

公众对绿色电力的支付意愿的影响因素研究

——基于2018年CGSS数据库的分析

廖 丽

重庆大学公共管理学院, 重庆

收稿日期: 2023年8月17日; 录用日期: 2023年10月3日; 发布日期: 2023年10月12日

摘 要

以风电、光伏发电为主的绿色环保新能源在能源转型中扮演着重要角色, 其发展也正逐步从政府扶持过渡到市场激励, 伴随着光伏发电与风电项目的大规模建设与推广, 公众对绿色电力消费是否具有支付意愿是推进绿色电力系统市场化发展的关键。因此, 本文利用CGSS 2018数据, 探究公众对于以风电和光伏发电为主的绿色电力的支付意愿及其影响因素。结果表明, 支付意愿的影响因素主要为年龄、家庭经济状况、能源政策了解程度、能源污染认知以及环境支付态度五个方面, 年龄与支付意愿呈显著负相关, 而家庭经济状况、能源政策了解程度、能源污染认知以及环境支付态度均与支付意愿呈正相关。因此, 可以针对公众家庭经济状况制定有差别的电力组合套餐, 加强能源政策的宣传力度, 着力提高公众的环境关注度与污染认知水平, 从而激发公众的支付意愿。

关键词

绿色电力, 支付意愿, 影响因素, 污染认知

Research on the Influencing Factors of the Public's Willingness to Pay for Green Electricity

—Based on the Analysis of the 2018 CGSS Database

Li Liao

School of Public Policy and Administration, Chongqing University, Chongqing

Received: Aug. 17th, 2023; accepted: Oct. 3rd, 2023; published: Oct. 12th, 2023

Abstract

Green environmental protection new energy based on wind power and photovoltaic power gener-

ation plays an important role in energy transformation, and its development is gradually transitioning from government support to market incentives, along with the large-scale construction and promotion of photovoltaic power generation and wind power projects, whether the public is willing to pay for green power consumption is the key to promoting the market-oriented development of green power system. Therefore, this paper uses CGSS 2018 data to explore the public's willingness to pay for green electricity based on wind power and photovoltaic power generation and its influencing factors. The results showed that the influencing factors of willingness to pay were mainly age, household economic status, energy policy understanding, energy pollution cognition and environmental payment attitude, and age and willingness to pay were significantly negatively correlated, while household economic status, energy policy understanding, energy pollution cognition and environmental payment attitude were positively correlated with payment willingness. Therefore, a differentiated power package can be formulated according to the economic situation of public households, strengthen the publicity of energy policies, and focus on improving the public's environmental concern and pollution cognition level, so as to stimulate the public's willingness to pay.

Keywords

Green Electricity, Willingness to Pay, Influencing Factors, Pollution Cognition

Copyright © 2023 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

随着全球变暖、能源消耗增多等环境问题日益加剧,绿色能源已被视为全球可持续发展的重要途径。在碳达峰碳中和的目标引领下,中国正在积极推进能源结构的调整与变革,着力构建以新能源为主体的新型电力系统,以风电、光伏发电为代表的绿色环保能源逐渐进入电力系统,电力来源呈现出绿色化、低碳化趋势。来源于风能、太阳能这样的可再生能源的绿色电力有助于改善使用化石燃料产生的环境问题,实现可持续发展。伴随着国家政策的大力支持以及发电技术的进步,光伏发电与风电等绿色电力项目强力推进,我国目前的绿电交易开始发展,但目前市场交易主体局限于绿色生产企业,绿色电力的发展与民生息息相关,公众作为电力的消费主体,引导公众绿色电力消费极为重要,公众对绿电的支付意愿能够反映绿电的环境价值,绿色低碳价值对于“绿电零碳特性的认可”极为重要,公众对于绿电高溢价的接受意愿有助于政府制定实施更为合理的绿电溢价策略,对于普及绿色能源的发展至关重要。因此,只有全方位地分析公众对绿色电力的支付意愿,才能够真正把握好绿色能源发展的脉搏,更加有效地推动全民共享绿色能源的使用。

2. 文献综述

目前,国内关于绿色电力支付意愿的研究较少,跨区域的全国大规模的调查与实证研究较为有限,现有文献主要集中在个体特征因素对支付意愿的影响。2003年9月,上海启动“绿色电力”机制示范工作,是我国首个开展绿色电力工程的城市。吴力波等人通过双边界条件价值评估法测算出上海市居民对绿色电力环境属性的额外支付意愿,分析得出,支付意愿会受到年龄、教育程度、收入水平、生活条件、对环境的敏感性等因素的影响[1]。刘海凤等人应用CVM方法估算城市居民对低碳电力的支付意愿,结果显示,支付意愿与家庭电费支出、家庭收入等因素呈正相关关系,与家庭人口数、年龄等呈负相关关

系[2]。侯鹏等对安阳市居民绿色电力支付意愿进行了研究,教育程度、家庭人均收入、受访者在城镇居住时间长短以及邻居的绿色能源支付意愿决策对受访者的积极决策具有显著正向影响[3]。而国外学者则更加关注认知态度等因素对新能源接受度的影响,探讨了价值观[4]、认知、态度[5]能够正向影响新能源政策相关的积极决策。也有学者进一步考虑了公众的能源结构偏好, Kim 等人研究了韩国公众在电力服务属性上存在偏好差异,其中,教育水平能够正向影响公众的可再生能源的偏好[6]。此外, Borchers 等人[7]和 Su 等人[8]调查得出,受访者对不同来源(即水电、风力发电、太阳能、地热能等)的支付意愿是不同的,太阳能发电量排名第一。

综上所述,目前有关文献虽然论述了国内外某些地区居民对新能源的认识和意向,但针对某个国家(如中国)民众对能源政策意向及支付意愿的系统研究较少。比如,民众的能源知识的普及程度如何?他们对能源的有关国情政策是否了解?他们对绿色电力的意向、认同和支持程度如何?是否愿意支付具有绿色环保价值的绿色电力?作为世界上人口最多的国家和最大的发展中国家,社会层面的认可关乎国家能源转型的大计,这些问题我们需要解答。本文意在填补这方面的空缺,即基于对2018年中国综合社会调查数据中的能源模块分析,从民众对能源知识的了解程度、民众对能源政策的了解程度、民众对不同能源的使用情况以及民众对绿色电力的支付意愿进行了研究分析,并探讨能源转型过程中影响公众支付意愿的诸多影响因素,为政府推进能源转型、推广绿色电力提出理论支撑与政策建议。

3. 研究方法

3.1. 数据来源

本文数据来源于2018年中国综合社会调查的能源模块。CGSS 2018调查范围覆盖中国大陆28个省级行政区(不包括香港、澳门、台湾、西藏、新疆、海南),总体样本量约为12,000个。能源模块属于主题模块,随机调查1/3样本,共计4107个,剔除了缺失值严重和不符合条件的样本后,最终获取2864个样本。通过构建公众对绿色电力支付意愿影响因素的二分类 Logistic 回归模型,以“不愿意为每100度电中提高风电和光伏发电量占比而支付额外费用”的个体作为参照组,分析能源污染认知、环境支付态度、能源政策了解程度对公众绿色电力的支付意愿的影响。

3.2. 变量设置

3.2.1. 被解释变量

本研究的因变量为支付意愿,以问卷中“将您家用电量每100度电中风电和光伏发电的数量分别提高到10、15、20度电,您愿意每个月多承担电费为多少元?”这一问题,构建公众对于电力来源中风电和光伏发电这一类绿色电力不同占比程度下的支付意愿,承担费用大于0元则视为愿意,赋值为1;承担费用等于0元则视为不愿意,赋值为0。在绿色能源不断发展的趋势之下,我国目前一个普通家庭每用的100度电中有大约7度电是风电或光伏发电,因为风电或光伏发电成本略高,在引导和促进新能源发展方面,势必要由政策扶持过渡到市场激励,政府补贴也会逐步退坡,因此公众对于电力消费中绿色电力占比提高后所需要额外支付费用的意愿极为重要,逐步提高公众对于绿电支付的意愿和接受度是新能源发展及绿电市场化发展的重要抓手。

3.2.2. 核心解释变量

本文的核心解释变量是能源污染认知、能源政策了解程度、环境支付态度。将问卷中“能源的使用是导致雾霾的主要原因”、“能源的使用是导致温室效应的主要原因”、“能源的使用是导致酸雨的主要原因”作为衡量能源污染认知的三个维度,最终取其算术平均值作为得分;问卷中对清洁供暖类、电

价调整类、能源补贴类等 13 项能源政策的了解程度构成能源政策了解程度，最终取其算术平均值作为得分；问卷中“人们为了保护环境而适当牺牲一些经济利益”作为衡量环境支付态度的指标，每个题项从非常不同意到非常同意，按程度依次 1~5 分。此外，本研究还选取年龄、性别、受教育水平、婚育、经济地位等个体特征作为控制变量，如表 1 所示。

Table 1. Main variables and their assignments

表 1. 主要变量及其赋值

变量类型	变量名称	变量定义与赋值
个体特征	年龄	受访者实际年龄(岁)
	性别	男 = 1, 女 = 2
	婚姻	已婚 = 1, 未婚 = 2
	子女	已育 = 1, 未育 = 2
	受教育程度	从低到高, 按程度依次 1~5 分
	家庭经济状况	从低到高, 按程度依次 1~5 分
能源污染认知	能源的使用是导致雾霾的主要原因 能源的使用是导致温室效应的主要原因 能源的使用是导致酸雨的主要原因	
能源政策了解	清洁供暖类(煤改气、煤改电、优质燃煤替代) 电价类(阶梯电价、峰谷电价、家用电动汽车充电桩峰谷电价、天然气阶梯价格), 补贴类(高效炉具补贴、居民光伏电站补贴、贫困家庭电费补贴、电动汽车购车补贴、农村沼气池补贴、光伏扶贫)	从非常不同意到非常同意, 按程度依次 1~5 分
环境支付态度	人们应该为了保护环境而适当牺牲一些经济利益	
支付意愿	将您家用电量每 100 度电中风电和光伏发电的数量提高到 10 度电, 您愿意每个月多承担电费为?	
	将您家用电量每 100 度电中风电和光伏发电的数量提高到 15 度电, 您愿意每个月多承担电费为?	>0 元, 赋值为 1 ≤0 元, 赋值为 0
	将您家用电量每 100 度电中风电和光伏发电的数量提高到 20 度电, 您愿意每个月多承担电费为?	

3.3. 模型构建

本研究的被解释变量为支付意愿，为 0/1 二分类变量，因此采用二元 Logistic 回归模型对公众对于绿电支付意愿的影响因素进行分析，假设公众愿意支付的概率为 P ，不愿意支付的概率为 $1 - P$ ，构建的 Logistic 回归方程如下：

$$\text{Logit}P = \beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i x_i \quad (1)$$

公式(1)中，公众绿电支付意愿的概率 P 的取值范围在 0~1 之间； β_0 为回归常数； p 为 p 个解释变量； i 为第 i 个解释变量； β_i 为偏回归系数； x_i 为解释变量。

由于 $\text{Logit}P$ 与解释变量之间是线性关系，对公式进行非线性关系转换，得到：

$$P = \frac{1}{1 + \exp\left[-\left(\beta_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i x_i\right)\right]} \quad (2)$$

4. 公众绿色电力支付意愿影响因素分析

4.1. 描述性统计

4.1.1. 基本信息

从人口学特征来看,受访者呈现出如下基本特征(见表 2):受访者大多数从事非农工作,占 39.2%,目前务农的约占 15.9%,其余人群目前没有工作;60 岁以上的受访者,占到总数的 30.2%,其余年龄层分布较为均匀;受访者男女比例以女性受访者居多(占比 52.9%);从家庭经济状况来看,52.7%的家庭处于平均水平,40.8%的家庭低于平均水平,高于平均水平的家庭仅占 6.7%;从婚育状态来看,88.2%的受访者已婚,多于未婚的人,而且受访者当中有子女的(87.3%)多于无子女的;被调查者的受教育程度以小学初中学历居多,占 62.2%,依次为高中、本科、大专。由此,样本分布层次多样、范围广泛,总体较为合理。

Table 2. Table of demographic characteristics of respondents

表 2. 受访者人口统计学特征表

基本特征	样本分组	频率	百分比(%)	基本特征	样本分组	频率	百分比(%)
工作经历及状况	目前从事非农工作	1122	39.2	年龄	18~30	415	14.5
	目前务农 曾经有过非农工作	122	4.3		31~40	447	15.6
	目前务农 没有过非农工作	333	11.6		41~50	566	19.8
	目前没有工作 而且只务过农	356	12.4		51~60	570	19.9
	目前没有工作 曾经有过非农工作	789	27.5		60 以上	866	30.2
	从未工作过	142	5.0		小学及以下	961	33.6
家庭经济情况	远低于平均水平	165	5.8	受教育程度	初中	818	28.6
	低于平均水平	1001	35.0		高中或中专	529	18.5
	平均水平	1508	52.7		大专	226	7.9
	高于平均水平	179	6.3		本科及以上	330	11.5
	远高于平均水平	11	0.4		婚姻	已婚	2526
性别	男	1348	47.1	未婚		338	11.8
	女	1516	52.9	子女	是	2500	87.3
					否	364	12.7

4.1.2. 不同区域能源使用情况

从受访者的能源使用情况来看,2018 年所调查的 28 个省区市的家庭能源使用情况如表 3 所示,全国对天然气、液化气、煤气这一类清洁能源的人均使用比例较高,65%的家庭以使用清洁能源为主,在清洁能源中管道天然气和罐装液化气的人均使用比例相当高,分别占到 31.68%和 28.83%,而非清洁能源的使用比例相对较低,仅占 35.32%。分地区来看,东部地区清洁能源使用度远超全国平均水平,我国东部地区 81.66%的家庭使用清洁能源,尤其是管道天然气使用人群最多,仅有 18.34%的家庭使用非清洁能源;其次,中部地区的家庭以使用清洁能源为主,占比 63.48%;而东北部地区的家庭以使用非清洁能源为主,占比 51.52%,非清洁能源中煤块、薪柴的使用最高;西部地区清洁能源使用比例是全国最低的,45.87%的家庭使用清洁能源,54.13%的家庭仍旧在使用非清洁能源,尤其是以薪柴作为主要能源。

Table 3. Household energy usage of each region in China in 2017
表 3. 2017 年我国各地区家庭能源使用情况

		西部		中部		东北部		东部		全国	
		使用情况	比例	使用情况	比例	使用情况	比例	使用情况	比例	使用情况	比例
清洁能源	罐装液化气	140	21.84%	299	43.33%	123	23.38%	348	26.71%	911	28.83%
	管道天然气	138	21.53%	102	14.78%	106	20.15%	654	50.19%	1001	31.68%
	管道煤气	16	2.50%	37	5.36%	26	4.94%	62	4.76%	142	4.49%
	小计	294	45.87%	438	63.48%	255	48.48%	1064	81.66%	2054	65.00%
非清洁能源	畜禽粪便	1	0.16%	1	0.14%	1	0.19%	0	0.00%	4	0.13%
	秸秆	30	4.68%	16	2.32%	94	17.87%	7	0.54%	148	4.68%
	薪柴	177	27.61%	168	24.35%	66	12.55%	54	4.14%	466	14.75%
	蜂窝煤/煤球	17	2.65%	21	5.36%	9	1.71%	28	2.15%	76	2.41%
	煤块	70	10.92%	20	2.90%	66	12.55%	57	4.37%	214	6.77%
	汽油	40	6.24%	20	2.90%	25	4.75%	89	6.83%	175	5.54%
	柴油	12	1.87%	6	0.87%	10	1.90%	4	0.31%	33	1.04%
	小计	347	54.13%	252	36.52%	271	51.52%	239	18.34%	1116	35.32%

4.2. 公众对绿色电力的支付意愿影响因素分析

本文通过 SPSS 26.0 软件进行二元 Logistic 回归分析, 由于本文的自变量以及控制变量较多, 希望通过软件帮助筛选对因变量有显著影响的自变量参与建模, 选择“向前: LR”方式进行 Logistic 逐步回归建模。模型系数的综合检验中, 似然比卡方的观测值对应的概率 P 值小于 0.05, 说明模型总体有意义。本研究利用 Hosmer-Lemeshow 进行拟合优度检验, 当 P 值不小于检验水准时(即 $P > 0.05$), 则认为当前数据中的信息已被充分提取, 说明模型拟合优度较高, 本次检验中, $P = 0.139 > 0.05$, 因此认为该模型整体拟合效果较好, 可以开展后续的分析。

通过向前逐步回归, 最终筛选出了年龄、家庭经济状况、能源政策了解程度、能源污染认知、环境支付态度 5 个显著影响因素, 回归系数的显著性检验结果如表 4 所示。

Table 4. Results of the regression of factors influencing the willingness to pay under different proportions of wind power and photovoltaic in power sources

表 4. 电力来源中风电光伏不同占比下的支付意愿影响因素回归结果

变量	10 度风电光伏		15 度风电光伏		20 度风电光伏	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
年龄	-0.123***	0.028	-0.120***	0.028	-0.116***	0.028
家庭经济状况	0.227***	0.056	0.227***	0.056	0.224***	0.056
能源政策了解	0.356***	0.060	0.353***	0.060	0.359***	0.060
能源污染认知	0.169***	0.060	0.177***	0.060	0.171***	0.060
环境支付态度	0.371***	0.050	0.353***	0.050	0.352***	0.050
总样本数	2864					
似然比检验	P = 0.000		P = 0.000		P = 0.000	

注: ***: $P < 0.001$ 。

4.2.1. 能源污染认知对支付意愿的影响

公众的能源污染认知对支付意愿的影响通过了显著性检验，能源污染认知能够正向影响绿色电力的支付意愿。能源污染认知是公众能源使用偏好的基本要素，公众对于能源使用及其污染后果的认知程度越高，越容易呈现出对低碳环保的绿色能源使用偏好。环境污染与公众的健康息息相关，推进电力来源清洁化、绿色化是实现低碳减排、改善环境的重要抓手，公众会愿意为具备低碳价值的绿色电力支付额外费用，因此会表现出更加强烈的绿色电力支付意愿。

4.2.2. 能源政策了解程度对支付意愿的影响

公众对能源相关政策的了解程度与支付意愿在 5% 的显著性水平上呈正相关，这说明公众对国家的能源政策了解程度越高，其支付意愿越强。各项能源政策与公众生活息息相关，展现出推进清洁能源使用、形成简约适度与绿色低碳生活的趋势。公众对于目前的能源转型政策、电价体系以及补贴政策越了解，越能够认识到目前民用电价相较于商用电价的实惠之处以及低碳清洁能源的政策补贴优惠强度，在电力消费中留有盈余对绿色电力进行支付，使其支付意愿上升。

4.2.3. 环境支付态度对支付意愿的影响

公众对环境支付的态度与支付意愿在 5% 的显著性水平上呈正相关，也就是说，公众愿意为改善环境而支付费用的态度能够正向影响对于绿色电力的支付意愿。基于“认知 - 态度 - 行为”理论，公众对于绿色电力的支付意愿往往会受到支付态度的影响，公众是否愿意牺牲经济利益来保护环境这一重要环境支付态度会直接影响到是否愿意承担提高绿色电力占比产生的额外费用。

4.2.4. 个体特征对支付意愿的影响

受访者的诸多个体特征之中，仅有年龄和家庭经济状况对绿色电力的支付意愿显著相关。其中，年龄与支付意愿在 5% 的显著性水平上呈负相关，这与以往的研究相似，年龄会负向影响公众的支付意愿。年龄越大，越不会在电力消费中对提高占比的绿色电力支付额外费用。而家庭经济状况与支付意愿 5% 的显著性水平上呈正相关，在以往的研究中，一般认为家庭收入越高，对绿色电力支付额外费用的意愿更强烈。经济收入是个体做出更具责任感的选择的现实基础，根据马斯洛需求层次理论，高收入群体对高质量生活环境和减少非清洁能源带来的环境污染损害的需求更高[9]，能够认可绿电的环境价值，同时也具备经济条件为环境保护支付额外费用，因此会产生较为强烈的支付意愿。

5. 结论

本文基于 CGSS 2018 年能源模块数据，利用 Logistic 逐步回归建模对公众绿色电力的支付意愿及其影响因素进行了分析，结果表明，支付意愿的影响因素主要为年龄、家庭经济状况、能源政策了解程度、能源污染认知以及环境支付态度五个方面，在个体特征影响因素中，年龄与支付意愿呈显著负相关，而家庭经济状况与支付意愿为正相关，对于个体特征中的性别、子女、婚姻等因素与支付意愿没有关系。而认知态度变量中的能源政策了解程度、能源污染认知以及环境支付态度均与支付意愿呈正相关。

基于此，本文提出如下建议：首先，消费水平会因家庭经济状况尤其是收入而大有不同，针对不同经济状况的消费者设计不同档次不同搭配的电力消费套餐，对不同电力来源结构所能实现的环境和能源目标加以解释，让绿色电力的隐形价值得以显现，提高公众的购买意图，从而提高其支付意愿。其次，认知态度变量对支付意愿有较大影响，所以应当增强公众参与能源转型的主体意识，加大对能源污染知识的宣传力度，加强对绿色低碳、生态环境意识的培养，提高公众的能源污染认知水平，从而激发公众的环境关注；以公众所喜闻乐见的方式普及能源转型政策，帮助其意识到能源转型与生态环境、个人健康密切相关，提高公众的能源政策认知水平，加强公众对能源政策的相关性、重要性的感知敏感度，影

响公众的支付意愿。

参考文献

- [1] 吴力波, 周阳, 徐呈隽. 上海市居民绿色电力支付意愿研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(2): 86-93.
- [2] 刘海凤, 郭秀锐, 毛显强, 等. 应用 CVM 方法估算城市居民对低碳电力的支付意愿[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(S2): 313-316.
- [3] Hou, P., Liu, X.J. and Cheng, S.K. (2022) Who Is More Willing to Pay for Green Electricity? A Case Study of Anyang City, China. *Journal of Resources and Ecology*, **13**, 231-237. <https://doi.org/10.5814/j.issn.1674-764x.2022.02.006>
- [4] Bidwell, D. (2013) The Role of Values in Public Beliefs and Attitudes towards Commercial Wind Energy. *Energy Policy*, **58**, 189-199. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.03.010>
- [5] Kim, B.J., Kim, S. and Kim, S. (2020) Searching for New Directions for Energy Policy: Testing Three Causal Models of Risk Perception, Attitude, and Behavior in Nuclear Energy Context. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **17**, Article 7403. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207403>
- [6] Kim, J., Park, S.Y. and Lee, J. (2018) Do People Really Want Renewable Energy? Who Wants Renewable Energy?: Discrete Choice Model of Reference-Dependent Preference in South Korea. *Energy Policy*, **120**, 761-770. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.04.062>
- [7] Borchers, A.M., Duke, J.M. and Parsons, G.R. (2007) Does Willingness to Pay for Green Energy Differ by Source? *Energy Policy*, **35**, 3327-3334. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.12.009>
- [8] Su, W.H., Liu, M.L., Zeng, S.Z., et al. (2018) Valuating Renewable Microgeneration Technologies in Lithuanian Households: A Study on Willingness to Pay. *Journal of Cleaner Production*, **191**, 318-329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.199>
- [9] Franzen, A. (2003) Environmental Attitudes in International Comparison: An Analysis of the ISSP Surveys 1993 and 2000. *Social Science Quarterly*, **84**, 297-308. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402005>