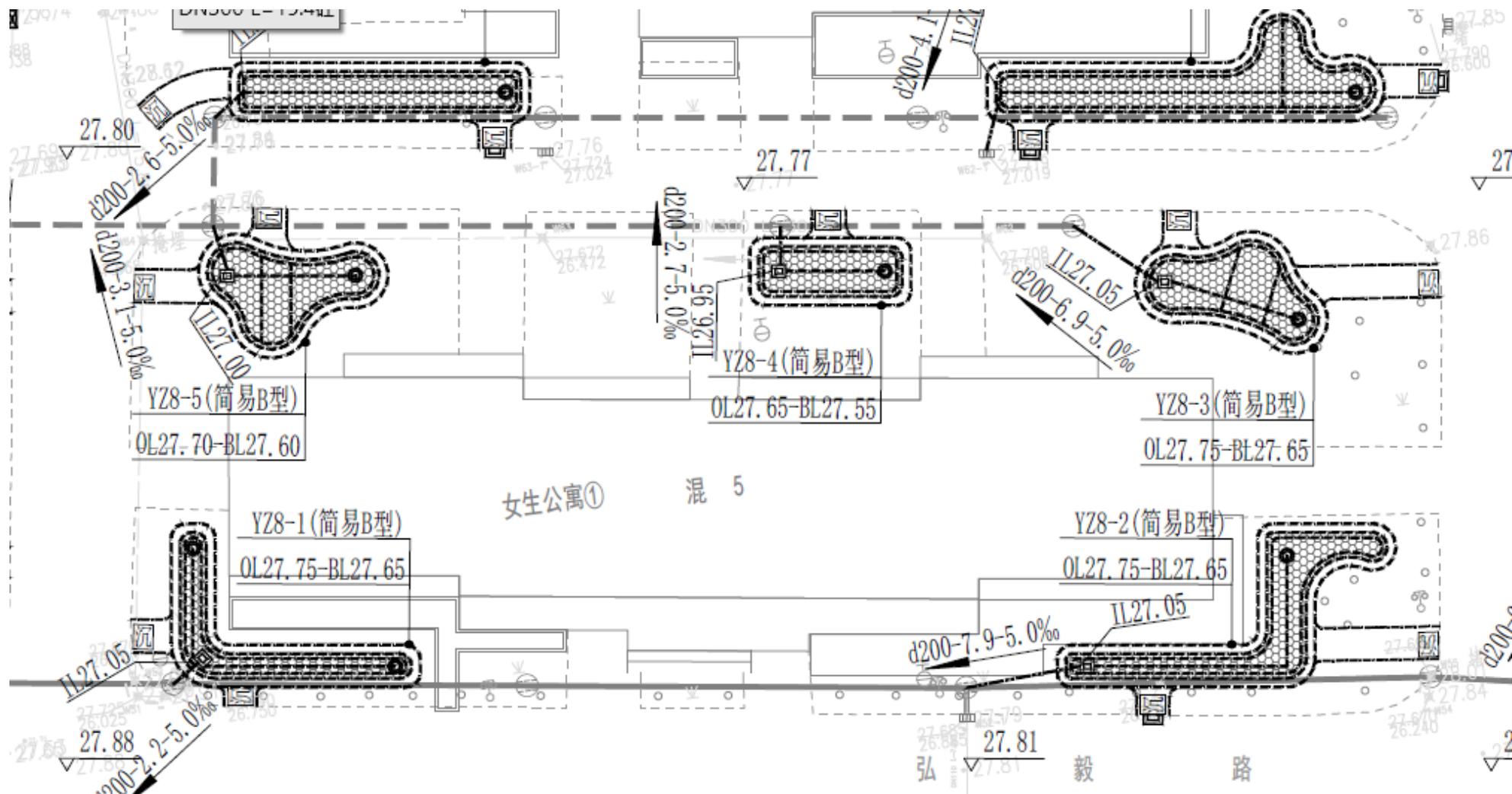
子汇水区



(1) 细化径流路径

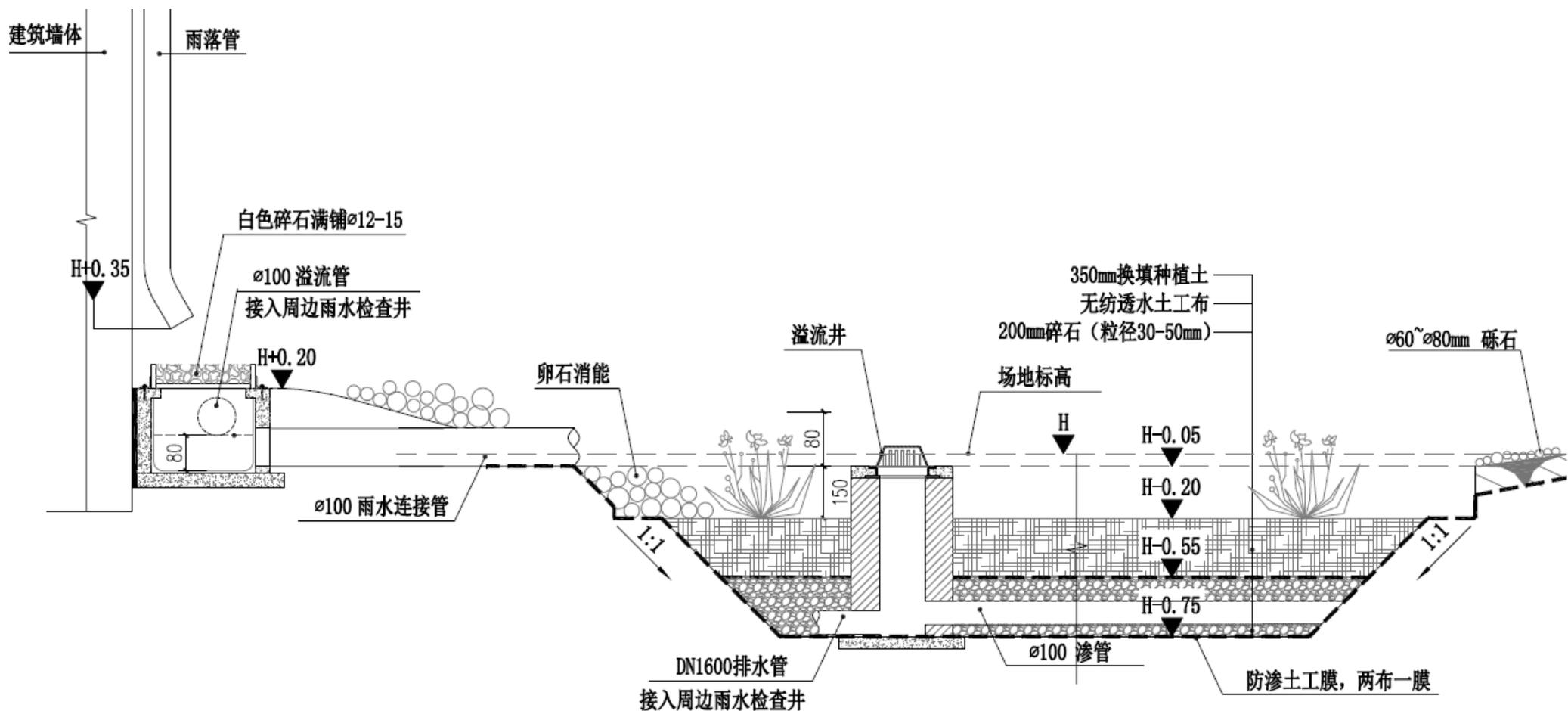
(2) 进行指标校核

### 径流路径组织和竖向控制图



不够直观，辨识度低，无法有效指导施工

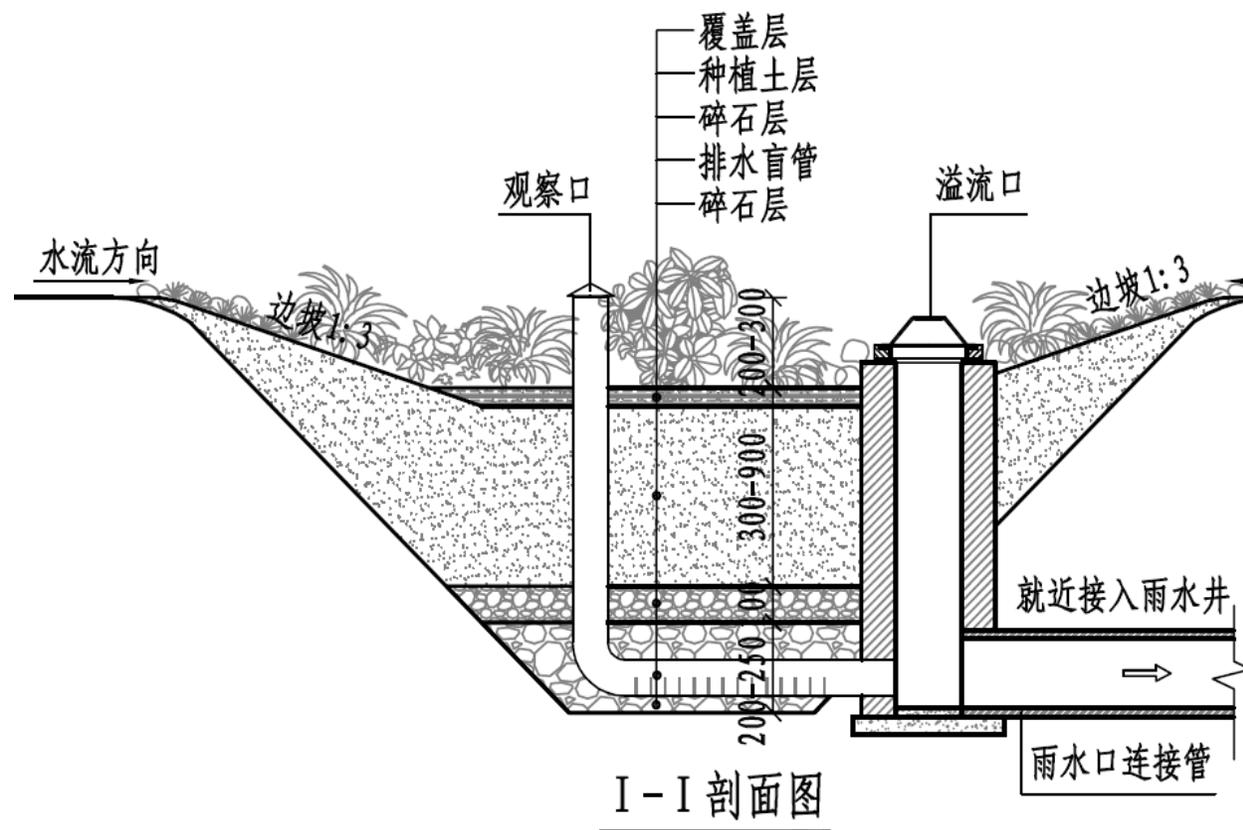
### 系统断面图



断面图



要不要换土？ 要不要防渗？ 要不要土工布？



## 一布一膜一土

种植土



土工布



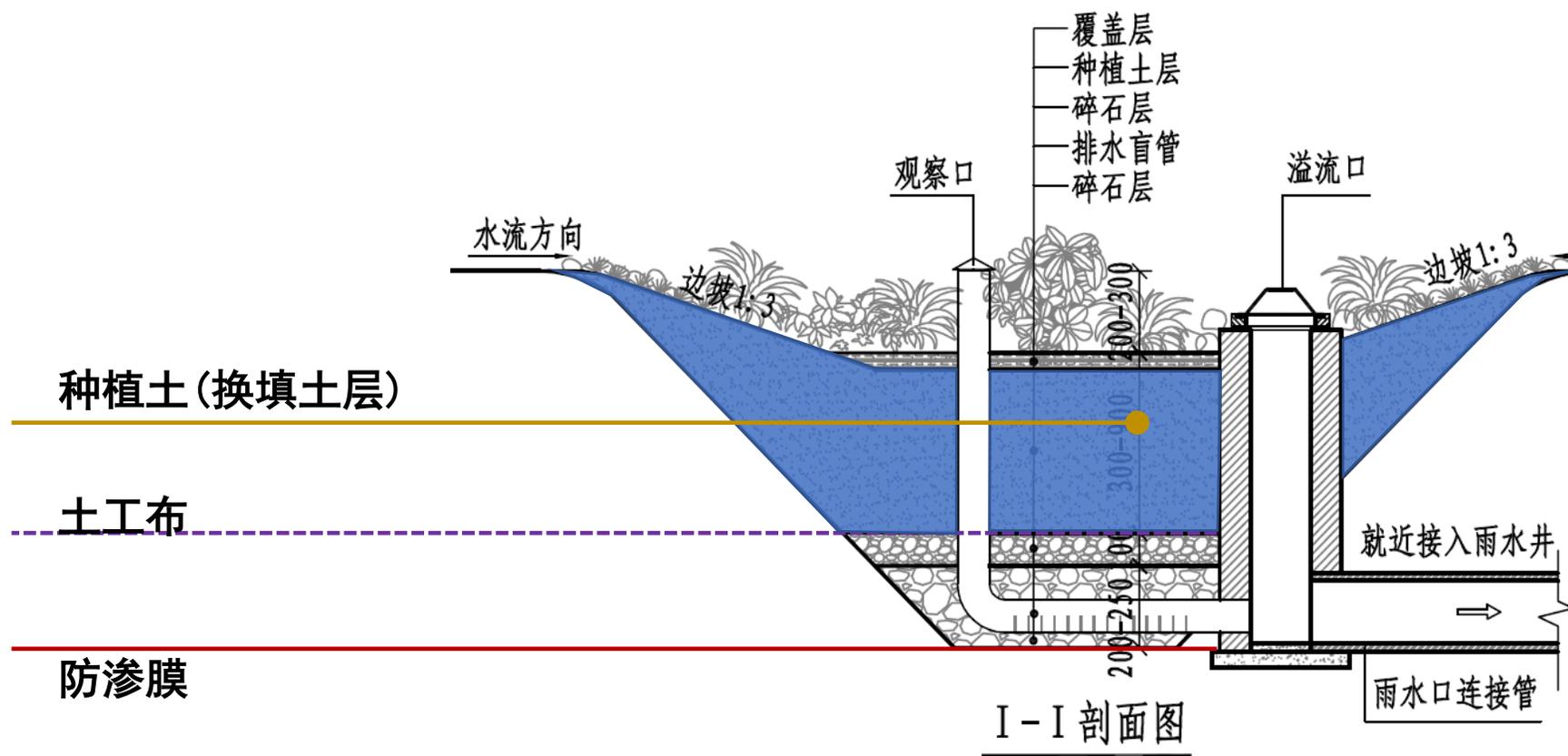
防渗膜



种植土：结构疏松、通气，保水、保肥能力强，适合植物生长的土。

土工布：合成纤维制作而成，纤维之间存在间隙，其透水性好。

防渗膜：材质为聚乙烯，防渗系数高。



## ■ 要不要防渗

## 江苏省雨水花园建设与运行维护指南

## 2) 特殊设计

① 地下水位埋深浅的区域，雨水花园底部应采取防渗措施，如铺设防渗膜等，防止地下水进入雨水花园，同时可适当放大溢流管管径。

2) 现状土壤渗透性能差的区域，不宜直接采用原状土作为种植土和填料，应采取改良措施后使用；也可直接换土，使种植土层和人工填料层保持较高的渗透性能。

② 若雨水花园边缘距离建筑物、构筑物或道路基础不足 3 米且无法避让时，应在雨水花园靠近建筑物、构筑物或道路基础侧敷设防渗膜，防渗膜下部埋深不应小于雨水花园结构层底部埋深。

4) 若选用的种植土层渗透性能较好（渗透系数大于 10 毫米/小时），且地下水埋深超过 1.5 米，或在雨水花园结构层底部已经设置防水、排水设施（如地下室、地下车库的顶板），在满足设计目标的基本前提下，可采用简易型雨水花园形式，取消人工填料层及以下结构层设施，但仍需设置溢流设施。

5) 在盐碱地区，宜采用挖沟降盐、设防渗膜等措施破坏土壤毛细结构，改善盐碱地的物理性质，必要时可采取局部更换种植土；优先选择耐盐碱的植物，宜选择乡土树种，以提高成活率。

## 海绵城市建设技术指南

## ——低影响开发雨水系统构建

（试行）

**适用性** 生物滞留设施主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以及城市道路绿化带等城市绿地内。

③ 对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1 m 及距离建筑物基础小于 3 m（水平距离）的区域，可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。

**优缺点** 生物滞留设施形式多样、适用区域广、易与景观结合，径流控制效果好，建设费用与维护费用较低；但地下水位与岩石层较高、土壤渗透性能差、地形较陡的地区，应采取必要的换土、防渗、设置阶梯等措施避免次生灾害的发生，将增加建设费用。

## 防渗：

- 1、地下水位高，——避免地下水回灌；
- 2、距离建筑物/顶板近，——避免影响地基稳定；
- 3、径流污染严重，——避免污染地下水。

## ■ 要不要换土

# 生物滞留设施编制说明

填土层)、碎石层。各层应满足以下要求:

(1) 蓄水层深度应根据植物耐淹性能、土壤渗透性能、雨水停留时间来确定,宜为100mm-200mm,并应设100mm的超高(高位花坛可无超高);

(2) 覆盖层位于土壤表层,厚度为50mm-75mm,可采用有机或无机覆盖料;

(3) 种植土(换填土)层厚度根据实施条件、植物类型等综合确定,宜为300mm-900mm,种植土稳定渗透速率不小于36mm/h,换填土稳定渗透速率不小于70mm/h,不得含有如杂草种子、土、树根等其他杂质;

(4) 碎石层厚度宜为300mm-350mm,分为两层:上层碎石粒径5mm-10mm,厚100mm,下层碎石粒径30mm-50mm,厚200mm-250mm。若碎石层底部原状土渗透系数小于36mm/h,则需要在碎石层中设置盲管排水,盲管管底距离底部50mm-100mm。

(5) 生物滞留设施内应设置溢流设施,可采用溢流雨水口、溢流检查井、微型溢流口、溢流堰等,溢流设施溢流口宜低于汇水面100mm。溢流设施附近应设置堆石保护,粒径宜为30mm-100mm,防止树叶等杂物堵塞溢流口。

(6) 排水盲管应设观察口,观察口顶面高度高于溢流水位150mm,观察口立管部分不得开孔且安装时应垂直于底面。

### 3.2 主要材料要求

主要材料包括盲管、碎石和换填土等,必须正确配制和施工,从而保证其发挥设计功能。

#### 3.2.1 排水盲管

为了强化生物滞留设施的排水能力,碎石层中需设置排水盲管。盲管可采用软式透水管或HDPE开槽管,采用软式透水管时性能及力学要求需符合《软式透水管》(JC937-2004);采用高密度聚乙烯(HDPE)开槽管时同透水铺装内盲管要求,详见本图集第8页。

#### 3.2.2 碎石

碎石样本和粒度分布结果应送检以验证其粒径分布(PSD)是否符合设计要求。

#### 3.2.3 种植土

海绵设施中的种植土优先选用原始土壤,原始土壤需满足渗透速率 > 36mm/h,有机质含量1.2%-8%,pH6-8,阳离子交换能力 > 5meq/100g,否则应换填土壤。

#### 3.2.4 换填土

换填土应由一定比例的砂和种植土拌和而成,其稳渗速率在70mm/h-100mm/h之间,有机质含量2.5%-3.5%,pH6-8。砂含量不宜小于50%。

若利用原始土壤,必须在工地周边不受干扰的地方进行晾晒处理,干燥后的土壤在混拌装置中打碎、混拌均匀。

沙土土壤颗粒大，颗粒间空隙大，保水保肥能力差，养分易流失，植物不易吸收水分。



## 《江苏省雨水花园建设与运行维护指南》

种植土层：种植土层位于覆盖层以下，通过土壤的过滤作用、植物根系的吸附作用以及微生物的降解作用削减雨水径流中的污染物。如原状土渗透性能较好（渗透系数大于10毫米/小时）且有机质含量较高（含量不小于2%），可采用原状土作为种植土层；如原状土不能满足要求，可对原状土进行改良或直接换土。

改良后或更换过的种植土主要成分和含量可参考如下：砂子含量为60%~75%，有机成分含量为2%~8%，黏土含量不宜超过20%。

种植土层厚度由植物类型确定，当采用草本植物时不宜小于250毫米，当采用灌木时不宜小于650毫米。

种植土：

- 1、渗透性太差；——地表积水，影响植物生长，滋生蚊蝇、散发异味；
- 2、渗透性太好；——保水保肥能力差，植物长势差，维护成本高。



种植土

《中国土壤》

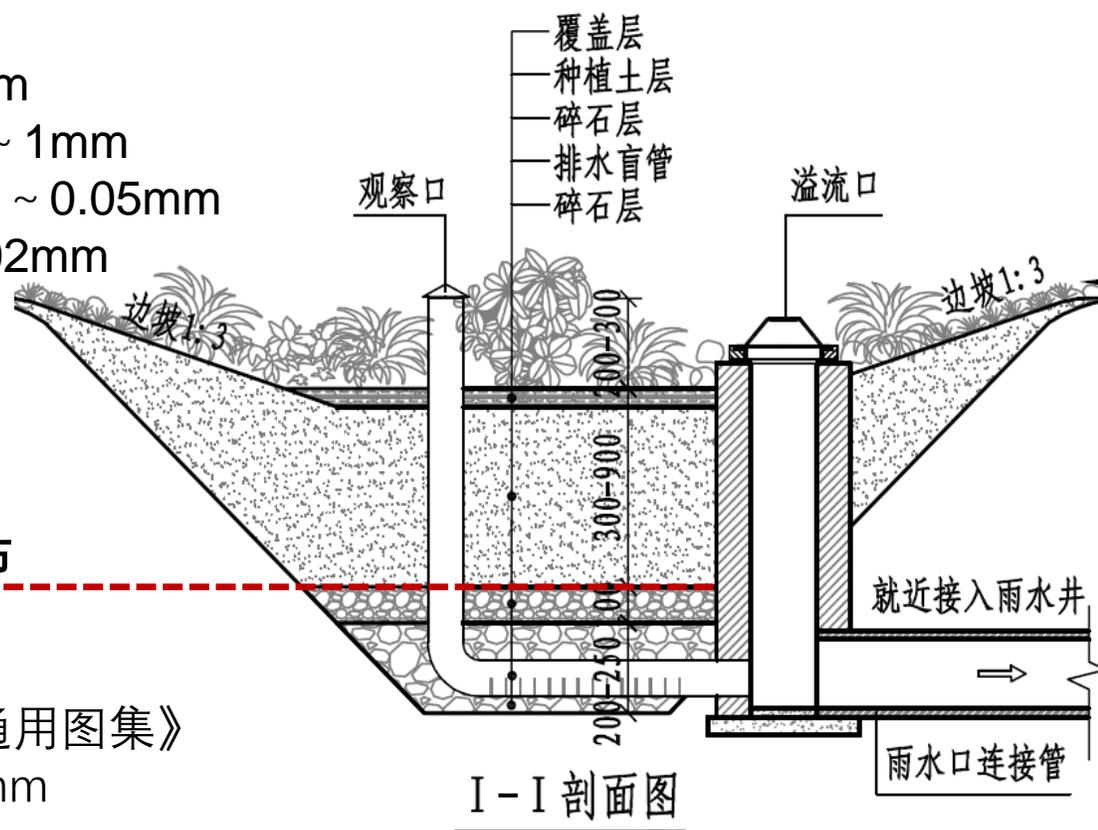
石砾粒径:  $>1\text{ mm}$ 砂粒粒径:  $0.05 \sim 1\text{ mm}$ 粉粒粒径:  $0.002 \sim 0.05\text{ mm}$ 黏粒粒径:  $<0.002\text{ mm}$ 

碎石层

《海绵城市设施通用图集》

上层: 粒径 $5\text{--}10\text{ mm}$ 下层: 粒径 $30\text{--}50\text{ mm}$ 

土工布

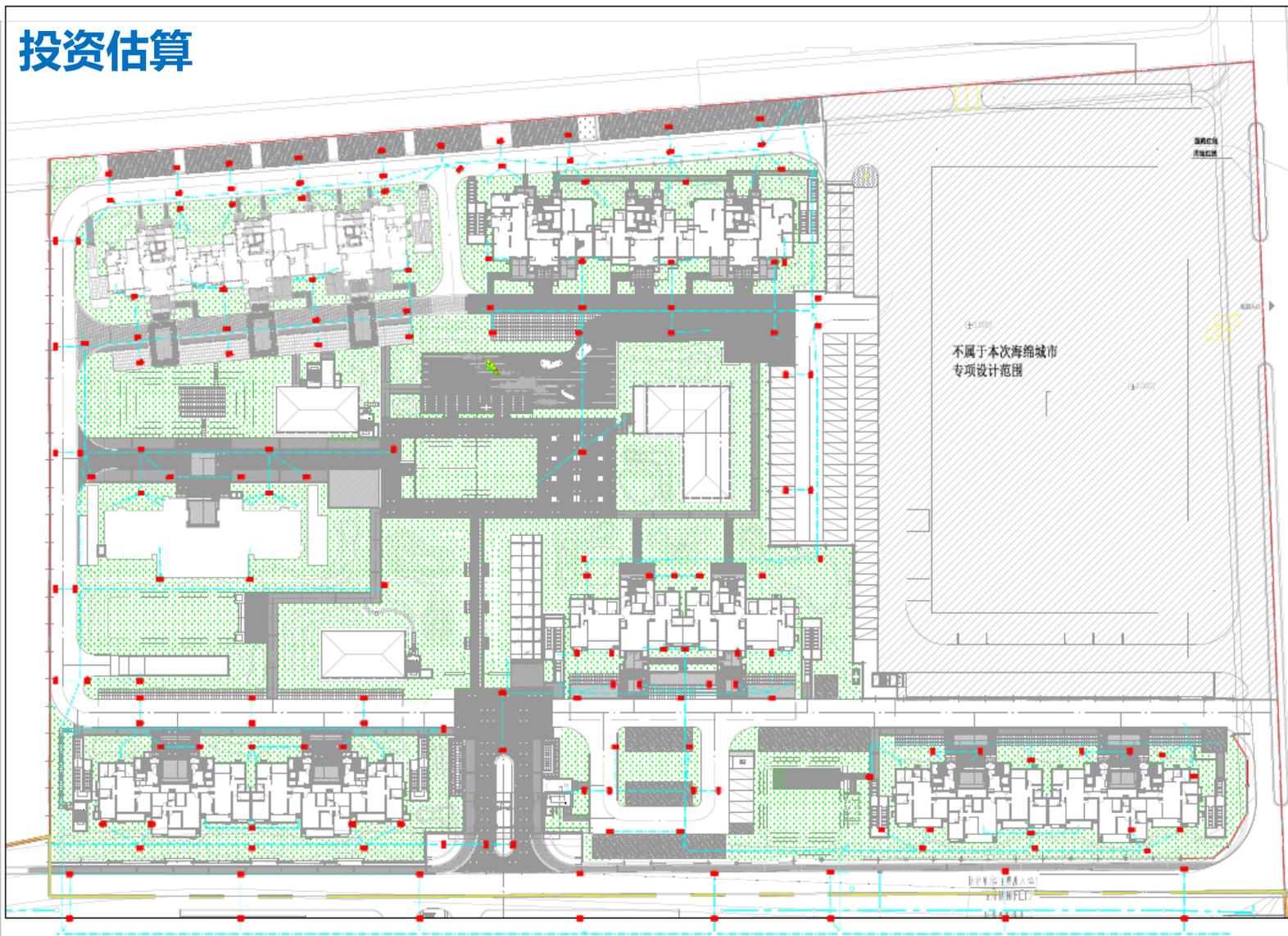


## ➤ 投资估算

海绵设施	单价	规模	总价（万元）
雨水花园	1200 元/m <sup>2</sup>	456.86m <sup>2</sup>	54.82
下凹式绿地	300 元/m <sup>2</sup>	609.18m <sup>2</sup>	18.29
透水铺装	300 元/m <sup>2</sup>	8676.6m <sup>2</sup>	260.3
雨水回收设施	1500 元/m <sup>3</sup>	150m <sup>3</sup>	22.5
合计			355.9

非增量投资，无法说明问题

## ➤ 投资估算

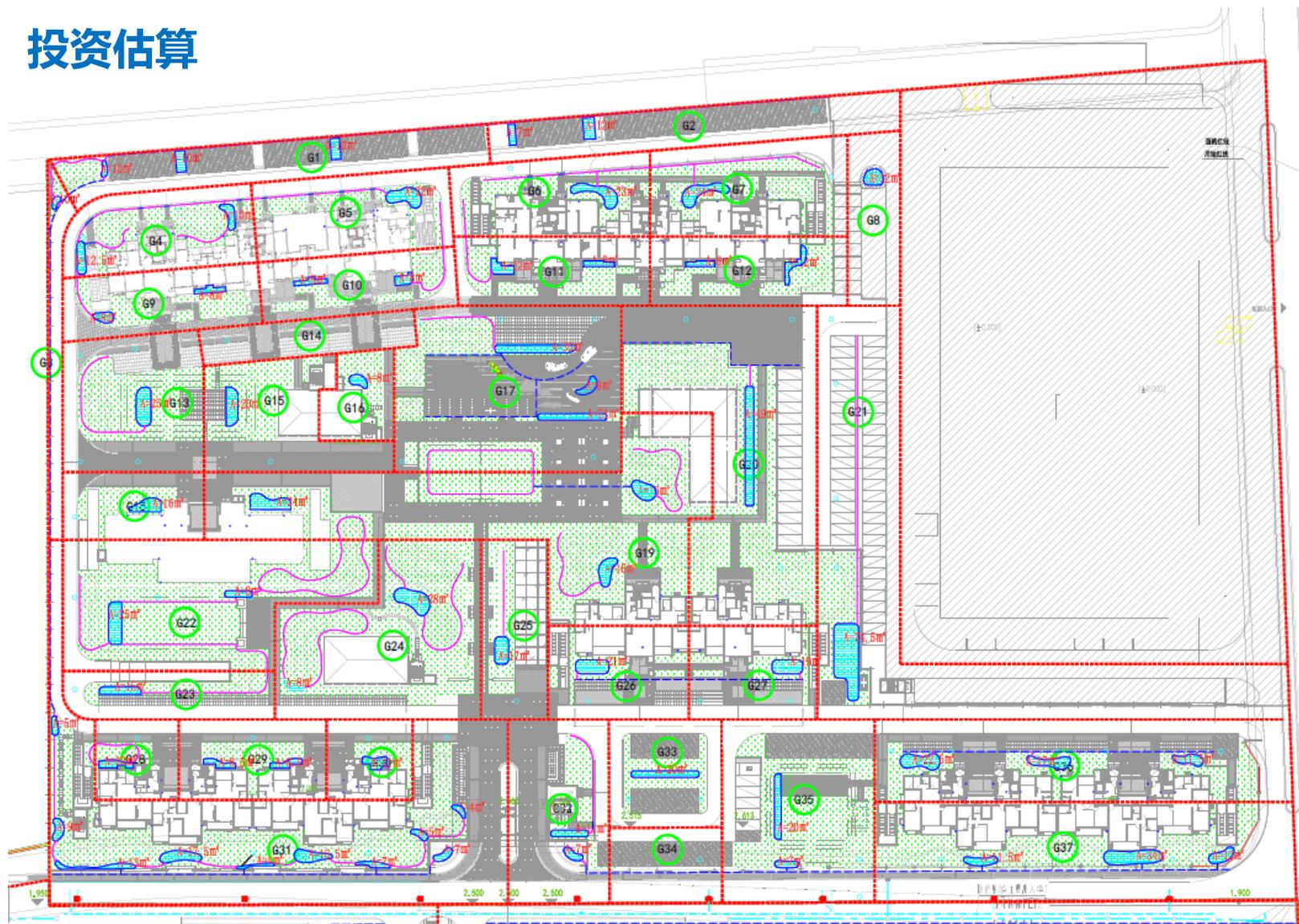


## 传统做法

用地面积：3.5ha

● 雨水篦子 165个雨水篦子

## ➤ 投资估算



## 海绵做法



雨水花园中设置溢流口 56个溢流口



取消原雨水篦子153个

## ➤ 投资估算

### — “增” — “删”

删减内容：（1）取消雨水口153个，雨水支管550米；（2）减少填方量300立方。整体减少投资约为70万元

增加内容：（1）新建雨水花园约600平米，相对于传统景观单价增加约1000元每平方米，增加投资60万元；  
（2）增设溢流口56处，雨水连接管500米，增加投资约30万元；  
（3）新建雨水收集池200立方，增加造价约为30万元  
增加总造价约为50万元

综上所述，对于新建小区而言，海绵城市建设会少量增加成本，150元/平方米；  
雨水收集池收集的雨水可用作绿化浇灌、路面冲洗等，也可节约后期小区运维成本

# 目录

**01 海绵设计常见问题**

---

**02 海绵专项设计要点**

---

**03 海绵设计专业配合**

---

**04 海绵施工常见问题**

---

**05 案例分享**

---

海绵城市设计相关专业：**地勘、建筑、景观、给排水、道路、管综、其他...**

(十) 加强多专业协同。海绵城市建设应加强排水、园林绿化、建筑、道路等多专业融合设计、全过程协同水平，优先考虑利用自然力量排水，确保经济、适用，实现景观效果与周边环境相协调。避免仅从单一专业角度出发考虑问题，不能在建筑、道路、园林等设计方案确定后，再由排水工程专业“打补丁”。

——住房和城乡建设部办公厅关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知

建办城〔2022〕17号

### 土壤渗透性

雨水花园种植土要求：

- 如**原状土渗透性能较好（渗透系数大于36毫米/小时）且有机质含量较高（含量不小于10%）**，可采用原状土作为种植土层；如原状土不能满足要求，可对原状土进行**改良或直接换土**。
- 种植土层厚度由植物类型确定，当采用**草本植物**时不宜小于**250毫米**，当采用**灌木**时不宜小于**650毫米**。

\*数据来源于《江苏省雨水花园建设与维护指南》

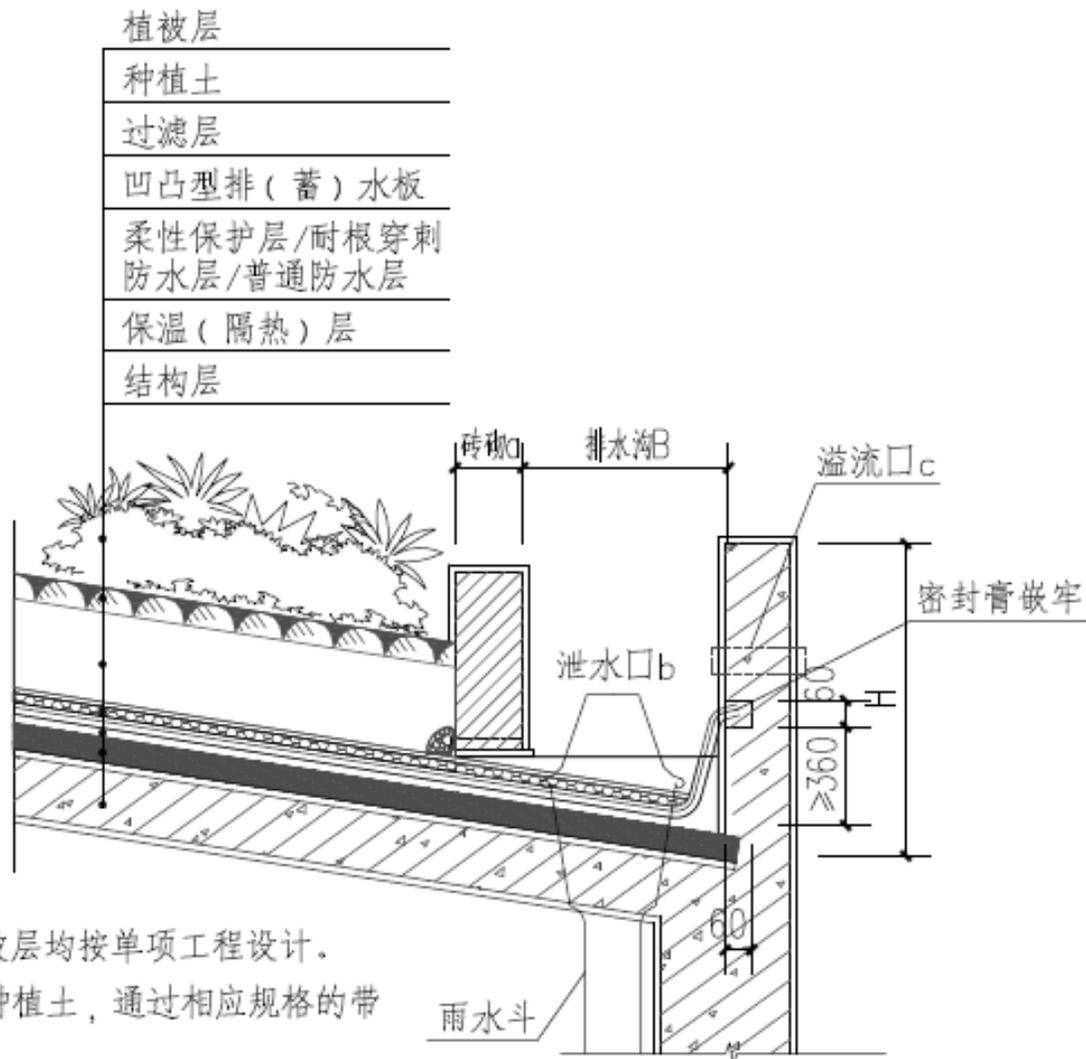
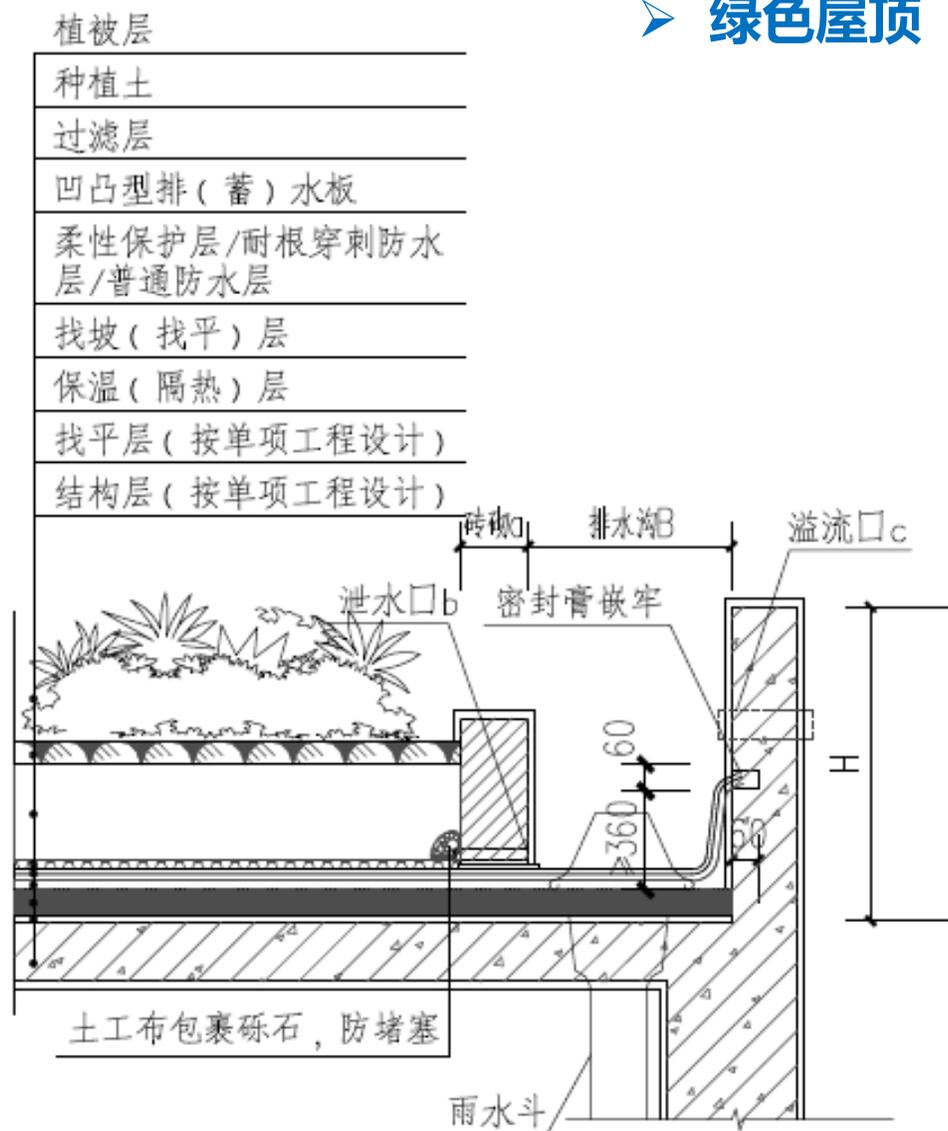
根据地勘报告，本小区**表层土以粉砂土**为主，厚度介于0.30~2.50m之间，平均厚度0.90m，**渗透系数介于40mm/h~60mm/h**之间，按照《江苏省雨水花园建设与维护指南》要求，本小区雨水花园内回填土可直接采用现状原土。 ❌



短期内水无法下渗，易滋生蚊虫 ❌

需明确地库回填土渗透性！

### ➤ 绿色屋顶



## 绿色屋顶

### 绿色屋顶

- ① 种植土层
- ② 过滤层
- ③ 排水系统
- ④ 防根层
- ⑤ 隔离层
- ⑥ 防水层
- ⑦ 屋顶

密集型  
绿色屋顶植物

屋顶休闲区域

蒸发

渗透和滞留

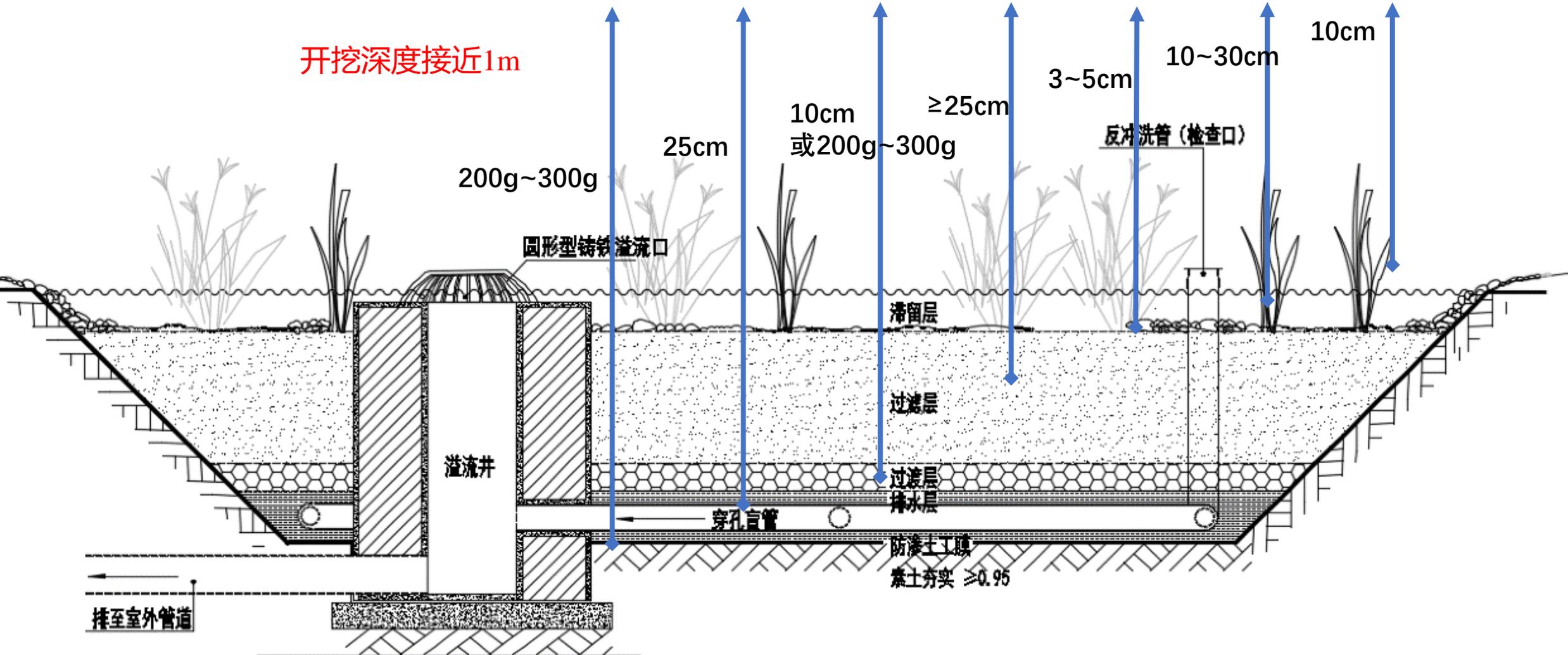
粗放型绿色屋顶植物

### 绿色屋顶净化径流

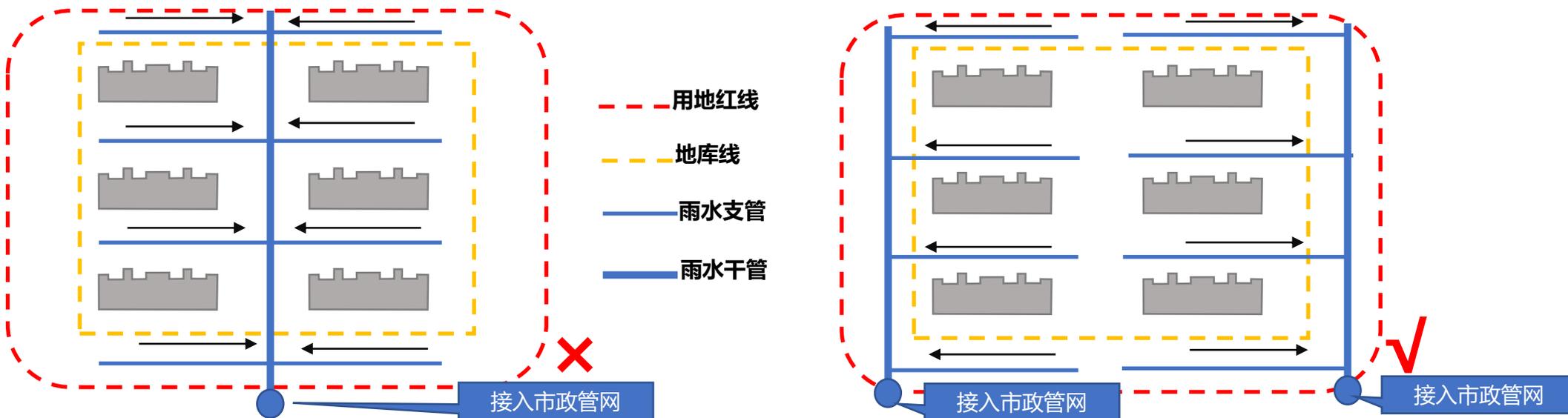


### 地库顶板覆土厚度

雨水花园自下而上设置防渗层、碎石层、过渡层、种植土层、覆盖层、滞留层、超高层；



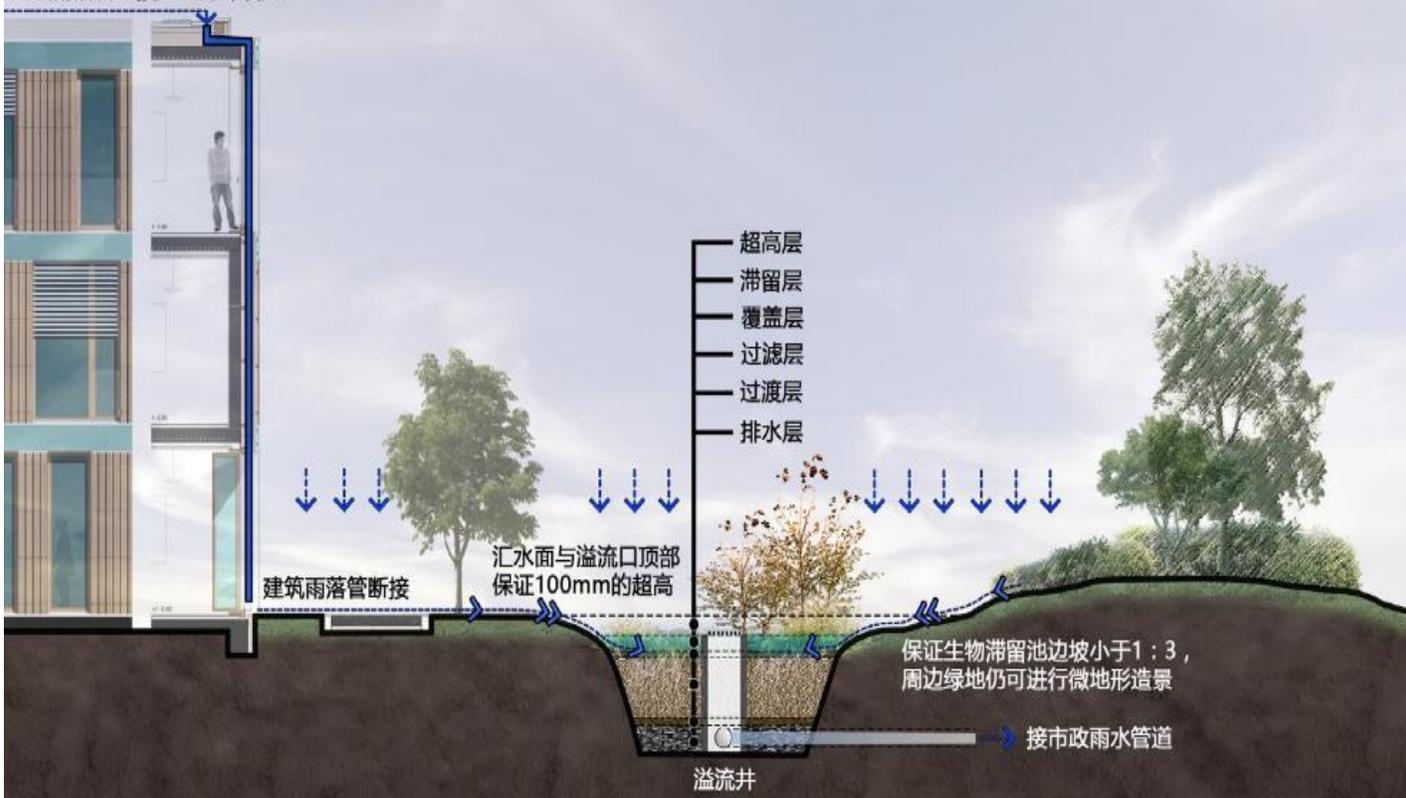
## 室外雨水管线布置



将雨水主干管设置在地下车库范围的外侧，在保证与市政管网衔接的前提下，尽可能加大主干管埋深，降低海绵设施衔接难度

### 建筑雨落管断接

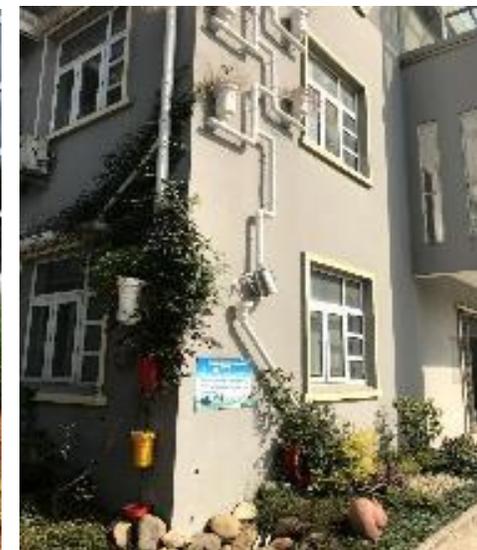
建筑屋面雨水通过  
建筑雨落管断接汇入海绵设施



按照省海绵城市设计审查要点，新建住宅小区雨落管断接比例需在60%以上

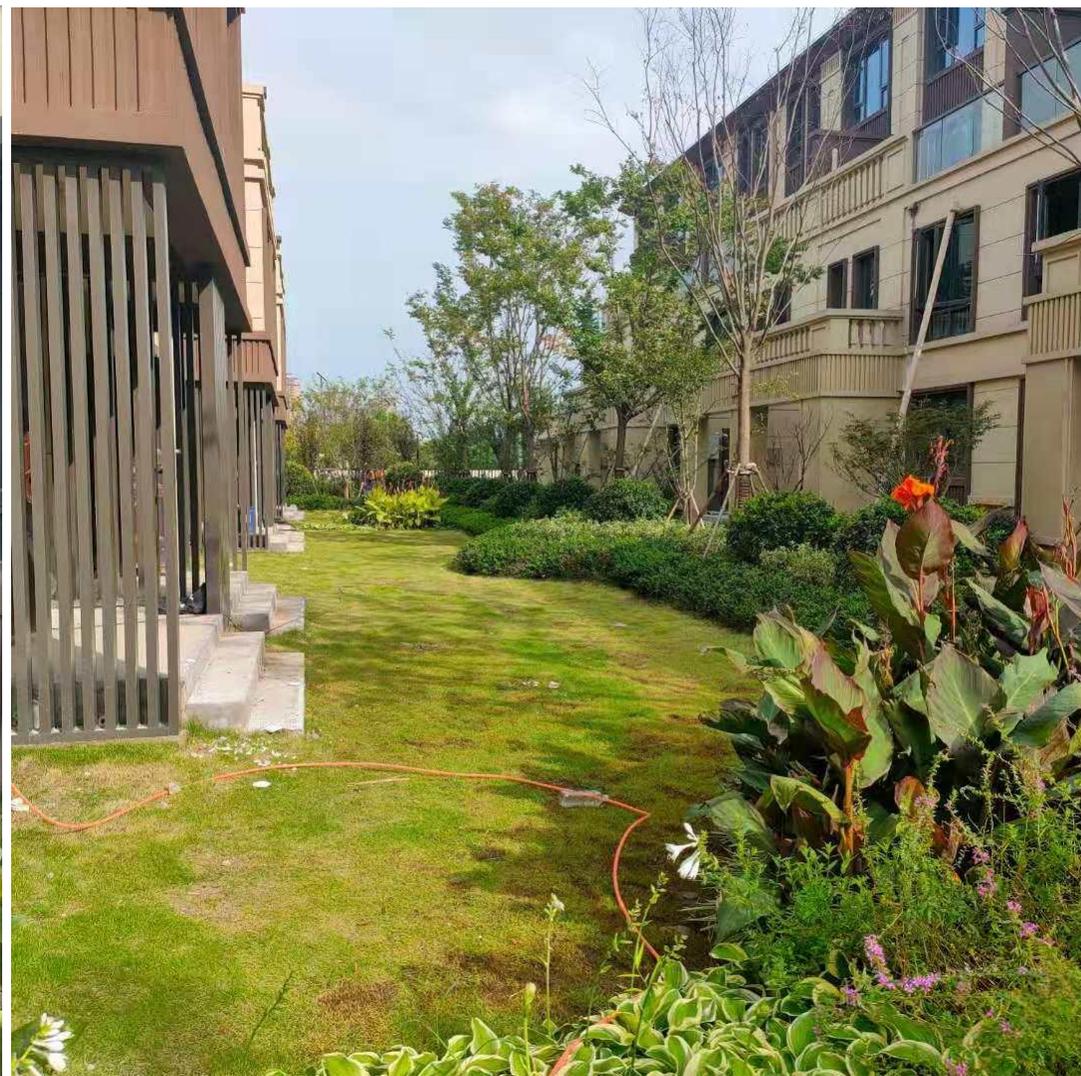


传统做法



海绵做法

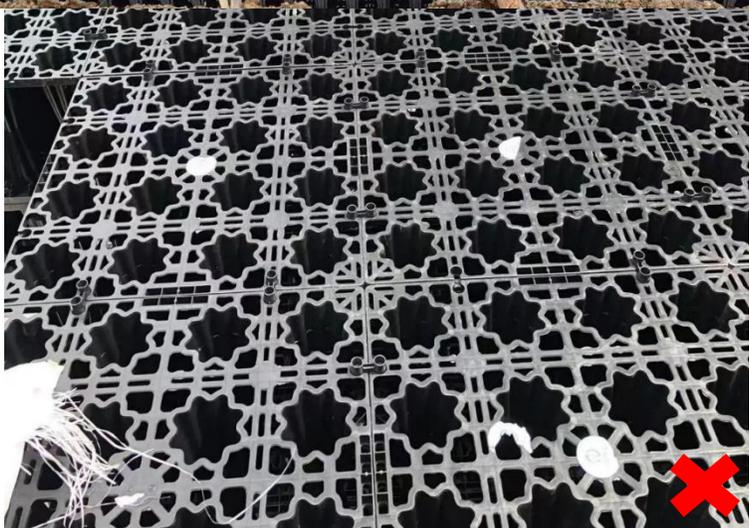
## 建筑雨落管断接





地漏接入雨落管，易导致阳台污水接入雨水花园

## ➤ 雨水收集池



## ➤ 雨水收集池

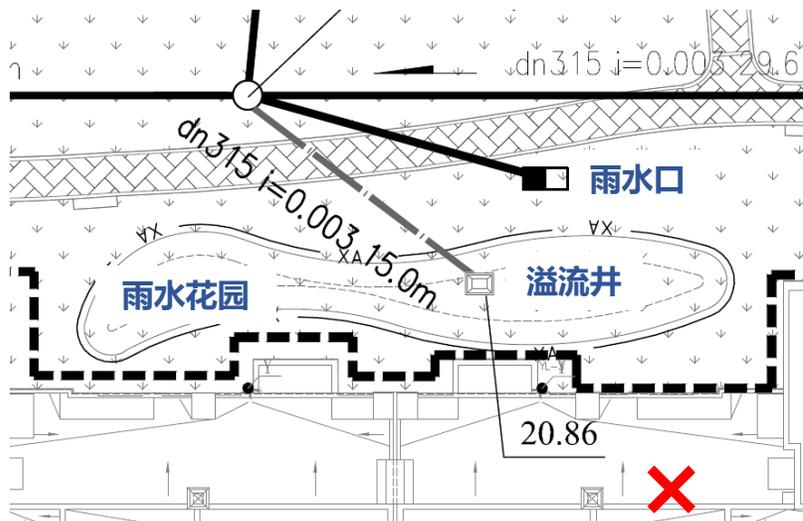
可充分理由地下室空间，将雨水收集池设置在地库内，这种做法合不合理？

不建议设置在地库内，原因如下：

- (1) 占用地下室空间
- (2) 设计标准需提高，重现期至少50年
- (3) 弃流井、溢流井等配套设施很难安置
- (4) 雨水花园的排水和雨水收集池的进水共用一套管网，竖向衔接困难。



## 雨水口

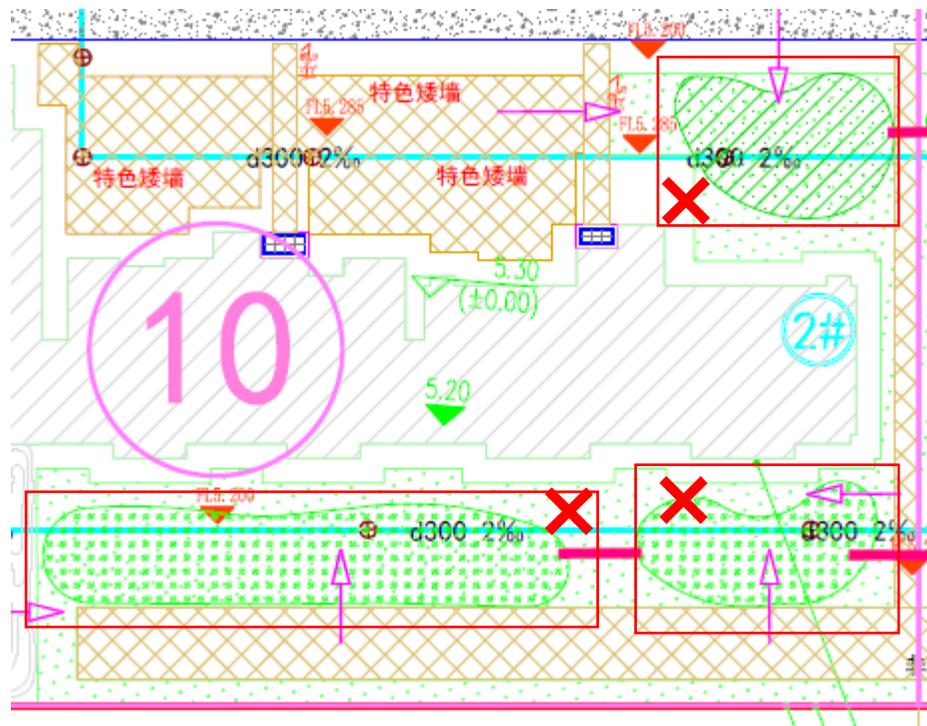


雨水花园无法收集人行道路面的雨水

## ➤ 雨水口



### 设施形状轮廓



植草沟

13.6m

雨水花园

13m<sup>2</sup>

设施边界呆板、生硬

海绵设施形状、边界轮廓由景观专业复核确定



## ➤ 植草沟



考虑到景观效果和使用功能，植草沟面宽不宜小于1m，深度15-20cm

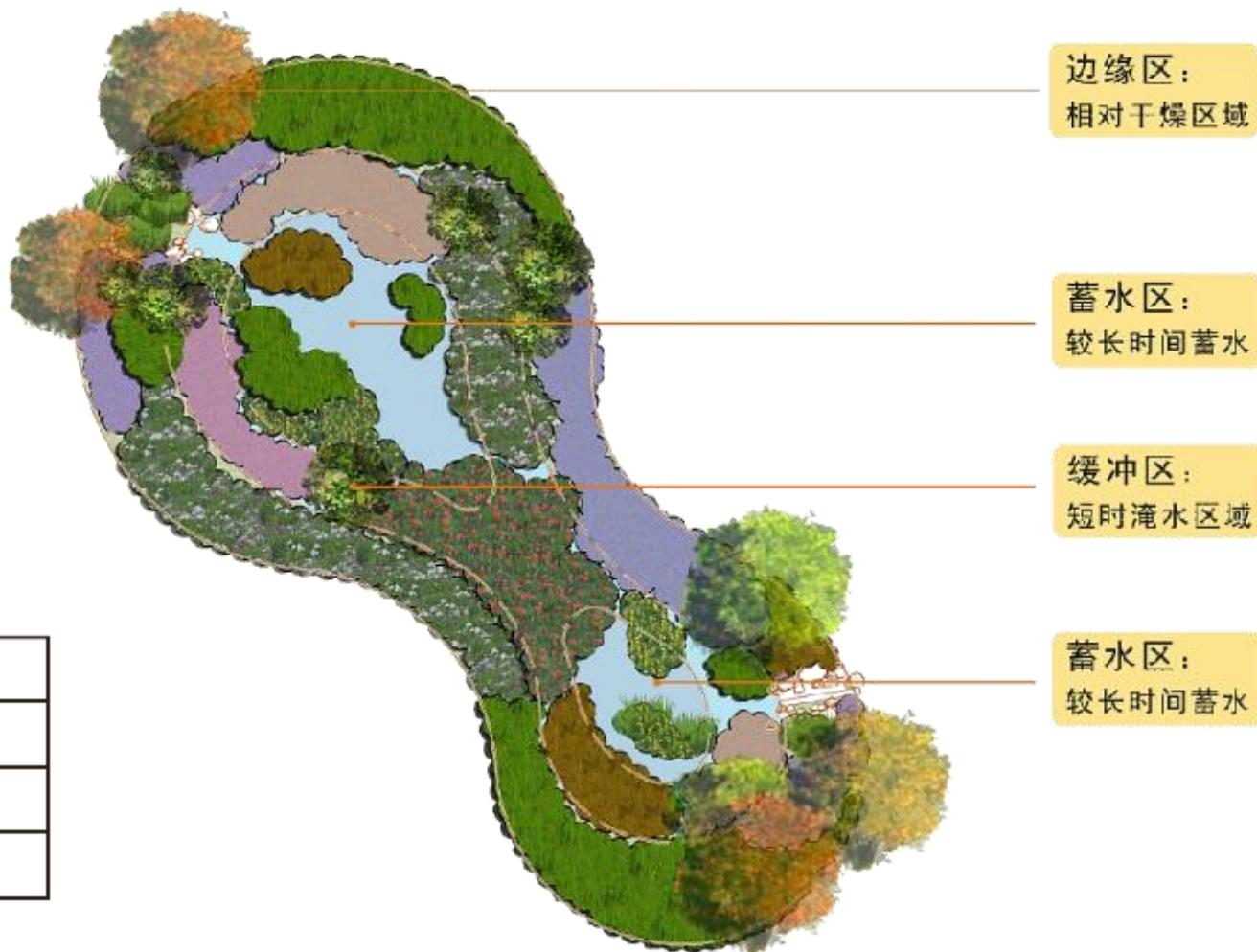
## 生物滞留设施植物配置原则

通过其天然的渗透性，将雨水截留并暂时性储存，以此增加雨水径流的入渗，包括雨水花园、下凹式绿地、树池等

- 具有**干湿交替**的耐受性，满足**长期耐旱短期耐涝**的特性；
- 具有**特定土壤类型和生长条件**的耐受性；
- 选择**茎叶繁茂、景观效果好**的植物品种；
- **本土的**或**经驯化**引进的植物品种；
- 选择**根系发达污染物去除效果好**的植物品种；
- **严禁**选择具有**侵略性或侵略性根系**的植物品种；
- **增加常绿植物比例**，保证冬季景观效果，点缀开花植物或色叶植物

根据过滤层厚度的不同，植物选择应按照以下情况进行区分

过滤层厚度	适用植物
200~300mm	草本
300~500mm	草本、灌木
≥500mm	草本、灌木、亚乔木



以下植物在小区中需谨慎使用:



花叶芦竹



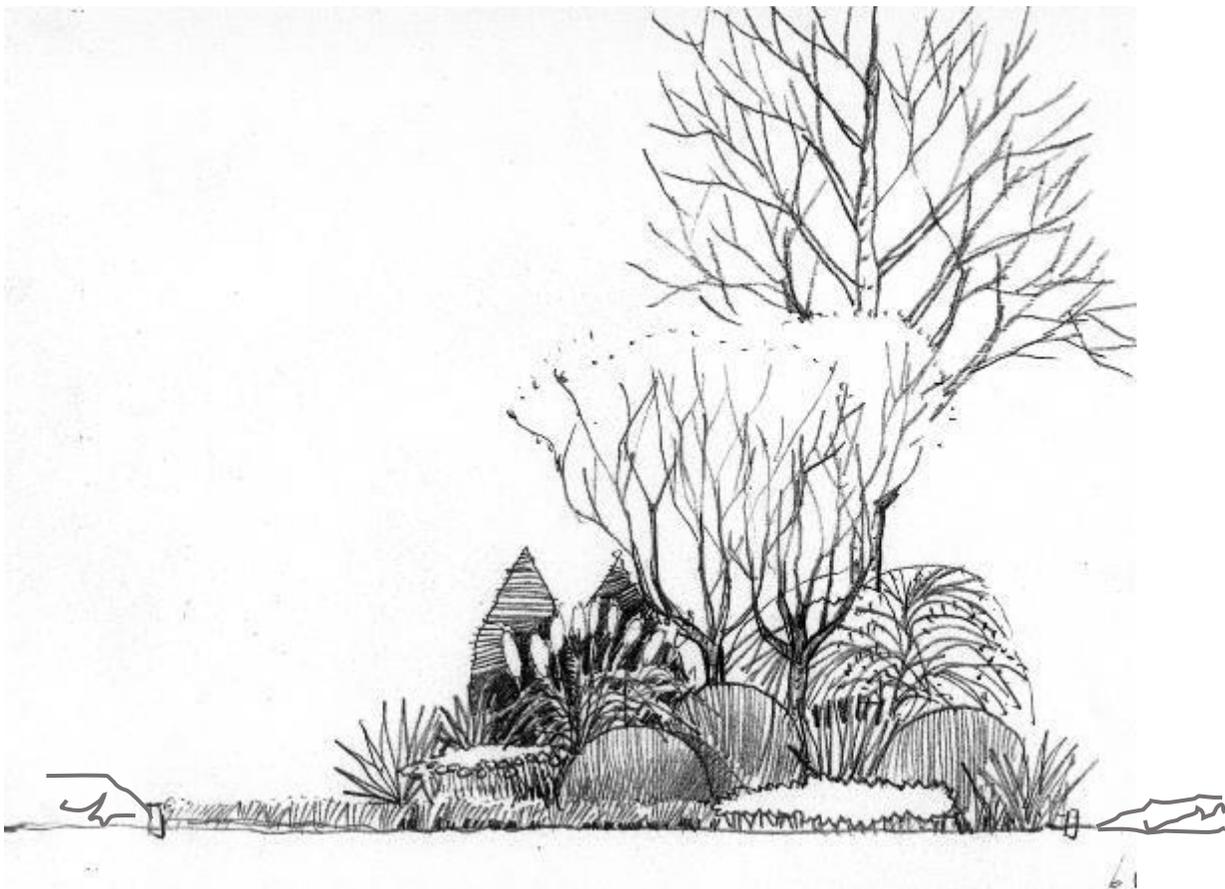
再力花



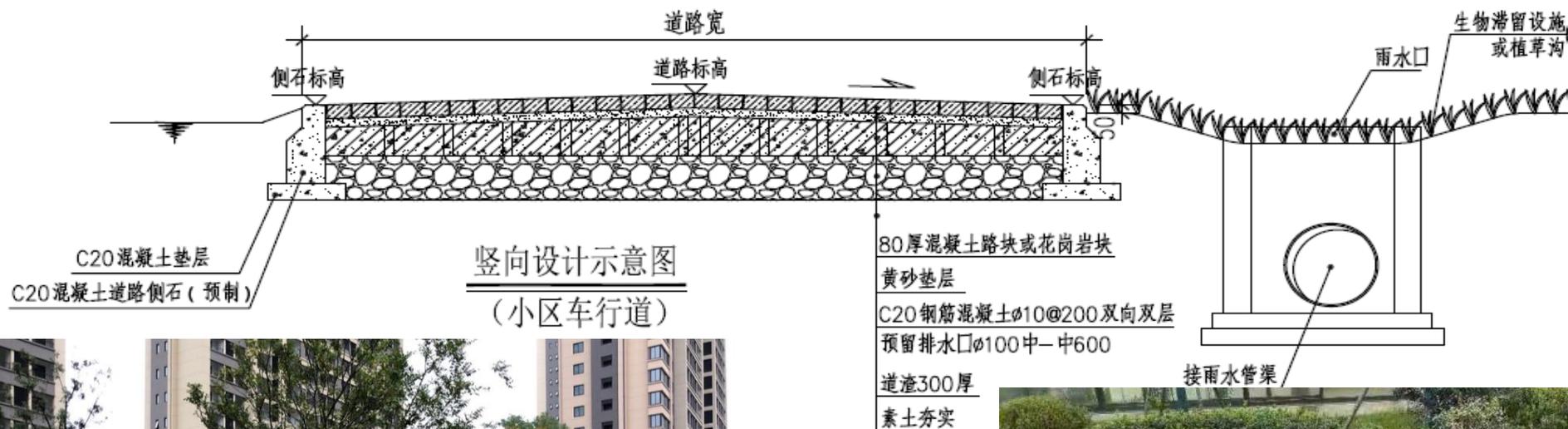
木芙蓉

海绵设施植物选择时, 需考虑后期生长形态, 对于形态较野的植物, 注意使用的量, 基本会侵占其他植物的生长空间, 如花叶芦竹、再力花、木芙蓉等

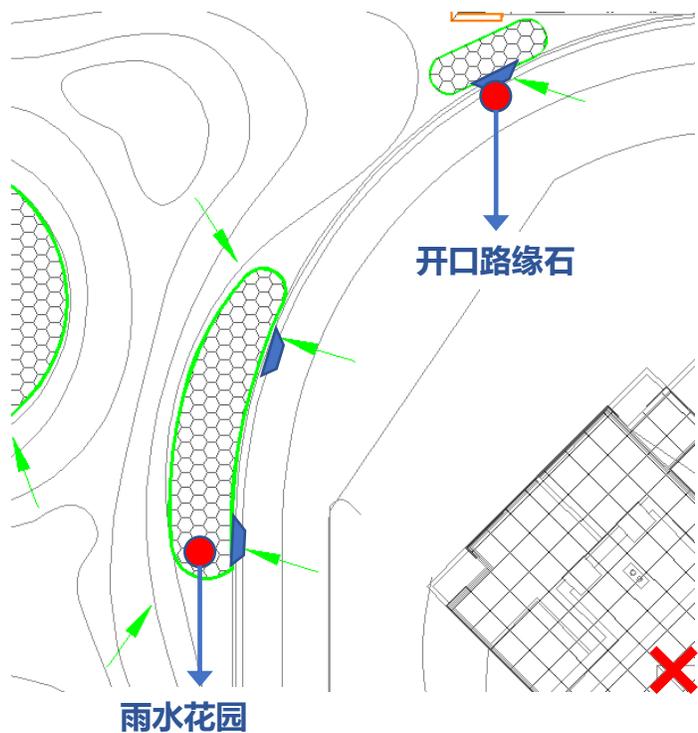
有背景的乔木、建筑作为背景



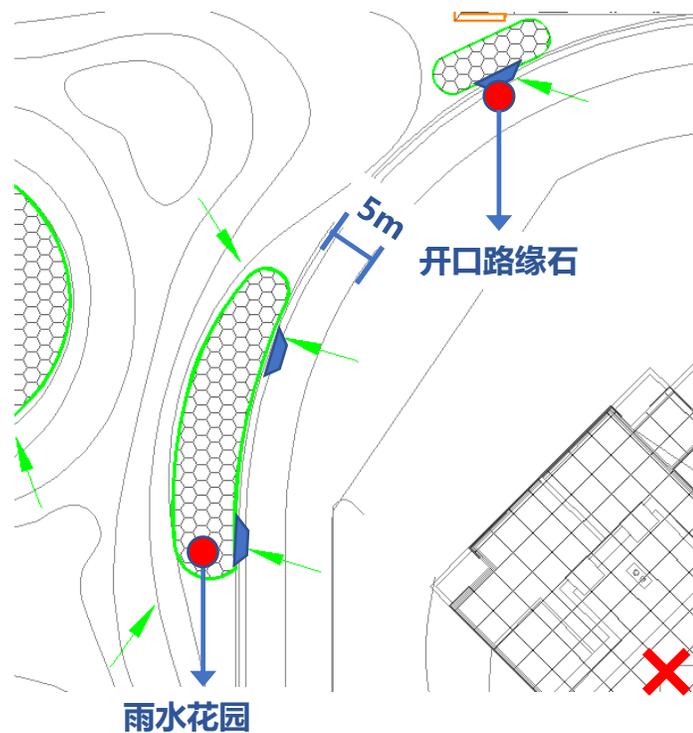
多重景观营造



## ➤ 标高



无法判断开口路缘石是否位于低点

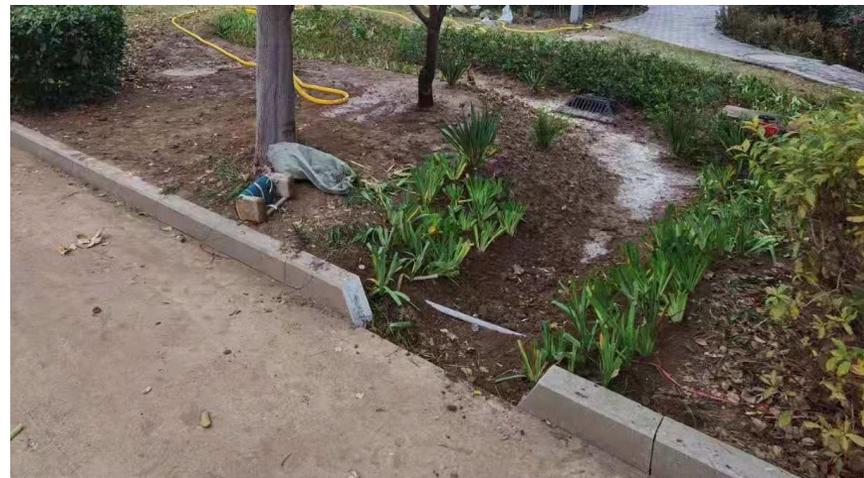


路面宽度超过5m，设置成单坡难度较大

### ➤ 开口路缘石



圆形侧石开口虽然美观，  
但过流能力低，容易堵塞



倒梯形开口，后期增加初雨沉淀截留设施



条形开口，增加雨水径流能力

地勘

建筑

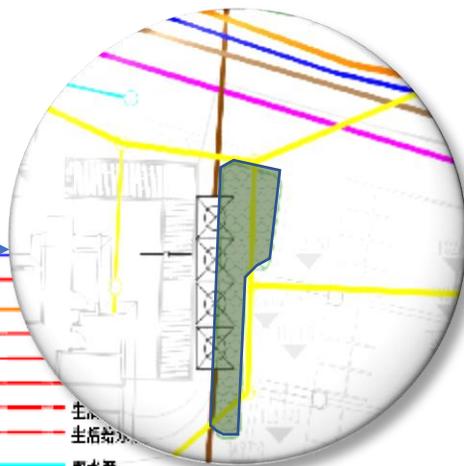
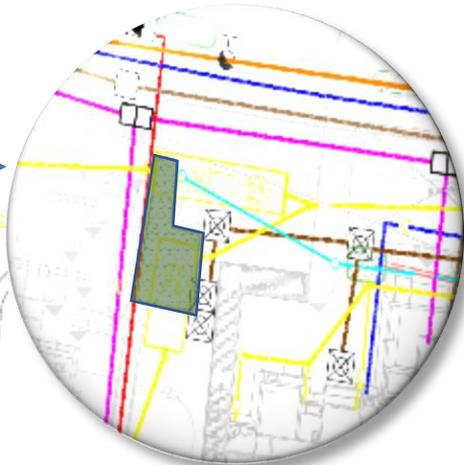
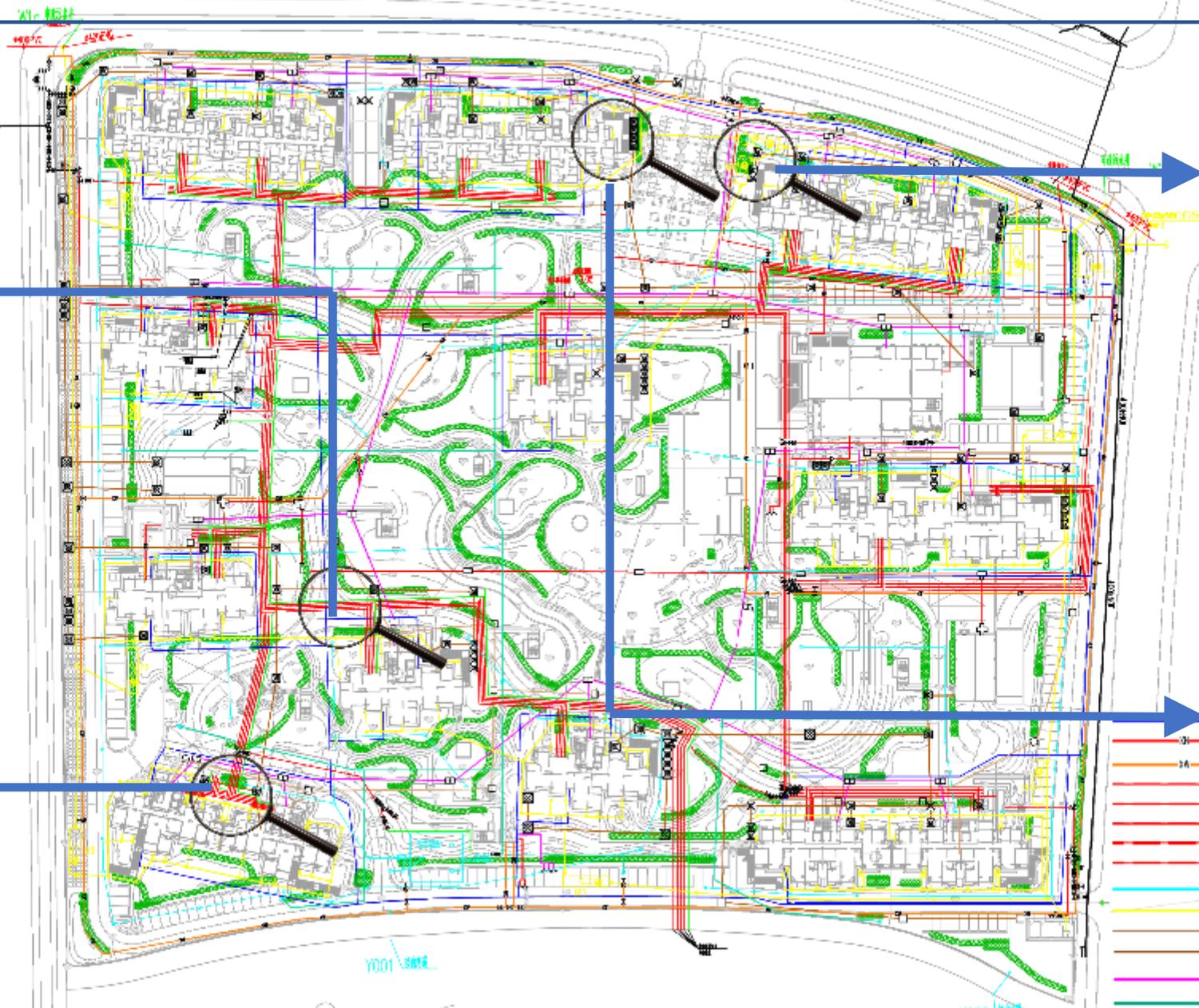
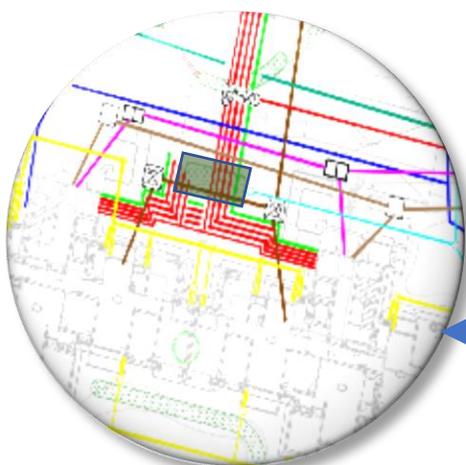
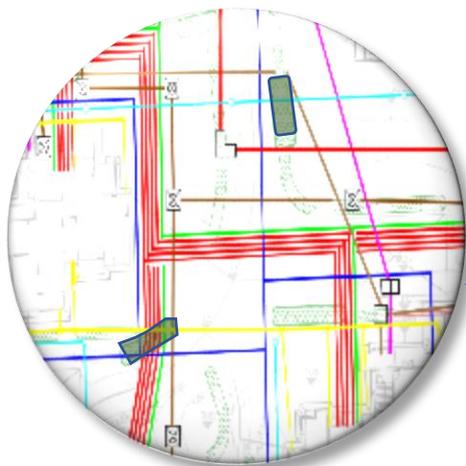
给排水

景观

道路

管综

其他



生活给水  
 生活排水  
 雨水管  
 污水管  
 弱电管  
 强电管  
 消防水管  
 雨水回用/绿化灌溉/消防水管



问题：  
生物滞留池内有多种管线穿越，影响生物滞留池渗透、滞蓄效果，管线穿越未加设加固措施，易破损导致安全隐患。

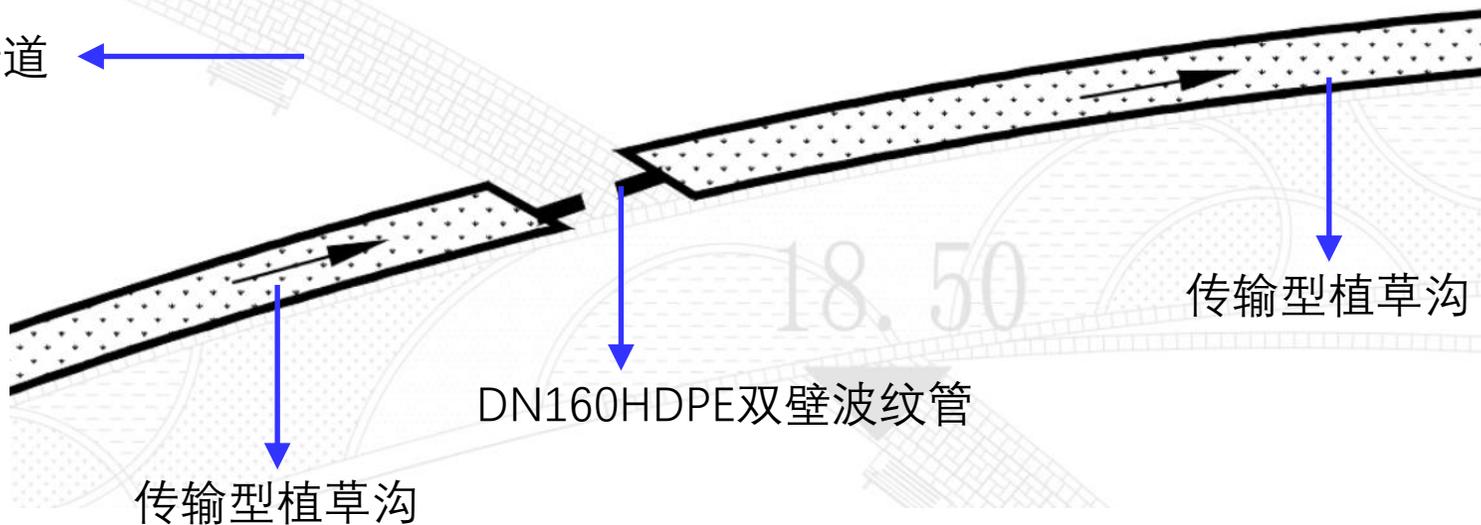


问题：  
1、生物滞留池有电力管线穿越。  
2、穿越管线覆土不满足相应要求。

问题：  
管线直接裸露于生物滞留池表面。

## 设施穿路

人行道



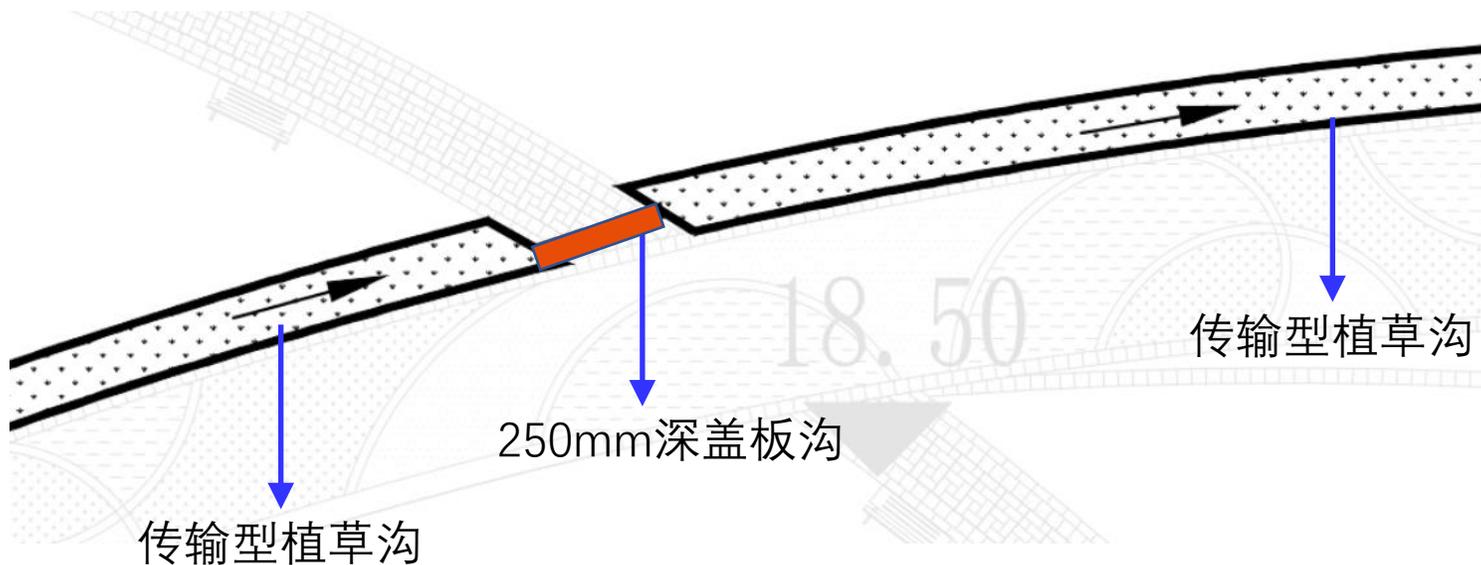
传输型植草沟

DN160HDPE双壁波纹管

传输型植草沟



下游植草沟深度 $\geq$ 0.66m  
易堵塞



传输型植草沟

250mm深盖板沟

传输型植草沟



# 目录

## 01 海绵设计常见问题

---

## 02 海绵专项设计要点

---

## 03 海绵设计专业配合

---

## 04 海绵施工常见问题

---

## 05 案例分析

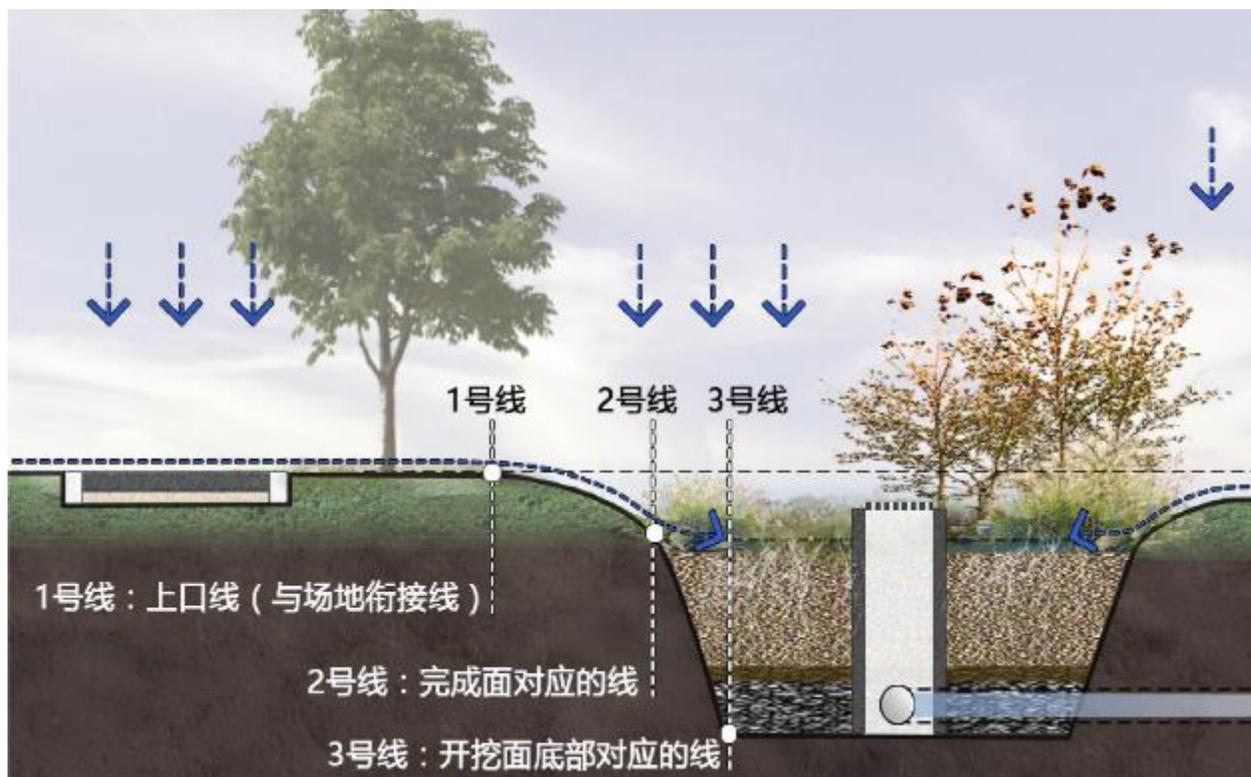
---

## ■ 放线开挖

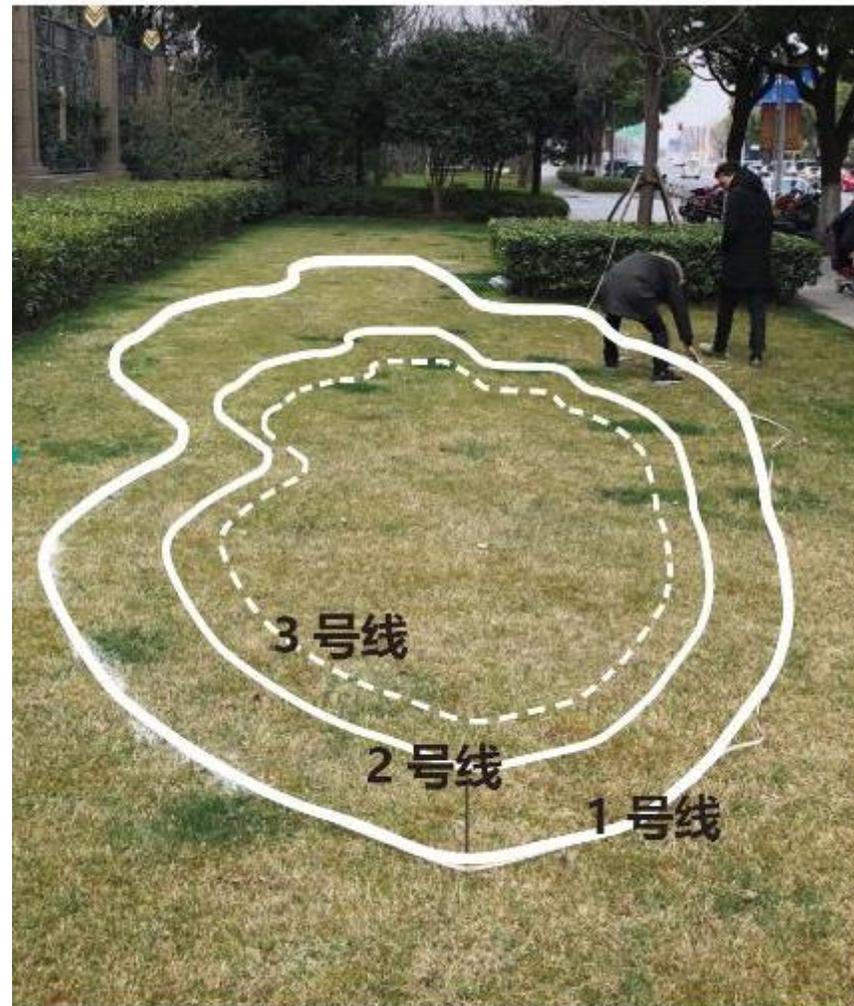


## ■ 放线开挖

- 使用“三线法”进行开挖放线



三线定义



“三线法”放样示意

## ■ 放线开挖

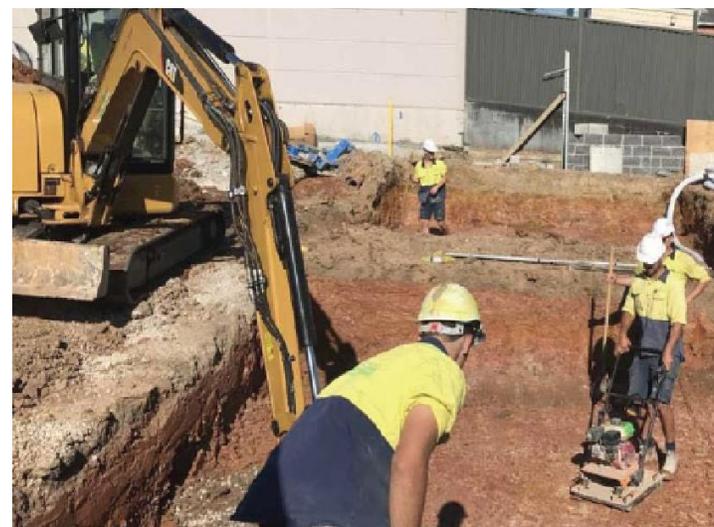
➤ 使用“三线法”进行开挖放线



第一步：以3号线为坡底，2号线为坡顶开挖，开挖边坡不得大于2:1，以保证基坑边坡的稳固。



第二步：整土至与绿化标高顺接，即整理滞水层及超高层对应的边坡，坡度不得大于1:3。



第三步：素土压实应符合设计要求，设计未明确时，素土夯实度不宜小于87%，且保持内部平整

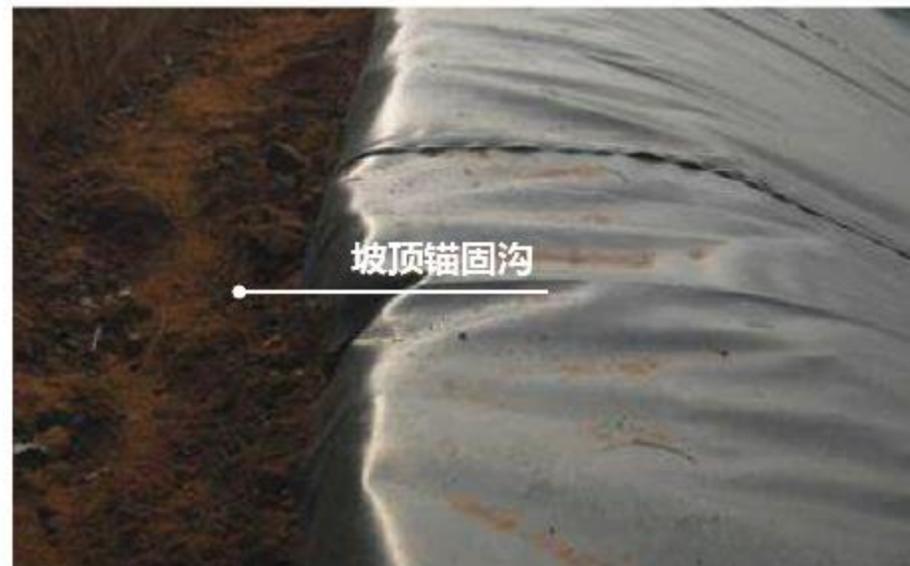
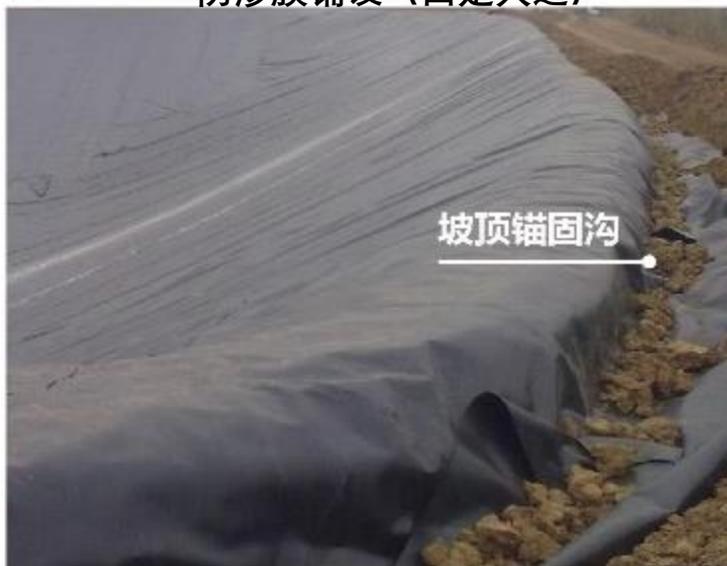
## ■ 防渗层铺设

### ➤ 总体要求

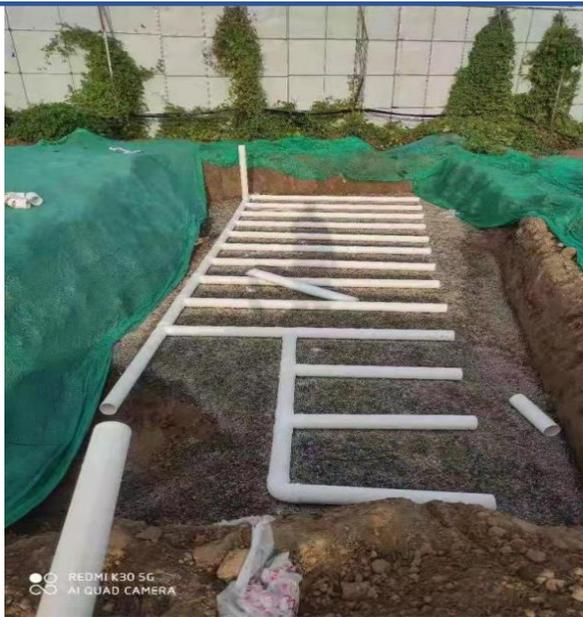
- 雨水花园底部距离季节性最高地下水位小于0.5m或距离建（构）筑物基础边缘小于3m（水平净距）时，雨水花园底部及四周应包裹防渗膜；
- 敷设防渗膜坡顶应进行锚固处理，将防渗材料埋入锚固沟内，沟深不小于0.3m；
- 防渗膜拼接时，可进行搭接和缝接，平地搭接宽度不小于0.3m，不平地面或极软土地基表面的搭接宽度不小0.5m；
- 天气冷时防渗膜的铺设应绷紧，天气热时应适当松弛



防渗膜铺设（西楚大道）



## ■ 盲管敷设



问题:

- 1、排水盲管上砾石覆盖层仅 1~2cm，没有起到保护排水盲管的效果。
- 2、砾石最小粒径小于盲管开孔孔径，砾石极易通过排水盲管孔洞漏失进入排水盲管。

## ■ 盲管敷设



- ◆ 开孔率应 $0.5\% \sim 1\%$ 之间，开孔间距应均匀，环刚度符合抗压要求。
- ◆ 开孔孔径应小于排水层砾石最小粒径，防止排水层砾石漏采用圆形开孔时，孔径应介于 $4\text{mm} \sim 6\text{mm}$ 之间。
- ◆ 采用长条型开槽时，开槽宽度不宜大于 $2\text{mm}$ ，纵向长度宜为 $20 \sim 30\text{mm}$

## ■ 溢流井砌筑

- 确保海绵设施内溢流井、盲管、出水管与室外雨水管网同步施工。



因为高程问题，溢流井出水管无法接回室外雨水系统，积水无法排除

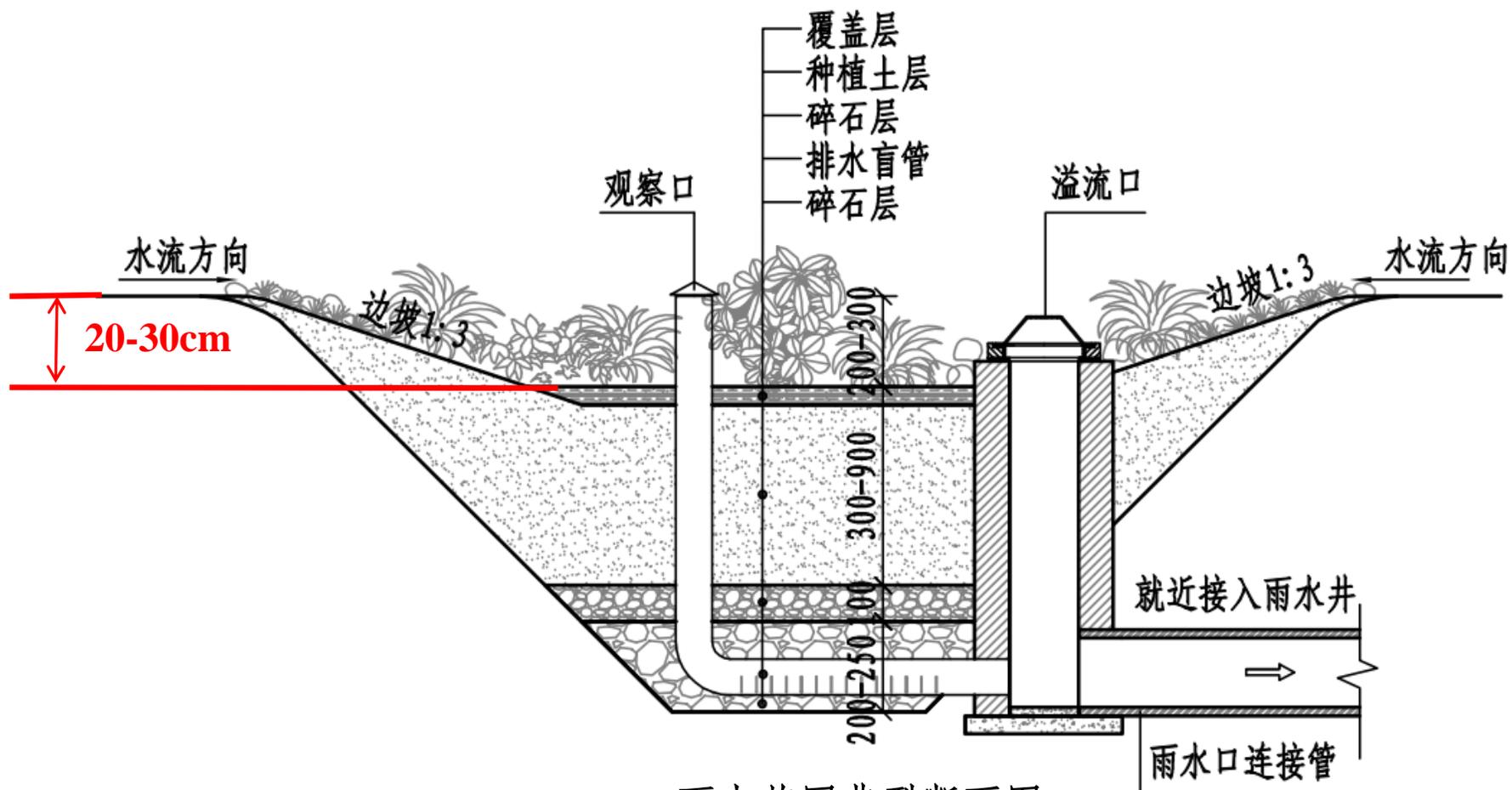
## ■ 溢流井砌筑



- ◆ 溢流井盖应该满足汇水范围内设计暴雨排放，且应简洁、美观、尺寸适合，并具有防堵塞的能力；
- ◆ 由于生物滞留池溢流口设置于绿地中，应采用棱台形或穹型等立面式防堵塞溢流井盖，以保证在异物堵塞时仍具备雨水排放能力

## ■ 竖向控制

- 要求一：雨水花园完成面应比周边地面低20-30cm



雨水花园典型断面图

## ■ 竖向控制

➤ 要求一：雨水花园完成面应比周边地面低20-30cm



西楚大道



雨水花园做在了坡上（筑梦小镇）



雨水花园完成面高于路面（徐淮路）



碧桂园文景阁



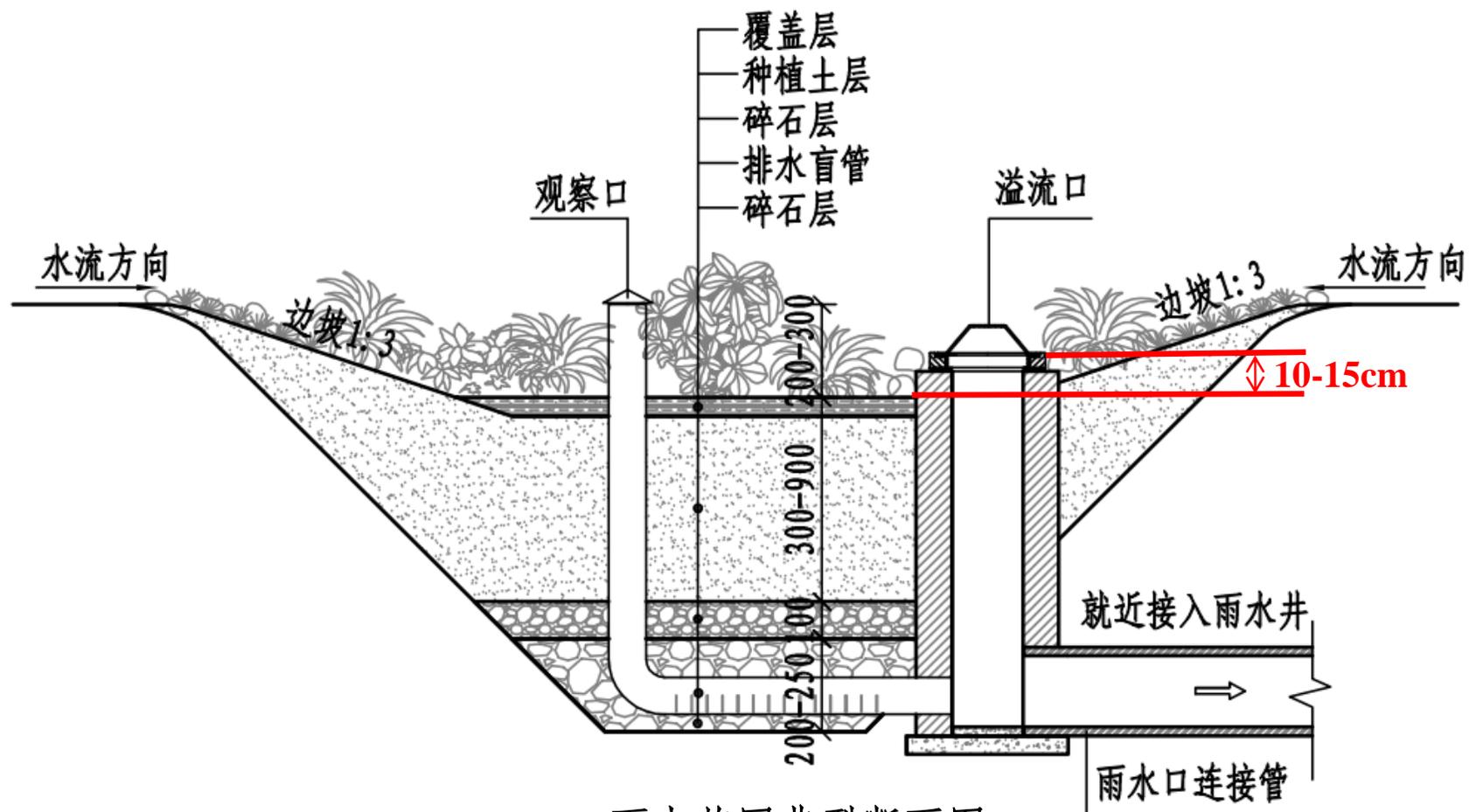
雨水花园完成面高于周边地表（幸福学府）



雨水花园下凹深度不够（黄山路初中）

## ■ 竖向控制

- 要求二：溢流井口最下缘比设施完成面高10-15cm



雨水花园典型断面图

### ■ 竖向控制

➤ 要求二：溢流井口最下缘比设施完成面高10-15cm



马陵高中



金樾府



雨溢流井口最下缘与设施完成面齐平（世界之窗公园）



雨溢流井口最下缘与设施完成面齐平（香榭丽明珠）



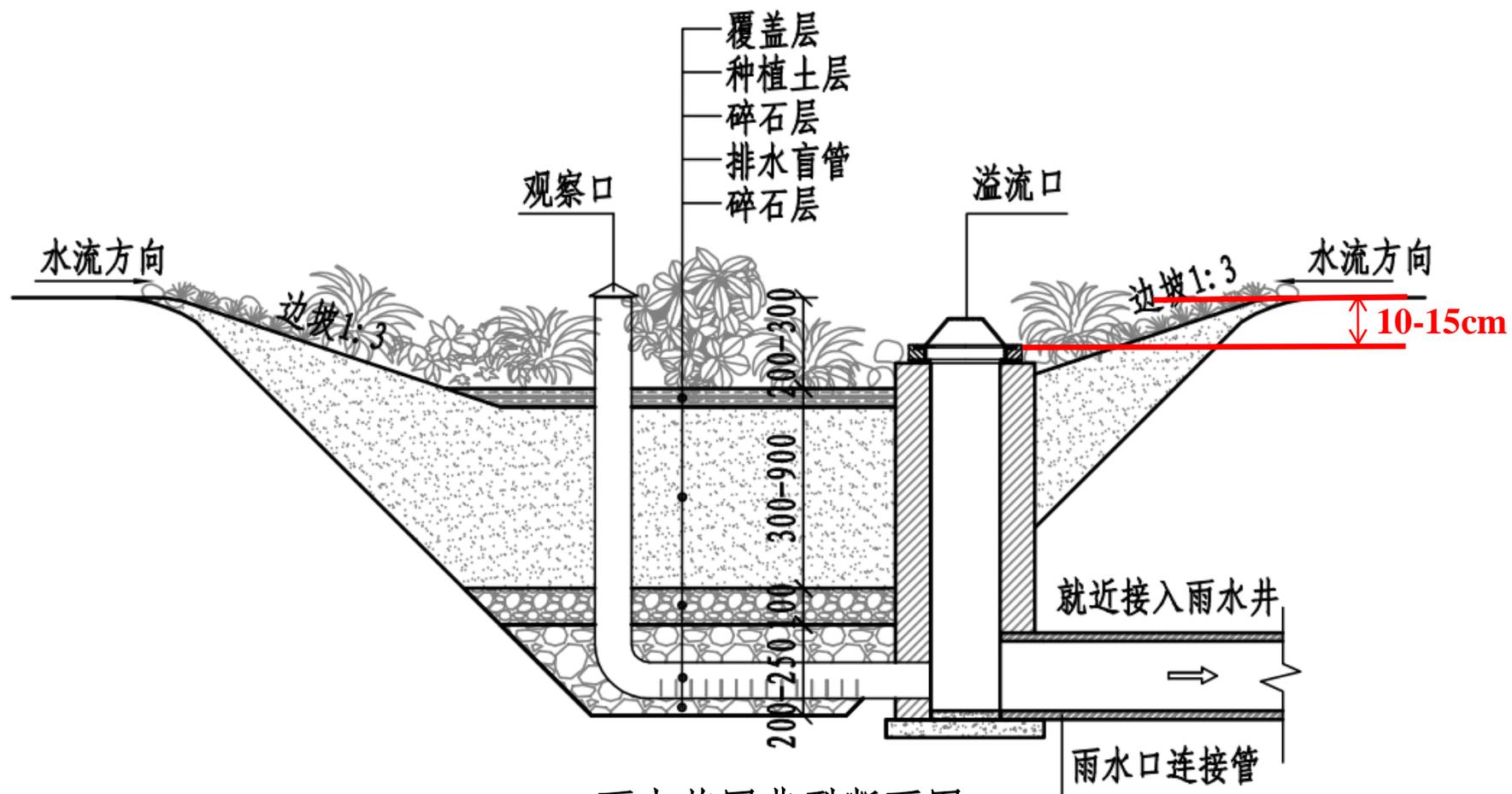
雨溢流井口最下缘与设施完成面齐平（酒都公园）



雨溢流井口最下缘与设施完成面齐平（世纪紫薇苑）

## ■ 竖向控制

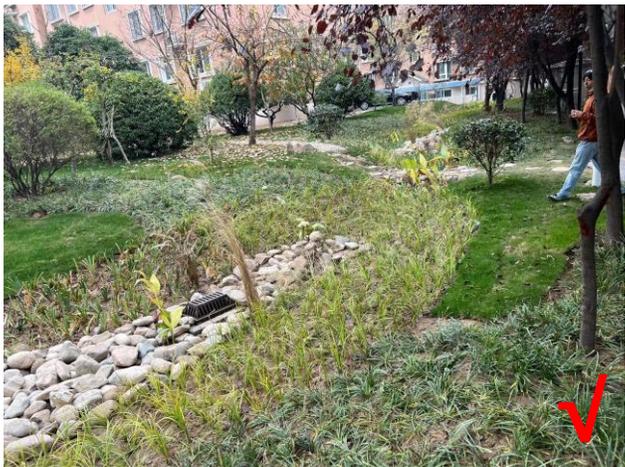
- 要求三：溢流井口最下缘比周边地面低10-15cm



雨水花园典型断面图

## ■ 竖向控制

➤ 要求三：溢流井口最下缘比周边地面低10-15cm



项王三期



溢流井口最下缘高于周边地表（碧桂园文景阁）



溢流井口最下缘高于周边地表（陆桥小区）



蜀星苑



溢流井口最下缘高于周边地表（书香水韵）



溢流井口最下缘高于周边地表（九鼎公园）

### 植物配置



书香园



万隆府二期



万瑞曼哈顿



植物成活率较低 (马陵高中)



植物品种单一 (书香园)



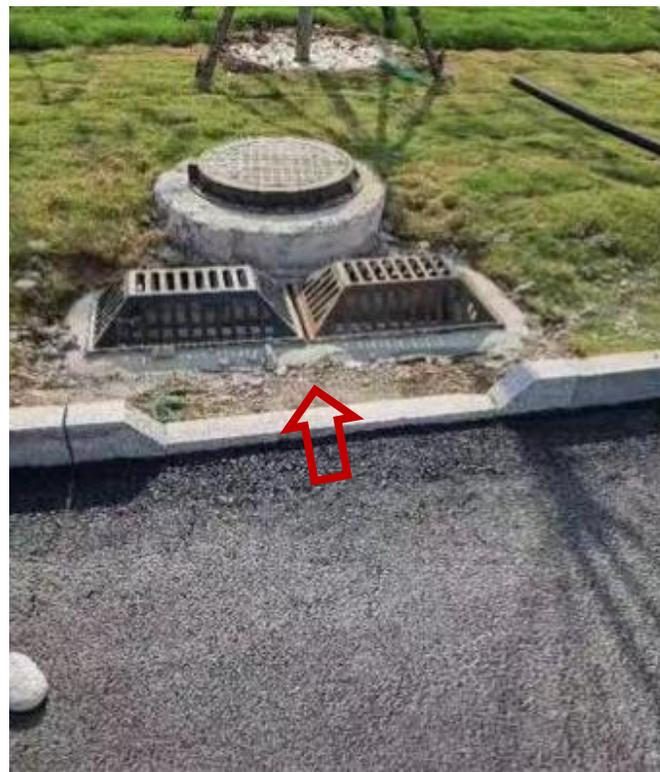
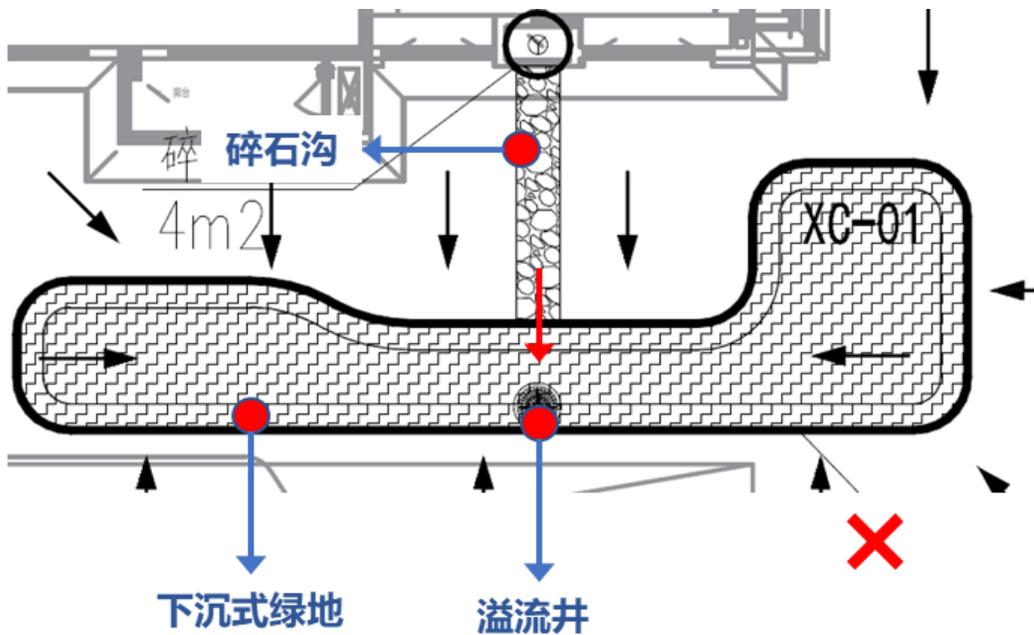
植物配置较少, 卵石过多 (鸟悦园)



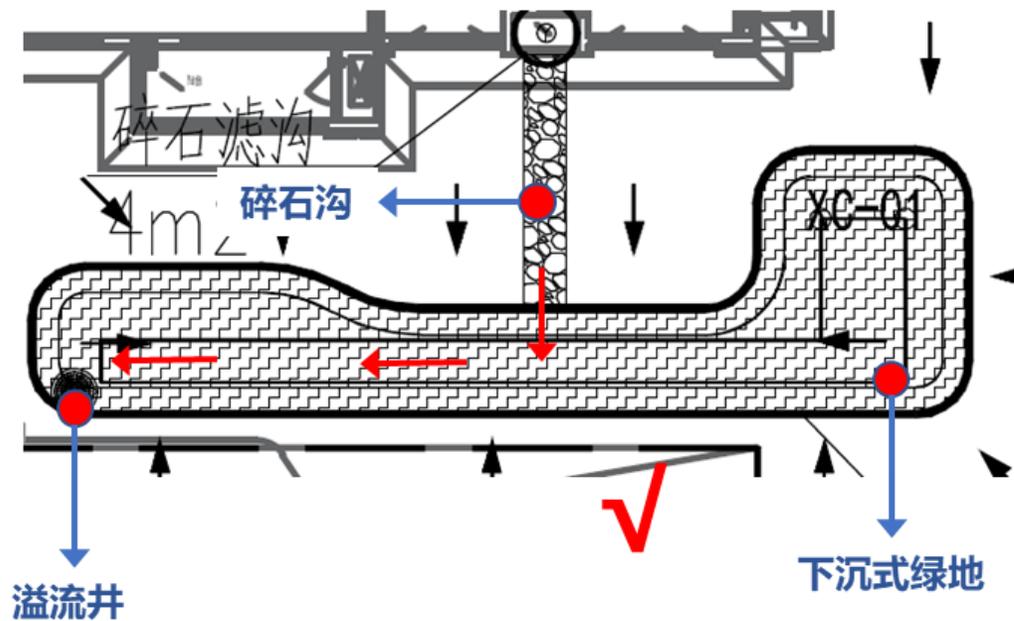
植物种植较低, 裸土现象严重 (世界之窗公园)



## ➤ 水流短流



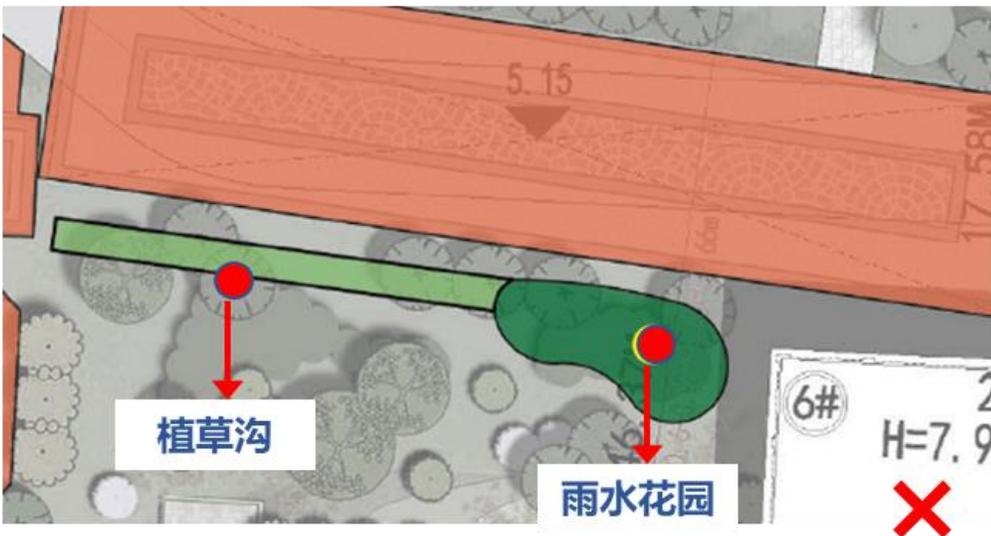
径流路径较短，无法充分利用海绵设施净化调蓄功能



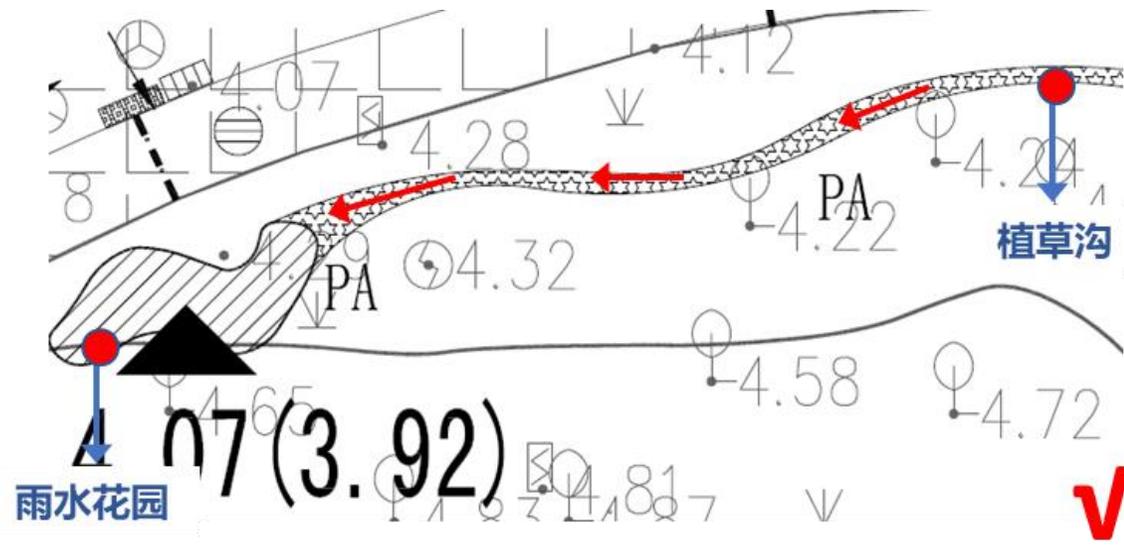
加大溢流井与进水口的距离，保证径流路径长度



### ➤ 水流冲刷



植草沟与雨水花园衔接处易形成冲刷、淤积



植草沟与雨水花园衔接处应扩大断面尺寸，平顺水流，防止形成冲刷、淤积

## ➤ 水流冲刷



## ➤ 水流不畅



## ➤ 施工打补丁

- 确保海绵设施地形与其他常规景观地形同步平整到位。



海绵设施“打补丁”现象严重

# 目录

## 01 海绵设计常见问题

---

## 02 海绵专项设计要点

---

## 03 海绵设计专业配合

---

## 04 海绵施工常见问题

---

## 05 案例分享

---



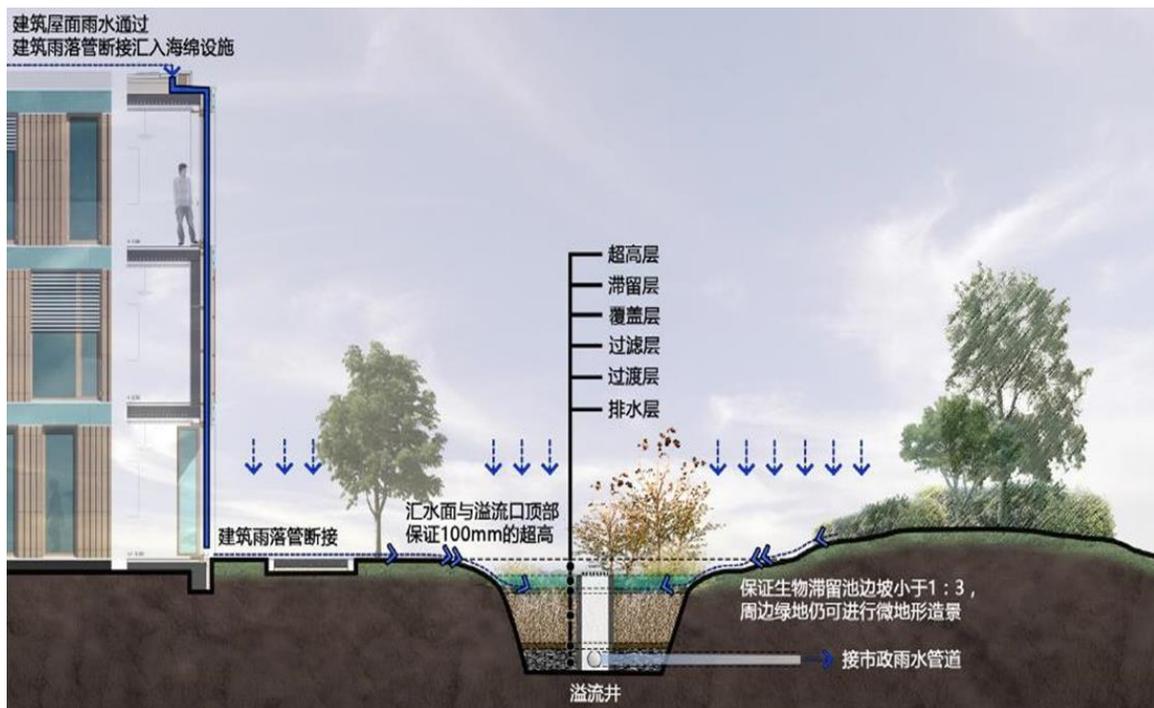
## ■ 新建住宅小区——蜀星苑

### 建设思路

#### 屋顶雨水

**多层建筑：**均通过雨落管断接的形式将屋顶雨水收集至海绵设施内

**高层建筑：**屋顶雨水直接接入地下雨水管线，最终汇入雨水收集池

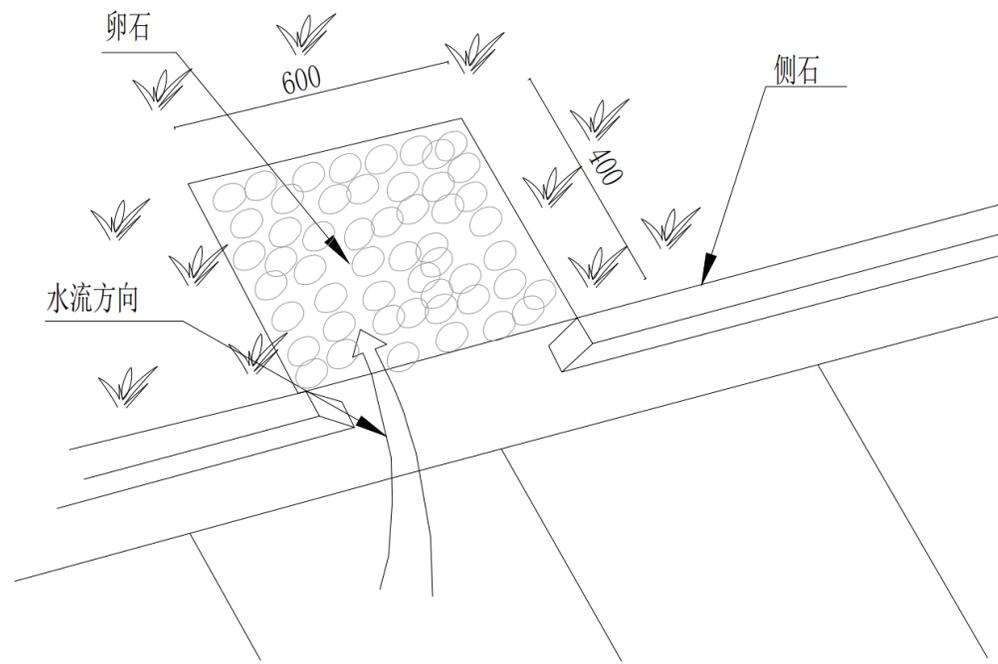


屋顶雨水处理示意图

#### 路面雨水

**主干道路：**两侧均设置了雨水花园，并对道路立缘石进行开口，使得路面雨水能够进入雨水进行滞蓄、净化、缓排

**人行道：**将路面设置为透水混凝土路面，减少地表雨水径流



路缘石开口示意图

## ■ 新建住宅小区——蜀星苑

### 建设效果

#### 提升了小区排水安全

通过建设透水混凝土、植草沟、雨水花园、雨水收集池等海绵设施，实现将75%的雨水就地消纳，超标雨水溢流进入市政管网，小区排水标准提高到三年一遇，同时削减了面源污染



屋顶雨落管断接照片



雨水花园照片

#### 实现雨水资源化利用

在小区雨水管网末端设置了300m<sup>3</sup>雨水收集池，供给绿地灌溉及道路浇洒，实现本区域雨水的径流控制及雨水的合理利用



转输型植草沟照片



雨水花园照片

#### 小区景观品质进一步提升

海绵设施的平面布置、植物选型、竖向控制都与小区景观实现了充分衔接，在保障小区生态涵养功能的同时，也进一步提升了小区的景观品质

## 市政道路——通湖大道

### 基本情况

### 项目概况

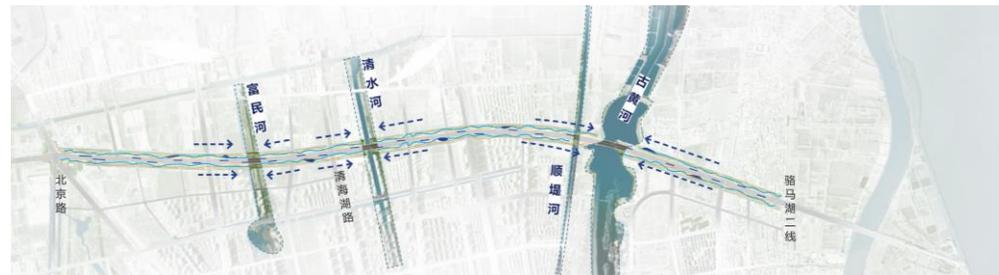
通湖大道项目位于市宿城区，北至骆马湖二线大堤，南至北京路，总长7.1公里，在建设过程中，通过合理组织场地内雨水径流路径，协同道路、景观各专业设计，同步考虑施工建设进度，共实施雨水花园 5717 m<sup>2</sup>、下凹式绿地 4809 m<sup>2</sup>、湿式植草沟 6685 m<sup>2</sup>、湿塘 15876 m<sup>2</sup>，将通湖大道景观带打造为高显示度的公共海绵空间。

### 建设目标

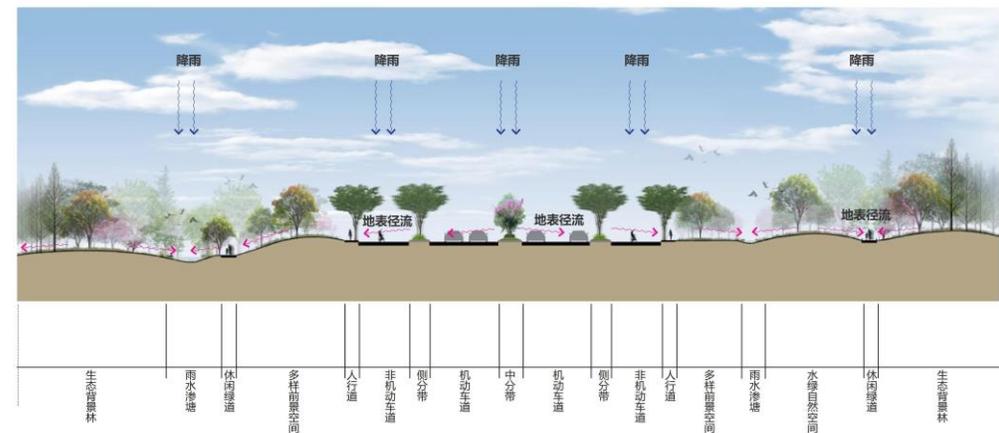
依据《市海绵城市专项规划（2021-2035）》，结合通湖大道所属排水分区，确定其海绵指标为年径流总量控制率为 65%，面源污染消减率为 50%。



项目区位示意图



道路整体排水流向图



道路标准横断面图

## 市政道路——通湖大道

### 设计思路

#### 机动车道

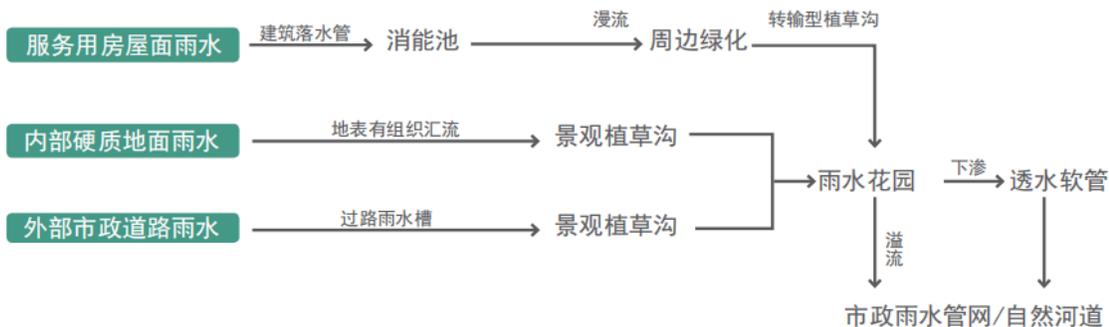
取消机动车路面两侧雨水口设置，在高程低点增加侧分带泄水槽，确保机动车道雨水能通过导流槽进入非机动车道；

#### 非机动车道及人行道

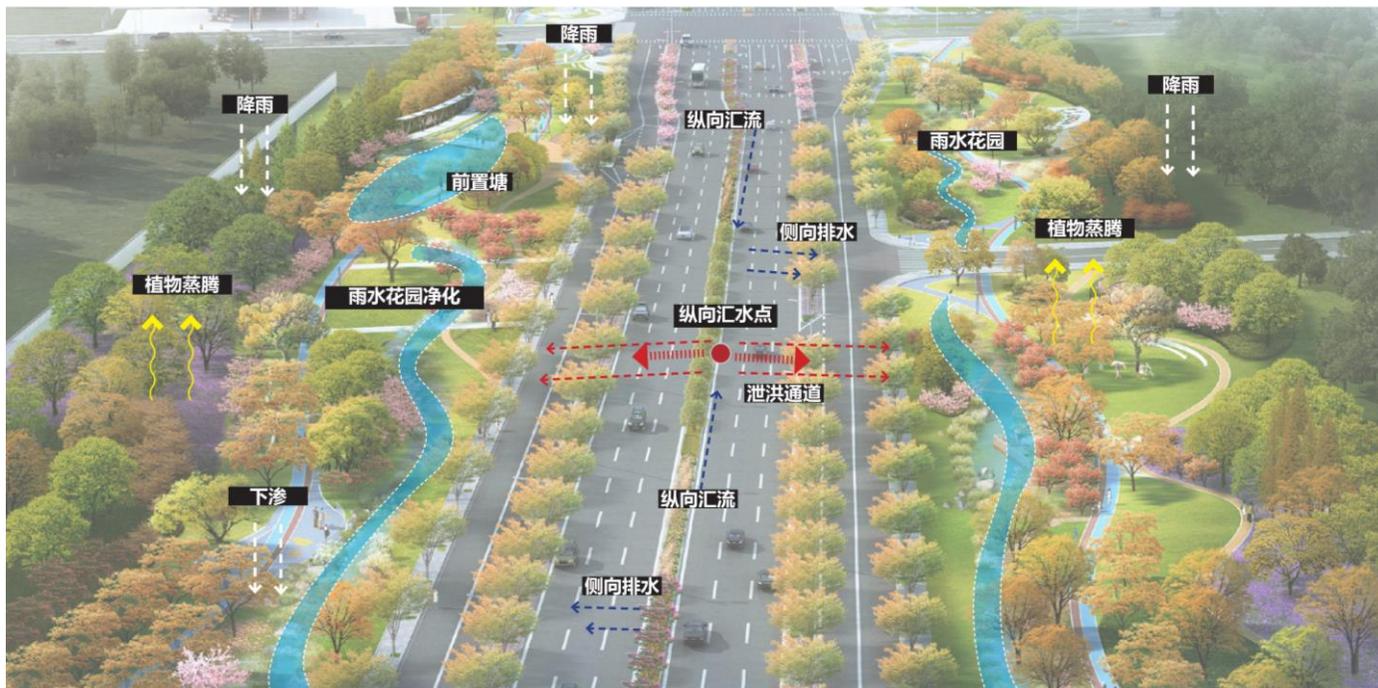
在非机动车道高程低点处人行道下方增加导流槽，确保非机动车道雨水能通过导流槽进入绿化带内海绵设施进行调蓄；

#### 绿化带

绿化带内设置雨水花园、下凹式绿地、植草沟、湿塘等多重海绵设施，丰富雨水径流路径，对路面雨水径流实现滞蓄、缓排、净化。



径流路径组织图



海绵设施平面布置示意图 (局部)

## ■ 市政道路——通湖大道

### 建设成效

#### ● 减少了外购土方量

利用开挖雨水花园、植草沟、下凹式绿地等海绵设施的土方量，用作园林绿地堆坡造景。经计算，该汇水分区减少了土方工程量4.62万方。与传统方式比，减少30%外购土方量，节约工程投资300万元。

#### ● 降低了绿化养护成本

道路及绿地的雨水径流，最终汇入雨水花园、湿地等海绵设施，蓄存的雨水可用于绿化浇灌养护，每年利用雨水资源量达1.35万立方米。与传统方式比，节省了约25%的绿化用水量。

#### ● 丰富了景观效果

与传统绿化造景比，海绵设施采用黄菖蒲、灯芯草、细叶芒、鸢尾、美人蕉、旱伞草等湿生或水生植物，不仅丰富了绿化景观类型，而且增加了旱溪、湿地等生态类型，丰富了生物多样性。



雨水花园



转输型植草沟



生态旱溪



人行道导流槽

A misty landscape with karst mountains and a river, with a person in a boat on the water.

# 感谢聆听

中国城市规划设计研究院

程小文 2023 年 7 月