



全国高等农林院校“十一五”规划教材

科学研究方法

李孟楼 主编

 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

科 学 研 究 方 法

李孟楼 主编

中 国 农 业 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

科学研究方法/李孟楼主编. —北京: 中国农业出版社,
2009. 2

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 109 - 13342 - 6

I. 科… II. 李… III. 科学方法论—高等学校—教材
IV. G304

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 214135 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 戴碧霞 赵 娴

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2009 年 2 月第 1 版 2009 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 18

字数: 430 千字

定价: 27.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本教材对科学研究的全过程进行了论述,系统地介绍了科学研究的理论、方法与技术,吸纳和反映了当前科学研究方法论的最新成果,全书共十章。绪言介绍科学研究的类型与意义;第一章讲述科学技术发展史与科学思想史;第二章介绍科学研究中的哲学思想,研究方法,假设检验及科学研究与修养;第三章介绍自然科学研究的常用方法,研究仪器的作用,技术与手段;第四章讲述人文社会科学研究的特点,常用方法与技术;第五章论述研究目标的构思,研究方案的规划和实施方案的设计;第六章讲述科学研究的准备,实施,总结及应注意的问题;第七章描述试验的性质与目的,试验的设计,数据处理与结果分析;第八章论述科学研究的选题原则,项目的申报渠道,项目的论证报告及申报与答辩;第九章介绍投稿刊物的选择与论文的构思,论文的结构与写作要点、自校与修改;第十章介绍了科技文献信息,文献检索方法与步骤等。

本教材适合普通高等院校各专业本科生及研究生教学使用,也可供科学研究工作者参考和阅读。

主 编 李孟楼
副主编 龚振平 刘建军
编 者 (按姓氏笔画排序)
尹丽娟 (中国农业大学)
冯佰利 (西北农林科技大学)
任国栋 (河北大学)
刘建军 (西北农林科技大学)
孙艳玲 (国家知识产权局)
严善春 (东北林业大学)
李孟楼 (西北农林科技大学)
吴承祯 (福建农林大学)
张莉莉 (南京农业大学)
张曼玲 (东北林业大学)
赵建兴 (内蒙古农业大学)
赵桂玲 (沈阳农业大学)
段兴华 (内蒙古农业大学)
席冬梅 (云南农业大学)
黄为民 (上海第二工业大学)
萧 玲 (南京大学)
龚振平 (东北农业大学)
常 俐 (机械工业信息研究院)
景天忠 (东北林业大学)
谢湘音 (戴络亚太北京信息咨询有限公司)

前 言

科学研究是人类社会进步与文明的标志和产物。人类在生产和生活过程中逐步认识了自然规律,理解了要解决自然和社会问题需要遵循其规律、使用复杂或特殊的方法,于是逐渐学会了专门寻找解决生产与社会问题的办法,这个办法就是研究。由于生产、经济、社会发展的需要,国家和社会也就需要一部分人使用科学方法和科学技术,专门从事探询那些现在或将来应该知道的未知问题、寻找解决各类难题的办法,研究也就上升成了学问。这类属于研究的学问经过日积月累,越来越多、越来越复杂,当人类按照其认识自然的方式将这类学问分门别类后,从事这类学问的人群也有了分工,这种特殊的社会事业就上升成了科学研究,从事这种工作的人也就被称为了科学家。

科学研究已经成为了现代社会结构中不可缺少的部分,科学研究的水平是一个国家的发展与实力的综合体现,一个国家、一个研究团队要在同等的科学研究的基础上提高研究水平,就要总结、吸纳和借鉴不同的科学研究技术与方法。人类经过几千年的科学研究和探索,已经走过了茫然、盲从、被动和主动阶段,积累了不少进行科学研究的思想、理论和方法。显然,总结和主动把握科学研究中的思想与方法,有益于进行专门的科学研究及应对自然与社会中的各种问题。

很少接触科学研究的人可能感觉科学的学问很神秘,进行科学研究是那些学问很深的人做的事情。但事实并非如此,人类有意识地认识世界和人类社会的产物就是科学,人在认识世界和人类社会中使用的方法就是科学方法,在解决问题中有意识、有技巧地使用科学方法就是科学思想。自然界和人类社会的事物很多、很复杂,认识不同的事物、解决不同的问题使用的思想和方法差别较大,有些事情只凭借人的直接观察和思考常难以辨别它们的本来面目,这就要借助专门的仪器和工具去认识它们,使用仪器和工具认识事物就要有专门的技术,这种技术就叫科学技术。

现代社会已建立了结构较为完善的科学研究体制,但随着社会的不断进步和发展,新的科学和社会问题对科学和科学技术的要求越来越高,社会需要更多的掌握专门知识、能够进行各类科学研究与开发的人才。我国的高等院校虽然已为国家培养了不少能够从事科学研究的人才,但农、理、工科高等院校设置介绍人类长期积淀的有关科学研究知识与智慧的课程甚少、教材体系尚未建立,国内科学研究方法方面的教材仅见社会科学研究领域的《社会科学研究方法》、《科学研究方法论》等。

为了满足社会和人才培养的要求,本教材编写组在借鉴社会科学研究方法诸教材的基础上,全方位地总结和吸纳了有关科学研究理论与方法的研究成果,进行了科学研究方法论知识体系的全面整合,按照十个章节设计和创建了适合农、理、工科高等院校本科与研究生教

学使用的《科学研究方法》结构体系，融会了科学研究方法论方面的几乎所有知识与成果。因此，本书不仅适合高等院校作为教材使用，也可作为科技工作者和管理者参考用书。

读者在阅读本书后，将体会到只要有生活经历和一定的知识，在每个人的头脑里其实也有被称做科学和科学方法的东西，只不过是我们没有认识到那些在解决琐碎事情中使用的办法、技巧或“手腕”也能够上升为科学方法或思想。所以，只要我们能够了解科学、科学方法和科学技术的使用和运行过程，对我们在工作及生活中解决人和人、人和事等方面问题的经验和技巧进行归类总结，就能够发现很多别人不知道的规律，解决事情的经验和技巧就能超越“常人”，就可以成为能力很强的人、有作为的人。

本教材集成了全国 12 所高等院校，以及国家知识产权局、机械工业信息研究院等部门的 20 位专家及学者的经验与智慧。其中李孟楼编写绪言，严善春、赵建兴编写第一章，萧玲、黄为民编写第二章，尹丽娟、景天忠编写第三章，段兴华编写第四章，赵桂玲、席冬梅编写第五章，刘建军、李孟楼、常俐编写第六章，冯佰利、吴承祯编写第七章，龚振平、赵桂玲编写第八章，任国栋、张莉莉编写第九章，谢湘音、张曼玲、孙艳玲编写第十章。全书由李孟楼统稿，所有插图均由李孟楼参照相关作者提供资料绘制成电子版图，书稿完成后各副主编及编委进行了勘误和修改。

本教材在编写过程中引用了许多研究者在科学研究理论与方法方面的知识和观点，并参阅和引用了国内未能参加本教材编写的专家和学者的诸多资料、文献、研究成果及网络资源中的相关资料，编写组恳请谅解并表示感谢。鉴于本教材的结构和体系初创、编者水平所限，教材的内容难免存在疏漏和错误，敬请同行和读者指正。

编 者
2008 年 11 月

目 录

前言

绪言	1
一、科学与科学研究	1
二、科学方法	1
三、科学革命与科学思维方式	2
四、科学研究的意义	4
参考文献	5
第一章 科学发展历史	6
第一节 世界科学技术发展史	6
一、世界古代的科学技术	6
二、世界近代的科学技术	12
三、世界现代的科学技术	16
四、当代科学技术发展趋势	19
第二节 中国科学技术发展史	21
一、中国古代的科学	21
二、中国古代的技术	27
三、中国现代的科学技术	31
第三节 科学思想史	31
一、古代科学思想的产生	31
二、科学思想的形成与发展	32
三、自然观的形成和发展	33
四、现代科学技术的发展事例——纳米科技	37
复习思考题	38
参考文献	38
第二章 科学研究方法论	40
第一节 科学研究中的哲学思想	40
一、自然图景支配科学研究者（主体）	40
二、自然观是新理论产生的先导	41

三、哲学思维方法对研究主体的启示	42
四、唯物主义(哲学本体论)是研究者的工作基础	43
第二节 科学研究方法	43
一、经验方法与理论方法	44
二、逻辑方法与非逻辑方法	50
三、系统科学方法与系统工程方法	56
第三节 科学假说与检验	59
一、科学假说的形成	60
二、假说的运用及注意事项	61
三、建立假说的方法以及假说的检验	64
第四节 科学研究与修养	65
一、科学研究中想象与假设的修养	66
二、人的智能与科学素养的自我设计	66
三、科学研究思维方法的修养	67
复习思考题	68
参考文献	68
第三章 自然科学研究	69
第一节 自然科学研究中的常用方法	69
一、实验方法	70
二、数学模型方法	72
第二节 科学研究中的仪器与技术	75
一、研究实验仪器的重要性	75
二、科学研究技术的重要性	78
第三节 自然科学研究技术	79
一、测量技术	79
二、物质提取技术	81
三、物质的分离纯化技术	83
四、测试分析技术	85
五、成像分析技术	88
六、其他生物技术	90
七、计算机技术与空间技术	91
八、“3S”技术	91
附：自然科学研究实例	92
复习思考题	93
参考文献	93

第四章 人文社会科学研究	95
第一节 人文社会科学研究的范围与特点	95
一、人文社会科学与自然科学的关系	95
二、人文社会科学研究范畴	96
三、人文社会科学的功能和特点	96
四、人文社会科学方法论的发展	98
第二节 人文社会科学研究的设计	101
一、人文社会科学研究设计	101
二、人文社会科学研究的构思	104
第三节 人文社会科学的研究方法	106
一、资料的收集方法	107
二、资料分析方法	114
三、人文社会科学研究案例	117
复习思考题	118
参考文献	118
第五章 科学研究的构思与设计	119
第一节 研究目标与内容	119
一、研究目标的内涵及分类	119
二、研究内容	120
第二节 整体方案的规划	122
一、研究思路的规划和设计	122
二、研究内容的分解与规划	123
三、研究方法的选择与组合	125
第三节 科研实施方案的设计	130
一、总体实施方案的设计	130
二、科研年度实施方案	134
三、科学研究的总结与分析	135
第四节 研究方案设计举例	138
一、研究题目	138
二、目的立项依据(略)	138
三、项目的研究内容、研究目标,以及拟解决的关键问题	138
四、研究方案	139
五、经费预算	140
复习思考题	141
参考文献	141

第六章 科学研究过程	142
第一节 准备阶段	142
一、选题	142
二、文献评述	143
三、研究总体方案的准备	145
四、资源的准备	145
第二节 实施阶段	146
一、研究过程管理	146
二、观察和实验管理	147
三、数据、资料的积累和整理	149
四、阶段性总结与管理	150
第三节 总结阶段	152
一、科学研究的总结程序与管理	152
二、科学创新源于科学研究过程的总结	153
三、科学研究中应注意的问题	155
第四节 查新检索	158
一、查新的目的及意义	158
二、查新报告的内容	159
三、查新方法途径	160
四、科技查新程序	161
复习思考题	163
参考文献	163
第七章 科学试验设计与分析	164
第一节 试验性质与目的	164
一、三种重要的试验及其性质	164
二、试验法与应用	166
第二节 试验的规划与设计	167
一、试验设计的思路与基本原则	167
二、试验设计方法	170
三、试验方案与流程	173
四、试验中的注意事项	174
第三节 试验数据处理与结果分析	176
一、试验技术与过程分析	176
二、试验数据处理与统计检验	178
三、试验结果分析与小结	180

四、撰写试验报告	181
第四节 试验设计与分析实例	182
一、方案设计	182
二、实施方案	183
复习思考题	184
参考文献	184
第八章 科学研究项目的申报	185
第一节 选题的原则与技巧	185
一、选题应符合资助范围	185
二、选题要有新发现、创新性	186
三、选题要有价值	186
四、选题时的其他问题	187
第二节 项目申报渠道	188
一、基础研究与应用基础研究申报渠道	188
二、高新技术申报渠道	190
三、应用开发研究申报渠道	192
四、软科学项目申报渠道	193
五、人才基金申报渠道	194
第三节 项目论证报告的写作	195
一、项目名称	195
二、国内外概况和目的、意义	196
三、研究内容、研究目标和技术关键	196
第四节 科技项目的申报与答辩	199
一、课题申报的程序	199
二、答辩	201
复习思考题	203
参考文献	203
第九章 研究论文的写作	205
第一节 刊物的选择与论文的构思	205
一、刊物的选择	205
二、论文的构思	208
第二节 研究论文的结构与写作要点	211
一、科学研究论文的标题	211
二、作者署名与知识产权	213
三、摘要	214

四、关键词	215
五、引言	215
六、材料与方法	216
七、结果与分析	217
八、小结（或结论、讨论）、致谢	219
九、参考文献	219
第三节 论文的自校与修改	221
一、论文写作常见通病	222
二、草稿修改要点	225
三、论文的自校	229
复习思考题	229
参考文献	230
第十章 科技文献检索	231
第一节 科技文献信息	231
一、科技文献信息分类	231
二、原始纸质文献与工具书	233
三、网络信息资源与数据库	241
第二节 文献检索方法与步骤	253
一、分类查询	253
二、追溯查询	253
三、关键词或关键词组合查询	254
第三节 文献资料查全与查准率	260
一、查全与查准率	260
二、影响查全和查准率的因素	262
复习思考题	264
参考文献	264
索引	265

绪 言

科学是人类使用特定技术和哲学观认识自然、自我及精神世界的学问，是包括系统技术和系统哲学在内的一个完整系统。科学并不神秘，是具有科学思想和学问的人自立于社会的一种本领。有了科学思想，人就可以掌握辨析事物、认识社会、明辨是非、获得生存技能的本领。但要具有科学思想和科学本领，必须系统、科学地了解科学研究方法、科学的类型和科学研究过程。

一、科学与科学研究

科学可以区分为自然科学和人文社会科学，这两种不同类型的科学在性质、内容和研究方法上有着显著的区别。自然科学是人对自然现象、规律采取必要的技术、手段进行的探索 and 解释，自然科学是最早具有科学性的科学，自然科学方法已经渗透到了人类生活、生产和社会活动的各个方面，自然科学研究和技术对现代社会、经济的发展有不可估量的重要性。“新科学”即人文社会科学，它将世界划分为自然世界、人类世界和心灵世界（又叫人神世界），主要研究人类生活及人文社会活动方面的各个问题。

现代科学观认为，世界由物质、能量和信息三大基本要素构成，科学就是研究这三大要素的本质特征及其各层次的运动规律（机械、物理、化学、生物和社会运动），所要认识的对象是一个统一的整体。所以，现代科学就是以物质、能量和信息为中心，以科学和人文相结合为标志，将逻辑实证主义和技术功利主义与思想性、创造性、文化性和精神性相结合为整体性的系统科学。

科学研究是现代社会一项不可缺少的事业，也是现代文明社会一项有组织的社会活动和社会建制，科学显示着人类文明，促进着社会进步，提升着人们的智慧水平和生存质量。现代科学研究包括基础研究、应用研究与开发（或发展）研究，这三类研究在不同研究机构中的地位与比例不同，也在一定程度上反映了研究机构的基本性质。从事科学研究的机构大体上有三类，即独立的科学研究机构、企业科研机构 and 大学，这三类机构由于其自身目标、组织、任务的不同，各自从事的科学研究活动和范围也有所区别。

二、科学方法

科学方法是科学研究过程中人的思维、创造、技术的组合，由于技术、研究内容与目标不同，所使用的科学方法也不同。科学实验是为了验证一个理论、假设、问题、猜测、现象而采用的一种科学方法，科学实验不等于科学方法。科学方法是近代科学的产物，古代人类在对自然的

初步认识活动中就有其萌芽，古希腊文化则为后来科学方法的孕育和产生提供了数学、逻辑和实验理论等精神准备。现代的科学方法包括实验数学方法、科学归纳方法、直观演绎方法等。

在公元前 7、8 世纪以前，古代学者仅将从生产劳动中分化出来的实验研究作为经验科学的附带，物理学还只是“自然哲学”的组成部分，还处在对现象的描述、经验的简单总结和思辨性猜测阶段。13 世纪的罗吉尔·培根（约 1214—1292，图 0-1）认为证明前人说法的唯一方法只有观察和实验，并把经验、实验、证明当做科学的 3 个重要途径。1583—1608 年伽利略（1564—1642，图 0-2）由实验得出了正确的落体运动等定律，并确立了实验数学方法，他认为实验应以定量实验观测结果为基础，用数学抽象描述实验客体的基本概念和基本关系。

由罗吉尔·培根首创、穆勒等加以完善的科学归纳法，创造了科学研究中的实验、归类及归纳和排除的逻辑思维三段论。19 世纪的赫舍尔（1738—1822，图 0-3）认为发现包括归纳和假说两条途径，制定了包括求同法、差异法、剩余法和共变法在内的发现事物间因果关系的 9 条原则，并提出科学发现中的归纳途径是分解复杂现象—归纳、寻找规律和定律—创造性思维产生理论。与赫舍尔同时代的哲学家、经济学家和逻辑学家密尔将逻辑推理从广义上分为归纳和演绎，将归纳定义为发现和证明，提出了契合法（求同法）、差异法、剩余法、共变法、契合差异并用法的“密尔求因果五法”。

笛卡儿（1596—1650，图 0-4）以普遍怀疑为起点，以数学方法为模板，建立了直观演绎的科学方法论，他认为要建立真正的科学知识体系，必须有直接、真实和直观的出发点，才能运用演绎方法进行推论，并在数学方法直观演绎法的基础上，提出了实现这一过程的四条方法规则，即普遍怀疑和直观方法—从具体到抽象的分析方法—由一般到个别的演绎过程—总结、审查并形成理论（图 0-5）。



图 0-1 罗吉尔·培根



图 0-2 伽利略



图 0-3 赫舍尔



图 0-4 笛卡儿

目的：发现逻辑	-----	说明逻辑
方法：普遍怀疑	-----	理性直观-----演绎展开-----事实验证
过程：准备	-----	演绎过程-----结果

图 0-5 演绎-归纳过程示意

三、科学革命与科学思维方式

科学革命是指科学领域中的重大突破和进展，科学革命不仅对社会物质生活产生了重大的影响，也改变了人们的精神世界，带来了科学思维方式的变革。科学发展过程是一个渐进与革命交替出现的过程，近代的科学发展曾发生过三次科学革命，产生了许多重要的进展，形成了多次重大突破，每次科学革命都涉及一系列相互关联的具体科学领域的革命性进展。

科学革命、科学领域里的重大进展与科学思维方式的变革有着不可分割的联系，科学革命在

很大程度上依赖于科学思维方式的变革,但科学革命的成果则是科学思维方式变革的体现和凝结,常向我们展示出一幅新思维方式下的世界新图景,并进一步推进了科学思维方式的变革。

1. 第一次科学革命与科学思维方式的变革 第一次科学革命开始于16世纪中期哥白尼(1473—1543,图0-6)提出日心说,其标志性成果是牛顿(1643—1727,图0-7)建立和完成了经典力学的科学理论体系。相对于先前的哲学或宗教的神创论场景而言,第一次科学革命向我们展示了这样一幅新的世界场景,即构成世界的基本要素是离散的“质点”、机械力与引力,由所观察和实验得到的数据可对世界进行定量描述,由力、质量和加速度三项中的两项可定量计算出未知项。



图0-6 哥白尼



图0-7 牛顿

该时代的科学思维方式就是机械力学的思维方式,即在绝对时空背景下可量化的机械力与有质量的单元相统一的思维方式。许多科学家接受并将这种思维方式推广到了各自研究的领域,在哲学上也出现了机械论和“科学的(狭义的形而上学)哲学”的思维方式。然而,当这种“科学的哲学”成熟的时候,第二次科学革命已悄然降临。

2. 第二次科学革命与科学思维方式的变革 第二次科学革命孕育于18世纪后期,延续到19世纪末,第二次科学革命对人类社会又一次产生了深远的影响,加快了社会前进的步伐。第二次科学革命的重要成果是康德·拉普拉斯(1724—1804,图0-8)的星云说、赖尔(1800—1876,图0-9)的地质演化理论、达尔文(1809—1882,图0-10)的进化论、克劳修斯(1822—1888,图0-11)的熵增理论等,其他的如原子—分子学说、细胞学说、遗传因子说、能量守恒和转化定律、元素周期律等。



图0-8 康德·拉普拉斯



图0-9 赖尔



图0-10 达尔文



图0-11 克劳修斯

第二次科学革命的核心成果是建立了可以定量描述、相对完整的经典电磁理论体系,该理论体系带来的科学思维方式就是波(动)场(连续)式的思维方式,也是以连续整体、能量、质变和多样联系为主要特征的科学思维方式,它从多方面突破了牛顿力学的框架,不仅影响了其他科学的思维方式,还进一步影响了哲学和日常生活。但第二次科学革命并没有在科学上获得概括与综合,形成一个相对完整的、统一的、协调一致的综合体系。

3. 第三次科学革命与科学思维方式的变革 第三次科学革命发生于20世纪,它带动了各门科学的蓬勃发展,产生了众多的边缘科学、横断科学和综合科学,形成了真正意义上的大科学,这种一方面高度分化,另一方面又高度综合的发展趋势仍在持续。

第三次科学革命首先在物理学领域产生,其主要成果是爱因斯坦的相对论和海森堡的量子论,相对论和量子论向我们揭示了一种波粒二象、质能互变、时空对易的二元互补式的新的科学

思维方式。该时期同时也产生了系统论、信息论、控制论、耗散结构理论、协同学理论、超循环理论、混沌理论等系统科学理论。这一时期的科学思维方式强调系统与环境,要素、功能与层次结构,质变、量变和序变,物质、能量和信息的多样统一,所以可以称为系统科学观(世界由物质、能量和信息三大基本要素构成)或系统思维方式。

因此,了解科学革命和科学思维方式的变革,就是要明确科学革命和科学思维方式对社会、经济、人类生活所产生的影响,进行科学研究、引进新的思维对于创新和创造的作用。思维方式指导人的活动,有什么样的思维方式就会有怎样的指导思想,有什么样的指导思想就会有怎样的发展观,对个人讲就会有怎样的成才方式,对国家讲就会有怎样的发展道路、发展模式和发展战略。

四、科学研究的意义

科学研究有传承和发展过程,任何一项科学研究或许在当代并不能完全体现其意义,但却可能为后人的研究和社会发展提供基础。人类社会正是在不断的科学探索中获得了进步,走向了层次更高的文明。因此,进行科学研究的意义就体现在经济、科学、技术和社会的发展等方面。

1. 改变人文观念 这主要体现在4个方面:①人的世界观、人生观、价值观、伦理观等,能因接受和享受科学成果而改变。②人的生产、生活、学习、交往、思维方式和行为,将随科学观而改变,进而追求身心健康、社会适应、环境和谐。③在科学基础上建立起人与自然的和谐关系,树立保护自然和生态的观念,改变人在自然界的地位观。④遵循科学规律,将改变对人类社会的认识,人类社会也遵循生态原理,有其特有的自组织、自适应、自调节、自修复的自然法则。

2. 促进社会文明 科学研究是推动社会文明发展和进步的动力,科学发展观统筹经济社会发展,协调经济、社会、环境、资源与人的关系,完善人的生存环境,提高生活质量。所以任何时代的科学研究和发展必须以人为本、促进人类社会的全面发展,并用发展理念培养出实现社会可持续发展的责任者、实践者。以人为本、科学发展的发展观是现代人类的治国思想,也是培育人才的一种科学思维方法,以人为本的基本含义包括强调人在社会发展中的地位、作用、个人的独立性和要求,同时关注人的生存和发展命运。

3. 促进科学进步 现代科学研究正在促进科学向系统、复杂、整合、统一的方向发展,促进了生物、信息、纳米、认知四大技术的会聚(NBIC)。并引起了如医学模式的再次革命,产生了工程医学及新医学观念,催生了医药生物技术、农业生物技术、环保生物技术、生物信息技术、食品工业技术、微型制造技术、生物功能和过程数字化技术等技术群。

4. 推动经济发展 科学技术的发展状态和水平对社会经济发展的影响不同。如现在的信息技术将全面普及并趋于常规化,芯片集成度趋于极限,而生物经济时代可能将于二十年后到来,渗透到人类生活和生产的各个方面,进而成为世界经济的主力。生物经济时代可能具有以下特点:①催生新兴产业群,如在医药、保健、农业、环保、食品、制造等行业中形成新兴产业。②促进产业结构由高投入、高消耗、高污染、低产出的传统粗放型,向以生物技术为主的节约型转变。③20世纪10~40年代信息经济处于孕育期(信息论和计算机产生),20世纪50~80年代