

报废汽车零部件回收分拣工艺设计^{*}

黄慧琼, 叶小茂

(广西科技大学 汽车与交通学院, 广西 柳州 545006)

摘要: 针对目前报废汽车回收分拣作业人工操作效率低的问题,通过分析分拣作业系统的工作原理,拟定以材料形式回收报废汽车零部件;运用作业相关图法完成了对设备 2×4 方块的厂房布局设计,运用UG NX完成了各种设备仿真成型设计和厂房布局,直观地展示报废汽车零部件回收分拣系统的工作流程,以进一步研究汽车回收物流的复杂问题。

关键词: 汽车;报废汽车零部件;回收分拣;工艺设计

中图分类号: U466

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2017)03-0013-04

当前,中国汽车行业发展迅速,汽车生产量不断增长,社会对汽车的需求量与国民汽车保有量也逐年增大。汽车新产品不断推陈出新,加快了车主更换汽车或零部件的频率,汽车的生命周期不断缩短,汽车报废量迅猛增长。据统计,2015年,全国机动车回收量为187.4万辆,比2014年增长24.2%。预计到2020年全国机动车保有量将超过2亿2千万辆,以5%的注销率预测,全国汽车报废量将从2013年的187万辆增加到2020年的1100万辆。可见,中国报废汽车行业的发展空间相当巨大,报废汽车的有效回收利用已成为中国发展循环经济不可或缺的重要组成部分。

然而,目前中国汽车回收企业生产规模普遍较小,年回收量低;回收政策制度不到位,回收拆解行业无序竞争,市场混乱;从事报废处理的人员素质普遍偏低,缺乏专门技术人员和机械自动化技术,严重制约了其生产力。在国外,美国、日本、韩国、德国等国家在报废汽车回收上已形成法律条文和较为成熟的生产工艺,提高了报废汽车零部件的回收再利用率,促进了汽车工业的健康发展。该文针对国内报废汽车回收行业机械化发展慢、分拣效率低和分拣质量差的现状,提出将分拣系统的高效作业有效地结合到报废汽车零部件回收作业中,完善工艺流程和布局仿真,提高报废汽车回收效率和资源再利用率。

1 报废汽车回收拆解材料构成

报废汽车经整车破碎后拆解成各种各样的零部件,进入分拣设备的材料均为较小的碎屑散料,最后

将分选提纯出的各种材料运输到对应的熔炼厂进行回炉再利用。为确定分拣的具体原则,对汽车材料进行分析。报废汽车回收拆解材料的构成见表1。

表1 报废汽车回收拆解材料的构成

材料	占比/%	材料	占比/%
钢铁	72	玻璃	2
塑料	6	油液	1
有色金属	6	其他	9
橡胶	6		

由于零部件的再使用涉及质检及修复,过程复杂,不利于分拣作业的快速完成,这里只考虑处理完全报废的汽车,拟定将报废汽车进行整车破碎后完全以材料的形式进行回收分拣。而汽车材料成百上千种,且分拣作业是连续生产的,分拣顺序应根据材料的分拣难易程度确定。以材料种类作为报废汽车零部件的分类原则,按照成分的比例,选择几种占比大、易分拣的材料,以便于进行设备选型及流程设计。由此确定材料分拣种类及顺序为钢铁→有色金属→塑料→橡胶→玻璃→工作油液→其他(成分繁多,会被分拣到其他材料中,故不设设备进行分拣)。

2 以材料形式回收的分拣设计

2.1 回收分拣的工艺依据和设备

根据报废汽车零部件材料的不同性质,主要利用材料在密度、颜色、电场特性、磁性、外形尺寸等方面的差异,运用筛分、重力分选、光电分选、磁力分选、风力分选等装置将材料分类提纯出来,工艺原理

^{*} 基金项目: 广西区教育厅教改项目(2016JGA241)

及设备见表 2。

表 2 报废汽车回收分拣的工艺、原理和设备

分拣材料	分拣原理	分拣作业	分拣设备
大块散料和 小块散料	外形尺寸 差异	筛分	滚筒筛
轻质散料和 重质散料	密度差异	风力分选	曲折形风道垂 直气流风选机
钢铁	磁性差异	磁力分选	滚筒式磁选机
有色金属	导电性差异	涡电流分选	涡电流分选机
橡胶和塑料	颜色差异	光电分选	光电分选机

2.2 预处理工艺及设备

除分拣设备外,还需其他设备进行协同作业。如报废汽车质量大时,需起重设备起吊转移;因油液的特殊状态,需在破碎前进行预处理抽油液作业;由于进入分拣设备的是小块散料,需进行破碎甚至二次破碎;在各分拣设备之间转移散料需连续输送设备衔接(见表 3)。

表 3 预处理抽油液及连续输送、起重设备

作业	设备	原理
预处理抽油液	油液抽排装置	压力差
破碎和二 次破碎	大型、小型双 轴式破碎机	合金钢刀具的压碎、 剪切、折断作用
连续输送	斗式提升机和 带式输送机	驱动装置的带动
起重	电动双梁式起重机	大车、小车及钢缆 的相互垂直运动

2.3 以材料形式回收的流程设计

分拣流程应根据报废汽车零部件的分类标准和分类工艺确定,其中分类标准为材料的占比。根据上述报废汽车材料分拣原则及设备,设计图 1 所示回收分拣流程。运用该流程,经过二次粉碎的散料基本能达到后续分拣设备的要求,能正常分拣。

2.4 作业相关图法确定设备的布局

2.4.1 作业相关图法介绍

在安排分拣设备时,需充分考虑前后工艺之间的衔接、协调和配套,分拣作业设备的衔接可运用作业相关图法进行设计。作业相关图法依据企业各部门进行的活动关系密切程度安排其相互位置布局,它将关系密切程度设定为 A、E、I、O、U、X 6 个级别(见表 4),通过分析致使关系密切程度存在差异的

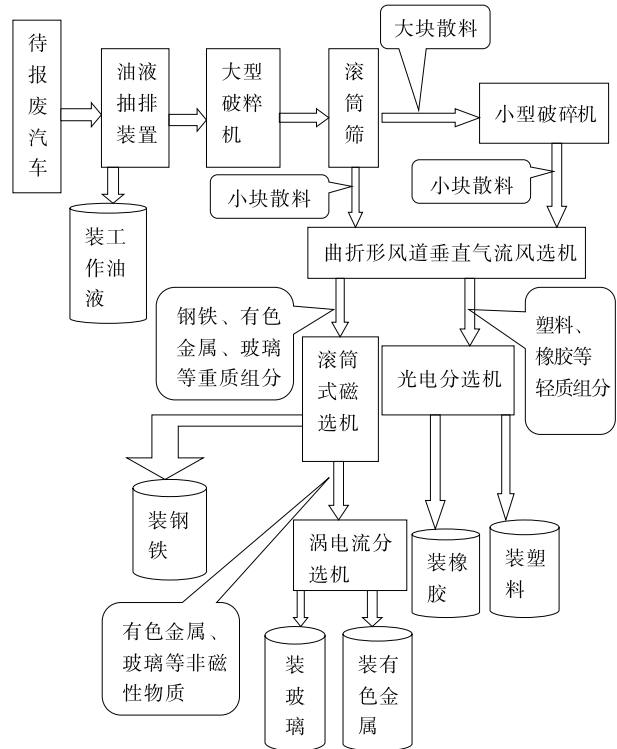


图 1 报废汽车回收分拣流程设计

原因(见表 5),分析各部门之间的相互关系重要程度,以重要程度最高的部门邻近安排的原则设计设备布局方案。

表 4 关系密切程度分布

代号	密切程度	评定分值	代号	密切程度	评定分值
A	绝对重要	6	O	一般	3
E	特别重要	5	U	不重要	2
I	重要	4	X	不予考虑	1

表 5 关系密切的原因

代号	关系密切的原因	代号	关系密切的原因
1	使用共同的原始记录	6	工作流程连续
2	共用人员	7	做类似的工作
3	共用场地	8	共用设备
4	人员接触频繁	9	其他
5	文件交换频繁		

2.4.2 作业相关图法的运用

起重设备和连续输送设备是衔接其他分拣设备的纽带,不属于工艺流程模块,就像回收物流网络中的“网线”,用作业相关图法设计设备的布局只考虑“点”即分拣设备的空间布局。主要分拣设备见表 6。

根据图 1,综合考虑各分拣作业之间的关系,绘制

表 6 报废汽车回收分拣系统主要分拣设备

编码	主要分拣设备	编码	主要分拣设备
1	大型破碎机	5	滚筒式磁选机
2	小型破碎机	6	光电分选机
3	滚筒筛	7	涡电流分选机
4	曲折形风道垂直气流风选机	8	油液抽排装置

报废汽车零部件以材料形式回收的作业相关图(见图 2)。根据图 2,得到关系密切程度分类表(只考虑 A 和 X,见表 7)。

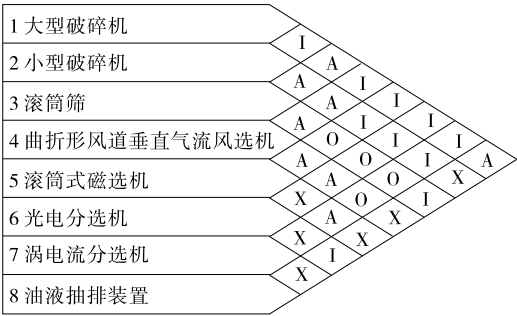


图 2 报废汽车回收分拣作业相关图

表 7 分拣设备之间关系密切程度分类

关系密切程度	分拣设备
A	1—3;1—8;2—3;2—4;3—4;4—5;4—6; 5—7
X	2—8;4—8;5—6;5—8;6—7;7—8

(1) 依据表 7 编排主联系簇。从关系“A”出现最多的部门开始,这些部门的关系绝对重要,如“4 曲折形风道垂直气流风选机”共出现 4 次,首先确定“4 曲折形风道垂直气流风选机”,再把其他与风选机关系最为紧密的部门都联系起来(见图 3)。

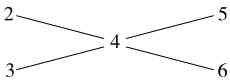


图 3 分拣设备联系簇 1

(2) 考虑其他“A”关系的部门,在图 3 联系簇的基础上尽量将它们加上去,以免联系簇分离成子联系簇(见图 4)。

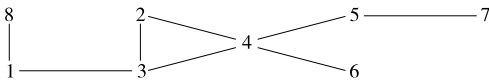


图 4 分拣设备联系簇 2

- (3) 绘制“X”关系联系簇(见图 5)。
- (4) 分拣设备共 8 种,考虑到厂房一般为长方

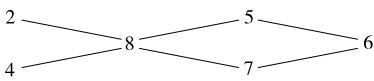


图 5 分拣设备“X”关系联系簇

形,选择 4×2 的格子区域进行布置,依据图 3~5,采用实验法设计设备的空间布局。1) 确定最为关键的 4 肯定不在四个角,先对线路较为简单的 4—5—7 和 4—6 进行安排。7 和 4 的关系不是特别紧密,可以安置在与 4 形成对角的位置;5 和 6 与 4 的关系一样,但 5 为滚筒式磁选机,其主要结构是传送带,占地面积较小,一般不会和其他设备形成干涉,故安排在靠近其他设施设备的第 1 行第 3 个方格,6 安排在第 2 行的最后一个方格。2) 确定 4 左边的设施设备。2 和 3 与 4 的关系都较为紧密,其中 3 为滚筒筛,其筛下的小块散料的大小、形状都会直接影响曲折形风道垂直气流风选机的分拣效率和质量,而 2 为小型破碎机,只是大型破碎机分解能力的有益补充,需小型破碎机破碎的散料量也不是很大,与 2 相比 3 和 4 的关系更为紧密,故将 3 安排在第 2 行的第 2 个方块;8 和 3 没有直接的关系,于是把 8 安排在第 1 行的第 1 个方块。3) 确定 1 和 2 在剩下的 2 个方块的位置。1 为大型破碎机,2 为小型破碎机,其占地面积不一样,如果将占地面积大的 1 安排在第 1 行第 2 格方块,容易对 3、5、8 造成干涉,故将 1 安排在较为偏僻的角落(第 2 行第 1 个方块),将占地面积小的 2 安排在第 1 行第 2 个方块。根据上述分析设计的散料流程及设备布局见图 6。

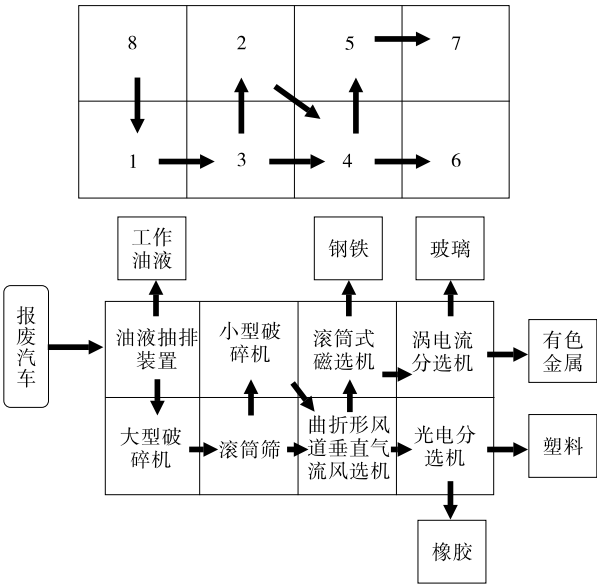


图 6 报废汽车零部件回收分拣系统散料流程及设备布局

3 报废汽车零部件回收分拣系统仿真

报废汽车零部件回收分拣系统是回收物流系统的重要组成部分。鉴于回收分拣作业的复杂性、多样性和动态性,借助计算机仿真技术模拟分拣系统的作业情况,提供视觉上的可行性分析依据。分拣系统的仿真包括作业流程的仿真、物流管理的仿真和物流成本的仿真,该文主要研究分拣设备的空间布局及分拣流程设计,故只进行分拣作业流程仿真。运用 UG NX8.0 进行仿真。

根据图 6,先将安放 8 种分拣设备的场地设计成 2×4 的 8 块地面,再依次设计预处理抽油液、破碎和二次破碎(大、小破碎机)、大块散料和小块散料的分拣(筛分)、轻质散料和重质散料的分拣(分选)、钢铁的分拣(磁选)、有色金属的分拣(电磁分选)、橡胶和塑料的分拣(光电分选)工艺的设备布局,加上连续输送设备(斗式提升机和带式输送机)和起重设备(电动双梁式起重机),得出图 7 所示三维设计模型。该仿真设计不仅能为研究回收分拣系统中更为复杂的问题提供可视化启发,还能为报废汽车回收企业设立生产线提供可行性研究立体模型。

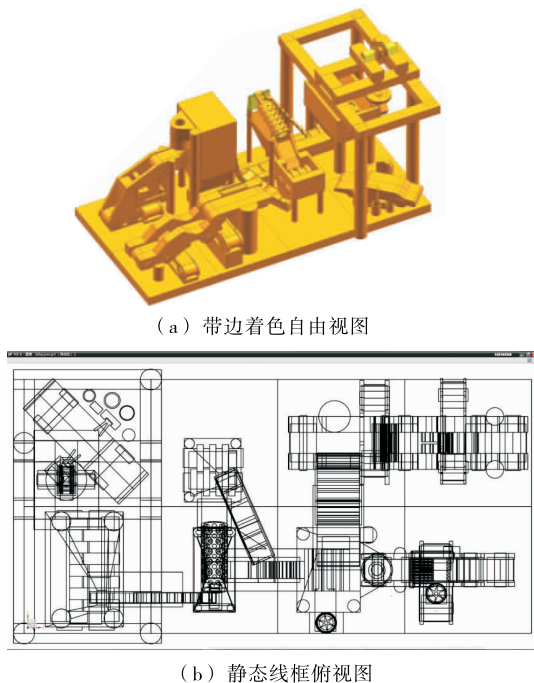


图 7 报废汽车零部件回收分拣系统仿真分析效果

4 结语

与正向的汽车生产物流不同,报废汽车零部件回收处理属于逆向物流,从物流系统可持续发展来

看,报废汽车零部件的回收处理是整个汽车工业物流循环的保障。目前对于汽车和物流的研究大多停留在正向的汽车生产物流,对报废汽车零部件的回收研究较少,其处理方式与城市垃圾回收处理相近,报废汽车的破碎机械也是采用采矿工业的技术设备。该文将分拣系统的高效作业结合到报废汽车零部件回收作业中,进行了以材料形式回收的流程设计,完善了工艺流程和布局仿真。但该文确定分拣设备布局运用的是研究正向生产物流的作业相关图法,分拣流水线仿真使用的不是专业的正向物流仿真软件,设计出的不是动态仿真,而是静态的拼盘类型的仿真,存在一定局限。报废汽车零部件回收分拣工艺的经济效益分析、逆向物流的仿真技术、报废汽车零部件散料的形状识别和材料识别技术等有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈铭.中国报废汽车的回收利用技术创新与产业发展[J].汽车与配件,2014(50).
- [2] 中国汽车工程协会.汽车报废回收利用升级进行时[EB/OL]. <http://www.caam.org.cn/hangye/20151130/1505179878.html>,2015-11-30.
- [3] 王雷,解鹏,王传磊.报废汽车拆解现状及工艺探讨[J].公路与汽运,2016(2).
- [4] 龙少海.我国报废汽车回收拆解行业现状及发展趋势[J].资源再生,2013(9).
- [5] 刘鹏飞.我国报废汽车回收利用法律制度研究[D].成都:西南政法大学,2014.
- [6] 李秀金.固体废物处理与资源化[M].北京:科学出版社,2011.
- [7] 孙云丽,段晨龙,左蔚然,等.涡电流分选机理及应用[J].江苏环境科技,2007,20(2).
- [8] 马士华,林勇.企业生产与物流管理[M].北京:清华大学出版社,2009.
- [9] 成传胜,廖抒华.基于 UG 和 MATLAB 汽车传动轴当量夹角的优化研究[J].广西工学院学报,2012,23(1).
- [10] 韦志林,黄昶春,沈光烈,等.基于 ADAMS 重型自卸车举升机构的仿真优化[J].广西工学院学报,2004,15(4).
- [11] 郭海伟.报废汽车零部件绿色回收与再制造关键技术研究[D].重庆:重庆大学,2008.
- [12] 刘羽,李羿.废旧汽车拆解与回收技术研究[J].常州工学院学报,2012,25(1).

收稿日期:2016-10-20