



自主创新 方法先行

农业科学方法丛书

农业先进仪器设备与方法

刘瀛弢 等 编著



科学出版社

S22
82

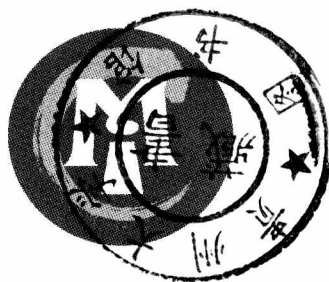
科技部创新方法工作资助

自主创新,方法先行

农业科学方法丛书

农业先进仪器设备与方法

刘瀛弢等 编著



科学出版社



GD 01595954

内 容 简 介

先进仪器设备是创新方法中工具创新的主要内容。本书以科技发展史和农业发展史为视角,系统梳理了仪器设备发展历程,诠释了先进仪器设备与农业科学发展互相促进、协同发展的关系,分析了我国农业科技创新需求的先进仪器设备的特征,探讨了目前我国仪器设备资源配置中存在的问题,提出了优化配置和发挥时效的对策、建议和技术路径,并提供了农业科学仪器分类的行业标准。开展先进仪器设备对创新方法的作用的研究,对于揭示农业科学方法创新的内在规律,推动农业科技进步有重要意义。

本书适用于农业科研领域的科研单位、高等院校等,也可供相关科研人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

农业先进仪器设备与方法/刘瀛弢等编著. —北京:科学出版社,2011

(农业科学方法丛书)

ISBN 978-7-03-032008-7

I. ①农… II. ①刘… III. ①农业机械 IV. ①S22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 161042 号

责任编辑:马俊王静/责任校对:李影
责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年10月第一版 开本:787×1092 1/16
2011年10月第一次印刷 印张:9 1/2
印数:1—2 500 字数:218 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

总 前 言

党中央、国务院高度重视科技创新在经济和社会发展中的关键作用,做出了建设创新型国家的重大战略决策。创新方法工作是中国政府为加快国家创新体系建设,促进科学方法创新而采取的一项重大举措,其意义重大。农业科学方法研究是创新方法工作的重要组成部分。

全面提高我国农业科技自主创新能力,充分发挥农业科技创新对我国农业发展的支撑作用,是保障我国食物安全、建设现代农业和推进新农村建设的战略选择。农业科技创新有赖于农业科学思维、方法和工具的创新,农业科技发展的历程表明,每一次农业科技的重大突破都源于农业科学方法的创新,农业科学方法的创新已成为农业科学技术发展与进步的重要动力,从一定意义上说,谁掌握了最先进的农业科学方法,谁就掌握了农业科技发展的优先权。农业科学研究受时空地域、生命周期等的影响,有其特殊性,农业科技创新须要依赖相对独特的农业科学方法;同时,农业研究对象的愈益复杂、研究问题的愈益综合,不确定性、非线性过程、自组织演化等性质使得以自然简单性和方法还原论为特征的传统研究范式正面临全面挑战,要求建立新的科学思维、方法和工具。

农业科学方法研究紧紧围绕国家重大需求,以农业科学方法的演进、前沿和发展趋势为主线,以农业科学思维、方法和工具创新为重点,坚持农业科学认识论、方法论和实践论相结合,农业科学还原论和整体论相结合,立足中观、兼顾宏观和微观,采用阶段分析方法,突出重点,有序推进农业科学方法研究。

《农业科学方法丛书》的编撰出版,是科技部创新方法工作的重要任务之一。农业科学方法研究得到了科技部科研条件与财务司、农村科技司和中国 21 世纪议程管理中心的大力支持和具体指导,并得到中国农业科学院的全力支持及全国有关科研单位、高等院校的大力协助,在此谨致诚挚的谢意。

由于时间紧、任务重、缺乏经验,书中难免有疏漏之处,恳请读者批评指正,以便修订。

《农业科学方法丛书》

总编委会

2011 年 3 月

前 言

先进仪器设备是创新方法中工具创新的重要内容。目前,对思维、方法、工具三者之间的关系,以及先进仪器设备对创新方法作用的认识与研究,还是一个崭新的课题。开展相关研究对揭示农业科学方法创新的内在规律和推动农业科技发展具有重要意义。本书是在农业先进仪器设备与方法研究成果的基础上加以凝练而成的。

全书共四章。第一章通过对先进仪器设备的工具属性、功能属性及相对先进性的分析,界定了先进仪器设备的内涵和特征;基于先进仪器设备特征,探讨了思维创新、方法创新和工具创新三者的辩证关系,分析了先进仪器设备在农业科学方法创新中的重要地位和作用,期望为农业科学方法创新提供指导和借鉴。第二章以科技发展史、农业发展史为视角,对仪器设备发展历程及其对科学发展、农业发展起到的积极作用进行了梳理,分析得出了先进仪器设备演进与科学发展相互交织的轨迹特征。一方面,先进仪器设备的演进改进了科学研究的工具和手段,推动了科学快速发展;另一方面,科学发展又为先进仪器设备的发明和改进提供了理论基础和技术支撑。两者相互促进、协同发展的关系,诠释了先进仪器设备与农业科学发展间的互相依存的辩证关系。先进仪器设备作为科学研究中不可或缺的工具和手段,同样在农业科学发展中发挥了不可替代的重要作用。第三章结合农业科技创新对先进仪器设备的需求,明确了满足我国农业科技创新需求的先进仪器设备应具备的特征,分析指出高效仪器设备、速测仪器设备、高选择性前处理仪器设备、非接触分析仪器设备和遥测仪器设备等体现了我国农业领域科技创新的仪器设备发展趋势。第四章针对我国农业科学中大型仪器设备资源配置和管理中存在的资源闲置、重复购置、利用率低等问题,在分析国内现状和探讨农业科学研究中大型仪器设备优化配置必要性的基础上,从政策法规、制度制订和技术支撑三个方面,借鉴了国外的成熟经验和做法,并根据实际需求提出了相应对策与措施。

本书在编写过程中参考了国内外相关文献,由于篇幅所限,书中仅列主要参考文献,在此一并致谢。由于编著者水平有限,错误和疏漏之处在所难免,恳请批评指正。

编著者

2011年7月

目 录

总前言

前 言

第一章 先进仪器设备与农业科学方法创新	1
第一节 农业科学方法创新内涵及其在农业科学发展中的重大作用	1
一、农业科学方法创新提出的历史背景	1
二、农业科学方法的创新内涵	8
三、农业科学方法创新在农业科学发展中的重大作用	14
第二节 先进仪器设备内涵及其在农业科学方法创新中的地位与作用	16
一、先进仪器设备的内涵	16
二、先进仪器设备在科技创新中的地位与作用	18
三、先进仪器设备在农业科学方法创新中的地位与作用	22
第二章 先进仪器设备演进与农业科学发展的关系	26
第一节 先进仪器设备演进是科学发展的推进器	26
一、先进仪器设备演进对科学发展的影响	26
二、先进仪器设备在科学研究中的作用	29
第二节 科学发展推动仪器设备的进步	31
一、科学发展推动了先进仪器设备的发明与改进	31
二、科学发展对先进仪器设备的发展提出新的要求	33
第三节 先进仪器设备与农业科学发展的辩证关系	34
一、农业科学的发展依赖于先进仪器设备的演进	34
二、农业科学发展对先进仪器设备发展的促进作用	37
第三章 现代农业科技创新对先进仪器设备的需求趋势	39
第一节 新时期我国农业科技创新对先进仪器设备提出了新需求	39
一、新时期我国农业科技创新面临艰巨挑战	39
二、新时期农业科技创新对先进仪器设备的新需求	44
三、国外先进仪器设备对农业科技创新及行业科技进步的推动作用	44
四、先进仪器设备被赋予新的历史使命	46
第二节 基于农业科技创新需求的先进仪器设备发展特征	50
一、农业科技创新领域的特征	50
二、基于农业科技发展要求的仪器设备发展特征	51
第三节 基于农业科技创新需求的先进仪器设备种类与数量分析	53
一、现代农业发展对先进仪器设备需求种类与数量分析	53
二、农业领域科技创新对先进仪器设备需求种类与数量分析	66

第四章 农业科学研究中大型仪器设备的优化配置	70
第一节 农业科学研究中的大型仪器设备	71
一、农业科学研究中大型设备的重要地位	71
二、农业科学研究中大型科学仪器设备的资源特征	71
三、农业科学研究中大型科学仪器设备的管理现状	74
第二节 农业科学研究中大型科学仪器设备优化配置必要性	77
一、优化配置是提高现有仪器设备利用率的需要	77
二、优化配置是提高经费使用效益的需要	78
三、优化配置是仪器设备管理方法创新的需要	78
第三节 农业科学领域大型仪器设备的优化配置分析	78
一、农业科学研究中大型设备优化配置的原则	78
二、农业科学研究中大型设备优化配置政策法规分析	80
三、农业科学研究中大型设备优化配置制度分析	87
四、农业科学研究中大型设备优化配置技术分析(网络管理)	89
五、农业科学研究中大型设备优化配置案例分析	93
主要参考文献	103
附录 1 中华人民共和国农业行业标准:农业科学仪器设备分类与代码 (ICS 65. 060. 01, NY/T1959—2010)	106
附录 1 前言	106
10000000 农业通用分析仪器设备	109
10010000 电子光学仪器	109
10020000 质谱仪器	109
10030000 能谱与射线分析仪	109
10040000 光谱仪	109
10050000 色谱仪	110
10060000 波谱仪	110
10070000 电化学分析仪	110
10080000 物性分析仪	110
10090000 热学分析仪	111
10100000 显微镜及图像分析仪	111
10110000 颜色测量仪	111
10120000 综合分析系统	111
10130000 生命科学仪器	112
10140000 环境分析仪器	113
10150000 样品前处理及实验室常规设备	114
10990000 其他农业通用分析仪器设备	118
20000000 农牧渔业特色仪器设备	118
20010000 农业专用品质分析仪	118

20020000	其他品质和安全分析仪	118
20030000	植物生理生态测试仪	118
20040000	畜牧兽医专用仪器	119
20050000	农业气象专用仪器	119
20060000	土壤灌溉专用仪器	119
20070000	植保专用仪器	120
20080000	渔业专用仪器	120
20090000	纤维专用仪器	120
20990000	其他农牧渔业特色仪器设备	120
30000000	电子测量仪器设备	120
30010000	电子信号发生器	120
30020000	数字、模拟仪表及功率计	121
30030000	元器件参数测量仪	121
30040000	时间频率和网络测量仪器	121
30050000	衰减器滤波器和放大器	121
30060000	场强干扰、波形参数测量及示波器	121
30990000	其他电子测量仪器设备	122
40000000	农业机械	122
40010000	耕整地机械	122
40020000	种植施肥机械	122
40030000	田间管理机械	123
40040000	收获机械	123
40050000	收获后处理机械	124
40060000	农产品初加工机械	125
40070000	农用搬运机械	126
40080000	排灌机械	126
40090000	畜牧机械	126
40100000	动力机械	127
40110000	农村可再生能源利用设备	127
40120000	农田基本建设机械	127
40130000	设施农业设备	128
40140000	热带作物机械	128
40150000	渔业机械	129
40160000	其他机械	131
40990000	其他农业机械	131
50000000	计算机及外围设备	131
50010000	计算机	131
50020000	计算机外存储器	131

50030000	计算机显示终端设备	131
50040000	计算机输入输出设备	131
50050000	计算机软件	132
50060000	电源设备	132
50070000	通信设备	132
50080000	广播电视设备	132
50990000	其他计算机及外围设备	133
60000000	文化办公设备	133
60010000	照相机设备	133
60020000	复印设备	133
60030000	缩微设备	133
60040000	电影设备	134
60050000	教学设备	134
60060000	其他办公事务处理设备	134
60990000	其他文化办公设备	134
附录 2	缩写和全称对照表	135
致谢		137

第一章 先进仪器设备与农业科学方法创新

第一节 农业科学方法创新内涵及其在农业科学发展中的重大作用

1988年，邓小平提出了“科学技术是第一生产力”的重要论断。但据资料显示，目前为止尚没有一个“科学技术”的定义为世人所公认。科学技术的定义虽非本书讨论的核心，却又不能避而不谈。科学技术包含科学和技术两个概念，而两个概念之间又相互渗透、密不可分。科学是技术的理论指导和理论基础。技术是科学成果在生产实践领域的实际运用，是科学和生产的中介，而技术开发发现的新现象和提出的新问题又可以扩展科学研究的领域，并能为科学研究提供必要的仪器设备。由于探讨对象不同，本书将针对性地选用科学技术（简称“科技”）与科学的概念。

2006年2月9日《中共中央国务院关于实施科技规划纲要增强自主创新能力的决定》和《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》正式发布。这是我国建设创新型国家的纲领性文件。加强自主创新，建设创新型国家，是我们党在综合分析世界发展大势和我国所处历史阶段的基础上提出的面向未来的重大战略。而建设创新型国家，离不开科技创新与发展。“方法创新”是“科技创新”的动力和“科技发展”的后劲。2007年7月，王大珩等三位老科学家在给温家宝总理的信中明确提出了“自主创新，方法先行”的观点，得到了国家领导和科技界同行的普遍认同和肯定。

我国农业承载着“安邦定国”的重任，其发展面临着环境、资源、能源、粮食安全 and 建设社会主义新农村等一系列重大问题。这些问题的解决迫切需要农业科学技术自身的不断创新。只有农业科学方法不断创新，才能为我国的国民经济的健康、可持续发展提供有力的科技支撑。

一、农业科学方法创新提出的历史背景

“自主创新、方法先行”这一观点的提出具有特殊历史背景和时代发展要求。作为国家科技创新体系的重要组成，农业科学方法创新在这样的背景下发展，并与农业问题紧密结合，能够为农业真正实现可持续发展开辟道路。

(一) 方法创新在科技发展过程中发挥了至关重要的作用

科技发展史和科学家们的科学实践告诫我们：“科学方法掌握着研究命运”。

我国在春秋战国至明代的一千多年内长期保持文明昌盛，而在近代一度落后，受尽欺凌。这两段截然不同的历史用事实告诫我们：“落后就要挨打，唯有创新才是强国之路”。

先进的思想火花创造了中国古代文明奇迹。从古至今，各行各业均践行着《论语》中“工欲善其事，必先利其器”这一至理名言。军事上，集战事谋略、技巧和套路之大成的《孙子兵法》不仅是千百年来军事家的必读书籍，而且在当今商业、政治乃至日常处世中也被奉为圣典。农业上，对农业实践进行科学总结的代表性书籍——《齐民要术》具有超前的创新性和综合性。其功绩主要有以下两方面：一是全面、完整地总结了以耕-耙-耨为主体，以防旱保墒为中心的旱地耕作技术体系，以增进地力为中心的轮作倒茬、种植绿肥等耕作制度，以及良种选育等技术措施；二是首次系统地总结了包括园林建设经验，林木压条、嫁接等繁育技术，畜禽饲养管理、外形鉴定和良种选育，农副产品加工和微生物利用，以及救荒、备荒措施等农业实践科学。它丰富和发展了我国精耕细作的传统农业思想，填补了传统农学的空白，奠定了农学发展的基础，很好地指导了之后的农业生产实践，至今仍有着很好的借鉴意义。正是《论语》、《孙子兵法》和《齐民要术》等这些优秀的思想火花，使古代中国的发展遥遥领先并一直走在世界前列。

但是，思想僵化导致近代了中国发展停滞，饱受列强欺凌。从16世纪中后期开始，我国逐渐丧失了领先世界科学技术发展的地位。特别是现代科学技术产生于西方以后，我国科技发展远远落后于世界先进水平，直接导致了国家发展落后，继而遭受列强欺凌。

为什么中国最早发明了火药，却未能最先制造出枪炮？为什么中国最早发明了指南针，却未能成为航海大国，走向世界？为什么中国没有出现代科学技术文明？爱因斯坦在回答施威策的信中指出：“西方科学的发展是以两个伟大的成就为基础的，那就是希腊哲学家发明的形式逻辑体系，以及通过系统的实验有可能找出的因果关系。西方科学得以发展的重要原因就是把西方哲学家发明的哲学研究方法成功地运用到了自然科学的研究中，并为科技工作者从事自然科学的研究提供了正确途径。在我看来，中国的贤哲没有走上这两步。”爱因斯坦认为西方科学的发展以哲学思维方法及系统实验有可能找出的因果关系为基础，其重要原因就是成功将哲学思维方法运用于自然科学研究，并通过实验来实现思维方法的实践检验。而中国没能将思维方法创新性地运用于科学研究、并选择适当的工具手段来实践科学研究，致使近代落后于世界。由此表明：思维方法对科技发展历程起着不可忽视的作用，能推动科技创新更有效地进行。

诺贝尔奖获得者巴甫洛夫认为：“方法是最主要和最基本的东西”，“方法掌握着研

研究的命运”。科学方法是科技工作者认识客观事物的手段。在黑格尔看来,科学方法“是主体方面的某个手段”,即主体在探索认识中所拥有的能动思维能力和思维方法。黑格尔又说:“方法也就是工具”。因此,科技工作者掌握了优秀的科学研究方法就等于拥有了先进的科研工具。运用科学研究方法开展科技创新能有效促进科技创新。任何方法都包含着对有关对象的规律性认识,是根据规律制订出来用以进一步认识和改造现实,并获得一定成果的手段或工具。法国数学家、物理学家、哲学家笛卡儿说:“我觉得我很幸运,从青年时代以来,就发现了某些途径,引导我作了一些思考,获得一些公理,我从这些思考和公理形成了一种方法,凭借这种方法,我觉得自己有了依靠,可以逐步增进我的知识,并且一点一点提高我平庸的才智”,并进一步阐明:“人类历史上最有价值的知识是方法的知识。”

我国改革开放 30 年来的科技发展历程进一步表明:“科技创新是硬道理,先进方法和核心技术是拿钱买不来的”。英国著名哲学家卡尔·皮尔逊曾将科学方法看做是“通向绝对知识或真理的唯一道路”。现代科学技术的发展历程表明,科学思维、方法和工具的创新已经成为科学技术发展与进步的重要动力。自 20 世纪中期,尤其是改革开放以来,我国逐步引入现代科学分析与论证的理性思维和方法,促进了科学技术的快速发展,逐步提升了我国在世界科学技术中的地位。但是,从目前的科技发展状况以及发展趋势看,我国科技发展水平及能力仍明显落后于发达国家。科学思维创新不足、民众科学素养相对缺乏,以及科技手段与方法落后等严重制约着我国科技自主创新能力的提高,进而影响到科学事业本身的发展。从具体科学领域运用现代科学方法的情况来看,我国也远远落后于欧美等的发达国家。例如,在军事领域,以美国为首的科技大国早在 20 世纪 80 年代就掌握了武器精准制导方法,而我国才刚刚起步;在农业领域,在 20 世纪 80 年代转基因方法就开始被应用于作物育种,而我国直到 20 世纪末才掌握转基因的方法;在医学和生命科学领域,诸如 DNA 测序等先进的研究方法和手段几乎全部来自于欧美等的发达国家。从支撑高科技发展的重要仪器设备状况看,我国与国际先进水平也存在较大差距,部分重要仪器设备装备基本处于空白状态,如等离子质谱仪、核磁共振仪和高档激光干涉仪等。

科技发展史上大量事例印证了思维、方法和工具创新对科学技术跨越式发展的重要性。众所周知,开普勒运用科学研究方法概括出了行星运动的三大定律,而他的老师第谷却与真理失之交臂。通常,科技工作者们不仅非常重视科学研究的具体内容,而且十分注重科学研究的方法。诺贝尔奖获得者巴甫洛夫指出:“科学是随着研究方法所获得的成就前进的”,“方法掌握着研究的命运”。据统计,从 1901 年诺贝尔奖设立以来,大约有 60%~70%是由于科学观念、思维、方法和手段上的创新而取得的。

自近代科学产生,尤其是进入 20 世纪以来,思维、方法和工具的创新与重大科学发现的关系更加密切。例如,1924 年哈勃望远镜的发明与应用揭开了星系研究的序幕,

带来了人类宇宙观的新革命；1931年科学家创新性地提出用电子束替代光波进行显微的设想，并发明了电子显微镜，使放大率比光学显微镜扩大了数百倍，解决了微观科学研究放大率不足的问题，微观科学研究得以进入了原子研究时代。1941年，分配色层分析法的发明与应用解决了青霉素提纯的关键问题，使医学进入了广泛使用抗生素防治疾病的新时代。20世纪60年代，遥感方法与技术的出现使得人类可以在不与物体、区域接触的情况下获得数据资料，促进了地球科学的跨越式发展。20世纪70年代，我国科学家袁隆平提出将杂交优势用于水稻育种的新设想，创立了水稻育种的三系配套方法，从而实现了杂交水稻的历史性突破。20世纪90年代纳米技术的兴起，给科学家提供了一个全新的科学研究与技术开发手段，引发了材料、电子、能源等许多领域科技的革命性变革。科技发展史表明，要想实现科学技术的跨越式发展，就必须在科学方法上取得突破与创新。

历史告诉我们：中国现代化、中华民族伟大复兴刻不容缓，关键之一就是持续不断地增强自主创新能力。

创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。创新是当今世界范围内经济和科技竞争的决定性因素。历史上的科学发现和技术突破，无一不是创新的结果。提高自主创新能力，是建设创新型国家的必然要求。我国是一个发展中的社会主义大国，在一些战略性、基础性的重大科技项目上，必须依靠自己，必须拥有自主创新的能力。加快科学技术发展，增强我国的国际竞争力，关键在于提高自主创新能力；要实现全面建设小康社会宏伟蓝图，关键在于提高自主创新能力；要解决重要资源人均占有量严重不足、生态环境十分脆弱等问题，关键还在于提高自主创新能力。这是我国现代化建设宏伟目标的内涵，更是维护国家安全、增强国家软实力的迫切需要，这也是一个发展中的大国为人类两个文明建设做出历史性贡献的必然要求。

创新是解放和发展社会生产力的重要标志，是一个国家、一个民族发展进程的决定性力量。人类社会正在经历新的科学技术革命，科学技术已成为经济社会发展的决定性力量。综合国力竞争的核心就是自主创新能力的竞争。实践证明，科学技术在一定条件下可以引进，但自主创新能力永远不可能引进。在涉及国防安全 and 经济安全的关键领域，真正的核心技术更是买不来的。提高自主创新能力，是保持经济长期、平稳、快速发展的重要支撑，是建设资源节约型、环境友好型社会的重要支撑，也是提高我国国际竞争力和抗风险能力的重要支撑。可以说，自主创新能力是支撑一个国家崛起的筋骨。当前，我国虽然已经成为经济大国和贸易大国，但一些产业的核心技术仍然受制于人，大量关键设备依赖进口，科研开发水平与发达国家相比还有很大差距。这是制约我国经济进一步发展的瓶颈。总而言之，没有科学技术创新的发展不具有持续性。

一个国家仅靠较低技术的产业基础成不了经济强国，靠出口低附加值产品成不了贸易强国。我国已经进入必须依靠自主创新才能加快发展的新阶段。如果我们不掌握更多

的核心技术,不具备强大的自主创新能力,就很难在国际竞争中把握机遇、甚至可能丧失维护国家安全的战略主动权。

(二) 方法创新肩负着建设“创新型国家”的时代使命

在我国发展面临的众多问题中,自主创新能力不足是核心问题之一。当前,总量日益庞大的中国经济在前行过程中,正面临着越来越大的资源、环境压力和日益增多的贸易摩擦。消耗高、污染重、自主创新能力弱的粗放式增长方式使得中国发展之路越走越窄。例如,钢铁行业的能耗就占中国能耗的十分之一,一半铁矿石依靠进口。中国是世界贸易大国,却处于国际产业链分工的低端,近六成外贸为加工贸易,出口产品很少拥有自主知识产权,高档机电产品依赖进口。正如那个众所周知的事例,中国出口 8 亿件衬衫的利润才能换回一架空客 A380 飞机。为什么中国目前只能是“世界加工厂”而不是名副其实的“世界工厂”;为什么不能从“中国制造”走向“中国创造”;为什么提出可持续发展战略这么多年,而资源、环境问题越来越突出……。所有问题都有一个共同的原因,即科技进步不足,关键还是自主创新能力不足。

有关研究报告指出,2004 年我国科技创新能力在 49 个主要国家(占世界 GDP 的 92%)中排名第 28 位,处于中等水平。数据表明,自 1998 年以来,我国科技对经济增长的贡献有所下降。经济增长主要靠投资拉动,产业技术进步基本靠引进,本土的科技能力未能为国家发展提供有效支撑。国家自然科学奖一等奖连续 4 届空缺和国家技术发明一等奖连续 6 年空缺的事实说明,国内科学研究缺少原始创新,缺少具有自主知识产权的重大发现。目前,我国关键技术自给率低,对外技术依存度高达 50%,而美国、日本仅为 5%左右。由于没有核心技术,国内企业不得不将每部国产手机售价的 20%、计算机售价的 30%、数控机床售价的 20%~40%支付给国外专利持有者。占固定资产投资 40%左右的设备投资,60%以上依靠进口。全国生产的 3 万多种药品中,自主研发的药物品种屈指可数,95%以上为仿制品,特别是代表未来发展趋势的生物制药品种。国内市场所需芯片与电子元器件 85%以上依靠进口,高端核心芯片与电子元器件 99%以上依靠进口。高科技的关键装备基本依赖进口,而重点领域特别是国防领域依赖技术进口,将构成对国家安全的严峻挑战和威胁。

建设创新型国家是在综合分析世界发展大势和我国所处发展阶段的基础上提出的面向未来的重大战略。21 世纪头 20 年是我国经济社会发展的重要战略机遇期,也是科学技术发展的重要战略机遇期。如何制订我国科技发展战略,以对科技发展做出前瞻性、战略性和全局性部署,将直接影响我国现代化建设,直接关系到十几亿人口的小康社会的建设进程。加强自主创新、建设创新型国家,是我国面向未来发展的重大战略。只有大力提高原始创新能力、加强自主创新、集成创新能力和引进消化吸收再创新能力、转变经济增长方式、提升生产力水平、提高利用科技手段解决当前和未来我国经济社会发

展重大问题的能力,才能建设国力强盛、生机勃勃的创新型国家。

那么,创新型国家内涵及创新国家特征是什么呢?半个多世纪以来,众多国家都站在各自不同的起点上,努力寻求实现工业化和现代化的道路。有些国家主要依靠自身丰富的自然资源增加国民财富,如中东产油国家;有些国家主要依附于发达国家的资本、市场和技术,如拉美国家;还有些国家把科技创新作为基本战略,大幅度提高科技创新能力,形成日益强大的竞争优势,被国际学术界称为创新型国家。目前,世界公认的创新型国家有 20 个左右,如美国、日本、芬兰、韩国等。这些国家的共同特征是:①创新综合指数明显高于其他国家;②科技进步贡献率在 70%以上;③研发投入占 GDP 的比例一般在 2%以上;④对外技术依存度一般在 30%以下。此外,这些国家获得的三方专利(美国、日本,欧洲授权的专利)数占世界数量的绝大多数。

建设创新型国家的核心是把增强自主创新能力作为发展科学技术的战略基点,走出一条有中国特色的自主创新道路。目前,我国在关系国计民生的诸多领域,还没有掌握国际最先进的科学方法与手段,甚至在一些领域落后于国际先进水平数十年。这大大限制了我国科技自主创新能力的提高,制约着创新型国家的建设。改革开放 30 多年来,我国引进了大量科学技术与仪器设备,对提高科学研究水平、产业技术水平和促进经济发展起到了重要作用。但是,只引进而不注重方法与技术看新,势必削弱自主研发能力,拉大与世界先进水平的差距。事实证明,真正核心的科学技术是买不来的,尤其是关系国民经济命脉和国家安全的关键领域的科学技术,如军事、纳米、生命科学等领域的核心技术与仪器设备一直遭受发达国家的封锁,甚至我国爆发 SARS 后都很难从国外进口建立生物安全 P4 实验室所必需的核心仪器。我国要想在激烈的国际竞争中掌握主动权,就必须在若干重要领域加强科学方法的研究与创新。只有掌握一批核心技术和关键方法,降低对外技术依存度,才能真正提高自主创新能力。

(三) 方法创新是落实国家中长期科技发展规划的保障

2007 年以来,科学技术部、国家发展和改革委员会、教育部、中国科学技术协会共同推动创新方法工作。2008 年 4 月,上述四部门联合发布了《关于加强创新方法工作的若干意见》。为团结从事和关心创新方法工作的各界人士共同推动创新方法工作,科技部发起并筹备成立了创新方法研究会,凸显了创新能力建设在实现国家中长期科学和技术发展规划中的重要作用以及方法创新对实现国家中长期科技发展目标的有力保障。

从一定意义上说,谁掌握了最先进的科学方法,谁就掌握了科技发展的优先权。研究思维、方法和工具的突破与创新不仅意味着进入了科学研究前沿和占领了科学研究战略制高点,而且意味着占据了向新领域、新方向开拓的先机,具备了跨越式发展的竞争优势。目前,我国正在全面落实科学发展观,贯彻执行《国家中长期科学和技术发展规

规划纲要（2006-2020）》，建设创新型国家。加强科学思维、科学方法与科学工具创新，对于推进上述战略目标的有效实现，是一项重要而又紧迫的任务，对于提高我国科技发展整体水平及提升技术创新能力都具有重大意义。

（四）方法创新是实现农业可持续发展的最有效途径

农业是国民经济的基础，古语说“农业稳则天下安”，农业问题始终是关系着国家发展的重大问题。我国是农业大国，并正处于传统农业向现代农业过渡的阶段，肩负着建设社会主义新农村的历史使命。同时，我国农业发展面临着资源与市场的双重约束、经济增长与生态保护的双重压力、农民增收与粮食安全的双重挑战。唯有加快推进农业科技进步与创新，才能缓解农业发展的资源约束、推进农业增长方式转变、拓展农业发展领域、提升农业竞争能力和实现农业又快又好的可持续发展，为社会主义新农村建设奠定坚实的基础。

现代农业科技革命在推动农业高速发展的同时，带来了严重的负面作用，使农业的进一步发展面临严峻挑战和危机。高投入、高能耗、农药和化肥等物质的大量生产和使用及因此导致的高污染，使农业发展具有明显的不可持续性。高品种过度依赖化肥、农药和灌溉，导致自然资源退化、生态环境破坏、环境污染及能源危机等问题出现。在这方面，美国在其农业发展过程中既有成功的经验，也有十分沉痛的教训。很显然，第一次农业科技革命带来的这些负面影响或危机最集中的表现是使农业具有明显的不可持续性。继续依靠加大外源性投入的方法，不仅不能从根本上解决农业发展中的突出问题，反而使危机加剧。目前的农业科技创新模式的基本特征为：通过外源性高投入打破传统农业封闭的物质能量循环，获得农业的高经济效益和高产量。如果这种农业科技创新模式不变革、不可持续的农业发展观不改变，农业发展面临的危机和挑战不仅不会缓解，而且会更加恶化。

借鉴国内外农业发展的经验和教训，掌握现代农业、可持续农业的发展特征，以农业科学方法创新推动我国农业可持续发展是建设社会主义新农村的必由之路。进入 21 世纪后，知识经济与经济全球化进程明显加快，科学技术发展突飞猛进，科技实力的竞争成为世界各国综合国力竞争的核心。以农业生物技术和信息技术为核心的科技革命新浪潮正在世界各国全面兴起，农业科学技术已成为推动世界各国农业发展的强大动力。近年来，美国、日本、德国等发达国家和印度、巴西等发展中国家都在制订和实施农业科技发展新战略，改革农业科技体制与运行机制、加大农业科研投入、加快农业科技创新步伐、抢占农业科技制高点。这既对我国农业科技提出了严峻挑战，更为我国赶上农业科技新革命、实现农业科技跨越发展提供了历史机遇。当前，我国正处于加入 WTO 后的过渡期，农业面临更加激烈的国际竞争。经济全球化促使国内农业国际化。世界农产品贸易对高科技含量和高附加值农产品的需求增加的同时，对农产品卫生和质

量标准的要求也会提高。因此,加快农业科技创新、提高农产品的科技含量是增强农业国际竞争力的根本保障。

当前,我国农业和农村发展仍然处于艰难的爬坡阶段。构建社会主义和谐社会、统筹城乡经济社会发展、建设现代农业、发展农村经济和增加农民收入,离不开现代农业科技的强有力支撑。科研创新要由跟踪模仿向自主创新和引进消化再创新并重转变,技术推广要以生产为重点向以产业和产品并重转变,农民培训要由自上而下的行政计划模式向立足提高农民整体素质转变。拓展农业科技领域和发展空间,就是要优化农业科技资源配置、调整农业科技投入方式、改革科技管理体制和改进科技服务方式。提升农业科技的创新能力,就是要增强农业基础研究和高新技术原始创新能力、提高农业重大关键技术集成创新能力、提升优势农产品及其产业发展的科技成果转化应用能力。

我国农业科技发展现状决定了我国农业必然要通过农业科学方法创新来提供农业科技发展后劲。我国农业科技创新水平在大多数领域仍落后于发达国家 10~15 年,这严重阻碍了我国的农业现代化和国际竞争力的提高。世界农业的快速发展主要得益于农业科技创新和重大突破。发达国家农业科技对农业生产的贡献率都在 75% 以上,德国、法国、英国和以色列等国家甚至达到了 90% 以上。近几年,我国农业生产中的农业科技贡献率虽然已经达到了 45%,但同发达国家相比还有很大差距。我国农业科研成果转化率也比较低,据资料显示,2000 年以来,我国每年取得科技成果 6000 多项,但转化比例不足 50%,其中真正形成规模的不到 20%,而发达国家农业的科研成果转化率已经达到 80% 以上。科研成果未能有效转化并解决农业需求,加剧了我国农业科技创新滞后的形势。新一轮农业科技革命已经在全世界范围内兴起,生物技术、基因重组技术和信息技术开始应用于农业科研生产领域。但是,我国的高新技术研究和开发还只是刚刚起步,与发达国家还有很大差距。

农业科技创新是解决我国农业问题的根本出路,只有加快农业科技进步与创新,才能提高我国农业综合能力,推动我国农业和农村经济结构战略性调整,提高我国农业的国际竞争力,促进我国农业可持续发展,保证我国的经济安全。

二、农业科学方法的创新内涵

要想认识方法创新的重要性,我们必须深入认识和了解方法创新的本质、内涵及其内在发生发展规律,以便在科学实践中积极主动地开展方法创新,实现科技创新与进步。

原科技部副部长刘燕华曾经指出:“回顾人类发展历史及科学技术进步历程,每一次重大跨越和重要发现都与思维创新、方法创新和工具创新密切相关。”创新的思维、方法和工具是推动科技这第一生产力的原动力。思维、方法和工具三个方面创新的有机结合可以统称为“创新方法”(或广义的方法创新)。对广义方法创新的理解可分为三个