

Waste battery recycling and secondary pollution prevention and control of pollution

Kun Zhang¹ Xin Wang²

1. Camel Group Co., Ltd., Xiangyang, Hubei, 441100, China

2. Xiangyang Vocational and Technical College, Xiangyang, Hubei, 441100, China

Abstract

With the surge of energy demand in China, the output of waste batteries is increasing year by year, and the ecological and environmental problems caused by improper disposal are increasingly serious. In this paper, we systematically analyze the technical path of waste battery recycling (physical, chemical and biological methods), discuss the causes of secondary pollution (such as disassembly, leakage, wastewater discharge), and put forward the whole-process prevention and control strategy (pretreatment classification, process optimization, policy support). Combined with the recovery case of lead-acid battery of Camel Group, to verify the feasibility of the combined physical-chemical process (the lead recovery rate is more than 98%). The research results can provide theoretical support for waste battery recycling and pollution prevention and control, and help to achieve the “double carbon” goal. In the “improvement of policies and regulations support”, it is suggested to include the “carbon points bonus mechanism” to encourage enterprises to participate in the recovery.

Keywords

waste batteries; recycling; secondary pollution prevention and control; heavy metal pollution; circular economy

废电池回收利用与二次污染的防治

张坤¹ 王鑫²

1. 骆驼集团股份有限公司, 中国·湖北 襄阳 441100

2. 襄阳职业技术学院, 中国·湖北 襄阳 441000

摘要

随着我国能源需求激增, 废电池产量逐年攀升, 处置不当导致的生态环境问题日益严峻。本文系统分析废电池回收利用的技术路径(物理法、化学法及生物法), 探讨二次污染的成因(如拆解泄漏、废水排放), 并提出全过程防控策略(预处理分类、工艺优化、政策支持)。结合骆驼集团铅酸电池回收案例, 验证物理—化学联合工艺的可行性(铅回收率达98%以上)。研究结果可为废电池资源化与污染防治提供理论支持, 助力“双碳”目标实现。在“完善政策法规支持”中, 建议纳入“碳积分奖励机制”, 激励企业参与回收。

关键词

废电池; 回收利用; 二次污染防治; 重金属污染; 循环经济

1 引言

随着经济的不断发展, 人们生活水平不断提升, 具有了更强的环境保护意识, 也落实了各项环境保护政策。做好能源应用中的废电池回收利用, 能够高效利用资源, 具有关键的作用和价值。

2 废电池回收利用与二次污染的防治

2.1 环境保护效益

据生态环境部统计, 2023年我国废铅酸电池回收率达

85%, 减少土壤铅污染风险30%以上。在废电池当中含有大量重金属, 这些重金属如果没有经过处理, 随意丢弃或者是直接填埋在土地中, 将会造成不可挽回的严重污染, 不仅污染土地资源, 同时也污染大气环境。而如果能够对这些废电池进行回收利用, 可以尽量降低对环境所造成的负面影响, 也能够避免这些重金属污染土地资源。废电池在焚烧时也会释放大量有毒有害气体, 这些有毒有害气体对于空气造成的影响非常严重。回收利用能够尽量减少废电池焚烧的数量, 可以控制空气污染。重金属污染会对生态系统造成严重的破坏, 其中动植物的生存都会受到影响, 借助回收利用可以降低废电池对于生物造成的多样性威胁, 有利于保持生态的平衡。

2.2 有利于加强能源节约

废电池是非常重要的能源, 做好对于这些废电池

【作者简介】张坤(1990-), 男, 中国湖北襄阳人, 本科, 中级注册安全工程师, 从事废铅酸蓄电池回收、铅酸蓄电池再生利用、电池研究开发研究。

的有效回收利用,也能够获取相应能源,满足人们对于能源的需求。从矿石当中提取金属,和从废电池中提取金属相比,后者获取金属消耗的能源更少。所以回收废电池做好废电池的回收利用,也能够进一步节约资源,获取相应的金属资源,尽量减少能源消耗,也能够降低二氧化碳的排放,能够进一步达成节能减排的发展目标^[1]。

2.3 有利于促进产业发展

对于废电池进行回收利用,也能够带动相关科学技术的发展与进步,同时还能够带动物流运输以及设备制造等各个产业的转型升级,从而创造丰富的就业机会,带来更高的经济效益。当然,废电池的回收利用还能够加快相关循环经济体系的优化建设,对于经济的可持续发展具有一定的积极作用以及较高价值。

2.4 有利于履行社会责任

在当下社会发展的过程中,人们都在响应环保的政策,希望能够通过一些环保举措达成可持续发展的目标。废电池的回收利用同样也是企业以及民众积极履行社会环保职责的重要体现,借助于废电池的回收利用能够减少对环境造成的污染破坏。企业和社会都提倡对废电池进行回收利用,就可以强化公众的环保意识,让公众也开始行动,做好对废电池的回收利用,引导人们形成节约资源、保护环境的良好习惯。

3 废电池回收利用的方法

3.1 物理分离法

在废电池回收利用中,废电池的物理分离法应用取得了良好的效果,这一方法是指借助废电池中不同成分在物理性质方面存在的区别和差异,采取具体的物理手段分离废电池中的不同成分,这些区别与差异可以是密度不同,也可以是磁性变化等。

在具体应用时,首先需要进行筛选,在筛选时要应用不同孔径的筛网,将大小不同的电池或者电池组件初步分离。在分离这些电池以后,则是需要借助磁铁的帮助,从而将废电池中的一些磁性物质以及非磁性物质两者相互分离。在很多电池的外壳或者内部组件中,都有大量磁性材料,而这需要应用磁选设备从而提取废电池中的磁性成分。还需要结合废电池中不同成分密度的变化,在重力作用下、在介质环境中实现分离的目标。比如,废电池中的重金属成分密度相对较大,重力分选过程中会出现下沉的现象,而塑料和纸张这些轻质材料则会不断上升,也能够达成进行分离的主要目的。在废电池破碎后的混合物中,加入特定浮选药剂可改变成分表面润湿性。疏水性成分通过气泡吸附上浮至液面,而亲水性成分则沉于底部,从而实现分离。借助废电池中不同成分在静电场中的带电性质以及耗电量的差异,在电场力的作用下也会出现分离情况。所以在废电池的回收利用中,可以采取的物理分离法比较丰富,具体还需要结合废电池内的成分变化,才能够选择恰当的分选方法。

物理分离法应用具有很多优点,这种方法的操作流程

标准化,对设备条件要求较低,所以在发展的过程当中可以快速实现工业化、大规模的生产目标,这种方法在应用时也不会对于周围环境造成较大的污染。和一些化学方法相比,产生的二次污染概率比较低,能够进一步保护环境。物理分离法的应用还能够分离出更多具有价值的成分。对于废电池后续的有效加工和科学应用提供了充足的原料基础,具有较高的应用价值。例如,骆驼集团采用磁选-重力分选联合工艺,实现铅酸电池外壳与铅膏的分离效率达92%。

物理分离法的应用当然也存在一定的缺陷,对于成分复杂并且结合比较紧密的废电池来说,这种方法应用可能无法取得良好的效果,没有办法实现完全有效分离,需要与化学法相结合,从而共同进行应用。除此之外,在物理分离法应用中设备初始投资成本较高,这些设备的运行及维护同样也需要有足够的资金支持,也需要有工作人员较强的操作水平才能够完成回收利用工作。

3.2 化学处理法

在废电池的回收利用中,除了物理分离法以外,化学处理法主要是借助化学反应分离,并提取在废电池当中的一些具有价值的金属与材料。

3.2.1 湿法冶金

在化学处理法中,湿法冶金需要借助酸液或碱液浸泡电池材料,电池会逐渐溶解成盐溶液,还需要经过沉淀、萃取等不同工序,从中提取提纯金属元素。这种方法适合进行废电池大规模处理,并且对于环境的污染相对来说比较小。这种方法具有一定的优点,比如应用工艺相对比较成熟,适用范围较广等。

3.2.2 化学浸出法

化学浸出法需要借助特定的化学试剂,溶解在电池中的金属离子之后,通过电解或沉淀的方式回收相应金属。这种方法应用的优点是金属回收率比较高,所以在复杂成分电池中应用比较多。同时这种方法的缺点是可能会造成严重的环境污染情况,所以需要更加严格地对其中的废液形成有效管理。

3.2.3 电解液法

电解液法则是通过一定电化学原理将电极材料中的金属在溶剂或溶液中溶解之后,通过电解提纯,获取所需要的成分。这种方法相对比较简单,并且不需要投资大量的资金,但是也存在严重的腐蚀和易挥发的风险。所以在小规模废电池处理中应用较好。缺点是无论是对于环境,还是对于操作人员来说,都需要在应用时采取有效的防护措施。

2.2.4 机械化学法

机械化学法结合机器研磨以及产生的化学反应,通过球磨机等设备,加快技术与化学试剂的反应,从中提取所需的金属。这种方法的优点是金属的提取率相对较高,反应速度较快,但是设备的工艺要求复杂,并且操作比较困难。

2.2.5 萃取蒸馏法

萃取蒸馏法将物理和化学两种方法结合在一起,从溶液中直接萃取所需要的金属。这种方法在杂质较多的废电池

中适合应用,能够取得理想的效果。这种方法的能耗相对较低,并且具有较高的生产效率水平,但是设备应用相对复杂,需要消耗较多的经济成本。

2.2.6 高温热解法

高温热解法需要经过高温处理电池材料,分解其中的有机物,金属元素会转变为氧化物,之后借助冷凝的方式做好收集。这种方法在复杂电池成分的收集处理中适合应用,可以彻底分解其中的有机物。金属的回收率相对比较高,但是缺点是能耗较高,还需要把控在处理时废气的排放。

3 二次污染成因分析

3.1 废电池成分复杂性

废电池内部成分复杂多样,不同种类的废电池含有不同的化学物质。这些化学物质在处理和回收过程中,若未能得到妥善处理,极易引发交叉污染,导致二次污染的形成。

3.2 处理工艺不当

尽管已有多种废电池回收处理技术,但部分技术仍存在不足,如处理效率低下、能耗高、污染物排放量大等问题。这些不足可能导致处理过程中产生大量废气、废液和固体废物,进而引发二次污染。

3.3 管理措施不严

废电池回收利用过程中的管理缺失也是导致二次污染的重要原因。若未能建立全过程监测系统,实时监测污染物排放,或未能规范操作人员行为,均可能导致污染物超标排放,对生态环境造成损害^[2]。

4 二次污染防治策略

4.1 强化废电池的预处理

废电池的种类不同,主要是因为内部的具体成分也不同,所以想要做好对于废电池的回收利用,并且严格控制在废电池回收利用中所形成的污染,就需要在获取废电池后第一时间做好预处理,将废电池按照基本类型进行分类,避免混合处理不同化学成分的废电池,从而尽量减少在处理过程当中可能会形成的交叉污染。在对这些废电池进行运输存储的过程当中,要尽量用密封容器将这些废电池包装起来,既有利于控制重金属的扩散,也可以尽量规避电解液泄漏。

4.2 优化处理工艺

在上文中已经明确说明了在其中可以采取的废电池回收处理技术,但是在未来发展中仍然需要组织工作人员持续研究,不断创新,积极引进更多先进的废电池回收处理技术,希望能够达到回收利用目的的同时,尽量减少其中产生的环境污染情况。

4.3 严格管理措施

想要进一步把控在回收利用过程当中形成的污染,那么就需要加大管理力度。首先,需要工作人员建立全过程监测系统,在对废电池进行回收利用处理时,要实时监测其中废气、废液,包括固体废物的大量排放,要保证污染物的浓度始终处于一个相对安全的范围内。其次,还需要规范其中

各个操作人员进行回收利用的操作流程,以及具体细节,要制定更加严格的操作规程,保证处理人员配备全面的防护设备,这样才能够避免在进行处理时工作人员直接接触这些有毒有害物质,降低对于工作人员的威胁影响。

4.4 应用环保技术

回收处理技术中也有一些环保技术比如高级氧化技术以及生物浸出法都是具有良好环保效果的环保技术,在达成回收利用目标的同时还能够节约能源,减少其中的污染消耗。因此对于这些技术的应用要持续推广,发挥这些技术的优势和价值,从而在提高回收利用效率水平的同时,减少对周围环境所造成的过度污染。

4.5 完善政策法规支持

政策法规的作用非常重要,所有回收利用的二次污染防治处理都需要有政策法规作为支持,有关工作人员需要结合政策法规的具体内容,从而改善回收利用废电池时所出现的各种污染情况的问题。政府部门要参考废电池回收利用的发展情况制定关于废电池回收利用的环保标准,在其中要进一步明确不同企业的责任以及需要承担的重要义务,加强对于废电池回收处理整个过程的严格监管。其次还需要强化宣传教育,不断加强民众环保意识,也需要进一步加强公众对于废电池回收利用重要性的认知以及了解,鼓励更多的人积极参与到废电池的分类回收活动中,让人们都能够为废电池的回收利用以及环境保护工作而出一份力。

4.6 物料运输与储存放空

在废电池回收处理中运输是必不可少的关键环节,应该应用专门的容器,保证在运输废电池的过程当中不会出现泄漏和破损的情况。在运输时应该寻找具有足够资质和防护措施运输车辆,严格按照规定的运输路线以及运输要求运输废电池,避免在运输废电池的过程当中形成对环境的严重污染^[3]。废电池的存储也应该选择相对干燥、具有良好通风条件、地势较高的地方,并做好防渗处理,避免在废电池存储的过程中,因为泄漏而对水资源和土壤环境造成严重的污染。同时储存场所也应该提前设置好警示标志,要完善消防、通风等设施,定期检查维护废电池,保证这些废电池存储的安全性。

5 结语

综上所述,关于废电池的回收利用需要进一步研究高效的技术方法,改善废电池的回收利用效果,同时还需要注意回收利用中的二次污染,做好防控,从而达成节能环保的目标。

参考文献

- [1] 周晨,寇海群.废旧锂电池回收利用项目产污环节及污染控制分析[J].环境保护与循环经济,2025,45(01):12-18.
- [2] 罗宝龙,郭灵巧,郭秀键,等.废旧动力电池回收利用现状研究[J].环境保护与循环经济,2024,44(12):5-9.
- [3] 邵晓毅.废旧电池回收利用效益好[N].抚顺日报,2024-10-15(005).