

国家时间基准，必须牢牢掌握在自己手中

■本报见习记者 李媛

在构建国家时间基准、打造自主可控的高精度地基授时系统的过程中，一条条穿越山河的光纤，如同精密的时间神经，连接着太原、石家庄、北京、武汉等关键节点。

高精度地基授时系统作为国家“十三五”重大科技基础设施建设项目，将构建多层次、立体交叉、安全可控的国家授时体系，建成后将成为国际规模最大、性能最先进的地基授时系统，为卫星导航、深空探测等提供核心支撑。其中，光纤授时将地基授时系统沿线用户提供我国精度最高的国家标准时间信号。而这离不开中国科学院国家授时中心（以下简称国家授时中心）科技攻关团队的默默付出。

成立突击队，攻克噪声累积难题

“光纤授时稳定度达到惊人的皮秒级（1皮秒等于一万亿分之一秒），准确度优于100皮秒。这相当于在全国数千公里的距离上，将时间的同步误差控制在比眨眼睛快千万倍的级别！”高精度地基授时系统光纤授时项目总指挥，国家授时中心主任、首席科学家张首刚告诉《中国科学报》，如此高的精度，是国家金融交易、电力调度、通信网络、科学研究等关键领域高效安全运行的基石，更是国家战略安全和科技自立自强的重要体现。

经规划，光纤授时系统全网光纤总长度约2.5万公里，实现优于100皮秒的高精度光纤授时服务，建设任务不仅距离长、难度也非常大。

建设初期，国家授时中心党委成立苗永瑞高精度地基授时科技攻关党员突击队（以下简称突击队），鼓励全体参研党员在国家重大任务中担当作为。突击队下设5个攻坚分队，其中光纤授时分队主要负责高精度光纤时间和频率传递骨干网建设工作。

光纤时间级联方式导致噪声累积怎么办？正式建设前，这一难题挡在了队员面前。光纤授时分队队长郭新兴和队员加班加点集智攻关，在实地线路上进行多次



郭新兴（左二）和同事对光纤时间传递设备进行出厂测试。国家授时中心供图

验证，提出了一对多光电光时分多址轮询方式和时间净化方案，经过两个多月的努力，成功破解了光纤时间级联带来的噪声累积难题，为后续大规模建设扫清了关键障碍。

2023年7月，“西安—北京”段光纤授时链路建设进入攻坚期。作为我国首条实地建设的超千公里级光纤时间频率传递工程应用系统，其进度直接关系到整个地基授时系统工程的全局部署。面对这一重大任务，突击队全体党员全身心投入，在严格受限的作业环境中展开攻坚。

“进出需申请、专人跟随、禁止饮食饮水……”苛刻的施工条件挑战着每个人的极限。郭新兴回忆道：“大家仿佛忘记了时间，从寻找机柜电源、布放跳线、攀高布线到安装调试设备，每个环节都一丝不苟。”

最艰巨的挑战出现在介休中继站。由于线路上存在大量政企用户，为最大限度减少干扰，项目部将割接窗口安排在晚上12点。剥缆、切割、熔接、测试损耗……郭新兴说，尽管是深夜作业，但所有人毫无怨言，因为大家明白，每一个操作细节都关乎着这条国家重要授时线路的畅通。

重压下的破局

“线路必须如期贯通！这关系到整个地

基授时系统联调的全局！”项目协调会上，光纤授时分总体副总工程师刘涛告诉队员。

然而，摆在大家面前的，是一段关键路由突遭变故——机房空调故障叠加外部事故导致光纤断裂，指标告急，贯通受阻。

平日沉稳的刘涛也禁不住在临时指挥部院子里焦灼踱步，电话一个接一个打给中国移动集团项目经理郭秋平。郭新兴说：“那几天，刘老师嗓子全哑了，急得头发都要竖起来了。”

“光纤损耗点偏大，明早复测！”“太原方向下个站点人手确认！”“北京节点机房手续、电源、跳纤再核查……”任务安排妥当，复盘结束后已是凌晨一点多，刘涛这才回家。

最终，刘涛带领团队与各站点安装调试人员紧密配合，一遍遍沟通、协调、尝试替代方案，为这条横贯东西的“时间大动脉”扫清了障碍。

“我们的征途，是每一皮秒的精准”

今年6月，团队赴新疆阿克苏启动新的测试任务。这里的挑战更为严峻：有4段架空光缆，往返总距离达到680公里，相当于北京到郑州的距离。其中，单段光纤最长距离超过100公里。更棘手的是，当地昼夜温差极大，气温日波动达16摄氏度。如此大的温差，加上架空光纤带来

的震动，给依赖光纤物理特性的时间传递带来巨大考验。

实验初步测试表明，这680公里架空光纤的总时延波动范围达449.8纳秒（1纳秒=10⁻⁹秒），温度时延系数约为28.1纳秒/摄氏度。这意味着，温度仅变化1摄氏度，这段架空光缆的时延变化就接近30纳秒。在温度快速升降的环境下，常规控制算法难以快速响应，无法维持系统所需的皮秒级高稳定性。

“当时我站在戈壁滩上，看着时间间隔计数器跳动的数据，压力非常大，就像延绵不绝的沙漠一样茫然。”郭新兴回忆。

刘涛安慰道：“办法总比困难多，我们必须啃下这块硬骨头。”

面对沙漠的“温差魔咒”，团队在恶劣环境中搭建起实地测试平台，反复测量、记录数据，深入分析温度波动与时延的关系。

团队结合实测数据，对大动态时差范围测量和补偿核心算法进行优化，提升了时间测量分辨率和抗干扰能力，最终成功破解时延难题，实现同步和快速补偿，保障了系统在极端环境下高稳定性运行。

2023年7月10日，“西安—北京”光纤授时链路时间信号全线贯通；2024年8月1日，武汉段完成建设；2025年4月，“武汉—合肥”段安徽六安站点完成建设……一个个站点的建设完成，标志着高精度地基授时系统工程取得阶段性胜利，为后续其他节点的联调与联调奠定了基础。

科学园内的运控大屏亮起，郭新兴高兴地说：“看到屏幕上跳动的、稳定在皮秒级的信号，那一刻，所有的辛苦都值得了！”

展望未来，团队将继续完善全国网络覆盖，并向更高精度、更强稳定性的目标发起冲击。“国家的时间基准必须牢牢掌握在自己手中。我们的征途是星辰大海，也是每一皮秒的精准。”刘涛说。

弘扬科学家精神

发现·进展

中国科学院深圳先进技术研究院等

开发高效止血促愈合生物敷料

本报讯(记者刁雯蕙)中国科学院深圳先进技术研究院定量合成生物学全国重点实验室研究员钟超团队与上海交通大学医学院附属瑞金医院团队合作联合攻关，成功研发出一款基于生物纤维素的新型止血敷料，为烧伤及复杂创伤治疗提供了全新的材料解决策略。相关研究成果近日发表于《先进材料》。

临床烧伤清创创面的出血控制一直存在挑战：传统电凝止血虽有效，但存在热损伤风险且操作效率低，而常用止血剂则普遍存在换药时易引发再出血、贴附性差和机械强度不足等问题。

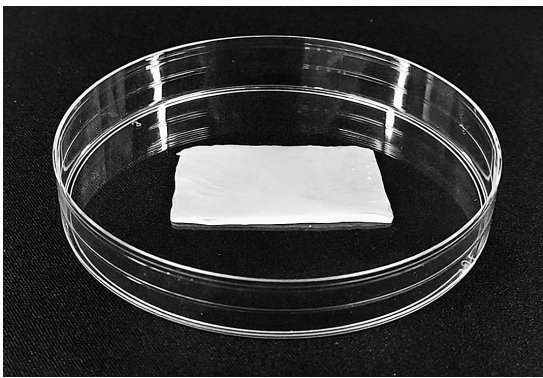
针对这些临床痛点，研发团队创造性地采用合成生物学技术，成功构建出兼具止血与促愈合功能的一体化敷料T-BC。该技术将重组人源凝血酶通过特异纤维素与结构域(CBD)精准结合，并将其锚定在生物纤维素(BC)基体上，不仅完整保留了生物纤维素材料天然的纳米网状结构、优异透气性和生物相容性，还通过蛋白质工程技术显著提升了止血性能。

研究团队通过系统实验验

证了T-BC敷料的优异性能。体外凝血实验表明，该敷料具有显著的止血效果和加速愈合效果。在大鼠肝部切口模型中，T-BC敷料能在1分钟内快速止血，止血效率明显优于传统材料；在模拟深Ⅱ度烧伤创面的大鼠实验中，使用T-BC敷料治疗创面仅5天后，实验组的伤口闭合率便较对照组提高了约40%。为深入理解T-BC促进愈合的原理，研究人员还在基因层面进行了分析。T-BC敷料通过促进新血管形成、调控炎症反应和重建皮肤组织结构三重协同作用，在分子层面实现了对伤口修复过程的多方位调控，从而显著加速愈合进程。

值得一提的是，该研究采用生物分子自组装技术，仅通过温和的蛋白溶液浸泡即可实现凝血酶高效固定。这一创新方法摆脱了传统化学交联对有机溶剂和剧烈反应条件的依赖，不仅完整保留了凝血酶的生物活性，还具有显著的环保优势。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1002/adma.202420338>



T-BC敷料样品。研究团队供图

科学质疑者的坚守

12年数据推翻西方诊疗“金科玉律”

■本报记者 廖洋 实习生 王冰茜

当“隐形杀手”悄然潜入心脏，当暴发性心肌炎以每小时吞噬3%心肌细胞的速度肆虐，一场关乎生死的科技突围战已然打响。

在武汉产业创新发展研究院内，一款承载着生命希望的检测试剂盒是这场“战役”的关键之一。这一由华中科技大学同济医学院附属同济医院内科学系名誉主任、心内科教授汪道文团队十年磨剑、破解世界性难题形成的创新成果，为啃下心血管领域的这块“硬骨头”按下加速键。

“每延误一小时，生存率就下降7%。”当汪道文团队用3000余例临床数据撕开暴发性心肌炎的伪装时，他们研发的sST2标志物检测技术已能实现95%的诊断准确率，将救治窗口从“黄金4小时”拓展至“预警48小时”。此刻，这项被人们寄予厚望的成果，正以中国速度冲破实验室围墙。

“十载春秋，我们让不可见的敌人现形；未来征程，要让每个生命都能听见心跳的声音。”汪道文，这位与死神较量半生的心血管战士这样说。中国医学界正用硬核实力诠释着，所谓奇迹，不过是百折不挠的另一个说法。

早期诊断革新：sST2标志物的10年攻坚

暴发性心肌炎这个以起病急骤、致死率高著称的“隐形杀手”，长期困扰着心血管疾病诊疗领域。传统诊断依赖的肌钙蛋白等指标虽能提示心肌损伤，却难以精准区分心肌炎与心肌梗死，导致许多患者错失针对性的黄金救治期。

据统计，该病好发于50岁以下青壮年及儿童，致死率高达50%至70%，如同悬在医患头顶的“达摩克利斯之剑”。

改革开放初期，中国工程院院士陈灏珠曾带领团队在上海中山医院成立病毒性心肌炎研究所，集中资源破解这一难题。然而，受限于当时的科技水平，诊疗突破长期停滞。

倏忽30多年，尽管治病救人无数，但在治疗过程中目睹过许多病人因诊断不清、治疗不明遗憾离世的汪道文，始终有一件放不下的心事。

“如何能通过量化诊断出暴发性心肌炎病症，在最短的时间内对症下药，这是我始终牵挂的事。”汪道文就怎么把重任担在了肩头。

在他看来，这件事必须做。

2015年，他带领团队启动了系统性的标志物筛查计划。

他们从大量临床患者的样本中提取生物标志物，通过高通量芯片技术对数百种炎症因子进行初筛，初步锁定8个候选因子。为了更好地验证这些因子的特异性，团队构建了病毒感染性心肌炎动物模型。他们欣喜地发现，小鼠和暴发性心肌炎病人中的sST2水平与心肌炎严重程度显著正相关。

得到这一结果后，团队探索性地将研究成果回溯到临床场景，在 multicenter 的临床试验中发现，sST2与肌钙蛋白联合检测，对暴发性

心肌炎的诊断准确率超过95%，远高于单一指标的诊断效能。

一位82岁的高龄患者曾一度被复杂的心衰症状所困扰，当地医院按照冠心病治疗对其却无效果，家人后来转院找到汪道文团队求助。

在详细询问病史、仔细观察症状后，汪道文凭借敏锐的医学直觉，怀疑患者的病因并非冠心病那么简单，并果断决定为患者做sST2检测。

正常人的sST2参考值应小于35皮克/毫升，但是该患者的sST2水平竟高达1200皮克/毫升。

结合其他临床特征，汪道文最终确诊患者为暴发性心肌炎。经过后续的针对性治疗，患者的病情终于得到控制。

sST2如同精准的炎症探测器，可直观反映病情严重程度，为医生迅速准确地判断病情提供了帮助。同时，汪道文还不断向医生们传输问诊时一定要警惕性，要及时从乏力、不思饮食和气短等非典型症状中准确识别出暴发性心肌炎。

如今，在湖北省政府牵头领导下，汪道文团队和武汉产业创新发展研究院等合作，研发专业检测试剂用于暴发性心肌炎的诊断，与时间赛跑，为广大人民群众提供更高效的诊断方式。

“一方面帮助医生准确辨症，另一方面有助于快速识别患者炎症因子的高低，从而对症治疗。”汪道文说，“抓住时间窗口，争取让每一例暴发性心肌炎都可治。”

科学质疑西方传统 创新建立“中国范式”

不仅提出早期诊断的方法，汪道文还系统解析了暴发性心肌炎的病理生理机制和变化规律。

在暴发性心肌炎治疗领域，西方长期主导的诊疗模式曾面临严峻挑战。传统方案以环磷酸酯等细胞毒性药物为核心，旨在通过抑制淋巴细胞活性控制炎症，但临床数据显示，其死亡率长期居高不下，甚至超过50%。这一矛盾现象引发了汪道文的深度思考：是否存在更符合疾病病理机制的治疗路径？

2013年，汪道文系统梳理西方指南与临床数据后发现，细胞毒性药物虽能抑制免疫反应，却可能因过度抑制导致心肌修复能力下降，反



汪道文(中)远程指导治疗。

受访者供图

而加重病情，这样的治疗方案显然与病人的病理生理状态不相符。

基于此，他创新性提出“以机械支持减轻心脏负担”为核心的新理念，并构建“机械生命支持+免疫调节”的综合救治框架。该方案通过体外膜肺氧合(ECMO)等设备维持循环稳定以治标，同时以糖皮质激素减轻心肌水肿、丙种球蛋白(丙球)调节免疫反应治疗炎症以治本，形成多维度干预体系。

他提出了四个“极早”——极早识别、极早诊断、极早预判、极早救治，这一概念深入人心。

但是，病毒性心肌炎的治疗方案中，糖皮质激素的使用一直是禁区，且当时的教科书中并没有丙球的用法。为了让治疗方法更有说服力，汪道文不停地翻文献、请教免疫学专家，几乎不离书、脚不沾地地寻找答案。

最终，他发现2000年有研究证实了丙球能调节巨噬细胞活性，抑制炎症因子释放。

从尝试性用5克丙球治疗，再到添加至10克后发现可以有效抑制炎症风暴，汪道文不断试验。他指出，代谢的半衰期为70多个小时，所以前3天必须用足剂量。

随着认知水平的提高，汪道文对丙球用量有了进一步把握。2017年，他将10-20克每天的丙球剂量作为成年人标准进行治疗。第二年，他发现对于休克严重的患者，需要加大用量，可以增加至40克每天。

曾有同行专家问汪道文“为什么剂量不

断变化”，汪道文认真地说：“我们是在实践中认识它的。”

临床数据印证了方案的有效性：中国方案将暴发性心肌炎死亡率从50%以上降至3.7%，远低于西方传统方案的30%~50%。2017年，受中华医学学会委托，汪道文主持撰写《成人暴发性心肌炎诊断与治疗中国专家共识》，并于2024年发布中英文版《中国成人暴发性心肌炎诊断和治疗指南》，正式确立行业规范。

中国科学院院士葛均波、陈义汉，中国工程院院士韩雅玲等国内多位心血管病专家认为：“这是全球首个行之有效的暴发性心肌炎诊治共识。”

通过系统总结临床实践，汪道文还撰写了首部《暴发性心肌炎诊断和治疗》和《暴发性心肌炎(英文版)》专著，并出版了《暴发性心肌炎诊疗病例精粹》帮助医生认识和救治该病。

新方案的推广并非一帆风顺。2017年，团队向国际顶刊投稿时遭拒，审稿人认为“激素用于病毒感染不合逻辑”。汪道文通过动物实验数据回应质疑，证明激素可通过调节花生四烯酸代谢抑制病毒复制。丙球的应用尤其被西方权威人士抵制（尽管部分临床医生和学者开始接受），汪道文再次用科学研究结果说服了他们。

2019年，美国心肌炎学者质疑死亡率数据，称“中国的死亡率数据不真实”。于是，汪道文连续6年分享多中心试验数据与机制研究，最终以95%存活率的证据说服了对方。

“只有在临床上用了、做了，有了成绩和数据，才能改变传统认知。我们希望获得国际上的普遍认可。”今年，美国梅奥诊所发来了邀请，汪道文将赴美讲学，讨论暴发性心肌炎救治的中国方案和最新进展。3月25日，全球科学出版巨头爱思唯尔发布2024年度“中国高被引学者”榜单，汪道文名列其中。

此外，基于在暴发性心肌炎研究中对“炎症风暴”机制的深刻理解，汪道文团队将研究延伸至COVID-19相关心肌损伤领域，系统性归纳总结了COVID-19相关心肌损伤的发病机制、流行病学、临床表现和精确诊断，以及对症治疗、免疫调节治疗、靶向治疗等各种治疗方案的考量。