

全球制造业发展呈现五大趋势

当前，全球制造业发展趋势不断变化，新技术不断出现。随着技术进步和消费者需求提升，制造业开始从规模化批量生产向定制化服务转变。制造商的商业模式已从以产品为主转变为以客户为主。随着资源稀缺性的加剧和对环境保护重视程度的加深，制造企业将寻求更加高效、可持续化的生产经营模式。总的来说，全球制造业发展呈现出五大趋势。

一、由规模化生产向定制化生产转变。一方面是由于发展中国家收入持续增长，“金砖”国家数十亿人口摆脱贫困，进一步提高了对定制化产品的需求；另一方面，增材制造、新材料和自动化等新技术在制造业的发展应用，使得为个人和小众市场生产高度定制化产品成为可能。

二、由单纯生产向产品服务化转变。为更好地了解和满足客户需求，制造企业将进一步向供应链下游延伸，通过专业公司提供高度集成的服务产品组合。由于客户的需求正在从产品转向服务与体验，而信息技术的快速发展也使得消费者、企业和政府能够

通过虚拟平台获取信息、完成交易以及实现人机互动。

三、由传统生产向智能化和信息化转变。目前全球制造业逐步受到物联网发展的影响。传感器、自动控制、智能机器人、嵌入式电子设备、网络互联等技术的综合运用能够有效整合制造业供应链数据。在生产车间里，智能设备、机械和控制系统互通性越来越强。

四、由粗放生产向可持续化生产转变。未来20年，全球人口将大幅增长，新兴经济体将继续推进工业化，由此带来对能源、矿产和水等资源需求的大幅增长。随着全社会对碳排放和气候变化影响的关注，消费者希望产品能够减少能源与材料使用量，采用可持续化工艺制造，从而提高价值链效率，实现可持续化经营。

五、促进专业化分工和纵向一体化转变。随着供应链运输成本的降低，部分具有较高数字化程度的市场正逐步实现专业化分工，这就加大了对合作的需求。（赛迪顾问）

十大机器人前沿技术



自动驾驶技术

近些年来，机器人行业发展迅速，机器人被广泛应用于各个领域尤其是工业领域，不难看出其巨大潜力。与此同时，我们也必须认识到机器人行业的蓬勃发展，离不开先进的科研进步和技术支撑。以下，我们将盘点十大机器人最前沿技术，供大家参考。

一、软体机器人——柔性机器人技术。该技术是指采用柔性材料进行机器人的研发、设计和制造。

柔性材料具有能在大范围内任意改变自身形状的特点，在管道故障检查、医疗诊断、侦查探测领域具有广泛应用前景。

二、机器人可变形——液态金属控制技术。该技术指通过控制电磁场外部环境，对液态金属材料进行外观特征、运动状态准确控制的一种技术，可用于智能制造、灾后救援等领域。

液态金属是一种不定型、可流动液体的金属，目前的技术重点主要集中在液态金属的铸造成型上，液态机器人还只是一个美好的愿景。

三、生物信号也可以控制机器人——肌电控制技术。该技术利用人类上肢表面肌电信号来控制机器人臂，在远程控制、医疗康复等领域有着较为广泛的应用。

四、机器人也可以有皮肤——敏感触觉技术。该技术指采用基于电学和微粒子触觉技术的新型触觉传感器，能让机器人对物体的外形、质地和硬度更加敏感，最终胜任医疗、勘探等一系列复杂工作。

五、机器人“主动”和你说话——会话式智能交互技术。采用该技术研制的机器人不仅能理解用户的问题并

给出精准答案，还能在信息不全的情况下主动引导完成会话。

苹果公司新一代会话交互技术将会摆脱 Siri 一问一答的模式，甚至可以主动发起对话。

六、机器人可以有心理活动——情感识别技术。该技术可实现对人类情感甚至是心理活动的有效识别，使机器人获得类似人类的观察、理解、反应能力，可应用于机器人辅助医疗康复、刑侦鉴别等领域。

对人类的面部表情进行识别和解读，是人脸识别识别相伴相生的一种衍生技术。

七、用意念操控机器——脑机接口技术。该技术指通过对神经系统电活动和特征信号的收集、识别及转化，使人脑发出的指令能够直接传递给指定的机器终端，可应用于助残康复、灾害救援和娱乐体验。

八、机器人为你带路——自动驾驶技术。应用自动驾驶技术可为人类提供自动化、智能化的载具和运输工具，并延伸到道路状况测试、国防军事安全等领域。

九、再造一个虚拟现场——虚拟现实机器人技术。该技术可实现操作者对机器人的虚拟遥控操作，在维修检测、娱乐体验、现场救援、军事侦察等领域有应用价值。

十、机器人之间可互联——机器人云服务技术。该技术指机器人本身作为执行终端，通过云端进行存储与计算，即时响应需求和实现功能，有效实现数据互通和知识共享，为用户提供无限扩展、按需使用的新型机器人服务方式。（钟达）

我国搅拌摩擦焊技术获突破发展

据来自航天科技集团的消息，航天科技集团某单位自主研发搅拌摩擦焊设备并成功用于我国新型大型运载火箭氧化剂和燃料贮箱的焊接。此外，兵器工业集团武汉重工集团近日也与航天科技集团首都航天机械公司签订了重型运载火箭大型薄壁贮箱的搅拌摩擦焊设备订单。这标志着在经历了漫长积累之后，我国的搅拌摩擦焊技术迎来了突破性的发展。

搅拌摩擦焊的工作原理是一根安装在主轴上的形状特殊的（一般是蜗杆形式的）搅拌针在一定压力下被旋转着插入焊缝位置，搅拌针的长度一般比焊缝深度略浅，以保证主轴的轴肩能紧贴被焊接工件的表面。此时由于工件与搅拌针和轴肩（主要是后者）摩擦生热，焊缝附近的材料受热产生严重的塑性变形，但是并不熔化，只是成为一种“半流体”的状态，随着主轴带着搅拌针沿着焊缝走向进给，搅拌针不断把已经处于热塑性状态的材料搅拌到身后，主轴离开后，这些材料冷却固化，从而形成一条稳定的焊缝。

众所周知，以铝合金和镁合金为代表的轻质合金是航空器和航天器的主要结构材料之一。然而这些轻质合金的可焊性都很差，传统的各种熔焊工艺都不可能从根本上杜绝热裂纹、气孔和夹渣等焊接缺陷的产生，需要靠操作者具有高超的技术和工艺才能保证焊接质量。并且熔焊的高温会产生大量热量和有毒的烟气，这对操作者的身体健康也是一大威胁。而搅拌摩擦焊的出现则从根本上解决了这些问题。

首先，由于搅拌摩擦焊的焊接温度较低，被焊接的材料只是受热软化成为热塑性状态而不熔化，所以搅拌摩擦焊能彻底解决热裂纹、气孔和夹渣等传统熔焊无法根治的问题；基于同样的原因，搅拌摩擦焊不会产生高温和有毒的气体，对操作者的健康和工作环境比传统熔焊要友好得多。

其次，相较于传统熔焊工艺在焊缝附近形成铸造形态组织，搅拌摩擦焊由于主轴在被焊接的工件施加一个很大的压力，所以在焊缝附近得到的是锻造形态组织，这种组织比铸造形态组织致密得多，因而焊接后零件的机械性能也比传统熔焊工艺做出来的

好得多。

而搅拌摩擦焊最大的优势莫过于其本质是把机械能转化成焊接所需要的热能，所以可以用特定的公式相当准确地计算出焊接热及其引发的工件热变形，从而为事前的补偿和事后的纠正提供了几乎不依赖操作者经验的定量的依据，这是任何传统焊接工艺的望尘莫及的；基于同样的原因，搅拌摩擦焊设备的自动化也变得颇为容易，目前国内外都发展出了一系列搅拌摩擦焊设备和搅拌摩擦焊机器人。此外，搅拌摩擦焊不需要焊料，这节约了不少成本，因为高端焊料往往都是非常昂贵的。

当然，搅拌摩擦焊也有不少局限性，如只适合焊接熔点相对较低的材料（如铝合金、镁合金或者铜合金）；由于搅拌针要插入焊缝，焊接后必然留有一个小孔（近年来发展的伸缩式搅拌针可以解决此问题）；工件需要以很大的紧固力固定在工作台上，并以很大的压紧力压紧，可能造成额外的变形；对于异形焊缝的焊接速度较慢，搅拌针和轴肩材料损耗速度较快等等。

由于搅拌摩擦焊的这些特点，使其在问世不久之后就成为了航空航天制造领域的新宠儿，被广泛应用于大型薄壁结构的焊接领域。迄今为止，我国已经发展了多种悬臂式和龙门式搅拌摩擦焊设备，搅拌针也实现了家族化和系列化。

此外，我国也开展了钛合金搅拌摩擦焊设备与工艺等基础性的预先研究，在多晶立方氮化硼（PCBN）搅拌针的生产工艺等关键与核心技术方面取得了不少进展，目前我国正在试验的钛合金搅拌摩擦焊的接头强度可达母材的90%，有望在不久的将来服务于我国的航空航天制造领域。

而此次武汉重工集团自主研发的新型设备则使得我国的搅拌摩擦焊设备水平上了一个全新的高度。据介绍，这套设备采用移动式龙门结构，集自动装夹、定位、铣削和搅拌摩擦焊等多种功能为一体，实现了对直径为10米、起飞重量超过3000吨的重型运载火箭的超大型薄壁贮箱装配焊接零件的多种材料、多工位和多工序的智能化生产，大大提高了生产制造的效率和质量。（宗合）



运载火箭薄壁外贮箱。



钛合金搅拌摩擦焊的搅拌针。



搅拌摩擦焊搅拌针工作中。



搅拌摩擦焊设备。

金属增材制造全面进入航空航天工业

近年来，金属增材制造逐渐成为制造技术领域新的战略方向。但由于以下几个原因，航空航天工业一直非常谨慎地采用金属增材制造技术：一方面是由于认证材料加工工艺和部件加工工艺的复杂性；另一方面是尺寸，大多数飞机和发动机结构部件对于3D打印这种增材制造工艺来说太大了。

目前，已经获得批准、可在生产

型商用飞机上装机应用的部件是空客A350上由Arconic公司制造的小型托架和波音787上由Norsk公司生产的地板配件。

随着GE、Arconic、Norsk、Sciaky等公司研制的增材制造机器可用性大幅提升，金属3D打印在航空航天领域中的应用范围将加速扩大。

米级尺度的激光粉末床融合增材制造机

GE公司已经将生产米级尺度的激光粉末床融合增材制造机的第一个测试版机器，交付给一小部分客户进行测试。

在ATLAS项目（用于大尺寸部件系统的增材制造技术）支持下，耗时9个月开发的GE增材制造测试版，可制造最大规格为1米×1米×0.3米的大型部件。该机器由GE与德国的概念激光公司共同开发，量产版将于2018年底推出，它将具有生产最大规格达1米×1米×1米的大型部件。

GE公司专注于增材制造以降低其飞机发动机制造成本，该公司利用该测试机生产出了符合Leap涡扇发动机尺寸的燃烧器衬套。加工更大尺寸部件的增材制造机有望加速GE公司自己采用的增材制造业务，在短短

的5年时间里，它已经从生产用于Leap发动机的燃料喷嘴，发展到可生产新型先进涡轮发动机的三分之一的部件（该发动机将在年底进行测试），利用3D打印技术，GE公司将原先的855个零部件减少到只有12个。

GE公司目前还未命名的机器可以安装多个1千瓦的激光器，以加快部件生产速度，而且制造的结构部件尺寸可以垂直延伸超过1米，以生产更大的部件。

GE公司研发的增材制造机，其意义在于可为公司带来的产业规模。概念激光公司设计生产的具有标准组件的M1Line，可配套整个工厂，而新设计的机器也具有相同的功能。新设计的机器不仅具有先进的制造工艺，还具备通过GEPredix软件实现的机器健康监测功能。

研发大型部件增材制造机

工业界目前已经开始克服一些限制条件使得增材制造工艺和生产的大型部件符合行业要求。在2016年促成的3笔协议的框架下，Arconic公司正在为空客制造3D打印镍钛合金机身部件，而Norsk公司向波音供应增材制造钛合金结构部件。

Arconic公司（从美铝公司拆分而出）已经与空客签署协议，共同开

发电子束沉积工艺，用来打印最长可达1米的结构部件。Arconic公司表示，与空客的多年合作研究协议将“推动3D打印应用在航空产品中的应用范围”。该公司认为，电子束高速沉积更适合于大型部件，因为它的打印速度比激光加工快100倍。Arconic公司大型部件增材制造设备还有一个独特的创新——将增材制造技术与传统的制造技术（如机械加工）结合。在Arconic公司与空客公司的合作研究中，引入了Arconic公司的Ampliforge工艺，使用该工艺采用3D打印的部件可以通过锻造技术增强机械性能。

在已经生产飞机部件的增材制造工艺中，Norsk公司的MerkeIV线弧快速离子沉积机器可生产最大规格为0.9米×0.6米×0.3米的部件，而Sciaky公司的电子束增材制造（EBAM）系统可以生产最大达5.8米×1.2米×1.2米的结构部件。目前，空客拥有一台EBAM机。

此外，通过今年Norsk公司和斯普利特航空系统公司之间，以及GE增材制造事业部与GKN航空工业公司之间达成的战略合作协议，金属3D打印技术的优势正在辐射航空航天产业链，这将是实现增材制造承诺的关键一步。（陈齐彬）

中航电测：AOI自动光学识别设备 实现应变计检测的革命性变革

中航电测 王小妮 路新科

近年来“中国制造2025”“工业4.0”“互联网+”人工智能……这些名词频繁出现在人们的资讯视野中，无论是主动应对还是被动接受，一个不可阻挡的历史潮流正迎面而来，而这一切急速变革的背后，在工业领域都指向了一个共同的目标——智能制造。作为自动化与信息化深度融合发展的智能制造产业，与以往的传统生产方式最大的区别就在于高度的技术密集性，而大量的智力资源及研发环境整合就成为进入这个行业的首要门槛。

中航电测作为国内最大的电阻应变计生产商和全球应变计供应的重要

生产基地，产能问题一直制约着公司高端产品市场的快速扩张，产品外观缺陷识别成为该产品核心工艺制造流程的瓶颈。中航电测智能装备事业部依托“西北工大-中航电测机器视觉与智能识别联合实验室”的研发成果，实现了基于AOI模式的电阻应变计外观缺陷智能识别与分选，研制成功的AOI自动光学识别设备对电阻应变计的检测方式进行了革命性变革，将用人最多、耗时最长的工序全部用自动化机器操作完成，识别效率从依靠人工的每版1小时提升到全自动检测的每版5分钟。整个检测过程从装入安装应变片的吸盘组件并关闭遮光罩开始，循环执行步进运动、光源点亮、

相机曝光采样、数据处理，完成全程工作步骤并生成报告，充分体现了智能装备的力量！

AOI自动光学识别设备采用透射式数字显微模组进行小区域成像，用超高精密运动平台拖动样品，步进式运动，通过对图像的拼接，从而实现高精度、全范围测量。后端应用高性能智能数字图像处理技术，对图像进行分析，自动识别零件的各种缺陷。为零件生产后期处理，生产工艺改进提供支撑。该设备主要由XY两轴电动精密运动平台、ABZ三轴手动相机调整部件、相机固定龙门座、光学隔振平台和折叠遮光罩组成。

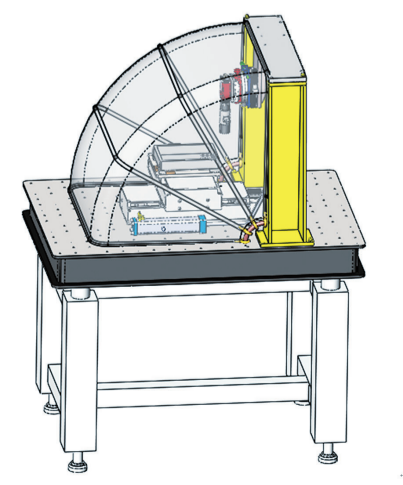
由于该AOI设备的运动精度很高，

且应用于生产线中会受到相邻工位搬运、切断设备的干扰，因此采用了光学隔振平台来有效隔离地面扰动。选用的三维空气弹簧式除振台以洁净和高刚度为开发概念完成的蜂窝状工作台的内部的蜂窝状材料上采用蜂窝状钢骨，此外，在成形前加工了蜂窝状工作台的上下面，因此，内部无切削油、切屑残留，非常洁净；除振部采用全方位对应的空气弹簧，实现了高水平的除振性能。

在零件缺陷自动智能识别的计算方法上，在完成对零件的精确定位后，使用自适应二值化算法区分前景与背景（不同材质）和Canny算子进行边缘检测，依据Hough变化对边缘图

形进行坐标定位；以多点差值计算进行亚像素填充，提升定位、分割精度；使用最大卷积响应与多元回归算法进行模板匹配。

中航电测智能装备事业部以打造智能工厂为方向，致力于专用自动化设备的定制和传统工业生产线的自动化改造，先后完成多项重大技术攻关和专利申请。主要研发产品还有自动焊接机器人工作站、智能助力机械手、自动点胶设备及多工位自动化生产流水线等，凸显了传统工业生产线的自动化改造方面所具有的整体规划和定制研发能力，始终以最具竞争力的自动化解决方案，为客户持续创造价值。



AOI自动光学识别设备总体结构示意图。