

专 访

刷新智造 迈向“工业 4.0”
“来自未来的”立邦咸宁智能化涂料工厂

李海娜

工业 4.0 这一概念最早出现在德国,其核心目的是为了提升德国工业的竞争力,在新一轮工业革命中占领先机,其含义是利用信息化技术促进产业变革的时代,也就是智能化时代。

智能制造是由智能机器和专家共同组成的人机一体化智能系统,把制造自动化的概念更新,扩展到柔性化、智能化和高度集成化。将先进的计算机智能方法应用于产品配方、生产调度等,从而实现制造过程智能化。

毫无疑问,以工业 4.0 理念为基础设计建设的智能化制造工厂是代表制造自动化发展方向的工厂。立邦中国在湖北咸宁国家高新区投资建设的立邦涂料(湖北)有限公司咸宁工厂正是这样一座“来自未来的”智能化涂料制造工厂。

3 月 16 日,投产并稳定运行 1 年后,咸宁工厂举办了首次媒体开放日,记者参观了这座标准化建设的新型、环保、高效的全新乳胶漆生产自动化工厂的全貌及生产情况,并采访了立邦中国建筑涂料事业群生产供应链高级副总裁邢荣华。



立邦中国建筑涂料事业群生产供应链高级副总裁邢荣华

设计标准以“未来工厂”为蓝图

立邦咸宁工厂总面积 209 亩,乳胶漆车间一期年产能可达到 15 万吨,预留二期为 30 万吨。

工厂按照立邦的最新标准进行建设,标准的厂区大门、标准的字体、标准的颜色,墙面采用立邦自产的保温装饰一体板。生产工艺也进行了创新和突破,一改以往 2 层生产模式,每个车间根据各自的物料需求,设计了以厂房面积、仓储面积、乳胶漆车间为一体的移动 3 层结构,并建立了高效的自动立体仓储系统,实现自动出入库,成为第一个智能化仓储系统。

谈及工厂的设计蓝图,立邦中国建筑涂料事业群生产供应链高级副总裁邢荣华对此非常自豪,他说,蓝图根据董事会及总裁的要求超前设计,结合工业 4.0 智能制造及 2015 年国务院正式印发的《中国制造 2025》,10 年不落伍。所以,对于未来工厂长什么样是筹建之初最大的挑战。立邦走访了很多企业,包括德国、法国、西班牙等国家,站在巨人的肩膀上得以看得更远,在实施过程中进行验证并不断完善。



厂区全貌

打造智能化生产包装系统

立邦咸宁工厂的乳胶漆生产系统采用了先进的乳胶漆自动化生产系统——DCS 控制系统,可以精确地进行生产控制,与 SAP 系统进行对接,有效减

少供应链各部门手工单据操作环节,提高运作效率,杜绝人为差错;通过人工投料网络称重联接,实现投料质量可控,投料零失误,确保产品零不良品率;建立可视、可控、可追溯的生产过程,提高生产透明度和标准化,有效提高生产效率、降低生产成本;通过SAP系统与自动化设备稳定互动,自动投料信息与自动码垛机成品包装信息准确及时进入SAP系统,提高运作效率,既节省了物料的仓储费用、物料的短驳装卸费用,同时减少了粉料的落地污染。而仓顶除尘系统全部为欧洲进口,排放达到欧盟标准。

自动包装采用了先进的自动拆桶装置——两条轨道同时供应,使得两台包装机共同罐装。生产运输则采用自动的桶盖输送系统——通过自动定位增加桶盖,完成压盖后进行自动把舵,整个生产过程无泄漏污染,是全球领先的绿色环保高效的自动生产线。

咸宁工厂引入了一系列全球领先自动化生产系统,打造出环保高效自动生产线,铸就了生产厂房标杆,并建立了高效的自动立体仓储系统,实现自动出入库。邢荣华阐述了打造咸宁智能制造工厂的理念,他说,工业4.0概念最早出现在德国,被认为是第四次工业革命,主要是指在“智能工厂”利用“智能设备”将“智能物料”生产成为智能产品,整个过程贯穿以“网络协同”,从而提升生产效率,缩短生产周期,降低生产成本,它的典型特征是融合性与革命性,是新一代信息技术与工业化深度融合的产物,是一种新的生产方式,推动传统大规模批量生产向大规模定制生产转变。通俗地说,在工业4.0时代,生产智能化是基于信息化的机械、知识、管理和技能等多种要素的有机结合,在着手生产制造之前,就按照货期、生产数量、优先级、工厂现有资源(人员、设备、物料)的有限生产能力,自动制订出科学的生产计划,从而提高生产效率,实现生产成本的大幅下降。同时,可以实现产品多样性,缩短新产品的开发周期,从而最终实现工厂运营的全面化变革,真正能够实现“C2B2C”的商业模式。邢荣华认为,在咸宁工厂,“工业4.0”其实就是基于信息物理系统,实现智能生产,最终实现制造模式的变革。



全程信息化管理

网络协同保证资源优化配置

咸宁工厂于2017年投产,运营至今情况良好,实现了经营目标和设计目标。咸宁市区位优势,交通便利,地处武汉、长沙、南昌3个省会城市的地理中心,立邦在此布局智能制造工厂将辐射湖北、湖南、江西三省及安徽部分地区,咸宁智能工厂的良好运转也为立邦未来推行智能化制造确立了标杆作用。邢荣华说,立邦目前已实施智能制造的工厂有3家,其中涂料工厂2家,分别为湖北工厂和河南工厂;粉料工厂1家,位于济南。立邦计划在2019年将智能化制造系统推广到10家涂料工厂和18家粉料工厂,将立邦供应链的制造水平打造成行业领先。

智能化制造工厂是成功的点,如何将优秀的点打造成先进的供应链,邢荣华也阐述了立邦对于供应链布局和协同的规划,他说,企业设置有不同的生产基地及多个工厂,工厂之间往往需要互相调度,合理配置人力、设备、物料等资源,企业中工厂之间的信息流量越来越大,实时性的要求越来越高,工厂之间要做到网络协同,确保实时的信息传递与共享。在全球化与互联网时代,协同不仅仅是组织内部的协同,而且往往要涉及到产业链上下游组织之间的协作。一方面,通过网络协同,消费者与制造企业共同进行产品设计与研发,满足个性化定制需求;另一方面,通过网络协同,配置原材料、资本、设备等生产资源,组织动态的生产制造,缩短产品研发周期,满足差异化市场需求。

消息报道

朗盛 2018 年业绩强劲,
为新财年奠定坚实基础

2018 年,特殊化学品公司朗盛业绩表现强劲。常规业务范围内息税折旧及摊销前利润增长了 9.8%,达到 10.16 亿欧元。和预测的一样,公司收益接近 5%~10%这一范围的上限,高于上一年的 9.25 亿欧元(不含阿朗新科)。

“尽管经济日渐下行,我们仍兑现了承诺。在战略和运营方面,我们都取得了较大进展:朗盛现在明确专注于特殊化学品领域。今天,我们拥有比以往更高的盈利,且更稳定、更具竞争力,并得到了回报。”朗盛集团管理董事会主席常牧天说道。

良好的运营业绩尤其得益于高品质中间体、特殊添加剂、工程材料这三大业务板块的运营实力,以及对科聚亚的整合和从索尔维收购的磷添加剂业务。常规业务范围内息税折旧及摊销前利润率达到 14.1%。

朗盛集团的销售额从上一年的 65.3 亿欧元增至 71.97 亿欧元,增幅达 10.2%。净收入为 4.31 亿欧元,远高于上一年的 8700 万欧元。其原因在于经营业绩同比有所改善,而且还出售了阿朗新科 50% 的股份。此外,前一年的一次性支出使净收入有所减少。

2018 年战略里程碑:完成橡胶业务出售

2018 年 12 月 31 日,朗盛将其持有的阿朗新科橡胶公司 50% 的股份出售给了前合资伙伴沙特阿美。朗盛和沙特阿美于 2016 年 4 月 1 日成立了合资企业阿朗新科。朗盛此次通过出售阿朗新科股份获得了大约 14 亿欧元收入,并使用其中的 2 亿欧元继续为其养老金债务进行融资。另有高达 2 亿欧元用于股份回购,这项工作将在本财年结束时完成。

几乎每个业务板块都表现出色

高品质中间体业务板块的经营业绩表现强劲。销售额达到 22.07 亿欧元,同比增长 11.7%。

在特殊添加剂业务板块,得益于科聚亚和索尔维业务的成功整合,销售额和经营业绩均显著增长。销售额达到 19.8 亿欧元,同比增长 22.9%。

在高性能化学品业务板块,由于皮革和建筑行业疲软,销售和经营业绩未能达到上一年的水平。销售额同比下降 6.3%。

工程材料业务板块利用塑料制造轻质结构,并在这个盈利性业务的基础上显著提升了销售额和运营业绩。收购的科聚亚业务中包含了聚氨酯业务,这对工程材料业务板块的业绩也有突出贡献。该业务板块的销售额同比增长 15.4%。

2019 年展望:尽管经济疲软,但仍保持正轨

尽管经济疲软,朗盛在新的一年里仍然开局良好。朗盛预计 2019 年全年的常规业务范围内息税折旧及摊销前利润将接近去年同期水平。

(新型)

长春应化所纳米探针功能设计及
调控机制研究获系列成果

纳米探针作为当今国际分析化学领域的研究热点,在水资源和医疗健康领域有重大的应用需求。如何实现纳米探

针功能设计并理解其调控机制是该领域的核心科学问题。

长春应化所科研人员深入系统地开展了纳米探针功能设计及调控机制研究,揭示了基于谱学技术的纳米探针设计、构建及优化规律,阐明了利用纳米材料与技术解决关键科学问题的基本机理,取得了多项原创性成果。

他们发展了基于镧元素的 CT(电子计算机 X 射线断层扫描)成像纳米探针,揭示了 CT 成像性能与元素 K 电子能值的相关性及调控规律,克服了目前临床使用的碘取代有机小分子 CT 成像探针在体内非特异性分布、快速肾清除以及从血液循环系统快速溢出的缺点,实现了小动物模型上血池造影、淋巴瘤和乳腺癌肿瘤成像的诊断;提出以聚多巴胺为载体设计多功能成像纳米探针的新策略,有效地解决了当前多功能成像纳米探针构建过程中载体材料的核心问题,同时赋予纳米探针针对特定肿瘤靶向诊断和治疗的性能,为实现多功能纳米探针的最终临床应用奠定基础;揭示了污染物分子在金纳米界面信号响应机制,发展了快速识别污染物分子 CN^- 和 Hg^{2+} 等的新型纳米探针,阐明了基于金簇实现氰化物快速、高灵敏和高选择性识别的共性规律,实现了其在实际样品检测中的应用。

(新型)

宁波材料所在非对称高分子
二维复合薄膜制备及其可穿戴
传感器应用方面取得进展

开发一种简单、高效、廉价且可靠的制备二维 CNTs 薄膜的方法以及将其简单、有效地与弹性高分子相复合,制备柔性的可穿戴传感器,对于推动其商业化应用具有重要的现实意义。针对上述需求,中国科学院宁波材料技术与工程研究所陈涛研究员课题组开展了一系列研究。

研究人员利用 Marangoni 力效应通过类 Langmuir-Blodgett 法将分散在乙醇中的碳材料分散体滴入到水表面,发展了一种在水/空气界面快速形成大面积二维 CNTs 薄膜的方法。该方法相较于当前制备 CNTs 薄膜的方法(化学气相沉积、基于悬浮液沉积、浸涂、旋涂、喷涂、抽滤、逐层组装和 Langmuir-Blodgett 法)更加简单、高效,无需昂贵的仪器即能制备均匀的大面积薄膜。在界面上形成 CNTs 薄膜具有厚度、透射率和导电率可调,且允许进一步转移到其他基板或界面进行进一步修饰与功能化。

进一步,研究人员发现上述 CNTs 薄膜经过一段时间的陈化,CNTs 上携带的亲水性基团将诱导其自组装形成具有不对称润湿性的薄膜,再经过进一步的水/油界面原位不对称修饰可构筑二维非对称 Janus 薄膜。由于其高度的可设计性,可以实现不同功能性分子的非对称构筑,此法为 Janus 材料的制备提供了一种新的制备方法和研究思路,将会有助于拓宽 Janus 膜材料的应用领域。

基于二维 CNTs 薄膜的可转移特性,研究人员将其转移至聚二甲基硅氧烷(PDMS)薄膜表面,进一步构建了一种可穿戴应变传感器。该传感器可以通过控制转移 CNTs 薄膜的次数来精确控制其厚度,以调整在拉伸过程中 CNTs/PDMS 复合材料网络裂纹连接的分离岛的间隙、岛和桥的形成。这种网络裂纹状结构赋予了该应变传感器高的灵敏度系数(最大 GF 为 87)、宽检测范围(高达 100%),低的应变检测极限($=0.007\%$)和优异的稳定性(循环 1500 次)。可

同时适用于微小应变和大应变检测,包括动脉脉搏的振动,音乐振动和关节弯曲等。

可穿戴电子产品因其在智能人机界面,可穿戴人体健康监测仪和模仿生物器官中的潜在应用而引起广泛关注。然而,大面积、低成本制备自粘性和易于转移的柔性超薄膜仍然具有很大的挑战性。研究人员通过直接在水/空界面处制备的 CNTs 薄膜表面喷洒热塑性弹性高分子(TPE)溶液,待溶剂挥发完全后,即在水/空界面处形成了 CNTs/TPE 非对称二维 Janus 杂化膜。构建了一种超薄,自支撑和自粘附性的柔性传感器。该传感器可以直接附着在人体皮肤表面用于实时的人体生理行为检测。此外,还可用于有效的检测微小气流变化甚至声音传播过程中引起的扰动。该非对称弹性体二维复合薄膜在可穿戴柔性电子皮肤和人工耳膜方面具有潜在的应用价值。(新型)

赢创推出用于更高温度范围 3D 打印应用的新型聚合物粉末

特种化学品公司赢创正积极开拓极具吸引力的 3D 打印市场,并开发了一种新型聚合物粉末。作为旗下聚酰胺 6 系列的新产品,该粉末适用于更高温度范围的应用需求,进一步扩展了赢创粉末型 3D 打印技术高性能材料产品系列。

赢创的新型聚酰胺粉末具有高机械强度以及优异的耐化学性和耐温性。其热变形温度约为 195℃。此外,粉末材料的低吸水性(低于 3%)使其脱颖而出,这一特性对 3D 打印材料的可加工性和打印出的 3D 组件的尺寸稳定性具有积极影响。

赢创的新型聚酰胺粉末是可用于批量生产的创新性材料。“适用于单个打印机并且能够应用于更高温度范围的新型、即用型材料助推 3D 打印行业向批量生产迈进了一步。”专注选择性激光烧结(SLS)的 TPM 3D 中国技术公司创始人兼董事长 Mark Zhao 说道。“我们看到对可应用于更高温度范围的 3D 打印解决方案的需求十分强烈,例如汽车和电子行业。”

赢创聚酰胺 6 系列中的新型聚合物粉末具有近乎圆形的晶粒形状,优异的流动性和应用性能,适用于所有粉末型 3D 打印技术。赢创的专利工艺被用于其马尔工厂生产高温材料。(新型)

福建物构所碘酸盐二阶非线性 光学晶体的设计与合成获新进展

近年来具有非中心对称的无机晶体材料,基于它们可能存在的二阶非线性、铁电、压电和热释电性能而受到了广泛的关注。金属碘酸盐晶体因具有较强的倍频效应、较宽的透过波段、较高的热稳定性和光学损伤阈值在二阶非线性光学晶体材料领域占有非常重要的地位。

福建物质结构研究所结构化学国家重点实验室毛江高研究员团队提出了三原子位置的不等价取代方法,在以 α - and β -Ba₂[VO₂F₂(IO₃)₂](IO₃)为母体化合物,利用 Ga³⁺ 取代 V⁵⁺,同时以两个 F⁻ 取代两个 O²⁻,设计合成了两例新颖的碘酸盐倍频晶体, α - and β -Ba₂[GaF₄(IO₃)₂](IO₃)。

α - and β -Ba₂[GaF₄(IO₃)₂](IO₃)保留了具有较强极化率的拓扑结构, [GaF₄(IO₃)₂]³⁻ 聚阴离子基团和孤立的

IO₃⁻ 基团排列较为整齐,因此具有大的粉末倍频效应 (~6×KDP),同时,因为后主族元素 Ga 和强电负性 F⁻ 离子的引入,同母体化合物相比,大大拓宽了晶体的带隙,从而增强了其激光损伤阈值(4.61eV, 29.7×AGS and 4.35eV, 28.3×AGS)。实验结果表明,这两个晶体在紫外到中红外波段具有很强的透过性能,具有潜在的应用价值。同先前的双原子位置不等价取代方法相比,三原子位置的不等价取代利用了中心金属阳离子化合价相差为 2,实现了从 d0 过度金属八面体到非 d0 过度金属八面体的转化,这一转变十分有望扩展二阶非线性光学晶体的研究体系和材料种类。这种三原子位置的不等价取代有望成为一条简便有效的无机非线性光学晶体材料的设计方法。(新型)

上海硅酸盐所研制的多项 关键材料成功应用于“嫦娥四号”

12月8日2时23分,我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭成功发射“嫦娥四号”探测器,开启了人类首次月球背面软着陆探测之旅。在此次航天任务中,中国科学院上海硅酸盐研究所承担了热控涂层、难熔合金高温抗氧化涂层、高摩擦抗冷焊涂层、高温隔热屏、柔性薄膜热控涂层及低温多层隔热组件等关键材料的研制。

热控涂层:研制了巡视器移动机构、电机机构、机械臂机构、全景相机机构钛合金、镁合金微弧氧化热控涂层,着陆器发动机隔热屏、防护筒用不锈钢灰色化学转换热控涂层、不锈钢高吸收化学转换热控涂层,着陆器月夜温度采集器低辐射金热控涂层、着陆器坡道及护栏机构铝合金光亮阳极氧化热控涂层,激光点阵器、锂离子电池等有效载荷黑色阳极氧化热控涂层,巡视器表面柔性薄膜热控涂层,涂料型低比值热控涂层等十余种无机热控涂层。其中一些涂层是为“嫦娥四号”特制的、而且首次在航天器上采用,具备了温控性能好、耐空间环境辐照性强、涂层均匀性优等特点,保证了这些机构中的部件、电机正常的工作温度水平,为着陆器的安全着陆、巡视器在月面巡视勘察、机械臂的正常运转发挥了重要的作用。

难熔合金高温抗氧化涂层:由于月球距离地球 38 万公里,嫦娥卫星飞行距离较一般卫星飞行距离大大增加,并且需要经过多次变轨才能实现“落月”,姿控发动机寿命要求大大延长,对其难熔合金高温抗氧化涂层提出了更加苛刻的要求,必须承受更高的温度,更大的冲刷速度和更苛刻的富氧环境,研制难度极大。上海硅酸盐所研制的难熔合金高温抗氧化涂层顺利通过了长寿命地面台架试验的考核后,成功应用于“嫦娥一号”至“嫦娥四号”,并将继续为后续的任务型号提供技术保障。

高摩擦抗冷焊涂层:应用于太阳能电池阵接触支点上,不仅是确保巡视器太阳能电池阵在经历发射、奔月、着陆、两器分离等加速和减速环节能实现太阳能电池阵可靠、有效闭合,避免意外的散逸和碰撞,确保了太阳能电池阵的完整性;其抗冷焊功能更是确保消除太阳能电池阵经长时间压紧收拢状态可能引发真空冷焊等状况,保证了太阳帆板的顺利展开。同时,高摩擦抗冷焊涂层支点也为太阳能电池阵的频繁启闭和可靠接触发挥了重要作用。

高温隔热屏:变推力发动机为实现着陆器月球表面软着陆所必须的关键部件。由于发动机工作期间燃烧室和喷管

的温度很高,上海硅酸盐所研制的高温隔热屏像“裙子”一样将高温环境包围了起来,在发动机与周围的电子元器件之间形成了一道屏障,有效地减小了发动机工作对探测器本体温度的影响。

柔性薄膜热控涂层及低温多层隔热组件:“嫦娥四号”受月球表面的昼夜温度变化影响,温度最低时可达零下 200℃,最高可超过 100℃。而探头等单机运行温度一般为 -40~+50℃左右,一旦超出正常的温度范围可能会造成单机的功能失效,甚至造成单机的损坏。上海硅酸盐所研制的低吸辐比柔性薄膜二次表面镜为巡视器的正常工作提供温控保障,低温多层隔热组件能够保证单机的温度保持在正常运行温度范围内,可以双向隔热,外部高温时阻止外部热量向内部传递,外部寒冷时阻止内部热量向外部泄露。(新型)

赢创 VESTALITE® 助力未来汽车轻量化设计

为了不断优化效率和驾驶动力,汽车制造商和供应商正竭尽全力减少任何不必要的重量。随着电动汽车和自动驾驶技术的飞速发展,轻量化设计对于未来汽车来说,比以往任何时候都更为关键。凭借 VESTALITE®,赢创在今年巴黎 JEC 展会上为环氧树脂和聚氨酯聚合物高性能复合材料提供量身定制的解决方案。

该产品令经济高效且能够被快速加工的高性能复合材料成为可能。而这些复合材料特别适用于未来新一代汽车。

VESTALITE® P 系列包含用于预浸料连续浸渍的树脂。它们可生成能够稳定储存的预浸料,无需标记,可用于快速、自动进行的预浸料模压成型。VESTALITE® P 312 可以制造出具有优异表面性能以及出色材料强度和柔韧性的部件。相比之下,VESTALITE® P 342 主要适用于制造工艺时间短的金属复合材料混合部件。

VESTALITE® S 是一种用于片状模塑料(SMC)的二元胺基环氧固化剂。与环氧树脂结合使用,可以使 SMC 材料很快且很容易的加工成轻量化结构产品,并将排放值降至最低。

VESTALITE® 产品由 Vestaro 有限公司提供支持。这家赢创与 Forward Engineering 公司的合资企业位于德国慕尼黑,汇集了两家公司在特种化学品和工程领域的专业知识,为整个开发阶段的材料、设计和工艺的成功互动奠定了基础。(新型)

中科大:新型纳米线催化剂有望使燃料电池大幅降价

中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心曾杰教授课题组与湖南大学黄宏文教授合作,研制出一种兼具优异的催化活性和稳定性的质子交换膜燃料电池阴极催化剂。

质子交换膜燃料电池具有零排放、能量效率高、功率可调等优点,是未来电动汽车中最理想的驱动电源。但质子交换膜燃料电池的阴极端氧还原反应的动力学十分缓慢,需要使用大量贵金属铂纳米催化剂作为电极催化剂来维持电池的高效运转,这使得质子交换膜燃料电池的成本十分高昂,限制了其大规模商业化应用。

在铂基催化剂中,提高铂基催化剂在氧还原反应中的质

量活性以及催化稳定性,是降低贵金属铂用量的途径。但其中绝大部分催化剂的稳定性不够。

面对这一难题,研究人员通过精细调控铂基催化剂的维度、尺寸、组分,研制出超细的铂镍铈三元金属纳米线催化剂。由于该纳米线的直径仅有一纳米,其表面铂原子占整体铂原子比率高于 50%,展现了超高的原子利用率,为高的催化质量活性提供了结构基础。

氧还原催化测试表明,碳负载的超细铂镍铈三元金属纳米线催化剂的质量活性是目前商用铂碳纳米催化剂的 15.2 倍。同时,这种催化剂在氧气气氛下循环使用 10000 次后,只有 12.8% 的质量活性性能损失,而目前商用的碳负载型的铂纳米催化剂在氧气气氛下循环使用 10000 次后,质量活性性能损失达到 73.7%。新型催化剂在质量活性和催化稳定性方面都有显著的提高,展现出很好的应用潜力。(新型)

华东师范大学:构建第三种环形聚合物合成方法

华东师范大学教授谢美然课题组在易位聚合方法学领域获新进展,成功构建第三种环形聚合物合成新方法。

尽管环形聚合物出现已有 70 多年历史,但合成方法只有两种,即闭环法和扩环法。这两种方法合成条件苛刻、产量低,尤其是环形催化剂至今未能商品化,难以普及应用。

研究人员利用双链结构和易位聚合反应,创建了环形聚合物合成新策略——模块化成环法,成为环形聚合物合成领域的第三种方法。他们采用先进的技术手段对环形聚合物进行了有效表征,利用差示扫描量热分析法,测试了两者不同的玻璃化转变温度;通过紫外-可见吸收光谱或荧光发射光谱,观察到了线形、环形以及单环、双环、三环形聚合物在特定波长下的特征吸收峰强度及荧光发射波长的差异。

(新型)

西南大学在二维水结构和氢键方面取得重要研究进展

近日,西南大学物理科学与技术学院王俊忠教授课题组在二维水结构和氢键方面取得重要研究进展,在石墨基底上制备出一种新奇的单层冰。

王俊忠教授课题组利用低温生长和后期退火方法制备出二维冰膜,并发现水分子在石墨衬底上能够形成一种新的高密度冰。高分辨的 STM 图表明,这种高密度的单层冰是由众多的水六聚体自组装而成,每个六聚体表现为独立的六元环结构。相邻的六元环平行排列但不共边,非常类似于水的高压相:冰-II。

这意味着利用简单的表面吸附手段,就可以制备出水的高压结构。同时,王俊忠教授组指出这种单层冰与悬浮的二维石墨烯非常类似。在 STM 针尖的操纵下,单层冰可以在石墨衬底上滑动或转动,甚至可以跨越衬底的台阶而不发生断裂,具有良好的韧性。通过第一原理计算和分子动力学模拟,他们发现石墨衬底和冰单层之间存在非常强的层间吸引力,相当于 8000 个大气压。水分子也就是在此力的作用下形成了类似于高压相冰-II 的单层冰。这些研究成果启示人们可以利用表面效应来制备高密度冰和新型二维材料。

(新型)