



桥梁安全监测评价系统应用于世界上最大跨度自锚式轨道悬索桥——鹅公岩轨道专用桥。

特约摄影 钟志兵/视觉重庆



周建庭检查斜拉桥。



周建庭指导研究生。

(本版图片除署名外由受访者提供)

周建庭：桥梁的“医者”

重庆创新故事

主办：重庆市科学技术局 重庆日报

有人说周建庭“年轻”，他曾是重庆交通大学最年轻的教授、博士生导师，网上博导时还不到35岁；有人说周建庭“老道”，他是国内知名的危桥整治专家，过去24年来带领团队先后研发了10余种桥梁检测、诊断和加固创新理论和技术，出版学术专著9部，获得授权国家发明专利56项，拿下了3个国家科技进步奖二等奖。

今年3月，依托重庆交通大学建设的山区桥梁及隧道工程国家重点实验室，

获得科技部与重庆市政府联合批准建设运行。这是重庆交通大学获批的首个国家重点实验室，也是全国山区桥梁及隧道工程领域唯一一个国家重点实验室，由周建庭担任实验室主任。

周建庭喜欢自称为“桥梁医生”，专治桥梁的各种“疑难杂症”。“从医”多年，如今在全国15个省市，2000多座桥梁经他“妙手回春”。重庆的鹅公岩轨道专用桥、马桑溪长江大桥、蔡家嘉陵江轨道桥等，也在其中。

□本报记者 张亦筑

一则消息让他探索为桥梁“治病”，初出茅庐就令人刮目相看

周建庭是浙江金华人，1989年，16岁的他离开家乡来到重庆交通大学求学，一扎根重庆就逾30年。

读书时，他常被看作是个“书呆子”，每天都抱着数学、力学等专业书籍看，成天泡图书馆，很晚才回宿舍。不过，那段“啃书”的时光，为他今后的学习工作打下了扎实的专业基础。

1993年，一则偶然听到的消息引起了周建庭的注意：在我国众多的桥梁中，至少三分之一以上存在结构性缺陷或不同程度的功能失效隐患，需要定期进行人工检测。每座桥梁的检测需耗资数万元乃至数百万元。

出于对专业信息的敏感和对技术的求知欲，他决定开始桥梁安全评价技术的探索。

那时，桥梁安全评价技术在国内刚起步。周建庭每天的精力不是花在去图书馆查阅资料，就是花在工地测试数据上。

在导师的指导下，1996年，年仅24岁的他在国内首次提出并构建了“截面转换加固T型梁桥理论和技术体系”，很多人开始对这个初出茅庐的小伙子刮目相看。也正是这一年，硕士毕业的他留在了重庆交通大学土木工程学院，担任一名助教。

随着新建桥梁的不断增加，现有旧危桥的数量和比例逐渐扩大。如何对旧桥危桥进行科学利用，变废为宝，救桥于危是至关重要的问题。

“就像人生病了会找医生看病治疗一样，桥梁也会‘生病’，我们的目的就是及时、有效地找到桥梁的病症，并开出对应的‘处方’，延长桥梁的服役寿命，避免桥梁的突然失效和垮塌。”周建庭说。

周建庭在研究中发现，重庆阴雨天气多，特别是三峡成库过程中水位变化对库岸乃至桥梁基础的侵蚀，给重庆的桥梁安全增加了不确定因素。

为此，2000年，他在国内首次完成了三峡库区变动水位区部分淹没桥梁的主拱圈块石水蚀试验和桥基水蚀试验，用于指导三峡库区县乡公路数千座桥梁的安全性评价工作，为确保库区桥梁的安全奠定了重要基础。

他让桥梁“生病”了“会说”，更好地“对症下药”

2001年，周建庭开始在重庆大学攻读博士学位，师从中国工程院院士黄尚廉。

在为桥梁“开处方”的过程中，他越

来越清晰地认识到“对症下药”的重要性：要使桥梁病害“处方”开得更加科学，应当先获取桥梁客观的运行状态。于是，在导师黄尚廉院士的指导下，他开始从桥梁状态传感采集系统、信息传输系统、诊断评价系统和管养决策系统着手，开展桥梁健康监测与评价研究。

2002年，周建庭负责国家科技攻关项目“大型桥梁安全远程实时监测成套技术开发研究”的安全评价核心研究工作。他将“基于可靠性理论的桥梁监测系统的安全评价技术”成功运用于桥梁安全远程智能集群监测系统，建立了国内首个桥梁远程集群监测评价系统，实现了地域分散且桥型不同的三座大型桥梁的集群安全监测与评价。

桥梁远程集群监测评价系统可以对桥梁的健康状况进行整体把控，让桥梁“会说话”，一旦出现安全隐患就及时报警。2005年，经专家组鉴定，该成果已达到国际先进水平。

2003年，周建庭在国内外首次提出“钢筋混凝土套箍封闭主拱圈加固拱桥技术”，并构建了相应的加固理论和技术体系，相关成果在很多桥梁上得到应用。

四川省巴中市平昌县是革命老区，当地有一座主跨70米的悬链线空腹式石拱桥——秧田沟大桥。2005年时，这座桥的主拱轴线严重变形，变形量之大属全国之最，专业的桥梁检测机构鉴定之后，建议拆除重建。

这却把平昌县政府难倒了：如果重建，不仅会影响当地的公路工程改建进度，中断交通，还会造成600万元的经济损失。

拆还是不拆？正在当地政府一筹莫展时，周建庭主动请缨，带领重庆交通大学课题组承担了秧田沟大桥的整治工程。经过精密分析和反复论证，周建庭团队提出了5项综合加固整治技术用于加固整治。

经过半年艰苦的加固施工，秧田沟大桥于2006年4月竣工通车。经检测，加固后的秧田沟大桥完全能满足荷载营运要求，且许多承载力指标优于新建桥梁。

此后，周建庭还为平昌县成功加固了5座危桥，节约上千万元资金。

2011年，他作为第一完成人的研究成果“山区拱桥建设与维护新技术研发及应用”荣获国家科技进步奖二等奖，这也是我国在拱桥维修加固领域的第一个国家科技进步奖。

从“外科”到“内科”，利用无损化检测治疗桥梁“隐形病”

2012年，周建庭发现，桥梁的隐蔽病害是桥梁管养的痛点和难点。

隐蔽病害如内部钢筋锈蚀、拉吊索

腐蚀断丝、钢筋应力破坏、钢结构疲劳损伤等，出现在桥梁内部，不易被察觉和诊断，容易造成突发性破坏，可谓桥梁安全事故发生的“第一杀手”。为此，他开始从“外科”到“内科”，着手桥梁内在病害的检测诊断研究。

以前检测桥梁是否有内在病害，大多通过打洞、开孔等有损的方式进行检测。比如，要确定拉索桥的拉索是否腐蚀断丝，需要打开外包的PE护套才能检测。而打开后拉索无论是否腐蚀，都必须全部更换，这样的方式费时、费力、费钱。

通过引进电子、计算机、机械、数学、物理等其他学科人才，开展多学科交叉理论和试验研究，周建庭团队首创了基于自发磁场变异特性的无损量化检测与识别技术，研制出桥梁内部钢筋锈蚀检测装置，率先攻克了桥梁结构内部钢筋锈蚀无损检测技术难题。

“这就相当于医生用CT等方式给病人做检查一样。”他说。

之后，他又提出了拉吊索腐蚀断丝的无损量化检测诊断方法，自主研制了拉吊索腐蚀断丝无损量化检测装置，可以立体化检测诊断拉吊索腐蚀断丝的状况。

这也是国内首个免励磁拉吊索腐蚀断丝无损量化检测装置，与传统励磁检测方法相比，该技术装置质量减小近80%，检测速度提高2倍，检测综合成本降低了50%以上。

桥梁工程与其他学科的有机结合，带来了不一样的科学效果。

重庆马桑溪长江大桥是特大型桥梁，为三跨双塔双索面漂浮体系斜拉桥，是重庆外环高速公路的重要组成部分。如果按照传统方式检测桥梁，就需要中断交通。

周建庭团队采取无损量化检测与识别技术，以及桥梁索塔裂缝自动巡检与精准感知量测技术与装置等一系列国际领先的新技术成果，用爬行人带着磁记忆扫描装置对桥梁进行无损检测，1分钟就爬行10米，准确率达到85%以上。

基于在桥梁内在病害上的研究成果，周建庭作为第一完成人的“公路桥梁检测新技术研发与应用”项目成果获得2019年度国家科技进步奖二等奖，实现了我国在桥梁内在病害精准、量化、无损检测的技术引领，成果总体达到国际领先水平。这些成果，已在11个省市的36座大跨桥梁、1359座中小跨径桥梁上得到成功应用。

留出时间和学生交流，学术团队也有“烟火气”

在周建庭看来，所有的成就，都离不

开每位团队成员的努力。他们就像一个大家庭，所以，团队也给自己取了个亲切的名字叫“JT Family”。

在周建庭的带领下，这支有活力、有战斗力的团队也在日趋庞大。

2007年，加拿大圭尔夫大学杨先一教授受聘为重庆交通大学特聘教授并加盟周建庭的团队。2012年，中国工程院院士杜彦良加盟团队，担任山区桥梁及隧道工程国家重点实验室培育基地首席科学家。此外，还有重庆交通大学其他学科的优秀教授、研究生陆续加入。

大家眼中的周建庭，是个工作狂人，每天要处理很多事务，而且精力旺盛，“续航时间”很长。

张洪博士是周建庭团队中的“老人”了，他是周建庭的博士研究生，毕业后就留在了重庆交通大学任教。他眼中的周老师，即使晚上加班再晚，第二天早上7点半都会到办公室，开始新一天的工作。

周建庭的博士研究生王宗山，也有同样的感受：从没见过周老师有过周末和节假日，在办公室、实验室、全国各个桥梁专题会议，经常都能看得到他的身影。

虽然工作忙碌，但周建庭总会留出时间给团队。坚持每两周开一次团队研讨会，是雷打不动的事情。

会上，团队成员讨论各个研究方向的进展、项目试验情况等，气氛很热烈，经常晚上七八点开会，到11点都还没结束。即便有些倦意，周建庭仍然会聚精会神地倾听每个人的发言，关注他们提出的问题，并给出具体的建议。

巨大的工作压力下，周建庭也有自己的解压方式。每周踢一场足球赛，就是其中之一。他还经常组织一些团队活动，比如爬山等，让大家在紧张的学习工作之余得到放松，让一个学术团队充满了浓浓的“烟火气”。

如今，山区桥梁及隧道工程国家重点实验室获批建设运行，让周建庭的团队有了更强大的底气。近5年建设投入资金超过2亿元，建成超过2万平方米的试验场地，并打造可模拟各种复杂山区环境的“环境箱”、特大跨拱桥建设运维综合试验平台、山区主动式控制风洞试验平台、隧道及地下结构三维模型试验系统4大“秘密武器”，让实验室的科研实力极大提升。

周建庭的心中，装着更大的未来：组建强有力的团队，结合多种学科，攻关桥梁状态感知与监测、评估、性能提升方向的科学技术难题，助推我国实现从“桥梁大国”到“桥梁强国”的转变。

记者手记

科研工作者要到国家最需要的地方发挥所长

□张亦筑

我国的桥梁总数已超过100万座，数量仍在上升，是名副其实的“桥梁大国”。但是，随着新建桥梁的不断增加，现有旧危桥的数量和比例也在逐渐扩大。

桥梁的突然垮塌会带来巨大的生命财产损失，如何对旧桥危桥进行科学利用，救桥于危，变废为宝，是至关重要的问题。

从东部沿海地区来到“桥都”重庆扎根愈30年，周建庭的理由简单却有力：科研工作者应该结合自己的特长，到国家最需要的地方去！西南山区有大量的危旧桥，正是他发挥所长的地方。

为此，他从毕业留校担任一名普通的助教，到成为最年轻的教授，再成为学科带头人，一路走来很辛苦，也很坚定。

不仅是他个人出类拔萃，他还培养出一支精干的高层次、年轻化研究团队，以“实事求是、严谨求实、艰苦奋斗、造福社会”为理念，以“持续努力推动我国桥梁安全监测、评价技术走向国际前沿”为目标，不断探索，攻破一个又一个技术难题。

到国家最需要的地方去，是科研工作者最美的模样。如今，他培养出的学生，很多都奔赴各地，和他们的导师周建庭一样，去实践，去拼搏，去实现为公路行业奋斗终身的沉甸甸的理想。

人物名片

周建庭，重庆交通大学副校长、博士生导师，长江学者特聘教授、国家杰出青年基金获得者、世界交通运输大会学部委员会副主席，首批重庆英才·优秀科学家，首届重庆市自然科学基金创新研究群体科学基金项目负责人。主要从事桥梁状态感知与监测、评估、性能提升方向研究，研究成果应用于国内15个省市的2000多座桥梁，产生了显著的社会、经济、环保效益，获国家科技进步奖二等奖3项、省部级科学技术奖一等奖7项。

创新感悟

做桥梁的“医者”，助推我国实现从“桥梁大国”到“桥梁强国”的转变。