

特稿

24小时读者热线:962555 读者来信:dzlx@xmwb.com.cn

“巨龙”出海

站在长江下几十米深处的隧道施工现场，“领航号”这条“钢铁巨龙”的震撼威力扑面而来。

它是我国自主研发的世界最大直径高铁盾构机，直径15.4米，接近5层楼高，隧道内既有预制管片，又有换气风筒、各类水管和粗壮的电缆，盾构机还有电子化主控室和智能控制台。

与想象的不同，盾构机掘进现场并没有烟尘漫漫、土石飞扬，简直可以用“安静整洁”来形容。泥水经输送管道压入泥水仓，盾构机循序渐进地将管片按照预定的位置拼装到位。除了机器发出低沉轰鸣声外，很难想象这是一个位于长江底深处的大型建设工地。

“这么干净有序，都是源于‘领航号’功能强大。盾构机总长约148米、总重约4000吨，造价3.5亿人民币。”李斌说，在盾构掘进过程中，“领航号”可同时完成开挖、排土、碎石、出渣、支护、衬砌、封固等工序，在掘进过程中实现隧道主体结构一次成型。

沿着狭窄干净的施工通道缓步前行，机械低鸣的震颤感透过地面隐隐传来。各类管线排布有序、纵横延展，层层勾勒出地下施工的精密格局。顺着施工阶梯向下深入，连续走下两层施工楼梯后，就来到“领航号”的“心脏”主控室。

主控室很小，四五平方米。由于装载有刀盘的盾构机头部已经插入泥层，无法看到盾构机的前貌，但在主控室的操作室里，通过视频可以看清盾构机掘进的画面。多块高清显示屏整齐排布，蓝光频闪、数据毫秒跳动，刀盘转速、土仓压力、掘进姿态、注浆流量、轴线偏差等数十项核心参数实时刷新，全方位还原万米江底掘进工况。

2024年4月29日，“领航号”盾构机正式始发，200多名建设者驻扎崇明岛，开始了掘进工作。精密完备的配套系统、智能高效的操控体系，尽显大国重器的硬核实力，无声诉说着基建工程的突破与蜕变。面对这个庞然大物，李斌不由得想起9年前，第一次看见盾构机的场景。

入隧匠心

34岁的李斌来自河北保定，1米75的个头没有燕赵汉子惯有的魁梧，却带着农家子弟的朴实坚韧，眉宇间有种不事张扬的踏实。

20岁时，他考入石家庄铁道大学土木工程专业，初衷简单纯粹：学工科、能吃苦，谋一份安稳生计。大学期间，他的成绩稳居班级前三，大三时常泡在实验室，反复调配混凝土配比、测试强度，他打趣说，这和小时候玩泥巴、捏土块颇有几分相似。

2016年，李斌本科毕业加入中铁隧道集团，从一线技术员做起。2017年，京沈客专北京段望京隧道施工现场，李斌第一次看见盾构机“共青团号”。望京隧道长8公里，是我国首条城市高铁大直径盾构隧道。“共青团号”直径10.9米，是拥有完全自主知识产权的盾构机。李斌惊叹，如此巨无霸的大国重器，第一次在国内长距离实现“不拆迁、零扰动”安全穿越的精准控制。

当年的隧道施工环境历历在目。终日与管片、砂浆为伴，鼻腔也是尘土，他就在这样的环境中，一步步积累起扎实的实战经验。担任崇太长江隧道项目总工程师期间，面对复杂问题，他告诉自己，边施工边找答案。

2025年盛夏，“领航号”盾构机正向着江底深处挺进。施工最吃紧的关头，盾构刀盘、尾刷面临前所未有的考验，稍有不慎，就会让掘进陷入停滞，埋下安全隐患。

关键时刻，李斌与“尖刀连”团队连夜集结，会同集团专家围坐会商，在图纸与数据间反复推演攻关方案。项目年轻骨干主动扛起重任，日夜钉在施工一线，紧盯屏幕、精细调试每一组关键参数。经过十余个昼夜连续奋战，他们啃下了硬骨头，成功化解了江底施工风险。

“越是关键节点越要慎之又慎，工程安全从来都是靠一丝不苟拼出来的。”回望这场硬仗，李斌感慨万千。这场与险情的正面较量，也让他愈发清醒：江底隧道施工，应急攻坚只是一时之策，贯穿全程的精细化管控，才是守护平安的根本。

「领航号」穿过长江江底



中国中铁隧道局崇太长江隧道江底最深处（89米）

中铁隧道局崇太长江隧道内景

杜雨敖摄

本报记者 杜雨敖

4月的崇太长江隧道施工现场，2号竖井正在进行井内最关键的主体施工，它是“领航号”盾构机的检修驿站。在此之前，项目已完成江底掘进核心攻坚任务。

崇太长江隧道是我国“八纵八横”高速铁路网沿江高铁通道、沪渝蓉高铁沪宁段关键控制性咽喉工程。3月29日，“领航号”盾构机在江苏太仓稳稳“上岸”后，2号竖井就像这条“钢铁巨龙”在万里长江的超级“4S店”，承载着设备接收、精细检修、全面养护、二次始发的核心职能。

全长14.25公里的江底隧道将被打通。江风拂过中铁隧道局崇太长江隧道项目总工程师李斌的脸庞，他觉得自己翻开了人生新的一页，“但我竟然很平静。”

23个月，约700个日夜，李斌和他的团队，像守护孩子一样守护着“领航号”的每一寸前行。早在施工之初，专家就预判出20个重大风险点，如今盾构机顺利上岸，可李斌的心并没有完全放下。20个风险点，目前顺利闯过10个，剩下的一半，依旧是横亘在工程面前的“硬骨头”。



项目示意图 制图 谢辉



「领航号」雄姿 受访者供图

精准护航

盾构机可穿山越海，因为它是集机械、电气、液压、传感、信息、力学、导向研究等技术于一体的高端装备。它还有个外号叫“钢铁蚯蚓”，想象一下，这条“蚯蚓”在地下默默“啃食”岩石和泥土，身后留下一条光滑的隧道。测量就是“蚯蚓”的眼睛，在黑暗里找到方向。

2025年9月，崇太长江隧道盾构机掘进突破8公里，中铁隧道局崇太长江隧道项目青年测量员史中旭负责周期性复测。当复测至隧道2500环时，全站仪突然无法显示数据，隧道内，管片、浆液悉数就位，施工人员整装待发，但仪器故障瞬间让掘进陷入停滞，每一秒等待都意味着停工与物料损耗。

史中旭立刻锁定两种可能：仪器故障或环境干扰。他迅速分组，一组携带故障仪器

赴1000环、3000环测试，另一组启用两台备用设备现场检测。结果显示，三台仪器在2500环均失灵，换区则正常，根源指向环境干扰。他快速排查现场，湿度70%属正常范围，光线无异常，随即果断判定为强电磁干扰。随即上报协调，命令2500环附近大功率设备停机、车辆暂缓通行，自己带领组员在现场反复调试。

90分钟后，全站仪屏幕终于跳出清晰数据。为确保精度，他用设备连续测3次，再换两台备用设备测3次，9组数据完全一致，故障彻底排除。精准的导向数据上传后，盾构机重新轰鸣，隧道掘进重回正轨。

这次经历，让27岁的史中旭真切体会到隧道施工的重重难度与沉甸甸的责任。隧道测量从不是简单的丈量尺寸，而是贯穿盾构施工全程的“精准导航”。从地面控制网布

设、地下导线测量，到盾构机始发、掘进纠偏、管片拼装，再到隧道贯通线形复核，全流程都离不开测量人员的精准把控。

智能掘进

“领航号”机长罗刚，是土生土长的成都人。他始终揣着一份朴素又温暖的心愿：待到全线贯通，带上家人，沿着自己亲手参与建造的高铁线路，一路畅行直达上海。一想到这，他的热忱与自豪便藏不住了。

罗刚3年前升任“领航号”盾构机机长，朋友问他开盾构机和开车有什么区别，他说从开盾构机开始，“认真”就刻在大脑神经里，以至于现在开车也是一丝不苟，坚决不会看手机、打电话。

回忆起过去的掘进时光，罗刚抬手摸了摸头上的安全帽，笑容腼腆。作为盾构机机长，他的每一天，都从一套严谨细致的设备检查开始。“盾构掘进，安全为先，每一个细节都不能马虎。”这是他常挂在嘴边的话。掘进操作前，他都会按照规范，逐一排查机械、电、气和液压等各个系统，从确保各操作系统参数设定合理，到检查延伸水管、电缆连接是否正常；从核查供电、循环水压力、滤清器的运行状态，到确认进排浆泵、泥浆管、空压机的完好性；从检查油箱、油脂系统的油位，到核实注浆系统、后配套轨道的准备情况，每一项都一丝不苟。

在盾体处密布的配套设备间，总能看到罗刚忙碌的身影。他穿梭在各类设备之间，目光敏锐地排查着每一处隐患，对盾构机的关键设备更是格外上心。

“盾构主驱动减速机的油位每天都要检查，油位就算在停机的时候也要保持在一半以上。”他一边巡查，一边叮嘱身边的盾构施工人员。他清楚地知道，主驱动减速机作为盾构核心动力系统的“心脏部件”，是为掘进提供动力的关键，其油位控制直接关系到设备的长效稳定运行，容不得半点疏忽，这也是通过多年实操总结出的宝贵经验。

安全穿越

正是这份对细节的极致严谨，支撑着项目团队闯过了长江江底最艰险的一关。

时至今日，回忆起“领航号”盾构机穿越长江水面下89米隧道最低点的瞬间，中铁隧道局崇太长江隧道项目设备副经理王焱依然难掩激动。89米，相当于30层楼的高度，却是“领航号”必须攻克的“生死关”。在这个江底深处，盾构机要承受高达0.9兆帕的巨大水压。这意味着，盾体的每一寸钢材、每一处密封，都要经受住江水的极限考验，一旦出现丝毫疏漏，江水渗漏的风险便会如影随形，后果不堪设想。

人在这个时候，没有别的选择，只有攻坚。为了破解高水压施工的难题，中铁隧道局项目团队将盾构隧道智能建造2.0技术体系化作制胜法宝，为“领航号”量身打造了一套“防护铠甲”。他们在原有密封结构的基础上，特意增加了一道盾尾密封刷，像给盾构机穿上了一件“防水外衣”，牢牢阻挡住江水的渗透，为隧道掘进筑牢了第一道安全防线。

项目团队在此基础上持续深耕细节，自主优化同步注浆配比，让隧道外侧的密封包裹更加严密，进一步提升防水能力。与此同时，一套潮汐水位动态监测系统悄然布设到位，技术人员24小时值守，紧盯潮汐变化的数据，实时调整盾构机的压力参数、掘进速度和泥浆环流节奏，让“领航号”在江底复杂的环境中，始终保持平稳前行，安全穿越了水下最低点。

细致入微的技术把控和日夜坚守的默默付出，托举起这项跨江重大工程的稳步掘进。上海交通大学马克思主义学院教授周凯认为，重大工程是读懂中国的一把钥匙。每一个重大工程背后都凝聚着个体与团队的奉献，彰显了中华民族艰苦奋斗、团结拼搏、迎难而上、自强不息的民族精神。

待隧道正式通车，崇明岛不通高铁的历史将画上句号。崇明、太仓与上海宝山站之间，只需约17分钟便能快速通达。沪渝蓉高铁线设计时速达350公里，东起上海宝山站，串联太仓等沿线城市，一路向西直达重庆、成都。一路飞驰的列车，将给沿线城乡带来蓬勃发展的机遇，让江岸两地焕发勃勃生机。