

科研学子

电子科技大学博士生：

一招将“黑色黄金”变成“白菜价”

■本报通讯员 姚卓琛 祁德飞 冯佳鑫 记者 王之康

“把甲烷导入熔融的铜液中形成气泡，甲烷在气泡表面分解为碳原子，碳原子在气泡表面组装为石墨烯，而后随气泡到达熔融铜表面，并飞到收集器中。随着气泡不断产生，高质量的石墨烯便会不断生长出来。”

没错，从现在起，制备石墨烯就是这么简单：从装置的一端通入常见且廉价的天然气，在装置的另一端就会源源不断地产生出高质量的“黑色黄金”石墨烯。这就是电子科技大学基础与前沿研究院2013级博士生唐永亮与美国得克萨斯州州立大学教授于庆凯共同提出的制备石墨烯的新方法。

近日，唐永亮在材料科学领域顶级期刊《材料化学》上发表论文，对这一方法进行了系统的阐述。期刊审稿人认为，“该方法填补了传统化学气相沉积法(CVD法)和氧化还原法之间的空白，对石墨烯的实际应用将起到极大地推进作用，并且有望进一步地应用于其他高质量二维材料的大量制备。”换句话说，这个新方法不仅能使石墨烯变成“白菜价”，还将为更多二维材料的大规模生产开辟新途径。

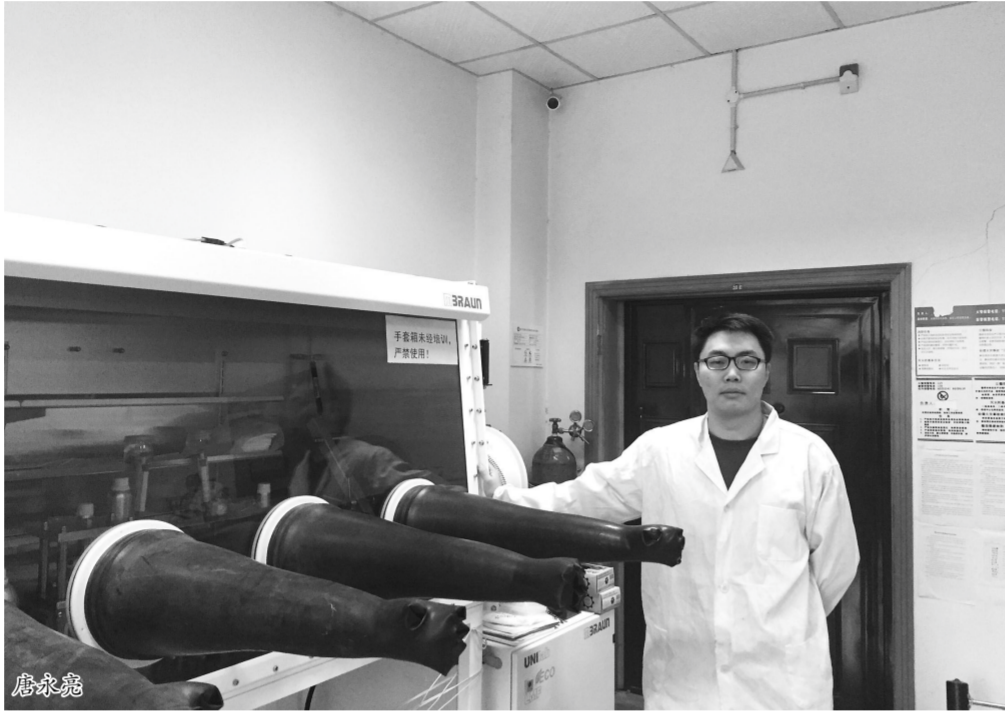
在实验室里，唐永亮通过这种方法，用十分简单的小型装置，一小时就可以生产出9克石墨烯。如果实现了产业化，用大型装置进行生产，产出还会更大。毫无疑问，它为石墨烯的广泛应用突破了一道瓶颈。

传统制备方法难以两全

自石墨烯发现以来，人们不断研究发现在电学、热学、力学等方面的各种神奇性质以及巨大应用前景，并尝试用各种方法制备生产。但目前流行的制备方法各有优劣，难以两全：气相沉积法质量好而产量低，氧化还原法产量高但质量差。

唐永亮在开始研究时就确立目标，要找到一种既能保证产量又能保证质量的方法。他认为，现在常用的大规模制备石墨烯的氧化还原法，会对石墨烯的“晶格”造成严重破坏，极大地影响石墨烯成品的质量。因此，从一开始他就舍弃了“氧化还原法”这个研究路径。

那么，气相沉积法如何突破呢？唐永亮说，这种方法的原理是通过高温含碳气体分解形成碳原子沉积在金属基体表面形成石墨烯，质量



很不错，但是生成的第一层石墨烯会阻碍金属对反应过程的催化作用，因而产量很低。问题的关键就在于怎么让催化金属和含碳气体进行充分、持续的接触。

唐永亮首先想到用液态金属代替“气相沉积法”中的固态金属。2015年，他向导师祖小涛教授求救，祖小涛充分肯定他的设想，并推荐他与美国得克萨斯州立大学教授于庆凯合作。

于庆凯是石墨烯生长领域的开拓者之一，最早提出并实践了在铜表面用气相沉积法生长石墨烯，在镍箔上生长石墨烯的工作也被广泛应用。而且，当时于庆凯那里有开展液态金属相关的成套实验设备。

巨大创新来自小小改动

在得克萨斯州立大学，唐永亮深入钻研，一干就是一年半。他提出在液态金属中“吹泡泡”

的想法，得到了于庆凯的充分肯定。据他们了解，之前还从来没有过这样做过，唐永亮很可能是“第一个吃螃蟹的人”。

实验效果如他所料，“在熔融金属中发生反应，气泡就会一直不断地产生，一个新的气泡就会形成一个新的没有石墨烯的表面，不断地产生气泡，石墨烯就会不断地产生出来，从而提高石墨烯的产量”。

为了寻找一种催化效果最好的金属，唐永亮像爱迪生寻找钨丝那样在诸多金属材料中进行尝试筛选。最开始用镍和铜做催化，发现长出来的东西都达不到预期。此后，他又花了三个月的时间，先后用铜、铜镍合金等诸多种金属进行实验，并对比这些不同种类的金属催化剂生产石墨烯的厚度和质量，最后发现铜的效果最好、产量最高，“石墨烯生长出来之后，就像漂浮在水面的一张油纸那样漂在液态铜的表面”。

接踵而来的难题是，如何把这一层层漂浮

的石墨烯收集起来呢？最容易想到的办法，当然是用机械的方法捞出来。但这种办法显然是不便操作且效率低下的。百思不解之时，他偶与于庆凯教授交流，于庆凯说：“何不把它吹出来？”

“这是一个重要的提示！”唐永亮说，“石墨烯跟液态铜的浸润性很差，它们俩是不会粘在一起的，如果通入气体吹一下，漂浮在液态铜表面的石墨烯就会飞起来，我们只需要在装置的尾端设置一个罐子收集就可以了。”

“传统的气相沉积法的产量很小，根本无法用克来计量，只能说面积有多少平方厘米，像手机这么大的一层石墨烯，可能都要几百块钱。”唐永亮说，“采用我的方法，石墨烯的制造成本跟氧化还原法差不多，1克只要几块钱，质量比氧化还原法高得多。”

把石墨烯推向产业应用

经过一年半的研究，唐永亮在2016年下半年探索出了一套相对成熟的石墨烯制备方法。他很快就撰写了论文，对这种方法进行梳理总结。由于这种方法史无前例，因此，唐永亮对这篇取得突破性进展的论文的成功发表满怀信心。

2016年，他将论文投给《科学》和《自然》。但没有料到，论文均被拒稿。《自然》的编辑肯定了他的这一创新制备方法，但也一针见血地指出这种方法的不足——相比于传统的气相沉积法，唐永亮的气泡气相法产出的石墨烯依然较厚。

虽然遭受挫折，但这一原创性成果瑕不掩瑜。随后，唐永亮对自己的研究进行了优化，并投稿给《材料化学》期刊，结果顺利发表。现在，他正在努力解决如何通过“把气泡打碎”和“调整气体浓度”等方法，进一步优化该方法的产出数量和质量，期望在不久的将来再次向《科学》和《自然》进军。

作为新材料中的“黑色黄金”，石墨烯在电子、导电油墨、防腐涂料、储能设备、航空航天等领域有着巨大的潜在市场等待挖掘。目前，唐永亮已经与江苏常州一家公司取得合作，该公司采用他的新方法之后，用中型设备可以每小时生产200克较高质量的石墨烯。

“用了没多久，石墨烯将广泛进入我们的生活，改变这个世界！”唐永亮说。

南京航空航天大学：多项技术助力「鲲龙」AG600首飞

日前，我国自主研发的全球最大水陆两栖飞机“鲲龙”AG600在广东珠海首飞成功，它与运-20、C919合称中国大飞机“三剑客”，其研制对我国民机产业的发展具有里程碑的意义，而总设计师正是南航1984级校友黄领才。

“你是总设计师，要好好干”

“这是一艘能飞起来的船，也是一架能游泳的飞机。”中航通用飞机有限责任公司（以下简称“中航通飞”）副总工程师、AG600总设计师黄领才经常这样向别人介绍他的“宝贝”。

据了解，AG600的最大特点是“大、新、奇”。它比A320客机机身长4米，选用新材料、新设计标准，外观像一只会飞的船，可以说是“海陆空任我行”。

据央视网消息，2012年，习近平总书记来到中航通飞珠海基地总装车间听取情况介绍，其中就包括正在研发的AG600机头工程物理样机。

作为解说员，黄领才清楚地记得，习总书记关切地询问了这款能够满足我国森林灭火、海上救援等需求的飞机的相关情况，并要求通飞加快推进研制，早日投入使用，并叮嘱他：“你是总设计师，要好好干。”

在AG600研制的数年里，黄领才每周工作七天是常态，每天工作十多个小时是常事，晚上都是10点多才回家，几乎把自己扎根在了工厂。经过无数个“5+2”“白加黑”，他们用实际行动兑现了承诺：从立项、研制、总装下线到成功首飞，AG600仅用了几年，如今已成为国之重器。

王牌专业出总师

1984年，黄领才考入南京航空学院（南航前身）飞机系直升机专业。虽然毕业已近30年，但黄领才在南航期间的辅导员、现任航空宇航学院院长夏品奇对他在校期间表现仍赞不绝口。

夏品奇说，黄领才刚上大学时十分低调，看来有些默默无闻，但有一件事让他开始关注这位学生：“在整个大学期间，他每个周末都去爬

紫金山，风雨无阻，除了放假回家，几乎从未中断过，十分难得。他不光是为了锻炼身体，更是为了培养自己持之以恒的精神和毅力。”

在夏品奇看来，黄领才能够不断取得事业上的进步，除了扎实的专业基础，与其在大学期间练就的强健体魄和惊人毅力密不可分，“他做事充满了激情，遇到了困难总是会以积极的态度去克服它，我经常用他的故事来教育我后来的学生们”。

大学毕业后，黄领才历经多个飞机型号设计技术研究工作，积累了丰富的飞机系统设计和经验，在飞机结构设计、复合材料应用方面成为了国内知名专家。他主持设计研制某型机挂架，填补国内空白；主持设计研制某型运输机挂架，极大提高了使用维护性和出勤效率；主持研制某型中高空无人机平台、某型动力三角翼、Y12F等多种型号的新机研制，其中大展弦比全复合材料整体共固化机翼研制成功，属国内首创。从2009年开始担任大型水陆两栖飞机常务副总设计师、总设计师，带领设计团队攻克多项关键技术难关，为大型水陆两栖飞机AG600的研制作出了重大贡献。

值得一提的是，作为目前国内唯一的直升机专业，除了黄领才之外，南航直升机专业已经培养出了航空工业直升机总设计师吴希明、直升机设计研究所所长洪蛟、航空工业首席技术专家邓景辉等数十位行业领导和总师。

南航团队助首飞

AG600成功首飞的背后，还凝聚着南航科研人员的汗水。南航的轻型通用航空飞行器技术协同创新中心以中航通飞为总设计师单位，联合协同单位组成攻关小组，攻克了气动布局、复合材料结构布局设计、材料许用值等关键问题，并共同开展了飞机水动力载荷计算、机腹部分断阶段设计和起落架机构优化设计等，为AG600飞机的研发提供了重要的技术支持。

南航航空宇航学院教授张大林带领团队与中航通飞团队协作，在一年多时间里，成功完成了AG600发动机滑油散热系统和发动机短舱通风冷却系统的设计、研制工作。此外，南航还有众多校友和科研人员参与了AG600的研制工作。

南航与AG600责任主体的中航通飞有着密切合作，2016年9月11日，中航通飞与南航签署了战略合作协议，联合打造通航人才培养基地，培养通用航空飞行、机务、运营、服务等中高层次人才，以满足我国高速发展的通航产业人才需求。

2017年，南航设立的中航通飞博士班开班，首期招收22名学员，均为公司科研骨干。

未来，双方还将在合作模式、合作机构、合作平台方面加快创新，在通用航空人才和工程管理人才的培养、低成本复合材料的研发方面加大合作力度，实现产、学、研、用的有机结合，共同为中国通用航空产业的发展贡献力量。

高校学人

艾渤：十年“杰青”路

■本报通讯员 袁芳

从2007年博士后出站来到北京交通大学，到2017年获得国家杰出青年科学基金项目资助，十年间，轨道交通控制与安全国家重点实验室副主任艾渤瞄准高速铁路场景下电磁传播与无线信道建模这一领域，刻苦攻关，取得了一系列基础性创新研究成果，为高速铁路列车控制信号的可靠传输，为高速铁路移动通信网络优化运营奠定了坚实的理论基础。

求索有路勤为径

这位杰青获得者的成长史，可以说是一部“坏小孩逆袭记”：出生于书香门第，父亲是西北大学物理系研究生，母亲毕业于中国医科大学（北京协和医科大学前身）。艾渤三岁就能读英文书信，中学时期即叛逆，辜负严父厚望，高考勉强被武警部队院校录取。

然而，正是那几年军旅生涯彻底改变了艾渤的人生，为他烙上永不褪色的军人特质。1999年，在军队磨砺了6年、曾经历1998年抗洪救灾生死考验的艾渤考上西安电子科技大学攻读研究生，开始了信息可靠传输方向的研究。

“每天早晨就像听到军号吹响一样，他六点就起床工作了。”在团队带头人、轨道交通控制与安全国家重点实验室通信方向首席教授钟章队眼中，艾渤这位来到团队迅速成长为中坚力量的年轻人最大的特质是勤奋。“他一进团队，就表现出了不同的气质，进入状态特别容易，做事不用特别动员。”

且看艾渤十年来的成绩单：发表SCI期刊论文130余篇，其中IEEE期刊论文82篇；4篇论文成为ESI高被引论文，其中1篇为ESI热点论文；指导的研究生有7篇论文获得国际会议论文奖项；主持国家自然科学基金杰出、国家“863”计划课题等28项，获得省部级科技奖励7项。

仅用了不到五年时间，4项关于铁路场景无线信道测量准则、信道模型以及智能网的研究成果就被写入国家铁路局中华人民共和国行业标准/规范中；被国际电联ITU、国际标准化组织3GPP、IEEE标准组织、欧洲科学技术组织COST采纳提案16项。

这些成绩的背后，是艾渤全身心投入科研的无数个日夜。“很多夜晚常常是凌晨两点睡觉，五六点钟又起来继续工作，另外就是追求高效。”而且对智能手机和微博、微信等电子设备与社交软件，艾渤一直都不感兴趣，“我的时间太少，不够娱乐”。直到2015年3月份，因为要去美国斯

坦福大学高访，为了便于和国内通信联系，才让博士生帮他开通了微信。

说到艾渤，曾与他并肩作战的同事还提到一个字——静。基础理论研究工作与工程项目不同，前者要静得下来，“十年磨一剑”，要耐得住一时半会儿不出成果的寂寞。在这方面，艾渤显示出与平时演讲或作报告时慷慨激昂截然相反的一面，一旦需要思考一个问题或投入到一项工作，他可以在一种状态中持续很长时间。有位同事回忆与艾渤去上海参加会议的经历时，印象最深的是，从晚上7点到第二天早上7点，他始终静静地一人伏案工作，仿佛凝固在那里。

正是基于勤于挖掘这些宝藏，获得宝贵的数据，艾渤和团队在国际上首先提出了将高速铁路场景分为16类的建议。大量的实践研究让艾渤在教学中如鱼得水，学生们喜欢听他讲课，因为可以知道学习的理论能有什么样的实际用处。

创新无涯苦作舟

“高移动速度下的传输究竟可以支持多高的传输速率？”这个问题至今没有人给出答案。”十年前，艾渤刚来到北京交通大学时，钟章队把“高速移动复杂场景的无线信道理论与方法研究”这个方向交到她手中。

“列车高速移动会引起信道的非平稳性”是国际国内专家都急于解决的难题，无线传播信道特性决定无线通信系统性能。对于传输列车控制信号的专用移动通信系统，其无线信道特性是专用移动通信网规划与优化、可靠传输关键技术性能评估、确保列车安全运营的重要基础，因此被列入《万个科学难题》（轨道交通卷）。

哪个国家的专家先攻克这一难题，无疑就会为自己祖国轨道交通事业发展赢得先机。面对挑战，艾渤骨子里军人的荣誉感和使命感油然而生。

为寻求答案，艾渤作为队长，带领6名博士生长途跋涉，力求拿到高架桥、隧道、路堑、横跨桥等高速铁路复杂场景宝贵的第一手研究数据。2009年郑西高铁试运行前夕，团队进行实地场景测量，列车从起点到终点往返一直运行，时速一度要保持在380千米左右，早上6点上车，等到下车时已是晚上7点。2010年夏天，艾渤带领5个博士研究生用11天时间跨越9个城市，走访全国三个铁道勘察设计院，调研范围覆盖5条高速铁路，行程超过5000千米。

有些实验必须等轨道交通停运后才可以实施。于是，他们昼伏夜出，深夜进入工程现场，完成布线、测试工作，在第一列车开始工作之前退回驻地。

工作的苦常常被发现的喜悦替代。方兴未艾的中国高铁建设和城市轨道交通建设成为科研工作者的沃土，有着其他国家相关领域没有的优

南林大教授研发生物质「改性塑形」新材料

本报讯 近日，由南京林业大学教授周小凡研发的秸秆“改性塑形”生物质新材料在行业内引起了很大关注。这款新材料能替代传统人造板工艺中的木塑材料，并能有效提高人造板弯曲强度等基本属性，避免使用胶黏剂

等对环境污染的化学物质，还能运用到个性化家具等领域。最为神奇之处在于，仅需10分钟就能使农作物秸秆塑形，变身成不用胶的人造板。

目前，传统的人造板制造工艺需要胶黏剂，像胶合板、刨花板、纤维板等人造板如被弃用，对环境污染和人体健康存在危害，像苯和甲醛等挥发性化学物质易被排放到大气中，影响植物的生长和人类的健康，甚至有致癌性。

走进周小凡的办公室，室内摆放着三种形态的新材料“模型”，一小袋像麦粒形态的塑料颗粒最先映入眼帘。据了解，这就是“升级变形”前的基础材料。据他介绍，传统的玉米秸秆是一种天然的高分子材料，但由于其热分解温度比较低，在280℃开始热分解，没有办法利用热塑再加工利用。新型的生物质塑料粒子温度只需保持在120℃~150℃之间，就可以制备出新型的生物质秸秆制品。

周小凡利用农忙后废弃的棉花秸秆，混合板皮、锯末和木粉等木材加工废弃物，采用特殊的制备工艺，使农作物秸秆塑形，只需10分钟，就可以制备出一款新型的生物质“改性”材料，且具有“自塑形”“不用胶”，弯曲性能强，吸水性能高，抗霉变、无甲醛等生态环保的性能，制备无甲醛无胶黏剂高密度人造板。

新材料塑形的两个“模型”，是一堆硬度很强的防水性能高的类似地板的“升级”木材和一张薄薄的像叶片形状的塑料形态的薄膜。据介绍，这便是秸秆材料塑形的两个“新身体”，前者可用于代替传统的木塑材料，运用到地板和红木家具中，且密度由红木家具国际标准的1.0g/cm³提高到1.3g/cm³~1.5g/cm³，弯曲强度高达70MPa，是普通木塑材料国际标准的三倍。造价由原先的每吨9300多元降低至每吨1825元，为原先的1/5。后者则可用于高强度、防水防潮性能“瓦楞纸”和电容器纸、汽车滤纸等高性能秸秆塑化纸的制备。

不仅如此，由于竹纤维制造的内衣等纺织品拥有抗菌性、吸湿性能强等特点，目前竹纤维纺织品市场需求逐日增加，但传统的原竹纤维在加工过程中存在属性易被破坏和造价高等劣势。据周小凡介绍，生物质“改性塑形”新材料还可以运用到竹纤维领域，制作工艺简单，并提高其抗菌性和弹性，生态环保且造价便宜。

（蒋学飞 温才妃）



艾渤

高默吟摄

十年艰辛终回报

十年来，他和团队成员通力合作，在相关领域取得了许多突破性进展。如提出高速移动复杂场景无线信道测量准则与方法；发现新的传播现象和信道特征；提出符合信道非平稳特征的方向性信道建模方法、低复杂度基于简化的射线跟踪和一致性散射理论的信道建模方法，以及扩展Hata模型和多模态射线混合信道建模方法；提出路堑散射体有效区概念以及基于几何的随机散射体建模方法，适合于高速移动场景多天馈信道建模，丰富了现有信道建模理论。他们还研发了具有丰富高速铁路器材库的三维射线跟踪工具箱；建立了高精度的传播预测模型。

他们还提出具有快速捕获、高估计精度、很好跟踪能力的同步以及信道估计方案和算法，研究成果为高速移动场景数据可靠传输奠定了理论基础，并入选北京市自然科学基金“十二五”优秀基础研究成果汇编，还获得了2015年教育部高等学校科学研究优秀成果奖（自然科学类）二等奖，以及浙江省科学技术奖二等奖。

尽管硕果累累，艾渤却依旧保持着自己一贯的作风：对自己严格自律，对学术问题锱铢必较，对学生亲切平和，他常常请学生吃饭唱歌，把项目安排说成“我们一起合作研究这个吧”。不自觉地用军营内的兄弟情、战友情感感染和激励学生，让漫漫科研路变得不那么冷淡无情、枯燥无味。

应该说，经过十年不懈追求和赶超，我国高速铁路通信理论研究已达到国际先进水平。目前关于第5代移动通信系统(5G)的研究如火如荼，艾渤及其团队抓住这个机遇，和中国移动研究院成立了5G联合中心；并共同发起了高速铁路5G关键技术及解决方案的白皮书。科研无止境，在轨道交通控制与安全领域耕耘，艾渤和他的同伴们还有很长的路要走，还将有更多的惊喜呈现给世人。