



当选院士后逐渐“叛逆”， 他向经典理论说“不”

■本报记者 陈欢欢



2016年3月，徐建中在工程热物理所建所六十周年学术论坛上致辞。

1 颠覆

1995年当选中国科学院院士似乎是徐建中科研生涯的分水岭。

在那之前，他三十余年的工作以理论研究为主。当选院士后，55岁的他不再满足于将理论停留在纸面，曾多次向同事表明，自己可以去冒更大的风险，做一件对国家有更大贡献的事。

他在1996年10月13日写给学生的信中提到，当选院士后，自己花了很多时间抓大项目，其中就包括提出制定高超音速推进计划的建议。

普通民航客机的巡航速度不到1马赫，超过5马赫被称为高超音速飞机，是未来发展方向和“兵家必争之地”。但彼时，中国却是联合国五大常任理事国中，唯一不能独立研制先进航空发动机的国家。

由于技术壁垒很高，徐建中判断，中国发展新原理发动机将是打破西方垄断甚至超越西方的战略选择。2000年前后，他便在自己的实验室布局了对转冲压压气机方向。

为了实现在高超音速飞行，传统做法是配备涡轮、冲压两套发动机，分别在3马赫以下和以上工作。其缺陷是其中一套在不工作时会成为“累赘”，业内俗称“死重”。虽然死沉死沉，但不能不要。并且，它们交接时还存在模态转换这一技术性难题。

而徐建中提出的对转冲压发动机，则能以一敌二，直接达到高超音速，中间没有模态转换，更不存在“死重”。

想法虽然好，却有点“生不逢时”。研发航空发动机需耗资巨资，被认为是一个国家综合国力的体现。但2000年时，我国人均GDP（国内生产总值）不足1000美

2 接力



1983年，徐建中（前排右三）在麻省理工学院陪同吴仲华（前排右二）访问。

徐建中曾多次提到，中国之所以不能研制先进航空发动机，其根源在于基础研究严重不足。

他之所以敢颠覆传统，底气来源于三十余年对激波扎实的理论研究。

徐建中的导师、中国科学院院士吴仲华是我国工程热物理学科创始人，也是叶轮机械三元流动理论的创始人。

第二次世界大战后，各国都投入重金研发航空发动机，但由于其内部流动的控制方程异常复杂，根本无法求解。直到1950年吴仲华的叶轮机械三元流动理论横空出世，利用吴氏方程将复杂的三维空间流动问题简化为二维计算，从而使得利用计算机求解成为可能。

吴仲华从此成为国际同行敬仰的 famous Wu。1979年他出访美国时，甚至连正在研发的飞机发动机都允许他参观，美国通用电气公司还派出专机接送，以示敬意。

不过，该理论只适用于马赫数小于1的流场。随着飞行速度增加，当激波出现时，气流的参数急剧变化，吴氏方程不再能连续求解。

面对这一世界性难题，徐建中通过对激波的深入研究，利用弱激波关系使激波从间断重新变成连续，从而把叶轮机械三元流动理论从亚音速拓展到跨音速。后来，他又发展出熵产极小化激波增压理论，使得叶轮机械三元流动理论的适应性进一步拓展到超音速。

师徒接力，使得这项理论历经七十余年经久不衰。即使如今计算机已经能够求解全三维流体方程，罗罗、GE等国际公司依然在

元，全社会研发投入尚不足现在的2.5%。
“当时科研界可以说刚刚从脱贫走向温饱，徐先生敢在那么艰难的条件下做这么一件大事，这是真正的科学精神。”中国科学院院士金红光认为。

在这样的背景下，徐建中的冒险行为自然遭受不少非议。在争取项目立项时，一位领导曾直白地反对：美国都没做，我们为什么要做？徐建中平静地反问道：美国不做，我们就不能做吗？

徐建中敢为人先，自然有他的过人之处。在航空发动机的设计中，当马赫数达到1左右时，会出现激波现象，导致阻力、损失急剧增大，因此教科书上的传统方法都尽量避免激波。徐建中却凭借着对激波的透彻理解，反而增强和利用激波，再想办法减少损失。

2009年，中国科学院雪中送炭送来了一笔研究经费，当时全国甚至找不到能做实验的实验台，一切从零开始。所谓原创技术，意味着没有经验可供借鉴，仅突破叶栅这一关，他们就用了十年时间。

再大的困难都无法动摇徐建中中心的信念。在研究经费捉襟见肘时，徐建中曾对赵庆军说：“吃不上饭也要干。”看到徒弟笑得无奈，他又补上一句：“不这么想就干不成大事。”赵庆军也跟老师开玩笑：“没钱我可就走了。”徐建中不慌不忙地“回击”道：“我看你已经爱上了这个事业，操都操不走了。”

如今，他们原创的低焓增激波增压对转冲压压气机取消了高低压转子之间的导叶，2级叶片的增压能力就相当于传统的4~6级，重量和尺寸都大大减小。

利用吴氏方程进行初步设计。
曾经的徐建中，只要不出差，一周七天都在办公室，从早上七点多工作到晚上七点多，雷打不动。他不爱用手机，只要打办公室电话，一准能找到他。如今因为脚腿不好，又怕麻烦别人，徐建中高大的身影不再出现在他最爱的办公室，但大家还是会时常想起他的许多金句。

徐建中曾跟多位晚辈、学生说过：“年轻人要在理论上有所创新，年纪大了以后，才可以转成工程应用，才能干大事。”“人生如果有两条路摆在面前，一定要选难走的那条，因为它往往更有前途。”

工程热物理所研究员赵巍就是这两句话坚定的执行者。初到团队时，他负责整机总体性能，后来转到对转涡轮和对转冲压压气机气动设计，走了一条难度倍增的路。

如今回头再看，他发现所有出现故障的地方都是认识比较薄弱的环节，但凡前期有充分的理论研究，就能游刃有余地解决难题。

“正是因为前期做到了徐院士提倡的甘坐冷板凳，后面才不知不觉‘轻舟已过万重山’。”赵巍说。

同徐建中相识超过30年的同事都反映他的性格是敢爱敢恨、不怕得罪人。83岁时徐建中曾在一次活动上给离退休职工鞠躬道歉：年轻的时候脾气比较急，但都是为了科研，请大家原谅。

而晚辈中却很少有人见过他发脾气。赵巍说：“徐院士从不分派硬性任务，但是大家反而更自觉。”当年为了布局光热发电这一新兴方向，徐建中积极支持中国科学院电工研究所研究员王志峰申请“973”计划项目，结果提炼科学问题难度太大，开会几十次定不下来，受挫的王志峰差点放弃。“但徐院士没有批评我，一句重话都没说过，只是鼓励。”王志峰回忆。后来这一项目成功立项，也为工程技术出身的王志峰增加了宝贵的基础研究经验，他坦言受益终身。此外，布局的冷门方向无人认领，徐建中也不着急，秉承着“愿者上钩”的原则等待合适的人选。

学生中唯一一见过徐建中生气的可能只有赵庆军。那是他第一次出国，因为没带正装被徐建中一顿训，认为影响了中国人的形象，后来不得不借了件西服去作报告，此后出国再不敢大意。

十多年前，徐建中因为总选择独树一帜的研究而引起《中国科学报》记者的兴趣。但每次说起采访，他却毫无例外地摆手：“采访别人吧，别写我。”

除了原创的新原理发动机，徐建中在风能方向的研究布局也与众不同。

当选院士之后，徐建中以更高标准要求自已。2004到2006年，他接连三次给国家领导人写信，建议发展循环经济、分布式能源和风力发电，都得到了批示。在那之前，即使是专家层面，也鲜有人支持可再生能源。

除了积极建言，徐建中还在当时“没钱、没人、没政策”的大环境下，勇敢地成立了风电公司，一边进行风能研究，一边向工程应用发展，成功研制出我国首套国产化兆瓦级风电叶片。

即便是白手起家的新领域，他依然不改本色，坚持“别人能做的我们不做的”原则，要求课题组去攻克那些“企业做不了、只有中国科学院能做”的技术。因此，他在2005年前后便提出发展非常超前的深远海漂浮式风电，后来又提出风能热利用新赛道。

深远海的风力资源量远高于近海，但技术难度也大得多，到目前为止全世界尚未真正实现商

徐建中的创新之魂，源于年少时的一次顿悟。1955年10月，钱学森等一大批科学家冲破重重阻力回到祖国的消息轰动全国。15岁的顽皮少年徐建中受此影响，突然决定好好学习，立志做一名科技工作者。

回忆起这一转变，如今85岁的徐建中说：“可能每个人人生都会有一个顿悟吧。”

从此之后，他每日苦读，不再闯祸。到1958年高考前，徐建中文理科成绩都很好，老师们纷纷给他提议——考北大、上清华，而他一心想上一所能当科学家的大学。

正在琢磨时，新成立的中国科学技术大学（以下简称中国科大）进入他的视线。报纸上说，这是



徐建中

受访者供图

业化。风热机组则可以直接将风能转化为热能，省去了中间转化为电的环节，不仅效率大大提升，还能解决近年来备受困扰的“弃风”问题。

“徐老师对风能发展方向的预判，看的不是三五年，是未来的十年、二十年。”工程热物理所研究员李庆安如是说。

可以说，当选院士之后，徐建中选择的是当时很冷门、不容易争取经费、重要性在日后才逐渐凸显的研究方向。

也许是因为自己淋过雨，徐建中也愿意为别人撑把伞。

2016年，南京理工大学教授陈光霖名找到徐建中，介绍自己团队研发的一种新型高温合金材料，可用于制造发动机热端部件，但一直走不出实验室。

第一次见面的徐建中在详细了解各项指标后，当即表示愿意在自己的新原理发动机上试用。

此前数次碰壁的徐建中惊呆了：“越是创新的、革命性的新材料，往往越没人敢用。新原理发动机本身就是创新，如果再加上新材料的不确定性就更高，没想到徐院士反而鼓励我们要规避不利因素，勇于尝试。”

4 起点

一所由中国科学院创办的旨在培养前沿尖端科技人才的研究型大学。他毫不犹豫地报考了，最终成为中国科大力学系首届学生。更幸运的是，力学系系主任由钱学森亲自担任，徐建中“追星”成功。

1958年9月17日，刚入学的新生在校长郭沫若和作曲家吕驥带领下，在大礼堂学唱校歌。这是徐建中第一次唱起“迎着永恒的东风，把红旗高举起来，插上科学的高峰，科学的高峰在不断创造”。从此，他的心中便种下“攀登科学高峰”的种子，而后又用一生践行着登峰精神。

如今谈到母校，徐建中多次热泪盈眶。他哽咽地表示：“从我的眼神和表情上可以看出来，我对当时还是很怀念的。”

是啊，怎能不怀念？那时候，他听罗庚、吴文俊讲高等数学，严格的推理、精确的演绎令人叹为观止；他听吴有训、严济慈在没有暖气的大教室讲解普通物理，课堂氛围热火朝天；他给钱学森写条子，给“星际航行概论”课提意见，钱学森解释说，由于各项工作太忙，只能利用坐车的时间考虑习题，这才导致改来改去。

即使每天都泡在数理知识中，钱学森还嫌不够，又专门给力学系讲授了卡门和比奥合写的《工程中的数学方法》。这样经过五年的训练，在被录取为吴仲华研究生后，吴仲华直言：“中国科大大学生基础都没问题，因此要用MIT（美国麻省理工学院）的标准要求你们。”

所谓MIT的标准，实际就是对研究生采用自学加答疑的教学方式，由吴仲华亲自制定教学方

不调皮捣蛋？谁家小孩不犯错误？尤其是干创新的事，不能打击积极性。

徐建中就是这样的人，一切以对创新有利为根本原则。为了创新，他敢跟领导拍桌子，也敢支持素昧平生的年轻人；可以毫不犹豫地放弃出国，也可以在六十多岁从零开始全新的研究。直到85岁高龄，徐建中对年轻时的很多事淡忘了，唯独说起原创的新原理发动机依然目光炯炯、侃侃而谈。

这张宝贵的人场券，也为该材料后续进入研发快车道奠定了基础。

“科研人员一旦保守，就关上了创新的大门。”金红光说，“徐先生不是安逸做科研的人，他是登峰的人，是坚韧的人。登峰的路一定不好走，但是他轻易不会被打趴下。”



2014年7月，徐建中在张北草原与团队成员合影。

案。二十多本参考书基本都是原版教材。自学完后学生认为准备好了，就可以要求考试。徐建中最终用三年半的时间提前完成全部学业。

传闻吴仲华的考试特别难，用的是MIT原版试卷。徐建中拿到后却发现没有想象中难。原本要求三日内交卷，总共六道大题，他不到两个小时就完成了。徐建中不敢交卷，又蹉跎一日才交上去。后来吴仲华夸他答得不错，他才斗胆说自己两小时就已做完，吴仲华听后哈哈大笑。

徐建中坦言：“自学比听老师讲课要艰苦得多，但自学有特殊的乐趣。”最重要的是，这种学习方式让他摸到了科学研究的门道。日后在培养学生时，他也总是强调要博览群书、融会贯通。

回忆起那段时光，徐建中说：“在中国科学院念书是一种幸福，可以思考很多问题，想不完的问题，吃饭睡觉都在想，真是有意思。”

日复一日的深度思考如水滴石穿般在徐建中身上留下印记。

1983年，吴仲华率团访美期间同著名学者、美国加州大学伯克利分校校长田长霖会面。田长霖当面向吴仲华请教其创立的叶轮机械三元流动理论的内涵和精髓。吴仲华没有直接回答，而是点名让徐建中谈谈体会。

面对这突如其来的“小考”，徐建中仿佛早有准备，将平时所思所想娓娓道来，认为该理论有一座“桥梁”、两个“支柱”和一个不变量。一番透彻的分析令田长霖频频点头，连吴仲华也说：“看来你的理解比我还深一些。”

5 本色

宇航学会、美国机械工程师学会主办的顶级会议上发表3篇论文，走出低谷。

六十多岁时，徐建中争取新原理发动机立项屡屡受挫。直到七十岁，他终偿所愿，“从心所欲，不逾矩”。

八十岁，深知一款航空发动机的诞生通常需要几十年、几代人的努力，徐建中乐观又清醒地对赵庆军说：“做成这个发动机不一定是我的事，也不一定是你的事。”他不执着于工程进度，反而叮嘱年轻人加强理论创新，去冲击新的高峰。他以数十年不变的赤子之心告诫团队成员：“要始终把为国家作贡献放在第一位，向着自己的目标坚定地走下去，可能要花十年、二十年时间，但无所畏惧。”

徐建中曾开导李庆安：“所有事情的发生都有发生的道理，一帆风顺不见得是好事，历经磨难也不见得是坏事。”

这句不经意说出的话，很可能是徐建中六十余载科研登峰的真实写照，年轻时经历的所有崎岖最终都转化为内心的坚定，那个一心要为祖国勇攀科学高峰的少年越攀越高，终于和大师先辈们在顶峰相见。