点亮肺部 国产高端磁共振装备的攻坚路

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/28293.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

点亮肺部 国产高端磁共振装备的攻坚路。 图片来源：视觉中国

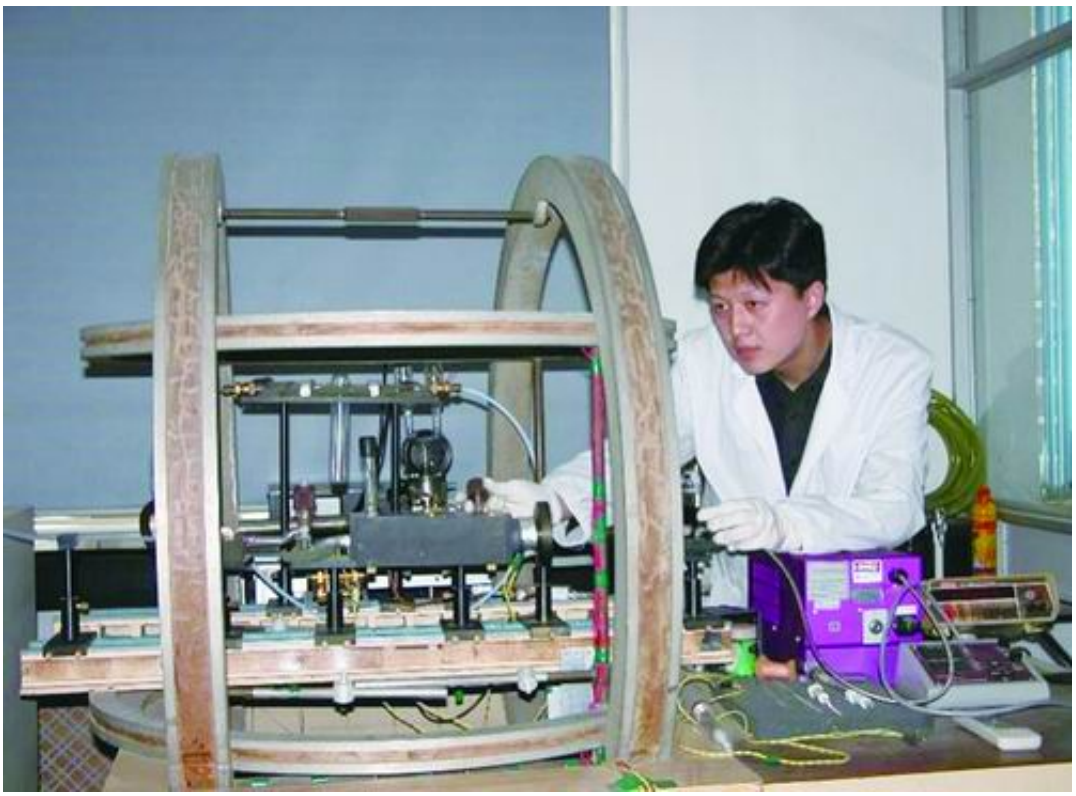
■本报记者 李思辉



人体肺部多核磁共振成像系统外观图。



周欣（左二）团队开展实验。



周欣读博期间开展超灵敏磁共振研究。



人体肺部多核磁共振成像系统支持武汉战疫。



人体肺部多核磁共振成像系统进入临床应用。

这样的装备，我们太需要了，能否赶紧安装到金银潭医院来？

新冠疫情中，患者感染最多发的部位就是肺部，把肺部交换功能病变看清楚，对于病毒致肺生理损伤机制研究和临床治疗非常重要。

2020年2月，正是武汉阻击新冠疫情最关键的时期，时任武汉市金银潭医院院长的张定宇得知中国科学院精密测量科学与技术创新研究院（以下简称精密测量院）研制出人体肺部多核磁共振成像系统后，当即提出需求。

全力支持！一台不够就想办法再多调几台过去！收到精密测量院转达的来自武汉战疫最前线的请援，中国科学院党组果断指示。

中国科学院研究团队主导研发的这款国产高端医疗设备，在抗疫最前线发挥了重要作用。但很多人不知道的是，为了这台能够点亮肺部的设备，相关科研团队苦心研究了十多年。

1 缉凶

肺是人体的重要器官，肺部疾病严重威胁人民生命健康。

权威机构统计，近年来肺癌位居我国恶性肿瘤发病率和死亡率首位。提高对肺部疾病的检测技术水平，及时对肺部疾病进行筛查，开展肺里缉凶，是事关人民生命健康的大事。

肺部常规影像学检测手段包括胸透和CT（计算机断层扫描）等，但这些技术都有电离辐射，并且无法实现肺部通气、气血交换功能定量检测。临床常用的磁共振成像虽然无电离辐射，但无法对肺部空腔进行成像。

简单理解，传统的临床影像检测设备虽能看到明显的肿瘤等病灶，但难以探测肺部疾病早期气血交换功能和微结构的变化，在常规磁共振成像中，肺部往往是一个无法看清的黑洞。

如果我们能研制出一套更精密的设备‘点亮’肺部，就能提高对肺部疾病的检测技术水平，有望实现肺部疾病早发现、早诊断、早治疗，挽救千千万万的生命！十多年前，正是怀揣这份朴素的想法，精密测量院的科研人员开启了这项研究。

项目牵头人周欣彼时刚从美国访学归来，对这项前沿设备研发工作满怀憧憬。

当时能够点亮肺部的高端临床成像仪器，不仅中国没有，国际上也没有。但是，这并不意味着中国科学家不能做出来。周欣告诉记者，这不是个人血性使然，而是国家需求的召唤；不是一腔孤勇，而是站在巨人肩头的使命担当——中国科学院武汉物理与数学研究所（精密测量院前身之一，以下简称武汉物数所）的核磁共振学科有半个多世纪的历史，经过中国科学院院士叶朝辉、刘买利等众多科学家的不懈努力，使中国在该学科领域走在了国际前沿。

2013年，周欣作为首席科学家，在武汉牵头启动国家自然科学基金委国家重大科研仪器设备研制专项用于人体肺部重大疾病研究的磁共振成像仪器系统研制，开启了艰难攻关。

2 点亮

缉凶的关键在于点亮肺部黑洞。至于如何点亮肺部，研究团队一早就确立了基本的研发思路——先寻找一种安全无毒、可吸入的气体作为磁共振的信号源，再想办法将这种信号增强到仪器可以清晰接收的程度，最终让仪器看清肺部黑洞里的各个位置。

思路看似简单，但要将其变成现实却不是件容易的事。

起初，团队根据核磁共振信号衰减时长来寻找气体。他们从安全无毒的稀有气体中，筛选出磁共振信号衰减时间较长的氦-3和氙-129两种元素。但他们很快就注意到，氦-3成本昂贵且不溶于血液，不能满足肺部气血交换功能的应用需求，而氙-129具有良好的生物惰性、脂溶性和化学位移敏感性，在肺部功能探测方面具有十分独特的优势。最终，团队选定氙-129气体为肺部造影剂。

有了造影剂，接下来要解决的问题就是增强氙-129的磁共振信号，让氙气显影。

精密测量院磁共振中心工程师谢军帅将这段研究历程称为坐‘冷板凳’的日子。临床磁共振成像信号来源于人体中的水质子，肺部是空腔组织，其水质子的密度仅为正常组织的千分之一，如何实现肺部空腔气体成像是困扰研究人员的一大难题。大家虽然不清楚何时能够研制成功，但都有一个共同的信念——做科研不能急，不求一鸣惊人，只求一战到底！谢军帅说。

在各方支持下，研究团队取得了一系列突破。

他们摸索出超极化技术，通过激光增强技术把激光角动量转移至碱金属原子电子，再由电子通过相互作用转移至稀有气体氙原子核上，将氙气体信号显著增强，解决了肺部空腔气体成像难题。

他们研发的医用氙气体发生器，在无创情况下有效解决了CT等临床常规影像存在电离辐射的难题，让肺部气体磁共振成像从不可看变为可看，截至2019年底，已将磁共振信号增强7万倍。

他们研制的可穿戴式人体肺部多核磁共振成像探头和升降频多通道射频装置，实现了从看清到好看的飞跃。

他们提出变采样率加速模式和多b值磁共振弥散加权成像图像联合重建方法，实现快速且高质量的图像采集与重建，大大缩短了采样时间。

他们采用特殊的k空间采样轨迹填充技术和多呼吸采样策略，显著提高了氙磁共振图像的空间分辨率和时间分辨率……

在各项创新技术、装备的基础上，团队研发出人体肺部多核磁共振成像系统。该系统由医用氙气体发生器和多核磁共振成像系统两大核心装置组成，实现了临床单核向多核磁共振成像系统的拓展，填补了临床肺部气体交换功能无创可视化评估的空白，开辟了我国临床多核磁共振成像新领域，处于国际领跑地位。

这是全球首台气体肺部磁共振成像装备。肺部患者只要吸一口氙气，3.5秒后就能得到一幅人体肺部磁共振3D影像。影像中，气体抵达肺部的位置清晰可见，患者的肺部微结构、气体交换功能情况等一目了然。

中国科学院团队研发的人体肺部多核磁共振成像系统，有效解决了肺部结构和功能的无损、定量、可视化检测技术背后的科学难题，让肺部疾病杀手无处隐藏。同时，这一成果是我国高端医疗装备领域少有的原始创新，实现了自主可控。

3 逆行

人体肺部多核磁共振成像系统的临床应用，比周欣预想的要快一些。

2020年1月22日，周欣正在北京推进医疗器械注册事宜，得知武汉疫情加重的消息后，他坐不住了。当天晚上，周欣就从中国科学院机关搭上出租车，火急火燎地赶往机场。出租车司机听说他要赶回武汉给医院装肺部成像检测设备，一路狂飙，连车费也不要。这时候还赶回武汉，我不能收你车费。司机的话令周欣颇为感动。

团队其他研究人员也不约而同地从外地往武汉赶。大家都预感一场大仗要开始了，作为国家队国家人，中国科学院的科研人员不能退缩！

即将结婚的团队成员李海东悄悄给家人留下一封信后，连夜从河南自驾赶回武汉。他说：我们不能不回去，因为我们的设备正是派上用场的时候，我们需要教会医护人员怎么用。

武汉全城封闭，设备该如何运输？他们就打报告申请把设备及时运送到医院。设备运行需要的氙气没有了又该怎么办？周欣决定自己开车，把座椅放倒，拉上气瓶，和团队成员一起赶往医院。这辆小车，从位于武昌的精密测量院出发，经过武汉长江大桥，在昔日车水马龙、灯火辉煌的路上，孤独而坚定地前行。

很快，在张定宇的支持下，团队将研制出的人体肺部多核磁共振成像系统安装在武汉市金银潭医院，在全球率先开展新冠患者肺功能临床评估，同期还将设备应用于武汉同济医院等抗疫一线，共计对3000余人次的新冠患者进行了肺部微结构和功能的全面评估。

在医院里，团队成员每天穿着防护服工作十六七个小时，皮肤因汗水、酒精刺激出现红肿，并且反复出现过敏症状……

他们的努力没有白费。通过研究，他们在国际上率先发现，普通症出院患者肺部CT影像和吹气肺功能参数虽无异常，但其肺部多核磁共振成像设备影像显示通气功能有轻微损伤、气血交换功能明显受损，大部分普通症出院患者的通气和气血交换功能在第六个月随访时有进程性改善。

该成果在《科学》子刊发表，并得到国际同行的高度关注。周欣还应美国约翰斯·霍普金斯大学医学院邀请，作线上学术报告。英国牛津大学等机构也跟进开展相关研究，他们指出：气体磁共振成像技术能够精确定位肺部生理受损部位。

4 领跑

国产高端磁共振装备在疫情中的出色表现并非偶然，从研制伊始，周欣团队就聚焦服务人民生命健康的目标，以应用为导向，不断推动装备从实验室走向社会。

2018年4月，精密测量院与相关企业共同成立科技转化公司，负责人体肺部多核磁共振成像系统产业化，预计市场规模可达百亿元以上。

经过不懈努力，周欣团队研制出的人体肺部多核磁共振成像系统在全球率先获得同类医疗器械注册证并开展临床应用，成为全球首个可用于气体成像的临床多核磁共振成像产品。

值得一提的是，人体肺部多核磁共振成像系统的联合产业化单位——联影集团的领导人薛敏，也是当年在武汉物数所读研的年轻人之一。上世纪80年代，薛敏在武汉物数所获得硕士学位。面对全球医学影像设备被GPS（GE、Philips、Siemens）三家跨国企业垄断的局面，薛敏41岁开始在深圳创业。近些年，他带领企业与精密测量院等研究机构合作，在多项医疗设备上填补了国内空白。

中国科学院研究团队主导研制的人体肺部多核磁共振成像系统已在中国人民解放军总医院、上海长征医院、武汉金银潭医院、武汉大学中南医院等全国十余家三甲医院和科研单位开展临床应用研究。

经过优化改进，2024年2月，周欣团队攻克了肺部成像快速采样技术，将采样时间进一步缩短至3.5秒，同时使图像分辨率进一步提高，更好地为无法长时间屏气的肺部疾病患者服务。这也使得自主研发的人体肺部多核磁共振成像系统越来越易用、好用。

目前，中国科学院和湖北省正支持精密测量院与华中科技大学共建生物医学影像重大科技基础设施。该项目建成后，将为我国生物医学基础研究以及高端生命科学仪器与医学影像装备的研制、应用提供更先进的实验条件，提升生物医学前沿和健康领域开展原创性研究的能力。

如今，周欣常常回想起中国科学院武汉分院时任院长叶朝辉在给研究生上专业课时讲的一句话：国产高端医疗设备一定要做出来！当时，高端医疗设备被西方跨国企业垄断，仪器采购价格、维修成本高昂，患者就医成本极高。而随着人体肺部多核磁共振成像系统的应用与推广，这句话已经兑现。

2024年6月，多核磁共振成像（MRI）装备研制项目荣获国家技术发明奖二等奖。短暂的激动后，周欣更感重任在肩，他盼望着点亮肺部的多核磁共振成像系统尽早走进全国各地的医院，成为老百姓检查单上看得懂用得上用得起的检查工具，为解决肺部疾病诊治难题提供中国智慧。

精密测量院供图 蒋志海制版

《中国科学报》（2024-07-19 第4版 专题）
作者：李思辉 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发