

联合国将2022年确定为国际玻璃年,以此纪念这种人类历史上最具变革性的材料

通向可持续发展,我们生活在一个“玻璃时代”

生活中随处可见的玻璃,可谓是促进当代人类文明发展最重要的材料之一,对人类现代社会的影响持久而深远。它不仅建筑、汽车、家庭用品和包装等方面应用广泛,更是能源、生物医学、信息和通信、电子、航空航天、光电子学等尖端领域的关键材料。

为此,有人提出,我们生活在一个玻璃时代。联合国将2022年确定为国际玻璃年,以此纪念这种人类历史上最具变革性的材料。随着玻璃新技术的发展和产品的不断涌现,玻璃对世界的积极影响不断扩大,也将帮助人类应对全球可持续发展中的重重挑战。

■汤蕙萍/编译

玻璃发展历史上充满了永久改变人类世界的里程碑。考古发现和文献表明,玻璃很早就成为一种奢侈品,它使用广泛,且具有重要社会作用。古代西方人甚至认为,玻璃吹制者的气息可与哲学家的智慧相提并论。

过去一千年来,玻璃在人类文化和物质遗产中的作用不断扩大。早在上个世纪,玻璃就已经主宰了我们的建筑天际线,太阳能电池板在能源市场上发挥重要作用。与此同时,玻璃也成为科学技术发展的基础。从望远镜和显微镜的诞生,到现代社会光电玻璃彻底改变了静电印刷术,而后玻璃可控结晶技术催生了玻璃陶瓷,而玻璃光纤则引发了全球通信革命。

作为建设可持续社会的重要辅助材料,玻璃能帮助人类解决世界面临的一些重大挑战,从而持续改善人类生活。

健康和医药

融入身体释放药物

确保健康和促进每一代人的福祉,对人类社会的可持续发展至关重要。玻璃和玻璃陶瓷材料已在医疗中被大量使用,未来其应用范围还将继续扩大。

具有生物相容性和生物活性的玻璃医疗设备,正在造福世界各地的患者。2019年是生物玻璃诞生50周年,这是人类发现的首个与骨结合(并且不被排斥)的材料。1994年,第一批生物玻璃植入产品进入市场。迄今为止,已有150万原本已救治无望的患者受益于这类产品。

最近,生物活性玻璃已被证明在降解时能比其他材料更好地释放生物因子——它们刺激骨细胞产生新骨。生物玻璃可以使牙本质和牙釉质再矿化。通过不同的加工技术,玻璃陶瓷也已成为健康领域(正畸)的基本材料。临床研究还发现,生物活性玻璃对深层骨感染(骨髓炎)患者具有抗菌作用。使用这种玻璃治疗,不仅能修复骨骼,还能杀死细菌,弥补传统抗生素在这方面的不足。

现在,新研发的生物活性玻璃还可刺激软组织修复。新的磷酸盐玻璃纤维可治愈软组织伤口——将玻璃纤维植入伤口,它会在数天内降解,随着玻璃的分解,释放出身体需要的化学物质,使软组织修复,而玻璃的纤维形态则提供了组织得以重新生长的途径。

多孔或空心玻璃微球提供了封装脆弱药物的可能性,同时还能保护可能干扰药物可用性的生物化合物,有助于控制药物的释放。Theraspheres是含有放射性钬-90的玻璃微球,它们通过肝动脉注射并在肝脏内滞留,以治疗原发性肝癌。如果离开这种玻璃微球,如此高能量的辐射剂量,不可能被如此有效地定位。

玻璃对于药品的安全储存也至关重要。过去几年里,生物制药的发展

对包装部件提出了更高要求。在治疗性蛋白质、疫苗和单抗抗体领域,生物制剂配方比化学药物对外来物质和环境变化更敏感得多,所有新的给药装置都包含玻璃盒或玻璃注射器。此外,含有表面活性剂、盐类和整合剂的液体制剂,加上更低的药物含量,使全球关注制剂和包装材料之间的相互作用,从而关注整个容器封闭系统。

清洁水和能源

开拓更具效益的路径

让所有人都能用上清洁的水,是联合国的可持续发展目标之一。过去一个世纪里,数十亿人的生活条件得到空前改善,但仍有数亿人没有或很少有获得清洁的水。多孔过滤材料可以对水进行消毒,以便安全饮用。

通常,多孔玻璃中有大量相互连接的孔隙网络,孔隙的宽度可以控制。这种材料也可用于空气净化。近几十年来,各种有毒有机化合物的光催化降解,已被提议用作饮用水解毒的可行方案——阳光照射在浸泡于含有有机污染物溶液中的镀膜玻璃上,即可创造一个能够分解污染物的氟化还原环境。大多数有机化合物,诸如杀虫剂、除草剂、表面活性剂和着色剂,可被降解成无毒产物。通过结合使用多孔玻璃过滤器,以及二氧化钛、太阳能催化玻璃/玻璃陶瓷涂层,就能构成一个可在发展中国家实施的、具有成本效益的解决方案。

能源是当今世界面临的几乎所有重大挑战和机遇的核心。太阳能是全球可支配的最丰富的清洁能源,也是目前最有前途的可再生能源之一。太阳能可通过包括光伏、太阳能发电和光生物反应器等技术来获得,玻璃材料在其中均发挥着关键作用。

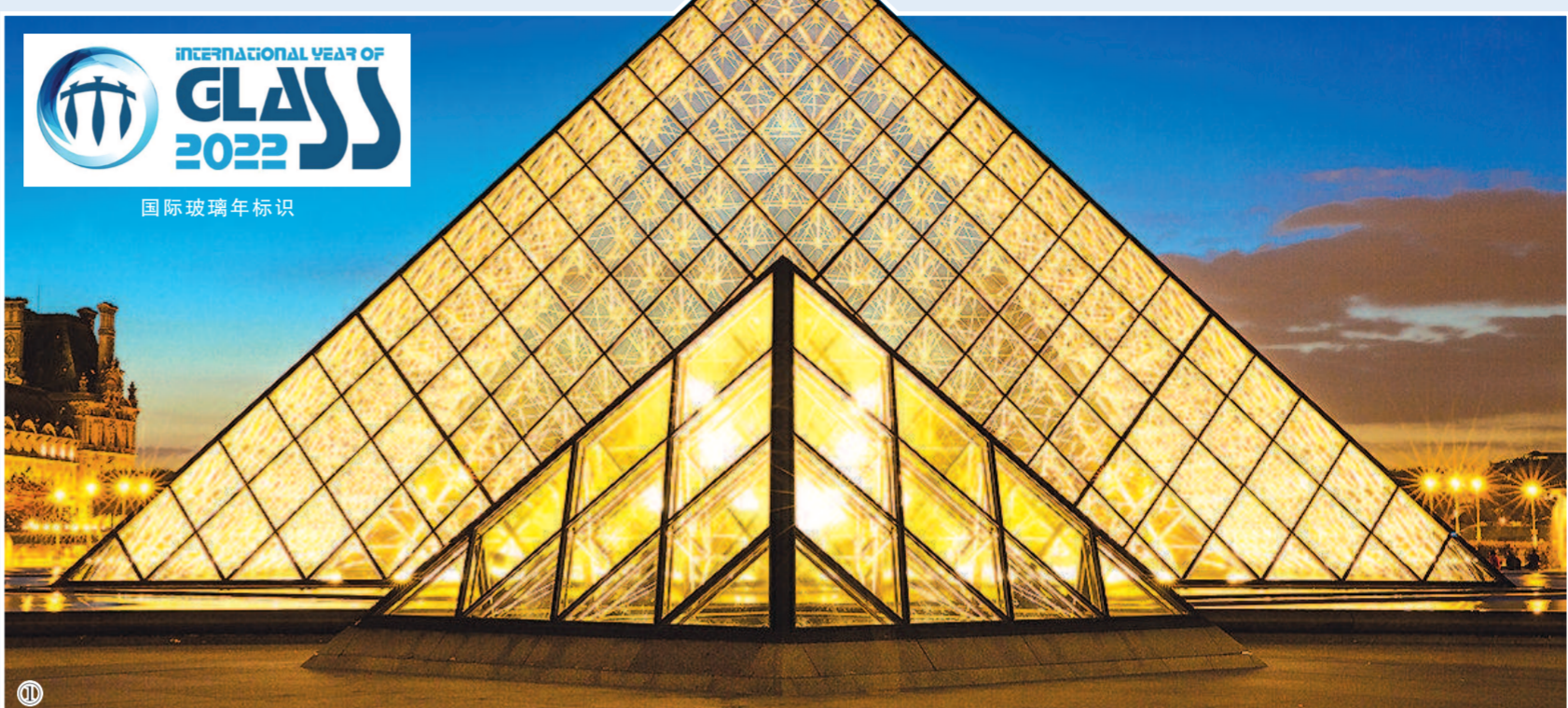
光伏技术基于光电效应,玻璃设计在提高太阳能转换效率方面起着重要作用。通过增加透明度,光捕获或抗反射涂层等手段,玻璃提高了将太阳能传给半导体的效率。此外,玻璃还提供机械和化学保护,以确保光伏电池的使用寿命。

太阳能热能装置提供了另一种从太阳获取能量的方法。利用太阳能加热玻璃管内的液体,然后为发电机提供动力,以生产电力。用于太阳能集热器的玻璃必须具有较高的机械强度、化学耐久性,以及在温度大幅变化时的尺寸稳定性。

光生物反应器是收集太阳能的另一种方法。将绿藻等光合作用微生物种植在玻璃管内,在太阳辐射下,这些微生物通过自然光合作用将太阳能转换成化学能。

除了太阳能,玻璃在实现风能向电力的有效转化方面也发挥着关键作用。比如,风车叶片就是由玻璃纤维增强的复合材料制成。这种材料的强度不断提升,就可能造出更大、更高效、更可靠的风车。

玻璃基固态电池等新的玻璃材料正被开发用于能源储存,以提高能量



①玻璃建筑艺术的典范:法国巴黎卢浮宫玻璃金字塔。图/视觉中国
②玻璃在生物医药领域有着广泛应用。图/视觉中国
③玻璃光纤网络在全球延伸,由此引发了全球通信革命。图/Pixabay, Gerd Altmann
④显示玻璃在生活中无处不在。图/Pixabay, StockSnap

存储密度、减少充电时间、增加充电循环次数、获得更高的长期安全性等。此外,玻璃在核能发电中亦不可或缺。储存在核废料的一种有效技术是通过玻璃化将液体核废料固定在玻璃基体中。正在开发的核废料玻璃,有望将液体核废料安全存储几千年。

玻璃甚至可用于氢动力汽车的开发。汽车储氢的挑战之一是如何在小体积和轻量化的情况下实现储氢,中空玻璃微球(HGM,直径仅为1至100微米)提供了一个可能的解决方案。

工业和创新

与光共舞无处不在

制造业是经济发展和就业的重要驱动力,但也必须考虑制造过程中的碳排放。未来需要更多投资来提高在制造业中占主导地位的高科技产品的效率,比如大力发展信息和通信服务业,玻璃产品在许多方面都发挥着关键作用。

低损耗玻璃光纤的发明对互联网的发展至关重要,它引发了全球通信革命,从而成为经济和工业全球化进程中不可或缺的元素。随着人们对带宽需求的持续增长,正在开发的新光纤技术可使更多数据在更远的距离上传输,同时最大限度地减少对信号放大的需求。光子晶体光纤可以实现更低损耗的光传输,尽管它还需要克服重大工艺挑战,以实现长距离传输。此外,用以实现量子通信的新玻璃光纤也正在开发之中。

无线通信领域的最新进展,也少不了玻璃的参与。例如,5G和WiFi可同时用同一天线进行信号传输,而光子ROF系统所需的毫米波及更高频率的产生,就需要玻璃激光器。光纤激光器也利用了掺有稀土离子的玻璃的独特特性。由于比其他商业激光器性能更卓越、更紧凑、更加多功能,因此玻璃激光器在全世界许多行业中被作为标准大量应用。

另一个新出现的领域是柔性可拉伸的光子学:根据设想,在沉积于超薄玻璃上的薄膜中制造集成电路,不久的将来可能会带来诸如柔性电子产品,可穿戴的光子监测器和传感器就能很快实现。

显示玻璃的研发正在阔步迈进。随着显示器的分辨率不断提高,对高科技玻璃基板的要求也越来越严格,必须开发新的玻璃,以提高显示器制

造过程中的尺寸稳定性。研发中的超薄玻璃或可让显示器变得可弯曲,甚至可折叠。先进的AR/VR眼镜代表了信息显示技术的下一次革命。玻璃还彻底改变了数据存储,有望成为下一代全息存储器的材料,可实现极高的数据存储密度。

在新的玻璃加工技术中,溶胶-凝胶技术发挥着重要作用。这种低温、节能、低成本的技术,特别适用于玻璃涂层和镀膜。这种涂层和镀膜可为玻璃增加机械和耐腐蚀保护、抗反射、疏水性、光催化自清洁等性能,以及燃料电池、太阳能电池、固态照明和光通信中的光学和光电功能等。

可持续城市

节能环保“3R”典范

预计到2030年,全球城市人口将有50亿人。与快速城市化相关的挑战,如固体废弃物的安全清除和管理等,必须以可持续发展的方式积极应对。玻璃技术的发展将给现代交通带来更多积极影响。例如,厂家正在为汽车挡风玻璃开发新的轻质、高强度玻璃,以提高燃油效率和乘客安全性。随着自动驾驶汽车的发展,玻璃显示器和触摸屏将为道路上的娱乐和连接提供新选择。而玻璃行业更关注为绿色运输提供创新产品,以大幅减少燃料消耗和二氧化碳排放,减重玻璃、太阳能控制玻璃、电动汽车专用玻璃的开发已取得了显著成效。

平板玻璃行业则在积极开发新的建筑节能技术:新开发的玻璃和玻璃单元可大大减少对加热和冷却的需求,减少能源消耗和二氧化碳排放。玻璃涂层的进步将使建筑实现零排放,甚至为能源互联网做贡献。

当代住宅和商业建筑设计采用大面积窗户的设计趋势,使节能玻璃有了更多用武之地。一项最新研究表明,欧盟28个成员国装有高性能玻璃的窗户,在2030年和2050年间所节约的能源,相当于分别减少9420万吨和6850万吨的二氧化碳排放——其节能潜力相当于将建筑能耗减少30%。

在减少城市固体废弃物方面,玻璃容器也是关键角色。“减少(reduce)、再利用(reuse)、再循环(recycle)”(3R)构成了减少废弃物产生量的主要规则,为创造可持续的生活提供指导。就容器而言,回收意味着将物品转化为可以被塑造成新物品的原材

料。而玻璃是唯一可回收的容器——玻璃可以无限循环使用,是循环经济的一个完美案例。此外,玻璃容器是唯一在欧洲和美国拥有GRASS和食品安全印章的容器。

应对气候变化

安全清洁替代塑料

气候变化现在正在影响各大洲的每一个国家,发展低碳经济是应对这一全球挑战的必由之路。玻璃行业正在开发去碳化的路径,以实现低碳经济。

玻璃工艺品由于其节能功能,在应对气候变化方面具有重要作用,尽管玻璃生产过程中对能源需求相对较高,但在过去几十年里,通过使用回收废玻璃和减少玻璃产品的重量,玻璃熔化的能源效率得以大幅提高,比如容器玻璃的碳排放减少了25%。

玻璃窗让光线进入家庭和办公室,同时保护居住者免受恶劣天气影响。今天,一些全新开发的建筑玻璃,包括光变色和电致变色材料,使窗户能够动态适应阳光条件,从而提高能源效率。

真空隔热玻璃是另一项提高能源效率的技术。传统的双层玻璃窗在两块玻璃之间填充了惰性气体,如氩气,这就减少了热量的传递。而在真空隔热玻璃中,真空取代了惰性气体,进一步减少了热量的传递。在建筑空间,正在开发的夹层玻璃可以更有效减少家庭和办公室的“噪音污染”。例如在两片玻璃之间的声学阻尼层,可增加吸声。

节能玻璃产品,包括用于建筑的低辐射双层玻璃,用于绝缘的矿棉和泡沫玻璃,以及用于生产风力涡轮机、轻型汽车等的连续长丝玻璃纤维,在其使用寿命期间所节约的能耗,数倍于其生产能耗。比如,将单层玻璃窗更换为双层玻璃窗,每年可减少60公斤二氧化碳,而其生产所产生的碳排放量约为25公斤/平方米,即能源回收时间为5个月。

世界上的海洋驱动着全球系统,使地球适合人类居住。审慎管理这一重要的全球资源,是通向可持续发展的关键举措之一。目前,塑料垃圾正在污染世界的海洋和其他水体,而玻璃可作为安全和清洁的替代品来消除塑料垃圾。玻璃由天然、安全和丰富的材料制成,可无限次回收。消除塑料将促进水底生物的健康,以及食用鱼类和海产品的健康。

(本文选自联合国国际玻璃年官网)

■张龙

玻璃是一种古老又充满新鲜生命力的材料,它的主要原料来自地球上最丰富的元素与矿物——由硅和氧组成的二氧化硅,相较于很多矿产,可谓取之不尽、用之不竭。这注定了它会被人类利用,并成为参与人类文明发展的一种重要材料。

自5000多年前古埃及人最早制造出了玻璃,玻璃就以其透明、耐腐蚀、耐热、绝缘等特性,伴随人类文明的滚滚车轮,发挥出日益重要的作用。

今年是联合国批准设立的国际玻璃年,这是联合国第一次以这种方式表彰一种材料为人类社会所作出的贡献。在几千年的发展历程中,玻璃一步步从饰品、器皿等生活必需品,进阶到推动工业发展和社会进步的重要材料。

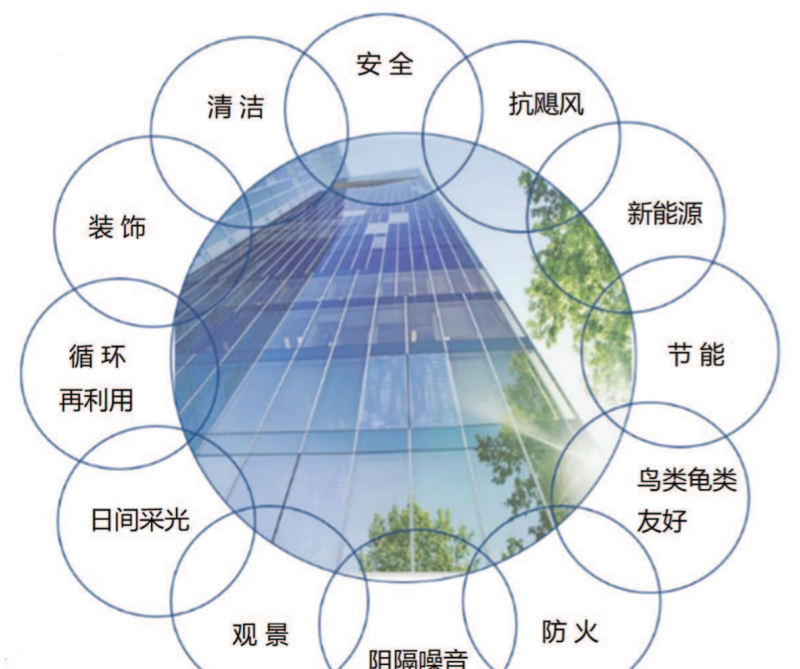
在近代科学的开端,玻璃极大拓展了人类的视野,望远镜带人类极目宇宙,探索天体运行的亘古规律;显微镜又让人类不断洞悉生命的奥秘、物质的构成。进入21世纪以来,玻璃对人类社会的作用更是不断拓展。通信光纤、显示玻璃、光伏玻璃、药用玻璃、激光玻璃等领域的发展,使得玻璃逐步成为支撑现代社会发展的重要材料,并将在未来发挥更大作用——通过使用玻璃来处理核废料、制造更安全的电池、更耐用的生物医学植入物,乃至更精密柔软的触摸屏、自动着色发电的建筑玻璃,以及更强更韧的玻璃。

展望未来,玻璃行业一方面针对传统应用的“存量”,发展新的制造技术,使之更加符合“碳达峰、碳中和”的时代需求。玻璃作为一种基础材料,其本身性质与功能的提升,就可能带动相关行业的转型升级。想象一下,如果建筑的外墙都升级为隔热节能、又能发电的光伏玻璃,无疑将给建筑业甚至城市功能带来划时代的改变。另一方面,我们必须行动起来,占据玻璃行业新增长领域的制高点,满足未来光通信、光伏、核能、显示等新基建的需求。

联合国将2022年设为国际玻璃年,这将有利于各国政府、专业研究机构、大学及企业间的跨界协同合作,加速实现玻璃材料与艺术、建筑、医学等相关行业的跨领域深度融合,进一步推动玻璃工业不断向高端化、绿色化、数字化等方面发展。

(作者系国际玻璃协会专家咨询委员会成员、中国科学院上海光学精密机械研究所副所长)

用之不竭,玻璃闪耀于人类未来之路



现代玻璃的部分功用。图/联合国国际玻璃年官网