中国科学院武汉物理与数学研究所成功研制出气体产率高、控制自动化、可移动式的氙-129气体极化装置，该装置能够形成肺部清晰影像，为攻克肺癌、尘肺等高发顽疾提供有力数据支撑——

一口“仙气”点亮肺部

本报记者 杜 芳

前沿技术

传统磁共振成像技术的“盲区”——肺部，如今终于被中国科学院武汉物理与数学研究所“点亮”。9月6日，一例肺病（哮喘）志愿者在接受了超级化氙-129肺部磁共振仪器检测后，首幅病人人体超极化气体肺部磁共振影像诞生。该影像不仅能清晰地看到病人的病变部位，还能提供一系列评价肺部功能的数据。这就意味着，今后，医生不仅可以利用磁共振技术对肺病发作的前期诊疗做出更科学和清晰的影像判断，还可以看清肺部功能变化，并在临床上建立庞大的参数库，为攻克肺癌、尘肺等高发顽疾提供强大的数据支撑。

△ 图为中科院武汉物数所周欣在操作“点亮”肺部的核心设备：一台能放大氙气信号的自主研发设备。

▽ 受试者被推进核磁共振谱仪进行检测。

△ 图为中科院武汉物数所的研究团队发布我国首幅超极化氙-129肺部磁共振影像。
本报记者 杜 芳摄

6秒看透整个肺部

武汉大学23岁的医学院学生小邹患有哮喘，“一到下雨天就感觉憋得喘不上气来。”除了基本的肺功能检查，小邹还到医院拍了CT片（计算机断层扫描），但是目前的这些技术手段都不能完全清晰地看到小邹的肺部细节。自己的肺部究竟有几个病灶？病变对肺部的功能影响怎样？小邹期待一架“像素更高”的“相机”为肺部拍照后能回答这些疑问。

日前，中国科学院武汉物理与数学研究所的一项研究让小邹如愿以偿。9月6日，小邹成为该研究所研制的超级化氙-129肺部磁共振仪器的第一位受试肺病患者，这台仪器通过磁共振的方法对小邹的肺部进行了成像。

在中科院武汉物理数学所波谱与原子分子物理国家重点实验室，为了让小邹能提早适应呼吸不同的气体，在医生的指导下，小邹用氮气进行了两次吸气练习。之后，小邹穿好布满了高灵敏肺部成像探头的马甲，被推入核磁共振谱仪。他既不需要被注射什么药剂，也不用任何器械介入，只需要像潜水之前的深呼吸一样，把一袋密封好的超级化氙气吸进去，憋气6秒左右，检测室外的电脑屏幕上就清晰地显示出小邹的肺部磁共振影像。

“真是太快了！”小邹说。一般核磁共振的检测手段至少要一刻钟，长的时候甚至需要半个小时，短短6秒就成像，还没反应过来，检查就宣告结束了。这样的速度连医生也觉得有点不可思议。

6秒成像质量如何？在小邹的肺部影像上，左肺叶下部有一块明显的通气缺陷，对比之前小邹所做的CT图像，这个结果与传统检测方法显示的结果一致；然而，影像中右肺叶上清晰地显示出一个小黑点却是利用CT检测不到的新的病变组织。“这个小黑点表示这部分肺泡已经不能实现气体交换，也就是说这是一个小的病灶。”武汉大学中南医院医学影像中心教授吴光耀说。

让肺部的小细节暴露无遗，这对于肺部疾病的认识和诊疗意义重大。“病灶有小的，有大的，有时候是小病灶与大病灶共存，有时候全部都是小病灶。对于疾病的多种不同的表现形式，看得越清，越有利于诊断。”吴光耀说。

在小邹的整个肺部诊疗中，通过无创的方法就能实现可视化的评估。“病在哪里不是凭着医生一张嘴说，这个病变结果就显示在电脑上，谁都可以看到。而且对于肺功能的判断以往大夫之间会有差别，可视化的方法让评判更加标准化、客观化。可以说，这项技术对评估病人病情、了解整个疾病的发病过程、预后的判断乃至对研制新药物疗效的评价，都会有很好的帮助。”吴光耀说。

特制氙气放大“盲区”信号

以往的肺部成像更多选用常规的胸透、计算机断层扫描（CT）和正电子发射计算机断层扫描（PET）等技术，这些技术一方面有放射性，可能对人身体产生一定伤害，更重要的是，它们都不能全面提供衡量肺部健康状态的重要指标——肺部气-气交换和气-血交换功能指标。

与这些常规的技术不同，磁共振技术是一种对人体无放射性伤害的检测手段。不仅能对人体大部分组织器官的结构进行成像，而且能够对其功能进行成像，在医学诊断和研究中显示出诸多优越性。但遗憾的是，用磁共振检测人体，大部分组织都可以成像，唯独肺部区域呈现大面积的黑色，犹如一个神秘的黑洞，成为这项技术无法感知的“盲区”。

磁共振为什么单单不能看透肺部呢？专家介绍，由于磁共振技术是基于人体中水质子的信号，但肺部内多是气体和空腔组织，其水质子的浓度比正常组织低约1000倍，因此磁共振技术无法实现肺部的可视化。

要“点亮”肺部，就要获得信号增强大于数万倍的气体信号。这种气体需要满足4个条件：自旋二分之一、信号保持时间长、无毒、没有生物体背景噪音。科学家在元素周期表上筛来筛去，只有两种气体满足这些属性：氦-3和氙-129。

实际上在中科院之前，美国科学家就在用氦-3进行试验，也取得了一定成效，但中科院却没有沿着这条老路走下去，而是果断选择了后者。“有两点原因，一是相比氙气，氦-3气体资源在地球上极其稀缺，制备的成本非常高，大面积应用于临床有一定的挑战。二是肺功能主要体现在气体与气体交换、气体与血液交换两个方面。氦-3只能检测气体与气体交换，检测不了气血交换，而氙气两种都可以检测。”中科院武汉物数所波谱与原子分子物理国家重点实验室研究员周欣说。

这个听起来像“仙气”的氙气对于人们而言其实并不陌生，在大众生活中被广泛应用，比如汽车的氙灯、霓虹灯、LED的屏幕等都是利用氙气制成。专家介绍，氙气是一种惰性气体，类似于空气中的氮气，不与人体组织产生化学反应，无毒无害。

亲自参与了试验的小邹证实了这一点。“氙气没有味道，吸入后也不会感觉难受，就和呼吸空气差不多。”小邹说。周欣告诉《经济日报》记者，因为人一般的肺活量是3升，平常呼出去吸进来的量约为一升，还有两升气体留存在肺里，因此，在对小邹的检测过程中，小邹吸入700毫升氙气加上200毫升的氧气，这就和平时呼吸的感受基本上一样。

普通的氙气并不足以“点亮”肺部，关键是要“超极化”，即增强气体的信号强度，这是整个研究的难点所在。

如何克服这项技术难关？“每个人身体里都有水，水分子中每个质子都有自旋，就像一个个微观的‘陀螺’。自旋大约一半朝上，一半朝下，就基本抵消了，磁性就会变弱，信号就没那么强。人体肺部超极化气体磁共振技术，就是要让微观世界的原子核自旋的‘陀螺’朝一个方向旋转，角动量积聚而非抵消，从而极大增强气体信号，进而让肺部气体‘可视’成为可能。为此，科学家通过激光把光子角动量转移到电子，再由电子转移到磁共振的核自旋上，让质子自旋的方向排列基本一致，变成朝着一个方向走的‘方阵队伍’，磁性大大增强。”周欣说。

利用这个原理，武汉物数所成功研制出了气体产率高、控制自动化、可移动式的氙-129气体极化装置，这种装置能够将原子核自旋的极化度增强倍数提高到4.4万倍以上，从而使肺部气体磁共振信号可以被接收继而形成肺部影像，从此，肺部不再是磁共振盲区，利用磁共振这一优越技术，将大大推动早期肺部重大疾病的深入研究。

看肺部“颜值”更看功能

用磁共振拍摄一张肺部影像，能显示完整的肺部结构，气管、支气管、肺叶清晰可见。并且凭借增强4.4万倍的气体信号，能展示肺部3D立体重建效果图。然而，点亮肺部的技术看的不仅仅是肺部“颜值”，更重要的是可以对于肺部通气功能、气血交换的生理功能也进行定量的评价，以前无法用影像检测的肺部气血交换时间、肺部氧消耗能力的空间分布等，现在都可以通过这项技术全部看到。

通过点亮肺部，能获得哪些指标？“首先能获知肺泡的表面体积比和肺泡的壁厚等参数，其次能得到血液里血红蛋白和血清的数量，最后还能得知要用多长时间，气体才能进入到血液里面。”周欣说。

在医学中，这些都是重要的指标参数。“举个例子，如果是一个肺部纤维化的病人，气血穿过纤维化的屏障，交换时间变长，氧气消耗时间变长，人们可能短期感觉不到，但供氧速度长期跟不上，就可能导致癌症等疾病的发生。现在通过新的技术手段能够定量化地检测气血交换的各项参数，对于科学研究肺部疾病的发生发展过程有重要的意义。”周欣说。

“今后这项技术还要做多模态的比较，现在我们正在着手做更多的实验，建立真正的肺疾病数据库，凭借超极化气体这项技术，很多疾病的认识会重新改变，我们要为新的知识的获取寻找更客观的依据做支撑。”吴光耀说。

周欣希望凭借这项技术得出更多定量且全面的生理参数。“我们至少要做一百例病人，并对他们进行长期跟踪，获得一般正常的指标的范围，然后用这个指标辅助筛选和诊断。”周欣说。

此外，技术方面，周欣及其团队还将进一步提高气体的极化度，增强信号的强度，制作电路系统和线圈等，并将此项技术和分子探针结合，检测不同的癌细胞，从分子和细胞层面对重大疾病做诊断。

专家表示，这项技术将在我国有非常大的应用空间，因为近年来，由于吸烟、空气污染、人口老龄化等多种因素，慢性阻塞性肺疾病、哮喘、尘肺等肺部发病率逐年上升。我国2015年发布的肿瘤发病率统计年报表明，肺癌的发病率和死亡率仍然居恶性肿瘤首位。

目前，超极化气体肺部磁共振成像设备已经在哮喘、慢阻肺、肺纤维化等多种肺部疾病研究的诊断及预后的评估中具备了有效性和优越性，但是该仪器现在还未用于临床。国内外医学界已经意识到这项技术的潜力，并正在开展相关研究。周欣及其团队希望该技术能尽早实现临床应用，以早日造福肺病患者。

科普

5G：

开辟移动通信新纪元

陈庆修

5G是第五代移动通信技术的简称，是继4G之后移动宽带技术发展新的里程碑。与4G、3G、2G不同，5G不仅是移动通信技术的顺序提升，而且是多种无线接入技术演进集成后解决方案的总称。它将掀起整个行业的巨大变革，深刻改变人们的生产和生活方式，进而推动人类社会全面进入数字化时代。

与前几代移动通信技术不同，5G有望成为真正的全球标准，人们无论走到哪里都可以连续使用自己的手机，出国时也不用再把国内的SIM卡换成当地卡。5G可以覆盖人人、物物、人物，使所有的事物都通过网络进行连接，满足不同行业、不同用户对通信的复杂需求。5G的特点可简单归纳为连续广域覆盖、热点高容量、低能耗大连接和低时延高可靠性等几个方面，其主要指标如下：

一是更快的网络通信速度。高速度是5G最具颠覆性的特点，其平均下载速度达每秒1Gbps，比4G快100倍，随着技术的成熟，其速度可达10Gbps。在此速度下，移动用户可随意将超高分辨率（即4k和8k）的视频传输到手机和平板电脑上。对大众用户而言，5G意味着一眨眼就能完成一部超高清电影的下载或数百张照片的传输。连续广域覆盖意味着5G能使人们在偏远地区、高速移动等环境下实现高速上网；热点高容量就是在人员集中、流量密集的环境下5G仍可满足人们对网络高速的需求。

二是终端连接大幅增加。目前全球移动通信终端连接数量是70多亿个。未来5G网络终端连接数量可多达1000亿，很多智能感应器都可被整合到网络中。即使物联网再添加几十亿个数码设备，5G网络也能绰绰有余，为“万物互联”提供技术支撑。

三是网络响应时间1毫秒。4G网络响应时间为50毫秒，而广泛使用的3G网络则需要500毫秒。5G网络的响应时间缩短至1毫秒。有了这样的灵敏性，5G上网做绝大部分事情都无需等待，这对于那些必须对信息改变作出毫秒级反应的场合，如车联网、无人驾驶、工业机器人等对时延和可靠性要求极高的领域，5G就会有“舍我其谁”的感觉。

四是网络能耗革命性降低。5G可将网络能耗降低90%，使低功率电池续航时间提高10倍以上。在以数据采集和实地观测为目标的应用场景中，会大量使用传感器。这些设备无处不在，大多要求24小时不间断运转，日积月累，能耗是个天文数字，只有低功耗大连接的5G网络才能胜任。

普及网络后，整个世界将变成名副其实的地球村，大容量信息高速公路将大大缩小物理上的距离，这决定了5G具有广泛的应用前景。

——提供更多应用和更好的服务体验。5G将满足人们超高流量密度要求，从互联网到物联网，各种生活生产设备设施都可进入网络；5G将与工业设施、医疗器械、流通领域、新闻领域等深度融合，整个社会因无所不在的智能感知发生意想不到的巨变。

——万物互联并通过手机终端来控制生活。由于上网速度的大幅提升，手机变得更智能，它能够帮助人们进行更多远程控制。

——有助于提升大数据的挖掘、整合、融合和渗透等能力，而这些能力的有机组合将会形成新的、更强大的能力。

5G前景诱人，但关于发展的可能性和相关成本，仍有大量悬而未决的问题。除了法律、标准等，从技术发展角度看，新一代移动网络通常意味着全新的架构，需要具备更强的设备连接能力来应对海量的物联网接入，网络需要极高的灵敏度，不仅速度要快还要节能。5G系统要在创新和技术进步基础上，开发与利用包含体系架构、无线组网、无线传输、新型天线与射频以及新频谱等关键技术。预计5G将于2020年实现商用，它将融合所有频谱，向下覆盖4G、3G、2G技术标准。

总之，5G不仅是技术的依次演进，而且是革命性的技术创新和发展。凭着能实现万物互连这个强有力的支点，可以预测5G将会引发人类社会经济、政治、文化、科技、军事、生态等众多领域的重大变革。

（作者单位：国务院机关事务管理局）

有一种神秘，叫做月球背面

本报记者 董碧娟

近日，“嫦娥四号”将在月球背面落月探测的消息吸引了很多人。这项探索一旦成功，将成为世界首次。由于自转等原因，月球背面是人类站在地球上永远看不到的一面。它就像神秘女子被头纱遮盖的“侧脸”，让人们迫不急待地想要一睹芳容。然而，探索神秘并非易事，因为受通讯限制，很难在月球背面指挥着陆器工作。也正因为这种高难度，人们对中国探月者们充满了期待。

中国科学院探月总体部副主任邹永廖告诉《经济日报》记者，相关专家学者用了1年半左右的时间进行论证，准备把“嫦娥四号”降落在月球背面。“嫦娥四号”在基本架构上继承了“嫦娥三号”的着陆器和月球车，但科学载荷会有很大的变化。

邹永廖介绍，进行月球地质学、行星科学研究的人都知道，月球不同区域有不同特点和性质，只有更充分地加以了解，对天体不同区域的认识才能提高，从而更好地研究天体整体上的形成和演化。

月球正面和背面的电磁环境存在很大不同，背面的电磁环境非常干净。这让天文学家们梦寐以求，想利用这种环境开展低频射电研究。受地球大气层影响，低频射电领域一直存在空白。“如果能在月球背面放一个低频射电的频谱仪，将填补空白，推动科学界取得大进展。”邹永廖说。

“探测月球背面有什么用？”当被问及这种问题时，研究者们总是感到很“无语”。邹永廖说，任何一项科学研究都是探索的过程，研究月球的形成演化可能从短期来说对人们的生活没有特别直接的联系，但地月是一个体系，把月球研究好了，对研究整个地球未来的演化、全球温室效应、气候变化等，都会有很好的帮助。

在开展太空探测过程中，月球的位置优势很突出，是一个由易到难的“跳板”。月球上的重力只有地球的1/6，如果从月球发射探测器到更遥远的太空，要比从地球发射更节省资源。此外，如果能在月球实现太阳能发电，再通过微波传输到地球，将极大缓解地球的能源压力。

“随着人类太空运输工具的发展，我相信月球利用的优势会很大。”邹永廖说。据了解，月球岩土含有丰富的氧、铁、镁、钙、硅、钛、钠、钾等物质。其中，氦-3更是地球上所没有的可用于核聚变反应的高效燃料。以目前的能源消费速度，大约40吨氦-3就能维持美国1年的用电。月球上的氦-3有望支撑地球7000年用电。

据了解，目前美国用于月球和深空探测的资金投入在世界上遥遥领先。我国与之相比，还有很大的差距。在探月工程中，我国积累了很多专业性人才。让邹永廖感慨的是，从1998年他参与国家探月工程论证到今天，我国真正从事行星科学研究的人才队伍不断壮大，很多综合性大学都设立了行星科学，专业人才已越来越多，也越来越强。

引 [illegible] 北京月球与深空探测国际论坛
国际专家学者 [illegible] 程
学者
。
本报记者
董碧娟
摄。近期

农科院发现油菜粒重调控分子机制

本报讯 记者常理、实习生王乐报道：日前，由中国农科院副院长王汉中牵头的油菜遗传改良创新团队发现，油菜中一种调控生长素反应基因表达的转录因子的变异可调控粒重，且不改变角粒数，从而对产量产生影响。这项发现为油菜高产品种的分子设计和培育奠定了基础。相关成果于8月31日在线发表于国际著名学术期刊《美国科学院院刊（PNAS）》。

据了解，粮油等主要农作物的价值70%来源于种子，种子产量的遗传改良一直是作物研究的重点，其功能基因克隆也是国际竞争的热点。而种子产量是由多基因控制的数量性状，特别是重要多倍体作物如小麦、油菜、棉花等，其基因组非常复杂，种子产量基因的图位克隆一直未能获得突破。

农科院油菜遗传改良创新团队利用千粒重差异显著的甘蓝型油菜品系zy72360和R1以及关联群体，通过连锁分析、关联分析、亲本序列比对和转基因验证，最终确定ARF18是调控粒重和角果长度的目标基因，该基因的过量表达可使粒重变异15%，而角粒数保持不变。研究表明，ARF18具有转录抑制活性。

本版编辑 郎 冰 徐 达
联系邮箱 jjrbxzh@163.com