

他们把增生的血管“捋直了”

■本报记者 王昊昊

刚收到审稿人长达8页的修改意见时，南京医科大学附属江宁医院呼吸与危重症医学科副教授张允雷有些沮丧。但仔细看修改意见后，他觉得自己和团队遇到了一位非常负责的审稿人。

“由衷佩服！审稿人几乎逐字逐句地提出了修改意见，连附件都没放过，看得出来他对这项研究很感兴趣，这让我们信心大增。”

经过修改，论文顺利通过。近日，这项由上海交通大学附属新华医院神经外科主任医师郑学胜、上海交通大学电气工程系教授尹毅团队和张允雷共同合作的成果，发表于《细胞增殖》。

历时3年，他们成功发明了一种新型抗血管增生治疗技术——血管靶向电场治疗(ATEF)，能把增生的血管“捋直”并抑制其生长。

拨开血管增生的“荆棘丛”

上海某高校的一位同学，上课时突然剧烈头痛，随后昏迷。经过紧急检查，医生发现了隐藏在他脑部的脑动静脉畸形——一种由病理性血管增生引起的血管结构异常。经历了脑血管造影、动静脉畸形介入栓塞等一系列复杂治疗，医生告诉他，部分畸形血管团仍然藏匿于丘脑深处，现有医疗技术难以触及，存在较高的复发风险。

一位女士因下腹部不适求医，却被诊断出卵巢中有一个巨大的恶性肿瘤。影像检查显示，肿瘤血供丰富，其快速增长的背后是病理性血管增生为肿瘤细胞提供强大的营养支持。即便她接受了肿瘤切除术并配合化疗和靶向治疗，残存的癌细胞仍是一颗不定时的炸弹……

这些与病魔顽强斗争的故事，几乎每天都在郑学胜身边上演。面对病理性血管增生的困境，作为医生的他，深感责任重大。

病理性血管增生是许多常见疾病的共同致病机制。除了上述的癌症、动静脉畸形外，还包括脑海绵状血管瘤、颅内血管外皮细胞瘤和头面部皮肤血管瘤等。现有的治疗手段如手术、介入治疗、激光、冷凝、热凝、光动力疗法和药物治疗等，对于深部、



张允雷（左）指导团队开展研究工作。受访者供图

广泛弥散或恶性病理性血管增生的疗效非常有限，且风险较大。

“许多病理性血管增生性疾病具有致死、致残风险，因此开发新型抗血管增生治疗技术尤为重要。”郑学胜表示，病理性血管增生就像交织了无数疑难杂症的“荆棘丛”，只有开发新型治疗技术才能拨开这片“荆棘丛”。

用电器工程技术解决医学难题

在胚胎发育和儿童成长期间，血管生成活跃，成年后则大多进入静止状态，血管内皮细胞的分裂频率大大降低，只有病变部位才有活跃的血管分裂增殖。

偶然一次阅读文献，郑学胜获得了一个突破性灵感。“我发现，不同细胞对不同频率交变电场有不同响应，这种特性可以用来抑制细胞增殖。”

“我当时就想，能不能利用交变电场技术抑制血管生成，从而有效控制病理性血管增生，同时避免对正常血管的影响。”郑学胜对记者说。

有了这个灵感后，郑学胜马上想到了深耕电气工程研究的好友尹毅。尹毅听完郑学胜的想法后表示，从细胞培养皿的设计到导线长度的规划，再到电场贴片绝缘材料的选择，可以根据细胞、动物模型及人体试验的要求，一步步倒推出设计方案，进

而研发相关设备。

为了加快产品开发和临床前验证，郑学胜又邀请业内好友张允雷的团队加入。他们紧密合作，快速展开设计等工作，最终成功制备出可变频的电场发生系统及其临床前试验设备。

“我们的系统连接一对绝缘电极板用于产生电场。由于电极间是绝缘的，电阻极高、电流极小，可在正常使用状态下形成高电压和高场强。即使导线或绝缘层破损，电阻降低，电压也会瞬间降低，避免触电风险，确保电气安全。”尹毅解释说。

“目前市场上只有一家国外的电场治疗公司，他们使用的绝缘电极板通常采用压电陶瓷，但压电陶瓷硬且厚，与皮肤贴合性差，可能导致使用不便和皮肤损伤，且难以植入体内。”郑学胜说。

为此，该团队使用的是低功率交变电场，绝缘层也做得非常薄。他们选择了柔软、高电导的银箔作为导电层，柔软、绝缘性能好、生物相容性高的聚酰亚胺薄膜作为绝缘层，能承受高达5000伏的电压，远超该设备100伏的峰值电压，确保了临床应用的安全性。

贴一片绝缘电极“捋直”血管

有了设备，又该如何精准有效地治疗病理性血管增生？

为此，郑学胜团队的青年医生沈霖等通过鸡胚绒毛尿囊膜血管实验，筛选出对血管内皮细胞具有敏感性的电场频率。实验结果表明，在1000千赫左右的频率，该设备能够有效抑制鸡胚绒毛尿囊膜的血管生成。进一步的人脐静脉内皮细胞活性实验，又帮助研究团队确定了最佳的电场频率和强度。

然而，这一频率的交变电场又该如何抑制血管生成？张允雷带领团队迅速开展了一系列实验验证。他们发现，48小时的交流电场处理能够在人脐静脉内皮细胞中

诱导出一种独特“线球”状纺锤体结构。这种结构与对照组中观察到的梭形纺锤体形成鲜明对比。

“ATEF诱导的纺锤体结构与长春新碱处理后的纺锤体相似，这一发现暗示它们可能共享相同的作用模式。长春新碱能够与微管蛋白结合，阻碍微管二聚体聚合，从而阻止中期染色体的分离。同样，ATEF诱导的‘线球’状纺锤体扰乱了人脐静脉内皮细胞的分裂，最终导致细胞死亡。”张允雷解释说，这一机制的揭示表明，ATEF通过扰乱纺锤体的形成来抑制人脐静脉内皮细胞的生长。

研究团队又选用胶质瘤和乳腺癌两种与血管增生紧密相关的肿瘤模型，来验证ATEF设备的效果。实验中，肿瘤细胞被接种在小鼠臀部两侧，利用胶带将柔性的电场贴片固定于肿瘤之上，形成垂直对立的电场配置。

小鼠的自然活泼特性给实验带来了挑战。为了不限小鼠的活动并模拟临床使用环境，胶带并没有缠绕得过紧，这导致小鼠经常尝试用嘴或脚去除身上的贴片，有时会导致贴片脱落。研究人员需要每3到5小时检查一次小鼠，保证贴片正确覆盖在肿瘤位置，夜间对小鼠的巡视也成为研究团队的常规工作。

经过持续观察，团队看到胶质瘤内的血管平行且纤细，而肿瘤的血管由原本的粗犷杂乱状态转变为细小且平行的新形态，且这些血管的排列完全垂直于电场的作用方向。

张允雷表示，ATEF显示出比传统靶向药物更优的抑制肿瘤血管增生的效果。作为一种非侵入性的纯物理治疗手段，ATEF在动物实验中显示出良好的安全性，未检测到明显的毒副作用，预示着ATEF有潜力发展成为一种更有效、更安全的抗血管治疗方案。

“能将血管捋直并抑制其生长，目前其他药物和设备都无法做到。”郑学胜表示，研究团队正在积极准备ATEF设备的临床试验，期待这一创新技术能够为血管病理性增生患者带来新希望。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1111/cpr.13734>

“蛟龙号”从约4700米深海带回5种生物

近日，“蛟龙号”载人潜水器完成2024西太平洋国际航次科考第9次下潜作业，并从4706米深海采集到5种生物样品。

此次下潜在西太平洋海域一处海盆进行，最大下潜深度4706米。“海底地势平坦，布满直径1至4厘米的黑色结核。我们在海底完成了2500米的航行和测线任务，分区域采集到底层海水和沉积物等样品。”下潜科研人员王琪说。

在生物多样性调查方面，据下潜科研人员张睿妍介绍，对比该航次在海山进行的下潜作业，海盆的生态系统有显著差异。

在约5小时的海底作业中，共观察及拍摄到肉食海绵、玻璃海绵等近10种海绵生物，采集到海参、海绵、海百合、海星、珊瑚5种代表性生物样品。

航次首席科学家、国家深海基地管理中心副主任许学伟表示，这些样品弥足珍贵，中外科研人员在船上实验室完成样品处理后，将带回科研机构进行深入的生物分类学、生态学等研究，以丰富人们对深海生物多样性的认识。

图为“蛟龙号”载人潜水器被放入水中。
图片来源：视觉中国



“新疆三峡”：解千年水患，养万顷良田

■本报记者 张婧丹

烈日炎炎，汽车在新疆昆仑山脉腹地蜿蜒崎岖的塔莎古道上穿行。颠簸6个多小时后，记者终于窥见矗立在叶尔羌河之颠的一项人力奇迹——阿尔塔什水利枢纽工程。

这座大坝总长795米、高164.8米，水库总容量22.49亿立方米，电站总装机容量755兆瓦。它是新疆最大的水利枢纽工程，被业界誉为“新疆三峡”，不仅解决了叶尔羌河千年水患和流域春旱缺水问题，还滋养了下游万顷良田，造福流域240多万人口。

水利援疆，解燃眉之急

发源于喀喇昆仑山的叶尔羌河全长1289公里，流域内数百万人口，设计灌溉面积651.47万亩，是新疆最大灌区。但叶尔羌河也是新疆洪灾最多的河流，以极高的起涨速率和高洪峰值闻名于世，每年七八月份易暴发冰川堰塞湖溃坝性洪水。

“那时候，每年汛期经常发生洪水，冲毁道路，吞没农田、屋舍和村庄。”生活在叶尔羌河上游村落的老村民布比沙热从小便习惯了这条河发怒时的飞扬跋扈。当地百姓也一直期盼着国家能根治水患。

2008年，一张“新疆三峡”工程的宏伟蓝图徐徐展开。怀着“水利援疆”的信念，以吴六一、王志坚等为代表的水利专家加入中核集团新华水力发电有限公司（简称新华发电），来到新疆叶河公司。他们计划用几十年积累的水利专业知识，解新疆水患的燃眉之急。

该工程选址处于边境地区，自然环境恶劣，没有信号，几乎与世隔绝，生活和工



阿尔塔什水利枢纽工程。新华发电供图

作条件异常艰苦，整个建设过程充满挑战。

攻克世界级技术难题

作为新疆最大的水利工程，阿尔塔什水利枢纽工程是国家“十三五”期间的百个重大项目之一。“该工程从蓝图到建成历时近15年，不仅规模大，难度也是世界级的。”新疆新华水电投资股份有限公司党委书记张保虎表示。

工程所处的昆仑山是世界最复杂的地质环境之一。“由于独特的地理环境，阿尔塔什水利枢纽工程建设属于‘三高一深’的世界级设计施工建设难题。”新疆叶河公司副总经理王冬生介绍。

“三高”首先是高面板堆石坝，坝高164.8米，工程大坝加上可压缩覆盖层深度的总高度达258.8米，世界罕见；其次是高边坡，即大坝右岸有高达600至800米的危岩体；最后是高地震烈度，坝址区域地震基本烈度达8度，大坝抗震按9

级设防。“一深”则指河床覆盖层深度最厚可达94米。

当时，很多水利专家都认为，这是几乎不可能完成的任务，尤其是建设坝基防渗墙、连接板、钢筋混凝土面板等渗控体系方面，项目规模和难度都很大。

专家团队集思广益，积极创新，开展了直剪试验、大型荷载试验、面板混凝土抗裂研究、大坝填筑施工质量智能控制系统等10余项科研专题研究，成功将“三高一深”世界级技术难题逐个攻破，为工程建设提供了技术支撑和保障。

“值得一提的是，在大坝碾压过程中，我们采用的是北斗无人碾压设备，所有碾压过程中都用无人驾驶模式，在平台上对碾压的变数、路线以及每个环节进行控制，避免了人为操作碾压时出现漏碾或重碾等不稳定因素。”张保虎说，这项科技创新为大坝的质量提供了有力保障。

此外，团队以建设智能大坝为理念，将云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等前沿技术与工程安全、质量、技术、投资、环保等管理环节深度融合，构建了一体化工程建设信息化管理平台，提供了大数据统计、设计信息管理、建设实时预警、灌浆自动化监测等一系列信息服务支持。比如，大坝整个运营过程监控采用了三维加速监测仪，可实时监测大坝的变形沉降和位移，随时为大坝“体检”。

“四管齐下”，成效显著

2015年，大坝成功截流。2016年，叶尔羌河发生两起冰川溃坝型洪水事件，阿尔塔什水利枢纽工程都顺利通过了考验。而今，这项工程挑起防洪防汛、引水灌溉、改善生态、发电供电四大重担。

在建造阿尔塔什水利枢纽工程之前，当地政府需要每年拿出6000万元用于两岸抢险，这对喀什这样的贫困地区来说，是一笔巨大大开支。“自从有了这个工程后，喀什地区叶尔羌河流域下游水患减少了80%~90%，不仅节省了财政支出，更为当地百姓的生命财产安全提供了保障。”王冬生介绍。

同时，通过科学调度，灌溉保障率从不到50%提升至75%，使灌区灌溉面积由最初设计的651.47万亩增加到千万亩以上。

“这项工程建成后，为我们的灌溉提供了有利帮助，戈壁上种起了沙棘、苹果等经济作物，经济效益和生态环境效益得到显著提升。以前这里风沙很大，沙砾打到房屋的玻璃窗上砰砰直响，现在再也没有这种现象了。”新疆喀什地区泽普县桐安乡党委书记樊科兴说。

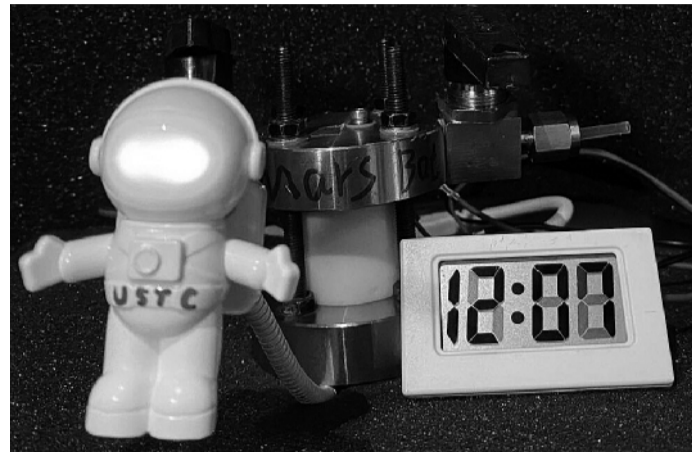
阿尔塔什水利枢纽工程每年向塔里木河干流生态输水3.3亿立方米，可为下游胡杨林供水1亿立方米，使塔里木河流域再现金与希望。在环保方面，每年可节约标准煤88.31万吨，减少17.53万吨烟尘排放。

2021年8月17日，6台机组全部并网发电，年发电量可供220万户普通居民家庭一年用电，有效改变了南疆电力短缺状况。

发现·进展

中国科学技术大学

研发出“火星电池”



火星电池为宇航员模型和电子表供电。中国科学技术大学供图

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学教授谈鹏团队研发出一种火星电池。该电池以火星大气成分作为电池反应燃料物质，可实现高密度和长循环性能。相关研究成果日前发表于《科学通报》。

火星具有复杂的自然环境，包括多种气体成分——95.32%二氧化碳、2.7%氮气、1.6%氩气、0.13%氧气、0.08%一氧化碳，以及剧烈的温度波动——昼夜温差约为60摄氏度。基于此，该团队研制了一种火星电池，其独特之处在于放电时直接吸入火星大气作为燃料，极大减轻了电池重量，为携带进入太空提供便利。当电量耗尽后，电池可以利用火星表面的太阳能等进行二次充电，为下一次放电做准备。此外，团队还结合温度波动情况模拟了火星表面的环境，实现了能够持续输出电能

的火星电池系统。研究表明，在0摄氏度低温下，电池的能量密度高达373.9瓦时/千克，充放电循环寿命达1375小时，意味着该电池可在火星上持续使用约2个火星月。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.scib.2024.06.033>

中国农业科学院

新型核酸试纸条可定量检测乳品成分是否掺假

本报讯(记者李晨 通讯员刘吉吉)近日，中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所的研究团队提出一种利用免核酸扩增的分子杂交试纸条定量分析策略，成功实现了对乳品成分的准确定量检测。相关研究成果发表于《生物传感与生物电子》。

牦牛奶、骆驼奶等特色乳品因营养高、价格高而频频发生被普通牛奶冒充的现象。但目前常用的核酸扩增定性检测方法操作繁琐，且难以实现准确的定量分析，无法满足高效、准确的定量检测需求。

该研究创新性地提出了一种利用胶体金试纸条的免核酸扩增乳品成分定量检测方法。以牛乳品中含丰富、稳定且种属

特异的线粒体DNA作为检测靶标，设计特异性单链DNA探针并巧妙利用了聚合酶链反应，实现了靶标DNA双链的解旋和探针与靶标DNA单链的高效杂交。该方法能够检测到乳品中低至1%(体积比)含量的牛奶，结合便携式试纸条扫描仪，能够精确分析特色乳品中牛奶含量。

这种无须扩增的核酸检测方法避免了传统方法容易引起气溶胶污染的问题，为乳品行业提供了一种高效且准确的乳品成分定量检测手段，为确保乳品质量和真伪鉴别提供了可靠的技术支持。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.jbios.2024.116140>

中国科学院地球环境研究所

新方法可提高砷磳古气候记录准确性

本报讯(记者严涛)近日，中国科学院地球环境研究所的研究团队开发了一种新的时间窗口平均方法，去除了氧同位素 $\delta 18O$ 记录中生长趋势的影响，从而提高了砷磳古气候记录的准确性。相关研究成果发表于《古地理、古气候、古生态》。

砷磳是海洋中最大的双壳类动物，其壳体具有清晰的日—年纹层，是优良的古气候、古气候载体。砷磳壳体的 $\delta 18O$ 受海水温度和盐度的影响，是最常用的砷磳古气候指标之一。将取样距离序列转换为时间序列是古气候学的基础。过去，研究人员多采用线性插值方法将砷磳取样距离序列转换为等间距的时间序列。但由于砷磳壳体的生长

速率在幼年期和成年期之间存在显著差异，可能导致插值得到的时间序列出现偏差。

该团队搭建了一套中等复杂度的仿代用资料实验——伪砷磳实验系统，用于量化气候因素、取样、实验以及数据处理等过程对砷磳 $\delta 18O$ 时间序列的影响。研究采用了真砷磳与伪砷磳相结合的方法，对新方法和传统方法进行了系统评估。相比传统方法，新方法最大的优势在于季节性评估。该研究不仅提出了时间窗口平均方法用于建立更准确的砷磳古气候记录，还初步展示了伪砷磳实验系统的潜力。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112406>