

# 青藏高原少数民族聚居区家庭能源转型效应 及其影响因素研究 ——基于青海省1188户家庭的问卷调查

周婷<sup>1</sup>, 王强<sup>1\*</sup>, 党牛<sup>1</sup>, 毛旭锋<sup>2</sup>, 张华<sup>3</sup>, 张琦琦<sup>1</sup>, 陈达荃<sup>1</sup>

(1. 福建师范大学地理科学学院, 福州 350007; 2. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810016;  
3. 北京师范大学地理科学学部, 北京 100875)

**摘要:**开展青藏高原少数民族聚居区家庭能源转型效应及其影响因素研究对于促进少数民族地区高质量发展、提升民生福祉具有重要意义。论文基于田野调查和半结构式访谈,调查了青海省8个市(地州)的1188户家庭能源消费行为,从地区清洁能源普及率与家庭能源清洁化程度两方面辨识了青海省城乡地区与青东河湟谷地区、环湖及柴达木盆地地区与青南高原牧区三大分区的家庭能源转型效应特征,并运用多元有序Logistic回归模型分析了家庭能源清洁化程度的影响因素。结果显示:①研究区城乡家庭清洁能源普及率存在显著差异,约有50%的城镇地区家庭主要使用现代清洁能源,而农村地区家庭能源消费亟待转型。②三大分区之间的家庭能源活动存在一定差异,其中,青东河湟谷地区和环湖及柴达木盆地地区的现代清洁能源普及率基本达到100%,而青南高原牧区的能源转型有待加快。③从照明、炊事与取暖3类用途来看,研究区内约有77.3%的家庭在3个方面主要使用清洁能源,而均没有使用现代清洁能源的家庭占比不超过5%。④家庭人口特征、区位特征、认知水平、气候条件以及民族群体特征等方面均在不同程度上影响着家庭能源清洁化程度。推动研究区家庭能源转型应关注家庭的区域差异,重视家庭成员认知与行为的引导,同时加强对少数民族家庭能源清洁化的重视与支持。

**关键词:**能源转型;能源普及率;家庭能源清洁化程度;青藏高原少数民族聚居区

当前,加快传统固态能源向清洁能源转型是世界各国应对全球气候变化、强化地方环境治理和促进区域可持续发展的重要路径<sup>[1]</sup>。其中,家庭能源消费作为区域人地关系的基础载体、人与环境互动的的基本单元,具有复杂性和明显的空间差异性特征,是当前中国乃至其他发展中国家能源转型研究的前沿和热点<sup>[2-4]</sup>。作为“地球第三极”,青藏高原因其独特的自然环境,是中国重要的生态环境系统脆弱区<sup>[5]</sup>,也是全球典型的多民族聚居区与多元文化

交融区<sup>[6]</sup>。伴随经济社会的发展及人口的增长,亟需开展青藏高原地区人类活动与生态环境交互胁迫的机理及演变过程研究<sup>[7-8]</sup>。尤其是,近年来城镇化、现代化进程的快速推进,加快了青藏高原地区清洁能源(电、管道天然气、太阳能等)设施的日益完善,家庭能源消费结构及其环境效应也逐渐发生了深刻变化<sup>[9-12]</sup>。为此,开展青藏高原家庭能源转型研究,对科学认知能源转型效应的地域分异规律及其影响机理具有重要的学术价值,对推动青藏高原可

收稿日期:2023-02-16;修订日期:2023-05-19。

**基金项目:**第二次青藏高原综合科学考察研究项目(2019QZKK0406);国家自然科学基金项目(41971159);教育部人文社会科学研究青年基金项目(20YJCZH234)。[Foundation: The Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research Program, No. 2019QZKK0406; National Natural Science Foundation of China, No. 41971159; Humanities and Social Science Research Youth Fund Project of Ministry of Education, No. 20YJCZH234.]

**第一作者简介:**周婷(1995—),女,河北唐山人,博士生,主要研究方向为区域可持续发展。E-mail: zting1624@163.com

**\*通信作者简介:**王强(1982—),男,河北成安人,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为经济地理与区域可持续发展。  
E-mail: wangq@fjnu.edu.cn

**引用格式:**周婷,王强,党牛,等. 青藏高原少数民族聚居区家庭能源转型效应及其影响因素研究: 基于青海省1188户家庭的问卷调查[J]. 地理科学进展, 2023, 42(10): 1921-1932. [Zhou Ting, Wang Qiang, Dang Niu, et al. Effects of household energy transition and its influencing factors in ethnic minority areas of the Tibetan Plateau: Based on a questionnaire survey of 1188 households in Qinghai Province. Progress in Geography, 2023, 42(10): 1921-1932.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2023.10.005

持续发展、生态文明建设以及人居环境改善具有重大的现实意义。

由于青藏高原地区高寒缺氧,人口分布稀疏<sup>[13]</sup>,民族与文化多元,家庭社会经济数据获取难度较大,在很大程度上限制了对该地区家庭能源消费特征的深入研究。现有少量围绕青藏高原家庭能源消费开展的研究,如姜璐等<sup>[14]</sup>发现,区域地理环境特征及资源禀赋显著影响着家庭能源结构的基本特征,青海省牧区以畜粪(61.3%)为主要家庭能源,农区家庭以柴薪(31.9%)、秸秆(22.3%)为主,而农牧交错区则以煤炭(21.9%)、畜粪(21.1%)和薪柴(16.7%)为主。丁涛等<sup>[15]</sup>认为青海地区的清洁供暖主要围绕两域(青海湖、三江源)四县(天峻、祁连、尖扎、达日)三市(西宁、格尔木、海东)开展,2018年班彦新村能源改造工作,为124户家庭解决了土炕烧柴的污染问题。李宏庆等<sup>[16]</sup>通过对青海省100户土族家庭的实地调研发现,土族以煤炭、秸秆等高污染能源作为主要家庭用能,随着家庭经济条件改善,能源消费结构逐渐向多元化转变,对能源重要性的认知逐渐从生物质能源转变为商品能源。李玲燕等<sup>[17]</sup>基于青海、甘肃等地的1263户农村家庭的调研数据得出,青海高寒生态脆弱区农村家庭的取暖清洁能源使用比重最低约为11%。Zhuang等<sup>[18]</sup>指出,青藏高原约有700万人口依然依赖牦牛粪进行做饭、取暖活动,亟需探索实现家庭能源向可负担、清洁能源转变的途径。Zhang等<sup>[19]</sup>通过对蒲曲河流域3县701户家庭的能源消费进行调查发现,使用传统生物质能的农户占比约99.27%,农村家庭能源转型仍有很大空间。整体来看,已有研究主要侧重青藏高原家庭能源消费地区分异的探讨<sup>[20-21]</sup>,而青海作为一个多民族地区,不仅地域差异对于公共服务有显著影响<sup>[22]</sup>,民族差异也会影响家庭能源选择,因此,有必要对少数民族聚居区的能源转型差异特征及其影响因素进行深入研究。

基于以上考虑,本文依托中国科学院第二次青藏高原综合科学考察,以青海省少数民族聚居区内常住家庭为研究对象,开展家庭能源消费入户研究,从地区清洁能源普及率与家庭能源清洁化程度两个方面来刻画研究区家庭能源转型效应,通过城乡与分区两个视角揭示家庭能源转型的空间分异特征,进而客观认识家庭能源清洁化程度的影响因素,旨在为探寻家庭能源清洁化路径提供科学基础,进而为家庭能源转型、人居环境改善与生态环境可持续发展提供决策依据。

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源

中国科学院第二次青藏科考“生态安全保障的地域功能类型与区划”分队实地考察自2021年5月1日开始,于6月30日结束,共历时61 d。调查方法以田野调查和半结构式访谈相结合的形式为主,调研区域涵盖了青海省8个州、市,涉及了43个区、县。考虑到青海省是中国少数民族人口占比最高的省份,因此,在抽样过程中着重考察了少数民族聚居区家庭的能源转型情况。根据青海省各区县户籍统计人口所占比例进行家庭抽样调查。其中,在果洛藏族自治州、玉树藏族自治州、海北藏族自治州等少数民族自治州,选取700户家庭开展随机问卷发放,占发放问卷总数的50%;在非少数民族自治州的海东市、西宁市,选取700户家庭开展随机问卷发放,占发放问卷总数的50%,其中包括互助土族自治县、民和回族土族自治县和大通回族土族自治县等少数民族自治县随机选取的350户家庭。统计回收问卷数量共计1328份,其中有效问卷1188份,占回收总数的89.5%;因未作答内容较多、作答选项之间答案存在明显排他性等原因而产生的无效问卷140份,占总数的10.5%。

调查内容主要包括:① 家庭基本信息,主要包括家庭地址、民族属性、家庭成员及职业、家庭年收入、主要经济来源等;② 家庭能源活动特征,包括家庭能源消费类型、能源获取认知、是否具有节能意识等。其中,传统固态能源主要包括薪柴、成品油、畜粪、秸秆和煤炭,现代清洁能源则主要包括电、煤气、太阳能、天然气和沼气。

### 1.2 研究方法

本文通过地区清洁能源普及率与家庭能源清洁化程度两方面来刻画少数民族聚居区家庭能源转型效应:一方面,根据《国家级生态村创建标准(试行)》可知,清洁能源普及率是指使用清洁能源的户数占总户数的比例<sup>[23-24]</sup>,因此,采用地区清洁能源普及率来描述地区现代清洁能源设施覆盖率,有助于从宏观上辨析研究区能源基础设施布局的空间差异;另一方面,由于家庭能源使用的广泛性,仅从能源使用总量或者是否使用清洁能源来衡量能源转型情况会导致研究结果的偏差<sup>[25]</sup>,因此,结合家庭能源使用情况,采用家庭能源清洁化程度,从照明、炊事和取暖3类用途来刻画家庭能源消费行为,并且进

一步探究家庭能源清洁化水平及其影响因素,有利于从微观上反映个体家庭的能源转型效应。

1.2.1 地区清洁能源普及率

地区清洁能源普及率,即现代清洁能源设施覆盖率,可用以下公式表示:

$$P_m = N_m / N \times 100\% \tag{1}$$

$$P_c = N_c / N \times 100\% \tag{2}$$

$$P_a = P_m - P_c \tag{3}$$

式中: $P_m$ 指的是地区清洁能源普及率, $N_m$ 指的是所在区(县)所调查的家庭中使用现代清洁能源的家庭数量, $N$ 指的是所在区(县)所调查的家庭总数量; $P_c$ 指的是复合能源普及率, $N_c$ 指的是所在区(县)所调查的家庭中同时使用传统与现代能源的家庭数量; $P_a$ 为已完全实现能源转型的家庭占比。

1.2.2 家庭能源清洁化程度

根据已有研究与调查得知家庭能源消费的实际使用情况,本文选择家庭能源清洁化程度作为被解释变量<sup>[25]</sup>。由于研究区家庭能源消费主要以照明、炊事与取暖3类用途为主<sup>[9,14]</sup>,本文将家庭能源清洁化程度定义如下:如果家庭在照明、炊事和取暖3个方面均没有使用现代清洁能源,则赋值为0;如果家庭有1、2、3个方面主要使用现代清洁能源,则分别赋值为1、2、3。最终得到家庭能源清洁化程度由低到高依次为0、1、2、3。

1.2.3 家庭能源清洁化程度影响因素分析

1) 变量选取

目前已有较多文献证实了个体特征、家庭特

征、气候条件、政策因素等对家庭能源使用产生重要影响<sup>[26-30]</sup>。借鉴以往研究成果,结合实际调研情况,本文拟从家庭人口特征、就业与收入特征、民族群体特征、区位特征、认知水平与气候条件6个方面(表1)探究相关因素对研究区家庭能源清洁化程度异质性的影响。

① 家庭人口特征。家庭人口的数量、人口年龄与受教育水平对家庭的能源活动具有不同程度的影响<sup>[10]</sup>。由调查可知,研究区家庭的总人口数差别较小,平均家庭规模接近4人,年龄结构以青壮年(15~40岁)为主,14岁及以下少年和儿童数量较少。而从教育方面看,研究区家庭平均受教育水平较低,仅为9.0年。根据Chen等<sup>[31]</sup>的研究,学历低的家庭更倾向于使用传统能源。

② 就业与收入特征。不同职业群体与家庭收入水平对能源选择也有重要影响<sup>[32]</sup>。调查数据显示,研究区家庭平均年收入约为39168元,从事农牧工作的家庭占比为45.6%。考虑到被访者的主观印象偏差以及保护家庭隐私等原因,家庭收入的极端值较多,方差较大,因此本文在回归分析前对家庭收入数据进行了对数处理。

③ 民族群体特征。少数民族与汉族有着不同的文化传统与生活方式,能源消费行为也存在很大差异<sup>[10,33]</sup>。由调查问卷可知,研究对象中的少数民族家庭数量占比约为72.7%。

④ 区位特征。研究区城乡之间的能源使用存在较大差别<sup>[34-35]</sup>。本文将样本分成城镇与农村两个

表1 变量及度量方法  
Tab.1 Variables and measurement

变量类型	变量名称	变量符号	度量方法
因变量	家庭能源清洁化程度	$Y$	家庭能源清洁化程度由低到高依次为0、1、2、3
自变量	家庭人口特征	家庭人口的数量	$X_1$ 家庭人口数量(人)
		人口年龄	$X_2$ 家庭中是否有14岁及以下人口,是则 $X_2=1$ ,否则 $X_2=0$
		受教育水平	$X_3$ 是否有65岁以上人口,是则 $X_3=1$ ,否则 $X_3=0$
	就业与收入特征	受教育水平	$X_4$ 平均受教育年限
		家庭收入水平	$X_5$ 家庭年收入(元)
		从事农牧工作	$X_6$ 是则 $X_6=1$ ,否则 $X_6=0$
	民族群体特征	民族差异	$X_7$ 是否是少数民族,是则 $X_7=1$ ,否则 $X_7=0$
	区位特征	城乡差异	$X_8$ 如果地区=城镇地区,则 $X_8=0$ ;如果地区=农村地区,则 $X_8=1$
	认知水平	能源获取是否有困难	$X_9$ 是则 $X_9=1$ ,否则 $X_9=0$
		是否有节能意识	$X_{10}$ 是则 $X_{10}=1$ ,否则 $X_{10}=0$
		是否对生活环境满意	$X_{11}$ 是则 $X_{11}=1$ ,否则 $X_{11}=0$
	气候条件	家庭人员是否健康	$X_{12}$ 是则 $X_{12}=1$ ,否则 $X_{12}=0$
		年平均气温	$X_{13}$ 年平均气温( $^{\circ}\text{C}$ )

注:根据调研资料及《中国气象要素年度空间插值数据集》计算。



组别,分别计算用能特征。

⑤ 认知水平。通过问卷调查,对家庭用能方面的认知水平进行了探究<sup>[36]</sup>。

⑥ 气候条件。理解气候变化对于生计的影响至关重要<sup>[37]</sup>,考虑到青藏高原人类生产生活方式受自然因素的影响较大,本文将年平均气温纳为自变量之一,以探究其对于家庭能源使用的影响。

## 2) 模型设定

由于被解释变量“家庭能源清洁化程度”的选项包含多个且是有序的,因此,采用多元有序 Logistic 回归模型来定量识别影响家庭能源清洁化程度的影响因素,其公式如下<sup>[38-39]</sup>:

$$\ln \left( \frac{p(y \leq j|x)}{1 - p(y \leq j|x)} \right) = \mu_j - \left( \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i \right) \quad (4)$$

$$p(y \leq j|x) = \frac{e^{\mu_j - (\alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i)}}{1 + e^{\mu_j - (\alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i)}} \quad (5)$$

式中: $j$ 表示的是家庭能源清洁化程度类型, $j=0, 1, 2, 3$ ;  $y$ 是被解释变量;  $p(y \leq j|x)$ 表示家庭能源清洁化程度 $j$ 种类型及以下类别的累计概率;  $x_i$ 表示影响家庭能源清洁化程度的第 $i$ 个因素, $i=1, 2, \dots, k$ ;  $\alpha$ 为截距项,  $\beta_i$ 为偏回归系数,  $\mu_j$ 为分界点。

## 2 结果与分析

### 2.1 家庭能源转型效应的空间差异

本文基于城乡和分区差异两个视角,探究青藏高原少数民族聚居区内的家庭能源转型特征。一方面,城乡二元经济结构致使城镇和农村家庭在生活

条件、经济状况、文化教育等方面存在显著差异<sup>[9]</sup>,其能源消费行为也应具有一定的空间差异性。另一方面,依据自然地理要素特征及相互关系,可将青藏高原划分为不同分区。长期以来,当地社会经济与文化活动基本适应不同区域自然分异规律,形成了相应的社会发展特征<sup>[40]</sup>。结合实地调研可知,青东河湟谷地区由于自然条件相对适宜,水土资源较丰富,是东部人口的主要定居点;而环湖及柴达木盆地的绿州地区人口较密集,农业与工业相对发达;青南高原牧区以高寒草原为主,地广人稀,是畜牧业发展的重点地区<sup>[14]</sup>。基于以上考虑,本文将研究区划分为青东河湟谷地区、环湖及柴达木盆地区和青南高原牧区三大分区,以此揭示家庭能源转型效应的分区差异。

#### 2.1.1 城乡清洁能源普及差异特征

由研究结果可知(图 1a),城乡地区现代清洁能源普及率均超过 90%,差距不大,但在复合能源的普及率上城乡之间存在较大区别。其中,城镇地区的复合能源普及率约为 56.9%,完全实现能源转型的家庭占比约为 43.1%,而农村地区完全实现能源转型的家庭占比不足 20%,表明农村地区的能源消费转型亟待加强。

从不同清洁能源普及率来看(图 1b),城镇地区实现了电力覆盖,而农村地区距电力全覆盖仍有一定差距;受限于管道覆盖范围狭窄和农村居住地的高度分散化<sup>[41]</sup>,农村地区的天然气普及率远低于城镇地区,约 15.9%;相反,农村地区太阳能普及率约为 80.5%,明显高于城镇地区(73.1%),主要由于太阳能作为绿色便利的新能源,更易为农村家庭所接

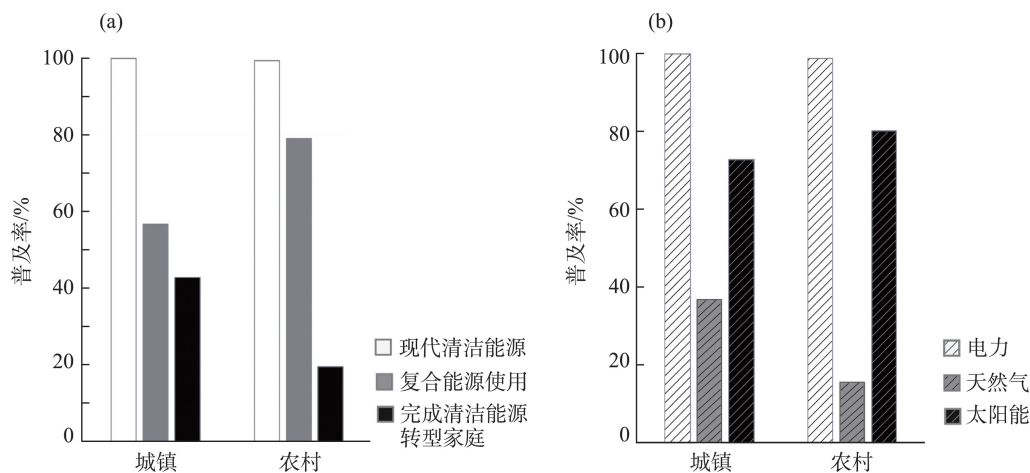


图 1 研究区城乡家庭能源普及差异

Fig.1 Differences in energy penetration between urban and rural households of the study area

受<sup>[42]</sup>,不仅为现代能源设施供给较弱的农村家庭提供了更多用能选择,而且创造了卫生健康的用能环境。

从不同家庭用能活动来看(图2),城乡家庭照明用能均以现代清洁能源为主,使用率均超过90%,城乡差异相对较小。城乡家庭炊事用能类型存在一定差别,其中,农村家庭对传统固态能源的使用比重为27.7%,显著高于城镇的使用比重(8.8%);而城镇家庭则广泛使用现代清洁能源,使用率约为60%,显著高于农村家庭(32.1%)。城乡家庭取暖用能差异最为显著,其中,农村家庭对传统固态能源取暖的使用比例约为50%,而城镇家庭将传统固态

能源用于取暖的比例仅为22.3%,超过60%的城镇家庭利用现代清洁能源进行取暖。

2.1.2 三大分区清洁能源普及差异特征

青藏高原少数民族聚居区内的家庭能源转型存在一定程度的地区差异(图3a)。除了青南高原牧区的普及率相对较低外,环湖及柴达木盆地区和青东河湟谷地区2个分区的清洁能源普及率均达到100%。从复合能源的角度来看,环湖及柴达木盆地区的使用率仍是最高;青东河湟谷地区的使用率最低,约为59.9%。

从不同清洁能源普及率来看(图3b),三大分区在电力普及率方面差别最小,而在天然气与太阳能

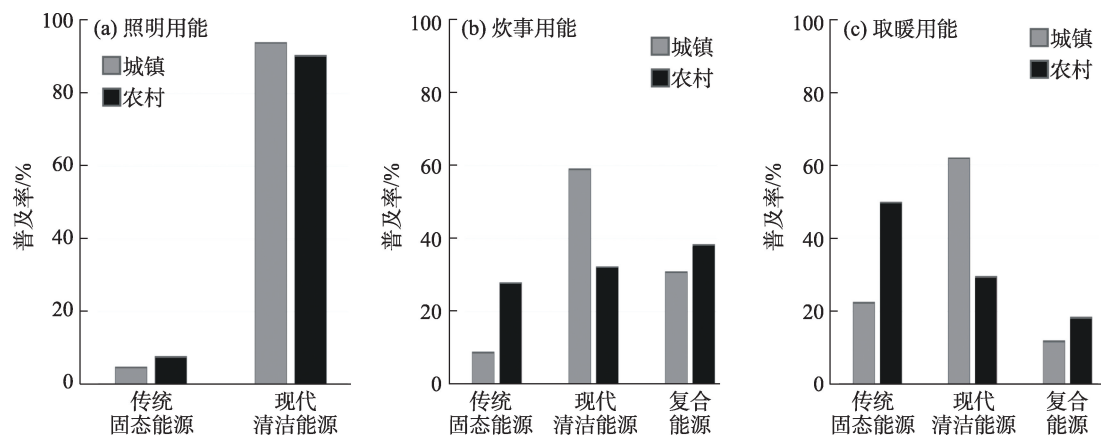


图2 研究区城乡家庭能源用途差异

Fig.2 Differences in energy use between urban and rural households of the study area

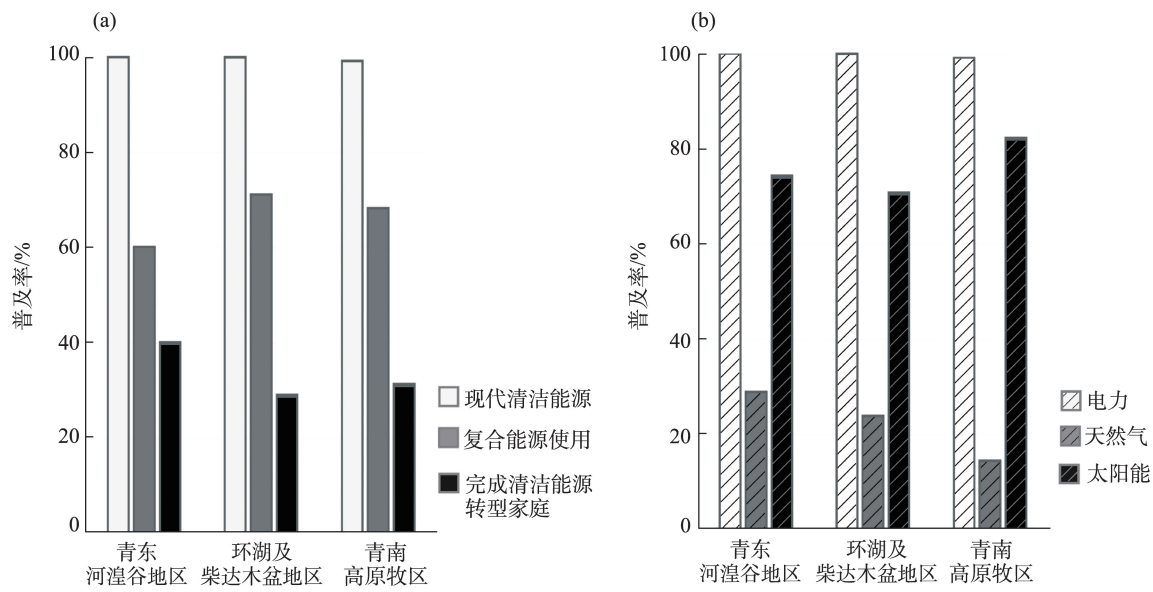


图3 三大分区家庭能源普及差异

Fig.3 Differences of household energy penetration in three major regions

的普及率方面存在较大差异。青东河湟谷地区的天然气普及率最高,约28.9%,青南高原牧区的天然气普及率仅为14.4%,说明该地区气态能源设施配套相对滞后<sup>[10,43]</sup>,但青南高原牧区的太阳能普及率则相对较高,究其原因在于青南地区年日照充足,年时数在2500~3200 h之间,年辐射量在623.5~674.7 kJ/cm<sup>2</sup>,太阳能利用条件良好。

从不同的能源用途来看,三大分区家庭之间的能源普及存在一定程度的差异(图4)。就照明用能而言,三大分区均以现代清洁能源为主,较少使用传统固态能源,其中青东河湟谷地区仅有4.4%的家庭使用传统固态能源,青南高原牧区的家庭使用传统固态能源的比例略高,约12.7%;就炊事用能而言,三大分区家庭能源普及率的差异较为明显,其中,青东河湟谷地区采用现代清洁能源用于炊事的家庭比重高达43.2%,远高于其他两个地区。此外,三大分区家庭在取暖用能方面亦存在一定的差异,青东河湟谷地区的现代清洁能源使用率超过40%,明显高于其他两个地区;在复合能源的使用率上,环湖及柴达木盆地区高于另外两个地区,比重约为18.5%。

## 2.2 家庭能源清洁化程度及其影响因素

整体来看,研究区内约有77.3%的家庭在照明、炊事与取暖3个方面中使用清洁能源,而均没有使用现代清洁能源的家庭占比不超过5%。如图5所示,西宁市样本家庭中有65.4%的家庭在照明、炊事与取暖3个用途方面均使用清洁能源,家庭能源清洁化程度相对较高,而玉树藏族自治州、黄南藏族自治州这一占比仅为40%左右,地区差异明显。

为进一步明确影响家庭能源清洁化程度的主要因素,运用SPSS 26.0统计软件对于研究样本数据进行了多元有序Logistic回归估计,结果见表2。

平行性检验是判断多元有序Logistic回归模型是否适用的依据。该模型的平行性检验结果显示 $P$ 值为0.053,大于0.05,说明数据满足使用多元有序Logistic回归模型的条件。从该模型拟合信息可知,显著性小于0.001,表明模型具有统计意义,通过显著性检验。

具体来讲,家庭中是否有65岁以上人口、城乡差异、能源获取是否困难这3个因素与研究区家庭能源清洁化程度呈负相关关系且分别通过5%、1%、10%的显著性检验,表明:①有65岁以上人口的家庭更少使用清洁能源,这主要与老年人口节俭和保守的思想观念相关,其家庭用能倾向于选择秸秆、薪柴等传统能源,对于天然气、煤气等现代清洁能源的使用接受度相对较低,这与谢伦裕等<sup>[44]</sup>,姜璐等<sup>[9]</sup>的研究结果一致。②城乡差异是家庭能源清洁化程度的重要影响因子。相较于城镇家庭,农村家庭能源清洁化程度较低。究其原因在于,受限於经济发展水平与现代能源的可获得性,农村地区生活能源消费主要以秸秆、薪柴和煤等传统能源为主,而高质量的商品能源和可再生能源的比例相对较低<sup>[45-46]</sup>,而城镇地区家庭由于生活方式和消费模式的不断优化,消费结构朝着更清洁的能源转变<sup>[47]</sup>。③能源获取存在困难的家庭较少使用清洁能源,这主要受相关能源基础设施可达性或家庭能源可负担性的影响<sup>[41]</sup>。

平均受教育年限、是否有节能意识以及年平均

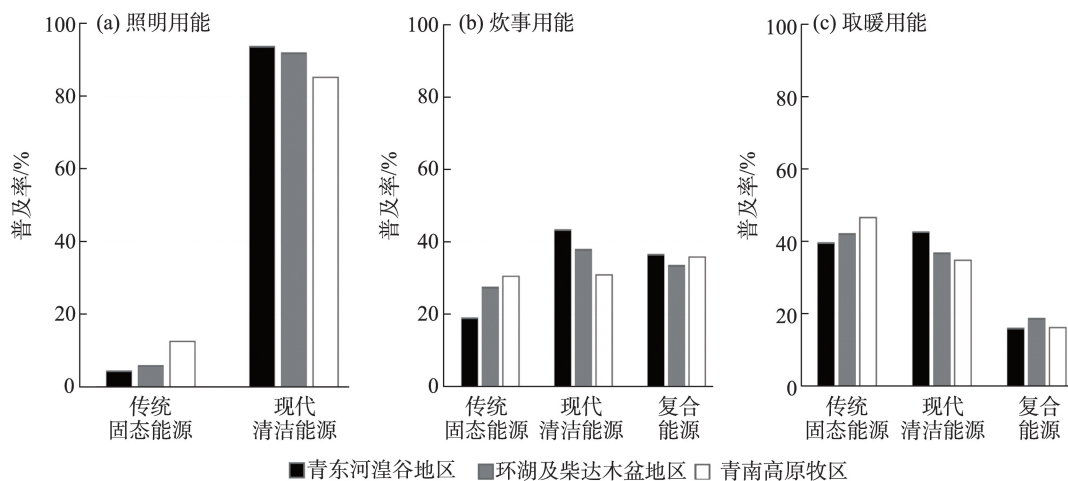
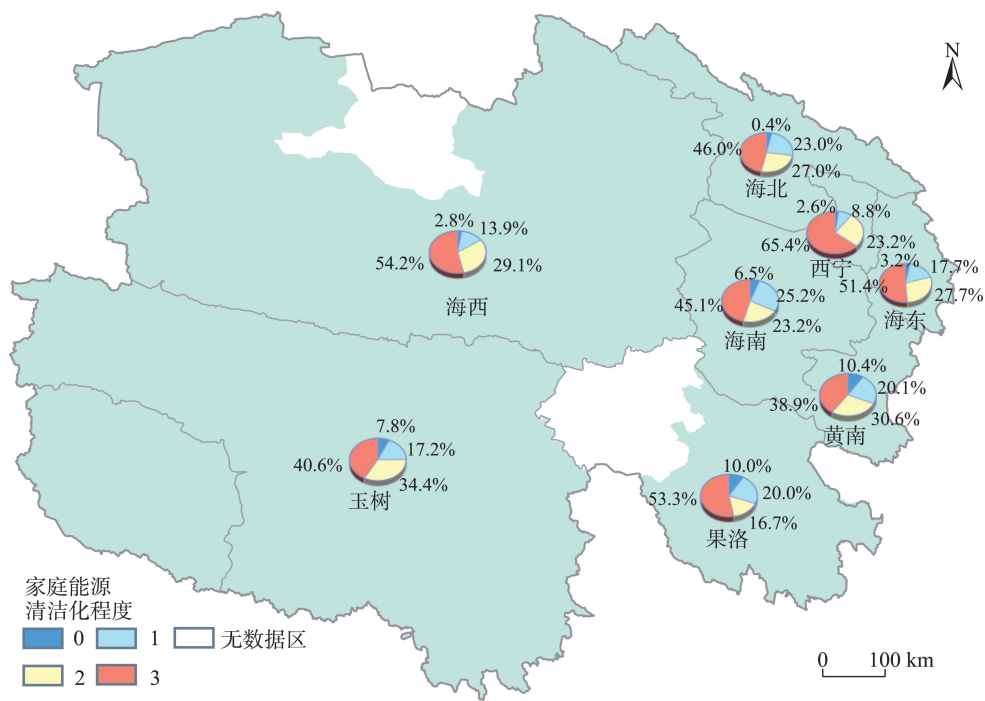


图4 三大分区家庭能源用途差异

Fig.4 Differences of household energy use in three major regions



注：本图基于国家青藏高原科学数据中心审图号为青S(2021)第261号的标准地图制作，底图无修改。

图5 研究区家庭能源清洁化程度

Fig.5 Degree of household energy cleanliness of the study area

表2 家庭能源清洁化程度影响因素回归分析结果

Tab.2 Results of regression analysis of factors influencing the degree of household energy cleanliness				
变量	回归系数	标准误	Wald统计量	显著性
家庭人口数量	0.473	0.408	1.346	0.246
家庭中是否有14岁以下人口	-0.237	0.381	0.388	0.533
家庭中是否有65岁以上人口	-0.571**	0.358	2.547	0.011
平均受教育年限	1.072***	0.263	16.629	<0.001
家庭年收入对数	5.245E-07	9.879E-07	0.282	0.595
是否从事农牧工作	0.221	0.120	3.371	0.066
是否是少数民族	-0.268*	0.141	3.608	0.057
城乡差异	-0.663***	0.146	20.778	<0.001
能源获取是否有困难	-0.326*	0.170	3.698	0.054
是否有节能意识	0.670***	0.132	25.700	<0.001
是否对生活环境满意	-0.195	0.181	1.154	0.283
家庭人员是否健康	-0.104	0.243	0.184	0.668
年平均气温	0.867**	0.304	8.146	0.004
Sig.			<0.001	
Cox & Snell R <sup>2</sup>			0.339	
Nagelkerke R <sup>2</sup>			0.355	

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示通过1%、5%、10%的显著性水平检验。

气温这3个因素与研究区家庭能源清洁化程度呈正相关关系且分别通过1%、1%以及5%的显著性检验。具体来看：①随着家庭平均受教育年限的增加，家庭能源清洁化程度则更高，这表明高教育水

平的家庭更倾向应用现代清洁能源，教育水平与环保意识具有明显的正相关关系<sup>[48-49]</sup>。②是否有节能意识也是影响家庭能源清洁化程度的重要影响因素。传统固态能源的燃烧效率低且污染程度高，当



家庭成员的节能意识不断增强,能源消费组合会逐渐升级<sup>[25]</sup>,最终实现向现代能源的转换。③年平均气温对于家庭能源清洁化程度具有正向影响,对于生活在年均气温较低地区的家庭而言,更倾向于使用薪柴、秸秆与煤炭等价格低廉的能源以满足取暖需求<sup>[50]</sup>,从而降低取暖成本,而生活在年均气温较高地区的家庭,取暖用能需求较小,能源使用成本相对较低,对于现代清洁能源可负担性更强。

此外,本文探究了民族群体差异对于家庭能源清洁化程度的影响。从研究结果来看,是否是少数民族与研究区家庭能源清洁化程度呈负相关关系,且通过10%的显著性检验。这表明,少数民族家庭的能源清洁化程度相对较低,而汉族家庭的能源清洁化程度较高。由以往研究可知,民族差异可能对家庭在能源选择和使用量方面的决策有着潜在的重大影响<sup>[25]</sup>,少数民族家庭更有可能选择薪柴作为能源,这与本文具有一致性。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

家庭是社会能源终端消费的基本单元,本文通过使用田野调查和半结构式访谈数据,从地区清洁能源普及率和家庭能源清洁化程度两个方面对青藏高原少数民族聚居区内家庭能源转型效应进行分析,依托城乡与分区两个视角揭示家庭能源转型的空间分异特征,并构建了家庭能源清洁化程度影响因素分析模型,得出如下结论:

(1) 从地区清洁能源普及率来看,研究区家庭能源转型存在显著的城乡与地区差异。城镇地区的复合能源的普及率约为56.9%,而农村地区完全实现能源转型的家庭占比不足20%,家庭能源消费亟待转型。三大分区中,除青南高原牧区的现代清洁能源普及率相对较低外,环湖及柴达木盆地区和青东河湟谷地区两个分区的现代清洁能源普及率基本达到100%。

(2) 从家庭能源清洁化程度来看,在照明、炊事与取暖3个用途方面,研究区内约有77.3%的家庭有3个方面主要使用清洁能源,而均没有使用现代清洁能源的家庭占比不超过5%。

(3) 家庭人口特征、区位特征、认知水平、气候条件以及民族群体特征等方面均在不同程度上影响着家庭能源清洁化程度。未来在推动研究区家

庭能源转型的过程中,不仅要关注家庭的区域差异,亦要注重对家庭成员认知与行为的引导,同时也应加强对少数民族家庭能源清洁化的重视与支持。

#### 3.2 讨论

本文基于青海省1188户家庭的问卷调查,对青藏高原少数民族聚居区内家庭能源转型的分区响应与影响因素进行了解析,提出相应的家庭能源结构清洁化路径与策略。

首先,优化青藏高原少数民族聚居区城乡能源结构,缩小城乡用能差距,推动城镇与农村地区的能源平等。对于城镇地区,应继续加强天然气、太阳能等清洁能源基础设施的普及与完善,助推集中供暖的全覆盖;对于农村地区,不仅要加大能源基础设施的改造力度,也可以通过生物质颗粒燃料的推广,在炊事和取暖活动中替代大量使用的煤炭、秸秆,以提高能源使用的便捷性与清洁度。

其次,推动研究区三大分区之间能源转型平衡发展。对于青东河湟谷地区和环湖及柴达木盆地区,应进一步加强能源设施的规划,并通过严格贯彻生态保护措施以减少传统固态能源的采集来源,促使家庭能源消费向商品化与清洁化转变;对于青南高原牧区,应注重利用青南高原牧区的自然资源优势,尤其是太阳能、风能等,降低家庭获取现代清洁能源的难度,以满足区域内家庭不断增长的能源需求。

第三,提升研究区家庭对能源转型的认知水平。通过提高家庭成员受教育水平,广泛普及低碳能源的消费知识,提升节约能源的意识,鼓励居民使用高效清洁能源,带动老年人口改变落后的消费行为。

最后,加强对青藏高原地区少数民族与汉族家庭在能源消费方面差异的关注,注重对少数民族群体在能源使用方面的引导,将减贫和提高能源效率纳入能源政策,通过能源消费补贴等形式,为少数民族家庭提供更加优惠、高效的现代清洁能源。

本文对青藏高原少数民族聚居区内家庭能源转型的分区效应与成因解析展开了深入探究,有助于增强对少数民族聚居区内能源转型的空间差异特征及影响因素的认识,对于少数民族聚居区内家庭能源清洁化路径探索具有指导意义,但也存在以下研究不足与待改进方面:①受限于调研数据的可获得性,未能实现对于研究区家庭能源消费量与能



源结构独特性的全面揭示,今后需进一步扩展数据获取方式,便于更加精细化研究;② 本文从城乡与三大分区2个视角对少数民族聚居区的家庭能源转型分区特征进行分析,未来可通过不同地理空间尺度下的能源转型空间效应研究,建立不同时空尺度与组织尺度下的能源转型模型,为青藏高原可持续发展与生态文明建设提供学理依据与决策支撑。

**致谢:** 本文涉及的问卷调查由参与第二次青藏科考“生态安全保障的地域功能类型与区划”分队的北京师范大学地理科学学部师生组织实施,并得到青海师范大学地理科学学院师生的大力协助,特此致以诚挚感谢!

### 参考文献(References)

- [1] Kammen D M, Sunter D A. City-integrated renewable energy for urban sustainability [J]. *Science*, 2016, 352: 922-928.
- [2] Pachauri S, Jiang L W. The household energy transition in India and China [J]. *Energy Policy*, 2008, 36(11): 4022-4035.
- [3] Emodi N V, Haruna E U, Abdu N, et al. Urban and rural household energy transition in Sub-Saharan Africa: Does spatial heterogeneity reveal the direction of the transition? [J]. *Energy Policy*, 2022, 168: 113118. doi: 10.1016/j.enpol.2022.113118.
- [4] Nguyen T T, Nguyen T T, Hoang V N, et al. Energy transition, poverty and inequality in Vietnam [J]. *Energy Policy*, 2019, 132: 536-548.
- [5] 姚檀栋, 陈发虎, 崔鹏, 等. 从青藏高原到第三极和泛第三极 [J]. *中国科学院院刊*, 2017, 32(9): 924-931. [Yao Tandong, Chen Fahu, Cui Peng, et al. From Tibetan Plateau to Third Pole and Pan-Third Pole. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(9): 924-931. ]
- [6] 戚伟, 刘盛和, 周亮. 青藏高原人口地域分异规律及“胡焕庸线”思想应用 [J]. *地理学报*, 2020, 75(2): 255-267. [Qi Wei, Liu Shenghe, Zhou Liang. Regional differentiation of population in Tibetan Plateau: Insight from the "Hu Line". *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(2): 255-267. ]
- [7] 陈发虎, 汪亚峰, 甄晓林, 等. 全球变化下的青藏高原环境影响及应对策略研究 [J]. *中国藏学*, 2021(4): 21-28. [Chen Fahu, Wang Yafeng, Zhen Xiaolin, et al. Research on environmental impact and response strategies of the Tibetan Plateau under global change. *China Tibetology*, 2021(4): 21-28. ]
- [8] 傅伯杰, 欧阳志云, 施鹏, 等. 青藏高原生态安全屏障状况与保护对策 [J]. *中国科学院院刊*, 2021, 36(11): 1298-1306. [Fu Bojie, Ouyang Zhiyun, Shi Peng, et al. Current condition and protection strategies of Qinghai-Tibet Plateau ecological security barrier. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2021, 36(11): 1298-1306. ]
- [9] 姜璐, 邢冉, 陈兴鹏, 等. 青藏高原农区农户的家庭能源消费研究 [J]. *地理科学*, 2020, 40(3): 447-454. [Jiang Lu, Xing Ran, Chen Xingpeng, et al. Rural household energy consumption of farmers in the Qinghai-Tibet Plateau. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(3): 447-454. ]
- [10] 孙永龙, 牛叔文, 胡嫒嫒, 等. 高寒藏区农牧村家庭能源消费特征及影响因素: 以甘南高原为例 [J]. *自然资源学报*, 2015, 30(4): 569-579. [Sun Yonglong, Niu Shuwen, Hu Yuanyuan, et al. The characteristics and influencing factors of rural household energy consumption in Alpine Tibetan area: A case study of Gannan Plateau. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(4): 569-579. ]
- [11] 金勇, 马吉明, 朱守真, 等. 可再生能源开发及多能互补分析: 以青海为例 [J]. *清华大学学报(自然科学版)*, 2022, 62(8): 1357-1365. [Jin Yong, Ma Jiming, Zhu Shouzhen, et al. Renewable energy development and multi-energy complementation: Taking Qinghai as an example. *Journal of Tsinghua University (Science and Technology)*, 2022, 62(8): 1357-1365. ]
- [12] 李红霞, 张祥成, 李芳, 等. 清洁能源示范省建设背景下青海能源需求预测及清洁化发展对策 [J]. *中国电力*, 2021, 54(7): 1-10, 26. [Li Hongxia, Zhang Xiangcheng, Li Fang, et al. Qinghai energy demand forecasting and development strategy research under the background of construction of clean energy demonstration province. *Electric Power*, 2021, 54(7): 1-10, 26. ]
- [13] 陈发虎, 夏欢, 高玉, 等. 史前人类探索、适应和定居青藏高原的历程及其阶段性讨论 [J]. *地理科学*, 2022, 42(1): 1-14. [Chen Fahu, Xia Huan, Gao Yu, et al. The processes of prehistoric human activities in the Tibetan Plateau: Occupation, adaptation and permanent settlement. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(1): 1-14. ]
- [14] 姜璐, 余露, 薛冰, 等. 青海省家庭能源消费结构地域特征 [J]. *经济地理*, 2019, 39(8): 146-152, 176. [Jiang Lu, Yu Lu, Xue Bing, et al. Regional characteristics of household energy consumption structure in Qinghai Province. *Economic Geography*, 2019, 39(8): 146-152, 176. ]
- [15] 丁涛, 孙瑜歌, 贺元康, 等. 西北地区清洁供暖发展现状与典型案例(一): 政策现状与现存问题 [J]. *中国电机工程学报*, 2020, 40(15): 4881-4892. [Ding Tao, Sun Yuge, He Yuankang, et al. Analyzing current development and typical cases of clean heating supply in North-

- west China (I): Policy status and existing problems. *Proceedings of the CSEE*, 2020, 40(15): 4881-4892. ]
- [16] 李宏庆, 邢冉, 姜璐, 等. 青藏高原东北部土族家庭能源消费特征 [J]. *自然资源学报*, 2020, 35(11): 2793-2802. [Li Hongqing, Xing Ran, Jiang Lu, et al. Household energy consumption characteristics of the Tus ethnic group in the northeast of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(11): 2793-2802. ]
- [17] 李玲燕, 祝永超, 宋慧慧, 等. 西北生态脆弱区农户取暖能源选择行为的空间异质性及其影响因素研究: 基于陕西、甘肃、青海、宁夏 1263 户农村家庭的调研数据 [J]. *干旱区资源与环境*, 2023, 37(1): 36-43. [Li Lingyan, Zhu Yongchao, Song Huihui, et al. Spatial heterogeneity of farmer's heating energy selection behavior in ecotones of Northwest China. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2023, 37(1): 36-43. ]
- [18] Zhuang M H, Lu X, Peng W, et al. Opportunities for household energy on the Qinghai-Tibet Plateau in line with United Nations' sustainable development goals [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, 144: 110982. doi: 10.1016/j.rser.2021.110982.
- [19] Zhang Q Q, Wu Y, Yan J Z, et al. How to promote rural household energy transition in energy poverty area? Evidence from the Pumqu River Basin, Tibetan Plateau [J]. *Energy Reports*, 2023, 9: 539-551.
- [20] Ping X G, Li C W, Jiang Z G. Household energy consumption patterns in agricultural zone, pastoral zone and agro-pastoral transitional zone in eastern part of Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Biomass and Bioenergy*, 2013, 58: 1-9. doi: 10.1016/j.biombioe.2013.08.041.
- [21] Jiang L, Xue B, Xing R, et al. Rural household energy consumption of farmers and herders in the Qinghai-Tibet Plateau [J]. *Energy*, 2020, 192(1): 116649. doi: 10.1016/j.energy.2019.116649.
- [22] 孙健. 西北民族地区农村公共文化服务体系的完善: 以青海为例 [J]. *青海社会科学*, 2011(2): 59-63. [Sun Jian. The improvement of rural public cultural Service system in Northwest Minority areas: Taking Qinghai as an example. *Qinghai Social Sciences*, 2011(2): 59-63. ]
- [23] 阳东海. 邵阳市美丽乡村建设评价研究: 以双桂村为例 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2018. [Yang Donghai. A study on the evaluation of the beautiful countryside construction in Shaoyang: In Shuanggui Village as an example. Changsha, China: Hunan Agricultural University, 2018. ]
- [24] 寇扬扬, 谢静宜. 西藏生态经济发展路径探讨 [J]. *度假旅游*, 2019(4): 321-322. [Kou Yangyang, Xie Jingyi. Discussion on the development path of ecological economy in Tibet. *Vacation Tour*, 2019(4): 321-322. ]
- [25] 李凡略, 何可, 畅华仪, 等. 健康、非农就业与农户家庭清洁能源使用: 基于华中三省的调研数据 [J]. *长江流域资源与环境*, 2021, 30(11): 2778-2791. [Li Fanlve, He Ke, Chang Huayi, et al. Health, non-farm employment and clean energy use in rural households: Based on data from three provinces in the central part of China. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021, 30(11): 2778-2791. ]
- [26] 姜璐, 黄耿志, 谢惠春, 等. 空间尺度视角下的家庭能源消费研究进展与展望 [J]. *地理科学进展*, 2021, 40(10): 1788-1798. [Jiang Lu, Huang Gengzhi, Xie Huichun, et al. A review of household energy consumption research from the perspective of spatial scale. *Progress in Geography*, 2021, 40(10): 1788-1798. ]
- [27] Zou B L, Luo B L. Rural household energy consumption characteristics and determinants in China [J]. *Energy*, 2019, 182: 814-823.
- [28] Wang R, Jiang Z J. Energy consumption in China's rural areas: A study based on the village energy survey [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 143: 452-461.
- [29] 王琦, 熊康宁, 盈斌, 等. 喀斯特地区农村能源消费特征及影响因素 [J]. *中国农业资源与区划*, 2019, 40(3): 146-157. [Wang Qi, Xiong Kangning, Ying Bin, et al. Consumption characteristics of rural energies in Karst area and their influencing factors. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2019, 40(3): 146-157. ]
- [30] 仇焕广, 严健标, 江颖, 等. 中国农村可再生能源消费现状及影响因素分析 [J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2015, 17(3): 10-15. [Qiu Huanguang, Yan Jianbiao, Jiang Ying, et al. Renewable energy consumption in rural China current situation and major driven factors. *Journal of Beijing Institute of Technology (Social Sciences Edition)*, 2015, 17(3): 10-15. ]
- [31] Chen L, Heerink N, van den Berg M. Energy consumption in rural China: A household model for three villages in Jiangxi Province [J]. *Ecological Economics*, 2006, 58(2): 407-420.
- [32] 董梅, 徐璋勇. 农村家庭能源消费结构及影响因素分析: 以陕西省 1303 户农村家庭调查为例 [J]. *农林经济管理学报*, 2018, 17(1): 45-53. [Dong Mei, Xu Zhangyong. Energy consumption structure of rural households and influencing factors: Based on 1303 rural households in Shaanxi. *Journal of Agro-Forestry Economics and Management*, 2018, 17(1): 45-53. ]
- [33] Yang X J, Li J, Xu J T, et al. Household fuelwood consumption in western rural China: Ethnic minority fami-

- lies versus Han Chinese families [J]. *Environment and Development Economics*, 2020, 25(5): 433-458.
- [34] 丁志华, 刘振华, 冯猜猜, 等. 城乡居民能源消费行为差异性分析: 以江苏省为例 [J]. *商业经济研究*, 2016(3): 41-43. [Ding Zhihua, Liu Zhenhua, Feng Caicai, et al. Analysis of the difference in energy consumption behavior between urban and rural residents: An example from Jiangsu Province. *Journal of Commercial Economics*, 2016(3): 41-43. ]
- [35] 魏楚, 沈子玥. 基于城乡视角的居民能源消费影响因素研究 [J]. *经济理论与经济管理*, 2019(12): 4-16. [Wei Chu, Shen Ziyue. Determinants of residential energy consumption: A urban-rural comparison. *Economic Theory and Business Management*, 2019(12): 4-16. ]
- [36] 付玉洁. 西安城郊居民清洁能源消费意愿与行为研究 [D]. 西安: 西安科技大学, 2020. [Fu Yujie. Study on the willingness and behavior of clean energy consumption of Xi'an suburban residents. Xi'an, China: Xi'an University of Science and Technology, 2020. ]
- [37] 赵雪雁. 地理学视角的可持续生计研究: 现状、问题与领域 [J]. *地理研究*, 2017, 36(10): 1859-1872. [Zhao Xueyan. Sustainable livelihoods research from the perspective of geography: The present status, questions and priority areas. *Geographical Research*, 2017, 36(10): 1859-1872. ]
- [38] 蒋琳莉, 张俊飏, 何可, 等. 农业生产性废弃物资源处理方式及其影响因素分析: 来自湖北省的调查数据 [J]. *资源科学*, 2014, 36(9): 1925-1932. [Jiang Linli, Zhang Junbiao, He Ke, et al. Agricultural productive waste resource treatment and influencing factors in rural Hubei. *Resources Science*, 2014, 36(9): 1925-1932. ]
- [39] 肖庆业. 农村小学教师工作满意度及其影响因素: 基于多元有序 Logistic 回归模型的实证研究 [J]. *基础教育*, 2019, 16(4): 69-77. [Xiao Qingye. Rural primary school teachers' job satisfaction and the influencing factors: An empirical study based on multinomial ordered logistic regression model. *Journal of Schooling Studies*, 2019, 16(4): 69-77. ]
- [40] 南文渊. 青藏高原生态区划和重点开发战略探讨 [J]. *青海社会科学*, 2001(6): 49-55. [Nan Wenyuan. Ecological regionalization and key development strategies of Qinghai-Tibet Plateau. *Qinghai Social Sciences*, 2001(6): 49-55. ]
- [41] 余利娥. 中国居民生活能源消费影响因素分析: 基于城乡“二元”结构 [J]. *西华大学学报(哲学社会科学版)*, 2018, 37(1): 56-63. [Yu Li'e. Impact factors analysis of energy consumption in residents' life in China: Based on the urban-rural "dualistic" structure. *Journal of Xihua University (Philosophy & Social Sciences)*, 2018, 37(1): 56-63. ]
- [42] 韩昀, 王道龙, 毕于运, 等. 农村家庭用能消费结构变化趋势研究: 山东省郯城县实证分析 [J]. *北京农学院学报*, 2013, 28(4): 47-51. [Han Yun, Wang Daolong, Bi Yuyun, et al. Trend analysis of energy consumption structure of rural household in Tancheng County. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2013, 28(4): 47-51. ]
- [43] 周曙东, 崔奇峰, 王翠翠. 农牧区农村家庭能源消费数量结构及影响因素分析: 以内蒙古为例 [J]. *资源科学*, 2009, 31(4): 696-702. [Zhou Shudong, Cui Qifeng, Wang Cuicui. Study on the quantity, structure and influencing factors of rural household energy consumption: A case study in Inner Mongolia. *Resources Science*, 2009, 31(4): 696-702. ]
- [44] 谢伦裕, 陈飞, 相晨曦. 城乡家庭能源消费对比与影响因素: 以浙江省为例 [J]. *中南大学学报(社会科学版)*, 2019, 25(6): 106-117. [Xie Lunyu, Chen Fei, Xiang Chenxi. Urban and rural residential energy consumption and the determinants: Evidences from Zhejiang Province. *Journal of Central South University (Social Sciences)*, 2019, 25(6): 106-117. ]
- [45] Zhang L X, Yang Z F, Chen B, et al. Temporal and spatial variations of energy consumption in rural China [J]. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2009, 14(11): 4022-4031.
- [46] Zhou Z R, Wu W L, Chen Q, et al. Study on sustainable development of rural household energy in Northern China [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008, 12(8): 2227-2239.
- [47] Zhao X L, Li N, Ma C B. Residential energy consumption in urban China: A decomposition analysis [J]. *Energy Policy*, 2012, 41: 644-653.
- [48] Chen Q, Yang H R, Liu T B, et al. Household biomass energy choice and its policy implications on improving rural livelihoods in Sichuan, China [J]. *Energy Policy*, 2016, 93: 291-302.
- [49] Zhang X B, Hassen S. Household fuel choice in urban China: Evidence from panel data [J]. *Environment and Development Economics*, 2017, 22(4): 392-413.
- [50] 王效华, 冯祯民. 中国农村家庭能源消费研究: 消费水平与影响因素 [J]. *农业工程学报*, 2001, 17(5): 88-91. [Wang Xiaohua, Feng Zhenmin. Study on rural household energy consumption in China consumption level and affecting factors. *Transactions of the CSAE*, 2001, 17(5): 88-91. ]



# Effects of household energy transition and its influencing factors in ethnic minority areas of the Tibetan Plateau: Based on a questionnaire survey of 1188 households in Qinghai Province

ZHOU Ting<sup>1</sup>, WANG Qiang<sup>1\*</sup>, DANG Niu<sup>1</sup>, MAO Xufeng<sup>2</sup>,  
ZHANG Hua<sup>3</sup>, ZHANG Qiqi<sup>1</sup>, CHEN Daquan<sup>1</sup>

(1. School of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China;

2. School of Geographical Science, Qinghai Normal University, Xining 810016, China;

3. Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** Examining the effects of household energy transition and its influencing factors in ethnic minority areas on the Tibetan Plateau is of great significance for promoting the high-quality development of ethnic minority areas and improve the well-being of local residents. Based on field surveys and semi-structured interviews, this study investigated the energy consumption behavior of 1188 households in eight cities (prefectures) of Qinghai Province, and identified the characteristics of household energy transition effects in urban and rural areas of Qinghai Province, the Hehuang valley area of eastern Qinghai Province, the lake area and the Tsaidam Basin area, and the pastoral area of southern Qinghai Province from two aspects of regional clean energy penetration rate and household energy cleanliness degree. A multiple Logistic regression model was used to analyze the influencing factors of household energy cleanliness. The results show that: 1) There is a significant difference in household clean energy penetration rate between urban and rural areas. About 50% of the surveyed households in urban areas mainly use modern clean energy, while household energy consumption in rural areas is in urgent need of transformation. 2) There are some differences in household clean energy use among the three regions. The penetration rate of modern clean energy in the Hehuang valley of eastern Qinghai Province and the lake area and the Tsaidam Basin area has reached 100%, while the energy transition in the pastoral areas of southern Qinghai Province needs to be accelerated. 3) For lighting, cooking, and heating, about 77.3% of the households in the study area use clean energy, while no more than 5% of the households do not use modern clean energy. 4) Characteristics of household members, location, cognitive level of household members, climate conditions, and ethnic group characteristics all affect the degree of household energy cleanliness. In order to promote the household energy transition in the study area, we should pay attention to the regional differences of households, attach high importance to the guidance of household members' cognition and behavior, and strengthen the attention to and support for the clean energy transition of ethnic minority families.

**Keywords:** energy transition; energy penetration rate; cleanliness of household energy; ethnic minority areas of the Tibetan Plateau