



李坚,辽宁阜新,东北林业大学教授,中国工程院院士,国际木材科学院院士。
主要研究方向为纳米纤丝化纤维素与气凝胶、木材仿生与智能化、木材碳学与绿色加工、木材保护与功能修饰等系列技术。

卷首语 Foreword

科技导报 2016, 34(19)

大自然的启发——木材仿生与智能响应

仿生学就是通过研究自然界生物的结构、性状、行为以及与生存环境的响应机制,为工程技术提供新的设计思想、工作原理和系统构成的技术科学。为木材的各类加工技术,诸如化学的、物理的或生物的加工,提供新的理念,新的设计,新的构成,而赋予木材新的功能或智能响应性的科学,称其为木材仿生科学。

自然界的生物体经过数十亿年的物竞天择、优胜劣汰,其结构与功能已趋至完美,实现了宏观性能与微观结构的有机统一。如荷叶的滴水不沾特性、棉花的轻柔飘逸特性、海鞘的环境响应特性、贝壳的“砖—桥—泥”层级结构、候鸟海龟的“千里迁徙”和“万里洄游”特性、树根的自修复特性等现象已切实体现了自然生物体微观结构与宏观功能的和谐统一。同样,自然界的这些生物体所固有的智能行为和独特的自然属性给予了木材科学无尽的启发,从大自然给予的启发,依据生物学原理和现代技术开展木材仿生与智能响应研究,向自然界学习,模仿自然界生物体功能中的某一方面,构筑相似甚至超越自然生物体功能的新型木质基仿生材料,完成智能操纵的过程,进而获得高效率、低能耗、环境和谐与快速智能应变的木质基新材料,赋予木材奇异功能或创生新型复合材料的发展空间。

木材是一种天然的有机复合材料,由各种不同的组织结构、细胞形态、孔隙结构和化学组分构成,是一类结构层次分明、构造有序的聚合物基天然复合材料。从米级的树干,分米、厘米级的木纤维,毫米级的年轮,微米级的木材细胞,直到纳米级的纤维素分子,具有层次分明、复杂有序的多尺度分级结构,为木材仿生高性能化材料和制备特殊的多级多尺度结构新型材料奠定了坚实的基础。木材除拥有精妙的多尺度分级结构外,还具有天然形成的精细分级多孔结构,孔的形状有不规则的圆形、方形、椭圆形和多边形等,孔径尺寸具有从毫米到纳米的明显分级特征。木材形态各异的管孔形状、尺寸和分布特征,为设计和制备各种分级多孔材料提供了广阔的选材空间。除了具有结构层次分明、构造复杂有序、分级结构鲜明、多孔结构精细等特性,木材同时具有各向异性、低密度、高弹性、机械性能优良和来源丰富、可再生、清洁等特点,为木材仿生奠基了广阔的空间。

木材天生是一种自然智能响应性生物材料,像其他生物系统一样,具备感知、驱动和控制3个基本要素,具有生物系统独有的3大自律机制:结构自组织、损伤自修复和环境自适应。而木材由于自身的生物结构和形成物质,又具有它某些独特的智能性调节作用的性质。(1)木材的智能性调湿调温功能:具有智能的调湿功能,即“冬暖夏凉”。(2)木材的智能性生物调节功能:木材的视感与人的心理生理学反应遵循和符合1/f涨落自然规律。木材所具有的1/f波谱涨落与人体中所存在的生物节律(节奏)之涨落一致时,人们就产生平静、愉快的心情而有舒适之感。(3)木材的智能性调磁功能:木材具有调节“磁气”和减少辐射的智能性功能。在木质环境中,因木材不能屏蔽地球磁力作用,所以,生物体可以保持正常、安定的生活节奏。木材对于人体不足的磁气又具有自然补充的机能,所以可以促进自律神经活动,适宜的磁气对减少高血压、风湿症、肾病等多种疾病的发生有一定影响。(4)木材具有天然的美学性质:从远古到现代乃至将来,人们对木材情有独钟,这皆因木材具有其他任何材料无可比拟的美质和美感。木材之美乃天然之美,符合现代人“亲近自然”的追求,主要体现在木材的质地、纹理和丰富多彩的花纹图案,它能带给人们非常美好的视觉、触觉和嗅觉。木材来源于树木,树木生长于高山峻岭之上、绿水青山之中。因此木材不同于其他材料,它是一种生物质材料,具有生物的生气与灵性。木材的这种生气与灵性正是木材之美的真谛所在。

总之,木材源于自然,拥有大自然赐予的精妙的多尺度分级结构、天然形成的精细分级多孔结构、智能的调湿、调温、生物调节、调磁、天然美学等多种智能性功能,木材的这些天然的自然属性为开展木材仿生与智能响应科学研究奠基了坚实的理论基础,为仿生构筑高性能木质新材料提供了广阔的发展空间。木材仿生与智能响应科学研究期望以自然界给予的各种现象为启发,进行自然界生物体的结构、功能、行为、视觉等仿生研究,充分利用木材自身独特的天然结构与属性,将其与纳米技术、分子生物学、界面化学、物理模型等相结合,制备出具有奇异性能的仿生木质基新型材料。坚持创新理念,主动增强自主创新能力,今后应聚焦关注:响应性智能高分子膜的设计与制备;结构化仿生表面的设计与制备(包括软印刷技术);木材中胆甾型液晶相的奇异光学性质。同时倡导并加强木材科学与其他相关学科之间进行广泛、深入的交叉融合,实现“它山之石,可以攻玉”。

(东北林业大学,哈尔滨 150040)