

# 技术扩散理论


## 与农业节水灌溉技术扩散研究

国亮 侯军岐 焦源◎著



Jishu Kuosan Lilun yu  
Nongye Jieshui Guangai  
Jishu Kuosan Yanjiu



 中国农业出版社

陕西省普通高等学校哲学社会科学特色学科建设项目  
西安工业大学科研创新团队建设计划

# 技术扩散理论与农业节水 灌溉技术扩散研究

国亮 侯军岐 侯源 著

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

技术扩散理论与农业节水灌溉技术扩散研究/国亮,  
侯军岐, 焦源著. —北京: 中国农业出版社, 2015. 2  
ISBN 978-7-109-20128-6

I. ①技… II. ①国… ②侯… ③焦… III. ①农田灌溉—  
节约用水—农业技术—技术推广—研究 IV. ①S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 015362 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 赵 刚

---

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 2 月第 1 版 2015 年 2 月北京第 1 次印刷

---

开本: 850mm×1168mm 1/32 印张: 7.625

字数: 180 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

我国是农业大国，农业的快速发展对综合国力起着举足轻重的作用，要实现本世纪中叶达到中等发达国家水平的奋斗目标就必须加快农业的发展，提高科技含量。随着生态环境和全球气候的变化，越来越多的国家已经意识到水资源危机的存在性和紧迫性，采取了一系列的措施来改善现有水资源的利用状况。中国水资源总量大，但人均占有水平低，而且时空分布不均。尤其西北地区，水资源的匮乏已经影响到地区的可持续发展。根据统计资料显示，农业用水占到总用水量的60%左右，发展节水农业对于缓解目前的缺水状况至关重要。农业节水灌溉技术是节水农业的重点和核心，因此，研究农业节水灌溉技术对于有效利用水资源，促进经济发展影响深远。

本书采用理论分析与实证相结合的方法来研究农业节水灌溉技术扩散，主要研究内容包括以下几个方面：第一部分，主要回顾了农业技术扩散以及农业节水灌溉技术扩散的研究成果，以及研究农业节水灌溉技术扩散的思路和方法。第二部分，首先把技术创新、技术扩散以及技术推广等相关概念进行了区分和阐述，对我国主要应用的节水灌溉技术和及其技术的特点进行分析。第三部分，分析了农业节水灌溉技术的经济特性，并把它作为一个系统和动态扩散过程来分析，从理论上阐述了影响技术扩散的主要方面。第四部分，详细介绍了美国、

以色列、印度、澳大利亚以及西班牙等国在水资源管理以及农业节水灌溉技术扩散与推广方面的经验。第五部分，对我国农业节水灌溉技术发展历程，技术扩散的成功经验和失败教训进行了总结，指出了未来发展农业节水灌溉技术的思路和方向。第六部分，分析了农业节水灌溉技术扩散存在的问题和影响因素，从农户、节水灌溉技术、自然客观条件、水价以及政府层面来分析影响节水灌溉技术扩散的因素。第七部分，在调查研究的基础上，从农户禀赋、自然环境因素、水价、获取信息渠道以及政府扶持等六方面着手，利用调查资料定性分析影响农户采纳节水灌溉技术行为的因素。在此基础上，利用 Logistic 模型，定量分析影响农户采纳节水灌溉技术的因素。第八部分，在前面研究的基础上，提出主要结论和政策建议。

本书相关内容的研究得到了陕西省教育厅人文社科基金项目 (No. 11JK0098)、北京市学科建设项目 (PXM201401422400045)、北京长城学者项目 (CIT&TC20150319) 的资助。西安工业大学邓祥辉副教授多年从事水利工程设计、规划和节水工程咨询工作，在本书的撰写和修改过程中，邓祥辉副教授从专业技术角度提供了很多指导意见，给予作者很多帮助。同时，扬州大学牛刚教授、中国农科院龚道枝副研究员也对本书的完成贡献了自己的思想，给予作者很多启示。另外，陕西省商洛市农机管理局、汉中市汉台区水利局、渭南市东雷二期抽黄工程管理局、延安市水利水电勘察设计院、河北吉美灌溉设备有限公司等单位在实地调研和节水技术推广政策方面提供很多帮助，在此一并表示感谢。

由于作者学识的限制，本书难免存在不妥和错误的地方，恳请读者批评指正。

# 目 录

## 前言

第 1 章 导论 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究目的和意义 .....	4
1.3 文献综述 .....	7
1.3.1 国内外技术扩散研究动态 .....	7
1.3.2 国内外农业技术扩散研究进展 .....	19
1.3.3 农业节水灌溉技术扩散研究进展 .....	27
第 2 章 农业技术扩散相关理论 .....	30
2.1 基本概念 .....	30
2.1.1 农业技术扩散的含义 .....	30
2.1.2 几个相关概念 .....	31
2.1.3 农业节水灌溉技术扩散的含义 .....	36
2.2 农业节水灌溉技术的分类及特点 .....	37
2.2.1 农业节水灌溉技术的定义 .....	37
2.2.2 农业节水灌溉技术的分类 .....	38
2.2.3 各类工程节水灌溉技术的特点 .....	41
2.3 农业技术扩散相关理论基础 .....	52

2.3.1	农技扩散创新理论 .....	52
2.3.2	经营规模理论 .....	53
2.3.3	曼斯菲尔德技术扩散理论 .....	54
2.3.4	诱致性创新理论 .....	56
2.3.5	农业踏板理论 .....	57
2.3.6	内生增长理论 .....	59
2.3.7	农户行为理论 .....	61
<b>第3章 农业节水灌溉技术扩散系统与扩散过程 .....</b>		<b>64</b>
3.1	农业节水灌溉技术的经济属性 .....	64
3.1.1	公共物品的内涵 .....	64
3.1.2	农业节水灌溉技术的经济特性 .....	66
3.2	我国农业节水灌溉技术扩散的系统分析 .....	68
3.2.1	农业节水灌溉技术扩散系统的构成 .....	68
3.2.2	技术扩散的客体 .....	69
3.2.3	技术扩散的主体 .....	71
3.2.4	技术扩散的渠道 .....	80
3.2.5	技术扩散的环境 .....	81
3.3	农业节水灌溉技术扩散过程分析 .....	82
3.3.1	节水技术在农户之间的扩散 .....	82
3.3.2	节水技术在区域间的扩散 .....	84
3.3.3	农业节水灌溉技术扩散的过程描述 .....	85
3.3.4	农业节水灌溉技术扩散的博弈分析 .....	87
<b>第4章 国外农业节水灌溉技术扩散经验 .....</b>		<b>101</b>
4.1	美国 .....	102

4.1.1	美国水资源概况 .....	102
4.1.2	美国水资源管理 .....	103
4.1.3	美国发展农业节水灌溉的经验 .....	105
4.2	以色列 .....	107
4.2.1	以色列水资源概况 .....	107
4.2.2	以色列发展节水农业的措施 .....	107
4.2.3	以色列节水灌溉技术扩散的经验 .....	110
4.3	印度 .....	111
4.3.1	印度水资源概况 .....	111
4.3.2	印度发展节水农业的政策 .....	113
4.3.3	印度节水灌溉技术扩散的经验 .....	114
4.4	澳大利亚 .....	115
4.4.1	澳大利亚水资源概况 .....	115
4.4.2	澳大利亚发展节水农业的政策 .....	116
4.4.3	澳大利亚节水灌溉技术扩散的经验 .....	117
4.5	西班牙 .....	118
4.5.1	西班牙水资源概况 .....	118
4.5.2	西班牙水资源管理 .....	119
4.5.3	西班牙节水灌溉技术扩散的经验 .....	119
4.6	国外节水灌溉技术扩散经验总结 .....	121
<b>第5章</b>	<b>中国农业节水灌溉技术扩散现状 .....</b>	<b>124</b>
5.1	中国农业节水灌溉技术扩散的轨迹描述 .....	124
5.1.1	中国节水灌溉农业的发展历史 .....	124
5.1.2	新中国成立后节水灌溉技术扩散轨迹 .....	125
5.1.3	中国农业节水灌溉技术扩散现状 .....	131



5.1.4	中国农业节水灌溉技术扩散的经验 .....	134
5.2	农业节水灌溉技术扩散存在的问题 .....	136
5.2.1	节水技术不规范 .....	138
5.2.2	资金投入不足 .....	140
5.2.3	水资源管理制度有缺陷 .....	141
5.2.4	节水意识不够 .....	143
5.3	农业节水灌溉技术扩散的动力机制 .....	143
5.3.1	内在动力——市场需求 .....	143
5.3.2	外在动力——政府推动 .....	144
5.4	农业节水灌溉技术扩散模式 .....	145
5.4.1	政府主导型 .....	145
5.4.2	企业主导型 .....	147
5.4.3	农户参与型 .....	148
<b>第6章</b>	<b>影响农业节水灌溉技术扩散的因素分析 .....</b>	<b>151</b>
6.1	农业节水灌溉技术因素 .....	151
6.1.1	节水设备质量 .....	151
6.1.2	节水设备配套性 .....	153
6.1.3	节水工程设计参数 .....	154
6.2	自然因素 .....	154
6.2.1	地形适应性 .....	155
6.2.2	水分入渗情况 .....	155
6.2.3	气候的适用性 .....	155
6.3	农户自身因素 .....	156
6.3.1	经济状况 .....	156
6.3.2	教育程度 .....	158

---

6.3.3	家庭人口 .....	159
6.3.4	信息渠道和风险偏好 .....	160
6.3.5	农户节水意识 .....	161
6.4	水价因素 .....	161
6.5	涉水制度因素 .....	165
6.5.1	政策层面 .....	165
6.5.2	农业用水协会 .....	167
<b>第7章</b>	<b>农户采纳节水灌溉技术的实证分析 .....</b>	<b>169</b>
7.1	调查地点概况 .....	169
7.1.1	陕西省农业水资源概况 .....	169
7.1.2	陕西省农业节水灌溉现状 .....	175
7.1.3	陕西省农业节水灌溉存在的主要问题 .....	178
7.2	调查问卷的设计 .....	181
7.3	调查总体情况分析 .....	182
7.4	影响农户采纳节水灌溉技术的因素 .....	183
7.4.1	农户禀赋与采纳行为 .....	183
7.4.2	自然环境与农户采纳行为 .....	188
7.4.3	水价与农户采纳行为 .....	191
7.4.4	获取信息渠道对农户采纳行为的影响 .....	193
7.4.5	政府扶持与农户采纳行为 .....	196
7.4.6	其他影响因素 .....	197
7.4.7	小结 .....	200
7.5	农户采纳节水灌溉技术影响因素的模型分析 .....	202
7.5.1	模型选择 .....	202
7.5.2	变量选择 .....	206

7.5.3 影响农户采纳行为因素的定量分析 .....	211
<b>第8章 相关政策与建议 .....</b>	<b>217</b>
8.1 探究有效的农业技术扩散路径 .....	217
8.2 构建多元化农技推广组织，加速节水灌溉 技术的扩散速度 .....	218
8.3 完善知识产权制度和农业技术扩散体系 .....	219
8.4 开展技术推广工作要加强各类影响因素 的研究与评估 .....	220
8.5 调动金融机构等相关主体积极性，不断扩大技术 扩散的资金来源渠道 .....	220
8.6 完善水资源政策，促进灌区水市场发展 .....	221
<b>参考文献 .....</b>	<b>224</b>

# 第 1 章 导 论

## 1.1 研究背景

水是生命之源，水是维持生态系统功能和支撑地球社会经济系统发展不可替代的资源。随着水资源危机地加剧，世界范围的水问题日益严重。我国水资源总量虽然很丰富，大约是 28 255 亿立方米，占全球水资源的 6%，但由于人口众多，导致人均占有水平很低。而且水资源受季风气候影响很大，降水量分布极不均匀，导致了地区间水资源严重不均衡，而且年际变化大。截至 2013 年，我国人均水资源拥有量只有 2 100 立方米，仅为世界平均水平的 28%，其中 10 个省自治区、直辖市人均拥有量不足 1 000 立方米，水资源的匮乏导致几千万人生存都很困难。预计到 2050 年左右，我国人口将达到 16 亿，人均水资源占有量将快速下降。据测算，届时人均将低于 1 700 立方米。同时，由于水资源的持续开发和环境的恶化，进一步开发水资源的空间会变得极其有限，水资源短缺将成为我国经济和社会可持续发展的主要制约因素之一（孔祥智，2005）。

水资源用途广泛，其中农业是中国最大的用水部门。农业用水主要包括种植业灌溉、林地和草场灌溉、畜牧水产养殖用水等农业生产用水。根据水利部发布的《2013 年中国水资源

公报》，我国总用水量 6 183.4 亿立方米。其中农业用水为 3 921.5 亿立方米，占 63.4%，而工业、生活用水分别是 1 406.4 亿立方米和 750.1 亿立方米，分别占总用水量 22.8% 和 12.1%。在农业用水中，农田灌溉用水又是最大用水项，年用水量 3 400.8 亿立方米，占到农业用水量的 86.7%。

虽然随着国家发展步伐加快，工业化速度提升，逐渐成为工业化国家。但总的来讲，我国依然是农业大国，而且也是农业灌溉大国。对于农业来说，水是至关重要的。而我国在水资源的利用上呈现出较大的矛盾性：一方面水资源十分紧缺，另一方面农业用水浪费现象严重。首先，广大农民群众水资源意识淡薄。农户普遍认为水是取之不尽用之不竭的，不用白不用思想严重。其次，灌溉用水不科学。我国几千年来的传统农业耕作方式对农民影响很大，导致农业用水浪费严重，表现为农业灌溉水利用系数一直较低，目前全国平均仅为 0.5 左右。很多地方灌溉用水量甚至超过国家规定的用水定额的 20 倍，甚至更高。按照目前的农业用水利用率，可以简单测算：截至 2013 年底我国有效灌溉面积 6 347 万公顷，其中渠灌面积约占 75%，井灌面积约占 25%，即使按照 0.5 的利用率计算，每年在输水过程中大约由于渗漏或蒸发损失就可能损失掉 1 800 多亿立方米的水。再次，用水管理粗放。很多灌区都没有较好的用水计量装置，对其承担的灌溉区域的某一时期所需水量缺乏较准确的数据，放水灌溉具有较大的随意性和盲目性。此外，从灌溉设施来看，有的水库没有主干渠，靠河道输水；许多灌区只修建了干支渠，支渠以下的渠系不健全，配套率较低，加上工程的老化，导致灌溉用水损失极大。因此，无论是从用水意识上，还是农业用水的科学性和农业用水工程的配套

率，都难以满足农业用水的需要。

在我国水资源比较缺乏，农业用水粗放的情况下发展节水农业对于缓解目前的缺水状况至关重要。通常来说节水农业可以采取农业节水灌溉技术、农艺节水技术、生物节水技术以及水资源的管理等技术措施，使农业用水的利用率和农业生产效率都得到一定的提高。由于我国是农业大国，新中国成立后党和政府一直高度重视发展农业和节水农业，特别是十五届三中全会通过的《中共中央关于农业和农村工作若干重大问题的决定》，指出要把“推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓”，标志着我国把发展节水农业提到了战略的高度。

十五届三中全会以后，政府根据目前农业发展的现状和经济情况，提出一系列支持节水农业发展的政策。其根本目的在于推动节水农业的进一步发展，全面推广节水灌溉技术在农业生产中的应用，以提高农业用水效率和效益，促进水资源的可持续利用。2005年5月，国家发改委会同科技部、水利部、建设部、农业部联合提出了具有标志性的节水文件——《中国节水技术政策大纲》（以下简称《大纲》）。《大纲》明确指出节约用水、高效用水是缓解水资源供需矛盾的根本途径，并对进一步加强节水技术研究工作做了详细的论述；另外，《大纲》对21世纪初节水灌溉技术发展的方向、产业发展、节水项目投资结构、重点节水技术扶持政策以及对于先进节水技术与工艺的推广应用做了一定的规划。为了使节水工作更好地进行，在《中国节水技术政策大纲》的基础上，国务院发布了《关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》和《关于做好建设节约型社会近期重点工作的通知》两个通知，这两个文件指出必须进一步推动农业节水灌溉，继续扩大节水灌溉面积，加强

农业节水灌溉技术的推广力度，进一步发展旱作农业，扩大节水作物品种和种植面积等多项措施。

当然发展节水农业的关键就在于农户、农业经营者是否采纳先进的节水灌溉技术。只有农户或农业经营者采纳了先进的节水灌溉技术，才能将潜在的生产力转化为现实的生产力，才能更加有效地利用水资源。农户在我国农业生产中是基本的生产单位，农户对于农业生产技术与投资的选择，拥有完全独立的选择权。因此，农户对于节水灌溉技术的采纳，完全由农户自己决定。在这种情况下，农户作为农业节水灌溉技术最大的使用者，研究其采纳节水灌溉技术的行为具有非常重要的现实意义。

## 1.2 研究目的和意义

虽然，随着工业和服务业的发展，我国农业在经济中的比例大幅下降。但农业是关乎 13 亿人民生存和发展的基础，因此农业是否快速可持续发展对我国社会和经济稳定、健康发展起着举足轻重的作用。要实现 21 世纪中叶达到中等发达国家水平的奋斗目标，就必须加快农业的发展，提高农业的科技含量。只有在农业发展中树立科技创新意识，注重农业高新技术的研究与开发，才能不断依靠农业科学技术进步和创新，提高农业生产效率和效益，使农业生产可持续发展。

加强农业技术创新，发展农业科技，实现农业的产业化，是实现农业可持续发展的关键。根据中国科学院国情分析小组的估测，按照目前我国粮食的产量，12.6 亿人口是粮食负担的适宜数量；资源的负载要求是人口不超过 11.5 亿；按土地资源，不宜超过 10 亿；4.5 亿人口则是淡水资源不宜超过的

界限。在各方面都不太乐观的情况下，按照目前的人口，我国人均仅有1亩\*耕地。随着城市化、土地沙漠化、盐碱化等，我国耕地减少速度明显加快，目前每年减少耕地约40万公顷；工业化的进程加速了水资源质量的恶化和可用水资源的减少。从消费结构上看，由于经济的发展和人们生活水平的提高，根据发达国家的经验和目前的态势，必然是副食消费大幅增加，主食消费逐渐减少。副食消费中，特别是优质农副产品的需要量将大幅度上升。要满足不断增长的需求，不仅要大幅度提高粮食的数量与质量，还要大幅提高蔬菜、水果、肉、奶、蛋等农副产品的数量与质量，所有这些都意味着必须耗费更多的水资源才可能实现。另外，目前人口总数超过13亿，根据测算，到2050年我国人口可能达到峰值16亿，如此庞大且不断增长的人口数量必然导致对农产品需求的增加。而且人们对于粮食的产量和质量也会随着经济的增长而不断提高。在人口增加幅度这么大而水资源和其他资源几乎不增加的情况下，如何保证我国粮食产量在数量和质量上满足人们不断增长的需要，是今后相当长时间都需要研究和重视的问题。

上面讨论了国内宏观的情况，那么从我国所处的外部环境来看，我国虽然在1999年就加入世界贸易组织，但国内农业生产几乎还是沿用以前的小规模生产制度。并且在农业科技上的投入非常有限，这样就导致我国的大部分农产品质量不高、而且成本较高，在激烈的国际农产品市场上，没有比较优势，缺乏竞争力，增加了我国农产品生产的市场风险。面对入世后农业面临的严峻挑战，我国除了积极地调整农业产业结构，加

\* 1亩=0.067公顷，下同。



快培育和完善的农村市场体系，充分利用农业协议保护农业外，更重要的是要加快农业科技创新以及农业新技术的推广和应用，以此降低农产品成本，提高农产品的品质，提高农产品的国际竞争力。

通过上面的分析可以看出，不论是内在的需求还是外部的压力，都需要我们加强农业技术创新，实现可持续发展。从农业技术创新的过程来讲，包括两个方面。一是农业技术创新，即农业新技术的产生；二是农业新技术在推广和扩散过程中的创新。然而，技术创新的研究在理论上就是一个新的领域，这一理论的产生也不过四五十年时间，我国直到 20 世纪 90 年代才开始重视这一领域的研究，而且大多研究都集中在技术创新理论的研究、工业技术创新理论以及其实证的研究等方面。而针对农业技术创新的研究才刚刚开始，虽然有一些理论和实证研究，但总的来说，目前关于农业技术创新理论与实证方面的系统性研究还很少。

相对于农业技术创新的实证研究，理论研究相对比较成熟一些。这主要是因为国外对于工业研究的技术创新理论已经发展到一段阶段，相关成果较多，这就为农业技术创新理论快速发展提供了基础。但是不论是工业技术创新还是农业技术创新，它的最终目的都是把创新的技术转发为现实生产力，这就存在如何推广和应用新技术的问题。因此，农业创新技术扩散和技术推广就显得非常重要，是实现生产力转化的关键环节。在水资源非常有限的情况下，研究农户主动采纳农业节水灌溉技术行为就具有很大的理论与现实价值。

从理论研究角度讲，任何一种农业节水灌溉技术都是在一定的社会、经济背景下完成的，农户采纳技术行为必然是一种