

主要污泥处理技术在工程中的应用

李成江

中国市政工程华北设计研究总院

2014.09长沙



中國市政工程華北設計研究總院

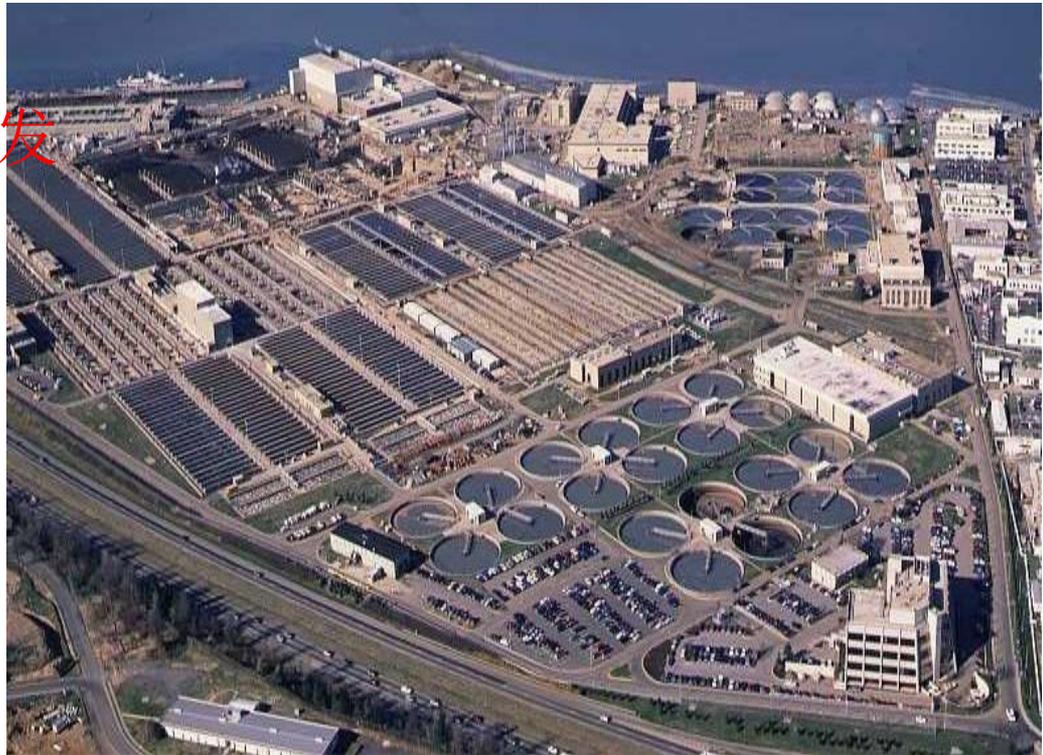
主要内容

1. 污泥处理处置现状

2. 污泥处理技术探索

3. 工程应用案例

4. 污泥处理处置的发展



一、国内污泥处现状

1.总体情况

- 目前我国的污水处理事业得到了空前的发展，各种污水处理技术得到了广泛的应用，污水处理技术的发展经历了九十年代前的自主研发到九十年代后的引进消化吸收及目前以自主创新为主的发展过程。目前我国的污水处理技术水平已接近发达国家。
- 污水处理率截至2013年年底，全国已有651个设市城市建有污水处理厂，占设市城市总数的99.1%。
- 全国城镇污水处理设施2012年第四季度建设和运行情况的通报，截至2012年底，**污泥**处理处置设施建设规模仅完成26.9%。
- 污泥处理处置项目大多与污水厂建设脱节，污泥处理处置没能同污水处理一样严格执行量化考核，是导致污泥处理处置建设滞后的主要原因。按照国务院办公厅印发的《“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划》，到2015年，直辖市、省会城市和计划单列市的污泥无害化处理处置率达到80%，其他设市城市达到70%，县城及重点镇达到30%。

一、国内污泥处理现状

- 针对污泥处理处置严重不足对环境带来的危害，污泥处理处置建设已经提上政府的议事日程。国家相关部门、行业协会、相关研究部门及企业，自2010年前后广泛开展污泥处理处置技术的研究与学术交流，
- 经过近几年探索论证，国内污泥处理处置方向基本明确，相应的法规、技术标准正在不断完善，结合中国国情充分借鉴国外成功经验的污泥处理处置工程的正在开始规划建设。
- 按目前的建设速度污泥处理率在“十三五”期间会有大幅提高，但是，要达到“十二五”规划提出的目标还需作出很大努力，
- 所以“十三五”是污泥处理处置建设高峰期，世界先进的污泥处理技术将会得到广泛采用，从而将我国的污泥处理技术提高到一崭新水平。

一、国内污泥处理现状

2. 我国污泥处理处置技术情况

- 目前，各种污泥处理主流工艺在国内几乎都有应用案例，数量少、普及程度低。
- 总体看，形式单一，稳定化、减量化程度不高。大部分城市污泥处理主流工艺仍为浓缩脱水外运，脱水污泥含水率为50--80%左右，减量化效果不明显。后续运输处置问题多，目前应用较多的深度脱水不解决稳定化问题，仅为过渡方案。
- 污泥处理处置设施能力不足，污泥处理处于建设的起步阶段。
- 污泥处理处置关键技术与设备还不能满足工程的需要，污泥深度脱水技术与设备的开发（降低药耗减少二次污染）；污泥消化技术需进一步优化提高；各种堆肥技术与设备的开发；污泥热干化、焚烧技术与设备的集成开发；污泥堆肥后土地利用的潜在环境风险跟踪研究。

一、国内污泥处理现状

3.污泥泥质

- 污泥是污水处理的产物，主要来源于初沉池、生物处理、二沉池以及深度处理单元。污泥成分复杂，包括；微生物形成的菌胶团及其吸附的有机物、重金属元素和盐类、病原微生物和寄生虫卵、泥砂、纤维等固体物质。
- ◆ 污泥含砂量也是污泥处理过程中值得注意的因素。这方面的研究正在开展。
- ◆ 污泥热值:我国城镇污水处理厂污泥VSS含量基本为40~60%干基热值为2200~2900kcal/kgDS，， 欧盟、日本等发达国家VSS含量基本为70~75%；污泥热值为3800~4100kcal/kgDS有利于污泥的生物质回收及最终焚烧处理。
- ◆ 随着经济转型和城市生态环境的改善，市政污泥的有机物含量、VSS含量、热值不断提高，重金属含量不断降低，污泥利用价值也随之提高。

二。污泥处理技术探索

- 国内污泥处理处置方向基本明确，污泥处理技术路线有污泥热水解预处理、厌氧消化、深度脱水、好氧堆肥、焚烧、热干化、石灰稳定等。
- 在技术路线选择上，应综合考虑污泥泥质特征、当地的土地资源、环境背景状况、经济社会发展水平等因素，在减容、减量、无害化基础上充分考虑资源化。
- 因地制宜的确定本地区的污泥处置方式或组合。

二。污泥处理技术探索

从低碳经济、循环利用角度分析，优先序为

- 高温热水解预处理—厌氧消化—深度脱水—高温好氧发酵—土地利用
- 高温热水解预处理—厌氧消化—深度脱水--干化—土地利用/建材利用
- 脱水污泥--高温好氧发酵—土地利用
- 干化—水泥窑/砖窑—建材利用
- 污泥热解—回收蛋白—深度脱水—绿化用土/建材用土/燃料
- 污泥干化--焚烧—建材利用/填埋

过渡期或应急处理可采用

- 石灰处理/改性---土地利用

三。工程应用案例



1、污泥厌氧消化

1) 天津市津南污水厂高浓度污泥厌氧消化

- 津南污水处理厂近期污水55万m³/d、污泥800t/d（含水率80%）
- 污泥处理工艺：高浓度污泥厌氧消化+板框脱水+干化
- 干化后产生含水率40%的污泥202t/d，交天津市环境建设投资有限公司作为生产有机肥料的原料。
- 污泥脱水和消化产生的高浓度滤液2000m³/d，采用“磷酸铵镁除磷+ANAMMOX菌脱氮”工艺，处理后出水排至津南污水厂进水区进行再处理。除磷产生的鸟粪石500t/d，作为肥料外售。
- 本项目厂区占地面积6公顷，投资约59963万元

- 污泥厌氧消化技术是一种有效、低成本的污泥稳定化技术，欧美各国广泛普及。
- 目前国内有50余座（全国3500多座污水厂）污水处理厂设有污泥厌氧消化系统，占污水处理厂总量的1.43%，大多采用的是传统消化池（污泥含水率97-95%）形式。
- 高浓度污泥厌氧消化系统（含固率8%以上），国内运行及建设经验较少，需在海外运行经验基础上，根据国内污泥特性，系统地高浓度污泥厌氧消化工艺进行消化吸收。
- 德国利浦厌氧消化有成熟的高浓度厌氧消化技术与设备集成经验

天津中心城区4座污水厂污泥

- 有机份变化趋势**有机份逐年增高。有机物高含量一般发生在每年11月至第二年的3-4月份，含量为60%-70%，有机物最低一般发生在6、7、8月份，最低时有机物含量仅为45%-60%之间。经过对污泥泥质分析，天津中心城区4座污水厂污泥应用厌氧消化处理是适宜的。

试验研究

试验结果，进泥有机份为55%~56%时，有机物降解率为41%~43%，单位有机质产气率约为0.90L/gVSS，甲烷含量为67%~68%。

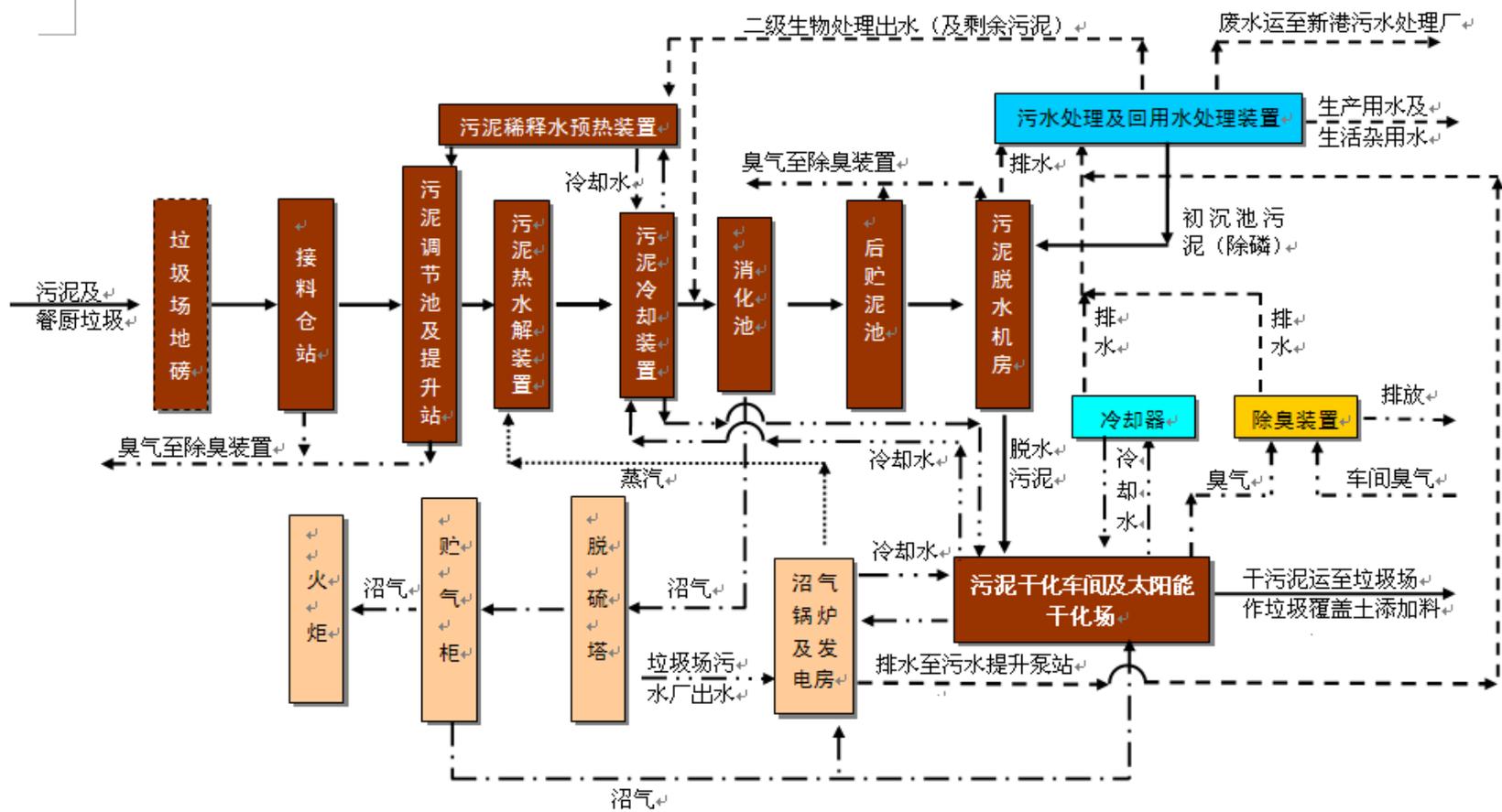
- (1).消化池（利浦罐）
- 800m³/d,16座利浦消化罐
- 结构型式：钢结构筒仓型消化池，沼气囊内置于消化罐内。
- 单池处理能力：50立方米/日。
- 污泥含固率：8%-12%。
- 单池容积及尺寸：V总=3200m³立方米，其中有效容积=2200立方米，气囊容积=800立方米；池直径Φ16，高H=15。
- 中温厌氧消化温度：35±2℃。
- 污泥停留时间：22天。
- 消化后污泥含水率：92.25%±2%。

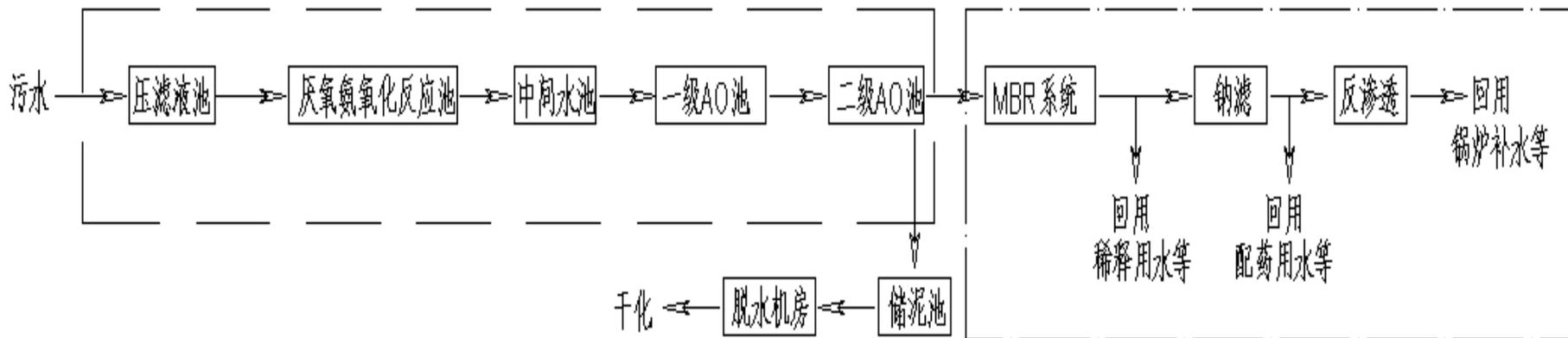
1、污泥厌氧消化

(2) 长沙污泥集中处置工程---高温热水解厌氧消化

规模500m³/d，其中餐厨垃圾66m³/d，混合污泥有机物含量53%

- 1.提高消化速率，减小污泥消化时间，污泥的流动性更强，可提高进入消化池污泥浓度，减小消化池容积约；40-50%
- 2.污泥处于高温，高压环境下，细菌、病毒等基本均被灭活，因此经消化处理后的污泥细菌指标可达到美国EPA503中A级农用标准；
- 3.提高可溶解COD，沼气量得到较大的提高，沼气中H₂S的含量更低，更有利于沼气的利用，消化过程中泡沫的产生量极少；
- 4.经高温处理后的污泥臭味极小，污泥地进一步处理环境更好，且处理后污泥可满足更多种污泥处置要求；
- 5.热水解消化后的污泥，经板框脱水含固率可以达到40%，可以减少污泥热干化的蒸发量。





问题

污泥消化污泥脱水后，脱水液中TN和COD都较高，可达2000mg/l以上，以往常规的处理工艺很难降解，目前国内多家单位广泛应用的厌氧氨氧化污水处理工艺适合此种水质，污水处理难度和处理费用都大幅度降低。

投资及运行成本对比表

项目	单位	增加热水解后	未增加热水解	数据对比	
				绝对值	百分比
工程总投资	万元	37785.36	32076.96	5708.4	17.80%
年总生产成本	万元	6350.87	5684.27	666.6	11.73%
单位生产成本	元/吨湿污泥	347.99	311.47	36.52	11.73%
年总经营成本	万元	2944.74	2959.2	-14.46	-0.49%
单位经营成本	元/吨湿污泥	161.36	162.15	-0.79	-0.49%

污泥厌氧消化的体会

- 污泥厌氧消化技术是一种有效、低成本的污泥稳定化技术，随着国内污泥有机质含量的升高+污泥厌氧消化技术的提高，工程应用逐步增加。原因，生物能回收率高、碳减排、综合成本低、环境友好。
- 随着民众环境意识的增强，污泥厌氧消化系统建在污水厂内，比单独建设污泥处理厂更容易实施
- 高浓度污泥厌氧消化、高温热水解污泥厌氧消化在一段时间会共同发展。
- 加快工艺与设备国产化将促进该技术的发展。
- 高效污泥厌氧消化+高效脱水+干化的污泥解决方案系统完整、适应面宽。
- 投资与运行成本接近污泥好氧堆肥。碳减排效果更大,碳足迹更低。

技术问题

- 对污泥热水解工艺较核心的技术，如污泥在水解装置中停留时间、温度及余热利用的设计及控制，需要进一步了解掌握；
- 污泥热水解工艺后消化过程中产生的污泥上清液性质还未有较详细的资料，该种污水的处理目前国内探索，对于污水处理技术在污泥热水解中的应用还需进一步分析研究；
- 污泥热水解工艺后对脱水污泥含水率和干化效果未有详细的数据资料，需对脱水和干化后污泥进行详细分析，为污泥脱水和干化提供设计参数。

2、污泥深度脱水



污泥热水解+板框脱水
泥饼含水小于60%

体会

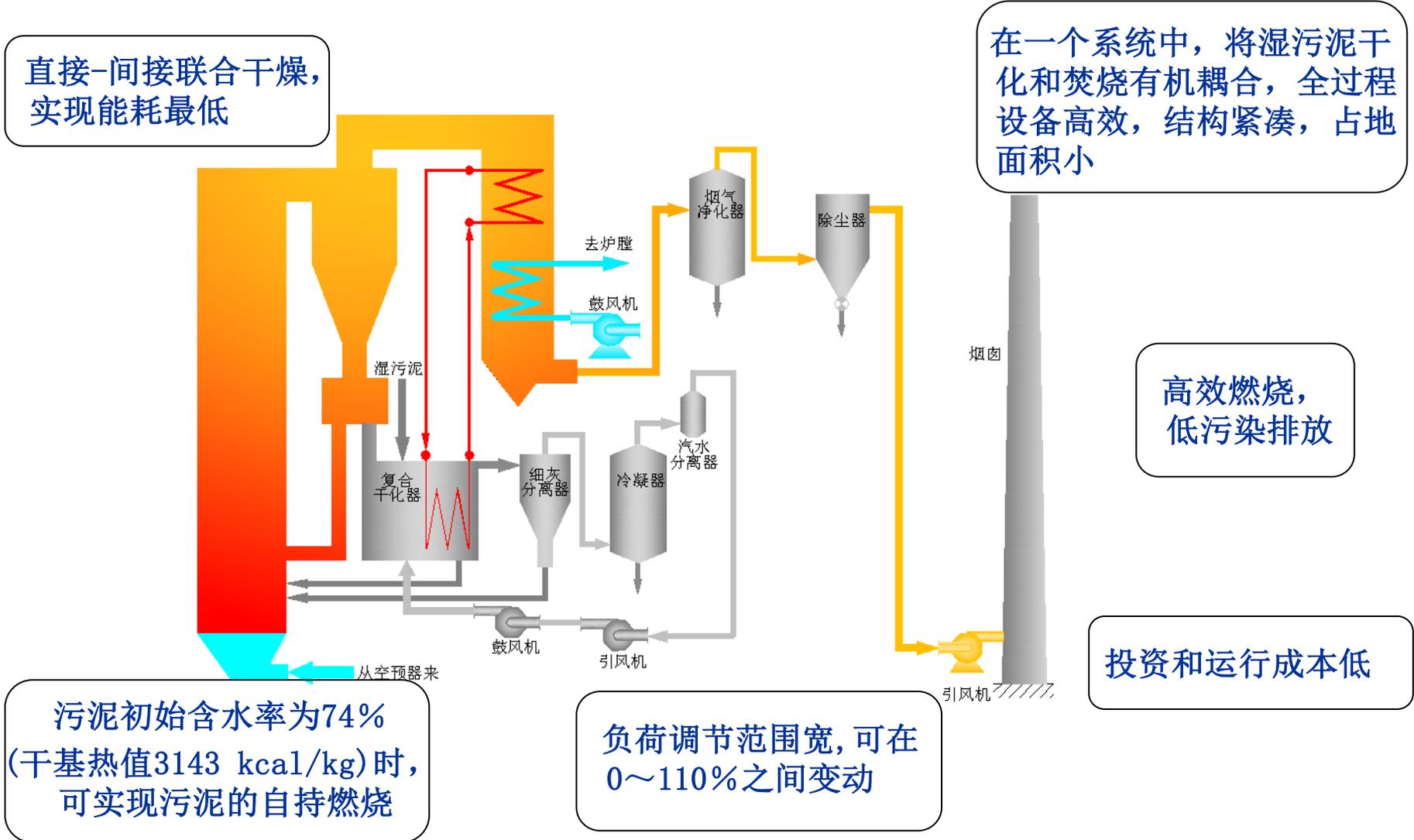
二种污泥热水解后脱水
仅需按常规加药量都可
使污泥含水小于60%在满
足深度脱水要求前提下
为污泥后续处理留有更
多选择



污泥低温碳化
后脱水污泥含
水小于60%

3、污泥干化焚烧

湿污泥循环流化床一体化焚烧工艺及特点



直接-间接联合干燥，
实现能耗最低

在一个系统中，将湿污泥干化和焚烧有机耦合，全过程设备高效，结构紧凑，占地面积小

高效燃烧，
低污染排放

投资和运行成本低

污泥初始含水率为74%
(干基热值3143 kcal/kg)时，
可实现污泥的自持燃烧

负荷调节范围宽，可在
0~110%之间变动

示范工程

100t/d循环流化床一体化
污泥焚烧炉



杭州七格污水厂100 t/d污泥焚
烧示范工程外观



不同热值的污泥处理成本测算-按污泥含水率80%计算

序号	项目名称	单位	脱水污泥（含水率80%）处理运行费用（单位 元/吨）					
			污泥干基热值 1500kcal/kg		污泥干基热值 2400kcal/kg		污泥干基热值 3100kcal/kg	
			助燃-油	助燃-煤	助燃-油	助燃-煤	助燃-油	助燃-煤
1	电费	0.7元/kWh	35	35	35	35	35	35
2	柴油费	9500元/吨	380	—	219	—	95	—
	煤费（标煤）	1000元/吨	—	80	—	46	—	20
3	石灰石	800元/吨	24	24	32	32	32	32
4	氮气费	38元/瓶	6	6	6	6	6	6
5	高岭土	680元/吨	7	7	7	7	7	7
6	人工费	6000元/月	44	44	44	44	44	44
7	汇总		496	196	342	170	219	144

●辅助燃料为柴油时，燃料成本占总成本的比例为43-77%

污泥干化焚烧

- 体会与问题
- 在土地资源稀缺与环境要求较高东部区域干化焚烧是污泥处理处置的重要出路。
- 污泥焚烧选址困难
- 加强工艺与设备成套技术研发有利于推进工程应用
- 设备制造商是技术产业化的主要力量

四。污泥处理处置的发展

- 污泥排放的严格监管是污泥处理处置的前提与动力
- 选择污泥处理处置工艺路线要因地制宜，在一座城市可有几种方式，实现互补。
- 近几年污泥处理的技术研讨与工程实践为污泥处理工程的普及建设奠定了基础
- 随着碳减排要求的提高，污泥处理从减容、减量、无害化向资源化过度发展



四。污泥处理处置的发展



- 污泥热水解厌氧消化
- 高浓度污泥厌氧消化
- 高氨氮污水厌氧氨氧化
- 回收消化液氮、磷的鸟粪石技术
- 高效污泥脱水技术
- 污泥碳化技术
- 污泥高效堆肥技术

谢 谢

