

# 科学家给金属做了个高清“CT”—— 纳米材料有了合身的金属外衣

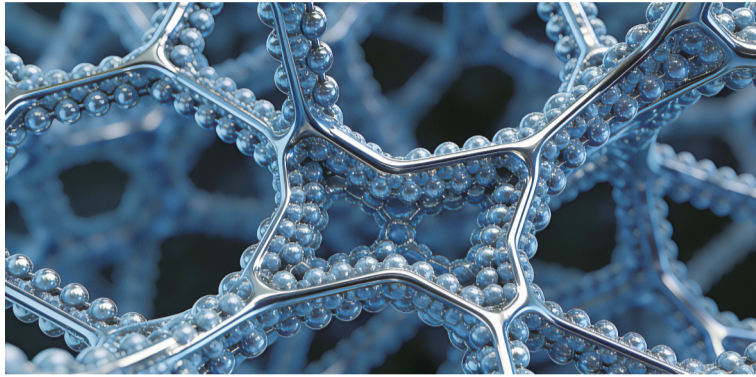
□ 科普时报记者 陈杰

在肉眼无法看见的微观世界里,金属并非“铁板一块”,而是由无数纳米级的小晶粒拼接而成。这些晶粒之间的接缝被称为“晶界”,由于难以准确观测,其结构一直是全球科研领域的未解难题。

近日,中国科学院金属研究所的科研团队研发出名为“DFET-Nano”的暗场电子层析成像技术,首次实现了对纳米金属晶界的立体“透视”。

一直以来,科学家通过电子显微镜只能看到晶粒的二维平面投影——就像看一个人的影子,并不清楚他的真实面孔。而DFET-Nano技术就像是医用CT机,能从几十个不同角度为纳米晶粒拍摄“照片”,再借助先进的重构算法,把这些二维图像合成为高精度的三维模型。如此一来,每一个晶粒的完整形状、大小、朝向,乃至晶界的弯曲程度,都能清晰呈现。

目前,该项技术的分辨率已达到0.3纳米——要知道,一个普通原子的直径大约为0.1到0.2纳米,这意味着DFET-Nano几乎能



AI生成的纳米金属三维晶界图。图片来源:中科院之声

看清单个原子的排列方式。

借助这双“火眼金睛”,科学家第一次同时测出了晶粒的形状、大小和空间朝向,还能精确算出晶界的弯曲程度和倾斜角度。这些珍贵的数据,验证了物理学家多年前提出的“受限晶体结构”假说——过去这只是纸上的推算,如今变成了眼见为实的实验证据。

当然,看清结构并不只是为了满足好奇

心。在纳米材料领域,晶界能直接影响金属的强度、韧性、耐热性和稳定性。

过去,科学家只能通过理论和间接实验推测晶界的行为;现在,他们终于可以在三维空间中实时观测晶界在加热或受力时的动态变化,就像观看一场纳米尺度的“结构演变直播”。

也就是说,借助DFET-Nano技术,科学家能像设计服装一

样,为不同需求定制纳米材料。比如,通过精确调控晶界特征,研制出更坚固、更耐高温的纳米金属材料,用于航空发动机的关键部件、电子芯片内部的极细导线,以及其他对材料性能要求极高的高端领域。

从基础科学的验证到高端材料的研发,DFET-Nano技术有望将人类对材料的认知与控制能力,推向一个全新的维度。

## 破局耐药性：从强攻到巧战

□ 尹传红



科学随想 314

耐药性问题如今已成为全球公共卫生领域最严峻的挑战之一。世界卫生组织曾多次警告,若不采取有效行动,到2050年,超级细菌每年可能导致全球1000万人丧生,这一数字将超过癌症的年死亡人数。

令人振奋的是,人们一直在积极努力寻找新对策,并取得了不少突破性进展。

譬如,面对癌细胞耐药性这一顽疾,西交利物浦大学王牧团队另辟蹊径,不再执着于研发更猛的化疗“炮弹”,而是利用基因技术精准“策反”癌细胞内部维持耐药防御工事的“总工程师”——超氧化物歧化酶1(SOD1)。通过RNA干扰技术关闭其基因功能,让原本失效的经典化疗药重新发挥威力。他们的策略不是另起炉灶,而是让老武器再显身手。

再如,面对多重耐药的肺炎克雷伯菌感染,复旦大学上海医学院朱同玉团队重启了近乎被人遗忘的噬菌体疗法,启动了国内首个噬菌体临床研究,不仅让绝望的患者重获新生,更以其精准裂解细菌、不伤及人体正常细胞的独特优势,为对抗耐药菌开辟了全新路径。

从以基因沉默破坏癌细胞耐药性,到“吃掉”超级细菌的噬菌体,这些突破看似分属不同方向,背后却贯穿着同一种创新性思维:从“蛮拼”转向“巧战”。它们不再试图以更强的药力、更猛的毒性去硬碰硬,而是巧妙地利用生物学自身的规律与逻辑,实现精准的“四两拨千斤”。这也提示我们,解决问题的钥匙,有时就藏在问题本身的深刻理解之中。

想来也有些可悲,数百万年的进化让人类拥有了非凡的智慧和技艺,却仍然无法摆脱与无穷种类、

数量的病菌持续抗争的命运。这是一场永无休止的战斗,我们或许永远也不知道下一分钟的手是谁。那么,我们何以会陷入“道高一尺,魔高一丈”的困境呢?这背后,既可归因于病原体自身的进化本能,也折射出人类长期以来的策略失误——尤其是对抗生素的过度依赖与滥用。

其实,这一困境的生物学根源,早已被一位有远见的科学家所洞察。1958年诺贝尔生理学或医学奖得主、美国微生物学家乔舒亚·莱德伯格发现,细菌之间存在有性生殖现象(接合),它们能够通过噬菌体病毒微粒传递遗传物质。这意味着,抗药性并非单个细菌孤军奋战的偶然突变,而是一场可以在整个细菌王国中高效协同作战的集团行动。莱德伯格因此留下一句振聋发聩的警言:“在统御地球方面,我们唯一的竞争者是病毒。人类的延续存活并不是必定的。”

更令人忧虑的是,人类自身的行为加剧了这一危机。抗生素的滥用远不止于医院临床。在畜禽养殖业,抗生素长期被当作促进生长、预防疾病和治疗感染的饲料添加剂;在有些“益生菌”产品中,许多菌株本身就携带多种耐药基因。这种无差别的抗生素投放,无异于对微生物世界进行了一场残酷的优胜劣汰,从而加速了“超级细菌”的诞生。

回顾人类与致病菌漫长的斗争史,我们有过抗生素黄金时代的辉煌,也正经历着耐药性阴影下的困顿。而今,无论是基因技术的“策反”战术,还是噬菌体疗法的“以毒攻毒”,都让我们看到了跳出这场危险的“军备竞赛”怪圈的曙光。这或许预示着,在与微生物的博弈中,真正的胜算不在于比对手更强,而在于比对手更懂得顺势而为。

## 先睹为快

### 坦克会向什么方向发展



强大的火力,可靠的防护与灵活的机动能力,让坦克承担起突破,防御与压制等关键任务。随着信息技术与智能化的发展,未来坦克正迈向无人化,网络化与多域协同的新阶段,更敏锐的感知与更精准的打击将重塑其作战形态。

未来战场,坦克仍是“陆战之王”。2025年第5期《问天少年》为你详细解读:为什么会诞生坦克?优秀主战坦克长什么样?各国都有哪些经典坦克?坦克是如何作战的?坦克未来又会向什么方向发展?