

说 明

这本学习材料是根据中国科协干部培训班的部分讲课材料和有关文章汇编而成的，目的是供全国各地科协干部学习或轮训当地科协干部时参考选择使用。

本材料第一部分“科技发展史”部分，除选入钱三强等同志的文章外，还编入了根据中国科学院干部进修班《自然科学史简表》编写的改编本，后者通俗扼要，容易学习。

第二部分“自然辩证法”部分，是请原讲学人赵祖华同志重新编写的。“自然辩证法概述”深入浅出，并附有直观图表，易懂易记。

第三部分“科学管理”部分，内容切合实际，如精心掌握，对有志科学管理者不无帮助，科协工作者也应通晓。

第四部分“科协工作探讨”部分，本应是学习材料的重点，但因科协工作的理论，规律尚在进一步探索中，本书搜集的材料还远远不能满足需要，有待进一步充实和提高。

由于编者水平有限，在编辑工作上难免存在缺点和错误，请读者指正。

科协干部学习材料汇编

内 容 提 要

- 科学技术发展简史
- 自然辩证法
- 科学管理
- 科协工作探讨

中国科协干部培训办公室

一九八二年

目 录

第一单元 科学技术发展简史

一、科学技术发展的简况	钱三强 许良英 杜石然 仓孝和 李佩珊	(7)
二、自然科学史简述		(17)
原始社会		(17)
奴隶社会		(18)
封建社会		(20)
近 代		(29)
现 代		(42)
简短的小结		(47)

第二单元 自然辩证法

三、自然辩证法概要	赵祖华	(59)
第一章 绪论		(59)
第二章 辩证唯物主义自然观		(60)
第三章 自然科学的体系结构		(74)
第四章 自然科学的发展规律		(82)
第五章 自然科学的研究方法		(92)

第三单元 科学管理

四、管理现代化导论·····	何建文 (105)
五、管理信息·····	杨培青 (113)
六、预测论·····	秦麟征 (120)
七、决策论·····	王健刚 (131)
八、领导科学与领导艺术·····	李秀果 (144)
九、农业工程·····	陶鼎来 (157)
十、环境和环境政策·····	陈西平 (166)
十一、能源和能源政策·····	林汉雄 (173)

第四单元 科协工作的探讨

十二、关于科学技术群众团体及其活动的初步探讨·····	裴丽生 (185)
十三、科协的工作任务与自身建设·····	裴丽生 (206)
十四、科协工作社会化的问题·····	刘述周 (218)
十五、在中国科协第二届常务委员会第三次会议上的讲话·····	周培源 (224)
十六、中国科学技术学会自然科学专门学会组织通则、·····	(230)
十七、试论学会·····	邢天寿 (233)
十八、在中国金属学会地方学会经验交流会上的讲话·····	周传典 (265)
十九、科究与科普中矛盾的统一·····	茅以升 (271)
二十、传播科学技术的学问·····	章道义 (274)
二十一、科技咨询工作在经济建设中的重要意义·····	杨纪珂 (304)
二十二、大力开展青少年科技活动, 努力培养青少年的科学素质·····	王寿仁 (307)
二十三、科技展教活动和科技情报工作·····	聂春荣 (309)

第 一 单 元

科学技术发展简史

一、科学技术发展的简况

钱三强 许良英 杜石然著
仓孝和 李佩珊

科学和技术的重要性已经越来越为人们所认识，因为它已经成为社会发展的一种强大的动力，极大地改变着社会的生产面貌和人类的生活条件、精神面貌以及相互关系。科学技术究竟是怎样发展起来的；它经历了哪些历史阶段；科学技术对社会发展起过怎样的作用；科学试验和生产存在着怎样的关系；在科学发展史中有哪些规律性的东西。本文试图对这些问题作一初步的简单论述。

一、古代科学技术（十六世纪以前）

古代的科学和技术经历了原始社会、奴隶社会和封建社会等社会阶段，在漫长的历史时期内缓慢地发展着。

大约五十万年以前（北京人时代），人类开始知道用火。这对人类文明的发展起了极大的推动作用。大约在二万年前，人们开始使用弓箭，逐步知道驯养动物，栽培作物，烧制陶器，构筑简单的房屋，进行最初的手纺手织，并通过观察动植物的生长、河水汛期和星象位置变化等来掌握农作物种植的季节。这些都是属于萌芽状态的科学和技术。

大约距今六千年到四千年，古代文明中心，如古代巴比伦的底格里斯河和幼发拉底河流域（今伊拉克境内）、尼罗河流域、印度河流域和黄河流域的文明逐渐形成。这些地区先后进入奴隶社会，出现了少数脱离体力劳动的脑力劳动者，产生了文字。在劳动工具方面也由石器时代逐渐过渡到青铜器时代，甚至出现了最初的铁器。古埃及时期建造的金字塔和中国商周时期的精美青铜器，可以作为这个时期科学技术发展水平的标志。

公元前七世纪到公元二世纪末，奴隶社会科学技术发展的高峰在古希腊。古希腊是欧洲古代科学文化的中心，也是近代科学的主要源泉之一。地中海沿岸诸城邦中涌现了一批自然哲学家，开始冲破宗教迷信的束缚，自由探讨各种自然现象，出现了原始的元素和原子论等。亚里士多德集雅典学派的大成，他除了在哲学上的成就外，在动物分类、解剖和胚胎发育等方面进行了大量的工作。欧几里得的《几何原本》是古希腊科学的最高成就，它的严谨逻辑推理的科学方法对近代科学的发展有十分重要的影响。稍晚些时候，还有托勒密的地心说体系和盖伦的医学体系，是古希腊天文学和医学的总结。

中国古代科学技术的发展，在世界科学技术史中占有特殊的地位。中国是世界上最早进入封建社会的国家（春秋战国之际），和古希腊的科学技术相比，虽然起点较低，但在从战国到秦汉的数百年间，中国科学和技术的许多门类都形成了具有自己特色的体系，在很多方面超过了西方。又经过汉、唐千余年的发展，到宋、元（公元十世纪到十四世纪）时期达到了高峰。正如英国科学史家李约瑟所说：“在公元三世纪到十三世纪之间（中国）保持一个西方所望尘莫及的科学知识水平……，中国的这些发明和发现往往远远超过同时代的欧洲，特别是十五世纪之前更是如此。”（李约瑟：《中国科学技术史》）我国的四大发明——火药、指南针、印刷术和造纸术，大大加速了近代文明在欧洲的兴起，被马克思称为“资产阶级发展的必要前提”。（马克思1863年1月28日给恩格斯的信）在技术方面，中国古代还有一系列的发明创造，如铸铁、瓷器、丝绸（蚕、桑、纺织）等等。在数学和天文学以及其他自然科学方面，中国古代也有许多贡献。例如：关于圆周率的计算、高次方程的数值解法、丰富的天象记录和地震记录、比较准确的历法、地图学、水利工程、建筑、最早的天文仪器和地震仪器等等。中医和中药直至现代仍是举世公认的医药宝库。总括以上，可以说，直到西方近代科学产生之前，在长达一千数百年的封建社会里，中国的科学和技术在许多方面和同时期的西方相比都处于领先地位。

中国古代的科学和技术在不断吸取世界其他地区、其他国家的先进成果的同时，也通过陆路和海路把自己的成果向东传入朝鲜和日本，向西经过阿拉伯国家辗转传入欧洲，对欧洲的文艺复兴以及其后科学技术的发展作出了贡献。这就很自然地就产生了一个问题：既然中国古代科学技术在长达一千数百年间处于世界领先地位，为什么近代科学技术没有在中国产生？其原因是多方面的，是一个需要深入探讨的问题。从社会原因方面考虑，自给自足的小农经济和高度中央集权的封建统治到后期严重地束缚了生产力的发展，使资本主义在中国长期得不到发展，而西方近代科学是伴随着资本主义的产生和发展而不断发展起来的。中国封建统治阶级重农抑商，鄙薄技艺，尊经崇古，实行科举取士，大兴文字狱，这些都严重地阻碍了科学技术和思想的自由发展。

二、近代科学技术（十六—十九世纪）

近代自然科学是文艺复兴的产物。文艺复兴是反对封建主义思想禁锢的一次伟大的思想解放运动，发源于当时工商业最发达的意大利，最初是以恢复希腊古典文化的面目而出现。1453年君士坦丁堡陷落前后，大批东罗马帝国知识分子携带古代希腊、罗马文献的手抄本流亡到西欧各国，促使这一运动迅猛发展。随后，美洲的发现（1492）和新航路的开辟，使西欧工商业空前高涨，加速了封建制度的解体和资本主义的发展。在欧洲一千年的封建社会中，教会严密控制思想，使科学和一切知识沦为神学的奴婢，只许盲从迷信，不许独立思考；要人们听命于教会，而不去研究日常所见的自然现象；生活是为着死后升天，而不是为着现世。同这种精神相反，以“世俗”的人和现实的自然界为中心的希腊文化就被新兴的市民等级用来作为冲破中世纪愚昧黑暗思想牢笼的有力武器。

当时，生产技术的发展为科学提供了丰富的资料和必要的实验工具。正如恩格斯所说的“从十字军远征以来，工业有了巨大的发展，并产生了很多力学上的（纺织、钟表

制造、磨坊)、化学上的(染色、冶金、酿酒)以及物理学上的(眼镜)新事实。这些事实不但提供了大量可供观察的材料,而且自身也提供了和已往完全不同的实验手段,并使新的工具的制造成为可能。可以说,真正有系统的实验科学,这时候才第一次成为可能。”(恩格斯:《自然辩证法》)

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,包括古代希腊、中国、印度、中世纪阿拉伯的科学,基本上处于现象的描述、经验的总结和猜测性的思辨阶段,主要是以直觉的和零散的形式出现的;而近代科学(以物理学为标志)则是把系统的观察和实验同严密的逻辑体系结合起来,形成以实验事实为根据的系统的科学理论。

由于近代科学的生长直接动摇了封建统治的思想基础,一开始就遭到残酷的镇压。它的先驱们受尽折磨和迫害,直至献出生命。1543年是自然科学开始从神学解放出来并宣告独立的一年。这一年,波兰天文学家哥白尼(N.Copernicus, 1473—1543)临终时出版了他倾注毕生心血的著作《天体运行》,向教会敕封的地静的宇宙观提出严重的挑战。同年,布鲁塞尔的解剖学家维萨留斯(A.Vesalius, 1514—1564)出版了《人体构造》,向传统观念提出挑战,不久受到教会的迫害。由于宣传哥白尼的新宇宙观,意大利哲学家布鲁诺(G.Bruno, 1548—1600)坐了七年牢,最后被处火刑;意大利物理学家伽利略(Galileo, 1564—1642)七十岁时受到宗教法庭审判,并被终生监禁。

以伽利略为代表的近代科学的奠基者,主张实验和观察是科学知识的源泉,也是检验真理的标准。伽利略用自己制造的望远镜来观察天体,发现许多天文现象,为哥白尼的地动说提供了有力的证据。他还进行了一系列关于物体运动的实验,推翻了以亚里士多德为代表的传统的运动观念(认为任何物体的运动都需要有推动力,并都有一定的目的),并且以精密的数学形式来表述物体的运动规律,开创了科学实验同数学相结合的科学方法。

在伽利略的工作和刻勒卜(J.Kepier, 1571—1630)的行星运动三条定律等基础上,英国物理学家牛顿(I.Newton, 1642—1727)把物体的运动规律归结为三条运动基本定律和一条万有引力定律,由此建立起一个完整的力学理论体系。这样,他就把过去一向认为是截然不同的地球上的物体(属于所谓“世俗”的)运动规律和天体(属于神圣的“天堂”的)运动规律概括在一个严密的统一理论中。这是物理科学,也可以说是人类认识自然的历史中的第一次理论大综合。牛顿力学是整个物理学和天文学的基础,也是现代一切机械、土木建筑、交通运输等工程技术的理论基础。这一伟大成就使机械唯物论的自然观取得统治地位,它统治整个自然科学领域达两百年之久。

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,血液循环的发现,显微镜的发明,化学元素概念的确立,数学、生物学和化学也都取得了重大的进展。十八世纪五十年代,植物分类学由于瑞典科学家林耐(C.Linne, 1707—1778)的研究和系统整理而创立了科学的分类体系。到了八十年代,法国化学家拉瓦锡(A.L.Lavoisier, 1743—1794)推翻燃素学说,对燃烧现象作出科学的解释,使化学得到突破性的发展。

十八世纪主要是以英国工业革命和法国资产阶级民主革命而载入史册。这两次伟大革命显示了科学对社会的巨大影响,也为科学的进一步发展提供了强大的物质基础和有

力的社会保证。资产阶级夺取了政权以后，对科学采取保护和奖励政策，使科学得到更加迅速的发展。

十八世纪六十年代开始的工业革命，是人类历史上在使用铁器之后的第一次技术革命，它开始于纺织工业的机械化，以蒸汽机的广泛使用为主要标志。蒸汽机的改进主要归功于英国工匠瓦特（J. Watt, 1736—1819），他应用当时热学的潜热现象的新发现，提高了蒸汽机的效率。蒸汽机的使用，是人类继发明用火之后，在驯服自然力方面所取得的最大的胜利。随着蒸汽机的广泛使用，十九世纪相继发明了轮船（1807年）和火车（1814年），使交通运输事业发生了根本性革命。同时，冶金特别是炼钢和机械工业也得到极大发展。这次技术革命的后果，正如1848年《共产党宣言》中所说的：“资产阶级在它的不到一百年的阶级统治中所创造的生产力，比过去一切世代创造的全部生产力还要多，还要大。”到了十九世纪六十年代，又发明了一种比蒸汽机更为轻便和更高效的动力机——内燃机。蒸汽机的发明过程首先是工艺方面的成就，然后同科学理论相结合。内燃机的发明则是1862年先从理论上提出，于1876年制成的。

法国大革命导源于启蒙运动。启蒙运动是人类历史上最彻底的反封建传统的思想解放运动，其中心内容是科学和民主，这就是：一方面普及以牛顿为代表的科学知识和以法国百科全书派为代表的唯物论思想；一方面宣传自由、平等、民主和法制，鼓吹“天赋人权”，“主权在民”，“在法律面前人人平等”。这次革命使法国科学事业面目一新，跃居世界领先地位将近半个世纪（数学领先时间更长）。今天世界通用的科学计量制度（公制）和现代科学教育制度都是法国大革命的产物。以后两百年世界历史的实践证明，科学和民主是现代国家赖以生存、现代国家赖以发展的内在动力。

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。在文化史上，十九世纪被称为“科学世纪”，这是由于：（1）科学对生产和人类物质生活直接产生巨大的推动作用；并且开始出现了科学对生产的指导作用，这明显地表现在电磁学的发展所带来的电力时代，引起第二次技术革命（七十年代开始）。（2）许多科学部门，特别是地质学和生物学，开始从经验的描述上升到理论概括，逐渐形成了自己的统一整体；在各个主要科学领域中相继出现了有根本意义的发现，同时也建立起许多新的科学部门。（3）各国科学团体纷纷成立，学术活动和国际科学交流广泛开展，民族主义的隔膜开始打破，科学思想、科学精神和科学方法深入人心。

十九世纪自然科学的最大成就是进化论和电磁学的建立。英国科学家达尔文（C. Darwin, 1809—1882）在1859年出版了《物种起源》一书，系统地阐述了生物界千万种不同的动植物，包括人类，都是由简单到复杂，由低级到高级进化而来的，并且提出了自然选择的学说来解释生物的进化。达尔文的进化论是总结了前人在分类学、比较解剖学、地质古生物学和进化思想方面的成就，再加上他自己的环球科学考察，以及对大量动植物变异作的系统研究，经过二十多年的整理综合所取得的成果，由达尔文建立起来的进化论从根本上推翻了长期统治生物学思想的“神创论”，极大地震动了学术界，《物种起源》一出版，当天就被抢购一空。但是，进化论也受到宗教界和一些思想保守的学者的反对和攻击。

进化论、细胞理论和能量守恒原理，被恩格斯称为奠定辩证唯物论自然观的三大发现。细胞理论建立于1838—1839年，认为一切动物和植物都是由细胞组成，细胞是生命的基本单位，一切有机体都是由单一细胞发展而成的。这揭示了所有生命现象之间的本

质的统一性。能量守恒原理（也称能量守恒和转化定律）是十九世纪三十年代和四十年代在五个国家、由六、七种不同职业的十几个科学家从蒸汽机效率的研究、人体的新陈代谢等等不同的侧面独立地发现的。它揭示了热、机械、电、化学等各种形式之间的统一性，达到了物理科学第二次大综合。此外，十九世纪初（1803年）英国乡村教师出身的化学家道尔顿（J. Dalton, 1766—1844）建立了实验基础上的原子论，把古希腊哲学家的思想变成科学的理论，开创了人类在物质结构认识方面的新纪元。十九世纪三十年代，英国地质学家赖尔（C. Lyell, 1797—1875）总结前人对地质研究的贡献，提供大量新的地质调查材料，提出地质演变的理论和研究地质变迁的方法。1869年俄国化学家门捷列夫（1834—1907）发现化学元素周期律，揭示了各种元素的性质和原子量之间的周期关系。

十九世纪七十年代是电力时代的开始。电力的应用是继蒸汽机的使用之后的第二次技术革命。这次技术革命不是直接来源于生产，而是来源于科学实验，来源于对电磁现象的研究。电和磁是两千多年前就已发现了的自然现象，但在十九世纪以前，人们认为两者是各不相关的。到了十九世纪，由于电池的发明（1800年）和电流的磁效应（电流可使磁针偏转）的发现（1819年），电和磁的研究迅速开展。1831年英国工人出身的科学家法拉第（M. Faraday, 1791—1867）发现了电磁感应（磁铁同导线相对运动时，导线中有电流产生）定律，这是发电机的理论基础，为人类开辟了一种新的能源，打开了电力时代的大门，但从法拉第实验到能在生产上应用的发电机，中间还经历了三十五年。为了解释电磁感应现象，法拉第提出“场”的概念，而当时几乎所有物理学家都认为这是离经叛道的妄想，直到二、三十年以后，一个英国青年理论物理学家麦克斯韦（J. C. Maxwell, 1831—1879）接受了法拉第的思想，并用数学语言把它表述出来。1864年，麦克斯韦把全部电磁现象归结为一组数学方程。这些方程可以推论出，自然界存在着电磁波，其传播速度同光速一样，而光不过是波长在一个很小范围内的一些特殊的电磁波。法拉第、麦克斯韦理论不仅预言了电磁波的存在，而且揭示了光、电、磁现象的本质的统一性，完成了物理学的第三次大综合，并为现代人类物质文明开辟了道路。电磁波存在的预言，直至1888年才由德国青年物理学家赫兹（H. R. Hertz, 1857—1894）用实验来证实。电磁波的发现，预示了无线电通讯的可能，而无线电通讯技术是1895年以后才开始发展起来的。

第二次技术革命开始于十九世纪七十年代，当时有实用价值的发电机和电动机已经制成。八十年代又解决了远距离输电问题。对这个问题，马克思生前曾十分关注。随着白炽电灯的发明（1879年），城市开始有现代化的照明，电的应用更为普及，大功率的电站也就应运而生。十九世纪末出现的无线电技术，在原来已经广泛使用的有线电报（1837年发明）和电话（1876年发明）之外，添加了更为有力的通讯工具。这样，人类历史上就开始出现了以电用于动力、照明、通讯（进入二十世纪又加上自动控制）为基础的现代文明生活。

从电磁学的实验和理论的发展到电力时代的出现，生动地表明：当科学进入了比较成熟的阶段，科学对生产的发展，不仅能起直接的推动作用，而且已经走在生产前面，起着指导作用，这是科学同生产之间一个新的关系的开端。

十九世纪后叶，与电力时代开始的同时，在英国发明了转炉炼钢，钢的产量大幅度上升，诞生了材料工业的钢铁时代。在德国，随着有机化学结构理论的迅速发展，令人

厌恶的废物煤焦油开始被综合利用，有机合成化学工业开始成长。

三、现代科学技术（二十世纪）

十九世纪末、二十世纪初，由于发生物理学的革命，自然科学进入一个新的历史阶段——现代科学。从四十到五十年代，由于出现原子能、电子计算机和空间技术，开始了影响极其深远的、全面的技术革命——第三次技术革命，它正在向深度和广度两个方面继续发展。

由伽利略和牛顿奠定基础的物理学理论体系（亦称“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，以及在其它许多领域中的胜利，使当时不少物理学家认为，物理学理论已接近最后完成，留给后人的只能在细节上作些补充和发展。这意味着物理学的发展在原则上已经达到了顶峰。可是，正当这个时候，古典物理学体系本身却开始出现了不可克服的危机，并由此爆发了一场物理学革命，危机来源于十九世纪末一系列的新发现和几个为古典理论无法解释的实验事实。当时老一辈物理学家都企图用修补漏洞的办法来维护古典理论的框架，德国出生的犹太血统物理学家爱因斯坦（A.Einstein, 1879—1955）却看出了这是无可避免的革命形势，要解决新实验事实同旧理论之间的矛盾，只有对物理理论的基础进行根本性改革。他于1905年和1915年先后创立了狭义相对论和广义相对论。相对论否定了牛顿的绝对空间和绝对时间观念，揭示了空间、时间、物质、运动之间的本质上的统一性，把牛顿的力学理论作为一种特殊情况概括在内。相对论既是原子内部的微观物理学的基础，也是天体物理学和宇宙学的理论基础，是物理科学的第四次大综合。

1900年，德国物理学家普朗克（Max. Planck, 1853—1947）为了解释古典物理理论无法解释的黑体辐射现象，提出量子假说，认为物体在发射和吸收辐射（即电磁波）时，能量的变化是不连续的，也就是说，能量是由不可分的最小单元（即量子）组成的。但在很长一段时期内，这种新思想没有被物理学界所接受。第一个坚持量子概念并且把它加以推广的是爱因斯坦。他于1905年提出光量子论，认为光既具有连续的波动的性质，又具有不连续的粒子的性质，使十九世纪中叶被公认为已取得绝对胜利的光的波动论又出现了对立面。这是人类第一次认识到微观物质世界最基本的特征：波粒二象性。但量子论只是同原子结构理论相结合以后，才得到迅速的发展，并引起人们普遍注意。

二十世纪物理学的一个基本特点是：打破原子是绝对不可分和永远不变的古老观念，使人类对物质的认识从宏观世界向原子内部的微观世界不断深入。这开始于十九世纪末一系列惊人的发现：1895年德国物理学家伦琴（W.K. Rontgen, 1845—1923）发现X射线，1896年法国物理学家贝克勒尔（A.H. Becquerel, 1852—1908）发现放射性，1897年英国物理学家汤姆孙（J.J. Thomson, 1856—1940）发现电子，1898年法国物理学家居里（P. Curie, 1859—1906）及其夫人波兰物理学家玛丽·居里（Marie Curie, 1867—1934）发现镭。1911年，英国物理学家卢瑟福（E. Rutherford, 1871—1937）用 α 射线（即高速运动的氦原子核）作散射实验证明，直径为 10^{-8} 厘米的原子中心是直径为 10^{-12} — 10^{-13} 厘米带正电的原子核，它几乎占原子的全部质量。1913年丹麦青年物理学家玻尔（N. Bohr, 1885—1962）把量子概念用于卢瑟福的有核的原子

模型，指出原子核的外面有带负电的电子在不同的轨道上围绕着原子核运动，当电子从外层轨道跳到内层轨道时就放出相应波长的电磁波（包括X射线）；原子内的电子数与捷门列夫元素周期表中原子序数相等，从而使化学元素周期律得到了理论的解释。

玻尔的原子结构理论虽然在解决原子物理学问题上取得了很大成功，但碰到了许多困难，特别是在概念上和逻辑上存在着根本性的缺陷。冲破旧量子论的困境的，是一批年轻物理学家，其中有法国的德布罗意（L.de Broglie, 1892—）、德国的海森伯（W.K.Heisenberg, 1901—1976）、奥地利的薛定谔（E.Schrodinger, 1887—1961）等。他们于1923—1926年间创立了物质波理论，发现电子和一切物质粒子都象光一样，既具有波动性质，也具有粒子性质，都表现为波动性和粒子性的对立统一；并由此建立起一套逻辑上完整的量子力学（波动力学）体系，成功地揭示了微观物质世界的基本规律，完成了物理科学的第五次大综合。量子力学的创立，加速了原子和分子物理学的发展，并且架起了从物理学通向化学和生物学的桥梁。

第一次世界大战中被中断了的微观物理学的实验工作，战后立即得到恢复和发展。1919年卢瑟福设想，用天然放射性元素放出的快速 α 粒子去轰击较轻的原子核，可能使原子核发生变化。实验的结果证明，氮原子核受到 α 粒子轰击后，变成了氧原子核。随后，德国物理学家玻特（W.Bothe, 1891—1957）等人于1930年发现用 α 粒子轰击较轻的原子核铍，能产生一种穿透力比X射线和 γ 射线（波长极短的电磁波）更强的射线。1932年，英国物理学家查德威克（J.Chadwick, 1891—1974）证明这种射线就是中子。人们立即认识到，原子核就是中子和质子（氢原子核）组成的。中子的发现大大加速了原子核物理研究的进程。在1934年约里奥—居里夫妇（F.Joliot—Curie, 1900—1958, 和I.Joliot—Curie, 1897—1956）发现人工放射现象之后，意大利物理学家费米（E.Fermi, 1901—1954）和他的同事们于1935年利用慢中子轰击原子核，使37种元素发生人工放射现象，并蜕变成周期表中排在后一位的元素。当他们用中子轰击周期表上排在最后位置上的铀时，他们以为得到了超铀元素，但是实际上他们得到的现象比预期的要复杂得多，令人无法解释。德国物理学家哈恩（O.Hahn, 1879—1968）和斯特拉斯曼（F.Strassmann, 1902—）于1938年底发现，用中子轰击铀，产生出原子量大约为铀的一半的元素钡。这就是重原子核裂变的发现。这个重大发现很快被世界上十几个研究所用不同的方法证实。根据当时对原子核物理的认识，很多科学家预测在一个铀原子核裂变过程中可能产生几个中子。这些中子又可以引起其他铀原子核裂变，这就是所谓“链式反应”。果然，几个月后，这个预测同时在法国、英国和美国得到了实验证明。根据1905年爱因斯坦作为狭义相对论的一个推论而提出的质量和能量相联系的公式，重核裂变时所释放的能量比普通化学过程大百万倍，这种能就称为原子能。第二次世界大战爆发后，在费米的领导下，美国于1942年建成第一座原子反应堆，1945年又制成了第一颗原子弹。这样，原子能终于被人类掌握，开始了人类历史上第三次技术革命。回顾从放射性的发现到原子能的利用这四十多年的历史，再一次充分证明科学研究走在生产前面，对生产起着指导的作用。

微观物理学的研究得到原子能这样一个大“果”以后，在物质结构的原子核下一层次的研究也取得重大进展，新粒子不断发现，到目前已达二、三百种。新粒子的性质、结构、相互作用和相互转化是当前粒子物理学的主要课题。最近理论上的研究证明电磁相互作用和弱相互作用也是统一的，理论的综合又向前发展了一步。

随着物理学的迅速发展,由于新的实验技术和强大的观察工具的产生,使人的“视力”无论向内(微观世界)还是向外(宏观世界)都扩大了上万倍;人的“洞察力”已经能够从 10^{-6} 厘米(一亿分之一厘米)大小的原子深入到小于 10^{-13} 厘米(十万亿分之一厘米)的基本粒子的内部;人的“眼界”已经能从直径10万光年(1光年将近10万亿公里)的银河系扩展到200亿光年的大尺度的宇宙。在现代强大的技术装备中,最引人注目的有:1932年发明的回旋加速器,1934年制成的电子显微镜,1936年发明的射电望远镜,1957年开始发射成功的人造卫星和随后发展起来的宇宙飞船,以及与此有关的遥感技术,六十年代用作强中子源的实验性反应堆和电子同步加速器等。

现代的技术装备和现代的物理理论有力地促进了化学、天文学、地学和生物学的进一步发展,并产生了大量的边缘科学和综合性科学。由此,整个自然科学形成了一个有机的统一整体,深刻地揭示了各个不同层次的物质之间的统一性。十九世纪中叶开始形成的科学的辩证的自然观得到了极大的丰富和发展,机械论的自然观对整个自然科学领域的统治终于被推翻。

二十世纪的生物学有着惊人的进展,不论在研究方法和科学思想上都经历着重大的变革。由于受了化学和物理学的影响,生物学各个领域的实验方法起了很大变化,特别使生物化学和遗传学成为二十世纪生物学中最活跃的两个分支学科。

三十年代前后,对生命物质代谢的一系列化学变化作了系统研究,取得了重大成就,有的研究已进入分子水平。大量工作证明,生物体内各种各样的化学反应都由大约上万种酶(主要成份是蛋白质)的催化作用所引起,这种生物催化剂效率比一般有机或无机催化剂高 10^8 — 10^9 倍。生物化学方面的研究证明,各种生物体内许多重要物质代谢途径基本相同。如一切需氧呼吸的生物,产生二氧化碳和水的化学反应都是通过一个共同的途径,三羧酸循环。物质代谢过程中高效率的贮存和释放能量的中心是ATP(三磷酸腺苷)分子内的高能磷酸键,它能够有效地供给诸如肌肉收缩、蛋白质生物合成等重要生物功能能量的需要。

遗传学的研究,早在1865年孟德尔(G. Mendel, 1822—1884, 奥地利人)就发现了以他的名字命名的重要遗传定律,即生物的各种遗传现象都是由成对的“因子”携带,因子有显性和隐性之分,在遗传过程中,成对的因子可以分离等。但是他的工作被埋没了三十五年之久。由于进化论的推动,十九世纪末遗传学的研究发展较快,1900年孟德尔定律的再发现之后,大量的实验证明,从微生物到人类遗传主要都遵循着孟德尔定律。到二十年代前后,美国的摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)为首的一批科学家进一步证明孟德尔所假设的“因子”就是细胞内染色体上有序地排列着的“基因”,基因是遗传信息的载体。从四十年代到六十年代末,遗传学从细胞水平发展到分子水平,出现了一系列辉煌的成就,证明了DNA(脱氧核糖核酸)是遗传信息的载体,发现了DNA的双螺旋结构,弄清了基因就是在染色体的组成成份DNA长链上的一个片断,片断上排列着象密码一样的三联遗传密码,通过转录翻译等一系列反应把生物性状传给后代。因此,在生物体内的化学变化中,除了分子结构的变化和能量的变化之外,又增加了信息量变化的新概念,生物界在遗传信息的水平上又呈现了统一性。这方面的成就主要是美国、英国、法国的分子生物学家们努力的结果,其中获得诺贝尔奖金的科学家就接近三十人,最著名的代表人物是英国的克里克(F. H. C. Crick, 1916—)和美国的沃森(J. Watson, 1928—)。这一重大成就的出现是遗传学、生物化学

和微生物学长期各自工作积累和相互交叉，再加上四十年代前后从思想到方法受到物理学革命的影响的结果。

这一系列的成就揭示了生命内部更高层次上的统一性，特别是代表生命重要特征的遗传奥秘被打开以后，就象一场革命风暴那样席卷生物学，是现代科学继物理学革命之后又爆发的一场引人注目的生物学革命。这一时期内生物学的发展充分显示了科学内部的强大推动力量。从科学中提出了问题，用科学实验和逻辑推理的方法总结出符合生命物质运动的规律。一旦这些规律被认识后，又进一步显示出对科学本身发展的推动作用和对生产的指导作用。遗传工程新方向的兴起，医学上对疑难病和遗传病病理的深入研究，对免疫学、药理学的深入探讨，对农学上农作物新品种的培育等，都是由于生物学的革命而产生的深远影响。

二十世纪初期，由于汽车的大量生产（1908年开始），飞机的发明（1903年）和无线电电子学（关键是1906年发明三极电子管）的迅速成长，第二次技术革命继续向纵深发展，工农业生产水平都大为提高。特别是电子学的发展，不仅大大促进了无线电通讯技术，而且为生产的自动化和控制论的建立打下了基础。

四十年代以后，由于出现了原子能工业（1942年）、电子计算机（1946年）和空间技术（1957年），开始进入第三次技术革命时期。这次技术革命比以前两次技术革命内容更为丰富，影响更为深远。它还包括自动控制、遥感、激光（它的理论基础是爱因斯坦于1916年提出的）等技术和合成材料工业，同时又产生了新型的综合性基础理论：控制论、信息论和系统论。

在二十世纪，科学对生产技术的指导作用更为突出，科学的应用主要的已不仅在于发展单项技术，而且在于开辟新的技术领域，建立完全新型的工业。例如，由原子核物理学产生原子能工业，由数理逻辑和电子学产生电子计算机，由流体力学、材料科学和电子学产生空间技术，由固体物理学产生（半导体）电子技术，由量子论产生激光技术。任何重大新技术的出现，不再来源于单纯经验性的创造发明，而来源于系统的综合的科学研究。

由于科学同生产的密切结合，同时需要强大的技术装备，又加上大规模的综合性研究的开展，科学事业日益社会化，研究活动规模越来越大，发展到企业规模、国家规模，甚至国际规模。固然中小型科研单位依然大量存在，但总的人员和经费也已远远多于过去。因此，按照科学发展规律和经济规律办事，有远见的高效率的科学管理，是科学事业成败的关键。

四、小结——科学发展的几个特点

1、科学来源于生产和对自然现象的观察，它的发展取决于生产和社会的需要。但当它发展到一定程度以后，反过来，它能对生产起直接的指导作用，“变成了直接的生产力”（马克思：《政治经济学批判大纲（草稿）》）。因此，“科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量”，“是最高意义上的革命力量”（恩格斯：《在马克思墓前的讲话》）。在很大程度上，科学已成为对人类历史发展前途和现代国家兴亡起决定作用的一种力量。

2、科学的发展需要一定的社会条件（包括经济、政治、意识形态等方面），尤其

在现代，科学已成为国家的重要事业，科学的发展也日益依赖于社会经济的发展和国家的支特。在处理科学—技术—生产的相互关系上，各国决策上的差异直接影响了科学和经济的面貌。一般来说，不重视科学的发展，将使技术和经济永远落后；而不重视科学研究成果的应用，不重视技术，经济就不可能有长足的发展，从而也妨碍了科学的进一步发展。

3、科学的发展有自己的相对的独立性，它的发展的内在动力是实验和理论的对立的统一。它的基础是实验和观察，它的“发展形式是假说”（恩格斯：《自然辩证法》）。在新的实验事实同旧的理论出现不可调和的矛盾时，科学理论就不得不发生革命，但这种革命是以知识和经验的继承与积累为基础的。因此，科学发展的形式是继承和革命的对立统一。没有继承，没有知识和财富的积累，也就不可能有科学的创新和革命。目前，由于电子计算机和信息科学的发展，对物质更深层次的认识和对生命奥秘的探索，科学又酝酿着新的重大的发展。

4、科学的发展是人类对自然规律认识的不断深化的过程，这突出地表现在历史上多次出现的理论大综合上。科学是不断创新，不断前进，永不停步，永无止境的。在科学中没有禁区，没有绝对的权威，也没有千古不易的定论和所谓“终极真理”。因此，科学上的是非只能通过自由讨论和争论来解决，必须排除外来的干预和习惯势力的阻挠。政治上的民主和学术上的百家争鸣是科学繁荣的必要保证。

5、科学是全人类共同创造的精神财富，它本身没有国界，也没有阶级性。科学技术的成果，任何阶级都可以利用，所不同的只是在于是否善于利用，以及用来达到怎样的目的。世界各国在几百年的历史发展中有其不同的经验。我们在四化建设的过程中，除引进各国的先进技术而外，还有必要博采各国之所长，为我所用。但是，要取得科学成果，任何阶级都必须遵守历史上形成的科学工作的共同原则，例如：一切以事实为根据，实践是检验真理的唯一标准；在真理面前人人平等；要求科学的概念和理论在逻辑上是正确的；尊重前人的研究成果，剽窃和弄虚作假是不道德的行为。