

为高端医疗装备贴上“中国智造”标签

■本报记者 张思玮 见习记者 张帆

“高端医疗装备不能只靠买,还得自己造啊!”这句朴素的话语,道出了中国科学院院士、南京大学副校长郑海荣埋藏多年的“心结”。

10 年前,走进国内三甲医院的放射科,映入眼帘的是几乎清一色的欧美公司生产的 3.0T 磁共振设备。“这些设备不仅购置成本高昂,其核心技术也被国外垄断。而缺乏核心技术,意味着我们没有议价权,更没有发展的主动权。”郑海荣说。

如何让中国高端医疗装备从“自主可控”走向“自主智能”,是关乎国家医疗安全与民众健康福祉的战略任务。为此,郑海荣带领团队以磁共振成像核心技术为突破口,开启了中国科学家的突围之路。

破解磁共振“速度瓶颈”

时间回到 2006 年,郑海荣以优异成绩获得美国科罗拉多大学博士学位,随后在美国加州大学戴维斯分校从事博士后研究。2007 年,他放弃了美国加州大学的科研职位回国,加入当时正在筹建中的中国科学院深圳先进技术研究院。

彼时,我国高端磁共振设备市场完全被国际医疗设备巨头垄断,一台 3.0T 磁共振设备售价高达三四千万元,患者的检查费用动辄数千元,高端影像诊断因此成了“奢侈品”。

为了改变这一现状,郑海荣回国后从“零”开始迅速组建团队,聚焦医学成像技术与设备的研发。

郑海荣告诉《中国科学报》,当时国内磁共振技术面临的最主要挑战是成像速度慢和成像电子部件空白问题。

鉴于此,他提出“隐正则化稀疏快速成像理论”,通过数学建模优化数据采集与重建效率,攻克高速电子部件研发问题,将临床常规扫描时间缩短了 50%以上。这一关键突破,为国产高端磁共振设备的研发奠定了坚实的理论基础。

经过 8 年艰苦攻关,2015 年,我国首台 3.0T 磁共振设备正式推向市场。这不仅打破了国外厂商的长期垄断,更使我国成为继德国、美国之后,全球第三个掌握高场磁共振全链条自主技术的国家。而自主研发的国产



郑海荣(右二)团队在研究磁共振电子技术。 受访者供图

设备上市,直接推动了同类进口产品价格的大幅下调,显著降低了医疗机构的采购成本,减轻了患者的检查负担。

基于此,由上海联影医疗科技股份有限公司(以下简称联影医疗)作为牵头单位、郑海荣作为第一牵头人完成的“高场磁共振医学影像设备自主研制与产业化”项目获 2020 年度国家科技进步奖一等奖。

引领全球磁共振技术

如果说 3.0T 磁共振设备的成功研制是破局点,那么 5.0T 磁共振系统的诞生就是中国在该领域实现“领跑”的标志。

2022 年,全球首台 5.0T 磁共振系统获批上市,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。

这一成就的背后,是医学成像科学与技术系统国家重点实验室与联影医疗,在 5.0T 磁共振高密度射频信号发射接收系统、智能心脏成像、全身脂肪定量成像图谱和功能成像等关键技术上的持续攻坚。

“5.0T 磁共振设备的分辨率可达 200 微米,能够清晰捕捉脑血管早期微小肿瘤和神经纤维病变,使肿瘤、帕金森病、阿尔茨海默病等的早期诊断准确率大幅提升。”郑海荣介绍。

据统计,在 5.0T 磁共振设备研发过程

中,郑海荣团队共产生知识产权 72 项(含美国专利 9 项)、发表相关论文 60 余篇,在国际磁共振领域引发强烈反响。

医学成像科学与技术系统国家重点实验室副主任梁栋与联影医疗团队共同研发的业界首创 LIVE Imaging 技术,其核心成果——世界首台“摄像”磁共振 uMR Ultra,实现了从传统“静态拍照”到“动态摄像”的重大跨越。uMR Ultra 能够持续捕捉解剖结构和功能组织活动的高清动态影像,对于人体运动部位的观察、诊断和研究具有重大价值,目前已在全球上市。

这一系列成就的取得,标志着我国磁共振成像进入自主智能全新时代。

医学成像与脑机智能

然而,郑海荣的视野并不局限于影像诊断本身。他敏锐意识到,成像技术或许将成为脑机智能的核心。

在中国科学院深圳先进技术研究院的实验室中,一台高精尖仪器正悄然运转,一排排控制指示灯明灭闪烁,密布其上的探头发出超声波形成的操控声场,宛如一只“上帝之手”穿透实验动物的颅骨,深入大脑并精准触碰特定的神经元,引发仅几微米的细微形变,随即被磁共振仪敏锐捕捉。

“亮了!亮了!”郑海荣屏息凝视着屏幕,突然激动地低呼。磁共振图像上,原本漆黑一片的实验动物大脑中间出现了微小却清晰的白色亮点。这是 2019 年初的一幕,也是郑海荣团队开发“基于超声辐射力的深部脑刺激与神经调控仪器”的第四年。

此外,郑海荣团队还将研究触角延伸至超声神经调控和无创脑机接口等前沿领域。

自 2015 年起,郑海荣团队不仅在国际上首次提出并验证了“超声辐射力能够开关细胞膜上机械敏感离子通道”的科学机理,

还基于此研发了万阵元声力发生器、非均匀组织时间反演波束合成和跨介质声力合成控制技术,破解了声波跨颅骨靶向投射难题,成功研制出世界首台无创超声深部脑刺激仪器,实现了颅内多靶点精准调控。

《自然》评价这项技术“潜在优势巨大”。目前该技术已被国内外 40 余家实验室用于脑科学研究,引领了国际超声神经调控领域的发展。

郑海荣团队的创新探索还体现在无创声波脑机接口技术系统和脑际生物通信的前沿构想。

“当前人工智能(AI)仍处于‘数据智能’阶段,AI 依托大数据和大模型赋能各行业。”郑海荣指出,“未来将进一步迈向‘物理智能’,实现 AI 与物理世界的深度融合互动。最终,通过脑机接口的基础桥梁作用,‘生物智能’阶段有望实现人、机与环境的三元融合,构建智能形态的终极图景。”

中国标准走向世界

从引进、模仿到自主创新,再到引领全球技术潮流,中国高端医学装备的崛起之路,正是“中国制造”向“中国智造”转型的生动缩影。

目前,郑海荣领导的国家高性能医疗器械创新中心正积极与行业联盟推动国产高端医学装备进入欧美市场。对于国产设备出海,他颇有信心地表示:“我们的部分技术指标已达到国际领先水平,下一步的目标是建立全球标准。”

此外,郑海荣团队正聚焦于新一代无创脑机接口核心技术研究,致力于突破全脑神经信息无创成像、磁共振神经影像翻译、基于离子通道调控的神经信息打印等颠覆性技术,为未来的物理智能、生物智能时代变革提供核心基础设施。

“科研需要一股不服输的韧劲。”回首来时路,郑海荣感慨不已,“高端医疗装备蕴含的不仅仅是智慧与创新,更承载着人类健康的‘生命方舟’。这场始于一台磁共振仪的科技星火,必将形成燎原之势,照亮亿万生命的健康前路,为推动构建人类卫生健康共同体,贡献闪耀世界的东方智慧与中国力量。”

第九届全国热传导研讨会在长沙举行

本报讯(记者王昊昊 通讯员王捷)近日,第九届全国热传导研讨会在长沙举行。来自全国 140 家单位的 450 余位专家学者、科研人员及企业代表出席会议,围绕热传导技术在新能源、新材料、高端装备等领域的关键需求开展深入交流与合作探讨。

会议设 3 场大会报告、14 个专题讨论论坛和一场企业例会。其中,口头报告 172 场、邀请报告 136 场,此外还有张贴报告 88 场,覆盖热传导领域的绝大多数研究方向。上海交通大学教授邓涛、中国科学院化学研究所研究员狄重安、国防科技大学教授孙明波作大会邀请报告。

邓涛围绕仿生热功能材料作报告,指出热功能材料在热能的传输、

转换、储存和探测过程中扮演着不可替代的角色。其中仿生研究是一个比较独特的途径,自然界的热功能系统为人工热功能材料的研究提供了不一样的设计思路。

狄重安作高性能有机热电材料与器件的报告,讨论了改变高性能聚合物热电材料不依赖热输运调控的认知局限,为塑料基热电材料领域的持续发展提供了新路径。

孙明波以“高速吸气式动力流固热建模与仿真技术”为主题作报告,围绕高速动力流固热耦合建模的关键科学问题,介绍了燃烧—流动—传热—结构变形等耦合模块与仿真技术,其研究对航空航天、能源开发、环境工程等流固热结合领域的工程装备研发具有重要支撑作用。



10 月 19 日,兰州野生动物园大熊猫“曼兰”的雄性宝宝迎来满月。这只初生时仅 100 余克、全身粉嫩的“掌心宝宝”,在保育团队悉心照料下已健康长至 1000 余克,成为甘肃省首只成功人工圈养的大熊猫幼崽,填补了甘肃省大熊猫繁育研究的空白。

图为大熊猫“曼兰”的雄性宝宝。

本报记者叶满山报道 兰州野生动物园供图

30 秒充电 70%! 超快充锂电池正极材料来了

■本报记者 刁雯慧

近年来,锂电池的超快充技术受到广泛关注,在新能源汽车、电子设备、储能和能源等领域展现出了广阔的应用前景。

然而,在追求更高效、更快速储能的同时,超快充技术对电池正极材料的物理性质和稳定性也提出了更高要求。传统锂离子电池正极材料在实现超快充过程中存在诸多技术挑战,例如能量密度较低、传质和电荷过程缓慢等。

清华大学深圳国际研究生院副教授陈振、彭乐乐团队通过创新设计二维垂直梯形聚合物正极材料,成功破解了离子传输效率低下这一制约电池快充能力的核心难题。这种新型正极材料在高电流密度下仅需 30 秒即可完成 70%充电,远超现有电池技术的极限水平。在零下 50℃的极端低温环境中,该正极材料仍能在 3 分钟内实现 55%的充电量,解决了传统锂电池在低温环境中性能急剧下降的痛点问题。该技术成果有望重塑下一代储能设备的应用场景,在低空飞行或极地探险等特殊应用领域展现出潜力。相关研究成果近日发表于《自然—化学》。

构建快速传输“立体网络”

锂离子电池材料主要包括钴酸锂、磷酸铁锂、三元材料等无机材料。这些无机正极材

料因固有的晶体结构及内部较为单一的离子迁移通道限制了离子迁移速度,难以满足超快速充电需求。相比之下,以碳、氢、氧、硫等元素为主的有机正极材料具有无重金属、环境友好、资源丰富等特点,且其分子结构可设计性强,成为科研人员探索的重点。

2021 年,陈振加入清华大学深圳国际研究生院,组建实验室。与博士和博士后阶段的超分子化学的基础研究方向不同,他决定从事更具实用性的材料研究方向。

有机正极材料的锂离子电池普遍存在长循环性能较差的问题,以往研究锂离子电池正极材料更关注能量密度的提升。“通过前期调研,我们意外发现,虽然前人已开展有机正极材料的研究,但在快充技术方面却鲜有人研究。”陈振说。

为此,研究人员开发了一种二维垂直梯形聚合物正极材料,这种聚合物由碳、氢、氧、硫等地球储量丰富的轻质元素组成,不含具有毒性的钴、镍等过渡金属元素,环境友好。

与传统的无机正极材料不同,研究团队开发的新型正极材料内部形成了丰富的空隙,以及结构性“缺陷”,这些看似不完美的结构特征恰恰成为锂离子传输的重要通道,让锂离子能够在层间实现快速垂直迁移。得益于聚合物内部层与层之间相对较

弱的作用力,锂离子实现了水平方向的迁移,就像是给锂离子的高速传输构建了“立体交通网”。

“过去学术界普遍认为,锂离子扩散主要以插层方式或贯穿方式进行,这种‘交叉型’的高效离子传输机制打破了传统认知。”陈振表示。

充电更快、适应性更强

该研究历时 4 年多,从单体小分子合成到材料制备,再到电极片制作,研究团队遇到了分子目标产物不符合预期、电极片开裂和粉化、电极片载量低等问题。“通过对各项实验参数的不断优化和调整,我们最终形成了稳定可靠的实验流程,也为进一步研究验证奠定了基础。”陈振说。

在进一步的验证实验中,研究团队发现,基于该正极材料制备的锂离子电池在高电流密度下,仅需 30 秒即可完成 70%充电,远超现有电池技术的快充极限水平。在零下 50℃的极端低温环境中,该材料仍能在 3 分钟内实现 55%的充电量,解决了传统锂电池在低温环境下性能急剧下降的难题,为其在极地探险等极端条件下的特殊应用带来了可能。

“30 秒充电 70%,意味着未来可以实现

与传统燃油汽车几分钟加满一箱油相媲美的充电速度,有望解决新能源领域充电速度慢带来的续航焦虑等问题。”陈振介绍,这种优异的快充性能和功率密度可应用于电动无人机等前沿领域。

此外,研究人员发现,基于该材料制备的锂离子电池经过 4000 次充放电循环,容量保持率超过 90%,预测使用寿命超过 1 万次。这意味着如果每天两次充放电,该材料使用寿命可以超过 13 年,展现出了优异的耐用性。

该研究不仅提升了有机锂离子电池的性能参数,更提供了一种储能电极材料的全新设计范式。这种二维聚合物正极材料所展现的结构可控性,为钠、钾等其他离子电池体系提供了新的研发思路。

研究人员表示,当前,电动汽车、电动无人机等领域对快速充电技术的需求日益增长,在此背景下,该研究为实现电池的更快速充电、更强的环境适应性提供了可行路径,为下一代储能系统的发展指明了方向。陈振透露,目前该技术已完成了电池软包的组装与性能测试,他们正在推进该正极材料在钠离子电池领域的研究。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41557-025-01899-5>

发现·进展

中山大学肿瘤防治中心等

原创双免疫疗法助力结肠癌精准治疗

本报讯(记者朱汉斌 通讯员赵现廷)中山大学肿瘤防治中心教授徐瑞华团队领衔的一项 1b 期临床研究结果,近日以封面文章形式发表于《癌细胞》。该研究采用前瞻性随机对照设计,系统评估了我国自主研发的信达生物伊匹木单抗 N01 联合信达单抗,对比 PD-1 单抗方案在局部进展期微卫星高度不稳定 / 错配修复缺陷(MSI-H/dMMR)结肠癌新辅助治疗中的疗效与安全性。



当期封面。 研究团队供图

结直肠癌是全球第三大常见恶性肿瘤,也是癌症相关死亡的第二大原因。传统治疗手段如手术和化疗,对高危患者的疗效有限。约 15%的结直肠癌患者因高突变负荷产生大量新抗原,对免疫治疗更为敏感。

“我们的研究首次以高水平的循证医学证据证实,我国双免疫联合方案可使病理完全缓解率(pCR)显著提高至 78.4%,且在在中位随访 21.4 个月内无患者复发,安全性良好。这一成果为优化这类患者的新辅助治疗模式提供了关键依据。”论文通讯作者徐瑞华对《中国科学报》表示,该研究中的伊匹木单抗 N01 与信达单抗均为我国自主研发的原研药物,试验结果具有重要创新价值。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.ccell.2025.09.004>

四川大学华西医院放射影像研究所

注意缺陷多动障碍机制获揭示

本报讯(记者杨晨)四川大学华西医院放射影像研究所研究员黄晓琦与教授龚自勇团队基于多中心静息态脑功能磁共振数据,首次从全局、区域间以及网络 3 个尺度系统分析并揭示了注意缺陷多动障碍(ADHD)患者脑功能连接模式的空间尺度依赖性。相关研究成果近日发表于《自然—心理健康》。

ADHD 是儿童和青少年中最常见的神经发育障碍之一。研究团队整合了 3 个大型队列 454 名 7~18 岁儿童和青少年的静息态脑功能磁共振数据,其中包括 227 名 ADHD 患者和 227 名典型发育对照,系统比较了 ADHD 患者与正常发育对照之间的脑功能连接差异。

研究结果显示,在全脑水平,患者在默认模式网络(DMN)的核心枢纽区域表现出全局连接减弱,而在左侧舌回等视觉脑区则出现负性连接增强。在区域间水平,ADHD 患者呈现出低连接与高连接并存的复杂模式。在网络水平,ADHD 患者主要表现为突显网络与感觉运动网络、听觉网络之间的连接减弱,而 DMN 的异常在整体网络平均后不再显著,说明 DMN 的异常更多集中在特定节点,而非整体网络层面。

进一步的敏感性分析表明,上述异常的连接模式不受年龄与性别的影响,并且在未接受药物治疗、无其他合并疾病的 ADHD 患者亚组中仍稳定存在,但药物干预与临床异质性可能对 ADHD 患者的脑功能产生重要影响。

此外,研究团队发现,只有脑区—脑区连接特征能够区分 ADHD 患者与正常发育对照,而全脑与网络水平的连接特征分类能力有限,表明区域级功能连接更具成为 ADHD 生物标记物的潜力。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s44220-025-00512-5>

中国科学院武汉植物园

找到植物共享传粉者内在机制

本报讯(记者李思辉 通讯员江珊)中国科学院武汉植物园植物繁殖生态学团队在云南香格里拉选取了一个具有 120 余种虫媒开花植物的高山草甸群落开展研究,揭示了隐藏在传粉网络中的植物间间接相互作用及其作用机制。相关研究成果日前发表于英国生态学会《生态学杂志》。

中国横断山脉地区是全球公认的生物多样性热点地区之一。在这里的高山草甸群落中,一季开花的植物超过 100 种,传粉昆虫多达数百种。面对如此繁盛的生态景观,一个有趣的问题浮现出来:这些植物是如何共享传粉者资源,从而实现稳定共存的。研究团队收集了近 7000 次昆虫访花记录,测量了 93 种焦点植物和 258 种传粉昆虫的功能性状,并系统构建了膜翅目和双翅目传粉者网络,以及涵盖所有植物和传粉者的整体网络。

研究结果显示,植物间间接相互作用无处不在,其出现频率约为植物—传粉者直接相互作用的 6 倍,这些隐形联系显著增强了网络嵌套性。这种结构模式使依赖少量传粉者的特化植物能够与吸引众多传粉者的泛化植物共享访问者,有效减少了竞争,维持了群落的高度多样性。进一步分析表明,植物自身特征在间接相互作用中发挥着关键作用。

该研究表明,传粉网络并非简单的成对互动集合,而是由复杂的间接通路支撑的精密生态网络。物种的消失不仅削弱直接互动,还会破坏它与其他植物搭建的间接联系。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1111/1365-2745.70184>