



能源行业专题之三：

“生”生不息，“物”尽其用

2020 年 9 月

本期，集团研究院联合豫能控股共同对生物质能源行业进行了研究，主要观点如下：

1、生物质是指通过光合作用形成的各种有机体，包括所有动植物和微生物，是仅次于煤炭、石油、天然气的第四大能源，具有低污染、可再生、总量丰富、应用广泛等特点。

2、生物质能的主要利用形式为生物质发电、生物质成型燃料、生物质油、生物质乙醇等。其中生物质发电是生物质能应用方式中最成熟、最普遍、最有效的方法。

3、生物质发电主要有垃圾焚烧发电、农林生物发电、沼气发电等方式，其中垃圾焚烧发电由于可以解决“垃圾围城”等环保问题，被认为是最有前景的生物质发电方式之一。我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。

4、生物质成型燃料是以农林剩余物为主原料，经切片-粉碎...挤压-烘干...等工艺，最后制成成型环保燃料，具有储运方便、成本低廉、应用广泛和适用性强等特点。国内生物质成型燃料需求量自 2015 年以来，由 760 万吨增长至 1560 万吨，增长了一倍，预计至 2023 年底将进一步增长至 3000 万吨左右。其中京津鲁豫、珠三角、长三角、中东部是我国

重点规划的生物质成型燃料发展重点区域。

5、生物质油指以油料作物（如大豆、油菜、棉、棕榈等）、野生油料植物和工程微藻等水生植物油脂以及动物油脂、餐饮垃圾油等为原料油通过酯交换或热化学工艺制成的再生性柴油燃料，可代替石化柴油使用。我国生物柴油产业已形成产品、技术、设备三驾马车同时出口局面，出口量增长迅速，2012 年出口量仅为 58 吨，2019 年达到了 66.2 万吨，7 年内复合增长率达到了 280%。目前全国生物柴油生产厂家有 50 多家，主要为民营企业，分布在河北、湖北、山东、河南等地，其中河北企业数量居于首位。

6、生物质乙醇是指通过微生物的发酵将各种生物质转化为燃料酒精。它可以单独或与汽油混配制成乙醇汽油作为汽车燃料。

7、生物质能行业的主要问题。一是资源供给问题；二是发达国家在生物质资源利用和产品制造领域占据技术主导权，技术依存度高；三是生物质能占我国能源消费总量的比例仅 1.2%，距离世界平均水平存在很大差距；四是标准体系不健全。

目 录

一、什么是生物质能？	4
1、生物质能的含义	4
2、生物质能资源的主要来源	4
3、生物质能的特性	6
4、生物质如何转化为生物质能？	7
二、生物质发电	11
1、生物质发电原理	12
2、生物质发电行业情况	15
3、竞争格局	18
4、生物质发电产业链	20
三、生物质成型燃料	21
1、什么是生物质成型燃料？	21
2、生物质成型燃料行业情况	22
3、生物质成型燃料产业链	24
四、生物质柴油	25
1、什么是生物质柴油？	25
2、生物质柴油行业情况	25
3、生物质柴油产业链	27
五、生物燃料乙醇	28
1、什么是生物燃料乙醇？	28
2、生物燃料乙醇行业情况	28
六、生物质能行业壁垒	30
1、经营壁垒	30
2、资本壁垒	30
3、市场壁垒	30
4、技术壁垒	31
七、生物质能发展方向	31
1、生物质发电发展方向	31
2、生物成型燃料发展方向	34
3、生物柴油发展方向	36
4、生物天然气发展方向	37
5、生物燃料乙醇发展方向	38
八、行业面临的主要问题及风险	39

一、什么是生物质能？

1、生物质能的含义

根据国际能源机构（IEA）的定义，**生物质**是指通过光合作用而形成的各种有机体，包括所有的动植物和微生物。

生物质能是太阳能以化学能形式储存在生物质中的能量形式，它一直是人类赖以生存的重要能源之一，是仅次于煤炭、石油、天然气之后第四大能源，在整个能源系统中占有重要的地位。

2、生物质能资源的主要来源

依据来源的不同，可以将适合于能源利用的生物质分为林业资源、农业资源、生活污水和工业有机废水、城市固体废物和畜禽粪便等五大类。

（1）林业资源

林业生物质资源是指森林生长和林业生产过程提供的生物质能源，包括薪炭林、在森林抚育和间伐作业中的零散木材、残留的树枝、树叶和木屑等；木材采运和加工过程中的枝丫、锯末、木屑、梢头、板皮和截头等；林业副产品的废弃物，如果壳和果核等。

（2）农业资源

农业生物质能资源是指农业作物(包括能源作

物)；农业生产过程中的废弃物，如农作物收获时残留在农田内的农作物秸秆（玉米秸、高粱秸、麦秸、稻草、豆秸和棉秆等）；农业加工业的废弃物，如农业生产过程中剩余的稻壳等。能源植物泛指各种用以提供能源的植物，通常包括草本能源作物、油料作物、制取碳氢化合物植物和水生植物等几类。

（3）污水废水

生活污水主要由城镇居民生活、商业和服务业的各种排水组成，如冷却水、洗浴排水、盥洗排水、洗衣排水、厨房排水、粪便污水等。工业有机废水主要是酒精、酿酒、制糖、食品、制药、造纸及屠宰等行业生产过程中排出的废水等，其中都富含有机物。

（4）固体废物

城市固体废物主要是由城镇居民生活垃圾，商业、服务业垃圾和少量建筑业垃圾等固体废物构成。其组成成分比较复杂，受当地居民的平均生活水平、能源消费结构、城镇建设、自然条件、传统习惯以及季节变化等因素影响。

（5）畜禽粪便

畜禽粪便是畜禽排泄物的总称，它是其他形态生物质（主要是粮食、农作物秸秆和牧草等）的转化形式，包括畜禽排出的粪便、尿及其与垫草的混

合物。

3、生物质能的特性

(1) 低污染、低排放

生物质的硫含量、氮含量低、燃烧过程中生成的 SO_x 、 NO_x 较少；生物质作为燃料时，由于它在生长时需要的 CO_2 相当于它排放的 CO_2 的量，因而对大气的 CO_2 净排放量近似于零，可有效地减轻温室效应。

(2) 可再生性

生物质能属可再生资源，生物质能由于通过植物的光合作用可以再生，与风能、太阳能等同属可再生能源，资源丰富，可保证能源的永续利用。

(3) 能量密度低

生物质散料由于能量密度低并且分散，生物质的收集与运输是影响生物质燃料利用的主要影响因素，远距离运输自然生物质燃料不可取，必须要成型化才能有更好的用途。

(4) 总量丰富

生物质能是世界第四大能源，仅次于煤炭、石油和天然气。生物质能源的年生产量远远超过全世界总能源需求量，相当于世界总能耗的 10 倍。

(5) 应用广泛

生物质能源可以以沼气、压缩成型固体燃料、

气化生产燃气、气化发电、生产燃料酒精、热裂解生产生物柴油等形式存在，应用范围十分广泛。

4、生物质如何转化为生物质能？

20 世纪 70 年代，生物质能源的开发利用已成为世界性的热门研究课题。许多发达国家都制定了相应的研发计划，如美国的能源农场、日本的阳光计划等。目前生物质能的主要利用形式为生态物质发电、生物质成型燃料、生物质油、生物质乙醇等（详见后续部分，本部分仅讨论生物质转化为生物质能的技术方式）。

生物质能源转化技术旨在改变传统的生物质开发利用方式，把生物质转化成为使用便利、清洁环保的高品位能源产品。现代生物质能源转化技术主要分为物理转化（生物质的固化成型）、热化学转化（生物质的气化、热解、液化以及生物质直接燃烧）和生物化学转化（生物质厌氧发酵和制取乙醇）三种技术。

（1）物理转化技术

主要是指生物质固化成型技术，在一定压力和温度的作用下，通过粉碎、干燥、机械加压等过程，将松散、细碎的生物质原料压制成结构紧密的块型、棍型或颗粒型燃料。此外，有时还混合一定比例的低热值化石燃料、固硫剂等制成生物

质型煤。

这种生物质燃料水分少着火容易，能量密度与中质煤相当，燃烧性能明显改善，火力持久黑烟少，且便于贮存和运输。此外，燃烧后灰渣含碳量低、不结渣，排放的 SO_2 低于煤炭，是一种适合于工业锅炉使用的高品位燃料。目前，用于生物质固化成型技术的设备主要有螺旋挤压式成型机、活塞冲压式成型机和压辊式颗粒成型机。

（2）热化学转化技术

生物质热化学转化方式主要包括：生物质直接燃烧、气化、热解以及液化。

生物质直接燃烧是一种古老的生物质能转化技术，也是最普遍、最广泛的生物质能源利用方式，是将生物质直接作为燃料燃烧，把被贮存在生物质内的太阳能转换为热能。燃烧过程中所产生的热和蒸汽可用于发电，或向需要热量的地方供热，如各种规模的工业过程、空间加热以及城镇家庭供暖照明等。现今，采用现代化高效的燃烧技术和燃烧装置，大大提高了生物质的利用效率。与众多的生物质能源转换技术相比，生物质直接燃烧技术在我国具有技术成熟、设备简单、操作方便、燃烧产物用途广泛等诸多优点。但是由于大部分的生物质组成成分复杂、热值低且水分含量较多，使得生物质燃

料不能在工业锅炉上直接燃用,因此需要对现有锅炉的结构和运行情况进行一系列的改进和完善。

生物质气化技术是以固体生物质如稻壳、秸秆、柴草等作为原料,经粉碎、干燥处理后送入气化炉里,以空气或水蒸气作为气化剂,将固体生物质原料转化为气体燃料的过程。生物质气化的主要产物是中、低热值的气体燃料,可用于发电、供热、民用煤气及化学品的合成。目前已开发出的气化反应器主要有三类:固定床气化炉、流化床气化炉和携带床气化炉。总体来说,固定床气化技术简单、易于操作,但产生的可燃气体热值偏低且焦油含量较高;流化床气化技术和携带床气化炉可以提高气化效率和气体燃料的热值,但工艺设备复杂,操作不易掌握。

生物质热解是指利用热能切断大分子量的有机物、碳氢化合物,使生物质转变为含碳数少的低分子量可燃气体、液体及固体的过程。生物质热解与生物质气化的主要区别是:**一是**热解是在完全隔绝或限制供给氧化介质的条件下进行热分解反应;而气化是采用气化剂使生物质进行氧化还原反应。**二是**热解的产物主要有三种形态,分别为固体炭、液体的木焦油和木醋液、可燃性气体;而气化的主要产物只是可燃气,且两者可燃气的成分也不相同。

三是热解过程需要外加能源；而气化则无需外加热量。

生物质液化是指在较低的温度、较高的压力和还原环境下，生物质原料经过较长时间分解反应形成液体产物的过程，主要产品为生物质油，是一种高度氧化的复杂混合物，其含有的化合物种类有数百种，例如：醚类、酯类、醛类、醇类和无机酸等。生物质油不仅可以用于锅炉、发动机等动力设备，经萃取获得的化学产品还可以合成食品添加剂、农业化工产品以及特制药品。生物质液化技术的研究开发是一个更长期的目标，目前重点主要放在基础研究上。

（3）生物化学转化技术

生物化学转化技术主要是指生物质原料在微生物的发酵作用下生成沼气、酒精等能源产品，也就是利用原料的生物化学作用和微生物的新陈代谢作用产生气体或液体燃料。

生物质厌氧发酵：最常见的厌氧发酵是对人畜粪便、农业废弃物、有机废水和家庭垃圾的发酵处理。在厌氧发酵过程中，有机物质在发酵池内厌氧微生物的作用下，完全被降解成以甲烷（沼气）为主的可燃气体。沼气是一种丰富廉价的生物质能源，广泛用于生产生活，而且沼气发酵后的残渣还是优

质的农家肥，对农作物均有不同程度的增产效果。因此，该技术引起了世界各国的高度重视。沼气的使用虽然十分广泛，但也存在发酵转化周期较长、产气率普遍偏低、远距离输送困难等一系列问题。

生物质制取乙醇：利用生物质制取乙醇技术是指生物质经过水解生成含有 H_2 、 CO 、 CO_2 的热值气体，然后通过生化发酵池转化为乙醇的工艺过程。该项技术在国外已有较广泛的开发利用根据以上研究发现，利用生物质制取乙醇的原料可分为三大类：含糖类，如甘蔗；含淀粉类，如甘薯、玉米、小麦；含纤维素类，如农作物秸秆、木材加工废料等。

二、生物质发电

生物质发电技术是目前生物质能应用方式中最成熟、最普遍、最有效的方法，在欧美等发达国家，生物质能发电已形成非常成熟的产业，成为一些国家重要的发电和供热方式。

图表 1：某生物质电厂场景



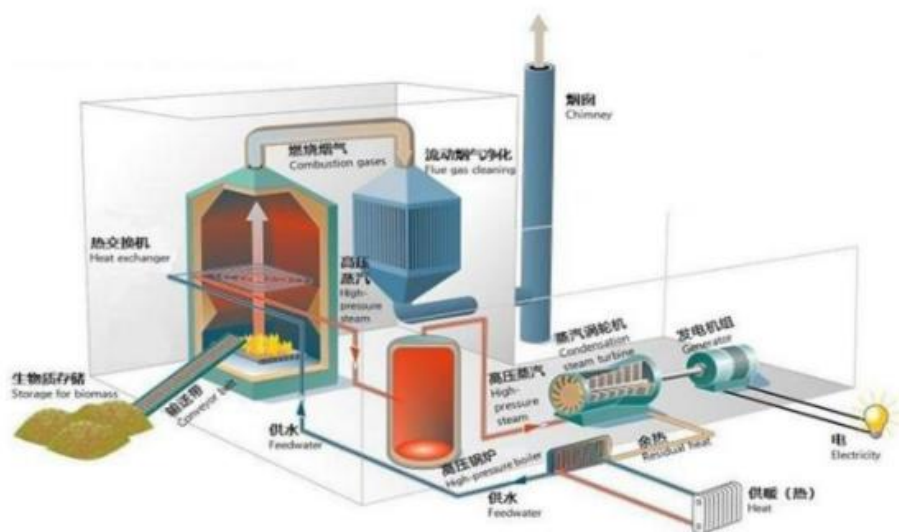
资料来源：公开资料, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

1、生物质发电原理

(1) 发电原理及技术现状

生物质发电是利用生物质所具有的生物质能进行的发电,主要有垃圾焚烧发电、农林生物发电、沼气发电等方式,其中垃圾焚烧发电由于可以解决“垃圾围城”等环保问题,被认为是最有前景的生物质发电方式之一。

图表 2：生物质发电（垃圾发电、农林生物发电）原理图



资料来源：公开资料，豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

垃圾焚烧发电是利用垃圾在焚烧锅炉中燃烧放出的热量将水加热获得过热蒸汽，推动汽轮机带动发电机发电。垃圾焚烧技术主要有层状燃烧技术、流化床燃烧技术、旋转燃烧技术等。该种方式垃圾处理彻底，过程洁净，并可以回收部分资源，被认为是最具有前景的垃圾发电技术，但过程中可能产生二噁英等剧毒物质，有效控制二噁英类物质的产生与扩散，直接关系到垃圾焚烧发电技术的推广和应用。

农林生物发电是指以农林剩余生物质作为燃料的直接燃烧发电技术，国内简称“直燃发电”。是以农林生物质为燃料(农作物秸秆剩余物，林业生产和加工剩余物以及发展中的能源植物等)，在专用锅炉直接燃烧产生高温高压蒸汽，再通过汽轮机、发电机转化为电能，同时余热可以作为工业或

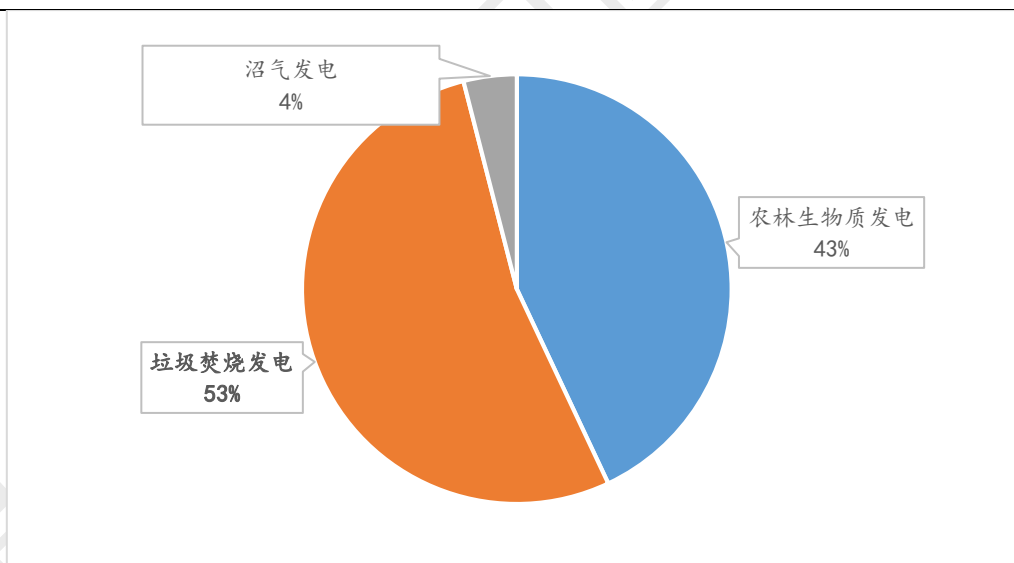
者民用的现代生物质能应用工程。

沼气发电是利用工农业或城镇生活中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。用于沼气发电的设备主要为内燃机，一般由柴油机组或者天然气机组改造而成。

（2）各类生物质发电占比

截至 2019 年底，在各类生物质能中，垃圾焚烧发电装机容量占生物质发电装机总容量的 53%，排名第一；农林生物质发电装机容量占比为 43%；沼气发电装机容量占比为 4%。

图表 3：2019 年各类生物质发电占比



资料来源：国家能源局、豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

我国的生物质发电以垃圾发电为主，技术起步较晚但发展非常迅速，国内锅炉厂家根据我国生物质发电实际情况，对引进的海外技术进行改进后制造生产，自主开发了燃料预处理系统、给料系统

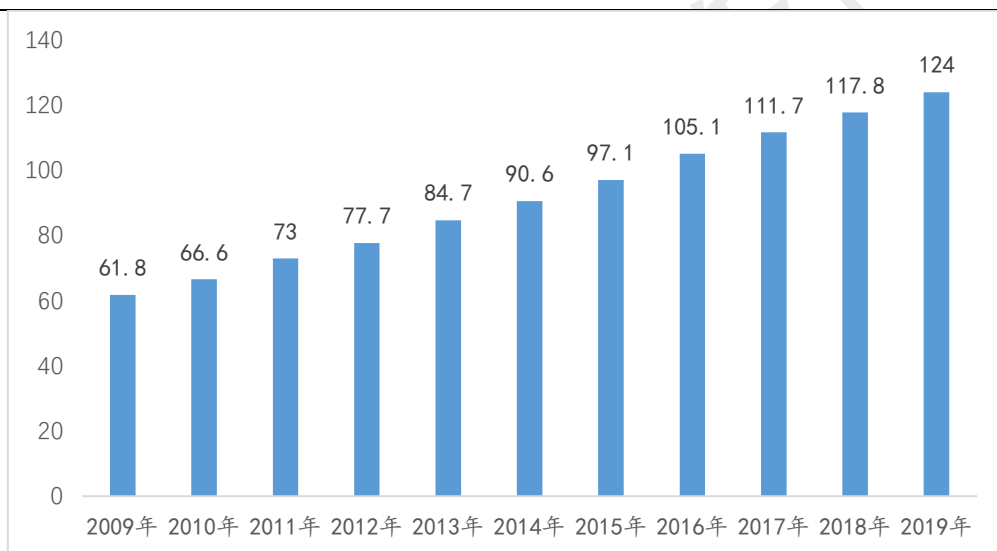
以及排渣系统,多家国内科研机构和锅炉生产厂家研制了具有自主知识产权的流化床锅炉,技术比较成熟。

2、生物质发电行业情况

(1) 行业规模

全球生物质能发电装机达到 12400 万千瓦,约占整个可再生能源发电装机容量的 4.9%。

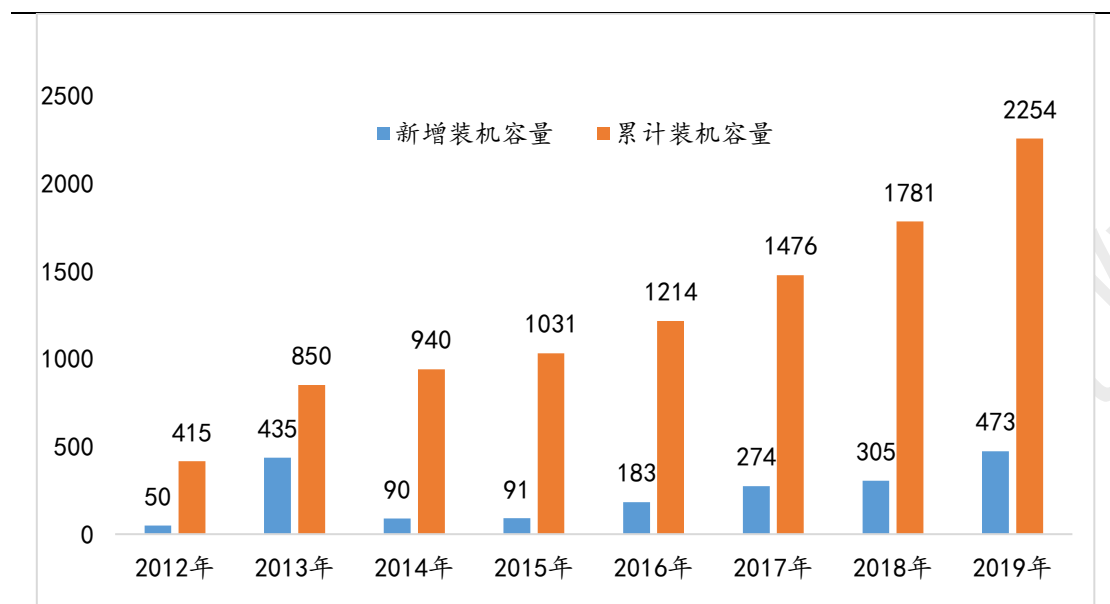
图表 4: 2009 以来全球生物质发电装机容量 (单位: GW)



资料来源: 公开资料, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

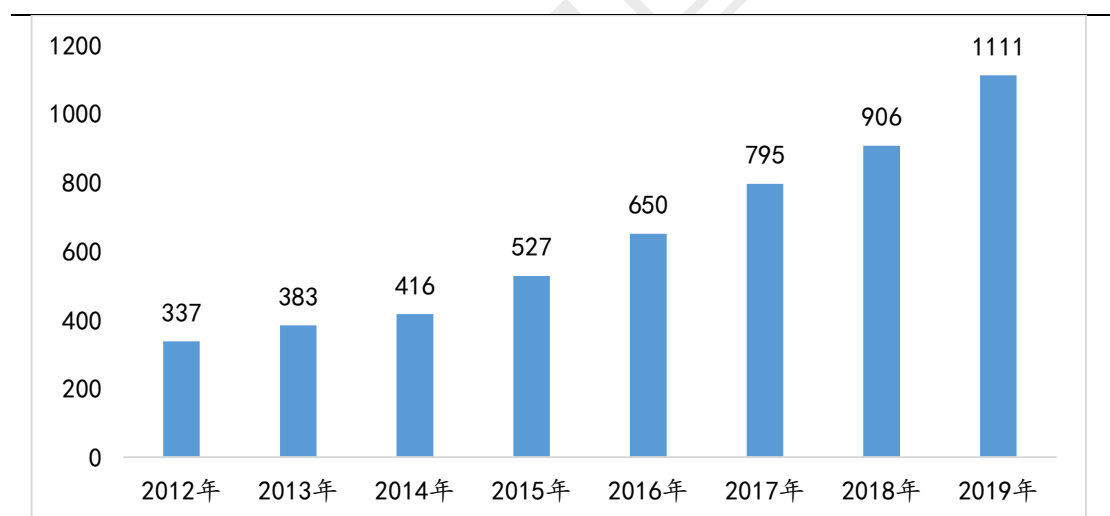
根据国家能源局数据显示,截至 2019 年底,我国生物质发电装机容量达到 2254 万千瓦,同比增长 26.6%;2019 年中国生物质发电量为 1111 亿千瓦时,同比增长 20.4%。生物质发电保持稳步增长势头。

图表 5：2012 年以来我国生物质发电装机容量（单位：GW）



资料来源：国家能源局, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

图表 6：2012 年以来我国生物质发电量统计（单位：亿千瓦时）

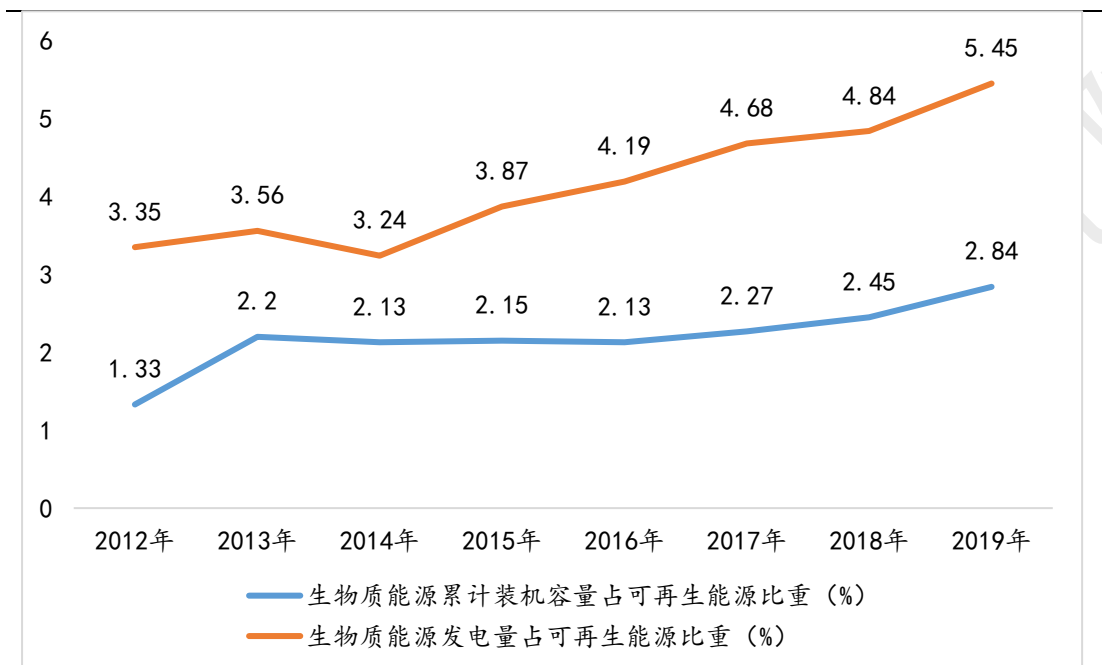


资料来源：国家能源局, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

从我国能源结构以及生物质能地位变化情况来看，近年来，随着生物质能发电持续快速增长，生物质能装机和发电量占可再生能源的比重不断上升。具体表现为：2019 年我国生物质能源累计装机容量和发电量占可再生能源的比重分别上升

至 2.84%和 5.45%。反映生物质能发电正逐渐成为我国可再生能源利用中的新生力量。

图表 7：2012 年以来我国生物质发电发展占比（单位：%）



资料来源：国家能源局、豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

（2）我国各省生物质发电情况

从各省的生物质发电产业发展情况来看，东部沿海和广东地区装机容量处于靠前地位。截至 2019 年底，山东省生物质发电装机容量达到 324.3 万千瓦，安徽省和江苏省分别为 195.4 万千瓦和 203.1 万千瓦，广东省装机容量达到 239.4 万千瓦。

河南省作为农业大省，生物质资源丰富，农业秸秆年总量 9000 万吨。已投产农林生物质发电项目 33 个，装机 79.5 万千瓦；在建项目 23 个，装机 58 万千瓦；已核准待开工项目 6 个，计划装机 17.4 万千瓦。河南省生物质发电投资主体中规模

较大的有国能生物和天壕新能源公司。

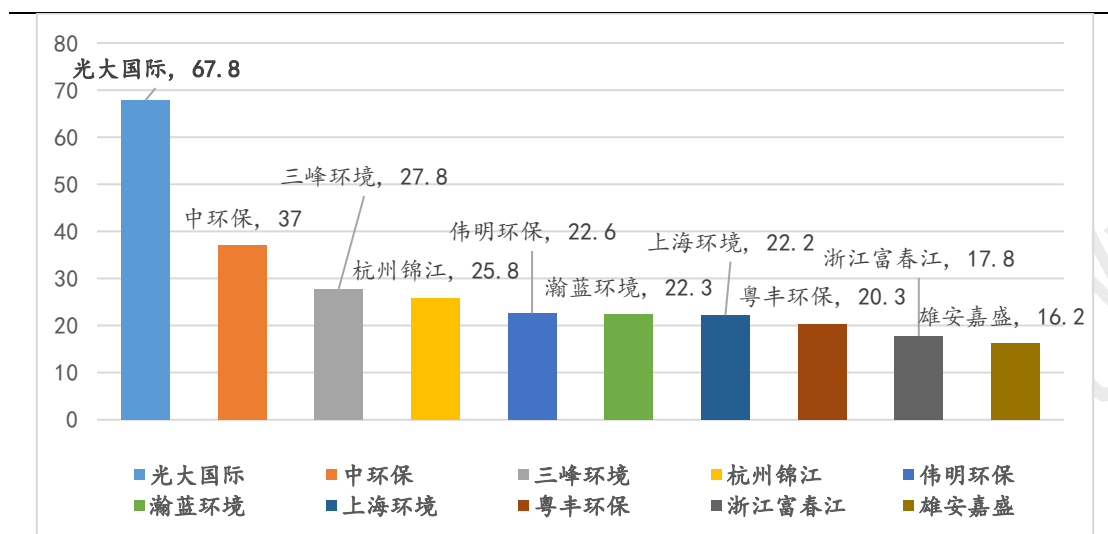
3、竞争格局

我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。生物质发电规模较小，仍处于扩大规模、降低生产成本的阶段。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。

在垃圾发电领域，随着垃圾清运量的不断提高，我国垃圾焚烧处理能力开始出现短缺，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。

截止 2019 年底，垃圾发电行业总装机容量达到约 650 万千瓦，但行业呈现出分散状态，行业 CR10 装机量达到 280 万千瓦，占全国总容量的 45% 左右。

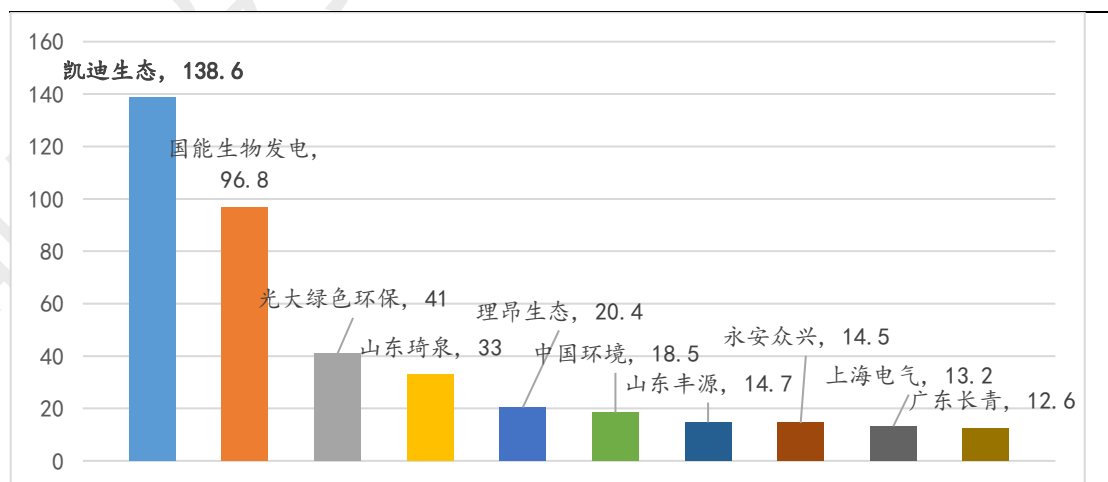
图表 8：垃圾焚烧处理行业 CR10 装机量（万千瓦）



资料来源：Wind, 豫能控股, 河南投资集团国资研究院整理

在农林生物质发电领域，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%。

图表 9：2018 年我国农林生物质发电企业 CR10（万千瓦时）

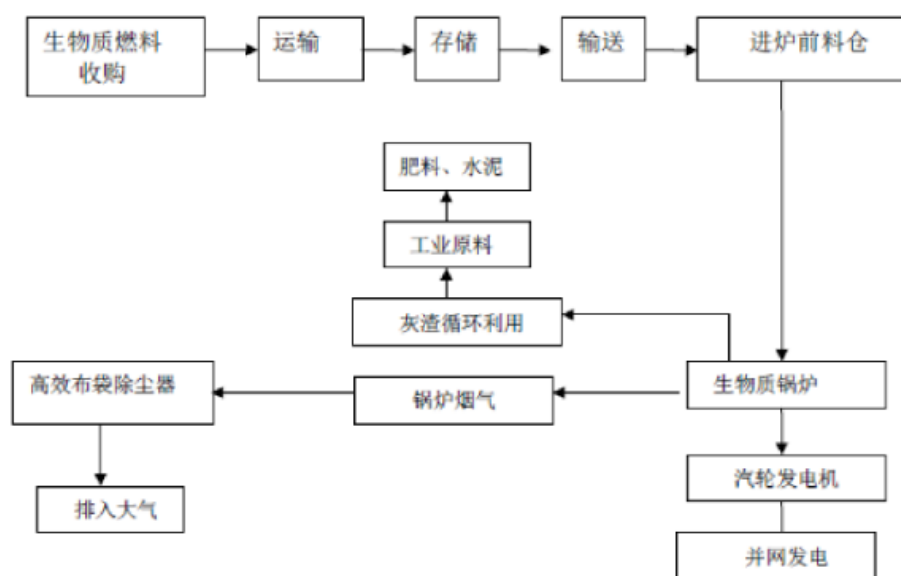


资料来源：公开资料, 豫能控股, 河南投资集团国资研究院整理

4、生物质发电产业链

中国生物质能发电行业产业链从上至下可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。

图表 10：我国生物质发电行业产业链



资料来源：公开资料, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

(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。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。

(2) 中游分析

生物质能发电行业产业链中游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。

(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。发电过程中还会产生废热、锅炉烟气、废渣等副产物。

三、生物质成型燃料

1、什么是生物质成型燃料？

生物质成型燃料是以农林剩余物为主原料,经切片-粉碎-除杂-精粉-筛选-混合-软化-调质-挤压-烘干-冷却-质检-包装等工艺,最后制成成型环保燃料。是一种洁净低碳的可再生能源。具有密度增加、储运方便、成本低廉、附加值高、应用广泛和适用性强等特点。

图表 11：生物质成型燃料



资料来源：公开资料, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

2、生物质成型燃料行业情况

(1) 行业规模

2015 年全球主要地区生物质成型燃料产量在 3000 万吨左右，至 2019 年产量增至 4400 万吨左右。预计至 2023 年全球主要地区生物质成型燃料产量将增至 6000 万吨以上，至 2026 年将增至 8000 万吨以上。

国内现有生物质固体成型燃料生产厂家 2000 余家，其中万吨级以上规模的生产厂家 200 余家，成型燃料主要用于农村居民炊事取暖用能、工业锅炉等。2015 年，我国生物质成型燃料需求量约在 760 万吨左右，至 2019 年需求量增至 1560 万吨左右，预计 2023 年国内生物质成型燃料产量将增至 3000 万吨左右，至 2026 年产量将增至 4600 万吨左右。

(2) 建设布局

《生物质能发展十三五规划》中，十三五期间，全国生物质成型燃料建设布局重点区域：

京津冀鲁：重点工程都有农村居民采暖、工业园区供热、商业设施冷热联供，2020 年规划年利用量在 600 万吨，替代煤炭消费量在 300 万吨。

长三角：重点工程都有工业园区供热、商业设施冷热联供，2020 年规划年利用量在 600 万吨，

替代煤炭消费量在 300 万吨。

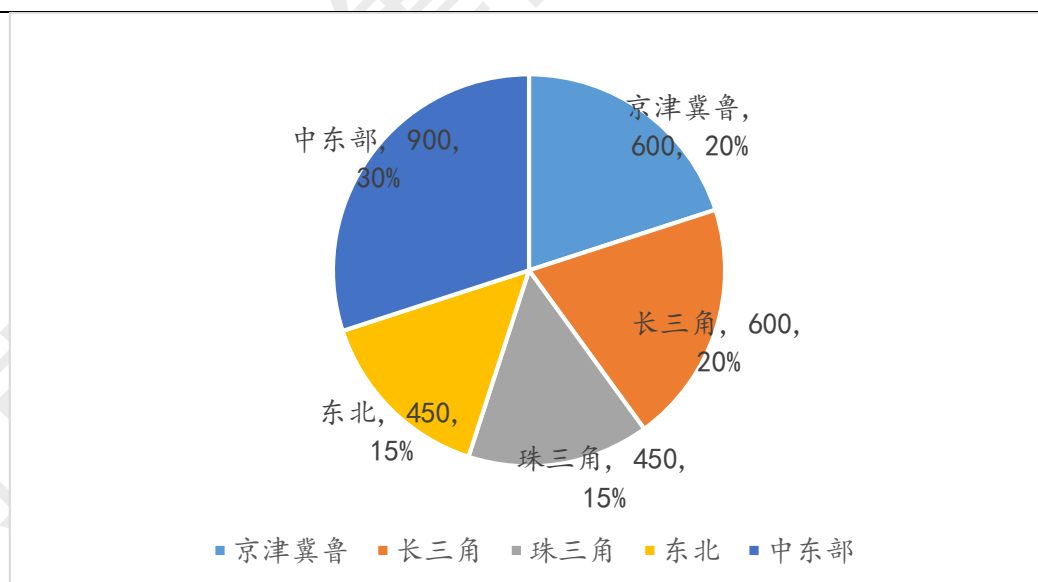
珠三角：重点工程都有工业园区供热、商业设施冷热联供，2020 年规划年利用量在 450 万吨，替代煤炭消费量在 225 万吨。

东北：重点工程都有农村居民采暖、工业园区供热、商业设施冷热联供，2020 年规划年利用量在 450 万吨，替代煤炭消费量在 225 万吨。

中东部：重点工程都有工业园区供热、商业设施冷热联供，2020 年规划年利用量在 900 万吨，替代煤炭消费量在 450 万吨。

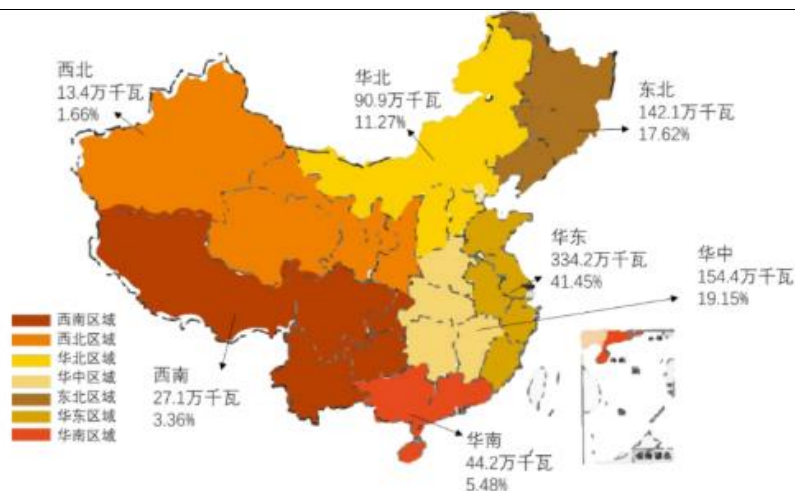
总计到 2020 年规划年利用量在 3000 万吨，替代煤炭消费量在 1500 万吨。

图表 12：各经济区域生物质成型燃料规划布局（单位：万吨）



资料来源：公开资料，豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

图表 13：2018 年我国农林生物质发电项目区域分布

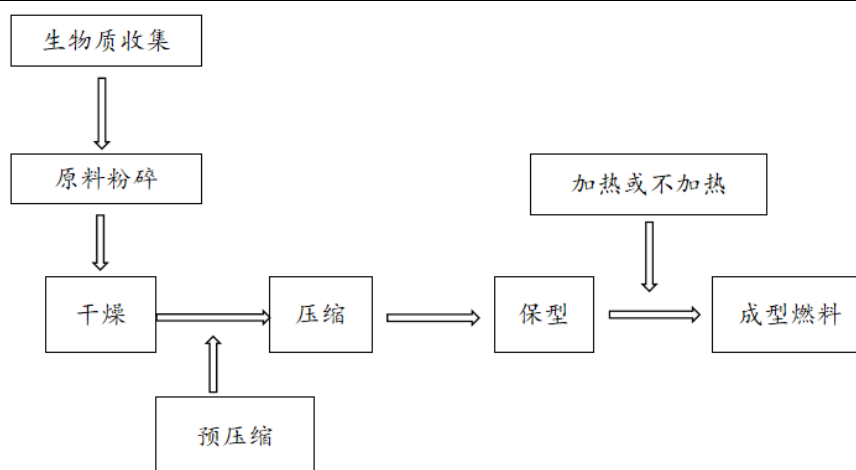


资料来源：公开资料, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

3、生物质成型燃料产业链

生物质成型燃料产业链主要包括原材料收集、生产加工、产品销售和相关产业。

图表 14：生物质成型燃料产业链



资料来源：公开资料, 豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

(1) 原材料收集环节

原材料收集是将秸秆、树皮树枝、家具厂废料、农林废弃物分类运输到生物质固体成型燃料生产

厂。原材料收集是生物质固体成型燃料产业链的关键环节。

(2) 生产加工环节

生产加工环节是指生物质原料经过粉碎、干燥、压缩、保型等环节加工生产出生物质成型燃料的过程。

(3) 仓储、运输与销售

产品销售环节中，不仅需要有效的配送体系，还需要生产企业的合理定价。

四、生物质柴油

在相关政策的支持下，目前我国生物柴油产业处于快速扩张阶段，国内厂商不断拓展海外市场。我国生物柴油行业 2015 年受石油价格持续低迷影响，产量有所下降，随后稳步上升，2017 年达到了 110 万吨。

1、什么是生物质柴油？

生物质柴油指以油料作物如大豆、油菜、棉、棕榈等，野生油料植物和工程微藻等水生植物油脂以及动物油脂、餐饮垃圾油等为原料油通过酯交换或热化学工艺制成的可代替石化柴油的再生性柴油燃料。

2、生物质柴油行业情况

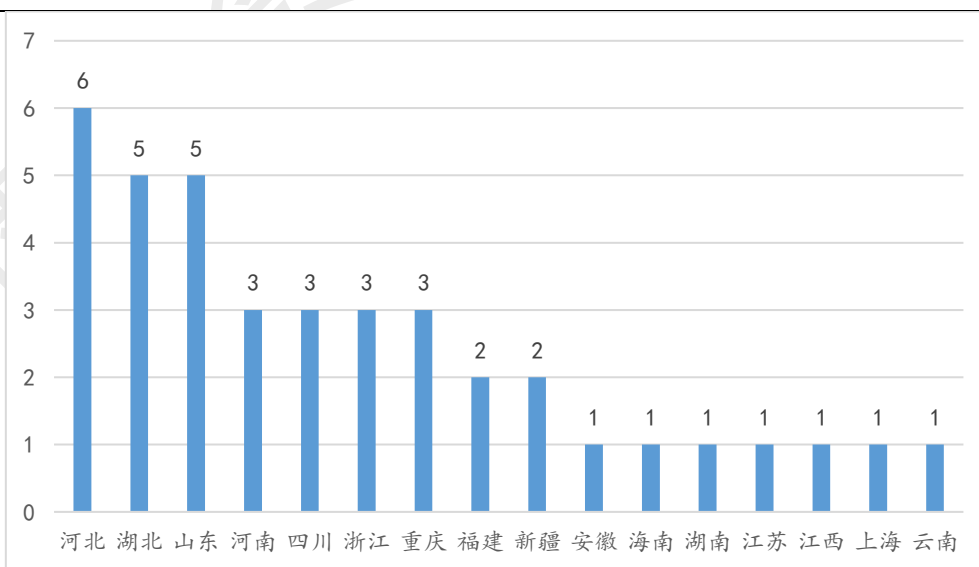
(1) 行业情况

目前我国生物柴油产业已形成产品、技术、设备三驾马车同时出口局面，其中产品出口批次多，数量大，质量稳定。我国生物柴油出口量增长迅速，2012 年出口量仅为 58 吨，2019 年达到了 66.2 万吨，7 年内复合增长率达到了 280%。2020 年 1-5 月我国出口的生物柴油达 25.1 万吨，累计同比增加 16.24%。未来海外市场仍然是生物柴油厂商的重要战场，在足量供给国内需求的同时，积极占领海外市场至关重要。

（2）竞争格局

我国生物柴油产业起步于 2006 年，在 2010 年初具规模。据智研咨询数据，目前全国生物柴油生产厂家有 50 多家，主要为民营企业，分布在河北、湖北、山东、河南等地，其中河北数量居于首位。

图表 15：2018 年我国生物质柴油企业数量



资料来源：公开资料，豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

现产能超过 10 万吨的生物柴油企业有 16 家左右，年产 5000 吨以上的厂家超过 40 家，最大规模为 30 万吨，其中卓越新能年产能达到 24 万吨。

图表 16：2018 年我国生物质柴油主要厂商

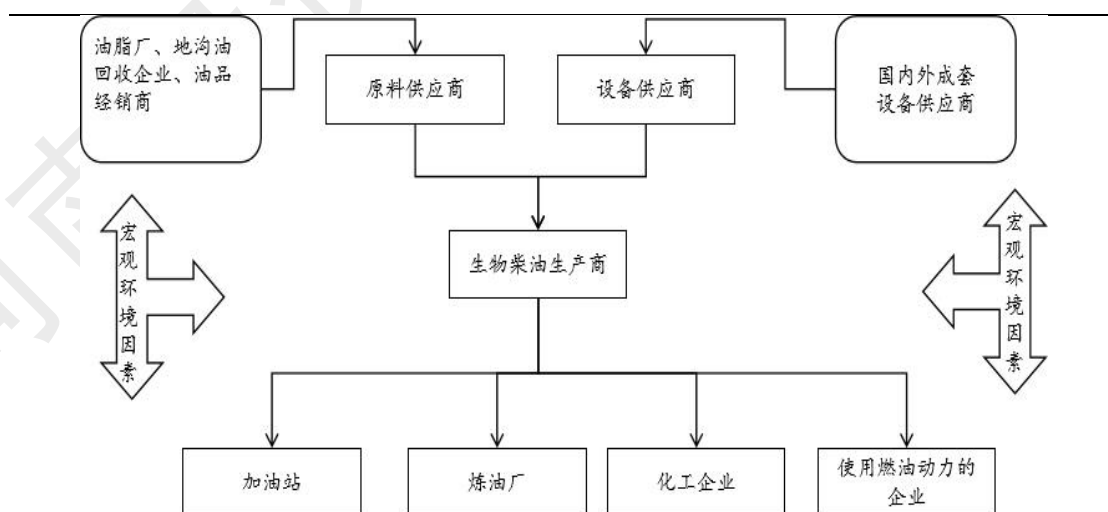
公司名称	生物柴油产能	2018 年收入
龙岩卓越新能源	24 万吨/年	8.7 亿元
河北金谷集团	10 万吨/年	—
唐山金利海生物柴油	6 万吨/年	2.89 亿元
浙江东江能源科技	5 万吨/年	3.2 亿元
河北隆海生物能源	6 万吨/年	0.79 亿元
荆州大地生物工程	5 万吨/年	—

资料来源：公开资料，豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

3、生物质柴油产业链

生物柴油产业链上游有原料供应商、设备供应商，产业链中游包括生物柴油生产企业，产业链下游包括加油站、炼油厂、医药企业、化工企业和使用燃油动力的企业等。

图表 17：生物质成型燃料产业链



资料来源：公开资料，豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

(1) 原料供应商

目前国内生物柴油企业大部分以废弃油脂为主要原料，所以主要原料供应商为油脂厂、地沟油回收企业、油品经销商等。设备供应商：主要是国内外成套设备供应商、国内油脂设备厂商等。

（2）生物柴油生产商

指以植物、动物脂肪油、废弃油脂为原料，在催化剂的作用下，进行酯化反应制取生物柴油的生产企业。是整个产业链的核心，它们竞争力的强弱直接关系到整个产业的发展的好坏。

（3）终端客户

即生物柴油产品的最终消费者，主要有加油站、炼油厂、使用燃油动力的企业和化工企业等。作为产业链下游的销售渠道，它的畅通直接关系着整个生物柴油产业的发展前途。

五、生物燃料乙醇

1、什么是生物燃料乙醇？

生物燃料乙醇是指通过微生物的发酵将各种生物质转化为燃料酒精。它可以单独或与汽油混配制成乙醇汽油作为汽车燃料。

2、生物燃料乙醇行业情况

（1）行业情况

2018 年，全球约有 2000 家燃料乙醇工厂处于

运行状态，燃料乙醇年产量达到 $8.5 \times 10^7 \text{t}$ ，同比增长 5.28%。

2018 年我国燃料乙醇装置产能新增近 $1 \times 10^6 \text{t}$ ，总量达到 $3.7 \times 10^6 \text{t}$ ，2020 年在全国范围推广后，燃料乙醇年需求量将超过 $1 \times 10^7 \text{t}$ ，而燃料乙醇市场至少有 $7 \times 10^6 \text{t}$ 的缺口。我国燃料乙醇产业即将迎来广阔的发展空间和重大的发展机遇。

（2）技术现状

生物燃料乙醇目前有三代技术路线。第一代由谷物生产（例如玉米、小麦和稻米），通过酶解转化为糖，然后经发酵而成。第二代燃料乙醇称为纤维素法，基础原料是生物质，即废弃的玉米秸秆、干草、树叶和其它类型的植物纤维材料。这些原料经过纤维素酶解转化为糖，然后再经发酵生成乙醇。第二代燃料乙醇由于其优异的环境效益受到国家政策和酒精产业界的青睐。但第二代乙醇的工业化生产尚未实现，酶技术及其生产成本是生物质乙醇产业化的关键。第一代和第二代乙醇之外还有一类被业界称为第 1.5 代的燃料乙醇，其原料为木薯、甜高粱等适宜于特殊土地和气候条件下生产的低等作物，被认为是燃料乙醇很好的过渡原料。

国内以上三种燃料乙醇技术共存，在这三种技术中，玉米转化为燃料乙醇的 1 代技术稳定成熟，

处于世界领先水平。

六、生物质能行业壁垒

1、经营壁垒

经营 6MW 以上容量生物质发电业务的企业应取得发电业务经营许可证。另外，国家对生物质发电项目实行核准制，新建项目需要纳入规划并取得核准。

2、资本壁垒

相对于常规燃煤发电项目而言，生物质发电项目容量小，总投资小，单位装机造价高。规模投资者考虑到资金分散和管理上的困难，故而投资谨慎；投资资金规模对大部分中小企业来说仍然有相当大的压力。

3、市场壁垒

生物质能原材料分布广泛而零散，与供应方形成持久稳固的合作关系、保证不同季节原材料供给，是新进入者面临的首要难题。行业下游客户主要为工业企业，客户一经确定热能供应商，会与之长期合作并形成稳固、排他的合作关系。

因此，在价格稳定的情况下，新进入者很难打破现存的供求关系去获取原料、销售产品，对新进入者构成一定的市场壁垒。

4、技术壁垒

生物质能源企业需要对原料收集、燃料加工、设备改造、运营管理、客户需求整个流程各环节具备相应的专业能力，才能够实现原料分散化、生产规模化、供应稳定化、客户稳定化、工艺多样化、运营专业化等要求。

七、生物质能发展方向

1、生物质发电发展方向

(1) 热电联产

纯发电的热能利用效率 30%左右，而热电联产能够将热能利用效率提高到 65%。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，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。

(2) 生活垃圾焚烧发电一体化

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:一是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;二是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。

(3) 县域综合能源系统

县域经济圈是以县城为中心、乡镇为纽带、农村为腹地的区域经济，随着产业转移，县域经济圈存在大量工业企业、园区，能耗量巨大。县域综合能源恰是当前各方主体关注较少的领域，存在巨量市场空间。县域经济圈内，一般拥有大量的生物质资源，同时存在风、光、水、再生水、地热等其他可再生能源。因地制宜开展县域能源系统规划，对不同供用能系统进行协调、优化，改变原来能源使用中粗放、分散和无序的局面，实现能源的梯级和高效利用。由于生物质类化石能源特性，充分发挥其基石作用，作为县域采暖、炊事、工业蒸汽原料，秸秆特别丰富地区进行热电联产，同时利用畜禽粪便制备沼气，结合分布式光伏、风电、水/地源热泵、水电等方式，实现县域热、电、气、冷、肥供应，提高可再生能源利用率，实现县域能源自治和清洁转型。同时推进电动农机和充换电设施的建设和使用，建立与电网友好协同的生态能源体系。

图表 20：生物质综合能源系统架构



资料来源：公开资料，豫能控股、河南投资集团国资研究院整理

2、生物成型燃料发展方向

(1) 应用领域持续扩展

目前生物质成型燃料主要应用于制造业，具体包括服装、化工、冶炼、造纸、印染等行业。未来一段时间内，生物质成型燃料在商业设施与居民采暖中的应用仍将持续增多，将结合当地关停燃煤锅炉进程，发挥生物质成型燃料锅炉供热面向用户侧布局灵活、负荷响应能力较强的特点，以供热水、供蒸汽、冷热联供等方式，加强在城镇商业设施及公共设施中的应用；同时结合农村散煤治理，在政策支持下，生物质成型燃料在农村炊事采暖中的应用将逐渐普及。

(2) 生产技术持续改进

目前生物质能源行业生产技术落后、行业标准

不完善,阻碍了行业的壮大发展。目前行业主管部门国家能源局正在加强大型生物质锅炉低氮燃烧关键技术进步和设备制造,推进设备制造标准化系列化成套化;制定出台生物质供热工程设计、成型燃料产品、成型设备、生物质锅炉等标准;加快制定生物质供热锅炉专用污染物排放标准;加强检测认证体系建设,强化对工程与产品的质量监督。生产技术改进、行业标准体系建设逐步完善将极大促进行业的规范和发展。

(3) 国家鼓励成型燃料的推广应用

国家鼓励加快大型先进低排放生物质成型燃料锅炉供热项目建设。发挥成型燃料含硫量低的特点,在工业园区大力推进 20 蒸吨/小时以上低排放生物质成型燃料锅炉供热项目建设,污染物排放达到天然气水平,烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放量不高于 20 mg/m^3 、 50 mg/m^3 、 200 mg/m^3 , 替代燃煤锅炉供热。建成一批以生物质成型燃料供热为主的工业园区。

针对我国固体成型燃料现状,将形成从秸秆原料收集、储存、运输成型、配送到高效转化的完善产业链。通过技术研发掌握生物质成型粘接机制和络合成型机理,实现生物质成型燃料的高品质化和低能耗化。加强大型生物质锅炉低氮燃烧关键技术

进步和设备制造,推进设备制造标准化系列化成套化。加强检测认证体系建设,强化对工程与产品的质量监督。

3、生物柴油发展方向

(1) 环保升级利好

《中华人民共和国环境保护法》于 2015 年 1 月 1 日起开始实施,新环保法提出,“推广清洁能源的生产和使用”、“鼓励环境保护产业发展”,拓展了可再生能源产业的发展空间。推广清洁能源的生产和使用,有助于全方位消除可再生能源产业面临的约束。对生活废物分类处置和回收利用,有助于为制造生物柴油、生物燃料等生物质能源产品破解原料难以获取的约束。利用鼓励环境保护产业发展的经济政策和措施,可以进一步发展可再生能源技术装备、综合利用和环境服务等产业,拓展产业链,释放产业发展潜力。

(2) 长期的能源战略重点

我国能源消费存在结构单一、对外依存度高的弊病,化石能源的大量使用使得我国大气污染和温室气体排放严重。从能源结构改善和温室气体减排的国际经验来看,发展可再生能源、提高能源利用率是两大主要措施。可再生能源利用事关国家长期能源战略安全,而目前过低的可再生能源利用率与

其战略地位严重不匹配，未来发展的大空间必将逐步释放，与可再生能源相技术设备、能源产品产业必将持续化发展。

（3）原料收集体系逐步成熟

原料市场的不成熟是制约可再生能源行业发展的主要因素，而目前这一瓶颈逐步打破。以生物柴油制取为例，我国对餐厨废弃物和废弃油脂管理力度已逐步加强，多个试点城市正在或已建立回收餐厨废弃物、废弃油脂的专项治理，形成地沟油的回收、利用、分离、加工、到生产出成品的一条完整纵向产业链。可再生能源原料市场日渐成熟，原料的收购、配送以及质量、价格均进入良性发展轨道。原料收储运体系的成熟有效打消市场质疑，直接提升企业盈利水平，可再生能源产业发展亦步入快车道。

4、生物天然气发展方向

生物质天然气朝着热电联产、车用生物天然气和管道生物天然气等方向发展。

（1）热电联产

能源植物、养殖场粪污等经过预处理后，进行厌氧发酵，沼气用于热电联供，获得高品阶的电力能源，实现了能源资源的梯级化利用。

（2）车用生物天然气

利用有机废弃物生产沼气,经过净化提纯压缩后,提供交通燃料。

(3) 管道生物天然气

生物天然气组成成分、热值等指标与传统天然气类似,可将生产的生物天然气通过并入燃气网或罐装出售等模式。

2019 年 12 月,国家能源局发布《关于促进生物天然气产业化发展的指导意见》提出,今后将对生物天然气“完善支持政策和落实优惠政策”,生物天然气的生产将“以单个日产 1-3 万立方米的工厂为重点,整县推进”;把生物天然气“融入大能源”“融入天然气产、供、储、销体系”,到 2030 年生物天然气产量超过 200 亿立方米,因此可见生物天然气将迎来发展新机遇,

5、生物燃料乙醇发展方向

目前,生物燃料乙醇保质期仅一个月,保质时间较短,到期后容易出现浑浊、分层,不易着火,导致燃料乙醇使用较为困难。加强技术改造或发明适当的添加剂改进燃料乙醇的特性,将是生物燃料乙醇发展方向之一。

另外,国内生物质乙醇三代技术路线并存,其中以玉米转化的 1 代技术稳定成熟,处于世界领先水平,国内现有生物质燃料乙醇共计 288 万吨,以

1 代技术为主。国内在建或筹建的生物燃料乙醇产能约为 450 万吨，仍以 1 代和 1.5 代为主。为了粮食安全战略，国家禁止建立新的食品乙醇项目，《可再生能源“十三五”规划》，第 2 代生物燃料乙醇技术——纤维素乙醇将是我国燃料乙醇产业研发的重点。按照国家部署，2020 年，纤维素燃料乙醇 5 万吨级装置实现示范运行，到 2025 年，力争纤维素燃料乙醇实现规模化生产。

八、行业面临的主要问题及风险

1、主要问题

(1) 资源供给问题

当前我国生物质能源产业发展面临着较难突破的资源“瓶颈”问题，可收集生物质资源量不足、产业布局、运输成本等问题都影响着生物质能源产业的资源供应持续性。秸秆体积蓬松、季节性强等自身性质制约着生物质资源的供给。国内缺少对生物质资源量的摸底调查，不清楚其上、下游产业关切所在，导致相关交易成本上升，也阻碍了生物质资源获取的持续性。

(2) 技术依存度高

发达国家在生物质资源利用和产品制造领域已居于领先地位并且占领了产业主导权。为了维护其引领产业发展的战略地位和经济利益，发达国家

普遍对生物质转化利用的核心技术进行封锁和垄断,我国很多关键技术(如生物质转化的纤维素酶、己二酸等平台化合物、高分子单体乙二醇、高性能低成本生物塑料单体技术和非金属仿真催化剂等)和关键设备(如流动反应器、集储设备的打结器、反应器自控系统等)依赖进口,导致生物质原料规模化生产、集储效率低,产业成本高。

(3) 规模化程度偏低

上世纪 70 年代全球性石油危机以来,生物质能源发展在全球范围内受到重视,在世界能源消费总量占比已达到 9.51%,其中在芬兰、丹麦、瑞典等北欧国家超过 25%,德国约为 10%。我国生物质能商品化利用起步于上个世纪,但利用规模总量仍较小,总共利用生物质折合标煤约 0.6 亿吨(不含农村散烧利用量约 0.91 亿吨标煤),占我国能源消费总量的比例仅 1.2%,距离世界平均水平存在很大差距,在能源转型中远未发挥该有的作用。

(4) 标准体系不健全

目前生物质行业标准体系尚不健全,生物质原料供应,生物天然气、固体成型燃料等产出品,有机肥等副产品,生物质终端燃烧设备均没有完整的技术、排放、价格规范,市场监督管理困难,产品价格、质量混乱,损害了生物质产业的公信力,对

产业链的完善以及产品、设备的健康发展增加了巨大的困难。

2、风险分析

(1) 环保风险

随着国家大气污染治理政策持续强化,生态环境部将与发改、税务等部门联动,对超标排放的垃圾焚烧和生物质发电厂采取核减电价补贴,限制享受增值税“即征即退”政策措施,以经济手段提高企业的违法成本,促进企业环境管理水平提高,要求生物质热电采用超低排放,环保的风险越来越大,环保投入不断增加。以一台 30MW 机组为例,超低排放改造投入 1000 余万元,每年维护费用 80 万元以上。

(2) 补贴拖欠风险

目前,新建的秸秆焚烧发电项目,一般要两年左右才能申请到国家财政补贴。当前生物质发电项目电价附加补贴滞后发放给企业带来巨大压力。由于生物质发电国家补贴到位滞后,一般补贴在项目投运后 6-12 月能获得国家补贴批复,资金到位基本上在 10-15 个月,造成生物质发电项目流动资金紧张。

(3) 国家电价补贴波动的风险

2020 年 4 月 3 日,国家发改委发布《关于稳

步推进新增农林废弃物发电项目建设有关事项的通知》征询意见稿，强调了农林生物质发电环保固废处理属性，新增农林废弃物发电项目纳入国家重大项目建设库三年滚动计划，享有环保补贴高度可能。但是，在没有下发正式文件之前，仍存在国家电价补贴波动的风险。

（4）经营管理风险

农林生物质发电厂的建设规模一般为 25～30MW，平均全年运行 7500～8000 小时，发电量约 1.8～2.2 亿千瓦时，需耗用农林剩余物约 28～30 万吨，原材料成本占比达到 70%，若燃料价格波动大，原材料成本控制不好，存在经营亏损风险。



编辑部：河南投资集团国资研究院，战略发展部

联系电话：0371-69158059