

特区40周年·科技工作者风采

林慧

从“光”出发
开辟光谱技术创新应用

深圳先进院集成所精密工程研究中心副主任林慧。

光谱,被视为物质的“指纹”,是各类物质与生俱来的“身份证”,而光谱仪就像一双分辨光波的“眼睛”,通过准确测量物质“指纹”,“一眼洞穿”其化学成分和物理特性。

利用光谱原理,中国科学院深圳先进技术研究院集成所副研究员林慧成功研发了一系列面向食品、药品、照明检测的超微型光谱仪,实现了光谱仪由大型科研仪器走向便携应用的转化。

不过,林慧并不满足于此,在光谱技术研发的道路上不断探索,如今衍生出用于曲面的柔性纳米压印技术,并创新性地将光谱仪与合成生物学大设施、爬壁机器人等新领域结合,碰撞出全新应用场景。

首创柔性纳米压印技术 曲面上的“活字印刷术”

光谱仪是如何对各类物质进行分辨的?将复色光分解为单色光的光栅是关键。“光栅相当于光谱仪的‘心脏’,是核心器件,与传统的平面光栅相比,凹面衍射光栅具有像差校正性能,可以代替多个光学元件,起到简化光路的作用,极大地推动光谱仪器的小型化和轻型化。”林慧介绍说。

在研发微型光谱仪的过程中,林慧发现,虽然凹面光栅具有集成化优势,但目前的微纳制作工艺大多适用于平面元件,曲面元件

制作起来难度不小。“凹面光栅的表面刻蚀了微纳米尺度的沟槽,而且这些沟槽的间距是不均匀的。现阶段的技术要么通过金刚石刻刀沿曲面进行步进刻划,要么通过全息曝光与离子束刻蚀制作,都需要依赖昂贵的设备,效率低、成本高。”

为解决该问题,林慧团队开始探索更高效的制造方法,与香港中文大学陈世祈老师团队合作,经过三年的研发,首创柔性纳米压印技术,实现了曲面光栅的高效印刻。

“所谓纳米压印可以形象地理解为古代的活字印刷术,而柔性压印则是采用硅橡胶等材料作为软模板,先制作带有光栅图案的软模板,再通过模板的变形与曲面贴合,从而实现图形从平面向曲面的转印。”

目前团队已经完成了柔性纳米压印机的样机开发,在实验室内实现了高效、灵活的柔性/曲面微纳结构制作。据林慧介绍,该技术在曲面屏、AR显示等消费电子产品中也将有广阔的应用前景。

IBT深度融合 助力大设施国产化

不仅在本专业领域不断探索新方法,在深圳先进院大力推进IBT融合、建设重大科技基础设施之际,林慧也利用自己的专业知识投入到了深圳合成生物研究重大科技基础设施(简称“大设施”)的研发中。

如果说合成生物学研究是像组装机器一样组配生物,那么大设施便是将这个组配过程由劳动密集型的人工作业,转变为大规模自

动化的机器生产,林慧负责研发的“酶标仪”就是自动化生产线上的主要“劳动力”。

“酶标仪与光谱仪有共通之处,它测量各种光的吸收强度与荧光强度,而强度背后代表的是核酸/蛋白质浓度、细胞因子浓度等生物研究中的关键参数。”据林慧介绍,目前中高端的酶标仪仍然依赖进口,而他所参与的国家重点研发计划“合成生物学”重点专项中

的一项关键任务就是要实现中高端酶标仪的国产化。

“与进口酶标仪相比,我们正在研发的国产酶标仪最大特点在于加入了智能化、自动化技术,进而实现与整个实验线的串联,”林慧说,“比如样品可以通过机械手平稳地放在进样架上,样品送进去后进行自动化测量,之后再跟整个系统的运转相配合,这是进口仪器所不具备的功能。”

践行工研院初心 在应用中广拓科研疆域

在产业应用方面,根据企业的实际需求,林慧也在不断探索新的应用领域。今年初,建筑检测龙头企业中冶建研深圳公司提出了建筑材料检测的应用需求:城市建筑上的玻璃幕墙多依靠胶材进行结构固定,经过多年日晒雨淋后会出现材料老化现象,极易产生开胶、脱落等风险。因此,建筑材料定期检测工作至关重要。

“现阶段的检测手段主要依靠人工通过外观目测,触胶材等方法,凭借经验判断是否有脱落风险。而材料老化很可能是内部成

分结构的细微变化,摄像头等检测方式难以做到精准判断,这时光谱仪就派上用场了。”

了解到企业需求,林慧团队采集了数百个测点数据,发现了材料老化引起的光谱变化规律。下一步将联合精密工程中心的何凯团队,将光谱仪与爬壁机器人技术相结合,开发用于建筑材料现场检测的新型设备。

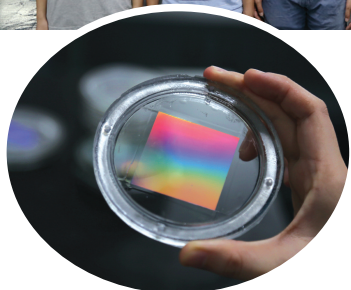
从早年与华润三九合作研发产线质检系统,到合成生物学大设施酶标仪,再到建筑材料检测机器人,扎根深圳先进院11年的林慧是

众多践行“工研院”初心的青年科研人员之一,他用“自由、包容、开放”评价这里的科研氛围。

“我的博士课题就是微纳光学,如果留在高校做研究,不接触产业的话,我可能会冲着微型光谱仪和器件做十几年,研究各种原理。而在先进院这个平台,一方面我可以继续做柔性纳米压印这样的基础研究,更重要的是,我可以接触到大量学科交叉、产业应用的需求,从应用角度出发去开发光谱技术解决方案,做出满足应用需求的效果,这是在高校中难以实现的。”



▲ 林慧团队。



▲ 林慧团队研发的曲面光栅。