



从工程技术走向工程科学

□ 贾玉树

从工程大国走向工程强国，是当代中国工程科技领域一项重要战略任务，要求工程科技发展战略重心从工程技术转向工程科学。一般说来，工程技术是人们在工程实践中逐渐发展和积累起来的各种实用性技术。早期它来源于各行各业、各种各样能工巧匠的实践经验；随着现代自然科学兴起，则主要来源于各行各业、各种各样工程实验室中发展起来的形形色色理性化科学知识，人们通常称之为科学技术，是工程科学的产物。工程科学是钱学森先生早年提出的概念，按照工程哲学创始人李伯聪先生阐释，工程科学是关于人工物的科学，以区别于各种关于自然物的自然科学，因为工程是人类的一项造物活动。

首先，从工程技术走向工程科学是打造工程强国的必由之路。工程是人类认识世界、改造世界的产物，其强弱同这种认识与改造的深度和广度密切相关。工程技术是工程建设不可或缺的重要物质基础，但同科学相比，还缺乏认识维度。虽然可以打造一个强大的工程实体，然而对于是否“强大”本身则还无从认知，这正是工程科学发展的逻辑依据。也是因为这个原因，钱学森先生早年曾把工程设计与评估等问题作为工程科学的首要内容。科学思维的本质是理性化，即对于现实世界的超越和对于可能世界的建构，要求人们面向抽象的世界，面向可能的未来，充分发掘人类认识世界与改造世界的内在潜力，自觉构想人类各种可能生活方式，把当前抽象的可能转变为未来具体的现实。

其次，从工程技术走向工程科学是当代中国科技发展所处的特定历史阶段逻辑规定的。当代中国科技体系

是近代以来在民族危亡与复兴的宏大时代背景中逐渐发展起来的，以现实性、实用性、经验性工程技术为特色，本质上是中国传统工程技术体系的现代翻版。这种经验性实用工程科技体系具有这样两个特征：其一是工程牵引，科学与技术都是适应工程建设需要累积发展起来的。科学没有超越的维度丧失原创动力；技术难以摆脱身体经验从科学中获得理性化源泉，科学技术指数性暴涨的优势发挥不出来；其二是创意萎缩，工程项目的设计与设计根源于国内外同类工程项目本身，跟踪、模仿、复制，亦步亦趋，不需要专业化创意机构，科学与技术难以介入创意过程，无法走到工程前面引领其发展，导致创新驱动所拥有的内在潜力始终不能够得到发挥。

再次，从工程技术走向工程科学也是当代中国工程科技发展所面临的特定国内外环境的客观要求。当代中国科技发展已经走到这样一个转折点上，即从过去对于世界发达国家先进科学技术的跟踪、复制与改进，到现在不能复制、难以追踪和无从改进。未来科技发展需要中国自己的科技人员自力更生，开创一条属于中国科技自身独特的发展道路。第一，工程实践对原创性科技成果的需求呼唤自然科学，尤其工程科学，优先发展。工程科学不仅是一种探索型的科学，而且是现代科学文化同中国传统工程文化相结合的产物，可以同时享有古今中外几乎所有的思想文化资源。华为创始人任正非谈到芯片问题时曾表示：“自研芯片光砸钱不行，企业更需要物理学家、数学家等。”这里所说的物理学家、数学家，显然已经不是纯粹自然科学意义上的科学家，而

首先是在工程科学领域工作的形形色色工程物理学家与工程数学家。当前急需的所谓“卡脖子”技术也大都工程科学的产物。

第二，未来中国工程实践对科学技术的全方位需求与中国科技本身的供给不足已经成为制约和影响中国经济与社会发展的主要矛盾，需要全面繁荣发展基础科学，尤其是工程科学。根据李侠教授对中国学者在国内外学术期刊发表论文的统计分析，目前国内的低端知识存量严重过剩，而高端知识存量则明显不足。工程科学具有应用属性，通过它解决眼下急需的“卡脖子”技术，无疑是一条行之有效的途径。但工程科学也是科学，基础科学，搞工程科学不仅需要实事求是的科学精神，而且需要超越功利的思想境界。没有基础科学的优先发展，仅仅把眼睛盯在芯片、光刻机、操作系统、航空发动机短舱等若干“卡脖子”技术上，仍然是工程牵引，即使解决“卡脖子”技术，也依然改变不了跟跑的性质。要想引领世界科技发展潮流，成为名副其实的工程强国，必须在新的历史时期重构科技发展战略，推动中国科技体系结构从实用型向探索型根本转变。通过自然科学，尤其是工程科学的全面繁荣，发展高端知识，推动中国科技体系结构转型升级，争取能够让颠覆性创新成为一种常态，根本改变中国低端知识存量过剩的局面，能够在信息化、智能化、无人化发展的未来世界掌握主动权。

第三，相应地，培养像钱学森那样的工程科学家与战略工程师在今天要比历史上任何时候都更加迫切。比较而言，杰出的自然科学家在很大程度上取决于天赋，不完全是教育能够

批量炮制的，必须通过优化人文环境使之脱颖而出。我们的大学要能够按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学，要有自己独特的创新的东西，如此才能培养出堪当国之重任的工程科学家与战略工程师。从杰出工程科技人才培养过程来看，它应当是理解、把握、回答和阐释“钱学森之问”的重要途径。

最后，再回到理论层面，应当说，工程科学已经成为现代科技发展的一种基本形式。这里之所以特别强调工程科学优先发展，是因为在现代科学、技术、工程、产业、社会一体化的大科学、高技术时代，由牛顿、爱因斯坦等科学家个人兴趣驱动的纯粹自然科学事实上已经让位于社会需求牵引的工程科学。在这样一个高科技时代，即使纯粹自然科学，没有工程与装备支撑也寸步难行。在现代科技体系结构中，工程科学是联系和沟通纯粹自然科学与实用工程技术的桥梁和纽带，是国家实施创新驱动发展战略的关键环节。纯粹自然科学领域的研究成果，也必须通过工程科学的中介和转化，产生各种科学技术，才能够加以应用。同时由于超越能工巧匠对身体经验的依赖性而获得独立发展，科学技术不仅拥有逻辑性知识形态，呈现指数性暴涨，而且可以物化一系列无人化工程装备，激活一个又一个人类历史上前所未有的逻辑性工程可能“世界”。



科技创新助力智慧农业

□ 丛众华

《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》指出：到2035年，乡村振兴取得决定性进展，农业农村现代化基本实现。社会发展日新月异，物质条件越来越丰富，依靠科技实现农业的现代化、智能化，正在悄然改变着农业生产方式，智慧农业正渐行渐近，成为未来农业发展的大趋势。

科技创新“点亮”智慧农业

所谓智慧农业，就是农业中的智慧经济，指充分应用现代信息技术成果，实现农业生产的智能管理。在乡村振兴的大背景下下要用科技创新助力智慧农业的发展。

加速农业生产智能化。科技创新有利于让农业生态环境健康化，提高农业生产效率。采用现代科技能够改良传统农业种植，智慧农业生产借助科技来进行生产，通过农业信息平台，可以及时了解农业环境的动态信息，如空气湿度、土壤温度、细菌控制等，自动搜集信息并检测，适时进行自动灌溉和播种。如出现异常情况，可以及时发出警告。现代科技也能促进水产养殖的智能化，及时检测水温、细菌，避免了手工检测的繁琐，让水生生物保持健康的生长态势，顺利通过检疫，放心地进入市场。

促进农业管理专业化。农业管理在农业生产活动中是必不可少的。智慧农业管理是运用先进的信息化管理方法来实现现代农业的生产与经营。智慧农业管理主要涉及农业灾害监测、农村电子商务等。天有不测风云，农业灾害监测系统可以通过“互联网+气象”的精准服务让农民及时获取最近几天的天气情况，有必要地采取做好农业保护工作，防灾减灾，让自然灾害对农业的破坏减少到最低。“互联网+”的迅速发展，让电商平台不断壮大，使农村电子商务逐渐成为农产品销售的主要手段，涉及农产品信息、

物流、交易完成全过程。

丰富农业信息服务内容。当前农村大部分地区通过接入网络宽带，开启了农民的智慧生活。智慧农业信息服务以网络平台为基础，用手机和电脑就可以看到，考虑到农民的受教育程度，信息内容一般以直接、简洁、明了的方式直观呈现，内容主要涉及农业信息、便民信息、物流信息等。具体包括种植技术、养殖技术、病虫害防治技术、专家讲座、农产品交易信息等等。农民通过信息平台上发布农产品需求和价格等相关信息，有指向性地把握市场动态。

推进农业农村大数据发展。数字农业是智慧农业的心脏，大数据是智慧农业的眼睛，不发展大数据，智慧农业就是盲人摸象。智慧农业需要以大田种植、设施农业、畜牧养殖、农机作业、病虫害检测等为重点领域，分阶段逐步完成数据的共用共享，实现农业历史资料的数据化、数据采集的自动化、数据使用的智能化、数据共享的便捷化。实施“互联网+”行动，推动互联网由消费领域向生产领域拓展，加速提升产业发展水平，增强各行业创新能力，构筑经济社会发展新优势和新动能。完善网络化、智能化、服务化、协同化的“互联网+”农业产业体系，让“互联网+”成为经济社会创新发展的重要驱动力量。

智慧农业发展现状

基础设施基本完善。近十年来，我国农业科技普及力度逐步加大，农村地区网络也在不断覆盖，大部分农村地区已接入有线宽带，带宽速率达到50M—100M，已经可以满足大部分人的基本需求。基础设施的基本完善对于发展智慧农业提供了很好的基础平台。农民对于网络的认知程度日益提高，除了依靠原有的电视作为传播新闻和技术的媒介，现在很多农民也会通过手机上网形式获取最新的农业科技信息、学习现代农业科技，并付

诸实践，积极运用到农业生产活动中。农民在学习农业科技知识的过程中，不断学习新名词和专业术语，例如精准播种、科技创新、职业农民、智慧农业等，这说明农业科技正在逐步被广大的农民所认知、所熟悉，农民对农业科技敏感度明显提高。

智慧农业发展已形成良好态势。现代社会是一个网络化、智能化的社会，科技不断进步，科技对于农业的发展起着越来越重要的作用。近年来，我国各级政府和有关部门密切关注智慧农业的发展，全国各地积极探索智慧农业发展模式，借助现代科技，建立互联网农业大数据平台、建立网络便民服务平台、成立农业电商服务点、打造电商平台，通过互联网等现代多媒体科技手段把农产品销往全国各地，并通过网络平台及时统计销量，分析销售情况，评估市场风险，不仅完善了农村的金融业务，也为农民开辟了一条致富之路。

智慧农业大发展的思路

我国智慧农业呈现良好发展势头，但整体上还属于现代农业发展的新理念、新模式和新业态，处于概念导入期和产业链逐步形成阶段，在关键技术环节方面和制度机制建设层面面临支撑不足问题，且缺乏统一、明确的顶层规划，资源共享困难和重复建设现象突出，一定程度上滞后于信息化整体发展水平。因此，促进智慧农业大发展，需要做好以下三方面工作。

作为新理念，需要培育共识，抢抓机遇。社会各界，特别是各级政府、科研院所、农业从业人员要深刻认识到我国农业发展正处于由传统农业向现代农业转变的拐点上，智慧农业将改变数千年传统的农业生产方式，是现代农业发展的必经阶段。因此，社会各界一定要达成大力发展智慧农业的共识，牢牢抓住新一轮科技革命和产业变革为农业转型升级带来的强劲驱动力和“互联网+”现代农

业战略机遇期，加快农业技术创新和深入推动互联网与农业生产、经营、管理和服务的融合。

作为新模式，需要政府支持，重点突破。智慧农业具有一次性投入大、受益面广和公益性等特点，需要政府的支持和引导，实施一批有重大影响的智慧农业应用示范工程和建设一批国家级智慧农业示范基地。智慧农业发展需要依托的关键技术（如智能传感、作物生长模型、溯源标准体、云计算、大数据等）还存在可靠性差、成本居高不下、适应性不强等难题，需要加强研发，攻关克难。同时，智慧农业发展要求农业生产的规模化和集约化，必须在坚持家庭承包经营基础上，积极推进土地经营权流转，因地制宜发展多种形式规模经营。与传统农业相比，智慧农业对人才有更高的要求，因此要将职业农民培育纳入国家教育培训发展规划，形成职业农民教育培训体系。另外，要重视相关法规和政策的制定和实施，为农业资金投入和技术知识产权保驾护航，维护智慧农业参与主体的权益。

作为新业态，需要规划引领，资源聚合。智慧农业发展必然经过一个培育、发展和成熟的过程，因此，当前要科学谋划，制定出符合中国国情的智慧农业发展规划及地方配套推进办法，为智慧农业发展描绘总体发展框架，制定目标和路线图，从而打破智慧农业虽然发展多年但却各自为政所形成的资源、信息孤岛局面，将农业生产单位、物联网和系统集成企业、运营商和科研院所相关人才、知识科技等优势资源互通，形成高流动性的资源池，形成区域智慧农业乃至全国智慧农业发展一盘棋局面。



高校和科研院所（统称“科研机构”）是我国科技创新的主力军。提高自身科研能力，培养高水平人才队伍，以高质量的科技创新成果全力支撑国家经济社会发展，是高校和科研院所的重要使命。当前，我国科研机构整体上存在可转化的科研成果产出不足、支撑经济社会发展不够的问题，“唯政府项目”（简称“唯项目”）是重要原因之一。

“唯项目”现象是指科研机构“重政府项目、轻企业项目”的情况。根据2018年科技统计年鉴显示，高校和科研院所获得政府资金是获得企业资金的6.3倍。科研机构根据经费来源，把从政府取得的科研项目作为纵向项目，把从企业等市场化渠道获得的项目作为横向项目，按照国家级、省部级、市级、横向等不同层级进行管理。其中，国家级项目层级最高、横向项目层级最低。“唯项目”主要表现在：有的单位在内部考核评价、资源分配、人才培养、职称评审等工作中，把项目层级和数量作为评价科研水平和产出的主要指标；有的单位专门拿出大量资源培育本单位人员去争取人才荣誉称号，或引进有人才荣誉称号的“帽子”人才，以提高本单位争取更高层级项目的“竞争力”；有的单位把预期承担国家级或省部级科研项目的数量，作为对引进人才的“基本要求”；等等。这些做法过度放大了政府科研项目的重要性，弱化了与市场需求关系密切的横向项目价值，影响了科研机构支撑经济社会发展的功能和作用，需要引起高度重视。

“唯项目”造成科研价值取向偏离。习近平总书记在2018年两院院士大会上的讲话指出，要建立以科技创新质量、贡献、绩效为导向的分类评价体系。科研机构中的“唯项目”情况，使得项目层级在科研人员绩效、晋升、评聘、奖励等事关切身利益的评价中占有过高比重，项目层级的重要性超过了科研产出价值的重要性。承担纵向项目，“发论文、写著作、拿帽子”，再承担更多纵向项目成为科研人员的普遍科研追求，造成重形式轻结果甚至是本末倒置的错误价值取向。

“唯项目”形成政府资助项目“标签化”倾向。参与或主持的项目层级成为了证明科研人员科研水平的重要价值标签甚至是荣誉头衔。在一些科研单位中，科研人员承担的项目层级与各类物质待遇直接挂钩；有的科研人员在获批国家级项目后“身价”倍增，成为其他科研机构争相引进的对象，欠发达地区人才被东部发达地区科研机构“挖走”的现象最为突出。2018年6月，国家自然科学基金委员会发布“关于避免人才项目异化使用的公开信”，明确国家自然科学基金人才项目（如国家杰出青年科学基金项目、优秀青年科学基金项目）不是荣誉称号；党中央、国务院对于清理评价结果与物质利益过度挂钩问题也有明确要求，但项目“标签化”情况仍然普遍存在。

“唯项目”造成政府项目竞争过热。政府科技项目特别是国家科技项目数量和经费都相对有限，客观上属于稀缺资源。在“唯项目”的价值导向下，科研人员集中追求项目层级，把争取政府项目作为科研经费的首要来源。国家级项目作为项目层级的金字塔尖，出现“申报基数增加、竞争更加激烈、获批难度提高、进一步加剧稀缺性”的恶性循环。据科研人员反映，为争取各级政府项目，一年中有近3个月的时间铺在写本子、拉队伍、参与评审上，挤占了大量科研时间，难以实现潜心研究。

“唯项目”削弱了科研机构服务市场需求的内生动力。对政府项目的过度重视也进一步加剧了对横向项目的不被认可。在科研机构内部的考核评价、职称评审等指标中，横向项目的分值权重都远低于纵向项目。长期以来，横向项目直接服务于生产实践需求，却无法给科研机构科研人员带来与政府资助项目同等的影响力，形成纵向项目才是“高大上”的价值观念。一些科研人员认为承担横向项目的主要目的是弥补收入不足，有的科研人员甚至认为承担横向项目是增加负担。这种观念对科研人员主动服务市场需求、支撑经济社会发展的积极性带来严重打击。

造成上述问题的原因是多方面的，主要包括：一是科技评价制度改革尚不到位，正确评价科研能力、科研产出实际价值的标准和方式方法没有全面建立，项目层级和数量仍是实践中科技评价的重要指标。二是高校

科研机构「唯项目」问题亟待改革

□ 刘辉

和科研院所作为事业单位，本身对政府项目更加偏好。由于缺乏制度引导，造成“唯项目”倾向加剧。三是全社会缺乏多元化、有公信力的科研价值评判准绳，政府项目（包括政府给予的人才“帽子”）成为评价科研能力的公认标准。对此，应该从以下三个方面着力解决。

一是把解决“唯项目”问题作为科技评价改革的重要内容。把清理“唯项目”问题与清理“唯论文、唯职称、唯学历、唯奖项”问题视为同等重要的问题一同推进。推动各类科技评价活动“以成果价值论高低、不以项目来源论英雄”，在主管部门对科研机构的评估、科研机构内部评价以及各类项目评审中，更加突出对已取得科研成果的价值判断，避免简单看项目层级、数项目个数的情况。

二是充分发挥学术共同体和成果转移转化机构的作用，强化社会化、市场化评价。落实科技评价改革的要求，推动学术共同体和成果转移转化机构加快开展学术价值和市场价值的评价指标、标准、方式方法等方面的研究，为加快建立新的科技评价体系提供依据；加强学术共同体和市场化服务机构在科技评价方面的自治自律。推动建立具有公信力的社会化评价体系，在政府各类科技评价活动中，将权威的市场化机构、学术共同体评价结果作为重要参考。

三是加强科研机构绩效评价体系的政策引导，大力倡导科研工作服务经济社会发展的使命导向。根据科研单位职责定位，在各类考核中，对横向项目科研成果与纵向项目科研成果一视同仁，加强分类引导。在与市场关联密切的单位、学科管理中，适当提高横向项目成果在考核评价中的比重，真正建立以创新质量和贡献为导向的绩效评价体系，准确评价各类项目科研成果的科学价值、技术价值、经济价值、社会价值、文化价值。实践中坚决摒弃“唯政府项目”的科研导向，切实把“论文写在祖国的大地上”。

