



建设世界科技强国 需要卓越工程师

□ 徐浩然

进入21世纪以来，全球科技创新进入空前密集活跃的时期，新一轮科技革命和产业革命正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构。科学技术从来没有像今天这样深刻影响着国家前途命运，从来没有像今天这样深刻影响着人民生活福祉。中国要强盛、要复兴，就一定要大力发展科学技术，努力成为世界主要科学中心和创新高地。基础研究是整个科学体系的源头。工程科技是推动人类进步的发动机，是产业革命、经济发展、社会进步的有力杠杆。建设世界科技强国，既需要战略科学家，也需要卓越工程师。

21世纪以来自然科学与工程技术正在经历一场空前的大整合。如果说战略科学家的任务是发现“未知的”，那么卓越工程师就是要创造“未有的”。卓越工程师，一方面要深谙基础理论，在改造自然和社会的过程中充分顾及科学原理所不及，明晰什么样的科学理论适用于什么样的现实环境；另一方面要精于运算、变抽象为具体，既在工程设计上高屋建瓴，又在流程环节上匠心独运，从而发明创造出满足人民福祉的尖端科技，确保工程实体在现实条件下运行无滞。具体来说，建设世界科技强国要求卓越工程师具备五个显著能力。

科学应用能力

强调建立在科学原理之上的推理实验，这是工程师与工匠的本质区别。现代工程师和应用科学家的出现，推动了科学技术的广泛传播，他们在实践领域不断拓展自己的科学推论，并且善于将应用技术组织整合起来。理论自然科学是现代工程技术发展成熟的前提条件，工程师的先驱们正是具备了综合运用各种科学原理的融通能力，才创造出各种各样的先进技术。英国工业革命时期的瓦特，被称为“机械工程之父”，兼具科学家、艺术家和企业家的才能。瓦特之所以能将气缸活塞的往复运动转变为发动机旋转运动的行星齿轮传动结构，关键就在于他了解天体物理，而且能够经由科学实验摸索出发动机运行的基本原理。科学原理是一套抓住世界“大本大源”的底层逻辑，对于那些陷入细节而无法自拔的人能够打开一扇拨云见日的“窗口”。诸如热力学、流体力学之类的工程科学，把自然现象放到生产环境中去考察，探索出它们在现实条件制约下的一般原理，这是把科学理论与工程设计相结合的动力学机制的一个典型例证。

系统设计能力

在建造一项工程之前，工程师必须先把它设计出来，正如爱因斯坦说



的：“我们能够的事物中发现模式以前，人的心智必须首先独立地把它构建出来。”在实践中，中国过去有李冰父子修建都江堰水利工程，他们把岷江的分水工程“鱼嘴”、分洪排沙工程“飞沙堰”以及引水灌溉工程“宝瓶口”巧妙地结合为一个整体。三项工程的关联关系处理十分得当，形成了一个协调运转的工程总体。如果当时没有朴素的系统观念，就不会有这样的水利工程。20世纪40年代，在贝塔朗菲、香农、维纳等努力下，人们逐步将系统作为认识客观世界的基本范式。系统工程提供了一个大容量的总体平台，其流程清晰展示了工程行为的时间理性。现代工程的复杂程度日益加深，每个大工程都需要多专业、多部门的通力合作才能完成。系统工程是“设计中的设计”，其方法论的精髓在于把所有理论和常识统筹起来，集中解决复杂环境中面临的问题与挑战。按照系统工程思想，无论对于机械装备系统还是大型工程项目系统，系统设计的关键是做好规划，而规划本身就是一项技术，应当运用好分解、综合与反馈的工作方法。

实践创造能力

工程师的实践创造能力是主体汇聚各种科学原理和常识方法后的一种涌现行为，他们在一系列工程实践中必须发挥主体的创造性，然后从实用性和有效性的角度推动科技转化为生产力。如果说科学家的创造能力更多建立在超常想象基础之上，那么工程师则必须建立在求真务实的基础上，他们要准确回答为了什么、如何做到

最好？卓越工程师善于变抽象为具体，通过开发生产让发明创造进入市场，促进经济社会的快速发展。20世纪早期化学工程师通过整合化学、物理学和数学，创立了一门奠定在门类广阔的工业化学流程基础之上的工程科学，催生了许多基于新工艺流程的产业，带动了大量人口就业。技术和产业不会从学术论文的设计中魔术般地“物化”，有时连最简单的生产都要求有高效的作业流程，尤其当成本、产量与时间发生冲突之际。比如铝是地球上含量最丰富的金属，但是人们花费很长时间才开发出有商业价值的从矾土中提炼铝的电解工艺。现实的复杂性对于一项工程实践所施加的约束，制约着它背后赖以支撑的科学想象和完美蓝图。因此，“为制造而设计”成为许多工程师的座右铭，这充分表明认真对待工程设计及操作流程的有效性是多么重要。

技术创新能力

卓越工程师的科学应用能力、系统设计能力和实践创造能力，最后都会集中表现在他的技术创新能力上。按照复杂经济学的逻辑，技术是经济系统不断进化的核心要素，现代化经济体系就是围绕一定的技术集合而演化构建起来的。关键性技术创新会引发质量变革、效率变革、动力变革，促进资源要素高效流动和资源优化配置，推动产业链再造和价值链提升，进而显著增强一个国家的经济质量优势。工业革命时期英国拥有高超技术背后的一个因素是优秀的工程师开发了性能精良的机床，他们用50年时间将蒸汽动力时代升级到了机器时

代。但是，进入20世纪50年代美国从英国手中夺走了机床的领先地位，美国工程师发明了两种通用机床，即铣床和转塔车床。20世纪50年代，在航空工业界和美国空军方面的支持下，麻省理工学院开发了数字控制技术，从而把机床自动化提高到了一个新水平。现代制造业比较依赖于用金属零件切削成形的机床，如果工具在速度、精度、可靠性、灵活性或成本效益方面比他人逊色的话，就会失去国际竞争优势。在世界百年未有之大变局的背景下，中国正面临一个巨大的机会，中国的数字经济发展和产业集群优势以及对接先进科技的制造能力共同塑造了前所未有的创新环境，全面建成社会主义现代化强国推动大国工程师正在加速技术创新的步伐。

协同管理能力

卓越工程师不但要具备科学应用的实践能力，同时也需具有较强的际沟通能力和组织协调能力，能够综合运用系统科学、信息技术和工程方法解决实际问题的管理能力。卓越工程师一定要善于调动各方面力量、通力合作，综合集成研究与开发的资源，从而占据工程技术和产业发展的制高点。像英国的瓦特，除了发明和改进机器之外，还组织合营公司从事生产和销售，从而使各种机器有效地服务于社会。卓越工程师的工程技术水平一方面体现在物料使用层面，另一方面还有组织管理层面，涉及协调人与用于生产的物质资源之间的关系，包括企业事务与营销管理。譬如在加工领域，基本工艺的一类是金属成形工艺，包括铸造、模压、冲孔、轧制与锻造，另一类是金属切削工艺，包括车削、铣削、研磨、钻孔与镗削。每一种工艺都涉及若干工序，这些工序虽然各自单独看起来都非常简单，但为了完成复杂的生产任务，必须以复杂的方式共同协作。为了完成每一道工序，工程师已经发明大量工具，但是最重要的技能是协调人员与各种工具使用，以产生预期效果。个人的力量总是有限的，卓越工程师要履行好自己的职责，善于把各种工程要素的积极性调动起来，依靠整体力量攻坚克难。

建设世界科技强国呼唤卓越工程师脱颖而出，而且新时代也一定能够成就一批卓越工程师。我们需要营造良好创新环境，加快形成有利于卓越工程师成长和发展的体制机制，培植好卓越工程师的成长沃土，让这支人才队伍的根本更加发达，一茬接一茬茁壮成长。



创新驱动发展的基础工作 切实做好推进

□ 李 静

创新是引领发展的第一动力。面对全球新一轮科技革命和产业变革的重大机遇和挑战，近期召开的中央政治局会议和中央经济工作会议都明确要求，坚持创新驱动发展，推动高质量发展。贯彻落实这一要求，就要深刻理解创新驱动发展和推动高质量发展之间的逻辑关系，下大力气解决长期影响和制约创新驱动发展的根本问题，切实做好推进创新驱动发展的基础工作。否则，很可能仍会“说了很多年，最后老是没有根本改变”。

创新驱动本质是通过科学技术的大规模运用和劳动力素质的大幅度提升，以此实现经济增长和社会进步。创新驱动与传统的资源依赖、规模扩张的发展方式根本不同之处在于它是内生增长。创新要实现的目标是一个多要素、多环节的最优化选择结果。无论是创新规划阶段的目标优选，还是问题分析阶段的目标优选，又或者是方法抉择阶段的方案优选，都是一个又一个的最优化过程。而不论是哪个阶段哪个要素的最优化，其水平取决于选择范围的大小。只有尽可能大的范围才能保证最高程度的最优化，而获得尽可能大的范围的唯一条件是开放性。所以，最优化的生命是开放性，没有开放性就没有科学意义上的创新。创新是协调的艺术，也是协调的结果。每一次的创新都是人们运用科技和管理手段使事物的整体属性、整体与局部的关系、事物内部系统与外部环境参数关系在新的功能和新的条件下的协调统一。创新的本质特性之一就是使事物的负作用趋向于零。创新驱动发展的上述本质特征，为资源节约和环境友好的高质量发展提供了有力支撑和根本保障，可以成为高质量发展的基本路径和方式手段。创新驱动是高质量发展的必经过程，高质量发展是创新驱动的必然结果。实现高质量发展，重在坚持创新驱动发展。

创新是一个从无到有的过程，因而是探索性极强的认识和实践活动。要创造一项能通过系统功能满足人们某种需求的新事物，就必须实现合规律性和合目的性的有机统一。这就要求创新理论以认识和掌握事物的本质和客观规律为前提和基础。科学揭示和阐述事物的本质和运动规律的认识成果构成创新的理论体系，系统归纳和全面概括创新方式和方法，构成程式化的创新方法体系。它们共同形成创新的理论和方法体系，这一体系对于指导人们的创新实践有着方向引领和方法支撑的巨大作用。今天，创新的对象呈现出规模巨大、要素众多、功能多元、联系复杂、影响面广的特点。仅靠传统的试错法要完成巨系统的创新已十分困难，必须要有更准确更丰富更程式化的理论指导。在创新三个重要阶段，即创新规划、创新分析、创新抉择中，如果不掌握事物发展原理、问题发生原理、矛盾解决原理，那就看不清事物未来的发展趋势，找不到问题发生的原因，选不准解决矛盾的路径，最后就难以在创新的道路有所成就。坚持创新驱动发展，最需要解决的是根本的理论武装和方法支撑问题。

创新是一项浩大的工程，需要人才、平台、体制机制以及社会环境和公共资源共同支撑。采用切实措施，做好基础工作，才能推动和保障创新的高效推进。这些基础工作包括创新理论宣传工作，创新人才培养工作，微观主体创新发展模式培育工作和创新体系建设工作。创新理论宣传就是创新理论的大众化，用大学习促进我们事业的大发展，通过理论宣传工程，科学理论

就会源源不断地变成巨大的物质力量。创新人才匮乏是多年来制约我国创新驱动发展的基本问题。因此，大规模培养创新人才是加快创新发展的关键。创新人才是指具有创新能力的人才，他们不仅是高学历人才、高级职称人才，而且必须是经过专门的创新培训，熟悉创新理论、掌握创新方法，具有创新能力的人才。只有我们建立起制度化创新人才培养体系和培养平台，一支规模宏大的创新型人才队伍才会有望建成。有了科学的理论，有了掌握科学理论的人才，还要有人才施展运用理论的舞台和条件以及规则。组织实施微观主体创新发展模式培育工程就是要组织社会微观主体，包括工商企业、科研院所以及大专院校等单位建设培育自己的创新舞台和运行规则，内容包括人才培养、团队建设、平台设立、资源配置、规则制定，特别是成果鉴定和考核标准等。

实际上，多年来转变发展方式效果不甚理想，就是因为微观主体的创新发展模式没有培育起来。很少有微观主体能拥有满足自身创新需要的所有资源，也很少有单位能解决自身在创新过程中所遇到的所有问题。这其中的有些资源属于公共性质，解决问题所需的手段也属于公共性质。微观主体的创新活动离不开政府和社会的公共资源和公共手段服务。这些资源和手段服务就成为创新的环境和条件，构成促进创新发展的一个重要方面，对某一空间或区域的创新效能产生影响。这些服务包括科技信息情报服务、科技设施服务、科技成果转移服务、科技咨询服务、科技金融服务以及科技项目孵化服务等。加快创新发展就要求政府部门建设系统高效的创新服务体系，为全社会的创新活动提供系统保障和有力支撑。



（上接1版）明确了新时代对外工作要有鲜明的中国特色、中国风格、中国气派，强调要坚持中国共产党领导和中国特色社会主义，坚持外交为民，坚持独立自主的和平外交方针，坚持国际关系民主化，坚持合作共赢，坚持不干涉别国内政原则。明确了中国外交要为我国改革发展稳定营造良好外部环境，不断为实现中华民族伟大复兴的中国梦、推动构建人类命运共同体创造良好外部条件。

深刻领悟习近平外交思想坚持胸怀天下的博大情怀。面对单边主义、保护主义、逆全球化抬头，习近平总书记深入思考“世界怎么了，我们怎么办”，提出构建人类命运共同体，主张坚持对话协商，摒弃冷战思维和强权政治，建设一个持久和平的世界；坚持共建共享，反对以损害别国为代价谋求自身绝对安全，建设一个普遍安全的世界；坚持合作共赢，反对以邻为壑、你输我赢、赢者通吃，建设一个共同繁荣的世界；坚持交流互

鉴，反对文明冲突与文化壁垒，建设一个开放包容的世界；坚持绿色低碳，反对以破坏式方式搞发展，建设一个清洁美丽的世界；弘扬和平、发展、公平、正义、民主、自由的全人类共同价值，为建设更加美好的世界提供正确理念指引；提出构建新型国际关系，为构建人类命运共同体提供前提和路径。推动构建人类命运共同体，是不同社会制度、不同意识形态、不同历史文化、不同发展水平的国家，在国际事务中利益共生、权利共享、责任共担，形成共建美好世界的最大公约数，被载入多项联合国决议，彰显出强大的国际影响力、感召力、塑造力。在双边层面，中国同巴基斯坦、老挝、柬埔寨、缅甸、哈萨克斯坦等一系列国家商定构建不同形式的命运共同体；在地区层面，周边、亚洲、亚太、中国—东盟、中非、中阿、中拉等命运共同体建设稳步推进；在全球层面，共同构建网络空间、核安全、海洋、人类卫生健康、地球生命、全球发展等

一系列命运共同体理念不断提出，为解决当今时代之问贡献了中国方案，为增进各国人民福祉指明了人间正道。

深刻领悟习近平外交思想锻造外交铁军的必然要求。习近平总书记强调，实现党确定的各项目标任务，关键在党，关键在人，并多次专门就外交队伍建设作出重要指示，要求外交战线全体同志不忘初心，牢记使命，锐意进取，开拓创新，深入推进中国特色大国外交，为党和国家事业贡献力量。明确提出外交队伍建设27字总要求：忠于党、忠于国家、忠于人民，政治坚定、业务精湛、作风过硬、纪律严明。明确提出外交人员“四个永葆”要求：永葆对党忠诚、为国奉献的赤子心；永葆开拓奋进、担当有为的事业心；永葆主动学习、自我革新的进取心；永葆党要管党、从严治党的责任心。指导外交战线在对外工作中掌握和运用科学思想方法和工作方法：统筹国内国际两个大局，坚持底线思维，增强战略思

维，强化战略谋划与策略运用，发扬钉钉子精神、攀岩精神，提升驾驭复杂国际形势和开展大国外交的能力，勇于进行具有许多新的历史特点的伟大斗争，牢牢把握对外工作主动权。习近平外交思想为外交战线提供了强大思想理论武装，为新时代外交队伍建设明确了努力方向，为锻造一支忠诚、干净、担当、奉献的外交铁军提供了科学指南。

征途漫漫，唯有奋斗。站在新的历史起点，踏上新的奋进征程，我们要紧密团结在以习近平同志为核心的党中央周围，以习近平新时代中国特色社会主义思想和习近平外交思想为指导，深入学习贯彻党的十九届六中全会精神，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，牢记初心使命，把握世界大势，敢于斗争、善于斗争，埋头苦干、勇毅前行，为奋进全面建设社会主义现代化国家新征程营造有利外部环境，为开创新时代中国特色大国外交新局面作出不懈努力。