

餐厨垃圾厌氧发酵沼液性状及处理实践



中国城市建设研究院

CHINA URBAN CONSTRUCTION DESIGN & RESEARCH INSTITUTE

姚远 2020年9月



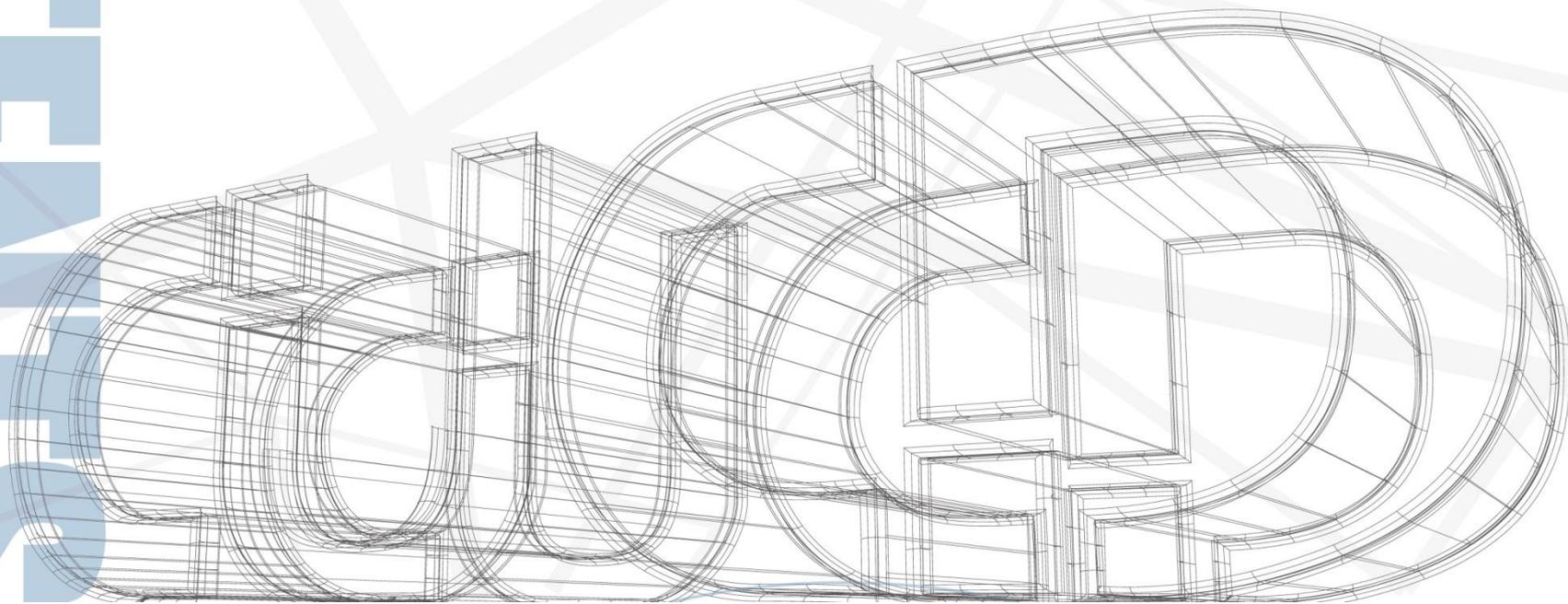
一、我国城市有机固废处理情况概述

二、有机固废厌氧发酵工艺及发酵产物特点

三、餐厨垃圾沼液处理工艺及工程实践

四、一些思考

一、我国城市有机固废处理情况概述



1.1 城市有机固废定义与分类



城市有机垃圾

厨余垃圾

园林垃圾

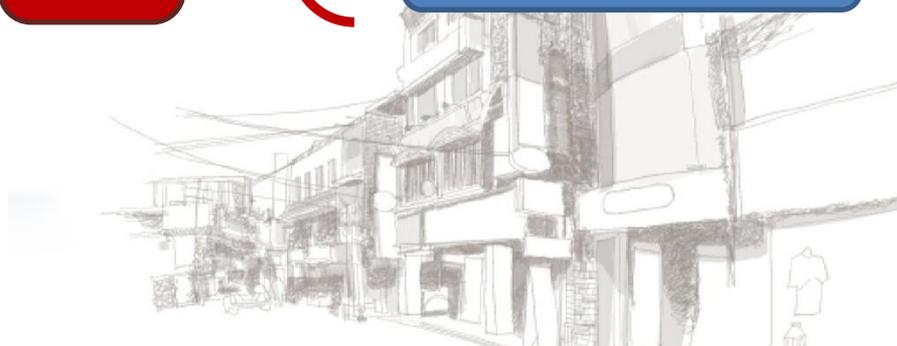
市政污泥

农业有机垃圾

秸秆

畜禽粪污

屠宰垃圾



1.1 城市有机固废定义与分类



表示易腐烂的、含有机质的生活垃圾，包括家庭厨余垃圾、餐厨垃圾和其他厨余垃圾等

厨余垃圾

餐厨垃圾

废弃食用油脂

其他厨余垃圾

家庭厨余垃圾

可回收垃圾

有害垃圾

其他垃圾

餐馆

市场

居民

《生活垃圾分类标志》
(GB/T 19095-2019)

1.2 城市有机固废产量及性状



◆产生量

餐厨垃圾

《餐厨垃圾处理技术规范》（CJJ184-2012）

人均日产生量0.1~0.13kg

1万人产生1~1.3吨/日

生活垃圾

《生活垃圾转运站技术规范》（CJJ/T 47-2016）

人均日产生量0.8~1.0kg

1万人产生8~10吨/日

家庭厨余垃圾

生活垃圾的20~40%

1万人产生2~4吨/日

《2019年国民经济和社会发展统计公报》

城镇常住人口84843万人

8.5万吨/日



85万吨/日

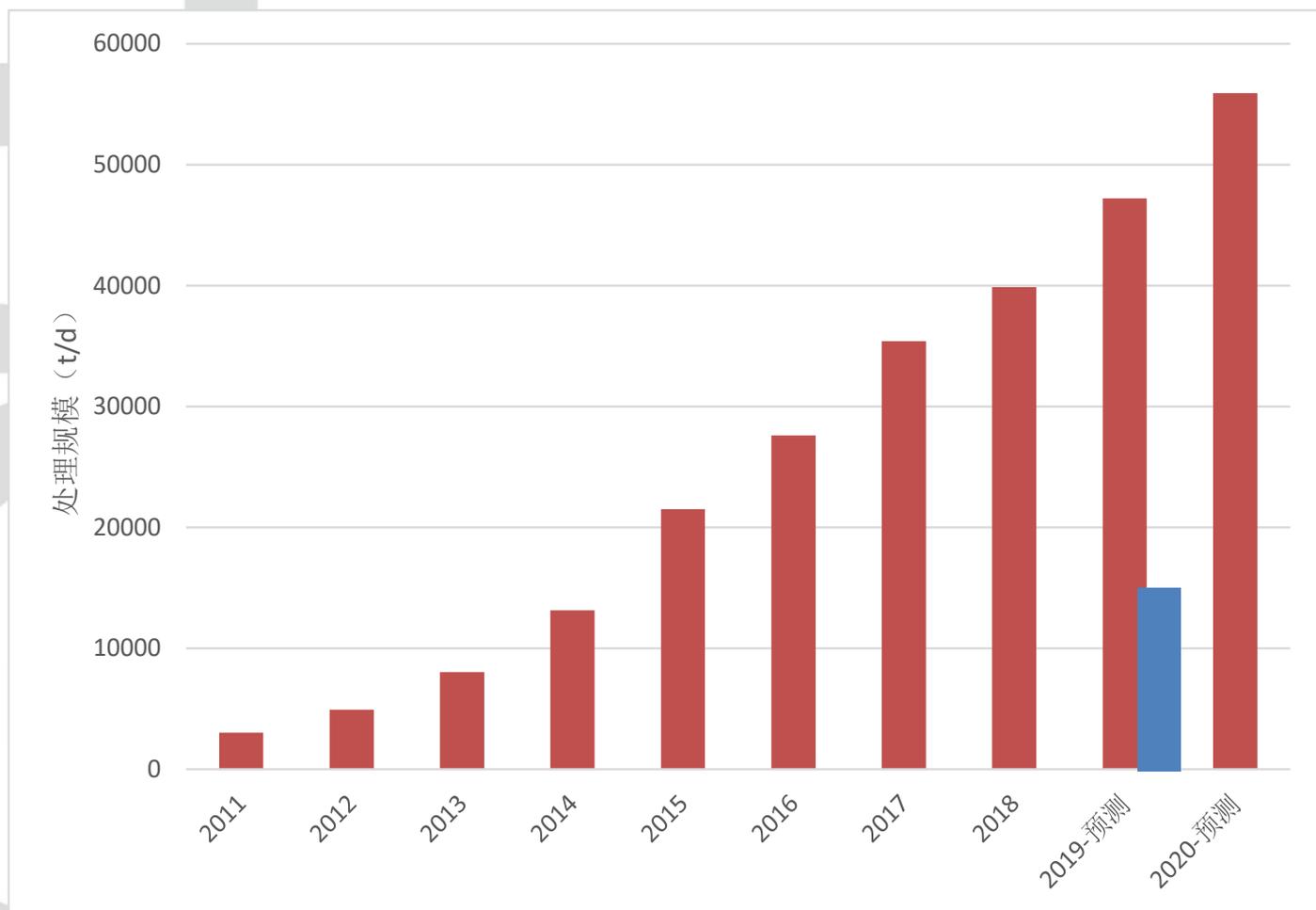
18-34万吨/日



1.2 城市有机固废产量及性状



◆我国餐厨及厨余垃圾处理项目总规模变化趋势



餐厨垃圾

厨余垃圾



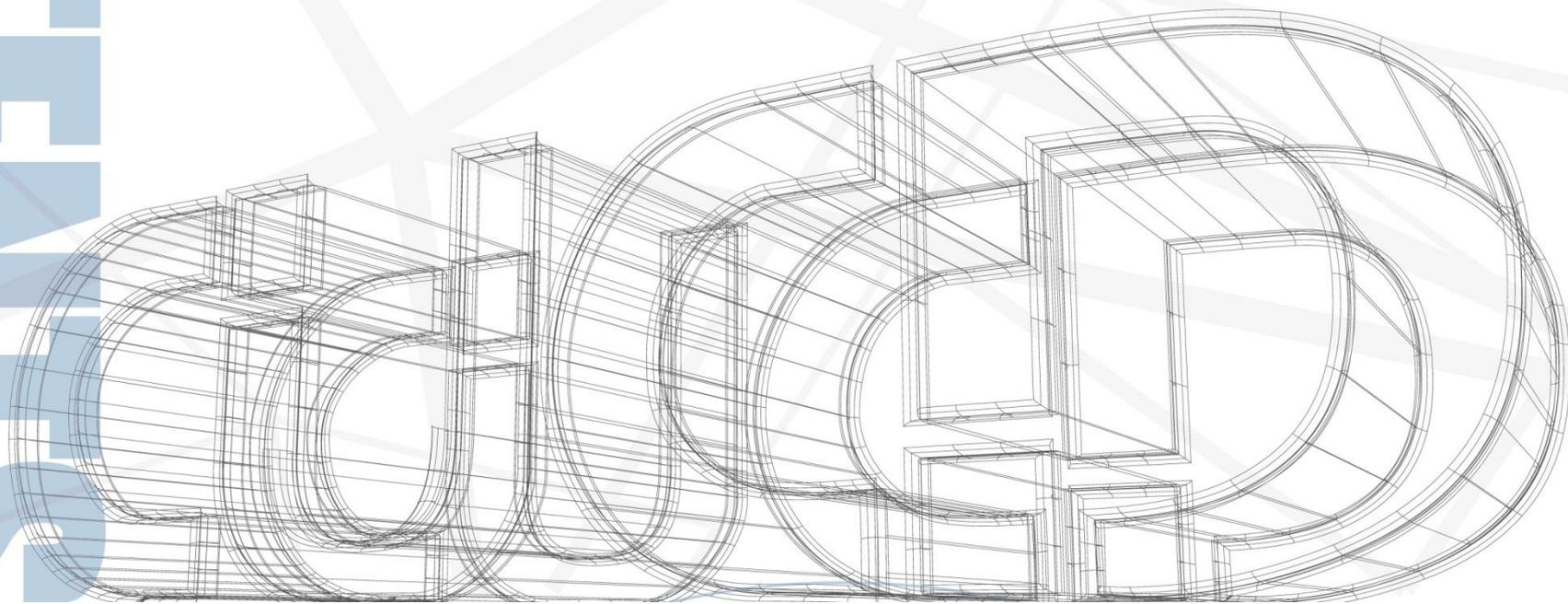
1.2 城市有机固废产量及性状



◆理化特性

项目	餐厨垃圾	家庭厨余垃圾	其他厨余垃圾 (菜市场垃圾)
含水率	80~90%	65~85%	80~90%
含油率	2~5%	0~2%	几乎为0
杂质含量	相对较低	根据垃圾分类情况不同差异较大	较低
盐分	较高	较低	几乎为0
产生量	生活垃圾总量的10%-15%	生活垃圾总量的20%-40%	资料较少
特性	1、含油量高； 2、含盐量高； 3、含水率高。	1、空间变化（产生量及性状均受制于垃圾分类情况，差异较大） 2、时间变化（随着分类的推进，垃圾性状还可能在项目建成后继续变化）	1、产生量及性状随季节波动较大； 2、纯度高，含水率高，纤维素及木质素含量高

二、有机固废厌氧发酵工艺及发酵产物特点



2.1 厌氧发酵工艺分类



◆按照含固率分类

项目	水厌氧消化技术	湿式厌氧消化技术	干式厌氧消化技术
进料含固率	2~4%	6~12%	20~40%
典型设备	UASB/EGSB/IC	CSTR	立式反应器 卧式推流反应器
设备关键问题	污泥性状、污泥浓度	排渣、排砂	搅拌

◆按照发酵温度分类

中温厌氧：35~37°C

高温厌氧：55°C



2.2 厌氧在有机固废处理的应用



◆餐厨垃圾

- 高含水率（85%-90%）
- 高含油率（2%-5%）
- 低杂质率

制浆、除油

压榨

预处理

三相分离

压榨

液相

TS: 4-6%

固相

TS: 20%

液相

TS: 8-10%

协同水厌氧/湿式厌氧

厌氧

◆厨余垃圾

- 低含水率（65%-75%）
- 低含油率（低于1%）
- 高杂质率

除杂、调含水率

淋洗

筛分

压榨

液相

TS:
8-12%

液相

TS:
8-12%

固相

TS:
20-40%

固相

TS:
30-40%

液相

TS:
10-25%

湿式厌氧

干式厌氧



2.2 厌氧在有机固废处理的应用



◆ 湿式厌氧工艺



CSTR厌氧工艺



2.2 厌氧在有机固废处理的应用



◆ 干式厌氧工艺

卧式

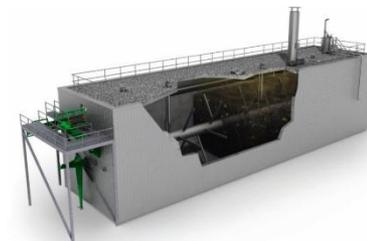
垂直多轴

- 厦门
- 北京丰台
- 福州



水平单轴

- 南京江北
- 上海老港
- 重庆洛碛



立式

沼气搅拌

- 北京董村
- 宁波



罐外混合

- 杭州天子岭
- 义乌



2.3 餐厨垃圾厌氧发酵沼液性状



◆ 厌氧前后主要指标变化

厌氧阶段	单位	进料	出料（脱水后）
占进场垃圾量的百分比	%	90~110	86~105
TS	%	6-12	2-4
VS/TS	%	>90	
COD	mg/L	100000~150000	10000~15000
BOD ₅	mg/L	40000~60000	4000~6000
SS	mg/L	20000~30000	2000~3000
氨氮	mg/L	2100~2600	2000~2500
TN	mg/L	2700~3300	2500~3000
动植物油 (不提油工艺)	mg/L	10000~30000	4000~12000
动植物油 (提油工艺)	mg/L	2000~5000	800~2000
TP	mg/L	-	50~150

2.3 餐厨垃圾厌氧发酵沼液性状

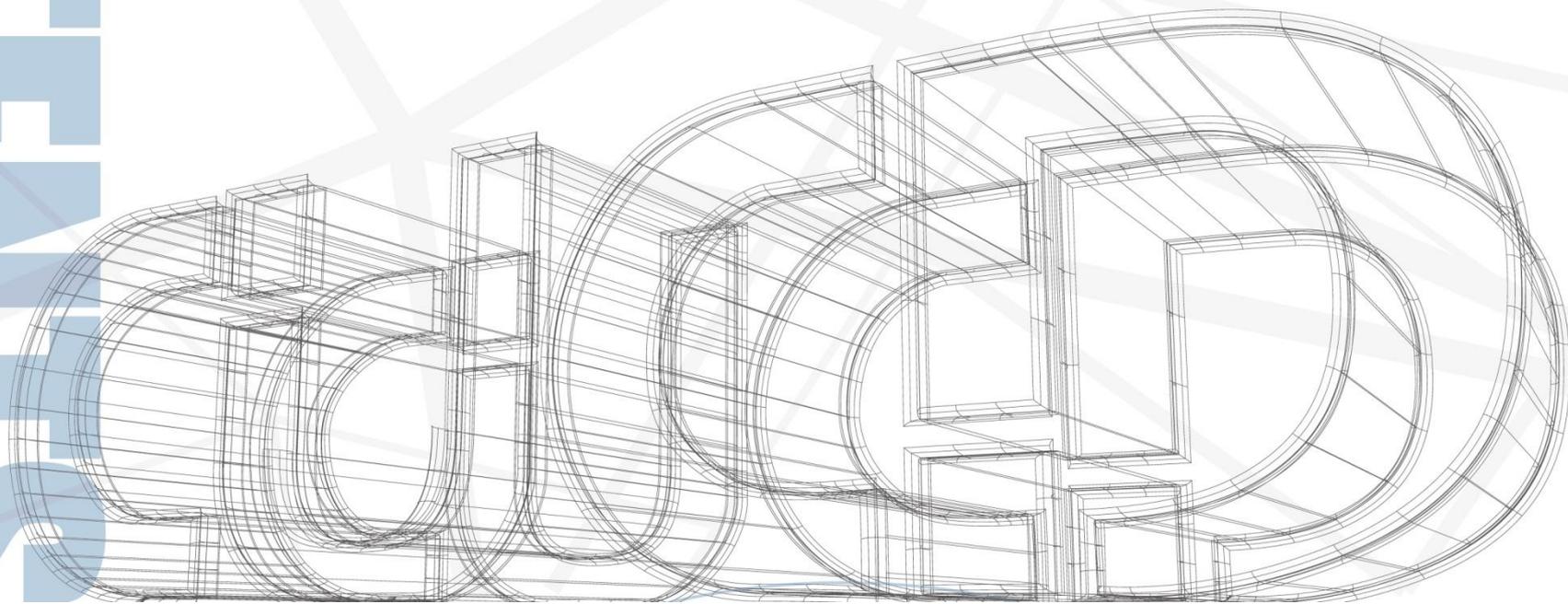


◆餐厨垃圾厌氧发酵沼液特点

- 油脂含量较高
- SS含量相对较高
- TN较高（以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为主），C/N比偏低
- TP较高
- TDS较高
- 挑战膜处理工艺
- 挑战生化工艺
- 挑战深度处理工艺



三、餐厨垃圾沼液处理工艺及工程实践



3.1 沼液处置方式及工艺选择



◆ 沼液处置方式及相应水质

处置去向	焚烧厂	填埋场	市政污水管网		地表水体	
	渗滤液	渗滤液	综排三	下水道A标	一级A	地表IV类
COD	30000~60000	5000~15000	500	500	50	30
BOD	10000~30000	2000~7000	300	350	10	6
SS	7000~12000	2000~5000	400	400	10	-
TN	2500~3000	2500~5000	-	70	15	1.5
NH3-N	2000~2500	2000~5000	-	45	5(8)	1.5
TP	70~120	10~100	-	8	0.5	0.3
动植物油	-	-	100	100	1	-
TDS	30000~50000	30000~50000	-	1500	-	-
Cl	2000~5000	2000~5000	-	500	-	-

3.1 沼液处置方式及工艺选择



◆不同处置方式中的难点

- **焚烧厂渗滤液处理站：** 预处理+厌氧+AO-MBR+NF+RO
 - 沼液接入位置
 - SS和油脂对后续处理工艺的影响
- **填埋场渗滤液处理站：** 预处理+AO-MBR+NF+RO
 - 核算对C/N比和负荷的影响
 - SS和油脂对后续处理工艺的影响
- **市政污水管网（生活污水厂）：** 一级处理+生化处理+深度处理
 - 根据不同排放标准，需重点关注的指标不同（TN/TP/TDS）
- **直排（一级A或地表水标准）**
 - TN/TP的高标准对处理工艺的挑战



3.1 沼液处置方式及工艺选择



◆ 沼液处置方式对工艺的选择

- 接入渗滤液处理站（以膜工艺为主）

目的

- 降低油脂和SS含量，避免对膜工艺造成影响

工艺

- 预处理：气浮、混凝沉淀
- **SS \leq 200mg/L, 油脂 \leq 50mg**



3.1 沼液处置方式及工艺选择



◆ 沼液处置方式对工艺的选择

- 接入下水道

目的

- COD/BOD
- TN/TP
- TDS/Cl

工艺

- 预处理+AO-MBR（一级/两级）+NF（+RO）
- 高级氧化（替代深度处理工艺）
- 厌氧氨氧化or短程硝化反硝化（替代生化工艺）



3.1 沼液处置方式及工艺选择



◆ 沼液处置方式对工艺的选择

- 直排（一级A或地表水标准）

目的

- COD/BOD
- TN/TP
- TDS/Cl

工艺

- 预处理+两级AO-MBR+NF+RO
- 浓缩液处理



3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆项目背景

2014年

西安市成为第四批试点城市。
批复规模800t/d，分四期实施

2015年

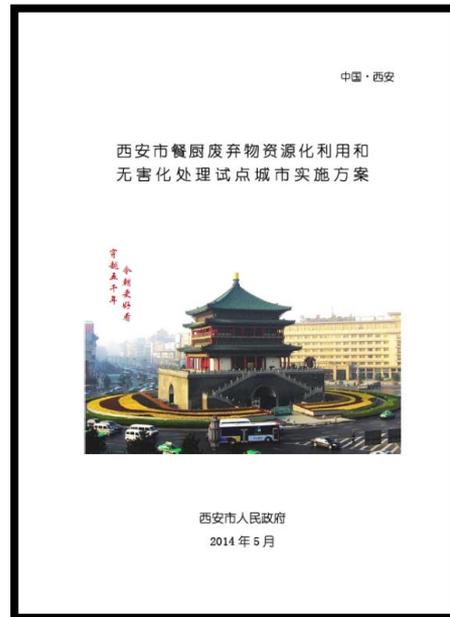
一期工程B00招标完成
规模：餐厨废弃物200t/d，废弃油脂20t/d

2018年

2018年12月一期工程建成投产

2020年

二期工程启动建设



3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆项目概况



➤地点：西成高铁以南，福银高速以西，西安市福银高速以西八兴滩村内

➤占地面积：约49亩

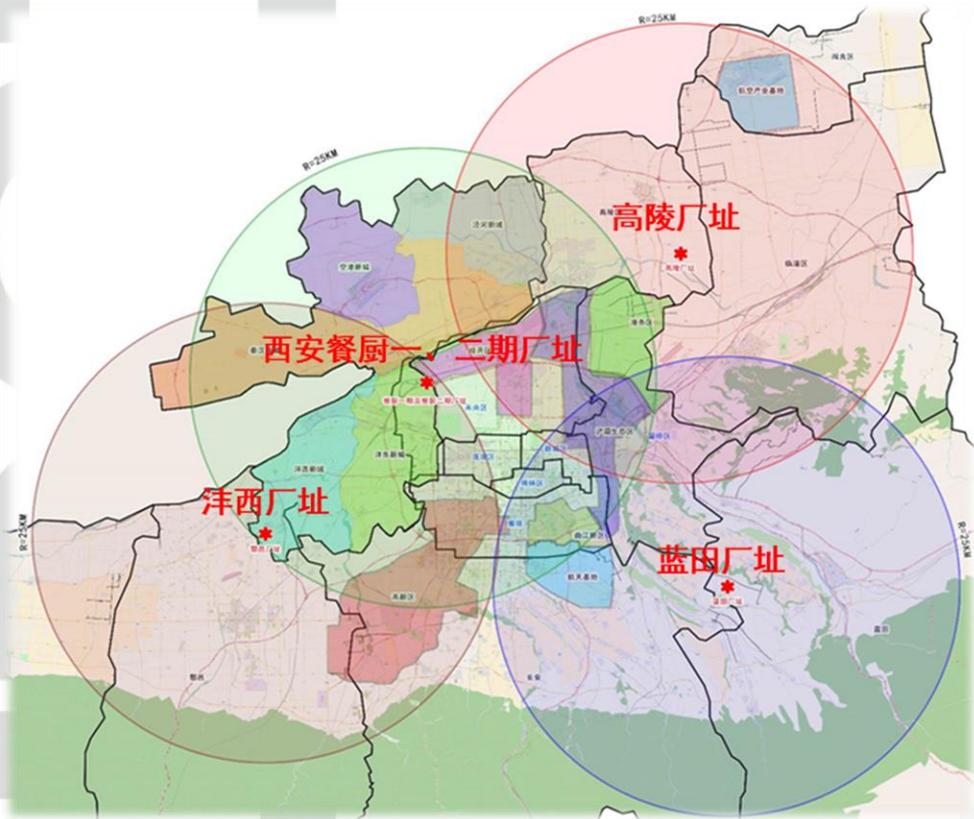
➤建设规模：餐厨垃圾日处理能力200t，废弃油脂日处理能力20t。



3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆ 西安市餐厨垃圾整体规划



西安市在申报餐厨废弃物资源化利用和无害化处理试点城市时，提出“**在西安市的四个方向分别建设一座餐厨废弃物处理厂。**”

西安现已建有西安餐厨垃圾处理厂（一期）。西安市拟于高陵、沣西、蓝田分别新建一座餐厨垃圾处理设施，同时在西安餐厨处理厂（一期）的基础上进行二期项目扩建。

➤ 参考资料：《西安市餐厨废弃物处理能力需求测算及覆盖区域划分论证报告》

3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



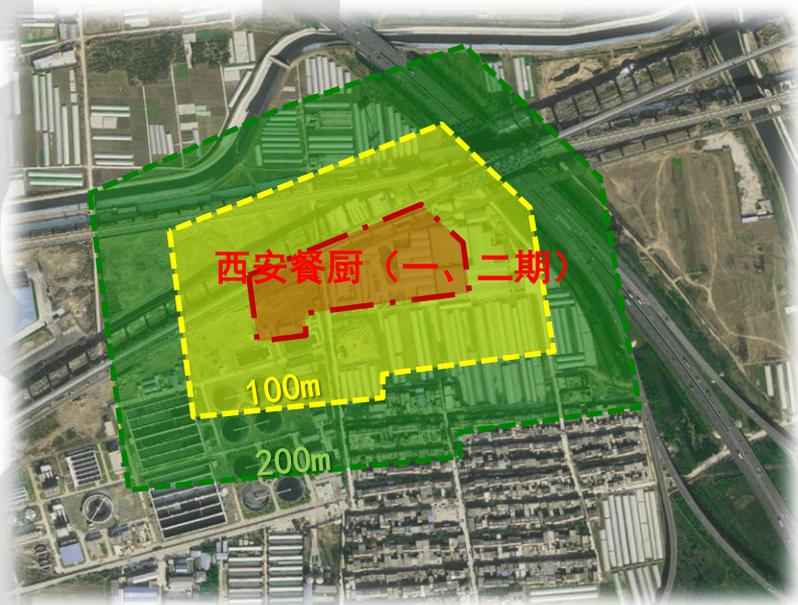
◆西安市餐厨垃圾组分情况

组分	质量含量	基于MLSS的含量	组分质量	单位
水分	82.0%	-	164.0	t/d
TS	18.0%	100.0%	30.6	t/d
有机质	11.3%	62.8%	22.6	t/d
油脂	3.0%	16.7%	6.0	t/d
塑料、大件物料	1.0%	5.6%	2.0	t/d
其他惰性物	2.7%	15.0%	5.4	t/d

3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆ 本项目周边情况



◆ 100m范围

- 农田
- 西安市第六污水厂
- 西成高铁
- 福银高速

◆ 200m范围内

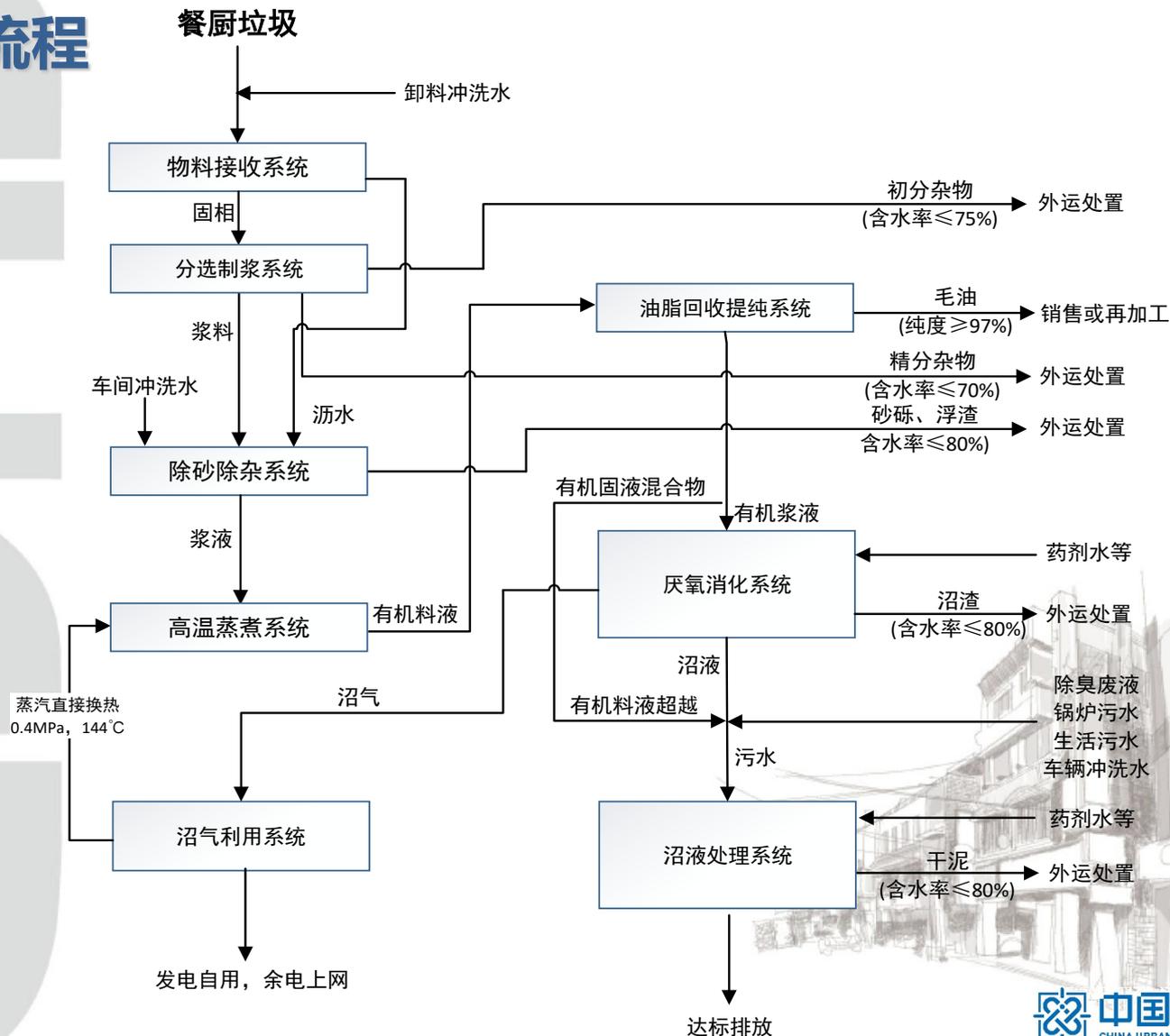
- 八兴滩村
- 西安市第六污水厂



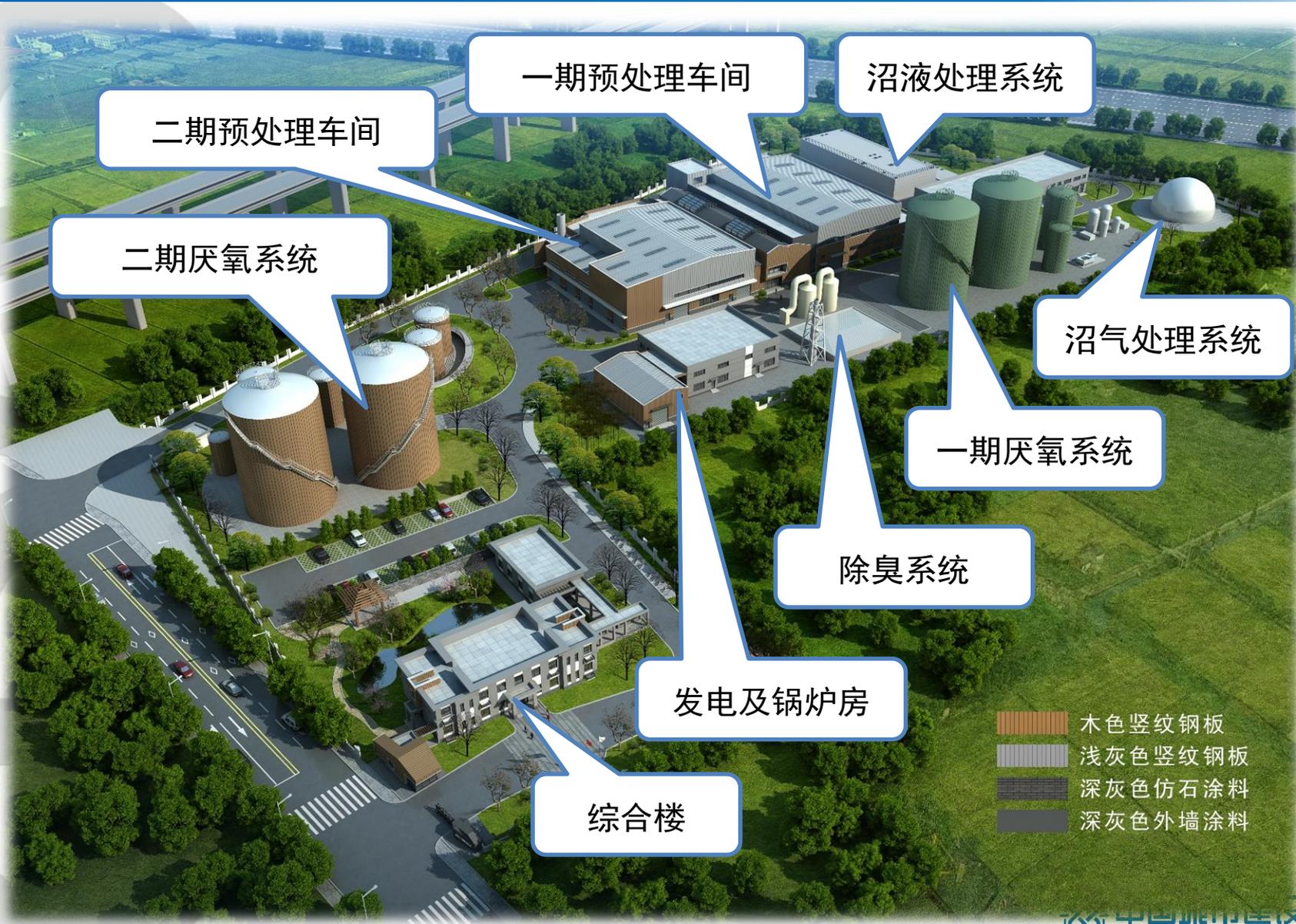
3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



工艺流程



3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆ 沼液水质

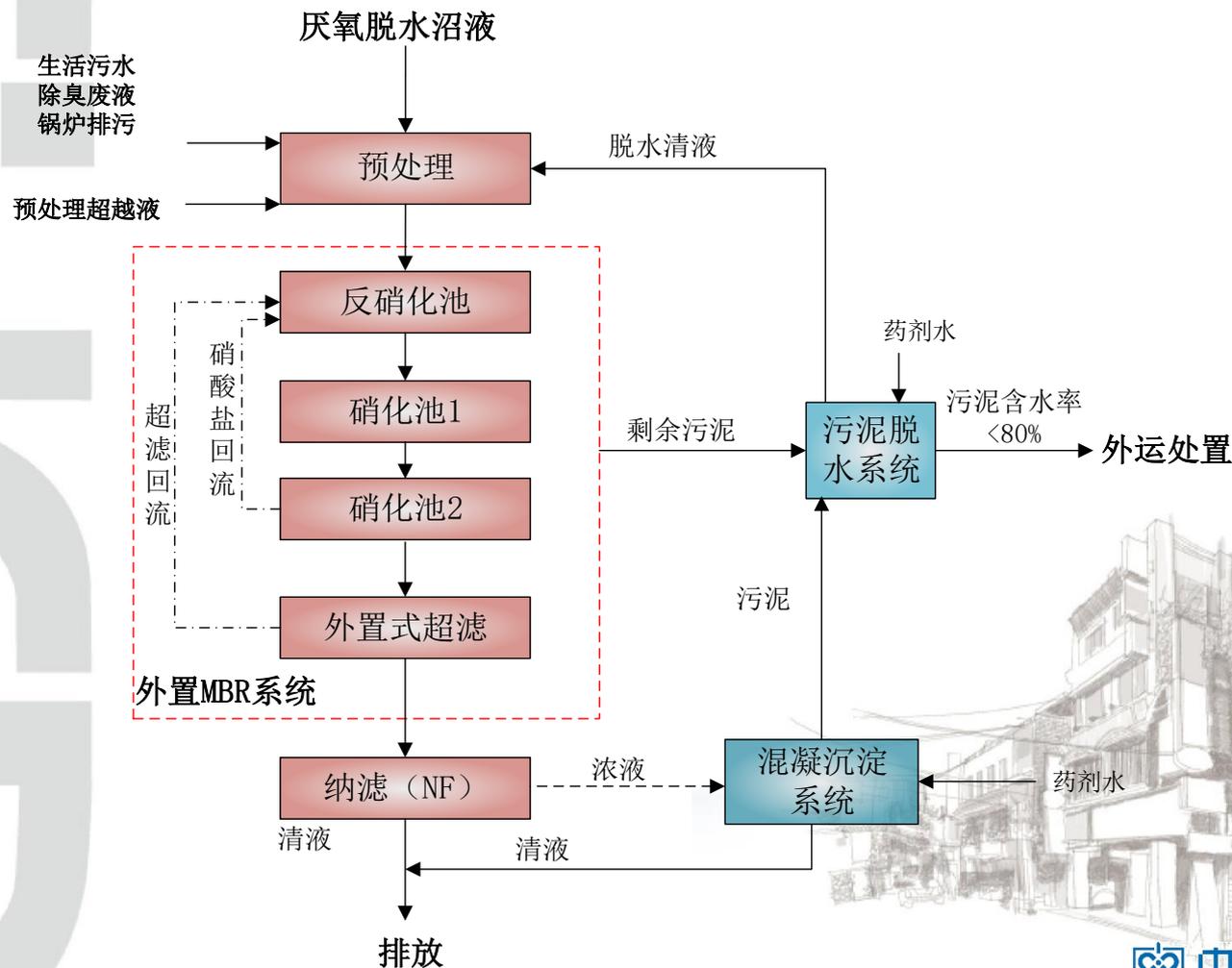
序号	项目	COD _{cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
1	进水	12000	5000	2500	2500
2	排放标准	300	150	400	25



3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆ 沼液处理工艺流程



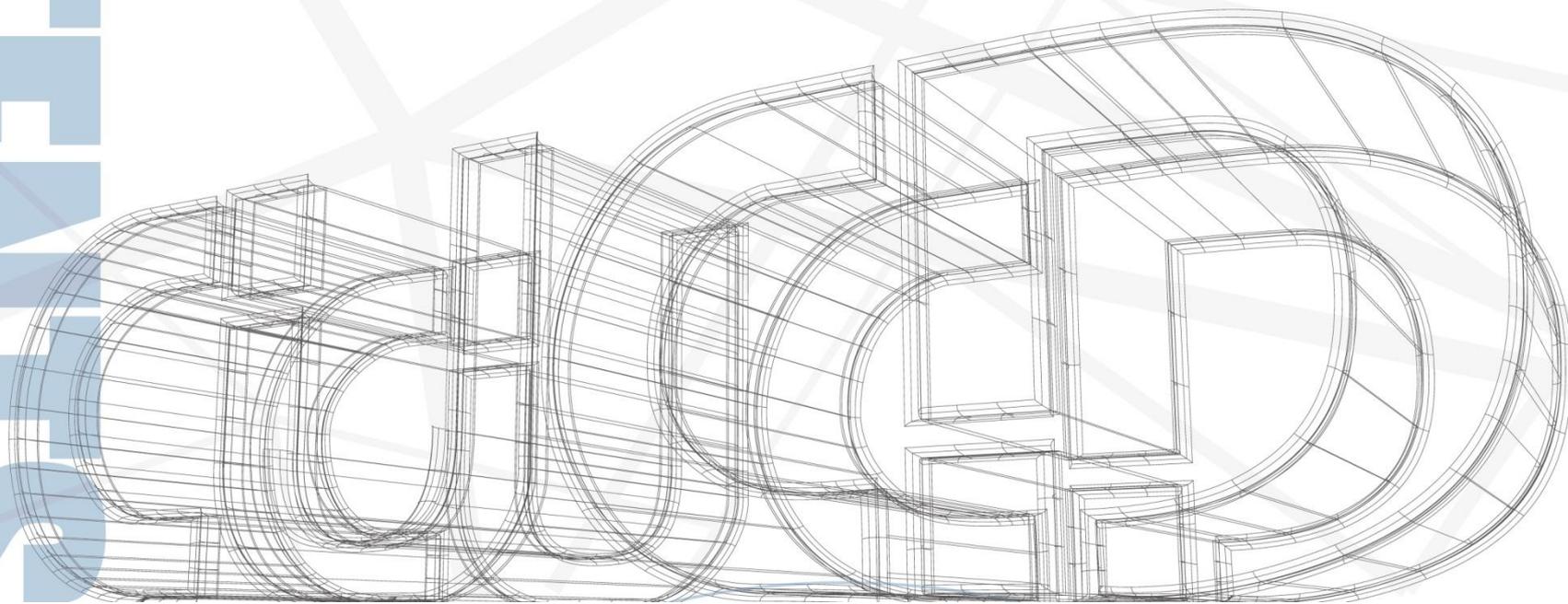
3.2 西安市餐厨垃圾处理项目案例



◆各工艺段去除率

序号	处理单元	项目	COD _{cr} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	TN (mg/L)	SS (mg/L)
1	预处理	进水	7000~12000	3500~6000	1500~2500	2000~3000	1500~2500
		出水	10000	4500	2000	2500	2000
		去除率 (%)	-	-	-	-	-
2	MBR	进水	10000	4500	2000	2500	2000
		出水	300~450	≤90	≤25	150~200	≤50
		去除率 (%)	≥95	≥98	≥98.5	≥92	≥97.5
3	纳滤+混凝沉淀	进水	300~450	≤90	≤25	150~200	≤50
		出水	≤250	≤90	≤25	≤70	≤25
		去除率 (%)	≥69	-	-	≥60	≥50
4	排放限值		300	150	25	-	400

四、一些思考



4.1 资源化



2017年3月

《生活垃圾分类制度实施方案》

——国务院办公厅

“在46个城市实施生活垃圾强制分类，在**2020年底**将生活垃圾回收利用率达到**35%以上**。该方案要求应将垃圾中的**有害垃圾、易腐垃圾及可回收物**等**单独分类**收集，并完善与垃圾分类相衔接的**终端处理设施**，探索建立垃圾**协同处置**利用基地。”

35%的资源化利用率如何计算？

如何“真正”提高资源化利用率？

沼渣、沼液是否可以资源化？

4.2 发电补贴退坡



2020年9月

《完善生物质发电项目建设运行的实施方案》

——国家发改委、财政部、国家能源局

- 通过竞争方式配置并确定上网电价；
- 补贴资金由中央与地方共同负担，中央分担部分逐年调整并有序退出；
- “收、储、运、处理”各环节予以适当支持和补偿；

补贴逐步退坡对垃圾处理行业的影响

焚烧厂： $0.25 \times 280 = 70$

餐厨厂： $0.25 \times 70 \times 2 = 35$ (-)

厨余厂： $0.25 \times 50 \times 2 = 25$ (-)

4.2 发电补贴退坡



	餐厨垃圾收运系统	餐厨垃圾处理系统	厨余垃圾处理系统	垃圾焚烧
吨投资 (万元/吨)	12-18	50-70	50-70	40-60
补贴费 (元/吨)	100-140	140-180	220-280	100-150

对餐厨和厨余垃圾处理行业来说，是“危”还是“机”？



谢谢！ 欢迎交流讨论！

