

首届中国城镇水务  
发展战略国际研讨会  
中国北京，2005

# 城市污水再生利用案例分析

郑兴灿

国家城市给水排水工程技术研究中心

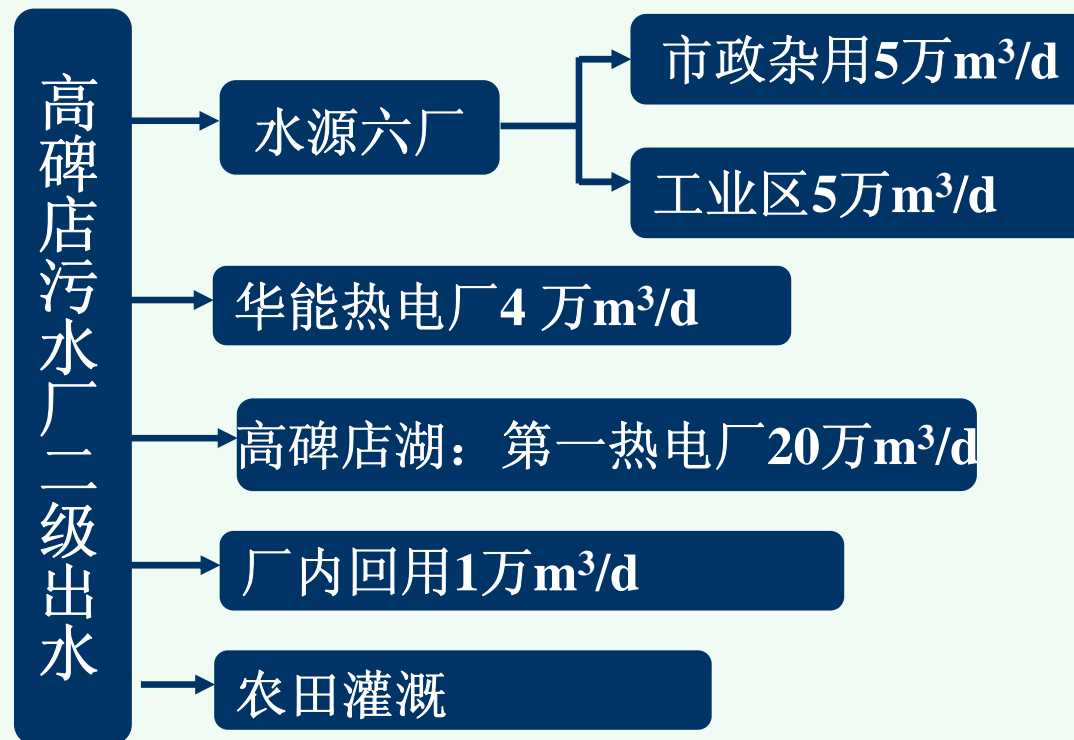
[tjzxc@vip.sina.com](mailto:tjzxc@vip.sina.com)

# 城市缺水问题与污水再生利用

- 水资源短缺与水质污染问题
  - ▶ 北方：人均年水资源量仅36~363 m<sup>3</sup>
  - ▶ 南方：水质污染型缺水
- 各级政府积极推动城市再生利用
  - ▶ 国家科技攻关课题（1986-2005）
  - ▶ 城市污水再生利用示范工程
- 试验研究与工程实践成果表明：
  - ▶ 再生水利用技术可行、经济合理
  - ▶ 但存在一系列需要加以解决的问题

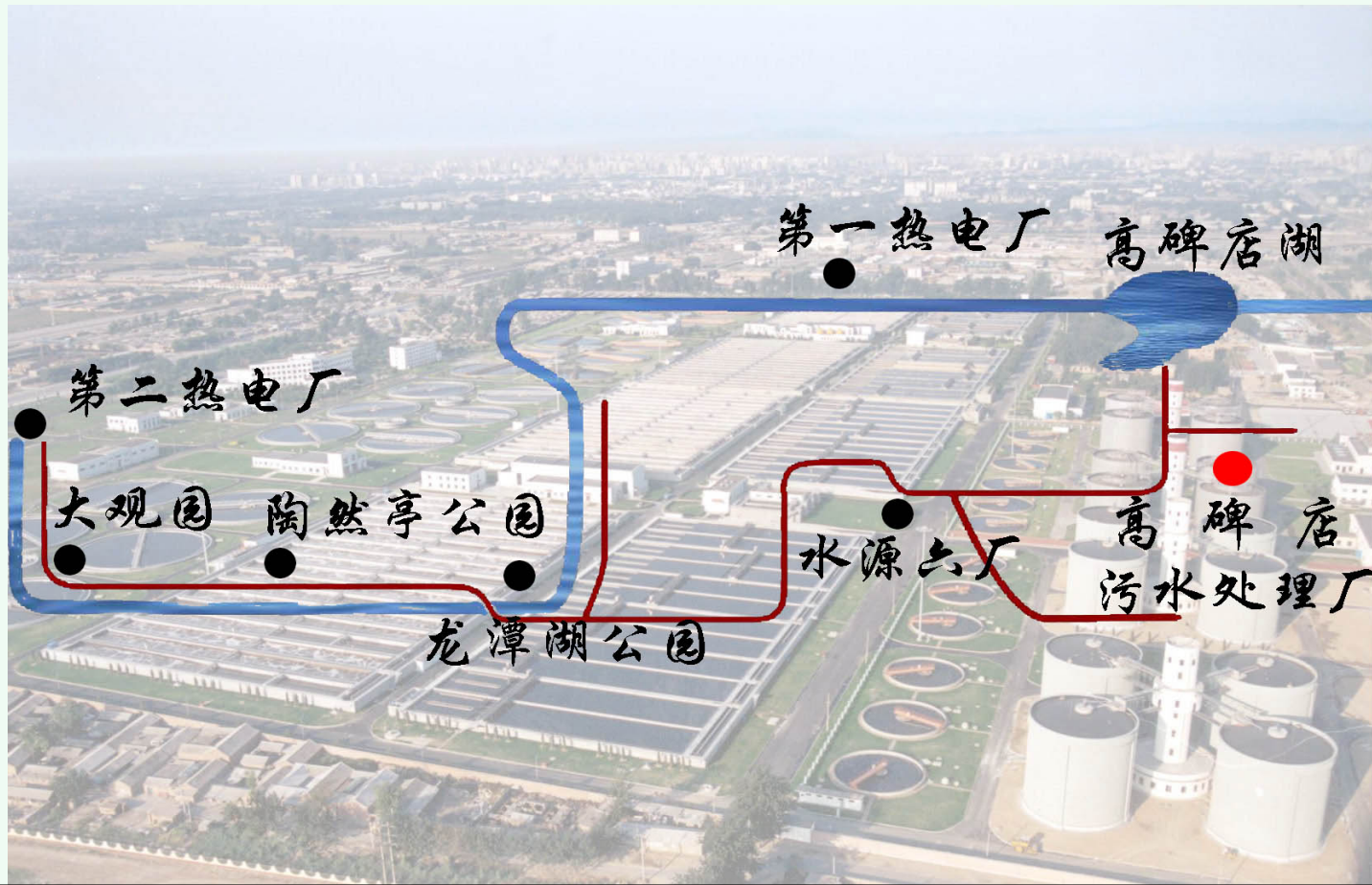
国家城市给水排水工程技术研究中心

## 城市污水再生利用工程实例-北京



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-北京



# 城市污水再生利用工程实例-北京

厂内再生水利用



厂内再生水生产



石灰法中试



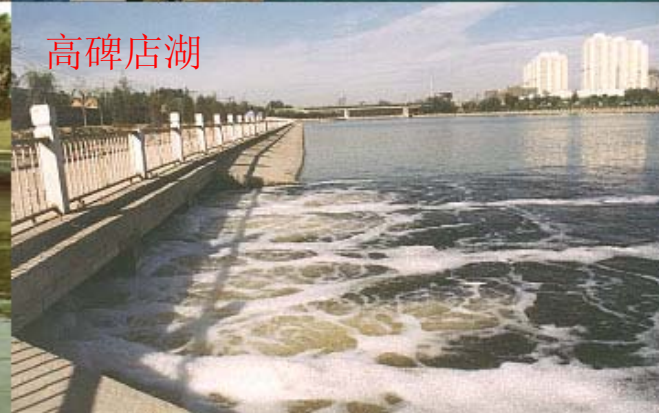
草地灌溉



国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-北京



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-北京



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 石灰法污水再生处理用于工业冷却

## ● 石灰法再生处理技术

- 影响因素与工艺特性综合研究
- 大型示范工程建设与运行
  - ⊕ 北京高碑店—华能电厂
  - ⊕ 生产规模 20 000m<sup>3</sup>/d
- 小试、中试和生产性试验结合
- 拓展石灰法再生处理工艺技术研究与实践深度
- 优化工艺参数

中试系统

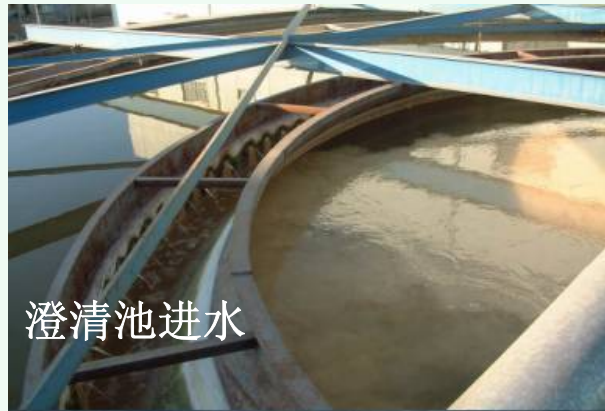


冷却塔

国家城市给水排水工程技术研究中心



# 石灰法污水再生处理用于工业冷却



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 石灰法污水再生处理用于工业冷却

加药与中和系统



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-天津泰达

## ● 集成应用

- ▶ 微滤+反渗透（双膜法）再生处理工艺
- ▶ 3 万m<sup>3</sup>/d微滤，1 万m<sup>3</sup>/d反渗透示范工程

微滤膜处理装置



反渗透处理装置



国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-天津泰达



中试研究为示范工程  
建设提供基础依据



单机 $2500\text{m}^3/\text{d}$   
国产化微滤膜装置

国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-天津泰达

## 温家宝总理视察天津泰达再生水工程

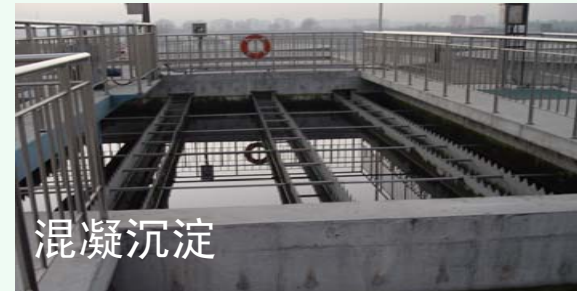


国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-天津

## ● 混凝沉淀+膜滤或滤池+臭氧处理工艺

- ▶ 针对居住区与工业用水水质差异
- ▶ 分质再生与分质供水方案
  - ⊕ 微滤膜处理 2 万  $\text{m}^3/\text{d}$
  - ⊕ 滤池过滤处理 3 万  $\text{m}^3/\text{d}$



混凝沉淀



前处理系统



微滤膜系统

国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-天津



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-青岛

## ● 4 万m<sup>3</sup>/d再生水示范工程

### ▶ 混凝沉淀过滤工艺流程

⊕ 生物沸石处理

⊕ 沸石处理

### ▶ 市政杂用 河道补充与绿化

### ▶ 再生水用于工业冷却和生产

⊕ 100 m<sup>3</sup>/d 低压锅炉给水中试

⊕ 1500m<sup>3</sup>/d 中央空调循环冷却用水

⊕ 2000m<sup>3</sup>/d 牛仔布水洗磨砂用水

⊕ 2400m<sup>3</sup>/d 循环冷却与脱水机冲洗



国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-青岛

中试厂

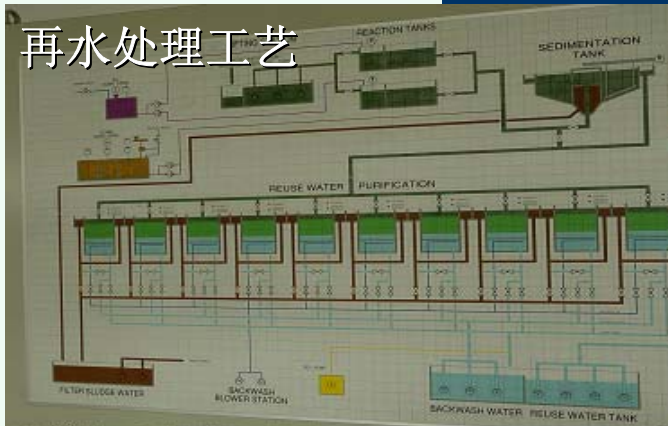
再生水滤站



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-青岛

再水处理工艺



工业企业内部再处理



工业生产用水



景观绿化

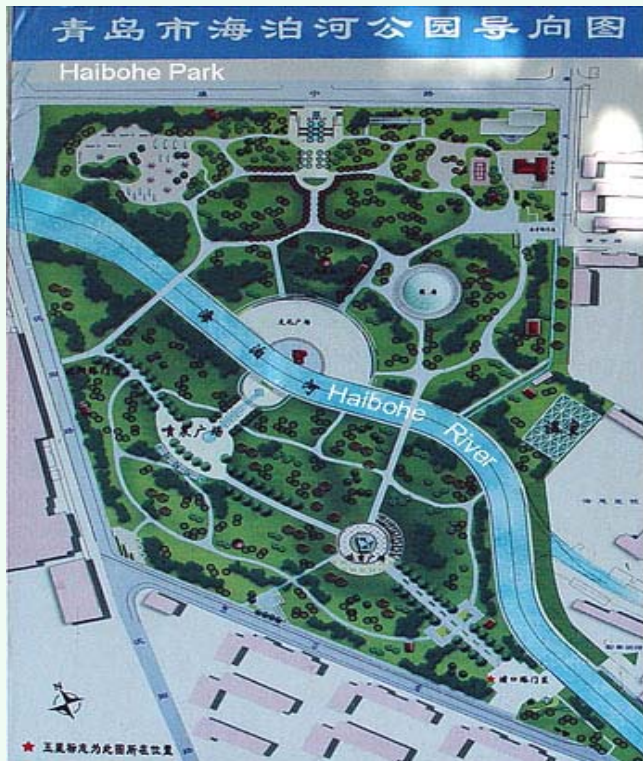


国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-青岛

再生水用于公园和河道补充



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-青岛



国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-石家庄

## ● 混凝—沉淀—过滤

➔ 补充民心河及沿河公园

■ 设计 100,000 m<sup>3</sup>/d，生产 30,000 m<sup>3</sup>/d



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-石家庄



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-石家庄



民心河水体景观



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-西安

- 混凝沉淀过滤，50,000 m<sup>3</sup>/d



国家城市给水排水工程技术研究中心



# 城市污水再生利用工程实例-西安



国家城市给水排水工程技术研究中心

# 城市污水再生利用工程实例-合肥

## 合肥环城公园水系



国家城市给水排水工程技术研究中心

## 城市污水再生利用工程实例-合肥



国家城市给水排水工程技术研究中心



## 再生水工程设计能力利用率偏低

- 问题：再生水厂生产销售明显低于设计能力
- 原因：普遍缺乏足够用户
  - ➔ 管网不足
  - ➔ 不合理水价
  - ➔ 水质问题
  - ➔ 水资源管理问题
  - ➔ 成本回收问题
- 措施：发展用户成为主要任务
  - ➔ 需要生产者及政府的共同努力

# 再生水工程设计能力利用率偏低

## 再生水大致生产情况

项目	生产, m <sup>3</sup> /d			比值	
	设计	高峰日	日常	平均/峰值	平均/设计
高碑店	300,000	250,000	200,000	0.8	66%
酒仙桥	20,000	20,000	10,000	0.5	50%
第六水厂	170,000	20,000	10,000	0.5	6%
纪庄子	20,000	6000	3,000	0.5	15%
泰达	10,000	10,000	5,000-8,000	0.65	50-80%
北石桥	50,000	16,000	7,600	0.48	15%
海泊河	40000	10000	7,000-8,000	0.7-0.8	17-22%
桥西	100,000		30000		30%
王小郢	100,000	90,000	60,000	0.67	60%

国家城市给水排水工程技术研究中心

## 采用集中型系统或就地就近型系统？

- 集中型系统的限制因素
  - ➔ 管网投资高（北京）
  - ➔ 难以同时满足不同用户的水质和水量需求
  - ➔ 适合污水厂周围
  - ➔ 适合水质要求相同的批量用户或大水量用户
- 就地就近型系统
  - ➔ 单位投资较高
  - ➔ 运行维护问题
  - ➔ 水量水质可靠性
- 集中与就地/就近相结合



## 采用集中型系统或就地就近型系统？

### ➔ 再生水工程投资

City and WRP	投资 Capital Investment, million RMB				
	总 Total	土建 Civil	设备 Equip.	管道 Pipes	其他 Others
Beijing Gaobeidian	300	43	56	180	21
Beijing Jiuxianqiao	79	17	20	40	2
Beijing No. 6 WP	50	20	28.5	1.5	-
Tianjin Jizhuangzi	143	38.6	47	42	15.4
Tianjin TEDA. No.1	57	15	40.7	13	0.13
Xi'an Beishiqiao	67	24.36	23.83	17.64	
Qingdao Haipohe	29	10	10	9	
Shijiazhuang Qiaoxi	80	45	17	18	

国家城市给水排水工程技术研究中心

# 再生水供给的水质保障问题

## ● 问题的产生

- ➔ 所有再生水厂以污水厂出水为水源
- ➔ 所有污水厂设计未专门考虑再生水生产
- ➔ 所有污水厂设计基于当时的排放标准

## ● 问题的解决

- ➔ 污水厂和再生水厂的更新改造
  - ⊕ 稳定的除磷脱氮效果
  - ⊕ 增加高级再生处理工艺
  - ⊕ 满足用户特定水质要求
  - ⊕ 天津、青岛、北京等

国家城市给水排水工程技术研究中心

## 再生水收费与定价机制

### ● 主要不利因素:

- ▶ 地下水不合理开采或非法开采
- ▶ 对公共用水的不合理补贴
- ▶ 低水价和低收费问题

### ● 主要改进措施:

- ▶ 建立再生水价格政策
- ▶ 基于完全成本回收的市场化运作与管理
- ▶ 水价、污水费和再生水费的改革与改进
- ▶ 不同类型供水之间保持一定的价格差
- ▶ 成本回收与合理利润、控制垄断

国家城市给水排水工程技术研究中心



# 再生水收费与定价机制

## ▶ 水价与再生水费

城市	水价, RMB/m <sup>3</sup>				再生水收费, RMB/m <sup>3</sup>		
	居民	工业	其他	特种	居民	工业	景观
北京	3.7	5.6	5.4	41.5	1.0	1.0	1.3
天津	2.9	4.6	4.6	18.0	1.1	1.3	1.5
天津泰达	2.9	4.2	4.2	18.0	3.9**	3.9**	3.9**
西安	1.95	2.25	2.55	6.5	1.17	1.17	1.17
青岛	1.6	2.0			1.0	1.0	0.6
石家庄	2.6	3.7	3.5	24.7	1.0	1.0	1.0
泰安	2.5	2.9	3.11	6.0		0.38, 0.5, 0.6	0.38

国家城市给水排水工程技术研究中心

## 谁支付再生水费？

- 需要建立收费安排确保成本回收
  - 用水者获益用水
    - ⊕ 再生水费
  - 公众或社会获益
    - ⊕ 作为公共用品或公共资源
    - ⊕ 通过政府采购
      - ◆ 石家庄、青岛、泰达、合肥 等
    - ⊕ 纳入污水处理费

## 优先考虑的再生水用途

- 需要考虑目前情况、经济效率和综合效益
  - ➔ 总体费用低、用水量大、效益明显
- 优先考虑的用水途径
  - ➔ 景观环境用水
  - ➔ 工业用水
  - ➔ 城市杂用水
  - ➔ 其他
- 直接利用或间接利用
  - ➔ 管道？或者河道？

国家城市给水排水工程技术研究中心



## 优先考虑的再生水用途

### ► 优先用水途径

⊕ 反渗透—高等级水

◆ **2.5-3.0 RMB/m<sup>3</sup>**

⊕ 微滤膜—居住区用水等

◆ **1.0-1.5 RMB/m<sup>3</sup>**

⊕ 混凝沉淀过滤—工业与市政杂用

◆ **0.4-0.7 RMB/m<sup>3</sup>**

⊕ 混凝沉淀过滤—景观环境与河道

◆ **0.15-0.3 RMB/m<sup>3</sup>**

国家城市给水排水工程技术研究中心

# 再生水中的安全保障问题

- 风险评价与控制措施
  - ➔ 病原体控制
  - ➔ 微量化学污染物控制
    - ⊕ 微量有机物的健康影响
    - ⊕ 内分泌干扰物的健康影响
  - ➔ 明显需要进一步研究
- 有必要建立安全风险管理体系



敬请提出宝贵意见

