

# 07

## 智能建造与 基础设施

SMART CONSTRUCTION AND  
INFRASTRUCTURE

/  
/



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 目录

## CONTENTS

### 07

#### 智能建造 与基础设施 (17项)

- |  |    |
|--|----|
| 1. 冰雪景观结构设计建造与健康监测 (土木学院)              | 71 |
| 2. 装配式冰场设计与建造技术 (土木学院)                 | 72 |
| 3. 自愈合混凝土材料制备技术 (土木学院)                 | 73 |
| 4. 空间结构强震失效机理与抗震性能提升技术 (土木学院)          | 74 |
| 5. 桥梁风振流动测量和诱发机理分析技术 (土木学院)            | 75 |
| 6. 风浪液面视觉重构与荷载识别技术 (土木学院)              | 76 |
| 7. 人-车-路-桥全场景风险管理与预警系统 (土木学院)          | 77 |
| 8. 太阳能光-热-电有序利用技术 (建筑学院)               | 78 |
| 9. 礼仪性冰构筑物设计与搭建 (建筑学院)                 | 79 |
| 10. 体育场馆“游泳—冰壶”多运动场景顶棚膜材热辐射控制技术 (建筑学院) | 80 |
| 11. 土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统 (建筑学院)             | 81 |
| 12. 城市供热、供水管网数字化系统 (建筑学院)              | 82 |
| 13. 桥梁与隧道结构运营安全智能监测与预警技术 (交通学院)        | 83 |
| 14. 生物沥青制备及复合改性路用技术 (交通学院)             | 84 |
| 15. 沥青铺面动力学响应解析计算技术 (交通学院)             | 85 |
| 16. 沥青路面开裂损伤机理、修复材料及现场施工成套技术 (交通学院)    | 86 |
| 17. 沥青铺面工程混合料质量数智化控制技术 (交通学院)          | 87 |

# 1.冰雪景观结构设计建造与健康监测（土木学院）

## 【成果简介】

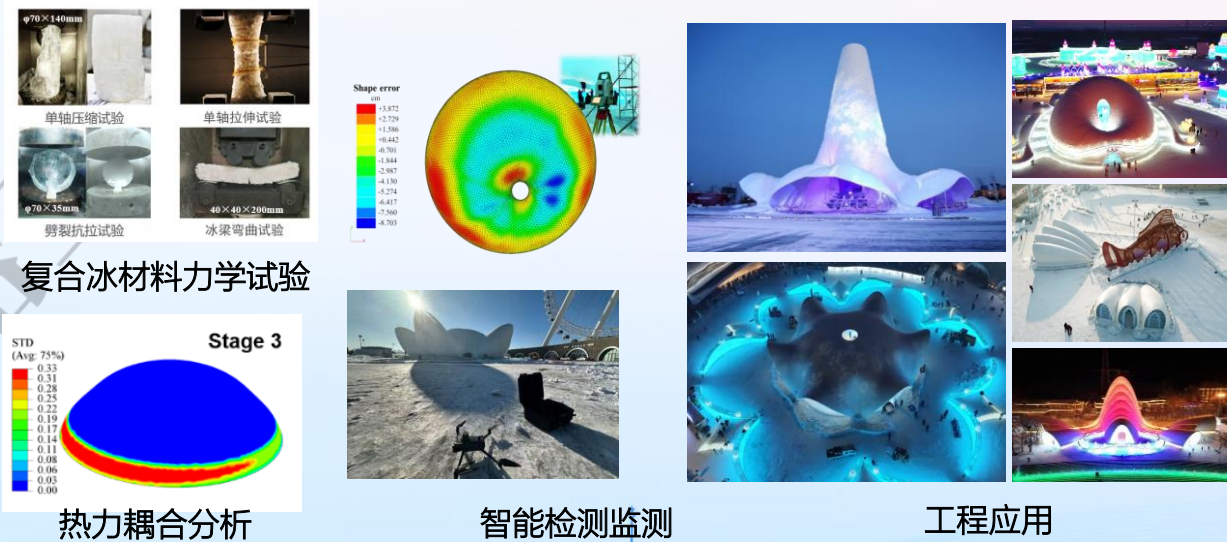
为推动我国冰雪产业发展和未来极地开发，研发了新型高性能冰材料与冰雪景观结构。针对大跨度冰壳结构“气膜+喷射”建造技术开展系统性研究，重点解决了气膜模板的找形问题和喷射施工中的成型精度控制问题。首次建立基于热力耦合的冰壳结构精细化分析方法，准确模拟了冰壳结构在动态热力环境下的非线性力学性能与损伤演化规律为复杂环境下冰壳结构健康监测与安全预警奠定了理论基础。自主研发“冰壳原位强度无损检测”等检测与监测设备，同时引起光纤光栅传感器、激光测距传感器等先进监测手段，实现了健康监测系统的自动化及智能化。主编《冰壳结构技术规程》标准；相关成果授权国家发明专利4项、软件著作权3项，获2022年中国钢结构协会技术创新奖，并获央视专题报道。

## 【技术指标】

复合冰材料的承载能力提高2-3倍，形态控制精度较传统技术可提升约12倍。实际冰壳结构的施工效率可以提高约40%，总需水量可节约30%。实现了健康监测系统的自动化及智能化，结构响应的监测效率提高2倍。

## 【典型应用】

该技术可广泛应用于冰雪景观结构设计施工与监测。2016年以来，团队结合大跨度复合冰壳结构设计建造技术，开展了17座大跨度冰壳建造项目，其中Flamenco Tower建造高度30.54m，创造了吉尼斯世界最高冰壳建筑记录，获得WA中国建筑“设计实验奖”，提升了冰壳结构在寒地区域的产业化和社会影响力。



复合冰材料力学试验

热力耦合分析

智能检测监测

工程应用

## 2. 装配式冰场设计与建造技术（土木学院）

### 【成果简介】

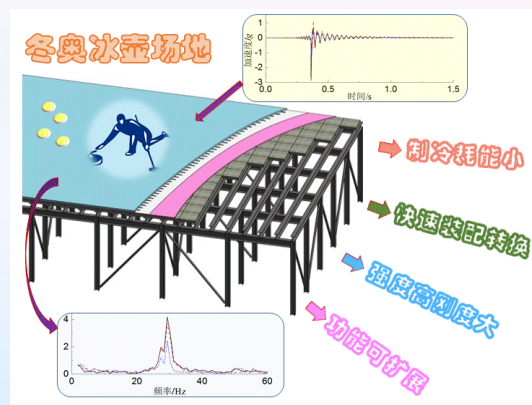
针对传统体育场馆功能单一、利用效率低、维护成本高等问题，提出了一种可快速装拆的冰场建设技术，可将各类传统运动场地迅速改装为冰上运动场地。该技术包括了可调平的自立式冰场支撑结构、冰面构造做法、制冰方法、冰场性能监测方法等，可为各类冰上运动提供临时或永久场地。系统研究了多种因素对赛场人工冰的强度影响规律，提出了赛场人工冰的强度破坏准则，建立了一套结构变形、应力、振动加速度等关键指标的实时健康监测系统，实现了数据的高速传输和远程控制。该技术助力2022年北京冬奥会冰壶比赛，实现了水立方方向冰立方的功能转换。发明的装配式冰壶场地结构，可以快速完成水-冰转换，成功打造了水立方双奥场馆。装配式冰场转换便捷，不仅可以用于国际冰壶大赛，而且可以在赛后随时进行水-冰功能转换，极大提升了赛后运维的利润和可持续发展能力。

### 【技术指标】

提升了传统体育场馆的利用效率，比新建冰上场馆节约投资成本40%以上，提升赛后运维的经济利润20%以上，还具有带动城市旅游、周边消费、提升知名度和影响力等潜在效益。

### 【典型应用】

本技术拥有十余项国家专利，在2022年北京冬奥冰壶场馆“水立方/冰立方”中成功应用，未来可用于各类冰上运动的临时或永久场地的建造。



2022年北京冬奥会水立方的“水-冰”转换场地建设

### 3.自愈合混凝土材料制备技术（土木学院）

#### 【成果简介】

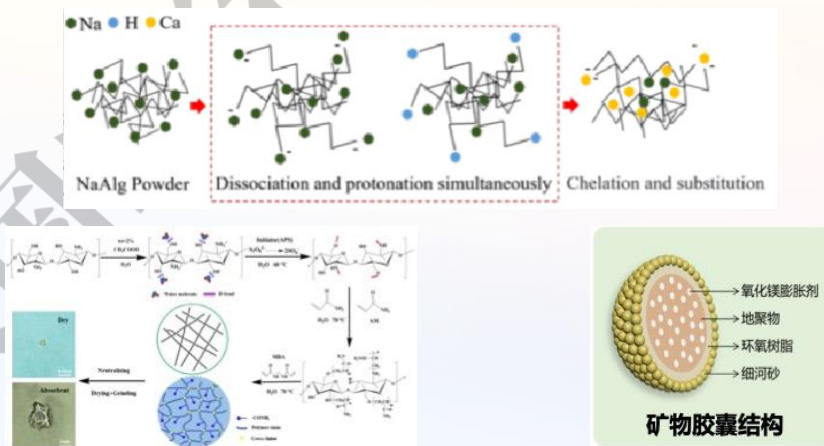
混凝土脆性大、抗拉强度低、原生缺陷多，在使用过程中不可避免地会产生微裂纹。对于服役过程中混凝土裂缝的检测与修复是一个长期困扰着土木工程技术人员的技术难题。自愈合或自修复混凝土为混凝土裂缝修复，延长材料与结构的使用寿命提供了新方向。该技术研制了适用于混凝土的自愈合材料，主要包括海藻酸钙聚合物、壳聚糖基超吸水聚合物、离子络合物愈合剂、氧化镁基矿物胶囊等，形成了具有裂缝自愈合功能的高耐久性混凝土。

#### 【技术指标】

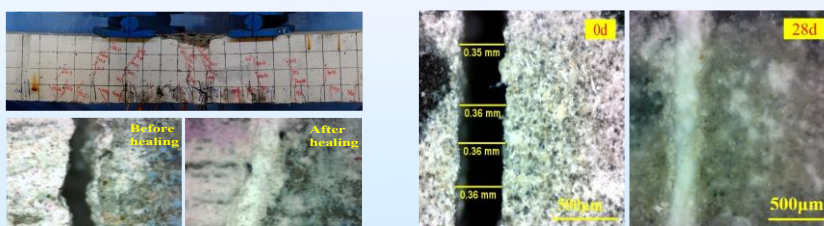
实现了钢筋混凝土梁中宽度小于400 $\mu\text{m}$ 裂缝的完全闭合。

#### 【典型应用】

技术可应用于可以被用于桥梁、隧道、地下设施、航空跑道等重大基础工程。



适用于混凝土的新型愈合剂



自愈合技术应用于钢筋混凝土梁

# 4.空间结构强震失效机理与抗震性能提升技术 (土木学院)

## 【成果简介】

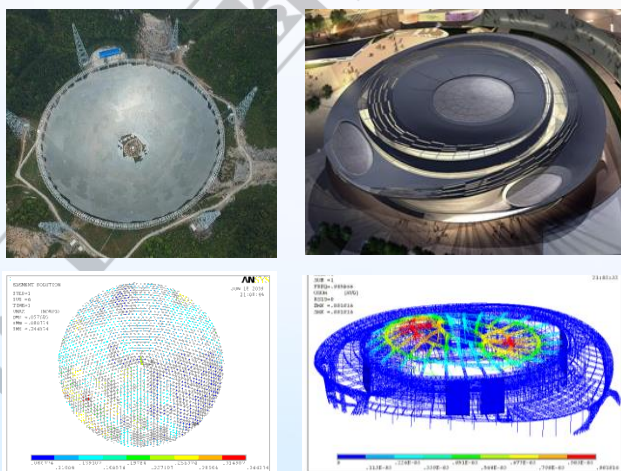
针对强震作用对大跨空间结构的失效机理及先进设计方法，定义大跨空间结构的强震失效模式及判别准则，建立典型大跨空间结构强震损伤模型，揭示大跨空间结构的强震失效机理。建立大跨空间结构考虑材料损伤累积效应、地震空间性效应、下部结构耦合效应、序列地震效应及非结构构件的强震分析方法，实现空间结构抗震性能的准确评估。建立空间结构基于性态的抗震设计方法及基于概率的风险评估方法；提出基于曲率一致型摩擦摆支座的、考虑隔震与减震联合控制的减隔震控制方法。相关研究成果获国家科技进步二等奖1项、黑龙江省科技进步二等奖1项、中国建筑工程总公司科学技术一等奖1项及近10项国家发明专利。

## 【技术指标】

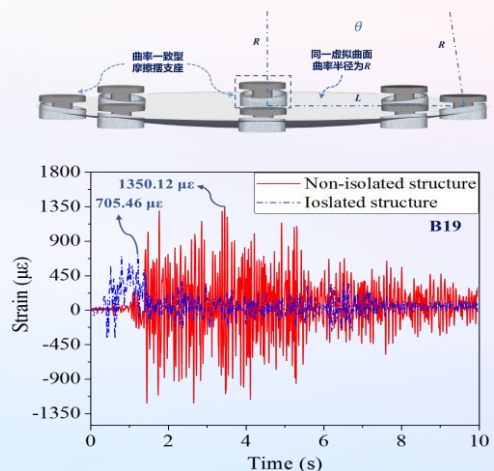
建立基于大跨空间结构损伤模型的风险评估技术，可实现地震风险的快速评估；采用基于曲率一致型摩擦摆支座的隔震与减震联合控制方法，结构地震响应减振率达80%左右。

## 【典型应用】

基于性态的抗震设计方法及基于概率的风险评估方法可用于各类大跨空间结构抗震设计与评估；减隔震技术可广泛应用于有减震需求的新建或改造建筑，特别在具有跨度较大的空间网格结构（如交通枢纽、大型体育场馆等）中具有较高的推广价值和应用前景。



强震分析技术在重大工程中应用



国家专利曲率一致型隔震层

# 5.桥梁风振流动测量和诱发机理分析技术 (土木学院)

## 【成果简介】

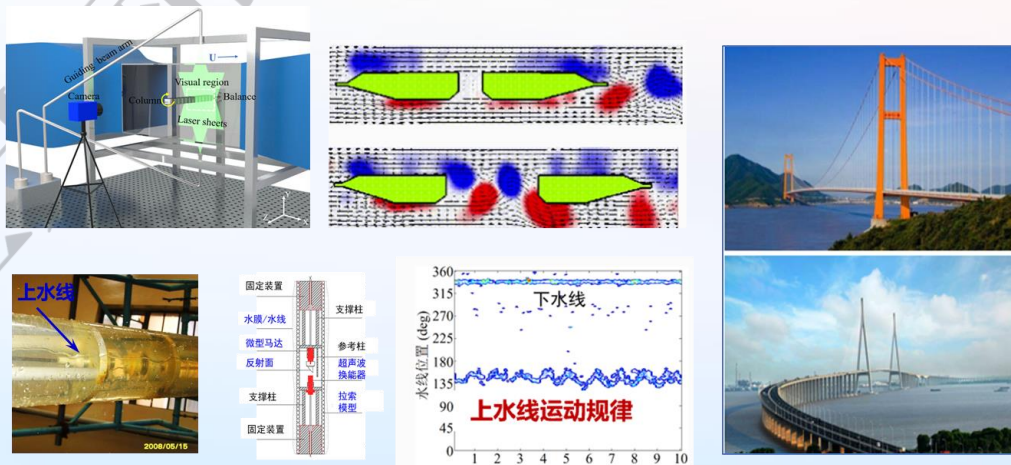
基于先进的流体测量技术揭示风振诱发机理是桥梁进行抗风设计以及服役桥梁异常风振成因分析和风振控制的基础。该成果首先研发土木工程最完备的高时空分辨率粒子图像测速技术、发明了超声和计算机视觉的斜拉索水线几何形态定量测量技术，获得了高质量绕流场和水线运动特征；揭示了分离式箱梁间隙涡与尾涡“双涡”结构诱发大幅涡振的机理、斜拉索展向非一致涡脱诱发多模态涡振的机理、桥塔低频涡脱和高湍流度是塔区吊索诱发大幅风振机理、气-液-固三相同频共振诱发拉索风雨振机理，形成了系统的服役桥梁风振诱发机理涡动力学分析技术。相关成果获黑龙江省自然科学一等奖（2020）和中国公路学科科学技术一等奖（2021）。

## 【技术指标】

高时空分辨率粒子图像测速系统（软件算法具有自主知识产权），时间分辨率0.005s，测量空间范围达500mm\*500mm、空间分辨率0.19mm；水线超声测厚系统，水线厚度测量精度达0.05mm；水线形态计算机视觉识别技术，其水线展向和周向测量精度分别为0.76mm，周向是0.63°。

## 【典型应用】

成果已应用于西堠门大桥、苏通大桥等重大工程复杂风振成因分析，为了桥梁抗风设计、日常管养和维护提供重要支撑。



桥梁风振先进流体测量技术与诱发机理涡动力学分析技术

# 6.风浪液面视觉重构与荷载识别技术（土木学院）

## 【成果简介】

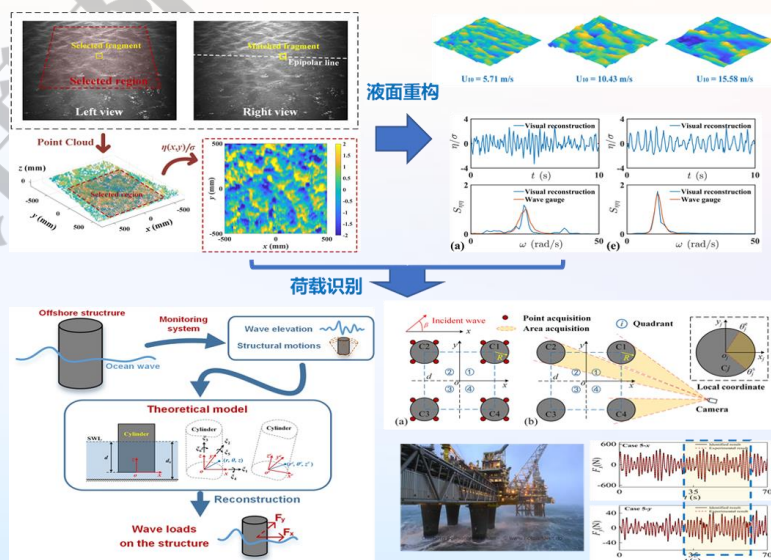
针对传统浮标风浪监测数据有限、工程结构波浪荷载监测难的问题，建立了风浪三维液面双目视觉重构方法，实现了大范围波浪场液面波高、周期、频谱、波向等数据提取。建立了基于液面监测数据的基础结构波浪荷载识别技术，具有算法计算效率高，识别结果精确，原始监测数据简单，采集设备安装方便等优点。

## 【技术指标】

实现了基于机器视觉的海洋工程结构波浪液面重构和荷载识别，识别误差 < 5%，识别步长耗时 < 0.1s（在获得液面后的荷载识别耗时），可实现在线识别。

## 【典型应用】

技术可广泛应用于海洋与桥梁工程基础结构近场波浪液面重构和荷载监测，为海洋与桥梁工程荷载设计、评估和监测提供理论和技术支撑。



波浪液面视觉重构与荷载识别技术



# 7.人-车-路-桥全场景风险管理与预警系统 (土木学院)

## 【成果简介】

针对我国公路基础设施集群规模庞大、交通事故多发且影响恶劣、道路与桥梁病害难以快速发现和及时修复等问题，研发了基于营运车辆主防系统的道路、桥梁智能化检测、监测和病害识别成套技术。该技术实施载体灵活，可利用基础设施健康监测系统、重载营运车辆群智能终端、非现场执法智能终端、荷载试验数据、有限元模拟分析、交通管控等多源信息，建立数据与物理模型的孪生关系，通过巡检、检测或在线监测完成公路桥梁异常与病害的快速定位、识别。该技术可为公路运营与管养提供良好的技术支持。

## 【技术指标】

项目成果较好的打通运政、管养、营运监管等多个平台，解决独立平台信息孤岛问题。其中，以高速公路为例，与传统的大件评估手段相比可节约评估时间成本约90%以上，IRI等重要指数评估误差不超过5%。

## 【典型应用】

该技术可广泛应用于高速公路运营、城市级乃至省级智慧交通指挥与运营中心。截至目前，该技术已成功应用于太行山高速公路、京新高速公路、齐齐哈尔市交通运行指挥中心、辽宁省交通运行指挥中心，并向河北省、山西省和内蒙古自治区等地推广。



技术成果与平台

## 8. 太阳能光-热-电有序利用技术 (建筑学院)

### 【成果简介】

针对建筑能耗高、碳排放大，研发了光伏、光热一体化建筑用能系统，实现对太阳能光伏、光热梯级利用与柔性调控；针对建筑中玻璃幕墙能耗高（夏季过热、冬季过冷），冬夏季功能不可调，研发了光热解耦、电致变色、自适应调节多功能智能调控玻璃窗；针对地下空间采光差、综合能耗高的问题，研发了具有光热解耦功能的太阳能的光导管采光系统，实现了太阳能采光的同时降低空调冷负荷。

### 【技术指标】

该技术实现太阳能分波段有序利用，紫外线UV(280nm-380nm)消杀、可见光VIS (380nm-780nm) 采光、可见光+近红外 (500nm-900nm) 发电、近红外NIR (780nm-2500nm) 产热。

### 【典型应用】

该技术可广泛用于建筑中，包含建筑墙体、建筑玻璃幕墙、玻璃门窗、地下空间采光系统等。已在北京冬奥会、深哈产业园、中誉设计有限公司、哈尔滨森鹰窗业股份有限公司应用。



地下空间采光系统



PV-T热泵系统



光热解耦透明围护结构

## 9. 礼仪性冰构筑物设计与搭建（建筑学院）

### 【成果简介】

第九届亚冬会（亚洲冬季运动会）作为一项重要的国际体育赛事，其礼仪性环境及冰建筑构筑物的设计与建造应很好的体现主办国及主办城市的文化特色与技术创新。本设计与建造实践具有以下特点：文化体现与创新结合：设计应融合亚洲多元文化和主办地的地域特色，同时利用现代的光电科技和创意手法展现独特的冰雪艺术，创造出既有传统韵味又具时代感的环境氛围；永久构筑物与临建冰雪设施相结合：结合所在特定环境的特点和属性，通过环境一体化设计理念，结合设置永久景观构筑物和临时冰雪构筑物；后期利用与可持续规划：在设计初期就有针对性的考虑赛后构筑物的社会服务功能，做到永临结合。

### 【技术指标】

设计服务费依据雕塑艺术品的取费原则，设计费为工程总造价的15-20%。工程造价根据相关地段大小和构筑物体量，按照每立方1500-3000元区间进行总价控制。

### 【典型应用】

由于定位于礼仪性冰构筑物，所以场景与环境应该与之相匹配。应用场景适于选址于城市级节点广场（如防洪纪念杯广场、索菲亚广场等、机场到达广场）、礼仪大道交通节点（机场路交通环岛、长江路、黄河路道路绿化带）、亚冬会各主办场馆入口或仪式性空间（如会展片区）、亚冬会运动员村的礼仪性空间、城市原有纪念性空间。



典型纪念性冰构筑物建成案例

# 10. 体育场馆“游泳—冰壶”多运动场景顶棚膜材热辐射控制技术（建筑学院）

## 【成果简介】

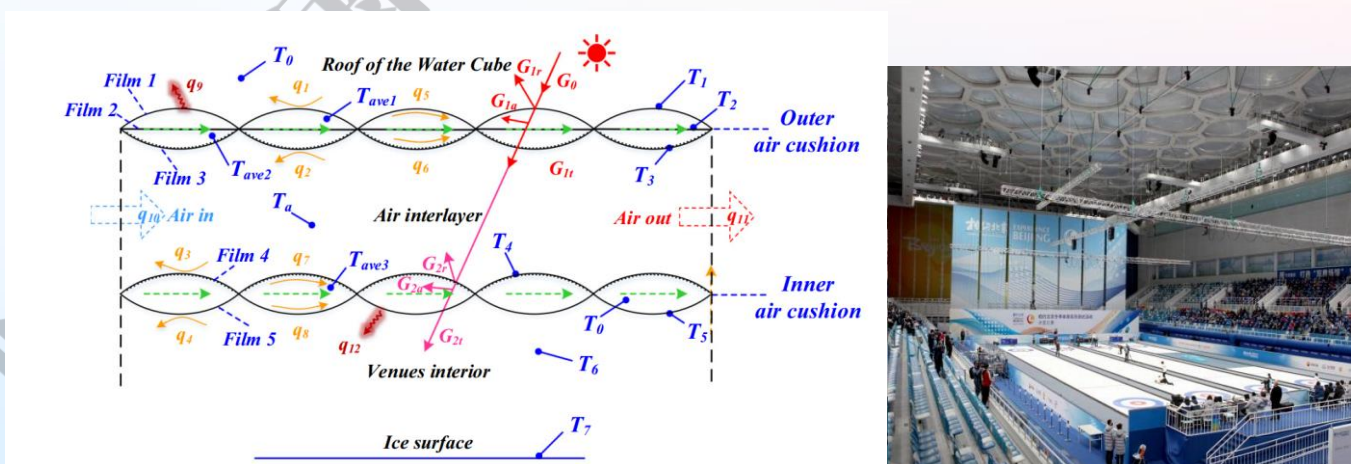
为解决国家游泳中心“双奥场馆”在夏季游泳和冬季冰壶比赛中的热辐射控制难题，我团队研发了“双奥场馆‘游泳-冰壶’多运动场景顶棚膜材热辐射控制技术”。该技术通过利用光谱敏感的氧化铟（ATO）纳米流体作为光学滤光器，有效滤除紫外线和近红外线，同时保留可见光，实现了在不同季节和气候条件下的节能效果。通过数学模型的建立和实验验证，该技术不仅提高了场馆的能源利用效率，还改善了室内光环境，确保了运动员的舒适度和比赛质量。该技术在国家游泳中心冬奥会改造中发挥了关键作用，实现“水冰转换”，助力“水立方”变身为“冰立方”，成功承接冰壶比赛项目。此技术成果受到社会各界的广泛关注，并在CCTV13、新华社、学习强国、中国新闻网、人民日报、龙视新闻联播、澎湃新闻等多家媒体进行了报道。

## 【技术指标】

通过使用200ppm氧化铟纳米流体，可有效滤除紫外线和近红外线，显著降低全年能耗，适用于不同季节和气候条件，并改善场馆室内温度和光环境。

## 【典型应用】

该技术应用于2022年冬奥会冰壶赛场（国家游泳中心）改造项目。保障冬奥会赛时冰面品质、降低制冷负荷，同时满足赛后游泳运动采光需求、降低照明能耗，实现制冷与照明节能的整合优化。



膜材热辐射控制技术

# 11. 土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统（建筑学院）

## 【成果简介】

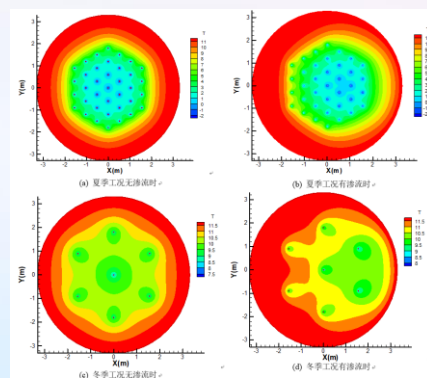
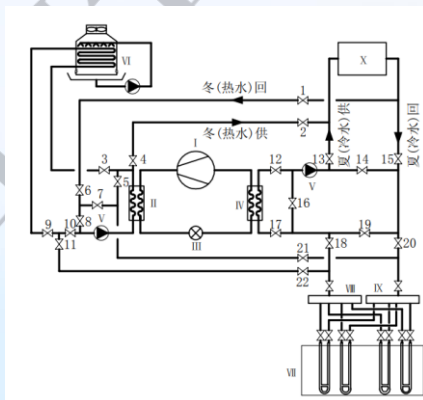
针对我国电力峰谷差大、空调能耗与环保问题，提出土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统的设想，将蓄冷装置与热泵地下吸热装置合二为一。通过三工况冷热水机组实现集成系统的热泵、蓄冷和空调三功能。这是热泵系统的新发展，用土壤蓄冷来削峰填谷更是蓄冷空调的一种原始创新，是一项具有理论和应用价值的前瞻性课题。

## 【技术指标】

在能量平衡的基础上建立了土壤蓄冷释冷过程的数学模型，并采用固相增量法模型对其进行了模拟计算。通过模拟分析可以得出：系统在释冷运行时单位管长热流密度为 $37\text{W/m}$ ，蓄冷运行时的单位管长热流密度维持在 $29.4\text{W/m}$ 左右。实验表明：对于取热过程，由于换热温差较小，随着进水流量以及换热温差的的不同，单位管长取热量为 $25\text{W/m} \sim 50\text{W/m}$ 左右；对于蓄热过程，由于存在较大的换热温差，随着进水流量以及换热温差的的不同，单位管长蓄热量为 $40\text{W/m} \sim 90\text{W/m}$ 左右，土壤蓄热效果比较明显。

## 【典型应用】

在我国南方以空调负荷为主、供暖负荷为辅的地区，开发和应用这种新型的土壤蓄冷与热泵的集成系统，将会比北方更具有节能效果和环保效益。对于土壤蓄冷与热泵集成系统，目前已进行了详细的理论研究和实验室的实验研究，并考虑了地下水渗流对地下埋管换热器的影响，研究成果可应用于实际工程。



土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统原理图

夏、冬季工况下有无渗流时土壤温度场

# 12.城市供热、供水管网数字化系统（建筑学院）

## 【成果简介】

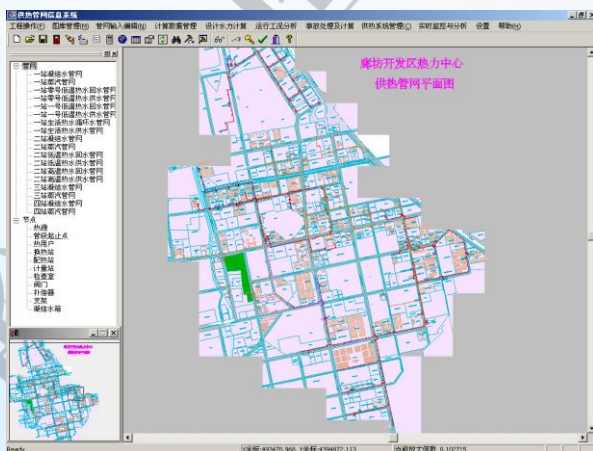
数字城市建设被列入信息产业部十五期间的十大信息发展战略重点，国家科技部、建设部等部委正在大力推动数字城市的建设。市政公用设施的数字化是数字城市的重要组成部分，是市政基础设施现代化管理的变革。本项目所完成的城市供热、供水系统及供热、供水管网数字化系统包括地理信息系统下的供热、供水信息系统、供热调度系统和供热收费系统。

## 【技术指标】

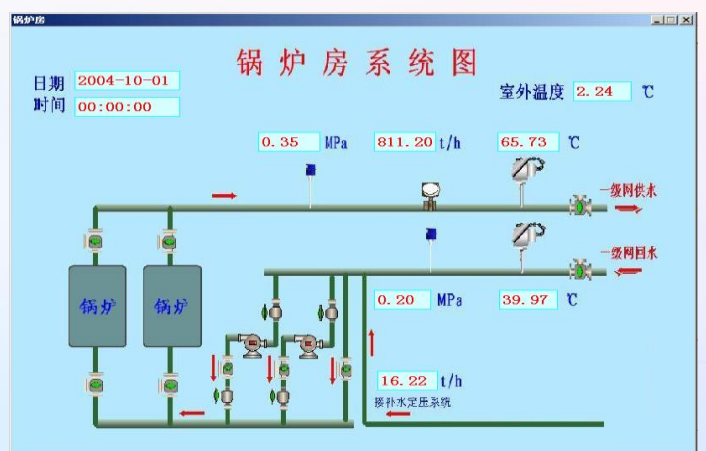
包含生产调度管理系统、供热能源管理分析系统、供热收费管理系统、热力设施管理系统、客服管理系统。

## 【典型应用】

成果将通过由科技部和建设部的验收、鉴定。软件已在示范工程中应用，实用、先进、效果好，得到使用单位的好评。城市供热、供水管网是城市重要的生命线，是现代化大都市不可缺少的基础设施。本课题是综合运用GIS、多媒体及仿真技术对城市供热、供水系统进行自动采集、动态监测管理和辅助决策服务技术系统，将城市供热、供水资源加以整合，并综合利用。进行管网的水力工况分析，对供热、供水系统进行调度、控制、故障分析；在地理信息系统下完成热费收缴，建立信息传输系统。可减少管理人员，提高工作效率，节省资金。



基于GIS的管网平面图



锅炉房热力系统图

# 13.桥梁与隧道结构运营安全智能监测与预警技术 (交通学院)

## 【成果简介】

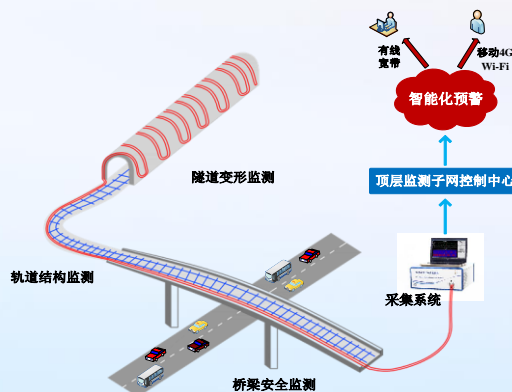
针对我国城市桥梁与隧道结构线路长、隐蔽构件多、服役环境复杂的特点，研发了桥梁与隧道结构运营安全智能监测与预警技术。该技术采用点式与分布式感测技术获取多源异构监测数据，通过分析揭示了多源感知信息特征下桥梁与隧道结构状态的诊断机制，实现了桥梁与隧道结构运营安全风险的准确诊断及预警，保障了桥梁与隧道结构的运营安全。该技术构建了桥梁与隧道结构超大规模感知网络，解决了部分关键隐蔽部位无法感测的难题，为我国大型基础设施结构提供了一种全新智慧运维模式。相关研究成果获2023年度中国公路建设行业协会科学技术进步奖一等奖。

## 【技术指标】

该技术可同步实现分布式光纤100km监测长度与20cm测点分辨率的工程应用级监测指标，结构感知网络测点规模可达百万量级，突破了传统监测技术难以感知结构全域响应的瓶颈。

## 【应用前景】

该技术已在世界第一宽桥济南跨黄河凤凰大桥、青岛地铁8号线海底隧道、济南市英雄山城市高架桥梁集群、济南地铁3号线长大隧道、二环西凤凰山立交桥、白马山城市隧道及北园高架西延桥梁集群等实际结构安全监测中实现了成功应用，保障了上述大型桥隧结构群的全生命周期运营安全，未来将进一步将技术推广应用至道路、管涵、水坝等基础设施结构中。



基于超大规模感知网络的结构运营安全智能监测与预警技术原理示意图

# 14.生物沥青制备及复合改性路用技术 (交通学院)

## 【成果简介】

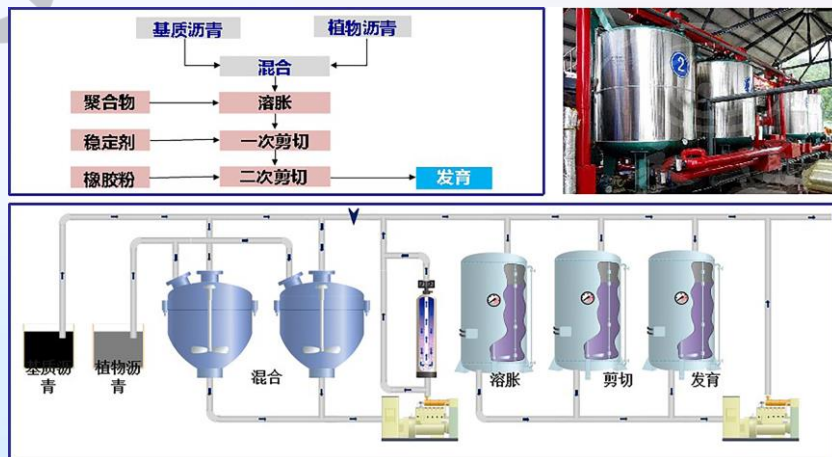
针对农林产物热解引起的雾霾等环境污染问题，开发了生物沥青制备及复合改性路用技术。该技术采用农林作物热解得到的副产物生物沥青，部分替代基于原油炼制的传统石油沥青，不仅可以解决环境污染问题，同时还可以缓解石油沥青资源紧张。橡胶改性沥青由于其优异的低温性能，特别适合于北方道路建设，但由于其施工温度高、施工环境污染大、存储稳定性差，限制了其发展。该技术涵盖了农林作物热解制备生物沥青、富醇类生物沥青化学改性技术、油脂类生物沥青物理改性技术、生物/橡胶复合改性技术等，打通了改性机理分析、制备工艺研究、室内试验评价、中试生产工艺及工程示范应用全链条，并形成了改性剂研发、改性沥青评价、工程批量生产全过程成套技术。

## 【技术指标】

生物沥青、橡胶粉等工业废弃物掺量不低于35%；生物混合沥青和生物橡胶复合改性沥青各项路用性能指标不低于传统沥青，成本可降低10%~20%。

## 【应用前景】

该技术首次成功将生物沥青应用于高等级路面工程建设，实现了从室内试验研究到大型实体工程应用的技术跨越，已成功应用于鹤大高速公路敦化段及吉林省道206工程，累计工程示范里程100余公里。



沥青制备过程



# 15. 沥青铺面动力学响应解析计算技术（交通学院）

## 【成果简介】

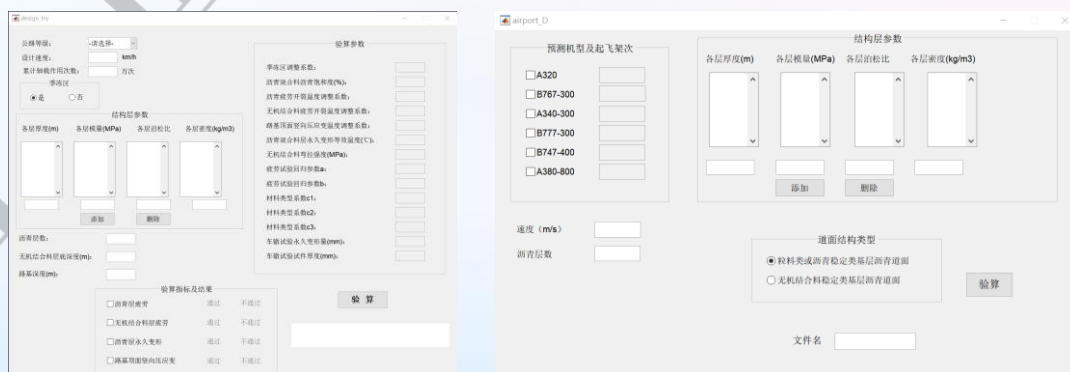
沥青铺面力学响应计算是道路工程、机场工程中铺面结构设计的基础，随着交通基础设施的完善和综合运行效率的提升，铺面结构荷载条件已经发生由静力学到动力学的明显转变，传统的路面静力学响应分析已经不满足现有道路结构设计方法。该技术开发了考虑多因素、动力学条件下的沥青路面力学解析计算技术，有助于为现有沥青路面设计提升可靠性，考虑了包括冲击荷载、非均布移动荷载、动态随机移动荷载，使得力学模型更适用于实际工况环境，加入了多种材料性质（各向异性、模量梯度、多孔介质）和层间接触状态等力学参数，开发的计算软件可实现工程推广应用。

## 【技术指标】

该技术可对荷载类型、铺面材料性质、铺面边界条件、交通荷载组成等进行分析，解析计算效率相对于有限元法速度提升200倍左右，且计算成本更低，占用内存远小于后者，针对性强，输入简单、操作简易。

## 【应用前景】

该技术已应用于国内多个实体工程力学分析中，如北京长安街路面改造工程中车辙病害机理分析、北京首都国际机场道面尾流场下力学响应分析、依七高速公路中基于结构-材料优化组合设计方法等，为实体工程的病害分析、结构设计、养护决策等提供有效技术支撑，累计应用里程超过1000公里。



沥青铺面动力学响应解析计算软件

## 16. 沥青路面开裂损伤机理、修复材料及现场施工成套技术（交通学院）

### 【成果简介】

路面面层结构是道路交通基础设施的重要组成部分，路面开裂裂缝的存在会严重影响其长期性能和服役寿命。然而，目前用来修复裂缝的灌缝胶，在使用过程中普遍出现早期失效问题，且缺乏统一的灌缝胶失效评价指标体系及标准。针对以上问题，在进行沥青路面热灌类灌封胶失效判别及机理研究基础上，建立了灌封胶多源环境耦合老化模拟方法，提出了修复灌缝胶材料及表面性能评价方法与主动修复机制，研发了宽温域工程用灌封胶及老化灌封胶修复剂，并实现路用验证及工程推广。

### 【技术指标】

该技术突破常规试验限定，开发了灌缝材料低温粘聚性-粘附性统一评价试验夹具，并建立灌缝胶粘聚性-粘附性统一评价指标体系及标准，编制了地方标准《季冻区沥青路面灌缝材料质量检验及灌缝施工规范》。研发的新型灌封胶服役年限延长2-3年，修复灌封胶服役年限延长2-3年。

### 【应用前景】

该技术已成功应用于我国东北地区二十余项沥青路面裂缝养护工作中，填补了季冻区沥青路面裂缝处治规范的空白，成果整体达到国际先进水平。在进一步的推广应用后，可以纳入到相应的行业标准中，指导沥青路面养护部门进行灌缝胶选择，从而降低沥青路面裂缝维修成本，降低全寿命养护成本，提高高速公路的服务水平，具有良好的市场经济效益与社会效益。



开槽后的裂缝



清缝后的裂缝



胶-缝重合

### 沥青路面开裂修复过程

# 17. 沥青铺面工程混合料质量数智化控制技术 (交通学院)

## 【成果简介】

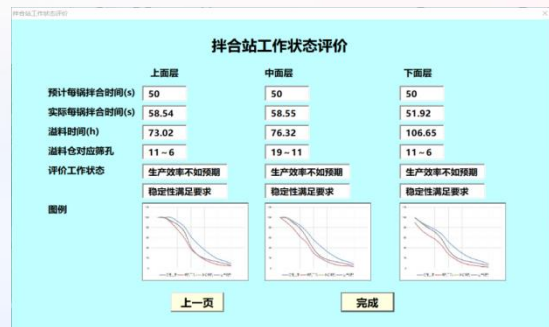
针对沥青铺面工程中，混合料材料选择至拌合的质量控制存在数智化水平低的普遍问题，建立了数字自动化模拟运转体系，实现拌合站高效自动化运转、操作可视化，可预测拌合站的运行状态，预判混合料性能，并设定科学优化的质控目标。该技术实现了从矿料备料开始到拌合出料的全过程质量控制，建立了智能化、数字化的沥青混合料质量的控制系统，构建了沥青铺面工程混合料质量数智化控制的新形式，为我国解决沥青铺面工程的质量控制问题提供了数智化路径。相关研究成果已通过软件著作权认证以及国家专利认证，并获得中国公路学会科技进步二等奖。

## 【技术指标】

该技术较传统沥青铺面技术可节约集料耗材2%~5%、减少拌合站碳排放约1%，提升拌合效率约5%，制成的沥青混合料质量有显著提升，达到国家规范要求和工程要求标准。

## 【应用前景】

该技术可广泛应用于各等级公路或城市道路、机场工程等沥青铺面工程混合料的质量控制，可针对用户需求为建设部门、监管单位或施工企业提供配套的定制化产品和服务。



沥青铺面工程混合料质量数智化控制系统

# 07 智能建造与基础设施

SMART CONSTRUCTION  
AND INFRASTRUCTURE



哈爾濱工業大學  
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

# 目录

## CONTENTS

### 07

#### 智能建造 与基础设施 (16项)

- |   |    |
|---|----|
| 1. 索膜结构精细化分析方法 (土木学院)                       | 73 |
| 2. 智能临时结构技术 (土木学院)                          | 74 |
| 3. 桥梁索结构风振被动吸吹起控制技术 (土木学院)                  | 75 |
| 4. 核电安全壳结构抗冲击防御技术 (土木学院)                    | 76 |
| 5. 气体爆炸荷载作用下工程结构毁伤效应及防护技术 (土木学院)            | 77 |
| 6. 双奥场馆“游泳—冰壶”多运动场景顶棚膜材热辐射控制技术<br>(建筑与设计学院) | 78 |
| 7. 大跨度复合冰壳数字集成设计与建造技术 (建筑与设计学院)             | 79 |
| 8. 太阳能光-热-电有序利用技术 (建筑与设计学院)                 | 80 |
| 9. 城市智慧燃气技术与平台 (建筑与设计学院)                    | 81 |
| 10. 双碳目标下寒地国土景观空间规划关键技术 (建筑与设计学院)           | 82 |
| 11. 场地碳计量、碳核算技术 (建筑与设计学院)                   | 83 |
| 12. 重冻地区高速公路防裂基层材料与结构技术 (交通学院)              | 84 |
| 13. 钢结构桥梁数字化辅助设计系统 (交通学院)                   | 85 |
| 14. 公路与城市桥梁下部结构状态智能诊断技术 (交通学院)              | 86 |
| 15. 交通基础设施韧性评估与风险防控综合仿真关键技术 (交通学院)          | 87 |
| 16. 寒冷地区高速公路交通安全评价与提升技术 (交通学院)              | 88 |

# 1.索膜结构精细化分析方法（土木学院）

## 【成果简介】

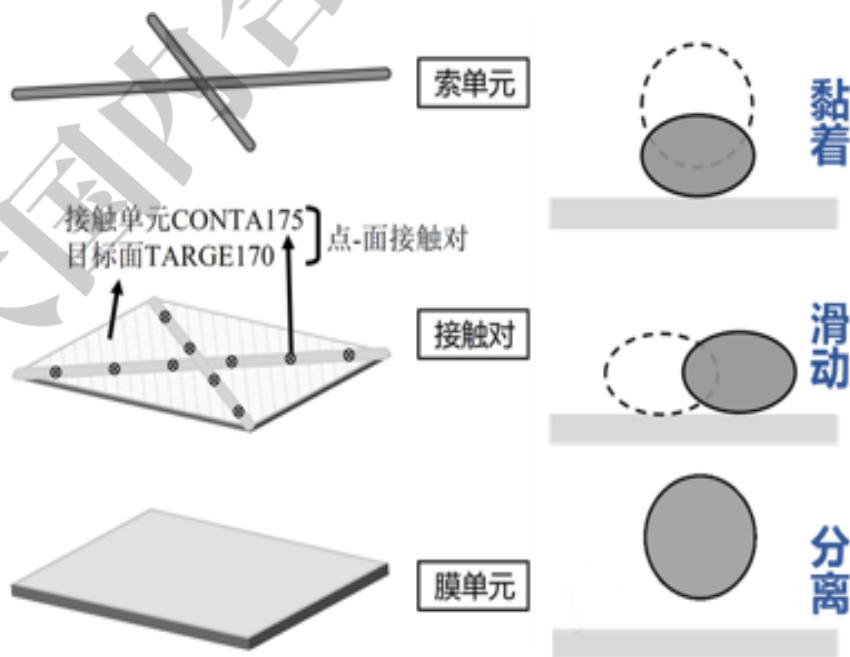
索膜结构因其轻质、造型灵活等特点在建筑领域广泛应用，但其力学行为呈现出复杂的几何、材料、接触非线性特征，需要建立精细化的分析方法对其进行准确的模拟。针对索膜结构中的膜材撕裂、索膜接触以及褶皱等问题，开展了单双轴受力下的膜材撕裂试验，提出了撕裂强度理论模型，建立了考虑索膜接触作用的精细化模拟方法以及考虑膜材褶皱的松弛应变能密度法。

## 【技术指标】

此计算方法能够实现索膜结构动态响应的精细化模拟，能够考虑索膜接触过程中的黏着、滑动、分离状态，并提高膜结构撕裂全过程的模拟速度30%以上。

## 【应用前景】

可广泛应用于多种膜结构的设计。它可以针对膜结构工作过程中的强度、接触、撕裂、褶皱等问题进行精细化的定量分析。



考虑索膜接触作用的分析方法

## 2.智能临时结构技术（土木学院）

### 【成果简介】

智能临时结构技术是现代智慧城市和美丽乡村内涵式功能设施向人性化、低碳化、多功能化发展的核心支撑。该成套综合技术是构建于现代先进基础抗沉技术、多功能节点组拼智造技术、智能多源信息融合技术的多专业交叉前沿科学融合迭代而成，基于该技术推出的智能临时空间新型产品，集中体现了现代文明社会技术集约程度和人性关怀程度，是科学驱动社会走向成熟、宜居及健康的重要标志。智能临时结构以其广阔的气候与地基适应性、超快速装卸、极低拆损率、多功能空间展叠性、全构件可重用性和强大的智能管控能力，为智能临时结构在各场合中的安全服役提供了可靠的高技术保障。目前基于我们的智能临时结构科学理念、技术专利、公开标准、开发经验，已经成功服务于多项社会公益和重大工程服务，为文明社会和共同价值观的快速进步，持续提供努力和团体智慧。

### 【技术指标】

单个临时单体安装/拆卸时间不超过87分钟（单体面积35m<sup>2</sup>含基础），拆损率：≤3‰，产品工作温度：-50℃~50℃，风速：24m/s，抗震烈度：8级，人居（用）临时空间舒适度、卫生、通风及电气等指标对照欧盟标准，超过国家相应标准，严格按照企标执行，产品智能临时结构设计、安全智能管控软硬件拥有完全自主知识产权。

### 【应用前景】

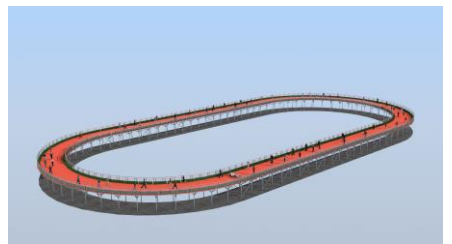
该产品可广泛应用于营区帐篷、订制救灾房屋、临备库房和场馆、文体演绎、旅游、快拼医院、订制社区、城市滑雪场、组拼式滑板碗池公园等各类订制专用临时空间产品。



城市订制多功能滑雪场馆



民用多功能展叠快速组拼房



快速组拼体能训练设施（跑道）

### 3.桥梁索结构风振被动吸吹起控制技术（土木学院）

#### 【成果简介】

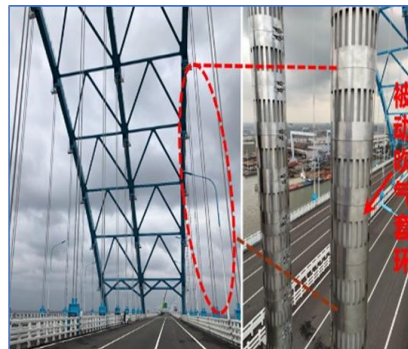
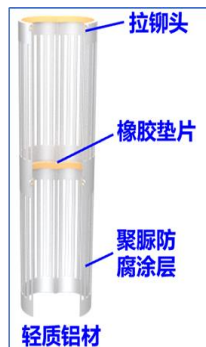
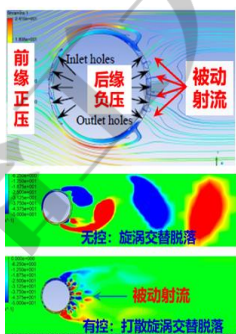
针对大跨度桥梁柔性索结构的复杂风振问题，原创性提出桥梁风振被动吸吹气控制方法，发明桥梁风振自适应吸吹气流动控制技术，研发适用全风速风向域的被动吸吹气套环桥梁风振控制装备（在索结构表面安装中空套环，套环表面均匀开孔，风从迎风面气孔进入套环，经过套环内部的气道从背风面气孔吹出，可以在风的作用下自发地产生被动吸吹气效应）。对被动吸吹气套环进行了控制效果评估、控制参数优化等研究，从而揭示不同控制参数对气动力和风振控制的影响规律，建立了大跨桥梁索结构涡激振动的被动吸吹气控制策略，实现了大跨桥梁索结构的减载和抑振双目标，解决了拉吊索多模态风振控制难题。相关成果获黑龙江省自然科学一等奖（2020）和中国公路学科科学技术一等奖（2021）。

#### 【技术指标】

被动吸吹气套环表面均匀布置圆心角为 $7.5^\circ$ 的方形槽，厚度不小于0.05倍圆柱直径，开孔高度不小于套环高度的50%时，斜拉索的阻力可降低20%，升力脉动降低90%以上，涡激振动幅值降低80%以上。

#### 【应用前景】

技术可应用于大跨度桥梁索结构、海洋立管，高耸建筑结构等易受风致振动影响的结构中。目前已应用到冷却塔和桥梁结构中，工程验证结果表明大幅地降低大跨桥梁拉吊索风致振动。



大跨桥梁索结构风振被动吸吹气控制技术及应用



## 4.核电安全壳结构抗冲击防御技术（土木学院）

### 【成果简介】

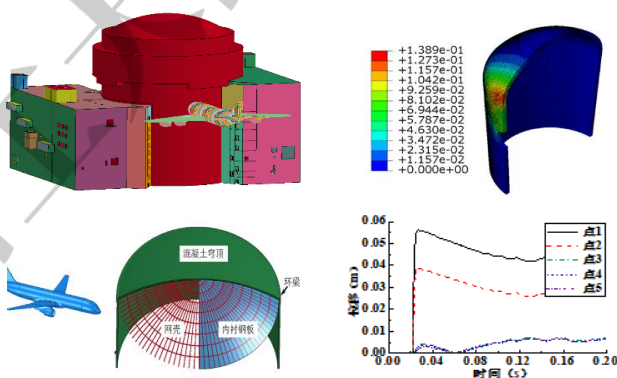
核电安全壳、LNG储罐等大型能源基础设施在设计、施工及运维过程中需考虑飞机撞击、飞射物撞击等冲击荷载作用。针对上述需求，基于冲击试验技术与数值模拟技术，提出核电安全壳在冲击作用下的精细化动力学分析方法；采用多胞缓冲吸能材料、胀管缓冲吸能装置，研发适用于安全壳抗冲击防御的两级缓冲吸能装置，该装置可有效降低冲击荷载，且更换承担耗能作用的部分后（泡沫铝和胀管）可重复使用，在工程应用领域具有巨大潜力。相关研究成果授权发明专利5项，出版专著/论文10余篇，获黑龙江省科技进步一等奖1项、中国钢结构协会科技进步一等奖1项。

### 【技术指标】

采用缓冲吸能、模块化、装配式等技术思路，基于泡沫铝和金属胀管研发两级缓冲吸能装置，通过调整缓冲吸能材料类型、胀管材料、标准模块尺寸等参数可实现100kJ-10MJ不同量级冲击能量的耗散，具有较好的工程冲击防御适用性。

### 【应用前景】

技术成果应用于华龙一号核电安全壳抗冲击防御设计，提升核电安全壳结构在商用飞机撞击、飞射物撞击等极端作用下的安全性。对于同类能源基础设施抗冲击设计及性能提升具有应用前景。



核电安全壳、LNG储罐抗飞机撞击分析



二级缓冲吸能装置

# 5. 气体爆炸荷载作用下工程结构毁伤效应及防护技术（土木学院）

## 【成果简介】

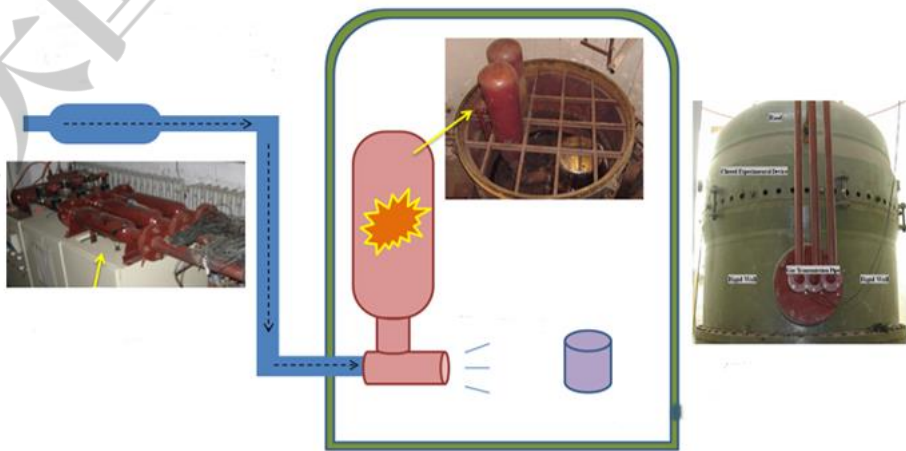
针对可燃气体在加工、储存、运输和使用过程中，由于意外泄放或操作不当，容易引起泄漏，引发火灾或爆炸事故的问题，研发了一种可重复操作，安全高效的大型气体爆轰实验装置（GBS），可用于气体爆炸破坏效应和工程结构缩尺模型爆炸动力响应的科学试验研究。将气体爆炸试验和高精度有限元仿真分析相结合，通过量纲分析提出可燃气体爆炸荷载的缩比方法，进而通过缩比模型进行爆轰加载试验，分析判断气体爆炸荷载作用下试验模型的动态响应和破坏特征。建立了模型结构在可燃气体爆炸作用下高效、准确的数值模拟方法，实现了复杂气体爆炸环境下工程结构动力响应分析及损伤评估。

## 【技术指标】

较传统采用TNT炸药实现爆炸加载试验技术，该技术开发的试验平台可节约实验成本约70%、且具有试验操作安全可靠，可重复性高，不受管控等优点。气体爆炸产生的冲击波超压值最大值达1MPa，通过相似理论荷载缩比设计可满足绝大多数试验标准。

## 【应用前景】

该技术可广泛应用于石油化工、天然气、煤矿井下瓦斯、核电装置等特种能源工程领域气体爆炸破坏机理及结构损伤评估的研究，已通过国家矿山安全监察局等单位验证并被推广。



可燃气体爆炸试验平台

## 6.双奥场馆“游泳—冰壶”多运动场景顶棚膜材热辐射控制技术（建筑与设计学院）

### 【成果简介】

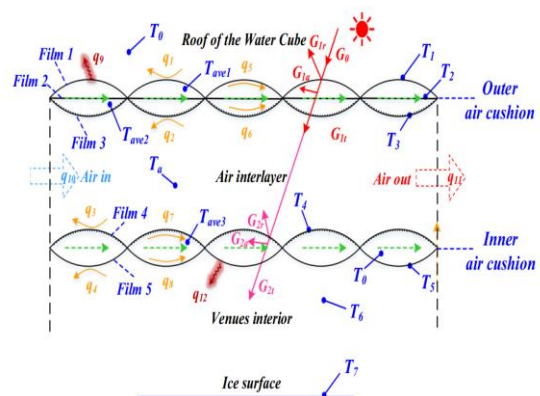
为解决国家游泳中心“双奥场馆”在夏季游泳和冬季冰壶比赛中的热辐射控制难题，我团队研发了“双奥场馆‘游泳-冰壶’多运动场景顶棚膜材热辐射控制技术”。该技术通过利用光谱敏感的氧化铈（ATO）纳米流体作为光学滤光器，有效滤除紫外线和近红外线，同时保留可见光，实现了在不同季节和气候条件下的节能效果。通过数学模型的建立和实验验证，该技术不仅提高了场馆的能源利用效率，还改善了室内光环境，确保了运动员的舒适度和比赛质量。该技术在国家游泳中心冬奥会改造中发挥了关键作用，实现“水冰转换”，助力“水立方”变身为“冰立方”，成功承接冰壶比赛项目。此技术成果受到社会各界的广泛关注，并在CCTV13、新华社、学习强国、中国新闻网、人民日报、龙视新闻联播、澎湃新闻等多家媒体进行了报道。

### 【技术指标】

通过使用200ppm氧化铈纳米流体，可有效滤除紫外线和近红外线，显著降低全年能耗，适用于不同季节和气候条件，并改善场馆室内温度和光环境。

### 【典型应用】

该技术应用于2022年冬奥会冰壶赛场（国家游泳中心）改造项目。保障冬奥会赛时冰面品质、降低制冷负荷，同时满足赛后游泳运动采光需求、降低照明能耗，实现制冷与照明节能的整合优化。



# 7.大跨度复合冰壳数字集成设计与建造技术 (建筑与设计学院)

## 【成果简介】

2016年至今，研究团队通过数字化集成方法，以“数字为核心”，集合复合加强冰材料制备技术、数字化集成设计方法、柔性模板施工建造技术、低温条件空间环境调节技术等多领域研究成果，打造“高效建造”、“形态合理”、“精准施工”的高交互性、高参与性大型复合冰壳建筑。实现极端环境下的环境、空间、使用者的系统化综合设计与建造目标，获得多项国家发明专利，建成多座创新型大跨度复合冰壳建筑。工程项目的实现标志着在冰雪建筑领域，新型大跨度冰雪壳建筑已经初步形成体系化，其设计、建造、运维实现了一体化完善的技术流程。

## 【技术指标】

**材料创新：**纤维复合加强冰材料制备技术。**设计创新：**基于多性能优化的参数化设计技术。**施工创新：**气承模具冰壳建造技术。**功能创新：**通过大跨度冰雪空间的营造，实现内部冰雪产业功能的创新。**艺术创新：**开创性地创造了冰雪建筑新的艺术表达形式。**保护创新：**冰雪建筑数字遗产保护与应用。

## 【典型应用】

基于大跨度复合冰壳数字集成设计与建造技术，团队已实现多座大跨度冰壳建筑作品。包括2017年“中华祥云塔”、2018年“鱼跃冰旅馆”、2019年“冰贝冰餐厅”、2020年“雪域梦乡冰雪综合体”、2021年“丁香冰酒吧”、2023-2024冰雪季哈尔滨冰雪大世界“天空之舞冰餐厅”、2023-2024冰雪季牡丹江镜泊湖景区“冰峰雪浪冰雪综合体”等项目。创造了冰壳建筑高度的世界纪录、创造了国内冰雪建筑领域的多项第一；获2024年全国文化和旅游装备技术提升优秀案例、黑龙江省冰雪建筑勘察设计一等奖、WA中国建筑奖等奖项；同时被中央电视台科教频道、英国探索发现频道等多家知名媒体报道，取得广泛而良好的社会影响。



“冰贝”



“冰贝” 室内



“天空之舞”

## 大跨度复合冰壳数字集成设计与建造技术应用案例

## 8. 太阳能光-热-电有序利用技术（建筑与设计学院）

### 【成果简介】

针对建筑能耗高、碳排放大，研发了光伏、光热一体化建筑用能系统，实现对太阳能光伏、光热梯级利用与柔性调控；针对建筑中玻璃幕墙能耗高（夏季过热、冬季过冷），冬夏季功能不可调，研发了光热解耦、电致变色、自适应调节多功能智能调控玻璃窗；针对地下空间采光差、综合能耗高的问题，研发了具有光热解耦功能的太阳能的光导管采光系统，实现了太阳能采光的同时降低空调冷负荷。

### 【技术指标】

该技术实现太阳能分波段有序利用，紫外线UV(280nm-380nm)消杀、可见光VIS (380nm-780nm) 采光、可见光+近红外 (500nm-900nm) 发电、近红外NIR (780nm-2500nm) 产热。

### 【典型应用】

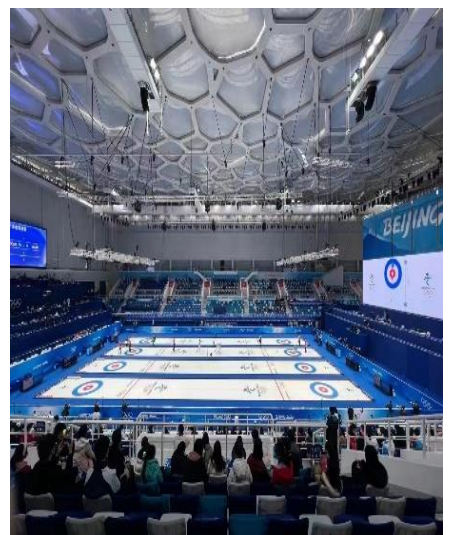
该技术可广泛用于建筑中，包含建筑墙体、建筑玻璃幕墙、玻璃门窗、地下空间采光系统等。已在北京冬奥会、深哈产业园、中誉设计有限公司、哈尔滨森鹰窗业股份有限公司应用。



地下空间采光系统



PV-T热泵系统



光热解耦透明围护结构

# 9.城市智慧燃气技术与平台 (建筑与设计学院)

## 【成果简介】

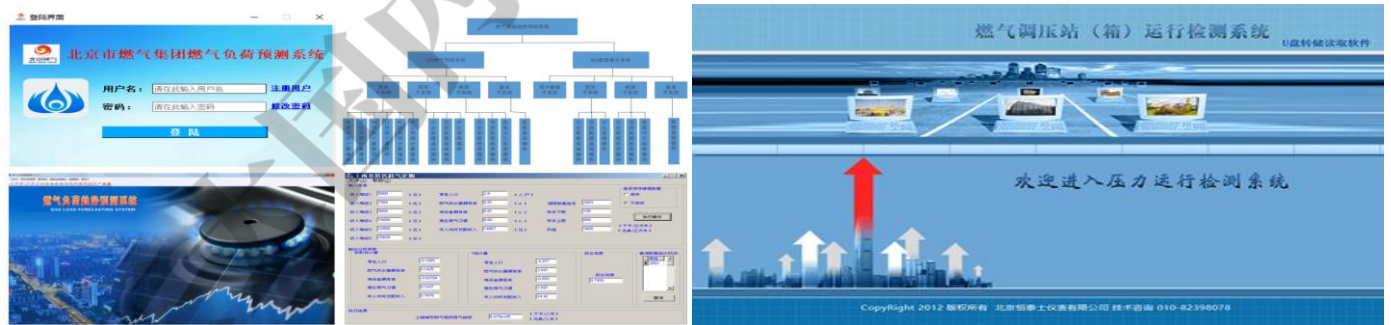
基于对燃气负荷变化规律和智能预测理论的研究，利用燃气泄漏检测和预警技术建立起燃气管网负荷预测平台和燃气调压设施故障诊断平台，拓展了城市燃气管网高后果区识别理论体系，发展了低压管道复杂压力波趋势挖掘与智能辨识理论，建立了基于数据驱动和半监督模型的管道安全评估方法，制造出检测、报警、远程控制等多功能一体化的设备产品，同时实现了大型城市复杂燃气管网仿真核心技术的国产化。

## 【技术指标】

取得了天然气供应安全软硬件产品与天然气智慧运营关键技术研发及工程应用等众多科技成果转化成果，支持中大型城市燃气系统的负荷预测、故障诊断及智能化运维。

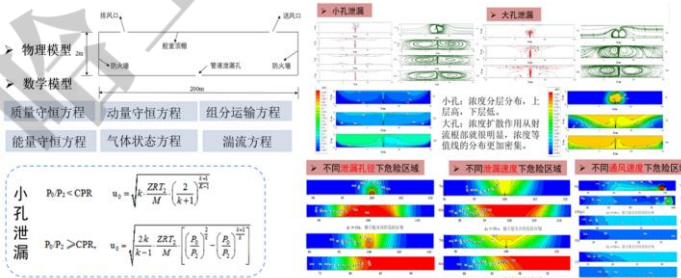
## 【典型应用】

目前在哈尔滨、芜湖、上海等地建立了多个燃气实验平台和系统仿真实验室，结合物联网、人工智能、数字孪生等技术对研究内容进行了成果转化，开发了智慧燃气云平台、智能漏气保护器等产品，并在深圳、青岛、西安、武汉等十余个城市获得了工程应用，市场前景良好。



### 负荷预测

### 故障诊断



### 感知预警

### 数字孪生平台

## 城市智慧燃气技术及平台

# 10.双碳目标下寒地国土景观空间规划关键技术 (建筑与设计学院)

## 【成果简介】

国土景观空间作为结构调整式减排增汇的重要载体，是达成区域长远碳约束目标的根本性途径。建构了双碳目标下的国土景观规划理论研究与技术框架，明确了国土景观减排增汇潜力评估与规划设计路径再造，解析了国土三生景观空间与“双碳”目标的互馈机制与耦合关系，剖析其对实现“双碳”目标的贡献作用，提出了双碳目标下寒地国土景观空间规划的学理研究问题、关键技术和实践应用路径，推动科学领域的理论创新，指导国土景观空间规划中低碳导向的目标战略确定和相关规划指标设置。

## 【技术指标】

建构了基于景观要素资源禀赋碳捕捉的固碳增汇景观设计技术体系，根据土壤、植物、水体等碳库以及蓝绿外部空间的碳循环肌理，提出固碳增汇的规划设计路径。

## 【典型应用】

技术被黑龙江省规划院等多个国内大型规划设计一线院所采纳，打造了国土空间碳汇用地规划及生态网络构建等系列示范项目。同时指引各地国土空间规划编制，研究技术相继被黑龙江省规划院、哈尔滨市规划院应用于黑河市国土空间规划、齐齐哈尔市国土空间生态修复专题、城市绿地系统规划中。



双碳目标下的国土景观规划技术框架

# 11. 场地碳计量、碳核算技术 (建筑与设计学院)

## 【成果简介】

针对城市环境中植物种类繁多、微气象不稳定的特点，突破了植物干重法与微气象学法在城市绿地中的局限，提出了适应小场地的碳计量、碳核算技术。应用动态箱式法对植物在不同种植下的碳汇能力进行精确测定，结合垂直种植结构与场地设计特征，核算城市绿地碳固存指标。通过拟合绿地特征与碳汇能力的关系，形成城市绿地碳汇能力预测模型，评估城市整体碳中和潜力，为城市双碳目标的提出与规划决策提供技术支撑。

## 【技术指标】

该技术通过动态箱式法，使植物在测量过程中保持原有土壤、光照条件，尽可能避免实验过程对植物生存环境的扰动，进而影响碳汇测量结果。该技术避免了系统误差，在提高计量精度的同时，可对碳排放、碳固存的昼夜差异进行分析，为城市绿地种植设计提供依据。

## 【典型应用】

该技术可广泛应用于城市绿地设计、生态修复、碳中和项目。相关成果已成功应用于绿色矿山建设、轨道交通站场碳中和项目与黑龙江省经济社会发展课题。

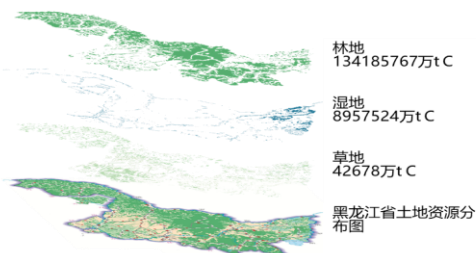
### 城市绿地碳汇核算技术



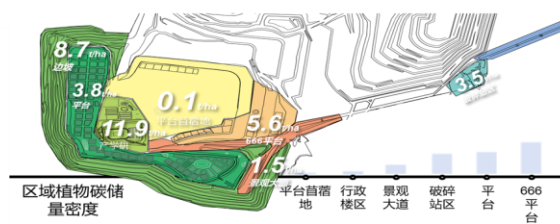
### 城市生态系统碳计量技术



### 省域林草碳汇潜力预测



### 矿山生态修复项目碳核算



## 场地碳计量、碳核算技术



## 12.重冻地区高速公路防裂基层材料与结构技术 (交通学院)

### 【成果简介】

针对重冻地区气候条件影响以及行车载荷持续作用下，高速公路路面的开裂，使用寿命大幅缩短的问题，从基层材料及结构的角度提出了路面综合防裂技术。该技术基于高速公路基层受力特点及开裂机理分析，明确了防止路面开裂基层的力学性能要求，研制了满足强度适应、应力消散及变形协调要求的防路面开裂的基层材料与结构，建立了基于基层层位抗裂功能要求的材料设计与评价方法。该技术通过抗裂材料与结构技术的综合应用，可以显著提高基层的抗开裂性能，防止路面开裂的产生。

### 【技术指标】

该技术的应用可以减少70%的路面开裂，降低路面养护成本60%，延长路面使用寿命年5年。

### 【应用前景】

该技术可以应用于新建高速公路，也可应用于旧路的拓宽改造工程，相关研究成果已在京哈高速改扩建工程中得到了实际应用，并取得了较好应用效果。



防裂基层材料摊铺和碾压

# 13. 钢结构桥梁数字化辅助设计系统（交通学院）

## 【成果简介】

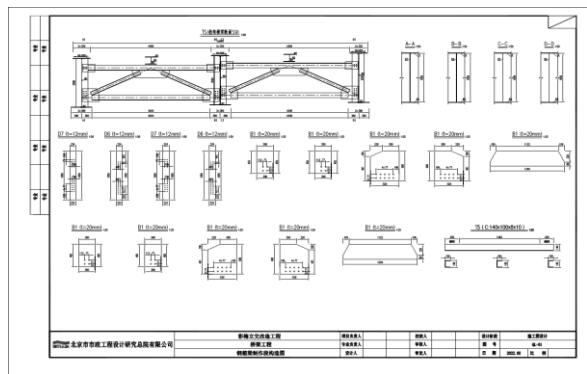
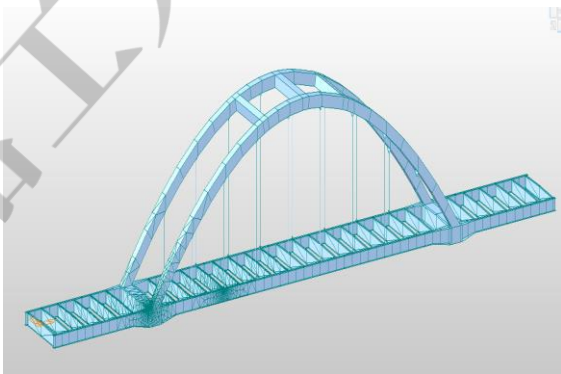
钢结构桥梁数字化辅助设计系统核心在于标准化设计流程与参数驱动模式，依托统一核心数据文件，自动转换设计参数至构件、零件的各项属性，无缝生成3D模型、分析模型、图纸及工程量统计等成果，实现一体化输出。这不仅规范了设计流程，保障了前期设计质量，更高效地完成了标准钢桥设计。系统促进数据直接流通，减少人工转译误差，确保各阶段无缝衔接。参数变动即时反映于成果文件，提升设计响应效率与成本控制。此系统不仅是桥梁数字化制造的突破，也为全生命周期数字化协作平台构建提供了示范。其推广应用将加速桥梁行业数字化转型，激发行业创新活力，推动持续进步。

## 【技术指标】

3D模型数据可导入在CAD、Tekla等BIM软件中建模，分析模型（包括局部网格加密的分析模型）在Midas软件中自动生成，2D图纸达到指导施工标准，深化设计图纸数据可直接对接数字化车床。

## 【应用前景】

该技术可广泛应用于桥梁设计、制作、施工和运维等阶段，能够实现桥梁设计行业生产力的解放与发展，加速桥梁各阶段实现数据互通，促进桥梁全寿命周期概念实现。目前，该技术已得到国内多家一流设计单位、大型钢结构加工厂以及桥梁软件龙头企业认可，并积极展开深入交流。



钢结构桥梁数字化辅助设计系统

# 14.公路与城市桥梁下部结构状态智能诊断技术 (交通学院)

## 【成果简介】

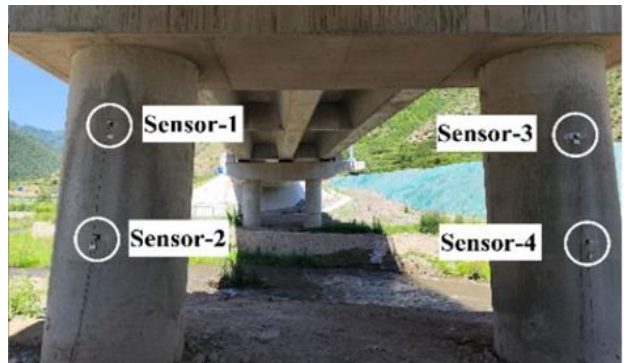
地质灾害、洪水和冲刷侵蚀作用等极易导致桥梁下部结构的刚度、承载能力和服役性能劣化，现有常规检测方法由于成本高、耗时长、操作复杂等问题而难以广泛应用。团队依托国家级科研项目，基于车辆与桥梁的动力相互作用机理，研发基于车激动力响应和人工智能方法的桥梁下部结构状态智能诊断技术。利用时频域特征指标体系实现基础冲刷和桥墩破损等病害快速诊断，联合模型修正和机器学习理论实现下部结构损伤的量化诊断。该技术可融入桥梁常规动载试验中高效便捷实施，无需昂贵水下检测设备和额外人员投入，可显著降低检测时间和经济成本，适于桥梁下部结构异常状态的快速识别和风险预警，可为桥梁集群运维管养的降本增效和安全保障提供重要的技术支撑，具有广阔应用前景和重要实用价值。

## 【技术指标】

较传统检测方法，桥梁检测时间减少约80%，人员设备投入降低约70%，大幅降本增效。

## 【应用前景】

该技术可广泛应用于公路和城市桥梁集群的下部结构性能劣化筛查、异常状态诊断和失效风险预警等领域，可大幅降低桥梁水下等隐蔽性病害的诊断成本，为桥梁下部结构的养护、加固和冲刷防护等提供决策依据，显著提升公路城市桥梁运营安全水平。截止目前，该技术已在甘肃、黑龙江等多地公路和城市桥梁检测项目中获得成功验证和应用。



桥梁下部结构状态智能诊断技术的现场试验和工程应用

# 15. 交通基础设施韧性评估与风险防控综合仿真关键技术 (交通学院)

## 【成果简介】

针对我国交通基础设施在重大自然灾害作用下面临抗灾韧性不足、风险防控薄弱等严峻问题，依托国家重点研发计划项目，开展了交通基础设施韧性评估与风险防控综合仿真关键技术研究。考虑公路、铁路、水运和民航基础设施运行特征和多遇典型灾害场景，自主研发了我国首个覆盖全交通方式、典型灾害场景的交通基础设施韧性综合仿真与决策支持系统。该系统集成了交通网络建模、灾害情景构建、易损性分析、综合韧性评估和决策支持等模块，可为区域交通基础设施系统和网络的防灾减灾、风险防控和韧性提升等提供仿真评估和分析预测的平台支持，也可面向相关管理部门提供个性化的定制开发、韧性评估、风险防控和韧性提升等相关技术服务。

## 【技术指标】

可覆盖全交通方式、典型灾害场景的交通基础设施韧性综合仿真与决策支持系统，技术就绪度7级。聚焦于道路、铁路、民航、码头、航道5类交通基础设施系统在设定地震、暴雪、暴雨、风暴潮浪、地震和降雨诱发滑坡等典型自然灾害和突发事件场景下的综合韧性评估、风险防控和决策支持等行业实际需求。

## 【应用前景】

该技术可为区域交通基础设施系统的韧性评估、风险防控和韧性提升决策等提供分析预测平台支撑，可面向行业或应急管理部门提供个性化定制开发和相关技术服务。截至目前，该技术已进行了典型灾害下长三角、川渝和京津冀等区域的应用验证。



交通基础设施韧性评估和风险防控综合仿真系统

# 16.寒冷地区高速公路交通安全评价与提升技术 (交通学院)

## 【成果简介】

针对我国目前寒冷地区交通风险高、事故频发等严峻问题，研发了高效寒冷地区高速公路交通安全评价与提升技术。该技术基于视频采集和大数据理论，实现了高速公路车辆运行速度、加速度和侧向净空等指标的自动计算，揭示了不同天气条件（雨雪）下高速公路交通流特性，研究了移动执法设备对驾驶行为的敏感性。从交通安全和网络可靠性两个角度对寒冷地区高速公路网络进行了整体的评价，并系统提出了高速公路交通安全提升策略，开发了寒冷地区事故多发点综合整治决策系统。该技术的研发建立了高速公路交通安全评价与提升新模式，丰富了交通安全的理论研究成果，为我国寒区交通安全提升、出行风险降低提供了科技支撑。相关研究成果荣获黑龙江省科技进步二等奖，黑龙江省科技进步三等奖、辽宁省科技进步三等奖各1项。

## 【技术指标】

较传统交通安全技术，可减小人力消耗10%，物力10%，交通延误15%，能够明显降低交通事故率和交通拥堵，提高交通安全水平。

## 【应用前景】

该技术可广泛应用于寒冷地区交通安全评价、防护工程分析以及应急管理工程等领域。截至目前，该技术已成功应用于黑龙江省高速公路、吉林省高速公路、辽宁省高速公路等工程，并向内蒙古、新疆等地推广。

