

文章编号:1673-2049(2016)06-0001-05

## 第三届建筑科学与工程创新论坛纪要

《建筑科学与工程学报》编辑部

**编者按:**建筑科学与工程创新论坛是以《建筑科学与工程学报》编委为核心团队创立的一个品牌论坛,旨在为国内外建筑科学与土木工程领域的专家、学者、管理人员和技术人员提供一个交流最新研究成果的平台,不断吸纳高等院校师生、科研院所科研人员、工程设计单位和施工企业的管理人员及技术人员广泛参与,探索和总结建筑科学发展规律,展示土木工程技术最新科研成果,展望建筑科学与土木工程技术创新未来,推动建筑科学与土木工程领域协同创新和发展,服务行业建设。2016年11月12~13日,由中国工程院土木、水利与建筑工程学部,《建筑科学与工程学报》编辑部,山东大学,重庆大学,长安大学主办,山东大学、齐鲁交通发展集团、山东省交通规划设计院和山东省城乡建设勘察设计院等单位承办的“第三届建筑科学与工程创新论坛”在济南召开。本届论坛是2012年在西安召开的第一届创新论坛和2014年在重庆召开的第二届创新论坛的延续,是土木工程领域高端人才的又一次盛大聚会。中国工程院院士周绪红、王梦恕、崔俊芝、杜彦良、聂建国、郑健龙、王复明,《建筑科学与工程学报》编委会副主任委员、长安大学副校长刘伯权,长安大学副校长沙爱民等土木建筑领域近150位专家学者出席本届论坛。论坛分开幕式和主题报告2个阶段进行。

### 1 创新论坛开幕式

2016年11月12日上午8:30,第三届建筑科学与工程创新论坛在济南隆重召开,山东大学副校长李术才主持论坛开幕式。

论坛主席、中国工程院院士、重庆大学校长、《建筑科学与工程学报》主编周绪红在致辞中强调,中国是世界上高层建筑和地下空间开发规模、难度最大和数量最多的国家,土木工程建设取得了举世瞩目的成就,已成为国民经济发展的支柱型产业;随着土木工程建设向地下、高空、海洋等多维度发展,大规模、超大规模土木工程项目不断实施,高性能材料和新技术将更加广泛应用于土木工程建设,最大程度地满足土木工程的安全性、实用性和经济性要求。因此,未来中国土木工程建设大有可为,必将挺起“中国制造”的脊梁,中国将成为世界工程界舞台的中心;建筑科学与工程创新论坛将通过建构“多元、融合、动态、持续”的协同创新模式与机制,打造高等院校、科研机构 and 大型企业协同参与建设的重大基础与应用基础研究平台、重大关键技术开发研究平台和重大科技成果转化平台,引领中国建筑科学与

土木工程行业技术创新,在国家创新体系建设中发挥重大作用。

山东大学党委书记李守信代表山东大学对出席此次论坛的各位专家学者表示热烈欢迎和诚挚感谢。他指出,土木工程学科是山东大学学科建设的重点方向,岩土工程不仅是学校发展最快的学科之一,同时也秉承了科研服务于社会的理念,在国家重点、难点工程中攻坚克难、担当重任,形成了“隧道重大突水突泥灾害源超前预报与灾害控制”等特色鲜明的研究方向,为国家多个重大工程做出了突出贡献。他希望本次论坛能够为土木工程行业发展搭建良好平台,助推行业发展。

济南市副市长苏树伟介绍了济南城市建设整体情况,强调了创新技术、创新方法、创新理念在济南城市建设中的重要地位;指出本届论坛聚焦建筑科学与工程创新,其意义重大而深远,来自全国土木工程领域的院士、知名专家学者、骨干企业老总齐聚一堂,就建筑科学与工程创新主题展开深入交流与研讨,必将对中国建筑科学与工程创新发展起到重要的促进作用。

山东省住房和城乡建设厅党组书记李力介绍了

山东省建筑行业发展现状,表示加快工程创新将对山东省建设行业起到深远的影响。他表示,山东省在建筑、交通、能源等领域的工程建设方面有着巨大的发展前景,尤其是地下工程建设方面,涌现出青岛胶州湾海底隧道这样的代表性工程。目前济南市地铁建设如火如荼,京沪高速和绕城高速济南连接线上国内同等跨度最大规模的小岭隧道已安全贯通,穿黄盾构隧道建设也提上日程。此次论坛的召开必将为济南市相关领域的科技进步提供强有力的理论和技术支持!

齐鲁交通发展集团有限公司总经理周勇介绍了齐鲁交通发展集团有限公司的发展情况,提出了集团未来3~5年的发展思路:以服务社会为宗旨,以提高企业发展的质量和效益为中心,以改革创新为主线,积极发展相关的新兴产业,打造“畅行齐鲁、传播文明”品牌,为全面建成小康社会做出应有贡献。他在发言中表示,创新是企业 and 高校联系的纽带,能够提高企业发展的质量和效益,实现服务社会的目的。

## 2 主题报告

在论坛主题报告阶段,中国工程院院士周绪红、王梦恕、崔俊芝、聂建国、郑健龙,以及长安大学副校长沙爱民等专家学者,围绕钢结构、桥梁工程、隧道与地下工程、道路工程、防灾减灾、结构健康监测、绿色交通等关键问题与技术,结合国内外研究现状和自身科研体会分别做了学术报告。

### 2.1 钢结构

重庆大学周绪红院士的报告题目是“冷弯薄壁型钢结构住宅体系研究”。周绪红院士从冷弯薄壁型钢结构住宅体系的概念、研究进展、具体工程应用以及未来发展方向 4 个方面对冷弯薄壁型钢结构住宅体系做了系统汇报,从结构的组成、建筑特点和结构受力特点 3 个角度介绍了冷弯薄壁型钢结构住宅体系,从基本构件、组合墙体、组合楼盖研究和结构体系研究 4 个方面介绍了冷弯薄壁型钢结构住宅体系的最新研究方向,最后介绍了国内外冷弯薄壁型钢结构住宅体系的工程应用及其未来发展方向。

同济大学陈以一教授的报告题目是“高强度钢构件在框架抗震耗能系统中的合理配置——以配置耗能跨的损伤控制钢框架为例”。他分析了高强度钢构件在框架抗震耗能系统中的应用优势,以配置耗能跨的损伤控制钢框架为例,探讨了将高强钢构件应用于框架抗震耗能系统的合理性;滞回性能试验表明,配置耗能跨的损伤控制钢框架结构呈现的

稳定滞回性能、良好的变形恢复能力、高强钢构件的弹性变形能力及其耗能能力有助于实现抗震结构更高的性能要求,试验结果验证了结构的屈服时序、损伤控制行为、耗能模式演化、滞回行为转变以及低残余变形的特征;通过算例结构的地震反应分析论证了高强钢构件对于改善框架系统抗震性能的贡献,明确了结构的设计要求。

天津大学陈志华教授的报告题目是“复合张弦结构体系及组合房屋钢结构的研究与实践”。他主要从复合张弦结构以及组合矩形钢管混凝土柱两方面进行阐述。针对复合张弦结构,他首先详细回顾了复合张弦结构的体系及其发展历程,然后通过理论研究、数值模拟以及应力松弛试验等对拉索这一关键构件和弦支结构节点进行深入研究,有效地改善了结构力学性能和安全性能,并取得了大量的科研成果,最后介绍了复合张弦结构体系在施工方面的研究和该成果在现实工程中的应用。针对组合矩形钢管混凝土柱,他首先介绍了组合矩形钢管混凝土柱的研究现状,并对组合矩形钢管混凝土柱梁节点和方钢管混凝土异形柱结构进行了大量的理论和试验研究,指出了全螺栓隔板贯通节点和上栓下焊隔板贯通节点的特色以及连接板开孔式方钢管组合异形柱的优越性,最后结合国内外建筑工程实例讲述了钢结构模块建筑的研究及其广泛的应用。

山东大学侯和涛教授的报告题目是“钢结构装配式建筑的集成技术研发与工程应用”。他针对目前建筑业以现场建造为主导导致的施工效率低、环境污染严重、建筑质量难以保证等问题,提出了装配式结构推广的必要性,从分层装配式钢框架-支撑体系、薄壁 H 型钢装配框架体系、开缝钢板剪力墙-钢框架体系、装配式钢-混凝土部分组合结构体系、基于损伤控制的震后可更换钢梁柱节点等 5 个方面阐述了钢结构装配式建筑结构体系的研发情况;基于混凝土叠合楼板和复合墙板的优缺点分析,进行了新型预应力混凝土叠合楼板和复合墙板的研发和设计,最后展示了已经应用于实际的钢结构装配式建筑工程实例。

### 2.2 桥梁工程

清华大学聂建国院士的报告题目是“钢-混凝土组合桥梁——桥梁结构的发展方向之一”。他首先结合当前桥梁的一些工程实例提出了传统混凝土桥梁设计中存在的耐久性不够、抗灾能力不足、设计欠合理三大问题,并分析了组合结构在中国未得到充分发展的原因,提出今后桥梁结构的发展趋势是朝

着“高性能、可持续”方向发展,而钢-混凝土组合结构可以为解决桥梁的结构难题、发展新型桥梁结构体系、实现高性能桥梁结构提供新的选择。为此,他结合具体的桥梁建造实例介绍了 3 种结构的创新:一是钢-混凝土组合梁,发挥  $1+1>2$  的组合优势;二是钢-混凝土叠合板组合桥梁,实现预制装配,快速施工;三是组合结构负弯矩区抗裂新技术,解决了当前负弯矩抗裂的难题。最后,他指出年轻的工程师应该多到施工现场考察并积极进行创新,但是不能为创新而创新,年轻的工程师应该具有社会责任感和担当精神。

同济大学葛耀君教授的报告题目是“国内外大跨度桥梁发展与创新”。他从创新的角度出发,首先简要地介绍了梁桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥 4 类桥梁的跨径之最;接着从最新的建设成就、面临的技术挑战、重要的技术创新 3 个角度对极限跨度的梁式桥、各类大跨度拱式桥、破纪录跨度斜拉桥、超大跨度悬索桥的发展和创新进行了详细的介绍,最后对 4 类桥梁的发展做了简要总结。

## 2.3 隧道与地下建筑工程

北京交通大学王梦恕院士的报告题目是“重大工程建设的理念和方法”。王梦恕院士从中国重大工程建设的需求出发,提出了“搞工程建设应该做遗产工程,而不是遗憾、耗能工程和短命工程”的理念,强调在工程中应该重视强度、刚度和稳定性 3 个基本指标的重要性,工程建设必须以“安全、可靠、适用、经济”八字方针为基础,点明不合理工期、不合理造价、不合理方案、不合理合同是工程的“癌症”,强调工程建设必须进行全过程安全、质量监管,必须加强风险防范分析和措施,强调了工程创新的重要性,最后以莫斯科至喀山铁路为例,对重大工程建设的理念做了具体的阐述。

山东大学李术才教授的报告题目是“TBM 施工隧道突水突泥灾害源超前预报方法与技术”。李术才教授基于中国重大工程建设的需求,分析了由突水突泥引发的事故并说明了隧道突水突泥灾害源超前预报的实际需要。针对隧道不同的施工方法,他分别对钻爆法隧道和 TBM 施工隧道两个方向中突水突泥灾害源的超前预报进行了详细介绍,并对超前预报技术的工程应用和该技术的先进性做了简要总结,最后对隧道不良地质超前地质预报的未来发展方向进行了展望。

山东大学崔新壮教授的报告题目是“传感型土工材料研制与应用前景”。他认为,结构破坏是从内

到外的渐进破坏,内部损伤演化信息若不及时获取,会导致漏警、报警迟滞或误警。目前已研制出了传感型土工材料和加筋土工结构的筋材变形自测技术,以及基于 SEG 的土工结构内部灾变辨识与预警技术。他通过对 SEG 进行室内试验验证了新材料具有优良的拉敏性、高强度和韧性,并且生产工艺简单,成本低,同时具有跟踪测试土工结构变形和诊断损伤的功能,将取代传统土工材料。

山东大学李利平教授的报告题目是“深长隧道重大突涌水灾害演化机理与监测预警方法”。他从中国深长隧道施工过程中出现重大突水事故实例出发,指出现代隧道施工应该讲究探治结合、主动防控。他通过对突涌水地质模式、突涌水灾害源等信息的研究,确定了隔水岩体结构破裂突水和充填性结构渗透失稳突水 2 类突水模式,并研发了适用于大比例尺岩体及其充填渗透特性测试的试验系统,揭示了不同类型突涌水通道形成的动态演化机理。然后他介绍了流固耦合模型试验系统,并由此得出了突涌水前兆多元信息的识别以及破裂通道定位的方法。他综合以上研究提出了一套突涌水灾害实时监测与预警方法,并介绍了该方法在全国多个深长隧道施工中的成功应用。

山东浩珂矿业工程有限公司李钊总工程师的报告题目是“高性能土工合成材料创新与工程应用技术”。他简要概述了土工合成材料凭借优异性能在岩土、水利、公路、铁路、港口、机场、市政和环境工程等领域中的广泛应用。另外,他从原材料研发、涂层配方、生产工艺、应用工艺、配件工具等方面重点介绍了该公司新研发的聚酯经编土工格栅和高强有纺土工布,简要介绍了该材料在工程现场的应用与典型案例。

## 2.4 道路工程

长沙理工大学郑健龙院士的报告题目是“沥青路面强度设计新思路”。他谈到中国现在仍然面临着繁重的公路建设任务,现有的和计划修建的公路大部分为沥青路面。他概括了目前中国沥青路面强度设计方法及其存在的问题,建立了三维应力状态下沥青路面的强度准则、获得三维应力状态下强度准则的方法、三维应力状态下强度准则的工程模型,最后提出了三维应力状态下路面结构强度设计的新方法,该方法从基础理论方面指导沥青路面强度设计,可为中国未来的公路建设打下坚实基础。

长安大学沙爱民教授的报告题目是“多孔沥青路面材料、结构与应用”。他提出目前中国大部分城

市存在交通噪声污染,并有持续加重的趋势,绝大多数的城市道路、广场、步行道、停车场等广泛使用密实型路面材料,城市地表大多被不透水的路面所覆盖;要从道路角度解决上述环保问题,路面材料应当以多孔而不是密实为主。他通过试验得出,多孔沥青路面在满足了传统道路的承重、稳定、平整、耐久和舒适等通行功能的基础上,还具有补充地下水、缓解城市内涝、抗滑、降低行车噪声、缓解城市热岛效应等环保功能,符合保护生态环境、可持续发展的原则。多孔沥青路面的相关研究将为传统沥青路面的改造和升级技术提供理论基础和方法支撑,推动道路交通的绿色、环保与可持续发展。

深圳大学李清泉教授的报告题目是“动态精密道路检测技术及装备”。他简要阐述了中国道路基础设施管理从大规模建设向大规模养护过渡这一社会需求,指出了现阶段公路检测技术与装备面临的问题。接着,他针对道路承载能力(弯沉)测量中的静态精密微距测量的动态化难题、道路路面病害检测中核心指标不全、数据处理低效等核心问题,做了详细的解释,介绍了轨道病害检测的新技术和新方法及其在工程现场的应用。

## 2.5 结构健康监测

沈阳建筑大学李宏男教授的报告题目是“结构安全监测工程应用”。他简要介绍了结构监测系统,提出了光纤传感器研发目前需要解决的问题是应变传递机制;介绍了几种光纤传感器封装技术、疲劳测试以及光纤机电类传感器同步解调仪,并提出目前仪器开发上存在缺乏统一数据采集平台以及缺乏模块化和规范化模型等问题,介绍了大型结构安全运营远程监测与实时预警系统,最后展示了综合安全监测技术在多项重大工程中的应用。

哈尔滨工业大学李惠教授的报告题目是“结构新型监测方法与技术”。她首先简要介绍了结构健康监测面临的挑战和未来的研究方向,然后介绍了移动无线传感网络技术;针对无线传输数据丢失的难题,提出了无线传输数据丢失无损恢复算法,并对该技术在工程中的成功应用做了简要的汇报。接着,她对结构新型监测技术中动态分布式布里渊光纤传感技术和计算机视觉技术都做了详细的汇报。最后,她对人工智能、机器人和虚拟现实以及智慧城市与区域等土木工程未来发展方向做了简要总结。

## 2.6 防灾减灾工程

同济大学李国强教授的报告题目是“金属承载-消能双功能减震结构的概念、设计与形式”。他介绍

了金属承载-消能双功能减震结构的概念和减震原理,对比了阻尼器和金属承载-消能双功能减震构件的区别,指出金属承载-消能双功能构件兼结构承载构件和消能构件功能于一体,不影响结构抵抗小震和风载的性能,可大大提高结构抵抗中(大)震的能力;金属承载-消能双功能构件用作抗侧力构件可控制结构损伤主要集中于双功能构件,减小承重结构的破坏,满足高性能钢结构抗侧承载力大、可修复性好的要求。

北京建筑大学李爱群教授的报告题目是“既有建筑减隔震加固技术及其应用”。他分析了减隔震技术的现实需求,介绍了目前已有的减隔震技术和产品,对比了粘滞流体阻尼器、粘弹性阻尼器、软钢阻尼器、防屈曲耗能支撑、摩擦阻尼器的性能和应用范围,介绍了不同阻尼器应用于大跨结构、高耸结构、多高层结构、复杂结构的减震应用案例,提出结构减隔震技术可以有效提高工程结构的抗震能力,实现结构性能的大幅度提升。

北京工业大学杜修力教授的报告题目是“城市大型地下结构抗震设计理论与方法及工程应用”。他分析了由地震引发的地下结构破坏事故并说明了研究地下结构地震破坏的前沿需求,介绍了数值分析方法、简化分析方法、物理模拟分析方法在地下结构地震破坏中的应用现状及存在的主要问题。针对地下结构的特殊性,他讲述了时域整体分析方法及软件平台的完善和发展研究,提出了城市大型地下结构地震破坏机理与抗震性能评价方法以及模型试验的实施技术,最后介绍了相关成果的工程应用。

东南大学吴智深教授的报告题目是“混凝土结构灾后可恢复性设计及提升技术”。他通过分析地震破坏后结构不同程度的损伤,说明了重大工程结构灾后可修复性(或可恢复性)亟需提高这一需求,同时认为结构可恢复性能应当成为结构复原力的关键指标之一,而结构复原力也是结构可持续性的指标之一。他提出合理利用 FRP 和钢筋是实现损伤可控的可恢复性抗震结构的有效方法,同时具有高耐久、智能及绿色性能等结构可持续性特点,最后特别指出设计损伤可控的 FRP 筋是实现高性能损伤可控结构的关键。

解放军理工大学方秦教授的报告题目是“抗暴结构研究新进展”。他简要介绍了军用和民用工程、落石冲击、船(车)撞桥墩中冲击爆炸事件对结构的破坏,说明了抗暴结构研究的重要性,指出了主要采用结构动力学和波动力学研究强荷载对抗暴结构的

作用机理。他重点对钻地弹侵彻效应及其防护、冲击爆炸(或与火灾联合)下工程结构损伤破坏的数值模拟、民用工程结构抗冲击爆炸这 3 个研究方向做了详尽的阐述。

西安建筑科技大学白国良教授的报告题目是“装配整体式混凝土剪力墙结构振动台抗震性能试验研究”。他从发展历程、政策导向、应用现状、试验研究 4 个方面阐述了装配整体式混凝土剪力墙结构的研究背景和现状,介绍了连接技术试验和结构模型振动台试验,分析了套筒灌浆连接、浆锚搭接连接各自的特点和区别,并展示了模型试验结果。

## 2.7 绿色交通

东南大学王伟教授的报告题目是“城市虚拟交通系统及其功能设计”。他通过分析提出城市交通拥堵的成因主要是交通需求与交通供给之间的严重失衡。快速城镇化使大城市居民平均出行距离成倍增长,引发城市交通结构的转型,造成出行机动化。立足中国城市综合交通系统构成要素的基本特征,他提出了“公交主导型城市交通系统供需平衡”这一缓解交通拥堵的基本策略,同时提出了“互联网+交通”的城市智能交通系统建设技术路线,并从城市虚拟交通系统测试平台的框架结构、城市综合交通大数据的深度开发、城市虚拟交通系统测试平台的构建、城市综合交通系统集成分析平台软件的开发、城市交通集成测试功能的人机对话与系统实现等方面详细介绍了城市虚拟交通系统测试平台的建设。

## 2.8 土木工程与计算科学

中国科学院数学与系统科学研究院崔俊芝院士的报告题目是“土木工程中的计算科学和技术”。崔俊芝院士指出,大型工程是现代土木工程建设的必然趋势,土木工程全寿命期设计科学技术、土木工程精细化建造技术、大型基础设施运行和维护技术这

三大技术是土木工程发展的核心。他还介绍了土木工程计算科学在大型组合结构、地下空间一体化多物理场分析中的应用,以及在多目标组合优化、抗震、防灾模拟与可靠性分析等若干前沿研究方向的具体应用,简要介绍了现代集成化、智能化技术在土木工程建造技术中的应用。

## 3 结语与展望

第三届建筑科学与工程创新论坛在各方努力下完美落幕。与会专家学者围绕钢结构、桥梁工程、隧道与地下工程、道路工程、防灾减灾、结构健康监测、绿色交通等关键问题与技术进行了汇报和交流,展示了国内外最新的研究动态和工程应用,并为行业发展指明了方向。

中国是世界上最大的发展中国家,正处在基础设施建设的关键时期,已经在高层建筑、地下空间开发、高速公路、高速铁路、大型水利设施等领域取得了举世瞩目的成就,创造了一个又一个世界第一,土木工程建设已成为国民经济发展的支柱产业。在国家大力推进“一带一路”建设、新型城镇化发展战略的背景下,中国经济进入了转型创新发展的战略机遇期,这对土木工程的节能环保、技术创新、安全实用、经济高效提出了更高要求,建筑科学与工程领域的研究和发展将大有可为。建筑科学与工程创新论坛将通过高层次的专家交流机制,凝聚广大土木建筑科技工作者的智慧,探寻中国土木建筑领域的技术创新理念,展示技术创新成果,打造高等院校、科研院所和大型企业共同参与的高端交流平台,引领并促进中国土木建筑事业的进一步发展。

(致谢:山东大学土建与水利学院李术才教授、薛翊国教授、刘健副教授、李志强博士等专家学者为本纪要提供了重要资料,在此表示感谢!)