浅析垃圾焚烧发电的技术特点、问题及对策

文章主要针对[垃圾焚烧发电](http://huanbao.bjx.com.cn/hot/hot_12180.shtml)的技术特点、问题及对策进行分析，结合当下垃圾焚烧发电的技术发展现状，从[垃圾焚烧发电技术](http://huanbao.bjx.com.cn/hot/hot_1837.shtml)特点、垃圾焚烧发电技术存在问题方面进行深入思考与分析，提出了改进建议，更好的推动垃圾焚烧发电技术的发展与进步。

随着社会经济的快速发展和人们生活质量的不断提升，各种[生活垃圾](http://huanbao.bjx.com.cn/hot/hot_15409.shtml)数量与种类也快速增加，若对垃圾缺乏科学性与合理性的处理，会对自然环境造成较为严重的影响与破坏，威胁到人们的健康发展，使得人们生活质量的提升受到阻碍，造成巨大的经济损失和严重的社会问题。

目前生活垃圾的处理方式主要有卫生填埋、堆肥、焚烧、热解和综合利用（如生产有机肥料、建筑材料、供热和发电等）。垃圾焚烧发电技术作为目前对生活垃圾减量化、无害化处理最有效的方式且还能利用焚烧产生的热能，实现垃圾资源化的目的，受到了人们的广泛关注，并逐渐得到了较为广泛的应用与推广。但垃圾焚烧过程中产生的二噁英等有机污染物、酸性气体、飞灰、重金属等有毒有害物质会产生二次污染。如何有效防治垃圾焚烧发电技术产生的二次污染问题，最大限度地减轻对环境的影响显得尤为重要。



图1 层燃炉垃圾焚烧处理流程图

**2 垃圾焚烧发电技术特点**

**2.1 层燃炉技术**

层燃炉技术的主要特点是不需对入炉垃圾进行分拣、筛选、破碎等预处理，利用活动炉排的机械运动就可实现对垃圾的搅动和混合，确保垃圾能与空气充分接触而受热和混合均匀，及时避免因垃圾入炉后遭遇强热而发生表面固化，影响垃圾内部的传热与气体流动，导致垃圾燃烧时间延长和不完全燃烧的情况出现[1]。通过在炉排上进行垃圾干燥、着火、燃烧、燃烬等过程控制，有着较高的处理效率，其中垃圾层分布较为均匀，燃烧较稳定和完全，飞灰量较少，减少了污染物的排放和对环境的污染影响。该技术技术成熟、可靠，是目前使用最为广泛的垃圾焚烧炉技术，如图1。但其也存在对炉排材质、加工精度和控制要求较高，炉温不易控制，难以在炉内脱除有害物质，整体投资成本较高，经济性较差，后期维护检修工作量大等缺点。

**2.2 回转炉技术**

通常情况下，回转炉技术包括废弃物存储、进料、炉体、余热回收、二次污染控制等部分。炉身为微倾斜的、低速转动的圆筒，垃圾由高处进入，在圆筒中翻转与燃烧，垃圾燃烧完后的残渣通过圆筒下端排出[2]。回转炉主要有两种结构，即水冷壁式与耐火砖衬式。其中，水冷壁式是由水冷壁管逐渐向转筒附近排列，利用对燃烧之后产生的热量吸收，达到降低筒体内温度的目的。通常在筒体下端设置相应的风室，空气从底部穿过有孔钢板中进入炉内，并通过圆筒旋转与燃烧物均匀的混合，使垃圾完全燃烧；另外，耐火砖衬式滚筒内壁可对热量进行存储，在燃烧过程中温度相对较高，但在筒体一端进入空气时，筒体中心区域会形成空气过剩现象，不能确保筒体内部具有较为充足的空气支持燃烧，且其由于筒体尺寸、重量、惯性相对较大，转速相对较小，筒体内的垃圾搅拌与翻转不充分，无法与中心空气均匀混合，造成大量垃圾未燃烧完全，其垃圾燃烧速度与效果与水冷壁式相比也存在一定的差异。

回转炉技术的特点是燃料适应性广，可焚烧不同性质的废弃物，可长时间连续运行。但其对焚烧低热值、高水分的垃圾有一定的难度，且垃圾处理量较小，热效率较低，辅助燃料消耗量大，排出气体温度低，占地面积大，多应用于焚烧医疗垃圾或危险废弃物。

**2.3 流化床技术**

流化床技术因垃圾在高速气流的驱动下在炉膛内悬浮沸腾，与空气接触充分，燃烧效果较好，负荷调节范围较广，燃烧过程较为稳定。燃料适应性强，燃烧彻底，能有效减少垃圾容量和控制污染物的排放。但因其对垃圾的分拣、筛选和破损等预处理要求较严格，且燃烧过程中需掺烧一定比例的燃煤，造成烟气中粉尘和飞灰量较高，导致后续除尘器负担加重，处理费用增加等原因，限制了限制了该技术在工业废弃物和城市垃圾焚烧领域的发展。

**2.4 热解气化技术**

垃圾热解气化技术的基本原理是在无氧或缺氧条件下，在热解气化装置中对垃圾加热蒸馏使其有机物裂解，转化为固体焦炭、可燃油和可燃气体，可燃油和可燃气体可用于余热锅炉燃烧进行热量回收利用。一般包括加热干燥、热解气化、残炭燃烧、可燃气燃烧等过程。

该技术是近10年研制出来的新型垃圾焚烧处理技术，具有设备结构简单、安全、效率高、投资低，能有效控制垃圾处理过程中的二次污染，对环境更安全等特点，具有广阔的发展前景。但也由于其设备处理能力较小，无助燃物时燃烧不稳定，热量回收率低及不能适应高水分、低热值垃圾的处置，因此垃圾热解气化焚烧炉技术在我国广泛应用还较困难。

**3 垃圾焚烧发电技术主要问题及防治措施**

垃圾焚烧虽能有效的实现垃圾“减量化、无害化、资源化”的处理，但因其成分复杂，垃圾在焚烧过程中会产生许多有毒有害的气体和物质，如酸性气体（SOx、NOx、HCl等）、重金属（铜、铅、锌、汞、镍、钼、镉等）、飞灰及有机氯（二噁英、呋喃等）、渗漏液等污染物，对环境造成二次污染。其中，二噁英具有强致癌性，引起社会广泛关注。因此，如何有效对这些污染物进行无害化处理，以免对环境造成二次污染，是垃圾焚烧技术发展需引起重视的一个问题。

**3.1 垃圾渗滤液的处理**

垃圾渗滤液是放置于垃圾储存池内的垃圾腐烂发酵后产生的一种成分复杂、高浓度的有机废水，处理难度较大。目前主要的处理方式有膜生物反应器、电解、催化湿式氧化、人工湿地处理[3]等方法，其中采用厌氧反应池预处理+膜生物反应器（MBR）生化处理+纳滤处理组合工艺技术虽然能够较为有效的实现垃圾渗滤液处理后达标排放，但处理费用太高，经济性较差。因此寻找经济高效的垃圾渗滤液处理方式将成为解决垃圾焚烧渗滤液二次污染问题的发展方向[4]。

**3.2 二噁英的处理**

垃圾焚烧过程中二噁英的形成主要分为三个方面：一是垃圾自身含有微量的二噁英类物质；二是垃圾中含有的大量有机氯化物在燃烧过程中产生；三是燃烧后尾气中形成[3]。

根据二噁英在垃圾焚烧过程中的生产机理，可以从控制垃圾中含二噁英类物质的来源、切断二噁英的形成途径以及采取有效的二噁英净化技术三个方面进行控制二噁英的产生[5]。

首先，垃圾焚烧前预处理。氯是二噁英生成的必要物质，重金属在二噁英生成中其催化剂作用。因此，在垃圾焚烧前可将塑料、废旧轮胎等含氯有机物进行分拣，最大限度的防止对含有氯的化工品与氯塑料等进行燃烧，从源头上控制垃圾焚烧过程中二噁英类物质的生成。

其次，优化燃烧过程控制。目前燃烧过程中通常采用“3T+E”原则，即炉膛内燃烧温度在850℃以上，高温烟气在炉膛内停留时间不少于2s，增加炉膛内烟气湍流度和合适的过量空气系统（烟气中含氧量不低于6%），确保垃圾在炉膛内充分混合搅拌达到燃烧完全。

尾气处理控制。二噁英在前端高温分解后，当排烟温度冷却到300～500℃时，在催化剂作用下又将重新合成二噁英。一般采用急冷却方式，使烟气急速冷却到200℃以下，有效规避二恶英形成的温度区，扼制其再合成。

此外，还有活性炭吸附和布袋除尘器相结合的方式，均能达到有效控制二噁英及重金属等有害物质的排放。

**3.3 飞灰与灰渣的处理**

垃圾焚烧产生的炉渣，已经过高温无害化处理，再经磁选分离出大部分金属后即可用作铺路或填埋场的覆盖材料，或用于制砖等再利用。此外，烟气净化收集的飞灰含有大部分重金属、二噁英等有害物质，需经过无害化处理后进行填埋。

**4 垃圾焚烧发电技术的建议**

**4.1 优化技术与设备，降低成本。**

针对我国垃圾中含水率高、低热值、厨余垃圾含量高等特点，企业在引进先进设备与技术之前，应对垃圾焚烧技术与设备关键技术进行深入研究与分析，并根据我国垃圾的主要特征与状况，对焚烧技术流程、参数实施全面的调整与优化，积极研究新技术新工艺，提高国产生活垃圾焚烧技术水平，开发生产适合我国国情的垃圾处理技术，尤其是发展焚烧余热利用技术，提高尾气净化处理技术的水平，减少二次污染。

**4.2 完善垃圾分类回收系统**

当前我国垃圾焚烧处理能力还有着极大的发展空间，人们的环保意识也有待提升。目前大多数垃圾收集仍然为混合处理，垃圾中成分复杂、种类较多，不但造成可回收资源未得到有效利用而浪费，也使得垃圾焚烧后的污染物处理难度大、成本高，造成二次污染。因此，在垃圾分类源头进行科学的管理与规划，对垃圾实施分类规范化处理，不但可以最大限度地提升原料利用效率，真正使垃圾“资源化”，而且可有效从源头上控制二噁英氯源，从而更好地助力垃圾焚烧发电技术的运行。

首先，虽然目前我国不少大城市居民的环保意识已有很大提高，但整体的环保意识还有待提高，尤其是农村地区。因此，政府应加强垃圾分类的宣传教育力度，让人们树立良好的环保责任意识和养成利于环保的良好生活习惯，形成全社会良好的环保风气和氛围，使公众认识到环境污染的危害和资源再生的重要性，采取道德和法律双管齐下的方式，推动垃圾分类回收。

其次，政府应完善分类体系，统一标准，建立完善的废旧物回收利用制度。建设垃圾分类收集运输装置和垃圾分类后续处理产业链，如垃圾分选中心、大件垃圾处理设施、绿化垃圾堆肥设施等，做到回收利用相结合。

垃圾分类回收应制定相应的产业政策，采取市场化运作的方式[6]。

**4.3 强化政府支持程度**

在我国垃圾焚烧发电行业经济链条中，相关规章制度也有待完善与创新，对于垃圾处理费用也需要促进其规范性的提升。其中在各种因素影响下，我国较多数垃圾焚烧企业仍以政府相关政策补贴以及通过提升发电价格等方法确保着发电站的实际运行与生产。政府应加强对垃圾焚烧发电企业的监督及支持，督促企业在对先进的垃圾焚烧发电技术吸收的同时，也可利用资金众筹等模式对所有垃圾发电企业进行各种资助，并制定相应的支持性政策与补贴政策，确保垃圾焚烧发电技术含金量快速发展与提升

**4.4 垃圾焚烧发电全过程透明化。**

目前，因垃圾焚烧发电建设及运行过程的不透明，公众对垃圾焚烧发电技术的不了解，常常对垃圾焚烧发电项目存在误解，本身可通过技术手段实现达标排放的污染问题被放大，导致社会舆论对垃圾焚烧发电的负面评价。因此，为消除公众的误解，政府和企业应加强从垃圾焚烧发电厂建立前期的项目环评、项目选址、项目介绍以及建成运行期间污染物排放公示等过程的公开透明，甚至可定期邀请公众到厂内参观，确保整个过程中在公众知情的情况下运行。

**5 结语**

综上所述，随着人们环境保护意识的逐渐提升，使得垃圾焚烧发电技术受到了人们的广泛关注与重视。其中在各种因素影响作用下，垃圾焚烧发电技术仍存在着相应的问题与不足，因此需要结合实际需求，通过强化政府支持程度、优化技术与设备，降低成本以及二次污染控制方法等措施，实现垃圾焚烧发电技术快速发展与完善，进而促进可持续发展相关需求。

参考文献：

[1]吴学峰.浅析城市垃圾焚烧发电技术与应用[J].中国战略新兴产业,2018(08).

[2]谷静,于卫东.垃圾焚烧发电的技术特点及问题分析[J].建材与装饰,2016(27).

[3]刘亭亭,季鸣童.垃圾焚烧发电的技术特点与问题分析[J].资源开发与市场,2011(02).

[4]张徵晟，生活垃圾焚烧厂渗滤液处理工业的研究[D]，上海：同济大学，2006:1-22.

[5]周泽宁，刘书敏，蔡德耀，等，垃圾焚烧二噁英脱除方法及机理[J]，能源与环境.2009（1）：80-82.

[6]刘沐生，刘学英，吕爱清，等，浅析城市生活垃圾分类回收[J]，再生资源与循环经济。2009.2（1）：37-40.