



上海交通大学研制成功世界上最大的重型非自航绞吸挖泥船

以“自主研发”书写中国疏浚史

■本报记者 黄辛

疏浚航道、吹填造陆、码头建设，在工程建设领域，疏浚作业一直扮演着举足轻重的角色。

海上大型绞吸疏浚装备是远海大规模快速填海造岛的国之重器，也是“一带一路”港口建设等国家战略任务的紧迫需求。然而，大型绞吸疏浚相关核心技术长期被国外公司垄断和封锁。

这一切，随着一艘名为“新海旭”的大型绞吸挖泥船的建造完成得到了改观。

2018年3月，“新海旭”建造完成并交付使用。它总长1380米，总装机功率26100千瓦，标准疏浚能力6500立方米/小时——这是上海交通大学船舶设计团队设计研发的56艘大型绞吸挖泥船，也是目前世界上最大的非自航绞吸挖泥船。据相关负责人介绍，它的核心设备实现了国内设计和建造，标志着我国的大型绞吸挖泥船的设计、建造、使用已形成了完整的技术体系，同时也形成了绞吸挖泥船总装建设和配套装备自主开发的完整产业链。

2018年12月26日，上海交通大学自主研发与产业化项目《海上大型绞吸疏浚装备》入选2018年度“中国高等学校十大科技进展”。

大国重器，筑梦深蓝。这些成绩的取得，凝聚着上海交通大学几代航海人科技创新的智慧，及10多年的辛勤付出与坚守。

从第1条船到第56条船

“2000年之前，中国的大型挖泥船主要是从国外进口。”中交上海航道局有限公司董事长侯晓明告诉《中国科学报》，国外对中国采取严格的技术封锁，



“新海旭”大型绞吸挖泥船

“新海旭”的核心设备实现了国内设计和建造，标志我国的大型绞吸挖泥船的设计、建造、使用已形成了完整的技术体系，同时也形成了绞吸挖泥船总装建设和配套装备自主开发的完整产业链。

仅仅高价向中国出口整船。

大型现代化的挖泥船是结构复杂、技术含量高的特种工程船，国际挖泥船市场基本被欧洲少数几个国家垄断。1966年，中交天津航道局从荷兰引进自航耙吸船“津航浚102”轮时，花费的代价可折合4吨黄金。

“核心技术受制于人，就如同在别人的墙基上砌房子，再大再漂亮也可能经不起风雨，甚至会不堪一击。”

纵览

新电子测量系统获国家科学技术进步奖二等奖

1月8日，2018年度国家科技奖励大会举行，由中国电子科技集团公司研制的“毫米波与太赫兹(50GHz~500GHz)测量系统”获2018年度国家科学技术进步奖二等奖。项目主要完成单位为电子科技集团公司第四十一研究所、中国电子科技集团公司第十三研究所。

毫米波与太赫兹测量系统是四十一所太赫兹测试研发攻关团队历经十年努力所取得的电子测试先进技术成果，突破了毫米波与太赫兹核心电子器件、自动测试系统集成、测量校准与计量标定等关键技术，填补了我国毫米波与太赫兹测试技术的空白。该项目成果共获得授权专利60项、软件著作权4项，制定国家标准1项，发表学术论文41篇。该项目所形成的42个型号的仪器和核心器件产品已批量生产，广泛应用于国内200多家科研院所、企业和院校，也为多项国家重大科技项目的顺利实施提供了测试保障。

2018年北京光谱年会召开

1月8日，北京理化分析测试技术学会光谱分会在北京天文馆举办“2018年北京光谱年会”，140余名来自科研院所、质检机构、知名仪器公司等单位的代表参加了此次会议。

本次会议邀请了多位专家就团体标准的发展、食品安全光谱分析、原子荧光及分子荧光技术的应用，以及在研发新附件拓展模块功能方面做的一系列工作，包括改造固体变温样品支架、研发变温PLQY附件、微区(耦合正置显微镜)、自制液体除氧装置等。

会上，北京大学关妍介绍了显微荧光成像技术在材料及化学领域中的应用，涉及了稀土发光材料、钙钛矿光电材料、有机发光半导体、氧化锌光催化材料等；北京大学陈明星介绍了低温/变温、量子产率、磷光等现有荧光光谱仪模块在科研中的应用，以及其在研发新附件拓展模块功能方面做的一系列工作，包括改造固体变温样品支架、研发变温PLQY附件、微区(耦合正置显微镜)、自制液体除氧装置等。

栏目主持：赵利利

会上，北京大学关妍介绍了显微荧光成像技术在材料及化学领域中的应用，涉及了稀土发光材料、钙钛矿光电材料、有机发光半导体、氧化锌光催化材料等；北京大学陈明星介绍了低温/变温、量子产率、磷光等现有荧光光谱仪模块在科研中的应用，以及其在研发新附件拓展模块功能方面做的一系列工作，包括改造固体变温样品支架、研发变温PLQY附件、微区(耦合正置显微镜)、自制液体除氧装置等。

会上，北京大学关妍介绍了显微荧光成像技术在材料及化学领域中的应用，涉及了稀土发光材料、钙钛矿光电材料、有机发光半导体、氧化锌光催化材料等；北京大学陈明星介绍了低温/变温、量子产率、磷光等现有荧光光谱仪模块在科研中的应用，以及其在研发新附件拓展模块功能方面做的一系列工作，包括改造固体变温样品支架、研发变温PLQY附件、微区(耦合正置显微镜)、自制液体除氧装置等。

会上，北京大学关妍介绍了显微荧光成像技术在材料及化学领域中的应用，涉及了稀土发光材料、钙钛矿光电材料、有机发光半导体、氧化锌光催化材料等；北京大学陈明星介绍了低温/变温、量子产率、磷光等现有荧光光谱仪模块在科研中的应用，以及其在研发新附件拓展模块功能方面做的一系列工作，包括改造固体变温样品支架、研发变温PLQY附件、微区(耦合正置显微镜)、自制液体除氧装置等。

会上，北京大学关妍介绍了显微荧光成像技术在材料及化学领域中的应用，涉及了稀土发光材料、钙钛矿光电材料、有机发光半导体、氧化锌光催化材料等；北京大学陈明星介绍了低温/变温、量子产率、磷光等现有荧光光谱仪模块在科研中的应用，以及其在研发新附件拓展模块功能方面做的一系列工作，包括改造固体变温样品支架、研发变温PLQY附件、微区(耦合正置显微镜)、自制液体除氧装置等。

2002年起，上海交通大学在中交集团、交通运输部长江航道局、中铁建港航局集团和大型疏浚企业支持下，开始了大型绞吸挖泥船设计技术研究及专用疏浚设备开发，从此，“绞吸挖泥船世家”的传奇不断上演。

当时我国在大型疏浚船方面是一片空白，所有的一切都没有资料和先例可参考。据上海交大海科院院长杨启介绍，科研人员秉承“做明白的设计”的理念，边学、边做、边改，一步步地解决关键的技术，逐步掌握了绞吸疏浚装备的核心技术。

2004年，国内首艘自主设计、自主建造的大型绞吸挖泥船“航绞2001”宣告建成。它的投产为中国自主设计建造大型绞吸船积累了宝贵经验，也揭开了自主设计建造的序幕。

2006年，上海交通大学与天津航道局联合开发建成了“天狮号”大型绞吸挖泥船。它是我国首艘自行设计和建造的采用淡水倒链钢桩台车的大型绞吸挖泥船。“天狮号”的成功投入使用是国内设计和建造大型绞吸挖泥船的里程碑，标志着我国具备了设计和制造大型先进绞吸挖泥船的能力。

2018年3月，完全自主知识产权的世界上最大的重型非自航绞吸装备“新海旭”正式开始疏浚作业，开赴远海进行“一带一路”港口建设，其总装机功率、绞刀功率和疏浚泵总功率等均大大超过国内外同类产品，是我国自主设计和建造的大型绞吸疏浚装备的一个里程碑，标志着我国海上大型绞吸疏浚装备总体达到国际领先水平。

从“航绞2001”到“新海旭”，我国大型绞吸挖泥船设计建造实力得到突飞猛进的发展，产学研用有机结合，自主创新能力提升，多项技术达到

世界领先水平。中船重工711研究所严志胜主任表示，目前国产疏浚设备装备率超过95%，总造价不足国外同类产品50%；与国外同类产品比，具有性价比高和维修服务便捷等优势。

事实上，目前上海交通大学已经成功设计了56艘各种挖泥船，这些船的疏浚量达到全国疏浚总量的60%。如今，中国年疏浚量已超16亿立方米，是少数几个能够自主开展大规模吹填造陆和航道疏浚工程的国家之一。

从“一个点”到“一个岛”

围海造地等大型基建工程，都需要用大型绞吸挖泥船来实现，而上海交通大学研发的系列绞吸船诞生后，这一切变得容易起来。

坚硬岩石挖掘问题，一直是疏浚行业的世界级难题。针对“远海快速成岛”等国家战略需求，亟须解决水下“挖得动”和“挖得快”的关键技术难题。该项目负责人之一杨启介绍，上海交大科研团队牵头联合相关单位一起联合攻关，发明和研制了双螺旋刀臂载荷均化重型绞刀、变刚度自适应式双拖架钢桩台车和过大流通道扭曲叶片疏浚泵等核心装备，解决了海底坚硬岩礁高效快速挖掘、恶劣海况精确定位和大块物料卡泵与远距离高浓度输送塔管的世界性技术难题；提出功率自动调配、负载均衡运行的动力配置理念，研制了功率管理系统和集成疏浚监控系统；构建了大型绞吸疏浚装备设计开发体系，研制了56座系列绞吸疏浚装备，使我国形成绞吸疏浚装备的自主设计和制造能力，建成完整的产业链，实现了从“被封锁”到“出口”的跨越发展。

上海交大研制的海上大型绞吸挖泥船承担着重要的角色，也为中国疏浚业增添了累累硕果。据不完全统计，由上海交大船舶设计团队设计建造的56艘大型绞吸挖泥船，先后参与洋山港、天津新港、长江口深水航道等我国沿海沿江70余项重大疏浚工程，并乘着“一带一路”的东风，应用于包括瓜达尔港、科伦坡港等10多个国家的20余项国际疏浚工程，让我国在大型绞吸挖泥船的设计、制造领域，实现了从“跟跑”到“领跑”，并带动了相关装备制造业的发展。

上海交大研制的海上大型绞吸挖泥船承担着重要的角色，也为中国疏浚业增添了累累硕果。据不完全统计，由上海交大船舶设计团队设计建造的56艘大型绞吸挖泥船，先后参与洋山港、天津新港、长江口深水航道等我国沿海沿江70余项重大疏浚工程，并乘着“一带一路”的东风，应用于包括瓜达尔港、科伦坡港等10多个国家的20余项国际疏浚工程，让我国在大型绞吸挖泥船的设计、制造领域，实现了从“跟跑”到“领跑”，并带动了相关装备制造业的发展。

上海交大研制的海上大型绞吸挖泥船承担着重要的角色，也为中国疏浚业增添了累累硕果。据不完全统计，由上海交大船舶设计团队设计建造的56艘大型绞吸挖泥船，先后参与洋山港、天津新港、长江口深水航道等我国沿海沿江70余项重大疏浚工程，并乘着“一带一路”的东风，应用于包括瓜达尔港、科伦坡港等10多个国家的20余项国际疏浚工程，让我国在大型绞吸挖泥船的设计、制造领域，实现了从“跟跑”到“领跑”，并带动了相关装备制造业的发展。

上海交大研制的海上大型绞吸挖泥船承担着重要的角色，也为中国疏浚业增添了累累硕果。据不完全统计，由上海交大船舶设计团队设计建造的56艘大型绞吸挖泥船，先后参与洋山港、天津新港、长江口深水航道等我国沿海沿江70余项重大疏浚工程，并乘着“一带一路”的东风，应用于包括瓜达尔港、科伦坡港等10多个国家的20余项国际疏浚工程，让我国在大型绞吸挖泥船的设计、制造领域，实现了从“跟跑”到“领跑”，并带动了相关装备制造业的发展。



王启明

匠人匠心

FAST工程总工程师兼主动反射面系统总工王启明：参与FAST工程是一生之幸

■本报记者 赵广立

王启明跟《中国科学报》记者聊起自己与“中国天眼”结缘的日子，好多都是多年前甚至十多年前的事儿。这不奇怪，这位“中国天眼”——500米口径球面射电望远镜工程(以下简称FAST)总工，从39岁参与FAST的预研以来，18年寒暑一直坚持在岗位上，把自己人生最富有力量的时光全部奉献给了中国天眼。

2018年中科院评选出10位“十佳科苑名匠”，王启明获奖。《中国科学报》记者闻讯前去采访，看到他的第一眼就觉得，这个奖项给他就对了：他就是个“工匠”。

“相比当教授，全程参与FAST更幸运”

“项目进入验收阶段了，以后待在台里的时间就多了。”在中科院国家天文台，王启明被太阳晒成小麦色的肤色跟黝黑的办公室墙壁有点不太相宜，加上他衣着朴素、不大言语，走在路上，人们可能会误认为他是个保安或者清洁工人。

不过说起FAST，他的话匣子一下子就打开了。

“现在FAST正在调试、试运行阶段，好多人都盯着，想马上能用到。特别是一些老先生，他们很着急——终于能用到咱们自己这么先进、精度这么高的设备了。还有很多在国外正值壮年的天文科学家，现在也整团队、整建制地回来，都是冲着FAST来的。”说到这里，王启明眼里仿佛有光。

FAST在王启明心里的分量有多重自不必言，从1:16的30米口径的索网结构望远镜预研，到FAST最终立项、施工建设，18年来试了多少错、解了多少难题、吃了多少苦头、流了多少汗水，只有他自己清楚。如今FAST落成，万千瞩目，即将“出阁”，即便近年花甲，澎湃的心情仍难自禁。

“FAST项目真正体现了全部的自主设计，无论从索网结构设计还是选材、调试，完全属于中国的创造。”

在FAST工程之前，王启明是一名在大学任教18年的教授。从他担任FAST工程总工程师兼主动反射面系统总工回首看，王启明说得最多的是“很幸运”三个字。

“FAST项目真正体现了全部的自主设计，无论从索网结构设计还是选材、调试，完全属于中国的创造。”王启明说，“我是工科出身，如果继续教书当教授、研究员，那么这样的教授在北京成千上万，但是能够以自己平生所学全程参与到FAST建设的，我想没有几个。工科

男能够全程参与到这样一件代表中国名片的大科学装置的建设之中，真的很幸运。”

“预算超了，工期不能再超了”

FAST自2011年开始建造。自2012年圈梁等设备开始进场以来，王启明就成了贵州黔南地区大窝凼洼地的“常住人口”。近6年来，几乎每年半年以上都驻扎在那里的，整个项目团队恐怕只有他一人。在FAST建造期间，即便是过春节，他也是最后一个离开现场。

“确保FAST按期完成”，是当时的中科院天文台副台长、FAST工程常务副经理郑晓年立下的“军令状”。他跟大家伙儿说：“我们预算已经超了，工期不能再超了。”那段日子，郑晓年几乎也是泡在大窝凼的洼地里，节假日无休。

看到郑晓年这么拼，王启明很动容。他跟郑晓年说：“反正只要是我管的这一摊，保证按时完成。”

“不过在现场确实非常非常累，特别是2014年、2015年这两年，‘大锅’架在洼地上，总工更忙了。”王启明说，经常是地面一边在埋线缆，一边在跑车运输材料，上边还要吊装、走线、测试……作为总工程师，他要做无数协调，设计无数方案，还有技术交流、开工报告等等，经常忙得上下翻飞。

值得一提的是，FAST如此巨大的一个工程项目，一直没有总承包商，所有的项目都要一家家来谈，王启明签字的合同装满了两个大柜。

“没有总包，一是因为确实经费紧张，更重要的是，我们觉得，没有一个很好的总承包商能够做好这个如此精密的科学仪器。”王启明跟记者解释，“哪个总包能够很懂天文学？”

在FAST工程建设的五年里，王启明除了春节回老家，其他节假

日都不曾成行。但是，2015年10月8日是个例外。那天，王启明在施工现场接到电话后匆匆回家，但最终还是没能见到父亲的最后一面。

责任所系，念念不忘

王启明作为一名有着过硬本领的工程师，获得过许多荣誉，拿过不少奖励，在投身FAST建设的数年间更是取得了一大批发明和专利，其中还有不少填补了国内研究的空白。但对他一个多小时的采访中，这些统统被他抛诸脑后。让他声调发颤、眼里放光的，都是FAST建设中的点点滴滴。

“索网结构直径500米，整个索网共用了6670根主索、2225个主索节点和相同数量的下拉索。”王启明说，“长度11米的主索索段精度控制到1毫米以内，主索节点的位置精度达到5毫米，索构件拉伸疲劳应力幅值不能低于500MPa。”

稍加留意可以发现，几乎媒体上所有关于王启明与FAST报道相关的文章，所呈现出来的数字都精确到个位，王启明总是能对它们脱口而出。

然而，当问到“你觉得什么是工匠精神”时，王启明似乎有点答不出来，跟记者说的都是那些施工工人，是怎么严丝合缝地把工程完成得那么漂亮。

“你能想象吗？最外边一圈圈梁，一共有50节，每节33米长，最终合龙的时候，误差只有2厘米。”王启明反问，这算不算工匠精神？

“算，可您说的都是夸别人的话。”“我们做得最多的是细节上的管理，很多时候就是通过一些技术交流来贯彻我们的想法……你突然这么问，我一时还真没什么头绪。”王启明有点不好意思，他想了想：“很多技术文件都是我签字的，这是要担责任的，这算吗？”

智造论坛

开放的中国已经与世界紧密相连，全球经济一体化潮流不可逆转，全球产业链进一步合理分工，持续深化改革，扩大开放，不断提高全球化水平依然是摆在我们面前的重大历史机遇。

中国经济进入转型升级、高质量发展新阶段。一个企业，尤其是制造业，如何正确理解这样的时代背景，如何积极响应？如何抓住这来之不易的历史机遇，创造更大的商业成功，为用户提供更体贴、更加与时俱进的消费体验？如何适应中国人口老龄化挑战？如何迎接中美贸易摩擦产生的一系列经济现象及由此带来的各种深度结构调整？

就当前而言，回答这些问题的唯一答案就是智能制造，降本增效，以用户体验为中心，全面推进品质革命。这既是中国制造业的唯一出路，也是中国制造业的广阔前景。

制造业的卓越进程必须走向价值创造链的中上游层面，并且形成核心创造能力，而不是长期停留在价值链的中低端继续粗放发展。中国制造业必须要有自己的独立思考，必须进一步总结过去，展望未来，不能玩小聪明，搞短平快。

智能制造的本质就是工业化与信息化的深度融合，智能的本质就是数字化技术的灵活应用、广泛链接与自学习能力的不断提升，制造的本质就是把设计变成产品，把虚拟变成现实。智能和制造四个字放在一起就是工业化与信息化的深度融合。

从全球来看，美国是“互联网+”，欧洲是“+互联网”。所谓的“互联网+”，就是在互联网的前提下，基础上、环境中发展制造业及相关周边产业，所谓“+互联网”，就是在现有制造业及相关产业的基础上结合信息技术，最终形成工业互联、消费物联、人机交互、万物相联。

这是两条不同的发展道路，也是符合各国自身国情，从实际出发的自然选择，对于中国的企业来说，大家可以因地制宜，各显神通。中国制造，无论走哪一条转型升级发展道路，都离不开智能制造的共性话题，智能制造是中国制造业转型升级的必由之路。

制造业赚不了快钱，但是如果实实在在干制造业，也是饿不死、风险较低的行业。制造业需要长期努力、长远规划，需要人才培养、团队稳定，需要科技投入、创新驱动。制造业在整个国民经济中扮演着十分重要的基础性角色，既要战略清晰，又要耐力足够，更要意志坚定。

最近几年，虚拟经济虚火旺盛，有些没有责任感甚至非法的资本严重扰乱实体经济的健康发展。各种网络非法交易客观上助长了线上法外之地的滋生，扭曲了党和政府的正确战略，有些实体经济企业经不起这种现象的诱惑，为了赚取快钱而进入自己不熟悉的行业，赶潮流，造概念，结果就是欲速则不达。

发展智能制造，需要环境、资金、人才与可持续发展政策的支持，国家政策不能摇摆，必须清晰而坚定地支持智能制造产业的发展。

虽然机器可以取代人的一部分功能，可以走向高度智能化，但机器就是机器，有其局限性。我们一定要明白，机器是由人设计制造出来的，创造机器的核心基础还是人，如果没有足够的人的条件支持，智能制造只能停留在理想状态、初级阶段。

当今中国迫切需要教育体制改革，需要大量基础人才的培养，中国实业界需要培养大量软件技术技能人才。

智能制造产业链很长，包括技术规划、工艺选择、设备选型、芯片设计、芯片制造、商业模式探索、生产数据积累与利用、软件设计、系统应用、网络架构规划、多种链接协议的对接以及正确评估等。

所有这一切都离不开基础理论的研究、基础工业的发展、基础人才的培养，这三个基础都需要政策大环境的配套，需要教育体制改革、投融资体制改革，还有法律环境建设。

智能制造必须体现竞争力。落后的技术、落后的管理、低劣的品质、居高不下的成本，必然被先进的技术、先进的管理、高标准的品质、有竞争力的成本控制所取代，任何形式的商业谈判、舆论公关都回避不了以上这些根本性问题。

工业的本质是客观存在的，工业产品的竞争力必须通过智能制造才能得到不断提升。工业企业的效益只有通过技术创新，不断提高产品科技含量，不断提高用户消费体验水平，不断降低物耗成本，充分利用产能，才能让用户买到高可靠性、高品质的消费体验，才能让企业立于不败之地。

(作者系浙江吉利控股集团董事长，本报见习记者赵利利其在2018世界智能制造大会上的发言整理)

制造业卓越进程须走向价值创造链中上游

李书福