

奥地利凯乐污泥干化热能处理技术

(低成本、高产出、再生能源、低碳减排)

欧中环境发展促进协会

问题的提出：

据环境保护部环境保护对外合作中心副主任熊康介绍，污水处理厂产生的污泥，通常占污水总量的 0.5%至 1%。中国水网《中国污泥处理处置市场报告》数据显示，截至 2009 年 2 月，我国每天产生湿污泥近 10 万吨，按目前运营的污水处理厂计算，预计到 2010 年底，我国每天产生湿污泥达到 17.5 万吨，年产生湿污泥 6387.5 万吨。

由于目前我国绝大多数的污水处理厂没有配备污泥处理设施，污水处理产生的污泥一直未能得到合理的处理和处置。例河北某主要城市城镇户口 300 万，现有污水处理厂三座，日处理污水 28 万吨，由此产生的污泥达 350 吨，这些污泥目前只能采用填埋法进行处理。

污泥含有丰富的有机质和氮、磷、钾等元素，理论上讲是一种较好的肥料。但污水处理厂排出的污泥基本上是一种“流体质”，又因为富含油脂类的东西，水分蒸发和下渗都十分缓慢，自然风干的时间漫长，堆积发酵的效益极低，同时因污泥含水率过高，在运输和填埋过程中容易变质发臭，加上含水率过高导致黏性大，无法与其他垃圾均匀混合，阻碍了填埋场垃圾的生物发酵、降解过程，在焚烧方面，虽然富含有机质，但污泥必须得添加燃煤才能焚烧，仅煤炭助燃一项费用处理每吨污水污泥将耗费 150 至 200 元。

据清华大学热能专家、北京市可持续发展科技中心总工程师冯武军介绍：目前我国对污泥的处置以填埋为主，并有少量的堆肥和焚烧。污泥处理的最大难题是“初级污泥”含水率过高，后期脱水难度大、费用高，直接填埋对土地和水源会造成二次污染。目前我国污水厂未作处理的污泥的含水率为 99%，即使污水处理厂经过浓缩和脱水处理后的污泥，含水率也只能降低到 80%。因此，不论是填埋，还是堆肥、焚烧，效果都不理想。如果配套的烟气处理装置不完备，烟气排放时还极易造成空气污染。

由此可以看出：目前国内的污水污泥的处理难点在于：如何实现无公害污水污泥处理？污水天天处理，污泥天天填埋，有这么多的土地供其使用吗？还有其他办法处理污水污泥吗？在城镇污水处理继续发展的前提下，污泥的处理给各级政府带来的长久财政负担怎么办？

国内处理要求：

污水污泥处理的难点：

- 有机物含量高，不稳定，易腐化，含有大量的寄生虫卵和各种有害重金属物质
- 若不能妥善处理，将对土地，水源和空气造成严重的二次污染
- 待处理污水污泥量大，脱水费用高，填埋将占用大量土地，焚烧必须添加助燃煤炭，处理成本高于污泥处置费

国内对污水污泥处理的原则要求：

为解决上述问题，住房和城乡建设部，中华人民共和国国家发展和改革委员会于 2011 / 3 / 14 发布了《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南（试行）》，对国内对污水污泥处理提出了原则性要求：

无害化、减量化、稳定化、资源化、处理低成本化

- ◆ 减少有机物质，使污泥理化成分稳定
- ◆ 降低污泥中有害物质成分，避免二次污染
- ◆ 缩小污泥体积，降低污泥后续处置费用
- ◆ 利用污泥中可用物质，实现持久性资源化效益

根据国家对污水污泥的处理要求，在考察欧美国家的先进处理方法，比较了世界上目前采用的各项相关的新技术之后，从处理效果、设备投入、运行成本、无二次污染和资源再生等方面考虑，

我们推荐奥地利凯乐污水污泥干化热能处理技术，该项技术的主要特点是：

污泥源：城镇污水污泥，工业污水污泥，高危污水污泥，油脂污水污泥

无残余：余渣减量到 <7%，实现无害化，无再填埋，并有多种再利用用途，废水循环处理

无异味：废气排放指标达到 90% 优于欧盟现行排放指标 EU2000/76 / EC，厂区无气味

低排放：实现年二氧化碳排放减量 2000 吨以上（以年污泥处理量 40 000 吨设备为例）

低成本：设备工艺流程简便，设施配套完整，能耗自供有余

再利用：技术理念先进，实现污泥再生热电能源，已在欧盟及世界其他地区专利注册，注册号 EP1378494B1

高效益：实现再生能源有偿外输，并根据项目经济效益预测实现资金回收

面积小：以年处理污泥 40 000 吨为例，设备占地约 1500m²，厂区占地面积约为 8 000 - 10 000m²

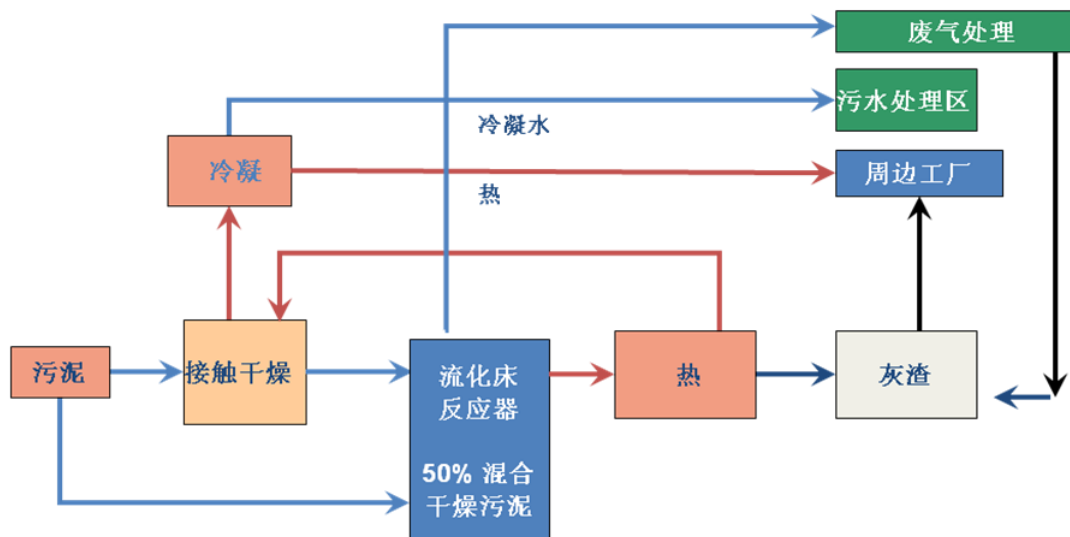
高质量：提供从技术工艺设计、流程设备、安装调试、指标检测、运营管理、质量认证、设备维修等全套服务，
保证设备运行达到国际质量管理认证和企业安全质量认证标准

工艺流程简介：

奥地利污水污泥干化热能处理技术实现最佳经济效益适用吨量级范围：

- 年约计处理 40 000 - 100 000 吨污水污泥，天约计处理 150 - 300 吨污水污泥
- 城镇污水污泥，工业污水污泥，高危油脂污水污泥均需要提供污泥成分含量和对有害物质的检测数据

奥地利污水污泥干化热能处理技术工艺流程图：



1) 污泥运输和储存

运输储存， 密封储存

2) 污泥备用储存

预备储存器， 全自动化污泥预处理配比

3) 污泥干化工艺

整体密封干化， 设备动力为热油和热能， 污泥可以干化至 90% TS， 污泥干化能源自供， 不需要外接能源

对蒸汽进行冷凝处理， 冷凝物质再次排入污水处理系统， 加强对污水的除氮效率

4) 污泥流化工艺

对污泥进行流化热处理， 送风系统由计算机调控压缩， 干化污泥流量通过恒定指数调控， 反应器的温度通过

污泥流量自动调控， 污泥单体燃烧， 不添加助燃物质

5) 污泥再生能源

经干化 (工艺流程 1) 和流化 (工艺流程 2) 处理的污泥被输送到热处理 (工艺流程 3)， 通过开放式地喷工艺，

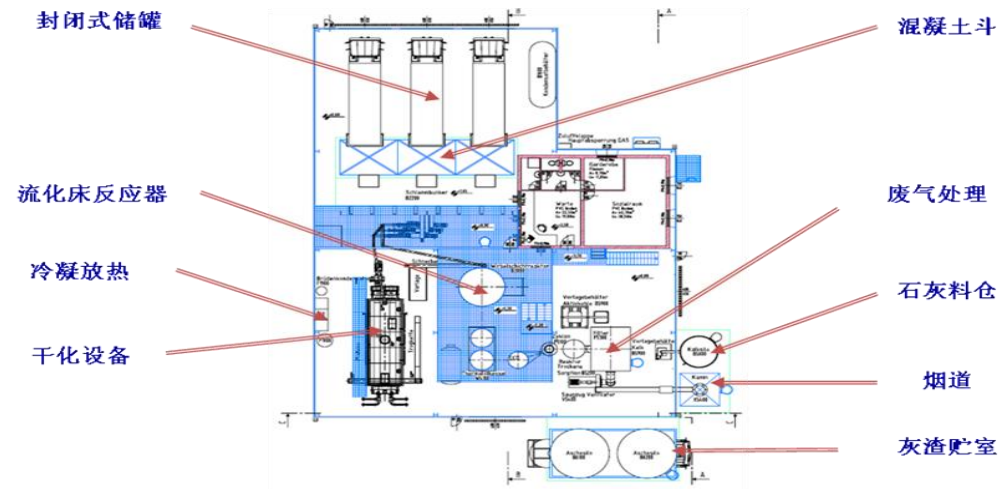
使污泥在强干燥过程中持续释放能量， 由此而产生大量的再生能源， 一部分供给污泥处理各流程设备自用，

剩余能源可以有偿输出，如向政府，医院，宾馆，大厦，住宅等供应热气取暖，热水等，可以向需要能源工厂企业输送转换电能和热能，根据污泥热值确定再生能源数量，除去设备自供能耗，可以外输能源产生经济效益。

6) 低于 7% 的废渣完全达到无公害标准，可以作为生产建筑材料的原料，或者用提取于磷，铁等有用矿物质，实现附加值扩大化

7) 污泥处理过程中产生的气体，经过净化设备，实现无公害排放，废水自动进入内循环系统，参与下一个循环处理过程，无三害，无污染

奥地利污水污泥干化热能处理工艺平面图设计：30 x 40m



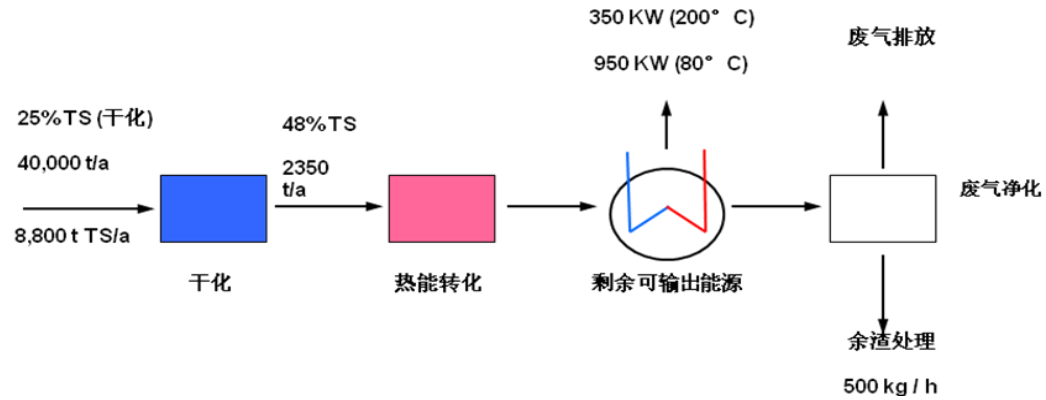
技术优势：

- 1) 高经济效益：变废为宝，再生能源外输，余渣再利用
- 2) 优技术指标：高效率再生能源
- 3) 低运营成本：设备能耗自供，每吨污泥处理成本低于目前国内外污泥干化技术
- 4) 优质废气排放指标：各项指标均达到欧盟工业废气排放规定指标，90%以上优于欧盟规定排放指标
- 5) 技术实现自身减排：无废水排放，废渣无公害，废气达到高等级排放标准
- 6) 技术安全生产保证：全自动控制系统，达到欧盟安全生产质量标准
- 7) 实现附加值增长：废水再利用，废渣再利用，废渣可用于矿物质再提取
- 8) 工艺运营：无任何气味
- 9) 技术设备设计：达到国际和欧盟工业质量认证标准
- 10) 从技术设计到设备安装，从设备调试到管理技术人员培训，从设备保养到配件维修更换一条龙服务

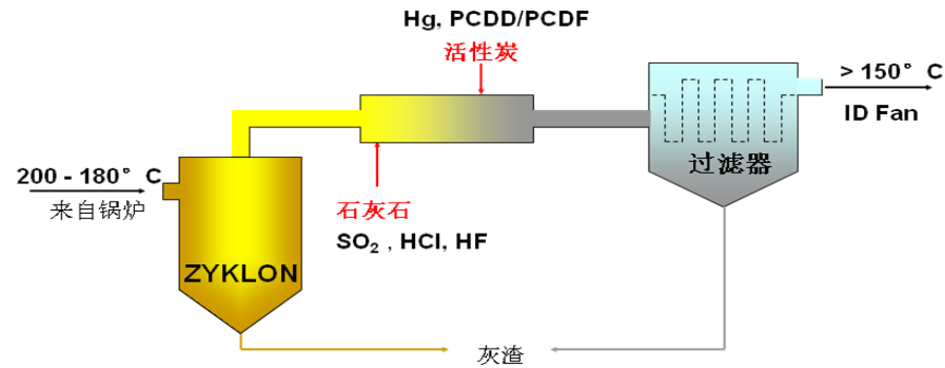
技术要求条件:

- 1) 为技术设计和设备配套提供完整的污水污泥化验数值，以及周边环境，政府标准等各种数据和资料
- 2) 技术专家对项目进行实地考察，与污水处理技术进行对接，与国内专家进行技术数据信息和资料交流
- 3) 国内外技术专家合作进行项目技术设计的设定，制定设备配套，安装施工计划，完善预算规划和管理方案
- 4) 有效衔接设备采购和设备配套，特别是检测和监测以及控制系统设备
- 5) 管理方要具备对设备维护，保养，调试的高标准管理水平和全套制度规定
- 6) 根据技术要求维护和更换设备配件
- 7) 项目设备采购投资和运输保险
- 8) 培训企业高级管理人员和高级技术管理人员（高质量的企业及设备管理是实现项目经济效益的关键点）
- 9) 保证合同有效履行，保证设备按照标准进行运转
- 10) 保证国内配套设备的质量标准和吻合整体设备的设计要求

Kalogo 太仓项目污泥处理过程流程图



奥地利污水污泥干化热能处理过程中废气干燥吸附净化工艺流程图



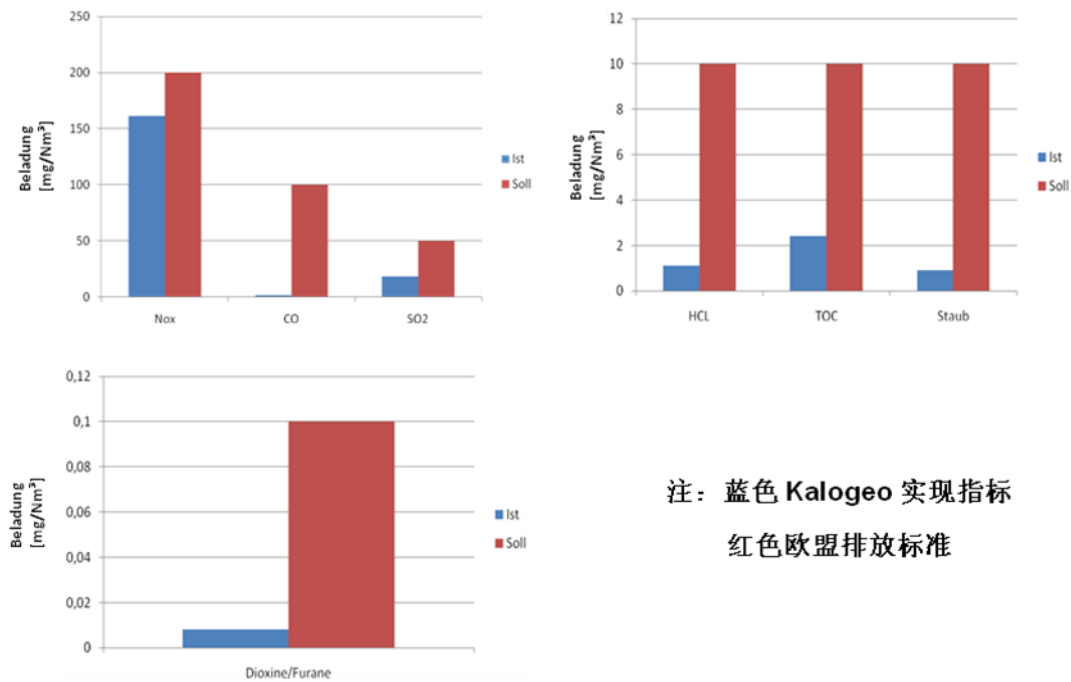
国内和欧盟工业废气主要污染物排放标准对比

污染物	GB18485-2001	EU2000/76/EC
烟尘/(mg/m ³)	80	10
HCl/(mg/m ³)	75	10
HF/(mg/m ³)		1
SO _x /(mg/m ³)	260	50
NO _x /(mg/m ³)	400	200
CO/(mg/m ³)	150	50
TOC/(mg/m ³)		10
Hg/(mg/m ³)	0.2	0.05
Cd/(mg/m ³)	0.1	0.05
Pb/(mg/m ³)	1.6	≤0.5
其它重金属/(mg/m ³)		≤0.5
二噁英类	1.0	0.1 以下
烟气黑度/林格曼级	1	-

注：①表中规定的各项标准限值，均以标准状态下含 11%O₂ 的干烟气为参考值换算而得；

②GB18485-2001 中 HCl、HF、SO_x、NO_x、CO 为小时均值，而欧盟 EU2000/76/EC 为日均值，其余污染物均为测定均值。

奥地利污水污泥干化热能处理技术与欧盟现行工业废气排放标准数值对比表：



注：蓝色 Kalgeo 实现指标
红色欧盟排放标准

Kalgeo 公司运行设备废气中二噁英和呋喃含量表

< 7% 污泥废渣指数和用途:

灰渣的物化性质

污染物	浓度
TOC / (mg/kgTS)	<200
pH	11.7
传导率 / (mS/m)	928
As / (mg/kgTS)	9.8
Hg / (mg/kgTS)	0.23

由表可以看出，灰渣的 pH 和传导率高，其它数值低，燃烧度高，直接填埋也不会对土地和水资源造成任何有害污染。

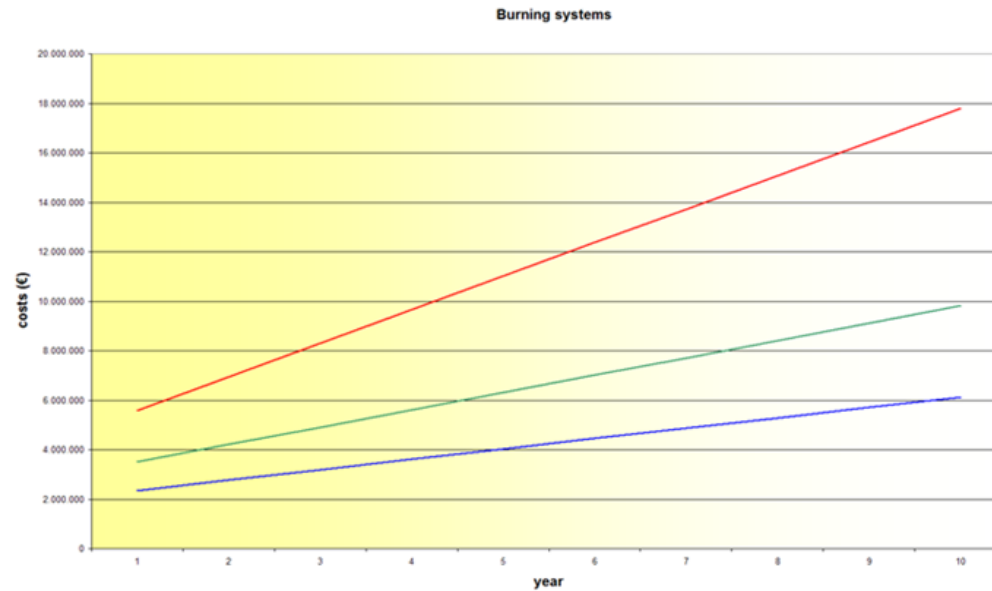
污水污泥再生能源数值：

污水污泥经过连续干燥和热处理后，可产生的再生能源产值数据如下表：

污水污泥再生能源产值基础量数据表 (MW / h)

指标	数值
燃料热输出(MW)	3.4
干化物焚烧/(% TS)	46
热值量/(MJ / kg)	4.5

目前国际三种污水污泥处理工艺 10 年内运营成本 (欧元) 对比图



蓝色标线为Kalogeo工艺技术成本
与其他工艺技术相比较，明显实现了极低运营成本的经济效益目标

其中蓝色线条为奥地利污水污泥干化热能处理技术，与其他国际现行污水污泥处理技术工艺流程进行 10 年运营期对比，以欧元为核算单位，奥地利该项技术工艺流程的运营成本为最低。

设备运行设计数据：

设备运行温度设计值

温度	数值
第一次风温/(°C)	150
第二次风温/(°C)	150
流化床温/(°C)	750
自由空间温/(°C)	860
锅炉出口温/(°C)	200
出口废气净化/(°C)	140

设备运行体积流量设计值

温度	数值
第一次风/(Nm ³ /h)	3300 潮湿
第二次风/(Nm ³ /h)	2600 潮湿
废气/(Nm ³ /h)	9400 潮湿，8%O ₂ 干燥



奥地利污水污泥干化热能处理技术建成项目外景观图和透视图

项目技术设备投资说明：

- 根据项目的具体要求，技术专家进行实地考察，根据污水污泥年处理量，污水污泥热值含量和各项条件进行技术设计和设备配套，以此为基础报价
- 污泥处理设备自成一体，包括进口处的自动系统、控制室、公用空间、围栅和交通通道
- 项目报价中不含项目配套土建和厂房建设，以及项目相关的申报手续等费用
- 污泥处理部分可以与污水处理部分联合设计，简化工艺流程，实现设备的整合利用，减少投入
- 根据设计数据和国内设备配套的条件，在保证实现无害化和再生能源经济效益数值的前提下，污泥处理设备可以部分设计国产配套
- 项目技术合作多样化：从整体技术设计，工艺流程设计，设备配套设计，污水处理与污泥处理整体设计，设备进口，设备采购，设备安装，设备调试，验收试产到人员培训，运营管理以及后续服务

社会效益： 降低和减少政府负担， 还民众一个清洁的生活环境

环境效益： 实现无公害污泥处理， 降低 Co2 排放

运营成本： 实现设备能源自供， 大幅降低运营成本

经济效益： 再生能源自供， 剩余能源外输

可持续发展： 通过高新工艺， 提取再生能源， 变废为宝， 实现废物的能源化资源化

技术参考附件 (1 - 6):

污泥通常重金属含量表

污染物	浓度
Cu/(mg/L)	0.01
Pb/(mg/L)	0.03
Zn/(mg/L)	0.017
Cd/(mg/L)	0.005
Ni/(mg/L)	0.02
Cr/(mg/L)	0.01
As/(mg/L)	0.022

技术设备功率数据举例：

污泥处理设备功率（年污泥处理量 40 000 吨）

指标	数值
污泥处理量/ (t 干化物/年)	8800
设备运营时间/ (小时/年)	7800
平均干化率/ (%TS)	22
平均有机干化物/ (%有机干化物)	70
热值量/ (MJ/Kg)	14.6
重硫含量/ (%干化物)	0.6

奥地利污水污泥干化热能工艺与其它几种污泥处理工艺系列对比结果：

再生能源产出效益对比

工艺	奥地利干化	传统机械脱	旋转窑焚烧	太阳能干化	中温厌氧
项目	热能工艺	水干化工艺	发电工艺	工艺	消化工艺
设备自身能 耗来源	自供	耗电	自供	局部自供	耗电
再生能源输 出量	高	无	一般	无	较高
附加值	高	无	一般	一般	较高
投资回收 年限	中等	短	短	较长	长
运营成本	低	高	较高	较高	一般

处理效果及二次污染物对比

工艺	奥地利干化	传统机械脱	旋转窑焚烧	太阳能干化	中温厌氧
项目	热能工艺	水干化工艺	发电工艺	工艺	消化工艺
剩余污泥 残渣率	<7%	60-70%	20%	25-30%	55-60%
剩余污泥直 接利用率	做建筑材料	无	做砖	农林用	农林用
产生废水	无	有	无	无	有
产生废气	低于欧盟排 放标准	少量异味	国内标准	国内标准	国内标准
对土地和 水源有污染	无	有	无	无	无

整体设备稳定性操作性对比

工艺 项目	奥地利干化 热能工艺	传统机械脱水干化 工艺	旋转窑焚烧发电工 艺	太阳能干化工艺	中温厌氧 消化工艺
占地面积	较小	较大	一般	大	大
设备投资额	较大	较小	一般	大	大
设备能耗量	低	一般	高	高	一般
设备监测 水平	高	较低	一般	高	高
设备自动 调控水平	高	较低	较低	一般	高
设备温控 水平	高	较低	一般	高	高
设备质量 可靠性	好	一般	一般	一般	一般
对污泥形态、流量 变化的灵活性	好	较好	一般	一般	好
设备操作 简易性	好	较差	一般	好	好

国内外污泥干化再生技术能耗来源、成本及净利对比表

	Kalogo	法国污泥干化再生掺煤焚烧	国内污泥干化混合垃圾焚烧	国内污泥干化掺煤焚烧
占地面积 (m ² /吨 , 按年处理量计)	0.12	0.18	0.07	0.17
设备能耗来源	自供	部分自供	部分自供	部分自供
投资成本 (元/吨 , 按年处理量计)	1650 (4 万吨/年 投资 6000 万)	2160 (10 万吨/年 投资 2.16 亿)	848 (25 万吨/年 投资 2.16 亿)	298 (27 万吨/年 投资 8200 万)
扣除自供后的输出 能源 (元/吨)	>150	128	153	102
运营成本 (元/吨 , 15 年折旧)	<300	>400	>250	>300

单位净利（元/吨）	220	178	153	50
	无废水，	无废水，	无废水，	无废水，
三废及最终形态	废气欧盟标准，	废气国内标准，	废气国内标准，	废气国内标准，
	废渣做建材	废渣铺路	灰渣利用	灰渣利用

真诚欢迎

**参加我们的城市固废处理再生能源新产业链打造
实现城市环境和经济发展并进的美好未来**