

纳米材料用于壁画保护： “我靠科学修文物”

■本报见习记者 高雅丽

提起文物保护，不少人都认为这是社会科学领域专家的特长。但是，在西北工业大学纳米能源材料研究中心，却有一群热心于壁画保护的科学家，他们专攻“材料科学与考古研究”这一新的研究方向，研究新材料与新技术在文物保护中的作用。那么，当材料应用于壁画保护，究竟能解决什么问题？近日，《先进功能材料》刊发了该中心的论文，详细阐述了石墨烯增强纳米材料对壁画保护方面的研究进展。

当壁画保护遭遇材料危机

古代馆藏壁画是人类社会发展的宝贵财富，壁画主要包括建筑壁画、石窟壁画和墓葬壁画。墓葬壁画的时间和范围分布都很广泛，从4200年前的石峁遗址壁画到唐、宋、元、明、清历代均有发现墓葬壁画，尤其唐朝，无论数量和质量上都受到人们的极大关注。

但是人类不得不面临的一个现实问题是，目前有大量墓葬壁画出现很多病害，亟须修复。

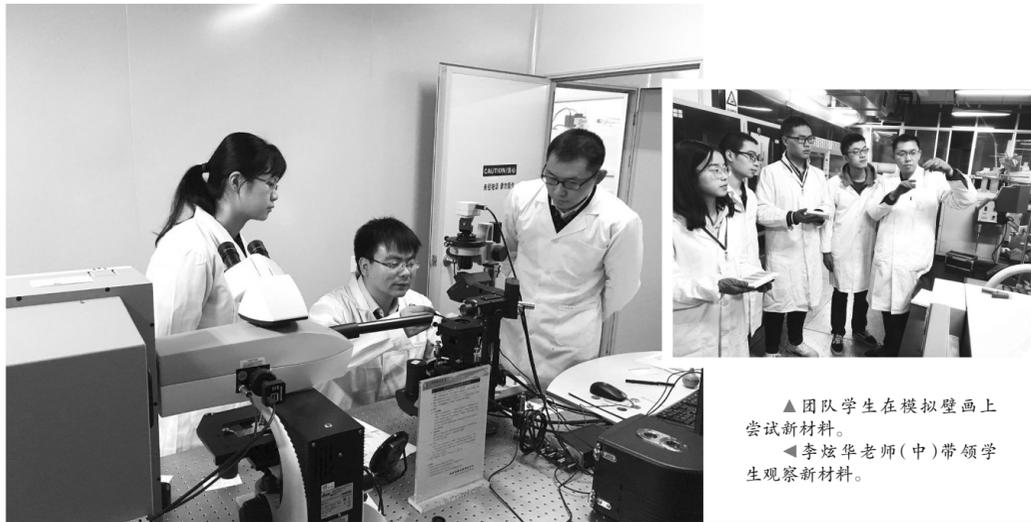
西北工业大学教授李炫华告诉《中国科学报》记者：“壁画的结构由外而内主要包括颜料层、白灰层、草泥层、砖墙层，白灰层的主要组成成分是碳酸钙。随着时间流逝，白灰层容易失效，从而导致壁画表层受损，因此需要有效保护。”

目前壁画保护材料主要分为有机和无机材料两大类，但是有机保护材料与壁画本体兼容性差，长时间使用容易老化、变脆变黄，导致机械性下降。同时，由于形成的膜不透气，壁画最终会膨胀、粉化，从而对壁画造成不可修复的致命伤害。

而类似于氢氧化钙的无机保护材料，具有兼容性好、耐老化的优点。“在施加到壁画表面后，氢氧化钙会与空气中的二氧化碳反应，生成碳酸钙并与白灰层融为一体，从而提高白灰层的强度，起到保护作用。”李炫华说。

2000年，意大利学者提出利用纳米氢氧化钙保护壁画。由于纳米尺寸效应，氢氧化钙的化学、物理特性会发生改变，表面活性及稳定性大幅增加，保护效果会获得显著提升。因此，无机纳米材料成为了新的壁画保护材料研究方向。

这个想法实践起来却是困难重重。李



▲团队学生在模拟壁画上尝试新材料。
▲李炫华老师(中)带领学生观察新材料。

炫华告诉记者，中外学者用了近20年的努力，尝试了水溶液法、醇溶液法、微乳液法和钙金属法等方法来合成纳米氢氧化钙，但是截至目前合成的氢氧化钙仍存在尺寸大、渗透性差、稳定性差、难以纯化、操作复杂、成本高等缺点。

“氢氧化钙的碳化慢、加固强度低等问题仍未得到有效解决，根本原因是还没有厘清氢氧化钙成核生长动力学规律，进而难以实现纳米氢氧化钙可控制备等关键技术的有效突破。”李炫华说。

发现石墨烯量子点新用途

围绕这个困扰了科学家近20年的问题，课题组提出了一个新思路——引入石墨烯量子点。他们利用石墨烯量子点表面活性剂的限域效应，有效调控了氢氧化钙的成核生长动力学速率，让氢氧化钙纳米材料“可控合成”。

李炫华表示，纳米材料的合成方法主要有气相法、固相法(如磨矿)和液相法。相比于其他两种方法，液相法具有明显优势。“这个方法操作方便，合成工艺简单、

成本低，特别是水溶液具有绿色环保的特点。更重要的是，壁画保护材料通常需要分散到溶液中，利用喷涂、刷涂、注射的方式施加到壁画表面，这也利于大规模壁画保护的实际应用，极大提高使用效率。”

因此，科研人员用水溶液方法巧妙地合成了“氢氧化钙/石墨烯量子点”杂化纳米材料。研究显示，该材料颗粒约为80纳米，尺寸均匀，并且对壁画颜料具有强的黏附性，具备抗紫外线能力。更重要的是，由于石墨烯量子点的增强作用，氢氧化钙纳米材料完全碳化成一种稳定的“方解石”，对于壁画加固十分重要。

让中国考古科学走向世界

陕西省拥有丰富的文物资源，2014年，西北工业大学纳米能源材料研究中心首席科学家魏秉庆教授发挥团队在纳米材料研究方面的优势，提出了“材料科学与文物保护研究”这一新的研究方向。

李炫华坦承，受西方国家文物保护思想和技术的影响，我国的文物保护理念和材料技术大都借鉴西方国家的经验。“因

此，如何发挥我国理工科学家的优势、与传统文物保护有机结合，并且形成具有中国特色的文物保护理念是材料科学与文物保护研究过程中遇到的困难。”

在4年多科研工作中，纳米能源材料研究中心与陕西省考古研究院、陕西历史博物馆等单位“强强联合”，取得了壁画保护材料新突破，申请国家发明专利12项，授权2项，并成功将研发材料运用到3处著名唐墓壁画的加固中，取得了良好效果。

李炫华透露，在后续工作中，课题组还会继续研发性能更加优异的壁画保护材料，并进一步扩大这些材料的应用范围，希望有更多亟待修复的古代壁画获得有效保护，最终形成一个良好的示范。除此之外，他们还会探讨这些材料在其他石质文物、纸质文物、骨质文物乃至整个文化遗产保护中的可能性。

“我们团队有一个梦想，希望能将目前的前沿科学研究和古老的文物保护联系在一起，使文物保护变得科学、严谨而有趣，力争扭转当前文物保护存在的重人文轻科学和被西方国家牵着鼻子走的局面。”李炫华说。

简讯

第五届全国稳定同位素生态学学术研讨会召开

本报讯 近日，第五届全国稳定同位素生态学学术研讨会暨中国生态学会稳定同位素生态专业委员会2018年学术年会在沈阳召开。本次会议由中国生态学会稳定同位素生态专业委员会主办，中国科学院沈阳应用生态研究所、中国科学院森林生态与管理重点实验室承办。

据悉，2008年，首届中国稳定同位素生态学学术暨技术研修班在北京香山召开。2014年，第二届稳定同位素生态学学术暨技术研修班由清华大学地球科学研究中心主办，会上众多参会者发起成立中国生态学会稳定同位素生态专业委员会的倡议，经多方努力终于在2015年成立专业委员会，挂靠清华大学地球系统研究中心，林光辉教授被推选为主任委员。

本次会议由中国生态学会稳定同位素生态专业委员会正式成立后的第三届年会，来自美国、澳大利亚、丹麦、挪威、日本、中国等国家的稳定同位素研究专家学者，研究生共550人参会，超越了以往历届会议的规模。

近年来，稳定同位素技术正逐渐成为认知物质循环、气候变化、环境演变、污染物迁移等领域前沿、有力的工具，应用该技术可解决传统研究手段难以解释的生态环境问题。基于稳定同位素技术的强大

分析应用能力，中国科学院沈阳应用生态研究所多个研究团队采用该技术对不同生态系统碳循环进行研究，并取得了一系列丰硕的成果，如方运霆团队采用硝酸盐氮氧稳定同位素自然丰度技术量化了不同森林生态系统尺度上反硝化速率，给出了量化生态系统氮损失的一个新的思路和途径，相关结果发表在《美国国家科学院院刊》上。(沈春蕾)

分析应用能力，中国科学院沈阳应用生态研究所多个研究团队采用该技术对不同生态系统碳循环进行研究，并取得了一系列丰硕的成果，如方运霆团队采用硝酸盐氮氧稳定同位素自然丰度技术量化了不同森林生态系统尺度上反硝化速率，给出了量化生态系统氮损失的一个新的思路和途径，相关结果发表在《美国国家科学院院刊》上。(沈春蕾)

搭建平台 京津冀科技综合服务整合在即

■本报见习记者 任芳言 记者 张楠

2018年是迈向京津冀协同发展中期目标的起步之年。北京于近日发布《推进京津冀协同发展2018—2020年行动计划》，对区域协同发展的服务水平提出更高要求。

构建京津冀协同创新区综合科技服务平台并开展应用示范，对于解决京津冀优势科技服务资源整合不足、协同创新对京津冀产业转移和产业联动的支撑薄弱等问题，推动高端科技资源共享、共建、共建、支撑京津冀协同创新共同体构建，增强京津冀整体性和协同性发展等方面具有重要意义。对照科技部现代服务业重点专项相关指南的要求，中科院计算机网络信息中心李俊研究员牵头承担国家重点研发计划“现代服务业共性关键技术研发及应用示范”重点专项“京津冀协同创新区综合科技服务平台研发与应用示范”(以下简称“京津冀项目”)。

传统行业升级，科技资源闲置等问题如何解决？京津冀地区的科技服务平台要如何“量身定制”？《中国科学报》记者听取了多方专家的见解。

集纳需求 整合资源

2017年，科技部“现代服务业共性关键技术研发及应用示范”重点专项启动，并在其2017年度申报指南(以下简称《指南》)中专门提出，要针对京津冀协同创新区打造综合科技服务平台。

“以前有一些类似的平台，但大多只是服务信息的汇集。”机械科学研究所

生产力促进中心系统分析研究所副所长李晶莹表示，这类平台“不能完全满足企业的实际工作的需求”。目前，企业越来越认识到创新的重要性，但相当一部分企业还存在研发成本高、人才引进困难等情况，并且企业的科技服务需求也趋向综合。在传统的科技服务模式下，由于资源分散在各地，服务提供者往往只能单独提供某项规划或技术转移。

李晶莹表示，科技服务提供方可以“组团”与地方产业对接，解决其规划、升级需求，“这样企业的需求可以得到解决，科技服务机构的资源也能更高效地利用起来”。她说。

科技服务需求不同，资源类型也多种多样。以装备制造业为例，可整合的资源涉及方方面面。“数据、标准、技术、专利、设计、认证……不只是数据知识类的资源，技术能力方面的资源也需要整合。”李晶莹说。

而中科院网络中心示范项目的启动，意在对接《指南》提出的各项要求。

机制创新 不断探索

天津社会科学院城市经济研究所副研究员许爱萍曾在一项研究中指出，京津冀三地存在产业同质化问题，科技创新合作不紧密使得产业技术创新水平受限。加之区域间产业梯度差异大、利益诉求不同，科技资源的整合、共享并非易事，平台搭建难度不言而喻。

“资源整合其实是老生常谈的问题。”龙信数据研究院执行院长、数据科学家王成刚表示，一直以来，科技服务资源散落在不同机构当中，相对封闭，对接效率不是很高。

在王成刚看来，解决这个问题的关键还是机制创新。“对一些科研单位、市场化企业来说，其身份不仅是科技服务的提供者，也有可能是科技资源的需求方。”通过一定的机制创新将科研单位、企业和高校院所多方联结起来，协调多方需求、理顺多重身份，“既有难度，也是一种尝试”。

王成刚还指出，对于资源整合过程中的市场失灵环节，需要政府对前期工作进行一定投入。“科技服务资源的对接和网络购物不一样，有的需求可以线上解决，但大部分工作要在线下完成，必须有实际的人对接。”他说。

不同产业、不同需求若想对接得当，还得“分门别类”。中科院计算机网络信息中心副研究员、项目任务负责人吴海博介绍，对应《指南》内容，该项目拟以资源服务总平台为基础，围绕信息技术、装备制造和生态环保三大重点领域，分别搭建分资源池和分平台，以达到“运营分散、服务协同、数据互通”的目的。

比如在信息技术领域，示范项目将牵头参与者，对标准与版权、技术案例、质量信息等数据进行集成，而在装备制造领域，将尝试对工艺、技术、装备以及图纸等资源进行集成。

统一入口 各有侧重

应对京津冀三地科技服务资源不均、资源闲置、平台分散等问题，示范项目计划以“1+3”形式搭建平台架构。

其中，京津冀特色科技资源池及综合科技服务平台将集成身份认证、记账审计等功能，为平台用户提供统一入口，其他平台以此为依托。

新一代信息技术综合科技服务平台作为分平台之一，侧重于为用户提供咨询、监测、技术评价等服务；装备制造综合科技服务平台作为分平台之二，聚焦于整合行业内共性技术资源、服务工具，促进科研成果转化等内容；生态环保综合科技服务平台作为分平台之三，致力于环境信息、环保技术、环保装备等资源的整合及开发。

“总一分”平台侧重点不一，覆盖的成员单位众多，包括京津冀地区数十家从事科学研究、科技服务的企业、机构和高校院所。“在资源整合过程中，我们要先清楚自己有什么样的需求，有哪些是自身缺乏的，就需要借助外力。”吴海博表示。

“我们近期已经开始设计数据描述和服务流程规范。”吴海博透露，在项目前期对河北保定、石家庄等地调研时发现，当地一些初创型智慧制造企业，面临着人才引进困难、缺乏基础研发投入、融资渠道窄等问题。

这意味着，平台设计既要针对共性需求，也要研究专业服务技术。

10月11日，广西正能农林健康产业有限公司董事长心情急切地走进中科院华南植物园。因为公司基地种植在树上的石斛出现了严重病虫害，他希望能找到段俊解决燃眉之急。段俊是中国科学院华南植物园首席研究员、中国野生植物保护协会药用石斛保育与利用委员会主任，是我国药用石斛设施栽培技术的先驱者。

石斛因为保健功能突出，位居九大“仙草”之首，被赋予了传奇色彩。随着种植技术不断成熟及品种更新换代，石斛产品逐渐走进寻常百姓的餐桌。石斛产业的蓬勃发展，离不开背后科研工作者的努力。

“没有他，就没有霍山石斛的今天”

2007年之前，我国石斛产业主要还是依赖自然采集野生原材料的供应方式，造成科研人员对铁皮石斛等药用石斛的关注和参与度较低。有中国石斛产业先驱之称的浙江地区，也只有少部分人种植铁皮石斛，规模小、产量低。

“2007年，一些做药用植物的企业找我咨询，称铁皮石斛等药用石斛的种植问题比较大，当时我还纳闷，我们做石斛种植栽培研究时间不短了，栽培环节并不存在什么难点，为何企业会种不好？”铁皮石斛种植者最初的需求成为段俊踏入石斛领域的契机。

他下到田间大棚，一蹲就是半天。段俊发现当时农户们的种植方式大有问题：地栽方式种植的铁皮石斛病虫害发生严重，种植基质透气性不好且容易积水，浇水多了极易烂根。之后，他将“苗床架空栽培”技术首次引入铁皮石斛种植行业，并取得巨大成功。企业种植的铁皮石斛单位面积产量大幅增加，铁皮石斛产能迅速扩大。

目前，“苗床架空栽培技术”已成为药用石斛栽培的主流技术，研发与示范推广的霍山石斛设施栽培技术带动了整个霍山石斛产业的发展，全国设施栽培的药用石斛90%以上均采用此技术进行栽培。

“段博士团队对霍山石斛的发展作出突出贡献，没有他，霍山石斛就没有现在的规模和声誉！”安徽霍山县招商局副局长王芳如是评价段俊团队的工作。

科技助推石斛百亿元效益

浙江石斛种植大户曾和段俊开玩笑说，真不知道段教授的成果对这个产业的发展到底是好还是不好。一方面，段俊团队提供的技术使得石斛的产量猛增，另一方面，我国石斛产业加工储存能力不足，市场体系不健全，这导致了石斛价格跳水。

“2013年是个分水岭，之前铁皮石斛鲜条最低也在700元左右一公斤，此后缩水到几十元一公斤。”段俊认为，这种冲击是一种正常商业现象，也提醒着他利用科技优势为石斛产业插上“科技翅膀”。

“我本人对商业不太感兴趣，对市场的研究也只是为技术找出口，我喜欢搞技术。”通过走访，他发现石斛产业升级这件事情上，科学家可做的事情太多了。

“消费者对野生品种更感兴趣，野生中药用品通常比人工栽培产品的价格要高得多。基于消费者的需求，我们就从药用石斛的仿野生种植入手，使人工种植石斛的生长环境尽量与野生环境一致，野生石斛一般附生于石头上或树上，因此我们尝试将棚中的石斛绑到了树上、石头上。”段俊将这种种植方式推广开以后，部分企业利用这种栽培模式来延时销售并提高附加值，将大棚中的铁皮石斛和霍山石斛药用石斛移植到山里、林下，以度过市场低谷期，提高收益。

铁皮石斛和霍山石斛等药用石斛的仿野生种植方法在一定程度上缓解了企业困境，也推动了产业升级。同时，将石斛种植在树干上或石头上的种植方式对一般民众来说有很强新鲜感，并且林地中成片种植的石斛开花时也非常壮观漂亮，因此也成了一种新的旅游资源。2014年，国家大力鼓励发展林下经济，铁皮石斛赶上了政策红利，成为林下经济作物的新选择，很多企业从中受益。

2008年以来，段俊团队的科技成果助推石斛产业产生的社会效益已超100亿元。

“做石斛就是要钻进去”

段俊是湖南人，踏实肯钻的风格融入血液。在他研究生涯的早期阶段，他带领团队在观赏兰花育种与种苗繁殖方面，建立了拥有300多种兰花资源的种质圃，培育出通过审定的新品种9个，国际登录新品种35个，获植物新品种权1件，获授权发明专利14件，从而使华南植物园成为当时我国兰花行业中收集保存资源和培育新品种最多，以及种苗组培繁殖技术最先进的单位之一。

从段俊团队的硕士生、博士生毕业论文可以看出，机缘巧合深入到石斛产业后，他们从最开始的栽培技术钻研深入到了分子育种、品质调控和产品加工等领域。

2013年，石斛价格经历滑铁卢之后，段俊又将目光转向抗病性强的石斛品种选育。

“如果能选育出抗病性强的品种，就能降低农药使用量。”拥有丰富育种经验的段俊团队很快就培育出了“中科3号铁皮石斛”和“中科4号铁皮石斛”。新选育的品种由于抗性强，对环境要求不高，因此对栽培大棚的建设要求大幅度下降，一亩栽培大棚造价直接减少了五万元以上，而2013年之前，铁皮石斛种植对设施水平台要求较高，一亩大棚的造价在7万元以上。同时由于抗病性强，在种植过程中可以做到不使用杀菌剂等农药来防控病害，从而大幅度降低了农药的使用和产品的农药残留。

据统计，段俊团队选育出的优质高产抗病性强的“中科1号铁皮石斛”“中科从都铁皮石斛”“中科从都2号铁皮石斛”“中科3号铁皮石斛”和“中科4号铁皮石斛”等品种推广面积位居全国铁皮石斛品种之首。

“铁皮石斛盆栽前景不错，因为其具有很高的药用价值，直接采收鲜条就可食用外，还有较高的观赏性。”段俊说。看准盆栽市场后，团队又选育出了直立性好、抗性强、观赏价值高的品种(系)，如“中科5号铁皮石斛”等。

谈起石斛，段俊如数家珍，全国种植石斛的地区都有他的身影。“现在的石斛种植在中国很广泛，我去过山东、北京，甚至西藏的种植基地。浙江和云南地区种植铁皮石斛较多，贵州种植金钗石斛较多，霍山以米斛最为出名”。不出差的时候，他每天都会冲泡一杯铁皮石斛粉喝。身边的亲人、朋友也在他的影响下爱上石斛这味“仙草”。

段俊坚信，将科研成果转化、推动行业发展，是科研人员的责任。他常常对团队成员说：“做石斛就是要钻进去。”



段俊(右一)正在指导农户进行石斛栽培。

段俊：为石斛产业插上「科技翅膀」

■本报记者 王晨华