



宋延林：

## 打印出“世界上最小的点”

“下面我为大家介绍一下，绿色印刷盲文出版技术……”在实验室，中国科学院化学研究所研究员宋延林娓娓道来。六分多钟的视频中，一项突破性的原理和成果，将绿色印刷的神奇和无限可能呈现在人们眼前。

2022年，一个名为《盲文印刷》的视频意外走红，短短几天便收获了数百万的浏览量。主持这项研究的正是宋延林和他的研究团队。从一滴墨的“产生”与“落地”，宋延林开发出一条绿色印刷路线，用“印刷”让世界变得更加美好。

### 从“减法”变“加法”

对于印刷术，中国人有着深厚的情感，但传统的印刷产业面临污染挑战。宋延林说，从最早的雕版印刷到活字印刷，再到以激光照排为代表的化学成像阶段，印刷一直是一种“减法”的技术。例如，激光照排会造成感光废液的排放和大量感光材料的浪费。

如何用“加法”代替“减法”，让印刷变得绿色无污染？宋延林提出了一个设想：在亲水的版材上，打出亲油的图案。“图案能沾油墨，空白区不沾油墨，这样就直接可以印刷了。”

在宋延林看来，这个大胆的想法源于他曾从事的信息储存研究。“信息储存和显示都可以转化为‘0’和‘1’的方式。沾油墨的地方是‘1’，没有油墨的区域是‘0’，接下来就是探索用什么材料去实现。”

水滴在荷叶上自



由滚落的场景，启发了宋延林寻找印刷材料的探索。“荷叶表面有一种微纳复合结构。我们靠纳米材料，增强其亲水性和亲油性的反差，并利用纳米颗粒复合增强耐印力，直接打印出能够沾油墨的图文区。”

回想起这段实现纳米绿色印刷技术突破的经历，宋延林感慨道，科学研究一定要敢于“想”，也要科学地“想”，直面和解决科研中的困难。“只有大胆创新、勇敢挑战、长期坚持，才可能取得突破性的成果。”

### 破解基础科学难题

“我们开始做纳米绿色印刷时立下了一个目标，希望能够控制每一个墨滴精确成型，做世界上‘最小的点’‘最细的线’‘最薄的面’。”宋延林说。

几年前，当宋延林团队提出“纳米印刷”的概念时，也曾遭遇质疑。“当时，国际上印刷的精度还在微米尺度，从微米到纳米要跨越三个数量级，精度要提高1000倍。”宋延林直言，要想实现印刷精度的突破，必须直面很多基础科学问题的挑战。

其中之一叫作“咖啡环效应”——一滴咖啡在固体表面干燥的过程中，会不均匀地扩散，边缘厚、中间薄，形成一个不均匀的斑点。如果不能解决这一难题，精确控制印刷墨滴就成了不可能完成的任务。

为此，团队成员通过对液滴与材料表面相互作用的深入研究和精确控制，突破传统墨滴尺寸的局限，使打印的斑点实现纳米的精度，甚至可以精确地控制每一个墨滴里纳米颗粒的个数，打印出“世界上最小的点”。

此后，宋延林团队又相继解决了“瑞利不稳定性”“马拉格尼效应”等“线”和“面”的基础科学难题，真正把印刷术的整体精度从微米尺度推进到纳米尺度。

“同时，我们还希望对每一个过程给出一个量化公式或相图，指导今后更深入的研究，为印刷技术的发展做出更多贡献。”宋延林说。

### “做有温度的科研”

几年前，宋延林无意中听到一名小女孩演唱的歌曲《你是我的眼》。歌词里描述的盲人生活，让他辗转反侧。“我们的研究能不能为盲人做些什么？”宋延林把目光投向了盲文印刷领域。

传统盲文通过金属板冲压的方式印制，印刷过程繁琐、盲文容易磨平不说，盲文图书的价格也相当昂贵，可达正常图书的15-20倍之多，这极大地限制了盲童获取知识的机会。

“在精确控制墨滴成型的基础上，只要控制每一个墨滴，形成一个微凸的结构，就能代表一个盲文的基本字符。”在此前研究成果的基础上，宋延林团队用打印的方法，把原本特殊印制的盲文变成了普通打印的盲文，大大减少了印刷的成本。

除了打印文字、图书，新的打印方法还能打印图形——团队在魔方各面上打印了不同的图案，让盲童可以通过玩魔方开发智力和想象力。

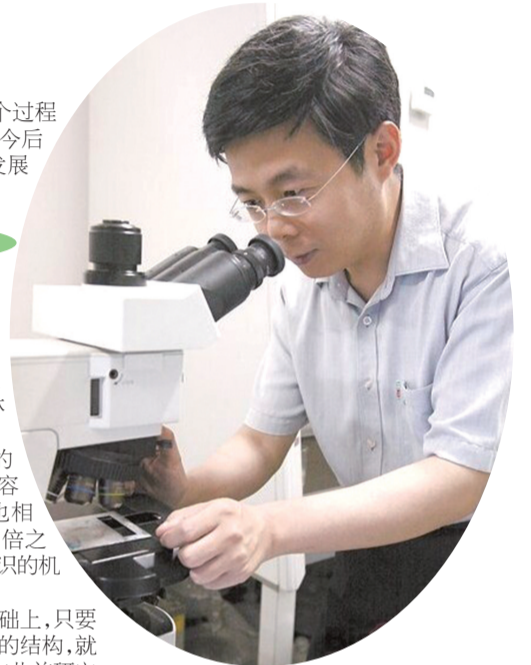
2018年，宋延林和同事给北京盲校的孩子捐赠了一批图书和教具。合影时，一名盲童手里拿着魔方，喜欢得不肯撒手，这个画面一直印在宋延林的心里。如今，盲文印刷技术不仅在国内推广，还受到国际上盲文出版机构的关注。2022年北京冬残奥会上，残疾人运动员第一次触摸到了明盲对照的印刷品。

“科学家不是一个冷冰冰的群体，要做有温度的科研。”宋延林说，“科学家要有人文导向，通过科研，让这个世界变得更加美好。”

### 探寻印刷精度极限

做惯了印刷技术的研发，宋延林时常天马行空地想——这个东西能不能变成墨水？那个图案能不能印出来？为此，他给团队提了一个口号：万物可为墨，世界皆可印。

宋延林说，从电子电路及器件、光子器件到生物芯片，“纸张”和“墨”的概念可以拓展到很多领域。“印刷术的应用领域非常



广泛，比如太阳能电池的栅极、各种各样的柔性电路、可穿戴的器件等。我们几乎可以把不同的材料都做成墨水，让它们变成我们想要的各种形状，同时具有特定的功能。”

近年来，宋延林团队用透明墨水打印出全彩色图案，用一滴墨打印出一片隐形眼镜等成果，颠覆了人们对“印刷”的认知。

在纳米印刷之后，印刷术的精度有没有新的极限？宋延林认为，肥皂泡的壁就是极限。“肥皂泡破裂以后，留下的痕迹能达到分子尺度，这是人类能够想象到的最细的线条。”宋延林说，泡沫物理学已经开创了200多年，但还没有人能吧肥皂泡做成图案。这其中有更多基础问题需要破解。

“目前，我们正在做分子印刷的研究。通过设计好的模板，可以把气泡演化成各种各样的图案，气泡破裂以后，我们就实现了纳米、亚纳米，甚至分子尺度的印刷术。”宋延林说。

从“不可能”到“我能够”，这是宋延林对团队年轻人的期望。“很多重要的课题，全世界很多人都想做、在做，我们有没有独特的方法和思路？想清楚这些问题，科研工作就会少走很多的弯路。”

“希望将来中国的印刷术，会再一次成为我们的骄傲。”宋延林说。

据《人民日报·海外版》

本版合作媒体

# 文摘旬刊

全国各地邮政局所均可订阅

邮发代号：11-51

全年定价：120元

电话：0431-88601001

地址：长春市高新区火炬路1518号