

## 现代农业科学的发展趋势和特点

张俊心 薛德榕 徐思祖  
(南开大学) (情报室) (科研处)

### 提 要

本文从管理科学的观点出发,探讨现代农业科学的发展趋势和特点。作者简短回顾农业科学发展的历史,指出现代农业科学在自然科学和社会科学两大系统相互交织的基础上,发展成为一个完整的科学体系,同时也导致其本身进入到一个以总体研究和综合发展为特征的时代。作者在分析农业科学发展总趋势的基础上,指出现代农业科学发展的若干主要特点。1. 农业技术科学化:主要表现在生物技术的现代化,农业研究技术和手段的现代化以及农业科学的理论化。2. 农业工程化:主要包括土地利用工程、农业能源工程、农业系统工程、农业人体工程、农业生物工程、农业机械工程,以至农业环境治理工程,海洋养殖工程等学科。这些学科的发展水平是反映农业现代化发展程度的重要标志。3. 农业管理科学化:主要包括农业生产的科学化管理,农业资源的科学化管理,农业科研的科学化管理以及农业情报的科学化管理等。

农业是人类开发利用自然资源领域内一个复杂的综合性生产系统,是人类赖以生存、社会经济赖以发展的物质基础。农业科学是研究农业动植物的生长发育及其基本规律以至利用这些规律以提高农业生产量和建造良好生态环境的一门科学。为在我国实现农业现代化,我们认为研究现代农业科学发展的趋势和特点,很有必要。

### 一、现代农业科学的发展趋势

农业科学遵循一定的客观规律而发展。它一方面受到人类对自然规律认识的影响,另一方面又受到社会制度和经济发展的制约。农业作为人类社会生产的一个重要领域,它与社会的经济、政治以及制度和组织管理等均有必然的联系。农业作为人类认识自然和改造自然的实践活动,它又同研究自然规律的许多自然科学密切相关,它是天文、地理、气象、生物、土壤以及技术工艺等许多门类学科的原初探索者,又是上述许多学科的综合应用者。

既然农业科学是一门涉及社会科学和自然科学多门学科的综合科学,那么在上述各门科学尚未达到一定发展水平的情况下,农业科学是不可能成为一门真正的科学。这里,我们回顾一下农业科学本身的发展历史。

远古社会,人们采集果实和从事渔猎生活。自从实行植物栽种和动物驯养而诞生原

始农业之后,整个古代农业社会的生产方式只不过是刀耕火种以及六畜的自然繁育,而关于农业技术知识,长期以来只属祖传身教的朴素经验<sup>[1][2][4]</sup>。自从发明文字之后,对于农业生产经验才有了一些简朴的自然记载。

进入封建社会以后,成为个体经济的小农生产,对于农业技术也只是处于个人经验摸索阶段。我国农业历来具有精耕细作的特点。公元六世纪以前,我国农业生产已相当发达,牛马铁犁,耕田播种,良种选育,产量颇高<sup>[1][4]</sup>。关于当时农业生产的记述书籍,逐渐增多,然而这些朴素的农业科学著作,依然没有超出经验记述的范围。

西方进入资本主义社会以来,各门自然科学相继发展。农业生产和生产技术,曾经予以分门别类,一项项被逐步深入研究。人们研究了农业动植物的品种性状、特征及其生长发育的规律;人们发现了农业微生物,研究它们与土壤、农作物病虫害以及农产品贮藏运输的关系;人们研究了自然界氮素循环及其与农业生产的关系;人们研究了碳素循环及其与农作物光合作用和提高产量的关系,等等。总之,农业生产技术同自然科学基本理论逐渐发生联系,而农业生产经验也逐渐以自然科学理论为其基础。

我国农业长期以来沿袭封建社会小农个体经济的手工业生产方式,尽管精耕细作的农业生产经验异常丰富,但是科学化的程度却不够高,农业产量不能大幅度提高。直至解放前夕,全国粮食产量一直徘徊在西汉以来亩产平均150至200来斤的水平线上<sup>[5][6]</sup>。解放后,我国农业生产有了很大进展。但是,必须看到,现代农业科学的发展,在我们还没有赶上西方国家农业科学发展的前一阶段水平的时候,它已经随着现代科学发展的整体化趋势,而朝向新的综合性发展的阶段迈进了<sup>[7][8][9]</sup>。

本世纪、特别是三十年代以来,由于自然科学各门学科相互交叉、渗透,各门边缘学科纷纷建立,数学以及数理方法向自然科学、特别是向社会科学各门学科不断伸展,自然科学与社会科学相互过渡(例如,社会生物学就是自然科学过渡到社会科学的桥梁)<sup>[8]</sup>。科学与技术密切结合,科学技术与生产过程的一体化等等的整体化发展趋势,使农业科学已经不再是单项的或单纯的技术了,而成为多门学科理论知识综合应用的一门科学,也就是由许许多多(包括社会科学在内)直接间接的学科综合起来的一门完整科学,它不仅能够解释自然界,也能够改造自然界,形成了科学——技术——生产的连续的整体体系。

农业科学之所以发展成为这样一门综合性的系统科学,有赖于生物科学的发展。例如作为生物科学之中一个庞大系统的科学——生态科学,对于现代农业科学的发展,起着积极的推动作用。五十年代以来蓬勃发展的关于生物与环境相互关系的生态科学,以及相继发展起来的环境科学和生物科学的其他学科领域,与农业科学的各门学科广泛结合、密切联系,由此构成农业科学的自然知识基础。另一方面,经济学、管理学和农业技术经济学的发展,以及它们同生产管理科学和系统工程科学的结合和应用,又为农业科学的社会经济和生产管理等领域奠定社会知识基础<sup>[12]</sup>。

随着放射性同位素、示踪原子、层析法、红外分析仪、电子显微镜、电子计算机等一系列现代化实验仪器在农业科学范围内的广泛应用,使农业科学研究,既从静态到动态,又从宏观到微观以至进一步扩展到更高层次的宏观,既从定性到定量,又从局部到

整体，彼此结合，相辅相成。同时，研究方法和研究手段也发生深刻的变化。这一系列的变化表明，农业科学不仅脱离了观察描述、经验记载为主的阶段，而且也超出了孤立实验、分门别类揭露个别特殊本质的阶段，它已经进一步深入到农业生产的本质，探索其多方面的内在联系，并从综合的、整体的、系统的观点来阐明其运动规律<sup>〔13〕〔14〕</sup>。

由此，可以看出，在现阶段，农业科学的发展趋势，就是其发展的综合性、总体性和系统性。农业科学内部各门学科同外部的自然科学和社会科学领域内许多学科有着极其广泛的联系。例如，经济学和管理学，就是广泛渗透到农业科学的许多领域，形成农业技术经济学、农业生产管理学等一系列新兴学科。又如生态学，其众多的分支学科同农业科学的联系，更加广泛（图1）。

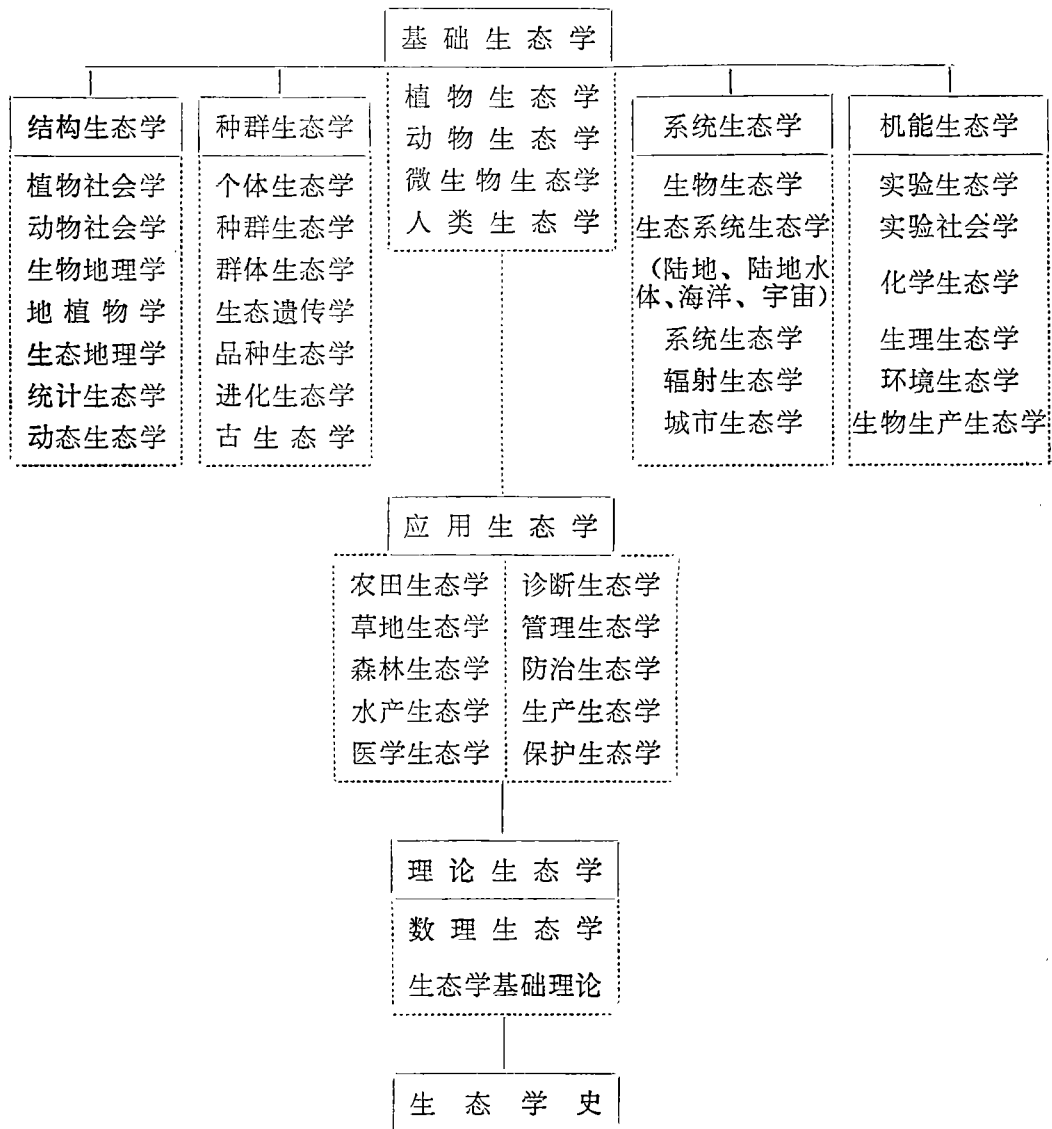


图1 生态学发展现状（引自沼田真，1979）〔18〕

另一方面，作为农业生态系统范围内活动核心的生物，对其研究也不能停留在宏观个体的层次，而是往内，深入到分子生物学甚至量子生物学的水平，往外，则扩大到更高层次的宏观大系统。微观研究是宏观研究的基础，两者密切联系，相辅相成；同时，对这种复杂的大系统内部的种种联系和运动规律，应进行综合的总体考察（图2），只有这样，才能如实地反映农业生物的自然规律。

由此看来，在解决农业生产实际问题时，就不能单凭某个学科或少数学科的知识和技术，而是必须掌握所有关系密切的学科知识和技能，进行总体研究，综合应用。这样才能深入分析农业生产系统内部各个构成因子相互之间的内在联系。以及它们的联系对整体的性质和目标的影响<sup>[13][15]</sup>。

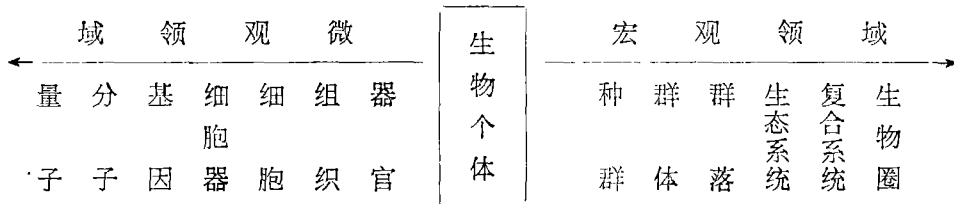


图2 生物界两个彼此联系的宏观和微观研究领域

现今，农业科学既然已进入到综合研究的发展阶段，其研究方法和思维方法也相应进入到以综合和整体为主的历史时期。农业生产率要大幅度提高，除了进一步发展原有的行之有效的技术措施以外，还必须采取综合的创造性方法才能实现。这就是现代农业科学进入到整体化发展阶段之后由时代决定的总趋势和总特点<sup>[11][12]</sup>。

现在，正当我们在学习外国先进农业技术和生产管理经验的时候，必须充分认识农业科学这种总趋势和总特点，我们不能亦步亦趋外国步履，照搬硬套。以水利为例。水利是农业的命脉，发展水利灌溉，应当是农业旱涝保收的技术措施。可是，如果不站到更高的宏观层次，不从自然界中物质循环系统来考察，那就如灌溉这样的水利事业，也会成为遗恨千古的灾害性因素。古代巴比伦地处底格里斯河和幼发拉底河流域，由于灌溉技术发达，曾使该地的荒野变成沃土，人类的一代文明曾从此处兴起。可是，长期灌溉的结果，造成地下水位升高，在高温干旱条件下蒸发出被溶解的盐分，出现大片盐碱，终于田野连片荒芜，古代巴比伦的文明遂告消失，至今伊拉克南部土地依然闪烁着晶莹的盐层<sup>[3]</sup>。又如近代的美国西部，在干旱平原上打井灌溉，形成了一代粮仓。曾几何时，井灌的结果大幅度降低了地下水位，井愈打愈深，灌溉成本愈来愈高。一旦到了粮食收成不足以支付灌溉成本之时，一代粮仓也将会成为荒漠。这些历史教训，使人们学会了全面地、系统地、辩证地分析事物和研究问题，这也说明了现代农业科学进入到以总体研究和综合发展为主的时代<sup>[13]</sup>。

## 二、现代农业科学发展的主要特点

(一) 农业技术科学化 农业技术科学化，是指左右着农业生产的一切农业技术，

都建筑在科学原理的基础上，从而更深刻地揭示农业生物与其非生物环境相互联系的基本规律和农业生产的本质，以便更充分地发挥农业自然资源和社会资源的生产潜力，进一步发展农业生产。

农业技术科学化，首先表现于生物科学技术的现代化。因为，从某种意义上说，农业科学是研究和控制农业生物的生长发育规律，以便为人类提供更多的农产品和创造良好生态环境的一门科学。尽管农业科学和农业生产活动均涉及自然科学和社会科学的许多领域，但它们始终以农业生物为其活动的轴心。因此，农业生物科学技术的现代化，便成为当代国际上农业科学界以至生物科学界普遍致力研究和探索的中心。

大家知道，现代农业生产对农业科学提出的要求，并不限于局部改进某些农业技术措施，而是更多地希望应用自然科学的基础理论，积极探索和深刻揭露农业生物的生命本质及其活动规律，以期为农业生产力的大幅度增长提供带根本性的理论依据和高效能的技术途径<sup>[13][14]</sup>。

例如，七十年代以来，细胞遗传工程（包括基因工程和染色体工程）的研究取得重大进展。在充分阐明植物细胞具有全能性即由一个细胞能够培养成完整植物体的能力的基础上，应用现代生理生化理论，超速离心技术，电子显微技术以及其他现代实验技术装备，实行细胞融合（包括异属、异种的植物细胞），以期育成杂种植物，这就是生物学界十分熟悉的细胞工程育种。又如在细胞化学、酶化学、特别是基因工程学取得长足进展的基础上，对DNA之类的遗传物质有可能进行分离、提纯及再组合，并将其导入另一个细胞中，实行DNA杂交，以育成人们理想要求的新物种。应用基因工程育种技术，人们希望把高蛋白的基因，导入粮食作物或微生物的细胞中，以期育成高蛋白的粮食作物新品种和高蛋白质的微生物种群。此外，关于植物固氮基因转导的研究，高等绿色植物对光能利用机制的综合研究，豆科植物和非豆科植物以至非豆科粮食作物、经济作物、牧草、果林等生物固氮机能的综合研究，发展生物能源技术以及维持农业自然资源永续利用的生态农业体系的研究等等，都是当前方兴未艾的生物科学技术现代化深入探索的领域<sup>[13][14]</sup>。

其次，农业技术科学化还表现于农业研究技术和手段的现代化。在现阶段，它主要表现为农业生物物理和生物数学等应用性的研究领域。

例如，对于生物体的研究，在图象观察和微观结构分析方面，应用了电子显微镜，X-射线衍射技术，同位素示踪技术，质谱技术，顺磁共振和核磁共振技术等；在精密定量分析方面，应用了快速分析技术，超微量分析技术，气相色谱、液相色谱以及各种光谱分析技术等；在宏观动态观测方面，应用航测、遥感、遥测等技术；在多因子、大数据处理方面，应用电子计算机，系统工程，系统分析等。此外，生物数学在农业科学范围内的应用也日趋广泛。数学生态学、系统生物学、动态生物化学诸学科，均广泛应用数学原理、数学模型及其他数学方法<sup>[11][14]</sup>。

再次，农业技术科学化又表现于农业科学的理论化。农业科学理论化，主要体现于“农学学”的形成和发展。农学学是企图把农业科学各门学科基本理论进一步再加以综合概括以形成一种新体系的理论，具体地说，它是在农业生产中应用系统工程基本原理

结合农业科学中密切相关的各门学科,以研究生产过程中矛盾运动变化规律、研究农业生产指导性策略以及生产管理和生产规划的一门综合性理论科学,也就是钱学森教授指出的研究农业生产指导规律的软科学。随着农学学的形成和发展,农业科学将进一步提高到新的理论水平。

系统工程的研究表明,不同事物、不同过程的运动规律,通过精确的数学处理,从理论上发现其相似性。透过这种相似性,常常可以引出更深刻的、潜在的、具有普遍意义的新概念。农学学必将在这种科学发展趋势的历史条件下逐步形成起来。

**(二) 农业工程化** 随着科学技术的迅速发展,现代自然科学基础理论和各种工业产品以及工艺技术应用农业生产过程也越来越广泛,使以前完全“靠天”的农业生产有可能采取各种工业技术以至工程技术手段,以实现其局部控制,小范围控制和整个生产过程中若干环节的控制等。这种科学理论与工业技术密切结合并广泛渗透于农业生产诸过程,甚至与农业紧密结合,形成整体的技术体系,导致农业生产逐步向着工程化的方向发展。

农业工程化的发展水平,反映农业现代化的发展程度。农业工程化包括极其宽广的专业范围。例如,土地开发利用工程,广泛涉及山地、荒野、草原、水面、海涂的开发,以及沙化地、盐碱地、涝洼地、干旱地、山坡地等的改良治理的一系列工程技术。农业能源工程,既包括农业能源的用量、结构、发展方向和能源技术政策的研究,也包括生物能源、太阳能、小水电、地热、风力、潮汐等能源的开发利用工程。农业系统工程,主要为研究农业工程规划、设计、管理和制定技术政策提供科学依据和实施方案。农业人体工程,包括研究噪音、振动、辐射、污染等对人体的伤害,为改善田间、室内、水域的农业工作人员的作业条件和安全环境提供科学依据。农业生物工程,广泛涉及工厂化种植业、工厂化饲养业、工厂化繁殖业、工厂化水产养殖业等一系列工程技术。农业机械工程,诸如农业机械、农机设计、农机具修造、农业电气化、农业自动化等等。有些国家如美国,甚至生物工程、遗传工程、农业环境污染治理工程、海洋养殖工程等,均包括于农业工程学专业范围<sup>[10]</sup>。

农业工程化是人类实现崇高愿望的有力手段之一。至于各国农业工程化的内容、速度、特点、规模,必然是依本国的国情、资源、技术以及经济水平等而有所不同。

**(三) 农业管理科学化** 农业是人类利用现有社会资源对农业自然资源进行改造、加工的物质生产过程,因此,对农业进行科学化管理,不仅涉及自然科学领域,也关系到社会科学领域。

1、农业生产的科学化管理:农业生产的本质,就是人类利用绿色植物使太阳能最大限度地转变为有机物化学潜能并使其中一部分经农业动物转化为畜产品又将其排泄废物返回到农业环境进行还原的一系列物质循环和能量转化的生物学过程。因此,可以看出,农业生产是一个多因子相互协调、相互制约、相互衔接、相辅相成的综合系统。这个综合系统就是在农业生产范围内农、林、牧、副、渔各业物质生产过程以及与此直接或间接关系的农业技术和经营管理的复杂体系。同时,农、林、牧、副、渔各业的物质生产过程,也形成其特有的生产系统,具有其自身的生产规律。只有这种生产系统的自

然条件、物质条件、技术条件及管理条件彼此配合，协调发展，才能保证农业生产系统的正常运行，以发挥其最大限度的物质生产效能和最大的经济效益、以达到提高劳动生产率、土地生产率、资金利用率、降低生产成本以至合理利用自然资源和社会资源。因此，对于农业生产系统，必须实行科学化管理<sup>[13]</sup>。

2、农业资源的科学化管理：农业资源包括土地资源、气候资源、水资源和生物资源。农业生产只有在社会资源（包括经济资源、劳力资源、技术资源和智力资源）的协调配合下，才能获得最合理的生物学效果、生态学效果和经济学效果，才能最大限度地发挥农业自然资源的生产潜力。

农业资源的科学化管理，涉及极其广泛的范围。这里仅以农作物品种资源库的科学化管理为例，简单说明。

现今国际上已有90多个国家建成300多座品种资源库，为农业科研机构提供育种材料和遗传资源。品种资源进入资源库贮藏保存之前，须经一系列的搜集、分类、检验、鉴定等研究。国际水稻研究所于1977年建成一座稻种资源库，种子经低温贮藏，仍然保持其发芽能力和遗传育种价值。应用现代化技术装备的品种资源库，比之传统的隔年播种繁衍后代的保存品种资源的方法要优越得多。在动物方面，国际上建立各级类型的冷冻精液贮藏库，胚胎贮藏库等，都属生物资源现代化管理之列。

3、农业科研的科学化管理：农业科研的科学化管理，要求管理人员必须专业化，管理组织应当高效能、管理方法形成系统以及具备现代化的管理手段。农业科研的科学化管理，就是通过科研政策、科研规划、课题组织、经费调拨、技术交流、成果鉴定等各项工作，以便充分发挥人力、物力、财力、时间、情报信息等因素的效能。在当前条件下，提高农业科研管理水平，是我国农业科学管理人员面临的迫切问题。近年在管理科学工作中，曾经提出若干条基本原则<sup>[10]</sup>。它们对于提高农业科研管理水平，具有参考价值。这几条基本原则是：（1）系统原则；（2）整分合（分工）原则；（3）反馈原则；（4）封闭原则；（5）能级原则；（6）经济原则。正确运用这些原则，将有助于提高农业科研的管理水平。

4、农业情报的科学化管理：科技情报是人类的“第二资源”，是社会的“潜在生产力”。现今人们普遍认识到，缺乏情报及其有效的传播利用手段，是限制科学技术进步和社会发展的一项重要因素<sup>[17]</sup>。

现今每年涌现的科技文献多达数百万篇，倘若没有科学的管理方法，将使人们陷身于科学文献汪洋大海而不知何处是彼岸。为了解决这个问题，许多国家的科技图书情报中心，均实现现代化、科学化管理，这就是设立电子计算机编目检索自动化系统，通过电子技术通讯手段，与本地、外地、甚至外国的科技图书情报系统联系，构成一个具有严密组织的现代化图书情报科学化的管理体系。

目前我国尚未实现图书情报的现代化，但是必须立足现实，积极加强科学化管理，通过社会集体劳动，努力建立情报系统的完整检索手段，大力发展二次文献（题录、索引、专题索引、文摘）和三次文献（综述、评论、专题情报研究），为广大科技人员查阅情报文献提供方便，以至为他们提供专题的研究现状、研究成果、研究进展和发展趋

势,节省他们查阅情报文献的时间,实际上是延长他们科研活动的有效年龄。在此基础上,再逐步实现图书情报管理的现代化和科学化。

综上所述,农业技术科学化、农业工程化和农业管理科学化,是随着现代农业科学发展趋势而出现的三个特点。各个国家均依经济规律和各自的经济政策而有所侧重,同时,随着发展趋势的变化,这些特点的内容也将相应发生变化。

### 参考文献

- [1] 陈安仁,1947,《中国农业经济史》,商务印书馆。
- [2] 刘汝霖等,1959,《中国古代科学家》,科学出版社。
- [3] 丹皮尔W. C. (李珩译),1979,《科学史及其与哲学和宗教的关系》,商务印书馆。
- [4] 黄超武、梁家勉,1980,我国古代植物育种的成就,《农史研究》,(第一辑),1—12,农业出版社。
- [5] 陈桥驿,1981,浙江古代粮食种植业的发展,《中国农史》,(1):33—41。
- [6] 陈文华等,1980,《中国古代农业科学技术成就展览资料汇编》,江西省科协、省历史博物馆编印。
- [7] 汤佩松,1980,对赶超世界科学先进水平的几点看法,《自然辩证法通讯》,(3):3—4。
- [8] 黄友谋,1980,社会生物学有待重新评价,《自然辩证法通讯》,(2):63—65。
- [9] 王亚辉,1980,生物学面临新的理论综合,《自然辩证法通讯》,(1):47—50。
- [10] 刘吉、何钟秀,1980,科学管理需要管理科学,《科学学与科学技术管理》,(1):27—32。
- [11] 殷登祥等,1979,《自然辩证法讲义》(初稿),341—360,人民教育出版社。
- [12] 张俊心等,1979,《自然辩证法讲义》(初稿),164—222,人民教育出版社。
- [13] 薛德榕,1978,现代农业科学的主要特点及其发展趋势,《广东农业科学》,(4):18—21。
- [14] ——,现代农业与我国农业现代化的前景,《广东农业科学》,1978,(6):52—54;1979,(1):51—53;1979,(2):62—64;1979,(3):62—63。
- [15] ——,1981,现代农业教育的主要特点与发展趋势《农牧情报研究》,(15):1—19、中国农科院情报研究所编印。
- [16] 王更生、李翰如,1980,试论我国农业工程教育的发展方向,《农业工程》,(1):14—19。
- [17] 莫作饮,1981,情报与科研管理,《情报学刊》,(3):20—23。
- [18] 沼田真,1979,《生态学方法论》,古今书院(日文版)。



## TREND OF DEVELOPMENT AND CHARACTERISTICS OF MODERN AGRICULTURAL SCIENCES

Zhang Jun-xin

Xue De-rong

Hsu Si-zu

(Nan-Kai University)

(South China Agricultural College)

### ABSTRACT

The purpose of this paper is to study the trend in the development and the characteristics of modern agricultural sciences from the viewpoint of managerial science. By making a brief review of the history of development of agricultural sciences the authors point out that modern agricultural sciences have developed into a comprehensively embracing scientific system arising out of the intertwinement of two vast systems—the natural sciences and the social sciences. In the mean time, this leads to the development of the agricultural system itself into a new epoch, characterized by the wholeness in its research efforts and the integration in its development.

In the present study, the authors point out the salient characteristics of development of modern agricultural sciences are as follows:

1. Science-oriented agricultural technology. This is symbolized by the modernization of biological technology, the modernization of the technology and methodology of agricultural scientific researches, and the modernization of agricultural scientific theories.
2. Development of agricultural engineering. This comprises of engineering pertaining to the following areas: land utilization, agricultural energy, agricultural systems, protection of human health, agricultural biology, agricultural mechanization, management of agricultural environment, and marine breeding etc. The level of development of these significantly reflects the degree of the modernization of agriculture.
3. Science-oriented management of agriculture. This covers mainly the utilization of scientific management in the following areas: agricultural production, agricultural resources, agricultural scientific researches, and agricultural scientific information etc.