

让模具“活起来”，可重构技术破解造船难题

今日头条

本报记者 王延斌

“这是真正的自主知识产权。”近日，国内船舶结构力学界的权威吴有生院士、机械工程专家段正澄院士等专家对一项我国造船业的自主创新产品表示了肯定。这项技术首次将“自动化”引入整个船体外板加工环节。

在山东中研机械装备制造公司，记者看到了这台凝聚了核心技术的装备——针对造船业痛点，这家企业与武汉理工大学合作使用专门的计算和控制软件自动进行船板成型加工，在抛弃了传统人工经验操作的同时，使造船效率提高了数倍。

水火弯板加工是船体外形尤其是船舱的主要

加工方式。何为“水火弯板”？即沿预定的加热线用火进行局部加热，并用水进行跟踪冷却，使板产生局部塑性变形，从而将板弯成所要求的曲面形状的一种方法。显而易见，火焰温度、加热线长度、焰道间距、加热次数、冷却方式、冷却时间、水火距和水流等，都会对板材的弯曲变形产生重要的影响。

不过，目前我国造船行业对水火弯板技术的应用主要还停留在人工操作阶段。通常要由熟练工人凭经验来布置加热线，然后进行“火烧水淋”。沿着加热线加工以后，把钢板四周的约束放松，让钢板完全自由回弹，与样板进行对样。如果误差在2—3个毫米，则认为满足加工要求。否则，就需要重新布置加热线，重新进行水火加工。对于有经验的老师傅来说，确定一块曲板水火弯

板的加工方案，并加工成型，大都需要两三次甚至更多次的火焰加工才能完成。而对于缺少经验的新工人，要加工出一块符合设计要求的曲板难度就更大了。

山东中研机械和武汉理工大学针对造船业的技术瓶颈组成的联合研发团队，历时十年，研发出了超大型装备——船舶三维数控弯板机。“我们运用了可重构制造系统。比如，原先的模具是‘死的’，而现在的模具‘活了起来’，可根据实际需要调整。”项目专家、中研机械总经理焦涛表示。板材加工中的回弹问题、成型皱褶问题、数据传输问题一直是船体外板加工环节中的老大难问题，但有了“活的”模具，相关难题得到了解决。

“对加工成型过程中的回弹问题，我们运用了独创的逐步逼近弯曲成型法，板材成型形状反馈

给系统，系统实时测量出回弹量，并通过误差补偿的方式进一步调形，逐步逼近弯曲，直到回弹量达到成型要求，整个过程无需人工干预；针对成型皱褶问题，我们仔细研究了皱褶产生的机理并寻找抑制办法，由并联油路缸驱动的上模压头与伺服电机驱动的下模压头组成完整的包围面，避免加工工件在截面上受压缩力造成失稳，从而解决了皱褶问题；关于数据传输的问题，三维数据的提供，是智能化制造的基础环节，为了让装备更加容易操作，我们提供了通用性完善的数据接口，可全面兼容不同格式的三维曲面数据，对于三维点云数据及曲线数据表达的曲面数据也可以进行处理，与数据转换与传输一步到位。”焦涛表示，这是现代技术与传统工艺嫁接的组合，“可重构”技术破解了船体外板加工环节难题。

科技汇

从“毒气”中采出“真金白银”

白国强 张毅 本报记者 盛利

日前，位于四川达州市境内的中原油田普光气田新投产的毛坝504-1H井已安全平稳运行3月有余，该井目前日产混合天然气100万立方米，投产以来已累计产气4475万立方米。“就这么3米见方的方井池内的一口井，每天生产的天然气相当于整个成都市天然气日使用量的1/6。”一旁的采气区经理吴晓磊感慨道。

一般状况下，空气中硫化氢浓度达到1000ppm时就能使人瞬间毙命，作为我国已投产的规模最大、丰度最高的特大型海相整装高含硫气田，普光气田地下天然气中硫化氢浓度竟高达150000ppm。如何从这“毒气”中开采“真金白银”？日前，科技日报记者走进普光气田，探寻这里的奥秘。

普光气田从钻井阶段就面临严苛的技术挑战。普光分公司经理张庆生说，钻井中“斜、塌、喷、漏、卡、硬、毒”均是世界级难题，为此气田应用了陆相地层气钻提速技术、海相地层安全钻井技术，以及高含硫气井防窜、防漏、耐腐蚀固井等一系列技术。在此基础上实现了平均建井周期7个月，固井成功率100%、优良率80%以上。

以耐腐蚀固井技术为例，由于硫化氢对普通碳钢材料会产生严重电化学腐蚀和硫化物应力开裂，从而导致金属腐蚀穿孔和突然断裂，因此普光气田固井套管必须使用抗硫材料。普光气田专家组利用高温高压实验设施，模拟各类抗硫套管在高含硫气井环境中的整体性能，反复进行计算和分析论证。产层套管采用825镍基合金材料，封隔器以上产层套管使用P110SS抗硫材质。研究人员将一整套P110SS抗硫材质的井口设备放入大湾403-3井内，经过一段时间后将整套设备起出，经过清理其表面看上去完好如初，对其腐蚀程度的检测结果表明，几乎没有受到任何损伤，抗硫材质经受了考验。

而在采气工程中，气田应用了安全长效耐蚀管柱、屏蔽暂堵、焚烧炉试气等新技术与长井段延时起爆射孔、多级注入大型深度酸化等新工艺，并创出气射孔井段长、起爆数量多、酸化规模大等多项新纪录，作业施工成功率100%。

同时，配置地面安全控制系统，实现了ESD应急关断、RTU远程关断、易熔塞关断、井口压力异常关断。由于地下天然气中含剧毒硫化氢，普光气田集成国内外先进自动关断技术，创新形成“四级关断”系统，从单井到单个集气站、采气区，再到整个气田，可以分级实现关断。

情报所

船身铁锈附着物 交给“机器壁虎”

10月24日，记者从浙江大学获悉，该校朱世强教授团队研制的除锈爬壁机器人，成功在舟山市金海船务公司交付使用。这个“机器壁虎”能够清除船体海生物附着，还能清除铁锈和油漆，并且做到废水回收，不污染海洋环境。

远洋船舶需要定期清除船板上的铁锈、废旧油漆、附着海生物。传统的人工清除属于典型的劳动密集型作业，存在诸多弊端。

早在两年前，朱世强团队就开始研究除锈爬壁机器人。团队技术骨干、浙江大学海洋学院教师宋伟告诉记者，机器人先后突破了单面强吸附永磁组件设计、大负载爬壁机器人轻量化设计、超高压水射流喷嘴空间分布优化、曲面自适应真空废水回收等关键技术。

目前，产业化的除锈爬壁机器人自重72千克，挂载能力超过100千克，利用超过200兆帕斯卡的超高压水射流除锈(油漆)。在满足SA2.5除锈等级的要求下，机器人的最大作业效率81平方米/小时，平均作业效率40平方米/小时。

除了船舶，该款机器人还可以用于石化储罐的壁面维护。(记者江耘 通讯员柯溢能)



除锈爬壁机器人“机器壁虎”

(本版图片除标注外来源于网络)

“制冷”超级计算机，他们竟然用温水

本报记者 华凌

“高性能计算(HPC)是解决全球挑战性问题的重要手段，是促进国家经济建设、社会发展和科学研究的一个利器，也是世界各个发达国家争夺的制高点。”不久前，国家863、973计划重大专项组组长钱德沛教授在北京召开的2018联

想全球超算峰会上如是说。

联想目前以117套超算系统的份额，成为全球最大超算平台提供商。而这比其当初目标——2020年拿到全球第一提前了两年。其中，联想的第三代温水水冷技术居功至伟。那么，什么是温水水冷技术？第三代温水水冷技术相比前两代又有何改进呢？

降温速度对超算设备来说至关重要

一般来讲，个人电脑无法处理大资料量的高速运算，而高性能计算机群则可以胜任。虽然它的基本组件与个人电脑的概念无太大差异，但其规格与性能则强大许多，现有的超级计算机运算速度快到可达每秒一兆(万亿)次以上。

每年全球会把全世界计算最快的计算机排个名，一共排500个，在此角逐中，以往大多是学术研究机构位居前茅，而这次联想作为中国企业反超惠普，获得第一的成绩并非偶然。

目前，世界各国如同百舸争流都在冲击E级计算(百亿亿次)，可以说，每隔10年HPC峰

值性能会提升1000倍，而随着运算速度的不断改善会产生大量热量，若不能迅速降温可能导致机器毁于一旦，产生不可挽回的损失。由此，确保超算设备始终在一定的温度至关重要。

针对这一问题，今年8月底，联想推出第三代温水水冷解决方案“海神”系统。联想集团副总裁、高性能计算及人工智能事业部总经理马杜·马塔指出：“第三代温水水冷技术，包括Direct-to-Node温水水冷技术、后门热交换器、以及由空气和液体冷却组成的混合冷却技术，可让数据中心的能效运营效率提高50%，有效保障超算的低功耗、高效率大规模应用。”

新一代温水水冷技术降耗提速

为什么用水为超级计算机“制冷”？水有巨大的比热容，所以同样的温度变化和同样质量时，水吸收或释放的热量最多，而且水的黏度较小，输送时阻力也小，无毒也没腐蚀性，作为“制冷”介质比较理想。”联想数据中心业务集团中国区方案营销总监李伟说。

普通人可能觉得降温用冷水岂不更好，为何反而要用温水为超级计算机“制冷”？计算机工作时需要一个稳定的温度才能高效运转，以前用冷水为计算机降温，需要制冷机消耗电脑能量，不能最大化提高计算机性能。而用了温水降温，不会出现温差较大情况，更易保持计算机性能稳定，多余热能还能再利用，反而会让计算机更高效运转。“我们所用的是常温水，温度在18—50℃，降温过程无需在节点提供冷冻水，这样就不用制冷机消耗电能，大大节约电力消耗；用温水如50℃水进入，出来后水温升高10℃，这些热水会被用于加热建筑和设施、为办

公室供暖，达到更加经济高效的结果。而第三代温水水冷技术与之前相比，制冷效率更高，能够保持计算机性能最多，而且水的黏度较小，输送时阻力也小，无毒也没腐蚀性，作为“制冷”介质比较理想。”联想HPC高级架构师张莫穷进一步解释。

针对第三代温水水冷技术与第二代之间的区别，张莫穷介绍说，高性能计算机每一代之间都会有一定细微的差异，比较而言，在性能上，第二代的水冷技术中的水温相对低些，但达不到让计算机高效运转，而第三代在水冷技术方面，通过“海神”冷却解决方案有了新的进步，水温有所提高，达到相对比较经济的温度，不仅降耗，还能提高运算速度。

在联想全球超算峰会现场展厅展示了可为HPC降温的联想水冷系统，科技日报记者在现场看到，经过特殊处理的温水在铜制冷却管内循环流动，通过服务器进口直接给处理器、内存、I/O卡等重要部件实现冷却。“在现实中应用

发现，自然水冷系统替代了传统的风扇系统噪声变小。”李伟补充道。

据统计，在全国68所985高校中，有49所高校正采用联想全面的HPC和AI解决方案来进行科研研究。其中，北京大学高性能计算校级

相关链接

世界第一台温水水冷超级计算机

2010年7月，IBM展示了首款温水水冷超级计算机Aqasar。该超级计算机是IBM为苏黎世瑞士联邦技术研究院设计的计算机。水冷技术的发展也由此翻开了新的篇章。在当时，这款超级计算机相比同样配置的风冷超级计算机可减少40%的能耗。而且余热还可以被用于整个大学建筑物的供暖，Aqasar的碳排放也因此减少了85%。

在此计算机发明之前，过去水被用于冷

公共平台——“未名一号”，采用的联想深腾X8800超级计算机系统是中国首个45℃温水水冷的超算中心，提供HPC集群算力高达1000万亿次/秒，可节省50%制冷散热成本，每年将节省60万度电。

却大型机或者其他一些较大的计算机系统时，需要保持在一个低温状态，而冷却Aqasar系统的水却是温暖的，大约在华氏140度左右(相当于摄氏60度左右)。这套水冷系统得以运行要归功于其一个非常重要的特性，即只要水温低于最高温度华氏185度(85℃)就可以做冷却处理，而当水温达到华氏149度(65℃)时，水会被自动引出并且用于主机所在的大楼取暖。

续航2小时、最大起飞重量600公斤、整机实现国产化

我国RX1E-A凭什么拿到世界领先“身份证”

第二看台

通讯员 李朔 边常及 本报记者 郝晓明

续航时间2小时，最大起飞重量600公斤，巡航速度115公里/时，可以选装整机降落伞……近日，由辽宁通用航空研究院(以下简称“辽宁通航

研究院”)自主研发的锐翔增程型电动双座飞机RX1E-A获颁型号合格证，这张“身份证”标志着我国自主研发并符合适航标准的新能源电动飞机处于世界领先水平。那么，此次获得“身份证”的RX1E-A在哪些方面取得了技术突破？

锂电池实现扩容

新能源电动双座飞机以锂电池为动力能源，

最初，国内首款新能源电动双座飞机的动力飞行时间仅为45分钟。

辽宁通航研究院电推进中心专家韩成业说：“锂电池组能量密度大小是电动飞机动力电源是否“给力”的关键，锂电池组能量密度的提升也会进一步降低单位能量价格，而锂电池组总量大小也决定了飞机的航程和续航时间。”

中信国安盟固利公司承接了RX1E-A锂电池的研制工作。经过反复试制，RX1E-A的电池容量由第一代的8.8千瓦时增加到28.4千瓦时，续航时间则由45分钟增加到120分钟，最大航程可达190公里。电池实现了可拆卸设计，更换时间仅需10分钟，并实现了转场飞行，成本也较进口降低一倍多。

五大部件“和谐共存”

除了锂电池外，开发一架电动飞机还有很多难题亟待破解。

由于受到国外技术封锁，电推进系统中很多部件无法实现有效集成。在我国著名的飞机总体设计专家、中国工程院院士杨凤田的带领下，辽宁通航研究院攻克了一道道难关，电动机、控制器、锂电池、动力综合显示器、螺旋桨，五大部件能够在小小的机体里实现了“和谐共存”。

RX1E-A由原来使用的增量变压器改进为

旋转变压器。“旋转变压器反馈方式会更加可靠，而且把传感器安装在电动机外部，使它受温度影响更小，飞行的可靠性和安全性得到进一步保障。”杨凤田表示。

目前，RX1E-A的电推进系统峰值功率由前代的40千瓦时增加到50千瓦时，最大转速为2400rpm，最大扭矩可达300Nm。

整机穿上“救生衣”

为了提高飞机的安全性能，锐翔增程型电动双座飞机又加装了整机降落伞。

“结合RX1E-A不可逾越速度及最大起飞重量这两个参数，我们筛选出适宜的整机降落伞，在综合考虑了伞的重量、尺寸、价格、产品成熟度、安装方式等因素后，最终选择了型号为Magnum 601S-LSA的整机救生伞。”辽宁通航研究院设计部部长耿昊说。

据介绍，该型号降落伞所适用的飞机最大重量为607千克，开伞的最大允许飞行速度为290公里/时，满足了RX1E-A的使用要求。除了配备降落伞外，RX1E-A还加上了“双保险”——远程故障诊断管理系统。该系统通过对电动飞机的运行状态、工作状态实时监控，加强了电动飞机及飞行状态的管理，提高了电动飞机的安全性、维护性及经济性。



锐翔增程型电动双座飞机RX1E-A



扫一扫 欢迎关注 核心技术 微信公众号