

内蒙古种植区农村家庭能源消费现状调查与分析

樊一^{1*}, 罗锴澍², 汪欣洁², 钟帅丽², 王子源², 李敏², 吴限²

¹北华大学材料科学与工程学院, 吉林 吉林

²湖北大学资源环境学院, 武汉 湖北

收稿日期: 2024年4月26日; 录用日期: 2024年5月29日; 发布日期: 2024年7月23日

摘要

为了响应我国乡村振兴战略中提出的大力发展清洁能源的号召, 明确农村地区用能现状, 本文使用入户问卷调查的方法, 选取内蒙古自治区的2个以农业种植为主的行政村进行能源消费现状调查, 统计内容包括种植面积、种植作物种类、电能消费量、秸秆消费量、饲养牲畜种类和数量、家庭能源消费总量。结果显示。蒙东和蒙西两地能源消费中电能分别占到了50.11%和68.48%, 占据家庭能源消费主体; 秸秆燃烧占比分别为38.45%和10.06%, 对清洁能源的利用率低。建议结合当地特点, 一是降低农村家庭能源消费对化石能源发电的依赖程度; 二是提高生物质资源的利用率, 通过生物质能源发电、承担牲畜青储饲料等用途以外, 将多余秸秆用于环保板材、纸浆等产品的生产。本文可为提高清洁能源占比、建设零碳乡村等相关方面提供资料支撑。

关键词

农村家庭能源消费, 清洁能源取代, 内蒙古, 秸秆, “近零碳乡村”建设

Investigation and Analysis of the Current Situation of Rural Household Energy Consumption in the Planting Area of Inner Mongolia

Yi Fan^{1*}, Kaishu Luo², Xinjie Wang², Shuaili Zhong², Ziyuan Wang², Min Li², Xian Wu²

¹College of Material Science and Engineering, Beihua University, Jilin Jilin

²Faculty of Resources and Environment Science, Hubei University, Wuhan Hubei

Received: Apr. 26th, 2024; accepted: May 29th, 2024; published: Jul. 23rd, 2024

*第一作者。

文章引用: 樊一, 罗锴澍, 汪欣洁, 钟帅丽, 王子源, 李敏, 吴限. 内蒙古种植区农村家庭能源消费现状调查与分析[J]. 可持续发展, 2024, 14(7): 1730-1740. DOI: 10.12677/sd.2024.147199

Abstract

In order to respond to the call for vigorously developing clean energy in China's rural revitalization strategy and clarify the current situation of energy consumption in rural areas, this paper uses the method of household questionnaire survey to investigate the current situation of energy consumption in two administrative villages in Inner Mongolia Autonomous Region, which mainly focus on agricultural planting, and the statistical content includes planting area, types of crops planted, electric energy consumption, straw consumption, types and quantities of livestock, and total household energy consumption. The results are displayed. Electric energy accounted for 50.11% and 68.48% of the energy consumption in eastern and western parts of Inner Mongolia respectively, accounting for the main household energy consumption. Straw burning accounted for 38.45% and 10.06% respectively, and the utilization rate of clean energy was low. It is suggested that the local characteristics should be taken into account, firstly, to reduce the dependence of rural household energy consumption on fossil energy power generation; the second is to improve the utilization rate of biomass resources, and use excess straw for the production of environmentally friendly boards, pulp and other products in addition to biomass energy power generation and livestock green storage feed. This paper can provide data support for increasing the proportion of clean energy and building zero-carbon villages.

Keywords

Rural Household Energy Consumption, Clean Energy Replaces, Inner Mongolia, Straw, Construction of "Near-Zero Carbon Villages"

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

由于全球能源环境问题日益严重，仅仅依赖化石能源难免导致“坐吃山空”的局面，但是随着农村居民生活水平的提高，能源消费需求也在不断提升。因而寻找一条可持续发展道路，进行产业改革，推动能源绿色生态转型，加强可再生能源的开发利用，减少化石能源消耗，推进能源绿色低碳转型，已成为全球的共识[1]。国内外学者已对相关问题进行深入研究[2]-[4]，但涉及种植区农村家庭能源消费的研究却为数不多。而农村家庭能源的消费情况又能较为直观地反映我国能源消费状况，是达成“碳达峰碳中和”战略的重要领域，为乡村振兴战略物质层面的重要组成部分，因此，调查农村家庭能源消费状况尤为重要。

当前，我国乡村振兴战略规划明确了 2050 年实现乡村全面振兴的目标任务，提出大力发展太阳能、浅层地热能、生物质能等清洁能源，提高清洁能源在农村能源消费中的占比。而过度依赖传统的化石能源会导致国家对国际市场的能源波动更为敏感。研究清洁能源的构成，可以降低对传统化石燃料的需求与依赖，有助于提高国家能源的安全性。因此本研究基于内蒙古自治区独特的气候条件，从蒙东、蒙西各自选取一个种植区行政村调查点进行对比分析，针对家庭能源消费进入农民家中开展入户调查，希望通过掌握内蒙古种植区农村家庭能源消费现状并提出合理建议，为实现清洁能源深度取代提供理论依据

和数据支持。

2. 材料与方法

内蒙古地区地广人稀，但是种植区基本是以农业种植为主，但保留相当部分的牲畜养殖，所以饲养牲畜的能源消耗也是内蒙古种植区家庭能源消费的重要组成部分。本团队在内蒙古自治区选择 2 个调查点，分别是以鄂尔多斯市乌审旗苏力德苏木蘑菇滩村为代表的蒙西调查点(自 2002 年蘑菇滩村由牧场改为种植区，属于现代农业种植区)和以赤峰市宁城县忙农镇小忙农营子村为代表的蒙东调查点。

蒙西调查点位于黄河冲积平原，地貌以沙地和高原丘陵为主，气候极其干旱，降雨量不及蒸发量的七分之一，全年多盛行西风及北偏西风，年平均风速为 3.6 米/秒，最大风速高至 22 米/秒，最大风速的风压高达 0.6 千牛/平方米；蒙东调查点以山地丘陵为主，平原较少，气候则相对湿润，日照时长较长，属于太阳能资源较为丰富的二类地区，太阳能利用有着巨大的潜力。

通过入户走访调查及问卷调查，除去无效样本，总共获得蒙西调查点有效样本 20 户，蒙东调查点 15 户，按照调查的先后顺序将蒙西调查点户数编为 W1~W20 共 20 户，蒙东调查点编为 E1~E15 共 15 户。调查问卷主要涉及种植面积，种植作物种类，电能消费量，秸秆消费量，饲养牲畜种类和数量，家庭能源消费总量以及家庭成员对于现有能源消费总量的态度以及参与零碳乡村建设意愿。

3. 结果与分析

3.1. 调查区域用能现状分析

本次调研的能源数据主要有电能总量、秸秆(玉米秸秆)总量、汽油柴油消耗量，为了便于比较对数据进行归一化处理，用标准煤进行折算，1 度电换算为 0.32 kg 标准煤，1 kg 玉米秸秆换算为 0.67 kg 标准煤，1 L 汽油换算为 1.0815 kg 标准煤。1 L 柴油换算为 1.1657 kg 标准煤，1 kg 标准煤完全燃烧释放的热量记为 29307.6 KJ。为了确保调查结果的客观性，本文计算了蒙东地区与蒙西地区的能源消费总量以及各自占比和家庭人口平均能源消费情况，统计种植区面积以及牲畜数量，最后调查了农民参与建设零碳乡村的态度，由此反映农民对新能源技术和清洁能源大规模使用的态度。

3.1.1. 蒙西调查点

根据调查，蘑菇滩村平均海拔 1320 m，年平均气温为 7.7℃，气候偏寒冷，一年约有三个半月需要供暖，本村在最近几年间种植作物种类均为玉米，根据表 1 显示，该村每家平均人口为 3.25，最多 5 人，最少 2 人，人口老龄化问题已然出现，耕地面积普遍较多，最少的家庭都有 3 公顷，平均更是达到了 15.33 公顷，多者已经达到 26.67 公顷，耕地面积的广袤也折射出该村农业机械化水平较高，另外，该村的牲畜平均保有量也达 177.6 头(只)。

3.1.2. 蒙东调查点

根据调查，小忙农营子村以广阔丘陵为主，年平均气温 7.5℃，全年无霜期可达 130 天，供暖市场四个月左右，太阳能资源丰富平均日照时长可达 2800 小时，地下水资源较为短缺，以赤峰市为代表的蒙东调查点太阳能资源储量丰富，年总辐射量在 5600.78~6262.45 MJ/m²，平均为 6025.16 MJ/m² [5]。根据表 2 数据可知，该村每家平均人口为 4.53，最多 6 人，最少 1 人，且人口老龄化较严重，种耕地面积普遍较少，最少的家庭只有 0.53 公顷，平均更是只有了 1.453 公顷，不足蘑菇滩村平均耕地面积的十分之一，多者才达到 3.35 公顷，耕地面积的短缺也折射出该地丘陵起伏的地势特点，该村种植作物种类再近年间发生较大变化，原先是以葵花子(向日葵)和谷子为主，但由于出产葵花子品质不佳，现在改种玉米为主，谷子为辅，但产量没有蒙西调查点高，该村的牲畜平均保有量为 41.46 头(只)，见表 2 所示。

Table 1. Basic household information and energy consumption in Mogutan Village

表 1. 蘑菇滩村家庭基本信息及能源消费状况

| | 电(度) | | 秸秆(kg) | | 总量(kg 标准煤*) | 家庭 人数 | 人均能源 消费(kg 标 准煤) | 种植面积 (/hm ²) | 主要牲畜数量 | | | 意愿 |
|-----|--------|------------|--------|------------|----------------|----------|------------------------|-----------------------------|--------|-----|-------|----|
| | 用量 | 占总用 能比例 | 用量 | 占总用 能比例 | | | | | 牛 | 羊 | 鸡 | |
| W1 | 62,500 | 73.73% | 4500 | 11.06% | 27124.36 | 4 | 6781.09 | 15.33 | 18 | 140 | 11 | 是 |
| W2 | 41,000 | 70.02% | 1800 | 6.40% | 18738.43 | 2 | 9369.22 | 8.33 | 15 | 165 | 15 | 是 |
| W3 | 56,000 | 72.12% | 3400 | 9.12% | 24846.58 | 2 | 12423.29 | 11.67 | 0 | 190 | 15 | 是 |
| W4 | 75,000 | 83.99% | 1500 | 3.50% | 28575.10 | 3 | 9525.03 | 5 | 0 | 200 | 0 | 是 |
| W5 | 65,000 | 74.81% | 3200 | 7.67% | 27803.74 | 5 | 5560.75 | 9.33 | 0 | 90 | 15 | 是 |
| W6 | 38,000 | 66.32% | 3700 | 13.45% | 18336.47 | 2 | 9168.24 | 6 | 2 | 100 | 25 | 是 |
| W7 | 48,000 | 69.37% | 3900 | 11.74% | 22141.33 | 3 | 7380.44 | 6.67 | 0 | 165 | 7 | 是 |
| W8 | 86,000 | 71.04% | 7500 | 12.91% | 38740.53 | 3 | 12913.51 | 25.33 | 0 | 90 | 0 | 是 |
| W9 | 51,000 | 70.50% | 3200 | 9.22% | 23148.13 | 4 | 5787.03 | 11.33 | 10 | 135 | 75 | 是 |
| W10 | 45,000 | 58.23% | 7300 | 19.68% | 24730.65 | 3 | 8243.55 | 26.67 | 3 | 280 | 0 | 是 |
| W11 | 43,000 | 74.10% | 1600 | 5.74% | 18575.99 | 4 | 4644.00 | 8 | 5 | 105 | 45 | 否 |
| W12 | 74,000 | 76.76% | 3800 | 8.21% | 30848.61 | 5 | 6169.72 | 12 | 4 | 115 | 8 | 是 |
| W13 | 48,000 | 73.27% | 1400 | 4.45% | 20964.35 | 3 | 6988.12 | 7.33 | 0 | 325 | 5 | 是 |
| W14 | 46,000 | 60.06% | 7600 | 20.67% | 24509.16 | 3 | 8169.72 | 8 | 0 | 175 | 15 | 是 |
| W15 | 12,000 | 37.37% | 3000 | 19.46% | 10274.96 | 2 | 5137.08 | 9.67 | 4 | 100 | 15 | 是 |
| W16 | 24,000 | 58.77% | 1500 | 7.65% | 13067.6 | 2 | 6533.80 | 8.67 | 15 | 120 | 15 | 是 |
| W17 | 42,000 | 65.86% | 3200 | 10.45% | 20406.58 | 4 | 5101.65 | 11.33 | 7 | 140 | 15 | 是 |
| W18 | 46,000 | 69.45% | 3600 | 11.32% | 21196.19 | 3 | 7065.40 | 10.67 | 13 | 135 | 16 | 是 |
| W19 | 38,000 | 72.05% | 750 | 2.96% | 16877.85 | 3 | 5625.95 | 3 | 7 | 75 | 17 | 是 |
| W20 | 46,000 | 71.68% | 1700 | 5.52% | 20534.57 | 5 | 4106.91 | 8.33 | 0 | 275 | 15 | 否 |
| 平均值 | 49,325 | 68.48% | 3407.5 | 10.06% | 22572.06 | 3.25 | 6945.25 | 15.33 | 5.15 | 156 | 16.45 | |

注：本表中意愿即为农民参与零碳乡村建设意愿；* 1 kg 标准煤完全燃烧释放的热量记为 29307.6 KJ。

Table 2. Basic information and energy consumption of small busy farming households
表 2. 小忙农营子家庭基本信息及能源消费状况

| | 电(度) | | 秸秆(kg) | | 总量/(kg 标准煤*) | 家庭 人数 | 人均能源 消费/(kg 标 准煤) | 种植面积 (/hm ²) | 主要牲畜数量 | | | 意愿 |
|-----|---------|------------|---------|------------|-----------------|----------|-------------------------|-----------------------------|--------|-------|------|----|
| | 用量 | 占总用 能比例 | 用量 | 占总用 能比例 | | | | | 牛 | 羊 | 鸡 | |
| E1 | 6600 | 57.91% | 1875 | 33.15% | 3647.03 | 6 | 607.83 | 3.35 | 8 | 50 | 6 | 是 |
| E2 | 1300 | 33.47% | 900 | 47.77% | 1242.99 | 2 | 622.50 | 1.33 | 12 | 59 | 0 | 是 |
| E3 | 7800 | 52.91% | 600 | 9.64% | 4666.06 | 6 | 777.68 | 0.80 | 7 | 15 | 16 | 是 |
| E4 | 7500 | 74.40% | 700 | 14.47% | 3225.92 | 6 | 537.65 | 0.80 | 8 | 2 | 40 | 是 |
| E5 | 950 | 40.22% | 650 | 57.34% | 755.72 | 2 | 377.86 | 0.80 | 0 | 0 | 18 | 否 |
| E6 | 500 | 35.40% | 420 | 61.94% | 452.04 | 1 | 452.04 | 0.53 | 0 | 0 | 8 | 是 |
| E7 | 7000 | 59.23% | 1900 | 33.49% | 3781.83 | 6 | 630.31 | 1.33 | 20 | 35 | 5 | 是 |
| E8 | 7500 | 44.04% | 2000 | 24.46% | 5450 | 6 | 908.33 | 1.33 | 15 | 48 | 25 | 是 |
| E9 | 3500 | 49.07% | 1500 | 43.82% | 2282.23 | 4 | 570.56 | 1.07 | 0 | 0 | 5 | 是 |
| E10 | 3200 | 27.95% | 3650 | 66.43% | 3663.14 | 4 | 915.79 | 4 | 0 | 0 | 20 | 是 |
| E11 | 3400 | 36.82% | 2800 | 63.17% | 2954.67 | 4 | 738.67 | 2.33 | 6 | 8 | 16 | 是 |
| E12 | 6500 | 61.21% | 650 | 12.75% | 3398.34 | 6 | 566.39 | 0.8 | 1 | 0 | 2 | 是 |
| E13 | 6300 | 80.62% | 700 | 18.66% | 2500.68 | 6 | 416.78 | 0.8 | 60 | 10 | 0 | 是 |
| E14 | 3300 | 38.91% | 2000 | 49.13% | 2713.75 | 4 | 678.44 | 1.33 | 0 | 0 | 60 | 是 |
| E15 | 5200 | 59.49% | 1700 | 40.51% | 2797.33 | 5 | 559.47 | 1.2 | 12 | 0 | 25 | 否 |
| 平均值 | 4703.33 | 50.11% | 1469.67 | 38.45% | 2902.12 | 4.53 | 640.65 | 1.453 | 9.93 | 15.13 | 16.4 | |

注：本表中意愿即为农民参与零碳乡村建设意愿；*1 kg 标准煤完全燃烧释放的热量记为 29307.6 KJ。

3.2. 蒙西调查点家庭能源消费分析

由图 1 可知，蒙西调查点种植区家庭能源消费主体为电能，占比为 68.48%，电能的去向可以大致分成三个方向(如图 1)，由少到多分别为家庭用电(占 10%)，畜牧用电(占 15%)，农业用电(占 75%)总共三种消费类型。可见虽然蒙西调查点存在供暖需求，但所占能源消费比重并不多，电能 在蒙西调查点种植区农村中的普遍使用，归功于国家农网改造计划，该计划彻底解决了现有农村电力线路及设备老化、陈旧供电能力不足等原因，导致电能损失增大的问题，为现代农业种植区大规模使用电器奠定物质基础，据了解，该村本来种植区土地面积并不大，但是在农网改造工程后，开垦大片良田变得简单许多，如今改造后的电网不仅可以满足农民基本生活需求，还可以支持大功率电器的使用，同样提升的还有农业机械化水平，由于电能质量的提升，煤炭基本被取代，但是电能属于二次能源，本质上仍尚未脱离传统能源

的使用,因而并不属于清洁能源;秸秆燃烧供能仍然达到了 10.06%,具体燃烧为 750 kg 到 7500 kg 不等,与种植面积基本呈正比,剩下的能源消费主要由汽油柴油以及牲畜粪便和其他未成规模的能源消费组成,牲畜粪便的利用率可以基本忽略不计,这个部分的能量暂时没有被农民收集利用,所以连基础的肥料作用都未起到,这部分能源消耗除了牲畜粪便都是种植大面积土地的必然结果,得到优化的可能性不大,所以本次调查未将其纳入考虑(见图 2)。

蒙西调查点的种植区,其家庭能源消费特点是电能承担绝大多数生产生活活动所需能源消费;生物质能次之,也占有相当比例,以秸秆(尤其是玉米秸秆)为主,牲畜粪便为辅;清洁能源的在蒙西调查点农村利用并没有形成规模,能够大规模利用电能虽然可以扩大种植面积,但随之而来的是高昂的电费支出,绝大多数农民仍然希望通过清洁能源取代进一步减少家庭能源消费支出,低碳,环保,高性价比的清洁能源深受农民群体期待。蒙西地区种植区农村家庭能源消费特点主要可以归纳为:深度依赖电能,农业机械化水平较高,秸秆资源利用原始,牲畜粪便的利用率几乎为 0,清洁能源现有利用状况较差,农民对清洁能源取代持支持态度。

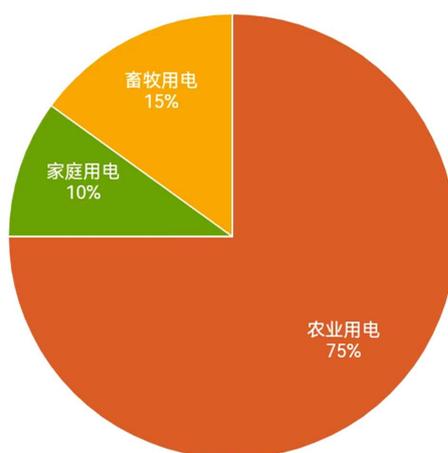


Figure 1. Whereabouts of household electricity in the planting area of the western part of Inner Mongolia survey site
图 1. 蒙西调查点种植区家庭电能去向

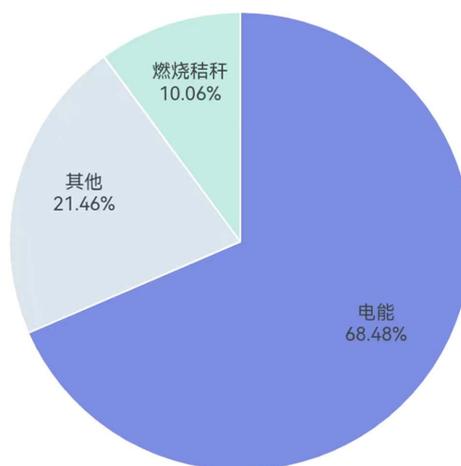


Figure 2. Proportion of average household energy consumption in the planting area of the western part of Inner Mongolia survey site
图 2. 蒙西调查点种植区家庭平均能源消费占比

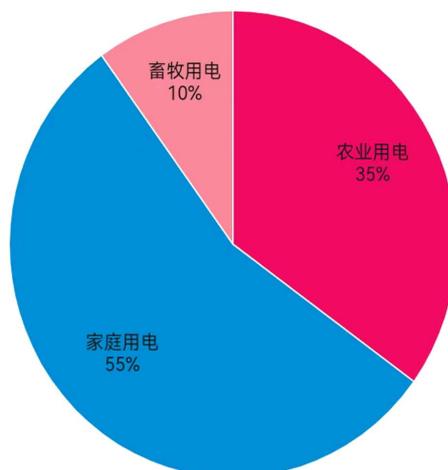


Figure 3. Whereabouts of household electricity in the planting area of the eastern part of Inner Mongolia survey site

图 3. 蒙东调查点种植区家庭电能去向

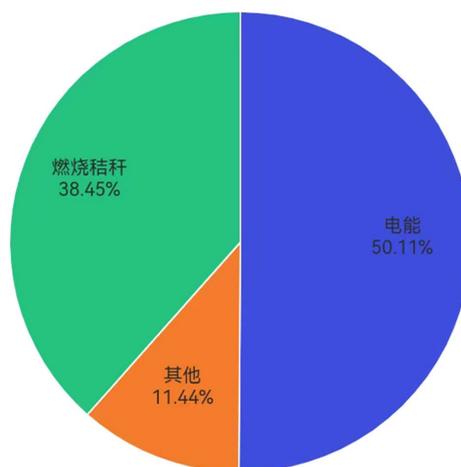


Figure 4. Proportion of average household energy consumption in the planting area of the eastern part of Inner Mongolia survey site

图 4. 蒙东调查点种植区家庭平均能源消费占比

3.3. 蒙东调查点家庭能源消费分析

分析图 3 可得出，蒙东调查点种植区农村家庭能源消费主体也是电能，平均占总耗能比的 50.11%，明显可以发现，和蒙西调查点种植区相比，随着耕地面积的减少，蒙东调查点农业电能的消耗也明显减少；随着供暖时间的变长，家庭用电的比重也在增加(见表 2)，由于牲畜的数量远小于蒙西调查点，用作饲料的秸秆消耗也大打折扣，因而家庭直燃的秸秆总量就增多了，但在牲畜粪便处理方面，因为牲畜粪便总量远少于蒙西地区，所以收集处理成本更低，蒙东农民普遍将其收集好后，作为肥料施于田地之上，因而虽然年年耕作有限土地，土壤肥力也能得到保障，这种处理方法虽然强于蒙西地区，但仍然不是最优解，对于其中的能量仍然没有利用起来。由于高质量的电能使用，蒙东调查点种植区农村也基本摆脱了煤炭的使用，但和在蒙西地区中的情况相似，蒙东调查点的电能主体仍然为火力发电[6]，清洁能源发电比例降低，只是相对农户自己燃烧更加充分，即使利用率更高，也改变不了仍然在使用化石燃料的本质，同样不属于清洁能源。

生物质能的利用，具体燃烧总重介于 420 kg 到 3650 kg 标准煤，牲畜粪便只是作为肥料使用，并未像西藏牧区一样制成牛粪饼燃烧供能[7]，其他能源消耗(汽油柴油消耗等)也因为耕地面积的缩减而减少，同样受耕地面积制约的还有农业机械化水平，未能像蒙西地区一样得到长足发展。总而言之，蒙东调查点种植区农村的能源消耗主体为电能；紧接着是生物质能，以秸秆(玉米秸秆)直接燃烧为主，其他部分包括汽油柴油消耗以及少数天然气利用(见图 4)。蒙东调查点清洁能源利用并没有形成规模，大多数农民仍然希望通过清洁能源取代进一步减少家庭能源消费支出，低碳，环保，高性价比的清洁能源深受农民群体期待。

蒙东地区种植区农村家庭能源消费特点主要可以归纳为：较高依赖电能，农业机械化水平较低，秸秆资源利用原始，牲畜粪便的利用率仅仅限于作为有机肥的阶段，清洁能源现有利用状况较差，农民对清洁能源取代持支持态度。

4. 讨论与分析

4.1. 调查点家庭用能存在的问题

4.1.1. 共性问题

过度依赖电能的使用。过度依赖电能的使用，不仅在经济上对两地农民而言存在较重压力，而且所使用的电能多为火力发电产物，并不低碳环保。

秸秆的利用极不合理，目前两地对秸秆的利用都是少部分做饲料，大部分直接燃烧，此举不仅极为粗放地利用秸秆中的能量，并且造成了严重的大气污染和粉尘污染，不仅严重影响农民身体健康，还对环境造成污染；

牲畜的粪便利用程度极低。蒙东调查点仅仅用作化肥施于土地，蒙西调查点更是未将这部分能源利用，不仅导致这部分能量无从利用，而且畜禽的粪便和污水排放量的剧增会给周围的大气、水体、土壤造成严重的污染，严重危害人类的健康和畜禽养殖业的生产安全，还造成大气污染[8]，这部分能源其实蕴含相当能量，发酵后可以得到沼气，沼气广泛应用于农户日常生活中，用途多样，除了日常做饭(所占比重最大，占到 85%)，还普遍应用于洗澡(76%)、照明(41%)、蓄肥(21%)等[9]。

农民对新能源技术了解不足或抱有顾虑。事实上，调查的过程中也发现部分农民对新能源技术存在不了解的现象，虽然有心进行清洁能源取代，但大部分农民对新能源产业不了解，并且对于新能源产业的前期大规模投入以及后期维修成本望而却步。

4.1.2. 蒙东调查点

相关新能源产业扶持政策不完善：作为太阳能质量高且光照稳定的区域，是发展太阳能产业的天然温床，很适合发展光伏产业，但是太阳能产业发展初期需要较大经济投入，很多农民无法承担这笔开销，并且后期的维修问题也深深困扰导致农民群体，而内蒙古自治区政府对太阳能电板以及光伏发电设备的推广使用和售后维修目前没有相关经济上和技术上的扶持政策。

选取种植作物的种类存在问题，根据表 1，表 2 横向对比，蒙东调查点玉米单产远逊色于蒙西调查点，气候条件也不适合，又受地形条件限制，做不到大面积种植玉米，可见种植玉米并不是最佳选择，种植葵花子又面临经济效益不高的问题，所以在种植作物的选择上出现了偏差。

4.1.3. 蒙西调查点

风能与太阳能结合利用程度不够：蒙西调查点风能资源丰富，蒙西地区成为全国新能源发展最快的地区之一，风电装机规模、发电量、消纳比例等指标位居全国前列[10]，但仅仅依靠风能产能相较于构建风能 - 太阳能系统仍有所逊色，在一并解决冬日供暖问题的同时大量减少了石化能源的使用量及碳化

物的排放量,提高了清洁能源利用率[11]。

4.2. 生物质能源开发的潜力

蒙西调查村农作物以玉米为主,理论秸秆资源总量达 2,136,093 kg 标准煤,牧区禽畜种类多样,包含牛(103 头)、猪(202 头)、羊(3120 只)及家禽(鸡, 329 只),粪便资源总量为 975,264 kg 标准煤。村内能源系统由电力、秸秆、汽油和柴油组成,传统能源占比 86.23%,经计算,原有能源系统碳排放量为 526.57 t。该村已初步使用了秸秆资源,使用量占原有能源系统的 13.76%。假设该村所有生物质资源都能得以利用,预计可以替代 51.74%的原有能源,占传统能源的 60%,能替代六成的传统能源。调研结果表明,西部地区内蒙古自治区鄂尔多斯市乌审旗苏力德苏木蘑菇滩村的生物质资源丰富,其中秸秆资源已初步投入使用,但丰富的禽畜粪便资源并未得到良好的应用。

蒙西调查村农作物玉米为主,理论秸秆资源总量达 79,489 kg 标准煤,牧区禽畜种类多样,包括牛(149 头)、猪(92 头)、羊(227 只)、驴(6 头)、家禽(鸡, 246 只),粪便资源总量为 829,857 kg 标准煤。村内能源系统由电力、秸秆、汽油、柴油和天然气组成,传统能源占比 57.59%,经计算,原有能源系统碳排放量为 37.02 t。该村秸秆资源已投入使用,占据能源供应系统的 42.41%。假设该村所有生物质资源都能得以利用,预计可以替代 84.43%的原有能源,实现“近零碳”。调研结果表明,位于东北部地区的内蒙古自治区赤峰市宁城县忙农镇小忙农营子村生物质资源丰富但是利用量较少丰富的禽畜粪便资源并未得到开发利用。

4.3. 调查区域用能方式的优化策略

零碳并不意味着不排放碳,而是用清洁能源抵消碳排放达到碳元素的零排放[12],换言之要想达到零碳目标,就要想办法增加清洁能源的比重取代电能和其他化石能源,具体到内蒙古地区这种清洁能源利用较低的地区,直接以零碳为目标不现实,应该先达到低碳的家庭能源消费状况。明确目前阶段发展目标后,大致方向可定为设法增加一些适合当地自然人文条件的清洁能源来取代化石能源,具体优化的策略要考虑当地实际情况,主要是:加大新能源产业建设力度。例如建设光伏或风能系统等等利用自然条件来减少碳排放;多使用新能源产品。例如多使用电动汽车,减少使用燃油汽车的频率从而控制汽车尾气排放来减少碳排放。

借鉴其他省份处理秸秆经验。借鉴四川省农村秸秆处理经验,利用蒙西调查区农业机械化程度较高的特点,将秸秆粉碎直接还田为主,并需要注意翻埋需到位,不然秸秆腐解慢。而在蒙东调查区这种丘陵山区,机械化程度较低,更适宜选择一个合适的堆沤腐熟间接还田方法[13]。例如将多余秸秆用于环保板材、聚乳酸和原木纸浆等产品的生产[14],将普通农民难以处理的牲畜粪便和秸秆赋予新的经济效益同时减少了碳排放,取代原先利用的秸秆直接燃烧,同样是减少秸秆燃烧后产生气体从而减少碳排放。

利用新技术处理秸秆问题。例如建设生物质气化炉,生物质气化可将生物质转化为生物质气体(合成气体),其中包括氢气和一氧化碳,这些气体可以用于发电、供热和生产液体燃料;生物质气化技术可以实现低碳排放;而生物质气化设备可以建在生物质资源的附近,使能源生产更加分布式,减少能源输送损失,提高能源效益;生物质气化可以将生活垃圾、农业废弃物和木材等废物转化为能源,有助于减轻废物处理的压力[15],生物质气化炉可以实现生物质炭以及生物质煤的联产,并兼具活性炭等高附加值产业链。

4.4. “近零碳乡村”建设的可能性

蒙东调查点位于东北部经济区,也是典型的农牧交错带,生物质资源丰富,开发潜力大,目前利用

情况可期,理想状态下生物质资源能够替代全部的传统能源实现“近零碳乡村”构建。因此本团队认为,该村应发挥优势,提高生物质能源转换率,打造“近零碳乡村建设”示范村。

蒙西调查点位于西部地区,农业畜牧业交错带的独特地理位置,农业生产活动体现了种植业与牧业并重的特点,生物质资源既涵盖了农作物秸秆,也包括了畜牧业产生的废弃物,大量的禽畜养殖使得该村拥有丰富的禽畜粪便资源,配合以该地的农作物秸秆资源,理想状态下能够实现对于原能源系统中六成传统能源的替换,但该村目前对于禽畜粪便的利用效果并不理想,针对该村,本团队认为应发挥其禽畜粪便资源丰富的特点,大力发展沼气资源转换技术,提高生物质资源利用率。

5. 结论

内蒙古地区幅员辽阔,气候环境和自然条件差别较大,本文按蒙东蒙西两个地区分别进行调查,蒙东和蒙西两地能源消费中电能分别占到了 50.11%和 68.48%,占据家庭能源消费主体;秸秆燃烧在能源消费占比分别为 38.45%和 10.06%;说明二地目前对电能依赖度高。

建议在村内建设沼气池,将收拾好的粪便收集并发酵,既能解决粪便还田后气体污染的问题,也能增加了清洁能源的比重,发酵所得的沼气也可以为日常的生产生活供能;在农村建设农村秸秆资源煤化工厂,发展农村秸秆资源煤化技术,将秸秆经过一系列化学反应变成与商品煤热值相当的“生物质煤”和其他附加值极高的工业产品,不仅解决了秸秆燃烧问题,也获得了不少经济效益;加大新技术引进力度,发展生物质气化技术和秸秆加工厂,在解决能源问题的同时给农民开辟一个创收的渠道;在建设足够充电桩后,鼓励农民多使用电动汽车出行,并对农民购买电动汽车进行合理补贴及政策支持,来减少通过汽油柴油造成的大气污染以及过度碳排放。

5.1. 蒙东调查点

尽量利用宁城县太阳能资源丰富的特点,推进落实太阳能电池板安装入户,完善相关经济以及技术扶持政策,以减少电能的过度使用,在适当的地区甚至可以建设一到两个太阳能光伏电站,以供整村能源消费,从而从根源上减少火力发电占比,减少碳排放。

改良种植作物的种类,偏向种植经济作物,不如重新种植葵花子或其他经济效益高的作物,分析经济效益不高的理由,按后进行品种改良,借用本地太阳能资源丰富的特点,扬长避短,增加农民经济收入。

将多余部分秸秆选取适合的堆沤腐熟间接还田方法,增加土地肥力。

5.2. 蒙西调查点

参考新疆甘肃发展的经验,综合考虑成本经济效益维修方案,完善相关经济补贴政策,农民能够无后顾之忧地进行清洁能源改造,不仅可以满足农民用电需求,多余的电能甚至还可以反哺城市。

尝试建设能量利用率更高的风能-太阳能系统,以进一步减少碳排放,并减少农民供暖发电经济负担。

将多余秸秆粉碎直接还田,并需要注意翻埋需到位,不然秸秆腐解慢,预防出现土地肥力不足问题。

总之,内蒙古种植区家庭能源低碳化的策略就是清洁能源取代传统能源以及生物质能根据地区特点进行再加工取代粗放燃烧和利用新技术将多余生物质利用起来并产生经济效益的同时减少碳排放,推动“近零碳乡村”建设进度。

参考文献

- [1] 张莹婷.《中国制造 2025》解读之:绿色发展是大势所趋、潮流所向[J].工业炉,2021,43(6):47.

-
- [2] 田宜水. 中国农村能源政策、现状评估和发展方向研究[J]. 中国能, 2020, 42(5): 25-30.
- [3] 孙若男, 杨曼, 苏娟, 等. 我国农村能源发展现状及开发利用模式[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(8): 163-173.
- [4] Zou, B. and Luo, B. (2019) Rural Household Energy Consumption Characteristics and Determinants in China. *Energy*, **182**, 814-823. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.06.048>
- [5] 王志春, 张新龙, 苑俐, 等. 内蒙古赤峰市太阳能资源评估与开发潜力分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2021, 15(2): 106-111.
- [6] 安晓祥, 王志鹏. 金融支持内蒙古电力行业绿色发展情况调查研究[J]. 北方经济, 2023(7): 77-80.
- [7] 刘悦. 西藏牧区农村家庭能源消费现状调研与问题分析[J]. 西藏科技, 2023(4): 30-34.
- [8] 王晓娇. 牲畜粪便与秸秆混合的厌氧发酵特性及工艺优化[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2010.
- [9] 周露茜, 黄建强. 农村沼气建设存在的问题及对策——以湖南省隆回县为例[J]. 现代农业科技, 2012(6): 272-274.
- [10] 霍晓雨, 云飞翔, 王云龙. 非凡十年·蒙电答卷|“风光”无限亮草原[J]. 内蒙古电力技术, 2023, 41(1): 98-100.
- [11] 金国辉, 杨鹏, 丁超, 等. 内蒙古西部草原民居太阳能、风能集成供热系统[J]. 真空科学与技术学报, 2020, 40(8): 762-767.
- [12] 韩佳洪, 祝连波, 方海祥, 等. 零碳排放在工程领域研究现状及发展趋势分析[J]. 上海节能, 2024(2): 274-285.
- [13] 阚莹莹. 四川秸秆综合化利用如何更进一步[N]. 四川日报, 2024-05-18(001).
- [14] 韩晓, 魏楚, 吴施美. 中国农村居民生物质能消费估计[J]. 资源科学, 2023, 45(9): 1817-1829.
- [15] 王政, 冯太, 王涛. 生物质气化技术的研究进展[J]. 化学通报, 2024, 87(5): 514-527.