

山东青岛胶州湾第二隧道项目建设团队着力攻克技术难题——

组合施工，建设超长海底隧道

本报记者 王沛

工匠绝活

黄岛之滨，碧波荡漾；海底深处，设备轰鸣……在这里，山东省青岛市胶州湾第二隧道项目(以下简称“二隧”)正在紧张建设中，建成后将成为世界上长度最长的海底道路隧道。

面对复杂的地质条件，二隧工程建设团队发扬工匠精神，从勘察规划到落地实施，推动项目建设顺利展开。自2022年9月主线工程全面开工以来，主线隧道建设累计超8.6公里。

近日，记者走进项目现场，看隧道如何穿越海底近万米。

制订施工方案——

勘察9年，在海底采取岩芯总长度达2.8万米

建设海底隧道，遇到的第一个问题是：路线怎么走？

胶州湾范围内有一个活动断层，称为沧口断裂带，正好位于二隧规划路线上。从哪个位置穿？怎么穿？用什么工程方法穿？解决这一系列难题，才能让海底隧道建设成为可能。

于是，搞清楚这部分海底地质组成成为这项工程最先需要攻克的难题。2013年，青岛国信胶州湾第二海底隧道有限公司总工程师郭永建从同济大学土木工程博士后工作站出站，成为二隧团队第一个博士后，也开始了长达9年的勘察规划。

“只有搞清楚海底真实情况，工程规划、方案设计才有底气。”郭永建说。他一方面跑遍各大科研院所，另一方面与勘察单位中铁大桥勘测设计院共同组织海上勘察。

勘察需要通过钻孔来探测地质情况，在海上驾驶钻探船进行作业。2年时间里，郭永建带领勘察团队钻孔237个，在海底采取岩芯总长度达2.8万米，为以后穿越胶州湾的海底工程打下了坚实基础。

勘察结果发现：二隧海底有大面积花岗岩，其中辉绿岩岩脉大量穿插，裂隙多，部分还有很好的导水性，地质条件极为复杂，工程难度成倍增加。

经过专家组反复勘察，结合地质勘察结果，工程方案在安全和经济之间找到了最优解：二隧东岸青岛端以凝灰岩为主，采用盾构法，西岸黄岛端以花岗岩为主，采用钻爆法，陆域辅之以明挖法，进行组合施工。从胶州湾东西两岸同时向湾内掘进，最终超大直径盾构与大断面钻爆法隧道将在海底对接。

设计新风通道——

展开数值模拟分析，提出2.5段通风技术

除了路线设计，还有隧道通风的难题。作为中铁第四勘察设计院(以下简称“铁四院”)二隧项目设计负责人，孙文昊已经从事工程设计25年，但在面对二隧项目时，“找不到可参照的样本，需要我们自己蹚出一条新路”。

按照传统设计思路，海底隧道建设过程中的通风都是利用竖井来实现，通常两端和海中央各有一个，间距五六公里，称为三段式通风。但是，这种方法在二隧却行不通：根据青岛市胶州湾保护条例规定，为保护海域生态平衡，不允许在海域内围填海建设通风井。

“不断摸索，不断创新，一定能找到解决方案。”孙文昊说，一些超长隧道顶部都有隔层，但只用于火灾状态排烟，这些排烟道能

核心阅读

山东省青岛市胶州湾第二隧道项目总长度17.48公里，其中隧道长14.37公里(海域段9.95公里)，这条近万米的海底隧道建成后将成为世界上最长的海底道路隧道。面对复杂的地质条件、艰苦的工作环境，建设团队发扬工匠精神，钻孔勘察、创新设计、精准施工、智慧管理，全力投入隧道建设之中，为保障项目建设顺利开展贡献力量。



否用来日常通风？如果可行，作为疏散救援的服务隧道是否也可用于通风？

这个想法打开了设计团队的思路：利用中间服务隧道作为新风通道送新风进去，在主线隧道的顶部隔出排烟道，将污浊空气排出去，形成送排风闭环。

但是，这样的设计方案是否具有可行性？为此，铁四院在数值模拟分析的基础上，在武汉搭建了几十米长的物理模型进行验证，数据符合要求。由于这种通风方式在海底设置两座送排风井，总体上介于二段式和三段式通风之间，被称为2.5段通风技术，给世界上的超长海底隧道通风提供了一个崭新的解决方案，这也是铁四院的专利技术。

3年来，设计团队完成的隧道土建设计图纸达60余册，共5000多张，摆到一起有兩

米高。“机电系统以及桥梁、房建图纸还发出，全部图纸出完得有150多册。”孙文昊说。

开展施工作业——

一个孔两分钟，两个多小时能完成整个掌子面打孔，偏差极小

在胶州湾西岸，从二隧项目黄岛段入口进入隧道，寒气萦绕，围岩潮湿，地面偶有流水，这里是钻爆法施工现场。钻爆法又称矿山法，就是通过钻孔、放药、爆破的方法进行施工。

在中铁隧道局岩台车负责人何纪超带领下，记者来到1300米掌子面处，此时，洞内已经完全变暗，一面拱形石面堵在前方。

轰鸣声响彻隧道，耀眼的照明灯打在掌子面上，巨型岩台车缓缓驶入，停在掌子面正前方。只见测量员扛着全站测距仪

如何应对突涌水挑战，是二隧项目风险管控的关键，也是项目安全管理需要面对的一项挑战。

有一回，钻爆施工现场，超前水平探孔显示掌子面前方围岩破碎，出水量达到每分钟1000升。二隧项目数字化建造平台及时显示出水预警信息，管理团队迅速做出处置方案。

不仅在突涌水、岩层失稳、坍塌、火灾等灾害中能够及时发出预警信息，二隧项目数字化建造平台汇集了建设方、设计方、施工方、监理方、运营方全部流程数据。早在2020年，二隧公司总经理李翔便提出了打造全过程、全要素、全数据在线的数字建造平台的目标，利用数字化、智能化技术手段保障海底隧道的质量和安全，让二隧成为国内首条数字孪生海底隧道。

“瞧，现在工作人员的信息和位置都显示在这里。”青岛国信胶州湾第二海底隧道有限公司安全与风险管理部副经理张乐打开人员定位模块，数字模拟的隧道路线上，人名随着人员定位实时变动。原来，项目融合了5G融合专网及北斗定位系统，小到安全帽，大到设备、车辆甚至隧道等全部进行了智能升级，可实现现场人员、车辆、装备的实时定位与监控。

国信集团总工程师、二隧公司董事长曲立清说：“二隧项目致力于应用新技术、新工艺、新设备、新材料，全力突破海底隧道智慧建造与施工控制的技术难题。”

杜帅从事司钻工已有10年，如今，他靠眼睛观察就能找准每个点位，打一个孔两分钟，两个多小时能完成整个掌子面打孔，偏差极小。在二隧钻爆段，像杜帅这样的司钻

延伸阅读

全流程监管，保障工程质量

山东省青岛市胶州湾第二隧道需在胶州湾底穿越近10公里，最深处距海平面115米，地质水文条件极其复杂，不仅要穿过活动断裂带，而且花岗岩中穿插着大量侵入岩，裂隙多且有一些导水性好，工程难度成倍增加。

在施工上，二隧采用“盾构法+钻爆法+明挖法”组合施工工法，从胶州湾东西

工超过30人。

应对突发状况——

利用数字孪生搭建智慧平台，提示预警信息

二隧基岩以花岗岩为主，分布着导水性好的张性裂隙，出水量远超其他海底工程。



如何对突涌水挑战，是二隧项目风险管控的关键，也是项目安全管理需要面对的一项挑战。

有一回，钻爆施工现场，超前水平探孔显示掌子面前方围岩破碎，出水量达到每分钟1000升。二隧项目数字化建造平台及时显示出水预警信息，管理团队迅速做出处置方案。

不仅在突涌水、岩层失稳、坍塌、火灾等灾害中能够及时发出预警信息，二隧项目数字化建造平台汇集了建设方、设计方、施工方、监理方、运营方全部流程数据。早在2020年，二隧公司总经理李翔便提出了打造全过程、全要素、全数据在线的数字建造平台的目标，利用数字化、智能化技术手段保障海底隧道的质量和安全，让二隧成为国内首条数字孪生海底隧道。

“瞧，现在工作人员的信息和位置都显示在这里。”青岛国信胶州湾第二海底隧道有限公司安全与风险管理部副经理张乐打开人员定位模块，数字模拟的隧道路线上，人名随着人员定位实时变动。原来，项目融合了5G融合专网及北斗定位系统，小到安全帽，大到设备、车辆甚至隧道等全部进行了智能升级，可实现现场人员、车辆、装备的实时定位与监控。

国信集团总工程师、二隧公司董事长曲立清说：“二隧项目致力于应用新技术、新工艺、新设备、新材料，全力突破海底隧道智慧建造与施工控制的技术难题。”

图①：三臂岩台车在进行炮眼打设作业。 韩文明摄

图②：工人正在检查管片拼接情况。 丁翔摄

图③：盾构段施工现场鸟瞰图。 于永群摄

推动高质量发展·权威发布

以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业，实现新型工业化是关键任务。7月5日上午，国务院新闻办公室举行“推动高质量发展”系列主题新闻发布会，工业和信息化部部长金壮龙等介绍有关情况。

“去年，我国全部工业增加值占国内生产总值比重达到31.7%，在稳定宏观经济大盘中发挥着‘压舱石’的作用。”金壮龙表示，工业和信息化部深入贯彻落实全国新型工业化推进大会部署，推动新型工业化取得一系列新进展新成效。

“去年，我国全部工业增加值占国内生产总值比重达到31.7%，在稳定宏观经济大盘中发挥着‘压舱石’的作用。”金壮龙表示，工业和信息化部深入贯彻落实全国新型工业化推进大会部署，推动新型工业化取得一系列新进展新成效。高端化智能化绿色化步伐加快。2023年，高技术制造业占规模以上工业增加值比重达15.7%，装备制造业占比达33.6%。制造业数字化转型持续推进，重点工业企业数字化研发设计工具普及率达80.1%，关键工序数控化率达62.9%。人工智能正深层次赋能新型工业化，当前我国已累计培育421家国家智能制造示范工厂。绿色制造加快推进，“十四五”前两年，规模以上工业单位增加值能耗累计下降6.8%。

企业实力不断增强。全国规模以上工业企业数量达50.1万多家，高新技术企业数量达46.3万家。

金壮龙表示，今年以来工业经济运行实现良好开局，接下来将扎实推进稳增长、保安全、促升级，巩固和增强工业经济回升向好态势。将继续抓好钢铁、有色、石化、化工、建材、机械、汽车、电力装备、轻工、电子十大重点行业的发展，鼓励支持工业大省“挑大梁”，进一步扩大制造业有效投资，并在优化制造业企业发展环境上下更大功夫。

近年来，我国产业科技创新能力持续提升，布局建设30个国家级制造业创新中心，建立23个国家自主创新示范区和178个国家高新技术产业开发区。

“下一步我们要以构建产业科技创新体系为抓手，大力提升产业科技创新能力，夯实新型工业化根基。”金壮龙说。在关键核心技术攻关方面，实施好国家科技重大专项，充分发挥新型举国体制优势，加快突破一批关键核心技术；实施好国家重点研发计划，强化基础研究、前沿技术和应用示范；实施好产业基础再造工程，提升基础零部件、基础元器件、基础软件、基础材料的质量和竞争力；实施重大技术装备攻关工程，着力突破一批战略性装备。

在强化企业创新主体地位方面，充分发挥科技领军企业和链主企业的龙头作用，推动在企业布局建设更多的国家级创新平台，鼓励支持有条件的企业承担国家科技创新项目；加快高新技术企业认定，专精特新中小企业发展，引导更多人才、资金、技术等创新要素向企业集聚。

在制造业创新平台建设方面，将加大建设力度，进一步优化布局，围绕生物制造等新兴领域，再建设一批国家制造业创新中心；聚焦电子信息、精细化工、重大装备等重点领域，布局建设一批中试和应用验证平台。

在做优做强科技服务业方面，出台推进科技服务业高质量发展的政策措施，发展壮大科技服务市场，培育国际化科技中介机构，促进更多科技成果从样品变成产品、形成产业。

“截至6月底，我国已累计培育专精特新中小企业超过14万家，其中专精特新‘小巨人’企业达到1.2万家。”金壮龙表示，接下来将坚持服务和管理并重，发展和帮扶并举，支持中小企业高质量发展。

在加大对专精特新中小企业的培育支持力度方面，出台支持专精特新中小企业高质量发展的若干措施；联合财政部支持专精特新“小巨人”企业打造新动能、攻坚新技术、开发新产品、强化产业链配套能力；发挥国家中小企业发展基金作用，带动社会资本投入早、投小、投专精特新。

在加快中小企业“上云用数赋智”方面，深入实施中小企业数字化赋能专项行动，开展中小企业数字化转型城市试点，力争到2027年，实现专精特新“小巨人”企业数字化改造全覆盖，专精特新中小企业率先实现数字化转型。

在培育中小企业特色产业集群方面，今年将再培育认定100家左右国家级中小企业特色产业集群，同时，支持各地聚焦县域经济特色优势产业，因地制宜培育省级集群。

此外，还将构建优质高效的中小企业服务体系，切实帮助企业降本、提质、增效。

新型工业化不断深入推进

本报记者 王政 刘温黎

全球智库峰会聚焦应对发展不确定性

新华社北京7月5日电 (记者陈伟伟)第八届全球智库峰会4日至5日在北京举行。来自国内外的近100位前政要、部门领导、国际机构及智库负责人、专家学者和企业界人士与会，围绕合作应对全球发展不确定性、全球经济碎片化和产业链供应链重构等重大议题研讨交流。

本届峰会主题是“直面多重不确定性 共创全球美好未来”。

“确立这个主题，主要是考虑到我们确实面临一个极不确定的世界。”中国国际经济交流中心理事长毕井泉说，世界百年变局加速演进，地缘政治冲突加剧，主要经济体政策分化，经济全球化遭遇逆流，各类风险和不确定性明显增多。这一背景下，更需要对话交流，推动各方携手合作，共同应对全球性挑战。

国家发展改革委副主任赵辰昕说，只有尊重市场经济规律，推进贸易和投资自由化、便利化，拉紧合作的纽带，做大互惠的蛋糕，才能提升全球产业链供应链的稳定性，更好促进全球经济稳定增长。中国将继续

把改革推向前进，加快构建高水平社会主义市场经济体制，继续推进高水平对外开放。

不少与会嘉宾提出，要共同维护自由贸易和多边贸易体制，推进政策协调和对话交流。

西班牙前首相萨帕特罗表示，中国对维护全球稳定与和平至关重要。面临战争冲突、保护主义卷土重来等挑战，在充满不确定性的艰难时期，需要倡导多边主义，建立更加优化、更可持续、更公平的国际秩序，更好助力可持续发展目标的实现。

南非约翰内斯堡大学非洲—中国研究中心主任孟大为说，世界需要重新为多边机制注入活力，推动其重回正轨；要放弃冷战思维；要优化全球金融基础设施，让更多发展中国家享受金融提供的便利；要致力于消除贫困；要提升应对气候变化的能力。

全球智库峰会由中国国际经济交流中心主办，是两年一届的机制性多边国际会议，首届峰会于2009年举行。多年来，峰会聚焦全球经济、金融、可持续发展、安全等重大问题展开讨论，已成为重要的高端对外交流平台。



近年来，江苏南京浦口交通集团不断规范项目设计、建设和运营，以绿色化、数字化、智能化为牵引，科技赋能农村公路基础设施建设，促进交通基建与能源、文旅等深度融合。图为日前拍摄的南京浦口区西部田园风光旅游公路九峰山段。 滕 玥摄(影像中国)

“核心价值观百场讲坛”第145场举办

本报北京7月5日电 (记者张贺)由中宣部宣教局、光明日报社共同主办的“核心价值观百场讲坛”第145场活动5日在山西太原博物馆举行。中国社会科学院考古研究所山西陶寺遗址考古队领队高江涛作了题为《和而不同：陶寺考古揭示的中华早期文明》的演讲。

高江涛首先从陶寺遗址的地理位置讲起，分析了陶寺遗址处于河谷低地和山麓高地之间的地理优势，并从陶寺考古总结出古人立都选址的规律性认识。“在相对封闭的区域环境中，如果这个区域环境优越、土地肥沃、水文适宜，农业社会经济就会迅速发展，进一步促进与政治权力机构和财富分配密切相关的等级制度形成。”他说。

在演讲中，高江涛深刻阐释了陶寺文明在中华文明脉络中所处的地位，认为陶寺文明是中华文明中心逐渐出现的发端。

本次活动由山西省委宣传部、光明网承办。光明网、光明日报客户端对活动进行了现场直播。

本版责编：张彦春 刘渭溪 吴凯 本版制图：张芳曼