

现代自然科学正在酝酿 新的重大突破

中国科学技术情报研究所 郑关林
广东省科学技术情报研究所 整理



一九七八年五月

目 录

- 一、近几个世纪以来自然科学曾经取得
过哪些重要突破，以及基础理论研
究工作的重要意义 (3)
- 二、现有的重要突破，给今天科学技术
带来一个什么样的新面貌 (9)
- 三、就当代自然科学正在酝酿的重大突
破，谈谈个人的看法 (32)

现代自然科学正在酝酿 新的重大突破

“当代自然科学正在酝酿新的重大突破。”这是去年九月中中共中央关于召开全国科学大会通知中提到的一句话。这个问题是在打倒“四人帮”以后，人们关心和感兴趣的问题。

为什么这样说呢？因为以往经验证明，要使一个国家在科学技术方面能够长时间高速度地发展，假如在自然科学技术理论研究工作方面没有进行大量的、不停顿的、细致的工作的话，那是不可能的。因此，我们对自然科学的未来，应该有一个全面的、比较准确的看法，才能使我们更能动地掌握我国科学技术发展的道路，在今后短短的二十二年内赶上并在某些方面超过世界先进水平。

什么叫自然科学的重大突破？基于每个同志从事的工作性质不一样，对这个问题有不同的理解，这是很自然的事情。从哲学的概念来看，所谓自然科学的重大突破应该是它对本学科不仅起着承前启后的作用，同时在科学技术所引起的变化或变革也决不仅仅在量变方面，更主要的是它对整个科学技术的发展会引起一个质的飞跃。

为说明这个概念，不妨举两个例子。

在农业增产方面，假如我们现在仅仅是采用增加点肥料

或改良一下土壤，而不是采用新手段来达到此目的的话，那么即使我们在粮食增产方面取得稳步上升，也很难想象在农业方面会出现质的飞跃。我个人认为：我国在农业生产方面，虽有很多潜力可挖，但是假如我们仅采用这一方法，充其量也只能是步国外的后尘。是否有更新的方法使农业生产来一个质的飞跃？这需要我们在农业技术研究方面做大量细致的工作才能办得到。

拿化学工业来说，假如我们不能摆脱目前一定要在高压高温条件下进行反应的话，那么要使化学工业来一个质的飞跃也是不可能的。

总的一句话，就是只有自然科学技术研究工作有所突破，才能早日实现四个现代化。我们敬爱的周总理早在一九五六年就已经指出过，假如在自然科学技术上没有新的重大突破，那么要在技术方面引起革新，甚至引起技术革命，那是完全不可能的。这句话不仅精辟地阐明开展技术研究工作本身的重要意义，而且明确了什么叫做自然科学的重要突破这一概念。

我们说现代自然科学正在酝酿新的重大突破，既然说“正在酝酿”，就是说这种突破肯定会出现，只不过现在是正在酝酿之中，还没有出现罢了。这种提法本身是符合自然科学发展辩证法的。问题在于我们怎样正确理解这句话，也就是凭什么根据说自然科学正在酝酿重大突破？假如有的话，具体又表现在什么地方？

同志们都知道，没有过去就没有现在，没有过去和现在

就没有将来。换句话说，现在是过去的延续，而未来应该是过去和现在的延续。因此，我们应该首先简单地回顾一下近几个世纪以来自然科学曾经取得过哪些重要突破，再看看今天自然科学的面貌，以及它所存在的矛盾，然后在这个基础上再对未来的自然科学作一个预测。下面准备分三个方面向同志们作个汇报。

一、近几个世纪以来自然科学曾经取得过哪些重要突破，以及基础理论研究工作的重要意义

现代自然科学是在十五世纪下半叶开始建立起来的，经历了几百年的时间。我们从远到近地归纳一下，大致出现过以下八个比较引人注目的重大突破：

第一个重要突破是十七世纪到十八世纪期间所谓经典力学理论体系的建立。也就是所谓牛顿三大定律的发现。在这个理论基础上，出现了蒸汽机，引起了第一次产业革命（或称工业革命）。这次突破并不是偶然的，是有它的历史必然性的。在当时来说，人们为了提高手工劳动效率和充分利用自然力，如畜力、风力、水力等。也就是在生产实践中感到迫切需要研究力学现象和机械运动，于是在人们对自然现象进行大量归纳的基础上产生了经典力学理论。

第二个重大突破是在十九世纪中叶，曾经受到伟大导师恩格斯赞扬的三大发明。即细胞学说，达尔文的进化论以及能量守恒与转化定律。这次突破，对后来物理学、生物学的发

展曾起了重要的作用。比如三大发明之一的细胞学说，说明当时人们已经认识到细胞是构成生物体的一个最基本物质、单元，证明了生物世界是有它的统一性的。这在当时来说是认识上的一个飞跃。

第三个重大突破是十九世纪下半叶法拉第——麦克斯韦从大量自然现象中总结出来的电磁感应定律。在这个理论基础上出现了电动机。电动机的出现给我们带来了第二次工业革命，即工业电气化时代。现在我们所采用的电动机和发电机的理论基础，也就是在那时就已经建立起来了。

第四个重要突破是电磁波的发现以及电磁波理论的建立。它使人们懂得利用电磁波来传递消息，给人类带来一个远距离的通讯时代。

第五个重要突破是更为激动人心的重要突破，即二十世纪初的三大发现：原子核物理学，以及更能精确描述微观运动的量子力学和相对论的建立。之所以说是激动人心，是因为这次突破以后，不仅仅给现代物理学的建立奠定基础，而且为现代科学技术的建立奠定基础。换句话说，原子物理学成为二十世纪初以后的自然科学发展的主要推动力。尤为重要的是使人们对自然微观方面的研究不象过去那样仅停留在原子的水平上，而是进入到原子内部或更深层次。这次突破以后出现了核武器和原子能发电这样一个所谓原子能时代。自然科学的发展开始跨入微观世界的门坎。伟大导师列宁对这一次突破给予了很高的评价，指出：在物理学以及在它影响下的整个自然科学，开始了一场最新革命，硕果累累。的

确这次突破给科学技术揭开了新篇章，进入了新纪元。

第六个重大突破是二十世纪三十年代在有机化学、高分子化学理论研究基础上给人类带来的崭新的材料时代，即所谓合成材料时代。合成材料是材料工业的一个重大变革。过去人们要得到材料主要靠从大自然中取得，或从农业方面取得。自这个突破以后，人们开始逐步地摆脱依赖大自然和农业，可以从实验室、工厂通过人工合成方法获得材料。现在象叶绿素、维生素 B₁₂ 这样一些结构复杂的天然物，也已经可以用人工方法加以合成。可以说这方面的突破对进一步发展科学技术将起重大作用。

第七个重要突破是二十世纪五十年代左右在数理逻辑、数学、电子学这样一些基础学科和技术研究基础上，研制出电子计算机。电子计算机的出现不仅给逐步实现工业生产全盘自动化和科研工作、设计工作的自动化带来可能性，而且也带来一个所谓信息自动化时代。电子技术的发展将对今后科学技术的发展起巨大的推动作用。

第八个重大突破是第一次揭开了遗传这个迷，掌握了各种生物是通过什么样的过程把它的特征世代代传下去的。这可以说是自二十世纪下半叶以来自然科学上一项引人注目的突破。一九五三年发现生物体内一种叫核酸的生物大分子，它就是决定遗传的基础物质、单元。通俗地说，它含有生物特征的密码，而且能够把这种密码从亲代脱氧核糖核酸转移到新生成的子代脱氧核糖核酸中去，从而实现遗传。这个发现标志着生物学研究进入到崭新的阶段，即所谓分子生物学阶

段。从分子水平上来研究生物内部的矛盾和规律。这比在细胞水平进行研究要更加微观得多。分子生物学可以说是今后一个很重要的所谓带头学科。

以上可以说是最近几个世纪以来在自然科学上所取得的重要突破。虽然不全面，但是我们从这八个重要突破中可以看出，这些多数属于自然科学的基础研究工作，从中也可以体会到基础理论研究是很重要的。更明确地讲，自然科学的重要突破不仅对本学科起承前启后的作用，而且可以开拓一个新的科学技术领域，使一些新的重大技术出现，最终使人类的生产力大大向前发展，使整个科学技术水平也向更高的高度前进。假如没有这些自然科学上的突破，今天所出现的重大技术如电子技术、电子计算机技术、遥感技术、红外夜视技术，放射性同位素技术、仿生技术以及原子能技术等等的出现是不可能的。因此，有人说最近一二十年里科学技术之所以发展这么迅速，是因为这些已有的自然科学的重要突破，正处于一个开花结果的阶段。

现在谈谈基础理论研究在科学发展中的重要意义和作用。

目前国外一般把科学技术发展过程划分为三个环节，也就是基础研究、应用研究和研制。基础研究是指探索自然界物质运动变化的基本规律，应用研究是探讨在基础研究中获得的规律能否在生产实践中应用。比如说，在基础研究中发现原子核可以裂变，释放能量；应用研究就是把这种反应应用到生产中去，让他的能量为人类服务；研制就是解决工程

技术问题，如原子能反应堆如何建造，原子弹如何制造。根据这样的划分，显然基础研究同生产实践之间的关系，一般是比较间接的。所以，在大多数情况下，基础理论研究的探索性比较强，有些重要成果不是事先能预见到的，有些工作能否得到很大成果也很难说。比如激光理论，爱因斯坦一九一七年在研究原子核问题时就提出来了，但并未被人们所理解，直到一九六〇年才搞出激光器。

怎样认识基础理论研究的重要性呢？我们不妨看看国外对这个问题的议论。

在《一九六四年美国国会科学与发展小组委员会第一次意见听取会记录》中讲到：“当前科学研究决策中的一个基本问题，是平衡近期和远期研究任务问题。如果只看到当前的需要，忽视长远的需要，我们的国家就将在科学上和经济上，当然也在军事上，下降到二、三流的位置，为了适应长远发展的需要，必须尽一切可能促进基础研究的发展。”

在《日本科学技术厅一九六四年科学技术白皮书》中讲到：“当前的一些技术问题，光靠经验的积累和现象的掌握，是无法彻底解决的。如果不在基础研究方面增加本钱，加强基础研究的实力，就不可能取得重大的科学技术进展。从近几十年科学发展中可以看到，往往是通过基础研究认识了自然的普遍规律，因而突破难关，开拓了新的领域，为工业技术的发展提供了新的条件。”

在《一九六五年美国科学院提交众议院的咨询报告》中

讲到：“缺乏科学上的新发展，应用研究就会愈来愈局限于在旧理论的框架里钻研改进，就会成为无本之木，逐渐枯萎。”

在《一九五七年美国国家科学基金会提交美国总统的报告》中还讲到：“一个依靠国外输入基础知识的国家，它的工业发展步伐将会缓慢下来，在国际上的竞争地位也会衰退。”

通过这些议论，我们可以看到，基础研究对于科学技术的长远发展，对于开拓新的技术领域，对于当前技术上一些困难的解决，都是具有重要意义的。

为了说明科学研究工作的重要性，我们不妨举例说明一下。比如有人统计过在十九世纪以前提高劳动生产率主要依赖于增加劳动强度以及组织方面的变化和变革，而现在要提高劳动生产率有80%以上，甚至在某些领域100%要依赖于新的科学技术成果。象日本，从一九六五年到一九七〇年的五年里，他们生产率平均每年增加14.26%，就是因为他们大量采用新技术的缘故。象美国七十年代以后国民经济增长率大概平均每年是3.5%左右，其中有很大一部分主要是依赖于新的设备和新技术，只有很少一部分是依赖于资本的扩大。所以现在很多国家都非常重视科学技术研究工作。例如苏联，一九七六年科学院召开全体科学院士会议，讨论了苏联科学院的研究方向和任务。会议再次强调，科学院的主要任务，仍然是从事基础理论研究。这方面成果的多少，是衡量科学院工作效率的基本尺度。例如日本，是近一二十年中经济上的暴发户，技术上取得了不少成就，但是日本有些科学家认为日本在科学上还不是一个主要国家，日本的技术水平也不能认为是

很高的。他们认为，判断一个国家的技术水平高低，不仅仅是看它使用和掌握了什么技术，更主要是要看他使用和掌握这些技术的过程。也就是说，日本大部分技术是引进别国的科学技术成果，并不是在自己科学技术的基础上产生的。他们把技术发展分成四个阶段：第一个阶段是单纯继承前人的阶段；第二个阶段是在继承前人的基础上加上自己改进的阶段；第三个阶段是已经掌握了比较广泛的技术，但范围还没有超出别人的阶段；第四个阶段是在有了自己比较广泛坚实的技术基础上发展有自己独创性的技术阶段。日本的技术水平界乎第二和第三阶段，并未进入第四个阶段，所以日本近几年也强调要发展基础研究。我国在六十年代跟国外在某些方面的差距并不太大，但是由于在这十年内受林彪和“四人帮”干扰破坏，特别他们对科研的基础理论研究工作的摧残，使我们在许多方面大大落后于国外。象我国研究激光器，起步和国外相比并不晚，但是十多年来，我国的激光器器件仿制了很多，国外搞什么我们搞什么，而没有搞出创新的器件来，原因是受“四人帮”干扰，在基础研究工作方面尚没跟得上。

从很多方面的事实说明，基础理论研究工作是十分重要的。为了加速实现四个现代化的步伐，我们必须充分重视和加强基础理论研究。

二、现有的重要突破，给今天科学技术带来一个什么样的新面貌

首先用一些数字来说明科学技术发展的速度以及人类所

从事的科学技术领域的宽广。今天科学技术进展一日千里，有人作过统计，过去的十年在科学技术发明和发现方面，在数量上比过去二千年还多。也有人预计未来的十年还要比目前的十年翻一番。这说明发展速度是很快的，特别是后一个预测数字说明了现在一个新技术从发明到开始应用的周期要大大地缩短。比如蒸汽机从发明到应用，花了整整八十年的时间，电话花了五十六年时间，而激光从一九六〇年美国做出第一台红宝石激光器后不到两个月时间就在实际中得到了应用。另外，据统计近十年来，工业部门所采用的技术、工艺手段的过期周期也大大缩短。这是因为当你采用这种工艺和技术时，更新的工艺和技术又很快出现了。淘汰率高达30%，而且某些行业象电子工业，淘汰率就更大，达到50%以上。

现在整个科学技术可以说是沿着一个非常宽广的战线向一个更大的广度和深度进军。我们所研究的客观自然对象有大的方面，有小的方面，或称宏观方面与微观方面。在大的方面人们可以观察离我们地球近八十亿到一百亿光年银河星系以外的宏观现象和探测了解它出现的根源。同志们知道光速是30万公里/秒，现在用公里数已不足以描述远距离了，所以用光的速度为基准，用光一年所走的时间来描述我们目前能够探索空间的能力，可见科学技术的广度。在小的微观方面，人们现在已进到原子核内部甚至原子核内部更深层次，比如去年丁肇中教授所发现的 J/ψ 粒子，揭开所谓第四“层子”（或称夸克）等微观世界的奥秘。可见人类从事科研领域的深度。

要讲清楚目前科学技术所能达到的水平，显然不是件容易的事情，因为科学领域又广又深。现着重围绕几项重大技术在目前发展的水平，以及这些技术对某些重大领域所带来的影响，向同志们作一个简单的汇报。

所谓重大新技术，一般来说应具有以下两个特点。

第一个特点是，本身在性能上和水平上都有非常宽广的发展余地。从它的萌芽、发展到成熟，一般需要经过几十年的时间。

第二个特点，即更重要的特点是，它的应用面十分宽广，可以说对各个科学技术领域都能起巨大变革和推动作用，是量大面广的技术。

因此，掌握住重大新技术并加以发展，对实现四个现代化具有十分重大的意义。

去年我国制定八年规划中定有五项目重点科学技术，包括有：激光技术、遥感技术、半导体与电子计算机技术、材料科学和分子生物学。就围绕这几个方面谈谈吧！

（一）电子技术

电子技术对科学技术发展具有重大作用。可以设想，若没有电子技术，象电报、电话、电视、雷达、射电天文、核武器、导弹这样一些尖端技术或武器的出现是不可想象的。对化学、物理学、生物学等经典基础学科，要从分子水平，从亚原子核水平上去揭示它们更微观世界内部奥妙，也是完全不可能的。象电子计算机、工业生产过程全盘自动化、制导、数控机床、复杂的结构分析的出现或实现，也是很难想

象的。

电子技术发展到今天，更是当前实现四个现代化不可缺少的手段。

现在主要讲电子计算机技术。衡量一个国家的电子技术水平高低主要是看它的电子计算机技术如何。关于电子计算机技术首先想讲一讲大规模集成电路，它已一跃成为当今电子技术的重大支柱。什么是集成电路？就是在一个很小的硅片上把很多晶体管或电路元件集中在一起，在一定面积上集中的数量越多，就表示它的集成度越高。之所以要集成，主要目的为了小型化、微型化，另外为了提高它的可靠性和提高它的工作速度，其原因是集成化后引线减少使信号的迟延时间减少。关于这方面不准备详述。

由于固体电子学与材料表面科学的发展，由于工艺上的不断进步，最近几年来集成度有很大的发展。比如一九五九年在一片绿豆大小面积上，也就是一个平方毫米的面积上，只能容纳一个晶体管或者一个电路元件。到一九七〇年在同样大小的硅片上发展到可容纳一千个晶体管或其他元件（称之为中小规模集成电路）。到一九七六年则跃升到三万二千个，而现在则可容纳近七万个晶体管或电路元件（称之为大规模集成电路）。而且有人预测二十年后，在这个绿豆大的硅片上可以集成十亿个晶体管或电路元件。

由于大规模集成电路的出现使电子计算机进入到第四代。同志们都知道电子计算机所采用的元件第一代是真空管（或称电子管），第二代是晶体管，第三代是中小规模集成电

路,第四代是大规模集成电路。由于大规模集成电路的发展,现在已出现了微型计算机,它已成为国外电子计算机的一个主要支柱。以美国为例,它从六十年代中期到现在的十年间,除大中小计算机由三万台增到二十二万台外,还有用这种大规模集成电路做出来的微型计算机已发展到近七十五万台,预计到一九八〇年左右到达一千万台,到那时可以家家都有,人人都可以掌握,不象过去那样非常稀贵。

微型计算机的出现给我们带来三方面的好处。

1. 使实现工业全盘自动化成为可能

现在微型计算机的体积很小,约等于一个火柴盒大小。有人说,片式计算机的时代正在到来。一台计算机象一张纸一样,可以用信封把它寄走。由于计算机元件集成度的提高,使计算机只有几十克重,比起第一代电子管计算机三十吨重要轻得多,价钱又便宜,在美国,几十美元甚至十几美元就可以买一台。尽管又小又便宜,但功能却不小,一般运算速度每秒钟可达10万次,比起第一代电子管计算机还要快二十倍。由于微型计算机小和便宜,计算机到处可用,这就使得工业全盘自动化成为可能。譬如过去工业生产过程的自动化,由于计算机价格很贵(一般高达30万美元),所以发展很慢,但现在采用微型计算机的自动控制装置总共价格不到三千美元,因此小规模的生产过程也能够用得起。

当然光有微型计算机还不能实现自动化,还要一些对生产过程中大量出现的参数能够迅速地加以测定的数字显示式电子仪表才行,现在这种仪表正逐步地取代模拟指针式电子

仪表。而且给这样的数字显示式仪表再配上一个花十几美元买来的微型电子计算机就可以进行一定的数字运算了，象开方、乘方、甚至微分、积分运算都行，并在不到一分钟里得到结果，然后反馈到自动化系统中去，这将意味着生产动态过程的全盘自动化。

另外要实现自动化有的还需要机械人。机械手是机械人的最原始的形式。目的在于使人摆脱恶劣的劳动条件或减轻人的劳动强度等。现在已出现了一些更为复杂的机械人。比如有自学能力的机械人，即若有人在装配零件，这种自学机械人在旁边看着，它可以一点也没差错地重复一遍，进行装配工作。还有一种能适应各种环境变化的机械人，即这种机械人当条件环境变化后仍然能以最佳方式、最短时间、最节约、最低成本地完成人们所交给它的任务。

在这里要特别向领导同志们讲讲关于电子计算机应用目的的一些问题。电子计算机是实现自动化的必由之路。有人说电子计算机不外乎是为了省点人力，这种看法是片面的。往往会束缚我们对电子计算机应用的普及推广。若认为我们中国有的是人，没有必要采用电子计算机，这是错误的。应该认识到，在工业上采用电子计算机主要的目的是提高生产率，提高产品质量，成品率以及挖掘生产潜力，这才是全面的看法。举例说明，象日本钢铁工业，一些生产水平较高的工厂平均每人每年生产750吨左右的钢材。一个年产1,600万吨的联合企业，总的职工人数不到二万五千人。而我国鞍钢年产量500万吨左右，职工人数高达几十万人。日本炼一吨钢，

所用煤按标准煤算，大概是0.4吨左右，而我国一般比较先进的钢铁企业要用一吨多煤，有些中小企业，设备比较落后的企业甚至要用近五吨煤。我们每年消耗的耐火材料和美国相当，但我们的钢铁产量不到美国的四分之一。日本炼一吨铁所用的焦炭平均为350多公斤，我们却是900多公斤。日本一个装机容量是四百四十万千瓦的火力发电厂，一天三班，每班人数不到二十人左右。一个年产一百万吨合成氨的化工厂，全厂职工人数不到一百人。从这些对比与数字可以看到外国工厂企业人员比我们少，但生产水平和效率却不低。由于他们很多方面都用了电子计算机进行控制，包括故障的排除，故障的发现以及各个生产环节中的情况都可及时从计算机中反应出来，使工业生产实现了自动化，因而生产质量和效率大为提高。

另外，应该注意到，软件（亦即程序语言）仍然是当前计算机推广应用的主要关键。所谓程序语言是电子计算机通过这种语言了解人想叫它干什么的意思。目前软件的功能与质量在很大程度上左右着整个计算系统的功能。据统计，如果软件设计或使用得不好，只能发挥计算机效能的百分之三十。因此，近年来国外非常重视软件的研制工作，投入大量人力与物力，日前美国软硬件人员虽然已达到三比一，但仍然感到软件人员不足。我国日前计算机技术在工业上推广应用的进度所以比较慢，应该说很大程度上正是由于软件跟不上造成的，因此我们不能忽视这个环节。