



能源行业专题之二：

“吃不完”到“吃不饱” 垃圾焚烧发电行业正在迅速扩张

2020 年 8 月

本期，集团国资研究院联合城发环境共同对垃圾发电行业进行了研究，主要观点如下：

1、垃圾焚烧是一种较古老的传统的处理垃圾的方法，是古代城市处理垃圾的主要手段之一。

2、垃圾焚烧发电是指通过燃烧垃圾中的化学活性成分充分氧化并释放热量，转化为高温烟气和少量性质稳定的残渣，其中高温烟气可以作为热能回收，用于发电或供热。每吨垃圾相当于 0.20-0.25 吨标准煤，综合效益可观。但焚烧过程会产生二噁英等致癌物质，需要做后端处理。

3、截止 2019 年底，我国城市垃圾无害化处理已经达到 98%以上，无害化处理的方式主要包括卫生填埋、堆肥和焚烧。目前卫生填埋是我国处理垃圾的主要方法，但由于存在占用土地资源、渗漏风险大等缺点，焚烧正在成为主流方式。

4、近年来垃圾清运量日益增加，垃圾焚烧方式上升明显。但近年来随着大量的垃圾发电项目建成投运，部分项目开始出现“吃不饱”现象。有行业专家表示：“垃圾焚烧项目在‘十三五’期间大规模的上马，未来存在产能过剩的风险。”

5、垃圾发电厂的主要经营模式是采用政府特许经营模式实施，特许经营期限一般为 25-30 年。主要收入来源包括

垃圾处置费收入和供电（供热）收入。其中垃圾处理费由垃圾处理量及处理单价决定，处理单价一般由政府根据情况核定并动态调整，目前全国垃圾处理费平均在 70 元/吨左右。

6、评判垃圾发电厂的重要指标一般是吨垃圾发电量、吨垃圾上网电量等。

7、我国将生活垃圾焚烧发电纳入可再生能源管理，并给与优先上网。目前垃圾发电厂的吨发电量约为 250-350 度/吨，280 度以内的发电量，执行国家规定全国统一电价（0.65 元/度），超过 280 度部分执行燃煤电价。

8、我国垃圾发电行业参与者较多，市场集中度低，截止 2019 年底，行业 CR10 仅占全国总容量的 45%左右。

9、垃圾发电行业的进入壁垒主要有特许经营壁垒、资金壁垒、技术壁垒、运营管理壁垒以及人才壁垒等。

10、行业发展的**有利因素**有政策持续利好、市场秩序逐步规范、垃圾无害化处理需求增多、技术水平不断提升等。**不利因素**有“邻避效应”依然突出、垃圾分类制度有待完善、市场竞争日趋激烈等。

11、我省 2018 年发布了《河南省生活垃圾焚烧发电中长期专项规划（2018—2030 年）》，**短期目标**是 2020 年前生活垃圾焚烧处理能力占无害化处理总能力的比例达到 40%以上。**长期目标**是到 2030 年，全省形成以焚烧发电为主的生活垃圾无害化处理体系，具备条件的省辖市实现原生垃圾“零填埋”。

目 录

一、城市生活垃圾处理方法	5
1、城市生活垃圾的定义	5
2、城市生活垃圾的危害	5
3、城市生活垃圾的处理方法	5
(1) 卫生填埋	6
(2) 垃圾堆肥	6
(3) 垃圾焚烧	7
二、垃圾发电行业基本情况	9
1、技术原理	9
2、主要处理工艺	10
(1) 机械炉排焚烧炉	11
(2) 流化床焚烧炉	12
(3) 回转式焚烧炉	13
(4) CAO 焚烧炉	14
(5) 脉冲抛式焚烧炉	15
3、技术发展方向	17
(1) 向着高新技术方向发展	17
(2) 向着资源化方向发展	17
(3) 国产化程度不断提高	17
4、主要经营模式	17
(1) 运作模式	17
(2) 收入来源	18
(3) 业务收入占比结构	22
5、行业上下游情况	23
(1) 上游情况	24
(2) 下游情况	24
(3) 上下游对行业的影响	24
三、行业发展情况	25
1、行业发展趋势	25
(1) 垃圾清运量不断提升	25

(2) 垃圾无害化处理率不断提升	26
(3) 垃圾焚烧处理能力短缺	27
2、行业竞争格局	28
(1) 中国光大国际有限公司	28
(2) 瀚蓝环境股份有限公司	29
(3) 上海环境集团有限公司	29
(4) 重庆三峰环境产业集团有限公司	29
(5) 中国天楹股份有限公司	30
4、行业进入壁垒	30
(1) 特许经营壁垒	30
(2) 资金壁垒	30
(3) 技术壁垒	31
(4) 运营管理壁垒	31
(5) 人才壁垒	32
5、行业影响因素	32
(1) 有利因素	32
(2) 不利因素	35
四、行业发展潜力	36
1、全国情况	36
2、河南省情况	39
(1) 短期目标	39
(2) 长期目标	40
3、海外市场情况	40
五、发展建议	41
1、做好前端控制—垃圾量	41
2、把握投资边界—能力、投资和收益匹配	41
3、勇敢走出去—国际化战略	41
4、投入研发与设计—设备整合效率	42
5、严格成本控制—经营管理效率	42
6、利用资本市场—资金运用效率	43
7、做好人才吸引与培养—人才梯队建设	43

一、城市生活垃圾处理方法

1、城市生活垃圾的定义

城市生活垃圾是指在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物。我国城市生活垃圾的基本特点是热值低、含水量高、成分复杂等。

2、城市生活垃圾的危害

(1) 生活垃圾的随意弃置，会严重破坏城市景观，影响城市环境和社会稳定。

(2) 生活垃圾堆是蚊、蝇、鼠、虫孳生的场所。垃圾渗滤液与潮湿地是成蚊产卵、幼虫孳生与成蚊的栖息地。

(3) 垃圾中的危害物及蛋白质、脂类和糖类化合物，在微生物分解有机物过程中产生氨气、硫化氢及有害的碳氢化合物气体直接危害人们健康，同时会污染空气、土壤与水体，又以空气、土壤、水体、食物为媒体或载体，使附着的有害物质侵入人体，引起间接危害。

3、城市生活垃圾的处理方法

“减量化、资源化、无害化”是城市生活垃圾处理的目标，主要有卫生填埋、堆肥和焚烧等处理方法。

图表 1：三种垃圾处理方式优缺点比较

处理方式	优点	缺点
卫生填埋	1) 处理量大，运行费用低； 2) 工艺相对较简单； 3) 其他处理方法残渣最终消纳场； 4) 填埋场产生的沼气有利用价值。	1) 场址受地理、地质和水文地质条件限制较多； 2) 场地使用年限受垃圾量影响大； 3) 管理水平要求高。
高温堆肥	1) 投资适中，使用年限较长； 2) 无害化程度高； 3) 产品有农用价值。	1) 只能处理垃圾中的可堆腐有机物，且这部分含量有一定要求； 2) 运行费用较高； 3) 产品销售已受限制。
焚烧	1) 减量化、无害化程度很高； 2) 可综合利用热能； 3) 使用期限长。	1) 投资高，运行费用较高； 2) 工艺、设备复杂，要求垃圾达到一定热值； 3) 管理水平要求较高

资料来源：河南投资集团国资研究院整理

(1) 卫生填埋

卫生填埋是指根据生活垃圾自然降解机理，采取有效的工程措施和严格的管理手段，控制垃圾不对周围环境造成污染的综合性科学技术方法。目前卫生填埋是我国处理垃圾的主要方法。

优点是卫生填埋处置垃圾的优点包括投资建设成本较低、运营成本较低、技术成熟、作业简单、对垃圾的要求较低等；

缺点是包括占用大量宝贵的土地资源、渗滤液处理成本较高、渗漏风险较大等，易造成二次污染，同时还存在较大的垃圾自燃风险和安全隐患。

(2) 垃圾堆肥

垃圾堆肥是指利用微生物对垃圾中的有机物进行生物化学分解,使其变成一种具有良好稳定性的腐殖土状物质的处置方法。从国外的经验看,由于垃圾堆肥是在垃圾分类收集的基础上,对少量垃圾的有效处理方式,不是垃圾处理的主要途径,且由于我国垃圾主要为混合垃圾,不适宜直接堆肥,因此垃圾堆肥处理的比例呈现逐年下降的趋势。

优点是利用现代堆肥技术通常采用好氧工艺,该工艺具有分解物质彻底、堆置周期短、臭味小、适宜进行机械化作业等。

缺点是时间成本和机械成本高、占地面积大,且对垃圾分类要求高等。

(3) 垃圾焚烧

垃圾焚烧是指将垃圾进行高温热处理,在 850℃ 以上的焚烧炉炉膛内,通过燃烧使垃圾中的化学活性成分充分氧化并释放热量,转化为高温烟气和少量性质稳定的残渣,其中高温烟气可以作为热能回收,用于发电或供热。

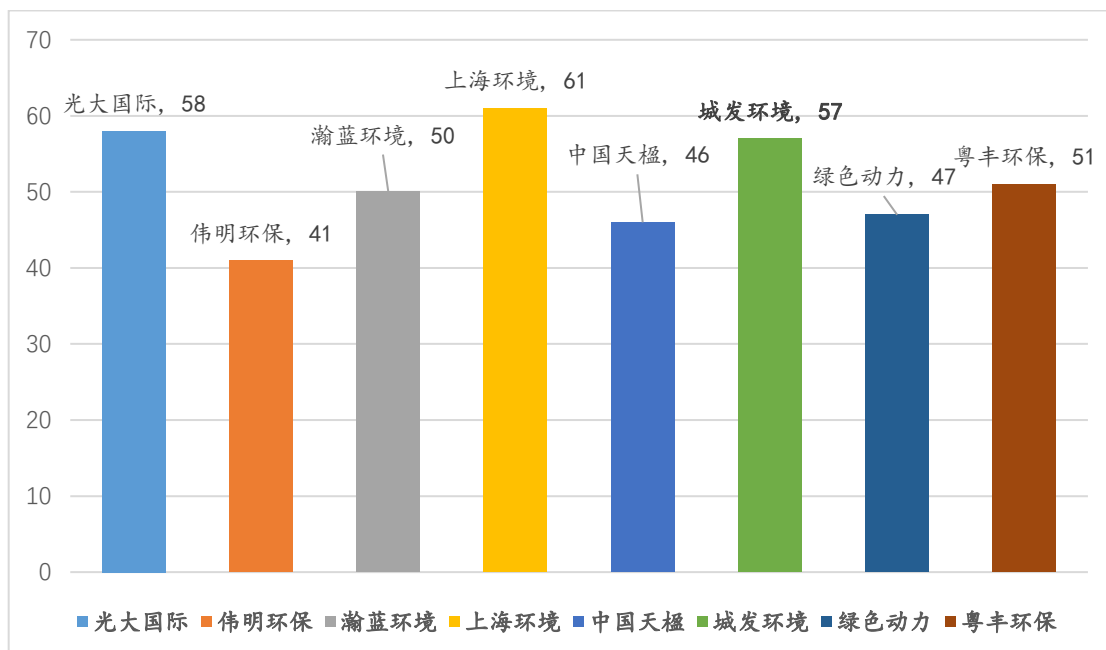
垃圾焚烧是一种较古老的传统的处理垃圾的方法,由于垃圾用焚烧法处理后,减量化效果显著,节省用地,还可消灭各种病原体,将有毒有害物质转化为无害物,故垃圾焚烧法已成为城市垃圾处理的主要方法之一。

优点一是焚烧法更能有效地实现垃圾“减量化、资源化、无害化”的处理目标；二是垃圾经过焚烧后，其中的可燃成分被高温分解，一般可减重 80%、减容 90%以上，可节约大量的土地资源；三是垃圾焚烧主要产生的气体为二氧化碳，相较填埋主要产生的甲烷，温室效应更低；四是每吨生活垃圾约相当于 0.20-0.25 吨标准煤，综合利用效益可观。

目前在人口密度较高的发达国家，焚烧法已成为城市生活垃圾处理的主要方法，被认为是今后处理城市生活垃圾的重要发展方向。

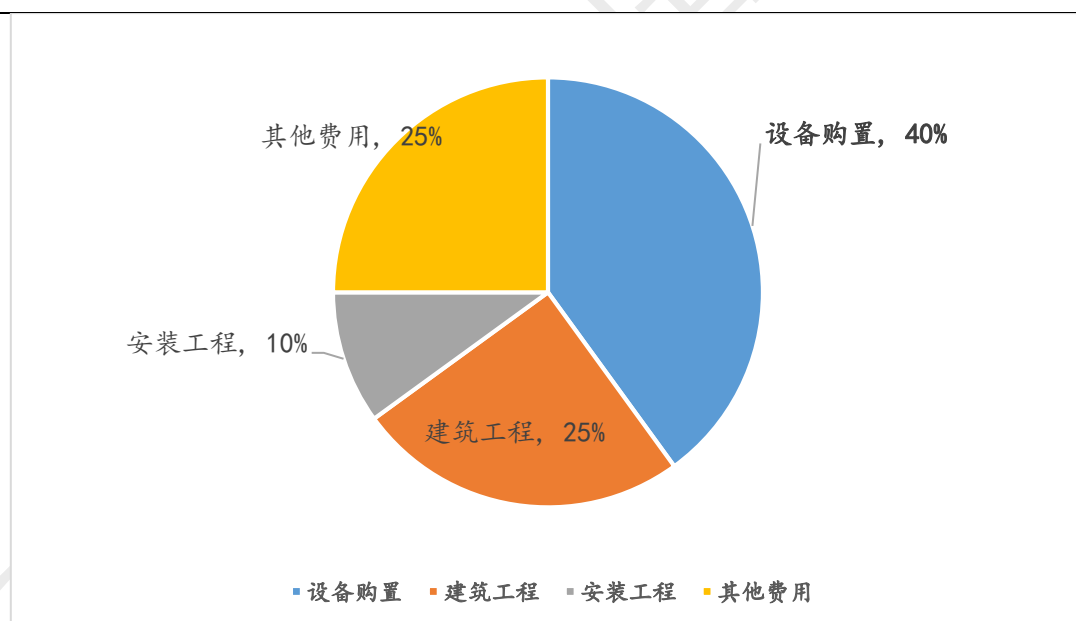
缺点一是设备投资大，技术集成度高，管理保障水平要求也高，目前每吨投资金额约为 30-70 万元，回收周期较长，约为 10-15 年。二是要维持发电机的正常运转，垃圾的热值就需要大于 4127KJ/Kg，我国城市生活垃圾因为大多为混合垃圾，热值比较低，要维持发电机的正常运转需要添加燃料，使发电的成本高于发电的收入。三是研究表明，当炉温低于 800 度时，垃圾在不完全燃烧下，会产生较多的二噁英和其它有毒有害物质，必须要对烟气投入很大的资金进行处理。

图表 2：上市公司吨投资对比（万元/吨）



资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

图表 3：垃圾发电项目投资结构



资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

二、垃圾发电行业基本情况

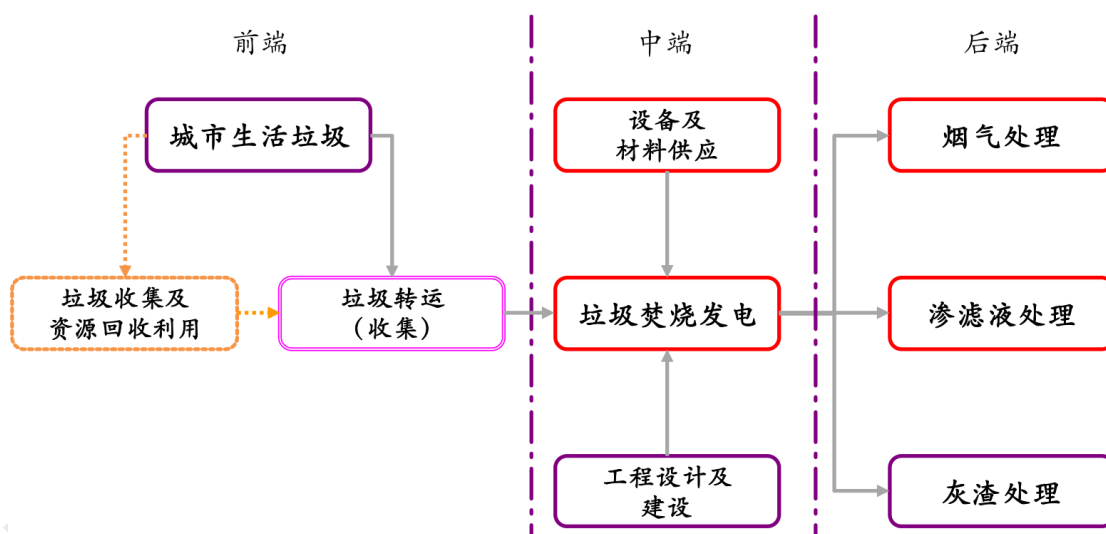
1、技术原理

传统火电是利用对动力煤的燃烧产生高温蒸

汽带动发电机发电,垃圾焚烧发电是利用对垃圾处理焚烧后,通过热交换产生的高温蒸汽带动发电机发电,二者发电部分原理相似。

原理是垃圾一般经过干燥后送至焚烧炉燃烧,在 850-1100 度的高温下充分燃烧,通过自动控制系统监控和调整焚烧炉内垃圾燃烧工况,及时调节炉排运行速度和燃烧空气量。焚烧垃圾产生的高温烟气在余热锅炉中进行热交换,产生过热蒸汽,推动汽轮发电机组产生电能。燃烧完全的炉渣落入出渣装置,经冷却后可做后续综合利用。

图表 4: 垃圾发电项目全流程图



资料来源: Wind, 河南投资集团国资研究院整理

2、主要处理工艺

除发电机组外,垃圾焚烧发电主体装置是焚烧炉,主要类型包括机械炉排焚烧炉、流化床焚烧炉、回转式焚烧炉、CAO 式焚烧炉、脉冲抛式焚烧炉等

五类。流化床工艺和机械炉排焚烧炉工艺目前主流工艺。

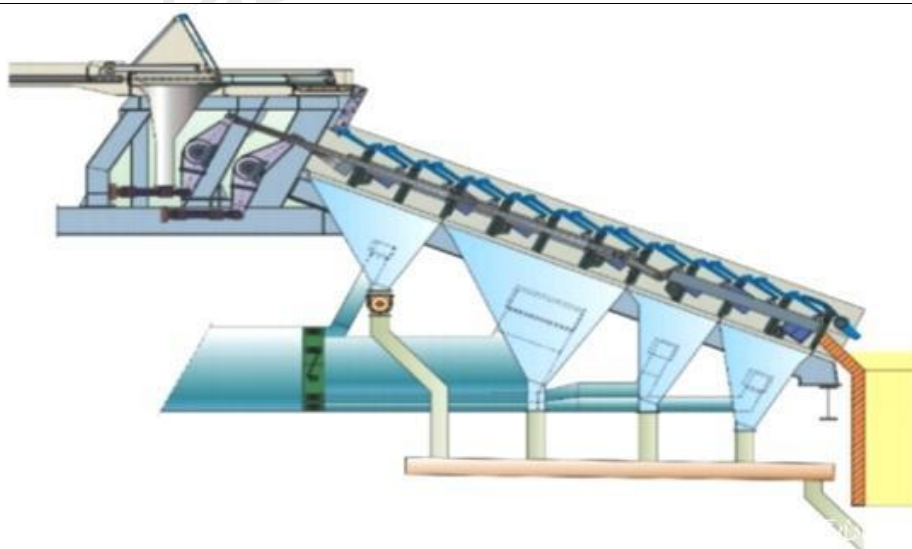
（1）机械炉排焚烧炉

工作原理是垃圾通过进料斗进入倾斜向下的炉排（分为干燥区、燃烧区、燃尽区），由于炉排之间的交错运动，将垃圾上下翻动，直至燃尽排出炉膛。高温烟气通过换热锅炉产生热蒸汽后发电。

优点是炉排炉生活垃圾焚烧技术运行稳定，对垃圾的彻底处理能力强，适于连续运行，经优化的烟气处理技术后排放达标。

缺点是炉排的材质要求和加工精度要求高，要求炉排与炉排之间的接触面相当光滑、排与排之间的间隙相当小。另外机械结构复杂，损坏率高，维护量大。

图表 5：机械炉排焚烧炉（示意图）



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

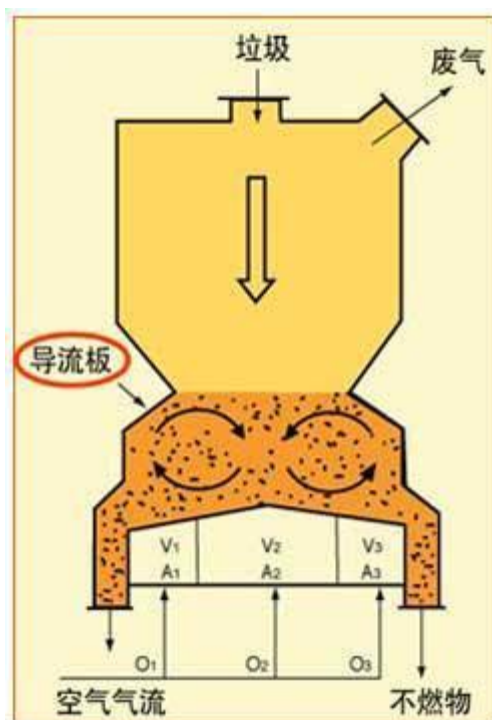
（2）流化床焚烧炉

工作原理是在炉膛内加入石英砂，将石英砂加热到 600℃ 以上，并在炉底鼓入 200℃ 以上的热风，使热砂沸腾起来，再投入垃圾。垃圾同热砂一起沸腾，垃圾很快被干燥、着火、燃烧。未燃尽的垃圾比重较轻，继续沸腾燃烧，燃尽的垃圾比重较大，落到炉底，经过水冷后，用分选设备将粗渣、细渣送到厂外，少量的中等炉渣和石英砂通过提升设备送回到炉中继续使用。

优点是流化床燃烧充分，炉内燃烧控制较好；

缺点是烟气中灰尘量大，操作复杂，运行费用较高，对燃料粒度均匀性要求较高，需大功率的破碎装置，石英砂对设备磨损严重，设备维护量大。易产生结焦，连续运行能力较低。

图表 6：流化床焚烧炉（示意图）



资料来源：公开资料, 河南投资集团国资研究院整理

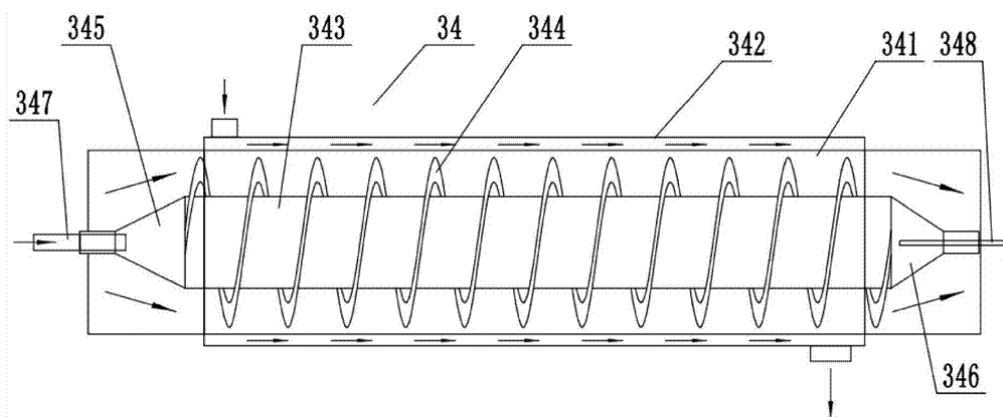
(3) 回转式焚烧炉

工作原理是通过炉身的不停运转, 使炉体内的垃圾充分燃烧, 同时向炉体倾斜的方向移动, 直至垃圾燃尽并排出炉体。

优点是设备利用率高, 灰渣中含碳量低, 过剩空气量低, 有害气体排放量低;

缺点是燃烧不易控制, 垃圾热值低时燃烧困难。

图表 7: 回转式焚烧炉 (示意图)



资料来源：公开资料, 河南投资集团国资研究院整理

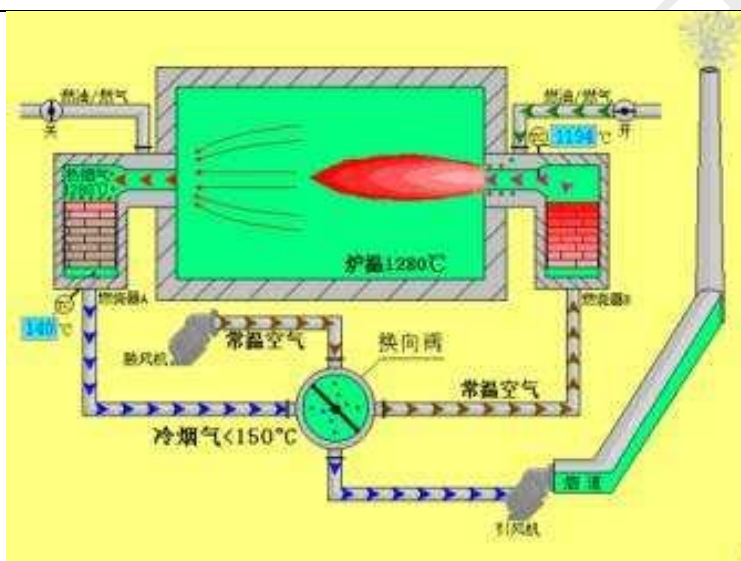
(4) CAO (Controlled Air Oxidation, 控制空气燃烧) 焚烧炉

工作原理是垃圾在微生物作用下脱水, 使天然有机物(厨余、叶、草等)分解成粉状物, 其他固体包括塑料橡胶一类的合成有机物和垃圾中的无机物则不能分解粉化。经筛选, 未能粉化的废弃物先进入焚烧炉的第一燃烧室(温度为 600°C), 产生的可燃气体再进入第二燃烧室, 不可燃和不可热解的组份呈灰渣状在第一燃烧室中排出。第二室温度控制在 860°C 进行燃烧, 高温烟气加热锅炉产生蒸汽。烟气经处理后由烟囱排至大气, 金属玻璃在第一燃烧室内不会氧化或融化, 可在灰渣中分选回收。

优点是可回收垃圾中的有用物质; 垃圾先经过热氧化分解处理, 气化后再燃烧, 燃烧稳定性好, 燃尽率高。

缺点是燃烧速度很慢，且燃烧过程对氧量、炉温控制的要求较高，若是含水量大的垃圾，在无油助燃时不能稳定燃烧；单台焚烧炉的处理量小，处理时间长，目前单台炉的日处理量最大达到 150 吨；且由于烟气在 850℃ 以上停留时间短，烟气中二噁英的含量高，环保难以达标。

图表 8：CAO 焚烧炉（示意图）



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

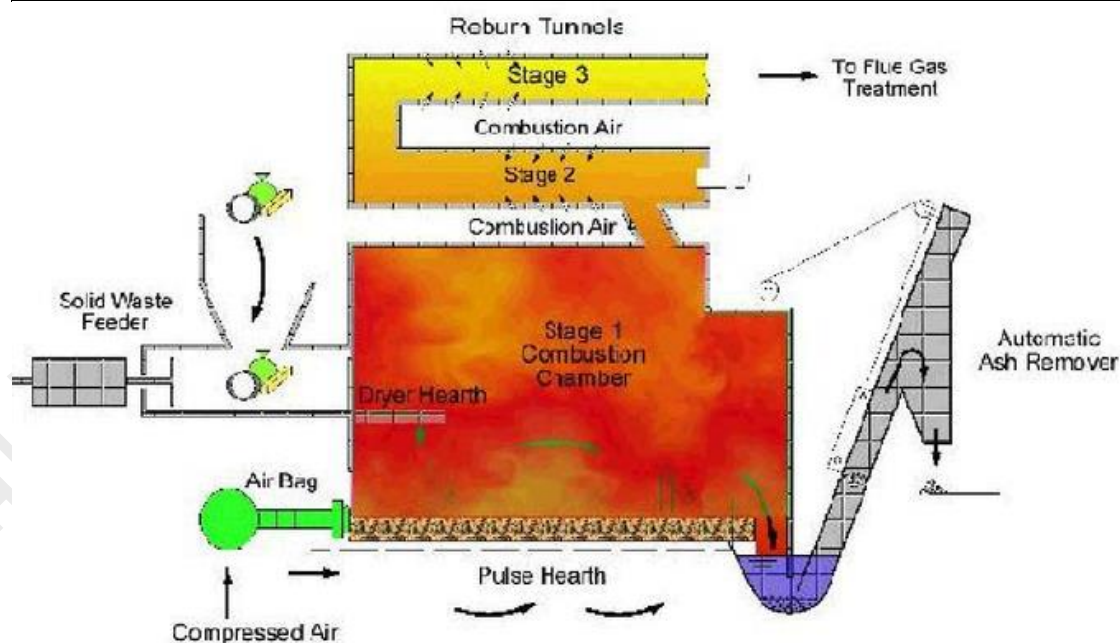
（5）脉冲抛式焚烧炉

工作原理是垃圾送入焚烧炉的干燥床干燥后送入第一级炉排，在炉排上经高温挥发、裂解，炉排在脉冲空气动力装置的推动下抛动，将垃圾逐级抛入下一级炉排，此时高分子物质进行裂解、其它物质进行燃烧，直至最后燃尽后进入灰渣池，由自动除渣装置排出。助燃空气由炉排上的气孔喷入并与垃圾混合燃烧，同时使垃圾悬浮在空中。挥发和

裂解出来的物质进入第二级燃烧室,进行进一步的裂解和燃烧,未燃尽的烟气进入第三级燃烧室进行完全燃烧,高温烟气通过锅炉受热面加热蒸汽,同时烟气经冷却后排出。

特点是处理垃圾范围广泛,能够处理工业垃圾、生活垃圾、医院垃圾废弃物、废弃橡胶轮胎等;燃烧热效率高,正常燃烧热效率 80%以上;运行维护费用低,采用了较高的自动化控制水平,运行人员少,维护工作量也较少;可靠性高,经过近 20 年运行表明,此焚烧炉故障率非常低,年运行 8000 小时以上,一般利用率可达 95%以上;排放物控制水平高,烟气中二噁英等含量符合欧美排放标准。

图表 9: 脉冲抛式焚烧炉 (示意图)



资料来源: 公开资料, 河南投资集团国资研究院整理

3、技术发展方向

焚烧技术是垃圾焚烧发电项目最主要、最核心的技术，近年来焚烧技术发展特点如下：

（1）向着高新技术方向发展

如焚烧设备构造不断改进，废气处理新技术等高新技术在垃圾焚烧项目的应用，促使垃圾焚烧项目向高新技术方向发展。

（2）向着资源化方向发展

节能和资源综合利用是焚烧技术的重要发展方向，提高焚烧炉燃烧效率及余热锅炉的热回收率等措施，有利于提高节能化水平；垃圾焚烧余热发电及焚烧炉渣制砖等技术，将垃圾焚烧与资源回收有机结合起来。

（3）国产化程度不断提高

近年来，国内一批领先企业以及科研院所在吸收国外先进垃圾焚烧技术的基础上，不断完善创新，在焚烧技术方面积累了一系列较为成熟的自主知识产权技术，我国焚烧技术国产化程度不断提高。

4、主要经营模式

（1）运作模式

我国垃圾焚烧发电项目一般采用政府特许经营模式实施，特许经营期限一般为 25-30 年。

首先，地方政府规划确定垃圾处理项目，通过

招标、竞争性谈判等方式选择特许经营者，并向其授予垃圾焚烧发电项目特许经营权。

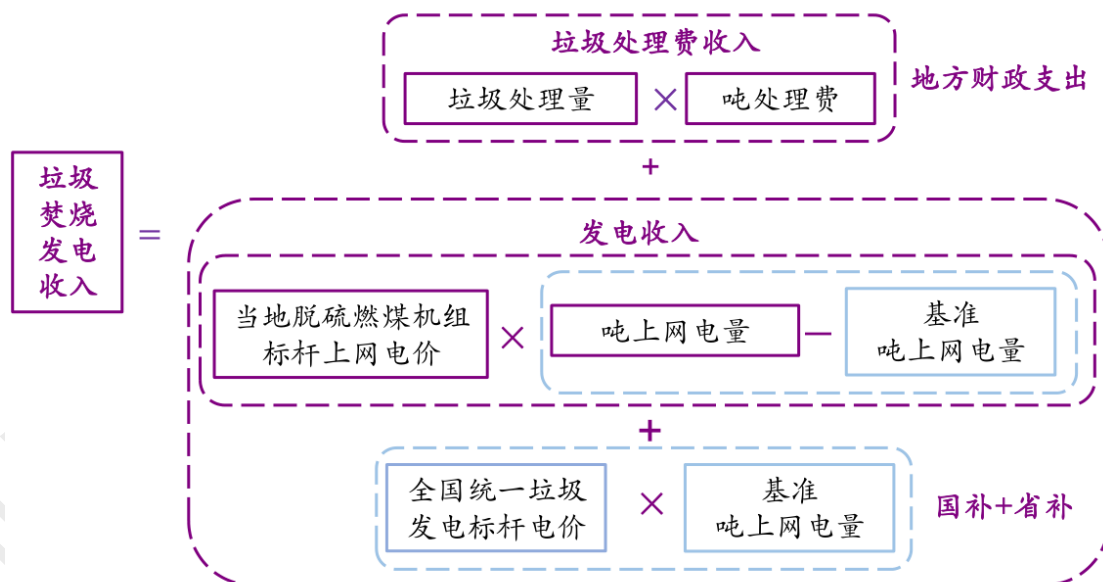
在特许经营期限内，特许经营者在负责项目的融资、投资、建设，并负责该项目的运营、维护。政府有关部门向垃圾焚烧发电厂提供垃圾，并按协议约定的价格支付垃圾处置费。

项目到期后，按照协议约定将垃圾焚烧发电项目移交当地政府，或者接受当地政府委托继续运营。

(2) 收入结构

收入来源主要包括垃圾处置费收入和供电（供热）收入。

图表 10：我国垃圾发电项目收入构成（元/吨）

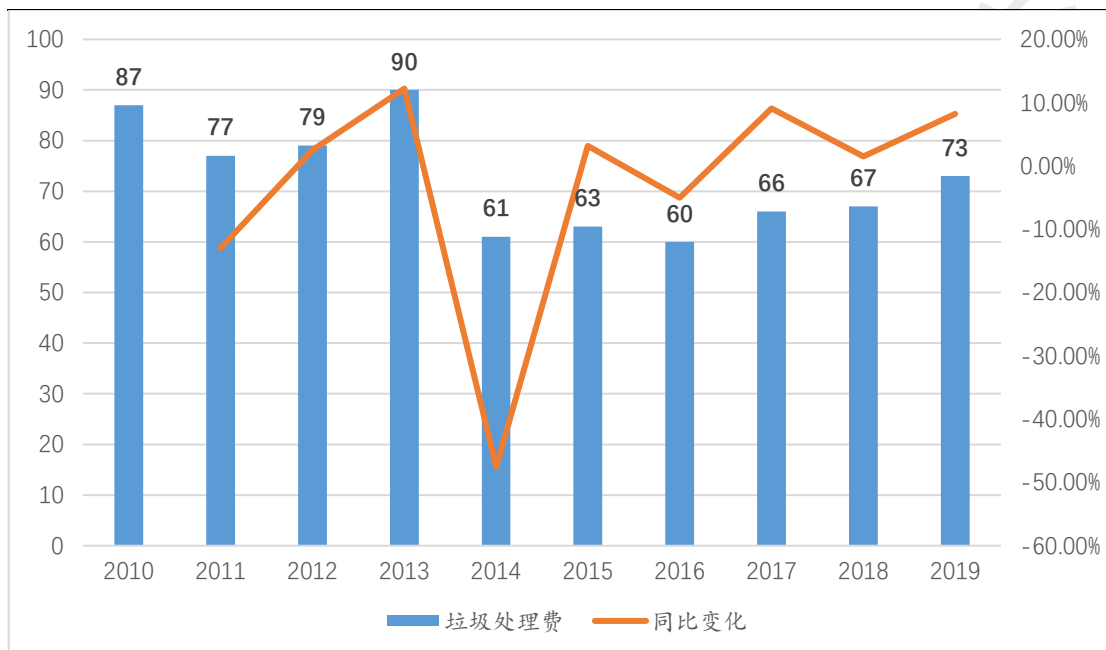


资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

垃圾处置费收入由垃圾处理量及处理单价决定，处理单价一般由政府有关部门根据项目投资规

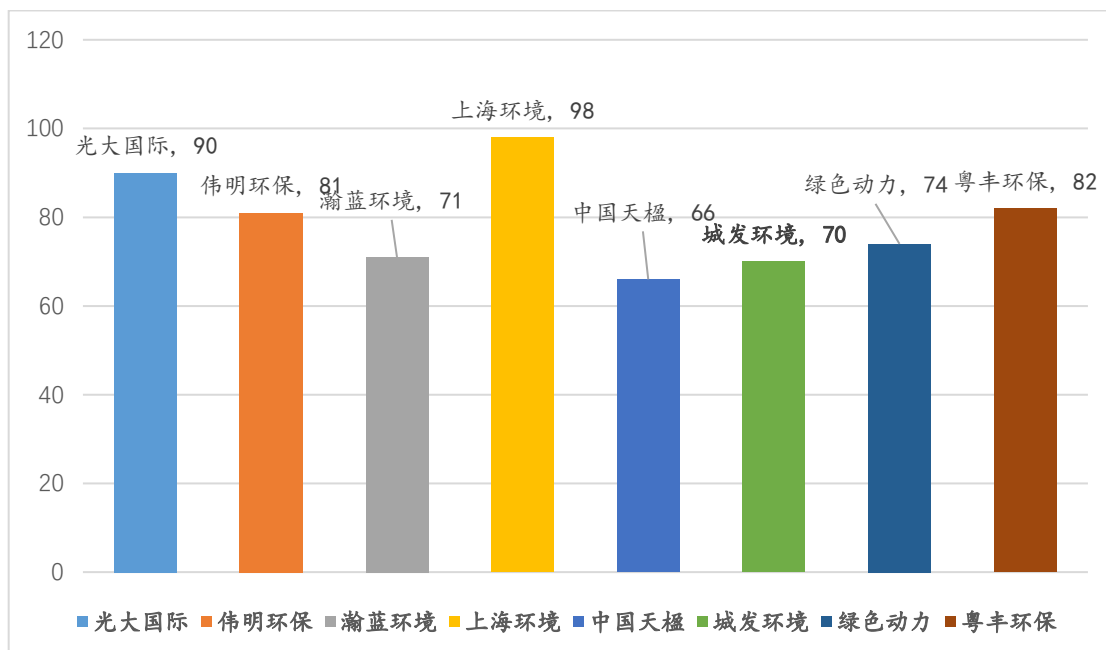
模、垃圾热值、吨垃圾发电量等因素并考虑特许经营
者一定的收益水平后核准确定，并动态调整，目
前全国垃圾处理费平均水平在 70 元/吨左右，不同
项目间的处理费差异较大。

图表 11：2010 年以来垃圾处理费变化（元）



资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

图表 12：上市公司垃圾处理费对比（元/吨）



资料来源: Wind, 河南投资集团国资研究院整理

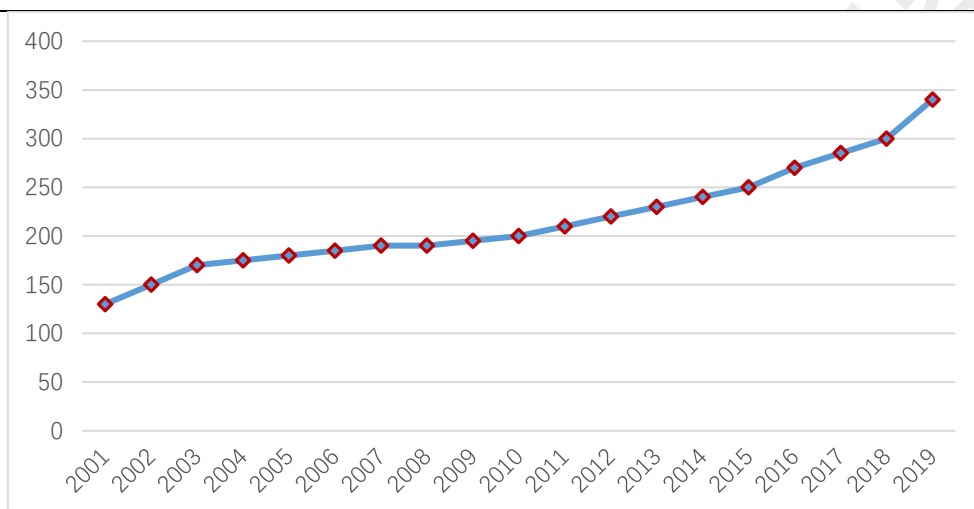
供电收入: 取决于上网电价、上网电量等因素。

根据国家发改委于 2012 年 3 月发布的《关于完善垃圾焚烧发电价格政策的通知》规定:“垃圾焚烧发电项目均先按其入厂垃圾处理量折算成上网电量进行结算, 每吨生活垃圾折算上网电量暂定为 280 千瓦时, 并执行全国统一垃圾发电标杆电价每千瓦时 0.65 元(含税); 其余上网电量执行当地同类燃煤发电机组上网电价”。由于全国执行统一标准, 因此每个垃圾发电厂的**吨垃圾发电量**和**吨垃圾上网电量**显得尤为重要。

吨垃圾发电量: 是指每处理焚烧一吨垃圾所发的电量, 吨垃圾发电量的计算与垃圾的热值和发电厂的效率有关。自 2001 年以来, 垃圾发电厂吨垃圾发电量逐年提升, 2019 年平均为 300-400 度/吨。

影响吨发电量的因素很多,核心原因在于入炉生活垃圾热值提升以及垃圾焚烧技术出现明显改善。其中,生活垃圾热值提高是带动垃圾焚烧吨发电量提升的最关键因素;技术工艺进步是吨发电量提升的重要补充。

图表 13: 2001 年以来平均吨垃圾发电量 (千瓦时/吨)



资料来源: Wind, 河南投资集团国资研究院整理

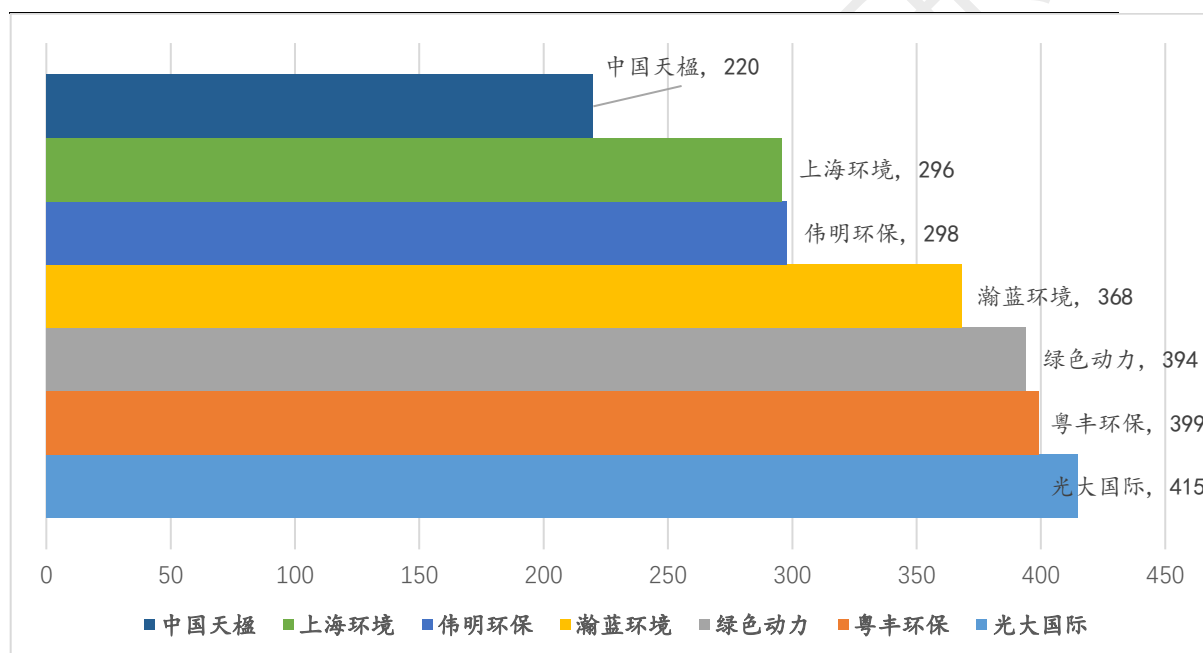
吨垃圾上网电量: 在垃圾发电领域,为了评判发电厂经济运行效能,通常引用“吨垃圾上网电量”指标,行业平均吨垃圾发电量为 300-400 度/吨,其中自用电比例约 20%,其余可用来上网称为吨垃圾上网电量。计算方法为:吨垃圾上网电量 $E = \text{当期上网电量} \div \text{当期垃圾处理量}$ 。

根据国家【2012】801 号政策文件,这项指标同时被用于垃圾发电的电费结算。当 $E = 140 \sim 280$ 千瓦时/吨,按照 0.65 元/千瓦时结算电费;当 $E = 280 \sim 420$ 千瓦时/吨 (不含 280),按地方煤炭标

杆上网电价结算。一般来讲，吨垃圾上网电量越高代表垃圾发电厂的运行效能越好。

需要说明的是，“吨垃圾上网电量”仅用于现行国家政策基础上的电费结算(包括标杆电费结算和国家可再生能源补贴电费结算)，而不能代表垃圾发电厂的真正上网电量贡献能力。

图表 14：2019 年上市公司吨垃圾上网电量（千瓦时/吨）



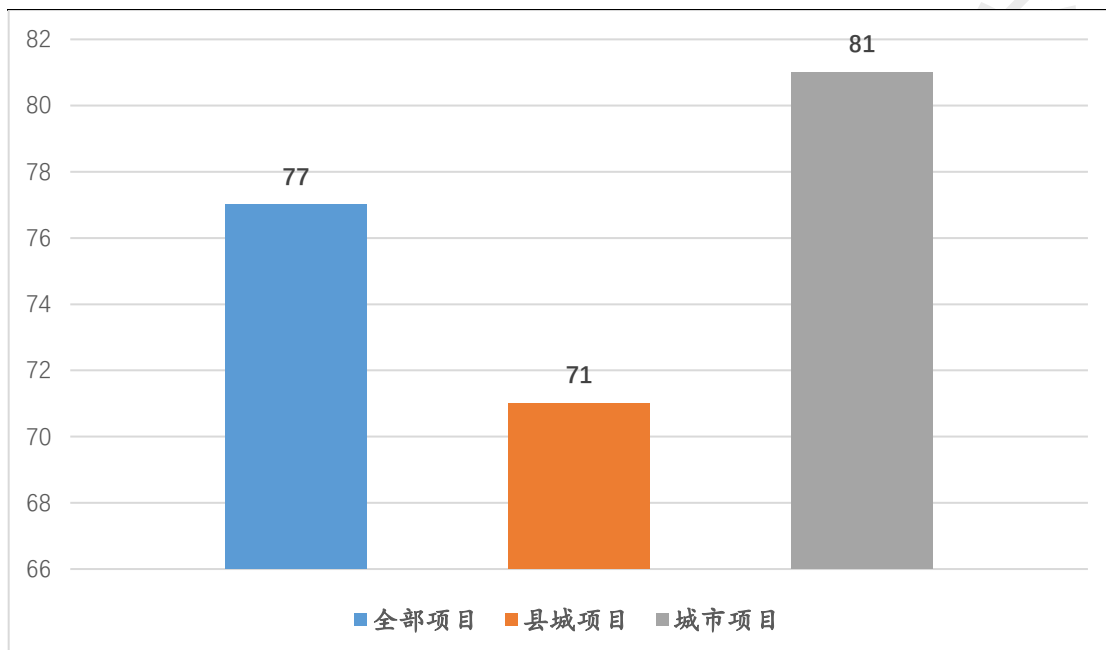
资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

(3) 垃圾发电厂业务收入占比结构

与发达国家相比，我国生活垃圾焚烧发电厂的收入中 70-80%是发电收益，20-30%是生活垃圾处理费收入，而发达国家生活垃圾焚烧发电厂收入中 70-80%是垃圾处理费收入，20-30%是发电或供热收入。主要原因是我国是发展中国家，一是垃圾处理费相对较低，二是大多数城市对于每吨近百元

的处理费缺乏支付能力；三是在政策方面，我国将生活垃圾焚烧发电纳入可再生能源管理，并给与优先上网，全国统一电价（0.65 元/度），这一政策有效地促进了我国生活垃圾焚烧发电的健康发展。

图表 15：2019 年垃圾发电项目平均处理费（元/吨）

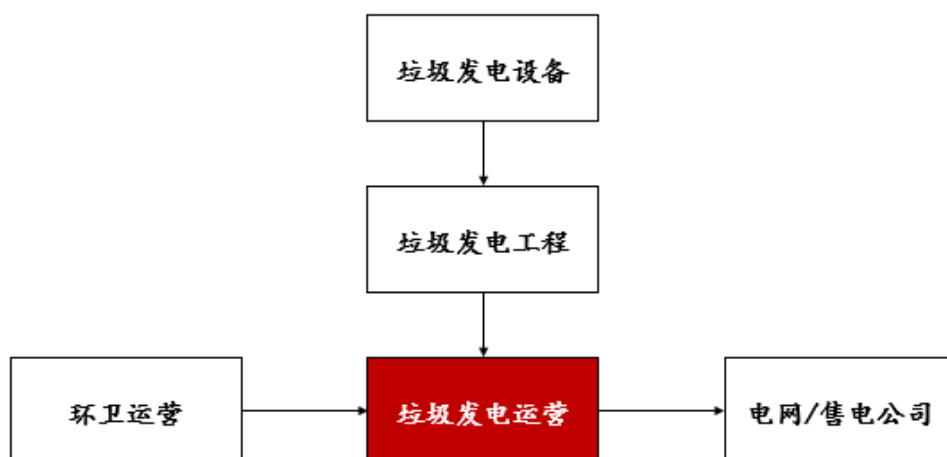


资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

5、行业上下游情况

根据垃圾处理流程，垃圾发电产业链包括上游垃圾转运、垃圾处理设备制造，中游垃圾发电厂设计、建造、运营、维护，下游主要包括电网公司、售电公司等。

图表 16：行业上下游关系



资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

（1）上游情况

上游主要包括垃圾的收集、分类和运输，一般由市政环卫部门负责；

（2）下游情况

下游包括地方政府环卫部门及电力部门。垃圾焚烧发电企业向地方政府环卫部门提供垃圾焚烧处理服务，并收取垃圾处置费；向电力部门提供电力，并收取发电收入。

（3）上下游对行业的影响

上游设备供应市场化程度高。我国垃圾焚烧发电主要由地方政府通过 BOT、PPP 等特许经营方式实行市场化运作。垃圾发电项目设计建造及设备采购主要通过招投标、竞争性谈判等方式完成，设备供应商议价能力主要受技术水平等因素的影响。

下游需求旺盛。根据电监会《第 25 号令》的有关规定：“电力调度机构应当按照国家有关规定和保证可再生能源发电全额上网的要求，编制发电调度计划并组织实施。电网企业应当全额收购其电网覆盖范围内可再生能源并网发电项目的上网电量”。垃圾焚烧发电作为可再生能源循环利用的方式之一，享受发电优先上网的政策支持，下游行业需求持续旺盛，国家政策大力支持，将为本行业的快速发展创造良好的条件。

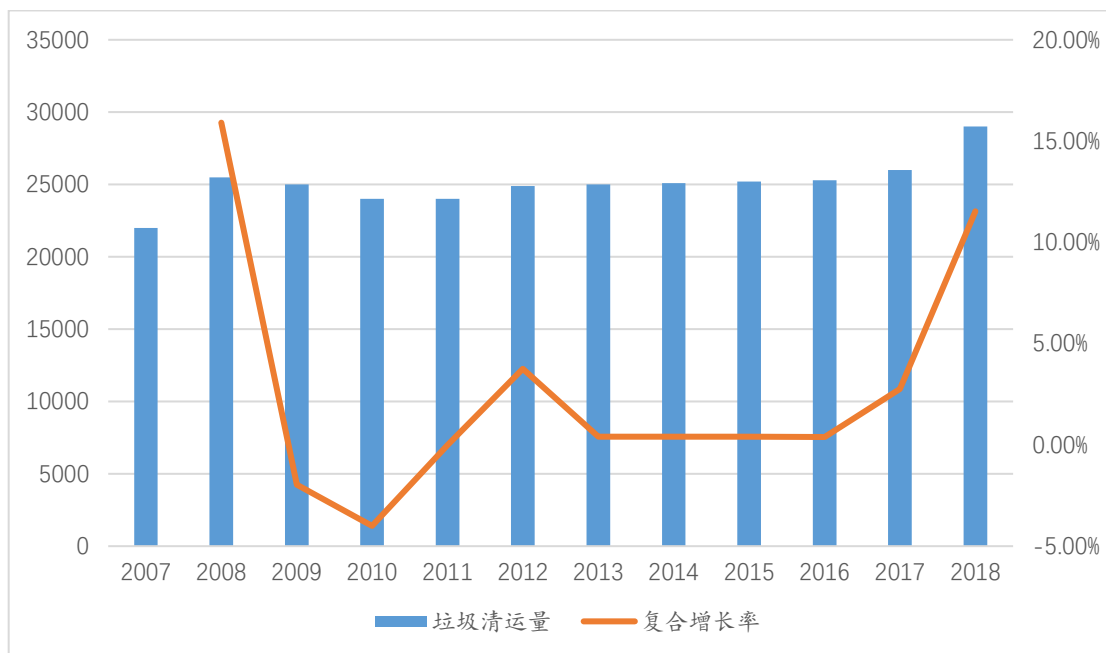
三、行业发展情况

1、行业发展趋势

(1) 垃圾清运量不断提升

随着生活水平的提升，垃圾清运量的日益增加，垃圾焚烧的无害化处理上升趋势明显，焚烧产能缺口越来越大。根据住建部公布的《城乡建设统计年鉴》数据显示，2007 年至 2018 年，我国城市（含县城）生活垃圾清运量从 22,324.34 万吨增长至 29,461.28 万吨，年复合增长率达到 2.55%。

图表 17：2007-2018 我国垃圾清运量变化

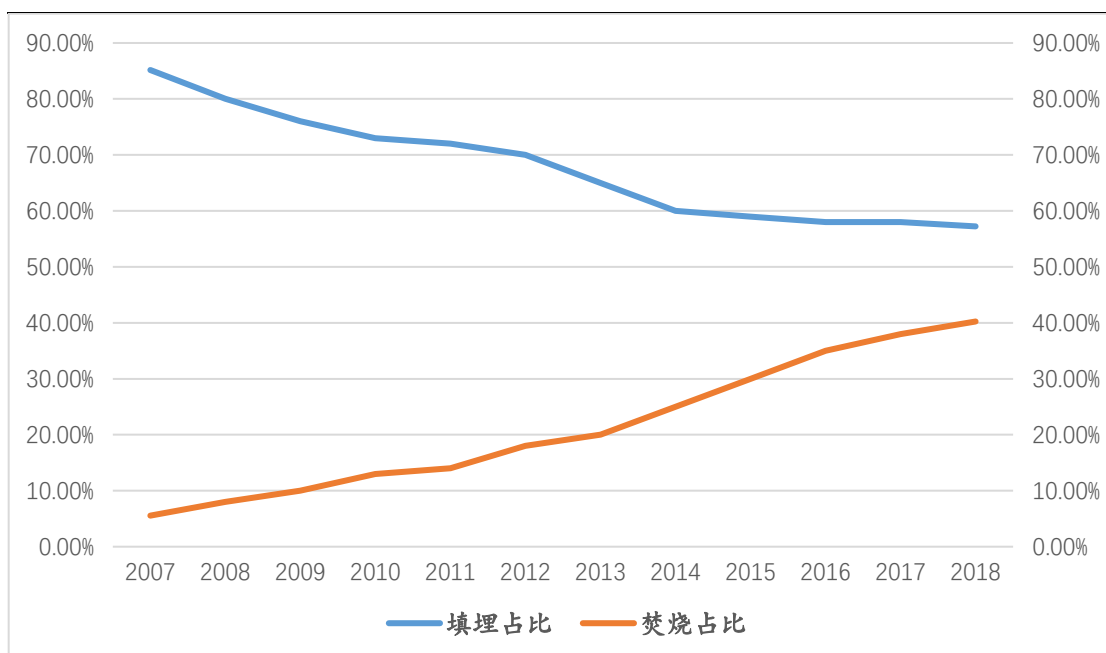


资料来源：河南投资集团国资研究院整理

（2）焚烧正在成为垃圾无害化处理主要方式

随着垃圾清运量的提高，我国垃圾无害化处理率也在不断提高。根据国家统计局数据，2004 年到 2018 年生活垃圾无害化处理率由 2004 年的 52.26% 提升到 2018 年的 98.67%，处理率大幅提升。其中垃圾无害化可以通过卫生填埋、堆肥、焚烧等工艺方法处理，从处理情况看，卫生填埋的处理占比在逐年下降，由 2004 年的 85.17% 下降到 2018 年的 56.23%，未来仍将持续下行，焚烧工艺占比在逐年提升，由 2004 年的 5.55% 提升到 2018 年的 41.24%，从填埋和焚烧工艺的技术对比看，未来焚烧工艺将是主流，焚烧的无害化处理将是大势所趋。

图表 18：我国垃圾无害化处理方式变化趋势



资料来源：河南投资集团国资研究院整理

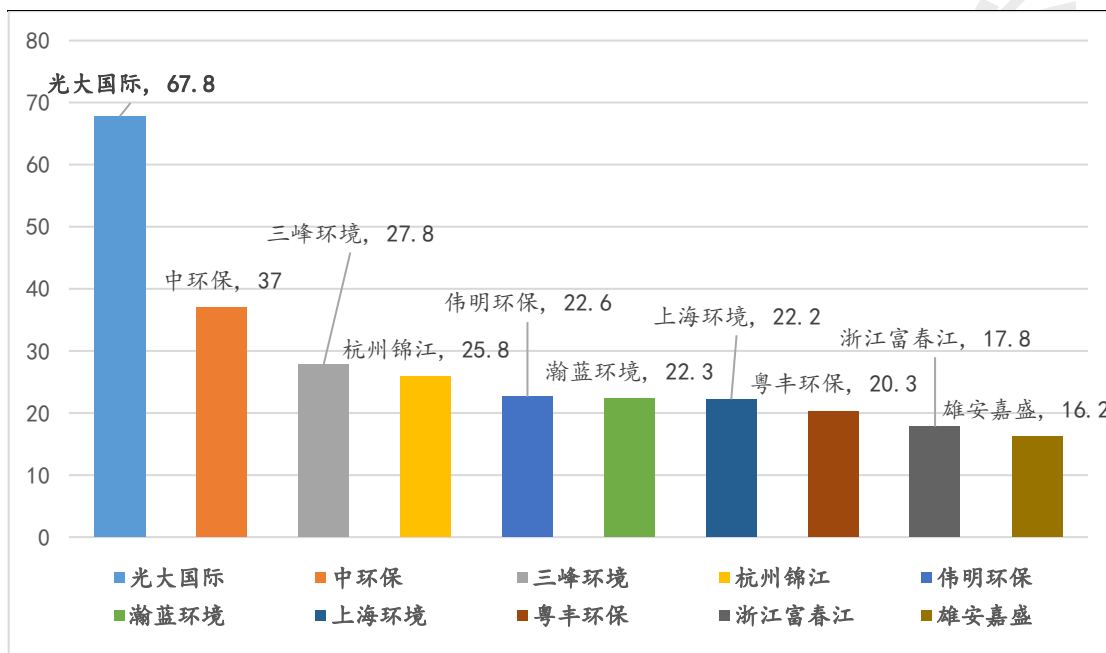
(3) 垃圾焚烧处理能力短缺

当前,我国已投运垃圾焚烧处理厂不足 400 座,垃圾焚烧厂数量和垃圾焚烧处理率仍有提升空间。根据《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》,生活垃圾焚烧比例将由 2015 年的 28.6%提升至 2020 年的 50%,日焚烧能力将由 2015 年的 23.5 万吨/日提升至 2020 年的 59 万吨/日,绝对数值将有翻倍的增长,行业增速将达 20%。根据规划,“十三五”期间全国需要建设 35.5 万吨/日的新项目,按目前垃圾焚烧项目投资成本在 45-55 万元/(吨/日)测算,“十三五”期间垃圾焚烧建设市场规模约 1775 亿元。

2、行业竞争格局

我国城市生活垃圾焚烧处理行业参与者较多，市场较为分散，市场集中度低。目前行业 CR10 装机量达到 280 万千瓦，占全国总容量的 45%左右。

图表 19：垃圾焚烧处理行业 CR10 装机量（万千瓦）



资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

（1）中国光大国际有限公司

中国光大国际有限公司于香港证券交易所上市（证券代码：0257.HK），是一家以绿色环保和新能源为主业，集项目投资、工程建设、运营管理、科技研发和设备制造为一体的投资产业集团。公司投资项目主要包括垃圾焚烧发电、沼气发电、生物质能发电、太阳能光伏发电、工业固体废物及危险废物处置、水环境治理、中水回用等。公司业务分布在江苏、山东、广东、安徽、浙江、海南、湖南

等省份及德国。截至 2019 年末，公司共拥有装机容量 67.8 万千瓦，生活垃圾处理能力约 12.3 万吨/日。

（2）瀚蓝环境股份有限公司

瀚蓝环境股份有限公司于上海证券交易所上市（证券代码：600323.SH），公司专注于为各地政府提供系统化环境服务方案，覆盖自来水供应、污水处理、固废处理全产业链。截至 2019 年末，公司共拥有装机容量 22.3 万千瓦，生活垃圾处理能力约 1.59 万吨/日。

（3）上海环境集团有限公司

上海环境集团有限公司是上海城投控股股份有限公司（证券代码：600649.SH）下属全资子公司，提供城市生活垃圾中转运输、填埋和焚烧处理的综合性服务，业务覆盖上海、成都、南京、淮安、宁波、深圳、青岛、威海和漳州等城市。截至 2019 年末，公司共拥有装机容量 22.2 万千瓦，生活垃圾处理能力约 1.4 万吨。

（4）重庆三峰环境产业集团有限公司

重庆三峰环境产业集团有限公司是专业从事生活垃圾焚烧处理项目投资、建设和运营的环保集团公司。截至 2019 年末，公司共拥有装机容量 27.8 万千瓦，生活垃圾处理能力约 4.8 万吨。

（5）中国天楹股份有限公司

中国天楹股份有限公司于深圳证券交易所上市（证券代码：000035.SZ），主要从事以 B00、B0T 方式投资、建设和运营城市生活垃圾焚烧发电项目以及垃圾焚烧发电及环保成套设备的研发、制造业务。截至 2019 年末，公司共拥有装机容量 27.8 万千瓦，处理生活垃圾量约 2.26 万吨/日。

4、行业进入壁垒

垃圾焚烧发电项目通常以政府特许经营模式实施，对企业与政府的合作关系及企业自身能力要求较高，具有较高的行业壁垒。

（1）特许经营壁垒

受资源及环境等因素的影响，地方政府一般根据当地垃圾产生量规划适当规模的焚烧处理厂，并授予经营者特许经营权。特许经营权具有排他性，企业在取得某一地区的特许经营权后，在特许经营期限内（一般为 25-30 年）形成对该地区市场的长期垄断，而且在特许经营权到期后凭借前期积累的运营经验仍有继续通过其他方式运营该项目的优势。因此，在当地不出现大规模新增垃圾焚烧处理需求的情况下，其他企业很难获得地方政府的准入，从而形成特许经营壁垒。

（2）资金壁垒

垃圾焚烧发电行业属于典型的资金密集型行业。垃圾焚烧发电项目前期投资金额大，每吨投资金额约为 30-70 万元。同时，垃圾焚烧发电项目的投资回收周期较长，一般约为 10-15 年。因此，对垃圾焚烧发电企业资金实力要求较高，需要企业具备较强的融资能力。

（3）技术壁垒

垃圾焚烧发电涉及垃圾储存和发酵、燃烧、余热收集、烟气处理、炉渣及飞灰处理、渗滤液收集处理等多个环节，生产工艺及流程较为复杂。此外，垃圾焚烧处理具有高度的社会敏感性，环保要求较高，生产中需要确保氮氧化物、二噁英、渗滤液、飞灰、炉渣等废物的达标排放。垃圾焚烧发电厂安全、环保、稳定运行需要强大的技术研发支持，只有在专业人才、项目经验、设备设施和知识产权等各方面拥有深厚积淀的企业才具有较强的竞争力，新进入者短期内难以突破技术壁垒。

（4）运营管理壁垒

先进的运营管理理念和水平对垃圾焚烧发电项目的风险管控至关重要。通过对生产工艺流程的标准化设计和科学管理，可以有效提高项目运行质量和效率，降低运行成本，从而形成核心竞争优势。而先进的运营管理理念和水平需要通

过大量的项目经验积累，新进入者短期内较难掌握，容易出现垃圾处理能力低于预期、环境污染、验收不合格等风险事件。

（5）人才壁垒

垃圾焚烧发电涉及热力、电气、环保、化工、自动控制、工程等多种学科，专业跨度大，垃圾焚烧发电项目开发、建设和运营需要各领域内高素质、高技能和富有经验的专门人才协同合作才能顺利完成。垃圾焚烧发电行业作为国内近年来成长迅速的行业之一，存在着专业人才供应不足，特别是跨学科综合技术人才稀缺等问题。行业内对于以上专业人员主要以企业内部培养为主，且培养周期较长，新进入企业难以在短时间内获得满足行业发展需求的专业技术及管理人才。

5、行业影响因素

（1）有利因素

产业政策持续利好，市场秩序逐步规范。垃圾焚烧发电行业具有高度的社会敏感性，政策支持与引导规范是行业发展的关键。近年来，各级政府在产业规划、财税制度、电力销售等方面出台了一系列支持政策，随着相关政策的出台和落实，我国垃圾焚烧发电行业有望继续保持快速发展。与此同时，近年来国家逐步加大对垃圾焚烧发电行业的监管

力度，行业监管制度建设取得重大成就。各级政府部门先后制定或修订了一批环境保护和垃圾焚烧发电的法律法规，加强行业准入与监管，进一步规范行业内企业的生产经营行为，为我国垃圾焚烧处理行业的发展营造了良好的市场环境。

垃圾清运量不断提高，焚烧处理需求稳步增长。根据《国家人口发展规划（2016—2030 年）》，预计到 2020 年全国总人口将达到 14.2 亿人左右，其中常住人口城镇化率将达到 60%，从而促使城市生活垃圾清运量将不断提高。近年来，我国城市生活垃圾快速增长与垃圾处理相对滞后的矛盾日益凸显，大量垃圾未能得到合理处置，引起社会广泛关注。相较于卫生填埋、堆肥等无害化处理方式，垃圾焚烧处理具有处理效率高、无害化彻底、减容效果好、资源可回收利用、对环境的影响相对较小等优势，是垃圾处理行业的主流发展方向，市场需求将随着垃圾清运量的不断提高而稳步增长。

焚烧处理占比较低，行业增长空间较大。目前，我国城市生活垃圾无害化处理仍以填埋方式为主。垃圾填埋分解过程中会逐步释放细菌、病毒等有害物质，并容易发生垃圾渗滤液渗漏，对周边环境造成二次污染。同时，垃圾填埋分解缓慢，将长期占用大量的土地资源，而我国“人多地少”的基本国

情将长期存在,城市化进程中垃圾处理需求快速增长与城市土地资源紧张的矛盾将日益凸显,通过焚烧实现垃圾“无害化、减量化、彻底化”处理已成为社会共识。

根据《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》,到 2020 年底,具备条件的直辖市、计划单列市和省会城市(建成区)实现原生垃圾“零填埋”;设市城市生活垃圾焚烧处理能力占无害化处理总能力的 50%以上,其中东部地区达到 60%以上。截至 2018 年,我国城市(含县城)生活垃圾无害化处理中填埋处理占比为 58.03%、焚烧处理占比仅为 41.24%,我国垃圾焚烧处理行业仍有较大增长空间。

技术水平不断提升。我国垃圾焚烧处理行业起步较晚,大部分技术主要通过引进国外先进设备或吸收消化国外技术而形成。由于我国垃圾分类制度尚未完全建立实施,使得垃圾成分复杂、含水量较高,原装国外技术无法完全满足国内垃圾焚烧及环保要求。

近年来,随着垃圾焚烧发电行业的快速发展,我国在引进吸收国外先进技术的基础上开发出满足中国及发展中国家城市生活垃圾特点和环保要求的焚烧处理设备,行业技术水平不断提升,为我

国垃圾焚烧处理行业快速发展奠定了坚实的基础。

（2）不利因素

“邻避效应”依然突出。随着经济社会的发展和人民群众健康意识、权利意识的不断提高，垃圾焚烧过程中产生的恶臭、二噁英类物质、氮氧化物等污染物受到民众的广泛关注。由于部分民众对垃圾焚烧发电的认识不足，容易对所在地区建设垃圾焚烧发电项目产生抵触情绪。虽然我国近年来不断加强垃圾焚烧宣传教育，并执行全球最为严格的垃圾焚烧排放标准之一，但我国垃圾焚烧处理行业“邻避效应”依然突出，阻挠垃圾焚烧处理项目建设运营的情况时有发生，并在一定程度上制约了行业的快速发展。

城市生活垃圾分类制度有待完善。生活垃圾种类繁多、成分复杂，需要根据不同成分的物理、化学特性进行分类处置才能最大程度提高垃圾无害化、资源化处理效率。目前，我国垃圾分类制度尚未完全建立实施，垃圾含水量普遍较高，导致焚烧热效率较低。同时，未经分类的垃圾焚烧处理时容易产生二噁英类物质、氮氧化物以及重金属等污染物，从而增加了焚烧处理过程中的烟气处理难度。

市场竞争日趋激烈。近年来，我国垃圾焚烧发电行业快速发展，行业新进投资者日渐增多。我国

垃圾焚烧发电行业一般采用政府特许经营的方式实施，受资源及环境等因素的影响，地方政府一般根据当地垃圾产生量规划适当规模的焚烧处理厂，并授予经营者特许经营权。由于特许经营权具有排他性，在当地不出现大规模新增垃圾焚烧处理需求的情况下，特许经营权具有较强的稀缺性。因此，行业市场竞争日趋激烈，导致行业利润空间受到一定影响。

四、行业发展潜力

根据不完全梳理，2019 年全国新增中标垃圾焚烧项目超 125 个，新增垃圾处理产能超 13 万吨/日，中标垃圾处理费用平均单价为 71 元/吨，总投资超 600 亿元。

1、全国情况

(1) 全国各省已投运产能较 2020 年底规划产能仍有差距

根据“十三五”规划，到 2020 年底全国设市城市生活垃圾焚烧处理设施能力占无害化处理总能力 50%以上，其中东部地区达到 60%以上，垃圾焚烧处理能力达 59.1 万吨/日。

图表 20：“十三五”全国城镇生活垃圾处理设施规划情况

序号	地区	2020 年	
		处理设施规模（万吨/日）	所占比例（%）

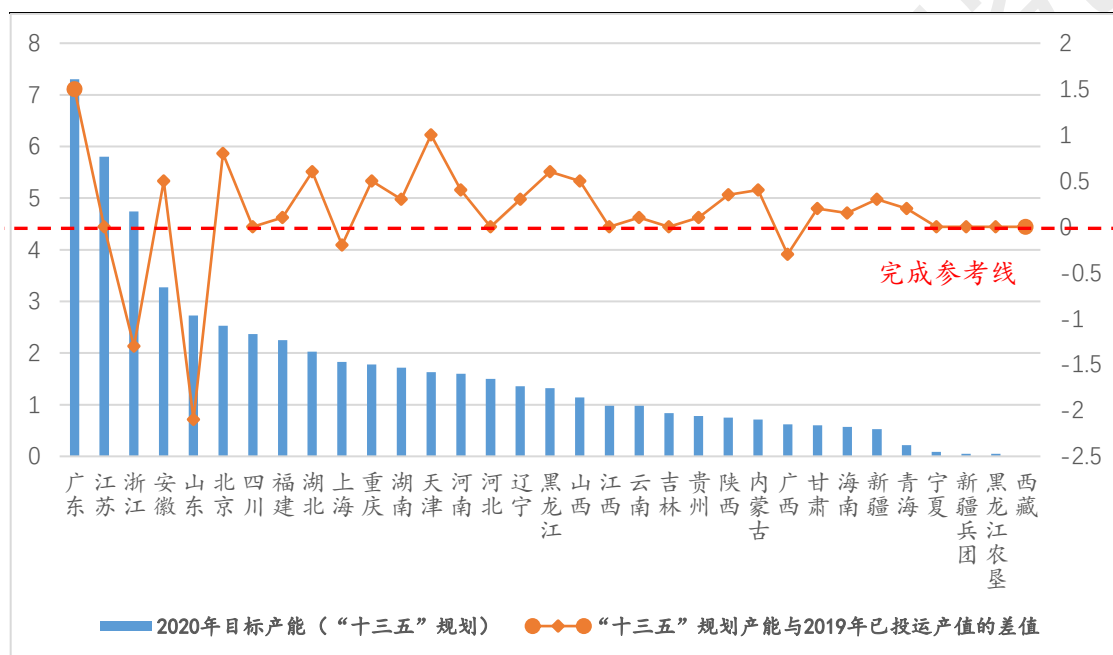
		填埋	焚烧	其它	填埋	焚烧	其它
	全国	47.71	59.14	3.64	43	54	3
1	北京	0.6	2.53	0.67	16	67	17
2	天津	0	1.63	0.12	0	93	7
3	河北	2.75	1.5	0.1	63	34	3
4	山西	1.98	1.14	0.05	62	36	2
5	内蒙古	2.06	0.71	0.04	73	25	2
6	辽宁	1.83	1.36	0.1	56	41	3
7	大连	0.37	0.58	0	39	61	0
8	吉林	1.39	0.84	0.09	60	36	4
9	黑龙江	0.96	1.32	0.21	39	53	8
10	上海	0.5	1.83	0.3	19	70	11
11	江苏	2.24	5.8	0	28	72	0
12	浙江	1.74	4.74	0.15	26	72	2
13	宁波	0.14	1.15	0	11	89	0
14	安徽	1.18	3.27	0.18	25	71	4
15	福建	0.89	2.25	0	28	72	0
16	厦门	0.23	0.4	0.11	31	54	15
17	江西	1.41	0.98	0.03	58	41	1
18	山东	1.62	2.73	0.2	36	60	4
19	青岛	0.22	0.6	0	27	73	0
20	河南	3.49	1.6	0	69	31	0
21	湖北	1.82	2.03	0.2	45	50	5
22	湖南	2.79	1.72	0.26	58	36	5
23	广东	2.96	7.3	0.28	28	69	3
24	深圳	0.43	1.74	0	20	80	0
25	广西	1.57	0.62	0	72	28	0
26	海南	0.14	0.57	0	20	80	0
27	重庆	0.92	1.78	0.03	34	65	1
28	四川	2.77	2.37	0.01	54	46	0
29	贵州	1.01	0.78	0.41	46	35	19
30	云南	1.14	0.98	0.02	53	46	1
31	西藏	0.15	0	0	100	0	0
32	陕西	2.35	0.75	0.04	75	24	1
33	甘肃	1.18	0.6	0.03	65	33	2
34	青海	0.67	0.22	0	75	25	0
35	宁夏	0.62	0.09	0	87	13	0
36	新疆	1.34	0.53	0.01	71	28	1
37	新疆兵团	0.19	0.05	0	79	21	0
38	黑龙江农垦	0.06	0.05	0	55	45	0

资料来源：公开资料，河南投资集团国资研究院整理

从完成计划来看，山东、浙江、广西、上海等

省市已完成“十三五”规划目标，沿海城市垃圾焚烧处理能力依旧领先。分省份来看，将各省市 2019 年已投运产能与“十三五”规划目标进行比较，河南、广东、天津、北京、湖北、安徽、黑龙江等 2020 年仍有较大新增产能空间。

图表 21：2020 年底目标产能与投产产能差值（单位：万吨）



资料来源：Wind, 河南投资集团国资研究院整理

（2）2019 年全国新增产能逐步向龙头靠拢

从 2019 年新增中标项目分布看，河南、河北、山东、东北等地成为全国兴建垃圾焚烧厂数量最多、新增规模最大的省份，且县域下沉与跨区域合作共建趋势明显。80%新增项目集中在中小城市及县域地区，规模多在 600 吨/日-1200 吨/日分布。相对来说，我国垃圾焚烧发电市场竞争格局已经基本成型，市场逐渐向龙头靠拢，行业竞争转向理性，从

而助推垃圾处理费趋势回升,加之运营效率提高带来的催化效用,行业回报改善明显,可以想象未来仍有提高空间。

图表 22: 2019 年我国各省新增垃圾发电项目情况

省份	数量 (个)	新增规模 (吨/日)	总投资
河南	26	32200	133.61
河北	22	22750	104.8
山东	12	9250	54.02
辽宁	8	5740	41.2
浙江	6	3650	24.99
江西	7	3400	27.89
云南	6	1940	17.97
湖南	5	4850	26.79
广东	4	3300	18.06
江苏	4	7150	41.29
吉林	3	1500	5.69
广西	3	4200	30.5
贵州	2	2150	6.4
重庆	2	1200	5.22
福建	2	2100	11.91
四川	2	1200	6.88
安徽	1	500	/
甘肃	1	1200	7.4
山西	1	1200	6.48
内蒙古	1	600	/
黑龙江	1	300	1.94

资料来源: 环保圈, 城发环境, 河南投资集团国资研究院整理

2、河南省情况

根据《河南省生活垃圾焚烧发电中长期专项规划(2018—2030 年)》所示:

(1) 短期目标

短期目标是 2020 年前计划开工建设项目 53 个, 合计处理能力 5.1 万吨/日、装机容量约 100

万千瓦。生活垃圾焚烧处理能力占无害化处理总能力的比例达到 40%以上。

（2）长期目标

长期目标则是到 2030 年，全省形成以焚烧发电为主的生活垃圾无害化处理体系，具备条件的省辖市实现原生垃圾“零填埋”，全省生活垃圾焚烧处理能力达到 8.4 万吨/日左右，总装机规模约 160 万千瓦。2021-2030 年前预计开工建设项目 22 个，合计处理能力 2.4 万吨/日、装机容量约 50 万千瓦。垃圾焚烧处理能力占无害化处理能力比例达到 70%左右。显然，河南省内的垃圾焚烧发电市场，仍有一定空间静待挖掘。

3、海外市场情况

我们可以从日本、欧洲和美国的发展现状入手，借以对国内行业发展和“一带一路”出海提供思路与参考。日本是目前全球垃圾焚烧占比最高的国家，厂商数量多，单厂规模小是日本垃圾焚烧行业的特点；欧洲各国政策则是收紧填埋，助推焚烧发展；美国的焚烧推行受阻，是以垃圾填埋为主，资源化为辅，土地资源优势和政府推进政策不足是美国垃圾焚烧推广受阻的重要原因。考虑到垃圾产生量和 GDP 以及城镇化率呈正相关关系，对于“一带一路”国家来说，亚洲新兴发展地区，其人均垃圾产能增

速高于发达国家，且当前的垃圾焚烧率较低，有着较大增长潜力，值得我们关注。

五、发展建议

1、做好前端控制—垃圾量

垃圾量是否足够，将直接影响后续项目的日常运营效益。对城发环境而言，在前期开展项目尽调、立项评判预审等阶段，应结合地方区位因素与常驻人口等因素，审慎评估未来项目的预期垃圾量与可能热值，做好敏感性分析，把好最前端控制。

2、把握投资边界—能力、投资和收益匹配

项目的投资论证决策，在认真考虑未来收益的同时，也要准确评估自身能力，熟悉若干潜在条件。包括地方政府行事规范、政策或合同执行力度、地方风土人情、投资资金风险、成本回收期限、投资额度与收益是否匹配等诸多方面。把握投资边界，不踩违规线，不赌大风险。

3、勇敢走出去—国际化战略

当前，垃圾发电国内市场的集中度攀升，行业竞争态势加剧。且各个地区，均有着不同程度的地域保护特点，这就为项目市场的开拓，增添了较大的障碍。国内市场份额的逐步缩减且难度日益加大，那么不妨把目光投向海外，投向“一带一路”。在东南亚诸国为代表的亚洲新兴经济地区，鉴于其

经济发展水平，垃圾处理行业才刚刚起步，那里的生活垃圾发电市场存在着可观空间。对国内的诸多厂商而言，勇敢走出去抢占海外市场，响应“一带一路”国家战略，未尝不是一次好机会。

4、投入研发与设计—设备整合效率

当前国内生活垃圾发电行业，大多厂商不具备设备的研发设计能力，通过市场化采购引进设备投入运营，做着末端的垃圾处理业务。昂贵的设备开支与后期维护，是厂商财务报表上的一项重要支出。而且就整个产业链来说，位居末端的垃圾焚烧处理业务，其实进入门槛并不高，无核心竞争力的处理厂商，如果不能结合地域特色与垃圾特点来选购目标设备，反而降低日常运营效率，并且在设备上受制于人。所以近些年，一些厂家开始重金投入研发与设计，试图从末端贯穿到行业上游，打通全产业链，打造适合自身业务特点的装备，提高产业链条的设备整合效率，进而提高整厂生产效率。

5、严格成本控制—经营管理效率

具体项目的日常运营，其成本开支将直接影响城发环境年度财务报表上的利润数据。对公司来说，把好成本控制关，减少不必要开支，在保质保量前提下尽可能缩减费用，将直接体现着其日常经营管理效率。

6、利用资本市场—资金运用效率

城发环境作为 A 股市场上市企业,不再局限于传统资本运作方式,可充分利用资本市场赋予的便利性,整合市场资源与金融工具,与城发环境自身业务需求和发展战略相匹配,宣传城发环境品牌,做好上市公司市值管理,锻炼资本运作能力,提高资金使用效率。

7、做好人才吸引与培养—人才梯队建设

城发环境能否走的更快、走的更稳、走的更远,关键在于人才。人才梯队建设应当与发展速度、发展方向相匹配。立足现有业务,着眼未来布局,做大做强“城发学院”品牌,做好人才吸引与培养,做好人才支撑,打造专属人才库,要人尽其才、才尽其用。



编辑部：城发环境，河南投资集团国资研究院，战略发展部

联系电话：0371-69158059