

上海同济检测技术有限公司

2022 年无损检测进展

1 单位简介

上海同济检测技术有限公司（简称“同济检测”，原上海同济建设工程质量检测站）成立于**1999年12月**，是一家同济大学控股的专业从事建设工程质量检测、检查、技术咨询的技术型、智能型检测单位，是上海市住房和城乡建设委员会、交通运输部工程质量监督局、上海市市场监督管理局、中国合格评定国家认可委员会（CNAS）、国家测绘局、上海市建设工程检测行业协会等相关单位认可的第三方检验检测机构，也是上海市目前规模较大、检验参数及项目最全的检验检测机构之一。

2 创新团队介绍

创新团队以检测服务为基础，科研创新为导向，致力于土木工程领域最新检测技术及仪器的研发与应用。目前团队成员**15人**，团队负责人张小琼为中国机械工程学会无损检测分会理事、上海检测行业协会专家委员会委员。团队主导编写了上海地标《预制拼装桥梁技术标准》、中国公路学会团标《公路装配式混凝土桥梁技术指南》和《装配整体式混凝土建筑检测技术标准》（见图1）中的检测及验收章节。

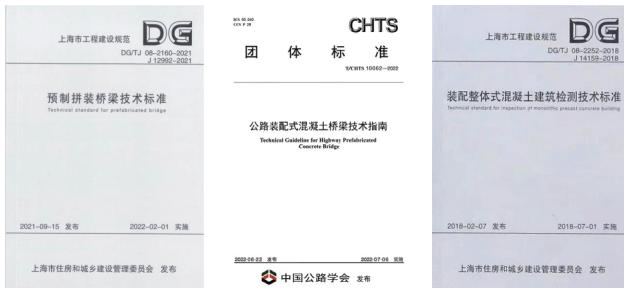


图1 参编标准

团队主要业务包括装配式桥梁检测、装配式建筑检测、结构安全性检测及评估、钢结构检测与监测、混凝土检测新技术、新型探测等。

3 产研成果

创新团队以科研为基础，利用专业设备配套齐全的优势，不断加大技术创新力度、加快科技成果的转化，致力于解决包含在建、既有建筑和构筑物在内的各种钢结构及混凝土结构缺陷病害检测、质量安全评定等疑难问题。

3.1 装配式桥梁套筒灌浆检测

2016年，团队开始进行装配式桥梁套筒灌浆检测的研究，在国内首次提出采用预埋钢丝拉拔法、**X**射线成像法和钻孔结合内窥镜法进行检测。根据装配式桥梁的工程实际需求，团队在预埋钢丝拉拔法和预埋传感器法上加以改进，研发出预埋芯片法和压力传感器法，并自行研发相关的检测设备，解决了装配式桥梁连接节点过程中检测技术的难题，填补了国内外该领域的空白。**2022年10月**，芯片法、压力传感器法通过上海市的计量认证扩项；**11月**，《芯片法压力传感器法检测预制拼装桥梁套筒灌浆质量》在第七届桥隧产业技术及产品科技创新成果发布会中获奖（见图2）。

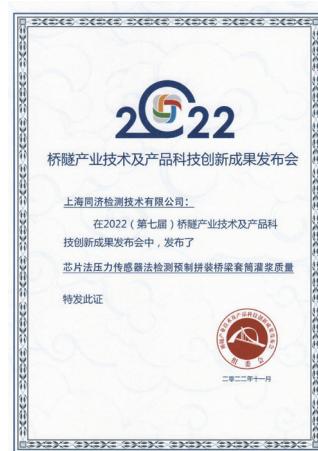


图2 第七届桥隧产业技术及产品科技创新成果发布会发布证书

团队申请了相关发明专利 1 项，实用新型专利 3 项（见图 3）。2018 年 12 月，“装配式建筑构件套筒灌浆连接关键技术与应用”获得中冶集团科学技术奖二等奖；2021 年 4 月，获得中国市政和公路工程工业化装配化产业联盟理事单位称号；2021 年 11 月，“装配式建筑构件连接套筒内部缺陷的检测方法”获得首届工程建设高推广价值专利大赛一等奖专利（见图 4）。



图 3 专利证书

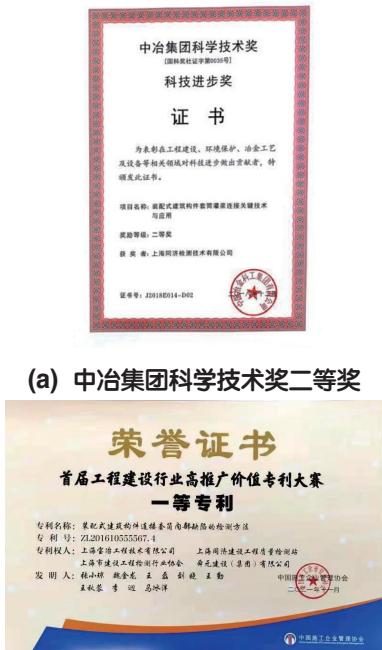


图 4 团队获奖证书

2022 年，该检测方法在广州东晓南路、山东济曲快速路项目中进行了工程应用（见图 5），取得了良好的效果。



(a) 广州东晓南路项目



(b) 山东济曲快速路项目

图 5 装配式桥梁套筒灌浆检测应用

3.2 预应力梁孔道灌浆密实度检测

孔道灌浆密实度检测技术方面，注重多种方法相互验证，采用导波法、地质雷达法，数字射线法、内窥镜法、超声反射成像法对人工、材料、机械、方法、环境对孔道注浆密实度质量的影响进行定性及定量描述，从而使孔道灌浆的密实度满足工程设计要求。其中，《公路工程混凝土质量通病治理关键技术研究》获中国公路学会三等奖。团队还参与了上海申通地铁集团有限公司 2022 年科研计划项目《上海轨道交通桥梁预应力索灌浆密实度检测关键技术研究》，旨在研究提升预应力索密实度的检测技术手段，以适应上海轨道交通在役桥梁的检测需求，并提出经济合理的普查检测方案。

主要方法现场实施及成果评判如图 6 所示。



(a) 导波法

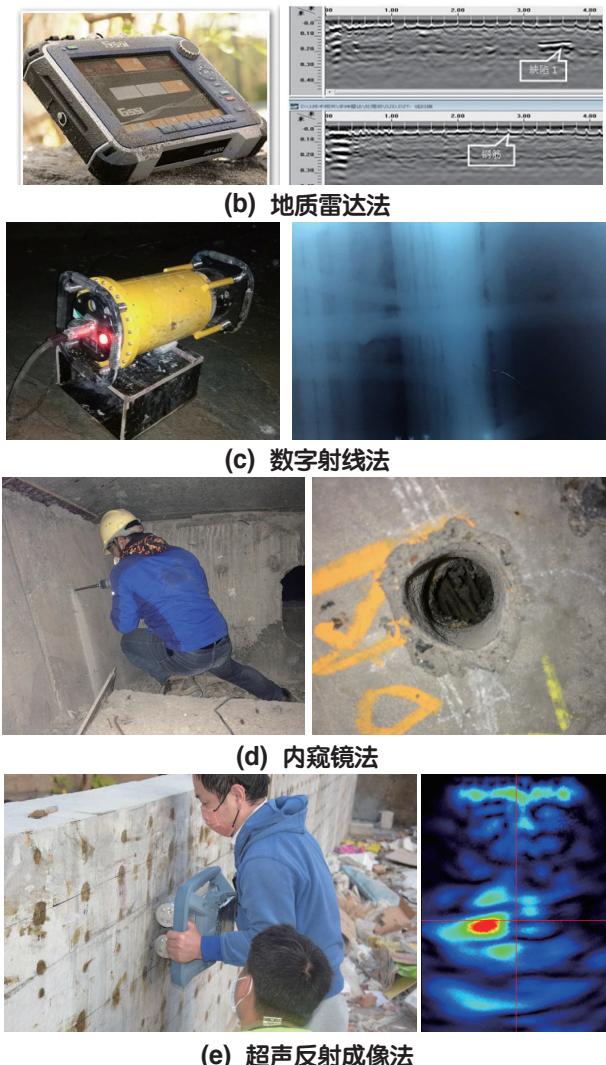
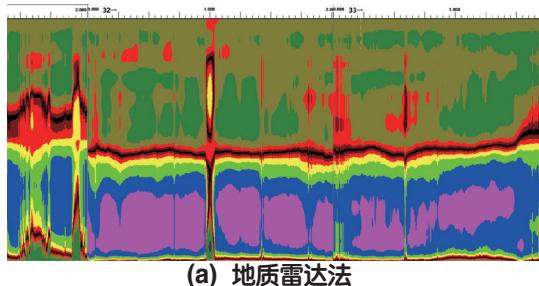


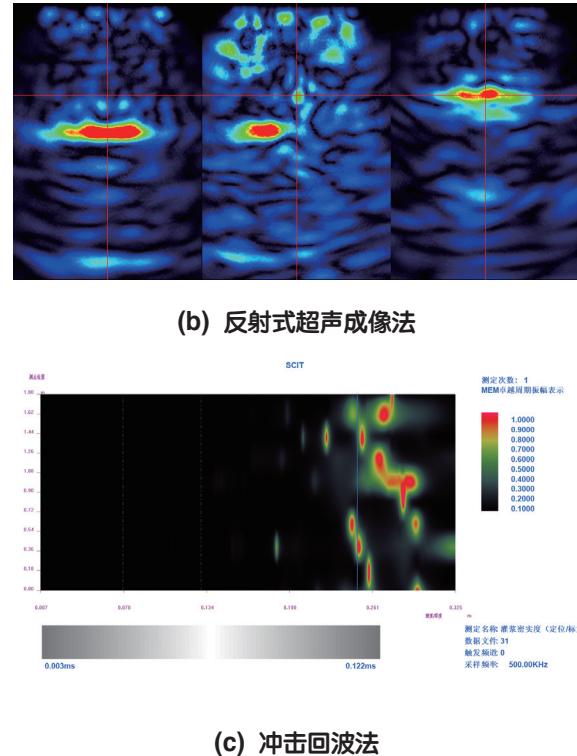
图 6 预应力梁孔道灌浆密实度检测现场

3.3 预制拼装隧道检测

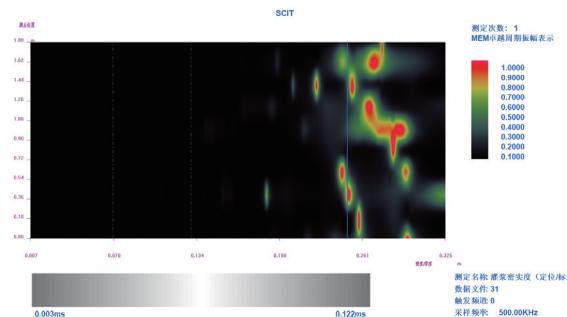
2022 年 12 月, 团队在中铁隧道局机场联络线 11 标段进行预制隧道连接节点的无损检测试验, 试验采用地质雷达法、反射式超声成像法、冲击回波法等方法(见图 7)。针对三种方法测试结果, 弧形件与隧道盾构管片之间采用地质雷达法与冲击回波法对比, 中隔墙底部与弧形件连接之间采用反射式超声成像法与冲击回波法对比, 得出检测结论与建议。



(a) 地质雷达法



(b) 反射式超声成像法

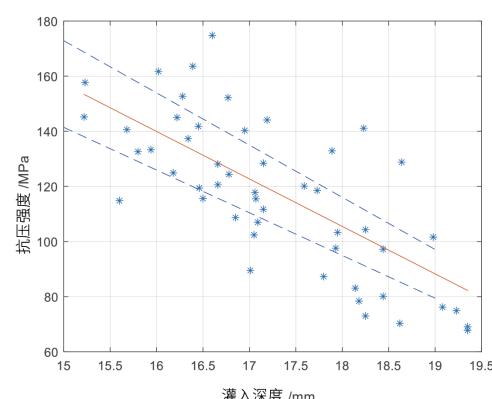


(c) 冲击回波法

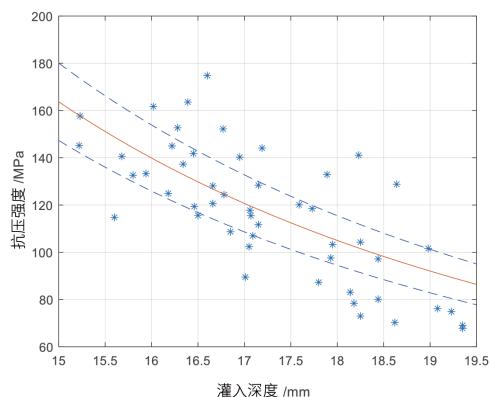
图 7 预制拼装隧道检测试验结果

3.4 UHPC 现场检测

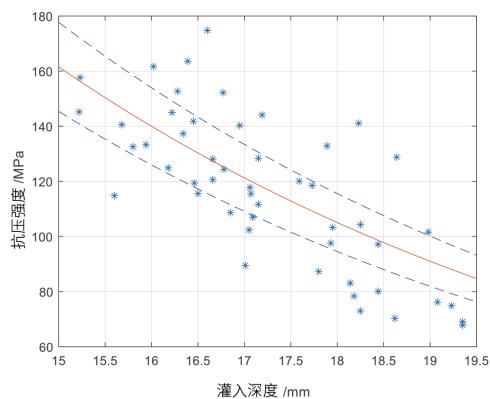
高性能混凝土(UHPC)因其强度高、耐久性好、抗冲击性能优良和体积稳定等特点, 在抗震结构、桥梁结构、水土建筑物、加固工程等领域得到了广泛的应用。2022 年 11 月, 团队采用射钉枪对 4 家不同强度等级的 UHPC 试块进行抗压强度试验, 并对数据进行拟合, 测试相关系数(见图 8)。针对试验过程中的影响因素进行总结归纳, 提出相应的应对措施, 为检测 UHPC 抗压强度相关研究和技术标准的制定提供了参考依据。



(a) 一次线性拟合



(b) 幂函数性拟合



(c) 指数函数性拟合

图 8 UHPC 试块抗压强度试验数据拟合结果

3.5 仪器研发

在装配式桥梁套筒检测研究中，团队在提出预埋钢丝拉拔法、X 射线成像法和钻孔结合内窥镜法的基础上，发明了拉拔夹具装置以及相关检测设备——芯片检测仪，主要用于墩柱检测。芯片法的基本原理是未灌浆前预先将芯片安装在出浆口易产生空洞的位置，待浆液灌满套筒，再测试芯片的信号，若芯片信号完全被屏蔽，则套筒灌浆饱满；若芯片信号未屏蔽，则需要二次补浆。

因为盖梁中灌浆套筒埋深较大，超出芯片法的感应距离，针对这种情况，团队研发出压力传感器法及多通道压力检测仪。压力传感器法的基本原理是：利用压强等于灌浆高度和浆液密度的乘积这一关系，在进浆口预埋传压装置，连接测压仪，随着套筒内灌浆料的液面上升，

压力传感器显示压力变化，依据压力 - 时间曲线，可判定内部灌浆的饱满度。图 9 为研发仪器的实物图片。



(a) 拉拔夹具装置



(b) 芯片检测仪



(c) 多通道压力检测仪

图 9 研发仪器实物图片

4 结语

2022 年，在公司领导的大力支持及相关单位的配合协作下，创新团队成果转化初见成效。新的一年里，上海同济检测技术有限公司愿继续与各界同仁精诚合作，科技创新，为社会提供优质的检测及技术咨询服务！

上海同济检测技术有限公司

张小琼 供稿

2023 年 1 月