



钱学森科学技术思想研究丛书

现代科学技术体系 总体框架的探索

赵少奎 编



科学出版社

钱学森科学技术思想研究丛书

现代科学技术体系总体 框架的探索

赵少奎 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在探讨钱学森现代科学技术体系思想产生、发展及其科学意义的基础上,重点对系统科学、思维科学和地理科学等领域的研究进展进行了介绍。对进一步推进我国现代科学技术体系建设的总体思路、方法和运行管理机制等有关问题进行了探讨。

本书适合科研人员、工程技术人员、党政领导干部、国家公务员和大专院校师生阅读、研究。

图书在版编目(CIP)数据

现代科学技术体系总体框架的探索 /赵少奎编. —北京:科学出版社,2011

(钱学森科学技术思想研究丛书)

ISBN 978-7-03-028788-5

I. 现… II. 赵… III. 钱学森-科学体系学-思想评论 IV. ①G304
②K826.16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 166113 号

责任编辑:魏英杰 王志欣 / 责任校对:鲁 素
责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

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>

北京印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年1月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2011年1月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—2 500 字数:315 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

2008年5月27~29日,来自中国科学院、工程院、国内高等院校和军队与地方相关科技部门的系统科学、地理科学、思维科学、军事科学、建筑科学、自然科学和社会科学等领域的40多位学者、专家,在北京香山饭店召开了以钱学森院士提出的“现代科学技术体系”总体框架探索研究为主题的科学会议,对钱老提出的现代科学技术体系思想进行了学术交流和研讨。在探讨钱学森现代科学技术体系思想产生、形成、发展及其科学意义的基础上,重点对系统科学、地理科学和思维科学等领域的研究进展进行了学术交流。这次香山科学会议的主题是:在扬弃还原论、发展整体论、创建二者辩证统一的系统论的基础上,推进我国科学技术体系总体框架的建设。一流的报告和议题引发了与会学者、专家广泛而深入地讨论,不仅深入讨论了钱学森现代科学技术体系的内容、创新之处等基本理论问题,提出了扩展现代科学技术体系框架、结构的新思路,而且引发了关于创建新医学、人类和谐社会和预测重大自然灾害等复杂性科学问题的讨论。与会专家在宽松的学术环境和多学科交叉的自由讨论中,基于对钱学森现代科学技术体系研究状况,展望未来的发展,剖析关键的科学前沿问题及其解决方法,并且着重探讨了今后如何将钱学森的科学技术体系思想继承、发扬下去,为构建和谐社会、推进现代科学技术发展做出新的贡献等现实问题。凝聚相关学科专业学者、专家的智慧,对进一步推进我国现代科学技术体系建设的总体思路、方法和运行管理机制等有关问题进行了探讨,取得了积极成果。

人类已经进入新的千年,在科学技术与社会经济迅猛发展的条件下,人类面对越来越复杂的客观世界。我们面临的现代科学技术体系的争论、中西医的争论、重大自然灾害能否预测预报以及人体科学和如何构建和谐社会等复杂性科学技术问题的争论,从根本上讲都是不同科学方法论和知识体系的碰撞。面对我国社会主义现代化建设急待解决的复杂性科学技术问题,钱学森在东西方文化互补、融和的基础上提出的“现代科学技术体系”、“开放的复杂巨系统”和大成智慧学的科学思想,是当今科学技术发展进程中的重要理论创新,正在推动着科学方法论的重大变革。以突破还原论,发展整体论,创建辩证统一的系统论为指导的科学技术体系已经成为当代科学技术发展进程中理论建设的重大课题,必将成为我国科学技术界必须面对和着力解决的重大理论建设问题。

开拓现代科学技术体系是钱学森晚年科技活动的核心内容。在钱学森现代科学技术体系中提出的系统科学,在某种意义上讲,实质上就是运用系统科学的思想

和方法,统筹研究如何解决人类社会和谐、可持续发展和其他复杂性问题的学问;思维科学是研究人类思维运行规律,如何推进科技创新和培养新世纪创新人才的学问;地理科学是研究人与自然、人工环境如何和谐发展,推进生态文明建设的学问。钱学森的现代科学技术体系思想为我们科学探索开拓了新的思路,一些新兴学科取得的研究成果为我们提供了宝贵的启示,但是,必须明确,现代科学技术体系的探索研究刚刚开始,不论是总体框架的设计,还是各个科学技术大部门的内部结构,都存在大量问题需要深入研究。因此,目前存在各种各样的不同见解,甚至针锋相对的看法都是十分正常的,恰恰表明这一探索研究蕴藏着巨大潜力、具有旺盛的生命力。任何一门科学技术,如果只有一种观点,没有不同看法与之争辩,那么它的生命力也就枯竭了。只有各个方面的专家、学者都关注这个问题,从不同层次、不同角度、不同侧面进行广泛的探讨,提出和而不同的见解,不同见解足够地丰富,才能逐渐地使现代科学技术体系更加充实,更加完善起来。

本书共分六章:第一章,钱学森现代科学技术体系思想综述;第二章,系统科学;第三章,思维科学;第四章,地理科学;第五章,其他科学部门与现代科学技术体系;第六章,现代科学技术体系探索小结。重点是钱学森在现代科学技术体系探索、研究过程中取得的主要成果和产生的学术影响。书中部分年代较早的文献和资料,原件中个别字迹不清,编录时可能存在不一致的地方。至于体例形式、语言使用习惯、单位量纲表示等,尽量保持了原作风貌,没有按现行习惯和标准规定进行更改,只对较为明显的误漏作了补正。

本书适合科研人员、工程技术人员、党政领导干部、国家公务员和大专院校师生阅读、研究。

“江山代有才人出,各领风骚数百年。”从文艺复兴开始的近代科学技术发展,还原论在西方发挥了优势;从复杂性科学开始的现代科学技术发展,东方的整体论将发挥重要影响,它不是古代整体论的回复,而是西学东韵的辩证统一。

我们坚信,以钱学森为代表的中国学术界在现代科学技术体系的建设中必将发挥更加重要的作用!

编 者

2010年12月

目 录

《钱学森科学技术思想研究丛书》序

前言

第一章 钱学森现代科学技术体系思想综述	1
第一节 钱学森现代科学技术体系思想的产生、发展与科学意义	1
第二节 钱学森对现代科学技术体系的探索、认识历程.....	29
第三节 把钱学森开创的科学探索推向前进	51
参考文献	61
第二章 系统科学	63
第一节 现代科学技术体系与系统科学	63
第二节 学科分类的新视角、新观点.....	77
第三节 复杂系统与复杂性研究	83
参考文献	91
第三章 思维科学	93
第一节 现代科学技术体系与大成智慧	93
第二节 现代科学技术体系中的思维(认知)科学.....	103
第三节 创造性思维的学科结构及其研究途径.....	134
第四节 关于思维科学的研究与教学.....	149
第五节 脑科学研究与学生素质培养.....	155
参考文献.....	160
第四章 地理科学	162
第一节 现代科学技术体系与地理科学研究.....	162
第二节 地理科学中的复杂性数学方法探索.....	172
第三节 协同虚拟地理研讨室的框架设计与实现.....	177
参考文献.....	186
第五章 其他科学部门与现代科学技术体系	187
第一节 建筑科学与现代科学技术体系研究.....	187
第二节 钱学森与现代军事科学.....	198
第三节 工程科学与系统科学思想研究.....	212
第四节 钱学森论科学、技术与工程的相互关系	214
第五节 一个复杂性研究个案与钱学森现代科学技术体系的启迪.....	221

第六节 现代科学技术体系和复杂巨系统理论与应用·····	233
参考文献·····	237
第六章 现代科学技术体系探索小结·····	239
第一节 钱学森现代科学技术体系思想产生、形成、发展及其科学意义 ···	239
第二节 钱学森现代科学体系的发展与实践·····	241
第三节 目前存在的主要问题·····	246
第四节 几点建议·····	247
后记·····	249

第一章 钱学森现代科学技术体系思想综述

第一节 钱学森现代科学技术体系思想的产生、发展与科学意义*

一、钱学森现代科学技术体系思想是马克思主义哲学的坚持与发展

1. 恩格斯科学分类思想

自然科学经过两百多年分门别类的研究，19世纪迅速成长出许多新的部门和分支。于是，研究整个科学的总体结构，描绘出科学总体结构的蓝图，便成为指导科学未来发展的一个重大战略问题。最早有两位著名人物从事这项工作。

一位是圣西门（1760～1825年），他是达兰贝尔的学生，当时最博学的人。圣西门用发展的思想去考察自然界和人类社会。在自然界领域中，他根据自然现象由简单到复杂的发展过程，把自然现象分成以下几类：天文现象、物理现象、化学现象和生理现象。与此相应，自然科学划分为天文学、物理学、化学和生理学。在圣西门的科学分类中体现了一个重要的思想：人类认识的顺序同自然现象发展的顺序是一致的。在人类社会领域中，圣西门同样根据发展的思想，把社会划分为三个阶段：神学阶段、形而上学阶段和实证阶段。与此相应，人类认识进程划分为三个阶段：神学、形而上学与实证科学。

另一位是黑格尔（1770～1851年），他的巨大功绩是第一次“把整个自然的、历史的和精神的世界描写为一个过程，即把它描写为处在不断的运动、变化、转变和发展中，并企图揭示这种运动和发展的内在联系。”^① 不过，黑格尔的所谓发展是绝对观念的发展，是它决定自然界的发展从而也决定自然科学的发展。在《自然哲学》中，黑格尔依据自然界的发展过程对自然科学进行了如下的分类（表 1-1-1）。

* 本节执笔人：黄顺基，中国人民大学。

① 马克思恩格斯全集（20卷）。北京：人民出版社，1971：26.

表 1-1-1 黑格尔的自然科学分类

绝对观念的发展	存在——本质——概念		
自然界的运动	质量的运动——分子的运动——生物的运动 原子的运动		
自然科学的分类	机械论——天体力学 地球上的力学	化学论——物理学 化学	有机论——植物学 动物学

恩格斯批判地吸取了圣西门和黑格尔的合理思想，概括总结了 19 世纪自然科学的重大成果，特别是细胞学说、能量守恒定律和进化论三大发现，法拉第电磁感应理论、分子运动论、元素周期律以及生理学、胚胎学、古生物学、地质学领域的最新成果，对当时的自然科学进行了新的分类。恩格斯以唯物辩证法的观点为依据，对自然科学进行如下的分类：

现实世界的空间形式和数量关系——数学

机械运动——天文学——固体力学

力学 流体力学

物理运动——物理学（分子的力学）——力学、热学、电学、磁学、光学

化学运动——化学（原子的物理学）——无机化学-热化学、电化学、有机化学

生命运动——生物学（蛋白质的化学）——植物学、动物学、人类学

恩格斯还和马克思一道，以生产力与生产关系的矛盾运动为主线，研究了人类社会的历史运动，“劳动在从猿到人转变过程中的作用”一文实际上就是说明：劳动是从自然科学向社会科学过渡的环节。根据 19 世纪末科学发展的情况，当时的科学技术体系可以表示如下：

自然辩证法——自然科学

马克思主义哲学——历史唯物主义——社会科学

认识论和辩证逻辑——思维科学

在恩格斯的科学分类中体现了一个基本思想，即科学分类，从根本上说，是对“物质及其固有的运动”^①分类。因此，科学分类必须遵循下列原则：

第一，唯物主义的客观性原则。整个自然科学研究的对象是物质及其固有的运动，其中各门不同的自然科学研究的对象是物质的各种不同的运动形式，分类的依据是物质运动形式自身的特殊性。

第二，辩证法的发展性原则。自然界中物质运动的各种形式彼此是互相联系的，是由低级向高级发展的。因此，“科学分类就是这些运动形式本身依据其内

① 马克思恩格斯全集（20 卷），北京：人民出版社，1971：586。

部所固有的次序的分类和排列”^①，由简单到复杂、由低级到高级，这样才能揭示出科学发展的内在逻辑。

2. 钱学森现代科学技术体系思想

恩格斯时代“自然科学本质上是整理材料的科学，关于过程、关于这些事物的发生和发展以及关于把这些自然过程结合为一个伟大整体的联系的科学。”^②进入 20 世纪，科学结合为一个伟大整体的特征更加明显，这是由于科学技术不断分化、不断综合，各门科学技术之间相互联系、相互渗透的特点日益突出，在这个新的情况下，钱学森以马克思主义哲学为指导，运用实践论、系统论的观点，创造性地提出了现代科学技术体系结构，揭示了现代科学技术发展的整体状况，其内容几乎囊括了人类认识世界、改造世界的全部知识。这是一个开放的、复杂的“现代科学技术体系”，它为我们提供了一幅科学技术发展的总蓝图，为贯彻落实“科教兴国”战略思想提供了重要的理论依据。钱学森的现代科学技术体系的总体结构如下（图 1-1-1）。

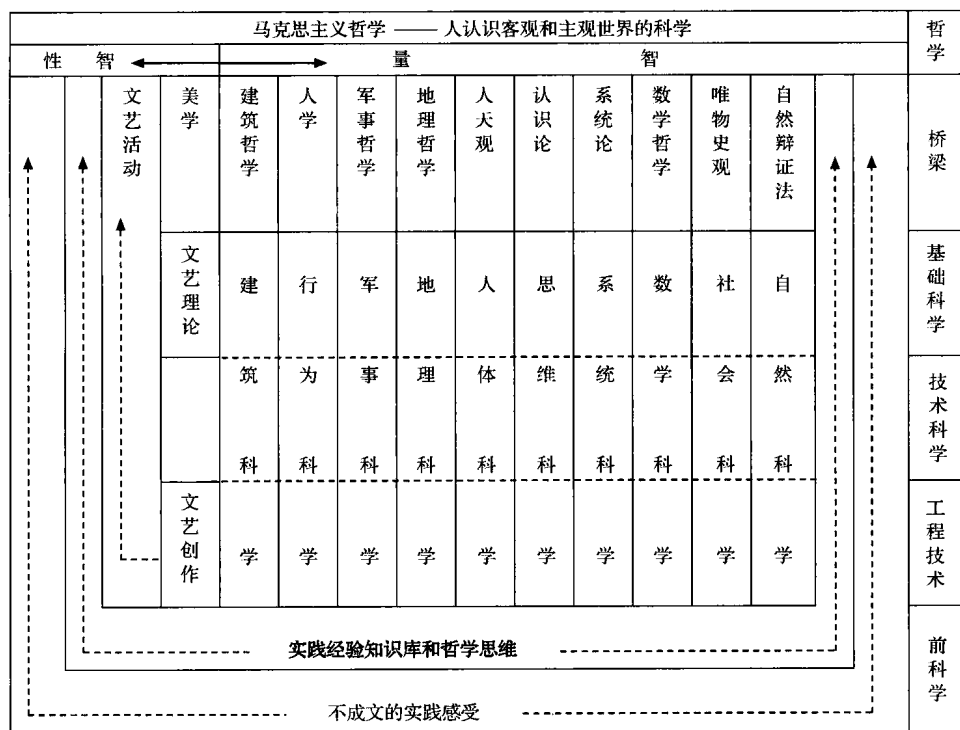


图 1-1-1 现代科学技术体系

① 马克思恩格斯全集（20 卷），北京：人民出版社，1971：593。

② 马克思恩格斯全集（4 卷），北京：人民出版社，1977：241。

这个现代科学技术体系是怎样用马克思主义哲学来分析与回答我们时代提出的新问题的？主要是在以下几个方面：

第一，坚持马克思主义哲学指导。马克思主义哲学概括总结了哲学（特别是对近代自然科学能收到效果的辩证哲学）发展史、近代科学技术（特别是 19 世纪的科学革命与工业革命的新进展）发展史，创立了辩证唯物主义与历史唯物主义，为我们提供了认识世界、改造世界的宇宙观、认识论、方法论与价值论。马克思主义哲学是认识史上伟大的变革，它在现代科学技术体系中居于最高层次。所以钱学森说：“总结近一百年来的历史教训，我们认为马克思主义哲学是有其崇高的位置的。”^①

但是需要指出，马克思主义哲学并不是终极真理，随着科学技术的发展，它也必然随之发展。正如恩格斯所指出的：“随着自然科学领域中每一个划时代的发现，唯物主义也必然要改变自己的形式。”^② 钱学森在哲学与科学技术之间搭起一座桥梁，正是要表明马克思主义哲学与科学技术的相互联系与相互促进是通过哲学与科学之间的桥梁来实现的。

第二，坚持与发展唯物辩证法。从唯物主义观点看来，科学技术的研究对象是客观世界的运动、变化及其规律性。进入 20 世纪，科学技术对客观世界认识的深度与广度，是 19 世纪所无法比拟的：今天人类正探索着从渺观、微观、宏观、宇观直到胀观这五个层次时空范围的客观世界；特别是在宏观层次地球上，经过几十亿年从无机物演化出生物；再经过几百万年出现了人类和人类社会；然后在仅仅两百多年内人类社会就发生了翻天覆地的变化。进入 20 世纪科学技术更是突飞猛进，产生了许多新的科学技术领域，衍生出成千上万新的科学技术分支。新时代提出了科学技术分类的新问题。

钱学森从科学研究对象是同一个客观世界，但研究角度不同的观点出发，提出科学技术研究的区分在于研究问题的角度不同，如自然科学是从物质运动的角度，社会科学是从社会发展的角度，数学是从质和量对立统一及质和量互变的角度，系统科学是从部分与整体、局部与全局以及层次关系的角度去研究客观世界的，如此等等。

第三，坚持与发展实践论。钱学森根据 20 世纪科学与技术的最新发展，特别是“科学—技术—工程”一体化的发展趋势，在实践论的指导下，按照从实践到认识的过程，把现代科学技术的体系结构分为六个层次，即前科学、工程技术、技术科学、基础科学、桥梁与哲学。它鲜明地体现了实践的观点：大量前科学知识是在实践的基础上产生的经验知识，是认识的源泉，而成文的、明言的科

① 钱学森，等。论系统工程。长沙：湖南科学技术出版社，1982：216。

② 马克思恩格斯全集（4 卷）。北京：人民出版社，1977：224。

学技术知识则是从其中提炼与概括出来的；最高层次的哲学知识是以前科学与科学技术的知识为基础的。

二、钱学森现代科学技术体系思想的理论创新

钱学森现代科学技术体系在马克思主义立场上，从系统的观点出发，对人类认识世界、改造世界的知识总体，进行了高度的理论概括，这是继 19 世纪马克思、恩格斯的科学分类之后极为重要的理论创新。“体系”的思想内容博大精深，这里限于作者的水平，主要谈以下几个方面：

1. 科学技术发展模式——马克思主义认识论的丰富与发展

钱学森现代科学技术体系，以实践论为指导，按照从实践到认识的发展，将现代科学技术的认识过程划分为三个层次：工程技术—技术科学—基础科学。

这个现代科学技术发展模式，超越了科学哲学的科学发展模式，丰富与发展了马克思主义认识论。

1) 现代西方科学哲学的科学发展模式

19 世纪末形成与发展起来的科学哲学，从逻辑实证主义的观点出发，总结了康托数学革命、弗莱格与罗素逻辑学革命，特别是普朗克与爱因斯坦物理学革命，提出了科学发展模式。到 20 世纪 70 年代，得出了如下的代表性成果：

卡尔纳普的科学发展模式 经验——理论——证实

波普尔的科学发展模式 问题——猜测——证伪

库恩的科学发展模式 前科学——常规科学——（反常、危机）——科学革命

拉卡托斯的科学发展模式 科学研究纲领 进化阶段——退化阶段

新的科学研究纲领 进化阶段——退化阶段

2) 钱学森的现代科学技术发展模式

钱学森从实践论的论点出发，总结了 19 世纪后期以来“科学—技术—工程”发展的新经验、新动向，创造性地提出了现代科学技术发展模式：基础科学—技术科学—工程技术。

这是在现代科学技术条件下马克思主义认识论的丰富与发展。

第一，它坚持与发展了马克思主义的认识论、方法论。

在 20 世纪现代科学技术革命前，哥白尼-牛顿科学革命和普朗克-爱因斯坦革命，使得人类在认识自然界方面取得了辉煌的成果，正是在这个基础上，19 世纪末形成与迅速发展起哲学的一个新的分支——科学哲学，它专门研究科学的认识论与方法论问题。

从实践论的观点看来，西方科学哲学的科学发展模式，只是研究了整个认识过程中的第一个飞跃，即实验—理论—实验（科学理论的证实或证伪）。

现代科学技术革命以后,一大批技术科学兴起,各种各样的工程技术涌现,人类在改造自然,创造物质文明方面取得了空前的成就,正如马克思所说:工业和科学的力量成为以往人类历史上任何一个时代都不能想象的力量^①。钱学森根据现代科学技术认识过程的新进展,提出了一个完整的现代科学技术发展模式:

基础科学——技术科学——工程技术

第一次飞跃

第二次飞跃

在现代科学技术认识过程中,基础科学解决认识世界的问题是第一次飞跃;工程技术解决改造世界的问题是第二次飞跃。在现代科学技术认识过程中,三个环节的任务是不同的。

基础科学的任务是探索客观世界的本质,寻求物理、化学、生物、社会等领域的变化过程的规律,揭示其中的事物从一种形式转化为另一种形式的机制。基础科学是认识客观世界的知识体系,是潜在生产力。

技术科学的任务,是将工程技术中带有普遍性问题的设计原理组织成一门学科,运用自然科学、工程技术、高等数学和计算数学的知识,利用和自然界的物质、能量、信息,寻求控制、应用和改进工程技术的手段和方法。技术科学是基础科学(潜在生产力)向工程技术活动(现实生产力)转化的中间环节,它有定向的目标。

工程技术的任务是根据基础科学理论,运用技术科学原理,开发新技术、新工艺,并将它付诸实施的过程。手段是工程技术,操作是工程实施。工程师的职责就是在社会、经济和时间的约束条件下,研究工程技术,并在工程活动中付诸实施。工程技术活动是改造客观世界的实践活动,是现实生产力。

第二,它将大大加速“科学—技术—工程—产业”一体化的进程。

19世纪末以来,科学技术的发展过程出现了新的动向——“科学—技术—工程—产业”一体化与双向互动,在发达国家表现得尤为明显:

① 一个是“科学→技术→工程→产业”的发展方向。

这是从通信业开始的。无线电通信是人类通信技术史上一次伟大的飞跃,最初是1865年麦克斯韦《电磁场的动力学理论》从理论上预言了电磁波的存在;然后是1888年赫兹用实验证明电磁波的存在;最后才是1896年马可尼利用电磁波发明无线电。此后在社会经济发展的强烈要求下,无线电通信业迅速发展成为一门产业,加速了经济全球化的进程。无线电通信业发展史表明:基础科学走在技术科学与工程技术前面;基础科学研究决定了技术科学与工程技术的发展方向。

进入20世纪,以1942年曼哈顿工程(原子弹研制工程)的建造为标志的大

^① 马克思恩格斯全集(2卷). 北京:人民出版社,1977:78.

科学、大技术、大工程的出现，大大深化了对科学技术发展模式的认识。如表 1-1-2 所示。

表 1-1-2 科学技术发展模式

研究	发展	生产
基础研究—应用研究—技术研究	可行性研究—设计—模型— 试验—计划	产品或服务

这就把从理论到实践的第二次飞跃、它必须经过的中间环节、实现飞跃的转化条件，都科学地阐明了。

② 另一个是“产业→工程→技术→科学”的发展方向。

可以说，工业革命发展史就是这一方向形成的历史。在工业革命蓬勃进行的进程中，为了发展产业的需要，科学技术研究的一个新事物工业研究实验室应运而生。以工业发达国家中的后起之秀美国为例：

1876 年伟大的发明家爱迪生创立了“发明工厂”，开始了经验型的工业实验研究时期。爱迪生通过反复实验的方法，摸索技术发明和创新的经验。

1900 年通用电气公司建立，标志着应用现有的科学知识于工业研究的时期的开始。从此，工业型的实验研究转变到从科学知识出发，把技术与工程的发展建立在科学知识的基础上。

1925 年美国和世界最大的工业研究实验室——贝尔电话实验室成立，它标志着一个新的工业实验研究时期的开始。这时期工业试验研究的方向是进行基础科学的创造性研究，将研究成果转变为新技术与新产品的发明与创造。工业企业的发展，按照产品满足社会需要的方向，首先从基础科学研究上进行前沿突破。

1954 年贝尔实验室、通用电气公司、国际商用机器公司（IBM）和英特尔公司等大型企业的发展，表明了以基础科学研究领先的科学技术发展模式已臻于成熟，但一大批中小型企业的发展却相形见绌。这些企业由于资金少、科技力量弱和设备落后，无法应付高技术带来的挑战，因此产生了以硅谷为发源地的科技发展园区。这个时期的特点是大、中、小企业，传统技术与高新技术企业分别按着自己的特点和长处，并行发展，各得其所，推动了科学技术的迅速发展和经济的腾飞。

“产业→工程→技术→科学”的发展，从相反的方向上把从产业到科学技术的飞跃、它经过的中间环节以及转化条件，给予了科学的充分的论证。

2. 科学技术业——国民经济结构学的创新

20 世纪的现代科学技术革命改变了人类历史进程，充分证明了马克思的光辉论断：科学技术是推动历史前进的有力的杠杆，是推动经济社会发展的革命力

量。30年代,科学学创始人贝尔纳在《历史上的科学》中指出:由于科学在历史上的重要地位,科学已经成为一种社会建制,一门职业,有千千万万人参加,对国家的发展至关重要。面对当代国际之间激烈竞争的新形势,钱学森从科学技术是第一生产力的观点出发,从社会主义现代化的关键是科学技术现代化的考量出发,创造性地提出:当前国际之间的竞争主要依靠的是科学技术,中国的发展必须把科学技术摆到一个非常重要的位置上。为此,他向党中央建议:“建立我国的一种第四产业——科学技术业,作为今天的一项重大的战略决策。”^①这是事关我国发展的重大理论创新。

1) 钱学森认为,科学技术业不同于信息产业

产业分类是国民经济结构学的重大问题,它涉及产业结构的升级换代与产业结构的合理调整。在国外关于产业结构分类的研究主要有:

(1) 三次产业分类法

1935年英国经济学家费希尔在《安全与进步的冲突》中,从社会生产发展史的角度,把人类生产活动分为如下的三个历史阶段:

农业阶段——工业阶段——服务业阶段

与此相应,按照历史的发展形成了三次产业:

农业——工业——服务业

1957年英国经济学家克拉克在《经济进展的条件》中,从社会经济结构的角度,把现存的国民经济分为上述三大部门。所以一般认为,费希尔和克拉克是三次产业分类法的创始人。

(2) 四次产业分类法

20世纪中叶兴起的新产业革命突破了工业革命时代的产业结构,出现了信息产业。新产业革命是以计算机工业为龙头,以信息业为核心,包括新材料、新能源、生物、海洋、空间等产业在内的产业革命。国外经济学家、社会学家从人类社会经历三次技术革命,即

农业技术革命——工业技术革命——信息技术革命

由此出发,提出四次产业,这就是:

农业——工业——服务业——信息业

关于四次产业的论述,其主要代表人物有:

1962年,美国经济学家马克卢普在《知识产业》一书中,首次分析了知识的生产和分配在美国国民生产总值中所占的比例。他所说的知识产业实际上就是信息业,其中包括教育、研究与发展、通信媒介、信息机器、信息服务等。

1977年,美国经济学家波拉特在《信息经济学》一书中,进一步阐明了信

^① 中央组织部等五部委,迎接新的技术革命。长沙:湖南科学技术出版社,1984:19.

息活动在美国经济中所处的地位,他把美国国民经济结构分为六大部门,即第一信息部门、第二信息部门、民间管理部门、公共制造部门、民间制造部门与家庭经济部门,其中有三个部门是专门从事信息活动的。

1982年,美国社会预测学家奈斯比特在《大趋势》一书中,通过广泛的调查研究指出,从1950年以来,在美国经济发展中真正增长的是信息业。到1981年,美国从事信息方面工作的人已经超过60%,另外还有许多人在制造厂商公司里从事信息工作。据此他认为,美国社会发生了从工业社会向信息社会的转变;信息社会是一个以创造和分配信息为基础的经济社会。

钱学森不愧为战略科学家,对西方经济学家、社会学家的观点独持异议,认为新产业革命带来的新产业,不单纯是信息业,而是以现代科学技术为基础的产业,即科学技术业。科学技术业的范围更广,内涵更深,影响更大。钱学森从“科学技术是第一生产力”的观点出发,认为要大力发展生产力,科学技术业理所当然的是战略产业,因为科学技术业的形成与发展必然带来“物质资料生产方式的变革,(它必然)影响到整个社会发生飞跃。”^①

2) 钱学森明确提出,科学技术业是事关中国发展全局的战略产业

根据当代世界发展的新形势选择战略产业,这是事关发展的全局问题。1953年我国“一五”计划借鉴苏联的经验,把重工业作为经济发展的重中之重。1956年毛泽东在《论十大关系》中,从我国的实际情况出发,提出了按农、轻、重的适当比例发展重工业,并且提出“以农业为基础,以工业为指导”的方针。

从20世纪50年代到90年代,汹涌澎湃的世界新技术革命强烈地改变着人类历史进程,现代科学技术成为新的社会生产力中最活跃的和决定性的因素,成为推动社会前进的强大动力。中国发展肩负着既要着重推进传统产业革命,又要迎头赶上世界新技术革命的双重任务。正是根据新的国际形势,钱学森及时总结国际国内的经验,以其敏锐的洞察力,高瞻远瞩地提出,要大力建立带动中国发展的战略产业——科学技术业。并向党中央建议:发挥社会主义制度的优越性,把全国科技工作者的成果组织起来;用组织起来的手段协调全国的科学技术工作;建立各种科研院、研究所,各种科技专业公司,组织开发各种新技术,建立各种综合系统设计中心等。

钱老从战略科学家的高度预见到,在科技革命新时代,科学技术业必将成为我国发展中的一项战略产业,他选择科学技术业作为我国发展的战略产业的新思路,是对我国社会主义现代化建设的重大理论贡献。这一新思路从理论与实际结合上,坚持与发展了邓小平“科学技术是第一生产力”的观点:

第一,实现邓小平“发展高科技,实现产业化”、“中国必须在世界高科技领

^① 中央组织部等五部委. 迎接新的技术革命. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1984: 7.

域占有一席之地”的战略措施。首先必须明确高科技究竟包括哪些部门？钱老从系统学的整体观与发展观出发，把现代科学技术概括总结成一个体系，即在认识的内容上，包括自然科学、社会科学与思维科学等 11 个部门；在认识的过程上，包括基础理论、技术科学与应用技术三个层次。因而高科技的产业化应包括全部现代科学技术的产业化。显然这绝不只是信息业一门产业，而是以整个现代科学技术为基础的一大类产业，这一大类产业就是科学技术业。

第二，科学技术业不同于信息产业的特点表现在：一是物质、能量与信息三大科学技术互相联系、互相促进，缺一不可，单独是信息业并不能构成现代人类文明；二是自然科学与社会科学融合的潮流势不可挡。列宁早就指出从自然科学奔向社会科学的强大潮流，在 20 世纪将更加强大。和这股潮流相适应的以整个现代科学技术知识为基础的一大类新兴的知识密集型产业必将陆续涌现，如生态农业、生态工业、生态服务业、医疗卫生业等。

第三，根据现代化的需要，根据我国人口 80% 在农村的特点，在科学技术业中知识型农业占有特别重要的地位。钱学森提出的知识型农业，就是利用现代科学技术知识（包括对地球表层的系统认识）、利用信息革命成果（包括系统管理的最新成果）和利用新材料与新工艺建立起来的现代农业。这是“一个高度知识密集的、技术密集的、高效能的大农业，综合农业体系。”^① 钱学森认为，这种知识密集型农业依靠人工能源，不受气象限制，可常年在工厂大规模生产，节土、节水，不污染环境，资源可循环利用，是我国农业改革中切实可行的路子。它必将在 21 世纪我国的大地兴起，并将大大消除工农差别、城乡差别，加速我国农业现代化的进程。

3. 系统工程——管理科学的创新

系统工程是钱学森、许国志、王寿云等同志吸收了国外关于系统工程的研究成果，根据钱学森领导和主持我国科学技术与国防建设的经验，用系统学的理论与方法加以提炼与综合，创建的管理科学技术。它的迅速推广与应用，对我国现代化建设发挥了极为重要的作用。钱学森的系统工程是管理科学上具有中国特色的自主创新。

1) 西方管理科学的发展

西方管理科学主要是由于资本主义生产发展的需要，特别是由于企业的生产、经营与管理的需要而发展起来的，它经历了三个阶段：

第一阶段，物的管理即科学管理。19 世纪末以泰罗为代表，应用科学实验方法，测定机器大生产过程中工人的“标准作业方法”、“标准作业时间”和“标

^① 许国志. 系统研究. 杭州：浙江教育出版社，1996：12.