



徐志磊,浙江宁波人,核武器工程设计专家,中国工程院院士。历任中国工程物理研究院总工程师,西安交通大学、四川大学兼职教授。现任中国工程物理研究院研究员。长期在国防科技领域从事尖端武器研究并做出重大贡献。曾两次获国家科技进步奖特等奖,一次国家科技进步奖二等奖和一次国家发明奖三等奖,两次国家发明奖四等奖和多次部委级科技进步二、三等奖。

卷首语 Foreword

科技导报 2011,29 (20)

科学、技术和工程的战略思考

最近,刘延东国务委员在中国工程院的讲话指出:“要大幅度提高自主创新能力。……科学研究、技术创新、产业发展、社会进步相互促进和一体化发展趋势更加明显。”当前无论是经济发展、国家安全需求以及工业产品核心技术的掌握,都对我国 ST&E (Science, Technology and Engineering) 提出重大的战略要求。

近年来,我国政府在研究和开发(R&D)的经费投入有显著的增加,在国家基金、重大专项等投入达到了前所未有的额度,现在的问题是,如何将 ST&E 三者之间,与我国的自主创新能力联系起来进行综合的思考以满足国家的巨大需求。研究三者之间的紧密耦合的战略思考成为我国自主创新发展新兴技术和工业产品的重要问题。如何将科学、技术和工程很好地结合起来,我们应该关注以下几点:

1 加强工程科学的研究和实践

钱学森先生早在 1947 年就提出工程科学的概念,又在 1957 年发表“论技术科学”的文章,主张我国应大力培养工程科学家,并指出工程科学需要开拓的方向:如固体力学、流体力学、电磁流体力学、流变学、核反应堆理论以及计算技术等。时至今日,工程科学的领域有了巨大的拓宽,在新兴的学科中纳米材料科学,大规模计算模拟技术,信息、通信技术,生物科学和技术都有惊人的进展。

新兴技术和工程的创新和发展,如果没有科学认识的支撑是不可想象的。工程科学的发展是必然的规律和需求,工程科学应该是 ST&E 中科学与技术、工程的桥梁、纽带或是驱动力,是创新的源头,如果说我们要提倡自主创新,重视和开发工程科学是必由之路。

2 研究和推动“以模拟为基础的工程科学”

2004 年 4 月美国国家科学基金会发布了 SBES (Simulation Based Engineering Sciences, 基于仿真的工程学) 建议报告,提出了工程科学中新的模拟计算学科,建议将工程问题的科学理论建立数学模型并进行物理的预测,为传统的工程设计提供知识和技术,使工程师有能力预测和优化其系统,以计算机模拟为基础的工程科学开创了工程和科学一个新的时代,并成为有力的工具在 21 世纪引领工程和科学走上革命性的道路。

计算模拟广泛应用于电子电气、机械、土木、化学、航天、核、生物医学和材料科学乃至城市设计、环境分析、油田、气象、地震、社会科学、国家安全、人口发展、金融、市场等领域。

当前我国计算机硬件设施能力已经有了重大的进展,世界领先的超大规模计算机和计算能力已经开发出来,复杂系统的工业产品的设计、制造工艺、材料应用的计算建模已经有了很广阔的发展,尽管我国自主开发的应用软件能力尚跟不上需求,各学科领域中的模拟建模还有大量的核心挑战问题和障碍,但也提供了广阔的发展空间和机遇,只要我们有共同的认识和重视,在这个领域我们一定可以走在世界的前列。

3 关于多学科设计优化

从技术研发到工程设计、制造生产过程,需要有一个现代化的研发框架,就是多学科设计优化 (Multidisciplinary Design Optimization, MDO) 方法,主要是应用计算优化技术解决复杂产品中的多学科交叉与耦合,回答工程设计、制造中的分析优化选择。它是继计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering, CAE) 之后的计算集成框架,包含从材料微观结构、芯片设计到宏观的工程结构,多学科、多尺度设计乃至成本分析。真正掌握综合优化分析能力,就能使我国的核心技术开发、自主创新能力提高到新的水平。

4 战略思考的实例

美国 MIT 为目前国内新兴发展的太阳能电池 (PV) 项目提供的技术投资路线,有 3 个方面正好体现 ST&E 路线:

1) 基础研究驱动 (革命性发展, 15 年或以上) 第三代 PV 基础研究: 量子点; 纳米技术; 多-多结技术; 热光子技术; 生物注入。

2) 技术驱动 (改革性发展, 5—15 年) 第二代 PV 技术转移: 薄膜; 集热器; 有机; 硅芯片 < 100μm; 硅电池效率 > 25%。

3) 工业驱动 (加速开发 3—5 年) 第一、二代 PV, 应用科学和技术, Si 原料价格降低; 较薄的硅芯片技术; 薄膜; 工艺改进; 性能改进; 先进的集成、封装。

此例为我们提供了制订某一新兴产业 (产品) 开发的战略思考:

一是科学、技术、工程的相互推动关系, 二是近期和远期发展的路线的部署, 三是我国大学、研究所、科学院、企业之间如何目标一致协同开发, 国家和企业投资方向、人才团队、设备投入等的分工合作, 四是基金委支持 R&D 如何与技术开发、工业产品生产过程的传递链相联接。

徐志磊

(中国工程物理研究院, 四川绵阳 621900)