

★ 高技术前沿

在10月23日上午举行的港珠澳大桥开通仪式上,习主席用“圆梦桥、同心桥、自信桥、复兴桥”来形容这一世纪工程。港珠澳大桥像一条海上巨龙,连通香港、珠海、澳门,不仅惠及三地,还将对整个珠三角区域的社会经济发展起到极大推动作用,标志着我国从桥梁建设大国向桥梁建设强国迈出了坚实一步。

自2009年12月动工以来,港珠澳大桥的建设者们面对重重考验,运用多项尖端科技,攻坚克难推进工程建设,取得了500多项专利技术。在解决最长沉管隧道、外海人工岛、超大规模外海钢桥等世界性难题中,建设者们独创的一系列新成果发挥了至关重要的作用。

港珠澳大桥跨越了什么——

海上巨龙昭示的科技自信

■刘晓东 黄浩 本报记者 郭晨

人工岛,打造超级工程的海上“基座”

港珠澳大桥海底隧道是我国首条外海沉管隧道。隧道建设的第一战,就是要以最快的速度在海中建起两个离岸人工岛,实现海中桥隧转换衔接。

在港珠澳大桥建设之前,我国建造外海人工岛的技术积累几乎是空白。在水深10余米且软土层厚达几十米的深海中,如何打下这个超级工程的“基座”,成为大桥岛隧工程项目部团队面临的难题。

在外海造人工岛,既要解决工程技术难题,也要兼顾保护中华白海豚国家级自然保护区的生态环境,需要平衡的因素很多。建设团队反复研究论证,创新提出了用大直径钢圆筒围造人工岛的思路。这一史无前例的创新工艺,在国内外没有经验借鉴,建设团队花了大半年时间设计、论证、实验。

经过多方面专家论证,超大直径钢圆筒、液压振动锤联动的优化方案被正式采纳为最终方案,这也成为港珠澳大桥岛隧工程的一项创举。两个人工岛建设共用了120个直径22.5米、最高50.5米、重达500吨的钢圆筒,242个副格,每个钢圆筒都相当于一栋高层住宅楼。这些钢圆筒分批建造,再由8万吨级远洋运输船从上海运到珠江口,在工程中使用如此重量级的运输船,在国内尚属首次。

港珠澳大桥的岛隧工程,采用了世界首创的八锤联动液压振动锤和“钢圆筒沉管管理系统”,为超大钢圆筒沉管安装了“眼睛”。在伶仃洋海面上,1600吨起重船“振浮8号”吊着沉管系统和钢圆筒,在自主研发的“钢圆筒沉管管理系统”的引导下,实现了准确定位。

2011年5月中旬,液压振动锤将首个钢圆筒沉入水底,插入泥中21米,垂直度偏差小于五分之一,港珠澳大桥岛隧工程首个世界超直径、超深埋深、超大体量钢圆筒顺利沉放,揭开了西人工岛岛壁结构施工序幕。同年9月,随着第61个巨大的钢圆筒稳稳插入珠江口开阔的海面上,港珠澳大桥海中西人工岛主体结构宣告完成。

在221天内,120个巨型钢圆筒在伶仃洋海面围成两个小岛,实现了“当年开工、当年成岛”计划,创造了钢圆筒单体体量、沉管精度、沉管速度等多项世界纪录。



33次“海底之吻”,建成世界最长海底沉管隧道

在港珠澳大桥建成之前,世界上比较长的现代沉管隧道,只有丹麦与瑞典之间的厄勒海峡沉管隧道和韩国釜山-巨济的沉管隧道两条,长度分别为3.5公里和3.2公里。港珠澳大桥的海底隧道为6.7公里,建设面临海底隧道最长、隧道埋深最深、单个沉管体量最大等世界性难题。

在无任何国内外经验可借鉴的情况下,大桥岛隧工程团队对外海深水沉管安装新技术及装备进行独立研发,并取得一系列技术突破。

岛隧工程的沉管段总长5664米,共分33个管节,每个标准管节长180米、宽37.95米、高11.4米,单节沉管重7.4万吨,最大沉放水深44米。工程采用节段式柔性管节结构,施工时采用8艘大马力全回转拖轮协同作业,配置深水无人沉放系统的国内首条安装船通过遥控等技术,调整管节姿态实现精确对接。

在施工中,团队创造了“半个月连续安装两节沉管”“极限3毫米对接偏差”等多个纪录,采用主动止水沉管隧道最终接头,化被动止水为主动水压止水,变人工作业为机械化作业,降低了水下作业强度,确保了施工质量。

为了保障工程需要,珠海牛头岛建设了目前世界上最大的沉管预制厂,为大桥的海底隧道制做33个巨型沉管。其中,有5节是半径5500米的曲线段沉管,首开曲线沉管工厂法预制先河。2013年5月,岛隧工程顺利完成首节沉管的海上浮运,并实现隧道与人工岛转换的首次对接。在经过33次“海底之吻”后,沉管隧道终于建成。

在沉管安装到海底基槽过程中,需要精确测量其左右、上下以及倾角方向的摆幅。沉管运动为超低频,需要灵敏度极高的传感器进行监测。国内某传感器技术企业深入分析深水管节对接运动特性及监测需求,运用国内最先进的微机械陀螺仪和高精度倾角传感器,构建了一套创新的管节运动姿态监测方法,在关键的前端设有多个备份传感器,保证了测试信号的准确可靠。

“搭积木”模式,拼装抗风、抗震高强度桥梁

2014年1月19日,港珠澳大桥首跨钢箱梁在深海区架设成功。“驯服”这个长132.6米、宽33.1米、重2815吨的庞然大物,标志着港珠澳大桥主体工程取得了又一个阶段性突破。

海上埋置式桥墩施工是桥梁部分工程的亮点,188个桥墩承台需埋入海床以下。施工时分别采用了大圆筒

方法安装、分离式柔性止水和双壁钢筒围堰三种不同方案,解决桥梁埋置式承台施工难题,实现了装配化施工。

考虑到环保需求,施工单位采取工厂化生产、机械化装配的模式,像搭积木一样建桥,颠覆了以往的桥梁建筑方式,也为我国培养了一批工匠式的职业工人,同时把构件作为产品生产,也保障了大桥的质量和耐久性。桥梁上部结构大规模采用钢箱梁,打造了全新的自动化生产线、智能化的单元组装和焊接机器人焊接专用机床,提升了我国大型钢结构制造工艺水平,推动了行业技术进步。

港珠澳大桥建设过程中,离不开桥面吊装作业,其吊装施工中所用的高性能吊索,是国内某公司和研究院耗时10多年才研发成功的。这种吊索虽然只有头发的十分之一粗,但做成缆绳后比钢索强度高,而且非常柔软,以重量轻、强度高、耐腐蚀等特点,广泛应用于国防、军工及民用领域。

港珠澳大桥具备抵抗8级地震能力,与其安装的橡胶隔震支座密切相关。其中最为关键的技术就是位于桥梁支座中间的高阻尼橡胶。该支座在试验中可吸收、消耗40%以上的振动能量,承载力约3000吨。

港珠澳地区,每年都会遇到台风,桥梁的安全监测至关重要。在进行港珠澳大桥的设计时,除了采用更好的建设技术保证桥梁建设质量及运行安全外,强大的传感检测器也不可少。港珠澳大桥上有液压测力传感器、力矩传感器、重力传感器等数千

种传感器,共同构成了一套高精密度感知系统,对隧道内的风速、温度、湿度、压力、气压差,以及二氧化碳、氮氧化物和微颗粒的浓度等参数进行实时监测,实现对桥梁“健康状况”的精准判断。

智能化设计,三地车牌平均识别时间只需0.3秒

港珠澳大桥交通工程,包括收费、通信、监控、照明等12个子系统,也取得了多项突破性科研成果。

在港珠澳大桥通行的车辆,不仅有统一格式车牌的大陆车,还有车牌格式多样的香港和澳门地区车辆。大陆和香港实行不同的过路收费模式,而在桥上混跑的三地车辆又必须一次快速完成计费。不同收费模式的软件和代码区别很大,要使二者兼容,难度可想而知。

技术攻关团队从软件代码及软件程序着手攻关,邀请香港的技术专家参与开发。根据实验测试情况不断修改,仅测试版本修改就达到136次,在国际上首创兼容不同制式的收费模式。经过1000余次的模拟测试,车牌平均识别时间缩短到0.3秒。

在港珠澳大桥管理局的巨大屏幕上,大桥任意监控点的实时视频随时显示。只要轻点鼠标,屏幕上就能显示出三维立体画面。如果某个点位发生事故灾害,视频监控可随时捕捉,信息传递到监控终端,警报在几秒钟内就会响起。

在港珠澳大桥上的青州航道桥上,巨大的“中国结”巍然屹立,与大桥等宽的折盘式材料铺设的。受大风、温度和载重等多种因素影响,大桥会发生一定位移,需要每隔一段距离设置伸缩缝,各种电缆在通过桥梁伸缩缝处时,会承受较大的张力,容易造成金属护套断裂与绝缘损坏,使大桥的通信与照明陷入故障。

为使电缆能够自由伸缩,项目部联合相关设计院和厂家,共同研究破解难题。历经5个月的安装调试和近一年的运行观测,应用于港珠澳大桥的4种伸缩量、7种安装形式的74套电缆伸缩装置,全部满足设计要求,还能满足电缆弯曲半径、设备抗震要求,在国内外同类产品处于较高水平,填补了国内长大桥梁电缆相关技术空白。

图为港珠澳大桥的青州航道桥。(图片由中交公路规划设计院有限公司提供)

★ 科技云

科技连着你我他

■本期观察:杨飞 冯鹏 纪捷

士兵隐身

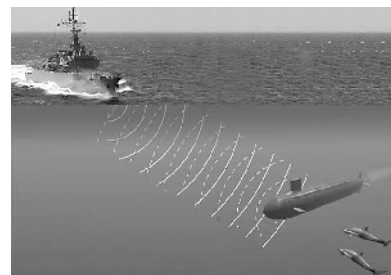


战场上,如若能研制出一种可以像变色龙那样具有模仿周围环境能力的伪装材料,让士兵实现“隐身”,将大幅提升士兵的战场存活率和突防能力。

近日,英国《太阳报》网站发表了题为《俄罗斯研制出能让士兵隐形的“变色龙”作战头盔》的报道。这款头盔的隐形,主要依靠伪装材料中大量加入的微型发光粒子。这种粒子由纳米技术制成,当周边环境变化时,能主动感知并做出相应调整,使伪装材料变成与周围环境一致的隐蔽色。同时,微型发光粒子对光谱具有反射性,能有效应对战场侦察雷达、被动夜视仪、人体气味感应器、磁性探测器及其他电子和光学器材的侦察,使得士兵可以在敌人侦察设备面前完全隐身。

据悉,“变色龙”头盔其表面材料已经成功通过初步试验阶段,将在最近的博览会上展出,并首先装备狙击手和侦察兵。

潜艇隐身



众所周知,声呐是用来探测发现水下潜艇的重要技术手段。当声波与各种天然材料接触时,会向四周反弹并扩散,声波的能量也会逐渐减弱。若想成功避开声呐的侦测,除非让数据或能量无损地通过这些波散射媒介。

近日,瑞士洛桑联邦理工学院开发出一种使声波无失真地穿过无序媒介的系统,该系统采用微型扬声器作为声学中继器,控制声波的增强、减弱或者相位移动,从而抵消声波碰到障碍物时发生的散射,消除从潜艇等物体上弹出的声波,使声呐无法检测到它们,达到潜艇隐身的目的。

据悉,这种有源声学控制方法,有望应用于包含普通环境频率的声音,而且新研究背后的理论同样适用于光波或无线电波,因此能使物体隐身。

战机隐身



军用飞机常采用外壳蒙皮技术实现机身的隐身,但对玻璃窗的隐身一直是个难题。以隐身著称的F-22战斗机,在参加范堡罗航展地面展示时,被意外捕捉到了红外辐射信号,而这信号就源于玻璃窗。可见,军机玻璃的隐身变得至关重要。

近日,位于俄罗斯西部奥布宁斯克市的技术公司研发出一种新型镀膜技术,通过磁控溅射镀膜技术,使聚碳酸酯、某些金属及金属氧化物在军机玻璃窗外表面凝固并沉积,形成多层镀膜,使玻璃窗对敌方雷达波的吸收率从40%提高到80%,从而达到隐身效果。

此外,使用该技术制成的军机驾驶室玻璃窗,整体重量比原先减轻约50%,并具有更好的抗撞击性、耐磨损性和透光性,让飞行员在外部光线昏暗的环境下能有更佳视觉。

★ 论 见

积极应对“量子霸权”

■杨建 袁野

2018年,“量子霸权”成为一个热词,频频见诸报端。其实,此“霸权”非彼霸权,“量子霸权”是一个量子计算发展程度的标志,意思是当量子计算机发展到50个左右量子比特时,其计算能力将超越世界上最快的传统计算机,从而“称霸”于计算领域。可以说,其对推动信息科技跨越式发展、维护国家安全,具有非同寻常的意义。

量子理论诞生于1900年,此后科学家发现了量子纠缠现象,催生了许多重大发明,也推动了第一次量子革命,人们开始在信息科学中运用量子理论和技术,并提出了量子计算的概念。2012年,法国和美国科学家找到了测量和操纵单个量子系统的“突破性方法”,并获得诺贝尔物理学奖,为第二次量子革命吹响了号角,世界主要国家纷纷加入量子计算研究的行列。美国国防高级研究计划局专门制定了“量子信息科学与技术发展计划”,欧盟从2018年开始投入10亿欧元实施“量子旗舰”计划,

日本、加拿大、澳大利亚、荷兰等国也都在量子计算领域投入巨资加快科研进度。

量子计算为何受到如此青睐?这主要源于量子计算相较于传统计算机而言,是理论上的颠覆式超越。量子计算是一种利用纠缠的量子态作为信息载体,利用量子态的叠加原理进行计算的模型。它的突出之处就在于,超越了传统计算模型中一个比特只能表示“0”或“1”,而每个量子比特可以同时表示“0”“1”以及混合状态。正因如此,量子计算机具有极高的并行计算能力,在大数分解、复杂路径搜索等计算难题的处理方面,远远超越了传统计算机。以量子计算为基础的信息处理技术,可为密码学、大数据、人工智能、材料

科学、核反应模拟等众多领域的研究提供前所未有的强力手段,对人类社会多个方面都将产生革命性影响。

2017年底,IBM公司抢先发布了研制成功50量子比特计算机的消息。今年初,英特尔公司宣称已经生产出了49量子比特芯片,谷歌公司紧随其后发布了72量子比特计算机处理器,微软也宣称近期将发布里程碑式的重大成果。在不同的模式下,加拿大的D-Wave公司甚至推出了2000量子比特的计算机模型。尽管目前所推出的量子比特数接近或超过“量子霸权”所要达到的指标,但量子纠缠操纵精度、相干特性等质量上的不足,使其大打折扣,与之相配套的软件、算法也刚刚起步,因而距“量子霸权”还有很

长的路要走。

尽管难度很大,但有关国家和国际巨头公司已全力“参战”,这是一场关乎未来信息科技主导权的竞争。在这场竞争中,一旦哪个国家突破了量子技术,就能够在经济、科技、军事等方面迅速形成显著优势。美国《华盛顿邮报》曾报道:“美国国家安全局正在加紧研发性能强大的量子计算机,如果成功,将破解全世界任何公钥加密算法。”其以“量子霸权”攫取“信息霸权”“网络霸权”的意图昭然若揭。

我国量子计算研究虽然起步较晚,但近年来随着国家大力实施创新驱动战略,重点布局、扎实推进,在多个领域连续取得突破性进展,在基于光子纠缠的量子计算研究等方面