

郑哲敏对应用力学和技术科学的贡献

洪友士[†]

中国科学院力学研究所, 北京 100080



2004年10月2日是我们尊敬的郑哲敏先生八十华诞。是年9月29日,中国科学院力学研究所举办了隆重热烈的“祝贺郑哲敏先生八十华诞应用力学学术报告会”。来自全国各地和海外的200多名专家学者参与了报告会。同时,科学出版社出了两本书。一本是《郑哲敏文集》^[1],另一本是《应用力学进展》^[2]。前者是郑哲敏先生从事科技事业50余年的代表性论文汇编,后者是祝贺郑哲敏先生八十华诞应用力学学术报告会论文集。这两本书记载和展示了郑哲敏先生半个世纪的科技生涯和他在应用力学和技术科学诸多方面做出的创造性贡献。

郑哲敏先生既是一位杰出的科学家,又是一位富有远见卓识的科技队伍的组织和领路人。从20世纪50年代后期到90年代,他为爆炸力学学科的创建和发展做出了开创性贡献。20世纪70年代后期以来,他带领和推动了材料力学性能、非线性力学和海洋工程力学等方面的研究。1978年至80年代末,他先后担任中国科学院力学研究所副所长、常务副所长、所长。90年代,他曾担任中国科学院技术科学部副主任、主任和中国科学院学部主席团成员。他还曾担任中国力学学会第一届理事会常务理事,第二届理

事会常务副理事长,第三届理事会理事长和《力学学报》第三届编委会主编。1986年,郑哲敏先生被推举为国际理论与应用力学联合会(IUTAM)理事并任职至今。1988年至1996年期间,他任两届IUTAM大会委员会委员。2004年他当选IUTAM八位执委之一。

郑哲敏先生在应用力学和技术科学的诸多领域发表了百余篇学术著作,获得了多项国家和中国科学院的科技奖以及多项荣誉奖,包括国家“新产品、新技术、新材料、新工艺”一等奖一项,国家自然科学基金二等奖两项,国家科技进步二等奖一项,陈嘉庚技术科学奖,何梁何利科学与技术进步奖等。他先后当选中国科学院院士、中国工程院院士和美国工程院外籍院士。

1 创建和发展爆炸力学

郑哲敏先生1955年留美学成回国后,先在中国科学院数学研究所任副研究员。1956年1月,中国科学院力学研究所成立,他成为力学研究所首批科技人员之一。

1958年,郑哲敏先生和他领导的小组开始研究爆炸成形问题。他根据板料经历过两次加速的实验结果,提出了水下爆炸空化理论,成功解释了板材的两次加速过程,形成了爆炸成形机理的核心内容。在此基础上,他提出了模型试验所应依据的几何相似律以及能量准则,并设计了一整套确定成形工艺参数和条件的试验方法。他与有关产业部门密切合作,应用上述理论和方法,生产出高精度的导弹零部件,为我国

收稿日期: 2005-02-19

[†] E-mail: hongys@imech.ac.cn

导弹上天做出了贡献。对于生产大型零件，他巧妙地发明了分块拼装的惯性模。他领导的研究集体在爆炸成形中所取得的成果总结在专著《爆炸加工》中^[3]。

1964年，郑哲敏先生完成了空中核爆炸冲击波压力标定的任务，随后又受委托研究地下核爆炸冲击波的发生和发展问题。经过调研和分析，他认为国外把全场分为内部流体区和外部固体区的分区模型存在不连续的缺点。1965年，他和解伯民先生提交了“关于地下爆炸计算模型的一个建议”^[4]，提出了一种新的力学模型—流体弹塑性体模型。这一模型体现介质在流体性质和固体性质之间的紧密耦合及其运动在时间和空间上连续变化的特征。他们应用这个模型对地下核爆炸进行了模拟计算。

70年代初，他领导的集体完成了杆式弹穿甲相似律研究，并且提出了杆式弹的穿甲模型。这个模型抓住了弹头在孔底边进边碎的特点，引入碎渣作为弹靶作用的中间过渡体，从而改进了国际流行的 Tate 公式。他解决了破甲相似律、破甲弹金属射流失稳拉断机理、射流侵彻金属装甲和非金属装甲的机理等一系列问题。他采用量纲分析和解析方法给出了射流失稳断裂的计算公式，证明了射流高速段的失稳是空气动力作用的结果，而低速段的失稳则与射流材料的强度性质有关^[5]。1981年，他的集体又在记录纤维增强复合材料侵彻过程的 X 光照片上，发现孔底附近孔壁发生回缩的重要现象。他们分析判断材料发生了热裂解，于是进一步组织专门实验和理论分析，建立了流体弹塑性加热裂解的侵彻模型。

80年代初期，他开始组织气相燃烧和爆炸、粉尘燃烧和爆炸的研究；接着又组织煤和瓦斯突出、森林火灾的发生和防治等课题的研究。1982年，他发表了“从数量级和量纲分析看煤与瓦斯突出的机理”一文^[6]，对我国历年发生的大型瓦斯突出事故从力学角度做了分析和估算，认为突出的主要能量来源于煤层中的瓦斯，而地压只是触发煤层破坏的条件。他们的实验证明，在一定条件下会发生恒速推进的自持突出；同时还建立了关于两相介质渗流破坏的简化模型，揭示了突出的主要过程和特征，并且为突出判据提供了理论说明。

郑哲敏先生为爆炸力学学科的创建和发展做出的开创性贡献包括：

- (1) 薄板在水下爆炸击波作用下的变形理论；
- (2) 高速射流的准定常侵彻理论、爆炸成形后期的第二次加载理论以及爆破的鼓包运动理论等；
- (3) 反映爆炸和冲击问题中的高速、高压和高温

特征以及惯性与强度相互耦合效应的流体弹塑性体模型和多种应用理论；

(4) 多种爆炸和冲击的相似律；

(5) 多种耦合运动的理论，包括两种物体的耦合运动以及同一物体中流体性质和固体性质相互影响的耦合效应的理论；

(6) 射流拉断、界面波、绝热剪切等理论。

鉴于在爆炸力学理论和应用的贡献，1993年2月，郑哲敏先生当选美国工程院外籍院士。当年全世界仅有八名非美科学家获此殊荣。时任中国科学院院长的周光召先生给郑哲敏先生的贺信中写到：“您的成就证明您获得这一称号是当之无愧的。”

2 组织材料力学性能、非线性力学、海洋工程力学的研究

2.1 组织材料力学性能的研究

郑哲敏先生倡导以钱学森先生“物理力学”的学术思想开展材料力学性能研究，强调宏观、细观、微观相结合，实验、计算、分析相结合，力学与材料科学相结合。1982年，他发表了“连续介质力学与断裂”一文^[7]，指出在断裂分析中存在一个被忽视的长度量并提出尺度效应必须包括到断裂理论中。这篇论文的学术观点引导了那个时期力学所材料力学性能的研究工作。

七五期间，郑哲敏先生联络力学所、金属所、固体物理所、腐蚀和防护所等单位，发起和组织院内大协作，他作为首席科学家承担了中国科学院七五重大基础研究项目“材料的变形损伤和断裂行为的机制及其力学理论”。八五期间，他作为首席科学家承担了中国科学院重点项目“材料变形损伤和破坏的机理和宏微观力学理论”。

在郑哲敏先生的带领和指导下，力学研究所在材料力学性能研究方面取得了12项国家和中科院的科技成果奖。其中特别突出的是他参与完成的“热塑剪切带”研究，获得了1992年度中科院自然科学一等奖和1993年度国家自然科学基金二等奖。

郑哲敏先生还直接指导或参与了裂尖特征尺度分析、热塑剪切带、疲劳短裂纹等研究。90年代中期以来，他与美国通用汽车公司的郑仰泽博士合作，对金属纳米压痕问题进行深入分析，建立了基于量纲分析的材料纳米硬度的标度理论^[8]。

2.2 组织非线性力学的研究

在郑哲敏先生领导下，力学研究所非线性连续

介质力学开放研究实验室 (LNM) 于 1988 年 6 月成立, 他担任 LNM 第一任室主任至 1993 年. 而后, 他担任 LNM 学术委员会主任至 2000 年.

1993 年, 郑哲敏先生以“非线性连续介质力学”为题撰文^[9]指出, “从国际国内发展看, 我们认为存在着两个突出的, 也是许多人关心的前沿问题, 那就是经典流体力学中的波动、涡、稳定性与湍流和固体力学中材料的损伤萌生、演化, 直至破坏的理论. 这两个方面的任何实质性进展, 都会对整个连续介质力学理论与应用产生推动作用. ……我们把实验室的主要研究方向确定为: (1) 材料的力学性质, 特别强调了宏微观手段与方法的结合. (2) 经典流体力学中的波、涡、分离流与湍流. (3) 有关环境力学的若干基础的流体力学问题.” 这些论述, 表达了他对力学前沿领域敏锐的思考以及对 LNM 研究方向的大局观. 1995 年, LNM 被评为优秀实验室. 此后, LNM 被科技部批准立项建设“非线性力学国家重点实验室”, 并于 2001 年 4 月通过验收.

2.3 组织海洋工程力学的研究

80 年代初, 根据国外海洋资源开发的发展趋势, 周培源、严济慈、钱三强等老一辈科学家提出建议, 在中国科学院开展海洋工程科学技术研究工作. 1982 年 10 月至 11 月间, 林同骥、李敏华、钱寿易、郑哲敏先生等组成中国海洋工程力学考察团, 先后访问了英国、挪威等海洋资源开发比较先进的国家. 回国后, 他们根据国外的发展情况和国内的实际需要, 提出了重点解决海洋油气开发中的 14 个国际前沿的科学技术问题; 同时在中国科学院力学研究所组织海洋工程科学与技术的研究队伍, 进行海洋开采平台和海洋工程力学问题的研究. 郑哲敏先生不仅在力学所领导开创了海洋工程力学的科研方向, 而且强调发挥中国科学院多学科的综合优势, 同兄弟所进行密切的合作, 面向我国海洋石油开发的需求进行深入的科学研究. 1986 年, 院批准成立“中国科学院海洋工程科学技术研究中心”, 并任命郑哲敏先生为主任.

近 20 年来, 郑哲敏先生领导海洋工程科学技术研究中心承担了国家科委攻关项目和国家自然科学基金重大项目. 完成了数十项中国海洋石油总公司委托的科研和工程开发项目, 如“涠 11-1、涠 11-4 工程地质调查和评价”, “莺歌海阿科区块海洋环境调查及研究”, “珠江口盆地卫滩北区海底土体稳定性研究”等, 解决了许多工程或技术中的难题, 为多个海区的海底油气开采创造了条件. 作为首席科学家, 他

主持了科学院“七五”、“八五”、“九五”重大项目. 他带领和指导的队伍在海洋工程研究中获得了多项国家、中国科学院和国家部门的科技奖, 其中包括国家科技进步三等奖一项、中科院科技进步一等奖一项、中科院科技进步二等奖三项等.

1999 年 5 月, 郑哲敏先生与中国海洋石油总公司曾恒一院士提出: 中国科学院与中国海洋石油总公司进一步开展科技合作, 并促成了中国科学院路甬祥院长与海洋石油总公司卫留成总经理签署了“中国科学院与中国海洋石油总公司‘十五’科技合作意向书”. 随后, 双方成立了科技合作指导委员会和科技合作办公室. 郑哲敏先生担任了指导委员会成员和合作办公室中科院方主任. 双方为我国渤海油田开发, 和东海、南海油气勘探、开发中的关键技术确定了研究课题. 这些课题已经取得可喜的进展和成果.

3 组织制订力学学科发展规划

1956 年, 郑哲敏先生作为助手参加了钱学森先生主持的 12 年科学技术发展远景规划中全国力学规划的制订.

1977 年, 郑哲敏先生参与主持制订了中国科学院的力学发展规划. 1978 年, 他作为主持人之一, 组织制定全国力学规划. 该规划确定了 14 项重大课题, 其中第一项是固体材料的力学性质, 第二项是湍流机理.

80 年代末, 国家自然科学基金委员会决定开展学科发展战略研究. 1990 年, 确定了以郑哲敏先生为组长的力学学科发展战略研究组. 1997 年, 研究组完成了《力学》——自然科学学科发展战略调研报告^[10]. 他组织全书的编写并撰写了该书的“详细摘要”, 其中贯穿了技术科学研究为发展国民经济服务的战略思想. 1992 年 10 月, 国家科委设立“21 世纪初科学发展趋势”的课题. 郑哲敏先生会同力学学科的院士和专家多次召开力学学科发展战略研讨会, 科学地阐明力学既是基础科学又是技术科学的两重性, 以及其在推动国民经济发展和国防科技中不可替代的重要作用. 国家科委正式下文, 成立了以郑哲敏先生为组长的“力学科学小组”. 力学作为门类科学与学科之一, 系统编入了《21 世纪初科学发展趋势》的总体规划中^[11].

1993 年至 2000 年期间, 郑哲敏先生作为中国科学院力学学科专家组主要成员, 指导了“中国科学院‘九五’基础研究发展规划——力学”和“中国科学

院科技发展“十五”计划和2015年远景规划——力学”的编写工作。

1999年7月,国家自然科学基金委员会受科技部委托开展“全国基础研究‘十五’计划和2015年远景规划”的工作。郑哲敏先生作为力学学科规划顾问组组长,组织顾问组对力学学科发展规划进行了总体指导和逐段审议,完成了力学学科发展规划报告^[12]。

2003年至2004年,年近八旬的郑哲敏先生对“国家中长期科学和技术发展规划发展战略研究”投入了极大的热忱。受中国科学院技术科学部的委托,他担任“国家战略高技术与高新技术产业化研究”专题咨询组组长,负责组织高层专家对规划的第13专题提出咨询意见。同时,他还担任第12专题“国防科技问题研究”咨询组副组长,并参与了第14专题“基础科学问题研究”的咨询工作。

2004年,郑哲敏先生受国家发展改革委员会和中国科学院院士工作局的委托,承担了“世界高技术产业的发展趋势和我国的战略对策”咨询项目。他组织技术科学部和数学部的许多院士,成立了航天、航空、材料、能源、信息等几个工作小组,对我国高技术产业发展的现状进行了分析和梳理,重点阐明了高技术产业应有的内涵和核心技术,提出了我

国高技术产业发展的对策和建议。

4 结语

作为一名杰出的科学家,郑哲敏先生在应用力学和技术科学的诸多方面做出了创造性贡献,是坚持和发展钱学森技术科学思想的典范。

参 考 文 献

- 1 郑哲敏. 郑哲敏文集, 北京: 科学出版社, 2004
- 2 洪友士(主编). 应用力学进展(祝贺郑哲敏先生八十年华诞应用力学学术报告会论文集). 北京: 科学出版社, 2004
- 3 郑哲敏, 杨振声等编著. 爆炸加工. 北京: 国防工业出版社, 1981
- 4 郑哲敏, 解伯民. 关于地下爆炸计算模型的一个建议. 郑哲敏文集, 北京: 科学出版社, 2004, 166~190
- 5 郑哲敏. 聚能射流的稳定性问题. 爆炸与冲击, 1981, 1(1): 6~17
- 6 郑哲敏. 从数量级和量纲分析看煤与瓦斯突出的机理. 郑哲敏文集, 北京: 科学出版社, 2004, 382~392
- 7 郑哲敏. 连续介质力学与断裂. 力学进展, 1982, 12(2): 133~140
- 8 Cheng Y T, Cheng C M. Scaling, dimensional analysis, and indentation measurements. *Materials Science & Engineering R-Reports*, 2004, 44(1-5): 91~149
- 9 郑哲敏. 非线性连续介质力学. 中国科学院院刊, 1993, (1): 283~289
- 10 国家自然科学基金委员会. 力学. 北京: 科学出版社, 1997
- 11 郑哲敏, 周恒, 张涵信, 黄克智, 白以龙. 21世纪初的力学发展趋势. 力学进展, 1995, 25(4): 133~141
- 12 力学学科调研组. 力学. 中国基础学科发展报告, 2001, 135~156

ZHENG ZHEMIN'S CONTRIBUTION TO APPLIED MECHANICS AND ENGINEERING SCIENCES

HONG Youshi[†]

Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China

[†] E-mail: hongys@imech.ac.cn