

农村能源可持续发展评价方法与实证

王效华, 冯祯民

(南京农业大学)

摘要: 根据农村能源可持续发展的内涵, 提出了农村能源可持续发展评价指标体系, 给出了农村能源可持续发展的程度和水平的定量评价方法, 为研究不同地区或不同时期农村能源可持续发展提供了依据, 运用该方法对江苏六县的农村能源可持续发展水平进行了实证分析。

关键词: 农村能源; 可持续发展; 能源消费; 指标体系

中图分类号: S21016; F3231214

文献标识码: B

文章编号: 100226819(2002)0220084203

中国是世界上最大的发展中国家, 农村人口众多, 各地社会、经济发展水平差异较大, 其能源供应和消费方式是农村经济发展、社会进步、生活水平提高的一个重要标志, 也是中国农村经济可持续发展的一个重要问题。

许多文章探讨了农村能源建设(特别是可再生能源开发利用技术)促进农村可持续发展。一些区域性农村能源可持续发展对策的研究, 从不同的角度论述了根据各自特点进行农村能源开发, 促进可持续发展^[1]。中国工程院曾立题“中国农村可持续发展能源战略研究”作为“中国可持续发展战略研究”中的一个子项目, 从农村能源供需现状分析入手, 对未来需求、发展模式、技术选择和政策措施等方面进行了全面深入的分析和论证, 提出了较为完整的农村地区可持续发展的能源战略, 确立了中国农村能源可持续发展的基础和总体框架^[2~5]。但是目前在农村能源可持续发展评价指标体系和定量方法的研究方面还很欠缺。

1 农村能源可持续发展的内涵

狭义的农村能源系指农村应用的能源。由于在农村既有能源消费(主要包括农业生产、乡镇企业和农村家庭能源消费), 也有能源(主要是当地的可再生能源)的开发, 因此农村能源既包括外界输入的商品能源, 也包括当地的可再生能源。广义的农村能源是指农村的能源问题, 是对农村范围内的各种能源以及从开发(或输入)至最终消费过程中的技术、经济及管理问题的总称。农村能源的可持续发展系指满足当前需要而又不削弱子孙后代需求之能力的发展。可持续发展还意味着维护、合理使用并且提高自

然资源基础, 这种基础支撑着生态抗压力及经济的增长。可持续发展还意味着在发展计划和政策中纳入对环境的关注与考虑。

因此, 农村能源可持续发展要求在满足农村社会、经济发展所需能源的需求的前提下, 建立高效、经济的能源供应和消费体系, 优先利用可再生能源, 保持农村生态环境的改善。它的 4 大主要特征是满足消费需求、强调节能高效、优先可再生能源开发消费和改善生态环境。

2 中国农村能源可持续发展评价指标体系的建立

2.1 评价指标体系建立的依据

长期以来, 中国农村户用家庭炊事燃料(主要是当地的秸秆和薪柴)普遍不足, 其严重短缺地区往往又是生态环境本来就较为恶劣的地区。因而造成了对生物质的过度采伐, 酿成水土流失、土壤有机质含量下降。随着农村经济体制的优化, 农村秸秆和薪柴的可提供量大幅提高, 大部分农村燃料不足的矛盾基本解决(生态环境本来就较为恶劣地区依然存在)。同时, 随着农村生活用能商品化和商品能源市场化, 农民可通过市场购买煤炭、燃料油, 电力成为农村家庭用能中增长最快的能源。因而原来用作燃料的秸秆被替代, 很多地区出现秸秆大量剩余, 田间焚烧、弃于河道, 带来新的严重的污染。同时乡镇工业能源消耗的迅速增长, 以及所产生的严重环境污染, 对农村自然生态环境构成威胁。这些都是对中国农村能源可持续发展的严峻挑战。

根据农村能源可持续发展的内涵, 即满足消费需求、节能高效、优先可再生能源开发消费和改善生态环境四大特征, 结合对农村能源可持续发展的主要挑战, 遵循系统性、全面性、可比性和可操作性的原则, 从能源供需、能源利用、能源开发和生态环境

收稿日期: 2001208209

作者简介: 王效华, 副教授, 南京市浦镇 南京农业大学农业工程学院, 210032, Email: wangxh@jlonline.com

4 个方面, 建立中国农村能源可持续发展的评价指标体系, 定量评价农村能源可持续发展的水平, 使农村能源可持续发展具有可度量性和可比较性。

2.2 评价指标与权重的确定

能源供需过程中的可持续性主要反映农村各种能源供应和消费是否达到合理的均衡, 满足生产和生活的需要; 能源利用过程中的可持续性主要表现为能源消费的效率 and 结构水平; 能源开发过程中的可持续性主要测量农村当地各种可再生能源的开发水平; 生态环境可持续性则主要评价能源开发和利用过程中对环境产生的影响。在设计指标时尽可能考虑利用通常在县、省和国家级能获得数据的指标。为使得指标具有可比性, 尽可能采用相对指标; 且所有指标的数值增加的方向都与可持续发展的方向相一致。

图 1 给出了从能源供需、能源利用、能源开发和生态环境 4 方面设置的农村能源可持续发展评价指标的层次结构。其中, 生产、生活能源需求满足度 C_{11} 、 C_{12} 分别是生产、生活能源消费量与能源需求量的百分比 (100%); 生物质能开发利用程度 C_{31} 是生物质开发量与生物质合理开发量之比, 理想的开发利用程度为 1, 当开发不足 $C_{31} < 1$, 过量开发时 $C_{31} > 1$; 其他再生能源开发利用 C_{32} 包括太阳能、风能、水能等的开发, 根据开发水平与可开发资源相适应程度, 确定等级。其他指标都是常用指标。

农村能源可持续发展 13 个评价指标, 对可持续发展的重要性程度是不同的, 需要根据重要性程度的大小确定各指标的权重。采用层次分析法的方法, 根据农村能源可持续发展评价指标层次结构的上一层与下一层之间的相互关系, 在征求多方面意见的基础上提出了各层次的判断矩阵。计算出所有指标重要性的权重数, 用向量表示为

$$W = (01046, 01019, 01008, 01215, 01100, 01028, 01062, 01067, 01128, 01042, 01186, 01063, 01036)$$

按照权重数的大小, 前 4 位指标分别是吨标煤国内生产总值、二氧化碳减排率、生物质能开发利用程度和年节能率, 是影响农村能源可持续发展的主要因素。

2.13 农村能源可持续发展评价数学模型的建立

设有 n 个待评价的样本(某年 n 个不同的地区, 或同一地区 n 个不同年份) x_1, x_2, \dots, x_n , 原始矩阵:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1s} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2s} \\ & & \dots & \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{ns} \end{bmatrix} \quad (s=13)$$

$$\text{数据标准化: } x_{ij}^3 = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}, \quad (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, 13)$$

$$\text{所以, } X^3 = \begin{bmatrix} x_{11}^3 & x_{12}^3 & \dots & x_{1s}^3 \\ x_{21}^3 & x_{22}^3 & & x_{2s}^3 \\ & & \dots & \\ x_{n1}^3 & x_{n2}^3 & \dots & x_{ns}^3 \end{bmatrix}$$

考虑权重, 得综合评价 $Z = X^3 \cdot W^T$

Z 为农村能源可持续发展的评价向量, 其每一元素的值对应的每一样本的农村能源可持续发展水平, 数值越高则农村能源可持续发展水平越高。此评价方法可以评价某一地区农村能源的可持续发展随时间的变化情况, 即选择几个不同年份的指标数进行计算, 如 Z 是增长的, 则该地区的发展是可持续的; 该评价方法同样还可以用于评价同一时期不同地区的农村能源可持续性的比较, Z 中所对应地区的数越大, 则该地区的可持续性较优。

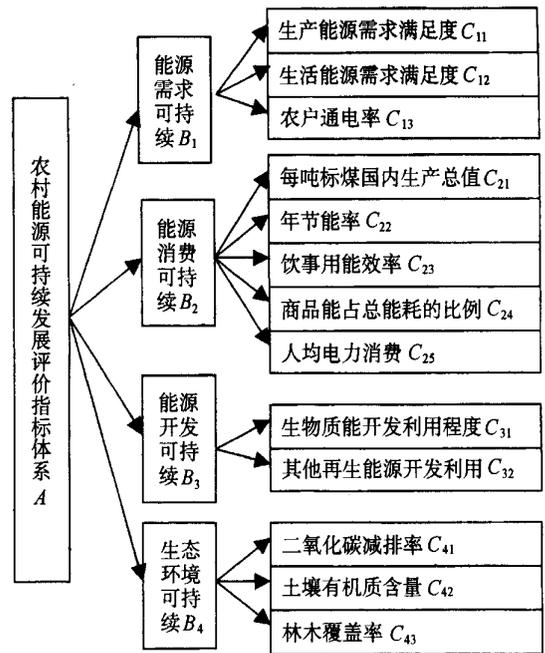


图 1 农村能源可持续发展评价指标体系层次结构
Fig. 1 Analytic hierarchy structure of the index system for appraising sustainable development on rural energy (SDRE)

3 实证

金湖、射阳、泰兴、睢宁、武进、吴县 6 县市是江苏省“九五”全国农村能源综合建设县, 农村能源综合建设对农村可持续发展起了很好的促进作用, 表 1 给出了 2000 年各县农村能源可持续发展评价指标数据。

表 1 江苏 6 县市 2000 年农村能源可持续发展评价指标数据

Table 1 The data of the indexes for appraising SDRE at six counties of Jiangsu Province in 2000

县市	C_{11} %	C_{12} %	C_{13} %	C_{21} 万元·t ⁻¹	C_{22} %	C_{23} %	C_{24} %	C_{25} kW·h	C_{31} %	C_{32} %	C_{41} %	C_{42} %	C_{43} %
金湖	98	97	98	1104	311	2610	7417	37810	91	85	14	2101	1817
射阳	95	96	95	0147	214	2811	7116	37417	90	80	12	1180	1710
泰兴	100	98	100	0190	211	3515	7113	48711	91	78	11	1120	1615
睢宁	95	90	95	0124	218	2514	8217	26315	93	75	10	0178	2312
武进	100	100	100	1100	213	3113	8616	55813	86	75	13	2165	1111
吴县	100	100	100	0170	119	3712	9015	164417	90	80	13	2140	1112

数据来源: 金湖、射阳、泰兴、睢宁、武进、吴县六县市“九五”全国农村能源综合建设县项目验收报告, 2001。

经计算 $Z^T = (01195\ 55, 01154\ 09, 01172\ 76, 01134\ 73, 01192\ 65, 01213\ 91)$, 因此, 按照农村能源可持续发展的水平的排列是吴县、金湖、武进、泰兴、射阳和睢宁。同样的方法计算出 1995 年 6 县市的农村能源可持续发展的 Z 值, 通过比较可以分析出各县市农村能源可持续发展的速度。

4 结 论

农村能源可持续发展是在满足农村社会、经济发展所需能源的需求, 建立高效、经济的能源供应和消费体系, 优先利用可再生能源, 改善农村生态环境。根据农村能源可持续发展的内涵, 从能源供需、能源利用、能源开发和生态环境 4 方面设置农村能源可持续发展 13 个评价指标。通过各指标的权重计算, 表明吨标煤国内生产总值、二氧化碳减排率、生物质能开发利用程度和年节能率有较大的权重数, 是影响农村能源可持续发展的主要因素。建立的数

学模型, 使农村能源可持续发展具有可度量性和可比较性, 能实现不同的地区或同地区不同年份农村能源可持续发展水平和速度的评价。

[参 考 文 献]

- [1] 王革华, 白金明, 陈彦宾等. 新形势下农村能源建设发展战略研究[A]. 见: 中国能源研究会农村能源专业委员会. 农村能源发展研究青年论坛文选[C]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 212.
- [2] 邓可蕴, 张鲁江, 贺亮. 中国农村地区能源形势分析[J]. 农业工程学报, 1998, 14(2): 19~25.
- [3] 李京京, 张鲁江. 中国农村地区中长期能源需求研究[J]. 农业工程学报, 1998, 14(2): 26~31.
- [4] 贺亮, 戴林, 刘鸿鹏. 建立我国农村可持续发展能源战略的技术改进对策[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 21~27.
- [5] 邓可蕴等. 中国农村能源综合建设理论与实践[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2000: 290.

Method and Case Study of Appraising Sustainable Development on Rural Energy in China

Wang Xiaohua, Feng Zhenmin

(Agricultural Engineering College, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210032, China)

Abstract: In recent years, China has experienced rapid economic growth and equally rapid increases energy consumption, especially commercial energy, in rural areas. As a result, energy over consumption induced environmental degradation in rural China. Based on definition of sustainable development on rural energy (SDRE), this paper presented the index system of appraising SDRE and the weight of each index was calculated. It puts forward the quantification method and provides the basis for the research of the rural energy for sustainable development in different areas and periods.

Key words: sustainable development; rural energy; energy consumption; index system