

第一部分 科学技术



一 科学技术发展的外部条件

科学技术是第一生产力。那么，怎样才能使科学技术得到快速发展呢？这就要研究科学技术发展的内部条件和外部条件。本文重点研究外部条件。

第一，社会需要。这是多方面的，他包括个人生活的需要（诸如食物、住宅，保健卫生用品和其他生活消费品），产业的需要（能源、材料、生产手段等等），社会公共事业的需要（包括社会服务事业、公共设施、交通运输、通讯联系乃至废物处理），国家的需要（除了上述各种需要外，还有国际、防治灾害等等）。

社会需要是科学技术发展的根本动力。恩格斯指出：“科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。”^①“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比 10 所大学更能把科学推向前进。”^②古代中国、巴比伦、埃及的天文学，是由于游牧民族和农业民族为确定生产季节的需要而产生的，古代力学是由于提水灌溉，建筑工程，航海，战争的需要而产生的。新材料研究的动力是宇航的需要，控制论产生的直接动力是军事需要等等。可见，社会需要是科学技术产生和发展的根本动力。

第二，经济支持。科学技术的发展，需要经济的支持，现代科学技术的发展，更需要国家的经济支持。现代科学技术有下面几个特点：

恩格斯：《自然辩证法》，人民出版社，1971年，第162页。

② 《马克思、恩格斯、列宁、斯大林论科学技术》人民出版社，1979年，第15页。

科学劳动结构日趋复杂。最初的科学活动，是由单个人进行的，称为个体劳动结构。到了近代，科研活动中出现了简单协作，并逐渐形成了学会式的劳动结构。他们的共同特点是：一些科学家组合在一起专门研究某一特殊的学科。20世纪40年代以后，中心式劳动结构出现了。这种结构的最大特点是综合性。所谓综合性，即科学家集团有计划地进行不同课题的集体劳动，因此，很像精神领域里“再版的机器大工业”。

科研课题的综合程度越来越高。随着科学技术的发展，科研课题变得高度综合化了。日本学者系川英夫分析过这种现象。他把不同研究对象区分为不同的数量级，肥料为 10^0 数量级；缝纫机是 10^2 的数量级；电视机是 10^3 数量级；汽车是 10^4 ；喷气机为 10^5 ；火箭为 10^6 ；而教育为 10^7 ，城市建设为 10^8 数量级。随着数量级的提高，综合的程度就不断上升，所涉及的学科门类也就越来越多。例如，解决社会、经济方面的问题，不仅要靠自然科学，还要靠社会科学和人文科学。

科研活动的规模越来越大。例如，美国的曼哈顿工程，共动员了50余万人，其中有15万科技人员，花费22亿多美元，占用全国近1/3的人力，历时3年多。美国的阿波罗计划，共动员了2万家厂商，120多个大学与研究机构，投入人力42万，耗资300亿美元，历时11年。

实验技术装备越来越精密、高级。最初的实验技术装备是很简陋的，只能进行定性的观察，不能进行量上的精密分析。我国汉代的“浑天仪”，明代的“简仪”等，是实验技术装备历史演化的第一阶段，称“观察仪器阶段”。到了17世纪，“单参数”分析仪器诞生了，并迅速地发展起来。例如，水银气压计、压力计、温度计、流量计、光谱仪、色谱仪等。这是第二代的实验技术装备。20世纪以后，科学的发展要求同时测量系统的一组参数。例如，高能物理中的粒子“几何重建”，宇航科学中的“目标捕捉”等，“单参数”仪器已无法满足这种要求，于是就出现了二次仪器，其本质是一个综合性的自控仪器系统。比近代单参数仪器的高明之处，在于能忠实地保全客体的“自然状态”，全面地、深刻地揭示自然的本质，并且发现自然系统所产生的新质。这是实验技术装备的第三阶段。

科研费用不断上升。在古代，科研活动所需费用是很少的，科学家个人就完全可以负担得起。到了近代，科研费用虽有所增加但仍很有限，除了科学家自己掏腰包以外，再加社会上富有者的资助，基本上可

以解决问题。现代科研活动则不同，一般都需要巨额的经费。

现代科学技术的这些特点，决定了科研活动必须有国家的经济支持，如果没有这种支持，就根本无法进行。

许多国家，尤其是一些发达国家，在科研方面投入了大量的资金，使其科学技术能够持续、稳定、高速地向前发展。我国的科研经费，近几年虽增长很快，但与发达国家相比，就相形见绌了。此外，还要注意科研经费使用的效果，尽量少花钱多办事。只有这样，科学技术才能得到较快的发展。

第三，民主制度。社会制度对科学技术的发展有很大的影响。一般地说，民主制度更能促进科学技术的发展，专制制度则阻碍科学技术的发展。从科技发展史看，古希腊实行奴隶主的“民主共和制”，因而有力地促进了科学技术的发展。据科学发展史书记载，在公元4世纪以前，全世界有近200项较大的科学发现，其中古希腊就有近60项，占1/3左右。在公元前6世纪至4世纪的近130项发现中，古希腊就占有50多项，接近1/2。欧洲的中世纪，专制横行，根本无民主可言。一些人由于提出了不同于神学教条的思想，便遭到封建教会的残酷迫害。据统计，从1481年到1808年，在这327年中，宗教裁判所一共处罚了24万人，其中用火烧死的大约3.2万人。这里边包括：意大利天文学家阿斯柯利的齐柯，意大利哲学家布鲁诺，西班牙医生塞尔维特等。专制的结果，使中世纪的欧洲在科学上无大的建树，因此，有人把这个时期称为“黑暗的时代”。

社会主义制度是迄今为止最民主的制度。我们要充分利用这种民主制度，把科学技术搞上去。目前，这种民主制度对科学技术的推动作用还没有完全发挥出来，在这方面还需要做许多工作。

第四，正确的科学技术政策。科学技术政策是国家或政党在一定历史时期，为实现科学技术发展的任务而规定的指导方针和行动准则。其内容包括：科学技术工作的根本目的，所遵循的方向和为达到目的所提供的条件，以及准备采取的战略部署。

正确的科学技术政策，是科学技术发展的强大动力。第二次世界大战以后，美国为了吸引人才，制定了一系列政策，如优先给科学人才签发居住证，对于流入美国的科学人才一律给予高工资，并提供优越的研究条件和工作条件。这些政策吸引大批的科学家流入美国。据不完全统

计，1949~1972年，迁居美国的科学家人数达 20 万人。20 世纪 60 年代迁居美国的专家数占同一时期美国科学家与工程师总数的 10%。美国博士学位获得者的 13~15%，国家科学院成员的 25%，诺贝尔奖金获得者的 77%，都是从外国流入美国的。这些流入的科学人才，为美国的科学技术发展做出了巨大贡献。如费米、西拉德、奥本海默、泰勒等核物理学家，为美国的原子弹制造立下了汗马功劳；阿波罗登月计划实施的过程中有 1400 多中国人参加。不仅如此，流入美国的科学人才还使美国获得了极其可观的经济效益。据最保守的统计，1952~1970 年，美国在这方面所获得的收益超过 60 亿美元之多。

日本的引进技术政策也获得了成功，其原因在于：他们不是单纯地为使用而引进，更重要的是为研究而引进。通过反复地研究，弄清引进技术的结构、性质、功能，特别是存在的缺陷。在此基础上，进行消化、改进、创新，使技术达到一个新的水平。用这种方法，他们迅速超过其他国家，获得了技术上的优势。如本田摩托车的创始人本田，在第二次世界大战以后，到世界各国走过一遍，先后买了几十台摩托车发动机带回日本，组织了有关的技术专家解剖分析，找到了每一个国家摩托车发动机的优势，然后，组合到一个新的摩托车发动机上，结果设计成功了世界上最好的摩托车，生产出来以后很快占领了世界市场。20 世纪 50 年代，日本到世界各国去找省油技术、省油线路、省油马达、省油车体，一切省油技术都买了进来。然后在这些基础上，组成了日本的省油车，在 60 年代就进入了世界市场。

印度由于在原子能技术上的合理政策，推动了原子能技术的应用。本来，印度的第一颗原子弹爆炸的时间是在 1974 年 5 月，晚于我国 10 年，但原子能技术应用于民用发电，却领先于我国。他们在他拉坡引进了国外的成套设备，建立了原子能电厂。以后又在卡尔卡坡建立了两组容量为 47 万千瓦的原子能电站。现在又在纳罗拉建立了第四座与第五座原子能电厂。

如果科学技术政策不正确，就会延缓科学技术的发展。前苏联从 20 世纪 30 年代起，在科学技术政策上犯了一系列错误，把自然科学分成社会主义和资本主义两大系统，对某些基础理论（如摩尔根的遗传理论、哥本哈根学派的量子物理学、爱因斯坦的相对论以及控制论等）进行了批判，结果严重地影响了前苏联科学技术的发展。印度政府在工业

技术领域采取了限制性政策，导致了竞争机制的缺乏，造成产品不能更新换代。

我国的科学技术政策，有成功的方面，突出地表现在推动了大批科研成果的产生。例如，原子弹、氢弹的爆炸，人造卫星的上天，胰岛素、酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工合成，30万吨合成氨、24万吨尿素的单元机组的研制成功，籼型杂交水稻新品种的获得等等，但也存在一些问题，概括起来主要是：在科学技术的发展目标、事业规模、发展速度、管理体制上“左”的影响，1958年以来提出过一些不切实际的口号和要求；在科学研究课题的安排上蜂拥而上，重复浪费的现象严重；对某些科学研究成果估价过高，或者浮夸不实；研究试制经费全由政府财政包下来，成果无偿转让，不能充分发挥企业和研究机构的积极性。科学技术的发展与经济建设结合不密切。对大量使用影响广泛的生产技术重视不够；好高骛远，想在科学技术的前沿做出有国际先进水平的独创成就，但却忽视学习掌握国外业已成熟的技术，不愿意消化吸收和推广应用；不注意把军事科研成果移植到经济建设中来；对于长远的，影响国民经济的重大课题缺乏全面的有力的组织协调，科学技术工作不能适应经济建设的要求等。在知识分子政策上，曾犯过“左”的错误。把已经成为工人阶级一部分的知识分子说成是“资产阶级知识分子”，把一些老科学家和老专家打成“反动权威”，把持有不同学术见解的人当作“反党反社会主义分子”。

上面的问题，大部分已经解决，有的正在解决。特别是对待知识分子的政策，邓小平同志1978年在全国科学大会上明确指出：知识分子，“总的说来，他们的绝大多数已经是工人阶级和劳动人民自己的知识分子，因此，也可以说，已经是工人阶级自己的一部分。他们与体力劳动者的区别，只是社会分工的不同。从事体力劳动的，从事脑力劳动的。都是社会主义社会的劳动者。”^①并在不同的场合，反复强调要尊重人才、尊重知识。我们相信，在党中央的领导下，一定能够发扬成绩，纠正错误，制定正确的科学技术政策，以推动我国科学技术的迅速发展。

第五，社会对科学技术的重视程度，即社会的意向和潮流问题。这是一种无形的力量，但在某些时候，比有形的力量更能推动科学技术的

发展。当然，把握这种意向和潮流的是国家或政府。在历史上，由于一些国家和政府对科学技术的重视，使他们的科学技术迅速发展起来。

我国在十一届三中全会以后，认识到科学技术的重要作用，并决心大力推进、发展科学技术。邓小平同志在全国科学大会上指出：“四个现代化，关键是科学技术的现代化。没有现代科学技术，就不可能建设现代农业，现代工业、现代国防。没有科学技术的高速度发展，也就不可能有国民经济的高速度发展。”^①江泽民在国家科学技术奖励大会上也指出：“科学技术是人类的伟大实践之一，是一种在历史上起推动作用的革命力量。在现代，科技进步对社会生产力发展越来越具有决定性的作用，并且正在人类社会生活的各个领域发生广泛而深刻的影响。全球面临的资源、环境、生态、人口等重大问题的解决，都离不开科学技术的进步。世界范围的经济竞争、综合国力竞争，在很大程度上表现为科学技术的竞争。科学技术长期落后的国家和民族，不可能繁荣昌盛，不可能自立于世界民族之林。”^②

这些论述表示了我国重视科学技术、发展科学技术的意向。当然，要把这种意向完全变为现实，今后还需要继续花费很大的力气。

二 科学技术是生产力发展的先导

在当代社会中，科学技术已成为生产力发展的先导。我们知道，科学技术与生产之间的关系，有一个历史的演变过程。在古代，科学技术与生产是没有多少联系的，基本上处于互相隔绝的状态。造成这种现象的根源在于：工匠传统与学者传统的分离。工匠主要指奴隶和农民，他们从事各种具体的生产活动。由于他们没有文化，因此无法接受学者们创立的科学技术知识，只能凭自己多年积累的经验来完成生产任务。学者的出身一般是贵族和富有者，他们有奴隶和农民来供养，不用直接从事生产活动，这就使他们有闲暇时间来学习文化知识，并进行各种科学技术的创造活动。但他们鄙视体力劳动，不愿同体力劳动者接触，也不愿把自己的研究成果应用于生产过程。这就使科学技术与生产根本不可能结合。

《邓小平文选》，第二卷，人民出版社，1994年，第86页。

② 江泽民：《论科学技术》，中央文献出版社，2001年，第2页。

到了近代，竖立在工匠和学者之间的无形的墙崩溃了。英国的科学史家梅森指出：“存在于工匠传统和学者传统之间的障碍，一直把机械技术和人文科学隔离开来，这种障碍到了 16 世纪就开始崩溃了。行会的秘密消失了，工匠把他们的传统记录下来并吸收了学者们的一些知识，有些学者还开始注意到匠人的经验和方法。”^① 例如，意大利的一个冶金工人毕林古邱于 1504 年出版了《论火法》一书。这本书谈到冶炼金属，铸造大炮、炮弹和钱币，以及火药的制造。日耳曼哈尔茨矿区的—个学者和医生鲍尔在 1556 年也写了一本类似的著作，还加上一些关于开矿方法的描述。工匠传统与学者传统的融合，使科学技术与生产之间的关系疏通了。

随着资本主义制度的建立和发展，科学技术与生产之间的关系越来越密切。马克思指出：在资本主义生产方式下，“才第一次产生了只有用科学方法才能解决的实际问题，只有现在，实验和观察——以及生产过程本身的迫切需要——才第一次达到使科学的应用成为可能和必要的那样一种规模。”^② 但在 19 世纪中叶以前，科学技术与生产的联系以生产技术—科学的方式占主导地位。这就是说，由生产到技术和科学的流向是主要的，而科学技术流向生产的却只有涓涓细流。例如，在第一次产业革命中，蒸汽机的发明和改进虽然受到科学的影响（如瓦特从科学家布鲁诺那里接受了热力学的一些知识），但主要依赖的则是工匠的经验，动力却来自生产实践。蒸汽机出现以后，一些科学家进行了研究。其中有法国的科学家卡诺。他设计了一台理想的蒸汽机，这种蒸汽机没有因摩擦引起的热量损失和机械功损失，汽缸的工作过程是一个绝热过程，即汽缸不向周围散热。水的循环过程是，在锅炉中受热变成蒸汽，到汽缸做功，然后再冷却成水。他运用数学和物理学的抽象方法，从热量、能量、机械功、气体性质等方面，对理想热机进行研究，揭露了做功的本质：蒸汽机所作的功只能是由于蒸汽从高温到低温热量变化的结果，所以热机必须工作在高温热源与低温热源之间，两热源的温差越大，热机的效率就越高。他还认为，热不过是动力（能量），或者说不过是改变了形式的运动，在自然界不生不灭。他已经接近发现热力

梅森：《自然科学史》，周煦良等译，上海译文出版社，1984年，第128页。

马克思：《机器、自然力和科学的应用》，人民出版社，1978年，第206页。

学第一定律，并为热力学第二定律的发现铺平了道路。在他研究的基础上，后继的科学家建立了热力学的大厦。

19世纪中叶以后，特别是进入20世纪以后，科学技术逐渐变成生产力发展的先导。所谓先导，就是指生产力的发展越来越依赖于科学技术，科学技术也越来越成为生产力发展的源泉和基础。科学技术的这种先导作用，可表示成下面的公式：科学 技术 生产。这个公式象征着科学技术涌向生产的强大潮流。关于这方面的情况，美国的学者贝尔指出：“‘研究与发展’这个词，体现了近年来科学、技术与经济学的互相结合。由此产生了以科学为基础的工业（计算机、电子学、光学，聚合物），他们在社会上制造业部门中日益居统治地位，并且在先进工业社会产品循环中充当先导，然而这些以科学为基础的工业和19世纪兴起的工业不同，在投产之前主要靠理论研究。没有布洛克40年前创办的固态物理学研究，就不会有什么计算机。激光直接产生于拉比30年前对于分子光束的研究。’^①

贝尔客观地反映和描述了科学技术的先导作用，这种作用已成为一种重要的、普通的社会现象，每时每刻都在产生、涌现。例如，电磁理论，是由奥斯特、法拉第、麦克斯韦等人创立的。奥斯特是丹麦哥本哈根大学的物理学教授。他通过多次实验，证明了电流的磁效应，即一根通电的导线会绕着磁极旋转，反之，一块磁铁会绕一根固定的通电导线旋转。奥斯的发现引起了英国的物理学家法拉第的深思，电既能产生磁，磁能否产生电？他通过十年的实验研究，终于成功地发现了电磁感应现象。并由此建立了电磁感应定律：只要穿过闭合回路中的磁通量发生变化时，回路中就会感应电流。英国的物理学家麦克斯韦，在这一成果的基础上，建立了一个完整的电磁理论体系，不仅科学地预言了电磁波的存在，而且揭示了光、电、磁现象的本质统一性，完成了物理学上的一次大综合。电磁理论建立以后，在其指导下，产生了一系列的技术成果。这些成果包括：直流电机、有线电报、电话、电灯泡、无线电通讯等。他们都先后进入生产的各个领域以及社会生活的各个方面，大大地改变了生产力和整个社会的状况。激光理论的创立及其应用，也体现了科学技术的先导作用。爱因斯坦是激光理论的提出者，他认为，处于

高能态的粒子，受到一个能量等于两个能级之间能量差的光子的作用，将转变到低能态，并产生第二个光子，同第一个光子同时发射，这就是受激辐射。随着量子力学的建立和发展，人们对物质的微观结构及其运动规律有了更深入的了解，微观粒子的能级分布、跃迁和光子辐射等也得到了更有力的证明，这就在客观上更加完善了爱因斯坦的辐射理论，为激光的产生奠定了理论基础。在激光理论的指导下，人们制成了许多激光器：固体微波激射器、气体激光器——氦氖激光器、半导体激光器、CO₂激光器、有机染料激光器。目前，已研制成的激光器有数百种之多。激光器已被应用于工业、农业、精密测量和探测，通讯与信息处理、医疗、军事等各个方面，并在许多领域引起了革命性的突破。分子生物学是又一突出事例。这门学科是在 19 世纪诞生的，使生物学进入定量的、分子水平的阶段。20 世纪以后获得了迅速的发展，取得了一系列震惊世界的科学成果，如 DNA 双螺旋结构的发现，遗传密码的破译等等。在分子生物学的指导下，人们开始干预生命的遗传基础，改造生命的遗传特性，于是遗传工程应运而生了。所谓遗传工程，主要是用人工方法，把不同生物的核酸分子提取出来，在细胞体外进行切割、搭配、重新缝合，再放到生物体中，把不同生物的遗传特性结合在一起，创造出生物的新类型。遗传工程在工业，农业和医学的应用方面，已取得了一系列的惊人突破。

三 科学家的社会责任

科学，已成为人类社会中最重要的一种力量。正在改变着人类社会的一切方面：不仅包括生产力和生产关系，也包括经济基础和上层建筑。但应该指出的是，科学在给人类社会带来正面作用的同时，也带来了负面作用。

关于科学的负面作用，马克思早在 19 世纪就指出：“在我们这个时代，每一种事物好象都包含有自己的反面。我们看到，机器具有减少人类劳动和使劳动更有成效的神奇力量，然而却引起了饥饿和过度的疲劳。新发现的财富的源泉，由于某种奇怪的、不可思议的魔力而变成贫困的根源。技术的胜利，似乎是以道德的败坏为代价换来的。随着人类愈益控制自然，个人却似乎愈益成为别人的奴隶或自身的卑劣行为的奴

隶。甚至科学的纯洁光辉仿佛也只能在愚昧无知的黑暗背景上闪耀。我们的一切发现和进步，似乎结果是使物质力量具有理智生命，而人的生命则化为愚钝的物质力量。现代工业、科学与现代贫困、衰颓之间的这种对抗是显而易见的、不可避免的和无庸争辩的事实。”^①

进入 20 世纪以后，随着科学在各个方面的广泛应用，科学的负面作用就表现得更加突出了。托夫勒对此写道：“当我们的父母在为第二次浪潮从事改进各种生活条件的同时，也引起了极其严重的后果。其中对地球生物圈的破坏也是无可挽救的。由于工业现实观基于征服自然的原则，由于他的人口增长，他的残酷无情的技术，和他为了发展而持续不断的需求，彻底破坏了周围环境，超过了早先任何年代的浩劫。”^②

对科学的负面作用，科学家是否应承担一定的社会责任？关于这个问题，伯霍普指出：“我相信，在某种特殊的意义上讲，我们科学家确实确实应对由我们自己的努力而迎来的科学革命的历史进程负有责任。”^③

伯霍普的观点是正确的。但具体到科学的不同层次，科学家应负的责任是不同的。就是同一层次的科学由于社会背景的不同，科学家的责任也有大小之分。

第一，对从事求真的科学研究的科学家来说，他们不应对科学的负面作用负责。这种求真的科学研究，主要是指基础研究。基础研究所探求的是自然规律，发现并正确反映自然规律是主要目的和任务。从事基础研究的科学家，一般是不管他们的科学成果的应用前景的，在很多情况下这些科学成果的应用前景也不清楚。因此，这些科学家不应对科学的负面作用负责。

当然，可能有人会说，正是这种基础研究的成果，在日后的应用中产生了严重的负面作用。这种情况确实是存在的。例如，1905 年，爱因斯坦提出了质能关系式 $E=MC^2$ ，从理论上预示了原子能的巨大蕴藏。在此基础上，经过许多科学家的努力，制造出了原子弹。原子弹的负面

《马克思主义著作选编》，甲种本（上）。中共中央党校出版社，2000 年，第 324 页。

② 托夫勒：《第三次浪潮》，朱志焱等译，生活·读书·新知三联书店，1984 年，第 187 页。

戈德·史密斯主编：《科学的科学——技术时代的社会》，赵红州等译，科学出版社，1985 年，第 36 页。

作用是很大的，至今仍严重威胁着人类的生存。

显然，原子弹的出现与爱因斯坦的科学研究是有联系的，但爱因斯坦不应应对原子弹的负面作用负责。因为爱因斯坦的科学研究并不必然导致原子弹的出现。至于有的国家在战争中使用原子弹，那就与爱因斯坦更没有关系了。推而广之，一切从事基础研究的科学家，不应对他们科研成果应用中产生的负面作用负责。

第二，对从事应用研究的科学家来说，他们对自己的科研成果应用中产生的负面作用是否要负责，要具体问题具体分析。我们知道，有些科研成果，在应用前其负面作用是不清楚的，只是在应用后很长一段时间内才显示出来。例如，DDT，曾给人类带来了巨大的利益。但后来人们发现，他带来的负面作用是难以估量的。

对 DDT 所产生的负面作用，科学家事前是不清楚的，因此科学家在这个问题上不应负责。当然，由于科学应用产生的负面作用越来越严重，这就迫使人们在科学应用前增加了一个新的步骤——预测和评估。所谓预测和评估，就是对即将应用的科研成果进行分析，看其是否有严重的负面作用。如果有严重的负面作用，这样的科研成果将严禁应用。

预测和评估，是科研成果应用的必经步骤。如果有哪一位科学家不经过这个步骤，就把他的科学成果应用于生产、生活实践，由此而产生的负面作用，他是要负责的，有时要负主要责任。

第三，有些应用研究，其负面作用是很清楚的。科学家参与这样的研究，他们要对其日后产生的负面作用负责。但责任的大小，应视具体情况而定。

例如，对于核电站，其负面作用是很清楚的。但由于正面作用大于负面作用，因此不仅已有的仍在继续运行，而且大量新建的在不断投产。基于此，在核电站中工作的科学家，尽管对核电站产生的负面作用要负一定的责任，但责任是很小的。当然，这只是就核电站自身的不可避免的负面作用而言。对于可以避免的、但由于科学家的疏忽大意而导致的核事故，科学家不仅要负责，而且责任重大。

对于原子弹、氢弹、细菌武器、基因武器等的研制，从一开始其负面作用就是很清楚的。科学家从事这样的研究，是反人类、反社会的，是与人类和社会的本性不相容的。对这些研究所产生的严重后果，科学家有不可推卸的社会责任。当然，这里也要具体问题具体分析。

譬如，美国对原子弹的研制，其动因是为了赶在希特勒控制的德国之前掌握这种先进武器。就这一点而言，美国研究原子弹是合理的。因为原子弹掌握在民主国家比掌握在法西斯国家对人类要有利得多。在这一前提下，参与研制原子弹的科学家，不对原子弹的负面作用负责。

我国对原子弹的研究，其动因并不是为了应用，而是为了打破美国等超级大国的核垄断、核讹诈。因此，参与我国原子弹研制的科学家，对于我国国际地位的提高、对于维护世界和平做出了重要贡献。

当然，对于负面作用非常明显的科学研究，科学家应谨慎行事。因为在一定范围内合理的东西，会在范围扩大时变成不合理的东西。这种情况屡见不鲜。

在应用研究中，还有另一个问题：一些研究涉及到人本身。这些研究的负面作用更令人担忧。例如，克隆技术已比较成熟，克隆动物也在不断出现。在这种情况下，克隆人便提到了议事日程。但由于克隆人可能带来许多伦理道德的负面作用，因此，世界各国是反对克隆人的，有的国家甚至制定了反对克隆人的法律。但仍有一些科学家提出要克隆人。如果克隆人真的出现，进行克隆人的科学家就要对其所产生的社会后果负责，甚至要受到法律的制裁。

第四，对科学家社会责任的分析，要考虑他们的意志是否自由。我们知道，在意志自由的情况下，科学家才能选择他们所从事的工作，科学家也才有由选择带来的责任。如果意志不自由，科学家就没有选择，也就没有责任。后一种情况确实是存在的。例如，在某一社会中，或在社会的某一时期，国家的意志或集团的意志，强迫科学家去从事某一危害人类的科学研究，科学家在这种情况下以个人的力量又难以对抗，不得不服从国家的意志或集团的意志。在这一背景下，科学家是没有责任的，或者责任是很小的。

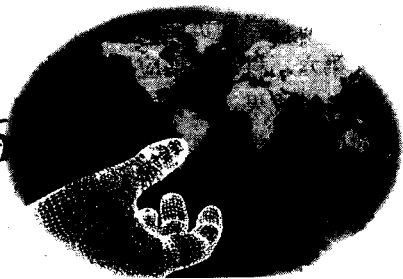
第五，对科学家社会责任的分析，还有一个科学成果应用环节的问题。我们知道，科学研究有许多环节，从大的方面来说，可分为基础研究、应用研究、开发研究。有些科学研究，进入应用领域以后有明显的负面作用。对于这样的科学研究，应严格禁止他们进入应用领域。但不能进入应用领域的科学研究，并不等于在实验室也不能研究。事实上，为了探索未知世界，不能进入应用领域的科学研究可以在实验室进行。但这种研究可能带来这样一个问题，即某个人或某个集团，在不经科学

家同意的情况下，就将某一科学成果拿去应用，结果产生了严重的负面作用。对这样的负面作用，科学家是没有责任的。

第六，科学成果应用的主体并不是科学家，而是企业和政府。企业应用科学成果，主要是从企业的利益出发，即企业是否能够获得利润。政府应用科学成果，主要是从国家利益出发的，即作为一个整体的国家是否能够获得利益。由于受利益原则的指导，在应用科学成果时可能会忽略负面作用。在某些情况下，甚至根本不顾他的负面作用。对于这种负面作用，应负责任的主要是企业和政府，因为，他们是科学成果应用的主体。至于科学家，如果说他们是有责任的，也只是一种次要责任。

概而言之，随着科学成果的大量应用，科学的负面作用已变得非常突出。在这种情况下，科学家必须明确自己的社会责任，必须同其他社会成员一道，倾力解决科学成果应用带来的负面作用，以使科学更好地发挥作用，更好地造福于人类。

第二部分 科学与



一 论科学精神

关于科学精神，许多学者进行过探讨。我们先来看看他们论述。

周光召指出，“什么是科学精神？科学精神中最重要，一个是实事求是，一个是追求真理，这是最根本的内容。”“科学精神中另一个重要的内容，就是强调在继承的基础上不断创新。”^①

王大珩指出，“毛主席的实践论都是从认识出发，首先是认识现象，从感性的认识变成理性的认识，然后理性认识又回到实践，从实践去检验你的理性认识，然后逐步地升华，逐步地适用，这就是科学精神和科学方法。”^②

金吾伦指出，“我们常常把科学精神和科学的精神这两者混同而笼统地称为‘科学精神’，但严格说来，两者是有区别的。前者更多的是指从科学研究的过程和成果中所显示出科学本身所独有的一种精神和气质，后者则是指前者向其他领域的应用。”“通常人们所讲的科学精神是一种工具理性。是从培根把科学、知识当作力量，强调一种新的对自然的理解，又把实验科学带进希腊的理性传统中，才发展出今天的科学精神。”^③

孙小礼指出，“我认为实事求是、勇于创新、勇于实践和百家争鸣是最根本的。‘实事’就是实际存在的事物，他是复杂的、变化着的。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第2页。

② 王大珩、于光远等：《论科学精神》中央编译出版社，2001年，第24页。

③ 王大珩、于光远等：《论科学精神》中央编译出版社，2001年，第67页。

‘求’是研究，‘是’指事物的本质或规律性。要‘求是’，就必须全面地深入地分析研究，就必须解放思想、敢于创新，以适应事物的新变化，促进科学的新发展。求得的‘是’，会有各人各派不同的‘是’，孰是孰非，要‘勇于实践’，依靠实践来检验。还要发扬‘百家争鸣’精神，因为，实践检验也是一个复杂曲折的过程，同样会有不同的认识，是需要集思广益、多方讨论的。^①

李醒民指出，“尽管人们对科学至今没有一个十分令人满意的定义，但是科学的三个内涵是人所公认的，这就是，科学是一种知识体系、研究活动和社会建制。科学精神也恰恰体现在与之相应的科学思想、科学方法和科学的精神气质之中。”“科学思想是科学知识体系的精髓或精华之所在。科学思想同时也为人们提供了观察和分析问题的基点和视角，使人们明确认识到人在自然中的位置和作用，从而决定自己的行动目标和途径。这是科学思想革命性的两个相辅相成的方面——革故方面和鼎新方面。”“科学的统一不在他的材料，而在于他的方法。科学精神也集中通过科学研究活动中所运用的科学方法体现出来。基本上分属三大部类：经验方法（观察、测量、实验等）、理性方法（逻辑、统计、数学等）和臻美方法（形式化、对称等）。这三种方法显示出科学的实证精神、理性精神和审美精神，能够潜移默化地使人们树立求实、尚理、爱美的思想情操。”“作为科学的社会建制即科学共同体的规范结构，或科学的精神气质，就是众所周知的默顿的普遍性、公有性、无私利性、独创性、有条理的怀疑主义。”^②

樊洪业指出，“科学精神是人对科学之本质的理解和追求，其内涵是由理性精神和实证精神所支撑的‘求真’，也算是‘一个中心，两个基本点’吧。”^③

蔡德诚指出，“在认识一切客观存在的过程中，对人、对己、对事物都能善于辨误识伪，勇于去伪存真的那种执着的求真、求实、求真知的精神。”他还谈到科学精神的具体内涵：客观的依据、理性的怀疑、

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第94～95页。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第97～99页。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第107页。

多元的思考、平权的争论、实践的检验、宽容的激励。^①

胡亚东指出，“……其实科学精神是一个概念，内涵极其丰富；理性的、逻辑的、实证的、怀疑的等等都是一种精神的组成部分。我认为对‘人’来说，‘独立思考’可能是最重要的精神，不会、不能、不敢独立思考是社会进步最可怕的障碍，没有这些，也就不可能有科学精神。”^②

位梦华指出，“……科学精神并不是科学家的专利，而是一种普遍存在的精神，任何人都可能有科学精神。但是，对科学家来说，却必须有科学精神，至少要在他所研究的领域里要有科学精神，才能取得突破和成绩。”“……从爱因斯坦一生的实践中可以看出，在他身上所体现出来的科学精神应该是：勇于探索，敢于创新，提倡唯物，反对唯心，坚持真理，破除迷信，实事求是，尊重客观规律的精神。”^③

李惠国指出，“科学精神是在科学漫长的历史发展中，特别是在近四百年来的自然科学的发展中形成的优良传统、认知方式、行为规范和价值取向，其中包含着科学态度、科学方法、科学作风诸因素，是作为文化形态的的最重要的组成部分，并深深地影响了人类近代文化和社会的发展，表现为科学作为推动社会进步的巨大革命力量。”他还把科学精神的实质概括为五个方面：实证精神、分析精神、开放精神、民主精神、革命精神。^④

李申指出，“……虽然求真、创新、怀疑、坚持，是科学精神，然而对于当前来说，最重要的是如何求真、怎样创新、怀疑什么、坚持什么？而只有解决了‘如何’、‘怎样’之类问题才能求出真、创出新来。”^⑤

李大光指出，“科学精神可以简单地界定为：‘人类在进行科学研究和技术开发过程中形成的世界观和价值观。’”^⑥

余谋昌指出，“一般地说，科学精神，是关于‘事实的知识’，是对‘事实’的‘真’的追求，要求知识符合事实，解决‘是与非’、回答

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第117~120页。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第126页。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第131~135页。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第150~152页。

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第160页。

⑥ 王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001年，第244页。

‘是不是真’的问题。我们常说，实事求是，追求真理，坚持真理，严谨，重视实践，敢于怀疑，勇于探索，勇于创新，等等，这是科学精神的范畴。”

上面这些论述，从不同的方面对科学精神进行了挖掘、定义。我们认为，尽管有些论述不太准确，但综合所有论述，足以把握科学精神的全貌和基本特征。这里需要进一步探讨的问题是：科学精神的核心是什么？这种核心能不能用最概括的形式、最简洁的语言表达出来？我们的回答是肯定的：科学的核心是“求真”。

“求真”包括两个方面：事实的“求真”和逻辑的“求真”。事实的“求真”，就是追求科学认识与事实的吻合，这就是实践检验。我们知道，科学认识来源于事实、离不开事实。关于这个问题，爱因斯坦指出：“广泛的事实材料对于建立可望成功的理论是必不可少的。材料本身并不是一个演绎性理论的出发点；但是，在这些材料的影响下，可以找到普遍原理，这个原理又可以作为逻辑性（演绎性）理论的出发点。但是，从经验材料到逻辑性演绎以之为基础的普遍原理，在这两者之间并没有一条逻辑道路。”^②

由于没有逻辑的道路，科学认识的“求真”必须借助于实践检验。牛顿根据前人和他自己的实验和观测结果，系统地总结了三条基本的运动定律：惯性定律、加速度定律、反作用定律。根据三条基本定律，牛顿又推出了万有引力等定律。万有引力定律认为：两个物体之间的引力是与他们各自的质量（或二者质量的乘积）成正比，而与二者的距离平方成反比。牛顿力学提出后，便开始了“求真”或实践检验的过程。首先是哈雷。他根据万有引力定律，对某个慧星的运动轨道进行计算，认为在 1531 年、1670 年、1682 年曾三次出现过，又必将在 1758 年再次出现。1758 年 12 月 25 日，这颗慧星真的又回到地球附近，从而证实了牛顿力学。亚当斯在 1845 年把他的计算结果告知格林威治天文台并请求搜索这颗行星，因为他是“小人物”未被采纳。勒维烈在 1846 年把他的计算结果写信告知柏林天文台的加勒，加勒在勒维烈用笔算出的位置上（仅差 52'）看到了这颗新星——海王星。海王星的发现，是对万

王大珩、于光远等：《论科学精神》，中央编译出版社，2001 年，第 289 页。

《爱因斯坦文集》，许良英等编译，商务印书馆，1979 年，第 490 页。