

多用途撕碎机技术及智能化成套装备研发分析

刘静静¹ 陈元卿²

(1 临朐县企业技术创新研发中心 山东 潍坊 262600; 2 山东九昌重工科技有限公司 山东 潍坊 262600)

摘要: 撕碎机在垃圾处理中的用途不可小觑,是垃圾处理的核心环节之一,但是当今的撕碎机普遍存在用途单一的缺点,很难满足垃圾处理的市场要求。基于此,文章从多用途撕碎机技术入手,同时探讨其及智能化成套装备的研发策略。

关键词: 多用途; 撕碎机; 智能化; 成套装备

1 撕碎机技术的发展现状

我国经济发展快速,人们生活水平日益提高,各类产品更新换代快,所以各类废旧垃圾也不断增多,为了将废旧物回收并合理二次利用,撕碎机设备横空出世,为回收行业带来快速发展。

如今,垃圾被认为是极具开发潜力的、永不枯竭的“城市矿藏”,是“放错地方的资源”,但是垃圾不仅有可利用资源,也混合有毒有害物质,尤其是医疗垃圾具有全空间污染、急性传染和潜伏性污染等特征,如处理不当,会成为医院感染和社会环境公害源,甚至可能成为疾病流行的源头。在这种背景下,废旧垃圾无害化处理设备得到政策及经济的双重刺激,而撕碎机作为垃圾处理的前序,撕碎工艺在整个处理流程设备中占据比例较大,在未来应用市场中,撕碎机将会随着垃圾无害化处理的市场趋势取得快速的发展。

现有撕碎机厂家所生产的撕碎设备,往往是仅针对某一种或某一类物料,要么软的、要么硬的、要么缠绕性的、要么非缠绕性的,针对性非常强。刀片都是采用高强度合金钢,耐磨性差,在医疗垃圾等特殊物料的处理上安全性和自动化程度高,同时在生产中设备的制造效率较低,产品也没有形成统一的行业标准。当前,对垃圾处理装备工艺及设备的数字化制造、智能化控制的需求越来越高,急需开发针对特殊物料的多用途全密封智能撕碎技术及成套装备。此类设备也要求在制造中采用新工艺,实现产业数字化智能制造。目前,该类设备的智能化、系统化研发在国内外均处于初始阶段。撕碎机设备系统采用PLC控制,具有起动、停止、反转及超载自动反转控制功能,用途广泛,使用寿命也较长。

2 技术研发对社会经济发展的作用

该项目产品利用翻板回料等装置,实现了软硬物料同时撕碎,利用精确设计转速、齿刀外形和动力传输装

置等手段,实现高效高产;在行业内首次将硬质合金应用到撕碎机中,大幅提升了刀片的耐磨性,最重要的是采用主机全密封撕碎,安全性高,对于医疗垃圾的撕碎,还在上下闸门处设有高温蒸汽、紫外线消毒杀毒等功能,实现了远程自动化控制。在生产和设备使用中设计了基于物联网的实时制造和运行系统,实现了大数据化设备制造和运行监管及故障处理,可促进和加快我国工矿企业生产过程中的自动化进程,降低工人劳动强度。同时还能够增加就业,形成新的税收增长点,经济效益和社会效益显著。通过实施该项目可促进机械加工、电子装备和物流运输等行业的发展。该项目经济效益可观,能带动上下游企业的发展,项目产品技术含量高,可促进垃圾处理装备行业向数字化生产、智能化方向发展,效益显著。

3 技术先进性

多用途撕碎机技术的先进性主要体现在如下几个方面:

(1) 分体结构设计,降低了设备维修难度,实用性强。该项目产品撕碎架体与轴承架体采用分体结构,无需将轴承座全部拆下来就可实现撕碎轴拆卸,将拆卸轴承座螺栓的过程省略,结构简单,操作简便,省时省力;同时采用可拆装式撕碎机齿刀,大幅降低维修成本,提高生产效率。

(2) 全密封系统集成设计,安全性强。采用主机全密封撕碎,利用上下闸门的开合,自动上料后将撕碎腔自动封闭,撕碎腔内的物料撕碎完成后自动开启下闸门卸料。通过安装氧浓度检测仪、充氮和加装一泄爆口等措施,减少和免除了对设备的损害。对于医疗垃圾的撕碎,还在上下闸门处设有高温蒸汽、紫外线消毒杀毒等功能,实现了产品的系列化,技术达到国际先进水平。

(3) 齿刀采用硬质合金,实用性强。将硬质合金采用独创的镶嵌方式应用到齿刀上,合理地解决了撕碎机

易损部件材质的缺陷问题,大幅提升了使用寿命,降低了生产成本,提升了生产效率。

(4) 设计了基于物联网撕碎机生产与应用控制系统,智能化水平高。基于丹唯思-工业物联网平台、丹唯思-物联网网关,设计设备站点物联网解决方案,设计相应的软件控制程序,实现了生产过程中的数据自动采集、分析和报警等功能,智能化水平高。

4 研发的主要内容

多用途撕碎机技术及智能化成套装备研发,是在企业完成研发双辊刀盘式剪切破碎机的基础上,联合山东大学材料科学与工程学院进行的创新产品研发,主要是进行 3 个方面的研究:(1) 撕碎系统分体机构的研究;(2) 多级撕碎、耐磨及安全系统的研究;(3) 基于物联网撕碎机生产与应用控制解决方案的研究,实现智能化生产及在线设备管理和故障处理。

4.1 撕碎系统分体机构的研究

撕碎架体相对安装机架上,两侧分别封闭安装轴承架体,轴承架体可拆卸安装在机架上,撕碎架体与轴承架体之间形成撕碎腔体,轴承架体之间连接撕碎轴,撕碎轴上安装撕碎机构,撕碎架体与轴承架体之间属于分体结构,组合后构成了箱体,撕碎架体与轴承架体均通过螺栓与机架进行固定,当撕碎轴损坏需要拆卸时,首先将轴承架体拆卸下来,然后将撕碎轴拆卸下来,无须将轴承座全部拆下来后才能将撕碎轴拆卸,将拆卸轴承座螺栓的过程省略,结构简单、设计合理;同时当轴承座损坏需要拆卸时,无需拆卸多个螺栓,只需要将连接在轴承座盖上的螺栓打开即可,这样可以同时将一个或者多个方形轴承座从轴承座安装槽内取出,操作方便,省时省力。

4.2 多级撕碎、耐磨及安全系统的研究

研究采用多轴多级粉碎,根据目前的市场需求,重点研究四轴两级粉碎,将 4 根刀轴按照两两上下平行布置,实现 2 次撕碎加工,在机壳的内壁下部左右两侧分别安装左导料板与右导料板,导料板的倾斜角度根据机体的大小和破碎物料的不同采用相应的角度,防止当有物料被上层撕碎刀甩向机壳内壁上时,物料直接沿着机壳内壁直接下降至壳体底部排出,提高物料的撕碎效果;同时采用物料自动感应装置,利用精确设计转速、齿刀外形、动力传输装置、翻板回料等,实现软硬物料同时撕碎的效果。

耐磨材料依托山东大学超硬材料山东省工程技术研究中心开展,首台将硬质合金应用到撕碎机,刀片利用高硬度硬质合金焊接

镶嵌方式,因硬质合金的高硬度可达 HRC80 以上,使齿刀耐磨性大大提高,可提高 100% ~ 200%,可提高生产效率 25% ~ 35%,降低生产成本 40% ~ 50%。

对于毒性大的危废物料、多病毒具有传染性的垃圾、易燃易爆等物料,工作过程采用主机全密封撕碎,利用上下闸门的开合,自动上料后将撕碎腔自动封闭,撕碎腔内的物料撕碎完成后自动开启下闸门卸料。撕碎腔内设有氧浓度检测仪,当氧气含量超标时,电磁阀自动打开,向撕碎腔内充氮防止爆炸现象发生。并在撕碎腔上部加装一泄爆口,万一撕碎腔内发生爆炸,产生的气浪等可冲破泄爆口上的泄爆膜后排出,减少和免除对设备的损害。对于医疗垃圾的撕碎,还在上下闸门处设有高温蒸汽、紫外线消毒杀毒等功能。全自动生产,无需人员干预,减少了中毒、传染和爆炸等的危险性。

4.3 基于物联网撕碎机生产与应用控制解决方案的研究

基于丹唯思-工业物联网平台、丹唯思-物联网网关,设计设备站点物联网解决方案,实现对变频器、PLC 等设备的实时数据采集与历史数据分析,以及对站点工控机的远程桌面及摄像头视频的接入与查看。解决方案主要包括软件平台:部署在厂里私有的服务器,实现设备管理、位置管理、数据采集、配置管理、历史分析、人员权限、设备解锁和远程视频监控等功能;生产中所有参数,包括是否均已给料,是否开启或关闭上下闸门,撕碎腔氧气浓度是否在爆炸浓度以下,杀毒消毒功能是否开启等等,每一环节均可按设定值自动开启或停止运行,并自动进行检测,无需人工参与。解决方案的物理架构见图 1。

根据市场需求,搜索论文和专利,获得国内外相关技术的第一手资料,结合前期在相关领域积累的经验,从而全面地、正确地掌握撕碎技术发展趋势和方向,在

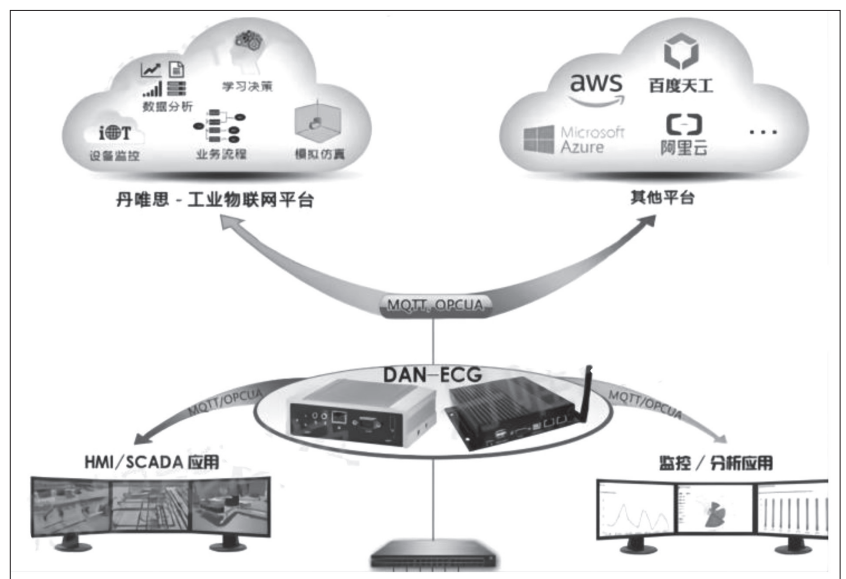


图 1 物理架构

撕碎方式、耐磨材料、安全性方面进行攻关，制定性能达到国际先进的总体技术方案。根据总体方案，进行技术原理分析，工艺流程设计，针对方案中的关键技术分别展开分析研究攻关。整体技术路线图和工艺流程图如图 2、图 3 所示。

5 多用途撕碎机技术及智能化成套装备研发的前景

撕碎机设备精益求精的设计制造技术，操作简便和性能稳定，采用了密排动刀结构，设有液压驱动的推料板强制喂料机构，具有撕碎能力强、效率高等特点。多用途撕碎机对各种废旧生活垃圾、各类废旧电子垃圾、废弃塑料、木材等都可以进行撕碎处理，是非常畅销的设备，一机多用，满足不同行业的需求。

多用途撕碎机使用硬质合金做齿刀，采用主机全密封撕碎，利用上下闸门的开合，自动上料后将撕碎腔自动封闭，撕碎腔内的物料撕碎完成后自动开启下闸门卸料。通过安装氧浓度检测仪、充氮、加装一泄爆口等措施，减少和免除了对设备的损害。对于医疗垃圾的撕碎，在上下闸门处设有高温蒸汽、紫外线消毒杀毒等功能。为解决垃圾处理工艺存在的撕碎机

齿刀磨损快、智能化程度低、易发生安全事故等问题提供了新的思路，促进了行业技术进步。同时能够增加就业，形成新的税收增长点，经济效益和社会效益显著。

6 结语

多用途撕碎机技术及智能化成套装备的研发，降低了设备维修难度、维修成本，实用性强；实现了对医疗垃圾的无害化处理，安全性强；设计了基于物联网撕碎机生产与应用控制系统，实现了生产过程中的数据自动采集、分析和报警等功能，智能化水平较高。总之，这是一套非常值得进行继续研发和推广的技术与装备，其未来应用前景广阔。

参考文献：

[1]ZhiHao Zuo,YiMin Xie.A simple and compact Python code for complex 3D topology optimization[J]. Advances in Engineering Software, 2015(07):85.

[2]Mingdong Zhou,Boyan S. Lazarov,Fengwen Wang,Ole Sigmund.Minimum length scale in topology optimization by geometric constraints[J].Computer Methods in Applied Mechanics and Enginee,2015(06):293.

[3]Qi Xia,Tielin Shi.Constraints of distance from boundary to skeleton: For the control of length scale in level set based structural topology optimization[J]. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineers, 2015(06):295.

[4]Akihiro Takezawa,Gil Ho Yoon,Seung Hyun Jeong,Makoto Kobashi,Mitsuru Kitamura. Structural topology optimization with strength and heat conduction constraints[J]. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 2014(05):276.

[5]Yihao Zhou,Chen Sun,Yuntao Song,Jubing Chen. Image pre-filtering for measurement error reduction in digital image correlation[J]. Optics and Lasers in Engineering,2014(04):65.

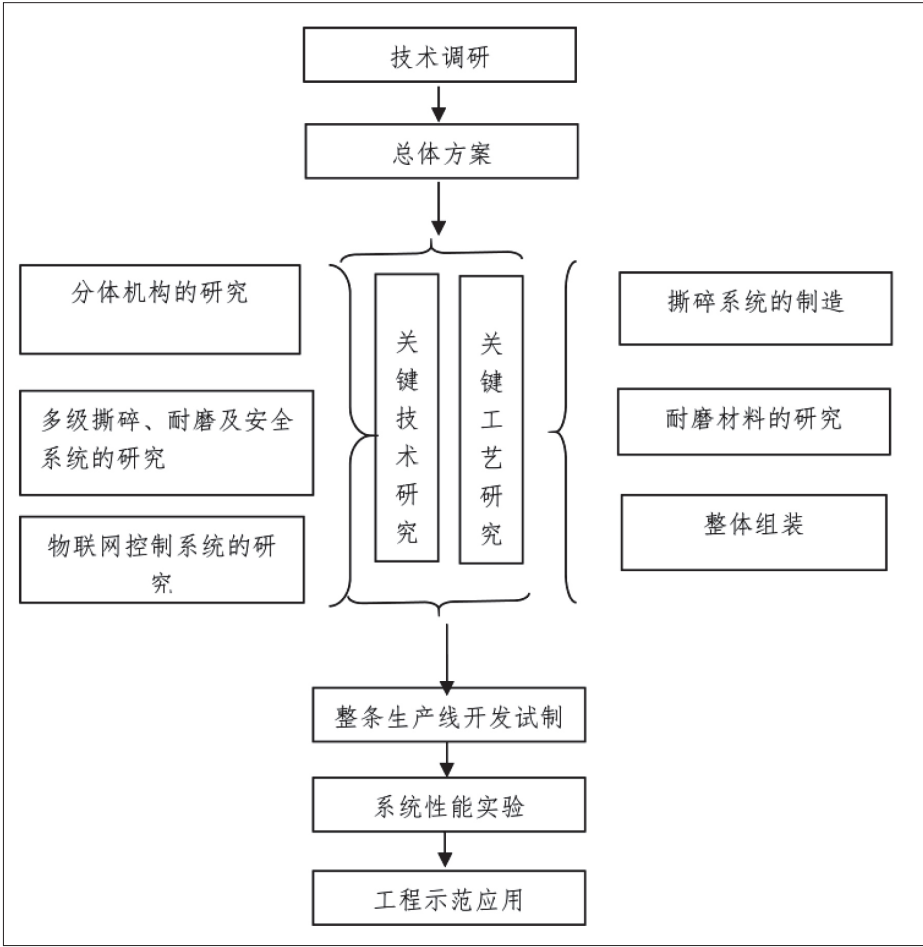


图 2 整体技术路线图

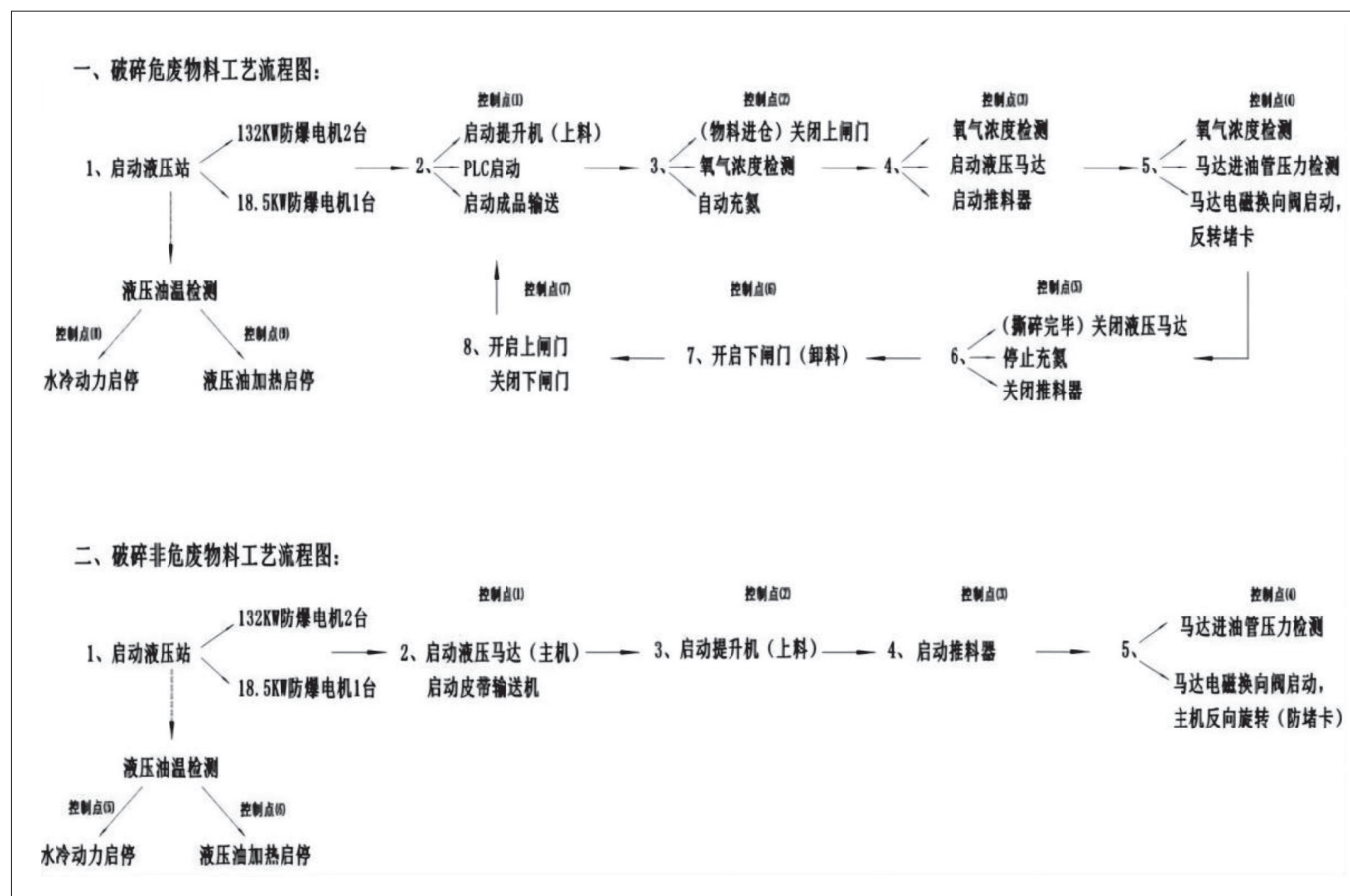


图3 工艺流程图

[6]Bing Pan. Bias error reduction of digital image correlation using Gaussian pre-filtering[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2013, 51 (10) :42-44.

[7]Sami P. Väänänen, Saber Amin Yavari, Harrie Weinans, Amir Abbas Zadpoor, Jukka S. Jurvelin, Hanna Isaksson. Repeatability of digital image correlation for measurement of surface strains in composite long bones[J]. Journal of Biomechanics, 2013, 46(11):55-60.

[8]Marcin Malesa, Krzysztof Malowany, Urszula Tomczak, Bartłomiej Siwek, Małgorzata Kujawińska, Anna Siemińska-Lewandowska. Application of 3D digital image correlation in maintenance and process control in industry[J]. Computers in Industry, 2013(09): 64.

[9]Bing Pan, Liping Yu, Dafang Wu, Liqun Tang. Systematic errors in two-dimensional digital image correlation due to lens distortion[J]. Optics and Lasers in Engineering, 2013, 51(02) :10-15.

[10]Design of an in situ mechanical test for spot-welded joints[J]. Engineering Fracture Mechanics, 2012(02):96.

[11]戴相录, 谢惠民, 王怀喜. 二维数字图像相关测量中离面位移引起的误差分析[J]. 实验力

学, 2013, 28(01):10-19.

[12]夏天翔, 姚卫星. 连续体结构拓扑优化方法评述[J]. 航空工程进展, 2011, 2(01):1-11+55.

[13]马鸣图, 游江海, 路洪洲, 等. 铝合金汽车板性能及其应用[J]. 中国工程科学, 2010, 12(09):4-20+33.

[14]周克民, 李俊峰. 《连续结构拓扑优化: 综述》简评[J]. 力学进展, 2005(02):283-274.

[15]周克民, 李俊峰, 李霞. 结构拓扑优化研究方法综述[J]. 力学进展, 2005(01):69-76.

[16]宿新东, 管迪华. 利用双向渐进结构优化法对结构固有振型的优化[J]. 机械强度, 2004(05):542-546.

[17]王振海, 张卫红. 柔性结构拓扑优化设计发展概况[J]. 机械设计, 2004(03):1-4.

[18]荣见华, 姜节胜, 胡德文, 等. 基于应力及其灵敏度的结构拓扑渐进优化方法[J]. 力学学报, 2003(05):584-591.

[19]李芳, 凌道盛. 工程结构优化设计发展综述[J]. 工程设计学报(机械·设备和仪器的开发技术), 2002(05):229-235.

[20]袁振, 吴长春, 庄守兵. 基于杂交元和变密度法的连续体结构拓扑优化设计[J]. 中国科学技术大学学报, 2001(06):63-68.