



山 仑 黄占斌 张岁岐 编著

节水农业



暨南大学出版社
清华大学出版社



山 仑 黄占斌 张岁岐 编著

节 水 农 业



清华大学出版社



暨南大学出版社

(京)新登字 158 号

图书在版编目(CIP)数据

节水农业/山仑,黄占斌,张岁岐编著. —广州:暨南大学出版社;
北京:清华大学出版社,2000.5
(院士科普书系/路甬祥主编)
ISBN 7-81029-789-9

I. 节… II. ①山… ②黄… ③张… III. 农业-节约用水-普及
读物 IV. S27-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 18229 号

2422/06

出 版 者: 暨南大学出版社(广州天河,邮编 510630)

<http://www.jnu.edu.cn>

清华大学出版社(北京清华大学学研楼,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 杨新之

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 850×1168 1/32 **印 张:** 6.25 **字 数:** 122 千字

版 次: 2000 年 6 月第 1 版 2000 年 7 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-81029-789-9/G·120

印 数: 5000~10000

定 价: 15.00 元

《院士科普书系》编委会

编委会名誉主任 周光召 宋 健 朱光亚

编委会主任 路甬祥

编委会委员 (按姓氏笔划排序)

王佛松	王 越	王 夔	方智远	卢永根
母国光	旭日干	刘大响	刘元方	刘鸿亮
关 桥	汤钊猷	许根俊	孙鸿烈	李大东
李廷栋	李依依	杨 乐	吴有生	吴德馨
何凤生	何鸣元	汪旭光	汪品先	陆建勋
陈可冀	陈运泰	陈建生	陈厚群	范维唐
季国标	金怡濂	周干峙	周永茂	周 恒
郑健超	赵忠贤	胡仁宇	钟万勰	钟南山
洪德元	姚福生	秦伯益	顾诵芬	钱七虎
徐冠华	殷瑞钰	黄志镗	龚惠兴	梁栋材

编委会执行委员 郭传杰 葛能全 钱文藻 罗荣兴

编委会办公室主任 罗荣兴(科学时报社)

副主任 何仁甫(中国科学院学部联合办公室)

冯应章(中国工程院学部工作部)

蔡鸿程(清华大学出版社)

周继武(暨南大学出版社)

总 策 划 罗荣兴 周继武 蔡鸿程

总 责 任 编 辑 周继武 蔡鸿程 宋成斌

提高全民族的科学素质

——序《院士科普书系》

人类走到了又一个千年之交。

人类的文明进程至少已有六千余年。地球上各个民族共同创造了人类文明的灿烂之花。中华文明同古埃及文明、古巴比伦文明、古印度文明、古希腊文明等一起，是人类文明的发源地。

十五世纪之前，以中华文明为代表的东方文明曾遥遥领先于当时的西方文明。从汉代到明代初期，中国的科学技术在世界上一直领先长达十四个世纪以上。在那个时期，影响世界文明进程的重要发明中，相当部分是中华民族的贡献。

后来，中国逐渐落后了。中国为什么落后？近代从林则徐以来许多志士仁人就不断提出和思索这个历史课题。但都没有找到正确的答案。以毛泽东同志、邓小平同志为代表的中国共产党人作出了唯一正确的回答：中国落后，是由于生产力的落后和社会政治的腐朽。西方列强对中国的欺凌，更加剧了中国经济的落后和国家的衰败。而落后就要挨打。所以要进行革命，通过革命从根本上改变旧的生产关系和政

治上层建筑,为解放和发展生产力开辟道路。于是,就有了八十多年前孙中山先生领导的辛亥革命,就有了五十年前我们党领导的新民主主义革命的胜利,以及随后进行的社会主义革命的成功。无论是革命还是我们正在进行的社会主义改革,都是为了解放和发展生产力。

邓小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的著名论断,使我们对科学技术在经济和社会发展中的地位与作用的认识,有了新的飞跃。我们应该运用这一真理性的认识,深刻总结以往科学技术发展的历史经验,把我国科技事业更好地推向前进。中国古代科技有过辉煌的成果,但也有不足,主要是没有形成实验科学传统和完整的学科体系,科学技术没有取得应有的社会地位,更缺乏通过科技促进社会生产力发展的动力和机制。为什么近代科学技术首先在文艺复兴后的欧洲出现,而未能在我国出现,这可能是原因之一吧。而且,我国历史上虽然有着伟大而丰富的文明成果和优良的文化传统,但相对说来,全社会的科学精神不足也是一个缺陷。鉴往开来,继承以往的优秀文化,弥补历史的不足,是当代中国人的社会责任。

在新的世纪中,中华民族将实现伟大的复兴。在一个占世界人口五分之一的发展中大国里,再用五十年的时间基本实现现代化,这又是一项惊天动地的伟业。为实现这个光辉

的目标,我们应该充分发挥社会主义制度的优越性,坚持不懈地实施科教兴国战略。

科教兴国,全社会都要参与,科学家和教育家更应奋勇当先,在全社会带头弘扬科学精神,传播科学思想,倡导科学方法,普及科学知识。科教兴国也要抓好基本建设。编辑出版高质量的科普图书,就是一项基本建设,对于提高全民族的科学素质,是很有意义的。在《院士科普书系》出版之际,写了上面这些话,是为序。

江泽民

一九九九年十二月二十三日

人民交给的课题

——写在《院士科普书系》出版之际

世界正在发生深刻的变化。这一变化是 20 世纪以来科学技术革命不断深入的必然结果。从马克思主义的观点看来,生产力的发展是人类社会发展与文明进步的根本动力;而“科学技术是第一生产力”,因此,科学技术是推动社会发展与文明进步的革命性力量。从生产力发展的阶段看,人类走过了农业经济时代、工业经济时代,正在进入知识经济时代。

知识经济时代,知识取代土地或资本成为生产力构成的第一要素。知识不同于土地或资本,不仅仅是一种物质的形态,知识同时还是一种精神的形态。知识,首先是科学技术知识,将不仅渗透到生产过程、流通过程等经济领域,同时还将渗透到政治、法律、外交、军事、教育、文化和社会生活等一切领域。可以说,在新的历史时期,一个国家、一个民族能否掌握当代最先进的科技知识以及这些科技知识在国民中普及的程度将决定其国力的强弱与社会文明程度的高低。科技创新与科普工作是关系到一个国家、一个民族兴衰的

大事。

对于我们科技工作者来说,我们的工作应当包含两个方面:发展科技与普及科技;或者说应当贯穿于知识的生产、传播及应用的全过程。我们所说的科普工作,不仅是普及科学知识,更应包括普及科学精神和科学方法。

我们的党和政府历来都十分重视科普工作。党的十五大更是把树立科学精神、掌握科学方法、普及科技知识作为实施科教兴国战略和社会主义文化建设的一项重要任务提到了全党、全国人民和全体科学工作者的面前。

正是在这样的背景下,1998年春由科学时报社(当时叫“中国科学报社”)提出创意,暨南大学出版社和清华大学出版社积极筹划,会同中国科学院学部联合办公室和中国工程院学部工作部,共同发起《院士科普书系》这一重大科普工程。

1998年6月,中国科学院与中国工程院“两院”院士大会改选各学部领导班子,《院士科普书系》编委会正式成立,各学部主任均为编委会委员。编委会办公室在广泛征求意见的基础上拟出150个“提议书目”,在“两院”院士大会上向1000多名院士发出题为《请科学家为21世纪写科普书》的“约稿信”,得到了院士们的热烈响应。在此后的半年多时间里,有176名院士同编委会办公室和出版社签订了175本书的写作出版协议,开始了《院士科普书系》艰辛的创作过程。

《院士科普书系》的定位是结合当代学科前沿和我国经济建设与社会发展的热点问题，普及科技知识、科学方法。科学性、知识性、实用性和趣味性是编写的总要求。

编写科普书对我国大多数院士来说是一个新课题。他们惯于撰写学术论文。如何把专业的知识和方法写成生动、有趣、有文采的科普读物，于科技知识中融入人文教育，不是一件容易的事。不少院士反映：写科普书比写学术专著还难。但院士们还是以感人的精神完成自己的书稿。在此过程中，科学时报社和中国科学院学部联合办公室、中国工程院学部工作部以及清华大学出版社、暨南大学出版社也付出了辛勤的劳动。

《院士科普书系》首辑终于出版了。这是人民交给科学家课题，科学家向人民交出答卷。江泽民总书记专门为《院士科普书系》撰写了序言，指出科普是科教兴国的基础工程，勉励科学家、教育家“在全社会带头弘扬科学精神，传播科学思想，倡导科学方法，普及科学知识”，充分表达了党的第三代领导集体对科普的重视，对提高全民族科技素质的殷殷期望。

《院士科普书系》将采取滚动出版的模式。一方面随着院士们的创作进程，成熟一批出版一批；另一方面随着科学技术的进步和创新，不断有新的题材由新的院士作者撰写。因此，《院士科普书系》将是一个长期的、系统的科普工程。

这一庞大的工程,不但需要院士们积极投入,还需要各界人士和广大读者的支持——对我们的选题和内容提出修订、完善的建议,帮助我们不断提高《院士科普书系》的水平与质量,使之成为国民科技素质教育的系统而经典的读本。在科学家群体撰写科普书方面,我们也要以此为起点为开端,参与国际竞争与合作,勇攀世界科普创作的高峰。

中国科学院院长
《院士科普书系》编委会主任

路甬祥

2000年1月8日

前 言

农业是第一用水大户,其用水量占我国用水总量的70%以上。近年来,我国政府、学术界以及有关人士都十分强调发展节水农业的迫切性;在实践中,人们的节水意识也在逐渐增强。出现这一局面的主要背景是,我国北方地区水资源日趋紧缺,需水与供水矛盾加剧,一些地方已面临水危机,不少人切身感受到了缺水给生活带来的麻烦和对生产造成的损失。除了这一直接原因外,强调农业节水还有另外一个重要原因,就是发展节水农业是建设现代农业本身的需求,因为水土资源的合理高效利用,经济、生态、社会效益的紧密结合也是现代农业所力求实现的目标。推行节水农业不仅是解决我国北方供水危机的首要途径,而且是实现我国农业现代化的一个必需的步骤,这对于保障我国整个国民经济持续发展至关重要。因此,我国政府正把它作为一项重大战略措施。

什么是节水农业?它的含义是什么?我们认为:节水农业是在充分利用自然降水的基础上高效利用灌溉水的农业。节水农业的目标可以概括为:在保持农业生产以正常速度增长的同时,维持水资源的持续利用和区域平衡;在不断提高农业用水利用率和利用效率的同时,逐步做到降低农业用水总量。为实现这一目标,必须打破传统的农业用水观念,切实根据水资源状况和需水规律建立起一个适应现代社会和

现代农业发展需求的新的农业供水机制。而要做到这一点，必须首先从科学技术角度就“节水与增产能否同时实现以及如何实现”这样一个关键性命题作出回答。让我们共同依靠科学技术来实现既节水又增产的梦想。

本书的立意是：将节水农业作为一项复杂的系统工程，着重应用节水生物学理论，综合论述发展节水农业的重要意义、科学根据、技术对策及应用前景，试图让人们对该领域有一个较全面的认识，增加节水知识，增强节水意识，并希望一部分读者由此产生进一步关注节水农业的兴趣。本书分为三章：节水农业意义，节水农业原理和节水农业技术，由山仑统筹，山仑、张岁岐、黄占斌分别执笔。由于节水农业涉及面广，作者知识有限，加之对科普写作缺乏经验，书中不当之处实所难免，敬请指正。

山 仑

1999 年 5 月

目 录

1 节水农业意义

- 1.1 水是生命的赋予者 1
- 1.2 水是农业的命脉 9
- 1.3 水危机正在到来 16
- 1.4 发展节水农业的意义与目标 27

2 节水农业原理

- 2.1 节水农业一般原理 33
- 2.2 与节水农业有关的科学概念 35
- 2.3 节水农业的生物学基础 61
- 2.4 节水与增产能否同时实现 77

3 节水农业技术

- 3.1 概述 84
- 3.2 输水系统节水技术 94
- 3.3 田间灌溉节水技术 106
- 3.4 田间农业节水技术 126
- 3.5 化学节水技术 137

3.6 旱区雨水收集利用技术	150
3.7 管理节水技术	162
3.8 节水农业技术发展前景	173
参考文献	181

1

节水农业意义

1.1 水是生命的赋予者

水和生命是紧密地联系在一起的,没有水就没有生命,所以我们说水是生命的赋予者。首先,在所有生物中,水是最多、最主要的成分。在正在生长的组织中平均含有 90% 左右的水。除数量以外,水的性质对于生命的维持与延续也许更为重要。水具有许多独特的物理和化学性质,有人认为,水具备了通常已知物质异常特性的最大汇集。

大家知道,除液态氨以外,水在任何已知物质中比热最高,而且有较高的汽化热

水具有许多独特的物理和化学性质。

和融解热,这有助于稳定植物体的温度。水的这一特性表现在岛屿和邻近水域的陆地气温变化较小。水的这一特性对于农业布局和天然植被分布,有着重要影响。在水与光的关系方面,水对可见辐射是可透过的,因而光线能穿过水体到相当深度,使藻类进行光合作用并得以正常生长;水对红外线波长较长的光线几乎不能透过,因此水又是良好的吸热器。水的这种吸热特性对于维持正常的生物生存环境和开展水产养殖都是有意义的。水具有非常轻微电离的特性,在5.55亿个分子中只有一个解离。水还有高的介电常数,使其成为一种几乎万能的溶剂。水不仅是电解质的良好溶剂,而且因为它能和氨基和羧基形成氢键,因而也是许多非电解质的良好溶剂,这是植物体产生一切化学反应的基础。水分子结构所决定的水的“团结”特性,即形成的高的表面张力和内聚力,对于植物生命活动来讲,是一种十分重要的特性。我们知道,水分子(H_2O)是由两个氢原子和一个氧原子组成的。这个分子因为氢原子的非对称分布,其形状为V字形(图1.1)。



图 1.1 水分子结构