一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的方法与设备

技术领域

本发明涉及废旧纸张回收再利用设备及方法领域，特别是一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的方法与设备。

背景技术

纸是与人们生产、生活息息相关的重要产品，与自然环境相结合，废纸作为一种重要的再生资源，其合理的回收利用不仅具有良好的经济及社会效益，而且对环境保护和资源的利用具有重要的意义。传统回收再利用废旧及回收纸品（以下统称废旧纸张）的方式是用水力大量洗涤，洗涤后进行沉淀，附着在废旧及回收纸品上的碳粉制品及油墨由于密度相对于水分较轻而浮于水上层，通过洗涤的纤维由于润涨及自身密度相对水分较重而沉降于水下层，因此，经水处理的废旧纸张通常使用撇去悬浮于水上层碳粉制品及油墨的方式方法（即浮选）脱墨；或利用水力离心筛分的方式、或用各种直接接触式磁力吸附纤维浆中油墨，将纤维浆与油墨分离，这类回收再利用废旧纸张的方法从工业造纸以来已经拥有几百年的历史，其优点在于操作设备原理简单，处理得出纤维质量结果较为稳定，但其缺点显而易见，在处理过程中需要使用大量的淡水甚至清水资源，对于设备使用的环境及场地也有硬性的条件，传统废纸利用为降低成本、在无人监管的情况下，生产过程产生的废水废料直接排入河流和空气中，废水废料也没能通过细化处理再度循环利用。目前，关于干式处理回收利用废旧纸张的方式方法及设备的研究已有一些，其基本可分类为激光处理法，传统空气分离法，如：专利JP11-133822A 中公开了一种用于回收废纸去除油墨的设备，蒸发的油墨被抽吸装置吸走，其作用效果仅针对激光打印出的废纸有用，其优点在于无需对纸张或制品本身分解即可对打印到纸张及纸品上的印记进行脱除，基于通过激光照射清楚并蒸发纸张上的油墨，其激光分离法产生选择性光热解作用，使得印在纸上的油墨分子活跃爆破松解，但其效果有限，仅对激光打印类产品起作用，而对于油墨及书写类废旧纸张无效或效果不明显。而空气分离法在

JP1975069306 中，其主要将废旧纸张在无水状态下碎解成纤维状，其印刷于纸张上的色料也在此状态下碎解，利用碎解状态下色料重量与碎解状态下纤维重量的不同来进行色料与纤维的分离，其主要使用范围也针对碳粉类激光打印的废旧纸张，并且其色料密度相对较重的 UV 类油墨无法通过其物理方式去除，由于重型色料与碎解后纤维重量相似，不容易在空气中进行分离，因此容易与碎解的纤维缠结后影响处理后纸纤维的品质，因此该法纤维产出的纸品还需进一步漂白或覆盖色泽。而专利 CN101736635、EP659932A 中公开了利用各种磁力设备以搅拌、在浆料中加入磁种、过滤等方式直接接触水溶性纤维浆，通过各种结构应用磁力吸附浆料中油墨，但在实际生产过程中该方式磁场无法量化预估，过大的磁场影响整体造纸制浆设备的运行使用，磁场不足又会使得油墨无法有效祛除，增加后续纤维漂白洗涤工序。

发明**内容**

针对以上问题，本发明提供了一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的方法与设备，其原理并非通过水溶液介质直接接触吸附纤维中墨料，而是通过磁场影响墨料的振动，并使墨料进行耦合性振动，使油墨分子在干性条件下松脱，并能延振动物理方向与纤维运动方式相异，从而达到将油墨与纤维分离的效果。

为达到上述发明目的，本发明所述的一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的方法与设备是以如下技术方案实现的：

一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，包括通过管道依次相连的粉碎纤维机单元、磁力差耦合振动器、加速风机、弹道回弹回吸器、物料沉降输送管、筒状分离器，其中磁力差耦合振动器的壳体内纤维入口端至纤维出口端中心设有依次相连的导磁铁片、连续排铁及线圈、同极近频导磁铁片、磁屏蔽结构，磁力差耦合振动器的壳体内空腔构成震荡域，壳体外侧设有温控与恒温器，弹道回弹回吸器中部通过加速管与加速风机相连，弹道回弹回吸器壳体内中部向上依次设有油墨回弹弹道路径挡板、弹道回弹板，弹道回弹回吸器外壳体

上部通过回吸器风机连通重墨回收装置和弹道回弹回吸器的壳体内侧，所述弹道回弹回吸器壳体内中部向下设置有纤维阻力板，并通过物料沉降输送管连通筒状分离器和弹道回弹回吸器壳体内侧，所述筒状分离器壳体的上部设有碟片风机收集器，所述筒状分离器壳体的下部设有纤维排出口，所述纤维排出口连通收集器。

所述磁力差耦合振动器中心设有导磁片、同极近频导磁铁片通过各自产生磁场 K1 和 K2。所述磁力差耦合振动器中心设有连续排铁及线圈根据所需磁力震荡范围增加或减少排铁及线圈数量，使得油墨粒子在震荡域阶段产生筒振波震荡耦合。所述磁力差耦合振动器中心设有震荡域，使得油墨粒子在震荡域中产生耦合和离域。所述磁力差耦合振动器外壳体设有温控与恒温器维持磁力差耦合振动器的温度，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，可以使其粘度降低。

所述磁力差耦合振动器中心设有磁屏蔽结构，墨料颗粒结束相异筒振波的微扰，维持耦合振动惯性进入下一阶段。所述加速风机中部设有加速管，使油墨与纤维混合物保持一致初速度 Vo 进入弹道回弹回吸器。所述弹道回弹回吸器下设有纤维阻力板该板结构使纤维经抛物线运动后向下沉降螺旋运动进入物料沉降输送管。

所述物料沉降输送管将弹道回弹回吸器排出的纤维送入筒状分离器。所述筒状分离器中上部设有碟片风机收集器、收集器，下部设有纤维排出口。

优选的，所述粉碎纤维机单元为内部有定刀与动刀转子的盘磨粉碎机，纸张通过盘磨机内定刀与动刀转子之间的相互击打作用，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒。

优选的是，所述弹道回弹回吸器中设有 2 个以上油墨回弹弹道路径挡板，多组该板结构阻碍气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，使油墨颗粒延其弹道轨迹进入弹道回弹板。

优选的是，所述弹道回弹回吸器上层设有 2 个以上弹道回弹板，该板结构根据油墨可演算运动轨迹设计，使油墨颗粒延其弹道锥形罩阻力而急速改变流向，油墨延回弹弹道路径后

通过回吸器风机将油墨吸入重墨回收装置。

一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的方法，包括以下步骤：

步骤 1:废纸品放入所述粉碎纤维机单元进行碎纸处理；

步骤 2:所述输送管与加速风机，将碎纸处理后的颗粒混合物入磁力差耦合振动器；所述磁力差耦合振动器中含墨料纤维入口，并通过输送管连接粉碎纤维机单元；

步骤 3:所述磁力差耦合振动器中心设有导磁铁片，导磁片发出 K 量磁场，通过导磁铁片的纤维墨料混合物中的墨料受到磁感应的影响，产生简振波，前部连续排铁及线圈与导磁铁片属同极磁场 L1，后部连续排铁及线圈与同极近频导磁铁片属同极磁场 L2， L1 与 L2 属同级近似频率磁场，墨料颗粒通过此处两个频率相近的磁场，墨料颗粒在震荡域中产生耦合振动；所述磁力差耦合振动器外壳体设有温控与恒温器维持磁力差耦合振动器的温度，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，使其粘度降低；墨料颗粒在震荡域中产生简振波的耦合振动，而纤维则会根据风力流体的行径路径继续进入磁屏蔽结构；

步骤 4:磁屏蔽结构则将之前的导磁铁片磁力屏蔽，墨料颗粒结束相异简振波的微扰，维持耦合振动惯性；所述弹道回弹回吸器中部设有加速管，惯性持微弱简振波的墨料颗粒与纤维通过加速管进入弹道回弹回吸器；在弹道回弹回吸器中受回吸器风机与上层设有油墨回弹弹道路径挡板结构影响，用油墨回弹弹道路径挡板阻挡气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，受力不足的纤维在惯性力作用下大部分向下以螺旋重力下行，以简振波形式加速前行且较轻的墨料因弹道回弹板及回吸器风机吸力影响混合轻微纤维上行，墨料与轻微纤维及相异行径破裂的墨料也会延纤维阻力板向下螺旋沉降运动，进而纤维与墨料颗粒因弹道回弹板锥形罩阻力而急速改变流向，同时因为截面扩大轻微纤维与墨料截面流速锐减，从而有轻微纤维受重力作用而沉降分离出来，掉入弹道回弹板或纤维阻力板，墨料继续上行，用弹道回弹板，纤维与墨料颗粒会在弹道回弹回吸器中进行分离；

步骤 5:墨料颗粒进入重墨回收装置；下行的纤维通过物料沉降输送管进入筒状分离器中，

通过上部设有碟片风机收集器调节筒状分离器中的气压，纤维通过离心力，更轻的杂质或物料会通过上部设有碟片风机收集器排出，而相对较重的纤维将沉降进入下部纤维排出口，整个过程在干燥环境下进行，进而得到纯度更高的纤维。

本发明的技术原理：

本发明提供了一种磁力差耦合振动分离油墨及色料分子与纤维方法与设备，其原理并非通过水溶液介质直接接触吸附纤维中墨料，而是通过磁场影响墨料的振动，并使墨料进行耦合性振动，使油墨分子在干性条件下松脱，并能延振动物理方向与纤维运动方式相异，从而达到将油墨与纤维分离的效果。

无论激光打印墨粉还是其他油墨成分，其色料部分都由矿物颗粒成分构成，大部分黑色与红色色料是由小于 1 微米针状结晶粒子组成，因此其色料粒子在磁场处理情况下会带磁排列或受磁场振动影响出现震荡，而纤维属高分子材料，其粒径远大于油墨结晶粒子，需要在更强力的磁场作用下才出现明显的磁场受力运动。本发明通过磁力差耦合振动部件，色料与纤维会因磁力差的耦合振动产生相异的可演算的运动轨迹，色料与纤维因运动轨迹偏差而相互分离；进而通过磁力差耦合振动部件后的弹道回弹回吸装置捕捉油墨颗粒惯性振动轨迹，加速送至弹道回弹回吸装置，将重型及较大颗粒墨料收集，剩余的纤维及较轻墨料进入筒状分离器进一步分离。磁力差耦合振动墨料颗粒轨迹可演算捕捉，进而能在不影响纤维性质情况下与其分离。

区别于磁场吸附原理，磁场吸附需要使用足够强的磁场，才能使得墨料被充分吸引，但其指标无法量化，且过大的磁场影响整体造纸制浆设备的运行使用，磁场不足又会使得油墨无法有效祛除，增加后续纤维漂白洗涤工序；并且传统磁场吸附方式需通过介质水，通常情况下还需加入药剂或添加剂（例如磁种），添加剂的加入加上磁棒长时间的接触，会在纤维润涨过程中缠结除墨料以外的杂质，造成纤维污染的同时，其残留物质酸碱性也会直接影响纤维质量。因此，应用磁力差耦合振动干式分离油墨及色料分子，缩短了脱墨时间，脱墨效

率和效果均得到提高，得到更高品质的纸张纤维。

本发明的工作原理是：废纸品放入所述粉碎纤维机单元进行碎纸处理，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒，在粉碎纤维机单元中通过定刀和动刀转子相互旋转、捶打纸张纤维，产生摩擦，纤维及色料因此会产生一定温度W，对色料进行爆破松解；所述输送管与加速风机，将有一定温度W的干纤维及极其细小的墨料颗粒混合物入磁力差耦合振动器；所述磁力差耦合振动器中含墨料纤维入口与输送管相连接；所述磁力差耦合振动器中心设有导磁铁片，通过程序控制让导磁片发出K量磁场，通过导磁铁片的纤维墨料混合物中的墨料受到磁感应的影响，产生简振波，前部连续排铁及线圈与导磁铁片属同极磁场L1，后部连续排铁及线圈与同极近频导磁铁片属同极磁场L2，L1与L2属同级近似频率磁场，墨料颗粒通过此处两个频率相近的磁场，相同粒子会收到微扰，在震荡域中产生耦合振动；所述磁力差耦合振动器外壳体设有温控与恒温器维持磁力差耦合振动器的温度，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，可以使其粘度降低。此时本就经过爆破松解的墨料颗粒与纤维会发生墨料颗粒本身谱带一分为二，或与纤维撕裂产生谱带一分为二。墨料颗粒在震荡域中产生简振波的耦合振动，而纤维则会根据风力流体的行径路径继续进入下一个区域。磁屏蔽结构则将之前的导磁铁片磁力屏蔽，墨料颗粒结束相异简振波的微扰，维持耦合振动惯性进入下一阶段；所述弹道回弹回吸器中部设有加速管，惯性持微弱简振波的墨料颗粒与纤维通过加速管进入弹道回弹回吸器；由于墨料颗粒以惯性简振波形式加速前行，而纤维只受重力及加速管力加速做抛物线运动，又由于墨料颗粒较纤维质量较轻，因此墨料颗粒会以微波形前行，在弹道回弹回吸器中受回吸器风机与油墨回弹弹道路径挡板结构影响，用一个或几个挡板阻挡气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，受力不足的纤维在惯性力作用下大部分向下以螺旋重力下行，以简振波形式加速前行且较轻的墨料因上层设有弹道回弹板及回吸器风机吸力影响混合轻微纤维上行，墨料与轻微纤维及相异行径破裂的墨料也会延纤维阻力板向下螺旋沉降运动，进而纤维与墨料颗粒因弹道回弹板锥形罩阻力而急速改变

流向，同时因为截面扩大轻微纤维与墨料截面流速锐减，从而有轻微纤维受重力作用而沉降分离出来，掉入弹道回弹板平面或纤维阻力板，墨料继续上行，可用一个或多个弹道回弹板，纤维与墨料颗粒会在弹道回弹回吸器中进行初步分离，墨料颗粒也会进入重墨回收装置，下设有纤维阻力板该板结构使纤维经抛物线运动后向下沉降螺旋运动进入物料沉降输送管；下行的纤维通过物料沉降输送管进入筒状分离器中，通过上部设有碟片风机收集器调节筒状分离器中的气压，纤维通过离心力，更轻的杂质或物料会通过上部设有碟片风机收集器排出，而相对较重的纤维将沉降进入下部纤维排出口，整个过程在干燥环境下进行，进而得到纯度更高的纤维。

本发明的有益效果:

①通过干法磁力差耦合振动，区别于传统水浆磁力吸附，磁力作用过程中黏流区过大，影响纤维得率和影响墨料脱离纤维效果，而干法磁力耦合振动脱墨不会经过水溶液介质影响到纤维本身性质及质量。

②通过磁力差耦合振动器使得碎解后的纤维墨料，无论是碳粉类墨料还是油墨水墨等墨料，都能通过磁力耦合振动器重的磁场对油墨颗粒微扰作用于墨料中的矿物成分，进而让墨料与纤维剥离或因耦合振动破裂，谱带一分为二做筒波振动。区别于传统水浆磁力吸附需要使用不可量化强磁场，从而影响了相邻设备运行系统及运作。

③通过磁力差耦合振动器使墨料颗粒产生可演算运动轨迹，设计可捕捉轨迹设备进行墨料收集。

④通过弹道回弹回吸器中的结构设计，捕捉仍有惯性筒波振动的墨料颗粒，使得墨料运动轨迹与纤维运动轨迹相异，或重墨颗粒破裂轨迹相异，使油墨颗粒延其弹道轨迹进入油墨回弹弹道路径，进而达到大部分的墨料与纤维分离的目的。

⑤恒温维持磁力差耦合振动器的温度，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，可以使其粘度降低。

⑥通过筒状分离器的离心力作用缩短纤维脱墨时间，并进行进一步的轻质量分离，提高脱墨效果。

⑦弹道回弹回吸器主要针对重型墨料的分离，筒状分离器针对轻型墨料的分离，进而得到纯度更高的纤维。

附图说明

图 1 为本发明所述磁力差耦合振动分离油墨及色料分子整体设备结构图；

图 2 为本发明所述磁力差耦合振动器结构图；

图 3 为本发明所述试验纤维质量对比图；

图 4 为本发明实施例中几种不同磁力分离油墨和纤维的装置示意图；

图 5 为本发明所述几种不同磁力分离油墨和纤维的装置进行分离试验的结果对比图；

图中，1、粉碎纤维机单元；2、磁力差耦合振动器；3、加速风机；4、弹道回弹回吸器；5、物料沉降输送管；6、筒状分离器；11、定刀；12、动刀转子；13、输送管；21、导磁铁片；22、纤维入口；23、连续排铁及线圈；24、同极近频导磁铁片；25、磁屏蔽结构；26、震荡域；27、温控；28、与恒温器；29、纤维出口；41、加速管；42、油墨回弹弹道路径挡板；43、弹道回弹板；44、回吸器风机；45、重墨回收装置；46、纤维阻力板；47、外壳体；61、碟片风机收集器；62、纤维排出口；63、收集器。

具体实施方式

下面结合实施例和附图 1-5 对本发明进行详细的描述，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。这些实施例仅用于说明本发明，而非用于限制本发明的范围。

试验结果纤维用抄纸机制成片，用白度测试仪和色谱分析仪测定，用磁分离前后油墨量

比例确定脱墨效果。试验结果见图 3、图 4、图 5。

实施例一：

如图 1、图 2，一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，包括通过管道依次相连的粉碎纤维机单元 1、磁力差耦合振动器 2、加速风机 3、弹道回弹回吸器 4、物料沉降输送管 5、筒状分离器 6，其中磁力差耦合振动器 2 的壳体内纤维入口 22 端至纤维出口 29 端中心设有依次相连的导磁铁片 21、连续排铁及线圈 23、同极近频导磁铁片 24、磁屏蔽结构 25，磁力差耦合振动器 2 的壳体内空腔构成震荡域 26，壳体外侧设有温控 27 与恒温器 28，弹道回弹回吸器 4 中部通过加速管 41 与加速风机 3 相连，弹道回弹回吸器 4 壳体内中部向上依次设有油墨回弹弹道路径挡板 42、弹道回弹板 43，弹道回弹回吸器 4 外壳体上部通过回吸器风机 44 连通重墨回收装置 45 和弹道回弹回吸器 4 的壳体内侧，所述弹道回弹回吸器 4 壳体内中部向下设置有纤维阻力板 46，并通过物料沉降输送管 5 连通筒状分离器 6 和弹道回弹回吸器 4 壳体内侧，所述筒状分离器 6 壳体的上部设有碟片风机收集器 61，所述筒状分离器 6 壳体的下部设有纤维排出口 62，所述纤维排出口 62 连通收集器 63。

在本实施例中，所述粉碎纤维机单元 1 为内部有定刀与动刀试的盘磨粉碎机，纸张通过盘磨机内定刀 11 与动刀转子 12 之间的相互击打作用，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒。

在本实施例中，所述弹道回弹回吸器 4 中设有 3 个油墨回弹弹道路径挡板 42，一组或多组该板结构阻碍气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，使油墨颗粒延其弹道轨迹进入弹道回弹板 43。

在本实施例中，所述弹道回弹回吸器 4 上层设有 3 个弹道回弹板 43，该板结构根据油墨可演算运动轨迹设计，使油墨颗粒延其弹道锥形罩阻力而急速改变流向，油墨延回弹弹道路径后通过回吸器风机 44 将油墨吸入重墨回收装置 45。

将 200g 的激光打印过的 A4 纸放入粉碎纤维机单元 1，通过定刀 11 和动刀转子 12 相互旋

转、捶打纸张纤维，产生摩擦，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒，产生摩擦期间，纤维及色料因此会产生一定温度W（通过温度感应器得到，该温度在纤维燃点以下，但又会对色料进行初步爆破松解。通过加速风机3，将有一定温度W1的干纤维及极其细小的墨料颗粒混合物通过输送管13进入磁力差耦合振动器2。磁力差耦合振动器2中导磁铁片21产生磁感应强度K量（磁场强度控制在100mT~200mT），并由连续排铁及线圈23维系磁场，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，可以使其粘度降低，此刻通过温控27与恒温器28维持磁力差耦合振动器2的温度。通过震荡域26-1的纤维墨料混合物中的墨料受到磁力感应的影响，产生简振波Z1，前部连续排铁及线圈23与导磁铁片21属同极磁场L1，后部连续排铁及线圈23与导磁铁片24属同极磁场L2，L1与L2属同级近似频率磁场，墨料颗粒通过此处两个频率相近的磁场，相同粒子会收到微扰，产生耦合振动。此时本就经过爆破松解的墨料颗粒与纤维会发生墨料颗粒本身谱带一分为二，或与纤维撕裂产生谱带一分为二。墨料颗粒在震荡域中产生简振波的耦合振动，而纤维则会根据风力流体的行径路径继续进入下一个区域。磁屏蔽结构25则将之前的导磁铁片磁力屏蔽，让墨料颗粒结束相异简振波的微扰；所述弹道回弹回吸器4中部设有加速管41，由于惯性持微弱简振波的墨料颗粒与纤维通过加速管41进入弹道回弹回吸器4；由于墨料颗粒以惯性简振波形式加速前行，而纤维只受重力及加速管风力加速做抛物线运动，又由于墨料颗粒较纤维质量较轻，受到微扰后和撞击后会一分为二相异运动，受回吸器风机44与中设有油墨回弹弹道路径挡板42成微波纹状，起伏与磁场L1振频相似。，用3个挡板阻挡气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，受力不足的纤维在惯性力作用下大部分向下以螺旋重力下行，以简振波形式加速前行且较轻的墨料因上层设有弹道回弹板43及回吸器风机44吸力影响混合轻微纤维上行，墨料与轻微纤维及相异行径破裂的墨料也会延纤维阻力板46向下螺旋沉降运动，进而纤维与墨料颗粒因弹道回弹板43锥形罩阻力而急速改变流向，同时因为截面扩大轻微纤维与墨料截面流速锐减，从而有轻微纤维受重力作用而沉降分离出来，掉入弹道回弹板43平面或纤维阻

力板 46，墨料继续上行，可用 3 个弹道回弹板 43，纤维与墨料颗粒会在弹道回弹回吸器 4 中进行初步分离，墨料颗粒也会进入重墨回收装置 45，下设有纤维阻力板 46 该板结构使纤维经抛物线运动后向下沉降螺旋运动进入物料沉降输送管 5；下行的纤维通过物料沉降输送管 5 进入筒状分离器 6 中，通过上部设有碟片风机收集器 61 调节筒状分离器中的气压，纤维通过离心力，更轻的杂质或物料油墨颗粒会通过上部设有碟片风机收集器 61 排出到收集器 63，而相对较重的纤维将沉降进入下部纤维排出口 62，进而得到纯度更高的纤维 A~E。

实施例二：

如图 1、图 2，一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，包括通过管道依次相连的粉碎纤维机单元 1、磁力差耦合振动器 2、加速风机 3、弹道回弹回吸器 4、物料沉降输送管 5、筒状分离器 6，其中磁力差耦合振动器 2 的壳体内纤维入口 22 端至纤维出口 29 端中心设有依次相连的导磁铁片 21、连续排铁及线圈 23、同极近频导磁铁片 24、磁屏蔽结构 25，磁力差耦合振动器 2 的壳体内空腔构成震荡域 26，壳体外侧设有温控 27 与恒温器 28，弹道回弹回吸器 4 中部通过加速管 41 与加速风机 3 相连，弹道回弹回吸器 4 壳体内中部向上依次设有油墨回弹弹道路径挡板 42、弹道回弹板 43，弹道回弹回吸器 4 外壳体上部通过回吸器风机 44 连通重墨回收装置 45 和弹道回弹回吸器 4 的壳体内侧，所述弹道回弹回吸器 4 壳体内中部向下设置有纤维阻力板 46，并通过物料沉降输送管 5 连通筒状分离器 6 和弹道回弹回吸器 4 壳体内侧，所述筒状分离器 6 壳体的上部设有碟片风机收集器 61，所述筒状分离器 6 壳体的下部设有纤维排出口 62，所述纤维排出口 62 连通收集器 63。

在本实施例中，所述粉碎纤维机单元 1 为内部有定刀与动刀试的盘磨粉碎机，纸张通过盘磨机内定刀 11 与动刀转子 12 之间的相互击打作用，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒。

在本实施例中，所述弹道回弹回吸器 4 中设有 3 个油墨回弹弹道路径挡板 42，一组或多组该板结构阻碍气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，使油墨颗

粒延其弹道轨迹进入弹道回弹板 43。

在本实施例中，所述弹道回弹回吸器 4 上层设有 3 个弹道回弹板 43，该板结构根据油墨可演算运动轨迹设计，使油墨颗粒延其弹道锥形罩阻力而急速改变流向，油墨延回弹弹道路径后通过回吸器风机 44 将油墨吸入重墨回收装置 45。

将 200g 的圆珠笔及签字笔书写过的 A4 纸放粉碎纤维机单元 1，通过定刀 11 和动刀转子 12 相互旋转、捶打纸张纤维，产生摩擦，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒，产生摩擦期间，纤维及色料因此会产生一定温度 W（通过温度感应器得到），该温度在纤维燃点以下，但又会对色料进行初步爆破松解。通过加速风机 3，将有一定温度 W1 的干纤维及极其细小的墨料颗粒混合物通过输送管 13 进入磁力差耦合振动器 2。磁力差耦合振动器 2 中导磁铁片 21 产生磁感应强度 K 量（磁场强度控制在 100mT~200mT），并由连续排铁及线圈 23 维系磁场，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，可以使其粘度降低，此刻通过温控 27 与恒温器 28 维持磁力差耦合振动器 2 的温度。通过震荡域 26-1 的纤维墨料混合物中的墨料受到磁力感应的影响，产生简振波 Z2，前部连续排铁及线圈 23 与导磁铁片 21 属同极磁场 L1，后部连续排铁及线圈 23 与导磁铁片 24 属同极磁场 L2，L1 与 L2 属同级近似频率磁场，墨料颗粒通过此处两个频率相近的磁场，相同粒子会收到微扰，产生耦合振动。此时本就经过爆破松解的墨料颗粒与纤维会发生墨料颗粒本身谱带一分为二，或与纤维撕裂产生谱带一分为二。墨料颗粒在震荡域中产生简振波的耦合振动，而纤维则会根据风力流体的行径路径继续进入下一个区域。磁屏蔽结构 25 则将之前的导磁铁片磁力屏蔽，让墨料颗粒结束相异简振波的微扰；所述弹道回弹回吸器 4 中部设有加速管 41，由于惯性持微弱简振波的墨料颗粒与纤维通过加速管 41 进入弹道回弹回吸器 4；由于墨料颗粒以惯性简振波形式加速前行，而纤维只受重力及加速管风力加速做抛物线运动，又由于墨料颗粒较纤维质量较轻，受到微扰后和撞击后会一分为二相异运动，受回吸器风机 44 与中设有油墨回弹弹道路径挡板 42 成微波纹状，起伏与磁场 L1 振频相似。，用 3 个挡板阻挡气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒

与纤维在气流快速转向时，受力不足的纤维在惯性力作用下大部分向下以螺旋重力下行，以简振波形式加速前行且较轻的墨料因上层设有弹道回弹板 43 及回吸器风机 44 吸力影响混合轻微纤维上行，墨料与轻微纤维及相异行径破裂的墨料也会延纤维阻力板 46 向下螺旋沉降运动，进而纤维与墨料颗粒因弹道回弹板 43 锥形罩阻力而急速改变流向，同时因为截面扩大轻微纤维与墨料截面流速锐减，从而有轻微纤维受重力作用而沉降分离出来，掉入弹道回弹板 43 平面或纤维阻力板 46，墨料继续上行，可用 3 个弹道回弹板 43，纤维与墨料颗粒会在弹道回弹回吸器 4 中进行初步分离，墨料颗粒也会进入重墨回收装置 45，下设有纤维阻力板 46 该板结构使纤维经抛物线运动后向下沉降螺旋运动进入物料沉降输送管 5；下行的纤维通过物料沉降输送管 5 进入筒状分离器 6 中，通过上部设有碟片风机收集器 61 调节筒状分离器中的气压，纤维通过离心力，更轻的杂质或物料油墨颗粒会通过上部设有碟片风机收集器 61 排出到收集器 63，而相对较重的纤维将沉降进入下部纤维排出口 62，进而得到纯度更高的纤维 A~E。

实施例三：

如图 1、图 2，一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，包括通过管道依次相连的粉碎纤维机单元 1、磁力差耦合振动器 2、加速风机 3、弹道回弹回吸器 4、物料沉降输送管 5、筒状分离器 6，其中磁力差耦合振动器 2 的壳体内纤维入口 22 端至纤维出口 29 端中心设有依次相连的导磁铁片 21、连续排铁及线圈 23、同极近频导磁铁片 24、磁屏蔽结构 25，磁力差耦合振动器 2 的壳体内空腔构成震荡域 26，壳体外侧设有温控 27 与恒温器 28，弹道回弹回吸器 4 中部通过加速管 41 与加速风机 3 相连，弹道回弹回吸器 4 壳体内中部向上依次设有油墨回弹弹道路径挡板 42、弹道回弹板 43，弹道回弹回吸器 4 外壳体上部通过回吸器风机 44 连通重墨回收装置 45 和弹道回弹回吸器 4 的壳体内侧，所述弹道回弹回吸器 4 壳体内中部向下设置有纤维阻力板 46，并通过物料沉降输送管 5 连通筒状分离器 6 和弹道回弹回吸器 4 壳体内侧，所述筒状分离器 6 壳体的上部设有碟片风机收集器 61，所述筒状分离器 6 壳

体的下部设有纤维排出口 62，所述纤维排出口 62 连通收集器 63。

在本实施例中，所述粉碎纤维机单元 1 为内部有定刀与动刀试的盘磨粉碎机，纸张通过盘磨机内定刀 11 与动刀转子 12 之间的相互击打作用，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒。

在本实施例中，所述弹道回弹回吸器 4 中设有 3 个油墨回弹弹道路径挡板 42，一组或多组该板结构阻碍气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，使油墨颗粒延其弹道轨迹进入弹道回弹板 43。

在本实施例中，所述弹道回弹回吸器 4 上层设有 3 个弹道回弹板 43，该板结构根据油墨可演算运动轨迹设计，使油墨颗粒延其弹道锥形罩阻力而急速改变流向，油墨延回弹弹道路径后通过回吸器风机 44 将油墨吸入重墨回收装置 45。

将 200g 的油墨印刷白卡纸放粉碎纤维机单元 1，将 200g 的圆珠笔及签字笔书写过的 A4 纸放粉碎纤维机单元 1，通过定刀 11 和动刀转子 12 相互旋转、捶打纸张纤维，产生摩擦，得到均匀的干纤维及极其细小的墨料颗粒，产生摩擦期间，纤维及色料因此会产生一定温度 W（通过温度感应器得到），该温度在纤维燃点以下，但又会对色料进行初步爆破松解。通过加速风机 3，将有一定温度 W1 的干纤维及极其细小的墨料颗粒混合物通过输送管 13 进入磁力差耦合振动器 2。磁力差耦合振动器 2 中导磁铁片 21 产生磁感应强度 K 量（磁场强度控制在 100mT~200mT），并由连续排铁及线圈 23 维系磁场，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，可以使其粘度降低，此刻通过温控 27 与恒温器 28 维持磁力差耦合振动器 2 的温度。通过震荡域 26-1 的纤维墨料混合物中的墨料受到磁力感应的影响，产生简振波 Z3，前部连续排铁及线圈 23 与导磁铁片 21 属同极磁场 L1，后部连续排铁及线圈 23 与导磁铁片 24 属同极磁场 L2，L1 与 L2 属同级近似频率磁场，墨料颗粒通过此处两个频率相近的磁场，相同粒子会收到微扰，产生耦合振动。此时本就经过爆破松解的墨料颗粒与纤维会发生墨料颗粒本身谱带一分为二，或与纤维撕裂产生谱带一分为二。墨料颗粒在震荡域 26 中产生简振

波的耦合振动，而纤维则会根据风力流体的行径路径继续进入下一个区域。磁屏蔽结构 25 则将之前的导磁铁片 24 磁力屏蔽，让墨料颗粒结束相异筒振波的微扰；所述弹道回弹回吸器 4 中部设有加速管 41，由于惯性持微弱筒振波的墨料颗粒与纤维通过加速管 41 进入弹道回弹回吸器 4；由于墨料颗粒以惯性筒振波形式加速前行，而纤维只受重力及加速管风力加速做抛物线运动，又由于墨料颗粒较纤维质量较轻，受到微扰后和撞击后会一分为二相异运动，受回吸器风机 44 与中设有油墨回弹弹道路径挡板 42 成微波纹状，起伏与磁场 L1 振频相似。，用一个或几个挡板阻挡气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，受力不足的纤维在惯性力作用下大部分向下以螺旋重力下行，以筒振波形式加速前行且较轻的墨料因上层设有弹道回弹板 43 及回吸器风机 44 吸力影响混合轻微纤维上行，墨料与轻微纤维及相异行径破裂的墨料也会延纤维阻力板 46 向下螺旋沉降运动，进而纤维与墨料颗粒因弹道回弹板 43 锥形罩阻力而急速改变流向，同时因为截面扩大轻微纤维与墨料截面流速锐减，从而有轻微纤维受重力作用而沉降分离出来，掉入弹道回弹板 43 平面或纤维阻力板 46，墨料继续上行，可用一个或多个弹道回弹板 43，纤维与墨料颗粒会在弹道回弹回吸器 4 中进行初步分离，墨料颗粒也会进入重墨回收装置 45，下设有纤维阻力板 46 该板结构使纤维经抛物线运动后向下沉降螺旋运动进入物料沉降输送管 5；下行的纤维通过物料沉降输送管 5 进入筒状分离器 6 中，通过上部设有碟片风机收集器 61 调节筒状分离器中的气压，纤维通过离心力，更轻的杂质或物料油墨颗粒会通过上部设有碟片风机收集器 61 排出到收集器 63，而相对较重的纤维将沉降进入下部纤维排出口 62，进而得到纯度更高的纤维 A~E。将实施例得到纸张纤维产品抄片，用白度测试仪和色谱分析仪测定，对比结果如图 3 所示。

实施例四

使用常用的磁力吸附墨料方式在纸浆中分离墨料与纤维，方式一，含墨料纸浆通过输送带，输送带横向或内部设有磁力装置，浆料经过输送带时墨料吸附于输送带上，并在浆料下游设置刮板或消磁器，使墨料与纸浆料分离；方式二，含墨料纸浆在 T 型管道内流通，T 型

部分设磁力搅拌棒，含墨料纸浆通过磁力搅拌棒时墨料吸附于搅拌棒上，使墨料与纸浆料分离；方式三，含墨料纸浆在水槽中流淌，水槽上设磁力滚筒，磁力滚筒异端设刮板或消磁器，将吸附于磁力滚筒上方墨料移除，使墨料与纸浆料分离；方式四，含墨料纸浆通过锥形筒（即利用离心力），锥形筒外壁设磁力发生装置，将经过锥形筒中的墨料纸浆吸附与锥形筒外壁；方式五，向含墨料纸浆加入磁铁矿微粒（或硅铁、人造铁氧体微粒或磁流体）、氢氧化钠、硅酸钠后进行搅拌，通过浮选后将墨料与纸纤维分离。实施方式见图 4，实施例一~四得到纸张纤维产品用白度测试仪和色谱分析仪测定进行对比测试，对比结果如图 5 所示。

由图 5 可知，相比现有废纸再生设备，采用本发明所得纸张白度更高，残余油墨浓度低，且得率更高，生产效率高，生产纸张时间短。本发明占地面积小、制造成本较低，可以一种磁力差耦合振动分离油墨及色料分子与纤维方法与设备直接生产出的纤维生产纸品。

虽然，上文中已经用具体实施方式，对本发明作了详尽的描述，但在本发明基础上，可以对之作一些修改或改进，这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此，在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进，均属于本发明要求保护的范围。

权 利 要 求 书

1、一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，其特征在于：包括通过管道依次相连的粉碎纤维机单元（1）、磁力差耦合振动器（2）、加速风机（3）、弹道回弹回吸器（4）、物料沉降输送管（5）、筒状分离器（6），其中磁力差耦合振动器（2）的壳体内纤维入口（22）端至纤维出口（29）端中心设有依次相连的导磁铁片（21）、连续排铁及线圈（23）、同极近频导磁铁片（24）、磁屏蔽结构（25），磁力差耦合振动器（2）的壳体内空腔构成震荡域（26），壳体外侧设有温控（27）与恒温器（28），弹道回弹回吸器（4）中部通过加速管（41）与加速风机（3）相连，弹道回弹回吸器（4）壳体内中部向上依次设有油墨回弹弹道路径挡板（42）和弹道回弹板（43），弹道回弹回吸器（4）外壳体上部通过回吸器风机（44）连通重墨回收装置（45）和弹道回弹回吸器（4）的壳体内侧，所述弹道回弹回吸器（4）壳体内中部向下设置有纤维阻力板（46），并通过物料沉降输送管（5）连通筒状分离器（6）和弹道回弹回吸器（4）壳体内侧，所述筒状分离器（6）壳体的上部设有碟片风机收集器(61)，所述筒状分离器(6)壳体的下部设有纤维排出口(62)，所述纤维排出口（62）连通收集器（63）。

2、根据权利要求 1 所述一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，其特征在于：所述粉碎纤维机单元（1）为内部有定刀（11）与动刀转子（12）的盘磨粉碎机。

3、根据权利要求 1 所述一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，其特征在于：所述弹道回弹回吸器（4）中设有两个以上的油墨回弹弹道路径挡板（42）。

4、根据权利要求 1 所述一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的设备，其特征在于：所述弹道回弹回吸器（4）上层设有两个以上的弹道回弹板（43）。

5、一种干法磁力差耦合振动分离油墨与纤维的方法，其特征在于：包括以下步骤：

步骤 1:废纸品放入所述粉碎纤维机单元（1）进行碎纸处理；

步骤 2:所述输送管（13）与加速风机（3），将碎纸处理后的颗粒混合物入磁力差耦合振动器（2）；所述磁力差耦合振动器（2）中含墨料纤维入口（22），并通过输送管（13）

连接粉碎纤维机单元（1）；

步骤 3:所述磁力差耦合振动器（2）中心设有导磁铁片（21），导磁片（21）发出 K 量磁场，通过导磁铁片（21）的纤维墨料混合物中的墨料受到磁感应的影响，产生简振波，前部连续排铁及线圈（23）与导磁铁片（21）属同极磁场 L1，后部连续排铁及线圈（23）与同极近频导磁铁片（24）属同极磁场 L2， L1 与 L2 属同级近似频率磁场，墨料颗粒通过此处两个频率相近的磁场，墨料颗粒在震荡域（26）中产生耦合振动；所述磁力差耦合振动器（2）外壳体设有温控（27）与恒温器（28）维持磁力差耦合振动器（2）的温度，磁力在处理弱磁性混合物时，提高被处理物温度，使其粘度降低；墨料颗粒在震荡域中产生简振波的耦合振动，而纤维则会根据风力流体的行径路径继续进入磁屏蔽结构（25）；

步骤 4:磁屏蔽结构（25）则将之前的导磁铁片（21）磁力屏蔽，墨料颗粒结束相异简振波的微扰，维持耦合振动惯性；所述弹道回弹回吸器（4）中部设有加速管（41），惯性持微弱简振波的墨料颗粒与纤维通过加速管（41）进入弹道回弹回吸器（4）；在弹道回弹回吸器（4）中受回吸器风机（44）与上层设有油墨回弹弹道路径挡板（42）结构影响，用油墨回弹弹道路径挡板（42）阻挡气流直线前进和抛物线运动，墨料颗粒与纤维在气流快速转向时，受力不足的纤维在惯性力作用下大部分向下以螺旋重力下行，以简振波形式加速前行且较轻的墨料因弹道回弹板（43）及回吸器风机（44）吸力影响混合轻微纤维上行，墨料与轻微纤维及相异行径破裂的墨料也会沿纤维阻力板（46）向下螺旋沉降运动，进而纤维与墨料颗粒因弹道回弹板（43）锥形罩阻力而急速改变流向，同时因为截面扩大轻微纤维与墨料截面流速锐减，从而有轻微纤维受重力作用而沉降分离出来，掉入弹道回弹板（43）或纤维阻力板（46），墨料继续上行，用弹道回弹板（43），纤维与墨料颗粒会在弹道回弹回吸器（4）中进行分离；

步骤 5:墨料颗粒进入重墨回收装置（45）；下行的纤维通过物料沉降输送管（5）进入筒状分离器（6）中，通过上部设有碟片风机收集器（61）调节筒状分离器中的气压，纤维

通过离心力，更轻的杂质或物料会通过上部设有碟片风机收集器（61）排出，而相对较重的纤维将沉降进入下部纤维排出口（62），整个过程在干燥环境下进行，进而得到纯度更高的纤维。