

科技管理干部进修参考资料

科学学研究

中国科学学与科技政策研究会
中国科协现代管理知识讲师团

科学学研究

中国科学学与科技政策研究会
中国科协现代管理知识讲师团

一九八四年

编辑说明

为满足科技管理干部进修学习的需要，我们选编了科技管理干部进修参考资料。所选的文章，大多在近年发表于有关书刊。

本书汇编了我国科学学研究工作者的优秀论文。内容包括现代科学技术发展规律和特点，科学学的研究对象和内容，科学学分支学科介绍，工程技术论，国外科学学研究的现状，以及我国如何进行科学学的研究等，是学习和研究科学学的一本比较适用的参考书。

本书适用于科学学与科技政策工作者、科技管理干部、自然辩证法工作者、高等学校师生和科技人员参考。

教材编辑组

目 录

科学技术发展规律与特点

- 当代科学技术发展的特点和趋势……………杨沛霆 (1)
现代科学的整体化问题……………李惠国 (17)
论科学发展的纵向规律……………胡世禄 (29)

科学学基础研究

- 关于科学学的定义、对象、领域和性质……王兴成 (42)
科学学的内容结构及其在科学体系中的层次
……………关西普 何钟秀 (52)
再论科学学的研究对象与结构
……………赵红州 蒋国华 译 (61)

科学学分支学科

- 科学社会学……………王兴成 (68)
科学政策学……………邢天寿 (76)
科学经济学……………赵之林 (84)
科学情报学……………莫作钦 (94)
科学预测学……………许立言 (101)
科学计量学……………符志良 (103)
科学法学……………于得胜 (114)
科学心理学……………关西普 何钟秀 (117)

工程技术论

- 关于技术本质属性的讨论……………远德玉 (124)
谈技术的本质……………卞春元 (135)
技术科学学初探……………周光达 (142)
关于技术发展的一般规律问题……………陈念文 李毅红 (150)
日本技术论研究……………刘东珍 (156)

我国科学学研究

- 中国科学学研究的现状和特点……………田夫 王兴成 (168)
科学学在中国的兴起……………阮祖启 译 (182)
论现代科学技术政策的研究……………吴明瑜 (201)
科学学研究的几个问题……………金良浚 (209)
科学学的研究方法……………李秀果 阎志超 (223)
科学学研究的趋势和路线……………卢泰宏 (226)

国外科学学研究

- 国外科学学研究鸟瞰……………王兴成 (233)
国外科学学发展的特点……………符志良 (244)
苏联科学学研究概况……………刘泽芬 (248)
波兰的科学学研究……………刘仲春 译 (256)
保加利亚科学学研究概况……………许立达 (268)
瑞典的科学学研究……………侯坤玺 译 (275)

当代科学技术发展的特点和趋势

杨 沛 霆

二次世界大战以来，科学技术的巨大进展及其对国家、社会的广泛影响，促使世界各国领导集团都很重视对当代科学技术发展特点和趋势进行不断深入的研究。

当代科学技术发展的基本特点虽然没有一个完全一致的阐述，但是科学技术的综合化整体化的发展趋势已经被愈来愈多的人们所公认。这一特点不仅在各项科学活动中得到反映，重要的是它直接或间接地控制和影响着我们的各项工作进程、方法和效果。我们认识到这个特点，有意识地运用这个特点所决定的规律，我们的工作可能会办得更好些，取得的效果会更大些。

当代科学技术发展综合化、整体化发展趋势表现在如下几个方面：

一、科学理论趋于统一

在基础理论研究中，人们总是在追求以更简明扼要的原理或公式来概括和描述更多的更加广泛的复杂的自然现象。但是，在战前，由于技术发展条件的限制，基础理论的统一性研究受到影响，而战后，基础理论统一性形成明显的趋势，而且已经成为人们从事基础理论研究的重要指导思想。早在

上世紀末，達爾文（1809~1882）就提出，科學就是整理現實，以便從中得出普遍的規律或結論。後來，赫胥黎（1825~1895）進一步對科學概念作了高度概括，即“有條理的知識”。物理學的發展過程就是物理學理論趨向統一的过程。十七世紀，牛頓把天體運動和地上物體運動的規律統一了。十九世紀三十年代能量守恒原理又把機械能、熱能、電能、化學能等各種物質運動形式統一了。六十年代，麥克斯韋又把光、電、磁等現象從理論上加以統一。二十世紀初，相對論揭示了空間、時間、物質和運動之間本質上的聯系與統一，量子力學揭示了物質的粒子性和波動性的統一。起初，描述微觀粒子運動的量子力學和描述高速運動規律的狹義相對論是互不相關的，後來科學家們把這兩個理論也統一起來了，成為高能物理學的起點。戰後，基本粒子學理論有了巨大發展，愛因斯坦後半生為之奮鬥而毫無所獲的“統一場論”，海森堡在五十年代費盡心血一無所得的“統一場論”，目前又成為人們注意的方向。目標在於把自然界各種物體和場的相互作用統一起來。各種物體和場的相互作用有四種，即引力相互作用、電磁相互作用、強相互作用和弱相互作用。這四種力可以說明自然界一切物理現象。現在科學家們正在嘗試把四種力統一起來。李政道和楊振寧發現弱相互作用中宇稱不守恒之後，大大推動了弱相互作用和電磁相互作用統一的研究。近年來，科學又成功地找到電磁相互作用和弱相互作用統一的證據。由於高能物理的發展，人們又在尋求強相互作用與電磁相互作用、弱相互作用的統一。總之，整個自然科學也和物理學一樣，是在內容不斷豐富、分化的發展中尋求理論的綜合與統一。自然科學發展到今天，形成宇宙、物質結構和生命現象的科學“三大前沿”，而這三大前沿的發展

正是自然科学理论寻求统一的过程。

物理学在产业革命的推动下，人们开始研究气体、液体和固体的性质及其热现象，形成分子物理学，而后在不断揭示物质结构过程中出现了原子物理、原子核物理和现代蓬勃发展的基本粒子物理，不断向微观科学进军，基本粒子内的“硬”质点夸克的组成正引起人们的极大的兴趣。现在已发现300多种基本粒子，但它已不是最基本的了，前两年丁肇中发现“三喷注”现象，间接证实“粘结”层子的胶子的存在。一个超微观世界的秘密正在揭开，如果每一个层次的深入都意味着一场技术革命，它也可能象核裂变发现一样给人们带来鼓舞人心的前景。

但是，人们研究物质世界微观结构——基本粒子，曾经借助于宏观星际的宇宙线来进行研究的，这表明宏观与微观的物质内在联系与统一。当前，人们正在研究大的宇宙和小的基本粒子之间的内在联系关系，其结果将是宏观与微观的理论的统一。

1967~1968年发现中子星，其密度大的惊人，芝麻粒大小的中子星物质可重几百万吨。还有一种星体的密度更高，引力场特别强，能把近处光线都吸住了，这就是所谓“黑洞”。星体坍缩成黑洞的过程，就是星体“死亡”过程。在黑洞中心，形成质量密度无限大的奇点。这种理论就与根据河外星云的谱线红移现象推论出来的宇宙起源的“大爆炸”理论联系起来。1965年在微波范围测到2.7K的宇宙背景辐射，又进一步支持了大爆炸学说。奇点理论和大爆炸理论都是试图探讨宇宙的“生”与“灭”的联系与统一。同时也看到，黑洞的量子力学，以及黑洞附近产生的基本粒子现象的研究正在兴起，它也将导致宇宙起源与基本粒子之间的宏

观与微观的理论的统一。总之，高能物理和宇宙演化正逐步加深人类对自然界辩证统一的认识。

从物质层次看，人们也在考虑由基本粒子组成的原子，由原子组成的分子，由分子聚合而成的各种各样的生物大分子，进一步组成细胞和生物，这就进入生命世界。本世纪五十年代以来，异峰突起的分子生物学研究正在揭示生命的秘密，它在生物化学和生物物理学的理论基础上，以及现代化学和现代物理学所提供的最新技术的支持下，已经取得可喜成就，特别是生物世界遗传信息统一密码（双螺旋结构）的发现，细胞分裂过程中染色体的复制过程，使人们认识到生物的子孙后代是怎样遗传的。这不仅对遗传工程、生命起源、仿生学有重要意义，也必将对工业、农业、医药（治疗癌症）、国防等许多方面巨大疑难问题的解决起着推动作用。总之，分子生物学的发展必将导致生命与非生命之间界限的消除，实现科学理论在一个新的水平上的统一。

由于分子生物学的神圣使命和已经取得的鼓舞人心的成果（1965年我国合成了牛胰岛素，这是世界上最早实现了蛋白质的人工合成，由于蛋白质是生命的物质基础，“生命是蛋白质的存在方式”。因此，这是很有意义的成就），人们愈来愈认识到，今后生物学将有可能取代物理学占领科学的前沿阵地。人们预测，八十年代将是分子生物学时代。它在不久的将来，将是当代自然科学的中心。

以上自然科学理论的统一化趋势的必然结果是“把这些自然过程结合为一个伟大整体的联系的科学。”

二、技术发展趋于综合

在近代科学技术史上，先后发生过三次技术革命。第一

次，是十八世纪以来蒸汽机为代表的技术革命，使手工业生产方式进入大规模工业化生产阶段。第二次，是十九世纪以发电机为代表的技术革命，它使人类社会实现了电气化，从而推动了工业发达国家以钢铁、煤炭、化工、电力为主体的重工业技术体系的建立。第三次技术革命，则是二次大战前后，以原子能、空间技术和电子计算机为代表的技术革命。

这次技术革命与前两次技术革命有很大不同。过去是通过一项重大技术突破来带动整个生产的发展，蒸汽机，电机都是如此，而现在是通过多项重大技术突破的影响和变革，使政治、经济、军事、科学、文化的各个领域发生变化；过去只是对生产劳动过程的变革所产生的影响进行分析研究，进一步提高到理论上，实现变革技术和发展技术的目的，而现在不只是生产劳动过程变革的问题，而是对整个社会的作用和影响的总体分析研究问题。过去的技术革命，只是减轻人的体力劳动，使人手得到延长，而现在除减轻体力劳动之外，也减轻了人的脑力劳动，使人脑得到延长。过去，只是机械方式作用于劳动对象，现在是以多种加工的方式、方法作用于劳动对象。这样一场技术革命，无论其作用与影响的深度和广度，都远远超过以前的两次技术革命。但是，就其实质而论，与上两次根本不同之点是在自身技术构成和基本特性中所显示的当代技术发展的综合性。

这次技术革命发展规模之广速度之快是惊人的，其影响是深远的。1950年，电视还是稀有物，只用几年功夫就得到普及，接着就是人造卫星上天，激光问世，遗传工程诞生。在生产、生活和科学实验的实践中涌现大批新技术、新产品，如雷达、电视、电子计算机、电子显微镜、射电望远镜、半

导体制品、静电复制机、激光器、合成纤维、合成橡胶、塑料、磺胺药、抗菌素、DDT、维生素、喷气机、火箭、人造卫星、加速器、核武器、原子能发电等等都是在这个时代以前所未有的多门类，多产品进入市场、进入社会，形成一项技术广泛应用到各个领域的新趋势。战后有较大发展的各门新兴科学技术，如合成化学工业、电子工业都具有这个特点。

合成化学是原料工业，它和能源工业一样，具有十分重要的地位和广泛的影响。首先，发展化工技术是实现先进经济构成的重要措施之一。十八世纪，英国经济收入翻四番，十九世纪初又翻三番，其财源主要是纺织和机械，而机械又多为纺织服务，而纺织工业的优势是以制碱技术和漂白、染色技术为后盾。当时，英国经济兴旺的基础，是与无机化工（酸碱工业）为核心的化工技术有着密切关系。

后来，德国的工业化，也是靠有广泛应用领域的化工起家的。当时，德国的经济支柱是铁和煤，但铁和煤的技术基础是火药和染料，从而建立和发展了煤、铁、电力、化工的联合企业，促进德国经济的发展。

战后，推动美国经济发展的重要因素之一是建立和发展了石油化工技术体系。美国战后石油化工的发展是以战前合成化学的研究为基础的。1928年，美国人卡罗瑟（1896~1937）人工合成橡胶，珍珠港事件以后，投入工业生产。接着，他又在杜邦公司和230个化学家合作，经过五年（1930~1935），花了2,700万美元，终于用煤、水、空气为原料制成尼龙并于1939年工业化生产。四十年代又研制成的确良。从此，打开美国合成化学工业的出路。战时，美国把原有技术基础开始转向石油的原料路线上来，建成以石油和天

然气为原料的合成橡胶厂与合成氨厂（生产炸药），使石油化工产值在战时又增长19倍。美国成为世界上第一个建成石油化学工业的国家。五十年代以后，美国带头发展大型化设备，除化肥以外，设备规模、产量都占世界第一位。其化工产值占世界化工总产值的45%。七十年代以来，石油危机日趋严重，又着手石油化学与煤化学相结合的合成化学技术体系的研究，以求实现新的原料转换。

机器革命是人对能量的有效利用，化学革命是人对物质的有效利用。合成化学的发展，不只能合成自然界有的东西，还可合成自然界没有的。合成化学工业的发展也将影响到煤炭、冶金等工业生产过程实现化学化的变革。

从今后发展趋势看，化学工业的发展将由热化学向生物化学过渡。在生物与化学的接近与综合的过程中，工业微生物必将有所发展。这就导致化学工业由高温高压下耗费大量能源的化学反应，向耗用少得多的能源的工业微生物生产方法过渡。发展有益的工业微生物将是化学工业的一场革命。

电子学也具有一专多能的综合特点。包括电子计算机、半导体在内的电子学，是战后在美国形成和发展的，其发展速度和对各工业发展的影响之快是其他任何工业技术无法比拟的。五十年代，人们在市场上还只是看到电讯设备、收音机、电视机等少数电子工业产品，可是不到三年，电子技术就进入几乎所有工业部门。它在三、五年内就从无到有地成为国家重要经济部门。这是科技史上前所未有的。

电子技术渗透到科学与工业的各个领域，是战后科学技术发展的一大特点。很多传统工业都是由于引进电子技术而改变了面貌。机械工业不引进计算机技术就没有数控机床，

冶金工业不引进计算机和自动控制相结合的技术，也没有冶金工业的现代化。电子技术的发展极大程度上改变了传统工业的面貌，从而使传统工业获得新生，使机械、冶金等传统工业仍然占据国家经济部门的战略地位。总之，电子计算机应用之广、影响之大是产业革命以来任何机器都无法比拟的。是它促进了生产和管理现代化的发展。

随着电子计算机的发展和运用，实现全面自动控制，这就要求有高水平的完善的现代化通讯体系。完整的自动控制系统是由计算机和通讯体系组成。现在很多国家正在研究国家规模的组织自动通信系统的理论。统一的自动通信系统包括电信、电话、电传等一切通信手段。这样的通信系统可以实现国家内人与人之间进行直接的迅速的自动通信。欧洲各国电视线路的网络化是这种通信系统的尝试。人造卫星的应用，使通讯迅速扩大到全世界，从而出现了所谓“信息时代”。

技术发展的综合化，不只表现在技术应用的综合化，也表现为技术构成的综合化。如战后蓬勃发展的种种重要工程技术，如空间技术、海洋技术、能源技术、材料技术、管理技术等等都是多学科技术的重新组合。各国科学家认为，当前技术的更新，其特点是代替性质的居多，如晶体管代替电子管、喷气式飞机代替螺旋桨飞机、合成材料代替天然材料等等。而战后技术更新的特点不是代替性，而是综合性居多。即利用已有技术根据最新需求重新组合，美国的阿波罗登月技术是体现这一特点的代表性工程。

技术发展的综合化趋势，对个人和国家都有直接影响。五十年代，技术工作者只要经常注意浏览几种本专业的技术杂志就可基本上满足自己了解和掌握世界技术动向的需要。

但今天，完全依靠个人是难于实现上述目的，而是要依靠科技情报工作者的配合与协作，才能取得散落在非本专业杂志或资料中自己所需要的知识。而这部分知识往往占自己需要掌握的知识的一半以上，而且有特别重要的地位。

技术综合化发展趋势，不只影响到个人，也影响到国家的技术政策。战后，有些国家十分重视技术综合化的规律的利用，确立了从技术的综合中寻求创造的政策。

日本战后工业发展是比较快的。它所采取的一项技术政策就是引进中寻求综合，综合中寻求创造。日本的钢铁工业的技术体系，就是靠综合世界先进的六大技术。日本利用国际环境，先后引进奥地利的氧气顶吹炼钢技术、法国的高炉吹重油技术、美国苏联的高炉高温高压技术、西德的熔钢脱氧技术、瑞士的连续铸钢技术和美国的带钢轧制技术的综合。这六大技术中的每项技术也不是从单一国家引进，而是以一两个国家为主来一个新技术的综合才完成的。因此，这六大技术的本源特征已经模糊不清，形成日本独特的东西，发挥了技术上综合交杂的优势。日本的石油化工技术，是靠引进三百多项技术综合而成的。如美国孟山都公司的聚苯乙烯技术，英国帝国化学公司的高压聚乙烯技术，以及西德齐格勒公司的降压聚乙烯和意大利的聚丙烯纤维技术。所谓日本合成纤维“双壁”的尼纶与底特纶，一个来自美国杜邦公司，一个来自英国帝国化学工业公司。日本电子工业技术有“世界专利橱窗”之称，可见其技术综合之广。日本松下电视机是在综合各国四百多项技术基础上发展起来的。一切事物都是如此，局部的总和不等于整体，一台电视机绝不是玻璃、铜线、半导体材料的总和，因为这些东西堆在一起不能传递影像和声音。综合就是创造，是当代技术发展实践的要

求。分析起来，传统技术也都是综合而成。钢铁工业技术中的烧结是炼铜来的，平炉炼钢是从玻璃业和造纸业学来的，连续浇注是轻金属冶炼转移来的。新兴工业则更是如此，飞机是滑翔机和内燃机综合的产物，雷达是电视技术与电离层测定技术的综合。因此，发展现代技术要立足于综合搞创造，要从横向的组合中寻求纵深方向的发展。

三、科学和技术的接近

自然科学理论的统一与技术发展的综合必然导致科学和技术的结合。科学与技术的接近与统一是二次大战以来明显的特点。

人们知道，科学技术知识所组成的一千多个学科，常常被划分为三类，即基础科学、技术科学、（应用科学）和工程技术。基础科学是研究物质运动基本规律的科学，它的任务是认识自然，探索自然界未被发现的现象和未被认识的规律。一般说，基础科学是创造和扩大人类的知识，而不承担解决生产实际问题的任务。但是，基础研究的成果总有一天会应用到实际工作需要当中去，只不过它需要经过技术科学和工程技术之后，才能转化为生产力。法拉第在英国皇家学会作关于电的学术演讲以后，一个英国下院议员问他，你的全部美好的试验有什么用？法拉第反问，“新生的婴儿有什么用？”也正是这个“婴儿”后来成长为电力工业。法拉第用生动比喻说明基础研究的意义。因此，一般来说科学家在作出重大发现的当时，并不知道自己研究成果的用处。如1913年，卢瑟福发表了《放射性物质及其辐射》理论，但他不知道核裂变现象的意义。1933年他还宣称：“我们不能控

制原子能，使之具有商业价值，而且我认为：我们未必能在什么时候做到这一点。”当时，拉比、波尔和爱因斯坦等许多著名物理学家都赞同他的观点。可是，在他做出这个结论之后不到九年，人类就开始大规模应用原子能了。科学史上，这样实例是很多的。也正是这些不知什么时候才能有用的基础科学知识的累积，构成伽里略时代以来全部科学知识，成为人类最珍贵的巨大的无形财富。但是，它所用的全部研究费用不到世界年产值所增产的部分。战后，反映美国政府科学技术政策的第一个文件是强调基础研究的报告，即布什的《科学—无止境的边疆》，在这个报告中强调政府一定要抓好基础科学研究、技术教育和科技情报工作三件大事，因为这三件事都是花钱多，没有直接收益而又是非常重要的事业。这是美国战后发展科学技术的蓝图。战后，美国和西欧各国，大体上拿出国民生产总值的千分之三搞基础科学的研究，发展中国家的基础研究费用低于此数。

第二类是技术科学（应用科学），它是介于基础科学和工程技术之间的科学。它具有基础科学认识自然的一面，又有工程技术改造自然的一面，起着十分重要的承上启下作用。它是针对很多工程技术共同存在的理论问题进行研究的。如固体物理、工程物理、射电天文学、流体力学等等。战后技术科学大发展是当代科学的一大特点。没技术科学，就不能把基础科学知识转化为技术，投入到生产中去。没有技术科学，也不能把生产中存在的共性问题提高到理论水平，推动基础科学的发展。因此，技术科学在当代承担着科学和技术之间统一的职能。战后，到处可见的科学与技术相结合的事实已经说明，人们开始重视了这个问题。

战前真空管和战后晶体管的研究对比，可看出这一巨大

变化。战前真空管在电子学理论的推动下研制成功，可是科学对真空管来说，只解决了电流、电压等宏观数量关系，而对电子管的工艺如管球结构、灯丝加工、高真空的实现等一系列工艺毫无办法，而是靠技术自行解决。可是战后的晶体管则大不相同。晶体管不仅是半导体理论研究的产物，在半导体作用、结构和元件特性上，都得到科学理论阐明，而且连半导体的工艺，如拉制单晶等许多技术也都是在固体物理（技术科学之一）的理论直接指导下完成的。离开固体物理的理论，半导体工业的技术发展是不可想象的。所以，战后电子工业被人们称为“科学工业”。

早在牛顿时代（290年前），人们就懂得人造卫星的原理（冲破地球重力作用进入空间），可是直到今天，在技术科学成就的基础上，动员广泛的科学和技术的手段，有计划地进行研制工作之后，才使人造卫星成为现实。事实证明，通过发展技术科学使科学和技术得到统一的途径是有效的，二次大战中喷气机和雷达的研究实践有力地证实了这点。在科学和技术两方面的内容都非常丰富的今天，往往不是理论有了，缺少手段，也不是技术很发达，缺少科学理论的指导，而是这两者都具备但缺乏通过技术科学的研究，把科学与技术结合起来落实到一项任务上。

在整个人类史上，科学革命与技术革命都是不很合拍的，十七世纪科学革命，十八世纪技术革命，十九世纪科学革命，二十世纪三十年代技术革命，只有战后，人们才有意识的把科学和技术结合起来相互推动，协同前进。有人称战后是科学技术革命时代，在这个意义上说，是有道理的。

关于科学和技术的关系，说成是“技术是科学之母”或“科学是技术之母”在一个历史时期是对的，但在今天则是