

华中科技大学计算机科学与技术学院图计算团队——

持续创造研究领域新纪录

本报记者 李霞

讲述·弘扬科学家精神

人物名片

华中科技大学计算机科学与技术学院图计算团队，近年多次打破图计算世界纪录，屡获该领域国际大奖。该团队所在实验室由华中科技大学教授金海于2000年回国创建，承担起多个国家重点科研项目。金海教授团队曾获国家自然科学奖二等奖1项、国家科技进步奖二等奖2项、国家技术发明奖二等奖1项，团队拥有数十项国际发明专利。

2022年11月，由华中科技大学计算机科学与技术学院图计算团队研发的图计算引擎——基于“鹏城云脑II”，在国际超级计算大会第二十五届图计算500强排名中，获得单源最短路径性能第一、广度优先搜索性能在国产处理器中排名第一。

作为该项目的主持研发团队负责人，华中科技大学计算机科学与技术学院副教授张宇和博士生赵进感到十分兴奋，“虽然团队成员平均年龄仅有25岁左右，但大家精诚合作、集智攻关，一起攻克了世界难题。”张宇感慨地说。

从零开始不断探索，频频在国际上获得大奖

当前，全球大数据进入加速发展期，图计算作为下一代人工智能的关键技术，目前已被广泛应用于医疗、教育、金融等众多领域。图计算500强榜单是国际计算机学会和电气与电子工程师协会联合组织的国际上评价超级计算机图计算性能的权威榜单。图计算是一种重要的图数据算法模型。图计算里的图，不是指“图像”，而是指一种抽象的数据结构。研究人员在此基础上要进行个体分析、关系挖掘和复杂计算，实现知识推理和事件溯源及预测。

如今，很多喜爱科学的年轻网友都变成了华科图计算团队的“粉丝”。张宇说：“排名不是目的，我们从2010年就开始开展图计算相关研究，接下来我们会推动科研成果产业化落地，更好地服务国家经济社会发展。”

图计算概念最早被提出时，张宇就对它产生了浓厚的兴趣：“那时候，我就意识到图计算将是未来研究的热点方向。”2011年，张宇读博时开始主攻高性能图计算系统软件和体系结构方向，开启了他的漫漫科研之路……

近年来，这支年轻的团队在国际大赛中频频获得大奖并刷新世界纪录。2021年11月18日，在国际超级计算大会上揭晓的第十八届绿色图计算500强和第二十三届图计算500强排名中，他们就曾荣获性能功耗比和单机性能两项第一。2022年，第二十四届图计算500强排名揭晓，由他们研发的图计算机性能再次打破图计算性能纪录，首次实现单机性能超越超级计算机图计算性能。

张宇说：“性能功耗比第一，通俗地理解



上图：张宇（右二）带领赵进（左二）和团队其他成员在实验室做研究。

右图：金海在参加学术论坛。

以上图片均为华中科技大学提供

就是，我们图计算机每瓦能处理的边数量第一。单机性能第一，是我们的图计算机在单机范畴内，边处理速度第一，上千台同类机都不如我们一台机器跑得快。”

张宇说，这些成绩的背后，离不开实验室的支持和金海教授的努力。金海是华中科技大学大数据技术与系统国家重点工程研究中心主任、服务计算技术与系统教育部重点实验室暨集群与网络计算湖北省重点实验室主任。2000年，他在海外完成博士后研究工作回国，创建了这个实验室。当时国内相关领域研究刚刚起步，实验室从零开始，购设备、找场地、立项目……一路走来，个中艰辛，金海记忆深刻：“最近几年，实验室多次实现排名第一，受到业界关注；其实相关研究已经做了十几年，都是厚积薄发的结果。”

瞄准学术前沿，面向国家重大战略需求

早在2015年，金海就敏锐地发现了图计算的巨大应用价值：“图是大数据时代最普遍地表示事物与事物之间关系的载体，大数据处理的能力实际上就是图数据处理的能力。”于是，实验室提出用专门的加速芯片作图处理的方案。但是，由于图计算相关技术还在发展过程中，当时软件系统也处于研发阶段，不少同行专家并不看好这个方案，认为不切实际，甚至有人提出反对；但金海基于自己的调研和判断，还是坚持了下来，毅然展开研究……

后来，国家在“十三五”期间确立了重点研发计划“面向图计算的通用计算机技术与系统”，这个计划的牵头人就是实验室的廖小飞

开展中试研究，还能提供安全培训、分析检测等一系列服务。

集团也有中试车间，为何非要舍近求远，从杭州跑到衢州做？“主要还是看中了这里的高校资源，可以为咱们提供科研指导。”胡辉说。

不仅如此，基地位于智造新城高新园区，中试所需化工材料、环保设施、集控室等资源配套齐全，还有技术人员全程指导。公司中试车间做不了的测试，在这里都能迎刃而解。尝到了甜头，胡辉有了新计划：“听说基地还有二期规划，我们琢磨投资一个车间。”

“服务区域产业一定要‘适销对路’，要因地制宜分析当地产业结构，让学科专业发展契合当地产业所需。”任其龙说，打造中试基地的初衷，就是要充分发挥自身资源优势服务社会，实现从基础研究到成果产业化的全过程无缝衔接。

搭上浙江大学的“快车”，衢州筑巢引凤，集聚海内外高层次研究人员近150人，巨化集团、华友钴业等几十家本土企业与之开展技术攻关，签订横向技术合同76项，总金额达5150万元……

从西子湖畔到三衢大地，眼下，浙江大学把眼光瞄准长三角，一跃来到了黄浦江畔。

2020年6月，上海市政府向浙江大学发出邀请，立足上海发展定位，共建的新型研发机构——上海浙江大学高等研究院应运而生，打造集“计算+”全球人才引育高地、交叉学科研究范式创新引擎和长三角创新创业生态圈于一体的重大科创平台。

不同于在省内向下辐射，上海浙江大学高等研究院常务副院长吴飞坦言，学校这次布局上海，压力不言而喻，“不仅因为上海是发达地区，更因为在上海需要协同更多创新元素做出‘上海高度’。”

作为“外来户”，高研院该如何立足？吴飞说，早在创立之初，他们就定下了4个目标，其中一项重要使命就是融入并服务好上海本地

教授，该专项从中期到结题都被评定为优秀。

事实也证明了金海的判断。如今，金海教授的实验室已经成为拥有40多位教师和300多名学生、引领学术前沿的科研团队；研究方向也从原来的并行计算、高性能计算扩展到现在的分布式计算、云计算、大数据。

“困难随时出现，压力一直都有！”95后博士生赵进坦言科研之路的艰辛，“团队成员一年到头几乎都扎在实验室，老师带我们做研究，从早忙到晚。”有一次，赵进在作图计算数据访问优化时，遇到一个性能瓶颈，思考研究数月，仍然没有突破。当看见别人已经发表多篇论文，赵进产生了放弃的念头。但张宇一直鼓励他：“要勇于触碰世界级难题，不要满足于做简单的事。”最终，在张老师的指导下，联合其他图计算专家，赵进成功解决了难题，相关成果也在国际会议上发表。

团队成员沈千格虽然加入团队时间不长，

拼搏筑起通往高峰的石阶

在采访过程中，记者感受最深刻的就是团队成员勇于挑战、不懈拼搏的精神：从最初，研究方向被质疑甚至被反对，团队成员在巨大压力面前，不放弃对理想目标的坚持和科研事业的热爱，完成“从0到1”的突破；到现在，团队成员依然选择挑战世界级难题，选择迎难而上，追求卓越。

宝剑锋从磨砺出。敢于挑战的勇气来自科研实力，来自团队合作，更来自每名成员坚

守。在实验室的日日夜夜，“每天早上8点到实验室，晚上10点离开；有时候回到宿舍，还在想白天没解决的问题。”“只要睡前不去想科研的问题，就不会失眠；有时凌晨2点我还在处理程序漏洞。”诚然，正是每一个坚守、拼搏的日夜，筑起了通往高峰的石阶。

记者手记

应用在新新能源汽车、轨道交通以及5G通信等领域。”科创中心先进半导体研究院教授张辉介绍。

薄薄一片氧化镓晶圆，市场价高达数万元，对高性能功率器件研发有重要价值，研究过程历尽艰辛。

“这是众多科研人员夜以继日奋斗在前线的‘战果’。”张辉说，氧化镓单晶生长要在1800摄氏度的高温熔炉里，一块单晶生长光熔化原料就得花费一天时间，从准备原料到最后单晶产品生成，需要整整3天时间，整个过程都离不开人。

如今，在科创中心，中青年科研人员已成长为骨干力量，通宵达旦做科研早已是家常便饭。“就拿这次制备氧化镓晶圆来说，团队人员坚守了三天三夜，困了就暂时在椅子上打个盹儿，累了就去走廊上活动两下，大家无怨无悔。”院士专家来了，技术骨干干了，年轻博士后、工程师也来了……

“既是同城的新型大学校区，又是开放科技园区，同时还是科技创新‘特区’。我们融合各种体制机制的特色，从这个角度来说，科创中心倒像个‘四不像’。”杨德仁打趣道。

作为新型研发机构，科创中心也定下了明确的目标，“我们要发挥优势，吸引一批科学家，聚焦一批创业者，撬动一批投资者，打造高层次人才‘蓄水池’和‘立交桥’，打通从基础研究、颠覆性技术研发到成果转化与产业化的全链条，畅通科技创新‘最初一公里’到‘最后一公里’之间的死亡谷，建设创新人才集聚的最优生态社区。”他说。

扎根大地谋发展，新型科教组织形式逐步成为服务和支撑浙江全域乃至长三角地区的“名片”。

由院士领衔组建团队，产教真正融合，培养产业适用的创新人才，同时实现科技成果的高校转移，浙江大学正在探索开辟发展新领域新赛道，塑造发展新动能新优势。

工匠绝活

（绝活看点）

定中心、开孔、拉拔、鼓腹、敛口、折肩、卷口、做腰线……通过10余年苦心钻研，福建省陶瓷艺术大师、省级非遗代表性传承人卢佳伦成功复原了薄胎酱釉器制作技艺。他的手作造型优雅简约，2017年，创下最薄0.3毫米的纪录，厚度相当于鸡蛋壳。

福建省福州市长乐区黄石村，橄榄树下一排陶艺工作室里，摆满形态各异的坛罐，其中一种十几厘米大小，造型优雅，规整、简约，陶壁的厚度仅0.3毫米，相当于鸡蛋壳那么厚！这些精美的陶器便是出自福建省陶瓷艺术大师、省级非遗代表性传承人卢佳伦之手。通过近10年苦心钻研，卢佳伦成功复原了薄胎酱釉器技艺。

薄胎酱釉器原产于福州洪塘窑，宋元时期在文人雅士中广泛使用，后因时代变迁，逐渐销声匿迹，制作技术也渐渐失传。

上世纪90年代，在福州三坊七巷改造过程中出土了一种宋代陶罐，胎壁极薄，陶片厚度约1毫米。一接触这种制作薄胎陶器的技艺，卢佳伦便对此深深着迷……

为了复原古代技艺，2006年，卢佳伦到江苏宜兴丁蜀镇进修一年，专攻细泥陶艺。回窑后他翻史料，画图稿，不断试做，“开始时，做坏的陶器被一车车倒掉。”卢佳伦说，经过10余年的磨砺，2017年，他的作品创下最薄0.3毫米的纪录。

制作薄胎陶器，成品率只有3%左右。“关键要心静手稳，心手合一。”卢佳伦介绍，手抖，坯体会扭曲，拉坯到厚度1毫米以下时，保持形状最难；工序要一次性完成，不能中断，不能修坯。稍不留神，胎壁就会崩塌或扭曲。

在用泥上，卢佳伦的要求近乎苛刻，泥料须取自福州洪塘一带，由闽江冲积而成的河道上的泥土，质地细腻，黏性好。采料后经数月的陈腐氧化，多次的淘洗、练泥、配比，才能制成精泥。

取来配好的精泥，卢佳伦开始在转盘上娴熟地操作，自创的各式工具都派上了用场。定中心、开孔、拉拔、鼓腹、敛口、折肩、卷口、做腰线……他一丝不苟，用手指感知着，控制着胎体厚度，掌握成型的临界点，不差毫厘。

“挑战极薄作品时，每一步都至关重要，当泥体快要塌下时，匠人要调动全身力气进行抢救。”卢佳伦说，“从早上起来做，一天8小时，能做成功一个就不错了。心要细，不能急。”

拉坯后，阴干、上釉、烧制，环环相扣。烧制也是重要环节之一，炉温必须控制好，要慢升、慢降，确保胎与釉膨胀收缩的同步，让它们有机融合，防止开裂。

卢佳伦将国外博物馆收藏的福州洪塘窑精品作为复原参考，不断比对、完善作品。他的复原品，釉色光亮莹润、形制圆润饱满，弧线优美、古朴自然，体现了宋元以来福州的人文思想。在放大镜下，陶罐表面釉面结晶色彩斑斓，有的像银河星辰，这是用古法调制原矿釉，经窑变产生的特殊效果。

福州地区历史上陶瓷文化兴盛。怀安窑、洪塘窑通过海上丝绸之路远销海外，但随着时代变迁，行业逐渐式微……这一现象，让卢佳伦心痛不已！在距他工作室100米的山坡上，有一座极具文化价值、长达70米的古龙窑。经他奔走呼吁，古龙窑2019年被列为一般不可移动文物。

转盘悠悠，窑火冉冉。在复原薄胎技艺后，卢佳伦又成功复原、烧制了唐代怀安窑的部分品种，以青瓷茶具为主，他将其取名“榕窑”。他希望政府加大扶持力度，吸引年轻人才加入这个行业，建立工坊、陶艺村或主题公园，复兴陶瓷文化，“历史上闽江口一带窑口星罗棋布，我们要让不息的窑火重放光彩！”他动情地说。



卢佳伦在制作陶罐。

本报记者 连锦添摄

专注十余年 复原古陶艺

本报记者 连锦添