



在碳中和政策下污水与污泥处理处置的一点思考

中国光大水务技术总监
安平林博士

目录

01

公司简介

03

污水与污泥处理碳排放

02

碳排放与温室效应

04

污水处理中的资源回收



公司介绍

COMPANY INTRODUCTION

中国光大水务有限公司

(以下简称“光大水务”)

是中国领先的水环境综合治理服务商

为新加坡证券交易所有限公司
及香港联合交易所有限公司两地主板上市公司
(股份代号: U9E.SG 及 1857.HK)

是中国光大集团旗下水务运营平台
直接控股股东为**中国光大国际有限公司**
(香港联合交易所股份代号: 257.HK)

光大水务紧抓行业机遇, 全力以赴
致力于成为中国水务行业的翘楚



公司简介



中国光大集团公司

成立于1983年，由国务院直属管理，是中国改革开放的窗口企业。拥有金融全牌照和环保、旅游、健康、高科技等特色实业，具有综合金融、产融合作、陆港两地特色优势的国有大型综合金融控股集团。



中国光大环境（集团）有限公司

为光大集团骨干企业，香港主板上市公司（257.HK），中国最大环保企业，世界知名环境集团。央企中的外企，呈现出更高的效率与活力；外企中的央企，拥有更强的责任与实力。下辖两家上市企业：新加坡及香港两地双重上市之光大水务（U9E.SG 及 1857.HK）以及香港上市之光大绿色环保（1257.HK）。

作为中国首个一站式、全方位的环境综合治理服务商，光大环境主营业务包括垃圾发电及协同处理、生物质发电、危废及固废处置、环境修复、污水处理、中水回用、供水、流域治理、装备制造、垃圾分类、环卫一体化、资源循环利用、无废城市建设、节能照明、分析检测、绿色技术研发、生态环境规划设计、环保产业园等。国内业务遍及23个省（市）、自治区，190多个地区；海外业务已布局德国、波兰及越南市场。截至2020年6月30日，已落实环保项目435个，涉及总投资逾人民币1,500亿元。





碳排放与温室效应

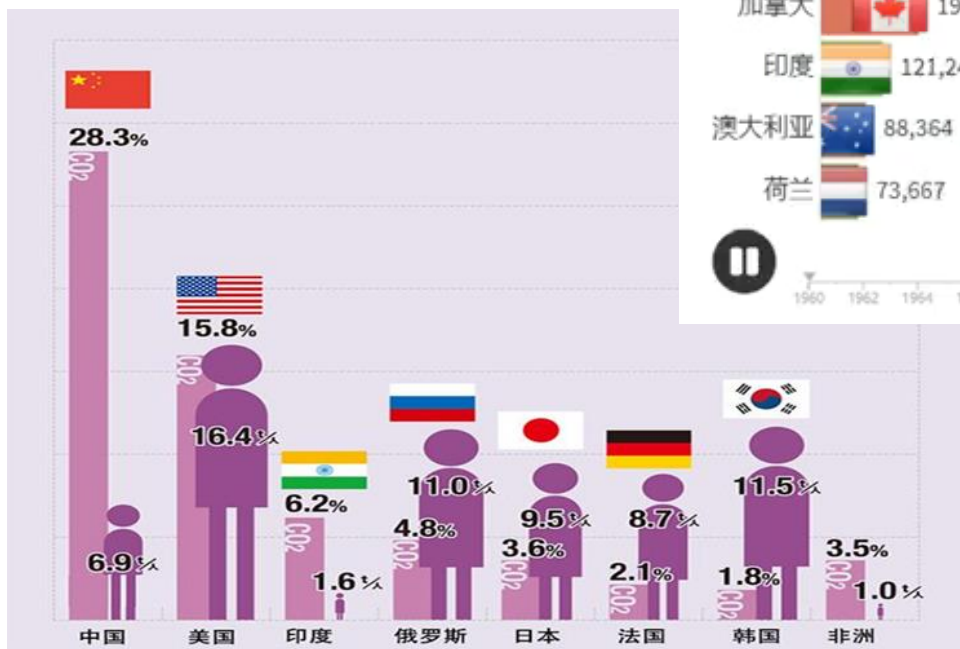
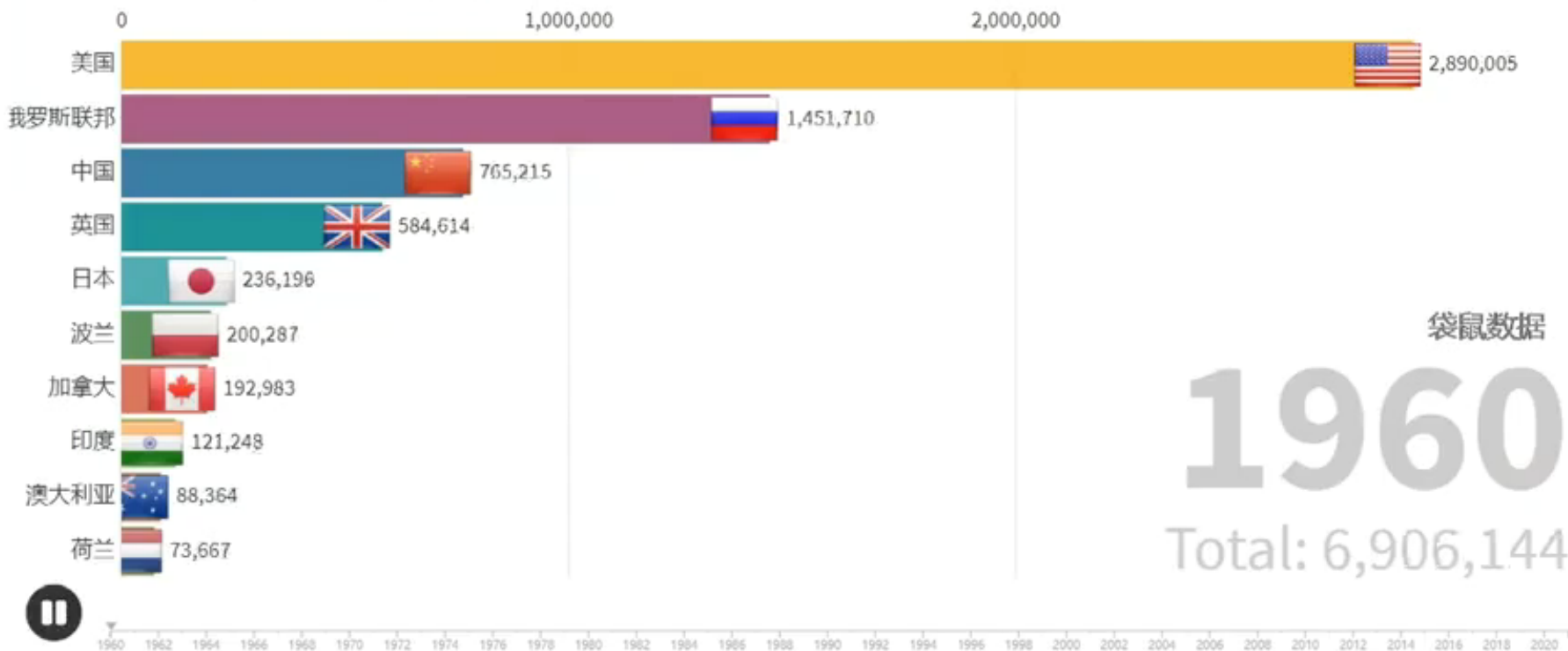
CARBON EMISSIONS REDUCTION
AND GREENHOUSE EFFECT

温室效应对我们的影响

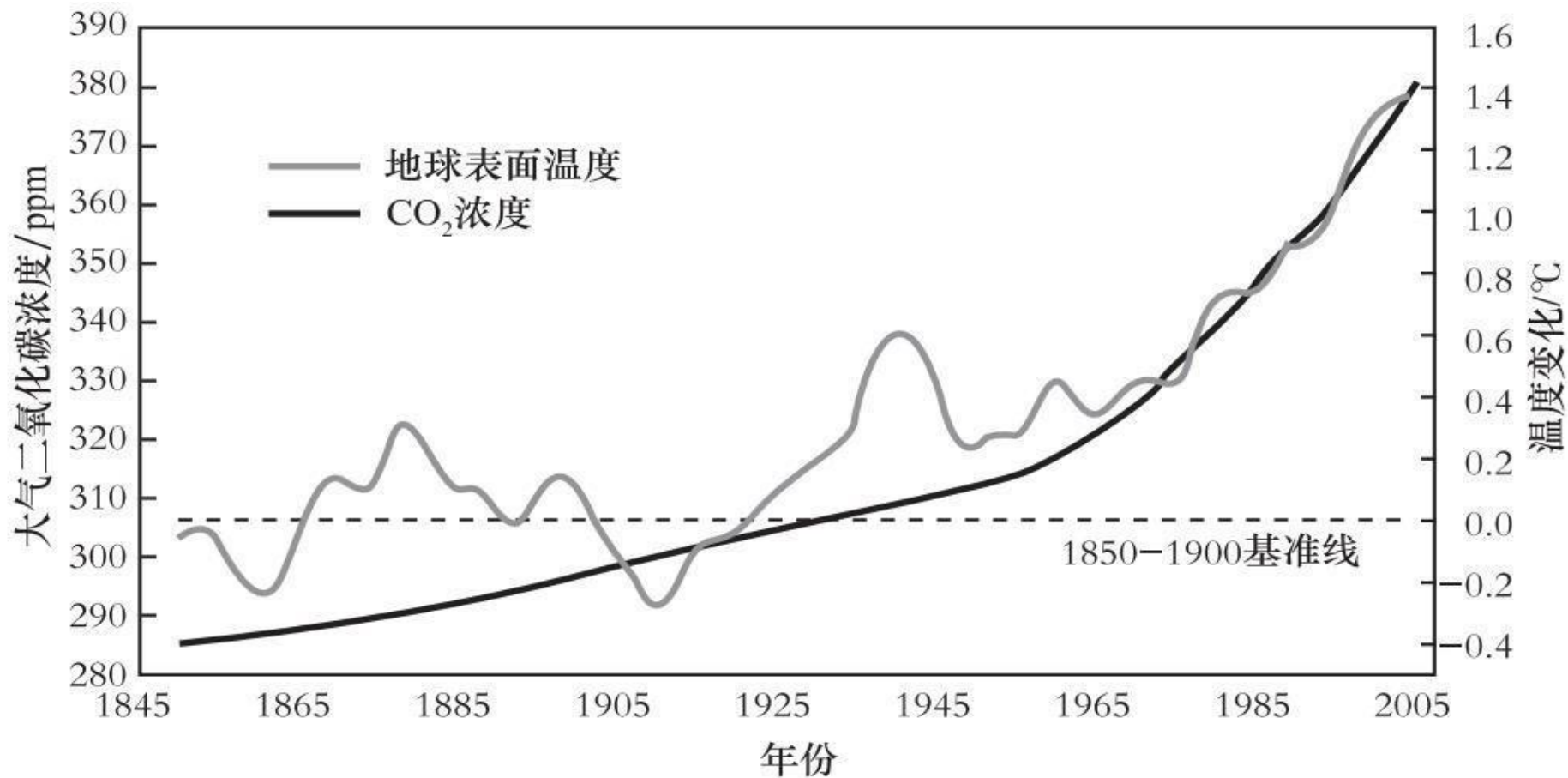


全球碳排放概况

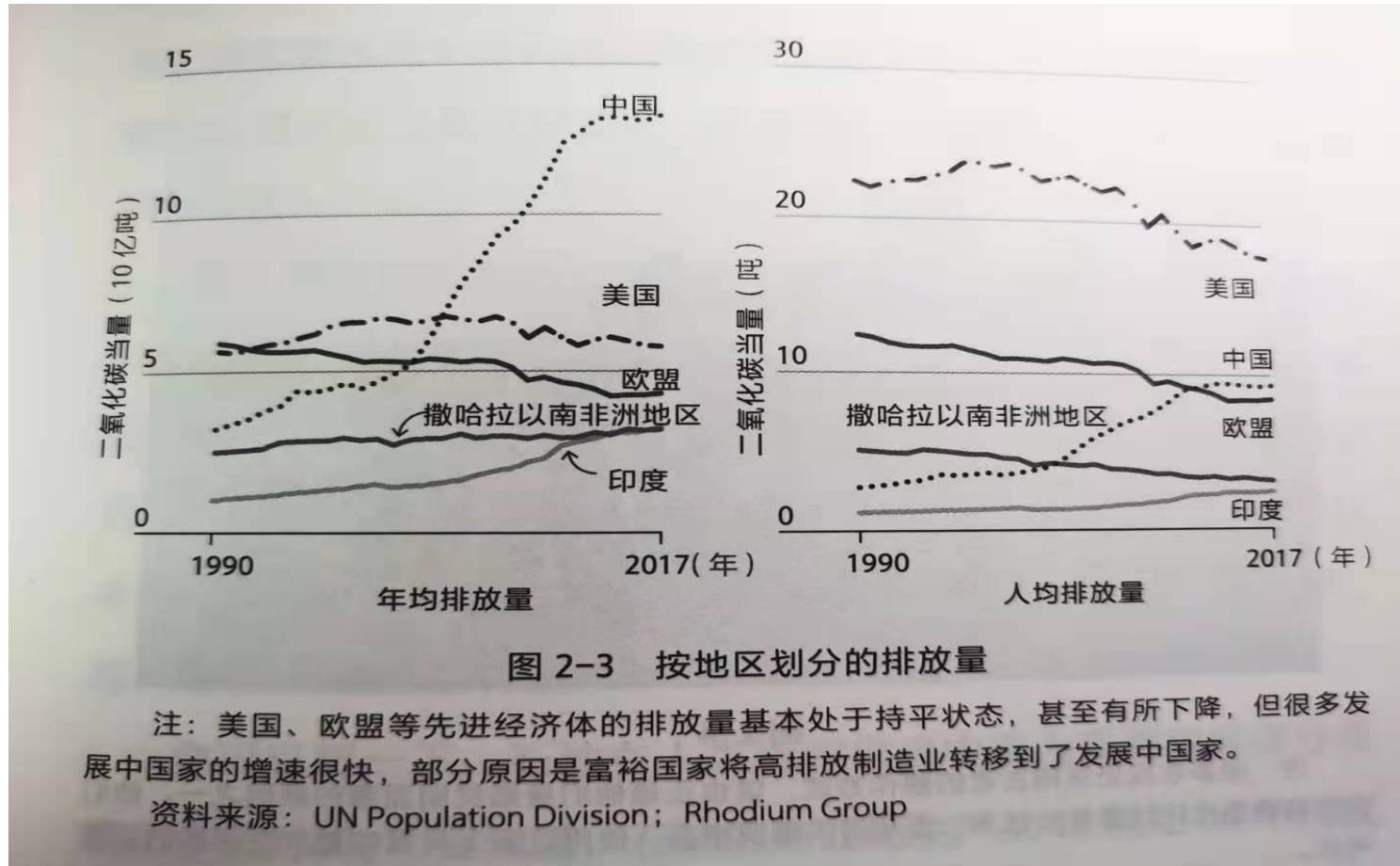
世界各地碳排放量 / 单位：千吨



大气二氧化碳浓度与地表温度的变化趋势



大气二氧化碳排放的变化趋势



- 预计到2050年全球的能源需求将增加50%，且主要是发展中国家，如果不控制碳排放，全球碳排放的趋势不会减少。
- 不可能限制发展国家的发展，所以科技创新，低碳生活是关键。

摘自Bill Gates《气候经济与人类未来》P35

污水处理可能影响温室效应的物质

温室气体全球变暖潜势值参考见表 A.1。

表 A.1 温室气体全球变暖潜势值

序号	温室气体名称	化学分子式	全球变暖潜势	
1	二氧化碳	CO ₂	1	
2	甲烷	CH ₄	21	
3	氧化亚氮	N ₂ O	310	
4	氢氟碳化物 (HFCs)	HFC-23	CHF ₃	11700
		HFC-32	CH ₂ F ₂	650
		HFC-125	CHF ₂ CF ₃	2800
		HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1300
		HFC-143a	CH ₃ CF ₃	3800
		HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	140
		HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	2900
		HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	6300
		HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1030*
5	全氟化碳 (PFCs)	PFC-14	CF ₄	6500
		PFC-116	C ₂ F ₆	9200
6	六氟化硫	SF ₆	23900	

注：数据来源于《省级温室气体清单编制指南（试行）》，除标注*的数据为 IPCC 第 4 次评估报告值外其余为 IPCC 第 2 次评估报告值。



污水与污泥处置的碳排放

CARBON EMISSIONS FROM
SEWAGE AND SLUDGE

污水处理厂温室效应的影响

成分

影响温室效应的趋势

- 二氧化碳

1当量

- 甲烷

21 当量

- 一氧化二氮

310 当量

- 传统电: 0.9 kgCO₂/Kwh(一吨标准煤发电3000Kwh,排放2.7吨CO₂/吨标准煤)

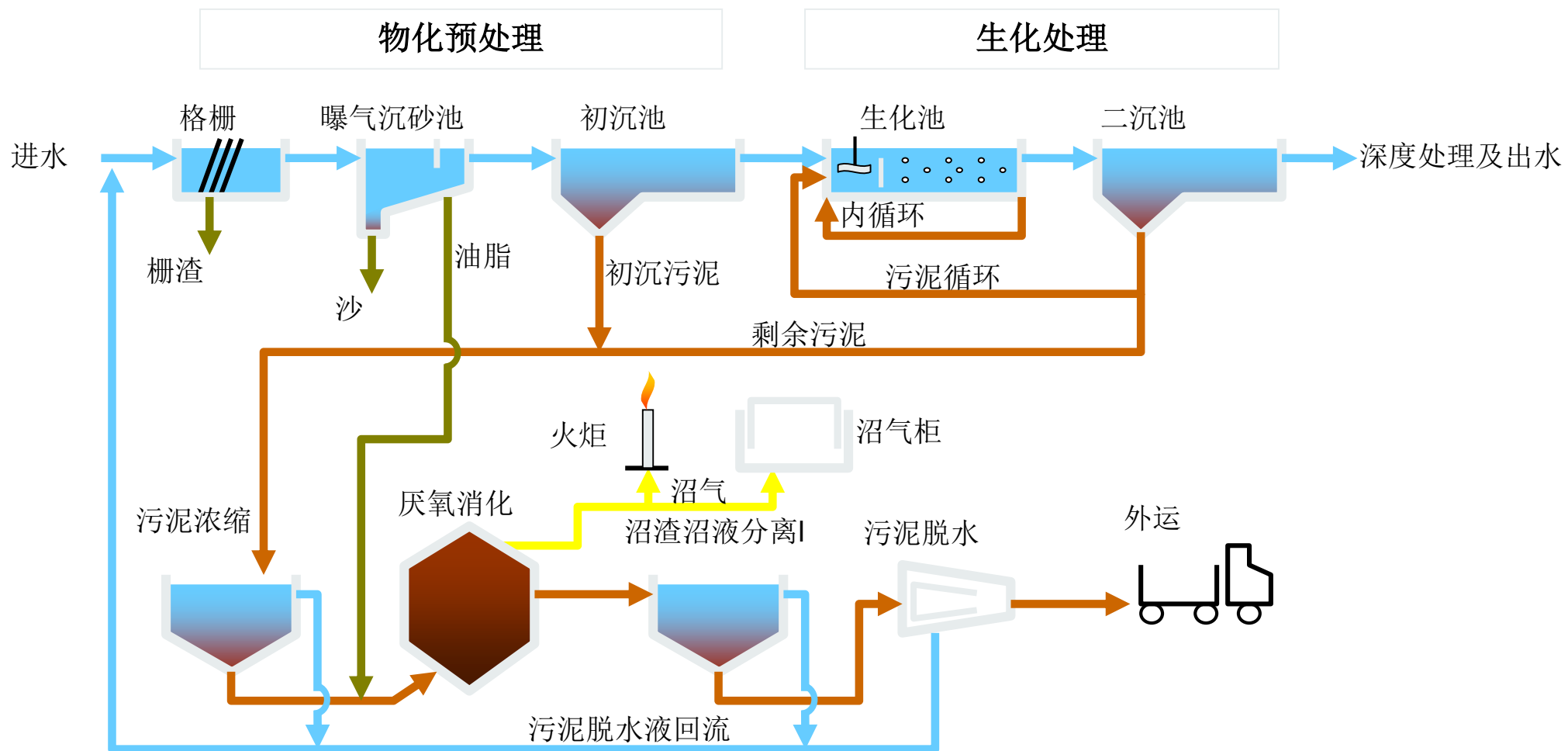
- 污水处理温室效应对环境的影响大概2% 左右

污水处理厂不同的出水标准

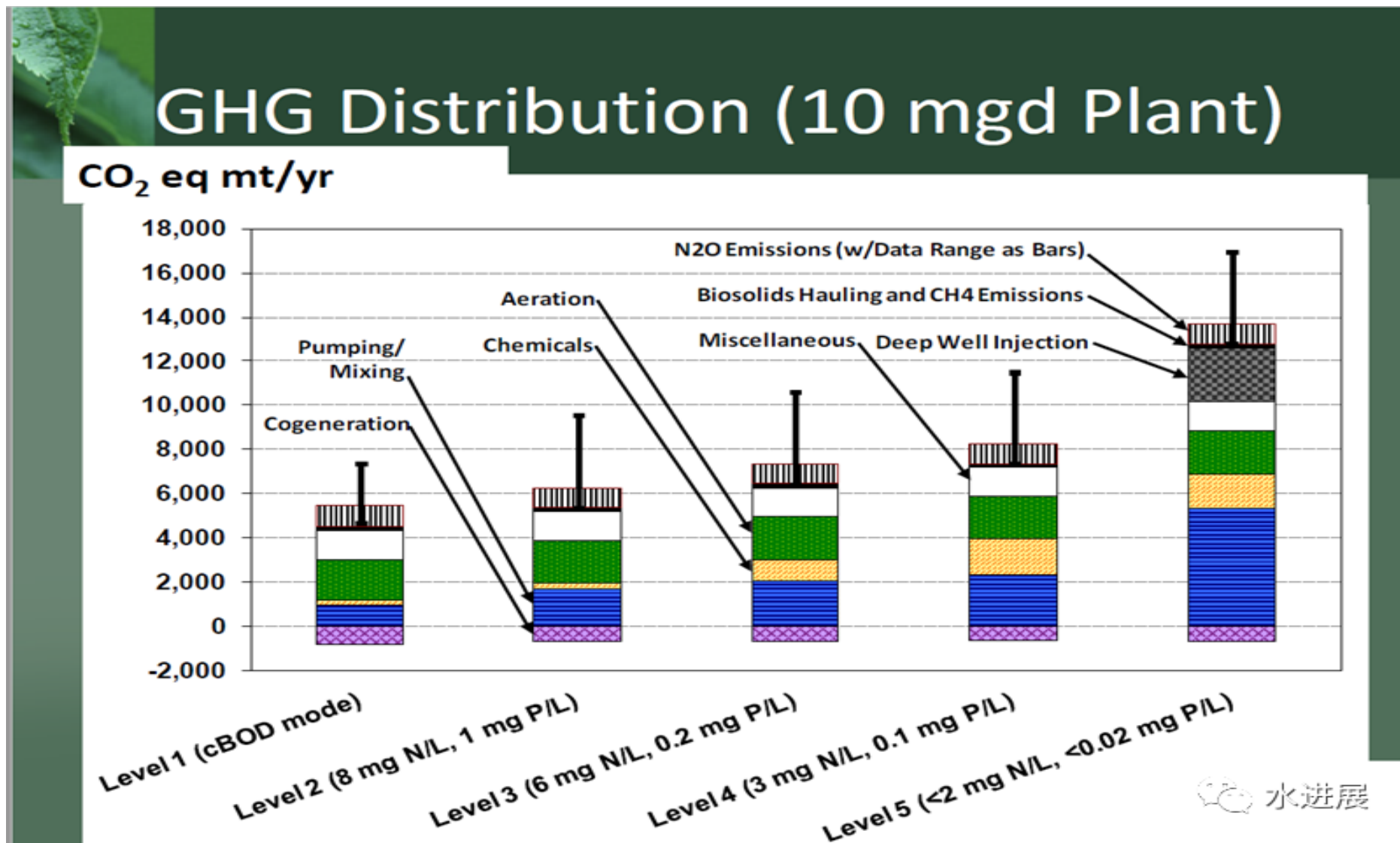
序号	标准 主要污染物	GB18918-2002 一级标准		北京地标		天津地标		地表IV类 水	地表III类 水
		A	B	A	B	A	B		
1	化学需氧量 (COD)	50	60	20	30	30	40	30	20
2	生化需氧量 (BOD ₅)	10	20	4	6	6	10	6	4
3	悬浮物 (SS)	10	20	5	5	5	5	/	/
4	总氮 (以N计)	15	20	10	15	10	15	1.5	1.0
5	氨氮 (以N计)	5 (8)	8 (15)	1.0 (1.5)	1.5 (2.5)	1.5 (3.0)	2.0 (3.5)	1.5	1.0
6	总磷 (以P计)	0.5	1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.3 (湖库 0.1)	0.2 (湖库 0.05)
7	色度 (稀释倍数)	30	30	10	15	15	20	/	/
8	粪大肠菌群数 个/L	1000	10000	500	1000	1000	1000	20000	10000

注：国标括号内数值为水温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 时控制指标； 国标一级B开始工艺要求具有除磷脱氮功能

污水处理的基本流程



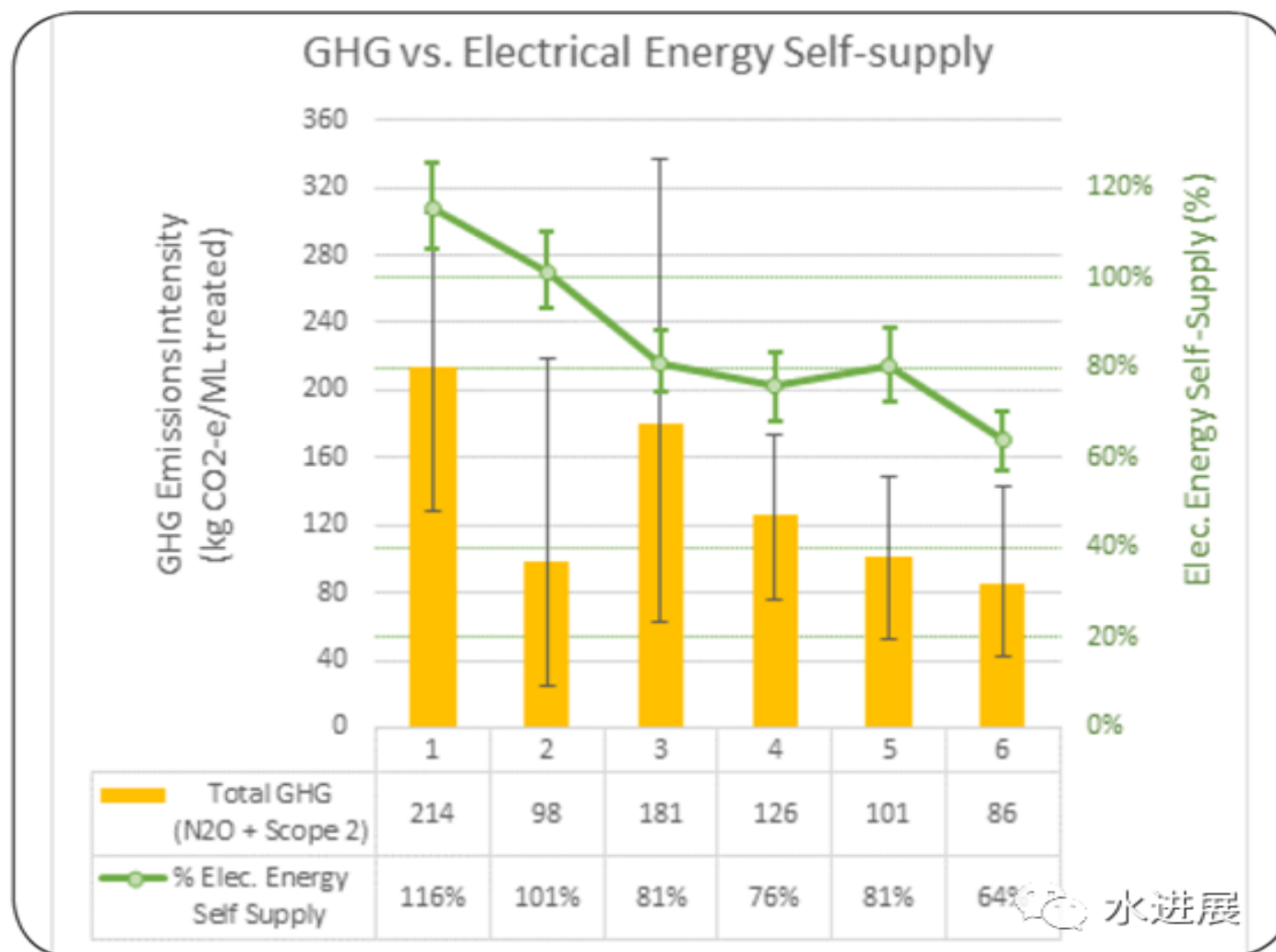
污水处理不同标准的温室效应影响



不同污水处理工艺的温室效应影响

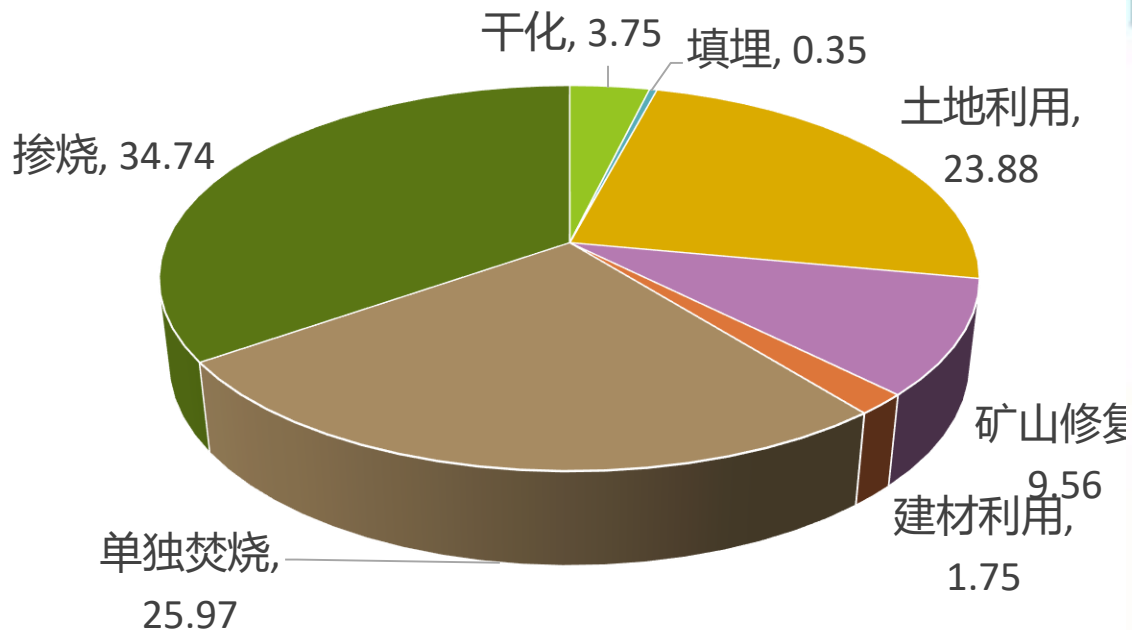
Table 1. Summary of WWTP configur

Configuration No.	Short Description
1	A-B, Mainstream & Sidestream DEMON
2	A-B, Sidestream DEMON
3	A-B, Sidestream N/DN
4	Step Feed, Side-stream N/DN
5	Step Feed, no side-stream
6 (Base Case)	MLE, no sidestream



德国污泥处理概况

污泥处理处置方式占比 (%)

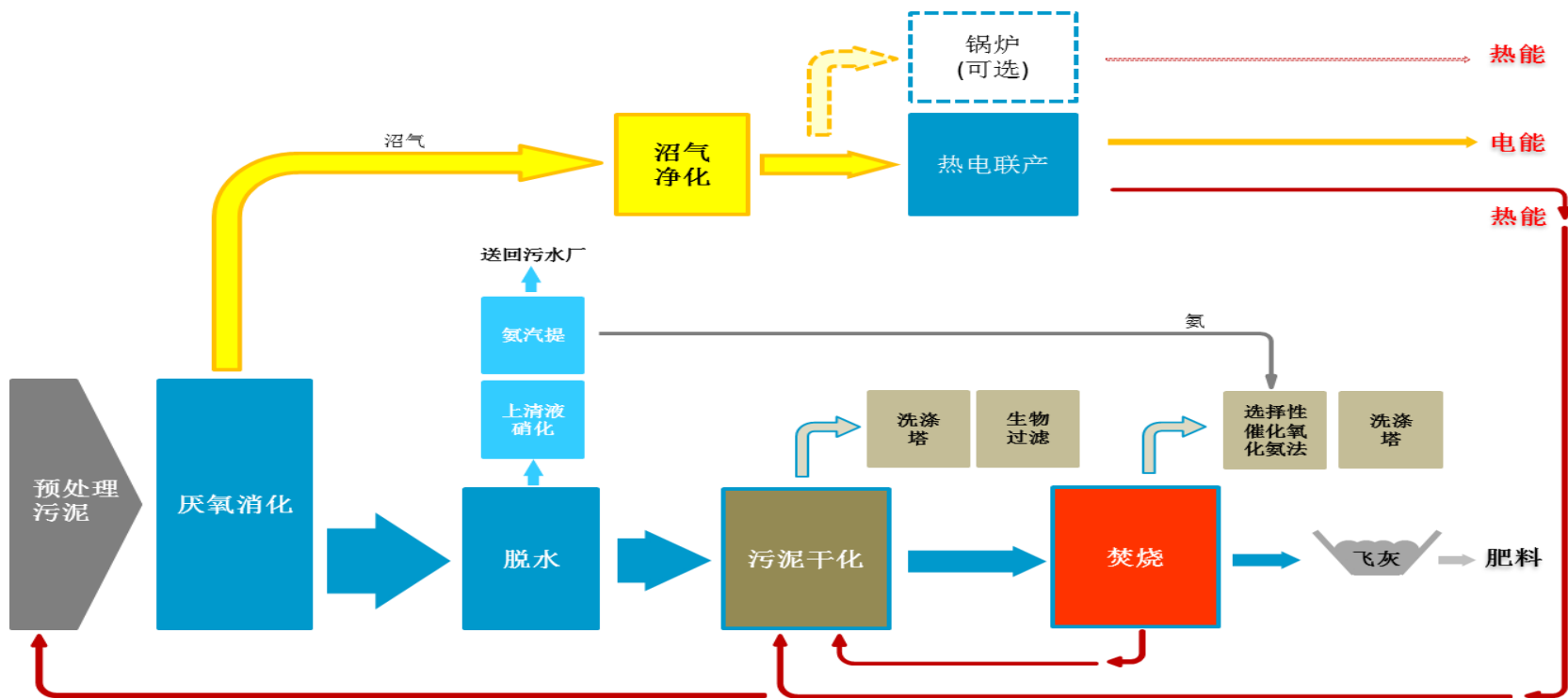


2016年德国污泥处理处置方式对比



2017年修订的“德国污泥条例” (AbklärV)实施路径

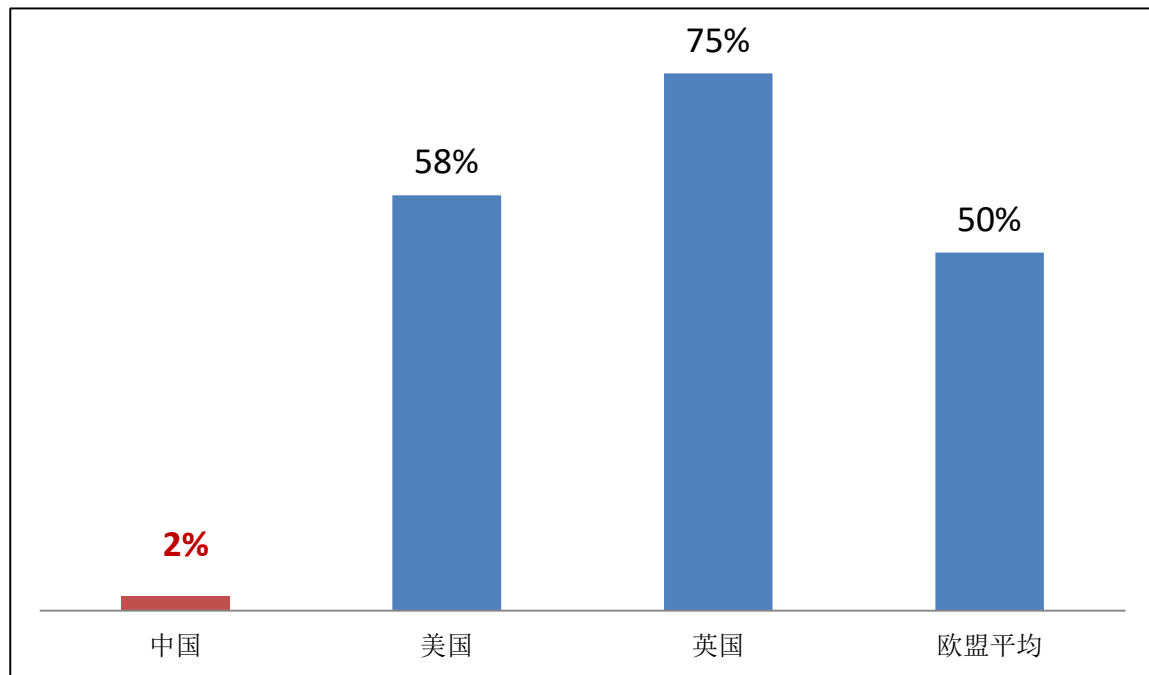
污泥处理的主流流程



- 在土地资源紧缺的大中型城市鼓励采用“生物质利用+焚烧”处置模式。将垃圾焚烧发电厂、燃煤电厂、水泥窑等协同处置方式作为污泥处置的补充。《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》（2020.7）
- 推广污泥集中焚烧无害化处理，城市污泥无害化处置率达到90%。《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》（2021.3）

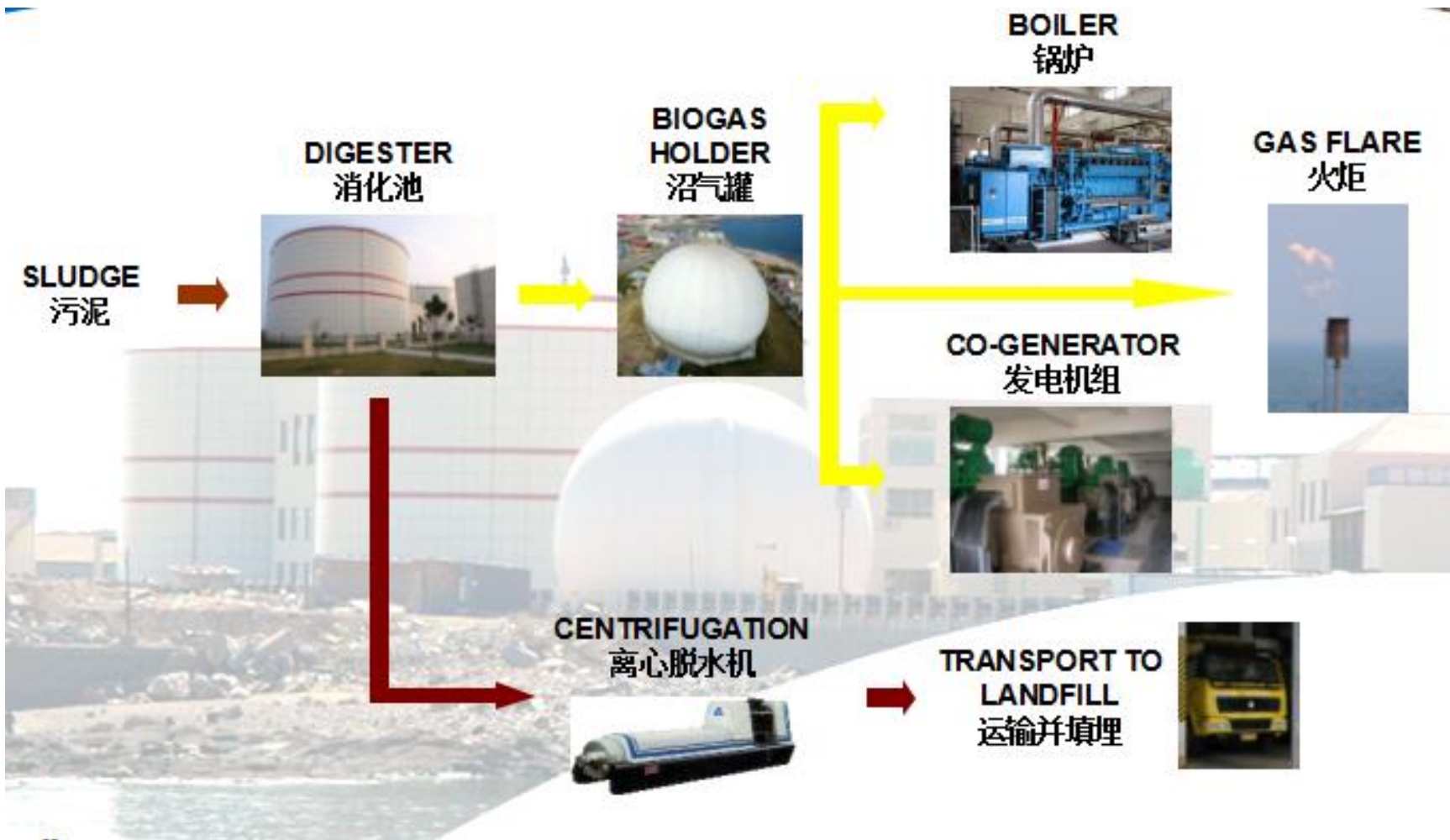
污泥厌氧消化技术应用与运行水平与发达国家差距

国内外污泥厌氧消化处理率对比



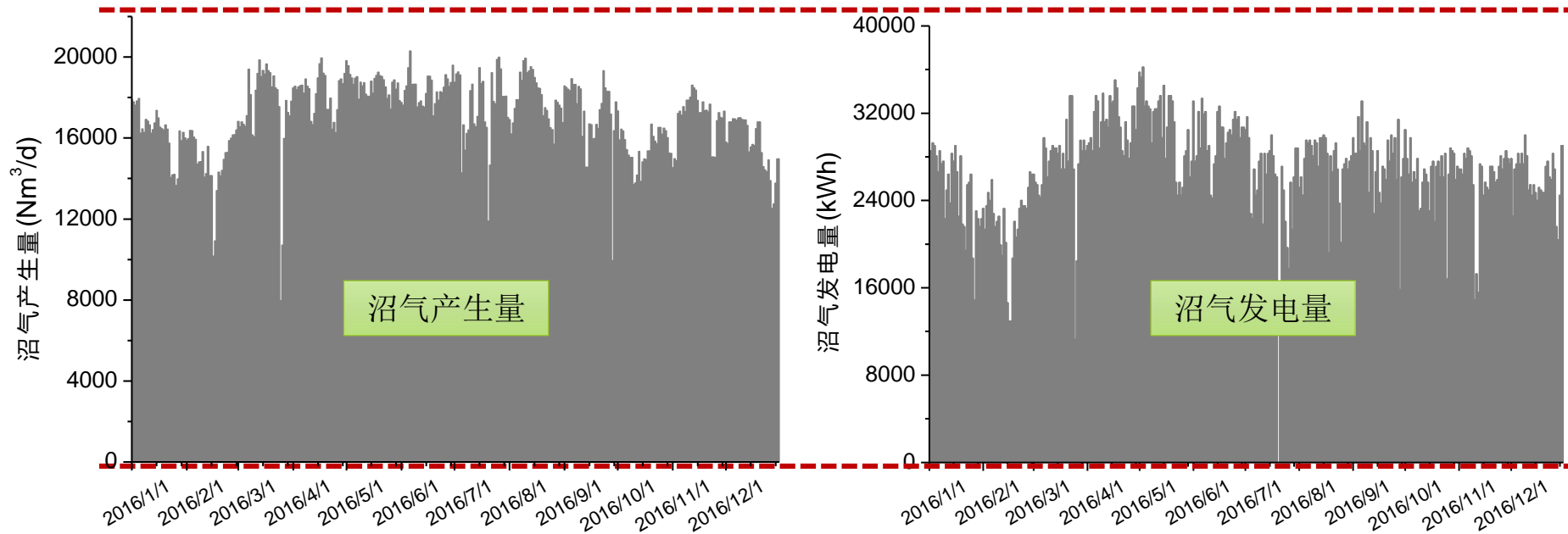
- 污泥有机质含量低，污水管网建设管理水平不高
- 污泥厌氧消化运行管理经验缺乏
- 厌氧消化全链条技术有待提高

国内某污水处理厂污泥厌氧处理工艺流程




污泥厌氧产沼发电量

- 全年平均每天沼气产量达到**17,073** m³;
- 全年平均每天发电量**27,047** kWh, 厂内全年平均每天耗电41,888 kWh, 即全年厂内用电**65%**由沼气发电系统提供;




污泥处理处置技术路线碳足迹的分析


污泥填埋，不回收沼气
以热干化污泥，并把污泥颗粒作土地利用



堆肥+污泥土地利用
焚烧并进行热力回收
以热干化污泥，并把污泥颗粒碳化土地利用



厌氧消化+沼气利用+污泥土地 利用
热水解厌氧消化+沼气利用+污泥土地 利用
热干化污泥+作为煤的替代品，用于水泥窑或发电厂



AECOM公司 “城市污水再生和污泥资源化利用政策研究” 项目

污泥堆肥-土地利用

碳排放类型	碳排放过程	污染治理
直接排放	<ul style="list-style-type: none">◆ 原料运输、生产过程中产生的燃料消耗◆ 产品运输、使用过程中的燃料消耗◆ 好氧发酵过程中产生的CH₄和N₂O◆ 土地利用过程中产生的CH₄和N₂O	<ul style="list-style-type: none">◆ 土地利用可能带来的污染转移◆ 出路受阻导致的污泥处理难题
间接排放	堆肥过程中供氧、翻抛产生的电耗	
碳补偿	土地利用可部分替代氮肥、磷肥的使用	

干化焚烧-建材利用

碳排放类型	碳排放过程	污染治理
直接排放	◆ 由于辅助燃料添加产生的燃料消耗	处理成本高
间接排放	◆ 生产过程中干化、输送等产生的电耗 ◆ 烟气净化过程产生的化学品消耗	
碳补偿	焚烧能源回收所能产生的热能和电能	

厌氧消化-土地利用

碳排放类型	碳排放过程	污染控制
直接排放	<ul style="list-style-type: none">◆ 厌氧消化过程中泄露的CH₄和N₂O◆ 土地利用过程中产生的CH₄和N₂O	<ul style="list-style-type: none">◆ 国内污泥有机质低产生的影响◆ 出路受阻导致的污泥处理难题
间接排放	厌氧消化过程中搅拌、输送产生的能耗	
碳补偿	<ul style="list-style-type: none">◆ 厌氧消化产生的沼气发电◆ 土地利用可部分替代氮肥、磷肥的使用	

电厂干化协同焚烧

碳排放类型	碳排放过程	污染治理
直接排放	◆ 由于干化蒸汽消耗导致的煤耗增加	
间接排放	◆ 生产过程中干化、输送等产生的电耗 ◆ 掺烧产生的化学品消耗	◆ 协同焚烧带来的污染物转移问题 ◆ 不利于磷资源的回收
碳补偿	干化后的污泥提供的热量	

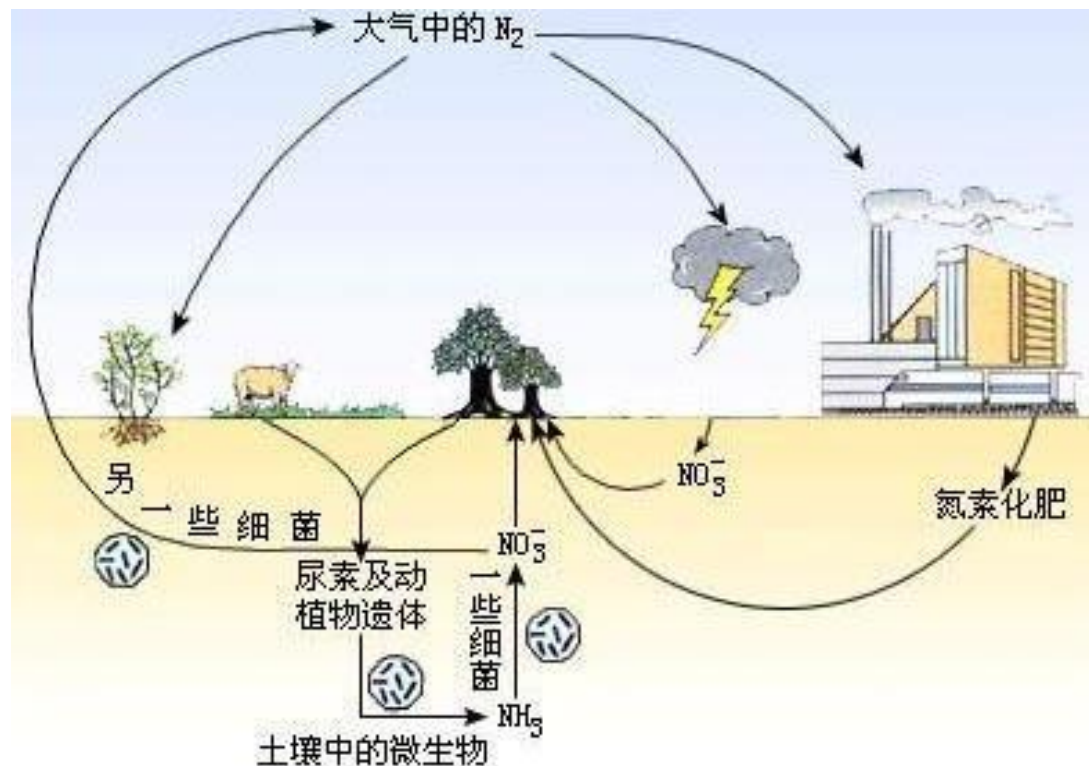


PART FOURTH

污水的资源回收

RESOURCES RECOVERY OF
WASTE WATER

污水处理中的资源回收



氨是最重要的氮肥，是产量最大的化工产品之一，传统的工业合成氨技术是德国人哈伯（Fritz Haber）在1905年发明的，因此也被称为哈伯法合成氨。哈伯本人也因此获得了1918年度诺贝尔化学奖。



德国化学家
Fritz Haber 弗里兹·哈伯
1868- 1934



合成氨吨产品碳排放约 2.7吨 CO₂当量

污水处理中的资源回收

全国城镇污水量约2亿立方/天

COD以500mg/L计

沼气产率
0.45m³/kgCOD

产沼潜力可达4500万
m³/d

总能量达到2.94亿
KWh/d

减少碳排放
900万吨CO₂/a

N以50mg/L计

N的总含量9240t/d

折NH₃为1.1万吨/d

减少碳排放
1100万吨CO₂/a

P以8mg/L计

P的总含量
58万t/a

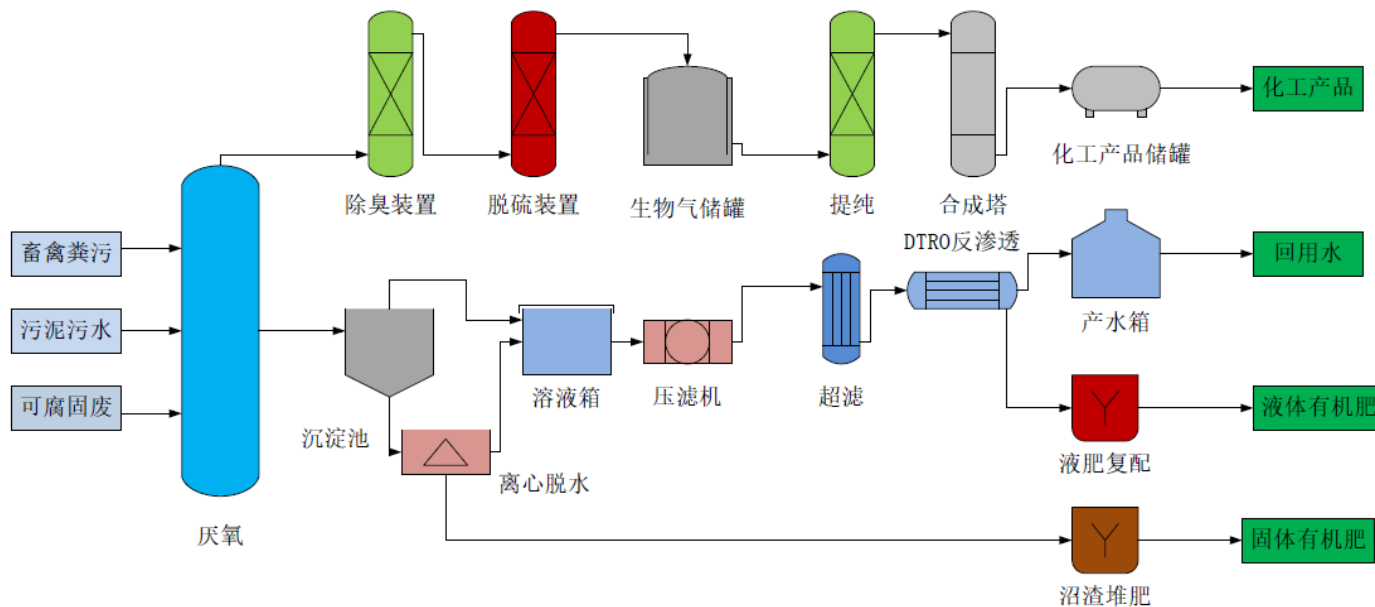
折P₂O₅产生量
133万吨/a

厕所的革命——马桶是人类历史最伟大的发明之一



能够将污水从人口稠密的地方排出，并将干净的水引入这些地方，使现代城市成为可能。没有它，我们仍然会有城市，但不像我们所知道的那样。没有厕所和马桶，高层建筑是不可能存在的。把公寓楼、办公楼和密集的市中心从你的世界图景中移除，你也必须改变你的图景的其他部分，因为它的含义一直在荡漾。

污水处理中的资源回收



畜禽粪污能源化工系统

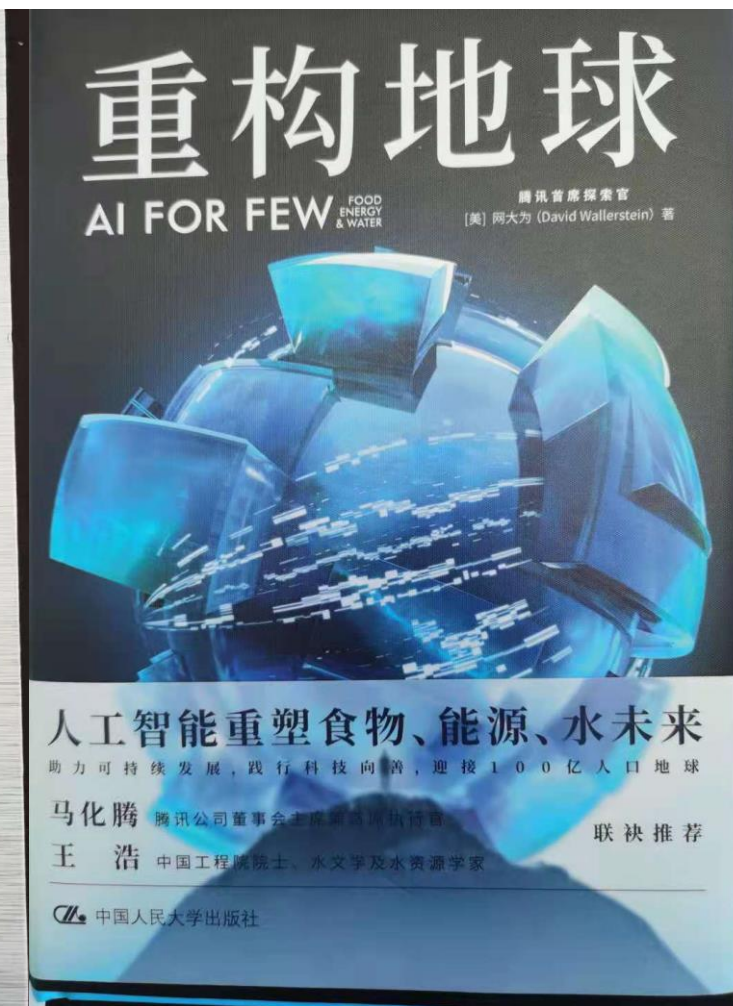
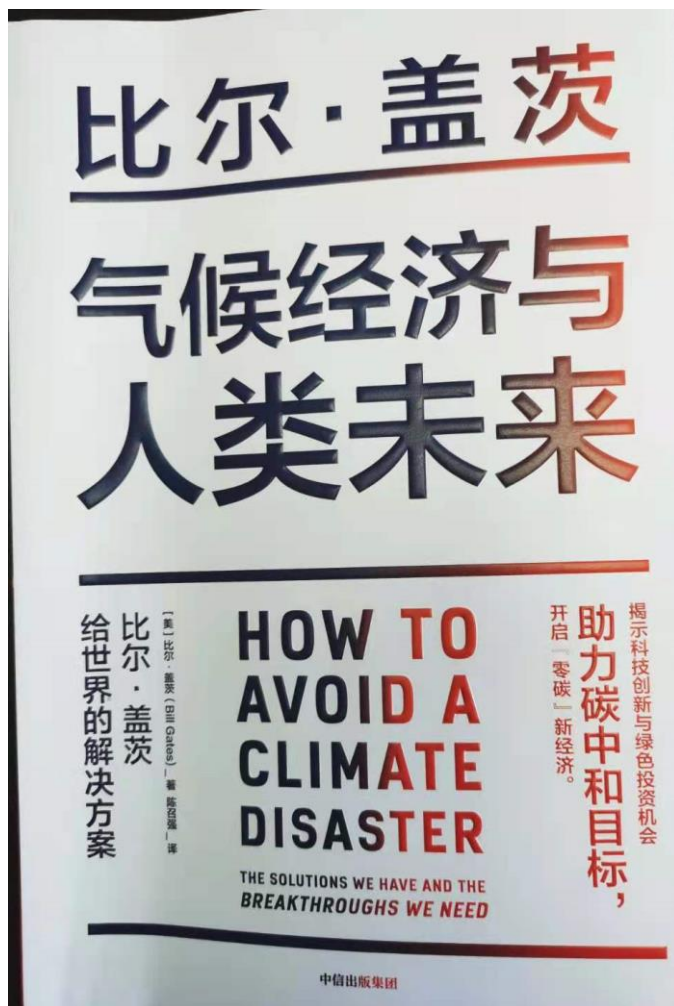
未来物理处理可能不再是简单的预处理，而是有可能发挥更关键的作用

按照平均150 l/d用水量,每家庭把黑水（饮用水，厕所及做饭）和灰水（洗衣，洗澡）分开，大概黑水与灰水比例1/3左右。按照德国ATV的标准，10万人口当量相当于15,000 m³/d



指标 mg/l	当量 g/PE.d	污水浓度 kg/d	黑水浓度 mg/l
COD	120	12000	2400
BOD	60	6000	1200
TN	11	1100	220
TP	1.8	180	36

碳中和的观点推荐





THANK YOU

给水排水

2021会议活动预告



会议活动预告详情



《给水排水》官方微信
20万+专业粉丝共同关注

时间	地点	活动内容	人数	联系人
4月8-9日	义乌	2021自来水水表和阀门选型与管理研修班	150	路恒18811581764 杨 曦18410201827 侯培强13810395340
3月26-28日	北京	第十届中国水业院士论坛	1000	夏 韵18611516298
5月12-15日	长沙	2021给水大会（3个论坛、1个沙龙、1个培训班） 中国城市智慧水务高峰论坛 给水厂现代化技术改造论坛 二次供水与老旧小区给水系统改造论坛 供水优化营商环境沙龙 供水管网产销差控制研修班	1500	智慧：杨 曦18410201827 水厂：王 祺15600027982 二供：负金娟15201348767 培训：侯培强13810395340 备用：张 杰18500045167
5月26-28	广州	2021水环境大会（分设2个分论坛） 黑臭水体治理论坛海绵城市与排涝论坛	1000	海绵：王 祺15600027982 黑臭：李新鑫18428387942 备用：侯培强13810395340 夏 韵18611516298
6月23-25日	宜兴	2021中国农村污水治理与饮水安全提升高峰论坛（第五届）	500	李金龙18910635575 侯培强13810395340
9月2-3日	合肥	绿色工厂厂务大会	300	张美雪18810946466 张 杰18500045167
9月15-18日	重庆	2021中国城市垃圾渗沥液处理论坛（第八届）	600	王 祺15600027982 张 杰18500045167
9月下旬	上海	污泥处理处置特色案例参观活动——上海站 中国城市环境卫生协会 污泥专委会 年度活动	100	杨 曦18410201827 张 杰18500045167
10月13-16日	武汉	2021排水大会 （污水系统提质增效、污泥处理处置） 中国城市环境卫生协会 污泥专委会 年度活动	1000	污泥：杨 曦18410201827 污水：王 祺15600027982 备用：张 杰18500045167 夏 韵18611516298
11月	拟苏州	2021中国勘察设计协会水系统分会年会	400	杨 曦18410201827 负金娟15201348767
待定		国家污泥处理处置产业技术联盟 年度活动	--	夏 韵18611516298
待定		其他细分专业论坛与活动洽谈	--	张 杰18500045167