

江苏省生物质能资源调查与评估方案设计

王效华

(南京农业大学工学院, 南京 210031)

摘要: 生物质能既是近期急需的补充能源, 又是未来能源系统的基础。利用好生物质能既可以减少化石能源的使用, 同时又有利于环境保护。该文以江苏省为例, 制订了生物质能资源调查与评估方案和技术路线, 提出了生物质资源调查采用面上资源普查、家庭能源消费抽样调查和主要生物质资源专项调查相结合的方法, 制订了资源调查和农户抽样调查的具体方案, 提出了生物质能源资源评价、供需平衡分析、资源预测、生物质资源利用现状分析的重点和方法, 为省级生物质能资源调查与评估方案的制订提供了方法。

关键词: 生物质, 能源政策, 资源调查, 设计, 能源规划

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.04.034

中图分类号: TK6; S2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-04-0204-04

王效华. 江苏省生物质能资源调查与评估方案设计[J]. 农业工程学报, 2012, 28(4): 204-207.

Wang Xiaohua. Plan design for investigation and assessment of biomass energy resources in Jiangsu province[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(4): 204-207. (in Chinese with English abstract)

0 引言

能源是国民经济和社会发展的重要物质基础, 保证能源供应的安全已成为社会、经济发展的重要因素之一。随着社会经济的发展, 人们越来越重视从能源长期发展的战略高度来看待能源问题, 努力寻求能源可持续发展的道路, 开发利用农村地区的有可供广泛开发利用的生物质能资源, 对环境不产生或少产生污染, 既是近期急需的补充能源, 又是未来能源系统的基础, 在未来的能源供需平衡中可发挥重要作用。

生物质资源是指绿色生物通过光合作用产生的有机物质及其衍生物, 既是生物物质的总称, 又是生物能量的总载体。主要包括农业废弃物、木材及森林工业废弃物、水生植物、油料植物、城市和工业有机废弃物、动物粪便。自 20 世纪 70 年代的世界性能源危机以来, 世界许多国家越来越重视生物能和生物燃料的开发利用。与其它不可再生能源相比, 生物质资源具有地域性、一般不进行地区间的贸易、不易输送、能源密度低、不确定性程度大等特点^[1-2]。生物质能源其资源量的实际可开发程度还受当地其它用途消费的影响, 必须充分考虑许多具体的因素和进行仔细的调查和研究后, 才可能给出真实可靠的分析结果。全面掌握各类农作物秸秆和农业废弃物的资源量, 其中有多少可用于发电^[3-4]。

江苏是能源消费大省, 能源消费量约占全国的 7%。江苏的能源资源十分匮乏, 一次能源自给率在 20%~25% 之间, 而且呈现逐年下降的趋势。其中, 原煤自给率在

25%左右, 原油自给率仅为 10%左右。江苏生物质资源丰富, 农作物秸秆是该省农村地区主要能源资源, 主要由麦秸、稻秸、玉米秸、棉花秸等组成。近年来, 由于出台了多种经济和科技政策, 加大农业工作力度, 种植业生产呈现良好的发展态势, 粮棉油生产保持稳定增长。目前秸秆资源主要用作燃料直接燃烧、饲料、还田、工副业原料等。近年来由于部分地区农村家庭燃料的改变和劳力紧张等, 出现了将田间的作物秸秆(麦秸)焚烧, 甚至推入河中, 造成了水的污染。苏地域辽阔, 区域间社会、经济、自然都有很大的差异, 这些都造成了江苏生物质资源和利用在不同的区域之间形成很大的差异。形成了苏南、苏中和苏北 3 个特点较为明显区域。因此开发利用好生物质资源是江苏社会经济和能源环境可持续发展的战略选择。规模利用好生物质资源是江苏社会经济发展的长期选择^[5-9]。

对生物质能源资源开发利用之前, 应该对其进行客观评价。江苏农村生物质资源品种、数量、利用现状、可规模化利用水平等与许多因素相关。如: 农村耕地面积的变化, 作物结构的变化, 生物质能源利用水平的变化。生物质能源可开发利用水平还受当地生物质其它用途消费的影响, 在苏南地区秸秆已经逐渐退出农村家庭能源的使用。因此必须充分考虑许多具体的因素和进行仔细的调查和研究后, 才可能给出真实可靠的分析结果。推进可再生能源规模化发展提供决策依据, 也可为投资者提供判断资源开发利用的可能性和技术经济可行性。

1998 年中国农业部与美国能源部项目专家组进行了中国生物质资源可获得性评价^[10]; 1999 年国家科技部的星火计划开展了农作物秸秆合理利用途径研究^[11]; 2004 年由中节蓝天投资咨询有限责任公司进行了秸秆直接燃烧供热发电项目资源可供调研和相关问题研究等^[11]。2008 年农业部规划设计研究院的赵立欣等^[12]专家做了黑

收稿日期: 2011-07-17 修订日期: 2011-11-16

基金项目: 世界银行项目(编号 A2-B10-CS-2009-001)

作者简介: 王效华(1959-), 江苏东台人, 教授, 主要从事农村能源和可再生能源研究。南京 南京农业大学工学院, 210031。

Email: xhwang@njau.edu.cn

龙江省农作物秸秆资源利用现状及中长期展望的研究。由于秸秆资源分散的特性，统计比较困难，目前对农作物秸秆资源现状的分析大多是建立在相关统计资料的基础之上的，尽管有关部门和专家开展了一些秸秆资源及利用方面的调查和分析工作^[13-19]。国家制定了农业行业标准《NY/T1701—2009 农作物秸秆资源调查与评价技术规范》^[20]，该规范包含了农作物秸秆资源的调查范围、内容和调查方法，秸秆资源评价指标和计算方法、评价方法等内容。但现有方法在省级生物质资源的调查中使用还欠具体，操作性欠佳。本研究提出了在省级层次上进行生物质资源调查和评价的方法和技术路线，该方法已经成功应用于对江苏省生物质能资源调查评估，它可在省级生物质能资源调查评估研究中得到应用和借鉴。

1 对生物质资源调查评价的目的及其方案设计的要求

生物质资源调查评价的目的是要在查明生物质资源的数量和质量以及地域分布状况的基础上，分析其开发利用的现状和技术经济条件，确定各类资源的可利用程度和经济价值。明确在现有技术条件下可开发利用的资源数量和经济代价，以便为可再生能源的规划者和投资者提供决策信息，判断资源开发利用的可能性和技术经济可行性。根据江苏省生物质资源的特点，其资源主要包括生物质秸秆资源、薪柴资源和沼气资源，无能源作物。

方案设计要求保证该项资源调查和评估的准确性、可靠性，它是其成果能否客观、真实地反映生物质资源状况和今后发展趋势的关键要素。方案要求有良好的可操作性，确保该方案有效实施。

2 生物质能资源调查与评估的方法及技术路线

生物质资源调查和评价方法主要包括：宏观调查与典型调查相结合；问卷调查和访谈调查相结合；以县为单元组织调查和评价；根据自然社会经济条件的地域特点，分不同区域进行生物质能源消费的典型调查和研究；沼气资源的调查则采用重点地区（苏北户用沼气）和重点行业（大中型牲畜饲养场）相结合的调查方式。

江苏省生物质能资源调查与评价的技术路线见图1。

该方案提出生物质资源和利用数据的调查应采用面上资源普查、家庭能源消费抽样调查和主要生物质资源专项调查相结合的方法，这有利于获得更为全面、准确的数据，同时有些数据可相互修正和校验。由于江苏农村家庭生物质能消费的变化已经对生物质利用产生了重要影响，并且仍然是今后生物质供应和消费的重要影响因素，因此，对家庭能源消费现状和未来的发展调查研究是区域生物质调查评价和规划的重要方面，本方案采用分区域的典型县的入户抽样调查，确保了农村家庭生物质能消费，特别是生物质能的消费的数据的真实可靠。对未来农村家庭生物质能消费的分析直接影响对区域生物质能源供需平衡分析，是该项研究的一个关键。

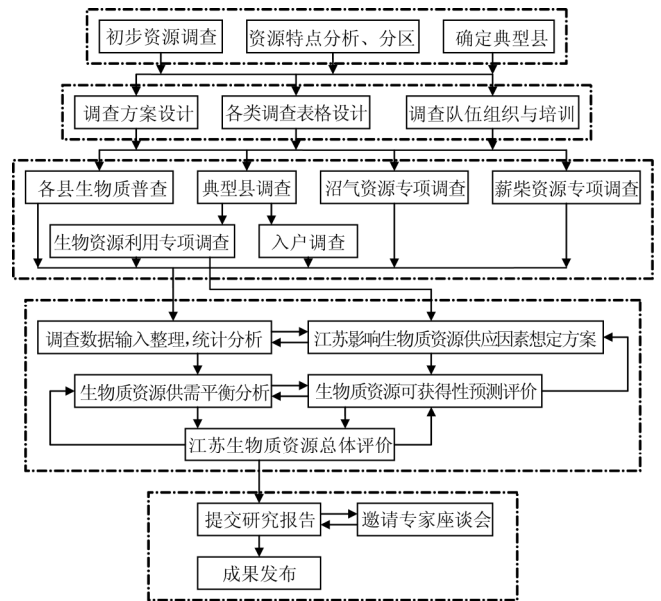


图1 江苏省生物质能资源调查与评价技术路线

Fig.1 Technology roadmap of investigation and assessment of biomass energy resources in Jiangsu province

3 江苏省生物质能资源调查和评估的主要任务

3.1 现有信息和数据的收集整理

运用省统计局、农林厅已有的统计资料，初步分析江苏生物质资源数量、品种等在地域上（以县域为单元）的分布特点；主要根据江苏各县（市各种农作物和林地面积和产量计算出各种农作物秸秆的资源总量和薪柴可获得量。为分类划区，选择典型提供数据。

根据江苏农村地区社会、经济、环境、资源的特点，在江苏生物质资源数量、品种初步调查分析的基础上，运用聚类分析的方法，以县域为单元，根据生物质资源在地域分布上的特点，划分成不同的区域，以此作为选择典型县进行调查的依据。

在不同的区域中确定有代表性的县，作为典型调查地区，在苏南、苏中和苏北各选择2个有代表性的县，同时注意选择林地面积较大的县作为薪柴资源调查的重点。

3.2 设计各种资源调查表格和制订抽样调查方案

各种生物质秸秆资源调查表，包括麦秸、稻秸、玉米秸、棉花秸、大豆秸、油料类、麻类等秸秆资源的播种面积、产量、收获方式、谷草比、秸秆资源量等。

薪柴资源调查表，包括薪炭林、用柴林、防护林、灌木林、疏林、经济林、四旁树等林种的面积、可取薪柴面积系数、单位产柴量、可开发资源量等。

沼气资源调查：包括规模化畜禽养殖场调查表，包括畜禽品种、数量、规模，粪便排泄量；农村家庭沼气资源调查表，年养畜禽的头数，粪便量。

农村家庭能源消费调查表：典型县农村家庭能源消费调查表调查内容主要包括家庭基本情况、能源消费、秸秆收获及其使用、对各种能源的态度等。

采用分层随机抽样方式，在6个典型县进行统一问卷派员访问式入户调查，采用分层随机抽样的方法，每个县抽取3个乡，每乡抽取3个村，每村抽取45农户，

共调查 2465 户家庭 (6 县×3 乡×3 村×45 户)。要求在 95% 的置信度下调查的抽样误差为 ±5%。调查表内容主要涉及调查家庭基本状况、能源消费特别是秸秆消费的现状及其对使用各种能源的态度。

各种生物质资源数量、分布特点、利用现状、可开发利用的获得性调查; 调查分析生物质资源的收集半径、方式、价格及其收集成本等; 典型县生物质秸秆资源使用的专项调查: 农业作物的收获方式与秸秆收获水平; 还田量, 方式, 合理水平; 饲养用秸秆; 工副业用 (造纸厂, 蘑菇生产等); 家庭燃料; 秸秆的田间焚烧和抛弃; 提出不同地区生物质秸秆的可利用系数。

3.3 沼气资源专题调查

调查江苏省规模化畜禽养殖场的数量、规模, 粪便的可利用量, 适宜采用厌氧技术生产沼气的比例及其今后进一步发展的趋势。

3.4 薪柴资源调查

在有薪柴资源的重点地区调查薪柴资源量, 包括薪炭林, 用柴林, 防护林, 灌木林, 疏林, 经济林, 四旁树等林种的面积, 可取薪柴面积系数, 单位产柴量, 可开发资源量等。考虑到江苏木材工业的废弃物所产生生物质质量较少, 未列入调查范围。

3.5 生物质能源资源丰富程度评价及供需平衡分析

生物质能源资源地域分布特征评价, 研究不同地区资源开发的重点和方向。采用聚类分析的方法, 根据生物质能源的地域特征指标, 进行区域的划分, 形成具有不同特点的类型区。

3.6 预测和评估各种不同类型区可用于生物质发电的资源量

根据不同地区作物面积的历史数据, 预测未来 5~10 a 的作物面积变化和作物收获方式的变化, 进而预测秸秆资源量的变化。

根据典型调查, 建立生物质用途的各种假定方案, 预测未来 5~10 a 各类型区生物质能源的可获得水平。根据基期各种生物质能的供应和消费 (使用) 的数据, 建立基期能源平衡表和能流图, 揭示生物质能源平衡状况, 探讨能源有效利用的途径和方向; 根据基期各种生物质能的供应和消费 (使用) 的数据和未来 5~10 a 各种生物质资源和需求数据, 建立高、中、低三种未来发展情景方案, 应用采用人均能量法预测未来 5~10 a 农村家庭能源消费的水平 and 结构; 采用趋势分析法 (人均能量法和部门分析法), 预测未来 5~10 a 和 20 a 各种能源资源量、主要使用水平; 通过历史统计资料, 使用全省各县近 30 a 各种作物、薪柴面积、产量的统计数据, 进行回归分析, 预测未来 5~10 a 和 20 a 作物秸秆的资源量, 并且与采用趋势分析法的预测结果进行对比和相互校正, 以保证预测结果的可靠。从而评估各种不同类型区可用于生物质规模化发电的资源量。

3.7 分析研究生物质资源利用现状与潜在开发的方法和途径

根据不同类型地区生物质资源的密度、可获得量、收集成本等指标, 提出适宜建设生物质发电厂的地点、规模; 提出解决生物秸秆有效利用的对策; 研究提出江

苏沼气资源的有效利用水平、规模, 生产工艺类型和相关政策; 研究提出江苏省薪柴开发利用的前景和相关政策措施等; 研究在农村产业化调整过程中生物质能资源供应的变化的一般规律, 探索因地制宜的空间结构优化模式和可操作的能源消费可持续发展政策建议。

4 结 论

根据江苏省生物质能资源现状和特点, 制订了生物质能资源调查与评估方案。阐述了从各种资源调查表格设计、农作物秸秆资源、沼气资源、薪柴资源、生物质能源资源评价及供需平衡分析、不同类型区可规模化利用资源量预测和评估、生物质资源利用现状与潜在开发方法分析等各任务内容, 为生物质能资源调查与评估方案的制订和规划提供了科学依据。

该方案采用了宏观普查、典型入户调查和专项调查相结合的方式; 宏观普查以县域为单元组织调查和评价; 根据江苏省自然社会经济的地域特点, 分 3 个不同区域进行生物质能源消费的典型调查和研究; 沼气资源的调查则采用重点地区 (苏北户用沼气) 和重点行业 (大中型牲畜饲养场) 相结合的调查方式。该方案的采用, 虽然增加了调查中投入的人力和经费, 提高了调查的难度, 但从方法学上确保了生物质能资源利用调查数据的全面、真实、准确。该方案已成功应用于世界银行项目“江苏省生物质能资源调查评估和开发利用规划研究”中, 取得了很好的效果。该方案同样可供在中国其它省份在生物质能资源调查评估研究参考。

[参 考 文 献]

- [1] 冯祯银, 王效华, 郝先荣, 等. 沼气池建设对农村家庭能源消费的影响: 以江苏涟水为例[J]. 中国沼气, 2008, 26(6): 22-25.
Feng Zhenmin, Wang Xiaohua, Hao Xianrong, et al. Influence of building biogas digesters on family energy consumption in rural areas: A case study of Lianshui in Jiangsu province[J]. China Biogas, 2008, 26(6): 22-25. (in Chinese with English abstract)
- [2] 李京京, 任东明, 庄幸. 可再生能源资源的系统评价方法及实例[J]. 自然资源学报, 2001, 16(4): 373-380.
Li Jingjing, Ren Dongming, Zhuang Xing. Systemic evaluation method of renewable energy resources and its practical application[J]. Journal of Natural Resources, 2001, 16(4): 373-380. (in Chinese with English abstract)
- [3] 王效华, 冯祯民. 中国农村生物质能源消费及其对环境的影响[J]. 南京农业大学学报, 2004, 27(1): 108-110.
Wang Xiaohua, Feng Zhenmin. Biofuel use and its environmental problems in rural areas of China[J]. Journal of Nanjing Agricultural University, 2004, 27(1): 108-110. (in Chinese with English abstract)
- [4] 王效华, 胡晓燕. 农村家庭能源消费的影响因素[J]. 农业工程学报, 2010, 26(3): 294-297.
Wang Xiaohua, Hu Xiaoyan. Factors influencing rural household energy consumption[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2010, 26(3): 294-297. (in Chinese with English abstract)
- [5] 颜培兵, 吴卫民, 王效华. 生物质能资源查询系统设计初探: 以江苏溧阳市为例[J]. 能源研究与利用, 2008(3): 20-22.

- Yan Peibing, Wu Weiming, Wang Xiaohua. Primary design of biomass resources query system: Jiangsu Liyang as an example[J]. *Energy Research and Utilization*, 2008(3): 20—22. (in Chinese with English abstract)
- [6] 刘黎娜, 王效华. 沼气生态农业模式的生命周期评价[J]. *中国沼气*, 2008, 26(2): 17—20, 24.
Liu Lina, Wang Xiaohua. Life cycle assessment of biogas eco-agricultural mode[J]. *China Biogas*, 2008, 26(2): 17—20, 24. (in Chinese with English abstract)
- [7] 李萍, 王效华. 基于环境费用: 效益分析的农村户用沼气池效益分析[J]. *中国沼气*, 2007, 25(2): 31—33.
Li Ping, Wang Xiaohua. Evaluation on benefit of rural household biogas based on environmental cost[J]. *China Biogas*, 2007, 25(2): 31—33. (in Chinese with English abstract)
- [8] 周中仁, 王效华, 陈群, 等. 北方小康农村家庭能源消费结构演变研究: 以山东省桓台县为例[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(3): 192—197.
Zhou Zhongren, Wang Xiaohua, Chen Qun, et al. Evolvement of well-off rural household energy consumption structure in northern China: A case study in Huantai county of Shangdong province[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2007, 23(3): 192—197. (in Chinese with English abstract)
- [9] 李莉莉, 王一线, 王效华. 农村沼气协会建立、运行机制及发展对策: 以江苏省涟水县小李集为例[J]. *中国沼气*, 2009, 27(5): 33—36.
Li Lili, Wang Yixian, Wang Xiaohua. On the establishment, operation mechanism and development strategy of rural biogas association: The case in Xiaoliji village, Jiangsu province[J]. *China Biogas*, 2009, 27(5): 33—36. (in Chinese with English abstract)
- [10] 李京京, 白金明, Ralph Overend. 中国生物质资源可获得性评价[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [11] 姚宗路, 赵立欣, 田宜水, 等. 黑龙江省农作物秸秆资源利用现状及中长期展望[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(11): 288—292.
Yao Zonglu, Zhao Lixin, Tian Yishui, et al. Utilization status and medium and long-term forecast of crop straw in Heilongjiang province[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2009, 25(11): 288—292. (in Chinese with English abstract)
- [12] 赵立欣, 田宜水, 孙丽英, 等. 中国农作物秸秆资源调查与评价方法及应用[J]. *中国科技成果*, 2010, (4): 4—6.
- [13] 崔明, 赵立欣, 田宜水, 等. 中国主要农作物秸秆资源能源化利用分析评价[J]. *农业工程学报*, 2008, 24(12): 291—296.
- Cui Ming, Zhao Lixin, Tian Yishui, et al. Analysis and evaluation on energy utilization of main crop straw resources in China[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008, 24(12): 291—296. (in Chinese with English abstract)
- [14] 田宜水, 赵立欣, 孟海波, 等. 中国农村生物质能利用技术和经济评价[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(13): 1—5.
Tian Yishui, Zhao Lixin, Meng Haibo, et al. Technical-economic assessment on rural bio-energy utilization technologies in China[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2011, 27(13): 1—5. (in Chinese with English abstract)
- [15] 王芳, 黎夏, 陈健飞, 等. 农田生物质能集约利用空间优化决策[J]. *农业工程学报*, 2009, 25(9): 232—236.
Wang Fang, Li Xia, Chen Jianfei, et al. Optimal spatial decision of cropland bio-energy intensive application[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2009, 25(9): 232—236. (in Chinese with English abstract)
- [16] 王久臣, 戴林, 田宜水, 等. 中国生物质能产业发展现状及趋势分析[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(9): 276—282.
Wang Jiuchen, Dai Lin, Tian Yishui, et al. Analysis of the development status and trends of biomass energy industry in China[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2007, 23(9): 276—282. (in Chinese with English abstract)
- [17] 周中仁, 吴文良. 生物质能研究现状及展望[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(12): 12—15.
Zhou Zhongren, Wu Wenliang. Status quo and prospects of biomass energy[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2005, 21(12): 12—15. (in Chinese with English abstract)
- [18] 方放, 王飞, 王海. 生物质能源利用现状与前景分析[J]. *农业工程学报*, 2003, 19(7): 133—135.
Fang Fang, Wang Fei, Wang Hai. Current status and application prospects of biomass energy[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2003, 19(7): 133—135. (in Chinese with English abstract)
- [19] 田雅林, 王革华. 生物质能技术的发展、经济和环境影响及展望[J]. *农业工程学报*, 2003, 19(7): 136—140.
Tian Yalin, Wang Gehua. Development, economic and environmental impacts, and prospect of biomass energy technologies[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2003, 19(7): 136—140. (in Chinese with English abstract)
- [20] NY/T 1701—2009, 农作物秸秆资源调查与评价技术规范[S].

Plan design for investigation and assessment of biomass energy resources in Jiangsu province

Wang Xiaohua

(College of Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China)

Abstract: Biomass energy is in urgent current need and it is going to play an important role in future energy system. The employment of biomass energy reduces the need for fossil fuels and is more environmental friendly. A biomass energy resource survey, evaluation program and technical line were developed in Jiangsu province. The combining method of the census of resource method, the household energy consumption sample survey and the main biomass resources special investigation were put forward. The resource survey and farmers sampling survey scheme were set. The biomass energy resource evaluation, supply and demand balance analysis, resource prediction, key and methods of biomass resource utilization analysis were proposed. This paper provides the methods for provincial biomass energy resource investigation and evaluation.

Key words: biomass, energy policy, resource valuation, design, energy planning