

封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机的工作性能动态特性分析与试验研究

吴鹏 罗远哲 张艺腾 韩松松

(北京中超伟业信息安全技术股份有限公司 北京 102200)

摘要: 数据销毁是“数据归于消灭”的处理流程末端。任何存储的数据都可能受到网络攻击,安全彻底地销毁数据,特别是在数据生命周期结束时将其销毁,可以确保数据的安全。本文设计了封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机,一次性可以粉碎大量的光盘、芯片、U盘等,避免粉碎机偏心布置造成的振动问题,完美解决数据安全的最后一公里,避免了因数据存储介质泄漏而对公司造成的重大损失。双辊的设计还能够通过机械传动替代传统的液压传动,在操作上具有复杂性。本次研究结果表明,封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机结构不复杂、检修便利、粉碎效率较高、污染较小,在设计上具有较高的合理性,且整机结构更加紧凑,作业性能更佳。

关键词: 存储介质粉碎机;双辊撞击;工作性能;动态分析;仿真

0 引言

随着互联网的快速发展,网络化已经深入到人们生活的方方面面,随之而来的是各类涉密敏感数据几何倍的增长。而近年来信息安全事件频频发生,数据安全的重要性日益凸显。数据安全主要涉及网络信息安全和数据载体安全两个方向,数据载体安全是最容易被忽略的环节,存在较大的数据泄露风险。由于信息载体的性质不同,与纸质文件相比,数据文件通常存储在物理存储介质(如光盘、芯片、U盘等),其销毁技术更为复杂,操作更为繁琐。只有采取正确彻底的数据销毁方法,才能达到完全脱密的目的。工作过程中,用户往往采取删除、硬盘格式化、文件粉碎等方法来销毁数据。事实上,由数据磁盘存储原理可知,在新数据写入硬盘同一存储空间之前,该数据会一直保留并没有被真正销毁,从而存在被他人刻意恢复的风险。现有的存储介质粉碎机存在销毁介质单一、销毁效果差、噪声大、能耗高等问题,难以保障存储介质销毁后的数据不可恢复。本次所设计的封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机能够对光盘、芯片、U盘等存储介质进行两次撞击,将达到要求的存储介质进行筛选,在节省人力成本的同时,还可避免出现效率低、易堵塞等问题,可

有效解决维修困难、能耗高和噪声大的问题。相较于现有的设备,其筛分面积有所增加,及时将介质粉末进行筛分,防止设备当中有留存物进行重复打击。

1 整机结构及工作原理

1.1 整机结构

本次设计的设备在结构上更加紧凑,并且有着较强的适应性和较好的性能。其主要由链网输送机、轮盘式粉碎机、收集箱、机械传动系统和机架等组成。传动结构主要包括双辊结构,而粉碎机主要是由轮盘式粉碎机、刀辊结构组成,牵引拖拉机的输出轴借助万向联结轴和分动箱联结为其提供动力,粉碎机的动力得到保证。

首先,机架由后上盖、左右侧板和下机体所组成,通过螺栓和焊接的方式将其连接。粉碎机上方有一个加料口,并在机壳的内部添加衬板,衬板为高锰钢的材料,损坏之后要进行更换。而在下机体,大部分是由20~40mm的碳素钢焊接而成。为了让转子正常地进行工作,还要安装轴承,焊接支座。若防护措施没有得到保证,那么就有可能出现漏灰的情况。将轴封装置于机壳上方进行安装,下方通过地脚螺栓固定,打开检修孔,便于进行相应地调整^[1]。

其次,在转子上,围绕双轴撕碎机进行设计,包括刀具、主轴。在主轴上,中心部位设计为正方形,其目的是为了更加方便地安装刀具,光轴两端的固定主要是通过压紧盘和螺母完成。在固定过程中,为了确定中心距,要使用两个相同定位进行固定。

此外,在排列方式上,刀具运动方向为正交,转子回转半径和回转半径会产生间隙,并且是圆弧状。在大多数的情况下,只有条件符合的物料才能进入条缝,物料大于条缝时,是无法进入条缝的,并且会再次受到刀具的切碎,如此一来,可有效提高筛分的准确率。基本形状为梯形截面,将高锰钢作为材料,主要是因为高锰钢具有较强的抗冲击能力^[2],具体如图1所示。

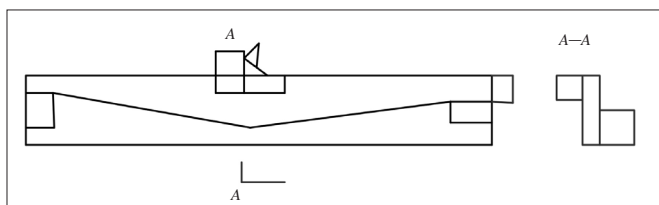


图1 条缝示意图

最后,封闭式设计主要是为了避免灰尘及其他杂质进入到主轴中,如灰尘或者其他杂质进入到撕碎机内部之后会在很大程度上对撕碎机的正常工作造成影响。除此之外,封闭式的设计还会避免润滑油流失。尤其是在较恶劣的环境当中,选择较好的密封装置也不会受到外部因素的影响。本次封闭式设计采用迷宫式密封设计,径向间隙为0.5mm,横向间隙为2.5mm。

1.2 工作原理

封闭式数据存储介质粉碎机是由东方红 ME404 拖拉机提供相应的牵引力,粉碎机在设计上主要采用双轴撕碎的方法,两个刀具呈不同方向进行转动,当存储介质进入到料斗之后通过刀具的撕扯和挤压将其撕碎。随着刀轴的旋转,刀与刀之间形成相互剪切,并在产生碰撞后进行破碎^[3]。为了保证存储介质的成功破碎,本次设计会产生两次碰撞。粉碎存储介质后,刀具的转动方向会被改变,在物料脱离了刀具作用范围后,刀具恢复正常转动。

2 刀具设计

2.1 参数确定

将 III 型弯刀作为设计基础,该弯刀具有良好的划切性能。在开展作业时,弯刀的刀刃在对存储介

质进行粉碎时,会沿着刃口抛出,防止在刀刃上出现“缠草”的情况,因为一旦发生“缠草”的情况,不仅会影响到刀刃的使用寿命,还会增加功耗。

在弯刀侧切刃的曲线设计当中,设计侧切刃等进螺旋线,具体公式如公式(1)所示。

$$\rho = \rho_0 + \alpha \theta \quad (1)$$

式中: ρ —侧切刃极径;

ρ_0 —螺旋极径;

α —极径增量;

θ —任意点极角。

为了防止无刃的部分出现切土情况,还需求出 ρ_0 值,具体如公式(2)所示。

$$\rho_0 = \sqrt{R^2 + S^2 - 2S\sqrt{2Ra - a^2}} \quad (2)$$

式中: S —切土节距(mm);

a —深度(mm);

R —回转半径(mm)。

设计参数:切土节距为100mm,回转半径为250mm。

试验过程中,刀辊和齿梳的间距比较小,部分存储介质在没有进行传送时呈散落状态,呈土壤堆积的状态,功耗明显增加。因此,在改进的过程中,将刀辊的回转半径进行了适当缩小,将其设置为240mm。计算后可知, ρ 为189mm,在螺旋线保证正切刃过度,会将极径 ρ_0 减少10mm左右。关于螺旋线的极角 ρ_0 计算如公式(3)所示。

$$\theta_n = \frac{\rho_n - \rho_0}{\rho_n} \text{tgr}_n \quad (3)$$

式中: r_n —螺旋线终点的划切角,将其设置为 60° ,可计算得出 $\theta_n=17.7^\circ$;

r —正切部弯折半径(mm);

B —工作幅宽(mm)。

相关参数如表1所示。

表1 刀具相关参数一览表

R/mm	ρ_0/mm	ρ_n/mm	$\theta_n/(\text{ }^\circ)$	r/mm	B/mm
240	189	230	17.7	35	35

2.2 排列设计

排列设计会对功耗、作业性能和转矩造成较大的影响。本次设计主要借助 $4n \pm 2$ 的双头螺旋线的排列,刀辊每进行 360° 的旋转后就会有刀具展开切碎

工作，相位角差为 180° ，具体如公式 (4) 所示。

$$\begin{cases} m_Q = \frac{B}{L} \\ m = m_Q + 1 \\ N = 2m_Q \\ B_s = m_Q L \\ \Delta B = B - B_s \end{cases} \quad (4)$$

3 粉碎机设计

本次粉碎机采用轮盘式结构进行设计，由切碎轴、动刀架、动刀片、皮带轮和外壳体等组成。从结构上来说，十分便于加工、安装，并且结构比较紧凑，在滚筒上能够多安装切刀，动刀转速基本一致，可获得颗粒均匀的介质。入料口下方还需安装定刀，并且在入料口进行高速旋转时，动刀、定刀均会产生剪切作用，将其切成碎片^[4]。

首先，为了确定刀辊的转速，可具体分析粉碎机对存储介质造成的影响。而在存储介质切割过程中，在速度上有一定的要求。在试验中发现，将速度控制在 13.6m/s 时为最佳。在刀偏参数的确定上，刀刃角越小，说明刀刃越锋利，性能越好。而随着硬度的减小，容易出现卷刃的情况，十分容易出现磨损。本次设计所选刀刃角为 30° ，具有一定的自磨刃的效果。除此之外，刀片的厚度还会对刀片质量和变形量造成影响，一般来说，刀片厚度增加后，刀片质量明显降低，且变形量变小。在存储介质粉碎过程中，使用滚筒式的粉碎方法，需要较高转动惯量，且刀片自身也具有抗变形的相关性能。对此，本次设计所选取的刀片厚度为 10mm ，长度为 300mm 。

其次，确定粉碎机刀片安装的相关参数，无论是动刀还是定刀，在位置上需要有一定的关系。定刀安装时，置于入料口的下底板，切碎存储介质后，可以起到一定的支撑作用，此外，动刀与定刀的配合可以起到裁切作用。定刀在转子上方的中心时，在切碎后会有向外的推力，从而增大功耗，但当定刀与中心轴为水平方向时，会进行垂直切割，增加切割力度^[5]。依靠喂料口当中的传动系统进行喂料，整体效果不佳。定刀在转子的中心轴下方，动刀与定刀会形成夹角，利于存储介质的粉碎，具体结构如图 2 所示。

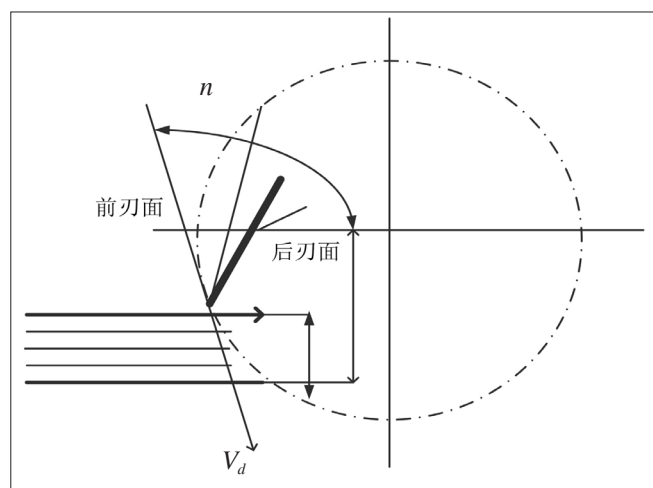


图 2 动刀、定刀位置设计

4 仿真试验结果

本文所设计的封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机，能够一次性粉碎大量的光盘、芯片、U 盘等存储介质，在实际生产过程中，将其与传统的粉碎机进行对比后发现，其粉碎效率高，噪声小，能耗低，粉碎合格率明显提高，有着较高的适用性，具体如表 2 所示。

表 2 封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机与传统粉碎机的数据对比

粉碎机种类	存储介质类型	粉碎数量	粉碎时间 /min	粉碎合格率	能耗	噪声	销毁效果 /mm
封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机	光盘	363	60	100%	15kW	78dB (A)	0.65
	芯片	425	60	100%	15kW	78dB (A)	0.12
	U 盘	485	60	100%	15kW	78dB (A)	0.12
盘式粉碎机	光盘	243	60	95%	20kW	82dB (A)	0.65
	芯片	305	60	95%	20kW	82dB (A)	0.12
	U 盘	365	60	95%	20kW	82dB (A)	0.12
旋风粉碎机	光盘	215	60	90%	25kW	85dB (A)	0.65
	芯片	275	60	90%	25kW	85dB (A)	0.12
	U 盘	335	60	90%	25kW	85dB (A)	0.12

随后在观察工人对设备进行检修时,也发现检修十分便利,结构整体较为简单。封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机有着一定的应用价值,不仅能够有效解决粉碎效率低,粉碎合格率不高的问题,在日常的设备维修中也比较简单、便利,能耗较低,彻底销毁数据存储介质,保障数据安全,具有较高的社会价值和经济价值,值得进行推广。

刀具是粉碎机的重要组成部分,在工作的过程中有着较为复杂的受力情况,因此选择合适的材料十分重要^[6]。本次研究基于生产实际,将封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机进行了实际应用。研究表明,相较于传统粉碎机,封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机在单位时间内粉碎数量多,且合格率高,达到100%,同时能耗和噪声都比较低,具有很高的社会价值和经济价值。

5 结语

本次研究提出了一种封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机,通过弯刀的双撞击设计,对粉碎机结构、刀具做出了改进,将其在生产过程中进行了实证分析。研究表明,封闭式双辊撞击数据存储介质粉碎机不仅能够提高粉碎时间和粉碎合格率,还能

够在一定程度上降低能耗,减少噪声。本存储介质粉碎机可应用于化工、环保、计算机和银行等多个行业领域,具有较高的应用价值。

参考文献:

- [1] 王晓博,谢瑞清,丁武学,等.锤片式粉碎机转子结构动态优化设计[J].振动与冲击,2010,29(5):147-149+161.
- [2] 钱苏翔,黄凤立,于志恒,等.SG-4390型粉碎机刀架轴动态特性研究[J].机械设计与制造,2016(3):65-67+71.
- [3] 朱秀琳,李成清,翁秀奇.小型食品粉碎机的双层隔振系统优化设计[J].食品与机械,2015,31(4):119-121+222.
- [4] 于志恒,钱苏翔,黄凤立,等.基于动态特性分析的SG-4390型粉碎机刀架轴刀片布置设计[J].机床与液压,2015,43(14):9-12.
- [5] 王德福,王沫,李利桥.锤片式粉碎机粉碎玉米秸秆机理分析与参数优化[J].农业机械学报,2017,48(11):165-171.
- [6] 吴俊华,王威,范佳宇,等.锤片式粉碎机风网系统对其工作性能的影响研究[J].饲料工业,2023,44(6):17-24.

作者简介:吴鹏(1993.05-),男,汉族,河北张家口人,本科,助理工程师,研究方向:机械设计。

