



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112845515 A

(43) 申请公布日 2021.05.28

(21) 申请号 202011611640.8

H01M 10/54 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.30

H01M 10/0525 (2010.01)

(71) 申请人 中科院过程工程研究所南京绿色制造产业创新研究院

F23G 5/027 (2006.01)

地址 211135 江苏省南京市麒麟科创园创研路266号人工智能产业园5号楼1-2层

F23G 5/033 (2006.01)

申请人 中国科学院过程工程研究所

F23J 15/02 (2006.01)

(72) 发明人 孙峙 刘春伟 曹宏斌

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

代理人 巩克栋

(51) Int.Cl.

B09B 3/00 (2006.01)

B09B 5/00 (2006.01)

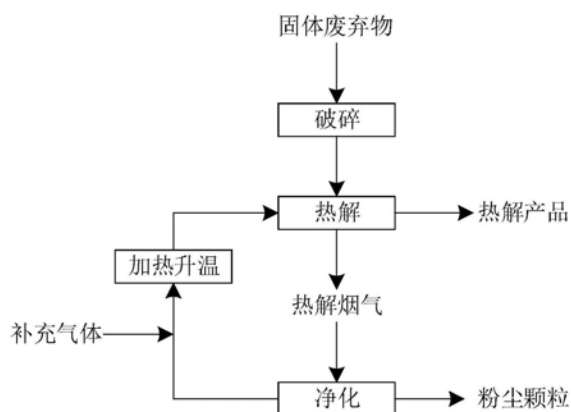
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

一种固体废弃物热解烟气的处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种固体废弃物热解烟气的处理方法,所述处理方法包括如下步骤:(1)破碎处理固体废弃物,得到破碎料;(2)热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;(3)净化处理步骤(2)所得热解烟气,得到粉尘颗粒与净化气体;(4)混合补充气体与步骤(3)所得净化气体,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动。本发明通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果。



1. 一种固体废弃物热解烟气的处理方法,其特征在于,所述处理方法包括如下步骤:
 - (1) 破碎处理固体废弃物,得到破碎料;
 - (2) 热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;
 - (3) 净化处理步骤(2)所得热解烟气,得到粉尘颗粒与净化气体;
 - (4) 混合补充气体与步骤(3)所得净化气体,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动。
2. 根据权利要求1所述的处理方法,其特征在于,步骤(2)所述热解处理时的氧气浓度 $\leq 2\text{vol}\%$,优选为 $\leq 0.1\text{vol}\%$;
优选地,步骤(3)所得净化气体的50-90vol%用于与步骤(4)所述补充气体混合。
3. 根据权利要求1或2所述的处理方法,其特征在于,步骤(4)所述补充气体为非氧化气体;
优选地,所述非氧化气体包括氮气、氩气、二氧化氮或二氧化碳中的任意一种或至少两种的组合。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的处理方法,其特征在于,步骤(4)所述补充气体与净化气体的体积比为1:(1-10);
优选地,所述热解气循环流动的流量为 $500-3000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。
5. 根据权利要求1所述的处理方法,其特征在于,所述固体废弃物包括废旧锂电池、电子废弃物或城市生活垃圾中任意一种或至少两种的组合;优选为废旧锂电池;
优选地,所述废旧锂电池包括模组电池、单体电池、正负极边角料或残次品废料中的任意一种或至少两种的组合。
6. 根据权利要求1-5任一项所述的处理方法,其特征在于,步骤(1)所得破碎料的粒度 $\leq 5\text{cm}$,优选为 $\leq 2\text{cm}$ 。
7. 根据权利要求1-5任一项所述的处理方法,其特征在于,步骤(2)所述热解处理的温度为 $600-800^\circ\text{C}$;
优选地,步骤(2)所述热解处理的时间 $\leq 3\text{h}$,优选为 $\leq 2\text{h}$ 。
8. 根据权利要求1-7任一项所述的处理方法,其特征在于,步骤(2)所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物和/或高沸点有机物;
所述低沸点有机物包括碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯中的任意一种或至少两种的组合;
所述高沸点有机物包括聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯或环氧树脂中的任意一种或至少两种的组合。
9. 根据权利要求1-8任一项所述的处理方法,其特征在于,步骤(3)所述净化处理为除去热解烟气中粒度 $\leq 1\text{mm}$ 的固体颗粒;
优选地,步骤(4)所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为 $600-800^\circ\text{C}$ 的温度要求。
10. 根据权利要求1-9任一项所述的处理方法,其特征在于,所述处理方法包括如下步骤:
 - (1) 破碎处理固体废弃物,得到粒度 $\leq 5\text{cm}$ 的破碎料;

(2) 氧气浓度 $\leq 2\text{vol}\%$ 且温度为 $600\text{-}800^{\circ}\text{C}$ 的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间 $\leq 3\text{h}$;

(3) 净化处理步骤(2)所得热解烟气,得到粉尘颗粒与净化气体;所述净化处理为除去热解烟气中粒度 $\leq 1\text{mm}$ 的固体颗粒;

(4) 以体积比 $1:(1\text{-}10)$ 混合补充气体与步骤(3)所得净化气体中的 $50\text{-}90\text{vol}\%$,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为 $600\text{-}800^{\circ}\text{C}$ 的温度要求;

步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动,所述热解气循环流动的流量为 $500\text{-}3000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。

一种固体废弃物热解烟气的处理方法

技术领域

[0001] 本发明属于环保技术领域,涉及一种固体废弃物的处理方法,尤其涉及一种固体废弃物热解烟气的处理方法。

背景技术

[0002] 锂离子电池具有较高的工作电压和能量密度,放电电压平稳,无记忆效应,质量轻且体积小,广泛应用于移动电子设备、电动汽车以及储备电池等领域。随着新能源汽车的大力发展,后续将会有大量的废旧锂离子电池被淘汰,既造成资源浪费,又对环境产生污染。

[0003] 目前,固体废弃物的回收利用方法包括物理法、焚烧法以及化学法等方法。其中的物理法首先对电池进行破碎、筛选,以初步获得电极材料粉末,之后对电极材料粉末热处理以去除有机粘结剂,最后通过复选得到金属材料,在破碎分选过程中需要人工参与,通常采用马弗炉热处理,效率低,规模小,间断运行,成本高;焚烧法是直接高温燃烧分解去除有机粘结剂,导致电池中的金属被氧化,产生重金属飞灰、二噁英等污染物,污染环境,后续处理成本高;化学法是用化学试剂对电池材料中的金属离子进行浸出,再用萃取剂进行萃取分离,但这种方法流程长,且化学试剂和萃取剂的大量使用会对环境造成危害。

[0004] CN 103453532A公开了一种电池回收处理系统,包括旋转窑燃烧室、二次燃烧室、旋风集尘器、喷淋急冷塔、布袋除尘器、喷淋吸收塔以及雾水分离器。所述旋转窑燃烧室包括第一燃烧区和第二燃烧区,所述第一燃烧区用于将电池在100-150℃燃烧30-60min,第二燃烧区用于在300-500℃燃烧15-20min形成第一烟气;所述二次燃烧室用于将第一烟气在1200-1350℃燃烧1-2s形成第二烟气;所述旋风集尘器用于对第二烟气进行除尘形成第一净化气体;所述喷淋急冷塔用于使第一净化气体降温;所述喷淋吸收塔用于净化气体中的酸性物质和二噁英类物质。

[0005] 但上述电池回收处理系统并未对燃烧后的气体进行充分利用,且常规的燃烧环境不利于粘结剂等物质与金属材料的分离,不利于后续回收处理的进行。

[0006] CN 210544335U公开了一种废旧锂电池热解烟气处理系统,包括与废旧锂电池热解设备相连接的多管旋风除尘器,在多管旋风除尘器的后端连接设置有二次燃烧室,在二次燃烧室的后端通过华人气连接有急速冷却塔,在急速冷却塔的后端依次连接设置有脉冲除尘器和喷淋塔,在脉冲除尘器和喷淋塔之间设置有引风机。上述废旧锂电池热解烟气处理系统能够有效提高废旧锂电池热解烟气的粉尘吸收效率,避免了尾气处理过程中毒害气体的产生,但未对废旧锂电池热解烟气进行充分利用。

[0007] CN 111841232A公开了一种废锂电池多段炉热解尾气的净化方法,所述净化方法将废锂电池破碎后通过多段炉热解,热解排放的尾气通过输送管路收集传输,所述输送管路的出气端依次经过旋风分离器,烟气冷却器和布袋除尘器,对尾气分别进行初级固气分离,冷却和细化固气分离并分别收集分离的固相微粒;再将尾气依次经过一级洗涤塔、二级洗涤塔和三级洗涤塔进行脱氟、脱硫和除雾处理;最后将尾气经除雾器后送入蓄热燃烧炉进行有机气体焚烧,燃烧过程中释放的热量被蓄热炉的蓄热体吸收,用于新输送气体的加

热,同时,相蓄热燃烧路排出的尾气管道中分段依次喷射生石灰粉末和活性炭粉末,以截留燃烧尾气中的氟化物、硫化物和二噁英,所述蓄热燃烧炉排出的气体经吸附后通过布袋除尘后进行无污化排放。

[0008] 上述净化方法需要对热解后的气体进行多次洗涤,且需要消耗大量的化学药剂,虽然降低了热解气外排带来的污染风险,但会产生大量的喷淋液,所述净化方法整体上来讲并不能解决热解气污染的问题。

[0009] 对此,需要提供一种环境友好且能耗较低的固体废弃物热解烟气的处理方法。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种固体废弃物热解烟气的处理方法,所述处理方法能够对固体废弃物中的小颗粒固体成分进行回收利用,同时产生的废气量较少,实现了处理固体废弃物热解烟气节能减排的效果。

[0011] 为达到此发明目的,本发明采用以下技术方案:

[0012] 本发明提供了一种固体废弃物热解烟气的处理方法,所述处理方法包括如下步骤:

[0013] (1) 破碎处理固体废弃物,得到破碎料;

[0014] (2) 热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;

[0015] (3) 净化处理步骤(2)所得热解烟气,得到粉尘颗粒与净化气体;

[0016] (4) 混合补充气体与步骤(3)所得净化气体,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;

[0017] 步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动。

[0018] 本发明通过破碎处理固体废弃物,使固体废弃物的比表面积增大,使固体废弃物在热解处理过程中受热均匀,且由于比表面积增大,有利于提高破碎料与循环热解气的传质、传热效果。而且,破碎处理能够使固体废弃物内部的成分充分暴露,便于对结构复杂,组成成分较多的固体废弃物进行处理。

[0019] 本发明所述“热解气循环流动”是指,补充气体与净化气体混合后加热升温,得到的热解气对破碎料进行热解处理,热解处理产生的热解烟气进行净化处理后得到净化气体,净化气体与补充气体混合后再次通入热解装置中进行热解处理,从而实现热解气在热解过程中的循环流动。

[0020] 本发明通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和/或铜箔的分离;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果。

[0021] 本发明通过补充气体与净化气体的混合,有效避免了循环气体达到饱和而无法实现固体废弃物高效热解的缺陷。

[0022] 优选地,步骤(2)所述热解处理时的氧气浓度 $\leq 2\text{vol}\%$,例如可以是 $0\text{vol}\%$ 、 $0.1\text{vol}\%$ 、 $0.2\text{vol}\%$ 、 $0.3\text{vol}\%$ 、 $0.4\text{vol}\%$ 、 $0.5\text{vol}\%$ 、 $0.8\text{vol}\%$ 、 $1\text{vol}\%$ 、 $1.2\text{vol}\%$ 、 $1.5\text{vol}\%$ 、 $1.6\text{vol}\%$ 、 $1.8\text{vol}\%$ 或 $2\text{vol}\%$,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用;优选为 $\leq 0.1\text{vol}\%$ 。

[0023] 其中的“0vol%”是指热解处理在无氧条件下进行。

[0024] 优选地,步骤(3)所得净化气体的50-90vol%用于与步骤(4)所述补充气体混合,例如可以是50vol%、60vol%、70vol%、80vol%或90vol%,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用。

[0025] 本发明通过使净化气体的50-90vol%与补充气体混合,有效降低了净化气体的外排量,减轻了环境负担。

[0026] 优选地,步骤(4)所述补充气体为非氧化气体。

[0027] 优选地,所述非氧化气体包括氮气、氩气、二氧化氮或二氧化碳中的任意一种或至少两种的组合;典型但非限制性的组合包括氮气与氩气的组合,氩气与二氧化氮的组合,二氧化氮与二氧化碳的组合,氮气、氩气与二氧化氮的组合,氮气、氩气与二氧化碳的组合,氩气、二氧化氮与二氧化碳的组合,或氮气、氩气、二氧化氮与二氧化碳的组合。

[0028] 优选地,步骤(4)所述补充气体与净化气体的体积比为1:(1-10),例如可以是1:1、1:2、1:3、1:4、1:5、1:6、1:7、1:8、1:9或1:10,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用。

[0029] 优选地,所述热解气循环流动的流量为 $500-3000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$,例如可以是 $500\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 、 $1000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 、 $1500\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 、 $2000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 、 $2500\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 或 $3000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用。

[0030] 优选地,所述固体废弃物包括废旧锂电池、电子废弃物或城市生活垃圾中任意一种或至少两种的组合;典型但非限制性的组合包括废旧锂电池与电子废弃物的组合,电子废弃物与城市生活垃圾的组合,废旧锂电池与城市生活垃圾的组合,或废旧锂电池、电子废弃物与城市生活垃圾的组合;优选为废旧锂电池。

[0031] 优选地,所述废旧锂电池包括模组电池、单体电池、正负极边角料或残次品废料中的任意一种或至少两种的组合;典型但非限制性的组合包括模组电池与单体电池的组合,单体电池与正负极边角料的组合,正负极边角料与残次品废料的组合,或模组电池、单体电池、正负极边角料与残次品废料的组合。

[0032] 优选地,步骤(1)所得破碎料的粒度 $\leq 5\text{cm}$,例如可以是0.5cm、1cm、1.5cm、2cm、3cm、4cm或5cm,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用;优选为 $\leq 2\text{cm}$ 。

[0033] 本发明步骤(1)所述破碎处理在颚式粉碎机、锤式粉碎机、对辊粉碎机、单轴撕碎机、双轴撕碎机或四轴撕碎机的至少一种机器中进行,本领域技术人员能够根据工艺需要进行合理地选择,只要能够使所得破碎料的粒度满足要求即可。

[0034] 优选地,步骤(2)所述热解处理的温度为600-800℃,例如可以是600℃、650℃、700℃、750℃或800℃,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用。

[0035] 本发明所述热解处理在立式炉、卧式炉或塔式炉中进行,本发明不对热解处理所用装置进行具体限定,只要能够使热解气循环流动即可。

[0036] 本发明通过热解气的循环流动,使热解处理在3h内即可实现对固体废弃物的充分热解,并能够实现对其中的小颗粒固体物质进行充分回收;在优选条件下,本发明搜书处理方法在2h内即可完成对固体废弃物的充分热解。

[0037] 优选地,步骤(2)所述热解处理的时间 $\leq 3h$,例如可以是0.5h、1h、1.5h、2h、2.5h或3h,但不限于所列举的数值,数值范围内其它未列举的数值同样适用;优选为 $\leq 2h$ 。

[0038] 优选地,步骤(2)所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物和/或高沸点有机物。

[0039] 所述低沸点有机物包括碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸甲乙酯、碳酸甲丙酯中的任意一种或至少两种的组合,典型但非限制性的组合包括碳酸二甲酯与碳酸二乙酯的组合,碳酸二乙酯与碳酸乙烯酯的组合,碳酸乙烯酯与碳酸丙烯酯的组合,碳酸丙烯酯与碳酸甲乙酯的组合,碳酸甲乙酯与碳酸甲丙酯的组合,碳酸二甲酯、碳酸二乙酯与碳酸乙烯酯的组合,碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯与碳酸丙烯酯的组合,碳酸丙烯酯、碳酸甲乙酯与碳酸甲丙酯的组合,或碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯、碳酸丙烯酯、碳酸甲乙酯与碳酸甲丙酯的组合。

[0040] 所述高沸点有机物包括聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯或环氧树脂中的任意一种或至少两种的组合;典型但非限制性的组合包括聚丙烯与聚氯乙烯的组合,聚氯乙烯与聚偏氟乙烯的组合,聚偏氟乙烯与聚四氟乙烯的组合,聚四氟乙烯与环氧树脂的组合,聚丙烯、聚氯乙烯与聚偏氟乙烯的组合,聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯与环氧树脂的组合,聚氯乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯与环氧树脂的组合,或聚丙烯、聚氯乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯与环氧树脂的组合。

[0041] 优选地,步骤(3)所述净化处理为除去热解烟气中粒度 $\leq 1mm$ 的固体颗粒。

[0042] 所述净化处理包括旋风除尘、布袋除尘或有机气体吸附中的任意一种或至少两种的组合;所述有机气体吸附包括但不限于常规的活性炭吸附处理,只要能够实现对气体中的有机废弃物进行吸附即可。

[0043] 优选地,步骤(4)所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为600-800℃的温度要求。

[0044] 优选地,所述处理方法包括如下步骤:

[0045] (1) 破碎处理固体废弃物,得到粒度 $\leq 5cm$ 的破碎料;

[0046] (2) 氧气浓度 $\leq 2vol\%$ 且温度为600-800℃的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间 $\leq 3h$;

[0047] (3) 净化处理步骤(2)所得热解烟气,得到粉尘颗粒与净化气体;所述净化处理为除去热解烟气中粒度 $\leq 1mm$ 的固体颗粒;

[0048] (4) 以体积比1:(1-10)混合补充气体与步骤(3)所得净化气体中的50-90vol%,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为600-800℃的温度要求;

[0049] 步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动,所述热解气循环流动的流量为 $500-3000Nm^3/(t_{\text{破碎料}} \cdot h)$ 。

[0050] 相对于现有技术,本发明具有以下有益效果:

[0051] (1) 本发明通过破碎处理固体废弃物,使固体废弃物的比表面积增大,使固体废弃物在热解处理过程中受热均匀,且由于比表面积增大,有利于提高破碎料与循环热解气的传质、传热效果;而且,破碎处理能够使固体废弃物内部的成分充分暴露,便于对结构复杂,组成成分较多的固体废弃物进行处理;

[0052] (2) 本发明通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和/或铜箔的分离;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果。

附图说明

[0053] 图1为本发明提供处理方法的工艺流程图。

具体实施方式

[0054] 下面通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。本领域技术人员应该明了,所述实施例仅仅是帮助理解本发明,不应视为对本发明的具体限制。

[0055] 实施例1

[0056] 本实施例提供了一种废旧锂电池的处理方法,所述废旧锂电池为单体电池,所述处理方法的工艺流程图如图1所述,包括如下步骤:

[0057] (1) 破碎处理废旧锂电池,得到粒度 $\leq 2\text{cm}$ 的破碎料;

[0058] (2) 氧气浓度为 $0\text{vol}\%$ 且温度为 600°C 的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间为 2h ;

[0059] 所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物与高沸点有机物;所述低沸点有机物包括碳酸二甲酯;所述高沸点有机物包括聚丙烯与聚四氟乙烯;

[0060] (3) 处理步骤(2)所得热解烟气经旋风除尘、布袋除尘和气体吸附后,得到粉尘颗粒与净化气体;所述旋风除尘处理为除去热解烟气中粒度 $0.1-1\text{mm}$ 的固体颗粒;所述布袋除尘处理为除去热解烟气中粒度 $5-100\mu\text{m}$ 的固体颗粒;所述气体吸附处理为除去热解烟气中的有机废气;

[0061] (4) 以体积比 $1:5$ 混合补充气体与步骤(3)所得净化气体中的 $80\text{vol}\%$,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为 600°C 的温度要求;所述补充气体为氮气;

[0062] 步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动,所述热解气循环流动的流量为 $1500\text{Nm}^3/(\tau_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。

[0063] 本实施例通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀,且 2h 内即可实现对废旧锂电池的热解处理;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和铜箔的分离,所得铝箔的纯度 98.7% ,回收率 96.5% ;所得铜箔的纯度 99.6% ,回收率 99.2% ;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果,废气减排超过 80% 。

[0064] 实施例2

[0065] 本实施例提供了一种废旧锂电池的处理方法,所述废旧锂电池为模组电池,所述处理方法的工艺流程图如图1所述,包括如下步骤:

[0066] (1) 破碎处理废旧锂电池,得到粒度 $\leq 2\text{cm}$ 的破碎料;

[0067] (2) 氧气浓度为 $1\text{vol}\%$ 且温度为 750°C 的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得

到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间为2h;

[0068] 所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物与高沸点有机物;所述低沸点有机物包括碳酸二甲酯与碳酸二乙酯;所述高沸点有机物包括聚丙烯、聚四氟乙烯与聚偏氟乙烯;

[0069] (3) 处理步骤(2)所得热解烟气经旋风除尘、布袋除尘和气体吸附后,得到粉尘颗粒与净化气体;所述旋风除尘处理为除去热解烟气中粒度0.1-1mm的固体颗粒;所述布袋除尘处理为除去热解烟气中粒度5-100 μ m的固体颗粒;所述气体吸附处理为除去热解烟气中的有机废气;

[0070] (4) 以体积比1:3混合补充气体与步骤(3)所得净化气体中的80vol%,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为750 $^{\circ}$ C的温度要求;所述补充气体为氩气;

[0071] 步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动,所述热解气循环流动的流量为 $2000\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。

[0072] 本实施例通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀,且2h内即可实现对废旧锂电池的热解处理;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和铜箔的分离,所得铝箔的纯度98.4%,回收率97.5%;所得铜箔的纯度99.2%,回收率99.4%;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果,废气减排超过80%。

[0073] 实施例3

[0074] 本实施例提供了一种废旧锂电池的处理方法,所述废旧锂电池为正负极边角料,所述处理方法的工艺流程图如图1所述,包括如下步骤:

[0075] (1) 破碎处理废旧锂电池,得到粒度 $\leq 2\text{cm}$ 的破碎料;

[0076] (2) 氧气浓度为2vol%且温度为800 $^{\circ}$ C的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间为2h;

[0077] 所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物与高沸点有机物;所述低沸点有机物包括碳酸二乙酯、碳酸乙烯酯与碳酸丙烯酯;所述高沸点有机物包括聚丙烯、聚四氟乙烯、聚偏氟乙烯与环氧树脂;

[0078] (3) 处理步骤(2)所得热解烟气经旋风除尘、布袋除尘和气体吸附后,得到粉尘颗粒与净化气体;所述旋风除尘处理为除去热解烟气中粒度0.1-1mm的固体颗粒;所述布袋除尘处理为除去热解烟气中粒度5-100 μ m的固体颗粒;所述气体吸附处理为除去热解烟气中的有机废气;

[0079] (4) 以体积比1:8混合补充气体与步骤(3)所得净化气体中的90vol%,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为800 $^{\circ}$ C的温度要求;所述补充气体为二氧化碳;

[0080] 步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动,所述热解气循环流动的流量为 $2500\text{Nm}^3/(\text{t}_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。

[0081] 本实施例通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀,且2h内即可实现对废旧锂电池的热解处理;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结

剂成分与铝箔分离,所得的铝箔纯度99.1%,回收率98.4%;所得铜箔的纯度99.1%,回收率99.3%;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果,废气减排超过90%。

[0082] 实施例4

[0083] 本实施例提供了一种废旧锂电池的处理方法,所述废旧锂电池为单体电池的残次品废料,所述处理方法的工艺流程图如图1所述,包括如下步骤:

[0084] (1) 破碎处理废旧锂电池,得到粒度 $\leq 5\text{cm}$ 的破碎料;

[0085] (2) 氧气浓度为2vol%且温度为800℃的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间为3h;

[0086] 所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物与高沸点有机物;所述低沸点有机物包括碳酸甲乙酯与碳酸甲丙酯;所述高沸点有机物包括聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯与环氧树脂;

[0087] (3) 处理步骤(2)所得热解烟气经旋风除尘、布袋除尘和气体吸附后,得到粉尘颗粒与净化气体;所述旋风除尘处理为除去热解烟气中粒度0.1-1mm的固体颗粒;所述布袋除尘处理为除去热解烟气中粒度5-100 μm 的固体颗粒;所述气体吸附处理为除去热解烟气中的有机废气;

[0088] (4) 以体积比1:1混合补充气体与步骤(3)所得净化气体中的80vol%,加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理;所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为800℃的温度要求;所述补充气体为二氧化氮;

[0089] 步骤(2)所述热解处理时,热解气循环流动,所述热解气循环流动的流量为 $500\text{Nm}^3 / (t_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。

[0090] 本实施例通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀,且3h内即可实现对废旧锂电池的热解处理;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和铜箔的分离,所得的铝箔纯度98.8%,回收率98.7%;所得铜箔的纯度99.3%,回收率99.2%;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果,废气减排超过80%。

[0091] 实施例5

[0092] 本实施例提供了一种废旧锂电池的处理方法,所述废旧锂电池为模组电池的残次品废料,所述处理方法的工艺流程图如图1所述,包括如下步骤:

[0093] (1) 破碎处理废旧锂电池,得到粒度 $\leq 5\text{cm}$ 的破碎料;

[0094] (2) 氧气浓度为2vol%且温度为600℃的条件下热解处理步骤(1)所得破碎料,得到热解产品与热解烟气;所述热解处理的时间为3h;

[0095] 所得热解烟气中的有机物包括低沸点有机物与高沸点有机物;所述低沸点有机物为碳酸二乙酯;所述高沸点有机物为聚偏氟乙烯与环氧树脂;

[0096] (3) 处理步骤(2)所得热解烟气经旋风除尘、布袋除尘和气体吸附后,得到粉尘颗粒与净化气体;所述旋风除尘处理为除去热解烟气中粒度0.1-1mm的固体颗粒;所述布袋除尘处理为除去热解烟气中粒度5-100 μm 的固体颗粒;所述气体吸附处理为除去热解烟气中的有机废气;

[0097] (4) 以体积比1:10混合补充气体与步骤(3)所得净化气体的50vol%，加热升温后作为热解气直接回用于步骤(2)所述热解处理；所述加热升温的终点温度为使热解气满足热解温度为600℃的温度要求；所述补充气体为氮气；

[0098] 步骤(2)所述热解处理时，热解气循环流动，所述热解气循环流动的流量为 $3000\text{Nm}^3/(\tau_{\text{破碎料}} \cdot \text{h})$ 。

[0099] 本实施例通过在热解处理时使热解气循环流动，通过强化对流传热，使破碎料的温度分布更加均匀，且3h内即可实现对废旧锂电池的热解处理；且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料，便于在净化时对粉尘颗粒进行回收，尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和铜箔的分离，所得的铝箔纯度98.9%，回收率98.5%；所得铜箔的纯度99%，回收率99.4%；从而实现提高固体废弃物热解效率的同时，满足热解气减排的效果，废气减排超过50%。

[0100] 对比例1

[0101] 本对比例提供了一种固体废弃物的处理方法，除未进行步骤(4)，即没有进行热解气循环流动外，其余均与实施例1相同。

[0102] 由于没有热解气循环流动，热解处理过程仅通过控制温度为600℃的条件下进行，本对比例需要消耗较多的能耗，且无法实现减少废气排放的目的。

[0103] 对比例2

[0104] 本对比例提供了一种固体废弃物的处理方法，除未进行步骤(4)，即没有进行热解气循环流动外，其余均与实施例2相同。

[0105] 由于没有热解气循环流动，热解处理过程仅通过控制温度为750℃的条件下进行，本对比例需要消耗较多的能耗，且无法实现减少废气排放的目的。

[0106] 对比例3

[0107] 本对比例提供了一种固体废弃物的处理方法，除未进行步骤(4)，即没有进行热解气循环流动外，其余均与实施例3相同。

[0108] 由于没有热解气循环流动，热解处理过程仅通过控制温度为800℃的条件下进行，本对比例需要消耗较多的能耗，且无法实现减少废气排放的目的。

[0109] 对比例4

[0110] 本对比例提供了一种固体废弃物的处理方法，除未进行步骤(4)，即没有进行热解气循环流动外，其余均与实施例4相同。

[0111] 由于没有热解气循环流动，热解处理过程仅通过控制温度为800℃的条件下进行，本对比例需要消耗较多的能耗，且无法实现减少废气排放的目的。

[0112] 对比例5

[0113] 本对比例提供了一种固体废弃物的处理方法，除未进行步骤(4)，即没有进行热解气循环流动外，其余均与实施例5相同。

[0114] 由于没有热解气循环流动，热解处理过程仅通过控制温度为600℃的条件下进行，本对比例需要消耗较多的能耗，且无法实现减少废气排放的目的。

[0115] 综上所述，本发明通过破碎处理固体废弃物，使固体废弃物的比表面积增大，使固体废弃物在热解处理过程中受热均匀，且由于比表面积增大，有利于提高破碎料与循环热解气的传质、传热效果。而且，破碎处理能够使固体废弃物内部的成分充分暴露，便于对结

构复杂,组成成分较多的固体废弃物进行处理;本发明通过在热解处理时使热解气循环流动,通过强化对流传热,使破碎料的温度分布更加均匀;且循环流动能够带走固体废弃物中质量轻、密度小的物料,便于在净化时对粉尘颗粒进行回收,尤其便于极片上粘结剂成分与铝箔和/或铜箔的分离;从而实现提高固体废弃物热解效率的同时,满足热解气减排的效果。

[0116] 申请人声明,以上所述仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,所属技术领域的技术人员应该明了,任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

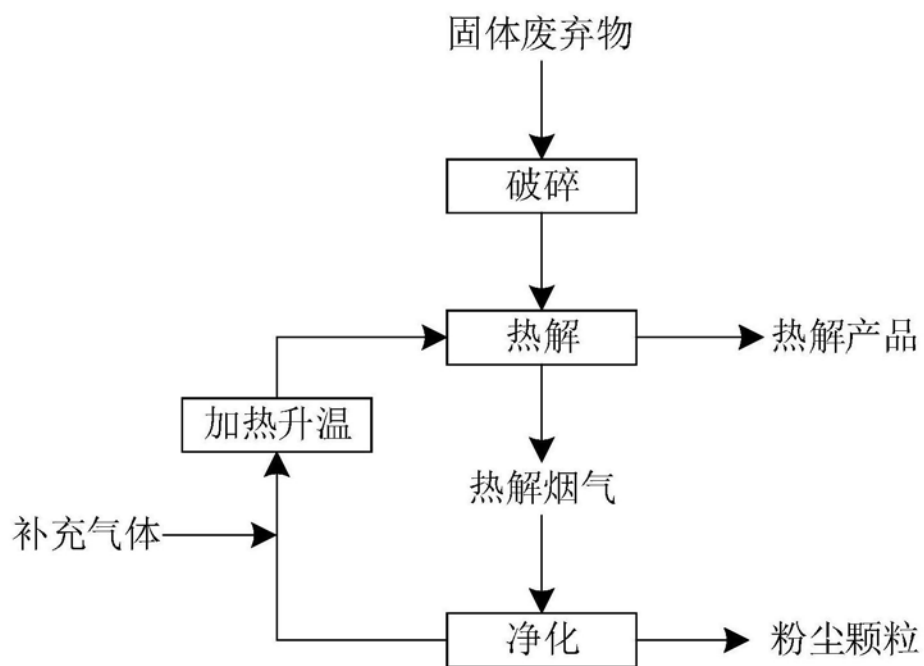


图1