



Views & Comments

思想的力量：重大工程技术挑战的国际影响力

C. D. Mote Jr., Dame Ann Dowling, 周济

Presidents of the US National Academy of Engineering (NAE), Royal Academy of Engineering (RAE), and Chinese Academy of Engineering (CAE)

古往今来，工程科学技术发展为人类经济社会发展注入了前所未有的强劲动力。目前，人类所面临的众多全球性重大挑战也正需要通过工程科学技术的创新发展来解决。自2008年以来，从提出“重大挑战”的概念，到美国、英国和中国三国工程院成功举办两届“全球重大挑战论坛”，极少有一种思想能像“重大工程技术挑战”这样迅速而有力地俘获专业人士、决策者以及公众的想象力。这个想法一经提出，便开始风生水起并风靡全球。

1. 面临重大挑战

21世纪以来，世界多极化、经济全球化深入发展，文化多样化、社会信息化持续推进。全球正面临着一系列重大挑战，对人类生存和发展构成严重威胁。

可持续发展是现代化的永恒主题。工业革命以来，科学技术的迅猛发展使人类的物质财富大大丰富，不断增长的人口正以地球无法承受的速度消耗资源，煤炭、石油和天然气等传统化石能源的快速开采和消耗正在不断加剧能源供应安全问题；同时，全球范围内大量生产、大量消费、大量废弃的传统发展模式还带来了巨大的环境问题和气候变化问题，直接威胁着经济社会的可持续发展。

健康和高质量的生活是人类共同的诉求。2015年联合国可持续发展峰会指出，全球超过8亿人每天收入不足1.25美元，仍生活在极端贫困中。而且我们也需要解决目前的8亿多人口和2050年前预计增长的20亿人口的吃饭问题。

势不可挡的全球化无可规避地制造、催生并加剧了大量公共卫生问题，并戏剧性地改变了世界疾病谱。当前，流感、疟疾、艾滋病和重症急性呼吸综合征(SARS)等各种新旧传染病仍对人类健康构成重大威胁，抗生素耐药性等新的问题层出不穷，公共卫生危机愈发不可控和难以预料。

改造支持世界文明进步的城市基础设施是21世纪的工程师们面临的一项艰巨任务。随着城市规模的日益扩大，城市人口、工业、交通运输过度集中，城市基础设施所构成的这个物理系统变得愈加复杂，产生了多种不同形式的“城市病”，如交通拥堵、环境恶化、住房紧张、就业困难和生活质量下降等，造成城市化进程中人与自然、人与人、精神与物质之间各种关系失谐。

非传统安全领域的系统性风险和全球化风险正在逐步增加，恐怖主义、经济金融安全、信息安全和极端天气等问题已经呈现出跨国性、复杂性、突发性和不确定性的特点，成为全人类共同面对的重大挑战与威胁。

2. 重大工程技术挑战的思想

2008年，一个由18位杰出工程师、科学家、企业家和有识之士组成的委员会提出了“重大挑战”的概念，在甄选重大挑战方面开展了大量工作。委员会收到了世界各地数千位热心人士提供的意见，同时亦有50多位各领域的专家对委员会的报告进行了评议。各种挑战可以简要概括如下，它包含了帮助我们已知的人类生活在这个星球上维

持下去的14项目标：

- 让太阳能变得更经济；
- 通过核聚变提供能源；
- 推动碳封存的发展；
- 管控好氮循环；
- 提供洁净水；
- 改善城市基础设施；
- 推动卫生信息学的进步；
- 研发出更好的药物；
- 对大脑进行逆向工程；
- 防范核恐怖；
- 确保网络空间的安全；
- 加强虚拟现实技术的发展；
- 推动个性化学习；
- 研发出各种科学发现工具。

所有重大挑战都基于一个简单但根本的想法：如何在21世纪维持高品质的生活 and 安全性，并将其扩大至全球范围？这不是某个国家、某个企业或某个政府的想法。这个星球上的所有人都可以在这个想法中发现自我。这个想法吸引着所有人——而这种情况真的相当罕见。永远不要低估一个想法的力量！

在重大挑战提出之时，委员会并没有按重要性或解决可能性对其划分级别，也没有针对如何解决这些重大挑战提出任何实施计划。相反，这些重大挑战的提出是为了鼓舞专家、青年以及公众找出解决之道。重大挑战是一则行动号召。它们引燃了一个不断扩大的全球性全民运动，并改变着人们对未来的思考，以及对工程技术在打造未来的过程中所承担的职责的思考。

解决这些重大挑战需要我们推动工程技术的进步。由于媒体的疏漏或误传，公众对工程技术的认识和了解通常多有谬误。例如，在日内瓦附近建造的、用于探索自然世界基本构成和发现“上帝粒子”(即希格斯玻色子)的大型强子对撞机是当今时代最伟大的工程技术成就之一。但是，与对撞机相关的宣传对建造它的工程技术基本上绝口不提。

重大挑战亦督促我们在表达“工程”含义时停止使用“技术”一词。技术是一项成果，它与工程无关。如果公众对工程一无所知，那么我们又如何能让公众对工程的含义有正确的理解呢？

解决重大挑战还需要工程领域之外的众多专业人士群策群力，因为重大挑战属于工程系统问题。欲获得并实施这些挑战的解决方案，公共政策、法律、医药、国际关系

和科学(包括社会科学和文化)，以及全人类均必须投身其中。但是，工程技术将在解决这些重大挑战的过程中扮演着主导角色。

3. 全球重大挑战论坛

两届全球重大挑战论坛充分彰显出这些重大挑战的全球属性，而第三届论坛已在计划之中。举办这些论坛的目的是探讨工程创新和教育领域的全球合作机遇。由中国工程院、英国皇家工程院和美国国家工程院主办的首届全球重大挑战论坛于2013年在伦敦召开；第二届论坛于2015年在北京召开；第三届论坛将于2017年在华盛顿特区召开。

2015年9月召开的北京论坛共有800多人参加，包括来自世界各地的知名工程师、企业家和社会领袖。这场通过网络方式全球直播的论坛亦成为在线参加论坛的数百名学子的线上课堂。致力于推动全球各国参与重大挑战事务的本届论坛为我们带来了合作、友谊以及民众和社会对工程技术所发挥作用的全新认识。

全球重大挑战论坛可产生多项成果。它们可以利用现有进步来解决多项挑战。它们亦可鼓舞更多的学子投身于工程事业。它们可以提醒学子和工程师他们所从事的职业的魅力、不凡和重要性，以及他们对地球和未来世代所承担的职责的重要性。它们可以向决策者传递一个直接但有效的信号：如果你们需要为这个星球打造一个繁荣、可持续和安全的未来，那么你们需要工程技术来实现这一目标。

考虑到所有这些潜在成果，论坛采取的最有效手段是选出世界各地那些所从事工作可能对地球未来产生巨大影响的工程师，并让他们讲述自己的故事。在北京召开的论坛上，演讲者们探讨了可持续发展、城市基础设施、健康、能源、教育、安全和恢复力，以及一个似乎偏离工程领域但实际上又属于众多工程技术工作核心的主题——生活乐趣。正如来自普林斯顿大学的罗伯特·索科洛教授在论坛上所指出的：“电子产品为我们献上了高保真的音乐；航空旅行让我们可以接触不同类型的人类文化和自然环境；电子产品通过提供浩若烟海的信息培养着我们的求知欲；形式多样的工程技术帮助我们探索宇宙和历史，并进行分享。”工程技术亦在打造我们人类的未来。

随着这些故事的徐徐展开，一些关键信号也随之浮出水面。第一个信号就是最振奋人心和革命性的若干创新正在从传统学科之间脱颖而出。在北京论坛上，帝国理工学

院哈姆林中心主任杨广中介绍了可实现普适性和个性化医疗保健、并能将信息学与健康和医疗相结合的可穿戴设备和智能植入装置。来自华威大学的杰克·科恩介绍了可转变人们与各种社会体系交互方式的消费级虚拟现实技术的潜力。

第二个信号就是将工程技术、社会科学和人文领域的从业者及其真知灼见联合在一起，构建优秀团队，实现突破，并解决可持续能源和气候变化等全球性问题，这是一项基本要求，与包含性无关。

对于第三个信号，微软创始人比尔·盖茨已经在首届论坛的主旨演讲中阐述过：“市场是一个非常强大的创新推动因素，但它亦存在盲点。”他在伦敦的论坛上指出，投入到男性秃发治疗的研究经费要多于疟疾治疗的研究经费。如果市场出现衰退，那么基于挑战的方法——无论来自政府、基金还是社区——将成为推动变革的关键所在。

这两届论坛充分证明：通过在实践中引入跨学科、基于挑战的方法，国际工程界可以改变这个世界。重大挑战已催生出一系列倡议来发挥和利用专业人士的热情与承诺，比如美英两国研究理事会之间关于解决人人享有清洁水源之挑战的联合号召。

论坛推动了与会者——从学生到院士乃至行业领袖和决策者——之间的对话、讨论与合作。论坛让工程师们有机会将我们在这个星球上所知的生活方式延续到未来世代[†]。

伦敦论坛的合作伙伴英国工程与自然科学研究理事会已经在2014年开展了它自己的工程重大挑战研究。2016年，受到全球重大挑战的启发，英国政府宣布设立一项全球性挑战研究基金，5年的总价值超过15亿英镑，将致力于支持研究解决重大挑战，支撑全球发展。

4. 教育领域的要务

证实重大挑战之强大性的另一项、同时也更重要的指标是这些重大挑战对教育的影响。

在北京论坛开幕的前一天举办了一个为期一天的学生日活动，由参加本次论坛的大学生展开商业计划方面的角逐。每支团队由6名本科生组成，均在2014年年底组建成立；每个主办国各有30位学生代表出战；北京论坛上共有90位学生参加。团队成员推选出一位队长，该队长必须是一位工程专业的学生。每个团队均根据与重大挑战相

关的概念拟订一份创业计划(某些团队甚至还开发出产品并申请了专利)。各团队的商业计划均已在论坛召开之前完成，并在北京举办的学生日活动期间交由一支由企业家和创新者组成的国际裁判团决出胜负。

同样，在北京论坛上，三国工程院和FIRST Robotics (FIRST是“ For Inspiration and Recognition of Science and Technology ”的缩写，即“科学技术的启迪与认可”)宣布将从2017年召开的第三届全球重大挑战论坛起开展合作。FIRST Robotics通过其举办的、参赛选手覆盖83个国家的近5万场竞赛而被6~18岁的学生所熟知。在与三国工程院开展的全新合作中，FIRST系列赛事将根据重大挑战来确立自己的目标。FIRST锦标赛将紧接在华盛顿特区的论坛之后举行。此外，先于论坛举办的大学生竞赛仍将继续举办下去，以便进一步让学生及其父母、赞助商、政府、企业、导师和公众了解这些重大挑战。

在各项具体活动之外，重大挑战亦被普遍证实是教育的催化力。围绕重大挑战组织的教学计划正在推动工程教育从一个竞争性、基于教学的学习课程向实践、合作、跨学科、解决问题的努力方向转型。例如，美国国家工程院成立了一个“重大挑战学者计划”，旨在吸引全球人才去关注和解决属于重大挑战的各种问题。它是一个课内和课外相结合的课程，旨在将学生们打造成为可以解决重大挑战以及类似问题的新一代。迄今为止，逾160名“重大挑战学者”已经获得了学位。重大挑战运动对英国的高等教育体系也产生了影响，许多领先的工程院系现在都提供基于挑战的课程。

同样，作为论坛背后的一个推动力，以美国国家工程院前任院长查尔斯·维斯特命名的“维斯特奖学金”为美国境外才华横溢的学生与美国境内的顶级工程院校搭桥牵线，使那些来自知名国际学府的研究生们有机会在顶级美国大学投身于解决一项全球重大挑战的研究工作(资助一年的差旅和学习费用)。

2015年，在一封于白宫科学展上呈交给美国总统巴拉克·奥巴马的承诺书中，逾120位美国工程院的院长宣布将致力于培养新一代可以解决21世纪人类社会所面临的最迫切问题的工程师，包括重大挑战。每个签字的学院均承诺每年将培养20~150位有能力主导解决此类大规模工程系统问题的“重大挑战工程师”，最终目标是在未来十年内培养出超过2万位“重大挑战工程师”。各个院校将通过整合五大教育要素的特别课程来培养“重大挑战工程

[†] The collaboration was announced by the US National Science Foundation Directorate for Engineering on April 3, 2013. Available from: www.nsf.gov/pubs/2013/nsf13082/nsf13082.jsp.

师”：围绕重大挑战开展的实践研究或设计；与客户和导师一起参加实践和跨学科经验学习；创业和创新经验；全球和跨文化的视角；通过服务学习培养社会意识。

此种工程教育方法对吸引和保留该领域不受重视的女性和少数族裔尤为有效。在获得学位的“重大挑战学者”当中有一半为女性——而在美国获得工学学士学位的女性仅占19%。女性以及不受重视的少数族裔表示他们对为民众出力的同时亦有能力改变世界的想法尤为感兴趣。正如一位“重大挑战学者”所说的，重大挑战需要我们“终其一生投身于某些事务，并将我们所学习到的历史经验教训传递给下一代；重大挑战不仅面向那些已经投身于科学领域的人士，同时亦面向那些有志于科学革新的任何人士。”

重大挑战亦成为大学预科教育的一股推动力量。例如，位于北卡罗来纳州的一所新成立的高中就组织了与重大挑战相关的课程；全球范围内亦不断有学校在采取类似的做法。在第一年，该学校将14项重大挑战当中的5项列为课程。正如该校的一位学生所说的：“我从来没想到一位工程师设计出的东西可以帮助到如此众多的领域。”

5. 直面挑战

重大挑战的采纳过程更接近于一项运动，而非一个项目。在各种运动中，众人被他们所采纳、培育以及向他人介绍的需求和想法所吸引。如果某个想法具备足够的说服力，那么其他人亦会将其采纳，从而让该运动呈指数增长。随着该项运动的扩大，对重大挑战的关注亦将与日俱增，而人人均将受益于这些重大挑战的解决。

过去，工程技术已解决了规模与重大挑战相当的各种问题。通过前几代人所无法想象的运输和通信领域的创新，工程技术与地球牢牢结合在一起。工程技术已创造出

养活70多亿人口所需的各种设备和系统，向全世界人民送去了健康和安全。工程技术已多次证明其有能力解决各种难题并改善人类的生活。在全社会的支持下，以及在过往成就树立的信心的推动下，工程技术将再次直面这些挑战。

着眼未来，面对全球挑战，缔造美好生活，是全世界人民共同的心声，符合全人类的长远利益，需要全世界的科学家和工程师相互配合与密切合作，推动全球工程科技的创新和进步。这要求我们集经济、科技、社会于一体，发展科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业，建立可持续发展的循环型社会；提倡人与自然和谐相处，围绕绿色低碳、生物多样性、全球性生态环境问题，促进环境技术向全过程防控和综合治理方向发展；推动传统能源的清洁化，优先发展风电、太阳能发电、核电等新能源和可再生能源，建立多元优化、绿色清洁、安全高效及可持续发展的能源体系，应对能源革命与气候变化；推动医学向预防医学、预测医学、个体化医学和参与医学相结合的模式发展；加强多学科交叉-综合的土木工程科学和技术研究，建设“资源节约型、生态环境友好型”的基础设施；从事前预防、事中处置和灾后恢复全过程统筹考虑，在技术上给出应对全球化安全威胁的体系化解决方案。

人才决定未来，教育成就梦想。我们希望更多的人，尤其是年轻人，会被全球重大挑战的想法所吸引，一起参与其中，通过全球合作最终找到解决重大挑战的方案。

正如中国工程院主席团名誉主席宋健在伦敦召开的第一届全球重大挑战论坛上所说：“科学传承着我们祖先对于世界的好奇，而工程则是对人类先祖求生技能的传承。对于我们工程师来说，这是一个千载难逢的好机会，使得我们能够发挥所学，将人类在地球上的生存方式描绘出来，留给子孙后代。”