

同济大学

防灾减灾的革命

MTS协助中国顶尖大学的土木工程专家实现超大规模建筑结构抗震研究。

客户面临的挑战

全球人口的爆发式增长给土木工程专家提出了很多特殊的挑战。随着城镇化的发展，大都会型的超大城市需要更高的楼宇，更庞大的公共交通系统以及更加复杂的超长桥梁，所有这些建筑都需要能够承受包括地震在内的自然灾害。同济大学，在土木工程和建筑学领域具有悠久的历史并且久负盛名，在国际国内始终处于领先地位。

同济大学土木工程学院是桥梁工程系和土木工程防灾国家重点实验室的所在地。在这里，杨澄宇博士是桥梁抗震设计研究领域的资深教授，他的专业是开展相关的抗震测试，减少破坏性地震对桥梁、建筑物、隧道等结构的破坏影响，同时，他也需要有更先进、更丰富的测试手段来帮助他应对诸多挑战。

“我们所面临的挑战之一就是实现长跨距桥梁的地震模拟测试。”杨博士说道，“如果您只有一个振动台，就算是有6m x 6m这样的尺寸，相对于桥梁来说，还是太小，这样的模型不得不采用高缩比模型，例如达到1:100 甚至 1:200 的比例。”

但问题在于被测模型缩比越高，测试的结果就越没什么意义。过高的缩比模型与真实桥梁建筑结构的响应方式会有所不同，那么得到的测试数据很难外推到足尺结构之上。例如，在开展总长为62km的泰州长江大桥的抗震测试时，若采用高缩比模型进行抗震测试，带来的问题非常棘手，难以解决。

MTS的解决方案

为了能够实现如此大尺度的模型抗震测试，例如泰州长江大桥的模型，杨澄宇博士的团队与 MTS系统公司开展了合作。MTS系统公司为同济大学的抗震试验室提供一套独一无二的振动台解决方案，该解决方案需要具有足够的灵活性，能够支持重达200T的测试模型，这就是位于同济大学嘉定校区的多功能振动台阵系统，包括了四个振动台。

这些振动台采用电液伺服驱动，复现地震发生时地动山摇一样的运动。同济大学的多功能振动台阵系统包含两个最大负载为70T的振动台和两个最大负载为30T振动台，这四个振动台可以在相邻的沟槽内移动，组合成为多台阵系统，这样试验室可以开展更长、更庞大的测试模型，也可以开展异构模型抗震测试。

这些振动台也可以独立操作，更重要的是，所有四个振动台组成的台阵系统还可以同步运动，复现地震波，类似于形成一个非常庞大的平台。利用高速、实时、低延迟的共享内存技术，让四个振动台彼此之间完全透明地传输数据。所有数据均集成到同一个主控制器中，由主控制器根据台阵的反馈和地震波指令来解算得出同步指令。这样做的好处就是让整个台阵系统看上去是一个完整的测试系统，具有足够的灵活性，又能够统一、协调的调度。

be certain.



位于同济大学嘉定校区的抗震工程馆

“我们现在的模型比例尺是1:40，模型长度为65m，而不是原来的3m。我们根据测试需求来设计模型并配置振动台，而不是以相反的方式进行。”

— 杨澄宇博士
同济大学 土木工程学院桥梁工程系

图片由同济大学提供



泰州长江大桥1:40模型



同济大学的多功能振动台阵系统包含两个最大负载为70T的振动台和两个最大负载为30T振动台，这四个振动台可以在相邻的沟槽内移动，组合成为多台阵系统。

“据我们所了解，目前世界上还没有哪个试验室具有跟我们一样的能力——使用这样规模的振动台阵技术。”杨博士说道，“由于这套系统规模过于庞大，我们不得不改变原本打算在四平路校区构建新试验室的计划——只能另选地址，将试验室建设在嘉定校区，我们的实验大楼大楼长达100 m，宽达88 m。”

而对于MTS系统公司来说，这套解决方案集成了过去30余年开发传统地震模拟振动台系统的专业技术，也根据杨博士团队的需求进行了定制改造。MTS系统公司为同济大学的专家学者们开发了一套前所未有的大尺度、高容量和高灵活性的解决方案。

客户的收益

同济大学利用多功能振动台阵系统完成了泰州长江大桥的抗震试验，该系统显现出来尺寸以及灵活配置方面的优势。

“我们现在的模型比例尺是1:40，模型长度为65m，而不是原来的3m。”杨博士说道，“我们根据测试需求来设计模型并配置振动台，而不是以相反的方式进行。这给我们的研究人员带来了非常大的便捷性。他们可以获得他们最想要的的数据，而不必退而求其次。”

通过开展低缩比模型的抗震测试，杨博士的团队复现了更接近真实世界条件的测试环境，有助于研究人员更好地预测建筑结构在实际地震条件下的响应。测试越接近真实工况，对应的模型也会更加真实可信，更可以辅助设计团队来优化数学模型，改进设计，MTS的解决方案也为同济大学的研究团队进行新型测试创造了机会。

“在进行港澳大湾区大桥的抗震测试时，”杨博士说道，“如果没有这套系统，我们会将隧管断面模型放置在

4mx4m的土槽箱内进行测试，而现在，我可以用40m x 40m的土槽，这样，我们可以使用非线性激励来评估隧道断面连接的抗震性能。地震波对大型建筑结构的的不同部分冲击并不同，因此我们具备这样的功能对相关研究至关重要。”

MTS系统公司与同济大学土木工程学科之间的合作始于20世纪80年代，可以说，这套解决方案是同济大学与MTS之间多年合作关系的又一项里程碑，随着各个项目的进行，这种合作关系将会变得更加牢固。

“从销售到工程师和技术人员，MTS的所有员工都很勤奋、专业。”杨博士说道，“例如，有一次，当我遇到一个关于测试系统的问题时，我在星期天下午发送了一封电子邮件，当时美国时间已经是周六午夜，但我没想到的是，马上就收到了回信。第二天早上，我还收到了来自MTS美国和中国多位不同专家的回复。这只是他们如何响应我们需求的一个日常例子。”



美特斯工业系统(中国)有限公司
MTS Systems(China) Co., Ltd.

上海
电话: 021-24151000
传真: 021-24151199

北京
电话: 010-65876888
传真: 010-65876777

电邮: MTSC-Info@mts.com
http://www.mts.com
https://www.mtschina.com/

ISO 9001 Certified QMS

MTS是MTS系统公司的注册商标，该商标在美国境内注册，在其他国家和地区也受到法律保护。RTM No. 211177.

其余产品或者公司名称的权益归属于相应的权益所有人。

©2021 MTS Systems Corporation
100-642-488 TongjiUniversity 3/21