

“安全卫士”身上的柔性防爆技术

■本报记者 沈春蕾

我们在机场、火车站、银行等公共场所，经常可见到防爆球或防爆罐。绝大部分防爆罐、防爆球的质量都是以吨来计量的，看起来十分笨重。

“在处置爆炸物的时候，我们不知道爆炸物会出现在什么地方，有几个？因此防爆装置不仅要突破重量的限制，还要尽量做到灵活便携，即使在过量爆炸的情况下也不会产生附带伤害。”日前，北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室副主任黄广炎在接受《中国科学报》采访时表示，“我们利用柔性防爆技术，联合企业研发出柔性防爆装备产品——柔卫甲，既实现了防爆装置的轻质便携，又能安全有效处置较大当量爆炸物。”

几代人的技术传承

北京理工大学在爆炸科学研究领域有着悠久的历史。1952年，新中国第一所国防院校——北京工业学院（北京理工大学前身）成立，1955年，年仅30岁的留美学者丁傲回国加入北京工业学院，并主持创建了弹药药装工艺专业，丁傲也是我国火炸药领域学术泰斗徐更光院士的导师。在丁傲的指导下，徐更光也开始了炸药配方的工作。

转眼到了20世纪80年代，为了提高中高空反导防空水平，我国从瑞士引进了高炮系统，然而弹药技术却无法获得转让，徐更光接下了这一新型炸药的研制工作，经过一番艰苦攻关，新型炸药“海萨尔PW30”成功问世，并于1992年获得国家科技进步奖一等奖。

徐更光与丁傲仅相差8岁，两人亦师亦友，将爆炸技术很好地发扬光大并传承后人。1952年出生的冯顺山是北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室创始人之一。

冯顺山指出，此前，我国很多的国防装备研制都是走跟踪仿研的道路，长期的仿制过程也使我国的科研出现了一些问题。“这样的体系很难促使自主设计的装备出现，不但无法形成自己的设计思想，而且容易造成人才队伍的缺失。”

冯顺山坚持自己承担的科研项目不仿制国外的装备，这份坚持也感染了他的学生黄广炎。2000年，黄广炎考取北京理工大学爆炸工程与爆炸技术专业，毕业后保送读博后留校。黄广炎由衷地感谢导师冯顺山：“他领我入门，并让我在毁伤与弹药工程技术领域找到了自己的归属感。”

柔性防爆技术问世

黄广炎的主要研究方向是爆炸与冲击动力学、防爆反恐技术、毁伤与弹药工程。他开玩笑地说：“我的研究‘毁得很’，通常作为攻击的一方。”据统计，从2010年到2015年，全球发生了6万件恐怖袭击事件，其中爆炸恐怖袭击事件占总数的54%以上，这也给防爆技术和装备提出了新要求。

近年来，爆炸科学技术国家重点实验室开始大力发展爆炸安全科技领域的创新研究。“如何及时有效且安全地处置和防护疑似爆炸物，已经成为安全部门目前所面临的严峻挑战之一。”从事爆炸研究的黄广炎指出爆炸物难在防护的几个因素：一是起爆方式有多种，二是装了多少炸药不清楚，三是不清楚是否存在其他有害元素，四是投放位置存在随机性。

2012年，黄广炎去英国剑桥大学访学的时候，开始思考怎么才能在接触爆炸物的前提下，第一时间去防护，进而保卫周边人员的安全。通过研究，黄广炎意识到如果在发现

爆炸物的第一时间快速响应，用一个简易的装置将爆炸物罩住再做进一步处理，就解决了第一响应的难题。

回国后，在国家自然科学基金与爆炸科学与技术国家重点实验室探索基金的支持下，黄广炎联合英国剑桥大学、公安部第一研究所以及艾尔科技公司，在新材料、结构力学、检测技术和制造技术方面开展合作，研发了一种“可非接触式快速处置爆炸物”的新型柔性防爆处置技术。

黄广炎介绍道：“该技术采用特殊液体、高性能纤维材料、气凝胶和超弹性喷涂材料等，构成了特殊形状的轻质柔性多层复合结构，可高效吸收爆炸冲击能量。采用该技术研制而成的柔性防爆装备轻质便携，可防护大当量爆炸物的冲击波和碎片，安全距离达到3.5米。”

创新融合深度发展

2016年，黄广炎团队开始着手基于柔性复合防爆技术的原理样机研制。2017年6月，柔性防爆样机——柔卫甲研制成功，黄广炎团队应邀参加由北京理工大学技术转移中心和长沙市科技局联合举办的成果推介会。

北京理工大学技术转移中心副主任陈柏强向《中国科学报》透露：“此前，黄广炎团队还在考虑要不要把技术成果直接转让出去，推介会为他们提供了另一条产学研合作道路。”

2017年11月，黄广炎团队携手样机研制合作单位艾尔科技，以科技成果作价入股方式，组建湖南艾尔防务技术有限公司（以下简称艾尔防务），在湖南省长沙市高新区开展科技成果转化和产业化工作。

之前，艾尔科技的总部在广东东莞，随着



大连地铁全线配备柔卫甲柔性防爆装备

艾尔防务的成立，艾尔科技也将大部分业务转移到湖南长沙，艾尔防务负责人龙飞告诉《中国科学报》：“公司搬迁至湖南，是希望与北京理工大学科研团队建立深度的合作关系。”

对黄广炎团队来说，与企业的合作，彰显了应用基础学术研究与工程科研实践的结合，也为他的团队提供了一条科研与应用的“双车道”。“通过与合作企业的合作，我发现科学家和企业家的分工很明确，技术创新是企业的生命力，生产效益是企业发展的支撑，两者相互依存，而科学家能给企业带来技术的源头创新。”

本报讯 日前，河南省科学院化工所总工程师团队研发的高纯二硫化钼生产线，在河南省栾川县洛阳申钼业有限责任公司投入生产，公司负责人丁为公说：“成兰兴团队解决了我们企业在钼矿‘深度除杂生产高纯二硫化钼’道路上遇到的技术难题。”

从2013年开始，成兰兴带领团队多次深入企业，了解生产现状，查找存在问题，着眼绿色循环发展方式，制定解决方案，通过系统的工艺创新和装备创新，建成了高纯度的二硫化钼生产线。同时，团队根据二硫化钼天然优良的润滑性能，与上海亿霖润滑材料有限公司合作开展了二硫化钼作为固体润滑材料的应用研究，为钼矿“战略矿产资源高值化和高效利用”开拓了一条有效的途径。

目前，我国钼精矿下游产业多为冶炼金属钼，生产钼酸钠和钼酸铵化学品的利用途径，但副产大量的硫酸、硫磺、硫化氢等产能严重过剩的副产品，价值低、污染重、能耗高，成为严重制约钼资源绿色可持续发展的瓶颈。

针对目前钼矿“开发中存在的问题，成兰兴带领课题组通过院企合作展开联合攻关，提出了多项基于钼精矿生产高纯二硫化钼绿色关键技术创新、装备创新和应用创新，率先在申钼业创建了完整的“钼矿绿色高效利用”技术体系和生产装置，奠定了其在钼矿“高值化绿色关键技术装备和应用上的行业领先地位。”

成兰兴介绍说，在工艺方面，他们基于专性吸附理论和离子协同络合理论，提出了绿色铁、硅一步除杂制备高纯二硫化钼的方法，发明了二硫化钼中深度除铁的专利技术。

在该项目的实施过程中，成兰兴带领科研人员，和企业一起设计开发了包括高剪切外循环制备超细二硫化钼的反应装置在内的13项装置专利技术。从反应、过滤、干燥、三废处理、产品包装等全流程解决生产过程中一系列“卡脖子”难题，缩短了反应周期，生产效率提高50%，减少污染排放，建立了绿色安全连续的生产体系。

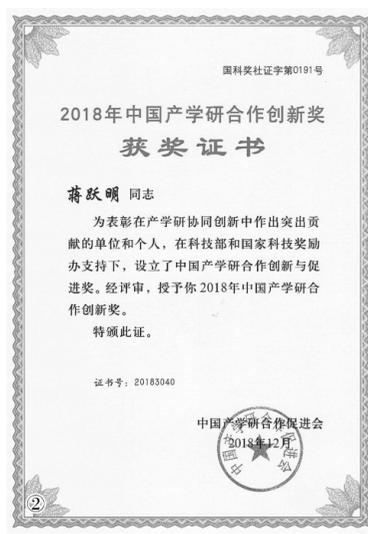
“目前，通过项目的实施，我们已建成年产100吨和600吨工业化装置，运行稳定可靠，产品经国内外用户应用效果良好，近三年来创造了直接和间接经济效益共计1.14亿元。”丁为公说。

新技术巧解辉钼矿高值化绿色利用之困

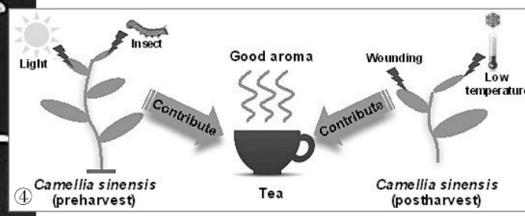
(史俊庭)

中国科学院华南植物园农业及资源植物研究中心 面向国民经济主战场发力

■谭如冰



- ① 走访考察从化石斛基地
- ② 2018年中国产学研合作创新奖 获奖证书
- ③ 兜兰新品种“紫兜兜兰”
- ④ 采前和采后主要胁迫因子对茶叶香气的影响



邱声祥团队则擅长从药用植物和微生物中寻找和发现具有生物活性的天然产物，利用细胞与分子生物学的研究方法在分子水平上阐明这些活性物质的作用“靶点”与分子机理，并逐步开展创新天然产物药物的研发。据他介绍，团队正在协助佛山中医院院内制剂的升级换代和新药研发，还承担了企业技术开发项目——癌症健康管理相关配套天然植物产品的研发。

“除此之外，我们的植物表现遗传学研究组主要是用现代分子生物学手段，研究植物生长发育及适应环境的信号传导及其表现遗传调控机制。研究内容包括重要农艺性状形成的分子机理、植物抵抗逆境的表观遗传调控、植物表观遗传调控因子的功能分析。”王瑛说。

围绕研究区域特色经济植物次生代谢和种质资源创新，中心有两个研究团队，分别是王瑛的药用植物分子遗传学研究团队和杨树银研究员的植物代谢组学研究团队。

王瑛研究员的药用植物分子遗传学研究组目前主要研究枸杞、甘草、淫羊藿的资源收集和评价，环境因子影响次生代谢产物积累的分子机制，特种活性成分的生物合成、优良药用品种和保健功能植物品种的培育和产业化。

杨树银的研究团队主要围绕特色经济植物茶叶品质关键问题，率先阐明了茶叶中核心品质成分氨基酸和香气形成路径及其调控机制，从分子和生理途径发掘了重要调控因子，集成了安全有效改良和提升低质茶叶品质的技术体系，促进了茶叶产业发展，在茶叶香气研究方面处于国际先进水平、国内领先地位。

科研成果点“植”成金

农资中心根据国家的战略定位及发展方向，面向国家重点需求，围绕特色研究所发展规划，整合优势资源，科研及成果转化项目均取得良好进展。

蒋跃明研究团队在果蔬采后理论与贮藏保鲜技术开发、功能食品成分研究等方面，积累了丰富的经验，获得多个科技奖项，包括《龙眼采后保鲜、商品化处理与加工关键技术研发与应用》获广西科技进步奖一等奖（2018年）、《香蕉果品质量劣变与控制》获海南省科技进步奖一等奖（2017年）、《南方特色果蔬“运保鲜关键技术及应用”获广东省科学技术奖一等奖（2016年）、《亚热带果蔬物流保鲜的核心工艺和关键技术及产业化》获大北农业科技创意奖（2015年）、《特色果蔬

中国科学院华南植物园农业及资源植物研究中心（以下简称农资中心）喜讯频传：蒋跃明研究员获2018年度中国产学研合作创新与促进奖；曾宋君研究员的两项成果：“大花蕙兰和兜兰新品种创制及产业化关键技术”成果获得了2018年广东省科学技术奖一等奖；“兜兰的杂交育种及其种苗繁殖方法”获中国专利优秀奖。

作为目前我国保育植物种类最多的植物园，华南植物园经世致用的工匠精神深深根植在岭南这片土地上，在面向国民经济主战场上，充分展示了木棉风采。

植物资源利用传承已久

华南植物园编撰出版了《中国植物志》和《中国植被》（主要编写单位《广州植物志》《广东植物志》《广东植被》《热带亚热带退化生态系统生态恢复研究》《中国景观植物》等专著413部（卷、册）；近30年来获品种权/审定/国际登录的新品种百余个。植物园迁地保护及对外开放园区占地4237亩，建有现代化展览温室群、木兰园、棕榈园、姜园等38个专类园区，迁地保育植物15483个分类群；并在鼎湖山国家级自然保护区就地保育植物2400多种。

“通过几代人的努力，华南植物园对我国的植物资源进行了较为深入广泛的调查，积累了丰富的资料。”农资中心主任王瑛研究员介绍，“中心立足于植物资源挖掘、改良与利用，提高植物经济价值，实现植物资源的可持续发展。”当前华南植物园保育的植物种类已超一万四千八百种，在亚洲位居第一，而这其中，科研人员又从中筛选出了六千余种有经济价值的植物，通过资源评价，开展资源利用的研发工作。

专业聚焦“三个面向”

农资中心现有9个研究组，研究范围涵盖了资源植物开发利用从源头资源到末端产品的研究链各环节。

王瑛介绍：“我们这9个团队正在围绕食品的安全、质量与营养的国家需求，建立国际一流的生物活性物质的研究平台，一方面通过找到有应用前景和自主知识产权的植物功能活性物质，得到保健品、化妆品、日化产品、药物的新先导物，明确其作用机理和代谢调控机制；另一方面针对我国区域特色经济植物资源，开展植物种质创新与基因发掘利用研究，培育新品种，并实现规模化栽培，通过农产品保鲜和冷链物流的整合，推动相关产业化发展。”

围绕建立国际一流的生物活性物质的研究平台，中心有两个研究组：魏孝义研究员的植物化学资源生物学研究团队和邱声祥研究员的天然产物化学生物学研究团队。

魏孝义团队主要以植物化学资源的有效利用为目的，从事植物化学资源（包括植物提取物、分离部位、化合物）的制备、收集和保存，并通过研究植物天然产物的化学结构与生物活性，发现新的生物活性化合物，为医药和农药的创制提供先导化合物和目标物质。

运保鲜工艺、关键技术与推广应用”获中国商业联合会科学技术特等奖（2014年）、《果实采后绿色防腐保鲜关键技术的创制及应用》获国家技术发明奖二等奖（2013年），其果实采后生物学研究水平处于国际先进、国内领先水平。

据悉，该团队近年来较为系统的研究了荔枝、龙眼果实采后褐变机理，提出能量亏缺导致果实采后衰老的新理论；建立测定新的乙烯结合位点合成速率技术，提出香蕉果实冷害发生机制的新思路。团队项目“果实采后衰老的生物学基础及其调控机制”研发的保鲜剂和配套保鲜技术在生产上得到广泛应用，在果蔬物流保鲜和保质减损方面发挥重要示范和引领作用，产生了明显的社会经济效应。

在高附加值的植物培育方面，中心多个研究团队也取得了显著成果。

段俊研究员带领的植物遗传育种研究组专注于石斛新品种培育。“中科1号”“中科都”等多个铁皮石斛品种已通过国家品种审定，是石斛产业中种植面积最大的品种，“铁皮石斛种苗高效繁殖方法”专利技术已许可给了国内多家企业使用，“苗木架空栽培模式”带动了整个铁皮石斛产业的发展，全国90%以上人工栽培的药用石斛基地均采用此技术，已产生社会经济效益数亿元。

曾宋君研究员带领团队在兜兰属植物的引种驯化、杂交育种、种苗繁殖、产业化生产、分子机理和保护方面进行了近20年的研究，研究水平处于全国领先，种苗繁殖技术方面处于世界领先。团队与广州华南锦兰花卉有限公司等合作进行兜兰的中试生产和示范推广，已生产兜兰200多万盆，总产值达1亿多元，销售收入超过5000万元。

马国华研究员带领的植物生物技术组从分子水平研究檀香醇生物合成过程中多个中间产物合成酶的基因克隆和功能验证，探讨檀香结香的分子机制，成功通过人工结香技术提高檀香油含量。继与老挝、马来西亚、印度尼西亚、缅甸、新加坡等国落实合作推广数十万亩檀香项目后，团队又先后与肇庆、惠州、东莞等企业开展合作，初步形成了印度檀香在中国的规模化栽培。

王瑛总结：“农资中心通过努力，在引种保育上，已引进了树状番茄、辣椒、甜玉米、木薯等具有较高经济价值的食用植物品种；在生物医药开发上，我们致力于从番茄中萃取番茄红素，作为抗癌药物种类转让给企业开展临床抗癌药物研发；在功能植物类方面，如日常中药的重要品种枸杞，农资中心已培育出鲜食品种并研发了保鲜时间更长的新技术。例如，我们培育出新品种甘草中的甘草酸含量和亩产量都得到了显著提高，如果结合研发配套栽培技术，未来可以大幅提高甘草的栽培效益，提高农民收入。目前我们已与一家农业种植龙头企业合作在宁夏建立了枸杞、甘草种植基地。”

农资中心各研究团队之间的合作非常紧密，比如甘草的研究和产业化，就联合了中心里资源、遗传、繁育、栽培、化学分析等团队协作，让甘草焕发新的生命力。正是这样的通力合作，农资中心逐步走出了一条符合我国国情的农业及资源植物可持续利用之路。