

团体标准
《桥梁测力支座》

编
制
说
明

标准编制组
二〇二二年六月

目 录

| | |
|--|---|
| 一、工作简况····· | 1 |
| 二、主要技术内容····· | 2 |
| 三、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····· | 5 |
| 四、采用国际标准的程度及水平的简要说明····· | 7 |
| 五、重大分歧意见的处理经过和依据····· | 8 |
| 六、其它应予说明的事项····· | 8 |

一、工作简况

1、任务来源

随着我国经济的快速发展，对智能桥梁的需求越来越高。目前公铁路桥梁及建筑设计规范中，由于没有有效测试手段，一些荷载及其分布是基于一定的假设后通过计算得出的，计算结果与实际存在一定的误差，误差过大可能导致结构使用不安全或安全系数过大产生浪费，因此实测出结构荷载是安全性和经济性的前提。尤其近年来桥梁、建筑结构垮塌事故时有发生，使人民的生命财产蒙受巨大的损失，并且给社会造成了恶劣的社会影响，归其原因是结构的荷载及其分布发生变化并积累到一定程度，超出结构设计的承受能力所造成的。

目前国内一些桥梁也有具备测力功能的相关技术设计，这些技术设计中大体都是采用植入测力传感器的方式来实现。这些测力方式必须在使用前通过相关试验来对测力数据进行校准，有些过大吨位的测力支承装置往往因受试验设备测定范围的限制而无法对数据进行满量程校准。而本项目支座即具有测定竖向承载力的功能，并且可对测出的数据具有校准功能，以测试电子元件测出数据的准确性。

因此，需要制定一部《桥梁测力支座》标准，以求规范该结构产品的设计、生产、试验等内容。

2、协作单位及主要起草人

本标准于 2022 年由中国技术市场协会提出并归口，并由河北宝力工程装备股份有限公司、中铁五院集团郑州分院、中铁工程设计咨询集团有限公司、北京市市政工程设计研究总院有限公司、河北省交通规划设计研究院有限公司、中冶检测认证有限公司、华设设计集团股份有限公司、中铁桥隧技术有限公司、石油和化学工业橡塑与化学品质量监督检验中心、河北省工程橡胶技术创新中心共同起草，本标准主要起草人：桂鉴臣、葛林瑞、郭德才、潘可明、李志聪、张新、包启航、耿东升、赵春波、张兴、魏春晶、刘凯、戎建丁、赵九平、王正、郭晓东、聂磊、黄永辉、庞开胜。

3、工作过程

2020 年 3 月，桥梁测力支座研发小组成立。经过不断的研究，于当年 5 月 12 日申请国家发明专利 1 项，实用新型专利 1 项。研发小组经过理论计算、动力学分析及多次的试验，完成了竖向承载力为 1.0 MN~100 MN 的支结构尺寸设计，并进行广泛推广应用。2020 年至今，产品不断改进升级，结构形式趋于稳定，并形成了产品相关系列图纸。2022 年 1 月，由中国技术市场协会提出，并通过会议启动了《桥梁测力支座》团体标准的制定工作，

成立了标准编制组，开始着手《桥梁测力支座》标准的起草工作，于 2022 年 4 月完成标准草案，2022 年 6 月完成标准征求意见稿，具体工作过程如下。

1) 标准调研、验证阶段（2022 年 1 月—2022 年 3 月）

2022 年 1 月—2022 年 4 月，明确工作后立即成立了编制组，邀请行业内优秀企业参与。对现有桥梁测力支座的弊端做了充分研究，对该产品提出了相应改进意见，并就该项目的国内外相关技术标准进行了充分的调研，在充分吸收现有技术的基础上对该项技术进行了详细补充和完善。随后，在河北省工程橡胶技术创新中心对 ZNCZ-3-GD 桥梁测力支座进行了成品支座水平承载力试验、成品支座测力性能试验等试验项目。

2) 标准初稿起草阶段（2022 年 3 月—2022 年 4 月）

2022 年 4 月，在充分调研和分析总结的基础上，起草组完成标准初稿，经归口单位审阅，并与起草组进行了标准开题论证会。

3) 征求意见稿起草阶段（2022 年 5 月—2022 年 6 月）

2022 年 6 月，编制组在标准初稿的基础上确定了标准的各项技术指标，经过多次讨论和改进，完成征求意见稿，并进行公开征求社会意见。

二、主要技术内容

1 概述

桥梁测力支座是一种完全不同于现有测力支座功能的支座。本支座由盆腔结构、传力中间衬板组件、传感器、橡胶板和液体通道等组成。本支座采用两套测力体系，一套为常规的通过设置测力传感器测定橡胶弹性体的压强来智能获得外部荷载的力值大小，并且当桥梁的受力出现异常情况时，系统会及时给予报警，并对现场情况进行排查；一套为现场向液体通道注入液态介质，由于橡胶板在密闭容器内近乎为流体，因此稳定后液体压力与橡胶弹性体承受压强相等，通过测定液体压强，并且根据支座的受力原理来计算出上部荷载的受力。第二孔道液态介质注入装置后通过压力表读取数据，进而对压力传感器为主的测力体系进行现场数据校准。可以有效保证测力数据的准确性。因此可以避免一些事故的发生，并且为以后设计桥梁提供了可靠的依据。

2 编制原则及标准内容的确定

2.1 标准编制原则

(1) 认真贯彻国家有关法律法规和方针政策。标准中的所有规定，均不得与现行法律和法规相违背。

(2) 充分考虑使用要求，并兼顾全社会的综合效益。满足使用要求是制定标准的重要目的，在考虑使用要求的同时，也应兼顾全社会的利益。

(3) 合理利用国家资源，推广先进技术成果，在符合使用要求的情况下，有利于标准对象的简化、选优、通用和互换，做到技术上先进、经济上合理。

(4) 相关标准要协调配套。制定标准要考虑有利于标准体系的建立和不断完善。这样才能保证生产的正常进行和标准的有效实施。

(5) 有利于保障社会安全和人民身体健康，保护消费者利益，保护环境。

(6) 积极采用国际标准和国外先进标准，有利于促进对外经济技术合作和发展对外贸易，有利于我国标准化与国际接轨。

2.2 主要技术内容和说明

2.2.1 主要技术内容

本标准结合现有标准《公路桥梁盆式支座》（JT/T 391-2019）、《桥梁支座用高分子材料滑板》（JT/T 901-2014）、《压力传感器检定规程》（JJG 882-2019）等标准的基础上制定了该标准，详细规定了桥梁测力支座的分类、标记、结构设计、规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存的要求。目的在于科学合理指导该类产品的设计、生产、应用以及积极推进该类产品的创新发展，提升产品总体质量，促进产品良性发展。

2.2.2 各项条款说明

2.2.2.1 分类、结构形式、规格及型号

本标准在调研全国数十家支座生产企业、业主单位及设计院，了解支座的技术性能的实际需求，以及现有测力支座在使用过程中所存在的问题，分析总结现有测力支座的弊端，对桥梁测力支座进行相关设计研究，结合实际需求将测力和校准的功能集合到支座上，并对该支座的实际技术性能进行具体试验和分析，调研了国内现有产品使用情况，对产品做出相应完善，最终明确了该支座的产品结构。结合实际情况，根据使用环境不同对支座进行分类，并明确各规格种类及型号。

2.2.2.2 结构设计及规格

支座主要分为固定型支座、纵向活动型支座、横向活动型支座、双向活动型支座。并且规定了支座的竖向设计承载力、水平设计承载力、转角、位移的相关要求。

1) 支座设计竖向承载力分为 37 级，1 MN、1.5 MN、2 MN、2.5 MN、3 MN、3.5 MN、4 MN、5 MN、6 MN、7 MN、8 MN、9 MN、10 MN、12.5 MN、15 MN、17.5 MN、20 MN、22.5

MN、25 MN、27.5 MN、30 MN、32.5 MN、35 MN、37.5 MN、40 MN、45 MN、50 MN、55 MN、60 MN、65 MN、70 MN、75 MN、80 MN、85 MN、90 MN、95 MN 和 100 MN。

2) 支座水平设计承载力分为 4 级，分别为竖向承载力的 10%、15%、20%、25%。

3) 支座设计竖向转动角度分 5 级：0.02 rad、0.025 rad、0.03 rad、0.035 rad、0.04 rad。

4) 双向活动型支座顺桥向方向和纵向活动型支座顺桥向方向设计位移量分 6 级，即 ± 50 mm、 ± 100 mm、 ± 150 mm、 ± 200 mm、 ± 250 mm、 ± 300 mm。双向活动型支座横桥向和横向活动型支座横桥向设置设计位移量为 ± 50 mm。当有实际需要时，可按实际需要调整位移量，调整位移级差为 ± 50 mm。

2.2.2.3 技术要求

支座的基本设计要求，包括竖向压缩变形、活动支座摩擦系数、测力性能要求。

1) 在竖向设计承载力作用下，支座压缩变形不应大于支座总高度的 2%，钢盆盆环上口径向变形不应大于盆环外径的 0.05%。

2) 在 5201-2 硅脂润滑条件下，活动支座摩擦系数 (μ) 应满足下列要求：

a) 常温型支座：在 -25 °C \sim $+60$ °C 范围内， $\mu \leq 0.03$ ；

b) 耐寒型支座：在 -40 °C \sim $+60$ °C 范围内， $\mu \leq 0.05$ 。

3) 支座具备现场使用状态更换压力传感器和现场对测力数据校准的功能。支座输出的测定数值偏差应满足在承压处于设计竖向承载力的 50%-150% 范围内时不大于 3%。

2.2.2.4 外观

支座用材的外观主要是参照 JT/T 391 的相关规定。

2.2.2.5 材料

支座所用材料均为常规材料，参照标准 JT/T 391 的规定及现有国家和行业相关规范进行编制。压力传感器其技术指标应符合表 1 的规定。

表 1 压力传感器技术指标

| 项 目 | 单 位 | 技 术 指 标 |
|--------|------------|-------------------------|
| 量程上限 | MPa | ≥ 45 且 < 100 |
| 压力形式 | — | 表压 |
| 最大允许误差 | %FS | $\leq \pm 0.5$ |
| 绝缘电阻 | M Ω | ≥ 20 |
| 工作温度 | °C | 不小于 $-40 \sim 80$ 的温度范围 |
| 响应时间 | ms | ≤ 10 |

2.2.2.6 工艺要求

主要参照标准 JT/T 391 的相关规定。

2.2.2.7 试验方法

外观、材料、工艺的试验方法参照标准《公路桥梁盆式支座》（JT/T 391-2019）及现有的国家和行业相关规范，规定了主要钢材、滑板、橡胶、压力传感器等材料的试验方法。

整体性能中，竖向承载力、摩擦系数、转角试验方法应按 JT/T 391 的规定进行。

2.2.2.8 检验规则

主要参照标准 JT/T 391 的相关规定。

2.2.2.9 标志、包装、运输和贮存

增加了对压力传感器的要求。

2.2.2.10 附录

附录 A 成品支座水平承载力试验方法，附录 B 成品支座测力性能试验方法，以附录的形式编写了详细的规范性文件。规范性文件主要以实际试验为基础，结合试验单位设备现状和试验操作实际情况编制的，力求标准使用的可操作性更强。

三、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

3.1 主要试验（验证）分析

为了保证该标准各项内容的准确性，我公司对所有原材料进行了进厂检验，并试制了多种规格支座，对试制产品进行了系统试验，并委托国家工程橡胶产品质量监督检验中心对成品支座的竖向压缩变形、水平承载力、测力性能等整体性能指标进行了检验，保证了支座测力数据的准确性，可以有效达到本标准的规定。

3.2 综述报告

桥梁测力支座是一种技术可靠性高、使用方便、高效、造价低、不影响桥梁结构正常使用的测力支座，并且可在施工现场对支座传感器元件进行数据校准功能的支座。

桥梁支座是连接桥梁上部结构与下部结构的关键部件，桥梁的受力、变形等都能通过桥梁支座可靠的反应出来，因此研究通过对桥梁支座智能化来对桥梁结构进行智能监测是最经济与可靠的。故标准产品研究以“开创性地将桥梁支座承载部件和智能监控功能设备融合在一起”为研究基础，将计算机技术、通信及网络技术有机结合为一体，通过可视化屏幕显示桥梁支座在各桥梁的运行工况，实现了远程自动化监测。

3.3 技术经济论证

支座受梁体的荷载力，支座内部承压橡胶板在受力过程中，视为流体，支座在受压过

程中内部的承压橡胶板会对盆环产生压力并将该压力传递给置入盆环的传感器装置，传感器装置连接微功耗测控终端，通过 GPRS 发送信号。通过云服务器浏览网页，获得对应支座荷载状况。也可以通过手机 APP 登录获得支座的荷载状况。桥梁测力支座中的另一套测力系统可现场通过液体压力来获得力值数据，对压力传感器为主的测力体系进行现场数据校准。可以有效保证测力数据的准确性。

在桥梁测力支座的底盆上设置有注入通道，注入通道的一端设置有与快接头连接的螺纹，另一端与所述橡胶弹板接触。橡胶弹板受竖向承载力后在注入通道内变形，通过注入硅油、液压油等液体，注入通道内形成抵抗橡胶板微变形的液体压力，通过液体压力的不断提高直至超过所述橡胶弹板因外部荷载作用到注入通道产生的压力而造成液体向橡胶板处腔体内泄漏，从而压力开始降低，并降低到一个较为稳定的压力范围，此时利用压力表读取注入通道的液体稳定油压来对传感器的读取数据进行校准。避免所述橡胶板受力过多进入注入通道内而破坏，注入通道设置为变截面孔道，与橡胶板接触端孔径不大于 5mm，快接头连接端螺纹孔径与快装接头相匹配。

3.4 预期经济效果

3.4.1 常用的测力支座结构及现有结构

智能交通系统是未来交通系统的发展方向，它将先进的信息技术、数据通讯传输技术、电子传感技术、控制技术及计算机技术等有效地集成运用于交通系统，可以有效地管理交通负荷、保证交通安全、提高运输效率，因而日益受到各国的重视，其中尤其桥梁的智能应用是目前国内及世界大力发展的方向。

目前一些桥梁和建筑的支承装置（如桥梁支座、建筑支座、桥梁转体球铰等）也有具备测力功能的相关技术设计，这些技术设计中大体都是采用植入测力传感器的方式来实现。这些测力方式必须在使用前通过相关试验来对测力数据进行标定，有些过大吨位的测力支承装置往往因受试验设备测定范围的限制而无法对数据进行满量程标定。并且因传感器是精密零件，在运输、安装过程中难免会出现磕碰、振动等因素对测力元件造成干扰，从而对已校准的数据造成影响。另外，传感器普遍寿命较低，保持一定精度的使用年限更不能得到可靠保障，且在传感器需要更换时，大部分现有测力支承装置也无法保障具备可更换功能，具备可更换功能的装置也无法提供现场对测力数据进行校准的功能。

针对以上的问题，技术人员考虑另辟途径，再支座上设置有注入通道，注入通道的一端设置有与快接头连接的螺纹，另一端与所述橡胶弹板接触。橡胶弹板受竖向承载力后在注入通道内变形，通过注入硅油、液压油等液体，注入通道内形成抵抗橡胶板微变形的液体压力，通过液体压力的不断提高直至超过所述橡胶弹板因外部荷载作用到注入通道产

生的压力而造成液体向橡胶板处腔体内泄漏，从而压力开始降低，并降低到一个较为稳定的压力范围，此时利用压力表读取注入通道的液体稳定油压来对传感器的读取数据进行校准。

3.4.2 广阔的市场前景

交通基础设施建设最近得到突飞猛进发展。作为公路建设重要组成部分的桥梁建设也得到相应的发展，桥梁结构在新建线路中所占的比重越来越大。而支座作为连接桥梁上部结构与下部结构的重要部件，它能将桥梁上部结构的反力和变形可靠地传递给桥梁的下部结构，从而使结构的受力情况与理论计算图式相符合。

近几年由于车辆超载导致桥梁事故不断的发生。支座承受的竖向承载力大多是通过理论计算出来的，计算结果与实际存在一定的误差，误差过大可能导致结构使用不安全或安全系数过大产生浪费。由于近年来智能桥梁的快速发展，对支座的要求也越来越高，尤其是对支座的测力功能要求也越来越高。测力支座在工厂生产完成后需对支座进行竖向承载力试验，以判断测力元件的受力是否准确。但是随着桥梁跨度的增大，支座的承载能力也越大，支座承载力超过一定数值时，受试验机设备的影响支座不能进行试验进而也就不能确定支座的传感器读数是否正确。因此在未来的市场中对支座具有测力功能且支座本身具有自校准功能是必须的。并在未来的市场中必将占据一席之地。

3.4.3 经济效益分析

桥梁测力支座是在原有的盆式支座的基础上进行改进，增加了测力功能和自校准功能，在增加这两项功能的同时并未改变产品的受力结构，因此支座用材并未增加。相当于常规的测力支座用材减少。因此桥梁测力支座的成本相比普通测力支座的成本更低，并且功能增加。以 5000 kN 支座承载力为例，桥梁测力支座相比普通的测力支座的价格降低了 13.6%，并且本支座减少了试验的那一部分费用，可不受试验设备的影响，即能判断测力元件读数的准确性。可见桥梁测力支座的经济效果极为可观！

桥梁测力支座不仅对上部构造进行力的测定，而且能监测施工、运营各阶段的受力状态，当偏载或超载时能够做出判断或预警，对桥梁或建筑结构的安全和设计经济性都具有重大意义。消除了安全隐患的存在，并且桥梁测力支座安装简单，成本低，带来了不可估量的经济效益。当前，我国正处于交通工程建设的又一个高峰期，因此也将为我们桥梁测力支座的推广带来巨大的前景。

四、采用国际标准的程度及水平的简要说明

标准在编写过程中未采用国际标准。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编写过程中无重大意见分歧。

六、其它应予说明的事项

虽然在标准的起草过程中，工作小组进行了大量调研工作，尽可能使标准科学合理，但由于工作的局限性，难免有疏忽之处，为提高标准质量，请各单位在执行本标准的过程中，注意积累资料，总结经验，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料及时反馈给我们，以供今后修订时参考。