
2019 年中国生物质能发电行业精品报告

分析师：文晗

2019 年 11 月

报告标签：生物质能、可再生能源、农林生物质、生活垃圾处理、机械炉排炉

概览摘要：中国生物质能发电行业现已进入产能扩张时期，盈利模式具备可复制性。国家能源局数据显示，中国生物质发电累计装机容量由 2014 年的 950.0 万千瓦迅速上升至 2018 年的 1,781.0 万千瓦，年复合增长率达到 17.0%，主要原因为政府出台的多项行业配套政策为生物质发电行业的发展提供了强有力支持。其次，生物质发电技术成熟度逐步上升促进了生物质发电厂的扩张建设。2018 年，生物质发电量为 906.0 亿千瓦时，占可再生能源发电量的 4.8% 左右，仍有较大的市场发展空间。中国生物质资源丰富，开发利用潜力很大，生物质发电在未来将成为工业生产用电的主要选择。预计五年内中国生物质能发电行业还将保持稳定的发展增速，到 2023 年，中国生物质发电累计装机容量有望达到 3,106.6 万千瓦。

- 燃烧发电是提高秸秆综合利用效率的有效途径

燃烧发电是提高秸秆综合利用效率的有效途径。通过直接燃烧秸秆获取电能的方式，一方面能够将秸秆“变废为宝”，提高秸秆利用效率，减少露天焚烧秸秆现象，改善空气环境；另一方面，通过发电厂收购秸秆的方式也能够为农民增收，提高农民回收秸秆的积极性。自 2008 年起，中国政府出台了多项政策禁止秸秆露天焚烧、促进秸秆综合利用，鼓励科学规划秸秆热电联产以及直燃发电厂，实行秸秆发电优先上网。利用生物质发电模式能够从污染源头进行治理，直接可观地减轻空气污染，同时也能创造经济效益，达到双赢的效果。

- “垃圾围城”亟待发电解围

中国的大型城市尤其四大一线城市经济发达，城市人口数量庞大。近年来，中国多个城市出台了人才引进政策，同时由于城市建设速度加快，部分直辖市以及省会城市如天津、杭州、西安等地的人口流入也出现了较大的涨幅。伴随着城市人口的急剧增长，城市垃圾产生量空前庞大，但城市土地资源有限，垃圾处理能力不足，导致“垃圾围城”现象越发严重。通过垃圾焚烧直接发电的方式，既减少垃圾填埋对城市周边生态环境产生的不利影响，又可缓解城市能源供应紧张问题，实现社会效益与经济效益的有机结合，对改善生态环境乃至城市经济的可持续发展具有重要意义。

- 发电技术逐渐成熟

根据国家能源局数据显示，截至 2015 年，中国生物质发电总装机容量约 1,030 万千瓦，年发电量约为 520 亿千瓦时，完成进度未及预期。相反，2018 年中国生物质发电装机容量已达到 1,781 万千瓦，全年发电 906 亿千瓦时，已提前完成国家能源局在《生物质能发展“十三五”规划》提出的 2020 年 1,500 万千瓦的装机容量，年发电量 900 亿千瓦时目标。导致这一差异性的重要原因在于“十三五期间”生物质发电技术成熟度得到大幅提高，生物质发电装机容量迅速提升。

企业推荐：

- 国能生物、光大国际、绿色动力、杭州锦江、上海环境、中国环保、粤丰环保、琦泉集团、理昂生态、三峰环境

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，头豹研究院保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。头豹研究院开展的所有商业活动均使用“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表头豹研究院开展商业活动。

目录

1	方法论.....	4
1.1	研究方法.....	4
1.2	名词解释.....	5
2	中国生物质能发电行业市场综述.....	8
2.1	中国生物质能发电行业定义及分类.....	8
2.2	中国生物质能发电行业发展历程.....	11
2.3	中国生物质能发电行业市场现状.....	12
2.3.1	生物质发电以农林生物质发电和垃圾焚烧发电为主.....	12
2.3.2	生物质发电项目地区分布不均.....	13
2.3.3	生物质发电技术发展路线已确定.....	15
2.3.4	生物质能发电实行补贴政策.....	16
2.3.5	垃圾处理技术不完善.....	17
2.4	中国生物质能发电行业产业链.....	18
2.4.1	上游分析.....	19
2.4.2	中游分析.....	21
2.4.3	下游分析.....	22
2.5	中国生物质能发电行业市场规模.....	24
3	中国生物质能发电行业驱动因素.....	25
3.1	驱动因素.....	25
3.1.1	燃烧发电是提高秸秆综合利用效率的有效途径.....	25
3.1.2	“垃圾围城”亟待发电解围.....	26

3.1.3	发电技术逐渐成熟	27
4	中国生物质能发电行业政策分析	28
4.1	行业支持政策	28
4.2	行业监管政策	29
5	中国生物质能发电行业市场趋势	30
5.1	政府管理手段不断完善，促进企业加速资金周转	30
5.2	农林生物质直燃发电与生活垃圾焚烧发电一体化加深	31
5.3	热电联产的比重将得到提升	32
6	中国生物质能发电行业竞争格局分析	33
6.1	中国生物质能发电行业竞争格局概述	33
6.2	中国生物质能发电行业典型企业分析	35
6.2.1	国能生物发电有限公司	35
6.2.2	中国光大国际有限公司	37
6.2.3	绿色动力环保集团股份有限公司	39
6.2.4	杭州锦江集团	41
6.2.5	上海环境集团股份有限公司	43
6.2.6	中国环境保护集团	45
6.2.7	粤丰环保电力有限公司	47
6.2.8	山东琦泉集团	49
6.2.9	理昂生态能源股份有限公司	51
6.2.10	重庆三峰环境产业集团有限公司	53

图表目录

图 2-1 生物质发电技术分类.....	8
图 2-2 农林生物质发电流程.....	10
图 2-3 垃圾焚烧发电流程.....	10
图 2-4 中国生物质能发电行业发展历程.....	11
图 2-5 中国生物质发电装机容量组成, 2018 年.....	13
图 2-6 农林生物质发电项目装机容量前十省份, 2018 年.....	14
图 2-7 垃圾焚烧发电项目装机容量前十省份, 2018 年.....	14
图 2-8 生物质发电技术发展路线已确定.....	16
图 2-9 生物质发电项目上网电价.....	17
图 2-10 垃圾无害化处理在中国实施面临两大难点.....	18
图 2-11 中国生物质能发电行业产业链分析.....	19
图 2-12 生物质发电成本结构.....	20
图 2-12 中国全社会用电量, 2014-2018 年.....	23
图 2-13 中国生物质发电累计装机容量, 2014-2023 年预测.....	24
图 3-1 中国关于促进秸秆综合利用的相关政策.....	25
图 3-2 中国生活垃圾产生量排名前十城市, 2017 年.....	27
图 3-3 “十三五”期间, 生物质能发展成果显著.....	28
图 4-1 中国生物质能发电行业相关支持政策.....	29
图 4-2 中国生物质能发电行业相关监管政策.....	30
图 5-1 灵璧生物质及垃圾发电一体化项目.....	32
图 5-2 热电联产在热能利用率上优势明显.....	32

图 6-1 中国农林生物质发电企业装机排名前十, 2018 年	34
图 6-2 中国垃圾焚烧发电企业装机排名前十, 2018 年.....	35
图 6-3 国能生物业务覆盖全产业链	36
图 6-4 光大国际项目介绍	38
图 6-5 绿色环保项目分布图.....	40
图 6-6 杭州锦江集团业务版图.....	42
图 6-7 上海环境核心业务	44
图 6-8 中国环保主营业务	46
图 6-9 粤丰环保项目	48
图 6-10 琦泉集团业务板块介绍	50
图 6-11 理昂生态部分已建成项目	52
图 6-12 三峰环境主营业务.....	53

1 方法论

1.1 研究方法

头豹研究院布局中国市场，深入研究 10 大行业，54 个垂直行业的市场变化，已经积累了近 50 万行业研究样本，完成近 10,000 多个独立的研究咨询项目。

- ✓ 研究院依托中国活跃的经济环境，从可再生能源、电力等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ✓ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ✓ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ✓ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。
- ✓ 头豹研究院本次研究于 2019 年 11 月完成。

1.2 名词解释

- **光合作用**：绿色植物（包括藻类）吸收光能，把二氧化碳和水合成富能有机物，同时释放氧的过程。
- **可再生能源**：在自然界可以循环再生，取之不尽、用之不竭的能源，主要包括太阳能、水能、风能、生物质能、波浪能、潮汐能、海洋温差能、地热能等。
- **醇类燃料**：含醇的液体燃料，主要包括甲醇、乙醇、汽油及少量甲基叔丁基醚。
- **秸秆**：成熟农作物茎叶（穗）部分的总称，通常指小麦、水稻、玉米、薯类、油菜、棉花、甘蔗和其它农作物（通常为粗粮）在收获籽实后的剩余部分。
- **锅炉**：能量转换设备，锅炉中产生的热水或蒸汽可直接为工业生产和人民生活提供所需热能，也可通过蒸汽动力装置转换为机械能，或再通过发电机将机械能转换为电能。
- **汽轮机**：也称蒸汽透平发动机，一种旋转式蒸汽动力装置，高温高压蒸汽穿过固定喷嘴成为加速的气流后喷射到叶片上，使装有叶片排的转子旋转，同时对外做功。汽轮机是现代火力发电厂的主要设备，也用于冶金工业、化学工业、舰船动力装置中。
- **辅机**：在本文中指锅炉辅助设备，包含磨煤机、给煤机、风机、引风机、返料风机、炉排、除渣机械等。
- **冷凝器**：制冷系统的机件，属于换热器的一种，能把预备液化的气体或蒸气变成液体，将管子中的热量，以很快的方式传到管子附近的空气中。
- **标杆电价**：为推进电价市场化改革，中国在经营期电价的基础上，对新建发电项目实行按区域或省平均成本统一定价的电价政策。
- **PM2.5**：细颗粒物的一种，环境空气中空气动力学当量直径小于等于 2.5 微米的颗粒物。它能较长时间悬浮于空气中，其在空气中含量浓度越高，就代表空气污染越严重。
- **二噁英**：具有相似结构和理化特性的一组多氯取代的平面芳烃类化合物，燃烧和各种工

业生产的副产物，对空气环境及人体健康会造成不良影响。

- **热电联产**：利用热机或发电站同时产生电力和有用热量的生产方式。
- **CCER**：Chinese Certified Emission Reduction，中国核证自愿减排量。根据《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》，参与自愿减排的减排量需经国家主管部门在国家自愿减排交易登记簿进行登记备案，经备案的减排量则被称为核证自愿减排量。
- **EPC**：Engineering Procurement Construction，公司受业主委托，按照合同约定对工程建设项目的的设计、采购、施工、试运行等实行全过程或若干阶段承包的工程模式。
- **BOT**：Build-Operate-Transfer，建设-经营-转让，是私营企业参与基础设施建设，向社会提供公共服务的一种方式，中国一般称之为“特许权”。
- **厌氧发酵**：废弃物在厌氧条件下通过微生物的代谢活动而被稳定化，同时伴有甲烷和二氧化碳产生的变化。
- **秸秆还田**：把不宜直接作饲料的秸秆（麦秸、玉米秸和水稻秸秆等）直接或堆积腐熟后施入土壤中的一种方法。
- **垃圾围城**：城市生活垃圾产生量过多，导致城市被垃圾包围的这一现象。
- **上网电量**：发电厂向供电企业出售的电量，指发电厂在上网电量计量点向供电企业（电网）输入的电量。
- **灰份**：无机物，锻烧或烘干后的剩余物。
- **PPP**：Public-Private Partnership，政府和社会资本合作，公共基础设施中的一种项目运作模式。
- **TOT**：Transfer-Operate-Transfer，移交-经营-移交。TOT 模式是国际上较为流行的一种项目融资方式，政府部门或国有企业通常将建设好的项目的一定期限的产权或经营权，有偿转让给投资人，由其进行运营管理；投资人在约定的期限内通过经营收回全部投资

并得到合理的回报，双方合约期满之后，投资人再将该项目交还政府部门或原企业的一种融资方式。

2 中国生物质能发电行业市场综述

2.1 中国生物质能发电行业定义及分类

生物质指通过光合作用直接或间接形成的各种有机体，包括植物、动物和微生物等。中国生物质资源丰富，常见的生物质包括农业废弃物、林业废弃物、畜禽粪便、城市生活垃圾、有机废水和废渣等。生物质能指由太阳能以化学能的形式在生物质中贮存的能量，是一种清洁环保的可再生能源。

生物质能可通过物理、化学、生物等形式转化为常规的固态生物质燃料、液态生物质燃料和气态生物质燃料：

- (1) 固态生物质燃料包括直接燃烧和固化成型，其中直接燃烧是生物质能最主要的利用方式，即直接燃烧农作物秸秆、薪柴、垃圾等固态生物质燃料获得热能；固化成型是指将生物质原料粉碎后，利用机械挤压成形，可作为煤和木柴的替代燃料；
- (2) 液态生物质燃料是由生物质制成的燃料油、醇类燃料及生物柴油等类型的液体燃料；
- (3) 气态生物质燃料是指以生物质为原料，利用气化技术制成的气态燃料，如生物质制沼气、生物质气化及生物质制氢等。

生物质发电是指利用生物质具有的生物质能进行发电。生物质发电技术可直接分为直接燃烧发电、混合燃烧发电、垃圾发电、沼气发电和气化发电（见图 2-1）。

图 2-1 生物质发电技术分类

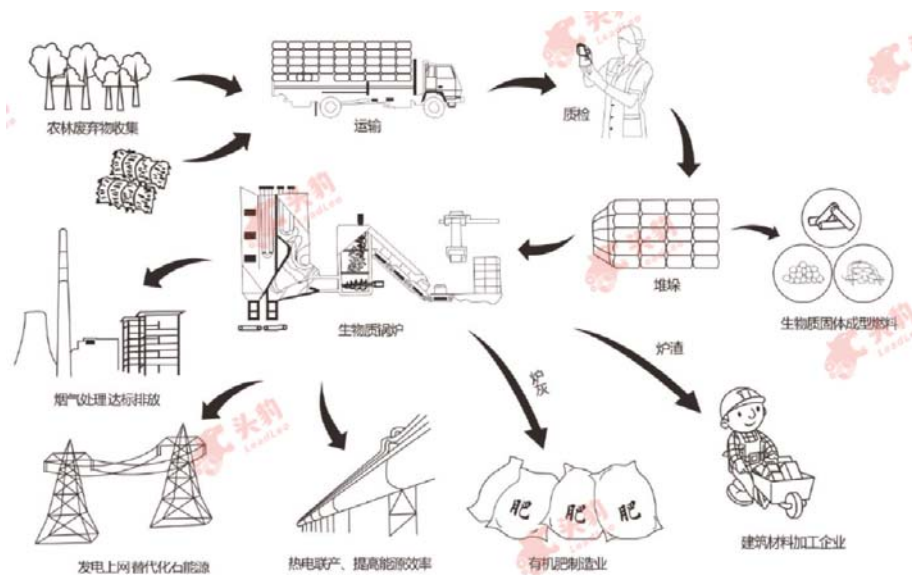


- (1) **直接燃烧发电**：将生物质放入锅炉中直接燃烧，产生的蒸汽带动蒸汽轮机及发电机发电；
- (2) **混合燃烧发电**：将生物质和煤混合进行燃烧发电，可分为两种方式：①直接将生物质与煤混合后投放燃烧；②将生物质气化产生的燃气与煤混合燃烧；
- (3) **垃圾发电**：以焚烧发电的形式为主，垃圾焚烧发电是利用锅炉燃烧技术产生的热量将水加热后产生蒸汽推动汽轮机带动发电机发电；
- (4) **沼气发电**：利用工农业或城镇生活中产生的大量有机废弃物经厌氧发酵处理产生的沼气驱动发电机组发电；
- (5) **气化发电**：生物质在气化炉中转化为气体燃料，经一系列的净化冷却后直接进入燃气机中燃烧发电或者直接进入燃料电池发电。

中国生物质发电的形式有农林生物质发电、垃圾焚烧发电、沼气发电等。其中，主要以农林生物质发电和垃圾焚烧发电为主。

农林生物质发电大致需要经过农林废弃物收集——运输——质检——堆垛——燃烧发电五个阶段（见图 2-2）。农林生物质发电生产过程遵循循环利用概念：（1）燃烧产生的大量烟气需经过环保处理，达标后方可排放；（2）通过热电联产模式，生物质燃烧释放的热能连同电能一并输送到企业以及居民家中；（3）通过好氧发酵工艺，可将锅炉炉灰含有有机质的废料充分发酵为有机肥；（4）锅炉炉渣可作为填料用来生产建筑材料如水泥、砖头。

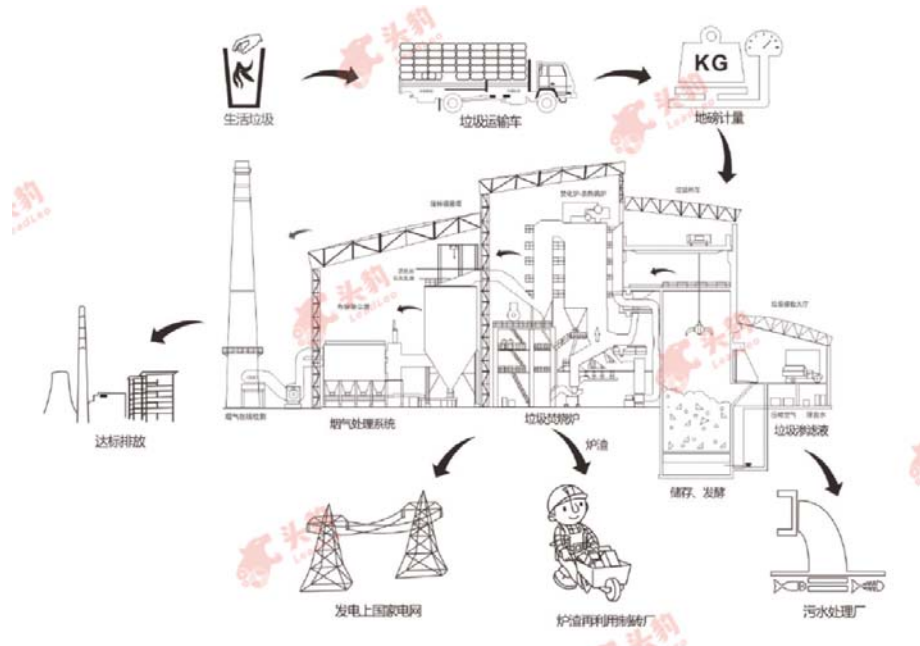
图 2-2 农林生物质发电流程



来源：长青集团官网，头豹研究院编辑整理

垃圾焚烧发电大致需要经过生活垃圾收集——垃圾运输——地磅计量——储存发酵——焚烧发电五个阶段（见图 2-3）。与农林生物质相同的是，垃圾焚烧后产生的副产物同样需要循环利用。与农林生物质不同的是，生活垃圾本身含有水分，在运输过程会产生大量垃圾渗透液，需送往污水处理厂进行处理，以避免污染地表和地下水。

图 2-3 垃圾焚烧发电流程



来源：长青集团官网，头豹研究院编辑整理

2.2 中国生物质能发电行业发展历程

20 世纪 70 年代，欧美等发达国家与地区已经开始利用生物质发电。如今，在美国利用生物质发电已经成为大量工业生产用电的选择，而中国在生物质发电领域发展起步较晚（见图 2-4）。

图 2-4 中国生物质能发电行业发展历程



来源：头豹研究院编辑整理

2005 年以前，中国生物质发电领域几乎为空白。2005 年 2 月，中国颁布了《可再生能源法》，为生物质发电的发展提供了制度保障，标志着中国生物质能发电行业正式起步。随着中国政府对可再生能源重视程度逐渐提升，一系列有关可再生能源中长期规划、生物质项目管理以及生物质发电优惠上网电价等政策文件相继出台，引导国有、民营以及外资企业投资参与生物质发电项目的建设。2006 年 12 月，国能生物投资建设的第一个国家级生物质直燃发电示范项目正式投产。到 2009 年底，中国生物质能发电行业已经逐渐形成了以农林生物质发电和垃圾焚烧发电为主，沼气发电等其他发电形式为辅的发电格局。

2010 年后，《生物质能“十二五”规划》、《关于生物质发电项目建设管理的通知》、《关

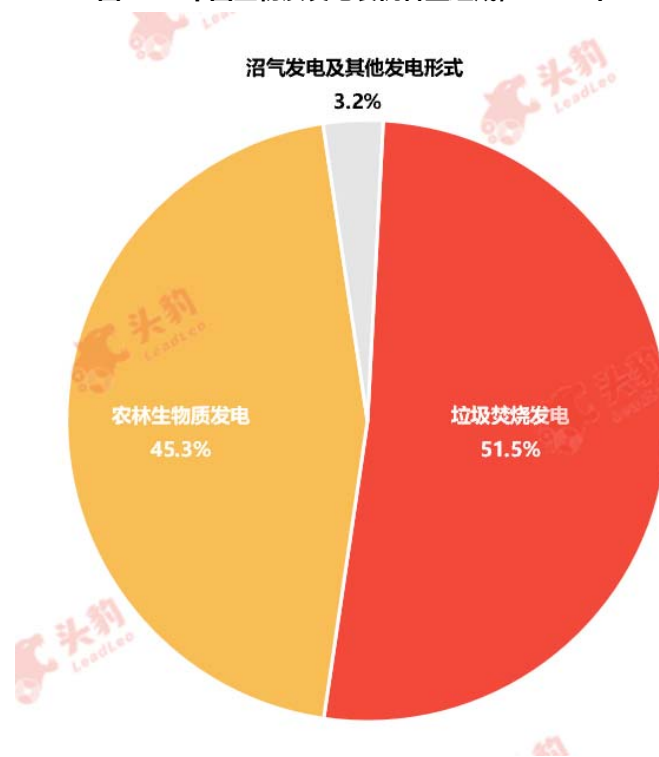
于完善农林生物质发电价格政策的通知》等相关配套政策陆续出台，将高效利用生物质能摆到重要战略地位，生物质能发电技术得到了人们的广泛重视和应用，参与企业数量以及生物质能产业规模也持续增加和扩大。在发电形式上，农林生物质发电在直燃发电总装机比例由 2010 年的 3% 提高到 2015 年的 20%，2015 年热电联产装机容量已超过 100 万千瓦。相比之下，沼气发电的发展速度较慢。到 2015 年底，中国沼气发电装机规模仍不足 50 万千瓦，大中型养殖场配建沼气发电工程占中国大中型禽养殖场比例不足 10%，主要原因为沼气生产连续性不高、配套处理设施投资成本过高等。2017 年起，随着中国政府推进垃圾无害化处理，垃圾焚烧发电领域的增长开始全面超过农林生物质发电。2017 年，垃圾焚烧发电项目较 2016 年增加 65 个，并网装机容量达 725.1 万千瓦；农林生物质发电项目则较 2016 年增加 16 个，并网装机容量达 700.8 万千瓦。

2.3 中国生物质能发电行业市场现状

2.3.1 生物质发电以农林生物质发电和垃圾焚烧发电为主

生物质发电主要包括农林生物质发电、垃圾焚烧发电和沼气发电。中国生物质资源丰富，每年可作为能源利用的生物质资源总量约等于 4.6 亿标准煤，其中农林废弃物资源量约 7.5 亿吨，约等于 4 亿吨标准煤。国家能源局数据显示，2018 年生物质发电新增装机 305 万千瓦，累计装机达到 1,781 万千瓦。其中，农林生物质并网装机容量为 806.3 万千瓦，较 2017 年增加 105.5 万千瓦；垃圾焚烧发电并网装机容量 916.4 万千瓦，较 2017 年增加 191.3 万千瓦。当前，中国农林生物质发电和垃圾焚烧发电的装机容量在总装机容量中分别占据 45.3%、51.5%，沼气发电及其他发电形式占比不足 5%（见图 2-5）。

图 2-5 中国生物质发电装机容量组成, 2018 年



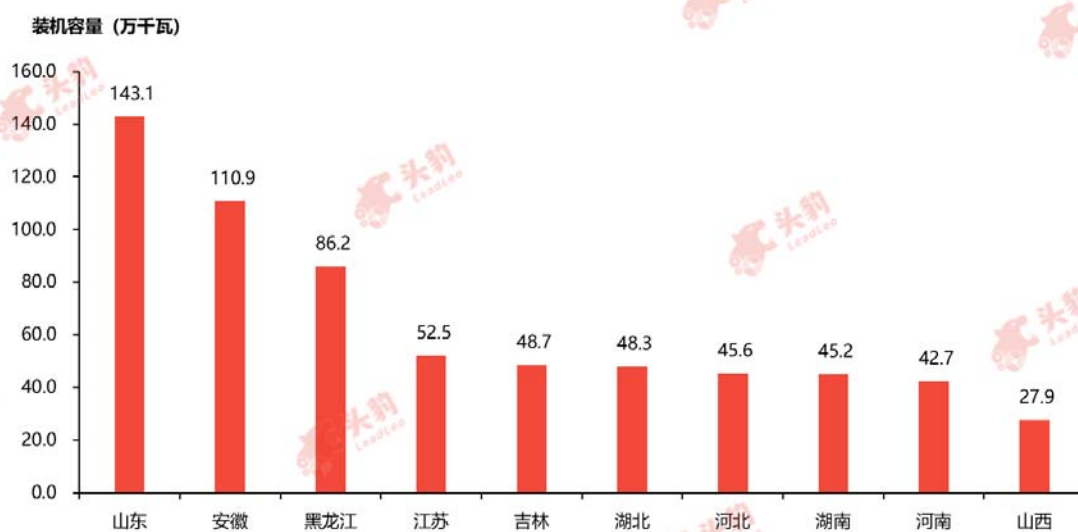
来源: 头豹研究院编辑整理

从中国实际需求来看, 农村的农林废弃物资源和城市的垃圾资源较多, 生物质燃料易于获得, 项目实施性较强且可直接改善农村与城市的环境污染问题。沼气发电产生的沼渣还未实现有效利用, 配套处理设施投资成本高, 导致沼气发电机组规模普遍小。气化发电规模较小的原因在于现有的内燃机的装机容量小, 发电转化效率低, 无法满足规模化应用的需求。混合燃料发电则对燃料处理和燃烧设备要求较高, 利用与推广较少。

2.3.2 生物质发电项目地区分布不均

由于中国生物质资源分布不均, 导致中国生物质发电项目地区分布同样不均。在中国, 秸秆资源主要集中在粮食产量高、农业生产发达的华东地区, 其次是华中、东北、华北地区, 西南地区和西北地区分布较少。为了方便燃料收集、运输、储藏, 就地加工转化及就近消费, 农林生物质发电项目通常分布在林业资源、农作物秸秆资源丰富的地区 (见图 2-6)。

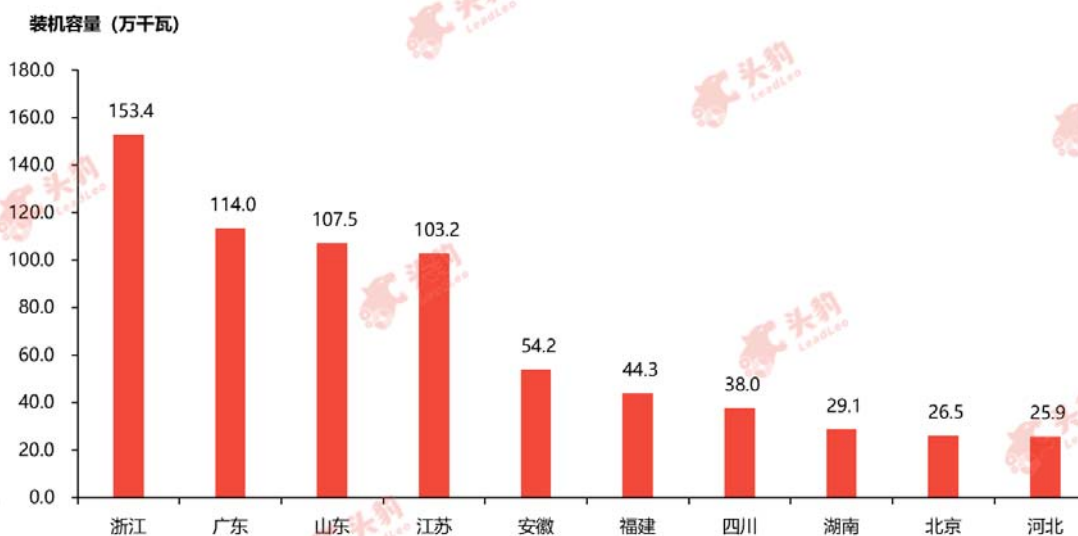
图 2-6 农林生物质发电项目装机容量前十省份，2018 年



来源：生物质能产业促进会，头豹研究院编辑整理

垃圾焚烧发电项目一般分布在生活垃圾量大的城市，便于垃圾的收集和运输，为避免垃圾焚烧产生的废气对人体的影响，垃圾焚烧发电厂还需建在远离居民生活区的郊外。截至 2018 年底，中国共有 152 家垃圾焚烧发电企业，主要布局在经济发展程度较高的华东、华南地区（见图 2-7）。

图 2-7 垃圾焚烧发电项目装机容量前十省份，2018 年



来源：生物质能产业促进会，头豹研究院编辑整理

其次，中国生物质能发电产业缺乏统一规划也是造成发达地区的垃圾焚烧发电项目建设过于密集的原因。华东地区是生物质发电厂分布最密集的地区，2018 年，华东地区的垃圾

焚烧发电项目装机容量占全国垃圾发电总装机容量的 53.3%，但同时造成了华东地区燃料供应紧张，致使发电成本不断上涨的问题。中国生物质能发电行业缺乏专业组织机构负责制定相关的政策措施，造成了整体产业运行效率不高、配套设施不完善、项目分布不合理等问题。当前中国生物质能发电产业仍处于发展初期，进行产业统一规划对未来长期发展具有重要意义。

2.3.3 生物质发电技术发展路线已确定

在生物质发电方面，随着生物质发电利用技术不断成熟，农林生物质从最初仅用于发电，逐渐衍生出供热、供气、产乙醇、供天然气等其他途径。**农林生物质发电的技术发展路线已确定为热电联产、提高生物质能原材料的预处理技术及提高生物质能设备制造水平。**

(1) 热电联产：为提高能源利用率，在国家政策的鼓励下，生物质发电已开始向热电联产转型升级，新建农林生物质发电项目实行热电联产，已投产的农林生物质纯发电项目需采取低真空循环水、抽汽外供蒸汽、吸收式热泵等方式进行供热改造；

(2) 提高生物质能原材料的预处理技术：灵活运用生物质能原材料的预处理技术的四种方法：①物理法：包括机械粉碎、高能辐射处理和微波处理等方法；②化学法：用酸、碱、离子液体、有机溶剂等进行处理；③物理化学联用法：用联用汽爆法、高温热解法进行处理；④微生物生物法：利用褐腐菌、白腐菌和软腐菌等微生物来提高纤维素和半纤维素的酶解糖化率；

(3) 提高生物质能设备制造水平：欧美国家在生物质能设备制造方面具备一定的领先优势，并将生物质成型设备和生物质锅炉技术出口至其他国家，如瑞典在生物质成型燃料技术与热电联产领域的发展已相当成熟。以国能生物为代表的中国生物质发电企业已与瑞典开展了一系列的合作项目，推进生物质能设备制造的国产化。

在垃圾焚烧发电方面，中国垃圾焚烧炉、余热锅炉、汽轮发电机组、烟气处理系统等设备均已实现国产化，装备制造能力能满足产业发展需要。中国垃圾焚烧发电主要使用的技术为机械炉排炉技术和流化床燃烧技术，但前者已逐渐取代后者，主要是依据 2000 年 5 月建设部、国家环保总局、科学技术部共同发布的《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》，该文件提到“垃圾焚烧目前宜采用以炉排炉为基础的成熟技术，审慎采用其它炉型的焚烧炉。禁止使用不能达到控制标准的焚烧炉。”

数据显示，2018 年，中国约有 75% 的垃圾焚烧发电企业采用成熟的机械炉排炉技术，20% 采用流化床燃烧技术。机械炉排炉技术的优点是对垃圾成分和热值要求低、技术成熟、操作简便、适用于生活垃圾的处理，缺点是维护要求高、垃圾燃烧效率较低、设施体积较大。流化床燃烧技术的优点是垃圾燃烧效率高、使用寿命长，但缺点是需要借助流化载体帮助垃圾燃烧、垃圾预处理要求高、操作难度较大。

图 2-8 生物质发电技术发展路线已确定



来源：头豹研究院编辑整理

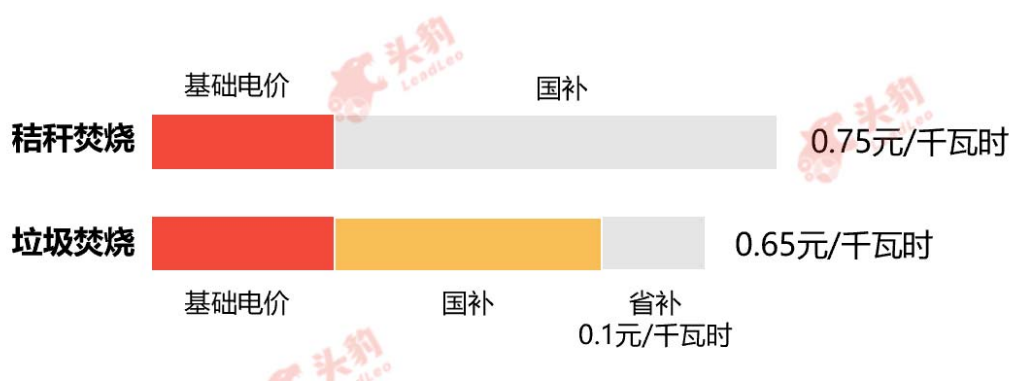
2.3.4 生物质能发电实行补贴政策

风电、光伏、生物质发电都属于可再生能源。在可再生能源发展初期，中国对可再生能源发电项目实施电价补贴政策。2019 年 1 月，国家发改委、国家能源局联合下发了《关于积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网有关工作的通知》，正式宣布“随着风电、光伏发

电规模化发展和技术快速进步，在资源优良、建设成本低、投资和市场条件好的地区，已基本具备与燃煤标杆上网电价平价（不需要国家补贴）的条件”。风力、光伏的发电成本已大幅下降，将实现平价上网，不再享受国家补贴。相比之下，由于生物质发电还未实现规模化发展，生物质发电成本高于风电、光伏发电成本，仍需要国家予以产业政策倾斜，以提升生物质能发电行业的竞争力。

对于农林生物质发电项目，其上网电价按照《国家发展改革委关于完善农林生物质发电价格政策的通知》的有关规定，统一执行标杆上网电价每千瓦时 0.75 元(含税)(见图 2-9)。垃圾焚烧发电项目上网实行分摊制度，由三部分构成：(1) 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，下同）；(2) 垃圾焚烧发电上网电价高出当地脱硫燃煤机组标杆上网电价的部分，省级电网负担每千瓦时 0.1 元；(3) 其余部分纳入可再生能源补贴。

图 2-9 生物质发电项目上网电价



来源：头豹研究院编辑整理

2.3.5 垃圾处理技术不完善

在垃圾处理领域，欧美等发达国家和地区已形成较成熟的技术体系，中国在垃圾无害化处理能力和水平仍相对不足。在一些城镇地区，垃圾体量较小，部分垃圾电厂不遵守新的飞灰和尾气处理工艺规范运行处理，导致焚烧味道大、烟气污染大，对周围居民生活造成严重

影响，垃圾无害化处理难度大（见图 2-10）。

图 2-10 垃圾无害化处理在中国实施面临两大难点



来源：头豹研究院编辑整理

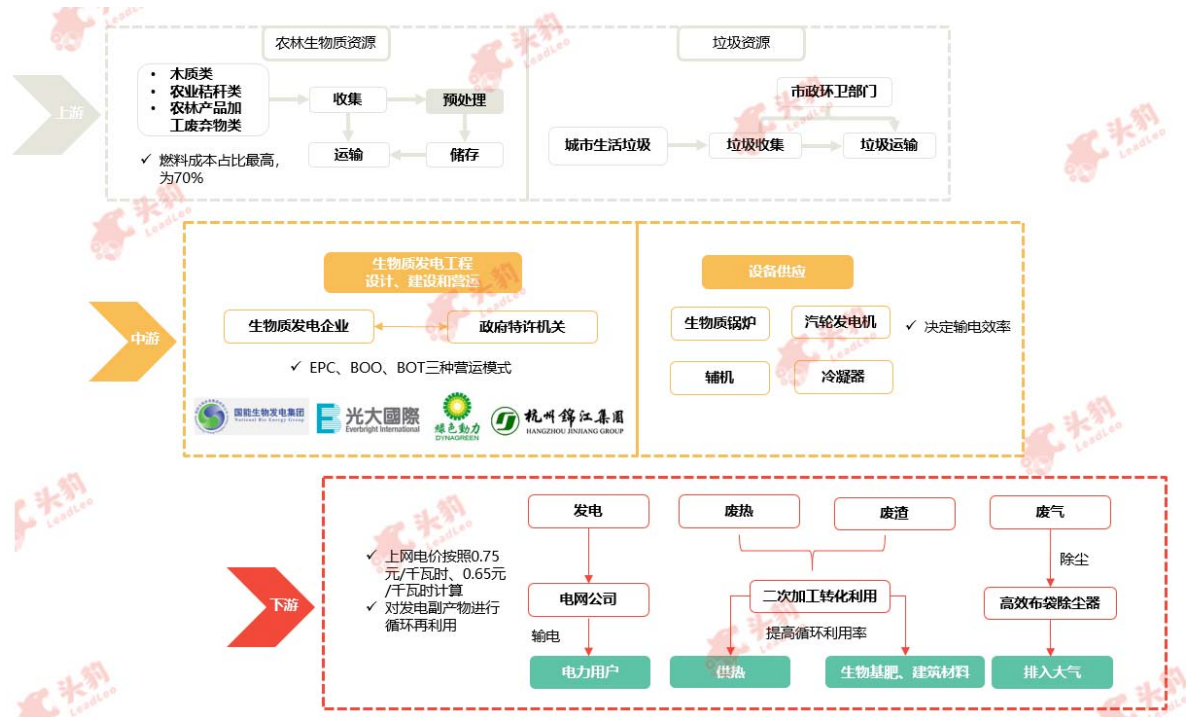
目前，垃圾无害化处理在中国实施面临两大难点，具体如下：

- (1) 在生活垃圾源头上普遍存在着各地生活垃圾分类实施情况差异较大、居民参与积极性不高、资源回收利用率较低的问题，导致有大量的垃圾需要被转运和处理，提高了垃圾的收集、运输和处理费用；
- (2) 在垃圾收集、运输和处理环节，垃圾最终流向填埋场或是焚烧厂极为关键，一旦混淆将可能产生比垃圾污染本身更加严重的环境污染问题。在实际操作中，许多垃圾电厂虽然引进发达国家垃圾焚烧设备，直接使用国外设备无法达到最佳的垃圾处理效率，其根本原因在于①东西方饮食结构的不同，发达国家的垃圾热值较高，更适合燃烧，且前期垃圾分类较为严格，焚烧后不会产生二噁英、PM2.5 等污染物；②国情不同，垃圾分类的标准不同。达到生活垃圾无害化处理这一目标，还需从基础的普及垃圾分类知识做起，努力实现进口设备的国产化从而进一步提升垃圾处理技术水平。

2.4 中国生物质能发电行业产业链

中国生物质能发电行业产业链从上至下可依次分为上游燃料资源供应、中游生物质能发电及下游发电与发电副产物交易（见图 2-11）：

图 2-11 中国生物质能发电行业产业链分析

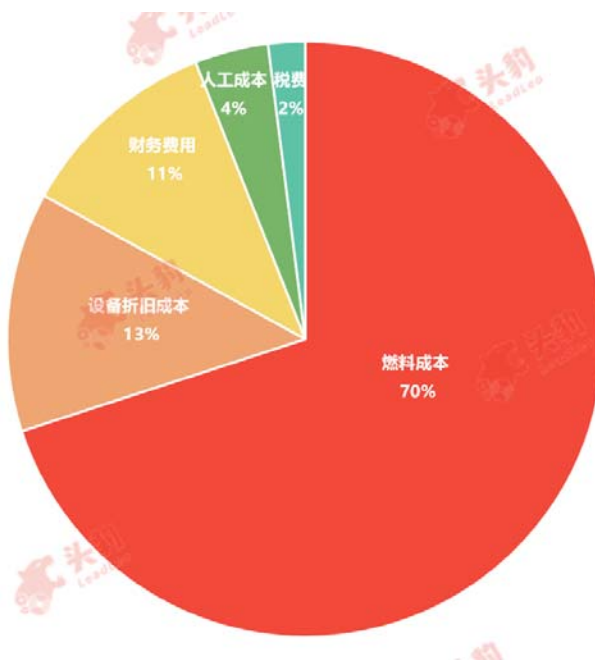


来源：头豹研究院编辑整理

2.4.1 上游分析

中国生物质能发电行业产业链上游为燃料资源供应,主要围绕着燃料收购、加工、储存、转运、输送五个环节。从成本结构来看,数据显示,燃料成本是生物质发电厂的主要生产成本,占总生产成本的70%。其次是设备折旧成本、财务费用,分别占13%、11%(见图2-12)。因此,控制燃料成本是降低发电站运营成本最有效的方法。

图 2-12 生物质发电成本结构



来源：头豹研究院编辑整理

目前，中国生物质发电的主流燃料来自于农林生物质资源和垃圾资源。

(1) 农林生物质资源

农林生物质资源包括木质类、农业秸秆类和农林产品加工废弃物类：①木质类的生物质燃料包括树枝、薪柴、木材加工废弃物等；②农业秸秆类的生物质燃料包括小麦秸秆、水稻秸秆、玉米秸秆、大豆秸秆等黄色秸秆；③农林产品加工废弃物类的生物质燃料包括稻壳、花生壳、木屑等。

生物质燃料收购以“经纪人+农户+发电厂”的合作模式为主，生物质发电燃料的收集主要依赖农村经纪人。农村经纪人从农户手中回收燃料再卖给发电厂。生物质燃料质量对发电设备的运行和燃料燃烧效率具有重要影响，在燃料收集后，还需对燃料进行预处理，对燃料的含水量及灰份进行抽样检查，将不同成分和含水量的燃料分开打包。秸秆的体积较大，需要将秸秆打碎后用集条机集成条状，再用打包机打成圆包或方包，通过运输车送往收购站储存再转运发电厂。

当前燃料收储成本较高，原因有两点：①秸秆回收仅有夏秋两季，收储时间短，许多农

民为了抢收抢种，直接将秸秆粉碎还田，影响了秸秆回收；②秸秆体积大，干燥环境下，秸秆混堆可能引起自燃，堆放时间长会降低热值。随着环保政策以及补贴力度的加大，农民回收秸秆积极性得到明显提高，燃料收储成本已有所降低。

(2) 垃圾资源

中国城市生活垃圾的收集、分类和运输一般由市政环卫部门负责。随着中国城镇化进程加快，城镇化率从 2010 年的 49.9% 提升至 2018 年的 59.6%，生活垃圾清运量逐年攀升，人们对环境、健康的重视，促进了垃圾无害化处理方式的兴起。

现阶段，中国生活垃圾处理方式有填埋、焚烧、堆肥等方式。城市生活垃圾量以及成分主要与城市发展水平和人民生活水平有直接关系。各地的城市生活垃圾的成分不尽相同，各地区的垃圾处理方式也不同。在经济发达的东部沿海地区，土地资源紧缺，垃圾主要以焚烧为主；而在经济相对落后的西部地区，由于地广人稀，垃圾更适宜填埋。2016 年 12 月，国家发改委和住房城乡建设部联合下发了《“十三五”全国城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划》，指出到 2020 年底全国城镇生活垃圾焚烧处理设施能力占无害化处理总能力 50% 以上的目标，为垃圾焚烧发电厂项目建设注入了强大动力。

从议价能力来看，由于燃料收储的不确定性较高，燃料成本较高，燃料供应方在整个产业链中的议价能力较强。但近年来，国家对禁止田间秸秆焚烧的管控力度加强，秸秆回收得到了政府补贴等政策的鼓励与支持，燃料供应充足，上游燃料供应方的议价能力正在逐渐减弱。

2.4.2 中游分析

中国生物质能发电行业产业链中游的参与主体为生物质能发电企业，主要围绕生物质发电项目工程设计、建设及营运和设备供应。

生物质发电项目工程设计、建设及营运主要采用 **BOT 模式**，即运营方从政府部门获得特许经营权，在有限期间内负责特许经营合约所规定设施的融资、设计、建设及经营，特许经营期届满后将设施及资产移交政府部门。以垃圾焚烧发电项目为例，垃圾焚烧发电站的资金、技术、设施全部由项目公司承担，政府特许机关（市容环境管理局、城市管理局）通常会与项目公司签订特许经营协议并约定垃圾供应量，政府特许机关将服务区域内的垃圾运往项目公司。项目公司的一部分收入来自从政府特许机关收取的垃圾处理费，另一部分来源于出售垃圾焚烧发电过程中产生的电能和附属产品。待项目经营期满之后，垃圾焚烧电站的所有设施将被移交给政府部门。

生物质发电设备以及辅助设备包括生物质锅炉、汽轮发电机、辅机、冷凝器等。自 2005 年后，中国对国际先进锅炉技术、垃圾焚烧技术等引进、消化和吸收，生物质发电技术逐渐成熟，高温超高压机组已得到使用，输电效率得到显著提升。当前社会大众及政府越来越关注秸秆直燃发电和垃圾焚烧发电过程中产生的灰沙、余热等脱硫、脱硝、无害化处理。部分生物质能发电企业如国能生物、粤丰环保已开始研究处理发电副产物的有效方法，成立相关专业公司，逐渐将业务向产业链下游延伸。

2.4.3 下游分析

中国生物质能发电行业产业链下游为发电与发电副产物交易。发电是生物质能发展的首要任务。电网企业与生物质能发电企业签订购售合同，依据国家确定的上网标杆电价和保障性收购利用小时数，全额收购规划范围内的可再生能源发电项目的上网电量，再将电输送给电力用户。

虽然中国政府对生物质发电项目发电量进行全额保障性收购并制定了统一标杆上网电价，为生物质发电企业的盈利提供了一定保障。但近几年生物质能补贴缺口不断拉大，补贴

发放滞后，生物质发电企业普遍面临着资金短缺的问题。在这种形势下，热电联产这一运行模式开始受到生物质发电企业的青睐，这是因为相对于纯发电模式，热电联产模式下的供暖采取预收费方式，可缓解企业的资金紧张压力。

发电过程中还会产生废热、锅炉烟气、废渣等副产物。锅炉烟气需要经过高效布袋除尘后方可排入大气。为提高生物质资源循环利用率，政府鼓励有关企业开展对生物质发电副产物例如废热、废渣利用的研究。废热的利用方向为循环水供暖，发展已相对成熟，这种方式在京津冀地区应用较多。废渣的利用方向是将其作为生物质肥料进行使用，将废渣制成生物质肥的基料。

国家能源局数据显示，中国电力消费需求相当庞大，全社会用电量由 2014 年的 55,233 亿千瓦时增长至 2018 年的 68,449 亿千瓦时，年复合增长率为 5.5%。其中 2018 年的全社会用电量同比 2017 年增长了 8.5%，增速创六年新高。旺盛的电力需求将直接带动整个能源行业的发展，生物质能发电行业作为能源行业的新兴领域，下游电力需求的提升也将带动中游生物质发电企业的发展。

图 2-13 中国全社会用电量，2014-2018 年



来源：国家能源局，头豹研究院编辑整理

2.5 中国生物质能发电行业市场规模

中国生物质能发电行业现已进入产能扩张时期，盈利模式具备可复制性。国家能源局数据显示，中国生物质发电累计装机容量由 2014 年的 950.0 万千瓦迅速上升至 2018 年的 1,781.0 万千瓦，年复合增长率达到 17.0%，主要原因为政府出台的多项行业配套政策为生物质发电行业的发展提供了强有力支持。其次，生物质发电技术成熟度逐步上升促进了生物质发电厂的扩张建设。2018 年生物质发电量为 906.0 亿千瓦时，占可再生能源发电量的 4.8% 左右，仍有较大的市场发展空间。

中国生物质资源丰富，开发利用潜力很大，生物质发电在未来将成为工业生产用电的主要选择。预计五年内，中国生物质能发电行业还将保持稳定的发展增速，到 2023 年，中国生物质发电累计装机容量有望达到 3,106.6 万千瓦。

图 2-14 中国生物质发电累计装机容量，2014-2023 年预测



来源：国家能源局，头豹研究院编辑整理

3 中国生物质能发电行业驱动因素

3.1 驱动因素

3.1.1 燃烧发电是提高秸秆综合利用效率的有效途径

秸秆是生物质发电的重要原料。中国秸秆数量大、种类多、分布广，农作物秸秆资源丰富，但秸秆综合利用程度较低，尤其是在部分粮食主产区和沿海经济发达地区，秸秆过剩现象严重，农民通常在秋冬季节焚烧地面留存的秸秆，秸秆焚烧过程产生的大量烟尘不仅大幅增加了空气中的 PM2.5，而且严重威胁交通运输安全。秸秆处理方式有限，除焚烧外，秸秆还田也是一种，但还田后秸秆带有的病虫害可能对来年农作物的收成造成不利影响。

燃烧发电是提高秸秆综合利用效率的有效途径。通过直接燃烧秸秆获取电能的方式，一方面能够将秸秆“变废为宝”，提高秸秆利用效率，减少露天焚烧秸秆现象，改善空气环境；另一方面，通过发电厂收购秸秆的方式也能够为农民增收，提高农民回收秸秆的积极性。自 2008 年起，中国政府出台了多项政策禁止秸秆露天焚烧、促进秸秆综合利用，鼓励科学规划秸秆热电联产以及直燃发电厂，实行秸秆发电优先上网。利用生物质发电模式能够从污染源进行治理，直接可观地减轻空气污染，同时也能创造经济效益，达到双赢的效果。

图 3-1 中国关于促进秸秆综合利用的相关政策

政策名称	颁布时间	颁布主体	主要内容及影响
《关于进一步加快推进农作物秸秆综合利用和禁烧工作的通知》	2015-11	发改委、财政部、农业部、环保部	提出要在推动产业化发展、拓宽秸秆利用渠道。在秸秆产生量大且难以利用的地区，应根据秸秆资源量和分布特点，科学规划秸秆热电联产以及循环流化床、水冷振动炉排等直燃发电厂，秸秆发电优先上网且不限发
《关于加强农作物秸秆综合利用和禁烧工作的通知》	2013-05	发改委、农业部、环保部	提出要充分认识秸秆综合利用和禁烧工作的重要性和紧迫性、加强组织领导、加大政策支持力度、严格执行相关标准、强化禁烧监管、加强舆论宣传
《关于印发编制秸秆综合利用规划的指导意见的通知》	2009-02	发改委、农业部	以技术创新为动力，以制度创新为保障，通过秸秆多途径、多层次的合理利用，逐步形成秸秆综合利用的长效机制，有效解决秸秆焚烧问题
《关于加快推进推进农作物秸秆综合利用意见的通知》	2008-07	国务院办公厅	力争到 2015 年，基本建立秸秆收集体系，基本形成布局合理、多元利用的秸秆综合利用产业化格局，秸秆综合利用率超过 80%

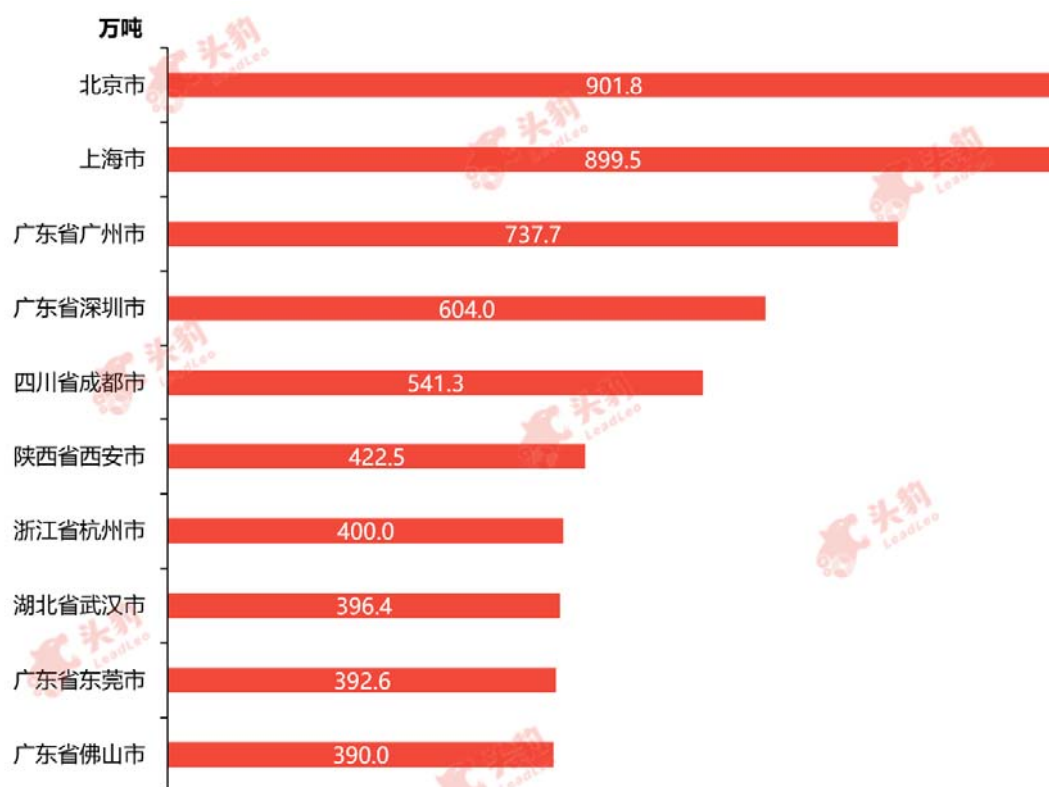
来源：头豹研究院编辑整理

3.1.2 “垃圾围城”亟待发电解围

根据中国生态环境部在 2018 年 12 月公布的《2018 年全国大、中城市固体废物污染环境防治年报》统计，2017 年中国大、中城市生活垃圾产生量为 20,194.4 万吨，北京是生活垃圾产生量最大的城市，产生量为 901.8 万吨，其次是上海、广州、深圳和成都，产生量分别为 899.5 万吨、737.7 万吨、604.0 万吨和 541.3 万吨。2017 年，排在前十位的城市共生产了 5,685.8 万吨的生活垃圾，占 202 个大、中城市生活垃圾产生总量的 28.2%。

中国的大型城市尤其四大一线城市（北京、上海、广州、深圳）经济发达，城市人口数量庞大。根据国家统计局数据显示，2018 年北京与上海的城市常住人口分别为 2,154.2 万人和 2,423.8 万人。近年来，中国多个城市出台了人才引进政策，城市常住人口规模进一步扩大。随着城市建设速度加快，部分直辖市以及省会城市如天津、杭州、西安等地的人口流入也出现了较大的涨幅。伴随着城市人口的急剧增长，城市垃圾产生量空前庞大，但城市土地资源有限，垃圾处理能力不足，导致“垃圾围城”现象越发严重。**通过垃圾焚烧直接发电的方式，既减少垃圾填埋对城市周边生态环境产生的不利影响，又可缓解城市能源供应紧张问题，实现社会效益与经济效益的有机结合，对改善生态环境乃至城市经济的可持续发展具有重要意义。**

图 3-2 中国生活垃圾产生量排名前十城市，2017 年



来源：生态环境部，头豹研究院编辑整理

3.1.3 发电技术逐渐成熟

在国家能源局已颁布的《生物质能发展“十二五”规划》中，明确指出到 2015 年，生物质发电总装机容量将达到 1,300 万千瓦，年发电量达到 780 亿千瓦时。根据国家能源局数据，2015 年，中国生物质发电总装机容量约 1,030 万千瓦，年发电量约为 520 亿千瓦时，完成进度未及预期。相反，2018 年中国生物质发电装机容量已达到 1,781 万千瓦，全年发电 906 亿千瓦时，已提前完成国家能源局在《生物质能发展“十三五”规划》提出的 2020 年 1,500 万千瓦的装机容量，年发电量 900 亿千瓦时目标。

图 3-3 “十三五”期间，生物质能发展成果显著

		发展目标	实际情况	完成情况
“生物质能发展十二五规划” (到2015年)	装机容量	1,300万千瓦	1,030万千瓦	未完成
	发电量	780亿千瓦时	520亿千瓦时	未完成
“生物质能发展十三五规划” (到2020年)	装机容量	1,500万千瓦	1,781万千瓦	于2018年提前完成
	发电量	900亿千瓦时	906亿千瓦时	于2018年提前完成

来源：头豹研究院编辑整理

导致这一差异性的重要原因在于“十三五期间”生物质发电技术成熟度得到大幅提高，生物质发电装机容量迅速提升。在生物质直接燃烧、沼气能开发利用等技术上中国已基本成熟，生物质发电规模在国际上处于领先地位，技术开发能力稳步上升，为生物质能发电产业体系的构建打下良好基础。

4 中国生物质能发电行业政策分析

4.1 行业支持政策

与传统能源相比，生物质能具有回收利用成本高、发电效率低等劣势，市场竞争力较差。因此，在未来长期发展中，生物质发电在产业规划、体系建设、技术完善等层面都离不开政策和财政的扶持。

2010年7月，国家发改委发布了《关于完善农林生物质发电价格政策的通知》，明确了农林生物质发电项目的统一执行标杆上网电价为0.75元/千瓦时，主要目的在于鼓励生物质发电企业加速发展，促进生物质能发电产业建设。随后国家能源局陆续出台了《生物质能“十二五”规划》及《生物质能“十三五”规划》，分别提出了到2015年与2020年生物质

能的发展目标：“十二五”规划提出到2015年，生物质能年利用量超过5,000万吨标准煤，生物质发电装机容量达到1,300万千瓦、年发电量约780亿千瓦时；“十三五”规划提出到2020年，生物质能基本实现商业化和规模化利用。生物质能年利用量约5,800万吨标准煤，生物质发电总装机容量达到1,500万千瓦，年发电量900亿千瓦时；这两项长期规划纲要为生物质能的未来市场容量和走向起到了指示作用，有利于引导投资者明确投资方向。2017年12月，国家发改委出台了《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》，提出到2021年，将生物质清洁供暖面积提高至21亿平方米。2018年1月，国家能源局发布了《关于开展“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的通知》，力争在2018年底前完成“百个城镇”生物质热电联产项目，表明政策重心已由纯发电转向了热电联产，促进生物质发电企业向热电联产升级转型。

图 4-1 中国生物质能发电行业相关支持政策

政策名称	颁布时间	颁布主体	主要内容及影响
《关于开展“百个城镇”生物质热电联产县域清洁供热示范项目建设的通知》	2018-01	国家能源局	力争在2018年底前完成“百个城镇”生物质热电联产项目
《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021）》	2017-12	国家发改委	到2021年，生物质清洁供暖面积达到21亿平方米
《生物质能发展“十三五”规划》	2016-10	国家能源局	提出到2020年，生物质能基本实现商业化和规模化利用。生物质能年利用量约5,800万吨标准煤。生物质发电总装机容量达到1,500万千瓦，年发电量900亿千瓦时
《生物质能发展“十二五”规划》	2012-07	国家能源局	提出到2015年，生物质能年利用量超过5,000万吨标准煤。其中，生物质发电装机容量达到1,300万千瓦、年发电量约780亿千瓦时

来源：头豹研究院编辑整理

4.2 行业监管政策

生物质能作为一种新兴的可再生能源，在发展初期，政府的合理引导、科学规划及有效监管是促进行业健康发展的重要保障。2010年8月，国家发改委出台了《关于生物质发电项目建设管理的通知》，明确规定了生物质发电规划、建设规模、资源条件、项目管理等，为还处于发展初期的生物质能发电行业起到了重要的推动作用。2014年12月，国家发改

委发布了《关于加强和规范生物质发电项目管理有关要求的通知》，明确了要加强规划指导、合理布局项目，鼓励发展生物质热电联产，下放热电联产项目的核准权限，严禁掺烧化石能源，规范项目管理。2016年10月，国家能源局发布了《农林生物质发电项目防治掺煤监督管理指导意见》，严禁农林生物质发电项目掺烧煤炭，规范生物质发电秩序，对骗取国家补贴资金的行为进行严厉查处。2017年12月，《关于生物质发电项目建设管理的通知》被国家发改委以12号委令的形式废止，表明中国不再对具体技术和其他管理细节提出要求，将项目的布局、核准、监管交由地方管理，反映出中国对生物质发电管理已经转向宏观管理和规划管理，将审批权力下放，有利于加快生物质发电项目推进。

图 4-2 中国生物质能发电行业相关监管政策

政策名称	颁布时间	颁布主体	主要内容及影响
《促进生物质能供热发展指导意见的通知》	2017-12	国家发改委、国家能源局	明确生物质能供热的重要意义、指导思想、基本原则、重点任务、政策措施等，是生物质能全面转向供热的指导性文件，对生物质发电转向热电联产提出了相关要求，明确了发展目标和任务
《农林生物质发电项目防治掺煤监督管理指导意见》	2016-10	国家能源局	明确防治掺煤的基本原则和责任主体，对新建项目核准、已投产项目运行等方面提出了防治掺煤的要求
《关于加强和规范生物质发电项目管理有关要求的通知》	2014-12	国家发改委	明确加强规划指导、合理布局项目，鼓励发展生物质热电联产，农林生物质发电项目严禁掺烧化石能源，规范项目管理
《关于生物质发电项目建设管理的通知》	2010-08	国家发改委	对生物质发电规划、建设规模、资源条件、项目管理等做出明确规定，确定了发展路线和方向，对生物质发电发展起到重要推动作用

来源：头豹研究院编辑整理

5 中国生物质能发电行业市场趋势

5.1 政府管理手段不断完善，促进企业加速资金周转

在新能源建设和运营中，由于新能源的开发成本高于传统能源的开发成本，与传统能源的竞争存在劣势。中国主要采取“标杆电价+财政补贴”的方式，现阶段，补贴是新能源领域企业获得投资回报的重要途径。由于可再生能源补贴目录更新速度较慢、补贴资金申请和审批流程较繁琐、补贴资金结算滞后，导致生物质发电企业出现融资难、资金周转不开等问

题。在新能源领域，可再生能源发电补贴缺口较大，截至 2018 年底，累计补贴资金缺口已达到 2,000 亿元左右。

随着政府持续完善管理手段，从简化补贴申报程序、项目选址管理、税收优惠、地方政府激励等方面着手，将有利于促进生物质发电企业资金周转，为生物质能发电行业的发展提供了良好的资金保障，促使生物质发电企业以提升整体技术水平的方式来增加营业收入，逐步摆脱依赖政府补贴的盈利模式。

5.2 农林生物质直燃发电与生活垃圾焚烧发电一体化加深

在利用生物质能方面，中国多数中小县城普遍存在两大痛点：(1) 中小县城每日三四百吨的垃圾产生量无法满足建设规模化垃圾焚烧发电厂的要求；(2) 大量农作物秸秆没有得到规模化处理，禁烧工作难度大。**农林生物质直燃发电与生活垃圾焚烧发电一体化的模式则可以有效解决这些痛点，通过对生活垃圾处置与农林废弃物处置进行统一规划、建设和管理，可扩大发电规模，增加能源供应，在统筹解决中小县城生活垃圾、农作物秸秆处理等问题上具有重要的社会价值和经济价值。**对于生物质发电企业而言，实行一体化建设，可以节省土地、共享产业配套设施、降低投资和运维成本，提高项目收益。

2017 年，由中国光大绿色环保有限公司投资建设、总投资额达到 5.7 亿元人民币的中国首个农林生物质直燃发电与生活垃圾焚烧发电一体化示范项目在安徽省灵璧县建成投运，打破了生物质和垃圾发电项目分开建设的固有模式。

图 5-1 灵璧生物质及垃圾发电一体化项目



- 占地301亩，一期总投资5.7亿，其中，农林生物质发电部分3.2亿元，生活垃圾发电部分2.5亿元
- 该项目可年处理农作物30万吨，日处理生活垃圾400吨

来源：光大国际公司官网，头豹研究院编辑整理

预计在生物质能发电行业龙头企业的示范作用下,农林生物质直燃发电与生活垃圾焚烧发电一体化模式对行业内其他公司的未来发展战略提供了良好的借鉴,将会有更多企业加大对这一模式的投资建设力度。

5.3 热电联产的比重将得到提升

根据中国生物质能发电行业资深专家介绍,热电联产是生物质发电未来发展的重要趋势之一。纯发电的热能利用效率在 30%左右,而热电联产能够将热能利用效率提高到 65%。

图 5-2 热电联产在热能利用率上优势明显



来源：头豹研究院编辑整理

热电联产既可以有效抑制秸秆露天焚烧,又可为当地农村居民提供电能和热能,将更多的秸秆转化为清洁能源,利用效率远高于单纯发电。在热电联产的模式下,直燃发电的冷却

环节需要用到循环水，锅炉的余热可以直接将循环水的温度提高到 65°C，随后可直供到居民家中，解决居民采暖问题。国家发改委于 2016 年 12 月发布了《可再生能源发展“十三五”规划》，提到要加快发展生物质能供热，对已投运生物质纯发电项目进行供热改造，提高生物质能利用效率，积极推进生物质热电联产为县城及工业园区供热，在用热需求旺盛的地区推广应用，提高生物质清洁供热的比重。由于生物质能供热在终端消费环节可以直接代替燃煤，在居民供热方面的应用具有广阔前景，将带动单纯发电向热电联产转型升级，对于提高能源利用效率、治理农村燃煤污染、构建清洁供热体系具有重要意义。

琦泉集团、理昂生态已有多个项目开始实现热电联产。2019 年 7 月，理昂生态第 12 个农林废弃物热电联产项目——罗山理昂农林废弃物热电项目正式投产，通过对罗山县丰富的水稻秸秆、小麦秸秆、花生壳、林业剩余物等农林废弃物资源进行综合利用，既解决了当地废弃物利用问题，也解决了为产业集聚区内企业集中供热的问题。该项目建成投产后，每年可实现发电量 2.4 亿度，供应蒸汽 40 万吨，有助于罗山县完成经济建设、污染防治、精准扶贫目标。

6 中国生物质能发电行业竞争格局分析

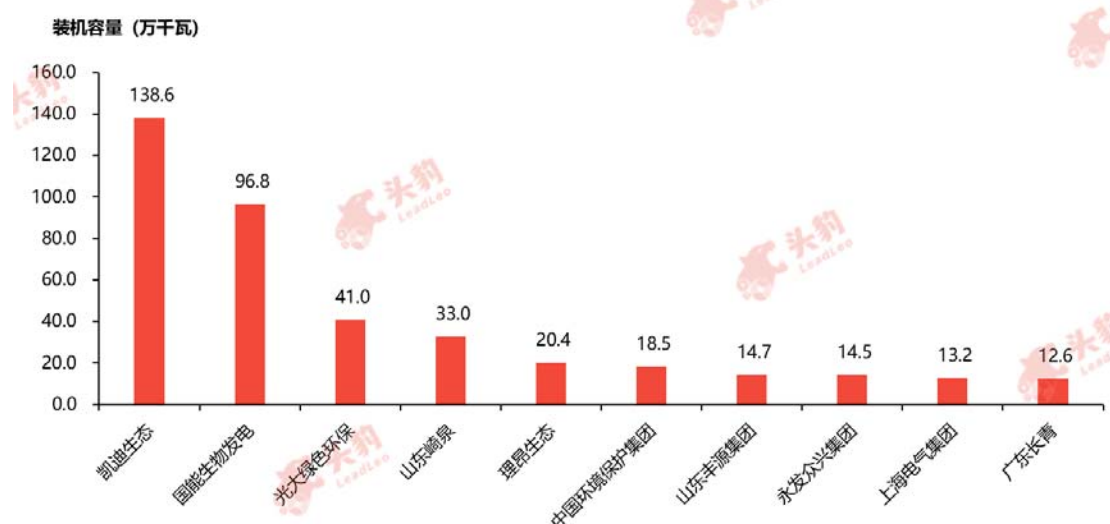
6.1 中国生物质能发电行业竞争格局概述

中国生物质能发电行业整体呈现出以国企、央企、大型民企为主导，市场集中度较高的特点。生物质能是可再生能源中的小众能源，中国在该领域的研究力量较为薄弱，生物质发电企业资金实力与技术能力是维持企业长期稳定发展的主要动力，也是中国生物质发电市场集中度较高的成因。相对于风电、光伏发电的大规模发展，生物质发电规模较小，仍处于扩大规模、降低生产成本、提高能源竞争力的阶段。在市场竞争方面，由于政府对生物质发电

企业制定了优先上网、全额保障性收购的售电政策，售电难度不大，行业内部竞争激烈程度不高。

在农林生物质发电领域，根据中国生物质能产业促进会数据显示，截至 2018 年底，农林生物质发电领域前十企业总装机容量为 403.3 万千瓦，约占中国农林生物质总装机容量的 50%。其中，凯迪生态和国能生物发电分列第一和第二，2018 年的装机容量分别为 138.6 万千瓦、96.8 万千瓦，合计占比 29%。但从发展趋势上来看，国能生物发电 2018 年的发电量和上网电量同比 2017 年分别增长 14.7%和 13.9%，发展态势良好。受经营情况不佳影响，2018 年凯迪生态的发电量和上网电量有所下滑。

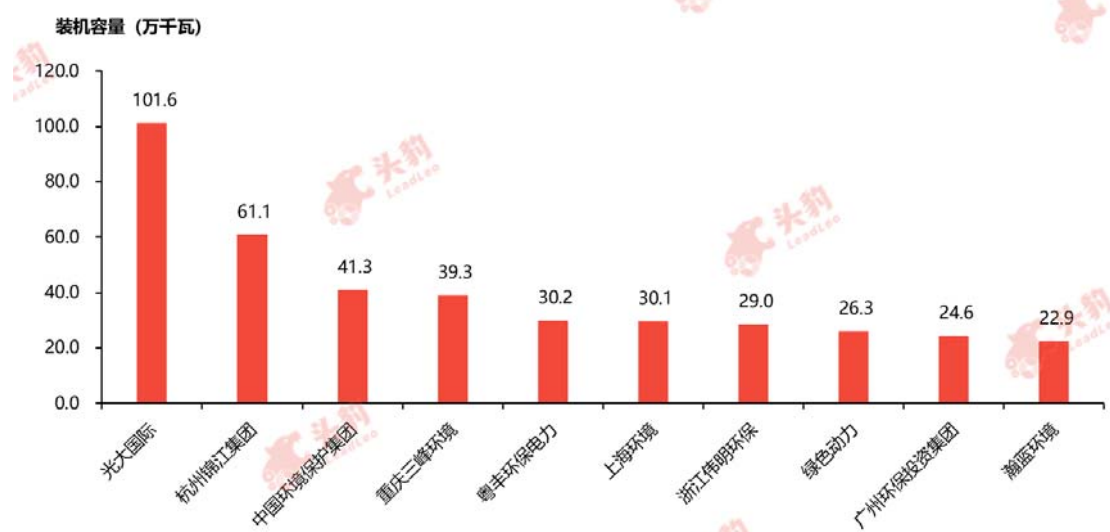
图 6-1 中国农林生物质发电企业装机排名前十，2018 年



来源：中国生物质能产业促进会，头豹研究院编辑整理

在垃圾焚烧发电领域，根据中国生物质能产业促进会数据显示，截至 2018 年底，垃圾焚烧发电领域排名前十企业总装机容量为 406.2 万千瓦，约占中国垃圾发电总装机容量的 45.7%。其中，2018 年，前十企业共处理垃圾 6,320 吨，占中国垃圾发电处理垃圾量 46.3%。其中，数据显示，2018 年，光大国际在四个维度（装机容量、垃圾处理量、发电量、上网电量）均处于该细分领域第一的地位，拥有较大的领先优势。

图 6-2 中国垃圾焚烧发电企业装机排名前十，2018 年



来源：中国生物质能产业促进会，头豹研究院编辑整理

6.2 中国生物质能发电行业典型企业分析

6.2.1 国能生物发电有限公司

6.2.1.1 企业概况

国能生物发电有限公司（以下简称“国能生物”）成立于 2005 年，由龙基电力有限公司（占股 75%）和国网深圳能源发展集团有限公司（占股 25%）共同出资，主要从事生物质能综合开发利用。2006 年 12 月，国能生物投资建设的第一个国家级生物质直燃发电示范项目——山东单县生物质发电工程 1x30MW 机组正式投产，该项目设计年发电能力 1.6 亿千瓦时，2007 年实际发电量为 2.3 亿千瓦时。2007 年 11 月，国能生物投资建设的黑龙江望奎项目正式建成投产，该项目是世界上第一个以玉米秸秆为主要燃料的生物质发电项目，同时也为东北地区以及中原地区玉米等黄色秸秆的综合利用提供了渠道。2014 年 4 月，国网节能服务有限公司收购国能生物 59.406% 股权，国能生物的控股股东由国能集团有限公司变更为国网节能服务有限公司，国网节能服务有限公司持有国能生物 84.132% 的股权。

6.2.1.2 主营业务

国能生物的业务范围广泛，涵盖了生物质能发电行业产业链的上、中、下游，涉足产业链上游生物质能燃料的生产、加工以及产业链下游灰份的再循环利用，销售电力、热力产品等（见图 6-3）。数据显示，2018 年国能生物营业收入为 46.7 亿元，毛利率约 9.1%；2018 年国能生物已运营生物质发电项目 38 个，主要分布在山东、吉林、河北、黑龙江、安徽等 11 个省份，总装机规模达到 97.8 万千瓦；其中在建项目 2 个，装机规模为 6.5 万千瓦。

图 6-3 国能生物业务覆盖全产业链



来源：头豹研究院编辑整理

6.2.1.3 竞争优势

(1) 市场优势

国能生物是中国农林生物质发电领域装机容量最大的集团之一。中国生物质能产业促进会数据显示，2018 年，国能生物总装机容量为 96.8 万千瓦，占中国农林生物质总装机容量的 12.0%。国能生物始终保持着良好的发展态势，发电量和上网电量处于市场领先地位；2018 年，国能生物农林生物质发电量为 75.6 亿千瓦时，上网电量为 70.4 亿千瓦时，均为行业第一。

(2) 资源优势

国能生物积极加强与产业链相关企业、政府管理部门、科研机构加强合作，持续推进生

物质资源开发利用产业链建设：①与产业链相关企业合作成立公司，对灰份进行再循环利用，建立生物质循环体系；②与国家林业局合作推广种植能源林，发展林电一体化发电项目；③与中国农机院合作，加强对燃料收集、加工、储存、运输等国产设备的研发和制造；④与中国科学院植物研究所合作，成立“国能—中科院生物质能研究发展中心”，获得生物质能源综合开发利用技术支持。

6.2.2 中国光大国际有限公司

6.2.2.1 企业概况

中国光大国际有限公司（以下简称“光大国际”）是中国光大集团旗下的投资公司，于香港主板上市，主要从事环境综合治理。2003年，光大国际开始进入环保、新能源领域。2014年底，光大国际将中国光大水务投资有限公司（以下简称“光大水务”）分拆出去，之后光大水务在新加坡证券交易所上市。2017年5月，光大国际完成第二次业务分拆，光大绿色环保在香港联交所正式挂牌上市。2018年，光大国际收入超过270亿港元，总资产超过950亿港元，员工人数超过1万人。截至2018年底，光大集团共有93个垃圾发电项目、12个餐厨垃圾处理项目、2个填埋场渗滤液处理项目、2个沼气发电项目、3个污泥处理处置项目、1个粪便处理项目及1个飞灰填埋场项目，涉及总投资约499.5亿元人民币。2019年上半年，光大国际收入超过160亿港元，总资产超过1,000亿港元。

6.2.2.2 主营业务

光大国际主要从事一站式、全方位的综合环境治理，业务范围广泛，主要包括垃圾发电、餐厨垃圾处理、垃圾分类、环卫一体化、无废城市建设、污水处理、中水回用、供水、水环境综合治理、生物质综合利用、危废及固废处置、生态修复、技术研发、规划设计、装备制

造、分析检测、环保产业园等（见图 6-4）。

图 6-4 光大国际项目介绍



来源：光大国际公司官网，头豹研究院编辑整理

截至 2018 年底，光大绿色环保合共有 93 个项目，包括 51 个生物质综合利用项目，总设计规模为年处理生物质原材料约 870 万吨，年处理生活垃圾约 341 万吨，年上网电量约 71 亿千瓦时，年供热量约 211 万吨。

6.2.2.3 竞争优势

(1) 技术优势

2019 年，光大国际已批准科研投入 2 亿元人民币。截至 2019 年上半年，光大集团共获授权专利 667 项，其中发明专利 99 项、实用新型专利 530 项、外观专利 4 项及软件著作权专利 34 项。在环境科技技术方面，光大集团在垃圾协同焚烧处置、飞灰等离子熔融、无人值守智慧电厂、超低排放工艺、厨余垃圾厌氧发酵处置、生物质发电厂耦合制备活性炭等领域的研发取得了良好进展。

(2) 规模优势

光大集团为亚洲最大的垃圾发电运营商。截至 2019 年 6 月，光大国际共签署垃圾发电

项目 126 个（包括 2 个委托运营项目），设计日处理生活垃圾 108,550 吨，运营的垃圾发电项目 71 个，在建的垃圾发电项目 27 个，筹建的垃圾发电项目 28 个。其中，苏州垃圾发电项目是光大国际第一个垃圾发电项目，也是国家 AAA 级生活垃圾焚烧厂，项目一、二、三期总设计规模为日处理垃圾 3,550 吨，现在正进行改造，预计改造后日处理规模将增至 6,850 吨。

6.2.3 绿色动力环保集团股份有限公司

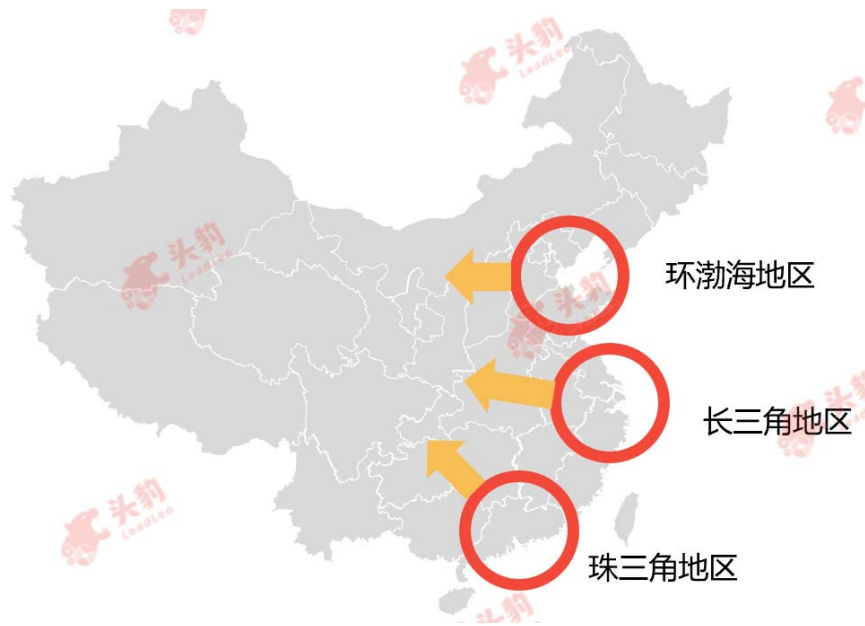
6.2.3.1 企业概况

绿色动力环保集团股份有限公司（以下简称“绿色动力”）是由北京市国有资产经营有限责任公司控股，从事城市环境综合治理的企业。绿色动力的业务涉及城市垃圾处理项目的投资建设、营运管理、技术研发、核心配套设备供应以及顾问咨询等服务。绿色动力是中国最早进入垃圾处理领域的企业之一，已分别于 2014 年和 2018 年分别在香港联交所、上海证交所挂牌上市。2018 年，绿色动力共处理生活垃圾 469.2 万吨，同比增长约 29.6%，实现上网电量约 14.0 亿度，同比增长 38.8%。

6.2.3.2 主营业务

绿色环保主要以 BOT 等特许经营的方式从事生活垃圾焚烧发电厂的建设与运作。截至 2018 年底，绿色环保处于运营中的生活垃圾焚烧发电领域项目有 15 个，在建项目 11 个，筹建项目 12 个，单日垃圾处理能力达 13,510 吨，在建项目单日垃圾处理能力为 11,800 吨。绿色环保主要将发展重心放在经济较为发达的长江三角洲地区、环渤海经济圈及珠江三角洲地区。近五年来，绿色环保逐渐将业务延伸至安徽、湖北、贵州、广西、山西、四川等中西部地区，逐渐形成由长三角、环渤海、珠三角辐射全国的发展态势（见图 6-5）。

图 6-5 绿色环保项目分布图



来源：绿色环保公司官网，头豹研究院编辑整理

6.2.3.3 竞争优势

(1) 研发优势

为提高核心竞争力和技术实力，绿色环保于 2010 年正式成立了技术研究院，每年将集团营业收入的 3%-5% 用于技术研发。绿色环保主要通过自主研发或与行业领先的科研单位合作的方式开发重点关键技术，包括垃圾焚烧、污水处理、污泥处理、烟气处理和飞灰处理等，绿色动力集团已经拥有 9 项发明专利和 34 项实用新型专利，拥有较强的研发水平。

(2) 行业经验优势

绿色环保是中国最早从事垃圾处理的企业之一，自 2000 年成立以来，在垃圾焚烧发电项目投资、建设及运营管理方面积累了丰富的行业经验。其中，绿色环保的核心管理团队有着近二十年的合作经验，对行业发展拥有深入了解。在经营模式上，绿色环保拥有丰富的 BOT 特许经营经验，可根据客户的要求包括一般项目规划、可行性研究、项目设计、核心技术、项目整合、试运行及设备维护在内的全方位服务，最大程度满足客户需求。

6.2.4 杭州锦江集团

6.2.4.1 企业概况

杭州锦江集团（以下简称“杭州锦江”）成立于 1983 年，自成立以来，历经三次产业结构调整，现已成为以环保能源、有色金属、化工新材料为主产业，贸易与物流、投资与金融为副产业的大型民营企业。杭州锦江于 1992 年建成民营电厂，1998 年建成自主知识产权、全国产化装置民营垃圾焚烧发电厂。2016 年，锦江环境在新加坡主板上市。截至 2018 年底，杭州锦江总资产达近 800 亿元，营收近千亿元。

6.2.4.2 主营业务

杭州锦江的业务体系主要分为四大类：有色金属、环保能源、化工与新材料、贸易与金融。截至 2018 年底，锦江环境在中国 12 个省、自治区和直辖市拥有 20 个已投入运营的垃圾焚烧发电项目，4 家垃圾资源化项目，垃圾处理能力累计 29,240 吨/日，装机容量达 574MW（见图 6-6）。2018 年，杭州锦江全年垃圾处理量达 825 万吨，发电量 22.3 亿千瓦时，可满足 165 万户居民生活用电需求。此外，浙江锦江设立了合同能源管理业务，该业务具有较高的盈利能力，可作为垃圾焚烧发电业务的补充。截至 2018 年底，浙江锦江已累计实施 76 个业务合同，其中合同能源管理项目 34 个，项目技术和管理咨询服务项目 42 个。

图 6-6 杭州锦江集团业务版图



来源：杭州锦江集团官网，头豹研究院编辑整理

6.2.4.3 竞争优势

(1) 技术优势

杭州锦江在垃圾发电技术领域积累了十余项核心工艺技术专利。1998 年，锦江环境在中国建立了第一家异重循环流化床垃圾焚烧发电厂，是中国首家开发异重循环流化床技术并率先展开应用的垃圾焚烧发电运营企业。除联合浙江大学、中国科学院等高等院校、研究机构发展自有技术外，杭州锦江还长期参与行业相关政策和标准的制定中，其中包括 18 项国家标准，引导中国垃圾发电产业的技术发展。

(2) 产业链整合优势

杭州锦江自上世纪 90 年代便进入垃圾发电行业，现已是中国垃圾发电规模较大、实力较强的民营企业。近年来，杭州锦江正逐步向产业链周边延伸，其在上游产业成立了一家环卫公司，用于推进垃圾收运一体化。在废弃物治理上，杭州锦江拓展至污水、淤泥、秸秆、餐厨、病死牲畜等综合治理领域。在下游产业，杭州锦江引入合同能源管理业务模式，向外输出技术、管理和服务。浙江锦江在 2019 年收购了杭州正晖建设，主要承接境内外设计、

咨询、工程和建造业务。相比同类型公司，杭州锦江业务已对产业链上、中、下游形成了全面覆盖，具备较强的产业链整合优势。

6.2.5 上海环境集团股份有限公司

6.2.5.1 企业概况

上海环境集团股份有限公司（以下简称“上海环境”）是由上海城投集团有限公司（以下简称“上海城投”）控股的环保企业，2017年3月通过国企资产重组在上海证券交易所主板上市。上海环境的两大核心主业为生活垃圾处理和市政污水处理，同时还涉及危废医废、土壤修复、市政污泥和固废资源化等4个新兴业务领域。截至2018年底，上海环境共投资、建设、运营了19个生活垃圾焚烧发电项目，主要分布在上海、成都、青岛、威海、漳州、南京等地；在市政污水处理方面，上海环境共投资、建设、运营了7个市政污水处理项目，分布在上海和成都两地。

6.2.5.2 经营模式

上海环境以生活垃圾和市政污水为两大核心业务，以BOT、PPP、TOT等模式开展（见图6-7）。

图 6-7 上海环境核心业务



来源：上海环境公司官网，头豹研究院编辑整理

在 BOT 模式下，上海环境主要通过补贴费获得营收、实现盈利。焚烧发电项目通过发电上网取得售电收入，部分填埋项目另有沼气发电收入。TOT 模式是与业主签署资产转让协议，为业主提供投资、建设和运营等服务，并在项目所在地设立项目公司作为投资运营的主体，按照处理量和约定的价格收取处理服务费用，取得运营管理收入。

6.2.5.3 竞争优势

(1) 技术优势

上海环境拥有中国首个建设干吨级、进口炉排技术的生活垃圾焚烧发电项目，与此同时，上海环境正在运营中国规模最大的生活垃圾焚烧发电厂（3,000 吨/日），正在建设世界规模最大的生活垃圾焚烧发电厂（6,000 吨/日），平均单厂规模位居行业前列。此外，上海环境掌握多种烟气处理工艺，覆盖干法、半干法、湿法和各种组合工艺。上海环境也是中国首个使用“半干法/干法”烟气净化组合工艺的企业。

(2) 资源优势

上海环境的控股股东为上海城投，上海城投由上海市国有资产监督管理委员会全资持有。上海城投是一家从事城市基础设施投资、建设、运营管理的国有特大型企业集团。依托上海

城投的影响力，上海环境在项目竞标、建设、运营等方面具有较大优势。尤其在上海环保市场，上海环境拥有上海约 80%的生活垃圾末端处置市场。

6.2.6 中国环境保护集团

6.2.6.1 企业概况

中国环境保护集团（以下简称“中国环保”）1985 年由国家生态环境部（原国家环保总局）发起设立，是中国节能环保集团有限公司的全资子公司，主要从事地上生态环境综合治理，包括城镇废物综合治理、危险废物治理、农业生态修复和污染场地修复。2008 年，中国环保加强对城市生活垃圾发电、生物质能发电及工业余气回收利用领域的投资建设，与重钢集团协作完成了工业余气余热综合利用节能服务项目，该项目总装机 35KW，是中国最大的第三方投资、运营的余气余热回收利用项目，也是中国钢铁领域第一个余气余热综合利用零排放示范项目。

6.2.6.2 主营业务

中国环保的业务范围较广，包括废弃物综合处理、农林废弃物综合利用、土壤恢复、危废（含医废）处置、环境服务、可再生能源新设计研发和集成、规划设计咨询、环保装备制造、工程建设及项目管理（见图 6-8）。

图 6-8 中国环保主营业务



来源：中国环保公司官网，头豹研究院编辑整理

- (1) 废弃物综合处理主要包括生活垃圾、餐厨垃圾、污泥处理、危废、医废等固体废物处理，中国环保城市生活垃圾发电项目遍布中国 13 个省市，日处理能力超过 6 万吨，约占中国同期同类项目总产能的 10%；
- (2) 在农林废弃物综合利用领域，中国环保在江苏、山东、河南、安徽、河北等地积极开发生物质能，在宿迁、烟台、潍坊、晋州、肥城、栖霞已经投运了多座生物质电厂。其中江苏宿迁项目是中国首个拥有自主知识产权的生物质直燃发电项目，每年可减排二氧化碳约 12 万吨、节约标准煤 10 万吨、消纳农林废弃物 26 万吨。

6.2.6.3 竞争优势

(1) 综合处理优势

2006 年，中国环保在固废领域日处理规模达到 5,000 吨。2015 年底，中国环保固废综合日处理能力突破 5 万吨。2016 年，中国环保先后投资了黑龙江齐齐哈尔、广东汕头潮南、河北蠡县、北京南宫等 10 个垃圾焚烧发电项目。2018 年，中国环保连续获得河北安平、福建车里、四川南部、河北蔚县、广西来宾、天津东丽等 10 余个项目，新增 1.8 万吨的固废日处理规模。凭借着领先的固废综合处理规模，中国环保现已成为中国固废领域产业规模最大的企业。

(2) 服务优势

除固废综合处理之外，中国环保还提供环境服务、规划设计咨询、工程建设及项目管理等业务。2016年8月，中国环保投资成立中节能（山东）环境服务有限公司，可为城市及农村垃圾清扫、收集、运输提供服务。通过建立健全环卫设施配置标准、环境卫生标准及作业、考核等标准制度，可达到项目可复制性高、规模化发展的目标。中国环保长期专注于固废环保产业，并在垃圾发电与生物质发电领域拥有丰富的经验，可为城市和乡镇提供整体的环境和能源规划和设计方案。

6.2.7 粤丰环保电力有限公司

6.2.7.1 企业概况

粤丰环保电力有限公司（以下简称“粤丰环保”）成立于2003年，是一家从事垃圾焚烧发电厂建设、设计及营运的企业。2014年12月，粤丰环保在香港联合交易所主板上市。目前，粤丰环保共拥有22个垃圾焚烧发电项目，分布于广东省、广西省、贵州省、江西省、四川省等8个省级行政区，每日城市生活垃圾处理能力达32,400吨。2018年，粤丰环保开展了数项收购，持续拓展产业链业务。通过收购，粤丰环保获得了香港清洁和废弃物管理服务公司庄臣有限公司的41%股权、东莞市绿嘉环保资源投资有限公司100%的股权。

6.2.7.2 主营业务

粤丰环保通过BOO运营模式投资建设了多家垃圾焚烧发电厂，包括科伟垃圾焚烧发电厂（第一期及第二期）、科维垃圾焚烧发电厂、东莞粤丰垃圾焚烧发电厂（第一期及第二期）、湛江垃圾焚烧发电厂、来宾垃圾焚烧发电厂（第一期及第二期）等（见图6-9）。

图 6-9 粤丰环保项目



来源：粤丰环保公司官网，头豹研究院编辑整理

- (3) 科伟垃圾焚烧发电厂（第一期及第二期）在 2014 年进行了一次技术改造，以机械炉排焚烧炉替换流化床焚烧炉，将每日城市生活垃圾设计处理能力从 1,200 吨提高至 1,800 吨，发电装机容量维持在 36MW；
- (4) 科维垃圾焚烧发电厂于 2011 完成建设，2012 年 11 月开始投入商业营运，直接应用机械炉排焚烧技术，每日城市生活垃圾设计处理能力为 1,800 吨，发电装机容量为 30MW；
- (5) 东莞粤丰垃圾焚烧发电厂的设计每日城市生活垃圾处理能力为 1,800 吨，发电装机容量为 42MW。第二期生产线于 2017 年第四季度开始试营运。

6.2.7.3 竞争优势

(1) 市场优势

2003 年起，粤丰环保便在广东省东莞市开展垃圾焚烧发电业务，通过推出一系列扩展计划取得显著的产能增长，粤丰环保已在广东省垃圾焚烧发电领域占据主导地位。2017 年 2 月，粤丰环保透过增发方式引入上海实业控股作为其策略性股东，并于 12 月与广东粤财

成立垃圾焚烧发电行业投资基金，以推展轻资产业务。透过引入有国企背景的海实业控股与广东粤财，有利于粤丰环保取得新项目，有助于粤丰环保将业务继续拓展到广东省外的地区。

(2) 产业链优势

粤丰环保通过收购上游清洁和废弃物管理、下游的飞灰填埋及炉渣处理服务相关企业，达成了延伸产业链的目标。通过收购香港庄臣 41%的股权、四川佳洁园 100%的股权，完善并巩固了粤丰环保在清洁及废弃物管理方面的服务。通过收购启迪有限公司 100%股权，间接持有惠州市中洲环保资源有限公司（主要从事在中国处理垃圾焚烧所产生的炉渣）40%股权，为粤丰环保的炉渣处理建立了稳定的下游渠道。

6.2.8 山东琦泉集团

6.2.8.1 企业概况

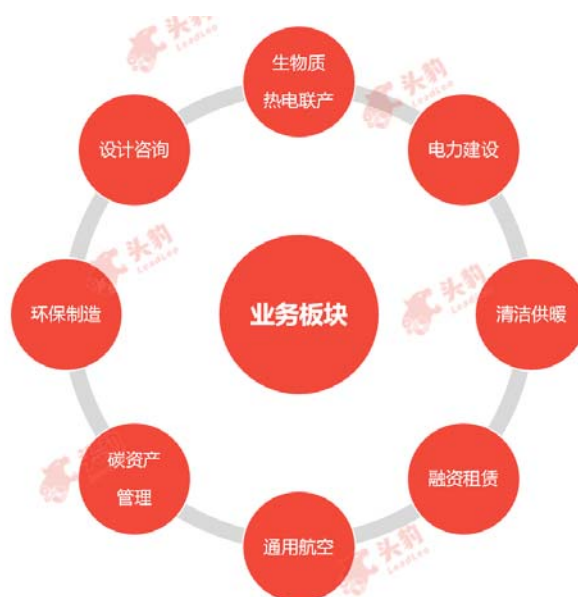
山东琦泉集团（以下简称“琦泉集团”）的前身是创立于 1989 年的平阴热电厂，在 2001 年底实施了股份制改造，现已发展成为一家以生物质热电联产为主业，以电力建设、环保制造、融资租赁和通用航空等业务为副业的综合型企业。根据企业官网介绍，琦泉集团下属公司有 45 家，下属电厂有 22 家，其中投产电厂有 12 家，签约在建电厂有 10 家，员工数量超过 3,000 人。琦泉集团致力于新能源的开发与利用，每年可消耗秸秆 530 万吨，减少二氧化碳排放 680 万吨，为农民增收 16 亿元。

6.2.8.2 主营业务

琦泉集团致力于多元化发展，在生物质热电联产业务板块的基础上，又增加了设计咨询、电力建设、环保制造、碳资产管理等七个业务板块（见图 6-10）。生物质热电联产业务的职

能就是发电以及供热；设计咨询业务的工作内容包括为客户提供新能源领域设计、咨询、土建、安装、调试一站式电力解决方案；电力建设业务由琦泉集团旗下的山东中琦电力建设有限公司负责，可提供综合性服务包括生物质电厂建设、安装、调试，锅炉辅助设备制造，管道保温防腐工程施工，相关设备的制造、销售和维修服务；环保制造业务由琦泉集团旗下的山东中琦设备制造有限公司负责，负责锅炉辅助设备制造，管道保温防腐工程施工，汽轮机辅机、配电开关控制设备制造、销售和维修服务；碳资产管理业务针对碳市场的开发，包括碳交易、碳金融、CCER 开发服务咨询等；清洁供暖业务的职能是利用生物质发电余热供暖，达到低碳环保的目的。融资租赁及通用航空业务则是在能源领域外的新探索，另一种发展新路径。

图 6-10 琦泉集团业务板块介绍



来源：琦泉集团官网，头豹研究院编辑整理

6.2.8.3 竞争优势

(1) 产业链优势

为满足业务多元化发展，琦泉集团积极向生物质能发电产业链上下游延伸，在垃圾发电、污泥发电、风力发电、固废处理等领域与协鑫集团、东方电气集团、中电投融合租赁等 30

多家合作伙伴展开合作。围绕着产业链上下游，在生物质发电厂的开发、设计、建设、运营方面提供一体的 EPC 管理模式，同时在融资租赁、通用航空、文化传媒、软件服务等新兴行业也有涉足，与业内其他企业相比具备较强的产业链优势。

(2) 技术优势

琦泉集团注重技术与成果转化，在新能源、新材料、智能微电网等领域与香港科技大学、上海东华大学、山东大学等知名学术机构进行产学研合作。此外，琦泉旗下还拥有电力设计院、中琦电力建设、中琦环保制造、碳桥环境技术等公司，可为客户在生物质能的设计咨询、电力建设、环保制造、技术研发等方面提供全面服务，技术优势明显。

6.2.9 理昂生态能源股份有限公司

6.2.9.1 企业概况

理昂生态能源股份有限公司（以下简称“理昂生态”）成立于 2008 年，总部位于湖南省长沙市高新技术开发区，主要经营以农作物秸秆和林产品加工剩余物为代表的农林废弃物热电联产。理昂生态现有总资产达到 23 亿元，员工数量超过 1,000 名。理昂生态的年处理农林废弃物能力达 480 万吨，总装机容量在 424 兆瓦左右，年供应绿色电力 34 亿千瓦时，装机规模和年供电量位居行业前列。此外，每年通过燃料收购为农民增收 14 亿元以上，减排二氧化碳 312 万吨。理昂生态已计划在中国主板上市，借助资本市场的力量加速企业发展。

6.2.9.2 主营业务

理昂生态主要以投资建设农林废弃物热电联产能源项目为主，通过从农民手中收购农林废弃物，经过转运、存储、粉碎、掺烧等步骤获取电能。同时，还可利用燃烧余热为工业园

区集中供热，为工业园区内各企业集中供应热力蒸汽。截至 2018 年底，理昂生态共自主投资建设了 15 个农林废弃物发电项目，其中 4 个在建，预计在 2019 年内完成投产，项目主要分布于湖南、湖北、安徽、江苏、广西等地区（见图 6-11）。在理昂生态的 15 个项目中，目前已有 3 个项目实现了热电联产，避免了园区各企业锅炉系统的重复建设，减少了园区污染物排放，优化了园区的整体配套设施。

图 6-11 理昂生态部分已建成项目



来源：理昂生态公司官网，头豹研究院编辑整理

6.2.9.3 竞争优势

(1) 智能化管理优势

理昂生态下属分公司数量众多，且分散在不同区域。为加强对子公司的管控，理昂生态建立了一套智能化管理系统，可将 10 多家子公司的各项运行数据以画面的形式上传至总部的指挥中心，通过大数据可视化，总公司可及时掌握子公司设备及生产模块的信息，为总公司制定决策提供了有效的数据支持。

(2) 技术优势

理昂生态在农林废弃物的收集、转运、存储、粉碎、掺烧等方面建立了一套综合管理模式，尤其是在燃料采购方面，理昂生态 90%以上的燃料需求实现了集中收储，这主要得益

于持续进行技术攻关和实践。此外，在机组的安全稳定满负荷长周期运行方面，理昂生态机组平均利用小时数为 8,100 小时，而全行业的平均值为 5,621 小时，在行业内具备较高的技术水平。

6.2.10 重庆三峰环境产业集团有限公司

6.2.10.1 企业概况

重庆三峰环境产业集团有限公司（以下简称“三峰环境”）起步于 1998 年，主要股东由央企、地方国企及外企组成。三峰环境主要从事垃圾焚烧发电项目投资、EPC 总承包、设备制造和运营管理全产业链服务，是中国垃圾发电领域的领先企业。三峰环境旗下共拥有 31 个子分公司，其中包括两个核心工程子公司（三峰卡万塔、三峰科技）、28 个垃圾焚烧发电项目公司以及 1 个垃圾收转运业务公司。通过引进、消化、吸收德国马丁公司垃圾焚烧发电技术，三峰环境率先在行业内实现了全套设备的国产化。

6.2.10.2 主营业务

三峰环境的主营业务包括垃圾焚烧发电、渗滤液处理及垃圾收转运三大块（见图 6-12）。

图 6-12 三峰环境主营业务



来源：三峰环境公司官网，头豹研究院编辑整理

-
- (1) 在垃圾焚烧发电方面,三峰环境使用的是经过改造的德国马丁 SITY2000 全套技术,可在垃圾发电厂工艺和工程设计、焚烧炉系统制造、现场安装调试和管理以及垃圾发电厂的建设和交付方面提供支持;
 - (2) 在渗滤液处理方面,三峰环境采用的是 2014 年从德国引进的 STRO 膜(网管式反渗透膜)处理系统全套技术并加以改造,设备自动化程度较高,对进水水质要求较低,可直接处理渗透液原液;
 - (3) 在垃圾收转运方面,三峰环境旗下汕尾三峰环保发电有限公司与汕尾市城区环境卫生管理局正式签订《汕尾市城区生活垃圾压缩二次转运项目特许经营权(BOT)协议》,这是三峰环境向产业链前端延伸的一次新尝试。通过采用先进的压缩处理和中央控制系统,可提高作业效率、实现一体化生活垃圾收运处理以及有效杜绝垃圾转运过程中对环境产生的二次污染。

6.2.10.3 竞争优势

(1) 市场优势

数据显示,三峰环境已投资的 BOT 项目超过 33 个,平均每天处理生活垃圾 4.26 万吨,市场占有率位居行业前列。三峰环境的技术及装备不仅应用于中国国内,在欧美、非洲、南美洲以及亚洲其他国家也有应用。三峰环境在海外共投产了 145 个垃圾焚烧项目,焚烧线超过 255 条,日处理生活垃圾超过 13.7 万吨,具备一定的市场优势。

(2) 技术优势

三峰环境是中国最早突破国外技术垄断,实现全套设备国产化的企业之一。三峰环境已主编了包括《生活垃圾焚烧炉及余热锅炉》在内的 6 项国家和行业标准,参与了 11 项国家和行业标准的制定,这标志着三峰环境掌握的技术在行业处于领先地位。此外,由三峰环境

牵头开展的生活垃圾焚烧飞灰无害化处置项目获得 6 项国家发明专利，对解决垃圾焚烧发电技术瓶颈起到重要作用。