第一章

科学与技术：两种传统的融会

一、科学和技术的关系

科学和技术，从发生学的意义上说，早期是相互独立地发展起来的。在关于科学与技术关系方面，存在两种相反的意见，一种认为技术是纯粹科学应用的结果，另一种认为技术在本质上先于科学。这不仅是一个理论问题，而且是关系到如何看待科学技术的关系，制订科技政策和评价科学技术社会后果的实际问题。

(一)发生说与本质论

M·邦格认为,技术即是应用科学或‘科学的应用”。他在题为《作为应用科学的技术》一文中指出：虽然技术和应用科学两个词的含义是有区别的，技术是指关于实践技巧的学问，而不是科学科目；应用科学则是指科学思想的应用，而不是科学方法的运用。但他表示，我们可以忽视语源学上的差别而将两者视为同一。他说“：自从 18 世纪理论力学开始影响机器制造工业的发展以来，科学思想始终是它的主要动力，而技术则是它的受益者。从那时起，对于知识的追求一直是科研课题的主要来源，技术则

始终尾随纯粹研究之后，只不过滞后的时间间隔越来越短[1]。’事实上，邦格的这种观点也为许多研究者、决策者和普通人所持有，特别是人们回顾蒸汽革命以来科学技术以及产业关系的时候，更容易得出这样的结论。

与此相反，海德格尔则从现象学存在论的独特视角，提出“技术在本质上先于科学”的命题。海德格尔承认：离开了自然科学在先的发展，现代技术就不可思议。他也正确地看到，现代技术只有在自然科学的基础上才能发展，自然科学和技术之间的关系不是表面的、偶然的，而是本质性的、必然的。如果没有自然科学，那么机器技术和技术展现也就不会是它们现在的样子了。他指出：“在物理学之上建立起我们的巨大的发电厂、飞机、长途通讯和电视，以及全部技术。而这全部技术超出人所预料地改变了地球和人[2]。’然而，由于海德格尔把机器看做是科学思维最明显的表现，科学思维把自然看做一个可计算的力量的体系。而对力量体系可计算性地特别强调，使人把自然科学的本质看做是技术本质，他因而忽视了自然科学与技术之间的界限。在海德格尔看来，它们之间并没有原则区分。他认为自然科学和技术的关系不是前者单方面地受益给后者，而是相互性支配着。出于必然性，现代技术不得不雇佣自然科学。他说：“人们说，现代技术与一切以前的技术完全不同，因为它是立足于新时代的精密的自然科学。在这同时，人们更清楚地认识到，相反的东西也是适用的：新时代的物理学作为实验的物理学被指向技术设备，被指向设备制造的进步[3]。’因而他得出结论说 历史地看，自然科学先于技术；但若从存在的历史的角度看，这种关系的秩序就颠倒过来了。

回顾科学技术的发展历程可以看出，在 18 世纪中叶以前，科学与技术的关系，从总体上看，主要表现为技术对科学的推动作用，其模式是“技术→科学”。在这个时期中，技术的发展主要依赖于生产经验的总结，而不是科学的应用；相反，科学的发展则是对技术的总结。在 18 世纪近代自然科学成为真正的科学之后，呈现出“科学→技术”的特点。而随着现代科学和技术时代的到来，“技术 ⇌科学”的互动关系主要体现在三个方面：

第一，现代技术的发展，越来越依赖于科学的进步。基础理论的突破和新的科学发展，成为现代技术发明的主要源泉。按齐曼的说法，这可被

称作“以科学为基础的技术[4]”。它意味着,科学对社会的最鲜明的影响是从基础科学研究中得来的本质上是全新的技术。例如, 19世纪前半世纪法拉第等人的开创性研究,直接导致了19世纪后期电力工业的崛起。因此,虽然这个工业部门的发展是由如爱迪生和西门子这样的发明家和企业家所完成的,但是若没有不具直接功利动机的“纯粹”科学家的理论研究,电力工业是不可想像的。再如,包括武器制造和发电在内的核能技术,在20世纪取得了长足发展。这项复杂庞大的技术,是直接建立在卢瑟福、费米、居里夫妇、哈恩和梅特纳等众多学术科学家的基础研究之上的。他们曾认为自己的发现不大可能具有重要的实际用处。生物工程来自于科学家对遗传现象分子水平的基本认识。如今,生命科学、生物技术广泛应用于工业和医学目的,并显示出巨大的应用潜力。近代科学技术发展的历史一再表明,全新的以科学为基础的技术可以在不同范围内由基础科学产生出来。雷达是从对无线电波在地球大气层上层传播的学术研究中发展出来的,激光的原理则是从说明原子的量子化现象的基本理论中得到的。现代工程技术、医学和农业的共同点是,全新的技术和方法可以通过科学知识的实践而想像出来并付诸使用。

第二,现代科学对技术的依赖关系日益加强。这主要表现在:现代技术的发展不仅给科学提供了越来越多的研究课题和可供概括的研究资料,而且提供了更多的实验设备和技术手段。齐曼将其称为“以技术为基础的科学”。在科学技术的发展过程中,并不是所有的先进技术都来自科学。这一事实非常值得人们注意。例如,采矿和冶金的实用技术起源于蒙昧的古代,并且由于工匠技艺的发明和设计的想像而得以扩展和改进。在现代汽车的设计和制造中,得到专利的大多数发明是以此种方式由车间工程师而不是实验室科学家完成的。在19世纪,多种多样的古代技艺转变为化学工业中以技术为基础的科学;在20世纪,冶金家的实践技术知识形成了以技术为基础的科学。因而,如果说“技术在很大程度上依赖于科学状况,那么科学状况却在更大的程度上依赖于技术的状况和需要”。

从哲学的观点看,人们越来越认识到当代技术与当代科学发展的一致性和协调性,反对把技术看做是科学的‘从属’或‘附庸”。例如,在工具实在论者看来,“当代科学与其古代的形式相比,它既在技术上具体化于

它的必要的仪器之中，同时也在建制上具体化于技术社会的社会结构之中”。因此，“当代科学主要通过仪器的实在形式来实现它在技术中的具体化，……（并）从仪器的实在性和操作的具体性的视角，去分析和把握当代技术及其与科学之间的本质关联”。在此意义上，“科学被看做是通过技术而完成的‘重构’[5]’,。

第三,科学与技术‘一体化”,形成了现代科学技术的完整概念。现代科学与技术之间的相互依赖、相互作用日益加强。一方面，使自然科学在学科门类上发展得更为齐全，形成了比较完整的体系；另一方面使技术发展得越来越复杂。为了直接研究生产中的实际问题，研制新产品，创造新工艺，在原来应用科学的基础上，形成了工程技术这一学科部门。在自然科学与工程技术之间涌现了大量的‘中介’学科,即技术科学[6]。迪金森在谈到科学技术的一体化时表示，它们的关系具有某种“生物学”的意味,即其关系是一个生长、成熟和变异的动态过程。他说‘‘：或许更贴切的比喻是把科学和技术联系在一起看成是一对单受精卵的双胞胎。类似于真的双胞胎，可以认为科学和技术是由一个肉体孕育的，而从第一次细胞分裂后两个分离开来的时刻起，它们就注定按照它们各自独有的体验发展各自的个性和人格，但在它们整个生存期间仍表现出神秘的移情作用和传递心灵感应的本能。”也就是说，科学和技术可以认为是在共生中存在的，或者在更积极意义上说，两者合起来的效应显然大于每种效应简单相加的总合。因为它们是协作的，亦即每一方都给对方以力量。齐曼则指出：“科学在社会中的作用不能与技术在社会中的作用分开。这不过是一个看不见的活动的两种表现。”

(二)科学革命与技术革命

科学革命、技术革命的历史演进及其相互间的关系，也反映了科学与技术的历史互动。

第一次科学革命发生于 16世纪中叶到 17 世纪下半叶，是在早期航海、资本主义贸易和工场手工业的刺激下，在文艺复兴思想解放运动的冲击下，伴随资产阶级反封建革命而发生的。第二次科学革命始于 18 世纪下半叶而结束于 19 世纪下半叶，大约经过了一个世纪的历程。在此期间，欧美社会经济制度发生了巨大变化：美国取得了独立战争的胜利，法国爆发了资产阶级大革命，欧洲经历了 1848 年的资产阶级革命急风暴

雨的洗礼。特别是在法国“百科全书派”发起的反封建、反宗教的资产阶级启蒙运动中，伏尔泰、孟德斯鸠和卢梭等人高扬民主科学的旗帜为资产阶级发展科学铺平了道路。资产阶级出于追求更多剩余价值、资本积累和自由竞争的需要，十分重视科学，采取了一系列措施，极大地刺激了第二次科学革命的兴起。与第一次科学革命不同，第二次科学革命是由一系列基础学科的形成和体系的确立组成的，主要是化学、生物学和物理学三门学科划时代的突破。第三次科学革命发生在 19 世纪末、20 世纪初。当时，伽利略、牛顿所开创的古典物理学在经历 200 多年的发展后，形成了一个完整的体系，取得了辉煌的成就。以至许多物理学家认为，物理学的各种基本问题在原则上都得到了解决，今后的任务“只要做一些零碎的修补工作”就行了。正当人们陶醉于物理学胜利之际，物理学的天空却出现了经典物理学无法解释的迈克尔逊 - 莫雷实验、黑体辐射“紫外灾”等几朵“小小的乌云”。此外，19 世纪末自然科学接连获得的三项重大发现，即 1895 年发现 X 射线、1896 年发现天然放射性、1897 年发现电子，也极大地冲击着经典物理学的理论体系，终于酿成了一场深刻的物理革命。第三次科学革命突破了至高无上的牛顿经典力学体系，彻底改变了世界的科学图景和人们的思维方式，使自然科学进入到了现代自然科学的新领域。

第一次技术革命于 18 世纪 30 年代首先出现在英国，以纺织技术的改进为开端，以蒸汽动力技术达到实用为标志。16 世纪—18 世纪，英国为了在国内外纺织市场获得优势，迫切需要采用新技术，以提高竞争力。在这种情况下，相继出现了“飞梭”、手摇纺纱机、水力纺纱机、“骡机”、水力织布机、净棉机、梳棉机、自动卷扬机、漂白机、整染机等。这些工作机的改进对动力技术提出了更高的要求。除了纺织技术的进步导致对动力的巨大需求外，随着煤取代木材而成为人们的主要燃料，特别是 18 世纪达比父子发明焦炭炼铁法后，生活用煤和工业用煤的需要量猛增，矿井越挖越深，排水成了大问题。为了寻找新的动力来源，一些科学家和工程师通过实验发现：在真空条件下大气压力可以转变为机械动力。为了找到能创造出真空的方法，惠更斯、巴本、胡克、纽可门进行了许多有益的探索。瓦特则在纽可门蒸汽机的基础上，应用布莱克教授的“潜热”、“比热”理论，于 1769 年制成了单冲程大动力蒸汽机，1784 年又发明

了转速可调双冲程蒸汽机。蒸汽机的广泛使用，还促进了机器制造技术的迅速发展，莫兹利在 1797 年发明‘ 移动车架 ”,制成了带刀架的车床。之后,铣床、刨床、插床和螺纹车床、立式车床、蒸汽锤、55°英制螺纹标准等相继出现，完成了蒸汽时代的机器制造技术革命。此外，冶炼技术革命和运输技术革命也日益蓬勃地发展起来。到 19 世纪 30 年代,英国基本上完成了第一次技术革命。随后，欧洲大陆几个主要国家和北美也先后完成了第一次技术革命。

第二次技术革命始于 19世纪 60 年代,它是以电在能源、动力、通讯中的应用为标志的电力革命，以转炉、平炉发明为标志的炼钢方法的革命，以内燃机和汽轮机的发明和应用为标志的热能动力革命，以煤化学应用为标志的人工有机合成技术革命，以高层大楼和铁道建设为标志的土木建筑革命这几个方面综合而成的。其中以电气化为中心是第二次技术革命最主要的特征，并且，这次革命几乎是几个国家同时起步、发生的。1860年，巴奇诺蒂发明有槽环形电枢电动机，奠定了现代直流发电机的基本结构模式。1863 年，瓦尔德制造了具有实用价值的他激直流发电机。1866年—1867 年，惠斯通和西门子同时发明自激式直流发电机。1870 年，格拉姆创造了环形无槽闭合电枢绕组，造出了具有环形电枢的自并励发电机。19世纪 80 年代，一些国家出现了装有交流发电机的电站，随后又实现了远距离高压输电。1888 年，特斯拉成功建成交流电力传递系统，同年英国建成大型交流发电站，从此使电力可以廉价地应用于生产，从而取代蒸汽机成为工业的主要动力。此外，爱迪生发明的电灯适应了非生产照明的需要。与此同时，电话、无线电收发报机等通讯技术相继出现，形成了以电力技术为核心的主导技术群。第二次技术革命期间，还出现了内燃机、汽车、飞机等动力和运输技术的突破。炼钢、有色金属冶炼、钢筋混凝土、利用煤焦油合成染料、药品、香料、炸药等许多产品以及以焦炭、石油为原料的有机化工等技术，极大地改变了人类的文明进程。

第三次技术革命始于 20 世纪三四十年代并一直延续至今。这次技术革命不是某一单项的主导技术革命，而是以核技术、电子计算机技术、空间技术、激光技术等新兴技术群为核心的现代技术体系。从时间上来看，30 年代是以电子管为器件的新型电子设备（电视机、雷达）和电子仪

器（射电望远镜、电子显微镜）为代表的电子革命的蓬勃发展和三大合成材料(塑料、合成橡胶、合成纤维)的开创时期。40 年代是原子能利用、电子计算机、半导体技术三大高级尖端技术的开创阶段。 50 年代是航天技术的开创阶段，是电子计算机走向应用和以集成电路为代表的微电子技术产生的时期。60 年代是电子计算机走向巨型化、小型化、网络化、软件技术大发展的阶段，是以激光为代表的光电革命的开始，核电能走向实用化，应用卫星和遥感技术兴起、通讯手段新突破的时期。进入 70 年代后，电子信息技术、新材料技术、生物技术、新能源技术、空间(航空和航天）技术和海洋开发等高新技术更是风起云涌，竞争激烈。从产生和发展的形式上看，这次技术革命是“连锁反应，全面爆发，相互激发”的过程。如电子技术的发展引起了计算机革命和半导体革命；计算机、材料、火箭技术的飞跃又导致空间革命，而空间革命又促进了计算机的更新换代，促进了遥感技术、激光技术的进步及一系列新材料、新能源的出现。计算机和半导体的发展引起集成电路及大规模集成电路的产生及发展。从主导技术的状况来看，以前两次技术革命的标志性技术虽然不是单项，但比较明显。同时，以往两次技术革命的主导技术如蒸汽机技术和电力技术，其主导地位稳定而且时间长。但在这次技术革命中，究竟哪一项技术是主导技术已变得很不确定了。从对人类能力的改善来看，这次技术革命不仅进一步扩大了机器代替人的体力劳动，更重要的是开辟了机器代替人的部分脑力劳动的新时代，这是由电子计算机的智力革命的本质所决定的。此外，第三次技术革命还极大地促进了传统工业技术的现代化，从而使高、精、尖技术与传统工业技术相互渗透，相得益彰，推动这一阶段的技术革命达到高峰。

考察科学革命、技术革命的发生发展可以看出：随着时代的前进，科学与技术正从分离逐渐走向汇合，科学革命与技术革命的相互关系与相互作用越来越密切。主要表现为：

首先，科学革命是技术革命的准备。第一，科学革命与技术革命在时间上越来越近。每一次科学革命后，必然跟随着一次技术革命，这说明技术革命对科学革命的依赖程度越来越大。一方面，科学革命的理论成果物化为新技术从而引发技术革命的速度越来越快。另一方面，科学革命所引起的观念形态变化，为技术革命提供了有利的社会环境。因为每一

次科学革命都伴随着自然观和价值观的重大改进，都为人们提供了一个崭新的自然科学世界图景。第一次科学革命对第一次技术革命的直接影响表面上看来是不明显的，似乎第一次技术革命主要是依靠工匠的生产经验而实现的。但是如果没有第一次科学革命所造成的思想解放和社会潮流，新兴资本主义的社会生产就会受到严重窒息，当然也就不可能形成技术革命的社会需要。第二，科学革命越来越超前于技术革命。18 世纪 20 年代以前科学与技术的增长大多数情况下是技术领先于科学而超前发展。其具体形式基本上是从生产经验总结、概括出技术原理，由技术原理再上升为科学理论，是沿着“生产一技术一科学”的过程展开的。而 18 世纪 20 年代以后，近代科学技术的发展明显地转变为科学革命超前，技术革命滞后，科学革命总是发生在技术革命之前。在具体表现形式上已不再是生产决定技术，技术决定科学，而在很大程度上是科学决定技术，技术决定生产，走了一条“科学一技术一生产”之路。如内燃机和汽轮机的发明就与蒸汽机大不相同，它们是严格按照热力学理论提出来的。近代科学革命与技术革命的历程充分表明，科学革命越来越成为技术革命的前导。

其次，技术革命是科学革命的基础。考察科技革命的历史可以看出，相邻两次科学革命之间，总有一次技术革命发生。这表明，每一次技术革命，既是它前面那次科学革命成果的应用和检验，又是它后面的那次科学革命发生的源泉和基础。主要表现在如下两个方面：第一，技术革命在检验它前面那次科学革命的理论时，既完善了那次科学革命的成果，促进了理论的进一步发展，又为下次科学革命提供了突破口。例如，第一次技术革命中所出现的蒸汽机，虽然经瓦特综合改进达到了普及实用的程度,但是它的热效率只有 3%，提高热机效率是当时一个迫切需要解决的问题。而这个问题对于第一次科学革命中所形成的经典力学体系而言是无能为力的，对这一问题的研究和解决，导致了热学理论的建立和能量守恒与转化定律的发现，并最终引起近代科学史上以物理学革命为主要内容的第二次科学革命。第二，技术革命在应用它前面的那次科学革命成果时，既是对那次科学革命的物质力量的显示，又为下一次科学革命准备了物质基础。现代科学革命的许多突破性发现和重要科学的诞生，都有赖于技术革命创造的高水平实验技术与准备手段。

最后，科学革命与技术革命相互促进共同发展。在 18 世纪以前,科学革命和技术革命有着各自不同的起源。技术主要是在生产实践中积累起来的经验技艺，技术很难形成革命，而科学主要是对技术的总结。自第二次科学革命，特别是第三次技术革命以来，技术革命和科学革命交替进行，互相促进。科学研究与技术研究也逐渐趋于一体化，形成了由基础研究、应用研究和发展研究三部分组成的新型科学技术研究体系，使科学革命与技术革命的发展呈现出相辅相成、共同发展的态势。

二、研究与发展问题

研究与发展是另一个与“科技关系问题”密切相关的活动，或者说是科学技术关系在科技政策、科技战略等领域的具体体现。以下是对研究与发展的论述及案例分析。

（一）R&D 的三类活动

联合国教科文组织在《科学技术统计指南》中指出，科学研究与试验发展（Scientific Research and Experimental Development ,简称 R&D）,是指任何为增进科学技术知识积累和创造知识的新的应用而进行的任何创造性的活动。按《手册》规定,研究与发展可分为三种活动 基础研究,指以科学知识的增长，或指以不带任何特殊实际目的但以新的探索领域的发现为目标的任何有系统的创造性活动；应用研究，指带有特殊实际目标的，为科学技术知识的增长所进行的任何有系统的创造性活动；发展研究，指用基础研究和应用研究的结果和以实验为依据的知识，以新材料、新产品、新装置、新工艺和新方法的采用目标或以对其中一项进行实质性的改革为目标，包括发展样机和中间生产在内，所进行的任何系统的创造性活动[7]。

1. 基础研究及其特点

基础研究指为获得关于现象和可观察事实的基本原理及新知识而进行的实验性和理论性工作，它不以任何专门或特定的应用或使用为目的。基础研究的特点是：

第一，以认识现象、发现和开拓新的知识领域为目的，即通过实验分

析或理论性研究对事物的物性、结构和各种关系进行分析，加深对客观事物的认识，解释现象的本质，揭示物质运动的规律，或者提出和验证各种设想、理论或定律。

第二，没有任何特定的应用或使用目的，在进行研究时对其成果看不出、说不清有什么用处，或虽肯定会有用途但并不确知达到应用目的的技术途径和方法。

第三，一般由科学家承担，他们在确定研究专题以及安排工作上有很大程度的自由。

第四，研究结果通常具有一般的或普遍的正确性，成果常表现为一般的原则、理论或规律，并以论文的形式在科学期刊上发表或学术会议上交流。

因此，当研究的目的是为了在最广泛的意义上对现象的更充分的认识，和（或）当其目的是为了发现新的科学研究领域，而不考虑其直接的应用时，即视为基础研究。

2. 应用研究及其特点

应用研究指为获得新知识而进行的创造性的研究，它主要是针对某一特定的实际目的或目标。应用研究的特点是：

第一，具有特定的实际目的或应用目标，具体表现为：为了确定基础研究成果可能的用途，或是为达到预定的目标探索应采取的新方法（原理性）或新途径。

第二，在围绕特定目的或目标进行研究的过程中获取新的知识，为解决实际问题提供科学依据。

第三，研究结果一般只影响科学技术的有限范围，并具有专门的性质,针对具体的领域、问题或情况,其成果形式以科学论文、专著、原理性模型或发明专利为主。一般可以这样说，所谓应用研究，就是将理论发展成为实际运用的形式。

3. 试验发展(或发展研究)及其特点

试验发展指利用从基础研究、应用研究和实际经验所获得的现有知识,为产生新的产品、材料和装置,建立新的工艺、系统和服务,以及对已产生和建立的上述各项做实质性的改进而进行的系统性工作。在社会科学领域，试验发展可定义为：把通过基础研究、应用研究所获得的知识转

变成可以实施的计划（包括为进行检验和评估实施示范项目）的过程。试验发展的特点是：

第一，运用基础研究、应用研究的知识或实际经验。

第二，以开辟新的应用为目的，具体地说，就是为了提供新材料、新产品和装置、新工艺、新系统和新的服务，或对已有的上述各项进行实质性的改进。

第三，其成果形式主要是专利、专有知识、具有新产品基本特征的产品原型或具有新装置基本特征的原始样机等。

在工业领域，试验发展包括以下三类活动：

第一，为新产品研制进行的下列活动：技术调研、相关的技术咨询和资料准备，设计及改进设计，研制和检测用仪器设备的购置、制造及安装,购置原材料、元器件、零配件、辅助材料,样机试验和检测、论证鉴定等活动。

第二，为新工艺研制进行的下列活动：技术调研、技术咨询和资料准备,设计制作、实验检测、购置设备装置、工装模具、原材料、辅助材料、元器件、零配件、论证鉴定等活动。

第三，在工程设计、小批量试制、工业性试验过程中对新产品原型和新工艺本身做实质性改进。

一般来说，工业领域中引进技术的适应性改进，为获得新产品原型、新装置原始样机和新工艺等进行工业设计、绘图及工装准备，为获得新产品等建立和运行试验工厂，为从技术上进一步改进产品、工艺和生产过程或为此目的进行试验以获得经验和收集数据而进行的中间试验，试生产阶段对产品或工艺做进一步改进等活动，都具有创新性质，属于试验发展活动。例如，为了利用低品位矿石或降低矿石的开采品位而对工艺进行改进，以便使用已勘探的铁矿资源；为适应当地种植的纤维原料，对现有的从发达国家引进的纺织工艺和设备进行改造，都是试验发展。在改进引进技术的过程中，甚至可能需要开展某些应用研究。而对引进或国内购买的专利、技术诀窍、图纸、样机、设备和生产线进行仿制、复制或直接应用等不是试验发展活动。

4. 研究与试验发展的基本要素

(1)具有创造性；(2)具有新颖性；(3)运用科学方法；(4)产生新的知

识或创造新的应用。只有同时具备这 4 个条件,才是研究与试验发展。在这些条件中，创造性和新颖性是研究与试验发展的决定因素，产生新的知识或创造新的应用是创造性的具体体现，运用科学方法则是所有科学技术活动的基本特点。为了更好地理解研究与试验发展的特点，请看如下例证。

第一，为揭示地球变化规律、地球形状与地球重力分布规律，对地球形状和地球重力场进行研究。这是为了揭示自然规律而进行的探索性研究，可以增加人类知识，具有新颖性，是研究与试验发展。利用特定光波对人有催眠作用，研制一种用光做催眠的光催眠器，是创造新的应用，具有新颖性，也是研究与试验发展。

第二，对优质、高产、多抗玉米杂交种进行区域试验。该研究是通过试验进一步确定已育成的玉米新品种在不同地区的增产效益及推广价值，显然既不增加知识也不创造新的应用，不具有新颖性，试验的目的是对已研制成功的新品种进行推广，因而不是研究与试验发展。

第三，工业生产中的日常温度测量工作，既不增加知识，也不创造新的应用，不具有新颖成分，其目的只是为了对生产进行监控，不属于研究与试验发展。利用光纤技术寻求新的测温技术和新型传感器，以用于工业生产测量温度，是创造新的应用，同时还增加知识，具有新颖性，是研究与试验发展。

第四，为治疗某疾病而研制一种新药，是创造性活动，具有明显的新颖性，属于研究与试验发展。对脑失调病患者的定期脑电照相检查，是标准检查，不具有新颖性，不是研究与试验发展，应属于一般性医疗保健服务。但是，在研制新药过程中，为确定和分析该新药效果及可能的副作用而进行的脑电照相检查，虽然其技术性质完全与上述标准检查相同，也应该作为研究与试验发展。

5. 区分研究与试验发展类型的标准

如果以活动的直接目的及其特征为依据而进行判断。则有：

第一，区分基础研究与应用研究的主要标准是：基础研究是为了认识现象，获取关于现象和事实的基本原理的知识，而不考虑其直接的应用，应用研究在获得知识的过程中具有特定的应用目的。

基础研究没有特定的应用目的或目标主要表现在，在进行研究时对

其成果的实际应用前景如何并不很清楚，或者虽然确知其应用前景但并不知道达到应用目标的具体方法和技术途径。应用研究的特定应用目的不外乎两类：或是发展基础研究成果确定其可能用途，或是为达到具体的、预定的目标确定应采取的新的方法和途径。应用研究虽然也是为了获得科学技术知识，但是，这种新知识是在开辟新的应用途径的基础上获得的，是对现有知识的扩展，为解决实际问题提供科学依据，对应用具有直接影响。基础研究获取的知识必须经过应用研究才能发展为实际运用的形式。

例如：对金属和非金属结构与性质的研究，其直接目的是探索金属和非金属结合的基本规律以及其结构与性质的关系，属于基础研究。在不同的温度压力条件下，研究各种金属和非金属复合的可能性以及所形成的复合物的物理化学性质，以便为获得高性能的金属、非金属复合材料提供科学依据和实验数据，是应用研究。

这两项研究，前者目的是认识现象、解释物质运动规律，虽有明确的应用前景，但不具有应用的目的，其成果主要是为探索金属和非金属复合材料提供理论依据而不是提供具体的途径和方法；而后者具有直接的应用目的，是为获得高性能复合材料的研究方法和途径。

第二，区分基础研究、应用研究与试验发展的主要标准是：基础研究和应用研究主要是扩大科学技术知识，而试验发展则是开辟新的应用即为获得新材料、新产品、新工艺、新系统、新服务，以及对已有上述各项做实质性的改进。

虽然应用研究和试验发展所追求的最终目标是一样的，但它们的直接目的或目标却有着本质的差别。应用研究是为达到实际应用提供应用原理、技术途径和方法、原理性样机或方案，这是创造知识的过程；试验发展并不增加科学技术知识，而是利用或综合已有知识创造新的应用，与生产活动直接有关，所提供的材料、产品装置是可以复制的原型，而不是原理性样机或方案，提供的工艺、系统和服务是可以在实际中采用的。

6. 研究与试验发展活动分类的例子

表 1－1 是自然科学领域中基础研究、应用研究、试验发展三类活动的例子。

表 1－1　研究与发展三类活动的例子

基础研究	应用研究	试验性发展
1. 微分方程数值解研究	用于说明波动（如说明无线电波传送的强度和速度）的微分方程数值解研究	为说明波动的微分方程数值解设计计算机程序
2. 气流中的压力条件和固体颗粒的浮力的研究	流动气体中的压力条件和固体颗粒的浮力研究，以取得制造火箭和飞机所需要的气体动力学数据	研制飞机原形的机身（外壳）
3. 地热场的地质位置和平共处热过程实况研究，以获得地热起源的基础	地热源研究，以了解利用天然蒸气和热水资源的可能性	发展利用地热蒸气或热水的工艺，以生产电力，用于取暖或作为可提取矿物质的来源
4. 微生物抗辐射性的生物物理的机构研究	关于热和放射的联合过程对酵母生存的影响的微生物学研究，以获得制定一种储存水果法所需要的方法的资料	发展利用伽马射线储存水果法的工艺
5. 关于利用乳糖酸，即分解乳糖的酵素来消化乳糖（奶糖）的过程的研究	研究成人不能耐受乳糖的普遍现象，以取得为发展一种确定成人的这种不耐受的试验方法所需要的资料	为确定乳糖的耐受（乳糖注射之后测量血液中葡萄糖含量）而发展一种试验方法

续表 1－1

基础研究	应用研究	试验性发展
6. 关于使活的有机物能够区分自身的细胞和外来细胞(基因、抗基因和生物个体标志)的机理研究	对导致排斥异体组织的免疫学机理进行研究，以便找到一种在组织移植时抑制这中机理的方法	发展一种用药物抑制这种排斥机理的技术，从而使移植（指皮、肉等组织）得以存活，或使器官移植成为可能
7. 关于心理因素对疾病影响的研究	研究引发胃溃疡心理因素（过度紧张等），以便取得发展有效的治疗方法所需要的资料	发展治疗由心理因素引起的胃溃疡的新方法
8. 关于从马铃薯组织增减中获得的等酵素的等电位类型的研究	关于在各种营养基中马铃薯组织培养成长的研究	发展一种通过组织增减生产无病毒马铃薯的技术
9. 关于植物的蛋白生物合成与光合率的关系的研究	研究谷物的抗病力的遗传特性，以便获得关于培植更能抗病的谷物新品种的知识	培植更能抗病的谷物新品种
10. 关于树种之间的杂交的内在障碍的研究	研究利用溶剂和蒙导花粉消除内在障碍，使杨树之间实现异种杂交的可能性	发展一种消除影响不同杨树树种进行杂交的内在障碍的技术，以产生更具特点的、用于种植的无性系植物
11. 空气中的污染物的化学变化的研究	分析方法的研究，以确定和测量空气中的二氧化硫为目标	发展物理化学技术，减少燃烧过程中(如供热工厂）二氧化硫的发散

续表 1－1

基础研究	应用研究	试验性发展
12. 应用有关数学、力学的理论和方法，研究蜗杆传动中啮合点的行为规律和运动轨迹	根据啮合点运动轨迹理论和机械工程学的原理，推演多头蜗杆传动的数学关系式	借助计算机仿真，掌握合理传动的实用参数，研制蜗杆传动创新样品
13. 相变与扩散理论研究	钢在热自理中组织与结构变化及性能的研究	确定得到了综合性能的热处理工艺
14. 金属和非金属结构与性质的研究	高温金属陶瓷复合材料结构与性能的研究，以探寻高温金属－陶瓷制备与成型的技术途径	研制 600℃～800℃下可供实际应用的新型耐高温陶瓷复合材料
15. 研究金属的形变规律和“超塑性”现象	通过不同组织结构的材料与形变条件的研究，确定具有超塑性的材料及条件	利用具有超塑性能的材料制造形状复杂的合金，解决成型问题
16 高磁能和磁体微观结构及性质的研究	根据高磁能各磁体的原理和规律，探讨用快淬、热压制作磁体的最优化的机理和规律，从而提出产生 ND－FE－B 磁体原理模型	根据已有的原理性模型，探求制作高磁能积 ND－FE－B 磁体的快淬、热压工艺
17. 食管致癌机理研究	真菌霉素、亚硝胺对人胃、食管等上皮的致癌作用机理研究	食管上皮重弃增生的阻断性治疗
18. 研究水稻远缘杂交和民源植物基因导入引起水稻变异的机理	研究水稻育种新技术、新方法及其遗传变异规律	培育水稻高产、优质、多抗新品种、新组合

续表 1－1

基础研究	应用研究	试验性发展
19. 气液平衡热力学研究方程式的建立	某些化工产品的分离过程中各组汽液平衡关系的确立	确定该化工产品的分离流程及分离流程及分离条件
20. 研究长江流域梅雨的细致结构和一些重要的物理因子间的关系	研究找同梅雨暴雨预报和一些指标和预报依据	将梅雨暴雨的预报指标和依据提供给气象台预报，并将所得结果在实际预报工作中试用检验

(二)美国工业实验室的启示

如何正确看待科学与技术、研究与开发的关系呢？尽管我们无法预告基础研究的结果，但是我们从过去的经验中知道，总体而言，基础研究不断地导致惊人的对于人类有价值的成果。我们有充分的理由期待，对科学的投资将继续产生出非常高的回报率。正如美国前总统克林顿在《科学与国家利益》中所言，科学推进着国家利益，改善着我们的生活质量，这仅仅是一个更大事业的一部分。今天的科学和技术事业更像一个生态系统，而不是像一条生产线。基础科学和技术的进展是相互关联的，从基础科学到市场或临床运用，其间的步骤需要全社会的健康机制和开拓进取精神。许多研究者也认为，为了改善人类健康、环境、国家安全和生活质量，科学知识是必不可少的。推动知识、技术和产品传播的社会机制、市场和国家项目也同样重要。要使这种努力获得成功，需要保持基础科学的发展，因为这正是技术进步最终所依赖的基础。人类进步的历史表明，真正惊人意外的技术——其中一些改变了我们的工作、教育、休闲和福利——一般都根置于基础研究的发现之中，这样的发现使我们以全新的方式看待大自然的运行。

然而，这并不意味着科学和技术的社会效益仅仅是以某种线性序列展开的，即从基础研究到应用研究，然后再发展成为产品。研究表明，作为美国 R&D 重要组成部分的工业实验室，其研究传统正发生着意义深