

# 第八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:**由中国工程院土木、水利与建筑工程学部作为指导单位,国家自然科学基金委员会工程与材料科学部、中国土木工程学会、《建筑科学与工程学报》编辑部、《工业建筑》杂志社、长安大学、重庆大学和湖南大学主办,哈尔滨工业大学承办的“第八届建筑科学与工程创新论坛”于2024年10月11日至13日在哈尔滨隆重召开,沈世钊院士、杨永斌院士、周绪红院士、王超院士、钮新强院士、郑健龙院士、丁烈云院士、王复明院士、张喜刚院士、梅洪元院士、杜修力院士、许唯临院士、王明洋院士、李惠院士、曾滨院士及100余位国家级人才在内的500余名专家学者代表出席论坛。与会专家围绕韧性城市与城市生命线、城市更新理论与实践探索、新型材料与新型结构、纤维增强复合材料、高性能结构体系、基础设施安全与韧性、工程结构健康监测及防灾减灾、智能建造与智慧运维、未来城镇智慧型基础设施建设、岩土工程理论与工程实践、城市空间发展理论与方法、城乡景观生态规划理论与方法、智能建筑设计新理论与新方法、新型道路材料研究与应用、智慧与绿色交通可持续发展、建筑环境与市政工程、能源工程创新研究与发展等主题进行交流。

## 1 开幕式

2024年10月12日上午举行了第八届建筑科学与工程创新论坛开幕式,由哈尔滨工业大学副校长范峰主持。哈尔滨工业大学沈世钊院士、重庆大学周绪红院士、河海大学王超院士、长江设计集团有限公司钮新强院士、长沙理工大学郑健龙院士、华中科技大学丁烈云院士、中山大学王复明院士、中国交通建设股份有限公司张喜刚院士、哈尔滨工业大学梅洪元院士、四川大学许唯临院士、中国人民解放军陆军工程大学王明洋院士、哈尔滨工业大学李惠院士、中冶建筑研究总院有限公司曾滨院士,以及中国工程院土木、水利与建筑工程学部张松处长、李晨主任(线上),国家自然科学基金委员会土木工程流动项目主任杨杰,黑龙江省科技厅副厅长闫志金出席开幕式。

中国工程院三局局长高战军、中国土木工程学会副理事长尚春明分别代表指导单位和主办单位致辞,希望通过此次论坛的研讨交流,积极探索土木工程学科的创新之路,为国家基础设施建设和经济持续发展服务,为建设平安中国、美丽中国贡献智慧和力量,同时也表示今后会继续关注论坛的成长、支持论坛的创新发展。

论坛主席周绪红院士在致辞中对论坛指导单位、主办单位和哈尔滨工业大学等承办单位的支持

表示感谢,同时指出,当前土木工程领域专家学者正在以“建设世界建造强国”为目标,以“推动智能建造与新型建筑工业化协同发展”为动力,不断探索、钻研,以专业的知识和创新的思维推动行业的发展。创新论坛为科研工作者提供了一个充分交流与展示的平台,相信在大家的努力下,“建筑科学与工程创新论坛”必定能够在国家创新体系建设中发挥更为突出的作用。

中国科学院院士、哈尔滨工业大学校长韩杰才在致辞中介绍了学校的基本办学情况和土木工程学科的历史与发展现状,希望本次论坛围绕“打造宜居、韧性、智慧城市”等主题充分交流、深度碰撞、集聚众智,共同为落实党中央战略部署要求、推动土木工程学科的高质量发展提供更多行动方案,做出新的更大贡献。

## 2 特邀报告

在论坛特邀报告阶段,丁烈云院士与李惠院士以及50位知名专家学者围绕智能建造、建筑材料、建筑结构、桥梁工程、铁道工程、道路工程、岩土工程、建筑设计与环境等领域的热点和难点问题做了精彩报告。

### 2.1 智能建造

华中科技大学丁烈云院士的报告题目是“盾构并行工程施工智能控制”。报告指出,盾构并行施工

可以大幅度提高施工效率。明确盾构并行施工不是要新造盾构机,而是通过微改造,依托施工技术的创新来提高效率的观点。从智能技术赋能盾构并行施工的角度,将机理模型与人工智能模型结合,构建可解释的人工智能模型,通过前馈控制,实现数据-知识驱动的盾构隧道智能建造。

南京理工大学何勇教授的报告题目是“城市关键基础设施抗爆韧性数智评估研究进展与思考”。报告针对现代作战中对城市关键设施的功能防护、系统防护需求,创建了从关键基础设施爆炸物理毁伤效应预测到系统功能毁伤效能评估的全链条技术体系。构建了目标毁伤智能应用系统框架,应用系统功能包括快速精确毁伤计算、设施功能损伤评估、防护方案仿真推演和动态化决策支持。

香港理工大学夏勇教授的报告题目是“基于计算机视觉的大型结构全局位移测量”。报告介绍了复杂环境下基于改进相位法的位移估计和基于自适应复金字塔滤波的多尺度位移估计。光照时变在直流成分中产生非零的响应,影响相位观测结果,小带宽(大包络区域)可以抑制光照时变带来的不利影响。微小振动可以由单个高空间分辨率的滤波器获得,多尺度的位移需要多个自适应优化的滤波器监测。

同济大学赵宪忠教授的报告题目是“智能建造:从机器学习到大语言模型”。报告基于计算理论的智能算法局限性,提出从数字算法驱动到人工智能驱动的对策。提出桁架结构设计问题的马尔科夫决策模型,认为工程结构设计可抽象为具有时序特征的序列决策问题,依次考虑节点、杆件、截面尺寸。提出智能建造的核心关键技术有数字孪生(先时孪生,同时孪生,后时孪生)、自主感知(高效感知,嵌入式边缘分析能力)、智能识别(机器视觉,语音处理,机器学习)、认知推理(工程结构性态分析、评估、预测)、人机共融(对建造过程、建造系统精准控制)。

清华大学樊健生教授的报告题目是“数据+模型驱动的结构温度场及温度响应预测方法”。报告指出,温度是很多工程的控制作用,对结构安全性、适用性、耐久性有重要影响。影响结构温度效应的因素众多、参数离散大、耦合特征明显。提出了温度效应计算模拟方法,并展示了工程结构温度效应研究示例,提出了未来可重点发展物理模型驱动与数据驱动相结合的温度效应模拟分析方法。

湖南大学邓露教授的报告题目是“基于机器视觉的智能建造机器人研究进展”。报告指出,智能建

造是一种以工业化与信息化为基础,在结构设计、生产、施工、运维等阶段充分利用智能技术自主完成作业的先进生产方式的概念。建造机器人可有效缓解当前建筑业的问题,是推进智能建造的关键抓手。机器视觉技术是智能建造机器人的重要技术基础,研发了几款较为成熟的实用型技术产品:钢筋绑扎机器人、焊接机器人、轨枕检测机器人和箱梁内部检测机器人。

## 2.2 建筑材料

哈尔滨工业大学李惠院士的报告题目是“土木工程新材料”。报告提出了构建陶瓷材料机器学习人工智能设计的方法,并且实现了陶瓷气凝胶材料大规模、低成本的制备。通过超结构设计来实现材料力热协同增强,使材料的力学性能从“超弹”拓展至“超弹韧”,从而具有优异的热稳定性和超隔热特性。

河南工业大学吴智深教授的报告题目是“玄武岩纤维复材增强钢筋混凝土与预应力混凝土结构与应用”。报告指出,钢筋混凝土结构存在寿命韧性不足问题,长寿命韧性化设计势在必行。从FRP材料长寿命设计和制造角度出发,分析了BFRP长期性能退化机理,提出了耐久长寿命及韧性设计的BFRP(预应力)-钢混合增强混凝土及预应力混凝土结构,从控裂耐久、刚度极限承载力、损伤可控、延性控制和全寿命自感知等5个方面开展混合配筋结构设计及效果验证。开发了结构型玄武岩纤维增强混凝土及超高性能混凝土技术,以及结构型纤维与BFRP混合增强技术,解决了传统纤维分布不均匀及锈蚀引起的长期性能退化问题。

同济大学陈艾荣教授的报告题目是“钢筋混凝土锈裂过程的电化-力场耦合相场模拟”。报告提出了考虑锈蚀-传输-氧化-沉淀过程的钢筋混凝土锈裂相场模型,该模型能够反映不同锈蚀产物之间的转化、损伤-传输-腐蚀-沉淀耦合过程、混凝土裂缝演化过程。

哈尔滨工程大学吴林志教授的报告题目是“先进复合材料在船海工程结构中的应用”。报告在理论层面揭示了曲壁蜂窝强化机制,实现了蜂窝材料强化设计的源头创新。发明了碳纤维曲壁蜂窝制备技术,解决了碳纤维不易弯折导致的符合材料蜂窝成型难题。提出了轻质多功能复合结构协同设计方法,发明了轻质蜂窝/泡沫隔吸声复合结构,揭示了其隔吸声机理。提出了舰艇靠帮防撞装备整体设计方案,突破了无内胎式模具一体化成型技术,研制了

大尺寸复合材料防撞结构,为我国海军 HQT 部队提供了一套有效的核心装备,填补了该领域的空白。

广西大学肖建庄教授的报告题目是“3D 打印 ECC 组合再生混凝土梁受力性能”。报告指出,将再生混凝土与 3D 打印结合,提高了再生混凝土的可建造性,可以挖掘更多的低碳潜力。3D 打印再生混凝土界面受到打印时刻间隔和界面处理方式的影响,而目前的研究表明,再生砂取代率对界面黏结强度的影响不大。3D 打印 ECC 组合再生混凝土梁是一种可行的构件形式。组合梁破坏模式主要为受弯破坏,底部 ECC 厚度对于承载力的影响较为显著。

青岛理工大学金祖权教授的报告题目是“混凝土中钢筋锈蚀及其锈胀应力分析”。报告基于混凝土中钢筋锈蚀过程、钢筋的钝化与脱钝,提出了钢筋混凝土锈胀开裂模型,指出 DIC 与传统应变片所测试的钢筋混凝土表面应力、应变演化规律一致,应变片可以更好地反映混凝土表面的微变形,而 DIC 可以监测钢筋混凝土表面锈胀开裂的全过程。

兰州理工大学张云升教授的报告题目是“含粗骨料 3D 打印混凝土材料与构件设计、制备与性能研究”。设计并研发了适用于各类混凝土材料的大型 3D 打印设备,提出了基于含粗骨料混凝土的 3D 打印油墨材料组成设计方法,研究了 3D 打印混凝土可打印性能、力学性能,阐述了新式 3D 打印混凝土构件的制造方法,该方法实现了科学研究与实际工程的结合。

东南大学蒋金洋教授的报告题目是“海工混凝土水化温升控制智能设计与调控方法”。报告介绍了研发团队发明的多层次水化温升抑制协同抗裂材料,提出了水化温升调控方法,实现了海工混凝土多级弛豫放热与强度协同发展。计算了混凝土多尺度传热、传质系数,量化了温度-应力场空间分布,提出了基于混凝土热损伤模型的开裂评估方法。建立了海工环境-材料组分-水化温升相关联的大体积混凝土水化热数据库,开发了大体积混凝土智能设计平台,实现了混凝土水化热的多目标优化设计。

### 2.3 建筑结构

中南大学余志武教授的报告题目是“多源动力下‘房桥合一’高铁客站结构协同设计方法研究及应用”。报告揭示了多源动力下客站结构损伤及耦合振动机理,创建了安全设计及舒适度评价指标体系,提出了多源助力一体化协同设计方法及减振技术,为我国高安全、高舒适的高铁客站建设做出了贡献。最后提出将开展多源动力下“房桥合一”客站结构动

力耦合效应深化研究,并将编制“房桥合一”高铁客站结构设计技术标准。

大连理工大学李宏男教授的报告题目是“考虑真实复杂边界条件的结构多维动力加载系统研制”。报告揭示了工程结构在地震作用下的破坏机理,并提出有效的构件破坏准则,形成了准确的结构抗震计算与设计方法,保障了工程结构在强震中的安全性。研究团队国际首创多维动力加载系统,该系统可以实现对试件 6 个面、36 个自由度的力或位移加载。

清华大学石永久教授的报告题目是“高强度、超高强度结构钢材及其应用技术”。报告指出,高性能钢材具有高强度、高效率、多功能的特点,具有用钢量小、工作质量高、便于运输与安装、低排放等优势,主要应用于强度控制的构件和节点、大跨度屋盖和桥梁中的构件、板厚大于 40 mm 的承重梁柱、自重要求轻的结构、强度要求高且刚度要求低的结构。同时指出,需要进一步研究发挥高强度结构钢材性优势的结构体系、设计理论和方法,需要完善高强度结构钢材应用技术标准。

同济大学李国强教授的报告题目是“高性能建筑钢结构及其实现方法”。报告指出,高性能钢结构应具有高承载性、高承灾性,可节省用钢量,减小灾害破坏,达到绿色减排目的。高承载性钢结构可通过采用强度高的钢材、承载力大的构件形式和承载效率高的结构体系来实现。高耐震性钢结构可通过采用承载-消能双功能钢构件来实现,效率高,成本低。

广西大学韩林海教授的报告题目是“钢管混凝土结构全寿期安全性分析理论、工程应用与标准制定”。报告建立了钢管混凝土结构全寿期安全性分析理论与设计技术体系,创新性发展了高性能钢管混凝土混合结构形式,实现了大型复杂土木工程主体结构安全适用范围的拓展。揭示了钢管混凝土非线性约束效应,基于全寿期性能演化,建立了混凝土本构模型与构件承载力计算体系,奠定了钢管混凝土结构设计的核心理论基础。

华南理工大学吴波教授的报告题目是“固废混凝土结构研究进展及工程应用”。报告指出,固废混凝土结构主要分为再生块体混凝土结构、再生部件混凝土结构。提出了干筛法制备工程渣土再生砂工艺,该方法彻底避免了絮凝剂残留问题,与常规干燥相比,微波干燥的效果显著提升,能耗显著降低。通过试验发现新旧混凝土界面徐变现象,提出了界面

徐变概念,建立了考虑界面徐变影响的再生块体混凝土基本徐变预测模型。

哈尔滨工业大学范峰教授的报告题目是“大跨空间结构研究与实践”。报告提出了考虑节点偏差和杆件初弯曲的“一致缺陷模态法”,介绍了多重非线性、局部-整体耦合的精细化稳定性分析方法。建立了大跨空间结构强震失效机理的理论框架以及考虑材料损伤累积、地震多点输入、上下部结构耦合、多重地震效应的空间结构强震分析理论,揭示了强震作用下结构动力失稳和强度破坏两种失效机理。建立了“现场实测+风雪试验+数值模拟”三位一体的极端雪荷载研究技术体系。长期开展实际建筑和建筑模型屋面积雪分布实测研究,开发了我国首个大跨屋面极端雪荷载的实测数据库。

北京市建筑设计研究院总工程师朱忠义的报告题目是“大跨度结构设计挑战与创新”。报告指出,针对复杂索结构工程,提出的位形和预应力精准双控的形态分析方法具有通用性,能够更好地发挥大跨度索结构的高效性能。北京大兴机场航站楼 C 形柱与屋盖一体化巨型网格结构和超大平面隔震技术,可解决 500 m 尺度大跨空间结构体系的抗震和温度效应控制的设计难题;中国天眼的设计方法创新拓展了大跨度索结构的应用领域。

浙江大学罗尧治教授的报告题目是“新型连续脊索索穹顶理论分析与试验研究”。报告指出,新型索穹顶结构采用汇聚于支座节点的连续索代替传统的脊索和斜索,展现出施工易、内力匀和耗能性能好等优势,具有良好的工程应用价值。解决了新型索穹顶结构采用滑动索时的形态设计与分析关键问题,建立了完整的结构理论分析框架。

同济大学顾祥林教授的报告题目是“优秀历史建筑的抗震鉴定与加固”。报告指出,根据鉴定周期(目标使用期,不超过 30 年)对活荷载及地震作用进行调整,每个鉴定周期内不少于两次常态化检测,依据检查结果,及时采取相应措施来对优秀历史建筑进行安全防护。历史建筑抗震加固时应首先提高结构的整体性,再考虑提高结构的抗震性能。不能盲目依从现行规范,要不断创新,才能在保证安全的前提下更好地保护优秀历史建筑,传承人类文明。

重庆大学杨庆山教授的报告题目是“高层建筑风效应与抗风分析”。报告提出了能够准确反映气动阻尼随风速和振幅非线性变化规律的三参数模型,相比美、欧模型,精度提高达 30%,而且三参数以表格形式表达,应用便捷。将不可解系统的非线

性阻尼力进行能量的非线性等价,得到了气弹风振响应的概率密度函数解析解,进而提出了气弹风振响应的全阶矩分析方法。

广州大学周云教授的报告题目是“复合消能器研究与应用”。报告介绍了铅黏弹性复合阻尼器、转动型复合阻尼器和钢管铅(黏弹性)复合阻尼器等创新型复合消能技术。消能减震技术通过采用阻尼器(消能器、耗能器)吸收耗散地震作用传入结构的能量,能够有效减少结构的地震响应。复合(组合)消能技术可实现更高效的耗能减震,满足不同抗震性能需求,获得更好的经济效益,具有更广泛的应用前景。

重庆交通大学肖勇教授的报告题目是“高性能钢结构的研究及工程应用”。报告指出,相比于普通钢,高强钢在工程使用和受力性能方面拥有不可忽略的优势,使得高强钢成为结构钢材的重要发展方向。相比于普通钢,高强钢没有明显的屈服台阶,同时高强钢的屈服强度更高,屈曲后性能优于普通钢板梁。在节点研究中,引入了热影响区的影响,根据有限元和试验结果的对比,给出了高强钢焊接 T 构件的热影响区具体分布范围。在连接、节点设计中引入可控变形,克服了高强钢延伸率不足,增强了高强钢的延性及高效连接,结构具有更好的抗火和抗震性能。

同济大学薛伟辰教授的报告题目是“新型核电厂装配式混凝土结构体系研发与试验研究”。报告指出,在 0.2 轴压比下,单排螺栓连接装配式混凝土剪力墙(剪跨比 1~2)和现浇剪力墙的平面内抗震性能相近;在 0.4 轴压比下,装配式剪力墙的抗震性能总体好于现浇剪力墙。后浇带环扣连接可以实现带竖缝的装配式剪力墙的抗震性能与无竖缝剪力墙相近。基于各向异性板计算理论,提出了考虑拼缝影响的四边固支双向叠合板的承载力与挠度计算方法。

广州大学任凤鸣教授的报告题目是“钢-FRP-多元级配固废混凝土组合结构性能提升方法”。报告提出了面向固废混凝土的堆积密度湿测法,实现了固废混凝土湿法堆积密度的精准测定,提出了纵向应力与环向应变修正公式,建立了考虑材料内部结构与约束力路径的约束固废混凝土本构模型。揭示了组合柱构件各材料间界面黏结及协同工作机理,基于提出的本构模型,建立了组合柱构件在各种荷载作用下的数值分析模型。揭示了新型节点的传力机制和变形协调机理,探明了关键参数对新型节

点的塑性演化机制、破坏机理和力学性能的影响规律。

重庆大学石宇教授的报告题目是“多层冷弯型钢结构房屋研究及应用”。报告指出,国家正在大力推广装配式绿色建筑,冷弯薄壁型钢结构已广泛应用于低层建筑。从冷弯薄壁型钢抗侧力构件角度和多层冷弯型钢结构抗震性能方面介绍了已开展的研究工作,并指出冷弯型钢结构建造由低层向多层发展、由薄壁向厚壁发展是必然趋势,将围绕绿色建筑、清洁能源利用方向研发超低能耗冷弯型钢结构关键建造技术,实现冷弯薄壁型钢结构建筑智能建造的创新与应用。

湖南大学周云教授的报告题目是“天基 InSAR 监测在城市房屋建筑群安全体检中的应用研究”。报告指出,城市体检宜考虑“监测效益”,实现轻量化可持续发展目标,结合结构工程基本理论,打通“土木+遥感”技术“最后一公里”,开展“天空地一体化”基础设施监测,实现“人防+技防+智防”。进一步使未来城市体检做到“距以千里,捕之毫厘”的高精度要求,实现在几百公里太空捕捉地表毫米级形变信息。

哈尔滨工业大学杨华教授的报告题目是“极端作用下新型钢管混凝土结构性能研究进展”。报告介绍了新型钢管混凝土构件的高温本构模型,提出了抗火性能分析、设计及灾后性能评定方法;建立了空间应力场下钢材的高速动态本构模型,提出了新型钢管混凝土构件抗撞击性能全过程分析与设计方法;揭示了复杂往复荷载作用下新型钢管混凝土构件的损伤机理,建立了其承载力相关方程与恢复力模型。开展的相关研究攻克了多场本构、损伤演化及全过程设计等领域共性难题,成果被多项工程防护设计与技术标准采纳。

福州大学赖志超教授的报告题目是“高性能钢-混凝土组合结构研究进展”。报告在区分厚、较薄及薄钢管混凝土的径厚比值的基础上,建立了薄壁钢管混凝土的等效本构模型并提出了成套计算公式。同时指出,纯弯静力构件延性的最不利组合为高强钢+高强混凝土,纯弯滞回构件延性最不利组合为高强钢+普通混凝土,压弯滞回构件延性最不利组合取决于轴压比。

## 2.4 桥梁工程

重庆交通大学周建庭教授的报告题目是“600 m 级超大跨拱桥大比例模型试验与启示”。报告揭示了大跨拱桥成拱过程中结构时空应力的演变规

律,通过试验证明“强劲性骨架+多工作面同步浇筑”可有效抑制骨架应力波动。报告指出,外包混凝土分环分段方案对结构施工安全性、成拱后的应力分布和结构承载性能具有显著影响,提出了外包混凝土分环分段浇筑成拱状态调控方法。

湖南大学邵旭东教授的报告题目是“中等跨径轻量化 UHPC 箱型梁桥的研发与工程应用”。报告指出,钢内芯-UHPC 组合梁具有自重轻、造价低、施工方便、耐久性好等特点。钢内芯-单面覆盖 UHPC、钢内芯-三面覆盖 UHPC 和钢内芯-四面覆盖 UHPC 组合梁 3 种不同类型组合梁可适用于不同的桥梁应用场景。10 余年来,研究团队首创了系列 UHPC 桥梁结构,成果应用于国内外 220 余个实体工程,主编 10 余部 UHPC 结构标准。

重庆大学刘永健教授的报告题目是“钢混组合桥梁温度作用模式研究”。报告在考虑了钢和混凝土热传导差异的基础上,建立了适用于钢-混组合桥梁(钢-混组合梁桥与钢管混凝土桥梁)温度作用模式与取值方法。研究发现组合梁钢梁日照升温快于混凝土桥面板的正温度梯度模式,提出了钢梁降温快于混凝土桥面板的负温梯度模式;建立了考虑拱肋空间姿态影响的钢管混凝土拱肋温度纵向分布模式,提出了用于热脱黏计算的温差环向分布模式;建立了温度作用取值的气象相关性计算方法,实现了不同地域温度作用的准确取值。

江苏大学王景全教授的报告题目是“活断层区域桥梁地震动输入与抗震韧性提升”。报告指出,近断层强地震模拟正从数学模型到基于地球物理过程的宽频地震动模拟发展,活断层模拟正从单断层破裂向多断层破裂研究方向拓展,桥梁风险分析正从单体桥梁向交通网络韧性研究方向发展,活断层桥梁韧性增强正从单一易损构件性能提升到多构件耦联协同提升方向发展。

西南交通大学郭健教授的报告题目是“桥梁典型灾害监测预警技术”。报告指出,桥梁灾害预警系统正在逐步实现自动化和智能化。这些系统获得的监测数据蕴含了潜在的灾害发展趋势,通过优化预警算法可以提高预警的准确性和时效性。同时,桥梁灾害预警系统正朝着多灾种耦合预警的方向发展,即系统能够同时监测和预警多种自然灾害,如暴雨、洪水、泥石流和风灾等,提供更大范围的风险预测和评估,从而制定更完善的桥梁防灾对策。随着桥梁灾害预警技术的全球化快速发展,国际合作和预警技术标准化将成为重要趋势,各国之间将加强

在桥梁灾害预警技术方面的交流合作和标准制定。

## 2.5 铁道工程

哈尔滨工业大学凌贤长教授的报告题目是“严寒区铁路路基防冻害评估分析理论与方法”。报告指出,寒区轨道交通路基工程发展了冻土动力学的一个新的方向——寒区轨道交通路基动力学。揭示了冻融耦合振动作用加剧路基冻害的循环互馈过程,定义了往复循环荷载,提出了列车-轨道-路基体系振动耦合作用下路基振动反应分析方法,该方法充分反映了路基振动反应的动力、耦合、时变三大特性。建立了粗粒填料应变软化本构模型,提出了路基结构损伤评价方法;建立了路基冻土层振陷预测模型,提出了路基沉降评价方法。

北京交通大学高亮教授的报告题目是“高速铁路轨道工程安全服役综合实验平台研发”。报告介绍了轨道工程精细-均衡分析理论,系统性发展了高速铁路无缝线路技术,创新了轨道结构长寿命建养技术,建立了轨道系统智能测控关键技术及应用体系。研发了高速铁路轨道系统长期安全服役综合试验平台,包括高速铁路脱轨机理与安全防护平台、更高速度维纶轨滚动接触及检测试验平台、极端气候条件-列车耦合作用下无砟轨道长期服役平台、基于震噪联合的减振降噪技术及检测方法研发平台、有砟轨道力学机制及智能捣固试验平台。

湖南科技大学蒋丽忠教授的报告题目是“地震下铁路轨道、桥梁行车功能评估及安全风险控制”。报告介绍了基于多模态混合关键构件震致损伤智能预测模型,分析了震致损伤水平与地震强度之间的关系。利用风险多级防控智能预测模型,开展了结构、装置、地震关键参数对风险转控性能的影响分析。基于风险转控装备参数智能优化方法,研发了梁-梁连接、墩-梁连接、摩擦板协同的地震灾变风险转控装备体系。协同分散耗能及风险转控技术显著提升了铁路轨道-桥梁系统震后快速修复能力。

## 2.6 道路工程

中国交通建设集团总工程师汪双杰的报告题目是“青藏高原道路工程韧性的关键科学问题”。报告提出青藏高原道路韧性面临的三大挑战:极端恶劣气候长时作用导致的道路材料劣化挑战、持续退化多年冻土导致的道路结构失效挑战和大高差、强地震地形地质导致的道路安全挑战。目前亟需解决的关键问题是高寒环境下工程材料的劣化机理、演化过程和多场力学行为,以及高寒环境、冻土与工程互馈响应下机构损伤及改性增韧和基于复杂环境时变

的道路运行系统稳定性与风险防控。

长安大学沙爱民教授的报告题目是“特殊环境道路铺装建造关键技术及工程应用”。报告指出,边远和边疆地区气候多变、生态脆弱、地形复杂、环境因素更加突出等问题为特殊环境下道路铺装建造增加了难度。对于西北高原低温低压环境,揭示了高寒地区道路铺装材料性能水平的真实状态和性能演化规律,构建以横向裂缝为代表的病害发生发展预测模型,提出低温低压环境下道路铺装材料组成设计与成型质量控制方法。对于东北沿海盐冻融环境,揭示了湿度及冻融作用下面层混合料损伤机理,提出以提升抗盐冻融耐久性为目标的混合料控制标准,建立适用沿海盐冻融环境的铺装材料设计与施工技术方法。对于华南沿海高温盐蚀环境,揭示了湿-热-盐环境下铺装材料性能劣化规律,提出了湿-热-盐环境对沥青混合料性能的影响规律,并提出了性能保持方法,形成了表面层抗盐蚀、中面层高模量的铺装材料与结构设计方法。

哈尔滨工业大学(威海)谭亿秋教授的报告题目是“面向极端环境沥青路面高性能材料研发”。报告指出,现有的技术没有解决大温差环境沥青材料性能劣化的问题,分析了沥青胶浆黏弹性演变行为以及沥青-集料交互作用劣化行为,建立基于界面电荷调控理论的硬相模块瞬时纳米沉淀工艺,形成基于双向冷冻结结构仿生技术的硬相模块微观构筑方法。探明温度循环作用下沥青基材料宏-微观衰变规律及其内在联系,设计开发仿生诱导的高性能自适应添加剂,明确仿生弹性体-沥青路用性能及其大温差环境调控机理。

## 2.7 岩土工程

重庆大学周小平教授的报告题目是“非局部广义粒子动力学方法及其应用”。报告指出,通过引入连续性方程和对支持域进行动态更新,非局部广义粒子动力学可以有效模拟工程尺度的大变形问题,且无需划分网格。同时非局部广义粒子动力学能有效模拟滑坡过程剪切带的萌生、分叉和扩展,以及地堑和地垒形成的过程,实现真实地震诱发滑坡的滑动全过程及结构物受土体冲击后的倾覆倒塌过程模拟,可以预测流体作用下结构体的断裂破坏过程。

深圳大学包小华教授的报告题目是“液化地层地下结构相互影响震害耦联机理及韧性评估”。报告指出,在地震作用下,液化地层-结构相互作用显著影响其整体动力响应,结构间的关联效应导致了变形和应力分布的复杂变化。通过考虑地下结构的

抗灾能力和恢复能力,结合结构位移、变形和超孔压等因素,提出了地下结构的抗震韧性评估方法。多结构抗震优化布局方案可减少结构性能的损失,所提出的考虑地层作用的结构抗减震方法可有效控制地层变形和结构内力。

## 2.8 建筑设计与环境

大连理工大学唐春安教授的报告题目是“城市空间重塑:向下还是向上?——有关城市空间发展和城市重塑方案的思考”。报告指出了我国城市发展所面临的现代城市综合症问题,提出人居环境解耦是解决城市综合症的良策。通过高架“一层板”,形成人居活动层、城市物流层和城市交通层的三层式城市空间结构模式,为有效破解城市交通拥堵、人居活动空间短缺、城市地下空间易发生灾害等当代城市病“综合征”难题提供了全方位的解决方案。阐述了安全型城市理念,通过系列措施实现综合品质提升。

清华大学张寅平教授的报告题目是“室内空气质量评控”。报告提出了室内空气质量评控理论与方法,为建立符合我国国情的室内空气质量标准、技术和工程体系提供了理论基础。阐述了室内空气质量主控污染物及阈值确定原理并提出了基于疾病负担排序的主控污染物确定方法,建立了室内空气污染物负担计算方法。通过该方法首次得到我国室内主控空气污染物清单及经济损失,明确我国室内空气污染疾病负担和美、欧存在显著差异。

清华大学方东平教授的报告题目是“以人为核心的城市韧性超网络演化分析”。报告指出,基于人感的城市韧性分析为以人为核心的城市韧性治理提供了新视角,根据动态和多层次的居民需求,监测灾后需求满意度的恢复,优先配置资源。基于人感的城市韧性定量评估方法可更准确地把握城市功能的状态和变化,以市民大数据驱动,实现极端灾害下有层次、日常运维下有准备的恢复。超网络模型与超边演化分析为深刻揭示规律、优化恢复策略提供了新的工具,全面理解基于人感的城市韧性,为制定及时有效的灾后恢复策略奠定基础。

北京大学俞孔坚教授的报告题目是“气候设计与生态基础设施”。报告提出了独特的中国式海绵地球工程模式化设计:将道法自然的传统生态智慧进行模式提炼、增强设计、运行检测,形成标准化生态工程技术模块。提炼和增强适应季风气候的传统生态智慧,形成以水过程适应和调控设计为核心的海绵工程模式。基于自然中国模式的综合效益评估发现,该模式可有效增加碳汇、城市降温、减轻洪涝和旱灾、水土净化,提高生物多样性和提高社会与经济价值等。

华南理工大学孙一民教授的报告题目是“城市更新:精明建构城市空间新秩序”。报告针对中国城市更新面临的普遍问题和困境,提出以“精明”观点,突破建筑设计、城乡规划与风景园林各专业设计的习惯领域,在更加宽广的层面探讨解决城市更新难题。以“精明更新”为理念建构城市新秩序,要坚持公共利益与环境品质优先及基于工程理性的土地高效利用为原则,实施精确甄别场地要素、精致构建城市场所、精细创新建管模式等举措,全面规划与考虑,而非全全盘推倒重建,盲目开展施工。

湖南大学彭晋卿教授的报告题目是“新型高效建筑光伏关键技术与应用”。报告指出,该项技术成果有效解决了建筑光伏在视觉效果、节能性能及发电效率上的瓶颈问题,指导了不同应用场景下建筑光伏产品的优化设计,显著提高了产品的美观度、舒适性和节能减碳效果。

## 3 闭幕式

2024年10月13日17:20举行了论坛闭幕式,由哈尔滨工业大学土木工程学院党委书记王玉银主持,哈尔滨工业大学副校长范峰致闭幕辞。论坛主席、中国工程院院士周绪红进行总结致辞。他在致辞中对论坛的圆满召开表示祝贺,宣布了第九届创新论坛将于2026年由湖南大学承办。举行了论坛标志牌交接仪式,承办单位代表、湖南大学土木工程学院院长华旭刚致感谢词。