

“验血”不“抽血”，无针诊断迈出重要一步

陈彬 赵晖

作为一种常见的医疗检查手段，血液检测在大量疾病的检测与治疗中均扮演着重要角色。而无论是检测血液中的何种成分，“抽血”几乎都是最基本的“第一步”。

抽血行为看似简单，但除了刺破血管引发的疼痛与不适外，如果操作不当，还可能造成患者血管损伤、增加感染风险及血液浪费等一系列问题，特别是对于某些因身体原因不适合抽血病人，此类问题更加明显和棘手。

那么，有没有一种方式可以做到“验血”不“抽血”呢？近日，天津大学精密仪器与光电子工程学院教授田震团队、副教授李娇团队合作取得的一项科研成果试图给出答案。

团队人员开发出一种新型太赫兹光声系统，可以实现在不做任何血液采集的前提下，对活体小鼠血液中钠离子水平的实时测量。相关人体实验也初步验证了该系统走向临床应用的潜力与可行性。近日，相关研究成果发表于《光学》。

不刺破血管，“看”到血液

在人体血液中，钠离子的含量并不算高，其作用却十分重要。

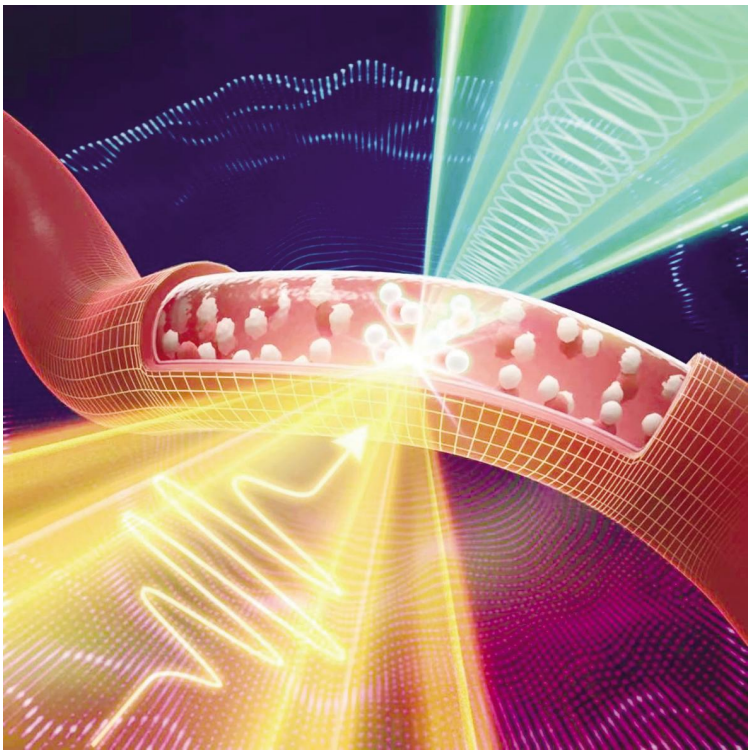
“钠离子是维持人体正常生理功能的关键电解质，其含量异常，如过高或过低，均可能通过影响渗透压、细胞功能及器官代谢，引发神经系统、心血管系统、肾脏等多器官的疾病，严重时危及生命。”李娇告诉笔者。

然而，由于每个人的体质不同，钠离子在人体内的吸收速率并不相同。

以低血钠症为例。李娇说，该病患者需要通过补钠维持体内的钠平衡，但在同样速率、同样计量之下，有些人体内钠水平会快速上涨，甚至导致患上神经脱髓鞘等疾病，造成神经系统受损；与此同时，有些人钠水平却上升很慢，以至延误治疗。

“因此，对人体血液中钠水平的实时监控就显得十分重要。”李娇说。

对此，传统方式是对病人进行频繁的抽血检测。然而，对于一些肾病患者、危重病人或老年病人来说，这种方式除了费时费力外，还容易引发感染等后续问题，而且这些病人血液中的钠含量本就不足，频繁抽血更会加剧这种不足。



太赫兹光声可在体无标记检测血钠离子 ■ 研究团队供图

这种情况下，如果可以实现无针刺前提下的实时监测，无疑会对病人的治疗起到重要作用。但什么东西可以在不刺破血管的情况下，“看”到血液的情况？

替代办法

李娇团队想到的是太赫兹波。

据介绍，太赫兹波是一种位于微波与中红外波段之间的电磁波，具有低能量、组织无害性、弱散射性等优势，并能敏感捕捉生物结构功能变化，是一种理想的生物医学检测工具。

不过，太赫兹波监测也有其局限。它太容易被水吸收，而血液的主要成分恰恰就是水。这使得太赫兹波即便穿透皮肤和血管进入血液，大部分能量也会被血液中的水分子所吸收，能与钠离子作用并反射回收装置的能

作用。

这几乎是一个无法解决的问题。也正因此，相关的监测并没有在医疗实践中大规模应用。对此，科研团队一时间也没有想到好的解决办法。

不过在摸索中，他们想到了一个“替代办法”。

“既然无法解决太赫兹信号被水吸收的问题，那我们是不是可以不再接收太赫兹信号，而接收别的信号呢？”田震说。

他口中的“别的信号”就是超声信号。

田震告诉笔者，目前的科技手段很难阻止水分子对太赫兹信号的吸收和干扰，却可以做到让水分子在这一过程中不发出超声波信号，从而使太赫兹波在作用于钠离子时，后者发出的超声信号变得更加清晰。

“这就如同用探照灯照海上的一艘小船，小船固然可以反射灯光，但由于大

海反射的灯光更强烈，导致人们看不到小船。”田震说，但如果将大海用黑布屏蔽掉，即便小船反射的灯光再小，也能看到。

更重要的是，相较于接收太赫兹信号的设备，人类对超声探测仪的研发历史要长得多，目前相关设备的灵敏度也要高得多，足以接收血液中钠离子发出的微弱超声波信号。

“通过引入光声技术，我们首次实现了太赫兹波在人体离子检测中的应用，这是临床转化的重要突破。”田震说。

“接地气”的项目

虽然涉及很多“高科技”，但李娇依然觉得他们所研发的太赫兹光声系统是一项很“接地气”的项目。正如她所说，“科学研究最终是要改变现实的，而这项研究最终改变的‘现实’，可能与我们每个人的健康都息息相关”。

这项研究还需要多久才能应用到普通百姓身上？

李娇表示，目前相关样机离临床试用已不远，但如果要实现真正意义上的大规模应用，还需要上游技术的支撑。

“目前这项技术大规模应用的最大障碍在于太赫兹源技术的突破。坦率地说，现有能够发射太赫兹射线的设备存在造价过高、发射强度不够等问题。如果这些问题能够解决，‘无针诊断’的普及化将大大加快。”她说。

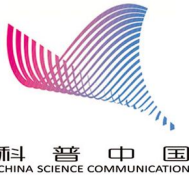
在这方面，李娇很是乐观。

“需求决定供给。之前太赫兹源技术之所以发展不够快，一个很重要的原因是尚未找到足够大的应用场景，一旦产生足够的需求，甚至形成一定的市场空间，相关技术的突破就是值得期待的。”她说。

这一“市场”的形成并非遥不可及。

据田震介绍，人体血液中含有种类多样的元素离子，比如钠离子、钾离子等，此外还包括各种糖类、胰岛素，甚至一些大的白蛋白。这些物质都在太赫兹波段上有非常丰富的吸收谱。这意味着只要有足够的技术支撑，对这些物质的检测都可以实现“无针化”。

“要知道，相较于钠离子异常所引发的疾病，与血液钾离子、各种糖类有关的疾病，其涉及人群的规模和数量要大得多，这就意味着相关技术有广阔的探索及应用空间。”田震说。



科普中国
CHINA SCIENCE COMMUNICATION

中国科协主办



科普中国APP

“薄片”折叠机器人能帮人捡拾物品

韩国科学家开发了一种柔性机器人薄片，能抓取物体并在物体表面移动。这一进展可改进自主系统在探索、触觉显示（帮助用户“感知”虚拟刺激的技术）和智能医疗等领域的应用。近日，相关研究成果发表于《自然-通讯》。

类似折纸的折叠变形是一种成熟的方法，但传统方法采用固定铰链结构，限制了结构配置的范围和适应性。韩国科学技术院的 Jung Kim 和同事制作的机器人折叠薄片由密集分布的热敏电元件构成，受热可改变形状。

研究人员用一张 40 平方厘米的薄片展示了这一方法。该薄片由 308 个兼具加热器和感受器功能的电阻构成。双功能的构成使机器人可以实现精确控制移动，系统可根据感受器反馈作出持续调整。

通过让机器人爬过物体表面及抓抬各种物品，如培养皿、塑料包装和木棍等，研究人员展示了这一机器人的灵活性。Kim 和同事表示，这款机器人可实现-87 度~109 度之间的折叠角度，并在 30℃~170℃ 的温度范围内保持性能一致性。系统还能快速、精确响应环境变化，以保障稳定性和效率的提升。

研究人员表示，这一可编程折叠薄片能提升自主系统的多功能性和可适应性，使之更有效地在不可预测的地形上发挥功能。未来，随着材料技术和结构设计的进步，该技术潜力才能得到充分挖掘。

冯维维

上海：探月展览引关注



连日来，由国家航天局探月与航天工程中心和上海世博会博物馆共同主办的“九天揽月——中国探月工程 20 年”展览吸引不少观众前来参观。

唐克

北京：具身智能机器人 4S 店开业



8 月 8 日，全球首家具身智能机器人 4S 店 Robot Mall 在北京亦庄正式开业，已有来自各地的 50 余家机器人企业的 100 余款机器人产品进驻。该 4S 店可满足机器人产品从研发测试到市场应用的全周期服务需求，同时提供定制化开发、金融服务及机器人租赁等业务。

陈斌

山东荣成：海洋牧场也能玩



近年来，山东省威海市荣成市紧紧依托得天独厚的海洋优势资源，大力发展特色海洋旅游产业，打造人与自然和谐共生的生动实践地，吸引众多国内外游客前来海上观光旅游、休闲避暑。

人民网

蛋白开关赋予植物“生存智慧”之谜揭晓

当植物面对干旱、缺营养的恶劣环境时，它们会如何自救？笔者 8 月 12 日从华南农业大学获悉，该校储成才、胡斌教授科研团队发现，植物中的 NRT1.1B 蛋白就像一个“智能开关”，能同时感知土壤中氮营养状态和逆境信号，根据环境变化指挥植物作出最优选择。相关研究成果 8 月 11 日在线发表于国际学术期刊《细胞》。

脱落酸作为重要的植物激素，堪称植物界“逆境警报器”。一直以来，科学家们认为脱落酸主要是在植物细胞内被感知的。

“植物根系里有一类 NRT 蛋白家族，专门负责‘探测’吸收土壤中的氮元素，其中 NRT1.1B 是水稻中的‘营养探测器’，能够直接感知土壤中的氮元素并触发应答反应。”储成才介绍。

研究团队发现，NRT1.1B 可以作为植物逆境激素脱落酸的受体，感知与整合氮元素与脱落酸之间的信号。在低氮环境下，水稻对生理浓度脱落酸的转录响应十分剧烈；而在高氮环境下，这种转录响应则受到显著抑制。“低氮条件下可触发更为活跃的脱落酸响应，这也暗示植物体内存在能够整合氮营养状态和脱落酸信号的分子机制，植物能根据氮营养的状态，调整对逆境的‘敏感度’。”储成才说。

研究团队还发现，脱落酸可促进 NRT1.1B 与抑制蛋白在细胞膜上发生互作，激活核内脱落酸转录响应，从而揭示从细胞膜感知到细胞核转录应答的完整脱落酸信号通路。此外，NRT1.1B 与脱落酸结合能力很强，比它结合氮元素的能力高出 1000 倍。因此，当环境中氮元素不足时，NRT1.1B 会倾向于结合脱落酸，进而开启抗逆境程序。NRT1.1B 这一智能开关可以赋予植物在不同氮营养状态下产生灵活的脱落酸应答能力，展示出植物整合复杂环境信号的精妙调控策略。

该研究不仅证实了脱落酸膜受体的存在，突破了脱落酸信号感知主要依赖胞内受体的传统认知，更揭示了植物平衡养分利用与抗逆的分子机制，为培育氮高效且抗逆的未来作物提供了理论支撑。

叶青 安沛

我国科学家发现第三致密天体存在迹象

嘿！你以为看见宇宙中神秘的双黑洞共舞就很震撼了？那可要刷新一下认知了。

并合的双黑洞背后，还藏着更隐秘的“大佬”。中国科学院上海天文台科研人员最近在引力波天文学领域取得了突破性发现：双黑洞并合事件可能发生在第三个致密天体的“眼皮子底下”。

这一发现为揭开双黑洞的形成之谜提供了全新线索，相关成果于近日发表在国际天文学学术期刊《天体物理杂志快报》上。

自 2015 年人类首次探测到引力波以来，人类就仿佛握住了聆听宇宙深处心跳的钥匙。相关领域的科学家们作为宇宙的“忠实听众”，迄今已捕捉到超过 100 次引力波事件，其中绝大多数来自双黑洞并合。这些来自宇宙彼端的轰鸣，供人类探索双黑洞并合前最后的“宇宙双人舞”，提供了理解其物理过程的宝贵线索。然而，这场壮丽演出的幕后，双黑洞如何诞生？又如何一步步共舞直至并合湮灭？这依然是横亘在科学家面前的巨大谜题。

“2018 年，我和合作者首次提出了 b-EMRI，就是由一个超大质量黑洞抓住一对双黑洞，形成一个‘三人组’。双黑洞在超大质量黑洞附近‘跳舞’，进而辐射多频段的引力波。该系统在国际上被 LISA 计划写入白皮书，也被中国空间引力波探测计划列为独特波源。”此次成果论文通讯作者、上海天文台引力波团队负责人韩文标研究员说。

科研团队从 2018 年起，就已经开始从引力波数据中寻找双黑洞在超大质量黑洞附近并合的证据。经过分析，团队把目标瞄准了引力波事件



双黑洞在超大质量黑洞附近并合想象图 ■ 上海天文台供图

GW190814。

“GW190814 的两个黑洞挺不一般，其质量大小差了快 10 倍。这么悬殊的组合可能是它们曾和一个超大质量黑洞组成‘三人组’，在彼此的引力拉扯下越靠近；也有人认为它们诞生在活动星系核的吸积盘里，被周围其他致密天体的引力推搡着慢慢靠近，最终并合。”论文的第一作者杨舒程说。

研究团队敏锐地观察到，当双黑洞在第三个致密天体附近并合时，它环绕第三个天体的轨道运动会产生一种关键效应“视向加速度”，即沿观测者视线方向的加速度。这种加速度会通过多普勒效应调制引力波的频率，从而在探测信号中留下独特的“加速度印记”。

为了精准捕获这一微妙信号，团队创新性地构建了一种新型引力波波

响。基于这一模板，他们应用贝叶斯推断方法，系统分析了多个高信噪比双黑洞事件的引力波数据。

结果显示，对于著名的 GW190814 事件，包含视向加速度的新模型表现显著超越传统的“孤立双黑洞”模型。

“这是国际上首次在双黑洞并合事件中发现第三致密天体存在的明确迹象。”韩文标说，“这一发现意味着，GW190814 的双黑洞可能并非孤立形成，而是处于一个更复杂的引力系统中，在揭示双黑洞形成通道方面具有重要价值。”

研究团队表示，随着下一代地面引力波探测器和空间探测器投入使用，人类将能更精确地捕捉引力波信号中的细微变化。未来可能会发现更多类似 GW190814 的事件，帮助人类理解双黑洞的形成演化机制。

张渺