

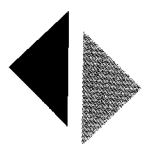
**SOLID MECHANICS
AND ITS
ENGINEERING
APPLICATIONS**

**固体力学
及其工程应用**

黄克智 徐秉业 主编

Keh-Chih Hwang Bingye Xu

SOLID MECHANICS AND ITS ENGINEERING APPLICATIONS



固体力学及其 工程应用

张维教授九十诞辰纪念文集

黄克智 徐秉业 主编
Keh-Chih Hwang Bingye Xu

清华大学出版社
北 京

序 言

张维教授是我国著名的科学家和教育家。他在科学和教育领域中，辛勤地工作了近七十个春秋。他工作认真，科学作风严谨，为人热情、诚恳，培养了一代又一代为祖国建设事业不断作出贡献的科技人才。

在几十年的学术生涯中，张维先生以他严谨、勤奋的治学态度，十分重视理论研究，紧跟现代科学发展的前沿和动态；他非常重视理论与实际相结合，使理论在工程实际中发挥作用；他经常深入实际调查研究，对所遇到的问题进行分析。他经常教导我们，学习理论是为了应用，在所涉足的科学领域中，他取得了一系列开拓性的成果，撰写出版了多部译著和科学论文。为了及时引进国外先进技术和教学经验，他还主持翻译了多部译著。

张维先生将毕生精力献给了我国的教育事业，为清华大学、清华大学工程力学系、清华大学土木系的发展和建设作出了重要贡献。张维先生对学生要求十分严格，指导有方，经他指导和培养的学生不仅由他那里学到了扎实的专业知识，而且由他身上学到了做人的高尚品质。

张维先生特别重视国内和国际的学术交流工作，与国内外的许多著名学者和科学家保持了密切的联系并经常出席重要的会议。这对我国科学和教育的发展起到了重要的促进作用。

张维先生已经离开我们快两年了，为了缅怀张维先生在科研和教育事业所作出的贡献，表达对他的怀念，学习他的献身精神，我们怀着对张维先生十分崇敬的心情编辑出版了这本纪念文集。文集的作者有的是张维先生的挚友，多数是他的学生。这本纪念文集在一定程度上反映了张维先生在力学学科中的科研思想以及在他的思想指导下所取得的成果，同时也反映了他在教育和工程教育的指导思想。我们期望这本文集的出版能对我们更好地学习张维先生献身科学和教育事业的精神起到促进作用。

我们衷心地感谢宋健院士、李国豪院士、钱令希院士、清华大学校长王大中院士和高镇同院士为这本纪念文集所写的精辟题词，感谢各位提供科学论文的作者，我们也对任文敏教授和薛明德教授为本文集出版所作的贡献表示诚挚的谢意。

黄克智 徐秉世

2003年4月于清华园

张维教授简介

(1913.5—2001.10)

张维，我国著名的结构工程，固体力学专家，高等工程教育家，科技教育活动家，中国科学院、中国工程院两院院士，瑞典皇家工程科学院外籍院士，清华大学教授，前清华大学副校长，深圳大学校长。他几十年如一日致力于工程力学研究与教学，高等工程教育研究及其管理工作，为国家培养了几代科技人才。在我国高等教育、科技发展、科教管理以及国际交往中作出了重要贡献。在科学研究方面，他在国内率先把板壳理论应用于实际，推动了我国板壳理论的应用研究和发展。在板壳理论的研究中，在国际上最早获得了粗圆环薄壳的渐近解，取得了圆环壳、壳体转点问题、加肋壳理论及应用研究的一系列成果，涉及土木、船舶、核能、电力、压力容器、石油等诸多工业领域。在教学方面，讲授过多门力学课程。张维教授因患急性重症肝炎不幸于2001年10月4日病故于北京第一传染病医院。

张维又名张以纲，祖籍北京，1913年5月22日（农历）出生在北京一个税务职员的家庭。父张薰为北大译学馆学员，清末民国初年任河南安阳县税务局局长，曾兼任河南巡抚的家教，是一位知识分子。张维不幸幼年丧父，靠父亲积蓄和兄长工资度日，家境清贫。但他自幼聪颖好学，1918年就读于北京师范大学附属小学（今第二实验小学），11岁考入师范大学附属中学。在校期间对数学、物理有着浓厚兴趣，尤以数学见长。念完高一，即考入天津北洋大学预科，第二年又考入唐山交通大学土木系，主修结构工程。1933年以优异成绩毕业，获学士学位。毕业后分配到陇海铁路潼西段协理修筑铁路。翌年，应母校之召，回唐山交通大学任结构力学、结构工程助教。1937年4月以优异成绩考取第二十五届中英庚子赔款公费留学，9月中旬起在英国伦敦帝国理工学院土木系当研究生，师从皮帕尔（Pippard）教授，一年后获DIC文凭（硕士）。1938年转学德国柏林高等工业学校，师从特尔克（Tölke）教授攻读博士学位并兼任助教。在此期间，于1941年与德国哥廷根大学普朗特（Prandtl）教授的研究生陆士嘉女士结为伉俪。1944年10月，张维以优异的成绩和出色的答辩，获得工程博士学位（Dr.-Ing.）。同年12月，离开柏林前往哥廷根，后又在瑞士埃舍尔-维斯机械厂从事叶轮机械的研究。1946年6月，张维与陆士嘉，这二位未来新中国的力学家、教育家，历尽艰辛，经西贡、香港等地回到祖国。抵上海后，张维先后接受了同济大学短期聘约和天津北洋大学一年的聘约。1947年7月受聘为清华大学教授，与先期受聘于清华大学的钱伟长教授共同承担力学课程的教学工作。先后讲授过材料力学、高等材料力学、结构力学、弹塑性力学、板壳理论等课程。

新中国成立后，张维从1951年起开始担任教学、科研和行政等方面的管理工作。1951年至1952年，任三校（清华、北大、燕京）建设委员会工程处负责人。1955年他光荣地加入了中国共产党，实现了多年的夙愿。1952年至1956年他担任清华大学土木工程

系主任,从1956年到1983年,他先后担任清华大学副校长历17年之久,主管教学与科研。1958年,他在清华创建了工程力学数学系,并担任第一任系主任。1983年张维受国务院委任,出任深圳大学校长。他不辞辛苦,不顾古稀之年,一年8次往返于北京和深圳之间。为组建各系领导班子,他真诚地多次登门求贤,邀请了许多知名专家到深圳大学任职,终于在短短的几年内,把深圳大学建成了一个初具规模的理工科大学。

张维先后多次参加我国科技发展远景规划的制定工作,为我国科学技术的发展及工程力学学科的发展作出了重要贡献。1956年他参加制定国家12年科技发展远景规划,担任土木工程组组长。1962年参加制定国家10年科学发展规划,任力学组副组长,经他和郭永怀、刘恢先等专家的共同努力,在我国第一次把抗震抗爆问题列入规划。他还在1978年参加了8年科学技术发展规划的制定工作,任理论与应用力学组常务副组长。在这一系列的规划之中,无不包含着他的心血和汗水。

在高等工程教育工作岗位上,他除了担任校内的教学和教学管理工作之外,从1962年起直至1984年间担任教育部工科力学教材编审委员会主任长达22年之久。在教育部的领导与支持下,为提高我国工科力学教学水平作了长期的努力和积极贡献,并收到显著成效。他还在1980—1987年间连续两届担任国务院学位委员会委员。1983—1987年担任中国教育国际交流协会副主席。1987年以来,一直担任国家教委科技委员会主任,直至1990年。他还是第三届全国人大代表,第六届、七届全国政协委员。

在学术方面,1955年他被选为中国科学院技术科学学部委员。1956年以来担任中国土木工程学会副理事长。1957年起历任中国力学学会秘书长、副理事长、理事等职。1979年前他是中国科协书记处书记,之后连续两届当选为科协副主席。并任《世界名著译丛》编委主任,《电机工程》、《机械工程》两部手册编委会副主任。1994年,他与王大珩、张光斗等六位老专家共同倡议建立中国工程院,经国务院批准后,他被选为第一批中国工程院院士,并任主席团成员。1997年任中国老教授协会会长。

在国际交往中,他在1972—1976年间任联合国教科文组织执行局委员。1956年至今一直是国际桥梁和结构工程学会高级会员。1980年被选为瑞典皇家工程科学院外籍院士。1981年成为法国里昂中法学院通讯委员,1985年当选为世界工程组织联合会副主席,1989年担任国际工程教育杂志编委。自1942年起他就是德国工程师协会会员、高级会员,1982年成为德国应用数学与力学学会会员。为了表彰他对中德教育、科技、文化交流所作出的重大贡献,1987年荣获联邦德国洪堡基金会洪堡奖章,1988年荣获联邦德国总统颁发的德国大十字勋章。2001年9月,获世界工程组织联合会工程教育优秀奖章。

一、张维教授在学术上的贡献

1.1 首创圆环壳轴对称弯曲一致有效渐近解

薄壁圆环壳形如救生圈,它是由一个半径为 a 的小圆绕轴旋转(小圆中心至旋转对称轴的距离为 R)而成的旋转壳。它的基本方程在其几何顶点有奇异性,即以顶点为界,

外侧面（正高斯曲率曲面）上定义的方程为椭圆型，内侧面（负高斯曲率曲面）上定义双曲型方程，这种奇异点称为转向点（turning point），20 世纪 40 年代以前，其应力分析是一个难题。1916 年，Wissler 在 Reissner-Meissner 旋转薄壳方程的基础上给出了圆环壳受轴对称载荷的应力状态解，他是以 $\lambda=a/R$ 的幂级数形式给出的，适用于细环壳（即 λ 小的情况），而工程上用得更多的却是粗环壳。1944 年张维基于 Reissner-Meissner-Tölke 方程求得了圆环壳的完整的解。他的主要工作是：1）详细讨论了各种幂级数解在细环壳中的收敛性，指出幂级数解对粗环壳则收敛很慢，在当时情况下不便于应用；2）针对幂级数解的不足，首次得到渐近解。以 μ ($\mu = \sqrt{3(1-\nu^2)}a^2/(Rh)$ ，其中 ν 为泊松比， h 为壳厚度) 为大参数，应用贝塞尔函数特性，获得对圆环壳的正、负高斯曲率曲面上一致有效的渐近解。这是他在当时十分困难的条件下，得不到国际上的研究资料，完全靠自己独立研究获得的。而美国、苏联学者在 50 年代初才陆续发表这类问题的渐近解。张维当时给出的渐近解同后来许多学者得到的渐近解精度相同，而他的解使用起来十分方便。他的工作为环壳的求解和应用提供了有效工具。直到 1983 年，美国麻省理工学院著名力学家 E. Reissner 在给他的来信中还再次肯定了他的这一工作。

1980 年以后，在张维指导下，他早年的研究生赵鸿宾教授等人分析研究了三种主要的环壳方程的精度，指出幂级数解、渐近解的限制，同时提出了一种逼近渐近解，既适用于细环壳，又适用于粗环壳。1990 年张维教授的博士生张若京提出了方程的高阶近似解，可达到薄壳理论的精度，即精度量级为 $O(h/R)$ 。

1.2 任意载荷作用下圆环壳的解

随着工业发展的需要，任意载荷作用下薄圆环壳和弯管的应力分析受到很多学者的注意，前苏联 Chernykh 首先研究了反对称载荷情况的解。1959 年美国 Steele 在他的博士论文中首次给出任意载荷的解，但他的解由于推导中使用了 μ 为大参数和 $m^3/(Rh) \ll 1$ 的条件（ m 为傅里叶展开的谐波数， R 是子午线圆中心到大圆环中心的距离， h 是壳厚），他的解只适用于低阶谐波，且没有给出算例。1984 年张维指导博士生夏子辉利用 Novozhilov 复变量方程，给出了任意载荷、任意边界条件下圆环壳和弯管具有薄壳理论精度量级的一般解，并进行了模型试验，得到了与理论解符合很好的位移与应力实测结果。他们还给出了弯管在任意边界条件下大圆平面内和平面外受弯曲的一般解。自编程序计算了一些典型算例：如弯管承受平面内弯矩允许两端面翘曲的解、受内压作用的 90° 弯管两端固定的解等。

1.3 圆环壳的非线性分析

随着波纹管膨胀节大位移补偿器的发展及其在各种工程中的应用，有必要对环壳的几何非线性问题，屈曲及后屈曲特性进行研究。张维指导课题组青年教师和研究生们推

导了基于薄壳小变形中等转动的非线性复变量圆环壳方程,采用摄动法研究了闭口与开口圆环壳的非线性解,并与试验结果进行了对比,指出在载荷较大时,线性与非线性解之间存在较大差别。

张维教授指导博士生王安稳在 Machnig、Flügge、Sobel 之后研究了圆环壳在外压下的屈曲与后屈曲,采用摄动法给出了完整的屈曲与后屈曲的平衡路径,并指出此时后屈曲路径是稳定的;其理论解结果与 Fishlowitz 的实验结果符合得很好,有关文章为国际理论与应用力学大会(IUTAM)录用。他指导博士生吴怡用路径连续跟踪法研究了完善与有缺陷圆环壳的稳定性,得到了任意边界条件、任意非对称几何初缺陷圆环壳的数值解,还给出了轴压圆柱壳、圆环壳、椭圆形环壳的完善和有初始缺陷的数值算例。

1.4 旋转薄壳的振动分析

张维教授指导博士生张若京对“旋转薄壳自由振动的转向点问题”进行了研究。在用渐近方法解旋转薄壳的自由振动问题时,求全域一致有效解十分困难,美、俄等国力学家虽多年致力于此项研究,但始终未获成功。张若京、张维通过放松拉普拉斯积分解法的充分条件,得到了全部 8 个基本解的全域一致有效的完全渐近展开式,解决了壳体动力学中一个长年悬而未决的困难问题,具有重要的理论意义。在以下两个关键问题上,他们获得了成功:(1)发现并引入三个广义函数族,导出了它们的递推关系、微分关系和渐近表达式,解决了求解比较方程的问题,使得求基本解的高阶近似成为可能。另外,由于得到了以三族广义函数族表示的基本解的一般表达式,就不再需要采用试凑的半逆解法。(2)推广了常规的拉普拉斯积分解法,从而,得到了一个可以描述具有分枝点奇性的奇异薄膜解的广义函数族。因为除圆柱壳和球壳外,任何旋转壳的自由振动都存在转向点问题,所以此项研究具有普遍意义。此项研究 1992 年与同济大学张若京共获国家教委科技进步一等奖。

1.5 为在我国推广轻型薄壳结构和普及壳体理论做了有益的开创工作

薄壳是一种受力形式比较合理的空间结构,20 世纪 50 年代张维率先将壳体结构推荐给我国土木工程界。在清华大学焊接车间的设计中,建议采用双曲薄壳结构屋顶,解决了工程设计和施工中的许多问题,实现了跨度大、结构轻的要求。该结构直至 2002 年 5 月因建清华第六教室楼拆除前仍很完好。

50 年代中期,他发起并组织了壳体结构文汇编辑组,出版《壳体结构文汇》,向国内科技界、工程界介绍壳体理论及其发展,1962 年他在北京力学学会高等材料力学学习班上讲授他所编著的《壳体理论入门》。深入浅出地向工程技术人员及有关专业的师生、研究人员普及壳体理论知识,受到工程技术人员的欢迎,并著有《壳体结构概论》。

60 年代,在他与杜庆华、黄克智教授带领下,工程力学数学系结合航空航天、船舶工程、压力容器等诸多工业部门,在锥壳、斜锥壳、加肋柱壳、换热器管板等壳体强度与稳定性分析方面取得很大成就,特别在渐近解、摄动解等方面受到国内同行的广泛赞誉与肯定,培养了一批有较高水平的后继人才。

张维教授十分重视圆环壳、弯管的工程应用。他指导博士生朱益民在波纹管膨胀节的研究中解决了非对称荷载下的非线性分析以及多层波纹管分析中考虑层间摩擦影响等问题,他指导课题组和研究生、博士生韩祖南等进行了核电站管道系统流致振动及疲劳安全寿命分析的“八五”攻关研究。他提出用环壳作为承受高压的水下密封舱的加强肋,领导课题组并指导博士生王安稳、陈文、陈强、黄剑敏、刘文国等对具有圆环壳加强肋的圆柱壳进行稳定性和冲击破坏研究,后来被列入“九五”攻关项目,以八十多岁高龄亲自参与实验设计,不顾酷暑亲自到实验现场指导,使此任务获得比较满意的结果。他还提出建议用圆环壳段作为两种壳体连接的过渡段,以降低耐压舱段中不同壳体连接处的应力集中,经海军工程大学郭日修教授(他50年代的助手)、王安稳教授的研究,取得很好效果。他还曾指导过他早年的研究生赵鸿宾等将半圆环壳用于转子的研究,取得很好的成绩。

二、热爱祖国,为新中国的工程教育呕心沥血

1944年10月,张维以优异的成绩取得德国柏林高工工学博士学位后,为了掌握祖国工程建设所需的先进技术,通过各种渠道与当时很有名的、为我国小丰满水电站建造大型水轮机的瑞士埃舍尔-维斯机械厂联系,终于获准在1945年9月移居瑞士,在该厂担任了研究工程师,参与了这项设计研究工作。1946年5月,刚刚获悉可以回国的消息后,张维立即商得厂方同意,毅然中止了合同,不等银行存款解冻,带着身边仅有的一点积蓄,在中国驻巴黎使馆的帮助下,偕夫人陆士嘉带幼女,从法国马赛港搭船踏上了返回家乡的漫漫旅程。途中历尽艰辛,甚至住过难民营,几经波折经西贡、香港,终于在1946年6月底回到了魂牵梦萦的祖国。回国后,先后受聘于同济大学、北洋大学,1947年起任清华大学教授,与钱伟长教授分担全校的力学课程,先后讲授过材料力学、高等材料力学、结构力学、弹塑性力学及板壳理论等课程,开始了在我国工程教育园地上的辛勤耕耘。

1948年12月清华园先于北平解放了,张维夫妇如饥似渴地学习解放后的新事物,在清华大礼堂听报告的听众里,经常可以看到这位留学回国的教授在认真地记笔记,他以满腔的热情全身心地投入了开创新中国工程教育事业的工作中。从1951年起直至1991年,他先后担任了繁重的行政、教学与科研管理工作以及多种社会兼职,职务经常变动,又经常需要超负荷工作,但他总是不计较个人得失,愉快地服从国家需要,孜孜不倦、一丝不苟、勤勤恳恳、任劳任怨,几十年如一日,把他全部的智慧、学识与精力贡献给他深爱着的祖国。

1951年,由于院系调整和发展需要,他担任清华、北大、燕京三校建设工程委员会工程处负责人,1954年又任清华大学建设委员会主任,为这几所著名高校的基本建设作出了重要贡献。

1956年,张维参加制订了我国12年科学发展规划,并担任水土建组组长。为实现新中国科学技术发展规划培养高质量的人才,他投入了在清华大学筹建一批新专业的工作,他宽厚的学科基础,娴熟的英、德、俄语,对各学科国际发展最新动态的经常、广

泛的了解,使他站得高、看得远,从而对清华大学的学科建设与新专业的成长作出了不可磨灭的贡献。他与钱学森、郭永怀、钱伟长、杜庆华一起,于1956年在清华大学筹建了工程力学研究班。1958年他又作为第一任系主任,创建了工程力学数学系,他的工作作为这个系后来的蓬勃发展奠定了基础。

从1962至1984年,张维担任教育部工科力学教材编审委员会主任达22年之久。在教育部有关部门的支持下,他领导来自全国各高校的有关力学专家,主持制定我国高校工科力学教学基本要求与大纲,编审了一大批材料力学、理论力学、水力学、结构力学、弹性力学等基础力学教材。他还结合我国实际情况,向国内教育工作者介绍苏、美、英、德等国的教学计划、大纲与教材。特别是在“文化大革命”以后,他再度担任编委会主任,为恢复工科力学教学秩序,提高教学质量作出了不懈努力。他一贯主张基础课是培养高质量人才的重要环节,基础知识和概念不能错,一旦有错,贻害深远,改正也难。他指出,解放前我国著名理工科大学的基础课一向是由著名教授讲的。仅以清华大学为例,解放前夕,周培源、王竹溪和钱三强都讲过大一物理。那个时代毕业于工学院的校友们返校时,异口同声地称赞当年在校内受到的良好基础教育与日后工作中有所建树有极大的关系。他积极提倡具有丰富教学经验、学术造诣较高的教授到基础课教学第一线,并身体力行。“文化大革命”后,他不顾已届67岁的高龄,仍亲自为一百多名本科生讲授“材料力学”大班课。他讲课思路清晰、深入浅出,注重理论联系实际,经常引用工程实际中的问题让学生思考,一口宏亮标准的普通话,把比较枯燥的力学课讲得生动活泼。他还十分重视培养研究生和中青年教师的工作,即使在他担任十分繁重的行政工作之后,仍长期坚持带研究生和指导中青年教师的工作。经他培养的研究生和中青年教师大都已成为各单位的骨干力量,有的还成为国内外知名的专家教授。他直接教过的学生中已有14人成为科学院或工程院院士。

1983年广东省决定在深圳特区筹建深圳大学,并向高教部请求聘请张维教授担任校长,经国务院任命,当时他已70高龄仍欣然从命。当年,在广东省高教局陪同下,他与清华、北大校长及筹建小组成员去深圳考察,考察结束后,他代表筹备组提出深圳大学要为深圳发展培养人才服务,同时兼顾回归后香港的人才需求;确定了以工科为主兼顾理科、文科的系科设置;强调深圳大学与内地高校要求上要有区别,课程设置上应强调实用性、开放性,及扩大知识层面,他特别提出要设置有关经济、法律等课程,全面实行学分制,并强调了外语的重要性,尽快与国外大学接轨,以体现特区的特点。他提出学校规划要有前瞻性,要留有发展余地,要有良好的学术文化氛围,校园要建成开放型,学生参与学校管理,设立奖学金、勤工助学等制度,学生参与后勤管理,培养学生自强自立精神,减少后勤人员。他的这些正确主张,得到了广东省委的赞扬和肯定,省委书记梁灵光同志当时就称赞张维教授“不愧为全国知名大教授,教育的大行家。”在建校的一年中,张维不顾古稀高龄四次亲赴深圳,直接领导指挥,特别在专业设置,教学设备购买及主要教授的聘请上亲自调查研究,征求各方意见并决策。他不辞劳苦,不避寒暑,多次登门求贤,使许多专家为之感动,从而聘请了童诗白、唐统一、汪坦、李赋宁等一批知名教授担任系主任,把握建系方向及保证高质量,聘请王英杰教授兼任体育顾问。任职期间,他每年有2~3个月全时在深圳大学工作,深入各系各专业了解教

学情况，解决实际问题。作为第一任校长，张维教授为深圳大学的创建、发展、改革及上新台阶作了杰出的贡献，受到了广大师生的广泛好评，留下了历史的功绩。

改革开放以来，国民经济飞速发展，各方面对人才需求极大膨胀，高等工程教育面临着发展的大好机遇，但同时又非常不均衡，人才奇缺与浪费的现象并存，这是为什么？张维经过分析研究，认为我国解放后，教育事业得到很快发展，但是发展不平衡，他亲自收集资料编制了一张解放前后高等院校分布地图，一目了然看到教育发达地区始终都集中在沿海，西部相对较少，发展较慢；我国工程教育体系不合理，与工业发展的程度不匹配，对职业教育重视不够，人才的层次不合理加上人才单位所有，不能尽其用，有些工作受过职业教育的人能做的，却由大学生做，造成人才浪费；在高等教育方面，偏重工科发展，而轻文、理、法、农等其他学科发展。为了研究如何形成我国自己的适合经济发展的合理的教育结构，他萌发了研究高等工程教育与国民经济发展关系的心愿。1995年，他和中国工程院朱高峰副院长建议工程院建立了工程教育咨询项目《工程教育的改革与发展》，组织了16位院士、31位专家参加，张维为总课题负责人之一。他以80多岁高龄，亲自带领工程院、教育部、江苏省教委的联合调查组到江苏开展调查研究，并要求每调查完一个单位，当天要写出调查报告；调查完一个地区，就马上写好地区的调查报告。他与清华教育研究所合作，并得到教育部、工程院的支持，从研究典型的几个发达国家，如美国、法国、德国、英国等欧美国家经济发展与工程教育发展的历史开始，以找到一些规律。1995年，他不顾耄耋之年，在美国卡尼基基金会的支持下，受普林斯顿大学邀请，在爱因斯坦曾从事过研究的高等研究所工作三个月，这三个月里，他访问了许多知名教授，专心在各大图书馆潜心研究美国的经济发展与高等工程教育发展的历史，收集了大量的一手资料。接着他又访问德国、法国，研究他们的高等教育发展与国民经济的关系，收集了很多历史资料。1997年，在工程院支持下编著出版了有关英、法、德、美、中五国工程教育比较研究的英文版著作“A Comparative Study on the Engineering Education of Five Countries”，该书在国内外都产生了很大影响。1998年5月，经他对每个分报告都逐字逐句认真修改后的工程教育咨询项目报告，以中国工程院的名义呈交国务院，后由国务院转发有关部委与高校。报告所提出的一系列正确主张，对我国今后教育事业的发展有着极其重要的意义。因此，该高等工程教育研究组获得了2000年中国工程院高等教育学会特等奖。十多年来，他还先后在《人民日报》、《科技导报》、《力学与实践》以及在美国、德国等许多国家举行的各种国际学术会议上发表了关于中国与第三世界发展工程教育的十多篇论文，并受芬兰、瑞典、日本、印度与香港地区等有关组织邀请做专题报告。为表彰他的杰出贡献，世界工程组织联合会于2001年9月莫斯科大会上授予他“工程教育优秀奖章”，这是该会第一次设立此项奖章，每四年一次并只授予一人，这是对张维先生一生在工程教育方面所做工作的充分肯定，张维先生是当之无愧的。

三、倡导力学与工程实际相结合

张维是 1956 年制定我国 12 年科学远景规划的土木工程组组长，1962 年制订我国 10 年科学发展规划的力学组副组长，1978 年制定我国 8 年科学技术发展规划的理论与应用力学组常务副组长，还担任过国务院学位委员会委员与力学学科评议组组长，中国科协副主席与书记处书记，国家教委第一届科技委主任，国家科委理论与应用力学组常务副组长，以及联合国教科文组织执行局委员，北京中心主任和世界工程组织联合会副主席。他对我国科学技术的发展作出过不可磨灭的贡献，是对我国力学学科建设有着重要影响的学术带头人，其最重要的影响之一是他的学术思想。

张维先生的学术思想可概括为：力学是介于基础科学与工程技术之间的一门技术科学或工程科学，它的研究对象应是工程实践中提出的具有共同性和规律性的问题，力学本身的发展，要走科学与工程相结合、理论与实践相结合的道路。他的这种思想，萌发于早期在德国留学时哥廷根学派学术传统的熏陶。他在《留德八年》（载《欧美同学会会刊》1999 年第 3 期）中写道：“给我影响更多的是哥廷根大学的 Ludwig Prandtl 教授和 Robert Pohl 教授”。他曾多次向后辈们介绍陆士嘉先生的导师，闻名世界的科学家和近代流体力学的奠基人，哥廷根大学应用数学力学研究所的创建者普朗特（L. Prandtl, 1875—1953）的学术思想与功绩。20 世纪初，普朗特从德国早期发展动力飞艇的需要出发，建立了边界层理论，而边界层理论又成为一个世纪以来飞机气动力设计的理论基础。张维在该文中写道：“他所代表的德国学术思想，以及他从他的老师 August Föppl（近代应用力学创始人）那里继承的治学方法对我影响极大。人们将它称之为哥廷根思想（Goettingen Geist），一言以蔽之，就是理论联系实际。这个学派的研究工作既解决实际中的力学问题，又解释并预测了自然现象，促进了生产。他们往往从特殊着手发展到一般，再返回到特殊。这种循环式上升很符合辩证法。他对力学界的影响远远超出了德国国界。”许多国际知名的力学家，都出自普朗特的门下，如冯·卡门、铁摩辛科、普拉格、邓哈托和纳戴等。张维先生认为，冯·卡门（Th. von Karman, 1881—1963，钱学森先生的导师）与铁摩辛科（S. P. Timoshenko, 1878—1971）将哥廷根学派的学术思想传播到美国，成为美国近代力学的奠基人。他说，力学的根在于生产，从生产实践出发才会有力学的独立创新，否则就只能跟在别人后面跑。力学家应善于从工程中总结、抽象出力学问题，解决这些问题以促进工程问题的解决与力学的发展。在这方面，冯·卡门对于航天工程，铁摩辛科对于交通工程，都为我们树立了力学与工程结合的范例。

张维先生身体力行，为后辈树立了理论联系实际的榜样。作为一个国内外知名的教育家、力学家，虽已年逾古稀仍经常拜访与接待工程界人士，从他们那里了解工程对力学不断提出的需求，虚心向他们学习工程知识，直至 80 高龄仍亲自到工业部门的研究所和实验现场去。他要求清华大学力学系的师生们要“上天”、“下海”、“入地”，关注我国航天、海洋开发与造船、地质勘探等工业部门提出的实际问题。60 年代，他曾经带头试行让他的研究生下厂矿、工程研究所实习一年的制度并取得了很好的效果。改革开放以后，他虽已届高龄，仍亲自安排自己的研究生到工厂企业去调研与实习。当有

的年轻人不理解为什么要这样做时，他就和他们谈力学发展的历史，帮助他们端正对力学与工程关系的认识。由于他的坚持与严格要求，使学生在取得实际知识，增长处理工程问题的能力方面得以提高。对于他所指导研究生的学位论文，他从不以获得理论结果为满足，常常要求研究生动手进行实验验证，即使在经费、条件十分困难时，仍坚持这样做。

他所倡导的这种学术思想，对清华大学工程力学系四十多年来培养的一大批学生的学术道路，对整个系的学术氛围起到了相当的影响。

四、人格的魅力

2001年10月，半个月前还刚刚从莫斯科领奖回来，并与学生讨论论文工作的张维先生，突发急病匆匆离去，与他有过交往的人无不为之动容。他生前热情帮助、提携后辈的事例，一桩桩、一件件，由各种不同身份的人道来，一个热诚、正直而又平易近人的宽厚长者形象，深深地刻入我们的脑海之中。

一位解放前的地下党员回忆，1946年8月，由于地下工作需要他在大学里谋求一个职业，凭着他在西南联大的老师辗转推荐与一张清华航空系的成绩单，这位已在上海无职业地耽了几个月的青年，穿着一身带补丁的长褂，去拜见刚刚回国的张维夫妇。没有想到这二位大知识分子对这个陌生的后生十分热心，不久就从天津来信告诉他北洋大学已同意录用他。以后，张维夫妇转去清华，他也于1948年初申请来到清华航空系，并在清华接上了党的关系。这位老同志改革开放以后担任了部长，他感慨地说：“当年如果没有张维夫妇的介绍，我一生的机遇也许就很不同了。”张维对于他的学生、中青年教师或其他同事取得的成绩，总是甘做铺路石，给予热情的帮助与鼓励，对于确有成绩的中青年人，无论是谁，他都能鼎力举荐，使他们在最合适的岗位上充分发挥其才能。特别是在改革开放以来，他不遗余力推荐许多有才华的中青年教师出国进修，使他们得以师从名家，发挥聪明才智，作出成绩，回国后发挥更大作用。据不完全统计，仅清华力学系，经他直接推荐到德国的就有十余人。但是，他自己的孙辈求他给熟人打“招呼”转学，因为不符合原则却被他回绝了。

老同志们认为张维教授是一位正直的挚友，是可以共患难的真正的朋友。他们回忆起这样一件事：张维夫妇留德期间，曾居住在哥廷根著名物理学家波尔（R. Pohl）家中，波尔为人正直，坚决反对纳粹。波尔曾将生平积蓄购置了0.75公斤铂，因战乱唯恐有失，在张维夫妇回国时，托付他们带回中国保存，以期有朝一日作为儿子的生活费，并郑重声明，由于时局与今后遭遇都变化莫测，这些铂如有遗失绝不要求赔偿。张维夫妇感其为人之托付之诚意，毅然承诺下来。回国后十多年，因中国与联邦德国长期未建交，通讯断绝。直到1958年民主德国一位教授访华，他们得悉他熟悉波尔教授并有来往，就托他将铂带给波尔并向组织作了汇报。为此，波尔十分感激。但是，在“极左”思潮横行的年代，张维却因此而被扣上“里通外国”的帽子受审查，直至“文革”以后才得以平反。也是在“文革”中，蒋南翔被打成清华大学头号“走资派”，被送往铸工车间劳

动直至 1974 年 10 月，许多以前与他共事的干部都要与他“划清界限”，唯恐避之不及，但张维却敢于到蒋南翔的住处去看他。

张维是清华大学老教授中最早加入中国共产党的，他平易近人，从不以大教授自居，几十年来自觉地按照一个普通党员的标准严格要求自己，积极参加基层党支部的活动。当他已 80 多岁高龄到美国访问三个月期间，还认真地向校党委与校长写信，详细报告自己的工作情况，使许多青年党员都十分感动。

张维先生毕生奋斗，为我国科技、教育与社会主义建设事业的发展，为培养几代高级技术人才，为对外科技、教育、文化交流与提高我国国际地位作出了杰出的贡献。他一生尊崇“有容乃大，无欲则刚”的祖训，坚持他自己的座右铭“理论联系实际，服从工作需要”。他虽然永远离开我们了，但他高瞻远瞩的学术思想，深入工程实际的科学研究作风，热心扶植后辈的高尚品质，正直而又宽厚的长者风范，生命不息、战斗不止的奋斗精神，将永远留在我们心中。

简 历

1913 年 5 月 22 日（农历）	出生在北平市（今北京市）
1924—1928 年	就读并毕业于北平师范大学附属中学
1929 年	天津北洋大学预科
1929—1933 年	唐山交通大学土木系学习，毕业时获工学学士学位
1937 年 8 月	考取第五届中英庚子赔款公费赴英国伦敦帝国理工学院土木系留学，获 DIC（硕士）文凭
1938 年 8 月	德国柏林高等工业学校土木工程系工程力学教研室研究生，1942 年任助教
1944 年 10 月	获德国柏林高等工业学校工学博士学位
1945 年 10 月	在瑞士埃舍尔—维斯（Escher-Wyss）任研究工程师
1946 年 6 月	回上海
1946—1947 年	任同济大学、北洋大学教授
1947 年 7 月—2001 年 9 月	清华大学力学教授
1951—1952 年	任三校（清华大学、北京大学、燕京大学）建设委员会工程处负责人
1952—1956 年	任清华大学土木工程系系主任
1955 年	当选为中国科学院学部委员
1956—1983 年	任清华大学副校长，其间于 1958 年起兼任工程力学数学系系主任
1972—1976 年	联合国教科文组织执行局委员
1980—1987 年	国务院学位委员会委员与力学学科评议组组长
1980 年	被选为瑞典皇家工程科学院外籍院士

1983—1986年

兼任深圳大学校长

1956—1991年

历任：第三届全国人民代表大会代表，第六、七届全国政协委员。教育部工科力学教材编审委员会主任、国家教委科技委员会主任、中国科学技术协会书记处书记、副主席、土木工程学会副理事长、中国力学学会秘书长、副理事长、中国教育国际交流协会副主席、中国发明学会副主席。在国际上任世界工程师学会联合会副主席

1991—2001年

中国科学技术协会全国委员会荣誉会员

主 要 论 著

科研论文(部分)

1. 张维, Der Spannungszustand in Kreisringschalen und ähnlichen Schalen mit Scheitekreisringen unter drehsymmetrischer Belastung. Doktorarbeit, 1944, TU Berlin 或见清华大学理科报告, 1949, 5A 卷: 289-349.
2. 张维, 郭日修, 竹材的力学性能, 清华大学学报, 1950.
3. Xia Zihui, Zhang Wei. The general solution for thinwalled curved tubes with arbitrary loading and various boundary conditions, Int. J. Pres. Ves. & Piping, 1986 (26): 129-144.
4. Xia Zihui, Zhang Wei, The general solution for thin-walled toroidal shells with various boundary conditions and subjected to arbitrary loadings, Ingenieur-Archiv, 1987, 57: 316-318.
5. Z. Xia, W. Zhang, The general solution of toroidal shells and curved tubes. 9th SMiRT Conference, 1987, 9-15.
6. Zhang Ruojing, Zhang Wei, Asymptotic solutions of the free vibration of thin shells of revolution, ICTAM 1988.
7. 吴怡, 夏之熙, 张维. 用复变量表示的环壳几何非线性方程及其摄动解, 力学学报, 1988, 20 (5): 431-442.
8. Wei Zhang, Zhengxing Wang et al. Flow induced vibration in the primary system of the PWR, 10th SMI RT Conference, 1989, 8, 1-5.
9. 王安稳, 任文敏, 张维. 环壳屈曲的渐近解, 力学学报, 1990, 22 (1): 35-44.
10. 王安稳, 张维, 圆环壳的后屈曲解, 中国科学 (A), 1990 (3): 485-494.
11. 张若京, 张维, 旋转薄壳自由振动中的转点问题及其奇异摄动解, 中国科学 (A), 1990 (1): 66-74.
12. 张若京, 张维, 旋转薄壳轴对称自由振动的转点问题, 力学学报, 1990, 22 (5): 574.
13. Wang Anwen, Zhang Wei, Asymptotic solution for buckling of toroidal shells, Int. J. Pres. Ves. & Piping. 1991, 45: 61-72.

14. Han Zunan, Ren Wenmin, Li Deba, Zhang Wei, Effect of cracks on the dynamic characteristics of pipes, 11th SMiRT Conference, 1991, G26/2, 253-258.
15. Zhu Yimin, Ren Wenmin, Zhang Wei, The static analysis of multi-layers bellows considering the friction between layers, Int. Symposium on Nonlinear Problems in Engineering and Science, 1991, 1-8.
16. R.J.Zhang, Wei Zhang, Turning point solutions for thin shell and vibrations, Int. J. Solids and Structures, 1991, 27 (10): 1311-1326.
17. 吴怡, 夏之熙, 张维, 常子午线曲率薄壳轴对称几何非线性问题的复变量方程, 固体力学学报, 1991, 12 (4): 364—369.
18. B.H. Sun, Wei Zhang, The displacement exact solution of paraboloidal shallow shells, 1992 ASME Pressure Vessels and Piping Conference.
19. 吴怡, 张维, 弹性地基上环壳的应力计算分析, 土木工程学报, 1992, 25 (2), 46—52.
20. 吴怡, 任文敏, 张维, 包含极值点与分支点的解曲线跟踪算法的摄动解法, 应用数学和力学, 1992, 13 (9): 785—794.
21. Ren Wenmin, Liu Wenguo, Zhang Wei, et al. A survey of works on the theory of toroidal shells and curved tubes, Acta Mechanica Sinica, 1999, 15 (2): 2250—234.
22. 刘文国, 任文敏, 张维, 复合有限条 Bubble 函数法研究加肋壳稳定性, 清华大学学报, 1999, 389 (11): 61—64.
23. 刘文国, 任文敏, 张维, 加肋斜度对加肋壳稳定性影响, 工程力学, 2000, 17 (4): 001—006.

工程教育论文 (部分)

1. 张维, 改变近缘结亲, 提倡远源杂交——改革高等学校提升教授办法的建议, 人民日报, 1982.
2. 张维, 浅谈工程力学的任务与教育、力学与实践, 1982, 4 (1): 56-57.
3. 张维, 关于教育体制改革的几点想法, 百科知识, 1985 (6): 2—5.
4. 张维, 国外力学与工程教育, 力学与实践, 1986, 8 (3): 2—17.
5. 张维, 浅谈美国高等工程教育, 科技导报, 1986, 1: 65 ~ 88.
6. Zhang Wei, Neuordnung der wirtschaftswissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung an chinesischen Hochschulen unter Berücksichtigung von Kooperationsmöglichkeiten mit deutschen Hochschulen, Schmalenbachs Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung, Sonderheft, 1987(27): 19-29.
7. Sigurdson, Jan and Zhang Wei, Technological transformation in the People's Republic of China. Achievements and problems faced, Symposium held by the World Institute for Development Economies Research (WIDER), Helsinki, Finland, 1988. 1-71.
(中华人民共和国的技术转换成就与面临的问题, 在芬兰联合大学与 Sigurdson 共同主持第三世界国家科技转变问题研讨会论文集)

8. Zhang Wei, Engineering education in China and prospect for cooperation with universities of U.S., ASCE Annual Conference Proceedings, 1988: 530-536.
9. 张维, 工程力学要为我国经济建设服务, 力学与实践, 1988, 10(3):43-45.
10. 张维, 工程、工程教育与经济发展, 在美国南加州华人科工协会第 26 届年会上的讲话, 清华大学教育研究, 1988(2): 1-7.
11. Zhang Wei, Die Technik des technische Hochschulwesen und die wirtschaftliche Entwicklung in VR China, Vortrag abgehalten vor Urania der DDR. 1989.10.
12. Zhang Wei, Achievements and issues we are facing in the development of science and technology, Delivered at the Hong Kong Institution of Engineers, 7th, Mar. 1990.
13. 张维等, 关于试行公开招聘重点高等院校学术带头人的建议, 中国科学院院刊, 1990.
14. 张维, 未来教育的五个特点, 现代化, 1990(2): 7-8.
15. 张维, 李卓宝, 第十九次国际工程教育学会年会报告: “新中国的工程教育”, 1990.
16. Zhang Wei, Engineering education and economic development in the third world countries, 35th Annual Convocation, Jadavpur University, India, Dec. 1990.
17. Wei, Zhang, A comparative study on the engineering education of five countries - A comparative study on the engineering education of China and that of four western countries and the interaction between engineering education of five countries and their industrialization, CAE, 1997. (中国工程院对外交流资料)

著作, 译著和主编的出版物

1. 张维, 薄壁壳体结构理论概要, 总后勤部营房管理部印, 1957.
2. 张维主编, 张有龄, 何广乾, 龙驭球编委, 壳体理论译译, 五册, 1958—1965, 建工出版社。
3. 张维, 壳体理论入门, 北京市力学学会出版, 1963.
4. 沈鸿主编, 张维等副主编, 中国机械工程手册, 中国电机工程手册, 机械工业出版社, 1978—1986.
5. 张维等译, 休特工程师手册, 1984, 机械工业出版社。
6. 张维等译, 杜贝尔机械制造手册 (16 版), 上、中、下三册, 1991 年, 北京: 清华大学出版社。
7. 张维等, 工程力学基础, 1997 年, 北京: 理工大学出版社。
8. 张维等, 工程力学基础习题详解, 2001 年, 北京: 高等教育出版社。
9. 张维主编, 力学名著丛书, 科学出版社, 1985.
10. 张维主编, 世界经典力学名著丛书, 科学出版社, 1985.
11. 张维, 林同驥主编, 世界科技名人传略 (卢嘉锡主编): 技术科学分卷力学编, 1989.
12. 张维主编, 中国科技专家传略, 工科卷, 共 12 册, 1990, 科普出版社。

获 奖

1. 1987 年，联邦德国洪堡基金会洪堡奖章；
2. 1988 年，联邦德国“大十字勋章”；
3. 1992 年，国家教委科技进步一等奖（与同济大学张若京教授共同获得）；
4. 1993 年，国家教委：“固体力学重点学科建设与高水平博士生规模培养”全国普通高校国家级优秀教学成果特等奖；
5. 1995 年，国家教委科技进步三等奖；
6. 1996 年，中国工程科学院科学技术奖；
7. 2000 年，中国工程科学院高等工程教育特等奖；
8. 2001 年 9 月，世界工程组织联合会工程教育优秀奖章。

（薛明德，任文敏，黄克智）