



赞天地之化育

——生物质成型燃料产业发展模式研究

洪浩◎著

中国农业出版社



赞天地之化育

——生物质成型燃料产业发展模式研究

洪 浩 著

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

赞天地之化育：生物质成型燃料产业发展模式研究
/洪浩著. —北京：中国农业出版社，2011.12
ISBN 978-7-109-16349-2

I. ①赞… II. ①洪… III. ①生物燃料-燃料工业-
发展模式-研究-中国 IV. ①F426.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 255395 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100125)
责任编辑 赵 刚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月北京第 1 次印刷

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：7.125

字数：200 千字

定价：28.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换)

谨以此书献给亲爱的父亲

序

发展生物质能源对我国实现经济社会可持续发展，完成经济发展转型和解决“三农”问题具有重要战略意义。当前，我国林业发展面临转型，利用林业剩余物生产生物质能源有着特别重要的意义。从林业生态建设需要的清林抚育，处理采伐剩余物减少林火和病虫害隐患，到林区棚户区建设需要的能源保障，生物质能源都将发挥重要作用。但由于生物质资源多样，转化技术多元，特别是产业化发展模式不够成熟，使得生物质能源产业发展客观上仍滞后于风能、太阳能等其他新能源产业。

洪浩博士毕业于北京大学中国持续发展研究中心，师从著名学者叶文虎教授，有着比较坚实的理论素养。在校学习研究期间，他针对生物质能源生产与化石能源相比规模不够经济的问题，提出了发展生物质能源要走分布式能源替代的指导方针，理论上有所创新；他率领的团队在拥有发明专利的支撑下，研制成功了枝桠材、废菌袋等林业剩余物的粉碎加工、木质颗粒的成型生产、自动进料的颗粒燃料锅炉等成套设备，装备制造上有创新。他们成立了新能源公司，整合颗粒燃料生产、燃煤锅炉改造、供热系统营运等各个环节，提供分布式供热市场产业链完整的一条龙服务，应用推广上有创新。我曾经两度考察吉林省辉南、延边林区建设的颗粒燃料生产基地和供热示范项目，他们充分利用林业剩余物，特别是废弃的木耳菌袋，生产出高品位的生物质颗粒燃料，用

于解决林区供热和城区部分用热需求，运行平稳，具有明显的经济、社会、生态等方面的综合效益。

生物质能源产业是大有希望的朝阳产业，是适合我国国情、潜力巨大的产业，也是国家重点扶持的新兴产业。虽然我们与发达国家尚有较大差距，相信在一大批有理论有实践的业界同仁共同努力下，我国生物质能源产业大发展的愿景定能早日实现。



2012年8月

序 二

洪浩博士是我国生物质固体成型燃料产业的先行者。在生物质工程这个概念尚未得到国人充分认识和理解的时候，他花光了自己多年的积蓄，钻研技术、试验设备、考察和引进国际先进经验，几经磨砺，2009年终于在长春某酒店建成了生物质颗粒供暖标志性工程，一举解决了分布式供热的燃料、热效、环保等多个问题，并具有极其显著的经济效益。我有幸两次到洪博士的颗粒燃料工厂和供暖示范工程考察学习，深为工程的业绩振奋，深为企业家的精神所感动。

固体成型燃料主要有生物质颗粒和生物质块两种类型，是生物质能源产品家族中非常重要和基础的一个，也是生物质原料的运输和存储形式，是生物质能源产业无法回避的命题。成型燃料用以替代燃煤或者燃油烧锅炉，具有硫氧化物、氮氧化物和二氧化碳排放量接近于零，并且热效率高的特点，还能有效解决供暖远端和近端梯级差异问题，非常适合分布式供热/蒸汽模式。成型燃料密度大，性能稳定，可以长距离运输和较长时间保存。与松散的枝桠柴、秸秆等相比，成型燃料是其他生物质能源产品的理想原料。另外，固体成型燃料也是农村替代柴禾炊事和烧壁炉的清洁可再生燃料。

成型燃料在生物质能源产业发达国家是拳头产品。瑞典人均年消费成型燃料量接近400千克，是全球首个“2020年告别石油”战略的重要支撑条件。我国丰富的农林废弃物，完全可以支撑一个庞大的，或许是全球最大的生物质成型燃

料新兴产业。由于起步晚、认识滞后、配套条件差和产业环境恶劣等原因，我国尚没有形成真正的生物质成型燃料产业体系。

洪浩博士初期用林木加工业下脚料生产生物质颗粒，后来发展到利用抚育和清林废弃物、废弃木耳菌袋和部分农作物秸秆为原料，在处理农林废弃物，变废为宝的实践上有重要意义。成型燃料和森林抚育的结合，由于实现了抚育废弃物的经济价值，为森林抚育工作提供了一个原动力。洪博士改进和发明了成型燃料的主要设备，使其关键指标参数接近国际水平，同时又具有比较低廉的价格；还创新了成型燃料“纵向一体化”产业组织模式，将成型燃料的生产和利用结合起来，成为一个生物质热能综合供应商。这些创新和创造不仅为企业的发展奠定了科技支撑基础，也为我国整个生物质固体成型燃料产业探索出了道路，建设了样板，为行业振兴做出了重要贡献。

从我接触和认识洪浩博士开始，短短三年间，他的生物质成型燃料供暖面积从几万平方米增长到一百多万平方米，供暖范围从酒店发展到工厂、居民小区、经济开发区，企业实现了爆发式的快速增长，成为全国行业龙头企业和中坚力量，并吸引和鼓励了一大批有识之士从事和参与我国生物质成型燃料产业建设。

本书是洪浩博士多年研究和实践成果的集成，我非常高兴看到这样的成果能够结集出版。谨祝愿洪博士的企业发展越来越好，我国生物质成型燃料产业发展越来越好。

石元春

2012年7月30日

序 三

我很愿意为这本书作序，这主要不是因为作者是我的学生的缘故。

我自1972年由空气动力学领域转向环境科学领域从事研究工作始，先关注的是污染物在环境中的迁移、扩散、转化的规律，以及减少污染物向环境排放的技术与方法问题，进而转向关注通过环境影响评价和环境规划的方法对排污、治污行为进行管理的问题，即现在所谓的“环境管理学”研究。在漫长的实践和研究过程中，我得到了一个比较深的印象和认识，即在社会层面上，环境保护工作，包括环境科学的研究工作始终处于被动、落后的状态，而生活水平提高的追求和经济发展的追求则始终处于主动的、领先的地位。

诚然，生活和生产的追求始终处于社会发展的原动力地位毫无疑问是对的。但是生态环境是人类生存的依靠，为什么不能也成为社会发展的原动力呢？

对这个问题的长时间思考，我得到一个答案：“非不能也，乃不为也！”。也就是说人类完全应该而且能够把生活、生产、生态同等看重，而不是只强调或突出其中的任何一个。就是说只要在目标上和过程中坚持“三生共赢”（即生活、生产、生态在时空上得到协同发展），可持续发展就不会成为困扰人类发展的重大问题。

然而，许多事知易行难。俗话说得好“说起来容易，做

起来难”。要将“三生共赢”理念体现在实践中是非常困难的，其间除了技术困难外，还要克服诸如体制上、机制上乃至理论上、习惯上等许多难以想象的困难。

洪浩博士作为我的学生，他的一大优点就是只要认准是正确的事，就会认真地去干，不怕挫折，不惜力，特别能坚持，特别顽强。他今天终于达到了这种“知行相合”的境界。

洪浩认识到，能源利用问题是人类社会可持续发展诸多问题中一个非常重要的、处于关键地位的问题以后，就毅然决然转行投入能源领域从事开拓性的工作。

能源，是人类赖以生存的，须臾不可缺少的一种特殊的自然资源。早先，人类“钻木取火”，森林成为能源的唯一来源，经过千百年的砍伐，生态环境每况愈下；随后，煤、石油、天然气等逐步替代了木材成为能源的主要来源。由于它们具有不可再生性，致使今天出现严重的世界性的能源危机，进而不断引发国际纠纷甚至局部战争；再后来，核能、太阳能开始受到关注，但由于它们或者超出社会公众的心理承受力，或者因成本超出了企业的承受力，而难以取得显著的进展。

由此可见，能源的出路是人类社会能否可持续发展的一个关键问题。

求解这个问题，我们必须从前一年储存的太阳能中寻找出路（其实，煤、石油、天然气等所储存的乃是亿万年前的太阳能）。森林抚育和更新过程中产生的“废弃物”中所储存的能量就是这种太阳能，正是开发利用最适合的对象，若真能将它们合理利用起来，则“人类幸甚”。

洪浩博士是中国这一方面工作的成功探索者。

本书的内容，充分体现了对传统优秀文化的“传承、开拓、创新”，并借助现代科技手段用实际行动去“赞”天地之

化育。所以，我以为这是一本“知行合一”的学术著作。我希望这本书能给更多的对人类的未来和对社会的健康发展的有心人以启发。

所以，我欣然写出以上的序。

叶文虎

2012年8月于圆明园住所

自序

2003年我在职考入北京大学中国持续发展研究中心攻读博士学位，师从叶文虎教授。叶教授是我国环境科学的学科奠基人之一，也是我国最早从事可持续发展领域研究的著名学者。

2004年跟随导师参加东京大学在北京长富宫饭店举办的东大校庆酒会，会后，东京大学小官山校长特意请叶老师到行政酒廊喝茶聊天，谈论可持续发展问题。两人的对话，妙语连珠，高屋建瓴，充满东方智慧。笔者在一旁聆听，如醍醐灌顶，茅塞顿开。叶老师对环境保护的概念提出了反思，如果提保护环境，那就意味着发展经济就必定要污染环境，于是环境只能被动地处于被保护的地位。人类一定找不到一条发展经济与发展环境的共赢的道路吗？应该努力去找。小官山校长认为日本明治维新之后跟从西方的发展之路如今已不可持续，要寻求可持续发展的新思维寄希望于两个国家：一是中国，二是印度。小官山校长作为经济高度发展而环境保护又十分出色国家的一位有重大社会影响的学者，为什么会认为自己国家的发展道路是不可持续的？又为什么把寻求人类可持续发展道路的希望寄于中国和印度？中国能为世界的可持续发展做些什么？这些问题引起了我的思考。

我以为可持续发展道路的核心问题是人与自然关系的问题，小官山校长的看法实际上是对西方在解决这一问题上的

思路持否定态度。西方文明的哲学起点是二元法，即物我两分，把自然界作为外化于人类的客观存在，人从自然界获取资源用于满足人类的需求被认为是如同食肉动物捕食食草动物般天经地义，物竞天择。人们索取自然资源的力度和强度决定了人们财富的多寡和相应社会地位的高低。只是到了现代，人类索取自然资源的力度实在太大，导致了环境不可承受的问题发生后，才提出了环境保护的概念。而资源的迅速枯竭使得即便加大保护力度，也只是延缓资源耗尽的速度，而无法彻底扭转人类走向不可持续的终点。

以中国文化为代表的东方文化在人与自然关系问题上强调的是天人合一的整体论，对于人与自然的关系，《中庸》中有一段精彩的论述：“唯天下之至诚，为能尽其性，能尽其性则能尽人之性，能尽人之性则能尽物之性，能尽物之性，则可以赞天地之化育，可以赞天地之化育，则可以与天地参”。人在天地之间的意义在于人能够“尽物之性以赞天地之化育”。“赞”还是“损”，一字之差，天壤之别。从这个意义上说，人类不能满足于无度享用亿万年“天地化育”出的自然环境与自然资源，更不能以此为荣，甚至自鸣得意。人类有责任去“尽物性赞天地之化育”，人类有资格享用的自然资源只能是“赞”天地化育出的增量。自己所消耗的资源应该来自于人类赞天地之化育的结果。也就是来自于人类尽物性而自己生产出来的资源增量。在科学技术高度发达的今天，人类应该引导技术如何去尽物性以生产增量，而不应该将其导向加强对自然资源消耗的力度与速度。技术本身并无善恶，但技术的不同方向会导致不同的善恶结果。可持续发展的任务就在于对技术发展方向的正确引导。

在人类面临不可持续问题最为突出的能源领域，这一问题尤为突显。科学研究表明，生成 1 加仑原油需要 90 吨生物

质，这需要在特定的地质环境条件和至少亿万年时间才能化育而成，而消耗1加仑原油只是驱动汽车行进几十千米。今天，全球每年使用原油近百亿吨，消耗自然化育的资源如此之快，强度如此之大，怎能可持续？

在能源领域如何“赞天地之化育”以供人类使用呢？以热值来换算，1加仑原油的热值相当于12千克生物质成型燃料，而12千克的生物质成型燃料只需要大约20千克当年的生物质，12千克当年的生物质成型燃料相当于自然界“化育”1000万年90吨的生物质的热值。我以为，如果我们能从当年度废弃的生物质中加工出12千克成型燃料，就是在实践着先贤所指出的“赞天地之化育”。接着，我想人们一定会自然而然地提出一个问题，生物质能源的生产能满足人类的能源需求吗？发展生物质能源最出色的国家的实践已经给出了答案。比如瑞典，其能源消费结构中生物质能已经超过石油成为第一大能源来源。依靠过去30年生物质能源对化石能源的快速取代，瑞典2010年的总碳排放比1990年还低9%，成为世界上第一个真正实现绿色增长的国家。从自然条件看，瑞典生产生物质资源所需要的雨热条件还比不上我国华北地区。

回顾文明演进史可以发现，古往今来，人类“赞天地之化育”的案例不胜枚举。另一个重要表现是在农业生产领域。远古洪荒时代，人们对于果腹的渴望正如我们今天对于能源的渴求。遵循自然规律，赞天地化育的结果是农业生产不可思议地支撑了十几亿人口的缺水少地的泱泱大国的发展。其实每年自然界“化育”的生物质（植物光合作用产生的能量）十倍于目前人类每年的总消耗，这还是在人类基本没有“赞”的情况下。如果人类从现在开始像农业生产一样去种植“能源”，那么也许不久的将来能源问题就会逐步解决。

理论的价值在于指导实践。崇尚知行合一的我2006年一

头扎入了生物质能成型燃料领域，其间犯了无数次错误，经历过无数次失败、困难与坎坷，现在终于看见了一线曙光。为了能早日见到阳光灿烂，我将多年来在这个领域的研究成果和实践体会汇集成册，希望能给想进入这个领域的后来者一些借鉴，并与同行共勉！

洪 浩

2012年8月

前言

人类社会可持续发展面临的挑战，集中在人口急剧增长、环境污染、粮食危机、工业化造成的（社会）副作用以及资源特别是能源的过耗5个方面（罗马俱乐部：《增长的极限》，1972）。如果以当前全球的角度看，还包括过度使用化石能源造成的以气候变暖为主要特征的全球气候变化。显然，能源在诸多挑战因素中居于核心地位。环境污染、粮食生产的化石能源投入集约化及因此造成的成本飙升、资源过耗和温室气体过多排放造成的全球气候变化，都无一不与（化石）能源有着密切的关系。而能源本身的最大制约是资源的有限性。现今，世界已越来越接近耗竭各种化石的储藏的尽头。在这种背景下，身兼可替代化石能源、可大幅减排温室气体及振兴农村经济三重功能的生物能源的开发，被不少国家特别是发达国家寄予厚望。近一二十年来，在世界可再生能源开发中，生物能源一马当先，开发的绝对量居各种可再生能源之首。

中国的能源和环境问题非常突出而复杂。首先是人均资源量严重不足。以中国占全球总量的比重计，人口为22%，而石油、天然气和煤的份额却分别只有2.3%、1.2%和11%。化石能源资源的保证期限，石油、天然气和煤分别是20.1年，49.3年和114.5年。其次是能源结构极不合理，煤炭占一次能源消费总量之比，长期保持在70%以上，造成严重的污染问题和能源效率低下。GDP能源消耗强度，中国为1.44吨标煤（TCE）/万元GDP，而日本只有0.18吨标煤/万元GDP，德国也只有0.29吨标煤/万元GDP（吴季淞，《新循环经济学》，2005）；另一方面，

煤发电、制煤气及供热每年废气排放量多达每年 6 800 亿立方米，占工业排放总量的第一位（34.19%）。中国单位 GDP 化石燃料燃烧 CO₂ 排放量是世界平均水平的 3.4 倍。

由于中国尚处在工业化高速发展期内，加上人均收入以接近两位数的速率连年增长，对能源的需求量惊人。2007 年中国的 GDP 占全世界的 6.2%，却消费了占全世界一次能源总消费量的 16.8%。全国一次能源年消费量，2005 年是 23.6 亿吨标煤，2010 年已增至 32.0 亿吨标煤，年均增长率高达 6.3%，且是典型的指数增长方式。国家能源局负责人指出（2010），按这种增长速度，到 2020 年中国的一次能源的消费量将达到令人难以置信的 80 亿吨标煤，占目前全世界能源总量的一半以上。“这种依靠大量资源支持发展的方式是不可持续的。”

与此同时，中国由于伴随化石能源巨量使用而导致 CO₂ 排放量猛增。目前已超过美国成为第一排放大国。在国际上面临的减排压力越来越大。中国领导人已对国际社会作出减排温室气体的庄严承诺。在哥本哈根气候峰会前宣布，到 2020 年中国单位国内生产总值 CO₂ 排放要比 2005 年下降 40%~45%。而生物能源就其全生命周期分析（LCA）的碳平衡性质而言，是所谓“碳中和”（Carbon-neutral）的。因此，各国无不将减排的主要希望寄托在大量使用生物能源替代部分化石能源上。联合国秘书长潘基文倡导的“绿色新政”（Green New Deal），中心是从追求经济的增长转变为追求优化结构。综合考虑经济增长、就业增长、能源降耗和排放减少四个方面进行政府的投资。

2004 年起，在有关专家大力呼吁下，生物能源在中国开始了产业化的开发。由于第一代生物燃料争粮（油）争地，不具备大发展的条件。但其他的生物能源品种几年下来，发展状况也很不尽如人意，远远比不上风能和太阳能的发展势头。其原因并不是资源不足，而是作为新的能源品种，要想与化石能源竞争，挤进能源市场，除了必须有政策的强大支持之外，更需有技术、市