

陈立明:在力学世界探寻科学之美

本报记者 沈静



庆祝中国共产党成立100周年
重庆市青年科技领军人才巡礼

“85后”陈立明在生活里有两个世界。

一个是现实的力学世界,他的身份是重庆大学航空航天学院教授、博士生导师,带领研究生的他,在人才培养中注重学生的逻辑推理和批判性思维培养,为学生教授材料力学、工程力学等课程,引导学生发现力学之美。

在另一世界里,陈立明围绕航空航天、汽车、装甲等领域结构轻量化国家重大需求,长期从事轻质复合材料结构力学问题的研究工作,借助复合材料结构的可设计性强等特点,他的思维和创意以力学为原点,向外发散、延展,探寻力学世界的科学之美。

歪打正着发现更丰富的世界

出生在山东省临朐县的陈立明,形容自己是个典型的理工男,生活简单、认真严谨。虽然今年才35岁,但他已经有一张非常漂亮的成绩单,他先后入选第三届中国科协“青年人才托举工程”、首批重庆英才计划-青年拔尖人才和重庆大学科研后备拔尖人才培养计划,获得第六届全国基础力学青年教师讲课比赛一等奖(材料力学组第1名)和重庆大学十佳优秀青年教师奖等。

陈立明和力学的故事还要从2003年开始说起。那年,高中毕业的他,来到哈尔滨工程大学学习工程力学。“工程力学专业并不是我的第一志愿,当时了解各个专业信息远不如现在全面,因为自己中学阶段数学和物理课程学得不错,所以当时主要选择了一些工科专业,但都没有被录取。”陈立明笑着说,没有想到这一次“意外”竟歪打正着,在这一行,一干就是近20年,未来还要干一辈子。哈尔滨工程大学作为“国防七子”之一,其前身是中国人民解放军军事工程学院,教授理论力学、材料力学、弹性力学、振动理论等专业主干课程的任课教师多数都毕业于“哈军工”,老师们严谨认真的教学态度和学校“大工至善、大学至真”的校训对自己以后从事教师这一工作产生了深远影响。

2007年,陈立明本科毕业,又面临一次选择,是否放弃本校保研机会,选择推免清华大学直博。“当时只有清华、北大等少数大学有直博的名额,是放手一搏还是稳中求胜?”这一想法让陈立明倍感压力,深思熟虑后,他与学校签订协议,主动放弃校内的保研名额,直博到清华大学。

直博学习期间,师从中科院院士、著名力学家、现中国力学学会理事长方岱宁。导师在学术上对学生极其严格,在生活上又给予学生全方位的关心和帮助。在导师的指导下陈立明逐渐确定了复合材料点阵夹芯圆柱壳静动力学性能的研究内容,开始了5年的博士研究工作,陈立明发现力学研究是一个远比他想象更丰富的世界。在直博学习期间,繁忙、熬夜,陈立明早已习以为常。

力学是工科类专业基础

2012年博士毕业之际,已经成家的陈立明是选择留在北京还是选择只



人物介绍

陈立明,重庆大学航空航天学院教授、博士生导师,重庆市青年科技领军人才协会会员,中国科协“青年人才托举工程”入选者、首批重庆英才计划-青年拔尖人才,第六届全国基础力学青年教师讲课比赛一等奖获得者,中国复合材料学会青年工作委员会委员,中国振动工程学会航天器有效载荷振动工程专业委员会委员,中国机械工业教育协会力学专业教学委员会委员,重庆力学学会理事兼副秘书长,重庆力学学会青年工作委员会秘书长,《应用数学和力学》编委。长期从事轻质复合材料结构力学研究,主持国家自然科学基金面上项目2项、青年基金1项、教育部博士点基金等科研项目20余项,授权国家发明专利3项。

来过一次的重庆成为摆在面前的一个现实问题,从哈工程到清华,一路都是妻子跟随自己,2010年妻子从清华大学硕士毕业以“选调生”身份到重庆工作,这次陈立明选择了跟随妻子,来到重庆成为重庆大学的一名青年教师。

“力学专业是所有工科类专业的基础。”陈立明介绍,力学专业毕业的学生,基础扎实、后劲足,以重庆大学力学专业毕业生为例,有的成为管理科学与

“讲课富有激情、生动、有趣”“深入浅出、善于启发我们思考”“讲课很有意思,我非常喜欢老师的讲课”……学生们这样评价陈立明的课程,国家级教学名师、清华大学教授范钦珊等专家对陈立明的课程也表示高度认可,陈立明在2016年获得第六届全国基础力学青年教师讲课比赛一等奖(材料力学组第1名)。他坚持把高水平教师团队、科研成果等学科优势转化为专业建设的教



陈立明(右)与学生讨论实验方案。

陈立明(左四)与同学们合影。

受访者供图

工程、软件工程、土木工程、机械工程和采矿工程等学科的教授,去企业和科研院所工作的毕业生就业面也非常广。

近年来力学专业已不是受学生青睐的热门专业,很多学生都不是第一志愿报考该专业,但是经过力学专业的培养,学生的发展前景非常乐观。即便毕业后不再从事力学专业方面工作,选择到航空航天、机械工程、车辆工程等领域也很容易上手。

“发展关联学科很多,比如生物医学工程、人工智能、柔性电子器件等。”陈立明所从事的科研,就是以力学和材料学相结合,研究轻质复合材料结构。

如何才能教好力学

在导师方岱宁影响下,陈立明建立了“学术上高标准、严要求,生活上多关心、解难题”的教学理念,他深刻认识到人才培养是全方位的,教师不只是学生知识的传授者与科研的领路人,更要时时以身作则,处处为人师表,以润物细无声的方式教育和引导学生树立正确的世界观和人生观,将立德树人根本任务落到实处,以培养更多超越自己的学生为目标。



学案例,不断探索构建与实践工程力学专业创新人才培养新体系。

“我所教授的课程比较多,如材料力学、工程力学、飞行器结构力学、结构力学与弹性力学基础等。”陈立明说,力学课程的推导过程须有严密的逻辑关系,突出学生的思维训练和对基本概念

的掌握,为之后其他课程衔接做准备。“从中学物理课程中的力学知识,到大学物理的力学内容再到各门力学专业课程,前期所学课程中研究对象的假设可能不再适用,学生的思维需要层层递进,再一步一步推导求解。”陈立明向记者打了比方,火箭发射,如果只知道火箭运行的轨迹,大学物理中将研究对象看成质点就能实现;但如果需要了解火箭的飞行姿态,这时再把火箭看成质点就无法得到答案,理论力学把研

究对象看成刚体(无数个质点组成的质点系,在运动中和受力作用后,形状和大小不变,而且内部各点的相对位置不变的物体),这样就能认识到其飞行姿态;但火箭发射过程中,是要发生变形和破坏的,如果还将火箭看成刚体,就不能解释其变形和破坏的现象,所以在研究材料力学和弹性力学的时候,将研究对象从刚体变为变形体,就可以研究其变形和破坏的现象。

力学推导需要严密的逻辑关系,陈立明在研究生培养中,会让逻辑思维能力强的学生做理论性工作,让动手能力强的学生偏重做实验工作,让编程能力强的学生侧重于数值模拟。“因材施教,根据学生的不同特点展开培养。”从2014年开始招收第一个研究生,截至目前,陈立明团队已毕业博士1人,硕士5人,团队成员现有15人。

从跟跑转变为领跑

“科研路就是一开始处于跟跑,然后在在一个方向的长期坚持逐渐变为别人跟着你跑。”2019年,陈立明主持的国家自然科学基金面上项目“纤维增强热塑性点阵复合材料夹芯结构制备及力学性能表征与失效机制研究”(热塑性复合材料夹芯结构领域国内第一个受到国家自然科学基金资助的项目)顺利结题,这一领域的研究也逐渐成为了热点。2019年由中科院院士杜善义、侯晓和中国工程院院士贾振元担任共同主席的国家自然科学基金委第248期双清论坛“复合材料构件制造关键基础科学问题”顺利召开。会议对热塑性复合材料结构制造开展了深入讨论,并以“高性能热塑性复合材料大型构件制造基础”为题目列入2020年国家自然科学基金重大项目指南。

热塑性复合材料夹芯结构的研究在国际上还处于起步阶段。在欧盟的框架计划下,荷兰代尔夫特理工大学、空客公司等都在加快大型热塑性复合材料主承力结构研究。陈立明针对面芯界面力学复杂、多孔、非均质、热力耦合等难题,从2015年开始在国内率先进行了连续纤维增强热塑性复合材料夹芯结构及多层级结构的设计与性能评价方法的研究。建立了热塑性复合材料夹芯结构静力学与动力学响应分析方法,突破了曲面结构及多层级结构的制备工艺,发展了夹芯结构热粘接工艺、胶柱增强工艺、电阻焊连接工艺和热铆接工艺方法。系统建立了热塑性复合材料夹芯结构界面连接工艺评价方法以及工艺参数优化方法。

陈立明发展了一种基于蒙皮纤维缠绕成型和芯层嵌锁成型工艺的连续玻璃纤维增强热塑性复合材料多层级点阵夹芯圆柱壳结构设计制备方法,为大尺寸热塑性复合材料夹芯结构在航空航天主承力结构的应用提供重要基础,相关成果发表在众多复合材料力学领域权威期刊上。

2019年陈立明顺利获批了第二项国家自然科学基金面上项目,针对交通事故现场二次冲击防护、战场冲击防护等紧急防护问题做研究。针对有效降低初始峰值载荷和提高平台期对新型吸能结构的研究提出了新的挑战。面临多孔、非均质、波传播复杂等难题,开始了在可扩展薄壁能量自锁结构的设计理论、变形机制和破坏失效机理这一新方向的研究。