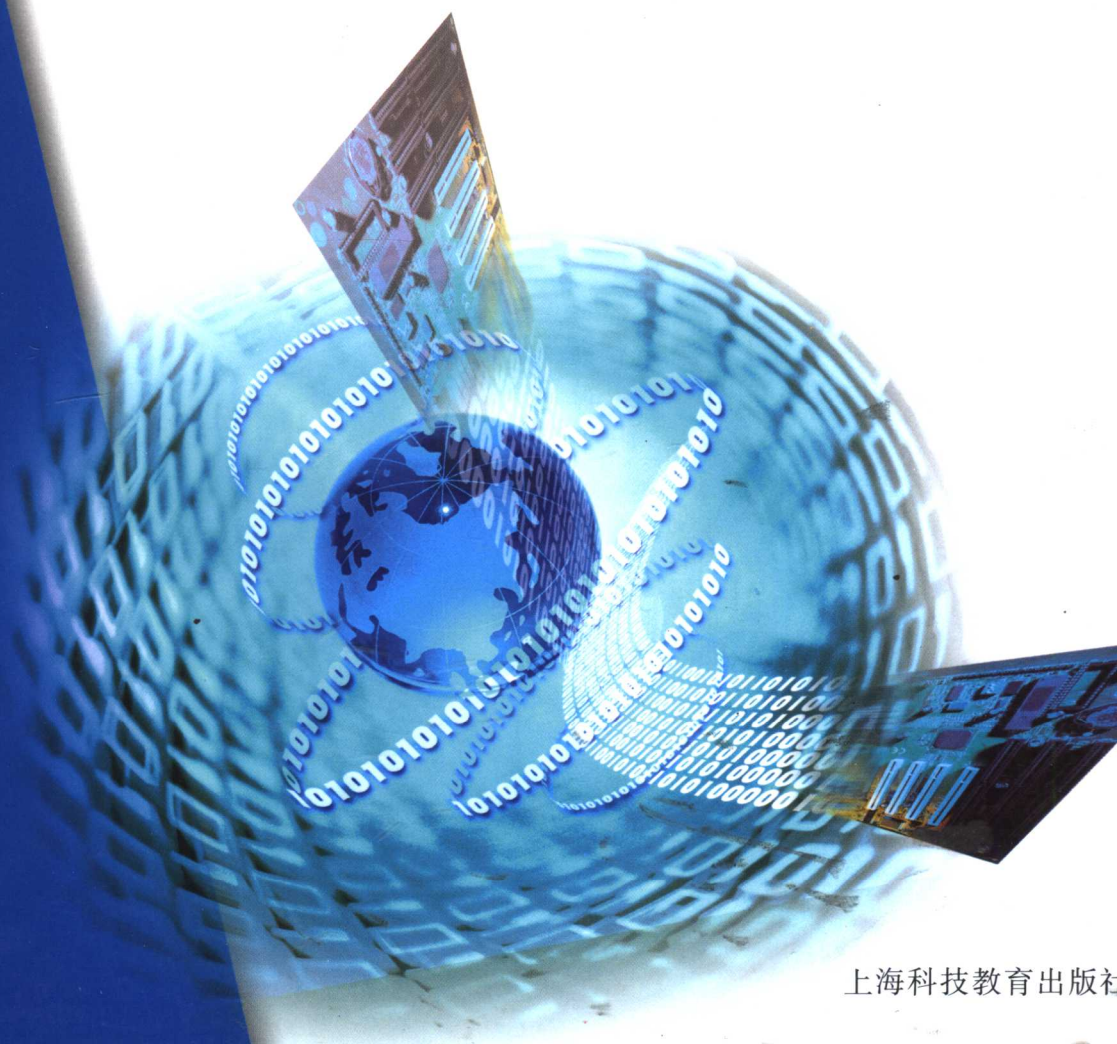


科学学 与科技创新管理

李健民 主编

KEXUE XUE YU KEJI CHUANGXINGUANLI



上海科技教育出版社

科学学与科技创新管理

李健民 主编

上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学学与科技创新管理 / 李健民主编. —上海: 上海
科技教育出版社, 2006. 10

ISBN 7-5428-4273-0

I. 科... II. 李... III. ①科学学—研究②科学技术管理—研究 IV. ①G301②F204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 103033 号

科学学与科技创新管理

李健民 主编

出版发行: 上海世纪出版股份有限公司

上海科技教育出版社

(上海市冠生园路 393 号 邮政编码 200235)

网 址: www.ewen.cc

www.sste.com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 常熟市文化印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

字 数: 498 000

印 张: 19.5

版 次: 2006 年 10 月第 1 版

印 次: 2006 年 10 月第 1 次印刷

本次印数: 1-2 000

书 号: ISBN 7-5428-4273-0/N·704

定 价: 42.00 元

前 言

科学学是一门正在兴起的学科,又称“科学的科学”。

科学学首先是以自身为研究对象,同时又是研究科技对人类其他活动领域作用机制和影响的一门学科。对于这门新兴学科的学科地位和时代价值,两位权威学者曾有精辟的论述。美国科技史专家、科学计量学奠基人D·普赖斯曾指出:“科学的科学如同历史的历史一样,是一门同等重要的二次学科。”英国著名物理学家、科学学奠基人J·贝尔纳则进一步指出:“科学的科学,或者如我在其他场合称之为科学的自我认识,乃20世纪下半叶的伟大创举。”历史实践证明,他们对科学学的高度评价是恰如其分的。

人类历史是漫长的,而科学学却非常年轻。如果以贝尔纳1939年的传世名作《科学的社会功能》为标志,科学学诞生至今只有70多年,可以说这门学科方兴未艾。即使是在硝烟弥漫的第二次世界大战期间,贝尔纳的这本名作也曾四次再版,可见其巨大影响。此后,无数的事实证明了贝尔纳当年的预言,科学学步入鼎盛时期,其影响遍及世界。

然而,科学学在我国的兴起却迟至上世纪80年代初,其时我国刚刚实行改革开放。我国第一家科学学研究机构——上海市科学学研究所正是诞生在我国科学的春天里。不久,同类研究机构纷纷建立,一批批论文、专著相继问世,举办的讲座盛况空前。我国的科学学在度过了创业期后,在改革开放的大潮中探索着、成长着,多年的努力取得了众多令人欣慰的成果。在此期间,我所和全国科学学界同仁一起,在诸如科学学的学科建设、领导科学、科技能力学、科技统计学、技术发展论等方面都取得了一批研究成果。另一方面,与时政密切结合,为国家 and 地方的科技体制改革,为科技政策的制定和规划等方面出谋划策,诸多成果为国家有关部门采用。近年来,在技术与科技创新管理等方面的研究也取得了显著的进步。本书凝结了我所建所25年来诸多研究成果的结晶,也借鉴和吸收了国内外学者的大量成果。

世纪之交,重大科学发现不断涌现,技术的革命性突破层出不穷,人类社会正经历着从工业社会向知识型社会的快速演进。科学技术不断创造出新的经济增长点,在解决人类可持续发展的一系列重大问题上发挥着日益重要的作用。创新越来越成为国家发展的核心驱动力,成为世界各国的战略选择。全国科技大会提出把中国建设成为创新型国家的战略目标,如何建设战略创新体系,提高创新能力,加强科技创新管理,为科学学界提供了新的研究视野。科技创新能力是国家竞争力的核心,科技创新管理是建设创新型国家的关键之一。这是时代赋予我们科学学界的一项世纪性命题。本书正是我们回应这一光荣历史使命的一份答卷、一次尝试,以期为我国科技创新作出应有的贡献。

本书是在我所近年来为华东政法大学等院校学生开课所编讲稿的基础上重新编写而成。科技创新管理是一项复杂的社会系统工程,所涉因素众多,内容复杂。本书以科学学和管理科学的理论和方法为基础,主要从宏观和中观层面,对科技创新的战略与规划、政策与法规、体系与机制、知识产权、人力资源和科学普及等科技创新管理的六大方面,分10章进行了论述。毋

庸置疑,战略与规划是全面性的,而政策与法规是实施战略与规划的“软件”和“硬件”,体系与知识产权是科技创新活动的机制与动力,人力资源是科技创新的主体,科学普及则事关创新型国家全民科学意识和科学素养的大事,它们共同构成了科技创新管理的六大支柱。全书共 15 章,除上述 10 章外,其余 5 章分别是科学学导论、科技创新活动基本概念、科技创新管理基础、技术预见和科技活动评价。它们涉及科技创新管理的理论基础、基本原理和方法,以及科技创新的一些综合性、共性和概念性的问题。科学学导论一章除了对科学学进行了简要的系统介绍外,还有一个意图是引导读者去研读科学学,以提升他们的科技创新管理视野。需要说明的是,本书中科技创新的基本概念与我国以及世界两大组织——经济合作与发展组织和联合国教科文组织制定的规范相一致,目的是便于对科技创新进行定量与定性相结合的研究,也有利于研究的可比性。科技活动评价近年来得到了各方的重视,是监控管理的重要手段。

编写本书的宗旨是力求实务、理论与方法并重。本书可供关心科技创新的广大干部、管理人员和科技人员参考,并可作为大专院校师生、研究生和相关培训班的教学参考书。

本书由李健民主编,参加各章编写的人员分别为:第一、三章王宝琛;第二章李万、王宝琛;第四、十二章束其全;第五、九、十一章李万;第六、十章孙中锋;第七、八章叶继涛;第十三章束其全、王宝琛;第十四章李健民、全利平;第十五章李健民、许谷渊。

本书的编写只是一种探索,一定存在不少问题,敬请广大读者、专家指正,以便再版时能够改进。本书编写时借鉴和引用了诸多国内外学者的著述和思想,在此一并表示深深的谢意!

在本书出版之际,感谢华东政法大学等院校师生的厚爱和支持,也感谢刘汉树、高峰、王宝琛三位同事为此书作出的贡献。

仅以此书,献给对此书寄予厚爱的读者,也献给历年为我所作出过贡献的同事们。

李健民

2006 年 8 月

目 录

第一章 科学学导论	1
第一节 科学学的涵义.....	1
第二节 科学学的由来与发展.....	2
第三节 科学学产生的时代背景.....	6
第四节 科学学的研究对象、范畴和研究方法.....	15
第五节 科学技术的社会功能和科学学的历史使命	20
第二章 科技创新活动基本概念	28
第一节 科技活动	28
第二节 科技创新活动	31
第三节 科学研究与试验发展	33
第四节 科技资源要素	37
第五节 科技产出	42
第三章 科技创新管理基础	46
第一节 管理科学发展简史	46
第二节 管理体制与管理职能	51
第三节 管理要素与管理思想的发展	56
第四节 科技创新管理的基本原理	57
第四章 科技创新执行机构	69
第一节 科技创新执行机构的范畴	69
第二节 企业	73
第三节 高等院校	75
第四节 科研机构	77
第五节 政府	79
第五章 科技发展战略	82
第一节 战略与战略管理	82
第二节 国家和地区科技发展战略	89
第三节 企业技术战略	98

第六章 科技发展规划	106
第一节 科技发展规划的理论基础.....	106
第二节 科技规划的内涵和内容.....	108
第三节 规划程序和规划编制的规范.....	111
第四节 动态规划与规划实施的动态管理.....	118
第七章 科技政策	124
第一节 科技政策概述.....	124
第二节 科技政策的一般模式和演变规律.....	132
第三节 我国科技政策体系的建设与发展.....	136
第四节 国外科技创新政策浅析.....	140
第八章 科技法规	144
第一节 科技法概述.....	144
第二节 科技法规与规章.....	149
第三节 发达国家的科技立法实践与我国科技法的发展.....	150
第四节 我国科技法律体系的建设成就.....	154
第九章 技术预见	158
第一节 技术预见的基本涵义.....	158
第二节 技术预见的方法与实施.....	164
第三节 一些国家和主要国际组织的技术预见.....	169
第四节 我国的技术预见.....	175
第十章 科技计划与项目管理	183
第一节 科技计划及项目管理概述.....	183
第二节 科研项目管理的基本概念和内容.....	184
第三节 科研项目的管理组织和流程.....	191
第四节 具体科研项目的管理.....	196
第十一章 知识产权管理	202
第一节 知识、知识与知识产权.....	202
第二节 知识产权及其战略.....	209
第十二章 科技成果转化	222
第一节 科技成果转化与产业化.....	222
第二节 科技中介.....	228
第三节 技术市场.....	232
第四节 风险投资.....	236
第五节 科技企业孵化器.....	240

第十三章 科技人力资源开发	245
第一节 科技人才概述.....	245
第二节 科技人才的劳动特点.....	251
第三节 科技人才群体的结构.....	254
第四节 科技人才管理的基本原则.....	258
第十四章 科技活动评价	267
第一节 科技活动评价概述.....	267
第二节 科技活动评价的基本分类.....	276
第三节 国外开展科技评估的情况.....	283
第四节 推进我国科技评估体系化建设.....	287
第十五章 科学普及	290
第一节 科普的基本涵义.....	290
第二节 科学素养的基本涵义.....	293
第三节 国际科普发展的历史与现状.....	295
第四节 新中国科普发展的历史与现状.....	299

第一章 科学学导论

第一节 科学学的涵义

科学学是一门新兴学科,也必将是一门久盛不衰的学科。顾名思义,科学学是关于科学的科学,研究科技和科技活动的规律及其对社会的作用、贡献和影响。科学学首先以科技和科技活动自身作为研究对象,同时研究科技对人类社会其他活动领域的作用机制。

所谓以科技和科技活动自身作为研究对象,是指从总体上对其进行研究,探索其发展规律,分析其自身发展的体系结构,考察它在社会中的功能和地位,从而为科技、经济、社会三者协调发展的科学化提供理论、方法、技术和程序。因此,科学学也可以说是一门“参谋”学科。

科学学又是一门尚不成熟的学科。关于它的确切涵义,目前国内外学者尚无完全一致的说法。就连它的学科名称,除了科学学或“科学的科学”以外,还有诸如科学社会学、科学论、科学管理学、科学政策学等,不一而足。至于科学学的定义,更有不同的权威论述和观点。

美国著名科学学家、科学计量学奠基人之一 D·普赖斯(Derek de Solla Price, 1922—1983)曾在纪念英国物理学家、科学学奠基人 J·贝尔纳(J·D·Bernal, 1901—1971)的科学学奠基性巨著《科学的社会功能》发表 25 周年的文集中指出:“科学的科学,如同历史的历史一样,是一门头等重要的二次科学。”他给科学学下的定义是:这门新学科似乎可以称为“科学、技术、医学等的历史、哲学、社会学、心理学、经济学、政治学、方法论等”,“我们认为称之为‘科学的科学’更好”。普赖斯定义的中心思想,就是必须对科学进行整体考察和全面研究,并明确、具体地指出了这种考察和研究所涉及的各相关领域。

J·贝尔纳与英国著名学者 A·麦凯在科学学的涵义问题上引用我国古代著名学者老子的著作来说明他们的观点:“《道德经》,这部描述中国人对自然与社会运动看法的中国古典优秀著作,一开始就明确告诫人们,过于刻板的定义有使精神实质被阉割的危险:‘道,可道,非常道;名,可名,非常名。’‘道’,是指在一定的结构内永无休止的变化。对于科学或科学学,我们也无须下一个严格的定义,因为科学学正是此类性质的活动。作为一般的阐述,我们可以采纳普赖斯的定义……”但是,关于“无名”与“有名”的辩证关系,老子曾在《道德经》中进一步指出:“无名,天地之始;有名,万物之母。”这说明了有名的重要性。贝尔纳和麦凯把科学学看成一个动态系统,根据发展的观点,认为不必给科学学下一个过于刻板的严格的定义,但他们认为,作为一般的阐述,普赖斯的定义还是可以采纳的。

1974 年出版的《苏联大百科全书》首次将科学学收入辞书,在科学学的条目中写道:“科学学是研究科学发展和活动形式的规律性,科学活动的结构、动力和社会制度,以及在社会、思想、物质的生活圈内科学的相互作用。”苏联学者是从科学学的研究方向、研究领域和研究方法这几个方面来界定科学学的涵义的。

我国一些知名专家学者也对科学学的涵义发表过他们的看法。著名科学家钱学森认为:

“科学学是把科学技术的研究作为人类社会活动来研究的,研究科学技术活动的规律及它与整个社会发展的关系。”

进入 21 世纪的今天,伴随着科学学的长足发展,我们可以更清楚地认识它。除了以上各种角度外,我们还可以从科学学的学科特点和功能特点,进一步认识科学学:

1. 科学学是一门综合性学科。

科学学是集纳自然科学领域和社会科学领域众多学科成果,从总体上研究科学自身,以及研究科技、经济、社会协调发展的综合性学科。

2. 科学学是一门边缘性学科。

科学学跨越学科的边界,形成了诸如科学经济学、科学社会学、科学教育学以及科技统计学等不同层次的边缘性学科。

3. 科学学是一门软科学。

科学学是一门研究“软件”的科学,而不是具体研究某一门或某一项技术。它将科技作为整体,研究其规律,研究提高其效率和效能的途径。

4. 科学学是一门日益受到重视、实用性很强的“参谋”学科。

科学学作为一门软科学,在发展过程中不断加强硬功夫,从定量到定性,从基础理论到应用,为战略研究、规划制定、政策选择、组织管理、技术评估提供论证和咨询方案,为决策科学化提供理论、方法、技术和程序。

总之,在回答科学学究竟是一门什么样的学问这个问题上,不论国内外学者的说法有多么不同,他们都不否认科学学是以科技和科技活动为研究对象,科学学是一门全方位研究科技和科技活动的科学。贝尔纳和麦凯根据发展的观点提出不必急于给科学学下一个过于刻板的定义,尽管这样做不无道理,但科学学到今天已成为一门独立的学科,很多国家都建立了科学学的专业研究机构,进行了大量卓有成效的研究工作。在这样的条件下,我们明确科学学的涵义,对科学学的涵义作一般的阐述,不仅是完全可以的,也是完全应该的。

尚须指出,鉴于科技活动已是人类的社会活动、经济活动和科技活动这三大主要活动之一,将科技活动作为研究对象的科学学必然会伴随科技的发展而长盛不衰。

第二节 科学学的由来与发展

一、科学学的萌芽

广义的科技活动,是人类社会活动的共生体。朴素的科学学思想是各种科学思想的伴生兄弟。科学学的萌芽和未成型时期,可以上溯到 19 世纪或者更为久远,可谓源远流长。从古代到近代,诸多哲学家、科学家的著述中,都可以发现许多朴素的科学学思想。由于不胜枚举,现仅示以一些有代表性的思想。

17 世纪英国唯物主义哲学家 F·培根有一句名言——“知识就是力量”,至今仍鸣于耳侧。他针对亚里士多德的《工具论》推出《新工具论》,把自己的归纳法与亚里士多德的经院哲学的演绎法相对立,他在归纳法方面的贡献是巨大的。在研究科学的性质和作用、科学发展的动力和方法方面,培根都有杰出的理论贡献。大致同时代的 R·笛卡儿提出的演绎推理方法至今仍是十分重要的科学认识方法。

19 世纪的马克思、恩格斯生活在科学技术飞速发展、社会急剧变革的时代。在他们辉煌的著作中有大量关于科学思想的论述,这些论述不仅阐明了科学的性质、科学的社会功能、科学与生产的关系,同时对科学内部的发展规律也有诸多论述。

总之,今天科学学的形成和发展决非偶然,人类长期的科学活动为之积累了大量的相关知识成果,创造了必要的前提。只是早期的科学学尚处在萌芽状态。

二、科学学的发展历程

纵观科学学的发展历程,它大致经历了四个历史阶段。

(一) 科学学的初创阶段

从 19 世纪科学史和科学哲学兴起,到 20 世纪 20 年代开始以波兰社会学家 F·兹纳涅茨基等的研究活动为代表,这一阶段可称为科学学的初创阶段。

进入 20 世纪二三十年代,在现代科学技术的肥沃土壤里,一株科学新苗——科学学破土而出,而且很快就得到了广泛的发展,受到各国科学家和科学组织的高度重视。如前文所述,科学学的兴起并非偶然。人类长期的科学实践活动是科学学产生的物质基础,而在 19 世纪兴起的科学史、科学哲学,则为科学学的诞生作了理论上的准备。19 世纪,作为科学学先导的科学史和科学哲学兴起了。1814 年世界上第一个科学史协会成立,1837 年在英国出版了 W·惠威尔的《归纳科学史》和《归纳科学哲学》,这两部多卷本著作成为科学史和科学哲学这两门学科诞生的标志。此后,研究科学史和科学哲学的学者日益增多,到 20 世纪初,科学史家和科学哲学家的人数已增至 20 万人。1929 年,第一届国际科学史会议在法国巴黎召开。1931 年,又在英国伦敦召开了第二届国际科学史会议。科学史和科学哲学的兴起为科学学的诞生做了必要的理论准备。

20 世纪 20 年代,科学学的早期研究就在当时学术气氛活跃的波兰、刚刚取得十月革命胜利的苏联、现代科技高度发达的英国和美国开始了。1925 年,波兰社会学家 F·兹纳涅茨基发表了《知识科学的对象和任务》一文,第一次使用“科学学”这个名词,并倡导建立“科学学”学科。1927 年,波兰逻辑学家 T·科塔尔宾斯基又创立了一个类似的名称——“科学的科学”。1935 年,他的学生奥索夫斯基夫妇发表题为《科学的科学》的论文,对科学学的研究范围作了初步的阐述。苏联也是较早研究科学学的国家之一。1926 年,苏联学者 N·里切夫斯基发表了《科学学是一门精密的科学》的论文,初步论述了科学学的一些基本观点。他指出,科学理论应包括两大类问题:对科学内部本质的研究和对科学的社会应用的研究。他认为科学理论不但要研究整个科学领域,还要研究科学在社会整体中所起的作用。1931 年,在伦敦召开的第二届国际科学史会议上,苏联科学史家、莫斯科物理研究所所长 B·M·格森在会上发表了《牛顿力学的社会经济根源》的论文,第一次从社会方面来研究自然科学的发展动力,对科学学的产生和发展产生了积极的影响。

(二) 科学学的发展阶段

以贝尔纳 1939 年的传世名作《科学的社会功能》为代表,标志着科学学这门新生学科正式诞生,科学学在对科学本身进行深化认识和深刻反思的基础上,已将其研究视野推向社会,科学学进入拓展领域的发展阶段。

在科学学研究中,被公认为科学学创始人的 J·贝尔纳教授于 1939 年发表了《科学的社会功能》一书,详细论述了科学结构的理论模式和科学政策以及科学管理等问题,明确提出了科学学的思想、研究领域和范围,分析了科学的社会功能,科学发展与社会发展之间的关联、作

用和反作用,科学战略和科学规划等问题。这一著作实际上奠定了科学学的基础,开辟了科学学的研究方向。

美国著名的社会学家、哥伦比亚大学教授 R·默顿是另一名世界公认的科学学的奠基人,从 1935 年至 1977 年,他一共撰写了 6 部科学学方面的著作,65 篇论文。他的主要著作有《17 世纪英格兰的科学、技术和社会》、《社会理论与社会结构》、《理论社会学》、《站在巨人的肩上》、《欧洲的科学社会学》等。这些论著的发表为美国和西方的科学社会学研究打下了理论基础。由于在科学学上的杰出贡献,默顿在美国和国际科学学界获得了很高的赞誉。

(三) 科学学的成熟阶段

以 D·普赖斯为代表的学者在科学计量学的研究中提出科学发展指数规律和“小科学”、“大科学”、“科学引文网络”等概念,美国著名情报专家 E·加菲尔德创立了《科学引文索引》(SCI)数据库,这些表明科学学开始进入定量研究的成熟阶段。

(四) 科学学的兴旺阶段

自 20 世纪七八十年代以来,科学学迎来了它的兴旺时代,主要表现在:国际合作研究日益加强,科学学在欧、美的大学中得到了普遍的承认,许多国家都建立了科学学的专业研究机构。根据 1976 年的统计,这类机构已达 500 多个,3000 多人从事这项研究工作。有关科学学的论文和专著呈指数增长,有关科学学的期刊和学会相继成立,不同领域的专家学者纷纷跨过边界进入科学学研究领域。目前,科学学的研究活动方兴未艾,在研究科技、社会、经济协调发展,以及科技政策和战略等方面具有重大贡献和建树。

第二次世界大战期间,由于战争的影响,科学学的研究曾一度消沉,战争期间很少有科学学的研究论文问世。但战争结束后,随着现代科学技术的迅猛发展,科学学又加速发展起来。尤其是进入 20 世纪 60 年代中期以后,随着高能物理、空间科学等“大科学”的兴起,对科学学的重要内容之一的“科学研究组织管理”的研究提出了更迫切的要求。而且,随着科学技术的迅猛发展,科学学的研究走出了狭隘的理论圈子,进入了广阔的应用领域,这就使得更多的科学家——不仅有社会科学家(如经济学家、管理学家、社会学家、心理学家、情报学家、未来学家、科学史家、哲学家),还有自然科学家(尤其是物理学家)——都加入了科学学的研究行列,使科学学的研究活动日趋活跃,队伍日益壮大。

1964 年,英美学者为纪念贝尔纳的《科学的社会功能》问世 25 周年,专门出版了一本名叫《科学的科学》的论文集。文集的作者广泛论述了科学史、科学现状和科学未来的问题。普赖斯在为该书撰写的《科学的科学》一文中指出,科学学是由科学派生出来的具有头等重要意义的学科。科学不是在一个方面,而是在几个方面同时成为研究的对象,因而形成科学社会学、科学心理学、科学经济学等分支学科。他认为研究科学的学科是逐个产生的,但是现在明显地表现出正结合成统一的整体的趋势。贝尔纳也为该书撰写了题为“25 年过去了”的论文,此文阐述了现代科学将向三个战略方向发展:一是为工业生产提供动力和原料;二是改进电子计算机,把它运用到人类各方面的活动中去;三是深刻、广泛地研究生命过程的本质,如细胞的内部结构、生化过程、遗传密码等。这些科学学中预测科学的论点,对未来科学的发展产生了深远的影响。

1965 年 8 月,第十一届国际科学史大会召开,贝尔纳和麦凯在会上联名发表《在通向科学学的道路上》的报告。除了论述科学学的定义、必要性、产生的条件和学科的性质等问题以外,报告还指出,科学学要成为真正的科学,应该充分运用现代科学理论和现代技术手段。许多科学家在会上发出呼吁:要在高等学校设立科学学的研究机构,促使现有的科学史研究机构

从事现代的科学学研究;必须支持科学评论家的职业活动;建立国际和国际性的科学学研究机构;积累有关科学的统计资料,等等。大会以后,英、美、苏、西欧、东欧、日本和印度等国科学学的研究蓬勃兴起,并开始大规模地向科学政策和科研管理等应用领域发展。1971年,第十二届国际科学史大会召开,会上成立了国际政策研究委员会,这实际上是一个有关科学学的国际性研究机构。

三、科学学在我国的发展

科学学在我国起步较晚。毋庸置疑,一个国家科技发展的程度会直接影响科学学的发展。中国直到1900年尚无系统的近代科学,只是到了20世纪上半叶,中国才开始了近代科学的历程。随着新中国的建立,从1950年开始,历经50余年的努力,中国科技才开始接近世界科学的前沿,才为科学学在中国的建立和发展准备了前提条件。

然而,由于众所周知的原因,我国的科学学是在改革开放后“科学的春天里”才诞生的。1978年,我国召开了全国科学大会,明确指出科学技术现代化已成为全国人民面临的紧迫任务。一些研究社会科学、自然科学、自然辩证法、技术经济、情报科学的研究人员和科技管理人员开始引进国外资料,普及科学学知识,从事科学学的基本理论研究和应用研究,并取得了一些可喜的成果。此时,科学学才作为一门相对独立、自成体系的新兴学科在我国出现。

1979年7月,中国科学院学部办公室、中国自然辩证法研究会和中国科学院《自然辩证法》杂志社在北京联合召开了全国首届科学学学术讨论会。来自全国60个单位的90名代表参加了会议。会议代表就科学学的定义、科学学的研究对象和意义、现代科学技术发展的特点和规律、科研现代化的标准、科研体制的问题、提高科研工作效率的问题、系统工程在科研管理中的应用,以及科学家的社会年龄、科技人才培养等问题开展了广泛的学术讨论,会上还建立了科学学全国联络组,使我国科学学的宣传和研究工作有了一个良好的开端。

1980年11月,在安徽省合肥市举行了全国第二次科学学学术讨论会。来自全国20多个省、市、自治区和中央各部委以及高等院校的180余名代表参加了这次会议。与会代表就制定长远科研规划的有关问题、学术领导和科研体制的改革问题、当前科技政策的迫切问题等进行了充分的讨论,并就如何开展科学学研究交流了经验,交换了意见,提出了建议。

随着科学学的研究和普及工作的开展,一些科学学的专业研究机构也陆续建立。中国科学院建立了中国科学院科学学研究组,上海市科委于1980年组建了上海科学学研究所,这是我国第一家独立建制的科学学专业研究机构。此后,天津科学学研究所、北京科学学研究中心、武汉科学学研究所、云南科学学研究所等也相继建立。在科学学的发展体系中,北京大学科学与社会研究中心、清华大学科学技术与社会研究中心等一批大学下属的科学学研究机构相继建立。一些大学,如福州大学、大连理工大学、合肥工业大学,不但开设了科学学课程,还建立了培养科学学方面的研究生的基地。在此期间许多省市也都陆续建立了地方性科学学研究会。

1982年6月,科学学的全国性研究会正式成立,取名为“科学学与科技政策研究会”,这标志着我国科学学研究工作进入了一个新的阶段。此时,科学学的专业性刊物相继问世。如中国科学院图书馆创办了《科研管理》杂志,京、津、沪三地科学工作者创办了《科学学与科技管理》杂志。《自然辩证法通讯》、《情报科学》、《自然杂志》、《世界科学》等杂志也经常刊载有关科学学的文章和资料。所有这些都表明,我国科学学的研究和普及工作正日益跟上世界发展的步伐。

历经 20 余年的艰苦奋斗,中国的科学学在改革开放的大潮中成长起来了,其间大致经历了三个阶段:

第一阶段——20 世纪 70 年代末至 80 年代初期,是引进、消化、宣传、创建阶段。此时正值中国改革开放之初,万事待举,百业待兴。如同中国从西方引进近代科学一样,从西方引进的科学学也如同一股春风,纷纷推出的有关科学学与领导科学等方面的论文专著广受欢迎,在非专业期刊上发表的文章也深受重视,相关的学术会议热气炙人,举办的讲座往往盛况空前、座无虚席,这真是科学学的黄金时代。我国第一家科学学专业机构——上海科学学研究所正是在此背景下诞生的。

第二阶段——20 世纪 80 年代中期,是我国科学学创建与发展阶段。当时许多省、市、大学纷纷建立各种形式的科学学研究机构,一些政府机构也相继成立了相关政策研究室。这一阶段的特点是与时政密切结合,在制定科技政策和战略规划等方面为我国科技体制改革出谋划策,诸多成果为国家有关部门所采用。其间,科学学界曾为 1985 年我国首届全国科技普查作出了贡献。此时的科学学正处在软科学需要练硬功夫的阶段。

第三阶段——20 世纪 80 年代后期,是自主创新、探索发展阶段。这期间虽然在计量科学学、科技统计学、技术发展论等方面作出了一些贡献,但是一个艰苦探索的阶段开始了。此时,一些政府部门纷纷建立自己的政策研究室等机构,一些科学学基本理论和思想在社会上已有普及,因此,科学学处于如何再“创业”的阶段。为此,有的科学学专业机构在为政府服务,在技术预见、科技规划等方面不断探索,不断发展;有的科学学专业机构进入咨询业,探索新的发展之路。

近代科学的伟大先驱者培根说得好,学史使人明智。科学学的历史虽然不长,但学习它,可以使我们了解科学学的创立和发展过程,提高我们对这门新兴学科的理解和认识。

第三节 科学学产生的时代背景

科学学是科技发展和人类社会文明进步的必然产物。

人类社会在历史上经历了以科技革命为先导和动力的三次浪潮。这三次浪潮呈现出周期越来越短、一浪高于一浪的特点,每次浪潮都带来人类历史上划时代的产业革命。第一次浪潮历时数千年,以制火技术和农业技术为主的技术革命带来人类社会发展的一个转折点,使人类社会进入农业经济时代;第二次浪潮至今不过 300 多年,以蒸汽机技术为先导的工业革命,是第二次伟大的突破,使人类社会进入工业经济时代,工业化在第二次世界大战后 10 年达到顶峰;第三次浪潮的汹涌而至以信息技术为主导,将人类社会推向知识经济时代和信息化社会。今天,科技发展速度加快,第三次浪潮可能只要数十年。人类社会发展的三次浪潮,是科学学产生的大的时代背景。在三次浪潮中,历次科技革命和产业革命都使科技与社会呈现诸多时代特征。

在现代科学技术的不断分化和高度综合中,科学技术已形成一个纵分横联的网络群体;科技活动作为当今人类社会的一项主要活动,对人类社会经济的作用和影响日益深远,科技、经济、社会一体化的特征日益明显。在人类迈进知识经济时代和信息化社会的今天,科技全球化的趋势已现端倪。为了探索科技的发展规律,促进科技、经济、社会协调发展,必须对科技进行全方位的总体研究,寻求科技促进社会经济协调发展、增强科技竞争力的策略。科学学正是顺

应这一历史使命应运而生的。

下面对当代科技与社会的特征作简要论述。

一、科技革命造就一个高度分化又高度综合的科学体系

科学研究的对象本是一个整体。大至宇宙,小至微观粒子,都是一个统一的整体。人们在研究和认识它们的时候,经历了一个从简单到复杂、从局部到整体、从粗浅到深化的认知发展过程。在科技漫长的发展历程中,从古代笼统直观的认识到中世纪分门别类的研究,再到近、现代科学的高度分化和高度综合,才将科学技术发展成为一个学科林立、纵横交错、层次重叠、密切相关的有机群体,实现了现代科学技术的科学体系,这是历次科技革命的成果。

科学技术体系化的形成,是科技高度分化和高度综合的过程,主要表现在以下三个方面:

(一) 四大类型的学科构筑了现代科技的主体体系

当今科技高速发展,学科林立,纵分横联,众多学科以四大类型的学科为构架,构筑了现代科技体系。

早期的自然科学学科分类较为简单,而随着生产的发展、科学领域的扩展和研究的深入,现代自然科学的学科划分越来越细,分支越来越多。目前,学科分类已达 6000 门之多,而且这种学科分化的趋势仍在继续,新的学科还在不断产生。而这种学科的分化又促进了学科综合的发展,因为自然界是一个多层次、多结构、多序列的统一整体,在学科的不断分化和新学科不断产生的同时,不断填补了原有学科之间的空白,加强了原有学科之间的联系,从而为科学的进一步综合提供了基础。因此,从 19 世纪中期开始,科学体系在日益分化的时候,出现了渐次综合的趋势,特别是第二次世界大战后,综合的趋势已占主要地位。

目前,如果按学科的体系特征来分,则可以将科技分为分支学科、边缘学科、横向学科和综合学科四大类,它们构成了现代科技体系,实现了科技体系化。

1. 分支学科:它是对某一类学科进行深化、细化研究的产物。例如,数学有数论、几何、代数、分析数学、离散数学、统计数学、模糊数学等分支。每一个分支下面又有二三级分支,如统计数学有数理统计、概率论等分支,运筹学有排队论、对策学、规划论、优选法、投入产出分析等分支。这些分支形成了“树状”模式。

2. 边缘学科:它是指两门或两门以上的不同学科交叉渗透以后产生的新兴学科。边缘学科的产生有两种不同的情形。第一种情形是两门学科交叉渗透以后产生一门新兴学科。它的产生又有两类不同的途径。一类是通过两门相邻学科的边缘部分互相结合而形成一门新的边缘学科。以物理学为例,它与化学相结合形成化学物理学,与工程相结合形成工程物理学,与生物学相结合形成生物物理学,等等。另一类是用一门学科的理论与方法去研究另一门学科,从而产生一门新的边缘学科。如运用量子力学的原理来解释生物现象,产生了量子生物学;应用物理学的理论和方法去研究天体运动变化的规律,产生了天文物理学,等等。第二种情形是多门学科交叉渗透以后产生一门新兴学科。它是以自然界中特定的客体为研究对象,采用多种学科的理论和方法进行研究的学科,人们又把它称为新兴的综合学科,如环境科学、能源科学、生态科学、材料科学、海洋科学和空间科学等。

3. 横向学科:它主要是指信息论、控制论、系统论等学科。这是一些横贯于自然科学和社会科学中许多学科的新兴综合性理论,它们从不同的侧面揭示了客观物质世界的本质联系和运动规律,为科学的统一提供了一种新的途径。信息论是客观世界各种现象和过程中普遍具有的一种特性的反映。人们运用信息论的方法,可以揭示用传统方法很难发现的不同物质运

动形态之间的内在联系,譬如可以揭示机器和生物有机体这两种完全不同的物质运动形态之间的信息联系。控制论是20世纪40年代新出现的一门横向学科,是自动控制、电子技术、无线电通讯、神经生理学、生物学、心理学、数理逻辑和统计力学等多种学科相互渗透的产物。它研究的是各种系统(包括机器系统、生物系统和某些社会系统)的信息变换和控制的共同规律。它从一切生物有机体和非生物有机体的技术结构中完全抽去了具体的物质运动形态,而仅仅把它们归结为由若干部分组成的整体,用统一的语言和概念来描述生物与机器这两种完全不同的系统中的通讯和控制关系。它进一步揭示了不同的物质运动形态之间相互联系的辩证关系,这无疑是科学高度综合化的一个表现。系统论也是20世纪中叶出现的一门横向学科。所谓系统,是指由相互作用和相互依赖的若干部分或要素组成的、具有确定功能的有机整体。例如,生物体内具有某种共同生理功能的器官构成了消化系统、呼吸系统、神经系统等各种生理系统。又如由弹体、弹头、发动机、制导装置、外弹道测量装置和发射装置等部件组成的战略导弹技术系统等。系统方法就是从整体与部分之间、整体与外部环境之间相互联系、相互作用、相互制约的关系中综合地、精确地考察对象,从而最佳地处理问题的一种方法。它是一种从系统的观点出发,统筹全局,使整体与部分辩证地统一起来的科学方法。整体性、综合性、最佳化是其显著特点,它的出现也是科学高度综合化的一种表现。

总之,信息论、控制论、系统论等横向学科的产生都是科学体系综合趋势日益加强的表现,它表明了客观世界的各种事物之间,在各个不同的学科之间,存在着一些普遍的联系。从这种联系出发,对科学进行全方位的总体研究,对于打破由于科学知识急剧分化所形成的“信息壁垒”,促进现代科学技术的综合化发展,具有重要意义。

4. 综合学科:它是指把多个学科的理论、知识和方法综合起来,对自然界的某一客体进行系统的研究。科学学就是一门综合学科,它对科学进行全方位的总体研究,揭示科学运动的一般规律。我国著名科学家钱学森认为:“当代科学技术已经发展到高度综合而又有从基础到应用的严密结构的体系,就应该有一门代替消亡了的自然哲学的学问,它专门研究科学技术体系的组织结构,研究体系的逻辑性和严谨性,研究科学技术与哲学的联系等。这也可以称为‘科学的科学’。这门学问在以前不会有,因为自然科学没有形成体系,当然也不会有研究体系的学问。”科学学就是在这样的条件下脱颖而出的,它呈现出综合学科的特点,拥有广阔的研究天地。

科技的体系结构可以用多种模式来描述。例如,“金字塔”模式将科技视为正在建造的金字塔,说明科技在不断壮大和提高;“树状”模式将其视为不断分化的枝叶繁茂的参天大树;“网状”模式将其视为正在编织的学科纵横交叉的大网;“液体沉淀”模式将其视为不断积累的体系;“球状”模式抓住其不断膨胀的过程和特点,等等。这些模式都从不同侧面形象地说明了科技体系形成和发展的规律和特征。

(二) 科学和技术融合发展成二位一体化

在19世纪之前,科学和技术是分离的,它们往往各自发展,自成体系,对社会的作用也是各自展现。技术进步往往依靠传统技艺的提高和改进,凭经验摸索前进,因而常常出现科学上尚未被认知而在技术上却已实现;或科学上已发展了,在技术上却因受困于某些关键性技术而久久不能实现的情况。

现代科学的技术化和现代技术的科学化是现代科学技术的鲜明特征,是科学技术融合的最好写照。现代的科学与技术密不可分,现代技术完全建立在科学理论的基础上,现代科学也要依靠复杂的技术装备才能得到发展。

现代科学和技术融合发展成二位一体化,表现出如下系列特征:

1. 科学向技术和生产转移的周期日益缩短。

现今,一种新知识、新科学成果出现后用不了多少时间,多则几年,少则数月,就会应用到产品或工艺中去,而且这个周期还在缩短。

2. 众多科学技术领域的相互融合日渐增多。

应该说,21世纪将是不同领域的科技创造性融合的时代。当今科技发展有两种形式,一种是突破,一种是融合。在不同领域的科技融合的过程中,所产生的共鸣和共振作用随时有可能产生爆炸性的波及效果。

3. 软、硬科技融化发展的趋势日益加强。

现代技术向大型化、复杂化方向发展,其成功的关键是机械技术向“智能技术”发展。所以,出现了从硬件技术向软件技术转变,从有形产品的开发向无形产品的开发转变,从重硬件的发展路线向重整体的发展路线转变的趋势,这就是软硬相融的科技发展趋势。

现代科技的融合,已形成了一个科学技术的统一体系。这一体系的形成加快了科学发现的应用,并导致具有竞争力的新产品的出现。

(三) 自然科学和人文社会科学相互渗透,相互交织,共促发展

现代科学技术革命造就了一个高度分化又高度综合的自然科学体系,并深刻地改变着自然科学与人文社会科学的传统关系,使它们之间长期存在的壁垒正在被打破,鸿沟正在被填平,自然科学与社会科学合流的趋势越来越明显。

近年来兴起的边缘学科和综合学科(如环境科学、空间科学、海洋科学等)的大量涌现,横贯于自然科学和社会科学中许多学科的新兴综合性理论——控制论、信息论和系统论的产生,就是自然科学与社会科学两大门类的有关学科相互交织和合流的表现。这是整个科学理论在更高层次上出现的大综合,它充分体现了自然界和社会的统一性,大大加强了自然科学和社会科学的联系。自然科学与社会科学都是以物质世界为认识对象的,自然界、人类社会和人的思维尽管无限多样,无限复杂,但它们都统一于物质,这正是自然科学与社会科学合流的基础。在过去人类漫长的历史长河中,各门学科之间的联系和统一性还未充分显露,生产、科学技术和人的认识还未达到对自然科学和社会科学进行综合性研究的水平,各门学科还只是从不同的领域分别地、割裂地认识世界。后来随着生产、科学技术和人们认识、创造和利用科学技术的能力的发展,尤其是随着信息论、控制论、系统论的出现和发展,一系列综合性科学越来越需要自然科学家和社会科学家协同作战,共同探索。于是,自然科学与社会科学合流的趋势出现了,这主要表现在:

1. 数学科学进入社会科学领域,致使社会科学开始具有掌握规律的量的精确性。1930年国际上成立了计量经济学学会。计量经济学的发展,使人们在经济现象中建立数学基础,并用数学方式把经济理论表示出来,为预测未来提供决策依据。如1947年发生的世界性经济危机,经济学家应用数学模型,至少5年前就预测到了。1980年,诺贝尔经济奖获得者克莱因主持的“联结计划”是世界上最大的计量模型,包含了5000个方程式。他把13个经济合作与发展组织国家、7个经互会国家和其他发展中地区的模式“联结”起来,用以分析国际间的经济波动及其扩散,并预测国际贸易与资本动向。

其他社会科学学科也都出现了与数学结合的情况,如美国的F·赖德和普赖斯对科学史进行了计量研究,得出了著名的科学知识量的指数增长规律,给历史学的深入研究带来了新的启示。数学也被引进了社会学领域,产生了社会计量学,等等。