DOI 10.15302/J-SSCAE-2018.06.004

分类支持基础研究 促进全链条颠覆性技术创新

张慧琴，平婧，孙昌璞

（中国工程物理研究院研究生院，北京 100193）

摘要：近年来，我国在科技领域取得了巨大的进步，但明显存在关键技术的“卡脖子”问题。为了有效地推动我国科学技术源头创新，从根本上解决“卡脖子”问题，必须回归基础研究。为探究基础研究催生颠覆性技术，本文阐述了基础研究的内涵，并根据基础研究面向的目标，将基础研究分为四大类型：面向重大科学目标的基础研究、国家需求牵引的基础研究、以人才为本的自由探索型基础研究和以实际应用为目标的基础研究；在分析各类型基础研究特点及发展需求的基础上，提出实施差异化的稳定支持、促进全链条颠覆性技术创新的发展建议。

关键词：基础研究；颠覆性技术；分类支持

中图分类号：T-01　　**文献标识码：**A

Supporting Basic Research by Classification to Promote Whole-Chain Disruptive Technology Innovation

Zhang Huiqin, Ping Jing, Sun Changpu

(Graduate School of China Academy of Engineering Physics, Beijing 100193, China)

Abstract: In recent years, China has made great progress in science and technology, but still falls behind in terms of key technologies. To promote original innovation in science and technology and fundamentally overcome its weakness in key technologies, China should focus on basic research. To explore how basic research creates disruptive technologies, this paper expounds the connotation of basic research, and categorizes basic research into four types according to its targets: basic research toward major scientific objectives, basic research driven by national demands, talent-based basic research for free exploration, and basic research aimed at practical application. Based on the analysis of the characteristics and development needs of various types of basic research, we put forward a development suggestion of providing differentiated and stable support to promote whole-chain disruptive technology innovation.

Keywords: basic research; disruptive technology; differentiated support

一、前言

改革开放带来了过去 40 年我国经济、社会和科技方面的巨大进步，但随着中国从大国到强国的奋力崛起，美国必将全面遏制中国发展。因此，仅仅在点上挣脱“卡脖子”问题不足以完成国家从“站起来”“富起来”到“强起来”的伟大使命。

在各个关键点上实现突破是我国科技发展所

收稿日期：2018-10-25；**修回日期：**2018-11-09

通讯作者：孙昌璞，中国工程物理研究院研究生院，教授，中国科学院，院士，主要研究方向为量子物理；E-mail: suncp@gscaep.ac.cn

资助项目：中国工程院咨询项目“工程科技颠覆性技术战略研究”(2017-ZD-10)

本刊网址：www.enginsci.cn

必须的。我国科学研究在单一技术指标上实现世界领先已有不少事例，比如中国科学技术大学在量子信息方面的研究创造了不少世界纪录，最近潘建伟院士领导的小组实现了 18 个光量子比特纠缠的世界最高记录 [1]。然而，作为以实现实用颠覆性技术为目标的量子信息研究，更需要综合性全链条地从基础研究到精密测量技术多方面的原始创新。毋庸讳言，我国虽然在各个领域创造了各种世界纪录，但从科学思想到技术变革，我国自己创造性明显的技术并不多。因此，要从根本上解决“卡脖子”问题，必须花功夫、费力气回归基础研究。需要指出的是，不同类型的基础研究会在不同的时间尺度上引发技术的突破。

二、基础研究内涵

基础研究主要的任务是探索自然规律，发现新的效应，它们大多不会直接给出颠覆性的实用技术创新。基础研究通常以兴趣为导向，但也必须兼顾需求导向。

基础研究有广义和狭义之分。广义的基础研究泛指所有能够引发科学思想创新、促使技术突破的科学实践活动，而狭义的基础研究是指那些不直接以应用为目的的纯科学探索活动。后者不能、也不要求在短期内解决“卡脖子”问题。纯基础研究主要是与物理、数学等基础学科相联系，是“基础的基础”。不同类型的基础研究实现科学目标和导致技术创新的时间尺度不一样，因此，在我国国力有限、面临紧迫需求的情况下，支持的方式和力度也要有所差异。为了有效地推动我国科学技术源头创新，有必要区分四大类基础研究，即面向重大科学目标的基础研究、国家需求牵引的基础研究、以人才为本的自由探索型基础研究和以实际应用为目标的基础研究。对不同类型基础研究应实施差异化的稳定支持，否则对颠覆性技术进步将会事倍功半。从事各类基础研究的不同机构要定位明确，不仅要面向科学前沿，而且要有需求牵引的攻坚克难，在应用导向基础研究过程中，不能“软柿子”大家捏、“硬骨头”躲着走，否则就无法形成我国关键技术的全方位综合实力。

三、分类支持基础研究，促进全链条颠覆性技术创新

以下针对不同类型的基础研究分别探讨稳定支持方式。

（一）面向重大科学目标的基础研究

此类基础研究以大科学工程和大科学装置为代表，耗资巨大。作为发展中国家，中国必须有所为、有所不为、量力而行、重点布局，对没有明确科学目标的项目政府要断然拒绝。重大科学目标来自持久坚持原创的科学理论，例如欧洲核子研究中心的大型强子对撞机（LHC）发现了 Higgs 粒子，起源于 50 多年前规范理论导致的基本粒子标准模型，这个模型预言了 Higgs 粒子的能量标度；激光干涉引力波天文台（LIGO）观测到引力波，源自一个世纪前爱因斯坦广义相对论时空理论的明确预言。当然，有的重大科学工程，如激光惯约核聚变（ICF），实现最后目标是困难的，但其中间过程意义重大，如 ICF 中的核爆物理模拟过程。没有科学目标就闯入了科学工程的无人区，在我国国力有限的情况下，不宜盲目投入。支持此类基础研究，要建设和运行并重，以往“重建设、轻运行”的支持方式必须改变：运行部分要加强支持，以充分实现大科学的国家目标。此类研究科学目标一旦明确，可以周期较长，实施过程中切不可只是在单一指标上追求“世界纪录”。

（二）国家需求牵引的基础研究

此类基础研究以我国未来的国家实验室为代表，必须要有国家层面的顶层设计。此类研究，需求场景清晰，有明确国家任务使命，中国工程物理研究院和美国的一些国家实验室属于此类。对此，虽然要面向国家使命，但不可以“生产”方式要求和管理相关的基础研究。要立足长期目标驱动的原始创新，通过军民融合补充短板，资助模式可以借鉴美国国防高级研究计划局（DARPA）。对于解决国防和国家安全问题，基础研究要发挥关键技术方向性判定作用，避免技术误判和西方国家的“战略忽悠”。此类研究的科学任务必须凝聚，不可发散，具体科研工作不能碎片化，切不可以一个“名词创

新”来包罗万象（如目前很多以“量子调控、量子模拟、量子计算”名义统包整个学科领域的方式是不可取的，要有明确的科学含义界定）。对基础研究驱动核心关键技术的发展政府要有耐心，要革新当前的评价机制，要以分级解决问题为导向，而不只是文章驱动。此类基础研究必须是以国家需求为牵引，以关键科学技术为导向，以实用装备研发为实现目标。

（三）以人才为本的自由探索型基础研究

此类基础研究主要以国家自然科学基金委员会和高校支持的基础研究为代表。它以学科建设和人才储备为目标，创造环境和氛围，孕育重大科学突破，需要长期的稳定支持。因此，必须改变当前只基于“数量”的评价模式，否则会影响青年人才凝心聚力、在重大的科学问题上攻坚克难。要创造人才健康成长、不唯名利是图的环境，克服近年来人才无序流动带来的巨大损失。目前，要避免人才评价行政化问题，国家、地方和部门不能只追求人才工作“GDP”，而无法实现人才“质”的供给。吸引人才不能只是“政绩工程”，要以解决重大科学问题为导向。此外，领军人才“帽子”要有，但不可太多，要减少层级及其附带利益，希望国家各类人才项目统一口径，大幅度压缩各类人才项目的“帽子”工程，形成举国人才统筹的新局面。否则，年轻一代会在追求一项又一项“帽子”的过程中追赶潮流、丧失原创。应当记住，真正的英才是干出来而不是评出来的，一定要创造“苦干”加“巧干”的人才奋斗环境。当然，其中纯基础的研究成果要落实到原创的科学论文上，可以有“论文论”，但不能唯“论文论”，人才培育过程中可以有“帽子”，但不能唯“帽子论”，这样才有一个客观的合情合理的评价标准，激励原始的科学创新。

（四）以实际应用为目标的基础研究

此类基础研究的目标是为了现实应用，能够在较短的时间尺度上解决“卡脖子”问题。因此，要有市场目标牵引的评价机制，企业投入理应为支持应用导向型基础研究的主体，要有政策机制解决我国目前企业投入占比严重不足的机制问题。以我国半导体研究为例，过去几十年我国有大量的投入，但缺乏系统性和连续性，没有形成芯片创新技术的基础链条。目前，国家也不宜通过大规模行政介入、直接以经费的方式支持应用导向型基础研究。对此，不要过分相信举国体制，要充分发挥市场机制的核心作用。国家支持的以实际应用为目标的基础研究要收拢到几个必不可少的方向上去，以期在短时间内取得成效。国家的资金支持要逐步退出以市场需求为目的的基础研究，要通过政策上的鼓励甚至通过资金量的约束让企业自由选择支持基础研究项目。对于具体项目的支持，要充分注意技术成熟度，要以科学方法进行技术方向和可实现性的判断。必须清楚地认识到，市场导向不等于通过贷款融资等手段过早地把研究上没有结论、明知还不成熟的东西推向市场应用。特别是在国防和国家安全领域的应用，这个问题尤为重要。此外，媒体宣传要注意把握分寸，避免误导民众走向“技术民粹主义”和“弯道超车”的空想，否则会影响国家战略技术布局，影响国家安全。

四、结语

以上通过对基础研究分类，简单地阐述了国家支持基础研究方式的差异性，但需要指出的是，四类基础研究导致的颠覆性技术创新是有所关联的，如欧洲核子研究中心大科学工程需求催生了万维网。因此，在决定支持各类基础研究时，要有宽容度，要体会科研副产品在形成颠覆性技术过程中的意外效应。

参考文献

[1] Wang X L, Luo Y H, Huang H L, et al. 18-qubit entanglement with six photons' three degrees of freedom [J]. Physical Review Letters, 2018, 120(26): 502–506.