

碧海穿“线” 筑能源动脉

——国华HG14海上光伏项目建设纪实

■ 吴功云

渤海之滨，东营海域，浪涛奔涌不息。离岸8公里的蔚蓝海面上，中铁大桥局承建的国华HG14海上光伏项目正铺开一幅清洁能源建设的壮阔画卷。作为国内首个吉瓦级桩基固定式海上光伏项目，它不仅是“十四五”能源规划的重要落子，也是能源结构向绿色转型的生动实践。

在这片平均水深1至4米、涉海面积约28平方公里的海域，将崛起一座交流侧装机容量达100万千瓦的“海上能源岛”。16条66千伏海底电缆如一条条“能源动脉”，从光伏场区西侧汇集，穿海底、跨堤坝、登陆地，最终接入陆上升压站，将绿色电力源源不断送往千家万户。

海底铺缆，“窗口期”分秒必争



国华HG14光伏项目海缆入海。 项目部供图

作为国内首个在开放海域实施“立体分层用海”的光伏项目，国华HG14创新采用“上层光伏发电、下层贝藻养殖”的协同开发模式，实现“一地两用、双重收益”。这种从单一资源索取模式到生态共建模式的革新，不仅让光伏板在海面之上高效捕获太阳能，而且让海底成为贝藻栖息的“生态家园”，真正践行了“在发展中保护，在保护中发展”的绿色发展理念。项目规划装机容量100万千瓦，全部投产后，预计年发电量可达17.8亿千瓦时，每年减排二氧化碳134.47万吨，为“双碳”目标落地提供有力支撑。

对于海上施工，变幻莫测的海洋环境是最大的挑战。“离岸8公里，看似不远，但海风、水流、潮汐每一项都可能影响施工精度，海缆敷设不能有丝毫偏差。”海缆敷设技术骨干许琪珉抚摸着铺缆船的绞车控制台，眼里满是坚毅。他深知海缆敷设的核心，既要“埋得深”，又要“埋得准”。

66千伏海缆采用海底直埋方式，不同区段的埋深标准严苛：船舶始端登陆点至陆域衔接点范围内，埋深不小于2米，距离光伏支架平台1公里处埋深需达2.5米，其余路段要求不小于3米，J型管附近也需保持2米的埋深。

“海底地形复杂，有暗礁、有淤泥，要让电缆稳稳‘藏’在海床之下，既防冲刷又防外力破坏，难度可想而知。”许琪珉说。

铺缆船“蔚蓝海工2”成为这场攻坚战的核心力量。作为锚系船舶，它依靠锚艇起抛锚，通过绞车收放钢丝绳配合锚艇实现航行，

遇大水流时还需拖轮绑拖稳船。为锁定最佳施工时机，技术团队需连续72小时监测天气海况，精准捕捉“窗口期”。一个“窗口期”仅能完成一根海缆敷设，分秒必争成为海上施工的常态。船位控制员每10分钟校准一次船位，将误差控制在1米以内；海缆长度测量员紧盯计米器，确保每一米敷设都精准无误。

最关键的J型管穿缆环节，更是考验团队的协同能力。潜水员小王身着厚重的潜水服，潜入冰冷海水中，全程紧盯海缆牵引头的动态。“J型管通道狭窄，海缆头不能有任何磕碰，否则会损伤绝缘性能。”小王下潜时提醒自己。与此同时，船上施工人员密切配合，通过卷扬机将钢丝绳穿过平台J型管，并借助尼龙绳引导，使钢丝绳顺利抵达铺缆船入水槽，随后将其系于海缆牵引头上。在卷扬机和布缆机的协同作业下，海缆以恒定速度缓缓穿过J型管。过程中，专人持计米器实时测量放缆长度，并在锚固位置和弯曲限制器安装位置做好标记。

安装中心夹具和弯曲限制器后，小王再次下水，逐点检查夹具是否与海缆完全贴合、受力是否均匀。确认无误后，船上人员随即启动锚固装置，将海缆稳稳固定在升压站甲板层平台上。

登陆攻坚，破解“最后一公里”难题

海缆登陆是施工的另一大难点，既要克服近岸水流复杂的影响，又要保证海缆埋深达标。对此，项目部创新采用“浮球助浮减阻+两

栖挖掘机牵引”的施工方案，成功破解难题。

“始端登陆时，施工船要在距离登陆点4公里处就位，高潮位时靠近岸边，这样能最大限度缩短海缆登陆后延伸至陆域的敷设长度，在距离岸边2.5公里处，以一艘小型驳船作为临时牵引平台，卷扬机通过钢丝绳套和万向活转头连接海缆头，将海缆从铺缆船输送至水中。为减少海缆与海底的摩擦，施工人员在海缆上每隔1米绑扎一个浮球，让海缆漂浮在水中，如同一条‘蓝色丝带’向岸边延伸。”许琪珉介绍，当海缆牵引至驳船后，两台两栖挖掘机接力上阵，稳稳抓住海缆头向岸边拖拉。近岸区域水深变浅，大型船舶无法靠近，两栖挖掘机灵活高效，能精准控制牵引力度。待海缆牵引过驳船并向岸边延伸1公里后，另一台两栖挖掘机加入辅助，确保海缆平稳登陆。登陆完成后，小艇沿着电缆线路逐个拆除浮球，让海缆沉放至海床，随后施工人员采用人工二次挖沟的方式，将海缆埋至2米的设计深度，筑牢安全屏障。

箱变平台的终端登陆环节，又面临新的技术要求。由于需要通过“8”字翻头保证海缆入水顺畅，技术团队提前计算好预留长度，在铺缆船甲板上方精准盘放海缆。

“‘8’字盘放能避免海缆打扭，入水时必须从上层至下层分段缓慢下放，全程保持海缆带力状态。”缆厂专业技术人员小张一边指导施工人员安装拖拉网套，一边叮嘱。在他的带领下，施工人员在J型管喇叭口处安装好中心夹具和弯曲限制器，对海缆头进行切断及铅

安全生产进行时

安全生产大家谈

以“三心”守护营业线施工安全

■ 丁杨 冀传辉

预案，让敬畏之心落到实处。

以责任心筑牢安全防线

责任心是营业线施工安全的“行动基石”，其核心在于“差一点都不行”的执行力——轨距精度差1毫米可能引发列车颠覆，防护人员站位偏1米可能错过险情预警，任何细节疏漏都可能酿成安全事故。笔者曾遇到一个典型问题：施工区域与运营股道仅隔一道1.2米高的防护栏，部分作业人员图省事、减步骤，未按要求佩戴反光背心、机具超安全距离堆放、临时拉线未设警示标识等问题频发，虽未造成事故，但已触碰安全红线。针对这一问题，项目部可从“人、机、料、法、环”五维发力，构建全流程责任体系。“人”的管理上，压实责任链条。每个作业面设“安全监护人”持《监护清单》监督，明确监护内容，发现问题可直接叫停施工；同时建立责任追究制，将安全与管理人員绩效及作业队伍考核挂钩，对违规行为严肃追责问责。

“机、料”的管理上，严把源头关卡。机具材料须严格检验才能入场，如轨道铺设所用钢轨，要核对出厂合格证、材质报告，确

保符合设计标准。施工过程中，要实行机具定置管理，在施工区域划分机具存放区、材料堆放区、作业区，每个区域设置明显标识，严禁机具、材料侵入限界。定期组织全员学习《机具侵限的危害案例》，让“细节决定安全”的理念深入人心。“法、环”的管理上，灵活适配场景。营业线施工受列车运行影响大，天窗时间常需调整，安全管理需有弹性应对能力。在一次封锁施工中，天窗时间从3小时压缩至2.5小时，笔者所在项目部立即启动应急预案，协调配合相关单位简化非关键流程，优先保障“停电、接地、作业、恢复”等核心步骤，并增配防护人员，确保安全完工。此外，要密切关注环境变化，大风天提前停止高空作业，暴雨天检查排水系统，防止雨水浸泡基础影响路基稳定。

以创新心破解安全难题

宝中铁路扩能改造铁路营业线施工需兼顾安全与进度，传统“人海战术”“经验主义”已不适用，需靠创新破解安全管理痛点。此前施工中，因天窗时间短、作业面分散，传统步行巡查效率低，还因视线受阻易

出现监管盲区。针对这些问题，项目部通过“科技+管理”双创新破局。

科技创新赋能监管：引入智慧安全管理系统，施工区域配备AI智能摄像头、电子围栏等，实时识别未戴安全帽、机具侵限等异常并推送预警。今年，系统通过AI摄像头精准捕捉到1名作业人员越界靠近邻线，及时推送预警并将其劝离，成功规避一起安全风险。

管理创新提质增效：针对配合单位协同难、沟通慢的问题，建立“三方联动机制”：每周召开安全协调会，共同审议施工方案、研判风险点、制定应急措施。今年，项目部通过三方提前沟通优化方案，缩短了管线下迁时间。同时，鼓励作业人员提出“安全创新建议”，采纳了在防护栏杆上安装反光条的建议，有效提升了夜间辨识度。

铁路扩能改造，旨在让列车跑得更快、更稳，而营业线施工安全，是实现这一目标的基本前提。以“敬畏心”守底线、以“责任心”抓执行、以“创新心”破难题，这“三心”层层递进、环环相扣，共同构筑起营业线施工安全管理的核心防线，为项目顺利推进筑牢根基。

京港澳改扩建5标通过交工验收

本报孝感讯（通讯员 李雨桐）12月15日，京港澳高速改扩建工程5标通过交工验收，标段建设进入收官阶段。

5标段全长17.2公里，其验收为京港澳湖北北段改扩建工程通车奠定了坚实基础。

苏州长桥改建工程拆除东半幅首片主跨T梁

本报苏州讯（通讯员 张凯旋）12月15日，苏州长桥改建工程东半幅首片主跨T梁被安全、精准拆除。

该T梁长30米，重95吨，由一艘500吨浮吊船缓缓吊起并平稳调离桥面。

快速中环312国道惠山段开始钢梁浮托

本报无锡讯（通讯员 曹传锋）12月10日，快速中环312国道惠山段12标开启跨锡澄运河钢桁梁浮托施工。

跨锡澄运河段设1座主桥与2座辅桥，均采用下承式简支钢桁梁结构，单跨长125米。



12月11日，清花高速北江特大桥边跨现浇梁完成浇筑，项目建设进入边跨合龙施工阶段。北江特大桥主桥全长1440米，设计为四塔双索面半漂浮体系混凝土梁斜拉桥。本次施工完成的边跨现浇梁采用PK箱梁结构，全长40.33米，宽37.6米，高3.6米，分两次浇筑，累计浇注混凝土2262立方米。面对辅助墩与过渡墩之间的特殊跨度及复杂地质条件的挑战，项目团队创新采用“梁+钢管桩”基础结合“贝雷梁+钢管立柱”支架系统，为梁体精准成型提供了坚实保障。杨启彪 邹磊 摄影报道

封处理，确保电缆与光缆分离后，分别通过预制桥架接入GIS柜和光缆接续盒，封堵模块和防火套管的安装严丝合缝，杜绝海水渗入风险。

匠心坚守，细节中书写担当

在这场海上施工战中，每一位技术人员都在平凡的岗位上书写着坚守与担当。56岁的光纤熔接员老李，一手负责整个项目的光纤熔接工作。“光纤熔接要求接头损耗小于0.02dB，相当于头发丝粗细的光纤，对接误差不能超过微米级。”老李在箱变平台的GIS室内，戴着放大镜专注地操作熔接机，火花闪烁间，两根光纤精准对接。为确保项目关键节点，他常常在密闭的柜体内连续作业四五个小时，尽管汗水浸透了工作服，他也从未降低过施工标准。

端接施工组的带队班长张强，带领6名队员负责海缆穿线工作。“我们7个人要配合默契，按图施工不能有半点马虎。”张强说，作业前需拉设安全绳并固定于光伏支架上，人员在电缆吊支架内作业时，全程系挂安全带，确保高空作业安全。在90°转弯处安装转向滑轮，南北区段衔接处设置倒置滑轮，每一个细节都凝聚着团队的经验和用心。终端制作的2至4名专业大工，都是有着多年海缆施工经验的持证人员，他们熟练完成电缆绑扎固定、接头制作和接线工作，每一道工序都经过严格检测，确保海缆运行稳定。

面对台风等极端天气，项目部制定了完备的应急预案。一旦收到台风预警，施工人员会立即断缆避风，对未完成敷设的海缆进行临时沉缆和固定。“沉缆时我们会充分考虑船舶抛锚走锚的风险，提前采取防护措施，待天气好转后再进行二次打捞。”许琪珉表示。

当前，国华HG14海上光伏项目建设团队正全速推进海缆施工，16条“能源动脉”在海底渐次贯通。从立体用海的模式创新，到毫米级精度的施工把控，从登陆段技术难题的逐一攻克，到一线团队风雨无阻的匠心坚守，该项目不仅刷新了多项行业纪录，且成为落实“十四五”能源规划、推动绿色低碳发展的标志性工程。这群奋战于碧波之上的建设者，如同海中的灯塔，以专业与担当照亮绿色能源的前行航道。

在杭州湾跨海公路大桥上游约7公里处，新建南通至宁波高速铁路杭州湾跨海铁路大桥如一条成长中的巨龙，匍匐在水面上。大桥全长29.2公里，双线铁路设计时速350公里，是目前世界上在建长度最长、建设标准最高的高速铁路跨海大桥，项目建设需要制作209根长80米、重达2804吨的“世界梁王”。

为“世界梁王”打造钢铁脊梁的是中铁大桥局二公司土建工程分公司钢筋加工作业班组。自开工以来，该班组实现了施工安全“零事故”，加工质量“零缺陷”，近日荣获中华全国铁路总工会授予的集体火车头奖杯。

杭州湾钢筋加工作业班组由36人组成，作为新时代产业工人，他们使用数控棒材钢筋弯曲中心、多功能加工中心、剪切线等先进设备，实现了钢筋下料、弯曲、焊接自动化。

刘露是中铁大桥局二公司土建分公司总工兼安全总监，也是“世界梁王”钢筋加工的负责人。他带领钢筋加工厂厂长李江华，技术员赵超、沈恒旭积极应用信息化管理“简道云”系统，将钢筋进场及加工的设计、生产、质量等信息全面数字化，开展关键模块开发和流程优化，实现了从原料到成品的全过程溯源管控，提升了管理精度与效率，达成了提质、缩时、省材、高效的目标。

按照产业工人改革要求，土建分公司积极打造“技能型、效益型、管理型、创新型、和谐型、安全型”班组，通过开展“青苗计划”和“导师带徒”活动，邀请行业专家、技师进行授课，组织工人参与实地操作、模拟演练，确保每位工人都能熟练掌握所需技能；鼓励工人参与技能竞赛和认证考试，以赛促学、以考促练，以优促精，工人们学习热情高涨，积极适应智能化、信息化岗位要求。

世界首创的80米预制箱梁钢筋加工难度极高，精度控制更严。每榀箱梁需要成型钢筋近300吨，钢筋大样种类合计426种，不仅对钢筋成型角度和尺寸精度要求高，而且因块块钢筋与预应力位置冲突的地方也比较多。

面对这些难题，刘露要求严格管控每道工序，厂长亲自把控，严格落实“三检制”。赵超、沈恒旭带领工人运用智能化设备，凭借丰富经验和精湛技艺，顺利啃下硬骨头，确保钢筋弯曲角度、尺寸、间距、连接等符合设计与规范要求。

梁场共需生产预制箱梁230榀，其中80米箱梁209榀、60米箱梁21榀，任务繁重。李江华协调资源，优化排班，保障了钢筋加工任务的高质量完成。目前，班组已完成46片80米预制箱梁的钢筋绑扎，继续朝着安全“零事故”、质量“零缺陷”目标迈进。

秉持“效益提升、价值创造”理念，刘露带头立项攻关，积极开展节支创效活动。班组优化钢筋下料方案，精细计算，最大化利用余料，显著减少原材料浪费。

在劳模创新工作室的推动下，杭州湾钢筋加工作业班组将传统钢筋笼内支撑焊接方式革新为套筒连接，方便拆装、可循环利用。这项创新成功获得“一种可循环利用的钢筋笼内支撑装置及系统”实用新型专利，并在沪渝蓉高铁崇启公铁长江大桥的建设中推广应用。通过系列举措，仅钢筋笼加劲圈部分，班组就节约原材料钢筋100吨，降低成本约40万元。

挺起『梁王』脊梁的工匠们

王海芳 吴亦波