

流域化海绵城市黑臭水体多专业综合整治

以常德项目为例

郑能师 工程硕士
中国区常务副总经理

德国汉诺威水协 / 德国汉诺威水有限公司

2016 城市基础设施建设专题培训班 全国市长研修学院（住房和城乡建设部干部学院）

2016年11月28日 成都



Leibniz
Universität
Hannover

SEKISUI



Wasser Hannover

Zentrum für nachhaltiges
Wassermanagement



SPR HANNOVER
BERATUNG INGENIEUR



Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften



ipp INGENIEURBÜRO
PABSCH & PARTNER
Ingenieurgesellschaft mbH



联合工作团队

问题与挑战

问题与挑战

- 城市黑臭水体的污染主要来自于城市排水系统
- 合流制排水系统的溢流污水
- 分流制排水系统中的错误接管导致的非降雨期污水
- 由于生活方式等造成的雨水系统污染：如露天夜市，汽车冲洗等

截污管道不能解决所有的污染问题

- 城市排水防涝需要解决
- 城市水系污染需要治理
- 城市建设开发需要土地，需要更多功能：文化，交通，休闲，生态等



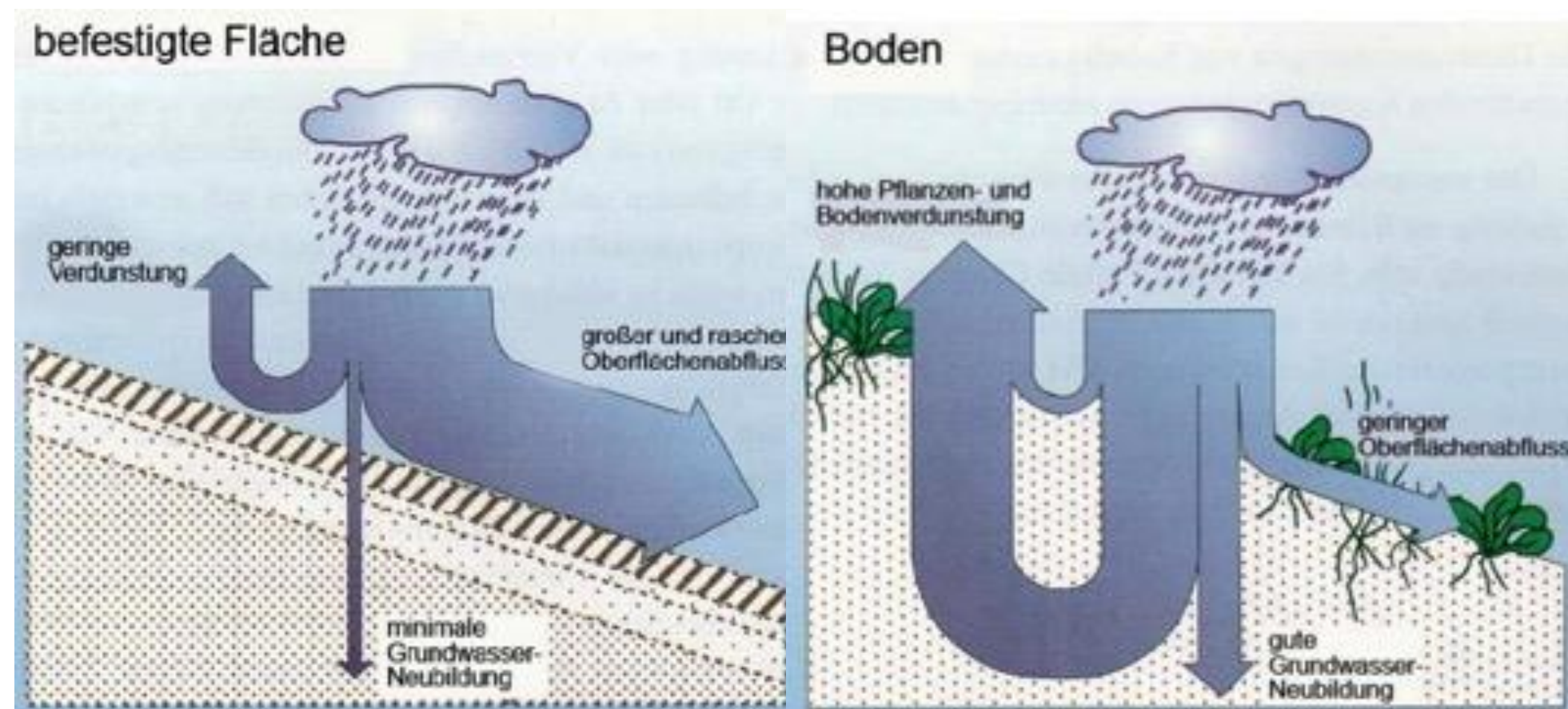
创造宜居城市生态水空间



理念与措施

海绵化排水系统 – 自然水平衡

- 恢复天然水体循环，减少地表径流，减少排水系统投资
- 增加地下水补给，净化初期雨水，保障接受水体水质
- 建设地表或地下调蓄水体，限制排水峰值流量，增加河道枯水流量
- 如果可能的话，采用分散式或半分散式雨水处理方式



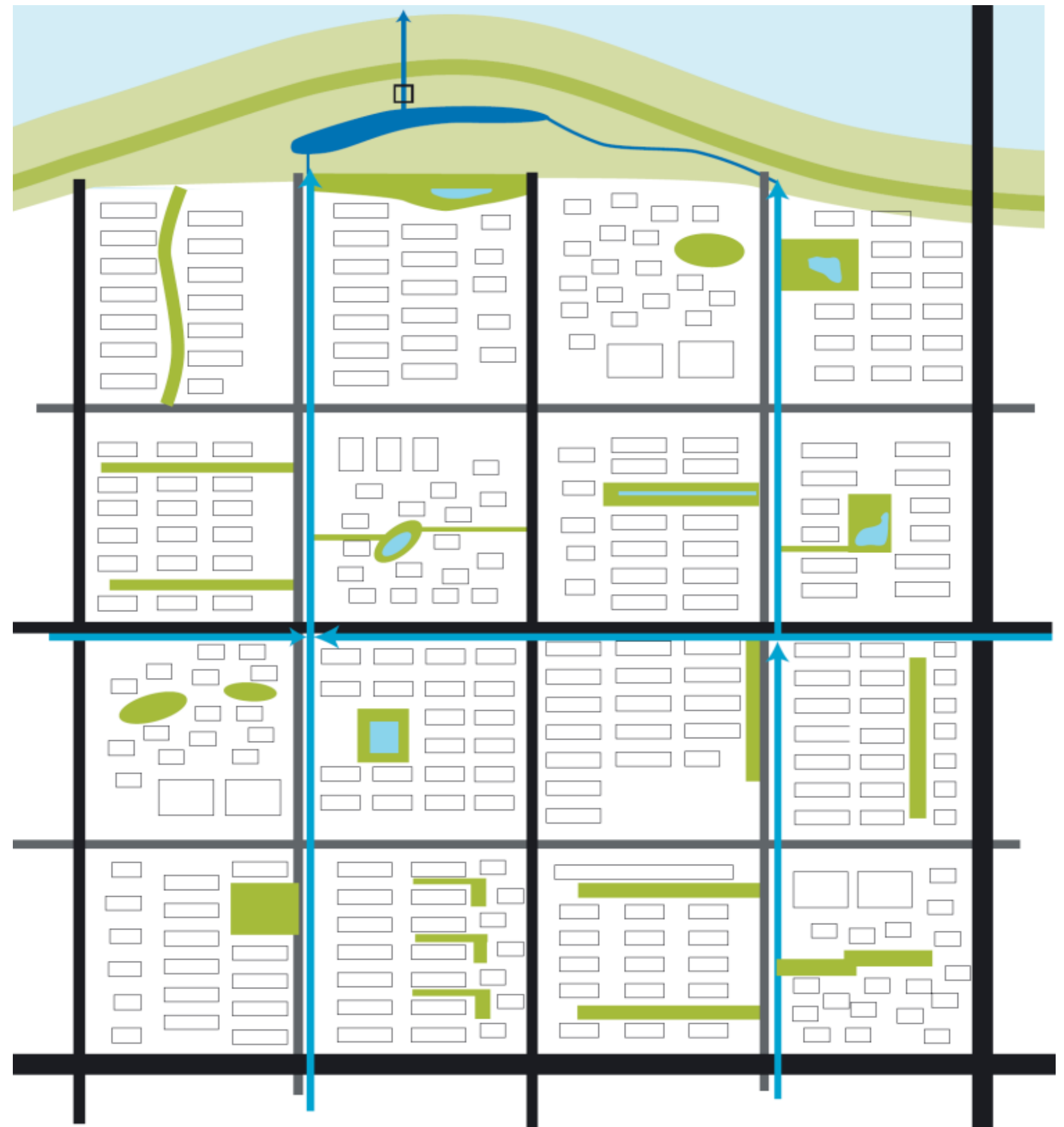
海绵城市 德国小区内运用

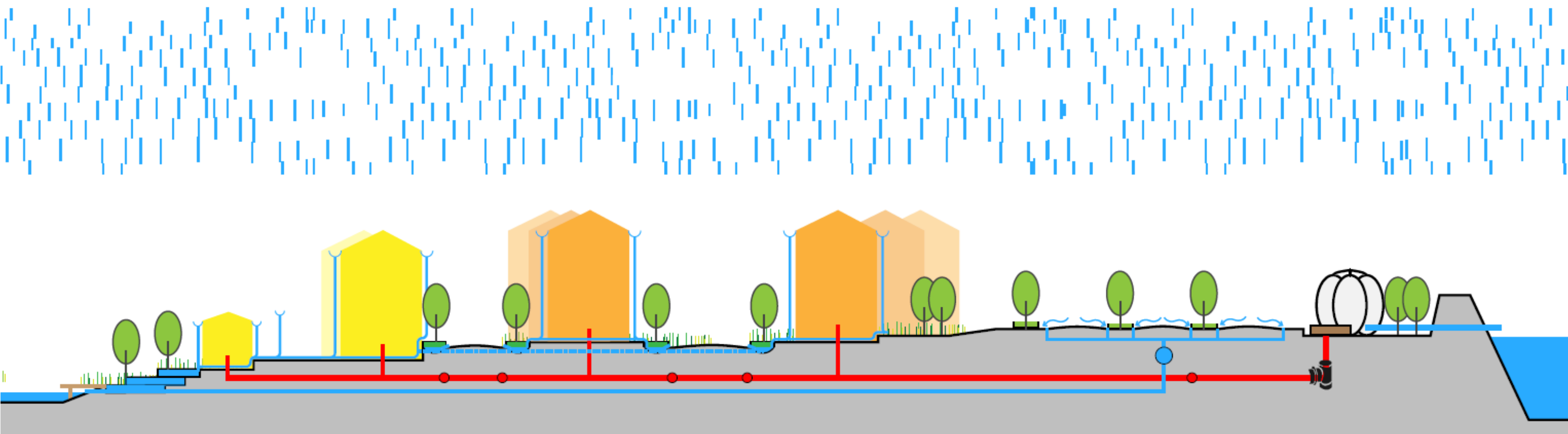
- 地表排水
- 下渗区域
- 分散的调蓄空间
- 蓄水空间
- 净化区域
- 雨水利用



海绵城市 排水系统和水系整合

- 整个雨水收集，渗透系统整体考虑。
- 将天然湖泊，池塘连成生态廊道等
- 多专业，多部门共同协作
- 排水系统设计，先于道路设计。
- 充分考虑地下水水位，确保在下渗过程中，不对地下水造成污染
- 根据来水的水质，水量确定相应的处理和调蓄方案
- 充分考虑当地气候特征。





效益

- 天然调蓄水塘和明渠改善城市小气候，缓解热岛效应
- 雨水视为资源，综合利用，构成城市景观重要元素
- 临水而居，提高生活质量，提升土地价值



汉诺威康斯伯格小区

- 建于1997年，为汉诺威2000年世博会的参展国家住房区
- 是围绕主题：人 环境 科技 的示范区，特别是雨水综合利用的示范区。
- 距离汉诺威城市中心9公里。总建筑面积共计150公顷

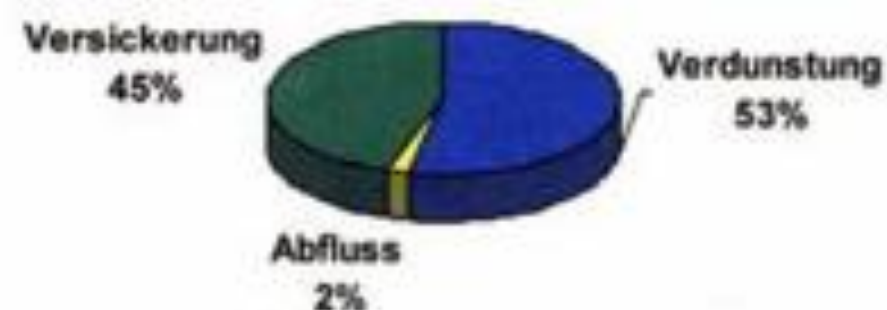


汉诺威康斯伯格小区

- 标准的渗水边沟的结构

Wasserwirtschaftliche Bilanz

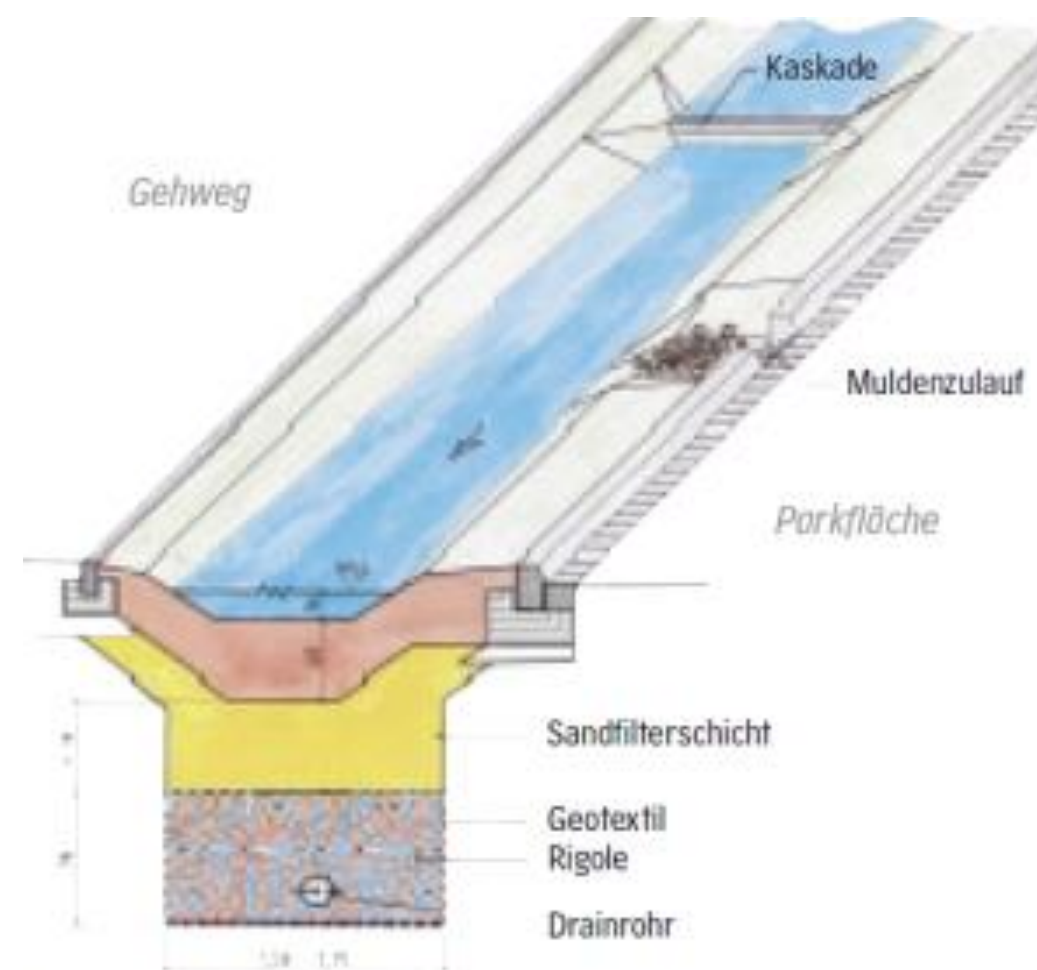
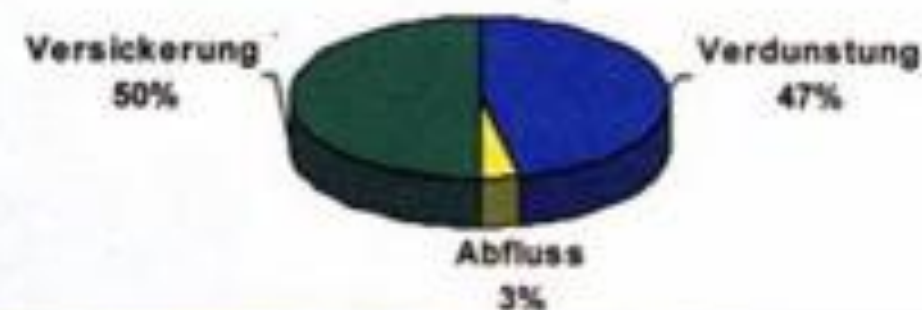
Zustand 1994



Variante Standardentwässerung

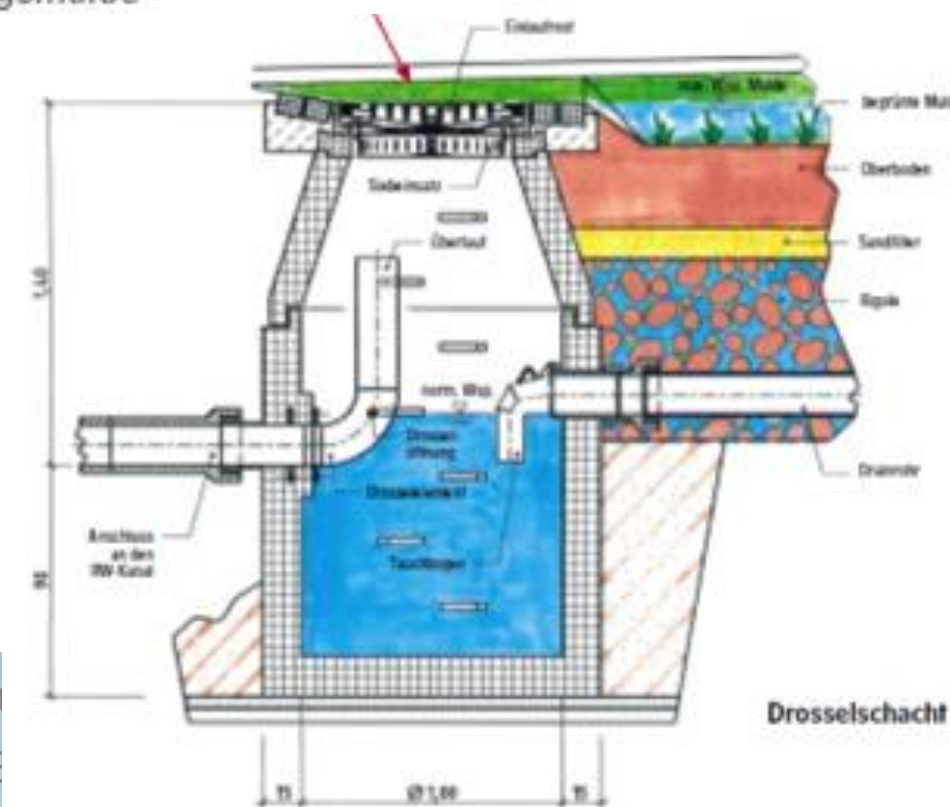


Variante Mulden-Rigolen-System



Mulden-Rigolen-System –
Schnitt durch eine Entwässerungsmulde

- Sehr hohe Betriebssicherheit des Gesamtsystems.
- Wartungsfreundlichkeit des Gesamtsystems.
- Einsatz von Standardbauteilen.



汉诺威康斯伯格小区

- 每个小区通过设计竞争，都有独立的，独特的雨水收集系统，采用各种不同的方式对雨水进行调蓄、净化、下渗和限流；
- 雨水几乎全部通过地面沟渠收集。
- 公共道路通过渗水沟和草地渗透，多种工艺的运用



荷兰乌特勒支市莱切莱区

- 新区，80.000居民
- 距离阿姆斯特丹南部大约40公里
- 前荷兰最大的住房区发展建设工程 (VINEX区)
- 始于1995年，于2015年完工
- 面积: 2100 ha
- 比乌特瑞奇市现有居民增加了30%
- 住宅区、办公大楼、工业区、商业中心
- 学校、医院和其他一些事业单位
- 新建的火车站和高速公路的迁移





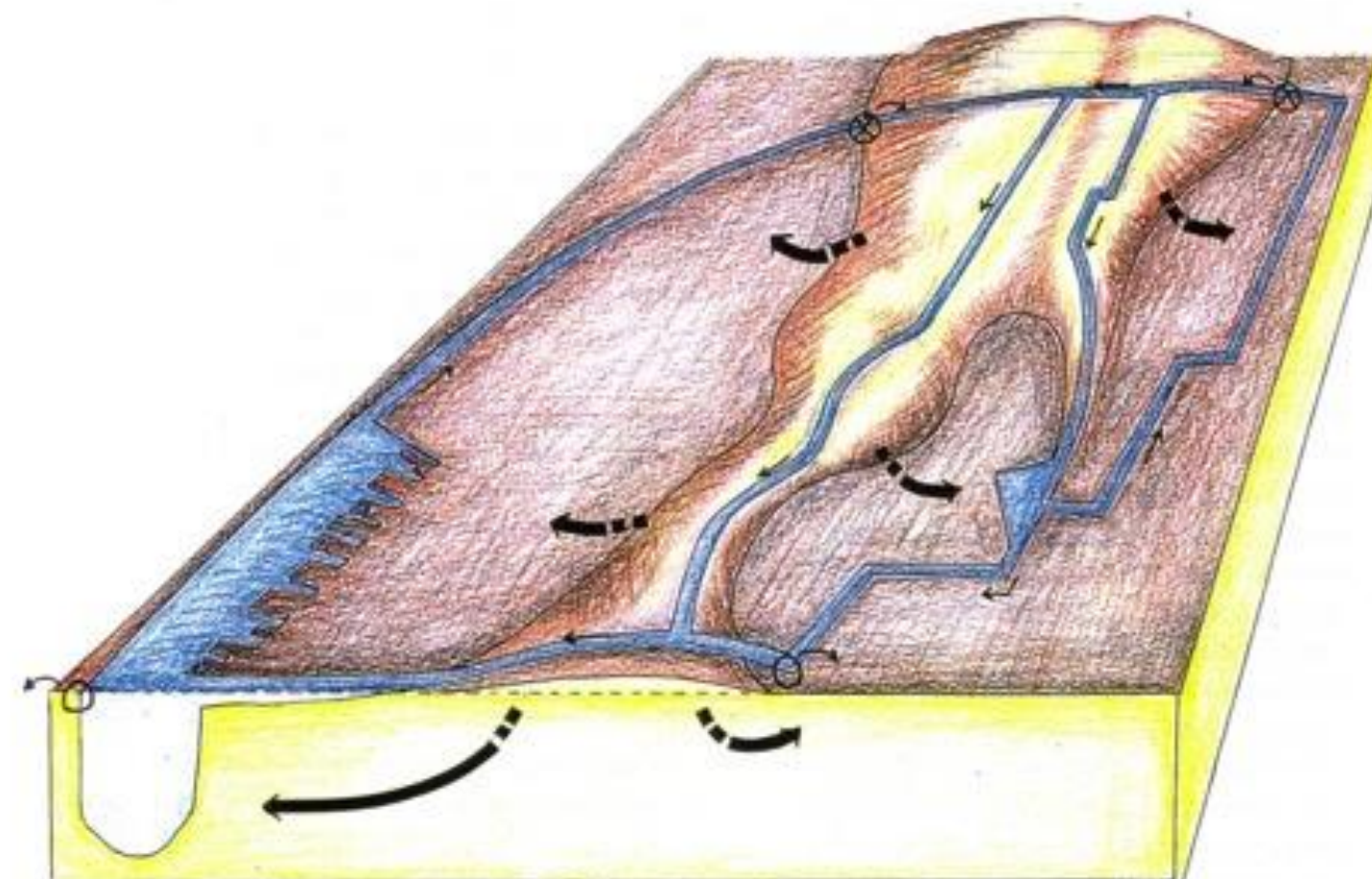
目标

- 愿景：临水居住 “Wonen aan het water”
- 对水体分流、暴雨渗透、航运系统、地下水排水系统和暴雨治理系统等的设计
- 形成一个自动运行的水系系统
 - 目的：通过循环系统提高水体质量
 - > 无其他水源注入，尽可能少地不流向其他水体
 - > 在航运系统内，不间断地使水循环
 - > 莱切莱地区的整个水体系统的水域管理方案

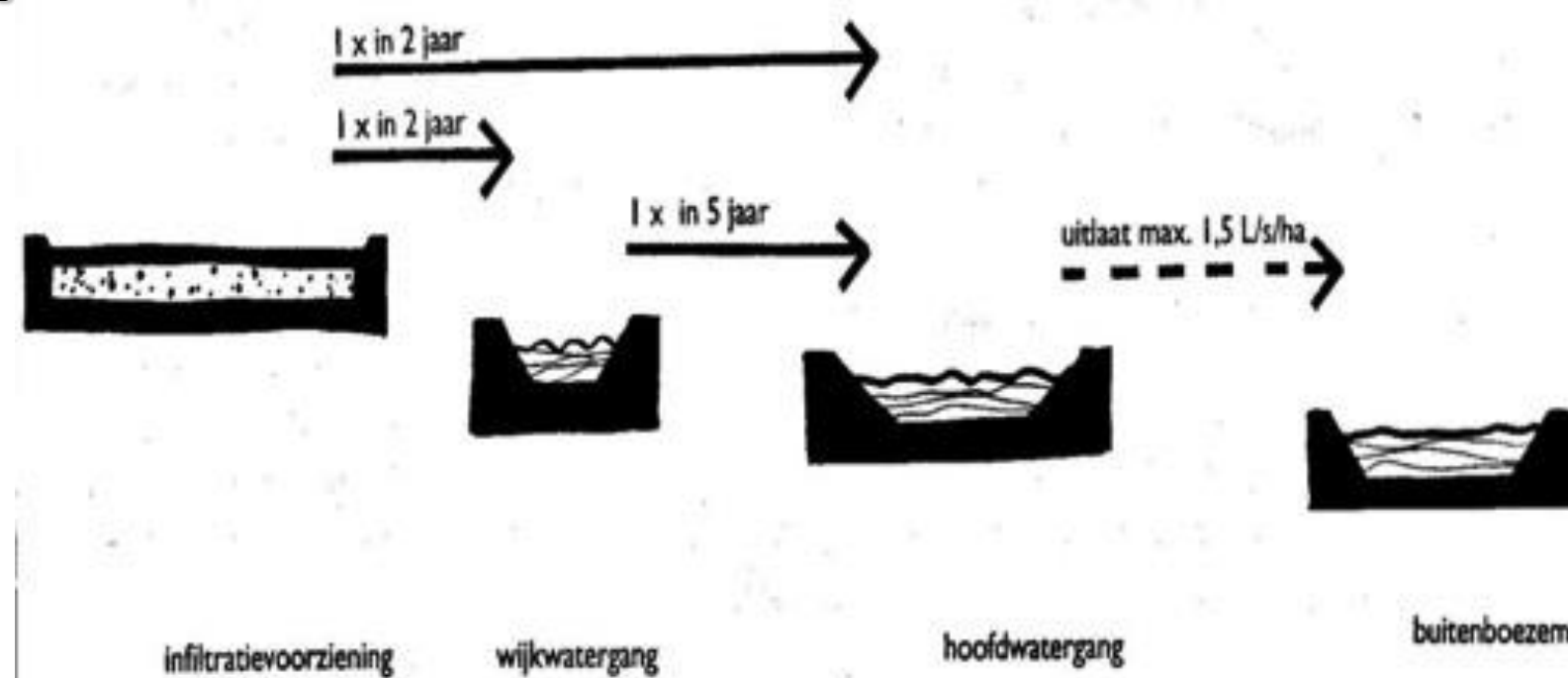


方案

- 初级雨水渠道总长：48 km
二级雨水渠道总长：34 km
- 很少向外流出
 - 1/10年里的降雨情况为水面涨幅30cm，无外流
 - 紧急情况下的通过泵站的外流部分 $Q = 2 \text{ m}^3/\text{s}$
- 降水渗入：
生活区：80% 硬化面积
工业区：20% 硬化面积

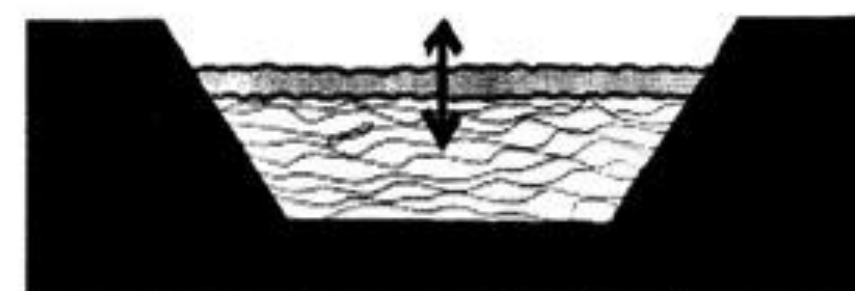


figuur 6.1 Samenhang tussen grondwater- en oppervlaktewaterstroming

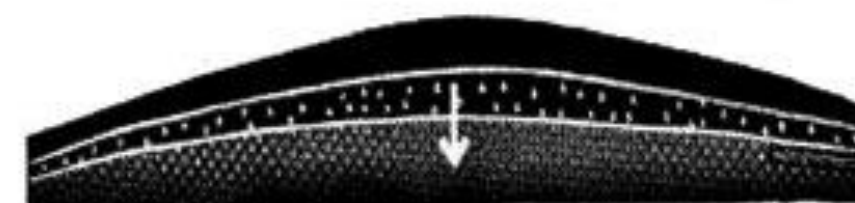


方案

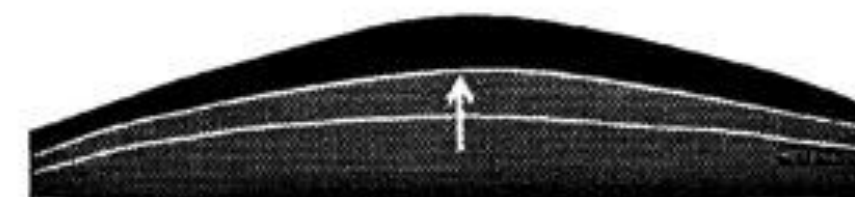
- 地下水承受容量（与地下水量相当）和河流湖泊容量（在十年一遇降雨强度时，水面涨幅30cm）
 - 一级雨水渠道容量 1.0 万 m^3
 - 二级雨水渠道储水容量 0.2 万 m^3
 - 水塘、湖泊的储水容量 24 万 m^3
- 硬化路面的暴雨水不应送到污水处理工厂
- 通过水渠的自净功能和循环，以及垂直式生态过滤床(6 ha)，对水体进行净化
- 泵站控制水面高度和水体流向，以及拦河坝的自动控制作用等



figuur 2.9 Buffering in oppervlaktewater



Zomerhalfjaar



Winterhalfjaar

figuur 2.10 Buffering in de bodem. Het verschil tussen de hoogste en laagste grondwaterstand is de buffercapaciteit. De pijlen geven de waterbeweging weer.

实施现状

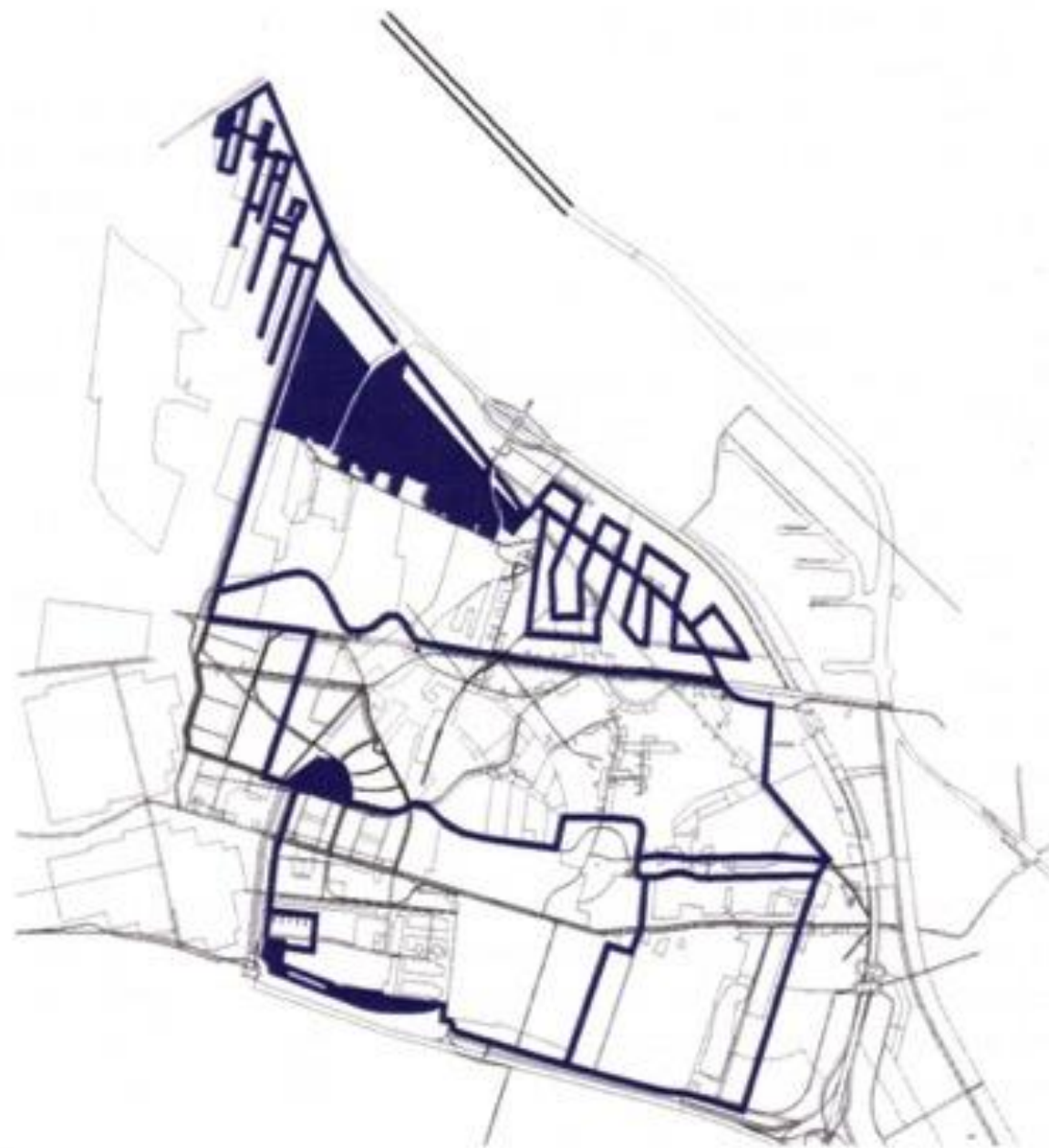


实施现状



次级水道系统

实施现状



初级水道系统

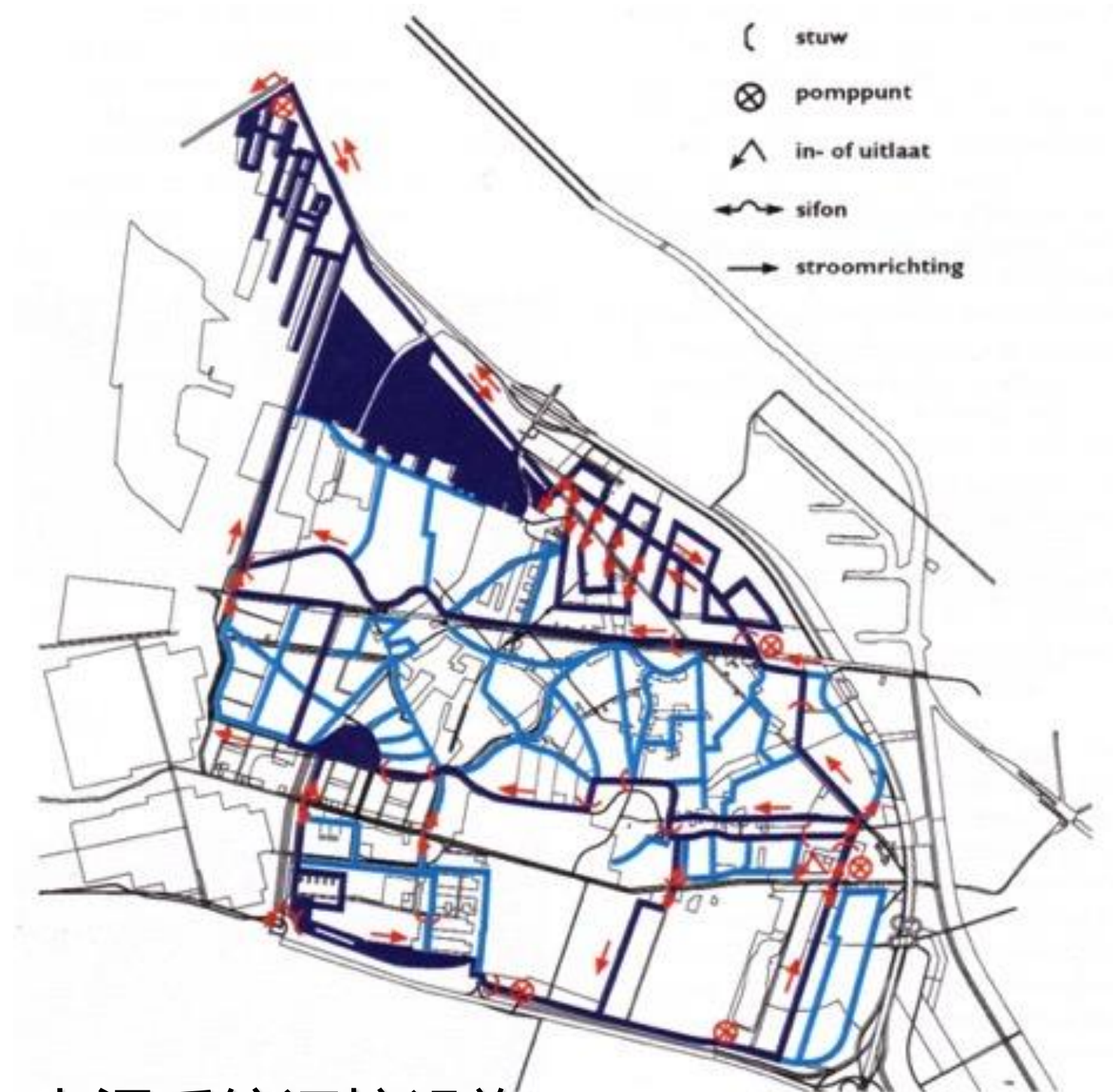
实施现状



现存的河流和渠道



实施现状



水渠系统调控设施

荷兰乌特勒支市莱切莱区



海绵试点城市 - 常德

2008年 水资源利用规划项目

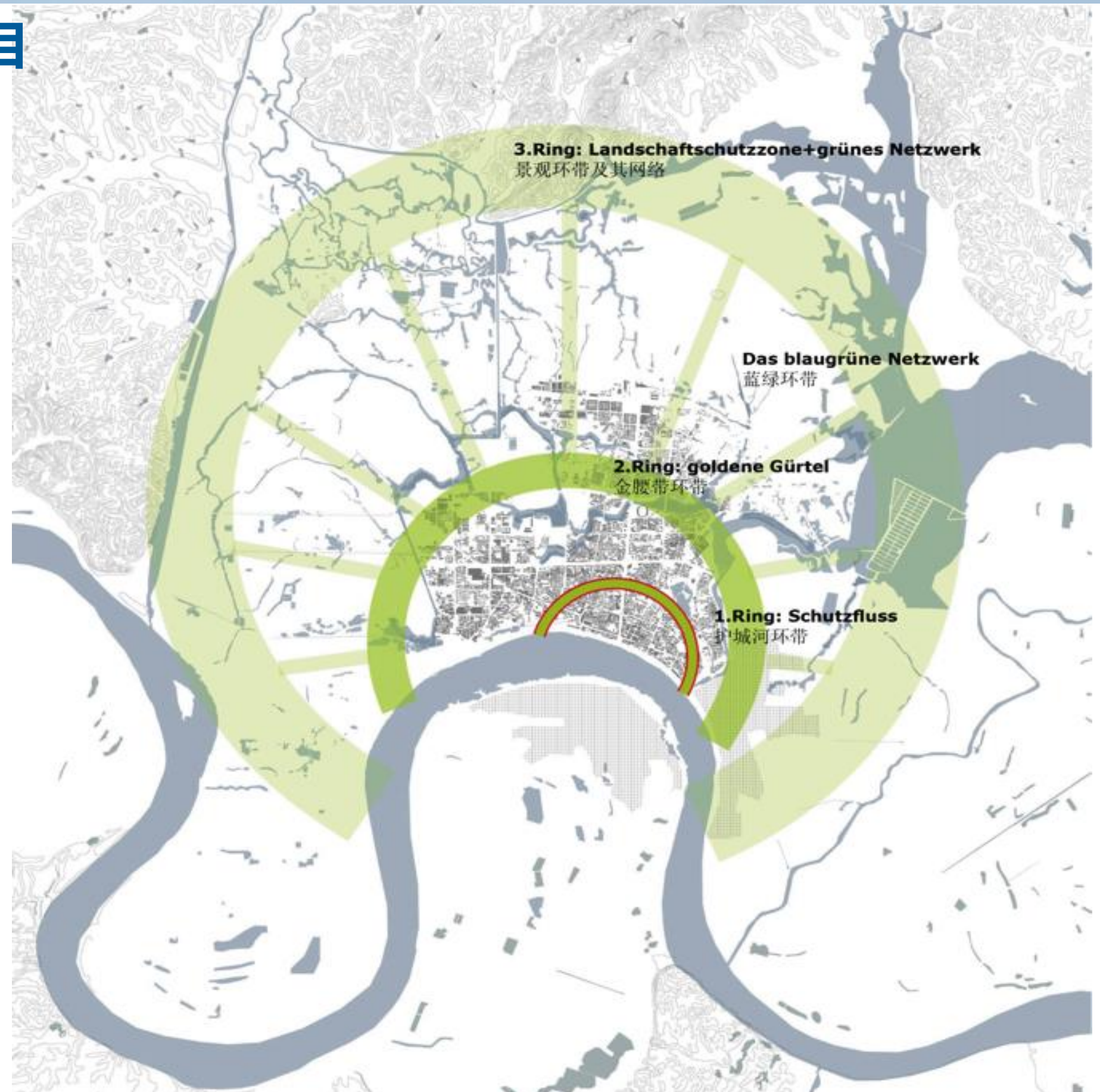
水城常德 总体思路

三条蓝绿环

绿色网络作为城市发展的框架

水网 - 城市健康发展的血管

改善水平衡，改善水域生态功能，优化水域网络



2008年 水资源利用规划项目

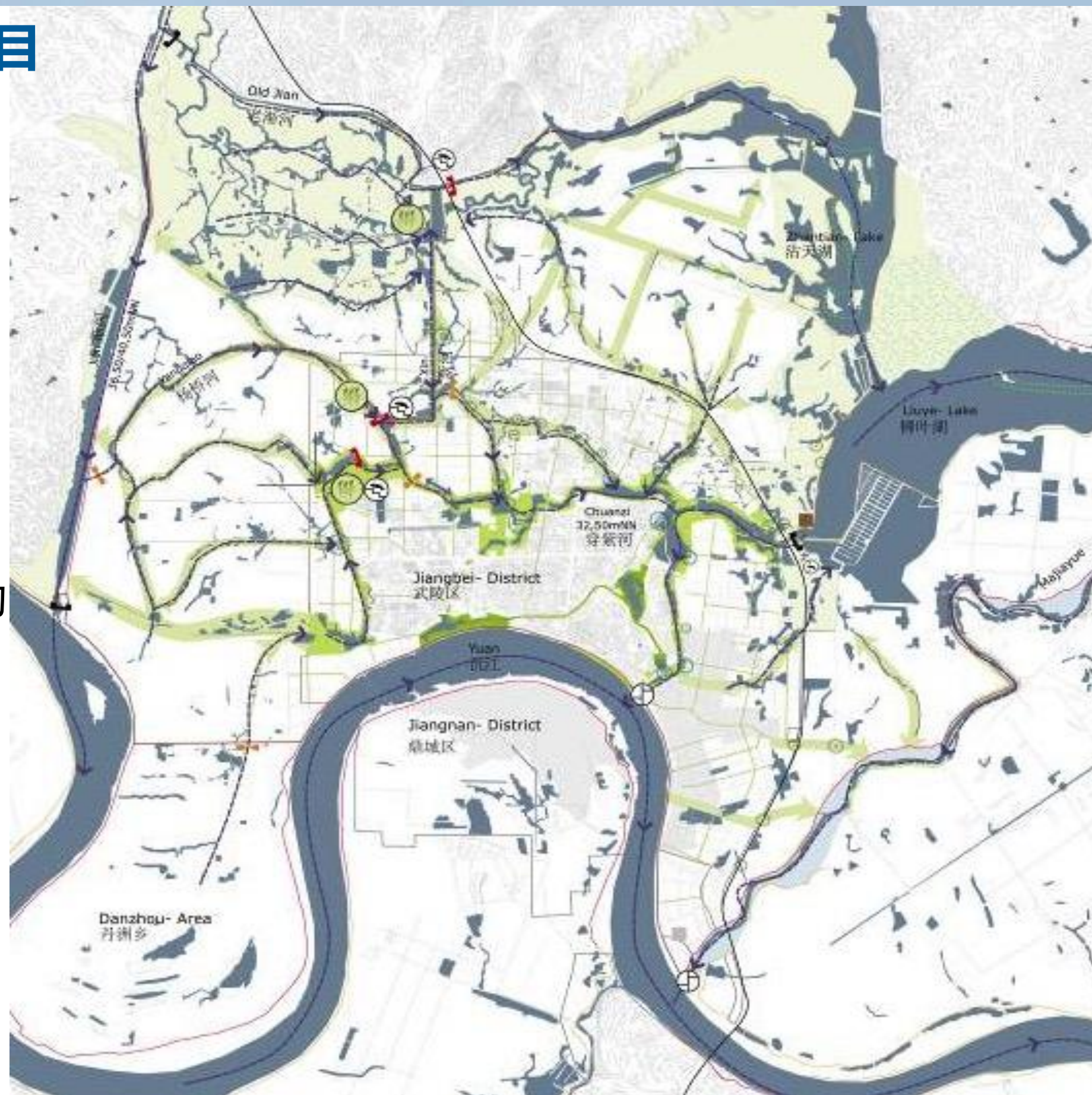
水城常德 总体思路

三条蓝绿环

绿色网络作为城市发展的框架

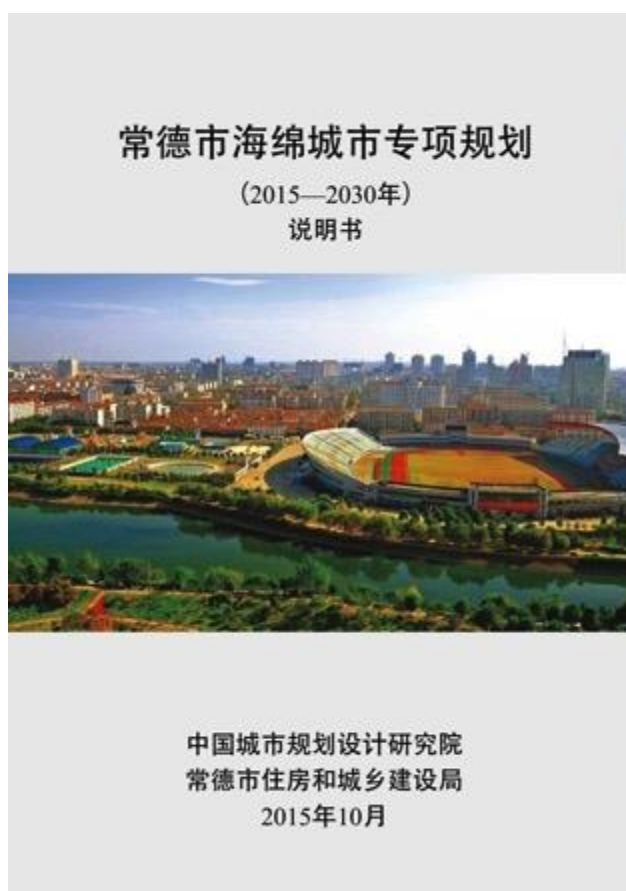
水网 - 城市健康发展的血管

改善水平衡，改善水域生态功能，优化水域网



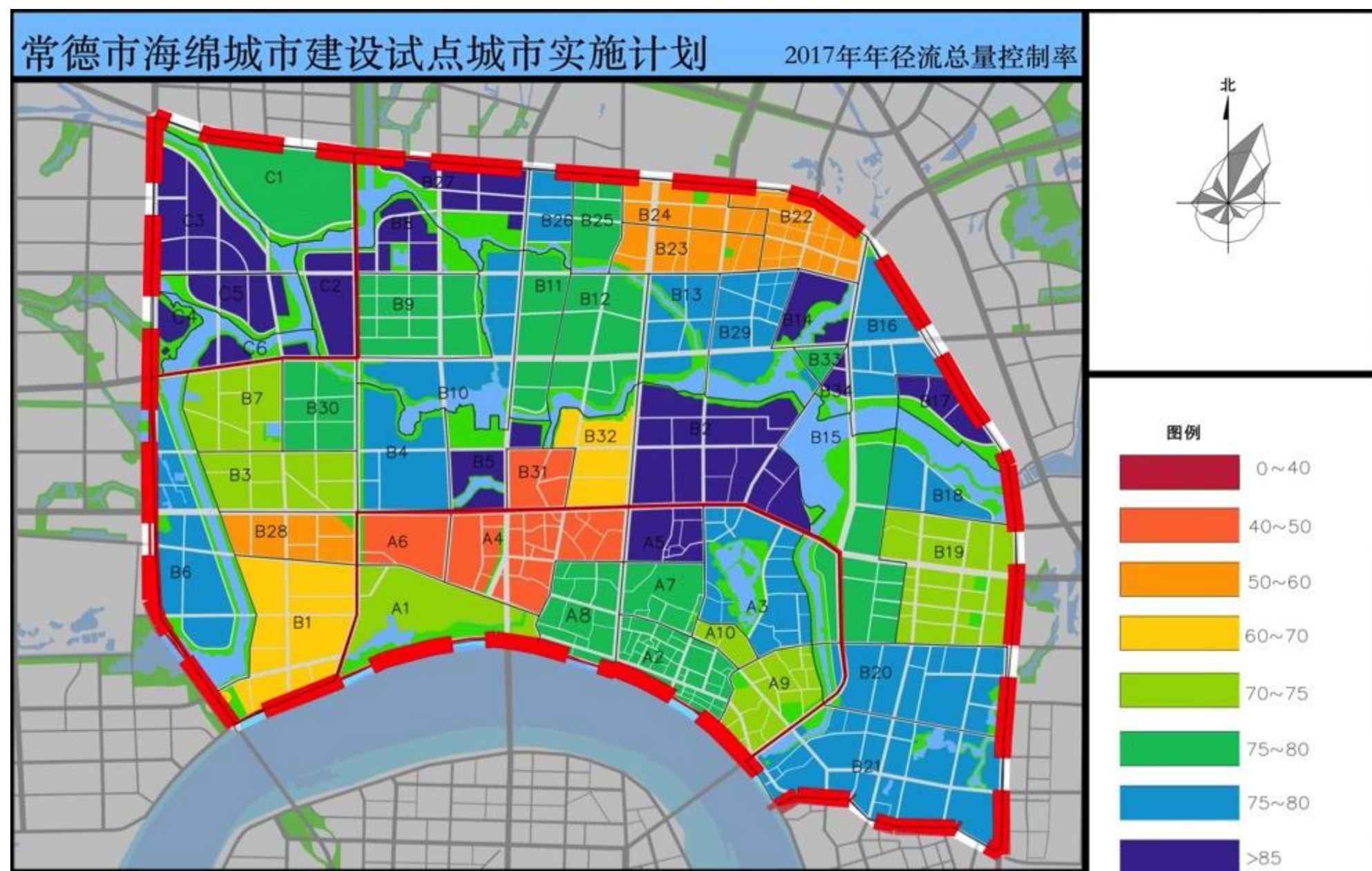
形成技术体系

- 2015年7月，聘请中规院编制了《常德市海绵城市建设总体规划》，《常德市海绵城市建设试点城市2015—2017年3年行动计划实施方案》
- 2016年3月29日，常德市规委会已通过委托中规院编制的《常德市海绵城市专项规划》（2015-2030）
- 2015年4月，德国汉诺威水协编制完成了《常德市海绵城市建设技术导则》和《常德市海绵城市建设图集》，已对社会公开发布。
- 2015年12月26日住建局发布《常德市城市黑臭水体专项整治工作方案》



编制常德市海绵城市专项规划，制定要求和目标

- 通过制定完整、系统的计划，自此，全面展开常德市的海绵城市建设。
- 常德市海绵城市总体规划，指导有步骤、有计划的完成海绵城市建设。
- 年径流总量控制率目标。雨水系统的年径流总量控制率不低于**78%**，对应的设计降雨量为**21毫米**。
- 排水防涝标准。排水管渠设计重现期一般地段取**2年**，重要地段取值**3—5年**。城市排水防涝标准为**30年一遇24小时**的暴雨时，城市不发生内涝灾害。
- 防洪标准。城市防洪标准为**100年一遇**。
- 水质达标。年SS总量（悬浮物）削减率大于**50%**，穿紫河水质全面稳定达到**Ⅳ类**，其它水质逐步达到**Ⅲ类**水系标准。



结合常德市的实际情况，编制技术导则，提出具体的解决办法

分步措施（3道防线）

第一步：城区内的分散式措施（院落，道路，广场的海绵城市建设与改造）

第二步：在排入水体（穿紫河、新河和护城河）前，在雨水泵站处采用集中式措施（蓄水型生态滤池）进行处理

第三步：在排入沅江及柳叶湖前，在穿紫河、新河和护城河等水体进行调蓄。

常德调蓄空间组成的核心思想是：

- 1.改善水质，处理污染
- 2.调蓄雨水，降低流量
- 3.城市大水系调蓄洪水





结合常德市的实际情况，编制技术导则，提出具体的解决办法

常德调蓄措施总览

	面积	面积 比例	分散式净 化设施	集中式 净化设施	半集中式 调蓄设施	城区总量	城市水体
	公顷	-	毫米	毫米	毫米	毫米	毫米
老城区	623	0.17	4.0	7.0	0.0	11.0	至少 20
建成区	2621	0.73	7.0	7.0	7.0	21.0	至少 20
拟建区	367	0.10	20.0	3.0	15.0	38.0	至少 20

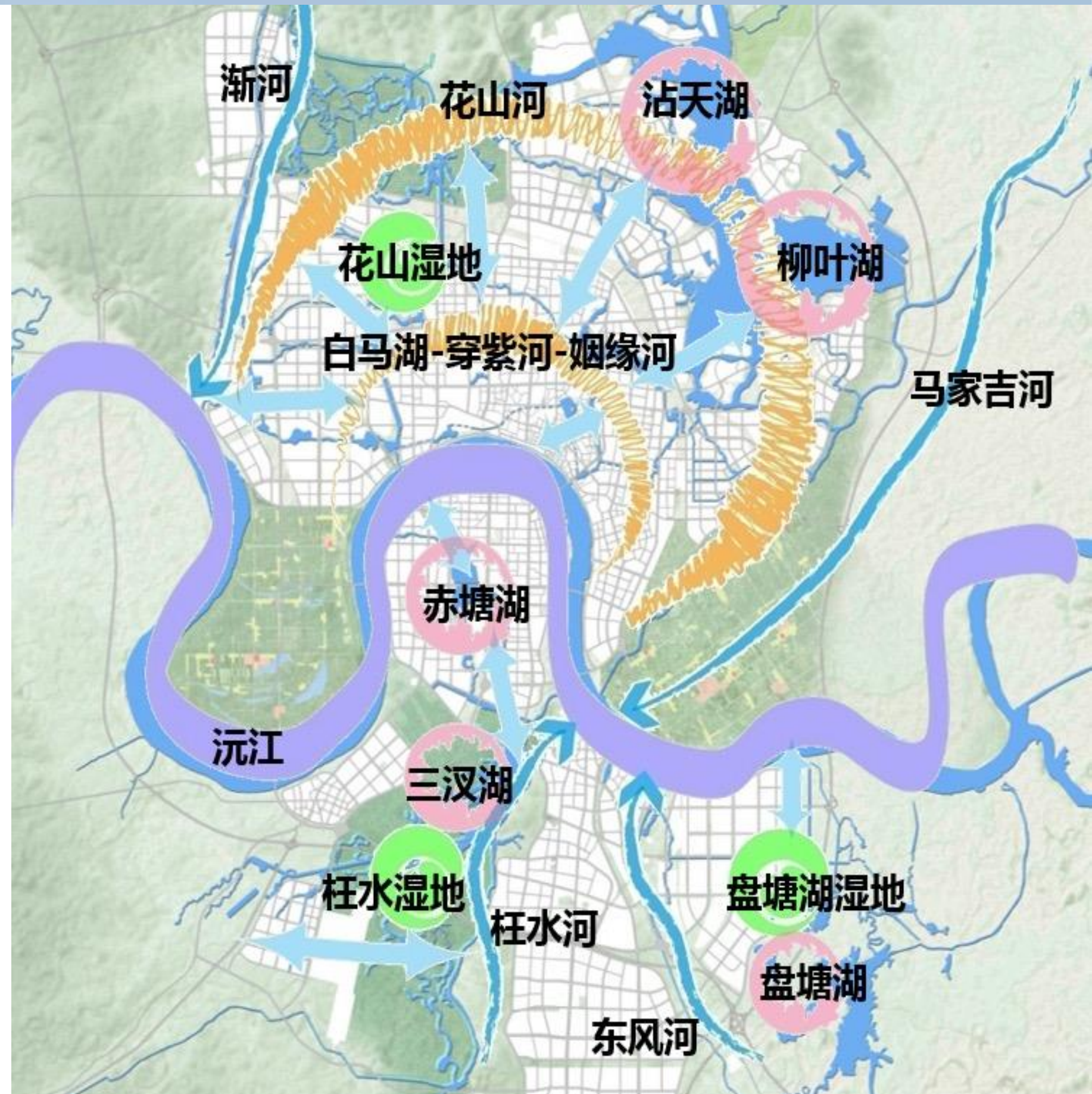
其中

净化效果较好的分散式设施:	植草沟、植草沟-渗管-系统、雨水回用（地下或地上雨水罐）、绿色屋顶、植草格、渗管、渗渠、透水砖
净化效果较好的集中式设施:	蓄水型生态滤池、雨水沉淀池等
净化效果较弱的集中式调蓄设施:	调节塘、调节池、地下调蓄空间
城市水体:	护城河、新河、穿紫河等

常德概况

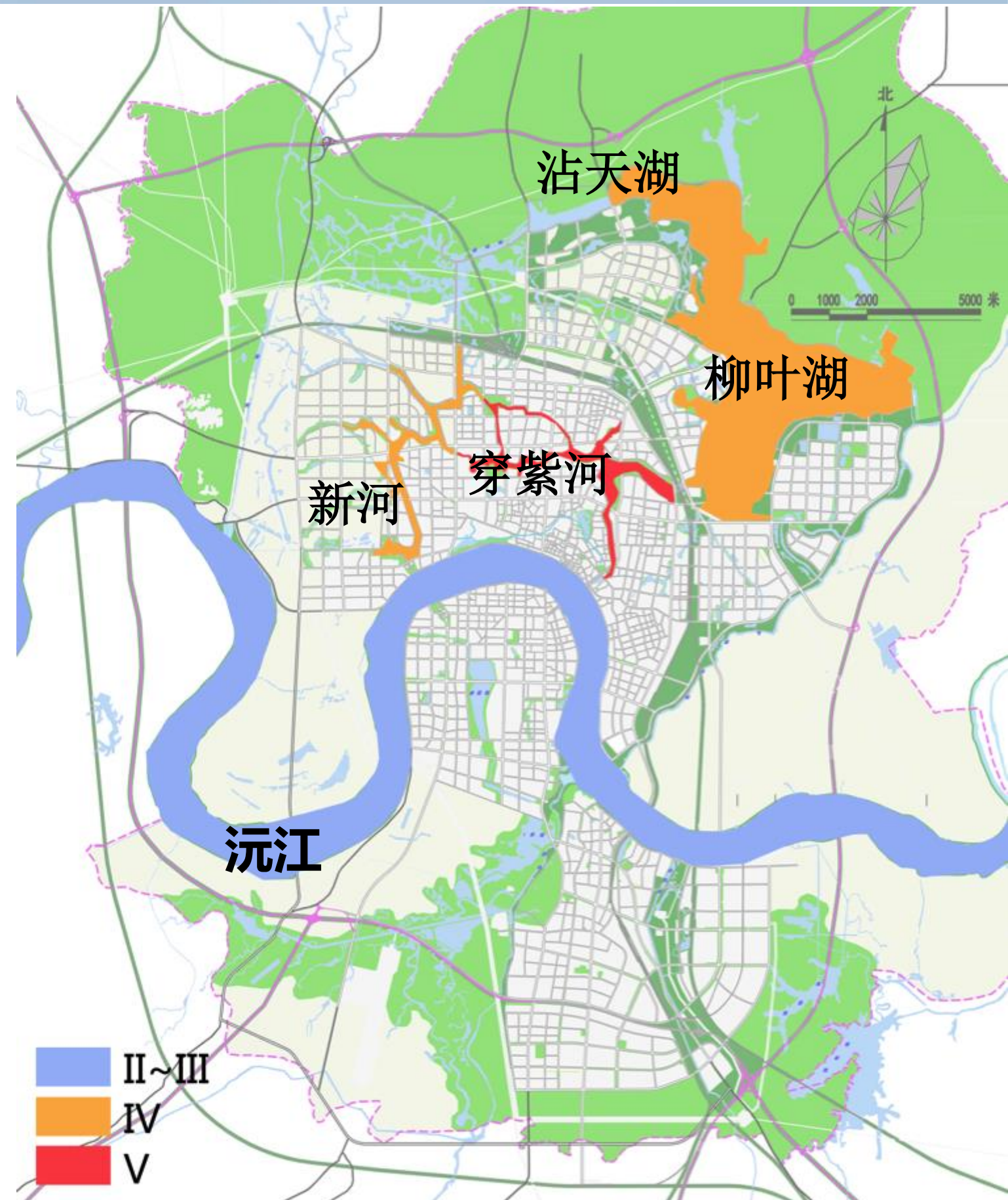
常德水文概况

- 常德市是一座滨水城市，城市水系丰富，山体离城区近
- 雨季集中，降雨量大，多年平均降水量1365.5毫米
- 平均蒸发量832.8毫米
- 地下水位高
- 河道存在污染
- 土壤渗透性差
- 城市水体水质不达标
- 城市排水系统不完善，雨污分流不彻底
- 受纳水体的水位高，导致排水管网无法依靠重力流排入，需要设置泵站

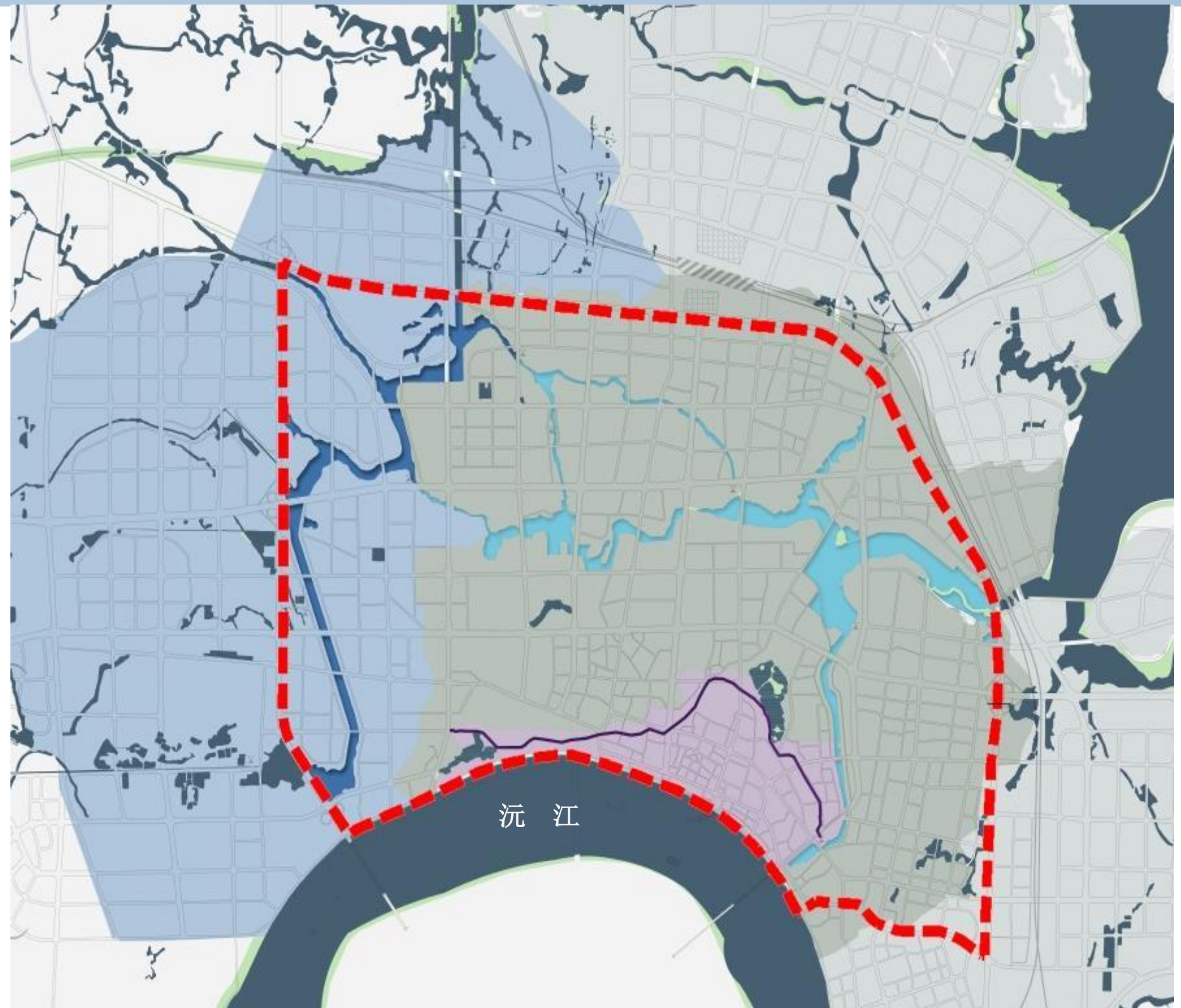


常德水系水质状况

- 沅江水质较为优良，干流水质维持Ⅱ~Ⅲ类水质标准
- 沾天湖、柳叶湖等湖泊水质整体可以到Ⅳ类的水质标准
- 新河渠水质为Ⅳ类
- 穿紫河水质为Ⅴ类，富营养化现象较为严重



常德市海绵城市示范区主要由护城河、穿紫河、新河三个所属流域覆盖，它们曾经或者目前还是黑臭河。



- - - 海绵城市试点区

穿紫河流域

护城河流域

新河流域

数学模型 多方案科学比较决策 排水和水系结合

水系和管网模拟

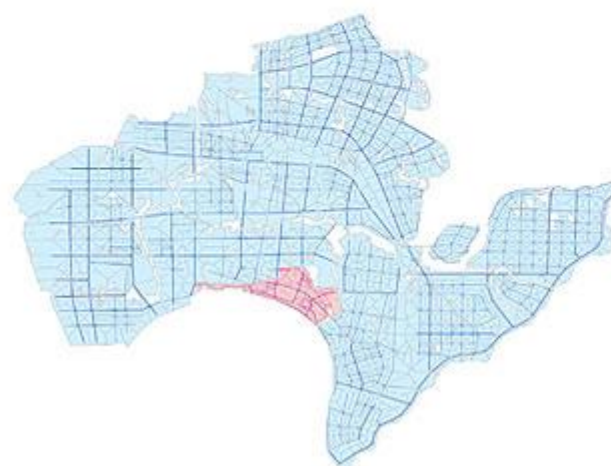
- 建立130km²水系水力模型模拟，确定水系连接方案，水位，调蓄容积，考虑降雨过程，科学决策制定防洪方案，泵房和坝统一考虑，科学调度
- 考虑水体性质及功能的演变及各个水体水质水位的季节变化，制定补水方案



集水区的土地硬化率



雨水管网系统



集水区分区管段

Modeling approaches
rainfall runoff transport process
模拟降雨过程

- On the surface
- 在集水区地表

Impervious areas
硬化区域

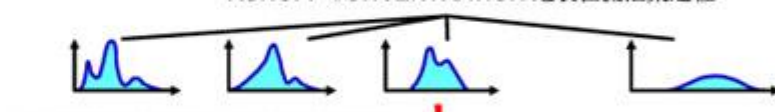
RAINFALL 降雨过程
time

h_N

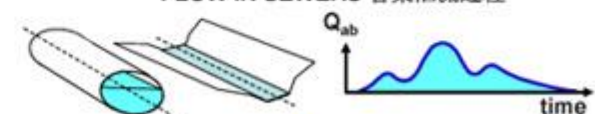
NET RAINFALL CALCULATION 净降雨量计算

Pervious areas
非硬化区域

RUNOFF CONCENTRATION 地表径流汇集过程



FLOW IN SEWERS 管渠汇流过程



- In the sewer
- 在排水管道内

SPECIAL STRUCTURES 排水系统特殊构筑物

⇒ Hydrographs 水位曲线图 $V(t)$, $Q_{ab}(t)$, $Q_d(t)$

利用HYSTREM-EXTRAN模拟进行流体力学管网模拟



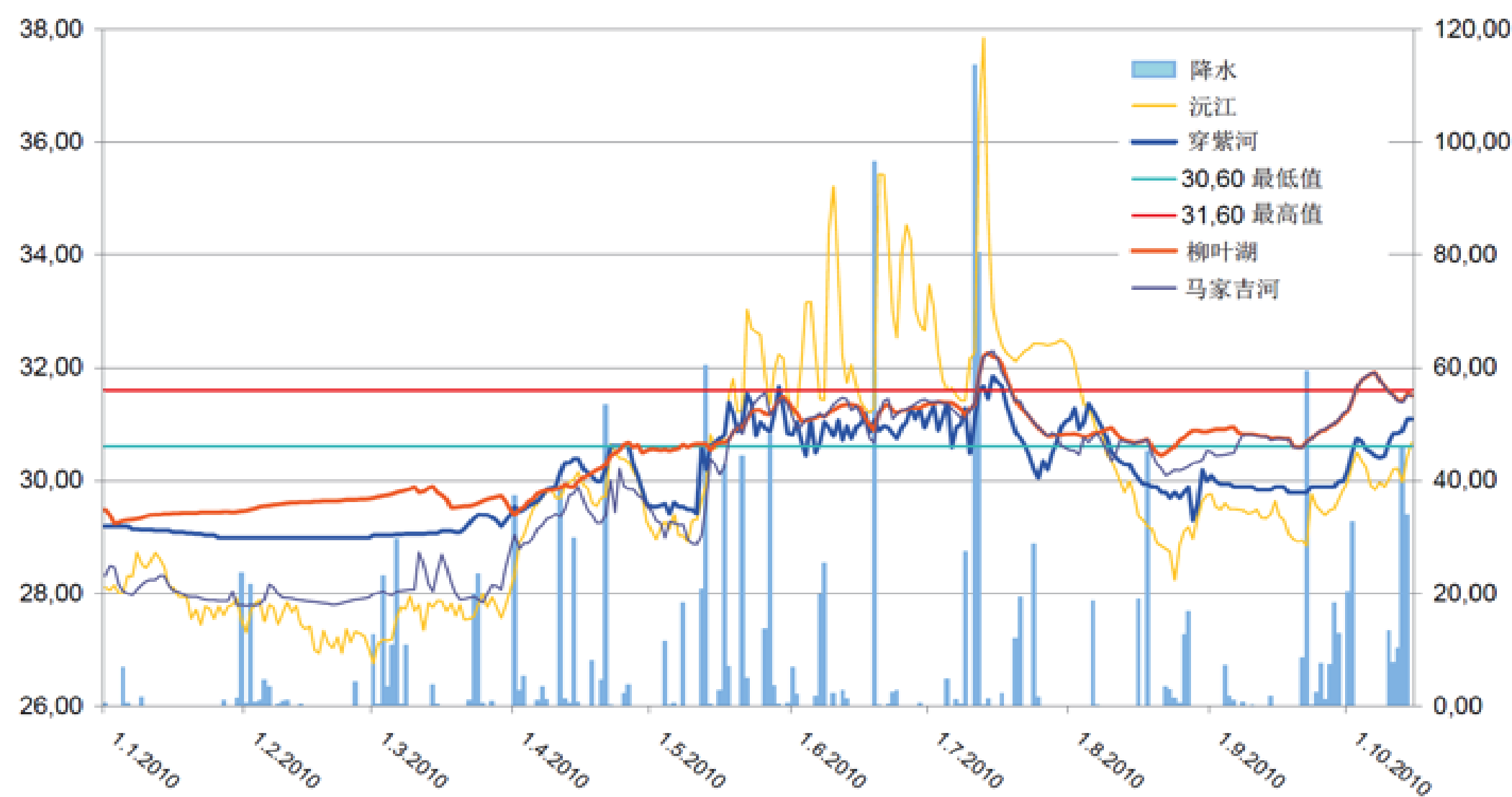
雨水和合流制管网水利状态图

现状

改造后

数学模型 多方案科学比较决策 排水和水系结合

水系和管网模拟

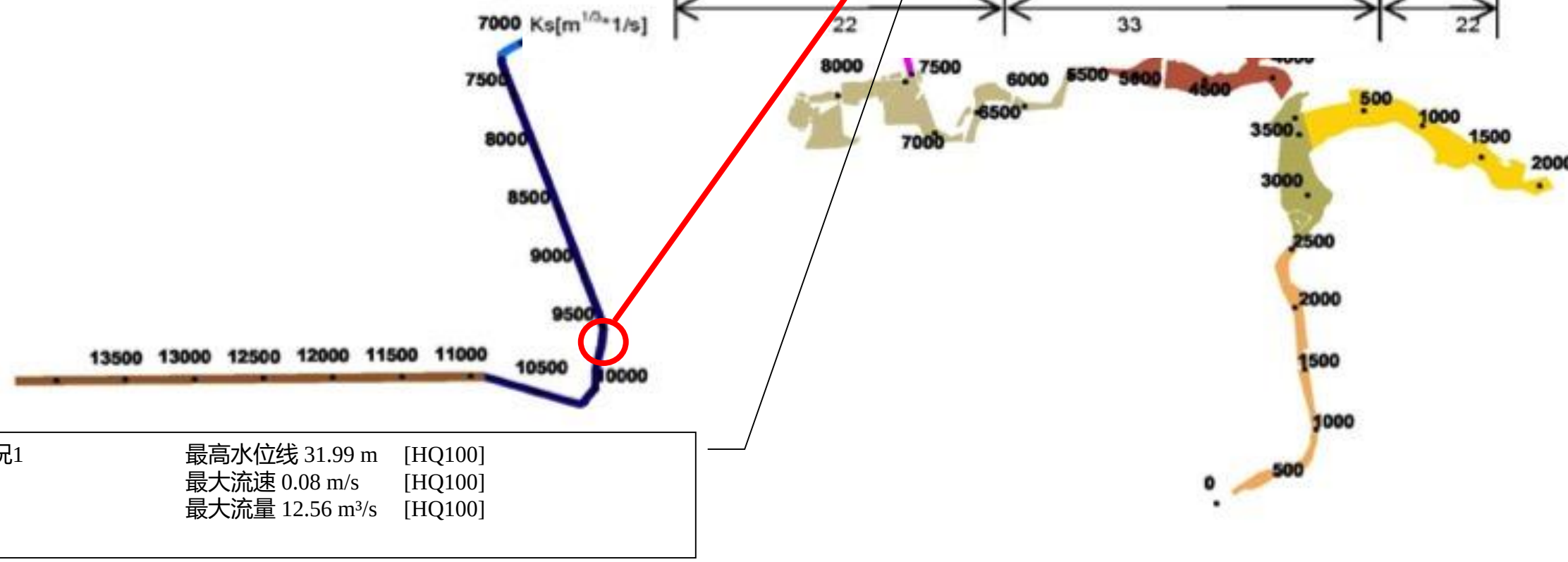
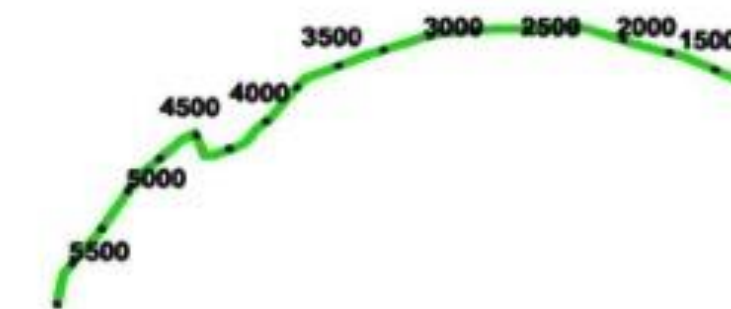
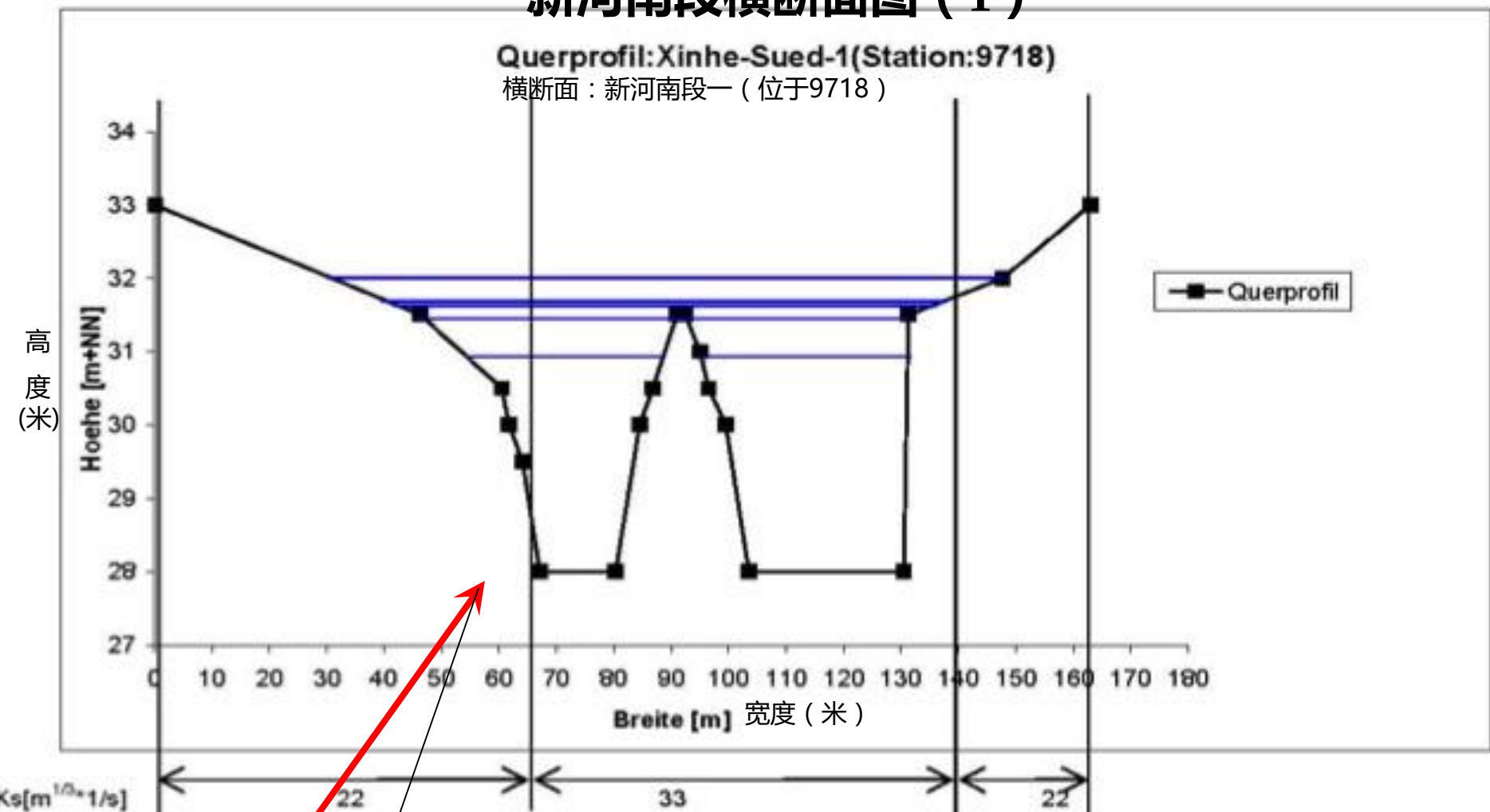




表格3: 在没有事故及其他流量进入的情况下的水泵站的功率和操控

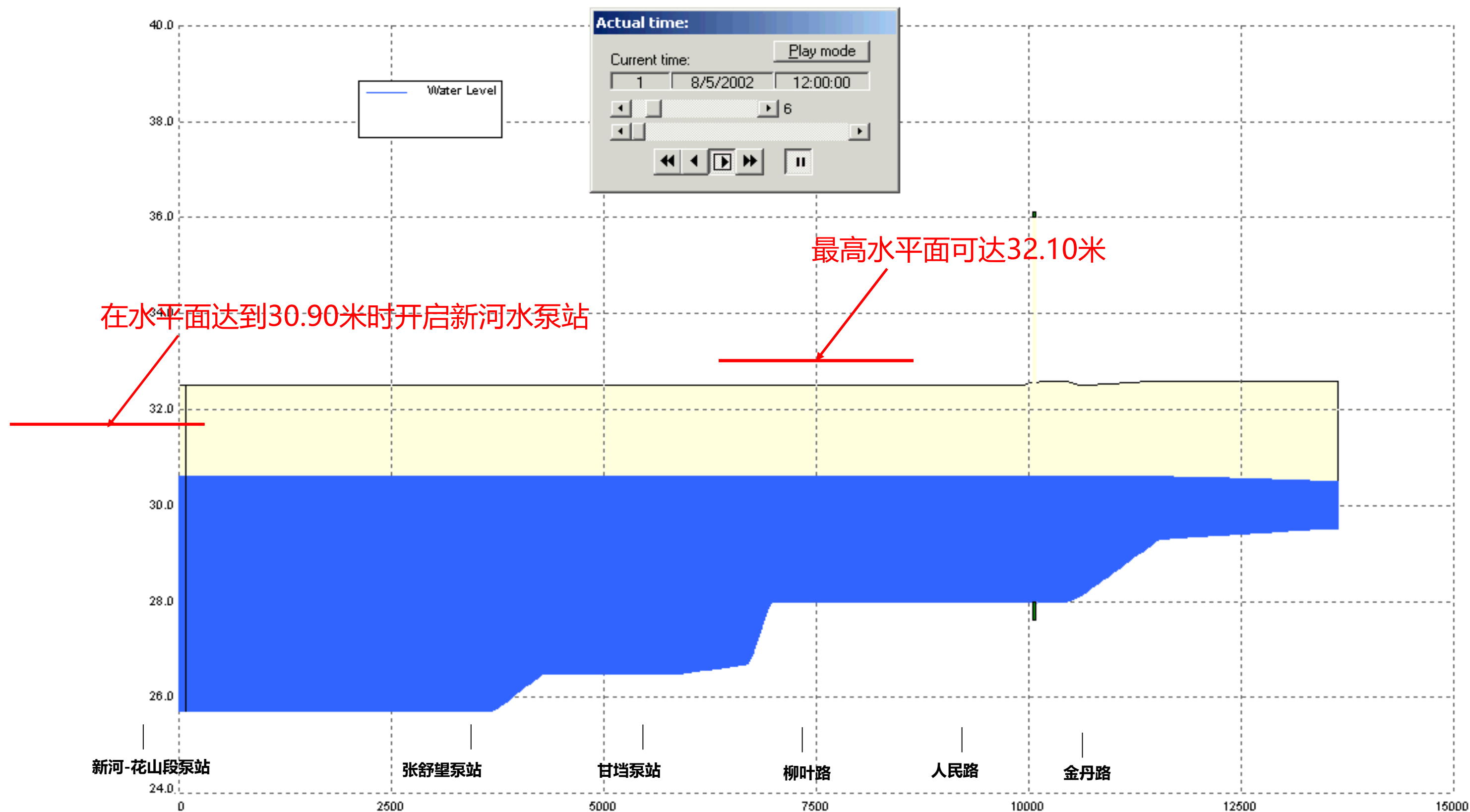
	控制点1 (连接系统)	控制点2 (分开系统)
南昏	40立方米每秒 自高度30,70米	40立方米每秒 自高度30,70米
新河/花山	40立方米每秒 自高度30,90米	50立方米每秒 自高度30,70米

新河南段横断面图 (1)

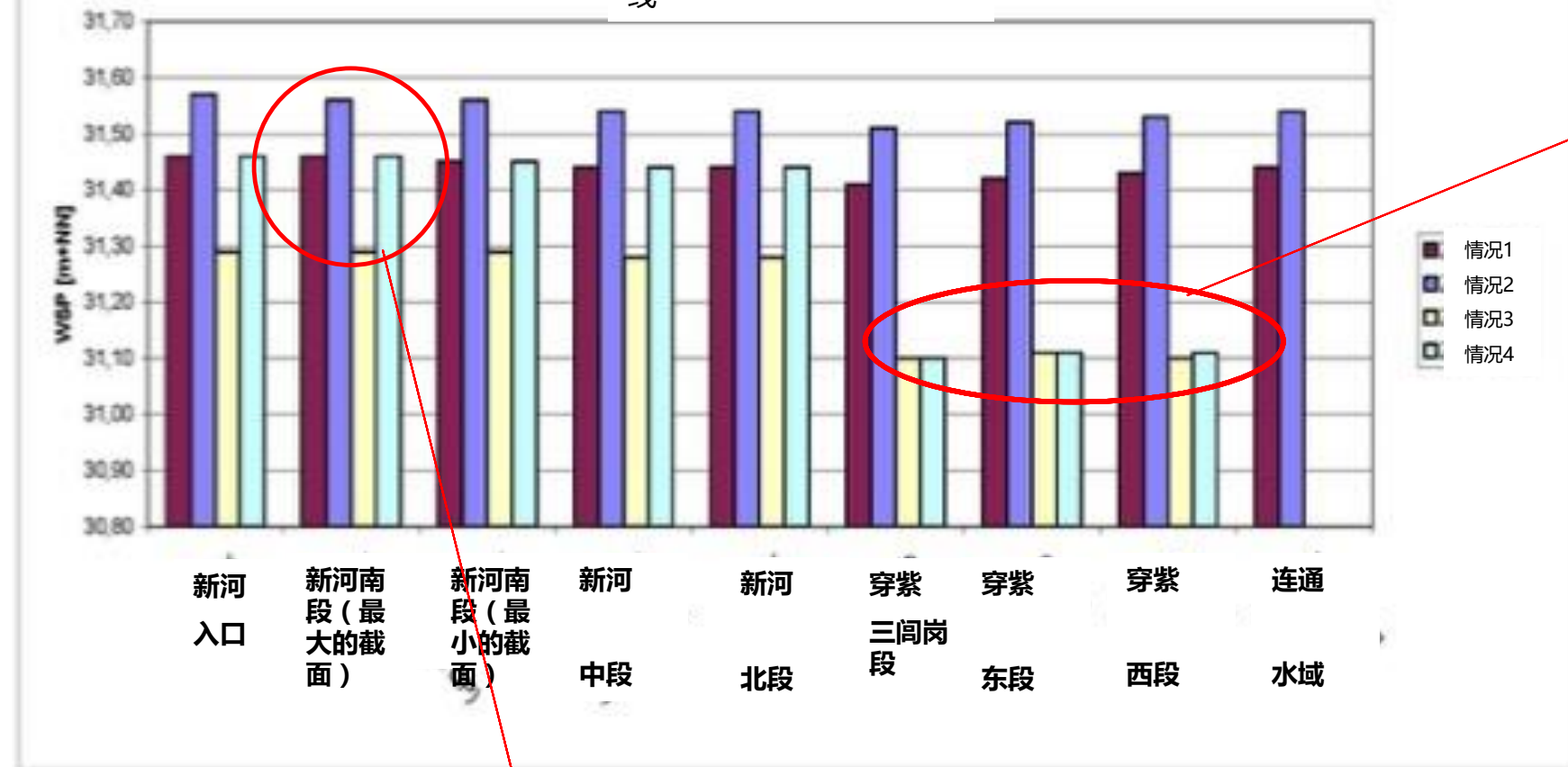


情况1	最高水位线 31.99 m	[HQ100]
	最大流速 0.08 m/s	[HQ100]
	最大流量 12.56 m ³ /s	[HQ100]

百年一遇情况下规划下新河纵剖面水位线演示图

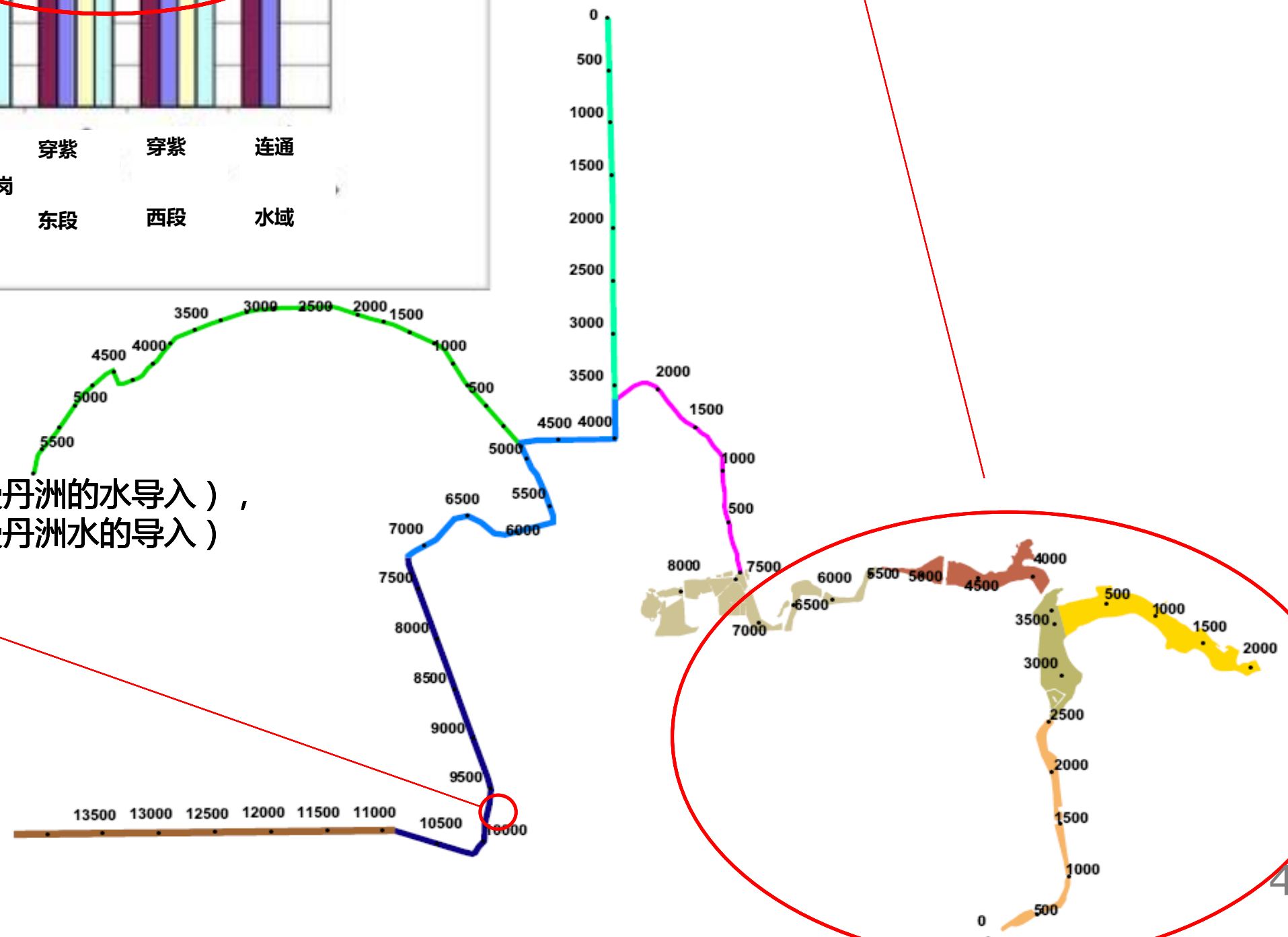


水位线[米]

五年一遇大雨时的最高水位
线

在没有连通水域的情况下穿紫的水位线很低，
而且此时的南昏泵站并没有运转。

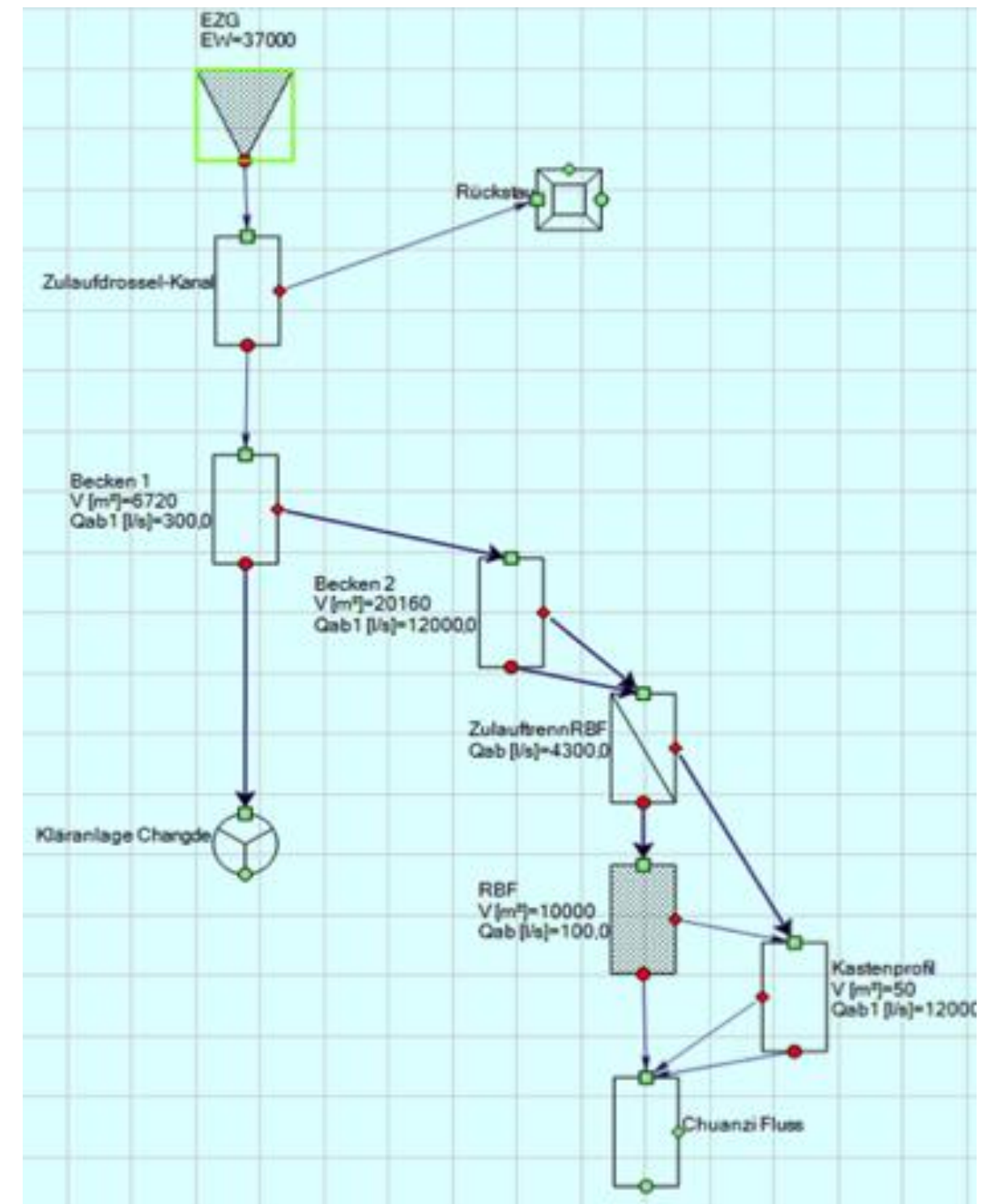
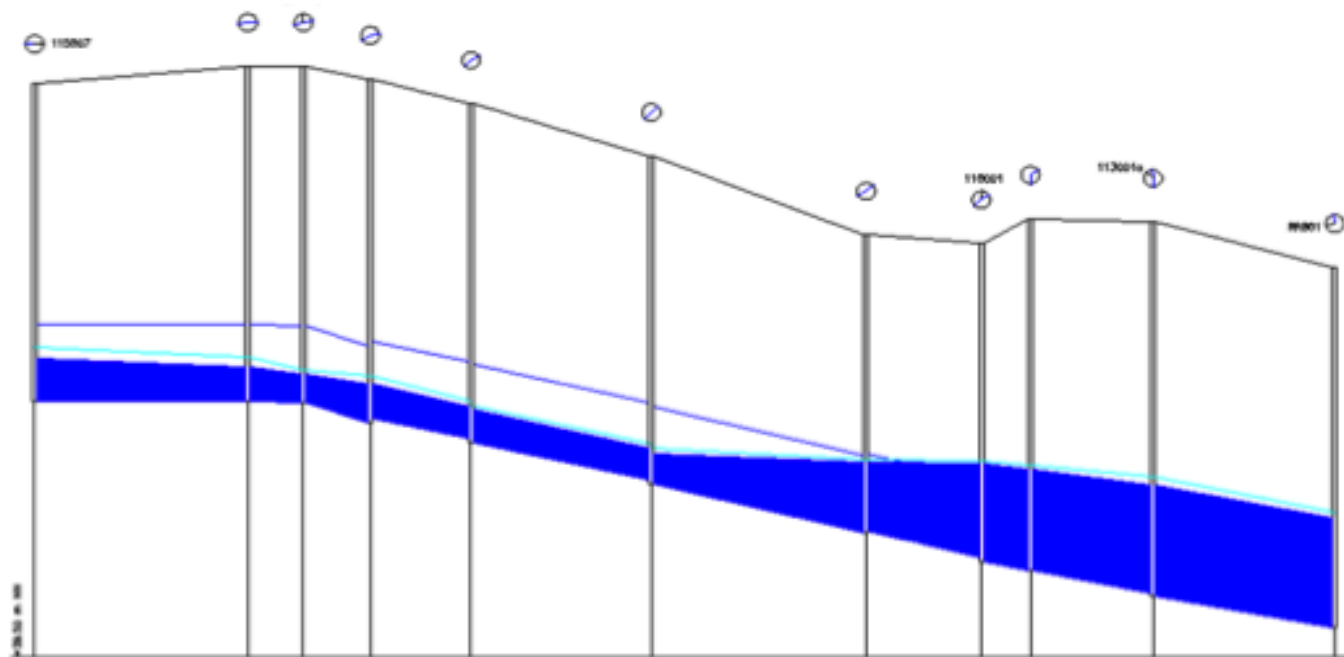
最高水位线存在于情况1（拥有连通水域同时接受丹洲的水导入），
最低水位线存在于情况3（没有连通水域也不接受丹洲水的导入）



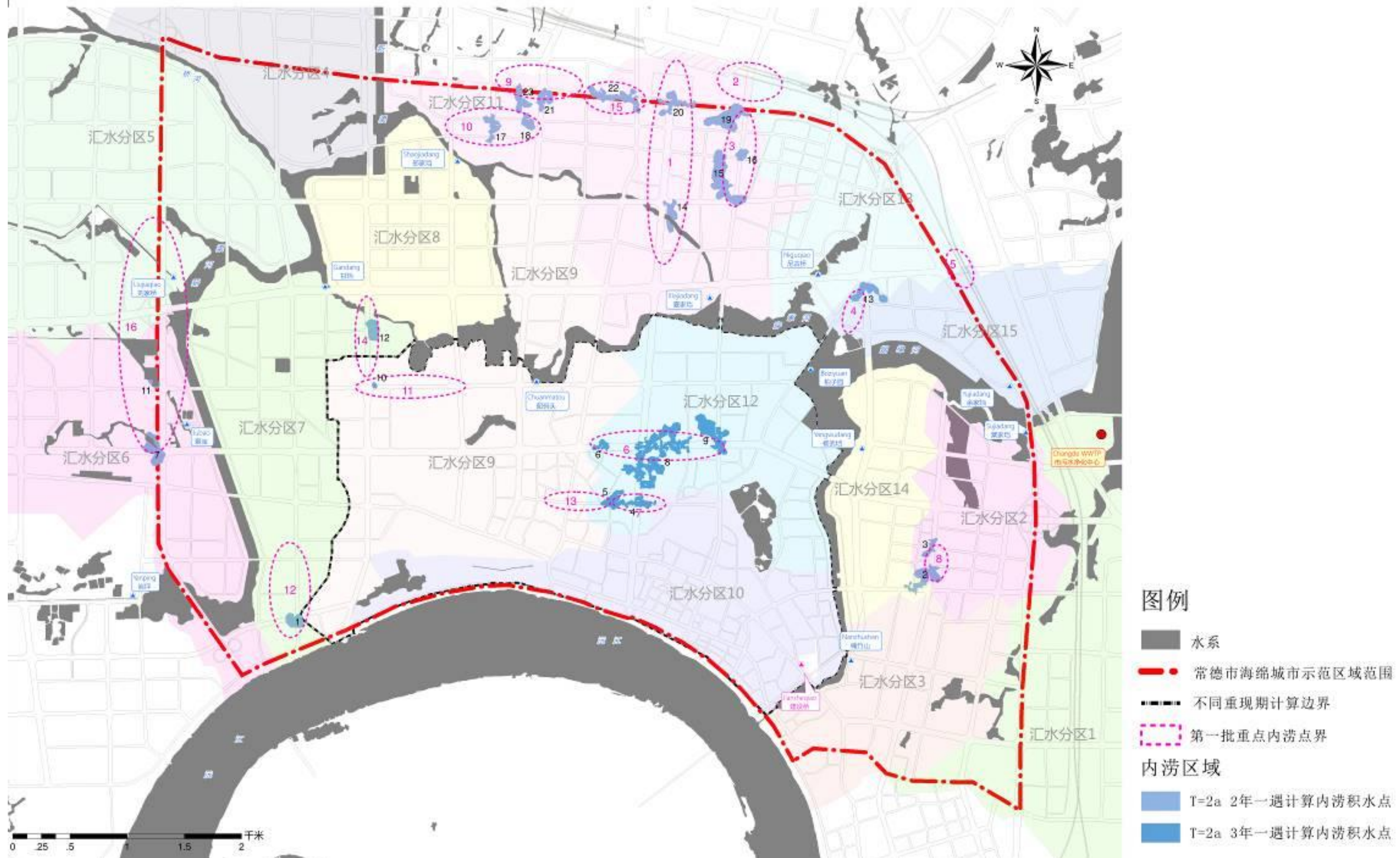
数学模型 多方案科学比较决策 排水和水系结合

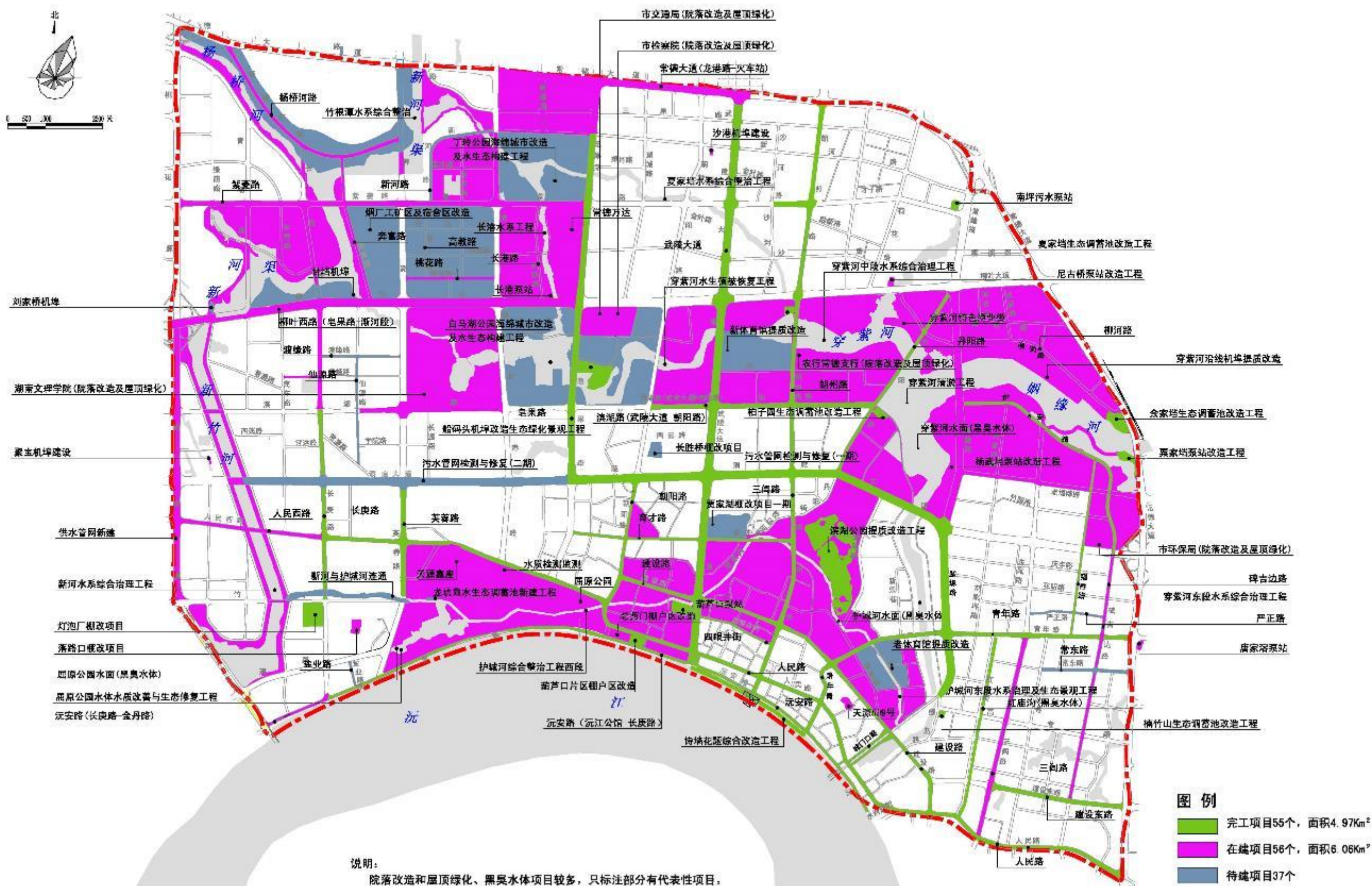
水系和管网模拟

- 建立排水系统的机埠来水水质和水量模型，明确排水系统对水系影响，科学制定枯水水质保障方案
- 建立排水管网模型，管网改造从水力角度及管道现状，优化排水系统，保障排水安全，防止城市内涝



常德海绵城市示范区内涝点布点分布图

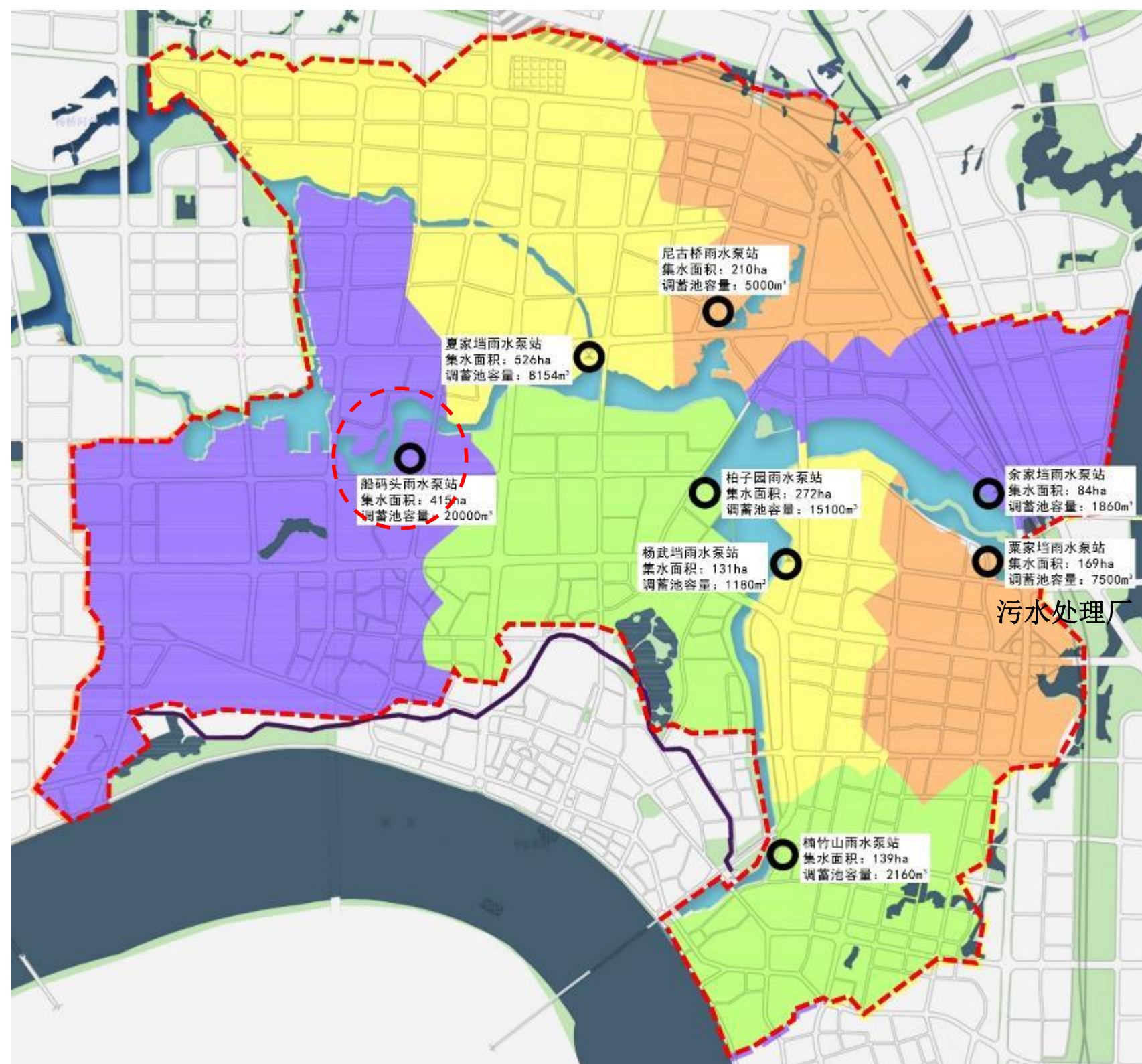




重点示范项目 - 穿紫河流域

基本概况

- 穿紫河流域排水体制为分流制，但排水管网错接严重
- 为减少污染物排入河道，原沿岸118个排水口已被全部截流
- 由于地势平坦，城市雨水管网无法自流进入水系，目前整个城市雨水都是通过25座雨水泵站（泵站及调蓄池）提升后排入水系。
- 船码头泵站为穿紫河流域的8个雨水泵站中规模最大的一处，且位于穿紫河上游，各泵站出水实为穿紫河最主要的污染源，所以此次改造成功具有重要的指导意义。
- 穿紫河沿线其余7个雨水泵站分别为：夏家埧、柏子园、楠竹山、余家埧、栗家埧、杨武埧、尼姑桥泵站



穿紫河沿线各泵站及集水区

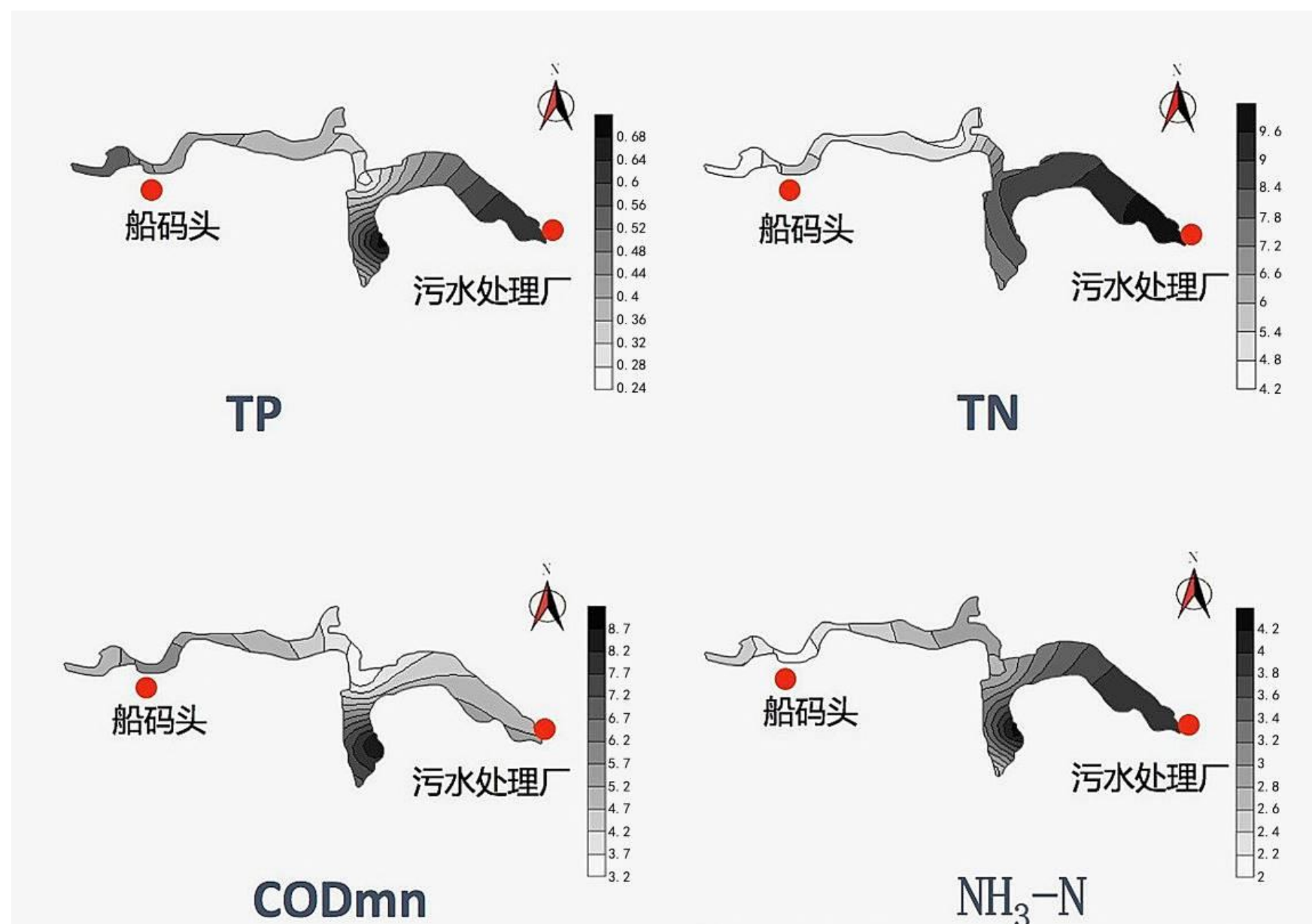
基本概况

现阶段护城河为一条合流制的盖板污水干渠。护城河收集的污水通过建设桥机埠流入穿紫河的末端，经南碇泵站排入沅江。

常德市污水净化中心位于穿紫河与柳叶湖的连通处，日处理能力为10万立方米。当前尾水水质为1级B，并直排进入穿紫河，是穿紫河的一个主要污染源。

2015年穿紫河南段10公里的水质分析报告（图3）表明，污水净化中心和护城河流域南碇泵站为穿紫河两个主要的污染源。

2015年穿紫河污染物分布图



基本数据

- 总体规划面积：15公顷
- 集水区面积：415公顷，居民数约3.7万，硬化率约为70%
- 排水区内有约30%雨污水管道错接，雨季泵站排出混流制污水
- 为穿紫河沿线现有八个雨水排水泵站中位于最上游的泵站。
- 设计前地块特征：断头河、黑臭水体，每天有4万吨的污水排入。



存在问题

管网：

- 带有大量错接混接情况的分流制系统不完善，且整改难度大
- 管网内水力不畅，壅水情况严重，加之地势平坦，时常发生内涝
- 管网改造困难大

泵站：

- 泵站设施老旧，无净化能力
- 恶臭水塘，环境恶劣

水系：

- 水体为黑臭水体、劣V类水质
- 水系不连通，水生态平衡严重破坏



泵站调蓄池原貌



河道原貌

治理目标

- 出水水质达到《地表水环境质量标准 GB3838》IV类的要求
- 流域年径流总量控制率大于78%，对应设计降雨量为21毫米
- 消除黑臭水体，修复水系生态潜力
- 提高水安全：城市排水达到2年一遇，重要地段达到3-5年一遇；城市能有效应对30年一遇暴雨，发生设计暴雨（30年一遇24小时）时，城市不发生内涝灾害
- 利用生态低成本的运行工艺处理来水，降低对河道的污染
- 提高城市防洪安全，并保证管网排水顺畅，避免出现管道壅水和城市内涝
- 重建历史上的船码头，并实现通航，彰显“水城常德”特色



建成后的河道与生态驳岸



建成后的生态浮游岛

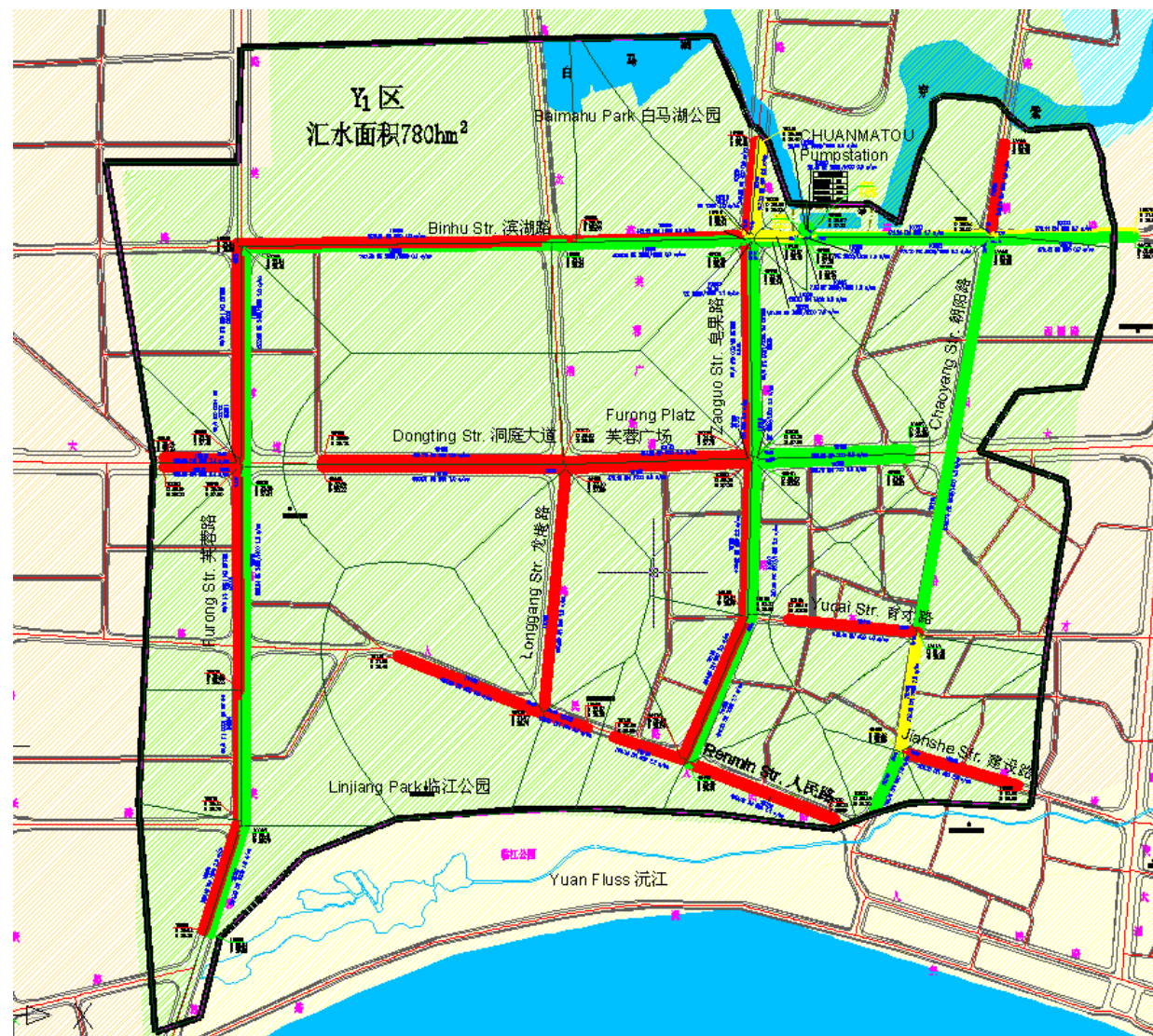
- 设计内容：
 - 现有机埠、调蓄池的改造
 - 位于穿紫河老河道的一处新的蓄水型生态滤池的修建。
 - 植草沟、洼地、生态河岸
 - 穿紫河的水体全面连通
 - 生态修复
- 基本参数：
 - 降雨期泵房：总排水能力12.6立方米/秒
 - 非降雨期泵房：非降雨期来水量500升/秒
 - 封闭式沉淀池（1a池+1b池）：7000立方米
 - 开放式调蓄池（2号池）：1.3万立方米
 - 蓄水型生态滤池：8400平方米



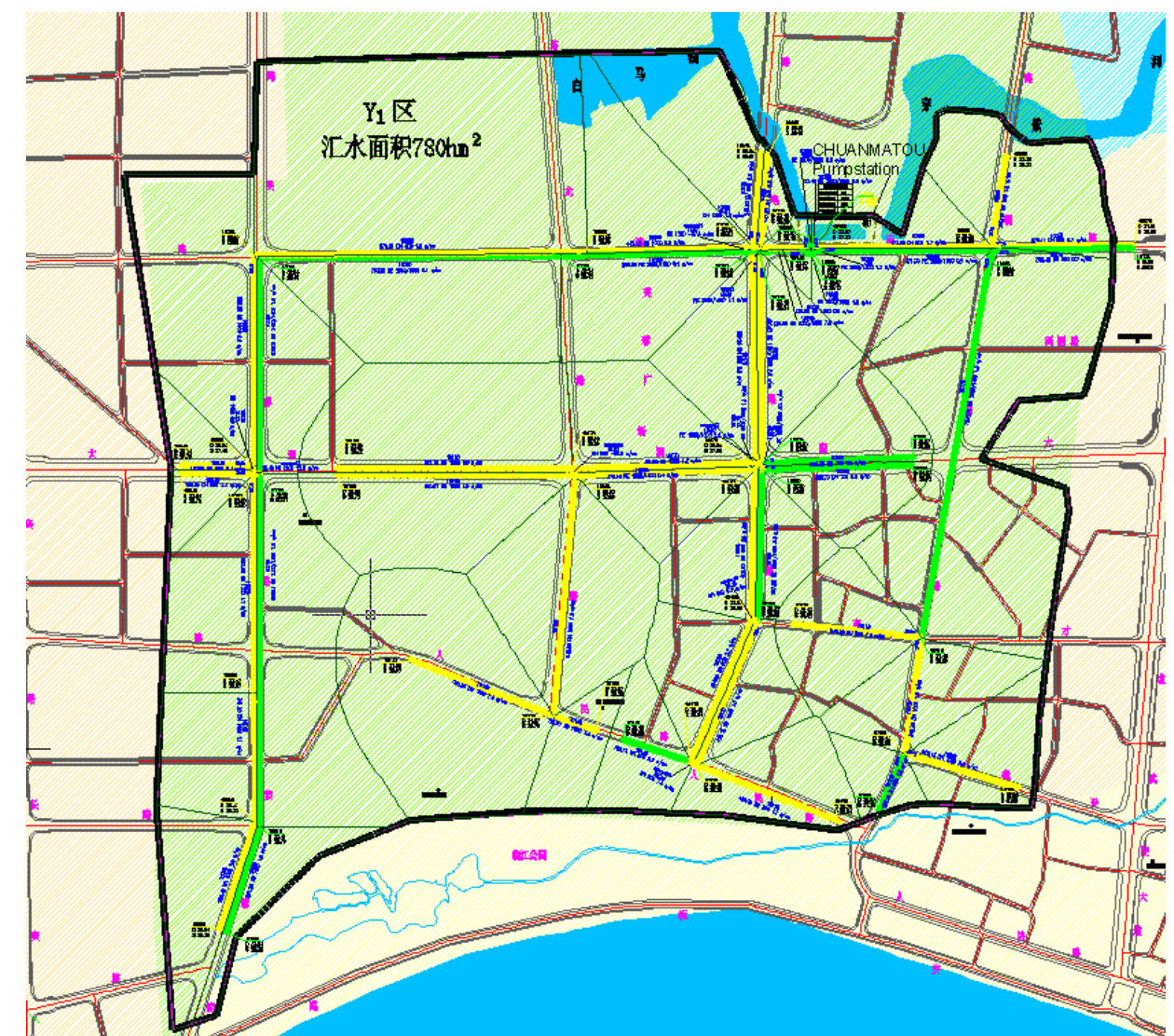
现状分析

- 模拟降雨
- 管网水动力HE建模

对排水系统与相邻的护城河其他排水管网的关系进行研究，保证改造后水池的水位不影响混水区的排水安全。



管网改造前水力现状



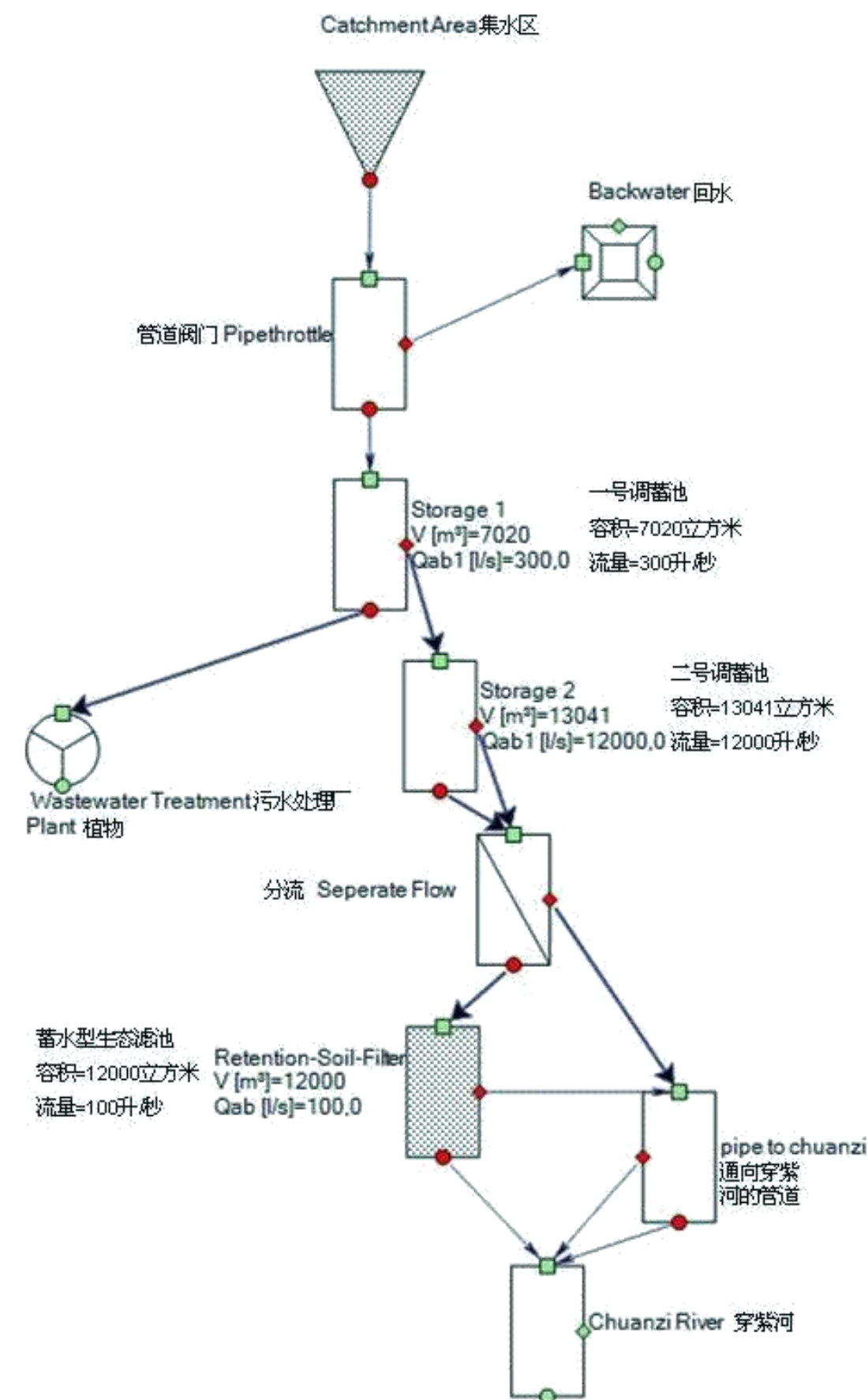
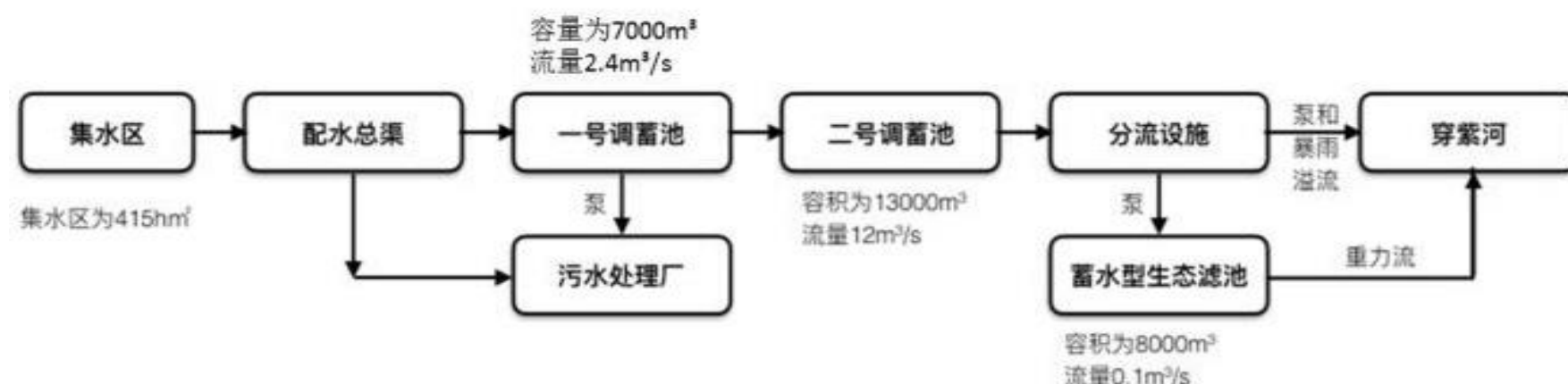
管网改造后水力现状

现状分析

- 污染量KOSIM水文建模
- COD年污染负荷小于250 千克/公顷*年，以及COD出水浓度小于30毫克每升
- 模拟结果：

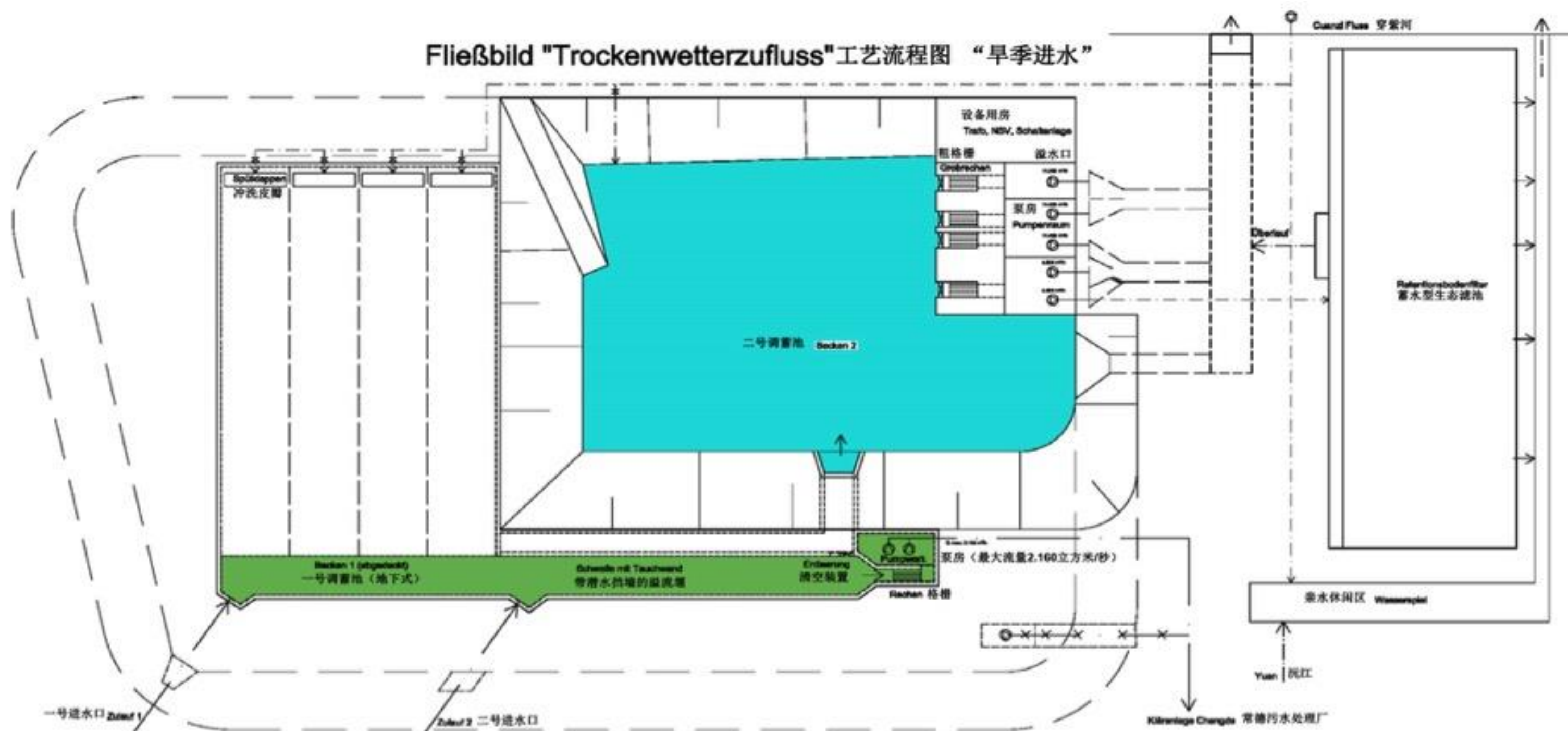
通过实测，规划的雨水管网中污水混接现象严重，地下水经过破损管道溢入水量大。

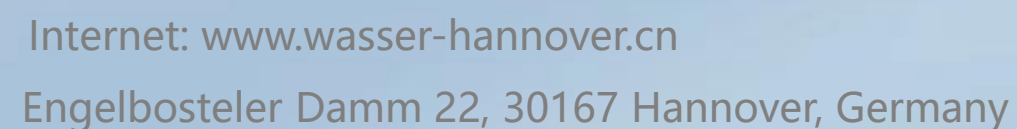
通过设计的方案最终仅有23%的溢流水在未经净化的情况下流入穿紫河，而在暴雨时流入穿紫河的径流也是比较干净的雨水。而降雨初期浓度较大的污水会进入一号调蓄池并导入污水处理厂或通过蓄水型生态滤池进行净化。而进入穿紫河的污水（COD-含量）通过设计方案的处理后将减少80%。



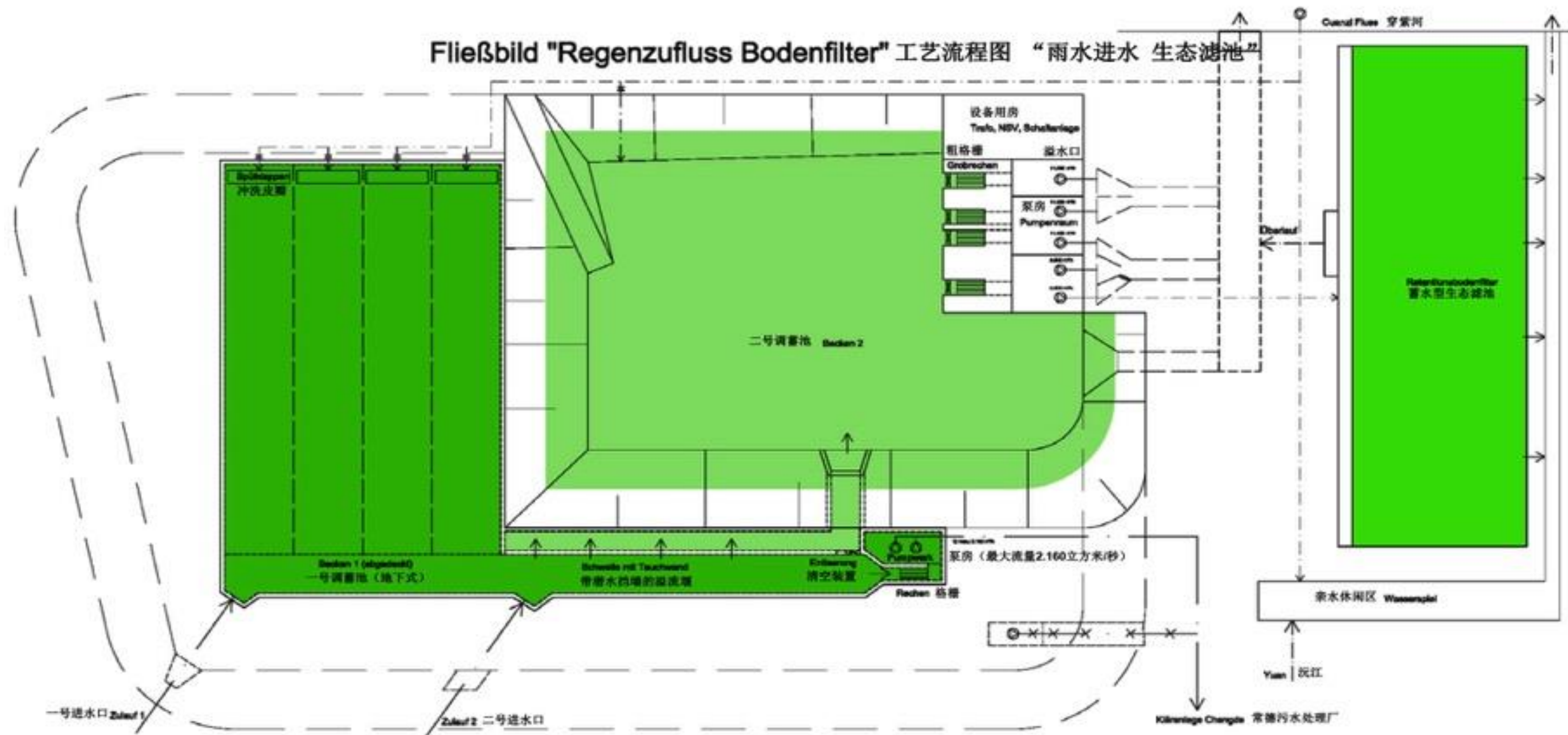
流程图

穿紫河流域 – 船码头泵站



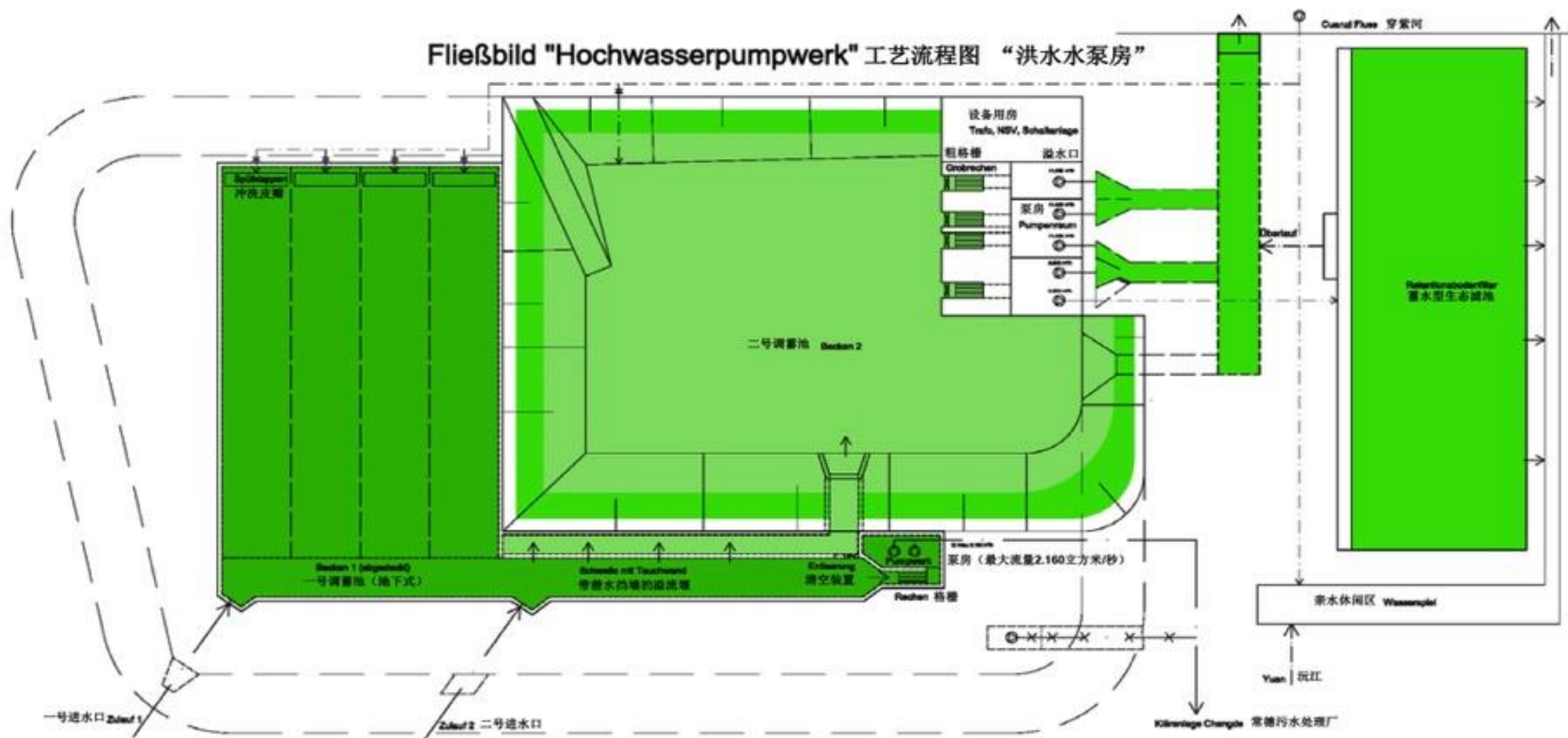


穿紫河流域 - 船码头泵站

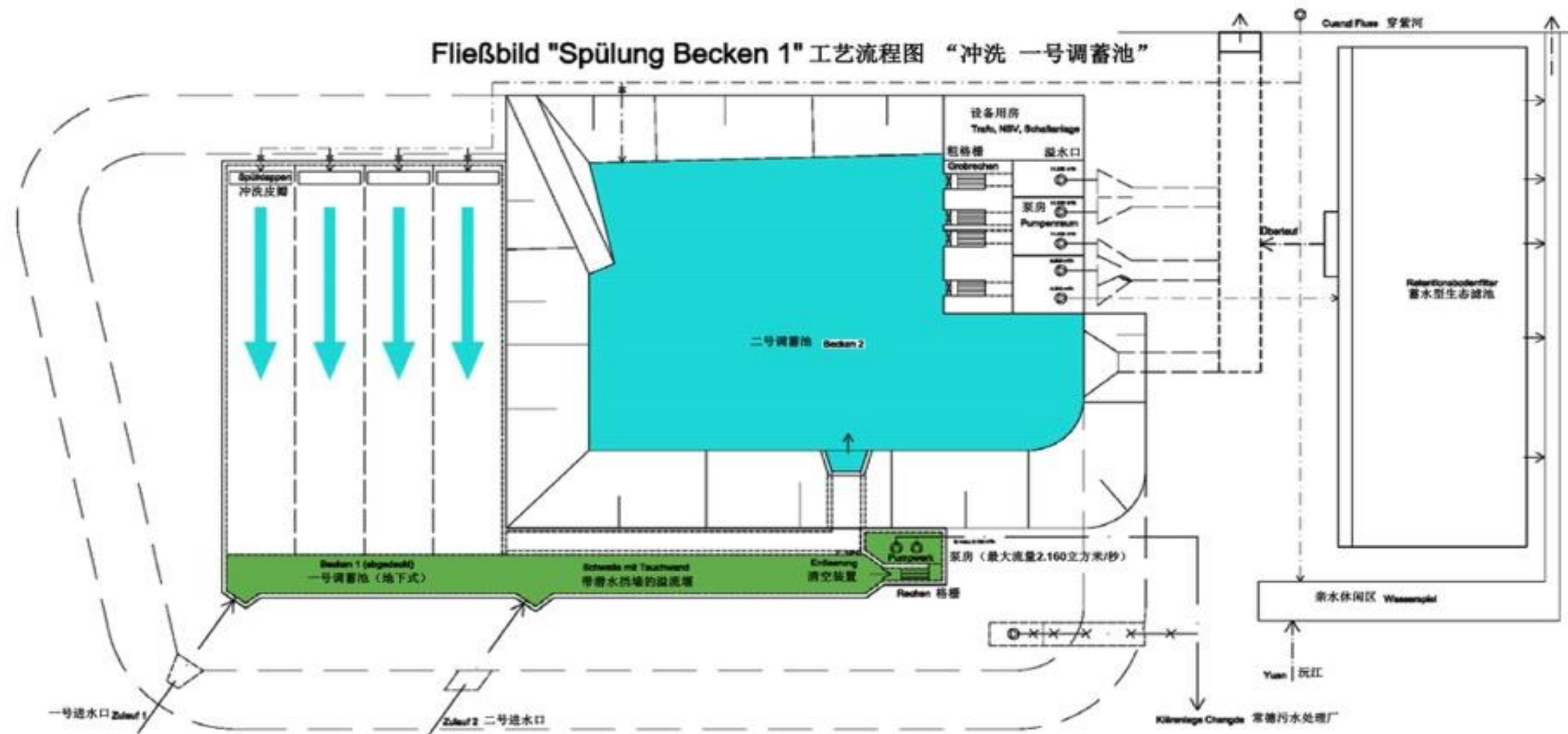


流程图

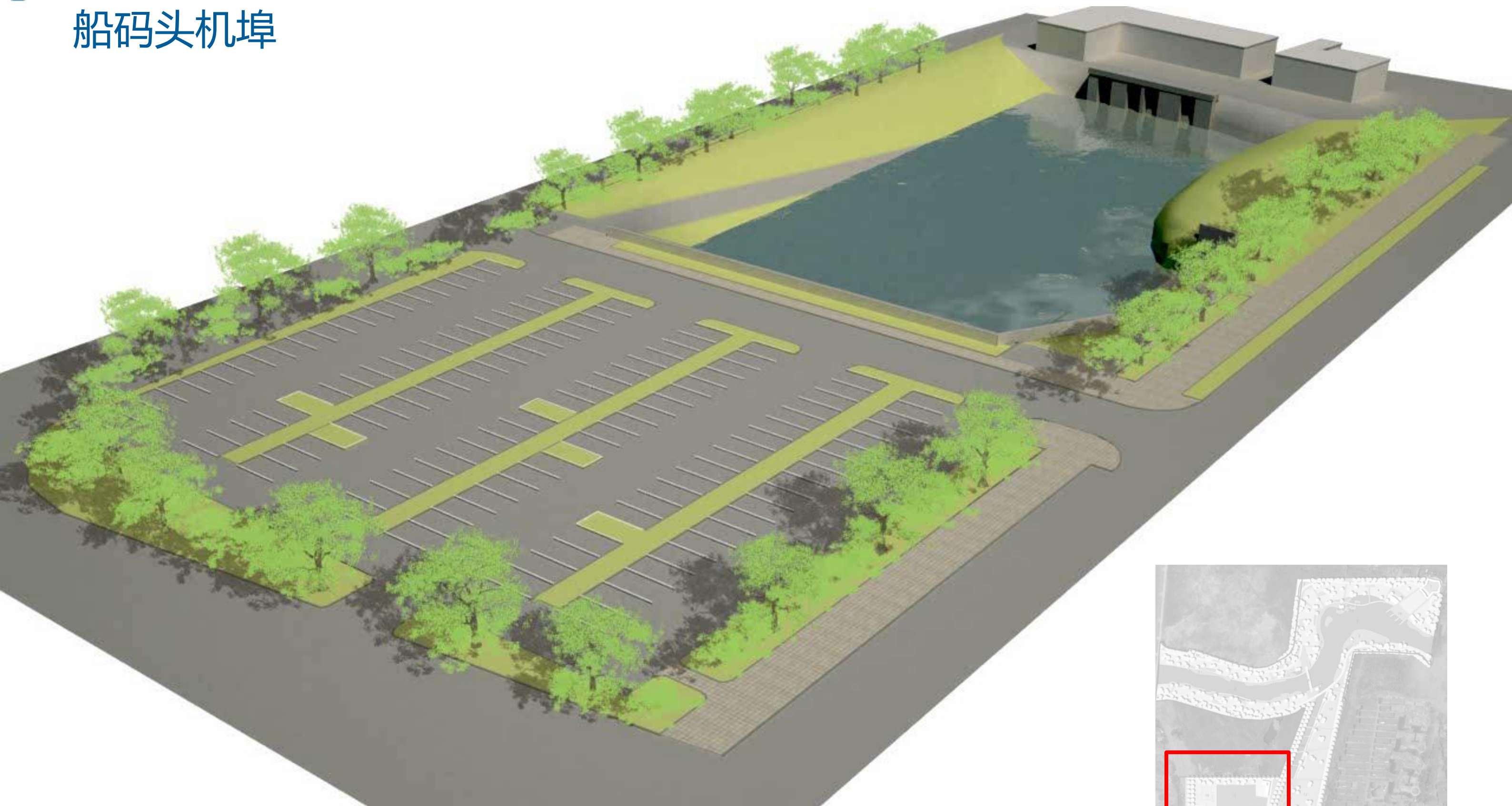
穿紫河流域 – 船码头泵站

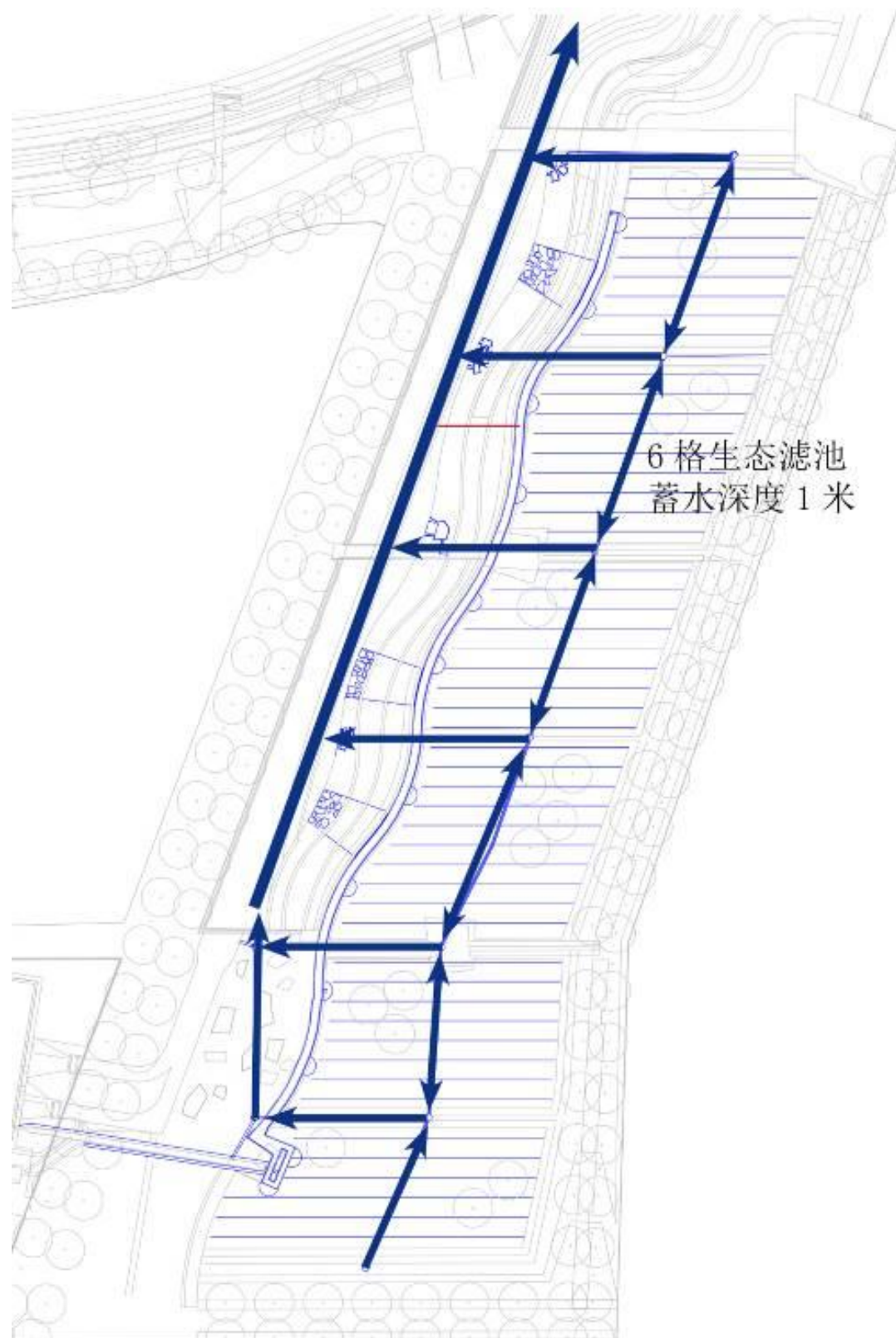


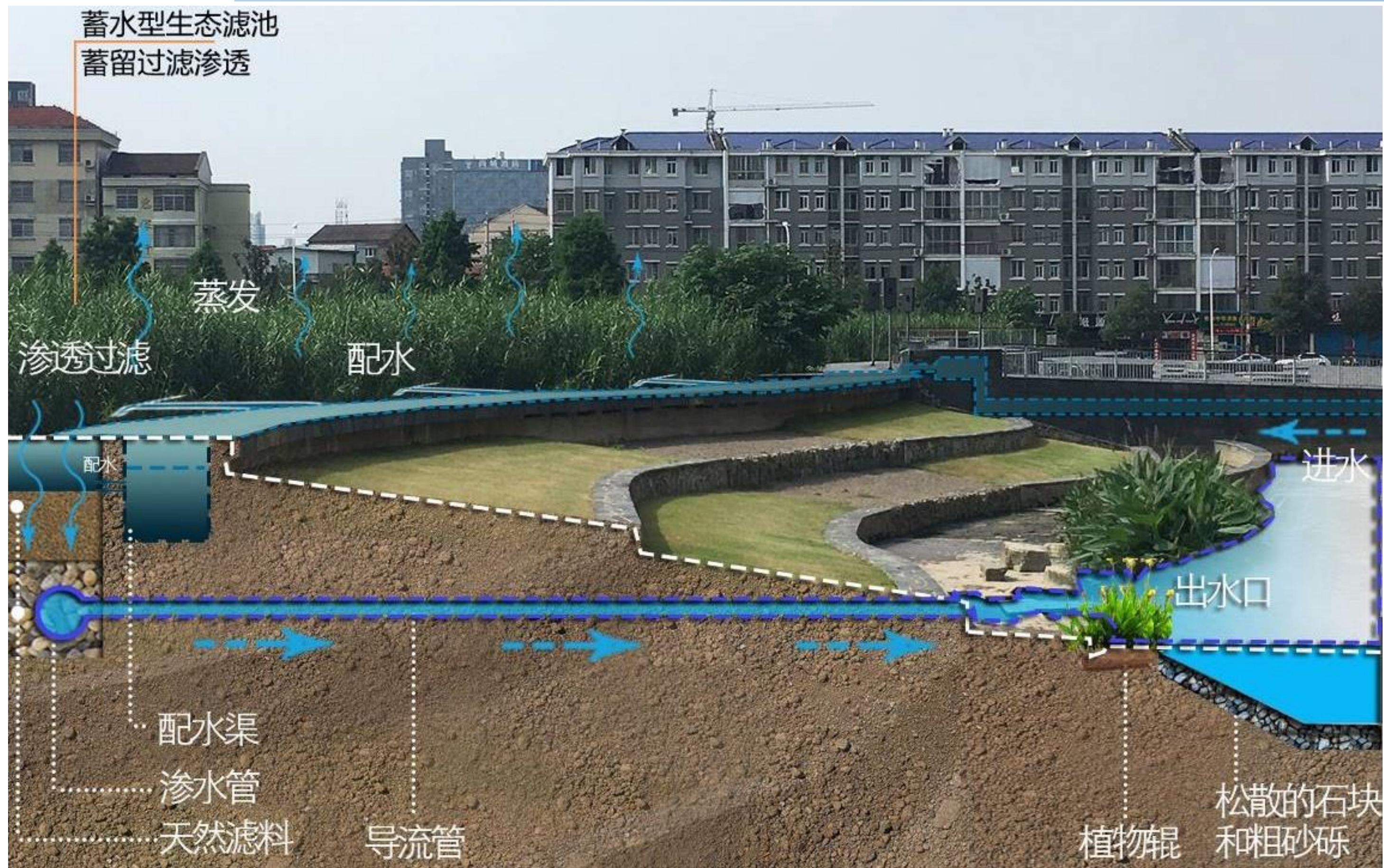
流程图



船码头机埠

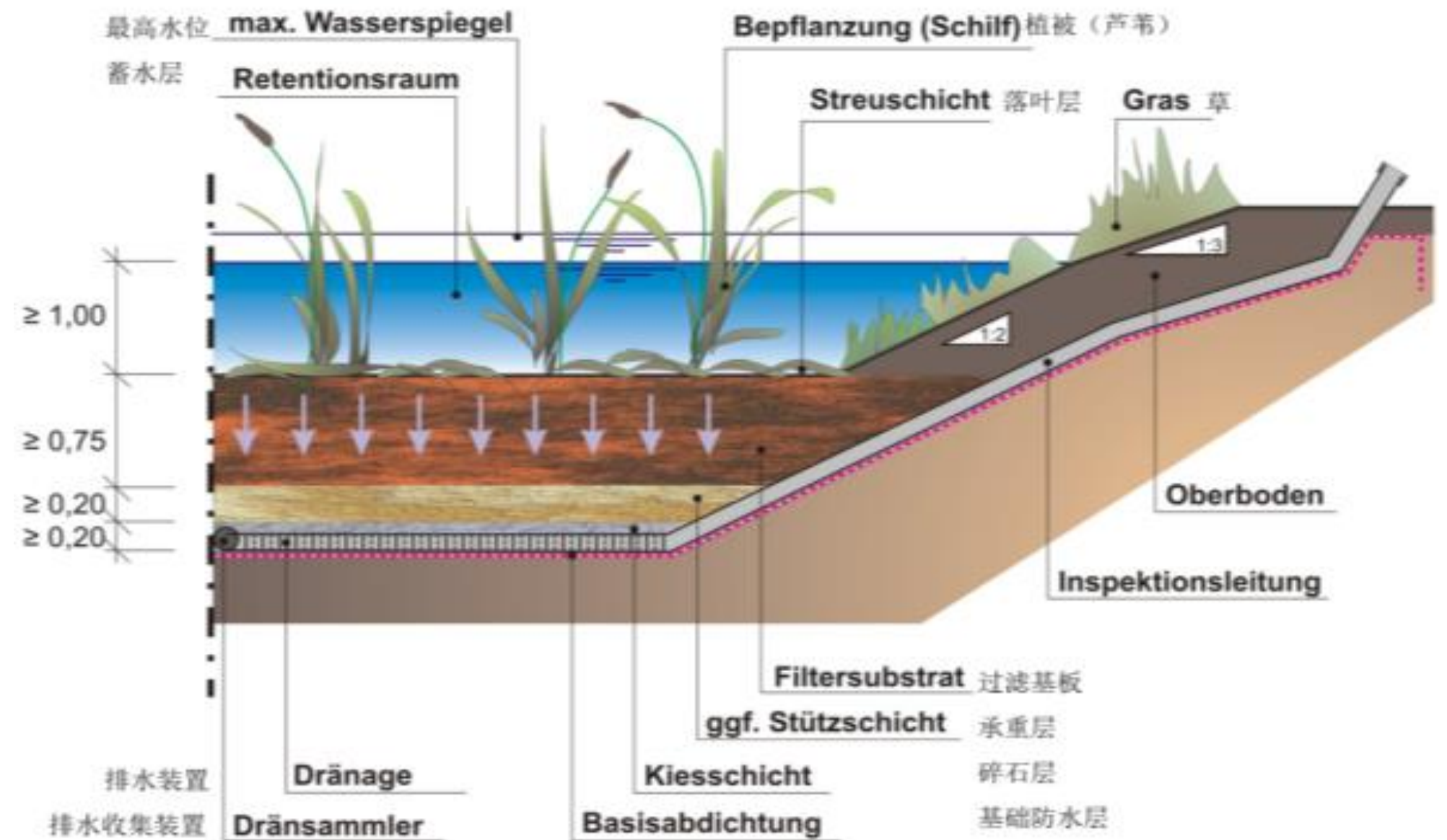


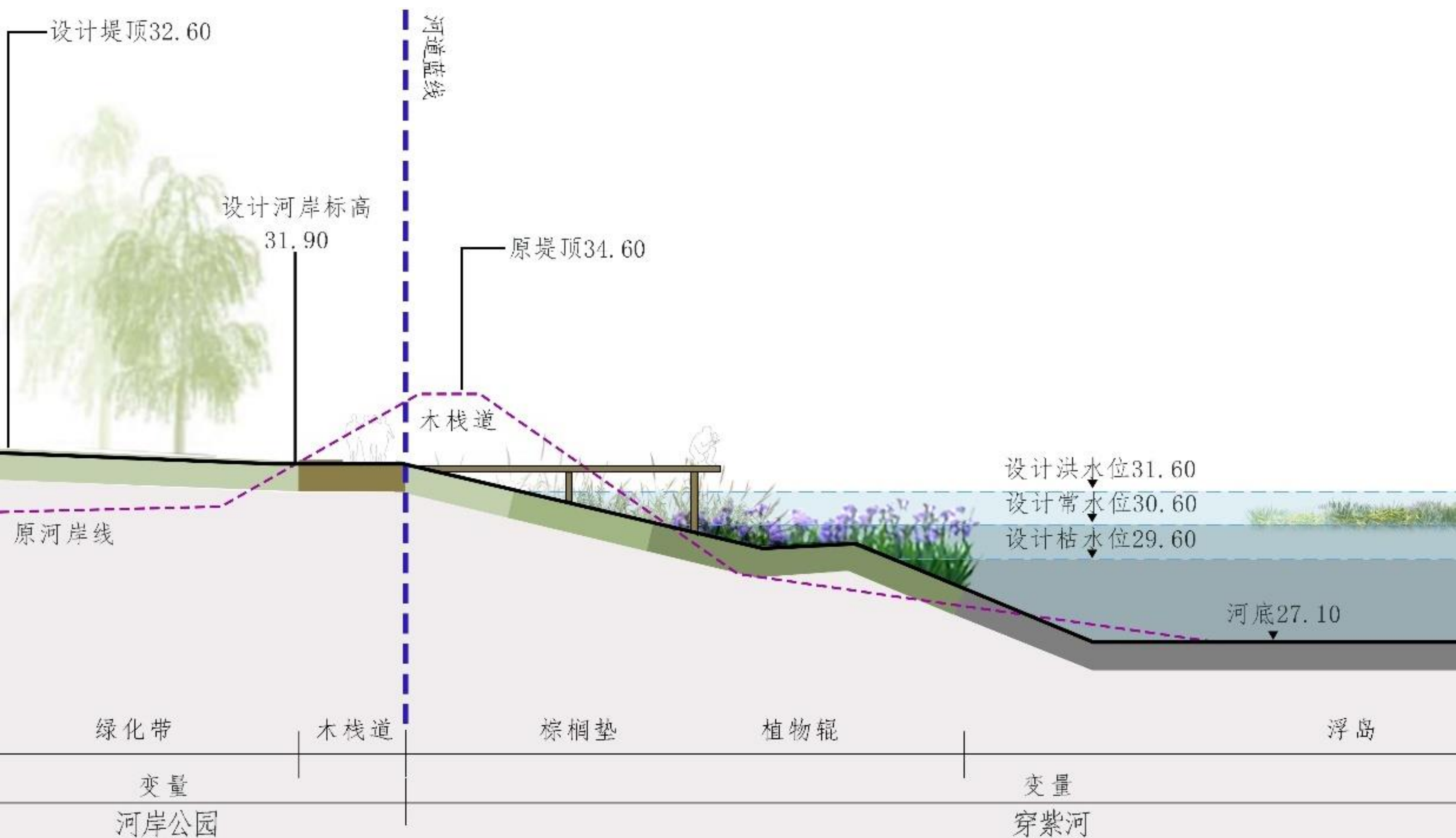




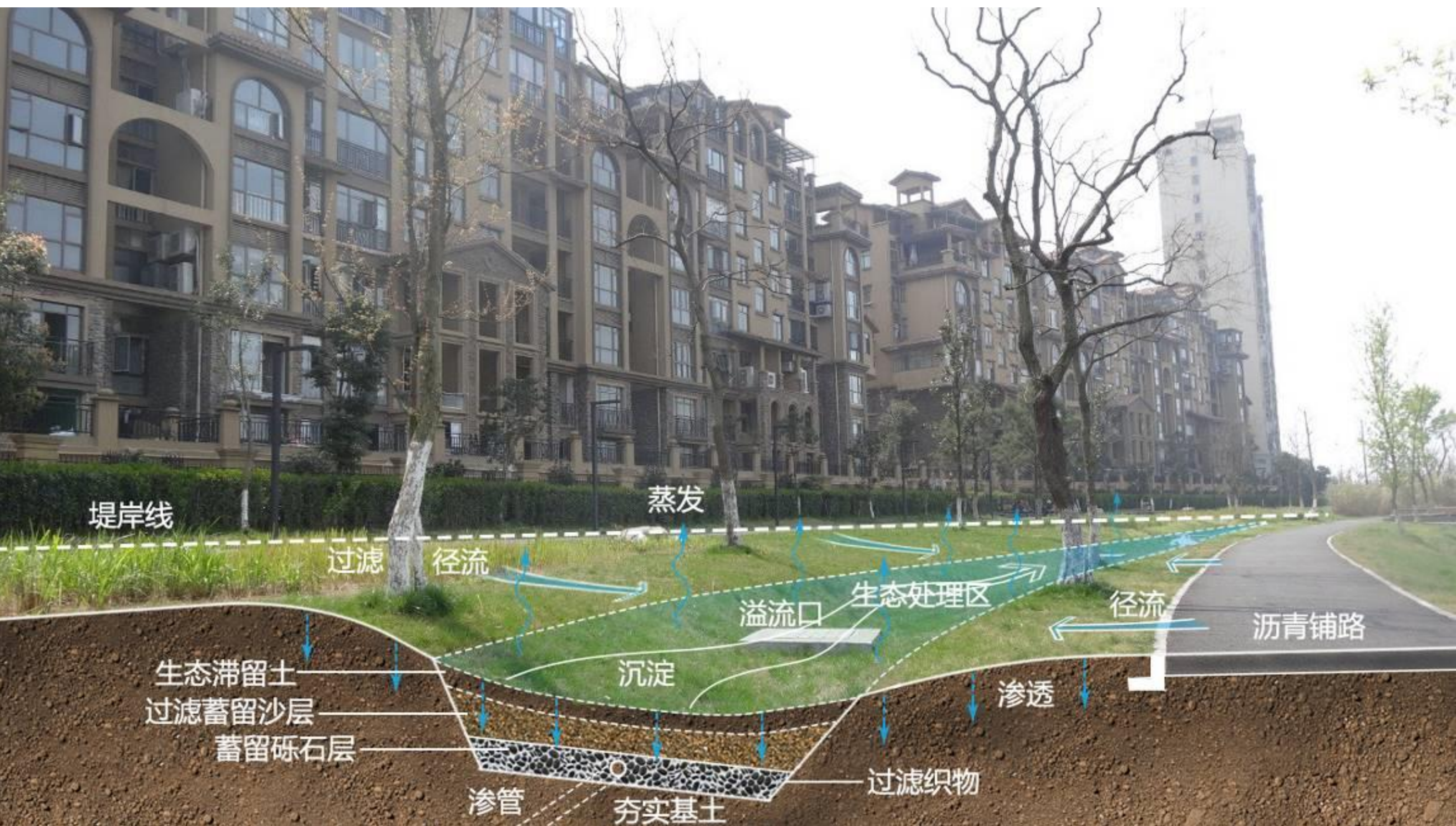
调蓄型生态滤池

- 生态滤池作为城市的肾脏，处理不明污水和初期雨水，机埠由污染源变为清洁的补充水源，满足水体要求
- 多功能调蓄及净化水池，针对常德的降雨和管网的实际情况，对不同来水水质采取不同的处理工艺









改造前



改造后



船码头机埠 海绵城市设施



泄洪通道



排雨水草沟





船码头机埠



生态滤池进水



生态滤池出水



河道生态亲水河岸



2014年7月17日，运行前



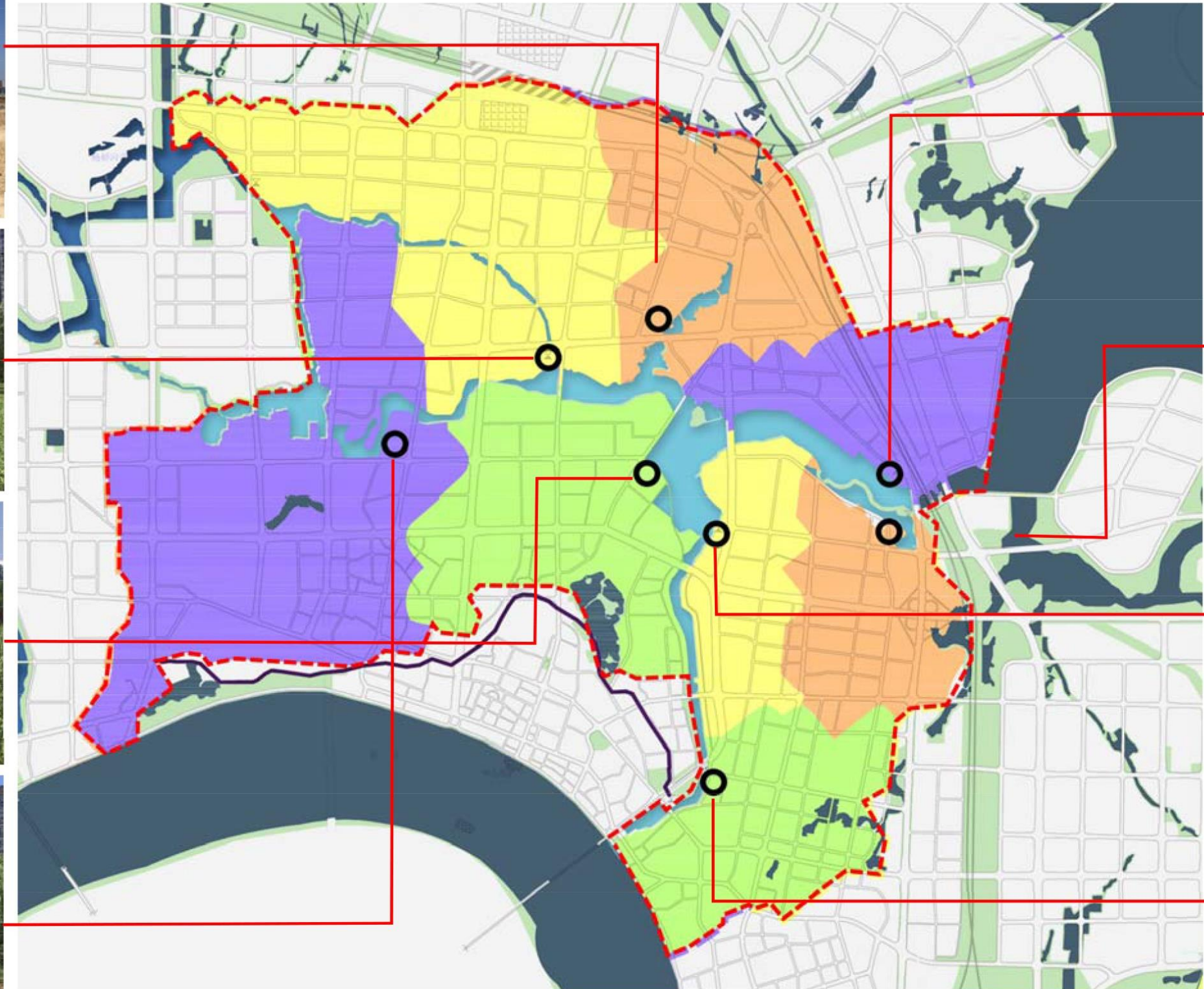
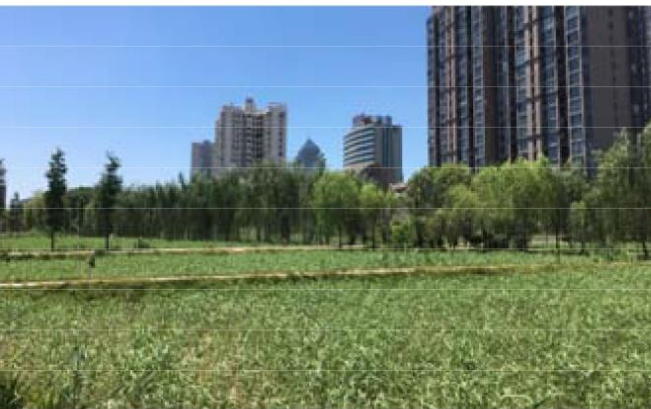
2016年10月14日，运行两年

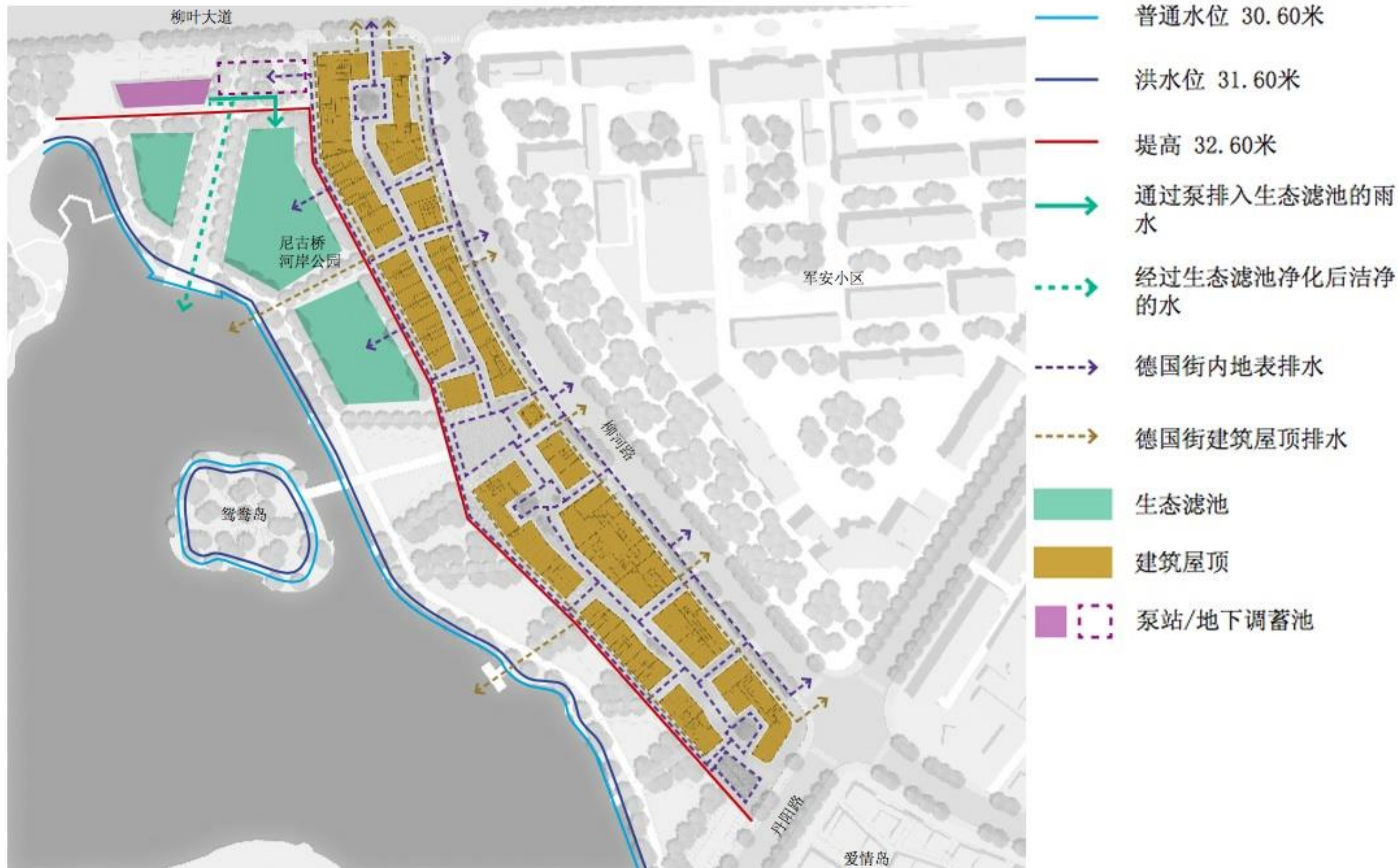
常德市环境监测站				
分析结果报告单				
水样监测结果表(单位:mg/L) 常环监站字WT(2014)-05-273号 第2页 共2				
项 目	结 果		分析方法 及来源	使用主要 及编号
	1#	2#		
pH (无量纲)	7.44	7.37	玻璃电极法 GB6926-86	PHS-3C型 3801
化学 需氧量	70.6	28.6	重铬酸钾法 GB11914-89	HY-7012型 加热炉
五日生化 需氧量	32.4	9.79	稀释与接种法 HJ505-2009	LRH250A/ 养箱/A
氨氮	4.00	0.304	纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009	VIS-723 分光光度计
总磷	0.779	0.308	钼锑抗分光光度法 GB/T11893-89	VIS-723 分光光度计
总氮	13.8	8.19	碱性过硫酸钾紫外分 光光度法HJ636-2012	T6S紫外分 析计/8
硫化物	0.056	0.025	亚甲蓝光度法 GB/T16489-96	VIS-723 分光光度计
备注	1#: 生态滤池进水, 2#: 过滤水			

生态滤池进水、出水水质对比

2016年7月常德暴雨时，穿紫河流域并无内涝发生，船码头等泵站发挥了良好的调蓄功能，使得同期穿紫河水位低于柳叶湖水位。

穿紫河涨水时实景照片

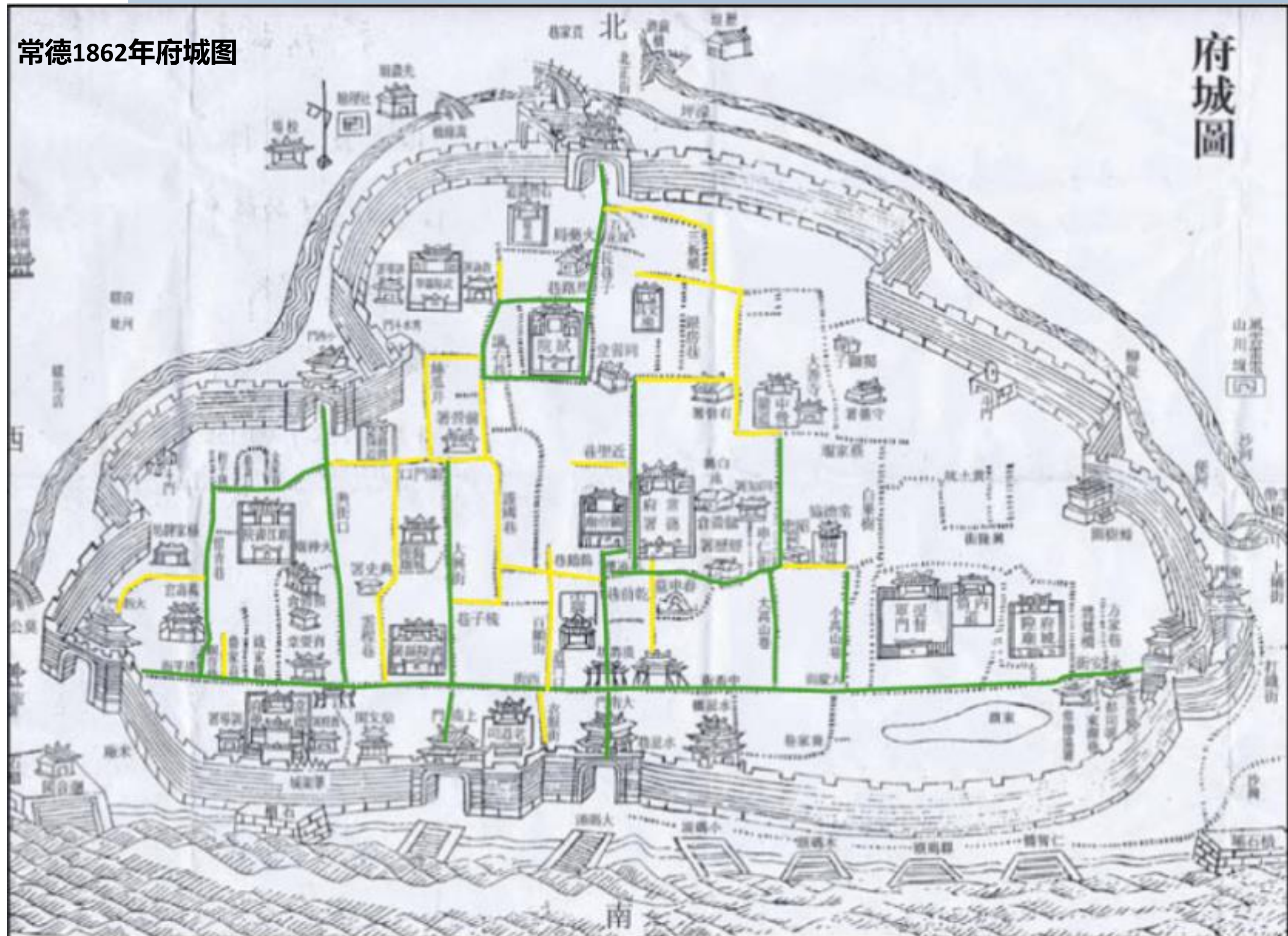






重点示范项目 - 护城河流域

常德1862年府城图









典型的护城河沿线直排口现状照片



常德市护城河及周边海绵城市与黑臭水体整治





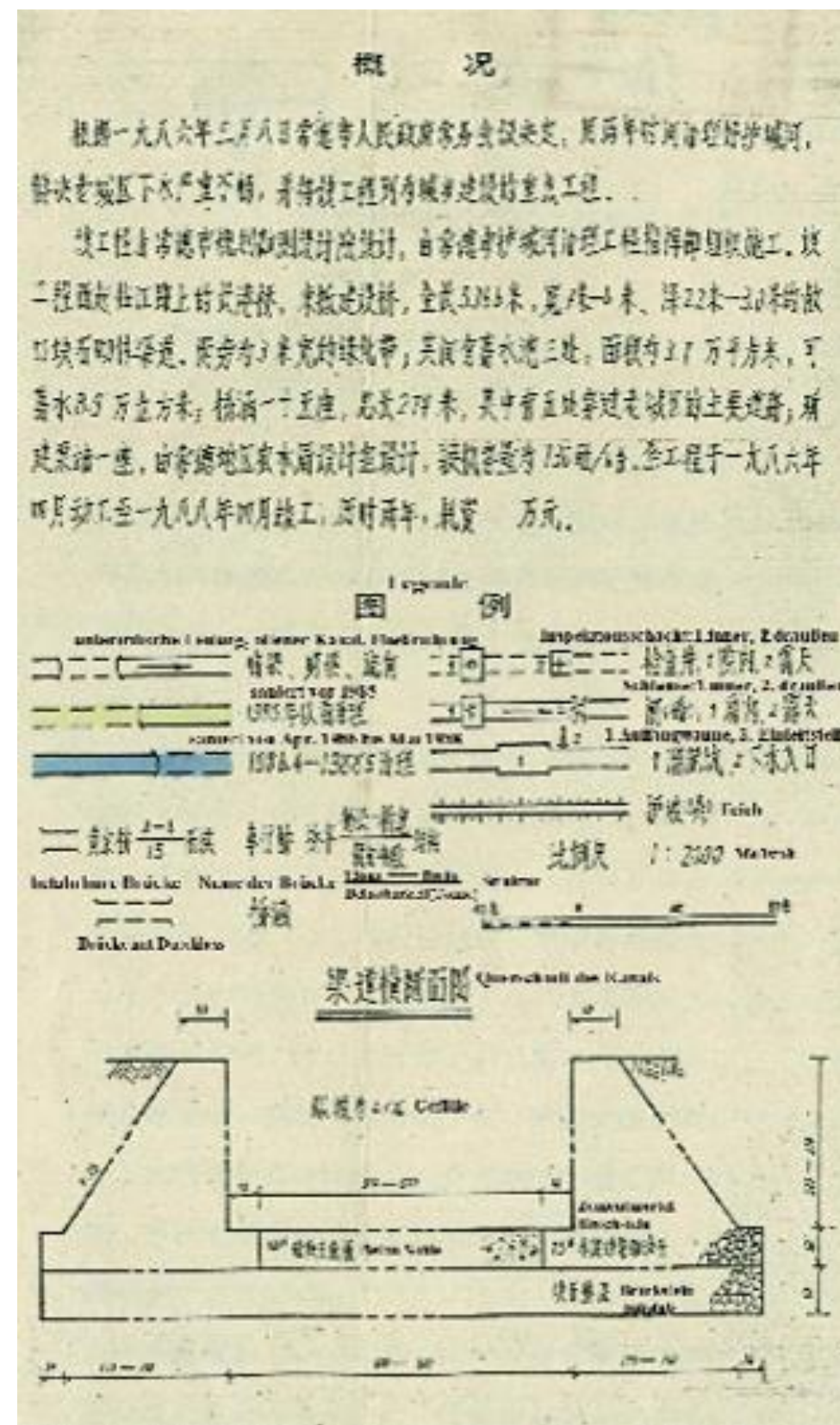
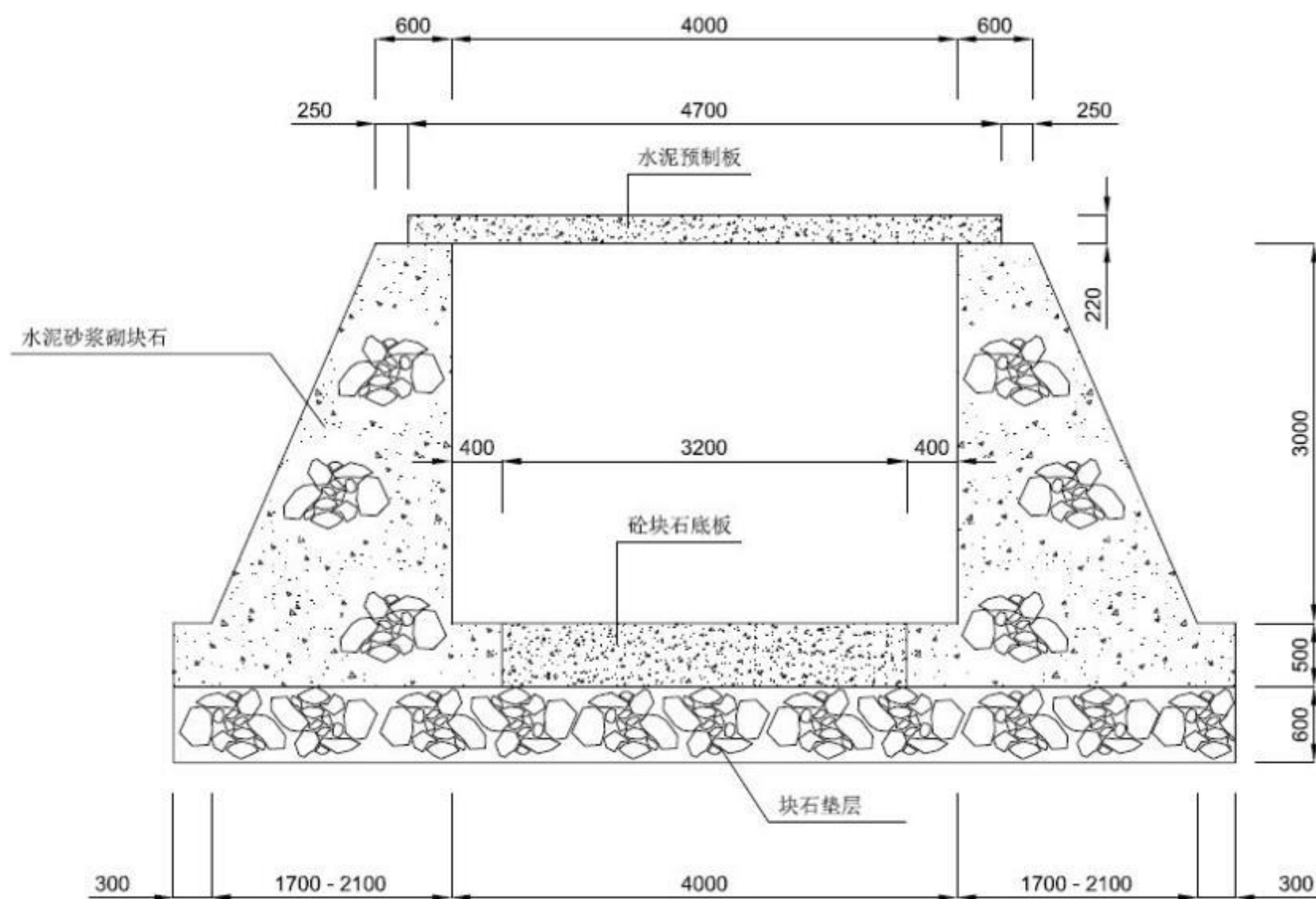
现状

- 护城河是常德历史老城区的东南边界。始建于16世纪1988年改河为渠，两岸筑以石壁，底部铺设水泥板，高2-4米，宽4-6米，全线坡度为0.7‰
- 西起临江路长港桥，东至建设桥泵站，全长5366米
- 汇流面积约4平方公里
- 其沿线区域为常德市的政治、经济、文化中心
- 目前被作为混流制排水管渠使用



现有建筑结构标准断面图

来源: 建设局档案馆-1988年护城河竣工图



现状



目标：

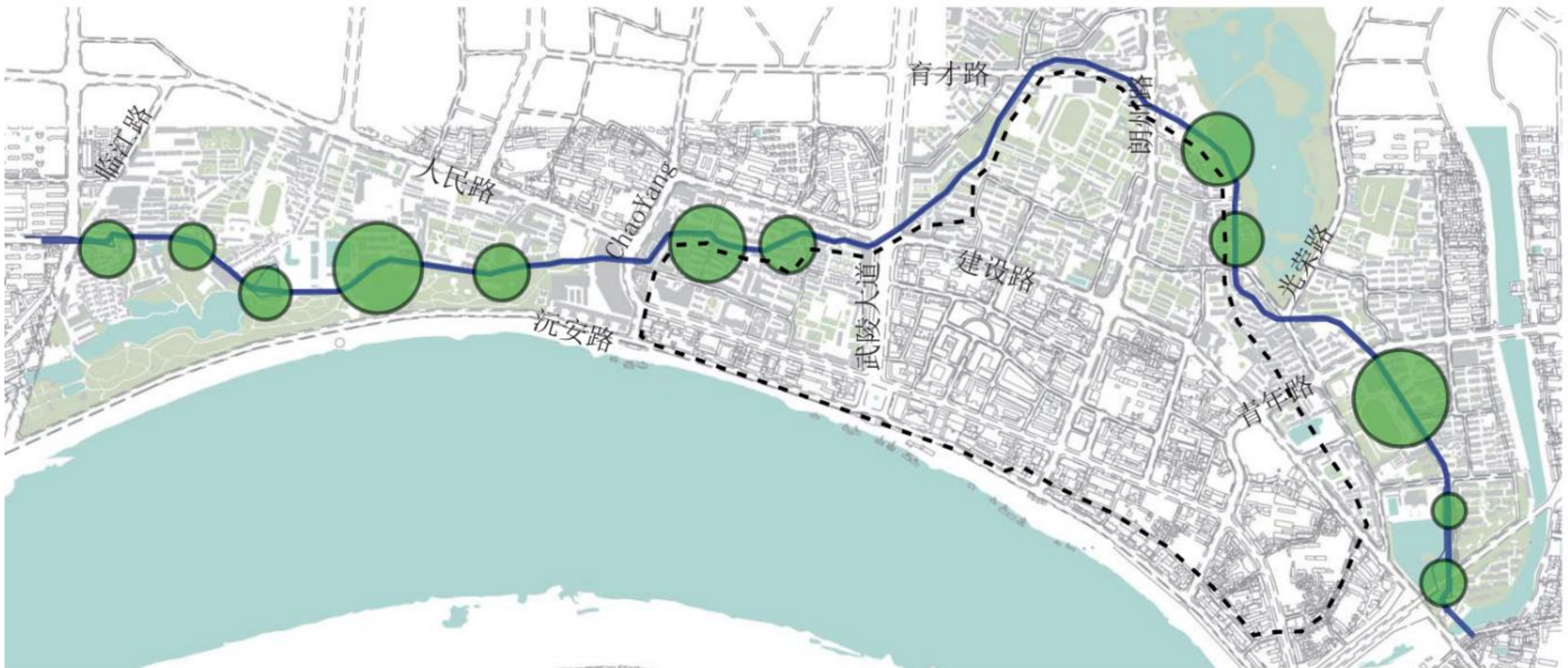
- 对护城河进行治理，在部分地段使其在拥有良好水质的情况下作为水域开放。护城河将在七个分段区共约3.4公里长度打开，并纳入“水城常德”的城改方案。



把这个城市中心区的地下合流水箱涵，重新恢复成历史的护城河。通过海绵城市理念，彻底解决排水管网对水系的污染；拓宽水面，增加排涝安全系数，变黑臭河和棚户区成为高质生态城市开发区，创造新的经济增长点和新的城市旅游廊道，传承历史和文化。

两大板块内容：

- 大海绵：整体的合流制排水系统水系的改造
- 小海绵：河流两侧的集水区的海绵城市建设内容



目标

- 建造功能性良好的排水系统
- 为护城河整体进行总体方案设计
- 增强护城河的防洪防涝能力
- 减少水体内的污水量
- 改善污水处理厂的入水情况，提高净化能力
- 水体水环境质量达到《地表水环境质量标准 GB3838》IV类的要求
- 恢复护城河水面，恢复老城区水文化
- 提高城市排涝安全性，城市排水防涝系统保证发生城市内涝防治标准（30 年一遇 24 小时）以内的暴雨时，城市不发生内涝灾害

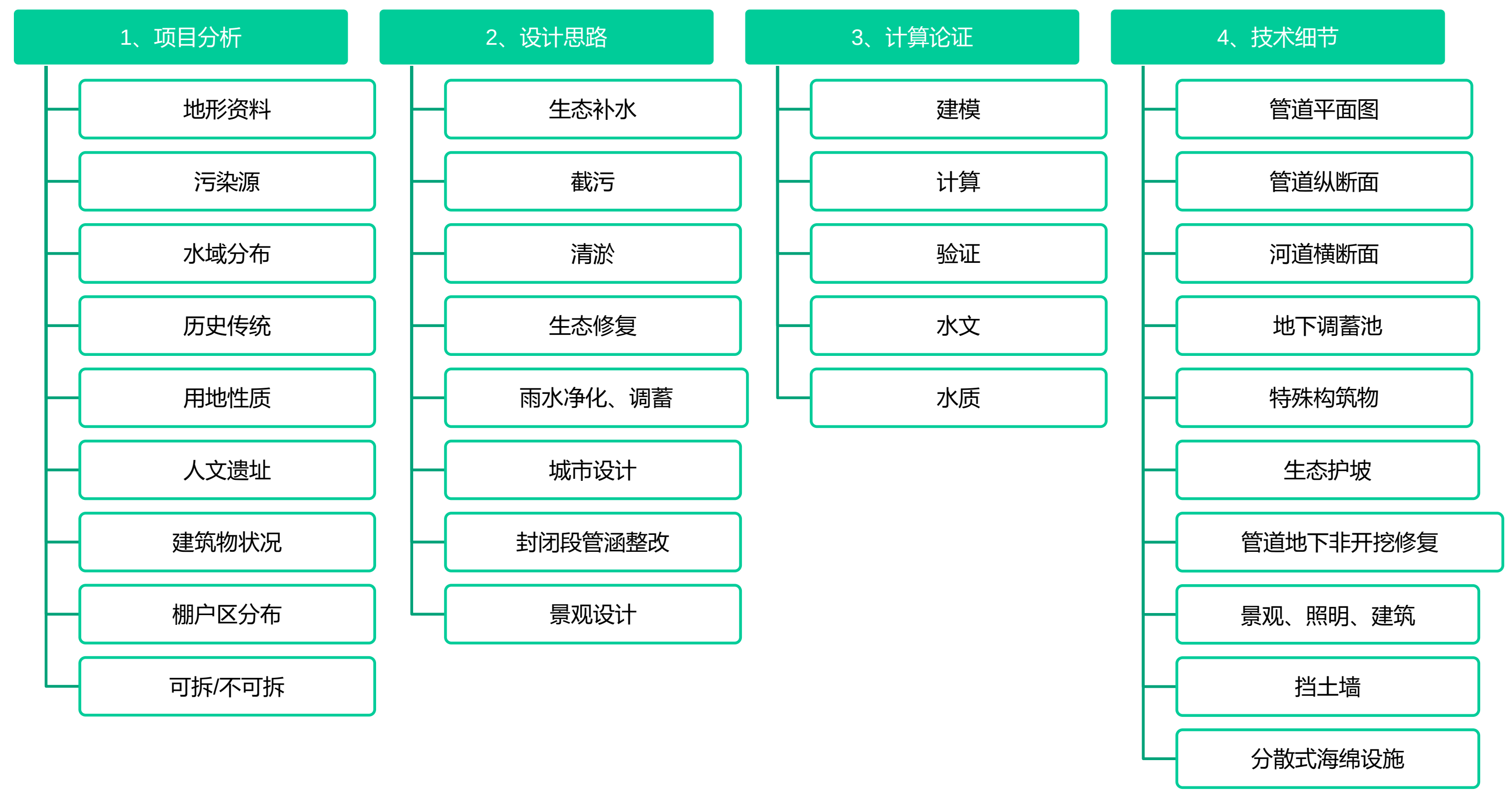
设计目标

- 1、降低城区内涝风险
- 2、恢复城市水系空间
- 3、完善市政排水系统
- 4、提升护城河水环境质量
- 5、改善居民生产生活条件
- 6、建立新的商业和旅游廊道
- 7、挖掘传承古城常德文化
- 8、突破棚改投资瓶颈



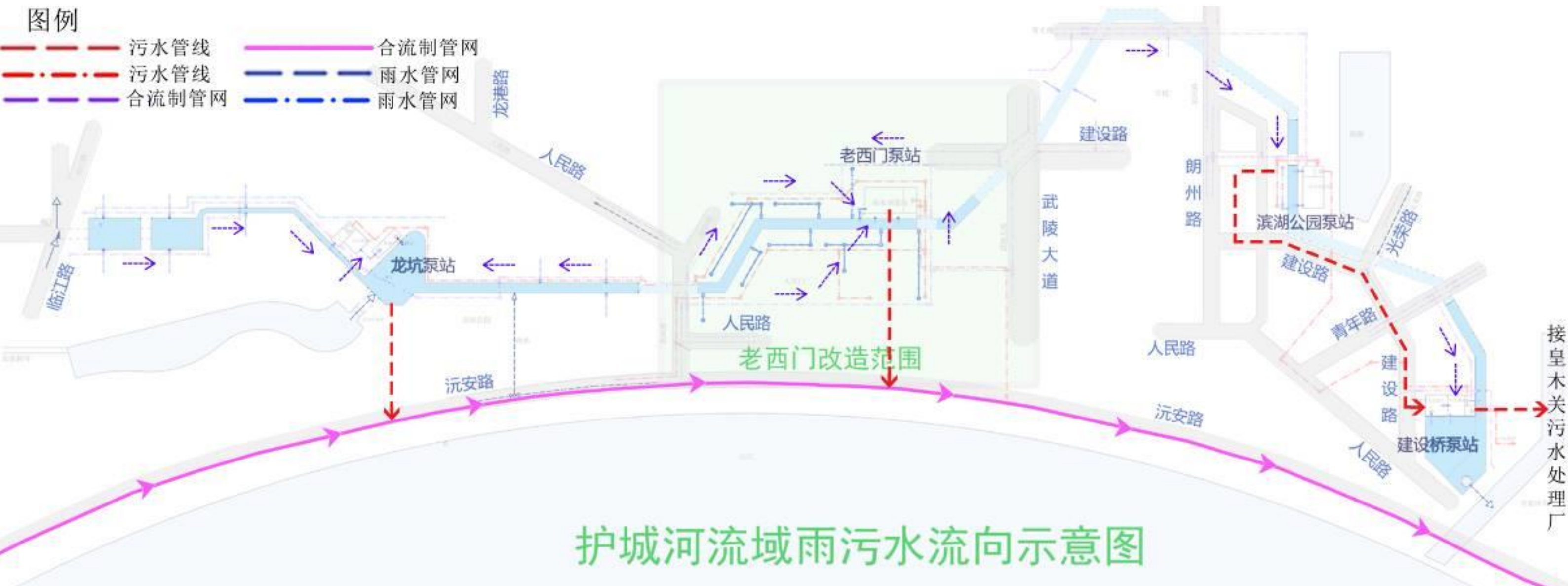


设计流程



治理方案

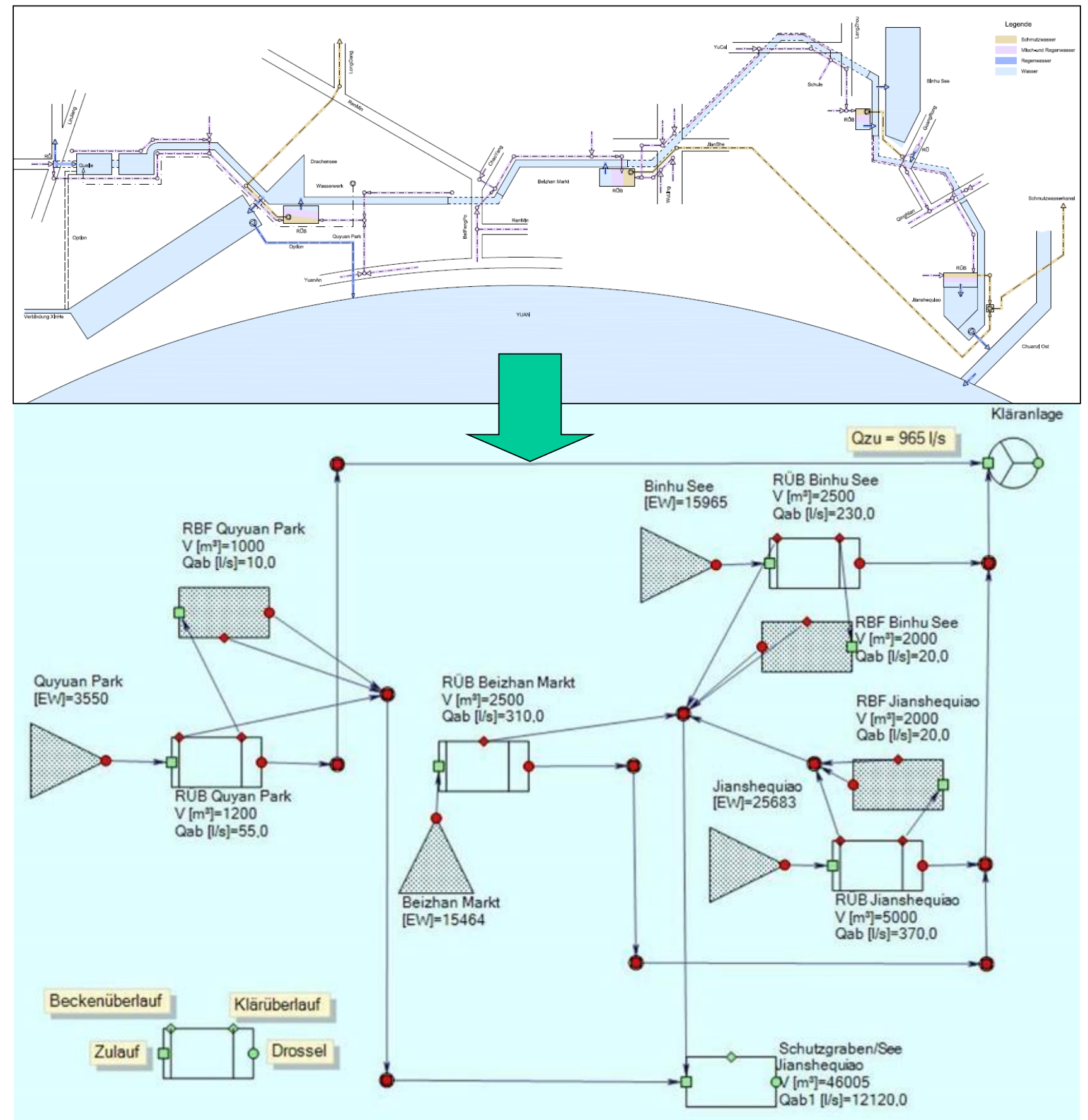
- 设置截污管、压力管、雨水溢流池和蓄水型生态滤池；
- 治理敞开护城河河段，并进行景观设计
- 整治封闭河段
- 相关措施 – 新建区要实现雨污分流
- 相关措施 – 对排水大户，如酒店、食堂、学校、工业和水厂，实施部分雨污分流



长期水文数学模拟 数据基础

目标

- 降低溢流的混合污水污染总量(< 125 千克/公顷*年)
- 限制排放的平均化学需氧量浓度(< 30 毫克/升)
- 确定雨水调节池和蓄水型生态滤池的尺寸
- 降雨溢流之后, 需要短时间补水冲洗, 0.5立方米每秒,

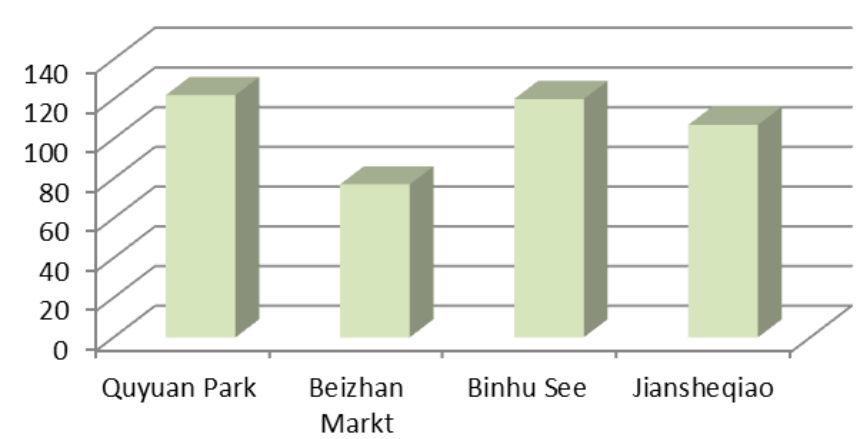




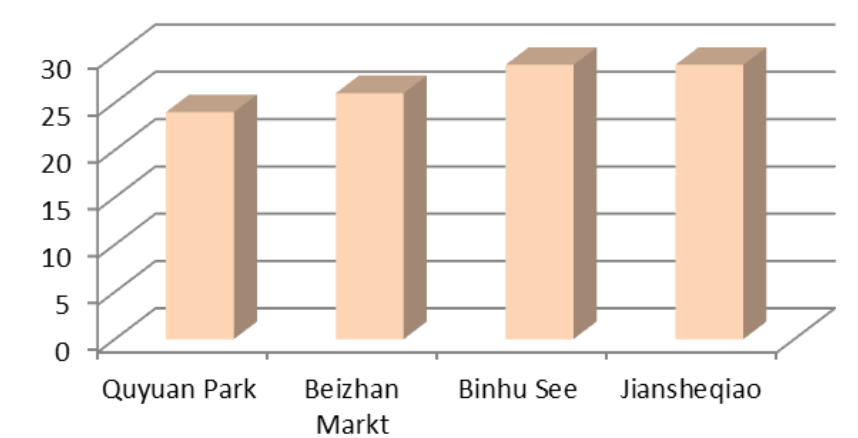
长历时水文数学模拟 计算结果

- 溢流的混合污水污染总量(< 125 千克/公顷*年)
- 排放的平均化学需氧量浓度(< 30 毫克/升)

Fracht CSB [kg/ha*a]



Konzentration [mg/l]

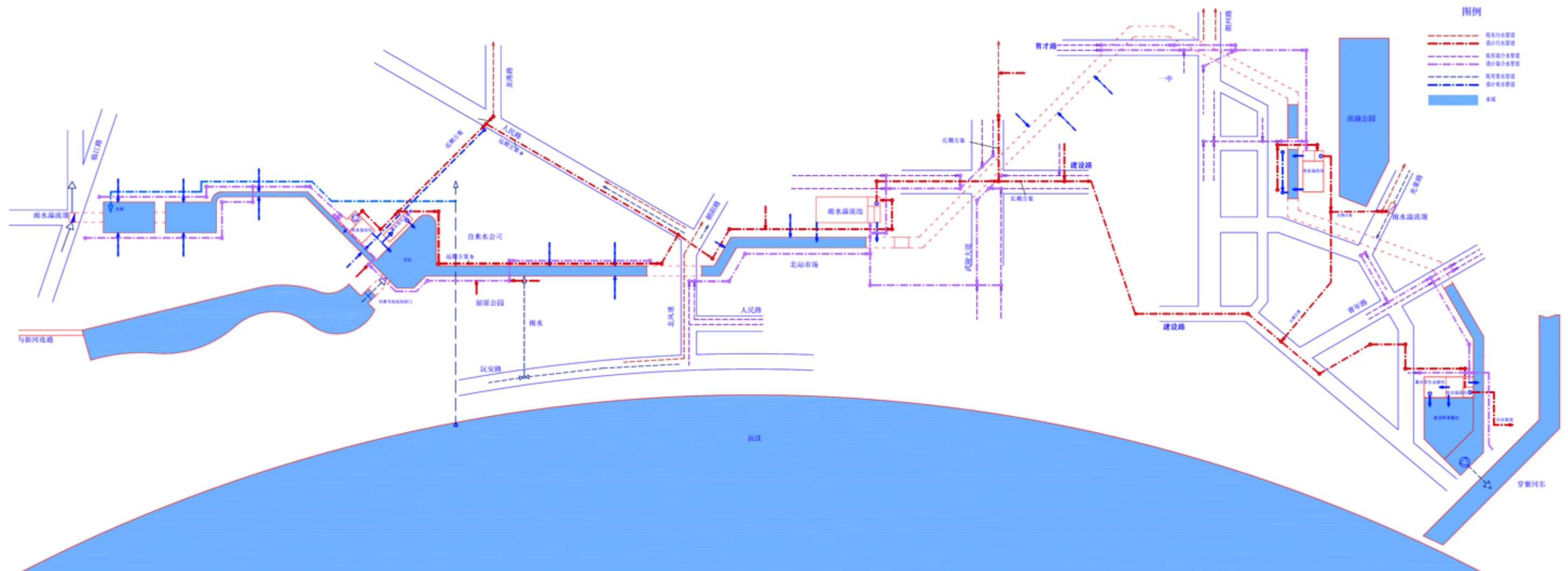


合流污水处理构筑物	混合污水排放 (预处理后排水和溢流水)			
	水量 [立方米/年]	频率 [1/年]	化学需氧量总量 [千克/公顷*年]	化学需氧量 总量浓度 [毫克/升]
屈原公园雨水调节池	122433	41	144	28
老西门雨水调节池	165830	28	77	26
滨湖公园雨水调节池	256771	36	142	34
建设桥雨水调节池	335089	30	119	32
总量/平均值	887472		119	30

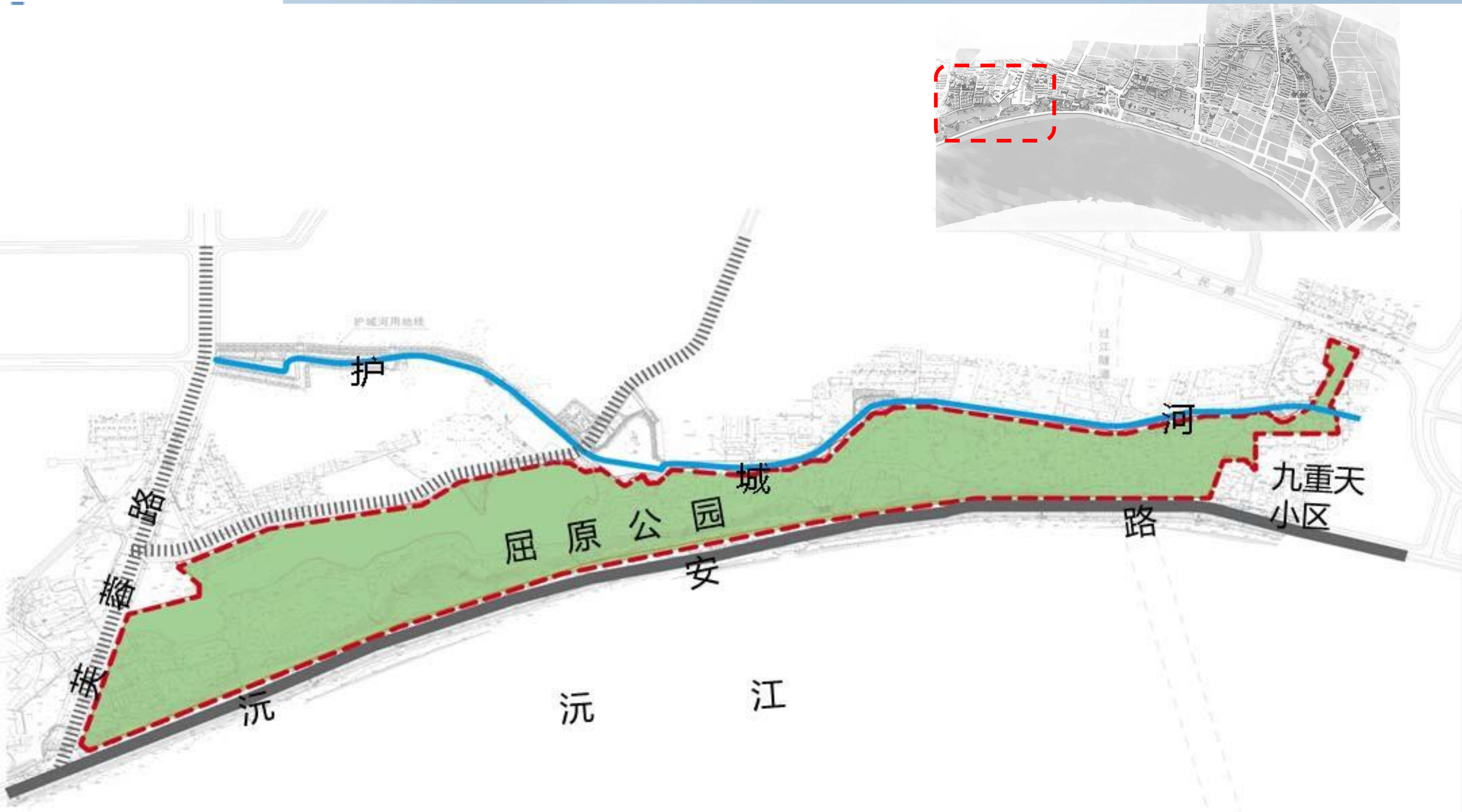
使用蓄水型生态滤池能够让污染总量和浓度进一步降低。

分段治理

- 第1段：龙坑雨水溢流池汇水区
- 第2段：北站市场雨水溢流池汇水区
- 第3段：滨湖公园雨水溢流池汇水区
- 第4段：建设桥雨水溢流池汇水区



第一段 护城河 屈原公园段改造





第一段 护城河 屈原公园段改造

公园内植草沟分布图







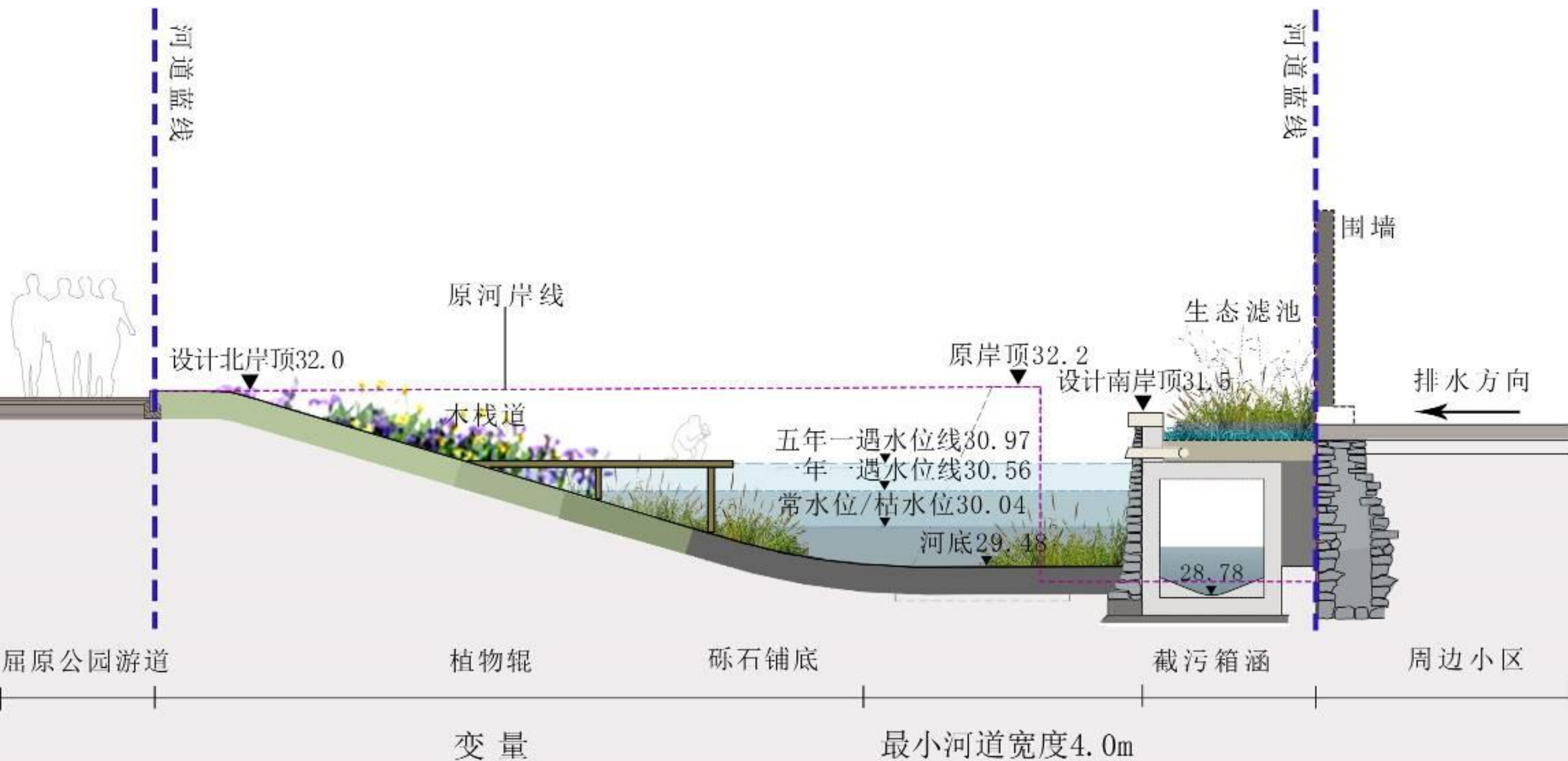












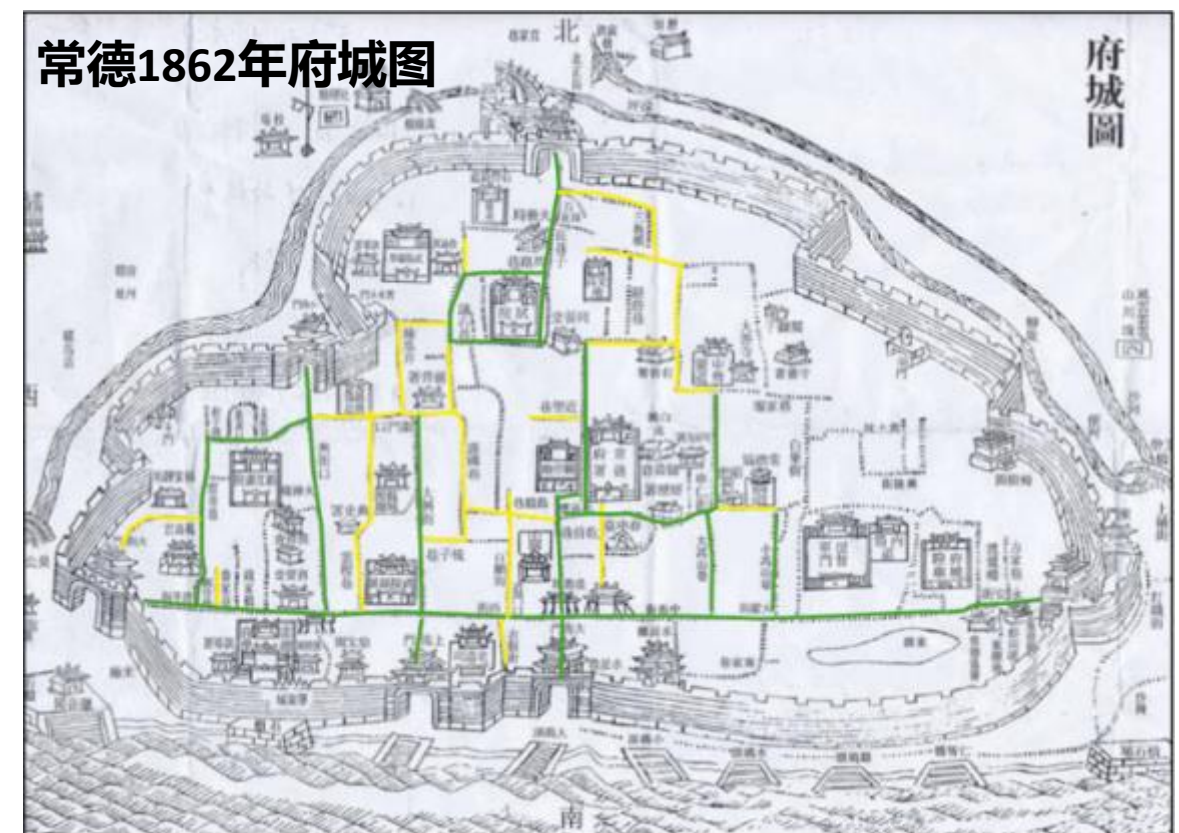




第二段 - 老西门

常德城依河而建，建成历史超过一千年。为了抵御外敌袭击，修筑城墙，并绕城挖出护城河。

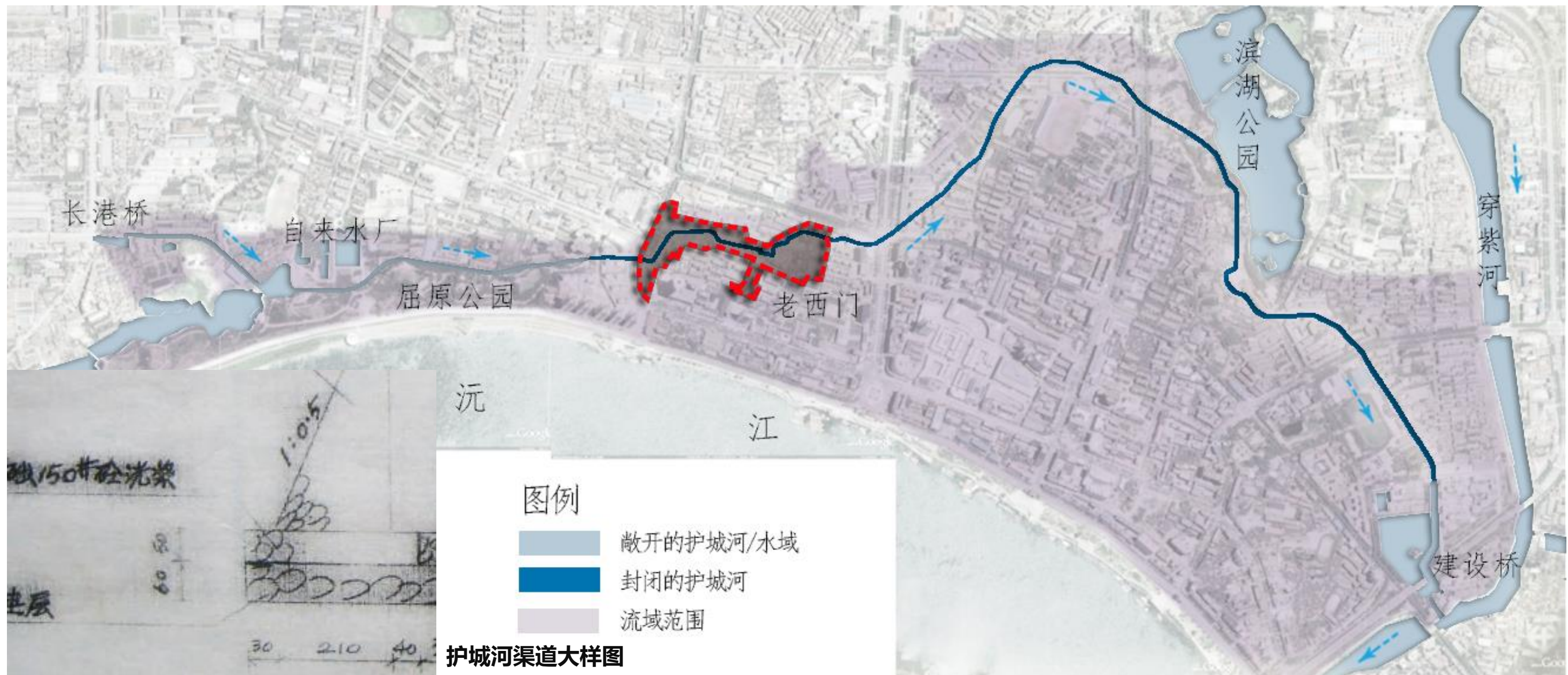
常德水域众多，但是随着城市的扩张，护城河水面慢慢被填掉。



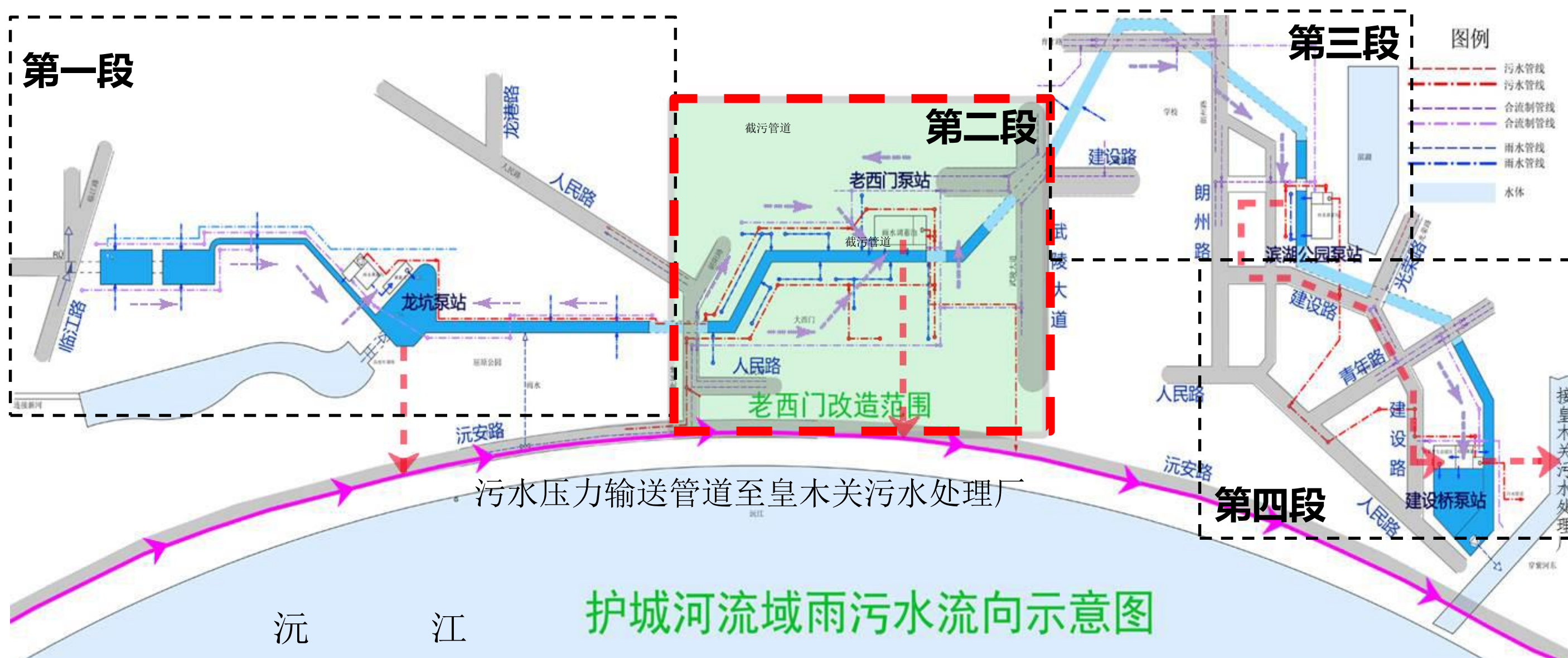
恢复原有的护城河就是恢复常德的老城记忆，追溯常德的历史根源，重建常德的水乡文化。

- 据考证或猜测的城墙残段
- 1964年平面图中城墙的走向（经过加工）
- 1972年的水域
- 当前的水域（2011年）

- 护城河西起临江路长港桥，东至建设桥泵站，全长约5.4公里，汇流面积约3平方公里，均为老城区，排水系统为合流制管网。护城河在建设桥处经泵站提升进入穿紫河，再向南进入沅江。
- 曾经水面宽广，最宽处逾百米。1988年进行改造，将大部分河道改为盖板河，成为地下合流水干管。两岸筑以石壁，底部铺设水泥板，高2-4米，宽4-6米。
- 其沿线区域为常德市的政治、经济、文化中心。

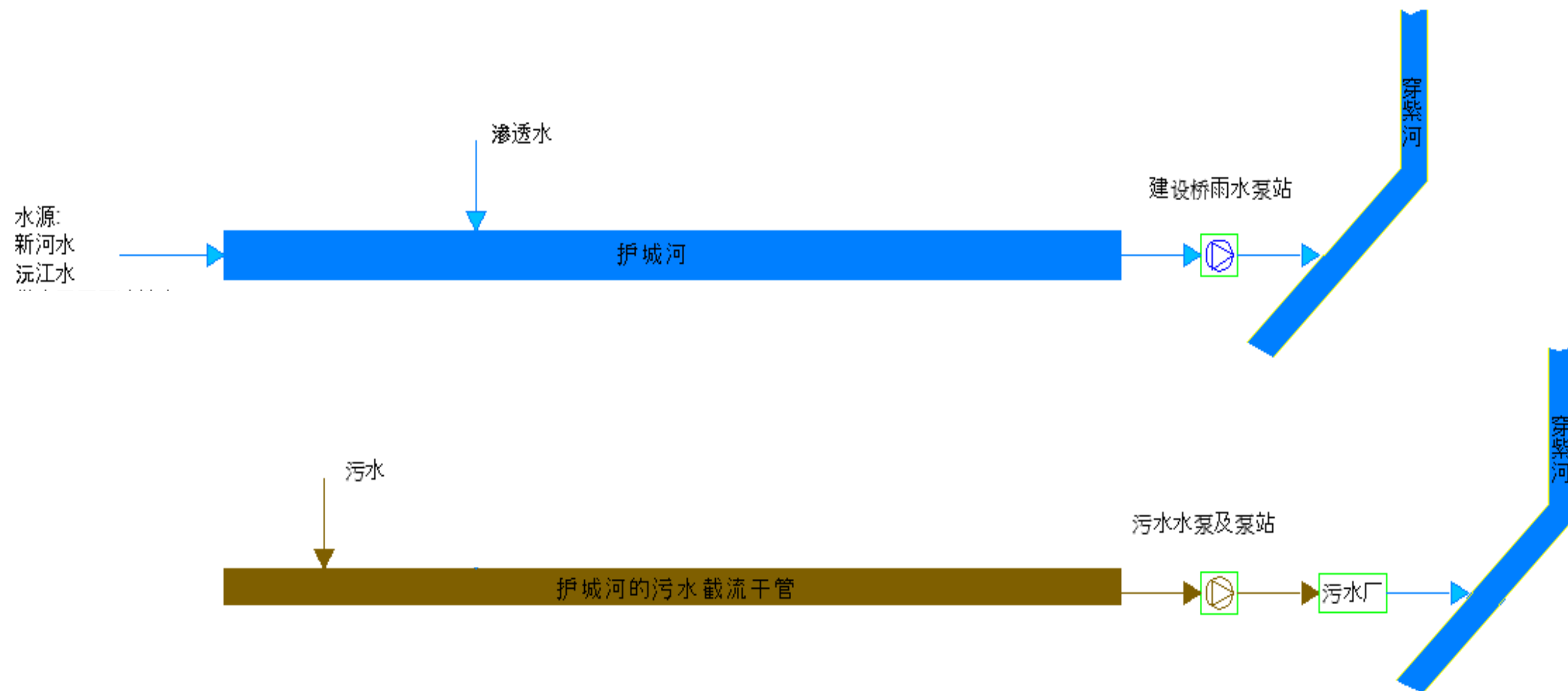


- **清淤疏浚**：彻底清除护城河河床内的淤泥，保证护城河排水畅通并有助于改善护城河水体水质。
- **控源截污**：将整个护城河结合土地利用可能，分成4段分区，分别建立独立污水截污体系。通过4个污水泵站将收集的污水通过污水压力管送到污水厂；
- 水体体量本身小，水深仅0.4米左右，自净能力差，暴雨时水质会变差，需要进行**定期补水**
- 新建区要实现**雨污分流**；
- 治理敞开护城河河段，结合旧城改造，进行临水**建筑**、**亲水景观设计**。



枯水期

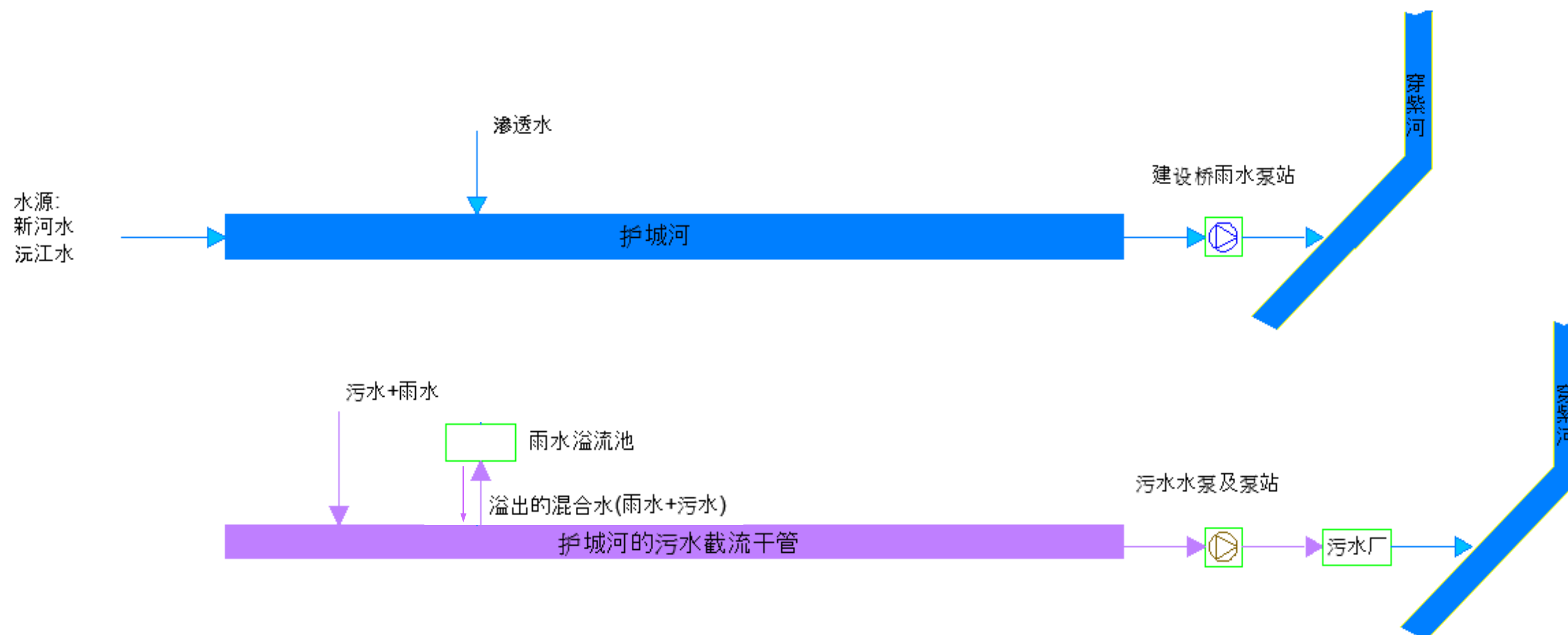
利用地下水补给，联通上游的新河补水，近期先利用已有的沅江补水系统补水；晴天合流制排水管网收集的污水通过单独的污水干管送到污水厂。



小雨

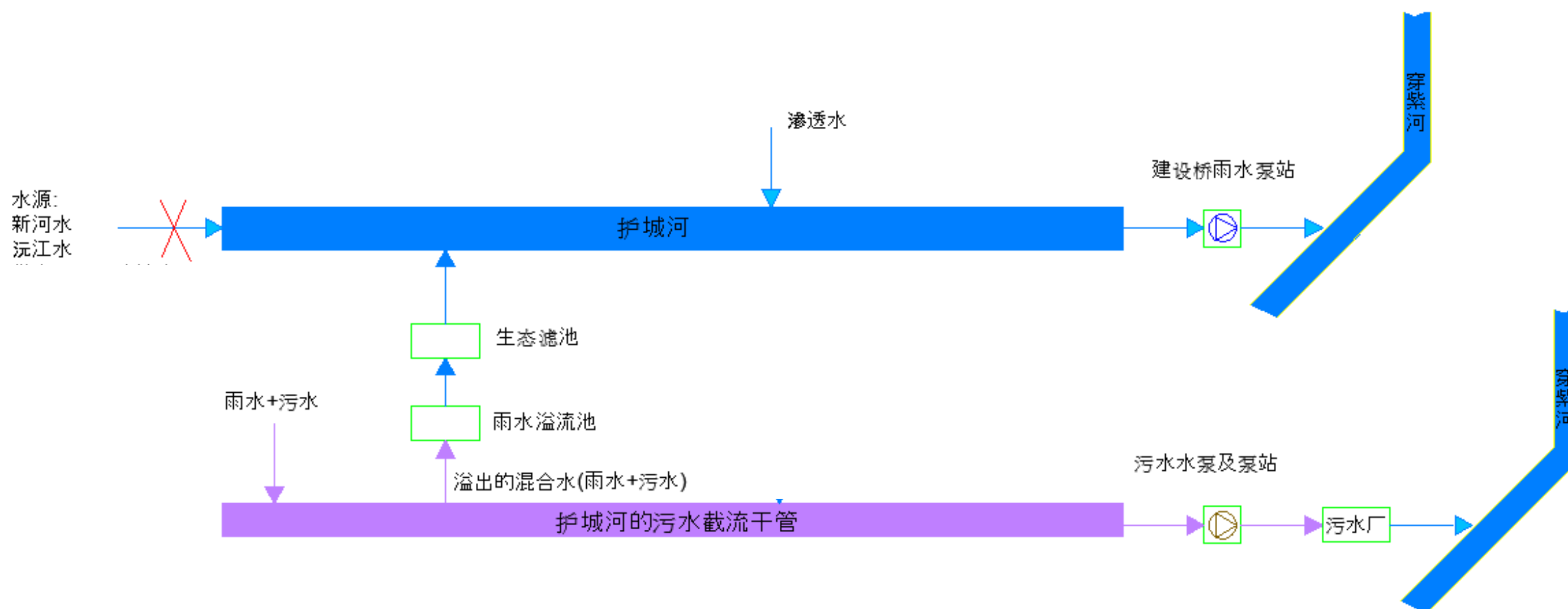
收集的污水加初期雨水，通过单独的污水干管送到污水厂；

超过污水泵输送能力的污水临时存储在雨水调蓄池中，降雨结束后，再送到污水处理厂。



大雨

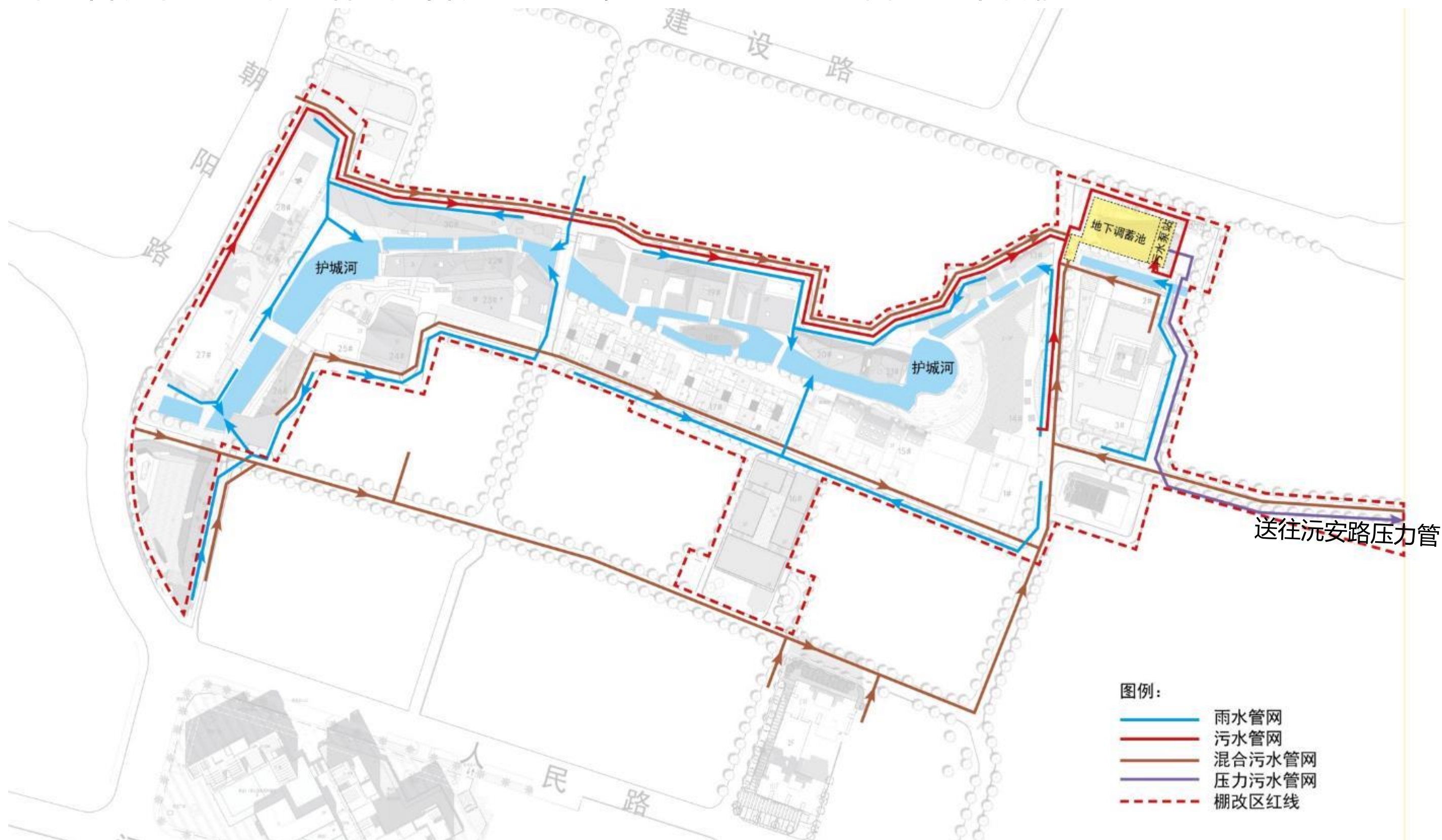
收集的污水加初期雨水，通过单独的污水干管送到污水厂；
超过污水泵输送能力的污水临时存储在雨水调蓄池中，降雨结束后，再送到污水处理厂；
超过调蓄池的调蓄容积后，经调蓄池沉淀后合流污水溢流到护城河；
在老西门段由于没有土地，取消生态滤池，把污水的截留倍数由2倍提高到3倍。



该项目的护城河沿线的棚户区改造范围约为7.1公顷，人口高度密集，受用地需求制约，硬化率极高，几乎达到80%。改造后，整体风格需要统一到传统建筑形式。
表中列出了地块范围各种用地的实际面积。

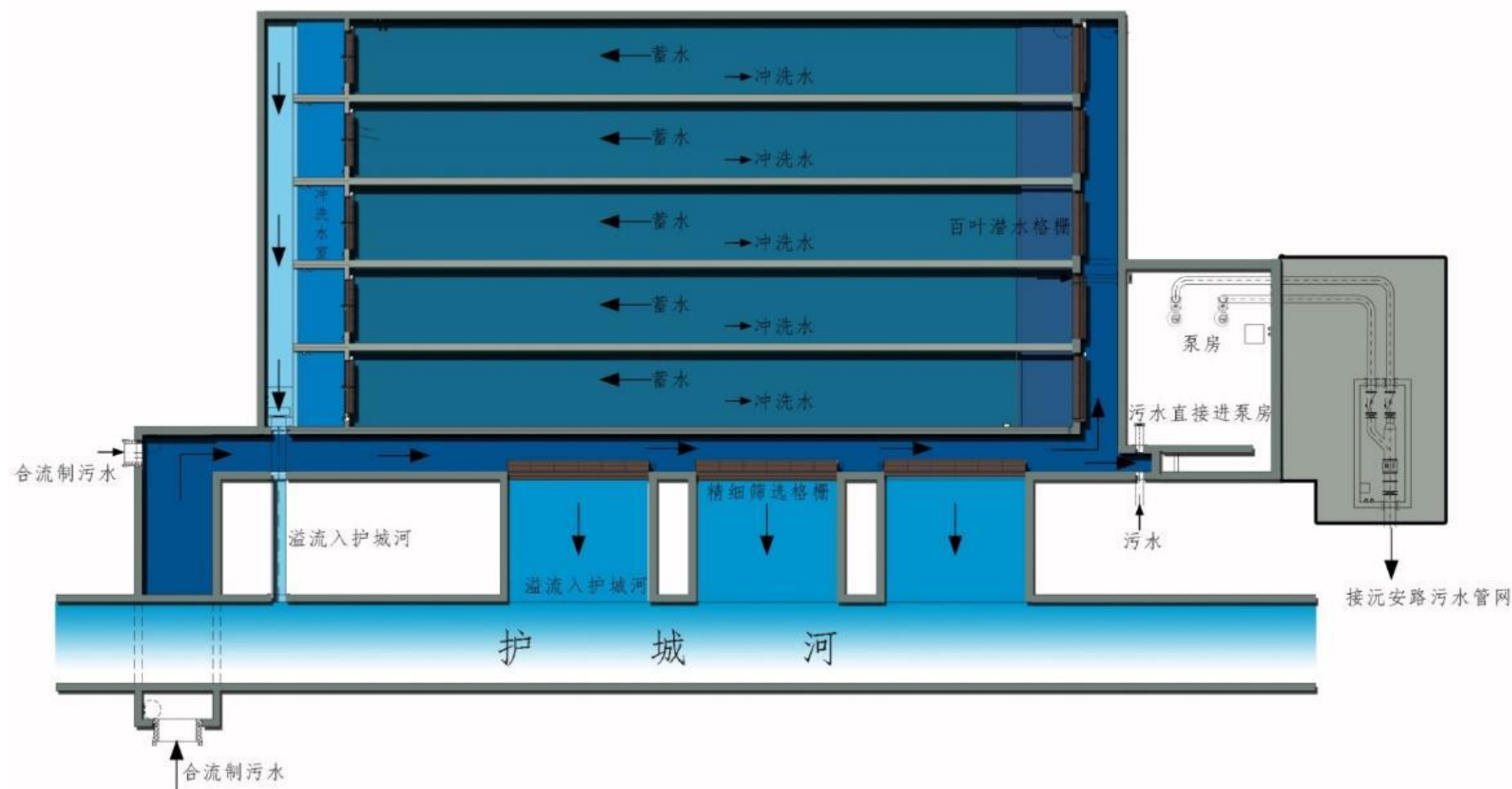


棚改小区部分完全实现雨污水的分流。同时，运用海绵城市设计原则，对雨水进行调蓄处理。保持合流制截污干管给周围合流集水区，污水送到地下调蓄池集中转输。



雨水调蓄池

不下雨时，污水直排沅安路污水压力管；**下雨时**，合流污水流量超过潜污泵输送能力277l/s时，流槽内水位上升，达到29.70时，通过百叶潜水格栅进入调蓄池；溢流池水位超过30.80时，经过沉淀的雨水通过DN800向护城河溢流；当流槽内水位上升到31.00时，通过流槽旁3个设有精细筛选格栅的溢流孔向护城河溢流水；**降雨结束后**，调节池将通过潜污泵排空。冲洗室内的水冲刷调蓄池内沉积物然后流入到泵站，经潜污泵加压后排出。



揭开护城河老西门段所有覆盖建筑物，让水重见天日；清淤疏浚，彻底清除护城河河床内的淤泥，保证护城河排水畅通并有助于改善护城河水体水质；扩大水面，增加调洪空间；通过增加水生植物提高净化能力，变成城市中心的一个生态廊道。



揭开后的护城河



扩大河道断面



新建生态驳岸

海绵城市设计的特殊条件及解决方案

- 密集的人流活动区域，需要大面积的硬化人行及车行道，绿化用地相对较少，设置植草沟等有困难；
- 人流量大，车辆、餐饮、夜市等，造成雨水有污染，有净化需求；
- 平屋顶全部采用屋顶绿化；
- 整个小区采用传统建筑材料、风格。用本地的青瓦传统材料和碎石结合成为透水铺装，渗透人行道雨水；
- 雨水尽可能采用地表明沟收集；
- 由于地上可用区域非常有限，计划采用地下带状卵石蓄水空间，净化、调蓄雨水；
- 占用部分护城河河道作为地上蓄水池；
- 考虑到用地有限，将海绵城市控制目标调低为**14毫米**（入河前）。



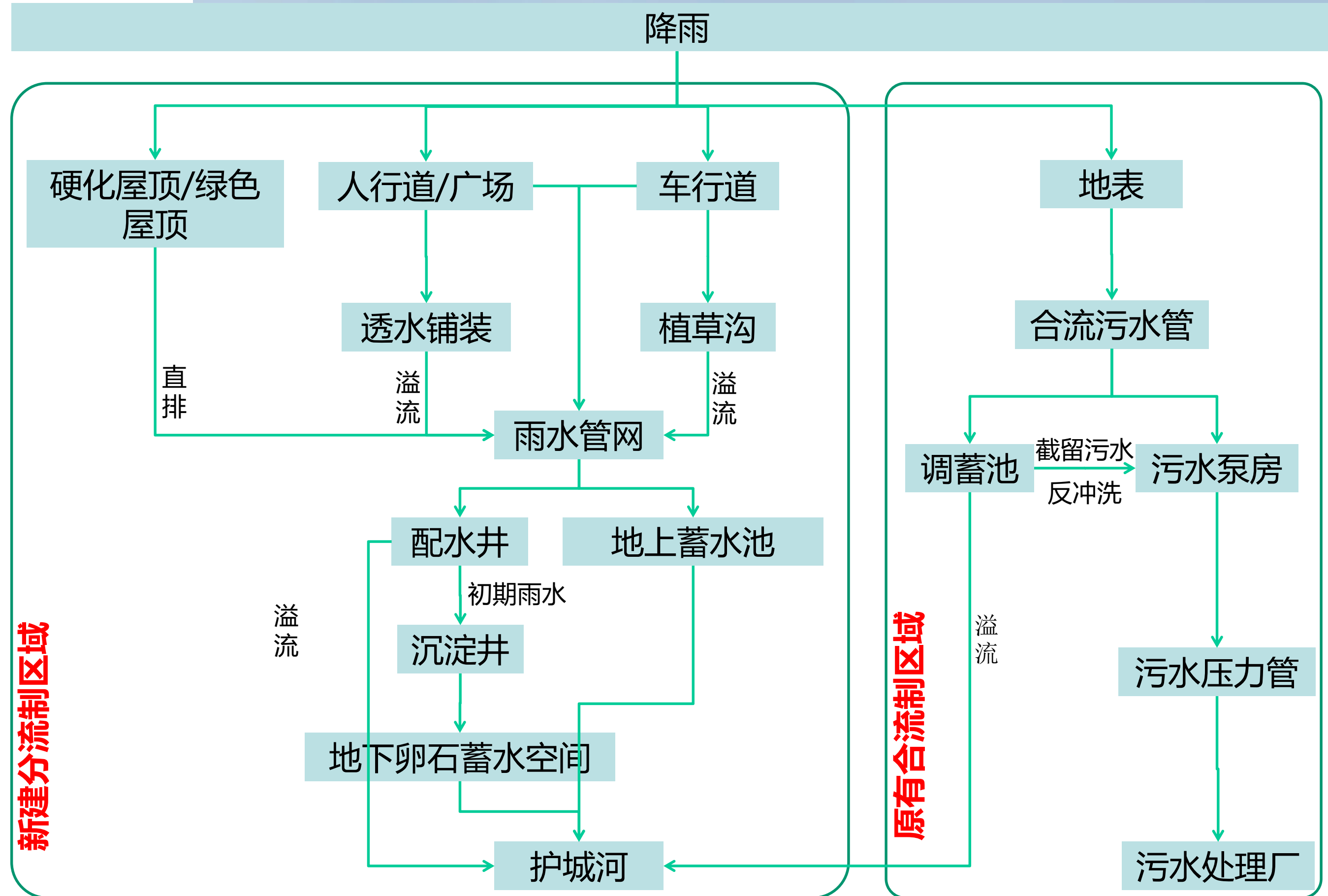
雨水收集天井



房屋墙角雨水收集沟

将整个片区分为6个集水分区，分区收集处理雨水。
采用不同元素，在雨水进入护城河之前进行净化、调蓄、下渗。



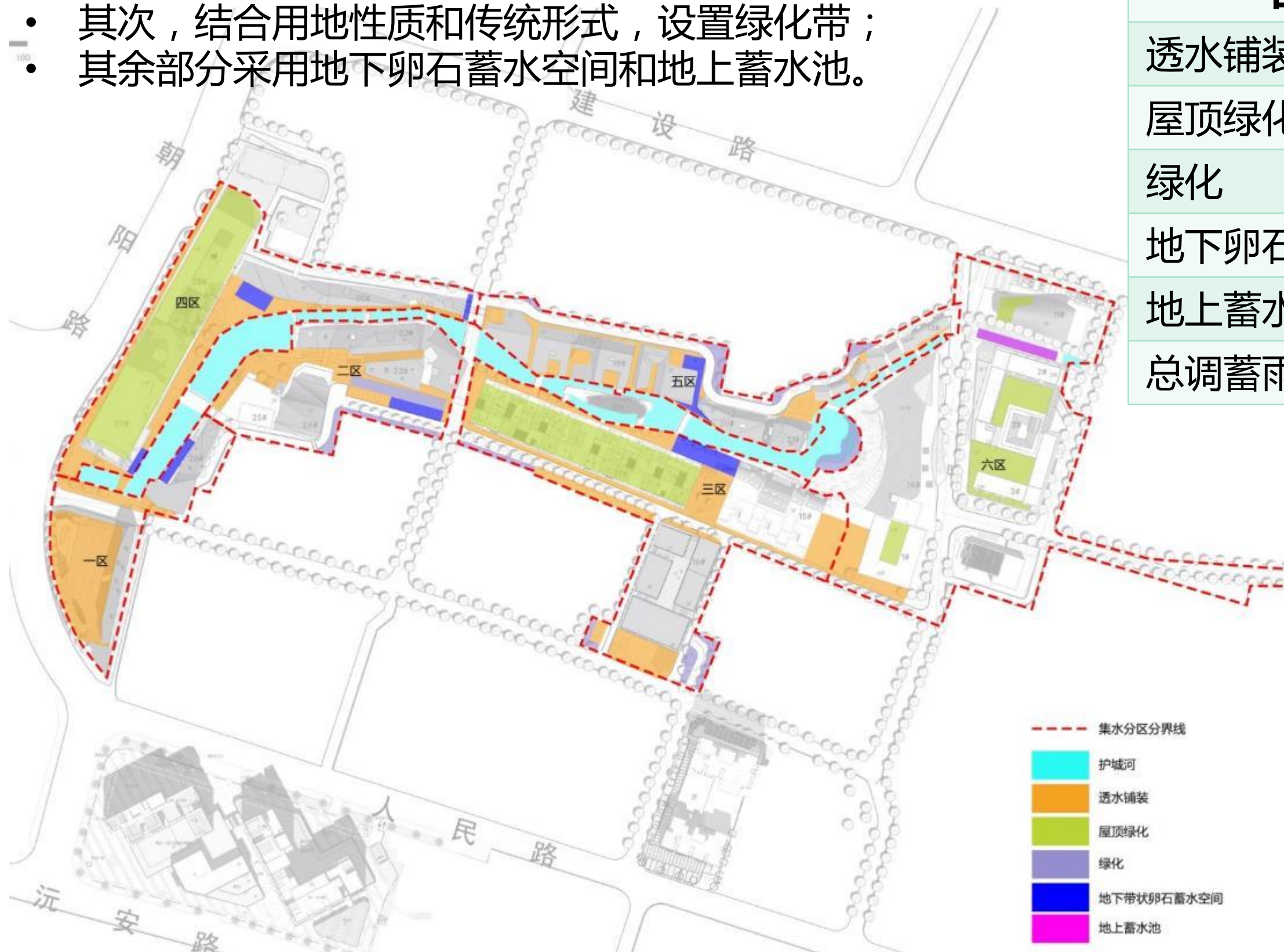


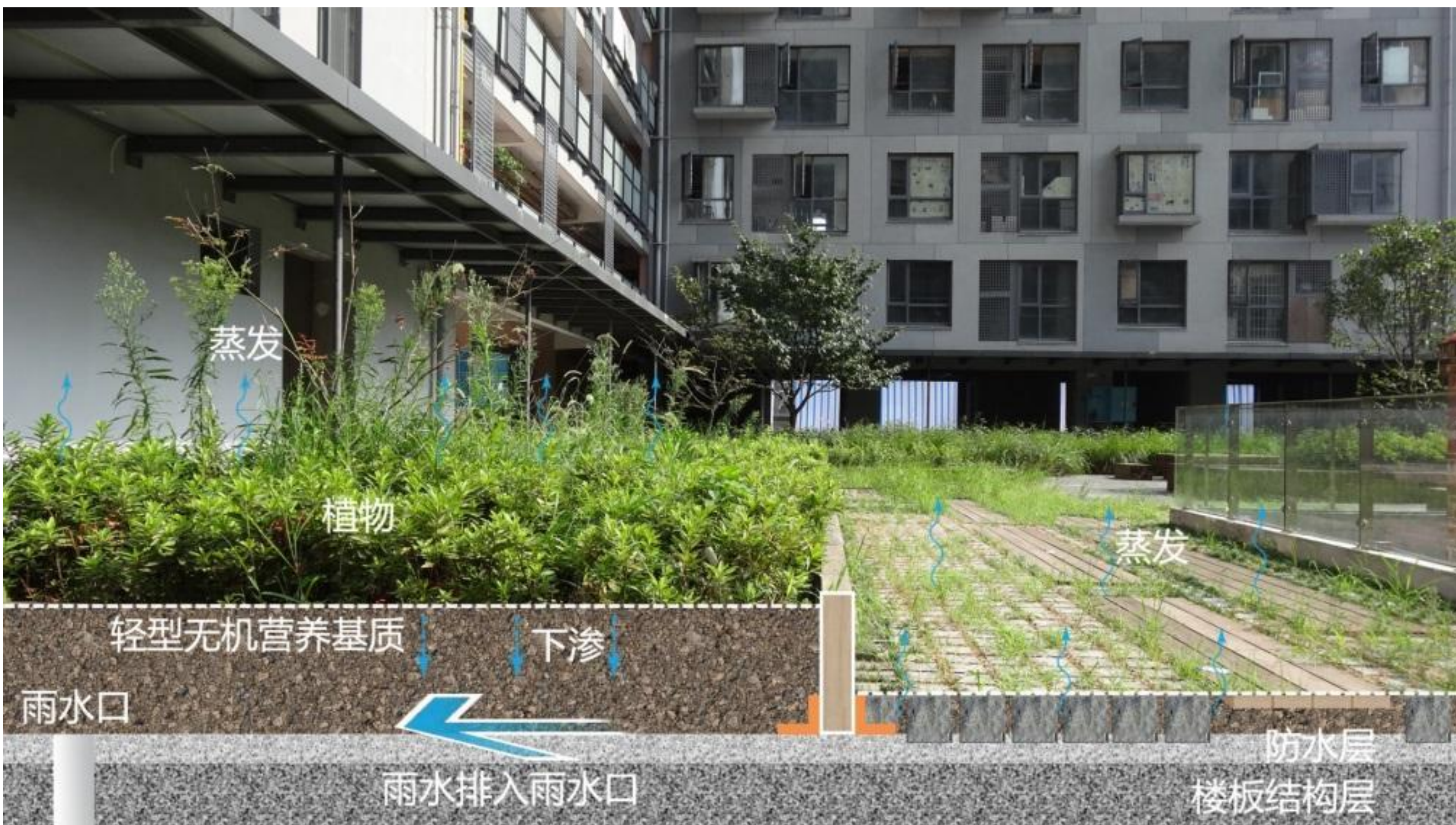


在6个集水分区中，采用下述原则收集处理雨水。

- 硬化率几乎达到80%，重点为设置屋顶绿化和透水铺装；
- 其次，结合用地性质和传统形式，设置绿化带；
- 其余部分采用地下卵石蓄水空间和地上蓄水池。

名称	数量
透水铺装	19798m ²
屋顶绿化	7248m ²
绿化	1919m ²
地下卵石蓄水空间	2067m ²
地上蓄水池	160m ²
总调蓄雨水量14毫米。	









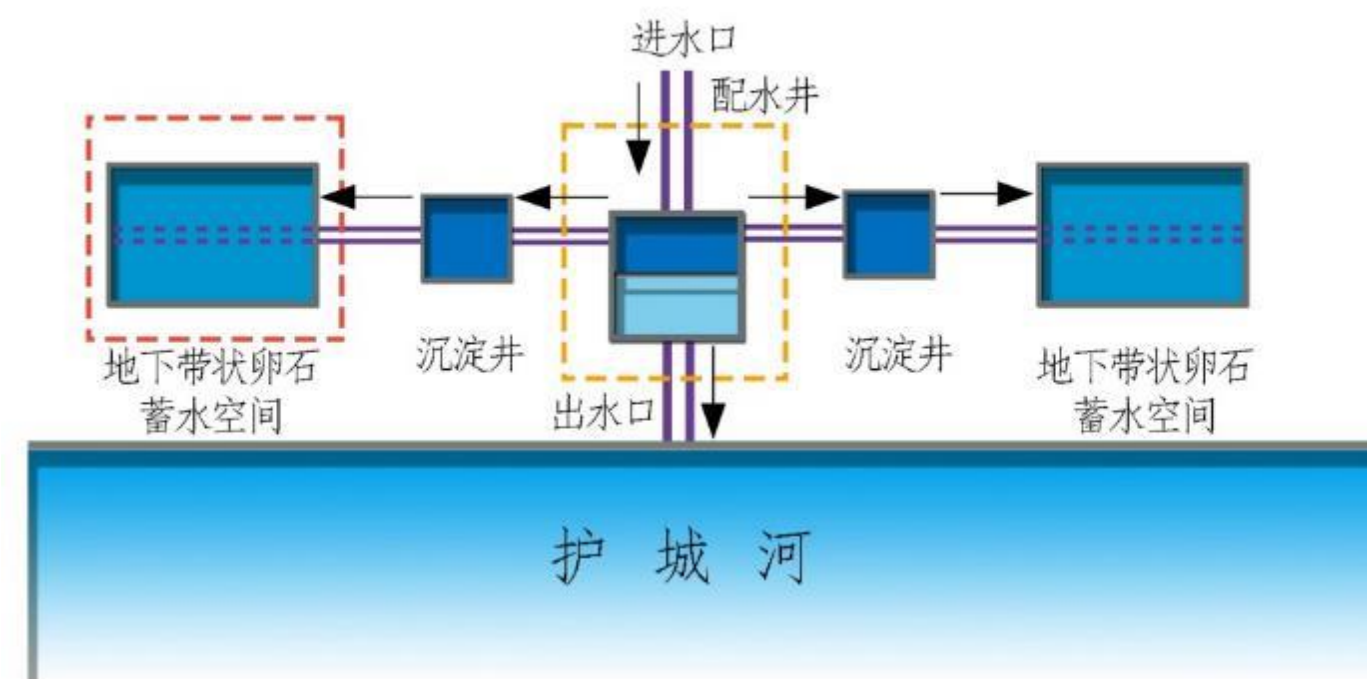
瓦片铺装

生态绿地、草沟和树穴渗水。商业街道渗水树穴从下至上由配比砂砾层、腐殖土层和绿色植物构成并夹竖青瓦，防止行人踩踏。

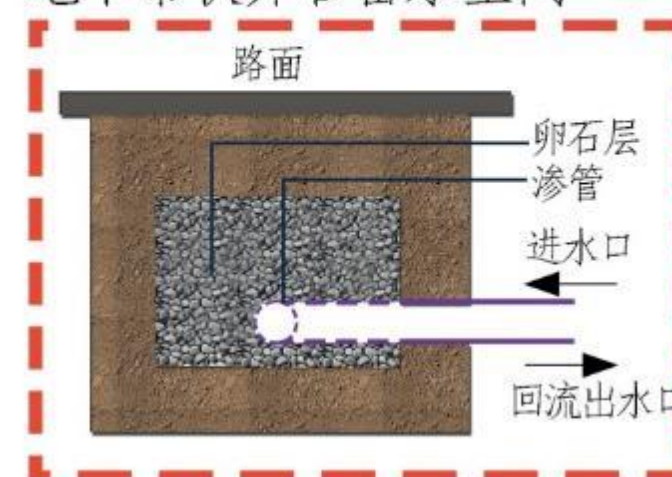


地下带状卵石蓄水空间

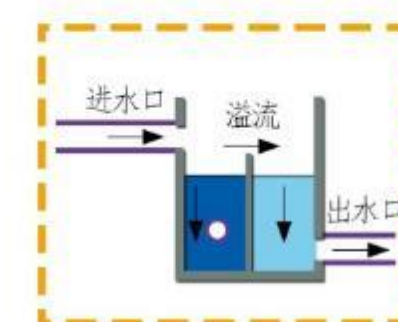
项目地位密集的人流活动区域，可用绿地较少。计划在雨水入水口附近设置地下带状卵石蓄水空间，结合沉淀井和配水井。通过沉淀功能，处理路面雨水，保障地下卵石蓄水空间的使用寿命。



地下带状卵石蓄水空间



配水井





1. **可持续性的雨水管理**：形成海绵城市，通过调蓄，渗水，净化，从源头降低排水流量，减少管线投资，开放式排水，多建水体，改善小气候
2. **优化排水系统**：消除来自城市排水系统对河流的污染，管网改造从水力角度及管道现状入手，建设调蓄及处理系统等为护城河等。通过水力模拟，保障排水安全，防止城市内涝
3. **泵站的改造新理念**：变为城市的肾脏，通过增加生态滤池，对初期雨水及不明污水的处理，调蓄功能及运行工艺的变革，由污染源变为清洁的水源
4. **河流生态自净功能的提高**：人工生态湿地解决城郊地区的农业及其他面源污染，河流断面及流线设计提供动植物生存空间，人工岛屿及浅水区
5. **水系连通**：打通血脉，保障洪水安全，降低泵站运行费用，建立生态廊道，补充水源选择，在湖泊性质的河流高要求下实现水质的保障
6. **模型模拟**：水系系统，排水系统，机埠工况等，多方案比较，科学决策及预测
7. **和历史文化的结合**：水成为城市的特征，历史的河流，河街小巷，主题公园
8. **和城市开发建设结合**：一地多用，建立次级城市交通体系，城市内休闲场所，城市绿地，运动场地，天然游泳，棚户区改造结合，生活质量提高

谢谢关注



郑能师 电话: 18614093515 ns.zheng@wasser-hannover.cn
www.wasser-hannover.cn