

科学文化系列



国家科学思想库

科学与中国

院士专家巡讲团报告集

第十一辑

白春礼/主编



科学出版社



国家科学思想库

科学文化系列

科学与中国

院士专家巡讲团报告集

第十一辑

白春礼/主编

科学出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

科学与中国：院士专家巡讲团报告集·第11辑/白春礼主编. —北京：科学出版社，
2016.1

ISBN 978-7-03-046200-8

I. ①科… II. ①白… III. ①科学技术-概况-中国-文集 IV. ①N12-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 262033 号

责任编辑：侯俊琳 朱萍萍 张翠霞/责任校对：邹慧卿

责任印制：徐晓晨/封面设计：无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年1月第一版 开本：720×1000 B5

2016年1月第一次印刷 印张：13 插页：2

字数：250 000

定价：48.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

编 委 会

主 编 白春礼

委 员 (以姓氏笔画为序)

王延觉	王晓彬	叶培建	石耀霖	朱邦芬
朱 荻	刘嘉麒	安耀辉	吴一戒	李 灿
张启发	张 杰	陈凯先	陈建生	何积丰
李 婷	戒嘉余	李静海	周其凤	侯凡凡
南策文	郭光灿	康 乐	常 戌	曹效业
翟立新				

秘书处 王敬泽 谢光锋 李鹏飞 袁牧红 李 雪

序 言

十年前，由中国科学院牵头策划，并联合中共中央宣传部、教育部、科学技术部、中国工程院和中国科学技术协会共同主办的“科学与中国”院士专家巡讲活动拉开了帷幕。这项活动历经十载，作为我国的一项高端科普品牌活动，得到了广大院士和专家的积极响应，以及社会公众的广泛支持和热烈欢迎。十年来，巡讲团举办科普报告 800 余场，涉及科技发展历史回顾、科技前沿热点探讨、科学伦理道德建设、科技促进经济发展、科技推动社会进步等五个方面，取得了良好的社会反响，在弘扬科学精神、普及科学知识、传播科学思想、倡导科学方法等方面做出了突出贡献。

“科学与中国”院士专家巡讲团由一大批著名科学家组成，阵容强大，演讲内容除涉及自然科学领域外，还触及科学与经济、社会发展等人文领域，重点针对“气候与环境”、“战略性新兴产业”、“科学伦理道德”、“振兴老工业基地”、“疾病传染与保健”等社会关注的焦点问题和世界科技热点，精心安排全国各地的主题巡讲活动。同时，该活动还结合学部咨询研究和地方科技服务等工作开展调查研究，扩大巡讲实效。近年来，该巡讲团针对不同人群的需要，创新开展活动的组织形式，分别在科技馆和党校开辟了面向社会公众和公务员的“科学讲坛”这一科普阵地，举办了资深院士与中小學生“面对面”对话交流活动。这些活动的实施在激励青少年学生成长成才和献身科学事业、培养广大领导干部科学思维与科学决策、引导社会公众全面正确认识科学技术等方面都起到了积极作用。如今，“科学与中国”院士专家巡讲活动已经成为我国高层次的科学文化传播活动，是科学家与公众的交流桥梁，是科学真谛与求知欲望紧密接触的纽带，是传播科学的火种。

科技创新，关键在人才，基础在教育。进入 21 世纪以来，世界科技发展势头更加迅猛，不断孕育出新的重大突破，为人类社会的发展勾勒出新的前景，世界政治、经济和安全格局正在发生重大变化。随着人类文明在全球化、信息化方面的进一步发展，国家间综合国力的竞争聚焦



于科技创新和科技制高点的竞争，竞争的重点在人才，基础在教育。习近平总书记在2014年两院院士大会上曾经指出，“我国要在科技创新方面走在世界前列，必须在创新实践中发现人才、在创新活动中培育人才、在创新事业中凝聚人才，必须大力培养造就规模宏大、结构合理、素质优良的创新型科技人才”。是否能源源不断地培养出大批高素质拔尖创新人才，直接关系到我国科技事业的前途和国家、民族的命运。由于历史的原因，作为一个人口大国，我国公众整体科学素养水平相对较低，此外，由于经济、社会发展不均衡，公众科学素养存在很大的城乡差别、地区差别、职业差别。所以，我国的科普工作作为公众科学教育的重要环节，面临着更加复杂的环境。中国科学院应当充分发挥自身的资源优势，动员和组织广大院士和科技专家以多种形式宣传科技知识，传播科学理念，积极开展科普活动，把传播知识放在与转移技术同样重要的位置，为培育高素质创新人才创造良好的环境条件并做出应有的贡献。

中国科学院学部联合社会力量共同开展高端科普工作的积极意义，不仅在于让公众了解自然科学知识，更在于提高公众对前沿科技的把握，特别是加深其对科学研究本身的思想、方法、精神、价值、准则的理解，这是对大中小学课程和社会公众再教育的重要补充。只有让公众理解科学，才能聚集宏大的人才队伍投身于科技创新事业，才能迸发持续不断的创新源泉和创新成果。

《科学与中国：院士专家巡讲团报告集》第一轮的出版工作始于2005年，共出版了七辑，经五年工作的积累，第二轮出版工作已启动，第八辑、第九辑、第十辑已出版，现第十一辑已付梓出版。我们向社会公开出版院士专家的演讲报告文集，希望读者能够通过仔细阅读，深度体会科学家们的科学思想和科学方法，感受质疑、批判等科学精神和科学态度，理解科技的道德和伦理准则，把握先进文化和人类文明的发展方向，并在实际工作和社会生活中切实加以体会和运用。这也是中国科学院学部科学引导公众、支撑国家科学发展的职责之所在。

是为序。

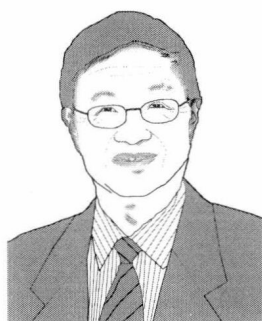
2015年夏

| 目 录 |

序 言（白春礼）



白春礼院士
创新驱动发展战略靠什么支撑——
从科学、技术、工程的概念说起/1



曹春晓院士
钛与航空的不解之缘/11



何万青高级架构师
互联网时代——被计算技术影响的生活/25



李涤尘教授
3D 打印的现在与未来/55



陈祖煜院士
聚焦三峡/83



张楚汉院士
“乐水者”畅谈我国水安全/99



陈晓亚院士
植物科学与生态文明/115



王宜主任
应季养生/127



冯利教授
肿瘤的早期发现与防治/149



张劲硕博士

动物，动之美——动物行为趣谈/171

后 记/201

创新驱动发展战略靠什么支撑 ——从科学、技术、工程的概念说起



白春礼

纳米科技研究专家，满族，1953年9月生于辽宁丹东。1978年毕业于北京大学化学系，1981年、1985年先后获中国科学院研究生院硕士学位、博士学位。中国科学院化学研究所研究员，中国科学院院长，国家纳米科技指导协调委员会首席科学家和国家纳米科学中心主任。兼任中国科学院化学部主任，中国化学会理事长。1997年当选为中国科学院院士。同年当选为第三世界科学院院士。

先后从事过高分子催化剂的结构与物性、有机化合物晶体结构的X射线衍射、分子力学和导电高聚物的EXAFS等研究。从20世纪80年代中期开始从事纳米科技的重要领域——扫描隧道显微学的研究，研制成功扫描探针显微镜（SPM）系列。在纳米结构、分子纳米技术方面进行了较系统的工作。



Bai Chunli

白春礼

“基础研究有什么用?”这是大家常常讨论的话题。我想,明代徐光启所说的“无用之用,众用之基”,法拉第所说的“问基础研究有什么用就好像问一个初生的婴儿有什么用”,都是很好的回答。基础研究的“用”,首先体现在它对经济社会发展无所不在的作用,在我们现实生活中广泛使用的半导体、计算机、激光技术等,都是基础研究成果的实际应用。

现在知识产权的保护已从基础研究阶段开始,原始性创新是核心关键技术的源泉。基础研究还体现了人类不断追求真理、不懈创新探索的精神,也培育了创新人才,是现代社会文明、进步、发展的重要基石。

一、科学、技术、工程的概念

从本质上讲,科学、技术和工程三者是不同类型的创造性活动,有着不同的发展规律,体现着不同的价值,需要不同的评价标准和支持政策。

“科学”源于拉丁文 *scientia*,本义是知识和学问。通常认为,科学以探索发现为核心,主要是发现、探索研究事物运动的客观规律。科学发现,特别是纯科学的原始性创新突破,也就是纯基础研究,在于人们对科学真理的自由思考和不懈探索,往往不是通过人为地计划和组织来实现的。

“技术”由希腊文 *techne* (工艺、技能) 和 *logos* (词、讲话) 构成,意为工艺、技能。一般认为,技术以发明革新为核心,着重解决“做什么、怎么做”的问题。

“工程”一词,最早产生于18世纪的欧洲,其本义是兵器制造、军事目的的各项劳作,后扩展到许多领域,如制造机器、架桥修路等。一



般认为，工程着重解决“做出了什么”的问题。

从世界科技革命的发展进程看，在人类经济社会发展强大需求和知识与技术体系内在矛盾运动两大驱动力量下，一系列重大科学发现和深刻技术变革，从根本上改变了人类的生活和 production 方式，极大地解放和发展了社会生产力。其间，每次重大科学发现，往往成为后来重大技术突破的基础；每次技术革命都以一定的科学理论为基础，反过来也影响和推动着新的科学理论的探索与发现。

根据基础研究、应用研究和开发试验三者的不同特征和发展规律，世界各国都有适当比例的经费投入。根据《美国科学工程指标 2014》的统计，2011 年按购买力平价的总研发、基础研究投入及比例、企业和政府投入占总研发的比例，美国、中国、日本、韩国、法国、英国六国中，中国总研发投入稳居第二；但是基础研究投入占总研发投入的比例其他各国均超过 10%，大部分科技发达国家平均为 20% 左右，只有中国仅仅为 4.7%；况且中国有 73.9% 的投入来自企业，来自政府财政的只有 21.7%。根据国家《2012 年科技经费投入统计公报》，2012 年我国研发经费（R&D）达到 10 298.4 亿元，其中基础研究、应用研究、试验发展占比分别为 4.8%、11.3% 和 83.9%，基础研究投入差距仍然很大。

二、匡正一些说法和认识

增进认知、分类管理、统筹推进，确定科学、技术与工程在社会生活中的不同的地位和作用。

在我国科技事业的发展进程中，无论是“973”计划、“863”计划、“两弹一星”工程还是载人航天工程、“嫦娥”探月工程等，都攻克了一系列关键技术难关，带动了一大批高新技术和产业发展，促进了我国诸多领域科学技术的进步。但是，除了“两弹一星”“探月工程”等举全国之力组织实施的重大任务外，多数都不同程度地存在着评价导向单一、普遍重论文轻实用、科研项目布局结构不合理、重复交叉分散等现象。

特别是，我国在看待和处理科学、技术和工程三者关系方面，存在不少混淆性的错误认识。例如，提出“科技与经济‘两张皮’、科技对经济发展贡献太少”，主要针对技术研发和生产实际之间脱节的问题，而不应误导成科学发现与生产实际之间的脱节；而“科技工作不能以 SCI 论

文为导向、成果被束之高阁”的问题，主要也是指技术和工程活动的成果，而科学发现的成果恰恰主要体现在高水平的学术论文等方面；“科技工作者要潜心致研，‘板凳要坐十年冷’”，主要说的是科学家特别是像陈景润那样不懈探索的纯基础研究工作者，而技术发明家、工程师等则要通过致力于对人类立竿见影的应用研究成果来体现自身价值。只有从理论概念上有了比较清晰的认知，逐步矫正上述模糊认识，才能在团队组织、成果评价、政策支持等具体实施中有的放矢。

要适应我国实施创新驱动发展战略的新要求，进一步总结组织实施重大科技任务等方面的经验，充分认识科学、技术和工程各自的不可替代性、各自特殊的规律、各自承担的责任，厘清科学、技术和工程的基本概念，并逐步落实到相关文件、讲话，以及法律法规、政策措施等方面，加强基础研究、应用研究、开发试验的统筹布局和顶层设计，坚持分类管理、分类评价、分类制定支持政策，促进三者协调发展，促进价值链、创新链、产业链的有机贯通。

三、充分认识科学的价值和基础研究的功效，加大原始创新的力度

充分认识科学的价值，逐步加大对基础研究的支持力度，积极发挥科学在致力于原始创新、引领经济社会长远健康发展中的关键作用。

在统筹推进科学、技术和工程的过程中，要充分考虑应用研究和开发试验对基础研究的“挤兑效应”。有人认为，我国毕竟还是发展中国家，不应该支持暂时没有什么效益的基础研究，而应更多地采取“拿来主义”。但现实反复表明，关键核心技术是“拿不来”“买不到”的。我国经济社会发展到现在，主要的制约因素就是缺乏原创性重大成果、缺乏核心知识产权。

一方面，基础性科学研究开始时往往凭好奇心和兴趣驱使，并不一定马上以实用为目的，但是很多的科学研究成果，往往成为之后一些重大技术突破的基础。比如，若20世纪初没有量子论、相对论的发现，就没有今天的半导体产业、纳米技术、航空航天技术等的应用；没有



DNA 双螺旋结构模型的建立，也就没有今天生物工程、生物技术的不断突破和发展。而且，现代技术的核心知识产权，往往赶在向公众发布之前，是在基础研究活动中，在实验室的新发现还没有成为技术的时候，就开始申请专利加以保护了。

另一方面，基础性研究工作往往发挥着养兵千日、用兵一时之功效。比如，动植物分类、偏科的语言如阿富汗的语言，以及历史、宗教等研究，在国家检验检疫、国际仲裁、阿富汗危机研判等方面就发挥了独特的作用。在冠状病毒等流行性病毒的基础科研中，我国大陆受竞争性科研经费体制等影响，对搞病毒基础研究的稳定性支持不足，相关研究学者纷纷转到热门领域，SARS 突袭时，很难找到一个权威的冠状病毒学者，迟迟研究不出 SARS 为何物，最早还是香港大学医学院凭借以往长期积累的基础研究经验和成果率先揭示的。还有，基础研究也是培养创新人才的平台。比如，我国“两弹一星”功勋奖章获得者中彭桓武、周光召等就是搞理论物理研究的。显然，基础研究对锻炼、培养人的科学态度、科学精神、科学思维至关重要。我国这样一个泱泱文明古国，如果缺乏像纯理论物理、天文、数学等较高水平的基础研究和基础学科，缺乏培养科学精神、科学思维的土壤，是很难想象的。

要解决这些问题，我们一方面要参考发达国家的成功做法，着眼长远发展，充分认识基础研究、科学发现在致力原始创新、引领经济社会长远健康发展中的关键作用，逐步加大中央财政对基础研究的持续、稳定支持力度。另一方面，要建设良好的创新生态，不急功近利，同时要大力倡导科学精神。梁启超说过，有系统之真知识，是为科学，可以教人求得有系统之真知识的方法是为科学精神。要引导相关科研人员不能把基础研究仅仅当做一个谋生的方式、一种职业的选择，满足于搞点项目、拿点经费、写写论文、报报奖，而是要淡泊名利、孜孜以求，弘扬“板凳宁做十年冷”精神；引导科研人员求实、求真、敢于质疑和批判、敢于探索，勇于提出新的科学问题、开拓新的科研方向，攻坚克难，追求卓越，为创造我们的自主知识产权奠定坚实基础。目前，在基础研究方面存在的最大问题是科研人员满足于追逐国外科研活动的热点，真正致力于原始创新，即提出新理论，创立新观点、新领域，取得有重大影

响的新发现，影响人类认知的重大原创性研究成果太少。在这方面要摒弃单纯的论文多少论英雄的弊端，建立起重大产出导向的评价体系。国家科研机构的定位也不能都以科学家个人的兴趣为导向，要有效整合资源，致力于重大产出。

四、大力发展以企业为主体的技术创新体系

应积极促进技术、工程与经济社会紧密结合，发挥技术创新在支撑当前经济转型和持续发展中的核心作用。

近年来，我国企业研发投入占全国 R&D 总投入的比例很高，企业技术创新的意识和能力都有较大提升。但是，从总体上看，我国的高技术企业还很少，多数企业还没有真正成为技术创新的主体，还很难发挥市场对科技资源配置的决定性作用，很难实现通过产业链部署创新链。

因此，必须进一步发挥企业在技术创新决策、研发投入、科研组织和成果转化中的主体作用，使应用研究、开发试验和产业需求、经济社会发展要求紧密结合。通过财税金融政策引导企业和社会加大研发投入，让技术创新真正成为企业内生动力，提升企业自主创新的意识和能力。加强产学研合作，推动科研院所、大学与企业共建技术研发平台、创新联盟，打通创新链与产业链，集中力量突破关键核心技术。加强知识产权保护力度，提高全社会的知识产权意识，完善科技成果转移转化的法律和政策。要采取多种切实有效的举措，综合施策，努力通过技术创新支撑当前经济转型增效，通过创新驱动打造经济升级版。

五、面向经济社会重大需求，不断增加发展后劲

应面向国家经济社会重大需求，与科技前沿有机结合，大力组织应用性基础研究和市场竞争前关键共性技术研究。

许多未知的重大科学问题和科技需求孕育在人类生存发展过程中，孕育在诸多技术的集成创新中。比如，大气灰霾的预测与治理是社会各界高度关注的问题，已被党中央、国务院提升到国家生态文明的战略高度。中国科学院依托正在组织实施的战略性科技先导专项“大气灰霾追因与控制”，建设灰霾与空气污染研究卓越创新中心，整合院内相关科技力量，联合北京大学、清华大学、中国环境科学研究院等院外研究资源