

# 量身定制“美颜”方案 建筑遗产保护融合过去与未来

科技大奖中的“民生”关键词②

◎本报记者 金凤 通讯员 唐璐

上下5000年，中华大地上，留下了无数饱经沧桑、多姿多彩的建筑。在城市发展突飞猛进的今天，如何为这些古老的建筑遗存“延年益寿”，又能让生活在其中的人们诗意地栖居、延续文脉，是对当下建筑师和规划师的一大考验。

近20年光阴中，中国工程院院士、东南大学教授王建国团队，专注地做着一件事“死磕”：让中国城镇建筑遗产在过去与未来的交汇穿梭中生生不息。

在前不久举行的2020年度国家科学技术奖励大会上，由中国工程院院士王建国、崔愷领衔，

东南大学、中国建筑设计研究院、中国城市规划设计研究院、故宫博物院、中国科学院遥感与数字地球研究所等单位共同完成的“中国城镇建筑遗产多尺度保护理论、关键技术及应用”荣获国家科技进步一等奖，这是我国建筑学领域第一项国家科技进步一等奖。

项目团队首次揭示了城镇建筑遗产多尺度保护的内在机理，突破了城镇建筑遗产“多尺度”保护的关键技术瓶颈，相关成果在31个省级行政单位的工程实践中得到应用，涉及300余项城镇建筑遗产，曾助力中国城镇建筑遗产保护实现重大跨越，支撑了2项世界文化遗产的成功申报，并应用于北京、南京、杭州等16个国家历史文化名城、43个世界文化遗产和全国重点文物保护单位、78个历史街区以及11个遗址保护建筑项目。

王建国团队设计了一种“联体—共生”结构，先踏勘测绘和分析原有的建筑性能和结构，又研制出加固补强技术和防止连续倒塌的柱间加固结构及方法，确保了保护改造的安全和可开间后改造的整体性。同时，团队通过屋面、墙体保温构造层的设计，改善了既有建筑的隔热保温性能。

这样的改造在古南街比比皆是，近20年间，团队先后研发了针对街区风貌整体性的性能化规划设计方法，民居建筑的联体—共生结构保护技术、物理环境改善、砖木建筑与设备系统一体化设计等系列创新技术；制定了古南街传统民居建筑的改造导则供居民自主的建筑环境改造参考，成为中国历史街区中物质遗产与非物质文化遗产保护相得益彰、历史保护与社会发展共赢的典型范例。

“小规模渐进整治和改造的‘古南街模式’，规避了当前我国对于传统古建筑聚落普遍采用大规模、商业化改造存在的突出问题，避免了大拆大建带来的浪费，强调技术的适宜性和合理性，也有助于保护街区风貌，彰显内在历史文化价值，稳定原住民并为合理开发利用奠定基础。”王建国说。

但大城市就不一样了，例如南京仅明城墙内老城就42平方公里，北京二环内62平方公里。对于这样的历史文化名城，就要注重保护传承历史文化，对优秀的遗产做到“应保尽保”，同时又必须兼顾现代大城市必须具有的较高密度的集聚功能。

城市历史风貌保护中，如何管控建筑高度，一直是个突出的科学难题。为此，项目团队在近20年的探索中，反复尝试、实验并最后成功运用了基于城市用地属性数字化分析的设计手段。

王建国介绍，2003年，团队在国内首次使用地理信息系统，基于用地的区位、交通可达性、景



经王建国院士团队保护改造后的古南街 徐昊浩摄

观敏感度、地价等属性，做了南京老城的建筑高度管控研究。这让城市规划管理第一次有了高层建筑管控的底线思维方式和数据库成果。

2015年，王建国院士团队再次应邀研究南京老城的建筑高度管控，通过对5569个产权地块的地块性质、地块规模、轨道交通、历史风貌、绿地和地价因子综合分析，并基于相似性的迭代计算，粗算出每个地块建议的建筑高度。

同时，团队将计算结果与常规城市设计的社会、人文、美学要求相互验证和校核，最后联合南

京市规划设计研究院团队，形成了高精度的南京老城建筑高度的管控指引的数据库成果。这一方法后来运用到广州、沈阳、镇江、常州等总体城市设计建筑高度规划中，并获得国家发明专利。

“城市作为一个生命体，其人居环境聚落总是一直发展的，规模越长越大、建筑越高越高、功能越来越复杂，这是历史的宿命。我们应该在城市中，阅读那些随着岁月或流逝、或凝冻的建筑遗产见证物。历史传承与现代化交相辉映，既要传承文化，做好今天，也要拥抱未来。”王建国说。

## 以“观”控“景”，用山水城林拼出一城锦绣

在当下的城市，水体对城市景观的意义变得越来越大。站在水边，视野开阔，人们可以“全景式”地观赏、解读城市。因此，如何协调处理城市与水体的景观、空间关系成为城市规划和建设的重要课题。

素有“三面云山一面城”之称的杭州，以“西湖十景”名世。在西湖申报世界文化遗产的前夕，王建国院士团队参与了西湖东岸景观提升相关的规划设计工作。

如何让人们在泛舟西湖时看到西湖最美的一面？王建国团队创造性地将GPS技术与风景观赏艺术相结合，通过概率趋近原理，把西湖的湖面视点跟东岸城市建筑景观的关系作了一次诊断，初步解决了西湖观览城市的景色分级概率分布问题。

“我们将西湖地图打上了方格网，把每个交叉点都用GPS定位。然后租船‘泛舟西湖’，在每个交叉点上拍西湖城市界面的全景照片，再将几千张照片的观感评级打分，并用很好、好、一般、差、很差的五个形容词级差将所有照片分级，并获得相同评价的点连起来形成线，这就是‘等视线’。”王建国说，接下来，团队又研究了西湖的游船路线，发现先前游线中能看到景色很好的地

方，但也有少数景色一般、甚至比较差的地方，于是，建议有关部门按照“等视线”研究成果重新规划游船线路。

在调研时，王建国团队获悉，天气晴好的时候，在西湖能看到10公里之外钱江新城的高层建筑，而团队几次调研时并没有看到，王建国突然想到，这是否与空气能见度有关。

团队购买了过去3年杭州市的空气能见度资料研究后发现，3年内平均每年大约只有57天能从西湖看到6公里之外的建筑，年均可视率16%，这是一个小概率情况。

在此基础上，王建国团队画出一个杭州市高层建筑和西湖能见度关系的分析图，为西湖的景观提升和杭州城市建设提供参考，成果获得两项国家发明专利。

从“观”的角度，对“景”进行选择 and 布局，并为城市天际线的“美颜”提供参考，这为打破城市面貌千篇一律提供了技术支撑。

“城市大多是拼贴、渐进生长的。拼贴城市像一幅油画一样，要一笔一笔地描绘理想人居的目标不断叠加、修改，一直都是进行时，永远没有完成态。”王建国说。

## 成果播报

### 风险评估与综合防灾并行 精准狙击泥石流

◎本报记者 顾满斌 通讯员 法伊莎

泥石流与滑坡，相似又不同，相似的是它们都可能因暴雨或地震引发，不同的是滑坡发生在山体表面，而泥石流则奔涌在沟谷深壑，二者或单独发生，或相伴为害。随着全球气候变暖，极端天气事件的增加，重大、特大大山洪泥石流灾害开始频频光顾生态脆弱的西部地区，山洪泥石流灾害已成为困扰和阻碍当地可持续发展与生态文明建设的突出问题和难题。

兰州大学资源环境学院马金珠团队历经10年研究完成的“甘肃典型山洪泥石流灾害多尺度风险评估与防治关键技术”项目，以甘肃省陇南白龙江流域与陇中黄土高原区为典型研究区域，不仅精准狙击了该流域和地区的泥石流，还为区域经济发展、生态环境保护、地质灾害防治和工程安全提供保障。近日，该技术获得2020年甘肃省科技进步一等奖。

#### 长期监测、模拟实验找出灾害成因

白龙江与秦岭、淮河同为我国地理上的重要分界线，白龙江流域属于北亚热带向北温带的过渡区，处在青藏高原、四川盆地和黄土高原三大地貌单元之中，这使得白龙江流域多黏性泥石流，给山大沟深的甘肃陇南地区造成很大危害。

在白龙江甘肃境内2万平方公里流域范围内，团队成员遴选出发生过泥石流灾害的典型小流域，以沟为单位，分别从小沟、次沟、大沟进行全方位的调查评价，对每条沟每个斜坡的坡度、气象因子、土壤质地、土壤含水量、土地利用情况、人口分布情况等进行了详细调查，建立了一个庞大的数据库。

此外，团队还分别以白龙江流域、陇南市武都区清水沟和兰州大沙沟流域作为试验区，通过人工降雨和水槽模拟实验等方法，开展不同降雨强度下斜坡的破坏机制及泥石流启动过程研究，构建了山洪泥石流运动与堆积过程的物理模型；研发了坡面高效旋进式取样、土壤水分提取、三轴试验饱和和装样等系列分析测试与高效监测预警装置，安全方便、可靠性强，在山洪泥石流成灾机理研究中具有很强的实用性；通过对流域尺度极端降水特征进行定义和识别，团队获得了典型流域降水特征指数及极端降水灾害事件，从而确定了甘肃不同环境下泥石流启动的临界降雨强度阈值。

团队研究梳理并发现了影响白龙江流域泥石流灾害发生的主要原因：暴雨是诱发泥石流的决定性因素，每年汛期，白龙江上游多属阵性暴雨，中游少雨，下游雨量大、强度高、次数多；地层岩性与泥石流的发生有必然联系，江北北岸岩层软弱，因此泥石流沟较南岸更多；道路建设、垦荒造地、人类不合理居住、水利建设等人类活动因素也产生了一定的影响。

基于3S技术和FLO-2D模型，团队建立了适合于研究区不同类型泥石流沟的危险性评价与危险范围预测模型，模拟泥石流运动过程，准确预测研究区的泥石流灾害发生危险范围、灾害链模式及其危害对象。实现了泥石流启动到致灾过程的可视化，有效提升了泥石流成灾过程中数据处理、空间分析与模型演算能力，这项技术在国际处于领先地位。

#### 探索出泥石流防治新路

利用长期监测和实验得到的准确数据，团队建成了白龙江流域泥石流灾害现状与成灾控制要素空间的数据库，探索出单沟—流域—区域不同空间尺度不同精度的泥石流风险评估方法，形成了一套完整的山洪泥石流灾害综合风险评估技术，完成了高精度风险分区图，填补了白龙江流域山洪泥石流研究的空白，编制出甘肃第一套山洪泥石流风险评估技术手册。

目前该技术得到甘肃省科学院科技产业化项目及地方政府多个项目的支持，并已经顺利推广应用到甘肃省黄土沟壑典型地区。同时，在综合考虑甘肃省不同类型与不同规模山洪泥石流灾害防治中的排导、护岸、清淤冲淤等工程建设后，团队与甘肃省科学院地质灾害研究所合作研发改进了锚固式拦挡坝、弹性竖向格棚坝、构筑物背侧回填和管沟回填结构等4套山洪泥石流防治关键技术。

“我们提供经济实用的防治技术支持，地方政府的水利部门或者自然资源部门采纳我们的建议后，找专门的设计人员和施工人员进行防治工程的具体建设。双方共同来完成防治工程。”马金珠说。

目前，该技术已经为陇南、甘南、兰州、临夏、平凉等5市州7县区16条典型特大山洪泥石流防治工程提供技术支撑，探索出一条以风险评估与综合风险评估技术、完成了高精度风险分区图、填补了白龙江流域山洪泥石流研究的空白，编制出甘肃第一套山洪泥石流风险评估技术手册。

## 建筑信息建模技术

### 为隧道建设装上智慧大脑

科技日报讯（记者马爱平 通讯员王绍旭）近日，记者从“世界第一特长螺旋隧道——新晋高速韩口隧道BIM技术应用”项目部获悉，该项目创新采用建筑信息建模+BIM+技术，通过信息管理系统，集成BIM模型、进度计划、环境监测、安全监测、人员定位等多个子系统，对工程质量、进度、安全、环保进行全方位控制。

“我们不再只把BIM+技术当成简单的动画展示工具，而是把它变成了指导工程实施的智慧大脑，让施工更安全、更高效、更精准。”承建新晋高速韩口隧道的中建路桥集团新晋高速项目经理穆朝华介绍说，韩口隧道内岩性变化复杂，容易发生坍塌、岩溶、岩爆，项目人员利用勘测图纸数据生成地质断面模型，方便预判风险。在隧道工程中，项目人员根据围岩的坚硬程度和完整性，划分了不同的围岩等级。

在BIM+技术绘制的三维图上，红色代表危险程度高的V级，绿色代表相对安全的III级。只需看图，大家就明白对不同的围岩要采取不同的开挖方式，对技术难度也能做到心中有数。这套信息系统还连接了洞内空气质量监测设备，实时监控施工空气质量含量，保护施工人员健康。

BIM+物联网技术还让管理更高效。“我们在隧道口、隧洞内，以及施工台车上都安装了摄像头，在办公室里就能监控视频，提高了管理效率。施工区域山高路窄，去现场颇费周折，遇上天气不好，绕到隧道出口就需要2个小时。现在通过视频监控发现问题，工程师可远程联系处理，直接指导、观看整改，节省了大量时间。”穆朝华说。

此外，隧道施工一般需要提前报工作量，而BIM+工程提取技术可以自动计算每一段工程需要多少钢筋和混凝土，而且每个批次的材料都上传了识别码，一旦发现问题，可以第一时间追溯同批次产品，精准减少损耗。未来，韩口隧道施工现场还将设置多种传感器，实时采集地表沉降、拱顶下沉等数据，汇入BIM+进行分析，指导施工监控和预警，进一步提升隧道工程的智慧、安全水平。

## 为老城量高限高，看得到过去望得见未来

如果说，对于单体建筑和街区的保护可以让其适应时代发展进行再利用。那么，扩大到城镇层面，还要考虑古典、近现代和现代多元一体的相互观照。

“对于这些建筑不能做孤岛式的保护，要把它们置身于城市发展的脉络中。例如，现在的大城市不可能不盖高层建筑。我们要处理好保护、传承、扬弃、发展之间的关系。”王建国说，对于像云南大理、平遥、同里、乌镇等这样面积不太大、一般在5平方公里以内、适合步行和慢行交通的城镇，可以进行整体的保护留存，甚至可以做到“原汁原味”。

## 良种配良法，破解长江流域棉粮争地难题

◎本报记者 李禾

长江流域棉区是传统优质棉生产基地，但粮棉争地矛盾突出，威胁到棉花产业安全。国家重点研发计划“长江流域高产高效棉花新品种培育”项目成果展示观摩会日前在江苏盐城市举行，项目主持人、中国农业科学院棉花研究所研究员宋国立表示，经过3年科技攻关，项目组培育出适合长江流域种植的棉花新品种28个，新品种示范推广850多万亩，制定配套生产技术14套，长江流域棉花生产实现了良种配良法。

### 植棉效益降低、种植面积急剧下滑

长江流域雨热资源丰富、光照充足，是传统的优质粮棉生产基地。2013年以前，长江流域棉区90%以上的种植方式是采取小麦/油菜与棉花一年两熟，棉花以育苗移栽为主，其次是小麦套种棉花。但这两种种植方式，粮棉争地矛盾突出，而且机械化水平低，成本投入高。特别是近年来劳动力成本大幅提高，棉花种植长期重产量轻品质、产量品质难以协同提高等问题凸显，植棉效益持续降低，棉花种植面积急剧下滑，威胁到棉花产业安全。

棉花播种面积为4754.8万亩，比上年减少254.1万亩，下降5.1%。其中，长江流域棉区播种面积为425.7万亩，比上年减少85万亩，降幅达16.6%。

### 早熟新品种支撑一年两季轮作模式

作物的品种被认为是农业的“芯片”，与作物的生长期、产量、质量以及价格等息息相关。在“长江流域高产高效棉花新品种培育”项目支持下，中国农业科学院棉花研究所联合南京农业大学、华中农业大学等单位经过多年科技攻关，培育出适合长江流域小麦/油菜收获后直播种植的棉花早熟新品种28个。特别是棉花新品种中棉425，属于特早熟品种，从出苗到吐絮的生育期仅98天，并含抗虫基因，可抗棉铃虫和高抗枯萎病、耐黄萎病，适应性广、纤维品质优良。

中棉425等早熟品种的育成，实现了在油菜或小麦收获后直接播种棉花，不再像原先那样需要育苗移栽或田间套种，大大减少了人工成本和劳动强度，并提高了植棉机械化水平，实现了油菜/小麦和棉花一年两季的轮作种植，有效缓解近年来我国内地棉花种植面积大幅下滑的困局。

“长江流域高产高效棉花新品种培育”项目于2018年立项，目前已完成各项任务指标，授权国家发明专利19项，获得植物新品种保护权8项，

## 850多万亩

经过3年科技攻关，项目组培育出适合长江流域种植的棉花新品种28个，新品种示范推广850多万亩，制定配套生产技术14套，长江流域棉花生产实现了良种配良法。

### 优质又高产，生产可全程机械化

要发挥良种的效益，配套的“良法”必不可少。项目还研发了配套的棉花高产高效生产技术共14套。农业农村部棉花专家指导组成员、南京农业