

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20171016

· 三农问题 ·

我国西北平原区农村生活能源消费和供需结构分析^{*}

郑顺安^{1,2}, 李 想^{1,2}, 石祖梁^{1,2}, 吴泽赢^{1,2}, 刘 申³, 王 飞^{1,2*}

(1. 农业部农业生态与资源保护总站, 100125 北京;

2. 农业部资源循环利用技术与模式重点实验室, 100024 北京; 3. 北京航天信息股份有限公司, 100195 北京)

摘 要 [目的] 明确我国西北平原区农村生活能源需求总量、消费结构和供给模式, 为该区域乃至全国的农村能源消费供给结构和模式调整提供理论依据。[方法] 运用描述统计法, 以 1991~2014 年《全国农村可再生能源统计汇总表》中的数据为基准, 分析比较了我国西北平原区 7 个省(自治区)农村地区共 24 年商品能源(煤炭、电力、石油、液化石油气、天然气、煤气)、非商品能源(秸秆、薪柴、沼气、太阳能)消费和能源(煤炭、焦炭、成品油、电力、薪柴)生产间的相互关系和变化趋势。[结果] 西北平原区商品能源在能源消费中的比例在 65% 左右, 并保持稳定增长; 西北平原区以煤炭为主的能源消费格局稳定, 沼气和太阳能等清洁能源消费量逐年提高; 因经济发展速度、产业结构等因素的差异, 导致我国西北平原区不同地区农村能源消费结构表现出明显的不同; 我国西北平原区的主要能源生产与消费差额呈负值, 近 4 年差额稳定在年平均负 1 294.40 万 t 标准煤。[结论] 该区域能源供需不平衡问题一直存在, 建议未来结合新型城镇化建设的要求, 因地制宜促进能源结构调整, 保障资源的可持续利用和发展。

关键词 西北平原区 农村生活能源 需求 供给 结构

中图分类号: TK0 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2017]10112-09

0 引言

农村能源是发展农业生产、保障农民生活、改善农村环境的重要资源, 它是整个国家能源系统不可分割的组成部分, 其供应与消费必然影响到中国能源供求形势^[1]。中国正处在社会经济发展的重要阶段, 随着新型城镇化进程加快, 农村能源消费结构将发生明显变化^[2]。城镇化作为经济发展和社会进步的必然结果, 其发展的各类需求须依赖于能源供给能力的维持与提高, 也导致了一系列复杂问题的产生及深远的影响。能源消费量增加、结构变化明显是最近 30 年以来我国能源消费量及能源结构变化的主线。我国农村人口众多, 同时经历着经济快速增长和经济生产结构的巨大变迁, 这导致我国农村能源消费的数量和结构发生重大变化^[3]。

国内外学者对城镇化和能源消费做了大量的研究。Imai^[5]对城镇化水平和能源消费之间的相关关系进行了测算。Burney^[6]研究了城镇化与电力消费的关系, 认为随着人均收入水平和产业结构的变化, 城镇化对电力消费的影响也发生了显著的变化。Shen 等^[7]分别计算了煤炭、石油、天然气与城镇化水平的相关系数, 认为城镇化水平与能源需求存在显著相关关系。另外, 张晓平^[8]对 20 世纪 90 年代以来中国能源消费的时空特征进行分析表明, 宏观经济总量、产业结构、城镇化水平和居民消费结构是影响我国能源消费总量和能源消费区域差异的主要因素。何晓萍等^[9]通过引入城镇化水平这个因素, 利用面板数据非线性模型和协整模型对中国电力需求做了对比和预测, 研究结果表明电力需求与城镇化高度相关。Jones^[10]从

收稿日期: 2016-09-27

作者简介: 郑顺安(1981—), 男, 安徽合肥人, 博士、高级工程师。研究方向: 农业生态环境保护与治理

*通讯作者: 王飞(1976—), 男, 山东烟台人, 博士、高级工程师。研究方向: 生态农业、农村能源管理与政策。Email: reeawangfei@126.com

*基金项目: 国家社会科学基金项目“新型城镇化背景下农村能源需求结构与供给模式研究”(14BGL096)

不同角度分析了城镇化对能源消费的影响，并利用 59 个发展中国家 1980 年的数据建立回归模型，对人均能源消费和人均 GDP 之间的弹性系数进行了估算。Breheny^[11]认为小型城市由于存在人口、工业等的疏散成本，用于交通的能源消费随之增加，并由此得出了小城市政策对节约能源作用极小的结论。

我国西北平原区具有独特的自然地理条件，主要包括山西、内蒙古、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆 7 省（自治区），能源资源相对丰富，品种齐全，既有常规能源，石油、天然气、煤、油页岩、泥炭等，又有水电、核能、太阳能、风能、地热及生物质能等资源。且具有分布相对集中，开发成本低，开发潜力大等特点^[12]。随着城镇化进程的加速，农村地区能源需求结构正发生显著变化，这也将对中国能源需求总量、消费结构和供给模式产生重要影响。农村能源的需求和供给这一对矛盾，在新型城镇化背景下显得尤为突出，但目前对此研究尚未见到公开报道。因此，有关中国农村能源消费供给结构和模式调整的分析对中国能源、环境和经济发展的相关研究有着重要的理论价值，对相关政策的制定也有实用价值^[4]。

1 数据来源

文章主要以农业部科技教育司、农业部农业生态与资源保护总站编制的《全国农村可再生能源统计汇总表》的部门统计数据为基准。数据包括 1991 ~ 2014 年西北平原区（山西、内蒙古、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆）7 省（自治区）的煤炭、电力、石油、液化石油气、天然气、煤气（商品），秸秆、薪柴、沼气、太阳能（非商品）消费总量以及煤炭、焦炭、成品油、电力、薪柴的生产总量。

2 结果与分析

2.1 西北平原区农村商品和非商品能源消费分析

近年来，我国高度重视并不断加大对农村能源建设投入，政策体系初步形成，技术进步快速发展，产业实力明显提升，市场规模不断扩大，取得了显著效益。在商品能源的消费中，煤炭能源的消费稳居第一（图 1），这与西北平原区，特别是山西、内蒙古拥有大量的煤矿资源有关。同时，依据“十二五”煤炭能源供应战略要求，煤炭主产地逐渐从山西转移到内蒙古、新疆。此外，西北平原区一直以秸秆和薪柴作为非商品能源消费的主体。但是，自 2010 年以来秸秆和柴薪的消费量开始逐步下降；然而，从 2006 年开始，沼气和太阳能的消费量逐渐提高（图 2）。与非商品能源消费相比，商品能源的消费比例一直在稳步提升，从 2006 年开始，商品能源的占比保持在 65% 左右。到 2015 年，我国西北平原区农村能源消费总量为 6 893.3 万 t 标准煤，其中商品能源为 4 452.9 万 t 标准煤，占总量的 65%；非商品能源为 2 440.4 万 t 标准煤，占总量的 35%（图 3）。

2.2 西北平原区农村不同类型能源消费量分析

2.2.1 商品能源消费量

由于经济发展速度、产业结构等因素的差异，我国西北平原区农村商品能源消费量表现出明显的差异。2014 年，西北平原区农村生活能源消费量最大的省区分别是山西和内蒙古，两省区的商品能源消费总量分别达 1 842.00 万 t 标准煤和 681.06 万 t 标准煤，分别占西北平原区商品能源消费总量的 41.4% 和 15.3%。与 2000 年前相比，西北平原区农村能源消费也表现出明显的地域差异和结构差异。其中，山西的煤炭能源消费从 2001 年起始终保持在 1 700 万 t 标准煤左右，占西北 7 省（自治区）煤炭消费总量的 55% 左右。山西和陕西的电能消费量自 1995 年以来基本相近，分别为 1 061.61 万 t 标准煤和 1 256.52 万 t 标准煤，分别占西北 7 省（自治区）电能消费总量的 29.3% 和 34.7%。内蒙古和青海石油消费量自 2005 年以来增量最大，近 10 年来，石油消费量分别增加了 1 312.70 万 t 标准煤和 1 416.37 万 t 标准煤。新疆的石油气消费量高于其他西北平原区，近 10 年的消费量为 5 447.41 万 t 标准煤。此外，从 2002 年起，新疆和陕西的天然气消费量也逐渐增加，近 10 年来两省（自治区）的天然气消费量分别达 14.46 万 t 标准煤和 15.30 万 t 标准煤。由于西北各地区能源分布的不同，农村能源消费更依赖于本土能源的生产，因此我国西北平原区能源消费基本与能源分布相一致。

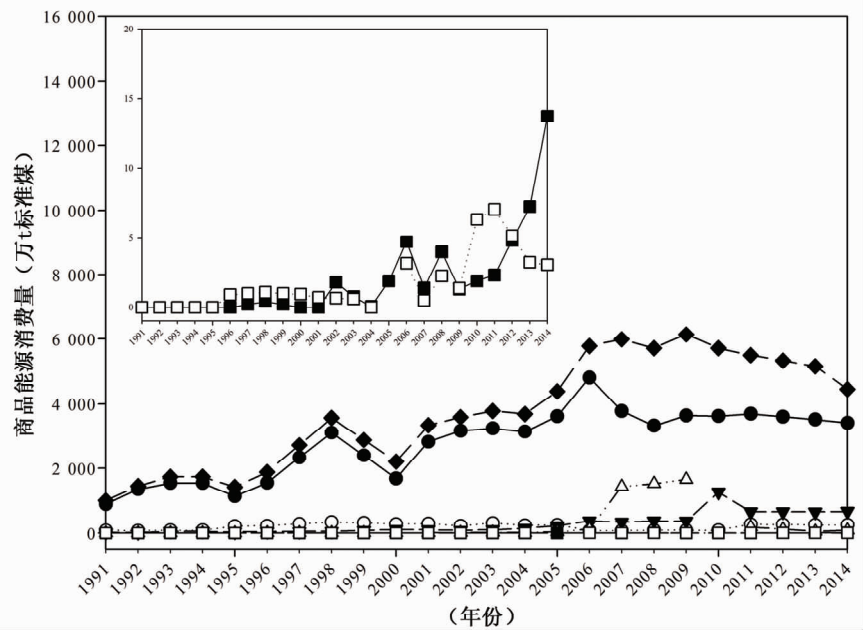


图1 1991~2014年西北平原区农村商品能源消费年际变化

注：●表示煤炭、○表示电力、■表示天然气、□表示煤气、△表示液化石油气、▼表示油、◆表示商品能源消费总量

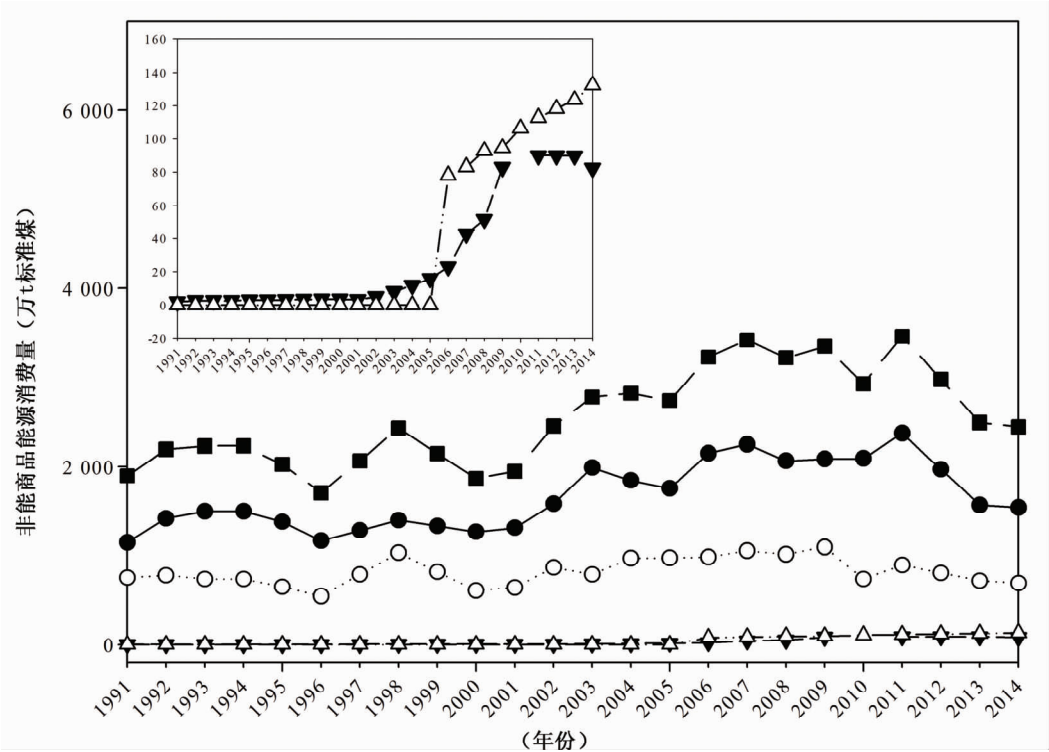


图2 1991~2014年西北平原区农村非商品能源消费年际变化

注：●表示秸秆、○表示薪柴、▼表示沼气、△表示太阳能、■表示非商品能源消费总量

2.2.2 非商品能源消费量

非商品能源在我国农村中使用广泛，通过采用改进燃烧室结构、二次进风半气化燃烧等方式，我国研发出各类生物质炊事炉、采暖炉和多功能炉具，具有燃烧充分、上火速度快、施用方便、干净卫生等特

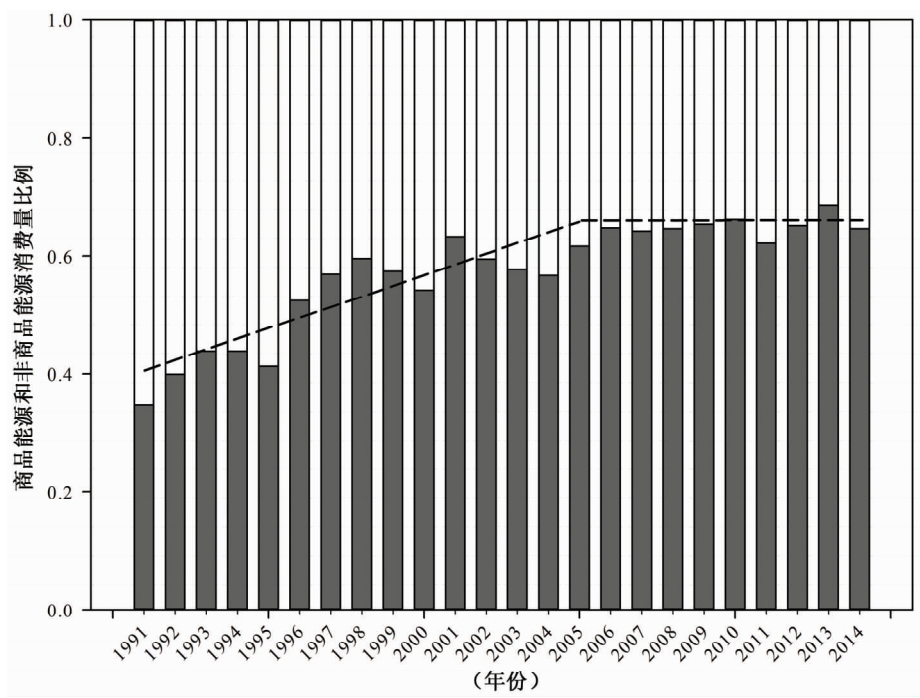


图 3 西北平原区农村商品和非商品能源消费比例
注：■表示商品能源、□表示非商品能源

点，燃烧效率由 35% 提高到 60% 以上，秸秆、薪柴等燃料均可使用^[13]。在此基础上，西北平原区秸秆能源的消费量不论是在商品能源还是在非商品能源中都占有较大的比重。内蒙古、陕西、甘肃和山西 4 省（自治区）近 24 年来的秸秆平均消费量分别为 436.57 万、341.86 万、311.53 万和 307.13 万 t 标准煤。此外，陕西近 24 年来的薪柴能源消费高达 278.15 万 t 标准煤，位居西北 7 省（自治区）第一，而甘肃、山西、内蒙古、新疆平均薪柴消费量仅为 100 万 t 标准煤左右。宁夏和青海两省（自治区）在秸秆和薪柴能源消费较低，2014 年宁夏和青海的秸秆和薪柴消费量分别为 57.70 万、26.20 万和 13.40 万、6.90 万 t 标准煤。但近年来，秸秆和薪柴能源的消费量均有一定程度的下降。

沼气和太阳能作为清洁能源在西北平原区的普及较晚，直到 2005 年前后才形成可统计的数据。经过多年的科学研究和生产应用，具有中国特色的沼气技术逐渐成熟，在北方形成了以“四位一体”（典型模式为猪－沼－蔬菜－日光温室）为代表的农村循环经济发展模式^[14]。除 2012 年无数据统计之外，2005～2014 年西北 7 省（自治区）沼气消费平均总量为 82.67 万 t 标准煤。另外，我国太阳能热利用已经从单一的供热水扩大为热力供应。太阳能采暖、空调已从户用供暖扩展到社区供暖；空调也有中温、低温不同的示范应用。据不完全统计，截止 2013 年底，我国农村地区太阳能热水器推广面积达到 7 290 万 m²，太阳房 2 450 m²，太阳灶 226 万台^[15]。其中，山西自 2006 年以来太阳能平均消费量达 42.43 万 t 标准煤，陕西和甘肃太阳能消费量分别为 12.79 万和 13.61 万 t 标准煤，内蒙古、新疆、宁夏、青海 4 省（自治区）太阳能消费量平均为 5.67 万 t 标准煤。

2.3 西北平原区能源生产与消费供需关系分析

2.3.1 能源生产基本情况

该次调查的数据包括了西北农村地区主要生活能源的生产情况，虽然秸秆在能源消费量中占了一定比例，但由于其具有一定的特殊性，在调查中没有涉及。西北平原区能源生产主要以煤炭为主，1991～2014 年的平均产煤量达 2 067.82 万 t 标准煤；其次是石油生产量，平均生产量达 892.57 万 t 标准煤。西北平原区自 2000 年以后，电力能源生产量逐渐降低并保持在 137.81 万 t 标准煤的年平均水平；薪柴能源生产量

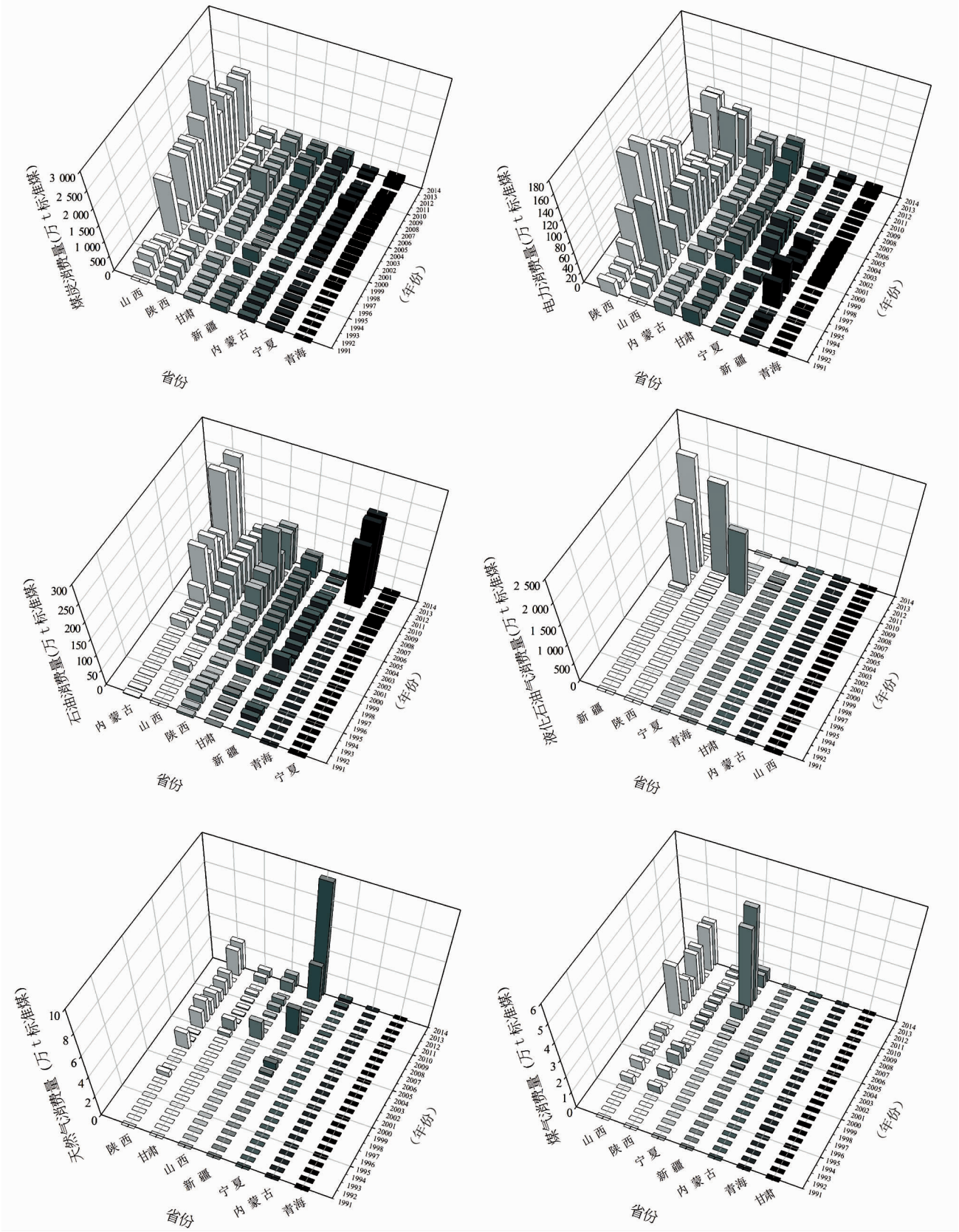


图4 1991~2014年西北7省(自治区)地区农村商品能源消费量年际变化

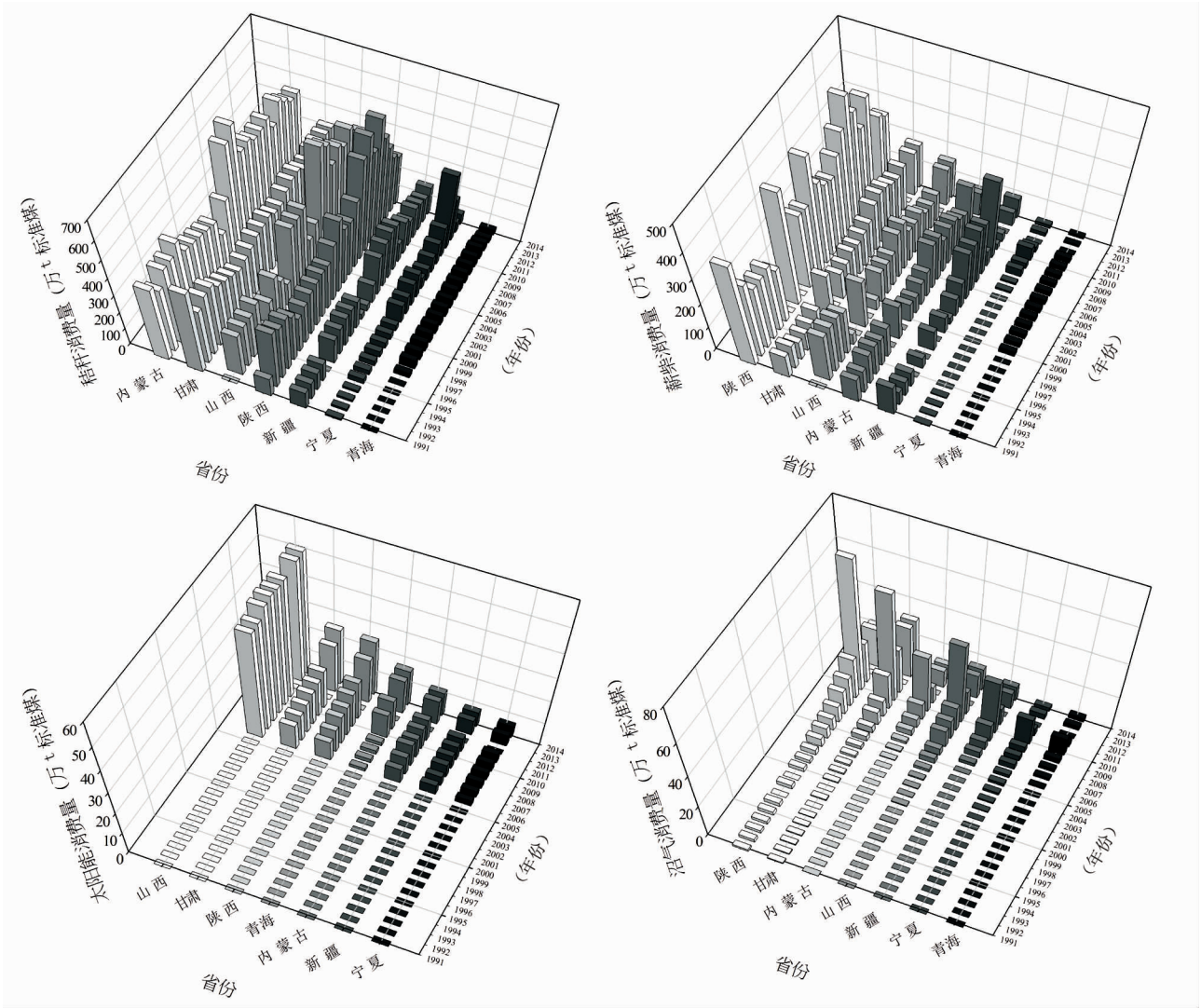


图5 1991~2014年西北7省(自治区)地区农村非商品能源消费量年际变化

在2006~2010年4年间逐渐增加到752.01万t标准煤的年平均水平,而2010后呈下降趋势(图6)。薪柴能源成本低,对技术、设备的条件要求不高,且能再生,发展薪柴无疑是多途径解决我国西北平原区农村能源的重要组成部分。但在发展薪柴能源的同时,应该注重农村对薪柴需求和森林资源、生态平衡和环境之间存在的矛盾,确保薪柴资源的可持续发展,实现资源高效和环境安全的和谐共存^[16]。

2.3.2 能源生产与消费供需关系

从总体上看,除2000年和2008年以外,西北平原区能源生产量基本低于其能源需求量。其中,1991~2009年的能源生产与消费差额年平均为-509.09万t标准煤,2012~2014年的差额稳定在年平均-1294.40万t标准煤(图7)。由于西北平原区农村大部分属于偏远地区,能源开发、利用还有待进一步加强。与此同时,近年来新型城镇化的快速发展,推动了城市基础设施和配套服务体系的不断完善,尤其是现代城市交通运输体系的发展,带动了能源需求的快速增长,造成了近年来能源需求与供给的不平衡。

3 讨论

有研究指出,我国城镇化的加速发展激发了农村经济的活力,改变了农村能源消费结构,商品能源的

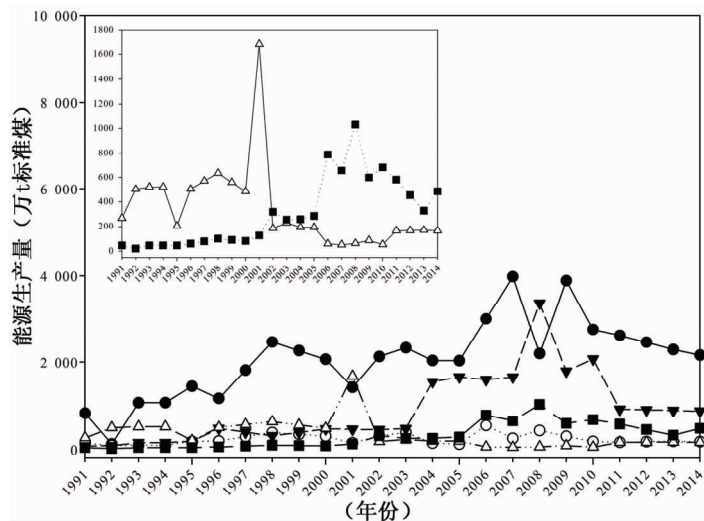


图6 1991~2014年西北平原区主要能源生产年际变化

注：●表示煤炭、○表示焦炭、▼表示石油、▲表示电力、■表示薪柴

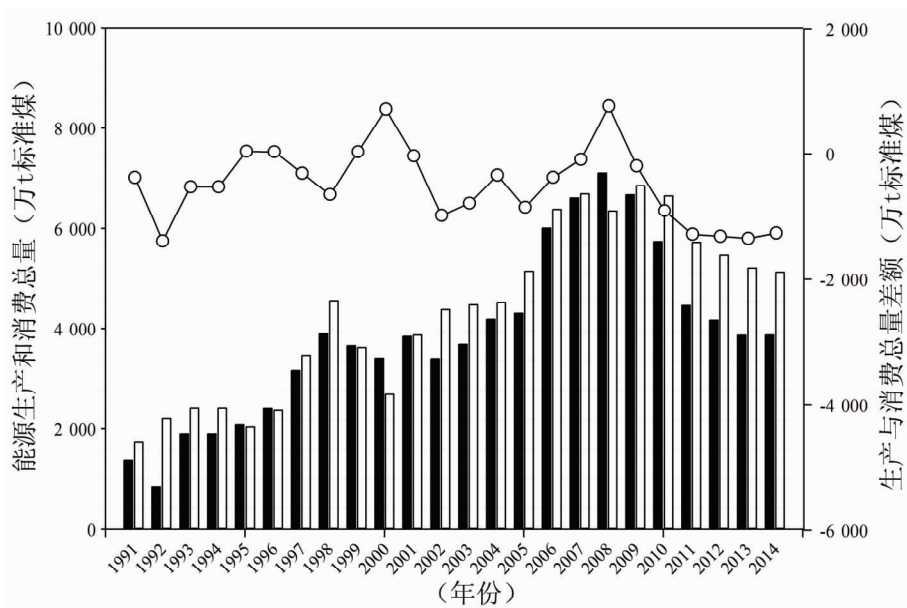


图7 1991~2014年西北平原地区主要能源生产总量与消费总量年际变化

注：■表示能源生产、□表示能源消费、○表示生产量与消费量差额

比重在2004年已超过63%^[17]。这与该文的结论相一致，自2005年起我国西北平原地区的商品能源比重基本维持在65%左右。在全国能源供应呈现结构性、地域性危机以来，城镇化进程中农村能源潜在的供应、生态和投入危机正在逐步显现，对农村经济与社会发展构成威胁^[18]。城镇化进程中农村能源的供需危机表现为解决农村能源供应问题的投入严重不足，有可能加剧城镇化进程中农村能源危机对农村经济与社会发展的损害。国家为解决城镇化进程中农村能源问题，投入了巨额的财政资金，收到了很好的效果，但同中国广大的城镇化进程中农村能源建设所需的投入相比，资金缺口太大^[19]。我国农村能源主要存在两个问题：一是区域发展不平衡。在我国的西部地区，还存在着能源贫困等问题。偏远山区还存在大量的无电人口；二是生活能源结构落后。多数农户的炊事仍然以传统生物质能源（秸秆、薪柴等）为主，清洁

能源的比例不到 25%，国家扶贫重点县取得燃料困难的农户比重达 35.9%^[20]。该研究数据分析结果表明，生产与消费总量差额自 1991 年以来基本呈负值，能源供给处于失衡状态，在一定程度上体现了西北平原区农村能源供应不足的状况。此外，除以煤炭作为主要的生活能源消费品之外，西北平原地区秸秆和薪柴的消费量占比较重。其中，内蒙古、陕西、甘肃和山西 4 省（自治区）近 24 年来的秸秆平均消费量分别为 436.57 万、341.86 万、311.53 万和 307.13 万 t 标准煤，陕西近 24 年来的薪柴能源消费高达 278.15 万 t 标准煤，甘肃、山西、内蒙古、新疆平均薪柴消费量为 100 万 t 标准煤左右。目前，西北平原地区清洁能源（如沼气、太阳能）的使用还处于起步阶段。2005~2014 年西北 7 省（自治区）沼气消费平均总量为 82.67 万 t 标准煤。其中，山西自 2006 年以来太阳能平均消费量为 42.43 万 t 标准煤，陕西和甘肃太阳能消费量分别为 12.79 万和 13.61 万 t 标准煤，而内蒙古、新疆、宁夏、青海 4 省（自治区）太阳能消费量平均为 5.67 万 t 标准煤。

随着新型城镇化的进一步发展，农民收入和生活水平的进一步提高，未来农村能源消费量将越来越大，并向着优质化方向转变，其必将影响到能源消费总量与结构的变化。综合考虑新型城镇化、农民生活水平的提高、居住方式和生活方式的变化，能源结构的调整，各种用能设备保有量的变化，以及节能和可再生能源技术的推广应用等因素，预测 2020 年中国农村居民生活用能消费总量将达到 2.80 亿~3.58 亿 t 标准煤，年均增长速度为 1.88%~3.44%，能源需求量进一步加大。由于在能源结构优化、技术进步、能源效率标准等政策执行方面，到 2020 年与农村居民生活用能需求预测相差 0.78 亿 t 标准煤，农村居民生活用能的需求受政策执行力度的影响较大^[13]。我国西北部地区地域辽阔，可再生能源资源丰富。未来农村能源的发展，应坚持“因地制宜，多能互补，综合利用，讲求效益”的农村能源发展基本方针，完善农村能源政策法规体系，加大补贴力度，建立有效运行机制，大力推广农村可再生能源和节能技术，提高能源使用效率，实现农村经济社会和环境的可持续发展。

4 结论

城镇化的快速推进正在迅速改变我国农村家庭能源的消费结构，西北平原地区农村生活能源的消费总量呈现先升后降的阶段性变化特征，至 2000 年达到能源消费峰值后持续下降。商品能源消费总量呈稳定增长，于 2006 年后稳定在 65% 左右的比例。西北平原区以煤炭为主的能源消费结构稳定，但因经济发展速度、产业结构等因素的差异，我国西北平原区农村商品能源消费量表现出明显的差异。西北平原区秸秆能源的消费量在非商品能源中都占有较大的比重，但近年来呈下降趋势。此外，除 2000 年和 2008 年以外，西北平原区能源生产量和能源需求量的差额呈负值，区域能源供需不平衡问题一直存在。因此，需要因地制宜地采取不同的发展模式来保障农村能源的有效供应和生态环境的可持续发展。

参考文献

[1] 罗国亮, 张媛敏. 中国农村能源消费分析. 中国农学通报, 2008, 24 (12): 535~540

[2] 中国农村能源年鉴编辑委员会. 中国农村能源年鉴 (2009-2013). 中国农业出版社, 2013

[3] 师华定, 齐永青, 刘韵. 农村能源消费的环境效应研究. 中国人口·资源与环境, 2010, 20 (8): 148~153

[4] Dincer I. Renewable energy and sustainable development: a crucial review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2000, 11 (4): 157~175

[5] Imai H. The effect of urbanization on energy consumption. Journal of Population Problems, 1997, 53 (2): 43~49

[6] Burney NA. Socioeconomic development and electricity consumption A cross-country analysis using the random coefficient method. Energy Economics, 1995, 17 (3): 185~195

[7] Shen L, Cheng S, Gunson AJ, et al. Urbanization, sustainability and the utilization of energy and mineral resources in China. Cities, 2005, 22 (4): 287~302

[8] 张晓平. 20 世纪 90 年代以来中国能源消费的时空格局及其影响因素. 中国人口·资源与环境, 2005, 15 (2): 38~41

[9] 何晓萍, 刘希颖, 林艳苹. 中国城市化进程中的电力需求预测. 经济研究, 2009, (1): 118~130

[10] Jones DW. How urbanization affects energy-use in developing countries. Energy Policy, 1991, 19 (7): 621~630

- [11] Breheny M. The compact city and transport energy consumption. Transactions of the institute of British Geographers, 1995: 81 ~ 101
- [12] 张晓燕, 孙志忠. 西北地区能源消费、经济增长与碳排放的关系研究. 石河子大学学报 (哲学社会科学版), 2014, (1): 76 ~ 84
- [13] 田宜水. 2013 年中国农村能源发展现状与趋势. 中国能源, 2014, 36 (8): 10 ~ 14
- [14] 韩昀, 王道龙, 毕于运. 郑城县农村生活能源消费属性分析. 中国农业资源与区划, 2013, 34 (4): 141 ~ 144
- [15] 谢光明. 2013 年太阳能光热产业发展报告. 太阳能, 2014, (1): 12 ~ 14
- [16] 尹昌斌, 程磊磊, 杨晓梅, 等. 生态文明型的农业可持续发展路径选择. 中国农业资源与区划, 2015, 36 (1): 15 ~ 21
- [17] 刘晓英, 张伟豪, 肖潇, 等. 中国农村可再生能源的发展现状分析. 中国人口: 资源与环境, 2011, 21 (S1): 160 ~ 164
- [18] 李强, 陈宇琳, 刘精明. 中国城镇化“推进模式”研究. 中国社会科学, 2012, (7): 82 ~ 100
- [19] 朱立志. 中国农村能源消费问题研究. 中国农业科学技术出版社, 2011
- [20] 田宜水. 中国农村能源发展现状及“十二五”展望. 中国能源, 2011, 33 (5): 13 ~ 16.

ANALYSIS OF THE RURAL HOUSEHOLD ENERGY CONSUMPTION AND SUPPLY – DEMAND STRUCTURE IN PLAIN AREAS OF NORTHWEST CHINA *

Zheng Shunan^{1,2}, Li Xiang^{1,2}, Shi Zuliang^{1,2}, Wu Zeying^{1,2}, Liu Shen³, Wang Fei^{1,2*}

(1. Rural Energy & Environment Agency, Ministry of Agriculture, Beijing 100125, China;

2. Key Laboratory of Technologies and Models for Cyclic Utilization from Agricultural Resources, Ministry of Agriculture, Beijing 100024, China;

3. Aisino Corporation Inc., Beijing 100195, China)

Abstract By analyzing the total demand, consumption structure and supply pattern of rural living energy can put forward the theoretical basis for the supply and structure of rural energy consumption in the plain area of Northwest China and the whole country. Based on the data of "National Rural Renewable Energy Statistics" from 1991 to 2014, the relationship and trend of commercial energy (coal, electric power, oil, liquefied petroleum gas, natural gas, coal gas) and non – commercial energy (straw, firewood, biogas, solar energy) consumption, energy production (coal, coke, petroleum products, electric power, fuelwood) were analyzed and compared by using descriptive statistical method in 7 provinces of the plain area of Northwest China. The results demonstrated that the commodity energy proportion of energy consumption growth steady in plain area of Northwest China remained at around 65%; the coal energy consumption was given priority stability in northwest, clean energy such as biogas and solar increased year by year; rural energy consumption structure in Northwest China also showed obvious different owing to the speed of economic growth, industrial structure etc. Moreover, the balance between energy production and consumption in Northwest China was negative, with an annual mean 12.944 million tec. Finally, it recommended that it should combine with the requirements for the new construction of urbanization to adjust measures, promote the adjustment of regional energy structure, and ensure the sustainable utilization and development of resources.

Keywords plain areas of Northwest China; rural household energy; demand; supply; structure