

China Agricultural Water Security Countermeasures in
the Processes of Urbanization and Industrialization



中国城镇化、工业化 进程中农业用水保障对策研究

周祖昊 陈 献 邵薇薇 张瑞美 张献锋 / 编著



科学出版社

中国城镇化、工业化进程中农业 用水保障对策研究

周祖昊 陈 猷 邵薇薇 张瑞美 张献锋 编著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

城镇化、工业化的快速发展已经对我国农业用水保障形成严峻的挑战。本书在广泛调研国内外农业用水管理情况的基础上,总结国内外农业用水保障的经验和启示。结合我国农业用水的现状和特点,量化分析近 20 年城镇化、工业化快速发展进程与农业用水变化之间的关系,深入剖析城镇化、工业化发展对农业用水的影响原因,预测未来农业用水变化的趋势,分析未来城镇化、工业化进程对农业用水保障形成的挑战。在借鉴国内外农业用水保障经验的基础上,立足于当前我国城镇化、工业化进程不断加快的新形势,提出我国城镇化、工业化进程中农业用水保障的机制框架、政策建议和保障措施。

本书可为从事水资源、农田水利、农业等领域的管理、技术和研究人员提供借鉴,也可作为大专院校学者和研究生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中国城镇化、工业化进程中农业用水保障对策研究 / 周祖昊等编著. —北京:科学出版社,2016. 1

ISBN 978-7-03-045785-1

I. 中… II. 周… III. 农田水利—研究—中国 IV. S279. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 225196 号

责任编辑:吕彩霞 / 责任校对:邹慧卿

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:无极书装

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2016 年 1 月第一次印刷 印张:13 1/4

字数:270 000

定价:99.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编写组名单

主 编：周祖昊 陈 献

副 主 编：邵薇薇 张瑞美 张献锋

编写组成员：曹小磊 刘海振 窦相璞 高晓薇

刘佳嘉 严子奇 桑学锋 牛存稳

尤庆国 朱厚华 沈 正 陈晓群

陈向东 王亚杰 褚俊英 王明娜

郝 静 黄 昊 罗占兴 唐 明

蔡静雅 刘 琳 李 佳 徐勇俊

温祖梁 牟 舵 张亚鹏

前 言

水利是农业的命脉,我国 75% 的粮食产自灌溉农业,保障农业用水是保障粮食安全的基石。近年来随着我国城镇化、工业化进程的快速推进,一些地区水资源供需矛盾突出,挤占农业用水现象时有发生,农业用水受到污染的问题也很严重,给农业用水带来了严峻的挑战。国民经济和社会发展“十二五”规划纲要提出,未来一个时期是我国快速推进城镇化、工业化的重要时期,也是农业现代化发展的关键时期。党的十八大报告也指出,要“促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展”。在城镇化、工业化和农业现代化“三化”协调发展过程中,如何确保农业用水安全,进而保障国家粮食安全,成为当前和未来一个时期的重要任务。因此,深入分析城镇化、工业化进程对农业用水带来的影响,提出城镇化和工业化进程中农业用水保障对策,具有十分重要的意义。

水利部历来对农业用水保障的问题高度重视。为全面贯彻落实《中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定》《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》和中央水利工作会议精神,在 2013 年水利部重大课题中安排了“城镇化、工业化过程中农业用水保障对策研究”(水重大 2013-2)课题,通过公开招标,确定由中国水利水电科学研究院和中国水利经济研究会联合承担研究任务。根据招标文件和委托合同的要求,本课题的研究任务是:立足于我国城镇化、工业化加速推进的新形势,以水资源支撑农业的可持续发展为目标,分析我国城镇化、工业化进程中农业用水面临的主要问题,总结国内外典型地区城镇化、工业化进程中保障农业用水的经验做法,研究建立我国城镇化、工业化进程中农业用水保障机制框架,并提出相应的对策措施与政策建议。

本书是课题成果的总结和凝练。全书分三篇,共十九章。第一篇为典型国家或地区农业用水保障调研,分发达国家、发展中国家或地区分别选取

了6个典型国家或地区,总结了相关农业用水保障的经验和启示。该篇由四章构成,其中第一章由张献锋、张瑞美编写,第二章由张瑞美、张献锋、尤庆国、王亚杰编写,第三章由张献锋、张瑞美、尤庆国编写,第四章由张瑞美、张献锋、陈献编写。第二篇为中国典型地区农业用水保障调研,根据区域水资源条件和城镇化、工业化程度选取了7个典型省(市),调研总结了各省(市)农业用水保障的经验和存在的问题。该篇由九章构成,其中第一章由周祖昊、邵薇薇、张瑞美编写,第二章由张瑞美、张献锋、陈献、朱厚华、郝静编写,第三章由邵薇薇、罗占兴、陈晓群、曹小磊、刘海振、张瑞美编写,第四章由张献锋、张瑞美、尤庆国、朱厚华、王明娜编写,第五章由邵薇薇、高晓薇、陈晓群、曹小磊、刘佳嘉、张瑞美编写,第六章由张献锋、张瑞美、陈献、尤庆国、严子奇编写,第七章由邵薇薇、唐明、沈正、桑学锋、褚俊英、刘海振、张瑞美编写,第八章由邵薇薇、沈正、牛存稳、曹小磊、刘海振、张瑞美编写,第九章由邵薇薇、周祖昊、张瑞美编写。第三篇为城镇化、工业化进程中农业用水保障对策研究,量化研究了我国城镇化、工业化快速发展进程与农业用水变化之间的关系,深入分析了城镇化、工业化进程对农业用水的影响因素及挑战,提出了农业用水保障的机制框架、政策建议和保障措施。该篇由六章构成,其中第一章由周祖昊、邵薇薇、陈献、张献锋、黄昊撰写,第二章由邵薇薇、周祖昊、曹小磊、刘海振、窦相璞、陈向东撰写,第三章由周祖昊、邵薇薇、高晓薇、严子奇、刘佳嘉、窦相璞撰写,第四章由张瑞美、张献锋、邵薇薇、周祖昊撰写,第五章由周祖昊、邵薇薇、桑学锋、牛存稳、曹小磊、刘海振撰写,第六章由周祖昊、邵薇薇、张献锋、张瑞美撰写。全书由周祖昊、陈献统稿,所附图表由邵薇薇、刘海振、曹小磊整编,温祖梁、牟舵、曹小磊、李佳、刘海振、张亚鹏、刘琳、徐勇俊、蔡静雅等参与编校工作。

在课题研究和本书写作过程中,得到了水利部农村水利司倪文进副司长、冯广志司长(原),水利部发展研究中心杨得瑞主任和段红东副主任、黄河副主任、钟玉秀处长、姜斌处长,财政部农业司吕恒心处长,国家发展和改革委员会宏观经济研究院刘颖秋研究员的关心、支持和悉心指导,得到北京市水务局、江苏省水利厅、宁夏回族自治区水利厅、四川省农田水利局、四川省都江堰管理局、吉林省农村水利建设管理局、长春市水利局、南昌市水务局、宁夏回族自治区唐徕渠管理处、长春市石头口门水库管理局、河北省黄

壁庄水库管理局、河北省岗南水库管理局、河北省石津灌区管理局、江西省赣抚平原水利工程管理局等部门和单位的大力支持,得到中国水利水电科学研究院水资源研究所仇亚琴教高的热情帮助,在此表示深切的谢意和由衷的敬意!王浩院士对本书的出版十分关心,还提出了具体的修改意见,特此表示感谢!感谢中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室和水利部重大课题(水重大 2013-2)对本书写作和出版提供的资助和大力支持!

受时间和作者水平限制,书中难免存在疏漏之处,恳请读者批评指正。

作 者

2015 年 8 月

目 录

第一篇 典型国家或地区农业用水保障调研

第一章 概述	(3)
第二章 发达国家	(4)
第一节 以色列	(4)
第二节 意大利	(7)
第三节 美国	(11)
第三章 发展中国家或地区	(16)
第一节 中国台湾地区	(16)
第二节 智利	(18)
第三节 土耳其	(20)
第四章 经验总结	(23)
参考文献	(26)

第二篇 中国典型地区农业用水保障调研

第一章 概述	(29)
第二章 北京市	(31)
第一节 基本情况	(31)
第二节 保障农业用水的做法	(34)
第三节 取得的成效与存在的问题	(35)
第四节 相关对策与建议	(37)
第三章 河北省	(38)
第一节 基本情况	(38)

第二节 典型灌区情况	(40)
第三节 保障农业用水的措施和取得的成效	(49)
第四节 存在的问题	(50)
第五节 相关对策与建议	(51)
第四章 宁夏回族自治区	(52)
第一节 基本情况	(52)
第二节 保障农业用水的措施和成效	(56)
第三节 存在的问题	(58)
第四节 相关对策与建议	(59)
第五章 吉林省	(60)
第一节 基本情况	(60)
第二节 典型灌区调研情况	(63)
第三节 城镇化和工业发展对农业用水的影响	(66)
第四节 相关对策与建议	(69)
第六章 江苏省	(71)
第一节 基本情况	(71)
第二节 保障农业用水的做法	(76)
第三节 农业用水保障的成效与问题	(78)
第四节 相关对策与建议	(81)
第七章 江西省	(83)
第一节 基本情况	(83)
第二节 保障农业用水的做法	(86)
第三节 存在的问题	(88)
第四节 相关对策与建议	(90)
第八章 四川省	(92)
第一节 基本情况	(92)
第二节 都江堰供水区情况	(94)
第三节 都江堰灌区农业用水情况	(96)
第四节 保障农业灌溉用水的有效做法	(99)
第五节 存在的问题	(101)
第六节 相关对策与建议	(102)
第九章 调研总结	(104)

第一节 农业用水总体情况·····	(104)
第二节 影响农业用水的原因分析·····	(105)
第三节 农业用水保障经验总结·····	(106)
参考文献·····	(108)

第三篇 城镇化、工业化进程中农业用水保障对策研究

第一章 概述·····	(111)
第一节 农业用水的重要地位·····	(111)
第二节 农业用水特点·····	(112)
第三节 中国农业用水状况·····	(113)
第四节 中国农业用水保障的现状和问题·····	(115)
第五节 城镇化、工业化进程中农业用水保障面临的形势·····	(119)
第二章 城镇化、工业化与农业用水变化的关系分析·····	(123)
第一节 区域划分及分区特点·····	(123)
第二节 农业用水变化分析·····	(126)
第三节 非农业用水变化分析·····	(130)
第四节 城镇化、工业化进程与农业用水的量化关系解析·····	(135)
第五节 未来农业用水变化趋势预测·····	(153)
第三章 城镇化、工业化进程对农业用水的影响因素及挑战·····	(154)
第一节 城镇化、工业化对农业用水的影响因素分析·····	(154)
第二节 城镇化、工业化推进对农业用水保障的挑战·····	(156)
第四章 典型国家或地区经验启示·····	(161)
第一节 出台法律法规和政策规划,明确农业用水水权·····	(161)
第二节 加大基础设施建设投入,完善灌溉工程体系·····	(163)
第三节 完善管理体制机制,促进灌溉工程良性运行·····	(164)
第四节 大力推广节水技术,提高农业用水效率·····	(169)
第五章 农业用水保障机制的总体框架·····	(172)
第六章 政策建议和保障措施·····	(186)
参考文献·····	(195)

第一篇

典型国家或地区农业用水保障调研

第一章 概 述

在城镇化、工业化发展过程中同步推进农业现代化，是世界各国推动农业发展的普遍做法。农业用水是农业生产不可缺少的物质资料，是促进农业生产、提高农业产出效率的必要条件。农业用水关系到粮食安全、生态安全和水资源安全，确保农业用水具有十分重要的战略意义。

农业灌溉用水的重要性使其成为世界各国在发展现代农业中必须重视的问题。各国先后采取了许多措施和方法来保障农业用水，提高农业用水效率。保障农业用水必须从多方面入手，包括确立农业用水水权、完善农业灌溉工程设施、加强灌溉工程的运行管理、发展农业节水灌溉，同时还涉及农业水价改革、用水管理体制改革等。世界上农业灌溉发达的国家如美国、以色列、意大利等都是根据各自的国情，综合考虑社会、经济、资源、环境因素，利用政策、管理、工程、技术等，手段将流域、灌区和田间的管理、工程和农艺节水措施很好地结合起来，使农业灌溉获得可持续的发展。

由于各国在经济发展水平、农业生产方式、水资源禀赋条件等方面各不相同，保障农业用水的具体做法也各不相同。为了多方面了解国外农业用水保障的有效做法和成功经验，本书将国外典型案例分为发达国家、发展中国家或地区两类，发达国家选取了以色列、意大利、美国，发展中国家或地区选取了我国台湾地区、智利、土耳其，梳理并分析了这些国家或地区保障农业用水的总体情况和典型灌区保障农业用水的措施，总结了国外经验对我国农业用水保障的启示。

第二章 发达国家

第一节 以色列

一、基本情况

以色列是土地贫瘠、水资源奇缺的国家，年均降水量约 200mm，在沙漠地区更少，仅为 25~50mm；全国人均水资源量为 270m^3 ，不足世界的 3%。全国 90% 的土地是沙漠，一半以上的地区位于干旱和半干旱地带。国土面积约为 $21\,000\text{km}^2$ ，只有沿海的狭长地带和内陆的几个谷地适合农耕。以色列濒临地中海，但其气候主要受东南部沙漠地带的影响，属于典型的地中海气候，即“夏季炎热干燥，冬季温和多雨”。降水量由东北向西南递减，东北部年平均降水量为 400~800mm，西南部几乎为零。因此，约 60% 的地区农业生产终年需要人工灌溉，即使在东北部降水量相对较高的地区，4~10 月夏季作物也需要人工灌溉。

以色列拥有耕地 42.5万 hm^2 ，其中水浇地面积 19.3万 hm^2 。全国人均耕地只有 0.06hm^2 。尽管自然条件不利于农业生产，但是自建国以来，经过 60 多年的努力，其农业已经发展到一个相当高的水平。1948 年以来，耕地面积增加了约 1.6 倍，灌溉面积从 3万 hm^2 扩大到 23.1万 hm^2 。以色列的经济结构具有发达国家的典型特点，农业在以色列国内生产总值（gross domestic product, GDP）中的比重很低，从 20 世纪 50 年代的 60% 下降到 2010 年的 1.9%；2010 年农业从业人员 6.1 万人，仅占全国总人数的 0.87%。

二、保障农业用水的做法

（一）制定法规，从根本上保障农业用水

1948 年以色列建国之初，水的问题就被列为国家的头等大事。1959 年以色列通过了《水法》，规定所有水资源都是国家财产，由国家控制，为居民和国家发展的需要服务。根据《水法》，以色列建立了国家水利委员会，负责制定水利政策、用水计划和配额、水资源的开发、海水淡化、废水循环利用、防止污染等

工作。除了《水法》以外,以色列还制定了《水计量法》《水井控制法》《经营许可法》等一系列法律、法规,并予以严格执行。正是这些在国家层面上的法规建设,为以色列在农业用水和水资源开发利用方面的严格管理提供了强有力的保障。全国从上到下,形成了十分完善的管理制度、技术规范和工作流程,这些管理制度和管理措施在国家水利发展中发挥了十分重要的作用。

(二) 加强农业用水工程建设和管理

1950年,以色列政府成立了国家水规划公司,其主要任务就是负责国家和地区性主要水利工程的设计。为了实现水资源在国家范围内的统一调配和系统管理以及运行的灵活方便,使水从多水的北部地区输送到缺水的南部地区,或在地区间互相输送,并实行地表水和地下水的联合运用,以色列对供水系统进行了总体规划,将所有水资源考虑为一个综合系统,建立了国家输水工程。该工程主渠道由直径为178~274cm的预应力混凝土管道组成,每年将约4亿 m^3 的水量从低于平均海平面212m的基内雷特湖提升到海拔152m的高程,然后自流到海滨平原;中部山区和南部地区由泵站加压输送。各地抽取地下水的水井也与国家输水工程联网,由国家输水工程进行统一调配。输水工程输水到地方系统后,地方系统进一步从主系统分别供水到每一个用户。国家输水工程峰值输水量为 $20\text{m}^3/\text{s}$,工程包括提水泵站、管线、渠道、隧道和调节水库等。工程于1953年动工,1964年建成,主管线长度130km,工程投资按当时价格为1.47亿美元。

为了加强用水管理,以色列成立麦考罗特公司,其职责是负责水利工程的建设和从国家供水网中供水到市政部门、地方委员会、农业安置区及私人企业等。麦考罗特公司对水的收费标准与水的用途有关,并根据政府制定的价格政策对不同用水部门有较大的差异。私人和公司被授权后也允许开发当地水资源,其配额根据当地水文地质条件和国家有关政策而定。地方市政部门再将价格提高到经批准的额度配给消费者,增加后的价格包括运行费、供水和污水处理及污水系统的维护费用等。

以色列建立的农业生产形式主要是莫沙夫或基布兹。莫沙夫是一种合作农庄,由80~100个分散家庭组成,每户拥有300~350 hm^2 土地。麦考罗特公司把莫沙夫作为一个单位供水,莫沙夫委员会负责将水输送给每个农民,并负责监测水资源的使用情况。基布兹属于另一种安置形式,是一种集体农庄。一般由150~400个家庭组成,每户按300~500 hm^2 土地安置。麦考罗特公司也将基布兹作为一个单位供水,由每年选举产生的基布兹管理委员会负责在不同部门的用水进行管理。政府通过麦考罗特公司对国家供水网进行运行和管理,并按季节和月份配额将水及时并有保证地输送给用户。同时,麦考罗特公司下设许多管理服务

公司,主要负责每两月读取一次水表数据,以监测用户执行用水配额情况,并将读取的数据输入计算机;分析每个用户的用水时间、用水量和水费等,以便用户交费。此外,管理服务公司还负责网络的正常维修工作,包括损坏或漏水管道的更换及闸阀、空气阀、水泵、电机、水井和电子设备的维护等。麦考罗特公司成立后努力扩展其业务范围,到2001年已控制了以色列全部水资源的2/3以上,其余的部分由市政部门和私人用户管理。市政部门从麦考罗特公司收到供水,在政府供水网给水栓以下,规划和建设各自的配水网络,并负责将水输送给每个农民或用户。他们受麦考罗特委托,将批准的用水配额(每两个月为一个时段)供给用户,并监测输送情况。农田的用水配额也是按每两个月为一个时段,分配到各个农户。

国家供水网和地方供水网实行分权管理。政府给水栓以下网络的维修由基布兹、莫沙夫或市政部门负责,正常的维修由当地人员负责,但费用超过20 000美元的工程,通常由私人承包商投标或公共招标来建设。在莫沙夫内的私人农田和农民间偶尔也有用水配额的转让,但村庄间或基布兹间的转让不多,且需要管理部门批准。

(三) 大力发展高效节水农业

以色列政府十分重视农业节水,建国以来,以色列长期不懈开发推广节水新技术,在节水灌溉方面取得了举世瞩目的成就。以色列每年可用水资源约为20亿 m^3 ,农业是用水大户,占全部用水量的60%~70%。节水灌溉技术已从简单的喷灌逐步发展到目前全部采用计算机控制的水肥一体喷灌、滴灌和微喷灌、微滴灌,不但节省了宝贵的水资源,还大幅度提高了农作物的产量和品质,经济效益显著提高。以色列在节水方面的主要措施有:第一,循环利用污水资源。以色列是世界上循环水利用率最高的国家,每年处理后用于农业生产的污水约为2.3亿 m^3 ,且该数字还在不断增长,处理后的污水利用率已达70%,居世界首位。通过使用循环水,不仅节约了水资源,还有利于改善生态环境。第二,利用微咸水。以色列南部沙漠的微咸水被用于农田灌溉,由此生产的西红柿和其他蔬菜、水果的品质,甚至优于淡水灌溉生产的产品。第三,推广多种形式的灌溉技术。以色列很早就采用了压力喷灌技术,根据农业生产者提供的土壤和农作物类型的田间数据,灌溉设备开发商就可以向农户提供符合水质要求、适于此类用水的过滤器、能防止残余物堆积和堵塞的合适的化肥、最佳的灌溉方法以及其他客户需要的信息等。20世纪60年代后期,又开发了滴灌技术,其滴灌设备每小时可供水1~20L不等,最高水利用率可达95%,非常适用于精细种植。近些年来,以色列又相继开发了埋藏式灌溉技术、喷洒式灌溉技术、散布式灌溉技术等节水灌溉技术。第四,收集和利用雨水。由于淡水资源十分珍贵,以色列因地制宜地在

各地修建各类集水设施，尽一切可能收集雨水、地面径流和淡水，供直接利用或注入当地水库或地下含水层。从北部戈兰高地到南部内盖夫沙漠，全国分布着百万个地方集水设施，每年收集 1 亿~2 亿 m^3 的水。

（四）对农业用水水费实行优惠政策

以色列的农业灌溉水费不仅考虑经济方面，还考虑工程建设移民和农业安置等各个方面，农民农业土地的数量和其应得到的供水量根据政府政策确定。

以色列水资源使用的成本被分为三种类型。其中，低价格水包括浅井水和输配水投资较低的地表水，费用为 0.10~0.15 美元/ m^3 ；中价格水包括深井水和提水、输配水投资较高的地表水，费用为 0.30~0.80 美元/ m^3 ；高价格水包括提水扬程较高和咸水淡化的水，费用高于 0.80 美元/ m^3 。

为鼓励农业节水，用水户所交纳的水费用是按照其实际用水配额的百分比计算的，超额用水加倍付款，利用经济法则强化农业用水管理，促进农业节水灌溉。对配额水量 50% 以内的用水按正常价收费（0.1 美元/ m^3 ），其余的 50% 将提高水价收费（约 0.14 美元/ m^3 ）；对于超过配额用水 10% 以内，定价为 0.26 美元/ m^3 ，超过配额 10% 以上的用水水价为 0.5 美元/ m^3 。此外，为了节约用水，鼓励农户使用经处理后的城市污水进行灌溉，其收费标准比国家供水管网提供的优质水价低 20% 左右，差价部分由政府补贴。

政府给水栓以下，用户管理组织（市政部门、基布兹等）依法负责将水利委员会制定的月用水配额输送到用户给水栓。这些配额每年约在灌溉季节前两个月，由水利专员连同对每一类用户（农业、工业、市政部门）用水详细的价格及分级提价价格一起颁布。在政府水价发布后，农民有足够的时间从价格和水量两个方面考虑，制定出他们的季节种植计划。输送到政府给水栓的水量由麦考罗特公司监测，输送到每个用户的水量由有关的管理组织（市政部门、莫沙夫、基布兹）监测。按分级提价系统，超过配额的用水最高可达到配额水价的 3 倍。这种对超额用水和浪费水的经济惩罚，对限制用户将用水量维持在他们的配额以内是有效的。

第二节 意大利

一、基本情况

意大利位于欧洲南部，人口约 6148.2 万人，国土面积 301 338 km^2 ，包括亚平宁半岛及西西里、撒丁等岛屿。全境可分为 4 个不同的地形区：阿尔卑斯山地、波河平原、亚平宁山地和丘陵、西西里岛和撒丁岛。全国山区面积约为