

# 微波技术在固体废弃物处理中的应用

鲁朝朋

安徽海创循环科技有限公司 安徽芜湖 241070

**摘要:** 随着工业化的不断发展, 固体废物排放量不断增加, 造成了严重的环境污染, 威胁着人类的健康, 因此固体污染物处理已成为当前环境保护工作的重要组成部分, 微波技术在固体废物污染控制中的应用已成为重金属和有机物处置的重要组成部分。基于污染物和污染土壤等废物处理方式的显著改善, 本文分析了微波技术在固体废物管理中的应用, 以提高应用水平并促进环境保护。

**关键词:** 微波技术; 固体废弃物处理; 应用

## Application of microwave technology in solid waste treatment

Chaopeng Lu

Anhui Haichuang Cycle Technology Co., LTD., Wuhu 241070

**Abstract:** With the continuous development of industrialization, solid waste discharge is increasing, causing serious environmental pollution, threatening human health, so the treatment of solid pollutants has become an important part of the current environmental protection work, microwave technology in solid waste pollution control application has become an important part of the disposal of heavy metals and organic matter. Based on the significant improvement of waste treatment methods such as pollutants and contaminated soil, this paper analyzes the application of microwave technology in solid waste management in order to improve the application level and promote environmental protection.

**Keywords:** Microwave technology; Solid waste treatment; Application

固体废物是一种源于商业、农耕和人们工作和维持生计时产生的固体垃圾, 在规定的时间内不能利用掉, 只可将它丢掉, 但却对生态形成巨大的消极作用。依照固体废物的形成成分, 主要划分成有机废物与无机废物; 依照固体废物的类别, 主要划分为农业废物、工业废物; 依照固体废物的产生地, 主要划分为城市固体废物和农业固体废物。自改革开放以来, 由于中国经济发展速度加快速, 生态恶化问题也更加突出, 尤其是这几年固体废物的数量越来越多, 怎么样解决这些固体废物已变成全世界公认的一个普遍难题。所以, 怎么样有效运用微波技术控制固体废物污染, 实现更好的环境影响是一个在当前情况下具有巨大实际价值的研究课题。

### 一、微波技术简述

近年来, 微波技术得到了迅速的改进和发展, 微波加热技术越来越成熟, 广泛应用于食品加工、化学研究分析、陶瓷预处理、材料加工、电子信息技术等领域。它具有均匀加热、速度快、能耗低的明显优点。随着微波技术应用范围的不断扩大, 它逐渐应用于污水污泥处理、有机土壤的修复和改良, 也被应用于临床医疗废物处理等环境污染控制。微波技术与活性炭技术的结合是当前研究的热点, 活性炭是一种吸收性材料。微波技术可快速升温, 有效降解活性炭中的污

染物, 微波烧结技术使用效率高, 加热速度快, 具有节能环保性能, 具有良好的垃圾焚烧效果。重点是可以应用微波技术处理重金属、挥发性材料和其他固体废物的燃烧。

### 二、固体废弃物的特征

在当今工业化的快速发展中, 固体废物本身基数就很大, 增长率也在上升, 严重影响环境和人类健康, 目前其主要特点是种类繁多, 成分种类复杂。特别是随着工业建设的不断深化, 中国固体废物产量不断增加。据统计, 2015年, 中国244个主要城市的一般工业固体废物总量为1.91亿吨, 所以, 我国的生态环境管理将面临一个重大挑战, 工业危险废物总量为1856亿吨, 医疗废物总量为689000吨。2017年, 仅在中国, 家庭固体废物就超过4亿吨。大量固体污染物的管理已成为重大挑战。另一方面, 管理的复杂性是固体废物的一个特点, 与水、空气和噪音污染不同, 固体废物的机制密度一定, 这会延迟污染过程。如果不及时发现和处理, 将不可避免地土壤、空气造成损害, 并可能污染水和其他资源, 危险程度远远高于其他污染物。因此, 为了科学有效的管理, 需要更高水平的管理技术<sup>[1]</sup>。

### 三、微波技术在固体废弃物处理中的应用

#### 1. 医疗垃圾的灭菌消毒

微波消灭细菌的原理是将微波中的能量转变成细菌的热能,使细菌提高自身的温度,引起细菌体内蛋白质降解直至细菌被消灭,微波工作的特点是工作环境温度低,时间不长,没有双重污染。酵母等常见微生物可在 1 分钟内被微波辐射降解,加热至 70~80°C,达到灭菌目标;在 65-66°C 的温度下微波照射 2 分钟,可杀死青霉素孢子;微波消灭细菌是一个挥发的历程,经过微波发出的能量进行消灭细菌。在应用微波消灭细菌技术时,垃圾在蒸发之后被粉碎,通过加热微波技术,消灭细菌和加热的历程中产生的垃圾量也可以降低很多,通过研究,医疗垃圾通过浸润和粉碎,微波消灭细菌时可以迅速解决细菌,解决 80%的垃圾,全球大多数国家每年会有许多垃圾,引起严重的生态恶化,只意大利一个国家每一年就可以产生 25 万吨医疗垃圾。通过微波技术进行消毒,60%以上的医疗废物可以在垃圾填埋场处置,与传统焚化方法相比,使用这种方法处理医疗废物,不产生二恶英等剧毒的二次污染物,消耗时间短,效果好,能耗低。

## 2.微波技术在重金属污泥处理中的应用

工业污泥含有大量重金属和有毒物质,近年来,科学家们研究了重金属沉积微波的稳定性,微波技术在处理印刷电路板沉淀物后,铜和铅离子浓度得到有效降低,重金属和聚合物的分子反应逐渐形成组合,和以往的旧工艺作比较,微波技术之所以能够很快的减少运用历程的重金属本质浓度,根本原因就是可以阻止重金属浸出,以往的旧工艺以多孔结构为根据,所以重金属很方便就溢出来了。与以往的旧工艺作比较,微波处理结果非常好,让重金属更不容易溢出,同时,浪费也大大地降低,使后续处理更加简洁。微波技术能够有效解决废物中的重金属,从而代替以往的旧工艺,存在很大的市场价值。总的来说,要提高处理效率,就得合理添加介质。比如添加铁粉可以降低  $\text{Cu}^{2+}$  溢出,减少实验时长。而添加铝粉可以增加处理时长,有效增加铜在废物中的稳定性,产生氧化铝金属,从而进一步增加重金属在废物中稳定性。因为微波辐射沉积,在一些特别的情况下可以发生转换,同时能够更加有效的固定重金属,从而减少浪费<sup>[2]</sup>。

## 3.烧结垃圾焚烧飞灰

焚化是处理固体废物的传统方法之一,但固体废物焚化会产生大量挥发性物质,其中二恶英等重金属挥发性物质会对环境产生严重影响,在废物焚化过程中,减少挥发性物质对环境的污染,实现固体废物的安全焚化,为了实现资源价

值化,成本最小化,有必要采用烧结和熔融技术。与烧结技术相比,熔融技术的应用需要大量的财政投资。熔融设备价格昂贵,能耗水平过高,不符合现代节能要求。此外,Zn、Pb 的熔融,在氯化盐的作用下蒸发,会造成重金属的二次污染,烧结技术在实际应用中具有明显的成本和能耗优势,垃圾焚烧产生的挥发性材料的主要成分是氧化铁、四氧化三铁、二氧化锰、氧化铝、二氧化钛。氧化物具有良好的微波吸收,并且可以在微波环境中快速加热。经验使用微波烧结灰尘,实践证明,活性炭的完全混合可以显著提高烧结产品的抗压强度;同时,微波也可能在二恶英分解和重金属固定中发挥作用<sup>[3]</sup>。

## 4.电子垃圾的处理

近年来,每年有数百万电子元件和印刷电路板被电脑、汽车、手机、电视和其他产品所淘汰。这些电子废物通常在垃圾填埋场处置,导致危险金属泄漏,也会造成地下水污染。为此 Florida 大学 D.E.Clark 教授” 研究开发了微波销毁印刷线路板回收重金属的技术。该技术包括将破碎的废板放入熔融石英扩散器中,并在微波炉中用耐火材料加热 30 至 60 分钟。有机化合物如苯和苯乙烯是气态填料(压缩空气)。通过蒸发,取出第一个微波炉,然后在第二个微波炉中分解。剩余物质在 1000°C 以下碳化,增加微波功率。其余物质(主要是玻璃和金属)在 1400°C 的温度下熔化形成玻璃。等到冷却后,金、银等金属可通过球法分离并转化为冶金原料。剩余的玻璃产品可用于建筑材料。

微波技术可以减少 50%的电子垃圾,而无需在处理过程中使用添加剂,也无二次污染。玻璃化最终产品稳定包装,不泄漏有害成分,重金属可回收利用,降低加工成本。

## 5.微波技术在 POPs 污染土壤修复中的应用

近年来,随着微波技术的迅速发展和完善,它已应用于修复受持久性有机污染物污染的土壤,引起了社会各阶层的关注。研究人员还研究了微波在修复污染土壤中的具体应用。例如,四氯酚、多环芳烃、四氯苯。微波技术可以有效去除挥发性化合物。当使用微波技术修复被污染的土壤时,可以恰当地添加一些活性炭和金属氧化物等,可以有效的将分解效率提高至 71%以上。1%的四氯联苯也会逐渐被转化成二氧化碳。可以使用二氧化锰材料,对土壤中的部分污染成分进行修复,把土壤与铁粉完全混合在一个器皿中,加入水溶液中,并且采用微波技术处理。研究表明,  $\text{MnO}_2$  可以有效降解土壤中的部分污染物。就已经可以证明,使用微波活性

炭技术可以修复受污染的土壤，同时活性炭也起到了还原剂的作用。在实际应用中，实际土壤含水量和微波功率、活性炭含量都是非常重要的因素，如果实际含水量大于 15%，处理的时候需要通过热解析，不能选择分解机制吸附。作为还原剂，铁粉可以通过微波技术去除土壤中的多氯联苯，添加低磷酸钠后，去除率提高了 80%以上；而在加入铁粉后，其去除率超过了 95%<sup>[4]</sup>。

由于微波辐射作用，加上活性炭作了吸收剂，导致氯霉素很容易被氧化，然后一些残渣和有机物发生反应，从而合成了化合物，形成不同的化合物的实际浓度也比较低，在反应中也并没有看到脱氯反应，证明微波辐射可以降解有机污染物的危险性。活性炭是微波技术的一种药剂。在微波环境中，温度快速提升，活性炭也有一定的还原性。除了这个，活性炭与微波相结合，可以很好的解决土壤污染问题。许多人想着微波有助于氧化和吸收。为了更好的理解活性炭的加热作用，我们使用了 640W 功率微波处理。实验过后，发现温度能够在 4 分钟以内迅速提高至 1100° C，所以，温度提高的程度决定于微波的功率。由研究结果得出，活性炭颗粒有着吸收微波能量的特性，并且可以形成热点，它的温度可以达到 1200°C。一些人觉得适量添加活性炭可以提高分解污染物的能力，从而引起氧化燃烧。微波修复污染土壤的基本原理是热解析、破坏分解，我们需要根据污染物的类别选择合适的方式去处理。利用活性炭与一些材料在特殊环境中迅速升温，污染物在加热后开始降解，在特定条件下，玻璃化土壤夹带污染物，能够使污染物旋转固化。土壤性质与一定的污染物类别等各种原因对微波修复也会产生很大的影响。

#### 6. 建筑垃圾的回收

建筑废物是在建筑工程或旧建筑的维护和拆除过程中产生的，主要是泥土、混凝土、砖块、木桩，金属等废物，以及装饰和装修产生的废物和包装材料。据估计，仅中国建筑业每年就产生 4000 万吨建筑垃圾。因此，建筑垃圾综合治理是节约资源和保护生态的有效措施。微波技术是重新利用建筑垃圾的有效方法。美国 Cyclon 公司利用微波技术回收和再利用 100% 的建筑垃圾，并回收旧沥青涂料。回收沥青涂料的质量与新沥青涂料相同，从而将成本降低了三分之一，并节省废物收集和处理成本。不仅解决了堆肥、焚烧、填埋等常规处理方法造成的二次污染、高投资和大面积等问题，还实现了废物资源的利用<sup>[5]</sup>。

## 四、优化微波技术在固体废物应用的措施

### 1. 缺乏健全的法律法规

我们的固体废物主要受《固体污染防治法》监管，但《固体污染防治法》也没有明确的固体废物污染处理技术定义，目前我国没有完善的固体废物污染控制法律法规体系，具体操作能力水平低，因此在制定和完善相关法律法规时，应注意填补技术相关立法空白，一些地方法规是固体废物污染处理技术的典型。应注意为微波技术控制废物污染提供更实际的基础，同时考虑到污染的实际情况和当地经济发展情况。

### 2. 明确法律责任主体

微波技术在固体废物污染控制中的应用需要大量的努力和财政资源，“法律责任”非常重要，必须明确，只有建立和改进明确的法律责任划分制度，企业才能为固体废物污染治理提供“法律基础”，执法人员才能“严格执法”。主要责任不明确会出现责任人相互推卸责任的问题，微波技术在固体废物污染领域应用非常广泛，固体废物处理组织必须具有专业资格和集中处理能力，如果专业企业在事故造成二次污染的处理过程中有污染史，产生原始废物的单位必须承担责任，避免出现不公正等问题，以便我们更好地控制污染，提供法律框架和管理体制保障，以管理这一进程中出现的紧急情况，确保健康发展和改进机制相互关联。

### 3. 加大执法力度

固体废物污染严重、规模大且管理复杂，因此一些地方环境执法机构与这些污染企业勾结，执法不力，掩盖污染环境违法行为，减轻甚至取消处罚。事实证明，这种模式并不能解决中国的环境污染问题。废物污染控制和源头管理效率低；如果缺乏专业的管理和有效的监督，那么微波技术和其他有效的技术是无用的，事件立法并不困难，但实施法律是困难的，只有严格遵守环境法律法规才能确保相关法律法规的实施，确保科学技术在环境管理中的有效应用，才能提高管理效率。有关部门的执法人员必需严格执法，对污染企业进行定期调查，对固体废物处理企业进行调查，并对调查后发现的非法活动严格执行处罚程序<sup>[6]</sup>。

## 五、结语

今天，微波技术的水平还不高，在实践中也存在许多操作障碍。因此，在研究微波技术在各个领域的应用时，也要注意微波技术机制的基础研究。如微波控电磁场的分布、微波材料的相互作用、微波材料温度的升高等，以及微波的热

效应和非热效应对化学反应的影响程度,而现代微波技术对受重金属污染的土壤、沉积物中的有机污染物的恢复,可以有效控制固体废物的污染,如烧结废物焚烧中的挥发性物质,微波技术可以有效节省资源和处理时间,产生比传统方法更好的效果,微波技术在典型固体废物处理和回收中的应用具有良好的应用前景,带来经济效益,微波技术具有巨大的潜力。如果我们能够克服上述体制建立、立法和执法挑战,继续发展和推广微波技术,它将成为一项具有巨大的发展前景的新技术。

#### 参考文献:

- [1]李苓瑜.微波技术在典型固体废物污染治理中的应用分析[J].低碳世界,2021,11(04):77-78.
- [2]白艳红.微波技术在典型固体废物污染治理中的应用分析[J].低碳世界,2021,11(02):20-21.
- [3]姜和,周川.微波技术在典型固体废物污染治理中的研究与应用[J].环境与发展,2018,30(12):96-97.
- [4]聂艾琳.微波技术在典型固体废物污染治理中的应用[J].煤炭与化工,2017,40(02):5-9.
- [5]刘汉桥,孙磊,魏国侠,许翠,臧丹丹,杨伟.微波技术在典型固体废物污染治理中的应用[J].环境科学与技术,2017,40(01):101-106.
- [6]陈芳艳,付薛红,唐玉斌.微波技术在固体废弃物处理中的应用[J].工业安全与环保,2006(07):38-40.