

卢嘉锡 总主编

# 中国科学技术史

## 农学卷

董恺忱 范楚玉 主编



科学出版社

卢嘉锡 总主编

# 中国科学技术史

农学卷

董恺忱 范楚玉 主编

科学出版社

2000

## 内 容 简 介

中国古代科学技术的辉煌成就举世瞩目，对其进行系统整理和研究是几代中国学者的愿望。《中国科学技术史》由中国科学院自然科学史研究所与科学出版社联合组织，在数百位学者数十年的共同努力下，各分卷陆续出版，成为一项全面系统、结构合理的重大学术工程，堪称中国学者研究中国古代科学技术的集大成之作。

本书各卷分可独立成书，合则成为有机整体，经纬交错，斐然成章，对于研究中国古代科学技术传统的国内外学者具有极高的参考价值，同时也是公众准确认识和深入理解中华文明史的重要读本。

### 图书在版编目(CIP)数据

中国科学技术史 / 卢嘉锡主编. —北京: 科学出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-03-049360-6

I. ①中… II. ①卢 III. ①科学技术-技术史-中国 IV. ①.N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 159988 号

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>

北京京华虎彩印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 5 月第三次印刷 印张: 1068 1/2 插页: 24

字数: 26 800 000

定价: 6920.00 元

(26 卷套装)

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《中国科学技术史》的组织机构和人员

### 顾问 (以姓氏笔画为序)

王大珩	王佛松	王振铎	王绶琯	白寿彝	孙 枢	孙鸿烈	师昌绪
吴文俊	汪德昭	严东生	杜石然	余志华	张存浩	张含英	武 衡
周光召	柯 俊	胡启恒	胡道静	侯仁之	俞伟超	席泽宗	涂光炽
袁翰青	徐莘芳	徐冠仁	钱三强	钱文藻	钱伟长	钱临照	梁家勉
黄汲清	章 综	曾世英	蒋顺学	路甬祥	谭其骧		

### 总主编 卢嘉锡

### 编委会委员 (以姓氏笔画为序)

马素卿	王兆春	王渝生	艾素珍	丘光明	刘 钝	华觉明	汪子春
汪前进	宋正海	陈美东	杜石然	杨文衡	杨 熈	李家治	李家明
吴瑰琦	陆敬严	周魁一	周嘉华	金秋鹏	范楚玉	姚平录	柯 俊
赵匡华	赵承泽	姜丽蓉	席龙飞	席泽宗	郭书春	郭湖生	谈德颜
唐锡仁	唐寰澄	梅汝荪	韩 琦	董恺忱	廖育群	潘吉星	薄树人
戴念祖							

### 常务编委会

主 任 陈美东

### 委 员 (以姓氏笔画为序)

华觉明 杜石然 金秋鹏 赵匡华 唐锡仁 潘吉星 薄树人 戴念祖

### 编撰办公室

主 任 金秋鹏

副 主 任 周嘉华 杨文衡 廖育群

### 工作人员 (以姓氏笔画为序)

王扬宗 陈 晖 郑俊祥 徐凤先 康小青 曾雄生

《农学卷》编委会（以姓氏笔画为序）

李根蟠 闵宗殿 杨直民 范楚玉 董恺忱 曾雄生

审 订 游修龄

## 总 序

中国有悠久的历史 and 灿烂的文化,是世界文明不可或缺的组成部分,为世界文明做出了重要的贡献,这已是世所公认的事实。

科学技术是人类文明的重要组成部分,是支撑文明大厦的主要基干,是推动文明发展的重要动力,古今中外莫不如此。如果说中国古代文明是一棵根深叶茂的参天大树,中国古代的科学技术便是缀满枝头的奇花异果,为中国古代文明增添斑斓的色彩和浓郁的芳香,又为世界科学技术园地增添了盎然生机。这是自上世纪末、本世纪初以来,中外许多学者用现代科学方法进行认真的研究之后,为我们描绘的一幅真切可信的景象。

中国古代科学技术蕴藏在汗牛充栋的典籍之中,凝聚于物化了的、丰富多姿的文物之中,融化在至今仍具有生命力的诸多科学技术活动之中,需要下一番发掘、整理、研究的功夫,才能揭示它的博大精深的真实面貌。为此,中国学者已经发表了数百种专著和万篇以上的论文,从不同学科领域和审视角度,对中国科学技术史作了大量的、精到的阐述。国外学者亦有佳作问世,其中英国李约瑟(J. Needham)博士穷毕生精力编著的《中国科学技术史》(拟出7卷34册),日本薮内清教授主编的一套中国科学技术史著作,均为宏篇巨著。关于中国科学技术史的研究,已是硕果累累,成为世界瞩目的研究领域。

中国科学技术史的研究,包涵一系列层面:科学技术的辉煌成就及其弱点;科学家、发明家的聪明才智、优秀品德及其局限性;科学技术的内部结构与体系特征;科学思想、科学方法以及科学技术政策、教育与管理的优劣成败;中外科学技术的接触、交流与融合;中外科学技术的比较;科学技术发生、发展的历史过程;科学技术与社会政治、经济、思想、文化之间的有机联系和相互作用;科学技术发展的规律性以及经验与教训,等等。总之,要回答下列一些问题:中国古代有过什么样的科学技术?其价值、作用与影响如何?又走过怎样的发展道路?在世界科学技术史中占有怎样的地位?为什么会这样,以及给我们什么样的启示?还要论述中国科学技术的来龙去脉,前因后果,展示一幅真实可靠、有血有肉、发人深思的历史画卷。

据我所知,编著一部系统、完整的中国科学技术史的大型著作,从本世纪50年代开始,就是中国科学技术史工作者的愿望与努力目标,但由于各种原因,未能如愿,以致在这一方面显然落后于国外同行。不过,中国学者对祖国科学技术史的研究不仅具有极大的热情与兴趣,而且是作为一项事业与无可推卸的社会责任,代代相承地进行着不懈的工作。他们从业余到专业,从少数人发展到数百人,从分散研究到有组织的活动,从个别学科到科学技术的各领域,逐次发展,日臻成熟,在资料积累、研究准备、人才培养和队伍建设等方面,奠定了深厚而又广大的基础。

本世纪80年代末,中国科学院自然科学史研究所审时度势,正式提出了由中国学者编著《中国科学技术史》的宏大计划,随即得到众多中国著名科学家的热情支持和大力推动,得到中国科学院领导的高度重视。经过充分的论证和筹划,1991年这项计划被正式列为中国科学院“八五”计划的重点课题,遂使中国学者的宿愿变为现实,指日可待。作为一名科技工作者,我对此感到由衷的高兴,并能为此尽绵薄之力,感到十分荣幸。

《中国科学技术史》计分 30 卷,每卷 60 至 100 万字不等,包括以下三类:

通史类(5 卷):

《通史卷》、《科学思想史卷》、《中外科学技术交流史卷》、《人物卷》、《科学技术教育、机构与管理卷》。

分科专史类(19 卷):

《数学卷》、《物理学卷》、《化学卷》、《天文学卷》、《地学卷》、《生物学卷》、《农学卷》、《医学卷》、《水利卷》、《机械卷》、《建筑卷》、《桥梁技术卷》、《矿冶卷》、《纺织卷》、《陶瓷卷》、《造纸与印刷卷》、《交通卷》、《军事科学技术卷》、《计量科学卷》。

工具书类(6 卷):

《科学技术史词典卷》、《科学技术史典籍概要卷》(一)、(二)、《科学技术史图录卷》、《科学技术年表卷》、《科学技术史论著索引卷》。

这是一项全面系统的、结构合理的重大学术工程。各卷分可独立成书,合可成为一个有机的整体。其中有综合概括的整体论述,有分门别类的纵深描写,有可供检索的基本素材,经纬交错,斐然成章。这是一项基础性的文化建设工程,可以弥补中国文化史研究的不足,具有重要的现实意义。

诚如李约瑟博士在 1988 年所说:“关于中国和中国文化在古代和中世纪科学、技术和医学史上的作用,在过去 30 年间,经历过一场名副其实的新知识和新理解的爆炸”(中译本李约瑟《中国科学技术史》作者序),而 1988 年至今的情形更是如此。在 20 世纪行将结束的时候,对所有这些知识和理解作一次新的归纳、总结与提高,理应是中國科学技术史工作者义不容辞的责任。应该说,我们在启动这项重大学术工程时,是处在很高的起点上,这既是十分有利的基础条件,同时也自然面对更高的社会期望,所以这是一项充满了机遇与挑战的工作。这是中国科学界的一大盛事,有著名科学家组成的顾问团为之出谋献策,有中国科学院自然科学史研究所和全国相关单位的专家通力合作,共襄盛举,同构华章,当不会辜负社会的期望。

中国古代科学技术是祖先留给我们的一份丰厚的科学遗产,它已经表明中国人在研究自然并用于造福人类方面,很早而且在相当长的时间内就已雄居于世界先进民族之林,这当然是值得我们自豪的巨大源泉,而近三百年来,中国科学技术落后于世界科学技术发展的潮流,这也是不可否认的事实,自然是值得我们深省的重大问题。理性地认识这部兴盛与衰落、成功与失败、精华与糟粕共存的中国科学技术发展史,引以为鉴,温故知新,既不陶醉于古代的辉煌,又不沉沦于近代的落伍,克服民族沙文主义和虚无主义,清醒地、满怀热情地弘扬我国优秀的科学技术传统,自觉地和主动地缩短同国际先进科学技术的差距,攀登世界科学技术的高峰,这些就是我们从中国科学技术史全面深入的回顾与反思中引出的正确结论。

许多人曾经预言说,即将来临的 21 世纪是太平洋的世纪。中国是太平洋区域的一个国家,为迎接未来世纪的挑战,中国人应该也有能力再创辉煌,包括在科学技术领域做出更大的贡献。我们真诚地希望这一预言成真,并为此贡献我们的力量。圆满地完成这部《中国科学技术史》的编著任务,正是我们为之尽心尽力的具体工作。

卢嘉锡

1996 年 10 月 20 日

## 序

《中国科学技术史·农学卷》出版了，这是中国农史界的一件喜事，本书的作者们要我写篇序言，作为农史界成员之一，义不容辞。因我曾看过本书的初稿，提过一些供参考的意见，我想在序言中就不再谈本书的结构内容、优缺点之类，读者自会有所评价，这里我想就本书的出版发表一些感想。

### 一 万年的历程

人类的历史约已有 200 万年，农业起源于 1 万余年前，证之我国的考古发掘亦然，所以，人类农业的历史，充其量只占人类历史的 1%。可是这万年前起源的农业，却是人类发展史上的一个极其重要的转折点和里程碑。因为如果没有农业的起源，人类至今仍然在森林或洞穴里过着狩猎、采集的生活，不可能进入此后经历的各个社会阶段，直到今天这个令人眼花缭乱的世界。

人类有农业以来的成就，就世界范围而言，在渔猎、采集阶段，每 500 公顷的土地，只能养活 2 人；刀耕火种的原始农业时期，同样每 500 公顷的土地能养活 50 人；连续种植的农业，可养活约 1000 人；而集约经营的现代农业，则猛增至 5000 人。农业发展逐步加快，人口相应增加，是由于其他方面的支援和投入。工业革命以后，对农业的投入更多，发展的速度更快，人口的增长犹如脱缰之马，虽然屡经战争、饥荒、水旱、病虫、疫病的折磨，世界人口还是在波折中加速地上升，1996 年已超过 60 亿，并且将加速向 70 亿迈进，农业的负担也太重了。

农业越发展，人类从周围环境索取的资源也越多，人口的增殖也越快。在不破坏生态平衡的前提下，这种索取是安全的、合理的。但是，超越环境承载力的临界点，就会遭到自然的报复。所谓环境承载力，小至一个封闭的人群聚居点周围，人力所能及的半径有，大至一个地区、一个国家有，最后便是整个地球也有一个环境承载力。局部地区因环境承载力超负，遭到自然报复，在历史上屡见不鲜，孟子早就指出，齐国东南的牛山之所以“童山濯濯”，即因过度的采伐和放牧之故，孟子以“养”和“用”的关系说明：“苟得其养，无物不长；苟失其养，无物不消。”养和用平衡的办法是“数罟（过密的渔网）不入洿池，鱼鳖不可胜食也；斧斤以时入山林，材木不可胜用也”。这很合乎生态平衡的原理。《管子》、《荀子》、《淮南子》中都有较孟子更详细的论述和主张，这是局部地区的滥砍滥伐、滥捕滥捉受自然的报复以后，所得出的深刻教训。

现代农业获得工业装备和科技推广的支援，产量增加，品质改善，经济效益日益看好，人们的生活水平明显提高。但是农业（以及工业）在取得巨大经济效益的同时，往往带来环境污染、农药残毒扩散，通过呼吸、水源或食物链进入人体，还有森林缩小、生物物种资源丧失等一系列问题。早在 1962 年，美国的卡逊（R. Carson）出版了《寂静

的春天》(Silent Spring)一书,书中的标题如“不必要的大破坏”、“再也没有鸟儿叫了”、“死亡的河流”、“自天而降的灾难”等,当时不少人都以为是耸人听闻,杞人忧天;又有人驳斥,说依靠科技,人们有能力克服这些问题。可是只不过20来年,书中的警告,已一一出现在我们身边,再次证明科技是双刃剑的这一譬喻,是很辩证的。

## 二 “三才”思想和中西观念的对立

一部《中国农学史》的核心,是古代的天、地、人“三才”理论在实践中的指导和运用。“三才”是哲学,也是宇宙观,古代以之解释各种有关方面,用在农业生产上,是一种合乎生态原理的思想。

“三才”在中国农业上的运用,并表现为中国农业特色的,是二十四节气、地力常新和精耕细作,这三者便是对应于天、地、人的“三才”思想的产物。《吕氏春秋》的上农、任地、辩土和审时四篇,是融通天、地、人“三才”的相互关系而展开论述的。西汉《汜胜之书》的“凡耕之本,在于趋时、和土、务粪泽”,可作技术看,亦可视为“三才”的具体化。这种思想贯穿于后世的《齐民要术》、陈旉《农书》、王桢《农书》、《农政全书》等所有农书。到明清时期,“三才”思想又有了延伸和发展,马一龙从阴阳思想的天象“日为阳,雨为阴;昼为阳,夜为阴”推衍出植物生长的“展伸为阳,敛拙为阴;动为阳,静为阴;……”等,指出阴阳的矛盾对立又和谐。杨双山则把古代“金、木、水、火、土”五行思想转换成“天、地、水、火、气”这新五行,称天、地、水、土为“四精”,气则是“精之会”,强调“阴阳交济,五行合和”。中国古代的天、地、人“三才”思想,至此完成了传统农业时期所能到达的理论最高水平,迎来了现代西方自然科学的挑战。

“三才”思想与西方的宗教哲学是针锋相对的,《旧约·创世纪》说:“大地厚生,生生不息,满载于世,征服它罢,努力去支配海中之鱼,空中之鸟,以及在地上走动的一切生物。”这与孟子的“苟得其养,无物不长;苟失其养,无物不消。”甘地的名言“自然可以满足人的需要,但不能满足人的贪婪。”不是针锋相对吗?文艺复兴以后的西方,科学技术飞速发展,“人类征服自然!”这一豪言壮语,成为鼓舞人心的极大驱动力。两百年来,殖民主义、资本主义国家“努力去支配海中之鱼,空中之鸟,以及地球上一切走动的生物”,把《旧约》的这段指示发挥得淋漓尽致。落后的国家,正以美国为目标,努力追赶!去争取现在已所剩无几的“未开垦的处女地”。

美国前总统富兰克林写信给印第安人,提出收买印第安人的土地,印第安人无法抵抗,写了一封充满感情的回信给富兰克林,试看其中的几小段:“总统从华盛顿捎信来说,想购买我们的土地,但是……我们熟悉树液流经树干,正如血液流经我们的血管一样。我们是大地的一部分,大地也是我们的一部分。芬芳的花朵是我们的姐妹;麋鹿、骏马、雄鹰是我们的兄弟;山岩、草地、动物和人类全属于一个家庭。……如果我们放弃这片土地,转让给你们,你们必须记住,这如同空气一样,对我们所有人都是宝贵的。……你们会教诲自己的孩子,就如同我们教诲自己的孩子那样吗?即土地是我们的母亲,土地所赐予我们的一切,也会赐予我们的子孙。……我们知道,人类属于大地,而大地不属于人类。……人类所作的一切,也影响到人类本身。因为降临到地球上的一切,终究会

降临到大地的儿女们身上。……”

这封复信的内容，简直就是“三才”理论的最佳注释，同时也是送给现代工业社会一面最清澈忠实的镜子。其实，推想中国古代“三才”思想的原始内容，对人与自然之间，富有深厚的感情，相信必也类似印第安人信中所叙说的那样。这些从原始农业继承下来的朴素内容，经过提炼，用简洁的文字表达，形成了“三才”的理论。印第安人是两三万年前从亚洲东北经过白令海峡陆桥，迁徙到北美洲去的，以后又向南美洲分布，创造了古代的美洲文化。印第安人的图腾柱上雕刻的头像，很像良渚文化玉器上的饕餮图像，印第安人称之为 Totem，汉语音译为“图腾”，非常近似“饕餮”的发音，是否也是一个旁证？印第安人驯化了玉米、马铃薯、烟草、向日葵、木薯、南瓜等作物，是带给美洲和世界的一大笔遗产，似乎已被世人所遗忘。一个农业处于原始阶段的善良的印第安民族，担当起传教士和教师的职责，给文明的美国，上了一堂天人合一的生态课，真是人类历史的莫大讽刺和悲剧。

### 三 自然变化与农牧消长

联系中国农学“三才”思想的发展，要从自然（天和地）的回顾开始。

由于地球板块运动而隆起的青藏高原，阻隔了来自印度洋的季风和雨水，使得广大的新疆、青海、甘肃一带形成温差大、雨水少、积雪多、气候干燥的自然环境。茫茫草原，“风吹草低见牛羊”，以及环绕片片绿洲开发起来的粮仓，生机盎然。但这只能是有限时间的有限农耕格局，在这一段时期里，表现出人类征服自然的胜利感，过后，则是绿洲慢慢萎缩、消失，沙漠化开始蔓延扩大，反过来抑制了农牧业发展和人口增长。

黄河流域的农业环境直到秦汉时期，仍然是森林密布，湖泊众多，黄土肥沃，从而孕育了灿烂的古代文明。考古发掘显示的地下宫殿、墓葬气魄、都城结构，以及令人惊诧不已的随葬品，说明了这一点。对照今天的沙尘蔽天，黄土裸露，湖泊消失，水源短缺，西北农民生活的艰辛，怎么也想像不出那么辉煌的文明是怎样创造出来的。

历史上每隔三四百年的温度冷暖交替变化，在华夏大地上左右着畜牧和农耕交错地带的相互消长，也是导致游牧族和农耕汉族屡次战争的重要因素之一。现代研究认为，年平均温度每下降 $1^{\circ}\text{C}$ ，北方草原将向南推延数百里。三国、魏晋、南北朝是中国历史上第一次大分裂时期，在这三百多年里，北方年平均温度较现在约低 $1.5^{\circ}\text{C}$ ，北方草原日渐萎缩，鲜卑拓跋大举南下，成功地建立起北魏政权，同时也陷入强大的汉族农耕文化里，不得不采取恢复农业生产的一系列措施。这就是《齐民要术》成书的背景。反之，年平均温度每上升 $1^{\circ}\text{C}$ ，像汉唐时期，强大的汉族向塞外发展，蚕食草原，改牧为农，成功地开发了大量屯田。但最终的代价是沙漠化的扩大，剩下一些当年的地名，聚居地痕迹，留给后人考察、追思、凭吊。从历史地图上可以看出，几千年下来，西北农牧的界线，大体上在长城内外拉锯。由于气候的干燥化已成为一种难以逆转的趋势，农耕向北扩展的成就，总是有限，而畜牧业的多次南下，则不断同化于汉族，农牧之战终于不再重演了，中国农业发展的方向，转向以前被视为荆蛮之域的长江流域及其以南。

气候冷暖变化在农耕范围内部，表现为人力对动植物引种布局的改变和适应。总的趋势是喜温的动植物逐渐南移，如蚕桑生产从黄河流域向长江流域南移，南方初发展蚕

此为试读，需要完整PDF请访问：[www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

业时还得请北方蚕农指导。孔子说“衣乎锦，食乎稻，于汝为安乎。”《汉书》云“强弩之末，力不能入鲁缟。”“锦”是彩色的丝织物，“缟”是轻而细的绢，这些古话是山东古代蚕丝发达的印证。太湖流域经过宋朝连绵三百来年的低温时期，水稻品种逐次改为种植耐寒的粳稻，籼稻退至北纬 29°以南。柑橘、茶叶等敏感的作物，也随着向江浙以南的纬度推延。不耐暖湿的马匹，则始终不能在南方生活繁育。

以上所述，在历代农书中都有或明或隐的反映。《齐民要术》便是一个典型，是北魏政权企图改农为牧不成，只得转而发展农业从而大获成功的缩影。笔者统计，《齐民要术》全书的种植业内容和畜牧业内容约呈 79%：21%，畜牧业中马的比重高达 45.45%，羊占 25.75%，马羊共占 71.2%，是绝对优势；牛只占 6.06%，猪只占 3.93%，是个很好的证明。可是到了王祯的《农书》中，牛上升为第一位，猪次之，马虽仍列首位，但只一笔带过，十分简略，因为马已完成了农牧之战的历史任务。以后的农书，像《齐民要术》那样的农牧比重，再也不出现了。唐宋以后，农业重心南移，南方的农书大量出现，远远超过了北方，这在本书中有充分的记述，这里就不重复了。

#### 四 传统农业的问题

中国传统农业的成就，用现在概括的说法，是以占世界 7% 的耕地，养活占世界 22% 的人口。这个说法的不足之处是忽略了中国传统农业还孕育、创造出连绵不绝的五千年中华文明，而世界其他古老文明都在历史长河中随着农业的消失而消失了。关于传统农业的细节，中华人民共和国成立以来，陆续出版了大量经过搜集、整理、校勘、注释、辑佚的古农书，又组织人力编写出版《中国农学史》上、下卷（1959，1984），《中国农业科学技术史稿》（1989），《中国农业百科全书·农史卷》（1990），《中国科学技术史·农学卷》以及许多的农史专著。另一方面，传统农业当然不是完美无缺的，它也不可避免地存在一些矛盾和问题。

农业生产要供养全社会的消费，脱产的上层统治阶级，从来对农业所提供的消费资源不会量入为出，而总是追索不已。消费需求的增长本来可以促进生产，但如果不相应地给农民偿还，提高他们的生活，同时照顾到资源的再生能力，便会导致无节制的滥用资源。在这种情况下，再好的农学理论和技术，也无济于事。超前的消费，资源的破坏，看似农业的问题，实际上是制度的问题，只有这样认识传统农业的问题，才比较客观公正。

秦汉时的关中地区，农业繁荣，户口增加，人口密度每平方公里达 200 人以上，其余地方也有 100~200 人，而江浙一带的人口密度不到 10 人，南方大部分地区不到 3 人。直到隋唐时期，南方已大有开发，北南人口之比才上升到 7：3。

除去战争年代以外，在和平时期里，农业的发展也并不完全遵照“三才”思想的教导，常常超越环境承载力而开发，如森林的破坏，从南北朝以后，虽然历代都有公私护林碑的设置，遍布各地，起到一定的制约作用，但森林资源终归是日益减少。宋以后，经济和农业重心南移，南方人口大增，北方也经过长时期的休养生息，农业回升，但北南人口之比，已颠倒成 4：6。中华人民共和国成立 40 余年来，农业全面发展，北南人口之比，仍只 3.5：5.5（1993），北方农业环境的退化，显然抑制了人口的增长，这种趋势似

乎难以逆转。

江浙一带自唐宋以后，一直是北方政权的粮仓，从隋唐至明清，通过大运河的漕运，不知供应了北方政治中心多少万担的大米，南方的农业生产再也难以支撑了。农书是传统农业的一面镜子，封建社会到了后期，水利失修，自然灾害加重，饥荒频繁，于是徐光启在《农政全书》中专辟“荒政”之部，达18卷之多，几乎占全书篇幅（含图）的1/3。从东汉至清的1800余年间，江浙共发生水旱灾474次。其中明清时期305次，占东汉至清的64.3%。而太湖地区在吴越国的百余年间，只发生水灾一次，南宋的150余年间也只有水灾一两次。围湖造田，在短期里粮食生产大获丰收，从“嘉湖熟，天下足”转到“湖广熟，天下足”，其实是不祥之兆，却常被作为正面成绩歌颂，更是刺激了滥围滥垦。两宋时期太湖被滥围以后，“旱……则民田不占其利，涝则远近泛滥，不得入湖，而民田尽没……”（《宋会要辑稿》食货61之129）“苏、湖、常、秀，昔有水患，今多旱灾，盖出于此”（《宋史·食货志》）。农民没有粮吃，只好寻找野草充饥，《救荒本草》之问世，《农政全书》之设荒政卷，便是客观如实的反映。传统农业依赖人力投入，以增加产出，苛捐杂税跟随紧逼不松，于是围湖造田，开山筑梯田，玉米进山，加重水土流失，如此，成为传统农业不能摆脱困境的怪圈。长江中游以湖泊众多著称，湖北又名千湖之省，不断围湖以后，洞庭湖在19世纪时，面积约6000平方公里，到1949年时，只有4350平方公里，1984年只剩2145平方公里，缩小到原来的35.7%，到90年代，则缩小到1949年的41%。鄱阳湖近40年来也缩小20%。整个长江中下游湖泊面积，在50年代为22000平方公里，80年代仅剩12000平方公里，疾减45.5%。无怪乎1998年的洪水并不是历史上最大的，却造成巨大的损失。

## 五 现代农业与传统农业的比较及展望

现代农业和传统农业的差距，以谷物为例（其他也类似），表现在：田间生产过程中，传统农业以人畜力投入为主，劳动生产率很低。其次是产品的产后加工，传统农业只有初步的加工，现代农业的产后加工非常深入。两者结合，使得传统农业相形见绌。这种差异的根本原因，是现代农业有外源的能量（石油）投入，传统农业则除利用太阳能以外，没有外源能量投入。

一瓶450克的甜玉米罐头，田间生产耗能量为1.9MJ（百万焦耳，下同）加工所耗能量为1.1，包装4.2，运输0.66，分配1.4，零售1.3，进入家庭1.9，共耗能12.46MJ，而人所吃进的450克鲜玉米所含的食物能与加工成450克罐头玉米的食物能，是相等的。农业机械、化肥、农药、包装、销运输等环节的投入越多，能耗越大，换取的生活享受越方便，但最终产生越高的熵增。可是前者能把农民从土地上解放出来，发展其他产业，后者则把农民束缚在土地上，难以发展其他产业。前者带来环境污染等一大堆问题，后者相对而言，问题要少得多，但传统农业不能把农民从农田中解放出来，是根本性的缺点，正是这一点，促使我们向现代化农业迈进。

太阳能是取之不尽用之不竭的，石油能（及煤炭、天然气等）是地球在30亿年之前的森林固定太阳能后，地质变化埋入地下的贮藏能，用一天少一天，到了用完（其实不必等到用完）的一天，恐怕早已越过地球负载力的极限，而出现崩溃，决非危言耸听。现

在全世界都在追求美国人的生活方式，美国的人口只占世界人口的6%，她的总能耗却占世界能耗的1/3，美国人夏季3个月消耗的空调电能，等于中国一年的总用电量。而石油是不可再生的，石油危机是美国插足中东伊拉克的根本原因。说到底，石油危机是热力学第二定律即“熵增定律”（最近通俗译为“能趋疲”永恒增长定律），对美国 and 全人类发出的明确无误的警告。熵增定律被爱丁顿称之为“宇宙至高无上的哲学规律”，爱因斯坦称之为“一切科学的根本法则”。

农业方面，解决这个问题的对策，大致有以下一些方面：

其一是生态农业，或可持续农业的推广实施。在传统农业中，明清时期，苏南浙北和珠江三角洲已经出现生态农业的雏形，与现代的生态农业类似，证明它有很强的生命力。生态农业或可持续农业在强调太阳能循环利用的同时，并不一概反对使用石油，只是把石油的投入降到最低程度，以减少对环境的污染，并尽量恢复使用有机肥料。当然，如果生态农业或可持续农业能够推广应用，是历史的继承和发展，将取得很好的效果。

其二是农业规模经营的鼓励提倡。规模经营的内涵，与西方现在的农业没有很大的差别，只不过在经营的规模上不如西方机械化农场那么大，南方提倡规模经营，很像日本的方式，在北方、特别是东北，则类似欧美的方式，仍然是属于石油农业的范畴。现代农业与工业，以及人们的整体生活，都已离不开石油。几千年来的传统农业，都是利用太阳能的经验，别无其他能量投入。而现代农业必须在从种到收的全过程，直至食品进入家庭为止，每一环节都在消耗石油能。美国家庭每消耗1卡<sup>①</sup>食物能，要消耗9.8卡石油能，约1:10之比，相应的熵值为6300千卡，无效耗散系数高达90%。可持续农业或生态农业主要是针对田间的生产，如果加上产、供、销一条龙，进入家庭为止，仍不能解决全局的问题。

其三是挖掘可以取代石油的另一种可再生能源。途径甚多，如寻找高效的燃料植物，在不宜于农业生产的山地、湿地等，种植短期生长的森林轮作，用作燃料，供室内加热，以及农村小型工业等。目前已发现的这类高能植物已有17种。传统农业中也可找到类似材料。此外，还有沼气（已在生态农业中应用）、风力、水力发电，地热发电，潮汐发电等，现在还只能小规模应用。

其四是研究直接利用太阳能的途径。如太阳能温室、太阳能贮存、太阳能运输、太阳能加工、太阳能制冷等等，降低对石油的依赖程度。由于目前石油供应量还很充沛，抑制了替代再生能源的研究和应用，但是从长远目光看应该未雨绸缪。

可见对传统农业，既不可估价太高，亦不可视为过时无用。特别要认识到，“三才”思想与现代的可持续农业或生态农业，或无污染农业，是一脉相通的。在精神境界上回到“苟得其养，无物不长；苟失其养，无物不消”以及像印第安人那样热爱自然、与自然浑然一体的感情，克服贪婪无餍的欲望，是不朽的真理，今后需要大声疾呼，大力提倡。决不要盲目追求把农业人口压缩到总人口的10%以下的西方道路，这是一条既脱离中国实际、又走不通的胡同。

研究中国农学史的目的，一方面是从理论上总结、借鉴过去，展望未来；另一方面，也要根据现实情况、现实问题，研究分析传统农业的成就和问题，而且研究的视野，不

<sup>①</sup> 1卡=4.1840焦耳。

能就农学论农学，就中国论中国，而是要放在世界范围的视野上，进行反思和研究。这个工作将随着研究的进展而逐步开展、深入。从《中国农学史》（初稿）（1959，1984）到《中国农业科学技术史稿》（1989），到《中国科学技术史·农学卷》（2000）的陆续出版过程来看，40余年来，农史界的同仁是在一步一步踏实地前进。

于杭州华家池之蜗居

游修龄

1999. 1. 28.

# 目 录

总序 .....	卢嘉锡 (i)
序 .....	(iii)
导言 .....	1

## 第一篇 先秦时代的农学

第一章 先秦时期传统农学形成的历史背景 .....	37
第一节 中国农业的起源 .....	37
一 有关农业起源的传说 .....	37
二 考古发现所见的原始农业 .....	38
三 中国农业起源和原始农业的特点 .....	42
第二节 夏商西周的农业生产力 and 生产关系 .....	43
一 耒耜和青铜农具 .....	44
二 沟洫农业的形成和发展 .....	45
三 作物构成与农业结构 .....	46
四 井田制及建立在井田制基础上的社会经济制度 .....	48
第三节 春秋战国时期生产力和社会制度的巨大变化 .....	49
一 农业生产力的大发展和农业结构、地区布局的变化 .....	49
二 粮食产量和农业劳动生产率的提高 .....	52
三 农民经济独立性的加强及其身份地位的变化 .....	55
四 封建地主制经济政治制度的建立 .....	58
第二章 农家的出现与先秦时期的农学文献 .....	61
第一节 农家和农书的出现 .....	61
一 农家的出现及其出现的条件 .....	61
二 先秦农家的两个派别 .....	62
第二节 最早的土壤学著作——《禹贡》 .....	63
一 《禹贡》的主要内容 .....	63
二 关于《禹贡》的写作时代 .....	63
第三节 最早的生态地植物学著作——《管子·地员》篇 .....	65
一 《地员》篇的主要内容 .....	65
二 《地员》篇的时代性和地域性 .....	65
第四节 最早的关于水利科学的著作——《管子·度地》篇 .....	68
一 《度地》篇的主要内容 .....	68
二 《度地》成篇的时代背景 .....	69
第五节 与农时有关的一些文献 .....	70
一 最早的历史书——《夏小正》 .....	70

二 《吕氏春秋·十二纪》和《礼记·月令》 .....	72
第三章 传统农学的奠基作——《吕氏春秋·上农》等四篇 .....	75
第一节 《吕氏春秋》和《上农》等四篇在《吕氏春秋》中的地位 .....	75
一 吕不韦与《吕氏春秋》 .....	75
二 《上农》等四篇在《吕氏春秋》中的地位 .....	76
第二节 《上农》等四篇的取材及其时代性 .....	77
一 《上农》等四篇的取材 .....	77
二 《上农》等四篇所反映的时代性和地域性 .....	79
第三节 《上农》等四篇的结构、内容和农学体系 .....	82
一 《上农》篇的思想体系 .....	82
二 《任地》等三篇的农学体系 .....	83
第四章 农时理论和农时系统的建立和发展 .....	89
第一节 对“时”重要性的认识 .....	89
一 对“时”的重要性的论证 .....	89
二 农时意识的全民性 .....	90
三 农时内涵的诸方面 .....	91
第二节 从物候指时到二十四节气——掌握农时手段和方法的发展 .....	93
一 物候指时 .....	93
二 天象指时的开始——星象指时 .....	95
三 阴阳合历与标准时体系 .....	96
四 二十四节气与三十时节 .....	100
五 中国传统农学中的指时系统及其特点 .....	103
第三节 对“时”的本质的认识和关于反常气候的知识 .....	107
一 对“时”的本质的认识 .....	107
二 关于反常气候的认识和对策 .....	108
第五章 传统农业土壤学的建立和发展 .....	111
第一节 土宜论 .....	111
一 土宜概念的出现 .....	111
二 土宜概念的内涵 .....	112
第二节 土壤分类和对土壤与动植物关系的认识 .....	116
一 土壤分类理论 .....	116
二 《管子·地员》在土壤分类和生态地植物学方面的贡献 .....	118
第三节 土脉论及改造土地环境的理论与实践 .....	123
一 土脉论 .....	123
二 对土壤环境的改造 .....	125
第六章 农业生物学知识的积累 .....	133
第一节 农业生物学知识的积累及其在农业生产上的应用 .....	133
一 品种培育和对农业生物遗传变异性的认识 .....	133
二 对农业生物体形态、生理特性及生物体内部相关性的认识和利用 .....	136
三 对生物群体中彼此之间相互关系的认识和利用 .....	139
四 对农业生物与外部环境的关系的认识和“物宜”概念的提出 .....	141
第二节 保护和合理利用自然资源的理论 .....	142

一	保护和合理利用自然资源理论的基本内容 .....	142
二	保护和合理利用自然资源理论形成的基础及其意义 .....	144
第七章	“三才”理论与传统农学思想的形成 .....	148
第一节	“三才”理论的内涵与特点 .....	148
第二节	农业实践与“三才”理论的形成(一) .....	150
一	“三才”理论形成的条件和出现的时期 .....	150
二	关于“天时”及相关观念的形成 .....	152
三	“地利”的原始意义和人们对农业生产中土地因素认识的发展 .....	154
第三节	农业实践与“三才”理论的形成(二) .....	156
一	农业实践中“人”的发现 .....	156
二	“人和”与“人力” .....	158
三	对农业生产中“人”的作用的认识的拓展和深化 .....	159
四	从帛书《经法》看“三才”理论在政治经济等领域的推广 .....	161

## 第二篇 秦汉魏晋南北朝时期的农学

第八章	秦汉魏晋南北朝时期农学发展的历史背景 .....	168
第一节	农业生产力的巨大发展和农业地区布局的变化 .....	168
一	牛耕的普及与农田水利发展 .....	168
二	农业生产全方位的发展 .....	171
三	多元交汇体系下农业地区的变化和农业文化的交流 .....	175
第二节	社会经济制度、文化思想与农学发展的两个问题 .....	180
一	封建地主制下的地主、农民与国家 .....	180
二	关于“三才”理论 .....	184
第九章	秦汉魏晋南北朝时期的农书 .....	191
第一节	农书概况和已佚农书介绍 .....	191
一	概况 .....	191
二	已佚农书简介 .....	191
三	《南方草木状》及“志录”类著作 .....	196
第二节	《汜胜之书》 .....	199
一	汜胜之和《汜胜之书》 .....	199
二	《汜胜之书》的主要内容及其学术价值 .....	203
第三节	《四民月令》 .....	208
一	崔寔与《四民月令》 .....	208
二	《四民月令》的内容、性质及其在农学史上的地位 .....	212
第十章	《齐民要术》 .....	220
第一节	贾思勰与《齐民要术》写作的若干问题 .....	220
一	《齐民要术》写作的时代和所反映的地域 .....	220
二	贾思勰的写作《齐民要术》的态度和方法 .....	224
第二节	《齐民要术》的内容 .....	227
一	《齐民要术》的基本内容与结构 .....	227
二	《齐民要术》中的掺杂部分和失佚部分 .....	229