振兴故事 ZHEN XING GU SHI
在这里感受辽宁奋进脉搏

燃灯者系列 RANDENGZHE

程耿东:给火箭“减重”的优化大师

本报记者 杨丽娟

据测算,火箭重量每减少一公斤,就将节省约两万美元的发射成本。程耿东指导团队为长征五号运载火箭减重达到1145公斤。这一科研成果被评价为:“从源头上提高了我国运载火箭和导弹的结构设计精细化水平。”

心若年轻,岁月不老。年过八旬的程耿东说:“科研工作一辈子也做不够,因为不断有新的挑战。”

又是一年冬去春来。

凌水河畔,大连理工大学。路边的玉兰树上,毛绒绒的花苞密密麻麻地挂满枝丫,在春风里摇曳,等待着怒放的时刻。

一位背着双肩包的白发老者,不疾不徐地走在校园里。他的身旁,不时有三三两两的年轻学子匆匆而过,和春天一样,充满活力。

50多年前,在和这些年轻人同样风华正茂的年纪,老者来到这所与共和国同龄的大学。

斗转星移,将近一个甲子的岁月过去,当年的英俊青年,早已成为这所学校的骄傲。

这位老者,就是国际著名结构优化专家、中国科学院院士程耿东。

为火箭“瘦身”飞天 寻找最优解

大连理工大学工业装备结构分析国家重点实验室里,面积不大的空间内摆满各种奇奇怪怪的实验装置和仪器,虽然看上去有些拥挤和凌乱,但为长征五号运载火箭减重等重大科技成果就来自这里。

“结构强度与轻量化设计”是近年来程耿东和团队一个很重要的研究方向。对普通人而言,这是一个很陌生也很难理解的概念,而对于我国的航天事业乃至普通人的生活来说,却有着非同寻常的意义。

“简单地说,就是通过我们的优化设计,让火箭、航空器、飞机等航空航天装备以及和老百姓生活密切相关的汽车等运载工具既轻便又结实。”程耿东通俗地给记者解释。

在航天领域有个说法,火箭上的每一克重量,都比同等重量的黄金更有价值,这种说法其实并不夸张。据测算,火箭重量每减少1公斤,就将节省约2万美元的发射成本。

针对结构强度与轻量化设计这一提升航天装备竞争力的核心技术,大连理工大学的多支研究团队,在程耿东的指导下,从2008年开始与航天一院一部联合攻关,成立航天结构强度分析中心,针对大直径运载火箭开展结构优化设计研究和攻关。

2016年11月,海南文昌发射中心,长征五号运载火箭震撼首飞。

因为结构优化给出的是轻量化的新型设计,存在一定风险,受邀在现场观看发射的程耿东感到前所未有的紧张。火箭腾空那一刻,程耿东心中一块石头落地,和团队成员一起欢呼起来。

长征五号运载火箭是我国从航天大国迈向航天强国的关键一步,作为我国运载能力最强的火箭,其运载能力与当时服役的运载火箭相比提升了两倍多,使我国运载火箭的规模实现了从中型向大型的跨越。

在参与长征五号运载火箭研制过程中,程耿东指导团队解决了火箭集中力扩散中的共性问题,以及优化列式模型建构、高效求解算法建立及拓扑优化结果的后处理等“卡脖子”问题,为长征五号运载火箭20多个部段成功“瘦身”,实现长征五号火箭结构减重达到1145公斤。此后,相关成果又相继应用于长征七号、长征五号B以及卫星平台等“国之重器”当中。

随着中国星际探测征程的脚步从地月系到行星际的跨越,他们的科研成果也飞向了宇宙更深处。

2021年5月,“天问一号”探测器成功着陆于火星乌托邦平原,在它的研制过程中,大工团队的科研成果成功让火星车设备板相关结构件减重50%以上,结构承载效率显著提升。

长征五号B运载火箭型号办公室等单位评价大工科研成果:“从源头上提高了我国运载火箭和导弹的结构设计精细化水平”“从源头上提升了我国深空探测器中复杂连接结构的设计技术水平并提供了自主可控优化设计工具”。

北京冬奥会“带动三亿人参与冰雪运动”,2020年,“结构强度与轻量化设计”国防科技创新团队,在国家重点研发计划“科技冬奥”重点专项的支持下,将“航天新型轻质高承载结构及其高效优化设计”技术运用到滑雪头盔研发中。2021年,成功研制出新一代高科技滑雪头盔,让高端科技产品走向了大众。

眼下,程耿东正在和团队做高超音速飞行器的结构优化研究。他说:“希望做点儿过去没做过的工作,开拓新的研究方向。”

“科研工作 一辈子也做不够”

从大连理工大学“院士楼”到1号实验楼,大约是七八分钟的路程。

每天,程耿东要在这条路上走两个来回。

“早晨8点半到实验室,和团队成员一起针对近期研究的课题开展讨论,帮学生梳理科研思路,修改论文,讨论计算模型和结果,或者和学生一起寻找编程和公式推导中的错误。中午回家吃饭,休息一会儿,下午回来再接着做当天的工作。”程耿东向记者透露每天的时间安排。

从2006年卸任大连理工大学校长到现在,除了外出开会,不论是周末还是节假日,甚至是大年初一,程耿东基本上重复着这样“两点一线”的生活。

年过八旬,依然跋涉在科研和教学一线,源于发自心底的热爱。程耿东说:“科研工作一辈子也做不够,因为不断有新的挑战。”

1964年,从北京大学毕业的程耿东,考入大连理工大学(时为大连工学院)读研究生。身处特殊年代,1968年研究生毕业后,作为“再教育”对象,程耿东去了北大荒军垦农场劳动一年,之后又到沈阳的一所中学当了三年半老师。

和很多1978年才回城的下乡青年相比,程耿东的幸运来得早些。帮他抓住这次运气的,是程耿东非常感激的“伯乐”,大连工学院第二任院长、中国科学院院士钱令希。

当年,程耿东优异的研究生入学成绩,让爱才惜才的钱令希注意到了这匹“千里马”。在程耿东“修理地球”的日子里,钱令希经常写信给予他鼓励和关怀,出差和开会到沈阳,也要去看看程耿东,叮嘱他业余时间钻研学问,不要荒废专业知识。

1973年,国家允许为科技专家配备助手,钱令希把握住这短暂机会,把程耿东调回大连工学院,这成为程耿东一生挚爱的科研事业的起点。水塔支架的标准图设计及汽轮机基础强振分析程序,就是这期间程耿东参与完成的,先后被多家设计院所采用。

1978年,程耿东迎来了人生的第二个“春天”。国家恢复考试选拔人才制度,除了改变无数读书人命运的高考,还有一项措施就是首次通过考试选拔公派出国留学人员。程耿东幸运地搭上了改革开放后出国留学的“头班车”,前往丹麦技术大学固体力学系学习,师从国际理论和应用力学学会主席尼奥德森教授和著名力学家奥洛霍夫教授。

那年,程耿东37岁,和导师奥洛霍夫教授同龄。这更加让程耿东意识到时不我待,他一头钻进功课里,就像年轻时那样如饥似渴。

凭着分秒必争的勤奋劲头,仅用一年半时间,程耿东就完成了学业,成为这批公派留学人员中第一个获得博士学位的人。

从青春年少到不惑之年,程耿东经历了大学生、研究生、农民、中学教师、大学助教、留学生的多重身份转换。虽然中间遇到不少波折,吃过许多苦,但程耿东还是感到幸运:“赶上了改革开放的好时代。”

回国后,程耿东确立了自己研究的主攻方向——“工程结构优化设计研究”,这是国际力学界最前沿的课题。为保持科研工作的持续性和创造性,学校也为他创造了宽松的科研环境。连续十多年,他每年都可以抽出一段时间去丹麦,继续与那里的科学家进行密切的科研合作。

播下希望的种子,必定开出艳丽的花朵,结出丰硕的果实。

程耿东的学术研究始终保持着旺盛的上升势头,多项研究工作受到国际同行的广泛认可:对实心弹性薄板的研究被称为近代布局优化的先驱;提出半解析法灵敏度分析法,运用此理论开发的软件,在机车车辆和航空航天领域得到广泛应用。

从20世纪90年代起,程耿东历经十年探索,解决了结构拓扑优化设计中一直被困扰的“奇异解”难题,被认为具有里程碑意义。

谈及学术上的成就,程耿东说自己在科研中一直“刻意创新,追求完美”。“刻意创新,就是经常问自己,我做的是不是和别人不一样?不一样在什么地方?追求完美,就是在形成基本的创新思想后,从理论、方法、软件实现及可能的应用等多个方面审视、丰富和完善自己的研究。”

“程老师做科研力求完美,精益求精,不会轻易放过任何一个问题。”回忆起跟随程耿东攻克“奇异解”的过程,程耿东的得意门生、大连理工大学工程力学系主任郭旭教授感受颇深。

让大学成为 人才聚集的“百花园”

前不久,第二轮“双一流”大学名单公布,大连理工大学的力学、机械工程、化学工程与技术3个学科入选双一流学科建设名单。

跻身“双一流”,显示出一所高校在人才培养、教师队伍建设、科学研究、社会服务等方面的实力,也意味着学校在未来有更加美好的发展前景。这让执掌过这所大学帅印11年的程耿东非常欣慰:“中国高等教育的发展环境越来越好,希望学校继续奋斗,实现新的腾飞。”

1995年11月8日,程耿东被任命为大连理工大学校长。接过任命书的那一刻,他感到了肩上担子的分量。

当时,是中国高等教育发展最困难的阶段。学校已经好多年没有新的建筑,一间办公室里摆了五六张桌子,甚至没法保证每位教师一张办公桌。每栋建筑的厕所下水道都不通畅,一进楼道就闻到难闻的气味,而教师的住宿条件更是十分困难。

这样的环境下,学校人才大量流失,离职教师数量比每年新进的还要多。

上任伊始,程耿东就提出“尊重知识,尊重人才,人才为本”的主张。在他当校长期间,国家对高等教育也开始重视,一个影响比较大的举动,就是大规模启动了“211”等重点建设工程。

程耿东抓住这个契机,想了许多办法来改善教师生活和工作条件,给教师搞研究、做学问创造一个良好的环境。

“科研活动是带有隐私性质的,多数情况下,一个做研究的人,在没成功的时候,不会告诉别人他有什么‘怪异’想法,在做什么‘荒唐’的事。好多人在一个办公室,根本出不了什么新的主意。”程耿东想办法为每位副教授以上教师争取到一间独立办公室。

为改善教师的住房条件,缓解建房资金的严重不足,程耿东想出了集资盖房的办法,加快了住房建设速度。

房子建好了,如何分配,程耿东也下了一番力气。原来住房分配时,打分不合理,一些青年教师总也排不上。他要求有关职能部门在提出具体的计分方案时,给出分配结果预测,这样就保证青年教师优秀人才能分到住房。

在任期间,程耿东启动了学校一系列的政策调整,包括住房、岗位津贴和职称评聘,并向中青年教师倾斜。

问题在一个个解决,效果也一点点显现。

一批拔尖人才在大连理工大学涌现出来,一些高层次人才也纷纷加盟。大连理工大学很快聘请了177位兼职教授、7位海外学者特聘教授,并约请8位两院院士每年短期来校指导教学和科研工作。

那段岁月,程耿东每天忙碌至深夜。国家实施“211”工程、“985”工程建设重点高校时,大连理工大学领导班子齐心合力,跨入两个工程建设高校行列,成为国内知名的大学。

从校长岗位退下来后,程耿东用自己的方式,延续着对人才工作一如既往的重视。

“我的成长离不开导师的言传身教。程老师常说‘要用欣赏的眼光看待别人的工作,要营造良好的科研合作氛围’,对我个人成长和后来的工作都特别有帮助。”他的学生、大连理工大学科学技术研究院院长王博教授说。

程耿东指导学校力学系与航空航天一院一部科研院所合作,承担国家重大立项课题,一批青年教师在这一过程中得到了锻炼,也培养出170余名博士硕士研究生。王博就是在这一科研攻关中成长起来的。

早几年,为了培养自己学生学习力学的兴趣,王博请程耿东现身说法,当时已经年逾古稀的程耿东两个小时全程站立讲课,王博笑称,这是最大牌的“助课”。

程耿东院士给本科生上课。

程耿东博士论文答辩。

程耿东院士在实验室为学生作指导。

本版照片由大连理工大学提供

程耿东

1941年生于江苏苏州,国际著名结构优化专家、中国科学院院士。长期从事工程力学、计算力学和结构优化设计研究,对实心弹性薄板的研究被称为近代布局优化的先驱,提出的结构灵敏度分析的半解析法,为很多结构优化程序采用。在结构拓扑优化研究中提出求解奇异最优解的松弛算法,被认为在该研究领域具有里程碑意义。提出的集中力扩散拓扑优化模型及其高效率求解策略,应用于我国惰性航天结构轻量化设计。著有论文300多篇、著作5部、译著2部,曾3次获国家自然科学二等奖,2020年度辽宁省科学技术最高奖获得者。

图说 TU SHUO

记者手记 SHOUJI

心若年轻 岁月不老

杨丽娟

与81岁的程耿东院士对话,很难把他归入老年人之列。

谦逊随和、思维敏捷,听程耿东院士讲过去的经历,讲现在的研究工作和想法,会被他身上散发出来那种强烈的责任感和深深的爱国情怀所打动。同时也会感受到,他有着一颗年轻的心。

程耿东院士说,他没有别的爱好,就是喜欢做科研。尽管有时候也会问自己:“到了这个年龄,多你一个有用吗?”但每次思考后,他都是坚定地回答:“多我一个还是有用的。”

心年轻,意味着战胜困难的勇气。程耿东院士经历了不少曲折,但不管在什么时候,身处何种逆境,他都是坚定地向着有光的地方前行。在北大荒的艰苦岁月里,他利用业余时间,刻苦学习专业知识;在近不惑之年,他远赴海外留学,仅用一年半时间,就获得博士学位;在中国高等教育发展最困难的阶段,他接掌大学校长帅印,启动一系列超前的改革,营造人才脱颖而出的环境,将学校带入国内知名大学行列。

心年轻,才能保持创新的激情。程院士信奉“刻意创新,追求完美”的科研信条,坚持做和别人不一样的东西,提出要张扬个性,标新立异。正因为有着这种激情,他敢于挑战权威,做博士论文时就提出了和导师不一样的想法,获得导师的赞许。最终在专业领域做出了先导性工作和开创性贡献,至今仍时刻关注国家和地方的重大科技需求,在科技创新的路上不辍前行。

当前,全球科技创新进入密集活跃期,科技创新在国家发展中的作用不言而喻。对于创新,程耿东有着很强的紧迫感和使命感,他认为作为科学家,就要更加关注国家和社会的需求,做别人没做的工作。辽宁要实现全面振兴全方位振兴,也需要在创新驱动发展上取得新突破,这些都给科技工作者提出了新要求,提供了新舞台。需求驱动创新。作为科技工作者,要完成时代赋予的重任,实现更多的“从0到1”,就需要始终保持这种排除万难的勇气,保持在科技创新最前沿不断拼搏的激情。

心若年轻,岁月不老。衷心祝愿程院士在科研道路上收获更多的快乐,取得更大的成就。也愿每一位科研人在创新的征途上都能拥有一颗年轻的心。让更多“怪异”想法冒出来,让更多看似“荒唐”的事变成一个又一个的创新。