

南京再添一座长江大桥——

# 千米长虹飞跃金陵

康朴 梁秋仪

浩浩长江，奔流不息，将金陵古城一分为二。而今，一座崭新的跨江大桥——南京新生圩长江大桥，静卧于烟波之上，粗壮的主缆如悬于云天的琴弦，气势磅礴。

11月26日，南京新生圩长江大桥正式通车，栖霞大道至江北大道通行时间从1小时缩至10分钟。新生圩长江大桥是“十四五”

时期南京城市发展重大项目，全长约13.17公里，主线设计时速80公里，采用双向六车道城市快速路标准建设。

“跨江主桥为主跨1760米的单跨吊钢箱梁悬索桥，其跨径居目前同类型桥梁国内第一、世界第三。”中交二航局项目副经理李向阳表示，这座千米长虹背后，是一段用智慧征服天堑的非凡历程。



## 18米高差的技术天堑

距南岸桥塔两公里处，是大桥的关键部位南锚碇。该锚碇由中交二航局承建，采用地下连续墙基础，外径65米，最大深度63米，基坑开挖深度达58.4米，在同类型、同截面基坑中属世界之最。总重量超50万吨的南锚碇，如同力压千钧的秤砣，牢牢锁定从桥塔延伸而来的主缆，成为支撑大桥跨越千米的“定海神针”。然而，要打造这个稳固的基座，给建设团队带来了不小挑战。

“打好地连墙基础是南锚碇基坑开挖的关键，但在软土中开挖深槽，槽壁极易变形坍塌，必须做好加固措施。”项目总工程师郭佳嘉道出了核心难题。传统的槽壁加固一般采用高压旋喷桩和水泥搅拌桩等施工工艺，加固墙体在30米以内尚可应对，但南锚碇所需加固深度达48米。这18米的高度差，成了横亘在团队面前的一道“技术天堑”。

“小心一点，传统工艺或许也能用？”有心存侥幸。“绝对不行！”郭佳嘉态度坚决，“这里是淤泥质土，含水量大、强度低，48米的超深墙体，一旦失稳，后果不堪设想。我们绝不能拿工程安全做赌注。”

郭佳嘉提出，可以尝试铣削深搅水泥土搅拌墙技术。该技术简称“SMC工法”，是一种将双轮铣削成槽工艺和传统深层水泥土搅拌工艺技术特点相结合的新型地下深层搅拌工法，通常用于防渗墙、挡土墙、地基加固等工程，具有成墙质量好、地层适应性强、环境影响小、施工效率高等特点。

“SMC工法虽然技术比较成熟，但大多用在房建、水工等领域，在桥梁领域很少见，

能行吗？”跨界应用没有先例可循，这意味着巨大的风险与未知。

是墨守成规，还是勇敢创新？项目团队选择了后者。郭佳嘉带头埋首于数据和文献中，通过建立槽壁及周围土体三维有限元模型，反复模拟计算，完成题为《超深锚碇基础SMC工法槽壁力学性能研究》的论文，为此次跨界尝试提供了重要理论依据。

为验证SMC工法的可行性，郭佳嘉带领团队进行了更为严谨的实践论证：组织补充地质勘探，联合南京其他项目、分包单位及行业专家反复研讨等。“我们开了无数次会议，整合了海量信息，只为把每一个风险点都摸透。”郭佳嘉回忆说。

基于专业的数据与翔实的成果分析，项目团队首创圆形锚碇基础地连墙内外双层SMC槽壁加固工法，让施工效率大幅提升，原本需要4台设备耗时4个月的槽壁加固工作，采用新工法后，仅用1台设备2个月便完成。检测数据显示，加固后的槽壁变形极小，完全满足地连墙垂直度、厚度及质量要求。

这一技术突破也获得了业界认可。2023年，项目团队先后以“高水头深厚软土层深大圆形锚碇基础施工关键技术”获中国交通运输协会科学技术奖一等奖，以“1760米超大跨径悬索桥超深锚碇及超高索塔建造关键技术”获中国公路建设行业科技进步奖一等奖，为同类型桥梁建设积累了宝贵经验。

## 200多米的“高空纺丝”

“我们终于成功了！”2022年12月20日，在200多米高的大桥建设现场爆发出一阵欢呼，中交二航局负责施工的主缆索股全部架设完成。至此，这场历时数月的“高空纺丝”任务顺利收官，李向阳心头悬着的石头终于落地。

主缆，是大桥的“生命线”，承载着整座桥身的重量。新生圩长江大桥共设2根主缆，每根主缆由169根索股组成，单根索股又由127丝直径为5.4毫米的锌铝合金高强度钢丝构成，单根索股长约3108米，重约71吨。全桥主缆重约2.5万吨，主缆公称抗拉强度为2100兆帕，是目前国内强度等级最高的悬索桥主缆钢丝。全桥主缆钢丝总长度可绕地球3圈半，抗拉强度可吊起一艘中型航母。这些惊人数数据背后，是极为精密和艰难的施工过程。

“纺丝”之难，难于第一根。第一根索股被称为基准索，它的定位精度决定着后续168根索股的成败。在1760米的跨度上，如何保证每根索股的空间位置绝对精确？没有现成参照物，唯一的办法就是反复测量、反复验证。

但在测量过程中，一个隐形“敌人”悄然出现：温度。项目团队发现，白天精心调整到位的索股，到了夜间复测时竟出现1厘米的偏移。“1厘米看似微不足道，但对主缆架设来说，这是绝对不能接受的误差。”李向阳说。

经过彻夜分析，团队找到症结：钢丝对温度变化极其敏感，昼夜温差变化导致主缆索股热胀冷缩，在架设中可出现最大10余厘米的偏移，若不加以控制，将导致索股定位误差、缆夹安装困难、索力不均匀等系列问题。为此，项目团队立即将其作业时间调整为夜间10时至早晨5时。此时温度稳定，钢丝“情绪”最平稳。为确保索股位置绝对精准，李向阳还安排人员进行了为期3天的现场调整和4天的高度复测。改进后，基准索的定位精度实现了毫米级控制。

第一根“丝”的成功安装，是万里长征第一步。按照要求，后续每根索股的安装误差必须控制在5毫米以内。

为此，李向阳拿出了精心定制的“作战方案”：将团队分为前场测量和后场计算两个班组，实现数据实时联动、精准指挥，并安排专人全过程盯控。将测量频率从“不定时”改为“两小时一次”，构建起密集监控网络，实时掌握索股位置变化；自主研发工装棱镜辅助测量，通过多重校验进一步提升数据精度。

终于，当第169号索股测量数据传来，李向阳和团队成员看着监控屏幕上所有数值均在合格区间时，激动地欢呼起来。这场200多米的“高空纺丝”任务圆满完成，5毫米的精度红线被牢牢守住。

▲ 南京新生圩长江大桥。  
▼ 工人在进行主缆索夹安装。

赵振宇摄  
季宇鑫摄



## 97片箱梁的“空中接龙”

随着大桥“生命线”的架设完成，建设迎来又一关键节点——钢箱梁吊装。中交二航局承建的大桥主梁采用钢箱梁形式，分为6种类型、97个节段，其中最大节段重达333吨，相当于200多辆小轿车重量。这些钢箱梁类似“钢铁积木”，需精准拼接才能形成完整的桥面，整个过程堪称一场精密的“空中接龙”。

由于大桥跨江段钢箱梁架设区域位于长江主航道的“黄金通道”弯道处，日通行船舶数量近千。施工必须在保障航运安全的前提下，有序组织钢箱梁的吊装与拼接作业。

“就像在繁忙的马路上搭积木，既要保证积木搭得稳，又不能影响车辆通行。”李向阳介绍，项目团队在与海事局、航道管理部门精心策划后，创新采用分阶段限航吊装工法：在每天航道流量监测的基础上，首先对一侧航道实施警戒限航，完成跨中至主塔方向第一节钢箱梁吊装；当钢箱梁达到一定高度后，再对另一侧航道进行警戒限航，完成第二节钢箱梁吊装。该方式对现场组织和工序衔接要求极高，每一步都需要与海事部门密切配合，精准调度，才能确保施工航运“两不误”。

长江变幻莫测的天气，也让施工团队头疼。“最担心的是突如其来的强风和暴雨。”即便有着10年悬索桥建设经验，李向阳也倍

感棘手。强风让钢箱梁在空中大幅摆动，不仅影响定位精度，更威胁吊装安全；暴雨则使能见度骤降，增加操作风险。

2023年7月中旬，现场曾多次遇到突如其来暴雨和风力陡增的阵风。当时项目团队正在吊装深水区的一节钢箱梁，已将其吊至距江面15米的高度，暴雨倾盆而下，钢箱梁在风雨中微微晃动，如同“悬在半空的巨石”，在场人员无不捏了把汗。

“不能把钢箱梁放回去！”李向阳当机立断，“江面水流湍急，放下的钢箱梁可能无法回到原位，不仅影响后面施工，甚至可能发生倾覆。”他立刻带领团队启动应急方案，通过Wind软件、卫星云图和专项气象预报，实时研判风力大小和暴雨持续时间。15分钟后，暴雨逐渐停歇，李向阳随即指挥施工人员继续作业，将钢箱梁稳稳抬升至距江面70米的设计位置。

2023年9月，全桥97节钢箱梁“空中接龙”完工，自此，千米大桥一跃过江，雄姿初显。

2024年11月，大桥通过通车前“大考”——动静载试验，各项数据均符合设计要求。

如今，新生圩长江大桥宛如一道璀璨的虹霓横跨江天。这座凝聚了无数建设者智慧与心血的世界级工程，不仅是南京迈向更高水平发展的有力见证，更是中国桥梁建设技术的又一飞跃，它用钢铁之躯架起城市发展的通途，以创新书写着中国基建的新传奇。



工人在进行缆载吊机拼装作业。  
季宇鑫摄

电厂的高温排烟实现二次利用，在提升发电能力的基础上，有效消除原有发电机组对环境造成的热污染，为伊拉克电力改造升级提供了样板。”在项目伊方业主纳西姆·阿亚德看来，这里承载着当地民众对稳定供电和美好生活的期待。

在位于卡尔巴拉省的联合循环扩建项目，余热锅炉、直接空冷装置等核心设备已运抵现场。卡尔巴拉燃机电厂联合循环扩建项目常务副经理熊润强表示，该项目是伊拉克首批完全采用中国设备和中国标准的联合循环扩建项目，核心装置均由中方自主设计生产，将有效带动国产设备出海落地，提升中国标准在伊拉克的认可度。

幼发拉底河流域联合循环扩建项目开工建设后受到伊拉克政府及民众高度关注。伊电力部长齐亚德·阿里日前表示，该项目对改善伊拉克电力供应、优化电力基础设施建设意义重大，将有效缓解伊拉克对进口天然气的依赖，节约发电燃料支出。

上海电气电站公司副总经理贺庄告诉记者，联合循环扩建项目整体竣工后，可将原有电厂的发电能力提升约50%，每年新增发电量约50亿度，为改善当地民生、促进战后重建贡献“中国力量”，为推动伊拉克工业复苏和经济发展奠定能源基础。

（新华社巴格达电 记者段敏夫、李军）

## 构筑幼发拉底河畔的“电力方舟”

清晨的阳光倾泻在伊拉克纳杰夫燃煤电厂高耸的发电机组上，金色的光影在钢结构外壁上流动，映照着一个个忙碌的身影。在中企承建的燃机电厂联合循环扩建项目施工现场，中伊员工密切配合，紧锣密鼓地开展各项建设工作，在幼发拉底河畔携手共建“电力方舟”。

今年年初，由上海电气集团股份有限公司（以下简称“上海电气”）总承包建设的幼发拉底河流域联合循环扩建项目在纳杰夫、卡尔巴拉、希拉和卡迪西亚四省正式开工，将电厂原有单循环燃机发电机组改造升级为联合循环燃机发电机组，扩建总容量达625兆瓦。

1991年海湾战争结束后的30余年里，作为中东产油大国的伊拉克长期深陷“电力短缺”困境。伊拉克多数电厂以天然气为主要发电燃料，但本国伴生气放空燃烧现象严重，天然气开发水平较低，发电长期依赖进口天然气，电力供应不足已成为多年难解的民生痛点，也成为制约国家重建和经济发展的瓶颈。

纳杰夫燃机电厂联合循环扩建项目常务副经理高守江告诉记者，该项目利用电厂现有单循环燃机发电机组产生的高温烟气作为热源，借助国产余热锅炉设备生成高温高压蒸汽，驱动新建的蒸汽汽轮机发电机组工作产生电能，能够在不增加燃料消耗的情况下增加电力输出，提升发电效率。

“中国设备和电力技术帮助我们对

本报北京电（史志鹏、吴子俊）近日，中铁工业旗下中铁山桥集团有限公司整组铁路道岔成功发往智利，助推中国制造开拓拉美市场，服务高质量共建“一带一路”。

据介绍，本批出口的时速140公里宽轨系列道岔均为中铁山桥自主研发，包含单开道岔、交叉渡线道岔以及单交叉道岔等，具备高安全性、高稳定性与低维护性等特点。在制造过程中，企业运用纯净钢冶炼技术、智能精准加工技术、跟端自动锻压成型技术等多项技术，自主设计尖轨跟端锻压模具，通过钢轨锯切一体联合生产线，实现了智利道岔锻压部件精确下料锯切的自动化，以及成型段轨底数控铣削、跟端自动抛丸打磨的流水线作业，25米范围内工件长度公差控制在0.5毫米以内，满足欧洲铁路标准。此外，依靠智利道岔专用跟端模具、6000吨锻压自动化生产线、智能跟端热处理生产线等先进智能装备，实现智利道岔尖轨跟端轧制批量化生产。

## 中铁山桥整组铁路道岔出口智利



▲ 工人对出口智利的铁路道岔进行厂内试铺。

近年来，中铁山桥道岔产品出口孟加拉国、塞尔维亚、智利等多个“一带一路”共建国家，为其提供高品质、高安全、高性能的铁路装备，其

中制造的雅万高铁高速道岔，是中国高速道岔制造技术首次系统集成化出口海外，为沿线人民的美好出行提供安全保障。

张路超摄