

# 对我国现代工程科学技术发展的思考

赵少奎<sup>1</sup>, 杨永太<sup>2</sup>

(1. 第二炮兵第四研究所, 北京 100085; 2. 军事科学院军制部, 北京 100091)

**[摘要]** 在概要地讨论了科学技术发展历程的基础上, 阐述了“现代管理科学”、“现代系统科学”和“复杂性科学”对现代工程科学技术发展的重要作用, 并论述了我国工程科学技术发展中值得重视的几个问题。

**[关键词]** 工程科学技术; 现代管理科学; 现代系统科学; 复杂性科学

## 1 前言

在科学技术发展的历程中, 人类对客观世界的认识, 经历了由单要素(物质), 双要素(物质、能量)到三要素(物质、能量和信息)的发展历程<sup>[1]</sup>; 在研究对象的形态上, 经历了由简单系统和复杂系统分解、简化到直接面对复杂系统开发的发展历程; 在自然观、方法论上, 经历了由机械论的分解、还原, 马克思主义世界观、唯物辩证法的确立, 向分解基础上综合、系统化、一体化方向发展的历程; 在科学技术的研究方式上, 经历了由个体、分散研究, 向社会化、高度社会化方向发展的历程。研究要素的多元化、研究对象的复杂化、研究方法的综合化, 以及科学技术活动的社会化、一体化, 使工程开发活动由低层次要素管理向高层次一体化管理方向发展, 推进了科学技术开发由经验走向科学的发展进程。科学技术开发管理的科学化, 已经成为科学技术发展, 特别是现代工程科学技术发展务须从理论和实践上优先解决的战略性问题。从某种意义上讲, 一个国家经济落后、科学技术落后、军事装备落后的根本原因是现代科学思想意识的落后, 管理上的落后。

当今世界处于新材料技术、新能源技术和生物技术为基础, 信息技术为主导, 复杂高新技术工程系统开发为重要特征的新技术革命时代。现代高新

技术复杂工程系统的开发与建设, 呈现出长周期、全局性战略谋划, 以及综合应用各相关领域科学技术新成就的特征。系统发展研究, 系统综合、权衡、优化与科学管理已经成为实现现代工程系统开发目标和国家现代化建设可持续发展目标的关键性环节。从国家现代化建设的整体目标出发, 思考、探索、解决现代高新技术复杂工程系统开发与建设的技术与管理问题, 已经成为当今世界工程科学技术发展和工程系统建设的核心问题之一。在钱学森院士的倡导和科学实践指导下, 我国系统工程的理论与实践已经取得举世瞩目的成就。我们在学习、借鉴国外先进科学技术的同时, 面对世界范围内的科技发展已经走向“复杂与综合”的大趋势, 应当系统地总结我们自己的经验与教训, 摆脱工程科学技术发展历程中形成的传统观念的束缚, 认清世界科技发展的新形势, 充分发挥我国人才、智力、政治和在重大工程领域具有自己工程实践的优势, 抓住“科教兴国”的历史性机遇, 在对我国与世界各国现代化建设的历史进程进行理性、科学思考的基础上, 下决心从“经验”走向科学, 从人治逐步走向法制, 从简单思辨走向现代管理科学、系统科学和复杂性科学的理论与实践, 以现代管理科学、系统科学和复杂性科学的理论为指导, 把我国工程科学技术发展和现代化建设事业真正纳入科学开发与管理的轨道, 使我们能够更加明

智、更加有预见性地组织、运用好我国的有限人力、物力、财力和智力资源，实现我国社会主义现代化建设事业可持续发展的目标。

## 2 科学与技术发展历程的回顾与展望

在与自然界斗争的历史长河中，人类不断思

考、探索、创新，产生了认识客观世界的科学理论与改造客观世界的工程技术，使人类对社会和自然界的认识不断深化，改造社会和自然的能力不断增强，人类一步一步地走向现代文明。纵观人类科学与技术发展史<sup>[2~4]</sup>，可以概略地绘成图 1 所示的基本图景。

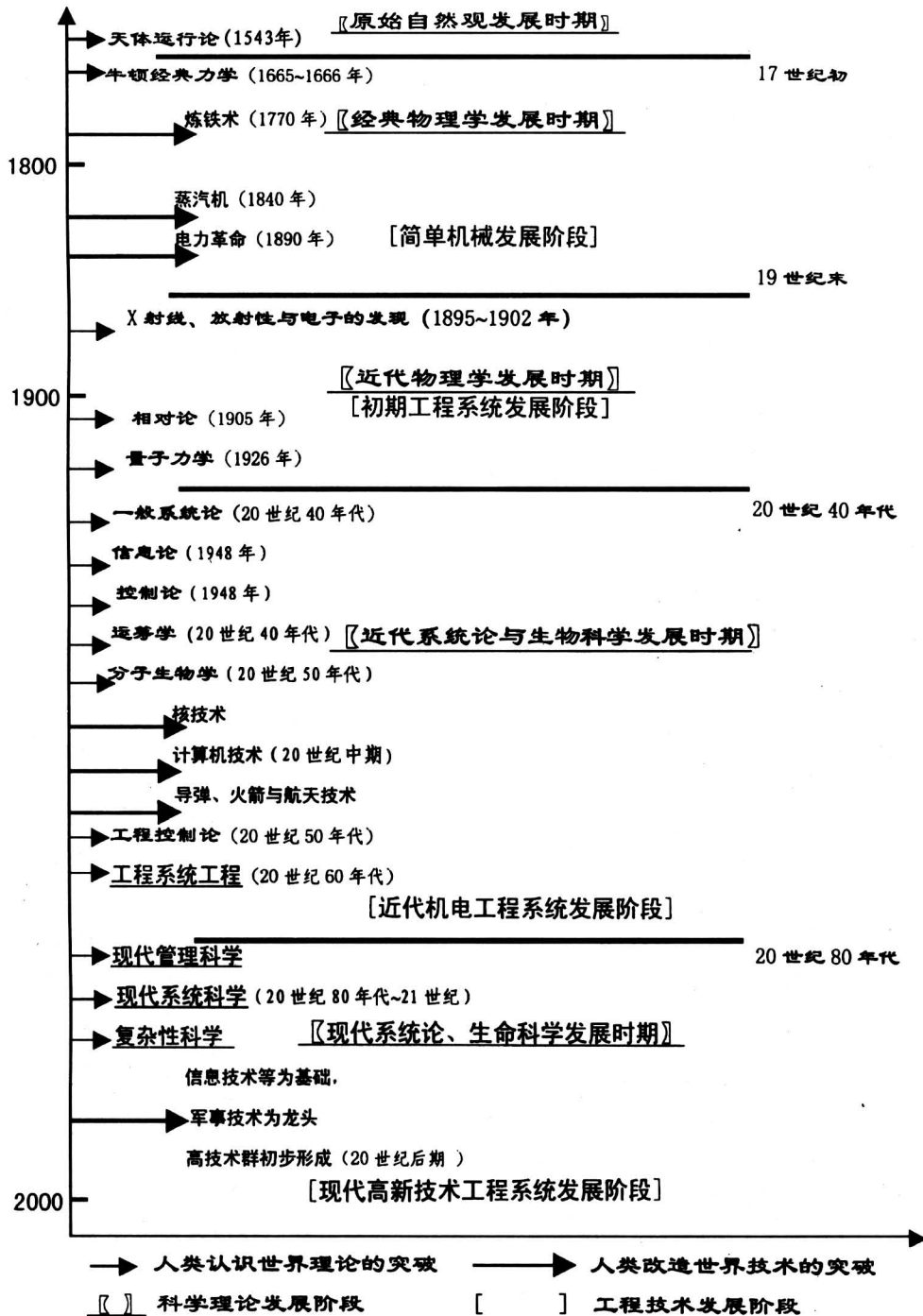


图 1 科学与技术发展的基本图景

Fig.1 The basic prospect of science and technology development

人类对自然的认识,在有限认识能力的制约下,从原始自然观开始,由无知和盲目崇拜神灵到一步一步形成科学的自然观,从宏观世界的探索到逐步走上微观世界的研究,从微观世界的研究,发展到更高层次的宏观与微观世界的科学探索历程,走过了经典物理学发展时期、近代物理学发展时期、近代系统论与生物科学发展时期,即将迈入现代系统论与生命科学发展的新阶段。人类改造社会与自然的工程技术,从使用原始工具到应用简单机械装置发展阶段、初期工程系统发展阶段、近代机电工程系统发展阶段,即将进入现代高新技术机电、信息一体化复杂工程系统的发展阶段,走过了漫长的发展历程。当今世界,人类对社会与自然界的认识,正在面临新的突破。按照钱学森院士的分析与判断,在近代系统论研究、系统工程实践,特别是大系统理论开发的基础上,面临着现代管理科学、系统科学和复杂性科学研究的新阶段。当今科学家在对微观世界、宏观宇宙和生命科学等领域探索、研究的基础上,将会产生超越“近代物理学理论和近代生物科学理论”的新进展,人类正在推进这一科学技术的发展进程,系统科学和复杂性科学的理论指导与工程系统工程的理论与实践正在发挥越来越重大的作用。

### 3 科学技术革命与工程科学技术发展

在人类社会的发展进程中,科学技术的最新进展,几乎无不首先应用于军事,并推动着军事工程技术的迅猛发展。纵观世界军事工程技术的发展史,可以概略地绘成图2所示的基本图景<sup>[2~4]</sup>。

可以毫不夸张地说,工程技术应用理论和方法体系的建立与发展,是伴随着武器装备从近代向现代工程系统发展的进程而逐步建立和完善起来的。在人类的历史上,科学与技术革命的进程推动着军事革命的发生与发展。人类对木材、石材、铜和铁的应用,经历了漫长的冷兵器发展阶段。火药的发明,炼铁、炼钢技术的出现,推动了以火药技术为代表的技术革命,出现了以线膛枪、线膛炮为标志的热兵器发展阶段;伴随着工业革命,化学能与电力的发明,引发了以电力为中心的技术革命,推动并进入了以坦克、飞机等武器装备为标志的火力加机械化的武器装备发展阶段;20世纪中期,随着原子弹、火箭和计算机技术的相继问世,以及近代系统科学和系统工程理论、方法的形成,推动并迈

入了以导弹核武器和新型战机等为标志的近代机电工程系统为代表的武器装备系统发展阶段;20世纪80年代以来,初步形成了以信息技术、新材料技术、新能源技术和生命科学为基础,新概念武器、航天技术和生物技术为突破口,包括微电子、新材料、新能源、生物技术、空间技术和海洋技术等高技术群,并且随着现代系统科学的形成与发展,正在推动着以精确制导武器、信息武器和新概念武器为代表的现代机电、信息一体化的复杂武器装备系统的问世,世界已经走向以材料、能量、信息一体化发展为标志的高技术武器装备发展的新时代。综观世界范围军事工程技术的发展,可以概要地划分为简单机械加能量的武器装备发展时代、机电系统加能量的武器装备发展时代和现代机电、能量、信息一体化的武器装备发展时代(参见图2)。

在现代高新技术工程系统开发过程中,工程系统的社会性、系统性、综合性和复杂性成为突出的问题,出现了所谓“宏大工程(Macro engineering)”的概念。这些工程基本上都是复杂巨系统,它们的开发与建设只能借助于整体思维来解决,现代管理科学、系统科学和复杂性科学应运而生。现代管理科学、系统科学和复杂性科学的理论,将成为观察和处理复杂工程系统的有力工具,成为推动世界各国工程科学技术发展和现代化建设的强大武器。现代管理科学、系统科学、复杂性科学和工程系统工程的理论与实践对现代工程科学技术的发展具有全局性的理论与实践的指导作用。

### 4 工程科学技术发展与现代化建设需要理论创新

历史的经验值得重视:1776年3月9日,苏格兰人亚当·史密发表了著名的《国富论》,根据这部巨著提出的经济学原理,英国制定了相应的经济政策,导致了英国经济的腾飞,政治与军事的崛起。在大西洋彼岸,美国把亚当·史密斯的《国富论》与托马斯·杰斐逊的《独立宣言》同时付诸实践,创造了北美大陆政治和经济同时起飞的奇迹<sup>[5]</sup>。

面对世界已经进入以复杂系统开发、组织和运行管理为重要特征的新时代,面对越来越复杂的世界,越来越复杂的现代工程系统,工程科学技术的发展不能继续停留在传统工程专业理论与实践画定的范围内。对现代高新技术复杂工程系统的开发与

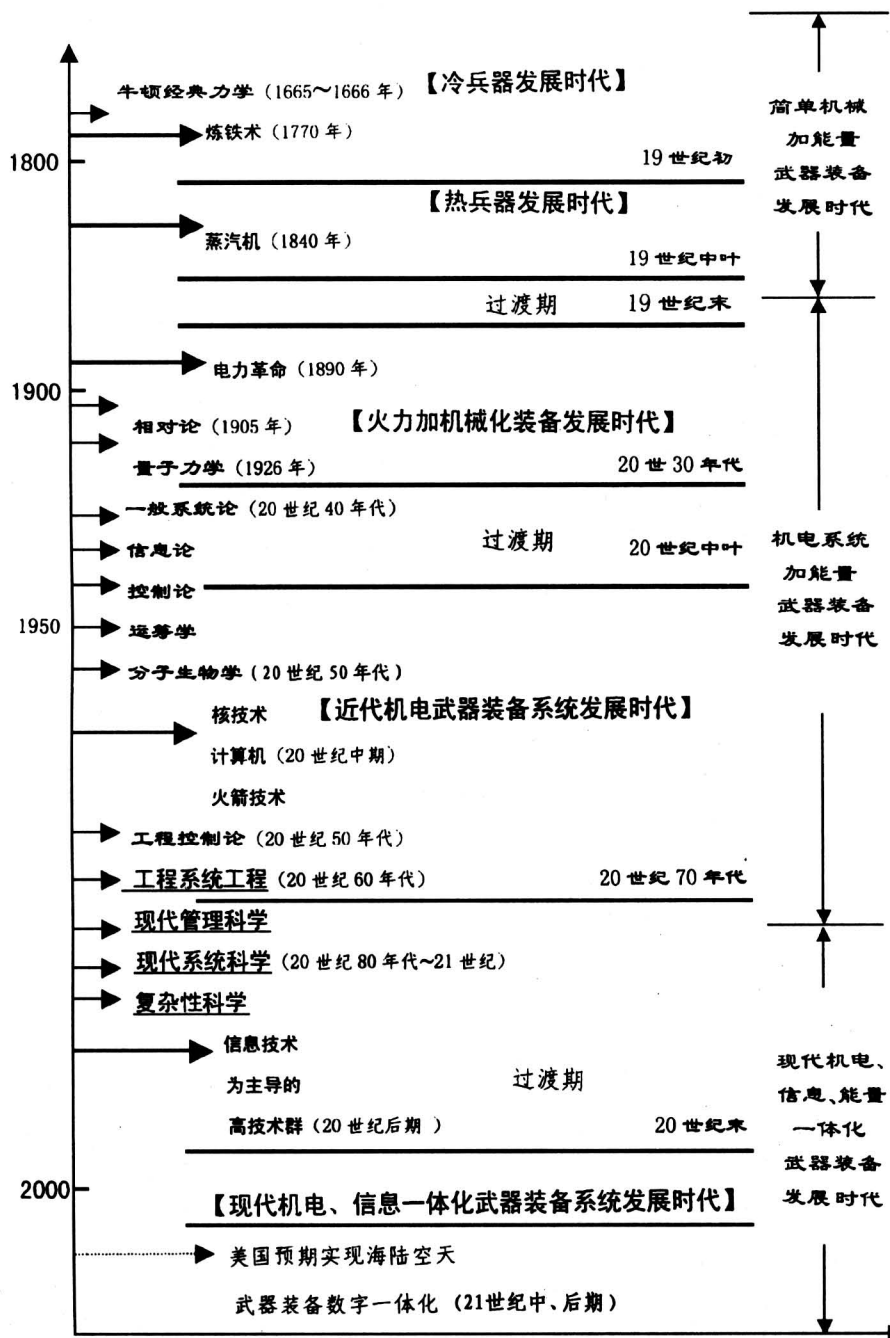
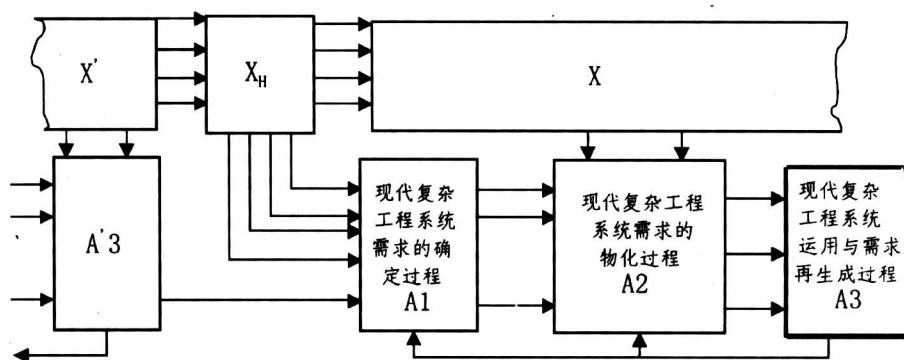


图 2 科学技术革命与军事工程技术的发展

Fig.2 Science technology revolution and development of military engineering technology

建设，在需求的确过程中，要求我们务须面对复杂工程系统的发展环境预测与中长期规划（参见图3）。这里讲的发展环境预测与中长期规划，不是指5年、10年，而是20、30年或更长时间。显然，这种社会需求环境、科技发展环境、经济制约和其他相关环境等的科学预测是十分复杂和困难的，已

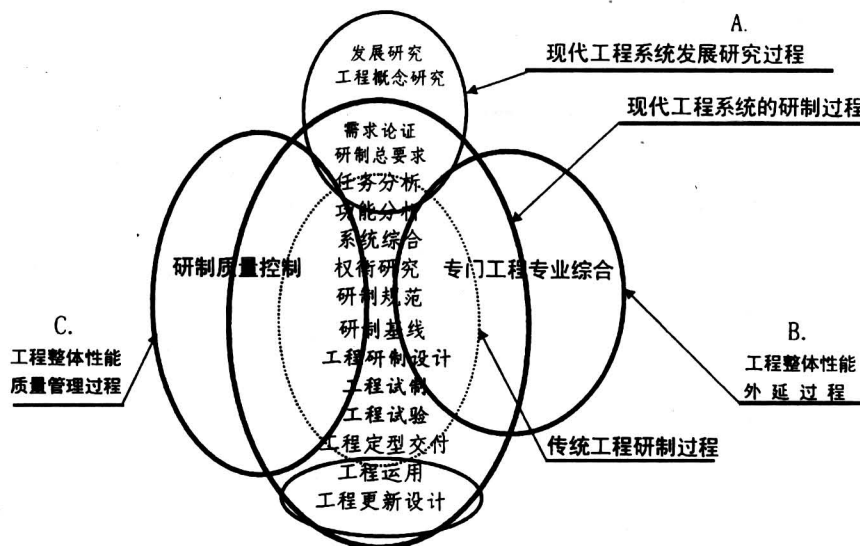
经远远超出传统工程科学研究的范畴，目前西方发达国家通常是采取组织跨行业的国家最高水平的科学家、工程系统专家、相关领域的工程技术专家和领域专家，按照严格的工作程序<sup>[4,6,7]</sup>，共同进行较长周期的碰撞与滚动式的研究来完成。在现代工程系统的物化过程中，工程系统的社会



$X'$ 、 $X_H$ 、 $X$ —现代复杂工程系统需求确定涉及到的环境因素  $X'$ —上一代复杂工程系统需求确定涉及到的环境因素  
 $X_H$ —当前复杂工程系统需求确定时应考虑的环境因素  $X$ —当前复杂工程系统物化过程中应进一步考虑的环境因素

图3 现代复杂工程系统开发过程示意图

Fig.3 Schematic diagram for development process of the modern engineering system



**A. 发展研究形成的研制指南**

- ☆发展战略 ☆发展规划
- ☆发展计划 ☆立项论证报告, 含
- ①任务目标
- ②任务约束与保障条件
- ③技术性能与使用要求
- ④相关工程系统接口要求
- ⑤工程研制程序等

**B. 专门工程专业综合的主要因素**

- ☆可靠性 ☆维修性 ☆安全性
- ☆电磁兼容性 ☆生产性 ☆测试性
- ☆生存性 ☆运输性 ☆价值工程
- ☆人机环工程 ☆综合技术保障工程
- ☆贮存工程 ☆包装工程 ☆电子战特性
- ☆计算机资源 ☆标准化 ☆保密性
- ☆寿命周期费用 ☆系统总体特性

**C. 系统研制质量控制的主要指导性文书**

- ★系统工程管理计划 SEMP ★技术要求分配单 RAS ★
- 工程研制规范 EDS 与技术状态基线 CBL ★接口控制文件 ICD
- ★工作分解结构 WBS ★工作说明报告 SOW
- ★可靠性与维修性计划 R&MP ★综合技术保障计划 IL-SP
- ★风险管理计划 RMP ★人机环工程计划 ★软件开发计划
- ★电磁兼容控制计划 ★试验与鉴定总计划 TEMP
- ★生产性计划 PEP ★权衡研究报告 TSR ★其他设计相关文书

图4 现代复杂工程系统的研制过程

Fig.4 Development process for modern engineering system

化、系统化、综合化和复杂化发展已经是现实的大趋势。在现代工程系统的研制过程中,我们必须面

对多学科、多工程专业的综合与信息一体化问题(参见图4和文献[4]),并需优先解决工程系统开



发过程中经常遇到的复杂的系统性和社会性问题(参见图 3、图 4 和文献 [4, 6])。这些问题与工程实施过程中的具体技术问题相比,通常如同数学运算中的整数与小数的关系,如果在开发过程中对工程的系统性、社会性问题疏忽或搞错了,就像数学运算中把整数位算错了,小数位算得再精确,也难以补偿工程开发可能造成的损失。解决这些对现代工程系统开发具有战略性的问题,需要借助于现代管理科学、系统科学和复杂性科学与工程系统工程理论与实践的创新<sup>[4,8,9]</sup>。

社会主义现代化建设的现实要求我国工程技术人员在对世界工程科技发展、我国国情和国家现代化建设出现的新问题进行分析、研究的基础上,结合我国的实际进行理论创新,首先应在大思路解决好“桥与船”的问题,建立起现代工程系统发展与物化过程的科学的总体框架<sup>[4,6,8,9]</sup>。推进现代工程科学技术的发展,在很大程度上取决于我们是否敢于和善于在理论和实践中创新。能不能进行工程科学技术理论与实践的创新,已经成为一个现代国家在世界范围内的经济与科技竞争中能否取得立足之地的关键性因素。

马克思说:“一个民族要站在科学的最高峰,就一刻也不能没有理论思维。”但是,回顾建国 50 年来我国的科学技术发展史,在经济、军事和社会等重大领域,我国科技界在理论思维上究竟有多少创新?虽然有马老的“人口论”、孙冶方的“价值与价值规律学说”等,但是,都没有能够及时、有效、充分地发挥理论思维的指导作用,导致国家重大决策的失误。钱学森院士在系统工程的理论和实践中,勇于探索,提出了一系列有创见的理论思维<sup>[8~12]</sup>,在我国导弹和航天领域取得了举世瞩目的成就。历史告诉我们:在社会、经济和科技发展过程中,在具有前瞻性和战略性重大问题的决策过程中,如果能够形成技术民主的决策机制和良好氛围,接受科技界富有创新思想的决策咨询,我国的现代化建设事业就可以少走弯路,取得事半功倍的效果。否则,难以避免走弯路,甚至造成重大决策失误。但是,在我国学术界,直到看到美国人 80 年代以来开展“复杂性科学”研究<sup>[9]</sup>,并取得重大进展之后,才对“现代管理科学”和“现代系统科学”的价值有所理解,这不能不引起我们的思考。进行理论创新,不仅需要脚踏实地的科学态度、不畏艰险的科学精神,更需要有充分的自信

心、超人的勇气和智慧,要敢于在“没路的地方脚踏出来,从长满荆棘的地方开辟出来”,敢于在洋人还看不到、讲不清楚或不能结合我国国情讲清楚的领域有所突破。关键的问题是敢于在理论上创新,善于用科学的方法去实践。加大“现代管理科学”、“系统科学”、“复杂性科学”和“系统工程理论”的研究力度是加速我国社会主义现代化建设事业的需要,势在必行。中国工程院在“现代管理科学”、“现代系统科学”、“复杂性科学”和“系统工程理论”等领域的研究与实践中能够发挥更加充分和具体的指导、组织、协调、推进作用,用院士团队及其能够团结的科技力量,创新思维形成的高水平、战略性科学研究成果和高屋建瓴的决策咨询意见,实实在在地推进中国社会主义现代化建设事业的进程。中国工程院定位于我国最高咨询性学术机构,历史的责任要求工程院应从更广阔的视角研究、认识,并推进现代工程科学技术的发展,遵循现代工程科学技术发展的客观规律,应用现代管理科学和系统科学的手段,在我国重大科技工程的决策咨询中承担起国家赋予的光荣而艰巨的任务。

## 5 科学管理是推进社会主义现代化建设的法宝

满清“洋务运动”的失败,政治腐败、管理混乱是其根本的历史和社会根源。生产的产品质量低劣、成本高昂的直接原因是缺乏科学管理,没有形成程序化、标准化和科学的生产管理环境。在现代科学技术环境条件下,只有自觉地运用系统科学的理论和方法,才能在复杂工程系统开发的进程中,实现从无序向有序、高质量、高效率、低风险的转变。这已为西方发达国家重大工程系统开发的实践所证实,也为我国导弹和航天事业的实践所证实。

亚当·史密斯在《国富论》中不厌其烦地宣传“劳动生产力的最大改进,……看来是劳动分工的结果”,并且举出“销轴”生产的生动实例说明劳动分工对创造生产奇迹的关键作用<sup>[5]</sup>。但是,亚当·史密斯没有能够看到今天的科学技术发展,没有能够把工厂内部的分工与社会分工明确地加以区分,没有形成管理科学的完整构想。在今天看来,严格的社会分工关系到社会、经济、军事和重大工程系统开发等方面的科学管理<sup>[4,8]</sup>,是提高工程开发效率的捷径,创造工程奇迹的基础,应当是一种有预想、有计划、有组织,并且应当是符合科学技

术发展规律的社会组织行为,是“现代管理科学”和“现代系统科学”研究的重要内容之一<sup>[4,8,13]</sup>。但是,面对现代社会化大生产,常常看到的仍然是“作坊式”或所谓“一竿子插到底”的落后管理模式。在国家机关、企事业单位管理和重大工程项目开发等工作中,管理工作分工仍然较为混乱,职责不够明确,权力就是一切的状态仍然随处可见,没有真正形成决策层、决策管理层和决策实施层的分工明确、协调运筹的科学管理模式,计划与技术管理职责不清,因此,容易形成管理机构臃肿、内部扯皮、科技人才不能充分发挥作用的弊病,甚至产生人浮于事和滋生腐败等问题。如何提高我国社会主义建设事业的管理工作效率,从根本上铲除腐败的根源,还有许多工作要做。中国工程院作为国家级“重大社会、经济发展的最高咨询性学术机构”,是否可以有组织、有计划地开展国家管理、企事业单位管理,特别是重大工程发展与实施管理的诊断与咨询工作,充分发挥工程院对国家重大社会、经济问题实施权威性决策咨询的作用?我们认为值得认真研究。

当今世界复杂高新技术工程系统的开发,呈现出长周期、全局性战略谋划,以及综合运用各相关领域科学技术新成果的典型特征。系统发展研究,系统综合、权衡、优化与科学管理已经成为越来越突出的问题。从国家现代化建设、高新技术工程系统开发与建设的整体目标出发,思考、探索解决国家现代化建设的技术与管理问题,已经成为当今世界科技发展的核心问题之一。诚如马(宾)老最近指出的,“在科学家钱学森创新建立系统科学理论与实践的具体指导下,经济系统工程和工程系统工程在我国都得到了重大发展”<sup>[4]</sup>,我们在学习、借鉴国外先进科学技术的同时,应当系统地总结我们自己的经验与教训,发挥我国人才、智力、政治和在重大工程领域具有自己工程实践的优势,推动我国系统工程理论的发展。作者认为,中国工程院工程管理学部应当责无旁贷地承担起推进我国工程系统工程理论与方法体系建设责任,在社会与经济管理、创新激励机制的改革和我国工程技术人才的合理使用等具有全局性的战略决策问题上,发挥无法取代的权威性专家群体的决策咨询作用。

## 6 科学合理地使用人才与推进“创新激励机制”的改革

小平同志谆谆告诫我们:我党根本的思想路线

是“实事求是”,并强调指出:“党的十二届三中全会通过的《中共中央关于经济体制改革的决定》中,十条都很重要,但其中最重要的是第九条,就是‘尊重知识,尊重人才’,概括起来就是这八个字。”<sup>[14]</sup>对人才重要性的认识应当说已经没有什么问题了,但是,对人才内涵的认识和合理使用的问题不能说已经解决了。在我国,人才浪费仍然是最大的浪费,关键的问题还是科学的评价、认识人才和实事求是的使用人才的问题。

根据工程系统工程的理论研究,我们把从事工程技术工作的人才分为工程领域专家、工程技术专家和工程系统专家<sup>[4]</sup>。专家工作的性质和任务不同,对他们的知识结构、工程素质、思想和心理素质,以及世界观和方法论等方面的要求是不同的<sup>[4]</sup>。随着科学技术的发展,科学技术门类的划分越来越细,当今学科总数已达6000多门<sup>[15]</sup>。以导弹与航天技术领域为例,目前工程技术专业门类已经超过300个<sup>[4]</sup>。随着高新技术复杂工程系统开发向纵深发展,不仅要求科技工作高度专业化,而且要求不同专业之间密切协同,因此,出现了以解决工程开发系统性、社会性问题为主要职责的综合性科技人才,我们称其为“工程系统专家”。他们不仅需要掌握比较全面的专业知识,具有丰富的工程实践经验,而且必须具有良好的思想与心理素质,灵活、善于协同的工作能力,在解决重大、复杂工程系统开发与管理工作过程中,他们越来越发挥举足轻重的决策分析与决策管理作用。对他们的培养与相对单一学科、专业人才相比,难度较大,时间较长。因此,对工程技术人才的内涵和使用的特殊性应进行具体、深入的研究。在美国国家科学顾问委员会里,面对复杂的决策咨询问题,常常发生大名鼎鼎的领域专家、学者型顾问提不出像样决策咨询意见的情况<sup>[13]</sup>,这是十分正常的。实事求是地讲,面对复杂的社会、经济、军事和现代工程技术问题,要求只有某一专业或学科知识,没有广博的社会和科技知识,没有丰富的工程实践经验,没有深厚的逻辑思维根底和正确的世界观与方法论的领域专家、学者提出像样的决策分析意见是勉为其难的事。因此,对于工程技术领域人才的使用,不应当简单地谈年轻化和老专家,应当对工程领域专家、工程技术专家和工程系统专家有相应的培养与使用政策。当今世界已不是爱迪生发明“电灯泡”的时代,“综合”已经成为当今时代创新的

突出特征。面对高新技术复杂工程系统开发和越来越复杂的社会与经济环境，应当借鉴西方发达国家的成功经验，实事求是地制定工程技术人才的使用政策，对于不同学科、专业，不同的工程任务，应当合理地组织人才队伍。无论是老专家，还是科技新秀，都应扬长避短，用其所长，在可能的情况下，充分发挥他们的知识特长、智慧与经验。笔者以为：我国相关管理部门应特别关注工程系统专家与工程技术专家的培养与使用问题，并以高度的责任心热情地关心他们，充分发挥他们的作用。

根据党和政权建设的要求，以及党政领导干部与机关干部工作的特点，党中央提出培养和造就一大批中青年领导干部，即干部年轻化的政策是十分必要的。但是，对于科学技术领域，特别是相对复杂的综合性科学技术学科和专业，简单地提倡年轻化是不明智的。在我国特定的历史条件与有限人才资源的情况下，从长远发展来看，不解决好有限工程技术人才合理使用的政策与策略问题，把策略与政策弄混淆了，对我国科技事业发展和社会主义建设事业是十分不利的。如果处理不好，会发生人为的、不应出现的损失，直接影响国家的科技与经济发展。借鉴工业发达国家培养和和使用工程技术人才的成功经验，在工程技术人才的培养和使用等问题上向中央提出具有真知灼见的决策咨询意见，是关系到我国社会、经济、军事和科技事业发展，特别是高新技术复杂工程系统长远发展、建设的战略性决策问题，中国工程院高屋建瓴的决策咨询意见是行政机构无法取代的。

当前工程技术领域，特别是复杂工程系统开发的科研成果评定的真实性、公正性仍然存在诸多问题：用钱买成果者有之，虚报成果者有之，机关和领导干部占用成果完成者名额者有之……。还有些地方形成了所谓“成果评定专业户”……，他们可以使应评的成果进不了“考场”，使不具备或只是一般性的科技成果评上较高等级的成果奖，而且难以甚至无法纠正。因此，如果对现行工程技术成果的评定办法不进行认真的、有冲破阻力决心和创新思路的改革，将严重挫伤有良知的科技人员的积极性，不利于调动广大科技人员为祖国科技事业献身和进行技术创新，以及有创新才能的一代新人的不断涌现。

中国工程院院士都是我国工程技术界的佼佼者，他们中的绝大多数人对创新成果完成过程的艰

辛有亲身的体会，对通过成果评定发现出类拔萃科技人才的作用有深刻的认识，对工程技术成果评定的真实性、公正性、成果与成果完成者的关系，以及成果评定程序的严肃性与定期清理成果的重要性有清醒、深刻的理解，他们最有资格和能力推动“创新激励机制”的改革。在中国工程院第五届院士大会上，江泽民总书记、朱镕基总理、李岚清副总理希望院士们用更大的精力关心年轻科技人才的健康成长，语重心长。进一步完善科技成果评定管理机制，对引导一大批青年科技人才走上攀登科技高峰的正路，促进年轻科技人才的健康成长，具有十分现实和重大的战略意义。中国工程院在这方面发挥权威性的决策咨询作用，必将有利于促进我国创新激励机制的改革，进一步推动我国工程科学技术事业的健康发展。

#### 参考文献

- [1] 周吉, 陈文. 管理哲学—系统学[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1985
- [2] 霍绍周. 系统论[M]. 北京: 科学技术出版社, 1988
- [3] 潘永祥, 李慎, 阮慎康, 等. 自然科学概述[M]. 北京: 北京大学出版社, 1986
- [4] 赵少奎, 杨永太. 工程系统工程导论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000
- [5] 顾蒙洁. 憧憬与探索[M]. 北京: 中国标准出版社, 1999
- [6] 弗雷蒙·E·卡斯特, 詹姆士·E·罗森茨威格. 科学与技术与管理[M]. 柴本良, 华棣, 李盛昌, 等译. 北京: 国防工业出版社, 1979
- [7] 郑开昭, 王东, 兰普闽, 等. 无形的杠杆[M]. 北京: 解放军出版社, 1988
- [8] 钱学森, 许国志, 王寿云. 组织管理的技术——系统工程[N]. 光明日报, 1978-09-27 (1)
- [9] 钱学森. 论系统工程[M]. 长沙: 湖南科技出版社, 1988
- [10] 钱学森. 现代科学的结构[J]. 哲学研究, 1982, (3): 19~22
- [11] 钱学森, 王寿云, 柴本良. 军事系统工程[A]. 系统工程与科学管理文集(三)[C]. 北京: 国防科委情报资料所, 1979
- [12] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论[A]. 中国大型工程管理文集[C]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1993. 11~23
- [13] 米歇尔·沃尔德罗普. 复杂——诞生于秩序与混沌



- 边缘的科学[M]. 陈玲译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 1997
- [14] 武汉市委宣传部. 改革落后的干部选拔制度[N].

- 人民日报, 1999-02-09 (5)
- [15] 宋健. 现代科学技术基础知识[M]. 北京: 科学出版社与中共中央党校出版社, 1996

## Thoughts on Modern Engineering Science Technology Development in China

Zhao Shaokui<sup>1</sup>, Yang Yongtai<sup>2</sup>

(1. *Forth Research Institute of the Second Artillery, Beijing 100085, China;*

2. *Military System Department of the Academy of Military Science, Beijing 100091, China* )

[Abstract] Based on the discussion of the course of science and technology development, this paper expounds the important role of “modern management science”, “modern system science” and “complexity science” in modern engineering science technology development and puts forward some important problems in engineering science technology development in China.

[Key words] engineering science technology; modern management science; modern system science; complexity science

---

### 植物基因密码破译成功 超级农作物产生有望

在植物界有果蝇之称的水芹, 其每个细胞有5条染色体, 虽其构造简单, 但都能反映植物的基本生成过程, 故在实验研究中广为科学家采用。

植物学家指出, 透过植物基因了解植物生理过程, 毋须任何基因改造, 也能更有效地杂交繁育新品种的植物。

1996年由美国、欧盟和日本科学家成立的“水芹基因行动”, 旨在2000年破解水芹的基因密码。研究人员已于1999年发表了水芹第二、第四条染色体的基因次序; 第一、第三、第五条染色体则在2000年12月初的英国《自然》周刊上发表。

研究显示, 水芹有25 498个基因, 控制11 000种不同的蛋白, 这些蛋白正是生命结构的主要成分。研究人员认为, 破解了水芹的基因密码, 便能洞悉所有植物的生长过程, 从而将有助于培养能抵抗害虫, 耐旱耐水浸的植物, 甚至培养一些食后能预防疾病的疫苗性植物, 增加农作物产量, 解决全球 $60 \times 10^8$ 人的粮食问题。正如美国斯坦福大学的生物化学家科瓦尔布特所指出的那样: “了解水芹基因构造, 将有助于了解杂交繁育的基本原理。”因此, 破译水芹基因是继2000年6月科学家破解人类基因图谱后的最新生物科技突破。