

科技哲学与科技管理丛书

技术科学前沿图谱 与强国战略

Mapping of Fronts of
Technological Sciences
and China Strategy

刘则渊 陈悦 侯海燕 等著



人民出版社

技术科学前沿图谱与强国战略

*MAPPING OF FRONTS OF TECHNOLOGICAL
SCIENCES AND CHINA STRATEGY*

刘则渊 陈 悦 侯海燕 等著

人 民 出 版 社

责任编辑:陈寒节

责任校对:湖 催

图书在版编目(CIP)数据

技术科学前沿图谱与强国战略/刘则渊 等著

-北京:人民出版社,2012.11

ISBN 978-7-01-011151-3

I. ①技… II. ①刘… III. ①科技政策-研究-中国 IV. ①G322.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 194979 号

技术科学前沿图谱与强国战略

JISHU KEXUE QIANYAN TUPU YU QIANGGUO ZHANLÜE

刘则渊 陈 悦 侯海燕 等著

人民出版社 出版发行

(100706 北京市东城区隆福寺街 99 号)

北京中科印刷有限公司印刷 新华书店经销

2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月北京第 1 次印刷

开本:710 毫米×1000 毫米 1/16 印张:33

字数:648 千字 印数:0,001—2,000 册

ISBN 978-7-01-011151-3 定价:150.00 元

邮购地址:100706 北京市东城区隆福寺街 99 号

人民东方图书销售中心 电话:(010)65250042 65289539

版权所有·侵权必究

凡购买本社图书,如有印刷质量问题,我社负责调换。服务电话:(010)6525004

国家自然科学基金项目(70773015)

教育部“985”三期哲学社会科学创新基地

和辽宁省高校人文社会科学重点研究基地项目

《科技哲学与科技管理丛书》
Philosophy and Management of Science & Technology Series
编 委 会 (Editorial board)

主 任 (Director)

刘则渊 (Liu Zeyuan)

副主任 (Deputy director)

王 前 (Wang Qian) 洪晓楠 (Hong Xiaonan)

编 委 (Committee members)

(以姓氏笔画为序)

王子彦 (Wang Ziyan)

王国豫 (Wang Guoyu)

王 前 (Wang Qian)

王续琨 (Wang Xukun)

安延明 (An Yanming)

刘元芳 (Liu Yuanfang)

刘则渊 (Liu Zeyuan)

克雷奇默 (H.Kretschmer)

李文潮 (Li Wenchao)

杨连生 (Yang Liansheng)

洪晓楠 (Hong Xiaonan)

胡 光 (Hu Guang)

姜照华 (Jiang Zhaohua)

戴艳军 (Dai Yanjun)

《科技哲学与科技管理丛书》总序

科技、哲学、管理，这是呈献在读者面前的这套丛书的三个关键词。这三个不同的概念通过标识这套丛书的“科技哲学”和“科技管理”两个截然不同的知识领域而联接在一起。

纵观人类文明史，我们看到科技、哲学、管理三者各自相对独立，又彼此渗透交叉，构成绚烂的历史画卷与交响的知识乐章。

科技，是贯穿人类文明史特别是近现代文明史的强大动力。从哥白尼革命到 20 世纪中叶的四个多世纪，是科学和技术超过以往五千年人类文明史的大时代。人类不独通过一次接一次的自然科学革命，认识了我们的太阳系、宇宙的历史与起源，揭示了物质组成的原子、基本粒子的结构与起源，而且唤起一场又一场技术革命和产业革命，从地下的黑色煤炭、石油和原子核内部获取巨大的能量，让灿烂的光明照亮整个世界；人类社会仿佛从科学技术获得一种无穷的力量而走上翻天覆地的道路，欧洲摆脱黑暗的中世纪而大踏步前进，而曾登上封建时代科学技术顶峰的中国迅速衰落，新兴资产阶级借助科学技术造就强大的生产力，炸毁了封建骑士制度，把资本主义扩张到全球范围；正是在 19 世纪自然科学、技术与社会的伟大变革中，马克思主义横空出世，掀起一场社会科学的理论革命，揭示了人类社会的发展规律，把社会主义从空想变为科学，并且在 20 世纪上半叶社会主义又从理论变为现实，震撼全世界，而资本帝国主义却在两次世界大战中从强盛走向衰败。20 世纪中叶分子生物学革命以来的半个世纪里，整个世界进入现代科学技术更加迅猛发展的新时代。人类的视野进一步向物质世界的宇观和微观两极拓展，解开了生命的奥秘和遗传的密码，一系列高技术变革改变了整个世界面貌，人类的指头可以随时指点江山瞬息尽收天下奇闻，人类的脚步开始走出地球踏上月宫，迈向探索和进入宇宙的漫漫征程。现代科学技术进步加快了经济全球化的进程和世界经济的发展，而日益显露的一系列全球问题：人口膨胀与两极分化，资源短缺与环境恶化，严重威胁着人类的生存与发展。同时，也是这半个世纪，世界历史又发生了戏剧性的逆转，帝国主义经营几个世纪的世界殖民主义体系土崩瓦解，而衰落的资本主义凭借日新月异的科学技术优势竟奇迹般地焕发出空前的活力；亚非拉新兴独立的发展中国家刚刚走上迅速发展的道路，却又很快地拉大了与发达国家的差距；世界社会主义阵营奇迹般地崛起，而传统社会主义模式竟然在不可思议的苏联解体、东欧巨变中宣告失败，唯有贫穷落后的中国奇迹般地迈向小康

社会，走出一条中国特色社会主义的新路子。

哲学，是人类智慧的结晶，社会文明的象征和时代精神的精华。哲学作为孕育科学胚胎的母体，科学作为哲学思想的基础，二者有着不解的亲缘关系。从古希腊的哲人到古华夏的圣贤，他们颇富哲理魅力的经典，凝结了欧亚大陆东西两端古代文明和科学幼芽的精髓，也成为撒播到全世界的文明种子。自从近代科学从哲学母体中分离出来和从神学枷锁中解放出来，科学走上独立发展的道路，不仅成为社会进步的强大动力，而且变成反哺哲学的肥沃土壤。科学技术每一个划时代的突破，都引起哲学思想的深刻变革。而哲学对科学活动的抽象与反思，又为科学活动提供了探索的方法与指南。正如爱因斯坦所说，“哲学的推广必须以科学成果为基础。可是哲学一经建立并广泛地被人们接受以后，它们又常常促使科学思想的进一步发展，指示科学如何从许多可能的道路中选择一条路。”^①近代历史分析与统计分析表明，世界哲学高潮与科学中心的转移呈现出有趣的对应关系^②。人文主义与文艺复兴运动，打破宗教神学对科学的桎梏，使意大利成为近代世界第一个科学活动中心；弗朗西斯·培根的归纳哲学及对实验科学的倡导，导致世界科学中心转移到英国；法国百科全书派与启蒙运动的兴起，为法国科学后来居上、领先世界发挥了先导作用；从康德到黑格尔的哲学革命，给保守落后的德国注入辩证思维的活力而一跃成为19世纪世界科学中心；富兰克林的哲学学会活动与实用主义哲学思想，广泛吸纳欧洲人才与科技，催生了美国科学的崛起，使美国成为20世纪世界科学的中心。

管理，作为一种活动，自古以来就存在于人类社会之中，是关于组织自我调节与控制的行为和过程；作为一门学科，则发端于近代科学方法在工业生产管理中的应用，是研究人类社会各种管理活动规律与方法的知识体系。管理学领域不断引入数学与自然科学、人文与社会科学，并与管理实践相结合，引起管理学理论的变革与发展。19世纪末20世纪初，工业革命从欧洲向北美转移，工业企业管理实践对提高生产效率的追求，导致“经验管理”走向“科学管理”。20世纪上半叶，单纯追求生产效率的传统“科学管理”对工人身心的摧残，引起人们对工作条件、人际关系等人性化的因素在管理中的重要性的关注，促进了管理学向管理心理学和组织行为学的转向。20世纪下半叶，是管理实践与管理学科及理论急剧变革和发展的新时期。50年代到60年代，大科学的兴起，以及生产规模的扩大对管理整体运作的需要，而运筹学及系统科学的发展恰好适应这一需求，从而导致运筹学在管理中的应用和狭义管理科学的诞生，同时市场经营环境的复杂多变，使得管理学进一步从行为科学到战略管理的延展；20世纪80年代以来，尤其是90年代以后，经济全球化和科技进步的加

① A. 爱因斯坦、L. 英费尔德，物理学的进化，上海科学技术出版社，1979，第39页。

② 刘则渊、王海山，近代世界哲学高潮和科学中心关系的历史考察，科研管理，1981年第1期。

快,知识经济时代的来临,可持续发展观的形成,引发管理学学科与理论的一系列变革,从组织变革理论和竞争战略管理,到科技管理、创新管理和知识管理。

进入 21 世纪,现代科学技术前沿领域——信息科学与技术、生命科学与技术、纳米科学与技术、环境科学与技术、清洁能源科学与技术,呈现更加活跃、突飞猛进的新态势,并不断引发一系列创新成果,推进新一轮产业结构的转换,有可能导致一次新的世界经济浪潮的来临。人们估计,其对全球的影响将可能大大超过科学技术对 20 世纪下半叶世界面貌的巨大改观。然而,这些当代科技前沿问题到底是否酝酿着新的重大突破,能否引起一场新的技术革命和产业革命,它们将会对全球人类、社会和自然环境造成什么样的、多大程度的后果,某些领域对人的发展、伦理、心理和行为又将产生什么样的、多大程度的影响,中国在现代科学技术前沿的世界版图中处在什么位置,对我国提升自主创新能力、建设创新型国家与可持续发展的和谐社会将会起到多大作用,我们怎样合理有效地对这些前沿领域进行规划与布局,如何抢占它们前沿的生长点与制高点,应当采取什么样的战略、政策与举措,等等,都值得从哲学的高度与管理的视角加以关注、思考、分析和评估。

这正是我们力主把“科技哲学”和“科技管理”两个跨学科的知识领域联接起来,编辑出版“科技哲学与科技管理丛书”的背景与初衷。

作为“985 工程”教育部哲学社会科学创新基地暨辽宁省人文社会科学重点研究基地,大连理工大学科技伦理与科技管理研究中心创建之时,依托于我校“科学技术哲学”和“科学学与科技管理”两个博士点。我们注意到,当代科学技术及其社会应用的活动,愈来愈成为一个“二次方程式”,其数学解之根总是一正一负:正根就是“第一生产力”,而负根便是“社会破坏力”。因此,对科学技术活动及其后果,一方面需要进行哲学的反思与伦理的调控,另一方面需要展开科学学的探索与管理学的导向,从而既充分发挥科学技术的第一生产力功能,同时又避免科学技术应用的负作用。这应当是我们基地建设、学科建设与学术研究的出发点和归宿。基于这一认识,我们创新基地建立伊始,就规划设想把基地的研究成果以学术专著形式出版,汇集成“科技哲学与科技管理丛书”奉献给读者。这一设想得到了人民出版社的高度重视与大力支持。对此,我们表示诚挚的感谢。

现在,这套丛书终于面世了。至于丛书是否符合我们的初衷,是否起到应有的作用,就有待广大读者来评判了。我们期待以这套丛书为桥梁,与科技界、哲学界、管理界及广大读者建立广泛的联系,为我国科技发展、哲学繁荣和管理进步而携手共进,贡献力量。

刘润

2006 年 12 月 15 日

前 言

技术科学,是与自然科学和社会科学既相区别、又相联系的科学门类,也是介于基础科学和工程技术之间起桥梁作用的中介科学。它在现代科学技术体系中的地位和对经济社会发展的作用,极其重要。胡锦涛主席在 2006 年的两院院士大会上指出,“要高度重视技术科学的发展和工程实践能力的培养,提高把科技成果转化为工程应用的能力”。这是继 1957 年毛泽东主席关于领导干部要学习马克思主义、学习技术科学、学习自然科学的号召(《毛泽东选集》第 5 卷第 479 页)之后,中央领导再次把“技术科学”放在突出的位置。胡锦涛主席对技术科学的高度重视,对于我国加快技术科学发展、建设创新型国家和科技强国,具有深远的战略意义。

本书以贯彻落实中央关于高度重视技术科学发展、增强国家自主创新能力的决策为宗旨,以《国家中长期科学和技术发展规划纲要》所列的前沿技术为研究对象,把技术科学作为前沿技术的学科基础,通过深入探讨技术科学的若干理论问题,进一步阐明技术科学的内涵特征,确认技术科学在现代科学技术体系中的学科地位,揭示了技术科学的战略功能,特别是推动自主创新的独特功能。运用当代科学计量学最新的科学知识图谱方法,以国际权威论文数据库为数据来源,从“技术科学—重点前沿技术—核心技术”三个层次,绘制了 9 大技术科学领域的一系列知识图谱,展现了基于技术科学的前沿技术发展态势,进而构建了引领前沿技术创新的技术科学强国战略新框架,阐明了发挥技术科学在提高自主创新能力和建设创新型国家中的基础作用,这对于国家科技规划纲要的具体实施具有辅助决策的参考价值。

本书的主要内容,包括以下六个部分:

- 第一部分 技术科学的基本理论问题
- 第二部分 技术科学的战略功能分析
- 第三部分 基于技术科学的前沿技术知识图谱
- 第四部分 中国在技术科学领域的研究和作用
- 第五部分 促进前沿技术创新的技术科学强国战略
- 第六部分 实施技术科学强国战略的主要对策

以上六个部分可进一步归为三个问题:1.技术科学的理论与功能;2.前沿技术知识图谱及中国科学家的地位;3.技术科学强国战略及其实施对策。本书是在国家自然科学基金项目报告“基于技术科学的前沿技术知识图谱分析与强国战略研究”的基础上,经

进一步的精简和提炼而完成的。尽管本书中的一些结果和结论尚需进一步的检验,但整个科学研究的过程是具有开拓性和学习性的,我们大致将这个过程分为三个阶段,每个阶段都对所要研究的问题有更精准的认识和更深入的理解,而且这个过程并没有因为这本书的出版而结束。

第一阶段,在广泛搜集材料和调研的基础上,着重研究了技术科学的若干理论与创新功能,用当时的基于多维尺度的第一代知识图谱方法及技术,对重大前沿技术的技术科学基础进行了总体上的可视化分析,由此提出了技术科学的强国之道及实施策略。这阶段创新性研究成果主要是:1.按照钱学森的技术科学思想,深化了技术科学的概念内涵,提出了技术科学的三个双重性特征——中介性和独立性、基础性和应用性、广谱性和纵深性;2.通过九个领域知识图谱的初步分析,揭示了前沿技术本质上是技术科学前沿的生长点,确认了技术科学具有引领前沿技术发展的功能特性;3.运用社会网络分析的K核分析,分别绘制了以科学技术为对象的科学计量文献和专利计量文献的共词网络图谱,得到近于惊人相似的结果,引出技术科学的强国战略结构——核心战略、企业战略、国家战略和全球战略。

第二阶段,主要应用美国德雷塞尔大学著名信息可视化专家、大连理工大学长江学者讲座教授陈超美开发的国际领先水平的动态引文网络分析CiteSpace可视化软件,绘制一系列重点前沿技术知识图谱,以及若干技术科学领域核心技术知识图谱,进一步引出创新性的结论:1.展示了前沿技术的演化历程,再次确认了前沿技术只有在技术科学研究前沿的基础上形成和演进;2.明确了核心技术的选择,视不同情况由如下指标判别,它作为该领域引文网络各个聚类所反映的研究前沿中介中心性最大;或者为引文网络各个聚类所代表的各个知识群中关联度最大的知识单元,即各个聚类广泛存在同类关键词或主题词;或者为文献的共词网络中频次最大的研究热点;或专利文献网络中介中心性最大的节点技术。

第三阶段,也就是2010年,按照课题设计的内容与目标,进行整个项目的补充、完善、部分超越和全面汇总。1.在技术科学的基本理论部分,借鉴德国著名技术史家沃尔夫冈·柯尼希(Wolfgang König)关于从认知层面和社会层面考察技术科学史的观点与相关材料,补充了技术科学的发展历程与形成机制,其中世界技术科学的发展历程侧重认知层面分析,中国技术科学的发展历程侧重科技工作和社会层面分析,而形成机制则把认知层面和社会层面统一起一起来加以分析。2.对于基于技术科学的前沿技术知识图谱,除个别保留多维尺度分析知识图谱外,完全更新了全部文献数据,全面采用最新版本的多视角共引分析CiteSpace软件,重新绘制“技术科学—重点前沿技术—核心技术”三个层次的知识图谱,进而统一用文献共被引、自动术语标识、时间线三种形式的CiteSpace知识图谱,分析中国科学家在国际技术科学领域的研究状况与地位。3.新增和扩充了引领前沿技术创新的技术科学强国战略新格局,其中关于建设基于技术科

学、网络支持的国家发现—创新体系,实现“发现—创新”一体化的三螺旋模式,基于会聚科学的前沿技术融合创新,造就以纳米技术之父为典范的“科学家—发明家—企业家”集成式科技转化型人才,都是在量化分析、充分论证基础上的战略建议。关于实施技术科学强国战略的对策建议,把直接间接咨询调研的科学院院士意见作为重要依据,并汇总了9大技术科学领域的前沿技术专项对策建议。

最后有必要指出,2007年至2008年初我们参与完成程耿东院士主持的中国科学院学部咨询建议项目《高度重视技术科学对建设创新型国家的作用》,为本项目研究奠定了充分的基础。同时,2007年至2009年我们主持和完成的大连理工大学人文社会科学研究重大项目《技术科学与工程技术前沿计量分析与对策研究》(结题评为优秀),及其成果之一的学术专著《科学知识图谱:方法与应用》(人民出版社,2008),对本研究起到培育和前期预研的重要作用。

技术科学作为与自然科学、社会科学同等重要的科学门类,要达到对其做出宏观和微观的、全面而深入的认识,仍有待于进一步开展大量的探索。要全面落实胡锦涛主席关于“高度重视技术科学的发展”的论述,尚需科技界继续努力。我们期待科技界和同行专家对本书提出批评意见与建议。

目 录

总序	1
前言	1

第一章 技术科学的基本理论问题

1.1 技术科学的形成和发展	1
1.1.1 世界技术科学的发展历程	1
1.1.2 中国技术科学的发展历程	3
1.1.3 技术科学的一般形成机制	6
1.2 技术科学的基本性质与学科地位	8
1.3 技术科学的学科内涵及特点	9
1.4 技术科学与基础科学、工程科学的区别	14
1.5 高度重视技术科学发展的背景与意义	16

第二章 技术科学的战略功能分析

2.1 新巴斯德象限理论：技术科学战略功能的依据	17
2.2 技术科学促进自主创新的功能	19
2.2.1 技术科学的原始创新功能	20
2.2.2 技术科学的集成创新功能	20
2.2.3 技术科学的二次创新功能	21
2.2.4 技术科学的潜在创新功能	21
2.3 技术科学支撑工程教育的功能	22

第三章 基于技术科学的前沿知识图谱

3.1 信息技术科学领域及其前沿技术知识图谱	26
3.1.1 技术科学层次：信息领域的总体计量	26
3.1.2 重点前沿技术层次：智能感知、虚拟现实、自组织网络	31

3.1.3	核心技术层次：人工智能	46
3.2	生物技术科学领域及其前沿技术知识图谱	51
3.2.1	技术科学层次：生物领域的总体计量	51
3.2.2	重点前沿技术层次：工业生物、干细胞、药物分子设计	55
3.2.3	核心技术层次：生物测试与探测技术	78
3.3	能源技术科学领域及其前沿技术知识图谱	81
3.3.1	技术科学层次：能源领域的总体计量研究	81
3.3.2	重点前沿技术层次：氢能、燃料电池、核能	102
3.3.3	核心技术层次：氧化催化剂	117
3.4	先进制造技术科学领域及其前沿技术知识图谱	121
3.4.1	技术科学层次：先进制造领域总体计量研究	123
3.4.2	重点前沿技术层次：极端制造、智能服务机器人、产品与设施寿命 预测	131
3.4.3	核心技术层次：微纳技术	166
3.5	海洋技术科学领域及其前沿技术知识图谱	175
3.5.1	技术科学层次：海洋领域总体计量研究	176
3.5.2	重点前沿技术层次：海洋环境立体监测、深海作业、天然气水合物 开发	186
3.5.3	核心技术层次：深海采样、海洋卫星	199
3.5.4	技术科学、前沿技术、核心技术的关系和发展态势	207
3.6	空天技术科学领域及其前沿技术知识图谱	208
3.6.1	技术科学层次：航空航天领域总体计量研究	211
3.6.2	重点前沿技术层次：航空器	231
3.6.3	核心技术层次：尾涡	244
3.6.4	空天领域技术科学、前沿技术与核心技术之间的关系	256
3.7	激光技术科学领域及其前沿技术知识图谱	261
3.7.1	技术科学层次：激光领域总体计量研究	261
3.7.2	重点前沿技术层次：半导体激光器	275
3.7.3	核心技术层次：DFB 激光器	287
3.7.4	激光领域技术科学、前沿技术与核心技术之间的关系	295
3.8	环境技术科学领域及其前沿技术知识图谱	302
3.8.1	技术科学层次：环境领域总体计量研究	302
3.8.2	重点前沿技术层次：海洋生态、废弃物循环利用、环境变化	307
3.8.3	核心技术层次：持久性有机污染物	329

3.8.4 环境领域技术科学、前沿技术与核心技术之间的关系	337
3.9 新材料技术科学领域及其前沿技术知识图谱	341
3.9.1 技术科学层次：新材料领域总体计量研究	342
3.9.2 重点前沿技术层次：功能材料、智能材料、能源材料、超导材料	346
3.9.3 核心技术层次：形状记忆材料、压电材料	385

第四章 中国的技术科学领域的研究和作用

4.1 中国科学家在信息技术科学领域	391
4.1.1 中国科学家在信息技术科学领域的研究状况	391
4.1.2 中国科学家在信息技术科学领域的图谱分析	392
4.1.3 小结	395
4.2 中国科学家在生物技术科学领域	395
4.2.1 中国科学家在生物技术科学领域的研究状况	395
4.2.2 中国科学家在生物技术科学领域的作用	398
4.3 中国科学家在能源技术科学领域	401
4.3.1 中国科学家在能源技术科学领域的研究状况	401
4.3.2 中国科学家在能源技术科学领域的作用	401
4.3.3 中外能源科学研究前沿比较及差异	408
4.4 中国科学家在先进制造技术科学领域	408
4.4.1 中国科学家在先进制造领域的研究状况	408
4.4.2 中国科学家在先进制造领域的作用	410
4.4.3 中外先进制造领域研究前沿比较差异	416
4.5 中国科学家在海洋技术科学领域	417
4.5.1 中国科学家在海洋技术科学领域的研究状况	417
4.5.2 中国科学家在海洋技术科学领域的作用	418
4.5.3 中外海洋科学研究前沿比较及差异	421
4.6 中国科学家在空天技术科学领域	422
4.6.1 中国科学家在空天技术科学领域的研究状况	422
4.6.2 中国科学家在空天技术科学领域的作用	423
4.7 中国科学家在激光技术科学领域	431
4.7.1 中国科学家在激光技术科学领域的研究状况	431
4.7.2 中国科学家在激光技术科学领域的作用	432

4.7.3	中外激光科学研究前沿比较及差异	443
4.8	中国科学家在环境技术科学领域	444
4.8.1	中国科学家在环境技术科学领域的研究状况	444
4.8.2	中国科学家在环境技术科学领域的作用	444
4.8.3	中外环境技术科学研究前沿比较及差异	448
4.9	中国科学家在新材料技术科学领域	449
4.9.1	中国科学家在新材料技术科学领域的研究状况	449
4.9.2	中国科学家在新材料技术科学领域的作用	449
4.9.3	中外新材料科学研究前沿比较及差异	454

第五章 促进前沿技术创新的技术科学强国战略

5.1	引领技术自主创新的技术科学战略构想	455
5.2	建设基于技术科学的国家发现—创新体系	458
5.3	实现“发现—创新”一体化的三螺旋模式	463
5.4	推进基于会聚技术的前沿技术融合创新	466
5.5	造就技术科学与科技转化型人才	470

第六章 实施技术科学强国战略的主要对策

6.1	明确确立技术科学的战略地位，制定和实施技术科学发展战略	475
6.2	调整国家科技计划，适时设立国家技术科学与工程科学基金	479
6.2.1	设立国家技术科学研究计划	479
6.2.2	适时设立国家技术和工程科学基金委员会，设立技术科学专项基金， 形成多元化的技术科学投入体系	480
6.2.3	加强国家现有科技计划项目对技术科学投入	481
6.2.4	设立国家与地方政府技术科学联合基金	483
6.2.5	设立技术科学行业联合基金	484
6.3	健全国家技术科学的研发体系，加强自主创新基础能力建设	485
6.3.1	建设国家技术科学研究实验体系，加强自主创新基础能力建设	485
6.3.2	建设国家高新技术科学研究中心和国家高新技术科学实验室	486
6.3.3	建设国家产业共性技术科学研究中心和国家产业共性技术科学 实验室	486
6.3.4	建设国家农业技术科学研究中心和国家农业技术科学实验室	487

6.3.5	建设国家重点工程技术科学研究中心和国家重点工程技术科学 实验室	487
6.3.6	设立行业技术科学研发中心	487
6.3.7	建设企业集团技术科学研发中心	488
6.3.8	设立海外联合技术科学研发中心,扩大国际和地区技术科学合作与 交流	488
6.3.9	加强知识产权管理	489
6.4	改革与调整科技成果评价体系和指标,正确合理评价技术科学成果	489
6.5	加强技术科学的教育、改革高等工程教育	492
6.5.1	依托技术科学研发体系,培养造就一批具有世界前沿水平的高级 技术科学专家	495
6.5.2	重新确立技术科学在理工科教育中的地位及作用,推动大学与企业 和科研院所全面合作,联合培养技术科学人才	496
6.5.3	支持企业培养和吸引技术科学人才	497
6.5.4	加大吸引留学和海外高层次技术科学人才工作力度	497
6.5.5	高度重视技术科学知识的传播与普及	498
6.6	推进九大技术科学领域的前沿技术发展对策	498
6.6.1	信息技术科学领域	498
6.6.2	生物技术科学领域	499
6.6.3	先进能源技术科学领域	501
6.6.4	先进制造技术科学领域	502
6.6.5	海洋技术科学领域	503
6.6.6	空天技术科学领域	504
6.6.7	激光技术科学领域	506
6.6.8	环境技术科学领域	507
6.6.9	新材料技术科学领域	508

第一章 技术科学的基本理论问题

1.1 技术科学的形成和发展

1.1.1 世界技术科学的发展历程

一门科学学科的特点除了建制外,还包括共同的主题、方法和目标。在这个框架内,该门学科科学家们用简洁的科学术语表达思想,在科学团体中达成共识,并且协力传播知识成果。因此,技术科学史既包含认知的成分,又包含社会的成分。

判断某个知识领域被确认为一个独立的科学领域的时间,取决于某种标准和确定的条件。如果从较为严格的标准看,从以技术实验和应用数学为基础、包含行业技术领域共性技术原理的知识体系看,技术科学始于1900年;但若以较为宽松的标准来看,只要是以经验技术为基础的系统性知识,那么技术科学的起源可以追溯到更早的时期。^①从这个角度看,技术科学的史前史在许多世纪以前,甚至更古老的手工技术时代便开始了。

技术科学的起源与萌动时期。关于技术的有系统的思考,出现在数千年以前世界不同地区中的具有发达文化的乡镇或城市里。

在这个时期,工匠们建造了一些大型建筑以供重要的祭祀、象征和生活,只有藉由这些建筑物,我们才能了解对应的基础技术知识。在东方,早在春秋末战国初的中国就有一部堪称世界奇书的《考工记》,不仅记述了中国“百工”传统手工技术规范,而且还渗透了力学、物理、化学知识解释的某些技术原理。但中国一直处于经验形态的实用技术科学缓慢渐进过程。在欧洲,我们了解到古希腊在技术领域的科学方法,像亚里士多德(Aristotle,公元前384—公元前322年)这样的古典哲学家已经开始进行关于技术的伦理思考和相关的力学理论方法研究。之后来自罗马的现实导向的技术专家继承了古希腊文明中的专家的传统。

科学和技术从分离到汇合时期。这是以哥白尼日心说为开端的第一次科学革命和以蒸气动力技术为主导的第一次技术革命时期。

之前的文艺复兴运动,不但重现了古老时代的技术经典作品,而且高层社会对恢弘

^① Wolfgang König. Geschichte der Technikwissenschaften. Gerhard Banse, Armin Grunwald, Wolfgang König, Günter Ropohl(Hg.). Erkennen und Gestalten: Eine Theorie der Technikwissenschaften Copyright 2006 by edition sigma, Berlin: 23—37.