

基桩入土深度计校准规范

Calibration Specification for Pile-Soil Depth Meter

编制说明

基桩入土深度计校准规范编制组

二零二五年十二月

《基桩入土深度计校准规范》

编制说明

一、任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发2025年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工信厅科函〔2025〕299号）的要求，《基桩入土深度计校准规范》（计划号 JJFZ（建材）010-2025）已列入2025年建材行业计量技术规范制修订计划，由中国建材检验认证集团江苏有限公司与中国国检测试控股集团徐州有限公司负责起草工作。

二、规范起草的背景、目的与意义

基桩入土深度计是用于测量基桩入土深度的专用工程测量器具，广泛应用于建筑基桩检测领域，如基桩声波透射法、磁测井法、成孔质量检测等。其测量结果的准确性直接关系到基桩施工质量评价、工程安全评估及工程质量验收的科学性和可靠性。

本规范的制定旨在建立一套科学、系统、可操作的基桩入土深度计校准方法，明确其计量特性要求、校准条件和校准程序，解决当前校准工作中存在的技术空白和操作不一致问题。通过规范校准行为，确保入土深度计量值的准确性和溯源性，为基桩工程质量检测提供可靠的技术支撑。

本规范的制定具有重要的现实意义与行业价值。它填补了基桩入土深度计系统校准领域的规范空白，为仪器计量性能的客观评价提供了统一、可靠的技术依据，有效保障了深度测量数据的准确性、一致性和溯源性，从而提升基桩声波透射、磁测井、成孔质量等检测方法的整体可靠性。规范的出台将推动检测仪器的技术进步与行业标准化进程，支撑工程质量监督与验收，对保障建设工程安全、促进检测行业健康发展具有积极的社会效益和工程应用价值。

三、规范编制的原则和要求

本规范严格按照JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，术语和定义遵循JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》，测量不确定度评定依据JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》。在技术内容上，充分参考了JJG 1-1999《钢直尺检定规程》、JJG 237-2010《秒表》、GB/T 9056-2004《金属

直尺》、JGJ 106-2014《建筑基桩检测技术规范》、JGJ/T 422-2018《既有建筑地基基础检测技术标准》、JGJ/T 152-2019《混凝土中钢筋检测技术标准》和DB32/T 4397-2022《钢筋混凝土桩中钢筋笼长度检测技术规程》。在编制过程中，遵循以下原则：

- （1）先进性：吸收国内外相关计量技术和工程检测的最新成果；
- （2）实用性：校准方法贴近工程实际，便于现场操作和实施；
- （3）系统性：将深度计作为测量系统进行整体校准，涵盖测量轮、旋转编码器、传感器电缆、数字显示器等全部要素；
- （4）科学性：符合相关方法的实际使用状态，量值溯源简便。

四、规范的构成

《基桩入土深度计校准规范》由九个章节和三个附录组成，它们分别是：1. 范围；2. 引用文件；3. 术语和定义；4. 概述；5. 计量特性；6. 校准条件；7. 校准项目和校准方法；8. 校准结果表达；9. 复校时间间隔，以及附录A～C。

五、规范的编制过程

2025年7月，根据工业和信息化部行业计量技术规范制修订计划安排，成立了由中国建材检验认证集团江苏有限公司牵头组成的编制组。编制组首先开展了大量的文献调研和现场调研，深入了解基桩入土深度计的工作原理、结构组成、使用场景及现有校准方法。

编制组广泛收集了国内外相关技术标准、仪器说明书和用户反馈，重点参考了JGJ 106-2014《建筑基桩检测技术规范》、JGJ/T 422-2018《既有建筑地基基础检测技术标准》、JGJ/T 152-2019《混凝土中钢筋检测技术标准》和DB32/T 4397-2022《钢筋混凝土桩中钢筋笼长度检测技术规程》等标准，并结合实际工程检测中的常见问题和需求，明确了校准的系统性、工况模拟性和可操作性要求。

2025年10月，编制组完成了规范初稿，并组织了多轮内部讨论和修改。随后，编制组开展了验证性试验工作，对不同厂家、不同型号的基桩入土深度计进行了校准方法验证，重点验证了示值漂移、示值变动性、示值误差和回程误差等项目的校准可行性和重复性，并系统评定了测量不确定度，确认其满足量值传递要求。

在验证试验的基础上，编制组进一步优化了校准流程和数据处理方法，于2025年12月形成《基桩入土深度计校准规范（征求意见稿）》。

六、主要内容编制说明

6.1 适用范围

本规范适用于基桩入土深度计的系统校准。

基桩入土深度计是用于测量基桩入土深度的专用工程测量器具。主要由连接传感器的一体电缆、测量轮、旋转编码器、数字显示器等部件组成。其中连接了传感器自重的电缆是深度（垂直状态）主要测量器件。这种电缆是一种柔性复合线材，内部有多股金属线材，外部分层包裹橡胶、塑料等绝缘材料。连接了传感器自重的电缆其主要功能是传递相关传感信息。基桩入土深度计则是利用这种柔性复合线材的物理长度进行基桩入土深度测量。柔性复合线材的物理长度不仅与环境温度有关，还与其受力状态及运动状态有关。

6.2 计量特性

基桩入土深度计校准原理：连接了传感器自重的电缆是深度（垂直状态）主要测量器件，测量轮（旋转编码器）是计数器，传感器在检测通道内上下移动，传感器自重带动电缆线与测量轮凹槽的摩擦驱动测量轮计数。这种模式存在系统计量误差，在不考虑测量轮（旋转编码器）自身误差的情况下，其它因素还有：1线材物理长度的伸缩率、2环境温度（ $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ）对线材长度变化的影响、3线材的松弛状态、4线材与滑轮凹槽的摩擦运动速度、5线材与滑轮凹槽之间长时间摩擦产生的直径和滑轮凹槽尺寸的磨损。

本方法采用系统校准，要求客户电缆线及测量轮、计数器，校准和实际工况一致，对客户提交校准的已连接相关传感器电缆线，维持传感器垂直自重时的电缆线松弛状态，逐段（200cm）用计量钢尺测量长度。然后用已知长度段（1000cm）在客户测量轮（旋转编码器）计数器上读数，得出两者偏差。

结合基桩检测的实际精度要求和仪器自身性能，本规范提出了四项核心计量特性：

表1 基桩入土深度计计量特性

序号	项目	技术要求
1	示值漂移	1分钟内不大于1cm
2	示值变动性	不大于1cm
3	示值误差	不大于测量段长度1%
4	回程误差	不大于测量段长度0.2%

注1:对计量特性另有要求的深度计,按有关技术文件规定的要求进行校准。

注2:以上指标要求还应符合各类测试设备整机的合格性判断。

6.3 校准条件

校准现场应无影响校准结果的振动、电磁干扰等。

校准用标准器具:选用常见、易溯源的标准器,确保校准的经济性和可行性。

表2 校准用标准器具及其他设备

标准器名称	技术要求	对应标准
钢直尺	测量范围: 0cm~200cm 允许误差: $\pm 0.35\text{mm}$ 分度值: 1mm	JJG 1-1999钢直尺检定规程
电子秒表	测量范围: 0s~35999s 允许误差: $1\text{h} \pm 0.1\text{s}$ 分度值: 0.01s	JJG237-2010秒表
刚性测量支架	带夹持器(净间距 $\geq 200\text{cm}$)、滑轮及钢直尺卡槽	/
标记笔	红色、油性标记笔,笔迹宽度 $\leq 0.5\text{mm}$	/

6.4 校准项目和校准方法

本规范提出了系统校准的理念,即在客户原有传感器电缆、带有标线的测量轮、编码器、显示器等整套系统和工作工况的条件下进行校准,符合电缆在实际检测通道中的受力状态和运动状态。校准项目包括:示值漂移、示值变动性、示值误差、回程误差。

本校准方法,保持客户原有连接传感器的一体电缆、测量轮、旋转编码器、数字显示器及作业工况不变,温度环境与实际工况接近,无需再考虑传感器自重。

具体操作如下：利用工程现有垂直检测通道，在通道上方架设带滑轮的刚性测量支架，将连接传感器的一体电缆通过夹持器和滑轮进入检测通道，模拟电缆实际的受力工况，锁定夹持器，配合刚性测量支架上钢直尺，以任意点为起点每 200cm 用记号笔做标记，连续标记5段形成1000cm标准测量段。

然后回收该段电缆，将电缆1000cm标准测量段通过测量轮，以不大于 0.25m/s的平均速度匀速提升或下降电缆，在标准测量段的起始标记分别通过测量轮标线时读数，最终得出深度计的示值。

针对不同长度的传感器电缆，规定了至少应选取的测量段数量，确保校准的代表性。

6.5 测量不确定度评定

根据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求，校准结果应给出测量不确定度评定示例，并按照JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行评定。附录C提供了示值误差测量结果不确定度评定完整示例，分析了钢直尺示值误差、标记对齐误差、读数分辨力、测量重复性、速度控制、温度影响等主要不确定度来源，给出了合成标准不确定度和扩展不确定度的计算方法。

6.6 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过6个月。使用单位可根据仪器的使用频率、使用环境、自身稳定性等情况自主决定缩短或延长复校周期。

七、试验验证

在本规范的编制过程中，参考了JGJ 106-2014《建筑基桩检测技术规范》、JGJ/T 422-2018《既有建筑地基基础检测技术标准》、JGJ/T 152-2019《混凝土中钢筋检测技术标准》和DB32/T 4397-2022《钢筋混凝土桩中钢筋笼长度检测技术规程》中相关定义和技术内容。成稿后，编制组分别选定了不同厂家、不同类型的基桩入土深度计进行对比验证，还收集了相关厂家生产的不同方法传感器的自重、配置的电缆直径数具。相关数据如下：

表3 不同厂家、不同类型的基桩入土深度计比对结果

项 目	校准机构	基桩声波透射仪		磁法仪		扩展不确定度U(k=2)
		品牌A	品牌B	品牌A	品牌B	
示值漂移 (cm/min)	机构A	0	0	0	0	0.00
	机构B	0	0	0	0	0.00
	机构C	0	0	0	0	0.00
示值变动性 (cm)	机构A	0	0	0	0	0.00
	机构B	0	0	0	0	0.00
	机构C	0	0	0	0	0.00
示值误差 (%)	机构A	0.4	0.6	0.3	0.3	0.14
	机构B	0.5	0.5	0.4	0.3	0.10
	机构C	0.5	0.4	0.4	0.4	0.05
回程误差 (%)	机构A	0.1	0	0	0	0.05
	机构B	0	0	0.1	0	0.05
	机构C	0	0	0	0	0.00

注：部分扩展不确定度U=0是因仪器显示分辨力为1cm，且实测变化小于0.5cm所致。这反映了仪器在实际分辨力下的表现，与实际使用工况一致，故未进行数据修正。

表4不同方法传感器的自重、电缆直径

项 目	声波探头	磁力传感器	孔径接触式传感器
传感器自重 (g)	500-1000	800-1200	3500-5000
电缆直径 (mm)	4.0-5.5	4.0-6.0	16.0-22.0

编制组使用本规范草案对不同厂家、不同类型的基桩入土深度计进行了校准验证。验证结果表明：

（1）本规范规定的计量特性要求合理，能够有效评价深度计的系统性能，满足基桩检测技术的需要。

(2) 校准方法设计科学，符合实际工况，操作流程清晰，具有很好的现场可操作性。

(3) 使用常规标准器，易于溯源，能满足工程现场的计量需求。

(4) 测量不确定度评定方法完善，评定结果可靠，满足量值传递要求。

验证试验确认了本规范技术内容的科学性、实用性和可行性。因此，本规范适用于现阶段基桩入土深度计的系统校准。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

在规范编制过程中，未出现重大分歧意见。

九、行业计量技术规范中涉及专利的声明

本规范未涉及专利等知识产权问题。

十、与现行相关法规、规章及相关计量技术规范的协调性

本规范与有关的现行法规、规章及相关计量技术规范没有冲突。

十一、其他应予说明的事项

无。

基桩入土深度计校准规范编制组

2025年12月