

# 科学学与管理科学 概要

刘茂才 刘波  
董其上 吴培人

一九八二年九月

## 绪 论

为适应管理干部学习科学学与管理科学的需要,我院受地质矿产部科技局的委托,在去年举办第一期科技管理干部学习班时,请上海铁道学院张念椿、孙章同志系统地讲授了科学学与科学管理方面的有关知识。同时,还请北京有关同志讲了若干专题。为了巩固这次办班的成果,参加听课的同志普遍要求印发他们的讲稿。我们也想通过整理听课笔记,加深对这种新信息的理解和掌握。同时,地质矿产部决定在今后一定时期内,每年举办一期科技管理干部学习与研究班,为科技管理干部提供系统地学习与研究科技管理理论的机会。为此,我们在整理第一期办班的讲稿与听课笔记的基础上,根据上海铁道学院编印的《科学学》讲义,并参考有关单位的研究成果(论文与专著),编写了这本《科学学与管理科学概要》,以满足管理干部,主要是科技管理干部学习和研究科学学与管理科学的需要。在编写和节录科学学与管理科学的有关内容时,我们是作为学习科学学与管理科学的收获体会,或可称之为一种读书笔记与听课笔记,加以归纳后,即和读者见了面;也是为了向研究和宣传科学学与管理科学的专家和学者汇报和请教。

科学学与管理科学是以科学与管理作为研究对象,以马克思主义哲学原理,科学社会学和经济理论为指导思想,以自然辩证法所阐明的自然界和自然科学的一般规律为基础理论,探索科学社会化和社会科学化的一般规律与发展趋势,研究现代科学的基本特征、性质与规律,科学发展模式;探索人类管理活动的历史发展特点,管理活动的性质、功能以及管理活动的一般规律与管理模式,如何实现管理的科学化和系统化的途径与方法;如何使管理成为有效地实现全社会的经济繁荣,成为建设社会主义的物质文明和精神文明的强有力的手段。

科学学与管理科学都是属于软科学的范畴,但又要运用硬科学的理论与方法解决管理中出现的复杂问题,所以它与硬科学之间存在着相互依赖、相互促进的关系。这就是软中有硬,软硬结合的规律。但在软科学范畴内,两者又各有其特定的研究对象和特定的研究范畴,并形成各自的理论体系。例如,科学学是把科学作为整体考查对象,考查科学学产生的背景,科学本身的发展规律;考查科学结构、层次以及“当采科学”模式;科学社会现象及其规律,科学与经济相互作用的规律;科学与教育的内在联系及其规律;科学情报与科学预测;科学伦理与科学心理现象及其规律;考查科学战略转移的规律以及探索科学革命的途径与方法等,均为理论科学学的研究范畴。而管理科学则是侧重考查管理本身的性质、职能、特点以及管理活动的一般规律,诸如现代管理科学的基本原理,决策科学化,管理计量化,行为科学,组织效应,可行性分析,科技政策,领导科学等,均为管理科学十分关注的综合理论问题和实际问题。特别是,当今人类面临着的人口、生态、能源和资源“四大危机”日益严重地影响着人类的前途和命运的选择这一根

本社会问题，科学学与管理科学显然具有举足轻重的地位，而且理应进入“当采科学”之列。

考察科学与管理的发展历史不难发现，管理思想与方法是由科学与社会的发展规律决定的。不同时期的科学思想与科学方法决定管理思想与管理方法的特点。

十七世纪的科学革命带来了十八世纪的工业革命和十九世纪的经济繁荣，科学为人类展示了美好的前景。工业革命的主要目标是解放劳动力，开辟了人类依靠机器创造物质文明和精神文明的广阔领域，实现了人类由体力劳动向机器劳动的伟大转移。到了机器时代的末期，随着电气化工业的发展，在本世纪三十、四十年代，终于发生了一场伟大的信息革命，从而使人类由机械化进入自动化，由以解放劳动力为主要目标的机器时代进入以解放智力为主要目标的系统时代。相应的科学思想是由机械论向系统论转化。由机器时代向系统时代的过渡，由机械论向系统论的过渡，导致世界科学图景、社会生产结构和科学知识结构的根本转变。机器时代导致了人的机械化，而系统时代则实现了机器的人格化；机器时代造成了人的异化，而系统时代则使异化的人实现机器的人格化。相应的管理思想，在机器时代，把人当作机器来管理，如管理学史上的泰罗制和福特制，就是人的机械化管理思想的集中反映。而进入系统时代则是系统思想的管理，按机械化的人，把人当作人来管理，如相应的管理思想有行为科学、人机管理模式等。一个是把人当作机器来管理，一个是把人当作人来管理，这是一次管理思想上的伟大革命。如果说机械论思想指导下的泰罗的管理思想是以“动作与时间”的研究为主要目标的话，那么系统思想指导下的管理思想则是侧重人机管理模式的研究，以期实现管理的系统化与科学化；如果说前者的管理目标主要是解放劳动力的话，那么后者的管理目标则主要是着眼于实现机器的人格化。

从历史发展过程考查科学与技术、生产与教育的关系，不难看出，它们在古代具有同源性。随着近代科学出现的分化趋势，造成科学、技术、生产、教育的分离并以各自独立的体系进入现代人类社会之中，从而构成现代社会的“四大支柱”。它们具有各自的研究范畴和特定的研究对象。人类进入二十世纪以来，科学由分化为主的趋势进入了大综合大渗透的总体化趋势，从而又出现了科学、技术、生产、教育趋于统一和综合的系统时代。这样一来科学学与管理科学家应当认真分析这种大综合与大统一的发展过程中诸要素相互作用的特点与规律，把握当代科学发展的趋势，探索科学向技术转移的机制及如何由科学思想转化为技术思想，特别是综合技术的发展特点、规律以及科学内部结构的转移规律等。这便是现代管理思想的一个巨大变化。这种变化一般又受科学思想的转移规律所支配。因此，分析这种科学思想与管理思想的历史演变规律及其发展趋势，同样是管理科学应当重视的一个研究范畴。

科学的管理与管理的科学，一个是侧重探索科学本身如何进行有效地管理，一个则是侧重探索管理本身如何实现科学化。两者之间有着深刻的一致性。科学需要有效地管理，而管理又必须实现科学化。由科学管理到管理科学，如果从历史发展加以考查，大约从十九世纪末到第二次世界大战是科学管理阶段，第二次大战以来为管理科学阶段。管理科学的主要特点是：一、利用数学运筹学的方法为决策部门提供有分析、有实验、有计量的依据，二、运用心理学、社会学、社会人类学研究人在一定工作环境下的行为规律。由此

可以看出运筹学与行为科学是现代管理科学的核心。要了解和掌握管理科学的原理与方法，必须了解和掌握这两门新学科。由科学管理阶段到管理科学阶段，反映了现代科学思想支配管理思想的发展，管理的定性定量结合的思想是管理科学化重要发展趋势。

我们认为，对一个有效的管理者而言，学习和掌握科学学与管理科学的理论与方法，必须懂得马克思主义政治学、经济学、科学社会主义和社会人类学，要懂得控制论、系统论和信息论的理论与方法，懂得数学尤其是运筹学，模糊数学的理论与方法，掌握计算机的一般原理与方法，要了解和把握现代科学的发展趋势。因此科学史、技术史、科学技术思想史，均为一个有效管理者必备的重要基础。可见，对于有效管理者的要求，必须有较高的现代科学与技术储备，要有宽广而坚实的自然科学和社会科学理论基础。要了解和把握社会发展规律；科学发展规律；科学思想向技术思想转移的规律；科学社会化与社会科学化的综合发展趋势；经济规律与科学经济发展规律；管理思想受科学思想支配的规律；要懂得科学、技术、社会、经济诸要素相互作用的规律以及决策科学化等管理科学方法。

本书共分三篇十八章，即科学学概述、科学学分论、管理科学。概述侧重分析科学学产生的社会背景；科学学的研究对象、范畴、性质与作用；科学学发展史；马克思主义哲学、政治经济学作为科学学的指导思想，这是区别于西方国家研究科学学的重要标志，所以有专门的章节进行粗略的分析；同时对现代科学向纵深渗透的横向综合科学——信息论、控制论和系统论的产生及其主要论点，作为科学学的指导思想也作了概略的介绍，其目的是为加深对科学的大渗透大综合规律的理解，以便运用这种综合科学思想指导科学学与管理科学的研究。科学学分论侧重对科学结构的内在联系及其运动规律，科学门类结构，学科结构，知识结构，科研结构等特点及其规律进行介绍；科学社会化与社会科学化的发展趋势也有概括的分析；科学与经济相互作用的规律以及科学与教育，科学结构的综合化与教育综合结构的一致性以及教育的层次理论也有概括的分析；科学与伦理，科学与心理，科学与管理等均有粗略的介绍。在管理科学中，力求运用科学学各论所阐明的一般规律，在解决科技管理所面临的一系列复杂问题中，例如研究所的管理原则与方法、科研人员智力结构的优化性，管理的层次结构与智力结构的优化性，如何实现有效的管理等均有原则的分析；对地质科技工作的性质、特点及地质科技管理的一般规律也有概略的分析；决策科学化的管理思想与方法的一般介绍；现代管理学的基本原理以及现代管理科学的性质、特点与管理职能同样也有概括的介绍；计量管理作为决策科学化的基础，如计量管理的概念、方法、手段以及最简单的数学运算等作为计量管理的启蒙思想予以介绍，其目的是想帮助管理干部认识由定性管理向定量管理的转化，由定性管理思想向定量管理思想的转化，是实现管理的系统化与科学化的一个重要发展趋势。如何运用数学模式处理决策科学化以及如何处理精确与模糊决策问题，均是当代管理科学面临的复杂问题，有待于深入探索与研究。

科学学与管理科学的一般理论与方法，应该说是科学技术现代化的必然产物。因此，它发源于科学技术发达的国家，从这个意义上讲，科学学与管理科学应该是一门引进的学科。如果从揭示科学管理的客观规律的意义上来讲，这门引进的新兴科学具有普遍的

适用性与广延性。然而，如果我们对这门引进学科不结合国情，不结合本地区、本部门的特点，加以分析，有取舍地应用，那必将遭致失败。特别是如果我们不去认真总结本地区、本部门的管理经验，并逐步上升为理性的认识加以指导自己的工作，而是盲目地照抄照搬外国的现成结论，那就有可能陷入真正的崇洋媚外的歧途之中。所以我们认为把科学学与管理科学的一般理论与方法引进来，一定要结合国情，结合本地区本部门的特点，应用马克思主义的基本原理，认真加以分析，吸取对我们有益的部分，使科学学与管理科学在中国实现“四化”的新长征中，真正发挥“指挥科学”的巨大作用。所以我们认为马克思的哲学原理，马克思主义的社会学和经济理论，过去、现在和今后永远是我们管理科学的指导思想，实事求是地分析国情，分析本地区、本部门的特点，运用科学学与管理科学的一般理论与方法，逐步实现科技管理、教育管理以及其它一切事业管理的科学化和系统化，实现我国社会主义的物质文明和精神文明两个目标。这就是我们学习与研究科学学与管理科学的出发点与归宿。

我们认为，如果要分析我国与发达国家的差距的话，在一段时期内，只讲科学技术本身的差距，不讲或很少讲管理上的差距，不讲或很少讲整个民族科学文化水平的差距，这就是一种认识上或宣传上的片面性。我们认为我国与发达国家相比，科学技术本身比较落后，差距较大，这确是事实。但在管理上的差距更大。科学学与管理科学在我国还处在刚刚普及的阶段。应用现代科学理论与方法进行决策，还只是在个别部门，个别单位处于试验性的阶段。懂得科学学与管理科学的专业管理队伍还处在一个启蒙学习时期。所以认清我们在管理上的差距，认清我们在管理上的不善而造成的巨大浪费和所吃的苦头，就应当奋起直追，努力改善我国管理上的落后面貌，努力实现管理科学现代化，理应成为实现“四化”的一门“当采科学”。我们正是本着这样的认识，开始学习科学学与管理科学，并且冒然承担了为地质矿产部所属科技管理干部普及和宣传科学学与管理科学的任务。虽然，我们十分清楚地知道，我们在这方面的知识，还只是一个没有入门的小学生。但我们坚信，学习和掌握这方面的知识，并把我们的学习与体会进行启蒙宣传，对于实现社会主义的物质文明和精神文明具有巨大的意义。所以我们认为学习管理科学，宣传管理科学，运用管理科学解决管理工作中所面临的一系列新情况新问题，是时代的需要，是实现社会主义物质文明和精神文明两个目标的需要。我们正是本着这样的认识，力求在马克思主义理论指导下，在学习、宣传、应用科学学与管理科学的一般原理与方法解决我国管理工作中所面临的实际问题上，作一些力所能及的工作，以期为人民作些有益的贡献。这就是我们下决心编写《科学学与管理科学概要》的目的。但由于我们在这方面的知识确实十分肤浅，水平也很低，加之办班的急需仓促编写这本材料，一定有不少缺点和错误，所以我们热情地期待着读者和同行专家们给我们提出宝贵意见，以便在科学学与管理科学的普及、宣传和应用中，不断地总结出新的经验，概括出一些规律性的东西来，在实现四个现代化的征途中，作出我们应有的贡献。

本书编写工作分工如下：刘茂才同志撰写“绪论”并审阅书稿全文；刘波同志编写第一篇1—4章、第二篇1—5章和第三篇第9章；董其上同志编写第三篇1—5章和第7、8章；吴培人同志编写第三篇第6章“计量管理”各节。林世武同志审阅了书稿部分章节。

# 目 录

## 第一篇 科学学概述

### 第一章 科学学是现代科学技术发展的必然产物…………… ( 1 )

- 第一节 科学的综合化……………( 1 )
- 第二节 科学的社会化……………( 4 )
- 第三节 社会的科学化……………( 7 )
- 第四节 科学的数学化……………( 10 )

### 第二章 科学学的形成、发展和现状…………… ( 14 )

- 第一节 科学学发展史……………( 14 )
- 第二节 国外科学学研究现状……………( 17 )
- 第三节 我国科学学研究概况……………( 20 )

### 第三章 科学学的研究对象和任务…………… ( 23 )

- 第一节 现代科学定义与科学学定义……………( 23 )
- 第二节 科学学研究的任务和意义……………( 25 )
- 第三节 “软科学”系列与科学学体系……………( 28 )

### 第四章 科学学的指导思想和基本原理…………… ( 31 )

- 第一节 辩证唯物主义是我国科学学的指导思想……………( 31 )
- 第二节 系统思想与系统分析是科学学的灵魂……………( 35 )
- 第三节 新兴科学学的基本原理……………( 47 )

## 第二篇 科学学分论

### 第一章 科学结构学…………… ( 53 )

第一节	从古至今的科学分类法	( 53 )
第二节	现代科学体系的结构模式	( 56 )
第三节	科学发展规律的一般模式	( 58 )
第四节	科学研究体系的结构	( 63 )

## 第二章 科学社会学 ( 70 )

第一节	科学的生产力属性	( 70 )
第二节	科学的社会功能	( 72 )
第三节	科学的福祸两重性	( 76 )

## 第三章 科学经济学 ( 89 )

第一节	科学、技术与生产、经济的辩证关系	( 89 )
第二节	科学技术与经济、社会的统一发展观	( 93 )
第三节	科学技术工作必须遵循客观经济规律	( 105 )

## 第四章 科学教育学 ( 115 )

第一节	科学教育在现代社会中的地位和功能	( 115 )
第二节	科学教育的内部结构	( 121 )
第三节	现代高等教育改革的方向和途径	( 125 )

## 第五章 科学情报学 ( 139 )

第一节	情报、情报学与科学交流	( 139 )
第二节	现代科技情报的主要发展趋势	( 144 )
第三节	科技情报工作的体系化和现代化	( 149 )

# 第三篇 管理科学

## 第一章 管理的历史发展 ( 155 )

第一节	社会管理的发展	( 155 )
第二节	企业管理的发展	( 158 )
第三节	科研管理的发展	( 161 )

<b>第二章 管理的概念</b> .....	<b>(164)</b>
第一节 管理的本质.....	(164)
第二节 管理的目的.....	(165)
第三节 管理的手段和工具.....	(165)
第四节 管理的职能.....	(165)
第五节 管理的对象.....	(166)
第六节 管理的过程.....	(166)
第七节 管理的关键.....	(167)
<b>第三章 现代科学化管理的基本原理</b> .....	<b>(168)</b>
第一节 系统原理.....	(168)
第二节 整分合原理.....	(169)
第三节 反馈原理.....	(172)
第四节 封闭原理.....	(174)
第五节 能级原理.....	(178)
第六节 弹性原理.....	(182)
第七节 动力原理.....	(185)
<b>第四章 决策科学概述</b> .....	<b>(190)</b>
第一节 决策科学的发展.....	(190)
第二节 科学决策体制中的智囊团.....	(197)
第三节 科学决策中的领导者.....	(204)
<b>第五章 可行性研究</b> .....	<b>(211)</b>
第一节 可行性研究的基本概念和任务.....	(211)
第二节 可行性研究的内容及方式.....	(211)
第三节 可行性研究案例.....	(217)
<b>第六章 计量管理</b> .....	<b>(223)</b>
第一节 什么是计量管理.....	(223)
第二节 计量管理在现代管理科学中的地位.....	(224)
第三节 关于决策的几个问题.....	(227)



第四节	确定型决策问题的数学分析方法介绍	(230)
第五节	随机型决策问题的数学分析方法介绍	(234)
第六节	非确定型决策问题的分析方法介绍	(238)
第七节	效用理论介绍	(240)
第八节	敏感性分析介绍	(243)
第九节	情报的价值	(245)
第十节	对策论方法介绍	(248)
第十一节	简谈计量管理在企业、科研单位的应用	(253)
<b>第七章 组织效应学的基本原理</b>		<b>(256)</b>
第一节	组织效用学的基本性质作用	(256)
第二节	组织效用学的基本原理	(258)
第三节	研究组织效应学的方法和意义	(263)
<b>第八章 研究所管理</b>		<b>(265)</b>
第一节	领导	(265)
第二节	管理	(274)
第三节	不同类型科研的管理特点	(280)
<b>第九章 地质科技管理</b>		<b>(282)</b>
第一节	变革地质科技管理是地学发展和四化建设的急需	(282)
第二节	地质工作的性质任务与现代地球科学革命	(285)
第三节	地质科技管理的指导思想	(298)
第四节	地质科技管理的内容和方法	(304)
<b>主要参考文献资料</b>		<b>(311)</b>

# 第一篇 科学学概述

## 第一章 科学学是现代科学技术发展的必然产物

近年来，我国科技界习惯于把各门基础科学与技术科学统称为“硬科学”，把各门工程技术本身统称为“硬技术”；反之，诸如自然辩证法、科学哲学、科技史学、科学学、未来学（预测学）、人才学和横向科学（系统论、信息论、控制论）等一系列新兴科学被统称为“软科学”（又被称为“指挥科学”、“参谋科学”），而诸如电子计算机程序设计的软件技术、现代化组织管理的系统工程技术等则可统称为“软技术”。现代科学技术体系就是现代自然科学、社会科学和哲学密切联系，硬科学与软科学、硬技术与软技术相辅相成的有机统一体。

科学学这门新兴的软科学是20世纪的现代科学技术发展的必然产物。随着科学的高度综合，科学研究规模不断扩大，科学技术对社会的影响日益加深，以及科学技术的日趋数学化，人们逐渐认识到，为了制订正确的科学技术政策，促进科学技术的高速发展，使科学技术更好地为人类社会服务，就必须对科学进行全方位的总体研究，深入揭示科学技术发展规律，注意科学发展与社会发展之间的因果联系。因此，科学学这株新苗终于在现代科学技术的肥土沃壤里破土而出，扎根开花。概括说来，科学学乃是在科学的综合化、科学的社会化、社会的科学化和科学的数学化等客观条件下应运而生并蓬勃兴起的。

### 第一节 科学的综合化

宇宙本来就是一个时空无限的统一整体，因而古代人类研究宇宙奥秘的科学和哲学是融为一体的。后来，随着人们对这个客观物质世界研究的不断深化，科学与哲学才逐步分家，并各自形成许多互相独立的学科领域。

学科的高度分化和高度综合两趋势并进，并且两者之间呈现着深刻的一数性规律，是现代科学技术发展的重要特征之一。早期的自然科学，学科门类较为简单，而现代自然科学的学科划分越来越细，分支学科繁多，加之学科之间相互渗透和相互交叉，又产生了许多边缘学科。据有的学者统计，目前学科总门类竟达2000门之多。1746年版的《大英百科全书》只由两名科学家编写，而1967年版的《大英百科全书》则是一万名各行专家共同劳动的结晶。根据美国国家研究委员会和联合国教科文组织的统计，当代基

基础科学已有500个以上的主要专业（仅数学就可分成50多门分支学科），技术科学则有412种专攻领域。在美国学术宣传出版社的《1972年科研进展》一书中，刊载的自然科学的科研课题竟达25.7万个之多。

然而，自然界是统一的物质世界，是一个多层次、多结构、多序列的完整网络。知识之球体越是膨胀，它与外界的接触面则越大。但是，知识之球终究是一个统一整体，随着人们认识的不断深化，科学技术的综合化、总体化趋势就越来越明显占主导地位，这就要求用“立体作战”的形式对自然界进行综合考察和探索。

总之，科学发展史的总趋势业已经历了融合——分化——综合这一否定之否定的波浪式进程。

综合化趋势首先表现在各门自然科学的发展过程之中。每门自然科学高度分化的同时，必伴随着综合探索的趋势，导致了作为现代科学整体化理论基础的“元科学”的出现。譬如，随着数学分支的日趋庞杂，数学家根据数学各领域或潜在的共性，提出了种种统一数学各部门的“元数学”之类的新观点和新理论。十九世纪后期，德国数学家克莱因提出用“群”的观点来统一各种几何学的厄兰格计划；十九世纪与二十世纪之交，出现了公理化运动，以公理系统作为数学统一的基础；二十世纪二十年代，美国伯克霍夫提出用“格”来统一代数系统的新理论；三十年代法国布尔巴基学派，除了继承公理化运动外，又提出结构概念来统一数学的核心部分，使之成为一个整体。与此同时，美国麦克莱恩和艾伦伯格提出“范畴”与“函子理论”，以此作为统一数学的基础。在现代物理学领域中，从三十年代开始，人们逐渐认识到，自然界除了引力和电磁力两个基本相互作用外，还存在着作用距离极短的弱相互作用和强相互作用，于是开始探索用统一的理论和方法，把自然界的四种作用力统一起来，当代科学巨匠爱因斯坦就曾为力图建立四力统一的统一场和规范场理论而献出了整个后半生，现今理论研究已证明电磁力和弱力的统一性。以学派林立、众说纷纭而著称的地学界，也终将逐步走向地球科学理论统一的必由之路。

综合化趋势还表现在新的综合性科学和横向科学的出现。综合性科学是以特定的自然界客体为研究对象，采用多学科的理论和方法，进行“立体作战”的学科。新兴的综合性科学主要有环境科学、能源科学、生态科学、材料科学、海洋科学和空间科学等等，横向科学（或称横断科学）主要是指信息论、控制论、系统论等学科。信息论是研究信息的计量、传送变换、储存的科学，其范围非常广泛，如电子计算机程序是技术信息，遗传密码是生物信息，人的语言是社会信息。控制论研究生命现象、人类社会、机器系统、思维和一切可能的一般结构里的调节和控制的规律，它在生物科学、技术科学和社会科学之间架起了一座桥梁。系统论从系统的观点出发，采用把研究对象放在系统的形式中加以考察的系统方法，着重从整体与部分（要素）、整体与外部环境的相互联系、作用、制约的关系中综合地、精确地考察对象，具有处理问题的整体性、综合性和最佳化等显著特点，有利于促使自然科学、社会科学的形式化和数学化。控制论、信息论、系统论等横向科学的诞生，表明在客观世界中除了具有数学所研究的空问形式和数量的关系之外，还存在着一些普遍的关系。人们在研究这些关系时，能够而且必须撇开各个过程的具体物质特性。这些学科产生了许多新的特有的理论概念和科学认识方法，

为科学的统一提供了新的可行途径。

横向科学的出现标志着现代科学思想和科学方法的一次大革命，它对科学世界图景和科学方法论的研究产生了很大影响。有的学者认为，系统论和控制论是本世纪四十年代科学园地中并发的两朵奇葩。综合观点和整体观点的运用，改变了科学世界的图景，丰富和发展了科学方法论，促进了科学综合化、整体化的趋向。系统论、控制论的诞生形成了新颖的知识“金字塔”；马克思主义哲学作为普遍抽象的科学，成为这个“金字塔”的牢固基础，哲学的下一层次则是系统论、控制论，再下面就是研究某一种物质运动基本形式或其特定范围内的客体（物理学、化学、生物学等）的部门科学，使科学世界的图景成为一个多层次、多结构的整体网络。与此同时，科学方法论也相应地划分成具有普遍意义的哲学方法论、系统方法和控制论方法以及部门学科的具体科学的方法论。由此可见，由于横向科学在自然系统、社会系统和技术系统的接触点上进行富有成果的探索和研究，对于克服引起科学知识急剧分化所形成的“信息壁垒”，对促进现代科学技术的综合化发展，起了很重要的作用。

综合化趋势还表明在社会科学与自然科学由分立到合流，德国物理学家普朗克就曾说过：“科学是内在的统一体，它被分解为单独的部门不是由于事物的本质，而是由于人类认识能力的局限性。实际上存在着从物理到化学，通过生物学、人类学到社会科学的连续链条”。

实际上，自然科学与社会科学并非互不相干，它们都是认识物质世界规律性的，而物质世界的统一性、多样性与复杂性，要求两者紧密联系并协调发展。电子计算机的出现又进一步促进了自然科学与社会科学的合流。

例如，数学和语言学是两门最古老的学科，它们被喻为人类文明的一对翅膀，似乎构成了人类知识宝库的两极，语言学家兼数学家的学者是极为罕见的。然而，由于现代通讯技术的发展与电子计算机的出现，两者已紧密联系，形成了一门崭新学科——数理语言学。1955年，美国哈佛大学创办了语言学讨论班，不久日本也成立了计量语言学会。目前，西德波恩大学、苏联莫斯科大学等校都为数学系和语言文学系开设数理语言学课程。人们已开始利用电子计算机进行文学研究。如果把一个经典作家的惯用句式、常用词语及其搭配方式等编成样本储存到电子计算机里，就能用来鉴别作品的真伪。英国用此新发现了莎士比亚的作品。根据同样原理，美国有人将电子计算机用于红楼梦研究，竟发现《红楼梦》前八十回与后四十回出自一人之手。此说在1980年召开的国际红学研究会议上引起了轰动。同样，数学与经济学结合产生了计量经济学这门新学科。

在自然科学与社会科学合流的过程中，一些自然科学的特定概念日益被社会科学所吸收。如罗根把热力学“熵”的概念引入经济学，电子学家坦纳把“阈值”概念引入感觉、知觉范畴，建立起心理学的新理论。1970年第十三届国际历史学家代表大会还把历史研究中如何应用数学方法列为重要议题。

综合化趋势又表现在技术领域之中。回顾二十世纪科学技术的发展历程，似乎给人一种印象：三、四十年代的科学发明，到五十年代物化为技术，六十年代为产品，七十年代进入了“饱和增长”的“非常时期”。1925—1945年的重大科学发现与发明有42件，如晶体管、激光、原子能、计算机等都是这一时期的发明和发现；五十年代把这些

科学成果物化为技术；六十年代使之变成产品，形成社会生产力，有力地推动了经济的发展。七十年代的科学技术很少有重大的突破，而主要是沿着综合和转移途径前进。综合化的趋势，导致技术领域“种子”型技术的减少，“需求”型技术的增加。所谓“种子”型技术，指的是直接来源于科学发现与发明的技术，如原子能、半导体、激光等，这些技术都是立足于新的科学原理而研制成功的。进入七十年代以后，这种依靠全新的科学发现发明而产生的技术突破越来越少。代之而起的是“需求”型技术，这种技术是从社会市场需要出发，将已知的科学原理和已有的技术有系统地综合起来，从而形成与原有技术完全不同的新技术。美国阿波罗登月计划总指挥韦伯指出，阿波罗飞船计划中都是现成的技术，没有一项新技术，关键在于综合；同时指出，重大技术的突破现在极少，而各项技术的组合系列化则是发展趋势。日本学者更明确地指出：“综合就是创造”。二十世纪世界上重大的发明创造，日本一项也没有，但是，日本善于在别国先进技术的基础上搞综合，从而创造出不少世界上第一流的新技术、新产品。

技术领域中的综合趋势还表现在“技术转移”上。技术转移类型繁多：第一类是向复合产品转移（系列化），如机电一体化趋势，使用集成电路的台式计算机，数控机床等；第二类是向新领域、新市场转移已有高度技术，如使用电算机的教育仪器，利用空间技术勘探地球表面（遥感遥测技术）等；第三类是向生产率低的部门转移高水平技术，如在建筑部门应用预制法、应用于零售业的生产管理系统等；第四类是先进国家的适用技术向发展中国家输出。

显然，综合化是现代科学技术的主要发展趋势。整个科学技术已经成为一个具有立体结构的纵横交错的网络系统，要求人们从对单一事物的研究过渡到对系统的研究，从单值研究过渡到多值研究，从单向研究过渡到网络、矩阵研究。总之，要求人们采取“立体作战”的形式，对自然界进行综合的整体探索。

科学技术综合化的发展趋势，要求对科学劳动结构进行必要的改革，使之适应立体作战的需要。科学技术的综合化，也使科学技术面临的任務更加复杂，它涉及技术、经济、社会、文化及心理等各方面。管理者在分配人财物时，务必把相互交织的各种因素都考虑进去，这是对科学政策的一个严重挑战。科学政策今后不能再局限于自然科学与工程研制，还要注意充分利用社会科学的概念和知识。多学科如何协同作战？“立体作战”结构究竟如何建立？各种技术如何组合成系列化？这都必须对科学进行总体研究，才能为制订正确的科学政策提供理论依据，并对科学研究进行总体规划和有效实施科技组织管理工作。

## 第二节 科学的社会化

回顾近现代科学发展不难发现：科学研究的规模是不断扩展的。从个人研究到集体研究、国家规模研究直至现今的跨国规模研究。规模越来越大，人员越来越多，科学研究日趋社会化，这就需要最优化管理，追求更高效率。

早期的科研工作都以个人研究为主，如哥白尼对天体运行的研究、牛顿对万有引力的研究，法拉第对电磁感应的研究、瓦特对蒸汽机的研究，以及居里夫人对放射性元素

的研究等。这些研究皆以一个人为主，或者有几个必要助手的参与，但个人研究有很大局限性。因此，近代科学起始时就有一些有识之士主张扩大研究规模，如英国的弗兰西斯·培根在其遗著“新大西岛”(1627年)一书中就建议成立一所称之为“智者之家”的科学院。他主张科学家同心协作建立新的自然知识体系，以推动科学的发展和应用。继而，出现了个人研究到集体研究的过渡形式——科技协会。十六世纪在罗马成立的“山猫学会”是由伽利略和达拉·包尔塔等32名不同学科的科学家，为了加强横向联系而组织起来的；活动于1657~1667年意大利的齐曼托学社，是由10名不同学科的科学家组成的；1645年，英国伦敦和牛津的科学家为了加强横向交流，举行了科学家集会，正是在这种被称为“无形学会”的基础上，1662年发展成为自发性的群众组织——英国皇家学会；1700年由德国数学家莱布尼兹主持建立的柏林学会，不但包括本国各个学科的科学家，还邀请法国哲学家拉美特利、文学家伏尔泰、数学家拉格朗日等国外科学家参加；法国科学院也是在十七世纪中叶，由笛卡儿、巴斯噶为首组织的科学讨论会基础上诞生的；1766年在英国伯明翰成立了著名的“太阳学会”，成员有蒸汽机改革家瓦特、化学家普里斯特利、生物学家伊·达尔文以及博尔顿等，这些不同学科的科学家在每个月的月圆之夜会聚一堂，进行横向学术交流，史称“太阳学社”。历史上的种种科技协会对科学家之间的学术交流、思维“共振”和科学硕果的丰收起了强有力的催化作用。

十九世纪下半叶开始，随着学科门类的增多以及电力工业的发展，重大科技问题的解决单靠科学家个人研究已无能为力了，于是出现了一些为一定科研目的把科学家组织起来的集体研究方式。1871年，英国剑桥大学建立了卡文迪许实验室，它是世界上基础科学领域中第一个集体研究机构，从成立至今已荣获诺贝尔奖20次，几届室主任如麦克斯韦、瑞利、汤姆逊、卢瑟福、布拉克、莫特，都是科学史上的佼佼者。1876年，电话发明人贝尔在美国波士顿创立了一个小型研究所，1925年改组成为大规模现代化的贝尔研究系统。1881年，美国科学家爱迪生投资2万美元，建立了一座科技发明工厂——门罗顿实验室，内有科学家、工程师、技术人员、技术工人共100—200名，爱迪生的1382项发明大多是这个发明工厂的产物。自此之后，集体研究方式蓬勃发展，现日益向高度综合性方向演变。目前，美国拥有各种研究所6000多个，苏联也有近3000个。美国六十年代建立了科学—工业综合体，至1973年已建立84个这样的组织，综合体内有大学、科研机构和不同规模的工厂(如马萨诸塞州的大型科学—工业综合体，共有780个工业企业、100所大学和20个政府实验室，工作人员达5万人)。苏联近年来在远东、乌拉尔、乌克兰等地区也建立了许多科研生产综合体。这种跨学科的“立体结构”式的集体研究方式，为科学技术的发展提供了良好的形式。

本世纪三十年代以来，出现了高度综合性的科研项目，如高能加速器技术、原子能技术、空间技术等。这些项目跨专业、规模大，决不是一家集体规模的研究所所能承担的，因此出现了国家规模的研究形式，它首创于德国。1937年，希特勒花费3亿马克建立军事科研中心——国家火箭基地，制造出4000枚V—1、V—2型飞弹。1942年，美国动员15万科技人员，耗资23亿美元，动用全国1/3的电力，搞了个被称为“科学交响乐团”的“曼哈顿工程”，三年之后制造出了首批原子弹。1958年美国组织全国性的大协作，研制“北极星导弹”，参加该项目的有8家总包公司，250家二包公司，近

9000家三包公司，加上研究所和大学一共有11000多个单位。1961年美国组织了为期10年的阿波罗登月计划，动员了42万人，2万家公司，120所大学，耗费了300亿美元，规模之大超过了历史上任何一项科研活动。

随着科学技术向纵深发展，有的研究项目牵涉面极广，单凭一国开展研究已力不从心，需要跨出国界，采取国际规模的联合研究方式。早在1882年和1932年，就曾两次组织过联合考察南北极圈的“国际极年”科学活动。本世纪后半叶以来，仅地球科学界就实施了以下一系列大规模国际合作科研计划：1955—1965年“世界地磁测量”；1957年7月—1958年底“第三届国际地球物理年”（66国参加）；1959—1960年“第四届国际地球物理年”；1961年~“莫霍计划”（夭折）；1962—1971年“上地幔计划”（有47个国家和地区参加此计划，37国各自设立了上地幔委员会）；1965—1974年“国际水文十年计划”；1968—1975年“深海钻探计划”；1971—1980年“国际海洋考察十年”；1972—1980年“地球动力学计划”（有46个国家和地区参加并各自设立了国家委员会）；1976年起执行“大洋钻探国际幕”；1977年12月—1979年11月，世界气象组织还发起了有100多个国家和地区参加的“全球大气研究计划第一次全球实验”我国也参加了这次规模巨大的国际性科研项目。在天文科学界，1964—1965年组织了“国际宁静太阳年”，1968—1970年组织了“国际太阳峰年”；最近一次“太阳峰年”则始于1979年10月，止于1981年2月，全世界40家天文台和1500多各国学者，通过对太阳的观测和研究，精确地预报出太阳脉冲活动情况和发展动向。美国最近发射的航天飞机，由近25个国家提供部件或地面站，因而被人称为“空前规模的国际合作成果”。

国际规模研究方式的发展，还表现在不同国籍科学家合作发表论文以及国际学术会议的盛行。近二、三十年来，随着国际地球物理年、全球大气研究、聚变能源研究、高能加速器、海上石油钻探研究等国际合作项目的开展，不同国籍科学家合作研究发表的论文从1973年的8571篇增加到1977年的11527篇。其中以数学、地学、物理、化学、空间科学占的比例为最大。1977年西德、英国、加拿大与别国学者合作为最多，次为法国、苏联、日本和美国。苏联学者与别国学者合作的论文数目增加很快，从1973年的9.6%增加到1977年的17.3%。美国学者与别国学者合作的论文绝对数至今仍属世界第一位，1977年达6131篇。同时，举办国际学术会议的次数亦增加很快，1960—1977年世界上共举行各种国际学术会议256次，约有32万人次的科学家参加。

现代科研规模的不断扩大还体现在投入经费和科学家人数的增长上。本世纪早期，科研费用消耗不多，三十年代英国卡文迪许实验室年度费用2500英镑，现在每年达50万英镑，增长200倍；又如美国1776—1925年的150年间，科研费用仅10亿美元，而1960—1969年的10年间，就耗费了1900亿美元，1973年为300亿美元，1977年为408亿美元，1979年增至525亿美元，1980年高达609亿美元。美国近几年的科研经费大于英、法、西德、日本四国之总和。苏联1977年的研究发展经费为183亿卢布，占苏联国民生产总值5276亿卢布的3.47%，1978年研究经费为189亿卢布。全世界的科研经费在1896年还不到50万英镑，50年后增加了400倍。各工业发达国家的科研经费，平均每年增加15%，每五年增加一倍。科研投资要占国民经济生产总值的2%以上，开创了科学史上的空前记录。

同样，从事科研工作的人数也猛增不衰。从牛顿时代以来，全世界人口每30—40年翻一翻，而科学家人数却每12年翻一翻。据统计，全世界科学家1800年为1000名，1850年为1万名，十九世纪末为5万名，1900年为10万名，1950年为100万名，1970年增至320万名（占历史上科学家总数的90%）。目前，各国从事研究发展工作的科学家和工程师总人数已超过500万。其中，以苏联为最多，每7年增加1倍，1977年计有120万左右；美国居第二位，每10年增加一倍，1978年有59.9万人，1979年有61万人；日本占第三，1977年计有27.2万人；西德占第四，每15年增加一倍。由此可见，各国科技人员不断增加已是必然趋势。

与此相伴，科学技术的社会功能日趋显著，投资高收入多，给社会带来了可观的经济效益。1972年美国发射了第一颗地球资源技术卫星（ERTS—1），花费2.7亿美元，而第一年的收益就达14亿美元。计算表明，仅美国综合利用宇宙空间遥感装置，每年就可为美国带来360亿美元的效益。1959—1969年，美国空间科学研究经费共投入250亿美元，然而，当美国宇航局的技术利用局，把宇宙科学中的材料、能源、测试装置、通讯、控制、环境技术转移到民用部门之后，美国就得到了520亿美元的巨额收益。科学技术的经济价值，还可从每公斤产品的价格来看，如果把钢筋定为1元/公斤，那么彩色电视机则为30元/公斤，计算机则为1000元/公斤，而集成电路竟达2000元/公斤。计算机的存储器，原料比相同重量的铁锅还便宜，但通过科学技术的复杂加工之后售价竟与重量相同的白金等价。

科学技术既然有如此巨大的经济价值，因而为各国所普遍重视，竞相发展。由于科研规模越来越庞大，要求用科学方法去规划、协调、预测和管理，诸如研究什么？发展什么？主次如何布局？如何快速研究？如何推广应用？这一系列问题都需要科学学和管理科学加以探索。

### 第三节 社会的科学化

现代科学技术以空前规模和巨大力量影响着整个社会和人类思想，科学知识不仅是新生产方式的源泉，而且已成为满足社会和个人需求的源泉。有人认为，当今科学技术已代替了昔日的神仙和上帝，任何人都在它的影响之下。现代科学技术的社会功能之大和社会地位之高，已超过了历史上任何时代。科学与社会之间建立了日益紧密和更加多样化的联系，科学正在成为社会的重要组成部分，社会科学化和科学社会化的进程相辅速行。现代科学技术已经成为社会进步的强大杠杆，一个真正的科学社会必将到来。

现代科学技术不仅影响各国的工农业生产和国防建设，而且影响到政治、经济、外交、文化、教育、心理、生活、思想方法、道德伦理、宗教信仰等一切领域，科学向社会机体的所有毛孔进行全面渗透的新纪元开始了。随着这种渗透作用不断加深，科学本身也将发生质变。科学学的创始人之一J·贝尔纳就曾指出：“在漫长的岁月里，科学并非独立地存在着……只是到了十七世纪科学才取得独立的地位；而这种独立性本身可能也只是暂时的。将来科学知识和方法渗入社会生活的一切领域，以致科学又将不复独



立存在。”<sup>①</sup>简言之，在人类历史上科学对社会的关系正经历着依附—独立—融合的发展过程。

在现代社会里科技研究与科学实验已成为一个独立的重要部门，国内外都 有人 把它与工业、农业并列，也看作产业部门，称为研究业。这是由于科学技术具有巨大的社会效益，它将创造巨大的物质财富。除创造价值外，科学技术还已成为提高劳动生产率的关键因素。本世纪初，劳动生产率的提高主要依靠劳动力和资本的増加，即所谓“粗放因素”只有5—20%依靠科学技术新成果获得；现在要提高劳动生产率，则60—80%得依靠新科技成果的应用，即所谓“集约因素”。就是说，科学技术开始逐步代替原材料，已成为国家的重要资源，即脑力资源。

美国粗放因素和集约因素对经济增长的影响(%)

年 代	粗放因素的比重(%)	集约因素的比重(%)
1889——1909	74.4	25.6
1919——1929	54.8	45.2
1953——1957	31.8	68.2
1962——1971	24.8	75.2

例如，由于广泛采用新的科学技术，钢铁工业的劳动生产率不断提高，目前日本钢铁工人每人每年的平均钢产量已达750吨。在现代化企业里，由于工人掌握了先进科学技术和进行科学管理，如按实际劳动时间计算，平均4秒钟就出厂一辆汽车，每14秒钟出厂一台大型彩色电视机。再以农业生产为例，美国目前从事农业生产的劳动力只有400万人，仅占全国总人口的2%；在荷兰，一个农民可养活70多人。

据统计，美国国民经济从七十年代起，平均每年增长3.5%，其中有1.8%来自新的科技成果，其余才是靠资本和劳动力的再扩大取得的。日本经济高速发展期在1965～1970年，实际增长率平均每年为11.6%，其中4.4%是靠科技因素取得的。据日本预测，八十年代经济增长，要有65%以上是依靠科学技术的力量。法国一位社会学家估计，“今天社会在三年内所发生的变化相当于本世纪初五十年内的变化，牛顿以前时代的三百年内的变化，石器时代的三千年内的变化”。显然，如果没有科学技术的发展，这样的社会变化肯定是不可能的。

科学技术的发展还改变了现代社会中脑力劳动者与体力劳动者的比例。在现代社会里，脑力劳动者在全部就业人口中的比例越来越高。如美国1960年这个比例为43.3%，到1977年增至50.1%；西德在1960年为41.8%，到1975年达51.4%，脑力劳动者已经超过半数。应当指出，即使是工人，现也不是原来意义上的单纯体力劳动者了，他们的文

<sup>①</sup> J·贝尔纳《在社会历史中的科学》，科学出版社，1956年。