

# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 566—2010

---

## 电机线圈游标卡尺

Vernier Caliper for Coil of Generator

2010—05—11 发布

2010—11—11 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 电机线圈游标卡尺检定规程

Verification Regulation of Vernier

Caliper for Coil of Generator

JJG 566—2010  
代替 JJG 566—1996

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局于2010年5月11日批准，并自2010年11月11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：东方电气集团东方电机有限公司

参加起草单位：中国测试技术研究院

本规程委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

刘 军（东方电气集团东方电机有限公司）

冯小力（东方电气集团东方电机有限公司）

**参加起草人：**

陈永康（中国测试技术研究院）

www.scr.com.cn

## 目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
4.1 测力	(1)
4.2 标尺标记宽度和宽度差	(2)
4.3 测量面的表面粗糙度	(2)
4.4 测量面的平面度	(2)
4.5 零值误差	(2)
4.6 示值误差	(3)
5 通用技术要求	(3)
5.1 外观	(3)
5.2 各部分相互作用	(3)
5.3 游标尺标记表面棱边至主标尺标记表面的距离	(3)
6 计量器具的控制	(3)
6.1 检定条件	(3)
6.2 检定项目和检定设备	(3)
6.3 检定方法	(4)
6.4 检定结果的处理	(4)
6.5 检定周期	(6)
附录 A 电机线圈游标卡尺示值误差测量结果不确定度评定	(7)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式	(11)

## 电机线圈游标卡尺检定规程

### 1 范围

本规程适用于分度值为 0.02 mm 和 0.05 mm，测量范围为 (0~60) mm 电机线圈游标卡尺的首次检定、后续检定和使用中检验。

### 2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1130—2005 几何量测量设备中的不确定度指南

GB/T 21389—2008 游标、带表和数显卡尺

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

### 3 概述

电机线圈游标卡尺主要用于测量各种大型电机线圈的外形尺寸，其外形见图 1。

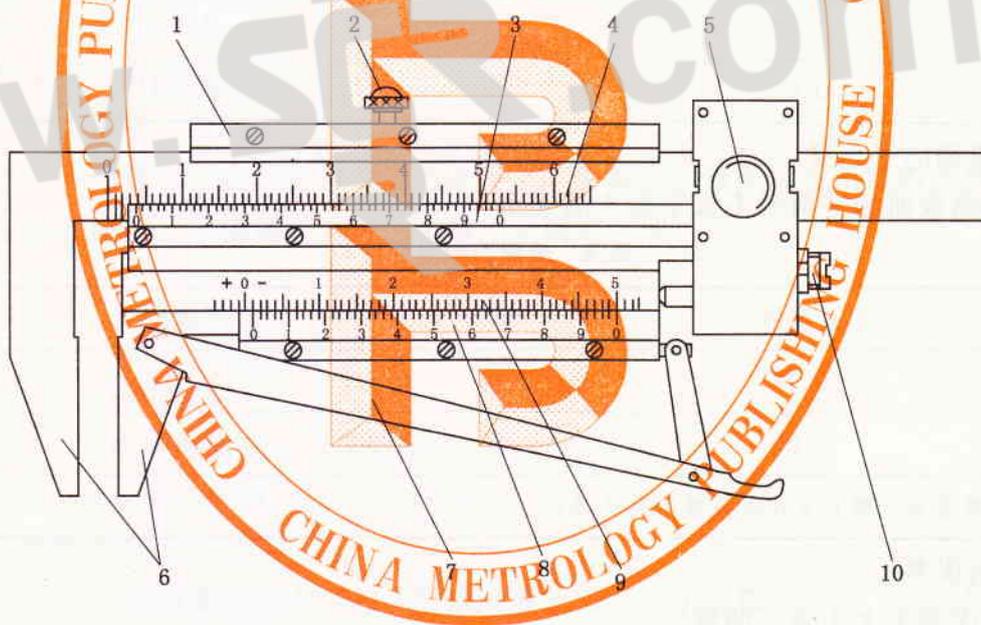


图 1 电机线圈游标卡尺外形示意图

1—尺框；2—制动螺钉；3—上游标尺；4—上主标尺；5—紧固螺钉；  
6—量爪；7—手柄；8—下游标尺；9—下主标尺；10—测力调节装置

### 4 计量性能要求

#### 4.1 测力

电机线圈游标卡尺的测力不超过表 1 规定的范围。

表 1 测力

分度值 (mm)	测力 (N)
0.02	27~30
0.05	47~50

## 4.2 标尺标记宽度和宽度差

标尺标记宽度和宽度差不超过表 2 的规定。

表 2 标尺标记宽度和宽度差 mm

分度值	标记宽度	标记宽度差
0.02	0.08~0.18	0.02
0.05		0.03

## 4.3 测量面的表面粗糙度

量爪测量面的表面粗糙度不大于表 3 的规定。

表 3 测量面的表面粗糙度

分度值 (mm)	表面粗糙度 ( $\mu\text{m}$ )
0.02	$R_a 0.2$
0.05	$R_a 0.4$

## 4.4 测量面的平面度

量爪测量面的平面度不大于表 4 的规定。

表 4 测量面的平面度 mm

分度值	平面度
0.02	0.003
0.05	0.005

注：测量面边缘 0.2 mm 范围内允许塌边。

## 4.5 零值误差

零值误差不大于表 5 的规定。

表 5 零值误差 mm

分度值	“零与 1 mm” 标记	“尾” 标记
0.02	$\pm 0.01$	$\pm 0.01$
0.05		$\pm 0.02$

## 4.6 示值误差

示值误差应符合表 6 的规定。

表 6 示值误差

mm

分度值	允许误差限
0.02	-0.08~0
0.05	-0.15~0

## 5 通用技术要求

### 5.1 外观

5.1.1 电机线圈游标卡尺的表面不应有裂痕、划伤、碰伤、锈蚀、毛刺等缺陷；表面的镀涂层不应有脱落和影响外观的色泽不均等缺陷。

5.1.2 标尺标记不应有目力可见的断线、粗细不均及影响读数的其他缺陷。

5.1.3 电机线圈游标卡尺上应标有制造厂名或注册商标、分度值和出厂编号。

5.1.4 后续检定和使用中检验的电机线圈游标卡尺不应有影响使用准确度的上述外观缺陷。

### 5.2 各部分相互作用

5.2.1 电机线圈游标卡尺尺框沿上、下主标尺尺身移动应平稳，无阻滞或松动现象。

5.2.2 零位的调整应顺利可靠，紧固螺钉、制动螺钉及测力调节装置的作用应切实有效。

5.2.3 量爪两测量面接触时的合并间隙（无论尺框紧固与否）不应透光。

### 5.3 游标尺标记表面棱边至主标尺标记表面的距离

各游标尺标记表面棱边至其主标尺标记表面的距离均不大于 0.30 mm。

## 6 计量器具的控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

### 6.1 检定条件

6.1.1 检定室内温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%。

6.1.2 检定前，应将被检电机线圈游标卡尺与量块等检定设备同时放置于检定室内的平板或木桌上，其平衡温度时间，置于平板上不少于 1 h，置于木桌上不少于 2 h。

### 6.2 检定项目和检定设备

电机线圈游标卡尺的检定项目及主要检定设备见表 7。

表 7 检定项目和检定设备

序号	检定项目	主要检定设备	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观	—	+	+	+
2	各部分相互作用	—	+	+	+
3	游标尺标记表面棱边至主标尺标记表面的距离	塞尺 MPE: $\pm 8 \mu\text{m}$	+	—	—

表 7 (续)

序号	检定项目	主要检定设备	首次检定	后续检定	使用中检验
4	测力	分辨力不大于 0.2 N 的测力计	+	+	-
5	标尺标记宽度和宽度差	工具显微镜 MPE: $\pm (1 \mu\text{m} + 10^{-5}L)$	+	-	-
6	测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: $(+13\% \sim -17\%)$	+	-	-
7	测量面的平面度	刀口尺 MPE: $\pm 1.0 \mu\text{m}$	+	+	-
8	零值误差	工具显微镜	+	+	+
9	示值误差	3 级或 5 等量块	+	-	-

注：表中“+”表示检定，“-”表示可不检定。

### 6.3 检定方法

#### 6.3.1 外观

目力观察。

#### 6.3.2 各部分相互作用

目力观察和手动实验。

#### 6.3.3 游标尺标记表面棱边至主标尺标记表面的距离

各游标尺标记表面棱边至其主标尺标记表面的距离用塞尺进行比较测量。

#### 6.3.4 测力

用分辨力不大于 0.2 N 的测力计进行测量。测量前将电机线圈游标卡尺的上游标尺调至某一位置，紧固制动螺钉和紧固螺钉；再将电机线圈游标卡尺放在测力计上进行测量。

#### 6.3.5 标尺标记宽度和宽度差

用工具显微镜测量。主标尺、游标尺的标记至少各选取三条进行测量。标记宽度差以被测标记中最大与最小宽度之差确定。

#### 6.3.6 测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行比较测量。

#### 6.3.7 测量面的平面度

用刀口尺以光隙法测量。测量时，分别在量爪测量面的长边、短边和对角线位置上进行，见图 2。其平面度根据各方位的间隙情况确定。当所有测量方位上出现的间隙均在中间部位或两端部位时，取其中一方位间隙量最大的作为平面度测量结果；当其中有的方位中间部位有间隙，而有的方位两端部位有间隙时，以中间和两端最大间隙量之和作为平面度测量结果。

也可用满足准确度要求的其他方法进行测量。

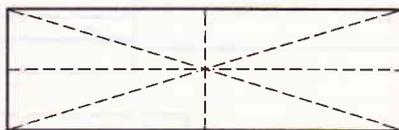


图 2 平面度测量

## 6.3.8 零值误差

用工具显微镜测量。测量时，分别在尺框紧固和松开的情况下进行，当量爪两测量面接触时，上游标尺的“零”标记应对准上主标尺“1 mm”标记位置，下游标尺的“零”标记应对准下主标尺“1 mm”标记位置，相应标记应相互重合；游标上的“尾”标记与主标尺相应标记应相互重合，见图 3。



图 3 零值误差测量示意图

## 6.3.9 示值误差

用 3 级或 5 等量块测量。测量时，被测点应在电机线圈游标卡尺的测量范围内不少于均匀分布三点，如 11.30 mm，31.60 mm，51.90 mm 等。

测量时，将主标尺对准被测点，旋紧制动螺钉和紧固螺钉，操作手柄拉开下主标尺放入量块，在下游标上进行读数。每一被测点应在量爪的里端和外端两位置进行测量，量块工作面长边和电机线圈游标卡尺测量面长边应垂直，见图 4。各点示值误差以该点读数值与量块尺寸之差确定。

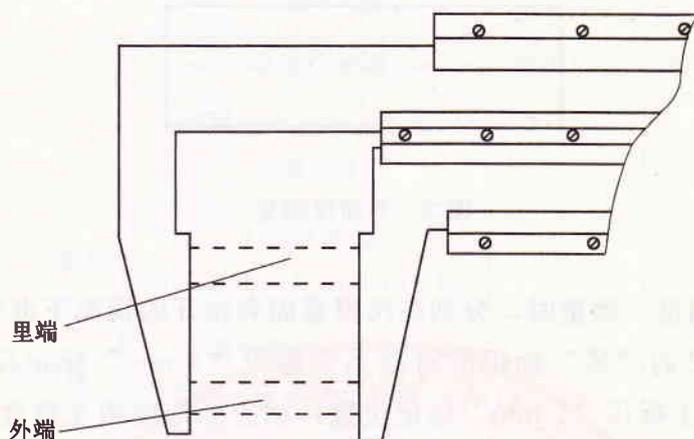


图 4 示值误差测量位置示意图

#### 6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的电机线圈游标卡尺发给检定证书；不符合的发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

#### 6.5 检定周期

电机线圈游标卡尺的检定周期不超过 1 年。

## 附录 A

## 电机线圈游标卡尺示值误差测量结果不确定度评定

## A.1 任务和目标不确定度

## A.1.1 测量任务

用本规程确认的技术要求、测量原理、测量条件、测量方法和测量程序，对分度值为 0.02 mm、测量范围为 (0~60) mm 的电机线圈游标卡尺的示值误差进行测量。

## A.1.2 目标不确定度

根据 JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》中 5.3.1.4 的规定，评定电机线圈游标卡尺示值误差的目标不确定度  $U_T$  ( $k=2$ ) 与其最大允许误差的绝对值 MPEV 之比，应小于或等于 1/3。电机线圈游标卡尺允许误差限为 (-0.08~0) mm，即目标不确定度为：

$$U_T = 0.08 \text{ mm}/2 \times 1/3 = 0.0133 \text{ mm} = 13.3 \mu\text{m}$$

## A.2 测量原理和方法

## A.2.1 测量原理

以量块作标准器，在规程中规定的条件下，由量块测量面与电机线圈游标卡尺测量面相接触直接测量。示值误差由两者示值之差确定。即：

$$\delta_i = L_i - L_s \quad (\text{A.1})$$

式中： $\delta_i$ ——示值误差；

$L_i$ ——电机线圈游标卡尺读数值；

$L_s$ ——量块的实际值 (20 °C 条件下)。

## A.2.2 测量方法

当被测量电机线圈游标卡尺和 3 级或 5 等量块在规定的温度条件下进行等温后，直接测量得到该测量点的示值误差  $\delta_i = L_i - L_s$ 。

## A.3 测量过程数学模型

电机线圈游标卡尺示值误差的测量数学模型：

$$\delta_i = L_i - L_s$$

## A.4 标准不确定度分量的来源列表和讨论

标准不确定度分量的来源见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度分量的概述和评注

序号	分量符号	不确定度分量名称	评 注
1	$u(\delta_0)$	测量重复性	在重复测量条件下, 连续测量 10 次, 求得单次测量实验标准差 $s=0.005$ mm
2	$u(\delta_1)$	分度值对读数影响引入的标准不确定度	电机线圈游标卡尺分度值为 0.02 mm
3	$u(\delta_2)$	量块对标称长度偏差引入的标准不确定度	由量块检定规程可知 3 级量块标称长度偏差为: $\pm(0.8 \mu\text{m} + 1.6 \times 10^{-5}L)$
4	$u(\delta_3)$	测力变化引入的标准不确定度	测力在规定范围内变化对示值影响的不确定度由实验报告得知为 0.004 mm
5	$u(\delta_4)$	电机线圈游标卡尺和量块的线胀系数差引入的标准不确定度	电机线圈游标卡尺线胀系数存在偏差: $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
6	$u(\delta_5)$	电机线圈游标卡尺和量块温度差引入的标准不确定度	检定规定环境温度在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , 电机线圈游标卡尺和量块温度存在差值, 最大允许误差 $\pm 0.5^\circ\text{C}$

## A.5 标准不确定度分量计算评估

标准不确定度与电机线圈游标卡尺的测量范围有关, 在此以分度值为 0.02 mm、测量点  $L_i=60$  mm 的示值误差进行讨论分析。

A.5.1 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u(\delta_0)$ 

A 类评定

选电机线圈游标卡尺测量范围内一测量点 31.6 mm, 在重复测量条件下, 连续测量 10 次, 求得单次测量实验标准差  $s=0.005$  mm, 测量重复性引起的标准不确定度分量:

$$u(\delta_0)=0.005 \text{ mm}=5.0 \mu\text{m}$$

A.5.2 分度值对读数影响引入的标准不确定度分量  $u(\delta_1)$ 

B 类评定

电机线圈游标卡尺分度值为 0.02 mm, 估计读数的影响分布区间为  $\pm 0.01$  mm, 在其分布范围内服从矩形分布, 取分布因子  $b=0.6$ ,  $\delta_1$  引入的标准不确定度分量:

$$u(\delta_1)=0.01 \text{ mm} \times 0.6=6.0 \mu\text{m}$$

取以上两值之间较大的分度值对读数影响引入的标准不确定度分量  $u(\delta_1)=6.0 \mu\text{m}$  作为不确定度评定依据。

A.5.3 量块引入的标准不确定度分量  $u(\delta_2)$ 

B 类评定

从 JJG 146—2003《量块》得到 3 级量块标称长度偏差为:  $\pm(0.80 \mu\text{m} + 1.6 \times 10^{-5}L)$ , 当  $L=60$  mm 时, 其标称长度偏差为  $\pm 1.76 \mu\text{m}$ , 在其分布范围内服从矩形分布, 取分布因子  $b=0.6$ , 由此  $\delta_2$  引起的标准不确定度分量:

$$u(\delta_2) = 1.76 \mu\text{m} \times 0.6 = 1.0 \mu\text{m}$$

A. 5.4 测力变化引入的标准不确定度分量  $u(\delta_3)$ 

B类评定

用分辨力不大于 0.2 N 的测力计进行测量，由实验报告得知测力在规定范围内变化对示值影响量为 0.004 mm，在其分布范围内服从矩形分布，取分布因子  $b=0.6$ ， $\delta_3$  引起的标准不确定度分量：

$$u(\delta_3) = 0.004 \text{ mm} \times 0.6 = 2.4 \mu\text{m}$$

A. 5.5 当温度偏离 20 °C 时线胀系数差引入的标准不确定度分量  $u(\delta_4)$ 

B类评定

测量时规定环境温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，半宽在 5 °C 范围内，电机线圈游标卡尺线胀系数为  $11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，偏差为  $\pm 1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，线胀系数差半宽在  $1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  范围内，服从高斯分布，取分布因子  $b=0.5$ ：

当  $L_i = 60 \text{ mm}$  时其标准不确定度分量  $u(\delta_4)$ ：

$$\begin{aligned} u(\delta_4) &= 60 \text{ mm} \times 1 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 5 \text{ }^\circ\text{C} \times 0.5 \\ &= 0.2 \mu\text{m} \end{aligned}$$

A. 5.6 电机线圈游标卡尺和量块温度差引入的不确定度分量  $u(\delta_5)$ 

B类评定

检定室规定环境温度为  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，电机线圈游标卡尺和量块在等温后存在一定温差，估计最大温度差在  $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$  范围内，线胀系数为  $11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。在其分布范围内服从矩形分布，取分布因子  $b=0.6$ ，由此引起的标准不确定度分量：

$$\begin{aligned} u(\delta_5) &= L_i(\delta_5 \cdot a)b \\ &= 60 \text{ mm} \times (0.5 \text{ }^\circ\text{C} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}) \times 0.6 \\ &= 0.2 \mu\text{m} \end{aligned}$$

A. 6 合成标准不确定度  $u_c$  和扩展不确定度  $U$ 

各标准不确定度分量之间不存在相关性。

合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned} u_c(L) &= \sqrt{u^2(\delta_1) + u^2(\delta_2) + u^2(\delta_3) + u^2(\delta_4) + u^2(\delta_5)} \\ &= \sqrt{6.0^2 + 1.0^2 + 2.4^2 + 0.2^2 + 0.2^2} \mu\text{m} \\ &= 6.5 \mu\text{m} \end{aligned}$$

取  $k = 2$

故扩展不确定度  $U$  为：

$$\begin{aligned} U &= ku_c \\ &= 6.5 \mu\text{m} \times 2 = 13.0 \mu\text{m} \end{aligned}$$

## A. 7 不确定度概算汇总表

不确定度概算汇总见表 A. 2。

表 A.2 不确定度概算汇总表

不确定度分量名称	评定类型	分布类型	相关系数 $c_i$	变化限 $a/\mu\text{m}$	包含 因子 $b$	不确定度分量 $u_x/\mu\text{m}$
$u(\delta_1)$ 分度值对读数影响引入的标准不确定度	B	矩形	0	10.0	0.6	6.0
$u(\delta_2)$ 量块对标称长度偏差	B	矩形	0	1.76	0.6	1.0
$u(\delta_3)$ 测力变化引入的标准不确定度	B	矩形	0	4.0	0.6	2.4
$u(\delta_4)$ 电机线圈游标卡尺和量块的线胀系数差	B	高斯	0	6.0	0.5	0.2
$u(\delta_5)$ 电机线圈游标卡尺和量块的温差	B	矩形	0	0.34	0.6	0.2
合成标准不确定度 $u_c$	6.5 $\mu\text{m}$					
扩展不确定度 ( $k=2$ ) $U$	13.0 $\mu\text{m}$					

A.8 不确定度概算讨论

选取  $L_i = 60 \text{ mm}$  进行测量不确定度概算结果为:

$U = 13.0 \mu\text{m}$ , 而  $U_T = 13.3 \mu\text{m}$

评定结果表明:  $U < U_T$ , 满足  $U \leq \frac{1}{3} \cdot \text{MPEV}$  判断准则的要求。

