

平原河网城市水环境提升技术与应用

张建云

水利部
交通运输部
国家能源局
南京水利科学研究院

水利部应对气候变化研究中心

2018年9月 南京

汇报提纲 (Outlines)

1

城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of cities on plain river networks: issues & challenges

2

城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

3

城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

4

城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

5

典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

6

小结

1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

1.1 中国城镇化快速发展

当前，我国正处于城镇化高速发展阶段，城镇化水平从2000年的36.3%发展至2017年的58.5%，比世界平均水平高约1.2个百分点。



形成3个国家级和7个区域性城市群，10个城市群的面积、人口和GDP分别约占全国10%、40%和68%。

2017年全国GDP80万亿元^{亿元}，前50城市占57%，前100城市占76%，城市的水生态文明建设具有重要意义。

1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

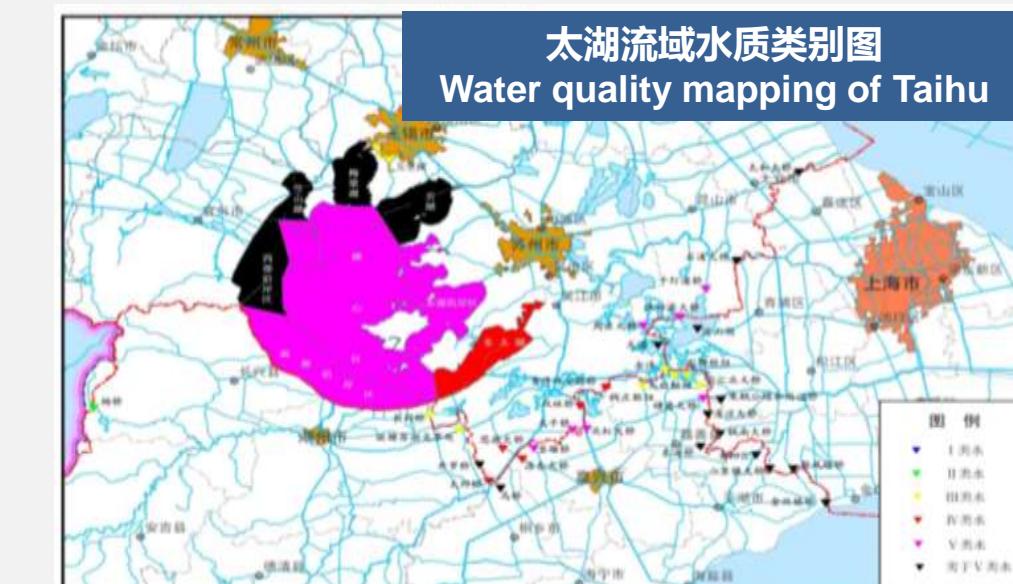
1.2 城市水环境问题日益突出

Urgency of deteriorating aquatic environment

- (1) 城市发展，河道被挤占
Urban development taking up more river space
- (2) 河网分割，水系畅通差
Poor connectivity for segmentation of river networks
- (3) 城市污水处理程度低
Low coverage of waste water treatment
- (4) 河道淤积严重
Severe siltation
- (5) 平原区城市，水环境问题更加突出

城市水环境治理是水生态文明建设的重要内容。

- 水功能区达标率低
Poor functionality of key zones of water body
- 河道水体感官差
Discouraging sensorial experience of rivers



1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

1.3 机遇与挑战

Opportunities & challenges

(1) 最严格水资源管理制度的新要求

the most stringent water management policy of China

- 到2020年：重要江河湖泊水功能区水质达标率提高到80%以上，城镇供水水源地水质全面达标。
80% compliance of water quality at key function zones of major rivers/lakes, and full compliance of that for urban water supply.
- 到2030年：主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污能力范围之内，水功能区水质达标率提高到95%以上。
Pollutant discharge lowered to intake capacity of rivers/lakes, and 95% compliance of water quality at key function zones of water bodies by 2030.



The screenshot shows the official government website with the title "国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见" (Guo Fa [2012] No. 3) and the date "2012年02月16日 08时56分". The document discusses the implementation of strict water resource management to address water scarcity and pollution issues.

国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见 国发〔2012〕3号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

水是生命之源、生产之要、生态之基，人多水少、水资源时空分布不均是我国的基本国情和水情。当前我国水资源面临的形势十分严峻，水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题日益突出，已成为制约经济社会可持续发展的主要瓶颈。为贯彻落实好中央水利工作会议和《中共中央 国务院关于加快水利改革发展的决定》（中发〔2011〕1号）的要求，现就实行最严格水资源管理制度提出以下意见：

一、总体要求

（一）指导思想。深入贯彻落实科学发展观，以水资源配置、节约和保护为重点，强化用水需求和用水过程管理，通过健全制度、落实责任、提高能力、强化监管，严格

国务院关于实行最严格水资源管理制度的 意见（国发〔2012〕3号）

Official announcement of the State Council of
China for the policy of most stringent water
management

1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

1.3 机遇与挑战

Opportunities & challenges

(2) 水生态文明建设的新要求

Eco-aquatic civilization of China

- 落实最严格水资源管理制度

Implementation of the most stringent water management

- 优化水资源配置

Optimization of allocation of water resources

- 强化节约用水管理

Reinforcement of water saving

- 严格水资源保护

Enhanced protection of water resources

水利部文件

水资源〔2013〕1号

水利部关于加快推进水生态文明建设工作的意见

各流域机构,各省、自治区、直辖市水利(水务)厅(局),各计划单列

水利部关于加快推进水生态文明建设工作的意见
〔水资源〔2013〕1号〕

Official announcement of the Chinese Ministry of
Water Resources for promoting eco-aquatic
civilization

1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

围绕水生态
文明建设要
求，大范围
开展试点建
设

水患调节功能
Mitigation of water hazards

资源供给功能
Provision of resources

经济支撑功能
Support of economy

水生态系统
功能
Functions of aquatic
eco-systems

生态维系功能
Maintenance of ecology

景观娱乐功能
Landscape & entertainment

文化载体功能
Carrier of culture

105
全国水生态文明试点城市
Piloting cities of eco-aquatic civilization

科针对各自水生态系统的功能的
退化、残缺和丧失情况
Targeting degradation, damage and loss of
functions of aquatic eco-systems

科学确定建设任务，取得显著的效果
Notable output after scientific design and
implementation



1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

徐州市水生态文明城市试点



潘安湖

1. “三区两带”建设方案
东部防洪保安、中部城市景观、
西部供水安全，南水北调水质保障带和古黄河生态安全带

2. 特色：利用煤矿塌陷区，建设
生态湿地和景观湖区，使得面貌
发生根本性变化：

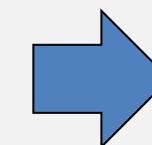
由：一城煤灰半成土
变：一城青山半城湖

1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

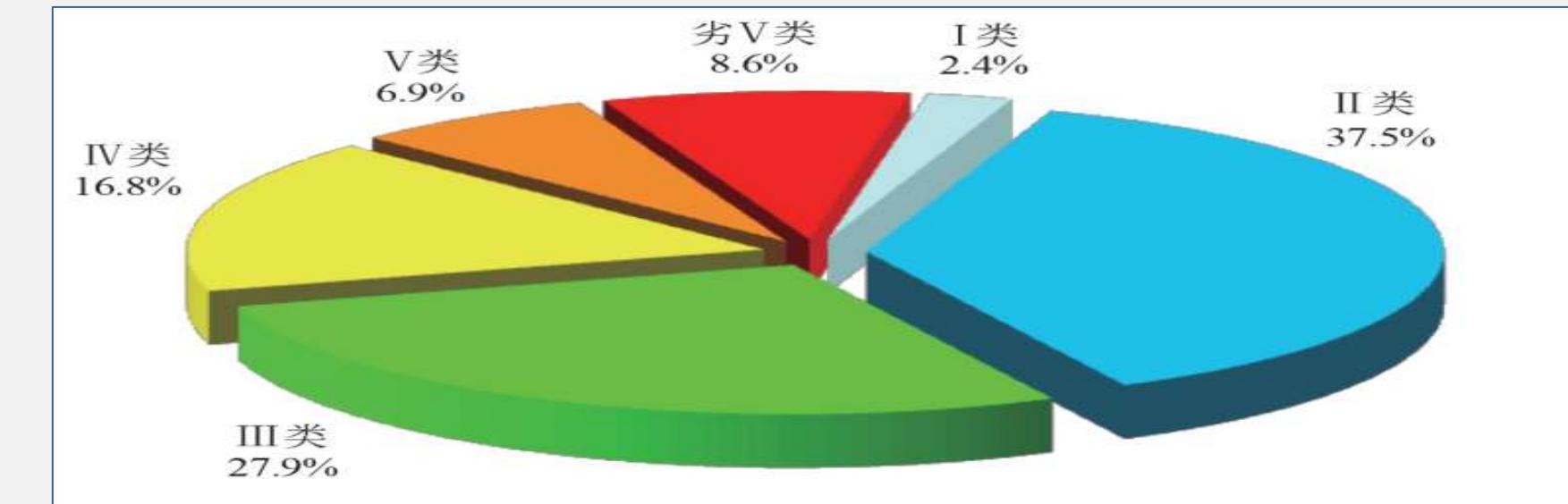
(3) 全面推行河（湖）长制的新要求

- ◆ 河长制是源于实践的制度创新
- ◆ 河长制是“一把手”工程
- ◆ 河长制要有广泛的社会参与
- ◆ 河长制是长期性的工作
- ◆ 河长制实施离不开科技支撑



1. 河湖水域大面积萎缩：1950年以来，全国水面面积大于10平方公里湖泊696个，231个萎缩，减少面积1.4万平方公里，减少储水量517亿m³。

2. 河湖水体质量恶化：



2016 年全国地表水水质类别比例

- 3. 河湖岸线乱占滥用
- 4. 河湖生态环境退化

1 城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of rivers on plain river networks: issues & challenges

1.3 机遇与挑战

Opportunities & challenges

(4) 长江大保护提出新要求



习近平总书记4月在汉主持召开深入推动长江经济带发展座谈会上强调：坚持新发展理念，坚持共抓大保护、不搞大开发，加强改革创新、战略统筹、规划引导，以长江经济带发展推动经济高质量发展。要求突出工作重点，以持续改善长江水质为中心，扎实推进水污染治理、水生态修复、水资源保护。为治江治水指明了方向，为水利工作提出了更高的要求。

汇报提纲 (Outlines)

1

城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of cities on plain river networks: issues & challenges

2

城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

3

城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

4

城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

5

典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

6

小结

2 城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

2.1 城市水环境综合治理目标

Targets of urban aquatic environment improvement

- 以“**水环境提升、水生态修复**”为主线
Improvement of aquatic environment and ecology
- 坚持“**水安全、水资源、水环境、水生态、水景观、水文化**”统筹协调
Coordination between water security, resources, environment, ecology, landscape and culture
- 保障城市防洪安全、水资源供给安全、水生态环境安全
Guarantee of urban flood control, water supply, and aquatic environment
- 强化水工程联控联调，增加水动力，实现畅流活水和水务管理智能化
Synergy between water infrastructures, improvement of fluidity and connectivity, and intelligent water management

“ 绿水青山就是金山银山。
The green mountain and blue water are the true treasures. ”

2 城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

2.1 城市水环境综合治理目标

Targets of urban aquatic environment improvement

- 问题导向、因地制宜，符合城市特点的水环境治理目标

Solution oriented, condition adaptive, and adherence to unique features of cities

- **苏州古城区**：活水自流，江南水乡风韵的自然回归，小桥流水，水流流速>10cm/s

The old city of Suzhou: improved connectivity and fluidity, return of tranquil scenery, flow velocity: >10cm/s

- **常熟城区**：消除黑臭，主要水体达景观水标准，90%河道流速大于10cm/s

Downtown Changzhou: elimination of black/foul water, main water body surpassing scenic standards, flow velocity greater than 10cm/s in 90% of rivers

- **杭州G20核心区**：主要指标III类水，清澈透明，透明度1m以上

Core venue of G20 in Hangzhou: water quality surpassing National III standards, more than 1m transparency

“ 水清岸绿、鱼虾洄游、环境优美
Clear water with vigorous water lives and scenic landscape ”



2 城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

2.2 城市河网水环境综合治理思路

Ideas of aquatic environment improvement at urban river networks

控源截污

Source control of
pollutants

河道整治

Regulation of
rivers

水系联通

Connectivity of
water bodies

优化调控

Dynamic control
and operation

净化强化

Treatment and
purification

生态修复

Ecological
Restoration



2 城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

城市水环境治理原则

- **截污是前提** — 达标排放、纳污能力约束。

Pollutant retention: restrained discharge and intake



- **清淤是基础** — 正本清源、污泥资源化利用。

Dredging: purification at water source, siltation use as resources



- **活水是灵魂** — 增强水动力、实现水流不腐。

Connectivity and fluidity: improved hydrodynamics of water bodies to prevent stagnation

- **管理是保障** — 健全政策法规、规范行为。

Management: improvement of legislations/policies/standards

汇报提纲 (Outlines)

1

城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of cities on plain river networks: issues & challenges

2

城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

3

城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

4

城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

5

典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

6

小结

3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.1 城市河网水动力调控基础理论

Basics of the hydrodynamic approach

– 科学问题

Addressed issue

- 揭示城市河网水动力与水环境响应机制

To reveal the interaction between hydrodynamics & urban aquatic environment of plain river network

– 核心内容

Core contents

- 城市河网水文-水动力-水质精细化模拟

Refined simulation of hydrology, hydrodynamics and water quality

- 水系格局与水量分配响应关系分析

Interaction between waterbody layout and water allocation

- 河网水体流动性指标与水质改善定量关系

Quantitative relation between river hydrodynamics and water quality

- 城市河网畅流活水提升技术

Methods of improving connectivity & fluidity of urban rivers

- 城市河网畅流活水效果评价指标体系

Evaluation system for the approach

3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.1 城市河网水动力调控基础理论

Basics of the hydrodynamic approach

– 城市河网畅流活水的核心目标

Core targets of the approach

- **增大流动性**
Improve fluidity
- **提高水环境承载能力**
Improve carrying capacity aquatic environment
- **提高水资源利用效率**
Raise efficiency of water resource use
- **提升水质**
Improve water quality
- **改善水环境**
Improve aquatic environment



3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.2 城市河网水文-水动力-水质精细化模拟

Refined simulation of hydrology, hydrodynamics and water quality

– 水文-水力学-水质一体化耦合模拟

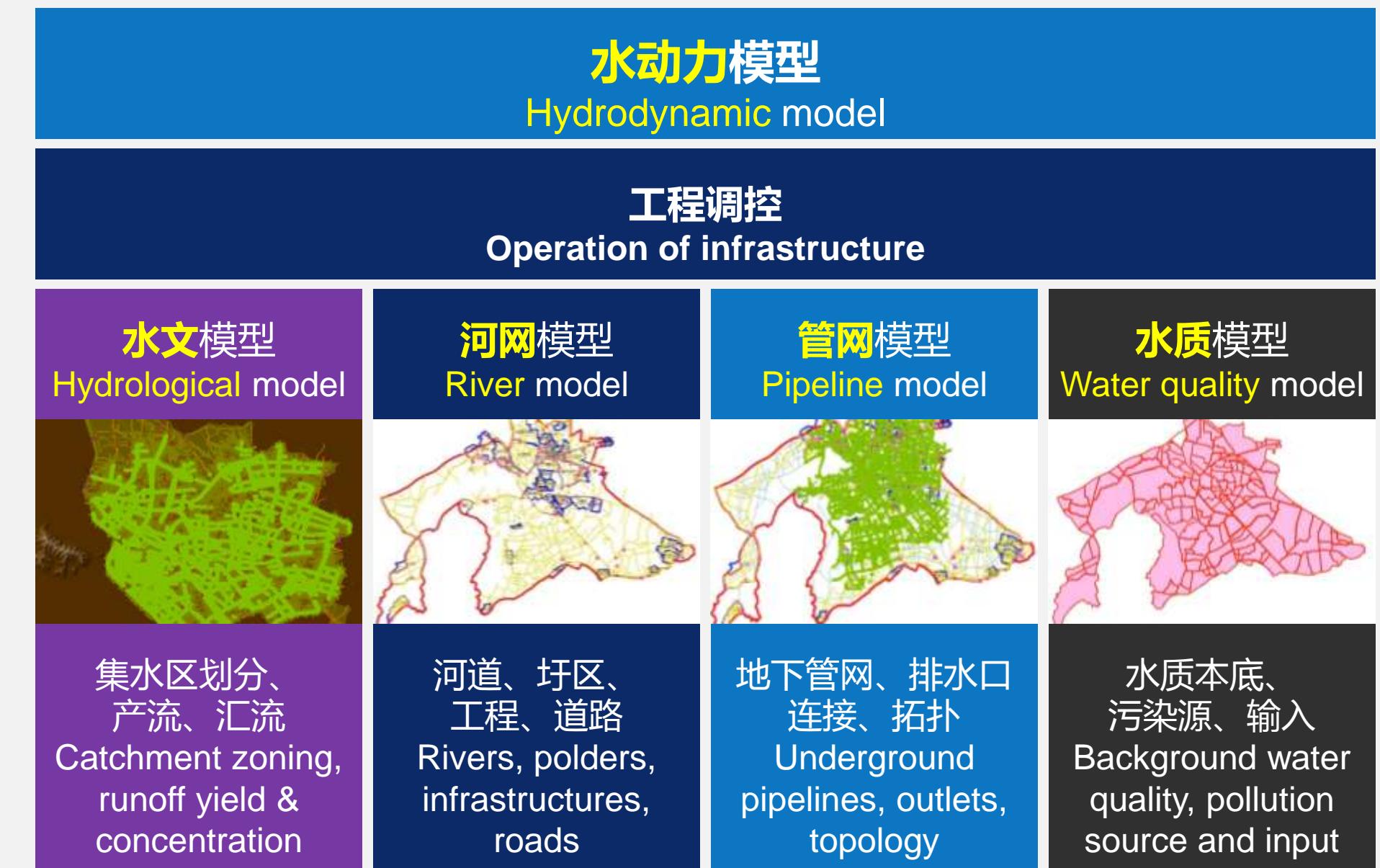
Integrated and coupled hydrology-hydrodynamics-water quality simulation

– 河网-管网耦合模拟

Coupled simulation of river and pipeline networks

– 工程调度与控制模拟

Simulation of infrastructure control and operation



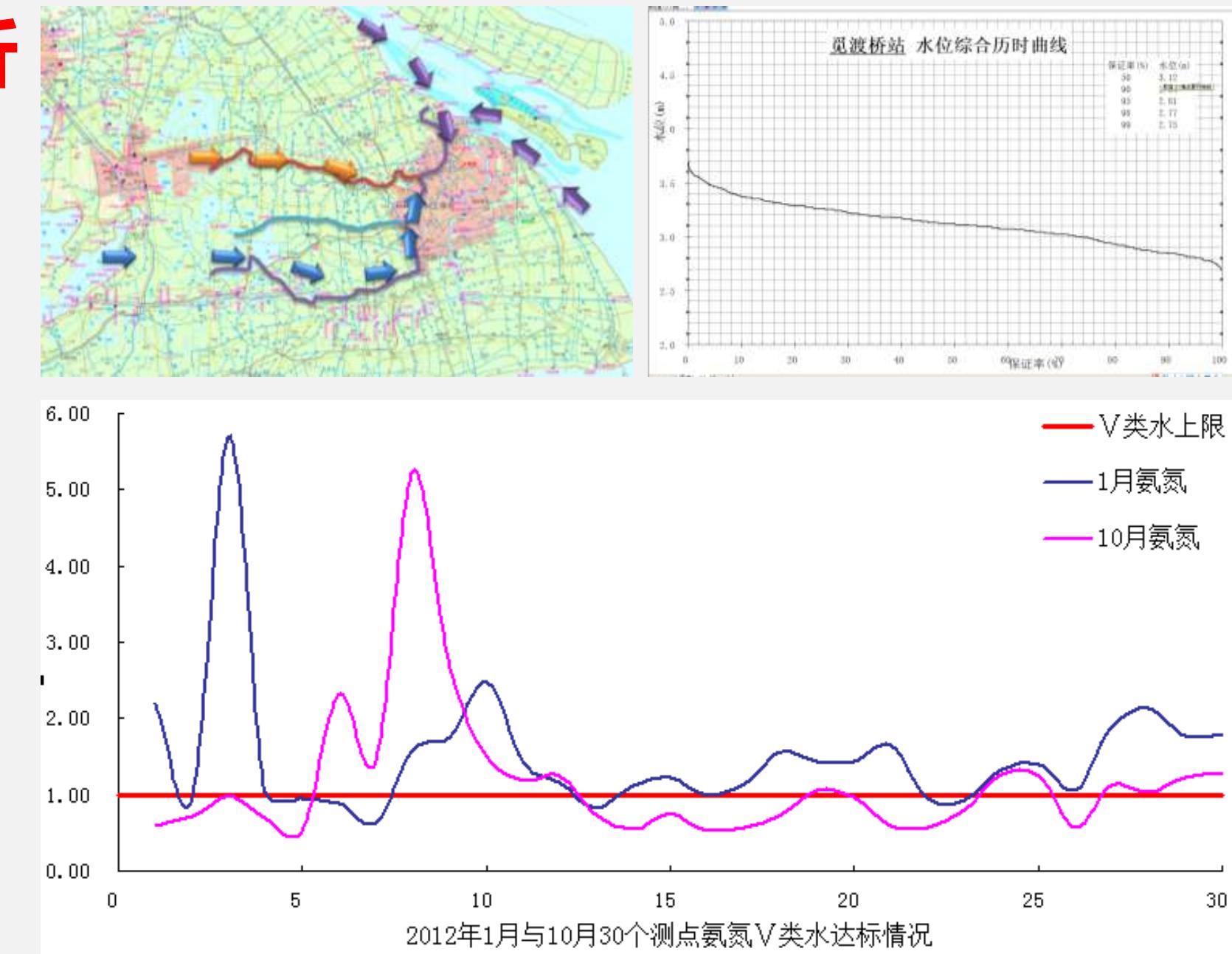
3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.3 水系格局与水量分配响应关系分析

Interaction between waterbody layout
and water allocation

- 控制站水文特征分析
Hydrological analysis at characteristic stations
- 水系结构与水流特征之间的关系分析
Analysis of waterbody structure against flow features
- 污染源的识别及水环境容量计算
Identification of pollution source & determination of intake capacity of aquatic environment
- 动态需水量与水量分配
Dynamic water demand and water allocation



3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.4 河网水体流动性指标与水质改善定量关系

Quantitative relation between river hydrodynamics and water quality

- 水环境提升的关键水力学、水质指标筛选

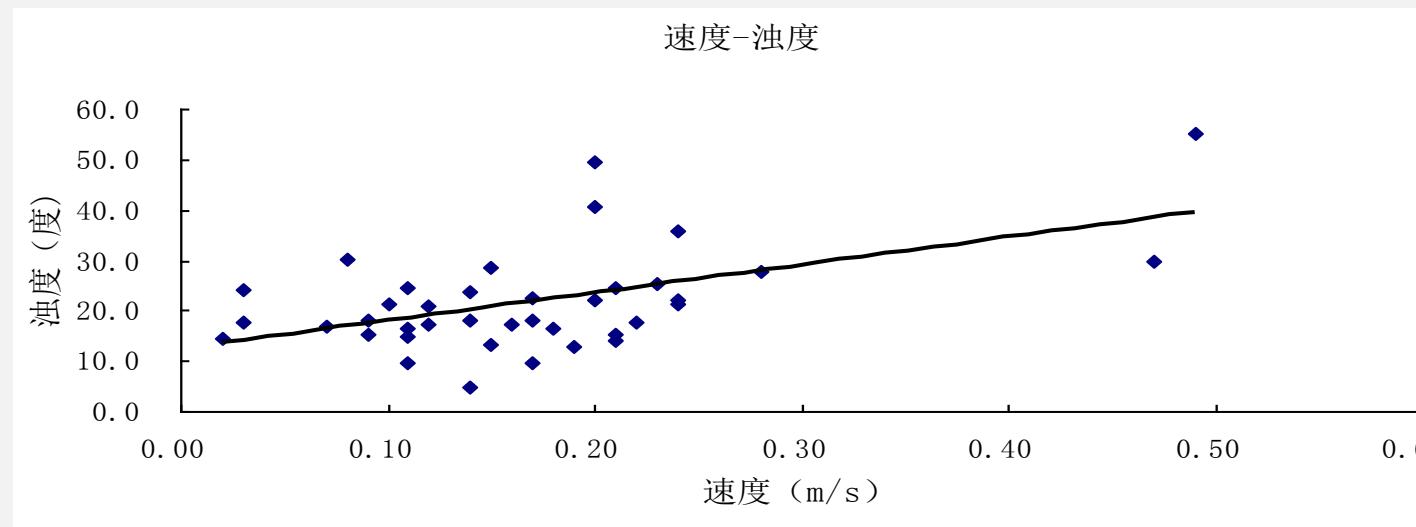
Selection of key hydrodynamic and water quality indexes for improving aquatic environment

- 水动力-水质指标关系的时空分布特性分析

Analysis of spatial-temporal distribution of hydrodynamic-water quality indexes

- 流速与浊度定量关系

Quantitative relation between flow velocity and turbidity



3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.5 水环境承载能力提升效果评价方法

Methods for assessing carrying capacity improvement of aquatic environment

– 水环境承载能力提升效果指标分析筛选

Analysis and selection of indexes of carrying capacity improvement

– 水环境提升效果评价指标体系构建

Establishment of a index system for assessment

– 基于效果评价的畅流活水方案的优化

Optimization of the approach



水质评价指标体系 Index system for water quality assessment
--

感官指标 Sensorial indexes

理化指标 Quantitative indexes

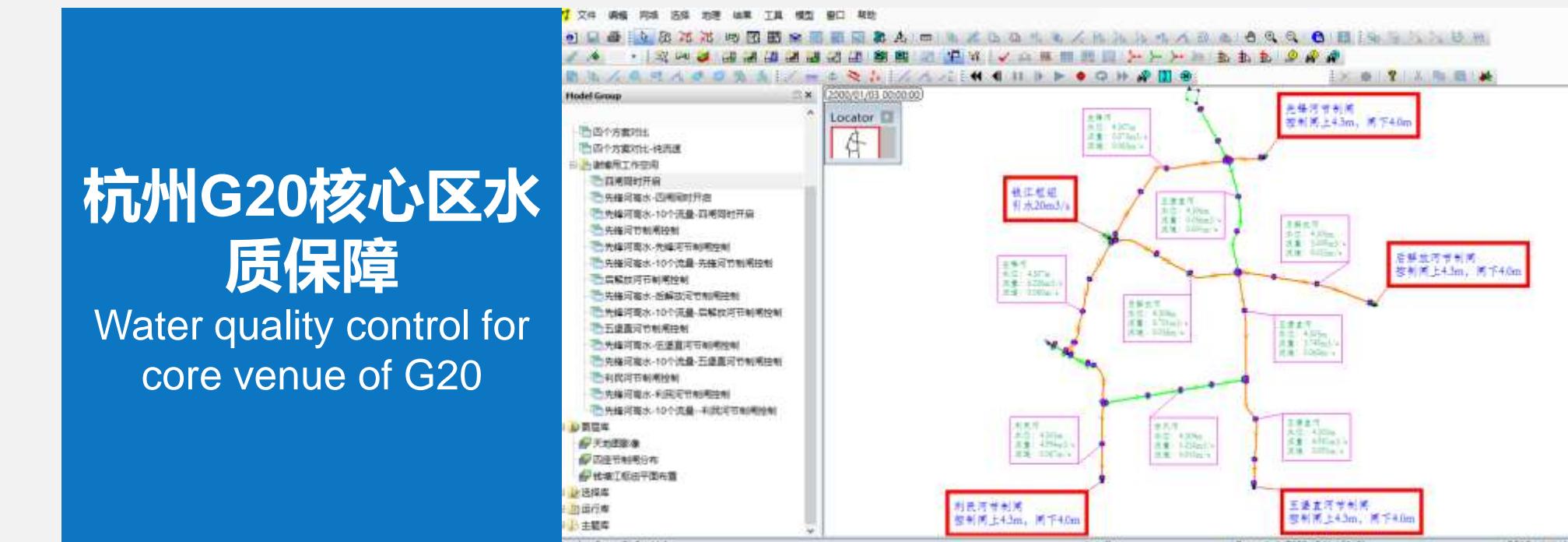
3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.6 配水量与换水周期确定计算

Calculation and determination of water allocation and exchange

- 合理确定换水频次
Determination of a reasonable frequency of water exchange
- 精确计算需水量
Determination of an accurate amount of water demanded
- 按需分配好水到各河道
Allocation of water to rivers according to needs
- 槽蓄量计算
Calculation of water storage in river channels



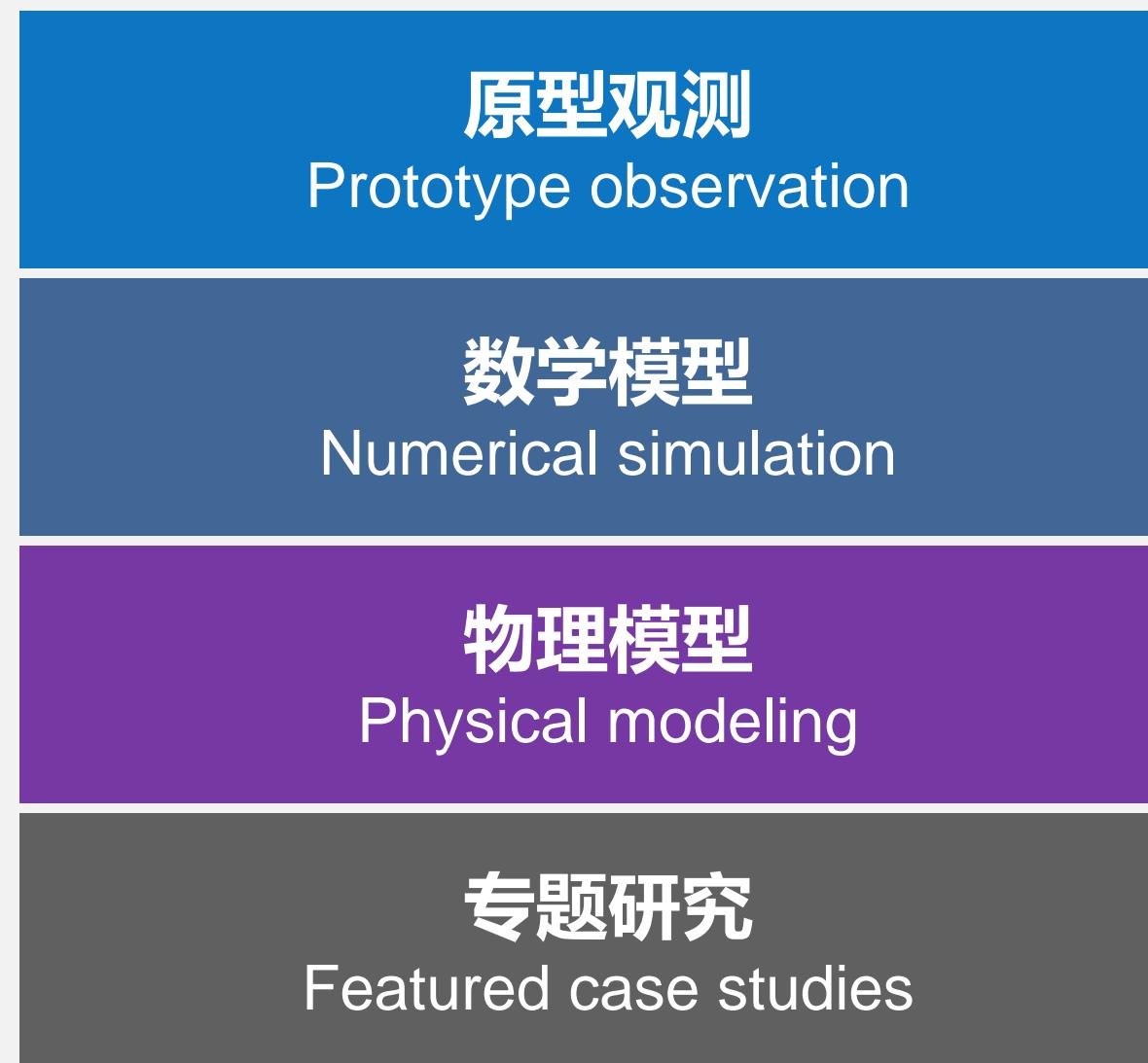
水位 (m) Water Level	4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
河道槽蓄量 (万m³) Water storage (10⁴m³)	157	162.4	167.7	173.1	178.5	183.9

3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

3.7 技术路线

Technical roadmap



以苏州活水自流工程为例
The example of the project at Suzhou, China



3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

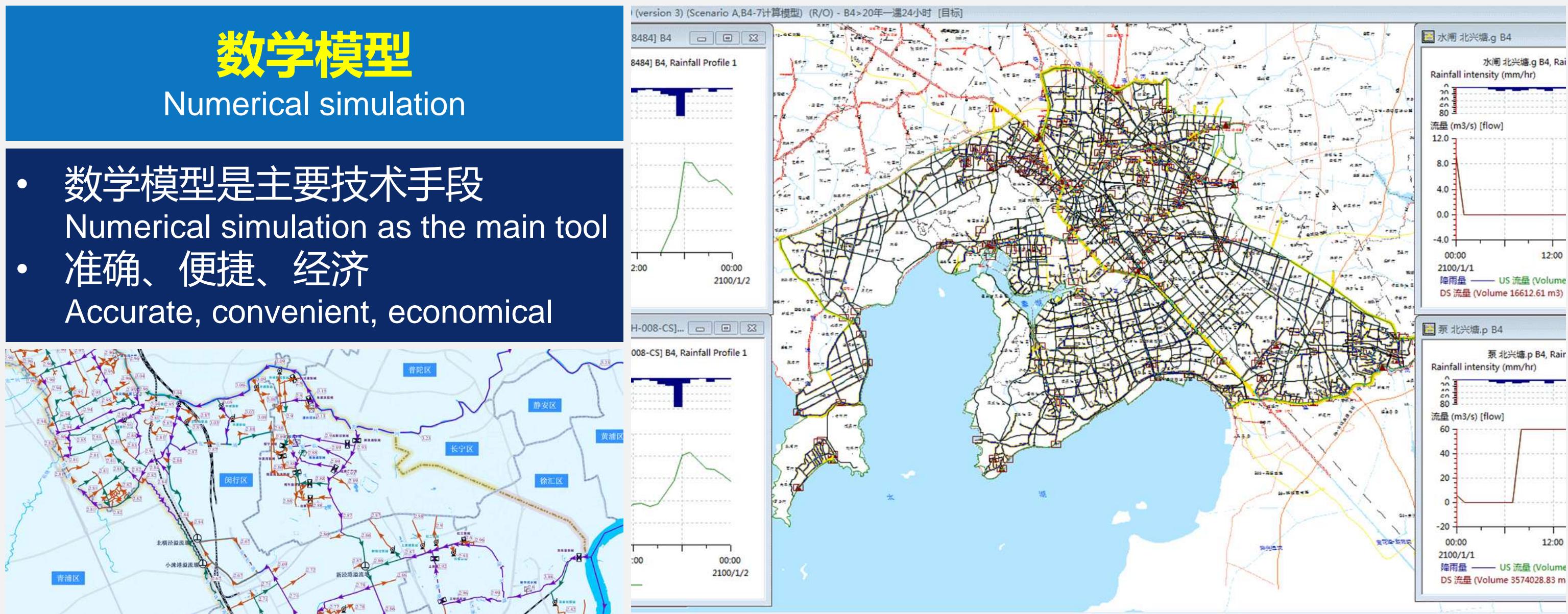
原型观测
Prototype observation

- 全城区同步观测
Simultaneous observation and measurement across the city
- 数学模型率定验证
Data collection for calibration of numerical simulation
- 水位、流量、流速、流向和水质监测
Monitoring of water level, flow rate, velocity, direction and water quality



3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach



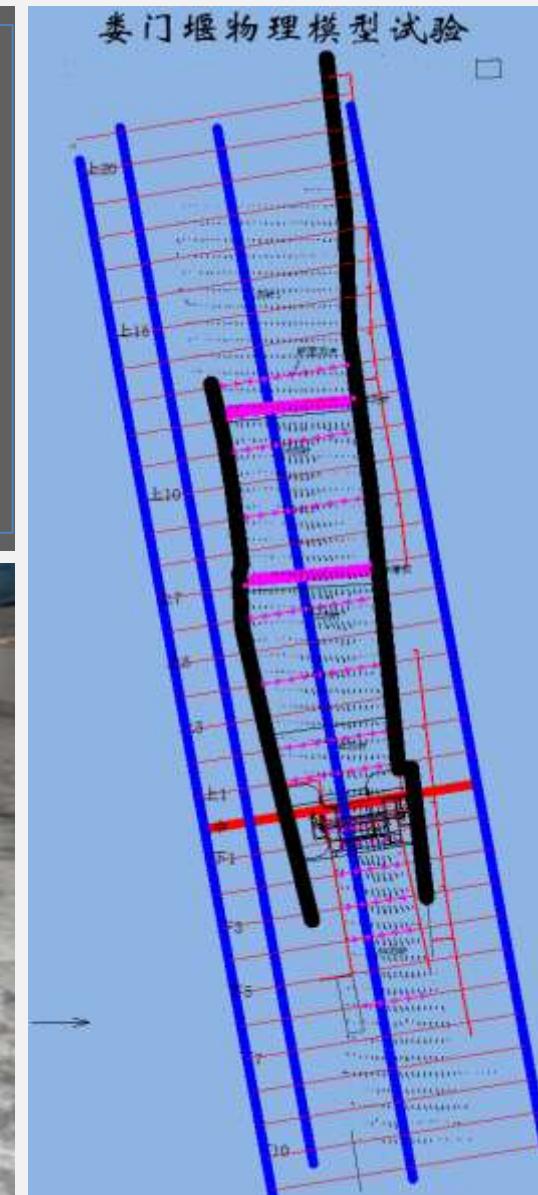
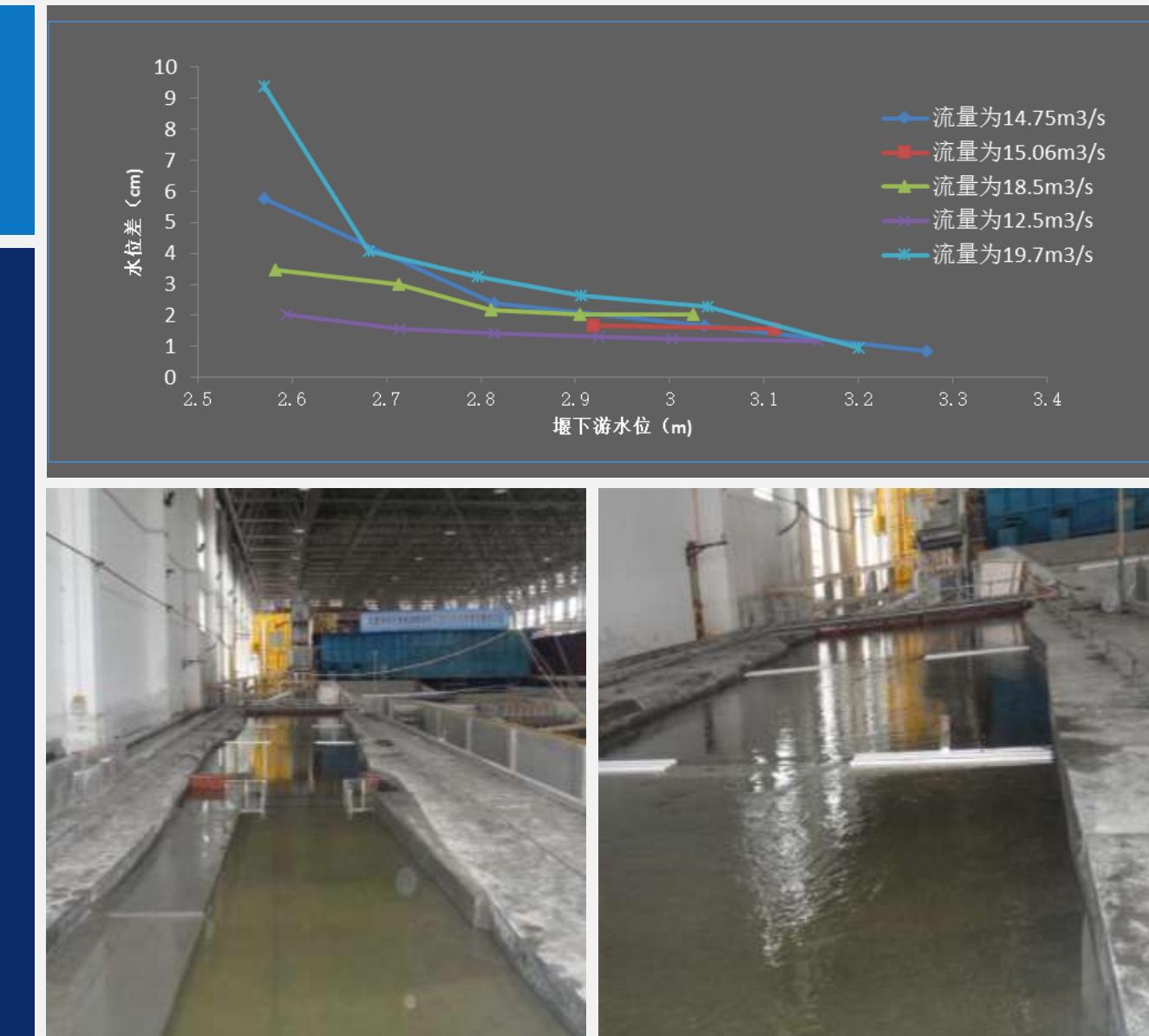
3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

物理模型 Physical modeling

配水工程局部物理模型试验 Partial physical model of hydraulic structures

- 活水效果
Impacts on fluidity & connectivity
- 活动溢流堰运行与过流能力
Operation & trafficability of weirs
- 活动溢流堰及潜坝雍水效果
Hydraulic gradient of weirs/dams
- 流速变化及其影响
Velocity change and influences



3 城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

专题研究

Featured case studies

根据项目研究目标，开展了
4个方面的专题研究

Studies on 4 featured cases
according to targets of the project

水质提升 指标研究

Indexes of water quality
improvement

特征控制站 水位优化

Water level
optimization at
characteristic stations

配水方案模拟 及效果分析

Simulation & analysis of
water allocation

配水工程 方案优化

Optimization of layout
of water allocation
projects



汇报提纲 (Outlines)

1

城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of cities on plain river networks: issues & challenges

2

城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

3

城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

4

城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

5

典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

6

小结

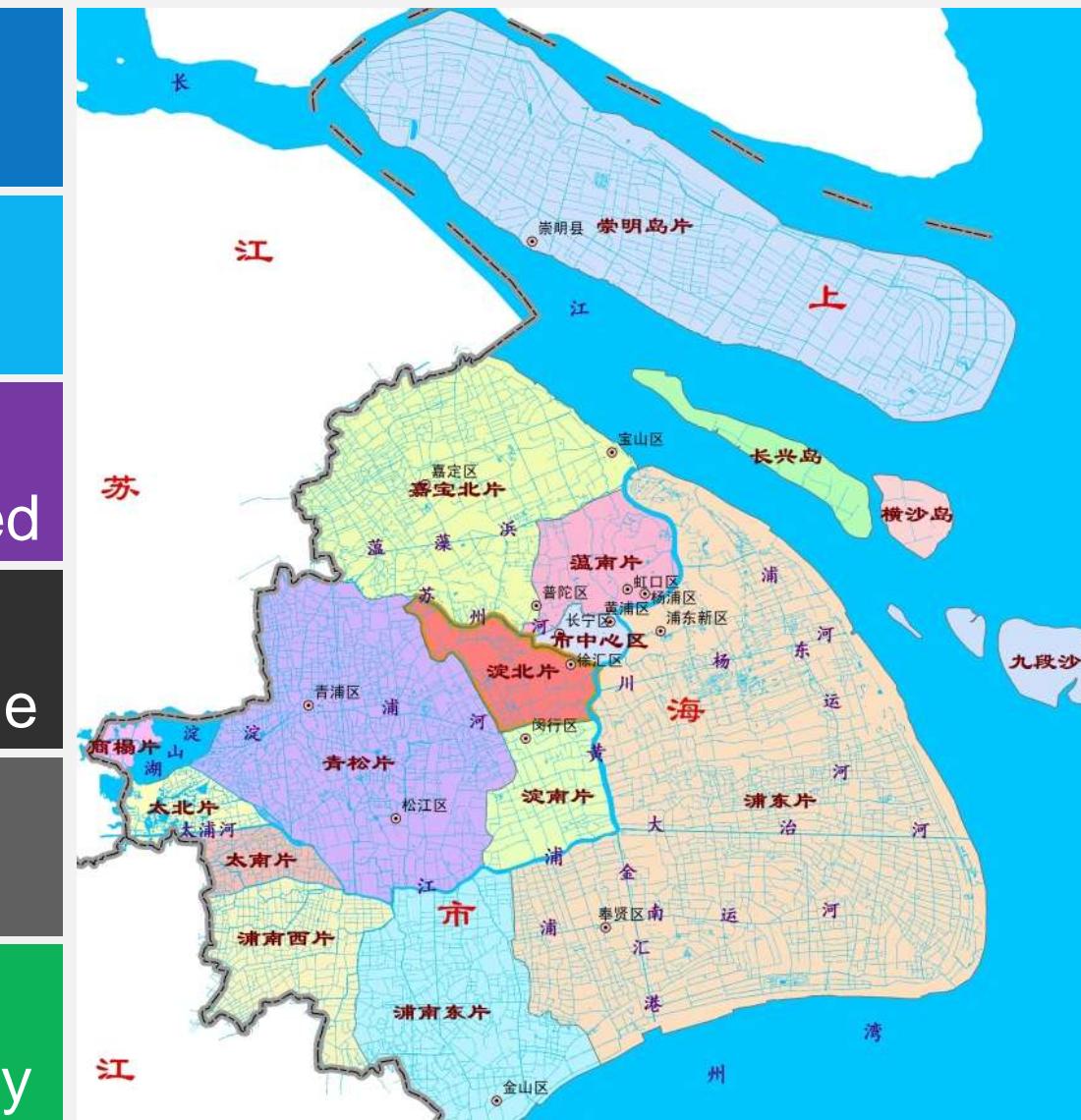
4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.1 城市畅流活水技术体系

Technical framework of the hydrodynamic approach for cities on plain river network

- 因地制宜原则
Adapt to local conditions
- 确保防洪安全
Ensure flood control
- 城市地理特点
Suit geographic features
- 传承历史文化
Adhere to local culture
- 协调周边环境
Fit into surrounding environment
- 兼顾航运、交通、景观
Combine navigation, traffic and scenery



4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.2 自流活水工程关键技术：活动溢流堰（解决原橡胶坝阻水碍航的问题）

Key technologies of the hydrodynamic approach: **flipping overflow weirs**

- 活动溢流堰是一种新型的可调控溢流坝，适用于宽度10m~100m，水位差1m~6m的河道。活动溢流堰可以直立挡水、卧倒放水，溢流时形成人工瀑布，具有较好的景观效果。

It is a new type of overflow weirs applicable to rivers from 10~100m in width and 1~6m in water level difference. The flipping weirs block water when they stand, and release water when lie down. Artificial waterfall is created when water overflows on top of them, which could be quite scenic.



溢流堰卧倒，游船通行
Releasing water & boats



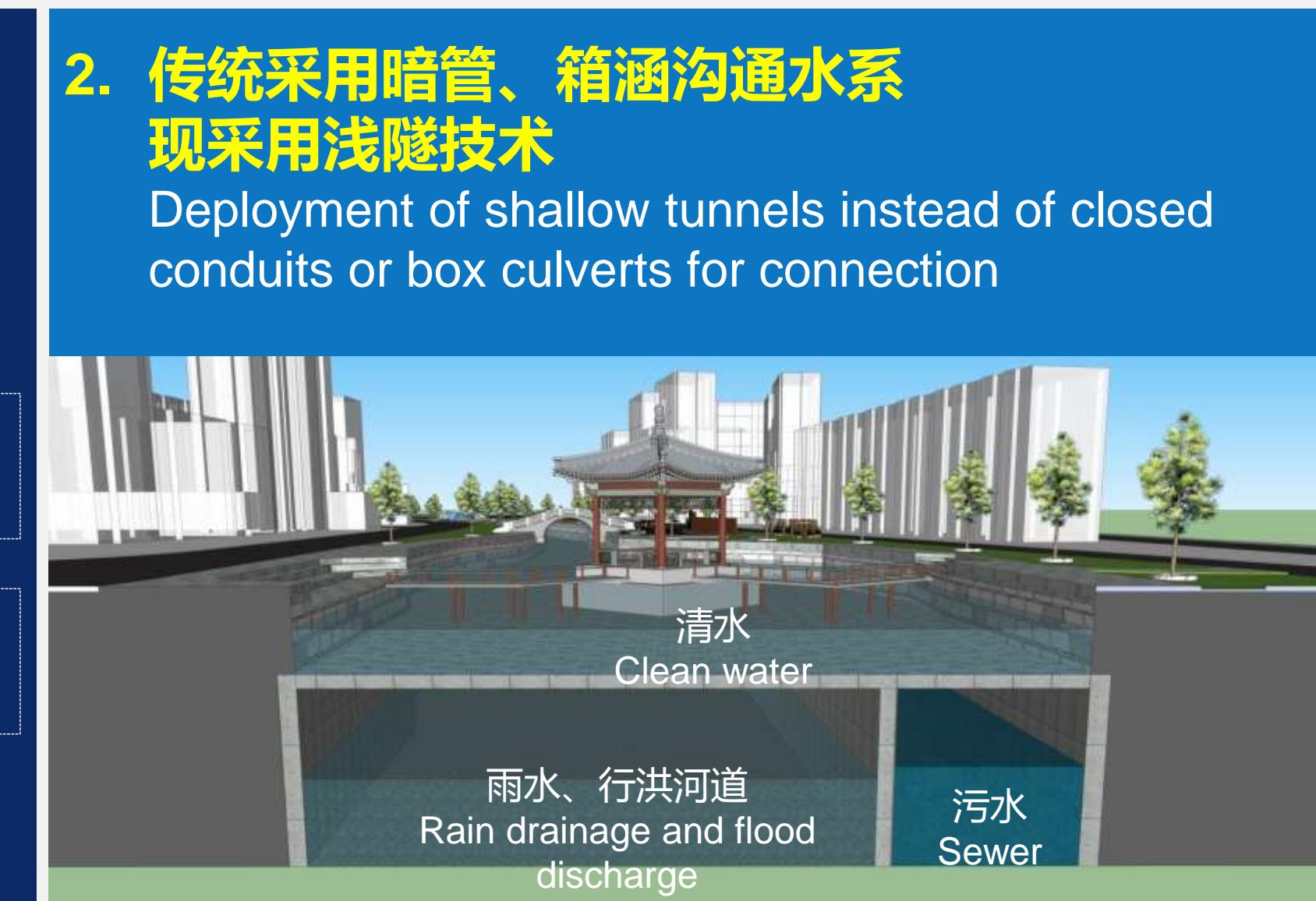
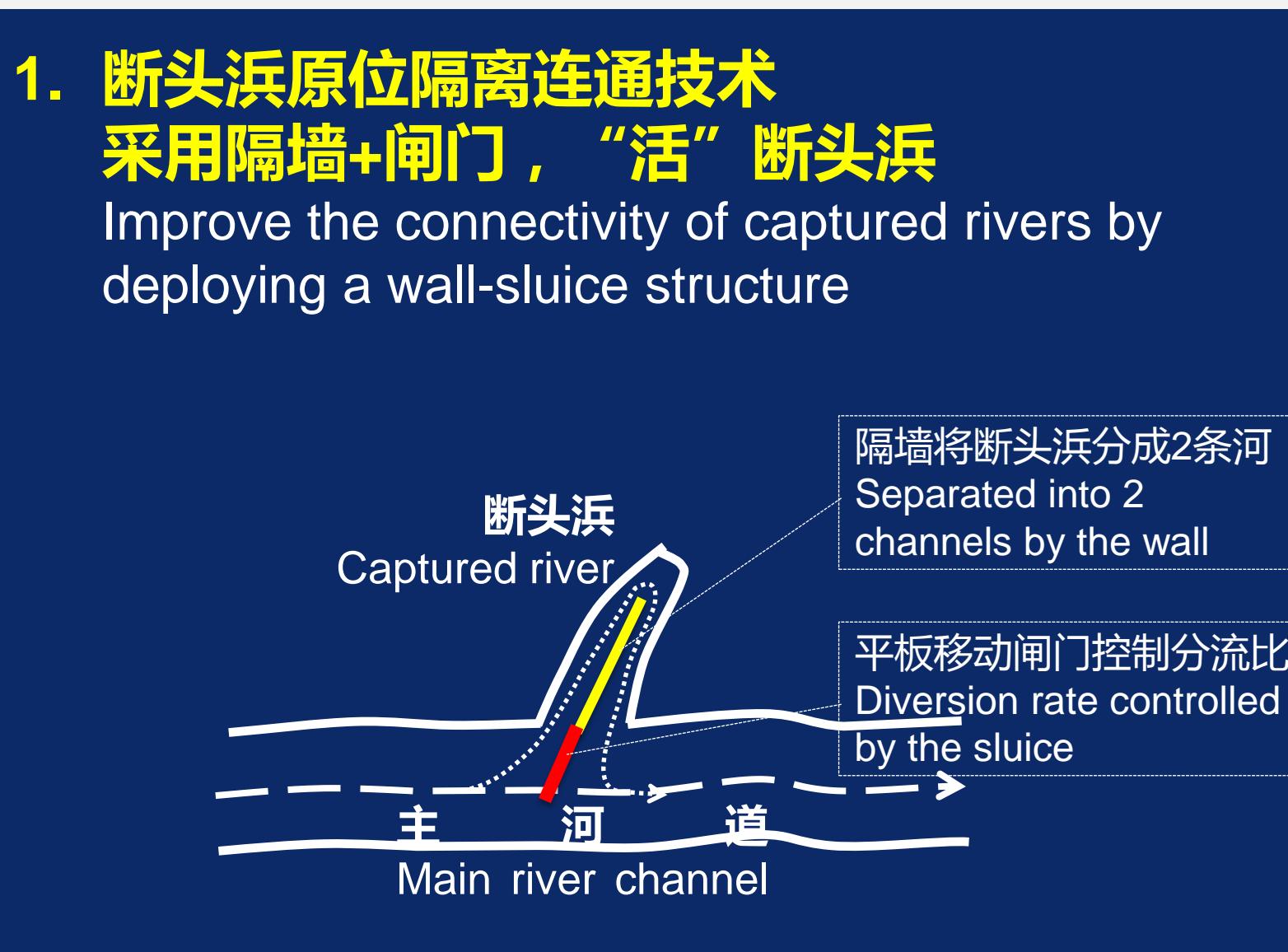
溢流堰升起，挡水
Blocking water when standing

4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.3 断头浜连通治理新技术

Connectivity improvement of captured rivers



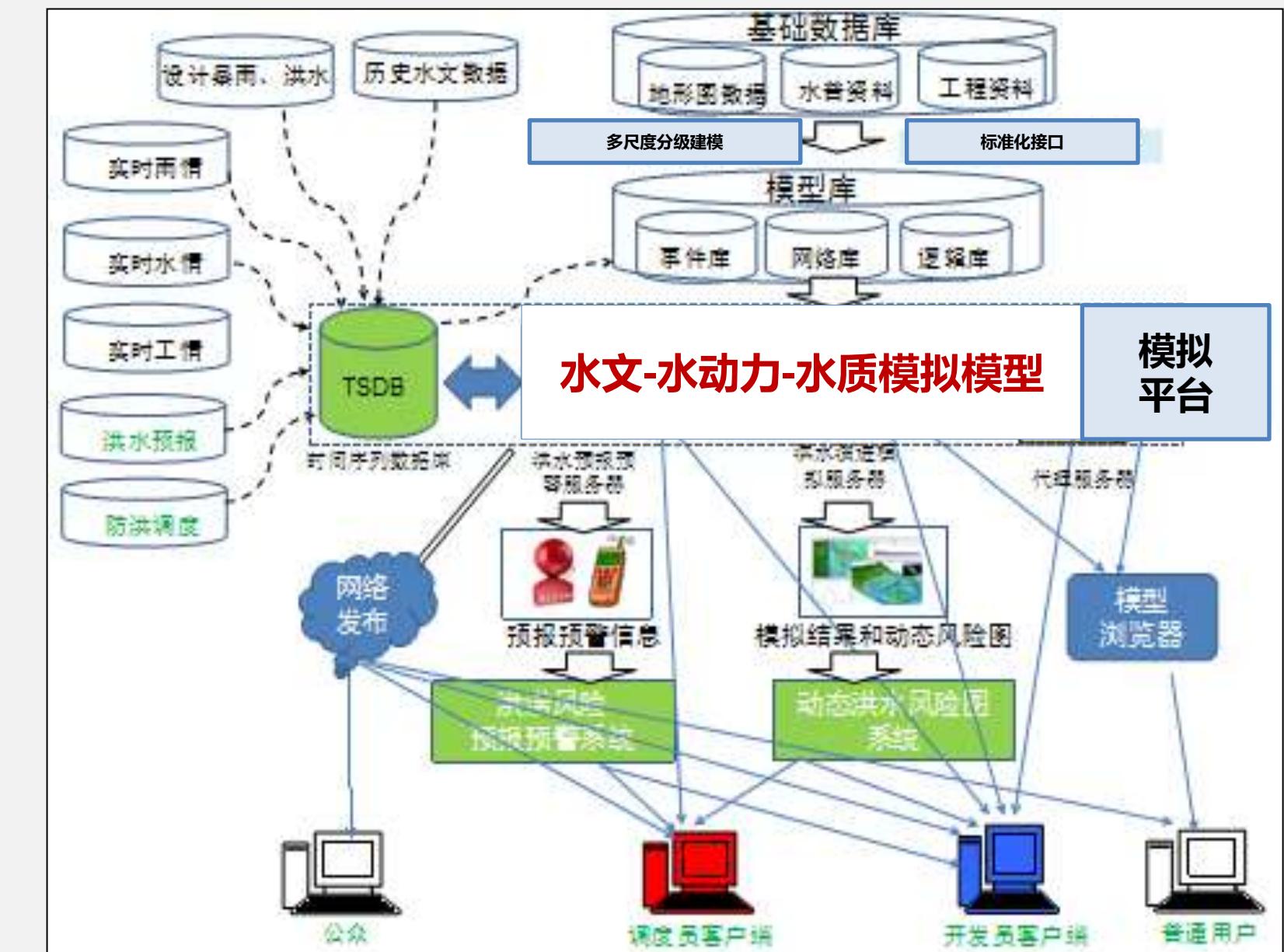
4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.4 城区河网闸泵群智能调控技术

Integrated & intelligent operation of sluices and pumps for urban rivers

- 城区水网水动力精细化模拟技术
Refined hydrodynamic simulation of urban river networks
- 模型驱动闸泵群联控联调技术
Integrated control and operation of sluices and pumps based on model simulation
- 闸泵运行状态监测与馈控技术
Monitoring of sluices and pumps, and back-feeding
- 监测预警、调度和智能决策技术
Early-warning, operation, and intelligent decision making

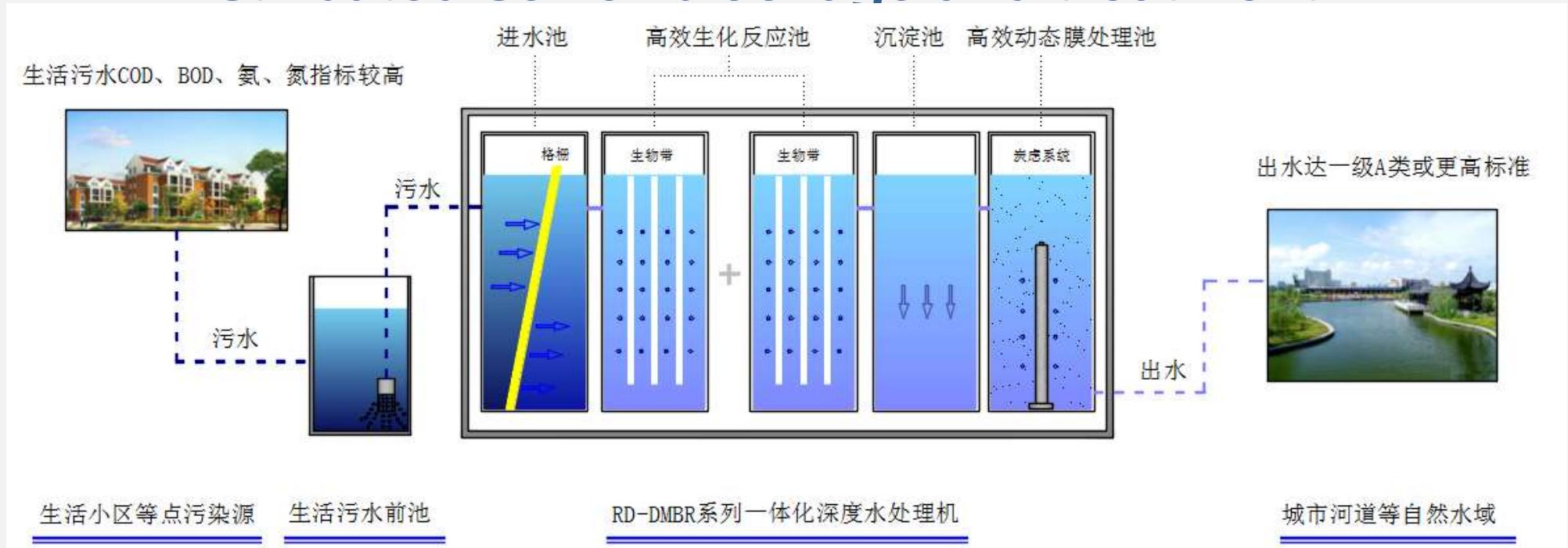


4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.5 分散式污水截留与处理技术 — 一体化深度水处理

Distributed sewer blockage and treatment



RD-DMBR系列一体化深度水处理设备是将高效生化反应技术与高效动态膜处理技术有机结合的新型污水处理设备，能够有效的去除氨、氮、磷等可生化有机污染物和不可生化污染物。处理后出水可以达到污水排放一级A类或地表水V类主要标准。

The RD-DMBR one-package sewer treatment equipment is a combination of biochemical and dynamic membrane technologies, which could efficiently process waste water and remove organic and non-biodegradable pollutants.



处理后

处理前

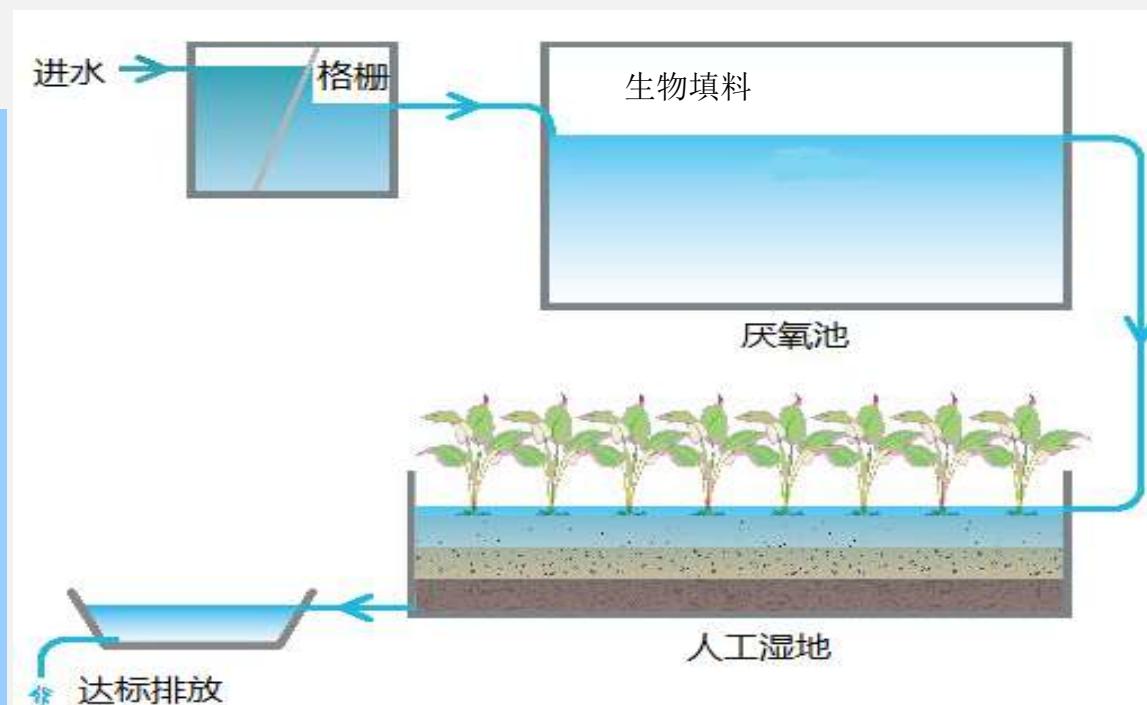
4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.5 分散式污水截留与处理技术 -人工湿地

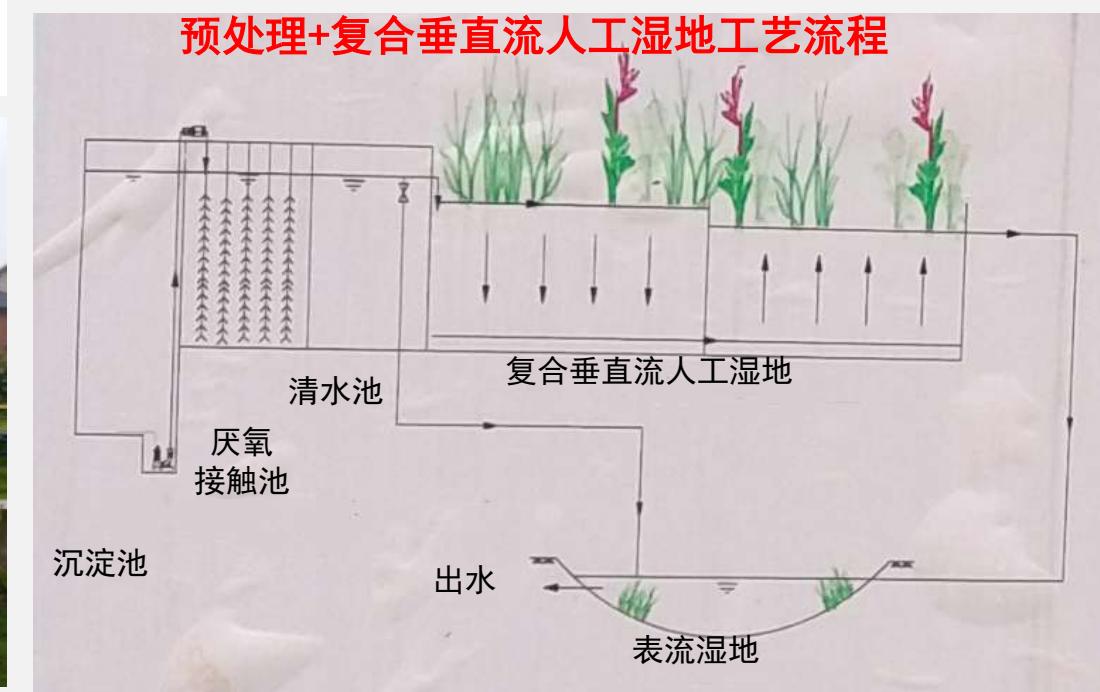
Distributed sewer blockage and treatment

通过厌氧过程，对生活污水中的有机污染物进行处理，然后进入湿地处理单元，经过滤、吸附、植物吸收及生物降解等综合作用对污水进行深度净化，实现达标排放。



厌氧+人工湿地组合技术

厌氧+人工湿地实例

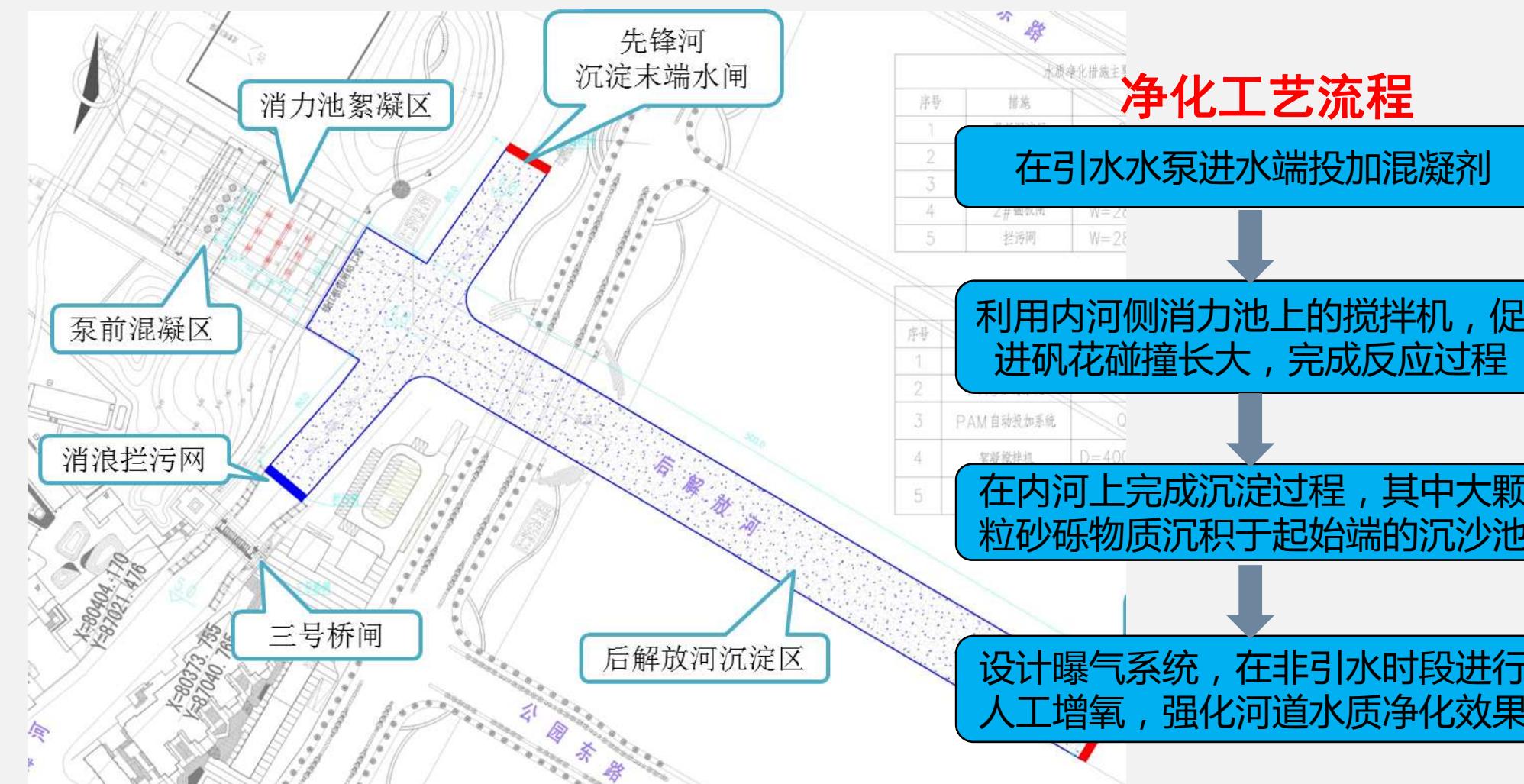


生活污水经“预处理+复合垂直流人工湿地”工艺处理后，水质指标可以稳定达到或优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918—2002)一级A标准。

4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.6 水源水质原位净化技术 Purification at water source



G20引水水质净化处理工程平面布置图

Layout plan of a water purification project for G20

□ 利用现有泵站和天然河道，
大幅降低工程建设成本

Use of existing pumps and
river channels, lowering cost
significantly

□ 处理成本低于0.1元/方

Cost reduced to lower than
0.1CNY/m³

□ 处理后水体透明度不低于
1m，主要水质指标满足地
表水III类标准

Transparency higher than 1m,
and water quality improved to
Class III of national standards
for surface water



钱塘江水质，透明度
约0.1m，浊度100-
2000NTU
Before: transparency <
0.1m, turbidity: 100-
2000 NTU



净化后水质，透明度
1.5-2.5m，浊度约
10NTU
After: transparency
1.5-2.5m, turbidity: 10
NTU

4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.7 复合式原位活水水质提升设备

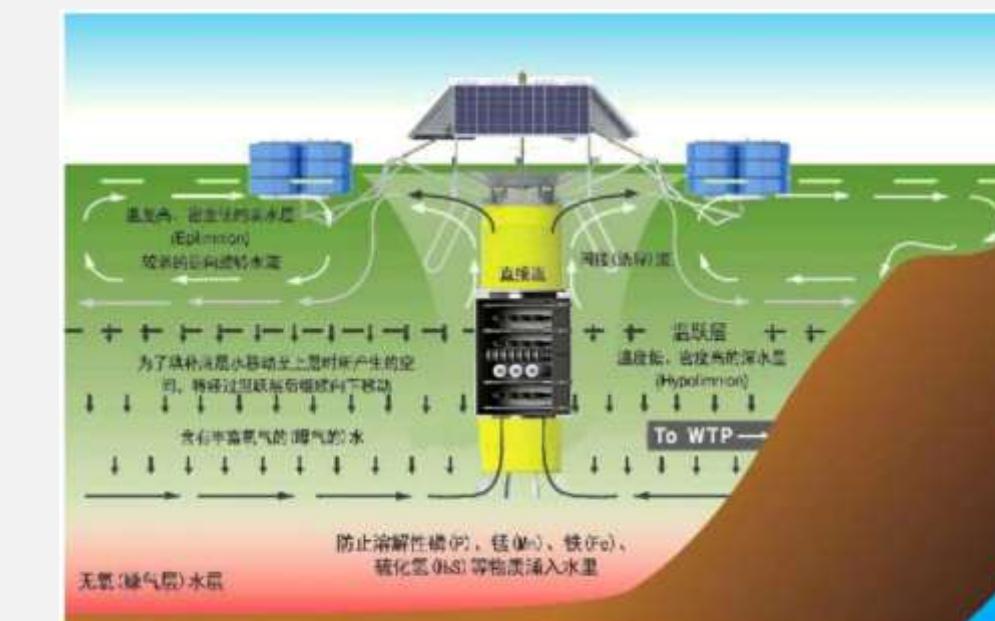
□ 水质提升

- **消减污染物**：原潭内水体依次流经设备内置专用装置，将水中污染物由大分子分解成小分子，并加强微生物分解。
- **提高水体自净能力**：原位活水，可增加水中的溶解氧，并循环至水体底层，改善溶解氧不足的厌氧性状态，给具有自净作用的微生物提供氧气。



□ 效用扩散

- 将部分温度低、溶解氧低的深层水引至水体表层，实现水体的**原位垂直对流**；再通过推流作用使水体向外扩散。形成持续立体水循环系统。



4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.8 污水处理材料和技术设备

污水处理工艺技术（水质提升）

技术包含：铁基质生物填料、改性泡沫生物载体填料、超级高效气浮分离系统（RD-Q-SDAF）、高效生物脱氮系统（RD-Q-SODP）、多段式生化处理系统（RD-Q-EMSR）、高密度沉淀池、动态膜系统（RD-Q-DMS、RD-DMBR、RD-DBR）等。各技术工艺可以根据水处理情况进行组合，可形成小型一体化污水处理装备，亦可满足大规模污水处理需求。适用于农村污水、城镇污水、工业污水处理及污水处理厂提标改造等不同工况。

工艺组合范例

范例一：SODP + DMBR = 农村一体化处理装置

范例二：SDAF + EMSR + 专用填料 + DBR
+ 高密度沉淀池 = 市政污水处理厂提标

铁基质生物填料



铁基质生物填料由零价铁、碳及其他物质烧结而成，填料内零价铁、炭形成微电解原电池，通过与微生物的协同作用，产生氧化还原反应，可消减污染水体中的总氮，可实现含氮有机物的短程硝化和反硝化，无需外加碳源。

超级高效气浮分离系统（RD-Q-SDAF）

超级高效气浮分离系统是一种全新的溶气浮选技术系统，它直接在废水中完成加压溶气过程。通过投加无机絮凝剂，在高压下形成“固液气”三态混合物，随着压力降低，絮体中的溶气将絮体中的水分挤出，絮体含水率显著降低且自身比重越来越轻，不借助外力即可在几秒时间内自行上浮。



改性泡沫生物载体填料

BF纳米载体填料是由聚氨酯泡沫改性后制成的海棉体为海绵状立方体，通过改善聚氨酯泡沫塑料的力学性能、化学稳定性能、抗老化性能等，具备孔隙率高，耐磨性优，微生物附着性高等优点。



高效生物脱氮系统（RD-Q-SODP）

SODP是一种优良的具有大比表面积和高孔隙率的生物载体，可以负载脱氮硫杆菌，降解受污染水体中的总氮，无需补充任何碳源添加物质。



多段式生化处理系统（RD-Q-EMSR）

EMSR多段式生物系统，以传统稳定处理工艺为基础，配合日本最前沿的生物菌、复合酶素、纤维载体技术将生化反应用于水质提升，形成新一代高效一体化污水处理系统装备。



高密度沉淀池

高密度沉淀池是一种快速沉淀技术，采用专门的絮凝混凝材料，利用材料的重力沉降及载体的吸附作用加速絮体的生长及沉淀。



动态膜系统

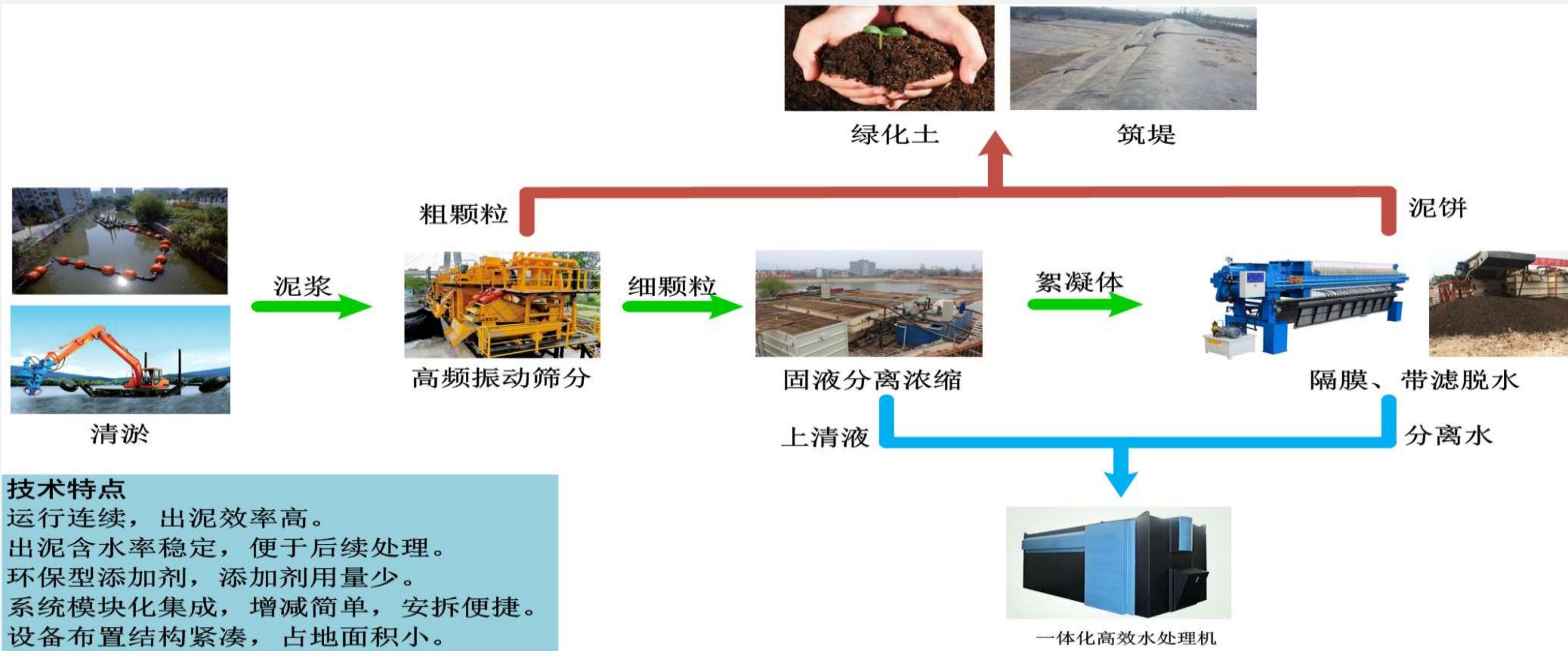
动态膜（RD-Q-DMS、RD-DMBR、RD-DBR）是在错流过滤时，污水中介质微粒在多孔基质表面形成具有微滤或者超滤功能的膜层，使组件整体截流性、分离性超过原有介质，分离效率更高。



4 城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

4.9 城市黑臭河道清淤及脱水成套技术和设备



汇报提纲 (Outlines)

1

城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of cities on plain river networks: issues & challenges

2

城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

3

城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

4

城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

5

典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

6

小结

5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.1 苏州古城区河道“自流活水”

Improving connectivity and fluidity of rivers in old town of Suzhou

– 古城区水系

Features of river network

- **三直三横加一环**

3 E2W rivers, 3 N2S rivers, & 1 ring

– 面临问题

Prominent issues

- 河道水质差
Poor river
water quality
- 小区分隔
Segmentation
by communities

- 河水流流动性差
Limited fluidity
- 调度困难
Difficulties of
integrated operation



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.1 苏州古城区河道“自流活水”

Improving connectivity and fluidity of rivers in old town of Suzhou

(1) 水源：江湖共济，增加水源

The use of both the Yangtze and the Tai to increase water source

- 充分利用长江过境水资源
Full use of water resources of the passing-by Yangtze
- 高效利用太湖雨洪资源
Efficient use of rain water from the Tai Lake



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.1 苏州古城区河道“自流活水”

Improving connectivity and fluidity of rivers in old town of Suzhou

— 科学配水

Scientific allocation of water

- 按需分配各片水量
Allocation of water based on water demand zoning
- 优化调整水头分布，形成环城河南北水头差，
实现自流
Optimization of distribution of hydraulic gradient, forming
difference between north and south city to enable self-flow
- 增加入城水量，提高分流比，改善水质
Improvement of water quality by increasing
water supply and diversion rate



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.1 苏州古城区河道“自流活水”

Improving connectivity and fluidity of rivers in old town of Suzhou

— 科学调控水位、实现活水自流

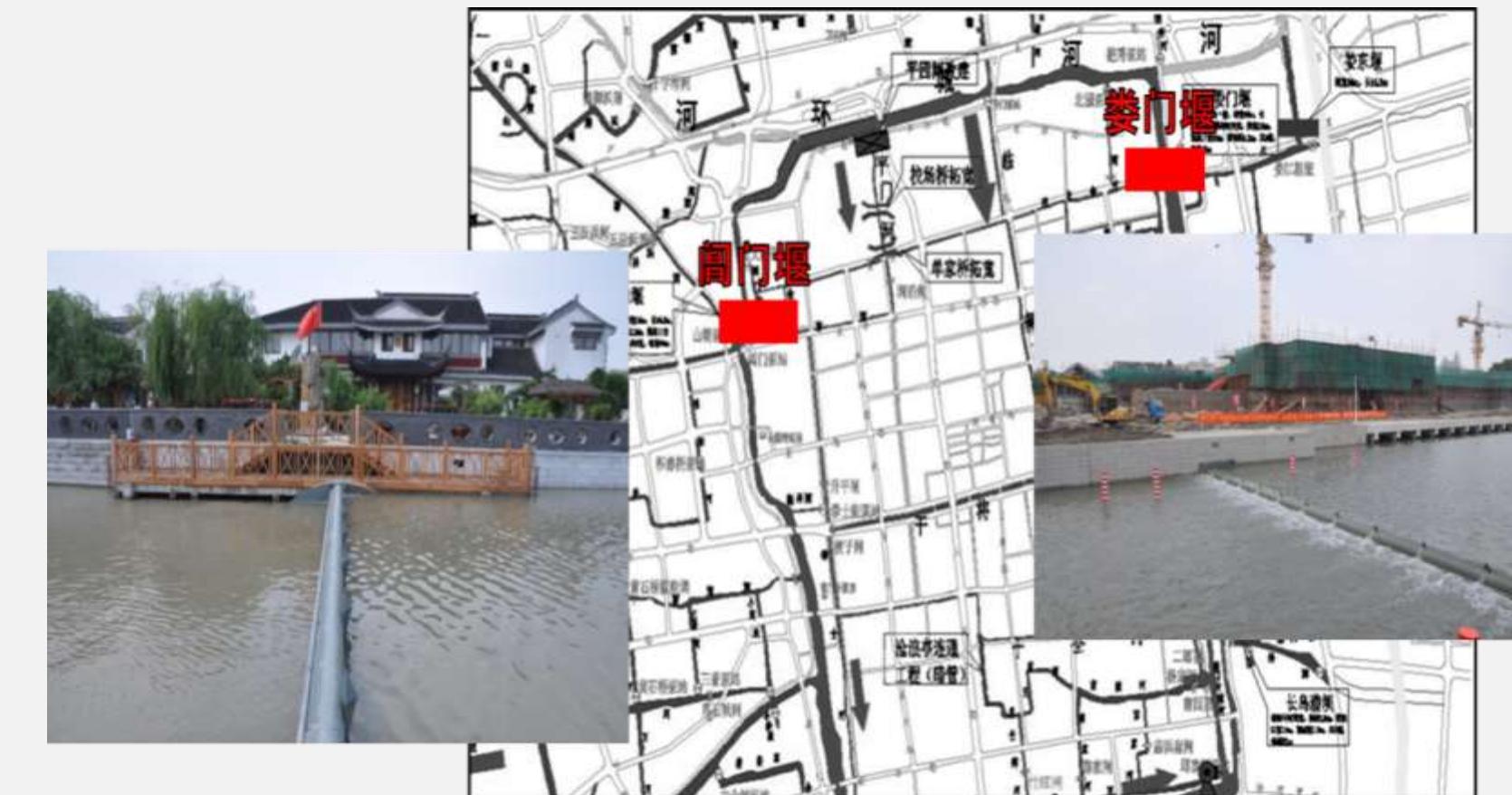
Self-flowing water

- 全城“活水”，北进南出，有序流动
Water flowing by itself from north to south
- 50多座内部泵站将基本不用
By-standing more than 50 pumps in the city

— 惠及周边

Benefiting the neighboring

- 促进阳澄西湖水质改善
Improvement of the West Yangcheng Lake
- 促进城西、吴中、相城片区水质改善
Improvement of water quality at West Suzhou, Wuzhong & Xiangcheng Districts



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

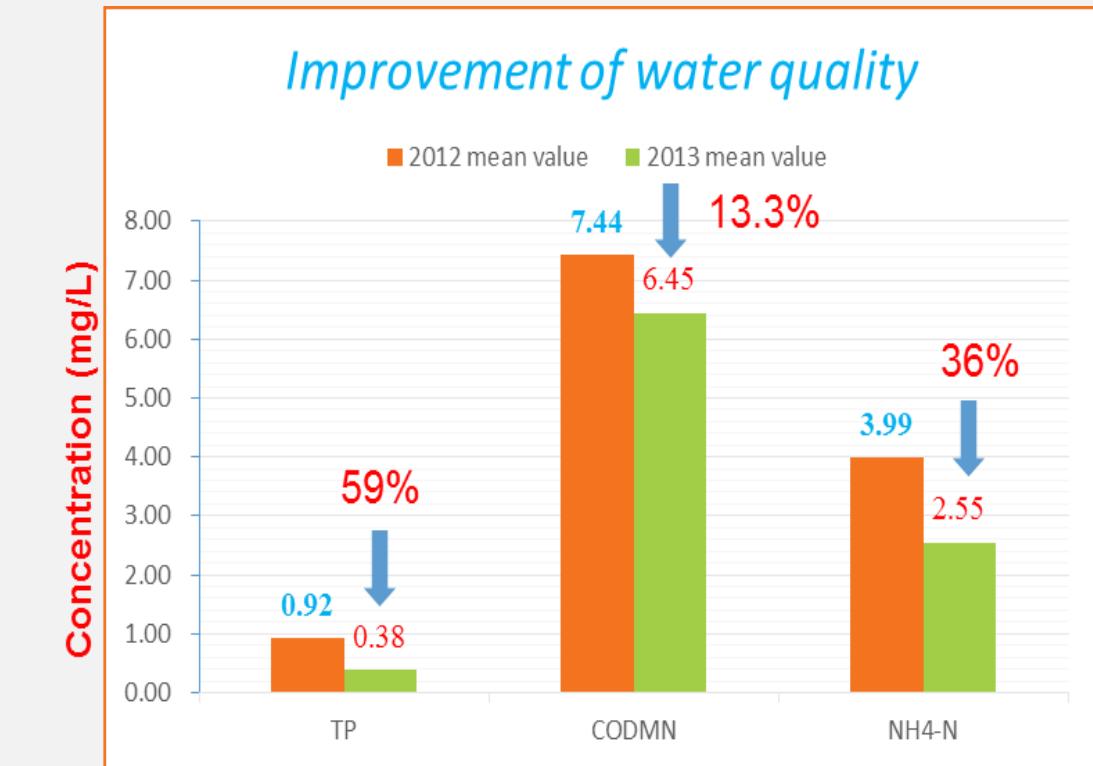
5.1 苏州古城区河道“自流活水”

Improving connectivity and fluidity of rivers in old town of Suzhou

- 实施效果

Outcomes

- 实现常年连通；进入城区水量大增；
古城区河网流动性增强；城区排涝调蓄能力得到显著提升
Year-round connectivity; increase of water supply;
sufficient fluidity of rivers in the old town;
improvement of flood control capacity
- 主要水质指标COD、氨氮、总磷达到IV类-III类，水环境改善明显
Water quality raised to National Class IV/III standards;
notable improvement of aquatic environment



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

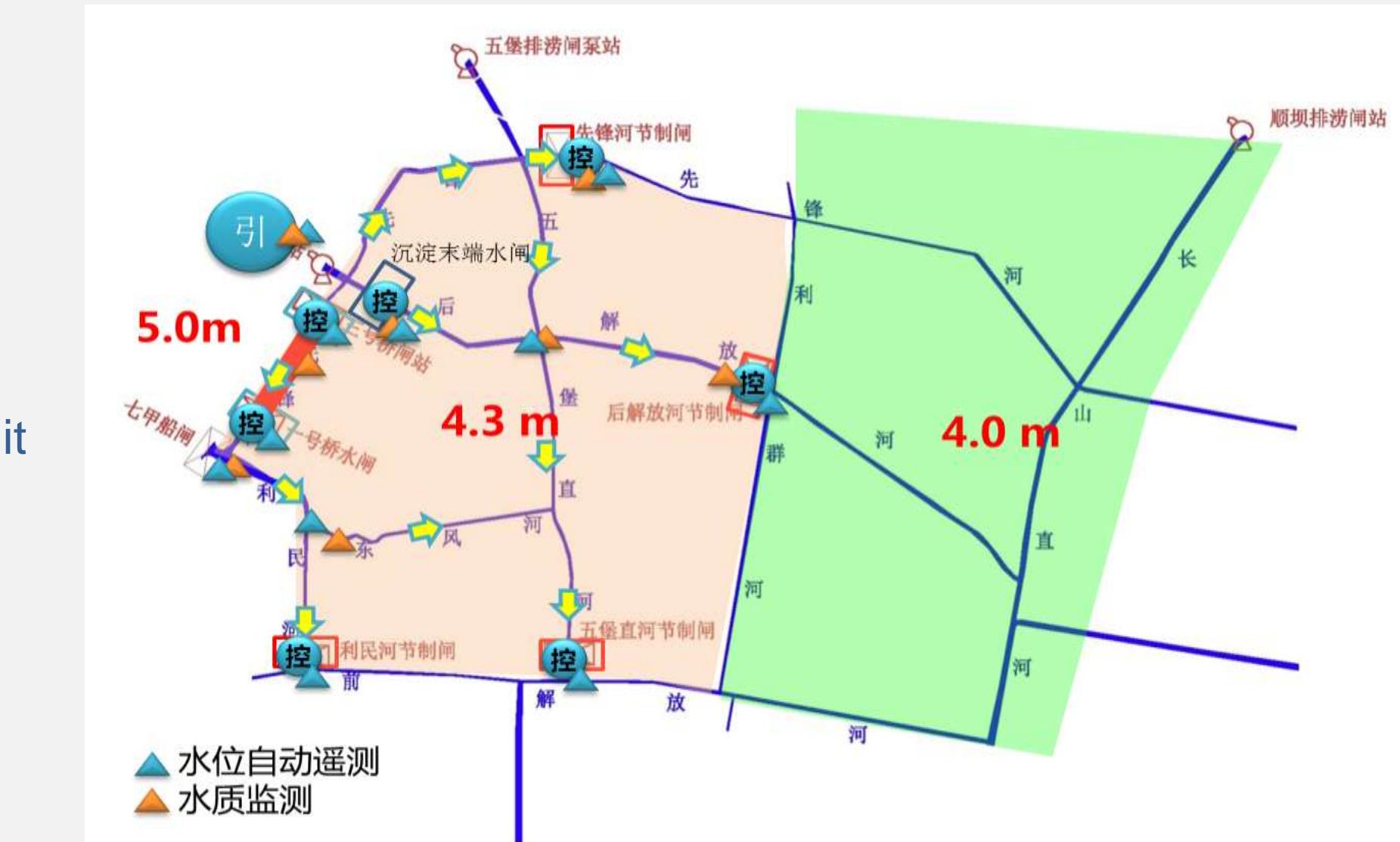
5.2 杭州市萧山G20核心区块水质提升工程

Improving water quality for G20 core venue at Hangzhou

— 项目概况

Project outline

- ◆ 杭州G20峰会核心区位于杭州萧山区钱江世纪城，面积约 22.3km^2
A total area of 22.3km^2 for G20 summit at Hangzhou
- ◆ 位于萧绍平原，河网水系密布
Dense river network on a plain area



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

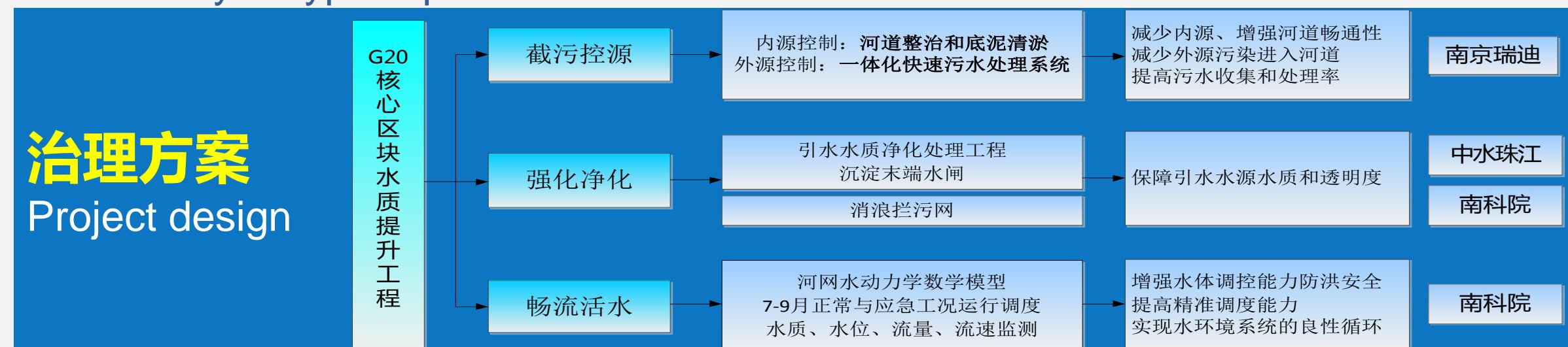
5.2 杭州市萧山G20核心区块水质提升工程

Improving water quality for G20 core venue at Hangzhou

- 面临问题

Prominent issues

- 所引钱塘江水，含沙量大，浊度高，水体感官差
Water from Qiantang River with high sediment concentration/turbidity, and poor sensorial experience
- 部分地区污水管网未建设完毕，短期内工程数量多，面源污染大，污染严重
Insufficient sewer network with dense ongoing construction and great diffuse pollution
- 平原河网地区，水体流动性差
Poor fluidity of typical plain river network



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.2 杭州市萧山G20核心区块水质提升工程

Improving water quality for G20 core venue at Hangzhou

— 实施效果

Outcomes

□ 实现透明度1m，水质主要指标基本达到III类的目标，且常态化运行

Transparency raised to 1m, water quality improved and stabilized to national Class III standards

□ 同时河道流动性增强，感官效果好

Improved fluidity of rivers and sensorial experience



5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.3 其它城市水环境提升工程的探讨和应用

Other application and exploration for improving urban aquatic environment

- 上海进口博览会核心区
- 常熟市黑臭河治理工程
River treatment at Changzhou
- 上海淀北区水质提升工程
Water quality improvement of north Shanghai
- 常州市水质提升工程
Water quality improvement of Changzhou
- 苏州市活水自流二期工程
Second phase of the Suzhou project
- 浙江嵊州黑臭河治理工程
-

5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.4 国外著名城市河道水环境综合整治案例

英国泰晤士河

泰晤士河全长402公里，流经伦敦市区，是英国的母亲河。19世纪以来，随着工业革命的兴起，河流两岸人口激增，大量的工业废水、生活污水未经处理直排入河，沿岸垃圾随意堆放。1858年，伦敦发生“大恶臭”事件，政府开始治理河流污染。

治理措施：

- 一是通过立法严格控制污染物排放。
- 二是修建污水处理厂及配套管网。
- 三是从分散管理到综合管理。成立了河流管理局，后转为泰晤士河水务公司，实施取用水许可制度，统一水资源配置。
- 四是加大新技术的研究与利用。20世纪五六十年代，研发采用了活性污泥法处理工艺，并对尾水进行深度处理，泰晤士水务公司近20%的员工从事研究工作
- 五是充分利用市场机制。



治理效果

20世纪70年代，重新出现鱼类并逐年增加；80年代后期，无脊椎动物达到350多种，鱼类达到100多种，包括鲑鱼、鳟鱼、三文鱼等名贵鱼种。目前，泰晤士河水质完全恢复到了工业化前的状态。

5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.4 国外著名城市河道水环境综合整治案例

德国埃姆舍河

埃姆舍河是莱茵河的一条支流，长约70公里，流域面积865平方公里，流域内约有230万人，是欧洲人口最密集的地区之一。19世纪下半叶起，鲁尔工业区的大量工业废水与生活污水直排入河，河水遭受严重污染，曾是欧洲最脏的河流之一。

治理措施：

一是雨污分流改造和污水处理设施建设。流域内城市排水管网基本实行雨污合流。建设了人工湿地以及雨水净化厂，全面削减入河污染物总量。

二是采取“污水电梯”、绿色堤岸、河道治理等措施修复河道。

“污水电梯”是指在地下45米深处建设提升泵站，把河床内历史积存的大量垃圾及浓稠污水送到地表，分别进行处理处置。

三是统筹管理水环境水资源。1899年成立了德国第一个流域管理机构，即“埃姆舍河治理协会”，独立调配水资源，统筹管理排水、污水处理及相关水质，专职负责干流及支流的污染治理。



治理效果

河流治理工程预算为45亿欧元，已实施了部分工程，预计还需几十年时间才能完工。目前，流经多特蒙德市的区域已恢复自然状态。

5 典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

5.4 国外著名城市河道水环境综合整治案例

法国塞纳河

塞纳河巴黎市区段长12.8公里。20世纪60年代初，严重污染导致河流生态系统崩溃，仅有两三种鱼勉强存活。污染主要原因：上游农业化肥农药、工业排污、生活污水（尤其是含磷洗涤剂使用导致河水富营养化问题严重）、下游河床淤积。

治理措施：

一是截污治理。污水不得直排入河，搬迁废水直排工厂。1991-2001年，投资56亿欧元新建污水处理厂，污水处理率提高30%。二是完善城市下水道。巴黎下水道总长2400公里，地下有6000座蓄水池。

三是削减农业污染。河流66%的营养物质来源于化肥，主要通过地下水渗透入河。从源头加强化肥农药等面源控制，并对污水处理厂实施脱氮除磷改造。

四是河道蓄水补水。建4座大型蓄水湖，蓄量8亿方，调节河道水量；建19个水闸船闸，改善了航运条件与河岸带景观。



治理效果

经过综合治理，塞纳河水生态状况大幅改善，生物种类显著增加。但是沉积物污染与上游农业污染问题仍需进一步治理。

汇报提纲 (Outlines)

1

城市水环境问题与挑战

Aquatic environment of cities on plain river networks: issues & challenges

2

城市水环境综合治理目标与思路

Urban aquatic environment improvement: targets & ideas

3

城市畅流活水理论

Improvement of connectivity & fluidity: a hydrodynamic approach

4

城市河道水质提升关键技术

Water quality improvement for urban rivers: key technologies

5

典型城市畅流活水实践及其效果

The hydrodynamic approach in typical cities: practices and outcomes

6

小结

结语

Conclusions

- “逐水而居”，城市多分布于相对低平的河网区，河道流动性，加上经济社会发展带来的水体污染，我国城市水环境问题越来越突出，是中国普遍的和突出环境问题。因此，城市河湖污染的治理和水环境的提升是水生态文明建设的重要内容。
- 在城市水环境提升工程中要因地制宜，问题导向，针对水生态系统服务功能的缺失和损坏制定治理方案。其中，“畅流活水”、“水流不腐”是灵魂，与控源、截污、清淤、管理等措施一样，是提升城市河道水环境的重要手段。
- 在城市水环境治理中，要坚持问题导向，综合施策：截污是前提，清淤是基础，活水是灵魂，管理是保障。
- 河长（湖）制是经济社会发展新阶段产生的新问题，提出的新要求，是源于实践的制度创新；河长制是“一把手”工程，是最高层次的管理和治理要求，是一项长期性的工作；河（湖）长制要有广泛的社会参与，更离不开科技的支撑。

谢 谢

Thanks for Your Attention

JYZHANG@NHR I . CN