

国产质谱仪炼成记

创新故事

◎本报记者 叶青

金秋时节，科技日报记者走进位于羊城东部的广州禾信仪器股份有限公司（以下简称“禾信”）。这里看上去就像一所普通的实验室，但墙上的一条信息引人注目——

国际知名分析仪器智摩 SDI 公司研究报告显示，禾信是国内唯一得到国际关注的国产质谱公司，在国际便携质谱市场份额占比为 6%。

“这意味着在国际质谱仪研发领域，有了中国企业的一席之地。”禾信总裁助理粘慧青告诉记者，经过多年攻关，禾信开拓出了一条集质谱仪研发、制造、销售及技术服务于一体的全产业链式产业链。

“做中国人的质谱仪”

科学仪器行业是典型的高附加值、技术密集型产业，涵盖光谱仪、质谱仪、材料测试仪等。其中，质谱仪作为实验分析仪器的重要分支，是测量物质原子量、分子量的唯一工具，被誉为“科学仪器皇冠上的明珠”。

“要制造质谱仪，涉及多项技术和多个学科，难度大、周期长、投入多。”禾信董事长周振对记者说，“我刚回国时，质谱仪研发是一个‘无人区’，国产化更是一场‘持久战’。”

2001年，在第四届中国广州留学人员科技交流会上，当听说年轻的留学生周振要做“中国人的质谱仪”，从事有机地球化学和质谱仪器研发的中国科学院院士傅家谟既惊又喜。

那时，我国质谱仪几乎全依赖进口，年进口额达上百亿元人民币。

读大学时，周振就立下做质谱仪的志向。留学时，他研制的高分辨垂直离子式飞行时间质谱仪，技术指标已达当时国际同类仪器的最高水平。

望着眼前这位充满激情的青年学子，傅家谟决定引进周振，全力支持他研发。2004年，怀揣梦想的周振回到国内，在广州开发区、广州高新区创立了禾信，并受聘为中国科学院广州地球化

学研究所研究员。

凭着一箱资料、一箱零件、一间实验室、一百万元资金，还有一腔热血，周振边科研边创业。

“当时团队只有 4 个人，每天 12 小时埋头研发，饿了就到导师家吃饭，一千就是 5 年。”禾信副总经理黄正旭回忆道。他是团队初创成员，也是周振的首批研究生。

“创业之初，国内行业基础薄弱，制造质谱仪所需的材料，乃至匹配的机械加工技术都难以找到。”黄正旭说。

周振和团队走遍珠三角主要的材料市场，带着磁铁逐一挑选符合要求的型号。陶瓷垫片、电极板片等器件加工精度达到微米级别，大多厂商难以做到，他们干脆自己动手，一丝丝打磨……

“让成果走出实验室”

凭着一股子干劲，周振和团队硬是靠纯手工打造出几台样机。

然而，将实验室样机转变为产品，谈何容易。

“一方面，产业化意味着实现批量生产，可按照当时国内技术基础，实现量产指标一致性很困难；另一方面，还要突破国外技术封锁，拥有自主知识产权。”黄正旭解释道。

为了“让成果走出实验室”，周振和团队多次尝试把技术应用到冶金、石油勘探、环保等国内的细分领域，不断总结经验，反复调整方向。

2013 年，禾信迎来突破性一刻，打磨了近 10 年的 PM_{2.5} 在线源解析质谱监测系统产品面世。

“这套系统在全球首次实现 PM_{2.5} 在线源解析，解决了快速弄清 PM_{2.5} 污染源这一业界难题。”黄正旭介绍，它能把解析 PM_{2.5} 来源的时间从 3 个多月缩短至 1 小时内。目前，该监测系统已技术迭代 4 次，在我国 200 多个城市应用。

2017 年，该团队研发的在线挥发性有机物质谱仪及单颗粒气溶胶质谱仪，分别于 7 月和 11 月参与南北极地科考，是“雪龙”号上唯一的大型国产高端科学仪器。

“在整个航程观测期间，仪器性能稳定，检测灵敏度高，操作便捷，数据还可以自动处理和存储。根据获取数据所形成的研究成果，已在多个国际学术期刊上发表。”第 34 次南极科学考察

队对仪器予以极高评价。

更令人振奋的是，“中国制造”高端科学仪器首次实现出口欧美。2017 年，一家美国科研机构想采购在线单颗粒气溶胶质谱仪。全球仅有 3 家企业研制出该仪器，而实现批量生产的只有禾信。凭借卓越性能，禾信拿下了订单。

“中小企业能办大事”

6 年前，禾信内部实施了“揭榜挂帅”制，组建起核心技术攻关小组。

四极杆飞行时间串级质谱联用仪，是生命科学、生物制药等领域不可或缺的分析仪器，但此前其国产化率为 0。

黄正旭说：“这款仪器的研发极其复杂，涉及机械、电子、软件、真空等多学科，零部件数千，且加工精度要控制在 0.03 毫米以内，装配精度要控制在 0.05 毫米以内，还要编写上百万行的代码，才可实现整机高效控制与采集。”

“拦路虎”不断出现，团队逐一化解。历经多个版本迭代、上万次数据测试，团队成功实现整机关键核心部件全部自主可控。今年 5 月，首台自主研发的四极杆飞行时间液质联用仪 LC-QTOF 7000 面世。

“该仪器是研究生物系统与生命万象结构、功能的物质基础——蛋白质组的重要利器。”国家蛋白质科学中心研究员贾辰熙表示。

从最初研发两三款产品，到如今每年在研产品多达 10 余款，涉及环境监测、生物医药、食品安全等领域，禾信的高端科技仪器设备国产化之路越走越宽。

一路走来，黄正旭感触最深的是，有了国家的大力支持，他们才闯过许多难关。他特别提到，2009 年 3 月，广州开发区、广州高新区雪中送炭，为禾信提供了一笔 500 万元的风险投资资金，解决了公司的燃眉之急。

“从 0 提高到 6%，打破了依赖进口的局面。但要推动国产质谱仪器行业良性发展，需要几代人努力。”周振十分清醒。

广州开发区内有一块巨石，镌刻着“中小企业能办大事”8 个大字。周振说，这 8 个字时时激励着自己，“我们必须锲而不舍，助力国家实现高端科学仪器核心技术自主可控！”

◎人民日报记者 温红彦 杨学博
许 晴 宋静思

文明是一个国家、一个民族进步的标志。五千多年来，中华文明犹如一条波澜壮阔的长河，一路奔涌、浩荡向前，历经风雨绵延不绝，饱经沧桑历久弥新，在人类文明史册上写下浓墨重彩的篇章。

“这段时间，我一直在思考推进中国特色社会主义文化建设，建设中华民族现代文明这个重大问题。”今年 6 月 2 日，在文化传承发展座谈会上，习近平总书记提出“建设中华民族现代文明”这一重大问题，作出“中国式现代化是中华民族的旧邦新命，必将推动中华文明重焕荣光”这一重大判断，犹如航标，为我们在新的起点上继续推动文化繁荣、建设文化强国、建设中华民族现代文明提供了根本遵循。

对历史最好的继承，就是创造新的历史；对人类文明最大的礼敬，就是创造人类文明新形态。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央团结带领全国各族人民，坚持把马克思主义基本原理同中国具体实际相结合、同中华优秀传统文化相结合，凝聚奋斗与思考、承继光荣与梦想，激活了中华文明的强大生命力，党和国家事业取得历史性成就、发生历史性变革。

循大道，至万里。在强国建设、民族复兴的新征程上，习近平总书记以坚定的文化自信、宏阔的历史视野、深远的战略考量，就文化建设提出了一系列新理念新思想新战略，引领中华文化创造性转化、创新性发展，推动中华文脉绵延繁盛、中华文明历久弥新，在推进中国式现代化进程中谱写中华民族现代文明新华章。

“中国式现代化赋予中华文明以现代力量，中华文明赋予中国式现代化以深厚底蕴”

中华文明历经沧桑而薪火相传，是世界上唯一绵延不断且以国家形态发展至今的伟大文明。连续性、创新性、统一性、包容性、和平性这五大突出特性，共同塑造了中华文明的整体特征，形成了博大精深的价值观念和文明体系。

2020 年 9 月在长沙岳麓书院，2021 年 3 月在武夷山朱熹园，2022 年 6 月在眉山三苏祠，2022 年 10 月在安阳殷墟，习近平总书记一路考察调研，一路深入思索：“如果没有中华五千年文明，哪里有什么中国特色？如果不是中国特色，哪有我们今天这么成功的中国特色社会主义道路？”

习近平总书记从新时代新征程端详中华文明，从中华文明的历史坐标观察中国式现代化。“中国式现代化是赓续古老文明的现代化，而不是消灭古老文明的现代化；是从中华大地长出来的现代化，不是照搬照抄其他国家的现代化；是文明更新的结果，不是文明断裂的产物。”

中华五千年文明为中国式现代化提供了强大的精神支撑，凸显了中国式现代化的文化内涵：

“民惟邦本，本固邦宁”的民本思想，为“人口规模巨大的现代化”铺垫底色；

不断创造“中国标准”新高度 ——记中国中车高速列车技术创新团队

◎本报记者 矫阳

10 月 2 日上午，印度尼西亚总统佐科在首都雅加达哈利姆高铁站宣布雅万高铁正式启用。

雅万高铁全长约 142.3 公里，连接印尼首都雅加达和旅游名城万隆，设计最高时速 350 公里，运行采用 KCIC4000AF 型高速列车，是依托我国 CR400AF 型“复兴号”列车技术平台，为适应印尼当地运行环境和线路条件研制的高速铁路列车。开通运营后，雅加达至万隆两地出行时间由 3.5 小时压缩至 40 分钟。

雅万高铁是中国高铁海外落地的第一单，是东南亚第一条高速铁路，也是我国首次全系统、全要素、全产业链在海外落地的高标准高铁项目。

作为中国中车高速列车技术创新团队的领军人，中国中车集团总工程师、首席科学家王军一直奋战在科技创新主阵地，见证了中国高速列车从无到有、从追赶到领跑的全过程。

创纪录——打破世界纪录、创造中国奇迹

2004 年 4 月，国务院提出“引进先进技术、联合设计生产、打造中国品牌”的铁路机车车辆装备现代化总体要求。中国中车高速列车技术创新团队在学习国外高铁技术的同时，通过对比分析不同技术平台的优缺点，对列车实施了 100 余项适应性改进，用自己的智慧解决了引进技术与国内既有铁路环

境“水土不服”的问题。

2008 年 2 月 26 日，原铁道部和科技部签署《中国高速列车自主创新联合行动计划》，自主研发时速 380 公里的新一代高速列车。王军带领技术创新团队经历了当时规模最大、历时最长的科学研究试验，450 余项仿真计算、1050 余项地面试验、2800 余项线路试验，实现了 CRH380A 系统集成、流线型头型、轻量化车体、高速转向架等关键技术的重大突破。2010 年 12 月 3 日，CRH380AL 在京沪先导段创造了时速 486.1 公里的世界最高试验速度。

历经 10 余年，技术创新团队建成了覆盖高速列车全寿命周期的产业链与创新链协同研发、制造和试验平台，掌握了高速列车核心技术，成功搭建全要素、多层次的高速列车技术标准体系，探索出一条适合行业发展的技术创新之路。

“金名片”——持续自主创新，打造中国标准

CRH380A 型系列高速列车的成功研制和应用，使我国快速掌握了高铁领域关键及核心技术，成功迈入世界高铁先进国家行列。

随后，高速列车开始面临研发、制造、运用、维护技术标准不统一等问题。“我国铁路既有线、跨区域高速、区域快速和城际快速铁路等不同速度级同时并存，对铁路运营组织和列车装备协同配套提出了更高要求。”王军说。

由此，我国开始启动研制具有完全自主知识产权的标准化、系列化、简统

总书记引领我们谱写中华民族现代文明新华章

“治国之道，富民为始”的施政理念，与“全体人民共同富裕的现代化”一脉相承；

“富而后教”的治理经验，为“物质文明和精神文明相协调的现代化”提供支撑；

“天人合一”“取之有度”的老老智慧，与“人与自然和谐共生的现代化”相得益彰；

“和而不同”“亲仁善邻”的悠久传统，让“走和平发展道路的现代化”成为共识。

认识了中华文明的历史纵深，便能更好理解中国式现代化具有的基于自己国情的中国特色、基于自己文化的独特优势。

中华优秀传统文化充实了马克思主义的文化生命，使其显示出日益鲜明的中国风格与中国气派；马克思主义以真理之光激活了中华文明的基因，推动了中华文明的生命更新和现代转型。“江山就是人民，人民就是江山”的鲜明论断，“在实践中发现真理、发展真理，用实践来检验真理、检验真理”的明确要求，“让现代化建设成果更多更公平惠及全体人民”的执着追求……彰显出中华文明的现代气息和鲜活力量，让中华文明别开生面，实现了从传统到现代的跨越。

曾经，古圣先贤提出的“小康”概念，是中华民族自古以来追求的理想社会状态，但只是存在于古籍经典中的美好憧憬。

今天，经过全党全国各族人民持续奋斗，我们实现了第一个百年奋斗目标，在中华大地上全面建成小康。千年梦想，今朝圆梦。

曾经，仁人志士书写“修建 160 万公里公路、约 16 万公里铁路、3 个世界级大港，还有建设三峡大坝”的现代化设想，但当时国家蒙辱、人民蒙难、文明蒙尘，蓝图未能化为现实。

今天，铁路进青黄、公路密成网、三峡出平湖、港口连五洋、产业门类齐、稻香遍地香、神舟遨太空、国防更坚强，远超当初的设想。

曾经，历代学者洞察“其兴也勃焉，其亡也忽焉”的治乱兴衰，却无法找到跳出历史周期率的答案。

今天，经过百年奋斗特别是党的十八大以来新的实践，我们党在给出“让人民来监督政府”的第一个答案基础上，又给出了“自我革命”的第二个答案。

历经中华文明五千多年的传承发展，近代以来中华民族由衰到盛 180 多年的历史进程，我们党领导人民进行伟大社会革命 100 多年的奋斗，新中国成立 70 多年的持续探索、改革开放 40 多年的伟大实践，多少人的深长夙愿，无数个历史之问，在今天有了鲜明答案。

“推动物质文明、政治文明、精神文明、社会文明、生态文明协调发展”

现代化是一个包括经济、政治、文化、社会、生态等在内的综合发展进程，是人类文明发展与进步的显著标志。

习近平总书记在庆祝中国共产党成立 100 周年大会上向世界庄严宣告：“我们坚持和发展中国特色社会主义，推动物质文明、政治文明、精神文明、社会文明、生态文明协调发展，创造了中国式现代化新道路，创造了人类文明新形态。”（下转第二版）

节后生产忙

科技日报青岛 10 月 7 日电（记者宋迎迎）10 月 7 日是中秋、国庆假期后的第一个工作日，山东省青岛市各企业一片繁忙，员工们铆足干劲，抢生产保交期，冲刺四季度，确保全年红。

图为 10 月 7 日，即发龙山工业园的一家数字化纺纱智能生产线上，工人正在生产高端纤维。

梁孝鹏摄



新技术可早期预警锂电池热失控

科技日报合肥 10 月 7 日电（记者吴长锋）记者 7 日从中国科学技术大学了解到，该校火灾科学国家重点实验室孙金华教授和王青松研究员团队与暨南大学郭团教授团队合作，成功研制出可植入电池内部的高精度、多模态集成光纤器，在国际上率先实现了对商业化锂电池热失控过程的精准分析与早期预警。相关研究成果日前在线发表于《自然·通讯》。

锂电池热失控是制约电动汽车与新型储能规模化发展的瓶颈。导致锂电池热失控的根源是电池内部一系列复杂且相互关联的“链式副反应”，从局部短路到大面积短路，电池内部温度快速提升，可高达 800℃ 以上，引发电池起火爆炸。因

此，亟须深入理解锂离子电池热失控演变机制，并提出早期预警策略，以防止爆炸事故的发生。而溯源锂电池热失控发生的内在诱因，厘清各分步反应之间的耦联关系，揭示热失控主导机制与动力学规律，前移热失控预警时间窗口，是从根本上解决储能安全问题的核心。

然而，由于电池的密闭结构和内部复杂的反应机制，电池内部核心状态参量检测的准确性和实时性无法保证。如何科学、及时、准确地预判电池安全隐患，成为当前一个国际性科学难题。

为此，该团队开发了一种可植入电池内部的多模态集成光纤原位监测技术，设计并成功研制出可在 1000℃ 高温高压环境下正常工作的多模态集成光

纤传感器，实现了对锂电池热失控全过程内部温度和压力的同步精准测量，攻克了热失控极端环境下温度与压力信号相互串扰的难题，提出了解耦电池产热和气压变化速率的新方法，首次发现了触发锂电池热失控链式反应的特征拐点与共性规律，实现了对电池内部微观“不可逆反应”的精准判别，为快速切断锂电池热失控链式反应、保障电池在安全区间运行提供了重要手段。

研究人员表示，未来可以实现一根光纤在电池的多个位置同时监测温度、压力、折射率、气体组分和离子浓度等多种关键参数。光纤传感技术与电池的结合将会在新能源汽车、储能电站安全检测等领域发挥重要作用。

我学者实现对多种呼吸道病毒精准检测

科技日报深圳 10 月 7 日电（记者罗云鹏）记者 7 日从中国科学院深圳先进技术研究院获悉，该院生物医学与健康工程研究所研究员杨慧团队与深圳市儿童医院科研团队合作，开发出一种简单、全封闭、高度集成的微流控系统，实现了对多种呼吸道病毒及其变种的精准检测。相关成果于近日发表在《生物传感器与生物电子学》杂志上。

病毒是导致呼吸道感染的主要因素之一。传统诊断方法通常需要复杂的实验设备和较长的检测周期，且存在着高成本、低灵敏度等问题。

杨慧介绍，传统的聚合酶链式反应（PCR）技术只能确定病毒类型，如果要检测同一病毒的的不同变异株，就需要进行昂贵且耗时较长的基因测序。

为解决上述问题，研究人员开发出一种微流控系统，该系统可以对新冠病毒

毒及其变异株（BA.1、BA.2 和 BA.5）、甲型流感病毒（H1N1）、甲型流感病毒（H3N2）、流感病毒（IVB）和呼吸道合胞病毒（HRSV）进行精准识别。

据悉，这项研究具有将实验室科学带入社区诊断的能力，是诊断技术领域一项重大突破。随着针对多种疾病诊断试剂的持续开发，该微流控系统在疾病预防、健康监测以及个性化医疗方面，具有巨大的潜力和应用价值。