

智能材料研究动态

Intelligent Material

目前,在新材料领域中,正在形成一门新的分支学科——智能材料,也有人称机敏材料。有一大批专家和学者,包括化学家、物理学家、材料学家、机器人专家、系统控制专家、计算机专家、海洋工程和航空及其他领域的一些专家对智能材料这一学科的潜力抱有十足的信心,正在联合起来组成一个研究团体,致力于发展这一学科。

第一份专门介绍这个学科的刊物《智能材料系统和结构的杂志》已经出版,1992年1月,在苏格兰召开了第一届欧洲机敏材料和结构讨论会,1992年3月,日本科技厅主办了第一届国际智能材料研讨会。

研究智能材料的学术团体和个人也逐渐增多。1991年2月,英国斯特拉克莱德大学成立了机敏结构材料研究所。在这之前,美国弗吉尼亚理工学院和弗吉尼亚州立大学成立了智能材料研究中心;密执根州立大学成立了智能材料和结构实验室。在日本的东北大学、三重大学、信州大学、日立造船技术研究所、金泽大学工学院、住友化学工业功能开发研究所、东京工业大学等许多学校和研究单位的各种学科的教授和研究人員都在各自研究自己感兴趣的仿生智能材料。

智能材料是一门交叉科学。智能结构常常把高技术传感器或敏感元件与传统结构材料和功能材料结合在一起,赋予材料崭新的性能,使无生命的材料变得似乎有了“感觉”和“知觉”。

任何学科的发展都来源于实际的需要。由于在社会实际中经常发生飞机失事,桥梁或一些关键结构的灾难性故障,促使科学家们希望找到失事之前能预警的材料,或预感到要失事时能自动加固或自动修补伤痕和裂纹的材料。比如:人的皮肤划伤后过一段时间就会自然长好,且自我修补得天衣无缝;骨头折断后,只要对好骨缝,断骨就会自动长在一起,那么飞机的机翼、桥梁的支架出现裂纹后能不能自我修补呢?如果可能,那就可以防止许多灾难性的事故。这就是目前世界上一大批科学家致力于研究智能材料并将它发展成一门学科的原因。

美国研究智能材料概况

美国多伦多大学光纤智能结构实验室的科学家们正在设计各种方法,试图使桥梁、机翼和其它关键结构具有自己的“神经系统”、“肌肉”和“大脑”,使它们能感觉到即将出现的故障并能自行解决,如在飞机发生故障之前向飞行员发出警报,或在桥梁出现裂痕时能自动修复。他们研制机翼用智能材料的方法之一是,在高性能的复合材料中嵌入细小的光纤材料,由于在复合材料中

布满了纵横交错的光纤,它们就能象“神经”那样感受到机翼上受到的不同压力,因为通过测量光纤传输光时各种变化,可以测出飞机机翼承受的不同压力。在极端严重的情况下,光纤会断裂,光传输就会中断,于是就能发出即将出现事故的警告。

仅能发现问题,不能自行解决问题的材料还不能算是高级的智能材料。美国《纽约时报》1992年2月16日报道,美国伊利诺伊大学的一位建筑学专家卡罗琳·德赖目前在研制一种能自行愈合的混凝土。他设想把大量的空心纤维埋入混凝土中,当混凝土开裂时,事先装有“裂纹修补剂”的空心纤维也会裂开,并释放出粘结修补剂把裂纹牢牢地焊在一起,防止混凝土断裂。这种智能材料称为被动式智能材料,即在材料中没有埋入传感器监测裂痕,也没有在材料中埋入电子芯片来“指导”焊接裂开的裂痕,因此比在材料埋有传感器和芯片的主动型智能材料,价格便宜,且易于维修。

美国的一些桥梁专家则正在研究主动式智能材料,能使桥梁出现问题时自动加固。他们设计出一种方案,即如果桥梁的某些局部出现问题时,桥梁的另一部分就自行加固予以弥补。这一设想在技术上已没有不可克服的困难,随着电脑技术的发展,现在完全可以制造出极微小的信号传感器及微电子芯片和计算机,把这些传感器、微型计算机芯片埋入桥梁材料,而桥梁材料可以用各种神奇的材料构成,例如用形状记忆材料和在电压作用下能够从液体转变成固体而自动加固的材料,埋在材料中的传感器得到某部分材料出现问题的信号后,计算机就会发出指令,使事先埋入桥梁材料中的微小液滴变成固体而自动加固。

美国密执安州立大学的穆凯席·甘迪教授则在研究一种能自动加固的直升飞机水平旋翼叶片。当叶片在飞行中遇到疾风作用而猛烈振动时,分布在叶片中的微小液滴就会变成固体而自动加固。弗吉尼亚理工学院和州立大学的智能材料研究中心则试图发明能减弱某些振动的飞机座舱壁,使飞机飞行平稳,他们利用装在墙壁上的压电材料装置,使墙壁振动的方式正好抵销飞机产生噪音的振动。还有人在研究一种住宅用的“智能墙纸”当住宅中的洗衣机等机器产生噪音时,智能墙纸可以使这种噪音减弱。

日本研究智能材料的概况

日本在1990年就成立了一个仿生设计调查委员会,该委员会的事务局是财团法人大阪科学技术中心附属的新材料中心。该委员会正在对胆结石、珍珠、鲸的臀

鳍、竹节、海参皮肤及人等动物和植物“活体”进行研究,掌握生物所具有的特异性能,然后设法把研究成果用于智能材料的设计。仿生设计调查委员会的委员长是日本东北大学金属材料研究所的教授小松启。他正在研究人的牙齿结构和“生物晶体”的生长机制,所谓“生物晶体”是指胆结石、齿、骨、指甲、毛发、肌肉、生体膜、细胞膜等物质。

小松启认为,人的牙齿是由成分稍有不同三种结构组成的,且牙齿不是直接附在腭骨上,而是通过结实的纤维和齿槽牢固地连接在一起,他认为这种绝妙的结构对设计防止噪声的列车新干线很可能有帮助。小松启现在集中研究胆结石的生长机制。目前日本人中有1/10的人有胆结石,对胆结石晶体生长过程的研究,不仅可以为胆结石的预防和治疗提供线索,而且可以为人工牙齿和人工骨骼等医用材料的开发和材料科学的研究提供有利的线索和启示。

日本三重大学生物资源学部教授和田浩尔也是生物晶体研究者之一。他的研究重点是贝壳的生长机制。他发现,贝壳一旦受到损伤,破损部分就发生钙化,巧妙地进行自我修复,而且,当把制造贝壳的外膜上皮组织移植到体内时,就形成珍珠。一旦上皮细胞同珍珠袋同时发生变化,蛋白质和晶体就整齐地互相排列在一起。而且即使没有来自脑的指令,这一排列也能完成。日本的科研人员认为,搞清这些原因,有可能找到“无生命”的材料自我修复的线索。

日本日立造船技术研究所的研究员一色浩正在研究鲸鱼和海豚的尾鳍和飞鸟的鸟翼,希望有朝一日能发明像尾鳍和鸟翼那样柔软,既能折叠又很结实的材料。如果能发明这种材料,人们就可以很方便地利用自然界的波浪能和风能。一色浩目前正在探索鲸和海豚为什么能通过上下摆动其水平尾鳍在没有波浪的水中高速游动,为什么在水上能产生如此强大的推力。他认为,如果能通过尾鳍的上下摆动能得到推力,那么,只要使尾鳍周围的水上下运动也应该能得到推力,而海中的波浪就是上下移动的,它的动能也会产生推力。因此一色浩设想,如果在船舶上安一个上下摆动的水中振动翼,便能产生推力。但水中的振动翼用一般的钢铁材料既笨重又给操纵带来麻烦,因此他正在寻找象鸟翼和鲸尾鳍那样轻而柔软既能折叠而又结实的智能材料。

日本金泽大学工学院教授尾田十八也是仿生设计调查委员会研究成员,他的课题是设计出像孙悟空的“如意金箍棒”的结构和寻找“如意金箍棒”材料。他在研究大象游泳时发现,大象可以通过改变体形来减小阻力。他于是设想,如果能够制造出随着速度的提高而改变形状的船舶或飞机,那么,就能够用最少的能量达到最高的速度。但是,要达到这一目的,必须有根据环境变化自己改变自己的形态的材料,因此,研究大象改变体形的机制有可能为寻找这类材料找到线索。

日本住友化学工业功能开发研究所的研究员冈本秀穗和尾田十八一起对竹子和竹节的功能也非常感兴趣,并加以精心研究,以进行仿生复合材料的设计。他们发现,竹子的内侧和外侧的纤维排列并不相同,这种结构使它能抗御风雪不怕弯曲,而竹节则能起到防止裂痕扩大的作用,当裂痕扩大到竹节时,就能中止,因此,他们试图将竹子和竹节的抗弯抗裂机制广泛用于飞机、火

箭及其他结构。

日本东京工业大学理学部教授本川达雄也是仿生设计调查委员会的成员,他目前正致力于研究人们喜爱的美味佳肴——海参。他发现当人在捕捉海参时,海参身体就变硬,但并不逃跑,而海参在受到鱼类攻击时,它如果不能逃脱,就会自己“切掉”身体的一部分再逃之夭夭。海参越遭袭击,其皮就变得越硬。由此使人产生了一种材料设计的设想:如果能利用海参外皮组织的相反特性,即在受到强烈碰撞时,能变成软的外皮,受碰的物件就可以免受破损。

英国研究智能材料的概况

英国早在1991年2月就在斯特拉克莱德大学成立了机敏结构材料研究所。它在研究智能材料和应用方面也处于先进行列。

1990年,英国帝国化学工业公司制造的一台耐高温而不需要冷却系统的陶瓷汽车发动机,可以说是研究仿生智能材料的一个典型实例。

陶瓷很脆,虽然它很耐高温,但由于经不住在高速行驶的汽车的颠簸和振动,容易碎裂而久久得不到应用。于是帝国化学工业公司的博士威廉·克莱格领导的一个研究小组从研究贝壳这种生物入手,终于发明了一种摔不破的陶瓷。他们发现,贝壳这种物质很硬但很不容易摔破。他们收集了许多贝壳,制成在显微镜下观察的样片,结果发现,贝壳是由许多层状的碳酸钙组成的,而在每层碳酸钙中间夹着一层有机质,把层层碳酸钙粘在一起。贝壳中的碳酸钙之所以不易碎裂是因为在每层碳酸钙中出现的裂纹不会扩张到其它碳酸钙层中去,而被中间那层柔软的有机质给阻挡住了。威廉·克莱格研究了贝壳的结构后,得到启示,他选择了碳化硅陶瓷,烧成薄片,然后在每片碳化硅陶瓷上涂上石墨层,再把涂有石墨层的碳化硅陶瓷层层叠起来加热挤压,使坚硬的碳化硅陶瓷粘结在石墨上。石墨和贝壳中的有机质一样,起粘结剂作用,而且粘得很牢固。碳化硅在遇到冲击力时会破裂,但这种冲击力顶多也只能使表面的几层脱掉,而表面很薄的几层脱掉后能把大部分能量吸收,避免整个零件的碎裂,他进行的试验证明,想折断涂有石墨层的碳化硅陶瓷所用的力量比折断没有石墨结合的整块碳化硅陶瓷的力要高100倍。其韧性接近木材的韧性。

意大利研究智能材料的概况

意大利在研制有“感觉”功能的“智能皮肤”或“精明皮肤”方面,处于世界领先地位。1990年初,意大利比萨大学工程专家德·罗西根据人类皮肤有表皮和真皮(外层和内层)组织的特点,为机器人制造了一种由外层和内层构成的人造皮肤,这种皮肤不仅富有弹性,厚度和真的皮肤差不多。

在这种人造皮肤的内外层之间,夹了一层和水混合在一起的能导电的胶状体,电流在胶状体内的流动状况可由电极层测量得知。当充当表皮的外层受到压力时,胶状体就变形,在外层(表层)和内层(真层)之间的电压

(下转第61页)

革, 理事会是工作班子, 而不是荣誉机构。每个理事都要有分工, 有任期, 而且都由会员轮流担任。以IEEE的理事会为例, 它由27名理事组成, 其中主席、常务副主席由全体会员直接选举产生。主席任期三年, 第一年为当选主席, 参加理事会熟悉情况。第二年正式担任主席。第三年为上届主席, 仍参加理事会, 实际上是移交工作。这样就保证了工作移交的平稳性。常务副主席任期两年。以上主席、副主席都不得连任。10个专业部的主任、10个地区分会的主任都为理事会的当然理事。专业部主任和地区分会主任分别由本专业部或本地区分会的会员直接选举产生, 也不得连任。学会的副主席都有具体分工, 如主管继续教育活动的副主席、主管技术活动的副主席等。以上这些理事都是由义务工作者担任, 不在学会拿任何津贴和补助, 完全尽义务, 这样就不可能长期担任。理事、委员轮换快, 一方面可以吸收更多的会员来参与学会的领导, 体现群众办会的宗旨, 另一方面也可以避免工作负担过重。

专业分会的情况也与此类似, 设主席、副主席、秘书、司库等职务, 另外加上各工作委员会主席、学组主席等, 组成专业分会的执行委员会。每个成员都有一定的具体“任务”, 不存在“理事不理事”的问题。

为了满足会员在“荣誉”方面的需求, 学会的会员分荣誉会员、会士、高级会员、会员、准会员、学生会会员等等级。这本身就是荣誉, 没有必要再去设置更多荣誉性的理事、委员等职务。

五、学会要实行网络化的组织结构, 加强横向联系

现代化学会的特点是会员多, 分布地域广, 而且包含的学科分支多, 加上前面已经谈到的, 学会是由会员自愿参加的松散性的团体这一特点, 使得学会的组织结构不同于行政性的机构, 应采取神经网络式的结构。一个学会、专业分会、学组都可看成是一个神经元, 它和上、下、左、右都有联系, 上下是隶属关系, 但不同于行政的隶属关系, 仅仅是学术上的, 建议性的和指导性的, 比行政关系要松散得多。

横向联系增多, 并且处于非常重要的地位, 是学会组织结构的另一重要特点。当代科学发展的特点是专业愈分愈细, 所以新的专业分会、专业学组不断地涌现, 综合性愈来愈明显, 各学科之间, 各分支学科之间都要求发生学术上的联系。横向联合成了学会活动的一大趋势, 同一学会的各专业分会之间, 不同学会的专业分会之间, 各学组之间, 都会发生学术上的联系。例如联合举办会议,

建立学术上的联合组织等, 这种联系是学术上的, 其松紧程度也是各不相同的。

学会组织结构的另一重要问题是如何促进地区性组织和专业性组织之间的密切联系。地区性组织按地区来划分, 省学会下还有市县学会。各级地方学会下也有数目不等的专业学组; 专业学会则按学科来划分, 下面还有专业学组。这两大系统在会员身上重叠, 即一个会员既属于一个地区组织, 又属于一个专业学会。另外地区学会的专业学组和同一专业的专业学会之间, 也需要发生学术上的联系或者指导关系。

综上所述, 学会结构是很复杂的, 既有隶属关系, 又有横向联系; 有比较紧密一点的隶属关系, 又有非常松散的协作关系。只能采取神经网络那样的错综复杂而又灵活多变的联系, 形成一个网络式的组织结构, 才能充分发挥学会的功能和作用。

(责任编辑 肖庆山)

(上接第63页)

就会发生变化, 电压变化的信号传到机器人的电脑, 机器人就知道皮肤受到了压力, 而作出动作反应。

为了使人造皮肤能“感知”物体表面的质感细节, 德·罗西的研究小组还研制了一种特殊的表皮, 这种表皮由两层橡胶薄膜组成, 然后在两层橡胶薄膜之间到处放置只有针尖大小的传感器, 这些传感器是用一种压电陶瓷制成的, 在受到压力时, 就产生电压, 受压越大, 产生的电压也就越大, 据报道, 德·罗西制成的这种针尖大小的压电陶瓷传感器很灵敏, 对纸张上凸起的斑点都能感觉到, 铺上德·罗西研制的人造皮的机器人, 可以灵敏地感觉到一片胶纸脱离时产生的拉力, 或灵敏地感觉到一个加了润滑剂的发动机轴承脱离时摩擦力突然变化的情况, 迅速作出握紧反应。

智能材料或仿生智能材料现已成为材料科学的一个重要研究领域, 各国科学家正在为此作不懈的努力。可以肯定, 终有一天会出现各种实用的仿生智能材料。

(本刊记者 刘先曙编译)

更正启事

本刊1992年第11期, 第15页, 右栏彩图说明第二作者应为“刘书楼”(误为“刘书楼”, 目录页误为“刘玉楼”); 封底上图应为雁北地区地势图, 中图应为保定地区北部山区地势图。

1992年第10期, 第50页右第5行“大理裂腹鱼”应为“大理裂腹鱼”; 第50页右倒数第5行“减少了324种”应为“减少了24种”; 第51页左22行“检生值”应为“检出值”, 右21行“密眼毫”应为“密眼缘”, 第52页左倒19行“Perco”应为“Perca”, 左倒12行“Ctemogobius”应为“Ctenogobius”。

特此更正, 并向作者和读者致歉。

编辑部