



中材国际

利用水泥窑无害化协同处置 生活垃圾技术



中材国际环境工程（北京）有限公司

A faint, light-colored world map is visible in the background, centered behind the title text. The map shows the continents of North America, South America, Africa, Europe, Asia, and Australia.

公 司 简 介

持续研发环境治理技术

To Research & Develop Environmental Control Technology

不断创造企业社会价值

To Create Social & Enterprise Value

中材国际环境工程（北京）有限公司集中了中国中材国际环境工程领域的研发人才、技术、资源等优势，以水泥行业为依托，致力于发展中国环保产业。公司着力发展环保产业中的新工艺、新技术、新装备，为用户提供工程咨询，工程设计，装备制造，工程总承包等综合集成服务，成为城市和区域环境治理综合方案提供商和投资运营管理商。

Sinoma International Environmental Engineering Co.,Ltd is committed to the development of environmental protection industries, integrating professionals, technologies and resources of each affiliated part of Sinoma International Engineering Co., Ltd in the field of Environmental Engineering and relying on the cement industry. Our company is dedicated in new process, new technology, new equipments in the field of environmental protection industry and provide the integration services of process design, equipments manufacture and turn-key project etc. our company has become integration solution provider, project operator and investor of comprehensive proposals for treating municipal and regional environment.

持续研发环境治理技术

To Research & Develop Environmental Control Technology

不断创造企业社会价值

To Create Social & Enterprise Value

水泥行业资源综合利用、废弃物无害化处置和节能减排的综合服务商

An integrated service provider in cement industry for comprehensive resource utilization, harmless disposal of waste and energy saving & emission reduction



生活垃圾处置
MSW Disposal



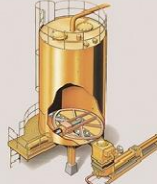
危险废物处置
Hazardous waste Disposal



危险废物破碎
Hazardous pretreatment



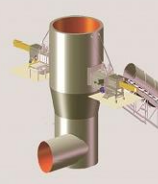
污泥直接处置
Sludge directly Disposal



污泥干化处置
Sludge pretreatment Disposal



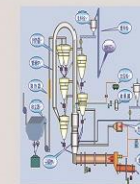
轮胎焚烧系统
AFS technology



分级燃烧脱销
Grading burning



SNCR脱硝
SNCR De-NO_x



研发

R & D

设计

Design

装备制造

Equipment Manufacturing

工程建设

Project Construction

投资

Investment

运营管理

Operation Management

研发设施



小型立磨实验平台



高温煅烧实验平台



可燃物气力输送实验平台



高温悬浮态分析试验平台



X-射线衍射分析仪



气质联用仪

目前正在承担的国家级课题有：

- 1、科技部——“十二五”国家科技支撑计划课题（城市生活源废物余热利用与协同处置技术及应用）
- 2、工信部——协同处置和低碳水泥发展对策研究
- 3、科技部——“十二五”水专项（水泥窑干化焚烧污泥技术研究与装备开发）
- 4、建设部——水泥窑协同处置技术规范
 - 1) 水泥窑协同处置工业废物设计规范
 - 2) 水泥窑协同处置污泥设计规范
 - 3) 水泥窑协同处置生活垃圾工程设计规范

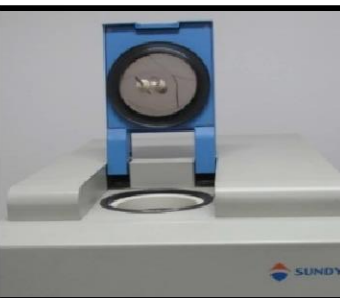
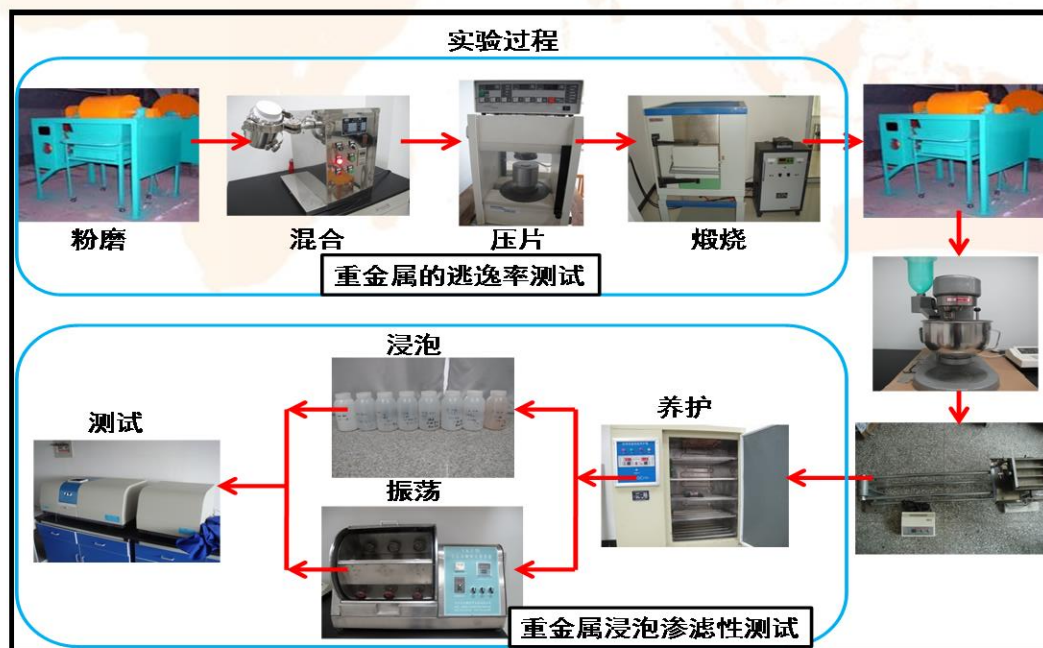


水泥窑协同处置生活垃圾技术 ——研发历程

- 上世纪90年代末，中国中材国际工程股份公司积极响应国家号召，开始从事水泥窑协同处置废弃物的技术调研、实验分析、技术研究、装备开发、系统集成等系列化基础研究和创新工作，为技术的后续工程化应用奠定了基础。



- 2000年，开始了国内城市生活垃圾处置状况的调研工作，并开展了相关的实验研究和技术分析工作。



- 2004年，完成国内外城市生活垃圾处置技术的调研工作，并就“利用水泥窑炉协同处理城市生活垃圾的技术方案”进行了论证，通过了国家发展和改革委员会工业司组织的专家论证会的论证。



专家评审意见	
2004年5月25日，国家发展和改革委员会工业司组织有关专家，在中材国际工程股份有限公司召开的“利用水泥工业新型干法窑处置城市混合废弃物”实施技术方案进行了论证。经与会专家们认真讨论、分析和研究，形成如下意见：	
1、中材国际工程股份有限公司市工业设计院研究提出的关于“利用水泥工业新型干法窑处置城市混合废弃物”的实施技术方案，符合目前国家环保政策、资源综合利用政策，贯彻了可持续发展的思想。	
2、报告在全面了解和掌握国内外城市废弃物产生和处置现状及其差异性的基础上，针对国内不同废弃物产生的特点，提出了系统的实施方案，并对处理过程中可能存在的技术问题进行了详细论证，论证充分。	
3、报告针对水泥工业新型干法窑的特点，对生产过程的稳定性、产品质量和不产生二次污染等进行了详细论证，认为该技术方案符合水泥工业新型干法窑处置城市混合废弃物的要求，环保效益明显。	
4、为了尽快使该项技术付诸实施，以发挥其处置废弃物的优点，加快解决目前环境与专家们一致建议：	
(1) 国家相关部门应根据我国现有城市现状，制定相应的优惠政策等一系列优惠政策和法律法规文件。	
(2) 建议国家安排专项资金，给予该项目必要的资金支持，以缓解城市混合废弃物不断增长带来的社会压力。	
(3) 结合湖南长沙、吉林亚泰四期项目尽快组织实施，以推动环保事业的发展。	
(4) 建议国家发改委尽快组织安排与本项目密切相关的研究工作。	
(5) 对可行性研究进一步补充环境、安全、卫生方面的内容。	
专家组组长：[Signature] (签字) 2004年5月25日	

- 2008年，获得国家科技支撑计划资助，承担完成了“城市生活垃圾在水泥窑中的处置技术及装备研究”，为本技术的系统集成创新技术研究和工业化应用奠定了基础。

课题任务书编号：2008BAJ05B04

密级：公开级

国家科技支撑计划课题任务书
(试行)

项目名称: 新型干法水泥生产线节能减排技术与装备研究
课题名称: 城市生活垃圾在水泥窑中的处置技术及装备研究
项目组织单位: 国务院国有资产监督管理委员会
课题承担单位: 中国中材国际工程股份有限公司
课题负责人: 蔡玉良
起止年限: 2008年05月01日至2010年12月31日

中华人民共和国科学技术部
2008年12月12日



- 2008年，获得国家科技支撑计划资助，承担完成了“城市生活垃圾在水泥窑中的处置技术及装备研究”，为本技术的系统集成创新技术研究和工业化应用奠定了基础。



- 2008年，获得国家科技支撑计划资助，承担完成了“城市生活垃圾在水泥窑中的处置技术及装备研究”，为本技术的系统集成创新技术研究和工业化应用奠定了基础。

序号	专利名称	专利号	授权时间	专利类别	序号	专利名称	专利号	授权时间	专利类别
1	利用新型干法水泥生产系统处理城市生活垃圾的方法	ZL200410066088.3	2007-1-24	发明	7	一种遏制城市生活垃圾发酵的方法	ZL200410066089.8	2007-4-25	发明
2	垃圾复合密度振动分选机	ZL200720033145.7	2008-1-2	实用新型	8	轻质物料喂料机	ZL200920232994.4	2010-6-2	实用新型
3	分散式低NO _x 煤粉燃烧器	ZL20092020091102.1	2010-6-19	实用新型	10	系统处理城市生活垃圾	ZL20092020091102.1	2010-5-10	实用新型
5	带密封装置的旋转轴	ZL200920233642.0	2010-5-19	实用新型	11	旁路放风的骤冷混合器	200920301403.4	2009-3-19	实用新型
6	带布料器的储仓	200920232993.X	2009-7-27	实用新型					

申请相关专利共计11项，其中发明专利2项。



- 2014年1月，中国建筑材料联合会在江苏省溧阳市组织召开关于“利用水泥窑炉协同处置城市生活垃圾系统集成创新技术与工程应用”的成果鉴定会。专家组对该项目的重大技术突破和创新、示范线的连续稳定运行给予了充分肯定和高度评价，一致认为本项目拥有多项技术创新成果，达到了国际先进水平。





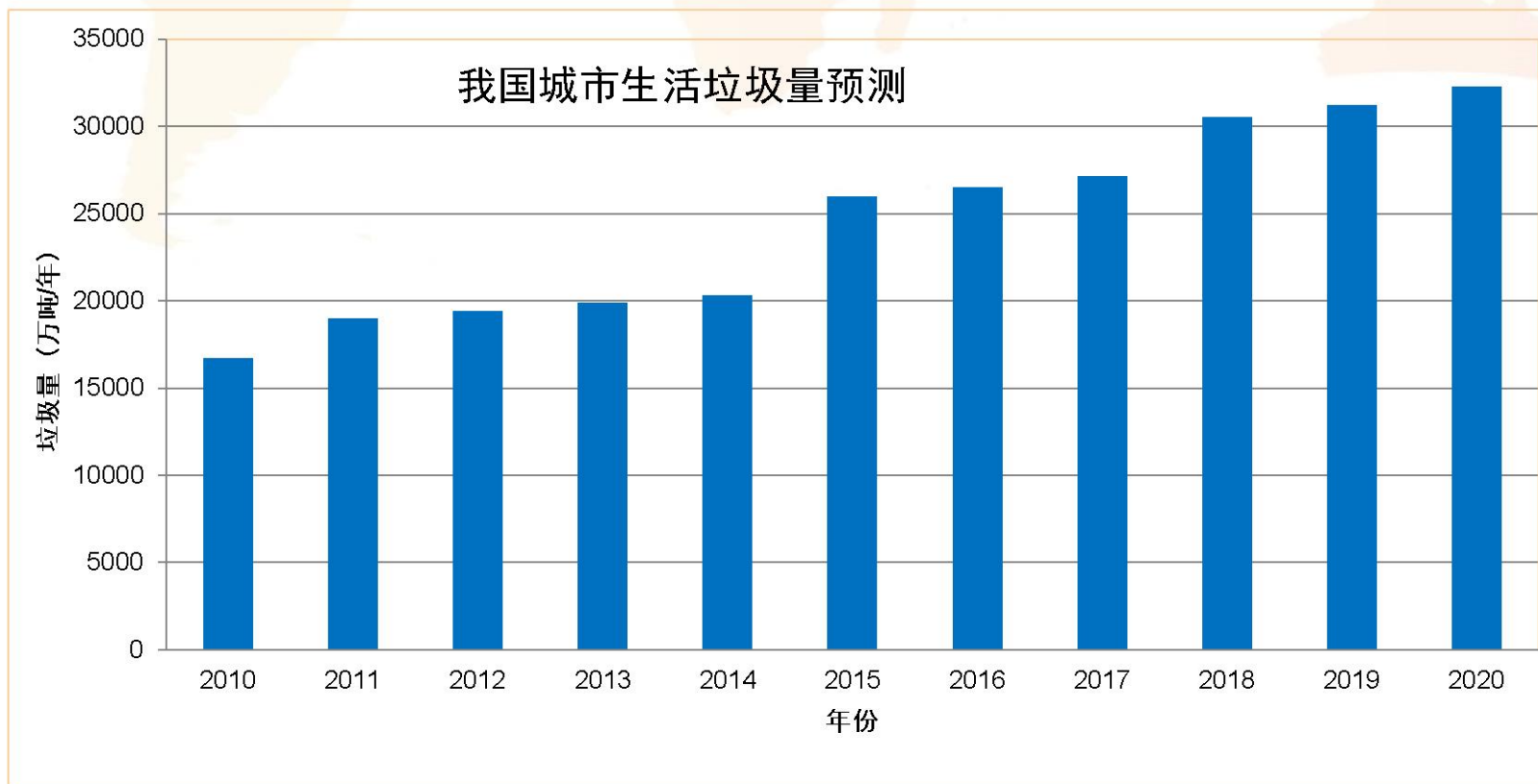
水泥窑协同处置生活垃圾技术

——技术介绍

1、我国城市生活垃圾的现状

1.1、国内城市生活垃圾产生情况

目前我国未经处理的城市生活垃圾累积堆存量已达70多亿吨，侵占土地面积5亿多平方米。2003年以后，城市生活垃圾量总量基本上稳定在每年1.5亿吨左右，预计2015年、2020年分别为2.60亿吨、3.23亿吨。

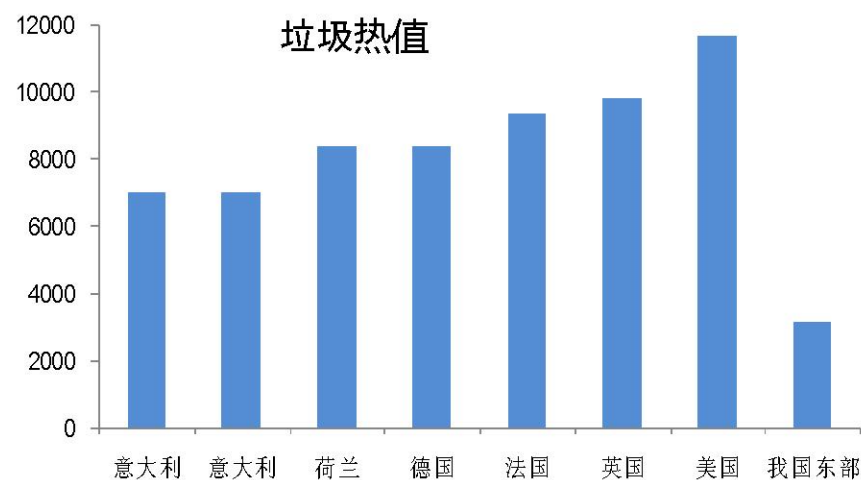
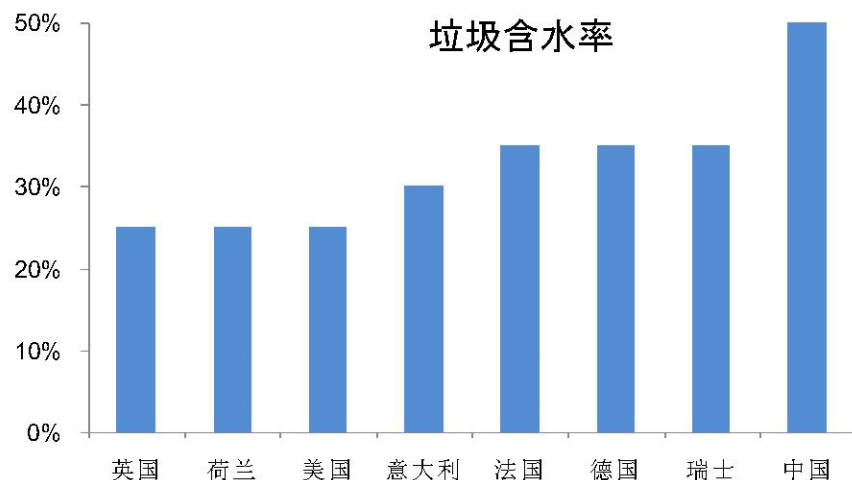


1.2、国内城市生活垃圾组成

城市	年份	可燃物 (%)				厨余 (%)	无机物 (%)		金属 (%)
		纸类	塑料橡胶	竹木	织物		玻璃	渣石土砂	
上海	1998	8.77	13.48	1.27	1.90	67.33	5.15	1.37	0.73
天津	1999	19.40	20.36	1.77	1.35	48.42	4.04	2.61	0.33
深圳	特区内	8.60	16.90	4.20	9.80	51.00	2.50	1.80	0.90
	宝安区	7.80	21.70	2.80	11.40	45.40	2.50	2.10	1.20
	龙岗区	7.10	17.20	4.20	12.20	47.30	2.20	2.60	1.60
广东	广州	5.63	15.59	5.86	4.44	47.86	4.39	14.92	0.55
	中山	5.87	19.40	11.20	3.20	47.47	1.60	11.20	1.07
杭州	1997	3.68	7.63	1.20	2.23	58.19	2.09	24.00	0.98
青岛	1997	4.00	11.20		3.20	42.20	2.20	36.10	1.10
佳木斯	2000	8.94	12.88			38.43	2.93	29.07	0.74
西安	1997	3.35	7.93	3.94	2.48	15.74	1.84	63.52	1.20
南京	2003	4.50	13.00	3.20	0.10	17.40	0.50	61.10	
铜陵	2005	2.80	8.80	0.90	0.90	79.50	1.80	63.52	
北京	2009	7.11	22.50	12.27	2.94	44.90		10.35	
统计	平均	6.97	14.90	4.40	4.32	46.51	2.60	23.16	0.95
	合计	30.59				46.51	25.76		0.95
	含水率	~35				~85	~15		

国内垃圾变化趋势：可燃有机物逐年增加，无机物和厨余在逐年减少。

1.3、国内外垃圾的差异比较



差异性的原因:

- 1、社会物质文化生活水平的差异;
- 2、垃圾产生源头控制规范性差异;
- 3、是否存在专门处理机构的差异;

一般认为:

垃圾的热值高于: 3300kJ/Kg

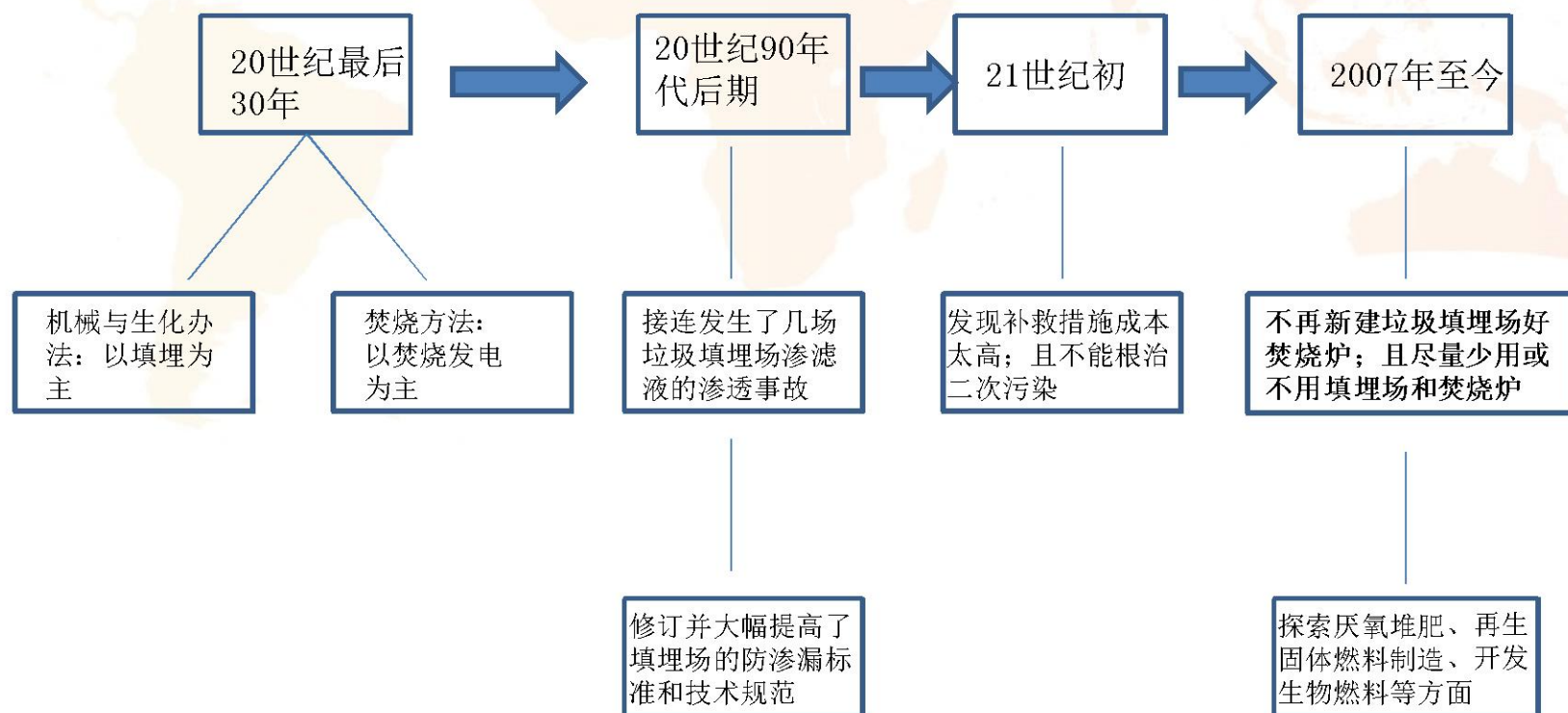
才能不依靠补燃焚烧。

垃圾的热值高于: 5000kJ/Kg

才能适宜于燃烧发电。

1.4、国内外垃圾处理的差异比较

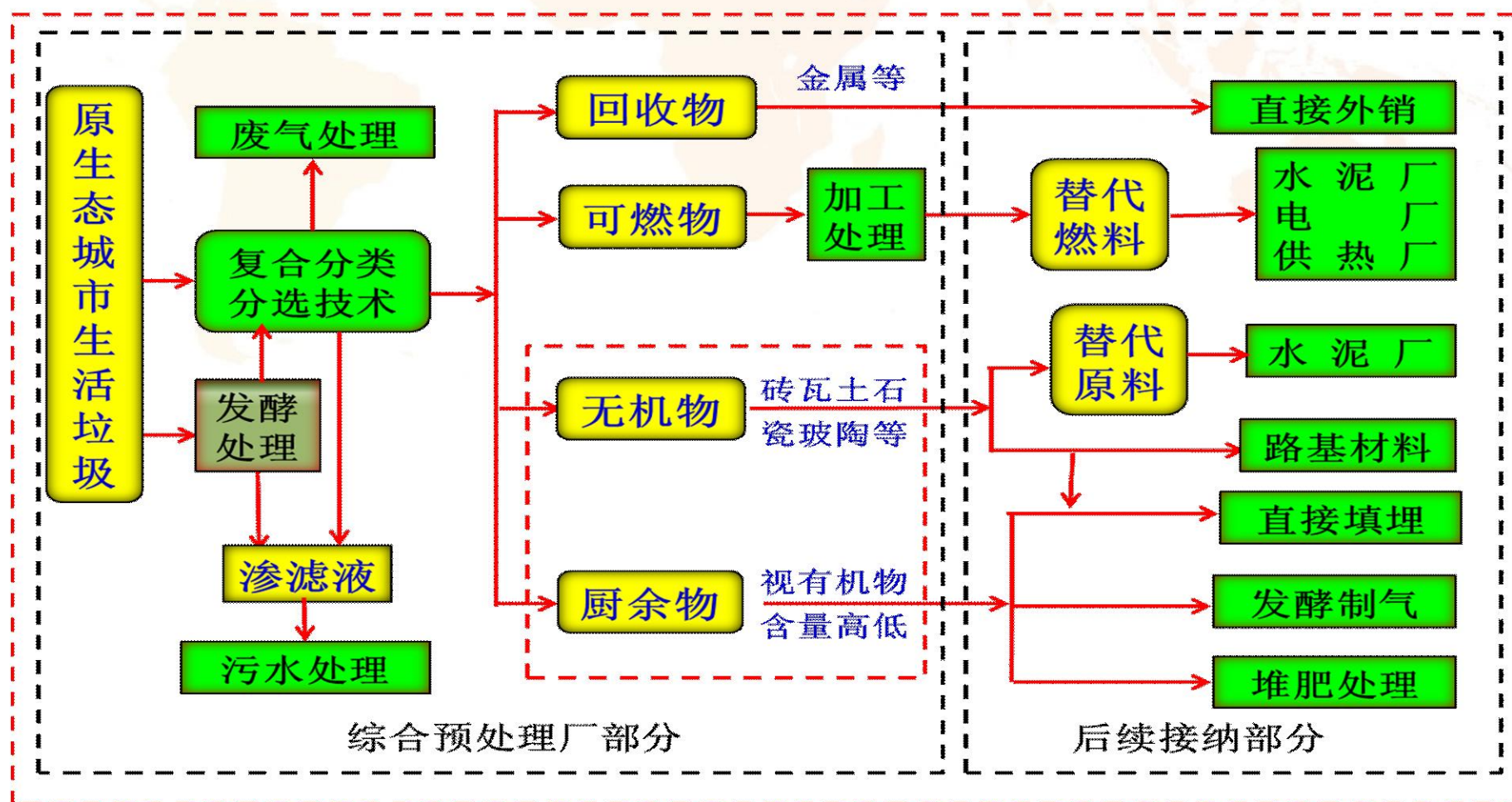
欧盟城市生活垃圾处理方法



2007 年至今，德、英、等国终于相继作出了新决策，不再新建可燃废物与城市生活垃圾填埋场和焚烧炉厂；今后所有新产生的可燃废物和垃圾都要采取其他的更安全更经济的方法，尽可能地全部即时处置，一步到位，消纳干净，不留后患，尽量少用或不用填埋场和焚烧炉。

1.4、国内外垃圾处理的差异比较

欧盟城市生活垃圾处理方法



2、Sinoma采取的技术方案和技术路线

遵循原则：(1)、综合处理工艺的原则；

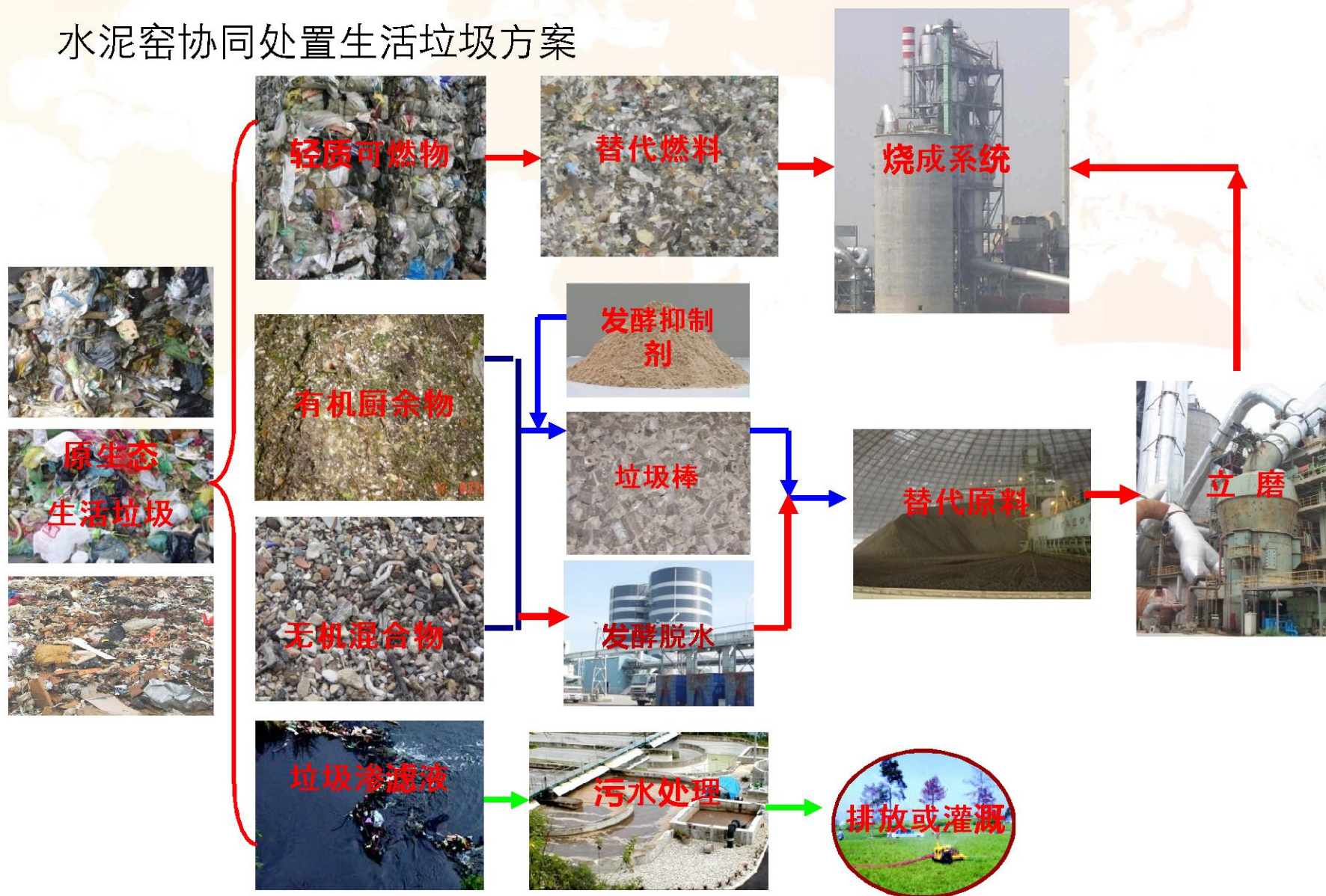
(2)、不影响相关系统和产品质量的原则；

(3)、处理能力最大化的原则；

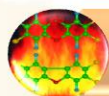
(4)、不产生新的二次污染。

技术方案：在现有新型干法窑的基础上集成了生活垃圾预处理、发酵脱水技术，将生活垃圾按其组分特性差异进行分选，再将分选后的各部分按其处置要求以不同的处置方式进入水泥窑系统，既可以消除了生活垃圾组分波动对水泥窑生产过程的影响，又可以保证生活垃圾各组分得到彻底的销毁，处置过程无残渣排出，水泥窑产品质量和排放均可满足我国现行标准的控制要求。

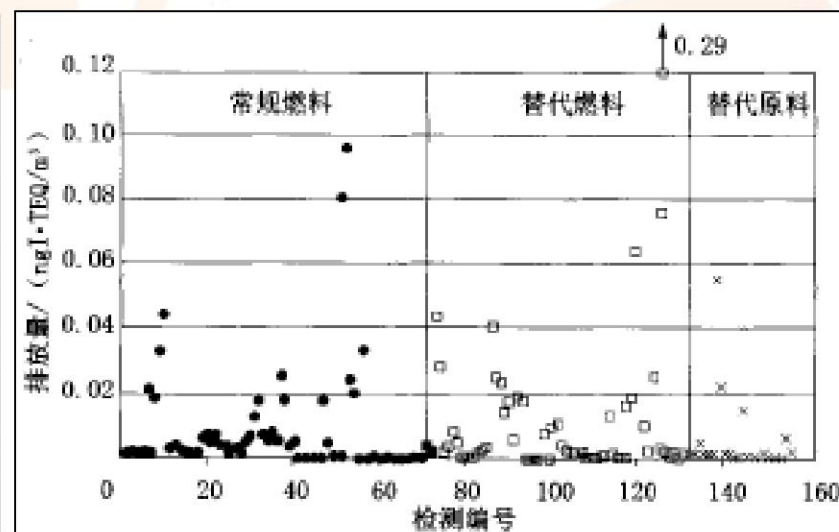
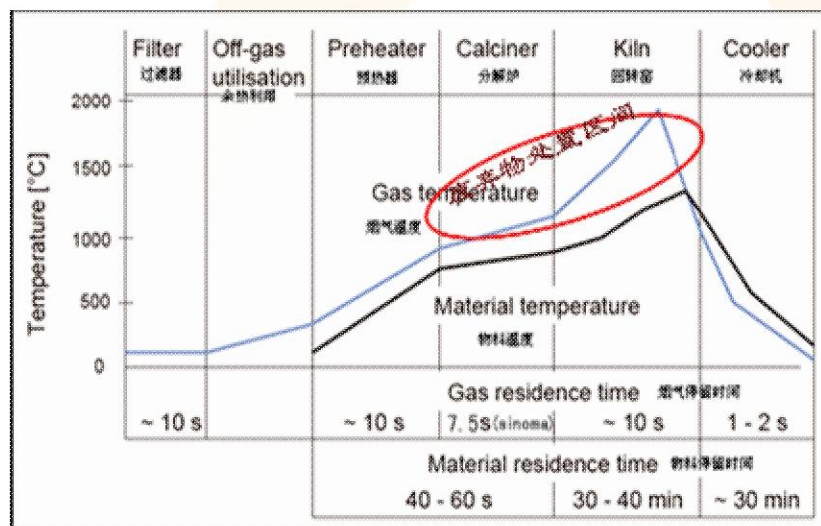
水泥窑协同处置生活垃圾方案



3.1 技术特点



处置温度 $900^{\circ}\text{C}\sim 1800^{\circ}\text{C}$ ，停留时间长，可避免产生二噁英。



3.1 技术优点



固相碱性环境可有效地抑制酸性物质（ SO_2 和 Cl^- ）的排放。



可将垃圾中的绝大部分重金属离子固化在熟料矿物中。



利用水泥生产的中间态物料可以有效抑制城市生活垃圾的发酵。



处置过程无废渣排出，无需二次处置。



受垃圾成分影响较小，处置过程稳定。



投资小，运行成本低。

3.2 技术对比

处理方式		焚烧（发电/供热）	水泥窑协同处置
适用条件		适合处理可燃物较多的生活垃圾；垃圾低位热值须大于3300kJ/kg。	原生态生活垃圾；无热值要求。
选址		容易，可靠近市区建设。	容易；利用现有水泥厂，仅需预处理车间的用地。
运行稳定性		容易受到生活垃圾的组成、含水率、热值等因素影响。	不受生活垃圾特性波动的影响。
操作参数	气体最高温度（℃）	~1000	~1800
	气体停留时间（S）（>850℃）	1~3	6~12
	物料最高温度（℃）	~850	~1500
	物料停留时间（min）（>850℃）	2~15	~30
经济指标	处理量（t/d）	600	600
	投资（万元）	~26000	~12000
	单位投资（万元/t.d）	45	20
	处置成本（元/t）	80~150（扣除发电收益）	80~150（不含水泥生产系统的处置成本）

3.2 技术对比

处理方式		焚烧（发电/供热）	水泥窑协同处置
无害化	灰渣处置	炉渣需填埋，或用于建材；飞灰为危险废弃物，需填埋或处置；最终仍会污染环境。	灰渣被固化在熟料中，无灰渣外排。
	大气污染	需配置先进的烟气处理系统；但二恶英排放达标尚难保证。	无需新增烟气处置系统即可达标排放。
	水污染	灰渣填埋或处置不当易造成污染（二恶英、重金属等）；污水处置达标后排放。	污水处置达标后排放。
	土壤污染	灰渣填埋或处置不当易造成污染（二恶英、重金属等）。	无。
减量化		约10%原始量的灰渣需处置	全部消解，无剩余物。
资源化		不可回收其中的塑料、纸张等高热值组分；可回收金属。	可回收塑料、纸张、金属等。



水泥窑协同处置生活垃圾技术

——溧阳示范线项目

1、项目概况

- **项目的规模**: 450t/d城市生活垃圾
- **项目所在地**: 溧阳市上兴镇曹山旁。
- **项目总投资**: 1.05亿元
- **处置的方式**: 利用水泥窑协同处置新建预处理厂, 经处理合格后的物料送至水泥厂, 按水泥生产系统特点分多点加入。
- **垃圾的收集**: 溧阳市环卫局负责收集运送到预处理厂。
- **项目的投资方**: 中材国际负责垃圾预处理厂部分的投资; 溧阳天山水泥厂负责水泥厂区部分的接口改造。
- **技术来源**: 国家科技部专项资金支持的“利用水泥窑协同处置城市生活垃圾科研项目”取得的科研成果和中材国际十多年来的科研成果和装备开发成果。

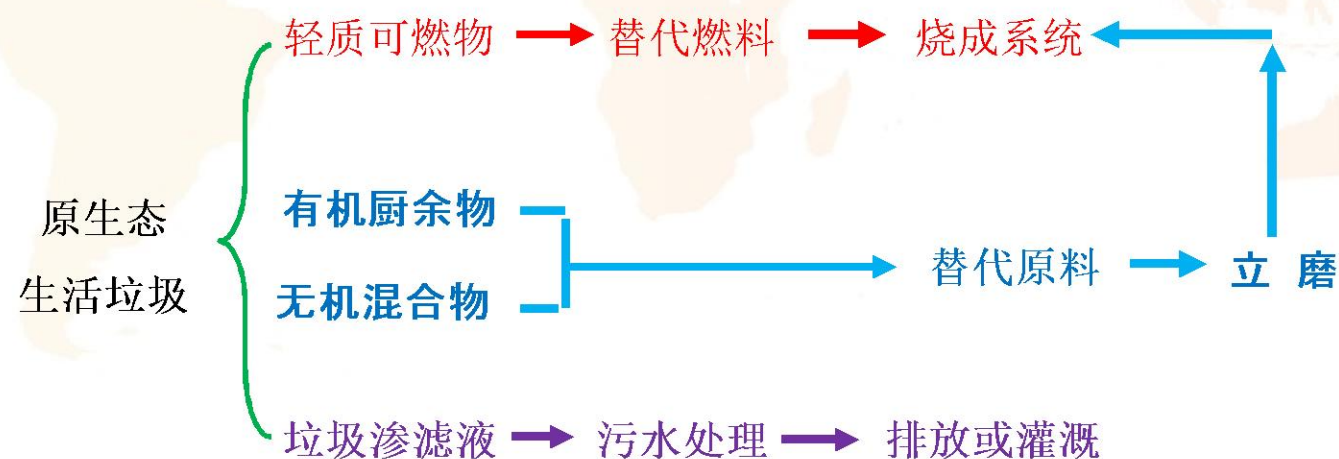
1、项目概况



- ◆ 2011年1月，溧阳市人民政府与中国中材集团签署溧阳市生活垃圾无害化处置的框架协议。
- ◆ 2011年3月，中材国际与溧阳市城市管理局签订30年生活垃圾特许经营权协议。
- ◆ 2011年4月，溧阳中材环保有限公司完成了项目的规划选址、土地预审、环评、可研报告批复等立项工作。
- ◆ 2011年6月，溧阳市生活垃圾处置示范线项目正式开工建设。
- ◆ 2012年1月，示范线开始单机试车；3月底完成单机试车、无负荷联动试车。
- ◆ 2012年4月，示范线预处理系统开始带料试车；
- ◆ 2012年5月，溧阳天山水泥厂区接纳系统带料试车。
- ◆ 2013年3月，示范线项目正常运行。

2、技术方案、遵循原则

技术方案：**生活垃圾预处理+水泥窑协同处置**



技术先进性：(1)、综合处理工艺；

(2)、不影响烧成系统运行和熟料质量；

(3)、环保项目，不新增二次污染；

(4)、处理能力最大化（500t/d生活垃圾，120t/d污泥，2万t/y危废）；

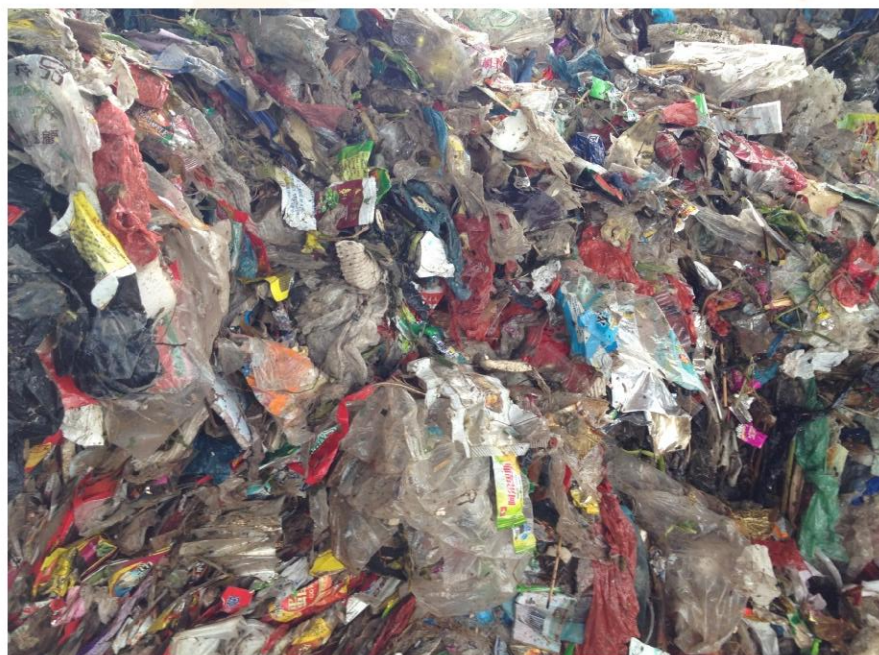
3、技术特点

(1) 预处理系统与配套工程系统既可联动运行也可独立运行，受当日生活垃圾进厂量、生活垃圾组分和含水率的波动影响较小，对原生态生活垃圾的适应性好，适合国内不同区域、不同季节时生活垃圾组分差异较大的现状。

(2) 与混合式处置技术相比，本项目资源化程度较高，且不影响烧成系统的产量和熟料质量。生活垃圾中的可燃物可作为矿物质燃料的替代物，不可燃物可作为水泥生产硅铝质原料的替代物，从而减少了熟料生产系统对燃煤、粘土质原料的需要量，减少了燃煤燃烧产生的二氧化碳的排放。

3、技术特点

(3) 针对可燃物成品的含水率高、尺寸大、易缠绕、易结拱等特点，集成开发了一套包括储存、输送、喂料等设备的可燃物处置系统，实现了可燃物无需细破碎、直接入分解炉进行处置的目标，节约了可燃物细破碎和脱水干化的能源消耗，提高了项目的经济效益。



可燃物细破碎机的能力普遍偏小，对国内含水率偏高的可燃物适应性较差，而且破碎能耗较大（30kW/h以上），刀头磨损严重（每2000t左右可燃物需更换刀头），设备运行、维护成本偏高。本项目的可燃物处置系统投入运行后，每吨可燃物的处置成本可节约40元左右。

3、技术特点

(4) 不可燃物成品包括厨余物、渣土、玻璃、砖瓦等，具有含水率高、极易发酵和结拱堵塞的特点。经多次技术改造和创新，集成开发了一套不可燃物处置系统，消除了不可燃物在运输、储存过程中的发酵，实现给料的连续、稳定，降低了其成分波动、高含水率对熟料生产工艺系统和过程装备的影响，提高了项目的经济效益。



4、示范线运行情况

(1) 技术经济参数

处理能力 (t/d)	~430, (日产日清)
预处理系统能力 (t/h)	50~55, (8h/d)
可燃物处理能力 (t/h)	7~8, (20h)
不可燃物处理能力 (t/h)	12~15, (16h)
项目投资 (万元)	10564
处置补贴 (元/t)	75
生产人员 (人)	25 (预处理系统) +7 (配套系统)

4、示范线运行情况

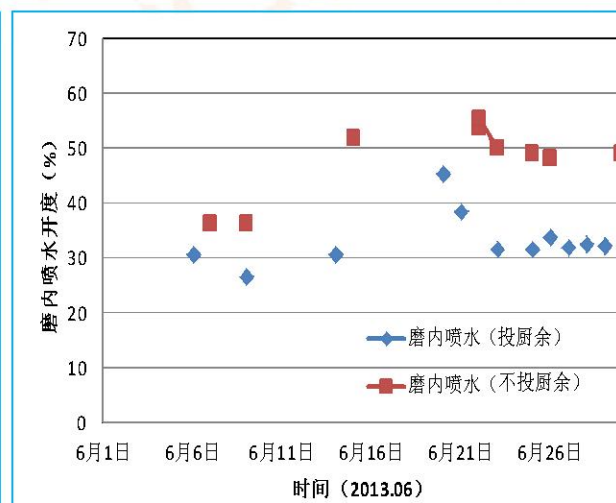
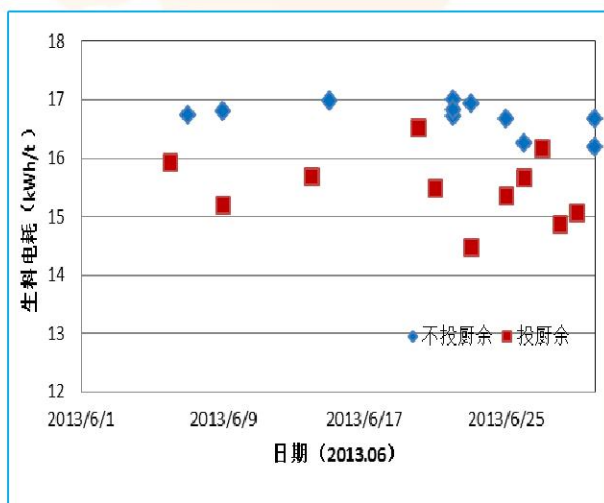
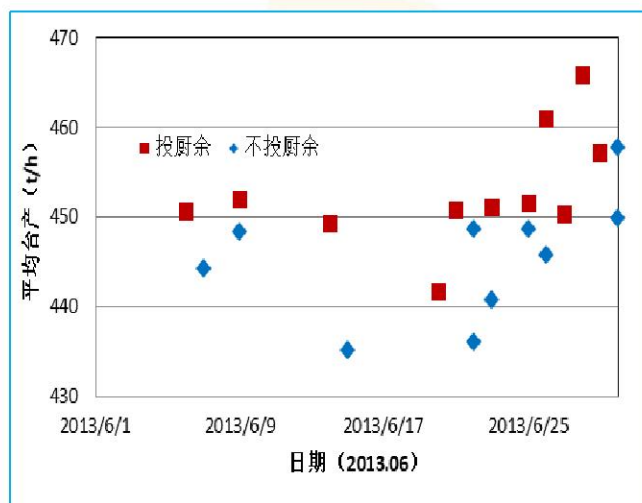
(2) 处置能力



实现了溧阳市生活垃圾日产日清的目标

4、示范线运行情况

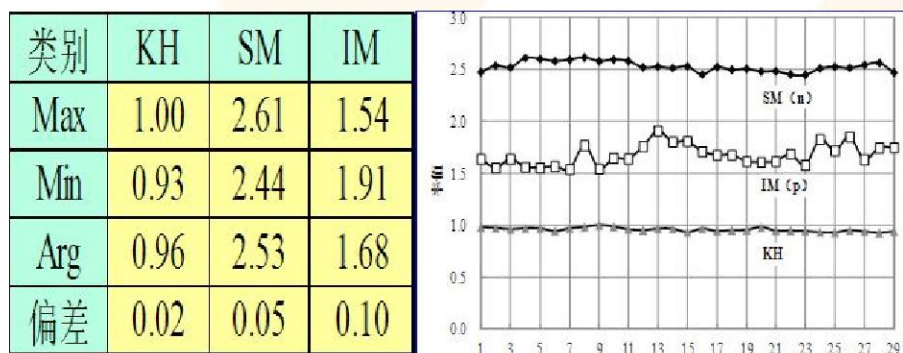
(3) 生料磨操作参数的变化



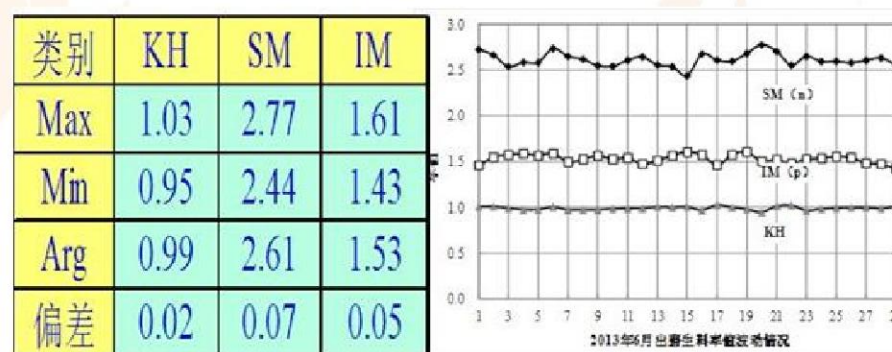
提高磨机产量、降低粉磨电耗、减少磨内喷水

4、示范线运行情况

(4) 生料质量的变化



未加厨余物出磨生料率值波动情况



加厨余物出磨生料率值波动情况

处置生活垃圾后，出磨生料率值波动很小。

4、示范线运行情况

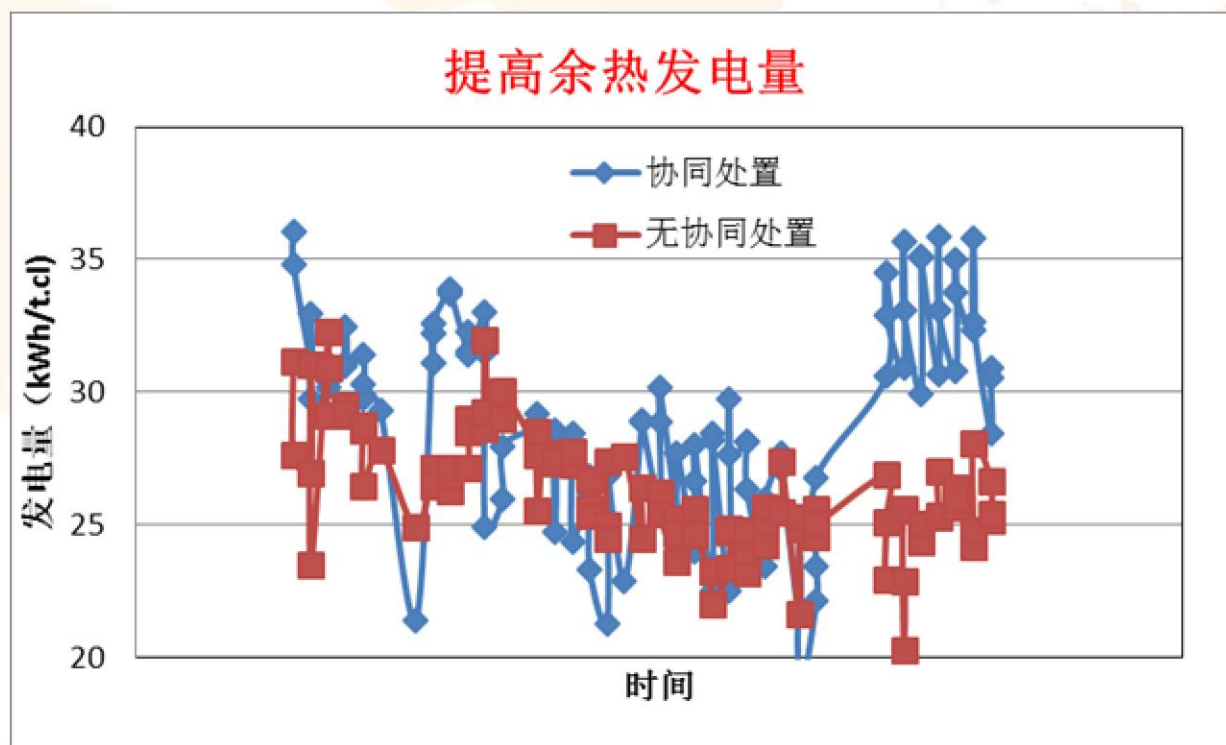
(5) 烧成系统操作参数的变化

类 别		标准煤耗	C1出口温度	余热发电量	NOx
统计时段	单 位	kg/t-cl	℃	kWh/h	mg/Nm ³
2012.12	无协同	113.19	320	6465.8	790
2013.2	处 置				
2013.5	协 同	106.46	335	6960.9	588
2013.7	处 置				

统计时段	类别	生料喂入量 (t/h)				熟料产量 (t/d)			
2012.1~2012.12	无协同	最大	最小	平均	标准偏差	最大	最小	平均	标准偏差
	处 置	393	333	375	12.2	5829	4933	5562	186
2013.5 ~2013.7	协 同	最大	最小	平均	标准偏差	最大	最小	平均	标准偏差
	处 置	394	325	374	10.1	5837	4814	5543	154

4、示范线运行情况

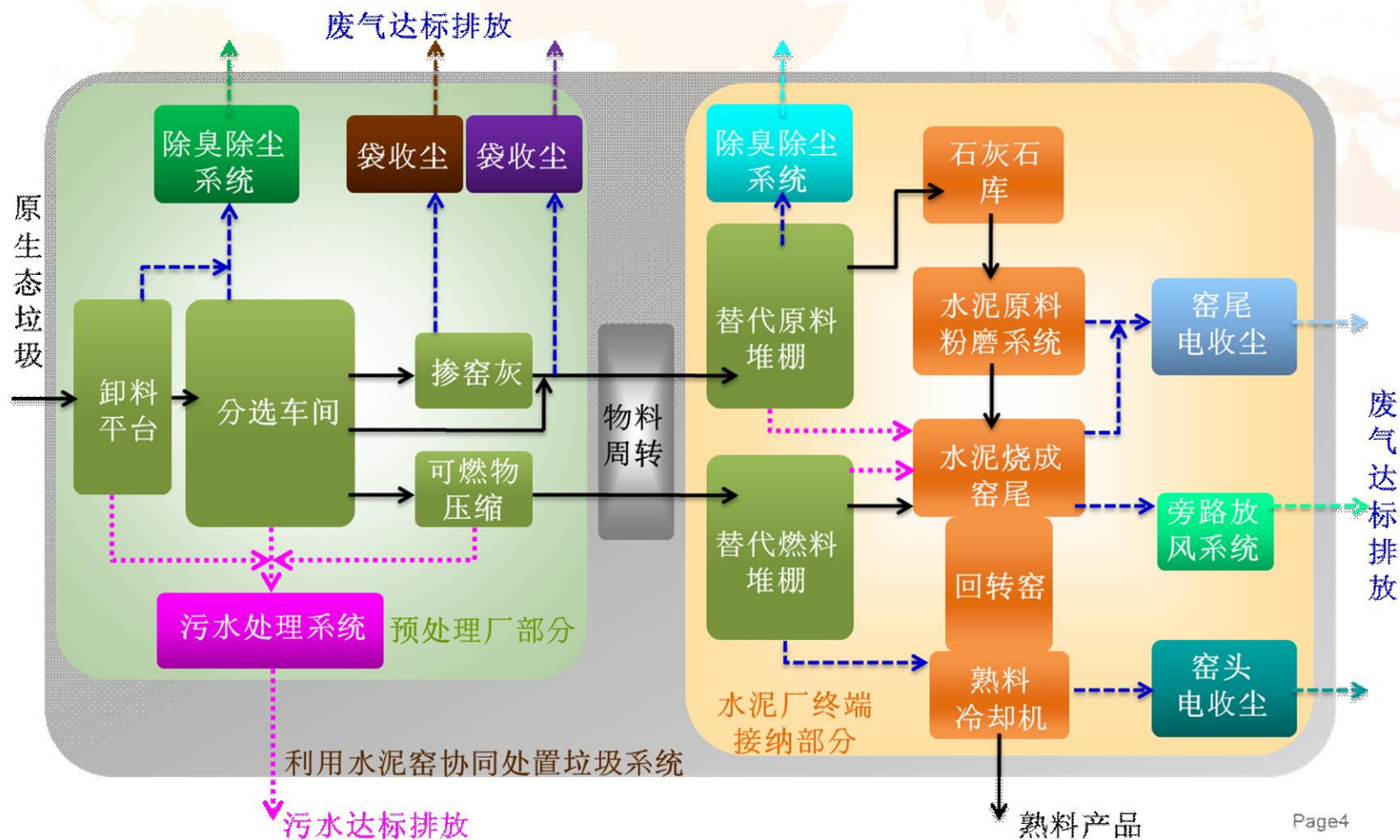
(6) 余热发电量的变化



每年可增加余热发电量约346万kWh

5、环境保护

(1) 本项目的污染控制点



5、环境保护

(2) 粉尘

粉尘排放检测分析结果 单位: mg/Nm³

工艺阶段	排放位置		实测结果			参考排放限值
			Max	Min	Avg	
生活垃圾预处理厂	原生态垃圾卸料及车间除臭除尘系统排放口		TL0	TL0	TL0	《水泥工业大气污染物排放标准》(GB4915-2013)对于重点地区,粉尘的排放限值分别为20mg/Nm ³ ;
	窑灰卸料袋收尘排放口		16.5	6.8	11.2	
	不可燃物装车袋收尘排放口		9.6	3.4	6.3	
水泥厂接纳系统	替代原料堆棚除臭除尘系统排放口		TL0	TL0	TL0	现有设施粉尘排放于2015年6月30日前仍执行GB4915-2004中规定的50mg/Nm ³
	窑尾电收尘排放口	未协同处置垃圾	35.2	31.7	34.0	
		协同处置垃圾	37.7	34.2	36.3	
	旁路放风系统废气排放口		32.6	16.4	25.8	
	窑头电收尘排放口		17.5	15.8	16.7	

控制措施:

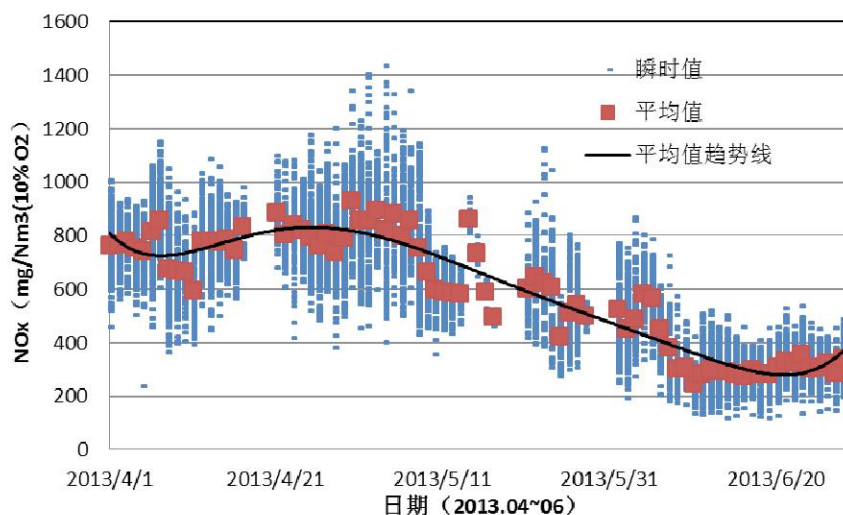
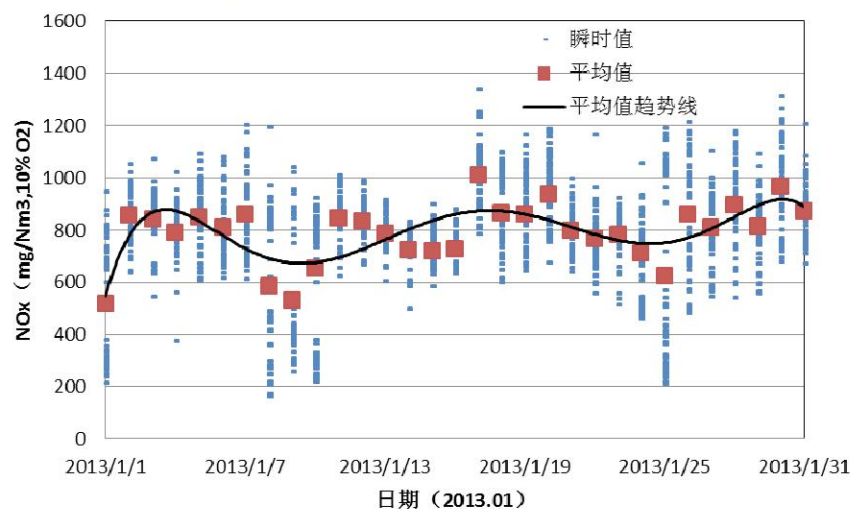
1. 微负压状态
2. 物料转接位置配备集气装置
3. 合理设计, 减小扬尘
4. 统一收集, 除尘装置
5. 调整工艺参数, 以适应水泥厂原有收尘系统

注: Max=最大值, Min=最小值, Avg=平均值, TL0=未检出, 下同。

5、环境保护

(3) NO_x

- 水泥窑在协同处置城市生活垃圾时，焚烧垃圾有利于抑制水泥窑系统NO_x的产生，减少废气中NO_x的排放。
- 借助于SNCR脱氮作用，调整合适的喷氨量，其废气中NO_x最终排放指标，完全可以控制在国家相关标准要求的范围以内。



5、环境保护

(5) 重金属

- 熟料样品的重金属含量检测统计值显示，处理垃圾后熟料中的重金属含量满足《水泥工厂设计规范》（GB 50295-2008）中的控制要求。
- 水泥窑协同处置系统向环境排放废气中的挥发性重金属检测结果显示，废气中挥发性重金属（如Hg、Tl、Cd）的含量远低于国内外排放限值（GB30485-2013及欧盟2000/76/EC）。

5、环境保护

(6) 二噁英

检测类别	检测位置	单位	检测值		标准限值	备注
排放气体	窑尾烟囱排气	ng-TEQ/Nm ³	<0.1		0.1	GB 30485-2013
	旁路放风烟囱排气		<0.1			
水泥厂周边	水泥厂周边大气 ⁽¹⁾	pg-TEQ/Nm ³	上风向	0.16	0.6	参考日本的环境标准
			下风向	0.193		
	水泥厂周边土壤 ⁽²⁾	ng-TEQ/g	上风向	0.005	1	
			下风向	0.0073		

注：（1）指5km上风向1个点，下风向3个点；（2）指1、3、5km上下风向各1个点。

5、环境保护

(7) 小结

1. 在示范线项目的设计、建设和运行过程中，主要针对粉尘、硫氧化物、氮氧化物、重金属、氯化物、氟化物、二恶英、放射性、异味气体及挥发性有机物等10项，采取了合理而有效的控制措施，达到了良好的控制效果。
2. 利用水泥窑协同处置生活垃圾工艺技术在二次污染物的控制方面具有较大优势，各项排放指标均能达到国家标准的控制要求，是一种经济环保的新工艺技术。



6、现场图像



预处理车间

6、现场图像



预处理车间

6、现场图像



预处理成品装车平台

6、现场图像



可燃物接纳处理系统



可燃物输送皮带

6、现场图像



厨余物接纳处理系统



旁路放风系统



Sinoma 中材国际环境工程（北京）有限公司
中国中材 Sinoma International Environmental Engineering Co.,Ltd