

# 小型化生活垃圾处理技术分析及展望

吴太军

重庆市武隆区三峰新能源发电有限公司

**摘要：**随着我国城镇化进程的加快和人民生活水平的提高，生活垃圾的处理问题日益突出，当前重点已由大城市转向中小城市及农村地区。传统的垃圾处理方式存在诸多问题，如对环境的污染、资源的浪费以及土地的占用等。因此，研究和开发小型化生活垃圾处理技术已经成为当前和未来的趋势。小型化生活垃圾处理技术的研究和应用对于解决中小城市及农村地区垃圾问题、优化资源利用、提高环境保护水平具有重要意义。本文就针对小型化生活垃圾处理技术及未来发展进行探讨与分析。

**关键词：**小型化生活垃圾处理技术；趋势；展望；可持续发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.21.114

随着全球人口的不断增加和城市化进程的加速，生活垃圾处理成为当今社会面临的一个重要问题。传统的大型垃圾处理设施面临空间有限、运营维护成本高等问题，因此小型化生活垃圾处理技术的研究和应用具有重要意义，它不仅本身具有更高的灵活性和适应性，同时在解决中小城市特别是欠发达地区及广大农村地区垃圾处理问题，提升环境保护水平等方面也具有重要作用。

## 一、生活垃圾处理问题现状

目前，随着城市化进程的加快，生活垃圾处理问题已成为一个严重的环境和社会问题。生活垃圾的快速增加给城乡环境卫生和资源利用带来了很大的挑战。首先，生活垃圾的数量不断增加。随着人们生活水平的提高和消费习惯的改变，垃圾产生量逐年增加。其次，垃圾的处理方式存在问题，垃圾处理的技术水平有待提高。传统的垃圾处理方式主要是填埋和焚烧，但这些方式存在一些不足之处。垃圾填埋会占用大量的土地资源，并且产生大量的有害气体和渗滤液，对环境造成污染。而垃圾焚烧虽然可以减少垃圾体积，但其投入高、运行成本高，且产生的飞灰等废物处置成本高。当前，随着城市生活垃圾无害化处理能力急剧提高，城市生活垃圾处理设施日趋饱和，县域、村镇生活垃圾治理逐步提上了日程。但国内外的小型化生活垃圾处理技术仍处于不完善的阶段，存在设备小型化程度不高、能耗较大、技术成本高等问题。同时，对于生物处理技术的应用还相对较少，需要进一步研究和开发。总而言之，我国幅员辽阔，各地经济发展水平不平衡，生活垃圾处理小型化问题在当今社会已经变得日益突出，解决这个问题需要制定科学合理的策略和措施，以提高处理效率、

减少对环境的污染、实现垃圾资源化利用。

## 二、小型化生活垃圾处理技术及其原理分析

### （一）垃圾焚烧技术

垃圾焚烧技术是一种利用高温将垃圾氧化分解的处理方法。它通过在高温条件下将垃圾燃烧，将有机物转化为水、二氧化碳和其他无害物质，同时将无机物转化为灰渣或矿渣。垃圾焚烧技术可以有效地减少垃圾的体积，减少对土地资源的占用，并减少垃圾填埋所产生的污染。它包含如下几个方面的核心原理：①预处理：垃圾经过分类收集、压缩转运和储存发酵滤水，以提高燃烧效率。②燃烧过程：垃圾燃烧通常在自动化的焚烧炉中进行。垃圾在高温条件下与氧气发生氧化反应，产生热能和废气。燃烧过程的关键是保持适当的燃烧温度和氧气供应，以确保垃圾能够完全燃烧并避免产生有害物质。③热能回收：在垃圾焚烧过程中，产生的热能可以通过热交换器捕获和回收。这些热能可以用于发电、供热或用于其他工业过程，提高能源利用效率。④气体处理：焚烧过程中产生的废气经过处理以去除其中的有害物质。常见的废气处理方法包括干法及半干法脱酸、布袋除尘等。

垃圾焚烧技术的优点包括：焚烧过程可以将垃圾体积减小80%左右，减少对土地资源的占用；焚烧过程产生的热能可以用于发电和供热，提高能源利用效率；焚烧可以将垃圾中的有机物和无机物转化为无害物质，减少对环境的污染；垃圾焚烧设备可以根据需要进行调整和控制，以适应不同类型和成分复杂的垃圾。

然而，垃圾焚烧技术也存在一些局限性，主要表现为：垃圾焚烧对设备要求高，项目投资高，运行成本高，技术复杂，对人才需求高，需要采取高效精细化管理，产生的飞灰等废物安全处置成本高，尚需进一步推进资源化进程。

### （二）垃圾填埋技术

垃圾填埋技术是目前世界上应用最广泛的垃圾处理技术之一。它通过将生活垃圾埋入地下，使其自然降解，从而实现垃圾的处理和无害化。垃圾填埋技术的原理主要包括垃圾的处理和填埋过程。首先，垃圾的处理过程主要包括预处理和压实。在预处理阶段，垃圾会被分为可降解和不可降解两类。可降解垃圾包括食物残渣、纸张等有机质，而不可降解垃圾则包括塑料、玻璃等无机物。同时，垃圾会被压缩，以减少占地面积。其次，垃圾填埋过程主要包括填埋和覆盖。填埋过程中，垃圾会被装入特制的垃圾车或垃圾箱中，并通过机械设

备或人工手段将其倾倒入预先挖好的填埋坑中。填埋坑会按照设计要求进行排水、防渗和增强处理，以防止垃圾滋生有害物质和污染地下水。填埋完毕后，需要对垃圾进行覆盖，以减少气味和传染病传播，并防止垃圾被风雨侵蚀。

垃圾填埋技术的优点主要在于其成本较低、操作简便和处理效果稳定可靠。相比其他生活垃圾处理技术，垃圾填埋技术所需的设备和设施都相对简单，投资成本较低。此外，垃圾填埋技术能够有效地减少垃圾的体积，降低对土地的占用。同时，垃圾填埋过程中，垃圾会在地下进行分解，产生的有机质可以通过发酵产生甲烷等可再生能源，具有一定的经济价值。

但垃圾填埋技术也有明显的缺点：填埋过程中产生的渗滤液和沼气会对环境造成污染和危害。渗滤液中含有大量有害物质，如果未经过处理直接排放，会对地下水和地表水造成污染。沼气则主要是由甲烷组成，如果未经过收集和利用，不仅会增加温室气体排放，还会对空气质量和气候变化造成影响。此外，垃圾填埋技术也会导致土地的浪费和破坏，特别是在城市化进程中，土地资源已经显得尤为宝贵。

### （三）生物处理技术

生物处理技术是一种以微生物为核心的垃圾处理方法，通过利用微生物的代谢活动，将有机垃圾分解为无害的物质。生物处理技术在小型化生活垃圾处理中具有重要的意义。生物处理技术的原理主要包括厌氧消化和好氧堆肥两种。厌氧消化是一种在无氧环境中进行的生物降解过程，主要利用厌氧微生物将有机垃圾分解为甲烷和二氧化碳等产物。好氧堆肥是一种在氧气充足的环境中进行的生物降解过程，通过好氧微生物的代谢活动，将有机垃圾分解为水、二氧化碳和有机肥料等。

生物处理技术的优点主要体现在以下几个方面：生物处理技术能够将有机垃圾高效地分解为无害的物质，减少了垃圾对环境的污染和对土壤的负面影响；在厌氧消化过程中，产生的甲烷可以被捕获并用作能源，可以替代传统的化石燃料，减少能源消耗和温室气体排放；好氧堆肥过程中，有机垃圾可以转化为有机肥料，提高土壤的肥力和农作物的生长效率，实现垃圾资源的循环利用。

生物处理技术的不足表现为：生物处理技术的处理能力相对较低，处理量较小，对垃圾分选要求高，仅适合处理有机垃圾，不适合大规模的尤其是未经分选的混合垃圾处理；生物处理技术需要一定的时间才能完成垃圾的降解过程，无法快速处理大量的垃圾；生物处理技术需要控制好处理过程中的温度、湿度、氧气含量等条件，对操作和管理要求较高。

### 三、小型化生活垃圾处理技术的优点与局限性

#### （一）小型化生活垃圾处理技术的优点

①小型化生活垃圾处理技术能够实现垃圾资源化利用。如通过采用生物处理技术，将有机废弃物转化为有机肥料，可以充分利用有机垃圾中的养分和能量。这种方式不仅可以减少资源浪费，还可以提高土壤的肥力和生物多样性。

②小型化生活垃圾处理技术能够减少垃圾对环境的污染。相比传统的垃圾焚烧和垃圾填埋方式，小型化处理技术能够有效减少或完全避免产生有害气体和废水的排放。例如，生物处理技术通过微生物的作用将有机物分解，不会产生有害气体，同时也不会造成土壤和地下水的污染。

③小型化生活垃圾处理技术可以降低垃圾处理的成本。传统的垃圾处理方式需要大规模的投资建设垃圾焚烧厂和垃圾填埋场，而小型化处理技术可以在小规模的场地上进行，减少了土地的占用和建设成本。此外，小型化处理技术还可以利用垃圾中的能量，通过发电或热能利用，进一步降低垃圾处理的成本。

④小型化生活垃圾处理技术具有较高的灵活性和适应性。由于小型化处理技术的规模较小，可以根据不同地区的垃圾产生量和垃圾组成进行灵活调整。此外，小型化处理技术还可以与其他环境保护措施结合，如垃圾分类和资源回收，形成更加综合的垃圾处理系统。

#### （二）小型化生活垃圾处理技术的局限性

①技术成本较高：小型化处理设备的研发和建设需要较大的投资，包括设备购置费用、施工费用、运营费用等。这对于一些地区资源有限或经济条件不足的地方来说是一个挑战。此外，技术设备的维护和管理也需要一定的成本。

②垃圾分类难度大：小型化生活垃圾处理技术通常需要对垃圾进行分类处理，将可回收垃圾、有害垃圾和其他垃圾分开处理。然而，垃圾分类需要社会各方面的积极参与和宣传教育，而目前在一些地区，垃圾分类意识和能力的普及还相对较低，这给小型化处理技术的应用带来了一定的困难。

③废气和废水处理问题：小型化生活垃圾处理技术在处理过程中会产生废气和废水。这些废气和废水中可能含有有害物质，需要进行专门的处理。然而，一些小型化处理设备的废气和废水处理能力有限，难以满足环境保护的要求。

④运营管理难度大：小型化生活垃圾处理技术需要专业的运营管理团队来操作和维护设备，确保正常运行。然而，由于技术的复杂性和专业性，一些地区可能缺乏相关的人才和经验。同时，设备运行中出现故障时，修复时间较长，可能影响垃圾处理工作。

### 四、小型垃圾焚烧炉排炉技术

#### （一）发展历程

小型垃圾焚烧炉排炉技术的发展起步较晚。随着国

内城市化进程快速发展，垃圾问题日益凸显，传统的填埋方式已经不能满足垃圾处理的需求。因此，小型垃圾焚烧炉排炉技术应运而生。起初，垃圾焚烧技术主要以大型垃圾焚烧炉为主，这种焚烧炉一般处理大城市的垃圾，具有较高的处理能力和效率。然而，由于大型垃圾焚烧炉的建设和运营成本较高，对于小城市和农村地区来说并不适用。随着技术的进步，小型垃圾焚烧炉排炉技术开始受到关注。这种技术采用小型化的垃圾焚烧炉，以适应小城市和农村地区的垃圾处理需求。小型垃圾焚烧炉排炉技术的发展历程可以分为以下几个阶段：

**技术研究阶段：**在这个阶段，研究人员致力于解决小型垃圾焚烧炉排炉技术中的难题，如燃烧效率低、污染物排放高等问题。通过改进炉体结构、优化燃烧过程等方式，逐渐提高了小型垃圾焚烧炉的燃烧效率和环境友好性。

**工程应用阶段：**随着小型垃圾焚烧炉排炉技术的不断完善，许多地方开始采用该技术进行垃圾处理。这些地方包括小城市、乡镇以及一些偏远地区。小型垃圾焚烧炉在这些地方起到了重要作用，能够有效处理垃圾，减少环境污染。

**科技创新阶段：**随着科技的不断进步，人们对小型垃圾焚烧炉的要求也在不断提高。比如，要求炉体结构更加紧凑，占地面积更小；要求燃烧过程更加稳定，燃烧效率更高；要求排放标准更加严格，污染物排放更少。因此，研究人员正在努力改进小型垃圾焚烧炉排炉技术，以满足不断增长的需求。

### （二）应用推广

首先，小型垃圾焚烧炉排炉技术在技术方面具有显著的优势。小型垃圾焚烧炉排炉技术规模小、占地小，减量化无害化优势明显，通过优化燃烧系统和增加烟气净化设备等手段，可实现烟气排放浓度低、温度稳定等优点。同时，小型垃圾焚烧炉排炉技术还采用了先进的控制系统和自动化技术，使得操作更加简便、稳定性更高，减少了人为误操作的可能性。

其次，小型垃圾焚烧炉排炉技术在经济方面也具有可观的优势。由于小型垃圾焚烧炉排炉技术采用了先进的燃烧方式和烟气净化设备，使得能源利用效率得到了显著提高。与传统的垃圾焚烧炉相比，小型垃圾焚烧炉排炉技术在同样的处理能力下，能够节约大量的燃料和能源消耗。同时，小型垃圾焚烧炉排炉技术还可以通过回收燃料和产生的热能，实现能源的循环利用，进一步降低了处理成本。

最后，小型垃圾焚烧炉排炉技术在环境方面也具有重要的意义。小型垃圾焚烧炉排炉技术通过烟气净化设备的应用，能够有效地降低烟气污染物的排放浓度，达到环境保护的要求。同时，小型垃圾焚烧炉排炉技术还

可以通过回收产生的热能，实现能源的有效利用和减少温室气体的排放，从而减少对环境的负面影响。

### （三）展望与挑战

小型垃圾焚烧炉排炉技术在环境保护领域具有重要的应用前景，但也面临着一些挑战。首先，技术的成熟度和稳定性仍然需要提高。当前的小型垃圾焚烧炉排炉技术在处理垃圾时，还存在着规模小、能耗较高、处理效果不稳定、无法保障连续性问题，这对于技术的推广和应用造成了一定的障碍；其次，小型垃圾焚烧炉排炉技术在环境友好性方面仍然有待提高。虽然小型垃圾焚烧炉排炉技术相对于传统的焚烧炉技术来说已经具备了更好的环保性能，但是在降低污染物排放、减少二氧化碳排放等方面还存在一定的挑战。因此，需要进行技术改进和创新，提高小型垃圾焚烧炉排炉技术的环境友好性；另外，小型垃圾焚烧炉排炉技术在资源利用方面的挑战也不容忽视。随着资源的紧缺和环境的压力增加，如何更好地实现垃圾焚烧炉排炉过程中的资源化利用成了一个亟待解决的问题。需要进一步研究和开发新的技术手段，提高废弃物的资源化回收利用率，如探索结合市政供暖、农林废弃物利用等配套建设，可大大提高资源化利用率；此外，小型垃圾焚烧炉排炉技术在运营管理方面也存在一些挑战。由于垃圾焚烧炉是一个复杂的系统，需要对炉排运行状态进行实时监测和管理。因此，如何针对性建立健全小型化垃圾处理设施的监测与管理体系，确保小型垃圾焚烧炉排炉技术的运行安全和效率是一个亟待解决的问题。

## 五、结束语

小型化生活垃圾处理技术的研究和应用对于解决中小城市及农村地区垃圾问题、优化资源利用、提高环境保护水平具有重要意义，在大型生活垃圾处理设施无法覆盖的区域，小型化生活垃圾处理技术的灵活应用将作为垃圾全量处理的有效补充。通过推进小型化生活垃圾处理技术的发展，可以实现垃圾处理的资源化、无害化和减量化，为可持续发展提供重要支持。同时，小型化生活垃圾处理技术具有巨大的发展潜力，未来将更加多元化、智能化与可持续，通过不断深入研究，一方面可以更好地解决生活垃圾处理问题，保护环境，实现资源的利用和能源的再生利用，推动可持续发展；另一方面也可以更好地解决生活垃圾处理问题，保护环境，实现资源的利用和能源的再生利用，推动可持续发展。

### 参考文献

- [1] 刘洋，张涛，高静. 生物处理技术在垃圾处理中的应用[D]. 沈阳建筑工程学院，2015.
- [2] 陈红. 垃圾焚烧技术的现状及发展趋势[J]. 环境保护科学，2009，35（2）：87-90.