

基于 TRIZ 理论的铝合金废料回收机创新性设计

陈黄磊 吴佩瑶 赵潇^{通讯作者}

(湖北文理学院机械工程学院 湖北 襄阳 441053)

摘要: 针对现有铝合金废料回收机容易卡死、卡死后零件难拆解等问题, 本文运用 TRIZ 发明理论从双电动机设计、破碎辊可调节设计以及方形槽过滤装置设计三个方面实现了铝合金废料回收机创新性设计。该设备改进后的生产效率、安全性能以及使用寿命得到大幅度提升, 铝合金回收效率也得到显著提升。

关键词: TRIZ 理论; 铝合金; 回收机; 创新设计

0 引言

随着我国经济的高速发展, 我国对铝资源的需求量逐年升高, 对铝资源的开采量也逐年增加。然而我国的铝资源面临短缺, 在我国已探明的矿产储量中, 铝土矿可供开采时间已不足 14 年。铝资源的短缺已经严重影响了我国工业的发展, 而在实际调研过程中发现很多铝废料尚有回收效率低、回收设备性能差等问题, 因此我国迫切需要一种高效有用的废铝回收机来满足社会发展的需要^[1]。

现有铝合金废料回收机存在诸多问题, 使得设备在对铝合金废料的回收方面存在很多难点, 主要表现在以下几个方面:

(1) 使用年限方面。以往的铝合金废料回收机在对铝合金废料进行粉碎时, 由于有的铝合金废料体积较为庞大或者材质较为坚硬, 导致进料口因废料体积较大而堵塞或者粉碎磁条因废料材质坚硬而卡死, 从而导致铝合金废料回收机电动机停止转动, 以至于最终电动机因长时间不能正常运转而使得电动机线圈损耗, 降低了设备的使用时长。

(2) 重启动方面。以往的铝合金废料回收机在面临电动机卡死状态时, 往往需要对铝合金废料回收机进行拆卸处理之后再重启设备。对铝合金废料回收机进行拆卸重装, 不仅需要花费很长时间, 而且还要请专业拆卸人员进行拆卸重装, 花费的成本很高, 同时在对设备进行拆解的过程中难免会对零件产生一定的磨损。并且拆卸重装过程复杂、耗时长, 也大大缩减了设备的生产效率。

(3) 回收过滤方面。以往的铝合金废料回收机并没有对已破碎的废铝进行过滤处理, 导致很多第一次破碎回收的废铝因体积较大未能达到企业的加工要求, 使得企业需对回收后的废铝进行第二次破碎甚至多次破碎。并且一些已达标的产品因没有被筛选处理而需要再次破碎, 增大了加工难度, 最终导致铝合金废料回收机回收

效率极低。

针对以往的老旧废铝回收机存在的缺陷, 在不减少以往铝合金废料回收机优良性能的前提下, 根据 TRIZ 理论对原先的老旧设备存在的问题进行了一系列的结构创新设计, 进一步地创新改良, 使其性能达到客户的需求, 进行批量化的生产。

1 TRIZ 因果链分析

1.1 TRIZ 理论的起源

TRIZ 理论是指发现问题解决理论, TRIZ 理论提供了一套发现和解决技术问题的系统理论和方法工具, 进而帮助技术人员快速寻找解决方案。1946 年阿奇舒勒开始了发明问题解决理论的研究工作, 通过研究成千上万的专利, 他发现背后的模式并形成了 TRIZ 理论的原始基础^[2]。在运用 TRIZ 理论后可以更加精确地发现问题的问题所在, 在对问题进行深入了解后可对其进行优化。TRIZ 理论在当今的社会发展以及科研方面有很大贡献。

1.2 TRIZ 分割原则

TRIZ 分割原则是指将对象分成独立的部分; 将物体分成易于组装和拆卸的部分; 提高系统的可分性, 实现系统的转化。基于 TRIZ 中的分割原则对市场上现有的铝合金废料回收机存在的问题进行分析。将问题拆卸成几个小问题后进行分析, 发现其存在使用寿命短、拆卸复杂、粉碎效率低等缺陷。

运用 TRIZ 理论分割原则进行研究, 可从设备的根源了解到产品存在的问题, 能够更加具体地分析出问题的根源之处。根据 TRIZ 分割原则将问题拆卸成多个小问题, 分别对每个小问题寻求最佳的解决方案, 最终把解决方案组合在一起达到解决问题的目的。通过逐层分析了解到市场现有设备存在电动机易损耗、拆卸装置缺乏、过滤装置缺乏等问题。TRIZ 因果链分析如图 1 所示。

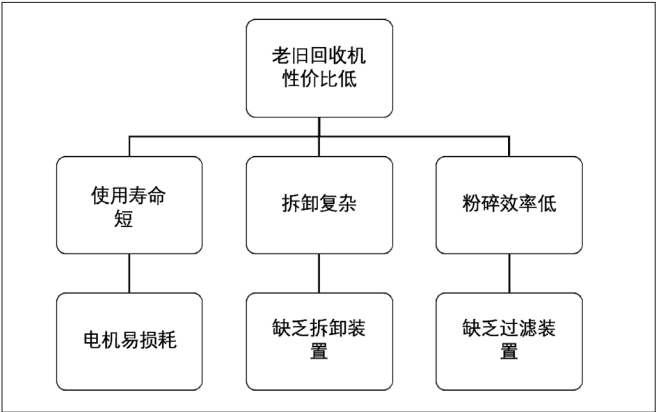


图 1 TRIZ 因果链分析图

2 双电动机设计

2.1 电动机易损耗原因

以往的铝合金废料回收机在进行破碎回收时，当破碎辊遇到一些体积较大或者一些材质较为坚硬的铝废料时，铝废料因难以破碎卡在破碎辊处，使得破碎辊转动较慢或者停止转动。长时间电动机停止转动会造成电动机线圈损坏，最终导致电动机因不能正常运转，烧毁电动机线圈，从而损耗电动机使用寿命。

2.2 TRIZ 拆出原则

TRIZ 理论中的拆出原则是指从物体中拆出“干扰的部分”，分出唯一需要的部分或需要的特性^[3]。根据 TRIZ 拆出原则，增加一个新电动机带动破碎辊移动，在电动机因破碎辊卡住时，新电动机可以带动破碎辊上下移动，将卡住的废料这一“干扰部分”从设备中拆出。通过对电动机的增加有效地解决了因破碎辊卡死导致电动机损耗这一问题。双电动机设计图如图 2 所示。

2.3 改进后的操作流程

根据 TRIZ 拆出原则改良后的设备当破碎辊被废料卡死时，设备会立马使第一电动机停止运转。当第一电

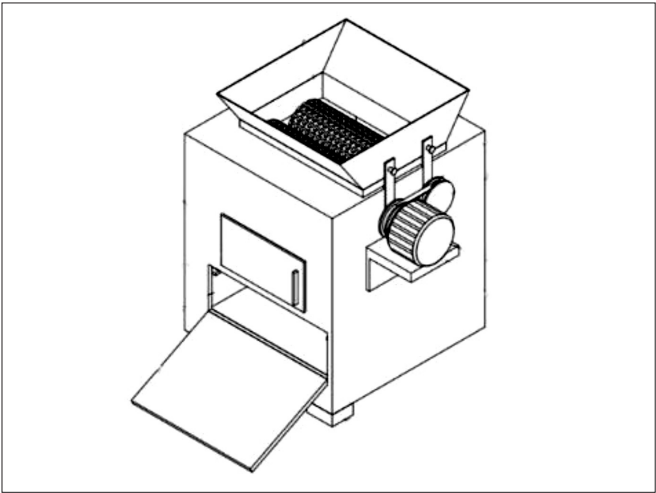


图 2 双电动机设计图

动机停止运转后，第二电动机带动破碎辊向进料口的上下移动，使得铝废料可以从两个破碎辊的空隙中间掉入到下方过滤网。当铝废料全部掉入过滤网后，第二电动机带动破碎辊往中间移动，感应装置测定无误后，启动第一电动机，恢复设备正常功能继续运转。

2.4 设备改进后的效益

增加第二电动机，可在破碎辊卡死的情况下保护第一电动机，防止其在空转过程中对电动机线圈的损耗，减少了消费者对电动机的维修成本，从而降低了消费者对铝合金废料回收机的维护成本。虽然增加一个电动机带动破碎辊移动会使得设备的成本价格有所提高，但是减少了对电动机的维护成本。较以往更换电动机的频率以及单个电动机的价格综合计算出新设备的使用成本减少了一半以上，大大增强了其市场竞争力。

3 破碎辊可调节设计

3.1 设备效率低原因

对于市场上现有的老旧产品，当铝废料卡在破碎辊时，因为破碎辊是固定不能移动的，所以需要对设备进行拆解，将铝废料取出后再重新启动。而拆卸重装工序多且复杂，花费的时间较多，浪费了很多不必要的时间，同时在拆卸重装的过程中需要投入大量的人力，导致设备的生产效率难以进一步的提高^[4]。

3.2 TRIZ 动态原则

TRIZ 理论的动态原则是指物体的特征变化应在每一个工作阶段都是最佳的，使不动的物体变为动的。借助 TRIZ 理论动态原则，将破碎辊由固定不动改成可调节的^[5]。将不动的破碎辊变为可移动的破碎辊，通过破碎辊的移动可减少设备的拆解，提高了设备的工作效率。

根据 TRIZ 动态原则，将一个大的破碎辊用两个小的破碎辊来代替。在破碎辊被废料卡死时，关闭一号电动机使其停止转动，启动二号电动机带动两个小破碎辊上下移动，使不可破碎的废料从中间掉落。破碎辊可调节设计图如图 3 所示。

3.3 回收效率的提高

借助 TRIZ 理论动态原则，破碎辊可调节设计缩短

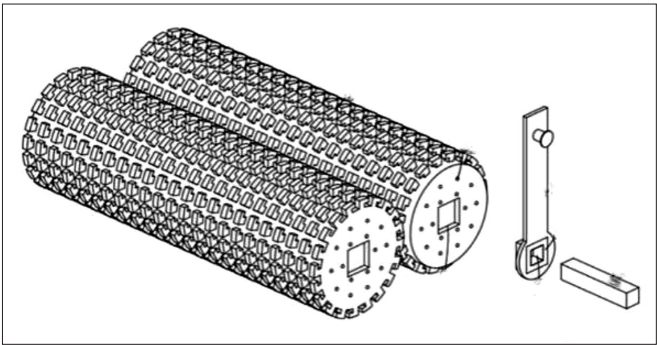


图 3 破碎辊可调节设计图

了因拆解设备所需要的时间,减少了在拆卸过程中消耗的人力,使设备重启动更加简单。铝合金废料回收机经过这一改进后设备的回收效率会得到大幅度的提升,使得废铝的回收更加便捷。

4 方形槽过滤装置设计

4.1 粉碎效率低原因

原先设备破碎后的废料没有进行过滤处理,一些没有达到企业生产标准的废料混合在产品当中,降低了产品的质量。根据企业的需求这类不合格的废料需要重新进行第二次破碎甚至是多次粉碎,直到废料达到企业的标准。以往的设备往往要进行多次粉碎,导致铝合金废料回收机粉碎效率极低,产品质量较差。

4.2 TRIZ “中介”原则

TRIZ “中介”原则是指利用可以迁移或有传送作用的中间物体;把另一个物体暂时附加给某一物体。本文设计一个过滤装置作为“中介”将破碎后的废料进行过滤处理,通过增加过滤装置,对粉碎后的废料进行有效筛选过滤,解决了产品因大小不均而导致产品质量低的问题,提高了产品的合格率,提升了此次创新性铝合金废料回收机的市场竞争力。方形槽过滤装置图如图 4 所示。

4.3 改进后操作流程展示

废铝在进入破碎辊破碎之后,体积较大的废铝被过滤槽挡住,卡在过滤槽上面,而一些体积较小、符合企业标准的废铝则可以通过方形槽过滤装置的过滤筛选后

从过滤网底部漏出。而一些被过滤装置拦截的废料则可拿出来进行第二次破碎。对设备增加方形槽过滤装置,减少了不必要的重复破碎,提高了设备的粉碎效率。

4.4 改良后的效益

通过运用 TRIZ 理论“中介”原则对设备的改进后,增加一个方形槽过滤装置,解决了以往铝合金废料回收机对废料破碎后产品体积、大小不均等问题,使得已破碎后未达标的废铝可以进行循环破碎。这样有效解决了废铝过滤问题,大大提高了产品的品质,同时可减少因进行重复破碎而浪费的时间。

5 结语

本文应用 TRIZ 理论对铝合金废料回收机进行了创新性设计,改善了铝合金废料回收机的工作性能。结果表明,TRIZ 创新理论在实际生产实践中能够加快创新速度,提升创新效率。

基金项目: 襄阳市科技局高新科技项目(襄科技[2021]10号); 2022 年度湖北文理学院大学生创新创业训练计划(X202210519142; X202210519158); 湖北文理学院 2022 年“课程思政”教学研究项目(校办发教(2022)10 号)。

参考文献:

- [1] 管仁国, 姜花芬, 黄晖, 等. 铝合金材料发展现状、趋势及展望[J]. 中国工程科学, 2020, 22(05): 68-75.
- [2] 单泉, 陈砚, 马廉洁, 等. TRIZ 理论在机械原理实验教学中的应用研究[J]. 高教学刊, 2022, 8(22): 144-147.
- [3] 李金凤, 赵继云, 侯秀宁, 等. 采用 TRIZ 理论的豌豆割晒机械装备设计与试验[J]. 农业工程学报, 2020, 36(08): 11-20.
- [4] 郭建永, 李海源, 朱梓莹. 基于 TRIZ 理论的可拆卸微耕机设计与研制[J]. 现代农机, 2022(04): 72-74.
- [5] 陈锦豪, 张凯瑞, 穆瑞. 基于 TRIZ 理论的进气道调节机构创新设计[J]. 机械设计, 2021, 38(S02): 11-14.

作者简介: 陈黄磊(2003.02-), 男, 汉族, 湖北荆门人, 本科, 研究方向: 智能制造工程。

通讯作者: 赵潇(1986.09-), 男, 汉族, 湖北襄阳人, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 机械工程。

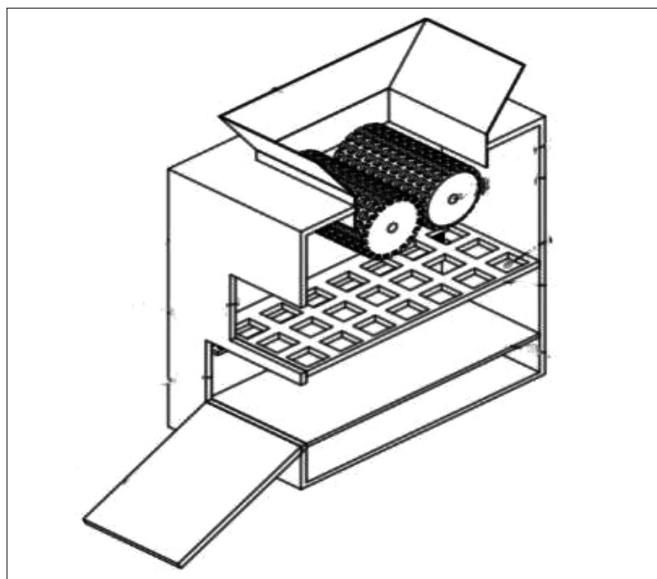


图 4 方形槽过滤装置图