

驯化清洁技术：交互模型下的 用户适应试验

社会
2024 · 1
CJS
第 44 卷

郭育松 洪 伟

摘要：本文选取了中国北方地区的一个村落，结合当地农村实施的清洁取暖改造工程，比较了空气源热泵机和天然气壁挂炉这两种取暖技术设备的使用情况。研究发现，缺乏技术驯化过程是新技术无法融入村民日常生活的关键。突然介入的清洁技术像未被驯化的动物，用户需要结合生活习惯和家庭取暖需要，根据技术柔性的强弱自发完成测价、调整和改造等多重适应试验，在与清洁技术的双向互动中形成个性化的使用模式，以此来缓解技术设计脚本与用户习惯之间的张力。技术柔性较低的热风机在使用中的环境不适配影响了村民的试验参与度，只能成为煤炉取暖主力之外的辅助工具。技术柔性较高的天然气壁挂炉为技术脚本的改写提供可能，进而完成了外来技术向家庭内部驯化的整个过程。

关键词：技术驯化 试验 交互模型 清洁技术 用户

DOI:10.15992/j.cnki.31-1123/c.2024.01.003

Domesticating Cleaning Technologies: User-Adaption Trials in the Model of Interesement

GUO Yusong HONG Wei

Abstract: In conjunction with the ongoing rural clean heating renovation project in northern China, this study compares the home adoption of two technologies of air source heat pumps (ASHPs) and wall-mounted natural gas heaters (NGHs) in rural settings. Why hasn't the clean technology introduced into households in Li Village

* 作者 1: 郭育松 清华大学社会学系 (Author 1: GUO Yusong, Department of Sociology, Tsinghua University); 作者 2: 洪 伟 (通讯作者) 清华大学社会学系 (Author 2: HONG Wei, Department of Sociology, Tsinghua University) E-mail: hongwei@tsinghua.edu.cn

本文曾在 2023 年中国社会学会科学社会学分论坛和第九届全国科学社会学学术会议上青年论坛上宣读并讨论，感谢赵万里、付连峰和李真真等老师的点评和建议，同时感谢吴肃然和颜燕华给本文提供的修改建议，也感谢匿名审稿人提出的专业、细致的评审意见。文责自负。

changed the traditional heating methods of most villagers to achieve the expected clean heating results? This article finds that the lack of technological domestication process is the key to the inability of new technologies to be integrated into villagers' daily lives. The sudden intervention of clean technology is like an intrude of untamed animals. Users need to combine their living habits and household heating needs, and spontaneously complete multiple adaptive trails such as price measurement, adjustment, and transformation based on the flexibility of the technology. In this two-way interaction with clean technology, personalized usage patterns are formed to alleviate the tension between the technical design scripts and users' habits. With low flexibility, ASHPs have resulted in mismatches in terms of device performance, heating costs, and installation space, affecting the participation of villagers in the trials and ultimately limiting their usefulness as an auxiliary tool in addition to the traditional coal-stove heating system. NGHs with high technological flexibility not only provide villagers with powerful information about cost, kitchen renovation and more, but also the possibility to rewrite the original scripts, allowing villagers to take initiatives to produce knowledge and products that meet their daily needs, therefore completing the entire process of home adaptation of new technology. Only by giving space for negotiation between technologies and users can technology-driven social transformation projects better promote changes in people's lifestyles and sustainable green upgrades.

Keywords: domestication of technology, trials, Model of Interestement, clean technology, users

农村是中国北方清洁取暖的最大短板地区。随着国家发展改革委等十部委联合印发的《北方地区冬季清洁取暖规划（2017—2021年）》（以下简称“规划”）的出台,作为试点的“2+26”个重点城市¹近乎免费地为村民安装了清洁取暖设备(并提供三年取暖补贴),设想村民会在短时间内改变取暖方式。多种清洁取暖技术进入农村百姓家庭,用以取代柴灶、火炕、煤炉或土暖气等传统的做饭或取暖方式。规划要求,“到2021年,北方地区清洁取暖率达到70%,替代散煤(含低效小锅炉用

1. “2+26”个重点城市(含雄安新区)具体包括北京市、天津市,河北省石家庄、唐山、廊坊、保定、沧州、衡水、邢台、邯郸市,山西省太原、阳泉、长治、晋城市,山东省济南、淄博、济宁、德州、聊城、滨州、菏泽市,河南省郑州、开封、安阳、鹤壁、新乡、焦作、濮阳市。

煤)1.5亿吨”,力争用5年左右的时间基本实现雾霾严重城市化地区的散煤供暖清洁化。

在规划中,“清洁取暖率”被用来表征当前的工作进展和确立未来工作目标。工作考核的重点被锚定为“提高使用清洁技术供暖的面积占总取暖面积的比例”,²在农村地区则直接用“清洁取暖技术设备安装数占该地家庭总户数的比例”来指代“清洁取暖率”。³在规划指导下,仁县礼村⁴以政策补贴的形式引入了电热锅炉、空气源热风机(简称“热风机”)、碳晶电热板和天然气壁挂炉等清洁取暖设备,清洁取暖率达到98%。⁵然而,作为技术使用者的村民并不十分领情,⁶仅有12.3%的村民表示自己不再使用散煤,否定了技术乐观主义者“安装即使用”的想象。礼村散煤复烧的现象与现有的政府智库和行业报告(如《中国散煤综合治理调研报告2019》等)调研的情况基本吻合,一些城市的复烧率达到23%。在农村地区,用户的用电量在“煤改电”政策实施后不增反降,这被认为是清洁取暖政策并未有效落地,村民对清洁技术没有产生积极需求(史丹、李少林,2018)。可见,新技术要想取代以煤炉为主的传统取暖方式,还需要一个过程。当前的清洁取暖率测算方法忽略了这一技术改造中的社会和文化背景,仿佛村民一旦安装了更清洁的新设备,就会立即接受并积极使用。

本文强调技术物在进入家庭消费场景时可能会被强制执行,也可能被用户抵制。新技术要想完全融入日常生活,需要像野生动物一样接受“驯化”。这将研究的关注点引向了“新技术从接受到使用的驯化过程”(domestication of new technologies)(Sørensen, 2005:40-61),而这一过

2. 规划未明确对“清洁取暖率”的概念进行解释,仅在表述“北方地区清洁取暖比例低”时,在括号里用“占总取暖面积约34%”作了进一步说明,因此,笔者推断,规划是将“清洁取暖率”定义为使用清洁技术供暖的面积占总取暖面积的比例。

3. 农村地区“清洁取暖率”的测算方法是根据笔者田野调查所得。

4. 根据学术惯例,本文中所涉及的人名、地名均作了技术化处理。

5. 这是礼村所在乡镇城建办提供的数据。截至2021年底,礼村所在乡镇的7699户中,安装各类清洁技术设备的有7555户,占98.13%。具体分布如下:热风机2946户,地热供暖224户,电热锅炉315户,碳晶电热板117户,订购天然气壁挂炉的3953户。

6. 在被访谈的礼村65户家庭中,仍保留传统炕灶、蜂窝煤炉、小散煤炉、大散煤炉(又称“土暖气”)的分别有13户、12户、40户和30户。其中,2021—2022年取暖季,表示完全不使用散煤的家庭只有8户,实际的清洁取暖率约为12.3%,其他家庭年人均使用散煤604.9斤(按家庭常住人口统计)。

程的复杂性表现为技术的设计脚本与用户习惯之间的张力。具体而言,设计脚本体现为政府通过政策在技术物上铭刻对村民积极使用的想象,抱持旧有习惯的用户在面对这种新技术的强制执行时,则有可能接受、抵制或改造这种想象。要想还原二者动态冲突的过程,解释技术物被用户驯化的程度及其结果,就必须厘清,政府在向村民推广清洁取暖模式时是出于怎样的考虑?村民如何认识新的清洁取暖模式?结合传统取暖习惯和社会经济情况,村民如何发展出既适应政策又满足需求的新的取暖模式?带着这些疑问,本文第一作者于2021年10月—2022年3月在礼村进行了为期六个月的田野调查,试图探索农村地区散煤治理和清洁转型困境的机制。

一、文献述评

在关于技术应用过程的文献中,技术研究(Technology Studies)围绕技术与用户这对复杂关系,衍生出“扩散模型”和“交互模型”两种取向,探讨了新技术是如何被用户接受并使用的。两种模型都承认技术维度发挥的作用,即技术物的复杂度、兼容性和特定功能都直接影响了用户的初始体验和使用成本,进而成为推动或阻碍新技术被广泛接受的主要因素。而在社会维度上,传统的“扩散模型”将技术传播的社会因素(如推广渠道、治理模式、创新网络等)与技术物本身分离,认为技术的传播和模仿效应只要满足信息传播的客观规律就能成功落地,但技术物从落地安装到实际使用有不同于信息资料的应用特征。科学技术学(Science and Technology Studies,简称STS)视角下的“交互模型”强调技术物不应被视为与社会相分离的客体,技术应用过程也要考虑技术与用户交互产生的一系列测试和试验。交互试验在帮助用户做出适合的技术选择的同时,还能够将新的技术物更好地嵌入既有的利益、文化和价值观。在以“交互模型”为底色的诸多理论中,“技术驯化理论”较好地从小观视角探讨了用户是如何拥有、实施、改变和适应技术的,对称地呈现了技术物是如何被用户“驯化”的。

(一)“扩散模型”:技术成本和政策执行

“扩散模型”(Diffusion Model)是研究技术应用过程的经典模型,它默认新技术从设计发明到商品化会沿着一条线性轨迹发展。一项技术能被成功应用是因为技术推动和市场拉动的作用,用户只能被动地在

采用和拒绝之间做出选择(Rogers, 1983)。在“扩散模型”的框架下,影响技术应用成败的主要因素是技术的使用成本、用户的社会人口特征和扩散的传播途径。具体到“煤改电/气”政策的情境,“扩散模型”预设,只要清洁技术成本较低,补贴高且稳定,用户满足积极的消费者特征,政策精准落地,能源转型的实现就能水到渠成。

“扩散模型”强调了经济因素在家庭能源消费中的关键作用,具体可以从居民收入和政策补贴两方面分析:较高的人均收入和良好的收入预期是促进能源顺利转型的主要因素(Wang and Jiang, 2017; Teng, *et al.*, 2019),当村民收入稳步上升,且煤炭价格不出现大幅度下跌时,能源消费会自动向清洁类型转变;清洁取暖补贴也在提高村民的负担能力,并在推广实施清洁政策中扮演重要角色(Xu and Ge, 2020)。76.4%的受访者在调研中支持农村能源转型的补贴政策(Liu, *et al.*, 2013),表明了村民对政府援助的高度依赖。此外,家庭人口结构也是影响村民能源消费的重要因素。有研究表明,村民的教育水平、家庭中外出打工人数(比例),以及参与养殖、畜牧的情况都与选择商品性清洁能源的可能性呈正相关关系(董梅、徐璋勇, 2018; 王琦等, 2019)。这些社会人口因素在一定程度上与家庭的经济水平相关,因此在分析低收入群体的能源转型困境时,不同家庭、不同区域的异质性特征常常被经济因素所遮蔽,一些难以观察和量化的心理或文化特征则被忽略(Li, *et al.*, 2021)。诚然,经济因素的影响不能被忽略,但如果过于强调经济因素,则可能会导致最终的政策失灵。比如,既有数据分析了在政策干预的情况下,收入增长对能源选择的影响并不显著(吴施美、郑新业, 2022),但现有政策仍侧重通过财政手段提高村民收入,助力能源消费转型,这种强行升级加重了国家财政和家庭消费的负担。实际上,收入提升不会导致自发性的能源爬坡。也就是说,生活富裕的村民不一定会选择优质能源取暖,他们会结合能源消费总量来合理安排家计,强制执行的政策只会损害村民的能源自主性。河南省鹤壁市的一项家庭入户调查显示,影响清洁取暖接受程度的因素是村民对财政补贴的感知而非实际补贴的金额。统一的补贴标准并不能提高村民的相对公平感,也无法改变他们对新技术的满意程度和支付意愿,只有在推广实验中凸显新技术的舒适性和便利性,引领新的社会风尚,形成习惯性转变,才能更好地发挥补贴的价值(Gong, *et al.*, 2020)。

经济学的分析强调村民收入和取暖补贴对采纳新技术的影响,管理学的研究则侧重说明基层治理中煤压力大、监管难度大、治理方案不明确等问题,从而导致“煤改气”政策整体进程缺乏统筹协调,脱离用能实际。宋玲玲等(2019)强调了中央政策的针对性不足,未能充分体现试点城市改造任务的差异,使得项目在具体实施过程中没有落实因地制宜的原则。王智睿和赵聚军(2021)发现,作为运动式环境治理中的重要一环,加快构建清洁能源体系在操作中呈现了中央的制度化努力与地方的运动式执行相交织的特征,这种“剧场政治现象”只是增强了地方政府对环保的重视程度,并没有解决散煤治理过程中的实际问题。王仁和和任柳青(2021)关注到“煤改气”政策在运动式治理中被失控地超额执行了,导致天然气供不应求,价格暴涨,甚至使村民陷入无气可用、无暖可取的困境。在这一进路中,散煤治理任务被行政化为多种清洁技术设备的推广绩效考核,而快速完成考核的高行政效率并未提升村民对政策的满意度。冉冉(2021)从政策合法性视角解释了这一现象,她认为这类政策要想成功,不仅需要政策具有很强的有效性,还需要契合本地老百姓的需求,通过构建在地话语获取多元化的政策合法性,争取政策倡议中的情感动员。

遗憾的是,以往的研究均局限于经济学和管理学的分析策略,鲜有研究分析作为用户的村民在清洁取暖转型中的主观能动性。经济因素和政策执行固然影响了清洁能源技术最终的扩散效果,但大量的实证研究表明,用户在技术使用过程中并不是被动地接受并适应提供给他们的东西,而是会积极地与技术物互动并生成多种关系形态(Hyysalo, *et al.*, 2013; Judson, *et al.*, 2015),也就是说,一项技术从被用户购买安装到实际使用并融入日常生活需要,需要经历一个长期复杂的磨合过程。⁷这一观点推翻了传统创新扩散研究中对技术使用的“采用/拒绝”的二元假设,将用户在家庭与日常生活中使用技术的复杂性纳入解释框架。

(二)“交互模型”:用户试验和技术柔性

2002年,科学技术学学者阿克瑞奇(Madeleine Akrich)、卡隆(Michel

7. 实际上,罗杰斯(Rogers, *et al.*, 2005)在后来的工作中也摆脱了最初的线性思维,他借助复杂性科学研究在无序中产生秩序的突发特性,建议通过“复杂适应系统”(complex adaptive systems)来解释创新扩散中的不规则现象和形成这一过程的诸多影响因素,尤其是不同道德观念和规范信仰体系对信息传播规律的影响。

Callon)、拉图尔(Bruno Latour)和莫纳汉(Adrian Monaghan)提出了区别于“扩散模型”的“交互模型”(Model of Interessement)。⁸我们可以通过对比两种模型的差异来明确其内涵:“扩散模型”认为转型成功主要在于技术接受,技术要么被采用,要么被拒绝,用户都是被动地参与;“交互模型”则强调设计师、企业家、政府和用户等多方主体的参与,认为用户在融入过程的活跃与主动,以及用户的期待、兴趣和提出的问题都会影响对技术物优缺点的评估(Akrich, *et al.*, 2002a, 2002b)。因此,“交互模型”下的技术物不再被视为与社会相分离的客体,而是一张连结技术物、人、组织、文化意义和知识的“无缝之网”(a seamless web or network),也就是建构主义者所说的“社会技术物”(sociotechnical product),它有助于处理创新过程中技术和社会的双重角色,并能揭示过程的复杂性和不确定性(Wajcman, 2007: 293)。

在“无缝之网”中,发明者(设计师)需要在技术物上铭刻他们对世界的看法(包括特定的品味、能力、动机、愿望和政治偏好等)和对该技术使用的想象,以便让人与非人行动者积极地共同塑造所要执行的行动(Latour, 1999b)。换句话说,设计师不仅规定了技术性功能,还设计了引导用户使用这一物件的行动指南,这两者都属于“脚本”(script)的范畴(Akrich, 1992)。正是通过脚本,设计师、技术物和用户才建立起或长久或短暂的行动者网络(Actor Network Theory, 简称ANT)。维贝克(Verbeek, 2005)用脚本概念解释了为什么大多数技术物在真正磨损之前就被扔掉了,这是因为用户并没有和传统技术脚本建立起某种依恋关系,使得产品无法在整个生命周期中都被珍惜。他追踪了“永远属于你”(Eternally Yours)系列的家居产品在形状与表面、销售与服务、符号与文化等三个方面改变原有设计脚本的案例,说明注重使用寿命的好的产品脚本不仅应该发挥技术性作用,还应该成为用户生活方式的表

8. “Interessement”是法文术语,近似对应于英文的“interest-making”或“interest-alignment”等。本文根据阿克瑞奇等的定义,将“the model of interessement”翻译成“交互模型”。阿克瑞奇等认为,该术语用来表示在开发新技术或服务的各阶段中动员和吸引众多具有决策权的行动者的过程。技术决策有助于定义相关的社会群体,一些群体被定义为盟友,另一些则被定义为对手或怀疑论者。技术装置可以整合这两股力量,正是在这个意义上,它可以被界定为一种交互装置(an interessement device)。“交互模型”强调创新与社会经济环境之间存在一系列的联系,而“扩散模型”则假定这两者之间存在无法弥合的分离(Akrich, *et al.*, 2002a: 205)。

达。然而,大部分的设计脚本都没办法在初始阶段就契合用户的生活需要,用户需要通过身体力行(vivo testing)的方式与既有脚本进行谈判,最终是要弥合技术的嵌入性预设(embedded projection)与用户的文化习俗之间不相适配的部分(Latour, 1992)。换言之,新技术的最终采用需要经过用户一系列的测试或试验,这些在技术物和特定环境之间的适应性试验可以帮助用户做出技术选择,也能够将新的技术物更好地嵌入既有的利益、文化和价值观。

拉图尔(Latour, 1999b: 311)认为,“试验”(trials)是新技术从出现到融入日常生活的重要途径,这种融入定义了作为人与非人的行动者所具有的性质和能力。在日常生活中,人与非人行动者相互制约、相互促进,但它们相互影响后的结果并不是完全可以预测的。用拉图尔(Latour, 1999b: 124)的话说,在试验中它们的关系不仅仅是“已经存在的元素的简单重组”(mere recombination of already existing elements),还是“相互交换和增强彼此的属性”(mutually exchange and enhance their properties)。通常,试验不可能一次就定义所有行动者的性质,因此,多重试验就变得愈发重要。技术物正是通过与用户经历的多次试验后凸显的能力来验证其重要性。试验可以理解为探索设计师刻录的设计脚本与用户抵制脚本和铭写过程之间的动态冲突,冲突的结果无法预测,只有通过实证调研加以观察(Latour, 1992; Berker, 2011)。比如,纸杯的使用脚本可能是“用完就把我扔掉”,用户的反程序(anti-programme)却是“我要多次使用这个杯子”。这说明反程序可能代表设计师视角下用户的“错误”行为,站在用户的立场上,则存在多个竞争性的脚本同时发挥作用,用户通过多重适应试验建立起与某一种技术物的联盟(Callon, 1984),以此缓解技术的设计脚本和用户使用习惯之间的张力。⁹帕里森和詹妮尔(Pallesen and Jenle, 2018)关于丹麦智能电网的研究看到了用户对“家庭用电高峰”设计脚本的反程序:智能电表默认用电低峰的夜间可以自动运行洗衣机,但用户抱怨早晨要为上学和工作做准备,没有时间处理昨晚自动洗好的衣物。汉森(Meiken Hansen)和豪格(Bettina

9. 需要说明的是,一些用户试验是技术的发明者(设计师)提前设计的,邀请特定的用户使用特定技术产品,类似于用户市场调研,如伍尔伽(Woolgar, 1990)关于计算机测试的民族志。本文更强调用户自发形成的适应性试验,即新技术进入用户的日常生活中与特定环境发生的互动。

Hauge)引入家庭和控制的视角分析了不同技术脚本对用户行为施加的约束力度,说明脚本越强,用户在既定目标下与控制脚本保持一致性就越强。举例来说,电表远程控制技术的脚本力量相对较强,用户无法轻易改变控制的时间和事项,而可视化控制技术的脚本力量就相对较弱,用户在响应使用绿色号召的同时,可以依据光伏发电和室内用电情况,自主选择为电动汽车充电的时间便于调整能源使用组合,比如,在电量多时选择为电动汽车充电(Hansen and Hauge, 2017)。可见,脚本既定义了特定技术物的行动方案和使用规定,又蕴含着可以被拒绝、调节和互动的潜力,它是理解设计者、政策、用户和技术物之间如何协商和构建行动与意义的关键。

本文引入“技术柔性”(technology flexibility)的概念来表征这种互动潜力(或脚本力量),它是指使用模式的灵活性(flexibility in the pattern of use)和允许进一步改造的灵活性(flexibility in allowing for further changes)(Hanseth, *et al.*, 1996),而用户试验可以检测技术柔性的强弱。当技术的设计脚本过于僵化,无法融入用户的生活习惯或重新被改造时,技术柔性就相对较弱。汉瑟斯等(Hanseth, *et al.*, 1996)认为,技术柔性与技术标准化相关,在开发某项技术物的社会技术过程中,管理交流方式和技术安置的标准存在封闭、稳定和不可逆转的特性,就可能会导致潜在用户无法参与技术的改造过程,技术在使用层面失去灵活性。纽伯格(Nyborg, 2015)关于智能电表的家庭民族志发现,用户普遍爱好自己动手,他们发现并实践出所提供设备的创新用途,而这往往超出设计者的预期用途。他们也会有改进设备的想法,甚至进行进一步的技术创新,这被称为用户的“柔性潜力”(flexibility potential),印证了良好的技术柔性可以允许用户主动改造技术以适应需要。在最新的研究中,“柔性”已经成为欧洲地区能源研究的关键词。研究者探索具有良好技术柔性的能源系统策略,即结合气候、用户需要和电网要求,高效率地利用当地的可再生能源和废热,统筹建筑物与能源技术的使用情况(Paiho, *et al.*, 2018; Powells and Fell, 2019; Sneum, 2021)。

值得一提的是,拉图尔(Latour, 2011, 2013)晚年关于组织脚本(organizational scripts)的论述进一步将日常生活中行动者不断受制于脚本却时常超越脚本的流动过程与“组织何以可能”“社会何以可能”这样的宏大命题结合起来。能体现这种脚本流动过程的一个例子是,当我们

在GPS的导航指引下驾驶汽车的时候,我们通常会按照脚本行事,听从导航系统的指令。但是,我们会通过观察指引是否准确来保留自己重写脚本的权利。在导航出现错误时,我们会去查看传统的街道地图,甚至直接关闭导航,转而询问路人(Latour, 2011)。在传统社会学的结构化视角下,个体要扮演社会赋予的角色,被一个更高层次的脚本所支配。拉图尔(Latour, 2013)则认为,个体永远处于一个既貌似遵守脚本,又随时可能翻转脚本的状态。在这个意义上,组织和社会是脆弱的,其规模和稳定性取决于个体遵守脚本的程度。当清洁取暖工程在农村地区大规模展开时,村民日常生活的脚本就被极大地改写了,原本按照传统脚本烧煤取暖的社会进入了行动者各显神通、改造脚本的变迁状态。社会既是技术测试的场点,也成为被测试的对象(Marres and Stark, 2020)。

(三)重新定义技术驯化

技术驯化的定义有媒介研究和科学技术学两个版本,前者强调驯化的有序和线性,后者强调对称性地解释成功与失败的驯化案例。在技术驯化的原初概念中,英国媒介研究学者西尔弗斯通(Silverstone, *et al.*, 1992)借用家庭“道德经济”(moral economy)的属性(Thompson, 1971),以人类学的研究方法观察广播、电视、电脑和手机等技术的家庭消费过程,将“人们接受技术物转化到以自身使用目的为中心的过程”定义为“技术驯化”,并将其划分为线性的获得(appropriation)、对象化(objectification)、融入(incorporation)与归附(conversion)四个有序阶段。“技术驯化理论”认为,所有的技术物必须在家庭的仪式、规则、惯例等价值体系中找到一席之地,融入家庭的道德经济,才能让用户和技术都获得意义(Silverstone, *et al.*, 1989)。

挪威科学技术学学者索伦森(Sørensen, 2005)在“技术驯化理论”中融入了“行动者网络理论”和脚本的分析方法,这让驯化过程成为“交互模型”在技术应用微观场景里的具体体现。索伦森将驯化定义为“人们表现或实施技术的复杂性”(the complexities of human performance or enactment of technologies),用以分析技术物融入用户日常生活的整个过程。如果把技术设计和推广理解为一种“转译”(translation),那么技术应用就需要通过这一动态的驯化过程动员必要的供应商、维修人员和用户网络,以协调各方的利益和责任。在问卷调查中,用户填写技术的接

受情况只是一念之间的应付,检测技术落地成果的关键是用户是否真的在日常生活中使用,是否真正积极改造了技术物原有的设计脚本,把它驯化和重新转译为一个新的技术物(Latour,1994)。科学技术学版本的“技术驯化理论”与媒介研究版本最大的不同在于研究者对技术驯化成功与否的情感态度,如果说媒介研究版本更关注技术驯化的成功案例的话,那么科学技术学版本则对称性地关注到技术驯化失败的轨迹(Kopytoff,1986;Sørensen,2005)。科什内斯等(Korsnes, *et al.*,2018)追踪了特隆赫姆生活实验室零碳生活方式改造试验的整个过程,收集了电工、木匠、工程师和建筑师对零碳排放想象的技术脚本,并观察到,学生、一般家庭和老人等不同对象因生活阶段、年龄、家庭状况的不同,对技术物在接受、拒绝或改造上表达了不同的态度。在这里,驯化涉及技术脚本与既定习惯、惯例、意义 and 知识之间的紧张关系,这种紧张感通过用户不同的应对策略得到缓解。“技术驯化理论”给抽象的“行动者网络理论”(Latour,1999a)增加了诸如紧张一类的情感倾向,它提醒人们,技术应用是一个随着时间推移慢慢发生改变的过程,如果技术物被遗忘、被扔掉或被放置在日常生活的边缘,驯化就彻底结束了,这也就意味着行动者网络的破损和失败(Sørensen,1996)。

从以上两个版本的定义来看,无论是四个有序的驯化阶段还是对称性解释的驯化方案,“技术驯化理论”在阐释技术物融入用户日常生活的过程上都有自己独特的优势,它可以动态地呈现用户拥有、接受、修改、适应和使用技术的复杂样态(Sovacool and Hess,2017)。然而,在本研究的田野考察中,一方面,清洁技术转型实践并没有明显昭示传统技术驯化概念的线性有序阶段,另一方面,由于不同家庭对清洁技术设备的使用和改造程度不同,驯化结果的成功与失败也不能被轻易定义,对称性解释无法被很好呈现。我们注意到,用户与技术物互动中涌现的试验性似乎被“技术驯化理论”所忽略。村民通过多重自发性质的测试和试验,明确自家的供热需求和技术柔性,在与新技术多次尝试的互动中产生了对新技术的再认识,进而形成特有的取暖模式。本文结合实际的田野调查,把“技术驯化”的概念定义为:用户结合生活习惯和家庭取暖需要,根据技术柔性的强弱自发完成测价、调整和改造等多重适应试验,在与清洁技术的双向互动中形成个性化的使用模式,以此缓解技术设计脚本与用户习惯之间的张力。

其中,测价是技术驯化的发端,用户通过调试和试验了解技术性能和成本,学习并掌握符合家计安排的技术使用方案。调整和改造是依据技术被驯化程度的差异划分出的两种理想类型,用户在处理新技术与传统取暖习惯不相适配的部分时,需要考虑技术柔性的强弱差异。一部分用户选择在不改动技术的基础上调整使用方案以适应自身需要,另一部分更加积极的用户会改造技术装置,契合个性化和定制化的家庭取暖需求。测价、调整和改造作为“技术驯化理论”重新被定义的三个分析性维度,打破了原初驯化概念里的线性有序假设:用户可以不测价就调整,也可以先调整/改造再测价,不必沿着完整的试验阶段逐一实践。再者,它们在对称性解释驯化失败的基础上,囊括了技术驯化结果的多种情况,呈现出技术实际应用场景的多样性。“技术驯化理论”的试验性挑战了“扩散模型”中“技术决定论”或“经济决定论”的假设,强调社会变革并不是简单地靠安装技术就能实现的,它需要个体/用户通过驯化试验的方法凝结技术与社会的复杂关系,调动改写、超越和创造技术脚本的主观能动性,才能让技术应用的社会改造项目成为可能。

二、礼村的清洁技术脚本和用户认识

在创建无煤化取暖示范县的政策契机下,礼村家庭完成了民用散煤治理的清洁技术改造工程。其中,礼村积极推广热风机和天然气壁挂炉作为“电代煤”和“气代煤”工程的代表性清洁技术设备,分别占了礼村改造份额的27.7%和64.6%。政府在向村民推广清洁技术时是出于怎样的考虑呢?根据阿克瑞奇(Akrich,1992:205)对“设计/脚本”(design/script)一词的描述,技术物在设计之初就被铭写了设计者对世界的看法,预设了技术的使用环境和使用模式。我们可以通过考察技术研发和成果转化的过程明确设计初衷,并为对比政府和用户眼中技术物的不同脚本提供可能。

(一)技术物1:空气源热风机

作为分布式取暖设备,热风机的安装与传统家用空调相似,包括室内机和室外机。热风机与空调有两方面的不同:其一是升级了双级压缩机技术、变频技术和新的系统设计,可运行的最低环境温度降至 -30°C ;其二是热风机的室内机安装在房间墙壁下端靠近地面的位置,使热空气靠近地面流动,从而对用户所处活动区域的空气加热,实验证明,它

的加热速率比传统的地板采暖或散热器更快。与其他“煤改电”项目中热水热泵和其他电加热技术相比,热风机对配电容量需求较低,可以降低电网升级改造的成本,独立且未设水系统的供暖机组也可以避免冬季管道冻结等问题。设计者对热风机的设计脚本可以概括为:在房间独立安装,独立控制,间歇操作,期待用户能够主动参与供暖需求侧调节,享受清洁干净舒适的暖风,从而发挥“煤改电”的节能潜力(Ma, *et al.*, 2020)。

但在村民眼中,人们购买热风机很少是出于对它原有设计脚本的兴趣,更多的是结合自身的生活经验和家庭经济情况认识新技术并购买。我们发现,礼村三位小学教师的家庭都主动购买了热风机,这一方面是因为体制内的教师贯彻国家意志的能力较强,他们意识到清洁取暖是国家行动,支持国家行动是他们义不容辞的责任:

你像我们这个(当老师的),你像汪建森,你像俺们,都是你让我安我绝对就安,你让我出钱我也出钱,绝对不向国家提啥要求。咱都知道,国家政策是惠民的,你没有国家这些,农民你享受得了这些吗?(2022022101-02,汪令让)¹⁰

另一方面,在民办教师转公办教师的历史进程中,他们意识到了把握政策时局所带来的好处,购买热风机虽然需要花费 1900 元,但在随之而来的取暖季就能够获得 1200 元的现金补贴,立即购买体现了教师对政策的高度敏感:

俺们都是第一批就安上了。一开始宣传的时候吧,一般老百姓他现在不认国家的政策,都不知道这是啥营头。他说要让自己往外掏钱不值当的,他就没寻思这么好呢,第一年交上个 1900 块钱,第二年补贴 1200(块)就基本找补回来了,他算不了这个账。(2022022101-02,汪令让)

一些村民购买热风机是因为有相关的工作经历。村民孟学升长期在外地安装中央空调,对热风机的发热原理、制热性能都能娓娓道来,他认为选择热风机不会被骗,因为这属于他干了一辈子的专业领域。当遇到上门推销散热产品的人员时,他也能辨明真伪:

俺们在外头也是懂点儿,那天还来一波小年轻上俺村里推销小暖风的,180 块钱,我跟他打价,他说不能打价。他说俺

10. 括号内为访谈记录序号和被访谈人姓名,下同。

这能制冷也能制热,我说怎么制冷制热,热风机它里头有制冷剂,有氟利昂的,他回答不上来。我回来就给汪令杰(引者注:村支书)打电话,我说不能推销这个,是骗人的!他就是下来挣咱老百姓的钱的。(2022011802-01,孟学升)

热风机作为清洁取暖设备,在不同的购买情境下能发挥不同的文化和社交属性。在刚刚推平土屋、建起砖房的汪祥泽家中,热风机作为“盖屋添置的大件儿”被安在客厅电视旁最显眼的位置(2022011302-03,汪祥泽)。而在村民汪建奎看来,他们家土暖气烧得很热,购买热风机完全是看的村支书汪令杰的面子,他们都是村里的大姓汪姓的一支,帮着同家族的人搞定销售指标,热风机成为巩固和维系亲缘关系的纽带(2022030101-03,汪建奎)。

可以看到,分析村民购买热风机的原因时,贯彻国家意志、契合自身工作和认知经历,以及发挥技术物的文化社交属性都出乎设计者当初所想。虽然这一阶段我们还没探究村民在使用中对热风机技术柔性的进一步认识,但购买动机显示了村民的初步决策就已经与设计脚本拉开距离。

但是,村民对热风机的第一印象并没那么好。在2018年热风机技术进入礼村之前,乡镇政府还推广过另一款电代煤技术设备——“电热锅炉”。¹¹这种炉具虽然考虑到了与传统煤炉在名称上的亲和性(都有“炉”字),在实际使用中却遇到了耗电量过大、烧热后向外喷射热水等问题,最终推广失败。由于名称上与后一种热风机技术极为相似,前者的失败直接影响了后续热风机的引入,村民不再信任名字中带“电”字的技术推广。邻村的村支书周书记抱怨道:“安这个(电)热炉子,用起来不好用,老百姓都怕了。一个月电要1000多块钱,一个小时六七度电。后来我们推热风机,这名字和电热锅炉很像。人一听说是‘电炉子’,那头都大了,都是叫那个给闹的!”(2021121401-03,周兴旺)村民的话语和信任体系都根植于传统的生产生活方式。煤炉使用的薪柴和煤炭都是传统生活中最熟悉的燃料,也经历了数十年的实践与磨合,村民用起来十分踏实。而新技术进入农村,既要让村民理解这种陌生的表达方式背后的实际意涵,又要抵制新技术失败带来的“连坐”效应,这是热风机设计的初始脚本所无法考虑到的。

11. 这是村民和政府工作人员的叫法,设备的名称为“智能数码电采暖炉”。

(二)技术物 2:天然气壁挂炉

河北省的《农村气代煤工程技术规程》(DB13(J)/T 256-2018, 2019年版)的条文内容对农村地区室内外燃气工程设计,材料设备的装卸、运输和存放,燃气工程施工验收以及运营维护都在地方和行业层面提供了标准。相较于热风机的安装,天然气壁挂炉对房间、管材、燃气表、居民生活用燃具、排烟装置、燃气监测报警器和家用取暖系统都有明确的安装要求。设计者对用户使用天然气进行取暖的设计脚本是:作为清洁取暖工程项目,在用途上,气代煤被设计和引入的功能应该是“取暖为主,烹饪为辅”,烹饪只是取暖功能之外附带的功能。在厨房打开燃气管道开关,点燃天然气壁挂炉,设置合适的燃烧温度和送水水压,实现室内水暖管与空气的热量交换。在具体安装过程中,天然气壁挂炉要求必须安装在村民家独立的通风厨房里,房间中不能有土灶等明火装置。连接到天然气壁挂炉上的两片 80 厘米长的铜铝复合暖气片要分别安装在两间独立的房间,以增大房屋的热辐射面积。

与热风机需要村民主动花钱购买的方式不同,天然气壁挂炉是政府为所有没有购买热风机的家庭免费安装的,因此我们无法考量村民在天然气壁挂炉上的安装动机,但在安装伊始仍然可以看到村民的初步印象。村民对天然气的感情是复杂的,技术本身的陌生和使用方式的繁琐会让村民产生恐惧心理。40 岁的刘婶子有初中文化水平,与村里的老人相比,她算是有学识的,但在使用天然气时都需要家里的兄弟给予帮助,她害怕自己盲目操作会使燃气泄漏:

他(引者注:刘婶子的兄弟)给我说怎么用,怎么上水,还必须得打到那个压力。你打不到那个压力吧,它上面有个发动机,它就不启动。你说咱不知道怎么操作,还得亏让那谁给看看呢,要不这玩意儿烧坏了,害怕有危险。

(20211208-01,刘婶子)

村支书 84 岁的母亲跟放假回来的博士孙女也抱怨道:

可别提了,装了这天然气之后呢,你爸爸在家也不会弄,上了水也没法烧,我说你别弄那玩意儿,弄坏了回头有危险似的。后来就叫桩子来了,弄好了。弄好了烧热烧得可热乎了,你得老烧着啊,你不能今天烧了明天不烧,他那屋子就不暖和。那你这火还不能死了。我说这玩意儿不行,我着急死了,咱还

是咱原来那屋烧炉子吧!原来那屋里我呆着舒坦。

(2022011305-03,汪令杰母亲)

在我们走访的65户家庭中,被访者的平均年龄是60岁,说明礼村大部分有取暖需求的都属于老龄化家庭,对新技术的使用缺乏快速学习掌握的能力。

当预见到天然气为烧水做饭提供便捷时,村民们很快就能主动替换掉罐装液化气,发展出与设计脚本相反的“烹饪为主,取暖为辅”的使用模式:

以前那大灶烟熏的墙上都是黝黑黝黑得根本没法看,现在这干净多了!这是个好事儿啊,现在做个饭啥的方便多了!

(2022011702-01,孟学合媳妇)

在村民汪玉明心目中,清洁技术的方便不在于技术本身有多先进,取暖效果有多好,在保护环境上增益有多大,而是它能整合烹饪和取暖两项功能:

不管你是热风机也好,热锅炉也好,还有那太阳板的,始终都不如那个暖气,暖气它连烧火做饭,它起码得方便,否则你热风机光热不做饭,就不方便。(2022011801-05,汪玉明)

为了证明天然气烧火做饭又方便又干净,村民刘桂英点着火,说:“你来看!天然气它不大有烟儿,咱那个液化气开开之后,它的烟厉害,煤气有烟,有呛味儿。天然气我感觉不大有烟。充的那个煤气是红火,天然气烧出来是蓝火,蓝火就干净。”(2022012001-03,刘桂英)可见,是替代液化气的烹饪功能让天然气壁挂炉在村民家中立了足。

在一波又一波的气代煤工程施工队进入礼村时,村民们也意识到,相较于热风机,气代煤是一项系统性工程。一方面,这种系统性体现在整个礼村层面,表现为“一家修气,全村停气”。汪建国从天然气停气联想到以前村里通电线:

那个时候用电,你睡觉的时候它来电了,你需要用电的时候它没电,老百姓就给起个名字叫“照光腚”,我看现在这天然气也是个“照光腚”,好几回正赶上饭点儿,它就没气儿了。不过咱也理解,这气儿它不像电啊,下边哪块哪一家出事,它就总把总闸给关了,来不及通知,他也得去抢修啊!

(2022012101-02,汪建国)

另一方面,每户家庭的用气策略也受系统性影响,体现在“总量有限,权衡使用”。汪玉明解释了什么叫“权衡使用”:

说你一年就给人家 840 块钱,人家就是烧火也好取暖也好,人家那个户说俺不取暖俺烧火,你还不让人嘛?你总共不就是给人家 840 块钱嘛!(2022011801-02,汪玉明)

天然气的清洁取暖补贴发放形式与热风机不同,属于“先补后用”型,总量 840 元的燃气费固定且有限,大部分村民在不继续往账户充钱的情况下,准备统筹一年的烹饪和取暖需求,形成这种“烹饪为主,取暖为辅”的使用模式。

礼村村民认识到天然气的引入给自家烧火做饭带来了极大的便利,同时,天然气的陌生和不确定性带来的风险也让他们意识到,在总量有限的有补贴的天然气里,应该节约其在取暖功能上的使用,供给全年的烹饪使用。这偏离了设计者和政府引入的初衷,是用户对设计脚本创造性的改变。

三、用户适应试验:测价、调整与改造

当清洁技术设备以政府推介的形式进入村民家时,村民以用户适应试验的方式探索如何将新技术安置到日常使用习惯以及与现有取暖技术的关系中,并进行适当的调整。村民自发的关于清洁技术的适应试验一般分为三个阶段:首先,通过多次测价试验或村民口耳相传的知识,了解新技术用于取暖的成本;其次,在日常使用过程中发现新技术与传统取暖习惯不相适配的地方,并面对这种不适配结合不同程度的技术柔性,发展出多种自适应选择;最后,一些村民还会对技术柔性较好的装置主动改造,以使其能够更好地契合取暖的个性化需求。

(一)测价

在礼村走访的 65 户家庭中,汪宝学、汪温泽和孟学虎三户家庭拿出了记录天然气使用情况的账本。69 岁的汪温泽的账本上不仅记录着天然气查表金额,电话费、养老保险费和水电费也都记录在册。他说:“这个东西吧,我记下来,人家一说你着多长时间了,你说不上来也记不清,一看这个你就知道着多长时间从啥时候着的,就清楚了。我夜来(引者注:昨天)查了,还剩 500 多块钱啊,还没来得及往上记。”(2022012102-02,汪温泽)作为一种生活习惯,汪温泽仅记录正式用天

然气取暖的时间,之后的使用情况也是隔三差五抄表登记,并不是每天记录,他记账的目的是想在国家补贴的有限天然气总量内合理安排,持续使用,以防天然气用完后影响日常生活。

与汪温泽不同,50岁左右的汪宝学和孟学虎的记账方式更具有试验性质,他们通过计算前后两天抄表数据的差值,大致估出天然气取暖一天的使用成本,称为“测价”,从而在温度调节、暖气片供给调节等实践中形成家庭日常的使用模式。汪宝学的媳妇讲述了她通过试验记账,测算出新增加的暖气片一天多耗费五六块钱的故事:

你看这个一开始从600块到582块,这是你一开始没接暖气片的时候。这不后来又接了一片,从哪天开始俺忘了,反正一开始着了十来多天,就又接了一片。没接这一片的时候,反正一天一宿连取暖带做饭大概是15块钱,再有接上这一片之后吧,我看就有20多块钱的了。(2022011803-01,汪宝学媳妇)

孟学虎详细说明了他记账的心路历程:

孟学虎:我头一年安,觉着新鲜啊,我就天天都去看看表去!一开始我试试,开在60度上,后面看太伤了,也开到50度。等到过年,来客来人了,就把温度开大点儿。反正我知道,咱温度开得高点儿,就着得多点儿!咱这弄着吧,你可别笑话我啊!个人心里有个数反正。

问:一般打在多少度合适呢?

孟学虎:一般的,天气冷的时候打到60度,等到暖和一点,40度、50度就行。反正咱这是每天着,从早着到晚,我也每天记,做做“试验”。

个人着气儿也能着得起的,你着炭的话,就那种小煤炉,一天也得20斤炭,现在这炭1块钱1斤,也得20多块钱。再说了,着炭你心里没数,你这个天天能看着用多少度气儿。着这个气儿,一开始,三四十块,四五十块,咱也疼得慌啊!但至少咱能改造改造,计划计划,后面调调温,这样的话老百姓能享受上,也能适应了。(2022030304-02,孟学虎)

由于走访样本有限,选择购买热风机的村民并没有说他们有没有记账等测价习惯,对于该技术使用成本的考量大多是基于村民口耳相传的信息。虽然这些信息能够告诉村民,使用天然气和热风机取暖一天

的费用都在 20 元左右,但每个家庭的供暖面积、使用时长和调节温度不同,这些信息仍然缺少个性化的解读,无法反映某些家庭的取暖实际情况。通过测价试验,汪宝学和孟学虎论证了自己家加装天然气暖气片的合理性,一方面说明了用户试验帮助村民了解技术成本和熟悉技术既定的设计脚本,另一方面,它显示出用户适应试验中测价、调整和改造等阶段并不存在递进关系,村民改造新技术后仍会进一步计算使用成本并调整使用习惯。

在玛尔斯和斯塔克(Marres and Stark, 2020)看来,对测试的社会学研究有两种类型:一种是实验室内部的科学技术学研究,测试之于技术相当于实验之于科学,它能够让本来不可见的知识和技能变得可以观察(Latour, 1993; Mody and Lynch, 2010),甚至能够将社会行动者卷入创新变革,改变社会技术的基本形态(Callon, 1984; Pinch, 1993)。另一种测试研究源于“芝加哥学派”的实用主义倾向,它将农村、城市、邻里等社会环境看作实验室,企图利用日常生活行动者的群体实验来观察社会,剖析个人行为、政府运作和民主运动的社会机理(Dewey, 1998; Gross, 2009)。前者在测试中发现社会,后者在社会中发现测试(Marres and Stark, 2020)。然而,这两种类型的分野使得专家主导的测试和社会实验相互孤立,用户和技术测试中发挥的作用(Pinch, 1993)没有被很好地挖掘。礼村村民的测价试验既是对从实验室走向乡野的清洁技术的测试,也是对清洁取暖社会实验本身的测试,为我们研究技术与社会的互构提供了一个难得的案例。

(二)调整

1. 适应热风机:装置性能、单位成本和安置空间

在遭遇了电热锅炉推广失败的“连坐”效应后,大部分村民没有选择主动购买热风机,仅有 18 户村民是村支书将热风机送上门,这种被动使用让村民感受到它与传统以煤炉为主的取暖方式存在的差异。

其一,装置发热原理和制热性能与村民睡觉、喝水等日常生活实践不匹配。传统的煤炉取暖匀火慢热,没有直接吹出来的干燥热风,而刘蜜三叔觉得“热风机开着干燥,老吹”(20211201-02,刘蜜三叔);汪俭泽认为“吹这个热风机受不了,黑瞎(引者注:晚上)睡不着觉,喝水要成大壶地喝,热风也吹得呼呼的,根本睡不着。一辈子俺没睡过床,睡热炕睡习惯了”(20220114-01 汪俭泽);在李宝华家串门的王大姐也说,“热

风机开时间长了,有一股塑料烧焦的味道,就不敢点了”(2022012103-02,王大姐)。其二,热风机单位面积的取暖费用较高,辐射面积较小,常被村民诟病。能源基金会和清华大学建筑节能研究中心的报告显示,在实验室环境下,热风机的设计脚本可以保证,在建筑面积为185平方米的农户住宅中,维持室内温度12℃,日均耗电量仅需10.3千瓦时。但在实际使用中,很多村民表示农宅的高墙薄壁不聚热,热风机只有直吹才能感受到温度,汪祥泽的儿媳表示:“我说这个热风机,一个大屋里得装上俩,着一个你就感觉不到热。你得对着吹才行。你说一个冬天才补840块钱,怎么够用呢!”(2022011302-02,汪祥泽)其三,热风机的安置空间较为固定,一经安装就无法随意改变,而礼村农宅的建筑设计大多将厕所和厨房安置在正屋之外,这与村民在多间农宅中穿梭活动的习惯产生冲突。

面对技术柔性较差的热风机技术,村民只能“头痛医头,脚痛医脚”式地作出自适应调整。针对热风加速水分流失的问题,村民孟博德会在热风机旁放一盆水作为“加湿器”,防止过度干燥(2022012104-01,孟博德)。在选择热风机的18户家庭中,有14户家庭直面了热风机单位面积取暖成本较高的问题,他们在持续发放的清洁取暖补贴支持下,选择继续使用热风机以换取来年的补贴,但这种使用均未完全取代散煤取暖的传统方式,热风机仅作为煤炉取暖之外的辅助工具。针对热风机安置空间固定的问题,村民孟学哲为了照顾正在准备高考的孩子的取暖需求,就在正屋客厅中围绕热风机的位置摆放孩子的书桌和床铺,为其营造一个干净且不需要通过添炭打断学习节奏的温暖氛围,自己则在偏屋点小煤炉取暖。

通过分析热风机的技术柔性,我们不难发现,无论是装置自身的性能影响睡眠,还是单位取暖成本过高带来的不匹配,或是使用模式的固定,都在很大程度上说明热风机的适应灵活性较差。即便用户接受了装置和成本属性,也只能通过摆放凉水、挪动床铺的方式来解决,在技术装置上进一步改造则难以实现。当然,用户在技术创新中发挥的关键作用仍不容忽视。在与技术物发生具体互动时,村民会结合自身的不同特性,诱导出装置超越设计脚本的其他功能,这是用户适应试验作为技术驯化要素最有力的佐证。村民汪令让的弟弟先天失明,他认为“热风机方便,因为(无论是)天然气还是点炉子我都看不见,热风机遥控器

一摇很方便”(2022022101-01,汪令让)。这种直接又安全的取暖方式照顾到了老人和残障人士的需求。村民汪江玉则是将热风机用于发面,比传统炉子发面醒面更快,在女儿、女婿回家时就可以用热风机发面蒸包子(2022011601-05,汪江玉)。

2. 适应天然气壁挂炉:重新装潢,调整燃气路线

天然气的设计脚本要求村民提供独立的能通风的厨房,并出于安装安全性和系统性的考虑,村民必须要处理掉原先厨房里的土灶和燃料,以装潢全新的场景来迎接新技术的安置。

实际上,在选择气代煤技术的42户家庭中,有将近一半的家庭重新装修了厨房,要么粉刷白灰使其干净整洁适应白色的壁挂炉,要么在购买燃气灶台和抽油烟机及附加产品的同时,通过拆大灶、贴瓷砖、买橱柜等行为营造了更加现代化的烹饪环境。村民认为,重新装修的厨房不仅仅是为了美观,通上天然气也正好提供了调整和装修的机会,调整后新的空间也适应了天然气技术装置的使用需要。在天津上班的大学生李宇滨主导了家里的厨房改造工作,他说:

安天然气的时候(引者注:2020年),那时候不正赶上让安壁挂炉嘛,我就把那厨房重新装修了,装修把这个东西(引者注:大灶)给拆了。拆了吧,反正一些好的东西咱用,一些不实用的,用不上的,咱也不像老一辈,该扔(就)扔啊!

(2022030401-03,李宇滨)

村民孟学合常年在非洲刚果(金)打工,他媳妇通过视频和他商议后,决定在天然气进家门前整修厨房:

镇上说下来安天然气,说你这大灶啥的都不让用了。我一寻思就把这大灶风箱全给拆了,煤气罐也都撤了,重新装上一个扣板,打一组柜子。以前那大灶烟熏的墙上都是黝黑黝黑的根本没法看,现在这干净多了!这是个好事儿啊,现在用天然气做个饭啥的方便多了!(2022011702-01,孟学合)

村民汪沪玉说他家的厨房太小,安装不下壁挂炉,他和施工队之间就壁挂炉的安置问题展开了激烈的讨论:

一开始俺想在卧房安的,他们说不让在屋里安,怕煤气中毒。我就让他们给安在这后屋了。一开始他们还是不同意,我说我这厨房安不开,他说那你安这(里)也行。他说这个你后屋

上面可得罩起来,我说这不罩起来了嘛!他说你这罩不行啊,不安全啊,我说不行你也别管了,我自己来弄。我又在这壁挂炉外头垒了砖,加了个门,这样它才安下了。

(2022012002-03,汪沪玉)

可以看到,施工队的安装要求是标准化的,但当村民家中的空间布局无法满足施工要求时,天然气壁挂炉良好的技术柔性就发挥出来了。从使用模式上看,壁挂炉并不是通过自身热辐射传导到房屋中实现供暖的,而是通过燃烧天然气加热水,热水再通过暖气片循环实现热量交换。壁挂炉的安置空间没有影响村民的供热空间,它能够依据用户的需要安装在家中合适的位置。

然而,正如前文所言,大部分的村民利用天然气壁挂炉良好的技术柔性进行装潢和调整燃气路线的实践,是因为与传统的罐装液化气的充气不便、操作复杂相比,天然气烧水、做饭更便捷。在他们主动替换罐装液化气的同时,发展出了与天然气壁挂炉设计脚本相反的“烹饪为主,取暖为辅”的使用模式,这说明想用清洁能源整合炊事和取暖两项功能的社会技术想象还任重道远。

(三)改造

对于一小部分想要完全用天然气替代传统能源的村民来说,天然气壁挂炉良好的技术柔性体现在它包容用户对其附属装置的进一步改造。根据安装标准,为了增大房屋的热辐射面积,室内两片暖气片被要求分别安装在两个独立的房间中,这严重影响了村民的供热舒适度。礼村家庭的农宅厨房都离正屋有一定距离,施工队为了节约水暖管耗材,经常把两片暖气片分别安装在正屋门后和侧屋门旁,汪家学就曾抱怨:

他这个必须哪里近他安哪里,他们管子要钱啊,拍完照发上去就算完事儿了!关键吧,他给我安别的墙上也行啊,安在门后面不大行,你看看这洞,它出水口正挡在这了,他安到我这大门都没法朝里开。再说这在门口也不实用,没法用啊!

(2022022803-03,汪家学)

特别的是,有两户家庭的两片暖气片被安装在同一个房间,一户是和施工队打了招呼的村长汪刚玉家,另一户则是“不好说话”的汪忠学家。汪忠学的媳妇说:

安装的人碰着的啊,有些好说话的,有些不好说话的。他

上我家了,想上后头屋给我安咧,他到这屋我给一开门,我说你们想上后屋里安行,这屋里除了家居全是些废铜烂铁的,我家里人都不在家了,我一个人我弄不了,你们都给我搬出来再放回去的。他们没法儿,看我家后头屋实在不行,你再叫工人给你搬东西,他还得给人出工钱咧!他个人也想多挣钱啊,有的人家你使他管子太长,他都管你要钱呢!我不听他胡咧咧(引者注:胡说)!(2022022501-02,汪忠学媳妇)

对暖气片的改造有两种,一种是将分布在两间屋的暖气片安在一间屋,集中供热,另一种则是在原有两片暖气片的基础上增加新的暖气片,增大供暖面积。老党员孟师传平时喜欢研究“俏皮事儿”,他说把两个暖气片合并到一起很好办,虽说是享受到了国家的温暖,但是“鞋子合不合脚只有自己才知道”。在改造了施工队原有的安置布局后,孟师传完全放弃了烧散煤取暖的生活方式,甚至开始关注俄乌战争及其对天然气能源安全的影响(2022011304-01,孟师传)。像孟师传一样声称用天然气取暖完全替代散煤取暖的家庭有8户,其中仅1户选择了热风机(这一户的户主是盘炕老手艺人,家庭主要取暖方式是烧炕),其他7户都选择了天然气壁挂炉,并均对暖气片进行了改造(其中,5户选择挪动方案,2户选择新增方案)。

在完全实现清洁取暖的家庭中,59岁的汪沪玉可谓是礼村供暖技术的“爆改达人”,他的家中摆放着各式各样经过改造组装后仍能长期使用的供暖装置。他年轻时曾在村里帮忙盖房子,出村跟着包工队做土建,又有安装空调的经验,掌握了基本的水电工、泥瓦工技能,在技术改造上有自己的心得。2017年,村里第一批“电代煤”推广的电热锅炉技术很不成熟,装置加热时沸腾的水会从进水口向外涌出,单位面积供暖成本更是高得离谱。汪沪玉家当时没有立柜式空调,他将中央空调的出风口连接到电热锅炉的发热电机上,形成了自己的第一件改造作品。他自豪地介绍说:

当时这个(引者注:电热锅炉)送下来的时候,电机连着一个暖气片,这个风机是我后来自己安上的,整个礼村也就我家的是这样的。我这个直接把它原来带的暖气片给拆了,我早前在外面干空调的,带了个机子(引者注:空调出风口)回来直接给安到上头了。我重新组装之后吧,接着就给它单独安个电

表,我算了,1个小时五度八的电,我是(按)点了10个小时58度电算的。1度电6毛多,1个小时就得4块钱吧!着不起你也得着啊,那个时候我没买大空调,浪费电。

(2022012002-02,汪沪玉)

他的第二件“作品”就是把电热锅炉上换下来的暖气片连接到家里的小煤炉上,虽然在天然气被引入后煤炉已经完全被取代,但挂在墙上的暖气片仍作为室内晾晒衣袜的重要工具。他自主设计砖瓦热炕床,给天然气壁挂炉打造后院专属空间,将“土暖气”的暖气片增添到天然气壁挂炉的取暖系统里……汪沪玉的取暖实践充分证明了用户是富有创造力的,通过适应试验对技术柔性较好的装置进行主动改造,村民生产出满足日常生活需要的知识和产品,完成外来技术向家庭内部进行驯化的整个过程。

四、结论与讨论

笔者选取中国北方地区的一个村落,结合当地正在进行的农村清洁取暖设备改造实践,进行了为期六个月的田野调查。在大范围的运动式治理的技术介入下,礼村村民接受了政府“电代煤”“气代煤”的更新方案,安装了空气源热风机和天然气壁挂炉等新的清洁取暖设备。然而,新技术的介入并未直接改变村民的传统取暖方式,大部分家庭在冬季仍然依靠煤炉取暖御寒。一些村民结合生活习惯和家庭取暖需要,根据技术柔性的强弱自发完成测价、调整和改造等多重适应试验,在与清洁技术的双向互动中形成了个性化的使用模式。

我们发现,缺乏技术驯化过程是新技术无法融入村民日常生活的关键。突然介入的清洁技术像未被驯化的动物,而统计口径中“清洁取暖率”遵循“扩散模型”的基本假设,将技术的被动安装理解为用户的主动采用,新技术“改而不用”的现象被统计数据所遮蔽,而探寻技术驯化过程可以打开用户真实使用状况的黑箱。“扩散模型”认为,只要清洁技术成本较低,补贴高且稳定,用户满足积极的消费者特征,政策精准落地,能源转型就能水到渠成地实现。事实上,政策干预下的收入增长并不能带来用户自发性的能源爬坡。“扩散模型”的预设一味将能源转型的障碍归咎于经济因素,却无法解释清洁技术在给予充足补贴后不被使用的情况。另一方面,用户也不像“扩散模型”想象的那样被动选择

技术,而是主动参与到与技术的交互过程中,创造性地丰富了不同的技术使用类型,现有的散煤治理逻辑则忽略了这种用户调节和改造新技术的主观能动性。

与“扩散模型”不同,“交互模型”没有将技术物视为与政策、用户、成本等社会经济系统相分离的客体,而是强调作为互动双主体之一的技术物在用户的期待、兴趣和尝试中融入日常生活。技术物上铭刻着清洁取暖政策对村民积极使用的美好想象,用户自身也装载着旧有的习惯、利益、文化和价值观,当新技术被强制推广时,用户需要自发完成多重适应试验,以缓解技术设计脚本和用户习惯之间的张力。实际上,空气源热风机和天然气壁挂炉在设计之初就被铭写了标准的设计脚本,技术柔性较低的热风机,由于装置自身性能影响用户睡眠,单位取暖成本过高,以及安置空间固定带来的使用不适配,影响了村民的试验参与度,最终只能在清洁取暖补贴的加持下,成为煤炉取暖主力之外的辅助工具。而技术柔性较高的天然气壁挂炉,在给村民记账测价、装修厨房等试验提供有力资料的同时,为进一步改写技术脚本提供了可能,使村民生产出满足日常生活需要的知识和产品,完成了外来技术向家庭内部进行驯化的整个过程。¹²

与清洁取暖改造的经济学或管理学研究不同,科学技术学视角的“交互模型”特别强调村民采用测价、调整和改造等策略完成的带有驯化性质的试验。这种地方性和试验性的实践知识和技能(也包括以煤炉为主的传统取暖方式)是用户、技术物在与技术使用环境互动中获得的,延伸了“技术驯化理论”的试验性维度。与多方向开放的知识可塑性不同,试验性技能更强调作为底层的村民在试点项目中充分考虑自身和在地情境,尽可能融入较多的文化和社会因素,自下而上地为延伸试点效度进行尝试性工作(陈靖、洪伟,2020)。显然,这种尝试是必要的,可以说,日常生活中的这种试验性尝试具有重塑国家对个人使用清洁技术想象的能力。只有允许个人使用驯化试验来弥合技术设计脚本与

12. 从热舒适的角度看,形似空调的热风机没有天然气壁挂炉令人舒适,因此技术柔性不是区分二者的唯一维度。但由于清洁取暖改造政策要求一户家庭不能同时安装热风机和天然气壁挂炉,这就避免了在热舒适层面的比较,因此,我们主要考虑技术柔性对村民使用和试验的影响。本文的结论仅供北方清洁取暖改造地区参考,不推及南方地区空调与暖气片的热舒适比较和选择。

具体现实之间的互相不适配,计划改善人类生活状况的技术项目才能真正落地。拉图尔(Latour,2011,2013)提出的“组织脚本”的概念有助于我们更好地理解这种自下而上的试验。在清洁取暖的技术改造中,组织脚本是自上而下地为所有村民编写的行动方针,当村民完全按照这一脚本接受和使用清洁技术时,他们就成为执行委托指令的生活在脚本之下的人,完成清洁取暖改造的社会由此浮现。然而,现实生活中的村民作为个体行动者,在配合完成技术改造、提高清洁取暖率的同时,也会根据具体的生活情景改写、超越并创造脚本。在个体脚本的变动、跃迁和流转中,清洁取暖也在改造成功和失败返煤之间跳跃不定。

个体行动者通过试验改写脚本,有助于打破个人/社会、行动/结构、微观/宏观等传统的社会学二分法,重新构建清洁取暖这一现代社会工程应有的叙事逻辑:一方面,清洁取暖工程作为一项大规模推广的社会民生工程,对改变民众生活方式、推进可持续的绿色升级和助力实现双碳目标有重要意义。国家权力对脚本的统一撰写在构建清洁生活方式的过程中发挥了重要作用。另一方面,任何组织模式都具有高度不确定性,对用户积极执行技术脚本的想象会在现实情境中遭受一定的挫败。作为技术推广型工程,铭刻在清洁技术中的设计脚本需要在技术和用户之间留出一个磋商的空间,为村民的试验性改造和技术物的在地驯化提供可能。当村民改写、超越、创造脚本的能动性被调动起来时,一个完成清洁技术改造的新型社会才成为可能。

参考文献(References)

- 陈靖、洪伟. 2020. 试验还是实验? 试点与实验主义治理的比较 [J]. 科学学研究(9): 1537-1544.
- 董梅、徐璋勇. 2018. 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(1): 45-53.
- 冉冉. 2021. 环境善治与政策合法性的建构——基于北京市“煤改气(电)”工程的案例研究[J]. 经济社会体制比较(6): 165-172.
- 史丹、李少林. 2018. 京津冀绿色协同发展效果研究——基于“煤改气、电”政策实施的准自然实验[J]. 经济与管理研究(11): 64-77.
- 宋玲玲、何军、武娟妮、徐毅、程亮、王兆芬、姚梦茵. 2019. 我国北方地区冬季清洁取暖试点实施评估研究[J]. 环境保护(9): 64-68.
- 王琦、熊康宁、盈斌、张兴菊、任威. 2019. 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(3): 146-157.
- 王仁和、任柳青. 2021. 地方环境政策超额执行逻辑及其意外后果——以 2017 年煤改气政策为例[J]. 公共管理学报(1): 33-44.

- 王智睿、赵聚军. 2021. 运动式环境治理的类型学研究——基于多案例的比较分析[J]. 公共管理与政策评论(2): 62-78.
- 吴施美、郑新业. 2022. 收入增长与家庭能源消费阶梯——基于中国农村家庭能源消费调查数据的再检验 [J]. 经济学(季刊)(1): 45-66.
- Akrich, Madeleine. 1992. "The De-Description of Technical Objects." In *Shaping Technology, Building Society: Studies in Sociotechnical*, edited by Wiebe E. Bijker and John Law. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Akrich, Madeleine, Michel Callon, and Bruno Latour. 2002a. "The Key to Success in Innovation Part I: The Art of Interssement." *International Journal of Innovation Management* 6(2): 187-206.
- Akrich, Madeleine, Michel Callon, and Bruno Latour. 2002b. "The Key to Success in Innovation Part II: The Art of Choosing Good Spokespersons." *International Journal of Innovation Management* 6(2): 207-225.
- Berker, Thomas. 2011. "Domesticating Spaces: Sociotechnical Studies and the Built Environment." *Space and Culture* 14(3): 259-268.
- Callon, Michel. 1984. "Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay." *The Sociological Review* 32(1_suppl): 196-233.
- Dewey, John. 1998. *Experience and Nature*. New York: Dover Publications.
- Gong, Yuanhao, Bo-feng Cai, and Yan Sun. 2020. "Perceived Fiscal Subsidy Predicts Rural Residential Acceptance of Clean Heating: Evidence from an Indoor-Survey in a Pilot City in China." *Energy Policy*(144): 111687.
- Gross, Matthias. 2009. "Collaborative Experiments: Jane Addams, Hull House and Experimental Social Work." *Social Science Information* 48(1): 81-95.
- Hansen, Meiken and Bettina Hauge. 2017. "Scripting, Control, and Privacy in Domestic Smart Grid Technologies: Insights from a Danish Pilot Study." *Energy Research & Social Science*(25): 112-123.
- Hanseth, Ole, Eric Monteiro, and Morten Hatling. 1996. "Developing Information Infrastructure: The Tension Between Standardization and Flexibility." *Science, Technology, & Human Values* 21(4): 407-426.
- Hyysalo, Sampsa, Jouni K. Juntunen, and Stephanie Freeman. 2013. "Internet Forums and the Rise of the Inventive Energy User." *Science & Technology Studies* 26(1): 25-51.
- Judson, Ellis P., Sandra Bell, Harriet Bulkeley, Gareth Powells, and Stephen M. Lyon. 2015. "The Co-Construction of Energy Provision and Everyday Practice: Integrating Heat Pumps in Social Housing in England." *Science & Technology Studies* 28(3): 26-53.
- Kopytoff, Igor. 1986. "The Cultural Biography of Things: Commoditization as Process." In *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*, edited by Arjun Appadurai. London: Cambridge University Press: 64-91.
- Korsnes, Marius, Thomas Berker, and Ruth Woods. 2018. "Domestication, Acceptance and Zero Emission Ambitions: Insights from a Mixed Method, Experimental Research Design in a Norwegian Living Lab." *Energy Research & Social Science*(39): 226-233.
- Latour, Bruno. 1992. "Where Are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts." In *Shaping Technology, Building Society: Studies in Sociotechnical Change: Studies in Sociotechnical*, edited by Wiebe E. Bijker and John Law. Cambridge, MA: MIT Press: 225-258.
- Latour, Bruno. 1993. *The Pasteurization of France*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, Bruno. 1994. "On Technical Mediation." *Common Knowledge* 3(2): 29-64.

- Latour, Bruno. 1999a. "On Recalling ANT." In *Actor Network Theory and After*, edited by John Law and John Hassard. Oxford: Blackwell; 15–25.
- Latour, Bruno. 1999b. *Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, Bruno. 2011. "What's the Story?" Organizing as a Mode of Existence." In *Agency without Actors? New Approaches to Collective Action*, edited by Jan-Hendrik Passoth, Birgit Peuker, and Michael Schillmeier. London: Routledge: 163–177.
- Latour, Bruno. 2013. *An Inquiry into Modes of Existence: An Anthropology of the Moderns*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Li, Meng, Tianyu Jin, Shenglong Liu, and Shaojie Zhou. 2021. "The Cost of Clean Energy Transition in Rural China: Evidence Based on Marginal Treatment Effects." *Energy Economics* (97): 105167.
- Liu, Wenling, Can Wang, and Arthur P. J. Mol. 2013. "Rural Public Acceptance of Renewable Energy Deployment: The Case of Shandong in China." *Applied Energy* (102): 1187–1196.
- Ma, Rongjiang, Chunliu Mao, Chunliu Mao, Xingli Ding, Deng Mengsi, Jill Baumgartner, Xianlin Wang, Xianlin Wang, Xicheng Wang, Wei Yang, Huaican Liu, Ming Shan, and Xudong Yang. 2020. "Diverse Heating Demands of a Household Based on Occupant Control Behavior of Individual Heating Equipment." *Energy and Buildings* (207): 109612.
- Marres, Noortje and David Stark. 2020. "Put to the Test: For a New Sociology of Testing." *The British Journal of Sociology* 71(3): 423–443.
- Mody, Cyrus C. M. and Michael Lynch. 2010. "Test Objects and Other Epistemic Things: A History of a Nanoscale Object." *The British Journal for the History of Science* 43(3): 423–458.
- Nyborg, Sophie. 2015. "Pilot Users and Their Families-Inventing Flexible Practices in the Smart Grid." *Science & Technology Studies* 28(3): 54–80.
- Paiho, Satu, Heidi Saastamoinen, Elina Hakkarainen, Lassi Similä, Riku Pasonen, Jussi Ikaheimo, Miika Rämä, Markku Tuovinen, and Seppo Horsmanheimo. 2018. "Increasing Flexibility of Finnish Energy Systems: A Review of Potential Technologies and Means." *Sustainable Cities and Society* (43): 509–523.
- Pallesen, Trine and Rasmus Ploug Jenle. 2018. "Organizing Consumers for a Decarbonized Electricity System: Calculative Agencies and User Scripts in a Danish Demonstration Project." *Energy Research & Social Science* (38): 102–109.
- Pinch, Trevor. 1993. "Testing-One, Two, Three... Testing! : Toward a Sociology of Testing." *Science, Technology, & Human Values* 18(1): 25–41.
- Powells, Gareth and Michael J. Fell. 2019. "Flexibility Capital and Flexibility Justice in Smart Energy Systems." *Energy Research & Social Science* (54): 56–59.
- Rogers, Everett M. 1983. *Diffusion of Innovations* (Third Edition). New York: The Free Press.
- Rogers, Everett M., Una E. Medina, Mario A. Rivera, and Cody J. Wiley. 2005. "Complex Adaptive Systems and the Diffusion of Innovations." *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal* 10(3): 1–26.
- Silverstone, Roger, Eric Hirsch, and David Morley. 1992. "Information and Communication Technologies and the Moral Economy of the Household." In *Consuming Technologies: Media and Information in Domestic Spaces*, Vol. 28, edited by Roger Silverstone and Eric Hirsch. London and New York: Routledge: 13–28.
- Silverstone, Roger, David Morley, Andrea Dahlberg, and Sonia Livingstone. 1989. "Families, Technologies and Consumption: The Household and Information and Communication

- Technologies.” CRICT Discussion Paper. Centre for Research into Innovation, Culture & Technology, Uxbridge, UK. <http://eprints.lse.ac.uk/46657/>.
- Sneum, Daniel Møller. 2021. “Barriers to Flexibility in the District Energy–Electricity System Interface–A Taxonomy.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (145): 111007.
- Sørensen, Knut H. 1996. “Learning Technology, Constructing Culture: Socio-Technical Change as Social Learning.” STS Working Paper 18/96, Trondheim: Norwegian University of Science and Technology. <https://www.researchgate.net/publication/325628221>.
- Sørensen, Knut H. 2005. “Domestication: The Enactment of Technology.” In *Domestication of Media and Technology*, edited by T. Berker, Maren Hartmann, Yves Punie, and K. J. Ward. England: Open University Press: 40–61.
- Sovacool, Benjamin K. and David J. Hess. 2017. “Ordering Theories: Typologies and Conceptual Frameworks for Sociotechnical Change.” *Social Studies of Science* 47(5): 703–750.
- Teng, Meixuan, Meixuan Teng, Paul J. Burke, and Hua Liao. 2019. “The Demand for Coal among China’s Rural Households: Estimates of Price and Income Elasticities.” *Energy Economics* (80): 928–936.
- Thompson, Edward P. 1971. “The Moral Economy of the English Crowd in the Eighteenth Century.” *Past & Present* 50(1): 76–136.
- Verbeek, Peter-Paul. 2005. “Artifacts and Attachment: A Post-Script Philosophy of Mediation.” In *Inside the Politics of Technology: Agency and Normativity in the Co-Production of Technology and Society*, edited by Hans Harbers. Amsterdam: Amsterdam University Press: 125–146.
- Wajcman, Judy. 2007. “From Women and Technology to Gendered Technoscience.” *Information, Communication & Society* 10(3): 287–298.
- Wang, Ren and Zhujun Jiang. 2017. “Energy Consumption in China’s Rural Areas: A Study Based on the Village Energy Survey.” *Journal of Cleaner Production* (143): 452–461.
- Woolgar, Steve. 1990. “Configuring the User: The Case of Usability Trials.” *The Sociological Review* 38(1_sppul): 58–99.
- Xu, Shuo and Jianping Ge. 2020. “Sustainable Shifting from Coal to Gas in North China: An Analysis of Resident Satisfaction.” *Energy Policy* (138): 111296.

责任编辑:张 军