

创新玻璃材料 创造智能生活

彭寿

作为人类生存的物质基础，材料是科技和文明进步的重要标志，是高新技术发展和社会现代化的先导。人类社会发展的历史也是一部认识、开发、利用新材料的历史。有一种材料，从发明至今已4000多年，曾经非常珍贵，现在随处可见。随着科技的发展，这种材料被开发出更独特的属性，广泛应用于新兴领域。它，就是玻璃材料。

助力重大科学发现

湖北省博物馆镇馆之宝越王勾践剑，被誉为“天下第一剑”。这把宝剑的特殊之处，不仅在于埋藏了2300多年依然锋利如初，更令人震惊的是，其剑格中晶莹剔透的装饰物并非天然宝石，而是人工合成的玻璃。

玻璃作为一种由天然矿物(石英砂)加工而成的无定形材料，拥有悠久的历史。从4000多年前在美索不达米亚和古埃及被发明之后，玻璃在很长一段时间内，都是作为稀有的装饰与礼器材料使用，如公元前14世纪古埃及法老图坦卡蒙陵墓中法老胸针上的玻璃圣甲虫等。直至公元10世纪以后，随着透明玻璃组分的诞生以及吹制法等工艺的不断成熟，玻璃开始规模化生产并被制成容器、窗花、镜子等，广泛应用于生活中。

玻璃之所以能够长时间保存，是因为它具有特殊的非晶态结构和稳定的化学性质。从微观结构来看，玻璃内部的原子排列杂乱无章，就像液体一样；然而从宏观层面来看，玻璃会表现出固体的特征，这被称为“玻璃态”，是非晶态固体的一种。尽管玻璃内部的原子是无规则的，但如果我们将观测范围缩小，就会发现近邻原子的排列具有一定的规律，这被称为“短程有序”。在玻璃内部存在着一种被称为硅氧四面体的构造单元，即一个硅原子位于中心，四个氧原子分别连接在四个顶点上，这种牢固的构造单元赋予玻璃耐高温、耐腐蚀、耐氧化和高硬度等特性。后来人类不断研究玻璃特性、创新玻璃品种，玻璃已成为当下日常生活中最为常见的材料。

进入16世纪，玻璃的功能性特征进一步被发现。16世纪末，显微镜被发明，接着，望远镜问世。人类借助玻璃奇特的物理特性，不仅放大了肉眼可见的物体，而且观察到超越视觉自然局限的世界，掀起光学技术革命。当时间来到近代，从居里夫人使用玻璃器皿发现元素钋和镭、开创放射性理论，到高锟利用玻璃纤维实现通信革命，再到阿列克谢·叶基莫夫在有色玻璃中发现量子点，众多改变世界的重大科学发现中都有玻璃的身影。可以说，玻璃激发了硅元素的潜在物理特性，通过不同元素组合赋予材料新的生命力，助推人类的科技进步，单就这一点来说，玻璃是一项平凡而又重要的材料创造。

支撑战略性新兴产业

随着玻璃组份体系、流程工艺、应用场景等的加速创新，当前的玻璃材料已经成为按需设计，集高强、高韧、



作者彭寿肖像画。 张武昌绘

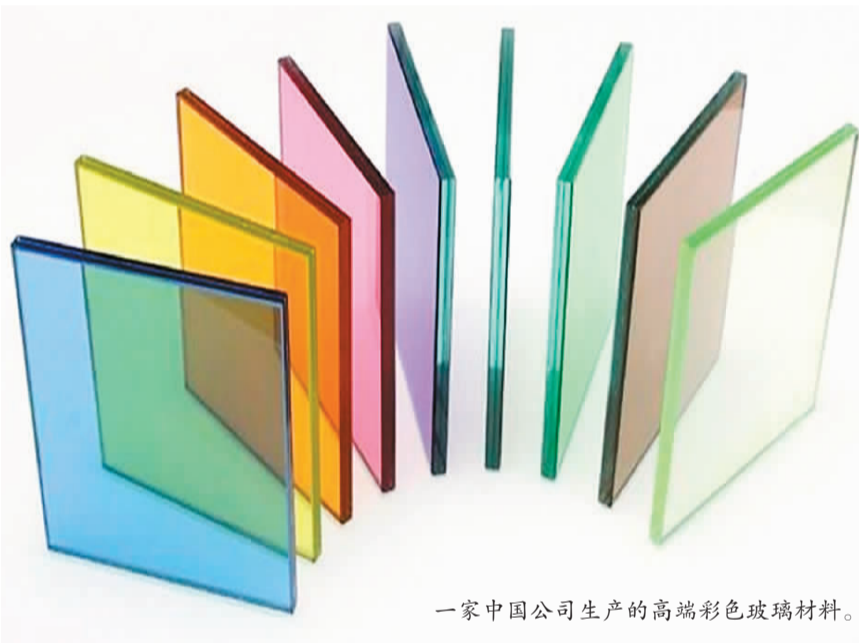
耐蚀、耐高温、抗辐射、表面活性等优异性能于一体的先进材料，并广泛应用于信息显示、新能源、半导体、生物医药、航空航天等战略性新兴产业。

作为智能化时代的关键信息“媒

体的迭代发展。当前，我国显示玻璃技术整体已达到国际先进水平，特别是在玻璃柔性化方面，实现了30微米柔性可折叠玻璃的工业化量产与批量应用，不断推动柔性显示业态成为“新蓝海”。

太阳能事业同时也是玻璃事业，目前主流的太阳能发电电池基本都需要玻璃。对晶硅电池封装材料来说，透光率是决定其转换效率的关键因素之一。玻璃的透光率达91.6%以上，是晶硅电池封装的首选和必备材料。碲化镉和钙钛矿薄膜电池对前电极材料的透光率和导电率同时提出较高要求，在玻璃表面制备均匀、高透、低阻的透明导电氧化物薄膜，成为实现前电极功能的关键路径。目前玻璃在钙钛矿电池成本中的占比已超30%，是薄膜电池产业链中最重要的材料之一。当前，我国新能源玻璃的工艺、材料、应用已实现高效协同，上游玻璃全球市场占有率超过90%，中游电池组件全球占比超过80%。

新型显示和新能源领域的应用让玻璃“无处不在”，但玻璃还有一些“不为人知”的应用，体现其“小而美”的



一家中国公司生产的高端彩色玻璃材料。

介”，新型显示是玻璃功能化应用的先行和主导领域。从液晶显示、OLED(有机发光二极管)柔性显示到Mini/Micro-LED(微米量级发光二极管)显示，每次显示技术的更新迭代都离不开玻璃的创新支撑。如在两片薄膜晶体管TFT-LCD(液晶显示器)玻璃基板中间填充液晶分子，结合驱动电路和透明电极，便构成了液晶显示的核心器件——液晶显示屏。当玻璃薄到70微米以下，在保证韧性和强度的同时，可以实现屏幕的折叠，带动显示新业态柔性可折叠手机

特性，比如在深海深空领域都有着广泛应用。空心玻璃微珠。作为一种中空的微米级玻璃粉体，它的粒径为5—150微米，密度最低仅为水的1/10。由于轻质高强，空心玻璃微珠是深海探测装置的关键浮力材料、石油领域油气田开采中最佳的密度调节材料；同时由于兼具防火阻燃性能，它还是飞船返回舱的重要隔热材料，因此空心玻璃微珠被称为21世纪的“空间时代材料”。可以看到，当前的玻璃已经不仅仅是应用于建筑上的普通材料，在信息、能源等领域也起到

不可替代的作用。经联合国大会全体会议正式批准，2022年被定为联合国国际玻璃年，这也是联合国第一次以单一材料来命名一个年份，折射出玻璃在经济、社会、科技和环境等领域的重要地位。

适配未来科技发展

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，推动颠覆性创新不断涌现，跨学科、跨领域的交叉融合逐渐成为材料研究和创新的必然趋势，催生新的学科前沿、科技领域和创新形态。玻璃新材料也持续深化与信息科学、能源科学、生命科学、空间科学等领域的交叉创新，开展前沿技术探索，将为显示技术、智慧医疗、空间科技等未来科技和产业发展提供新的路径选择。

万物显示引领万物互联，开启未来生活的智慧新图景。随着玻璃向超薄方向发展，玻璃可以作为透明保护层，通过功能复合显示更加清晰、更加集成的图像阵列，使手机、平板电脑、电视的显示屏幕可以像卷轴一样轻松卷起、伸缩并随身携带。未来，该技术将在保证汽车安全性能的前提下，让车辆近60%面积的玻璃区域具备透明显示器功能，使增强现实等前沿技术在汽车领域的应用成为现实，打造新一代HMI(人机界面)方案。此外，在智慧医疗领域，在玻璃衬片上精密置入应变传感器、超级电容器等微型电子元器件，形成可贴在人体表面的电子皮肤贴片，能够实时监测人体生理信号，如心率、血压、体温等，实现远程诊断和治疗，同时可以用来增强智能机器人的感知能力和交互能力……玻璃正在以丰富的形态应用到人们各个生活场景，发挥多样化功能，曾在科幻电影里出现的未来画面已经照进现实。

2023年中央经济工作会议强调：“要以科技创新推动产业创新，特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能，发展新质生产力。”我们将利用好玻璃这种古老而又现代的材料，立足新型工业化与新质生产力发展，围绕国家战略与科技前沿，走好高端化、智能化、绿色化、融合化发展之路，为加快建设科技强国、实现高水平科技自立自强作出更大贡献。

(作者为中国工程院院士、国家玻璃新材料创新中心主任)

科技名家笔谈

中国科协科学技术传播中心与本报合作推出

卓越工程师风采录



万步炎近照。

刷新深蓝钻探纪录

记湖南科技大学教授万步炎

本报记者 刘诗瑶

2021年4月7日，“海牛II号”海底大孔深保压取芯钻机系统在南海2000米的水下成功钻进231米，达到世界领先水平，刷新海底钻机实际钻探深度的纪录。

“海牛II号”由湖南科技大学教授万步炎领衔研发。20多年前，他第一次登上远洋科考船时发现，船上很多钻探装备都是“洋品牌”，这激发了他要造出中国人自己的深海钻机的决心。

从零开始，万步炎自学机械设计、电子技术等知识，自己画图、设计、生产、加工、组装、试验，失败了就重新开始……2003年，由万步炎团队研制的我国首台深海浅地层岩芯取芯钻机在海底钻进0.7米，打下第一个钻孔，取回岩芯样品，实现了我国海底钻机技术的从无到有。

之后，万步炎团队又相继研发了海底中深孔钻机、“海牛I号”海底多用途钻机系统、“海牛II号”海底大孔深保压取芯钻机系统等。从最初的0.7米到5米、20米、60米、90米，一直到目前世界领先的231米，一次次刷新海底钻机钻探深度纪录。

万步炎常说，在海上摸爬滚打这么多年，最不怕的就是困难，越是遇到困难，越要“钻”透一切困难。在某次海试期间，“海牛II号”配套收放绞车系统出了故障。钻机悬吊在水下1000米，收不回也放不下。万步炎带领团队尝试各种办法，经过近40个小时奋战，赶在台风到来前完好无损收回钻机。

目前，“海牛”系列钻机已在太平洋、印度洋等大洋，以及我国南海、东海等海域钻下2000多个钻孔。

挑战深渊海底地质钻探取样，是万步炎团队接下来的目标。“我还牵着我的‘海牛’，到更深更广阔的海域去打一钻！”万步炎说。



“海牛II号”入水，开始下潜进行钻探作业。 新华社发

古老黑洞“现身”

科学家详解“神秘天体”

在许多科幻小说和电影中，黑洞是一个超级神奇的存在，是有着吞噬一切物质力量的“神秘天体”。近年来，这种引力极其强大、存在于宇宙空间中的致密天体，正通过日益先进的科学观测和研究，缓缓走进人们的视野。

近日，英国剑桥大学研究人员领衔的国际团队利用美国詹姆斯·韦布空间望远镜观测到一个可追溯到宇宙大爆炸后约4亿年的黑洞，其质量高达太阳的几百万倍。研究称，这是迄今发现的最古老黑洞。

“这一新发现让我们看到，在如此早期的宇宙，就发现了如此大质量的黑洞，这对现有的黑洞演化理论是一个挑战。而且这个黑洞是存在剧烈吸积活动的，所以从黑洞吸积盘所发出的光可以被我们看到。”清华大学副教授、天文系副主任蔡峥对此表示。

根据标准宇宙模型理论，超大质量黑洞由死亡恒星的残骸形成，这些恒星坍塌后可能形成一个质量约为太阳100倍的黑洞。如果以模型预期的方式增长，这个新发现的古老黑洞需要约10亿年才能“长大”到望远镜所能观测到的规模。

“但这个黑洞长得太快了，在宇宙大爆炸后仅4亿年就长这么大，这对种子黑洞的质量和增长速率都是极大的挑战，基本接近数值模拟的极限才能长成这么大的黑洞。这让我们对早期宇宙大质量黑洞的研究有了新的参照。”蔡峥说。

近年来，随着先进望远镜设备的应用及计算能力的提升，越来越多的黑洞正被揭开神秘面纱。黑洞到底是什么？为什么我们要观测和研究黑洞呢？

“黑洞就是宇宙中质量压缩到不能再压缩、密度极大的一种东西，它的引力足够大，以至于光都跑不出去，但它里边到底是什么我们还不得而知，因为任何已知的物质都无法承受黑洞引力造成的压强，物质一旦进入黑洞，一般没法出来。”蔡峥说。

黑洞也是一个星系生长的发动机。由于具有巨大的吸积作用，黑洞不断把周边天体吸进来，不断“吞食”周边物质，其吸积盘通过高密度旋转、核反应等，不停制造重元素，一些重元素又被巨大的光压推到整个星系。这些重元素最终冷却了整个星系温度，让恒星、行星得以形成。

“万事万物，大到星系的形成，小到生命的诞生，都跟星系中心的超大黑洞有很大关系。黑洞是宇宙的奇点，也许能帮我们回答极其深刻的时空问题。”在蔡峥看来，探测和研究黑洞有助于人们了解宇宙中最早巨型黑洞的成长机制、宇宙引力波现象的产生和变化规律，以及宇宙最初形成及其基本物理规律。

令人遗憾的是，长久以来，黑洞到底是由什么组成，至今仍然是一个谜。而这样的神秘感也激发了创作者们对于黑洞的无限灵感与想象力，在影视作品里为人们构建起令人惊叹的黑洞内外部影像。

“对于活跃(正在吸积)的黑洞，目前科学家已发现100多万了。但此次发现这么早的黑洞确实不多。我们希望能够早日找到更多的大黑洞，尽早揭示黑洞和星系的形成与演化之谜。”蔡峥说。

(新华社记者魏梦佳)



近日，全国各地科普教育机构纷纷行动起来，举办各种各样科普活动，丰富孩子们的寒假生活。

上图：内蒙古科技馆举行实验室科学课、“科学实验站”等活动，让孩子们在体验中发现身边的科学现象，感受科学的奥妙。孟和朝鲁摄(人民视觉)

右图：重庆市沙坪坝区新桥街道高滩岩社区青少年之家开设科普课堂，让他们动手做科学实验。

孙凯芳摄(人民图片)