

科学技术管理概论

张洛宁 编

国防工业出版社

科学技术管理概论

张洛宁 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本书比较系统地介绍了科学技术管理的基本理论和方
法,论述了科学学、管理的概念、现代经营管理的基本原理、
研究所的科技管理工作、科学预测技术、科学决策分析、系
统工程等八个部分。本书的特点是简明扼要、通俗易懂。通
过这些介绍使读者对科学技术管理的全貌及实施技术有一个
概括的了解,并能够进行独立计算。

本书可供科技管理干部、工程技术人员参考,也可作培
训班教材使用。

科学技术管理概论

张洛宁 编

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张6³/₄ 148千字

1985年6月第一版 1985年6月第一次印刷 印数:00,001—17,500册

统一书号:15034·2790 定价:1.25元

科技新书目 100-118

前 言

科学技术管理，是科学学的一个分支，是一门新兴的现代应用科学，它是适应科学研究组织管理的需要而逐渐发展起来的。

科学技术管理，主要是研究科技政策、计划、体制人员、科研生产项目的预测、决策、系统工程在科技管理中的应用等问题，实际上是寻求科学劳动的最佳结构，达到最佳科研效率的问题。国内外的经验证明，没有先进的科学技术管理，就没有科学研究的高效率，也就没有国民经济的高速度发展。当前，我国科技管理水平和国外的先进管理水平相比，还有很大的差距，因此，必须加强管理科学的研究和应用，不断提高各级管理干部的经营管理水平。

笔者在以中国舰船研究院出版的内部讲义为主要资料和在哈尔滨、北京、武汉等地科技管理轮训班讲课的实践基础上并参考了有关专家论文和著作，编写了这本书。本书比较系统而又扼要的阐明了现代科技管理的原理和方法，并在一定程度上联系了舰船科研的实际，可供各级领导干部和管理干部在工作中参考。在编写第八章的过程中，部分地引用了七〇一所毛妙发，七一九所王盼来两位同志的原文，特此表示感谢。

编 者

目 录

第一章 概述	1
一、科学技术的发展和趋势	1
二、管理现代化的重要意义	9
三、管理科学的产生及其发展	11
第二章 科学学	20
一、科学学的形成与发展	20
二、科学学的研究对象和内容	25
三、科学学的研究领域	36
第三章 管理的概念	40
一、管理的含义	40
二、管理的对象和手段	40
第四章 现代经营管理的基本原理	46
一、系统原理	46
二、分解原理	48
三、反馈原理	49
四、封闭原理	51
五、能级原理	53
第五章 研究所的科技管理工作	55
一、概述	55
二、研究所科技管理的对象、任务和内容	57
三、研究所的领导	69
四、研究所的科研管理方法	76
五、研究所的物资、设备管理	79

六、研究所的安全技术管理	83
七、研究所科研队伍的管理	92
八、研究所的信息管理	100
九、研究所科研成果的管理、应用及推广	104
十、研究所的经济管理	111
第六章 科学预测技术	114
一、预测技术的基本概念	114
二、预测技术的分类	116
三、几种常用的预测技术	118
第七章 科学决策分析	137
一、科学决策的意义	137
二、构成决策问题的因素及决策的分类	138
三、决策矩阵的一般结构	141
四、介绍几种常用的决策技术	144
五、决策工作中应注意的问题	151
第八章 系统工程	154
一、系统的概念	154
二、系统工程的方法	171

第一章 概 述

一、科学技术的发展和趋势

科学技术的发展，概括地可以分为三个时期，即古代、近代和现代。经过八次大的综合，即六次物理科学的综合及进化论、细胞论和生物化学、遗传学等八次科学大综合，以及以蒸汽机的广泛使用、电力的应用和原子能、电子计算机、空间技术的出现为代表的三次技术革命。

古代，指十六世纪以前，经历了原始社会、奴隶社会和封建社会的漫长历史时期，发展是极其缓慢的。地球大约有四十六亿年的历史，而人类的历史只不过三百万年左右。在这三百多万年中，人类绝大多数时间是在原始社会中渡过的。严格地说，在原始社会时期，只有技术而没有科学。

在奴隶社会阶段，以古代埃及所建造的金字塔为例，表明了当时科学技术发展到了一定的程度。古埃及共有七十多座大大小小的金字塔，其中最大的一座高 146.5 公尺，塔底每边长 230 公尺，用了 230 万块巨大石块。平均每块石块大约重 2.5 吨。塔面用的石头，都经过细工磨平，金字塔采用了叠砌法，缝隙严密，塔里有甬道、石阶、墓室和各种装饰品，据说用了十万人，花了三十年时间才建成功。金字塔的建筑，一方面显示了奴隶制度国家能够用这么巨大的力量从事非生产性劳动，这在原始公社制的时候是无法想象的；另一方面，金字塔的角度、面积和体积都是有严格的要求，必

须经过周密计算才能建成，这充分表明奴隶制国家当时的数学和力学已经达到了相当的水平。

在整个古代技术发展中，中国古代科学技术的发展占有极重要的位置，如火药、指南针、刻板印刷术、造纸术等的发明，对世界科学文化的发展产生了巨大而深刻的影响。同时还出现了一大批科学家，像祖冲之、李时珍、蔡伦、沈括、张衡、李冰等。

近代科学技术发展时期系指十六世纪至十九世纪。十六、十七世纪是近代科学技术的建立时期。近代自然科学是古代科学的继承和发展，但两者有着本质的区别，古代科学基本上处于现象的描述、经验的总结和猜测性的思辩阶段、主要是以直觉的和零散的形式出现的；而近代科学（以物理为标志），则是把系统的观察和实验的严密的逻辑体结合起来，形成以实验事实为根据的系统的科学理论。近四百年的近代自然科学可以分为两个小的阶段：即从十六世纪到十八世纪中期，为哥白尼——牛顿时期，这一时期基本形成了许多学科，也就是学科的分化相当精细，主要以实验科学为主，力学、物理学、化学、生物学、地质学、天文学都已形成了各自不同的领域，把自然界的事物和过程孤立起来，用分解的方法进行考察研究，而撇开了整体的联系；第二阶段是从十八世纪下半叶至十九世纪中叶、科学从分析走向综合，一种把自然科学联结成一个伟大整体的科学出现了。

近代科学技术革命是以波兰的伟大的天文学家尼古拉·哥白尼（1473—1543）创立的“日心说”为开端。从他的不朽著作《天体运行论》在德国出版时算起，已经有四百多年的历史了。哥白尼生活的年代，正是欧洲文艺复兴运动蓬勃发展，整个欧洲处于伟大进步变革的时代。当时，资本主义

生产方式已经兴起，并在与封建贵族统治的斗争中不断发展。欧洲到处都燃烧着反封建、反宗教束缚的烈火，许许多多的新生事物在欧洲大陆上迅速地涌现出来。哥白尼就在这样一个伟大的历史时代，以他的太阳中心学说，向宗教迷信和旧的学术传统宣战，揭开了宇宙的奥秘。他在《天体运行论》这部包括六卷的伟大著作中，提出地球是动的，不仅有自转，而且和太阳系其他行星一道按各自的轨道绕太阳公转。哥白尼的“日心说”，从根本上推翻了统治人们达一千多年的托勒密的“地心说”，在天文学中奠定了现代的太阳中心体系的基础。“日心说”沉重地打击了当时反动的宗教权威，引发了天文学以至整个自然科学的巨大革命，人类宇宙观也从而发生了根本的变革。

十六、十七世纪，是近代科学建立时期，无论在科学知识、科学思想还是科学方法上都开创了一个新纪元。特别是物理学和天文学，在十七世纪都达到了一个高峰。由于微积分的创立、对血液循环的发现、发明了光学显微镜、化学元素的确立，化学、生物学和数学也都取得了重大的进展。

十八世纪的英国工业革命和法国的资产阶级民主革命对科学技术的发展起着重要的推动作用，出现了以瓦特（1736—1819）应用物理学上的比热、潜热理论并吸收前人成果而制成的蒸汽机为标志的第一次技术革命。

经过十八世纪各方面的准备，十九世纪成为科学技术全面发展的时期。

十九世纪自然科学的最大成就是进化论和电磁学的建立。在这个时期中，电力的应用是继蒸汽机使用之后的第二次技术革命，例如，直流发电机、三相交流电机、三相交流输电线电灯、电话、无线电接受机等等的发明及使用，就是

第二次技术革命的标志。

现代科学技术的发展时期系指二十世纪。从本世纪四十年代到五十年代，由于原子能、电子计算机和空间技术的出现而开始了第三次技术革命。就物理学来看，由伽利略和牛顿奠定基础的古典物理学，到了十九世纪后期，由于能量守恒原理的发现、法拉第、麦克斯韦电磁理论的辉煌成就，以及在其他许多领域中的胜利，使当时许多物理学家认为，物理学的各种基本问题，原则上都得到解决。它的理论体系已达到完善无缺的程度，取得终极的形式，今后的任务就是零碎的修补工作了。可是，正当此时，古典物理学体系本身却开始出现了不可克服的矛盾。伽利略和牛顿古典力学体系关于运动接近于光速运动就不再适用了。这时在1905年，仅有二十六岁的爱因斯坦却看出了这是不可避免的发展形势，于是写出了“狭义相对论”。1915年又创立了广义相对论。这一理论在自然科学与工程技术中起了十分广泛而重要的作用。如由相对论推导出来的质能转换关系式（即能量等于质量和光速平方的乘积），不仅在理论上把物理学上质量与能量守恒的两个定律统一起来，而且揭示了人类可以从原子核内部获得巨大能量。他的这个理论四十年后成为现实，建立了原子能工业。如果说，化学燃料只是利用原子外层的一点能量，而裂变（原子弹）则用了原子内部能量千分之一，而聚变（氢弹）则用了内部能量的百分之一，可见质量的转换，可施放出巨大的能量，这就揭开了放射性元素的能量之谜，为原子能工业奠定了基础。第三次技术革命比前两次技术革命内容更丰富，影响更为深远。除了原子能工业、电子计算机和空间技术而外，还包括自动控制、遥感、激光等技术和合成材料工业，同时又产生了综合性的基础理论：控制论、

信息论和系统论。

科学技术的发展，从研究的组织结构上观察，是经历了一个由科学家单干、几个科学家集体干、建立集体的研究机构、国家级的研究机构、直到国际间大协作的过程。早期的研究工作，都以个人研究为主，如十六世纪波兰的哥白尼对天体运行的研究，十七世纪英国的牛顿对万有引力的研究、十八世纪英国工人瓦特对蒸汽机的研究、十九世纪末居里夫人对放射性元素的研究等等，都是以个人为主，或有几个助手参加而进行科研工作。

十九世纪下半叶开始，随着马克思主义伟大理论——辩证唯物主义和历史唯物主义的产生，这个对人类历史、自然和社会全部科学内容都具有指导意义的哲理，推进了人类历史的进程，从而十九世纪科学达到前所未有的高度，很多学科都是这个时期诞生的，如近代化学、热力学、电磁学、生物学、地质学等等都是这个年代形成的新的知识体系，现在很多科学理论多是十九世纪奠定的基础。十九世纪末，二十世纪初，物理学进入科学发展的前沿地位，并出现了电子、X射线、天然放射性的三大发现，打开了微观世界的大门；继而又建立了相对论、量子力学，成为科学的两大理论支柱。由于科学技术的迅猛发展，学科门类的增多，重大科学技术问题的解决，仅靠科学家个人研究已经无能为力了。在这样情况下，便出现了科学学集体的研究机构，如1871年英国剑桥大学首先建立了卡文迪许实验室，它是世界上基础科学领域中的第一个集体研究机构。该实验室有科学家和实验人员几十个人，对物理学的研究做出了不少重要贡献，同时培养了20多名诺贝尔奖金获得者。同时期，电话发明人贝尔在美国波士顿创立了一个研究所，后来发展成为规模巨大的贝尔

研究系统。1881年美国科学家爱迪生建立了一所技术发明工厂，叫门罗顿实验室，室内有科学家、工程师等技术人员一百多人，爱迪生的1382项发明大多数是门罗顿实验室集体研究的成果。之后，进行集体研究工作的研究所就得到了迅速的发展。在本世纪三十年代后期，出现了像高能加速器技术、原子能技术、空间技术等高度综合性项目，这需要多种专业研究成果综合应用，要跨行业，规模大，绝非一、二个研究所能够办得到的。因此，出现了国家规模的研究机构，如德国在1937年，首先建立了军事科研中心，研制了著名的复仇一号和复仇二号飞弹，开了国家级科学实验活动的先例。之后，如美国1942年，动员了15万人，耗费了20亿美元，动用了全国三分之一的电力，搞了个“曼哈顿工程”，历时三年，制造出了第一批原子弹。二次大战后，科学研究的规模就更大了，1961年美国组织了震动世界的阿波罗登月计划，该工程火箭土星-5有560万个零部件，飞船也有300万个零部件，为了这项研究，前后参加400万人，最多一年动员42万人，参加研制的有200家公司，120所大学，花去300亿美元，1972年人类终于第一次离开地球，向宇宙挺进。现在，有些科研项目涉及面广，信息量大，单凭一个国家展开研究就难于完成任务，因而出现了规模巨大的国际性协作，如“国际地球物理年”，“全球大气研究计划第一次全球实验”等都是许多国家合作才能解决的研究课题。

研究机构的发展是如此，科学技术本身的发展自二十世纪以来更是突飞猛进，一日千里。实践证明最近三十年来的科学技术成果，比过去两千年的总和还多。现代科学发展的趋势是向整体化和社会化方向以加速度之势挺进。

所谓整体化乃是由于科学技术的高度分化导致了科学发

展的高度综合。从科学体系的发展看来，早期自然科学学科门类比较简单，只有数学、物理、化学、天文、地理、生物等几类，而且它们之间的联系很少，互相独立。这主要是因为当时自然科学工作者限于当时的客观条件，只能直观地观察到一些现象，获得一些知识。到了近代，自然科学随着生产发展的需要，研究对象越来越复杂，分工越来越细，自然科学不断产生高度分化，新学科层出不穷。其分化的特点是应用一门学科的方法去研究另一门学科的对象，使不同的科学方法和对象有机地结合起来，在原有学科的邻近领域产生新科学的生长点，已经成为科学发展的方向。现在这种高度分化的趋势仍在继续进行，但由于社会生产发展的需要，学科之间的联系更为紧密，它们互相交叉、渗透，形成了边缘学科。它们都是从原来物理、化学、生物学、地质学、天文学等基础科学的邻近领域发展起来的。如物理化学、射电天文学、分子生物学、分子医学等等。过去人们多认为自然科学和社会科学是两个不同的范畴。但近年来它们却在互相渗透。这不仅表现在自然科学需要有唯物辩证法的指导，社会科学需要用数理统计、数学模拟和电子计算机等等，更突出的是新出现的生态经济学、社会生态学、城市生态学、技术经济学、工程心理学等边缘学科。自然科学与社会科学进行杂交的还有管理学、遗传工程、化学考古等等。科学的整体化趋势，导致了一系列横断学科的兴起，这些学科揭示了各种学科领域间的崭新联系，促进科学知识走向整体化。这些横断科学如控制论、信息论、系统论等等，不是以客观世界的某种物质结构及其运动形式为对象，而是以许多种物质结构及其运动形式中某一共同方法为研究对象。如不同的大科学体系都需要共同的管理方式，不同的生产方法有着共同的

生产方式等。它是不同性质的科学之间的桥梁。它不但使自然科学与社会科学之间的鸿沟获得了填平的可能性。横断科学确实为科学趋向于总体化而提供了新的途径。

科学与技术的联系紧密及综合性学科的出现，大大促进了整体化的发展。研究某一个综合性学科时，学科之间的联系就显得非常紧密，例如研究一门环境科学，不是一、两门基础科学知识就能解决了的，而是需要同时研究应用化学、生物学、物理学、地学、医学、工程学等学科的知识，并且，只有通过这些学科的综合、系统的研究，才能卓有成效地解决问题。因此，综合性学科的大量出现，促使了学科之间的广泛联系，形成了“学科群”的形式，加速了科学技术发展的整体化趋势。同样，科学与技术的紧密联系，形成现代科学技术的统一整体也是整体化趋势的一种表现。在科学发展的近代阶段，科学和技术基本上是相对独立的，相互分离的。技术上的进步是依靠传统的技艺和经验来获得提高，科学理论往往是跟在实践之后，通过概括总结一些积累起来的经验材料，而建立起来的。现代的科学与技术的发展，两者的关系非常密切，相互渗透和相互依赖。现代的技术发展往往是建立在科学理论的基础上。同样，现代科学的发展也离不开技术设备的进步。例如，没有显微镜人们就无法研究构成生物基础的细胞；没有电子显微镜就不能使人们的视野扩展到分子水平，去揭开生物界新的微观世界等等。现在科学上如果没有结论，技术上就无法实现，而一旦科学上有了发现，在短期内马上可以在技术上获得应用。因此，可以看出科学与技术的紧密联系，形成了科学和技术的统一整体，加速了科学技术向整体方向发展的趋势。

二、管理现代化的重要意义

当前，随着现代科学技术的飞速发展，科学研究和大规模工程建设，已进入到由国家统一组织协调的时代。这就要求我们在搞科研项目和组织生产时用科学的管理方法来综合、控制和组织科研和生产过程，以达到预定的目的。因此管理工作在整个国民经济中占有相当重要的位置。人们把科学、技术、管理称为现代社会鼎足而立的三大支柱，视为一种经济资源，作为“第三生产力”。在考察各国之间科学技术差距时，其着眼点已从“技术差距”转移到“管理差距”，日本把管理定为出国考察的主要项目。日本在这方面是有着经验教训的。二次大战以后，日本的国民经济已经达到了崩溃的边缘，为了挽救这种局面，日本从美国引进了不少新设备，但由于仍然采取战前的“鞭策管理”的方法，产品的质量、劳动生产率和成本都远远落后于美国。五十年代后期，他们总结了经验教训，开始学习国外先进的管理技术并结合国情进行了消化，创造了一套适合日本的管理方法并在国内推广，因此迅速提高了日本机械制造能力和科学技术水平，取得了六十年代和七十年代的高速度。美国也把现代化管理视为二次大战后科学技术迅速发展的重要原因之一。

我国当前经济建设总的奋斗目标，是于本世纪末，在不断提高经济效益的前提下，力争使全国工农业的年总产值翻两番。这是一项光荣又艰巨的任务。但是，在现在的工作过程中，经常可以看到一些问题，例如：生产率低，工作效率不高，产品造价高且不合市场需要，设备保养差，不重视工人安全及厂房建设等等。究其原因，多数是因为有些领导同

志，在一些概念上认识不清，认为只要有了各种机器设备和技术人员，就可以生产出质量兼优的产品了，不重视管理。我们有个无线电厂有三千八百人，年产半导体收音机十一万台，比日本的一个同样大小的厂差不多要低两位数，还有一个磁性材料厂，年产永久性磁铁一百七十吨，还不如日本一个同样规模厂的一个月的产量。我们的国家有几十万个大大小小的企业和科研机构，这是我们国家多年来所创建的十分宝贵的基础，如果我们按着科学管理的方法进行管理，使潜力最大限度发挥出来，就会给国家带来较高的经济效益，就会加快实现四个现代化的进程。同样，对于大规模的工程建设和科研项目也是一样，如果没有现代化管理，是不可能按期完成任务的。众所周知的美国阿波罗登月计划，是肯尼迪当选总统后提出的。他询问政府部门，执行这个计划有没有问题，回答说，从设计、制造、发射、回收的各阶段看，在工程技术上都没有问题，都是现有科学技术能够解决的，但是，问题可能出在管理上。因为这项工作计划有二万多个工厂、一百二十多所大学和研究单位参加，动员人力最多时一年可达四十二万人，零部件三百万，如果组织、计划、管理不好，后果是可以想象的。美国当时在管理上想办法，合理地运筹人、财、物，结果按期完成了计划，人类第一次登上了月球。不难看出，管理水平的高低就决定了科研和生产水平的高低，我们的科学技术和工业化程度比先进国家落后了很大一段距离，而我们的管理水平也相应的有一定差距。所以，我们必须认真学习外国的管理经验，不断总结我们自己的管理体会，结合我国的实际情况，提高我国的企业管理和科研管理水平。

三、管理科学的产生及其发展

管理科学可以分成企业管理和科研管理两大领域。企业的科学管理是由美国车工出身的工程师泰罗(F. W. Taylor)首先开始研究的。在这以前,企业管理是凭资本家长期积累的经验与判断来进行的,叫“因袭管理”或称之为“放任管理”。在因袭管理时期,工厂主开办的工矿企业只是依靠计件工资制来刺激工人的生产积极性,但对计件工时不能很科学地加以确定,主要是没有科学根据,因此定的忽低忽高,严重地影响了工人的积极性,潜力不能全部发挥出来,甚至只达到应达到生产率的一半。

泰罗是个工人,经过领班、车间主任而升为总工程师。1911年泰罗发表了“科学管理原理”一书,并成立了“工业管理科学促进会”。泰罗根据他多年的工作实践,在深入调查的基础上,进行了时间研究、动作研究、工序研究及工时定额等方面的研究。如对工人的操作动作细致观察,把那些重复的、多余的动作去掉,确定比较合理的、效率高的动作,并用马表记下各项动作的时间,确定各项作业的标准时间,也就是工时定额。他主张差别计件制,凡达到定额的工人按高工资率计算工资,达不到定额的工人则按低工资率计算工资。这样就可以大大提高劳动生产率。二十世纪初,泰罗在塔波尔公司试验了五年,五年后,该公司生产扩大了百分之八十,成本降低了百分之三十、工资增加了百分之二十。泰罗制的推行使美国当时的劳动生产率提高了2~3倍。继泰罗之后,出现了福特制和实行计时奖的康脱制、罗文制。福特制主要是利用传送带,建立了“同期管理”的方法,就是采取了生产标准化和移动式的装配法,促使整个生产过程