

发展当代科学技术，基础研究更重要，还是应用研究更重要？

学号：202122280534 姓名：陈玉熙

当前，中国的科研投入总量开始被归入世界第一梯队、总体科技水平逐步接近世界前沿水平时，国家的科研投入方向（偏向应用还是偏向基础）开始在越来越大的程度上决定着科学研究对创新增长的贡献度。如何理解与怎样处理基础研究与应用研究之间的关系，成为制订科技政策以及决定国家投资趋向的重要价值基础。因此，就此问题的进展进行回顾展望与讨论，无疑具有一定的现实意义。

一、线性模式：将基础研究置于首位

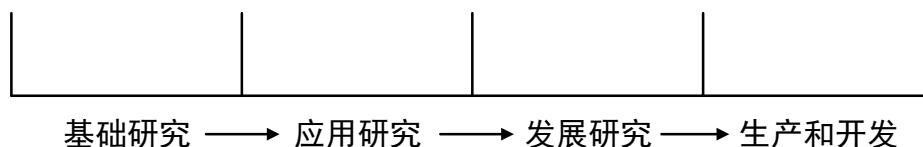
线性模式是二战期间美国科学研究发展局(OSRD)局长布什提出的。1944年11月(即二战结束的前一年)他遵照罗斯福总统的指示，预测如何在和平时发挥科学的作用。经过近一年的潜心研究，1945年7月，他在著名的《科学：永无止境的前沿》的研究报告中，对基础研究下了明确的定义，并说明了基础科学和技术创新之间的联系环节^①。

布什认为，基础研究是不考虑应用目标的研究，它产生的是普遍的知识和对自然及其规律的理解。应用研究是有目的地为解决某个实用问题提供方法的研究。按照布什的理解，这两种研究分别由两个不同的机构来承担，大学主要从事基础研究，企业或政府设立的实验室主要从事应用研究。基础研究和应用研究分别位于一个杠杆的相对两端。如图一所示：



图一、基础研究和应用研究的关系

布什指出，相对于生产实践而言，“基础研究是技术进步的先行官”^②。基础研究应当从过早地考虑实用价值的短视目标中解放出来，然后通过应用与发展研究的中间环节，转变为满足社会经济，军事、医疗等需要的技术发明，从而在根本上为技术进步提供间接而有力的内在动力。这种从基础研究到技术发明的序列模式，就是布什提出的科学研究的“线性模式”(Linear model)，如图二所示：



图二、科学研究的线性模式结构

布什的研究报告产生了广泛的社会影响，不仅已出版的各类词典对基础研究和应用研究的定义都与布什的观点基本相同，而且更加重要的是在一定程度上引起了美国政府对基础研究的高度重视，包括 1950 年 NSF 法案的最终通过和美国国家自然科学基金会的建立。

《前沿》的发表和 NSF 的建立是美国科技政策的一个里程碑。前者阐明了美国战后政府与科学之关系的基本原则，后者则把这些原则加以制度化^④。从此之后，美国政府用于基础研究的经费一直保持着稳定增加的趋势，并且支持基础研究的机构和形式也越来越多。尤其是从 1957 年前苏联人造卫星发射到美国人首次登月成功这段时期内，联邦政府对基础研究的投资以 20% 的速度在增长。

二、反线性模式：以应用研究推动基础研究

当然，并不是所有人支持线性模式，有些人认为是现实问题需求激发了科技的进步，应用研究应置于首要地位。如要取得商业成功，首要的不应是推动科技在产业创新中的应用，而是应由产业部门提出需要解决的现实问题。这种反线性模式可以为现实问题找到恰当的解决方法，并推动基础研究的进展。

科学史上充满了以认识为目标的基础研究和以应用为目标的基础研究，微生物学、免疫学、物理化学和固体物理等基础科学的大突破便是以应用为目标的基础研究的典型案例。巴斯德在研究微生物的基础上，形成了疾病细菌理论，建立了微生物学，同时也得到了明显的实用效果；为推进工业化进程的需要导致了开尔文物理学的产生；美国的朗缪尔通过对电子器件表面的研究，创立了物理化学，并获得 1932 年的诺贝尔奖。

三、二维象限模式：辩证看待基础研究与应用研究

科学史上的众多实例表明，布什有关基础研究和应用研究线性模式的观点存在着缺陷，而以布什模式为基础的科学政策势必达不到预期的效果^④。为使科学模式更有合理性，必须进一步揭示基础研究和应用研究之间的相互关系。1996 年，布鲁金斯学会的 D. E. 斯托克斯通过对整个科技史的研究，提出了科学研究的二维象限模式（如图三所示）^⑤。

		是否考虑应用	
		否	是
是否追求基本认识	是	纯基础研究 (玻尔)	应用引起的基础研究 (巴斯德)
	否	技能训练与经验整理	纯应用研究 (爱迪生)

图三、科学研究的象限模型

左上角的单元代表单纯由认知需求引导而不考虑应用目标的基础研究，他称之为玻尔象限。这个象限相当于布什的“基础研究”概念。右下角的单元代表只由应用目标引导而不追求科学解释的研究，他称之为爱迪生象限。这个象限的研究相当于布什的应用研究类型。右上角的单元代表既寻求拓展认识边界又考虑应用目标的基础研究，他称之为巴斯德象限。其主要特点是将纯基础研究与纯应用研究有机地结合起来，从而为“战略研究”的出现奠定了基础。左下角单元代表既不由认识欲望引导也不考虑应用目标激发的研究，但它并不是空的，它可能是研究人员对某种事物的好奇心驱使的，主要是强化研究者的研究技能，并对已有经验进行分析与整合，为研究者能够尽快地胜任新领域内的工作打下良好的基础^⑥。

四、不同国家科技战略类型和经验教训

1. 日本的“应用型”战略

日本长期以来执行的是重应用、轻基础的应用型战略。明治时期提出“科学技术与实业一致”，二次大战期间强调科学研究“主要是以充实国防为目的”，战后则“主要是致力于专以民间为主导的民用技术的研究开发”，都在强调应用研究，而没有大力发展基础研究。这就使得日本以“基础研究落后”、“应用研究先进”的矛盾形象，跨进了世界经济大国的行列。

为了摆脱基础研究和应用研究的线性模式，日本也进行了努力。在 20 世纪 80 年代和 90 年代，日本一大批引人注目的公司正处于巅峰时期，能够广泛参与全球竞争。这些大商业公司在此期间都对基础科学产生了兴趣，它们设置或加强了基础研究实验室。日立、东芝、佳能、NEC 以及其他一些公司，都强调资助那些预计不能以某种方式立即应用的研究。这些公司所探索的科学现象，大多同公司的技术强项相关联，这些科学现象经常为这些技术所揭示。事实上，日本公司对基础科学投资的增加，甚至提出“诺贝尔奖计划”等这些特别的举措，实际上是致力于巴斯德象限的研究，而不是玻尔象限的研究，而正是大力投资于巴斯德象限的研究，才使

在日本公司的竞争力增强的同时，日本的科学实力也得到提高。近几年，日本科学家获得诺贝尔奖数目的不断增加，像本世纪初获奖的白川英树、野依良治、小柴昌俊、田中耕一等清楚地表明，日本不仅仅是技术强国，同时也迈向了科学强国。

2. 英国的“基础型”战略

英国长期以来自觉或不自觉地执行的是“重基础”、“轻应用”的“基础型”发展战略。英国学术界素有“尊重传统的理论科学、轻视工程学等实用科学的风气”，主张自由运用人类的智慧去探索大自然的奥秘，而不受社会实用目的的约束。这是自波义耳、牛顿、道尔顿等理论大师以后几百年来形成的学术传统。这就使得英国恰同日本相反，形成了“基础研究先进”而“应用研究落后”的矛盾形象。

例如英国的诺贝尔奖获得者人数高达日本的 12 倍，列在德、法、意等发达国家之前，仅次于美国居世界第 2 位；学术论文的引用率亦居世界前列；国际科学家辈出率为 13.4%，也远高于日本（2.4%）；英国在分子生物学、射电天文学、高能物理学、固体物理学、神经生理学等基础研究领域均居于世界前列，为世界科学的发展做出了辉煌贡献，英国基础研究的先进地位已举世公认。

但是，英国的应用研究却较为落后，“从发明到产品化的时间滞后”，日本仅需 3.7 年，英国则需 7.7 年；制造业劳动生产率（1970 年到 1977 年），日本提高了 5.5 倍，英国仅提高了 2.5 倍；世界上的重大发明，诸如雷达、青霉素和聚酯纤维以及集成电路概念的提出，最初都是来自英国，然而并未能很好地在本国实用化、企业化。难怪英国人经常叹息：“虽然英国好不容易搞出了优秀的研究成果和发明，但是几乎所有这些成果和发明都很快地被日本和德国拿去实际应用了”。英国基础研究先进和应用研究落后，以及由此造成的产业衰退，成了英国“基础型”战略的很大弊病。实际上，这可以称得上是一种“英国病”了。

目前英国也已经意识到了这种“英国病”的危害，深感“不仅在学术方面，而且在产业方面也应该走在世界各国的前面”。因此，“近几年来英国在学术研究领域出现了比起科学（理论）来更重视工程学的倾向”，特别是生物技术、信息技术和建筑土木技术等实用部门，而在核物理和宇宙学等基础研究领域的发展有所放缓。同时还采取了一些措施来大力培养应用方面的人才，包括（1）取得学位的优秀学生到企业中留学；（2）学生参加企业与大学的合作研究；（3）企业聘请专职大学教授等。此外，还积极效仿日本，要求“产业界应该大胆引进国外已得到证实的技术”，特别是“引进日本优秀的生产技术”。由于受到日本成功的冲击，英国开始“把重点放在应用领域”的动向，也影响到整个西欧，使得重视应用研究的倾向普遍有所加强。这也进

一步说明基础研究与应用研究的关系是比较复杂的。

3. 美国的“混合型”战略

美国执行的是既“重基础”又“重应用”的“混合型”战略，比较全面。因此，美国无论在科学成就还是技术水平方面，都远较英国和日本为高。例如美国的诺贝尔奖获得者人数远高于英国和日本，居世界第一位。美国技术输出与输入金额比(1984年)为17，英国为1.09，日本为0.30628，远较英国和日本为高，显示了巨大的技术输出优势。现今美国在宇宙航空、卫星通讯、大型和微型电子计算机、超音速飞机等尖端技术产品方面，均处于世界领先地位。总之，美国的“混合型”战略，推动美国成了遥遥领先于其他发达国家的世界第一科技大国和经济大国。

五、总结与展望

综上所述，在各个国家制定政策的发展过程中，基础研究和应用研究之间的关系已经不再是传统的线性模式，它们之间具有交叉的网状关联。在这种关联中，从基础研究到应用的过程越来越短，有的甚至合而为一，即有的应用研究本身就包括了基础研究，有的基础研究可能是应用研究的成果。每一过程都具有相互促进的作用。特别是随着知识经济时代的崛起，产品的市场占有率不再唯一地取决于它的耐久性、实用性等传统指标，还与产品蕴含的文化背景、美学成分、鉴赏水平等人文因素有关，基础研究也正在向着跨学科、跨文化、跨国界等联合方向发展。在这种将基础研究、应用研究正在不断地与人文社会科学研究进行整合的背景下，我认为基础研究与应用研究将会成为同一个研究过程的两个侧面，而不是两个极端。

展望未来，我认为当前时期把“科技工作的主战场”从应用研究逐步转为基础研究已然是很切合我国实际的选择。自改革开放以来，我国经济实力飞速崛起，现如今作为全球第二大经济体，已经具备“大力”发展基础研究的条件。面对复杂的国际形势，中国企业在“走出去”的过程中不断受到国外势力的打压，归根结底还是因为基础研究的薄弱导致大部分关键技术受制于人，例如基础材料学的欠缺导致一直无法造出匹敌美俄的大推力长工时航天发动机；基础生命科学研究的薄弱导致国内医疗制药等领域平均水平依然远远低于国外等。

近几年大家欣喜地看到：“悟空”号暗物质粒子探测卫星的发射；“人造小太阳”东方超环(EAST)不断刷新的放电记录；“FAST”天眼射电望远镜的建成投用等成果无不代表着国家对基础科学领域的巨大投入。我相信在不久的将来，我们一定可以在基础研究领域闯出属于我们国家自己的一番天地！

六、参考文献

- ① Bush Vannevar. Science, the Endless Frontier[M].Princeton University Press:2020-12-31.
- ② 成素梅, 孙林叶.如何理解基础研究和应用研究[J].自然辩证法通讯, 2000(04):50-56.DOI:10.15994/j.1000-0763.2000.04.018.
- ③ 李宁, 赵兰香.从《科学:无止境的前沿》到美国科学基金会——美国科技政策过程的一个经典案例[J].科学学研究, 2017, 35(06):824-833.DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.2017.06.004.
- ④ 李春霞.基础研究与应用研究——日本“诺贝尔奖计划”的启示[J].学理论, 2010(14):85-86.
- ⑤ 姚平录, N 自然科学总论 N000018 基础科学与技术创新: 巴斯德象限. 杨牧之 主编, 中国图书年鉴, 湖北人民出版社, 2000, 655, 年鉴.
- ⑥ 姚平录, N 自然科学总论 N000018 基础科学与技术创新: 巴斯德象限. 杨牧之 主编, 中国图书年鉴, 湖北人民出版社, 2000, 655, 年鉴.