

科技情报工作
学术讲座之三

当代自然科学 正在酝酿新的重大突破

郑 关 林

科学技术文献出版社

目 录

引 言.....	(1)
自然科学与基础理论研究工作的作用.....	(1)
近代自然科学的重大突破.....	(5)
近代自然科学带来的今日科学技术面貌.....	(11)
农业科学技术.....	(13)
能源科学技术.....	(18)
材料科学技术.....	(26)
电子技术与雷达技术.....	(30)
通讯技术.....	(37)
激光技术.....	(38)
遥感技术.....	(48)
空间科学技术.....	(52)
侦察卫星.....	(54)
通讯卫星.....	(54)
气象卫星.....	(55)
科学卫星.....	(56)
极端条件下物理实验技术.....	(57)
仿生学.....	(61)
声技术.....	(65)
等离子体技术.....	(68)
强流电子束技术.....	(70)
放射性同位素技术.....	(72)
地震预报.....	(73)

当代自然科学正酝酿新的重大突破	(77)
物理学.....	(79)
天文学.....	(94)
化 学.....	(98)
生物学.....	(110)
数 学.....	(118)
地 学.....	(122)
地质学.....	(124)
海洋地质.....	(124)
数学地质.....	(124)
地球化学.....	(125)
探 矿.....	(126)
物理探矿.....	(126)
地球化学探矿.....	(127)
遥感探矿.....	(127)
• 空间技术对地学的作用.....	(128)
当代自然科学新的重大突破将带来的科学技术前景 ...	(129)
科学技术预测实例.....	(131)
某些主要科学技术领域的发展前景	(144)
信息自动化时代的到来.....	(144)
电子计算机的未来.....	(144)
通 讯.....	(145)
材 料.....	(146)
能 源.....	(147)
工 业.....	(148)
农 业.....	(148)
医 学.....	(150)

交通运输.....	(151)
自然灾害控制.....	(151)
新型“超级武器”	(152)
海洋开发.....	(153)
采矿工业.....	(154)
科学研究工作现代化.....	(154)

当代自然科学正在酝酿新的重大突破

引 言

在本世纪内，把我国建设成为农业、工业、国防和科学技术现代化的社会主义强国，这是全党、全军、全国人民的宏伟奋斗目标。

中共中央关于召开全国科学大会的通知指出：“当代自然科学正在酝酿新的重大突破”。这是对于当代自然科学发展状况和趋势非常深刻的概括。这也是当前受到人们普遍关注的重要问题。科学技术发展的历史告诉我们，开展自然科学的基础理论研究工作，是保持科学技术持续高速度发展的必要保证。因此，对于当代自然科学发展的具体状况和趋势，必须有一个十分清醒和明确的认识。只有这样，我们才能更能动地把握住科学技术发展的道路，才能避免在发展方向上作出错误的判断，从而在本世纪内实现我国四个现代化的宏伟目标。把自然科学的基础理论研究工作搞上去，走在整个科学技术的最前列，就成为一项具有战略意义的任务。

自然科学与基础理论研究工作的作用

自然科学是人类在长期的生产斗争和科学实验过程中总结出来的，用以深化认识自然客观规律和改造自然的一门科学。自然科学的产生和发展，从根本上说都离不开实践，来

源于实践，但它一经建立，又反过来对实践起着巨大的指导作用，推动着生产和科学技术向前发展。由于自然界存在着各种各样丰富多彩的运动形式（有力的、光的、热的、电的、磁的等形式），每种运动形式又都具有其特殊的内部矛盾和运动规律，因此，对不同运动形式的基本规律的探索、认识和验证，就形成了自然科学的各门基础学科，亦即数学、物理学、化学、天文学、生物学、地学六大基础学科。

自然科学又包括基础科学和应用科学两个方面。所谓自然科学的重大突破，一般是指在基础科学方面的重大突破。

基础科学，顾名思义是科学技术的前沿，是整个科学技术的理论基础，它既是生产技术，工程技术的基础，也是应用科学的基础。基础科学还是马克思主义哲学同资产阶级唯心主义、形而上学作战的一个主要阵地。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，探索自然界中未被发现的现象和未被认识的规律。一般来说，基础科学并不能直接用来解决生产实际问题。基础科学的理论研究成果，要应用到各门专业技术中去，往往需要通过应用科学的创造性研究，把两者衔接起来。例如，热力学的基本定律，早在十九世纪五十年代就已在实践基础上建立起来，奠定了热力机械的普遍理论基础。但是，仅由于近百年来工程热物理等应用科学的发展，从理论上解决了一系列技术问题，才使各种近代热力发动机得以具体实现，并把热效率由百分之十左右，逐步提高到如今的百分之四十以上。所以说，应用科学与基础科学是相辅相成的。应用科学和基础科学相比，有一定的特殊性，具体性。它的作用既使基础科学的理论研究成果，更快、更有效地应用到专业技术中去，开辟发展生产的新途径，又不断地从生产中提炼出新的课题，并提供先

进的技术手段和实验装备，推动着基础科学的发展；而基础科学则为应用科学提供基础知识和普遍适用的物质运动基本规律，同时还提供一些新的分析方法。

现代基础科学的研究内容或任务，大体上有三个方面。一是对自然界及其规律进行系统的、深入的探索和研究。二是为国民经济和国防建设的战略需要进行基础研究，开辟各种新途径，以便解决生产建设中可能出现的各种问题。三是由基础研究向应用研究转化，发展新兴应用科学，同时又不断地从广泛应用的实际中总结、提高，不断上升为新的理论。因此，自然科学新的重大突破的出现，标志着人类对自然界物质运动的基本规律，在认识上有了新的飞跃，取得更本质的认识。可以这样说，每当某个自然科学的基础学科在理论上出现重大突破的时候，它不仅对本学科的发展起到承前启后，继往开来的作用，还大大推进整个科学技术的发展，并带来重大的技术革新以至技术革命，从而推动社会生产力迅猛向前发展，并深刻地对现代生产和生活产生着广泛的影响。这类例子是不胜枚举的。例如，电磁感应现象的发现和电磁学基本规律的确立，曾导致大规模的工业电气化；原子核结构以及原子核裂变规律的发现，导致了原子能的开发和利用时代的到来；电子的发现，以及对于电子运动规律，电磁辐射和物质结构的深入研究，导致了电子技术的飞速发展，使得生产过程自动化和遥控得以实现，等等。这些都已是十分突出的现实例子。展望未来，以农业而言，将来有没有更新的手段或途径，能使农业生产以前所未有的速度发展呢？今天，在分子生物学不断深入研究的基础上，已出现有可能实现这一目标的手段——遗传工程。而且分子生物学在基础理论上的突破，将使资源的利用，化学工业、医疗卫生、环境保

护、人口控制以至国防等许多领域都会引起巨大变革；而凝聚物质物理学、量子化学等学科在基础理论上的突破，将大大改变材料科学的面貌；超导理论的突破，又将使电工技术引起一场革命等等。这些虽尚未完全实现，但已为人们所普遍认识到的一些前景。

由此可见，自然科学基础理论研究的作用在于深化认识自然界的客观规律，指导实践，使我们更加能动地克服自然，改造自然，做自然界的主人。恩格斯曾经指出：“随着对自然规律的知识迅速增加，人类对自然界施加反作用的手段也增加了”。周总理在1956年亦曾明确指出：“没有一定的理论科学研究作基础，技术上就不可能有根本性的进展与革新”。“基础科学的重大突破，往往推动整个科学技术的发展，带来重大的技术革新以至技术革命，从而开拓前所未有的全新生产领域”。周总理的这一指示，非常精辟地阐明了理论与实践之间的辩证关系，以及自然科学基础理论研究的能动作用。这也就是为什么说理论研究必须走在生产前面，根深，才能枝壮、叶茂的原因所在。

应该指出，应用科学也是决不能忽视的。实践证明，对应用科学重视与否，与工业、农业、国防建设的发展速度关系甚大。在这方面，国外有不少经验教训。英国对基础科学很重视，水平也较高，但对应用科学不够重视，因此工业技术不是最先进的。日本对基础科学不很重视，水平也不算高，但是十分重视应用科学的发展，对国外引进技术加以消化和提高，所以工业技术很快发展起来，甚至将超过美国。西德在二次大战后，失去大量科学家，但由于有较好的基础科学和应用科学的底子，战后又抓紧发展应用科学，所以工业技术发展也很快，也有超过美国的趋势。相反，苏联基础科学

虽有一定水平，但由于军工科学技术的畸形发展，对应用科学重视不够，工业技术水平还是比美国、日本、西德等国家要差。

“当代自然科学正在酝酿新的重大突破”，既然是正在酝酿，就是说，重大突破肯定是会有的，只是正在酝酿之中，尚未出现。这种提法，无疑是符合自然发展辩证法观点的。但问题是，我们怎样去理解这种提法呢？凭什么根据说明自然科学正在酝酿着新的重大突破呢？这些突破具体地又表现在什么地方呢？

人们都知道，未来不是处在真空之中，未来是基于当今的现实。基于这种认识，和为了叙述完整性起见，下面拟分四个方面来阐述。一是从自然科学发展历史，简单回顾一下近几个世纪以来，在自然科学上曾取得了那些重大突破。二是描述一下已有的这些自然科学重大突破给我们今天带来了什么样的科学技术面貌。三是根据自然科学目前所处的状况，存在的矛盾，对自然科学酝酿中新的重大突破作个粗浅的估测。四是自然科学新的重大突破将可能带来什么样的科学技术前景。

近代自然科学的重大突破

近代自然科学是从十五世纪下半叶开始发展起来的。几个世纪以来，自然科学曾经出现过一系列的重大突破。由远而近，归纳起来，大致出现过以下八个重大的突破。

第一个是，十七世纪初到十八世纪期间，经典力学理论体系的建立，亦即是伽利略和牛顿的经典物理学理论体系的建立。这可以说是近代自然科学史上出现的第一个重大突破。

这一次突破给人类带来了蒸汽机，从而导致了第一次产业革命——即第一次工业革命。这一次突破的出现并非偶然，是有它的历史背景根源的。具体地说，就是当时为了改善简单手工劳动的效率，以及有效地利用兽力和自然力（包括风力、水力等自然力）等这样一些与人们有着直接利害关系的生产实际课题所决定的。同时，也是为了能够解释当时人们已发现的一些自然宏观现象所决定的。总之，是推动生产力发展和深化认识自然客观运动规律的要求之下所决定的。所有这些，必然地须求助于力学来解决，人类终于概括出来经典力学理论体系，并在这一理论体系指导下，带来蒸汽机的出现，从而导致了第一次工业革命。

第二个是，十九世纪中叶，曾受到伟大导师恩格斯非常重视和称赞的三大发现，即细胞学说，达尔文进化论以及能量守恒与转换定律，当然还包括热力学和统计物理学的建立。这一次突破不仅为创立马克思主义辩证唯物论提供了自然科学方面的基础，而且对推动当时生物学和物理学的发展起了巨大作用。例如，细胞学说的建立，使人们第一次认识到细胞是构成生物的形态结构和生命活动的基本单位，这是人类对生物世界认识上的一次大飞跃。

第三个是，十九世纪三十年代，从大量自然现象中，著名物理学家法拉第终于总结出电磁感应定律。这次突破不仅使原先相互独立的电学与磁学这两门学科，统一称为电磁学，而且指出了机械能和电能可相互转化的可能性。理论上既然指明了方向，那么发电机和电动机的出现就仅仅是个技术上和时间上的问题了。1867年，西门子终于发明了自激式发电机，1881年，爱迪生兴建了大型的火力发电站。在远距离输电技术解决之后，大型的火力发电站和水力发电站便在全世

界范围内得到大规模的建设，整个电力工业系统从此便以很快的速度建立起来，从而给人类带来了工业电气化时代，导致了第二次工业革命。

第四个是，电磁波的发现以及麦克斯韦对电磁场理论的建立。这次突破使人类掌握了利用电磁波来传递信息，从而带来了远距离通讯时代，使无线电电话、电报、电视这样一些无线电通讯事业应运而生和蓬勃发展起来，并建立起迄今仍在高速发展的电子工业。电磁理论研究的成果，还直接引起了技术上的巨大变革，大大提高了劳动效能，推动了工农业生产和国防事业的迅速发展，而且也对化学、天文学、医学、数学，尤其是物理学等学科的发展，起了巨大的促进作用。

第五个是，二十世纪初，是自然科学发展的里程碑，巨大的转折点。当时，为了解释接踵而来的，用经典物理学理论体系无法阐明的一系列奇异自然新现象的机制，如以太的漂移、电子运动、元素镭的放射性（这一发现动摇了原子是不可分的错误观点，并建立起化学元素间可相互蜕变转化这一新概念）、黑体辐射、光电效应等，终于建立起原子核物理（如卢瑟福建立的原子核模型）、相对论（爱因斯坦1905年建立的狭义相对性原理和光速不变原理，以及1915年建立的广义相对论），以及量子力学，亦即建立起近代物理学理论体系。这可以说是近代自然科学史上一次更为振奋人心的重大突破。这次突破不仅深刻揭示了作为物质存在形式的空间和时间在本质上的统一性，揭示了力学运动和电磁运动在运动上的统一性，揭示了物质和运动的统一性（爱因斯坦建立的著名 $E=Mc^2$ 能量质量关系公式，为原子能的利用提供了理论依据），还揭示了时空、物质、运动和引力之间的统一

性，从而给近代物理学的发展奠定了基础，也为后来整个自然科学的发展奠定了基础。而且，这次突破使人们对物质的研究有可能开始从宏观向微观过渡（即开始深入到原子核内部来揭示物质更为微观的，更为本质的运动规律，而不是象过去那样仅仅停留在原子的门坎上），并导致原子能发电（1942年）和核武器（1945年）等新技术、新武器的出现，给人类终于带来了无比光辉灿烂的原子能时代！正如伟大导师列宁指出，这次突破不仅为物理学揭开新的篇章，而且使整个自然科学开始了一场崭新的革命。

第六个是，二十世纪四十年代，继十九世纪六十年代有机化学的分子结构理论的建立，在有机化学、高分子化学等化学学科分支的理论研究成果基础上，导致了现代有机化学工业的建立，为人类开辟了一个崭新的材料时代——人工合成材料时代。这次突破，使得人们对材料的取得，开始从自然界和从农业生产的依赖中逐步摆脱出来，而是可以通过人工合成来取得，随之使染料、塑料、合成纤维、医药、农药等化工行业相继诞生，大大改变了材料的面貌，从而为科学技术的发展提供以必要的物质基础。

第七个是，二十世纪五十年代，在固体物理学，材料表面科学、数学、数理逻辑等物理，数学分支发展基础上，出现了电子计算机。这次突破不仅为生产过程全盘自动化逐步成为可能，并导致了所谓信息自动化时代的到来。而且不难看出，由于电子计算机的出现，使得代替人们脑力劳动的某些职能成为可能，这比之用机器代替人们部分体力劳动更富有深远意义。因此，可以毫不夸张地说，电子计算机是促进当今科学技术进步的源泉，主要的推动力，正大大改变着人类生活的各个方面，使科学技术在一个新水平上迈进。

第八个是，1953年，第一次揭开了遗传之谜——发现核酸（一种比细胞还小的生物大分子）是决定遗传的基本物质。所谓遗传，其实质是亲代核酸把生物性状的特征密码（或称基因）复制在子代核酸的过程，这就是各种生物为什么能把性状特征世代相传下去的原因所在。这可以说是最近二十多年来，自然科学史上的一次重大突破。这次突破使生物学的研究推向到一个新的水平上，即达到分子生物学研究阶段，而分子生物学的发展，正在为科学技术的进步展开着无比宽广的前景。

以上这些，是近几个世纪以来，在近代自然科学史上发生过的最令人难忘的重大突破。当然，这里并没有包括全部。例如，1869年，门得列耶夫在总结前人成就的基础上，发现了各种元素之间按原子量呈周期性变化的规律性。这一规律性的发现，最终地带领人们步出了元素的迷宫。它不仅圆满地解释了各种元素的物理化学性质，而且还准确地预言到未知元素的存在。果然，化学界尔后陆续发现的许多种新元素，均在周期表里为门得列耶夫所预言的空格上一一对号就位。（目前，有的物理学家和化学家已经从理论上展望到第九周期和第二一八号元素。但有人认为，周期表的终点是一七五号，若超过此数，内层原子因受强大的核电荷吸引而使壳层结构崩溃）。由此可见，自然科学基础理论的能动作用不但表现在能够解释和解决来自实践中的现象和问题，而且还在于它具有伟大的科学预见力量，这种例子是俯拾皆是的。例如爱因斯坦1916年在一篇关于辐射量子论的论文中，曾提出了受激发射理论，这就是四十多年后建立并迅速成长起来的激光技术的理论基础。还有一个为人们所熟悉的例子是，李四光同志创立的具有中国特色的地质力学，对于我国找油、

找矿所起的作用。在以往，国际间的“权威”们曾多次论断过，世界已知油田大都在海相地层中，而中国大部是陆相地层，因此不可能储藏有工业开采价值的石油资源。李四光同志则认为，找油的关键不在于“陆相”或“海相”，而在于有没有生油和储油的条件。他根据地质力学的理论，早在三十年代就预见到我国新华夏系的沉降带中有丰富的石油资源。经过实践的检验，终于证实了他的预见的正确性。

总之，通过以上近代自然科学史的简单回顾，充分显示出自然科学基础理论研究工作对深化掌握自然界客观运动规律的重大意义，充分显示出每当自然科学出现新的重大突破，对于推动整个科学技术水平的提高，甚至开拓一些新的科学技术领域，最终大大促进生产力水平的迅速提高，所起的巨大作用。另外，今天所以出现一系列新的重大技术（如激光技术、电子技术、电子计算机技术、遥感技术、空间技术、通讯技术等等），以及今天科学技术之所以能够如此高速发展，其基本源泉就是来自于这些自然科学基础理论的重大突破。所以，有人说，今天正处于这些重大突破开花结果的季节，科学技术的迅猛发展也就成为不足为奇的事了。

科学技术对生产力水平促进作用的例子更是屡见不鲜。现阶段要提高劳动生产率，如果仅仅依靠增加劳动强度或改善一下劳动组织，已经不能起到举足轻重的作用，关键是取决于有没有新的科学技术成果。据统计，在本世纪初，工业部门劳动生产率的提高，只有百分之五至二十是依靠采用新的科学技术成果来取得，而到现在，要提高工业生产率，百分之六十至八十必须依靠新的科学技术成果，个别行业甚至是百分之百。据美国统计，美国国民经济从七十年代起，平均每年增长百分之三点五，其中有百分之一·八是来自新的

科学技术成果，其余是靠资本和劳动力的再扩大来取得。从1965年到1970年期间，各国劳动生产率提高得最快是日本，它平均每年以百分之十四点二递增，这主要是靠采用新的科学技术成果的结果。因此，象日本这样一个最初和较长时间以来依靠技术引进（即采取所谓“吸收性”战略）发展起来的经济爆发户，为了保证其今后国民经济的持续高速度发展和在国际上的竞争能力，亦十分重视理论研究工作，认为“看一个国家的科学技术水平高低，不在于看它采用什么样新的技术，重要的是看它是通过什么途径来掌握这些新技术的”。美国科学院提交众议院的咨询报告中也有过这样一段话：“缺乏科学上的新发现，应用研究就会愈来愈局限于旧理论的框架里钻研改进，就会成为无本之木，逐渐枯萎”。

近代自然科学带来的今日科学技术面貌

今日科学技术的进步可以说是一日千里，日新月异。它无论在发展速度、规模、对人类社会生产、生活的影响诸方面都是前所未有的。有人曾作过这样的粗糙统计和推测，在最近十年里，科学技术的发明与发现的数量比过去两千年的总和还要多，而未来的十年又将比过去的十年翻一番；新技术从发明到实际应用周期已大为缩短。如果说过去的从正负电荷发现到电机与电力工业的建立用了近一百五十年，摄影术用了一百一十二年，从半导体整流效应的发现到晶体管工业的建立用了七、八十年，电话用了五十六年，真空管用了三十三年时间，二十世纪六十年代发明的激光器则仅用了两个月时间便开始得到实际应用；专业知识过时周期亦在缩短。譬如，在最近十年里，工业部门所采用的技术手段或工艺流

程平均有百分之三十已属过时而被淘汰，电子工业的这一数字甚至高达百分之五十以上。

当前，科学技术正沿着一条极其宽广的战线上，朝着更大的广度和深度全面进军。虽然客观物质世界在小的方面是无限的（例如物理学的研究对象可以分为五个层次，即包括固体、液体、气体、等离子体、辐射态等在内的聚集态，原子，分子，原子核和基本粒子等五个层次。生物学的研究对象则有分子，细胞，个体和群体等四个层次），在大的方面也是无限的（例如一个星系是由质量约为一千万倍至十万亿倍于太阳质量的大量星体组成，其直径约为七千五百至三十万光年，而我们的宇宙又是由无数个星系所组成的），但人类对物质世界的认识也是无限的。目前，人类对客观物质世界所进行的研究对象已愈来愈基本，愈来愈复杂。大的方面已有能力搞清离开我们地球远达一百亿光年的银河星系发生的宏观现象的根源，小的方面已深入到原子内部，原子核内部，乃至更深的层次。

而在现代科学技术进步的直接影响下，现代生产正处于以原子能的利用、电子计算机技术和空间技术的发展为主要标志的新阶段。它对生产的影响，在劳动手段方面的表现是：在以往，科学主要是对劳动过程的机械作用进行理论分析和认识，现在则在研究和推广信息论、系统论和控制论等这样一些自动控制的理论和实践；在以往，科学技术的进步只是扩大了人的体力，现在则大大延伸了人的智力，它不仅以机器代替体力劳动，而且在越来越大的程度上代替人的脑力劳动；在过去，劳动工具多半是以机械方式作用于劳动对象，现在科学则创造出的一系列崭新的加工方法和工艺，例如广泛利用高磁场、超声、电化学感应、量子射线、激光等。所有

这些都正在使生产达到更高程度的机械化、自动化、电气化和化学化，从而大大提高着劳动生产效率。

科学技术包括的领域十分宽广，下面仅就若干领域的发展水平与现状，勾画出近代自然科学所带来今日科学技术面貌的大致轮廓。

农业科学技术

近二十年来，世界农业的发展较快，粮食总产量增加了一倍以上，平均年增长率约为百分之四，出现了粮食增长超过人口增长率的局面。目前，农业劳动生产率已取得了很大提高。荷兰一个农业劳动力生产的农业品和畜产品能养活七十多人。第二次世界大战期间，美国一个农业劳动力还只能养活十一人，现在已提高到能养活近六十多人，农业劳动力只占总人口的百分之二左右。根据最近两年美国的农业总产量和农业劳动力来平均，美国一个农业劳动力一年能生产粮食十一万二千斤，皮棉一千一百斤，肉类一万斤，蛋类一千五百斤，奶类一千斤。

农业所以取得迅速发展，主要是由于采用了机械化耕作、培养良种、改良土壤、合理灌溉、合理施肥、防治病虫害、科学管理以及开展像提高作物光合作用效率和固氮能力等农业科学研究工作一系列措施的结果。

当前，农业生产已日益趋向集约化、专业化和工业化。象美国一个农业劳动力平均使用了六十八马力的各类机械装备，农业生产的很多工序已经实现了机械化和自动化，在经营上更为专业化，形成了农业——工业体系。如美国和墨西哥等国，玉米和小麦等种子都由专设的种子公司供应，日本的水稻秧苗则由育秧工厂供应，很多国家都有本国的肥料公