

智慧治水、公众参与对水环境治理影响研究

——基于浙江“五水共治”的调查

张宁¹ 张澜¹ 刘聪¹ 陆文聪²¹

(1. 杭州电子科技大学 管理学院, 浙江 杭州 310018;

2. 浙江大学 公共管理学院, 浙江 杭州 310027)

【摘要】: 智慧治水是一种“智慧+合作治理”的新型管理模式, 由于公众参与缺失, 智慧治水服务与社会公众诉求还存在较大差距, 尚未达到水环境治理的预期效果, 公众参与意愿与实际行为还存在着明显的差异。研究基于浙江“五水共治”的社会调查, 运用多元 Logistic 模型从个人、家庭、职业和社区四个行为环境特征, 实证分析了智慧治水背景下的社会公众参与水环境治理的意愿、行为及影响因素, 通过智慧治水和公众参与的有效融合, 来全面实现水环境智慧治理的共享机制。结果表明: (1) 公众文化程度越高, 对智慧治水信息化平台建设支持率越高, 参与水环境治理的意愿也会越强烈, 公众参与度也会增加; (2) 家庭用水依赖度、家庭信息服务消费指数对公众参与水环境治理的影响成正比, 而家庭居住环境与公众参与意愿却成反比; (3) 政府机关、事业单位及水务行业等网络化程度更高的职业是公众参与智慧治水的主要社会力量; (4) 社区经济水平与公众参与成反比, 社区智慧治水的信息传播方式对公众参与意愿的影响较大, 但实际参与行为并不明显。在此结论基础上提出了政府主导的智慧治水多元主体协同治理的公众参与模式, 加大政府激励政策, 努力开发公众参与意愿, 全面推进智慧治水平台建设, 促进公众参与的途径和方式方法, 保障公众参与水环境智慧治理的激励公平性和创造性。

【关键词】: 智慧治水 公众参与 Logistic 模型 影响因素 五水共治

【中图分类号】: X321 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)09-2011-11

智慧治水在“智慧城市”和“智慧地球”理念的引导下应运而生, 它不仅承载着中国信息化社会发展中“绿色管理、环境治理、生态文明”的历史使命, 还对改善人们生产和生活的智慧环境, 提升水资源的使用效率, 推进智慧城市向“低碳、绿色、和谐”和可持续的方向发展起着至关重要的作用。依据习近平总书记重要讲话中“绿水青山就是金山银山”及“网络强国”的战略思想, 我国大部分地区开始积极践行社会经济信息化发展理念, 全面推动以信息化、网络化和智能化发展的智慧治水模式, 浙江省继而也开展了以“防洪除涝、集中供水、排水治污、水资源保护、水环境治理”等一系列“五水共治”项目的建设及运维体系, 对改善城市供水稳定、达标排放、有效监督等水环境的智慧治理起到了重要示范作用^[1]。随着我国数字化赋能的“治水”变“智水”及云计算、物联网、大数据、移动互联网、人工智能等新一代信息技术融合的智慧水务平台, 公众参与水环境治理的渠道和方式都发生了较大的变化, 部分地区在智慧水务平台建设上取得了不小的成就^[2]。如浙江省深入贯彻落实“河长制”、“环保码”等智慧治水数字化模式, 会同水务、环保、农业等单位和各街道针对水污染治理情况进行智慧会商, 并在城市每个河道排水口安装标识牌, 通过河长乃至市民扫二维码, 就能全景式地了解河道排水口上、下游排污情况, 实时监控水情, 让全民参

作者简介: 张宁(1974~), 女, 教授, 主要研究方向为水资源管理. E-mail: zhedazhangning@126.com

基金项目: 国家社会科学基金项目(20BGL188)

与治水成为现实。智慧治水不仅为公众参与水环境治理提供了便携途径，也为政府管理部门的治水监管提供了参考依据。

目前我国的智慧治水还处于摸索阶段，人们对其核心理念和关键因素尚未形成共识，理论研究相对缺乏。智慧治水本身从理念上来说，指一种“智慧+合作治理”的新型管理模式，然而合作治理中的公众缺失导致现行的智慧治水在实践过程中出现了“重技术，轻应用，重智慧，轻合作”等单纯依赖先进技术手段的思想偏向，智慧治水的社会需求也被严重忽视，最终导致了智慧治水与社会公众诉求之间的差距，智慧治水的信息共享机制还未完全实现。杨明祥等^[3]认为构建一种更加精细化、智慧化的城市水务政务管理、业务经营、民生服务系统，有利于智慧治水的长远发展。张世滨^[4]认为智慧治水与水务信息化不同，它是一种全方位的智能化水务管理系统，应以智慧化管理模式为基础。王玉良等^[5]提出智慧治水服务的公众参与需要政府和社会组织的合作与共建。顾萍等^[6]从参与者、模式、理念这三个维度论述了社会参与治水机制的创新实践，在参与过程中形成了法律、政策、道德三维度协同的治理模式，构建了现代水务系统中社会参与的全新内涵，有利于实现共治共享的社会参与形式。王俊豪等^[7]通过水治理股权契约实现了政府和民营企业的合作，但至今未见学者对智慧治理背景下的公众参与水环境治理的合作困境、培育公共精神等公众参与行为等问题进行规范性研究。

国外学者对水务信息化的公众参与及公私合营有过相关研究，KulkarniP 等^[8]提出采用数字排水技术等“智慧水务”方法，在水务信息的共享、收费、版权保护方面保证了“完全和公开”的信息共享，保障了市场投资者的利益；Caragliu 等^[9]在数据分析的基础上得出智慧城市中环境质量、教育管理等方面信息技术的充分利用可以对水环境治理有明显的推动作用。Smart Feature Initiative 智能研究院专家 Noebert 等^[10]提出智慧城市的水务建设需要研究不同人群的需求，明确其目的。Ntuli 等^[11]认为现阶段公众参与水资源信息化管理将会进一步提高治水的总效率和总效果；Wang 等^[12]认为传统的不可持续的水资源治理方式已经不能适应新技术的要求，智慧治水无疑对水环境治理具有重要的价值。在公众参与水环境治理的实证研究中，Zhu 等^[13]认为公众参与机制在环境立法中至关重要，有利于平衡经济效益和环境效益，实现公众对环境保护的参与。Ruiz-Villaverde 等^[14]认为公众和利益相关者是参与水资源治理的关键因素，试图寻找成功的公众参与水环境治理的创新模式，并提出公众参与的主要限制与困难需要协同治理来实现。

本研究以浙江省为例，依据公众参与“五水共治”等智慧治水项目的调查问卷及访谈数据，运用多元 Logistic 模型实证分析了智慧治水背景下的公众参与水环境治理的意愿、行为及其影响因素，通过智慧治水科技改进和公众有效参与的多元主体协同治理模式，真正把握智慧城市发展中的水环境治理的市场需求。在此基础上设置一些社会公众和水务企业能够共同参与的智慧项目，促进智慧治水 and 公众参与的有效融合，完善社会各利益主体的共建共享多元治水机制，这不仅有利于提高我国水环境的治理效率以及实现水资源的优化配置，还可以通过智慧水务平台有效地促进各行业、各部门之间的交流和沟通，全面实现水务管理数字化、智能化、规范化，为解决和克服信息孤岛等问题提供参考依据。

1 调查设计和研究方法

1.1 调查设计

浙江作为智慧城市试点之一的示范省区，多个区县已被列入国家重点发展区域，且在智慧治水的“五水共治”¹项目实践中取得了一定成效^[15,16]。课题组与浙江省“五水共治”领导小组办公室、社区居民委员会以及治水施工企业等多家单位进行访谈，在了解以“五水共治”为代表的智慧治水项目的基础上，搜集已有智慧治水相关数据，对浙江省杭州市滨江区、建德市、台州三门县、温州鹿城区、金华市兰溪县以及丽水龙泉市等 6 个县市 32 个社区的公民进行了“五水共治”等智慧治水项目的实地调查。调查时间从 2020 年 7 月至 2020 年 12 月，历时 6 个月，期间共发放问卷 436 份，剔除未听说过“五水共治”项目以及问题回答前后矛盾或数据明显错误等无效问卷后，回收有效问卷共 388 份，有效率达 88.99%。问卷内容涉及被调查者人口学基本特征外，包括户口所在地、就业与经济状况、智慧水务平台建设、社区智慧环境及治水满意度等相关内容，调研设计框架如图 1 所示。在考虑人口流动性及职业类型的前提下展开，被调查者对“五水共治”内涵的了解程度反映了“五水共治”信息化推广程度，“五水共治”的社区文化建设体现了信息化平台的支持情况，公众对于“五水共治”的参与方式说明了信息化平台的应用现状。

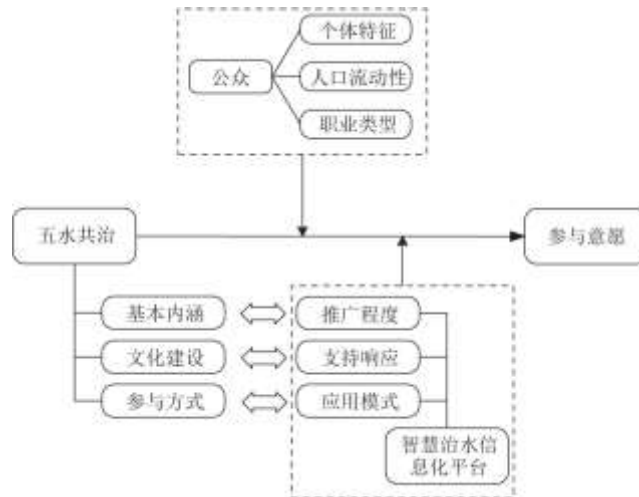


图1 调查分析框架图

1.2 描述性统计分析

研究通过 388 份有效问卷的整理与归纳，对调查群体的公众参与治水的特征指标进行了描述性统计分析，调查样本基本情况如表 1 所示。

1.2.1 “五水共治”内涵与信息化推广程度

在“五水共治”的内涵及其信息化推广方面，调查结果显示被调查者对“五水共治”内涵“了解一点”的比例为 66.12%，“比较了解”、“听说但不了解”和“一点不了解”的分别为 14.81%、7.15%和 7.54%，“非常了解”占到了 4.53%。年龄和学历水平不同的公众对“五水共治”内涵的认知度产生了明显差异，从学历上看，对“五水共治”了解程度最高的是具有“专科或本科”和“研究生及以上”学历的公众，从年龄段上看，18~30 岁的公众了解“五水共治”内涵信息的比例明显高于其他年龄段人群。根据 2017~2020 年的《浙江统计年鉴》人口数据可知，受访人员男女比例在性别上不存在显著差异，本次调查统计上也得到了验证。在“五水共治”本身概念的把握上，56%的公众能够知道“治污水、防洪水、排涝水、保供水、抓节水”的准确“五水”含义，仍有 38.82%受访者听说过该口号宣传但不了解其意。与此同时，我们对当地已建成智慧治水 APP 及“五水共治”公众号、智慧治水平台的社会推广也做了相应调查，结合水利部门发行的治水公众号关注程度和 APP 下载数据显示，水务行业及政府管理人员参与度比较高，达到了 80%，社区居民及其他行业的企业人员对“五水共治”信息化平台使用和推广方式也都表示强烈支持，但实际下载或使用的参与度极低，仅为 8%，可见浙江省“五水共治”智慧治水平台的社会推广效果并不理想。

表 1 调查样本基本情况

个体特征		人数	百分比 (%)	个体特征		人数	百分比 (%)
性别	男	222	57.17	学历	初中及以下	80	20.53
	女	166	42.83		高中	117	30.26
年龄	18 岁以下	15	3.88		专科或本科	171	44.19
	18~30 岁	155	39.91		研究生及以上	20	5.02

	31~45 岁	79	20.42	职业	机关、事业单位	83	21.39
	46~60 岁	75	19.26		自由职业(个体)	43	11.08
	60 岁以上	64	16.53		商业、服务业	73	18.81
户口所在地	调查区(本地)	251	64.75		水务行业	37	9.54
	浙江其他城市	65	16.78		待业	24	6.19
	其他省	72	18.47		其他	128	32.99

1.2.2 “五水共治”文化建设与信息化平台支持率

在“五水共治与居民智慧生活关联”的认知调查中，调查结果的方差分析显示，有 82.23%的公众认为政府主导的“五水共治”项目与他们的智慧生活环境密切相关。在社区智慧治水的文化建设中，有 56.23%的受访者对“五水共治”的社区文化传播表示“非常满意”，仅有 0.52%的受访者表示“不满意”，而“比较满意”、“无所谓”、“不太满意”的受访者分别占了 35.20%、7.02%和 1.03%，在 0.01 的显著性水平下社区治水文化建设与居民智慧生活关联程度存在双侧显著正相关，说明加强社区文化建设、提高城市智慧治水信息化平台建设的支持率，对公众智慧生活环境的影响非常大，说明社区文化建设在一定程度上促进了智慧治水项目的社会推广和有效实施，同时加强水环境治理数据的公开与透明，更能有效地提高公众参与“五水共治”项目活动的积极性。在“五水共治”的智慧治水平台实施效果调查中，超过半数(65.73%)受访者认可“五水共治”项目的实施，但仍有 34.27%的受访者表示不知道或不认可，但在对“五水共治”建设的意义选填中，又有 88.40%的公众对智慧治水平台建设表示非常支持和期望(图 2)。说明相当一部分公众对“五水共治”项目仍心存顾虑，还没有真正发挥民众、传媒的监督作用，可见，将“政府治水”变为“全民治水”，让社会公众真正在水环境治理中发挥主体作用，智慧治水势在必行。

1.2.3 “五水共治”公众参与方式与信息化平台应用

公众参与治水行为的调查数据显示，超过半数(73.28%)的受访者表示愿意通过扫码或下载 APP 等智慧治水平台参与“五水共治”的监督管理，仍有相当一部分的受访者(25.63%)选择无所谓，这其中还将近还有 80%的公众认为水务信息公开和参与方式有限所致。在公众参与方式调查中，70%认为最直接便捷的参与方式是自我行为约束，节约用水和不乱排污水，20%的人认为除自我约束外，还应组织参与各类公益治水活动和志愿者服务，10%左右的受访者愿意以募捐形式参与“五水共治”的活动。在智慧治水平台建设及推广应用调查中，32.43%的受访者实现了手机关注及 APP 下载或扫描二维码等信息化方式参与“五水共治”智慧治水项目，但在公众参与意愿调查中显示(图 3)，以个人方式愿意主动参与占到了 40.91%，有偿参与为 20.79%，被动参与为 18.30%，不参与 20%。其中被动参与中 80%的社会公众表示因工作压力大没有时间参与，还有 20%的公众直接表示根本不愿参与。在数据统计分析中，研究也发现公众参与意愿和他们的实际参与行为也存在着明显差异，但能否通过智慧治水平台建设提供公众更有效的参与渠道和方式，还需要进一步检验和验证。

1.2.4 人口流动性对公众参与“五水共治”的意愿调查

浙江省外来人口较多，人口流动性比较大，自 2014 年政府在贯彻落实“绿水青山就是金山银山”以来，“五水共治”对保障城市供水稳定，改善水环境治理起到了重要作用。调查问卷采用户口所在地与社会公众参与数据进行了对比，结果发现浙江省内户口所在地居民对“五水共治”项目的重要性认知及信息把握程度明显高于外省流动人员。从整体上看，无论户口特征如何，所有被访者对“五水共治”实施效果的期望值都表现出较高的期望及参与意愿，“非常期待”和“期待”共占比例超过了半数以上，分别为 40.21%和 25.52%，只有 3.35%的被访者“不看好”，还有 30.92%表示“无所谓”。但在显著性水平 $\alpha=0.05$ 的情况

下，皮尔森卡方检验 p 值为 0.724，户口所在地指标对“五水共治”项目的实施效果影响不显著，公众治水的期望值与治水行为明显不一致，公众的参与意愿与参与行为还存在着明显的差别。

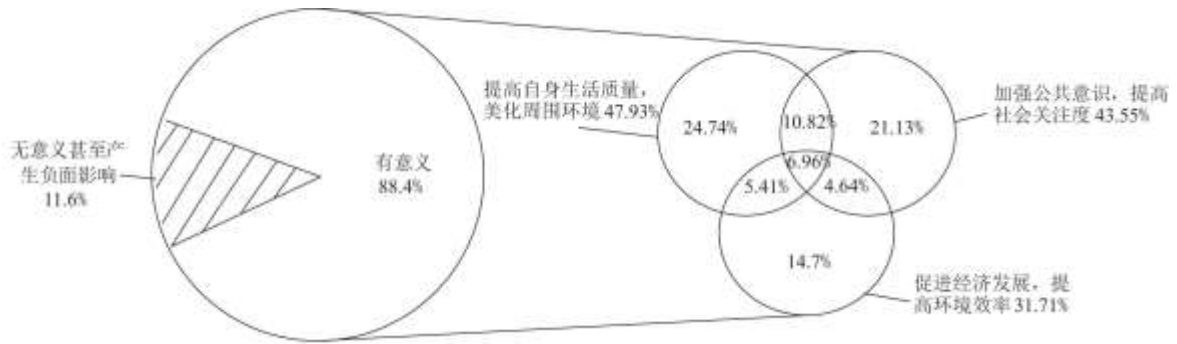


图 2 “五水共治”及其智慧治水平台建设的支持率调查

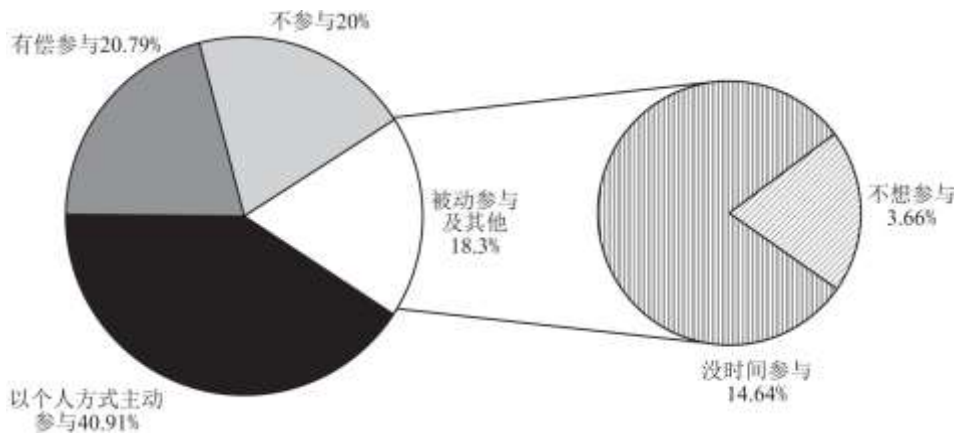


图 3 “五水共治”的公众参与意愿调查结果

1.2.5 职业类型对公众参与“五水共治”意愿的影响

调查主体的职业类型包括政府机关、企事业单位、自由职业或创业者、待业及水务行业等，其中水务行业是指除去在政府或企事业单位中从事水务工作的人员，因其行业特殊性，在职业分类中单独列出。根据职业分布情况，公众愿意参与“五水共治”中的水务行业人员比例最高，达到了 45.72%，主要是水务行业工作性质所决定的，其次是政府机关人员为 38.27%，而待业人员对“五水共治”的关注度最低，只有 8.23%，导致其参与意愿也相对偏低，更有甚者直接表达不愿意参与的主要来自于自由职业者。显然就不同的职业而言，公众参与意愿的选择必定有所不同。

1.3 研究方法

1.3.1 Logistic 回归模型

公众参与意愿反映社会公众参与“五水共治”的可能性，而参与行为则是反映社会公众实际参与治水的决策，两者通常表现为有意愿参与和无意愿参与，都可以将其看成是一个具有二分性的因变量，最终包括参与或者不参与的实际行动，研究采用非

线性概率模型进行相关分析^[17,18]。在非线形模型的选择上,用 Logistic 回归模型来研究“是否参与”二维定性变量与其影响因素之间关系能取得较客观、有效的结果^[19,20]。

1.3.2 变量选择

本研究采用多元 Logistic 回归模型,结合实证分析公众参与的主要因素,模型拟合效果采用极大似然估计法,回归系数采用 Wald 统计量检验,Wald 检验值越大,则自变量的影响效果越显著,公众参与的理论模型(1)如下:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-Y}} = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i)} + e_i \quad (1)$$

式中: X_i 是自变量 ($i \geq 1$), Y 指的是公众是否参与“五水共治”的意愿。 Y 是变量 X_1, X_2, \dots, X_n 的线性组合,即 $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$, 当 $Y=0$ 表示公众不愿意参与,反之, $Y=1$ 表示公众愿意参与。 β_0 是常数项, β_i 表示第 i 个影响公众参与“五水共治”的自变量系数,即对应的 X_i 回归系数 ($i \geq 1$); ε 是随机扰动项, P_i 表示公众参与“五水共治”的概率,其区间范围为 $(0, 1)$, P 值越大,表示公众参与意愿越高。将公众参与概率 P_i 与不参与的概率 $1-P_i$ 相比,得到的比值 $P_i/(1-P_i)$,取自然对数 $\ln[P_i/(1-P_i)]$,称作对 P 做 Logit 的转换,记做 LogitP,可得到理论模型(2)。

$$\text{Logit}P = \text{Logit} \left(\frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (2)$$

浙江省“五水共治”项目的调查数据显示,公众对“五水共治”的认知度及其参与方式、参与渠道等还存在着一定的局限性,不仅存在个人层面、组织层面,还存在着社区层面的管理问题,但就“五水共治”智慧治水平台而言,大部分县市建设时期不长,公众能够感受的效果尚不明显,若将智慧技术嵌入到公众参与的各个层面,拓宽公众参与水环境治理渠道,从而初步推测出智慧技术嵌入与公众参与意愿之间的关系,其参与预期如表 2 所示,“+”代表着该变量与参与意愿存在正相关关系,“-”代表该变量与参与意愿存在负相关关系。研究采用 2020 年 7~12 月调研的 388 个有效样本,对公众参与“五水共治”智慧治水项目的意愿、行为及影响因素进行实证分析,实证模型如(3)所示。其中,模型的解释变量依据调查情况及相关文献将其分为个人特征、家庭特征、职业特征和所在社区特征 4 个方面^[21,22,23,24],变量说明见表 2。

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{12} + \dots + \beta_{11} X_{42} + \beta_{12} X_{43} \quad (3)$$

表 2 模型解释变量分类及说明

	变量名称	赋值	平均值	参与	不参与	预期
参与意愿	参与意愿 Y	1=参与; 0=不参与	0.63	0.71	0.29	
个人特征	文化程度 X_{11}	1=初中及以下; 2=高中; 3=专科或本科; 4=研究生及以上	2.74	3.21	1.81	+

	信息化平台熟悉度 ^① X ₁₂	1=熟练；2=一般；0=生疏	1.17	1.38	0.56	+
	户口特征 X ₁₃	1=本市；2=省内其他县市；3=外省	0.61	0.77	0.23	+
家庭特征	家庭居住环境 X ₂₁	1=高档小区；2=中档小区；3=低档小区	2.74	2.82	1.79	-
	家庭用水依赖度 X ₂₂	水费支出元/年	523.82	862.51	381.33	+
	家庭信息化服务消费指数 X ₂₃	信息服务费/年生活支出(%)	0.09	0.13	0.06	+
职业特征	企业雇佣比例 X ₃₁	企业人员占调查总体的比重(%)	34.72	66.4	36.83	-
	政府机关、事业单位及 水务行业职工占比 X ₃₂	政府机关、事业单位及水务行业 职工占调查总体比重(%)	25.33	52.32	12.46	+
	职业网络化程度 X ₃₃	信息网络应用时间占比(%)	80.00	82.63	32.25	+
社区特征	周围人参与治水比例 X ₄₁	1=比例很少；2=比例中等；3=比例很大	2.03	2.89	1.62	+
	所在社区经济是否发达 ^② X ₄₂	1=是；0=否	0.68	0.89	0.66	-
	社区治水信息传播方式 X ₄₃	1=网络；2=电视广播；3=纸质单	1.92	1.86	3.25	+

注：①公众对智慧治水的信息化平台了解和认识程度，可以通过时间数列及动态分析法对其进行测试，详见实证分析部分。②经济发达程度是根据被调查所在社区的经济水平，把所在社区人均 GDP 水平高于调查样本平均水平以上，列为相对经济发达地区，其余为相对经济不发达地区。

2 结果与分析

2.1 模型检验

从表 3 的模型预测准确性来看，公众参与的预测准确率为 89.82%，不参与的预测准确率为 77.37%，说明模型整体预测效果相对较好，进一步支持了研究选择 Logistic 模型的准确性。

表 3 Logistic 模型预测效果

	是否参与“五水共治”的管理活动		预测准确率(%)
	参与	不参与	
参与	247	28	89.82
不参与	37	76	77.37
总计	284	104	81.75

从表 4 社会公众是否参与“五水共治”的 Logistic 回归模型整体有效性和拟合优度的检验来看，最佳估计方法是极大似然

估计法(-2Log likelihood)。模型的整体拟合结果显示极大似然估计值为 81.67, Nagelkerke R^2 为 0.55, P 值为 0.005, 说明模型整体拟合效果尚好, 模型的估计结果与所调查的数据相拟合。

2.2 实证结果与分析

采用 SPSS 统计软件对 Logistic 模型作 Wald 概率统计并选择多元向后逐步法: (1) 在回归方程中引入所有的自变量; (2) 对回归系数进行显著性检验, 当存在一个或多个 t 检验值不显著的变量, 剔除 t 值最小的那个变量; (3) 重新拟合回归方程后重复步骤(2), 直到方程中变量回归系数的 t 值基本显著时终止; (4) 输出运行结果, 见表 5。

表 4 整体有效性和拟合优度的检验

检验名称	检验结果
-2Log likelihood	67.68 (P=0.0000)
Chi-square	81.67
Nagelkerke R^2	0.55 (P=0.005)

2.2.1 个人特征

模型回归结果显示, 文化程度 (X_{11}) 变量在 1% 的统计检验水平上显著, 且系数符号为正, 表明当其他条件不变时, 社会公众的文化程度越高, “五水共治” 的参与意愿就会越强烈, 这与调查结果的预期推测是一致的。即个人文化程度越高, 了解的“五水共治” 信息越多, 公众参与意愿越强烈。信息化平台熟悉度 (X_{12}) 在 1% 的统计检验水平上显著, 且系数符号为正, 这说明在其他条件不变的情况下, 公众使用智慧治水平台的频率越高, 那么参与“五水共治” 的行为结果也就越高, 这与实际调查情况一致; 同时公众对智慧治水的信息化平台支持率越高, 接收公开水务信息频率也越高, 对“五水共治” 理念的理解和支持率也就越高。户口特征 (X_{13}) 虽然也是影响公众参与治水的一个因素, 但是其作用效果不显著, 说明了人们不论处于哪一个省份其参与治水意愿都会很高, 但实际参与行为受到环境的影响较高, 这一结论与预期推测一致, 说明我国智慧治水项目发展在全国百姓中还是得到了普遍认可。

表 5 公众参与“五水共治” 的影响因素及其 Logistic 模型回归结果

	变量	系数	标准差	Wald 值	自由度	显著水平	Exp(B) 值	C
	β_0	0.269	0.745	0.130	1	0.718	1.309	-7.320
个人特征	文化程度 X_{11}	0.886***	0.115	59.025	1	0.000	2.426	0.663
	信息化平台熟悉度 X_{12}	0.324***	0.144	0.788	1	0.000	0.357	0.235
	户口特征 X_{13}	1.355	0.753	16.340	1	0.721	23.145	1.120
家庭特征	家庭居住环境 X_{21}	-4.304***	0.771	31.206	1	0.000	0.014	-0.664
	家庭用水依赖度 X_{22}	0.157***	0.019	5.352	1	0.011	0.018	0.098

	家庭信息化服务消费指数 X_{23}	2.342***	0.655	26.055	1	0.000	28.268	3.147
职业特征	企业雇佣比例 X_{31}	-0.200	0.134	1.472	1	0.135	0.819	-0.340
	政府机关、事业单位及 水务行业职工占比 X_{32}	0.473***	0.339	2.355	1	0.032	3.912	0.332
	职业网络化程度 X_{33}	0.378***	0.275	0.451	1	0.000	1.239	0.172
社区特征	周围人参与治水比例 X_{41}	-0.266**	0.219	2.238	1	0.025	0.767	-1.054
	所在社区经济是否发达 X_{42}	-0.351**	0.785	1.627	1	0.031	1.522	-0.182
	社区治水信息传播方式 X_{43}	0.434***	0.010	2.110	1	0.384	0.189	0.097
	对数似然值	67.680						
	Nagelkerke R^2	0.549						

注：标准化回归系数 C 是消除了自变量量纲影响的回归系数；LR 为似然比检验统计量，此处它符合混合卡方分布，*，**，*** 分别在 10%，5%，1% 水平下显著。

2.2.2 家庭特征

从模型运行结果来看，家庭居住环境在 1% 统计检验水平上显著，且系数符号为负。这说明在其他条件不变的情况下，家庭居住环境 (X_{21}) 越差，公众参与“五水共治”的意愿反而越强。这一结论与理论预期一致。其主要原因是家庭居住环境较差的公众，越希望加入到“五水共治”项目中进行监督和管理，通过改善居住环境来提高自身的健康安全水平。家庭用水依赖度 (X_{22}) 统计检验在 1% 水平上显著，而且系数符号为正值，说明家庭用水依赖度与参与意愿存在正相关关系，这也与实际调查情况一致。研究根据家庭用水量来判断家庭用水依赖程度，用水量越多的家庭，对水的质量关注度越高，相比而言也会有更大的意愿参与“五水共治”来保障自身用水安全。Logistic 模型回归结果表明，家庭信息化服务消费指数 (X_{23}) 在 1% 水平上显著，且系数符号为正，家庭人员对信息服务费用支出越多，通过互联网平台接收“五水共治”信息就会更多，也能更全面地了解当前水资源环境问题，理解水资源稀缺及污水治理的重要性，表现出较为强烈的参与意愿。可见，公众若能够熟练地使用信息化平台对治水进行监督和管理，不仅能够通过更广泛渠道积极参与治水，而且还能够促进各类治水项目的普及与推广。

2.2.3 职业特征

浙江属于互联网发展较为迅速的省份，其工作环境大都与互联网相关，公众在此环境下接收到“五水共治”信息渠道也是多种多样。在调查中我们也发现大多数人因工作压力而减弱了参与治水的行为，因此根据模型的运行结果分析，这与调查结果并不相符，其中企业人员雇佣比例 (X_{31}) 对公众参与“五水共治”行为虽然有一定的影响，但效果不够显著，说明企业人员雇佣比例 (X_{31}) 并不是影响公众参与“五水共治”的主要职业因素。相反政府机关、事业单位及水务行业职工占比 (X_{32}) 变量系数在 1% 统计检验水平上显著，其系数符号为正值，参与“五水共治”积极性最高。同时，水务行业职工的工作性质也促使其对“五水共治”信息推广的关注。此外，公众职业网络化程度 (X_{33}) 在 1% 统计检验水平上显著，系数符号为正值，说明职业网络化程度是一项重要的参与因素。在信息化、数字化快速发展的时代，很多公众的工作已与互联网密不可分，工作中通过互联网接收到的治水信息也就越多，这种职业也将会进一步推动我国智慧治水事业的发展。

2.2.4 社区特征

在调查访谈中, 本文采用被访者周围人参与“五水共治”的比例以及所在社区经济发展水平来描述社区特征。从模型结果来看, 社会公众周围人参与“五水共治”的比例(X_{41})在 5%统计检验水平上显著, 系数符号为负值。在其他条件不变的情况下, 社区周围人参与“五水共治”的比例越高, 该个体参与“五水共治”的意愿反而越弱, 充分体现了经济学中的“搭便车”行为, 即周围人参与“五水共治”的比例越高, 那么该个体会觉得自身参与行为对整体参与效果的影响并不大, 从而放弃自身的参与行为, 享受集体带来的收益。所在社区经济是否发达(X_{42})对公众参与“五水共治”也有重要的影响, 所在社区经济是否发达这一变量系数在 5%统计检验水平上显著, 其系数符号为负值, 且在其他条件不变的情况下, 社区经济越发达, 人们参与治水的意愿越低。经济发展好的地区, 当地政府会采用地方财政支持“五水共治”项目的实施, 从而导致个体参与度不高。反之, 经济薄弱地区, 个人参与却显得尤为重要, 参与度相对也会比较高。社区治水信息传播方式(X_{43})对于公众参与“五水共治”的影响最大。

2.3 稳健性检验

为使研究更具有科学性, 本文对上述 Logistic 回归模型进行稳健性检验, 进一步验证智慧治水、公众参与对水环境治理影响, 同时智慧治水公众参与在一定程度上受到外部环境与内部机制的共同影响, 因此为解决可能存在的内生性问题, 在 Logistic、OLS 回归的基础上加入 GMM 估计并进行 Hausman 检验, 使用稳健性 OLS 模型检验社会公众特征对其参与“五水共治”意愿的影响, 具体结果如表 6 所示:

表 6 稳健性及内生性检验结果

	变量	Logistic	OLS	GMM
个人特征	文化程度 X_{11}	0.886***	0.784***	0.784***
	信息化平台熟悉度 X_{12}	0.324***	0.392***	0.392***
	户口特征 X_{13}	1.355	1.278	1.278
家庭特征	家庭居住环境 X_{21}	-4.304***	-4.501***	-4.501***
	家庭用水依赖度 X_{22}	0.157***	0.139***	0.139***
	家庭信息化服务消费指数 X_{23}	2.342***	2.406***	2.406***
职业特征	企业雇佣比例 X_{31}	-0.200	-0.173	-0.173
	政府机关、事业单位及水务行业职工占比 X_{32}	0.473***	0.553***	0.553***
	职业网络化程度 X_{33}	0.378***	0.428***	0.428***
社区特征	周围人参与治水比例 X_{41}	-0.266**	-0.288**	-0.288**
	所在社区经济是否发达 X_{42}	-0.351**	-0.401**	-0.401**
	社区治水信息传播方式 X_{43}	0.434***	0.532***	0.532***
	Prob>F/Chi2	0.000***		
	Pseudo R^2	0.306		
	R^2	0.526	0.632	0.601

	F 检验值	26.089	-	-
--	-------	--------	---	---

注：**和***分别表示 5%和 1%统计水平上显著。

从表 6 的稳健性检验结果来看，社会公众特征仍能显著影响其参与“五水共治”的意愿。将稳健性检验的回归结果与基准回归结果相对比，各解释变量的回归系数的符号和显著性基本一致，说明该模型基准回归的结果稳健可靠，公众的个人特征、家庭特征、职业特征及所在社区特征确实能显著影响参与“五水共治”的意愿。此外，在考虑潜在内生性问题后，本文研究结论仍然具有稳健性和可信性。

3 结论与建议

3.1 结论

浙江“五水共治”的智慧治水项目已显现出一定的社会效益和经济效益，它不仅合理有效地利用水资源，确保了水质、水量以及供水安全，而且还为社会提供了更高层次的水务市场，有力促进了我国智慧水务建设的快速发展。本研究通过建立多元 Logistic 模型实证分析了公众参与“五水共治”智慧治水项目的意愿、行为及其影响因素，结果发现智慧治水背景下的公众参与效果比起传统的非智慧条件的参与意愿在普遍提高，且在智慧治水建设过程中的公众参与方式和多元主体合作治理的智慧合作渠道还有很大的潜力，根据实证结果得出以下结论：

(1) 社会公众文化程度越高，其参与意愿越强烈。在其他条件不变的情况下，公众使用信息平台的频率越高，表明对信息化平台的支持率越高，接收水务信息的概率也就越高，也更愿意参与智慧治水活动。户口虽然也是影响公众参与的一个重要因素，但效果均不显著。智慧治水项目中公众参与意愿与参与行为存在着明显差别，这还需要在全国百姓中进一步进行推广和宣传，促进水环境治理中公众参与意愿的快速转化。

(2) 家庭居住环境越差，公众参与治水的意愿反而越强烈，反之亦然；家庭用水依赖度和家庭用水质量对公众参与水环境治理的影响成正比，家庭信息化服务消费指数对智慧治水信息的接收效率和速度具有显著正向影响，在一定程度上增强了社会公众的参与行为。通过公众熟练掌握使用智慧治水信息平台的应用，不仅能够有效地参与治水监督和管理，还能够促进各类智慧治水项目的普及与推广。

(3) 浙江互联网发展较为迅速，其工作环境大都与互联网相关，职业的网络化程度进一步推动了公众参与智慧治水的未来发展。企业人员雇佣比例及自由职业者、创业者等职业分类对公众参与水环境治理的影响并不显著，政府机关事业单位及水务行业工作人员成为我国主动参与智慧治水的主要社会力量。

(4) 社区周围人参与比例越高，该个体参与意愿反而越弱，出现“搭便车”行为。社区经济越发达，智慧治水的多元主体参与水环境治理的意愿越高，合作治理的效果越明显。社区治水信息传播方式对于公众参与的影响较大。

3.2 建议

基于此，研究提出智慧治水公众参与协同创新治理模式及其政策建议：

(1) 积极宣传智慧治水文化的重要性，加强社会治水的监督和管理。水污染治理的主体并非在于政府及公务人员，更应落实到居民或公众。一方面政府可以借助媒体及智慧平台，对各行业从业人员有效宣传智慧治水及其文化理念，提高公众参与治水的

认知度,完善社会协同管理,促使企业环保竞争机制的实现;另一方面,机关单位领导及职员应广泛带动家庭成员对于智慧治水的参与,企业高层、行业领导等也应付诸带头行动,带动行业内成员在工作甚至生活中积极参与智慧治水。

(2)努力挖掘公众参与水环境治理的途径,扩大智慧治水平台的建设与应用。对于高档小区应当加强智慧治水宣传力度从而着力提高社会公共安全意识,同时广泛开展公众听证制度和数据共享机制,保障各家庭及民众有效参与治水的权益,还可以设立奖金、荣誉奖章等激励措施,提高公众参与智慧治水的主动性和创造性。

(3)开发和设计智慧治水市场嵌入机制,保障公众参与治水的公平性。针对公众参与中出现的“搭便车”行为,一方面结合市场机制的有效嵌入,通过税收或水价优惠等方式鼓励公众参与,使得每个受益者能为自己所享受到的服务付出代价,另一方面需要政府建立相应的市场规则,通过阶梯性缴纳水费和污水排放费用等数据的披露方式,保障社会利益主体参与的公平性。

(4)智慧治水平台的完善及水务数据的及时发布。政府要对公众使用电子设备等智慧平台的渠道和方式进行正确引导,提高社会对智慧治水的关注程度,有效保证公众参与监督和管理,同时还要运用互联网技术或智慧平台等传播渠道,确保企业供水用水信息的发布及时、有效和真实,让全民参与落到实处。

参考文献:

- [1]许光建,卢允子.论“五水共治”的治理经验与未来——基于协同治理理论的视角[J].行政管理改革,2019(2):33-40.
- [2]何月峰,沈海萍,冯晓飞,等.基于压力-状态-响应模型和“五水共治”决策的浙江省水环境安全评价[J].水资源保护,2016,32(6):104-109,122.
- [3]杨明祥,蒋云钟,田雨,等.智慧水务建设需求的探析[J].清华大学学报(自然科学版),2014,54(1):133-136,144.
- [4]张世滨.智慧水务构想[J].城镇供水,2014(4):56-60.
- [5]王玉良,沈亚平.公共服务领域互动嵌入型政社关系:现实困境与建构路向[J].资源科学,2015(11):103-111.
- [6]顾萍,丛杭青,孙国金.“五水共治”工程的社会参与理论与实践探索[J].自然辩证法研究,2019,35(1):33-38.
- [7]王俊豪,金暄暄.PPP模式下政府和民营企业的契约关系及其治理——以中国城市基础设施PPP为例[J].资源科学,2016,37(3):62-68.
- [8]KULKARNI P,FARNHAM T.Smart city wireless connectivity considerations and cost analysis:lessons learnt from smart water case studies[J].IEEE access,2016,4:660-672.
- [9]CARAGLIU,ANDREA,DeI Bo,CHIARA,NIJKAMP,PETER.Smart cities in Europe[J].Urban Insight,18(2):65-82.
- [10]STREITZ N A.Smart Cities,ambient intelligence and universal access[C]//International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction:Context Diversity.Springer-Verlag,2011.2009
- [11]NTULI N,ABU-MAHFOUZ A.A simple security architecture for smart water management system[J].Procedia Computer Science,2016,83:1164-1169

-
- [12]WANG Y, LIU P, SHI W, et al. A new framework on regional smart water[J]. *Procedia Computer Science*, 2017, 107: 122-128.
- [13]ZHU X, WU K J. Public participation in China' s environmental lawmaking: in pursuit of better environmental democracy[J]. *Journal of Environmental Law*, 2017, 29(3): 389-416.
- [14]RUIZ-VILLAVARDE A, GARCIA-RUBIO M A. Public participation in European water management: From theory to practice[J]. *Water Resources Management*, 2017, 31(8): 2479-2495.
- [15]张瑜, 孙宇. 以绩效观推进智慧城市建设试点的健康发展[J]. *电子政务*, 2016(3): 12-19.
- [16]颜鹰, 刘璇, 陈晓蓉. 浙江省首批智慧城市示范试点项目标准化工作研究[J]. *科技管理研究*, 2014, 34(8): 103-106.
- [17]LAWRENCE A. 'No personal motive?' volunteers, biodiversity, and the false dichotomies of participation[J]. *Ethics Place & Environment*, 2006, 9(3): 279-298.
- [18]王洪兵, 陈广, 汤卫东. 马拉松赛事参与者消费偏好及影响因素研究——基于 126 份调查问卷的多元 LOGISTICS 模型分析[J]. *资源科学*, 2017, 40(3): 166-172.
- [19]翁莉. 基于 Logistics 模型的供应链知识共享过程及主要影响因素研究[J]. *科学学研究*, 2012, 33(11): 79-87.
- [20]V. G. VASSILIADIA, I. I. SPYROLOU, A. G. RIGAS, et al. Dealing with the phenomenon of quasi-complete separation and a goodness of fit test in logistic regression models in the case of long data sets[J]. *Statistics in Biosciences*, 2019, 11(3).
- [21]张化楠, 葛颜祥, 接玉梅, 等. 生态认知对流域居民生态补偿参与意愿的影响研究——基于大汶河的调查数据[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(9): 109-116.
- [22]龙子泉, 赖逸飞, 周玉琴, 等. 基于 Logistic 模型的小型农田水利设施管护效果影响因素分析——基于湖北省 482 个小型农田水利建设的实证分析[J]. *湖北社会科学*, 2018(3): 74-81.
- [23]孙海涛. 水资源管理中的公众参与制度研究[J]. *理论月刊*, 2016(9): 104-110.
- [24]杨柳, 朱玉春, 任洋. 社会资本、组织支持对农户参与小农水管护绩效的影响[J]. *中国人口·资源与环境*, 2018, 28(1): 148-156.

注释:

1 “五水共治”是在浙江经济信息化发展时代背景下,对水资源管理部门提出的“治污水、防洪水、排涝水、保供水、抓节水”五项治水任务;它不仅涉及智慧技术的研发及水务信息化方式的推广,还更多的涉及到人类参与和保护治理的可持续发展。