

# 这一年，国产技术不断突破

本报记者 唐芳



盘点这一年的核心技术：22纳米光刻机、450公斤人造蓝宝石、0.12毫米玻璃、大型航天器回收、盾构机“弃壳返回”、远距离虹膜识别……哪一个不夺人眼球！

2018年，高新技术成果在各行各业开花结果，在提高产业效能的同时也为人们的生活创造了更多便利。科技创新主体不约而同向着“自主掌握核心技术，打破国外垄断”的目标前行。

## 1 智能水刀 削铁断金

10月份的第四届军民融合发展高技术装备成果展上，一把神奇的水刀吸引观众驻足。它以水为刀切割各种材料，分离海绵、凿穿岩石、削断钢铁，完胜激光切割。其全名五轴五联动智能水刀，由上海狮迈科技有限公司(以下简称狮迈科技)研发生产，完全具备自主知识产权。

水刀原理和孩子们玩的水枪很像。给普通自来水加压到4000个大气压以上，迫使加压后的水从一个小喷嘴喷射出来，形成高速射流，在这股高速射流里加入锋利破碎的小颗粒，形成高速磨料射流。

水刀能量巨大，高压水高速射流以3倍音速打向

切割对象，实现切割。相比“前辈”激光切割，水刀切割过程是一个高速磨削加快速冷却的过程，没有热损伤和热变形，没有烟雾和粉尘，绿色环保。简单说，激光能切不能切的，水刀都能切。波音公司、空客公司都大量使用智能水刀进行机械加工。

水刀、激光和等离子切割实现精密切割是难点。狮迈科技经3年研发了一套独特高品质控制系统。通过采用数学模型精准预测射流行走路径上每一点的误差，实现对射流每一步行走的速度、加速度、切割头的偏摆角度以及射流的特性参数精确的控制，在切割效率最大化的情况下达到自动消除误差的高精度目标。

## 2 虹膜识别 1.2米远两秒搞定

虹膜识别是除DNA以外最可靠的生物识别技术，唯一、防伪。最开始虹膜识别要用望远镜一样把眼睛贴在设备上，后来扩大到设备半米内识别。11月份，虹星科技正式投产“驾驶员生物特征识别一体机”，将虹膜识别距离拓展到1.2米，扫一眼即可，无需过多配合。

每个人的虹膜都独一无二。红外光条件下，可呈现丰富纹理特性，稳定特征点200多个，刷眼后仪器提取出具备高区分度的特征码，与数据库进行比对，这一过程称为虹膜识别。虹膜识别的优势主要体现在庞大数据库中精准找人。在监控视频中准确找一个人，1万的人群基数用人脸识别，10万人以下用指

纹识别，100万人应当用虹膜识别。

虹膜仅约1平方厘米，人脸是300平方厘米，识别难度相差300倍。距离稍远，难以采集到清晰的虹膜纹理；而且人本身的晃动和眨眼，会让成像存在运动模糊、眼皮遮挡等一系列问题。

虹星科技成像阶段使用千万像素以上的图像传感器，保证足够的虹膜分辨率；精心计算近红外光源的角度和强度，在不伤害眼的前提下照亮虹膜纹理；将智能算法移到成像设备内，使成像与计算协同作业；快速图像质量判断算法，丢弃低质量图像，专注识别高质量虹膜图像；优化算法，一秒处理上百张千万像素的虹膜图像。最终做到了1.2米距离内2秒虹膜识别。

## 3 海底盾构机 实现“功成身退”

打海底隧道的盾构机，只能掘进不能后退，价值几千万元的设备往往“一去不复返”。8月20日，厦门地铁3号线海底隧道中，伴随着最后一块刀盘被拆下，海底的盾构机在世界上第一次成功实现倒退返回。

盾构机是打洞能手，它的头是一块布满“牙齿”的圆盘，不停旋转，啃掉泥土和石头，长100多米、重约800吨的长筒身子里，有马达和泥浆循环管道。它身后的新空间拼贴上弧形的水泥管片，隧道就此成型。但是，盾构法施工使身后洞径变小，所以盾构机无法后退，通常永久封存在隧道旁的死胡同里。

然而厦门地铁3号线海底隧道施工方中铁一局

城轨公司想出了一个办法，将盾构机拆掉运出来。他们请专家研究出在不转动刀盘的情况下，调整割除角度的倾斜法，攻克了刀盘拆除的难题。

海底隧道40℃高温，拆机用火焰切割，相当危险。为此拆机“三班倒”，隧道内每隔100米还增设一台大功率电扇通风。拆机前的详细交底，动火作业前的消防设施准备，动火中的洞内气体实时检测。并定制专用重载板车，解决了一次运送65吨部件的难题。

最终，拆机工期不到一个月，盾构机14000多个零部件都安全拆除，装箱运回仓库。盾构机的壳体，留在隧道里做内壁。这创造了又一个中国工程之最。

## 4 人造蓝宝石 450公斤破纪录

2018年初，450公斤级人造蓝宝石在我国诞生。拿下全球重量级别最高、单体最大的人造蓝宝石晶体“桂冠”。将2017年俄罗斯保持的350公斤级世界纪录提高了100公斤。

人造蓝宝石是高科技生产领域的重要原材料。小到智能手机摄像头、触摸屏、LED灯，大到国之重器、高强度激光、天文观测系统光学元器件，应用日益广泛。

新世纪以来，我国蓝宝石生产设备和生产工艺仍然很大程度上依赖进口，特别是我国的生产能力和产品尺寸还不能满足国防科技、国之重器的全面需求。

此颗人造蓝宝石基于世界主流的泡生法生产技

术。原理是先将氧化铝原料加热至熔点后形成熔汤，再以籽晶棒接触到熔汤表面，在籽晶棒与熔汤的固液界面上开始生长和品种相同晶体结构的单晶，品种以极缓慢的速度往上拉升，最后凝固成一整个单晶晶锭。

这一过程漫长，对炉温控制、生产系统协调应用有极苛刻的要求。生产450公斤级产品，与生产200公斤级、350公斤级产品，其技术要求不在一个层面，有质的区别。该公司总经理张俊说：“我们的核心技术是自主研发的自动化生产设备、热设计理论和微观工艺应用，从原材料选取、加工、生产，全部是中国制造。”

## 5 最薄玻璃 厚度仅0.12毫米

继0.15毫米之后，中国技术人员追求极致，拉出0.12毫米的超薄电子触控玻璃，又创浮法技术工业化生产最薄玻璃的世界纪录。5月份，蚌埠建材信息显示材料有限公司最新一批超薄玻璃下线。

超薄玻璃的厚度在0.1—1.1毫米之间，可用来做手机、电脑、电视显示屏基础材料。玻璃越薄，透光性、柔韧性越好，越容易碎。但最新研制的0.12毫米超薄玻璃，被弯曲成环状也不会折断。

玻璃厚度每下降0.1毫米，增加的制作难度超乎想象。从2013年的0.3毫米下降到现在薄如纸片的0.12毫米，企业方解决了玻璃拉薄、微缺陷、三大热工设备

的设计制造和玻璃配方四大难题，开发了玻璃冷端的切割、输送以及缺陷在线检测等一系列技术手段。

从0.15毫米到0.12毫米，为这肉眼几乎无法分辨的0.03毫米，团队攻关2年。在熔化工序、成型工艺、切割工艺、检验包装和装备技术等方面，突破1000多项技术瓶颈后，世界最薄的0.12毫米浮法玻璃终于诞生。几年前国内上百条显示面板生产线的玻璃和设备完全依赖进口，现在国内超薄玻璃技术国际领先，竞争力很强。显示屏价格降下来，电子产品相对更实惠了。目前该公司已经开始着手研发0.1毫米超薄玻璃。

## 6 航天器回收 重量推至7吨以上

火箭回收和复用是马斯克SpaceX的重要标签。其实，我国也回收过3.5吨的神舟飞船载人舱。11月，航天五院508所验证关键技术，可将我国航天器回收重量推至7吨以上。这与508所成功研制出大型群伞系统和大载重着陆缓冲系统密不可分。该所采用直升机外挂投放7吨级模型的方式，成功进行我国首次大型群伞系统及大载重着陆缓冲系统空投试验，多项大型航天器回收领域主要技术指标达到国际先进水平。

回收航天器，再入返回时的初级减速主要靠减速伞。有别于神舟飞船的单伞系统，全新研制的减速伞

是群伞系统，由2顶减速伞、3顶主伞组成。减速伞的承载能力、伞型设计大幅优化；主伞则保证了各伞之间充气的一致同步。该群伞系统多级收口与展开，有效降低了开伞载荷。

着陆回收阶段，大载重航天器无损着陆回收对缓冲系统要求甚高。为此，508所科研团队攻克了多气囊组合缓冲动力学建模与仿真等多项关键技术；着陆缓冲过程时间极短，又研制了高灵敏度着陆敏感器，解决了快速响应着陆缓冲控制问题。最终保证系统可靠工作，返回舱着陆稳定。

## 7 22纳米光刻机 “雕”出精细线条

11月29日，中科院研制的“超分辨光刻装备”通过验收。这个世界上首台用紫外光源实现了22纳米分辨率的光刻机，意义在于用便宜的光源实现较高的分辨率，用于一些特殊制造场景。光刻机不光是制造芯片用，一张平面材料想刻出繁复图案，都可以用光刻。光刻机相当于一台投影仪，光就是一把雕刻刀，在感光平板上“雕”出精细的线条图案。

使用深紫外光源的光刻机是主流，缺点是太昂贵；荷兰ASML垄断的极紫外光源的光刻机，更是贵到令人发指，一台3000万元，还要在真空中使用。中

科院研制的22纳米光刻机采用紫外光源，整机价格在百万元级到千万元级，加工能力则介于深紫外级和极紫外级之间，令人振奋。

中科院研制的这种光刻机擅长加工包括大口径薄透镜在内的一系列纳米功能器件，对中国的遥感成像、生化痕量测量、特种表面处理等领域有重要意义。

中科院光电所的科学家杨勇这样解释其原理，拿一块金属片和非金属片亲密接触，界面上有一些乱蹦的电子；光投影在金属上，这些电子就有序地震荡，产生波长几十纳米的电磁波，可用来光刻。

## 8 细粒度图像识别 “看”一眼就结账

在传统计算机视觉研究中，图像识别的目标对象类别通常是诸如“狗”“车”和“鸟”等传统意义上的类别分类。但大家应该都有这样的经历：逛街时看到路人的萌宠可爱至极，可仅知是“犬”殊不知其具体品种。然而，细粒度级别图像识别技术便能准确分辨出哪怕细微差异的目标对象，解决此类难题。

现落地于南京快餐餐厅的细粒度图像识别智慧收银系统，可以近100%识别率，精确识别几十种菜品，该系统在具体运行时，食客仅需将选好的菜品放在识别区，系统便会立刻显示出菜品清单和价格，即可进行结算。

旷视科技Face++南京研究院负责人魏秀参博士

表示：“首先，我们通过数据采集收集到待识别菜品近千张的图像信息，之后针对诸多菜品间细微的差异设计基于深度学习的细粒度级别图像识别算法。该算法除常规的卷积神经网络模块对整盘菜品获取全局性的判别信息外，还包含一个‘注意力’模块，可自动‘聚焦’到差异细微菜品的局部图像区域。这些局部区域可有效辅助算法进行细粒度级别的菜品识别。”

这样，整张细粒度图像识别特征既包含了菜品级别特征，又包含了更强判别性的局部特征，使得分类准确无误。相比传统标签结算的方式，细粒度图像识别技术大大降低了系统及人力成本，同时大幅提升了顾客点餐结账的效率。

## 9 特高压绝缘子 劣质黏土造“瓷器活”

变电站和高压输电线路的基础设施中，有一种重十几公斤到几十公斤的瓷瓶，名为绝缘子，异常重要却常被忽略。针对我国特高压电网的使用要求，承受百万伏高压和数十吨拉力是绝缘子产品的核心性能。12月份，全球首条瓷绝缘子自动化生产线在内蒙古精诚绝缘子有限公司的厂区内正式启动调试。该公司用劣质黏土做出比优质黏土密度更高的产品，顶住百万伏特，在行业内是一次技术革命。

为此，公司团队多年来对伴生黏土进行数百次颗粒成分分析和配方实验，将伴生非优质黏土占产品原料的比例确定在60%，最终获取自主知识产权的“绝密

配方”，实现每款特高压绝缘子服役50年的目标。

不仅如此，通过近十年来20多项技术集成创新，世界瓷绝缘子行业梦寐以求的自动化生产也实现了。全球首条自动化生产线在精诚绝缘子的车间诞生。生产线上的辊道窑好似传送带，辊子转动使陶瓷从窑头传送到窑尾的过程中，就完成了从配料、制作、上釉、烤制、检测，再到最后包装的全自动化生产。

## 10 水纹溯源 揪出排污企业

今年，生态环境部对30个省市区70个城市的黑臭水体整治开展了现场督查。督察期间如果下雨，黑臭水体会冒出来，不下雨黑臭水体藏得很好，违法排污问题就被掩盖了。

清华大学环境学院吴静课题组自主研发的这款水质“指纹”识别器，担当了我国治污界的福尔摩斯，可依靠水纹揪出“嫌疑犯”。

每家企业的废水中，都包含自身独特信息，主要是残留污染物，这就是废水的水纹。每种物质发出的荧光都不一样，物质浓度越高，在图谱中就越突出，而采集水质“指纹”就是采集废水的荧光图谱。废水水纹库，类似于警察的嫌疑指纹数据库，把需要检测的水质指纹与水纹库对比，就能发现“嫌疑犯”了。

一旦水纹超过预警限

值，24小时监测仪器会自动预警。

此外，仪器会自动保存水质指纹10年以上，发现问题，自动留存异常水纹作为追查证据。还可与其他类型的溯源溯源技术相互补充，形成组合拳，将原先数周的排查时间缩短为半小时左右，且证据确凿，监管指向清晰。

2018  
年终盘点