

磁场让抗肿瘤药物定向快速“穿透”

■本报见习记者 王敏

在现代医学中，将药物装载到磁性纳米颗粒上，利用外部磁场的导向性将其“快速”至肿瘤，已成为一种重要且安全的肿瘤药物治疗新策略。

近日，中国科学院合肥物质科学研究院(以下简称合肥研究院)强磁场科学中心研究员王俊峰课题组，在研究自然界趋磁细菌生物矿化机制的基础上，仿生合成了具有高效磁靶向及肿瘤组织穿透性的软铁磁类小体纳米材料。相关成果日前发表于美国《国家科学院院刊》。

一位审稿专家称：“这项研究非常具有创新性，而且十分有趣，有助于提高肿瘤治疗中的药物递送效率。”

效仿最古老的趋磁细菌

地球上许多动物如鸽子、海龟等可以利用地磁场导航，进行长途迁徙。同样，原核生物中的趋磁细菌也能够感应地磁场定向游动。

生活在大海、湖泊底部的趋磁细菌被认为是地球上最古老的生物之一，它们的趋磁性来自体内一种特殊的细胞器——磁小体。

“这些磁小体相当于趋磁细菌的‘生物罗盘’。在显微镜下看，它们是一个个一纳米尺寸、形貌一致的氧化铁晶体，像项链一样串成一个整体。”论文通讯作者王俊峰说。

最奇特的是，磁小体链与趋磁细菌的动力系统(鞭毛)直接耦合，形成一个高效的导航动力一体化系统。利用磁小体链，趋磁细菌灵敏感知微弱的地磁场(约50微特斯拉)，沿着地磁场方向摆正位置，再通过鞭毛的旋转完成定向移动。

这是目前发现的最古老且极简单高效的一种磁感应机制，同时也是磁生物学研究领域中争议较少、共识度最高的一种观测机制。

王俊峰介绍说：“在趋磁细菌研究领



趋磁细菌磁导航及其链状排布的磁小体“生物罗盘”。 课题组供图

域，中科院地质与地球物理研究所潘永信院士团队、中科院电工研究所宋涛研究员团队，以及中科院海洋研究所和中国农业大学的科学家都做出了极其重要的工作。”

在肿瘤药物治疗中，由于肿瘤周围环境的复杂性，加上其本身非常“致密结实”，导致纳米药物靶向效率平均低于1%。如何提高靶向效率、促使药物快速穿透肿瘤组织，仍然是一个巨大挑战。

近年来，基于化学合成氧化铁开发的磁性纳米药物成为高靶向效率的“优秀候选者”。但其存在一个痛点，即纳米颗粒较大，磁性能越强，但是大尺寸纳米颗粒，尤其是磁性颗粒间易形成的聚集，阻碍了它们穿透肿瘤组织的能力。

受趋磁细菌磁小体合成机制的启发，王俊峰团队创新性提出在体外合成一种尺

寸小但具有天然磁小体优点的纳米微结构。王俊峰认为：“这是对仿生合成技术的一个巨大挑战。在应用方面，尤其是纳米医学领域具有巨大的前景。”

磁性纳米材料也是“外貌协会”

已有研究证明，趋磁细菌之所以能够灵敏感知微弱地磁场，磁小体晶体的软铁磁特性是关键。而这种特性与晶体的尺寸和形貌息息相关。可以说，磁性纳米材料也是“外貌协会”。

前期工作中，王俊峰团队系统研究了磁小体生物矿化机制，包括其最核心问题——单个磁小体晶体是如何形成的、哪些关键蛋白参与了调控，以及生物矿化调控的微观机制。

“我们发现磁小体形成需要两个关键因素，即磁小体膜与磁小体调控蛋白。”论文共同第一作者、合肥研究院强磁场科学中心助理研究员马坤说，磁小体膜可以严格控制磁小体的尺寸与均一性，而磁小体调控蛋白主要负责调控磁小体晶体的成核与晶体生长。

马坤进一步解释说：“天然磁小体的晶体中含有8个[111]晶面(立方八面体)、6个[100]晶面(八面体)。其中6个[100]晶面的存在对于磁小体的软铁磁性形成，特别是低的磁矫顽力必不可少。但在常规条件下，这种[100]晶面很难自然形成，也不稳定。”

进一步研究发现，在天然磁小体囊泡中有一种Mms6蛋白可以稳定[100]晶面。由此，仿生合成类磁小体的路线逐渐清晰，至少需要两个基本条件——精确控制磁小体的尺寸和晶体形状。

最终，他们在体外自组装构建了一个类似天然磁小体囊泡的纳米反应器，并引入Mms6蛋白，重构了趋磁细菌磁小体生物矿化的微环境，成功仿生矿化合成了类磁小体晶体。

“结果证明，类磁小体晶体与天然磁小体晶体形貌一致，磁学性质类似纳米氧化铁单晶。”马坤说，值得一提的是，它们还具有优异的单分散性、均一的小尺寸和良好的亲水性。

“从生物中来回到生物中去”

我们知道，磁场可以无阻碍穿透生物体，并且不会造成组织伤害，这是磁共振成像技术在临床上得到广泛应用的基础，也是纳米药物磁靶向递送原理。

随着工程技术的快速发展，现在人们可以获得的磁场已经是地磁场强度的几十万倍甚至百万倍。不久前，我国稳态强磁场实验装置创造了同类型磁体的世界纪录——45.2特斯拉。

王俊峰表示：“这意味着我们有很好的磁场条件，可以对注入生物体内的类磁小体进行远程操控。”

事实上，他们把类磁小体通过小鼠的尾静脉注入体内，利用外磁场将其定向“快速”到肿瘤部位。最终，磁共振成像实验与组织分布实验结果表明，与其他磁性纳米药物相比，仿生合成的类磁小体在肿瘤组织中的靶向性与穿透性提高了10倍。

总的来说，这项工作不仅为纳米药物磁靶向递送提供了一个高效载体，也为体外研究趋磁细菌生物矿化机制提供了新的模式系统。

王俊峰表示：“我们从趋磁细菌的生物现象开始学习，然后利用生物、化学方法进行合成，最后用物理方法实现远程调控，应用到生物中。从磁导航机制开始，到磁靶向应用结束；从弱地磁场下的现象开始，拓展到强磁场下的新应用出口。可以说，这项工作是一个多学科交叉研究的成果，它从生物中来最后回到生物中去。”

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2211228119>

新型二维材料缓解香榧“铅毒”

本报讯(记者崔雪芹 通讯员陈胜伟)近日，浙江农林大学国家重点实验室教授吴家胜团队阐明了新型二维材料MXene(迈科烯)缓解香榧“铅毒”的作用机制，为环境纳米材料在植物根细胞中固定铅离子的作用机制提供了理论依据。相关成果发表于《危险材料杂志》。

香榧属于裸子植物红豆杉科榧树属，是我国南方独具特色的经济干果。近些年，随着城镇化、工业化的推进以及汽车尾气的大量排放，在一定程度上造成香榧林地铅的过量积累。

MXene作为一种具有类石墨结构新型二维纳米材料，具有良好的导电性、亲水性、吸附性等特点。研究表明，在土壤中施加MXene后，可以有效抑制香榧的铅离子积累，从而增强香榧幼苗对铅胁迫的耐受性。

进一步研究则揭示了MXene抑制香榧体内铅离子积累的作用机制。一方面，土壤中的MXene通过吸附能力，将土壤中的有效态铅转变成稳定态，从而减少香榧幼苗对土壤中铅的吸收。另一方面，MXene通过调控香榧根中果胶合成/代谢相关基因的表达提高果胶含量，进而将更多的铅离子固定在根细胞壁中，最终减少香榧体内铅离子积累。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130647>

香榧树及果实。 吴家胜供图



“自动驾驶不等同于零事故”

《自动驾驶产业发展十大倡议》发布

■本报记者 赵广立

12月23日，以“自动驾驶安全与可持续发展”为主题的2022中国国际自动驾驶论坛暨智能汽车中国行活动在北京举办。活动由中国人工智能学会与中国生产力促进中心协会、国际欧亚科学院中国科学中心主办。

本次论坛达成共识并发布了《自动驾驶产业发展十大倡议》(以下简称《自动驾驶倡议》)。《自动驾驶倡议》明确指出，自动驾驶是解决道路安全难题的重要方案，其目标是达到与“责任心强且谨慎的人类驾驶员”同等水平的安全性，但自动驾驶不等同于零事故，既需科学理性地给予自动驾驶发展空间，也不能因噎废食减缓自动驾驶发展步伐。

《自动驾驶倡议》还提出，要充分认识到自动驾驶等级划分只是技术路线的演进，技术路线与产品有着本质区别，可流通产品才是自动驾驶产业化和商业化的关键。

自动驾驶要“规模化落地、可持续发展”

自动驾驶作为新兴科学技术、新兴理念的集成领域，是科技创新的重要载体、工业转型的重要方向、人才培养的重要抓手，具有重要的战略意义。与会嘉宾认为，当前自动驾驶的发展方向和要义是推动规模化落地、实现可持续发展。《自动驾驶倡议》也提到，自动驾驶技术目前已经取得了一定程度的积累，已经突破了“0-1”

的基础创新阶段和“1-100”的技术转化阶段，正处于将转化成果变成大规模生产和应用的“100-100万”阶段，自动驾驶高速的技术迭代将加快自动驾驶大规模成熟应用脚步。

“当前，以深度学习为代表的新一代人工智能，正在向更深的方向发展。无人驾驶几乎代表了新一代人工智能所有的‘黑科技’，表现得很有在、人人都看得见摸得着，是人工智能的重要发展方向。”中国科学院院士、中国人工智能学会名誉理事长李德毅说道，“人们常常问起，无人驾驶喊了这么多年了，什么时候能真正实现?在这样的背景下，我国明确提出，通过智能网联生态进一步实现无人驾驶。这是中国特色的战略。”

中国工程院院士、国家智能网联汽车创新中心首席科学家李克刚则指出：“智能网联汽车产业的未来发展，亟须各领域各行业打破学科、产业、行业领域的限制，聚力跨界协同与融合，完善以企业为主体、产学研深度融合的技术创新模式，加速推进我国智能网联汽车、新能源汽车产业换道超车，引领中国汽车产业创新发展，共同打造汽车供应链交叉融合、创新生态。”

面对自动驾驶产业的挑战，相关参会专家介绍了国家相关产业政策及管理政策，并传达了政策层面包容审慎的态度。公安部道路交通安全研究中心研究员马明月表示：“我们希望通过建立自动驾驶法规场景测试和交通风

险场景测试平台，提升自动驾驶车辆的运行安全，帮助自动驾驶车辆更早落地。”国家市场监督管理总局缺陷产品管理中心汽车部主任董红磊也提出：“后市场召回管理会秉持包容审慎的理念，统筹安全发展与创新，不断创新监管政策工具，助力整个产品的安全设计和技术创新，保证整个产业发展。”

推动自动驾驶法治建设，营造创新氛围

《自动驾驶倡议》还提到，自动驾驶的系统设计应遵从交通规则，以交通安全为本。在自动驾驶与人类驾驶混合运行的阶段，应采取客观科学的态度，采用同等原则对待自动驾驶实践中发生的交通事故，从而推动自动驾驶的法治建设。

对此，马明月认为，提高自动驾驶的安全能力，要依照人车同规和人车同技的基本原则，像培训人类驾驶员那样，从“驾校”抓起。他透露，公安部道路交通安全研究中心正在探索一套让自动驾驶汽车掌握交规的方法：构建通行场景库、创建数字规则库、搭建仿真测试平台。

作为中国自动驾驶领军企业，百度也表态要强化自动驾驶汽车对交通法规的遵守性、落实群体友好性。北京百度智行科技有限公司自动驾驶资深高级专家吴科介绍说，百度Apollo围绕自动驾驶设计等4个维度的安全问题，建立了59项

出行服务设计，并对30多个城市的测试场景进行了覆盖和技术的演化。

吴琼还提出，希望在自动驾驶产业化过程中，国家相关部门能够和国际接轨，在准入试点中向新产品、新模式、新技术倾斜，给予试点阶段一定的检测项目豁免，以支持更多参与方参与，共同探索形成一套正式完善的准入试点管理办法。

交通运输部中国交通通信信息中心智慧交通事业部副总经理钟南认为，车路协同能把车和路有机连接起来，从而使驾驶更安全、更高效。“车-车、车-路的实时动态信息交互与共享，可实现车辆协同安全和道路主动控制，同时提高通行效率、保证交通安全。”

国际欧亚科学院中国科学中心常务副主席张景安谈到，自动驾驶作为新技术、新产业，已经成为新一轮科技革命的战略制高点之一。自动驾驶领域的发展，不仅关系到新技术、新产业和新动能，也关系到国家发展的长远利益与安全保障。他特别提到，自动驾驶发展尚存在诸多挑战，需要进一步营造良好创新氛围和创新生态，加强科技创新环境建设。

对此，《自动驾驶倡议》提出，作为创新型科技，自动驾驶在从实验室走向社会的过程中需要加强专业领域和普通消费者之间的互动，通过健康多元、实事求是、科学严谨的科普，保持人民对自动驾驶的消费信任和认可，形成社会广大消费者与前沿科技的良好互动和良好氛围。

一所一人一事



“绿水青山就是金山银山”，中科院南京地理与湖泊研究所研究员薛滨，就是区域经济社会发展和群众幸福生活“水动脉”的守护者。他长期聚焦我国北方干旱半干旱地区湖泊，以所学专业应危机、建台站、提建议。作为科学普及带头人，他更是多年如一日坚持带队伍、创作品、办活动，让湖泊之美、科技之奇、科学之趣走进千家万户，为我国湖泊科学传播事业作出创新贡献。

守护北方生态安全屏障

我国幅员辽阔，但约有一半国土面积处于干旱半干旱地区。电视剧《山海情》中“一口水置换一个人”反映出水资源在这片区域的珍贵性。

本世纪初的一次湖泊生态危机调研让薛滨与呼伦湖结缘，从此踏上了守护干旱半干旱地区湖泊的奋斗之路。

呼伦湖作为我国北方第一大湖，不仅是人畜饮用水和工农业用水的主要来源，更是维系北方脆弱生态系统的重要安全屏障。

2010年前后，呼伦湖生态环境急剧恶化，水位下降达5米，蓄水量减少近100亿立方米，湖泊湿地大幅萎缩，鱼类资源接近枯竭。

面对严峻的生态危机，薛滨积极加入中科院紧急组织的攻关小组，迅速前往呼伦湖进行实地考察和调研，发现湖泊水位下降的根本原因是气候暖干化导致的人湖水量减少叠加人为水系破坏行为，并进一步明晰了湖泊水情变化与气候、降水以及人类活动的联系，为有效应对呼伦湖的生态危机提供了科学依据。

经此一役，薛滨体会到当地政府和老百姓对湖泊这“一盆清水”的热爱，也深刻认识到干旱半干旱地区的湖泊保护工作迫在眉睫。

但摆在面前的任务十分艰巨。当时科技部和中科院在北方鲜有大型湖泊观测站，没有长期实地观测数据的研究只能是浅尝辄止。建站刻不容缓。

2014年，薛滨抓住中科院与内蒙古自治区进行会晤的机会，推动中科院南京地理与湖泊研究所和呼伦湖国家级保护区管理局共建呼伦湖湿地生态系统定位观测研究站。该站于2015年获批建设，并加入国家陆地生态系统定位观测研究站网。

让科学研究转化为现实成果

以站为基，引贤聚能，越来越多的科研人员投入到以呼伦湖为代表的北方干旱半干旱地区湖泊研究工作中。

为了打通研究转化的道路，让研究成果真正落地、造福百姓，薛滨潜心致研、笔耕不辍，对标推动绿色发展的目标要求，聚焦呼伦湖、乌梁素海等湖泊的生态环境分析及治理建议，近10份咨询报告应运而生，并得到中央和地方领导的重要批示。

薛滨积极参与呼伦湖生态环境保护督察工作，撰写的实地核查调研报告成为国家发展改革委启动呼伦湖综合治理项目的重要参考，同时推动国家重点研发专项北方湖泊项目启动实施。随着科学研究的不断深入和综合治理项目的稳步实施，近10年来呼伦湖水域面积基本维持在2000平方公里以上，水质各项指标日趋向好，生物多样性明显恢复，湖泊生态环境得到较大改善。

薛滨的工作实质性地推动了我国重要湖泊和黄河流域湿地的保护修复，促进了区域经济社会高质量发展。

投身湖泊科普事业

除了搞科研外，投身湖泊科普，并非薛滨有意为之，而是偶然。

有学生在网络上发表的关于死海的科普小短文意外引起广泛传播，评论区满是“死海原来不是海是湖泊”的留言。这让薛滨意识到，科研人员眼中习以为常的认知，公众可能并不了解。常规概念已是如此，遑论更深层次的科学研究。

如何让湖泊科学知识以通俗易懂的方式走进大众?薛滨团队开始了摸着石头过河的科普探索之路。

薛滨编制的科普图书。他带领团队连续6年出版《中国湖泊》《中国湖泊掠影》《诗话湖泊》《诗韵湖泊》《湖泊的故事》《奇妙的湖泊(手绘)》等科普读物，用精美的图像、优雅的诗句吸引读者探索湖泊的奥秘。

他们写科普短文。短小精悍的篇幅更适合新媒体时代的传播规律。薛滨团队在学习强国、科学大院、掌上星球等公众号上连续刊登文章30余篇，累计阅读量达数十万人次，还在《科普时报》《地球》等报刊上刊登文章50余篇，进一步扩大湖泊科学普及影响力。

团队甚至跨界当导演，拍摄科普纪录片《地理·中国的湖泊》。该片会集多位中科院院士和地学名家，权威解读我国湖泊现状，引发大众对湖泊热点问题的关注。

薛滨坦言：“我们是幸运的，每次尝试总有一些小惊喜。”频频获得肯定的同时，薛滨也欣喜地见证了湖泊科普团队的成长，从最初的一两人发展到20余人。在多年科普创作和科学传播的浸润下，团队积累了扎实的科普产品组织创作经验，建立了联系广泛的科普工作网络，必将在未来发挥更大作用。

面向我国北方湖泊生态保护的现实需求，贴近湖泊科学传播的时代脉搏，薛滨带领团队攻坚克难、创新突破，让万顷碧波润民心促发展，让科学种子驻心田化行动。科学明理，科普明智，薛滨将继续扎根湖泊，守正创新，勇做科技创新与科学普及“两翼齐飞”的排头兵。

(作者单位：中科院南京地理与湖泊研究所)