

# 攻坚克难，国产磁共振的“突围”之路

■本报记者 刁雯蕙

长期以来，磁共振是三甲医院必备的医学影像设备，也是多种重大疾病临床诊断的金标准。十几年前，我国这类高端医学影像设备的核心技术和系统工程技术整体落后，近 90% 的高端医学影像设备依赖从欧美进口。我国高端医学影像设备如何“突围”，实现自主可控甚至走向国际前列？

“十四五”期间，中国科学院深圳先进技术研究院（以下简称深圳先进院）联合上海联影医疗科技股份有限公司（以下简称联影医疗），成功研制出全球首台 5.0T 磁共振，并获批上市，填补了国际上持续 20 余年的人体超高场全身磁共振技术空白。目前，国产 5.0T 磁共振已在全国多家医院和机构完成装机。

磁共振的诞生不仅标志着我国在高场磁共振技术领域实现了从“跟跑”到“并跑”，再到“领跑”的历史性跨越，也展现了中国科学院团队聚焦核心技术难题，攻坚克难、勇于创新的使命担当。

## 迈进磁共振研发“无人区”

高端医学影像技术与装备作为重大疾病诊断的重要手段，技术研发壁垒极高，磁共振的研发更被称为高端制造“皇冠上的明珠”。10 年前，我国三甲医院里的磁共振大部分来自欧美国家，高端型号动辄三四千万元，加重了患者的就医负担。

“高端医学影像设备不能只靠买，关键还得自己造。”面对我国在高端医学影像设备上的困局，中国科学院院士郑海荣接受《中国科学报》采访时强调。早在回国加入深圳先进院之初，郑海荣便开始从零组建生物医学影像团队，聚焦医学成像技术与设备的研发。

“开局一台成像仪，成团全靠埋头干”是团队最初的真实写照。实验室刚刚成立，人手短缺、设备不足，但研发进度不能等。在深圳先进院的支持下，研发团队“斥巨资”购置了一台科研专用磁共振仪器。这台设备成了团队当时最珍贵的家当，也点燃了所有人的热情。

为了造出中国人自己的磁共振，深圳先进院与联影医疗组成联合研发团队，历经多年攻关，在谱仪、射频功放、梯度功放、梯度线圈、射频发射线圈、超导磁体、快速成像等核心技术和部件上实现突破，成功研制出我国首台 3.0T 磁共振成像仪，实现了该设备的国产替代。

## 科学家找到“最毒乳腺癌”免疫治疗耐药“元凶”

本报讯（见习记者江庆龄）复旦大学附属肿瘤医院教授邵志敏、江一舟团队，联合复旦大学脑科学转化研究院教授倪金飞团队，揭示了肿瘤中的感觉神经是导致部分三阴性乳腺癌患者免疫治疗在短期内耐药的“元凶”，并发现一种治疗偏头痛的药物可用于增强免疫治疗。相关研究成果近日发表于《细胞》。

三阴性乳腺癌素有“最毒乳腺癌”之称，具有恶性程度高、生存率低、5 年内极易复发转移等临床特征。近年来，PD-1/PD-L1 抑制剂等免疫治疗为三阴性乳腺癌患者提供了新选择，但仍有不少患者疗效不佳，在短期内出现耐药的情况。

## 美国科研人员涌向欧洲研究机构

最高可达 250 万欧元。

在 ERC 首批开展的 3 个资助项目中，移居欧洲的研究人员除了能获得研究经费及设立实验室所需的资金，还能额外获得 100 万欧元的搬迁费用补贴。“我们看到，美国研究人员对这些新机会的兴趣明显增加了。”ERC 一位发言人表示。

这种需求的激增可能表明美国人才正在外流。自特朗普总统重返白宫以来，美国政府在一年内已削减了数千项研究经费。“毫无疑问，这一增长是特朗普政府部分政策的结果。”美国莱克斯大学的 Kenny Evans 说。

针对资深首席研究员的高级资助



5.0T 磁共振。受访者供图

“想要做到世界领先，实现磁共振的国产替代只是第一步。”深圳先进院副院长梁栋是最早加入生物医学影像团队的成员之一。他回忆，在拿下 3.0T 磁共振医疗器械注册证后，团队没有止步于此，因为他们心中还有更大的目标——朝着磁共振研发的“深水区”“无人区”迈进。

在磁共振研发领域，场强越高，设备性能越好。过去 20 多年来，3.0T 是国际上人体全身磁共振的场强上限。更高场强的磁共振，由于存在短波射频电效应伪影和热沉积等严重问题，临床应用一直未获突破。因此，在中国科学院、科技部等的重大项目的支持下，研发团队在国际上率先选择了 5.0T 磁共振作为临床型超高场磁共振设备的突破口。

“对于每一道技术挑战，我们拆解、验证、重构，最终将不可能变为可能。”深圳先进院研究员李烨说。在攻关过程中，他们先后突破了超高场磁共振信号激发不均匀、能量沉积严重、成像速度慢等瓶颈，攻克了射频线圈、射频功放等核心部件，发明了超高场短波射频调制与成像技术，破解了超高场大视野全身成像难题，并创建了基于学习模型的磁共振快速成像理论与方法。

2022 年，深圳先进院与联影医疗组成的产学研医联合攻关团队，成功研制出全球首款可用于人体全身超高磁场成像的国产 5.0T 磁共振。其核心部件和技术全部自主研发，多项指标达到国际先进水平，标志着我国成为全面掌握超高场磁共振核心技术及整机制造的国家，进入磁共振设备的国际排头兵行列。

## 科学家找到“最毒乳腺癌”免疫治疗耐药“元凶”

层致密的基质屏障，直接将免疫细胞“拒之门外”。而通过药物抑制感觉神经后，肿瘤内部这一“隔离屏障”作用明显弱化，免疫细胞可以顺利穿透屏障，进入肿瘤内部，发挥杀灭肿瘤细胞的作用，肿瘤生长速度也会随之减缓。

团队同时探索了针对性干预策略。在多种动物模型中，通过药物抑制感觉神经信号，不仅能够直接延缓肿瘤进展，与免疫治疗联合使用还可显著增强免疫治疗，实现“1+1>2”的治疗效果。值得注意的是，研究使用的关键神经信号抑制剂瑞美吉兰，是一款在国内外广泛用于治疗偏头痛的药物。

## 国产 5.0T 看病灶更快、更清、更准

国产 5.0T 磁共振的获批上市，在国际上引发了广泛关注和强烈反响。相比国产 3.0T 磁共振，国产 5.0T 磁共振全面突破了分辨率、速度和成像视野等方面的技术指标，将病灶“看得更清、扫得更快、判得更准”。李烨介绍，5.0T 磁共振的特点主要体现在以下几个方面。

一是成像分辨率高。设备分辨率由 3.0T 磁共振的毫米级提高到 5.0T 磁共振的亚毫米级，为肿瘤、神经精神疾病和心脑血管重大疾病的早期发现、精准诊疗和科学研究提供了重要支撑。

二是成像速度快。与传统方法相比，国产 5.0T 磁共振系统可用于脑中风预警的亚毫米高分辨血管斑块成像，成像时间由 11 分钟缩短至 3.5 分钟。

三是实现安全的大视野全身成像。攻关团队研制出世界首台 3.5 兆瓦梯度功率放大器，比进口品牌的最新产品提高了 29.6%；千瓦级大功率高精度功率放大器，较现有进口设备提高 75%以上，为超高场大视野全身成像提供了核心部件。

此外，攻关团队还率先建立了脑疾病、心脏、肺部微小肿瘤的超高场磁共振成像临床诊断新模式，构建了国际上首个超高场全身磁共振成像临床应用体系。

这些技术突破的最终落脚点在于能否真正服务于临床。为此，攻关团队与国内多家顶尖医院紧密合作，共同开展国产 5.0T 磁共振的临床验证与应用探索。

例如，作为国内首批安装使用国产 5.0T 磁共振的医院之一，北京协和医院用它破解了不少以往难以看清的“谜题”。一位 44 岁的女患者因突然肢体无力前来就

医。此前，患者在常规 3.0T 磁共振检查中并未看出问题所在，但经 5.0T 磁共振扫描检查，医生迅速发现了影像异常，随后确诊为危险的动脉夹层。

“3.0T 系统检查分辨率仍然不够，没有发现微小脑血管的问题。5.0T 系统的高分辨率成像可以帮助我们找到病因，更早进行诊治。”北京协和医院放射科主任医师王怡宁介绍。

## 推动我国高端医疗设备走向前列

从打破国际垄断的 3.0T 磁共振，到引领全球的国产 5.0T 磁共振，深圳先进院生物医学影像团队在科技创新的路上从未停歇。如今，他们在磁共振研发领域又有了新进展。

不久前，深圳先进院联合联影医疗共同推出了全球首款“摄影”磁共振。该设备搭载了团队首创的 Live Imaging 技术，能把磁共振设备变成一台“摄像机”，让以往静态的磁共振图像变为动态图像，从而反映人体全身组织和器官的真实运动状态。目前，该设备已获得国家药品监督管理局批准，同时获美国食品药品监督管理局、欧洲 CE 认证，全球同步上市。

除了磁共振，深圳先进院的劳特伯生物医学成像实验室还陈列着引领前沿的高端医学影像设备——世界首台超声深部脑刺激与神经调控仪器、国内首台高清磁兼容脑 PET 功能成像仪、国内首个大视野高分辨小动物显微 CT、国内首款全视场口腔 CT 设备等。

这些“首台”“首款”成果的背后，是一支平均年龄 36.9 岁的多学科交叉团队。他们将个人理想融入国家战略，在科技高峰上持续攀登。

“做国家最需要的科研，创世界未见过的技术，是团队始终坚持的信条。”梁栋介绍，目前深圳先进院生物医学影像团队已发展成为一支 500 余人的科研力量，围绕磁共振技术研发，累计形成知识产权 400 余项，发表相关学术论文 200 余篇。

一系列关键核心技术的突破，不仅彰显了我国科研人员将核心技术牢牢掌握在自己手中的决心，更逐步重塑全球高端医疗装备的产业格局，推动我国高端医疗设备走向国际前列。



## “十四五”科技答卷

物，具有成熟的临床安全性数据。

研究人员指出，这项研究跳出传统框架，首次揭示了感觉神经重塑肿瘤微环境、阻挡免疫细胞的关键机制，将“最毒乳腺癌”免疫治疗耐药机制从“看不见的障碍”转化为“可靶向的目标”。同时，研究开创性引入了癌症神经科学的研究维度，提示未来抗癌治疗也需打破单一视角，将“神经-肿瘤-免疫”作为整体系统考量，为乳腺癌精准治疗开辟了新方向。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2026.01.001>

Dengo 表示，欧洲需要增加对科学的整体投资，这样才能让国际科研人员的兴趣转化为机遇而非结构性问题。“如果大幅增加资金投入，欧洲研究人员本已面临激烈的竞争，额外的人员流动必将进一步加大该系统的压力。”

为吸引美国研究人员，欧盟于去年 5 月启动“选择欧洲从事科学”运动，承诺设立总额 5 亿欧元的长期“超级资助”计划。该计划为期 7 年，单笔资助金额最高可达 700 万欧元。Evans 称“选择欧洲从事科学”运动的成效有限。他指出，为实现全球人才流动的可持续性，欧盟需要在新的计划上投入更多资金。（李木子）

## 我国经济社会绿色转型加速推进

据新华社电 记者 2 月 9 日从国家税务总局获悉，国家税务总局税收大数据分析显示，近年来，我国产业、能源结构持续优化。同时，在税收政策引导下，社会节水减排效应显现。

绿色低碳产业发展良好。税收数据显示，“十四五”期间，新能源整车、光伏设备及元器件、锂离子电池和太阳能器具等重要绿色产品制造行业销售收入年均增速均在 30%以上；新能源、节能、环保等绿色技术服务业销售收入年均分别增长 51.1%、28.5% 和 18.2%，生态保护和环境治理业销售收入年均增长 13.2%，为绿色转型提供技术支撑。

清洁能源占比稳步提高。2025 年，包括风力发电、太阳能发电、水力发电、核能发电在内的清洁能源发电销售收入占总发电销售收入的 42.6%，较“十三五”末提高 7.2 个百分点。其中，风力、太阳能发电销售收入“十四

## 九上火麦溪

■本报记者 李思辉

农历腊月十七，立春。赶在下一场大雪封山之前，《中国科学报》记者如约到访火麦溪。

火麦溪在哪儿？三峡工程以北 80 公里，湖北长阳土家族自治县和秭归县交界处的一个山村，四面环山，海拔 1200 多米。这里曾是一处交通闭塞、人烟稀少的荒凉山坳，人们进出靠攀爬、运货靠背篓。千百年来，岁岁如斯。

一个叫郑学群（以下称“老郑”）的山民，在三峡工程建设中做过民工，开了眼界、起了雄心。“那么大的三峡工程都能干成，下山的路咋会修不成？”靠着这种执念，他用 20 年时间，带领 13 户高山人家硬生生在悬崖峭壁间凿出一条十多里长的悬梯路。2018 年初，在党的脱贫攻坚政策惠及下，这条路被拓宽、硬化，从此，一脚油门就能上山。

2018 年春节前，记者听说这个故事，决定“新春走基层”，上山一探究竟，从此与老郑、杜玉芳、李鹏来、向海平等乡亲，与鄂西山村火麦溪结下了深厚感情。每年春节前后，上山住一宿、看一看，成了记者和村民不变的约定。这一约，就是 9 年。

## 淳朴的小山村

“过村北那个陡坡，一定要慢些哟！”这话，老郑在电话里交代了 3 遍。为什么反复叮嘱？记者进了村才知道原委。原来，上星期这里发生过一次险情。因为坡度太陡、坡路太长，加之雪天路滑，一辆从湖南常德途经此地的小汽车刹不住车，侧滑出几十米远，所幸被一株小树拦停，没有人员伤亡。

驾驶员刘书清告诉《中国科学报》，事情发生在 1 月 30 日早上，那天他很不走运，四驱的车也刹不住，惊出一身冷汗；那天却又很幸运，先是被一株小树救了，接着又遇着一群乡邻。车停后，一群素不相识的乡亲第一时间赶来帮忙。

刘书清一家被老郑热情地请到家里，并给他们生起火炉取暖。听说他们没吃早饭，老郑的妻子杜玉芳赶紧煮了三大碗热气腾腾的肉丝面。救援持续了一天，村民李鹏来、向海平夫妇也帮着张罗午饭和晚饭。

在村民和救援人员的共同努力下，卡在沟坎上的小汽车终于被安置妥当。临走前，刘书清要给大伙付酬劳，不成想，老郑一家也好，向海平一家也好，都坚决不要。“就算帮忙不要钱，饭钱总要收一点吧。”“这钱哪能收呢，在火麦溪没有救人还要收钱的道理！”

“真没想到，这山村里的民风这么淳朴。听说我们在大山里遇到这么好的人，亲戚朋友都觉得很暖心。年

五”期间年均增长 25.4%。

减税红利推动减污控排效应不断显现。2018 年环境保护税开征以来，全国累计落实环境保护税优惠减免 1110.6 亿元，其中促进集中处理、提高治污效率减免 599.45 亿元，促进清洁生产、减少污染排放减免 243.7 亿元，促进综合利用、提升治理效益减免 261.34 亿元。2025 年，国家重点调控的大气污染物二氧化硫、氮氧化物环保税收收入较 2020 年分别下降 33.8% 和 34.03%。

此外，水资源费改税试点自 2024 年 12 月 1 日在全国推开以来取得积极成效，2025 年新试点地区纳税人取用地下水 54.7 亿吨，较 2024 年下降了 7.1%，共关停自备井 4500 余眼。高尔夫球场、滑雪场、洗车、洗浴等特种取用水量较 2024 年下降 34.3%。对符合节水优惠政策条件的 381 户纳税人减征税款 6119.7 万元。（刘开雄）

后我们一定会再去火麦溪，感谢那些好人。”刘书清说。

事实上，这只是火麦溪人助人为乐的一个小故事而已。如果路过的人有难处，主动帮忙，热情留客吃饭且分文不收，是此地很多村民自发的行为。“火麦溪民风淳厚，‘中国好人’郑学群和乡亲们做的好事数不清。”长阳土家族自治县贺家坪镇宣传委员刘成栋说。

## 科学家的赋能

“再过半年，我们的翠冠梨就要挂果成熟了。”在李鹏来、邓大林等人的带领下，记者再次来到他们的梨园。梨园里一排排整齐的白色支架立在那里，宛如整装待发的战士。密布其间的钢丝网，把一株株梨树固定在地里，等待硕果满枝的时节。这是火麦溪今年最大的看点之一。

2024 年初，在《中国科学报》记者协调下，湖北省农业科学院果树茶叶研究所副所长、国家梨产业技术体系岗位科学家伍涛应邀上山。他结合火麦溪的土壤、气候特点，为这里制订了系统的梨产业发展计划。在他手把手的指导下，火麦溪农户学到了“双臂顺行式”棚架模式，开始了高附加值高山翠冠梨种植。

过去的几年里，伍涛与村民微信互动频繁，提醒大伙定期把梨树生长情况的信息发给他，以便进行长期指导。他还把李鹏来等产业带头人拉进种植户交流群，便于他们学习其他地方的林间管理经验。2025 年 6 月，伍涛组织国内外梨产业专家在秭归县石柱村开展培训，专门邀请李鹏来到场学习……

经过科学家多年悉心指导，火麦溪的梨树管理规范、长势良好，2025 年已经开始挂果，大果每个可达 1 斤多，预计 2026 年能挂果数千斤，2027 年有望实现丰产。当地干部告诉记者，高山翠冠梨市场反响好，如果按照过去几年的平均售价，到 2027 年，火麦溪梨产业将给全村增收上百万元，仅李鹏来一户的产值就有望达到 30 万元。

“没有科学家的帮助，我们不可能掌握这些精细的技术；有了科学家的支持，我们有底气，越干越有劲！”从李鹏来在坡地里爬上爬下的兴奋劲儿中，记者看到了乡亲们对科技的推崇、对丰收的期许、对更美好生活的憧憬。（下转第 2 版）



2 月 9 日，首届全球人形机器人自由格斗联赛（URKL）发布会在深圳举行。图为众擎机器人 T800 对打。URKL 面向全球高校、企业、科研机构开放，旨在通过赛事，共同锤炼人形机器人的运动控制、平衡算法、感知决策、动力系统和结构防护等核心能力。图片来源：视觉中国