



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-202×

桥梁智能测力支座校准规范

Calibration Specification of Intelligent Force-measuring Bridge
Bearings

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布

桥梁智能测力支座校准规范

Calibration Specification of

Intelligent Rorce-measuring

Bridge Bearings

JJF ××××-202×

归口单位：全国公路专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：交通运输部公路科学研究所

参加起草单位：

本规范委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	2
4.1 竖向压力试验误差	2
4.2 转角 (6°) 试验误差	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 校准设备	2
6 校准项目和校准方法	2
6.1 校准项目	2
6.2 校准方法	3
7 校准结果	6
7.1 校准记录	6
7.2 校准报告或证书	6
7.3 校准结果不确定度评定	6
8 复校时间间隔	6
附录 A 桥梁智能测力支座校准记录表式样	7
附录 B 桥梁智能测力支座校准结果内页格式	8
附录 C 桥梁智能测力支座校准结果不确定度评定示例	10

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2010《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

桥梁智能测力支座校准规范

1 范围

本规范适用于桥梁智能测力支座的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适应于本规范。

3 概述

桥梁智能测力支座是用于连接桥梁上部结构与下部结构的关键部件，用于检测桥梁的受力、变形等。

桥梁智能测力支座主要由上板、楔形调节块、传感器、下板、支座本体、动力装置和动力基座组成，见图 1。

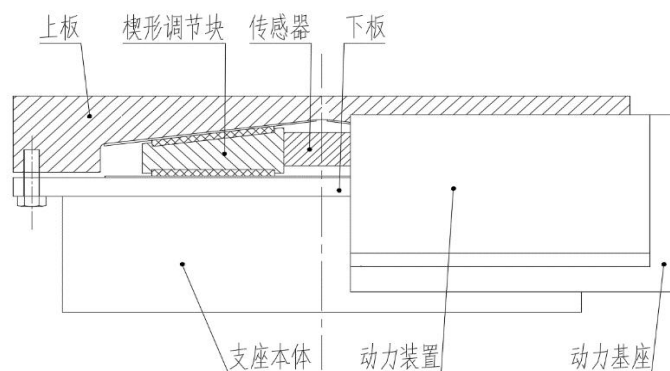


图 1 桥梁智能测力支座示意图

支座是连接桥梁上部结构与下部结构的关键部件,作为桥梁结构的边界约束条件,支座反力测量有重要价值。由于支座需要持续承载,桥梁智能测力支座能够在不改变其自身承载状态的情况及桥梁结构受力状态的情况下,实现校准工作也即原为校准,以消除测量中的累计误差并保证结构全寿命测量的准确性。原位校准的操作通常涉及 1) 传感器的更换以及 2) 示值数据处理函数的更新 3) 原位校准结果,即原位校准后测量值。

4 计量特性

4.1 竖向压力测量示值误差

竖向压力试验即时示值误差应不大于 $\pm 5.0\%$ ，稳定后示值误差应不大于 $\pm 3.0\%$ 。

4.2 转角（ 6° ）测量示值误差

转角（ 6° ）试验即时示值误差应不大于 $\pm 5.0\%$ ，稳定后示值误差应不大于 $\pm 3.0\%$ 。

4.3 水平力（10%竖向力）测量示值误差

水平力（10%竖向力）即时示值误差应不大于 $\pm 5.0\%$ ，稳定后示值误差应不大于 $\pm 3.0\%$ 。

4.4 竖向压力状态下原位校准的测量示值误差

竖向压力状态下对智能测力支座执行原位校准操作，即在不改变支座高度及受力的情况下，完成传感器的更换及示值数据处理函数的更新后，即时示值误差应不大于 $\pm 5.0\%$ ，稳定后示值误差应不大于 $\pm 3.0\%$ 。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准环境条件如下：

- a) 环境温度： $0^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ；
- b) 环境湿度：不大于 85%RH；
- c) 室内应无振动、无腐蚀气体、无电磁干扰。

5.2 校准设备

压力试验机：测量范围（10~9000）kN，准确度等级不低于 0.5 级。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目及原位校准操作一览表

校准项目	首次校准	后续校准	使用中检查
竖向压力试验误差	+	-	-
转角（ 6° ）试验误差	+	-	-

水平力（10%竖向力）试验误差	+	-	-
竖向压力状态下原位校准结果试验误差	+	-	-
原位校准操作	+	+	+
注：凡需校准的项目用“+”表示，不需校准的项目用“-”表示。			

6.2 校准方法

6.2.1 竖向压力试验误差

试验过程如下：

a) 将桥梁智能测力支座安装在压力试验机上，启动试验装置。

b) 加载力值 F ，应满足 $F \leq F_{\max}$ ，（其中， $F_{\max}$ 为桥梁智能测力支座量程标称值），读取压力试验机力值示值 F_0 和桥梁智能测力支座示值 F_1 ；

c) 按式（1）计算竖向压力试验即时示值误差 δ_F ；

$$\delta_F = \frac{F_1 - F_0}{F_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中： δ_F ——竖向压力试验即时示值误差；

F_1 ——桥梁智能测力支座即时示值，kN；

F_0 ——压力试验机力值即时示值，kN。

d) 加载力值 F 十分钟后，读取压力试验机力值示值 F_{01} 和桥梁智能测力支座示值 F_{11} ；。
按照公式（2）计算压力试验机竖向压力稳定后的示值误差应 δ_{F1} ；

$$\delta_{F1} = \frac{F_{11} - F_{01}}{F_{01}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_{F1} ——竖向压力试验稳定后示值误差；

F_1 ——桥梁智能测力支座稳定后示值，kN；

F_0 ——压力试验机力值稳定后示值，kN。

e) 重复步骤 d) 三次，取三次测量结果的最大值作为压力试验机竖向压力稳定后的示值误差。

6.2.2 转角（6°）试验误差

试验过程如下：

a) 将桥梁智能测力支座安装在压力试验机上，启动试验装置。

b) 调整桥梁智能测力支座转角 6° ，加载力值 F 应满足 $F \leq F_{\max}$ ，(其中， $F_{\max}$ 为桥梁智能测力支座量程标称值)，读取压力试验机力值示值 F_{02} 和桥梁智能测力支座示值 F_{12} ；

c) 按式 (1) 计算转角试验即时示值误差 δ_{F2} ；

$$\delta_{F2} = \frac{F_{12} - F_{02}}{F_{02}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_{F2} ——转角试验即时示值误差；

F_{12} ——桥梁智能测力支座即时示值，kN；

F_{02} ——压力试验机力值即时示值，kN。

d) 加载力值 10 分钟后，读取压力试验机力值示值 F_{03} 和桥梁智能测力支座示值 F_{13} 。按照公式 (2) 计算转角试验稳定后的示值误差 δ_{F3} ；

$$\delta_{F3} = \frac{F_{13} - F_{03}}{F_{03}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_{F3} ——转角试验稳定后示值误差；

F_{13} ——桥梁智能测力支座稳定后示值，kN；

F_{03} ——压力试验机力值稳定后示值，kN。

e) 重复步骤 d) 三次，取三次测量结果的最大值作为转角 6° 试验稳定后的示值误差。

6.2.3 水平力 (10%竖向力) 试验误差

试验过程如下：

a) 将桥梁智能测力支座安装在具有水平力加载能力的压力试验机上，启动试验装置。

b) 加载桥梁支座水平力为 $F_{\text{水平}} = 10\% * F_{\max}$ ，加载竖向力值 F 应满足 $F \leq F_{\max}$ ，(其中， $F_{\max}$ 为桥梁智能测力支座量程标称值)，读取压力试验机力值示值 F_{02} 和桥梁智能测力支座示值 F_{12} ；

c) 按式 (1) 计算转角试验即时示值误差 δ_{F2} ；

$$\delta_{F2} = \frac{F_{12} - F_{02}}{F_{02}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_{F2} ——转角试验即时示值误差；

F_{12} ——桥梁智能测力支座即时示值, kN;

F_{02} ——压力试验机力值即时示值, kN。

d) 加载力值 10 分钟后, 读取压力试验机力值示值 F_{03} 和桥梁智能测力支座示值 F_{13} 。按照公式 (2) 计算水平力试验稳定后的示值误差 δ_{F3} :

$$\delta_{F3} = \frac{F_{13} - F_{03}}{F_{03}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ_{F3} ——水平力试验稳定后示值误差;

F_{13} ——桥梁智能测力支座稳定后示值, kN;

F_{03} ——压力试验机力值稳定后示值, kN。

e) 重复步骤 d) 三次, 取三次测量结果的最大值作为水平力试验稳定后的示值误差。

6.2.4 竖向压力状态下原位校准结果试验误差

试验过程如下:

a) 将桥梁智能测力支座安装在具有水平力加载能力的压力试验机上, 启动试验装置。

b) 加载竖向力值 F 应满足 $F \leq F_{\max}$, (其中, $F_{\max}$ 为桥梁智能测力支座量程标称值), 执行智能测力支座原位校准。

c) 原位校准按智能测力支座专有方法进行, 过程中应更换传感器及函数更新, 过程应满足 F 变化值小于 $1\% * F_{\max}$, 且支座高度变化值 (用位移传感器测试支座上下板距离) 小于 0.1mm。

读取压力试验机力值示值 F_{02} 和桥梁智能测力支座示值 $F_{\text{原位}}$;

c) 按式 (1) 计算转角试验即时示值误差 δ_{F2} ;

$$\delta_{F2} = \frac{F_{\text{原位}} - F_{02}}{F_{02}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: δ_{F2} ——原位校准试验即时示值误差;

F_{12} ——桥梁智能测力支座即时示值, kN;

F_{02} ——压力试验机力值即时示值, kN。

d) 加载力值 10 分钟后, 读取压力试验机力值示值 F_{03} 和桥梁智能测力支座示值 F_{13} 。

按照公式（2）计算水平力试验稳定后的示值误差应 δ_{F3} ；

$$\delta_{F3} = \frac{F_{13} - F_{03}}{F_{03}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ_{F3} ——水平力试验稳定后示值误差；

F_{13} ——桥梁智能测力支座稳定后示值，kN；

F_{03} ——压力试验机力值稳定后示值，kN。

e) 重复步骤 d) 三次，取三次测量结果的最大值作为水平力试验稳定后的示值误差。

7 校准结果

7.1 校准记录

桥梁智能测力支座的校准记录应信息齐全、内容完整，校准记录式样见附录 A。

7.2 校准报告或证书

桥梁智能测力支座的校准结果以校准报告或校准证书的形式表达，校准结果内页式样见附录 B。

7.3 校准结果不确定度评定

桥梁智能测力支座校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1 进行，不确定度评定示例见附录 C。

8 原位校准时间间隔

桥梁测力支座作为结构承重构件及结构的约束边界条件，不支持从结构移出并复校。智能支座提供的原位校准作为新型量值传递溯源技术，在不卸载、不改变结构受力状态的前提下,实现传感器的更换和计算函数的更新,起到了量值传递和溯源的作用,确保了支座反力测量数据的一致性和可靠性。

能实现建议的原位校准时间间隔为 2 年。由于复校时间间隔的长短是由桥梁智能测力支座的使用情况、使用者等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

桥梁智能测力支座校准记录表式样

记录编号：

第 x 页 共 x 页

样品名称			样品编号			出厂编号		
制造单位			型号/规格			检定依据		
检定地点			温度	℃		湿度	%RH	
所用的计量 标准装置器 具/主要仪器 设备	名称	测量范围	不确定度 或准确度 等级	证书编号	有效期至	使用前情 况	使用后情 况	
序号	项目		校准结果					
1	竖向 压力 试验 误差	参数	标准力值 (kN)		测量力值 (kN)		示值误差 (%)	
		即时示值误						
		稳定后示值误 差						
2	转角 6° 试 验误 差	参数	标准力值 (kN)		测量力值 (kN)		示值误差 (%)	
		即时示值误						
		稳定后示值误 差						
3	水平力 (10%竖向力) 试验误差							
4	竖向压力状态下原位校准结果试验误差							
5	测量不确定度描述							

校准：

核验：

日期

附录 B

桥梁智能测力支座校准结果内页格式

校准证书第 2 页

证书编号××××××-××××				
第 页 共 页				
校准机构授权说明：				
本次校准所依据的技术规范（代号、名称）				
校准环境条件及地点：				
温度：		地点：		
湿度：		其他：		
校准使用的计量（基）标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确 度等级/最大 允许误差	计量标准 证书编号	有效期至
第 2 页 共 3 页				

证书编号××××××-××××

校 准 结 果

序号	被校项目		校准结果	结论
1	竖向压力试验 误差	即时示值误		
2		稳定后示值误 差		
5	转角 6° 试验 误差	即时示值误		
6		稳定后示值误 差		
	水平力（10% 竖向力）试验 误差			
	竖向压力状态 下原位校准结 果试验误差			

注：

1. 本实验室仅对加盖“XXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书提供的结果仅对本次所校准仪器有效。
3. 未经本实验室许可，部分采用本证书内容无效。

以下空白

附录 C

桥梁智能测力支座校准结果不确定度评定示例

C.1 概述

采用压力试验机等对桥梁智能测力支座进行校准,并对校准结果进行不确定度评定。

C.2 垂直测距测量结果的不确定度

C.2.1 测量模型的建立

$$\Delta = \frac{F_1 - F_0}{F_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: Δ ——示值误差;

F_1 ——被测设备示值 (kN);

F_0 ——标准测量装置示值 (kN)。

C.2.2 不确定度分量的评定

1) 由测量重复性引入的不确定度

选取典型设备,测量加载力值为 600 kN,重复 10 次测量,所得数据见表 1。

表 1 设备测量重复性记录

单位 (kN)

标准力值	600 kN
1	594.11
2	599.35
3	597.22
4	589.57
5	597.23
6	591.30
7	600.98
8	603.77
9	605.34
10	602.92

分别计算平均值 $\bar{F}$ 及标准偏差 s_F

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{1i} \quad (2)$$

$$s_F = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_{1i} - \bar{F})^2}{n-1}} \quad (3)$$

则引入不确定度分量为:

$$u_1 = \frac{s_F}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

代入计算得 $u_1 = 0.28\%$ 。

2) 被检设备指示器分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

采用 B 类方法进行评定, 指示器分辨力为 0.01 kN, 服从均匀分布, 则

$$u_2 = \frac{0.01}{2 \times \sqrt{3}} = 0.003 \text{ kN}$$

由于指示器分辨力引入的标准不确定度小于测量重复性引入的标准不确定度, 取大者, 故 u_2 可忽略。

3) 标准器 (压力试验机) 引入的不确定度 u_0

标准器 (压力试验机) 准确度最大允许误差为 $\pm 0.5\%$, 分布范围为均匀分布, 因此其引入的不确定度分量:

$$u_0 = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

C.2.3 合成标准不确定度的计算

1) 不确定度分量的汇总

桥梁智能测力支座测力校准结果的不确定度分量汇总见表 1。

表 1 不确定分量汇总

序号	不确定度来源	不确定度分量	类别	分布
1	测量重复性引入的不确定度	$u_1 = 0.28\%$	A	/
2	标准装置测值的不确定度	$u_2 = 0.29\%$	B	正态

2) 不确定度的合成

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (5)$$

计算得: $u_c = 0.403\%$, 取 $u_c = 0.41\%$

C.2.4 合成扩展不确定度的计算

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度为: $U_r = k u_c$

C.2.5 不确定度的描述

桥梁智能测力支座测力校准结果的扩展不确定度:

$$U_r = 0.82\%, \quad k=2。$$