

给飞行器“瘦身”

高炳



1克,有多重?
日常生活中的事物可以给出答案:约为一个纽扣、一根塑料吸管,或者一粒花生的重量。然而,对航空航天领域科技工作者而言,1克重量,或许意味着要用一生去探索。

1克,对动辄以吨计的飞行器,真的那么重要吗?

提运力、降能耗、减成本,就像钱学森先生曾说过的:“航天器一个零件减少一克重量都是贡献。”

20多年前,35岁的张卫红辞去国外高校终身教职,重返母校西北工业大学,投身祖国航空航天事业。当年的青年学者,如今已近花甲之年,并成为中国科学院院士。张卫红培养的西北工业大学空天结构技术创新攻坚团队,多年来潜心钻研“飞行器轻量化”,有力支撑了我国空天科技发展。

他带领的团队,更是朝气蓬勃——187名成员中,80后、90后是绝对主力,35岁以下青年超过90%。所有人,都奔着一件事——“为减轻每一克重量而奋斗”。

时光的指针,拨回到1999年。18岁的朱继宏正读高三,在保送择校时,他早就有了主意:“去西工大,当科学家!”

这位朝气蓬勃、志向远大的大学生,让刚回国不久的张卫红颇为欣慰。在他的悉心栽培下,朱继宏硕士毕业后赴欧深造,继续钻研航空航天工程,学成回国,加入导师团队。

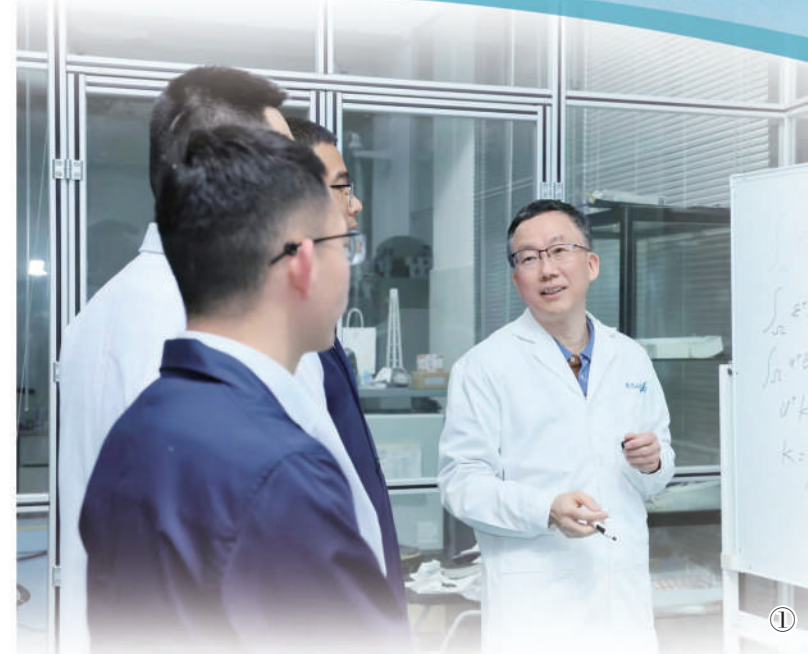
一个盛夏傍晚,张卫红接到电话:南方一家研究所研制的某型号飞机,需重新设计机翼结构。他打量了一圈团队成员,决定派朱继宏、谷小军前去支援。“年轻人嘛,要多锻炼。大胆试、大胆闯,我对你们有信心!”

那时,朱继宏是青年教师,刚到而立之年,而谷小军还在读硕士研究生,缺乏实战经验。第一次接到这么重要的任务,两个年轻人既兴奋又期待,坐着火车一路南下。

南方的盛夏,溽热难当。因为研究所搬家,临时办公室安排在旧仓库里,头顶的大风扇吱呀作响,仍然驱赶不走成群的蚊虫与滚滚的热浪。两人提着行李刚到,顾不上条件简陋,迅即投入“战斗”。

“设计机翼结构,得跨过‘模型处理、网格划分、载荷评估’这‘三座大山’。”在朱继宏看来,前期建模尤其难,“就跟盖房子一样,要是有一根木桩没搭好,房子就塌了。”

两人早出晚归,忙活了半个多月,却一直进展不大。深夜,月朗星稀,办公室旁的小河上映着月光,微风拂过,波光粼粼。“眼看着水面上的月牙‘长’成了满月,可咱们的设计任务什么时候才能完成?”谷小军耷拉着脑袋,有些泄气。



朱继宏也不多言,小声鼓励:“咱们再加把劲!”

功夫不负有心人。几天后,两个年轻人攻克关键节点,思路立马顺畅了许多。紧接着又苦战了两个月,终于出色地完成了设计任务,让机翼成功减重近百公斤。

从夏到秋,凉意驱散了暑热,谷小军感觉自己仿佛经历了一场“蜕变”。

在攻坚中接受历练,团队里的年轻人,就这样一步步成长。

一次,某大型运载火箭需要“一箭多星”方案——即设计一种合适结构,把几颗卫星支起来。张卫红带领团队里的年轻人,埋头设计了几个月。

“当时,有几公斤的重量,怎么也减不下来;几赫兹的频率,怎么也提不上去……”参与攻关的谷小军记忆犹新。有一天,大伙儿正苦思冥想,有人突然灵光一闪:“谁规定,卫星的位置必须一成不变?要不,咱给卫星‘挪挪窝儿’,跟随结构一起设计?”

大家都觉得眼前一亮,可以试一试!公式推导、方程求解……一番论证后,卫星找到了合适的“新家”。

“重量减了下来,频率提了上去,整体结构高效顺畅!”朱继宏兴奋极了,“这看似简单的‘协同优化’设计思路,是在多少个通宵达旦后,才换来的灵光一闪啊。”

如今,朱继宏已担任博士研究生导师多年,正为祖国培养更多的青年才俊。谷小军也已成为副教授,是团队里的中坚力量。

二

给飞行器“瘦身”,创新设计是关键,先进制造是保证。团队里的85后青年科技工作者杨响,钻研的正是“把设计图纸变成现实”。

“在空天制造领域,零件有两个特点:轻薄、整体化高。”杨响介绍,“轻薄自不用说,整体化高可减少连接件的数量。归根结底,都是为了‘减重’考量。”

不过,薄壁整体件制造难度很大——尺寸大、易振动、加工效率低。有一次,一家制造厂加工飞机某零件,因为形状不规则,最薄处仅3毫米,一个零件加工下来,用了35天。

“病因”在哪儿?杨响带着几名学生,开始“查体”。“为掌握机床、刀具、原材料等的特性,我们需要采集各类参数。”杨响记得,仅机床的参数,就反复测量了上千次。

3个月后,“药方”开出——师生新建的力学模型,优化了工艺,提高了加工效率。“如今加工零件,只要15天。”杨响兴奋地说。

日常科研,并不总是一帆风顺。此前一段“卡壳”的经历,让杨响至今难忘。

那是一个航空零件,加工时材料容易变形。团队里的年轻人反复尝试,变形误差范围仍超出0.1毫米。

这还不算,最让人头疼的是——加工零件时,用同一个计算模型,同一套加工参数、同一套加工工艺,每次的变形幅度都不一样。

“咋回事儿?”实验室里,师生面面相觑,百思不得其解。

杨响决定请教导师张卫红。过了一天,导师打来电话:“你们建的力学模型中,可能有一项参数并不是固定值。”

一语惊醒梦中人。杨响带着学生一一排查,发现问题可能出在毛坯原材料的参数上。

“每次加工,都用同一种原料,来自同一个厂家。我们就想当然地以为,这项参数是固定值。”杨响解释道,实际上每批次的毛坯料,力学性能都可能波动。“于是,我们把固定参数,替换成了数值区间。找准‘病灶’,模型很快得到优化。”

这些年来,导师的渊博学识和扎实功底,杨响已多次领教。最让他敬佩的,是老一辈科研工作者的勤奋敬业、一丝不苟。

一次,张卫红出差回来,把论文修改意见递给杨响——那是航班上的一个清洁袋,上面写满了密密麻麻的公式。原来飞机上找不到纸,张卫红便就地取材,出差途中的点滴时光,都不肯浪费。

杨响也秉承了老师的认真劲儿,他常常和年轻学生们一起做研究,在制造厂里蹲点调研,在实验室里忙到深夜。

三

浩瀚苍穹中,卫星的天线与太阳能电池板,犹如一把“伞”,徐徐打开。在奔向遥远的星辰大海时,“伞”越撑越大。为给卫星“瘦身”,这把“大伞”不配备传统驱动装置,仅靠一种智能材料便能自动展开。

这幅图景,34岁的张亚辉设想过无数次。“空天结构团队”里的这位青年科技工作者,多年来研究“空天智能变体结构”——尝试在创新设计、先进制造等“飞行器瘦身攻略”之外,探索一种“更遥远的未来”。

不用外力,自动变形。什么材料,这么神奇?

“它叫形状记忆合金,能‘记住’自己原来的模样。当温度改变时,它会根据需求,主动改变形状与强度。”张亚辉说,“我天天打交道的就是这种合金,知道它刚柔并济,‘记忆’超群。”

2021年秋天,张亚辉在《智能材料与结构》选修课上,介绍了这类合金的应用场景。他鼓励学生大胆设想:“你们负责设想,我负责帮你们实现。”

大三学生陈禹丞的“金点子”,让张亚辉感叹后生可畏。

“卫星的天线或电池板,能否用智能材料,做成扇子形状?”这个00后小伙子思路活跃,“扇子‘展开比’很大,收起来很小,又轻又方便。”

“在太空展开一把扇子,这个想法很新颖!”得到老师肯定,陈禹丞很受鼓舞,他一头钻进实验室里,查资料、测数据、设计方案……

几个月的努力,换来了初步方案。方案交给老师后,陈禹丞满心欢喜。不料张亚辉一针见血地指出:方案“好看”,但不够实用,“上天的东西,不能忘记‘轻量化’的初衷,要‘死抠’每一克重量。”

大胆设想,小心求证,老师的教导,陈禹丞心悦诚服。

又经过两年的探索,陈禹丞的“金点子”迈出了实验室原理样机的第一步:这种超轻量化装置,自主展开近1米时,所用的驱动材料仅重1.6克,相关专利申请已被授权。新的学期,陈禹丞继续攻读硕士学位。朝气蓬勃的“空天结构团队”里,又多了一名00后青年才俊。

自2008年进入西北工业大学后,张亚辉15年来潜心科研,记录实验数据的电脑文件越来越多。

就像数据的点滴聚垒,“空天结构团队”里,每一位成员用科研热情聚垒成了靓丽的“青春图景”。这些年来,团队先后获得国家自然科学奖、国家技术发明奖,今年还获评“中国青年五四奖章集体”。

梦,在云霄之上,在星辰大海。“轻量化,是飞行器永恒的追求”,“空天结构团队”逐梦的步伐,将永不停歇……

图①:张卫红(右一)和团队成员探讨科研进展。

图②:朱继宏(右一)和团队成员在做实验。

西北工业大学供图
版式设计:沈亦伶



“多谢了,多谢四方众乡亲,我今没有好茶饭,只有山歌敬亲人,敬亲人……”

这是风光音乐故事片《刘三姐》中的插曲。60余年来,这首《只有山歌敬亲人》因其欢快的旋律和通俗的歌词,已成传唱不衰的经典歌曲。

刘三姐的故乡,就在桂西北的宜州城。

宜州是一座拥有2100多年历史的古城,除了随处响起的山歌,城内还有众多文化遗迹。北宋诗人、书法家黄庭坚生命的最后时光就在宜州度过,后人为纪念他修建了山谷祠;明代旅行家徐霞客曾在宜州盘桓一月,并在游记中盛赞宜州山水,为纪念他而建的霞客亭至今矗立于城北会仙山上;太平天国翼王石达开及部将唱和诗刻,经历100多年的风雨侵蚀,仍清晰如昨地呈现在白龙洞石壁之上;抗日战争期间,浙江大学西迁宜州,竺可桢、丰子恺、苏步青等文化名流都曾留寓宜州,处烽火年代仍弦歌不辍……

我曾在宜州工作过4年。1997年,我离开宜州,回到湖南老家,自以为是今生再无缘与宜州相见,想不到今年6月的一场文学活动,竟让我再次走进宜州的怀抱。

那天,朋友洪金和朝顺驾车从柳州赶来接我,比我预想的时间竟然快了半个小时。他们望着我诧异的神情,笑着解释:“柳州到宜州不是原来的坑洼道了,现在全程高速,畅通无阻。”

我不禁想起有一年带女儿从宜州去柳州,坐的是吉普车,出宜州不远,因为路况差,车子颠簸得厉害,女儿晕车哭闹不休。当时想转乘火车,无奈中途又无车站。女儿小脸涨得通红的难受样,我至今都记得。昔日125公里的宜柳公路,路面大坑连着小坑,车子在这样的路上跑,大人都觉得胃里翻江倒海,何况几岁小儿?

朋友陪同我去的第一站当然是大市场,那是我当年工作的地方。刚进市场,那些久违的气味——酸笋的鲜香、烤肉的焦香、灰棕的清香一一扑鼻而来,让我恍如回到从前。人流熙攘,农产品种类明显比过去丰富。吃一碗3元的米粥或6元的米粉,会有酸萝卜、凉拌黄瓜、七彩泡椒、辣椒豆豉等20多种免费配菜供你品尝,真是物美价廉。

正逢端午时节,市场入口两侧摆满了青翠欲滴的粽叶。宜州粽子是用上等白糯米或黑糯米配以肥瘦相间的猪肉、本地甜栗、花生与绿豆等做成的,吃起来软糯香甜,口齿生津,是我几十年来忘不了的美味。

我原来在大市场旁一栋独立的5层楼房里工作,那栋楼是当年宜州城的地标建筑。如今,大市场周边全是鳞次栉比的高楼,我们转了几圈,才在一大排建筑的角落里找到我曾经的工作地。

大市场出来往东,是我之前上班时必须经的城中东路。路上曾有一座石砌的低矮拱门,附近百姓喜欢坐在门洞内纳凉聊天。那时,我骑自行车每日往返于拱门之下,只躲躲车辆扬起的尘土,却从未想去探究它的过往。

远远地,我们看到了四牌楼。如今的它变高大了,旧拱门之上加盖了两层木质结构的飞檐流阁,显得气象恢弘。旁边还立起了纪事碑,走近细瞧碑文,原来这牌楼竟是清乾隆年间所建的古建筑,为当时文人墨客吟咏唱和雅聚之地。

牌楼之下已禁车辆通行,一条宽阔的新路垂直穿过旧路,横跨碧波荡漾的龙江。江上之桥名曰“求是”,以纪念浙大西迁宜州时,校长竺可桢在此提出的“求是”校训。

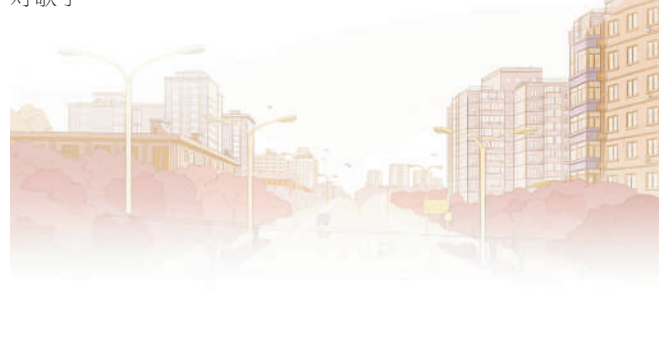
浙大的宜州旧址,后来成了军营。洪金和朝顺两位农家子弟,分别从四川和河南来到这座军营里锻炼成长,而后在柳州工作定居。他们说,宜州的那段当兵史,是他们一生宝贵的财富。

龙江对岸,那些曾经光秃秃的石头山,现在全披上了郁郁葱葱的绿装。风过处,树影婆娑,清雅奇秀。

我们的车最后停在了下视河东岸刘三姐故居前。高高的崖畔向河边伸下宽窄窄窄的码头,水碧竹翠。一位老人背着竹篓从码头走来,步履稳健。我追上去问她高寿,她微笑着用桂柳话告诉我:90岁了。看来,宜州是长寿康养之乡,果真不假!

忽地,一阵山歌飘来:“鱼在江河爱水清,鸟在山头爱树荫。人民富裕生活好,国泰民安享太平。”

循声望去,原来是一群青年男女,又在下视河竹筏之上开始对歌了……



大地

夏夜听书

邵衡宁

小时候每到暑假,就会被送回苏北老家。记忆里那时最快乐的事情,便是夏夜在打麦场上听苏北大鼓。

正是十一二岁年纪,假期作业又少,有大把的时光任我们挥霍:白天在走廊的阴凉里,看祖父收藏的闲书;晚来匆匆匆匆了饭,就换上飘着檀香皂清香的裙子,奔向打麦场上。

唱鼓书的是一位远亲的爷爷,他那时50岁出头,身材高大,声音沙哑醇厚,会唱《薛仁贵征东》《战金山》等十几部长篇鼓书。天色将晚,待他那特定节奏的鼓点响起,村庄里大人小孩都放下饭碗围拢过来。有的自带板凳,有的铺块麻袋盘腿而坐,而我们这些年轻的女孩子们讲究些,会铺上草席。打麦场上,早有热心的乡邻点燃了驱蚊的艾草。

苏北大鼓,说书人唱时,左手敲一副月牙形钢板,右手持鼓槌击鼓,又说又唱,并带着手、眼、身、步的表演,一人饰演多角,真可谓张口可调动千军万马,让人听得惊心动魄。偏苏北大鼓又最讲究悬念设置,一环套一环,环环相扣,让听书人如痴如醉。

开场小帽多是唱文明新风,第一句是文绉绉的“西江月”。待到听书的人来得差不多了,说书人突然鼓点激越,钢板翻飞,仿佛千军万马正扑将过来,刹那间烟尘滚滚。常听书的人知道,这就要“书归正传”了。

月光如水的打麦场上,辛劳一天的大人们都听得入神,说书人直唱得嗓子都哑了,入迷的听书人仍不肯散去,纷纷恳求再唱一段。都是乡里乡亲,说书人辈分又长,于是多唱了一段又一段。直到夜色已深,想着不能误第二天的营生,人们才意犹未尽地散了场,我也恋恋不舍地回家睡去。说好的唱一晚鼓书,酬劳是五公斤粮食,说书人绝不索要。转天白天,我还沉浸在剧情里,巴巴地盼着晚上

快点到来,好听那“下回分解”。

那一部部鼓书,在没有电视、没有网络的夏天夜晚,给我们带来那么多欢乐。那些唱得好的鼓书艺人,也成了我们这些孩子的偶像。他们唱的人物,那种家国情怀、民族大义,深深刻在我们的记忆里。鼓书艺人在说书养活自己的同时,也使古老乡村文脉得以传承,生生不息。

后来,录音机和电视机兴起,乡村的娱乐生活渐渐丰富起来,唱鼓书渐渐没了市场。很多乡村鼓书艺人转行了,但也有坚守者,求新求变,推出了琴鼓联台,有的还把演出场地搬到了网络上。

后来,我很少回故乡了,本来鼓书已在我生活中渐渐渐远,但近来巧遇一位当年也痴迷苏北大鼓的朋友,才知道,苏北大鼓入选了国家级非物质文化遗产代表性项目名录,人称“大鼓状元”的苏北大鼓非遗传承人

牛崇光,近年还成了“网红主播”,拥有10多万粉丝。

如今,我闲来会在网上听听苏北大鼓,有时也会听听家乡的民间小调。那些熟悉的乡音,让我有种找到根的亲切。进而,我又找出上大学时祖父送我的家乡县志,细细研读。故乡文化像一条浩浩荡荡的大河润泽着我的身心,让我常忍不住赞叹:父辈生活过的这块土地上,原来还有这么多丰厚有趣的东西,等待我们去发掘和传承。

我们一家离开故土多年,年已八旬的母亲和妹妹住在一起,每每说起故乡,格外想念。那日和妹妹视频通话,突然想起牛崇光唱的长篇鼓书《无艳春秋》,赶紧找出让妹妹放给母亲看。那熟悉的鼓声甫一敲响,视频那端的母亲就落泪了。在白发暮年,母亲终于又听到了她年轻时痴迷的鼓书,听到了夏夜打麦场上熟悉的吟唱……