

施建军 丁 华
宋颂兴 符建华 著

科技系统分析

南京大学出版社

科技系统分析

施建军 丁 华 著
宋颂兴 符建华

南京大学出版社

1992 • 南京

(苏)新登字第011号

内 容 提 要

本书作为软科学研究成果,以江苏省科技、经济、社会系统分析为主线,采用统计指标、综合评价、层次分析和系统动力学的方法,对江苏省科技发展现状与特点、科技兴省战略目标的选择与监控、技术进步测定与评价和动态模拟与预测等领域进行专题研究。全书资料翔实,理论性与实用性兼顾,宏观与微观分析兼顾,是一本有价值的应用性研究专著。本书适用于从事区域规划、科技管理及相关学科的研究人员,管理干部和高等院校师生阅读和参考。

科技系统分析

施建军 丁 华 宋颂兴 符建华 著

●
南京大学出版社出版

(南京大学校内)

江苏省新华书店发行 武进第三印刷厂印刷

●
开本 787×1092 1/32 印张10.25 插页1 字数224千

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数1—1000

ISBN 7-305-01453-2/N·7

定价 6.50元

责任编辑 新平

目 录

绪论	(1)
第一章 江苏研究与发展资源配置的现状与特点	(7)
第一节 科技活动的有关分类及定义	(7)
第二节 研究与发展活动的人力资源配置	(13)
第三节 研究与发展活动的资金投入	(21)
第四节 研究与发展类型分布特征	(30)
第五节 高等院校的研究与发展活动	(37)
第六节 工业企业的研究与发展活动	(43)
第七节 研究与开发机构的研究与发展活动	(50)
附录 全社会科技投入指标研究概要	(55)
第二章 技术进步对经济增长贡献的测定	(77)
第一节 技术进步贡献测定的理论与实践	(78)
第二节 江苏技术进步贡献分析	(99)
附录 江苏全民独立核算工业企业有关统计资料	(106)
第三章 地区科技进步分析与评价	(110)
第一节 江苏各地区科技经济的发展特点	(110)

第二节	研究与发展资源的地域分布·····	(120)
第三节	科技兴市(县)战略实施的评价·····	(123)
第四节	对“科技兴省”地区发展战略实施的政 策建议·····	(142)
附录	层次分析法中各判断矩阵及其检验结果 ·····	(146)
第四章	企业技术进步的分析与评价·····	(157)
第一节	企业技术进步分析·····	(157)
第二节	企业技术进步考核评价指标·····	(172)
第三节	江苏大、中型企业技术开发能力评价 ·····	(190)
附录	江苏大、中型工业企业技术开发统计资 料·····	(200)
第五章	“科技兴省”战略的监测与监控·····	(201)
第一节	“科技兴省”监测指标的建立·····	(202)
第二节	“科技兴省”战略目标的选择·····	(216)
第三节	“科技兴省”战略目标动态监测·····	(230)
第四节	“科技兴省”的政策监控·····	(235)
第五节	“科技兴省”监控系统建立的政策建议 ·····	(243)
第六章	江苏省科技、经济和社会系统态动分析 和政策模拟·····	(248)
第一节	科技、经济和社会系统分析概述·····	(249)

第二节	系统动力学方法简介.....	(258)
第三节	TESS模型 的结构.....	(275)
第四节	江苏科技、经济和社会系统发展趋势 预测.....	(293)
第五节	若干科技经济政策的仿真实验	(300)
附录	DYNAMO程序以及模型变量说明.....	(310)
参考文献.....		(319)
后记.....		(322)

绪 论

科学技术是人类智慧的结晶，是一种在历史上起巨大推动作用的革命力量。科学技术不仅是人类认识自然的成果，而且直接推动着人类社会的前进。纵观人类社会实现工业化的文明进化史可知，每一次大的经济增长浪潮的背后几乎都是以技术革命的推动为动力源泉的。科学和技术，带来了人类体力和脑力的解放，使人类征服自然、改造自然的能力逐步加强。科技作为第一生产力，广泛地渗透到生产力的各具体要素之中，使劳动者、劳动工具、劳动对象都程度不同地发生质的变化，最终使生产力的诸要素发生倍乘作用，正是从这种意义说，科学技术作为社会生产力各要素的质量因素，对社会生产力的发展起到巨大的推动作用，所以称之为第一生产力。毫不夸张地说，科学技术作为一种“魔力”，极大地提高了社会的劳动生产率，推进了社会分工和协作，使社会经济结构不断优化，效益逐步提高，最终通过生产力与生产关系的相互作用，引起社会面貌产生巨变。近代社会所能提供的浩如烟海的资料，充分证明了科学技术就是生产力。依靠科学技术，不仅可以提高人口素质，而且可以改变人类；运用科学技术，可以促进经济成长，提高生活质量；发展科学技术，可以改造自然和社会，创造人类不断更新的物质和精神文明。

当然，我们一方面要看到人类利用科学技术所引起的社

会变革和人类自身的解放，同时，我们也要看到人类作为自然界的一部分，在征服自然、改造自然的过程中，人与自然之间的协调状态发生冲突：人口激增、能源危机、生态失衡、环境污染、城市膨胀、……、等等。一系列问题的出现要求人类与自然界的协调。自然界在被改造的过程中，也改造了人类被生存的环境，新的矛盾和困难要求我们以更高的科技水平去解决。科学和技术不再仅仅是科学家们个人的发明和创造行为，科学技术作为社会的一个子系统，需要在社会、经济、科技的大系统中去平衡和协调。

从系统论的角度看，当构成整个总体的各个子系统之间协调和平衡时，整体功能达到最大化。这一原理要求我们正确处理好科技、经济、社会之间的关系。我们知道，科学技术对促进经济发展，提高经济的整体素质，缩小城乡差别、体力劳动和脑力劳动的差别，最终引起社会的文明和进步功量无限。但是，科学技术的发展又与一定的社会，经济发展相适应，在一定的生产力水平条件下，科学技术重点项目的选择，有限科技资源的分配，科学研究组织的配置，科学研究各大类比例的分配与确定又必须考虑社会经济所可能提供的条件，这也说明科学技术在经济和社会发展的需求中得以成长，又受到社会经济发展水平的制约。相应地，在经济、社会的发展进程中，也必须时时重视科学技术的配套水平和能力，如经济发展战略的确定，经济结构的优化，生产力的配置，项目可行性论证，技术引进等方面都需要高度重视科技因素的水平 and 能力，甚至在人口问题、就业问题、教育、医疗、生态等一系列社会问题中无一不与科技息息相关。怎样既考虑到长期效益、又考虑到眼前利益、把条件与可能结合

起来，最大限度地调动科技、经济、社会这个大系统内的一切积极因素，以科技为主体，实现整体平衡和动态优化，就是宏观科技和经济管理的大课题。因此，我们不能就科技论科技，而必须扩大视野，从整体协调的系统出发，对社会、经济、科技系统进行综合平衡和分析。正因为如此，以科技作为经济发展主动力并以此形成一个国家和地区经济发展战略，已成为一种发展的潮流。

当今世界的竞争，已不仅仅是军事的、经济的竞争，各种竞争的本质乃是科技的竞争；科技实力作为竞争的筹码，决定最后的胜负。实践表明，谁拥有雄厚的科技能力，谁就能在竞争中取胜。科技实力已成为衡量一个国家或地区综合国力的主要标志。正是基于科学技术能力对一个国家或地区的社会经济发展和提高综合国力有着特别重要的意义，当今世界各国都纷纷地把靠科技进步作为立国之本、强国之路。这里并不是指一般意义的政府的口号，而是各国政府程度不同将其作为政府管理的职能，由国家和政府直接干预和指挥科技事业的配置和发展，或是由政府集中部分财力，直接拨款，支持科技事业发展速度，引导科技发展的方向，提高科研效益；或是由政府立法、通过法令干预技术引进，科技开发活动，并通过制订科技发展长期规划，间接引导科技资金的合理投向，保证科学研究的合理结构。这就是当今世界“技术立国”和“科技立国”盛起的奥秘。一些发展中国家深感自己的科技和经济发展的差距，他们冀希望于通过正确的科技引导，使经济发展战略能脱出常规的增长轨道，运用科技革命所提供的机会产生跳跃性发展，通过赶超战略，缩短与发达国家的距离。由此可知，科技立国的发展战略的选择日益具

有全球范围的普遍意义。尽管各国提出的名称和战略不尽相同，但重视科学技术，强调提高科技在经济增长中的贡献份额，已成为人类的共识。

我国是一个发展中国家，提高我国的综合国力，以经济建设为中心，大力发展社会生产力，首先而且必须抓住科学技术这一核心要素。科学技术作为国家强盛的核心因素，是实现四个现代化的关键。社会主义制度的建立给我们创造了一个良好的社会机制。要振兴我国经济，创造更新的生产力，把我国建设成为富强、文明和民主的社会主义现代化强国，必须真正依靠科学技术进步。反言之，也只有科学技术进步，才能创造更多的物质财富，奠定社会主义建设的基础，更好地发挥社会主义制度的优越性。正是基于这种认识，依靠科学技术、振兴地区经济作为区域发展战略的主旋律，已成为建设有中国特色的社会主义的最强音。据不完全统计，现有12个省、4个计划单列市提出了科技兴省、科技兴市的地域发展战略，有115个地(市)、462个县(市)提出了依靠科技振兴经济的发展方针。这充分说明科技兴省(市)活动，促进了全民科技意识的提高，已成为普遍的社会行动。

1988年，江苏省委、省政府依据党的十三大关于把发展科学技术和教育事业放在经济发展战略的首要地位的指导方针，在认真分析了近几年江苏省在经济发展中的经验和教训的基础上、审时度势，及时提出了科技兴省这一发展战略。实施这一战略，就是从根本上改变江苏省长期以来以高投入，高消耗来获取经济高速增长的外延性发展的老路子，而是走上以发达的教育事业为基础，以先进和适用的科学技术为先导，促进全省科学技术能力的强化，使经济发展走上以提高

经济效益为主的轨道上来，促进全省科技、经济、社会三者的协调发展，从而加速实现现代化，领先实现我国经济发展“三部曲”的总体战略目标。确定这一战略目标，是江苏经济发展和社会进步的必然选择，也是江苏经济实现跳跃性发展，少走弯路，顺应世界新科技革命潮流的必由之路。实施这一战略，是经济发展的根本转折点，也是江苏经济步入良性循环，从外延增长真正转入内涵增长的起点。

科技兴省作为区域发展战略，不能简单地理解为依靠科技进步，发展地方经济的一般指导思想。它应是一个能实实在在的可以操作的实施方案，是一个战略，可以分解为若干个战术行动。因此，它不仅仅是抓一批科技项目，搞好科研项目管理就可以达到的。它需要在正确指导思想指导下，形成全社会重视科技的意识和追求技术进步的良好环境，加强全社会科技、经济、社会整体协调，以产生同步效应。具体说来从宏观管理科学化，决策的民主化到微观技术进步能力强化，从科技成果增加、科技能力增强到经济结构优化，经济效益提高以至社会精神文明的发展，从长期规划到具体科技政策体系出台乃至科技法制建设均要分部到位，全面展开，真正实现以科技为龙头带动全省经济社会全面协调发展，达到兴省富民的目的。这是一件真正的系统工程，需要认真研究和探索。

本书以科技为主线，以江苏经济发展为对象进行系统分析。书中首先以江苏全社会科技投入的调查资料进行结构分析和国际比较分析。这是对江苏R&D资源配置状况和强度从统计指标和信息角度作深入剖析。接着，我们采用生产函数法和增长速度方程认真分析和测定江苏工业经济增长中技

术进步贡献份额的历史动态值，并结合具体相关资料进行较深入的分析。然后，我们就地区和技术进步问题进行探讨，提出了地区科技兴市(县)战略实施的综合评价方法和企业技术进步考核评价指标体系。这些内容对现行实践工作富有启示。再后，我们专题剖析了科技兴省战略的动态监测与监控问题，提出了目标监控、过程监控、政策监控等专题，为科技兴省战略落到实处奠定了基础。最后，本书运用系统动力学模型将科技、经济、社会三者协调起来，运用计算机手段进行仿真实验、对主要变量的未来发展作出预测并作出政策性建议，整个书中，我们始终以江苏省科技、经济和社会发展为系统，运用各种手段、如统计指标，生产函数，层次分析和系统动力学方法，进行系统内的整体协调、结构演变以及系统进化方面的研究。这些研究源于实践，服务于实践，是实证分析和理论运用于实际的有益尝试。我们希望本书的研究能对宏观科学决策起到有益的辅助作用，对科技管理和经济管理工作有所启示，这就是我们研究的全部目的。

第一章 江苏研究与发展资源配置 的现状与特点

随着科技对经济发展的促进作用的增大,科技的人力、物力、财力的投入也逐年增长,科技的产出能力和社会、经济发展也有长足的进步。现代科技管理,已不再局限于科研课题和项目的协调和管理,而是从社会大科技的角度出发,从社会、经济、科技三者协调统一的大系统中,对科技的发展进行现代宏观管理。基于这样一种背景和条件,科学技术现状、水平、能力、直接和间接的成果的测量和分析,理应受到人们的高度重视。自1985年以来,为了适应宏观科技管理的需要,我国开始在独立研究与开发机构,高等院校、全国大、中型工业企业中进行科技统计调查,这为进行科技活动的系统分析和系统设计打下了良好的基础。1988年,江苏省又在全国科技统计年报的基础上,在全国率先进行了全社会科技投入状况的统计调查试点,取得了良好的效果。这就为我们进行江苏研究与发展资源配置状况分析提供了良好的基础数据和条件,也为科技系统分析奠定了基础。

第一节 科技活动的有关分类及定义

系统分析一个国家和地区科学技术活动的总量和结构状况,反映科学技术的开发能力和状况,首要问题是弄清科技活动的定义和分类界限,以便正确理解各项统计数据,为深

入系统的分析打下良好的基础。

根据联合国教科文组织在《关于科技统计国际标准化建议案》中的建议，一般将科技活动定义为：与各种科学技术领域，即自然科学、工程与技术、医学、农业科学、社会科学以及人文科学中科技知识的产生、发展、传播和应用密切相关的全部有计划的活动。在《建议案》中，联合国教科文组织还根据科技活动的内容、目的和性质的不同，将科技活动分为三类：

- (1) 科学研究与试验发展(R&D)；
- (2) 科技教育与培训(STET)；
- (3) 科技服务(STS)。

联合国教科文组织关于科技活动的分类可用图1-1表示。

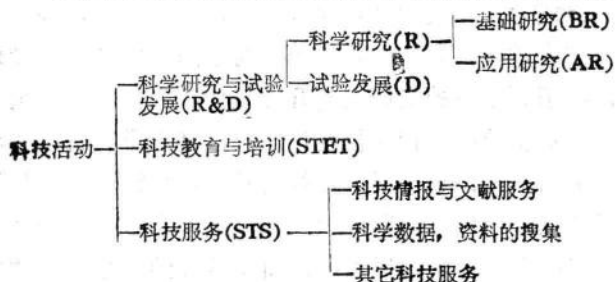


图 1-1 联合国教科文组织关于科技活动的分类

以上三类活动中，科学研究与试验发展(以下简称 研究与发展)是科技活动的核心部分，它具有以下基本因素：

- (1) 创造性的因素；
- (2) 创造性或革新的因素；
- (3) 科学方法的运用；
- (4) 新知识的产生或运用。

一项活动，必须同时具备上述四种因素，才能称之为科

学研究和试验发展。目前，各国在进行科技统计时，特别重视科学研究和试验发展活动，世界各国在进行科技活动比较时，也主要在科学研究与试验发展的投入与产出方面进行比较分析。

在我国，关于科技活动的定义和分类不尽一致。我国科技活动(不包括科技教育与培训，以下同)。在习惯上被称为研究与开发活动，并划分为两大类六小类。例如，国家科委在《科学技术白皮书第1号》“科技指标”篇中，将研究开发课题划分为基础研究、应用研究、试验发展、工程与设计、推广与服务、生产性活动六类。这种分类法可用图 1-2 表示：



图 1-2 我国科技活动的习惯分类

从图1-2中可以看出，研究与开发活动实际上包括了从科学研究到直接生产使用的全过程，这种分类法的优点是客观地反映了科技活动的实际情况，但是这种分类主要是按活动的过程阶段来划分的，没有反映出各类活动内在的本质区别，尤其在技术开发活动中，实质上是把国际范围内创新活动和企业范围内创新活动两类本质上完全不同的活动混同起来，从而在统计工作中造成了概念上的混淆，特别在实际统计中，出现了许多界限划分不清的情况，造成了统计误差。因此，有必要对我国科技活动的分类进一步开展研究，求得更

明确和统一的认识，使为今后的科技统计工作更规范化。

我们认为：对科技活动进行分类，应该按如下三原则进行：

- (1) 活动的目的；
- (2) 活动的性质，主要是否具有创造或创新的性质；
- (3) 活动的结果。

根据以上三个原则，我们认为，我国习惯上的六分类仍然可以保留，但必须重新进行归类和定义，使得这种分类既能反映活动的过程又能反映活动内在的本质，并且具有国际可比性。

根据这样的认识，可将我国科技活动作如下分类，见图 1-3。



图 1-3 建议的科技活动分类

(为了分类的全面，这里把科技教育和培训也包括在内)。

图1-3中各类分类可以进一步定义和区分为：

基础研究是指为了获得有关各种现象和能够观察到事实的原理的新知识，不以任何专门或具体的应用和使用为目的，而进行的实验性和理论性工作。

应用研究是指为获得新知识而进行的创造性研究，它和基础研究的根本区别在于应用研究是针对某一具体的实际目标和目的。

基础研究和应用研究都是为了获得科学技术的新知识而进行的创造性活动，因此，可以统称为科学研究。它们的区别在于基础研究获得知识的目的是为了认识自然和社会，而不针对某一具体的实用目标，而应用研究总是针对某种具体的实用目标进行的，这样，定义的基础研究和应用研究可以和联合国教科文组织的分类定义相一致。

试验发展是指利用从科学研究和(或)实际经验中所获得的知识，为获得新材料、新产品、新装置、新流程和新方法，或对现有材料、产品、装置、流程和方法进行本质性的改进而进行的系统性工作。

设计与试制是指围绕着新产品或新工程，进行必要的计算和试验，明确结构设计及采用的各种材料，设计关键工艺和新工艺，并通过一定数量的样品试制，解决产品的稳定性和可靠性，它是新产品正式批量生产前必需的技术和工艺准备。

这一阶段工作的特点围绕着新产品或新工程而进行的生产前的技术和工艺准备，它需要技术人员进行创造性的劳动，内容含有较多创新的成份，因此不同于一般产品或工程的设计工作。

试验发展和设计与试制两类活动可以统称为技术开发活动。这样的技术开发活动和联合国教科文组织定义的试验发展活动有一些区别。联合国教科文组织定义的试验发展活动必须是国际范围内的创新活动。鉴于我国科技经济发展的水平和现状，我们认为一项活动只要在国内具有创新性，就可