



力学和工程结构大师铁摩辛柯教授 学术生涯和著作简介

徐胜利¹⁾ 张敏华

(西安航空职业技术学院, 西安 710089)

摘要 全面系统地介绍了力学家和工程结构大师铁摩辛柯教授在前苏联和美国等地从事的学术活动和关于经典材料力学、工程振动、结构理论、弹性理论、板壳理论等著作内容, 为学习和研究铁摩辛柯教授的教育与工程思想和他的二十余种著作提供重要依据和较详细的资料。

关键词 铁摩辛柯, 力学, 结构理论, 弹性理论

引言

美籍俄罗斯力学和工程结构专家 S.P. 铁摩辛柯是著名的科学家。在很多科技活动中有显著地位, 在发展工程技术事业和工程教育方面对前苏联和美国等其他国家有重大影响。

1 铁摩辛柯学术活动介绍

铁摩辛柯 1878 年 12 月 13 日生于乌克兰什波托夫卡, 1889 年进入罗曼斯基实科中学, 中学时代他就对数学产生浓厚兴趣。希望自己今后成为公路交通工程师。1896 年中学毕业后, 同时考取了彼得堡民用建筑工程学院和公路交通工业学院, 他最终选择了后者, 该学院是当时俄国最好的高等学府之一。在公路交通学院有著名的教授 Ф. С. 雅辛斯基讲授结构力学, 特别是讲授平面桁架, 空间桁架, 杆件失稳和拱理论给铁摩辛柯留下很深印象。大学 5 年级时, 按规定必须交出 4 份毕业设计, 他完成了桥梁、铁路、港口和蒸汽机 4 种设计工作, 1901 年以优异成绩毕业。

大学毕业, 服役一年后, 于 1902 年回母校任力学实验讲师, 在这里他做过工字钢, 水泥梁的刚度和抗拉强度实验, 并参加了物理学会一次重要会议, 在会上, 结识了著名的工程专家 A.H. 克雷洛夫教授。他后来回忆说“克雷洛夫的报告给我指明了方向, 但为了达到此目的, 还要竭尽自己的力量”。1903 年, 铁摩辛柯获得了彼得堡工业学院材料力学教授会实验师职务, 除开设材料力学实验课外, 还编写了材料力学习题集和动力学学习题集, 并读完了 3 种弹性理论和船舶结构力学著作, 为以后从事工程科学和教育事业打下良好的基础。

1904~1906 年每年夏天, 铁摩辛柯都要到德国去, 当时的德国在材料力学方面占世界领先地位, 在哥廷根大学, 师从著名科学家 F. 克莱因、A. 弗普尔和 L. 普朗特等人从事研究工作, 特别是 L. 普朗特领导的应用力学研究所, 使铁摩辛柯获益匪浅, L. 普朗特建议铁摩辛柯对梁的侧向屈曲进行实验研究, 但他认为对此进行理论研究更好。回到彼得堡工业学院, 铁摩辛柯对自己的理论进行实验研究, 并发表了

“关于工字梁在其最大刚度平面内的作用力影响下, 平面弯曲的稳定性”重要论文, 这篇文章是创立薄壁杆理论的根本依据, 也是以后多项研究的基础。1906 年铁摩辛柯以“关于轴内谐振现象的问题”“A.H. 克雷洛夫为积分常微分方程的工具说明书”、“不同强度理论观点的复杂应力公式”和“工字梁平面弯曲的稳定性”4 篇论文, 同另外 7 人一起参加基辅工业学院材料力学主持人的竞赛, 结果被选中。铁摩辛柯只有 27 岁, 他回忆说“教授委员会选中我, 显然是有些冒险的。尽管我的学术比其他几位强, 但他们都比我年长, 具有很多教学经验。我以后的全部体验表明, 教授委员会依据评选人的书面评论和候选人的科学著作选择讲座会教授是最好的办法, 而根据资历和教学经验将讲师提升为教授, 则是极坏的办法。原因在于将妨碍有才干的年轻人快速前进, 丧失年轻人的充沛精力和热情”。这年, 铁摩辛柯通过研究两边支承并受载, 另两边任意支承的矩形板的稳定性, 发表了“关于压缩板的稳定性问题”的论文, 在该文中, 对每一种情况造了表格, 根据表格可以很容易确定不同宽厚比的板的临界载荷, 这些表格和相应的图表, 后来在造船, 特别在飞机结构设计中, 得到了广泛应用。1907 年 1 月, 铁摩辛柯在基辅工学院开始讲授材料力学和图解静力学课程。同时还进行材料力学实验工作。在讲课中他决定改革材料力学课程的传统教材, 以等直杆拉伸和压缩的简单问题开始讨论, 为使自己编写教材易懂起见, 内容偏向实际应用, 他每次讲课都认真编写教材, 使用最恰当的叙述方法, 选择易于阐明理论的例题。为引导学生做练习, 他编写了附有解答的习题集。先后于 1908 年, 1909 年, 1910 年出版。铁摩辛柯很重视实验课, 以使学生掌握和加深教材的基本内容, 他设计和制造的一系列仪器, 至今仍能在实验室里看到。1908 年秋天, 铁摩辛柯完成了材料力学教程的编写工作, 并于 1911 年, 1913 年, 1916 年和 1918 年 4 次出版, 到 1934 年出了第 12 版。后来, 铁摩辛柯到了美国, 用英文修订教材, 分两部分于 1930 年, 1940~1941 年, 1955~1956 年及 1972 年出版。即中译本多见的铁摩辛柯材料力学初等理论和高等理论两书。这一年, 铁摩辛柯担任了基辅工学院建筑工程系的秘书, 参加了该系和机械系教学计划的拟定工作。研究了板在端部弯矩作用下平面中作圆弧变形前的弯曲翻转问题, 无限平板在单向拉伸下圆孔附近的应力分布问题和杆系稳定性等理论。

2009-09-22 收到第 1 稿, 2010-05-12 收到修改稿。

1) 徐胜利, 1963 年生, 男, 副教授, 主要从事工程力学、塑性成形理论、板料成形的研究和教学工作。E-mail: xsl6520@163.com

1909 年春夏之际，铁摩辛柯参加了 L. 普朗特的空气动力学讲座，B. 福赫特的水动力学讲座和 Ф. 克林的弹性理论讲座等学术活动。并研究了直角坐标应用于杆、管、板的弯曲问题和沿梁轴运动的横向力所引起的梁的横向振动问题，发表了“关于弹性体的稳定”一文，该文在彼得堡公路交通工业学院建院 100 周年再次刊登被评为建筑力学的最好著作，获茹拉夫斯基金质奖。法国工程协会对这篇文章给予很高的评价，并翻译该文于 1913 年刊登在法国桥梁和公路杂志上。秋天，铁摩辛柯被选为基辅工学院建筑工程系主任。

1911 年春，铁摩辛柯因在大学生机构问题上与当局教育部观点不同，而与学院另外两位主任一起被解雇，当时有近一半的教授提出辞职以示抗议。按当时政府规定，一个部门的解雇职员，另一个部门不得吸收为正式职员。铁摩辛柯失去了工作，只得在一些学校授课维生。1912 年，铁摩辛柯受波罗的海舰队造船厂聘请，担任强度问题顾问，在那里，他用自己得到的膜板稳定性研究成果设计船舶结构，同时进行大型巡洋舰侧翻模型的实验研究，解决了有关质量沿梁横向冲击的问题，研究了杆件在微小横向振动时剪应力的作用问题，推导出了考虑剪应力和转动惯量的微分方程，发表了“筒的强度问题”论文。这年夏天，铁摩辛柯到了瑞士，在瑞士完成了“弹性圆薄板挠度问题”的研究，发表于 1915 年。这年秋天，铁摩辛柯回到彼得堡公路交通工业学院，并建议开设弹性理论选修课程。1913 年 1 月在著名工程师们的压力下，铁摩辛柯为该学院编内人员并担任理论力学教授会教授。对军舰侧翻稳定性的实验表明，所设计的巡洋舰，比较合理地使用了用肋骨加强的板的龙骨区域，解决了周边受均匀剪应力作用的矩形板面内压强稳定性问题。这一时期，他还研究了受纵压作用的圆柱壳的稳定性问题。1913 年夏天，铁摩辛柯开始写弹性力学教程（第一卷）一书，于 1914 年出版。

1914 年铁摩辛柯担任了教授会主任职务，在第一次世界大战期间，俄罗斯铁路运输装备很短缺，他参加了解决铁路运输问题，建议把轨道当作一根放在连续弹性基础上的梁，并且找到了估算铁轨重量对轨道应力和挠度影响的计算公式，论文发表后，曾在工程部理事会上作报告。1915 年暑期，铁摩辛柯完成了弹性力学教程（第二卷），内容包括强度理论，杆的振动和稳定以及板的强度和稳定性，1916 年问世。书中保持了自己的特点，这是一本很出色的弹性理论书，在这本书中反映了作者的许多重要成果，为前苏联学者和工程师发展建筑力学创立了许多概念。这一年下半年，铁摩辛柯以建筑力学专家身份被军事工程委员会吸收参加该委员会工作，内容包括：（1）确定飞机的飞行计算方案和给相应荷载命名；（2）拟定计算飞机各个零件的方法；（3）研究飞机结构材料的机械性能；（4）确定飞机零件的许用应力。1917 年初，铁摩辛柯开始编写高等学校教科书《结构理论》。1918 年初，铁摩辛柯被吸收为乌克兰科学院编委，负责提出有关力学理论和实验工作的组织规划。同时受聘成为基辅工学院教授，开始撰写《弹性拱计算》一书，用乌克兰文出版。后

被译成法文、俄文先后出版。这年秋季，铁摩辛柯与乌克兰科学院其他编委全体被授予院士称号。当编委会改成为机械科学院时，他担任第一任院长。

1920 年，铁摩辛柯决定离开苏联，寄信给南斯拉夫首都附近刚成立的工业学院联系工作，获该学院同意，1920 年 7 月到南斯拉夫任教，在那里，他主要讲授材料力学，结构理论，弹性理论课程，并完成各项实验工作，撰写并发表关于力学实验的一些著作。

1922 年 7 月，铁摩辛柯来到北美，受聘于费城的专业振动公司，后到威斯丁豪斯 (Westinghouse) 电器公司，从事力学研究工作，成为战役研究部的工程师。在这里他创建了光弹性实验室和设计电器火车头，并组织业余讲座，给公司的工程师们讲授结构应力理论，写成教科书《应用弹性理论》。1926 年，铁摩辛柯参加第二届国际应用力学会议，在会上宣读“钢轨中动应力的确定”和“孔眼附近应力集中研究”两篇论文。1927 年在铁摩辛柯的影响下，美国机械工程师学会成立了应用力学部。铁摩辛柯应邀成为密歇根大学的教授，开始了他旺盛的学术生涯。给学生讲课的讲稿达到科学博士水平，花费很多时间建立力学实验室。先后组织了“每周力学讨论会”和“夏季应用力学讨论会”，并邀著名学者普朗特等人参加。这一时期，铁摩辛柯把主要精力用于编写力学教科书，1928 年《工程中的振动问题》一书问世，1930 年二卷本的《材料力学》教材出版，1933 年《弹性理论》出版，1936 年《弹性稳定理论》出版。

1936 年起，铁摩辛柯来到斯坦福大学任教达 20 年之久。在斯坦福大学，主要讲授静力学、材料力学和弹性理论，并组织每周一次的大学生讨论会。1940 年出版了《板壳理论》，1945 年出版了《结构理论》，1948 年出版了《动力学教程》，最终于 1953 年完成了他的《材料力学史》宏著。1955 年，在铁摩辛柯 75 岁暨执教 53 周年之际，他决定减少讲课时间，把主要精力用于修订自己编写的书籍和教材上。计有《材料力学史》、《材料力学》、《高等材料力学》、《弹性理论》、《弹性稳定理论》、《板壳理论》、《俄国工程教育》、《自我回忆》等 20 多种，这些书籍大多已有中译本出版。铁摩辛柯的学术活动形式广泛多样，例如，讲课、指导研究班教学，每讲完一门课就编写并出版一本书或教材。组织力学实验，设计和制造重要力学科研仪器，引导青年学生和工程界对结构强度问题进行研究，他对计算桥梁、杆、板、管、圆盘车轮、钢轨、舰身、飞机结构零件设计尤感兴趣。对特殊问题采取：得到共同的结果——创立普遍的理论——给出自然的概念的研究方法。他对工程事业、技术教育和发展固体力学方面有巨大影响和贡献。

1938 年铁摩辛柯回到苏联，受到了隆重的接待，并写了《俄国工程教育》一书。1967 年再次访问了莫斯科、列宁格勒和基辅，向科学院申请放弃他的书在苏联出版和再版的稿费，并将这些稿费赠作结构力学方面优秀工作者的奖金。铁摩辛柯曾荣获过前苏联和国际科学奖，他是欧洲和美国很多科学院院士，还是前苏联科学院外籍院士和国际航空委员

会正式委员。铁摩辛柯在密歇根大学和斯坦福大学培养了不少学者和研究生,其中也有中国的留学生,如王俊奎、张福范、黄玉珊等。1965年87岁的铁摩辛柯迁居联邦德国他的女儿家,直到1971年5月29日,93岁逝世于德国。

2 铁摩辛柯著作简介

2.1 工程力学 (Engineering Mechanics)

该书英文版1940年第1版,1956年出版第4版。中译本:江可宗译的《铁氏工程力学》,由上海龙门联合书局1953年出版。该书内容丰富,全面系统地阐述了工程力学中静力学、运动学、动力学问题和振动理论基本知识,是工程力学名著之一。

2.2 材料力学 (初等理论及问题)(Strength of Materials Part 1 Elementary Theory and Problems)

该书英文版1930年第1版,1940年出版第2版,1955年出版第3版。1972年出版新版,名为Mechanics of Materials。中译本:王德荣译的《材料力学》,由人民教育出版社出版,1952年;第3版《材料力学》萧敬勋等译,天津科学技术出版社出版,1989年;新版《材料力学》胡人礼译,科学出版社出版,1978年;韩耀新译1990年出版。按照该书编辑的习题集《材料力学学习题集》,科学出版社出版,1983年。该书内容丰富,论述系统,深入浅出,且有大量的例题和习题。是材料力学方面的重要著作。

该书阐述了承受轴向载荷,扭转和弯曲的结构杆件分析,以及材料力学的基本概念。例如应变能、应力和应变的变换、非弹性状态能等。还包括使工程技术人员感性趣的专门论题,如热效应、非棱柱形梁、梁的大挠度、梁的非对称弯曲、剪力及许多其他问题。在最后一章介绍了结构分析能量法,包括单位载荷法、互等定理、柔度法与刚度法、瑞利-里兹法及余能法。可作为读者学习现代结构理论的基础。该书内容:第1章,拉伸、压缩和剪切;第2章,应力和应变分析;第3章,扭转;第4章,剪切和弯矩;第5章,梁中的应力;第6章,梁的挠度;第7章,静不定梁;第8章,非对称弯曲;第9章,非弹性弯曲;第10章,柱;第11章,结构分析和能量法。

2.3 材料力学 (高等理论及问题)(Strength of Materials Part 2 Advanced Theory and Problems)

该书英文版1930年第1版,1941年出版第2版,1956年出版第3版。中译本:第3版《材料力学(高等理论及问题)》汪一麟等译,科学出版社出版,1964年,1979年再版。本书内容丰富,深入浅出,且实例很多。是材料力学方面的名著。

该书阐述材料力学中较深的问题,诸如弹性基础上的梁、板壳屈曲、应力集中、塑性变形等,特别是最后一章“材料的机械性质”论述相当全面,对各种强度理论、金属的疲劳、蠕变等均有阐述。此外,还讨论了如何根据材料的机械性质来选择许用应力。该书内容:第1章,弹性基础上的梁;

第2章,受轴向和横向联合载荷的梁;第3章,梁弯曲中的一些特殊问题;第4章,薄板和薄壳;第5章,杆、板与壳的屈曲;第6章,对称于轴线的变形;第7章,扭转;第8章,应力集中;第9章,超过弹性极限后的变形;第10章,材料的机械性质。

2.4 工程中的振动问题 (Vibration Problems in Engineering)

该书英文版1928年第1版,1974年出版第4版。中译本:《机械振动学》,机械工业出版社出版,1958年;《工程中的振动问题》,胡人礼译,人民铁道出版社出版,1978年。

该书系统地介绍了工程中的振动理论。包括结构和机械振动理论,内容还涉及振动理论许多新的重要发展。全书共5章和1个附录。第1章,具有一个自由度的系统;第2章,具有非线性特征的系统;第3章,具有两个自由度的系统;第4章,具有多个自由度的系统;第5章,弹性体的振动。

2.5 结构理论 (Theory of Structures)

该书英文版1945年第1版,1965年出版第2版。中译本:初版《结构学原理》,王德荣译,上海商务印书馆出版,1952年;2版《结构理论》,叶红玲等译,机械工业出版社出版,2005年。

该书阐述了各种结构静定和超静定状态下的内力、变形、影响线的分析方法和能量原理。介绍结构动力学的基础知识和结构理论的最新发展,全书贯穿了理论联系实际,注重工程应用和工程实际问题的处理。内容包括:第1章,平面精力基础;第2章,静定平面桁架;第3章,影响线;第4章,空间桁架;第5章,弹性体的一般原理;第6章,铰接桁架的挠度计算;第7章,超静定铰接桁架;第8章,拱与刚架;第9章,连续梁与刚架;第10章,结构分析的矩阵法;第11章,桥梁结构分析;第12章,结构动力学。

2.6 弹性理论 (Theory of Elasticity)

该书英文版1933年出版第1版,1951年出版第2版,1970年出版第3版。中译本:《弹性力学》,徐芝纶译,上海龙门联合书局出版,1952年;第2版《弹性理论》,徐芝纶等译,人民教育出版社出版,1964年;第3版《弹性理论》,徐芝纶译,高等教育出版社出版,1990年。

该书全面系统地阐述了弹性理论的平面问题、空间问题和扭转问题,弹性理论的复变函数法和变分法,及工程中有实际意义的热应力,弹性波的传播。内容包括:第1章,绪论;第2章,平面应力和平面应变;第3章,用直角坐标解二维问题;第4章,用极坐标解二维问题;第5章,光弹性实验法和云纹实验法;第6章,用曲线坐标解二维问题;第7章,三维应力和应变分析;第8章,一般定理;第9章,简单的三维问题;第10章,扭转;第11章,杆的弯曲;第12章,回转体中轴对称的应力和形变;第13章,热应力;第14章,弹性固体介质中的波的传播。

2.7 弹性稳定理论 (Theory of Elastic Stability)

该书英文版 1936 年出版第 1 版, 1961 年出版第 2 版. 中译本: 初版《弹性稳定理论》, 张福范译, 科学出版社出版, 1958 年; 2 版《弹性稳定理论》, 张福范译, 科学出版社出版, 1965 年.

书中详尽地讨论了弹性体的稳定理论, 对梁-柱、杆、环、框架、拱的屈曲, 开口薄壁杆件的扭转屈曲以及板、壳的弯曲与屈曲等方面均有论述, 并介绍了实验、设计公式及计算表格, 取材实际, 说理清晰. 内容包括: 第 1 章, 梁-柱; 第 2 章, 杆与框架的弹性屈曲; 第 3 章, 杆的非弹性屈曲; 第 4 章, 实验与设计公式; 第 5 章, 扭转屈曲; 第 6 章, 梁的横向屈曲; 第 7 章, 圆环、曲杆与拱的屈曲; 第 8 章, 薄板的弯曲; 第 9 章, 薄板的屈曲; 第 10 章, 薄壳的弯曲; 第 11 章, 壳的屈曲.

2.8 板壳理论 (Theory of Plates and Shells)

该书英文版 1940 年出版第 1 版, 1959 年出版第 2 版. 中译本: 初版《钣与壳学》, 王俊奎译, 商务印书馆出版, 1954 年; 2 版《板壳理论》, 王俊奎译, 科学出版社出版, 1977 年.

该书的特点是内容丰富, 层次分明, 机理阐述深入浅出, 数学推导精简扼要, 所得解决问题的公式或方程易于实际应用, 它是研究板和壳理论以及进行数值计算的有价值的专著. 内容包括: 第 1 章, 长矩形板的柱形面弯曲; 第 2 章, 板的纯弯曲; 第 3 章, 圆形板的对称弯曲; 第 4 章, 承受侧向载荷的板的小挠度; 第 5 章, 简支矩形板; 第 6 章, 各种边缘情况的矩形板; 第 7 章, 连续矩形板; 第 8 章, 弹性基支板; 第 9 章, 杂形板; 第 10 章, 板理论中的特殊方法和近似方法; 第 11 章, 各向异性板的弯曲; 第 12 章, 板在侧向载荷和中面力联合作用下的弯曲; 第 13 章, 板的大挠度; 第 14 章, 壳体的无弯曲变形; 第 15 章, 柱形壳的一般理论; 第 16 章, 承受轴对称载荷的旋转面形壳.

2.9 高等动力学 (Advanced Dynamics)

该书英文版 1948 年出版. 中译本: 《高等动力学》, 陈凤初译, 科学出版社出版, 1962 年.

本书叙述动力学的基本理论, 并通过实际问题来说明理论, 将动力学的一般原理同它在各个工程领域中的一些比较重要技术方面的应用结合起来. 内容包括: 第 1 章, 质点动力学; 第 2 章, 质点系动力学; 第 3 章, 约束系统动力学; 第 4 章, 微振动理论; 第 5 章, 刚体的定点转动.

2.10 材料力学史 (History of Strength of Materials)

该书英文版 1953 年出版. 中译本: 《材料力学史》, 常振揖译, 上海科学技术出版社出版, 1961 年.

该书叙述材料力学从伽利略时代 (1564 年) 开始到 1950 年的全面发展过程. 书中将这门科学的发展按年代先后分成 4 个时期, 在每个时期把一些杰出的科学家和工程师的主要贡献与他们的传记结合起来一起介绍. 其中还包括与材料力学有密切联系的弹性理论和结构理论的发展历史. 内容包括: 绪论; 第 1 章, 17 世纪中的材料力学; 第 2 章, 弹性曲线; 第 3 章, 18 世纪中的材料力学; 第 4 章, 1800~1833 年间的材料力学; 第 5 章, 数理弹性理论的开端; 第 6 章, 1833~1867 年间的材料力学; 第 7 章, 铁道工程发展时期的材料力学; 第 8 章, 1833~1867 年间的数学弹性理论; 第 9 章, 1867~1900 年间的材料力学; 第 10 章, 1867~1900 年间的结构理论; 第 11 章, 1867~1900 年间的弹性理论; 第 12 章, 20 世纪中材料力学的进展; 第 13 章, 1900~1950 年间的弹性理论; 第 14 章, 1900~1950 年间的结构理论.

公元 21 世纪, 美国土木工程、矿山冶金与石油工程、机械工程、电工电子工程和化学工程等 5 个国家级工程协会联合精选了一套 10 本高水平的经典著作, 作为“工程科学专著出版”唯有铁摩辛柯一人 3 本 (弹性理论、弹性稳定理论、板壳理论) 被列选, 可见作者及其著作的影响之深远.

3 结束语

本文叙述了世界公认的力学家和工程结构大师铁摩辛柯教授科学活动, 介绍了他的学术著作, 为学习和研究铁摩辛柯教授的系列著作提供重要依据, 也为学习和研究铁摩辛柯的工程背景和教育思想打下良好基础.

参 考 文 献

- 1 中国大百科全书, 力学卷. 北京: 中国大百科全书出版社, 1984
- 2 武际可. 力学史. 重庆: 重庆出版社, 2000
- 3 Young DH. Stephen P. Timoshenko. *Applied Mechanics Reviews*, 1972, 25(7)
- 4 纪多敏. 铁摩辛柯基础梁的解析解和广义克雷洛夫函数. *力学与实践*, 2002, 24(1): 41-43
- 5 王克林. 铁摩辛柯梁的动态稳定. *力学与实践*, 1993, 15(3): 39-41
- 6 王俊奎. 钣壳的弯曲与稳定. 北京: 国防工业出版社, 1980
- 7 中国科学技术专家传略, 力学卷 1. 北京: 中国科学技术出版社, 1992