



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107442264 B

(45)授权公告日 2019.04.05

(21)申请号 201710486372.3

(22)申请日 2017.06.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107442264 A

(43)申请公布日 2017.12.08

(73)专利权人 中国矿业大学
地址 221116 江苏省徐州市大学路1号

(72)发明人 贺靖峰 段晨龙 姚亚科 何亚群
戴国夫 王海锋 王雨阳

(74)专利代理机构 北京天达知识产权代理事务
所(普通合伙) 11386

代理人 庞许倩 马东伟

(51)Int.Cl.

B03B 7/00(2006.01)

B09B 3/00(2006.01)

B09B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 1563440 A,2005.01.12,

CN 102671916 A,2012.09.19,

CN 106076657 A,2016.11.09,

CN 1611309 A,2005.05.04,

CN 102172597 A,2011.09.07,

DE 3002227 A1,1981.07.30,

CN 101642765 A,2010.02.10,

CN 1535760 A,2004.10.13,

温雪峰等.Falcon选矿机的分选机理及其
应用.《中国矿业大学学报》.2006,第35卷(第3
期),

伍玲玲等.充气式水介质分选床设计及分
选试验.《矿山机械》.2015,第43卷(第6期),

谭之海等.浮选处理<0.25mm粒级废弃印
刷电路板的试验研究.《环境污染与防治》.2011,
第33卷(第11期),

温雪峰等.我国废弃线路板的物理处理技
术评述.《矿冶》.2005,第14卷(第3期),

审查员 刘岩

(54)发明名称

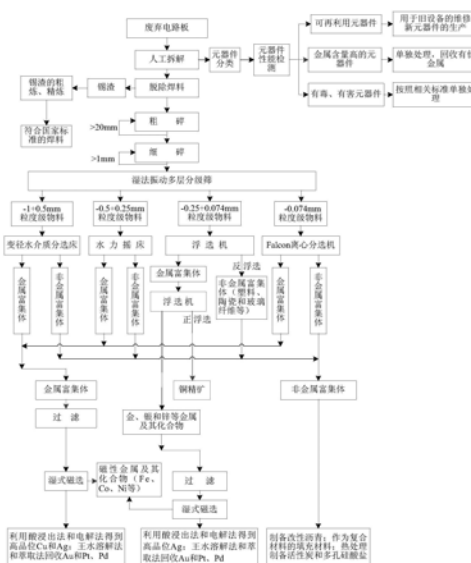
一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回
收工艺

(57)摘要

本发明公开了一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,包括:步骤1、将废弃电路板拆解得到废弃电路板裸板;步骤2、对废弃电路板裸板脱除焊料;步骤3、将脱除焊料后的废弃电路板裸板依次湿法粗碎和湿法细碎得到废弃电路板颗粒;步骤4、将废弃电路板颗粒筛分分级,得到粒度级为-1+0.5mm、-0.5+0.25mm、-0.25+0.074mm和-0.074mm的物料;步骤5、将粒度级为-1+0.5mm、-0.5+0.25mm、-0.25+0.074mm和-0.074mm的物料分别给入不同设备分选,分别得到金属富集体和非金属富集体;步骤6、将金属富集体和非金属富集体分别回收。有益效果为:采用多种物理分选技术分离不同粒度级物料中的金属组分和非金属组分,得到的金属富集体和非

权利要求书2页 说明书7页 附图1页

金属富集体产品质量较好、回收率较高,对环境
污染小。



CN 107442264 B

1. 一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在于,主要包括以下步骤:

步骤1、将废弃电路板进行拆解,得到拆解后的废弃电路板裸板;

步骤2、对废弃电路板裸板进行脱除焊料;

步骤3、将脱除焊料后的废弃电路板裸板依次进行湿法粗碎和湿法细碎,得到废弃电路板颗粒;

步骤4、将废弃电路板颗粒给入湿法多级振动筛进行筛分分级,得到粒度级为 $-1+0.5\text{mm}$ 、 $-0.5+0.25\text{mm}$ 、 $-0.25+0.074\text{mm}$ 和 -0.074mm 的物料;

步骤5、将粒度级为 $-1+0.5\text{mm}$ 、 $-0.5+0.25\text{mm}$ 和 -0.074mm 的物料分别给入变径水介质分选床、水力摇床和Falcon离心分选机进行分选;将粒度级为 $-0.25+0.074\text{mm}$ 的物料给入浮选机进行分选;经分选,分别得到金属富集体和非金属富集体;

步骤6、将各设备分选得到的金属富集体和非金属富集体分别进行回收;

所述步骤5中,所述 $-1+0.5\text{mm}$ 粒度级物料给入变径水介质分选床分选,所述变径水介质分选床的入料粒度范围为 $0.25\sim 1\text{mm}$,处理能力为 $6\sim 21\text{kg/h}$;水流速度调节范围为 $5.5\sim 7.5\text{m}^3/\text{h}$,床体倾角调节范围为 $25^\circ\sim 40^\circ$,给料速度调节范围为 $100\sim 350\text{g/min}$;

所述 $-0.5+0.25\text{mm}$ 粒度级物料给入水力摇床分选,所述水力摇床的入料粒度范围为 $0\sim 0.5\text{mm}$,处理能力为 $50\sim 100\text{kg/h}$;冲程调节范围为 $8\sim 30\text{mm}$,冲次调节范围为 $240\sim 380\text{次}/\text{min}$,横向坡度调节范围为 $2.5^\circ\sim 4.5^\circ$,给矿浓度调节范围为 $10\%\sim 30\%$;

所述 -0.074mm 粒度级物料给入Falcon离心分选机,所述Falcon离心分选机的入料粒度范围为 $0\sim 0.5\text{mm}$,处理能力为 $6\sim 18\text{kg/h}$;入反冲水压力调节范围为 $0.01\sim 0.04\text{MPa}$,滚筒旋转频率调节范围为 $30\sim 50\text{Hz}$,入料浓度调节范围为 $20\sim 40\text{g/L}$;

所述 $-0.25+0.074\text{mm}$ 粒度级物料给入浮选机进行分选,首先进行一次反浮选得到非金属富集体,然后对分选得到的金属富集体进行二次正浮选,得到铜精矿及浮选尾矿。

2. 根据权利要求1所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在于,所述步骤1中将废弃电路板进行拆解得到的元器件依次通过元器件分类、元器件性能检测进行分类处理;所述步骤2中,对脱除焊料得到的锡渣依次进行粗炼和精炼,得到焊料。

3. 根据权利要求1或2所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在于,所述步骤3中,使用湿式双齿辊式破碎机和湿式冲击锤式破碎机对脱除焊料后的废弃电路板裸板依次进行湿法粗碎和湿法细碎。

4. 根据权利要求3所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在于,所述湿法粗碎后得到的废弃电路板颗粒粒径小于 20mm ,所述湿法细碎后得到的废弃电路板颗粒粒径小于 1mm 。

5. 根据权利要求4所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在于,所述步骤3中,湿法粗碎过程中加入的水的体积占湿式双齿辊式破碎机破碎腔容积的 $10\%\sim 20\%$,湿法细碎过程中加入的水的体积占湿式冲击锤式破碎机破碎腔容积的 $20\%\sim 30\%$ 。

6. 根据权利要求5所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在于,所述步骤4中,所述湿法多级振动筛的筛孔尺寸从上到下依次是 1mm 、 0.5mm 、 0.25mm 和 0.074mm ;所述湿法多级振动筛中振动电机的振次调节范围为 $900\sim 1500\text{次}/\text{min}$,振幅调节范围为 $4\sim 8\text{mm}$,振动方向角调节范围为 $40^\circ\sim 60^\circ$ 。

7. 根据权利要求1所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在在于,所述浮选机的入料粒度范围为0~0.5mm,浮选槽容积为1.5L,处理能力为6~12kg/h;叶轮转速调节范围为0~2600r/min,刮板转速调节范围为5~30r/min;充气量调节范围为100~600mL/(m²·min),矿浆温度调节范围为20~30℃,矿浆质量浓度调节范围为100~200g/L。

8. 根据权利要求7所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,其特征在在于,对二次正浮选后的浮选尾矿进行过滤,然后采用湿式磁选回收该浮选尾矿中的磁性物质;采用酸浸出法和电解法回收磁选尾矿中的银;采用王水溶解法和萃取法回收磁选尾矿中的金、铂和钯。

9. 根据权利要求8所述的一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,所述步骤6中分选得到的非金属富集体可用于制备改性沥青、作为复合材料的填充材料及热处理制备活性炭和多孔硅酸盐。

一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及电子废弃物资源化回收利用领域,尤其涉及一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺。

背景技术

[0002] 近年来,电子产品制造行业一直以稳定的速度在发展,随着科技的不断进步和人类对电子产品功能需求的不断提高,电子产品的生命周期日益缩短,由此产生的电子废弃物越来越多。根据欧盟相关数据统计,电子废弃物在2008年至2014年期间增长率一直保持在11%左右,是普通垃圾的4倍。联合国大学发布的《2014年全球电子垃圾监控》中指出,2014年全球共产生4180万吨电子垃圾,然而仅有16%的电子垃圾得到回收或者重复使用。废弃印刷电路板中含有大量可继续使用的电子元器件,品位较高的铜、铝、铁、金、银等金属与贵金属材料,以及玻璃与塑料等非金属材料,具有显著的资源化再生价值。例如,1吨的印刷电路板中含有的黄金高达80多克。印刷电路板作为电子产品的重要组成部分,由于其材料组成和结合方式非常复杂,单体解离度小,金属组分和非金属组分不易实现分离,其综合回收处理一直是个相当复杂的问题。

[0003] 目前回收废弃电路板的技术主要分为物理回收技术、火法冶金和湿法冶金法等三种技术。火法冶金回收废弃电路板效率高、工艺简单,但产生的环境污染较大。湿法冶金能耗小、综合回收效率高,但工艺流程一般较复杂,产生的酸性废液较难回收处理。物理回收技术绿色环保、回收效率高、工艺简单,但由于目前大多采用单一物理分选技术回收废弃电路板,分选精度较低,使得分选后的产品金属品位难以达到相关行业的需求,同时造成不少金属组分错配在非金属富集体中,最终导致废弃电路板中有价组分不能有效回收。

发明内容

[0004] 鉴于上述的分析,本发明旨在提供一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,用以解决现有单一物理回收技术造成的适用入料粒度范围窄、回收效率较低的问题。

[0005] 本发明的目的主要是通过以下技术方案实现的:

[0006] 一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,主要包括以下步骤:

[0007] 步骤1、将废弃电路板进行拆解,得到拆解后的废弃电路板裸板;

[0008] 步骤2、对废弃电路板裸板进行脱除焊料;

[0009] 步骤3、将脱除焊料后的废弃电路板裸板依次进行湿法粗碎和湿法细碎,得到废弃电路板颗粒;

[0010] 步骤4、将废弃电路板颗粒给入湿法多级振动筛进行筛分分级,得到粒度级为-1+0.5mm、-0.5+0.25mm、-0.25+0.074mm和-0.074mm的物料;

[0011] 步骤5、将粒度级为-1+0.5mm、-0.5+0.25mm和-0.074mm的物料分别给入变径水介质分选床、水力摇床和Falcon离心分选机进行分选;将粒度级为-0.25+0.074mm的物料给入浮选机进行分选;经分选,分别得到金属富集体和非金属富集体;

[0012] 步骤6、将各设备分选得到的金属富集体和非金属富集体分别进行回收。

[0013] 本发明工艺将废弃电路板颗粒进行多层筛分分级后单独分选,与现有技术相比,本发明采用单独分选的优点:第一,可以针对一个较窄粒度级物料选用相适应的分选设备,减少物料粒度对分选精度的影响,从而强化物料在分选设备中按密度分选;第二,选用适应分选设备的较窄粒度级物料,能较大幅度地发挥各分选设备的优势,各类设备都有一个较理想的入料粒度范围,当入料在这个粒度范围之内,分选效果较好。

[0014] 进一步的,所述步骤1中将废弃电路板进行拆解得到的元器件依次通过元器件分类、元器件性能检测进行分类处理。

[0015] 拆解废弃电路板得到的元器件包括电阻、电容、电感、二极管、三极管、继电器、集成电路等,通过使用万用表检测这些元器件的功能是否完好,将功能完好的元器件归类为可再利用元器件;将功能损坏且含有多溴联苯、聚氯联苯等有害物质的元器件归类为有毒有害元器件;将一些功能损坏但金属含量较高的元器件归类为金属含量高的元器件,如插槽中铝和铜的含量较高;拆解得到的元器件分为可再利用元器件、金属含量高的元器件及有毒有害元器件,其中,可再利用元器件能够用于旧设备的维修及新元器件的生产;对金属含量高的元器件进行冶炼加工,以回收其中的有价金属;而有毒有害元器件则按照固体废物污染环境防治法等相关法规处理。

[0016] 进一步的,所述步骤2中,对脱除焊料得到的锡渣依次进行粗炼和精炼,得到符合国家标准的焊料。

[0017] 进一步的,所述步骤3中,使用湿式双齿辊式破碎机和湿式冲击锤式破碎机对脱除焊料后的废弃电路板裸板依次进行湿法粗碎和湿法细碎。

[0018] 本发明进行湿法粗碎和湿法细碎能有效减少破碎过程中粉尘以及有毒有害气体的产生。

[0019] 进一步的,所述湿法粗碎和湿法细碎组成的破碎流程是两段式湿法破碎流程。

[0020] 在破碎过程中,物料的粒度每减小一次为一个破碎段,破碎段的构成形式有:1)单一破碎作业;2)预筛分—破碎作业;3)破碎—检查筛分作业;4)预筛分—破碎—检查筛分作业;本发明采用的是湿法粗碎和湿法细碎,因此称为两段式湿法破碎;本发明两段式湿法破碎相对于单段湿法破碎流程,两段式湿法破碎具有破碎效率高、产品特性好(产品粒度较均匀,过粉碎程度较小)、能耗低及选别指标较高的优点。

[0021] 进一步的,所述湿法粗碎后得到的废弃电路板颗粒粒径小于20mm,所述湿法细碎后得到的废弃电路板颗粒粒径小于1mm。

[0022] 本发明步骤3经过湿法细碎后最终得到废弃电路板颗粒粒径小于1mm,是为了使其中的金属组分与非金属组分尽可能解离,以提高破碎产品的选别指标,为后续进一步分选创造有利条件。

[0023] 进一步的,所述步骤3中,湿法粗碎过程中加入的水的体积占湿式双齿辊式破碎机破碎腔容积的10%~20%,湿法细碎过程中加入的水的体积占湿式冲击锤式破碎机破碎腔容积的20%~30%。

[0024] 本发明使用湿法进行破碎的破碎效果好,有效减少粉尘和有害气体的产生。

[0025] 进一步的,所述步骤4中,所述湿法多级振动筛的筛孔尺寸从上到下依次是1mm、0.5mm、0.25mm和0.074mm;所述湿法多级振动筛中振动电机的振次适宜调节范围为900~

1500次/min,振幅适宜调节范围为4~8mm,振动方向角适宜调节范围为40°~60°。

[0026] 湿法多级振动筛能提高筛分效率,筛孔尺寸是根据设备分选的物料粒度级而定的;湿法多层振动筛主要起筛分和脱水作用。

[0027] 进一步的,所述步骤5中,所述-1+0.5mm粒度级物料给入变径水介质分选床分选,所述变径水介质分选床的入料粒度范围为0.25~1mm,处理能力为6~21kg/h;水流速度适宜调节范围为5.5~7.5m³/h,床体倾角适宜调节范围为25°~40°,给料速度适宜调节范围为100~350g/min。

[0028] 本发明选用上述参数范围,可以得到较佳的分选效果,分选得到的金属富集体的金属品位高于90%,金属回收率高于90%。

[0029] 进一步的,所述步骤5中,所述-0.5+0.25mm粒度级物料给入水力摇床分选,所述水力摇床的入料粒度范围为0~0.5mm,处理能力为50~100kg/h;冲程适宜调节范围为8~30mm,冲次适宜调节范围为240~380次/min,横向坡度适宜调节范围为2.5°~4.5°,给矿浓度适宜调节范围为10%~30%。

[0030] 本发明选用上述参数范围,可以得到较佳的分选效果,分选得到的金属富集体的金属品位高于85%,金属回收率高于90%。

[0031] 进一步的,所述步骤5中,所述-0.074mm粒度级物料给入Falcon离心分选机,所述Falcon离心分选机的入料粒度范围为0~0.5mm,处理能力为6~18kg/h;入反冲水压力适宜调节范围为0.01~0.04MPa,滚筒旋转频率适宜调节范围为30~50Hz,入料浓度适宜调节范围为20~40g/L。

[0032] 本发明选用上述参数范围,可以得到较佳的分选效果,分选得到的金属富集体的金属品位高于85%,金属回收率高于75%。

[0033] 进一步的,所述步骤5中,所述-0.25+0.074mm粒度级物料给入浮选机进行分选,首先进行一次反浮选得到非金属富集体,然后对分选得到的金属富集体进行二次正浮选,得到铜精矿及浮选尾矿。

[0034] 本发明通过一次反浮选,可以得到非金属富集体;对金属富集体进行二次正浮选,可以得到铜精矿;经过连续两次浮选可以得到三种产品,即非金属富集体、铜精矿和含金、银和锌等金属及其化合物,提高了产品质量,获得了更多种类的有价值组分。

[0035] 进一步的,所述浮选机的入料粒度范围为0~0.25mm,浮选槽容积为1.5L,处理能力为6~12kg/h;叶轮转速适宜调节范围为0~2600r/min,刮板转速适宜调节范围为5~30r/min;充气量适宜调节范围为100~600mL/(m²·min),矿浆温度适宜调节范围为20~30℃,矿浆质量浓度适宜调节范围为100~200g/L。

[0036] 本发明选用上述参数范围,可以得到较佳的分选效果,一次反浮选得到的金属富集体的金属品位高于85%,金属回收率高于85%;二次浮选得到的铜精矿中铜的品位高于85%,铜的回收率高于80%。

[0037] 进一步的,对二次正浮选后的浮选尾矿进行过滤,然后采用湿式磁选回收该浮选尾矿中的磁性物质,所述磁性物质主要包括铁、镍;采用酸浸出法和电解法回收磁选尾矿中的银;采用王水溶解法和萃取法回收磁选尾矿中的金、铂和钯;

[0038] 进一步的,对步骤6中分选得到的金属富集体进行过滤,然后采用湿式磁选机回收其中的磁性物质,所述磁性物质主要包括铁、镍;采用酸浸出法和电解法回收金属富集体中

的铜和银；采用王水溶解法和萃取法回收金属富集体中的金、铂和钯。

[0039] 进一步的，所述步骤6中分选得到的非金属富集体可用于制备改性沥青、作为复合材料的填充材料及热处理制备活性炭和多孔硅酸盐。

[0040] 本发明有益效果如下：

[0041] (1) 本发明工艺根据废弃电路板的化学组成、物理特性以及金属富集情况，采用多种物理分选技术分离不同粒度级物料中的金属组分和非金属组分，得到的金属富集体和非金属富集体产品的质量较高，回收率较高，且分选过程经济环保；

[0042] (2) 本发明采用湿法分选回收工艺，有效减少了粉尘和有毒有害气体对环境的污染。

[0043] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分的特征和优点从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0044] 附图仅用于示出具体实施例的目的，而并不认为是对本发明的限制，在整个附图中，相同的参考符号表示相同的部件。

[0045] 图1为本发明废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺的流程图。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图来具体描述本发明的优选实施例，其中，附图构成本申请一部分，并与本发明的实施例一起用于阐释本发明的原理。

[0047] 实施例1

[0048] 本发明一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺，具体流程如图1所示，本实施例对废弃电脑主板中有价组分的湿法分选回收工艺如下：

[0049] 步骤1、将废弃电脑主板进行拆解，得到拆解后的废弃电脑主板裸板，拆解下的元器件经过元器件分类以及性能测试工序，分别得到可再利用元器件，金属含量高的元器件及有毒、有害元器件三类；可再利用元器件用于旧设备的维修和新元器件的生产；对金属含量高的元器件进行冶炼加工，回收其中的有价金属；对有毒、有害的元器件按照固体废物污染环境防治法等相关法规处理；本实施例废弃电脑主板拆解得到的元器件为电阻、电容、电感、二极管、三极管、继电器、集成电路等，借助万用表检测这些元器件的功能是否完好，将功能完好的元器件归类为可再利用元器件；将功能损坏且含有多溴联苯、聚氯联苯等有害物质的元器件归类为有毒有害元器件；将一些功能损坏但金属含量较高的元器件（如插槽中铝和铜的含量较高）归类为金属含量高的元器件；

[0050] 步骤2、对废弃电脑主板裸板进行脱除焊料处理；然后对脱除焊料得到的锡渣依次进行粗炼和精炼得到符合国家标准焊料；本实施例使用加热流砂法脱除焊料；

[0051] 步骤3、利用湿式双齿辊式破碎机和湿式冲击锤式破碎机对脱除焊料后的废弃电脑主板裸板分别进行湿法粗碎和湿法细碎，得到废弃电脑主板颗粒；湿法粗碎后的破碎物料粒度小于20mm，湿法细碎后的破碎物料粒度小于1mm，最终经过两段破碎得到粒度小于1mm的废弃电路板颗粒；

[0052] 步骤4、将经过湿法细碎后的废弃电脑主板颗粒给入湿法多级振动筛进行筛分分级,得到粒度级为 $-1+0.5\text{mm}$ 、 $-0.5+0.25\text{mm}$ 、 $-0.25+0.074\text{mm}$ 和 -0.074mm 的物料,各粒度级物料的质量百分比分别为35%、15%、27%和23%;

[0053] 步骤5、将分级后的 $-1+0.5\text{mm}$ 、 $-0.5+0.25\text{mm}$ 和 -0.074mm 粒度级物料依次给入变径水介质分选床、水力摇床和Falcon离心分选机进行分选,分别得到金属富集体和非金属富集体;将分级后的 $-0.25+0.074\text{mm}$ 粒度级物料给入浮选机,进行一次反浮选,得到非金属金属富集体和金属富集体;将 $-0.25+0.074\text{mm}$ 粒度级物料一次反浮选得到的金属富集体进行二次正浮选,得到铜精矿,二次正浮选后的浮选尾矿进行过滤。

[0054] 步骤6、将 $-1+0.5\text{mm}$ 、 $-0.5+0.25\text{mm}$ 和 -0.074mm 粒度级的电路板物料分选得到的金属富集体进行回收,将 $-1+0.5\text{mm}$ 、 $-0.5+0.25\text{mm}$ 、 $-0.25+0.074\text{mm}$ 和 -0.074mm 粒度级的电路板分选得到的非金属富集体进行回收。

[0055] 值得注意的,采用的湿式双齿辊式破碎机的进料粒度范围为 $80\sim 200\text{mm}$,出料粒度范围为 $15\sim 50\text{mm}$,出料粒度范围通过双齿辊间距调节,允许物料含水率低于20%。本实施例湿式双齿辊式破碎机主要由电机、减速系统、轴承、入料口、齿辊和机架等部分组成,工作时,安装在机架上的电动机和减速系统通过轴承带动主动辊转动,主动辊通过齿轮传动被被动辊。主动辊和被动辊结构相同,表面由直齿形成槽型分布。主动辊和被动辊的直齿互相咬合作相向运动,当物料通过入料口进入两个辊之间时,在辊正压力、摩擦力作用下,被两个相向运动的破碎辊卷入破碎腔,物料被剪成与直齿宽度相近的窄条。湿式双齿辊式破碎机的优点:两个齿棍的间距可根据物料厚度、硬度和处理量调节。本实施例粗碎过程中破碎机中加入的水的体积占破碎腔体积的20%。

[0056] 值得注意的,采用的细碎设备为湿式冲击锤式破碎机,进料粒度范围为 $10\sim 40\text{mm}$,出料粒度范围为 $0\sim 3\text{mm}$,允许物料含水率低于25%。湿式冲击锤式破碎机主要由机体、转子、蓖条体和传动装置等部分组成。工作时,物料由进料漏斗均匀地给入破碎腔,水流通过加水管进入破碎腔,物料在高速回转的锤头冲击、剪切撕裂作用下被破碎,同时,物料自身的重力作用使物料从高速旋转的锤头冲向架体内挡板、筛条,大于筛孔尺寸(1mm)的物料被阻留在筛板上继续受到锤头的打击和研磨,直到破碎至所需出料粒度才通过筛板排出机外。本实施例细碎过程中破碎机中加入的水的体积占破碎腔体积的30%。

[0057] 值得注意的,湿法振动多层分级筛筛网的筛孔尺寸由上到下依次是 1mm 、 0.5mm 、 0.25mm 和 0.074mm ;振动电机的振次适宜调节范围为 $900\sim 1500\text{次}/\text{min}$,振幅适宜调节范围为 $4\sim 8\text{mm}$,振动方向角适宜调节范围为 $40^\circ\sim 60^\circ$;筛网材料为金属丝编织网。

[0058] 值得注意的,变径水介质分选床分选 $-1+0.5\text{mm}$ 粒度级物料,变径水介质分选床主要由给料漏斗、床体、流体分布器、滤袋、循环水箱及水泵等部件组成;工作时,用泵将循环水箱中的水由床体底流口注入到分选床体之内,循环水溢满床体后由溢流管流回到循环水箱,这样便形成了一个闭合的动力水循环系统;然后物料由给料漏斗给入床体,采用转子流量计控制给料速度,轻重物料由于在水介质中所受到的重力和浮力的差异而沿不同轨迹运动,轻物料沿着溢流水的运动轨迹运动成为轻产物,而重物物料沿着回流水的方向顺着床体内壁滑落到床体底部成为重产物,从而实现轻重物料的分离;设备具体参数如下,入料粒度范围为 $0.25\sim 1\text{mm}$,处理能力为 $6\sim 21\text{kg}/\text{h}$;变径水介质分选床床体底部直径为 200mm ,床体底部直径为 120mm ,床体高度为 800mm ;水流速度适宜调节范围为 $5.5\sim 7.5\text{m}^3/\text{h}$,床体倾角适

宜调节范围为 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}$,给料速度适宜调节范围为 $200\sim 450\text{g}/\text{min}$;本实施例入料金属含量为 56.24% ;分选时,水流速度为 $6.3\text{m}^3/\text{h}$,床体倾角为 34° ,给料速度为 $150\text{g}/\text{min}$;分选得到的金属富集体的金属品位为 93% ,金属回收率为 94% 。

[0059] 值得注意的,水力摇床分选 $-0.5+0.25\text{mm}$ 粒度级物料;水力摇床主要由床头、电机、调坡器、床面、给矿槽、给水槽和床条等部件组成;工作时,冲洗水由给水槽给入并铺满在横向倾斜的床面上,形成均匀的斜面薄层水流;当矿浆浓度为 $10\%\sim 30\%$ 的物料由给矿槽自流到床面上,矿粒在床条沟槽内受水流冲洗和床面振动的作用而松散、分层;上层低密度矿粒由于受到水流较大的冲洗力而沿床面横向倾斜向下运动,而位于床层底部的高密度矿粒受床面的差动运动而沿床面纵向运动,由传动端对面排出;不同密度和粒度的矿粒在床面上受到的横向和纵向作用是不同的,因而它们的运动轨迹也不同,导致其在床面上呈扇形分布,最终实现高低密度物料的分离。设备具体参数如下,入料粒度范围为 $0\sim 0.5\text{mm}$,处理能力为 $50\sim 100\text{kg}/\text{h}$;冲程适宜调节范围为 $8\sim 30\text{mm}$,冲次适宜调节范围为 $240\sim 380$ 次/ min ,横向坡度适宜调节范围为 $2.5^{\circ}\sim 4.5^{\circ}$,给矿浓度适宜调节范围为 $10\%\sim 30\%$;本实施例中的入料金属含量为 32.52% ;分选时,冲程为 18mm ,冲次为 300 次/ min ,横向坡度为 3.2° ,给矿浓度为 25% ;分选得到的金属富集体的金属品位为 88% ,金属回收率为 92% 。

[0060] 值得注意的,采用充气机械搅拌式浮选机分选 $-0.25+0.074\text{mm}$ 粒度级物料时,主要由机座、槽体、搅拌部件、主轴部件、电机、变频器、流量计和控制开关等部件组成。工作时,电机通过电动机皮带轮和主轴皮带轮带动主轴旋转,叶轮随主轴一起旋转,于是在盖板和叶轮之间形成局部真空区,空气由吸管经空气筒吸入,同时矿浆(浓度为 $100\sim 200\text{g}/\text{L}$)经吸浆管被吸入,二者混合后借叶轮旋转产生的离心力经盖板边缘的导向叶片被甩至槽中。叶轮的强烈搅拌使矿浆中的空气弥散成气泡并均匀分布于矿浆中,当悬浮的矿粒于气泡碰撞接触时,疏水性较好的矿粒就附着在气泡上并被气泡带至液面形成矿化泡沫层,然后由刮板刮出作为精矿,未附着在气泡上的矿粒留在槽内作为尾矿。设备具体参数如下,入料粒度范围为 $0\sim 0.25\text{mm}$,处理能力为 $6\sim 12\text{kg}/\text{h}$;叶轮转速适宜调节范围为 $0\sim 2600\text{r}/\text{min}$,叶轮直径为 55mm ,刮板转速适宜调节范围为 $5\sim 30\text{r}/\text{min}$;充气量适宜调节范围为 $100\sim 600\text{mL}/(\text{m}^2\cdot \text{min})$,矿浆温度适宜调节范围为 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$,矿浆质量浓度适宜调节范围为 $100\sim 200\text{g}/\text{L}$ 。本实施例中的一次浮选,入料金属含量为 18.35% ;分选时,叶轮转速为 $1800\text{r}/\text{min}$,刮板转速为 $15\text{r}/\text{min}$,充气量为 $400\text{mL}/(\text{m}^2\cdot \text{min})$,矿浆温度为 25°C ,矿浆质量浓度为 $150\text{g}/\text{L}$;作为捕收剂的煤油用量为 $60\text{g}/\text{t}$,作为起泡剂的松醇油用量为 $30\text{g}/\text{t}$;第一次浮选得到的金属富集体的金属品位为 85% ,金属回收率为 87% ;二次浮选的入料金属含量为 85% ;分选时,叶轮转速为 $1800\text{r}/\text{min}$,刮板转速为 $15\text{r}/\text{min}$,充气量为 $400\text{mL}/(\text{m}^2\cdot \text{min})$,矿浆温度为 25°C ,矿浆质量浓度为 $150\text{g}/\text{L}$;矿浆pH值为 3.9 ,作为捕收剂的双黄药用量为 $80\text{g}/\text{t}$,作为起泡剂的松醇油用量为 $30\text{g}/\text{t}$;二次浮选得到的铜的品位为 87% ,铜的回收率为 84% 。

[0061] 值得注意的,采用Falcon离心分选机分选 -0.074mm 粒度级物料时,主要由转筒、转子、缓冲板、格条和给料管等部件组成;工作时,物料经调浆后(浓度为 $20\sim 40\text{g}/\text{L}$)由导流管进入旋转的内转筒底部之后,被离心力抛向转筒内壁,同时,具有一定压力的反冲水从内外转筒之间的水套垂直流过内壁上的进水孔,使陷于来复圈之间的物料松散或者流态化。在离心力和反冲水的共同作用下,粒度小密度大的物料能够克服反冲水的径向阻力而离心沉降或钻隙渗透物料层的缝隙抵达锥壁,即使是非常微细的高密度物料也能穿入床层,而密

度较小的物料因所受的离心力较小,加上难以克服反冲水的作用,最终在轴向水流的冲力和离心力的轴向分力的共同作用下,旋出内转筒成为尾矿产品。在停机和中断给料给水的间歇,卸下内转筒,将其中重产物冲入精矿槽作为精矿产品。设备具体参数如下,入料粒度范围为0~0.5mm,处理能力为6~18kg/h;入反冲水压力适宜调节范围为0.01~0.04MPa,滚筒旋转频率适宜调节范围为30~50Hz,入料浓度适宜调节范围为20~40g/L。本实施例中的入料金属含量为4.5%;分选时,反冲水压力为0.03MPa,滚筒旋转频率为35Hz,入料浓度为30g/L;分选得到的金属富集体的金属品位为86%,金属回收率为76%。

[0062] 值得注意的,本实施例对二次正浮选得到的浮选尾矿(含金、银和锌等金属)进行过滤,然后采用湿式磁选回收该浮选尾矿中的磁性物质铁、镍等;采用酸浸出法和电解法回收磁选尾矿中的银;采用王水溶解法和萃取法回收磁选尾矿中的金、铂和钯。

[0063] 值得注意的,本实施例对分选-1+0.5mm、-0.5+0.25mm和-0.074mm粒度级物料得到的金属富集体进行过滤,然后采用湿式磁选回收其中的磁性物质铁、镍等;采用酸浸出法和电解法回收磁选尾矿中的铜和银;采用王水溶解法和萃取法回收磁选尾矿中的金、铂和钯;

[0064] 值得注意的,本实施例将回收到的非金属富集体用于制备改性沥青、作为复合材料的填充材料、热处理制备活性炭和多孔硅酸盐。

[0065] 综上所述,本发明提供了一种废弃电路板中有价组分的湿法分选回收工艺,本发明工艺根据废弃电路板的化学组成、物理特性以及金属富集情况,采用多种物理分选技术分离不同粒度级物料中的金属组分和非金属组分,得到的金属富集体和非金属富集体产品的质量较高,回收率较高,且分选过程经济环保,避免了破碎及分选过程中的粉尘污染及有毒有害气体的逸出。

[0066] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉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,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

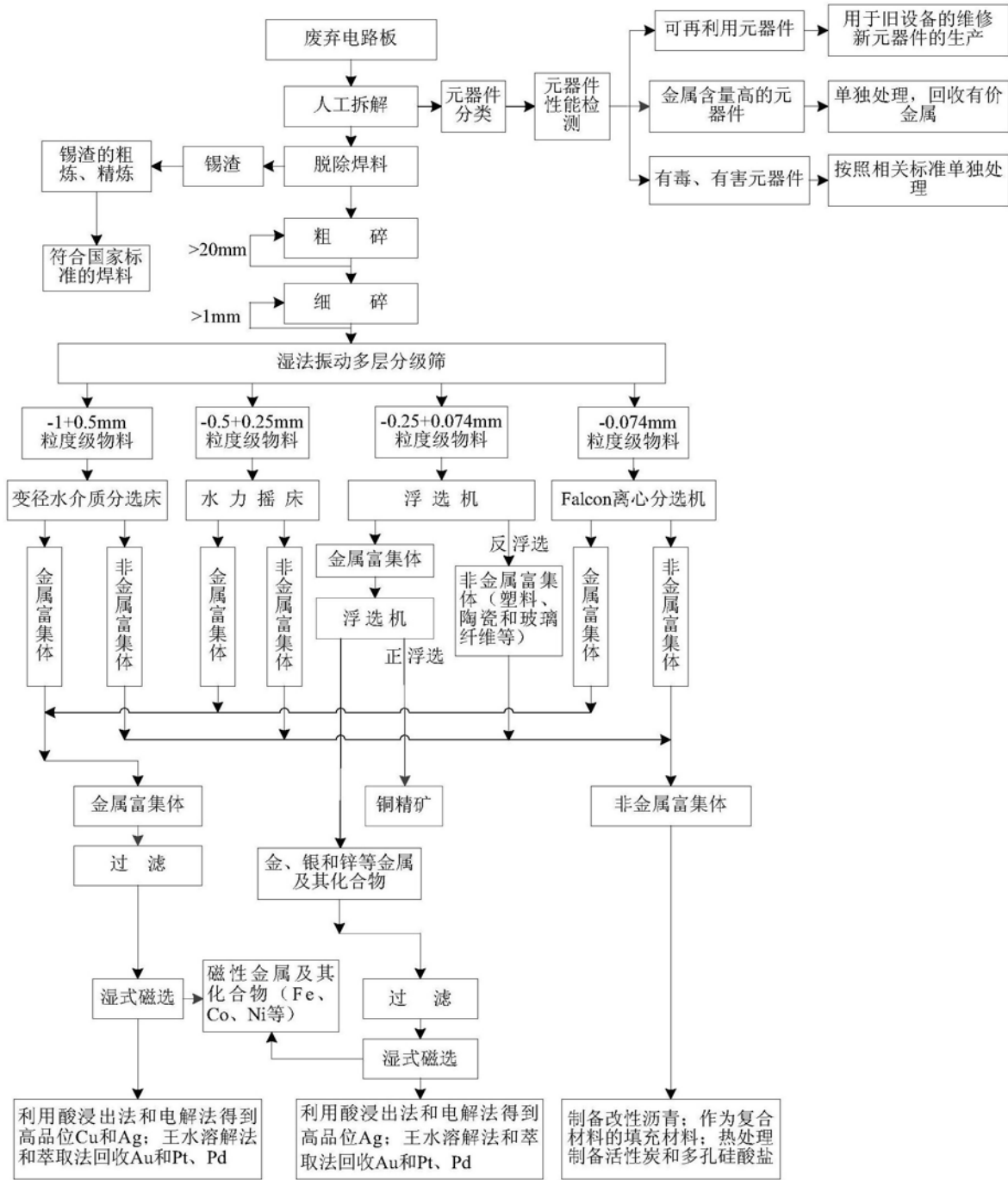


图1