

推动我国从空间结构大国向强国迈进 三十年,盖好一个“大屋盖”

本报讯 上海世博会的世博轴、杭州奥体中心的大莲花、中国天眼FAST的反射面背架……这些气势恢宏的地标性建筑与工程,无不让人感叹!它们有一个共性特点,就是都属于大跨度、大空间、大面积为主要特征的现代空间结构。

浙江大学建筑工程学院教授罗尧治团队,历经30年产学研联合攻关,通过结构体系创新驱动、理论和设计方法研究、大量模型试验验证和工程实践,研发了刚性、柔性及刚柔性系列空间结构新形式,建立了张力结构、网格结构与可展结构分析理论,研发了先进试验装备、制造工艺与施工工法,取得了系统性、引领性成果,广泛应用于机场、高铁、会展、能源等领域及国家科学工程,社会效益巨大,极大地推动了我国从空间结构大国向强国迈进,这项成果获得国家科技进步奖一等奖。

上个世纪90年代初,深圳要新建机场,团队负责这一当时国内首个使用空间网格结构的航站楼的屋盖结构设计。深圳国际机场T1航站楼有4000平方米,这么大的空间,中间只有少量柱子支撑,能不能安全使用?每个人都有一个问号。接到这一任务后,罗尧治跑的最多的就是深圳,不仅要与建设方反复沟通,做成什么样子,用什么样的结构形式?在建设过程中还要时时关注加工和施工效果是否与设计一致。

像这样的致工程,对罗尧治来说并不陌生。上个世纪80年代末,从他跟随董石麟院士做本科毕业论文开始,跑建筑工地就已经成为了家常便饭。“本领不是天生长出来的,很多都是靠前辈的传承。董老师是国内第一代做空间结构的,跟着董老师学习,我很快有机会接触到本工程。”

在实际的设计工作中,团队碰到的一个最大的难题就是在有限的时间内需要完成大量的计算工作。“没有数据可以借鉴,必须靠我们自己,但这样大体量的工程,人工手算是难以想象的。”为此罗尧治当起了“程序员”,通宵达旦地写代码,最终研发出了一套空间结构设计软件(MST),顺利完成了项目的计算工作。后来,随着建筑物体量不断增大,设计的结构越来越复杂,上万个构件粗细不同、长短不一,而且每一个节点的方位、角度不尽相同,MST软件不断地迭代更新,只要输入一串参数,就能自动建模,形成结构样式。“在过去,一个1000平方米的小工程,需要专门雇人画图纸,没有一两个星期做不出来,而现在用了软件,只需要几个小时,便能立等可取。”

团队还科学地提出了基于基本组成单元的空间结构分类方法,研发了刚性、柔性、刚柔性系列空



间结构新形式,多种新型结构形式首次应用在北京北站、济南奥体、深圳北站等大型建筑,填补了多项国内外空白。

位于绍兴的曹娥江大坝,是我国强涌潮河口地区第一大闸,也是浙东水资源配置的重要枢纽工程。涌潮的拍击和大量的淤泥堆积是这一河段的特色。

2007年兴修曹娥江大坝,按照传统的方案是做成梁板结构的平面受力体系,罗尧治团队却创新性地把空间结构体系“移植”过来,设计成了仿鱼的双拱形空间桁架结构闸门,仅在闸门的用钢量上就节省了1600万元,而且由于整体重量的降低,机电设备又省了一大笔成本,同时还解决了涌潮造成的结构疲劳和泥沙淤积问题。这个首创项目获得了省科技进步一等奖。

空间结构体系的创新离不开新型节点形式,新的节点形式是否有足够的承载力,相应的加工工艺与构造是否满足设计的要求,一般要做足尺试验来验证。过去是“一把钥匙开一把锁”,根据不同工程项目的不同节点形式定制不同的加载反力装置,而做完试验后,相应的反力装置也就报废了。为此,团队首创了球形全方位加载装置,解决了多点多向

精准加载问题。就像一个“通用模板”,它可以满足空间全方位、十个加载点的试验需求,同时一体化集成了机电和数据采集设备,不同形式的空间结构节点只要采用同一装备就能完成试验。这套全世界独一无二试验装置,可以降低试验成本50%以上,提高效率4倍以上。

最近的十年,中国空间结构科技开始领跑世界,很多其他国家的大项目用的都是中国方案,这其中,不少就是出自该项目团队的手笔。

迪拜“City of Arabia”是世界上最大的室内主题公园。这个项目在方案论证阶段,也有重重考验。罗尧治回忆,他和另一家国际咨询公司一同检测结构计算分析数据。两台电脑并排在桌上,同时跑数据,业主方就在旁边盯着看,整个房间的气氛仿佛都让人透不过气来。中途有组数据对不上,双方同时再验算,罗尧治率先算出了结果。一开始还有点半信半疑的业主方,脸色由阴转晴,露出了笑容。

“刚开始,让对方认可可是一个很痛苦的过程,但是现在越来越多的中国工程、中国标准走到了国外。”罗尧治说,目前团队应用工程遍布全球31个国家和地区,累计项目逾千个。

本报记者 林洁 通讯员 柯溢能 吴雅兰 文 卢绍庆 摄

“豆浆”巧变“豆腐干”

本报讯 由温州大学为第一完成单位的“超软土地基排水体防淤堵高效处理技术”获国家技术发明奖二等奖。

由蔡袁强教授领衔,王军教授等组成的研究团队,历经十余年,对江河湖泊淤积及滩涂面整治形成的超软土地基处理难题进行了深入研究。团队发明了“促固结-防淤堵”絮凝预处理防控技术和复合絮凝剂,形成了防淤促排真空预压高效处理成套技术体系,编制一批行业标准、规范及工法,攻克了超软土地基处理时间长、成本高、效果差的难题,将“论文”真正写在了祖国大地上。

王军介绍,“土地太软是不能建房子的。如果把超软土比作豆浆,这项科技成果就是通过真空技术把豆浆里的水排出去,使其变为豆腐干,让软土变成硬土,满足工程建设需要的过程。”

“目前相关技术已应用到浙江、江苏、天津、广东等沿海省(市),并推广到‘一带一路’沿线的印尼、越南等50余项超软土地基处理工程中,节约砂石资源并实现环境保护。同时,相关技术的应用加快了供地速度,缓解土地资源紧缺,对我国城市发展和‘一带一路’工程建设提供保障。”温州大学相关人员说。

梁盈盈

十年磨出“中国芯”

本报讯 固态存储控制器芯片,就是电脑硬盘的“心脏”。

杭州电子科技大学微电子研究中心主任骆建军教授领衔完成的“固态存储控制器芯片关键技术及产业化”项目,凭借十余年磨出的“中国芯”,获得2020年度国家科技进步二等奖。

电脑硬盘领域一度被美国、日本公司垄断。2011年,曾师从中国半导体著名专家邓先灿的骆建军,带领团队专注于研发数据存储和信息安全领域的集成电路芯片。次年6月,就研制成功我国第一颗固态硬盘控制器芯片,并进一步实现了系列固态存储产品的国产化。

2014年,团队又推出支持5TB容量固态硬盘的控制器芯片及硬盘产品。同期,国内业界固态硬盘的容量最大只有2TB。“而现在,我们已经能做到20TB,始终保持业界领先。”骆建军说,因为掌握了大数据存储、安全加密存储等核心技术,骆建军团队已成为国内甚至国际上具有特色解决方案能力的存储控制器技术团队。团队科研成果产业化单位杭州华澜微电子股份有限公司已成长为数据存储领域的隐形冠军企业。

接下来的,骆建军团队将着力建设含存储控制器、存储模块、存储设备和系统、信息安全芯片、安全存储、大数据安全等为一体的生态体系,以自主研发的芯片为核心竞争力,延伸发展模块和系统产业,实现固态硬盘控制器到阵列控制器的全部国产化,全力打造硬盘芯片级、大数据存储产业基地,夯实我国大数据产业的产业级基础。“作为科技工作者,我们需要激情创新、用心造芯,把中国人的信息存放在中国人自己的硬盘。”骆建军说。

纪驭亚 程振伟

“一键打印”出成衣

本报讯 熟悉针织制衣流程的人都知道,从丝线经面料再到成衣,要经过编织、裁剪、缝合等多道串联工序。但浙江理工大学教授胡旭东团队历时十余年研发,让原材料到成衣实现“一键打印”。

这项“高性能无缝编织智能装备创制及产业化”成果,获得了2020年度国家科技进步奖二等奖。

在浙理工23号楼的“针织智能制造创新平台”实验室,记者看到几台两米多高、上部有着圆形轨道的机器。操作者只需在电脑面板上输入参数,按下机器按钮,各路丝线从机器的一端进入,另一端就能织出完整的毛衫、内衣或袜子。织出来的衣物不但没有接缝,通过连续变换参数还能在生产过程中不断改变颜色、花样。

项目组成员、浙江理工大学机械与自动控制学院教授吴震宇介绍,随着人们对服装个性化需求的加大,越来越多企业倾向于生产多品种、小批量的纺织品。但传统的多设备配合的三段式工艺生产流程长,综合效能低,无法响应市场多样化的需求。胡旭东团队采用变轨式无缝编织成型的研究思路,研制的全成型编装备,不仅大大节省了设备、简化流程,也更能适应市场个性化的需求。

但一台全成型织机上有几百到数千枚织针同时运行,一旦其中一枚织针动作错误,就会导致纺织品出现次品。为此,胡旭东团队研发了具有共位侦测能力的选针驱动器,该系统的动作失效漏判率低于百万分之三。团队还研制了分布式控制器,通过“控制器”这个“最强大脑”,使线路串扰率降低了95%。“采用这套装备,企业将再也不用依赖人工检修,理论上可以实现7x24小时不间断运行,大大提升了运作效率。”胡旭东说。

据悉,这一系列成果现已被纺织龙头企业推广应用。数据显示,无缝编织装备及智能控制系统等产品近3年新增产值19.1亿元,利税1.3亿元,企业综合效能比原来提高了39.7%。

纪驭亚 石丛珊

南方籼稻当家花旦“好加工”

本报讯 由中国水稻研究所为第一完成单位、胡培松研究员主持完成的“超高产专用早籼稻品种中嘉早17等的选育与应用”获得国家科技进步奖二等奖。

项目提出了超高产专用早籼稻种理论与方法,创制出超高产米粉专用稻新种质,构建了米粉专用早籼稻种评价鉴定技术体系。代表性品种中嘉早17攻克了早籼优质高产的技术难题,解决了米粉加工专用粮原料短缺问题,实现早籼多用途化,集优质专用、高产、抗逆、广适于一体,是近30年以来南方稻区唯一一年应用面积超千万亩的早籼品种,成为南方籼稻区名副其实的“当家花旦”。

中嘉早17在历次区试和生产试验中均表现为增产幅度大、高产、稳产、抗病,而且中嘉早17的胶稠度长、直链淀粉含量高,加工出来的米粉弹性好、不断条、不糊汤,也不会因为汤汁浸泡而涨糊,具有极优的米粉加工特性。中嘉早17凭着“好加工”,尤其是米粉加工方面的特性优势,显著提升了商品价值,迅速风靡南方稻区,湖南、江西等地加价收购,用于米粉生产,提高了农民种粮积极性。

至2019年底,中嘉早17全国已累计推广6532万亩,增产稻谷21.3亿公斤,农民增收55.26亿元。中嘉早17和嘉育253作为亲本材料被广泛利用。据不完全统计,已有30个衍生早籼稻品种通过审定,衍生品种推广3573万亩,社会经济效益显著。该成果解决了米粉加工优质专用粮的原料短缺问题,为我国早籼稻多用途开辟了新途径。

“2000年启动品种选育时我已56岁。当时很多人好奇:这么大年纪了,还开始新的育种课题。不怕累吗?能成功吗?值得吗?但我觉得只要心中有梦想,每一天都是充实的、美好的。”项目第二完成单位、77岁的嘉兴市农业科学研究院研究员杨尧城说。

遂岛

保障全生产过程、全生命周期的主动安全防护 工业全生产过程装上防护“坚强大脑”

本报讯 面对庞大复杂的工业体系和长期以来的国外技术垄断,如何实现全生产过程的实时可测可控和全工艺流程的动态优化运行,保障全生命周期的主动安全防护?浙江大学控制科学与工程学院王文海带领团队十余年研发应用,深度钻研“广域协同的高端大规模可编程自动化系统及应用”项目,通过协同创新与产学研合作,研制出成套的装置与系统,建立了完全知识产权的技术体系,并获得2020年度国家科技进步奖二等奖。

要实现自主可控就必须掌握核心技术,其中最艰巨、最基本的任务是自动化系统的总体设计。就好比构建“大脑”的指挥体系,需从创建体系架构、建立执行机制、构建软件平台等三大层次入手,综合安全是高端大规模可编程自动化系统的基本要求。

在体系架构上,项目设计出由感知控制层、网络数据层、优化服务层组成的分布式协同技术架构,配合项目提出的数据驱动、事件触发的控制策略分布式高效并行协同执行机制,让系统中的每一个控制节点都成为算法执行单元,能对数据加以计算,再将结果即时反馈,帮助“大脑”作决策反应。实现了系统时钟同步、运算节奏同步、实时数据一致性和安全表决输出、故障检测诊断和控制策略动态重构等。团队还自主研发了系列硬件模块与广域协同软件平台,实现了系统设计、实施、运行、维护等环节的云服务,使“大脑”编程效率大幅提升。

王文海对安全尤为看重:“工业控制系统是一种信息空间和物理空间深度融合系统,而跨越信息物理空间对其进行恶意攻击所引发的安全问题不是传统功能安全(Safety)和信息安全(Security)的简单物理叠加,而是一个可靠、可控、可信相互作用、信息安全与功能安全深度融合的全新的科学领域。”

现实工业场景中,跨企业、跨领域生产对协作的需求不断增加。在王文海看来,自动化系统已不再封闭,带来了许多在变化中不断适应现场的柔性

需求,由此引发的安全问题是高交互、高动态场景化的。因此,具备了指挥系统的“大脑”需拥有一个可靠可信的安全体系。这便是项目的另一大创新成果——综合安全技术。

综合安全是高端大规模可编程自动化系统的基本要求,是实现“协同”与“智能”的安全保障。因此,项目重点解决自动化装置的异构冗余容错、工程程序安全、系统运行安全等关键技术,保障了控制装置与控制系统全生命周期的内生安全,形成了主动防御“盾护”。

王文海说:“安全和智能相辅相成,智能带来复杂度的增强不可避免,必须在发展中解决智能这一核心问题。”如何让大脑变得更加“聪明”?王文海团队先从感知网络优化技术入手。

感知网络好比神经网络,当躯体结构愈加复杂、问题愈加突发时,神经系统在传递、储存、加工信息和控制、支配行为等方面的能力就愈需增强。高端大规模可编程自动化系统感知网络就面临网络结构愈加复杂、信道时变不可靠、负载动态多变与突发等难题,给传输性能带来极大挑战。为此,团队提出三项关键技术,即信道接入协议与路由协议、节点部署策略及拓扑优化技术和稀疏信号联合采集与传输技术,以有效应对低负载、高负载与突发负载,全面提升能效性与收敛包率,既保障快速冗余恢复、实时性和可靠性等需求,又显著降低设备部署成本。

感知网络优化了,那么大脑的运行优化呢?这是王文海团队需要突破的下一个难题。

如何在能源、石化、冶金等复杂工程系统中实现高端大规模可编程自动化系统运行优化?团队提出了系列方案,包括针对复杂工程大规模、多约束的难题,在国际上首次提出了新颖的光滑化精确罚函数法,创造了动态优化新方法;针对不确定性、非完整性、非平稳性等难题,在国际上首次提出了

自适应、迭代多目标粒子群动态优化方法,实现了智能优化;针对非单调、强非线性难题,进一步提出基于非单调过滤线搜索技术的静态优化新方法,得到了国际上最高的求解成功率。

这些软件成果成功应用于高炉炼铁、烯烃聚合等多种工业过程,解决了多个运行优化的国际性难题,特别是大型高炉性能指标和操作参数多目标智能优化系统等,取得了突破性成果。

在此项目之前,大型高炉系统因为机理异常复杂、参数严重耦合、多目标冲突等特征,导致运行控制与优化成为国际公认的重大难题。项目基于大型高炉运算书数据深度学习并融合领域知识,在国际上首次实现多变原燃料条件下大型高炉性能指标智能优化设定,创建了基于深层神经网络和工况智能识别的大型高炉性能动态演化模型,为大型高炉打造出“坚强大脑”。在柳钢炼铁厂2号高炉投入运行后,极大提高了利用系数,降低了燃料比和焦比,取得了重大经济效益。

在九江石化公司,作为冶金、石化、煤化工等工业领域重大核心装备的大型空分装置,破解了运行优化的难题,取得了惊人的节能效果,改善了运行质量和效益指标。

数十年的协同创新与产学研合作,推动项目研制出了性能技术指标达到或领先国际尖端可编程控制器及系统的产品,实现了产业化和大规模应用,在国家重大工程和关键基础设施中提供解决方案。除大型高炉、大型石化空分装置外,项目还在大型燃气轮机、大型电厂脱硫脱硝装置、烯烃聚合装置、催化裂化装置以及全球最大的尿素高效减水剂工程、全球最大的ACR类改性剂工程、亚太最大的污水处理工程等发挥作用。

目前,项目已获授权发明专利112项,产品和技术出口法国、俄罗斯、印度、巴基斯坦、越南等国家,经济效益显著。 本报记者 林洁 通讯员 周伊晨

减少腐烂率50%,物流半径从产地辐射全国

特色水果保鲜期延长2~3倍

本报讯 在11月3日召开的科技奖励大会上,由浙江省农业科学院食品科学研究所研究员邵海燕领衔主持,联合沈阳农业大学、中国农业大学、江苏省农业科学院、北京汇源饮料食品集团有限公司、海通食品集团有限公司、丹东君澳食品股份有限公司等相关研究团队,完成的“特色浆果高品质保鲜与加工关键技术及产业化”项目,荣获2020年度国家科技进步奖二等奖。

近年来,我国浆果产业发展迅速,例如蓝莓、杨梅、桑椹、草莓等,这些小浆果具有很高的营养和经济价值,但由于浆果采收后贮藏过程保鲜难度大,且加工保质过程中品质易劣变,营养流失大,损失高达40%~50%,加上缺乏可应用的从采收后到加工环节的产地商品化配套技术,这些难题严重制约了浆果产业的发展。

针对上述难题,“特色浆果高品质保鲜与加工关键技术及产业化”项目联合国内多家高校院所和企业,在国家和省重大项目支持下,经近20年努力,研究浆果采收后加工品质劣变机理,创建了浆果物流保鲜标准化共性技术及加工制品品质保持核心技术,并研发配套材料和产地处理装备,成功实现了产业化应用。

项目率先揭示了特色浆果采收后软化与自溶机理,研创了减损采收、产地快速预冷等技术,结合病原菌靶向抑制调控采收果实劣变病害,减少腐烂率50%,使物流保鲜期延长2~3倍,物流半径从产地辐射全国。

项目创建的浆果定向调控花色苷稳定化新技术可使活性成分保留率达90%。同时,项目组开发了活性组分高效绿色制备技术,实现非商品果及加工副产品的综合利用。针对不同要求,研发产地小型预冷机

和大容量快速预冷装备,使效率提高75%以上。

目前,该技术成果陆续应用于北京、辽宁、江苏、浙江及广西等地区,多家国内浆果的保鲜与加工知名企业,经济效益显著。

邵海燕在省农科院农业与食品科技领域辛勤耕耘39年,始终坚持解决生产一线问题为己任,致力于食品保鲜加工技术研究及产业化应用。

她带领团队阐明了坚果氧化劣变的机理及其关键控制因子,创建品质综合调控技术,相关成果获得2017年度国家科技进步奖二等奖。另外,在食用笋、倒笃菜等加工方面取得一系列技术成果,帮助多家知名企业,以及200余家小微企业、合作社进行技术创新、提升和改造,使产品品质有了质的飞跃,在食品科学研究领域被誉为“接地气的女科学家”。

本报记者 陈路漫 通讯员 吴俊杰 王夏君