



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1224—2009

钢筋保护层、楼板厚度 测量仪校准规范

Calibration Specification for Reinforced Concrete Covermeter and
Floorslab Thickness Tester

2009-07-10 发布

2009-10-10 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

钢筋保护层、楼板厚度 测量仪校准规范

Calibration Specification for Reinforced Concrete
Covermeter and Floorslab Thickness Tester

JJF 1224—2009

本规范经国家质量监督检验检疫总局于2009年7月10日批准，并自2009年10月10日起施行。

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

北京市计量检测科学研究院

广东省计量科学研究院

上海市计量测试技术研究院

北京智博联科技有限公司

参加起草单位：中国测试技术研究院

喜利得（中国）有限公司

本规范由全国几何量工程参量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张 恒（中国计量科学研究院）
吴 迅（北京市计量检测科学研究院）
张 勇（广东省计量科学研究院）
廖 寅（上海市计量测试技术研究院）
管 钧（北京智博联科技有限公司）

参加起草人：

冉 庆（中国测试技术研究院）
王聪慧（喜利得（中国）有限公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 测量重复性	(1)
5.2 示值误差	(1)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 校准用标准块	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 测量重复性	(3)
7.2 示值误差	(4)
8 校准结果表达	(4)
8.1 校准证书	(4)
8.2 校准结果的测量不确定度	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 钢筋保护层厚度测量仪示值误差测量结果的不确定度评定	(5)
附录 B 标准块的技术要求	(7)
附录 C 校准证书内容	(8)

钢筋保护层、楼板厚度测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于钢筋保护层厚度测量仪和楼板厚度测量仪的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献：

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定

GB 50204—2002 混凝土结构工程施工质量验收规范

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语

钢筋保护层厚度 (thickness of the concrete protective coating)：指钢筋外边缘表面至其保护层表面的距离。

4 概述

钢筋保护层、楼板厚度测量仪是指钢筋保护层厚度测量仪和楼板厚度测量仪。它们是采用电磁原理进行无损检测的仪器，用于建筑结构实体保护层厚度检测和楼板厚度测量。

钢筋保护层厚度测量仪的探头（具有发射、接收功能）发射电磁信号，保护层内钢筋产生二次感应磁场，被探头接收，经仪器处理后，得到钢筋保护层厚度或钢筋直径的测量值。仪器还可用于测量钢筋的分布。

楼板厚度测量仪的发射与接收探头分别置于被测楼板的表面和底面，发射探头发射电磁信号，接收探头接收经衰减后的磁场信号，经仪器处理后得到楼板的厚度测量值。

仪器原理示意图分别如图 1、图 2 所示。

5 计量特性

5.1 测量重复性

钢筋保护层厚度测量仪测量重复性要求见表 1，楼板厚度测量仪测量重复性要求见表 2。

5.2 示值误差

5.2.1 钢筋保护层厚度测量仪

钢筋保护层厚度测量仪示值最大允许误差根据被测钢筋保护层厚度划分，要求见表 1。

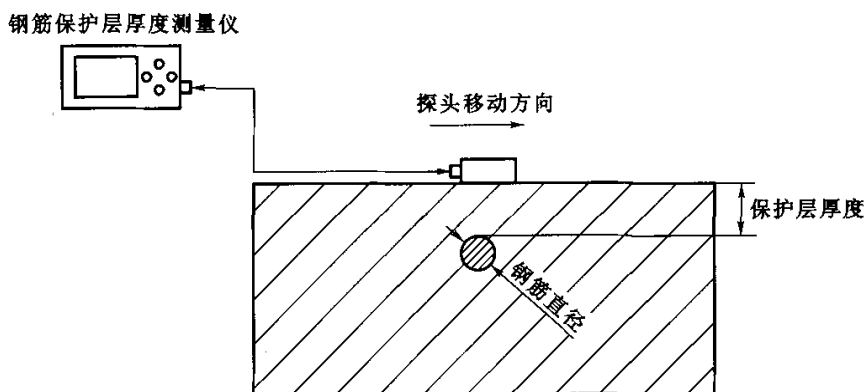


图1 钢筋保护层厚度测量仪原理示意图

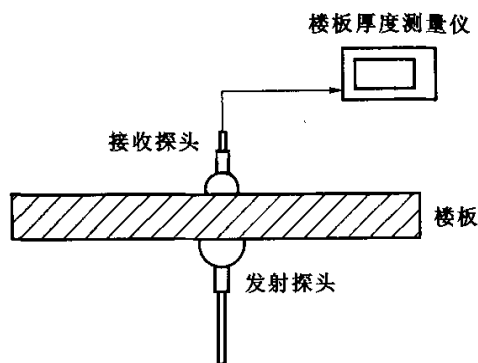


图2 楼板厚度测量仪原理示意图

表1 钢筋保护层厚度测量仪计量特性要求

序号	校准项目	技术要求			
1	测量重复性	1mm ($H_0 < H \leq 40\text{mm}$)			
2	示值误差	钢筋直径 d (推荐值)	(8~12) mm	(14~20) mm	$\geq 22\text{mm}$
		保护层厚度 H	$H_0 < H \leq 40\text{mm}$	$40\text{mm} < H \leq 60\text{mm}$	$60\text{mm} < H \leq H_s$
		最大允许误差	$\pm 1\text{mm}$		$\pm (1\text{mm} + 3\%H)$
注： H_0 ——仪器测量下限； H_s ——仪器测量上限，mm。					

5.2.2 钢筋直径示值误差

钢筋直径测量最大允许误差： ± 1 个钢筋直径规格。

5.2.3 楼板厚度测量仪

楼板厚度测量仪示值最大允许误差根据楼板厚度划分，要求见表2。

表 2 楼板厚度测量仪计量特性要求

序号	校准项目	技术要求		
1	测量重复性	1mm (楼板厚度 \leq 200mm)		
2	示值误差	楼板厚度	\leq 200mm	$>$ 200mm
		最大允许误差	\pm 2mm	\pm (1mm+1% H)
注： H ——楼板厚度，mm。				

注：上述计量特性的要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 实验室温度、湿度和平衡温度时间的要求见表 3。

表 3 校准条件

校准室内温度 (°C)	室温变化 (°C/h)	相对湿度 (%)	被校准仪器在室内平衡温度的时间 (h)
20 \pm 5	2	\leq 85	\geq 0.5

6.1.2 实验室内应避免强交变电磁场或近距离的交变磁场（如电机、电焊机等）的干扰。

6.1.3 测量时，测量点周围 500mm 以内应无较大金属结构。

6.2 校准用标准块

校准用标准块的技术要求见附录 B。

7 校准项目和校准方法

首先检查外观，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

7.1 测量重复性

7.1.1 钢筋保护层厚度测量仪

选取直径规格为 12mm 的螺纹钢和保护层厚度大于仪器测量下限且不超过 40mm 的标准块，校准仪器的测量重复性。按照仪器说明书的要求对仪器进行设置和初始化，在测量保护层厚度的状态下连续、重复测量标准块 9 次，取 9 次读数中的最大值与最小值之差的三分之一作为校准结果。

7.1.2 楼板厚度测量仪

选取厚度 150mm 的无钢筋标准块校准仪器的测量重复性。按照仪器说明书要求对仪器进行设置和初始化，测量时应保证位于标准块两侧的发射和接收探头中心线重合，连续、重复测量标准块 9 次，取 9 次读数中的最大值与最小值之差的三分之一作为校准结果。

7.2 示值误差

7.2.1 钢筋保护层厚度测量仪

7.2.1.1 保护层厚度示值误差

根据表 1 所示的钢筋直径范围及其对应的保护层厚度测量范围选取校准点。在每个钢筋直径范围内选取一种规格的钢筋一根，在其对应的保护层厚度测量范围内均匀选取 3 个校准点。测量前按照仪器说明书要求对仪器进行设置和初始化，测量时每一个校准点取 3 次读数的平均值作为该点的测量值，测量值与标准块实际值之差为该点示值误差，取各点示值误差中绝对值最大的示值误差作为校准结果。

7.2.1.2 钢筋直径示值误差

按照表 1 钢筋直径范围，选取不同规格的 3 根钢筋，按使用说明书对仪器进行设置和初始化，测量时对每根钢筋直径测量 3 次，取其平均值与该钢筋直径名义值之差作为该点示值误差，取各点示值误差中绝对值最大的示值误差作为校准结果。

7.2.2 楼板厚度测量仪

根据表 2 所示楼板厚度测量范围，在每个测量范围内均匀选取 3 个校准点。测量前按使用说明书对仪器进行设置和初始化，测量时应保证位于标准块两侧的发射和接收探头中心线重合，测量标准块的厚度值，每点取 3 次读数的平均值作为该点测量值，测量值与标准块实际值之差为该点示值误差，取各点示值误差中绝对值最大的示值误差作为校准结果。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

校准后的钢筋保护层厚度测量仪和楼板厚度测量仪，应填发校准证书。校准证书应包含测量重复性和示值误差的校准结果及其测量不确定度等内容（详见附录 C）。

8.2 校准结果的测量不确定度

钢筋保护层厚度测量仪和楼板厚度测量仪校准结果的不确定度按 JJF 1059—1999 的要求评定，不确定度评定的实例见附录 A。

9 复校时间间隔

钢筋保护层厚度测量仪和楼板厚度测量仪的复校时间间隔，根据现场使用情况由用户自行确定，建议不超过 1 年。

附录 A

钢筋保护层厚度测量仪示值误差测量结果的不确定度评定

首先按使用说明书对测量仪进行设置和初始化，然后用单根钢筋的标准块校准仪器。仪器示值的平均值 h 与标准块的实际值 h_a 之差，即为示值误差 Δ 。本文以保护层厚度 40mm，钢筋直径 12mm 校准点为例，对正文中提出的钢筋保护层厚度测量仪示值误差测量方法，进行不确定度评估。

A.1 数学模型

$$\Delta = h - h_a \quad (\text{A.1})$$

式中： Δ ——钢筋保护层厚度测量仪的示值误差，mm；

h ——被校准仪器显示厚度值，mm；

h_a ——标准块的厚度值，mm。

A.2 方差和灵敏系数

依
$$u_c^2(y) = \sum [\partial f / \partial x_i]^2 u^2(x_i)$$

得：
$$u_c^2 = u^2(\Delta) = c^2(h) \cdot u^2(h) + c^2(h_a) \cdot u^2(h_a)$$

其中： $c(h) = \partial \Delta / \partial h = 1$ ， $c(h_a) = \partial \Delta / \partial h_a = -1$ 。

代入得：

$$u_c^2 = u^2(h) + u^2(h_a)$$

A.3 标准不确定度一览表

表 A.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ (mm)	$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i \times u(x_i)$ (mm)
$u(h)$	与仪器读数有关的不确定度分量	0.29	1	0.3
$u(h_1)$	测量量化误差	$0.5/\sqrt{3}=0.29$		
$u(h_2)$	测量重复性	$1/(2.97 \times \sqrt{3})=0.19$		
$u(h_a)$	与标准块有关的不确定度分量	0.20	-1	0.2
$u(h_{a_1})$	标准块厚度值误差	$0.3/\sqrt{3}=0.17$		
$u(h_{a_2})$	平行度的不确定度	$0.1/\sqrt{3}=0.06$		
$u(h_{a_3})$	钢筋直径的不确定度	$0.15/\sqrt{3}=0.09$		
$u_c^2 = 0.1241 \text{mm}^2$ ； $u_c = 0.35 \text{mm}$				

A.4 计算分量标准不确定度

A.4.1 与仪器读数有关的不确定度分量 $u(h)$ A.4.1.1 由校准钢筋保护层厚度测量仪读数时的量化误差引入的不确定度分量 $u(h_1)$

分辨力为 1mm 的钢筋保护层厚度测量仪读数时的量化误差以等概率出现在半宽为 (1/2) mm 的区间内, 故:

$$u(h_1) = 0.5\text{mm}/\sqrt{3} = 0.29\text{mm}$$

A. 4. 1. 2 由测量重复性引入的不确定度分量 $u(h_2)$

按 9 次重复测量的极差法计算, $C=2.97$, 由于取 3 次读数的平均值作为测量结果, 则:

$$u(h_2) = 1\text{mm}/(2.97 \times \sqrt{3}) = 0.19\text{mm}$$

测量重复性小于仪器的量化误差 (分辨力), 与仪器读数有关的不确定度分量取量化误差 (分辨力), 得:

$$u(h) = 0.29\text{mm}$$

A. 4. 2 与标准块有关的不确定度分量 $u(h_a)$

A. 4. 2. 1 由标准块厚度值误差引入的不确定度分量 $u(h_{a_1})$

所采用的标准块的厚度值为 40mm, 按附录 B (标准块的尺寸公差 $\pm 0.3\text{mm}$) 的要求, 由标准块厚度值估算的不确定度分量:

$$u(h_{a_1}) = 0.3\text{mm}/\sqrt{3} = 0.17\text{mm}$$

A. 4. 2. 2 由标准块表面与钢筋的平行度引入的不确定度分量 $u(h_{a_2})$

按附录 B 的要求 (平行度不大于 0.2mm), 标准块表面与钢筋的平行度应不超过 0.2mm, 按半宽为 0.1mm 的均匀分布处理, 则该项不确定度分量估算为:

$$u(h_{a_2}) = 0.1\text{mm}/\sqrt{3} = 0.06\text{mm}$$

A. 4. 2. 3 由钢筋直径的尺寸偏差引入的不确定度分量 $u(h_{a_3})$

钢筋直径的制造偏差不超过 $\pm 0.15\text{mm}$, 按均匀分布, 则:

$$u(h_{a_3}) = 0.15\text{mm}/\sqrt{3} = 0.09\text{mm}$$

$$u^2(h_a) = u^2(h_{a_1}) + u^2(h_{a_2}) + u^2(h_{a_3})$$

计算得: $u(h_a) = \sqrt{(0.17\text{mm})^2 + (0.06\text{mm})^2 + (0.09\text{mm})^2} = 0.20\text{mm}$

A. 5 合成标准不确定度

上述各不确定度分量间没有值得考虑的相关性, 将上述不确定度分量按下式合成, 则有:

$$u_c^2 = u(h)^2 + u(h_a)^2 = (0.29\text{mm})^2 + (0.20\text{mm})^2 = 0.1241\text{mm}^2$$

$$u_c = 0.35\text{mm}$$

A. 6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则有:

$$U = ku_c = 2 \times 0.35\text{mm} = 0.7\text{mm}$$

A. 7 测量不确定度报告

通过上述测量不确定度评定可知, 扩展不确定度由标准不确定度获得, $k=2$ 。

标准不确定度:

$$u_c = 0.35\text{mm}$$

扩展不确定度:

$$U = 0.7\text{mm} (k=2)$$

附录 B

标准块的技术要求

B.1 标准块材料

B.1.1 覆层材料

选用非磁性材料。

B.1.2 标准块用钢筋尺寸、材料成分等技术要求见表 B.1。

表 B.1 技术要求

钢筋直径范围	8mm~50mm
直径公差	按相应国标要求
长度	≥300mm
外观形状	HRB335 螺纹钢
备注：1. 钢筋未经过拉拔等力学试验，且表面未受化学腐蚀； 2. 符合 GB 50010—2002、GB 1499.2—2007。	

B.2 标准块的技术要求

B.2.1 标准块工作面的平面度不大于 0.04mm，相对工作面的平行度不大于 0.1mm；

B.2.2 标准块由覆层和单根钢筋组成，专用于楼板厚度的标准块内可不加钢筋；

B.2.3 标准块的工作面与钢筋轴线的平行度不大于 0.2mm；

B.2.4 标准块的尺寸公差±0.3mm。

B.3 标准块可制成分离式或整体式，结构图见图 B1 和图 B2。

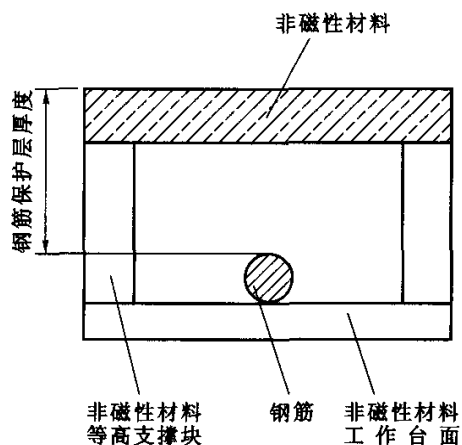


图 B1 可分离式钢筋保护层标准试块

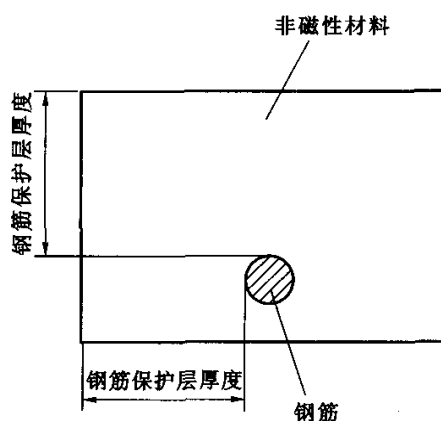


图 B2 整体式钢筋保护层标准试块

附录 C

校准证书内容

1. 标题：校准证书；
2. 实验室名称和地址；
3. 证书或报告的惟一标识（如编号）、每页及总页数的标识；
4. 送校单位的名称和地址；
5. 被校对象的描述和明确标识；
6. 进行校准的日期；
7. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代码；
8. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
9. 校准环境的描述；
10. 测量重复性、示值误差的校准结果及其测量不确定度的说明；
11. 校准证书或校准报告签发人的签名或等效标识，以及签发日期；
12. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
13. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

中华人民共和国
国家计量技术规范
钢筋保护层、楼板厚度测量仪校准规范
JJF 1224—2009
国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话(010)64275360
<http://www.zgjl.com.cn>
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张0.75 字数12千字
2009年10月第1版 2009年10月第1次印刷
印数1—2 000
统一书号155026—2429 定价：22.00元