

国外农业丛书

主编 晋保平 张宇燕



国外

的节水农业

GUOWAI DE JIESHUI NONGYE

贾 珺 编著

国外农业丛书
主编 晋保平 张宇燕

国外的节水农业

贾 珺 编著

 中国社会科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

国外的节水农业/贾珺编著. —北京: 中国社会科学出版社, 2006.9

(国外农业/晋保平 张宇燕 主编)

ISBN 7-5087-1486-5

I. 国... II. 贾... III. 农业工程-节约用水-简介-国外

IV. S275

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 109434 号

丛 书 名: 国外农业

主 编: 晋保平 张宇燕

书 名: 国外的节水农业

编 著 者: 贾 珺

责任编辑: 寿 璐

出版发行: 中国社会科学出版社 **邮政编码:** 100032

通联方法: 北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电 话: (010)66051698 **电 传:** (010)66051713

邮购部: (010)66060275

经 销: 各地新华书店

印刷装订: 北京华创印务有限公司

开 本: 140mm×203mm 1/32

印 张: 6

字 数: 140 千字

版 次: 2006 年 9 月第 1 版

印 次: 2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 9.00 元

(凡中国社会科学出版社图书有缺漏页、残破等质量问题,本社负责调换)

建设社会主义新农村书屋

总顾问：回良玉

编辑指导委员会

主 任：李学举

副主任：翟卫华 柳斌杰 胡占凡 窦玉沛

委 员：詹成付 吴尚之 涂更新 王英利

李宗达 米有录 王爱平

农民看世界图书编辑委员会

主 任：晋保平

副主任：王英利 张宇燕 赵 睿 赵一红

国外农业丛书

主 编：晋保平 张宇燕

副主编：赵 睿 应寅锋

总序 造就新农民 建设新农村

李学举

党的十六届五中全会作出了建设社会主义新农村的战略部署。在社会主义新农村建设过程中，大力发展农村文化事业，努力培养有文化、懂技术、会经营的新型农民，既是新农村建设取得进展的重要标志，也是把社会主义新农村建设不断推向前进的基本保证。

为落实中央的战略部署，中央文明办、民政部、新闻出版总署、国家广电总局决定，将已开展三期的“万家社区图书室援建和万家社区读书活动”由城市全面拓展到农村，“十一五”期间计划在全国三分之一以上的村委会开展农村图书室援建和读书活动，使两亿多农民由此受益，让这项造福城市居民的民心工程同时也造福亿万农民群众。中央领导同志对此十分重视，中共中央政治局委员、国务院副总理回良玉同志作出重要批示：“发展农村文化事业是新农村建设的重要内容，也是农村发展中一个亟待加强的薄弱环节。在农村开展图书室援建和读书活动，为亿万农民群众送去读得懂、用得上的各种有益书刊，对造就有文化、懂技术、会经营的新型农民，满足农民全面发展的需求，将发挥重要作用。对这项事关农民切身利益、事关社会主义新农村建设的重要活动，要精心组织，务求实效。”

中共中央政治局委员、中央书记处书记、中宣部部长刘云山

同志也作出重要批示。他指出：“万家社区图书室援建和万家社区读书活动，是一项得人心、暖人心、聚人心的活动，对丰富城市居民的文化生活、推动学习型社区建设发挥了重要作用。这项活动由城市拓展到农村，必将对丰富和满足广大农民群众的精神文化生活，推动社会主义新农村建设发挥积极作用。要精心组织，务求实效，把这件事关群众利益的好事做好。”

为了使活动真正取得实效，让亿万农民群众足不出村就能读到他们“读得懂、用得上”的图书，活动的主办单位精心组织数百名专家学者和政府相关负责人，编辑了“建设社会主义新农村书屋”。“书屋”共分农村政策法律、农村公共管理与社会建设、农村经济发展与经营管理、农村实用科技与技能培训、精神文明与科学生活、中华传统文化道德与民俗民风、文学精品与人物传记、农村卫生与医疗保健、农村教育与文化体育、农民看世界等10大类、1000个品种。这些图书几乎涵盖了新农村建设的方方面面。“书屋”用农民的语言、农民的话，深入浅出，使具有初中文化水平的人就能读得懂；“书屋”贴近农村、贴近农民、贴近农村生活的实际，贴近农民的文化需求，使农民读后能够用得上。

希望农村图书室援建和农村读书活动深入持久地开展下去，使活动成为一项受欢迎的富民活动，造福亿万农民。希望“书屋”能为农民群众提供一个了解外界信息的窗口，成为农民学文化、学科技的课堂，为提高农民素质，扩大农民的视野，陶冶农民的情操发挥积极作用。同时，也希望更多有识之士参与这项活动，推动农村文化建设，关心支持社会主义新农村建设。

二〇〇六年九月

前 言

地球是一颗蓝色的星球，几乎 70% 的表面积被水覆盖着，更像是一颗“水球”。但是在这颗蓝色的星球上生存和发展的人类，目前却普遍处于缺水状态，不仅有 12 亿人用水短缺、30 亿人缺乏用水卫生设施，而且每年还有 300~400 万人死于疟疾等与水有关的疾病。

这听上去可能有点奇怪，但实际上又是很容易理解的，因为海水占了地球水资源总量的 97.3%，淡水只占了 2.7%，淡水中冰山和冰川占了 77.2%，地下水 and 土壤中含有的水占了 22.4%，淡水湖和沼泽中的水占了 0.35%，河水占了 0.01%，大气中的水占了 0.04%。

在已经为数不多的淡水资源中，方便取用的只有河水、淡水湖水和浅层地下水，大约只相当于地球总水量的 0.2% 左右。而在现实中，这仅有的 0.2% 还不是人们能够全部利用到的，因为至少有两方面原因使宝贵的淡水资源更加稀少。

首先是人口压力。20 世纪，世界人口增加了两倍，而且处于城市化、工业化的大潮流之中，所以人类的用水量增加了将近 6 倍。目前，世界上许多国家正面临着水资源危机，而根据联合国的预测，到 2025 年时，这一危机将会蔓延到更多的国家，至少会有 35 亿人不得不面对它。

第二是水污染。联合国 2006 年 3 月发表的《世界水资源开发报告》指出，越来越严重的水污染蚕食着大量水资源：平均 1 升废水会污染 8 升淡水，目前所有流经亚洲城市的河流都被污染了，只

是程度不同；美国也有 40%的水资源流域受到金属、肥料和杀虫剂等物质的污染；欧洲 55 条主要河流中只有 5 条的水质还算合格。

缺水的世界，干渴的世界。这样的条件对人类社会的和平与发展都是重大的挑战。

从世界和平来看，根据统计，在第二次世界大战结束以来的 50 多年时间里，因为水而引发的国际冲突一共有 507 起，其中 37 起有暴力性质，21 起最后酿成了军事冲突。那么随着水资源的日益紧缺，国家间关于水的争端很有可能越来越多，军事冲突的次数和规模都会增加，直接影响着世界和平。

从世界的发展来看，人类赖以生存的农业遇到了两块很大的绊脚石：

一块来自农业自身。联合国《世界水资源开发报告》预测，到 2030 年时，全世界粮食需求将提高 55%，所以农村需要更多的灌溉水，而现在农业用水总量就已经占到了全球淡水消耗的 70% 左右，缺少更多的淡水可以应用。

一块来自农业之外。到 2007 年时，全世界将会有一半的人口居住在城镇。到 2030 年时，城镇人口的比例会进一步增加到 2/3。这样一来，城市生产生活用水的需求量会大幅增加，必然挤占农业用水量、影响农业生产的正常发展。

如何才能把这两块绊脚石踢到一边，使人们既有饭吃、有衣服穿，还能保证城镇的生产和生活用水呢？联合国《世界水资源开发报告》指出：“我们能否满足持续增长的全球用水需求，将取决于人们对现有资源的有效管理。”资料显示，全世界每年的农业用水量如果能节省 1/10，每个家庭能够支配的淡水量就会增加一倍。所以，在节约城镇用水的前提下，怎样在农业生产中节省用水，或者说怎样高效用水、让每一滴水都能在农业生产中派上用场，就成了关键之中的关键。

明确体现这种特征的农业就是节水农业。20 世纪 50 年代以来,节水农业在少数国家迅猛发展,同时在世界范围不断扩展,不仅在缺水的地区和国家是这样,就连自然条件非常适合发展农业的地区和国家也是这样。从根本上说,干渴的世界需要节水农业,节水农业是世界农业发展的必然趋势。

从节水农业建设取得了很大成绩的国家来看,节水农业的特色与国家的具体国情是紧密联系的。美国、澳大利亚、以色列、印度等国的节水农业,无论是技术、政策还是科研,都受到基本国情的很大影响,发展出了各具特色的节水农业模式,具有比较广泛的代表性:

美国模式。美国人少地多、资源环境压力比较小,所以没有大规模修建节水灌溉工程,而主要是在旱作农业区推广保护性耕作技术,结合自身机械化、信息化方面的优势,走农艺节水的道路。在节水农业政策上,强调法制、采取多种措施构建节水社会,对农业用水进行企业化管理,但不以盈利为目的。在节水农业科研上,充分发挥了自身的人才、科研优势,研发、推广体系比较完整。

澳大利亚模式。澳大利亚也是一个人少地多的国家,但是自然条件更加适合畜牧业的发展。澳大利亚的节水农业,主要采取粮草轮作制(小麦/养羊农作制),一方面可以避免有机质下降、保持土壤的肥力,另一方面也方便转产、可以降低市场风险。此外,澳大利亚还摸索出了独具特色的调亏灌溉技术、固定道保护性耕作技术等,也健全和完善了节水农业的保障体系和科研体系。

以色列模式。以色列是世界上土地最贫瘠、淡水最缺乏的国家之一,这促使以色列节水农业技术倾向于精细化,注重提高每一滴水的利用效率。以色列不仅建成了覆盖全国的管道化供水网络、使输水效率居于世界之首,还大力发展喷灌和微灌技术,走出一条高投入、高效益的节水农业道路。以色列严格地依法管水,

制度非常完善，民间科研机构在节水农业技术的研发过程中也发挥着重要作用。

印度模式。印度是一个多山、多雨的国家，雨季、旱季分明，所以保土蓄水是印度农业成功的关键。在不同的地区，分别应用了农林混作、集水种植等节水农业技术，尽可能适应当地的自然条件。同时，印度还注重生物技术在农业上的应用，特别是生物化肥的研制和应用，有效缓解了化肥对水土的污染问题。

我国是个水资源相对贫乏的大国，虽然全国水资源总量有 28000 亿立方米、居世界第 6 位，但是人均占有量却只有 2220 立方米，才是世界人均水平的 1/4。我国又是个农业大国，每年的农业用水约为 4000 多亿立方米，占全国每年用水总量的七成多。

在宝贵的农业用水中，只有不到四成得到了有效利用，还有六成多在输水、配水和田间灌水的过程中被白白浪费掉了。同时，每吨水生产出的小麦只有 1.1 公斤。相比之下，西方发达国家的农业用水有八成得到了有效利用，在以色列更超过了九成，而每吨水更能生产出 2.5 公斤小麦。这些基本数据和现实情况说明，我国农业在用水上问题非常严重，正因为如此也就有很大的节水空间。

党和政府高度重视这一问题，“九五”以来加大了对节水农业建设的投入。比如“现代节水农业技术体系及新产品研究与开发”，就是“十五”重大科技专项，资金投入超过 4 亿元。节水农业是中国农业的必由之路，我们应该一方面放眼看世界，积极学习节水农业的先进经验和技术；另一方面立足我国实际，并结合各地的具体情况，因地制宜地研究和应用能够促进节水农业发展的方法。

谨以此书献给我国农村的亿万父老乡亲！

编 者

2006 年 5 月

第一章 节水农业——利国利民的综合性的工程

第一章是全书的基本知识部分，一共分为四节：第一节主要介绍了节水农业的相关概念，明确了农业节水与节水农业的区别和联系，明确了节水农业的技术和目的；第二节重点介绍了减少农业输配水损耗的措施和方法；第三节详细介绍了灌溉技术和灌溉技术的创新，对各种灌溉技术的优缺点、适用条件等也有所总结；第四节从三个方面介绍了科学技术对节水农业的支撑作用。

第一节 农业节水与节水农业

每当谈起节水农业，大家脑海中总会马上浮现出防渗渠、喷灌、微灌等农业节水设施和技术，认为“节水农业就是节水的农业”。这也难怪，因为节水灌溉设施和技术是看得见、摸得着的。相比之下，耕作技术和科学技术在节水农业中的作用就经常被忽略了。

其实，农业节水仅仅是节水农业的技术基础，节水农业的内容比农业节水更加广泛和综合。从根本上讲，“节水农业”更是“高效用水农业”，所以世界上一些不缺水的国家和地区同样在大力发展节水农业，这不仅仅是为了节省水资源，更重要的是提高每一滴水的利用效率，增加农业生产、特别是种植业生产的效益。

在我们前往美国、澳大利亚、以色列和印度，参观那里的节

水农业之前，需要对农业节水和节水农业有更加清楚的了解，因为清楚的概念可以帮助我们更好地认识和理解美、澳、以、印四国节水农业的经验。

在这里，我们将要首先走进节水农业的“图书馆”，从农业节水和节水农业的相关内容开始，全面介绍有关的知识，为后面的参观做好准备。

一、农业节水技术面面观

水是生命之源，在农业生产上更是非常重要的条件，世界最早出现农业生产的地方，都是水资源比较充沛、土壤比较肥沃的地方。具体来说，农业生产的每个环节都离不开水，从引水到收获，不仅环节多，而且过程也比较长。

从水的消耗原因来看，一方面是在引水、输水、配水、灌水等环节中出现的消耗，由于农作物并没有利用到这一部分水，所以我们把这种消耗叫做非生物性水消耗；另一方面是农作物的根系从土壤中吸水、传输、蒸腾等过程中的消耗，由于农作物利用到了这一部分水，所以我们又把这种消耗叫做生物性水消耗。

世界各国采用的农业节水技术，都试图尽量减少非生物性和生物性水消耗。通常来说，农业节水技术可以归纳为以下三种：

（一）工程节水技术

工程节水技术，主要是通过兴建各种节水灌溉工程来提高灌溉水的利用率。这些技术中，主要包括输水渠道防渗技术、管道输水技术、喷灌技术、微灌技术和改进地面灌溉技术等。

工程节水技术的直接目的和作用，是减少在输水和配水过程出现的渗漏蒸发损失和在田间灌水过程中出现的深层渗漏损失，这样可以提高灌溉效率、使更多的灌溉水能够到达田间地头。可以说，工程节水技术是整个农业节水技术的核心和关键，这方面

的技术在过去几十年间也得到了很大的发展。

（二）农艺节水技术

农艺节水技术，主要是通过具体的耕作措施来调控田地的水分、提高农田的生产效率和水的利用效率。这其中，主要包括调整农作物的种植结构、改善耕作制度、改进耕作技术、推广秸秆或地膜覆盖技术、发展化学药剂与保水剂的应用技术等。

农艺节水技术的直接目的和作用，是减少田地中的水分蒸发、保持土壤中的水分含量，并在这个基础上，进一步提高农作物对水的利用效率。农艺节水技术是农业节水技术的重要组成部分，也是工程节水技术的重要补充，尽管需要投入一定资金和人力，但是收效远远超过投入。所以在谈到节水农业时，是不能忽略农艺节水技术的。

（三）生物节水技术

生物节水技术，是农业节水技术中比较新的领域。科学家们比较普遍地认为，生物节水技术主要包括两方面内容：一方面是根据农作物对水的需求，在合适的时间、用合适的水量进行精确灌溉；另一方面是通过生物遗传技术改良现有的农作物品种，使它们既抗旱又高产。

目前，人们比较熟悉工程节水技术和农艺节水技术，除了少数农业非常发达的国家外，普遍忽略生物节水技术。当然，这既是因为观念上习惯于“浇地”而不是“浇作物”，也是因为生物节水技术本身存在着较大的难度，在应用时还存在着资金投入、人员培训等方面的难度。但是总的来说，由于生物节水技术是从农作物内部实现高效用水的，所以它可以更有效地提高农业用水效率，特别是在工程节水技术和农艺节水技术的效果已经达到极限的情况下，就更具有重要的意义了，在未来的发展前景是非常广阔的。

介绍到这里，我们可以对农业节水技术的作用进行一下总结了。总的来说，农业节水技术的作用基本上体现在以下四个环节中：

首先，是减少灌溉水渠和管道在输水和配水过程中出现的水量蒸发与渗漏损失，提高农田灌溉水的利用率；

第二，是减少在田间地头灌溉过程中出现的水分深层渗漏和地表流失，在改善灌水质量的同时，也减少灌溉每单位田地的平均用水量；

第三，是减少农田土壤的水分蒸发损失，更加有效地利用天然降水和灌溉水资源，使水不仅能来得足，而且还能留得住、用得上；

第四，是减少农作物过多的水分蒸腾消耗，提高每一滴水的生产效率。

从节水农业比较成熟和发达的国家来看，各国都非常重视提高以上四个环节中的灌溉水和自然降水的利用率，增加农作物的产量、提高灌溉用水的效益。

同时，各国节水农业技术的发展也有着共同的特点：它们都是从发展工程节水技术开始的，在建立了高标准的防渗渠道和压力管道进行输水和配水后，又着重研究节水灌溉技术，根据地域特点的不同分别采用了喷灌、微灌和改进的地面灌技术。当工程节水技术和农艺节水技术取得很大成效、但是又缺乏继续增长空间的时候，节水农业技术的研究重点便向生物节水技术倾斜了，而且尤其重视农业节水技术和环境保护技术的密切结合。

二、节水农业含义面面观

节水农业是对水资源进行合理的开发和利用，利用先进的水

利工程技术、适宜的农业技术和用水管理技术，使农业用水的利用率和农业生产效益能够有显著的提高，从而在保证农业持续、稳定和健康发展的同时，也使人们对生态环境的影响和对自然资源的索取保持在合理的限度之内，实现人类与环境的和谐共存。

我们可以从技术和目的两个方面理解节水农业的含义：

（一）从技术上看，节水农业需要三大技术支柱

节水农业是科技进步的产物，也是现代化农业的重要内容。发展节水农业，需要搞好水源开发利用技术、农业节水技术和用水管理技术。可见，节水农业并不完全等同于“节水的农业”，农业节水技术只是节水农业的三大技术支柱之一。

前面我们已经了解了农业节水技术的内容，这里就着重看一看水源开发与利用技术和农业用水管理技术。

水源开发与利用技术，是对地面水、地下水、土壤水、咸水、污水等农业水资源进行开发和利用的技术。人们通过必要的工程措施，对天然状态下的水进行调节、控制和分配、利用，对城市生活和工业生产所产生的废水污水进行处理，为农业提供所需要的水量。

农业用水管理技术，在很大程度上比防渗渠、喷灌、微灌等工程技术还重要。农业用水管理技术包括了对农业用水的组织管理、工程管理、经营管理和用水管理等方面的技术，比如灌溉用水管理自动信息系统、输配水自动量测及监控技术，土壤墒情自动监测技术、节水灌溉制度等。其中的输配水自动量测及监控技术，普遍采用了高标准的量测设备，能够及时和准确地掌握灌区水情，如水库、河流、渠道的水位、流量以及抽水水泵运行情况等技术参数，通过数据采集、传输和计算机处理，实现科学配水，减少弃水。而土壤墒情自动监测技术，则采用张力计、中子仪等先进的土壤墒情监测仪器监测土壤墒情，科学地制定灌溉计

划，在合适的时间、用合适的水量对农作物进行精确灌溉。

(二) 从目的上看，节水农业不仅仅要节约用水

中国工程院院士、水利部水土保持研究所的山仑研究员认为，节水农业存在三种主要形式，一种是节水灌溉农业，一种是旱作农业，在它们之间，还有一种有限灌溉农业。这三种节水农业形式的目的，不仅仅是为了节省宝贵的水资源，更重要的是通过科学的灌溉、合理的耕作、有效的管理来提高农业的生产效率，并且在提高农业生产效率的同时，也改善土壤、减少水利工程的负担、扩大可用的耕地面积。下面，分别作一介绍。

1. 节水灌溉农业

节水灌溉农业是节水农业的主要形式，它的特点是为了节约水资源，尽量减少水库和灌溉水在运输过程中的水分渗漏和蒸发损耗，同时摸清农作物的需水规律，根据农作物的需水规律不断改进灌溉技术、减少灌溉定额，在节约灌溉水的同时也能实现农作物的高产。

2. 旱作农业

旱作农业，是指在不具备补充灌溉条件的地区，主要通过高效利用自然降水（包括通过集水措施）、采取少耕免耕、秸秆覆盖、抗旱种子等农艺和生物节水技术，使农作物实现增产的农业类型。

3. 有限灌溉农业

有限灌溉农业，也叫做非充分灌溉农业。这里的“有限灌溉”具体表现为，农民灌溉的水量不能完全满足农作物生长发育全过程的需水量，而是把有限的水资源科学、合理、非足额地安排在对产量影响比较大的时期，特别是在能产生较高经济价值的需水关键时期供水，在不是需水关键时期就减少供水或者不供水。

有限灌溉不追求单位面积上的最高产量，它的主要目的是在水资源比较有限的地区，建立合理的水量与产量的关系，通过增加灌溉面积而获得大面积总量的增产，把水分利用效率、农作物产量和经济效益三个方面统一起来。

有限灌溉农业是当前发展节水农业的一种新趋势，在科学技术不断进步的基础上，如果可以做到对灌溉水的定时定量精确控制，那么有限灌溉将会成为未来农业供水的一种主要方式。

不管是哪种节水农业类型，它们的共同目标都是提高水的利用效率。所以从根本上讲，“节水农业”更是“高效用水农业”，也就是要最大限度地减少从水源通过输水、配水、灌水直到农作物耗水过程中水的损失，并且在这个基础上，提高单位用水量的产值和产量，进而提高农业用水的有效性和农业的产出效益。

三、节水农业是利国利民的综合性工程

（一）节水农业建设，对于国家和农民个人都有着积极意义

1. 节水农业是可持续发展的、投资效益很好的产业

节水农业不仅适应了全球普遍缺水的状况，而且形成了农业用水的良性循环，成为可持续发展的产业。对于国家而言，农业直接关系到国民的温饱，在错综复杂的国际环境中，往往具有战略意义。可持续发展的节水农业可以确保国家的粮食安全，是国家综合国力的重要体现。

节水农业又是投资效益很好的产业。有关资料表明，在各种拉动经济增长的基础设施投资中，农业节水措施实际上是最值得投资的项目之一。单单从投资上讲，节水灌溉就比调水抗旱要划算得多。采用节水灌溉技术节省每立方米水的成本，只相当于远程调水成本的两成，投资效益和生态效益明显要更好。