

## 固产经观察·走进重大工程一线③

粤港澳大湾区，又一座超大型工程将跨越伶仃洋——

# 深中通道建设扎实推进

本报记者 韩鑫

珠江口，伶仃洋，风云舒卷，碧波荡漾。站在广东中山市马鞍岛远眺，正在建设的深中通道蜿蜒于深蓝海面之上，时而腾空跃起，时而遁入海中，穿行24公里，通向深圳前海。继港珠澳大桥后，这一集“隧、岛、桥、水下互通”于一体的超大型跨海通道将再次刷新多项世界纪录。

从更高的视角俯瞰，深中通道北距虎门大桥30公里，南距港珠澳大桥31公里，是粤港澳大湾区“A”字形交通主骨架的关键“一横”。明年建成通车后，中山至深圳车程将由2小时缩短为20分钟，成为连通珠江口两岸城市群的交通大动脉。超级工程如何建成？“世界之最”何以造就？日前，记者赶赴施工现场一探究竟。

### 海上风筝

仅用4个半月，在茫茫外海筑起一座相当于19个足球场大的人工岛

夏日清晨，从高处望去，海面波光粼粼，深中通道像一只巨大的“海上风筝”正振翅欲飞。这只风筝的“筝面”便是深中通道的西人工岛。为保证伶仃洋水域拥有30万吨级的通航能力，深中通道采取了东隧西桥的设计方案。“东边是海底隧道，西边是跨海大桥，要让二者牵手，先要在海中筑一座人工岛。”深中通道管理中心岛隧工程管理部部长张光亮说。茫茫大海中，“第一子”如何落下？

“外海水深10余米，软土层厚几十米，好比在‘水豆腐’上筑岛，传统的抛石沉箱容易滑落，难以固定。”中交一航局深中通道项目部副总工程师郑伟涛说，团队充分借鉴港珠澳大桥建设经验，提出全新的大型深插式钢圆筒围岛方案，将57个单个直径相当于1个国际标准篮球场长度、13层楼高的巨型钢圆筒打入海床，再填沙成岛。

然而，大海不会轻易顺从人的意愿。海底勘探后，问题摆在面前。“这里的海床结构不仅有厚厚的淤泥，还遍布着深浅不一的硬质夹层，地质条件比港珠澳大桥人工岛的施工条件更恶劣。”郑伟涛告诉记者，在这块凹凸不平的“水豆腐”上施工，很容易出现位置偏差。

“地质问题不解决，一切都是纸上谈兵。”郑伟涛指着不远处的水下深层搅拌船说，它便是破解难题的“功臣”。原来，这艘船就像是一台巨大的搅拌机，其上附着的3根钻管能够深入砂层、注入泥浆、软化地质，从而让钢圆筒更易穿透硬质砂层，精准抵达设计位置。

试验顺利、钢筒就绪，2017年5月1日，筑岛大幕正式开启——万吨巨轮载着首个大钢圆筒，缓缓驶入伶仃洋面，数百名施工人员在海上列队迎接。4000吨级起重船“一航津泰”伸出长长的吊索，稳稳地将液振动锤组和大钢圆筒一同吊起，在自主研发的定位系统引导

下，将其精准置于水中。

一声“振沉开始”，洋面倏地沸腾起来。“嗡嗡嗡——”全球最大十二锤联动液振动锤组同时发力，声若鼎沸，势如虹。3个多小时后，重量超600吨的钢圆筒稳稳插入海底10多米，振沉正位率达到100%。

“相较于港珠澳大桥，深中通道钢圆筒直径更长、重量更大，振沉作业所需的动力也更强。”郑伟涛自豪道，团队在原有八锤联动锤组基础上优化改造，设计制造出十二锤联动锤组，最大施重力达到5900吨，水平领先同行业。首个钢圆筒振沉成功后的几个月里，这项技术先后“复刻”了57次。“强台风‘天鸽’过境后，我们对每个筒进行测量，位置几乎没有变化，无论结构还是稳定性都经受住了考验。”郑伟涛说。

2017年9月18日，随着最后一根钢圆筒振沉到位，西人工岛外围堰如珠玉般勾勒出一只“海上风筝”。仅用4个半月，在离岸数十里的茫茫外海，凭空筑起一座相当于19个足球场大小的人工岛，刷新了快速成岛的世界纪录。

### 海底绣花

32节沉管首尾相接、安放海底，6.8公里长的海底隧道在洋面下“牵手”

“海上风筝”翩然起舞，得有一根坚固耐久的“牵引线”——一段长达6.8公里的海底隧道。

根据隧道工程设计，隧道段要在30多米以下的深海软土层安置32节沉管，实现海底双向八车道通行。这也是目前全球最长最宽的钢壳混凝土沉管隧道。

先不论每节沉管错综复杂的内部结构，单看“体型”，每节标准管节长165米，重约8万吨。要将这32个“大家伙”沉入海底，首尾相接、严丝合缝，确保整个工程在100年的设计寿命中“滴水不漏”，挑战前所未有的。

制造巨型钢壳沉管是第一场硬仗。

珠江口外，珠海牛头岛，历经港珠澳大桥建设，这里已建成世界上规模最大的隧道沉管预制工厂。“根据项目要求，我们需保证每月生产一节沉管。这样一来，钢壳沉管在工厂内的纵向移动必须在1天内完成。做到这一点，智能化是唯一出路。”中交四航局深中通道项目生产副经理罗兵说。

80多次研讨、300多份图纸、23次攻关，一整套智能制造方案出炉：200台自主研发的智能台车同步行走，4小时内将钢壳驮运至浇筑区。紧接着，智能浇筑机器人出马，智能计算浇筑速度、实时控制混凝土下料高度，让每个合格浇筑饱满，最终完成一节钢壳沉管。

造出沉管只是迈出的第一步。从沉管预制厂到西人工岛对接区近50公里，如何把沉管浮运到位，成为新考验。

项目团队首先提出，将原本用于港珠澳大桥沉管建设的两艘安装船加宽，匹配深中通道沉管的宽度。然而，由于两船无法自航，加宽后的船体需在左右两侧加拖轮进行拖带，而已有航道宽度无法满足安装船和拖轮编队的航行需求。如果新造一艘自航式半潜船，周期长，作业风险也大。

怎么办？2016年一次专家研讨会上，时任中交一航局副总经理兼总工程师的李一勇带领团队跃出灵感：能不能将两艘安装船转变为一个整体结构，通过主、侧推装置使其具备拖带动力？

思路一转天地宽。经过一年多的细化、建造、调试，世界首艘沉管浮运安装一体船“一航津安1”从概念化作实物：船长190米、宽75米、深近15米，即使运载8万吨级沉管，也能实现沉管水下50米的精准沉放与对接。

接下来是最严峻的考验：将首节沉管安放至大海深处的预定位置。

2020年6月16日凌晨2点，8万吨重的一节沉管，从牛头岛槽坞中拖出，与2万吨重的一体船合而为一。在8艘拖轮和海事船的伴随下，它们穿过港珠澳大桥，进入伶仃洋航道，经过7次航道转换，克服浅水区航道搁浅、回淤强度大等重重挑战，最终抵达安装点位。

长途跋涉后，沉管开始“深海之吻”：操作员通过锚机将沉管缓缓下放到海底床面上，通过水压接力排出多余的水，沉管与固定管节“紧紧相拥”。

从首节沉管“首秀”圆满到最后一节沉管安装成功，海底安放32节沉管，用了整整3年。今年6月9日中午，一体船指挥大厅内，150多名技术人员严阵以待。通过北斗导航系统查看，海下作业一览无余：最后一节沉管稳稳安放在指定位置，之后通过千斤顶系统将最终接头缓缓推出，接着压合、对准、密封。

“E23管节出坞、浮运、安装全部完成，最终接头推出完成，测量塔及潜水探测显示精度满足要求！”中交一航局深中通道项目部常务副总工程师宁进进兴奋地在现场报告。

近70个小时的紧张，顿时化作一片欢腾。所有人都知道，这意味着，深中通道海底隧道成功合龙，深圳和中山两市在伶仃洋海底实现“牵手”。

6月11日凌晨，伶仃洋上升起了庆功的烟火，它们腾空而起，划破夜空，映红了海上围观的张张笑脸。

### 风中穿针

世界最大海中锚碇拽起世界最高通航净空海中大桥，270米高空架设199根钢丝绳股组成的主缆

如果说隧道是藏在水下的一根“隐线”，那么桥梁便是牵着“海上风筝”腾空而起的

“放飞线”。

这是一根绝不简单的线。它全长约17公里，自中山马鞍岛上引桥，经中山大桥，过伶仃洋大桥，最终连接西人工岛。其中伶仃洋大桥以1666米的主跨，成为世界最大跨径全离岸海中钢箱梁悬索桥，还拥有270米的主塔成为世界最高通航净空海中大桥。

为保证通航能力，伶仃洋大桥船舶通航净高达76.5米，为世界最高。要实现这样的通航净高，就得在伶仃洋上建造两座更高的大桥主塔。

“大跨径的悬索桥，要求有更牢的锚碇作受力结构。”顺着中交二航局深中通道项目部副经理廖文龙手指的方向，在主缆和海面相接处，一块巨大的“秤砣”稳稳扎在海中。“伶仃洋大桥单个锚碇重达170万吨，是世界最大海中锚碇。它就像是拔河时队尾那个人，要靠体重拽住大桥主缆，承受整个桥梁和车辆的重量。”汪洋大海毫无支撑，该从何下手？

筑人工岛，将海上施工转化为陆上施工。人工岛旁连接着一片半个足球场大小的生活平台，130个集装箱集聚成的“小镇”，成了工人们口中的“海景房”，一待便是4年多。“最长的一次，3个月都没下过岛，白天听海浪，夜里看繁星。”廖文龙清晰记得下岛的日子——今年4月28日，“那是大桥合龙的日子，一切坚守都值得了。”

锚碇嵌入深海，主塔高高耸立，两条悬空的绳索将二者紧紧相连。这绳索便是大桥的主缆，也是悬索桥的“生命线”。

“欲架悬索，先走猫道。”中交二航局深中通道项目部副经理张平说，作为架设大桥主缆铺设的空中施工通道，猫道贯穿了整个悬索桥上部结构施工过程。

钻进紧贴主塔而建、五尺见方的升降机，移步施工平台再爬上两层楼梯，记者来到了距海面270米、约90层楼高的塔顶，彻底凌空的猫道映入眼帘：两条绵延3公里、宽仅4米的空中走廊飞越航道，底部钢丝绳扎成面网，两旁是及腰栏杆。鼓足勇气，碎步上前，头上白云

飞流，脚下波涛翻滚，不禁腿脚发软。两个多月里，施工人员正是在这样的百米高空来回穿梭，给大桥“穿针引线”——将199根钢丝绳股，一根根牵着锚头，从一端移到另一端横移入锚，最终组成直径1米、强度足以承受15万吨重量的主缆。

“我们每个人都是‘走钢丝’的人，而且走的是世界海中最高、最长的‘钢丝’。”从2007年开始造桥，这是张平参与建设的第七座悬索桥，“要建造施工标准最高的世界级大桥，每个人、每一天、每道工序都不能有丝毫懈怠，这就是伶仃洋大桥对我们建桥人的要求。”

目前，深中通道全线桥梁已全部合龙，正紧锣密鼓进行桥面附属设施施工。沿着桥梁一路向东，人工岛、海底隧道后续工程建设正酣，一只连接珠江口两岸城市群的巨大“海上风筝”跃然海面，成为伶仃洋上的一道壮观风景。

下图：深中通道伶仃洋大桥景象。杜才良摄

## 固现象台

要不断释放人才红利、驱动产业发展，需要我们持之以恒提升职业教育水平，特别是让职业教育与产业发展相向发力

# 让职业教育与产业发展相向发力

刘志雄

江苏苏州，职教园区入驻14所高职院校，在校师生近10万人，与智能制造、光电通信、生物医药等行业龙头企业深度融合，更好满足产业需求。

福建泉州，50所职业院校每年输出近5.6万名技术蓝领，毕业生多数留在当地就业，有效补充了民营企业大量中高端技术技能人才岗位。

四川宜宾，紧紧围绕动力电池、数字经济等主导产业组建了一批现代产业学院，不断集聚的人才资源助力当地成功抢滩数字经济新蓝海，走出一条产教城一体发展的新路子。

技能人才，产业发展不可或缺的生产要素。无论是一家企业提升市场竞争能力，还是我国建设现代化产业体系，都离不开大批扎根生产一线的高技能人才。当前，我国技能人才总量超过2亿人，占就业人员总量的26%，其中高技能人才超过6000万人。看规模，总量不低，看比例，仍需努力。在一些发达国家，高技能人才在就业人员中的比例往往达到30%以上，而我国这一比例仍只有8%。总体看，培育高技能人才的任务还很艰巨。

培育高技能人才，职业教育是重要抓手。目前，我国已建成全球规模最大的职业教育体系，拥有1万所职业院校、3000多万名在校生，蕴含着巨大的人才红利。近年来，在现代制造业、战略性新兴产业和现代服务业等领域，一线新增从业人员70%以上来自职业院校毕业生。要不断释放人才红利、驱动产业发展，需要我们持之以恒提升职业教育水平，特别是让职业教育与产业发展相向发力。

一方面，从职业院校入手，紧紧围绕产业需求培养高技能人才，力求“以产定教、以产改教、以产促教”。首要的是优化职业院校专业设置，推动专业“跟着产业走、围着需求转”。这些年，新能源、新材料、人工智能等战略性新兴产业蓬勃发展的同时，护理、康养、托育、家政等服务业市场需求不断扩大。职业院校要瞄准这些与日俱增的新需求，加快培养相关领域人才。随着钢铁、纺织、建筑等传统行业升级步伐越来越快，人才培养也要适应趋势性变化，及时更新教程。专业与产业联动调整，才能不断提高技能人才与产业需求的匹配度，为产业发展源源不断地输送优质人力资源。

另一方面，要让企业成为办学育人的重要主体，加快培育建设产教融合型企业。10多年前，福建一家锂电池生产企业为解决用工难题，投资设立了技师学院，实现了“校中厂、厂中校、前厂后校”。这些年，技师学院为这家企业和电子行业相关企业输送近3万名技能人才。企业负责人发现，这家学院培养的学生进入企业工作后，劳动生产率大幅提升，员工稳定率也更高。随着国家发展改革委提出“到2025年，建设培育1万家以上产教融合型企业”的目标，这种行之有效的做法还将在更大范围内得到推广。更多有实力的企业兴办职业院校，把员工培养前置到学校中，将有效降低人才培养的时间成本和经济成本，实现校企双赢。

围绕产业结构升级而“转”，随着市场需求转变而“动”，紧跟社会发展需要而“变”。推动教育和产业统筹融合、良性互动，将为建设人才强国、推动人口高质量发展带来有力支撑，也将为加快建设现代化产业体系、赢得国际竞争优势注入源源不断的动力。

## 固资讯速递

### 废旧家电回收处理体系将更完善

本报电 日前，国家发展改革委等部门组织开展第二批家电生产企业回收目标责任制行动，鼓励更多家电生产企业在拓展回收渠道、创新回收方式、优化存储设施、畅通运输网络、加强流向管理、提升处理能力和资源回收利用等方面积极探索，助力完善废旧家电回收处理体系。2022年，第一批家电生产企业回收目标责任制行动启动。海尔、格力、TCL、长虹、美的、海信6家企业积极参与，在构建回收网络、建设信息化平台、提升拆解能力等方面探索出不少经验。（刘志雄）

### 多部门推进汽车客运站转型发展

本报电 前不久，交通运输部等部门单位联合印发相关通知，加快推进汽车客运站转型发展，提出优化客运站空间布局、等级结构和功能，从大站集散向多点串联转变，支持客运站与高校、商超、医院等客流集中地设立停靠点，在机场、火车站布设客运车辆上落客区。近年来，受公众出行习惯变化、客运服务结构优化升级等因素影响，客运站转型发展需求日益迫切。下一步，有关方面将稳妥有序优化调整客运站存量规模，优化功能区划分，提高资源利用效率，降低运行成本，支持客运站规范开展停靠点运营。（韩鑫）

本版责编：丁怡婷  
版式设计：汪哲平

## 固新视点

# 中央企业全力保障用能用电需求

本报记者 丁怡婷 李心萍

内蒙古鄂尔多斯，国家能源集团准能哈尔乌素露天煤矿作业繁忙，18米高的电铲车，一铲就能挖下50吨煤炭。3公里外的全智能装车站，80吨煤炭装满一节火车车厢仅需55秒。7月份，准能集团装车1300列、共540万吨煤炭，同比增加4万吨。“准能调度指挥中心主任张建成介绍，

7月26日，南方电网7座抽水蓄能电站日发电量首次突破5000万千瓦时，创历史新高；8月11日，三峡集团长江电力运行管理的

六座梯级电站，百台机组同步运行，单日发电量超10亿千瓦时……进入用能用电高峰期以来，煤炭、发电、电网等中央企业压实责任、持续发力，战高温、保安全，全力保障民生和经济社会发展用能用电需求。

煤炭产量稳步增长。煤炭企业在确保安全的前提下，加快释放煤炭优质产能，确保电煤安全稳定供应。6、7月份，中煤集团商品煤产量完成4045万吨、创同期历史新高，优先保障民生电力企业用煤供应，同时积极参与国家

煤炭储备基地建设。国家发展改革委组织签订电煤中长期合同，实现发电用煤全覆盖，迎峰度夏期间统调电厂存煤保持接近2亿吨的高位水平。

发电机组应发尽发。作为江苏南部地区主力电源点，华能太仓电厂4台机组全力运转，单日最高负荷率达84%。火电顶峰能力充分发挥的同时，国投雅砻江世界海拔最高的水光互补电站投产，三峡集团全国海拔最高风电场并网发电，国家电投推进“综合智慧零碳电

厂”开发建设，实现对各类分布式能源、储能和负荷的整合调控，风电、光伏等清洁能源在迎峰度夏期间的保供能力充分发挥。7月份，风电、光伏发电量同比增长25%、6.4%。

电网调度余缺互济。“东北电”跨越2000多公里首次进入四川，闽粤联网工程助力福建广东电力互补，白鹤滩—浙江特高压直流工程全容量投产……发挥大电网统一调度优势，推动跨省跨区电力余缺互济，全国电力安全保供能力稳步提升。上半年，国家电网区域各电力交易中心累计组织完成市场交易电量4268.2亿千瓦时，同比增长2.2%。

国务院国资委相关负责人表示，将支持中央企业加大优化能源结构布局、加速新型电力系统建设，持续提升中央企业在能源电力保供方面的支撑和兜底作用。