

从跟跑者到领跑者

国产绞吸船队的国产化之路

□ 通讯员 何振男 李廷跃

1月10日，创造了无数项“中国疏浚业第一”的中交天津航政局(以下简称“中交天航局”)，凭借自主研发、自主创新的系列大型绞吸式挖泥船，登上了中国科技创新的最高峰——刚刚揭晓的2019年度国家科学技术进步奖榜单上，其作为主要实施单位的“海上大型绞吸疏浚装备的自主研发与产业化”项目荣获特等奖。

在此之前，由中交天航局自主设计建造、以“天鲸号”“天鲲号”为代表的国产大型绞吸装备，早已成为疏浚港口航道、远海岛礁和“一带一路”沿线国家海洋工程的建设主力军。

荣誉背后，是中国疏浚人打破关键核心技术“买不来、讨不来”困境的艰难实践。一直以来，他们坚持自主设计、自主创新，逐步探索出了一条装备国产化与产业化的持续发展道路，最终实现了从“跟跑者”到“并跑者”，再到“领跑者”的蝶变。



“天鲸号”挖泥船。

回溯中国疏浚装备史，其发展历程与国家综合实力提升紧密相关。“2003年以前，我们在大型挖泥船研发制造领域还是一穷二白。”全国政协委员、中交天航局总工程师顾明称。1964年，我国从荷兰购买了第一艘大型挖泥船，此后一直到2006年，我国所使用的大型挖泥船几乎全部进口。

没有技术，就要受制于人，“仰人鼻息”的局面必须改变。老一辈天航人开始了对自主建造挖泥船的探索，第一步，便是当“小学生”，从图纸开始研究。

中交天航局档案馆里，保存着许多船体结构图纸，堪称文物。最早一份，可追溯到1934年由德国厂商生产的“建设”号。那个年代，每获得一份图纸，就代表对挖泥船的认识加深一分。

当时，中交天航局利用国家拨款购置各类船舶56艘，曾任天航局总工程师的李毓璐，作为专家参与了当时全部船舶的引进工作。令他印象最深的，还是那时中国最大的耙吸船“建设”号。

“建设”号是艘好船，是那时天津航道局的主力船舶，为中国疏浚事业立下了不小功勋。更重要的是，当时我们想尽办法集齐了一整套“建设”号的图纸，这是一笔非常宝贵的设计财富，很多船的设计都可以借鉴。”时隔多年，李毓璐仍能清楚地记得“建设”号的所有参数。

1964年，周恩来总理特批170万英镑，以当时约合4吨黄金的价格，从荷兰购买一艘舱容4000立方米的大型挖泥船“浚通”轮。“浚通”轮的引进，为我国消化、吸收国外疏浚技术，自行设计挖泥设备提供了参考模板。

以这些进口船舶为原型，以一份份设计图纸为“课本”，中国疏浚人走上了艰难的“自学”之路，此后，经过20多年的发展，逐渐在挖泥船零部件及辅助设备制造方面形成了一定的技术积累。

在空白中艰难起步

“建设”号是艘好船，是那时天津航道局的主力船舶，为中国疏浚事业立下了不小功勋。更重要的是，当时我们想尽办法集齐了一整套“建设”号的图纸，这是一笔非常宝贵的设计财富，很多船的设计都可以借鉴。”

时隔多年，李毓璐仍能清楚地记得“建设”号的所有参数。1964年，周恩来总理特批170万英镑，以当时约合4吨黄金的价格，从荷兰购买一艘舱容4000立方米的大型挖泥船“浚通”轮。

“浚通”轮的引进，为我国消化、吸收国外疏浚技术，自行设计挖泥设备提供了参考模板。以这些进口船舶为原型，以一份份设计图纸为“课本”，中国疏浚人走上了艰难的“自学”之路。

此后，经过20多年的发展，逐渐在挖泥船零部件及辅助设备制造方面形成了一定的技术积累。



顾明(右一)与技术人员共同研究技术难题。本文配图均由中交天航局提供

“没想到活了这把年纪，还能亲眼看到桑干河清起来、美起来！”在河边生活了一辈子的村民刘老汉欣喜不已，他曾在青年时目睹桑干河从盛到衰，如今又将成为这条河涅槃重生的见证人。

1月20日，记者来到了山西省朔州市应县，目睹桑干河畔一派繁忙的建设场景。

辞旧迎新

桑干河地处北京的母亲河永定河上游，是华北最大水系海河的重要支流，长期超负荷的用水，污染物的流入，再加上河道年久失修，桑干河陷入了巨大的生态危机。几个月前，中交上海航政局桑干河应县段河道综合治理工程项目经理由灿初次见到这条传说中的大河，他暗自吃了一惊，只见河滩上大片乱石裸露，河道中央流淌着仅两三米宽的水流。

2019年10月5日，作为永定河生态修复的重要内容构筑京津冀绿色生态屏障的重要环节，桑干河应县段河道综合治理工程正式开工。根据设计要求，建设者们要在未来两年时间内完成主槽整治、新建堤防、巡河道路、人工湿地等多项工程，还桑干河以“水清、河畅、岸绿”的秀美风光。

“这项工程不仅能够推动当地美丽乡村建设和脱贫攻坚，而且对保障首都水安全、拓展京津冀生态环境空间、促进区域经济社会协同发展意义重大。”由灿说。

分工区“作战”

桑干河应县段河道综合治理工程上接山西

写好自主研发答卷

契机，缘起于新世纪之初的一次价格战。世纪之交，国内疏浚市场正迈入新一轮黄金发展期，港口基础设施、临港工业区和深水航道建设一派繁荣。大挖深、大排距、低成本、操作智能化的疏浚装备成了市场的香饽饽。

但是，大型疏浚装备依赖进口的格局并未改变。从技术参数选定，到关键设备选型，再到总体设计制造，完全由国外厂商主导，此外，建造周期长，建造费用更高出几倍。

2003年，中交天航局启动绞吸装备的建造工作，计划打造一艘总装机功率8000千瓦的大型绞吸挖泥船，并与一家作为世界疏浚行业领军设备制造商的荷兰厂商商谈。

当时草签的价格是3个亿。报价单里有一项技术服务费，大概470万欧元，大家都觉得有点贵，原因是——他们提供的船舶都是现成船型，设计都是现成的，这部分费用理应最低。谁知收到降价请求后，荷兰厂商不但没有降，总价反倒涨了百分之五。

这场争端深深刺激了天航人。这一次，他们选择了拒绝，下定决心要自己造，还要花更少的钱。

2006年，堪称疏浚装备国轮国造元年。这一年，中交天航局联合上海交大等国内产、学、研单位，成功建造出中国第一艘国内设计、国内建造的现代化大型绞吸挖泥船——“天狮”船，彻底打破了国外挖泥船的技术垄断，且造价仅1.5亿元，不到进口船舶的一半。

以“天狮”船为基础，中交天航局迈开了大规模建造绞吸船的步伐。“天牛”系列、“滨海”系列、“新215”系列等一大批国之重器相继建成投产，中交天航局的自主化程度也越来越高。

2010年1月，当时疏浚能力位居亚洲第一、世界第三的“天鲸号”建成交船，标志着我国大型绞吸装备设计建造从此迈入世界先进行列。2013年，“天鲸号”开赴远海，书写了当代科技版“精卫填海”的神话，成为了名副其实的“功勋船舶”。2017年，“天鲲号”的横空出世，则真正实现了中国大型绞吸挖泥船的自主设计、自主建造，标志着我国疏浚装备制造迈入世界领先水平。

2019年12月24日，江苏海事局巡逻艇引航下，大国重器“天鲲号”缓缓驶向连云港赣榆港区，首次在国内施工。

作为中国疏浚装备业的一张名片，拥有完全自主知识产权的“天鲲号”承载着中国疏浚装备实现世界领先水平的希望，然而由于难度过大，其建造过程一波三折。从课题立项到理论论证，历时近5年，“天鲲号”2015年12月才正式启动建造。

在业内专家看来，“天鲲号”核心装备的建造难度不亚于国产航母。“对于每个细节，我们都要做到尽善尽美，不出一丝纰漏。”“天鲲号”监造组组长王健从业经验丰富，他像打造艺术品一样对待“天鲲号”。

在监造现场，王健格外严格。一次验收工作中，由于焊缝质量不合格，他要求工人立即返工重焊。

三年多时间里，“天鲲号”建造团队按照世界一流标准，对每道工序、每个部件严格把关、追求至善，成功攻克了系列世界性技术难题，研制出世界上最先进的油缸式柔性重型钢

桩台车系统。

在“天鲸号”远海岛礁工程建设经验的基础上，天航局全球首创性地在“天鲲号”上配置钢桩台车和三缆定位双定位系统，自主研发应用了世界领先的自动化智能挖泥控制系统，开启了我国疏浚装备向智能化升级换代的新纪元。

2019年是中国疏浚业的又一个里程碑。这一年，“天鲲号”建成投产，挖掘系统能力居世界前列，挖掘深度亚洲第一，适应恶劣海况的能力全球最强，输送能力世界第一。一系列的“第一”，标志着我国疏浚装备制造迈入世界领先水平。

从首个船体结构设计小组的成立，到系统研发体系的构建；从我国首艘大型绞吸船“天狮”船的成功建造，到功勋船舶“天鲲号”创造的造岛奇迹；从泥泵、绞刀等核心部件的连接突破，到建成世界总装机功率第一的大型绞吸船队逐梦深蓝，20年间，我国大型绞吸装备经历了从无到有、从小到大、从弱到强的发展历程，“国轮国造”的百年梦想逐渐照进现实。

“现在的平均气温已是零下，如果再不抓紧把主槽土方挖出来，等化冻了再开挖就得等到明年3月份。没有土方，到时候拿什么回填？”项目会议上，由灿十分着急。

主槽开挖是整个工程的重中之重，这一点大伙儿都心知肚明，可桑干河向北京输水期间不能施工，河流汛期不能施工，春天农田灌溉季节同样不能施工……这么算下来，留给主槽开挖的时间少之又少。群策群力之下，项目部决定在滩地和农田上用铁板修建临时道路，安排专人清扫积雪，方便土方车往来。项目部又对施工方案进行优化，在有密集树林阻挡的地方改用小土方车运输，进而出台激励措施，不断提高作业效率。

各项措施落实以后，工地又恢复热火朝天的场面。挖掘机挖出一斗一斗的新土，钻头钎钎地全力破石，运输车队在刚刚清理出的施工道路上似长龙般往来。

如今，随着工程的有序推进，饱受缺水之苦的村民们开始渐渐期盼起桑干河未来的样子，刘老汉就是其中之一。看着挥汗如雨的建设者们，老人不禁回忆起那暮霭远而熟悉的场景：柔和的阳光穿过清晨的薄雾静静洒向桑干河面，清澈的河水源源不断流来，浇灌着两岸万亩良田，宽阔的水面上，一簇簇芦苇迎风摇曳着，远处，一群群野鸭在水面上嬉戏，划出一道美丽的涟漪……

完成“世界第一”拼图

2019年12月24日，江苏海事局巡逻艇引航下，大国重器“天鲲号”缓缓驶向连云港赣榆港区，首次在国内施工。

作为中国疏浚装备业的一张名片，拥有完全自主知识产权的“天鲲号”承载着中国疏浚装备实现世界领先水平的希望，然而由于难度过大，其建造过程一波三折。从课题立项到理论论证，历时近5年，“天鲲号”2015年12月才正式启动建造。

在业内专家看来，“天鲲号”核心装备的建造难度不亚于国产航母。“对于每个细节，我们都要做到尽善尽美，不出一丝纰漏。”“天鲲号”监造组组长王健从业经验丰富，他像打造艺术品一样对待“天鲲号”。

在监造现场，王健格外严格。一次验收工作中，由于焊缝质量不合格，他要求工人立即返工重焊。

三年多时间里，“天鲲号”建造团队按照世界一流标准，对每道工序、每个部件严格把关、追求至善，成功攻克了系列世界性技术难题，研制出世界上最先进的油缸式柔性重型钢

为了桑干河旧貌焕新颜

□ 全媒记者 杨雪 通讯员 周卫 陈志平

省朔州市山阴县治理段末端，下至怀仁市治理段起点，涵盖新建堤防16.16公里、主槽疏浚47.3公里、巡河道路74.2公里建设等多个重大分项工程。

绵长的施工战线给项目推进带来不少难题，除了增加前期测量难度，更是给正式施工带来巨大的压力。两年的工期，除去寒冬、丰水期等等因素的影响，有效施工期只有一半。留给项目部的时间并不多，必须尽快拿出一个有效方案。集思广益后，项目部决定将桑干河应县段河道综合治理工程分八个工区，所有工区同时开工，全力推进工程进度。施工区域长达几十公里，这也是对项目部管理能力的巨大挑战。

为此，项目部制定了严格的现场管理制度，明确各项工作要求，落实激励措施。多措并举之下，开工后各工区之间你追我赶，比进度比质量比安全，形成良性循环。

众志成城抗寒冬

天空中纷纷扬扬地飘落洁白的雪花，施工现场很快被覆盖成一片白皑皑的一片。这是桑干河应县段河道综合治理工程迎来的第一个寒冬。连日的大雪导致作业面被覆盖、临时施工道路缺少参照，再加上正处于开工以来的第一个关键施工节点——主槽开挖，这对于大伙儿无论是身体上还是心理上都是一次极大的考验。

致读者

钟声悠远，送走了波澜起伏的2019年。在过去的一年中，春暖浦江，潮涌疏浚，中国疏浚业在“一带一路”上步伐铿锵，沙特、巴基斯坦、印尼、阿联酋、马来西亚……这一长串“一带一路”国家都留下了“中国疏浚”的名片；在过去的这一年中，建造长达两年半的自主研发绞吸挖泥船“天鲲号”亮相连云港水域……中国疏浚业乘坐时代的航船，不断增加科技的含量，国产化的纯度越来越高。

昨夜已成旧岁，新的一年已经展开。一元复始，中国水运报已升级为2020版，

无论在报道内容还是在呈现形式上都有了新的调整，而走过121年的中国疏浚业，在新时代传统疏浚市场日渐饱和，以及围海造地严格管控日趋严格的现实情况下，也正在进行着新的变革。时代在变，媒体格局、舆论生态和传播方式都在变，但我们行业媒体的初心和使命始终不变，疏浚人的责任和担当始终不变，守正创新，让我们有所坚持、有所改变，共同展望疏浚业的辉煌明天。

愿我们2020年的报道，能带给每一位疏浚人前进的力量，送给每一位读者更多的精神食粮。

“混凝土”上种植被

□ 全媒记者 杨雪 通讯员 张绪雄 文/图

1月18日，记者在上海市崇明区新海镇长征农场光明田缘中心湖区看到，一处别致的“风景”就吸引了大批市民的目光，甚至有成为“网红”打卡地的趋势。

这处特别的“风景”，其实是中交三航局建设的光明田缘生态水系工程——中心湖区的混凝土植被护岸。

放眼望去，绿茵茵的草地、起伏的护岸与蜿蜒的河道交相辉映，“植被长在混凝土里”的独特景色令人心生沉醉。

定位“生态+”

为了契合崇明生态岛的建设，同时更好实现“产业先进、环境优美、生活优越”的建设目标，项目一开始，中交三航局光明田缘生态水系工程建设团队就根据崇明岛的区位及资源特色，设定了以新型景观农业为主体，结合旅游、休闲、运动、养生等产业的建设方向，旨在为都市群体提供一个生态田园归处。

记者了解到，光明田缘生态水系工程位于整个“光明田缘”项目的中心位置，是核心生态景观区，同时也是整个“光明田缘”项目的“掌上明珠”。而整个“光明田缘”项目是集中心湖、湿地、田园水乡与薰衣草花田等服务设施为一体的大型综合“生态”水利工程——“大水面、大色块”景观是其特色，同时它也是崇明面向全世界打出“生态牌”的关键组成部分。

中交三航局相关负责人向记者表示，“光明田缘”项目的建成将形成一套完整的生态产业链，成为整个崇明地区最大的生态综合体。

2018年3月，中交三航局的建设者们来到了崇明岛，光明田缘生态水系工程建设任务正式开启。“我们一定要保质保量地‘绣’好崇明世界级生态岛‘开山之作’。”进场之初，项目经理许光亮就郑重承诺。

不走寻常路

传统的河道生态护坡施工主要有木桩护坡、石笼护坡和砌块护坡等，这些都在一定程度上有绿化环保效果，但致命的缺点是防护性差。大伙儿经过密集的火花碰撞后，大胆地提议：“能不能把植被种在混凝土上？这样固坡又能形成景观，也能很好地保护生态。”

带着设想，许光亮和团队立即寻找实例验证。一番探寻，还真有发现，一款名为“生态混凝土”

的新产品让他们看到了希望。更让他们惊喜的是，从设计单位得知，当地新河镇新建横河河道整治工程中已应用现浇多孔质植生混凝土护岸。于是，许光亮立刻带着技术人员去现场“看草”，学习取经。

原来，这种混凝土是通过优化配合比，去除砂子等细骨料后，使混凝土骨料间的缝隙加大，这样植物的根茎能透过孔隙扎进土壤里，而且还因为含有一定量的“营养”剂(除碱剂、生根剂等)，能更好地促进植被光合作用，加速植物根系扎根土壤，快速生长，故而被称为“生态混凝土”。

经过不断攻关，他们最终确定水泥和石子为生态混凝土主要原材料，其中水泥采用强度等级42.5普通硅酸盐水泥，石子粒径为5~20毫米，不得采用风化石，含泥量不得高于1%。“这主要是为了保证混凝土的抗压强度和孔隙率。”许光亮解释说，“抗压强度关系护坡的成败，而孔隙是保证植物生长的需要。”

然而，这还只是第一步。“我们还要对添加剂的种类、份量和功效进行检验。”全程参与试验的工程部长周飞说，“这对植物的生长也影响甚大。”

四组试验确定，添加剂控制在每立方米5千克最佳，北京建筑大学发明的专用添加剂对崇明本地植物生长有良好的促进作用。项目团队根据观赏、耐践踏性及抗逆性的不同需求，还确定水位变动区以上选配多年生草本植被，如狗牙根、结缕草、马尼拉草等。水位变动区以下，则选择沉水型水生植物，如水仙花，其整个植株沉入水体中，可在水中进行气体交换，又能吸收水中养分(如氮、磷等)，帮助水体自净。

如今，业已施工完毕的80里生态护岸生机盎然，不仅发挥着固土止水功能，还发挥了良好的水质净化功能，更通过构建河道生态系统，让鱼类、鸟类、昆虫类多在水生植物中觅食、产卵，隐藏巢穴，流域焕发新颜、频添活力，成为了一处城市水岸美景。

“这是我们为崇明世界级生态岛悉心打磨的‘第一笔’。”许光亮说，“我们还有很长的路要走。”



俯瞰上海光明田缘生态水系工程中心湖区景观。潘恽文 摄