



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 214477631 U

(45) 授权公告日 2021.10.22

(21) 申请号 202120545168.6

(22) 申请日 2021.03.16

(73) 专利权人 深圳清研装备科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区粤海街
道高新区社区高新南七道019号清华
大学研究院7层C709-1

(72) 发明人 田勇 陈建军 傅婷婷 叶利强
符冬菊 张维丽 闵杰 张莲茜

(74) 专利代理机构 广东深田律师事务所 44573
代理人 傅俏梅

(51) Int.Cl.

H01M 10/54 (2006.01)

B02C 21/00 (2006.01)

B07C 5/342 (2006.01)

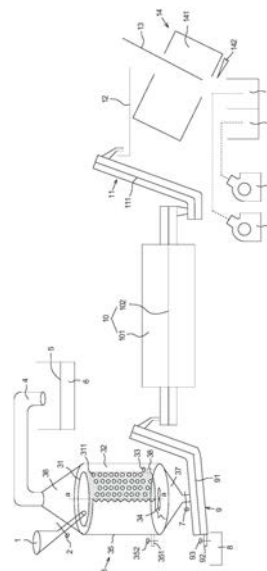
权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54) 实用新型名称

废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统

(57) 摘要

本实用新型提供了废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,是将具有废弃锂电池隔膜和正、负极片的混合物料投入柔性分离装置内腔可旋转的滚筒内,通入液体,在滚筒反复正、反向转动与液体之间的相对运动下,分离隔膜、正极片、负极材料和负极集流体;隔膜从溢流口排出回收,负极材料与正极片、负极集流体从柔性分离装置排出后过滤分离;正极片与负极集流体干燥后通过光电色选设备分离;再通过精细化破碎机,使正极材料与正极集流体分离,少量残留有负极材料的负极集流体中的负极材料与负极集流体分离。本实用新型通过柔性方式实现了上述各物料精准分离,回收的隔膜无杂质,正、负极材料只需处理对应的一种杂质,且杂质含量低,无三废排放。



1. 废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,包括柔性分离装置、网带传送机、干燥装置、色选装置、正极片精细破碎机和负极片精细破碎机,所述柔性分离装置包括具有内腔的腔体,所述的内腔中心设有可绕该内腔中心轴线做正、反转的滚筒,所述滚筒上开设有多个滤孔;所述腔体上端或顶部连接有与所述内腔连通的溢流管,所述溢流管出口设有振动筛,所述腔体下端设有可供液体进入所述内腔的进液管,底部设有排料口,与所述网带传送机入口对应,所述网带传送机出口与所述干燥装置入口对应,所述干燥装置出口对应设有所述色选装置,所述色选装置出口对应设有所述正极片精细破碎机和所述负极片精细破碎机。

2. 根据权利要求1所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,所述滚筒是由侧壁和底部围合形成的上端开口的筒状构件,所述滚筒的侧壁和底部开设多个所述滤孔,所述滚筒滤孔孔径为0.5~5mm。

3. 根据权利要求2所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,在所述滚筒侧壁的下端,设有可由滚筒出料阀控制的出料管。

4. 根据权利要求1所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,所述腔体上端具有锥形收集端,所述锥形收集端上端或顶部设有溢流口,与所述溢流管连接;所述腔体下端设有倒锥形的排出端,所述排出端底部设有可由排料阀控制的所述排料口。

5. 根据权利要求1所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,所述振动筛筛孔孔径为0.5~5mm。

6. 根据权利要求1所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,所述色选装置为光电色选设备,包括色选处理室,所述色选处理室入口设置振动给料机,所述振动给料机入口与混合物料传送机出口对接,所述振动给料机出口设有倾斜的供料滑板,所述供料滑板与所述色选处理室入口对应,所述色选处理室底部出口位置设有高速分选喷气阀,出口下方设有正极片接料斗和负极集流体接料斗,所述正极片接料斗和负极集流体接料斗分别对应所述正极片精细破碎机和所述负极片精细破碎机。

7. 根据权利要求1所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,所述网带传送机具有传送带,所述传送带分两段倾斜设置,其中第二段倾斜角度大于第一段倾斜角度,所述传送带上设有多个网孔,所述网孔孔径为0.5~5mm,在所述传送带的底端,设有可由出液阀控制的出液管。

8. 根据权利要求1所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,还包括进料斗,所述进料斗位于所述腔体的上方,且通过管道穿越所述腔体,使其出口位于所述滚筒的顶端,所述进料斗的管道上设有送料控制阀。

9. 根据权利要求1-8任一项所述的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,其特征在于,在所述内腔且于所述滚筒的底部,还间隔设有螺旋桨,所述螺旋桨与该滚筒位于同一转动轴上,随该滚筒同步转动。

废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于废旧锂电池回收技术领域，特别涉及一种废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统。

背景技术

[0002] 自2014年起，我国新能源汽车得到快速的发展，产销量呈现高速的增长趋势，2019年，我国新能源汽车产销量124.2万辆和120.6万辆。2020年10月，新能源汽车产量与销量都超过16万辆。然而，新能源汽车使用的动力电池是有一定的使用期限的，根据动力电池5-8年的平均使用寿命测算，将有大量的废旧电池面临退役。如若废旧锂离子不能得到有效的处置，不仅造成环境的污染，而且其中的有价金属元素也不能够得到合理的利用，导致了资源的浪费。因此废旧锂电池的回收迫在眉睫。

[0003] 目前，废弃锂电池回收工艺大体有两种，一种主流工艺为通过前端物理分选方法得到正负极混合粉，然后采用湿法冶金方法将黑粉中的有价金属元素高值化利用，另一种工艺为通过前端物理分选方法得到正极粉和负极粉，然后采用直接再生或湿法冶金方法将正极材料中的有价金属元素高值化利用。第二种工艺较第一种回收成本低、酸碱损耗低、三废少、回收工艺简单，但第二种工艺正负极粉物理分离目前存在下列很多问题，使该技术难以得到推广：1) 分离后得到的正极粉品位低、回收率低。现有技术正负极分离主流工艺采用浮选法，该方法将破碎分选预处理后得到的正负极混合粉料经过多段浮选得到的正极材料和石墨负极材料，由于正负极颗粒很小，石墨附着性强，因此分离得到的正极材料中含有大量的石墨，石墨中含有大量的正极材料，因此该方法分离后得到的正极粉品位低、回收率低；2) 分离后得到的正极材料不能采用固相法直接再生，限制了废弃锂电池高值化再生路径。因为得到正极粉品位低，特别是含有石墨和铜等杂质，石墨在常规高温下很难生成碳的氧化气体排掉，铜与镍钴具有相近的性质，在镍钴含量不损耗的前提下除铜几乎不可行，因此采用固相法很难实现正极材料再生；3) 分离后得到的杂质种类多，湿法回收除杂工艺复杂，酸碱用量大。现有的浮选工艺针对破碎得到的正负极混合粉料分离，该方法正负极粉中带有杂质铜铝，浮选后得到的正极粉很难避免不含铜铝杂质，在湿法回收时需同时考虑铜铝杂质，除杂工艺较复杂。

[0004] 因此，有必要解决上述现有技术的缺陷。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于克服上述现有技术的不足，提供了一种废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统，可实现废弃锂电池隔膜、正极材料、负极材料之间的精准分离，满足再生需求，能够实现工业化大规模生产。

[0006] 本实用新型提供的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统，包括柔性分离装置、网带输送机、干燥装置、色选装置、正极片精细破碎机和负极片精细破碎机，所述柔性分离装置包括具有内腔的腔体，所述的腔体中心设有可绕该腔体中心轴线做正、反转的滚筒，

所述滚筒上开设有多个滤孔;所述腔体上端或顶部连接有与所述内腔连通的溢流管,所述溢流管出口设有振动筛,所述腔体下端设有可供液体进入所述内腔的进液管,底部设有排料口,与所述网带输送机入口对应,所述网带输送机出口与所述干燥装置入口对应,所述干燥装置出口对应设有所述色选装置,所述色选装置出口对应设有所述正极片精细破碎机和所述负极片精细破碎机。

[0007] 可选地,所述滚筒是由侧壁和底部围合形成的上端开口的筒状构件,所述滚筒的侧壁和底部开设多个所述滤孔,所述滚筒滤孔孔径为0.5~5mm。

[0008] 可选地,在所述滚筒侧壁的下端,设有可由滚筒出料阀控制的出料管。

[0009] 可选地,所述腔体上端具有锥形收集端,所述锥形收集端上端或顶部设有溢流口,与所述溢流管连接;所述腔体下端设有倒锥形的排出端,所述排出端底部设有可由排料阀控制的所述排料口。

[0010] 可选地,所述振动筛筛孔孔径为0.5~5mm。

[0011] 可选地,所述色选装置为光电色选设备,包括色选处理室,所述色选处理室入口设置振动给料机,所述振动给料机入口与混合物料输送机出口对接,所述振动给料机出口设有倾斜的供料滑板,所述供料滑板与所述色选处理室入口对应,所述色选处理室底部出口位置设有高速分选喷气阀,出口下方设有正极片接料斗和负极集流体接料斗,所述正极片接料斗和负极集流体接料斗分别对应所述正极片精细破碎机和所述负极片精细破碎机。

[0012] 可选地,所述网带输送机具有传送带,所述传送带分两段倾斜设置,其中第二段倾斜角度大于第一段倾斜角度,所述传送带上设有多个网孔,所述网孔孔径为0.5~5mm,在所述传送带的底端,设有可由出液阀控制的出液管。

[0013] 本实用新型还包括进料斗,所述进料斗位于所述腔体的上方,且通过管道穿越所述腔体,使其出口位于所述滚筒的顶端,所述进料斗的管道上设有送料控制阀。

[0014] 本实用新型在所述内腔且于所述滚筒的底部,还间隔设有螺旋桨,所述螺旋桨与该滚筒位于同一转动轴上,随该滚筒同步转动。

[0015] 本实用新型具有下述技术效果:

[0016] (1) 本实用新型将隔膜和正、负极片混合物料一同置入柔性分离装置中,利用液体的柔性冲击力,有效实现了隔膜与正、负极片分离,负极材料从负极集流体上分离,由于这种分离是通过液体柔性冲击而实现的,不仅有利于隔膜和负极材料的分离,而且分离过程不会使隔膜、正极片、负极材料及负极集流体损伤,有效保证了上述物料本身的完整性,避免了各物料相互之间及杂质粘附的可能性,且利用隔膜的存在,既可缓解正、负极片之间以及与滚筒之间直接摩擦碰撞磨损,同时还使负极材料和负极集流体很容易分离,大大减少了负极材料中的金属杂质的含量。

[0017] (2) 本实用新型通过网带输送机实现了负极材料与正极片、负极集流体的分离,避免了各物料的磨损,使负极材料无正极粉和杂质铝,杂质铜含量极低,使石墨不需要通过酸浸除铜直接再生成为可能。

[0018] (3) 本实用新型通过柔性剥离后过滤得到的石墨负极材料可直接再生,无需除金属杂质,经精细破碎得到的石墨负极再生仅除铜金属杂质即可。精细破碎得到的正极材料固相再生仅除铝杂质即可,无需考虑杂质铜和石墨对材料性的影响,为正极材料直接干法固相再生提供了有力的保障。

[0019] (4) 本实用新型兼容性强,可兼容三元、磷酸铁锂、钴酸锂和锰酸锂电池。

[0020] (5) 本实用新型整个流程全部采用物理分选方法,不需要使用酸、碱分离,无“三废”排放,实现了废弃锂电池正、负极材料高效、低成本、精准分离,杂质含量低,有效提高了正、负极材料回收后的物相纯度,使磷酸铁锂和三元正极材料直接工业化固相再生成为可能,排出的溶液经过滤回收负极材料,液体可循环利用,大大节约了废弃锂电池的回收成本,有利于工业化大规模生产,符合目前产业的需求,具有非常广泛的应用前景。

附图说明

[0021] 图1是本实用新型示意图。

具体实施方式

[0022] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0023] 需要说明的是,当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件,它可以直接在另一个元件上或者可能同时存在居中元件。当一个元件被称为是“连接于”另一个元件,它可以是直接连接到另一个元件或者可能同时存在居中元件。

[0024] 还需要说明的是,本实用新型实施例中的“一端”、“另一端”、“上端”、“下端”、“侧端”、“顶部”、“底部”等方位用语,仅是互为相对概念或是以产品的正常使用状态为参考的,或者是基于附图展示的位置而参考的,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不应该认为是具有限制性的。

[0025] 本实用新型所述的废弃锂电池包括废弃三元锂电池、废弃磷酸铁锂电池、废弃钴酸锂电池和废弃锰酸锂电池,所述正极片由正极材料和正极集流体构成,所述负极片由负极材料和负极集流体构成,其中负极材料为石墨,正极集流体为铝箔,负极集流体为铜箔。

[0026] 本实用新型提供的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统,是将废弃锂电池通过充放电机放电,使电池电压低于1V,然后通过机械破碎、磁选、筛分等物理方法自动化拆解分离出尺寸为5~100mm不规则片状或卷曲状的隔膜和正、负极片混合物料进行分离处理。

[0027] 参见图1,本实用新型提供的废弃锂电池正、负极材料柔性精准分离系统包括柔性分离装置3、网带输送机9、干燥装置10、色选装置14、正极片精细破碎机17和负极片精细破碎机18;所述柔性分离装置3包括具有内腔32的筒形腔体35,所述腔体35的上端设有锥形收集端36,底部设有倒锥形的排出端37,腔体35下端侧面设有进液管351,通过进液控制阀352控制启闭,液体(水)通过该进液管351进入内腔32内;所述的腔体31的中心设有可绕该腔体31中心轴线a-a做正、反转的滚筒31。具体地,该滚筒31是由侧壁和底部围合形成的上端开口的筒状构件,其底部和侧壁均开设有多个滤孔311,滚筒31通过设置在其底部的转轴(未图示)带动转动,转轴的转动由外设的电机驱动,由控制器控制启闭及转向,滚筒31转速为50~1500r/min。在滚筒31侧壁下端,设有出料管38,通过滚筒出料阀33控制。

[0028] 当滚筒31内送入破碎分选后具有正、负极片和隔膜混合物料时,将液体通过进液管351进入内腔32底部,混合物料与液体的体积比为 $1/10000 \sim 1/10$ 。所述液体为水,通过各滤孔311进入滚筒31内,滚筒31由电机带动在内腔32内绕中心轴a-a反复正向转动(顺时针转动)和反向转动(逆时针转动),由于内腔32和滚筒31内充满液体,具有正、负极片和隔膜的混合物料放入滚筒31内后,电机带动滚筒31每隔5~120秒向相反方向旋转一次,中途停留时间3~60秒,转动5min~120min后,隔膜与正、负极片分离且负极材料脱离负极集流体,滚筒31再定向旋转5min~30min,使冲洗洁净的隔膜在滚筒31内逐渐向上漂浮。滚筒31的转动将带动液体旋转,液体带动混合物料旋转,且滚筒31每转动一段时间后向相反的方向旋转,滚筒31的正、反转与液体之间形成相对运动,该过程中混合物料会发生如下变化:当滚筒31停止转动,并向相反方向转动时,会对液体产生冲击,在这种冲击作用下,液体中的混合物料会瞬间被打散,由于液体密度比隔膜大,比正、负极片小,较轻的隔膜会向上浮动,而正、负极片较重会下沉。这样,可使破碎后粘合在一起的隔膜、正极片和负极片在液体的冲击作用下分离,而且这种液体的冲击力还可对已分离的隔膜表面进行冲洗,可去除隔膜上的杂质。同时,由于负极片上的负极材料(石墨)是涂敷在负极集流体(铜箔)上面,采用的粘结剂为水性粘结剂,这种水性粘接剂遇到液体时会溶解,使粉状的负极材料从负极集流体剥离,溶于液体内,而且液体的不断冲击会进一步加速这种剥离,并洗刷负极集流体表面的残余的水性粘接剂,使负极集流体(铜箔)露出较深的颜色。由于滚筒31上具有多个滤孔311,剥离后的负极材料会随着滚筒31的转动从各滤孔311中滤出。这样,通过滚筒反复正、反向转动与液体之间的相对运动,使隔膜与正、负极片分离并冲洗隔膜上的杂质,同时使绝大部分负极材料脱离负极集流体。

[0029] 本实用新型上述柔性分离装置可以实现下列技术效果:①使隔膜与正、负极片分离;②使负极材料从负极集流体上剥离;③由于滚筒的转动带来的液体冲击为软冲击,隔膜分离以及负极材料在从负极集流体上剥离过程中,不会对隔膜、正极片、负极材料及负极集流体造成损伤,有效避免了现有技术中隔膜清除时由于静电等外部条件通过涡电流选导致粘附较多的粉料而使上述物料含杂多且造成粉末的损耗的缺陷;④由于隔膜的存在,还缓冲了正、负极片之间直接摩擦碰撞以及与滚筒碰撞会导致金属的负极集流体磨损而产生金属细粉,从而导致后续收集的粉中含有较高的金属杂质的问题。

[0030] 具体地,本实用新型滚筒31上滤孔311的孔径为0.5~5mm,与破碎后的混合物料尺寸适配。滚筒31上滤孔311的设计,可以使脱落的负极材料在滚筒31转动的离心力作用下排出滚筒31之外,避免留在滚筒31内时与负极集流体的摩擦产生金属杂质。这是因为,一般产生的金属杂质颗粒较细,大概在300目,即使是筛分也很难实现分离,这样无疑会增加分离成本。因此,本实用新型上述结构设计,可避免负极材料与负极集流体和正极片摩擦产生杂质,另外当负极集流体破损掉落成较小颗粒时,可直接随滤孔311排出,也可避免负极集流体被磨损的更小而不便于后续步骤的分离。

[0031] 在柔性分离装置3的结构设计中,腔体35上端具有锥形收集端36,锥形收集端36上端或顶部设有溢流口(图1所示在锥形收集端36的顶部,也可以在上端的侧部),与溢流管4连接,即溢流管4通过锥形收集端36与内腔32连通,分离并冲洗干净的隔膜会从滚筒31内向上慢慢漂浮在液体上面,随液体从溢流管4排出。锥形收集端36的设计,可避免隔膜残留在滚筒31里面,有利于隔膜全部被排出,使滚筒31内剩余的混合物料无隔膜夹带。所述溢

流管4出口处下方设有振动筛5,由于隔膜密度小于液体密度,因此液体从内腔32的底部不断涌入后,在滚筒31的反复正、反转过程中的过程中,分离并冲洗干净的隔膜逐渐漂浮在液体上面,将随腔体35顶部设置的溢流口进入溢流管4,随液体一起排出,然后再经振动筛5上的筛网过滤,振动筛筛孔孔径为0.5~5mm,筛上物料为隔膜,筛下物料里面是液体和极小部分负极材料的混合物,筛下物料可统一经过过滤处理回收负极材料粉末,液体循环利用,降低回收成本。

[0032] 在所述腔体35的下端,设有倒锥形的排出端37,隔膜从溢流管4排出后,滚筒31 内的液体中含有正极片、负极材料、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体),此时可打开滚筒31下端设计的滚筒出料阀33和柔性分离装置出料阀7,上述混合物料将随液体从出料管38排出进入内腔35,在重力作用下落入排出端37内底部,排出端37底部设有排料口,混合物料通过排料阀7控制从排料口排出,排料口接网带输送机9入口。

[0033] 请再参见图1,本实用新型还包括进料斗1,所述进料斗1位于腔体35的上方,进料斗1通过管道穿越腔体35上端的锥形收集端36,其出口位于滚筒31顶端,具有隔膜、正极片和负极片的混合物料可从进料斗1管道送入滚筒31内。在进料斗1管道上还设有送料控制阀2,以控制进入滚筒31内混合物料的量。

[0034] 进一步参见图1,本实用新型在滚筒31的下方,还设有螺旋桨34,所述螺旋桨 34与滚筒31位于同一转轴上,间隔设置,可随该滚筒31同步转动。利用螺旋桨34 的转动,可对滚筒31内的液体产生向上的轴向推力,使滚筒31内的液体在滚筒31 带动径向转动的同时受到来自螺旋桨34的轴向推力,从而导致对滚筒31内的混合物料产生多方向的柔性冲击力,一方面可加快隔膜与正、负极片之间的完全分离以及负极材料从负极集流体上剥离速度,另一方面其向上的轴向推力可促使滚筒31中已分离的隔膜加速向上移动,漂浮在液体上面,并推动隔膜朝腔体35顶部(或上端)的溢流口移动。由于螺旋桨34设置在滚筒31下面,可避免混合物料与螺旋桨34直接接触,降低对混合物料的破损,减少杂质的产生。

[0035] 所述网带输送机9具有传送带91,其上设有多个网孔,传送带网孔孔径为0.5~5mm,底端设有出液管92,通过出液阀93控制,网带输送机9传送带91分两段倾斜设置,其中第二段倾斜角度大于第一段倾斜角度,具体地,第一倾斜角可为 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$,第二段倾斜角可为 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$,有利于混合物料的过滤排出,且可节约占地面积。具有正极片、负极材料、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)的混合物料从排出端37内底部排料口排出后,落入网带输送机9网孔上,由于正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)均为有一定尺寸的不规则片状或卷曲状,而负极材料为石墨粉体粉状,液体和负极材料很容易从网孔滤出,并在重力作用下沿网带输送机9倾斜的底部流至底端的出液管92,通过设置在出液管 92下方的负极材料回收箱8过滤处理,回收负极材料粉末。网带输送机9传送带91 上留存正极片、负极集流体和剩余负极片的混合物料,从而使负极材料与正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)分离。负极材料随液体滤出后,经过过滤处理回收负极材料粉末,液体循环利用。通过网带输送机9,实现了粉状负极材料和液体的混合液与固体的正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)的分离,一方面为后续色选创造了条件,另一方面在液体的作用下,粉状负极材料可随液体从网孔滤出,不需要采用现有技术的振动方式来分离粉末和块状材料,避免了各物料的磨损,同时还避免了振动方式引起的负极材料粉末中的含有金属杂质的缺陷,负极材料可直接再

生,无需除金属杂质。

[0036] 正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)通过网带传送机 9 与负极材料分离后,仍含有较多的水分。本实用新型在所述网带传送机9出口对应位置,设有干燥装置10,正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)的混合物料经网带传送机9过滤后进入干燥装置10内。所述干燥装置10包括加热炉101 和输送带102,加热炉101内温度为50~150℃,可对输送带102上具有含水量的正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)的混合物料在输送过程中加热,加热时间0.5~12h,以蒸干混合物料中的水分,避免物料粘结,有利于后续分选。干燥装置10的出口,设有混合物料传送机11,混合物料传送机11向上倾斜设置,设有给料传送带111,给料传送带111底部入口接入干燥后的混合物料,从给料传送带111出口送入对应的光电色选装置14内。

[0037] 干燥过程完成后,正极片、负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)混合物料进入色选装置14。色选装置14可选用光电色选设备,由于负极集流体一般为铜箔,负极材料从负极片剥离后,铜箔表面具有一定的色度,利用光电色选设备,可识别干燥的混合物料中有色度的铜箔,从而使负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)与正极片精准分离。具体地,所述色选装置14包括色选处理室141,色选处理室141上方入口设置振动给料机12,振动给料机12入口与给料传送带111 出口对接,振动给料机12出口设有倾斜的供料滑板13,供料滑板13与色选处理室 141入口对应,色选处理室141底部出口位置设有高速分选喷气阀142,出口下方设有正极片接料斗16和负极集流体接料斗15。具有正极片和负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)混合物料干燥后,通过给料传送带111均匀传送,到达色选装置14上方设置的振动给料机12,通过振动给料机12的振动,正极片和负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)沿供料滑板13均匀下落至色选处理室141内。进入色选处理室141内后,从色选处理室141内设置的图像处理传感器和背景之间穿过,在光源的作用下,图像处理传感器接受来自上述物料的合成光信号,使系统产生输出信号,并放大处理后传输至控制系统,然后由控制系统发出指令驱动高速分选喷气阀142动作,将其中深色的负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)吹至对应的负极接料斗15内,正极片在自重作用下自动落入对应的正极接料斗16内,使正极片与负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)精准分离。

[0038] 将色选后正极接料斗16内的正极片和负极接料斗15内的负极集流体分别取出投入正极片精细化破碎机17和负极片精细化破碎机18,使正极材料与正极集流体分离,少量残留有负极材料的负极集流体中的负极材料与负极集流体分离。

[0039] 本实用新型利用正极集流体铝箔与黏附在上面的正极材料、负极集流体铜箔与黏附在上面的负极石墨材料延展性差异,正极片精细化破碎机17采用现有技术的锤式破碎机对正极片进行脱粉处理,由于锤式破碎机不断撞击,正极片金属颗粒变小,金属表面的正极材料较硬,很容易脱落,再经过振动筛分,可得到蜷缩的颗粒状铝粒(正极集流体颗粒)和粉状的正极粉料。同样地,负极片精细化破碎机18采用现有技术的锤式破碎机对负极集流体(包含少量残留有负极材料的负极集流体)进行脱粉处理,由于锤式破碎机不断撞击,负极集流体金属颗粒变小,金属表面的负极材料较硬,很容易脱落,再经过振动筛分,可得到蜷缩的颗粒状铜粒(负极集流体颗粒)和粉状的负极粉料。这样,最终使废弃锂电池隔膜、正极材料和负极材料柔性精准分离。

[0040] 本实用新型完整实现了隔膜与正极片、负极片之间,正极材料与正极集流体(铝箔)之间,负极材料与负极集流体(铜箔)之间的柔性精准分离,整个过程中,是先将隔膜与正、负极片分开,然后再使负极片上活性材料与负极片分开脱离,可避免得到的正极材料中负极材料和负极集流体铜杂质的混入,负极材料中正极材料和正极集流体铝的混入,回收的隔膜不含粉料,正、负极材料杂质含量非常低,为后端湿法回收除杂减轻了负担,有效解决传统后续湿法再生除杂需要同时除铜铝杂质,(因为得到的粉料中含有较多的铜铝以及石墨杂质),需要复杂的工艺,并消耗大量的酸碱等缺陷,经过本实用新型处理后只需要处理对应的一种杂质即可,并且通过柔性剥离后过滤得到的石墨负极材料无需除杂,经精细破碎得到的石墨负极仅除铜杂质即可,精细破碎得到的正极材料仅除铝杂质即可。同时也使正极材料不受金属杂质元素影响直接干法固相再生提供了有力的保障,排出的溶液经过滤回收负极材料,液体可循环利用。

[0041] 本实用新型可兼容多种种类锂电池,节约了后端湿法酸碱用量,有效降低了废弃锂电池的回收成本。而且,由于负极材料是通过液体柔性冲击剥离,铜、铝杂质含量极低,可满足石墨直接再生需求,同时由于正负极分开精细破碎处理,故正极材料中杂质铜几乎为零,其铝杂质含量经简单处理后也可满足直接再生需求,可实现工业化生产。

[0042] 下面结合应用实施例详述本实用新型工作过程。

[0043] 实施例1:

[0044] S1将废弃三元锂电池通过充放电机放电4小时左右(多次放电,保证电池电压低于1V),然后通过机械破碎、磁选、筛分等方法自动化拆解分离出尺寸为20mm左右具有隔膜和正、负极片的混合物料,电池外壳直接进行回收。

[0045] S2参见图1,将混合物料通过进料斗1投入柔性分离装置1内的滚筒31内,该装置以水为介质,柔性分离装置1之腔体35下端进液管352上进液控制阀352打开,水通过进液管351进入内腔32内,隔膜和正、负极片混合物料与水介质体积比为1/50。然后电机启动,驱动滚筒31转动,滚筒31侧壁和底部筛网孔径为2mm,滚筒31带动水介质实现正向和逆向转动,滚筒31每隔15秒向相反方向旋转一次,中途停留时间10秒,转速为300r/min,处理时间60min,使隔膜与正、负极片分离且负极材料脱离铜箔。

[0046] S3从进液管352连续不断通入水介质,然后滚筒31定向旋转15min,转速200r/min。冲洗洁净隔膜在滚筒31内逐渐向上漂浮,从将随水从腔体35上端的锥形收集端36顶部的溢流口进入溢流管4排出,隔膜排出后通过振动筛5收集。振动筛孔径为1mm,水落入振动筛5下面的液体回收箱6内,回收水中的少量负极材料粉末,液体循环利用。

[0047] S4打开滚筒31下端侧壁出料管上的滚筒出料阀33,具有正极片、负极材料、铜箔和少量残留有负极材料的铜箔的混合物料随水流进入排出端37,同时打开排出端37底部排料口上排料阀7,混合物料随水流进入1mm网带传送机9,网带传送机9传送带91分两段倾斜设置,其中第二段倾斜角度为60°,第一段倾斜角度为15°,传送带91网孔孔径为1mm。在网带传送机9不断向前并向上传递过程中,正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔保留在传送带91上,负极材料随水在传送带91上网孔漏出,流入网带传送机9底部设置的负极材料回收箱8,过滤处理后回收负极材料粉末。

[0048] S5留存在传送带91上的正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔的混合物料随传输带进入干燥装置10(隧道炉),加热温度为60℃,加热一定时间后待正极片、铜箔及少量

残留有负极材料的铜箔干燥完成,送入与其对接的传送机11,传送机11上给料传送带111倾斜设置(倾斜角度为 60°),落入该给料传送带111上的正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔的混合物料通过给料传送带111传送到振动给料机12,由振动给料机12以振动方式投入光电色选装置14之色选处理室141入口倾斜设置的供料滑板13上,通过色选处理室141分选,由控制系统驱动高速分选喷气阀142动作,使铜箔和少量残留有负极材料的铜箔落入负极集流体接料斗15内,正极片落入对应的正极片接料斗16内,正极片与铜箔(包含少量残留有负极材料的铜箔)分离。

[0049] S6分选后得到的正极片置入第一精细化破碎机17,破碎后筛分,使正极材料与铝箔分离。同时,分选得到的铜箔(包含少量残留有负极材料的铜箔)置入第二精细化破碎机18,破碎后筛分,使负极材料与铜箔分离。

[0050] S7整个过程排出的水溶液经过滤回收负极材料,液体循环利用。

[0051] 表1:实施例1处理后产品杂质含量

[0052]

	Al含量	Cu含量
正极材料	0.8%	49ppm
90% 负极材料	39ppm	75ppm
10% 负极材料	42ppm	0.7%
隔膜	0	0

[0053] 实施例2:

[0054] S1将废弃磷酸铁锂电池通过充放电机放电4小时左右(多次放电,保证电池电压低于1V),然后通过机械破碎、磁选、筛分等方法自动化拆解分离出尺寸为20mm 左右的具有隔膜和正、负极片的混合物料,电池外壳直接进行回收。

[0055] S2参见图1,将混合物料通过进料斗1投入柔性分离装置1内的滚筒31内,该装置以水为介质,柔性分离装置1之腔体35下端进液管352上进液控制阀352打开,水通过进液管351进入内腔32内,隔膜和正、负极片混合物料与水介质体积比为 1/100。然后电机启动,驱动滚筒31转动,滚筒31侧壁和底部筛网孔径为1mm,滚筒31带动水介质实现正向和逆向转动,滚筒31每隔20秒向相反方向旋转一次,中途停留时间10秒,转速为400r/min,处理时间40min,使隔膜与正、负极片分离且负极材料脱离铜箔。

[0056] S3从进液管352连续不断通入水介质,然后滚筒31定向旋转5min,转速300r/min。冲洗洁净隔膜在滚筒31内逐渐向上漂浮,从将随水从腔体35上端的锥形收集端36顶部的溢流口进入溢流管4排出,隔膜排出后通过振动筛5收集。振动筛孔径为0.5mm,水落入振动筛5下面的液体回收箱6内,回收水中的少量负极材料粉末,液体循环利用。

[0057] S4打开滚筒31下端侧壁出料管上的滚筒出料阀33,具有正极片、负极材料、铜箔和少量残留有负极材料的铜箔的混合物料随水流进入排出端37,同时打开排出端37 底部排料口上排料阀7,混合物料随水流进入0.5mm网带传送机9,网带传送机9传送带 91分两段倾斜设置,其中第二段倾斜角度为 60° ,第一段倾斜角度为 15° ,传送带91 网孔孔径为1mm。在网带传送机9不断向前并向上传递过程中,正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔保留在传送带91上,负极材料随水在传送带91上网孔漏出,流入网带传送机9底部设置的负极材料回收箱8,过滤处理后回收负极材料粉末。

[0058] S5留存在传送带91上的正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔的混合物料随

传输带进入干燥装置10(隧道炉),加热温度为100℃,加热一定时间后待正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔干燥完成,送入与其对接的传送机11,传送机11上给料传送带111倾斜设置(倾斜角度为60°),落入该给料传送带111上的正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔的混合物料通过给料传送带111传送到振动给料机12,由振动给料机12以振动方式投入光电色选装置14之色选处理室141入口倾斜设置的供料滑板13上,通过色选处理室141分选,由控制系统驱动高速分选喷气阀142动作,使铜箔和少量残留有负极材料的铜箔落入负极集流体接料斗15内,正极片落入对应的正极片接料斗16内,正极片与铜箔(包含少量残留有负极材料的铜箔)分离。

[0059] S6分选后得到的正极片置入第一精细化破碎机17,破碎后筛分,使正极材料与铝箔分离。同时,分选得到的铜箔(包含少量残留有负极材料的铜箔)置入第二精细化破碎机18,破碎后筛分,使负极材料与铜箔分离。

[0060] S7整个过程排出的水溶液经过滤回收负极材料,液体循环利用。

[0061] 表2:实施例2处理后产品杂质含量

[0062]

	Al含量	Cu含量
正极材料	0.7%	46ppm
93% 负极材料	41ppm	75ppm
7% 负极材料	42ppm	0.8%
隔膜	0	0

[0063] 实施例3:

[0064] S1将废弃钴酸锂锂电池通过充放电机放电4小时左右(多次放电,保证电池电压低于1V),然后通过机械破碎、磁选、筛分等方法自动化拆解分离出尺寸为20mm 左右具有隔膜和正、负极片的混合物料,电池外壳直接进行回收。

[0065] S2参见图1,将混合物料通过进料斗1投入柔性分离装置1内的滚筒31内,该装置以水为介质,柔性分离装置1之腔体35下端进液管352上进液控制阀352打开,水通过进液管351进入内腔32内,隔膜和正、负极片混合物料与水介质体积比为 1/150。然后电机启动,驱动滚筒31和螺旋桨34一起转动,滚筒31侧壁和底部筛网孔径为1mm,滚筒31和螺旋桨34带动水介质实现正向和逆向转动,滚筒31和螺旋桨34每隔20秒向相反方向旋转一次,中途停留时间15秒,转速为800r/min,处理时间20min,使隔膜与正、负极片分离且负极材料脱离铜箔。

[0066] S3从进液管352连续不断通入水介质,然后滚筒31定向旋转30min,转速100r/min。冲洗洁净隔膜在滚筒31内逐渐向上漂浮,从将随水从腔体35上端的锥形收集端36顶部的溢流口进入溢流管4排出,隔膜排出后通过振动筛5收集。振动筛孔径为0.5mm,水落入振动筛5下面的液体回收箱6内,回收水中的少量负极材料粉末,液体循环利用。

[0067] S4打开滚筒31下端侧壁出料管上的滚筒出料阀33,具有正极片、负极材料、铜箔和少量残留有负极材料的铜箔的混合物料随水流进入排出端37,同时打开排出端37 底部排料口上排料阀7,混合物料随水流进入1mm网带传送机9,网带传送机9传送带91 分两段倾斜设置,其中第二段倾斜角度为60°,第一段倾斜角度为15°,传送带91网孔孔径为0.5mm。在网带传送机9不断向前并向上传递过程中,正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔保留在传送带91上,负极材料随水在传送带91上网孔漏出,流入网带传送机9底部设置的负极材料

回收箱8,过滤处理后回收负极材料粉末。

[0068] S5留存在传送带91上的正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔的混合物料随传输带进入干燥装置10(隧道炉),加热温度为150℃,加热一定时间后待正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔干燥完成,送入与其对接的传送机11,传送机11上给料传送带111倾斜设置(倾斜角度为60°),落入该给料传送带111上的正极片、铜箔及少量残留有负极材料的铜箔混合物料通过给料传送带111传送到振动给料机12,由振动给料机12以振动方式投入光电色选装置14之色选处理室141入口倾斜设置的供料滑板13上,通过色选处理室141分选,由控制系统驱动高速分选喷气阀142动作,使铜箔和少量残留有负极材料的铜箔落入负极集流体接料斗15内,正极片落入对应的正极片接料斗16内,正极片与铜箔(包含少量残留有负极材料的铜箔)分离。

[0069] S6分选后得到的正极片置入第一精细化破碎机17,破碎后筛分,使正极材料与铝箔分离。同时,分选得到的铜箔(包含少量残留有负极材料的铜箔)置入第二精细化破碎机18,破碎后筛分,使负极材料与铜箔分离。

[0070] S7整个过程排出的水溶液经过滤回收负极材料,液体循环利用。

[0071] 表3:实施例3处理后产品杂质含量

[0072]		Al含量	Cu含量
	正极材料	0.5%	50ppm
	93.5% 负极材料	55ppm	60ppm
	6.5% 负极材料	45ppm	0.7%
	隔膜	0	0

[0073] 本实用新型的上述实施例所示仅为本实用新型较佳实施例之部分,并不能以此局限本实用新型,在不脱离本实用新型精髓的条件下,本领域技术人员所作的任何修改、等同替换和改进等,都属本实用新型的保护范围。

