国家自然科学基金委员会

简 报

第 1 期（总 484 期）

国家自然科学基金委员会 2017年1月4日

2016 年度基础研究主要进展与科学基金资助成效

本文提要：2016 年，我国基础研究稳步发展，促进原始创新能力持续提升，在一些具有世界影响力的科学前沿和富有潜在价值的创新发展领域取得了重要突破，有力地促进了中国科学的发展，为我国建设世界科技强国提供了重要的源头创新支撑。

2016年，在党中央、国务院的领导下，国家自然科学基金委员会认真贯彻落实全国科技创新大会精神，以建设世界科技强国“三步走”战略目标为指引，聚力前瞻部署、聚力科学突破、聚力精准管理，不断增强源头创新供给。

一年来，科学基金共受理来自全国2309家单位的182334份申请，运用国家财政投入248.66亿元，资助各类项目41184项，不仅稳定支持了基础研究的基本面，也强化了对重点领域的优先部署。近十年（2007年1月1日至2017年1月4日）我国共发表国际科技论文172.44万篇，继续排在世界第2位；论文共被引用1508.71万次，较上一年跃升1位，排名世界第3位，且被引用次数增长速度显著超过其他国家。与上一年相比，论文被引用频次排名世界第2位的学科领域数由7个上升为8个。我国高被引论文和国际热点论文排名均跃升1位，居世界第3位。我国发表在各学科最具影响力国际期刊上的论文数量连续六年居世界第2位，占世界份额15.2%，其中54.6%的论文是受科学基金资助所产出。近五年来全世界发表的高影响力论文中我国占18.10%，其中受科学基金资助的论文数占世界的11.30%，占我国的62.40%。

在科学基金和国家其他科技计划的支持下，我国基础研究整体水平在国际上有了新的提升，在一些具有世界影响力的科学前沿和富有潜在价值的创新发展领域取得了重要突破，有力地促进了中国科学的发展，满足了国家的重大战略

需求。产出的创新成果和涌现的杰出人才，对于夯实科技基础，服务于世界科技强国战略目标实现，具有重要的基础性和动力性价值。

1. 研发量子探针实现单分子磁共振测量成像。传统磁共振技术无法实现对单个分子的直接测量。中国科技大学杜江峰团队基于钻石量子探针，利用最新量子调控技术，在自主研制的设备上实现单分子磁共振，标志着磁共振技术灵敏度实现从百亿分子到单分子、分辨率从毫米到纳米的飞跃。该成果在国际同行中引起强烈反响。《科学》称该“成果实现了一个崇高的目标，是通往活体细胞中单蛋白分子实时成像的重要里程碑。”2016 年，习近平总书记在考察该成果时，对其在核心技术上实现从跟跑到并跑、再到领跑的突破表示赞赏，勉励科研人员要把创新的优良传统传承下去。

2. 稳态磁约束聚变研究走在国际前列。超高温长脉冲等离子体放电是未来聚变堆的基本运行模式。中科院合肥物质科学研究院团队围绕稳态等离子体约束改善机理这一国际前沿课题，在全超导托卡马克核聚变实验装置（EAST）上成功实现电子温度超过 5 千万度、持续时间达 102 秒的超高温长脉冲偏滤器等离子体放电，打破世界记录。该成果展示了 EAST 作为超导装置在高参数下开展稳态实验研究的能力与特长，将为未来国际热核聚变实验堆（ITER）实现稳态高约束放电提供科学和工程实验支持。

3. 煤气化直接制烯烃获得重大突破。中科院大连化物所包信和、潘秀莲团队颠覆了 90 多年来煤化工一直沿袭的费托路线，创造性地直接采用煤气化产生的合成气，在一种新型复合催化剂的作用下，高选择性的一步反应获得低碳烯烃。研究成果发表于《科学》，被同行誉为“煤转化领域里程碑式的重大突破”。新发明的过程除了节水和降低 CO_2 排放外，还具有很高的经济效益。据当前初步评估，该过程内部收益率可达 14%以上。目前该团队正与企业合作开发，力争尽快实现工业示范和产业化。

4. 合成气直接制烯烃研究获重大突破。烯烃是重要的高附加值化工原料，在国民经济中占有十分重要的地位。如能将合成气直接高选择性合成烯烃，将实现制备流程更短、能耗更低。中科院上海高研院研发了一种全新的催化剂，实现高选择性合成气直接制备烯烃，相关研究成果发表在《自然》。基于我国缺油、少气、富煤的资源特点，该技术具有很强的工业应用前景及很高的经济效益。目前，已与企业开展合作，力争尽快实现工业示范和产业化，促进我国煤化工的发展。

5. 剪接体结构生物学领域持续取得重要进展。获取剪接体在组装、激活、催化反应过程中各个状态的结构是最基础也是最富挑战性的结构生物学难题。继 2015 年首次发现剪接体的三维结构后，清华大学施一公团队 2016 年在真核

生物剪接体结构生物学领域又取得重要进展。两年来，共报道了剪接反应中 5 个关键状态剪接体复合物的高分辨率结构，基本覆盖了整个剪接通路中关键的催化步骤，提供了迄今为止最清晰的剪接体不同工作状态下的结构信息，大大推动 RNA 剪接研究领域发展。系列成果共有 6 篇论文发表于《科学》，受到国际同行广泛关注。

6. 微纳结构成像技术为高分辨对地观测提供重要支撑。中科院光电所罗先刚团队长期致力于电磁波与微纳结构相互作用及其应用研究，在国际上率先提出表面等离子体局域相位调控理论和方法，产生出新的折射效应，被《自然》评价为“三种改写折射定律的方法之一”。研制的突破衍射极限、比传统成像方法精度高 8 倍的镜头，开拓了超分辨成像技术新途径。研制的口径微米量级的柔性微纳结构成像子镜及组装技术，被认为是新一代空间静止轨道对地观测成像的关键技术，有效支撑了我国多项重大工程的实施。

7. 电磁超材料研制取得重要突破。近 20 年，超材料一直是物理及信息领域的前沿。东南大学崔铁军团队从信息科学角度研究超材料，于 2014 年创造性地提出用 0 和 1 空间编码来表征超材料，通过改变 0 和 1 编码序列自由控制电磁波，2016 年成功研制国际上第一个数字编码和现场可编程超材料。该研究被美国光学学会遴选为最激动人心的 30 项成

果之一。此外，该团队研制的低频隐身和透波－隐身一体化天线罩已成功应用于中国航天等部门。

8. 病毒疫苗领域取得重大进展。传染病的“幕后黑手”是病毒，疫苗是预防病毒感染的有效手段。北京大学周德敏、张礼和团队以流感病毒为模型，发明了人工控制病毒复制技术，将病毒直接转化为疫苗。该技术不仅使疫苗研发不再复杂，而且颠覆了病毒疫苗研发的传统理念，所研发的疫苗是活病毒疫苗，既保留了野生流感病毒完全的感染力和病毒感染人体引发的全部免疫原性，又避免其感染人体后在细胞内的复制和生产新病毒能力。成果发表于《科学》，对于预防和治疗病毒性传染病具有重大医学价值和社会意义。

9. 深层超深层油气藏压裂酸化高效改造成效明显。解决深层油气藏地层破裂问题，是确保施工成功的关键所在。西南石油大学郭建春团队通过深层超深层油气藏面临的超高温、超高压、超高闭合压力等难题的系统研究，解决了深层油气藏难于进行压裂技术改造的问题。该研究发表论文 80 余篇，获国家发明专利 24 件。深层超深层压裂酸化高效改造技术实现了从 4000 米深层到 7500 米超深层改造的重大跨越。成果已在渤海湾、塔里木、鄂尔多斯等几大油气盆地的近十个油气田进行规模化应用。

10. 提出应急管理领域“中国方案”。我国科学家在非常规突发事件应急管理理论与技术上取得重大突破，并实现了

广泛应用。相关成果直接支持了国务院应急平台、90%省级应急平台、60%地级应急平台的建设，在近年来国家应对突发事件的决策中发挥了重要作用，得到中央领导高度赞扬“花小钱、应急事、办大事”。同时，为厄瓜多尔、巴西等国家以及世界卫生组织提供应急平台系统建设服务。2016 年 11 月，习近平总书记在厄瓜多尔《电讯报》的署名文章中特别提到“我高兴地得知，在这次抗震救灾中，中国提供设备技术并负责建设的厄瓜多尔公共安全服务系统发挥了重要作用。”此外，完成 ISO22325 应急能力评估国际标准的制定，这是在应急管理领域我国牵头完成的第一个国际标准。

分送：中共中央办公厅、全国人大常委会办公厅、国务院办公厅、全国政协办公厅。
国家科教领导小组办公室；党中央、国务院有关部（委）、局及有关部门；各科学基金会；各省、直辖市、自治区、计划单列市科技厅。

国家自然科学基金委办公室　　2017 年 1 月 5 日印发