

# 钱学森

## ——杰出的战略科学家

姜玉平

上海交通大学博物馆, 上海 200240

**摘要** 概括了作为战略科学家的钱学森的主要贡献,如参与擘划中国现代科学技术事业,推动中国技术科学建制化以及组织创建中国导弹与航天科技事业等。分析了钱学森成为战略科学家的主要原因,即钱学森成长于开放的社会环境;师从著名科学学派,成为杰出技术科学家;新中国将钱学森推向创建现代科技事业的第一线,使其能够施展才华,建功立业;出色的政治修养让钱学森能够娴熟地处理科学与政治的关系。

**关键词** 钱学森;战略科学家;科学与政治

战略科学家,是相对于一般科学家而言的。他们富有远见卓识,能够跨越专业鸿沟把握科学技术发展方向,提出创造性、前瞻性的研究构想,并对国家科技发展战略、重大科技项目研究等产生重大影响,属于科学技术帅才。从世界范围看,战略科学家在一些科技强国兴起过程中扮演着举足轻重的角色。中国曾涌现出钱学森、钱三强、王淦昌、朱光亚等战略科学家,他们以敏锐的科学灵感、突出的创新能力与杰出的领导才能,为中国现代科技事业崛起做出了卓越贡献。当前,中国正在加快建设科技强国,实现高水平科技自立自强,急需造就新一代战略科学家。鉴于此,本文介绍钱学森对中国现代科技事业发展的主要贡献、其如何成为战略科学家以及留给我们的启示。

### 1 作为战略科学家的钱学森

在旅居美国 20 年间,钱学森由优秀学生成长为杰出技术科学家。他先后在麻省理工学院、加州理工学院担任教授,虽然也参与过美国国防研究项目或在国防科研机构兼职,但主要角色还是在大学从事教学科研工作。1955 年 10 月回国以后,钱学森的角色发生显著变化,被国家推向创建现代科技事业的第一线,逐渐成为擘划中国科技事业的战略科学家。

#### 1.1 参与制订国家十二年科学规划

1956 年 1 月,国务院决定制订 1956—1967 年科学技术发展远景规划,希望“把我国科学界最短

收稿日期:2022-05-28;修回日期:2022-06-30

基金项目:国家社会科学基金项目(18BDJ078)

作者简介:姜玉平,研究馆员,研究方向为中国近现代科技史,电子信箱:ypjiang1005@sjtu.edu.cn

引用格式:姜玉平. 钱学森——杰出的战略科学家[J]. 科技导报, 2022, 40(16): 72-81; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2022.16.009

缺而又是国家建设最急需的门类尽可能迅速地补足起来,使十二年后我国这些门类的科学和技术水平,可以接近苏联和其他世界大国”<sup>[1]</sup>。在国务院科学规划委员会领导下,制订出《1956—1967年科学技术发展远景规划纲要》和4个附件。其从经济建设、国防安全等13个方面凝练出57项重要科学任务、616个中心问题,并从中提出12项带有关键意义的重点任务。此外,特别提出4项“紧急措施”,予以优先发展。

其间,钱学森成为国务院科学规划委员会委员,并进入委员会下设的10人综合小组。这个小组负责审定、选择与推荐科学任务,并综合各方面建议,确定规划内容。当时,刚回国的钱学森是世界著名力学家、火箭技术与自动控制专家,因而在综合小组里担任重要角色。在规划制定过程中,他对一些前沿领域提出过很多前瞻性见解,对科学任务贯彻“重点发展、迎头赶上”的指导方针与以“任务带学科”的基本原则起到了相当大的作用。综合小组曾逐项讨论前56项科学任务,钱学森“除了从国家经济建设、国防建设的需要的角度审定这些项目的指导思想以外,他总是从现代科学可能有的发展的前景的角度,向这些项目的倡议者或草拟者提请他们注意现代物理和化学的成就对解决这些重大科研任务的作用和影响。这就使得这些科学研究项目的制定能看到科学技术发展的未来”<sup>[2]</sup>。

在飞机和导弹、有线电与无线电等重大技术方向的选择上,钱学森做出了无可替代的重要贡献。“优先发展导弹,还是优先发展飞机?”是规划制订过程中一个出现激烈争论的热点。当时,航空界的一些专家主张把飞机研制作为航空工业的主要任务,在飞机的基础上再发展导弹。但钱学森主张迎头赶上,认为优先发展导弹更适合现代科技发展趋势和中国国情。他认为,飞机与导弹各有优点,“但导弹的优点是速度快、杀伤力大、作用距离远,无论是从攻击或防御的角度看,都是一个重要的战术技术性能”。钱学森还从技术上指出,导弹虽然是一种新型武器,但攻克导弹与火箭技术并不见得比飞机更难,因为导弹是无人驾驶的一次性武器,而飞机则是有人驾驶的,而且要求多次重复使用,这在

发动机、结构、材料和飞行安全等方面都有许多特殊的要求。钱学森用深入浅出的语言和生动形象的比喻,说明导弹的制导技术、发动机技术等,在短期内是能够突破的<sup>[3]</sup>。这些意见得到很多专家的认同。此时,中共中央已决定发展导弹事业,并由国务院副总理、中央军事委员会副主席聂荣臻负责筹建此事。聂荣臻十分赞同钱学森的意见,在《关于12年内我国科学对国防需要的研究项目的初步意见》中明确将导弹作为航空工业的主要任务。

总的看来,这次科学规划为中国现代科技事业描绘了发展蓝图,既体现为国防建设和经济建设服务的目标,又符合世界科技发展趋势,极具科学性和前瞻性。其间,为了体现“重点发展、迎头赶上”的指导方针,综合小组把无线电电子学、自动化、半导体与电子计算机列为4项“紧急措施”,以配合原子能与导弹技术的发展。在这些项目论证和确定过程中,钱学森“起了举足轻重的作用”,居功至伟。后来的情况表明,大力发展原子能和导弹技术,让中国进入核能时代和航天时代。优先发展4项“紧急措施”,让中国迎头赶上第三次工业革命(信息技术革命)。因此,曾担任综合小组秘书的何祚庥评价道:“正是由于我国的十二年科学和技术发展的规划纲要,有了这样一位科技决策的大战略家来主持,这使得这一《纲要》的制定,既符合了我国的国情,又突出了时代精神。”<sup>[2]</sup>

## 1.2 推动技术科学在中国实现建制化

20世纪初以后,科学与工程密切结合诞生技术科学这个独立的科学体系,它们是现代工程技术发展的直接推动力量。为此,钱学森将技术科学思想融入十二年科学规划,与力学界同行一起把力学从物理学中分离出来列为八大基础科学学科之一,并结合航空与导弹技术发展规划研究方向,提出发展措施。1957年4月,钱学森发表宏文《论技术科学》,系统地阐述他的技术科学思想<sup>[4]</sup>。在国家的支持下,钱学森创建了多个以应用力学为中心的技术科学研究机构与人才培养机构,推动了技术科学在中国的建制化进程,显著提升了国家科技能力。

回国后,钱学森接受的第一项任务是为中国科学院筹建力学研究所(简称力学所)。1956年1月,

中国科学院以数学研究所力学研究室为基础成立力学所,钱学森担任所长。他以技术科学思想指导力学所的建所工作,强调力学所主要开展探索性研究,以解决国防尖端技术和民用工业中的关键问题为目标。力学所放宽研究范围,设立弹性力学、塑性力学、流体力学、自动控制、化学流体力学、物理力学、运筹学等研究室。后来,自动控制研究室与运筹学研究室分别升格为自动化研究所、系统科学研究所。这2个研究室的设立,彰显出钱学森的远见卓识。在研究课题选择上,钱学森要求“任何科学必须和实际结合,挑选课题应和国家工业推进方向相适应”,并对各个研究室的学术方向和研究课题做了仔细考虑<sup>[5]</sup>。按照钱学森的部署,力学所结合国防尖端技术研制与经济建设需求开展研究工作,侧重起始性、规律性和原理性的研究,以带动航空、导弹等尖端技术及其他工业技术的发展,但不研制具体的型号产品。

1957年2月,中国科学院与教育部在清华大学合作举办工程力学研究班,由力学所与清华大学承办。这是落实十二年科学规划发展力学学科的紧急措施之一,快速培养具有工科背景的应用力学人才。1958年11月至1959年初,钱学森亲自为首届学员流体力学专业班讲授“水动力学”课程。1957—1961年,力学研究班举办了3届,共招收325名学员。这些学员经过2年的课程学习和研究训练,绝大多数获得了独立研究或开设“工程力学”课程的能力,满足了中国迅速发展的力学教育与研究事业对专业人才的急需。力学研究班的开办,还突破了国内工科院校不设力学的思想束缚。不久后,全国工科院校纷纷建立工程力学专业。这样,力学研究班学员将技术科学思想传播到全国各个力学教育与研究机构。

1958年9月,中国科技大学(简称科大)在北京成立。钱学森是国务院任命的中国科技大学筹备委员会10位委员之一,直接参与科大办学方针、学科与专业设置等重大事项的讨论和决策。并且,钱学森主持创办科大力学和力学工程系,按照培养技术科学人才的目标确定建系方针、专业方向及培养方案,聘请名师为学生讲授基础课程和专业课程。

在办学过程中,钱学森为力学系学生讲授“火箭技术概论”课程,为郭永怀创办的化学物理系学生讲授“物理力学”课程。后来,科大力学系积极探索“理工结合”“教学与科研相结合”的培养模式,在国内率先形成技术科学人才培养体系,培育出一大批既有坚实的科学理论功底又有较强创新能力的技术科学人才。

空气动力学是引领航空航天技术发展的带头学科,也是技术科学领域的典型学科。钱学森十分重视这门学科,经常为学科发展指引方向、制定规划、部署课题。一方面,在力学所设立高超声速空气动力学研究方向,研究和建设超声速风洞,研制激波管和激波风洞等新型风洞技术;另一方面,在国防部五院设立空气动力研究室,开辟航天空气动力事业。以五院空气动力研究室为基础,后来发展成为中国两大著名的空气动力试验研究基地:一个是位于北京的中国航天空气动力技术研究院,另一个是位于四川绵阳的中国空气动力研究发展中心。这些开创性工作奠定了中国空气动力事业的基础和格局,为中国航空航天事业发展和国民经济建设做出了十分重要的贡献。

### 1.3 为中国导弹与航天科技事业奠定基础与格局

在周恩来总理委托下,钱学森1956年2月17日向中共中央呈递《建立我国国防航空工业意见书》。经过仔细研究,中共中央果断作出了发展导弹事业的决定。当年10月8日,国防部五院成立,钱学森担任院长(图1),负责中国导弹与火箭研制工作。此后,在周恩来、聂荣臻的领导下,钱学森带领科技骨干组建机构、建立队伍、制订规划,组织科

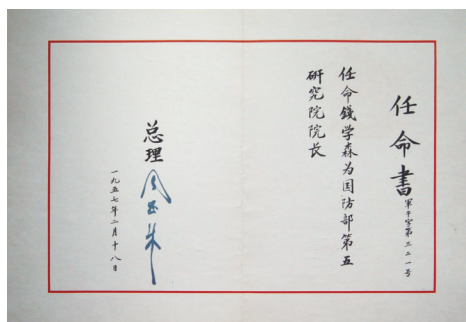


图1 1957年2月18日,国务院任命钱学森为国防部五院院长

技术人员先后研制出多种型号导弹、火箭和人造卫星,还开展载人航天探索性工作,为中国导弹与航天科技事业发展做出了奠基性贡献。

一是为国家筹建导弹事业提供实施方案。钱学森在《建立我国国防航空工业意见书》中提出的核心思想为:第一,中国建设导弹事业应建立包括科学研究、设计研究、制造生产等环节的科研与工业体系,并按此组建领导机构、科学研究机构、研究设计机构和生产工厂;第二,建设导弹事业的顺序是“研究、设计和生产三面并进,而在开始时,重点放在生产,然后兼及设计,然后兼及研究”;第三,积极向苏联争取技术援助<sup>[6]</sup>。后来,聂荣臻将此作为筹建导弹事业的指南,并在此基础上提出以“自力更生为主,力争外援为辅和利用资本主义国家已有的科学成果为辅”作为中国导弹事业的筹建方针。

二是建立能够自主研制各类导弹的科研设计体系。中国导弹事业在起步阶段,苏联提供了大量技术援助,但限于让中国按照苏联设计图纸进行仿制生产。钱学森的目标是在中国建立完整的导弹科技工业体系,而非外国产品的复制车间。为此,钱学森一方面在国防部五院按照预先研究、型号设计与地面试验需要组建各类导弹的研究、设计机构,担负“为设计而服务的研究”以及开展型号设计、试制与试验工作;另一方面,安排力学所负责“长远及基础研究”,并让其与国防部五院的型号研究与设计工作衔接起来,以建立导弹科研与型号设计机构之间的协作关系。到1960年代中期,中国初步建立以科研为基础、型号设计为中心,包括研究、设计、生产与试验的导弹科技工业体系。这个科技工业体系最大的特色在于把技术科学融入导弹科研体系,以技术科学研究工作为先导,以型号研究与设计为中心,能够根据自身需要独立研制各类导弹,在技术上实现了自主可控。

三是牵头制订各类导弹发展规划,建立中国导弹技术谱系。1961年6月,聂荣臻提出以“三步棋”思想安排导弹研制工作的设想。据此,钱学森提议并在1962年2月成立国防部五院科学技术委员会(图2),下设16个专业组。科学技术委员会经常把各方面的专家汇聚在一起,讨论制订导弹技术近

期、中期、长期发展规划和预先研究项目,为型号研制提供了充分的技术储备,也使领导部门科学决策、民主决策有了可靠的依据。在钱学森的牵头下,七机部在1960年代中期相继制订地地、海防、地空和固体导弹发展规划。其中,七机部一院就地地导弹制订出包括中近程、中程、中远程与洲际导弹的“八年四弹”规划。这个规划的实施与完成,中国基本上掌握了第一代液体地地弹道导弹技术,解决了战略导弹的有无问题,并且大大提升了导弹与航天科技工业的水平与实力,在大规模科学技术研制的组织管理方面积累了丰富经验。



图2 1962年2月2日,国防部五院科技委成立,钱学森担任主任(前排左10)

四是组织实施中国人造卫星的早期研制与发射试验工作。1965年8月9—10日,中央专委第十三次会议讨论并原则批准中国科学院提出的规划,决定争取在1970年左右发射中国第1颗人造地球卫星,任务代号为“651”。“文革”爆发后,中国科学院651设计院无法正常工作。为此,聂荣臻副总理提出将651设计院的人造卫星研制队伍划归国防科学技术委员会,以保证研制工作正常推进。1968年2月,国务院、中央军事委员会批准国防科学技术委员会提出的组建中国空间技术研究院的方案,决定成立“中国人民解放军第五研究院”,任命七机部副部长钱学森兼任中国空间技术研究院院长。在建院过程中,钱学森借鉴国防部五院建立总体设计部的经验,在中国空间技术研究院组建总体设计部(空间飞行器总体设计部),确定总体设计部的主要职责、组建方案和主要技术领导人选等。随后,钱学森负责和组织“东方红一号”卫星的后期

研制和发射工作,在一系列重大技术问题上发挥了决策和指导作用。1970年4月24日,“长征一号”运载火箭搭载着“东方红一号”卫星飞向太空,火箭飞行正常,星箭成功分离,卫星顺利入轨。后来,钱学森还为返回式遥感卫星和同步轨道通信卫星的研制与发射贡献了大量智慧与心血。

除此之外,钱学森在载人航天、航天测控网建设、潜地导弹及其他航天领域的预先研究和型号研制部署方面也做出了重要贡献,有的项目如期取得突破,有的项目为后来的工作奠定了基础。1956—1982年,钱学森在参与组织实施中国导弹与航天重大型号研制与发射试验过程中,经常从更高层次思考一些重大科学和技术问题,提出了许多创新、超前的思想和建议。

#### 1.4 探索使用现代科学技术建设中国特色社会主义

1970年代末以后,钱学森转向探索使用现代科学技术建设中国特色社会主义问题,以应时代与国家之需。他将系统工程方法推广到国家建设与管理工作的多个领域,研究新技术革命问题,探索社会主义现代化建设的科学,提出了许多精深卓绝的思想与创见。

一是总结并推广系统工程理论。1978年9月27日,钱学森与许国志、王寿云合作发表《组织管理的技术——系统工程》一文<sup>[7]</sup>,将中国导弹与航天项目研制工作经验总结成系统工程理论并向社会介绍和推广,以提高国家各个领域的管理水平。在钱学森的支持下,有关研究人员将系统工程方法引入国民经济管理领域,把实际调查的材料和系统科学、系统工程结合起来,并用计算机进行定量判断,收到了较好的效果。钱学森认为,采用系统工程方法加上巨型计算机,可以分析研究社会主义建设中的问题,向国家提出科学决策的方案。根据这个想法,钱学森建议国家成立社会主义建设总体设计部,作为中共中央进行决策的参谋班子<sup>[8]</sup>。其间,钱学森深入研究和探索系统学,提出开放的复杂巨系统理论与从定型到定量综合集成法及综合集成研讨厅体系。这套理论与方法将专家智慧与计算机系统结合起来,采用人机结合与人机交互的方式研

究和处理复杂问题。

二是提出系统的产业革命理论。1980年代初,钱学森及时关注和研究新技术革命,提出了许多迎接信息技术革命的建议与对策。1984年3月10日,他在一次报告中提出关于科学革命、技术革命、产业革命与社会革命的理论,深化了人们对新技术革命本质的认识<sup>[9]</sup>。其时,他提出情报信息、电子计算机、智能机和通信系统是研究新技术革命对策中真正要抓的事情,以迎接第五次产业革命(信息技术革命)<sup>[10]</sup>。在国家“863”计划制订期间,钱学森提出应特别重视信息技术。他认为,第五代计算机是智能计算机,它的出现将是一次技术革命,也是第五次产业革命的核心问题<sup>[11]</sup>。1987年,又指出“智能机是我们国家现阶段的尖端技术,犹如战略核武器是我们国家五十年代至七十年代的尖端技术一样”。当时,智能机的研究方向与途径都不清楚,钱学森提出从11个方面开展探索和研究<sup>[12]</sup>。

三是从系统论出发研究和创立社会主义现代化建设的科学。1988年,钱学森提出研究社会主义建设的大战略,倡导创立社会主义现代化建设的科学——社会主义国家学<sup>[13]</sup>。1992年,他从系统科学角度研究中国社会主义建设的系统结构,认为中国社会主义建设主要包括政治文明、物质文明、精神文明建设及地理建设4个方面<sup>[14]</sup>。1994年,他提出现代中国已经历2次社会革命:第1次是从政治革命入手、解放生产力的革命;第2次是以经济建设为中心、发展生产力的革命。到21世纪中叶,中国大地将出现第3次社会革命。这次社会革命不仅是第1、2次社会革命的继续和发展,而且迎着科技革命的新潮流。在21世纪3次新的产业革命推动下,将极大地促进社会主义物质文明、精神文明与政治文明建设,并使3个文明建设之间及地理建设进入协调发展时期,推动中国由社会主义初级阶段进入发达阶段<sup>[15]</sup>。

## 2 钱学森何以成为战略科学家

如果拥有出众的天赋,加上名师指点与个人努力,一位科学家常常可以取得出色的科研成果,甚

至在某个领域产生重要影响。战略科学家不仅要在其专攻的领域取得出色的科研成果,而且要对一个国家的科技事业产生重要影响。因此,与其说战略科学家的形成是个人奋斗的结果,不如说是社会造就的产物。从钱学森的学术成长经历与事业发展轨迹看,多种因素的综合作用造就了这位战略科学家。

## 2.1 成长于开放的社会环境

钱学森出生于1911年,正值中国社会由封建帝制走向民主共和的转型时代。在基础教育阶段,他接受的是新式教育,掌握了扎实的科学基础知识,受过绘画、音乐等艺术的熏陶,还汲取了传统文化中的优秀成分,形成了健全的人格。考入上海交通大学后,他系统地学习基础科学理论与工程技术知识,并受到规范的工程实践训练,为后来接受理工结合的研究方法打下了坚实的基础。1935年秋,钱学森以清华大学庚款留学生的身份进入美国麻省理工学院深造,次年获得航空工程硕士学位。接着,他来到加州理工学院师从冯·卡门,研究航空科学,1939年获得哲学博士学位。博士学位证书上写道:他已在科学与航空科学、数学及流体理论方面取得高水平研究成果。从学生时代的经历看,钱学森受教于多所名校,转益多师,终成一家。在上海交通大学,他从钟兆琳与陈石英教授的授课中领略到工科学生必须重视理论根底,并“把严密的科学理论与工程实际结合起来”的要诀。在赴美之前的一年里,清华大学为钱学森安排了钱昌祚、王士卓、王助、王守竞4位导师。前3人为航空工程师或技术官员,王守竞为物理学家。王助教导他“重视工程技术中的实践,要知道工艺问题”。主事者坚持原则但不失灵活性,让钱学森得以按照个人兴趣发展自己。1936年10月,钱学森打算去加州理工学院研究航空科学,可是他的父亲不同意。好在顺道来美的蒋百里先生赞同并支持他的选择,还答应回去说服他的父亲。在加州理工学院做博士生期间,为了继续学业,钱学森两次向清华大学申请延长奖学金资助年限,均获批准。获得博士学位后,冯·卡门函商清华大学让他留校做助手,亦获同意。这些灵活的“变通”让钱学森能够尽情地发挥

特长,逐步走向科研高峰。如果缺少上述任一环节,钱学森或中断学业,或过早回国,后来就不可能获得更多学术研究与事业发展的机会。

第二次世界大战期间,中美结为同盟。因国防科研急需,美国军方放松了对外籍人员的限制,让持有中国护照的钱学森可以参加保密性质的国防研究项目。1942年,美国军方委托加州理工学院举办喷气技术训练班,钱学森为教员之一。1944年,加州理工学院在美国军方支持下研制“女兵下士”探空火箭与“下士”液体导弹,钱学森负责其中的理论研究。当年10月,冯·卡门受美国军方委托负责组建陆军航空队科学咨询团,为美国空中力量的未来发展提供科学方面的建议。刚刚升任助理教授的钱学森应邀加入咨询团,并成为核心成员。其后,钱学森为研究报告《迈向新视野》撰写7个专题,从中“学到不少东西,知道从大处和远处设想”。第二次世界大战结束后,钱学森在美国航空科学顾问委员会、国家航空咨询委员会、海军军械实验室等重要机构担任委员或顾问,得以知晓美国国防科研的前沿动态。与此同时,钱学森个人的研究工作也是突飞猛进,学术地位一路飙升。1947年5月,钱学森升任麻省理工学院航空工程系教授。1949年10月,回到加州理工学院担任古根海姆喷气推进中心主任和“戈达德教授”,成为美国顶尖航空科学教研机构的学术带头人,从而站在更高的位置上探索世界航空航天技术的未来。

## 2.2 师从引领科学与技术结合潮流的科学学派

近代科学史上,科学创造常常呈现出谱系化的特点。一位科学家取得成就的大小,与其师从的学派有着密切关系。学派在培养人才方面的显著影响,一是体现在学派研究的学科及其对科技发展的贡献与影响,二是体现在学派建立或倡导的学术理念与学风。1930年代后期至1940年代初期,钱学森在冯·卡门的熏陶下树立了将数学与基础科学应用于工程技术的学术理念。这个理念源自德国哥廷根大学应用力学学派。

哥廷根应用力学学派是在数学家克莱因的支持下形成的。克莱因认为,工科大学生不仅要有坚实的理论基础,还应真正懂得科学研究的方法。同

时,数学家也需要具备一些工程技术基础知识。这些思想成为冯·卡门坚持推动科学与技术相结合的动力源泉<sup>[6]</sup>。1930年代中期,冯·卡门离德赴美,将哥廷根应用力学学派的学术理念带到加州理工学院。1936年秋,钱学森成为冯·卡门的学生,走进应用力学殿堂。冯·卡门教会钱学森从工程实践中提取理论研究对象的原则,以及把理论应用到工程实践的方法。钱学森非常崇拜冯·卡门的创造能力与研究方法,为此勤奋异常,“从研究方法到专门知识,从基本学科到工程学科进行一番相当严格的锻炼”。在基础科学方面,他选修了微分几何、复变函数论、量子力学、广义相对论、统计力学等课程。经过数年炼狱般的研究训练,钱学森掌握了“实践—理论—实践”的研究方法,深得应用力学学派学术理念之真传。

应用力学学派在哥廷根大学形成之际,正是航空工业兴起之时,不断向理论研究提出新的挑战。为此,应用力学将航空科学作为主要研究对象,研究结果为飞机设计服务。迅速成长的应用力学不断为航空航天技术发展提供理论指导,使人类航空航天事业进入激动人心的时代。反过来,航空航天技术的突飞猛进大大提升了应用力学的地位,使之成为引领航空航天时代的龙头学科,受到科技发达国家的高度重视。第二次世界大战期间,导弹、原子弹、雷达等新技术的诞生,也遵循这个规律。基础科学属于探索性工作,国家难以进行规划。工程技术是使用成熟技术设计产品,并非科技新突破的标志。而科学与技术结合而产生的技术科学往往代表科技新突破的方向。因此,科技发达国家常常优先支持这类技术科学研究项目。技术科学家既有深厚的科学基础又有一定的工程经验,还有将科学与技术结合起来创造新技术的本领,无疑是主持这类研究项目最为合适的人选。

冯·卡门就是这样的技术科学大家,并善于同政府与军方打交道,这为他的学科、研究团队带来了良好的学术声誉和社会影响。随着冯·卡门在美国科学界特别是在国防科研界的影响迅速攀升,钱学森担任或兼任的职位也扶摇直上。钱学森非同寻常的经历,让他在科学研究、工程研制、咨询参

谋、科研管理等方面得到了充分的锻炼,为日后成为擘划一个国家科技事业的战略科学家奠定了必不可少的学识与能力基础。

开放民主的学风对钱学森的影响也非常大。加州理工学院本是一所民主活跃的大学。冯·卡门的加盟,又带来了哥廷根应用力学学派开放民主的学风(图3)。最能体现这一精神的是学术讨论会。冯·卡门每周主持召开一次学术讨论会。不论是权威学者,还是研究生,大家一律平等,都可以在学术讨论会上畅所欲言,发表自己的观点,并展开讨论。钱学森回忆说:“那里的学术气氛非常浓厚,学术讨论会十分活跃,互相启发,互相促进。”“我到加州理工学院,一下子脑子就开了窍,以前从来没想到的事,这里全讲到了,讲的内容都是科学发展最前沿的东西,让我大开眼界。”“加州理工学院给这些学者、教授们,也给年轻的学生、研究生们提供了充分的学术权力和民主氛围。不同的学派、不同的学术观点都可以充分发表。学生们也可以充分发表自己的不同学术见解,可以向权威们挑战。”“我们这些年轻人在这里学习真是大受教益,大开眼界。”<sup>[17]</sup>在这种环境下,钱学森锻炼了独立思考的能力,养成了只问是非、不计利害的秉性,敢于在不同场合与学术权威争论。



图3 1945年5月,钱学森与普朗特(左一)、冯·卡门(左三)在德国哥廷根大学

这种学风还表现在鼓励与支持学生研究新生事物。1930年代后期,冯·卡门果断支持马林纳、钱学森等研究生开展火箭研究,这是离应用力学较远且前景不明的新领域。冯·卡门深信火箭推进的重要价值,为他们提供资金和场所,还帮助他们把

喷气助推起飞的想法推销给军方。由于他的大力扶持,加州理工学院古根海姆实验室对火箭技术发展做出了巨大贡献。受这种学风的影响,钱学森后来将科学与技术结合的学术理念引入核动力工程、工程控制和材料领域,取得了原创性成就,并创立工程控制论与物理力学这两门新学科。而且,他还把这个学术理念提升为工程科学思想,将哥廷根应用力学学派的学术思想推向新的高度,被誉为技术科学领域的一代宗师。

### 2.3 新中国为钱学森提供施展才华的机会与平台

1950年代中期,国际形势趋于和缓,新中国政府基本完成国家政权建设,开始进行大规模经济建设。出于安全的考虑,国家把国防尖端技术提到空前重要的位置。由于在美国参与过国防研究项目并取得突出的科学成就,回国后的钱学森立即受到国家重用。1956年3月,钱学森成为国务院科学规划委员会委员及综合小组成员。这个重要角色使钱学森在十二年科学规划制订过程中拥有很大的话语权,有机会将他的科学才华尤其是技术科学理念融入科学规划,在许多科学任务确定过程中发挥出举足轻重的作用。随后,他又被推到建设国家科技事业特别是领导国防尖端技术工作的第一线。随着科学规划的实施和完成,钱学森学术思想的前瞻性、科学性得到中国科技界的广泛认同。

1955年12月,钱学森在哈尔滨军事工程学院向陈赓院长表示中国人完全有能力研制导弹,坚定了国防系统发展导弹事业的信心。1956年初,钱学森应军方邀请为在京的解放军军官做了多场关于导弹的报告,在严冬里掀起了一场“导弹热”。1956年2月1日,毛泽东宴请参加全国政协会议的委员,特意安排新委员钱学森坐他的身边。次日,官方媒体刊出他们二人的合影,似乎意味着钱学森即将肩负“大任”。2月17日,钱学森向中共中央、国务院呈递《建立我国国防航空意见书》。此后的发展,也就顺理成章。在组织导弹、火箭等尖端技术研制工作中,钱学森展示出渊博的学识与高超的领导艺术,并能正确集中大家的意见,形成科学的决策。随着中国导弹与航天事业从无到有、从小到大地发展起来,钱学森的科学地位与社会影响与日

俱升,成为中国航天的符号,战略科学家的形象亦随之呈现。

新中国提供这些机会与平台,使钱学森将个人才华与国家需求结合起来提出合乎国情的发展计划,在国家体制支持下付诸实施。因此,可以在一定程度上说新中国造就了战略科学家钱学森。

### 2.4 善于处理科学与政治的关系

科技成为一项社会建制后,属于国家事业的组成部分,其运行不再只是科技界的事情,往往受到政治施加的影响,因而科技的国家特征越来越明显。也就是说,一位战略科学家释放才华“天花板”的高度,与其对所处的政治制度与社会环境的适应程度密切相关。如果一位科学家恃才傲物,或书生气过浓,势必处处得咎,难以与同僚处理好工作关系,自然难以施展才华。

钱学森经历过不同政治制度与社会环境。在美国期间,他是一位坦诚直率的科学家。回国后,他利用多种机会认识新中国的政治制度,主动适应新的社会环境,对新中国科学事业的认识逐渐深入。1956年5月,他在第一次全国先进生产者 and 积极分子大会(图4)的发言中说:“我们的科学工作已经不是关在研究室里面的工作,它已经是整个国家社会主义建设中的一部分,它得到全国劳动人民的支持。所以科学工作者的事业也是整个劳动人民的事业,高级知识分子也正在脱离他们从前的阶级地位,他们正在加入到劳动大军的队伍里。”<sup>[18]</sup> 1957年初,他撰文讨论技术科学的方法论问题:“在技术科学的研究中,我们把理论和实际要灵活



图4 1956年5月11日,钱学森与中国科学院院长郭沫若及参加全国先进生产者代表会议的代表合影

地结合,不能刻板行事。我想这个灵活地结合理论与实际也就是辩证唯物主义的精髓了。因此,我以为世界上第一流的技术科学家都是自发的辩证唯物论者,他们的研究方法是值得总结的。而有了辩证唯物论我们也可以把它用到技术科学的研究上去,提高研究的效率,少走弯路!”<sup>[19]</sup>可见,钱学森迅速完成思想切换与角色转型,融入新的环境。

此时,钱学森不再是仅仅从事科学研究的科学家,而是领导组织国家尖端技术事业的领军科学家。导弹事业属于大规模科学技术研制工作,不是单个人能够完成的,需要成千上万的人才能干起来。组织全国的科研与生产力量进行协同攻关,必须以国家和政府的名义才能调动起来,这就属于政府层面的管理工作。起初,钱学森不大适应这种运行机制,曾表示:“1956年秋,我接受了新任务,为国防部发展新武器,任务重,而且在国防部门里工作,我是完全不知道如何去做。而且在开头,主要的是组织工作。我自以为我是科学技术工作者,这一套不是我的事,一般是不过问,由其他同志去搞。而且,我也不了解解放军首长制的工作方法,说话不小心,造成困难。另一方面,又是自高自大,遇事不和同志商量,因而出错主意。”<sup>[20]</sup>不难看出,刚刚担任技术负责人的钱学森在处理科学与政治的关系上存在着不少困惑。

经过磨合,钱学森很快就适应了这种体制,并能准确地区分科学与政治的边界,掌握处理的原则与拿捏的尺度。1989年,他在谈到领导组织导弹等尖端技术研制工作的经验时说:“按照我的体会,周总理、聂老总就是把他们过去在解放战争中,组织大规模作战的那套办法,有效地用到科技工作中来,把成千上万的科技大军组织起来了。所以尽管我们在经济、技术上有许多困难,但由于组织领导有方,还是很快搞成了。”<sup>[21]</sup>作为技术负责人,钱学森的主要工作是根据国家要求组织科技人员开展型号研制,在预定时间内拿出导弹武器。对钱学森来说,这些研制工作使用的科学理论没有多少新东西。当时,他提出的一些前瞻性想法由于条件限制而无法实施,但仍设法与国家要求及现实条件结合,摸索出一条符合国情的自主创新道路。晚年,

钱学森曾回顾自己认识科学与政治关系的心路历程:“我在美国是学自然科学工程技术的,一心想用自己学到的科学技术救国,不懂得政治。”“回到祖国以后,我通过学习才慢慢懂得马克思主义,懂得点政治,感到科学与政治一定要结合。我回国以后所做的工作,可以说都是科学与政治结合的成果。即便是纯技术工作,那也是有明确政治方向的。不然,技术工作就会迷失方向,失去动力”<sup>[22]</sup>。可以说,善于从政治高度看待科学技术工作并准确区分科学与政治的边界,是战略科学家不可或缺的素质。

### 3 结论

作为战略科学家,钱学森的主要贡献在于为中国创建导弹与航天科技事业,参与擘划中国现代科技事业尤其是推动技术科学建制化,从整体上大大提升了中国的科技能力。钱学森成为战略科学家,是多种因素综合而成的结果。在科学技术主导国际竞争的今天,战略科学家或科技帅才在科技强国建设中的作用越来越突出。1980年代中后期,钱学森多次向国家提出要重视培养科技帅才。他认为,科技帅才“不只是一个方面的专家,他要全面指挥,就必须有广博的知识,而且要能敏锐地看到未来的发展”,并就此提出6条建议<sup>[8]</sup>。1991年,他提出培养科技帅才须要理、工与社会科学结合,即培养“工程师+科学家+思想家”式科技帅才<sup>[23]</sup>。这些思想是钱学森对自己学术成长经历与领导组织国防尖端技术工作经验的系统总结,以及对现代科学技术发展趋势进行综合分析的基础上提出来的,无疑对战略科学家的培养具有十分重要的指导意义。

#### 参考文献 (References)

- [1] 周恩来. 关于知识分子问题的报告[C]//中共中央文献研究室. 建国以来重要文献选编(第八册). 北京: 中央文献出版社, 1994: 11-45.
- [2] 何祚庥. 钱学森教授与发展科学技术的十二年规划[J]. 院史资料与研究, 1992(3): 23-31.
- [3] 谭邦治. 任新民院士传记[M]. 北京: 中国宇航出版社,

- 2014: 59-60.
- [4] 钱学森. 论技术科学[J]. 科学通报, 1957(4): 97-104.
- [5] 姜玉平. 钱学森与技术科学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2015: 130-132.
- [6] 钱学森. 建立我国国防航空工业意见书(复印件)[Z]. 上海: 上海交通大学钱学森图书馆: RW—钱学森—3312—1.
- [7] 钱学森, 许国志, 王寿云. 组织管理的技术——系统工程[N]. 文汇报, 1978-09-27.
- [8] 钱学森. 我们要用现代科学技术建设有中国特色的社会主义[C]//钱学森文集(6). 北京: 国防工业出版社, 2012: 213-224.
- [9] 钱学森. 关于新技术革命的若干基本认识问题[C]//钱学森文集(3). 北京: 国防工业出版社, 2012: 267-283.
- [10] 钱学森. 现代信息科学技术与新技术革命的对策[C]//钱学森文集(3). 北京: 国防工业出版社, 2012: 357-361.
- [11] 钱学森. 关于“第五代计算机”的问题[J]. 自然杂志, 1985, 8(1): 3-9.
- [12] 钱学森. 智能机是当今我国的尖端技术[C]//钱学森文集(5). 北京: 国防工业出版社, 2012: 167-173.
- [13] 钱学森. 研究社会主义建设的大战略, 创立社会主义现代化建设的科学[C]//钱学森文集(5). 北京: 国防工业出版社, 2012: 305-331.
- [14] 钱学森, 涂元季. 我国社会主义建设的系统结构[J]. 人民论坛, 1992(10): 14-15.
- [15] 钱学森, 于景元, 涂元季, 等. 我们应该研究如何迎接21世纪[M]//钱学森文集(6). 北京: 国防工业出版社, 2012: 341-356.
- [16] 冯·卡门, 李·埃德森. 冯·卡门——航空航天时代的科学奇才[M]. 曹开成, 译. 上海: 复旦大学出版社, 2019: 61.
- [17] 钱学森. 最后一次系统谈话——谈科技创新人才的培养问题[N]. 人民日报, 2009-11-05(11).
- [18] 钱学森. 在第一次全国先进生产者 and 积极分子大会上的发言[C]//钱学森文集(1). 北京: 国防工业出版社, 2012: 68-70.
- [19] 钱学森. 技术科学中的方法论问题[J]. 自然辩证法研究通讯, 1957(1): 34.
- [20] 钱学森. 自传(1958年9月24日)[Z]. 上海: 上海交通大学钱学森图书馆.
- [21] 钱学森. 一切成就归于党归于集体[N]. 光明日报, 1989-08-06.
- [22] 涂元季. 从科学与政治结合的高度理解“三个代表”重要思想——记钱学森同志学习“三个代表”重要思想[N]. 人民日报, 2002-06-24(A1).
- [23] 钱学森. 致朱光亚(1991年6月18日)[C]//钱学森书信(6). 北京: 国防工业出版社, 2007: 37-40.

## Qian Xuesen—An outstanding strategic scientist

JIANG Yuping

The Museum of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China

**Abstract** This paper reviews Qian Xuesen's main contributions as a strategic scientist, such as his participation in the planning of China's modern science and technology, the promotion of the institutionalization of China's engineering sciences, and the organization of the establishment of China's missile and aerospace science and technology. And this paper analyzes the main process of Qian Xuesen's growing up into a strategic scientist, that is, Qian Xuesen was brought up in an open social environment, was educated in a famous scientific school to be an outstanding engineering scientist; New China provided a platform for Qian Xuesen to display his talents and make contributions. In addition, his excellent political cultivation enabled Qian Xuesen to skillfully handle the relationship between science and politics. So a lesson of significance could be learned for the training of strategic scientists.

**Keywords** Qian Xuesen; strategic scientist; science and politics ●



(责任编辑 王丽娜)