

探究垃圾焚烧及热能利用技术

陈万有

广东港竣建筑工程有限公司 广东 510000

摘要: 随着中国城市经济的高速发展以及民众生活水平的日益改善,中国城市垃圾处理数量也越来越多,而城市废弃物的处置,已成为了直接影响中国城市经济社会建设、民众生活质量的关键因素。按照建设部的城市建设情况年报,2015年中国城市生活垃圾清运总量已达到了2亿吨,并且每年都以10%左右的速率递增。而这些废弃物不但侵占了农田、损害景观,同时还传染了慢性病,严重危及到了人民的身体健康,同时对城市大气环境以及周边水体的影响也十分巨大。所以,对城市废弃物实施无害化、减量化和资源化处置,已成为城市基础设施建设中的重点任务之一。

关键词: 垃圾焚烧;热能;废弃物;技术

Explore the utilization technology of waste incineration and heat energy

Chen Wanyou

Guangdong Gangjun Construction Engineering Co., Ltd. Guangdong Province 510000

Abstract: With the rapid development of China's urban economy and the increasing improvement of people's living standards, the amount of urban garbage disposal in China is also increasing. The disposal of urban waste has become a key factor directly affecting China's urban economic and social construction and people's quality of life. According to the annual report of the Ministry of Construction on urban construction, the total amount of municipal solid waste removed and transported in China in 2015 has reached 200 million tons, and it has increased at a rate of about 10% every year. These wastes not only encroach on farmland and damage the landscape, but also infect chronic diseases, seriously endangering people's health. And the impact on the urban atmospheric environment and surrounding water bodies is also huge. Therefore, the implementation of harmlessness, reduction, and resource disposal of urban waste has become one of the key tasks in urban infrastructure construction.

Keywords: waste incineration; thermal energy; waste; technology

目前,世界各地对城市废弃物的处置方法,大致有填埋、堆肥和垃圾焚烧三类。利用现代科技手段,既能实现减容、减量、降低废弃物运输和无害化的目的,又可合理使用垃圾焚烧所形成的能源供热或发电等处理废弃物的方式,是国家现阶段的主要发展策略。虽然当前在国内城市废弃物燃烧的比重还很小,但废弃物燃烧、能源利用的方式仍是我国城市垃圾处理的一项重点方面。曾有一段时间,由于担忧在废弃物燃烧过后的烟雾中存在一种致癌物质,人类纷纷质疑利用废弃物燃烧的路径是不是合理。对此,全世界科学家都在积极地投身到这方面的科学研究,并通过科技人员的共同努力,已掌握了如何抑制、降低利用废弃物在燃烧之时形成可行有效的方法。而这种通过利用废弃物燃烧可以达到化废为宝的方式,也再次获得了大家的肯定和支持。有些国家甚

至已经立法规定所有废弃物都应当焚毁,并且不准再进行填埋。

一、目前垃圾处理的现状

(一) 世界各国垃圾的处理方式

当今世界上各国的垃圾处理方法,大致有填埋、燃烧和堆肥三类。垃圾燃烧处理一般是把废弃物在850-1000摄氏度的焚烧炉中进行焚烧,废弃物中的有害物和空气中的氧气进行激烈的化学反应释放出大量热量,并转变为高热的生物燃料及其数量极少且化学性质稳定的固态残渣。高温燃气则可以热能回收再使用以供暖或发电,将烟尘净化后排放,而少量残渣则可以进行回填或作其他用途(如制成建筑材料等)。利用废弃物燃烧生产工艺技术既能实现减容、减量、降低废弃物运输和安全无害化的目的,又可合理使用垃圾燃烧产生的热量,所

以利用焚烧法处置日常生活废弃物也是一个主要方式。世界不少工业生产国家都早已用实际求证了这一点儿,近年来,欧美、日等工业生产国家也纷纷建立了一批不同种类、不同规格的高标准生活垃圾燃烧处理厂。美国在生活垃圾处理上,废弃物燃烧所占的比重已达百分之四十,而日本、卢森堡、瑞士、丹麦等地在土地资源相对较少的工业生产国家,废弃物燃烧比例则高达百分之七十五—百分之九十,花园式国家新加坡的日常生活垃圾燃烧比例更是达到了百分之一百。目前日常生活垃圾焚烧技术在中国正处在高速发展期,据统计国内共建立了生活垃圾焚毁处理厂一百多座,其中已完成五十六座,在建四十多座。百分之七十二的社会生活焚烧厂聚集在中国东部区域,广东省、杭州和江苏位列全国前三名,三地总共约占国内总量的百分之四十五。其中,百分之八十以上的生活垃圾焚毁处理厂均在最近五年间完成的^[1]。

(二) 采取垃圾焚烧的利与弊控制

废弃物焚毁有着简便、迅速除去废弃物,以及降低废物遗留物、还可作为热能发电等好处。但是,在过去一段时间,由于担忧废弃物焚毁过后的烟雾中存在一种致癌化学物质二恶英,人类已开始质疑废弃物焚毁的路径是不是合理。对此,各方都积极性地进行了科学研究。目前发达国家和世界各地,早已拥有了怎样限制、降低废弃物焚毁时的行之有效性的方法。浙江省某环境工程公司,利用国家科技攻关成果研制成功了一个国内外世界领先技术水平的半干式中和反应塔+布袋除尘器的烟尘处理体系,经国家环保分析与检测管理中心的检验,在该烟尘净化系统中,225t/日炉型废物焚烧炉所排出的烟尘二恶英类的消除率均在百分之九十五上面。毒性当量释放低于 $0.5\text{mgTEQ}/\text{m}^3$,低于国家环保标准限制的要求。

二、垃圾焚烧热能利用效率低下的原因分析

(一) 垃圾焚烧锅炉的热效率低

早期引入的垃圾焚烧技术设备,主要是满足对低热值生活废弃物可以燃烧、减容和无害化处理。但由于垃圾焚烧烟尘中大部分由含氧的成分构成腐蚀性气体,对余热燃烧锅炉受热表面形成了高热腐蚀和高温侵蚀,余热锅炉设计时难以选择较高蒸汽参数。为防止低温侵蚀,垃圾锅炉排烟温度也不可过低,但通常在温度控制下在二百摄氏度之上。因此,垃圾锅炉热效率也受相应影响。

(二) 锅炉排污带走一部分热能

垃圾焚烧锅炉在燃烧时,因为垃圾中存在大量液体或者其他的不可燃组分,导致在焚烧时必然会产生一些烟雾、粉尘。为确保锅炉的使用安全,必须及时地将上述烟雾、粉尘全部除去。但许多垃圾焚烧企业所使用的锅炉设施,由于缺乏专业的烟气处理装置,部分热能会随着烟雾、灰尘等气体进入空气中。不但会导致环境污

染,甚至产生雾霾、酸雨等危险,同时在无形中也导致了大量热量的耗费。尤其是在部分较老旧的锅炉设施中,这一问题尤为突出,这也是热量使用率不足的主要原因^[2]。

(三) 垃圾焚烧条件不理想

垃圾焚烧不完全,会生成大量的黑烟和刺激性气体,释放在空气中对环境和人类身体健康都会形成危险,这和垃圾处理的主要目的相悖离。许多垃圾焚烧企业在实施垃圾焚烧管理时,并未关注垃圾焚烧条件是否完善、理想,而是直接把废弃物倾倒入垃圾或焚烧在锅炉里,不但垃圾焚烧效率并不理想,而且能量效率也不高。同时造成垃圾焚烧条件不理想的因素还有许多,比如废弃物含水率过高,不可燃的废弃物比重过高,都会对后期垃圾焚烧管理成效产生负面影响。

三、垃圾焚烧技术

(一) 垃圾成分及焚烧条件

废弃物主要包括了可燃物质和不可燃物质的二个部分,其中易燃部分主要包括了废旧纸、破布、竹木、皮革、塑料制品,还有动植物残留物等。其不易燃部分主要是各种废旧的金属砂、玻璃、陶瓷碎屑等。在可燃部分中,其化学性质主要有碳、硫、氧、硫、挥发性氯、燃料性硫等主要元素。这些元素在爆炸过程中和空气中的氧气反应,得到了各种氧化剂以及部分元素的氢化物。由于城市消费水平相对较低,废弃物的不可燃成分也较高,且水份浓度高、灰份浓度高,故垃圾热值远远不及发达国家,而且其成分会因地区、季节、城市消费水平和年代的差异而改变。所以,要用焚烧技术处置废物和采用何种燃烧炉,关键是根据废弃物的三个成分(水份、灰份、可燃份)和低位热值。工业生产废物通常低点加热值较高,所以如果垃圾焚烧炉工程设计科学合理,点燃效率也是相当好的。但通常城市生活垃圾普遍低点加热值都在 $3350\text{--}8374\text{kJ}/\text{kg}$ 区域内,要求对垃圾焚烧装置具有很大的适应性,并随着废弃物成分的波动对点燃流程作出实时有效的调节,以确保日常生活废物有效引燃和稳定点燃^[3]。

(二) 垃圾焚烧技术

国内的垃圾工艺技术一般有三大类:螺旋燃烧工艺技术(也称旋转窑式)、流化床燃烧工艺技术,以及炉排炉层状燃烧工艺技术。中国对垃圾焚烧技术的研发与应用起步相对较晚,在国际探讨、研究并发展适应中国国情的垃圾焚烧技术的大趋势下,一类基本上是参考外国现有的焚烧炉工艺技术加以引进发展;另一类则是参考国内外已经比较成熟的高压煤锅炉发展焚烧技术而自主研发,但也都处在起步阶段。

(1) 回转焚烧技术:回转焚烧炉燃烧装置主要是一种缓慢转动的回转窑,其内部既可使用耐火砖砌体,也可使用管型水冷壁,以作为保护滚筒。它是利用倾斜圆

筒体不断、慢慢地旋转，再利用内壁耐高温抄板使垃圾从筒体底部在向筒体流动时送到筒身上方，然后靠垃圾的自身运动下落，最后由于垃圾在圆筒内滚动而和空气完全接触，从而完成了点火、爆炸和燃烬三个阶段；

(2) 流化床焚烧技术：为了确保入炉废物的充分流化，对入炉内废物的尺寸规定相当严格，需要对废物经过了大量过滤及粉碎等处理过程，使其规格、状态均一化，一般破碎到颗粒大小 ≤ 15 ，而后再转入流化床内焚烧。床层的主要材料为石英砂，布风板常常设计制作成倒锥体构造，风帽常常为L型。垃圾粒子在炉中悬浮并点燃，焚烧过程特点：与背通的流化床锅炉类似，因此流体床焚炉对垃圾粒度的需求很高，同时需要供料量均匀，对操作运行和保养的需求也高，对废物的预处理设施的投入成本也较高，但流体床焚炉对废物的热值适应性强^[4]；

(3) 炉排炉层状焚烧技术：层状焚烧技术发展得比较完善，这种焚烧炉技术由于具备了对废弃物的预处理要求不高，对废弃物热值适应范围广泛，操作和维修简单等优势，在很多发达国家中均使用了此类焚烧技术。为了使垃圾焚烧过程更平稳，层状燃烧关键的是炉排。垃圾处理在炉排上主要经过三种区域：加热与风干段、焚烧段和燃烬段。垃圾处理如果在炉排上已着火，热力不但来源于向上的辐射和周围有害烟尘的对流等现象，还来源于垃圾处理层内部结构。层燃锅炉若要达到良好的锅炉内燃工况，就需要同时符合以下三项要求，即排烟湍流量、室内空气滞留时间以及足够高的工作温度。

四、垃圾焚烧的热能利用

垃圾焚烧后形成了大量的高温烟尘，后阶段烟尘处理的除尘工艺设备的人口温度控制也有相当的局限性，而袋式除尘器的人口温度控制通常为 160°C 以下，这就有需要把锅炉排烟温度控制下降到适当的水平，而锅炉排烟冷却方式也多种多样，当中一种方式便是在尾端安装空气预热器，不仅仅是减少了锅炉排烟温度控制而更重要的是将冷风变成了具有相当高温的热风，再送入炉内以改善废物的燃烧效果，尤其是在燃烧高水分、低热值的生活废物时，提升进入废物焚烧炉助燃气温的最有效方法而已。更重要的一个措施便是通过配备余热燃烧锅炉，将燃烧炉中的高温烟尘的热能利用，并得到相应的特定压力的高温的热工水力或蒸汽，以进行供暖或发电。余热锅炉类型通常有锅炉烟道式余热锅炉和炉锅合一式余热锅炉。

(1) 排烟入口式余热锅炉。使用烟气口式余热锅炉的废物焚烧炉通常容积都较小，在烟气流入烟道式余热锅炉之前，就已经完成了整个的焚烧排烟流程，走到余热锅炉之后仅仅是进行热交换，通过减少烟尘含量从而完成了余热使用。

(2) 炉锅为一体式的余热锅炉。使用的过量空气系数较其他燃气系统要高，因此过量空气系数对垃圾焚烧状况的影响较大提高了过量空气系数，不仅能够供给过量的空气，同时也可提高炉内的湍流量，从而促进焚烧。而过高的过量空气系数则可以使炉内的空气温度下降，对燃烧系统造成副作用^[5]。

(3) 废物燃烧锅炉设备的防腐处理。因为废物成分很复杂，大多是发生在带有的氯、硫等化合物或碱金属中，还有和腐蚀性有关的多种重金属物质和低熔点温度混合物，并且废物烟尘中的水分浓度很大。所以，在废物余热燃烧锅炉工程设计时，除要充分考虑受热面传热效率情况之外，还需要充分考虑受热面防腐方面的情况，而且因为废物成分和燃烧的特性，锈蚀现象比普通燃料锅炉设备更易于形成，而且锈蚀现象也比较严重。对低工作温度饱和蒸汽垃圾焚烧余热锅炉而言，重点是避免低压腐蚀性，因为低压腐蚀性大多是在燃烧时烟气中的氧化硫(SO_x)和盐酸，在降温时(酸露点)冷凝，形成的硫酸和盐酸与传热物料进行生化反应后所形成的，工作温度通常都在 130°C 以内非常明显，所以应采用一系列可以避免和降低腐蚀性的措施，其中之一就是为防止低压腐蚀性，通常把受热的金属壁工作温度设定在 140°C 以上。

五、结语

我国垃圾焚烧技术的研发和应用起步都相对较晚，但是垃圾焚烧技术却拥有着巨大的市场前景，特别是炉排燃烧方法与循环流化床燃烧方法，其工艺技术已经逐渐趋向完善，而该两种工艺技术不但在使废弃物实现无害化、兼容化处理的同时，又做到了对资源高效处理和使用，从而实现了资源化的目的。所以，对于垃圾焚烧，有着更突出的环境效益，社会效益和经济价值。而如果在对废弃物经过预处理后，先对其经过分级筛选，将热值最高的废弃物集中处理后，将更能充分发挥垃圾的优势。

参考文献：

- [1] 夏建平, 王林虎, 陈继亮, 等. 中小型垃圾焚烧厂的热能利用与尾气净化[J]. 中国环保产业, 2004 (z1): 73-73, 75.
- [2] 李连杰, 郑雪艳. 浅谈提高生活垃圾焚烧发电厂能源利用率的方法及措施[J]. 资源节约与环保, 2015 (3): 24, 43.
- [3] 蒋旭光, 魏邦吉, 胡林飞, 等. 循环流化床锅炉外置换热器的研究现状及在垃圾焚烧炉中的应用[J]. 化工进展, 2021, 40 (3): 1643-1652.
- [4] 吕志中. 生活垃圾焚烧能源梯级利用探讨与应用[J]. 科技创新与应用, 2019 (32): 171-173.
- [5] 陈望. 提高生活垃圾焚烧发电厂能源利用率的方法探讨[J]. 精品, 2021 (8): 228.