

引用格式:李永波,王娟. 基于现场实验的城镇居民节水行为引导策略[J]. 资源科学, 2022, 44(8): 1663-1678. [Li Y B, Wang J. Strategies for guiding urban residents' water-saving behavior based on field experiments[J]. Resources Science, 2022, 44(8): 1663-1678.] DOI: 10.18402/resci.2022.08.10

基于现场实验的城镇居民节水行为引导策略

李永波,王娟

(中国石油大学(华东)经济管理学院,青岛 266580)

摘要:近年来,基于现场实验的信息干预手段被广泛用于环境保护领域。为了研究信息干预手段对城镇居民家庭用水量的影响,本文基于在山东省青岛市黄岛区开展的为期8个月的现场实验,结合实证模型分析和对比了“节水技巧”“节水技巧+节水教育”“节水技巧+同社区用水比较”和“节水技巧+同城用水比较”4种信息干预手段的节水效果。研究表明:①4种信息干预手段均对城镇居民住宅用水量的减少产生了显著的影响;②社会比较信息的节水效果受比较对象的地理距离的影响,即近距离比较对象(同社区用水比较)相比于远距离比较对象(同城用水比较)更有助于人们节约用水;③信息干预手段的节水效果在短期内对高耗水量人群更有效,但长期而言对低耗水量人群更有效。④信息提示的节水效果具有时间衰减效应。本文通过开展现场实验,验证了现场实验方法在家庭节水领域的有效性,研究结论将对信息干预手段在家庭节水领域的应用起到借鉴意义。

关键词:节水行为;现场实验;信息干预;社会比较信息;IMB模型;OLS回归;双重差分模型;青岛市黄岛区

DOI: 10.18402/resci.2022.08.10

1 引言

水资源对于人类生存与社会发展起着至关重要的作用,人口增长、气候变化、城镇化和经济发展等因素均加剧了水资源供应压力^[1]。预测显示,气候变化可能会增加全球干旱发生的频率和严重程度^[2],在干旱引起的的影响中,缺水被认为是农村和城市环境中的主要环境挑战之一^[3]。中国是世界上最缺水的国家之一,随着中国城镇化进程不断加快,城市环境的承载力逐渐下降,城镇人口数量激增给城市基础设施建设带来了巨大压力^[4],尤其是水资源供需矛盾问题已然成为社会发展的阻碍^[5,6]。据统计,中国目前有16个省(区、市)人均水资源量(不包括过境水)低于严重缺水线,655个城市中有近400个存在不同程度的缺水问题,其中约200个城市处于严重缺水状态^[7]。在水资源供给已达极限的状况下,面对中国各级城市不断扩张的发展态势,如

果不从需求端加强中国城镇居民用水管理,探索运用多种措施来改变居民的用水习惯,势必会对人们的日常生活和国家的可持续发展造成重大影响。

家庭用水是人们在日常生活中产生的用水,与工业和农业等其他领域用水相比有着更大的不确定性与更高的监管难度,仅仅依靠科技手段减少用水量已经不能应对水资源短缺问题。de Lede等^[8]提出,以行为为基础的鼓励节水的方法可以成为减少需求战略的一个组成部分。针对住宅用水需求,最常用的是“价格策略”,即政府机关或公共事业单位通过定价机制调整用水需求。中国许多城市提高居民用水价格的实践表明,在统一水价制度下水价提高对水需求的抑制效果并不明显^[9],而且对于低收入群体来说,如果水价的调整导致少数贫困家庭的用水量降到基本需求以下,则可能涉及到公平问题,不利于社会稳定^[10]。因此,部分学者开始基于心

收稿日期:2022-04-06,修订日期:2022-07-03

基金项目:国家社会科学基金项目(20BJL035);中国石油大学(华东)自主创新科研计划拓展重点项目(22CX04016B)。

作者简介:李永波,男,山东潍坊人,教授,博士生导师,研究方向为环境经济与管理。E-mail: liyongbo@upc.edu.cn

通讯作者:王娟,女,河南信阳人,博士研究生,研究方向为环境经济与管理。E-mail: wang1763098@163.com

理学的角度研究态度、主观规范等因素对节水行为的影响,但是意图与行为之间存在较大差距,尽管大多数人都有节水意愿,但是只有少数人实施节水行为。

基于此,近年来越来越多的学者从人的消费行为出发,应用现场实验方法研究居民的节水行为,拓展了“非自愿需求策略”在水资源管理领域的应用。基于个人决策信息加工的框架效应理论、价值信念规范理论和计划行为理论认为,人们的行为决策受到自身认知和信息呈现方式的影响,提供额外的信息反馈或者改进信息传递模式,能够对人们的行为产生影响。信息干预策略具有成本低、操作简单等优点,能够有效引导居民的节能活动。许多国外学者针对信息干预手段对家庭节水行为的影响展开研究并论证了信息干预策略在节水领域的有效性^[11-14]。例如,Bhanot^[15]通过开展大规模的现场实验研究社会规范信息的节水效果,结果表明禁令性规范信息有助于人们主动节约用水,而且有助于人们对节水活动的关注;Ramli^[16]通过一项对3461个英国家庭进行的随机实地实验发现,基于社会规范的生态反馈干预可以有效减少家庭用水量。然而,受到有限理性假设的影响,人们对信息的接受程度受到信息呈现特点和方式的影响,相同的信息呈现给不同的人或者在不同的时间地点呈现给同一个人,都可能得到不同的响应^[17],因此,有必要在中国背景下研究不同信息干预策略对节水行为的影响。

但是由于现场实验开展的困难性,目前中国鲜有学者从行为视角运用现场实验方法研究中国城镇居民节水问题。基于理论和现实需求,迫切需要应用现场实验方法加强在中国背景下居民节水行为的研究。因此,本文将青岛市黄岛为案例区,开展了为期8个月的现场实验,以信息-动机-行为技能模型为理论依据设计了4种不同信息干预策略,采用普通最小二乘法分析了不同信息策略下城镇居民用水量的变化以及时间衰减效应,利用分位数回归模型研究信息干预手段在不同用水量人群的异质性,最后基于实证分析结果提出节水相关的可行路径建议。

本文的创新点在于:①在研究方向上,从信息干预手段对居民行为的影响着手,回答了4种信息

干预策略下居民用水量的变化,对信息干预手段在家庭节水领域的应用具有较高的实践价值。②在研究方法上,扩展了现场实验方法在中国家庭节水领域的应用。③在研究内容上,细分了不同节水知识和社会比较信息对节水行为的影响和异质性,并考虑了地理距离和时间要素对节水效果的影响。

2 理论基础与研究假说

为了研究不同信息策略对节水行为的影响,本文依据信息-动机-行为技能模型(Information-motivation-behavioral skills model, IMB)设计信息干预内容,对现有的研究成果展开论述并提出研究假说。IMB模型最早是由Fisher等提出^[18],该模型将影响行为改变的因素分为信息(I)、动机(M)和行为技能(B),认为应当制定干预措施来提高个人的知识水平,确保行为动机,提供必要的行为技能,并提高自我效能感以改变行为。IMB模型最早应用于促进健康行为干预领域,例如,Bakir等^[19]研究了基于信息-动机-行为技能模型的干预措施对血糖状况不佳的青少年的知识水平、个人和社会动机水平、行为技能和糖化血红蛋白水平的影响;Ouyaba等^[20]研究了基于信息-动机-行为技能模型的信息干预对年轻女性接种人乳头瘤病毒(HPV)疫苗意图的影响。近年来,IMB模型逐渐被应用于节水领域。尽管鲜有研究明确地指出受到IMB框架的指导,但是所有旨在减少用水的信息干预措施都使用了信息、动机和行为技能的某些组成部分^[21]。例如,Tijs等^[22]考察了金钱呼吁和环境呼吁信息对居民用水行为的影响,使用了IMB模型三要素中的动机(M)和行为技能(B);Joo等^[23]探讨了社会规范信息、承诺和节水社会目标对酒店客人节水行为的影响,利用了模型中的节水动机(M)。将IMB模型扩展到水资源保护领域具有一定的合理性^[24]。首先,该模型的3个组成部分反映了现有节水干预措施中常用的方法。其次,IMB模型已被证明能够有效应用于疾病预防,事实上,无论是疾病预防还是节水行为,都是由相似的内在和外在大力量驱动,因此,同样能够有效影响家庭用水。最后,IMB模型为开展研究提供了一个规范的过程,包括设计、实施和评估,为行为改变提供了理论基础,为设计干预措施提供了实践依据。因此,本文以IMB模型为理论依据,

2022年8月

设计了“节水技巧”“节水技巧+节水教育”“节水技巧+同社区用水比较”和“节水技巧+同城用水比较”4种类型的信息干预,分别探讨不同干预信息对节水行为的影响。

2.1 行为技能与节水行为

在IMB模型中,行为技能(B)是指个体参与节水行为的客观感知能力,能够有效调节信息、动机和行为改变之间的关系,使个人能够将信息(I)和动机(M)转化为行动。个人行为往往是由习惯直接导致的,例如习惯性地打开电灯、把脏衣服扔进洗衣机、回家后打开电视机等行为,基本都是不需要思考的行为。习惯可以为人们省去很多做出决策的时间和精力,但是习惯性行为也可能带来次优的结果,因为人们有可能从来没有认真考虑过最佳的行为模式^[25]。使新的规范和考虑因素进入决策过程,代替和改变原有习惯,这个过程被称为规范激活^[26]。规范激活的过程需要大量的信息,例如通过节水技巧信息使人们反思自己目前的用水方法是否正确,并逐渐改变旧习惯,激活新习惯。同时,社会认知理论(Social Cognitive Theory, SCT)认为,主体行为受到个体认知的影响,当个人认为自己所掌握的资源与机会愈多、所预期的阻碍愈少,则对行为的自我效能感就愈强。计划行为理论(Theory of Planned Behavior, TPB)中也有类似的观点,即个人对某项行为轻松或困难的感知对行为有直接和间接的影响。此外,Liu等^[27]通过研究2824名来自中国的代表性样本发现,环境知识对环境态度具有显著的积极影响。综上所述,技能与知识是促进居民从环境问题转向节水行为的催化剂,这些信息的匮乏很有可能是亲环境行为的阻碍^[28]。基于此,本文提出假说:

H1: 节水行为技能相关信息的提供有助于减少城镇居民家庭用水量。

2.2 信息、动机与节水行为

在IMB模型中,行为技能信息能够使个人将信息和动机转化为行动。然而,有证据表明,技巧或技能本身往往无法实现行为改变。例如,当美国内华达州北部的住户收到节约用水建议后没有减少水的使用^[13]。但是,当节水建议与家庭用水数据、费率信息或社会规范信息和动机配对时,住户的用水量明显有所下降。因此,信息和动机在信息干预中

是必要的。

信息(I)是指个人对问题及其后果的了解程度,结合本文的研究内容,信息是指人们对于水资源短缺问题的意识程度。节水教育能够使人们通过了解节水的必要性产生问题意识。依据规范激活理论(Norm Activation Model, NAM),人的行为受到结果意识、责任归属的同时影响,结果意识是指个人对未实施利他行为而给他人造成不良后果的意识,责任归属是指个人对某项行为不良后果的责任感。相关知识背景的缺乏可能导致人们结果意识和责任归属感的缺失,从而不利于亲环境行为的激活。例如,Seelen^[29]通过向23个国家的498位居民发放问卷,调查人们对水质等问题的看法,调查结果表明受访者大大低估了水质问题,但是有85%的受访者表示愿意在科学家的带领下了解和改善当地的水质;Barnes^[30]通过一个大规模的随机实验发现,直接和间接的信息教育能够有效增加人们对再生水的接受程度与消费;一项关于垃圾分类的研究发现,污染认知和乡村情绪对农民生活垃圾分类意愿有显著的积极影响^[31]。综上所述,适当的节水教育能够有效激活人们的结果意识和责任归属,从而有利于实现节水知识与技能到节水行为的转化。基于此,本文提出假说:

H2: 相较于单一的节水行为技能信息,提供节水技巧加节水教育信息更有助于减少居民家庭用水量。

动机(M)是指引导和激励个人从事节水行为的内部驱动或目标,社会规范是动机的重要组成部分^[21]。根据社会规范理论,人们认为他人的用水量会影响自己的用水量,从而使人们努力使自己的用水量与他人相匹配。此外,社会认同理论(Social Identity Theory, SIT)认为个人不仅通过个人特征来定义自己,还会通过团体身份来定义自己,当团体身份在某种情况下变得突出时,就成为了自我定义的基础,此时人们不是将自己作为一个独立的个体看待,这种自我定义就是社会认同。社会认同的实质是个体对自身所属群体及其成员身份所带来的情感和价值意义的认识^[32]。当个人行为被视为集体行为时,人们才可能认为自己的行为会对环境造成影响,从而促使亲环境行为的实施。社会规范源于对他人行为方式的期望、以及遵守或背离这些规范

的后果,因而社会规范在促进亲环境行为方面具有重要作用^[33]。当节约用水成为社会规范,就会在无形中对人们的行为产生约束作用;为了得到社会认同,人们会改变自己的行为使之与大众趋同,此时个人环境行为不仅受到公众的监督,还会对个人产生内在的约束性。因此,社会比较信息可以显著地吸引人们对社会规范的关注。社会比较信息(SCM)是一种将一个家庭的用水量与他人用水量进行比较的有效的非价格政策,以往的研究结果也证实了人的行为模式的从众性使人们在认识到自己的行为与他人的明显差异时,会产生改变自身行为的动机^[34]。依据IMB模型,当个体感知行为动机并知道如何改变行为时,人们更有可能改变自身行为。因此,通过社会比较能够激活人们的节水动机,鼓励人们将自己的行为与他人行为进行比较^[35],当认识到差异时,就可能产生减少某种行为的动机^[36],从而有利于实现节水技能到节水行为的转化。综上所述,本文提出假说:

H3:相较于单一的节水行为技能信息,节水技巧加社会比较信息提供更有助于减少居民家庭用水量。

社会比较信息的干预效果受比较对象空间距离的影响。解释水平理论(Construal Level Theory, CLT)认为,个体感知水平与认知客体的心理距离能够影响个体的判断与决策。空间距离是心理距离的重要构成维度之一,事物的解释水平与空间距离呈正比,较远的地理距离将产生更高的自我控制的意愿,从而影响人们的决策、偏好与选择^[37]。例如,刘满芝等^[38]认为,当反馈信息的比较对象的地理距离较远时能够有效激励人们的节能行为。然而,也有学者提出不同的看法。例如,Graffeo等^[39]将比较对象的地理距离与是否认识作为两个维度,研究4种组合的信息反馈效果后得出社会比较信息的节能效果与比较对象的空间距离呈反比的结论,即距离越近节能效果越好,但前提是信息接收者与比较对象不认识;Shen等^[40]通过为期4个月的随机现场实验,研究规范信息对节能的影响,结果表明增加比较对象的地理接近度将有利于提升信息干预手段的节能效果,但是距离提升至彼此认识的情况下,这种节能效果将大打折扣。综上所述,比较对象的地理距离可能影响信息干预的节能效果,但是

地理距离的邻近度与信息干预的节能效果的关系尚未得出统一论。基于此,本文提出假说:

H4:比较对象的地理距离对社会比较信息的节水效果具有显著影响。

3 研究区、数据与方法

3.1 研究区

该项实验选择在青岛市黄岛区进行,黄岛位于北纬35°35'—36°08',东经119°30'—120°11',是青岛市人口最多的区,2021年常住人口大概190.36万。据《青岛西海岸新区(黄岛区)防汛抗旱应急预案》记载,黄岛区近几十年受干旱影响严重,在1989年、1997年、2010—2011年、2015—2016年,均有严重旱情的记载。

3.2 数据来源

数据来源主要为合作的水务公司提供的用水户数据,主要包括用户号、姓名、详细住址、电话号码、用水性质、水价、用水量。依据历史用水资料,从建成入住时间大于3年、住宅入住率大于80%的黄岛区成熟居民社区中进行选择;考虑建造时间和房价两方面因素选取了5个居民社区(其中包括2000年建成的房价较低小区1个、2018年建成的高档小区一个、建成时间介于前两者之间且房价相对适中的小区3个),最终选取了2238户符合要求的家庭为研究样本,包括1475户实验组和763户控制组,其中实验组被随机分为4组。由于该区尚未引入智能水表,抄表频率为每两个月一次,因此信息提示与用水数据统计频率将与抄表频率保持一致,以两个月为一个实验周期。观察用水量变化,通过短信的方式于月初以两个月一次的频率反馈给实验对象。本文实验期为2021年6月—2022年1月,第一次发送短信的时间为2021年6月3日,第二次为2021年8月3日,第三次为2021年10月3日,第四次为2021年12月3日。

3.3 信息内容设计

为了探讨不同信息干预策略下城镇居民的节水行为,本文设计了4种不同类型的信息,分别为“节水技巧”“节水技巧+节水教育”“节水技巧+同社区用水比较”和“节水技巧+同城用水比较”,分别命名为A组、B组、C组和D组(表1)。实验组每个实验周期会收到相对应的短信提示,控制组则不作任

2022年8月

表1 实验干预分组和信息内容设计

Table 1 Experiment groups and information intervention designs

实验干预	收到短信用户数	信息内容示例
节水技巧(A组)	370	①家中预备水盆收集废水,废水冲厕,节约清水;②淘米水、煮面条的水用来洗碗筷,去油又节水;③淘米水浇花,能促进花木生长
节水技巧+节水教育(B组)	368	随着城市化发展,生活用水逐年增加。居民参与节水,能够有效缓解水资源短缺问题。节水小贴士:①家中预备水盆收集废水,废水冲厕,节约清水;②淘米水、煮面条的水用来洗碗筷,去油又节水;③淘米水浇花,能促进花木生长
节水技巧+同社区用水比较(C组)	368	本社区6、7两个月合计户均用水量约为XX方,您的用水号6053XXX用水量为XX方。节水小贴士:①家中预备水盆收集废水,废水冲厕,节约清水;②淘米水、煮面条的水用来洗碗筷,去油又节水;③淘米水浇花,能促进花木生长
节水技巧+同城用水比较(D组)	369	城区6、7两个月合计户均用水量约为XX方,您的用户号6055XXX用水量为XX方。节水小贴士:①家中预备水盆收集废水,废水冲厕,节约清水;②淘米水、煮面条的水用来洗碗筷,去油又节水;③淘米水浇花,能促进花木生长

何提示。具体短信内容如下:

(1)节水技巧:向客户传达节水方法和技巧相关的内容,每次传递的节水方法都不同。

(2)节水技巧与节水教育:在节水技巧的基础上加入了节水教育,试图通过向人们传达水资源短缺的信息,观察人们是否能够通过短信意识到水资源短缺的严重性,从而改变用水行为。

(3)节水技巧与同社区用水比较:在节水技巧的基础上加入了社会比较信息。即除了包括节水方法的普及之外,还将用户当月用水量 and 同社区平均用水量进行比较。

(4)节水技巧与同城用水比较:为了探究不同地理距离的比较对象对节水效果的影响,将社会比较信息“同社区用水比较”扩大为“同城用水比较”,即包括节水方法的普及和同城平均用水比较。

3.4 模型设定

为了研究不同类型的信息对城镇居民月均用水量的变化,本文构建4个政策虚拟变量代表4种不同的信息类型,对实验期月平均用水量进行回归。

$$Y_i = \alpha + \beta_1 Treat_i^A + \beta_2 Treat_i^B + \beta_3 Treat_i^C + \beta_4 Treat_i^D + \beta_5 Y_{control} + \beta_6 Y_{spring} + \varepsilon_i \quad (1)$$

① 本文分为8个时间周期, $t=1, 2, \dots, 8$;其中,2020年10—11月表示为 $t=1$,2020年12月—2021年1月表示为 $t=2$,2021年2—3月表示为 $t=3$,2021年4—5月表示为 $t=4$,2021年6—7月表示为 $t=5$,2021年8—9月表示为 $t=6$,2021年10—11月表示为 $t=7$,2021年12月—2022年1月表示为 $t=8$ 。第1~4个周期为实验前,第5周期为第一次干预,第6周期为第二次干预,第7周期为第三次干预,第8周期为第四次干预。

② 保证现场实验结果准确性的重要条件之一是尽量排除非处理因素,如气温、水价的调整等因素,可通过加入相关的控制变量减少干扰。但本实验所选样本均位于同一地理区域,气温、水价等因素均一致,仅在加入时间虚拟变量的模型中考虑了不同时间周期的气温状况。气温数据来源于“2345天气王”,取每日最高气温到最低气温的中位数得出月均温度。

式中: Y_i 表示实验期第 i 个家庭的月均用水量;将2020年2—5月的家庭月均用水量 Y_{spring} 和2020年6月—2021年1月的家庭月均用水量 $Y_{control}$ 作为控制变量,为了控制异方差,使用了稳健的标准误; $Treat_i^A$ 表示家庭 i 收到A组短信提示;同理, $Treat_i^B$ 、 $Treat_i^C$ 、 $Treat_i^D$ 分别表示家庭 i 收到B、C、D组短信提示; α 为常数项; $\beta_1 - \beta_6$ 为系数; ε_i 为随机扰动项。4种信息类型使用“0”和“1”虚拟变量表示,1=实施第 n 种信息干预,0=没有实施第 n 种信息干预,其中 $n=A, B, C, D$ 。为了进一步验证回归结果的稳健性,使用双重差分模型重新估计4种信息干预策略对居民节水行为的影响,具体模型如下:

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Treat_{it}^n \times Time_{it} + Weather_{it} + \mu_i + \sigma_t + \delta_{it} \quad (2)$$

式中:因变量 Y_{it} 为第 i 个家庭在第 t 个周期^①的月均用水量; $Time_{it}$ 为时间虚拟变量, $Time=1$ 表示 $5 \leq t \leq 8$, $Time=0$ 表示 $1 \leq t < 5$;为了避免气温变化可能导致用水量的变化,在式(2)中加入了气温 $Weather_{it}$ 作为控制变量^②; γ_0 为常数项; γ_1 为系数; μ_i 和 σ_t 分别表示个体固定效应和时间固定效应; δ_{it} 为随机干扰项。

4 结果与分析

4.1 变量描述与相关检验

4.1.1 变量的描述性统计

根据上述实验方法,本文获取了实验期间实验组与控制组的用水数据。由于涉及的样本量较大以及用户隐私保护问题,获取用户家庭常住人口等信息存在较大的困难,为了保证干预效果的精确性,缩小研究误差和非干预因素的影响,本文将从以下几个方面对数据进行筛选:①剔除对外出租房屋的用水数据。出租房不仅会造成家庭常住人口的变动,而且由于租户无法收到信息从而会导致信息的无效传递。考虑到用于对外出租的房屋往往会出现用水量为0的月份,因此,剔除了2019年12月—2022年1月存在用水量为0的用户数据。②剔除用户信息在实验期前后不一致的用户数据。为避免用户中途将房产转卖给他人所导致的用水量不同的情况,根据水务公司提供的用户姓名等信息进行了对比,只保留了用户信息前后一致的用水数据作为研究样本。此外,为保证信息传达的有效性,短信由水务公司统一发送到用户最新留存的手机号码,以最大限度地提高用户收到和打开短信的可能性。得到的样本数量以及用水数据对比见表2。

表2中第二行为不同情景的实验对象的个数,第三行为依据以上3项条件筛选后保留的样本数,第四行为2021年6月—2022年1月实验期间4个实验组与1个控制组月平均用水量,第五行为实验前

后同期月均用水量的变化率,第六行为2020年6月—2021年1月月均用水量,第七行为2020年2—5月月均用水量。由实验前后实验组与控制组同期月均用水量的变化率来看,控制组的用水量增加了5.043%,而4个实验组均有不同程度的下降,初步验证了信息提示对减少月均用水量是有效的。第八行为2020年6月—2021年1月实验组与控制组双边 t 检验的结果, $P>0.1$ 表示不显著,说明在实验前实验组与控制组的用水量无明显的差异。除此之外,本文对2020年6月—2021年1月实验组与控制组的月均用水量进行核密度检验(图1),结果显示实验前实验组与控制组的用水量分布基本一致,进一步说明了样本选择的合理性,不存在由于样本选择差异造成的实验结果偏差。

4.1.2 多重共线性检验

模型自变量的多重共线性检验如表3所示。根据方差膨胀因子(VIF)的数值可知,最大为2.100,远远小于10,因此不存在多重共线性。

4.2 基准回归结果

4.2.1 总体效果评估

本文利用普通最小二乘法对样本数据进行回归。表4的列(1)展示了4类短信的混合实验效果(受到干预的为1,没有受到任何干预的为0),*Treat-Pooled*为全体实验组样本的系数,其显著为负,初步验证了信息干预手段下居民用水量有了显著减少。表4的列(2)为式(1)的回归结果:4个实验组的系数均在1%的统计水平下显著为负,说明了4种信

表2 指标及样本的描述性统计

Table 2 Descriptive statistics of the indicators and samples

	控制组	A组	B组	C组	D组	单位
筛选前	763	370	368	368	369	户
筛选后	696	278	289	272	296	户
Y	7.124 (3.346)	6.290 (3.133)	6.359 (3.398)	6.159 (3.166)	6.562 (3.445)	m^3
实验前后变化率	5.043	-4.116	-5.189	-4.946	-0.304	%
$Y_{control}$	6.782 (3.034)	6.560 (2.963)	6.707 (3.324)	6.470 (2.976)	6.580 (3.773)	m^3
Y_{spring}	6.404 (2.988)	6.001 (3.429)	6.230 (3.755)	6.247 (4.202)	6.042 (2.984)	m^3
P 值	0.197	0.309	0.730	0.152	0.388	-

注: P 值为2020年6—11月实验组与对照组双边 t 检验的显著性;括号内为相关变量的标准差。

2022年8月

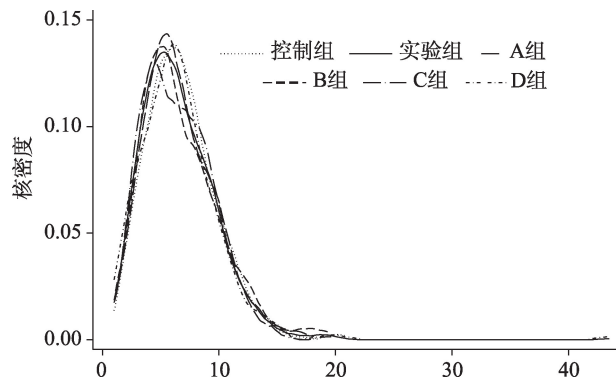


图1 2020年6月—2021年1月居民月均用水量的核密度检验

Figure 1 Kernel density test of average monthly residential water consumption from June 2020 to January 2021

息干预策略均能够减少居民的用水量, H1得以验证。此外, $Treat^B$ 和 $Treat^C$ 的系数绝对值均大于 $Treat^A$, $Treat^C$ 系数绝对值大于 $Treat^D$, 单从系数大小

来看, H2、H3 和 H4 得以初步验证, 但是仍需进一步检验。为了保证回归结果的稳健性, 将4个实验组分别与控制组进行回归, 结果见表4列(3)–(6), 其中, 4个实验组的系数分别与表4的列(2)的系数十分接近, 且分别在1%和10%的统计性水平下显著, 进一步说明了回归结果的稳健性。不同模型的拟合优度均大于0.6, 说明了模型具有较好的拟合性。

为了验证H2、H3和H4是否成立, 借鉴Brent等^[12]的做法, 将月均用水量与 $Treat-Pooled$ 分别和 $Treat^A$ 、 $Treat^B$ 、 $Treat^C$ 和 $Treat^D$ 相乘后得出的交互项以及混合处理组 ($Treat-Pooled$) 进行回归^③。如表5所示, $Treat^A$ 与 $Treat-Pooled$ 的交叉项的回归系数为正且不显著, $Treat^B$ 与 $Treat-Pooled$ 的交叉项的回归系数为负且不显著, 表明“节水技巧”和“节水技巧+节水教育”的节水效果与平均处理效果无显著差异; $Treat^C$ 与 $Treat-Pooled$ 的交叉项的回归系数显著为

表3 不同信息干预手段对用水量的影响模型变量的多重共线性检验

Table 3 Multicollinearity test of the variables

	$Y_{control}$	Y_{spring}	$Treat^A$	$Treat^B$	$Treat^C$	$Treat^D$
VIF	2.100	2.100	1.190	1.190	1.190	1.200
$1/VIF$	0.476	0.476	0.841	0.839	0.843	0.836

表4 不同信息干预策略对用水量影响的基准回归

Table 4 Benchmark regression results of water-saving effects of different information intervention strategies

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$Treat-Pooled$	-0.569*** (-5.94)					
$Treat^A$		-0.558*** (-4.180)	-0.547*** (-3.960)			
$Treat^B$		-0.656*** (-5.130)		-0.653*** (-5.040)		
$Treat^C$		-0.758*** (-5.570)			-0.732*** (-5.560)	
$Treat^D$		-0.319** (-2.010)				-0.272* (-1.820)
$Y_{control}$	0.449*** (4.700)	0.448*** (4.660)	0.528*** (5.560)	0.528*** (6.280)	0.571*** (6.120)	0.291*** (2.950)
Y_{spring}	0.425*** (4.420)	0.426*** (4.44)	0.411*** (3.780)	0.409*** (4.180)	0.347*** (3.260)	0.641*** (6.950)
常数项	1.353*** (5.793)	1.352*** (5.890)	0.910*** (4.76)	0.919*** (5.200)	1.024*** (5.350)	1.049*** (5.160)
R^2	0.652	0.652	0.691	0.707	0.682	0.644
观察值数	1 831	1 831	974	985	968	992

注: 括号内的数值表示相应估计系数的 t 统计值, ***, **, * 分别表示在 1%、5%、10% 的水平显著, 下同。

③ 交互项测试了不同干预措施之间的差异性影响, 以4种干预措施的平均处理效果为基准; 若交互项显著为负, 表明该措施的节水效果大于平均处理效果; 若交互项显著为正, 表明该措施的节水效果小于平均处理效果; 若交互项不显著, 表明该措施与平均处理效果没有显著差异。

表5 不同信息干预策略节水效果差异检验

Table 5 Tests of differences in water-saving effects of different information intervention strategies

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Treat-Pooled</i>	-0.572*** (-5.56)	-0.539*** (-5.17)	-0.509*** (-5.00)	-0.657*** (-6.72)
<i>Treat-Pooled</i> × <i>Treat</i> ^A	0.014 (0.100)			
<i>Treat-Pooled</i> × <i>Treat</i> ^B		-0.117 (-0.920)		
<i>Treat-Pooled</i> × <i>Treat</i> ^C			-0.249* (-1.900)	
<i>Treat-Pooled</i> × <i>Treat</i> ^D				0.337** (2.220)
<i>Y</i> _{control}	0.449*** (4.700)	0.45*** (4.690)	0.448*** (4.690)	0.449*** (4.670)
<i>Y</i> _{spring}	0.425*** (4.410)	0.425*** (4.410)	0.426*** (4.440)	0.425*** (4.430)
常数项	1.353*** (5.793)	1.351*** (5.170)	1.354*** (5.940)	1.352*** (5.890)
<i>R</i> ²	0.652	0.653	0.653	0.654
观察值数	1 831	1 831	1 831	1 831

负,表明“节水技巧+同社区用水比较”的节水效果显著大于平均处理效果;*Treat*^D与*Treat-Pooled*的交叉项的回归系数显著为正,表明“节水技巧+同城用水比较”的节水效果显著小于平均处理效果。综上所述,“节水技巧+同社区用水比较”的节水效果最好,其次是“节水技巧”与“节水技巧+节水教育”,而“节水技巧+同城用水比较”相对较弱,因此,H3和H4得以验证,而H2未得到验证。

4.2.2 异质性分析

本文利用分位数回归的方法分析信息干预手段对不同用水量居民的影响,结果见表6。相较传统的普通最小二乘法,分位数回归不仅能分析变量在分布中心的影响,还能度量其在用水量极多和极少的情况下的影响。因此,本文基于用水量条件分布的10%分位点、50%分位点和90%分位点,分析不同信息干预策略在不同用水量人群中发挥作用的异质性。由表6可知,*Treat*^D在10%分位点上不显著,说明“节水技巧+同城用水比较”信息干预在低耗用户中不起作用。根据系数大小可知,无论哪种信息类型,均在90%分位点有较大的系数绝对值,说明信息干预手段在用水量较多的人群中效率最高。

同时,为了进一步观察不同类型的信息干预对不同用水量群体的影响,本文依据2020年6月—2021年1月月均用水数据的1/4、1/2和3/4分位数,将4个实验组划分为4个用水区间,分别统计不同用水区间居民所占比例,以及实验前后比重的变化,结果如图2a—2d所示。其中,Q1、Q2、Q3和Q4

表6 不同信息干预策略对用水量影响的分位数回归结果

Table 6 Quantile regression results of water-saving effects of different information intervention strategies

	10%分位点	50%分位点	90%分位点
<i>Treat</i> ^A	-0.490* (-1.790)	-0.415*** (-4.970)	-0.732*** (-2.970)
<i>Treat</i> ^B	-0.566** (-2.390)	-0.402*** (-3.420)	-0.931*** (-4.050)
<i>Treat</i> ^C	-0.842*** (-4.990)	-0.499*** (-5.300)	-1.148*** (-4.400)
<i>Treat</i> ^D	-0.208 (-1.460)	-0.328*** (-3.120)	-0.501* (-1.830)
<i>Y</i> _{control}	0.319*** (3.730)	0.399*** (7.170)	0.369*** (5.600)
<i>Y</i> _{spring}	0.389*** (3.680)	0.586*** (10.260)	0.707*** (11.970)
常数项	0.556*** (3.920)	0.602*** (8.280)	1.926*** (7.660)
<i>R</i> ²	0.343	0.539	0.495
观察值数	1 831	1 831	1 831

2022年8月

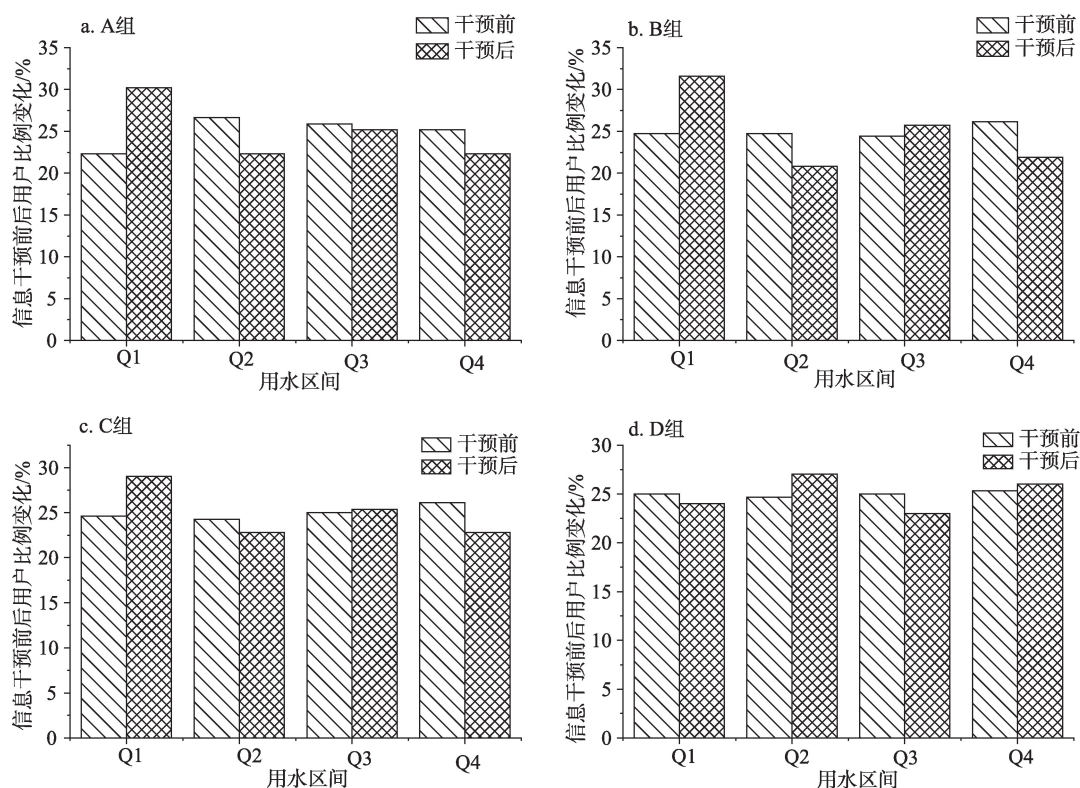


图2 4种信息干预策略下不同用水量用户比例变化

Figure 2 Changes in the proportion of users with different water consumption levels under four information intervention strategies

分别表示依据 1/4、1/2 和 3/4 分位数划分出的 4 个用水区间的人数比重。通过观察图 2a-2d 可知, A、B 和 C 组的 Q4 均有所下降, 而 Q1 均有所上升, 表示在“节水技巧”“节水技巧+节水教育”和“节水技巧+同社区用水比较”信息干预下, 高用水量的用户比重减少, 低用水量用户比重增加, 说明这 3 种信息干预策略能够有效影响高用水量用户的节水行为; 与以上 3 组不同的是, D 组中 Q4 有所上升, 而 Q1 有所下降, 结合表 6 中分位数回归的结果可知, 在“节水技巧+同城用水比较”信息干预下, 部分低用水量用户的用水量不降反增, 说明“节水技巧+同城用水比较”未能在用水量较少的居民中发挥节水作用, 反而使用户产生了“已经节约了足够多的水”的“道德许可效应”, 导致部分低耗用户用水量的上升。

4.2.3 信息干预的衰减效应

由前文的回归结果可知, 不同的信息干预策略对减少居民用水起到了显著的效果, 为了探究信息干预的节水效果是否随着时间衰减, 本文分别对第一次信息提示的节水效果(第一个试验周期)和最后一次信息提示的节水效果(第四个实验周期)进

行回归, 结果报告于表 7。由总体回归的系数可知, $Treat^A$ 、 $Treat^B$ 、 $Treat^C$ 和 $Treat^D$ 的系数绝对值分别从 1.262、1.659、1.313 和 1.051 下降到 0.484、0.400、0.427 和 0.017, 说明信息干预的节水效果明显随时间衰减。其中, $Treat^D$ 的节水效果衰减了 98.38%, 是 4 种信息干预手段中衰减速度最快的; $Treat^A$ 、 $Treat^B$ 和 $Treat^C$ 分别衰减了 61.65%、75.88% 和 67.48%。根据不同实验周期用水量的中位数回归结果来看, 信息干预策略对于用水量高于中位数的节水效果的衰减效应远远高于低于中位数的用户, 分别为 94.95%、105.36%、93.59% 和 101.34%, 到第四个实验周期时, 其系数均不显著。而对于低于中位数的用户而言, 信息干预策略的节水效果趋于稳定。综上所述, 信息干预策略的节水效果在短期内能够对高耗水量用户产生较为明显和直接的影响, 但是对低耗水量用户的影响更加持久, 并且随着时间的推移, $Treat^A$ 、 $Treat^B$ 和 $Treat^C$ 的节水效果逐渐趋同。

4.3 稳健性检验

4.3.1 缩尾处理和 WLS 回归

为避免极端值可能导致的伪回归, 本文对居民

表7 不同信息干预策略节水效果的持久性

Table 7 Persistence of water-saving effects of different information intervention strategies

	第一个实验周期			第四个实验周期		
	总体回归	高于中位数	低于中位数	总体回归	高于中位数	低于中位数
<i>Treat</i> ^A	-1.262*** (-7.200)	-1.604*** (-5.670)	-0.954*** (-4.700)	-0.484*** (-2.850)	-0.081 (-0.270)	-0.844*** (-4.800)
<i>Treat</i> ^B	-1.659*** (-9.320)	-2.071*** (-7.390)	-1.217*** (-5.640)	-0.400** (-2.130)	0.111 (0.340)	-0.899*** (-4.640)
<i>Treat</i> ^C	-1.313*** (-7.080)	-1.700*** (-5.500)	-0.953*** (-4.490)	-0.427** (-2.100)	-0.109 (-0.330)	-0.762*** (-3.150)
<i>Treat</i> ^D	-1.051*** (-5.260)	-1.862*** (-6.760)	-0.263 (-0.910)	-0.017 (-0.060)	0.025 (0.080)	-0.114 (-0.280)
<i>Y</i> ₂₀₂₀₀₇	0.625*** (22.340)	0.539*** (9.120)	0.515*** (8.380)			
<i>Y</i> ₂₀₂₁₀₁				0.643*** (8.210)	0.450*** (3.320)	0.775*** (12.930)
常数项	2.989*** (15.170)	4.287*** (8.190)	2.971*** (9.710)	2.296*** (4.830)	4.169*** (3.520)	1.659*** (5.690)
<i>R</i> ²	0.399	0.234	0.129	0.344	0.167	0.128
观察值数	1 831	912	919	1831	860	971

的用水数据进行缩尾处理,即修剪前5%和后5%的数据后重新回归,回归结果报告在表8的列(1)中。同时,为了避免异方差性可能造成回归结果的不准确,采用WLS回归代替普通最小二乘法对式(1)进行回归,结果报告于表8的列(2)中。由表8可知,去掉了极端值后的回归结果和WLS回归的结果与表4基本一致,由此验证了前文回归结果的稳健性。

4.3.2 双重差分模型

为进一步验证结果的可靠性,利用式(2)进行稳健性检验。使用双重差分法估计政策有效性的前提条件是实验组和控制组在受到政策冲击前具有相同的增长趋势,因此需要对被解释变量进行平行趋势检验。本文将信息干预实施前后的每个周期设置为一个虚拟变量,并将其与政策虚拟变量相乘,然后将这8个乘积的虚拟变量和解释变量*Weather*一起对居民月均用水量进行回归,来检验平行趋势(第1周期至第8周期的乘法变量分别为*PRE_4*、*PRE_3*、*PRE_2*、*PRE_1*、*CURRENT*、*TIME_1*、*TIME_2*和*TIME_3*)。为了避免完全的勾稽关系,在去除*PRE_1*后进行回归,最终结果见表9。由平行趋势检验的结果可知*PRE_4*、*PRE_3*和*PRE_2*的回归系数对所有因变量都不显著,说明在信息干预之前实验组和控制组的差异很小。因此,满足平行

趋势检验,双重差分模型是适用的。

双重差分的结果显示(表10),信息干预手段对减少居民用水量有显著的影响,而且系数大小与前文一致,验证了前文回归结果的稳健性。此外,结合平行趋势检验(表9)的结果可知,随着时间的推移

表8 不同信息干预策略对用水量影响:缩尾处理和WLS回归结果

Table 8 Impact of different information intervention strategies on water use: Results of tailing treatment and weighted least squares (WLS) regression

	(1)	(2)
<i>Treat</i> ^A	-0.462*** (-3.750)	-0.499*** (-3.350)
<i>Treat</i> ^B	-0.616*** (-5.420)	-0.603*** (-4.300)
<i>Treat</i> ^C	-0.625*** (-5.130)	-0.742*** (-5.310)
<i>Treat</i> ^D	-0.347*** (-2.770)	-0.445*** (-3.020)
<i>Y</i> _{control}	0.386*** (4.760)	0.120*** (9.800)
<i>Y</i> _{spring}	0.373*** (4.620)	0.743*** (43.940)
常数项	1.948*** (9.760)	1.624*** (11.700)
<i>R</i> ²	0.657	0.659
观察值数	1 831	1 831

2022年8月

表9 平行趋势检验

Table 9 Parallel trend test

	混合处理组	A组	B组	C组	D组
<i>PRE_4</i>	0.255 (1.410)	0.216 (0.950)	0.041 (0.210)	0.254 (1.240)	0.502 (0.970)
<i>PRE_3</i>	-0.065 (-0.510)	-0.051 (-0.240)	-0.148 (-0.790)	-0.062 (-0.350)	0.001 (0.010)
<i>PRE_2</i>	-0.044 (-0.340)	-0.200 (-1.230)	-0.141 (-0.980)	0.391 (1.170)	-0.201 (-1.540)
<i>CURRENT</i>	-0.974*** (-9.110)	-0.900*** (-4.720)	-1.237*** (-7.410)	-0.977*** (-6.620)	-0.785*** (-5.570)
<i>TIME_1</i>	-0.937*** (-6.350)	-0.737*** (-3.060)	-0.875*** (-3.840)	-1.288*** (-6.460)	-0.862*** (-4.380)
<i>TIME_2</i>	-0.807*** (-6.260)	-0.963*** (-4.520)	-0.981*** (-5.010)	-0.751*** (-3.980)	-0.542*** (-3.080)
<i>TIME_3</i>	-0.367*** (-2.620)	-0.497** (-2.480)	-0.548** (-2.500)	-0.431** (-2.150)	-0.012 (-0.050)
<i>Weather</i>	0.006 (0.590)	0.006 (0.590)	0.006 (0.590)	0.006 (0.590)	0.006 (0.590)
常数项	6.486*** (76.220)	6.473*** (64.760)	6.653*** (66.230)	6.459*** (67.340)	6.485*** (66.980)
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	No	No	No	No	No
R^2	0.032	0.064	0.065	0.048	0.035
观察值数	14 648	7 792	7 880	7 744	7 936

表10 DID回归结果

Table 10 Difference-in-differences (DID) regression results

	混合处理组	A组	B组	C组	D组
<i>Treat-Pooled</i> × <i>Time</i>	-0.808*** (-8.040)				
<i>Treat^A</i> × <i>Time</i>		-0.766*** (-5.630)			
<i>Treat^B</i> × <i>Time</i>			-0.849*** (-6.640)		
<i>Treat^C</i> × <i>Time</i>				-1.001*** (-6.600)	
<i>Treat^D</i> × <i>Time</i>					-0.626*** (-3.250)
<i>Weather</i>	0.028*** (5.360)	0.040*** (7.190)	0.041*** (6.860)	0.044*** (6.930)	0.038*** (6.930)
常数项	6.379*** (62.480)	6.112*** (68.700)	6.114*** (69.400)	6.059*** (60.230)	6.241*** (37.610)
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	No	No	No	No	No
Cluster	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R^2	0.03	0.063	0.063	0.045	0.032
观察值数	14 648	7 792	7 880	7 744	7 936

移,其节水效果不断减弱,验证了信息干预策略的时间衰减效应。

为了检验居民用水量的减少是否为时间变动导致的,并排除未观测到的居民个体特征对回归结果的影响,在所有样本中随机抽取130个作为“伪实验组”进行安慰剂检验,并将该随机抽样过程重复500次,将其与时间虚拟变量的乘积作为核心解释变量重新进行回归。图3分别展示了不同信息干预手段的系数分布,模型的回归系数分布都集中在0附近,可见随机抽样后的样本组合对居民用水量没有产生政策影响,基准回归的结果稳健。

6 讨论

近年来,“自愿需求管理策略”逐渐受到学者们的关注,但国内相关研究仍处于起步阶段。因此,本文通过现场实验的方法研究了“节水技巧”“节水技巧+节水教育”“节水技巧+同社区用水比较”和“节水技巧+同城用水比较”4种信息干预策略下城镇居民节水行为的变化。接下来,本文将从不同信息干预手段的节水效果、异质性和时间衰减效应3个方面对实证分析结果展开讨论。

首先,基准回归结果表明,4种信息干预策略均能够有效减少居民的用水量,这与之前的研究结果

一致^[41],验证了信息干预策略在中国背景下的有效性。信息干预策略能够有效减少居民用水量的原因主要有以下三点:①如Goette等^[12]所提出的信息干预策略是通过居民进行“定期提醒”发挥作用的,通过定期发送节水提示的信息促进家庭节约用水,为家庭节水提供了有用的建议,并提高了人们对节水重要性的认识。②信息干预通过利益最大化原则帮助自利的、效用最大化的代理人更接近完全信息下的私人最佳用水模式^[13]。③与实验地区最近的干旱经历有关,研究地区以前有过严重的干旱情况,尽管最近降雨较多,但是节约用水可能仍然是一个突出的与个人参与有关的问题。以上结论突出了定期信息干预的重要性,以及将水安全视为一个关键问题的必要性。但是通过进一步检验不难发现(表5),在加入“节水教育”信息后,信息干预的节水效果没有显著增强,因此H2无法得以验证。导致这一现象的主要原因是大多数居民在收到带有“节水教育”的信息之前已经意识到节水的必要性,因此额外的“节水教育”信息并没有显著增加居民的节水量。

其次,社会比较信息的节水效果在本文得以证实^[42,43],这一结论验证了IMB模型和H3,即当个体感

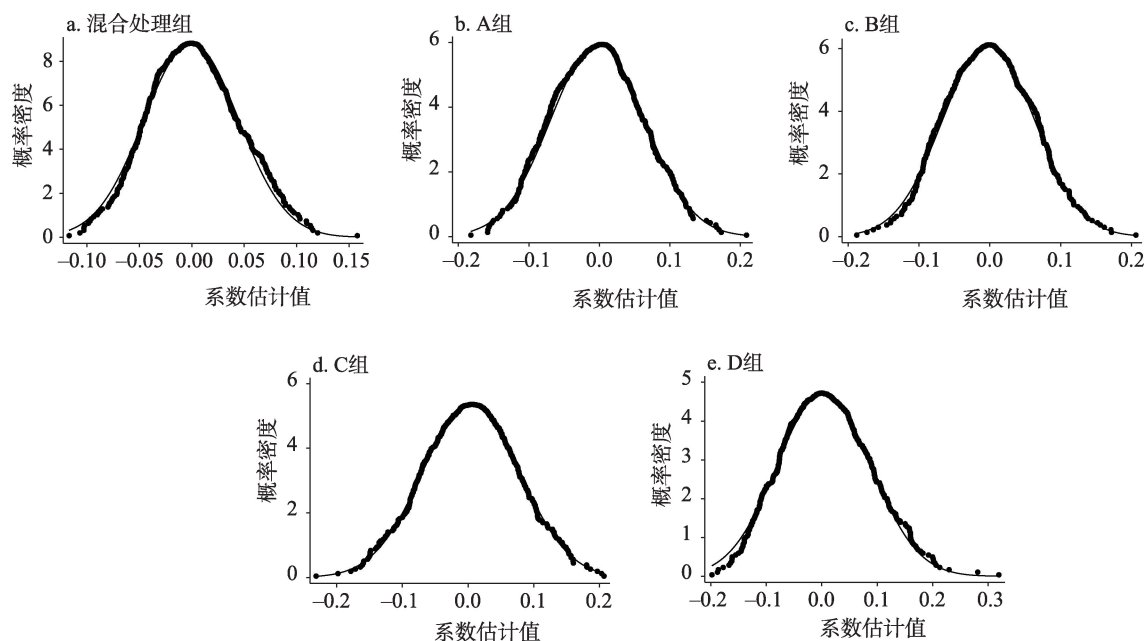


图3 安慰剂检验结果

Figure 3 Placebo test

2022年8月

知行为动机并知道如何改变行为时,人们更有可能改变自身行为:①社会比较信息能够使高消费者产生强烈压力和内疚感,从而减少消费;②社会比较信息能够通过吸引人们对社会规范的关注发挥作用,行为模式的从众性使人们在认识到自己的行为与他人的明显差异时,产生改变自身行为的动机,从而更有利于节水技巧转化为行为。但值得注意的是,比较对象的地理距离对节水效果的高低有显著的影响,即被比较对象的距离越近越能激励居民节约用水,这一结论验证了H4。引起这一现象的原因可能是距离越近,就越容易观察邻居的节水行为,从而更容易受到激励和向他人学习。但是Shen等^[40]指出比较对象的地理距离并不是越近越好,随着接近程度增加到邻居水平,受试者可能会因为“过度曝光”而产生排斥感。因此,政策制定者在利用社会比较信息时应该避免地理距离过近或过远的被比较对象。此外,通过异质性分析的结果可知(图2d),远距离的社会比较信息在低耗水量用户中产生了“许可效应”^[44],即为低耗水量用户提供了用水的“道德许可”,导致部分低耗水量用户用水量的增加,“许可效应”的产生也是导致“节水技巧+同城用水比较”信息未能起到较好节水效果的主要原因。

再次,分位数回归的结果表明,信息干预策略的节水效果存在异质性(表6)。通过比较不同信息干预策略的分位数回归的系数,本文发现信息干预策略能够在高耗水量群体中起到更好的节水效果。主要原因有两点:①相对于用水量较少的人群来说,高用水量用户有更多的节水余地,只需要付出较低的节水成本便能达到较好的节水效果,也更容易减少不必要的浪费;②由于信息的不对称性,高用水量用户在接收到社会比较信息之前可能未能意识到与他人的差距,信息提示能及时纠正高耗水量用户的行为。

最后,信息干预的节水效果随时间衰减。①通过比较不同时期信息干预策略的系数变化可以发现不同信息的节水效果衰减速度不同(表7),其中“节水技巧+同城用水比较”的衰减速度最快,而单一的“节水技巧”的衰减速度最慢;相比之下,同社区用水比较信息的平均节水效果最好且相对稳

定。②通过观察不同用水量居民节水行为的时间衰减效应(表7),发现高用水量居民的4种信息干预策略的系数在第四周期时均不显著,因此,对于高用水量居民而言,无论哪一种信息策略,尽管一开始能够起到明显的节水效果,但是很快就会减弱直至消失,信息干预并不能改变高用水量居民的用水习惯。为了应对信息干预策略的时间衰减效应,管理者在制定短信内容时可以考虑建议人们安装节水设备,呼吁人们利用节水技术提高用水效率,而不仅仅是通过节水行为减少用水量。但是由于更换节水设备需要投入较多的金钱,因此,此类信息可以考虑推送给高收入、高用水量的群体。

7 结论、政策建议及展望

7.1 结论

本文通过现场实验的方法,探究4种信息干预策略对激励中国城镇家庭居民节水的干预效果。主要得出以下结论:

(1)从随机实验的结果来看,4种信息策略均对居民的节水产生了显著的效果,但是其效果的大小存在差异。从总体节水效果来看,其从大到小依次为“节水技巧+同社区用水比较”“节水技巧+节水教育”和“节水技巧”“节水技巧+同城用水比较”。

(2)同样是加入了社会比较信息,“节水技巧+同社区用水比较”实验组的节水效果远远大于“节水技巧+同城用水比较”实验组,表明近距离的比较对象相比于远距离更能促进人们的节水行为。

(3)信息提示的节水效果短期内对高耗水量群体更有效,长期内对低耗水量群体更有效。

(4)信息提示的节水效果随着时间的推移而减弱。

7.2 政策建议

以上研究结论为合理利用信息干预策略减少居民用水量提供了切实可行的建议:

(1)政策制定者在利用信息干预策略时,要合理利用社会比较信息。应该谨慎选择比较对象,比较对象的地理距离既不能过近也不能过远,否则都不能起到理想的节水效果。

(2)在利用信息干预策略时要尽可能地包括信息、动机和行为技能要素,合理利用IMB模型,从而达到1+1>2的节水效果。

(3)因地制宜设定信息内容。在使用社会比较信息时必须考虑用户的用水量差异,为了避免产生“许可效应”,对于低耗水量用户应该避免此类信息的使用。

(4)信息提示的节水效果会随着时间的推移而不断减弱,且研究表明一旦停止干预,用水量将逐渐反弹到干预前的水平,因此,单一的信息干预手段可能不能完全改变人们的用水习惯,应该将信息干预手段与其他政策工具相结合,例如通过社区或水务部门在每季度或每年评选“节水之星”等节水宣传活动,激发人们节水的积极性和增加对水资源短缺现状的了解,帮助居民养成良好的节水习惯。

7.3 展望

研究存在的局限性及未来研究展望如下:

(1)由于智能水表未在研究地理区域内普及,研究周期只能设定为2个月一次,因此不能观测居民每日用水的变化率,且受此限制,两次信息提示时间间隔较长,可能减弱了信息提示策略的有效性。未来普及智能水表后,可提高干预的频率。

(2)受用户隐私保密性的限制,未能取得居民除了用水量以外的其他数据,因此不能研究居民个人基本特征变量尤其是心理因素对用水量的影响,因此将现场实验与问卷调查相结合将是下一步的研究方向。

(3)本文只考虑4种信息干预策略对节水行为的影响,今后的研究中可以加入其他的框架信息。

参考文献(References):

- [1] 梁缘毅,吕爱锋. 中国水资源安全风险评价[J]. 资源科学, 2019, 41(4): 775-789. [Liang Y Y, Lv A F. Risk assessment of water resource security in China[J]. Resources Science, 2019, 41(4): 775-789.]
- [2] Cook B I, Mankin J S, Anchukaitis K J. Climate change and drought: From past to future[J]. Current Climate Change Reports, 2018, 4(2): 164-179.
- [3] Pamla A, Thondhlana G, Ruwanza S. Persistent droughts and water scarcity: Households' perceptions and practices in Makhandla, South Africa[J]. Land, 2021, 10(6): 593-593.
- [4] 申津羽,王煜琪,赵正. 公众参与城市水环境治理行为的影响因素: 基于北上广三地的调查数据[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2289-2302. [Shen J Y, Wang Y Q, Zhao Z. Factors influencing public participation in urban water environmental governance: Based on the survey data in Beijing, Shanghai, and Guangzhou[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2289-2302.]
- [5] 朱永彬,史雅娟. 中国主要城市水资源价值评价与定价研究[J]. 资源科学, 2018, 40(5): 1040-1050. [Zhu Y B, Shi Y J. Value evaluation and pricing of water resources in major cities in China [J]. Resources Science, 2018, 40(5): 1040-1050.]
- [6] 吴正,田贵良,胡雨灿. 基于开放式水资源嵌入型CGE模型的税改政策经济影响与节水效应[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2264-2276. [Wu Z, Tian G L, Hu Y C. Economic impact and water saving effect of tax reform policy based on open water resource embedded CGE model[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2264-2276.]
- [7] 张巍,韩军,周绍杰. 中国城镇居民用水需求研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(3): 99-109. [Zhang W, Han J, Zhou S J. Water consumption of Chinese urban residents: From perspectives of micro date[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(3): 99-109.]
- [8] Lede E, Meleady R, Seger C R. Optimizing the influence of social norms interventions: Applying social identity insights to motivate residential water conservation[J]. Journal of Environmental Psychology, 2019, 62: 105-114.
- [9] 廖显春,夏恩龙,王自锋. 阶梯水价对城市居民用水量及低收入家庭福利的影响[J]. 资源科学, 2016, 38(10): 1935-1947. [Liao X C, Xia E L, Wang Z F. The impact of increasing block water tariffs on residential water usage and the welfare of low income families in Chinese cities[J]. Resources Science, 2016, 38(10): 1935-1947.]
- [10] Lu L, Deller D, Hviid M. Price and behavioural signals to encourage household water conservation: Implications for the UK[J]. Water Resources Management, 2019, 33(2): 475-491.
- [11] Restrepo J D C, Morales-Pinzón T. Effects of feedback information on the household consumption of water and electricity: A case study in Colombia[J]. Journal of Environmental Management, 2020, DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110315.
- [12] Goette L, Leong C, Qian N. Motivating household water conservation: A field experiment in Singapore[J]. Plos One, 2019, DOI: 10.1371/journal.pone.0211891.
- [13] Brent D A, Lott C, Taylor M, et al. What causes heterogeneous responses to social comparison messages for water conservation?[J]. Environmental and Resource Economics, 2020, 77(3): 503-537.
- [14] Vivek V, Malghan D, Mukherjee K. Toward achieving persistent behavior change in household water conservation[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021, DOI: 10.1371/journal.pone.0211891.
- [15] Bhanot S P. Isolating the effect of injunctive norms on conservation behavior: New evidence from a field experiment in California [J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 2021, 163: 30-42.

2022年8月

- [16] Ramli U. Social norms based eco-feedback for household water consumption[J]. Sustainability, 2021, DOI: 10.3390/su13052796.
- [17] 陈凯. 信息干预对绿色消费行为的影响分析[J]. 中国特色社会主义研究, 2020, (Z1): 126-131. [Chen K. On impact of information intervention on green consumerism behavior[J]. Studies on Socialism with Chinese Characteristics, 2020, (Z1): 126-131.]
- [18] Fisher J D, Fisher W A. Changing AIDS-risk behavior[J]. Psychological Bulletin, 1992, 111(3): 455-474.
- [19] Bakır E, Çavuşoğlu H, Mengen E. Effects of the information-motivation-behavioral skills model on metabolic control of adolescents with type 1 diabetes in Turkey: Randomized controlled study[J]. Journal of Pediatric Nursing, 2021, DOI: 10.1016/j.pedn.2020.11.019.
- [20] Ouyaba A T, Özyürek P, Sevil Ü. The effect of an information, motivation, and behavioral skills model intervention on young women's intention to get an HPV vaccine[J]. Psychology Health & Medicine, 2021, DOI: 10.1080/13548506.2021.1975780.
- [21] Ehret P J, Hodges H E, Kuehl C, et al. Systematic review of household water conservation interventions using the information-motivation-behavioral skills model[J]. Environment and Behavior, 2021, 53(5): 485-519.
- [22] Tijs M S, Karremans J C, Veling H, et al. Saving water to save the environment: Contrasting the effectiveness of environmental and monetary appeals in a residential water saving intervention[J]. Social Influence, 2017, 12(2): 69-79.
- [23] Joo H H, Lee J, Park S. Every drop counts: A water conservation experiment with hotel guests[J]. Economic Inquiry, 2018, 56(3): 1788-1808.
- [24] Hodges H, Kuehl C, Anderson S E, et al. How managers can reduce household water use through communication? A field experiment[J]. Journal of Policy Analysis and Management Homepage, 2020, 39(4): 1076-1099.
- [25] Fischer C. Feedback on household electricity consumption: A tool for saving energy? [J]. Energy Efficiency, 2008, 1(1): 79-104.
- [26] Lally P, van Jaarsveld C H M, Potts H W W, et al. How are habits formed? Modelling habit formation in the real world[J]. European Journal of Social Psychology, 2009, 40(6): 998-1009.
- [27] Liu P H, Teng M M, Han C F. How does environmental knowledge translate into pro-environmental behaviors? The mediating role of environmental attitudes and behavioral intentions[J]. Science of the Total Environment, 2020, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138126.
- [28] Li Y, Wang B, Cui M. Environmental concern, environmental knowledge, and residents' water conservation behavior: Evidence from China[J]. Water, 2022, DOI:10.3390/w14132087.
- [29] Seelen L, Flaim G, Jennings E, et al. Saving water for the future: Public awareness of water usage and water quality[J]. Journal of Environmental Management, 2019, 242: 246-257.
- [30] Barnes J L, Krishen A S, Hu H F. Untapped knowledge about water reuse: The roles of direct and indirect educational messaging [J]. Water Resources Management, 2021, 35(8): 2601-2615.
- [31] 刘霁瑶, 贾亚娟, 池书瑶, 等. 污染认知、村庄情感对农户生活垃圾分类意愿的影响研究[J]. 干旱区资源与环境, 2021, 35(10): 48-52. [Liu J Y, Jia Y J, Chi S Y, et al. Effects of pollution cognition and village emotion on farmers' willingness of domestic waste sorting[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2021, 35(10): 48-52.]
- [32] 虞佳玲, 王瑞, 袁勤俭. 社会认同理论及其在信息系统研究中的应用与展望[J]. 现代情报, 2020, 40(10): 159-167. [Yu J L, Wang R, Yuan Q J. Social identity theory and its application and prospect in the field of information system research[J]. Journal of Modern Information, 2020, 40(10): 159-167.]
- [33] Perry G L W, Richardson S J, Harré N, et al. Evaluating the role of social norms in fostering pro-environmental behaviors[J]. Frontiers in Environmental Science, 2021, 6: 160-160.
- [34] 王建明, 王秋欢, 吴龙昌. 城市居民节水行为的启动、形成和持续机制: 双重视角下的探索性研究[J]. 消费经济, 2016, 32(4): 10-16. [Wang J M, Wang Q H, Wu L C. The initiation, formation and persistence mechanisms of urban residents' water conservation behavior: An exploratory study from a dual perspective[J]. Consumer Economics, 2016, 32(4): 10-16.]
- [35] Shahmohammadi S, Steinmann Z, King H, et al. The influence of consumer behavior on energy, greenhouse gas, and water footprints of showering[J]. Journal of Industrial Ecology, 2019, 23(5): 1186-1195.
- [36] Starke A D, Willemsen M C, Snijders C C P. Beyond "one-size-fits-all" platforms: Applying Campbell's paradigm to test personalized energy advice in the Netherlands[J]. Energy Research & Social Science, 2020, 59: 101311.
- [37] Fujita K, Henderson M D, Eng J, et al. Spatial distance and mental construal of social events[J]. Psychological Science, 2006, 17(4): 278-282.
- [38] 刘满芝, 石明珠, 史梦茜. 近邻不如远邻? 比较性信息反馈对节能的影响: 空间距离视角[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版), 2020, 22(5): 131-148. [Liu M Z, Shi M Z, Shi M X. Is a near neighbor inferior to a distant neighbor? The influence mechanism of comparative information feedback on consumers' energy conservation behavior intention from spatial distance perspective[J]. Journal of China University of Mining & Technology (Social Sciences), 2020, 22(5): 131-148.]
- [39] Graffeo M, Ritov I, Bonini N, et al. To make peoples ave energy tell them what others do but also who they are: A preliminary study [J]. Frontiers in Psychology, 2015, 6: 1287-1287.
- [40] Shen M, Young R, Cui Q B. The normative feedback approach for energy conservation behavior in the military community[J]. Energy Policy, 2016, 98: 19-32.

- [41] 牟凌云, 丁超琼, 俞学燕, 等. 不同信息框架对城市家庭节电行为干预效果的纵向实验研究[J]. 管理评论, 2020, 32(5): 292–304. [Mi L Y, Ding C Q, Yu X Y, et al. Longitudinal experimental research of the effects of different information frameworks on household energy saving behaviors in urban areas[J]. Management Review, 2020, 32(5): 292–304.]
- [42] Otaki Y, Honda H, Ueda K. Historical self-comparison of water consumption as a water demand management tool[J]. Water, 2019, DOI:10.3390/w11040844.
- [43] Bhanot S P. Rank and response: A field experiment on peer information and water use behavior[J]. Journal of Economic Psychology, 2017, 62: 155–172.
- [44] Lasarov W, Hoffmann S. Social moral licensing[J]. Journal of Business Ethics, 2020, 165(1): 45–66.

Strategies for guiding urban residents' water-saving behavior based on field experiments

LI Yongbo, WANG Juan

(College of Economics and Management, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, China)

Abstract: In recent years, information intervention based on field experiment has been widely used in the field of environmental protection. In order to study the impact of information interventions on urban household water consumption, an eight-month field experiment was carried out in Huangdao District, Qingdao City, Shandong Province. Combined with the empirical model, the water-saving effects of four information intervention methods were analyzed and compared: water-saving skills; water-saving skills + water-saving education; water-saving skills + water use comparison within the community; and water-saving skills + water use comparison in the same city. The results show that: (1) The four types of information interventions all have a significant impact on the reduction of urban residential water consumption; (2) The water-saving effect of intra- and inter-community comparison information provision is affected by the geographical distance of those to compare with—a closer distance to the counterparts is more conducive to saving water than comparing with distant counterparts; (3) The water-saving effect of information intervention is more effective for people with high water consumption in the short term, but more effective for people with low water consumption in the long term. (4) The water-saving effect of information campaigns attenuate over time. Through the experiments, this study confirmed the validity of field experiment methods for household water saving in the context of China. The conclusions of this research provide a reference for the application of information intervention methods in the field of household water saving campaigns.

Key words: water-saving behavior; field experiments; information intervention; social comparison message; IMB model; OLS regression; DID model; Huangdao District of Qingdao City