

渭河流域农村居民生活用水行为 及时间地理模型研究

WEIHE LIUYU NONGCUN JUMIN SHENGHUO YONGSHUI
XINGWEI JI SHIJIAN DILI MOXING YANJIU

佟 艳 樊良新 牛海鹏 著

 中国农业出版社

教育部人文社会科学研究一般项目《基于时间地理学的农村生活用水行为及管理研究——以渭河干流典型农村为例》(11YJCZH158)研究成果

渭河流域农村居民生活用水 行为及时间地理模型研究

佟艳 樊良新 牛海鹏 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

渭河流域农村居民生活用水行为及时间地理模型研究/
佟艳, 樊良新, 牛海鹏著. —北京: 中国农业出版社,
2015. 11

ISBN 978 - 7 - 109 - 21106 - 3

I. ①渭… II. ①佟…②樊…③牛… III. ①渭河—
流域—农村给水—居民生活—社会行为—研究 IV.
①S277.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 264366 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 刘明昌

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 6.875

字数: 200 千字

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前言

FOREWORD

水是人类最宝贵的自然资源，然而，由于水资源分布不均、环境污染、气候变化以及人口持续增长致使全球约 1/6 人口缺乏足够的安全饮用水，1/4 人口面临淡水供给不足。缺水人群主要集中于亚洲、非洲及拉美地区的农村。约 3 亿人口生活完全处于缺水状态。

农村安全用水不仅仅是农村水资源需求的组成部分，而且作为家庭生活的核心元素将公众健康、可持续发展和社会稳定等世界性的问题联系在一起。2000 年《联合国千年宣言》推进人人皆获安全水，将实现世界所有人获得安全的饮用水作为一条必须履行的原则。为此，各地政府、世界卫生组织（WHO）、联合国儿童基金会（UNICEF）以及其他国际组织采取各种措施来努力提高生活供水能力、保证居民生活用水安全。可喜的是，截至 2010 年，全球有超过 89% 的人口在获得改善性供水，发展中国家的农村人口获得改善性供水比例已由 1990 年的 36% 上升到 2010 年的 56%。

自 20 世纪 60 年代开始，我国政府一直致力于农村生活用水供给的改善，相继开展了“农村饮用水规划（1960—1970）”“低息贷款扶持农村供水项目（1984—1989）”“母亲水窖工程（2001—2011）”“国家安全饮水

工程项目（2005—2015）”等一系列农村饮用水工程。农村地区的生活用水供给与水源得到了极大的改善，我国农村家庭获得改善性供水已由1990年的2.71亿人增加到6.82亿人，逾90%以上农村人口获得改善性供水。

尽管当前农村居民生活用水得到了很大的改善，然而伴随着人口增加、经济增长、生活水平提高以及农村生活方式的改变，农村生活用水量将急剧增加，可以预见现有的供水系统在未来将面临着更加严峻的挑战。在渭河流域农村地区的人均生活用水量已由1999年的37.3升/天增加到2013年的56.2升/天，但大多数村庄因供给短缺而不得不采用间歇式供水方式来控制居民的用水需求。传统的供水方式、管理机制等在新的用水环境下面临着巨大的挑战。因此急需开展针对居民获得改善供水后的用水行为及相关研究，从中制定有效的管理措施与公共政策来应对未来供给危机。

家庭生活用水研究是当前水资源管理学科的研究热点之一，同时，也是我国制定农村用水安全政策的基础。然而家庭用水行为是一个极为复杂的过程，涉及因素众多，如何深入分析与科学地揭示生活用水行为具有重要理论价值和现实意义。本研究针对我国农村安全用水管理的需要，在当前农村普遍获得改善性供水的背景下，以渭河干流若干自然村为例，通过家庭问卷调查与用水日记相结合的方法，并引入时间地理学理论、Douglas秩序与污染（Matter out of place）社会学理论与研究方法，对家庭生活用水行为的变化过程及原因综合分析。本研究明确了社会经济、用水习惯、传统文

化与节水意识等与家庭用水之间的关系,揭示影响家庭用水行为的主导因素,构建了基于家庭时空秩序视角的家庭生活用水行为概念模型,分析了家庭生活用水时空秩序、用水行为变化与原因。为识别家庭用水行为内涵,探索用水行为过程本质与原因提供科学依据。

本书是教育部人文社会科学研究一般项目《基于时间地理学的农村生活用水行为及管理研究——以渭河干流典型农村为例》(11YJCZH158)、河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划(2016-CXTD-04)研究成果,是课题组多年从事自然资源管理与农村问题研究工作成果的结晶。由于水平有限,错误与不足之处在所难免,请读者和同行批评指正,我们将不胜感激。

本书由河南理工大学佟艳、樊良新、牛海鹏共同完成。在编写与出版的过程中得到河南理工大学测绘与国土信息工程学院郭增长教授、张合兵副教授的倾心指导,在此一并表示感谢!

作 者

2015年9月

目录

CONTENT

前言

第一章 绪论	1
1.1 研究背景、目的及意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究目的与意义	2
1.2 国内外研究进展	3
1.2.1 农村生活用水影响因素	3
1.2.2 农村生活用水节水研究	10
1.2.3 生活用水行为模型研究	12
1.2.4 时间地理学理论在用水行为研究中的启示	17
1.3 研究不足与研究视角	18
1.3.1 研究不足	18
1.3.2 研究视角	18
第二章 渭河流域关中地区农村饮水工程	20
2.1 关中地区概况	20
2.1.1 陕西省概况	20
2.1.2 陕西省水资源利用概况	21
2.1.3 关中地区自然与社会经济概况	23

2.2 关中地区农村饮水安全分析	28
2.2.1 农村饮水安全人口和自来水入户率	28
2.2.2 农村饮水不安全人口分析	29
2.2.3 农村安全饮用水工程建设	29
2.3 关中地区农村供水设施	32
2.3.1 集中式供水	32
2.3.2 分散式供水	34
2.4 关中地区农村供水设施建设标准	34
2.4.1 供水水量标准	34
2.4.2 供水水质标准	36
2.4.3 供水保证率	36
2.5 关中地区农村饮用水工程管理	37
2.5.1 工程运行管理形式	37
2.5.2 水价及收费方式	37
第三章 样点选择、研究内容与技术路线	39
3.1 样点选择	39
3.2 研究目标与内容	41
3.2.1 研究目标	41
3.2.2 研究内容	42
3.3 研究方法	42
3.3.1 概念界定	42
3.3.2 问卷设计	43
3.3.3 用水日记	45
3.3.4 样本构成	50
3.4 研究假设与技术路线	51
3.4.1 研究假设	51
3.4.2 技术路线	52

第四章 渭河农村家庭生活用水与节水行为	54
4.1 资料收集与处理	56
4.1.1 资料收集	56
4.1.2 数据处理	57
4.2 家庭生活用水结构与用水人群	57
4.3 不同用水人群的生活用水行为	58
4.3.1 用水结构分析	58
4.3.2 用水活动与用水器具分析	60
4.4 不同用水人群的节水行为	61
4.5 讨论	64
4.6 小结	68
第五章 渭河农村居民节水行为驱动分析	70
5.1 资料收集与处理	71
5.1.1 因素选择	71
5.1.2 资料获取	74
5.1.3 数据分析	74
5.2 结果与分析	76
5.2.1 探索性因子分析	76
5.2.2 信度检验	77
5.2.3 模型构建	78
5.3 模型运行结果	79
5.3.1 参数路径设置与检验	79
5.3.2 模型拟合评价	83
5.3.3 模型解释与讨论	84
5.4 小结	87

第六章 农村生活用水行为驱动分析	88
6.1 资料收集与处理	89
6.1.1 因素选择	89
6.1.2 资料收集	90
6.1.3 数据处理	90
6.2 生活用水模型构建	92
6.2.1 模型原理	92
6.2.2 模型检验与评价	92
6.3 结果与分析	94
6.3.1 生活用水量影响因素相关分析	94
6.3.2 生活用水量影响因素通径分析	97
6.3.3 生活用水量回归分析与检验	98
6.4 讨论	103
6.5 小结	104
第七章 时间地理学与 Douglas 秩序与污染社会学理论用水行为模型构建	106
7.1 时间地理学理论	107
7.1.1 时间地理学行为路径	107
7.1.2 行为路径约束要素	110
7.1.3 时空秩序	114
7.2 Douglas 秩序与污染社会学理论	116
7.2.1 分类与秩序	117
7.2.2 污染与干扰	118
7.2.3 秩序重建	119
7.3 基于时间地理的家庭用水行为模型框架	120
7.3.1 用水行为片段	120
7.3.2 用水活动项目	121

7.3.3 用水活动时空框架	122
7.4 家庭用水秩序形成与变化	123
7.4.1 用水行为秩序形成	123
7.4.2 用水行为秩序变化解释	125
7.5 小结	126
第八章 居民生活用水行为时空数据表达与分析	127
8.1 家庭日常行为与用水行为编码	127
8.1.1 照顾自己	127
8.1.2 照顾他人	130
8.1.3 照顾家庭	133
8.1.4 社会活动	137
8.1.5 交通运输、采购和准备食物活动	138
8.2 家庭用水行为数据时间地理分析	142
第九章 基于时间地理学理论的农村居民生活用水行为 模型与实证研究	146
9.1 家庭用水行为表达	146
9.1.1 家庭日常活动安排	146
9.1.2 家庭用水活动分布	148
9.1.3 家庭用水活动时间分配	148
9.2 家庭用水秩序实证研究	153
9.2.1 数据获取与处理	153
9.2.2 新计费方式实施前的生活用水秩序分析	155
9.2.3 新计费调整阶段的生活用水秩序分析	155
9.2.4 新计费方式实施后稳定阶段的生活用水 秩序分析	157
9.3 讨论	159
9.4 小结	160

第十章 主要结论与展望	161
10.1 主要结论	161
10.2 主要进展	161
10.3 研究展望	161
附录	163
附录 1 凤翔县农村饮水工程 (2008—2012 年)	163
附录 2 杨陵区农村饮水工程 (2008—2012 年)	172
附录 3 富平县农村饮水工程 (2008—2012 年)	174
参考文献	192

第一章 绪 论

1.1 研究背景、目的及意义

1.1.1 研究背景

水是对生命起着重要的作用的自然资源 (Arbués et al., 2003), 然而, 全球淡水资源不仅短缺而且地区分布极不平衡 (Swaminathan, 2001); 全世界 80 多个国家和地区严重水资源短缺, 约 1/4 人口面临淡水供给不足, 3 亿人口生活完全处于缺水状态。预计到 2025 年, 全球将有 30 亿人口面临水资源供给短缺, 其中逾 70% 缺水人群集中于亚洲、非洲以及拉美地区 (WHO and UNICEF, 2012)。世行最新数据表明: 全世界大约有一半的人口 (34 亿人, 49.3%) 生活在农村地区, 其中约 76.5% (26 亿人) 农村人口生活在发展中国家, 我国农村人口占据发展中国家的 21.7% (7.4 亿人) (WB, 2012); 农村地区缺水问题一直是全球关注的焦点 (UNDP, 2012)。生活用水不仅是农村水资源需求的重要组成部分, 而因与家庭生活息息相关成为家庭日常生活中一部分。尽管当前农村家庭生活用水量只占农村用水总量的 15% 左右 (水利部, 2010), 但保障生活用水的供给安全一直是各级政府工作的重点。

渭河干流、陕西关中地区面临严重的水资源供给短缺, 尤其关中地区人口众多、城市密集、工农业发达以及水资源开发利用的历史悠久, 目前该地地表水的利用程度达 62%、地下水资源利用程度更高达 90% (宋进喜, 李怀恩, 2004)。目前, 地下水资源为生活与工业用水的主要来源, 约 90% 的工业与生活用水量来自地下水。持续、大量的地下水开采, 致使多地地下水位因

严重超采下降严重,在西安、宝鸡、咸阳等地形成了较大下降漏斗。其中西安城区漏斗面积达到 300km^2 ,最大埋深达 120m ,最大下降速率达到 $5\text{m}/\text{年}$ (雷敏,曹明明,2002)。然而截至目前,当地政府对农业、工业用水与节水给予了更多关注,而针对于家庭生活用水与节水相关的研究薄弱。

2000 年以来,渭河流域农村生活发生了巨大的变化,一方面随着经济与人口的持续发展,农村居民对生活用水的需求越来越大,从 1997—2007 年,渭河流域农村生活用水量占水资源总量的比例已由 1997 年的 4.7% 上升到 2007 年的 5.8% ,水资源短缺与供给成为困扰当地农村持续发展的主要问题之一 (古明兴,2009); 另一方面,渭河流域农村生活用水体系呈现出复杂多样化,表现出供水方式集中与分散式交错、水价体系以及供水时间多样化等。传统的供水方式、管理机制等在新的用水行为下面临着巨大的挑战。因此开展生活用水行为研究,对于深入揭示家庭用水过程、认识节水行为、提出节水对策及水资源规划具有重要的意义。

1.1.2 研究目的与意义

面对水资源消费持续增加,政府与相关部门推出了一系列管理策略与措施来保证水资源的供给稳定 (Kenney et al. 2008; Hurlimann, 2011)。最初将价格因素对用水量的影响进行广泛的讨论,随着研究的进一步深入,一些非价格策略,如节水意识教育、水资源使用限制、节水器具推广等都受到关注和讨论 (程战利等, 2011; Clark and Finley, 2008; Iglesias and Blanco, 2008; Willis et al., 2011)。从供给者角度,水价、供水成本等经济因素是关注的焦点;而从用户角度,水价、供给时间、分配公平性等则是关心的重点 (孔珂等, 2011; 王小军等, 2011; Andey 和 Kelkar, 2009)。因此对家庭生活用水行为研究,需要更多地从用户角度出发分析供水方式、管理措施对用水行为的

影响。

随着我国一系列农村饮用水工程的推进,渭河流域农村地区生活用水供给与管理方式呈现出复杂多样化,传统的用水行为以及用水方式发生了巨大的改变,因此需要针对农村获得改善性供水环境下的用水结构与行为进行研究,从而建立相应的管理政策与激励策略来引导家庭日常用水行为,保障安全供给。然而,目前的国内外在家庭生活用水研究领域,多集中于城市居民用水结构、用水总量与水价改革等研究,对于农村供水管理与农村生活用水行为之间的研究仍然属于空白领域,需要进一步深入研究。

农户为农村生活用水的基本单元,而村庄是一个非常重要的基层单位,相对于城市居民生活用水,农村家庭生活用水行为更容易受到当地的文化、传统习俗影响,不同文化背景下的家庭其用水行为迥异 (Fan et al., 2013)。因此需要进一步分析在当前错综复杂的供给方式与供给时间限制下的家庭日常用水行为,从而揭示不同管理方式与供给方式对各家庭用水行为的内在影响,为渭河流域农村生活用水的综合规划与管理提供参考。

1.2 国内外研究进展

1.2.1 农村生活用水影响因素

人口增长、环境污染、气候变化及城镇化等,使得水资源供给和需求之间矛盾突出。在农村,随着经济发展与生活水平的提高,人均生活用水量逐年增加,农村生活供水将面临着巨大的压力。揭示与研究农村家庭日常生活中用水与节水行为显得尤为重要,它是制定科学的农村水资源管理公共政策的基础 (Keshavarzi et al., 2006)。然而,到目前为止,大量文献均集中于对城市居民用水量与用水结构分析。大量研究表明,家庭用水行为是一个复杂的过程,影响因素众多,涉及因素有气候与季节差异、居住条件、环境意识、家庭与自身特点等 (表 1-1)。

表 1-1 家庭用水行为的影响因素

直接因素 \ Direct factors	间接因素 \ Indirect factors
气候与季节差异 (Campbell et al., 2004; Kenney et al., 2006)	个人主观因素 (如主观规范、行为控制、态度等) (Beedell and Rehman, 1999; Hassell and Cary, 2007; Willis et al., 2011; 李建平等, 2010; 贾本有等, 2010)
激励/消极因素 (如价格体系、奖励机制等) (Campbell et al., 2004; 郭瑞丽等, 2011; 李翠梅等, 2010; 褚俊英等, 2007; 李翠梅等, 2011)	对供水机构的信任度 (Collins, 2003; Renwick and Archibald, 1998)
条例和法规 (如水限制策略, 地方、行业法规) (Kenney et al., 2006; Renwick and Green, 2000)	与他人相互信任度 (Collins, 2003; Hassell and Cary, 2007; Jorgensen et al., 2009)
居住条件 (如洗澡间、游泳池、房子大小、房子年龄等) (Campbell et al., 2004; 白黎等, 2011)	公平性 (如决策过程、供水限制、水价机制等) (Potter and Darmame, 2010; Renwick and Green, 2000; 李翠梅等, 2010; 张丽等, 2011; 曹麟, 蔡瑜, 2010)
家庭特点 (如家庭组成、结构、节水措施、收入等) (Gilg et al., 2005; Loh and Coghlan, 2003; Potter and Darmame, 2010; Randolph and Troy, 2008; Renwick and Archibald, 1998; Syme et al., 2004; 张宁和张媛媛, 2011)	环境保护的观念与意识 (Corral-Verdugo et al., 2002; Syme et al., 2004; Jackson, 2005; Willis et al., 2011)
自身特点 (如节水意识、节水知识掌握等) (Syme et al., 2004; 程战利等, 2011; 贾本有等, 2010)	经济社会统计特征 (如户主性别、年龄、信仰与受教育水平等) (Campbell et al., 2004; Keshavarzi et al., 2006; Loh and Coghlan, 2003; Randolph and Troy, 2008)

(1) 价格因素

在多数情况下, 生活用水需求往往不具备价格弹性, 这主要是由于水资源是延续生命、维持日常生活需求的不可替代性所决

定的,同时相对低廉水价、用户对价格结构感知的缺乏也是导致用水需求缺乏价格弹性的另一主要原因(Chicoine and Ramamurthy, 1986; Arbués et al., 2000)。对大多数家庭而言,水费仅占其支出的极小部分,因缺乏足够有力的经济刺激,无法促使人们形成节约用水、减少浪费行为。尽管如此,水价在生活用水管理中仍然具有重要地位。因为价格既是影响用水需求的重要因素,也是用水管理的主要手段。理论上生活用水虽然缺乏价格弹性,但其价格弹性并不为零。

生活用水的水价结构主要可分为单一水价和阶梯式水价两种方式。近年来阶梯式计量水价得到国内外水资源管理者和专家的认可,阶梯式水价将是我国水价格结构改革与发展的趋势。

$$R(Q) = \begin{cases} P_A Q & (1) \\ P_A Q + P_B (Q - Q_A) & (2) \\ P_A Q + P_B (Q_B - Q_A) + P_C (Q - Q_B) & (3) \end{cases} \quad (1-1)$$

式中, P_A 、 P_B 和 P_C 分别表示各段用水单价; Q 为实际用水量, Q_A 、 Q_B 为各分段用水量。

若 $0 \leq Q \leq Q_A$ 则适用公式(1); 若 $Q_A \leq Q \leq Q_B$ 则适用公式(2); 若 $Q_B \leq Q$ 则适用公式(3)。N阶式计量水价可由此类推。但阶梯式水价在实际执行过程中,存在级别数量和级别价格差异,如递增水价、递减水价等,不同的水价结构对用水需求的影响是不同的。Cuthbert(1989)在美国西部地区的研究表明,实行递增水价可明显降低人均家庭用水需求,并大大提高当地居民的节水热情。随着水资源的紧缺,递增水价结构越来越多地被接受。关于水价因素对用水需求的影响,已有研究中主要采用两种价格变量形式:平均水价与边际水价。

关于上述价格形式,部分学者认为边际价格对用水需求影响更大,如递增式水价结构可显著减少实际用水需求。同时也有学者认为当水费占家庭日常支出的很小一部分时,用户所关心的仅仅为账单上所体现的总用水量和平均水费,此时平均水价对家庭