

生物质气化发电/联产技术在发展中国家的推广和应用

文/南南金融投资集团有限公司 高勇

在分析生物质气化发电/联产技术的特点和优势的基础上，总结了在发展中国家开发、推广生物质能源项目的有利条件和适应性，论述了以生物质作为原料，发展分布式能源的可行性，也进一步探讨了合作模式，提出了在发展中国家推广生物质气化发电/联产技术和管理思路。

发展中国家电力发展状况及面临的主要问题

1) 电力供应缺乏。从整体来讲，发展中国家电力发展仍然处在供给缺乏，供应不足，或者电力供应制约着经济发展的阶段，不能提供与经济发展配套的支持。

2) 电源结构不良的问题。在发展中国家中仍然以化石能源为主，传统发电比例过高，新能源、可再生能源比例仍然很小。

3) 电网分散。发展中国家电网分散，规划不够完善，电网未能覆盖各经济发展区域，造成很多地区有电力需求，但没有电力供应。比如人员聚集的乡村，对于电力需求是一定的，但距离电网太远，供给不足；比如矿山区域，开采的电力需求旺盛，但是电网鞭长莫及，造成开采过程中电力成本很高，效率很低。

4) 传统发电方法成本高。如使用柴油、燃气作为临时供电方式，发电成本居高不下。

5) 传统方式投资巨大。按照传统火电方式，需要到达一定规模才能降低成本，所以总体投资巨

大，对于很多贫困和欠发达国家，无法承担这种规模的电力投资。

6) 鉴于发展中国家的基础设施普遍较差或不完善，不能适应电力发展的配套需求，加大了对于分布式能源的要求，这是本论文观点提出的主要基石之一。

全球及发展中国家对于清洁可再生能源的呼吁和需求与日俱增，以牺牲环境来发展经济的模式已引起更多的反思和关注，为适应这种趋势和需求，以新的技术路线探讨解决发展中国家的以上问题作为一种管理思路被提出。生物质能源作为可持续、清洁能源的开发逐步被列入日程。

生物质气化发电技术特点和主要优势

1. 生物质能源的生态系统关系

如图1所示，这张系统图涵盖了生物质原料的产生、加工和生物能源的转化，通过运输，借助销售渠道，最终到达生物质能源市场/最终用户，形成了经济、社会与环境之间的生态系统。生物质能源

以其可再生性、来源广泛性和环境友好性备受各国关注，近年来得到了快速发展。

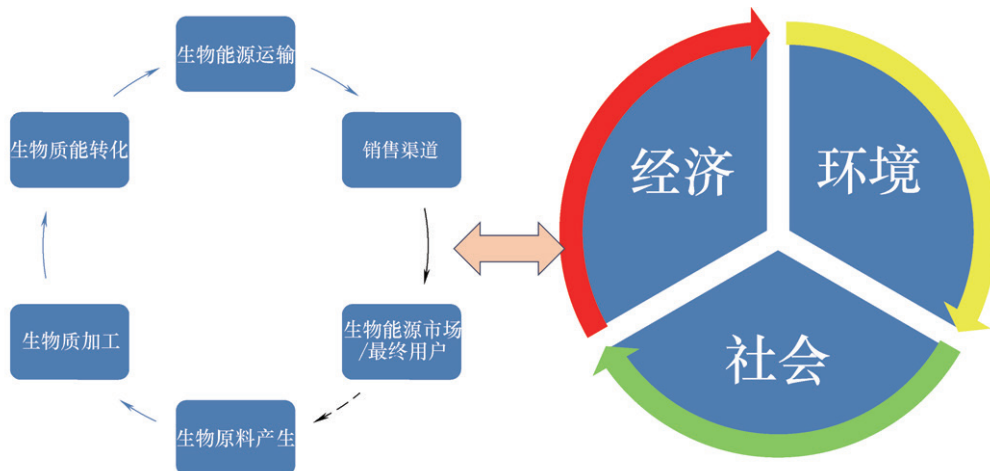


图1 生物质能源的生态系统

2. 生物质气化发电技术主要特点

生物质气化发电技术是利用生物质能源进行发电的三种技术之一（另外两种是直燃技术和沼气技术）。

生物质气化发电包括三个过程：①生物质气化；②气体净化；③燃气发电。

中国目前应用的生物质气化发电技术，主要是

依托中国科学院广州能源所、南京林业大学等研究机构，早期起步于引进消化和技术研发，建立了一套适合中国国情的加工制造体系，逐步形成了成熟稳定的生物质气化发电技术，适用于发展中国家的推广和应用。生物质气化发电流程如图2所示。

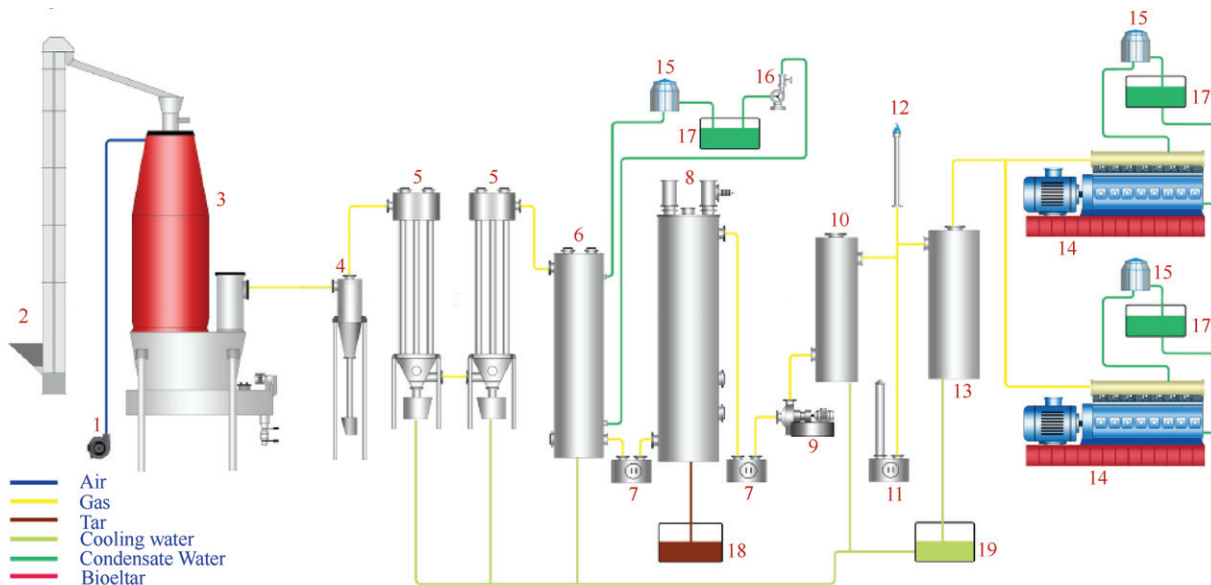


图2 生物质气化发电流程

1—生物质燃料鼓风机 2—提升机 3—炭化炉 4—旋风除尘器 5—风冷器 6—间冷器
7—水封 8—ESP 9—罗茨风机 10—捕滴器 11—水封 12—放散管 13—缓冲罐
14—燃气发电机组 15—冷却塔 16—水泵 17—冷却水池 18—焦油池 19—冷凝水池

生物质气化发电技术与其他可再生能源发电技术相比，具有以下6个方面特点：

1) 系统具有充分的灵活性。由于生物质气化

发电可以采用内燃机，也可以采用燃气轮机，甚至结合余热锅炉和蒸汽发电系统，所以可以根据规模的大小选用合适的发电设备，保证在不同规模下都

有合理的发电效率。系统的灵活性能很好地满足生物质分散利用的特点。

2) 系统具有较好的洁净性。生物质本身属可再生能源,可以有效地减少 CO_2 、 SO_2 等有害气体的排放。而气化过程较为环保,一般温度较低 NO_x 的生成量很少,所以能有效控制 NO_x 的排放。

3) 系统具有是较高的经济性。该系统的灵活性可以保证该技术在小规模下有较好的经济性,同时燃气发电过程简单,设备紧凑,相比其他可再生能源发电技术投资小,综合的发电成本已接近小型常规能源的发电水平。

4) 建设周期短。以 1 MW 机组为例,一般为签订好合同后 8~10 个月就能发电,传统生物质直接燃烧发电站一般至少要 1~1.5 年时间才能发电。

5) 适合区域性孤网运行。也适合于并网运行,系统可随开随停。而传统的生物质直燃蒸汽发电站只适合于电网并网运行,而且必须连续运转。

6) 系统比较简单。运营操作方便。系统对操作人员要求不高,经过培训,容易上手操作。而传统的生物质直燃蒸汽发电站都是有高温高压的锅炉,需要国家安全监管,需要专业的操作人员操作。

生物质气化发电技术是生物质能最有效、最洁净且可循环利用的方法之一。

生物质气化技术除可以产生电力、热能外,还能利用联产技术生产多种产品。

生物质气化联产产品路线如图 3 所示(多种产品选择)。

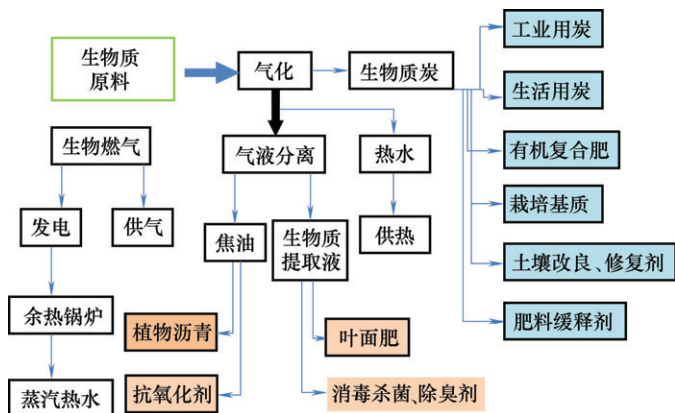


图 3 生物质气化联产产品路线

在通过气化取得主要生物燃气和热能的同时,

还可以根据产品大纲的设计,通过联产方式获得所需的副产品,如生物质炭、工业用炭(活性炭)和有机复合肥等,既获得更多有益的副产品,又取得了附加的项目收益。这种操作模式在发展中国家非常适用和有效。

研究的意义与目的

此类项目的推动符合发展中国家合作的宗旨,符合联合国提出的推广和支持“南南合作”的方向,达到了帮助发展中国家基础设施建设,解决电力能源供应的目的。

此类项目符合“一带一路”的倡议和要求,可以将国内资本输出和成熟产能转移相结合,推动与沿线各国的经贸投资及产业务实合作,连接东南亚、南亚、中东、非洲和中亚等全球新兴市场,为我国企业走出去开展投资及产业合作、构筑全球生产营销网络、培育国际经济合作竞争新优势提供更广阔的舞台,不断提升我国在全球和区域经济分工体系中的地位和影响力。

生物质气化可以解决废物处理(林业废料、农业废料),改变之前用燃烧处理的方式,减少环境污染;变废为宝,有效利用能源。

解决分布式能源供应,适合在发展中国家建设,在电网不发达的地区或经济不够发达的地区,通过分布式能源建设,解决村落或局部的电力供应、混合气供应和热力供应等问题。

从投资规模的角度,此类项目规模适合,风险可控。适合在发展中国家小规模资金投入,获取稳定收益的投资要求。

从经济效益来讲,主要产品是电力,项目可以与电力公司或者电力用户签署购电协议(PPA),确保项目稳定的收益。这种模式适用于独立电厂或者自备电厂,能够取得长期、稳定的收益保障。

除了电力收益外,其他副产品也会极大提高项目的投资收益。副产品包括生物质炭,比如稻壳炭,作为冶炼行业的保温剂、还原剂,出售给冶金厂;作为木炭可以做烧烤原料,在各类型国家都有市场需求;生物质炭也可以做炭基肥,改善土壤性能,对于农业开发有积极作用;生物质炭如果经过

活化，就可以制成活性炭，作为环保和医用的原料，增值价值非常高；木焦油可以做建筑材料（类似沥青），可作为建筑材料的替代品；木醋酸经过处理可以做杀虫剂原料，发挥增值作用。

项目投资方可以根据项目所在地的需求，结合原料的特点来设计产品大纲，建成一体化、综合开发项目，达到项目收益最大化。

从社会效益而言，生物质气化发电项目属于绿色能源项目，符合我国和全球的政策。

新冠疫情的爆发，使人们对环境保护、应对气候变化的认识进一步提高。新冠肺炎疫情触发对人与自然关系的深刻反思，全球气候治理的未来更受关注。坚持绿色复苏的气候治理新思路。绿水青山就是金山银山。利用生物质开发能源正符合“绿色低碳生产生活方式”的倡导，从绿色发展中寻找发展的机遇和动力。

中国为达成应对气候变化《巴黎协定》作出重要贡献，“中国承诺”也是对落实《巴黎协定》的积极践行。力争 2030 年前 CO₂ 排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和，在此过程中生物质可再生能源的开发必将发挥重要的作用。

在发展中国家的不同地区，寻找适合生物质气化发电技术应用的不同条件和场景，以发挥其应有的和更有效的作用，这是研究此类项目的目的和意义。

发展中国家生物质能源开发的适应条件

1) 适用于生物质资源丰富的发展中国家和地区，可以持续稳定地获得农业或林业废料，作为项目原料供应源。

2) 所需原料宜在当地供应，或者收集运输半径不宜过大，确保运输成本在一定范围内可控。

3) 以供料协议的形式保障原料供应，满足供应量持续、质量规格达标和价格可控的要求。

4) 项目所在地电力供应不足，但需求稳定。

5) 电网不发达，用电负荷与电网远输送未能实现，适合分布式能源供应。

6) 对于如矿山、冶金等野外作业用户，往往由于远离电网，通常使用传统柴油发电供电，发电成本高，排放不环保。可以使用该技术，减少化石

能源消耗，降低发电成本，降低企业电力消耗，增加企业效益，且能够达到绿色环保的要求。

7) 最好是政府项目，国家能够提供担保（还款担保或者收益担保）；对于私人项目，需客户信用可靠，有支付能力保障。

8) 项目当地有合作方，由合作方解决项目所需土地、批复等合法性问题，也可以由合作方解决原料供应问题。

9) 项目收益主要来源于电力收入。电力供应全部上网，签订电力采购协议（PPA），或者由有实力的客户签订包销协议，采购所有供应的电力，以保证项目主要收益。

10) 项目副产品作为收益的补充，如热能、生物质炭和机制炭等，在项目所在地或者其他地区解决销售问题。

案例介绍及合作模式建议

笔者借鉴多年在央企海外工程中积累的经验和对新能源行业的理解，以自身在金融机构参与生物质能源开发项目为实例，介绍几个实际执行和跟踪的项目，用以说明发展中国家开展此类项目的适应性和可操作性。

（1）南非-生物质热电联产项目

利用南非 Natal 省的 Creighton 地区的林业废料，建立 2 MW 的生物质发电和年产 5 万 t 的木颗粒工厂。此项目利用当地丰富的生物质废弃资源，通过炭/电联产综合利用，取得社会和经济效益。

在当地设立项目公司负责建设和后期运营。由海外资金直接投资，由中国 EPC 承包商承建，利用国产气化炉配内燃发电机提供电力和热源，采用中国木颗粒制粒设备，在南非生产木颗粒，销往日本和韩国。

（2）苏里南 12×1 MW 生物质气化发电

项目拟投资建设生物质气化发电厂，利用亚马逊流域次生林区域林业开发后丰富的废弃资源作为气化发电厂连续运营的原料供应保障，产生的电力供应为当地及周边地区提供生产和生活用电，项目可取得可观的经济和社会效益。

此项目利用当地丰富的、处理后的林业废弃资源，通过炭/电联产，大大降低当地的电力支付成

本，取得了良好的经济效益。

(3) 菲律宾椰子综合开发项目

项目主要发挥菲律宾当地特色椰子资源，在利用椰子壳发电向电网送电的基础上，进一步发展椰子精深加工及综合开发利用，生产高品质椰壳炭、椰衣纤维、椰子油和椰蓉等椰子加工产品，大幅度提高产品的附加值，规避农产品季节性集中上市的价格波动风险，增加农民收入，提高项目的综合效益。

此项目利用当地丰富的椰子资源，综合开发利用，在菲律宾具有很强的示范效应，将对后续的推广产生积极的影响和引领。

4) 马来西亚的棕榈废弃物利用

棕榈空果串是一种生物质资源，在面对棕榈空果串（EFB）含残油造成的环境污染问题上，拟采用一种优化设计的机械脱壳办法+生物质气化工艺来处理空果串。既可以产生所需的电力，提供烘干需要的热源，又避免了含油空果串本身难以处理的弊端。

此项目借势马来政府对于环保问题的日益关注和政策支持，利用了棕榈行业不断产生的生物质废料资源，解决了炼油厂对于空果串处理不利面临的环保压力，通过炭/热联产，供应了生产需要的部分热能，处理了大量的生物质废料，为炼油厂挤出空果串中的油料收益，也为整个项目创造了收益。项目合作框架模式建议如图4所示。

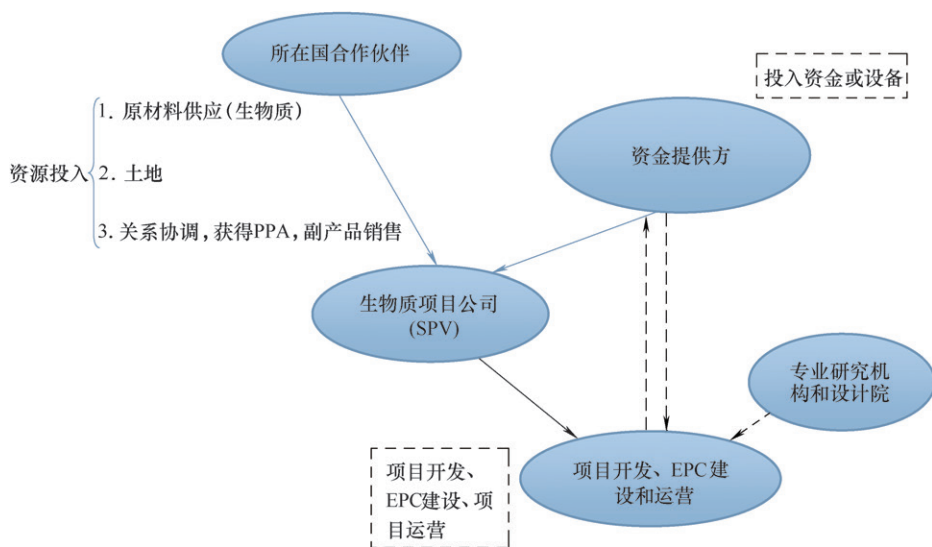


图4 项目合作框架模式建议

合作各方分工和责任具体如下。

1) 项目所在国资源提供方。所在国合作伙伴保证原材料供应，提供建设用地，协调当地相关政府，签署PPA，签署副产品包销协议等。

2) 资金提供方。以资金独立投入，也可以设备等其他资金方式出资。

3) 项目开发、建设和运营方。负责项目开发，承担EPC建设和投产运营方，获得该领域权威研究机构的技术支持。

结束语

生物质气化发电/联产是一个新兴的生物质质

料处理和新能源的获取方法，是以可持续发展方式开发生物质资源，解决发展中国家电力及能源需求的一种可行方式，适合发展中国家当前的经济水平和发展现状，既可以创造新的能源供应方式，又可以在绿色、环保和可持续的模式下创造经济效益和社会效益。

应进一步利用我国的生物质能源方面的技术、经验，结合资本市场，参与并发展国家的生物质能源项目，为我国企业走出去开展产融合作，投资、建设和运行合适的项目，构筑全球生产营销网络，增加国际经济合作竞争优势，不断提升我国在全球和区域经济分工体系中的地位 and 影响力。EA