

西北绿洲灌区

现代农业发展研究

——以甘肃省张掖市节水农业思路与
现代农业为研究样板

◎ 李全新 著



中国农业科学技术出版社

西北绿洲灌区

现代农业发展研究

——以甘肃省张掖市节水农业思路与
现代农业为研究样板

◎ 李全新 著



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

西北绿洲灌区现代农业发展研究: 以甘肃省张掖市节水农业思路与现代农业
为研究样板 / 李全新著. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5116-3405-4

I. ①西… II. ①李… III. ①绿洲-灌区-节水农业-农业发展-研究-张掖
IV. ①S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 299741 号

责任编辑 王更新
责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社
北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081
电 话 (010)82106639(编辑室) (010)82109702(发行部)
(010)82109709(读者服务部)
传 真 (010)82106639
网 址 <http://www.castp.cn>
经 销 者 各地新华书店
印 刷 者 北京建宏印刷有限公司
开 本 710 mm×1 000 mm 1/16
印 张 13.25
字 数 233 千字
版 次 2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷
定 价 86.00 元

前 言

建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计。必须树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，坚持节约资源和保护环境的基本国策，像对待生命一样对待生态环境，统筹山水林田湖草系统治理，实行最严格的生态环境保护制度，形成绿色发展方式和生活方式，坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，建设美丽中国，为人民创造良好生产生活环境，为全球生态安全作出贡献。

——习近平同志在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告

水是西北干旱区的第一资源，水资源短缺是西北干旱区发展中的永恒矛盾，节水是西北干旱区发展农业的根本性措施。水是生命之源，有水旱区可变绿洲。水资源安全是中国西北干旱区未来发展的首要限制因素。

新中国成立以来，由于人口的增长，不合理的人为经营活动，政策上的失误及水利资源利用不当，过度开垦，过度放牧，森林乱砍滥伐及过度樵采，致使甘肃省民勤有可能再度成为第二个罗布泊。如果民勤失陷，不但民勤以东约 100 千米的武威、金昌两地会被沙漠埋葬，河西走廊也将被拦腰截断，难逃消失的厄运。民勤绿洲的消失，还将改变大气环流的模式，中国北方整个气候将受到众多沙漠效应的左右，黄沙将飘到西湖上空。换句话说，如果没有民勤，沙尘暴就不是一年几次，而将成为北方气候的常态。

2005 年 7 月 16 日，时任总理温家宝对民勤问题做出重要批示：“决不能让民勤成为第二个罗布泊，这不仅是个决心，而是一定要实现的目标。这也不仅是一个地区的问题，而是关系国家发展和民族生存的长远大计。”

甘肃省河西走廊的民勤在西北不是个案，在西北干旱区都面临水资源问题、农业生产问题、生态环境问题，2011 年中央一号文件关于加快水利改革发展，为水利建设服务，国务院关于支持甘肃省加快发展的 47 条意见。中国工程院王浩院士于 2011 年 8 月 14—15 日，第十五次中国科协论坛“内陆干旱区水资源和生态环境保护”。甘肃河西走廊形成了独特的“荒漠绿

洲，灌溉农业”生态环境和社会经济体系。河西走廊是我国西北地区的生态屏障，我国重要的粮食产区和国家重要的有色金属工业基地，战略地位十分重要。

高强度的人类活动及气候变化的影响，河西走廊水资源开发利用已经接近极限，区域内经济社会用水、生态环境用水，流域内上下游水资源供需矛盾极为突出，并引发了一系列生态环境问题，引起了国内外的广泛关注。河西走廊面临的水危机在一定程度上制约着全流域经济的发展。

该书是作者做博士后期间，参与农业部重大 948——“节水农作制度关键技术引进与创新”课题，以张掖市为研究样板，形成“西北农业节水生态补偿机制研究”的成果，主持甘肃省张掖市委托中国农科院农业资源与农业区划研究所做的“张掖绿洲现代农业示范区总体规划”，在农业部计划司课题，农业部软科学课题的基础上，以多年的科研成果和地方政府提供的资料为基础，以张掖市节水农业与现代农业示范区的建设为研究样板，提出了西北绿洲灌区农业节水的新思路“农业节水管理路径——节水型现代农业示范区建设——建设生态经济特区”，对西北绿洲灌区的农业生产与生态的协调发展具有一定的指导价值。

全书分上、中、下篇。上篇——在农业节水方面，人们越来越意识到单纯就资源论资源、就技术论技术，就节水论节水已经很难有效达到节水目标，必须将水资源与农业生产、生态环境、管理、技术、社会环境等联系起来，研究设计与之相配套的制度，才能达到提高水资源的利用率和农业节水的目标。目前，各种单项节水技术都有节水功效，如何激励节水的微观主体——农民主动使用节水技术，如何设计促使地方政府把节水工作纳入政绩考核之中显得尤为重要；中篇——核算张掖水资源承载量，提出节水型绿洲现代农业示范区发展思路，示范引领西北干旱区农业发展方向；下篇——根据国家生态功能布局，提出在张掖市建设生态经济特区的思路。

在研究过程中，得到了我的导师——中国农业科学院院长唐华俊院士的悉心指导，得到了课题组同事的帮助和地方政府的支持，在此一并表示诚挚的谢意！

作 者

2017 年 10 月于北京

目 录

上篇 西北绿洲灌区农业节水思路探究

——创新西北绿洲灌区农业节水思路是地区
可持续发展的关键性出路

1 绪论	(3)
1.1 研究的背景、目的	(3)
1.2 西北地区农业节水的意义	(4)
1.3 构建西北农业节水生态补偿机制的意义	(6)
1.4 国内外农业节水经验和相关研究的评述	(8)
1.5 研究思路、内容和可能的创新点	(11)
2 农业节水生态补偿的特征及理论基础	(14)
2.1 农业节水生态补偿的特征	(14)
2.2 农业节水生态补偿基本理论	(16)
3 构建西北农业节水生态补偿机制	(24)
3.1 建立农业节水生态补偿机制的必要性和可行性	(24)
3.2 节水补偿机制的国际经验	(27)
3.3 生态补偿机制的国内实践与经验	(28)
3.4 西北农业节水生态补偿机制构建	(30)
4 微观农业节水方式创新——农户农业节水激励机制	(36)
4.1 研究思路与方法	(36)
4.2 张掖市农业节水典型案例调研	(37)
4.3 影响农户农业节水行为的因素分析	(41)
4.4 张掖市农业节水经验实践	(44)
4.5 张掖市农业节水行为分析	(46)
4.6 节水生态补偿机制的设计	(47)

4.7	西北农业节水生态补偿核算	(50)
4.8	农业节水生态补偿的途径	(53)
4.9	建立农业节水生态补偿制度的政策	(54)
5	宏观农业节水方式创新——地方农业节水激励机制	(57)
5.1	农业节水绿色 GDP 核算的提出	(57)
5.2	农业节水绿色 GDP 核算体系构建	(59)
5.3	农业水资源总量核算	(62)
5.4	农业节水总量核算	(70)
5.5	农业节水投入的核算	(71)
5.6	经农业节水核算调整的绿色 GDP 核算	(72)
6	结论	(75)
6.1	研究进展与主要成果	(75)
6.2	进展与创新	(76)
6.3	研究难点与经验体会	(76)
6.4	探索和讨论	(77)
6.4.1	探讨一	(77)
6.4.2	探讨二	(78)

中篇 绿洲灌区水资源承载力与现代农业发展研究

——建设节水型现代农业示范区是西北绿洲
灌区节水农业的重要路径

1	绪论	(81)
1.1	水资源承载力是西北绿洲可持续发展的关键	(81)
1.2	农业节水对西北绿洲可持续发展意义重大	(81)
1.3	张掖案例点的典型性以及研究设计	(82)
2	张掖地区自然资源、社会经济以及水资源利用概况	(85)
2.1	自然资源概况	(85)
2.2	农业经济概况	(86)
3	张掖地区水资源利用以及承载力约束	(89)
3.1	水资源及其开发利用情况	(89)
3.2	水资源承载力现状及约束	(95)

4	张掖地区水资源承载力现状评价	(98)
4.1	水资源总量低于全国水平,是典型的缺水地区	(98)
4.2	水资源使用不可持续,水资源短缺的形势依然严峻	(98)
4.3	用水量在不同区县之间差异较大	(99)
4.4	旱灾一直是比较严重的灾害类型	(100)
4.5	暖干化趋势有所显现,对水资源的可持续性带来隐患	(102)
4.6	主要河流年径流量增加,为可利用水资源提供了保障	(103)
4.7	农村水利迅速发展,对水资源的可持续性提出节水硬约束	(104)
5	张掖地区人口、经济和生态变化需水量分析	(106)
5.1	生活用水量预测	(106)
5.2	农业需水量预测	(108)
5.3	工业需水量预测	(109)
5.4	生态需水量预测	(109)
5.5	水资源承载力的判断	(110)
6	张掖地区水资源合理利用的保障机制研究	(114)
6.1	现代化水网建设	(114)
6.2	改革和完善水资源管理体制	(114)
6.3	水资源使用权的有偿初始分配	(115)
6.4	建立合理水资源补偿合作机制和水价体系	(115)
6.5	建立节水防污社会	(116)
6.6	引入虚拟水等管理理念	(117)
6.7	完善法律体系	(117)
6.8	建立稳定可靠的投入保障机制	(118)
6.9	预测说明	(118)
7	发展现代农业的必要性和意义	(120)
7.1	发展现代农业的必要性	(120)
7.2	发展现代农业的意义	(122)
8	指导思想、原则、目标和核心任务	(124)
8.1	指导思想	(124)
8.2	基本原则	(124)
8.3	发展思路	(125)
8.4	建设目标	(127)

9 功能定位与总体布局	(131)
9.1 功能定位	(131)
9.2 总体布局	(132)
9.3 核心任务	(134)
10 绿洲现代农业科技园区	(137)
10.1 总体布局	(137)
10.2 建设内容	(138)
11 生产示范区产业体系建设	(144)
11.1 产业发展基础情况	(144)
11.2 产业发展与核心区关联分析	(144)
11.3 示范区产业横向关联分析	(145)
11.4 重点产业体系建设	(145)
12 规划区配套政策与保障措施	(151)
12.1 配套政策	(151)
12.2 保障机制	(152)
12.3 保障体系建设	(154)
13 建议	(157)
13.1 总结	(157)
13.2 建议	(158)

下篇 西北绿洲旱区农业节水生态经济特区的构想

——建设生态经济特区对西北绿洲灌区具有示范引领作用

1 生态经济特区的提出	(161)
1.1 生态经济特区的背景与概念的提出	(161)
1.2 生态经济特区的样板区域选择	(161)
2 张掖市战略地位和生态位势再认识	(162)
2.1 张掖市是全国商品粮生产战略基地	(162)
2.2 张掖市是西北区域的生态屏障	(162)
2.3 张掖市是西部大开发的战略高地	(162)
3 生态经济特区功能定位	(164)
3.1 张掖市生态经济协调发展的战略模式选择	(164)
3.2 张掖市建立“生态经济特区”的构想	(165)

3.3	张掖节水生态经济特区地理界定	(165)
3.4	张掖节水生态经济特区功能定位	(165)
4	张掖节水生态经济特区建设的目标与内容	(167)
4.1	张掖节水生态经济特区建设的目标	(167)
4.2	张掖节水生态经济特区建设的内容框架体系	(167)
5	张掖节水生态经济特区创新性	(169)
5.1	张掖节水生态经济特区管理体制创新	(169)
5.2	张掖节水生态经济特区建设制度创新体系	(169)
6	张掖生态经济特区建设政策支持与法律保障体系	(172)
6.1	张掖节水生态经济特区建设的政策支持体系	(172)
6.2	张掖节水生态经济特区建设的法律保障体系	(173)
6.3	张掖节水生态经济特区建设的融投资体系	(173)
6.4	张掖节水生态经济特区建设的综合决策机制	(174)
6.5	生态经济特区建设与运营机制	(174)
6.6	张掖市生态经济特区管理办法的制定	(175)
6.7	制度与措施	(176)
6.8	推行与实施	(177)
6.9	示范与推广	(178)
7	张掖地区水资源合理利用的保障机制研究	(179)
7.1	现代化水网建设	(179)
7.2	改革和完善水资源管理体制	(179)
7.3	水资源使用权的有偿初始分配	(180)
7.4	建立合理水资源补偿合作机制和水价体系	(180)
7.5	建立节水防污社会	(181)
7.6	引入虚拟水等管理理念	(182)
7.7	完善法律体系	(182)
7.8	建立稳定可靠的投入保障机制	(183)
	参考文献	(184)
	附表一	(193)
	附表二	(197)

上篇 西北绿洲灌区农业 节水思路探究

——创新西北绿洲灌区农业节水思路是
地区可持续发展的关键性出路

1 绪论

1.1 研究的背景、目的

开发大西北是我国迎接新世纪挑战的重大战略决策,无论在经济上、政治上、生态上都具有重大的现实意义和深远的历史意义,持续的干旱化是我国西北内陆地区水资源匮乏、生态环境脆弱的根本原因,这种不利的自然条件长期制约着西北地区的经济发展,如何在保护生态环境的前提下,依靠有限的水资源支撑更大的经济规模,是实现西部开发必须解决的重要问题。西北地区目前的经济发展主要集中在各内陆河流域内,从实际看,水是比较宝贵的稀有资源,有水就等于拥有土地,有水就有生机,有水就会有农业。因此,选择西北典型内陆河流域,开展西北地区农业节水研究是解决西北水资源匮乏的关键。

西北地区水资源作为自然资源最重要组成之一,系指具有经济利用价值的自然水,主要是逐年可以恢复和更新的淡水。降水是其恢复和更新的来源,地表水和地下水是它存在的主要形式。水资源属可再生性共享资源,除具有整体性、地域性等自然资源的基本特性外,还具有稀缺性、利用的外部性、非排它性等经济特性。

西北地区水资源作为重要的生产要素,对当地经济发展的影响主要表现在:水资源稀缺制约着经济发展的规模和增长速度;水资源的不平衡性使得地区内产业结构体系难以形成,从而制约了西北地区国民经济的进一步发展。

影响水资源配置效率的三个因素是:水资源状况、节水技术与制度设计。通常,水资源具有自然禀赋性质,而节水技术进步则可以提高水资源的利用率和配置效率。然而,节水技术,要经过节水主体的使用才能发挥作用。因此,在资源与技术既定前提下,影响人们经济行为的外部条件主要是制度,在于制度安排形成怎样的约束与激励。从长远看,人们总是通过技术

的进步和制度的完善来克服水资源的稀缺，从而推动着经济不断向前发展。

人们越来越意识到单纯就资源论资源，单纯就技术论技术，就节水论节水已经很难更有效的达到节水的目标，必须将水资源与农业生产、生态环境、管理、技术、社会环境等联系起来，研究设计与之相配套的制度，才能达到提高水资源的利用率和农业节水的目标。目前，各种单项节水技术都有节水功效，如何激励节水的微观主体——农民主动使用节水技术，如何设计促使地方政府把节水工作纳入政绩考核之中显得尤为重要。鉴于此状况，研究西北地区农业节水生态补偿机制，实为当务之急。这将对推动西北地区农业、农村经济发展和生态环境改善发挥重要作用，同时，对全国农业节水也有一定的借鉴作用。

1.2 西北地区农业节水的意义

农业节水的主要途径，包括调整农业产业结构和用水结构，优化调配多种水源，完善工程措施，推广农艺和生物措施，建立严格的农业用水管理制度，推进农业用水水价改革，完善农业节水政策法规，建立农民主动节水和政府控制节水发展机制，增加农业节水投入，提高农户的节水意识等，是一项需多方合作的系统工作。

进入 21 世纪以后，水资源的短缺形势会更加严峻，将成为经济社会可持续发展的严重制约因素。专家们警告，中国解决了温饱以后要防止有可能面临第二个贫困——“水贫困”。我国是个农业大国，我国农业是用水大户，因此，21 世纪大力发展节水农业，这是形势的需要，客观的需要，势在必行。

中央政府十分重视农业节水问题。党的十五届五中全会将水资源可持续利用提高到保障经济社会发展的战略高度，指出水资源短缺已成为我国经济社会发展的严重制约因素，强调其核心是提高用水效率，把节水放在突出位置。胡锦涛总书记指出，“节水，要作为一项战略方针长期坚持。要把节水工作贯穿于国民经济发展和群众生产生活的全过程，积极发展节水型产业……”。温家宝总理明确要求“加强水资源管理，提高水的利用效率，建设节水型社会……”。2005 年 5 月，国家发布的《中国节水技术政策大纲》中提出了争取在 2005—2010 年间实现农业用水量“零增长”的目标，农业节水任重道远。2014 年陈雷在水利部党组扩大会议上提出，习近平总书记关于“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路，赋予了

新时期治水的新内涵、新要求、新任务，为我们强化水治理、保障水安全指明了方向，是我们做好水利工作的科学指南。节水优先，这是针对我国国情水情，总结世界各国发展教训，着眼中华民族永续发展作出的关键选择，是新时期治水工作必须始终遵循的根本方针。

农业是西北地区的支柱产业，西北地区农业如何发展，特别是随着生态用水、工业用水、城市用水的不断增加，对农业用水挤占程度不断加剧的形势下，如何既保证区域农业经济的持续稳定发展，又为生态环境、工业、城市发展提供充足的用水保障，是区域发展决策需要关注的问题，对于西北国家能源基地建设和国家生态安全具有显著的意义。发展农业节水的根本目的是在有限的水资源条件下，提高水资源的利用效率，实现水资源的效益最大化。农业节水既要节约用水，提高水的利用率，又要高效用水，提高水的利用效率和效益。

1.2.1 农业节水是解决西北地区干旱缺水的重要途径

我国人均占有水资源仅为 $1\,945\text{m}^3$ ，约为世界人均占有量的 $1/4$ ，耕地亩均占有水资源量不足 $1\,440\text{m}^3$ ，为世界平均值的 $2/3$ ，被联合国列入世界 13 个贫水国家之一。我国降水时空分布极不均匀，水旱灾害频繁发生。绝大多数农作物都需要不同程度的灌溉。2008 年全国有效灌溉面积仅占耕地面积的 46%，缺水制约了农业乃至整个国民经济的发展。随着经济的发展、人口的增长和生态的需水，缺水呈加剧趋势。近 10 多年来，全国每年受旱灾面积都在 $2\,000\text{万 hm}^2$ ，约有 667万 hm^2 灌溉面积缺水得不到灌溉，每年因缺水而少生产粮食 200 亿 kg 以上。全国还有 50% 以上的耕地为旱作农业，主要集中在西北地区，仅靠降水进行农业生产。农业是最大的用水户，要保持农业的稳定增长、保持社会经济可持续发展、并要不断改善生态环境，农业节水是必然之路。

1.2.2 农业节水是保证食品供给的战略措施

根据中国工程院重大咨询项目——中国农业需水与节水高效农业建设的预测，2030 年我国人口达到 15.1 亿~16.1 亿，粮食需求量达 6.812 亿~7.257 亿 t，人均 450kg，即在今后 22 年内，我国粮食供应量在现有的 5 亿 t 的基础上，增加 1.8 亿~2.3 亿 t，用于满足 16 亿人的需求。

我国耕地十分有限，后备耕地资源严重不足，只有通过提高单位面积产量来实现增加粮食总产量的目标，影响粮食单产的因素很多，在西北地区主

要是水资源的问题，据水资源供求分析，为保障国民经济可持续发展，今后新增供水能力优先用于生活、生态的需求，要保证食品安全，就必须大力建设节水高效农业，确保食品的充足供应。

1.2.3 农业节水是缓解工农业、城乡之间用水矛盾的有效途径

我国要实现第三步战略目标，达到中等发达国家的水平，一要发展工业；二要发展城市化。随着经济的发展，产业结构要发生重大调整，第一产业在国民经济中的比重将下降，第二、第三产业增加值在国内生产总值中的比重大大增加，城市化、工业化的用水需求量在增加，为了满足国民经济发展对水的需求，在水资源增加有限的情况下，节约农业用水，转移给城市和工业是现实的路径。

1.2.4 农业节水是改善西北生态环境的基本战略措施

西北地区现状农田灌溉定额远高于全国平均水平，通过节水高效农业建设，改变农业用水管理粗放、浪费严重的现实，既可以缓解水资源供需矛盾，也有利于改善生态环境，在西北内陆河流域的农业灌区，通过节水可以减少地下水的开采，留给周边沙生植物的生长需要，在水资源不足的内陆河流域，通过农业节水，合理配置水资源，恢复下游生态植物的生长，遏制荒漠化，恢复生态平衡。

1.3 构建西北农业节水生态补偿机制的意义

生态补偿机制作为一种有偿使用自然资源与生态环境的新型管理模式，试图矫正生态环境在成本收益中原有的错位扭曲关系，用“资源有价”的观念重新审视生态环境资源，重新评价生态环境资源在经济建设和市场交换中所体现出的价值，为生态资源参与市场化运作创造了条件。生态补偿作为一种资源环境保护的经济手段，与行政命令控制型手段相比，具有更强的激励作用及长期性、稳定性和更加灵活多变的管理形式。

长期实行的僵化的计划管理体制和福利性的供水制度，使得我国农业用水管理制度一直缺乏有效的激励机制来促进高效节水农业的发展。尽管改革开放 30 年，中国在农业用水管理制度改革方面作了很大的努力，取得了一定成绩，但在节水和提高用水效率的激励机制方面的进展不大。节水行为缺乏经济激励，节水者得不到应有的经济回报，这种节约资源及其经济利益关

系的扭曲,不仅使中国的农业节水工作面临很大的困难,而且也威胁着地区间和人民的和谐发展。要解决这一问题,必须建立一种能调整相关主体资源利益及其经济利益的分配关系,实施激励农业节水行为政策,就是生态补偿机制的政策含义和目标。建立生态补偿机制既有农业节水的紧迫需要,也有保护生态环境和建立和谐社会的重要措施,具有重要的战略意义。

农业节水补偿机制是激励农业节水的深层次的问题,有效的补偿机制对促进农业节水具有更广泛的影响和重要的现实意义。补偿不是简单的经济补贴,而是从制度上、运行机制上着手,通过投入体制、管理体制的创新,引入市场化管理理念,应用政策手段、市场手段等方式来消除灌区和农户在农业节水实现过程中的准入门槛,并形成长效激励机制,以确保农业节水生态补偿运行下去。农业节水补偿机制的建设和完善是真正实现农业节水的有效保障。

1.3.1 可推进西北农业节水的持续性

建立农业节水生态补偿机制,是依靠经济手段,实现“节水就等于增产”的法则。激励奖励农民、组织机构、地方政府的节水行为,确定补偿原则、标准和方式,引导农民、组织机构、地方政府的节水行为,才能实现农业节水的持续性。

1.3.2 实现国家节水目标与农民经济目标、当地政府发展目标的统一

节水是国家目标,与农户用水从事农业生产、当地政府发展经济的目标有差异。在联产承包责任制下,农民经营的土地面积有限,农民一家一户为提高产量,保证作物足量用水,提高水价及超额用水加价收费的办法,对农户用水有约束,但农户为了保证作物不减产,在一定的价格幅度内,可能采取不节水行为。地方政府用水发展经济,以完成政绩考核为目标,也可能采用不节水行为。要使农业节水成为农户、当地政府的共同行为,就要设计对各节水主体都有激励作用的制度。农业节水生态补偿机制从农业节水的微观主体——农户节水激励机制和地方政府节水的政绩考核体系的创新出发,设计出对节水主体都有激励的机制,达到国家节水目的与农民经济目标、当地政府发展目标的统一。