

钱学森与中国航天科技事业

赵少奎

(第二炮兵第四研究所, 北京 100085)

[摘要] 本报告以现代工程科学技术的视角、生动的事例, 阐述了钱学森院士在开创中国航天事业、进行我国航天事业宏观谋划、实施我国重大航天技术指导与决策, 以及组织、运筹和领导中国导弹、火箭与航天器的发展工作中所做出的卓越贡献。

[关键词] 航天科技; 宏观谋划; 技术决策; 组织管理; 工程系统工程

1 前言

中国的航天事业, 在党中央、国务院和中央军委的英明决策和正确领导下, 在党和国家三代领导人亲切关怀以及全国各有关部门大力协同与支持下, 经过航天人45年的艰苦奋斗历程, 已经从仿制导弹、研制探空火箭起步, 成功地研制了各类战略、战术导弹, 装备了海、陆、空军和第二炮兵, 使我国成为世界上仅有的几个具有洲际进攻性战略导弹武器的国家之一, 明显地增强了我国的国防实力, 奠定了我国大国地位的基础; 研制开发了一系列具有近地轨道、太阳同步轨道与地球同步轨道应用卫星发射能力的长征型号运载火箭, 并进入了国际发射服务市场; 成功地开发了一系列具有科学研究、地球资源探测、通信与广播、导航、气象观测与地球灾害观测、空间实验与军事应用等实用价值的卫星和载人飞船, 为国民经济与国防建设做出了巨大贡献, 使我国跻身于世界航天大国之列。

在回顾我国导弹与航天事业激动人心的发展历程, 展望现代工程科学技术发展壮观前景的时候, 我们难以忘怀钱学森院士在周恩来总理、聂荣臻元帅的领导下, 带领航天人所经历的开创我国导弹与航天事业的不平凡历程和所创建的辉煌业绩。在钱老90寿辰到来之时, 我们共同回忆钱老为创建和

发展我国导弹与航天事业, 运用他多学科的渊博知识, 呕心沥血地进行导弹与航天技术发展宏观战略谋划; 为解决导弹技术与航天事业发展遇到的一个个难题, 无私地奉献他的智慧和才华; 为把庞大的导弹、运载火箭与航天技术研制体系纳入到科学、有序的运行轨道上, 创新建立系统工程理论, 付诸实践, 并培养、提携了一代中、青年科技人才的峥嵘岁月, 使我们备感亲切。

2 中国航天科技事业的开创者

1955年12月由中央安排, 钱老赴东北考察。在哈尔滨受到专程赶到的陈赓大将的接见。时任主管国防科技的副总参谋长、军事工程学院院长的陈赓大将, 正在全身心地思考着如何能够使人民解放军尽早实现装备现代化的战略课题。二位见面, 在中国大地上, 响起一段至今仍然让我们回味无穷的对话^[1-4]。

陈赓大将急切提出他已经考虑了很久的问题: “钱先生, 您看我们能不能自己造出火箭、导弹来?”

钱老几乎是毫不思索, 直率、胸有成竹地回答: “有什么不能的, 外国人能造出来, 我们中国同样能造出来, 我们不比外国人矮一截。”

陈赓大将高兴地说: “好! 很好! 我就要你这

句话。”

当时中国还在帝国主义国家封锁、围困之中，发展自己的导弹、火箭事业，对国家太重要了。“中国人能自己搞导弹！”的回答出自一位在美国现代导弹技术开创阶段，在重要的岗位上做出过重要贡献的世界知名科学家，它有不同寻常的分量。它不仅展现了一位大科学家的超人胆识，也充分表明钱老拳拳报国之心，对国家安全的高度责任感。就是这句话推动党中央、毛主席做出了高瞻远瞩的战略决策，启动了中国导弹与航天事业，也使钱老重任在肩^[5,6]。

1956年2月17日，钱老向党中央、国务院提交了《建立我国国防航空工业的意见书》，明确提出了创建我国导弹与火箭事业的组织措施、技术设想和工作安排建议；1956年4月13日正式成立以聂荣臻元帅为主任，钱老等为委员的中国航空工业委员会；1956年10月8日中央决定成立国防部五局和国防部五院，周恩来总理任命钱老为国防部五局副局长、总工程师，兼任国防部五院第一任院长。1957年11月16日周总理又亲自任命钱老为国防部五院一分院（现运载火箭研究院）院长，直接负责我国弹道式导弹和运载火箭的研制工作。从此开始了钱老领导、开创中国导弹与运载火箭事业的奋斗历程。

在评价钱老开创我国导弹、火箭技术事业过程中的贡献时，聂帅由衷地指出：“从培训干部做起，克服重重困难，终于用4年时间，于1960年冬成功地发射了我国制造的第一枚中近程导弹。接着又用4年时间，成功地发射了我们自行研制的中近程导弹。然后又用2年时间，于1966年我们有了自己的中近程导弹原子弹。短短10年里，我国导弹核武器得到飞速发展，国防力量有了很大的加强，从而震惊中外，使我国跻身于世界强国之列。这是与学森同志出色工作分不开的。”^[7]

在开创我国导弹与火箭研制事业的同时，1958年，中科院成立了以钱老为组长的领导小组，负责筹建人造卫星、运载火箭及卫星探测仪器的研究、设计机构，并在钱老的倡导、运筹、组织下，开展了一系列航天技术早期发展准备工作^[5,6]：

1961年6月，在钱学森和赵九章倡议下，中科院举办了12期星际航行研讨会，钱老亲自做报告；

1962年，中科院成立了由竺可桢、裴丽生、

钱学森、赵九章领导的星际航行委员会，负责制定规划、安排预先研究工作；

1965年1月8日，钱老正式向国家提出“早日制定我国人造卫星研究计划，并列入国家计划”的报告；

1968年2月20日，正式任命钱老兼任中国空间研究院（后改为七机部五院）院长，直接负责我国航天技术的发展工作。

从此，开始了钱老开创我国航天事业的辉煌历程。大家都知道，钱老回国前已经是世界知名的力学与火箭技术专家^[5,6]，并且早在1949年他就提出了“火箭旅客飞机”的概念；1953年研究了星际航行的现实可行性；1954年发表了“工程控制论”，确立了他在世界工程控制学科领域的地位；1962年又发表了“星际航行概论”的专著，更进一步阐述了“航天飞机”的技术设想……。因此，他在我国导弹与航天技术开创阶段的作用是无人可以取代的。正如总装备部涂元季研究员指出的，“没有他的积极建议与推动，中国的火箭导弹和航天事业的开拓和创建，至少要往后推迟若干年”^[8]，这是完全符合实际、十分中肯的。

3 中国航天事业的宏观谋划战略家

1956年2月17日，在周总理的鼓励下，钱老怀着对新中国国防事业的强烈责任感，给中央写了关于《建立我国国防航空工业的意见书》^[5,6]，《意见书》指出：“健全的航空工业，除了制造工厂之外，还应该有一个强大的为设计服务的研究及试验单位，应该有一个做长远及基本研究的单位。自然，这几个部门应该有一个统一的领导机构，做全面规划及安排的工作。”《意见书》还提出了我国导弹、火箭事业初期发展的组织方案、发展计划和具体实施步骤，并且提出了包括任新民、罗沛霖、梁守磐、胡海昌、庄逢甘、罗时钧等21人的专家名单。钱老的《意见书》，实际上就是中国发展导弹、火箭与航天事业的宣言和行动纲领，引起了党中央、毛主席的高度重视。1956年3月14日，由周总理亲自主持会议研究，决定由周总理、聂帅和钱老等筹备组建我国导弹科学技术研究领导机构——航空工业委员会，并且按照钱老的建议，下设科研机构、设计机构和生产机构，把我国的导弹技术发展宏观战略谋划付诸实施。

1956年春，周总理组织数百名科学家、技术

专家制定了“1956~1967年科学技术发展远景规划纲要”，确定了57项重要科技研究课题，由钱老主持拟订了“喷气和火箭技术的建立”的规划^[3,5,6]。钱老在规划说明中指出：“喷气和火箭技术是现代国防事业的两个主要方面：一方面是喷气式飞机，一方面是导弹。没有这两种技术，就没有现代航空，就没有现代国防。建立了喷气和导弹技术，民用航空方面的科学技术问题也就不难解决。”“本任务的预期结果是建立并发展喷气和火箭技术，以便在12年内使我国喷气和火箭技术走上独立发展的道路，并接近世界的科学技术水平，以满足国防的需要。”

根据钱老的《意见书》和钱老主持制定的“喷气和火箭技术的建立”的规划，正式启动了我国的导弹与火箭事业：

1958年1月9日，钱老主持制定国防部五院第二个五年计划的研制规划。

1964年春，在周总理的直接领导和关怀下，钱老负责组织了我国著名的战略导弹武器发展大讨论，制定了我国地地弹道导弹发展的“八年四弹”规划，得到中央批准，并组织实施。

1965年1月8日，钱老正式提出“早日制定我国人造卫星研究计划，并列入国家计划”的报告，明确指出“人造卫星有以下几种明确用途：测地、通讯及广播卫星、预警卫星、气象卫星、导航卫星、侦察卫星等，重量更大的载人卫星在国际上的应用，现在虽然还不十分明确，也得有所准备。……这些工作是复杂艰巨的，必须及早开展有关研究、研制工作，到时才能拿出东西”^[5,6]。建议国家早日制定我国人造卫星研究计划，列入国家任务，促进了这项重大国防科学技术发展。

1968年5月30日，作为中国空间研究院院长，钱老直接领导编制了“我国人造卫星、宇宙飞船十年规划（草案）”^[5,6]。

1974年9月，钱老主持国防科委会议，邀请海军领导和有关部委领导听取了七机部一院“关于向太平洋海域发射我国远程运载火箭的试验方案和请求开展我国首次远洋考察的报告”，当即部署国防科委机关向中央起草报告，着手开展我国远洋考察工作，正式启动了我国首批太平洋海域远程运载火箭试验的准备工作，并且亲自承担起运筹、指导震惊中外的我国首批太平洋火箭试验的任务……。

面对复杂的现代航天工程系统的开发管理，首要的课题是导弹与航天系统的宏观发展谋划问题^[9]（参见图1）。复杂的航天科技发展宏观谋划，涉及时间跨度较长的科技发展预测，工业发达国家航天科技发展的形势分析，我国科学技术与工业生产能力和发展潜力分析与预测，以及其他诸多相关环境因素的分析、综合与预测等复杂问题，是难度很大的研究课题。总结几十年的经验教训，世界各国都是组织国内最高水平的科学家、工程师担此重任。也只有在科学技术领域中站得很高、具有高度责任感的人，才能做好这样的宏观发展战略谋划工作。钱老就是在我国航天事业开创和大发展时期“登高望远”的人。可以这样说：钱老是我国导弹、火箭与航天技术领域的首席科学家，航天技术发展的宏观谋划战略家，航天技术战略决策运筹与管理的主要组织者。他在我国导弹、火箭与航天事业发展相当长的时期内是站在宏观战略谋划、重大技术决策管理层次上的帅才，我们应从我国航天事业宏观谋划管理与具有远见卓识技术决策的角度，来全面评价钱老对我国航天事业发展做出的卓越贡献。

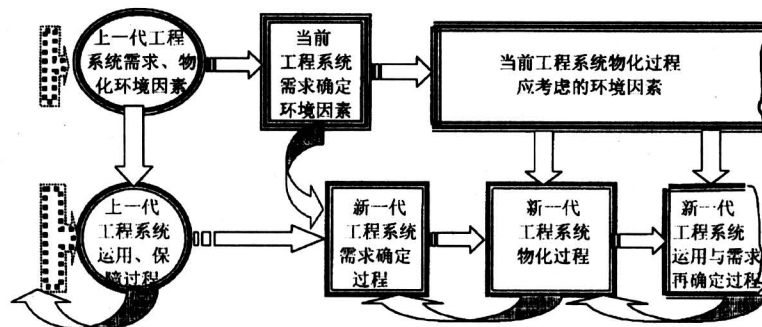


图 1 现代复杂工程系统开发过程示意图

Fig.1 Schematic diagram for development process of modern engineering system

4 中国重大航天技术开发的指导、决策者

在周总理、聂帅的直接领导下，在我国航天事业的起步阶段，就逐步明确地建立了技术决策由科学家负责的规矩。当然，形成这一决策机制，也不是一帆风顺的。但是，聂帅不仅身体力行，而且明确对当时国防部五院的领导讲：对技术决策，你们，包括我在内，都不要去干预。这是搞导弹，不是打仗，技术问题让科学家去决策，我们要保证科学家决策的实施。这就是在我国航天事业开创和大发展时期形成的著名的“两条指挥线”的思想基础。在周总理、聂帅亲自过问、身体力行，真正形成的“尊重知识、尊重人才”的特定环境下，才能够使钱老和一批确有真才实学的科学家有了用武之地，真正承担起了我国航天事业开创和大发展时期对航天发展重大技术问题运筹帷幄、果敢决策的重任。1960年春，在我国导弹与火箭研制刚刚起步的关键时刻，苏联赫氏集团单方面撕毁了中苏技术合作协定，撤走了全部专家，使我国导弹与火箭事业发展面临新的重大抉择。当时曾提出两种地地导弹发展途径：一是集中力量研制射程较大的全新型号——东风三号导弹；二是在“1059”导弹仿制的基础上，利用“1059”导弹的技术基础和工艺装备，争取时间，先研制国防上急需的东风二号导弹。在钱老的果断支持下，报请聂帅和周总理下达了研制东风二号导弹的指令，为我国自行研制导弹和火箭技术做出了正确的技术决策，开创了我国弹道导弹研制的正确道路。

1964年10月16日，我国进行了首次原子弹试验并取得成功。根据对国际局势的分析，1965年春，党中央、国务院提出在1966年内组织进行“两弹结合试验”的任务。这是一次史无前例的科学试验，关系十分重大，国防科委立即组织二、七机部的专家进行深入论证。当时有一个十分棘手的问题，就是导弹弹头原来是按照装TNT炸药设计的，现在装核装置，弹头空间十分紧张，需要改变弹头的外形设计。但是，只有一年的周期，时间来不及。在技术与政治重大责任的压力面前，钱老以他渊博的力学、火箭总体知识和技术科学研究与实践的经验，果断地做出支持总体部的不改变弹头外形方案的决策，并协助聂帅在1966年10月27日组织实施了我国、也是世界上首次导弹核武器试验，震惊了全世界。

在研制我国第一颗人造卫星的运载火箭过程中，遇到一系列技术难题，其中有一个运载火箭滑行段推进剂晃动问题。根据半实物仿真实验，滑行段推进剂出现幅值达几十米的晃动，成为研制过程中的一个技术关键。钱老亲临实验现场，仔细分析实验模型和实验结果，以他渊博的知识和智慧，很快做出了科学判断。钱老指出：这一现象是在近于失重的状态下出现的，原来的晃动模型已经不成立了。实际上，此时流体已经呈粉末状态，晃动力很小，不会影响正常飞行^[5,6]。飞行试验证实钱老的判断是完全正确的，在钱老的指导下，顺利地排除了我国第一颗人造卫星研制过程中的拦路虎。

1974年9月，笔者代表当时七机部总体部向总部领导汇报我国首批太平洋火箭试验方案和有关问题，钱老边听边提出问题与我们讨论。他一边指出我国首批太平洋火箭试验是建国以来最大规模的科学试验，对我国导弹与火箭研制具有重大意义……；一边十分明确地指出要解决好几个关键技术问题。当时钱老明确地要求我们：“我国首批太平洋火箭试验，一定要比美苏初期试验水平高，第一，公告宣布的试验禁区要比他们小；第二，试验禁区封锁时间要比他们短……。”^[10]在进行技术决策时，钱老在充分听取各方面的意见后，总是一针见血，毫不含糊。他的这一意见成为我们进一步落实我国首批太平洋火箭试验技术工作的指南。经过5年多连续奋战，我们终于制定了切实可行的试验方案，1980年5月9日，在人民日报头版头条正式宣布了这一震惊世界，而我们仍然留有充分余量的公告禁区^[11]，参见图2。

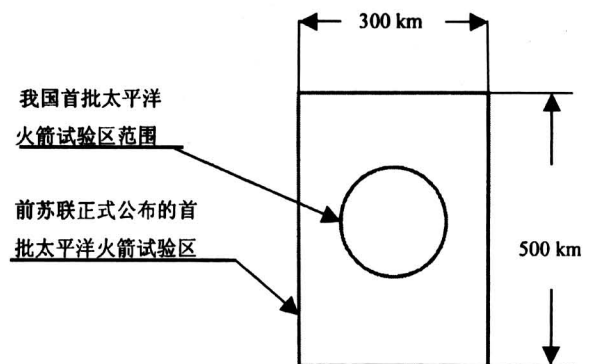


图2 我国与前苏联首批太平洋火箭试验区对比

Fig.2 Contrast of safety area of China and the Soviet Union for first launch vehicle test on the Pacific

在洲际导弹的研制过程中，我们遇到很多技

术难题，有些课题的研究范围远远超出一两个研究所，甚至一两个研究院的工作范围。比如洲际导弹的弹头防热设计与试验评定问题、导弹命中精度分析与评定问题等，都是由钱老亲自组织跨部门的任务协同组织来攻关的。钱老以他渊博的学识和在科学技术领域的崇高威望，能够组织起包括中科院有关研究所、国防科工委测量通信总体所、导弹试验基地和航天系统所有相关研究机构来共同攻关。在这些关键性课题的攻关过程中，钱老发挥着组织攻关、技术指导和重要决策的作用，他的作用在当时是无人能够取代的。因此，1985 年，钱老无可争辩地以第一获奖人的资格与屠守锷、姚桐彬、郝复俭、梁思礼、庄逢甘和李绪鄂等老专家一起获得了我国战略导弹技术国家科技进步特等奖^[5,6]。

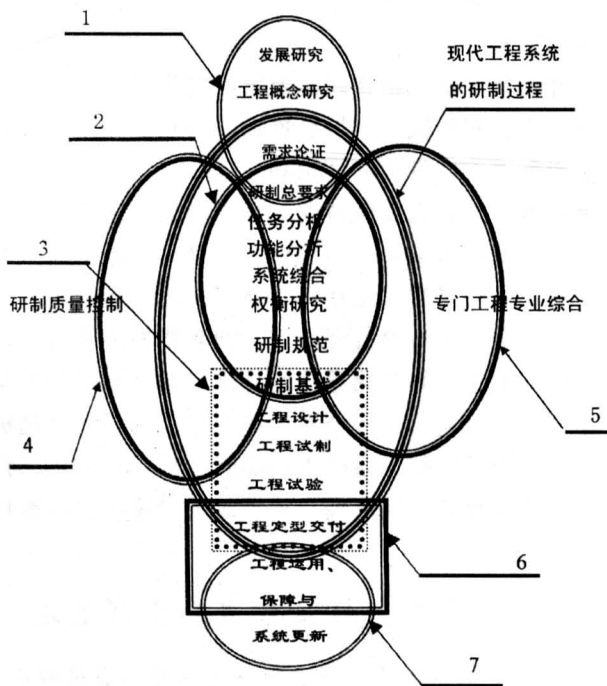
现代工程科学技术的发展面对多学科、多工程专业的综合与信息一体化问题^[9]（参见图 3）。现代工程系统的开发已经进入了以综合集成为主要创新手段的新时代，尽管单项技术的突破仍然对现代工

程开发发挥着重要的支撑作用，但是，重大、复杂现代工程系统的开发与可持续发展，在更大的程度上依赖于这一工程领域的帅才和作为工程运筹与开发总参谋部的新型团队——总体设计部，通过组织跨学科、跨专业，甚至跨部门的任务协同组织进行综合集成才能够完成。换言之，人类发展到今天，任何现代大型复杂工程，已经不再是一项纯粹的工程技术问题，而是一项必须与国家和世界的科技进步、经济发展、资源利用和环境兼容，甚至军事、政治需求统筹考虑，从整体上才能够解决的系统工程问题。因此，对技术决策者提出了更高的要求，他们不仅需要具有所从事工程多学科领域的系统知识，丰富的科学研究与工程经验，而且应当具有辩证唯物主义的世界观与方法论，还应当具有高尚的人品和良好的工作作风^[9]。在我国航天科技开创和大发展时期，钱老把他多学科的研究成果、经验和智慧都无私地奉献给了我国导弹与航天事业，以他科学家的豁达和技术民主作风，对推进我国导弹与航天技术发展做出了令人信服的卓越贡献。因此，国外称钱老为中国“火箭之王”、“航天之父”，我们称钱老为中国导弹与航天技术事业的启蒙者、开拓者和重大技术的决策者，是当之无愧的。

5 中国重大航天计划管理的运筹、组织者

在开创我国导弹与航天事业的进程中，钱老首先遇到的难题，应当说不是导弹与航天技术发展中的具体技术问题，而是如何组建一个高效、有序的导弹与火箭工程开发组织管理系统。如何把成千上万的研制人员，数量众多的研究、设计、试制、试验和生产单位，难以计数的研究、研制和试验设备，数量巨大的研究与研制经费，要求严格、种类繁多的物质、器材，按照导弹、火箭和航天技术发展的总目标要求，协调一致地组织起来，有序地投入到导弹、火箭与航天工程系统的研究、设计、试制、试验和生产过程中去，形成一个具有科学预见性的实施计划，建立起一个高效、有序的工程管理系统^[9]。应当说：一个国家科学技术、经济发展的预测与管理，现代复杂工程系统的开发管理，至今仍然是世界性的难题，仍然是困扰科技界和各国领导人的主要课题之一。

50 年代末，美国在研制“北极星导弹系统”过程中，提炼出一种叫做“计划协调管理技术



1—宏观谋划过程；2—总体设计、运筹过程；3—传统工程研制过程；4—研制全过程质量、风险管理过程；5—工程整体性能扩展过程；6—研制成果转化过程；7—工程运用与需求再确定过程

图 3 现代工程系统开发的技术过程

Fig. 3 Technical process of modern engineering system in development

(PERT)”的工程开发管理方法,取得了明显的成效^[9]。钱老敏锐地认识到它的价值。1962年,在钱老的倡导和支持下,及时地把它移植到我国导弹与火箭研制管理中,结合我国的实际,进行了试点^[6,12,13],取得了明显成效。科学管理的成效,打开了人们的眼界,使系统工程管理技术很快在导弹和火箭参制单位全面推广,不仅加快了导弹和火箭的研制与试验进度,而且更有效地利用了我国有限的人力、物力和财力资源。80年代,在完成我国太平洋火箭试验、水下发射潜地导弹试验和发射我国地球同步卫星等重大科研活动中,都采用了系统工程管理技术,取得了很大成功,并且推广到我国国民经济建设诸多部门,取得了重大效益^[9]。钱老及时地引进、推广,并结合我国的实际发展了系统工程管理技术,功不可没。

在创建我国导弹和火箭研制体系之初,钱老就明确指出,“健全的航空工业,除了制造工厂之外,还应该有一个强大的为设计服务的研究及试验单位,应该有一个做长远及基本研究的单位”^[5,6]。钱老当时就清醒地认识到:现代复杂工程系统的开发与传统工程研制有很大不同^[9](参见图3),必须建立具有宏观谋划指导与系统设计控制、管理职能的总体设计、研究机构和相应的管理机制。

按照钱老这一思想,借鉴苏联航空技术总体设计部的成功经验,我国各航天技术研究院陆续建立起总体设计部,专业研究所和相关试制、生产厂与配套的试验基地,形成了我国航天系统工程的组织管理体系,把钱老对我国导弹、火箭发展的宏观战略谋划付诸组织实施。钱老在总结我国导弹与航天工程研制实践中形成的、起着总设计师技术工作总参谋部作用的总体设计部的工作经验时指出:“这样复杂的总体协调任务不可能靠几个人来完成,因为他们不可能精通整个系统所涉及的全部专业知识,他们也不可能有足够的时间来完成数量惊人的技术协调工作。这就要求以一种组织、一个集体来代替先前的单个指挥者,对这种大规模社会化劳动进行协调指挥。”“他们不是几十个人,而是成百上千学科配套、专业齐全、具有丰富研制经验的高科技队伍。”^[9]对这一成功经验,周总理生前曾经期望把它推广到国民经济建设中去。在80年代,钱老首先把它推广到军队装备建设工作中,在人民解放军总部,海、陆、空军和第二炮兵的建制中陆续建立起名为“系统所”、“综合所”、“运筹所”、“论

证中心”和“总体论证所”等新型研究机构,在我军装备与部队建设中正在发挥着重要作用。

恩格斯说过:“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,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,还要有超出常人的自信心、勇气和智慧。在开创我国航天事业的长征中,钱老提出了一系列有创见的理论思维^[14],特别是现代工程科学技术的理念、系统工程管理理论、总体部思想、现代科学技术体系和从定性到定量的系统集成方法等。在我国航天事业的发展过程中,钱老在现代工程科学技术理念的指导下,把技术创新、体制创新和管理创新有机地结合起来,对我国用最少的投入和比西方发达国家短得多的周期,走向世界航天大国的道路,作出了卓越贡献。这里讲的技术创新,主要是指具体专业技术的创新,而是指钱老在20世纪四五十年代已经初步形成的现代工程科学技术理念的基础上,在我国航天事业开创和大发展时期的运用与发展;体制创新主要是指钱老一再明确并积极推进的总体部思想、技术与管理两条指挥线和决策、决策管理与决策实施管理分层次决策的机制;管理创新主要是指在我国航天科技发展谋划和开发进程中,实施钱老倡导、推动,并在实践中形成的航天系统工程管理的理论和方法。总之,在我国航天事业开创和大发展时期,如果我们不能明智、坚定地实施技术创新、体制创新与管理创新的有效结合,不在钱老现代工程科学技术理念的指导下,有效地推进三个层次管理决策、两条指挥线明确分工与协调配合,并强化总体设计部在研制全过程的全局性谋划、航天工程全系统综合集成的科学管理机制,大力推广航天系统工程的管理理论和方法,我们很难说会有今天不愧为世界航天大国的地位和某种技术上的优势。

6 中、青年科技工作者的良师益友

70年代,在研制我国第一代远程火箭过程中,受国内有限射程靶场的制约,导弹飞行试验考核遇到了技术上的难题。当时根据七机部领导的要求,在运载火箭研究院总体部成立了跨部门的专题论证组。通过专题组同志们夜以继日的工作,终于提出了一整套切实可行的技术方案,得到任(新民)老和钱老的支持。在听取汇报时,钱老讲了一段使我终生难忘的话:“你们做了一件很有意义的工作,

提出了立足国内试验，解决我们面临技术难题的很好的技术方案，技术上是可行的。这个问题，我考虑很久了，是我多年来想解决，而没能解决的问题……。现在可以向上级报告了，我们已经找到了解决难题的办法了。”在场的每一位同志都深深地为钱老高度的事业心和责任感所感动，他不以自己多年没有解决这一问题而讳言，而以年轻同志解决了这一难题而喜悦。这是一位大科学家博大胸怀的自然流露，为我们一代人树立了楷模。钱老在做重大技术决策时，总是耐心地听取各方面意见，从不忽视少数人的意见，这已经成为钱老的工作作风。最近在回顾我国航天事业开创时期的工作时，钱老语重心长地指出：“当时在党中央、毛主席的领导下，由周总理和聂帅具体组织实施，他们采取什么办法组织实施这项巨大的系统工程呢？就是民主集中制的办法。一是真正发扬民主……；二是高度集中……。我在周总理和聂老总领导下做技术工作，做技术决策，也按周总理和聂老总的办法，实行民主集中制。……由于我们既讲民主，又讲集中，而且是真正的民主，高度的集中，所以把方方面面的积极性都调动起来了……。”^[15]在钱老离开航天科研第一线领导岗位后，他仍然不断提醒新一代领导人要注意“发扬技术民主，实行民主集中制”。1996年7月16日，钱老给航天总刘纪原总经理的信中写到：“您信中说今年10月将是我国航天事业创建40周年，并嘱咐我写几句话。我对航天事业已经发表过许多文字，现在回想起来，最重要的实在只有一句话：我们航天事业的科技人员在周恩来总理和聂荣臻元帅领导下，贯彻了民主集中制，我们今后仍必须坚持民主集中制。”^[16]他殷切地希望把“民主集中制”作为航天事业的宝贵财富发扬光大。这些都充分体现了钱老发自内心的“尊重知识，尊重人才”的美德。

在完成了我国首批太平洋火箭飞行试验后，笔者试着写了一份“试验系统工程的初步尝试”的技术总结^[17]。钱老知道这件事后，就在笔者的一份材料上，亲笔写下了：“我很愿意学习您的报告钱学森 1982.4.7”，并让当时他的秘书王寿云同志转给我。在钱老的鼓励下，笔者很快完成了这份技术小结的初稿，呈送钱老审阅。钱老很仔细地阅读了这份技术小结，做了明确的批示，并请当时国防科工委主管七机部工作的三局局长丁衡高同志和七机部科技委阅示，请七机部科技委组织讨论。虽然

由于人为的原因，七机部科技委没有收到笔者的报告和钱老的批示，但是，王寿云同志详细地向我转告了钱老批示的内容，使我们这些年轻的科技工作者受到很大鼓舞。钱老谦虚谨慎、虚怀若谷，提携年轻科技人员的大科学家风范，在我们一代人中树立了光辉的榜样。目前在著书立说、申报科技成果……等过程中，偷梁换柱、挂名之风时有发生，钱老却不肯参加修订版“工程控制论”的授奖大会，把荣誉让给做具体工作的年轻人，在科技战线树立了一面光洁无瑕的镜子，鞭策和教育我们与年轻一代科技工作者，在科学技术攀登的道路上，要做一个脚踏实地的人，一个诚实的人，一个脱离了低级趣味的人，一个主要依靠自己的创造性劳动立足于科学技术殿堂的人。真正的科研创新成果，总是与诚实、流淌辛勤汗水的人为伴，永远不会与虚伪、投机取巧的人同行。

7 结束语

回顾钱老走过的道路，他在我国航天事业发展历程中的科学探索与实践，对我们有很多重要启示，可不可以做以下几点概括：

1) 当今世界，人类在工程科学技术领域的创新活动，已经进入了以若干单项技术突破为支撑，综合集成为主要创新手段，社会化、高度社会化研究为主要组织形式，复杂高新技术工程系统开发、建设与运用的科学管理为突出特征的新时代。新的时代需要新型的综合性科学技术人才；新的时代，高新技术产业化的可持续发展需要现代管理科学、系统科学与复杂性科学的理论指导。

2) 面对复杂的现代社会需求，应当建立相应的现代人才观。应当对单一学科领域的人才，二维知识世界的创新人才，多维知识世界的高素质、综合性科学技术人才的培养与使用有不同的对策^[9]。

3) 钱老的科学实践充分说明：科学技术是潜在的巨大生产力，当其实现了产业化，将转变成现实的巨大生产力。而掌握了现代科学技术、对国家和人类具有高度责任感，又有用武之地的人才，是最具活力的生产力要素。

4) 一个国家科学技术落后、军事装备落后、经济落后，尽管有其历史原因，但是，从某种意义上讲，现代科学思想与管理上的落后是其根本性的原因，人才使用的合理性具有决定性的影响。

5) 面对越来越复杂的世界，越来越复杂的现

代经济社会,越来越复杂的现代工程系统的宏观谋划与开发管理,任何个人和单一职能部门都有其知识、能力和历史的局限性,都越来越显得力不从心。现代复杂工程系统的开发与建设需要总体设计部;现代经济、社会,乃至政治、外交等复杂领域的运筹管理,也需要具有宏观谋划、运筹、协调、综合集成与组织管理咨询职能的“总参谋部”。

6) 从事综合性、交叉学科研究,复杂工程系统开发与建设的科技人员,应当自觉地学习、研究马克思主义哲学,树立辩证唯物主义的世界观与方法论。钱老在这方面为我们树立了光辉的榜样。钱老认为“马克思主义理论是迄今最科学的社会科学理论,马克思主义的世界观是科学的世界观……。马克思主义哲学则是人类知识的最高概括,要发展现代科学技术,必须用马克思主义哲学做指导”^[6]。

7) 一个真正热爱祖国,对人类具有高度责任感和创新思维的科学家,在科学探索的征程上,具有不屈不挠的意志,能够产生超出常人的智慧和创造力,对他们的创新思想和重大建议应当引起高度重视。

最后让我用江泽民总书记在授予钱老“国家杰出贡献科学家”荣誉称号的仪式上的讲话,对钱老在我国工程科学和航天技术发展的卓越贡献做一个小结,与大家共勉。总书记讲:“钱学森同志是我国杰出的科学家,在国内外享有很高的声誉。他在技术科学的许多领域做出了卓越贡献。特别是在老一辈无产阶级革命家的领导下,钱学森同志以他渊博的学识和对人民事业的热忱,为组织领导新中国火箭、导弹和航天器的研究发展工作发挥了重要作用。”“钱学森同志是我国爱国知识分子的典范,他的经历体现了当代中国知识分子追求进步的正确道路。”^[18]

参考文献

- [1] 徐 焰. 陈赓大将——身经百战惊世界[N]. 北京青年报, 2001-05-17(4)
- [2] 钱学森. 周总理让我搞导弹[A]. 中国航天腾飞之路[C]. 北京: 政协文史出版社, 1999. 14~19
- [3] 任新民. 航天历程中的几点回忆[A]. 中国航天腾飞之路[C]. 北京: 政协文史出版社, 1999. 62~69
- [4] 宋 健. “两弹一星”元勋传[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001
- [5] 王寿云. 钱学森传略[J]. 航天, 1992, (1): 2~7
- [6] 胡士弘. 钱学森[M]. 北京: 中国青年出版社, 1997
- [7] 聂荣臻元帅贺信[N]. 人民日报, 1991-10-16(3)
- [8] 涂元季. 钱学森和中国的导弹航天事业[A]. 中国航天腾飞之路[C]. 北京: 政协文史出版社, 1999. 590~598
- [9] 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
- [10] 赵少奎. 十年前的太平洋火箭试验[J]. 航天, 1990, (2): 1~4
- [11] 赵少奎. 飞向太平洋的运载火箭[J]. 航天, 1999(特刊): 44~46
- [12] 陶家渠. 计划协调技术概说[A]. 系统工程与科学管理[C]. 北京: 国防科委情报所, 1979
- [13] 钱圣已. 计划协调技术的探索与初步试验[A]. 系统工程与科学管理[C]. 北京: 国防科委情报所, 1979
- [14] 赵少奎. 对我国现代工程科学技术发展的思考[J]. 中国工程科学, 2001, 3(1): 22~30
- [15] 钱学森. 一切成就归于党归于集体[N]. 光明日报, 2001-05-10(1)
- [16] 刘纪原. 航天春秋(第一辑)[M]. 中国航天工业总公司, 1996
- [17] 赵少奎. 试验系统工程初探[A]. 航空高技术 with 系统工程文集[C]. 北京: 航空工业出版社, 1991. 277~281
- [18] 江泽民. 在授予钱学森同志“国家杰出贡献科学家”仪式上的讲话[N]. 人民日报, 1991-10-16(1)

Qian Xuesen and China's Space Undertakings

Zhao Shaokui

(Forth Research Institute of the Second Artillery, Beijing 100085, China)

[Abstract] This paper, from the angle of view of modern engineering science and with lively examples, expounds the outstanding contributions of Academician Qian Xuesen in the initiation and macroscopic design of China's space undertakings, the direction and decision of key space technical problems, as well as the organizing and leading work for the development of guided missiles, launch vehicles and spacecrafts.

[Key words] space science and technology; macroscopic design; technique decision; organization management; the project system engineering