

金属所

化腐朽为神奇

——记腐蚀科学与工程耕耘者韩恩厚

■本报记者 彭科峰 沈春蕾

4月24日是第六个“世界腐蚀日”。当天,辽宁省科学技术馆迎来了一场以“走进腐蚀世界 营造健康生活”为主题的世界腐蚀日科普活动。此前不久,在加拿大举办的世界腐蚀组织(WCO)全体会员代表大会上,中科院沈阳分院院长、中科院金属所研究员韩恩厚当选WCO主席,成为该国际组织历史上首位华人主席。韩恩厚在2016年国际腐蚀工

程师协会(NACE International)上获得了世界腐蚀科学领域的最高奖——Willis Rodney Whitney奖,成为获此奖项的首位华人科学家。梅花香自苦寒来。腐蚀科学是一门比较古老的学科,但是对国人来说却较为陌生。实际上腐蚀却与国计民生息息相关,在国际科学界也倍受重视。韩恩厚能够当选WCO主席并获奖,意味着中国的腐蚀科学与工程研究已经跻身世界前列。



韩恩厚

被人忽视的腐蚀之害

对于很多人来说,腐蚀科学是一个比较陌生的字眼。那么,腐蚀到底有什么危害呢?或者说,研究腐蚀科学对人类有哪些帮助呢?腐蚀是由材料与环境之间发生的化学与电化学反应造成。相关数据显示,由于腐蚀问题付出的成本(通常人们称为腐蚀损失)在各国每年的GDP中平均约为3.4%,而中国约达到5%的比例。

2015年,中国的国内生产总值达到67.67万亿元人民币,“也就是说,按照5%估算,去年我国因为腐蚀问题付出的成本超过3万亿元,这是一个相当惊人的数字。”韩恩厚向《中国科学报》记者介绍。“举个最简单的例子。当年三峡大坝修建时,选择用什么样的混凝土材料很重要。因为它

需要长期浸没在土壤之中,会被不断腐蚀。如果选择的材料不到位,就有可能影响大坝的安全。”韩恩厚表示,我国腐蚀界的老科学家们早就在三峡等地埋下了不同的混凝土材料,每过一段时间(如2~8年等),科研人员会去当地记录腐蚀数据。故此,在修建大坝时,中国的腐蚀科学研究者发挥了重要作用。

来自国际组织的认可

既然腐蚀的危害性如此之大,那么国际上有没有相关的组织进行专门的科普、呼吁工作呢?WCO就是这么一个组织。它是经过联合国认定的非政府组织,其使命是推动和促进腐蚀控制的教育和实践,为取得社会效益与经济效益、节约资源、保护环境做贡献。那么,对于该组织未来几年的工作,韩恩厚有哪些设想呢?

“首先,我们希望结合世界腐蚀科学家的力量,加大科普力度,增加政府、商业组织、民众对腐蚀的重视程度。其次,我们希望围绕腐蚀对水体、土壤的污染编写相关的白皮书,推动形成全世界可供参考的标准化应对腐蚀的模板。此外,我们也希望建立腐蚀领域的世界范围内的专家库,方便为政府决策、重大工程的安全保障提供

参考,同时也希望能够加快推动腐蚀领域相关标准的出台。”韩恩厚表示,WCO将围绕尽量减少腐蚀对国民经济、人类健康、生态环境造成的损失来进行。“新官”上任,目前韩恩厚的工作十分忙碌。每个月都要和WCO的人员进行越洋电话沟通,并撰写相关报告。

持续不断的突破

中科院金属所的一个重要研究方向就是材料腐蚀尤其是金属材料的腐蚀研究。作为国家金属腐蚀控制工程技术研究中心主任、中科院核用材料与安全评价重点实验室主任,韩恩厚为金属所的这支强大腐蚀团队感到骄傲。在此前由中科院组织的国际专家评估中,金属所被评价为世界上最大、同时也是世界一流的防腐研究机构。

电网系统,通过南北多地的验证,证实对极端天气的腐蚀危害可起到有效防护,目前正待进一步推广。”韩恩厚说。韩恩厚的另外一项有关镁合金防护的技术,也在国内外颇有影响。镁合金因其比重极轻和资源丰富,被视为一种非常有前景的材料,但它本身极易被腐蚀,成为影响其规模应用的关键瓶颈。韩恩厚团队的技术,可以有效降低镁合金材料的腐蚀,被美国评价为全世界最佳。在此前嫦娥工程中,已经有数百个部件用到镁合金,而这些构件中所有的防腐技术,都是由韩恩厚团队来完成。这项技术目前也已经在民用汽车领域得到大规模应用,装车数百万辆。

核电安全的担忧。韩恩厚紧跟国家的战略需求,将科研的重点也转向核电材料的研发领域。“目前国际上都公认,材料问题是影响核电安全的最主要因素。要想核电站安全运行,选择安全、可靠、耐腐蚀的核电材料并掌握其长期服役损伤规律至关重要。”韩恩厚介绍,过去10余年来,他的团队潜心于核电材料的腐蚀行为分析,也帮助核电站作安全性评价与寿命分析,获得授权发明专利20多项,很多方法都是全世界独一无二的。

“在读硕士时,我就和防腐结下了不解之缘,如今在这个领域已经有30多年积淀。”韩恩厚表示,自己的科研生涯基本都与腐蚀科学与工程相关。1997年前后,纳米科学方兴未艾,当时在麻省理工学院任职的韩恩厚就敏锐地注意到了它的前景。回国后经过潜心研究,在材料与结构的腐蚀控制技术方面,他成功研发出纳米复合涂层,可以大幅度提高传统防腐涂层的性能,已授权发明专利32项,“纳米氧化物浓缩浆与纳米复合涂层”荣获国家技术发明奖二等奖,该技术目前已经在国内飞机的关键构件上得到了大批量使用。在远洋运输的大型船舶上,比如40万吨级的油轮甲板上,也已经成功用上了韩恩厚团队的这项技术。“我们研发的纳米复合涂层目前也应用于

在工程结构的服役安全评价与寿命评估预测方面,韩恩厚也颇有建树。依托于建立的强大的腐蚀数据库,加上精确地建立了实验室加速试验方法并提出腐蚀损伤动力学模型,能够有效计算出某种材料在实际服役环境下的腐蚀情况。“我们的工作有点像算命先生,不过不是给人算命,而是给各类材料结构尤其是金属材料结构算命,有时候还要延长其使用寿命。”韩恩厚说。近些年来,随着国家对于能源问题的重视,核电发展大幅度加速,也由此带来了大众对于

核电安全的担忧。韩恩厚紧跟国家的战略需求,将科研的重点也转向核电材料的研发领域。“目前国际上都公认,材料问题是影响核电安全的最主要因素。要想核电站安全运行,选择安全、可靠、耐腐蚀的核电材料并掌握其长期服役损伤规律至关重要。”韩恩厚介绍,过去10余年来,他的团队潜心于核电材料的腐蚀行为分析,也帮助核电站作安全性评价与寿命分析,获得授权发明专利20多项,很多方法都是全世界独一无二的。2015年,大亚湾核电站找到韩恩厚团队,希望他们在核电站部件的安全评价方面提供指导和帮助。经过努力,韩恩厚团队最终完成了该核电站核岛内部关键结构的损伤分析、安全评价与寿命预测,得到对方与国家核安全局的高度认可和好评,被认为是“首次由中国人自己牵头完成对大型商用核电站核岛内部关键结构的评估”。韩恩厚希望,未来全社会对于腐蚀造成的危害能够有足够的重视,“但目前的问题是,在很多大公司里,都找不到腐蚀工程师的影子,这不能不说是一种遗憾。理想的状态是无论在设计院,还是在建设过程以及使用维护中,都应该有腐蚀专业工程师。”



①②纳米复合涂层目前已经应用于电网系统。
③可降解镁合金骨内固定器件——骨钉
图片来源于中国科学院金属研究所网站



进展

空间应用中心

3D打印助力太空探索

■本报记者 潘希 郭爽

3月初,法国波尔多,93次抛物线飞行试验。试验中,中科院太空增材制造技术试验队,利用每次22秒微重力环境,用自主研发的设备和工艺成功打印了目标样品。此次试验也是我国首次开展微重力环境下增材制造(3D打印)技术试验验证,为未来把3D打印机搬上太空提供了重要的数据和经验。

过太空增材制造和材料循环利用技术应对多种可能性。再遥远的目标也总要迈出第一步。王功团队正在把这一理论上的东西一步步变为现实,所以才有了93次抛物线飞行试验,而且证明了在微重力状态下,我国的设备可以打印出所需产品。

传统上行补给的局限

后物补给资源是长期太空探索任务成功的重要保证,但目前由于技术局限,只能通过地面发射的运载火箭和飞船进行资源运输,以满足太空中的各种需求,不仅周期长,而且成本昂贵。在将来人类探索火星等更远的目的地时,这种资源补给方式是不现实的。如果这些零部件在太空中就能直接制造,这将是人类太空探索技术一次革命性的进展。“传统上行补给主要是通过由地面向太空发射货运飞船等运输方式,这种方式的弊端就是补给周期较长,太空里的设备一旦发生故障,如果没有备件,只能等地面科研人员制造、下次运输之后,再进行维修。”本次试验的技术负责人、中科院空间应用工程与技术中心研究员王功在接受《中国科学报》记者采访时表示。据了解,我国空间站将于2020年前后建成,将在轨运行不少于10年,为维护站内设施的健康运行并支持较大规模的科学与应用研究,需要持续进行资源补给。受在轨空间限制,大多数资源需要通过货运飞船上行补给,而过度依赖上行补给将可能导致空间站设备长期处于停机状态。

“材料是太空的稀缺资源,除了货运飞船的补给,其他材料也要尽量利用。”中科院空间应用中心副研究员程天锦告诉《中国科学报》记者。目前我们正在同步研究3D打印材料的循环利用技术,未来可以将空间站内的部分废弃物,如航天员的饮水袋等,制备成太空3D打印的原材料。地面供给的材料加上可循环的材料,这样就可根据需要快速制造急需的工具和备件。

太空3D技术不仅在我们国家有所提议,美国、欧洲等国家也在研究这个项目。NASA将在轨增材制造技术视为支持载人登火等深空探测任务的战略性关键技术,为此部署了多项技术的研究,其中Made in Space公司研制的FDM塑料3D打印机目前正在国际空间站试用。同时,NASA近期委托斯坦福大学着手开展生物材料太空3D打印的研究,欧空局原计划在2015年将一台3D打印机送上国际空间站,但目前仍处于准备阶段。

多方合作,尽早突破

此次抛物线飞行试验是在空间应用中心与德国宇航局(DLR)的双边合作协议框架下,DLR向中科院空间应用中心提供的一次抛物线飞行试验机会。“3D打印凭借其高效、灵活的特点成为太空制造技术的重要工艺之一。然而,由于太空环境的特殊性,目前地面3D打印技术难以直接应用,需要对材料、设备及控制方式进行针对太空特殊环境的适应性改造,同时需要开展大量的试验摸索。当然,地面与太空3D打印技术肯定是可以相互借鉴和促进的。”王功告诉记者。

王功说,尽管通常会太空中的各种状况提前做好预案,但历史表明常常会有预案外的情况发生。在发生紧急状况时,货运飞船和运载火箭的准备周期较长,须等待发射窗口,应维修十分困难。哥伦比亚号航天飞机事故调查报告显示,爆炸前航天员已经确定了隐患和解决方案,但因为是在轨没有所需的备件及工具而无法实施。“如果要为空间探测任务中各种可能的状况做充分准备,就会导致制造、物流、发射以及在轨贮存等方面代价巨大。”本次抛物线飞行试验系统主管设计师刘亦飞坦言。资料显示,目前国际空间站存放有价值超过10亿美金的各类备件及工具。另外,目前部署在空间的飞船、卫星和有效载荷均需要经历严酷的发射环境,尽管这个大约10分钟的时长与其在轨寿命相比几乎可以忽略不计,但为保证有足够的强度,常常“过于粗壮”,实际上很不划算。“如果通过3D打印技术,在太空中把需要配备的零件打印出来,不仅可以及时维修,还可以制造新的有效载荷、开展更多的科学实验。”王功提到这项“未来技术”时,显得很激动。

太空制造的技术

“3D打印技术主要以数字化、自动化为主,不会对航天员带来过重的工作负荷。如果3D打印技术可以搬进空间站里,不仅可以打印维修所需的零件,甚至可以打印专属卫星。未来或许可以在其他星球打印建材和石砖等建材来建造房子。”王功把这项技术的未来想象得十分美好。除此之外,未来的3D打印技术还可在太空中直接制造大型结构,从而为部署创新应用项目提供可能。如果不需要考虑发射环境的话,可以制造更精巧、更精密的产品。这项技术理论上是成立的,太空3D打印技术可以根据空间任务中实际发生的状况按需制造,无须提前准备和在轨贮存大量的故障发生概率较低的备件,从而大幅节约运载资源及在轨贮存空间。仅需要存放一定量的原材料,通

“此次试验共对五种材料和两种制造工艺进行了微重力环境下的验证与探索,其中包含了NASA从未尝试过的纤维增强复合材料,获取了不同材料与工艺在微重力环境下的特性数据。”刘亦飞介绍。“太空增材制造是一项涵盖了材料、流体、工艺、控制等多个学科复杂技术,虽然我国太空增材制造技术研究起步晚于美国,但更为积极活跃,在理念和技术上并不落后。中科院具有多学科的优势并且历来重视基础研究,积累了大量空间材料、流体等领域的研究数据,并具有多种试验条件充分开展技术验证。此次试验采用了自主研发的设备,主要设备由中科院空间应用中心与中科院重庆智能装备研究院联合研制。下一步将联系国内更多优势单位寻求联合研究,着力提高太空增材制造产品的强度、精度和速度,争取在近期取得更大的突破。”王功信心满满地说。



中科院太空增材制造技术试验队,利用每次22秒微重力环境,用自主研发的设备和工艺成功打印了目标样品。

现场

中科优盛智能装备研究院成立



①现场项目路演。
②中科优盛智能装备研究院揭牌。
③先进院副院长许建国(右一)和中山新诺科技董事长杜卫冲(左三)为专家颁发聘书。

本报讯4月19日,中科优盛智能装备研究院在深圳成立。中科优盛智能装备研究院由中科院创客学院、深圳市优盛智能装备研究院联合成立,是以高端的光刻设备为技术基础,以高分辨微显示芯片、100GB以上高速光电集成芯片和模块及高性能太赫兹源等项目为技术核心的产学研相结合的高端研发机构。研究院旨在建立集聚海内外高新技术精英团队的技术研发平台,打造国际创新技术与产学研相结合的新型研发平台、国际创新技术与各种资本相结合的新兴产业的聚集平台,发展具有自主知识产权和核心竞争力的新兴战略产业。同时,研究院还成立了院士工

作站,聘请全国光电子行业多名知名院士来深主持工作,引领技术创新前沿。在中科优盛智能装备研究院成立现场,主办方邀请了将在研究院开展工作的各位院士、海外专家学者、风险投资及产业投资机构代表开展了系列主题演讲和项目路演。项目集中在微显示芯片领域、集成光电子领域、高端智能装备领域、高性能太赫兹探测与分析、石墨烯新材料制造设备和建筑智能建造等领域,旨在打造具有“中国芯”的核心技术产品,不再受制于发达国家。中科院深圳先进技术研究院(以下简称深圳先进院)作为深圳市唯一一家国立科研

机构,自成立以来就积极致力于科技创新工作,并于2014年加大了创客培养和孵化力度。作为一个集学校、创客空间、孵化器、科研机构于一体的新型科教创新平台,依托于深圳先进院的中科创客学院自2014年11月成立以来,截至2015年底已拥有1万平方米的培育及孵化场地,已入驻培育的创新创业项目69个,其中超过10家企业获得融资或融资意向,成功率达到10%。2015年10月在全国“双创”活动中,李克强总理称赞学院是“一所没有围墙没有边界的‘大学’”,并期望学院“不断扩大辐射范围,传递更多创新创业的基因密码”。(沈春蕾 冯春)