

科技创新



云阳龙缸悬崖「花蕾」是怎么做成的？

中机中联以一项项创新突破把「不可能」变成现实

重庆日报记者 白麟

「我们不懂医学，也能为抗疫作贡献」

重庆师范大学应用数学为疫情发展趋势做科学预测

重庆日报记者 李旻

云阳县龙缸国家地质公园内，有一座被誉为“世界第一”的悬挑玻璃景观廊桥，作为闻名全国的热门景点，慕名而来的游客络绎不绝。

却极少有人知道，这项工程的技术含量之高，设计和施工难度之大，堪称前无古人。建设成功的背后，是设计和施工总承包单位——中机中联工程有限公司（下称中机中联）在力学、工艺、材料等方面所作出的创新突破。

挑战工程力学极限

龙缸云端廊桥主体采用单臂悬挑结构，简单而言，就是“上无拉索、下无支撑”，纯粹依靠廊桥单侧的山体构筑来受力。廊桥与下方的水面高差达718米，任何人只要一看见那兀然探出半空的桥面，都会感到一种似乎违背常理的震撼。

中机中联相关人士介绍，为了体现这种视觉震撼，打造“绝世”景观工程，廊桥主体钢箱梁结构单臂悬挑长度达到了26.68米。

此前，玻璃廊桥悬挑的“世界第一”，是美国科罗拉多大峡谷廊桥，长度为21.34米，这已经触及工程力学的极限。云端廊桥长度还要增加，难度可想而知。曾有多名业内专业人士获悉该设计方案后，就直呼“不可能”。

更为关键的是，云端廊桥作为一个原创设计方案，在国内找不到任何现成案例作为借鉴。要让方案成功落地，设计施工单位必须依靠深厚的技术积累和敢为人先的创新突破。

给廊桥上“多重保险”

设计初期，中机中联会同勘察单位和地质专家，通过调研、实地走访、钻探、红外线扫描等，把当地地质情况摸了个透。

随后，中机中联联合清华大学、重庆大学和西南交通大学，对廊桥的主体结构进行了各种实验模拟，包括风场、风振、阻尼减震、特殊

结构受力、温差效应……从而确保设计的结构安全无盲区，也为后续方案创新奠定坚实基础。

按设计要求，廊桥主体要保证可承受8度地震、14级台风，同时在崖顶复杂的风场环境下还要足够稳定，保证游客的舒适。这就好像一根很长的悬空木板，最远端放着一个苹果，如何让木板足够结实强韧，又让苹果尽量不晃动？

中机中联提出了一个创新思路：在实际强度超过100兆帕的超坚硬石灰岩中，植入钢筋混凝土桩体。同时，在廊桥下部的悬崖绝壁上，施加巨型锚杆。最后，在端部的钢箱梁内再装上阻尼减震器。上了多重保险的廊桥，既能承受住巨大的悬挑反力，又能使游客舒适观光。

下一个难题是，在“上不接天、下不接地”的狭窄峰顶中，怎么把廊桥建起来？

中机中联创新性地使用液压顶推装置，将廊桥主体钢箱梁在现场分段拼装后，直接在崖顶整体推向半空，固定到位。

“悬崖上的花蕾”成功绽放

云端廊桥采用玻璃踏面，安全是首要考虑。中机中联相关人士表示，为了保证足够的承载力，云端廊桥设计采用多块厚夹胶钢化超白玻璃。经重庆大学力学试验室静力破坏试验，踏面玻璃在破裂前可承载每平方米约9吨的重量，远大于国家荷载规范每平方米500公斤的要求，可保证踏面的绝对安全。

廊桥钢箱梁作为柔性结构，在飓风和地震状况下的变形可能导致踏面玻璃损坏。对此，中机中联继续创新思路，对连接踏面玻璃和钢箱梁的不锈钢支座，采用可转动的特殊铰接设计。这一方法，被后来国内多个类似工程借鉴。

正是一个个创新，让云端廊桥这株“悬崖上的花蕾”得以成功绽放，也为云阳县打造旅游产业推进脱贫攻坚提供坚强助力。

应用数学能做什么？当记者抛出这个问题时，11月13日，位于重庆师范大学大学城校区的重庆国家应用数学中心，国际系统与控制科学院院士、重庆国家应用数学中心主任杨新民推了推黑框眼镜，一脸自豪地说：“不要把应用数学理解为枯燥的计算、公式、定理，实际上它可以解决很多现实问题。”

在杨新民看来，通过重庆国家应用数学中心，将集聚数学与相关领域科学家、行业专家、企业家等，解决一批制约产业发展的“卡脖子”关键数学问题，培养造就一批具有国际视野的高层次数学创新人才团队，提升数学支撑我市经济社会发展的能力和水平。

为重庆疫情防控提出科学建议

重庆国家应用数学中心对新冠肺炎疫情发展趋势做了预测，并对重庆疫情防控提出重要建议。

今年春节，面对新冠肺炎疫情，杨新民表示，“虽然我们不懂医学，不懂治病救人，但是我们可以用自己擅长的数学，推演出新冠肺炎疫情的发展趋势，为重庆的新冠肺炎防控提供科学参考。”

在南开大学读统计学博士后的儿子也加入他的阵营，父子俩开始根据公开的疫情数据进行初步推演，但是，他们发现固有的模型不适用于新冠肺炎疫情。于是，杨新民从重庆师范大学数学学院、计算机学院的教师队伍中“点兵点将”，领衔组建了多学科综合研判团队。

团队分为材料组、模型组、数据分析组和统计预测组等，他们分工协同合作，每天通过网络深入研讨，研究反映传染病暴发的潜力和严重程度的基本传染数R的变化趋势，通过建立时间序列模型、Logistic模型、SIR传染病模型和Bernstein函数模型，对疫情发展趋势和累计确诊病例变化情况做出较为精准的预测。

这一过程并不容易。起初有几次，团队预测结果

与真实暴发的数据相比对，准确性并不理想，部分成员有点失去信心。“大家别灰心，除了我们，全国上下还有许多人都在为抗击疫情而战斗，我们要知难而上！”杨新民在微信群里给成员们鼓劲，还给大家分享了抗疫一线的感人故事。

在杨新民的鼓励下，团队干劲儿又起来了，不断对数学模型进行优化调整。在工作微信群里，忙到凌晨三四点是常有的事儿。

2月11日，杨新民团队已经能够用计算机编程的模型推演重庆本地7天后的新冠肺炎疫情发展情况，并可通过全国、湖北省、除湖北省外的全国其他省市、重庆市4个点位，直观地展现不同点位的疫情推演情况。

2月12日和2月17日，杨新民和他的团队两次以科技工作者建议的形式，向市政府提交了《新冠肺炎疫情发展趋势预测报告》，为相关科学决策提供了支持。在报告中，他们不仅对疫情发展趋势做了预测，还对重庆疫情防控提出4点建议。

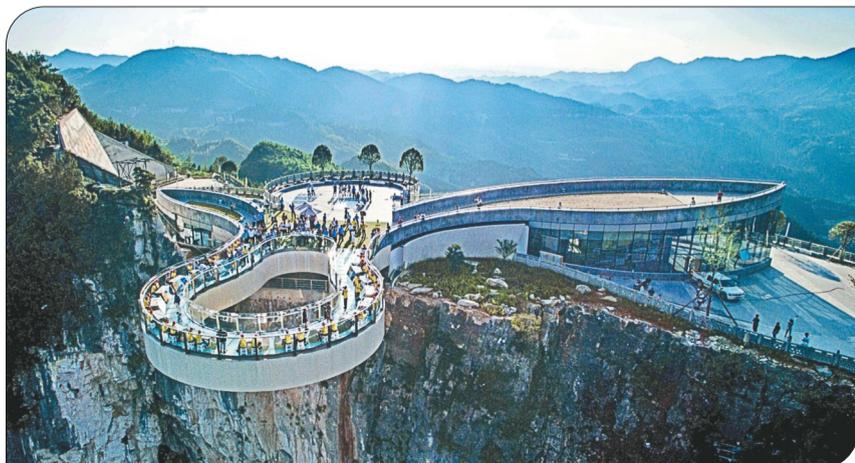
让红绿灯能根据车流延长或缩短时长

今年2月，由重庆师范大学牵头建设的重庆应用数学中心，获批科技部首批支持建设的13个国家应用数学中心之一，该中心也是我市首个国家级数学中心。

“现在的红绿灯时间90%都是固定的，只有少量通过传感器进行调控，一定程度上导致了交通拥堵，不够智能。”杨新民说，在很多人看来，红绿灯应该是交通管理部门的事情，事实上，应用数学能帮上忙。

杨新民解释，应用数学近年来发展很快，一是储存的数据量越来越多；二是算力提高；三是数学家提出更多的算法。“每个人都有轨迹，我们通过数学建模、大数据分析、编程等，让红绿灯根据车流情况延长或缩短时长。”

据了解，目前该中心联合交通管理部门正在大学城片区进行试点，让交通变得智能起来。



云端廊桥。

(受访者供图)



杨新民在上课。

(受访者供图)