

中华人民共和国工业和信息化部
建材计量技术规范

JJF (建材) 264—202X

基桩入土深度计校准规范

Calibration Specification for Pile-Soil Depth Meters

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

基桩入土深度计校准规范

Calibration Specification for Pile-Soil

Depth Meters

JJF(建材)264—202X

归口单位：中国建筑材料联合会

主要起草单位：中国建材检验认证集团江苏有限公司

中国国检测试控股集团徐州有限公司

参加起草单位：苏州中正工程检测有限公司

沛县建设工程检测中心

丰县工程建设定额管理站

徐州汉风建设工程检测有限公司

本规范委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

丁 博 （中国建材检验认证集团江苏有限公司）
唐新鸣 （中国国检测试控股集团徐州有限公司）
李 伟 （中国建材检验认证集团江苏有限公司）

参加起草人：

潘 登 （中国国检测试控股集团徐州有限公司）
张 磊 （苏州中正工程检测有限公司）
李亚东 （沛县建设工程检测中心）
胡光振 （沛县建设工程检测中心）
李壮志 （丰县工程建设定额管理站）
武春利 （徐州汉风建设工程检测有限公司）

目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和定义.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 标准器具.....	(2)
6.3 配套设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准前准备.....	(3)
7.3 校准方法.....	(3)
8 校准结果表达.....	(5)
8.1 校准记录.....	(5)
8.2 校准证书.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录A 校准记录参考格式.....	(7)
附录B 校准证书内页参考格式.....	(8)
附录C 基桩入土深度计示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(9)

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《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。

本规范的编写主要参考了 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》的内容。

本规范为首次发布。

基桩入土深度计校准规范

1 范围

本规范适用于基桩入土深度计的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JGJ 106-2014 建筑基桩检测技术规范

JGJ/T 152-2019 混凝土中钢筋检测技术标准

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

3 术语和定义

3.1 刚性测量支架 rigid measurement bracket

用于固定钢卷尺、被测电缆，可实现长度测量的刚性支承装置。

3.2 测量轮标线 measurement wheel marking point

刻划于测量轮上，用于识别测量段起始与结束位置的径向标记线。

3.3 标记段 tag segment

电缆在传感器自重张力下，按 5m 等长度标记形成的区段。

3.4 测量段 measurement segment

以电缆上的一点为测量段起始点，由两个连续标记段组成。

3.5 起始点 start point

在某个测量段上，距离深度计传感器最近的位置点，距传感器末端应不小于 2m。

3.6 终点 end point

在某个测量段上，距离深度计传感器最远的位置点。

4 概述

基桩入土深度计是用于 JGJ 106 及 JGJ/T 152 中测量传感器入土深度的仪器，一般由内置旋转编码器的测量轮、传感器电缆、数字显示器等组成，其中电缆是深度测量介质。

基桩入土深度计通过电缆在检测通道内上下直线运动，带动测量轮旋转并输出计数脉冲信号，测量深度值由显示器实时显示，以此构成深度测量系统。典型的基桩入土深度检测示意图见图 1。

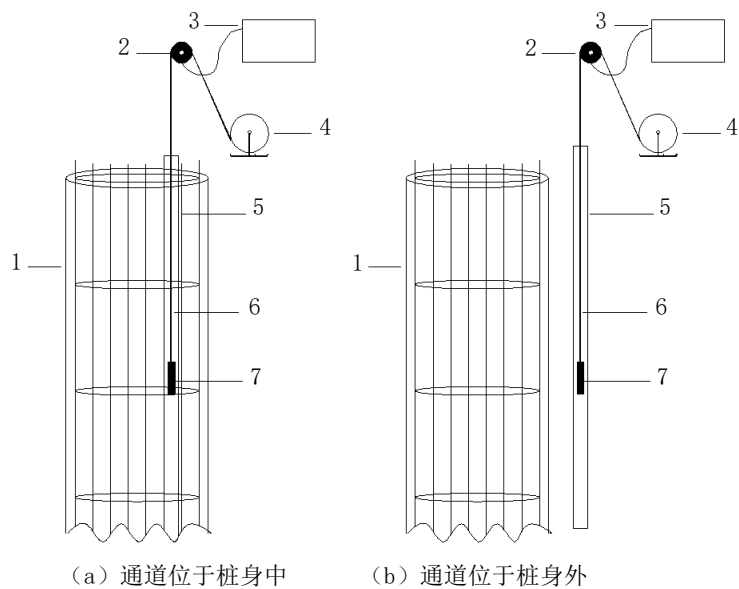


图1 基桩入土深度检测示意图

1—基桩；2—测量轮（内置旋转编码器）；3—数字显示器；
4—线盘；5—通道；6—电缆；7—传感器

5 计量特性

基桩入土深度计的计量特性及技术要求见表1。

表1 基桩入土深度计计量特性

计量特性	技术指标
相对示值误差	$\pm 1\%$
测量重复性	$\leq 30\text{mm}$
注：以上所有指标不用于合格性判定，仅供参考。	

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(10~35)℃；
无影响校准结果的振动、电磁干扰等。

6.2 标准器具

标准器具见表2。

表2 标准器具

标准器名称	技术要求	用途
钢卷尺	测量范围：（0～5000）mm 准确度等级不低于Ⅱ级 分度值：1mm	用于测量标记段

6.3 配套设备

配套设备见表3。

表3 配套设备

配套设备名称	技术要求	用途
砝码	标称值：5kg 准确度等级：F ₂	用于张紧钢卷尺
秒表	MPE=±0.10s/1h 分度值：0.01s	用于测量电缆的提升或下降速度

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

基桩入土深度计校准项目包含：相对示值误差、测量重复性。

7.2 校准前准备

7.2.1 检查深度计外观，确认测量轮、旋转编码器、数字显示器等工作正常，测量轮应有清晰标线。

7.2.2 检查电缆，确认其与传感器连接良好，表面无扭结、损伤。

7.2.3 检查测量轮与电缆接触面，确认无油污、粉尘等影响运动的物质。

7.2.4 按说明书进行预热和初始化。

7.3 校准方法

被测电缆通过测量支架两端滑轮，利用钢卷尺在电缆上每5m做标记，连续2段形成10m测量段。然后在配套测量轮、旋转编码器和数字显示器的条件下，以 (0.25 ± 0.05) m/s速度匀速提升（或下降）电缆，当标记通过测量轮标线时记录读数，并与标准长度比对，计算示值误差。

7.3.1 测量段量取

7.3.1.1 将钢卷尺置于测量支架，一端夹持固定，另一端悬挂5kg砝码，提供张紧力。

7.3.1.2 在电缆上任取一点为测量段起始点，且距传感器末端应不小于2m。锁定起始点与钢卷尺零刻度线对齐，并做标记。

7.3.1.3 在电缆自重状态下，在钢卷尺5m刻度位置对应的电缆上做标记，形成5m标记段。

7.3.1.4 移动电缆。按上述方法再标记1段，合成10m测量段，确认测量段的起始点和终点。

测量段量取示意图见图2。

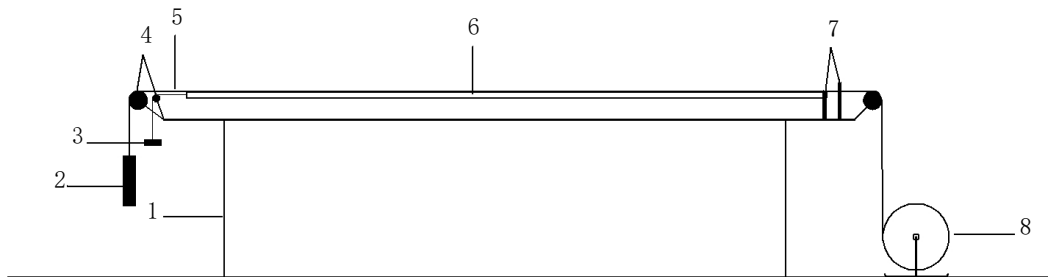


图2 测量段量取示意图

1—刚性支架；2—传感器；3—砝码；4—滑轮；
5—被测电缆；6—钢卷尺；7—固定装置；8—线盘

7.3.2 测量段数量

每根电缆至少取3个测量段，如电缆总长度小于3个测量段的长度，可按实际长度相应减少测量段。

7.4 相对示值误差

7.4.1 校准步骤

7.4.1.1 重复步骤7.3.1.1~7.3.1.4，量取传感器末端至测量段的终点之间的距离，记为 L_0 。

7.4.1.2 被测电缆通过测量轮，提升或下降电缆，当测量段终点与测量轮标线重合时，将深度计上示值设置为 L_0 。

7.4.1.3 启动深度计测量功能，以 (0.25 ± 0.05) m/s的速度匀速提升电缆，当测量段起始点与测量轮标线重合时，记录示值 L_{i-1} 。

7.4.1.4 重复步骤7.4.1.2、7.4.1.3，测量3组深度计示值。

校准装置示意图见图3。

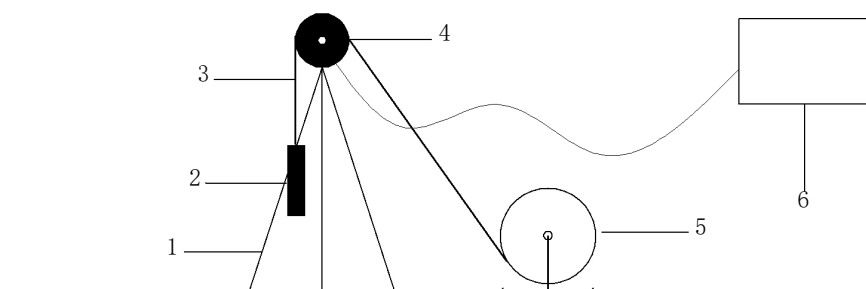


图3 校准装置示意图

1—支架；2—传感器；3—被测电缆；
4—测量轮（内置旋转编码器）；5—线盘；6—数字显示器

7.4.2 数据处理

深度计测量值按公式（1）计算

$$L_i = L_0 - L_{i-1} \quad (1)$$

式中:

L_i ——深度计测量值, m;

L_0 ——传感器末端至测量段的终点之间的距离, m;

L_{i-1} ——测量段起始点与测量轮上标线重合时示值, m。

深度计测量值平均值按公式(2)计算

$$\overline{L_i} = \frac{\sum L_i}{3} \quad (2)$$

相对示值误差按公式(3)计算

$$\delta = \frac{\overline{L_i} - L}{L} \times 100 \quad (3)$$

式中:

δ ——相对示值误差, %;

L ——测量段长度, 10.00m。

7.5 测量重复性

7.5.1 校准步骤

选择一个测量段, 按照7.4.1.1量取传感器末端至测量段的终点之间的距离, 记为 L_0 ; 再按照7.4.1.2、7.4.1.3校准步骤重复测量10次, 记录深度计示值(L_0, L_{i-1})。

7.5.2 数据处理

深度计测量值按公式(1)计算, 各组平均值按公式(4)计算:

$$\overline{L_i} = \frac{\sum L_i}{10} \quad (4)$$

测量重复性按贝塞尔公式(5)计算:

$$S(L_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (L_i - \overline{L_i})^2}{9}} \times 1000 \quad (5)$$

式中:

$S(F_i)$ ——测量重复性, mm;

8 校准结果表达

8.1 校准记录

推荐的校准原始记录格式见附录A。

8.2 校准证书

校准证书应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

推荐的校准证书内页格式见附录B。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔为6个月。

附录A

校准记录参考格式

委托单位						
仪器名称			制造单位			
出厂编号			规格型号			
电缆长度			校准地址			
校准依据			校准环境			
标准器名称	型号规格	出厂编号	测量范围	准确度等级或最大允许误差	有效期至	证书编号
外观及各部分相互作用						
相对示值误差						
测量段范围 (m)	终点与标线重合时 示值 (m)	起始点与标线重合时示值 (m)	深度计测量值 (m)	相对示值误差 (%)	备注	
测量重复性						
测量段范围 (m)	终点与标线重合时 示值 (m)	起始点与标线重合时示值 (m)	深度计测量值 (m)	测量重复性 (mm)	备注	

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____年_____月_____日

附录 B

校准证书内页参考格式

1. 外观及各部分相互作用

2. 校准结果

项目	技术要求	测量段范围（m）	校准值	备注
相对示值误差（%）				U=
测量重复性(mm)				k=
注意：此校准报告妥善保存，下次校准时需出示此证。				

以下空白

附录C

基桩入土深度计示值误差测量结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量方法：依据 JJF(建材) XXX-202X《基桩入土深度计校准规范》。

C.1.2 环境条件：温度 20℃，现场无影响校准结果的振动、电磁干扰等。

C.1.3 测量标准：5m 钢卷尺，准确度等级不低于 II 级。

C.1.4 被测对象：基桩入土深度计。本评定测量段为 10m，由两个连续 5m 标记段构成。

C.1.5 测量过程

测量过程同 7.4。

C.1.6 评定结果的使用

在符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果。

C.2 数学模型

数学模型如公式 (C.1) 所示：

$$\Delta L = L_{disp} - (L_1 + L_2) \quad (C.1)$$

式中：

ΔL —深度计示值误差，m；

L_{disp} —深度计测量值，m；

L_1 —第一次量取的 5m 标记段长度（标准值），m；

L_2 —第二次量取的 5m 标记段长度（标准值），m。

C.3 输入量

C.3.1 概述

输入量的不确定度来源主要是测量重复性引入的不确定度分量 u_1 （A 类评定）；钢卷尺示值误差引入的不确定度分量 u_2 （B 类评定，两次量取，正相关）；标记对齐误差引入的不确定度分量 u_3 （B 类评定，两次标记，相互独立）；速度控制引入的不确定度分量 u_4 （B 类评定）。温度影响引入的不确定度与深度计分辨力引入的不确定度已被重复性包含，不再单独计算。

C.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_1 （A 类评定）

10m 测量段，在重复性条件下连续测量 10 次。测量重复性所测数据如表 C.1 所示：

表 C.1 测量重复性数据记录表

测量次数 i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
深度计测量值 L_i (m)	10.05	10.05	10.04	10.04	10.04	10.03	10.04	10.04	10.06	10.04
示值误差 δ_i (mm)	50	50	40	40	40	30	40	40	60	40

示值误差平均值: $\bar{\delta} = \frac{1}{10} \sum \delta_i = 43.00\text{mm}$

单次测量标准差: $S(\delta) = \sqrt{\sum (\delta_i - \bar{\delta})^2 / (n-1)} = 8.23\text{mm}$

实际校准中以 3 次测量的平均值作为结果, 则其不确定度分量: $u_1 = S(\delta) / \sqrt{3} = 4.75\text{mm}$

C.3.3 钢卷尺示值误差引入的不确定度分量 u_2 (B 类评定, 两次量取, 正相关)

每次量取 5m 标记段直接使用 5m 钢卷尺一次完成。根据 JJG 4-2015, II 级钢卷尺最大允许示值误差为 $\pm 1.3\text{mm}$ (按公式计算), 服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

一次量取 5m 的误差为:

$$u_{2, \text{单次}} = 1.3 / \sqrt{3} = 0.75\text{mm}$$

两次量取使用同一钢卷尺同一物理段, 误差正相关, 因此:

$$u_2 = u_{2, \text{单次}} + u_{2, \text{单次}} = 1.50\text{mm}$$

C.3.4 标记对齐误差引入的不确定度分量 u_3 (B 类评定, 两次量取, 相互独立)

每次标记时, 钢卷尺端部及标记笔与电缆标记的对齐最大误差估计为 $\pm 0.5\text{mm}$ (两端合计), 服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

一次量取 5m 的标记对齐误差标准不确定度: $u_{3, \text{单次}} = 0.5 / \sqrt{3} = 0.29\text{mm}$

两次标记操作独立, 对齐误差属于随机效应, 互不相关, 故:

$$u_3 = \sqrt{u_{3, \text{单次}}^2 + u_{3, \text{单次}}^2} = 0.41\text{mm}$$

C.3.5 速度控制引入的不确定度分量 u_4 (B 类评定)

电缆移动速度标称值 0.25m/s, 实际控制误差为 $\pm 0.05\text{m/s}$ 。对于 10m 测量段, 速度变化引起的测量误差为 $\pm 10\text{mm}$ (通过不同速度对比试验得到速度影响最大误差 $\pm 10\text{mm}$), 包含因子 $k = \sqrt{3}$:

$$u_4 = 10 / \sqrt{3} = 5.77\text{mm}$$

C.4 合成标准不确定度的评定

C.4.1 标准不确定度分量汇总表 (测量段为 10m)

标准不确定度分量汇总表如表 C.2 所示:

表 C.2 标准不确定度分量汇总表

不确定度分量 u_i	不确定度来源	标准不确定度值 (mm)
u_1	测量重复性引入的不确定度分量	4.75
u_2	钢卷尺示值误差引入的不确定度分量	1.50
u_3	标记对齐误差引入的不确定度分量	0.41
u_4	速度控制引入的不确定度分量	5.77

注：温度影响引入的不确定度与深度计分辨率引入的不确定度已被重复性包含，不再单独计算。

C.4.2 各不确定度分量相互独立，合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned}
 u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} \\
 &= \sqrt{4.75^2 + 1.50^2 + 0.41^2 + 5.77^2} \\
 &= 7.63\text{mm}
 \end{aligned}$$

C.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ （约对应 95%的置信概率），扩展不确定度为：

$$U = k u_c = 2 \times 7.63 = 16\text{mm} = 1.6 \times 10^{-2}\text{m}$$

C.6 结果表示

基桩入土深度计在10m测量段上的相对示值误差校准结果的扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 1.6 \times 10^{-2} / 10 \times 100\% = 0.16\%, \quad k=2$$