

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F23G 5/00

F23G 5/46



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410000031.3

[43] 公开日 2004年12月22日

[11] 公开号 CN 1556349A

[22] 申请日 2004.1.5

[21] 申请号 200410000031.3

[71] 申请人 朱剑峰

地址 100024 北京市朝阳区管庄东里13楼2
门101号

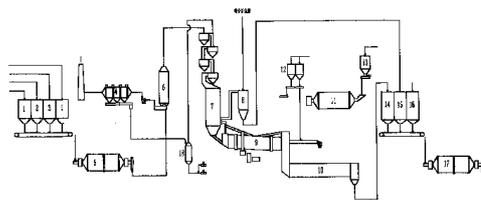
[72] 发明人 朱剑峰 朱克文

权利要求书1页 说明书8页 附图1页

[54] 发明名称 生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺

[57] 摘要

本发明涉及一种“生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺”，即将生活垃圾在焚烧炉内焚烧产生的850℃以上的烟气引入水泥干法旋窑生料预热、预分解设备中，利用这部分烟气的热量作为预热、预分解水泥生料的辅助热源；利用水泥预热、预分解设备、增湿塔和除尘器对焚烧垃圾的烟气进行净化处理；利用水泥熟料冷却机排出的热空气烘干入厂垃圾；垃圾焚烧后的废渣，可作为水泥熟料的混合材。本发明能实现节能、垃圾完全无污染的净化处理和水泥产品成本的降低，达到水泥生产节能增产，以及生活垃圾资源化、减量化、无害化处理的目的。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

一种“生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺”，其特征是：

将生活垃圾在焚烧炉内焚烧产生的 850℃ 以上的烟气引入水泥干法旋窑生料预热、预分解设备中，利用这部分烟气的余热作为预热、预分解生料的辅助热源，并利用预热、预分解设备、增湿塔和除尘器等对焚烧垃圾的烟气进行净化处理。

利用水泥熟料冷却机排出的热空气烘干入厂垃圾。

垃圾焚烧后的废渣，水冷却后作为水泥熟料的混合材。

生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺

技术领域:

本发明涉及一种生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺,是利用现有的水泥生产工艺技术,结合城市生活垃圾焚烧处理要求,在完全销毁垃圾的同时,将垃圾燃烧产生的热量用于水泥生产,本技术属于垃圾处理、水泥生产、卫生环保等工业技术领域。

对比技术:

目前我国约有 200 多个城市被垃圾废物所包围。大部分垃圾露天堆放,占用了大量土地,污染水源和空气。当前最主要的垃圾科学处理方法是卫生填埋和焚烧两种。填埋法是我国采用最多的垃圾处理方法,其造价极高,仅用于防止对地下水的污染,就要使用非常复杂的防渗措施和管理监测控制系统等设施,成本很高,而且填埋降低了土地的使用价值,浪费了大量资源。单纯的焚烧法虽然可以实现垃圾的减量化,但焚烧后的废水、废气、废渣却需要再经过处理,特别是焚烧后产生的气体中含有多种有害成分,如二恶英、NO_x、HCL、SO_x等,需要强大的烟气净化系统。这个系统包括余热利用设备、洗气设备和除尘设备等,其投资约占整个垃圾焚烧系统的三分之二。而且单纯的垃圾焚烧几乎没有产出。所以目前如何将城市生活垃圾合理有效处理是困扰国内很多城市的难题。

欧洲国家自上世纪七十年代起就开始了利用水泥工艺处理工业、生活废弃物的研究,已经有较多成功的项目,并制定了若干标准,可燃性废弃物利用水泥窑处理在发达国家已经形成社会共识。但国外采用的工艺只适合发达国家已实现垃圾分类收集并严格分选的情况下采用。我国的生活垃圾成分复杂,几乎没有前处理工序,无法沿用发达国家的方法来处理。

以下列举垃圾成分和焚烧后残渣成分以及垃圾物性,见表 1—5:

北京市原生垃圾成分如下:

表 1

	食品	纸类	砖瓦	塑料	草木	玻璃	织物	金属	灰土
1991年	24.52	3.00	1.71	4.18	7.02	1.56	1.16	0.16	56.69
1992年	26.28	6.14	2.16	3.58	5.17	1.48	1.63	0.5	53.06
1993年	28.18	5.10	2.43	4.5	4.95	2.26	0.67	1.28	50.63
1994年	30.9	5.41	2.24	5.49	3.17	2.29	0.81	0.65	46.04

垃圾的物理性能如下:

表 2

表观密度	高位热值	低位热值	含水量	灰份	可燃物
Kg/m ³	Ki/kg	Ki/kg	%	%	%
717	5961.28	3719.04	26.9	30.2	42.9

据昌平区市政垃圾焚烧厂实际数据表明焚烧后垃圾灰的化学组成, 接近石英沙和粘土的矿物组成, 是水泥等建材生产的良好掺和材料, 其化学成份如下:

表 3

名称	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	So ₂	K ₂ O	Na ₂ O
平均含量 (%)	49.12	4.14	15.67	11.91	2.87	2.74	1.73	1.58

2002年6月对燕山垃圾焚烧炉的烟气进行检测, 其主要污染物的流量如下:

表 4: 基本检测数据

基本检测数据			
实时处理量	50 吨/天	热态烟气量	20100 m ³ /hr
烟气含湿量	21%	标态烟气量	13613 m ³ /hr
烟气含氧量	13.8%	标干烟气量	11200 m ³ /hr

表 5: 污染源检测数据

项目	实测排放浓度	折算排放浓度	实测排放流量
----	--------	--------	--------

烟尘	261mg/m ³	362mg/m ³	2.9232kg/hr
二氧化硫	58mg/m ³	80mg/m ³	0.6496kg/hr
氮氧化物	54mg/m ³	75mg/m ³	0.6048kg/hr
氯化氢	116mg/m ³	161 mg/m ³	1.2992kg/hr

发明内容:

本发明的目的是：在完全销毁垃圾的同时，利用垃圾自身的燃烧热量来煨烧水泥，将水泥回转窑、高效分解炉和垃圾焚烧炉相结合，建设垃圾科学化处理和新型干法水泥生产为一体的综合性环保工厂，完全实现城市垃圾无害化、减量化、资源化的处理，同时生产新型干法优质水泥，优化水泥行业结构，以达到高效节能、创造良好社会效益和经济效益的目的。本技术是在借鉴了国外生产经验的同时，针对我国垃圾处理行业 and 水泥生产行业的特点研制而成，与国外技术不同。

本发明的技术方案如下：

将生活垃圾在焚烧炉内焚烧产生的 850℃ 以上的烟气引入水泥干法旋窑生料预热、预分解设备中，利用这部分烟气的余热作为预热、预分解生料的辅助热源，并利用预热、预分解设备、增湿塔和除尘器等对焚烧垃圾的烟气进行净化处理。

利用水泥熟料冷却机排出的热空气烘干入厂垃圾。

垃圾焚烧后的废渣，水冷却后作为水泥熟料的混合材。

本发明的核心是将生活垃圾焚烧系统与水泥旋窑窑尾系统组成一个集热交换和净化为一体的完整的设备体系，联动运转。垃圾焚烧产生的有害烟气被窑尾系统净化，同时垃圾焚烧的热烟气给窑尾增加了大量热能，降低了能耗，提高了生产率。

本发明的技术原理如下：

1 有害气体的净化

垃圾焚烧后易产生二次污染的主要是有害烟气和烧后残渣（表 2，表 4）。烟气中的有害物包括酸性气体（HCL、HF、SO_x、NO_x），剧毒性有机物（二恶英、呋喃类），以及包括少量重金属（Cr、Pb、Ni 等）的颗粒粉尘。烧后残渣约占原垃圾重量的 10%，主要含有重金属、盐份和部分未燃物等。

1) 对酸性物质的净化

生活垃圾焚烧过程中，一些物质会产生有害气体。在焚烧炉中，垃圾中挥发性氯元素转化为 HCL 的转化率为 100%，燃烧性硫转化为 SO_x 的转化率为 100%，氮元素转化为 NO_x 的转化率为 10%。800℃ 以上 NO 和 SO₂ 是稳定的化学形态。HCL 来源于含氯的塑料，SO_x 来源于纸张和厨房垃圾，NO_x 来源于厨房垃圾。将焚烧后的烟气导入窑尾分解炉里，烟气中的 HCL 在高温中极易与固相浓度极高的、粒度极细的生料中碱性成分发生反应。SO_x 也易与生料中的碱性成分发生反应。

水泥生料中含有 85% 左右的 CaCO₃，经旋风筒预热器，由上而下逐渐受热，到达分解炉内快速分解： $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ，CO₂ 向上排出，CaO 入窑。在窑尾分解炉中，CaCO₃ 的分解率高达 85%，在分解炉的中下部形成以悬浮状态流动着的密集的 CaO 微粒。此时由炉下部进入的垃圾烟气在由下向上流动的过程，其中酸性气体与数量众多、表面积大的 CaO 粒子发生中和反应，产生 CaCl₂、CaF₂ 等盐类颗粒，随生料进入窑内成为熟料的组成部分之一。涉及的主要化学反应有：



表 6 北京市某水泥厂石灰石平均成份表：（单位%）

LOSS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₂	CL ⁻
42.50	1.98	0.6	0.7	51.19	2.05	0.08	0.073	0.15	0.013

利用窑尾设备净化酸性气体，有以下特点：

① 固体传质物表面积大

CaCO₃ 在进炉前已经被磨成极细小的颗粒，被分解为 CaO 后颗粒体积

更小，与气体接触的表面积更大。

① 碱酸性物质当量比大

按日产 1000 吨水泥熟料、日处理垃圾 400 吨计算，每小时有 71 吨水泥生料进入分解炉，可生成 CaO 约 29 吨，同期进入分解炉的 CL 总量为 5.2 公斤（按北京市燕山垃圾焚烧厂提供的数据计算），所以有足够的碱性物料净化酸性物质。（见表 6）

② 停留和接触反映时间长

高效分解炉内，CaO 颗粒被气体逆向冲击，在炉内呈横向、纵向、斜向等不规则相互运动，停留接触时间长达 6 秒，可以保证完全的传质交换。远远高于传统垃圾焚烧系统中用碱性物质作为吸收剂来中和烟气中的酸性物质时，干法反应器内气固交换时间，可以高比率的净化酸性有害气体。

2) 对剧毒有机物的净化

剧毒性有机物（二恶英、呋喃类）是由氯原子和苯等有机物组成的复杂的异构体，在适量触媒（主要是重金属）和 300~500℃ 条件下易生成，在 700℃ 以上分解。采用本发明：生活垃圾处理与水泥生产联合工艺，窑尾内部温度高达 900℃ 以上，垃圾烟气中的剧毒性有机物在这里完全被分解为氯离子和无毒物质；氯离子可以完全被 CaO 中和，重金属粒子也被 CaO 吸附带入水泥熟料中，从而消除了剧毒性有机物重新合成的条件；从分解炉系统排出的 400℃ 左右的烟气随即进入增湿塔被骤冷到 200℃ 以下，也不会再有合成有害物质的温度条件。由此可见，利用水泥生产系统净化剧毒有机物，具有无可比拟的优势。

3) 对重金属颗粒的净化

垃圾烟气中的颗粒态重金属，在立筒分解炉中被碱性 CaO 颗粒吸收和捕集，如六价 Cr，可反应成为碱性或铬酸盐（ CaCrO_4 ）随原料固化到水泥熟料中去；较易挥发的气态重金属，如 Hg 等，在焚烧炉内基上是汞蒸气，在进入分解炉内被生料团与颗粒所吸附。未被吸附的残余则可以在经过增湿塔冷却后，被除尘器捕捉回收。

水泥窑尾立筒分解炉净化有毒气体的工艺特点是：

- 1) 处理温度高。炉内温度在 950℃以上, 有机毒物可彻底分解。
- 2) 温度稳定, 反映时间长。炉内温度稳定的因素是:
 - 一是旋窑的稳定操作; 二是垃圾焚烧炉进入的稳定高温烟气;
 - 三是炉体自身优良的保温隔热效果; 四是有用三次风助燃的二次喷煤装置用以调节稳定炉内温度。
- 3) 炉内悬浮高浓度的 CaO 碱性物质表面积大, 湍流度好, 与气体接触率高, 并具有 6 秒以上的停留时间, 有利于化学反应和物理吸收。
- 4) 增湿塔降温效果好, 袋式除尘器除尘效率高。

基于以上四点, 最后排放的气体完全可以达到国家标准。

2 残渣的利用 (见表 3)

在垃圾焚烧联助水泥生产中, 残渣主要是指焚烧炉中垃圾焚烧后剩下的灰渣。主要以硅酸盐形式存在, 也含有少量重金属, 随意放置会污染环境。所以本发明是将垃圾灰渣当作混合材, 加入到水泥成品中。1 吨垃圾可产生 100~150Kg 灰渣, 约占水泥混合材的 1/10~1/20, 含量较小; 而且灰渣中含有的金属氧化物、硅酸盐等还有利于水泥的性能。

3 联助工艺节能效果

本发明的另一关键技术是对垃圾焚烧余热的利用。将 850℃左右的垃圾烟气导入窑尾设备, 生料利用这些热能预热分解, 因此分解炉的二次喷煤可以不用或只燃少量煤以平衡。因而水泥生产节省了大量燃料, 同时也就没有煤灰渗入, 生料成分也就不受波动。因水泥窑与焚烧炉都是正常稳定操作, 因而窑尾设备内温度也很少波动, 整个窑尾系统的温度流、物料流、气流都处于稳定状态, 节能效果十分显著, 对整个生产线稳定高产十分有利。

4 本发明对水泥生产控制和质量影响

垃圾焚烧过程中产生的有害烟气中的 HCL、SO_x 等与 CaO 反应, 生成 CaCl₂、CaF₂、CaSO₃ 等盐类, 以及铁、铜等重金属颗粒, 一并被生料所吸附, 最终固化在水泥熟料矿物之中。按照水泥行业多年的生产实践经验和试验检验, 这些微量物质对水泥生产和水泥质量没有影响。垃圾焚烧后, 少量的 K、Na 等碱性物质

基本上以硅酸盐的形式固熔在残渣中（见表 3），烟气中只有微量，不会对生产运输和产品质量产生影响。

5 采用生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺对环境的影响

旋窑水泥生产是一种先进的水泥生产工艺，整个生产过程是全封闭的，有良好的收尘设备和自动化生产控制，可以保证对环境的污染符合国家标准。由于垃圾焚烧后的残余物全被利用，所以只要做好垃圾运输和储存工作，就不会对环境造成污染。从国内外所有的用水泥窑处理废固体物监测的结果表明，其排放的废气中有害气体的排放量均低于国家的排放标准。

本发明生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺具有以下优点：

- a. 是一种先进、科学合理、顺应新世纪绿色大潮的产业技术。具有处理垃圾量大、处理彻底、投资少、节能显著等优点。
- b. 烟气进入窑尾设备，是最好的净化形式，不会对环境造成二次污染。
- c. 通过对生活垃圾成分的控制，不会影响水泥质量。

本发明的工艺能实现：节能、垃圾完全净化处理、无污染、水泥产品成本低，具有很强的市场竞争力。

附图说明：

图 1 为本发明“生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺”的实施例流程图。

具体实施方式：

图 1 为本发明的生活垃圾处理与水泥回转窑联合生产工艺的流程图，为一个实施例。图中垃圾焚烧炉（8）的烟气进入干法旋窑生产水泥的预分解设备（7）中；图中干法旋窑生产水泥系统与一般干法旋窑系统完全一样，原料由石灰石库（1）、粘土库（2）、铁粉库（3）进入原料磨（5），磨细后经提升机（18）从上部送入干法旋窑的预热、预分解设备（7），与焚烧垃圾生成的有毒烟气，及煅烧、预分解水泥生成的烟气逆向流动，从而可净化焚烧垃圾生成的有毒烟气；此外，

图中尚有旋窑系统的其它设备，如冷却机（10）、熟料库（14）、石膏库（16）、水泥磨（17）、煤补系统（11）（12）（13）。净化的烟气由增湿塔（6）进入收尘器（4），收尘后从烟囱排空。从垃圾焚烧炉（8）底部出来的垃圾灰进入垃圾灰库（15），作为水泥的混合材。

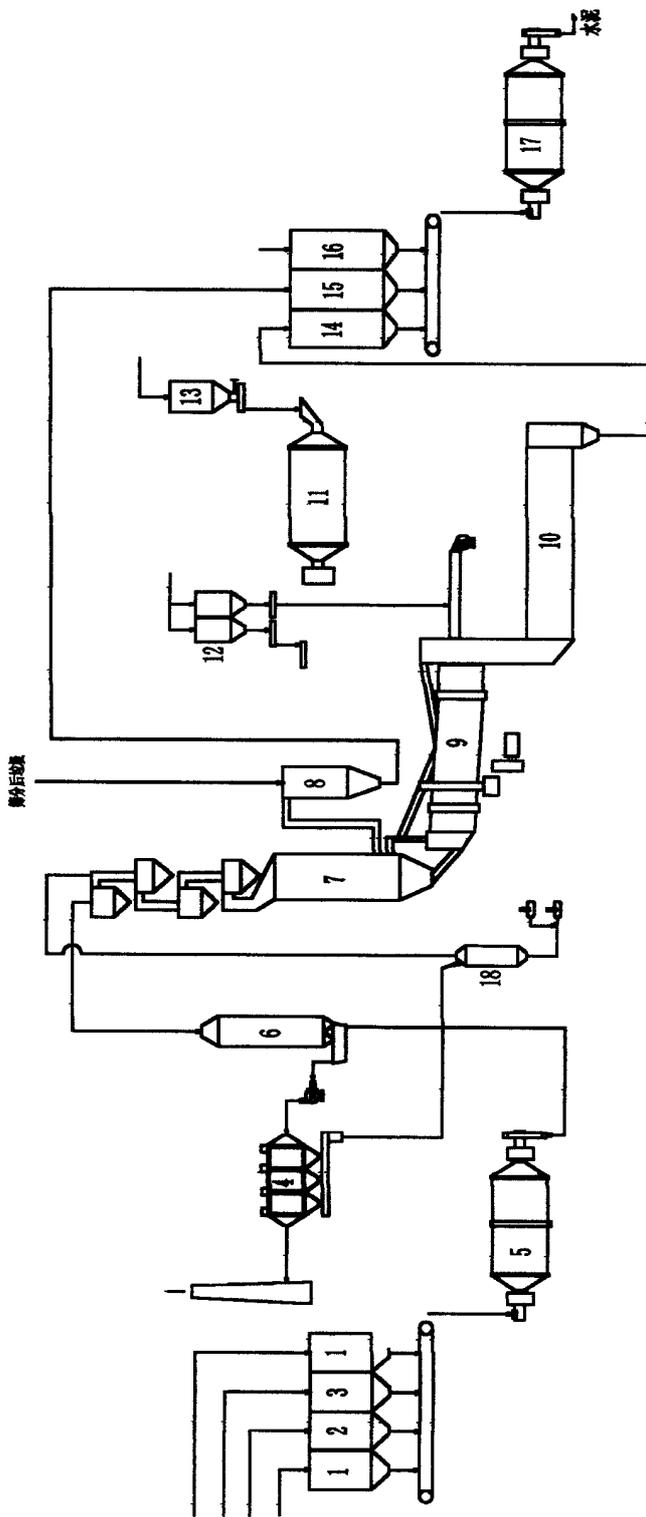


图1