

科研人员为港珠澳大桥开展了300多项技术攻关——

科技托起桥梁界“珠峰”

经济日报·中国经济网记者 余惠敏

创事记

全长55公里的港珠澳大桥，被誉为桥梁界的“珠穆朗玛峰”，是世界上最具有挑战性的超级工程之一，也是世界最长跨海大桥。作为连接香港、珠海、澳门的超大型跨海通道，港珠澳大桥集桥、岛、隧于一体，形如巨龙，卧波穿海，通车后，三地车程将由3小时缩短至半小时。

自2003年起，全国先后有200多家科研单位、上千名科技工作者为这项工程开展了300多项科研攻关，累计投入近5亿元，创建工法逾40项，获得发明专利逾百项，发表论文逾500篇。“国家重点科研力量的支持，为港珠澳大桥的顺利完工提供了有力支撑。”港珠澳大桥管理局总工程师苏权科介绍，与目前国际上已建成的跨海桥隧交通集群工程相比，港珠澳大桥的工程规模和建设难度是最大的。

从2009年12月开工至今，港珠澳大桥主体工程已全线贯通，年底前将具备通车条件。在这个最后冲刺阶段，经济日报记者现场探寻这座超级工程背后的高科技密码。

跨海架钢梁

作为世界上用钢量最大的桥梁，港珠澳大桥仅主梁钢板用量就高达42万吨。建设者把钢全部变成钢组件，再运到现场拼装起来。

港珠澳大桥主体工程包含22.9公里主体跨海桥梁及6.7公里的沉管隧道。当记者坐上汽车，从珠海洪湾这端驶上大桥，感受到的是双向六车道的平坦通畅。这座前后都望不到头的大桥上，建有3段斜拉桥，分别是“风帆”“海豚”“中国结”造型，寓意深远。

作为世界上用钢量最大的桥梁，大桥仅主梁钢板用量就高达42万吨。“这相当于10座鸟巢或60座埃菲尔铁塔的重量。”苏权科说，建设者把这42万吨钢全部变成钢组件，再把它们一件件运到现场拼装起来，就像小朋友搭积木一样。

搭积木体现了大桥施工的“四化”理念：通过“大型化、工厂化、标准化、装配化”施工，把粗糙的土木工程变成精密制造、精密安装，满足工程质量、工期和安全的需要。

搭积木，要先做出积木构件。港珠澳大桥的巨型组件，许多是采用我国自行设计生产的大型装备来建造。为建造大桥而建设的巨型厂房，就坐落在大桥附近区域，一个个数千吨乃至上万吨重的构件——包括桥墩、桥塔、海底沉管等，就是在厂房内由大型自动化设备流水线生产出来，之后由巨轮运往现场，再采用大型吊装或沉放设备进行安装。

港珠澳大桥管理局副局长余烈告诉记者，天地间“搭积木”的技术难度大，涉及主体结构、人工岛建设、大规模工业化制造、水下结构止水技术、海上装配化埋置式承台施工等诸多方面，为此，国家科技支撑计划从2010年起启动了“港珠澳大桥跨海集群工程建设关键技术研究与示范”项目，涉及大桥建设各项难点，发挥了科技支撑作用。

港珠澳大桥还是国内第一次采用机



器人焊接的钢桥。港珠澳大桥管理局副局长柴瑞介绍，钢桥焊接时，钢材料在不均匀的加热和冷却收缩后，会产生很大的自身应力。“所以我们采用多头焊接机器人来实现均匀焊接。多头焊机同时焊接，避免了冷热不均，消除因焊接工艺产生的内部应力。”

“搭积木”式大桥建设中，曾出现过高度达106米、重量超3000吨的钢塔在海上“空中转体90度”再以高精度安装的精彩场面，是国内外建桥史上前所未有的壮举。“如果不是国家的整体科研和装备实力进步到了现在的水平，这样的整体设计是不可能完成的。”苏权科说。

沉管接长隧

水下近50米建设深埋沉管隧道，在国际上被视为“技术禁区”。对此，建设者开展15大类、136项专题研究，突破了许多世界性难题。

汽车驶过主体跨海桥梁后，就到了西人工岛，在岛上，汽车从地上钻入地下，穿过6.7公里的海底隧道，再从东人工岛钻出地面，就能驶上大桥香港段。

这一段岛隧工程，是港珠澳大桥的关键。由于此地海空航运繁忙，大桥要满足30万吨级巨轮通行需求就得建高，要满足附近机场航班降落限高需求又得建矮，因此不得不沉入海底，搭建深埋沉管隧道成为这一段工程的最佳选择。

港珠澳大桥岛隧工程建设前，海底沉管隧道关键技术一直掌握在少数发达国家手中，技术引进或合作的代价极其高昂，且部分技术对我国实行封锁。

水下近50米建设深埋沉管隧道，在国际上被视为“技术禁区”。沉管隧道建设的技术研究成为科研攻关的重中之重。

隧道关键技术课题负责人徐国平介绍，岛隧工程项目自2010年年底成立以来，总计开展15大类、136项专题研究，在外海快速筑岛、沉管隧道设计施工、工厂法沉管预制、外海沉管浮运安装、深水沉管隧道最终接头专用设备研制等方面取得了重大突破。

我国首创了外海大直径深插钢圆筒快速筑岛技术。海底隧道的入口和出口是东西两座人工岛，每座都相当于3个足球场大小。按传统围堰筑岛工艺需3



上图 港珠澳大桥青州航道桥采用了“中国结”元素，造型优美。

左图 港珠澳大桥管理局总工程师苏权科介绍港珠澳大桥的规划图。

本报记者 余惠敏摄

年成岛，将对海域环境造成严重影响。而按新技术方案，一次性把直径为22米的120个巨型钢圆筒插入海底，在中间填土一次成岛，中国人创造了221天筑成两岛的世界工程纪录。

港珠澳大桥的岛隧工程还是世界首例深埋沉管，我国技术人员创造性地提出“半刚性”沉管新结构，与国外专家提出的“深埋浅做”方案相比，节省了工期，节约投资约10亿元，并且做到了沉管接头不漏水。

水中的沉管隧道由33节钢筋混凝土沉管管节及1个钢壳混凝土最终接头组成，单节沉管管节标准件重达7.6万吨，这些沉管在海底环境对接安装，难度堪比航天器交会对接。

“深埋属于沉管工法禁区，没标准可参考。”徐国平说，为打造世界最长的外海深埋沉管隧道，施工方配置国内首条采用深水无人沉放系统的安装船，通过信息和遥控技术，实现管节姿态调整、轴线控制和精确对接。

通过科研攻关，我国掌握了具有自主知识产权的外海沉管安装成套技术，创造了1年安装10节沉管的“中国速度”，大大领先于国际先进水平。

百千年大计

港珠澳大桥的设计寿命达120岁，是中国桥梁在设计、施工、材料研发、工程装备等各方面成果的集中展示。

这个超级工程其寿几何？“港珠澳大

桥能‘活到120岁’。”苏权科说：“它还能抗16级台风、8级地震。”

“120年我们是第一次做。南海含盐量高，腐蚀严重，最开始大家心里打鼓，这事能不能做成？”港珠澳大桥工程耐久性课题负责人王胜年说，我国耐久性技术发展很快，新材料、新工艺方面取得的成果为课题顺利进行奠定了基础。

港珠澳大桥的耐久性设计依据我国南海腐蚀暴露实验30多年观测数据的积累成果，对所有指标进行定量分析设计，赢得国际同行的高度评价。

不仅是设计寿命高标准，港珠澳大桥建设在很多方面都体现了以科技引领工程建设的理念。

比如对防灾减灾的设计及应用。建设者在福建漳州专门修建了150米长的足尺沉管隧道实验平台，利用3年时间对大巴、中巴、小汽车进行燃烧实验。在世界上首次获取了火灾中隧道内的温度、烟雾流速、浓度等第一手数据，形成了港珠澳大桥沉管隧道防灾减灾的成套关键技术。

根据实验测试，隧道防火设施能在1200℃高温下，保证沉管结构在2小时内不受破坏。苏权科说，人工岛设立有海上救援平台，如果隧道内发生事故，救援力量3分钟就能到达；桥面发生意外，5分钟至7分钟内赶到。

余烈表示，港珠澳大桥工程是过去数十年中国桥梁在设计、施工、材料研发、工程装备等各方面成果的集中展示，它的建设也拉动了我国交通行业的升级换代和技术进步。

网络商品交易和服务、消费者权益、网络侵权等面临新问题——

大数据时代，个人信息如何保护

本报记者

李万祥

紧密。如何切实保护用户权益、促进数据合规运用、建立公平有序的竞争环境，已成为摆在数据合规发展面前的问题之一。

2017年9月，微信、京东商城等10家互联网产品和服务的企业共同签署了个人信息保护倡议书，承诺尊重用户知情权和控制权、遵守用户授权、保障用户的信息安全、保障产品和服务的安全可信、联合抵制黑色产业链、倡导行业自律、接受社会监督等。

腾讯集团法务副总裁江波表示，坚持“开放透明、用户控制、数据安全”的隐私保护原则，需要通过设计保护隐私，在切实保障用户数据安全的基础上，不断提升数据安全保护水平，规范大数据使用。

大数据是新时代的新型财富和资源。在数字经济的浪潮中，网络商品交易和服务、消费者权益、个人信息保护、数据争议、网络侵权等方面出现了一些新情况、新问题。对此，专家分析认为，要加快推进完善数据领域立法、提升监管执法效

率，优化行业自律标准，构建大数据安全依法有效的保障制度。

中国法学会网络与信息法学研究会副会长周汉华表示，大数据、人工智能迅猛发展的过程中，企业之间的数据共享问题、数据控制者与数据主体之间的合规问题逐渐显现，对大数据产业的持续发展带来诸多挑战。

政府、行业、企业多方协作和共同努力为数字经济发展保驾护航，成为大数据时代发展的必然趋势；保障数据安全、规范数据使用，成为大数据时代行业发展的共识。

为落实《网络安全法》对个人信息保护的相关要求，中央网信办、工信部、公安部、国家标准委等四部门组成专家工作组，对微信、淘宝等10款网络产品和服务的隐私条款进行了评审，规范收集、保存、使用、转让用户个人信息的行为。

“此次隐私保护专项评审工作中，隐私条款透明度增强、用户选择权增多成为

亮点。”中国电子技术标准化研究院副院长杨建军介绍，10款产品和服务在隐私政策方面均有不同程度提升，均做到明示其收集、使用个人信息的规则，并征求用户的明确授权。

目前，高效、流程化的数据合规管理对企业的实践提出更高要求。这包括建立隐私事务管理部门、规划数据保护战略、制定隐私政策程序和指南等方面。业内人士认为，在系统和程序设计中考虑隐私保护，开展隐私影响评估等工作，可以让隐私保护置于“前端”。在产品初期加入隐私保护理念，后期通过持续的监督和评估，巩固全生命周期管理策略。

加快建设数字中国，对于大数据的监管也需要新的思路。“如何切实保护消费者权益、促进数据合规运用、建立公平有序的竞争环境，需要带有审慎包容的态度，及时应对大数据领域的变化。”国家工商总局网络商品交易监管司副司长韦犁说。

加快建设数字中国，对于大数据的监

探营

重庆渝北区仙桃大数据产业园内，占地3000平方米的中科睿光软件技术有限公司全球研发总部基地即将落成。这家公司通过在云计算操作系统核心技术上的不断创新，仅仅用了1年时间就发展成为国内虚拟化和云计算技术的领跑者。

中科睿光公司是渝北区瞄准前沿科技产业引入的代表性企业之一。今年3月，中科睿光推出了全新一代国产云计算操作系统系统Cloudview SVM Edition V3。中科睿光首席技术官陈宏介介绍，该产品从研发、测试到技术服务，都由中科睿光技术团队完成，符合中国云计算国家标准，是专门为用户打造的新一代稳定、安全、可靠的云计算操作系统。

在陈宏看来，国产云操作系统要想占据主动，需要做到安全可控，更符合中国市场，以及促进本土创新及产业发展。秉持这种理念，中科睿光去年投入研发经费777万元，获得订单近亿元。

在渝北区，还有许多像中科睿光这样的创新型企业。记者了解到，渝北区提出打造创新生态圈的建设目标，围绕云计算、机器人、3D打印、新材料、生物医药等前沿科技产业，引进相关技术型企业，加快形成产业集群。

以大数据为引领的数字经济正成为该区产业发展的新方向。云凯科技公司是重庆本土的大数据解决方案提供商，公司CEO龚学勇告诉记者，他们与渝北区合作，围绕大数据产业，在仙桃数据谷围绕大数据平台建设、创新孵化器和体验中心等方面合作，不断推动渝北可开发、可扩展、可持续的产业生态圈发展。

云凯科技公司还与重庆理工大学联合创建了国内首个“行为经济学实验仿真平台”，该平台也是目前国内唯一一个可用于商业和教学的大数据分析推演系统，既能为学校提供基础案例教学，也可以为商业提供案例模型数据分析。

根据规划，到2020年，渝北将基本建成具有竞争力的创新生态圈，主要创新指标位居重庆全市前列，在全市率先建成创新型城区；临空创新产业结构基本形成，培育一批具有国际竞争力的创新产业集群。

“科学队长”研发科学教育内容——

陪伴孩子探索世界

本报记者 王轶辰

让科学家给小学生上科学课，这在大多数人看来可望而不可即，但是科学教育平台“科学队长”的创始人纪中展正在进行着这样的实践。纪中展坚信，“中国强起来，提升全民科学素质是实现新时代新目标的必由之路，而科学家是最好的铺路人”。

纪中展之所以有做好科学教育的自信，是因为他的身后有北京大学理学部主任饶毅、清华大学脑科学专家鲁白教授、美国国家科学院院士谢宇等近百位签约科学家、近千位长期合作的科学家顾问、众多国内外一流大学博士的支持。

纪中展告诉记者，“科学队长”的目标是做科学教育的“中央厨房”，负责研发、输出优质教育内容。“科学队长”分为小学版和幼儿版，小学版主要采取在线视频课的形式，科学家给6岁至12岁的小学生讲科学课。“课程内容主要是科学知识和实验。科学家录好课件，我们的博士老师再串讲，并带着学生做实验。”纪中展解释说。

幼儿版则主要针对3岁至9岁的孩子，采取纯音频的形式。幼儿版有两个产品，一个是由各个学科领域的科学家担任主讲人，讲解“十万个为什么”；另一个是“科学日课”，由博士介绍科学知识，每天3分钟中文、3分钟英文。

“科学教育可以尝试将科学家做科学的方法融入科学课程中去，让孩子像科学家那样实践和思考。”“科学队长”所传递的科学思维方式，陪伴孩子们认识、探索这个世界，这可能是我们能想到的，给孩子最好的成长礼物。”纪中展说。

江西鹰潭高新区：

激发企业创新活力



江西鹰潭高新区出台高新技术企业申报、专利申请、科研机构建设、人才引进培养等一系列优惠政策，建成博士后工作站、检测检验中心、工程技术中心等各类创新平台30多家，有效激发了企业创新活力，推动高新技术企业快速增长。图为位于鹰潭高新区的江南铜业有限公司生产线。

本报记者 乔金亮摄

产业集群竞争力不断提升

重庆渝北区培育创新生态圈——

本报记者 吴陆牧