

生态卫生技术的区域复合生态效益： ——基于黄土高原地区城市的情景分析



The Regional Eco-Benefits Through Adopting
Ecological Sanitation Technologies
---- Scenarios Analysis of Chinese Cities in
Loess Plateau

周 传 斌
Chuanbin Zhou

Research Center for Eco-Environmental Science
Chinese Academy of Sciences



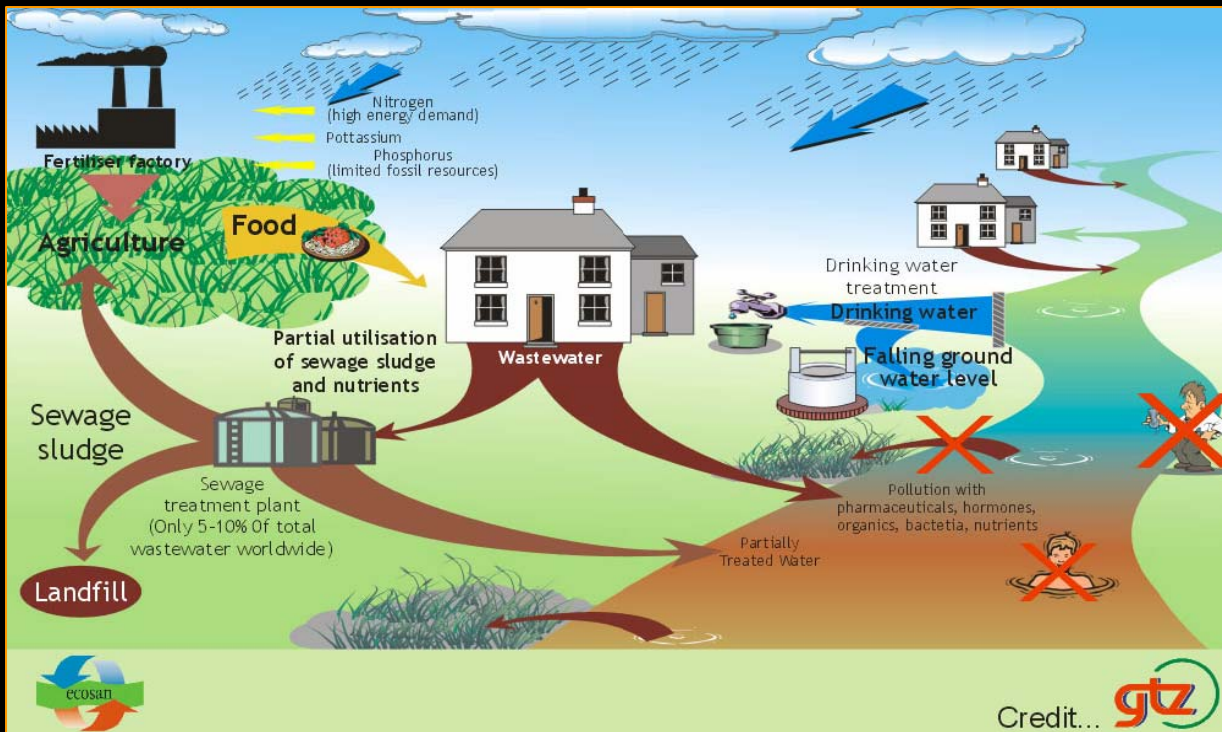
汇报内容

1. 引言
2. 研究地区及研究方法
3. 结果与分析
4. 讨论
5. 结果与探讨

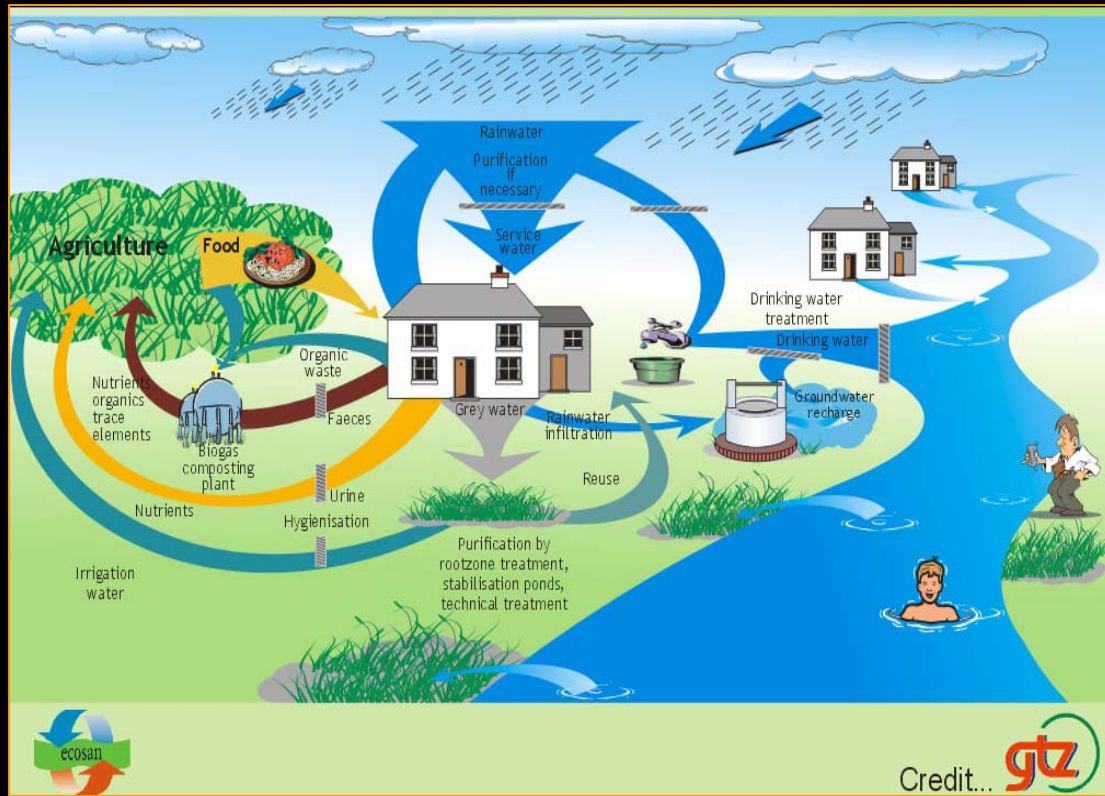
1. 引言

建设部2005年统计:

1. 中国七大水系的410个地表水监测中27%为劣等水质
2. 113个环保重点城市的222个地表水饮用水水源平均水质达标率72%
3. 全国42%的城市缺乏污水处理设施
4. 生活垃圾处理能力上升20%，而无害化处理率从61%下降至53%



1. 引言

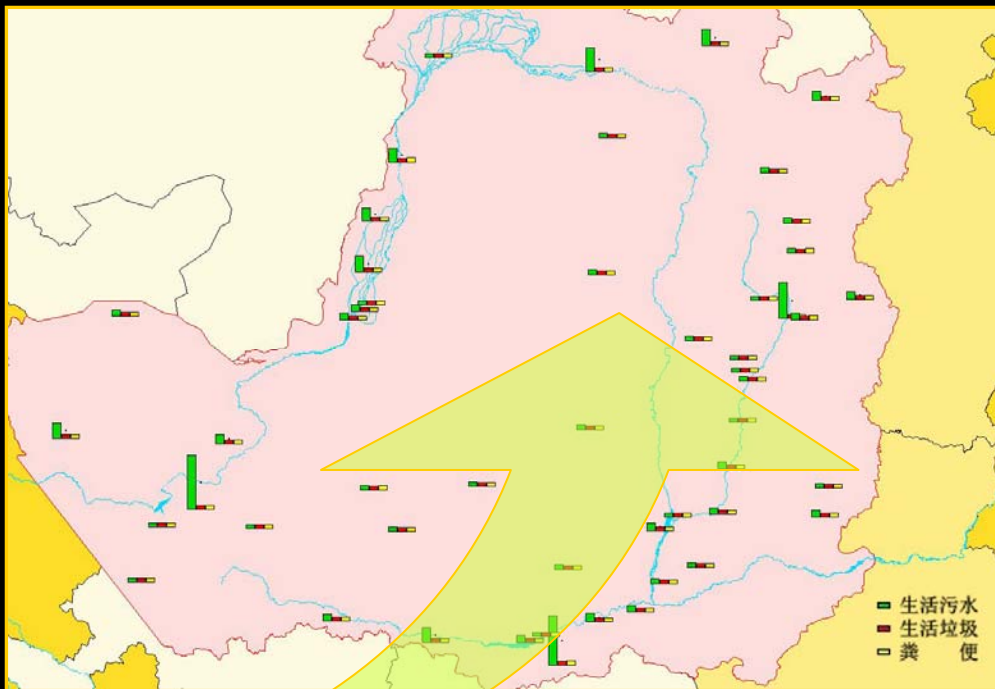
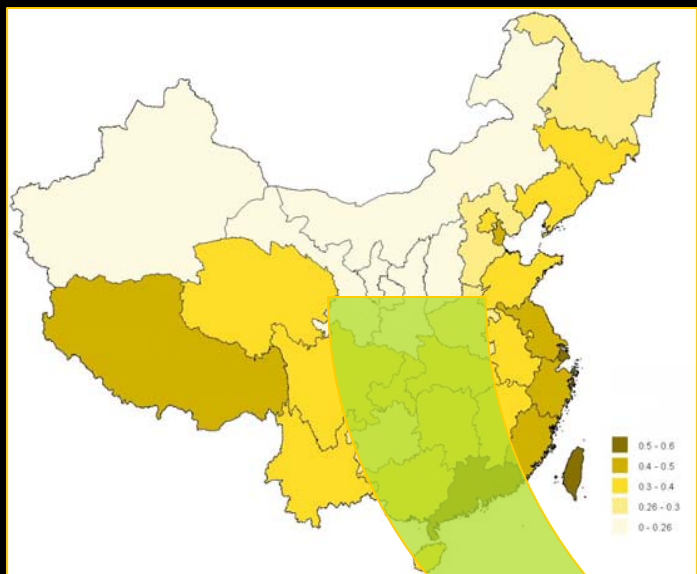


生态卫生正是解决城乡环境、公共卫生和人体健康问题的一种有效途径，其本质在于**尊重生态完整性**，通过对生活有机废弃物的无害化处理和循环利用，既可以提升居民的生活品质和健康水平，又可以保护饮用水及生物质资源。

2. 研究地区及研究方法

研究地区概况：

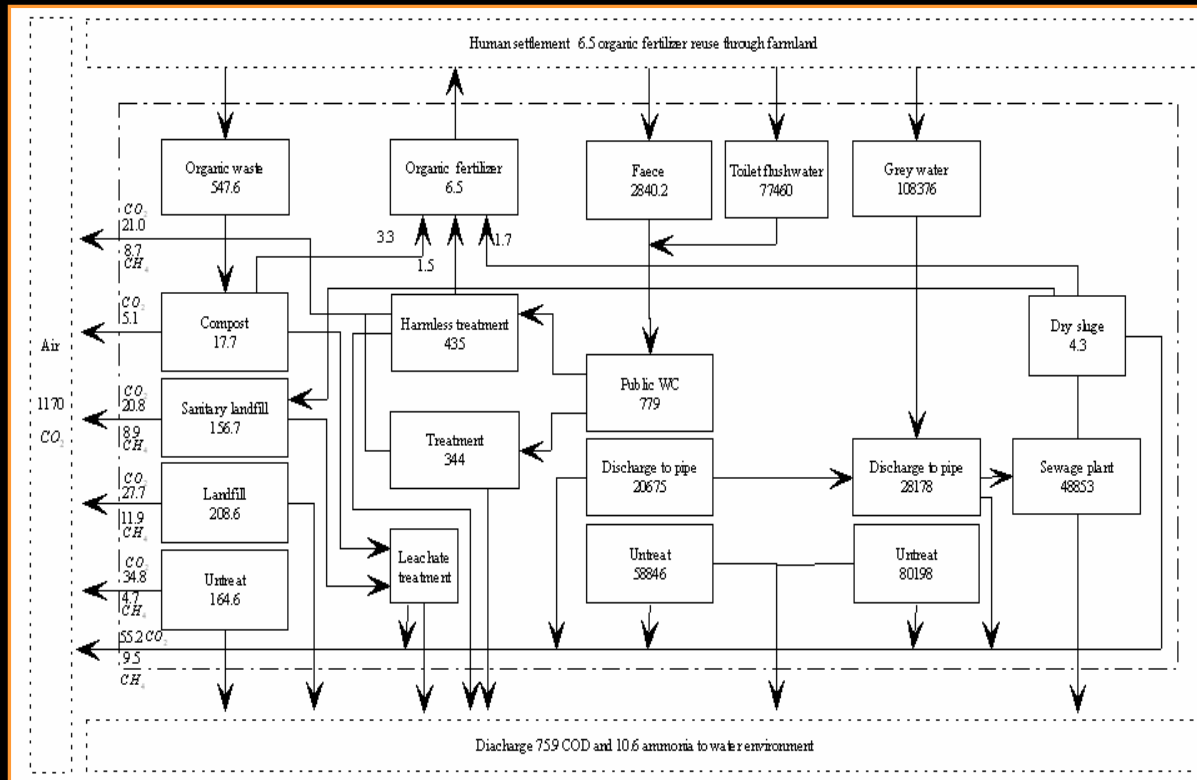
（黄土高原地区，包括青海、内蒙、陕西、山西、宁夏、甘肃6省的51座城市）



区域特征：

- ❖ 土壤贫瘠：土壤有机质<1%
- ❖ 干旱少雨：人均地表水量（37%）、人均地下水量（62%）、平均降水量（39%）
- ❖ 发展滞后：人均GDP量为全国平均水平的63%

2. 研究地区及研究方法



黄土高原地区城市卫生系统流程示意图

已建成的城市卫生系统特征:

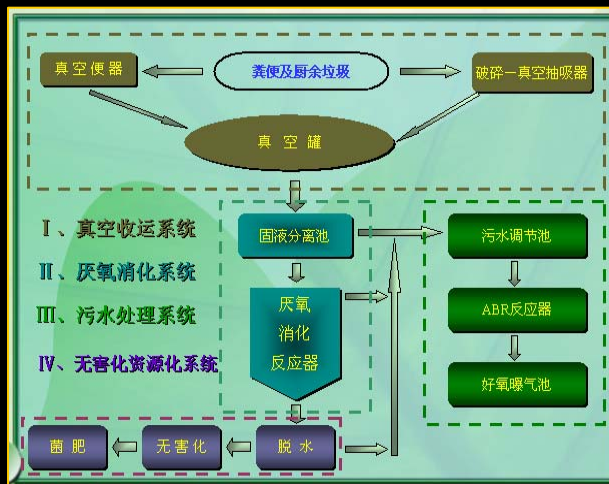
- 生活垃圾填埋（少量堆肥）
- 粪便集中处理或纳管
- 污水集中处理

2. 研究地区及研究方法

单元技术矩阵

Organic solid waste	Faeces	Urine	Grey water
M1 Central landfill	F1 Central sewage plant	U1 Central sewage plant	S1 Central sewage plant
M2 Central compost	F2 Central faeces plant	U2 Central faeces plant	S2 Decentral sewage facility
M3 Central digest	F3 Decentral compost	U3 Decentral digest	
M4 Decentral compost	F4 Decentral digest	U4 Storage	
M5 Decentral digest			

单元技术整合



浙江金华农村污水处理

城市社区污粪处理中试试验研究

鄂尔多斯生态社区

2. 研究地区及研究方法

生态卫生技术的主要技术经济指标计算方法

1. 温室气体排放及甲烷利用潜力计算方法
2. 水污染物排放计算方法
3. 营养物回收潜力计算方法
4. 基建投入和运行费用计算方法

2. 研究地区及研究方法

复合生态效益的计算方法

- (1) 温室气体排放与甲烷利用减排估算方法
- (2) 流域水污染物排放计算方法
- (3) 营养物回收与粮食供应计算方法

按人口预测量分别计算各情景下的均值（各技术模式平均分布）、最大值和最小值

- (4) 综合经济效益计算方法：

综合经济效益计算考虑投入费用和产出效益两部分：投入费用包括基建设施投入费用和运行费用；产出效益包括甲烷利用效益（甲烷发电，排除发电投入和运行费用后的净年收益）、甲烷减排效益（清洁发展机制下的减排效益，8\$/t CO₂e）、中水回用效益（排除中水处理设施及管道投入和处理费用后的年纯收益）、肥料收益（K、P、K折成某比例的肥料后的市值）。

3. 结果与分析

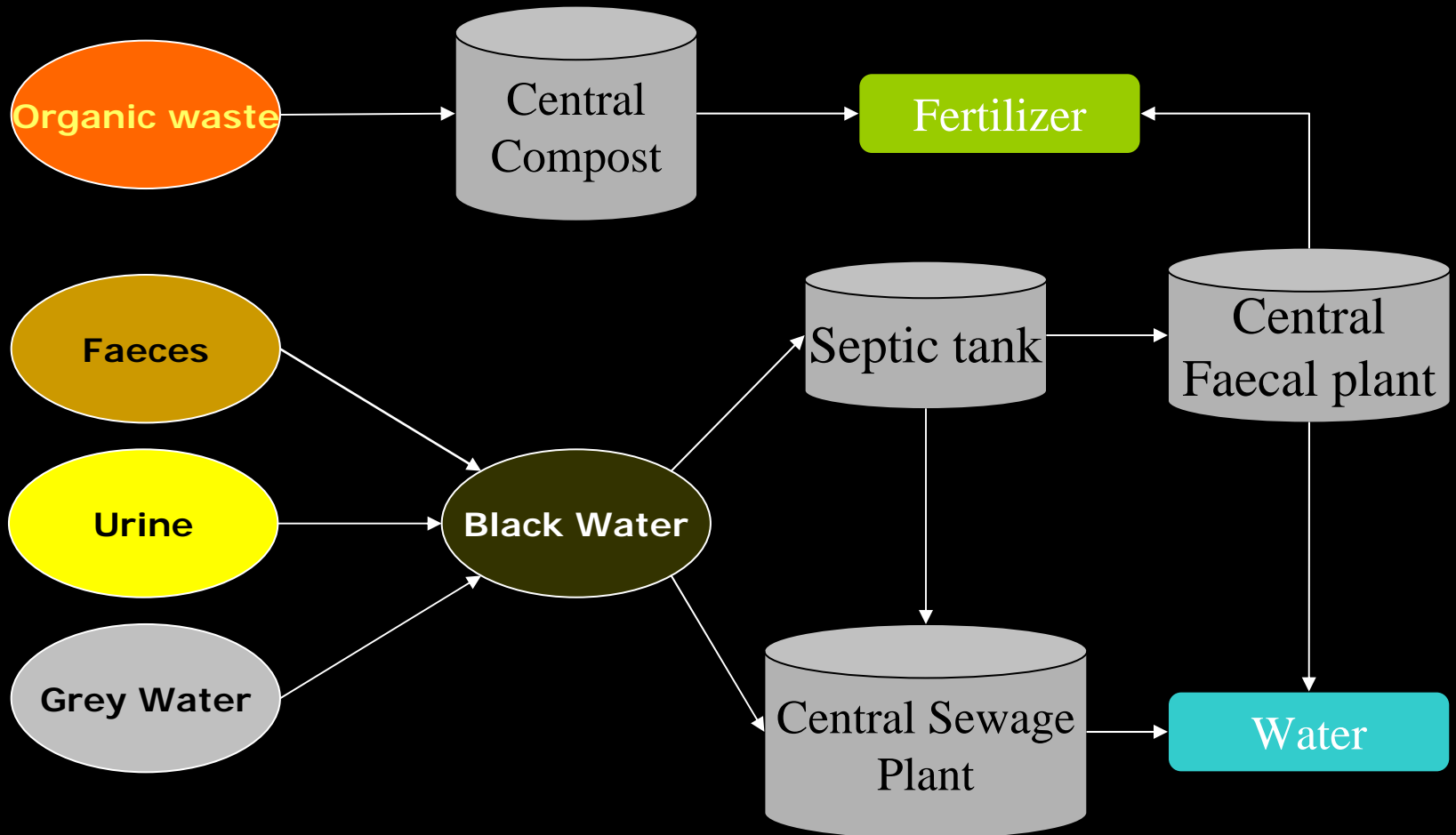
适宜性组合技术分析

ID	集成技术	技术组合类型
C1	垃圾集中填埋+粪污集中处理（传统末端治理模式）	集中式
C2	垃圾集中填埋+粪污集中处理（强化利用填埋气和污泥）	集中式
C3	垃圾、粪便和尿液集中消化+杂排水集中处理	集中式
C4	垃圾集中堆肥+粪便尿液集中消化+杂排水集中处理	集中式
D1	垃圾和粪便原位堆肥+尿液储存利用+杂排水原位处理	分散式
D2	垃圾、粪便和尿液原位消化+杂排水原位处理	分散式
D3	垃圾和粪便原位消化+尿液储存利用+杂排水原位处理	分散式
D4	垃圾原位堆肥+粪便原位消化+尿液储存利用+杂排水原位处理	分散式

3. 结果与分析

适宜性组合技术分析

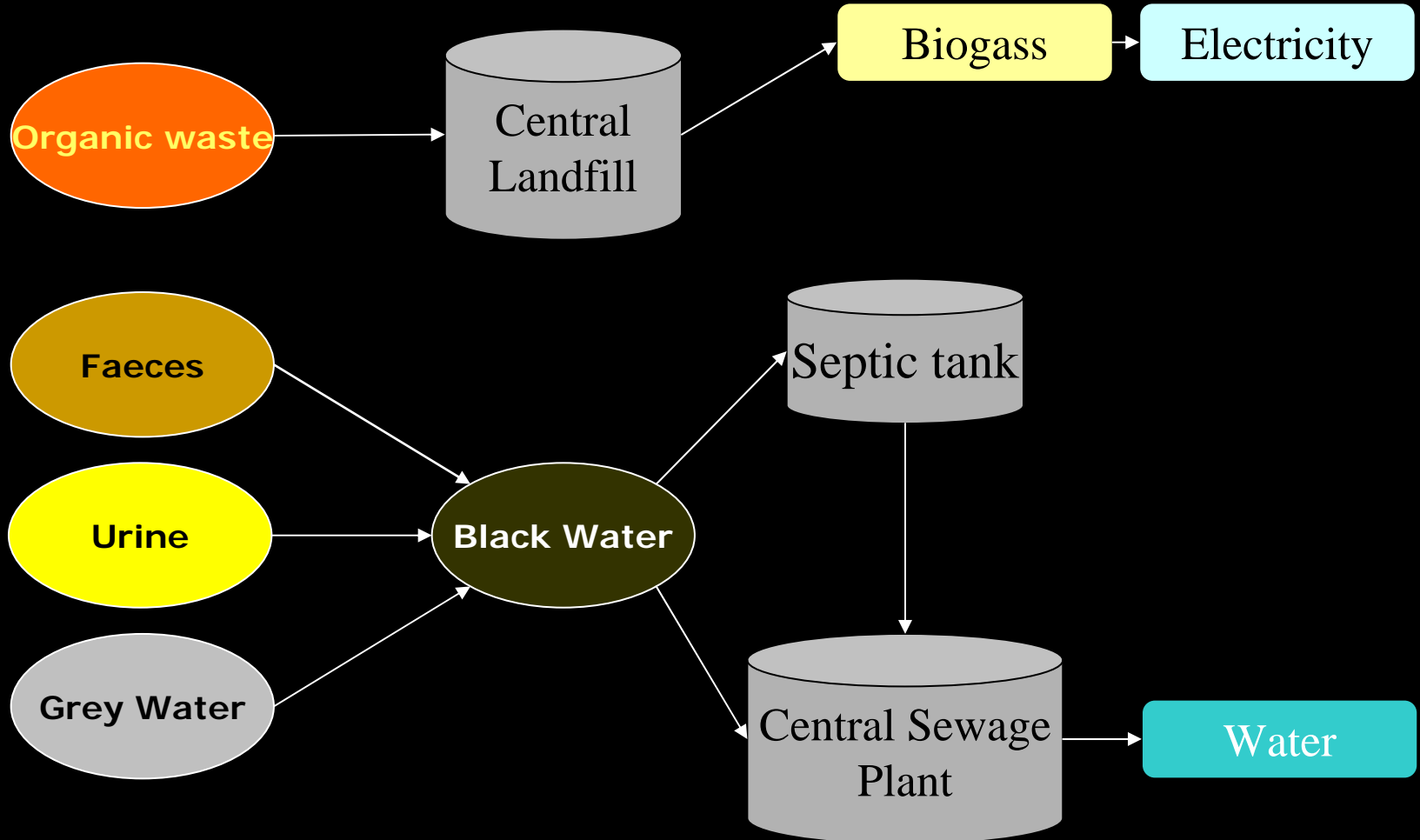
Central model for old urban areas



3. 结果与分析

适宜性组合技术分析

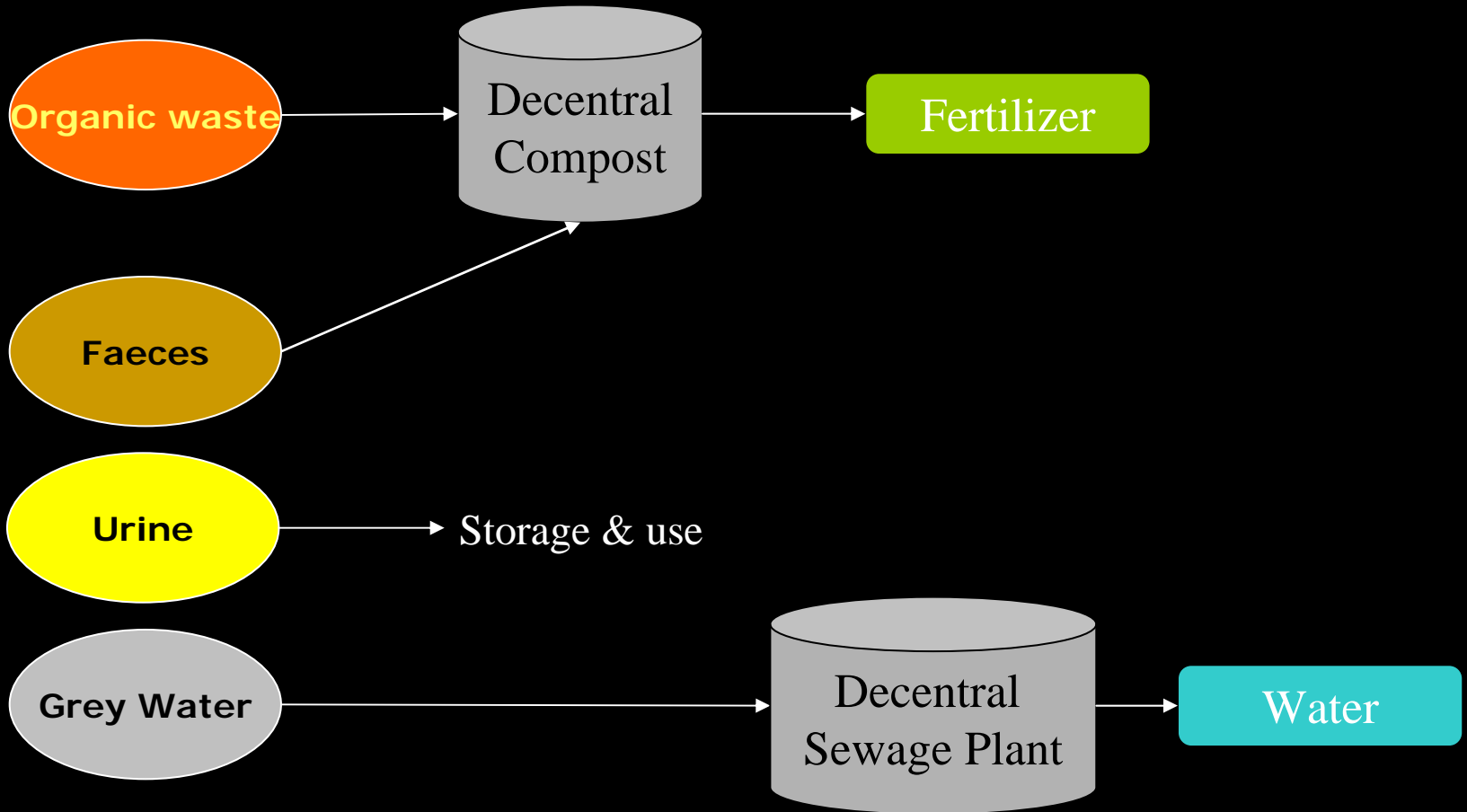
Central model for old urban areas



3. 结果与分析

适宜性组合技术分析

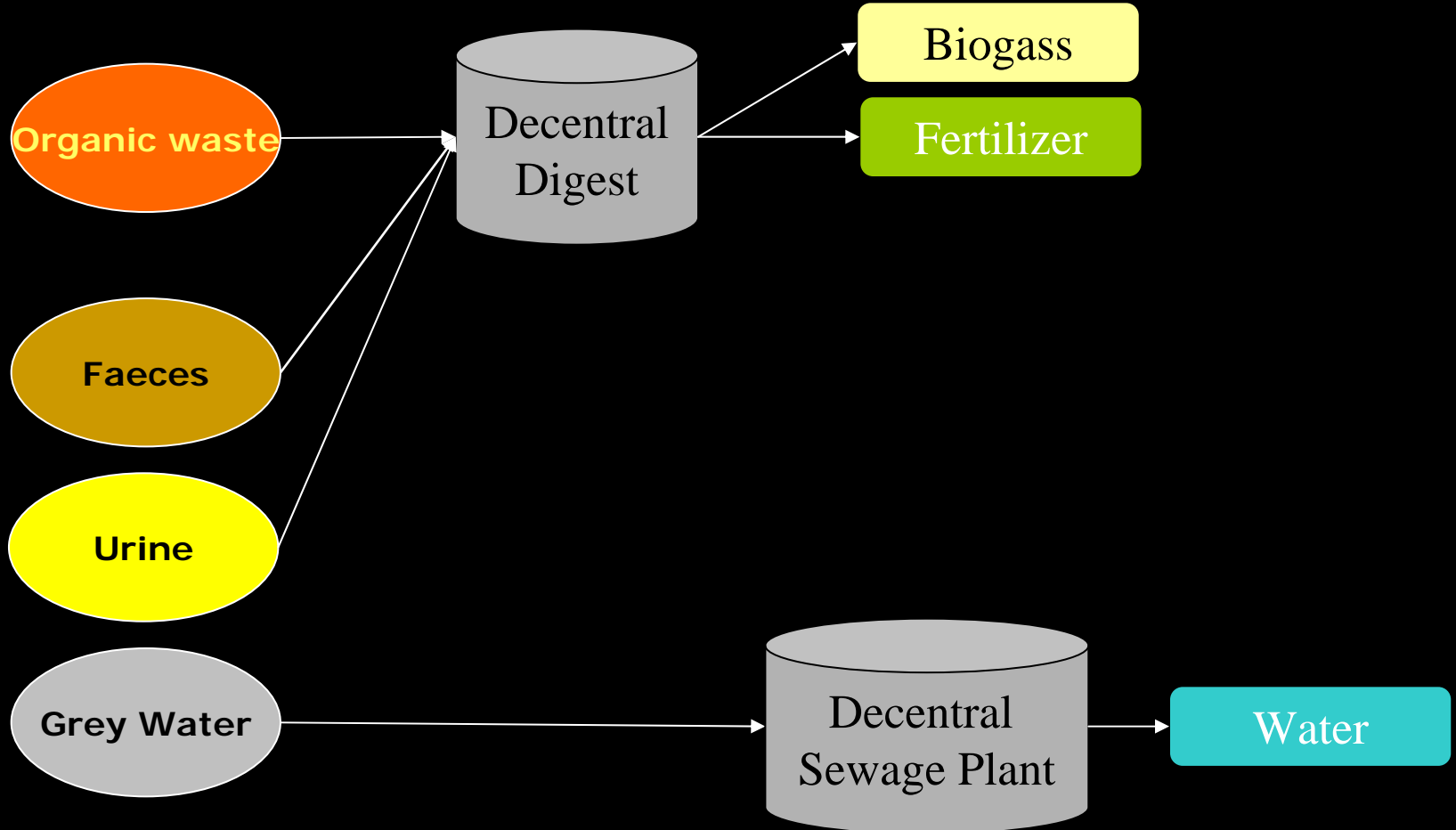
Decentral model for new built urban areas



3. 结果与分析

适宜性组合技术分析

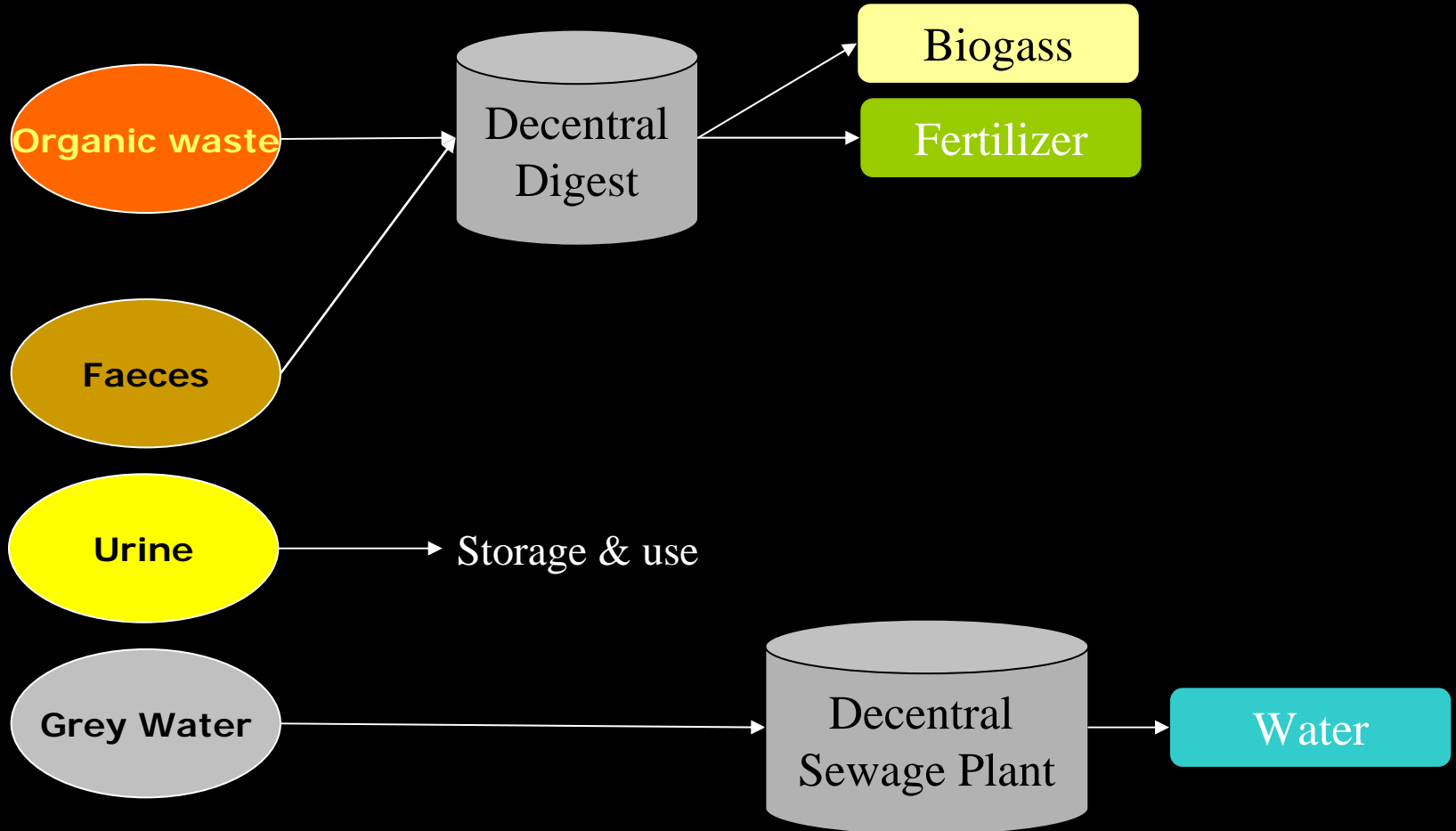
Decentral model for new built urban areas



3. 结果与分析

适宜性组合技术分析

Decentral model for new built urban areas



3. 结果与分析

组合方案的相关技术经济指标计算：

ID	温室气体排放		水体污染物排放			营养回收潜力			投资运行费用		
	CH ₄ 利用	CO ₂ e排放	BOD5	SS	NH ₃ -N	N	P	K	投资	运行	综合
	吨/年	吨/年	吨/年	吨/年	吨/年	吨/年	吨/年	吨/年	万元/年	万元/年	万元/年
C1	0.00	4150.13	10.99	11.00	9.13	0.35	0.08	0.35	34.63	38.67	73.30
C2	148.04	1041.21	10.99	11.00	9.13	0.35	0.08	0.35	34.63	38.67	73.30
C3	159.52	177.52	11.01	11.01	9.17	12.29	2.07	3.57	39.20	41.85	81.05
C4	4.38	198.65	10.95	10.95	9.13	12.29	2.07	3.57	36.16	39.51	75.67
D1	0.00	45.00	5.55	2.77	2.77	48.16	7.48	13.40	8.88	17.93	26.81
D2	164.24	32.85	7.30	3.65	3.65	13.92	2.96	5.20	14.15	24.03	38.18
D3	162.43	26.94	5.99	2.99	2.99	47.52	7.16	12.76	18.40	26.77	45.17
D4	7.29	47.96	7.30	3.65	3.65	7.52	2.16	3.76	17.38	30.31	47.69

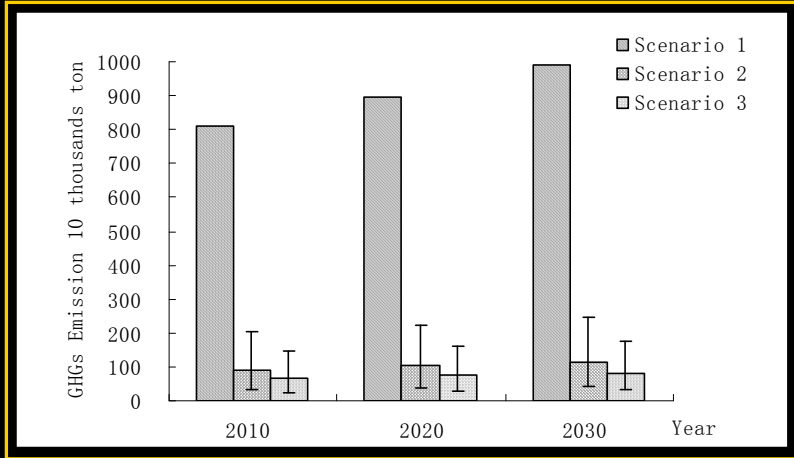
3. 结果与分析

情景设定:

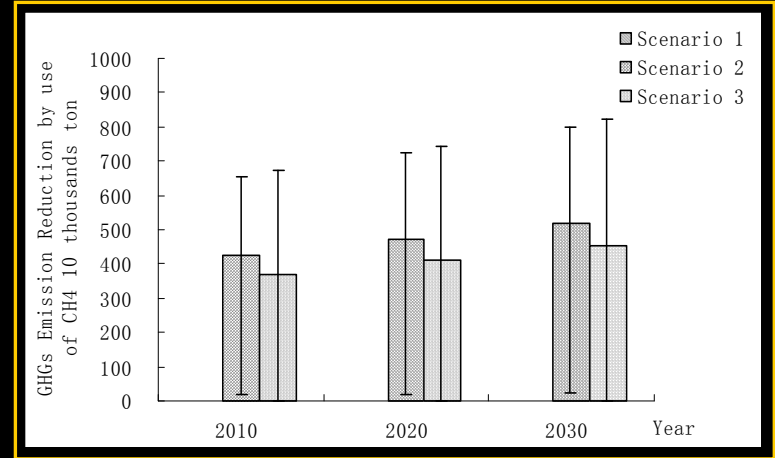
情景	情景1: 传统末端治理模式	情景2: 集中式生态卫生模式	情景3: 集中-分散式相结合的生态卫生模式
说明	城市生活垃圾、粪便与污水采用集中末端治理的技术体系和管理方法, 仅保证污染物的无害化处理, 不强调资源的循环利用。	城市生活垃圾、粪便与污水在末端尽可能的资源化利用, 在保证污染物无害化处理的同时强调资源的循环利用。	城市生活垃圾、粪便与污水在适宜的城区(新建城区)采用分散式生态卫生模式, 老城区采用集中式生态卫生模式。
技术模式	C1	C2~C4 (各占1/3)	D1~D4 (各占1/4) C2~C4 (各占1/3)
集中式技术应用人口 (万人)	2010: 1952.8 2020: 2157.1 2030: 2382.8	2010: 1952.8 2020: 2157.1 2030: 2382.8	2010: 1367.0 2020: 1510.0 2030: 1668.0
分散式技术应用人口 (万人)	2010: 0 2020: 0 2030: 0	2010: 0 2020: 0 2030: 0	2010: 585.8 2020: 647.1 2030: 714.8

3. 结果与分析

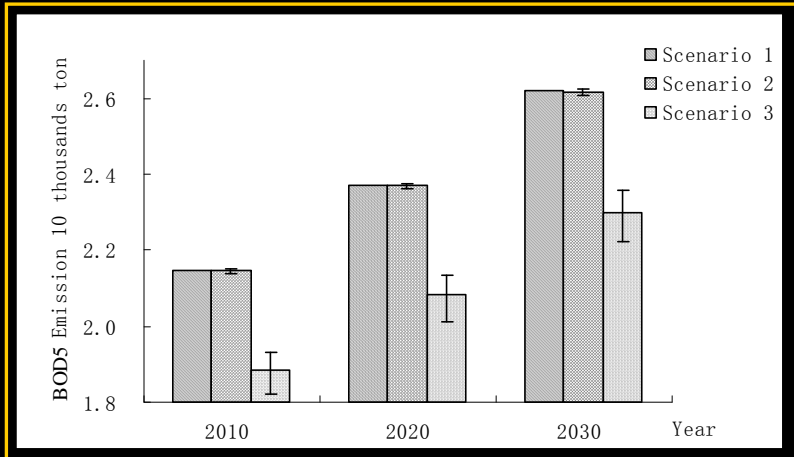
情景计算与分析:



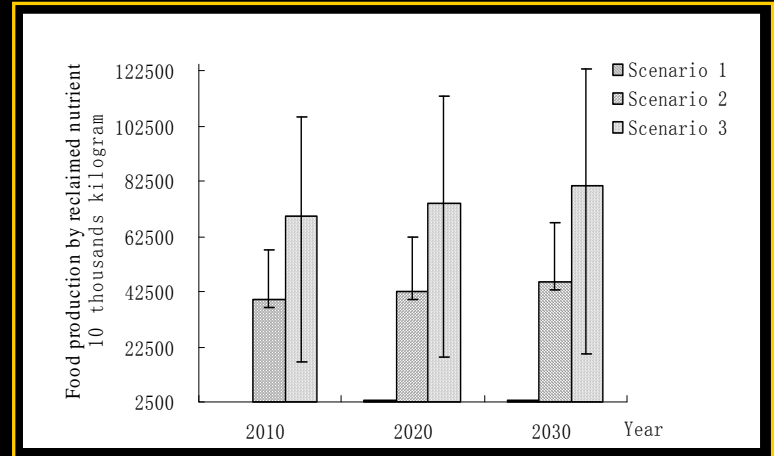
温室气体排放的情景分析



甲烷再生利用带来的温室气体减排量分析

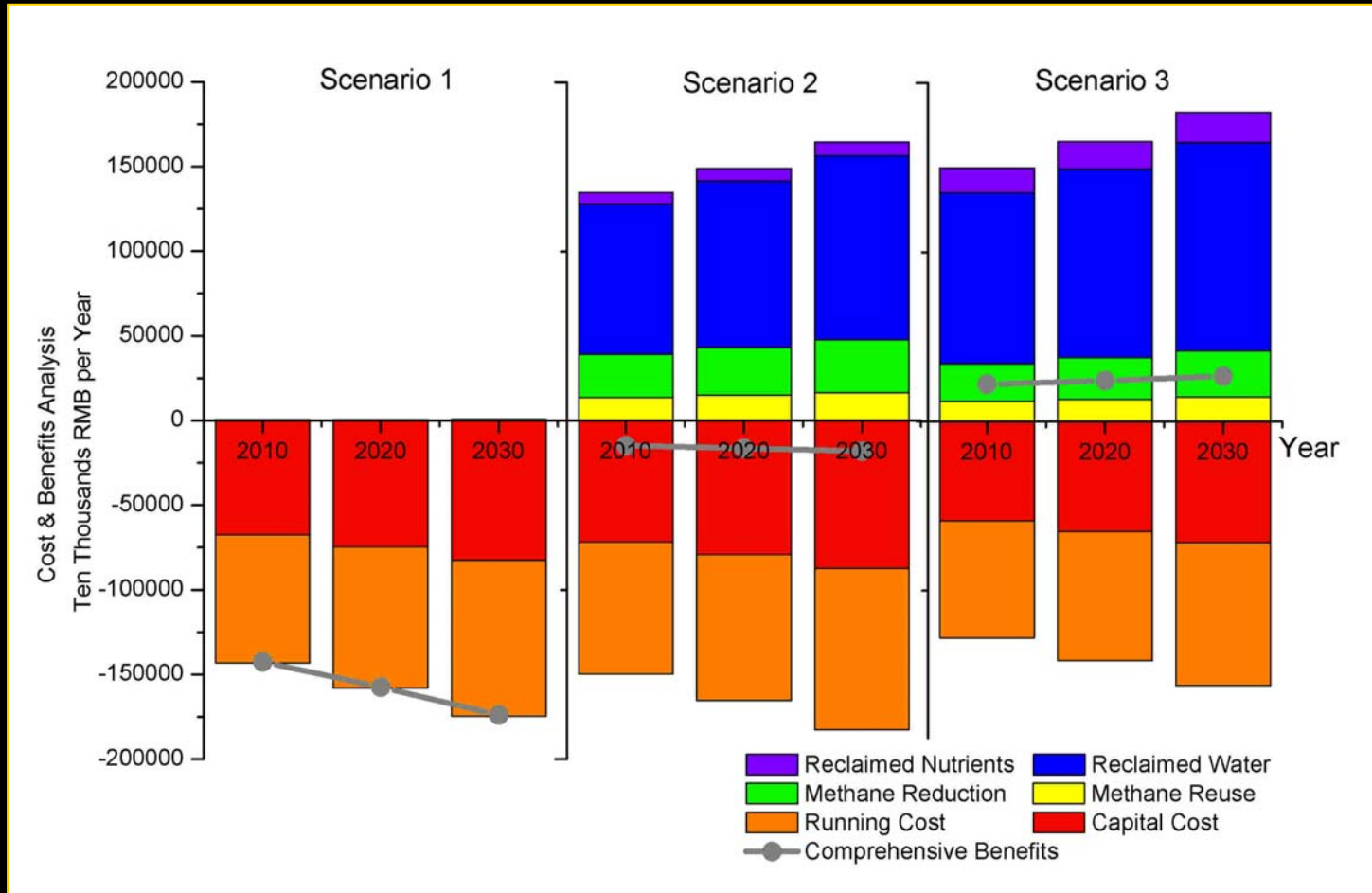


生活污水BOD₅排放的情景分析



营养物回收及粮食增产的情景分析

3. 结果与分析



综合费用-效益的情景分析

Scenarios analysis of comprehensive cost-benefits

4. 讨论

❖ 温室气体减排与清洁发展机制

----- 35%城市卫生体系基础设施投入--→针对问题: 启动资金不足

❖ 流域水体污染物减排与流域水环境影响

----- 77%传统技术模式投入--→针对问题: 运行费用不足

❖ 营养物回收与区域粮食安全

----- 16%城市粮食供应所需营养物--→针对问题: 粮食安全

❖ 生活污染治理投入的可持续性

----- 2.2亿系统收益--→针对问题: 城市污染治理投入不可持续

5. 结果与探讨

生态卫生技术发展的瓶颈:

- ❖ 缺乏政策、规范与标准
- ❖ 缺乏生产、建设和服务体系
- ❖ 缺乏研发、启动和建设资金
- ❖ 缺乏技术、管理人才
- ❖ 缺乏研发、推广体系
- ❖ 缺乏宣传与教育

本文的不足与后续工作:

- ❖ 缺乏政策、规范与标准
- ❖ 缺乏生产、建设和服务体系
- ❖ 缺乏研发、启动和建设资金
- ❖ 缺乏技术、管理人才
- ❖ 缺乏研发、推广体系
- ❖ 缺乏宣传与教育

5. 结果与探讨

生态卫生技术发展的瓶颈：

- ❖ 缺乏政策、规范与标准
- ❖ 缺乏生产、建设和服务体系
- ❖ 缺乏研发、启动和建设资金
- ❖ 缺乏技术、管理人才
- ❖ 缺乏研发、推广体系
- ❖ 缺乏宣传与教育

本文的不足与后续工作：

- ❖ 生态卫生技术效益分析的方法体系有待完善
- ❖ 需要进行情景分析的敏感性研究
- ❖ 需要进行更为复杂的复合生态效益研究：
包括：区域健康效益、增加就业机会等

5. 结果与探讨

本文的主要结论

1. 无论是集中式还是分散式生态卫生技术体系都可以大幅降低温室气体排放量
2. 分散式生态卫生技术体系可以降低其生活污水处理难度
3. 城市生态卫生系统具有一定的营养物回收潜值
4. 城市生态卫生系统可以带来可观的经济效益

谢谢！

欢迎批评指正、交流探讨~

Welcome contact me

Zhouchuanbin@gmail.com

86-0-13699148548