

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2015.05.026

公众太阳能光伏发电采纳意愿的差异分析^①

丁丽萍, 李文静, 帅传敏

中国地质大学(武汉)经济管理学院, 武汉 430074

摘要: 该文基于 330 份调查问卷数据, 采用单因素方差分析的 Dunnett's t_3 检验方法, 对不同年龄段、不同学历层次、不同收入水平、不同性别和不同行业公众的太阳能光伏发电采纳意愿的差异进行了检验; 然后采用回归模型对影响太阳能光伏发电采纳意愿的人口变量进行了回归分析。

关键词: 太阳能; 采纳意愿; 单因素方差分析(Dunnett's t_3); 回归分析

中图分类号: TK511

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2015)05-0162-06

据统计, 我国既有建筑面积达 400 亿 m^2 , 其中每年新增建筑面积约 16~20 亿 m^2 ^[1]. 在全球能源危机和节能减排巨大压力的大背景下, 如何利用丰富的太阳能资源, 将现有的建筑物变成一座座太阳能光伏发电的“小工厂”? 广大公众对太阳能光伏发电的认知和采纳意愿如何, 是能否快速实现户用型分布式太阳能光伏发电推广应用的重要因素之一. 因此, 探索我国不同类型公众太阳能光伏发电采纳意愿差异的一般规律, 具有重要的理论和现实意义。

国内外该领域的相关研究, 主要集中在新能源应用的影响因素及意愿分析等方面. Muhammad 等^[2]对马来西亚太阳能光伏住宅进行研究, 发现政府的政策对公众接受并推行光伏发电有很大影响. Harder 等^[3]的研究则表明, 较高的初始投资成本及电力价格是影响光伏系统实施的驱动因素. 徐国虎等^[4]针对新能源汽车购买决策的影响因素进行了研究, 得出城市居民对新能源汽车的认知程度比较高, 并具有一定的购买意愿, 但受便利条件、养护成本等因素的影响, 意愿没有转化为购买行为. 蔡建林等^[5]对新能源汽车进行调查发现, 感知风险是阻碍新能源低碳创新产品采用的最大因素. 王欣等^[6]从系统动力学角度对影响我国太阳能光伏发电量的主要因素进行仿真模拟并确定了影响系数. 朱玉知等^[7]就上海地区居民对太阳能光伏发电及相关政策的认知程度和真实的政策需求进行了研究. 王庆丰等^[8]通过因子分析的方法, 识别了影响新能源汽车采纳行为的主要因素. Bortolini 等^[9]对欧盟太阳能光伏系统进行了分析. Wang 等^[10]对新能源汽车在中国的消费情况进行了研究。

国内外文献回顾表明, 目前学术界尚没有开展对公众太阳能光伏发电认知及采纳意愿方面的实证研究. 因此, 本文以此为基础, 对以太阳能光伏发电为代表的新能源产业的公众采纳意愿进行问卷调查和实证研究, 以期对光伏发电的发展及推广提出合理的政策建议。

1 问卷设计与调查

课题组从环境意识及宣传教育、太阳能光伏发电认知、政府政策、公众采纳意愿 4 个维度设计了结构化的调查问卷, 每个维度下分别设计了若干题项(变量). 课题组开展了大样本问卷调查, 数据的采集按照随机原则, 在各城市的超市、单位、写字楼、住宅小区等人口密集的地方随机发放问卷. 本文根据调查问卷

① 收稿日期: 2013-12-09

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71173201); 中国地质大学(武汉)中央高校基本科研业务费专项资金(CUG120847).

作者简介: 丁丽萍(1982-), 女, 湖北天门人, 博士后, 讲师, 主要从事建筑与环境管理研究。

中第 12 个题项,即“政府目前现行补贴和上网回收电价形式下您是否愿意安装太阳能光伏发电设备?”所获得的数据,用以衡量公众对太阳能光伏发电采纳意愿的强弱。

2 检验结果与分析

本课题组共计发放问卷 360 份,实际回收问卷 338 份,问卷回收率为 93.89%。其中,有效问卷 330 份,有效回收率为 97.63%。在 330 名样本中,男性 170,占 51.52%;女性 160,占 48.48%。被调查者年龄为 20~49 岁的样本累计频率达到 93.03%;月收入在 1 000~6 999 元人民币的样本累计频率达到 85.15%。样本从性别构成、行业分布、年龄特征、收入特征等都能反映公众的基本特征,具有较好的代表性。

2.1 不同年龄段的分析

由于公众采纳太阳能光伏发电需要有一定的经济基础和独立的住房,因此本次调查对象不包括 19 岁及以下人群。

首先,我们对数据进行方差齐性检验(表 1),结果表明样本不具有齐性方差。分析结果显示,40~49 岁人群意愿最高(3.52),而 30~39 岁(3.00)和 50 岁以上(2.83)次之,20~29 岁(2.40)最低。这 3 个组别之间差异具有统计学意义,这可能是因为采纳太阳能光伏发电需要一定的初始投资成本,20~29 岁人群经济能力不足,对初始投资成本较为敏感;而 40~49 岁人群经济实力殷实,更愿意尝试新能源。50 岁以上公众采纳意愿较低,仅稍高于意愿最低人群(20~29 岁),这可能是因为 50 岁以上的被调查者中大部分是退休职工,思维较为保守,对“太阳能光伏发电”缺乏足够认知(表 2、表 3)。

表 1 不同年龄段的方差齐性检验

Levene 统计量	<i>df</i> 1	<i>df</i> 2	显著性
4.504	4	325	0.001

资料来源:作者根据 SPSS 统计软件分析所得。

表 2 不同年龄段的 Dunnett’s *t*3 检验

<i>I</i>	<i>J</i>	均值差 (<i>I</i> − <i>J</i>)	标准误	显著性
20~29 岁	30~39 岁	−0.599 [*]	0.119	0.000
	40~49 岁	−1.119 [*]	0.160	0.000
	50 岁以上	−0.425	0.241	0.413
30~39 岁	20~29 岁	0.599 [*]	0.119	0.000
	40~49 岁	−0.520 [*]	0.177	0.024
	50 岁以上	0.174	0.253	0.981
40~49 岁	20~29 岁	1.119 [*]	0.160	0.000
	30~39 岁	0.520 [*]	0.177	0.024
	50 岁以上	0.694	0.275	0.088
50 岁以上	20~29 岁	0.425	0.241	0.413
	30~39 岁	−0.174	0.253	0.981
	40~49 岁	−0.694	0.275	0.088

资料来源:作者根据 SPSS 统计软件分析所得。* 表示 $p=0.05$ 差异具有统计学意义。

表 3 不同年龄段的公众在目前补贴政策下是否愿安装

年龄段	<i>N</i>	$p=0.05$		
		1	2	3
20~29 岁	142	2.40		
50 岁以上	23		2.83	
30~39 岁	115		3.00	
40~49 岁	50			3.52
<i>Sig.</i>		1.000	0.358	1.000

注:表 3 显示的是同质子集中组别的平均数。使用调和平均数,样本大小为 50.495。

2.2 不同性别的分析

我们对该变量进行了独立样本检验, 结果表明男性均值为 2.71, 女性均值为 2.91, 两者相差 7.38%, 检验结果差异不具有统计学意义. 这可能是因为女性负责家庭日常事务, 节能意识稍高于男性, 但两者差异不具有统计学意义(表 4、表 5).

表 4 不同性别组的统计量

	性别	N	均值	标准差	均值的标准误
选择太阳能光伏发电的比例	男	170	2.71	1.023	0.078
	女	160	2.91	1.024	0.081

资料来源: 作者根据 SPSS 统计软件分析所得.

表 5 不同性别组的独立样本检验

假 设		方差方程的 Levene 检验		均值方程的 <i>t</i> 检验						
		<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i> (双侧)	均值差值	标准误差	差分的 95% 置信区间	
									下限	上限
选择太阳能光伏发电的比例	假设方差相等	0.072	0.788	−1.780	328	0.076	−0.201	0.113	−0.423	0.021
	假设方差不相等			−1.780	326.748	0.076	−0.201	0.113	−0.423	0.021

资料来源: 作者根据 SPSS 统计软件分析所得.

2.3 不同收入水平的分析

对数据进行方差齐性检验(表 6), 结果表明样本不具有齐性方差.

表 6 不同收入水平的方差齐性检验

Levene 统计量	<i>df</i> 1	<i>df</i> 2	显著性
4.504	4	325	0.001

资料来源: 作者根据 SPSS 统计软件分析所得.

1) 均值最高(7 000 元以上)比均值最低(999 元以下)高出 50.90%.

2) 按采纳意愿的显著性水平, 不同月收入的公众之间有较大差异, 分为 2 个组, 组间差异具有统计学意义, 且呈现出随着收入水平的提高, 采纳意愿增强的趋势.

从结果可以看出, 以收入水平为研究视角, 公众采纳太阳能光伏发电意愿呈两极化分, 2 999 元及以下和 3 000 元及以上, 前者代表着收入较低者, 他们经济能力有限, 对采纳太阳能光伏发电的初始投资比较敏感, 因此不愿意尝试太阳能发电新能源(表 7).

表 7 不同收入水平的公众在目前补贴政策下是否愿安装

月 收 入	N	<i>p</i> = 0.05 的子集	
		1	2
999 元以下	9	2.22	
1 000~2 999 元	71	2.39	
3 000~4 999 元	128		2.99
5 000~6 999 元	82		3.12
7 000 元以上	40		3.35
<i>Sig.</i>		0.483	0.312

注: 表 7 显示的是同质子集中组别的平均数. 使用调和平均数, 样本大小为 29.377.

2.4 不同学历层次的分析

对数据进行方差齐性检验(表 8), 结果表明样本不具有齐性方差.

1) 均值最高(硕士及以上)较均值最低(初中及以下)高出 49.05%, 且呈现出学历层次越高, 采纳意愿越强烈的趋势. 这可能是不同学历的公众所具备的知识面和学识修养乃至环保意识不尽相同, 低学历的公众可能对节能环保的价值缺乏一定的认知, 且经济条件有限, 不足以承担太阳能光伏发电的前期投资和承受一定时间的投资回收期.

2) 按采纳太阳能光伏发电意愿的差异性水平,不同学历层次的公众可分为 2 个组(以本科学历为分界点),组间差异不具有统计学意义(表 9).

表 8 不同学历层次的方差齐性检验

Levene 统计量	<i>df</i> 1	<i>df</i> 2	显著性
10.791	4	325	0.000

资料来源:作者根据 SPSS 统计软件分析所得.

表 9 不同学历层次的公众在目前补贴政策下是否愿安装

月 收 入	<i>N</i>	<i>p</i> =0.05 的子集	
		1	2
初中及以下	5	22.10	
技校/中专/职高/高中	22	2.14	
专科	53	2.28	
本科	141	2.89	2.89
硕士及以上学历	109		3.13
Sig.		0.101	0.459

注:表 9 显示的是同质子集中组别的平均数.使用调和平均数,样本大小为 17.820.

2.5 不同行业分析

对数据进行方差齐性检验(表 10),结果表明样本不具有齐性方差.

- 1) 均值最高(新能源行业)比均值最低(制造业)高出 80.45%.
- 2) 按采纳意愿的差异性水平,不同行业的公众之间差异具有统计学意义.分为 4 个组,其中政府部门和新能源行业为意愿最高组;传统能源等其余行业为采纳意愿最低组,组间差异具有统计学意义(*p*=0.05),组内差异不具有统计学意义.这可能是因为政府部门和新能源行业接触新能源知识和政策较多,节能环保意识相对较高;而传统能源行业、制造业等其他行业由于对新能源知识的缺乏,采纳意愿不高(表 11).

表 10 不同行业的方差齐性检验

Levene 统计量	<i>df</i> 1	<i>df</i> 2	显著性
2.815	9	320	0.003

资料来源:作者根据 SPSS 统计软件分析所得.

表 11 不同行业的公众在现补贴政策下是否愿安装

行 业	<i>N</i>	<i>p</i> =0.05 的子集			
		1	2	3	4
制造业	5	2.20			
其他	20	2.25			
建筑业	27	2.30			
服务业	35	2.40			
传统能源业	29	2.48			
教育业	44	2.66	2.66		
金融业	41	2.71	2.71		
信息业	35		3.20	3.20	
政府部门	63			3.59	3.59
新能源业	31				3.97
显著性		0.413	0.084	0.127	0.134

注:表 11 显示的是同质子集中组别的平均数.使用调和平均数,样本大小为 21.101.

2.6 采纳意愿的影响因素与回归分析

为了研究太阳能光伏发电采纳意愿的人口影响因素,进一步明确其影响程度和差异性,本研究以采纳

意愿的强弱作为因变量(不愿意为 1、可以考虑为 2、愿意为 3、比较愿意为 4、非常愿意为 5),以人口变量为自变量,进行了线性回归分析。

从回归结果可以看出,学历层次、年龄和月收入对公众太阳能光伏发电采纳意愿有重要影响。“学历层次和年龄”在 $p=0.01$ 水平上差异极具有统计学意义,系数为正,说明在其他条件不变的情形下,学历层次越高,年龄越大越愿意采纳太阳能光伏发电。“月收入”在 $p=0.05$ 水平上差异具有统计学意义,系数为正,说明在其他条件不变的情形下,月收入越高,其采纳太阳能光伏发电意愿越强。从回归系数和差异性来看,“学历层次”对采纳意愿的影响最大(表 12、表 13)。

表 12 线性逐步 (Stepwise) 回归结果

模型	非标准化系数		标准系数	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
	<i>B</i>	标准误差			
常量	0.272	0.262		1.038	0.300
学历	0.339	0.054	0.324	6.263	0.000
年龄	0.330	0.055	0.306	6.031	0.000
收入	0.108	0.053	0.110	2.037	0.042

资料来源:作者根据 SPSS 统计软件分析所得。

表 13 线性 (Enter) 回归结果

模型	非标准化系数		标准系数	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
	<i>B</i>	标准误差			
常量	2.963	0.078		37.932	0.000
性别	-0.087	0.109	-0.044	-0.797	0.426

资料来源:作者根据 SPSS 统计软件分析所得。

3 结论与建议

通过上述分析研究,我们发现不同类型公众的太阳能光伏发电的采纳意愿差异具有统计学意义。其中,学历层次、月收入水平等人口变量在采纳意愿上表现为正向变动,即随着公众学历的提高、月收入的增加,其采纳太阳能光伏发电的意愿将随之增强。然而,不同性别之间的太阳能光伏发电采纳意愿的差异并不具有统计学意义。

基于以上研究结论,我们建议:① 细分太阳能光伏发电市场,挖掘采纳公众的关键客户群。从政府部门、新能源等采纳意愿强烈的行业入手,以 40~49 岁高学历公众为突破口,率先推行太阳能光伏发电采纳的策略。依据不同行业、不同学历、不同收入水平、不同年龄的公众对“光伏采纳意愿”的差异,制定不同的光伏采纳推广策略,以少部分具有采纳能力和意愿的公众带动全体居民对光伏发电的需求。② 加大太阳能光伏发电知识的宣传教育,可以提高包括学历较低公众对太阳能光伏发电的认知,从而提高其采纳太阳能光伏发电的意愿。因此,逐步提高公众的节能意识和学历层次是增强公众采纳太阳能光伏发电意愿的关键因素之一。

参考文献:

[1] 何贵财. 没有建筑工业化,绿色 GDP 从何来? [J]. 住宅产业, 2013(增 1): 21—22.

[2] MUHAMMAD S F, RAMIREZ I R, ABU B S H, et al. An Evaluation of the Installation of Solar Photovoltaic in Residential Houses in Malaysia: Past, Present, and Future [J]. Energy Policy, 2011, 39(12): 7975—7987.

[3] HARDER E, GIBSON J M D. The Costs and Benefits of Large-Scale Solar Photovoltaic Power Production in Abu Dhabi, United Arab Emirates [J]. Renewable Energy, 2011, 36(2): 789—796.

[4] 徐国虎, 许 芳. 新能源汽车购买决策的影响因素研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20(11): 91—95.

[5] 蔡建林, 周梅华, 张红红. 低碳创新产品消费者采用意愿影响因素实证研究——以新能源汽车为例 [J]. 消费经济, 2012(3): 23—26.

- [6] 王 欣, 张 宇, 刘士宏. 基于系统动力学的光伏发电系统建模与仿真 [J]. 东北电力大学学报: 自然科学版, 2012, 32(5): 16—19.
- [7] 朱玉知, 孙海彬, 杨 静. 家用光伏发电政策认知与需求的调查研究 [J]. 经济纵横, 2012(5): 66—69.
- [8] 王庆丰, 胡 娜. 基于因子分析的新能源汽车消费影响因素研究 [J]. 中原工学院学报, 2013, 24(5): 68—72.
- [9] BORTOLINI M, GAMBERI M, GRAZIANI A, et al. Multi-Parameter Analysis for the Technical and Economic Assessment of Photovoltaic Systems in the Main European Union Countries [J]. Energy Conversion and Management, 2013, 74: 117—128.
- [10] WANG Z, WANG C, HAO Y. Influencing Factors of Private Purchasing Intentions of New Energy Vehicles in China [J]. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 2013, 5(6): 063133.

Variance Analysis of Public's Willingness to Adopt Solar Photovoltaic Power Generation

DING Li-ping, LI Wen-jing, SHUAI Chuan-min

School of Economics and Management, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan 430074, China

Abstract: Using the data from 330 questionnaires, this paper adopts the single-factor analysis of variance (Dunnett's t_3) to test the difference in the public's willingness to accept photovoltaic power generation based on their differences in age, education background, income level, gender and profession. Then, a regression analysis is conducted of the demographic variables affecting the willingness of the public to adopt solar-photovoltaic power generation. Finally, some policy recommendations are offered based on the results of the above analyses.

Key words: solar energy; adoption willingness; ANOVA (Dunnett's t_3); regression analysis

责任编辑 夏 娟

