

《预应力钢结构索力动力测试与评价标准》编制说明

一、工作简况

1、项目来源

本项目根据中国钢结构协会《关于发布中国钢结构协会 2026 年第一批团体标准编制计划的通知》（中钢构协〔2026〕16 号）立项，项目名称为《预应力钢结构索力动力测试与评价标准》，主要起草单位为中冶建筑研究总院有限公司，完成期限为 2027 年 11 月 6 日。

2、主要工作过程

起草阶段：在项目立项阶段，编制组已开展标准初步框架构建、相关资料收集及前期调研工作，重点对国内外预应力钢结构索力测试相关标准、技术方法及应用现状进行了梳理。项目下达后，于 2026 年 6 月 16 日在中冶建筑研究总院有限公司召开团体标准项目启动会议，正式成立标准编制工作组，明确由许庆担任组长，徐晓达担任副组长，胡贺松、王龙、冯良平等作为主要成员，进一步明确了各起草单位及成员职责分工，并制定了标准编制计划。

启动会议后，主编及参编单位围绕预应力钢结构拉索动力测试与索力识别技术的发展现状、关键问题及工程应用需求开展了系统调研，广泛收集国内外相关标准、技术文献和工程资料，并结合试验研究、理论分析及资料验证等工作，形成了《预应力钢结构索力动力测试与评价标准》工作组讨论稿及编制说明。

2026 年 8 月 11 日，在中冶建筑研究总院有限公司召开团体标准征求意见讨论会，对标准讨论稿进行了逐条审查和深入研讨，针对编

制过程中的重点和难点问题，会后通过工作群进一步沟通协调并达成一致意见。在此基础上，于 2026 年 8 月 25 日完成《预应力钢结构索力动力测试与评价标准》征求意见稿及相关编制说明，经编制组组长审核后，提交中国钢结构协会标准化技术委员会秘书处。

征求意见阶段：

审查阶段：

报批阶段：

3、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由中冶建筑研究总院有限公司、广州市建筑集团有限公司、清华大学、中建研科技股份有限公司、中交公路长大桥梁建设国家工程研究中心、北京市建筑设计研究院股份有限公司、杭州市交通运输发展保障中心、柳州欧维姆机械股份有限公司、广东虎门大桥管理公司等单位共同负责起草。

许庆负责标准编制工作的总体组织、技术协调及编制过程中的重大事项统筹；徐晓达负责标准编制工作的总体协调、技术路线制定及编制任务组织实施；徐曼、胡贺松负责标准总体框架构建、技术内容研究、关键技术问题分析及标准文本编制指导；王永焕、王龙、王超、冯良平、马军海、甄伟、盛荣荣、刘桂芬、邹易清、苏琦、姚志安、庄亮东、张永、李嘉伟、张灏达等负责相关技术资料收集、工程应用调研、标准条文研讨、意见反馈及文本完善等工作。

各参编单位结合自身在预应力钢结构、索结构工程设计、检测评价、施工及运维等领域的技术积累，负责相关技术资料收集、工程案

例调研、试验验证、技术分析及标准条文审查完善等工作，共同完成《预应力钢结构索力动力测试与评价标准》的编制工作。

二、标准编制原则和主要内容

1、编制原则

本标准的制定工作遵循“面向工程需求、服务行业发展、技术先进、科学合理、协调统一、适用可靠”的原则，坚持理论研究、工程实践与标准制定相结合，充分考虑预应力钢结构拉索检测与评价技术的发展现状和应用需求，统筹推进标准编制工作。

本标准严格按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的相关要求进行编制，力求做到技术内容科学合理、文字表述准确规范、条文规定清晰可执行。标准编制过程中充分吸收国内外预应力拉索动力测试、索力识别及结构检测评价领域的最新研究成果和工程经验，结合典型工程应用需求，建立涵盖现场测试、数据处理、频率识别、索力计算、结果评价等全过程的技术体系。

本标准的制定旨在规范预应力钢结构拉索索力动力测试与评价技术，为相关工程检测、结构评估及运维管理提供统一技术依据，提高索力检测结果的准确性、可靠性和可比性，推动预应力钢结构检测技术向标准化、规范化方向发展。

2、标准主要内容

本标准规定了预应力钢结构拉索索力动力测试与评价过程中涉及的术语和符号、基本规定、检测条件、测试设备、测点布置、数据

采集、频率识别、索力计算、参数修正、结果评价及检测报告编制等内容。本文件适用于建筑工程及一般构筑物中采用振动测试方法开展索力识别的预应力钢结构拉索,包括单索、连续索及相关索结构构件,可应用于张弦结构、索桁架结构、幕墙支承拉索体系及其他类似预应力钢结构中的受拉索构件。

本标准适用于拉索新建验收、服役检测、专项检测和安全评估等阶段的索力测试与评价,可覆盖不同长度、不同边界约束形式及不同服役条件下拉索动力测试与索力识别需求,包括常规中长索、短索、连续索以及受边界条件、中部支承、悬链线效应等因素影响较明显的复杂索构件。

3、解决的主要问题

目前,预应力钢结构拉索索力检测主要采用动力测试方法,通过测量拉索振动响应、识别固有频率并结合理论模型反演索力。该方法具有测试效率高、结构扰动小、现场适应性强等优势,已成为工程中索力检测的重要技术手段。然而,现阶段相关技术应用仍存在测试流程不统一、模型选取依赖经验、复杂工况适应性不足以及检测结果评价缺乏统一依据等问题。

针对上述问题,本标准围绕预应力钢结构拉索动力测试与索力评价全过程进行系统规范,重点解决以下问题:

(1) 规范拉索动力测试流程,提高现场检测可靠性

针对现场测试过程中设备选取、激励方式、测点布置、采样参数设置及数据质量控制缺乏统一要求的问题,本标准明确动力测试设备

性能要求、测试实施流程及数据有效性控制方法，提高现场测试工作的规范性和数据可靠性。

（2）完善频率识别方法，提高动力参数获取准确性

针对现场环境干扰、信噪比较低以及频率识别结果稳定性不足等问题，本标准对时程预处理、频域分析、时频分析、频率提取及异常频率剔除等关键环节进行规定，提高动力参数识别的准确性和稳定性。

（3）解决复杂条件下索力计算适用性不足的问题

现有索力识别方法多基于理想边界条件和柔性弦模型，对于短索、刚性约束、弹性嵌固及悬链线效应明显的拉索构件适用性有限。本标准针对不同类型拉索，提出考虑弯曲刚度、边界条件及结构影响的索力计算与修正方法，提高复杂工况下索力识别精度。

（4）建立连续索及复杂索结构索力评价方法

针对连续索及复杂索结构中索间耦合作用、附属构件影响等问题，本标准提出适用于连续索结构的测试分析和索力评价方法，实现由单索检测向复杂预应力钢结构体系检测的拓展。

（5）建立统一的索力评价与成果表达体系

针对目前工程检测中索力结果评价指标不统一、检测报告内容差异较大的问题，本标准规定索力偏差评价、索力离散性评价、复测对比评价及检测报告编制要求，为工程质量验收、服役评估和后续维护提供统一依据。

三、主要试验（或验证）情况分析

1、考虑端部约束效应的短索索力动力试验

通过试验研究,针对短索端部实际约束介于理想铰接与固接之间的情况,采用直径 15.2 mm 钢绞线开展拉索动力测试,通过端部力传感器获取实际索力,并采用非接触式测试方法采集拉索振动响应,对考虑抗弯刚度和端部弹性嵌固效应的索力动力识别方法进行了试验验证。

试验结果与有限元分析及理论计算结果吻合良好,不同名义长细比及端部转动刚度条件下索力识别结果均具有较好的稳定性,索力识别相对误差控制在 1%以内,验证了考虑端部约束效应的短索索力计算方法的准确性和适用性。

2、考虑中间支承的连续索索力动力试验

通过试验研究,建立中间带支承连续拉索动力试验装置,采用直径 15.2 mm、抗拉强度 1860 MPa 级钢绞线,通过分级张拉形成不同索力工况,并采用非接触式动力测试方法获取各跨段振动响应及自振频率,对考虑中间支承及跨间动力影响的连续索索力—频率映射关系与联合反演方法进行了验证。

试验设置 40 kN~120 kN 共 5 级索力工况,将动力反演得到的索力与压力传感器实测结果进行对比,最大相对差值为 6.13%,总体结果具有较好的一致性,表明所建立的连续索动力分析及索力反演方法能够较好反映中间支承条件下的索力—频率关系,满足工程测试与评价需要。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

通过本标准的制定,将进一步规范预应力钢结构拉索索力动力测试与评价技术,建立覆盖现场测试、数据处理、索力识别及结果评价全过程的技术体系,为建筑工程及一般构筑物中预应力拉索检测、评估和运维提供统一、可靠的技术依据。标准的实施将有效提高拉索索力检测工作的规范性、准确性和可比性,降低因测试方法不统一、模型选取不合理及评价依据不足导致的检测误差,为预应力钢结构安全状态评估和服役性能评价提供技术支撑。

本标准针对短索、连续索及复杂边界条件拉索等工程应用中的关键技术问题,提出相应的测试要求、计算方法和评价准则,可提升复杂预应力钢结构索力识别技术的工程适用性,推动拉索检测技术由经验判断向标准化、精细化方向发展。标准推广应用后,有助于提高结构检测效率,降低检测成本,减少不必要的维护投入,延长结构服役寿命,提升工程全生命周期经济效益。

同时,本标准的制定将促进预应力钢结构检测、设计、施工、监测及运维等相关领域技术协同发展,推动动力测试、智能检测及结构健康评价等技术在工程中的应用,为预应力钢结构行业技术进步和标准体系完善提供支撑,对保障重大工程结构安全、提升工程质量管理水平及促进建筑行业高质量发展具有重要意义。

六、采用国际标准和国外先进标准情况,与国际、国外同类标准水平的对比情况,国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况

无。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准属于预应力钢结构检测与评价领域的专项技术标准，主要针对预应力钢结构拉索索力动力测试、数据处理、频率识别、索力计算及结果评价等环节提出技术要求。

本标准不改变现行强制性标准规定的结构安全、设计、施工及质量验收基本要求，也不替代现有钢结构和索结构设计、施工、检测及监测标准，而是在其基础上，针对预应力钢结构拉索索力动力测试与评价这一专项技术领域进行补充。重点对测试设备、激励方式、测点布置、数据采集、振动信号处理、频率识别、索力计算以及结果评价等技术内容作出系统规定，并进一步针对短索、连续索、复杂边界约束及其他现有标准中规定相对原则化或尚未形成系统方法的工况提出相应技术要求。相关内容与现行标准形成衔接和互补，可为现行标准中有关索力检测、结构状态评价和运行维护要求的具体实施提供技术支撑。标准拟解决的内容也正是现有工程应用中动力测试流程、复杂条件索力计算以及连续索评价等方面的不足。

本标准为你推荐性团体标准，其技术要求与国家现行强制性标准不存在矛盾和冲突。工程应用中，当本标准的有关规定与国家现行法律、法规及强制性工程建设规范的规定不一致时，应以国家现行法律、法规及强制性标准的规定为准。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

本标准自愿性、推荐性团体标准，协会会员单位、个人及其他有关单位可自愿采用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准批准发布后，由中国钢结构协会组织发行团体标准，通过公告、官网、会议等形式进行宣传 and 开展对团体标准的培训。鼓励相关行业使用团体标准，会员单位有推广使用团体标准的义务。任何单位和个人均可以对团体标准实施中发现的问题向中国钢结构协会反馈。建议本标准批准发布 3 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他说明事项

无。