

30年磨一剑，给大桥装“安全气囊”

宁大三代“力学人”接力攻克桥梁防撞世界级难题



4月28日，王永刚教授团队在象山石浦做试验。通讯员供图



王永刚教授。记者 张培坚 摄

5月7日，宁波大学发布大桥防船撞重大技术成果——大型桥梁柔性防船撞技术与装备。据悉，该技术成果将应用于国家重大工程项目，为我国大桥穿上高科技“铠甲”、戴上高性能“护带”。

为国家重大工程提供关键性技术支撑，源于宁波大学“双一流学科”力学的发展。从应力波基础理论的研究，到军工、民用领域的应用，再到服务大国工程，宁大“力学人”从开创者朱兆祥、王礼立教授手中接棒，一代接着一代谱写奋斗史。

□现代金报|甬派
记者 王冬晓
通讯员 游玉增 洪松

A 服务大国工程 贡献宁大智慧

大型桥梁是国家交通命脉，重大船撞桥事将带来灾难性后果。复杂海洋环境下防船舶碰撞，是包括港珠澳大桥在内的许多大型桥梁运维的难点。

立足于“大国工程”的迫切所需，在国家自然科学基金、交通运输部科技攻关、浙江省重大科技专项等项目支撑下，宁波大学研究团队发明了大型桥梁通航孔刚柔匹配导向桥墩防船撞技术和工程装置、非通航孔桥非接触式自适应恒阻力船舶拦阻技术与工程装置。工程装置可以柔性抵抗危险船舶撞击，达到既能保护桥梁又能保护船舶和环境安全“三保护”目标，实现了在大型桥梁防船撞关键技术与设施研发方面的重大突破。

王永刚教授是宁波大学冲击与安全工程教育部重点实验室副主任，也是这项技术的主要研发者之一。“这次发布的大桥防撞技术成果可以用‘太极’与‘安全气囊’这两个浅显易懂的概念来解释。”王永刚介绍说，桥梁的抗撞设防区域一般可以分为通航孔桥以及非通航孔桥。

针对通航孔桥，宁波大学摒弃了一贯的“刚性防护”，而是提出了如同太极一般的“以柔克刚”“刚柔并济”“借力打力”设计理念。

“我们发明了刚柔匹配导向桥墩防船撞技术，建立冲击载荷下刚柔匹配的防撞装置理论分析，确定了外钢围刚度与防撞圈柔度之间的匹配关系。在世界首次实船撞击试验中，船舶以不同载重量、不同速度、不同角度撞击防撞设施12次，撞击力减少55%—75%，实现了桥梁、船舶、防撞设施‘三不坏’，达到了‘四两拨千斤’的防撞效果。”王永刚说。

B 这项技术 将服务港珠澳大桥

针对非通航孔桥，研究团队发明自适应恒阻力耗能船舶拦截技术，利用船撞力作用下自适应浮筒翻转，实现拦截网从水平状态竖起展开包裹船艏，解决“拦得住”难题；利用“拉链式”耗能结构消耗船舶动能，解决“停得稳”难题。

为服务世界最长大桥——港珠澳大桥，团队最新研发了智能潜浮式船舶拦截技术，摒弃了守株待兔式“被动防护”，而是给拦阻装置装上了“智慧大脑”。

“整个系统就像汽车上的安全气囊，只有遇到危险时才会迅速弹出。”王永刚介绍说，这些拦阻装置日常沉于水下，不受水流和水位变化影响，抗风浪能力强，景观性能好，可以更好满足港珠澳大桥防撞需求。

“只有当系统感应到船舶靠近非通航孔桥时，拦阻系统便会迅速浮出水面，实施可靠拦阻。目前，我们的这项技术还攻克了柔性无损船舶拦阻技术难题，最终达到了桥梁、船舶和环境三重保护的目标。”王永刚教授说。

据悉，宁大研发的大型桥梁柔性防船撞技术与装备已应用于湛江海湾大桥、象山港大桥、福建平潭海峡大桥等大型桥梁，服役期间已多次避免了船撞桥事故发生，节约工程造价约7.23亿元。

经院士专家鉴定，宁波大学研发的大型桥梁防船撞技术具有自主知识产权，有效保护了桥梁和船舶安全，社会效益和经济效益显著，总体达到国际领先水平，具有重大推广应用价值。

C 30年三代人 深耕大桥安全防护

“大船撞大桥是个典型的冲击动力学问题。”王永刚介绍说。说到冲击动力学，就不得不提到宁大创校副校长王礼立教授。

王礼立1956年大学毕业后，被钱学森点将进入中国科学院力学研究所。新中国建立伊始，由于缺乏万吨水压机，工业制造水平极低，无法做出航天特殊要求的零部件，中科院力学所钱学森、郑哲敏就想出一个法子——用爆炸的方法炸出来。爆炸力学这门新学科就诞生了。为了破解爆炸与冲击问题，王礼立潜心研究应力波理论。1985年，他编写的《应力波基础》正式出版，钱学森看到后十分欣喜，写信勉励他：“你对祖国有贡献啊！”

1986年，王礼立作为宁大首任副校长，与宁大校长、力学专家朱兆祥一起创立力学学科，开展创新性爆炸与冲击动力学基础研究与工程应用研究。2013年王礼立作为第一完成人凭“非线性应力波传播理论进展及应用”获得国家自然科学二等奖（一等奖空缺），实现了浙江省属高校和宁波市国家自然科学奖零的突破。四年后，宁大力学学科成为国家首批“双一流”建设学科。

看似深奥难懂的“非线性应力波传播理论进展及应用”，其实与日常生活息息相关。2012年，象山港大桥应用该原理设计的柔性防船撞装置，大桥桥墩可以抵抗5万吨级大船6节至8节航速的碰撞，起到了“四两拨千斤”的作用。之后，大桥防船撞技术不断取得突破，应用于福建平潭海峡大桥等地。

2015年，宁波大学承担港珠澳大桥船撞风险与对策研究；2021年，承担大桥主体工程防船撞拦阻工程设计，完成建设方案编制；去年，宁波大学和港珠澳大桥管理局签署战略合作协议，牵头承担船舶拦阻新技术研究。

从1986年朱兆祥、王礼立教授创立宁大力学学科，到王永刚教授团队研发智能潜浮式船舶拦阻新技术，宁波大学力学学科三十年磨一剑，攻坚一流学科，“聚力”经略海洋，如今已成为撬动蓝色引擎的关键力量。



发布会现场。记者 张培坚 摄