

发现·进展

香港中文大学

发现心脏修复治疗新靶点

本报讯(记者刁雯蕙)香港中文大学研究团队近日在医学期刊《循环》发表的研究发现,人体免疫系统中的 CD4<sup>+</sup> Treg 细胞能精准调控新生儿心脏再生的关键蛋白 MRG15, 并发现其促进心脏发育及修复的机制。该研究为心脏再生医学提供全新靶点与治疗策略,有望解决心脏受损后无法自行修复的难题。

此前,研究团队发现 Treg 细胞拥有调控免疫系统以外的功能,当新生小鼠的心脏受损后,CD4<sup>+</sup> Treg 细胞会被激活,并通过旁分泌机制分泌因子,直接促进心肌细胞增殖,为开发促进心脏修复及再生的崭新疗法提供重要线索,但相关的具体作用机制尚未明晰。

在该研究中,团队证实,CD4<sup>+</sup> Treg 细胞能控制一种名为 MRG15 的染色质调控蛋白,MRG15 蛋白在新生儿心肌细胞中处于高表达水平,并会随着心脏发育成熟而显著下降。研究表明,CD4<sup>+</sup> Treg 细胞通过调控 MRG15 的表达来促进心肌细胞增殖与心脏再生。

该研究还进一步揭示了 CD4<sup>+</sup> Treg 细胞如何精准调控 MRG15 蛋白的路径,启动心脏再生机制。论文通讯作者、香港中文大学教授吕爱兰表示:“这次从免疫学的角度破解新生儿心脏自我修复的‘钥匙’和机制,加深了医学界对 CD4<sup>+</sup> Treg 细胞的理解。该免疫细胞不仅是人体免疫系统的‘守护者’,更在心脏修复过程中扮演‘维修员’的角色。我们下一步将研究如何将这个独特的机制转化为临床治疗策略,为心肌梗塞及心脏衰竭患者开创新的免疫转化疗法。”

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.125.073890>

中国科学院地球环境研究所等

首次实现大气塑料污染纳米尺度精准观测

本报讯(记者李媛)中国科学院地球环境研究所空气净化新技术团队联合国内外学者开发了一种半自动显微分析方法,首次实现对环境样品中小至 200 纳米的塑料颗粒进行有效定量。相关研究成果近日发表于《科学进展》。

自 2004 年“微塑料”概念——尺寸小于 5 毫米的塑料碎片被提出后,微塑料及更小的纳米塑料(小于 1 微米)已被多项研究发现广泛存在于各类环境介质中。它们通过物理与化学的复合作用,对生物个体及生态系统的多个层级构成潜在且长期的威胁。传统分析方法依赖显微镜下对塑料形状、颜色和透明度的人工识别,难以实现对环境样品中微米级塑料的定量,更无法精准识别纳米级塑料。

团队基于计算机控制的扫描电子显微技术,通过逐颗粒定位并测量其粒径、形貌与元素组成等微观理化参数,系统揭示了西安、广州大气气溶胶、降水(雨、雪)、降尘和扬尘中微塑料与纳米塑料的丰度。

研究发现,道路扬尘与降雨过程主导着大气塑料的跨介质传输,并观测到微/纳塑料在大气中与矿物尘、黑碳等颗粒物发生了异质混合。该研究通过方法学创新,将大气塑料研究的空间分辨率从微米推进至纳米尺度,为量化微/纳塑料的大气过程提供了有力工具。

论文作者、中国科学院地球环境研究所副研究员胡塔峰表示,基于粒径分辨的形貌与化学组成实测数据,研究深化了对大气塑料环境行为的认识,为评估其对辐射强迫与生态系统的影响提供了直接依据。此外,研究首次发现的大气异质混合现象,也为深入探究微/纳塑料的健康风险与气候效应拓展了思路。

相关论文信息: <http://doi.org/10.1126/sciadv.adz7779>

香港教育大学等

新型二氧化硅纳米基质助力癌症免疫治疗

本报讯(记者朱汉斌 通讯员林淑媛)香港教育大学讲座教授翁建霖团队与合作者成功研发出新型二氧化硅纳米基质生物材料 Nanozigzags(NZs)。相关研究成果近日发表于《先进材料》。

“该研究以生物物理信号取代高风险操作,有望为树突细胞疫苗提供更安全、可标准化且更易普及的路径。”论文共同通讯作者翁建霖表示,NZs 可有效缩短树突细胞培育时间、降低成本,将免疫治疗疗效提升近 70%。

癌症多年来一直是全球主要致死疾病,化疗是主要疗法,但其副作用和复发风险持续困扰着患者。近年来兴起的嵌合抗原受体 T 细胞治疗(CAR-T)结合了免疫、细胞与基因技术,但对实体肿瘤疗效有限,还可能引发过度免疫反应,且治疗成本高昂。免疫治疗作为癌症治疗的新方向,相较于传统化疗更为温和,副作用也较小。然而,临床常用的树突细胞免疫疗法一直面临疗效参差不齐、细胞培育流程繁复以及成本高昂等瓶颈。

为此,研究团队研发出天然无毒且高度生物兼容的 NZs。它能够以安全高效的方式促进树突细胞成熟,显著增强 T 细胞对癌细胞的识别与攻击能力,从而攻克癌细胞“伪装”问题,提升靶向精确度。动物实验表明,新技术可有效抑制肿瘤生长,延长免疫记忆,增强免疫反应的持续性。

“整个细胞培养过程在体外完成,无需依赖患者自身免疫系统,有助于确保疗效稳定,尤其适合化疗后免疫力低下的患者。同时,NZs 具备标准化与大规模生产潜力,有望降低成本并加速临床应用。”翁建霖指出,在二氧化硅纳米基质环境中,树突细胞呈现独特的 Z 形结构,可增加表面接触面积,更有效地传递生物物理信号,这与传统培养方式截然不同。

团队计划与相关医院和实验室合作,加速细胞培养及疗效测试,推进临床研究。未来,团队将进一步探索这种新型树突细胞在系统性红斑狼疮及多发性硬化症中的潜在应用,为免疫调节疗法开拓新方向。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1002/adma.202314358>

屡败屡战,这支超导团队终于刷新世界纪录

■本报记者 廖洋 通讯员 于佳桐 车慧卿

2025 年 11 月 22 日凌晨,张俊杰平静地关闭了“正式接收”的邮件。这场历时近一年,历经两次被拒、两次申诉、五轮修改的投稿“马拉松”终于到达终点。

近日,山东大学教授张俊杰、陶绪堂团队牵头,联合国内外多家单位团队完成的研究在线发表于《自然》。他们不仅在全球首次实现镍基高温超导单晶的常压制备,更将超导转变温度提升至 96 开尔文,刷新了该体系的世界纪录。

国际超导专家评价称:“这一成果为镍基高温超导研究打开了新窗口。”

常压下的镍基单晶“生长”

高温超导机理被《科学》列为“125 个未解决的关键科学问题”之一。自 1986 年铜氧化物超导体被发现以来,全球科学家已在这一谜题上探索了近 40 年。超导体在临界温度下呈现零电阻和完全抗磁性,一旦实现室温应用,将彻底改变能源传输、医疗成像等诸多领域。

镍基氧化物是高温超导领域一个重要的新兴材料体系。2019 年,美国斯坦福大学团队首次报道了无限层镧掺杂钕镍氧化物薄膜 15 开尔文的超导电性,引发了全世界的关注,但也迅速暴露出其“高门槛”特性——仅在薄膜中出现超导,是否存在体块超导仍然是个重要的前沿科学问题。

“它的单晶制备极具挑战性:要先在 300 个大气压以上的高压浮区炉中制备母相单晶,之后进行拓扑还原。”张俊杰指出,“一台 300 个大气压的高压浮区炉售价超过 1000 万元,大部分实验室没有。”

2019 年,张俊杰回国加入山东大学并组建团队。他凭借丰富的制备与物性研究经验,决定迎难而上,聚焦镍基高温超导前沿研究。

起步阶段困难重重。团队面临的第一个挑战是样品制备。

“我们选择了常压制备路径,目标是在常压下生长出高质量的镍基氧化物单晶,从而绕开昂贵复杂的高压设备,打破样品制备的瓶颈。”张俊杰对《中国科学报》说。

助熔剂的选择是打通常压制备路径的关键。此前,国内外未有常压下生长 Rud-dlesden-Popper 层状镍基氧化物单晶的报道。张俊杰带着团队进行了近 3 年的摸索。他们尝试了氧化钼、氧化碲、氯化钠、强碱等各种常见助熔剂体系,最后只能得到粉末状产物,晶粒尺寸小于 1 微米。

“每次实验,就像在黑暗中凿壁,前面永



远没有光。”论文第一作者、团队博士生李飞宇回忆道。

转机出现在 2022 年暑假。那时,正在查阅文献的李飞宇偶然发现,美国南卡罗来纳大学团队在生长稀土铽氧化物化合物晶体时使用了碳酸钾作为助熔剂。

“那一刻我的心脏猛跳了一下。虽然材料体系不同,但都属于过渡金属氧化物,化学环境有相似性。我马上把文献发给了张老师,当时心里也没底,怕又是一个不切实际的幻想。”李飞宇说,“那是一种在漫长跋涉后,突然看到远处有微光闪烁的感觉。”张俊杰认为,碳酸钾助熔剂非常值得尝试,并让李飞宇抓紧进行实验。

在反复实验调整下,一个多月后,团队终于在显微镜下首次观察到亮晶晶、有规则晶面的晶体。

“碳酸钾助熔剂选对了”,这让李飞宇高兴坏了。常压生长高质量层状镍氧化物单晶的大门终于向他们打开。

2023 年 7 月,张俊杰为这一核心技术申请了国家发明专利。同月,中国科研团队报道了双层铜镍氧化物在高压下接近 80 开尔文的超导迹象,迅速引发关注。张俊杰团队常压制备稀土镍氧化物的成功,不仅大幅降低了技术门槛和成本,使更多机构得以参与研究,还为整个领域提供了可复制的技术路线与新思路。

技术突破的双重挑战

生长出高质量晶体只是第一步。要在高压下测出超导电性、样品质量、测试技术、传压介质等任何一个环节出问题,信号都可

能“隐身”。团队合作者采用了液体和固体传压介质,但始终未测到理想的超导转变信号。这个新关卡让整个团队感到心里沉甸甸的。

张俊杰决定改变策略:一方面继续优化晶体生长和后处理工艺,提升晶体质量;另一方面积极寻求新的合作。

机会总是留给有心人的。2024 年 12 月,在香港参加第二届国际镍基高温超导研讨会时,张俊杰结识了北京高压科学研究中心副研究员彭帝。当他了解到彭帝所在的曾桥石研究员团队掌握了使用氦气作为传压介质的技术时,顿感相见恨晚。

“全世界熟练掌握这项技术的团队屈指可数。”这让张俊杰无比惊喜。他们一拍即合并展开合作。

“我们一开始使用石蜡作为传压介质,测到了 87 开尔文的超导转变,但数据不够理想。”彭帝还记得这个紧张的过程。更大的挑战在于样品形状,张俊杰提供的单晶样品是长条形的,如何在细长样品上实现氦气环境下的良好电极接触,成了技术方面的“拦路虎”。

这涉及材料特性、设备适配和操作技巧等多个方面,需要系统性的解决方案。曾桥石团队几乎尝试了所有已知技巧,最终发现没有现成的经验可循,因为此前从来没有过长条形样品在氦气下的高压输电测量报道。

两个团队都进入了“攻坚模式”,张俊杰团队持续优化晶体生长工艺和退火处理,确保样品质量的稳定性;曾桥石团队则专注攻克测量技术,从样品固定到电极接触,每个细节都要反复测试和优化。

“我们进行了无数次实验,调整了数十个参数。有几次眼看就要成功了,却在接近



“死了么”App 能活多久,不重要

■赵广立

据贝壳研究院《新独居时代报告》预测,到 2030 年我国独居人口数量或将达到 1.5 亿~2 亿,独居率或将超过 30%,其中 20~39 岁独居青年或将从 2010 年的 1800 万增加到 2030 年的 4000 万~7000 万。在“死了么”App“蹿火”之前,独居人群的困境多隐藏在“独居老人家中去世多日才被发现”“独居青年突发疾病无人知晓”等零星报道里。

客观来看,这款由 3 名“95 后”远程协作、仅用 1 个月时间开发、花费约 1500 元成本即上线的手机 App,无法撑起独居人群安全的重任。其极简的核心功能设计,既无法应对突发疾病、意外跌倒等突发风险,邮件通知的时效性也难以满足紧急救援需求,除提供少许情绪安慰外,并不能提供应有的安全保障。

但“死了么”App 能登顶付费 App 榜首,释放了一个强烈信号——独居人群对安全保障有迫切需求,他们也很愿意为类似

“死了么”App 这类新生事物买单。

“死了么”App 给“科技助独”提了一个醒,独居市场存在巨大的未被满足的需求,科技完全有能力在其中扮演更重要的角色,关键在于能否提供真正解决问题的硬核产品。

我国早在“十四五”初期就在顶层设计中推动老年用品科技化、智能化升级。国务院于 2021 年底印发的《“十四五”国家老龄事业发展和养老服务体系规划》着重提出,加快推进互联网、大数据、人工智能(AI)、第五代移动通信(5G)等信息技术和智能硬件在老年用品领域的深度应用。

在基层实践中,一批具备实操价值的“科技助老”“科技助独”案例涌现出来,为行业提供了可借鉴的范本。如宁波鄞州区试点的“AI 护工”系统,能通过语音、视觉和行为识别等技术捕捉独居老人跌倒、长时间静止等异常,老人的一声“哎呀”,就能把预警信息推送给子女和社区指挥中心;天津 AI 银

超导的压力下功劳一簣。”彭帝坦言,被失败笼罩的感觉十分煎熬。

不过,3 个月的“屡败屡战”让两个团队的配合越来越密切。他们综合优化了样品制备、电极加工、封装技术和压力控制策略,最终成功获得了清晰可靠的超导转变数据。

通过这一关,标志着从材料合成、物性表征到数据说服力的完整技术链条被打通,是成果获得国际认可的最后一块“技术拼图”。张俊杰团队和曾桥石团队在铜钒镍氧化物材料中实现了高达 96 开尔文的超导转变温度,较此前 80 开尔文左右的世界纪录大幅提升。

“按照我们的策略继续优化,超导转变温度还能更高。”张俊杰表示,这一突破揭示了一条通过材料设计和工艺优化提升超导性能的新路径,为领域发展指明了方向。

“科研需要脸皮厚一点”

“我们所在的研究领域发展迅速、竞争激烈,要分秒必争。”2025 年 2 月 15 日,基于“两手硬”的成果,张俊杰胸有成竹地向《自然》投送了新鲜出炉的论文,文章很快被送审。

然而,1 个月后,一盆冷水兜头浇下——文章被拒。3 位审稿人中,一人态度积极,另两人则认为重要性和创新性欠缺。

对此,张俊杰团队没有气馁。一场投稿“拉锯战”展开。

其实,在等待审稿期间,张俊杰和团队从未停止实验。他们秉持“没有最终反馈,就做到自己满意”的原则继续研究。在受到质疑后,他们更是针对性地高效补上了新数据。

2025 年 4 月 9 日,张俊杰将修改稿作为“申诉”提交。此时,他们已将零电阻温度提升至 73 开尔文,并补测了高压下的结构数据。5 月 28 日,文章二次被拒,编辑认为重要性仍不足。

6 月至 7 月中旬,团队继续补充数据、策略等,论文逻辑变得更完整。团队将近乎重写、包含全新数据的版本再次上传系统。8 月 15 日,新邮件传来,数据终于达标,文章再次送审。

接下来的 3 个月,团队经历了两轮审稿人正面评议下的修改。11 月下旬,论文终被接收。9 个月里,团队的修改文章已超过了 15 个版本。

文章发表后,国际资深专家陆续给予了高度评价:“高压零电阻和迈斯纳效应测量数据,以其卓越的质量和完善程度,为该领域树立了一个新的标杆,为后续相关研究提供了可靠的参照。”

回顾整个过程,张俊杰将其视为一次“科学冒险”。

“我从不自我消耗,选择了就全力以赴。”张俊杰坦言,“科研需要脸皮厚一点。”

这一点也体现在张俊杰早年的求职经历中。为了从事博士后研究,张俊杰曾发出 300 多封个性化邮件,最终师从美国化学家 John Mitchell,实现了研究方向的跨越。

2013 年,张俊杰在德国林岛参加诺贝尔奖获得者大会时,诺贝尔化学奖得主、以色列理工学院教授 Dan Shechtman 分享发现准晶体屡受挫折,却依然坚持真理的故事,让他深受触动。“要敢于创新,并勇于坚持。”张俊杰总结道。

“科研就像攀登,必须持续向上。我们不想做追随者,要做开窗的人。”张俊杰说。

如今,张俊杰团队的目光已投向更远——极端条件单晶制备的超高气压生长装备正在研制,更多材料体系有待探索。在他们看来,96 开尔文不是终点,而是新起点。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09954-4>

发智能服务平台会整合独居老人家中的水电气数据,发现使用异常情况即触发社区响应;成都养老社区投入的养老机器人不仅能提供老人摔倒、燃气关火提醒等日常监护,还能陪聊、听戏、帮找东西,让“科技助老”“科技助独”有温度。

可以说,无论是政策导向还是技术实践,都给“科技助老”“科技助独”指明了清晰方向,只是尚未形成规模化、普惠化的覆盖效应,而这无疑给了诸如“死了么”App 等产品以广阔的商业空间和市场想象。

诚然,这类产品由政府职能部门组织开发更容易整合优势科技力量。但市场需求一旦结合时下热门、成熟的科学技术,民营企业所能迸发出的创新力量,往往能给人意外的惊喜。因此,我们不必刻意关注“‘死了么’App 能活多久”,而应关注为何为“科技助老”“科技助独”创造友好的市场环境,如何让科技向善的能量持续释放。