



快速增长地区的半集中式分质给排水系统

戴晓虎 教授

同济大学环境科学与工程学院院长
国家城市污染控制工程研究中心主任



内容

- 一、中国的水环境
- 二、海绵城市
- 三、半集中制分质给排水
- 四、青岛半集中制处理中心

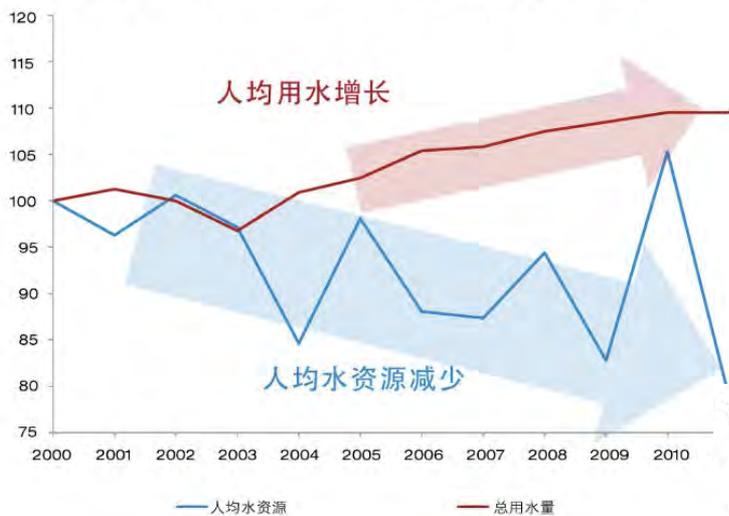




中国水危机

! 水资源的日益减少，
难以满足不断增长的需求

2000-2011: 日益减少的水资源和日益增长的人均用水



- 若不采取措施，2030年供水将不能满足用水需求，差额将达1990亿立方米
- 2011年水资源问题被提上议程，提出了全国用水总量限额：2015年6350亿立方米，2020年6700亿立方米，2030年7000亿立方米

2000年至2030年水需求和水限额 (亿立方米)

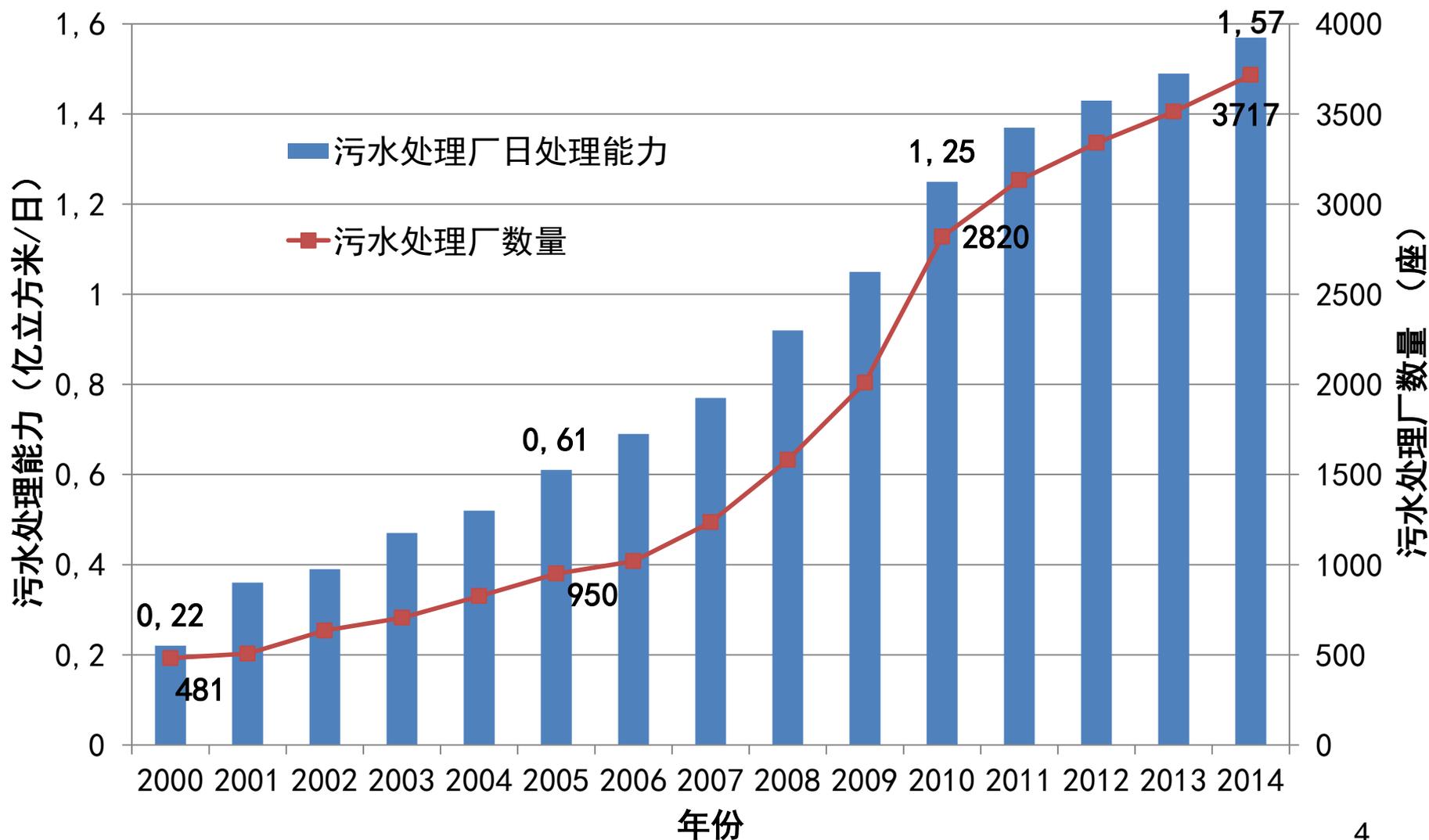


数据来源：<http://chinawaterrisk.org/>

2011年至2020年间将在水利建设方面投资4万亿人民币



中国污水处理现状



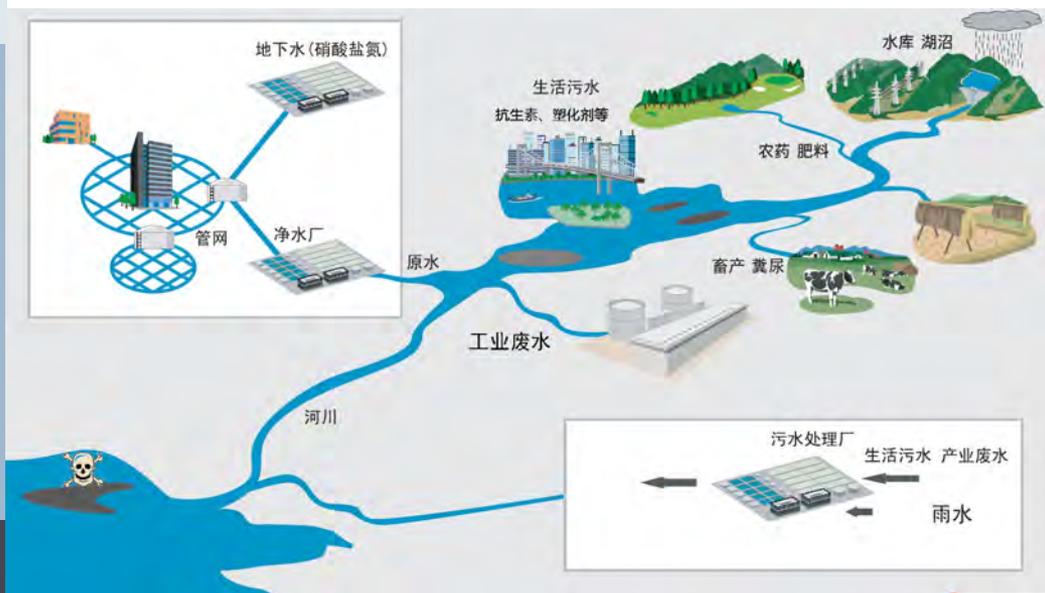
主要问题

- 水资源有效利用率低
- 设施滞后不配套，内涝灾害频发
- 排水不规范，设施安全得不到保障
- 设施维护运营管理不规范
- 污泥处理处置亟待规范达标
- 监管不到位，责任追究不明确



瓶颈问题-技术创新

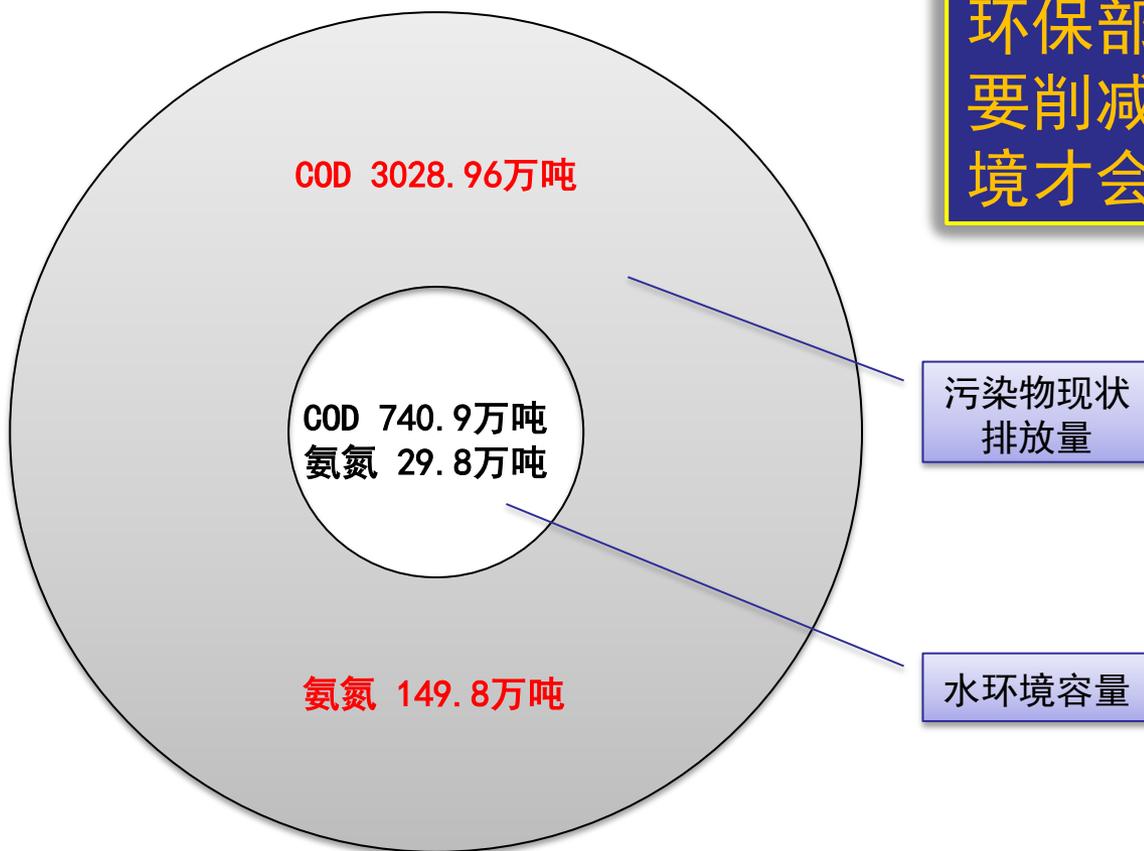
污染形态复杂，环境承载力不足



发达国家上百年的污染途径在我国改革开放的三十年集中呈现；
国际现有水处理技术无法解决我国复合污染问题；
现有水处理工艺研究本身的突破无法解决水环境治理问题。



水环境容量



环保部测算，这些总量必须要削减30%-50%，我国的水环境才会有根本性的改变。

污染物现状
排放量

水环境容量



- 三条红线
- 水十条

海绵城市



传统城市

- 改造自然
- 利用土地为主
- 改变原有生态
- 粗放式建设
- 地表径流量大增



海绵城市

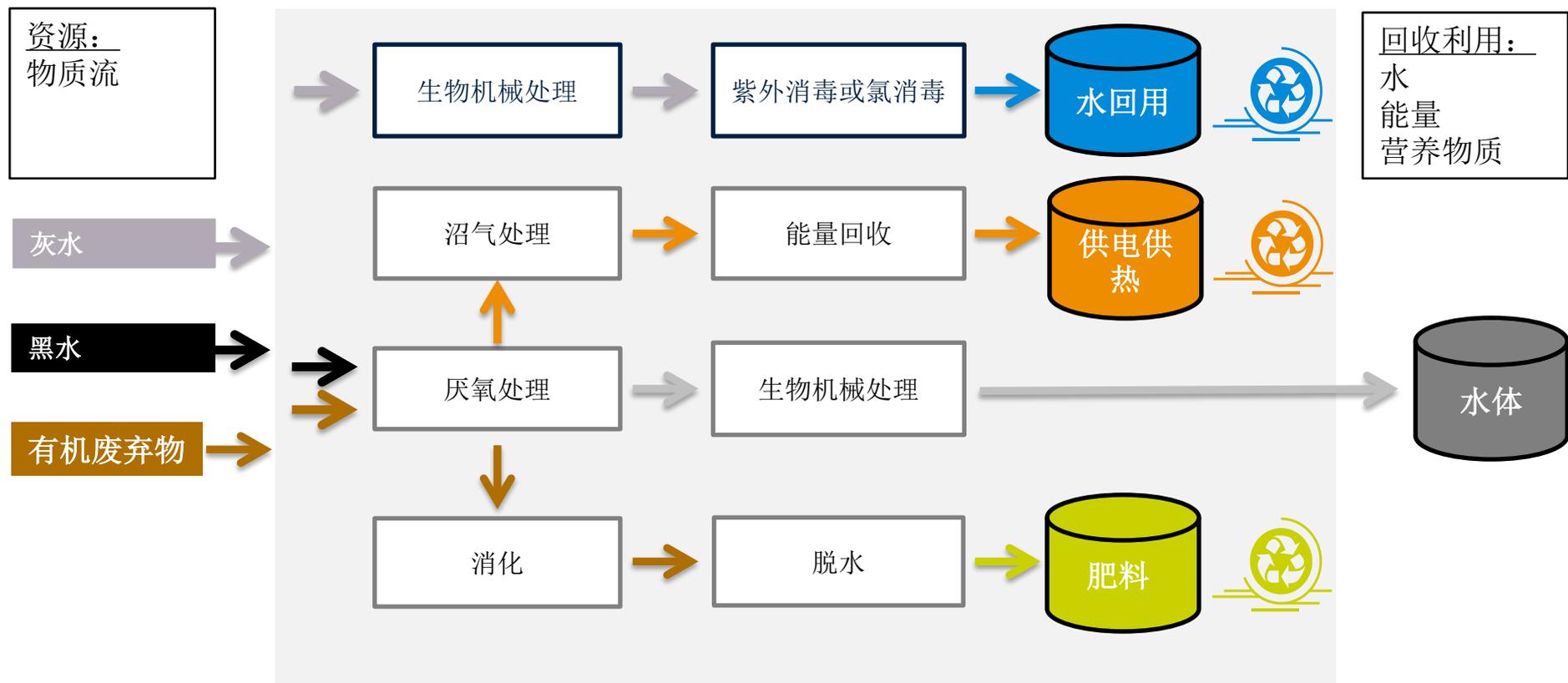
- 顺应自然
- 人与自然和谐
- 保护原有生态
- LID影响开发
- 地表径流量不变

污水处理综合管网系统



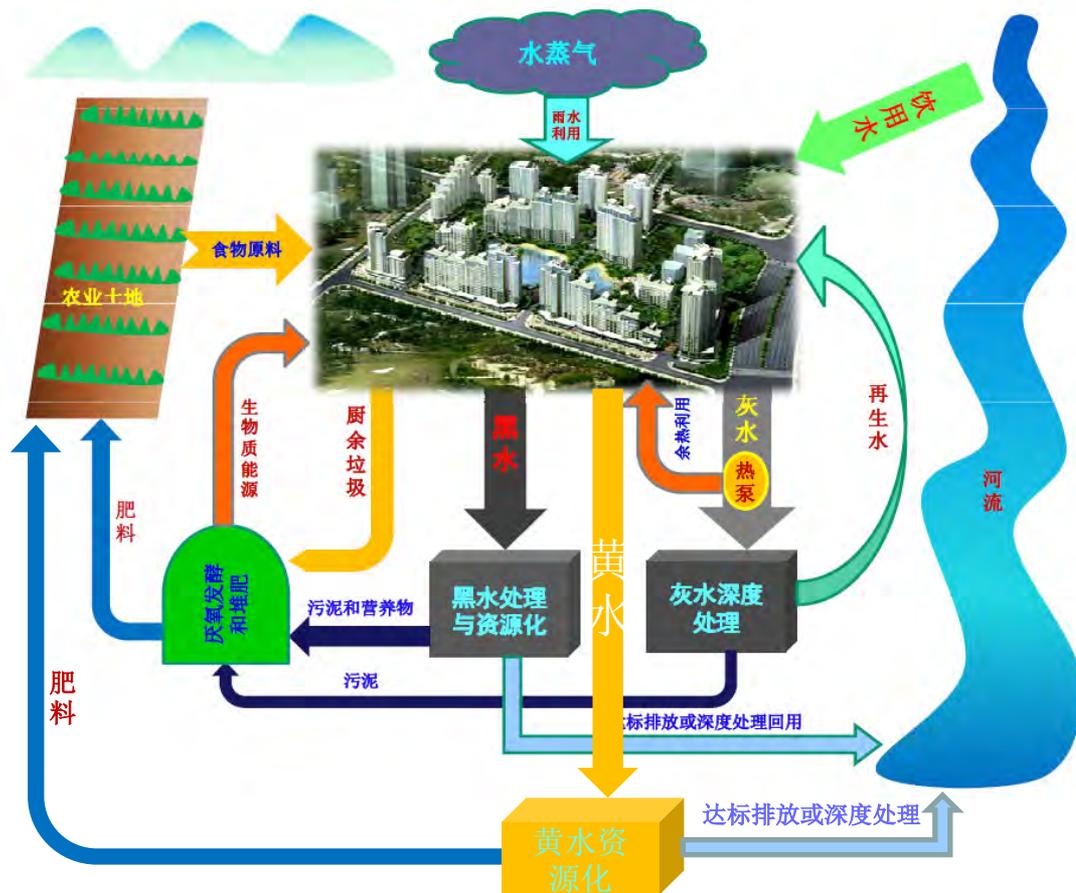


从污水中回收资源



图片来源：Gerlach 2015, Bilfinger Water Technology

污水源分离



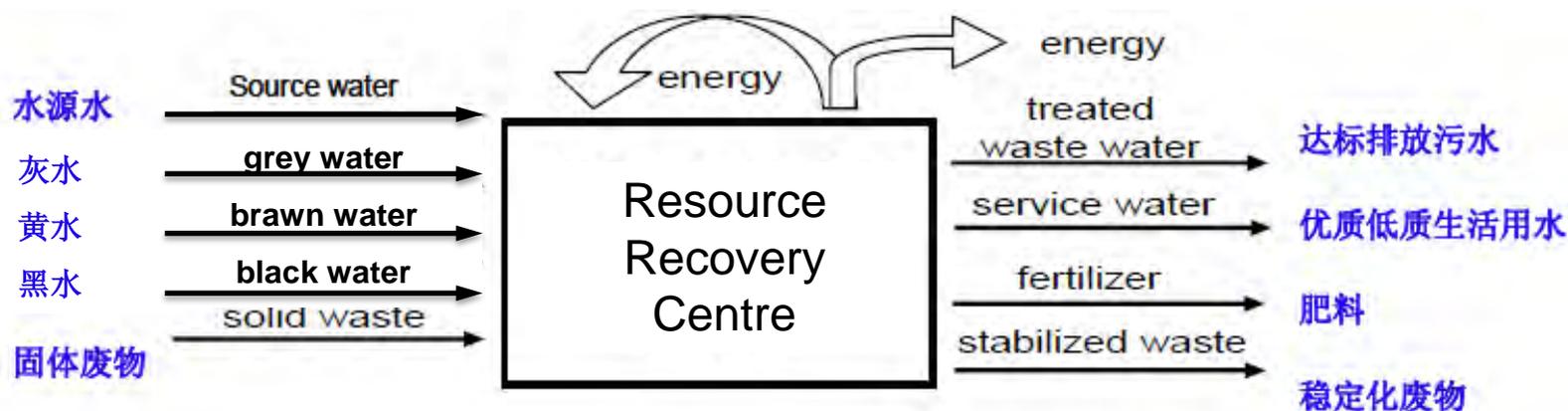
		污水		
		灰水 (盥洗、冲厕)	黄水 (尿)	黑水 (粪)
量	150 l/(人日)	99%	0.9%	0.1%
COD	82 g/(人日)	41%	12%	47%
N	14.1 g/(人日)	5.6%	81.6%	12.8%
P	2.5 g/(人日)	20%	60%	20%
K	1.8 g/(人日)	34%	54%	12%



污水源分离

污水源分离技术的优点：

- 可回收有机质能源，并节省能耗
- 氮磷可以达到充分的回收，且氮回收率在95%以上，磷在80%以上
- 节水30-40%



分质给排水

直饮水

从受保护水源中
取得并处理

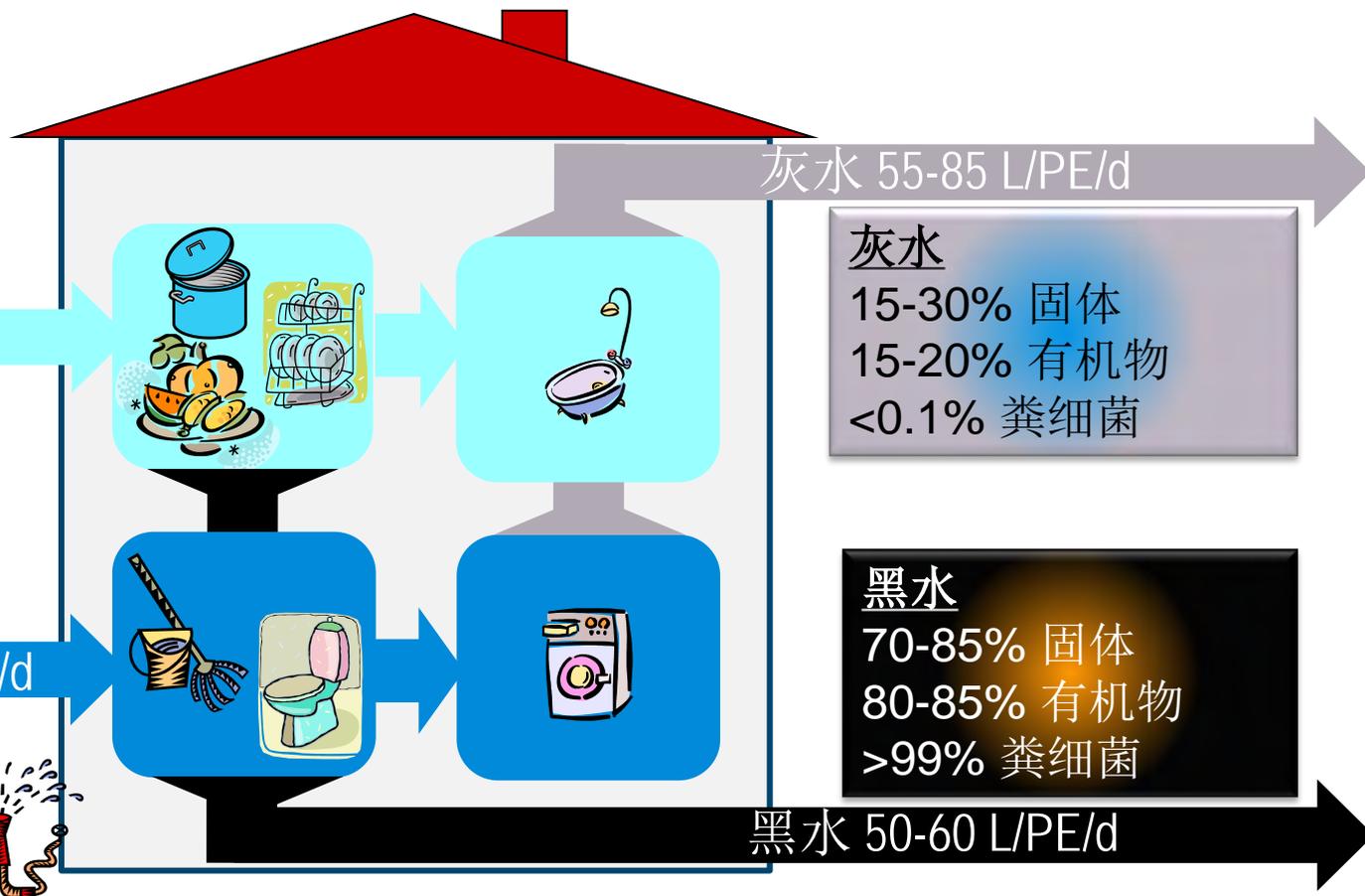
直饮水 35-65 L/PE/d

家庭用水

透明、无味
安全、卫生

家庭用水 70-90 L/PE/d

0-10 L/PE/d



灰水

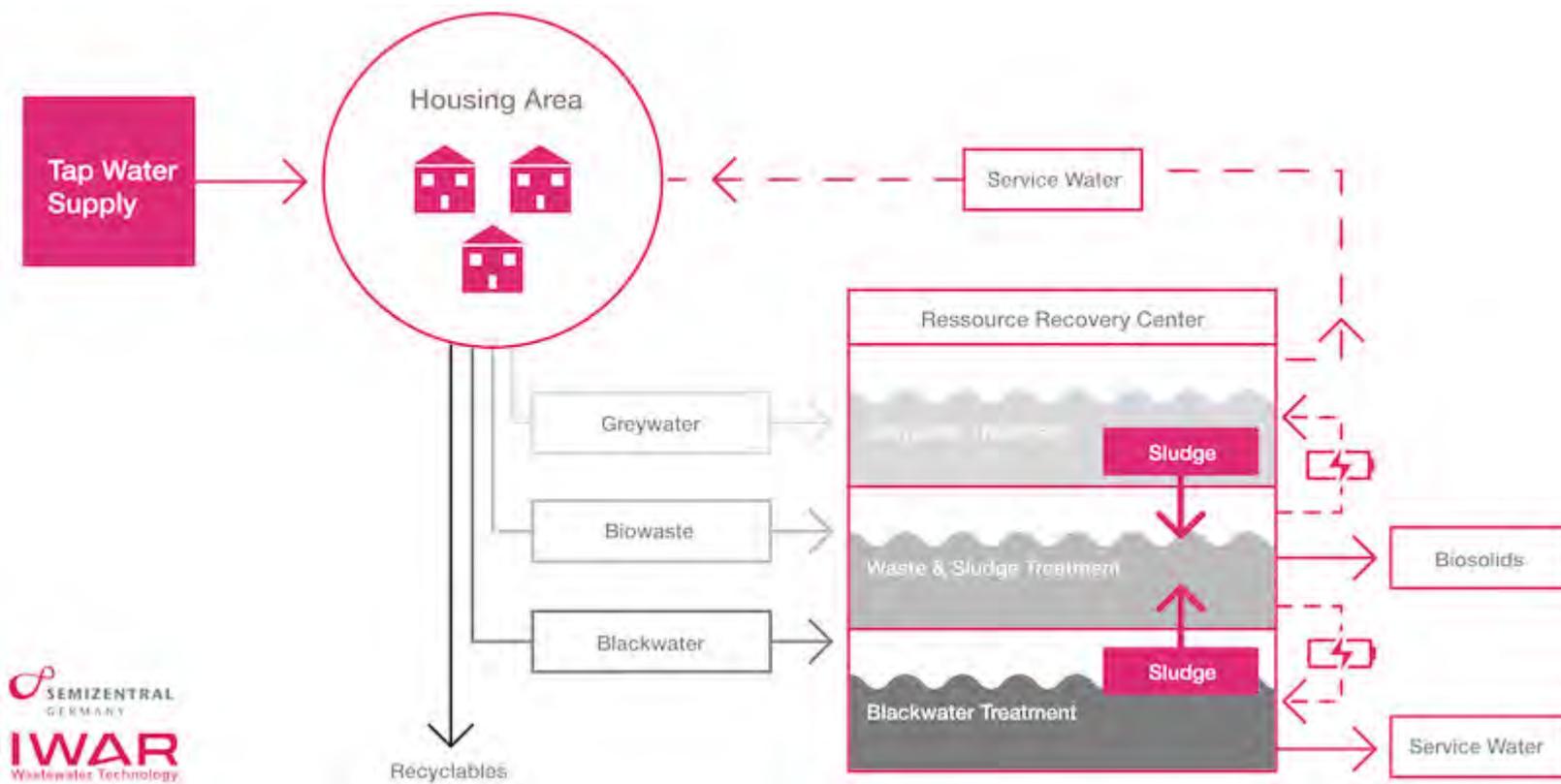
15-30% 固体
15-20% 有机物
<0.1% 粪细菌

黑水

70-85% 固体
80-85% 有机物
>99% 粪细菌

半集中式处理系统

半集中式处理系统设计将分质收集污水流（分成黑水和灰水），并输送至半集中式处理中心。





中德项目合作背景

- 2011年6月27日，温家宝总理访问德国期间，中德两国政府签署了关于开展“中德清洁水创新研究项目”的声明。
- 2012年1月9日，在中德两国政府科技部部长的见证下，青岛市政府、同济大学和德国达姆斯塔特工业大学联合签署备忘录，各方一致同意在青岛市2014年世界园艺博览会所在区域建设中德合作分质水处理和资源化利用示范工程。
- 2012年3月青岛市世界园艺博览会执委会正式批准在青岛世园会的世园村区域建设本项目。





中德合作研究团队

- 中德合作团队关于污染治理与废物资源化的探索
 - 污水处理与就近利用、供排水管道投资等合并考虑
 - 污水的营养物回收利用，如碳源、氮磷等
 - 污水的能源回收利用：灰水的余热利用和污泥厌氧发酵的沼气利用
 - 生物固体如餐饮垃圾和有机废物与 污泥协同发酵产能
 - 从源头将生活污水分类收集和资源化——生活污水源分离
- 提出基于生活污水分类收集和就近利用的“半集中式”理念
- 在青岛实现一座半集中式处理中心





中德合作研究团队

- 中德合作研发分别由同济大学和德国达姆斯塔特工业大学研究团队牵头，联合两国研究机构和企业组成国际合作团队



Prof. Dr.-Ing. Peter Cornel



Prof. Dr.-Ing. Xiaohu Dai



中德两国专家全程参与到示范中心的建设中。

The construction of the Demonstration Center was supported by experts from both China and Germany.





青岛半集中式处理中心

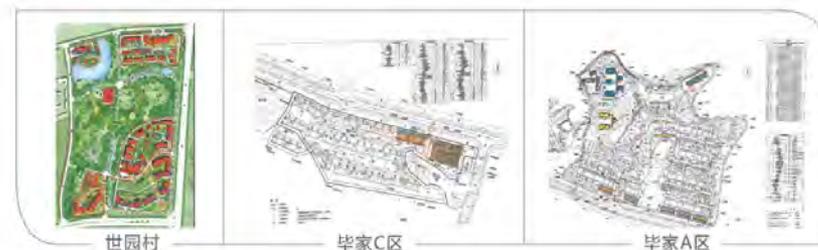
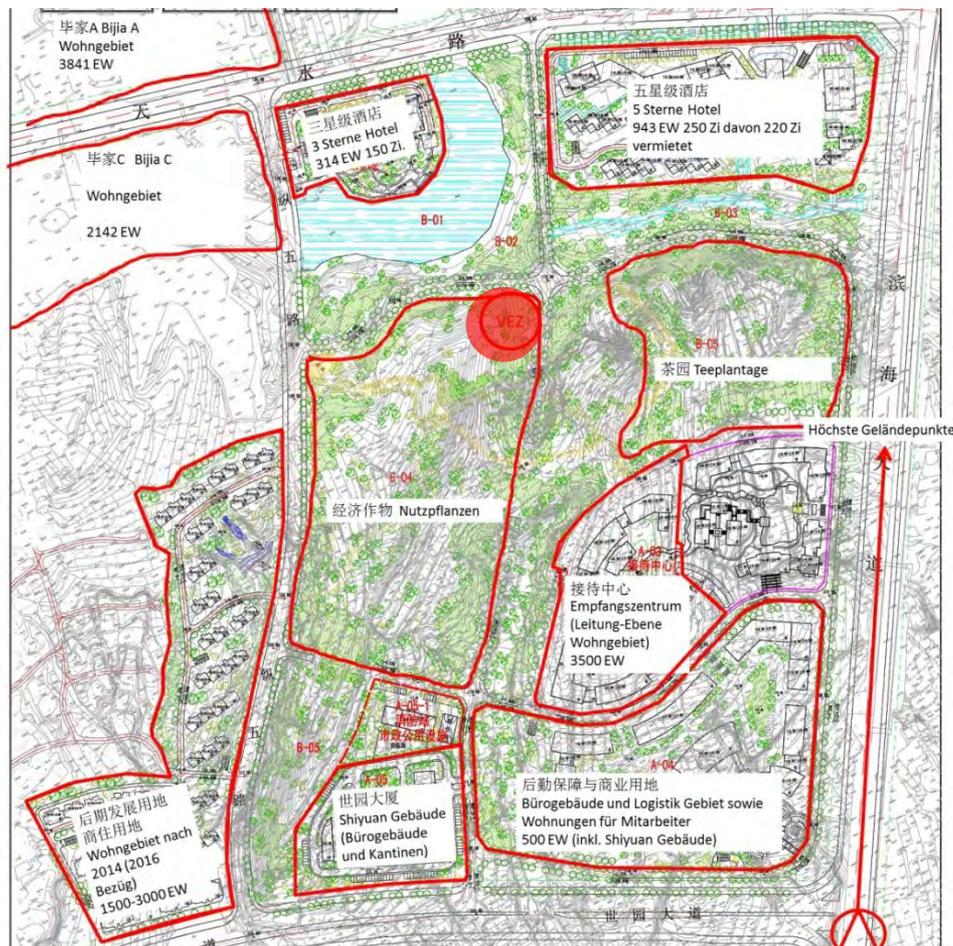


区域性分质供排水和废物资源化系统集成应用——
青岛世园会示范工程
处理规模：

- 灰水：700m³/d
- 黑水：800m³/d
- 厨余垃圾：22.93m³，折合3.44吨干固体

示范工程的区域图

● 服务人口约12000



示范中心服务范围为：

图片来源：WHE

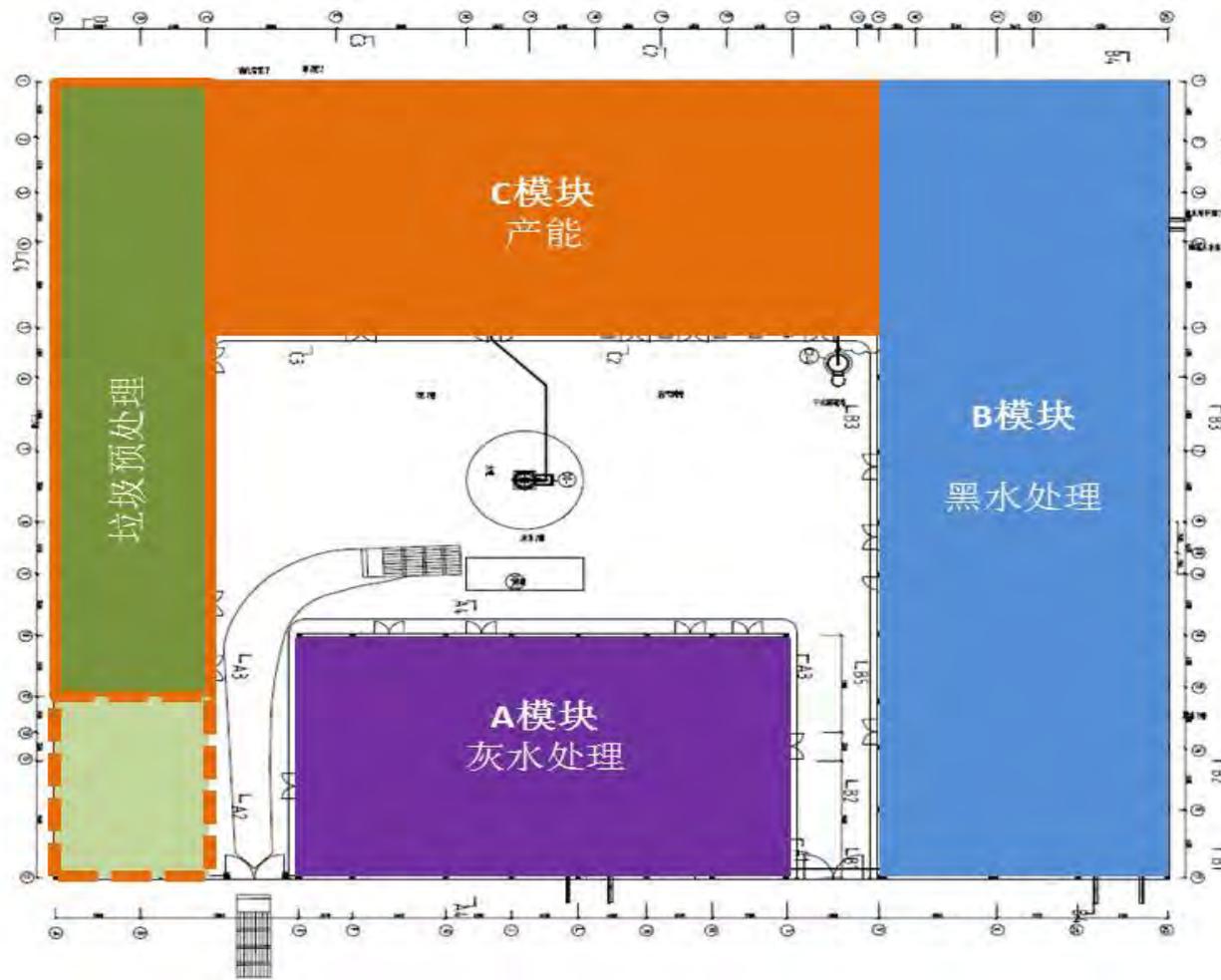
青岛世界园艺博览会世园村（建筑面积约40万平方米）、毕家安置工程A、C片区（建筑面积约27.2万平方米）及2014年后部分新建住宅区。

The service area of the Demonstration Center covers the Expo Village of International Horticultural Exposition Qingdao (construction area: 400,000 m²), Bijia Residential Areas A + C (construction area: 272,000 m²) and other residential areas which will be built after Expo 2014.



示范工程的组成单元

- 灰水收集处理单元
- 黑水处理单元
- 厨余垃圾和污泥联合厌氧消化和发电单元
- 垃圾预处理单元



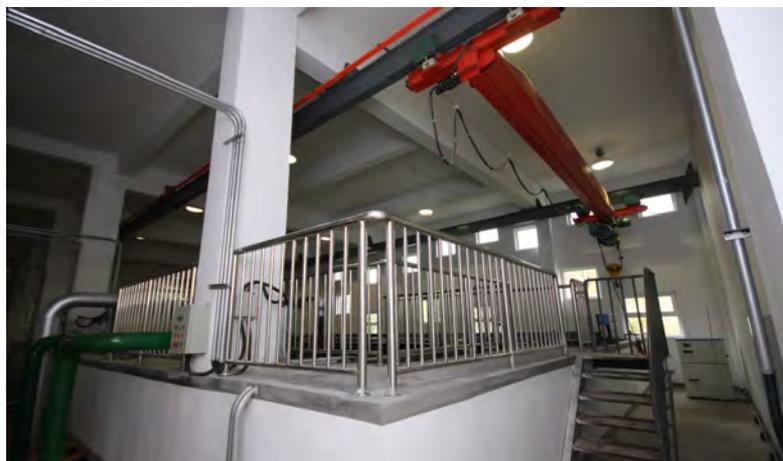
图片来源: 陈洪斌 2014 IE EXPO, 同济大学



灰水再生利用模块

- 以酒店以及世园村区域收集的灰水（洗浴与洗衣机）为水源
- 主体处理工艺： MBR处理后氯消毒
- 再生水用途：用于酒店以及世园村区域冲厕所用水
- 节水30-40%

图片来源: Wagner 2014 IE EXPO, TU Darmstadt





黑水处理和资源化模块

- 酒店以及世园村区域收集来的大小便及冲洗水、厨房废水统一排放至处理中心
- 黑水处理工艺：MBR
- 净化后用途：可作为灌溉用水



图片来源: Wagner 2014 IE EXPO, TU Darmstadt





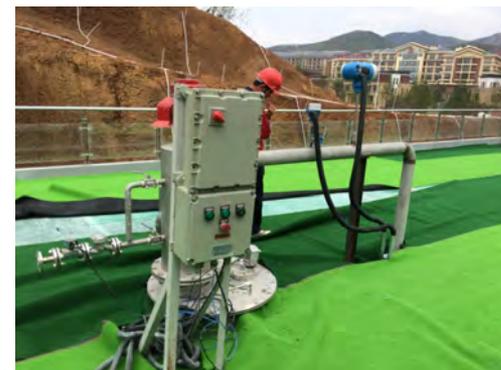
餐饮垃圾预处理模块



图片来源: 陈洪斌 2014 IE EXPO, 同济大学

污泥垃圾厌氧发酵产能车间

- 餐厨垃圾与污泥协同厌氧发酵
- 高温厌氧消化产沼气
- 沼气利用：热能和电能
- 处理中心能量自给自足成为可能
- 卫生达标的生物固体 → 农用或园林绿化



2014/4/27 青岛示范中心落成



图片来源: Wagner 2014 IE EXPO, TU Darmstadt / 陈洪斌 2014 IE EXPO, 同济大学





2015年绿色科技奖

Semizentral项目获得2015年绿色科技奖 (GreenTec Award) “城市化” 主题奖项



图片来源: GreenTec Awards / Wagner 2014 IE EXPO, TU Darmstadt



特色和亮点

- 转变传统污水处理观念，将污水和废物的末端治理模式转变为资源再生利用中心，工厂化建设，环境友好
- 处理中心靠近用户终端，节省管道投资和水输送费用
- 新鲜水消耗降低30%-40%
- 污泥、厨余生物垃圾等协同消化沼气发电，能源自我供应
- 生物固体无害化和稳定化，制备有机肥，就地利用
- 集成度高，建设和运行管理方便

谢谢!

