

（二）武汉水泥窑协同处理城市固体废物

导读：当前我国城市生活垃圾、工业固体废物处理能力严重不足。尽管近年来兴建的卫生填埋场、焚烧厂和堆肥厂数量不断增加，城市处理生活垃圾的能力也在逐渐增强，但是仍然满足不了日益增加的城市生活垃圾、工业固体废物处理需求。挖掘现有工业设施协同处理城市生活垃圾、工业固体废弃物的能力势在必行。其中，水泥工业的发展催生了一批工艺先进、环保设备完备的新型水泥炉窑，而且大多有剩余能力，其焚烧温度高于一般焚烧炉，在处理城市固体废物时可以避免二次废物的产生，且处理成本较低，因此在协同处理城市固体废物方面有很大的应用空间。

一、背景介绍

武汉新洲区陈家冲垃圾填埋场于 2007 年 10 月建成并投入使用，设计容量为 280 万吨。然而在建成五年后，该垃圾场需要填埋的垃圾就超过了 320 万吨，垃圾填埋层大大高出设计标准，预示在极端天气时，有发生倾覆的潜在风险，同时导致填埋场污水处理压力较大。

二、对策和解决方案

为降低陈家冲垃圾填埋场的环境风险，延长填埋场使用寿命，武汉市政府与华新水泥达成合作，决定采用水泥窑协同处理方式，加大处理新增垃圾能力、消化存量垃圾。

陈家冲水泥窑协同处理项目包含生活垃圾生态预处理和水泥窑协同后处理两个部分。生活垃圾生态前处理部分包含生活垃圾接收和破碎系统、生活垃圾生物干化系统、生活垃圾机械分选系统、除臭系统、污水及渗滤液处理系统；水泥窑协同后处理部分包含可燃垃圾接收系统、可燃垃圾水泥窑余热干化系统、可燃垃圾储存及喂料系统、水泥窑排放综合在线监控系统。2013 年生活垃圾预处理项目全部投资近 2 亿元人民币，其中环保设施投资近 7 千万元。

针对中国城市生活垃圾高水分、高有机质、低热值等特点，结合水泥窑协同处理对垃圾可燃物的基本要求，通过生活垃圾破碎、生物干化、高效分选等前处理工艺，实现了生活垃圾的有效干化、合理分类和可燃物的有效产出。通过预处理，生活垃圾中分拣出的可燃部分热值可达到 2500 ~ 3000kcal/kg，可以替代水泥生产过程中所需要的燃料，真正



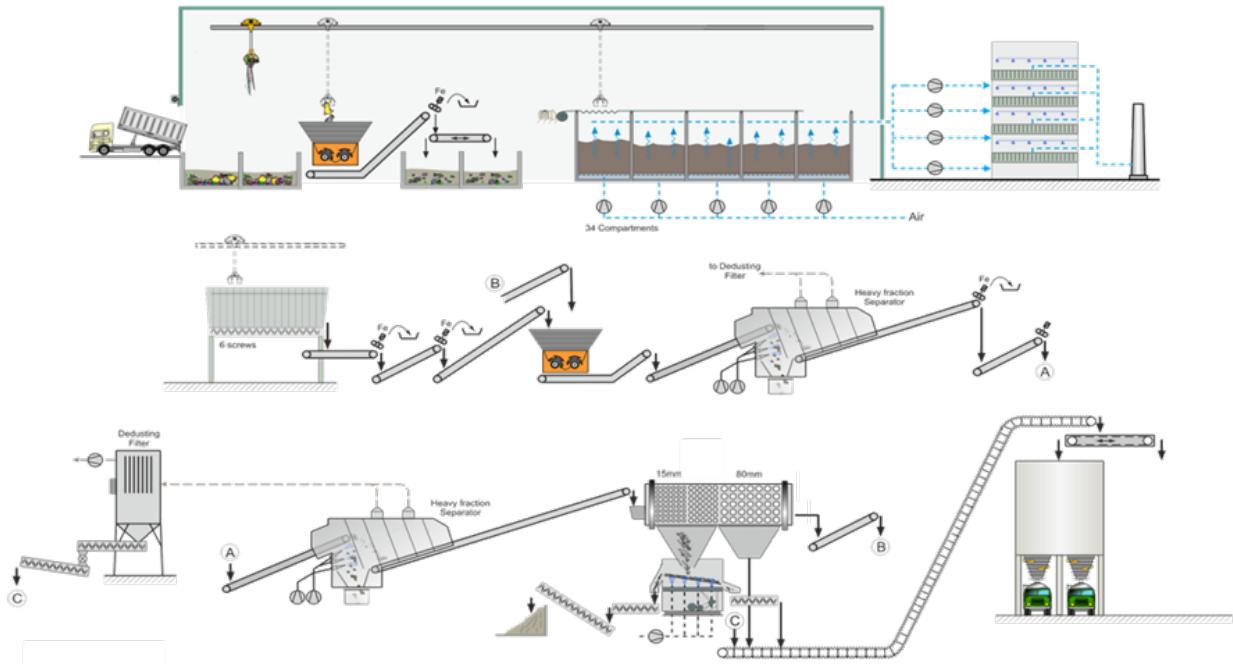


图 1：生活垃圾前处理工艺示意图

实现垃圾处理的资源化要求。对分选出来的生活垃圾可燃物，开发适用于该可燃物燃烧的水泥窑燃烧设备、新型分解炉设备以及高效脱氯系统，保证了水泥窑后处理热工制度的稳定控制，以及其他残余物在水泥窑的无害化处理。为抑制二噁英的排放，采用了生料分散、高效吸附、烟气急冷等工艺措施。

2013年12月，中国环保部发布了《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013），规定了协同处置固体废物水泥窑的设施技术要求。同时发布的《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），进一步规定了利用水泥窑协同处置固体废物的具体的技术要求。上述《标准》和《规范》已于2014年3月1日正式生效，为利用水泥窑协同处置城市固体废弃物提供了政策支持。《规范》还将为中国4000余家水泥企业协同处理固体废物提供相应技术指导，为水泥行业协同处理废弃物技术及系统的发展创造了良好条件。

三、成效

项目的成功运行为武汉市生活垃圾处理与利用提供了新的路径。垃圾经预处理后水分可以降至10%-30%左右，从中提取的衍生燃料具有可观的热值，投入水泥窑系统可替代部分燃煤，在水泥熟料正常生产条件下，可燃物喂料量为22t/h时，窑系统用煤可以降低约8t/h左右，相当于3吨分选后的垃圾可燃物可以替代1吨煤。化石燃料消耗的降低节约了水泥生产的成本，也相应减少了二氧化碳的排放，水泥窑协同处置1吨生活垃圾可以实现1.1吨CO₂的减排，不但符合国家“无害化



减量化、资源化”的环保原则，也将原本单纯生产水泥的企业转变成成为兼具废弃物处理和利用功能的综合水泥企业。

此外，利用水泥窑协同处理城市固体废弃物还具有以下优势：

(1) 对各种可燃废物适应能力很强，略作调整就可运行处理生活垃圾，且水泥熟料的品质和质量不会受到影响；

(2) 水泥窑内温度高（1600℃），热容量和热惯性大，废料在高温区的停留时间长（5-15秒），有害成分均能被彻底分解，确保环境安全。废物在水泥窑内燃烧后的残渣，其中若含硫、氯或某些重金属等有害物质均全部固熔在水泥熟料的晶格中不能再逸出或析出，没有二次污染隐患；

(3) 可燃废物在水泥窑内燃烧所产生的热能全部直接用于炉窑系统内的气固相或固液相的热交换流程，热能传递交换效率是垃圾焚烧炉发电的6倍以上。

四、启示和建议

采用水泥窑协同处理城市垃圾，具备多重收益：水泥企业可通过该技术节省燃料和原料；废物管理部门无须新建专门的废物焚化炉或废物填埋场地，节省了土地资源与资金的投入。随着我国城市化进程的加快，水泥行业正在进行产能优化结构调整，利用现有的水泥炉窑协同处理、处置危险废物和城市生活垃圾可谓一举两得。此外，水泥窑协同处理的方法在发达国家（如美国、欧洲多国、日本）已经成功运行了近30年，技术成熟、经济可行，是绿色发展的典型路径之一。近年来我国水泥行业蓬勃发展，具备广泛处置危险废物和城市生活垃圾的物质条件。将废物处置与水泥工业的可持续发展结合起来，利用水泥窑协同处置废弃物，为我国提出了切实可行的城市垃圾处理方式。

后记

2015年2月10日，华新长山口生活垃圾生态处理项目在武汉江夏正式动工。该项目建成后，将成为全国最大的生活垃圾预处理和水泥窑协同处置项目，项目总投资5.6亿，占地170亩。该项目将分两期建设，其中一期处置规模为2000吨/天，为武汉全市生活垃圾日产量的1/4，预计2015年年底可建成投产；二期处置规模为1000吨/天。长山口生活垃圾生态处理项目周边还有一座长山口垃圾填埋场和一座垃圾焚烧发电厂。项目建成后不仅可以处置江夏、武昌等地区的生活垃圾，还可处置长山口填埋场已填埋的陈腐生活垃圾。