

江苏省团体标准  
《桥梁动态挠度与索力数字图像法  
检测技术规程》

编 制 说 明

江苏现代路桥有限责任公司  
江苏现代工程检测有限公司  
南 京 工 业 大 学

# 目录

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 一、编制背景及意义 .....                     | 1 |
| 二、工作简况 .....                        | 2 |
| 三、起草阶段的主要工作内容 .....                 | 3 |
| 四、标准编制原则与国家法律法规、强制性标准及相关标准的关系 ..... | 4 |
| 五、标准主要技术内容 .....                    | 4 |
| 六、主要试验的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果 ..... | 5 |
| 七、采用国际标准的程度及水平的简要说明 .....           | 7 |
| 八、重大分歧意见的处理过程和依据 .....              | 8 |
| 九、贯彻标准的要求和措施建议 .....                | 8 |
| 十、其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等 .....         | 9 |

## 一、编制背景及意义

随着我国大跨桥梁的快速建设以及既有桥梁功能的不断退化,对桥梁结构的检测鉴定与长期监测成为工程结构领域的重要工作。对于大跨桥梁以及缆索支撑桥梁而言,结构动态位移和索力属于桥梁状态评价的重要指标,能敏感地反映出既有结构的受力状态,是完成结构承载力分析、评价结构受力性能的重要依据。桥梁运营状态下的动态挠度及索力数据是衡量桥梁结构安全状况和判断桥梁老化损伤程度的重要依据,在结构健康监测中具有重要的作用。因此准确测得大跨桥梁的动态挠度、索力不仅能够进行结构安全监测,还可以反映桥梁的运营情况。

数字图像检测作为近年来新兴的检测方法,以其非接触、高精度、方便快捷、平台扩展性强、与人工智能技术衔接良好等优势,在工程结构检测领域呈现出越来越广泛的应用前景。目前,数字图像法已成功应用于桥梁结构动静态位移测量以及拉索索力测量等方向,应用效果良好,一方面推动传统工程检测技术的应用创新,另一方面引领基础方法与应用技术的科研创新。同时也具有显著的经济效益和社会效益。随着非接触图像检测技术在桥梁动态挠度、索力的广泛应用,与此同时,图像检测技术的实现形式存在差异,测试系统也存在差异较多,在技术标准尚未统一完善的情况下,导致使用图像检测技术的检测方的测量精度以及可靠性参差不齐。桥梁动态挠度、索力非接触图像检测技术在实现测量的各个环节中,缺少与之配套的规范标准体系的情况下,此问题进一步突出。

所缺失的标准体系如下:(1)缺少针对检测程序、操作技术、数据质量要求等方面缺乏明确的标准,无法保证桥梁动态挠度、索力非

接触图像检测技术的规范化应用。(2) 缺失适用于相机选用，三脚架选用，针对不同相机的视场范围，以及对于不同桥梁、不同桥梁索力选用何种成像设备等内容的专用标准；现场安全生产技术指导依据不够。(3)适合桥梁动态挠度、索力非接触图像检测技术的培训教材以及实施尚无编制计划。

随着非接触图像检测的快速发展，非接触图像检测技术在桥梁的动态挠度、索力的检测技术体系和技术水平已初步形成自有特色，亟须出台相应的技术标准，从而指导相应的桥梁检测。同时，桥梁的动态挠度、索力检测，也是桥梁后期维护的重中之重，政府部门、桥梁检测、等单位对标准的编制出台诉求强烈。因此，编制系统完整且具体的非接触图像检测技术在桥梁的动态挠度、索力技术相关标准势在必行。

## 二、工作简况

任务来源：2021年9月，经江苏现代路桥有限责任公司、江苏现代工程检测有限公司、南京工业大学的申请，江苏省综合交通运输学会根据申请材料，于2021年11月15日对《桥梁动态挠度与索力数字图像法检测技术规程》进行了编制大纲评审，同意开展编写工作。

协作单位：江苏现代路桥有限责任公司、江苏现代工程检测有限公司、南京工业大学

编制组及其成员情况：袁守国、王红祥、李枝军、张健东、佘兆宇、刘安军、胡健、马志国、张伊青、谢韦韦、吴岳、李倩、杨琨、周东升。

标准主要起草人及其所作的工作：标准主要起草人为袁守国、王红祥、李枝军、张健东、佘兆宇、刘安军、胡健、马志国、张伊青。

主要负责本标准的起草、校审以及报批工作。

完成时间：本团体标准于 2021 年 11 月立项，计划于 2022 年 8 月完成。

### 三、起草阶段的主要工作内容

为保证本标准制定的科学性、有效性、实用性，标准课题组广泛收集了相关文献资料，包括相关论文与研究报告、国家标准、行业标准、地方标准等，同时开展了调研访谈。通过资料与调研分析，课题组在对我省润扬大桥、苏通大桥、江阴大桥等多座跨江大桥进行现场测试与应用的基础上，进一步明确规程的相关内容。本标准的制定工作过程简述如下：

2021 年 9 月 30 日前提交了标准申请材料。

2021 年 10 月，成立规程编制组。由江苏现代路桥有限责任公司、江苏现代工程检测有限公司、南京工业大学等单位技术人员组成标准起草小组，负责标准的调研、起草、编制和修改。

2021 年 11 月 15 日江苏省综合交通运输学会公路标准分会对《桥梁动态挠度与索力数字图像法检测技术规程》进行了编制大纲评审，同意开展编写工作。

2022 年 12 月，根据桥梁动态挠度与索力数字图像法检测技术调研，提出基本规定、数字图像获取、数字图像预处理、位移和挠度计算、索力计算、报告编制。

2022 年 2 月，编写组成员完成各自分工，形成桥梁动态挠度与索力数字图像法检测技术指南。

2022年4月，总结理论分析，编写项目研究报告。

2022年7月，成员对初稿征求意见，形成征求意见稿，组织项目鉴定及评审。

#### 四、标准编制原则与国家法律法规、强制性标准及相关标准的关系

目前，许多检测单位正逐步尝试使用非接触图像检测方法对各类桥梁动态位移以及缆索支撑桥梁索力进行检测，但是由于国内图像法检测应用较晚，还没有对基于图像处理的位移和索力非接触检测方法行成统一的标准规范。2021年1月中国工程建设协会发布标准《工程结构数字图像法检测技术规程》送审稿，围绕工程数字图像法检测技术应用过程中的总则、术语和符号、基本规定、数字图像获取、数字图像预处理以及检测内容进行描述，检测内容具体包括裂缝检测、尺寸与变形测量、位移测量与应变测量，但其中对动态位移测量规定过少，且没有对基于图像的索力检测方法进行规定。本文件主要参考了该标准中图像处理的技术要求，并在此基础上综合实际检测需求，细化了在实际作业中对检测设备和参数的要求，还提出了检测数据处理方法，对基于图像的索力检测技术做了补充，更全面且更具有操作性。

#### 五、标准主要技术内容

在制定标准过程中，工作组严格遵循以下标准化法律、法规、规范的规定，与现行有关法律法规和强制性标准相协调一致。作为本标准起草的重要依据：

- (1)《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国标准化法实

施条例》、《江苏省标准监督管理办法》、《江苏省地方标准制定规程》等法律、法规及制度；

(2)《GB/T 1.1-2009 标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》(标准文本的结构、格式主要依据本标准)。

(3)《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/T J21-2011)、《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21-2011、《基于环境振动激励的桥梁拉索索力测试方法》(DB31/T973-2016)。

本文件共包括 9 章。

章节内容主要包括范围、规范性引用文件、术语和定义、基本规定、数字图像获取、数字图像预处理、位移和挠度计算、索力计算、报告编制。

## 六、主要试验(验证)的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效果

此标准适用于运用非接触图像检测技术对桥梁进行动态挠度、索力测量的相关从业者,研究者,以及相关的桥梁安全检测、后续桥梁安全维护单位。

通过对当前桥梁检测以及安全运维的需求,以及非接触图像测量技术的优势可分析本标准的应用前景。近年来我国桥梁建设事业发展较为迅速,调查统计表明:我国拥有的大跨度桥梁数量占世界的一半,数量众多。而随着社会经济的快速发展,交通运输量和重载运输的需求日益不断的增加,加剧了很多在役桥梁的老化和功能退化问题。其中车辆超载将导致桥梁的超荷营运,从而加快了桥梁的疲劳和破坏,

增加了桥梁的失效概率。桥梁作为我们国家的交通关键枢纽，在保障交通运营安全和社会经济发展中具有重要的意义；但是近年来，甚至出现了多起桥梁垮塌的工程事故，引起了社会各界的广泛关注。这使我们应该充分重视对桥梁结构的健康监测和安全性评估。我们应采取措施加强对桥梁结构安全状况的监测工作，对桥梁承载能力进行检测评定。

非接触图像检测技术在桥梁检测中得到了应用非接触图像检测技术得到人们的认可，是由于非接触图像检测技术具有很好的优势，通过图像采集，图像处理，特征像素点的位移等进行检测。随着互联网技术的飞速发展，非接触图像检测技术将桥梁检测技术与网络技术相结合，通过网络信息技术共享，能够及时收集桥梁动态挠度、索力等信息，并做出科学的分析与反馈。后续通过数据的收集处理，做到及时发现桥梁出现的问题，准确获取桥梁的信息，有利于桥梁的维护与运营。且非接触图像检测技术更加自动化、人性化和高效化，避免了接触式测量的桥梁封闭检测对交通的影响，同时减低检测工作人员的工作量，大大提高检测过程的人员安全性，为桥梁安全运行提供保障。桥梁检测、安全运维均需要获取桥梁的动态位移及拉索索力，且我国的桥梁检测、运营需求体量巨大，加之非接触图像检测技术因此特有的优势能很好的满足此需求。因此编制非接触图像检测技术对桥梁进行动态挠度、索力测量的相关标准有广泛的应用前景。通过对江苏省高速公路桥梁动态挠度、索力非接触图像检测技术标准的编制，可以有效获取桥梁状态评价指标，加快高速公路桥梁养护的技术发展，



具有较大的社会效益。而基于图像的桥梁动态挠度、索力非接触检测技术相较于传统接触式检测来说，省时省力，降低了高速公路桥梁检测的费用，具有较大的经济效益。

通过制定桥梁动态挠度、索力非接触图像检测技术规程可降低检测人员的工作量，提高检测效率，提高作业安全性，降低桥梁检测的风险，提高相关检测经济及社会价值。本规程，可将非接触图像检测技术标准化、产业化，将促进非接触图像检测技术领域的新产品的开发以及市场的开拓。通过制定桥梁动态挠度、索力非接触图像检测技术规程，将有利于相关研究人员在统一的标准下实现研究成果转化，提高新产品研究开发技术能力，为桥梁动态挠度、索力非接触图像检测系统的研发奠定基础。通过规程的制定，可支撑相关桥梁检测技术骨干的培训，可成为我国巨大桥梁检测及运维可持续发展的中坚力量，也将我国桥梁交通长期持续发展的源泉。本规程，可标准化非接触图像检测技术，带动相关产品的研究发展，提高相关研究价值，带动相关就业，促进非接触图像检测技术及相关产业的研发及发展，从而推动桥梁检测产业构成和布局的优化及发展。

## 七、采用国际标准的程度及水平的简要说明

在充分调研日本、韩国以及欧美等多个国家最新成果基础上，结合了国内相关测试规程体系的相关内容，编制了《桥梁动态挠度与索力数字图像法检测技术规程》。

本文件参考的主要国际标准为 ISO17123-4:2012 和德国机械工程师协会标准 VDI/VDE2626 Blatt 1-2019。

ISO17123 的这一部分规定了在用于建筑测量时确定和评估光电测距仪（EDM 仪器）及其辅助设备的精度（可重复性）时应采用的

现场程序。但仅适用于反射器型 EDM 仪器，没有规定非棱镜 EDM 类型的程序。

VDI/VDE 2626 Blatt 1-2019 标准包含有关基于图像相关技术的测量系统评估准确性的实用验收和监视程序。它定义了 DIC 测量系统的技术参数，并描述了确定这些参数的程序和试件。该标准适用于基于 DIC 技术的测量系统，用于基于面积的表面二维或三维位移确定以及基于面积的表面应变确定。

本文件主要参考了 ISO 7123 的现场程序和 VDI/VDE 2626 Blatt 1-2019 中定义的 DIC 测量系统的部分技术参数，并在此基础上提出了远距离位移测量的具体技术参数和现场检测方法，还提出了数据处理方法，比现有的国际标准更全面、更具有操作性。

## 八、重大分歧意见的处理过程和依据

《桥梁动态挠度与索力数字图像法检测技术规程》在起草过程中暂未出现重大分歧。

## 九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

### （1）加强标准在桥梁检测方向实施的应用，推进标准实施

建议各级主管部门、相关监督管理部门及从事桥梁检测相关业务的企业，积极采用本标准。

### （2）加大标准宣贯力度，扩大宣贯范围

在本团体标准实施后，组织标准宣贯培训班，对相关各方单位的人员进行本团体标准的宣贯培训。标准的宣贯工作不仅包括标准文本

本身，还应包括标准的编制说明，使得标准使用者不仅了解标准文本中规定的内容，还了解本标准编制说明中对于标准制定背景、制定依据等内容，以利于标准的贯彻执行。

### **(3) 做好信息反馈和适用性评价，提高标准实施效果**

标准宣贯实施过程中，要注重将标准的宣贯工作落实到实际中。在本标准宣贯后，要时刻跟踪本标准关于桥梁动态挠度与索力图像法检测技术的结合情况，记录标准在实际应用中的具体效果，对于实用性不强、适用性差的条款要及时反馈到相关行业管理部门，以便采取相应的措施。

### **十、其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等**

暂无。