



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF × × × × - 20 × ×

## 收敛计校准规范

Calibration Specification of Convergence Gauge

(征求意见稿)

20 × × - × × - × × 发布

20 × × - × × - × × 实施

国家市场监督管理总局

发布

# 收敛计校准规范

Calibration Specification of  
Convergence Gauge

JJF × × × × -20 × ×

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：中铁西南科学研究院有限公司

参加起草单位：交通运输部公路科学研究所

**本规范主要起草人：**

温晓凯（中铁西南科学研究院有限公司）

孙寅（中铁西南科学研究院有限公司）

刘璐（交通运输部公路科学研究所）

窦光武（交通运输部公路科学研究所）

**参加起草人：**

蔡嘉程（交通运输部公路科学研究所）

赵峰（中铁西南科学研究院有限公司）

周斌（中铁西南科学研究院有限公司）

# 目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	1
4.1 显示器示值稳定性.....	1
4.2 收敛量示值误差.....	1
4.3 收敛量重复性.....	1
4.4 冲孔钢卷尺的示值误差.....	1
5 校准条件.....	2
5.1 校准项目和校准方法.....	2
5.2 测量标准及其他设备.....	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.....	2
7 校准结果表达.....	3
8 复校时间间隔.....	4
附录 A 收敛计校准记录式样.....	5
附录 B 收敛计校准证书信息及内页式样.....	7
附录 C 收敛计收敛量示值误差的测量结果的不确定度评定.....	9

# 引 言

本规范依据 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》等计量技术规范编写。

# 收敛计校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围（0.5~50）m 数显收敛计校准。

## 2 引用文件

本规范引用下列文件：

MT/T 919 《电子数显收敛计》

JJG4 《钢卷尺》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本使用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）使用于本规范。

## 3 概述

收敛计适用于观测洞室、建筑物、基坑、边坡及周围岩体等测点间相对变形。收敛计是利用机械传递位移方法，将两个基准点间的相对位移变成为数显收敛计两次读数之差。收敛计主要由连接挂钩、尺架、调节螺母、数显显示器、联尺架、卡尺、尺孔销及冲孔钢卷尺部分组成，结构示意图见图 1。

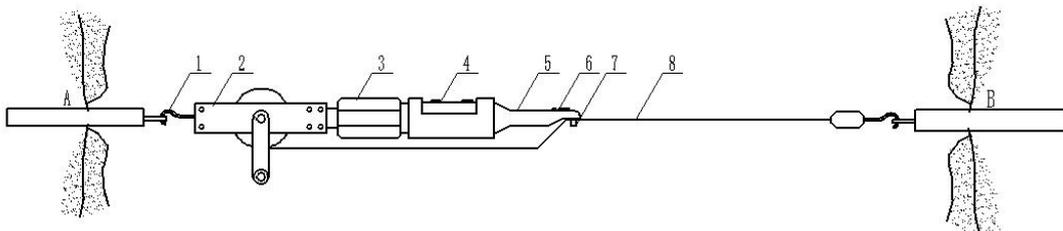


图 1 收敛仪结构示意图

1——连接挂钩；2——尺架；3——调节螺母；4——数显显示器；  
5——联尺架；6——尺卡；7——尺孔销；8——冲孔钢卷尺。

## 4 计量特性

### 4.1 显示器示值稳定性

10min 内，示值变化量不大于 0.01mm。

### 4.2 收敛量示值误差

最大允许误差为±0.03mm。

### 4.3 收敛量重复性

收敛计收敛量标准差不大于 0.04mm。

#### 4.4 冲孔钢卷尺的示值误差

冲孔钢卷尺的示值误差符合 JJG4 《钢卷尺》 检定规程中的 II 级钢卷尺要求。

### 5 校准条件

#### 5.1 校准环境条件

5.1.1 温度为： $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；

5.1.2 校准过程无影响测量的振动。

#### 5.2 测量标准及其他设备

钢卷尺检定台（精密显微镜或者光栅尺装置）：任意 30mmMPE： $\pm 0.005\text{m}$ 。

### 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 校准项目一览表

检定项目	首次校准	后续校准	使用中检查
示值稳定性	+	+	+
收敛量示值误差	+	+	+
收敛量重复性	+	+	+

#### 6.2 校准方法

校准前先检测外观和各部分相互作用，确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

##### 6.2.1 示值稳定性

将收敛计示值固定在任意数值上，待稳定后，每 2min 用秒表读数一次，取 10min 内示值最大值与最小值的差值记为示值稳定性。

##### 6.2.2 收敛量示值误差

6.2.2.1 收敛量示值误差校准时，在量程范围内等间隔选择 3~5 个测点进行校准；将收敛计左挂钩座固定在钢卷尺检验台基座上；将待测收敛计尺孔销卡在冲孔钢卷尺任意孔洞，调节螺母至最大读数 25mm 处；右挂钩固定于钢卷尺检验台(图 2)上，收敛计的挂钩分别与钢卷尺检验台左右挂钩座相连，调整待测收敛计调节螺母，改变待测收敛计机身的长度产生恒定的张力（数显显示器的最右刻度线）；将光栅尺数或者精密显微镜显示数值和显示器示值清零，移动钢卷尺检定平台一侧，光栅尺数显表或者精密显微镜实

时移动相对位移  $L_{si}$ ，调整待测收敛计调节螺母，改变待测收敛计机身的长度产生恒定的张力，记录收敛计收敛量读数  $L_i$ 。按照（1）计算单测点的收敛量示值误差，取 3 个测点中最大值作为收敛量示值误差。

$$\Delta L = L_i - L_{si} \quad (1)$$

式中：

$\Delta L$ ——收敛计受检点的收敛量示值误差（mm）；

$L_i$ ——收敛计第  $i$  次移动的收敛量（mm）；

$L_{si}$ ——光栅尺数显表实时移动相对位移（mm）。

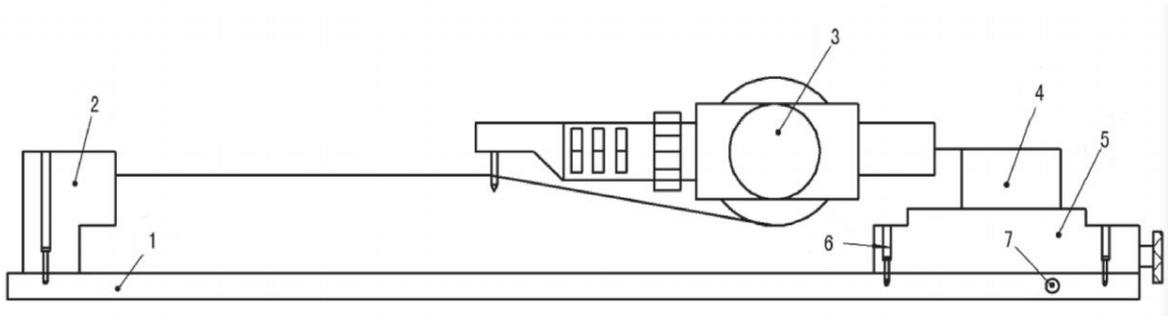


图 2 钢卷尺检验台结构示意图

1——基座；2——左挂钩；3——收敛计；4——右挂钩；

5——高精度可移动平台；6——螺钉；7——手柄

6.2.2.2 冲孔钢卷尺的示值误差校准按照 JJG4 《钢卷尺》检定规程。

6.2.3 收敛量重复性

用收敛计对同一间距  $\geq 2\text{m}$  水平基点，反复测量 10 次，每次取下收敛计重新安装测量，按照（2）计算标准差。

$$S = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2)$$

式中：

$S$ ——收敛量重复性，用标准差表示（mm）；

$n$ ——测量次数；

$X_i$ ——第  $i$  次测值（mm）；

$\bar{X}$ ——收敛量的平均值（mm）。

## 7 校准结果表达

校准后，出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

1) 标题：校准证书；

- 2) 实验室名称和地址;
- 3) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- 4) 证书或报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- 5) 客户的名称和地址;
- 6) 被校对象的描述和明确标识;
- 7) 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;
- 8) 如果与校准结果的有效性应用有关时, 应对被校对象的抽样程序进行说明;
- 9) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- 10) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- 11) 校准环境的描述;
- 12) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- 13) 对校准规范的偏离的说明;
- 14) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- 15) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- 16) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

## 8 复校时间间隔

建议复校时间间隔建议为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定的, 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

## 收敛计校准记录式样

表 A.1 收敛计校准记录

记录编号：

第×页 共×页

样品名称				样品编号			
型号/规格				样品状态			
制造单位				出场编号			
校准依据				校准地点			
校准前器具情况				校准后器具情况			
环境条件	温度： °C			湿度： %RH	其他：		
所用的计量标准 /主要仪器设备	名称	测量 范围	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	溯源证书 有效期	校准前 情况（是否 良好）	校准后 情况（是否 良好）
序号	校准项目		校准结果				
1	外观						
2	示值稳定性	时间（min）	数显显示器示值 （mm）	数显显示器示 值稳定性 （mm）	测量不确定度（k=2）		
		0					
		2					
		4					
		6					
		8					
10							
3	收敛量示值误差	光栅尺数显示 表示值	收敛计收敛量示值	最大允许误差	测量不确定度（k=2）		
		5					
		10					
		15					
		20					
		25					

## 收敛计校准记录表（续）

4	收敛量示值重复性	测量次数	收敛量示值读数	标准差 S(mm)	测量不确定度 (k=2)
		1			
		2			
		3			
		4			
		5			
		6			
		7			
		8			
		9			
		10			

校准人：

核验人：

校准日期：

## 附录 B

### 收敛计校准证书信息及内页式样

#### B.1 校准证书信息

测试仪校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 校准实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书编号、页码及总页数；
- e) 委托单位的名称和地址；
- f) 被校准仪器的信息；
- g) 进行校准的日期；
- h) 证书的批准发布日期；
- i) 校准所依据的技术规范名称和代号；
- j) 所用测量标准或主要设备的名称、编号、主要技术参数及溯源证书有效期；
- k) 校准时的环境条件；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 校准报告批准人的签名或识别；
- n) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- o) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明；
- p) 如可获得，任何调整或修理前后的结果；
- q) 相关时，与要求或规范的符合性声明；
- r) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议。

## B.2 收敛计校准结果内页式样

收敛计校准结果内页式样见表 B.1。

表 B.1 收敛计校准结果

表格编号：

第 页 共 页

校准项目	技术要求	校准结果
示值稳定性		
收敛量示值误差		
收敛量示值重复性		
校准结果的不确定度描述		

## 附录 C

## 收敛计收敛量示值误差的测量结果的不确定度评定

## A.1 测量模型

$$\Delta L = L_n - e_n \quad (\text{A.1})$$

式中：

$\Delta L$ ——收敛计收敛量示值误差；

$L_n$ ——收敛计在全自动钢直尺检定台上，移动高精度平移台， $T_n$ 时刻收敛计收敛量。

$e_n$ ——收敛计在全自动钢直尺检定台上，移动高精度平移台  $T_n$ 时刻光栅尺数显表读数

## A.2 标准不确定度评定

A.2.1 收敛计收敛量测量重复性引入的不确定度分量  $u(L_1)$ 

采用A类方法，对收敛计收敛量测量重复性引入的不确定度分量 $u(L_1)$ 进行评定。

将收敛计与安放在检测台上，调整高精度平台和收敛计调节螺母（使收敛计产生恒定张力），对光栅尺数显表显示值5mm处进行读取，作为一次测量过程。在同样条件下，重复上述过程10次，测量数据如表A-1所示。

表 A.1

次数	测试值 mm	次数	测试值 mm
1	5.02	6	5.01
2	5.01	7	5.01
3	5.02	8	5.01
4	5.02	9	5.01
5	5.01	10	5.01

根据公式

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_{ei} - \overline{e_{e1}})^2}{n-1}} = 0.005 \text{ mm} \quad (2)$$

可得： $u(\Delta L_1)=0.005\text{mm}$ 。

A.2.2 收敛计收敛量分辨率引起的标准不确定度分量  $u(L_2)$ 

收敛计收敛量分辨率为 0.01mm，设为均匀分布，取  $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u(\Delta L_2) = 0.01/\sqrt{3} = 0.006\text{mm}$$

A.2.3 收敛计拉力误差引起的标准不确定度分量  $u(\Delta L_3)$ 

由拉力引起的误差为：

$$\delta = L \times 10^3 \times \Delta p / (9.8 \times E \times F), \text{ mm}$$

拉力偏差  $\Delta p \leq 0.5\text{N}$ ；弹性系数  $E=20000\text{kg/mm}^2$ ；钢卷尺横截面面积  $F$ =尺的横截面宽度（10mm）×厚度（0.18mm）= $1.8\text{mm}^2$ ；

$$\delta = 1.42 \times 10^{-4} \times L, \text{ (mm)}$$

拉力误差  $\Delta p$  以相等的概率出现在半宽为 0.5N 的区间，设均匀分布，取  $k=\sqrt{3}$ 。

$$u(\Delta L_3) = \delta/\sqrt{3} = 0.0002\text{mm}$$

A.2.4 光栅尺数显表示值误差引入不确定度分量  $u(\Delta e_1)$ 

根据光栅尺校准证书，任意 30mm 最大允许误差为  $\pm 0.005\text{mm}$ ，均匀分布，其标准不确定度为  $u(\Delta e_1)=0.005/\sqrt{3}\text{mm}=0.0028\text{mm}$ 。

A.2.5 光栅尺分辨率引入不确定度分量  $u(\Delta e_2)$ 

光栅尺分辨率为 0.001mm，设为均匀分布，取  $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u(\Delta e_2) = 0.001/\sqrt{3} = 0.0006\text{mm}$$

## A.3 输出量的标准不确定度分量

表 B-2 标准不确定度一览表

序号	不确定度来源	符号	标准不确定度	灵敏系数 $c_i$
1	测量重复性	$u(\Delta L_1)$	0.005mm	1
2	收敛计收敛量分辨率	$u(\Delta L_2)$	0.006mm	-1
3	拉力误差	$u(\Delta L_3)$	0.0002mm	-1
4	光栅尺数显表示值误差	$u(\Delta e_1)$	0.0028mm	-1
5	光栅尺分辨率	$u(\Delta e_2)$	0.0006mm	-1

## A.4 合成标准不确定度的计算

经分析不确定度的来源，其分量互为独立量，则合成不确定度

$$\begin{aligned}u(\Delta L) &= \sqrt{c_1^2 u^2(L_1) + c_2^2 u^2(L_2) + c_3^2 u^2(L_3) + c_4^2 u^2(e_1) + c_5^2 u^2(e_2)} \\ &= \sqrt{u^2(L_1) + u^2(L_2) + u^2(L_3) + u^2(e_1) + u^2(e_2)} = 0.011\text{mm}\end{aligned}$$

#### A.5 扩展不确定度

$$U = k \times u(\Delta L) = 2 \times 0.011 = 0.022\text{mm} \quad k=2$$