

# 工程科学与应用力学 (一)

## ——纪念钱学森诞辰一百周年\*

郑哲敏

中国科学院力学研究所, 北京 100190

什么是工程科学? 这是 1947 年钱学森先生在交通大学、清华大学、浙江大学所做的报告中提出的课题. 他看到一个新的正在发展中的科学, 把力学或者说是把应用力学从基础科学中划分到工程科学范畴中. 今天我就讲一下它的内容、意义和来源. 有兴趣的同志可以看以下两篇文章和一个报告.

### 1 两篇文章和一个报告

第一篇文章: Engineering and engineering sciences, H.S.Tsien. *Journal of Chinese Institute of Engineers*, 1948, 6: 1-25 (或: 《钱学森文集, 1938-1956》, 科学出版社, 550-563), 中文译文: 钱学森, 工程与工程科学, 谈庆明译, 《力学进展》, 2009, 第 6 期, 643-649.

第二篇文章: 论技术科学. 钱学森. 1958. 《科学通报》. 第二篇文章是他回国后, 第一次论述技术科学. “技术科学”实际上也就是“工程科学”, 英文名字是一样的, 都是“engineering science”. 我在这里做一个简单的解释, 钱先生在 1947 年的报告里叫做“engineering science”, 也就是“工程科学”, 1955 年回国后, 因为考虑到国内的一些称呼, 中国科学院当时有个技术科学部, 因此他在 1957 年发表的文章里改称“技术科学”. 为了中英文统一和更加确切, 我们在下面的报告中还是称为工程科学.

一个报告是指他在中国力学学会第二届理事会扩大会议开幕式上的讲话, 可参见《力学与生产建设》, 中国力学学会第二届理事会扩大会议论文集, 北京大学出版社, 1982. 1-6.

### 2 两篇文章的背景及提出原因

(1) 在当时的大环境下, 提出工程科学是面向整个科学与技术界的. 当时在二次世界大战后, 世界的科学技术进入了一个新时代, 其中, 原子弹、雷达以及航空科学的发展迅速, 这标志着科学、技术与工程的关系发生了重大变化, 科学与技术联系更紧密, 科学的价值对国民经济、国防建设的作用更加明确. 社会上对于科学研究的要求, 乃至国家对科学研究的要求也越来越高.

(2) 工程科学的提出与钱学森先生的非凡的经历有关, 尤其是与他在美国做留学生的经历有关. 钱学森是从麻省理工学院博士毕业后转学到加州理工学院的, 目的是希望能在空气动力学方面得到进一步的深造. 他不满足于当时麻省理工学院在空气动力理论方面的教学工作, 去加州理工学院投奔他的老师冯·卡门, 卡门是一位很有特点老师, 他是空气动力学方面的大师, 也是应用力学方面的大师. 钱学森与卡门在加州理工学院的师生关系很密切, 后来又形成密切的合作, 所以钱学森获得了非常丰富的实际经验.

(3) 他在当研究生期间就参与了火箭的研究. 当时火箭在科学界中并不是一个严肃的研究对象. 钱学森身为五人火箭研究小组成员之一, 侧重于理论分析. 这个小组得到了导师卡门的支持, 但是开始的条件很差, 实验条件不足. 卡门开始允许他们在实验室做实验, 但是由于出了一次事故, 就把他们赶出了大楼实验室, 最后迁到阿鲁约山谷, 那里演变为当今世界有名的 Jet Propulsion Laboratory(喷气推进实验室).

在这些工作的基础上, 1943 年, 钱学森发表了

一系列的科研成果,包括可压缩流动修正问题、卡门-钱公式,以及一系列高水平的文章. 1943~1945年钱学森参加了美国空军科技咨询工作和对德国航空和火箭研究的考察,因此能接触一些实际问题. 1945年初,美国一位空军上将阿诺德建议卡门带领团队去德国考察火箭. 钱学森作为一个主要成员参加了这个团队,卡门是少将,钱学森是上校. 到德国大约1个月,他们收集到了很多德国有关超音速空气动力学、火箭的研究资料;而且当时跟卡门的老师普朗特也有谈话,跟后来美国的火箭之父——冯·布劳恩也有谈话. 钱学森去世时,美国曾发表了一篇文章称这是布劳恩作为美国的航天之父与中国未来的航天之父的会见. 从德国回来以后,军方要求在考察的基础上写一份空军战后发展战略规划,这一套书叫作《迈向新高度》. 钱学森是其中的一位主要作者,也是编辑. 所以他有参加高层科技规划的亲身经历.

1949年,美国的古根汉姆基金会要在几个著名大学(The California Institute of Technology 和 Princeton University)成立喷气推进研究中心,两个学校都邀请钱学森担任中心主任,最后钱学森接受了加州理工学院的邀请.

钱学森结合自己的研究生经历及参加工作的经验和教训,感觉到有必要提出工程科学这样一个新的领域. 1947年,他回国在浙江大学、交通大学、清华大学做了题为“工程和工程科学”的报告,提醒中国的科学家,现在科技发展中出现了一个新的领域——工程科学. 希望能大家能及时抓住这个新形势,来发展新的科学技术.

### 3 第一篇文章的要点

(1) 科学和技术发展到二战后,在科学与技术之间形成了一个科学领域,即技术科学,或称工程科学.

(2) 文中重点讲到了工程科学家应做些什么? 任务是什么? 特色在哪里? 如火箭要飞得远,应当用什么燃料,应该要从分子结构出发,能大体估计出它的推力是多少. 又比如说, U238 的提炼,有几种方法,作为工程科学家,要探讨哪种方法最好,这不纯粹是化学问题而是工程科学的问题. 研究纯科学的问题需要把条件简化,得出一个精确和普遍的规律,而要解决一个复杂的工程技术问题则需要运用工程科学,有条件地把实际工程问题

简化,得出实用的结果,所以一个工程科学家和一个自然科学家是有区别的.

在文中举例说明存在几个工程科学研究领域,提到了几类比较有意思的问题. 历史证明他所提到的几个领域,即半导体、信息、控制、激光、计算机,都是与工程科学相关的;而且这些工程技术,以及前面涉及的核工业,都需要用工程科学的观点,需要工程科学家.

另外,文中也提到了关于工程科学家的培养. 不仅要学习理论,还要与工程实际相联系.

### 4 第二篇文章的背景和要点

(1) 背景: 写作时间是在1957年,写于他参加国家12年科学技术发展远景规划之后,内容更具针对性.

(2) 该文详细地讲解了怎样做工程科学类型的研究工作. 此前,1956年2月份钱学森给国家写了一份关于发展火箭技术全面建议书,其中包括火箭的研究跟生产怎么结合,建议书和文章的内容是他接触到了国家的实际需求,同时考察了我国的情况后提出的. 这篇文章里面详细解释了技术科学是怎么回事.

(3) 列出了工程科学的一些新方向,特别是把力学和工程科学扩展到了运筹学、经济、管理等方面,其中具体包括运用学、计算技术、土和岩石力学等.

(4) 这些方向中特别提到了把工程科学扩展到社会科学领域,把社会科学精确化,从而把国民经济的规划做得更好、更正确.

### 5 1982年报告的背景和要点

(1) 背景: 他在1982年中国力学学会第二届理事会议做了开幕词的一个讲话. 这个会议是在1978年制定力学规划后召开的,突出阐明力学有两个重要性,一方面作为基础科学是自然科学的一部分,另一方面作为工程科学又是工程技术的基础.

(2) 经过对力学学科性质的大讨论和回国后27年的近距离观察,他提出自己对力学学科的看法. 1982年他形成以下几点总结和归纳:

① “……我总觉得它与数学、物理、化学、天文、地理、生物不大一样,力学发展到现在,主要是应用力学,……”

② “…… 力学或叫应用力学, 有两个方面的服务对象, 一是为工程设计服务, …… 二是为自然科学服务 ……”. 因为在这个时候人们已经认识到, 生物力学、物理力学、化学流体力学等一些交叉科学, 既要用力学知识, 也要用生物学、化学、生物力学等一些学科的知识. 力学从来就是天文学的一个基础, 利用哈勃望远镜可以看到一百多亿年前的宇宙, 即宇宙形成初期, 宇宙的情况. 4 种力中, 最主要的远程的力就是重力, 所有在天体运动及宇宙演化里面, 主要作用的力是重力, 这里

面有很多力学的内容可以做. 宇宙初期, 星系是分散的, 随着时间的推移, 宇宙发生不断的变化, 慢慢由无序变为有序结构, 要问熵的变化, 我们力学界应该参与进去一起去研究.

③ “前者 (为工程设计服务) 应占我们力量的大部分为工程建设服务, …… , 后者 (为自然科学服务) 也是要做的, 但应该是小一部分的工作.” 在力学里面工程科学部分要大一些, 钱学森对我们今后力学的发展的意见值得我们重视和参考.

## ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED MECHANICS (PART 1) —— IN MEMORIAL OF TSIEN HSUE-SHEN'S 100 TH ANNIVERSARY

ZHENG Zhemin

Institute of Mechanics, Chinese Academy of Science, Beijing 100190, China