

张海鸥团队：

# 海鸥，领航金属3D制造

本报记者 魏劲松 通讯员 王潇潇



### 人物小传

张海鸥，华中科技大学教授，该校数字制造装备与技术国家重点实验室工艺方向学术带头人，东京大学工学博士。曾主持完成20多项国家自然科学基金、863计划、国防预研等课题，先后获20项国内发明专利和1项国际发明专利。

弧光留下刺眼的烙印  
无怨，那是冬日唯一的火种  
烤炙着漫天的雪花  
照亮着拓路者前行  
更传承着格物致知  
……

这是一首节选自《奋斗者之歌》的小诗，作者为华中科技大学硕士龚巨秋。他说，这首诗是送给他的导师、华科著名科研伉俪张海鸥、王桂兰教授的礼物，也是研究生们跟随导师艰难探索的纪实。

春节里，华科机械学院数字制造装备与技术国家重点实验室的实验基地中，张海鸥团队仍在加紧制造一批应用于航空领域的高端金属铸件。春节前，该团队携金属3D制造技术和欧洲空中客车公司签署了科研项目合作协议。这意味着，在不久的将来，空客飞机包括机翼、发动机等在内的飞机零部件将可能实现中国打印。

### 紧贴时代脉搏才有意义

在王桂兰眼中，丈夫张海鸥是个多才多艺的人。“他的歌唱得非常好，我当时就是这样上当的。”谈起当年，50多岁的王桂兰略有些羞涩。

1987年，在北京科技大学读完研究生后，张海鸥只身一人东渡日本。彼时，他想继续学习轧钢技术，但日本导师却指点道：“这方面的技术，日本已经研究得差不多了。”一语惊醒梦中人，张海鸥随即转向，开始耕耘特种精密成形加工研究领域。

6年后，王桂兰也到东京大学留学深造。“八千里路云和月”“往事不堪回首”，王桂兰这样形容当年东渡日本艰辛求学岁月。黎明即起，每天用近4个小时的时间搭乘地铁往返，深夜12点左右回到家，开始准备自己和丈夫第二天的饭菜。除完成导师布置的科研任务外，他俩博览群书，就系列材料成形加工前沿技术收集了大量相关资料，整整装满了31个大箱子。这些资料都是为回国教学与研究做准备的。

1998年，张海鸥和王桂兰放弃在日本东京大学的高薪聘请，回国任教。“当初回国时，清华大学、上海交大也发了邀请，我的叔叔、北航机器人院士张启先建议我们去华科开展机器人应用材料成形加工的探索研究。后来，华科原校长周济院士专门找我们深谈。最终，我们选择留在这里。”张海鸥说。

张海鸥深有感触地说：“我父母都是革命老干部，可能受他们的影响吧，我觉得个人发展只有紧贴国家发展的脉搏才有意义和前途。”父母重病住院，他俩去医院探望，每次二老都撵他们回校，嘱咐他们“不要浪费了时间，要努力工作，报效祖国”。

当时，实验室条件非常艰苦，逢雨天经常屋顶漏雨，地面渗水，“天上水，地下火，耀眼的电弧光刺得眼睛充血，面部脱了一层又一层皮”。学生们

分成四班，轮流进实验室，可是两位教授却从早到晚都坚守在第一线。他们甚至专门买了行军床，攻坚阶段就睡在实验室。常年的艰苦奋斗，导致两位教授的身体常年处在亚健康阶段。

经过不懈努力，他们带领团队用了15年的时间，终于破解了困扰金属3D打印的世界级技术难题，实现了我国首超西方的微型边铸边锻的颠覆性原始创新。

### “包饺子”妙解世界难题

张海鸥夫妇刚到华科，就开始了创新的第一步——用等离子熔射技术制造金属模具和金属零件。

等离子技术并不是张海鸥首创，但应用等离子技术来制造金属模具和零件，张海鸥却是第一人。张海鸥将这一技术不断完善、创新，并应用到许多关系国计民生的领域，如汽车模具制造、先进发动机高温零部件制造等。

当时，金属3D打印出的铸件表面比较粗糙，无法直接当零件使用，需做后续机械加工，遇到复杂零件更是几乎不可能实现。张海鸥带领团队反复实验，在金属3D打印中复合了铣削，边打印边铣削加工，解决了上述难题，2004年一举获得国家发明专利。同时，在高温零部件的制造上，他带领团队将原先需要5道工序才能完成的加工集成成一道工序。在轿车仪表盘模具制造上，他们将制造时间从原来的85天减少至37天。有企业敏锐地看到了它的前景，已经在世界上率先将其应用于丰田轿车仪表盘模具制造。

张海鸥团队创新的步伐并未停止。2009年，他开始构想如何让金属3D打印铸件具备锻件性能，使之能应用于高端领域。“很多同行在这里受阻或认可了3D打印不能打印锻件的论断。”张海鸥偏偏要去挑战这样一个大家都觉得不能完成的事，希望在金属3D打印中加入锻打技术，不用消耗耗时的成形后热处理就能获得等轴晶锻件组织性能。

“研发过程是痛苦的。”张海鸥说，有段时间问题不断，前面问题刚解决，新问题又冒出来，加之2012年前国内外对3D打印并不看好，几乎得不到支持。但张海鸥没有放弃，他坚信这项技术具有战略价值。他带领团队从早到晚在实验室反复实验、不断试错。2010年，大型飞机蒙皮热压成形模具的诞生，验证了张海鸥在3D打印中复合锻打的可行性。其后，该技术不断完善，打印出飞机用钛合金、高温合



金、海洋深潜器、核电用钢等高端金属铸件，其稳定性均超过传统铸件。

近日，记者在张海鸥教授位于华中科技大学的数字制造装备与技术国家重点实验室的实验基地，看到了这项融合了3D打印、固态锻造、机器人3项技术的最新成果。

进入实验基地，一台长4米、高和宽均为2米的“铁疙瘩”映入眼帘，它可是世界上首次成功打印出具有锻件性能的高端金属零件。在填充金属丝材后，打印针头来回移动，材料从3D打印针头中被挤出来，物料在这一过程中被一层一层叠加成形，同时高温热处理，轧辊沿着熔积方向对熔积层锻造，最后铣削成形。

“传统工艺铸造、锻造、铣削是分别完成的，但在这台机器上实现了一体化。”张海鸥解释说，如果把制作一个精密复杂零件想成包饺子，那么就需要和面、擀皮、配馅等环节，如果其中一个环节不到位，下锅后可能就露馅，现在这些工序合在一起，皮馅结合紧致，就不会露馅。“露馅的饺子还能吃，但零件‘露馅’就会疏松，只能报废。”

2016年7月份，张海鸥团队研发出微锻锻同步复合设备，并打印出全球第一批锻件：铁路关键部件轴叉和航空发动机重要部件过渡锻。专家表示，这种新方法制作“将为航空航天高性能关键部件的制造提供我国独创国际领先的高效率、短流程、低成本、绿色智能制造的前瞻性技术支持。”

更难能可贵的是，这种技术以高效廉价的电弧为热源，以低成本金属丝材为原料，材料利用率达80%以上，传统工艺的材料利用率仅为5%。且无需大型锻锻设备和模具，通过计算机直接控制锻锻路径，大大降低了设备投资和运行成本。

### “异想天开”成就领跑地位

与发达国家相比，我国3D打印产业大多停留在科研层面，一直处于“跟跑”阶段。要摆脱“跟跑”的尴尬，必须创新。张海鸥介绍说，目前由“智能微锻”



## 重视“小草”的大创新

胡文鹏

张海鸥和他的团队火了。自去年7月份他发明的3D金属制造技术公布以来，业内高度关注，就连空中客车公司、美国通用电气公司这样的国际标杆企业也不远万里，前来与其洽谈、签约。来自全球制造业领军者的肯定，无疑是对这项创新技术的高度认可。

但是，网络上对这一技术的评价却呈现两极化。大部分网友评价正面、积极，但也有少数质疑声音，例如，“懂行的都知道没啥用”“技术创新意义不大，只是在喷嘴后面加了个锤子”“根本就是用焊条生生摆出的工件”。而在刚刚结束的国家增材重点专项评审中，张海鸥团队竟然落选了。那厢，是国际标杆企业的热捧，这

厢，却是评选结果名落孙山。其中的信息，值得品味。

像绝大多数一线科研工作者一样，张海鸥没有过高的行政职务，也没有耀眼的光环，甚至从未拿过单项金额超100万元的科研课题。他只是一棵创新之林中的“小草”，这也是中国绝大多数一线科技工作者的写照与常态。

不过，张海鸥和他的团队有一股“不服输”的精神，其3D金属制造技术更不可小视。首先，这项技术首次将分离数百年的铸造、锻压、焊接与热处理合而为一，实现了“铸锻一体化”。其次，这项技术将3D打印变为3D制造。3D打印技术问世30多年了，但是金属3D打印本质上仍是一种3D铸造，处于“中看不中用”的阶段。张海鸥团

队打出首个3D锻件，且零件多个性能高出传统锻件，这无疑是一次重大突破。最后，这一技术能制造出超过1米的大型锻件，朝着推广应用再进一步。这也是这一技术能引起航空、通用高度关注的主要原因。

创新不是一件容易的事，需要以10年为单位的时间投入，需要成千上万的试验测试，需要无比深厚的学识积累，需要常人难以忍耐的潜心苦研，需要那一刹那的灵光一现。但创新最不需要的，就是闲出外、比出身、拼资历、论大小。用创新成果和市场反应之外的标准去评判创新，是对创新的莫大伤害。

今日之中国，从未像今天这般呼唤创新。在《中国制造2025》这份雄

打印出的高性能金属锻件，已达到2.2米长，约260公斤，最大尺寸达2200毫米和1800×1400×20毫米，大小是欧美国家能够打印出来的高端金属件的4倍，也是世界上唯一可以打印出大型高可靠性金属锻件的增材制造技术装备。现有设备已打印飞机用钛合金、海洋深潜器、核电用钢等8种金属材料。

令人难以置信的是，这项技术竟是张海鸥夫妇争论争出来的。王桂兰教授说，七八年前，张海鸥首次向她提出“铸锻一体化”构想，她认为这是异想天开，两人还争论了一场。张海鸥笑着说：“这不怪她，谁叫铸、锻、铣分离技术存在了上千年，要改变谈何容易？”不过争论，张海鸥的设想打开了王桂兰的思路，她最后还是带着10多个学生展开实验，“当时想着要是行不通，也至少可以让他死心”。王桂兰说。

研发过程失败了很多次，他们也争论了很多次。王桂兰笑着说，“但之后，我又会不自觉地按他的思路继续试，错了就继续争，争完再接着干。”夫妇俩夜以继日地研发，全身心地投入到实验中，15年来几乎天天吃食堂，家里厨房一年不用了几次。

反复实验、不断试错之后，研究方向愈加清晰。2012年，张海鸥团队承接了西安航空动力股份有限公司委托的制造发动机过渡段零件任务。鉴定认为，张海鸥团队制造的产品与欧洲航天局的项目指标和数据相比，抗拉强度、屈服强度、塑性指标分别超过航空标准锻件的12.9%、31.4%、5.9%。

这一技术还能同时控制零件的形状尺寸和组织性能，大大缩短了产品生产周期，制造一个两吨重的大型金属铸件，过去需要3个月以上，现在仅需10天左右。

张海鸥团队在成功研发出该技术后，并未让技术躺在实验室里“睡大觉”，而是通过建立产业化基地——天显公司开展技术转化和推广。

目前，在我国研制的新型战斗机上，一种新型复杂钛合金接头已经使用了该技术；航天某院也开展了和张海鸥团队的相关技术合作。与此同时，国外航空与动力巨头也开始抢滩该领域。美国通用和空客纷纷上门洽谈合作。空客公司中国区COO弗兰索瓦·裴瑞表示，通过与张海鸥团队的合作，能使空客公司制造技术取得更大的突破，继续保持其商用飞机制造领域的全球领先地位。

上图 张海鸥、王桂兰夫妇。  
左图 张海鸥团队演示金属3D制造技术。（资料图片）



90后清沙工费梦星：

## 沙漠深处七载守望

本报记者 陈力 通讯员 李红红

“你放心地上班吧，过几天我去治沙点陪你过年！”春节前夕，杜慧与丈夫费梦星依依惜别。半年多了，家住巴彦淖尔市磴口县的费梦星与新婚妻子总是聚少离多。这不，费梦星又登上了前往360治沙点的列车。

临(临河)策(策克)铁路沿线自然环境非常恶劣，有大片无人区，夏天最高气温超过40摄氏度，冬天最低气温零下30摄氏度，一年四季风沙肆虐。临策铁路沙害严重，治沙点大都建在无人区至的荒漠路段，只能用所处位置的铁路公里数来界定，“360治沙点”由此得名。

凌晨5时，气温低至零下20多摄氏度，东方的鱼肚白泛着冷色。费梦星登上皮卡车，在此起彼伏的沙丘间艰难穿行。一天的沙害巡视工作开始了：铲沙、装沙、背袋、掩埋……在颇有韵律的叮当声中，费梦星和工友撸起袖子，一起用编织袋把线路上的沙子装袋，再背到低洼处倾倒，最后再压上一层黄土。接近中午，他们才清理完隧道内外的积沙。

360治沙点一共有13名清沙工，27岁的费梦星是13名清沙工中唯一的“90后”。从2010年初至今，他守就是近7年。费梦星对6公里长的呼口一号隧道和二号隧道口比家门都熟悉，“隧道口属于沙害重灾区，也是每周重点巡查的位置，无风时3天巡查清理一次。风沙大时，往往需要连续2天到3天分段清理。”

360治沙点没有水源，工程治沙是这里护路的唯一手段。费梦星他们织出的150公里长的沙障，网格就达250万平方米。除了为大漠织“纱”，费梦星和工友们还要维修这一个一个黑色网格，种植梭梭草、红柳等耐寒抗旱植物。在治沙点种树，甚至比养活一个孩子都难。

7载苦守，费梦星与沙相伴，眼瞅着清沙点也从过去的10个减少到了6个，许多地方种植的固沙植物已经完全成活。一想到这，守望在治沙点的费梦星就觉得很幸福。



### 帅气！飞行学院汽车兵

空军石家庄飞行学院某场站汽车连的官兵们，始终坚持隐患问题共享，把事故苗头消灭在萌芽状态，每天动车数十台、行驶数百公里，保持63年安全行车无事故。为此，他们先后被全军、空军评为“红旗车分队标兵单位”。60多年前，正是这个连队，第一次提出了“宁停三分，不抢一秒”和“一慢二看三通过”这两句安全警示语。

刘川摄影报道



英武的汽车连官兵整装待发。



雪后，官兵集合检修车辆。



官兵交流车辆养护经验。



本版编辑 胡文鹏 杨开新 徐达  
联系邮箱 jrbw@163.com