

## 新型不锈钢6小时杀灭99.99%的新冠病毒

# 含铜不锈钢从抗菌向抗病毒迈进

◎实习记者 都 芃

新冠肺炎疫情暴发以来,“物传人”成为新冠病毒传播的重要途径之一。曾有研究显示,新冠病毒能在普通不锈钢材料表面存活3天之久。因此,研发出能够杀灭新冠病毒的不锈钢材料,

## 新型不锈钢含铜20%

## 显示出强大的抗新冠病毒特性

自20世纪初被发明后,凭借着在硬度、耐腐蚀性、可加工性等方面的优异性能,从公共场所的基础设施,到家庭生活的日常装潢,不锈钢成为公众最常接触的材料之一。

但随着新冠肺炎疫情席卷全球,不锈钢这个公共场所随处可见的基础材料,已成为新冠病毒扩散传播的载体——携带病毒的飞沫和呼吸道分泌物会附着在不锈钢材料上,使其成为潜在的病毒传播媒介。

例如,此前中国疾病预防控制中心曾对一起新冠病毒感染案例进行分析,认为同一单元楼内的住户极有可能因共用一部电梯,共同触摸不锈钢材质的电梯按键而造成病毒在住户中扩散。

在具体研究中,为了更好地比较不同不锈钢材料之间的抗菌抗病毒性能,黄明欣团队制备了多份样品,分别是常规的316不锈钢、含银0.3%

成为业界和学界的一大目标。

近期,香港大学工程学院机械工程系黄明欣教授领导的团队与香港大学(李嘉诚医学院)免疫与感染研究中心潘烈文教授的研究团队合作,通过调整不锈钢的化学成分和微观组织结构,成功令不锈钢能杀灭表面附着的新冠病毒和其他常见病原体微生物。

和0.6%的不锈钢、4种含铜1%—20%不等的不锈钢以及纯银和纯铜。并且为了凸显其实用价值,他们还专门将其制备成了电梯按钮样式,以模拟在最常见的使用环境下,不同种类不锈钢的抗新冠病毒性能。

最终,研究结果显示,常规316不锈钢、纯银和含银不锈钢对新冠病毒和甲型H1N1流感病毒没有明显的抑制作用。而相比之下,纯铜和含铜不锈钢则表现出了十分显著的抗病毒特性。尤其是含铜量20%的不锈钢,其可以在3小时和6小时内分别显著减少其表面99.75%和99.99%的活体新冠病毒,显示出了强大的抗新冠病毒特性。

黄明欣表示,由于高含铜量不锈钢的制备采用的是粉末冶金的方式,这使得其可以不受材料表面磨损的影响,能在较长的时间范围内持续拥有抗新冠病毒特性。

## 从抗菌到抗病毒

## 把握不锈钢中的铜含量很重要

其实早在这种抗新冠病毒不锈钢研发之前,能够抗菌的不锈钢就已十分普遍,并早早开始了工业化生产,而其中也是添加了铜和银。

中国科学院金属研究所研究员杨珂指出,铜和银已是业界公认的优秀抗菌材料,对包括大肠杆菌等在内的常见致病菌有着出色的抵抗能力。比如含铜量仅5%的抗菌不锈钢,便具有99%的抗菌率。因为密集的富铜沉淀物会永久留存在不锈钢基质中,产生持久的抗菌效果。而银的抗菌能力则更强,只要在不锈钢基质中添加0.3%的银,便可产生强大的抗菌效果。但抗菌不锈钢要想达到抗新冠病毒的效果,还需增加其中的铜含量。

不锈钢作为一种铁基合金,以铁为基本,生

产过程中会加入镍、铬等元素以增强其性能。如果一味加入大量的铜,会使其基础性能发生改变,从而导致其不再具备不锈钢的特性,无法进行大规模应用。杨珂表示,生产抗病毒不锈钢,其最大挑战在于如何在加入足量的抗病毒元素的同时,又不改变不锈钢的核心性能。

铜虽然是不锈钢的核心元素之一,但加入过量也会严重影响不锈钢的核心性能。杨珂向记者介绍道,钢铁的热加工锻造过程,需要在1200℃左右的高温下进行,而铜本身的熔点大约为1080℃。铜加入过多会导致钢材在热加工时的锻造性变差,出现通常意义上的“铜脆”现象。

为了避免“铜脆”现象,同时又保证加入含量足够抗病毒效果的铜,有研究人员改用物理气相



用抗菌不锈钢制成的餐具 受访者供图

沉积、冷喷涂、离子注入等方法,为不锈钢涂上一层抗病毒涂层。但这些方法生产的涂层,厚度小于1毫米,很容易被磨损导致其抗菌性能大幅下降,因此这类不锈钢材料无法取得长期的抗病毒效果,不具备大规模应用的价值。

而黄明欣团队此次采用了粉末冶金工艺,将不锈钢中铜的含量提升至20%,获得了具有抗新

冠病毒特性的不锈钢。杨珂表示,粉末冶金方法是将金属粉末采用模具进行高压压制,随后再以较高的温度烧结合型。采用这种方法制造的高含铜量不锈钢,不光不会出现“铜脆”现象,而且其富铜沉淀物也不只分布在表面,而是均匀分布在整个金属制品中,因此即使制品表面磨损也并不影响其抗病毒效果。

## 市场空间仍待挖掘

## 扩大产业化规模应从两方面发力

杨珂介绍,虽然实验效果显著,但抗病毒不锈钢要形成规模化、产业化,仍有很长的路要走。即使是目前工业生产已十分成熟的抗菌不锈钢,其仍有较大的市场空间等待挖掘。

“与我们合作的一家企业,2020年就生产和销售了5000吨抗菌不锈钢。”杨珂说,目前抗菌不锈钢工业已具有较大规模,且形成了相关的行业标准。2020年底,工信部已正式发布“含铜抗菌不锈钢”行业标准YB/T 4171—2020,涵盖含铜系列抗菌不锈钢的订货内容、技术要求、试验方法、检验规则等方面。但目前抗菌不锈钢仍主要应用于生产餐饮领域的餐具、厨具,如抗菌不锈钢筷子、菜刀等,且消费市场主要集中在江苏、浙江、广东,应用规模仍较小,使用场景较为单一。

杨珂还指出,生产抗病毒不锈钢所用的粉末冶金方法,工艺复杂,成本较高,无法成为主流的生产方式,并且过多铜元素的加入也会使得不锈钢的耐腐蚀性下降,使其无法用于生产高端产

品,一定程度上限制了其应用场景。

杨珂认为,该研究成果虽然距离大规模应用仍需时日,但其打开了一扇新的窗口,使铜在不锈钢材料中的作用被更大程度显现了出来,并给予了不锈钢材料新的可能。“我们国家的抗菌不锈钢生产技术在世界范围内是领先的,抗菌不锈钢未来还可以有更大的用途,其中在医疗器械抗感染方面的应用最被看好。”

目前,杨珂等人也在与深圳地铁进行合作,开发抗菌不锈钢制成的把手、栏杆等。他认为,未来要想实现抗菌、抗病毒不锈钢的规模化应用,还应在两方面发力。一是在应用端找到合适的应用场景,比如可以在医院中用抗菌不锈钢建设样板房,起到示范效果。另一方面则是要加强基础研究。目前,铜离子抗菌抗病毒的作用机制仍然没有摸清,各种理论自成一派,没有统一的、具有广泛说服力的作用机制,一定程度上制约了抗菌、抗病毒不锈钢的发展。

# 用上稀土元素钆

# 核辐射防护材料有望迎来无铅化时代

◎本报记者 吴长锋

通常在人们的印象里,核辐射防护材料往往离不开厚重的铅。例如,医院X射线检查室所用的防护门就是由铅材料制造的。然而铅的生物学毒性对环境不友好,使其应用范围受到限制。日前,中国科学院合肥研究院等离子体物理研究所科研团队取得了一项新进展,有望改变人们对核辐射防护材料的传统认知。该团队研制了一类高性能、无铅化的中子及伽马射线复合屏蔽材料,并围绕材料的屏蔽性能与机制展开了实验研究和模拟计算验证,相关成果发表在核科学技术期刊《核材料与能源》上,并申请了发明专利。

## 传统屏蔽材料难以满足现代社会辐射防护需求

中子是电中性粒子,不受库仑力作用,穿透性极强,且在碰撞过程中会产生次级伽马射线,是现代核辐射防护的研究重点。而科学高效的中子屏蔽方案,会在选用高原子序数(原子序数是指元素在周期表中的序号)材料和低原子序数材料的同时,还选用中子吸收材料,以进行复合

屏蔽。例如常用的由铅、硼、聚乙烯组合而成的铅硼聚乙烯板,就是这种复合屏蔽材料。

铅硼聚乙烯是一种传统的屏蔽材料,其中聚乙稀具有较高的含氢量,氢原子对快中子具有良好的慢化作用;硼原子能吸收热中子;铅原子除了对具有一定能量的快中子有屏蔽作用外,对伽马射线的屏蔽也特别有效。相比其他核屏蔽材料,铅硼聚乙烯除了具有高效的核屏蔽性能外,还具有质量轻、体积小特点,已广泛用于核电、核动力、军工、航空、医疗等领域中的核防护。

但随着原子能工业的发展,人们必须采取严密的防护措施来保障涉核人员的身体健康和环境安全。而铅硼聚乙烯等传统材料屏蔽功能单一、屏蔽性能有限,有的热力学性能不佳,难以满足现代社会对核辐射防护的要求,并且这些含铅的防护材料,往往使用几年就会失去防护效果,淘汰后流入环境中,会对周围环境造成污染。

## 新防护材料具有优异的综合屏蔽性能

而稀土元素钆在自然界中通常以无毒的氧化钆形式存在,且其平均热中子吸收截面非常高,不但耐高温,还具有良好的伽马射线屏蔽性能。科研人员根据其材料特性,设计了一种高性

能无铅的表面改性氧化钆/碳化硼/高密度聚乙烯复合屏蔽方案。

首先,研究人员采用偶联剂对氧化钆进行表面改性处理,提高了其在基体内部的界面相容性和弥散性,使辐射粒子更充分地材料与内部的功能组元相互作用从而迅速衰减。其次,研究人员设计的复合材料,采用了钆—氢—硼体系对中子进行慢化和吸收,利用轻、重核与中子的互作

用特性以及钆和硼的高热中子吸收截面特性,使高能入射中子与钆产生非弹性碰撞,与氢、碳、氧发生弹性碰撞直至成为热中子,最后被钆和硼吸收。其中钆作为重核元素还兼具吸收伽马射线的功能。

科研人员通过进一步研究发现,改性纳米氧化钆对复合材料的性能提升明显优于改性微米氧化钆及未改性的纳米和微米氧化钆,并且在6厘米以下较薄的材料厚度时,氧化钆的改性处理对复合材料辐射屏蔽性能的提升尤为明显。而后,科研人员将他们研制的新型无铅核辐射防护材料送往北京市射线应用研究中心,进行样品屏蔽实际测试。测试的结果令人满意:在铜-252中子源辐照环境下,该复合材料在厚度为15厘米时达到了98%的中子屏蔽率;在铯-137和钴-60伽马源辐照环境下,复合材料在厚度为15厘米时分别达到了72%和60%的伽马屏蔽率。

值得一提的是,这种新型无铅核辐射防护材料综合屏蔽性能,甚至优于我国大科学装置——全超导托卡马克科学实验装置中原有的掺硼聚乙烯准直屏蔽体。

## 寻材问料

## 受宣纸三维结构启发

## 新型可折叠显示膜问世

科技日报讯(记者吴长锋)记者近日从中国科学技术大学获悉,该校俞书宏院士团队特任副研究员管庆方等,通过对传统宣纸的精细结构表征,探究了其高强度高韧性的微观机理,并且受宣纸制造工艺和结构的启发,研制出了一种具有多尺度结构的高雾度透明薄膜。相关研究成果发表于《ACS材料通信》上。

造纸技术是中国古代四大发明之一,其中宣纸是我国保存高级档案和史料的最佳用纸,是中华民族宝贵的文化遗产,迄今已有1500多年历史的宣纸制作工艺也被列为世界非物质文化遗产。

科研人员通过研究发现,宣纸内部具有大量相互交织的纳米纤维和微米纤维,形成了微米纳米多尺度的三维网络,这种多尺度结构赋予了宣纸高强度、高柔韧性的力学优势。受宣纸多尺度结构的启发,研究人员通过将微米纤维和纳米纤维组装成多尺度结构,制备了一种新型透明薄膜。这种多尺度结构赋予了该薄膜高强度、高韧性、高透光率、高雾度、极佳柔韧性和可折叠性等优异的综合性能,并且可以通过卷对卷的工艺进行连续化生产。

由于该薄膜通过高密度的氢键网络将应力分散在更广阔的多尺度三维网络之中,避免了应力的集中,同时实现了高强度和高柔韧性,所以这种薄膜在完全折叠后不形成破坏性折痕,卷起后可恢复原状。此外,该薄膜还具有优异的热稳定性,与广泛使用的不可持续的石油基塑料薄膜相比,在250℃下也没有明显的变化。

这些出色的力学、热力学与光学特性,使其成为应用于精密光学器件和柔性电子器件领域的理想薄膜材料。基于该薄膜制作的柔性近场通讯电路电子器件兼具高透明度、高雾度和优异的柔韧性,在弯曲时仍然可以准确地记录和读取信息,展示了该薄膜作为柔性电子器件基底的应用潜力。

## 科学家找到碳纳米管

## 手性和导电性调控新途径

科技日报讯(记者郝晓明)记者近日从中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心获悉,该中心先进炭材料研究部刘畅研究员等人与日本国立材料科学研究所、澳大利亚昆士兰科技大学、俄罗斯国立科技大学等单位合作,在碳纳米管手性改造与分子结晶体管研究中取得最新进展,为碳纳米管的手性及导电属性调控提供了新途径,显示了碳纳米管分子结晶体管的优异性能。相关结果在线发表于《科学》上。

半导体性碳纳米管具有大长径比、无悬挂键面、高载流子迁移率、室温弹道输运等独特结构特征和优异电学性质,因而被认为是10纳米以下高性能、低功耗晶体管沟道材料的有力候选。碳纳米管的导电属性取决于其螺旋(手性)结构,通常制备出的碳纳米管为金属性和半导体性碳纳米管的混合物。虽然近年来碳纳米管的结构控制生长与手性分离研究取得了较大进展,但单根碳纳米管的手性及导电属性调控仍是本领域研究的关键和难点。

研究人员利用原位透射电子显微镜对单根碳纳米管进行原位加工、表征与测量,通过精确控制透射电镜样品杆上的压电纳米探针,对碳纳米管加热并施加拉伸应力,诱导其局部塑性变形与手性演变。利用球差校正电镜图像和纳米束电子衍射图谱对变形前后碳纳米管的手性进行分析,在近30次连续手性转变过程中发现碳纳米管的手性角具有向高角度转变的明显趋势。对以碳纳米管为沟道的晶体管的电学输运特性进行原位测试,结果表明该方法可实现碳纳米管金属性向半导体性的可控转变。研究人员利用此方法制备出沟道长度仅为2.8纳米的金属—半导体—金属构型碳纳米管分子结晶体管,并观察到其室温量子相干输运性质和法布里—珀罗干涉效应。

## 传统玻璃产能过剩

## 硅基“新玻璃”取而代之



享有“玻璃之城”美誉的安徽蚌埠因毗邻优质石英砂基地,其玻璃产业一度辉煌。近年来,随着传统玻璃产能过剩,蚌埠玻璃产业依靠科技创新走上转型升级之路。

目前,蚌埠已建立起新型显示、光伏玻璃、特种玻璃产业链和泛石英材料产品群“三链一群”的硅基新材料全产业链产业体系。一片片“新玻璃”,正取代笨重、附加值低的建材玻璃,“创”出一片新天地。图为科研人员在实验室展示中性硼硅药用玻璃瓶。 新华社记者 张瑞摄