

科学与社会的关系



在发现与创新的时代，利益将怎样传承？

科学和科学家在社会中起着至关重要的作用。科学观念的影响程度，科学团体因公平的洞察力而得到的声誉，给予科研和教育的优先权，都已对国家的成功作出贡献。

科学的前沿领域从未像现在这样前途远大，充满机会。从纳米技术到生物工程、太赫成像、弦论、空间科学，我们正处在一个发现与创新的时代。我们所面临的挑战是如何充分利用这些机遇，尽全力改善人类健康、福祉和安全，并使公众更多地了解、尊重和鉴赏科学。

我想引用古希腊人所谓的“集市”这一简单隐

喻来说明这些概念。它是历史上社会各阶层和“一般大众”间发生相互作用的场所。政府占据四分之一，包括决策者、立法者、官僚、管理者、法院以及法律本身。工业和私有经济部分，从商人到公司，占据它们自己的财产份额。宗教部分，即教堂、清真寺、犹太教会堂、寺庙，占据它们在集市上的位置。最后但并非最不重要的是学术界——塑造未来的教育家和学生。这种集市就代表了社会关系。

这个集市是公众选择“真理”（或者换种不同的说法，社会将接受的“事实”）的地方。这是领导者做出公开政策决定的地方。但是，科学在扮演着什么

角色？科学家在这个舞台上处于什么地位？科学家的作用如何决定公共政策的形成即科学与社会的实际关系？

多学科性

在我们试图用图来表示我们这个时代——21世纪初——的集市之前，理解若干关键趋势的趋同是十分重要的。趋同现象深深地嵌刻在科学和工程研究本身，即多学科性倾向。

想一下纳米技术的高速发展。如果之前有人让你为军人设计更有效的装甲，你会以研究分子水平上的物质操作作为开始吗？可能不会。然而，纳米技术——在原子或分子水平上操作物质的技术——的研究者已经在为军人开发能够在战场上迅速活化的“动态盔甲”形式的坚固防护服方面取得很大进展。

还例如，约翰霍普金斯大学的科学家们已经开发出一种自组装蛋白凝胶，它可以刺激加快细胞生长的生物信号。利用细胞、工程材料和生物化学因素的一种组合，这种凝胶可以替换、修复已损坏的组织或使其再生。

因此，在许多基础研究和应用研究的多学科性中，存在一种固有的联系。

全球化与安全

第二个重要的趋势是全球化。便捷的全球旅行和卫星通信，金融系统的相互联系，商品、观念和技术专门知识的不断运动，以及信息的网上电子交换——实质上的又一次协同创新，已经将集市转化成一个全球性论坛。不同国家与文化之间的相互依赖比历史上任何时期都要复杂。

这种相互依赖既有积极的一面又有消极的一面。它增加了我们对全球需要的认识 and 了解以及我们对共同目标的更好的理解，但同时也带来了安全风险，助长了恐怖分子的未受制止的运动和非法活动。国际原子能机构在揭露卡迪尔·汗及其同伙的核武器技术网络所作的努力，充分地表明了全球化的弱点。

我们提高安全意识的一个直接后果是，目前对科技进步的评估和投资比以往更加考虑它们的安全适用性，也就是所谓的“以需要为基础来利用”新的发

现和创新。例如，寻找极简单的生物剂量测定法来防范相同的盗窃，或使用“超级光谱成像”或复杂的面部特征数据库作为追踪恐怖分子或其他犯罪分子的技术。

在我们注意保持和加强自身的安全、能力和可持续性的同时，我们必须意识到它们与全球安全、能力和可持续性的联系。

美国人口只占世界总人口的一小部分（大约5%），但到目前为止它却是最大的自然资源消费国。这种情况不会永久保持。美国很富有，但是世界许多地方仍然很穷。

其他国家，不管是效仿美国还是不效仿美国，都希望能够如愿以偿地提高本国的生活水平。我们都是具有全球性联系的。科学界一直是通过科学家之间的接触而相互联系的。但是作为一个共同体，我们本该更广泛地看到科学和科学界在解决全球可持续发展以及人类健康和福祉问题中的直接作用，然而却始终没有做到。

这需要扩大我们的关注，参与到适用于全球的政策讨论中去，同时也要使我们的专业机构参与其中。

发达国家需要应对的主要挑战是恐怖主义和不稳定，解决它们的产生根源，主要是在第三世界国家中的根源。基础研究及其带来的创新可以使我们找到直接的解决办法，特别是当它们涉及食品、健康、基础结构和环境时，将使所有人受益。

一些例子包括：食品，特别是基因工程培育的抗虫害作物；健康，特别是新的药物和新的医疗设备；基础结构和环境，包括用于获得洁净水和可持续性以及能源的新的工程解决方案。不解决这些需要，任何国家都无法实现经济增长和繁荣。科学和工程是保障这种积极意识的有效力量。这就是全球化时代中科学与社会的关系。

劳动力和教育

安全的另一个微妙方面与人才发展及其所受的威胁有关。威胁有哪些？实际上有四个方面。

第一，同其他国家一样，美国科学和工程技术劳动力正在老化。美国有一半的科学家和工程师的年龄至少在40岁，而且平均年龄正在增长。在今后十年

中，美国达到退休年龄的科学家和工程师的数量预计将为现在的三倍。

第二，世界事件及其导致的联邦移民入境政策的调整，使美国对国际学生和科学家的吸引力下降。这部分人长期以来一直是我们本国人才资源的补充来源。2001年以来，来自国际学生和科学家的签证申请数量一直下降。面对新障碍，来自其他国家的學生选择去其他地方学习。

2003财年，美国校园内的国际学生数量减少了2.4%，这是32年来第一次下降。总的来说，在2003年到2004年之间，国外申请美国研究生院的学生数量下降了28%，与此同时，国外申请美国研究生工程项目的数量下降了36%。来自印度的研究生申请下降了28%，来自中国的下降了45%。

第三，移民弥补了美国近40%的拥有博士学位的科学和工程工作者（30%为硕士学位）。然而，在最近一段时间，美国科学和工程人才的主要来源——中国（包括台湾）、印度和韩国，正在一致努力在国内培养更多本国科学和工程人才，并资助国内更多的研究。在1986年到1999年之间，取得科学和工程博士学位的人数在韩国增加了400%，中国台湾增加了500%，中国大陆增加了5400%（没错，是5400%）。

并不意外，在20世纪90年代后期韩国和中国在美国取得博士头衔的学生人数就已经开始下降。在1991年到2001年这十年期间，虽然美国在研发方面的投资增长了60%，而在韩国这种投资增长了300%，中国增长了500%，即使它们最初的基数很小。另外，不断增长的全球经济为这些国家和其他国家的年轻科学家提供了更多在本国或其他国家的工作机会。

第四，从事科学和工程研究的美国年轻人人数减少。然而，其他国家强调科学和工程的比例变大。目前，在中国获得的所有学士学位中有60%为科学和工程学位（中国台湾为41%），韩国为33%。相比之下，在美国获得科学和工程学士学位的百分比大体保持在31%。登记为科学和工程的毕业生在1993年达到了顶点，尽管最近取得了一些进步，但是仍然低于十年前的水平。

就单个而言，这四个因素每一个都成问题。它们结合起来将是破坏性的。

多种观点和意见

我将谈到的最后一些趋势与信息量和信息可利用性的指数增加，以及这种增加对科学家的角色和公共政策的形成产生影响的方式有关。

在引用集市这一隐喻时，我将集市的居民限制为四个基本部分：政府、工业、宗教和学院。但是，在上个世纪，出现了一些其他影响因素和参与者，并且它们正在竞相引起公众和领导者的注意。它们包括媒体和各种专业团体。媒体不但传达事实信息，而且也渗入自己的主观意识、发表社论和提供评论。专业团体虽然已经存在了几个世纪，但是其种类和形式在20世纪后半期才急剧增加。

“智囊团”是另一个参与因素。在20世纪70年代智囊团刚刚兴起的时候，它们通常关注的是实现某种特定目的或分析某种特别的社会问题，所取得的成果通过出书或举行会议来介绍宣传。如今，在华盛顿智囊团的数目已增加到200多个，最大规模的组织运转预算达到数千万美元，它们雇用的数以百计的专家们通过期刊、社论评述、电视和广播谈话，谈论有关公共事务的每个方面（从农作物补贴到城市重建，到伦理和道德选择问题）。

最后是我们有了互联网——无可匹敌的真信息和假信息的引擎。它的影响遍及全球，能力令人吃惊，正在改变信息时代。

当市场充斥着各种自我宣称的专家时，将会发生什么？当我们有许多立即可用的权威支持每种观点时，将会发生什么？结果就是信息的贬值，甚至是科学的贬值。这种趋势威胁着科学家是冷静、客观的理智之声的概念——也威胁着科学在帮助决定理想的公共政策方面的权威作用。

加强力量

我一直特别关注那些影响创新能力，植根于科学事业的力量和活力，以及彼此相互争斗的因素，也就是重要的科学问题以及科学的应用、全球化和国家安全中所固有的多学科性，科学和工程人才的可获得性，以及公共政策界为科学说话的多重声音。

那么，我们应该做些什么？

首先，我们必须认识到科学和工程对于国家安

全、经济健康和福利的重要性，以及它帮助减轻全球人类疾苦的能力。

在广大的学科，甚至在竞争优先权面前，这意味着要对科学和工程基础研究进行重要的、竞争性的和深入的投资的郑重承诺，因为科学（和技术）是成功的根本。人们认为科学只是又一个特殊利益集团，这种想法是令人震惊的。但是这种想法太深入人心，以致被认为是理所当然的。

其次，我们必须关注并承诺发展完备的人才储备：重新激起所有年轻人对科学和数学的兴趣，并且识别、培养、指导并支持各个种族和性别的人才。这

们的政治领袖必须愿意倾听。科学家和科学在解决关键的国际问题时所扮演的角色需要得到更多的认知和尊敬。

科学和社会的关系并不总是使科学家或一般公众感到愉快的。但是，因为公共机构大半资助基础研究，并支持学生的培训，所以科学和公共政策（甚至政治）是结合在一起的。

我们不仅需要注意公共政策的技术尺度，还要注意基础科学带来的科技进步的政策尺度。

科学、技术和公共政策关系的一个例子是风险评估在核领域中的应用。

如果我们继续投资于跨越多学科的科学和工程研究，发展人力资源，主动并一贯地致力于重要的公共政策事项，以新的、有创造性和值得尊敬的方式引起大众的兴趣的话，我们便能弥补这些缺陷并满足全世界越来越高的期望。

需要关注早期教育和准备工作，特别是在数学方面。

但是，我们怎样鼓励那些有天赋的学生在中学时就决心献身科学事业、整个高中都学习那些通常困难的课程、设法进入大学并继续完成研究生的学业、最后进入实验室、设计院等工作岗位呢？

一些经济上的奖励是必要的。这需要对学生们提供更多的经济支持，对处于包括研究生院在内的各个教育阶段的更广泛的社会经济范畴的学生（各个种族）的支持。举例来说，我和其他一些人已经提出可以效仿美国曾经通过《国防教育法》向那些进行科学和工程研究的研究生提供可转移奖学金。

第三，科学界必须以前后一致的、前瞻性的而非反应式的方式处理关键的公共政策问题。公共政策不总是（或许不经常是）公平辩论的理想论坛。它是一个混乱的市场，在那里各种意见都有自己的待议事项，而且一个问题可以被掩盖和混淆。但它是一个各种想法的公开市场，它民主、开放。当然，公众和我

我曾在1995年到1999年期间担任美国核管理委员会（核管会）主席。核管会的主要职责是确保核电站设计、建设和运行的安全，同时保护公众、环境和国家的安全。

核管会对此使用固定规则的传统方式一直是规定性的。当所有的规则得到严格的遵守时，公众放心，即使他们并没有清楚地理解这些规则的安全基础。这样有时就会导致公众对与核电站有关的事件反应过激，因为他们没有辨别重要事件与非重要事件的能力。

从20世纪70年代开始，概率风险评估已发展成为一种定量衡量核运营风险的方法。这种方法慢慢地被核管会和核工业所采纳。但是，从20世纪90年代中期以后，采纳的速度加快。监管结构开始从规定性的转向风险指引性的，这意味着概率风险评估的使用更具实用性，但是并不能绝对地确定所有监管功能和要求。这时的科学只能指引并不能决定监管政策。但

是，目前仍在进行的是从风险指引监管转向帮助公众了解在核反应堆领域和核废物领域风险是怎样被评估和衡量的。

科学和技术可能表明，一种乏燃料处置方法是对其进行后处理，从中提取出钚制成混合氧化物燃料并应用于核电站中以获得更大的能效，同时通过燃烧多余的钚还能实现不扩散的目的。但是，美国政府自20世纪70年代以来的政策是，不进行后处理分离钚，原因是存在核扩散的风险，取而代之的是选择直接地质处置。科学可以指出一种方法或另一种方法的风险和能效，但是采用哪种方法是公共政策决定。科学可

助人们，不能只看到科学自身的乐趣，还要理解科学是什么，科学理论是什么——科学所作的与信仰是截然相反的，已被接受的科学模式或理论都是以实证为基础的，通过试验对假设进行测试，而且理论随着新的实证的出现而改变。

这实际意味着科学界必须理解科学和公共政策之间的关系，本质上讲也就是它与公共价值之间的关系。我们必须从生存条件去认识人。科学观点不会在所有领域一直兴盛，但我们必须引起人们的兴趣。

如果我们继续投资于跨越多学科的科学和工程研究，发展人力资源，主动并一贯地致力于重要的公共

我们提高安全意识的一个直接后果是，目前对科技进步的评估和**投资比以往更加考虑它们的安全适用性，也就是所谓的“以需要为基础来利用”新的发现和创新。**

以指引政策讨论，但却不能控制讨论的结果。

快速前进到今天。恐怖主义和国家安全是美国关注的头等大事，也是全世界关注的焦点。有各种技术用来识别和跟踪潜在的恐怖分子。公众，特别是美国公众总有一种不安的感觉，一些公众担心安全措施对公民自由的影响，另一些公众则担心科学界本身——为科学的进步与全世界的科学家勾通和相互交流的便利性。

仍不清楚的是如何全面地评估当今的薄弱环节。这才是科学界能够发挥更重要作用并促进更公开的讨论之处，讨论的内容不仅是关于恐怖分子的目标，而且具体关于如何使用风险评估。我们不可能防止所有事情发生，但我们可以利用风险评估以更有效的方式调配资源，遵循正确的事情，更少地打扰人以及平息公众不必要的恐惧。

第四，我们必须赢得大众，使所有人能够更多地理解科学。重要的是科学界要跳出自己的小圈子来帮

政策事项，以新的、有创造性和值得尊敬的方式引起大众的兴趣的话，我们便能弥补这些缺陷并满足全世界越来越高的期望。我们可以通过帮助他人实现安全感来确保我们的安全，并迎来一个新的“科学发现的黄金时代”。

Shirley Ann Jackson是纽约伦塞勒理工学院的理论物理学家和院长。Jackson博士曾任美国核管理委员会主席（1995—1999年），美国科学促进协会会长（2004年）以及该协会理事会主席（2005年）。她主持过国际原子能机构的各种论坛，包括2000年的科学论坛。

本文基于2005年2月她在美国科学促进协会华盛顿年会上发表的会长演讲。