

汲取自然灵感 仿生学中寻答案 我国建材行业多项首创成果面世

► 本报记者 李洋

全球首创低成本绝热超材料水泥气凝胶、全球首套水泥全氧燃烧耦合碳捕集技术、全球首个水泥行业零外购电示范工厂、折叠式组合建筑……在近日举行的2024年建筑材料行业大会上,多项建材行业首创成果和最新突破首次发布。

从依赖自然、探索自然到模仿自然、改造自然,作为连接过去与未来的桥梁,建材行业正在不断汲取来自大自然的灵感,诞生了许多与自然和谐共鸣的建材产品,也点亮了人们对未来建材应用的无限憧憬。

水泥气凝胶成本 仅为传统气凝胶 1/20

“贵!”谈及气凝胶材料的价格,供应商噓声一片。

气凝胶,是世界上密度最小的固体材料,几乎由空气构成,具有极强的隔热和防火能力,被誉为21世纪改变世界的十大新材料之一。然而,常规硅基气凝胶由于制备工艺复杂、原材料成本高,其核心技术遭受国外专利垄断,因而难以在建筑领域大规模推广应用。

如今,这一困境将有望得到解决。

“我们集成的水泥气凝胶,成本仅为传统气凝胶的1/20!”东南大学材料学院院长余伟说,“它具有集轻质、隔热、强度、耐火、防水、经济等特点于一体的综合性优势,是一个全能型的‘六边形战士’,是真正的老百姓用得起的气凝胶。”

为攻克气凝胶低成本、高性能绝热材料技术空白,余伟团队将矛头瞄准了三大科技问题:轻质高强、隔热防火、疏水耐久,并在此基础上实现了墨鱼骨仿生突破轻质高强极限、纳微多尺度孔隙攻克绝热瓶颈、荷叶仿生变革水泥基材料从亲水到疏水、表面高温陶瓷化“盔甲”突破耐火极限等四大创新性突破。

经过亿万年的自然选择和生物进化,墨鱼骨诞生出轻量化称力结构,既能够在深海承受高压,同时又大幅度减少生物材料的用量,是生物界在轻质高强方面的最优解。受深海墨鱼骨微观承力结构的启发,该团队创新提出通过冷冻法制备水泥气凝胶新工艺,通过常压冷冻-常温解冻-自然干燥工艺,突破现有硅基气凝胶超临界干燥法,解决了制备工艺复杂、易收缩开裂的难题,实现水泥气凝胶绿色高效、超低能耗、超大尺度的宏量制备。

“我们完美复刻了墨鱼骨的承力结构,并突破了材料的容重极限,使轻质密度低至20kg/m³,是水的1/50,这也是目前世界上最轻的水泥制品材料;同时其兼具负泊松比的超材料特性:越压越强、遇强则强。”余伟说。

余伟进一步介绍说,荷叶表面通过微突

结构结合低表面能蜡质,形成了超疏水自清洁的宏观特征。受此启发,该团队用纳米材料表面疏水化改性,发明出水泥基材料超疏水技术,进一步构筑了“三维超疏水”的水泥气凝胶材料,实现了严酷环境下的高效和长效防护,彻底解决了水泥基材料、保温隔热材料“水患”难题,使用寿命提升一倍以上,而且在高温环境下绝热稳定性倍增。

就这样,一个新气凝胶种类——水泥气凝胶诞生。这种新材料密度低至40kg/m³,接近羽毛,是泡沫混凝土的1/10,强度高至1.2MPa,是同等密度泡沫混凝土的5倍,可以承受一个成年人的重量。与此同时,这种新材料的导热系数低至0.021W/(m·K),防火等级A1级,并同时兼具超级疏水能力,可解决传统隔热材料比如岩棉等因吸水而导致性能失效的问题。

“没有落后的行业,只有落后的技术,我们要变不可能为可能。”余伟表示,该团队通过水泥这样一种普通的材料,实现了隔热材料领域从“0-1”的革命性转型。如今,这种水泥气凝胶可以做成涂料、隔热垫片、块状、粉体等多种柔性和刚性的防护材料形态,且具有良好的可加工性能,色彩可选择,艺术表现力强,未来市场前景广阔。

灵感来自古建的碳矿化 多功能无机涂层材料

人类文明发展的历史长河中,诞生了古希腊神庙、中国古代石桥等伟大建筑。这些古建筑的材料通常是以碳酸盐为主的石灰岩,具有超强的耐风化、抗自然侵蚀的能力,历经千年风雨屹立不倒。

武汉理工大学副校长王发洲发布了全球首创碳矿化多功能无机涂层材料,这种全新概念涂层材料的灵感正是来源于古建筑。

“当下,在贝壳、螺类、珊瑚礁等海洋生物中存在大量这样的材料。它们的成分是以一种碳酸盐为主的碳酸钙。我们发现,通过开发材料功能与二氧化碳在常温常压条件下,能够快速形成一种类似于天然岩石的高致密碳酸钙结构。”王发洲说。基于这一基本原理,研发团队在世界上首创了这种碳矿化多功能无机涂层材料。它固化速度快、固化强度高、负碳环保、高耐久、辐射制冷和节能保温……

“加入适量的水,制成类似水泥的浆料,通过喷涂或者涂刷的方式,把它应用到混凝土、钢材、木材甚至泡沫的表面,就可以构筑一层白色的碳矿化无机涂层。”王发洲说,与传统涂料相比,碳矿化多功能无机涂层材料具有近零VOC排放的优势,且在使用过程中能不断与空气中的二氧化碳发生反应,达到长期的结构稳定性。

此外,通过碳酸钙晶体的调控和化学改

性、粒子诱导等新技术,还可以得到强度更高的块状晶体、韧性高的梭状晶体以及能够阻碍有害介质侵蚀的鳞片状晶体,为材料的多功能化提供了坚实基础。

“折叠式建筑”一键启用

这是一个商业文旅的创业空间,也是一个应急救灾的庇护之所、野外作业的栖息之地,还是一个展览展示的创新场景、一键启用的移动商铺……

北京金隅新型建材产业化集团有限公司董事长高洪军发布世界领先的“折叠式组合建筑金隅·星逸”,以颠覆传统建造方式为目标,打造了一键伸展、设施完备、绿色节能、两小时入住的具有完整建筑元素的“平急两用”好房子。

“传统意义上的移动建筑,功能相对单一且条件简陋,而金隅·星逸通过标准化设计、工厂化加工以及模块化施工,实现了快速拆装、空间变换,是一款智能化、多样化、轻量化产品。”高洪军介绍说。

据悉,金隅集团在2022年承接了全国建材行业第二次“揭榜挂帅”项目“折叠式建筑及其新型建材的设计研发与示范”,并在此领域取得了阶段性成果。金隅·星逸的推出,正是这一项目的重要成果之一。

高洪军表示,好建材是好建筑、好房子的肌肉、骨骼和皮肤。为此,该折叠式组合建筑应用了纳米复合岩棉保温材料、高阻热节能保温隔热涂料、新型硅烷改性密封胶等材料等新材料,并创新提出功能舱、配套舱、连接舱“三舱”理念。“三舱”可以单独使用也可以组合使用,满足不同应用场景。室内空间单舱面积可达45平方米,采用光伏绿色能源和储能技术,可实现100%电力自给自足。

此外,“我们还解决了冷热桥、气密、防渗、密封、隔声等诸多组合建筑出现的关键技术难题和痛点。可以说,这款产品融合了工程技术和材料科学成果,集成了材料学、建筑学、机械工程等多学科的专业技术,全生命周期碳排放仅为传统建筑的35%。截至目前,该产品已经申请了20余件发明专利。”高洪军说。

建材行业的创新与突破,不仅关乎居住之安、建筑之美,更直接影响到国家基础设施建设与可持续发展。此次新产品新技术的发布,标志着建材行业重大科技攻关“揭榜挂帅”、“六零”工厂建设、无机非金属“超级材料”研发等工作取得了突破性进展。

AI制图:杨天 版式设计:孙合西