陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

曲轴量表校准规范

Calibration Specification forDial Gauges Crankshaft

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发布

曲量表校准规范

Calibration Specification forDial Gauges Crankshaft

JJF (陕)XX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：西安计量技术研究院

参加起草单位：陕西省计量科学研究院

汉中市质量技术检验检测中心

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

任志刚（西安计量技术研究院）

张　娟　（西安计量技术研究院）

郑小艳（西安计量技术研究院）

参加起草人：

毛　斌（陕西省计量科学研究院）

仙　鹃（汉中市质量技术检验检测中心）

李玉红（西安计量技术研究院）

王　冰（西安计量技术研究院）

目　录

引言.....（II）
1　范围.....（1）
2　引用文件.....（1）
3　术语.....（1）
4　概述.....（1）
5 计量特性.....（2）
5.1　指针与刻度盘相互位置.....（2）
5.2 指针末端宽度和刻线宽度.....（2）
5.3　测头的表面粗糙度.....（2）
5.4　曲轴量表的工作行程.....（2）
5.5　测量力…..（2）
5.6　重复性.....（2）
5.7　测杆径向受力对示值的影响.....（2）
5.8　示值误差.....（2）
5.9　回程误差.....（3）
6　校准条件.....（3）
6.1　环境条件.....（3）
6.2　测量标准及其他设备.....（3）
7　校准项目和校准方法.....（3）
7.1　测头的表面粗糙度.....（3）
7.2　指针与刻度盘相互位置.....（3）
7.3　指针末端宽度和刻线宽度.....（4）
7.4　测量力.....（4）
7.5　重复性.....（4）
7.6　测杆径向受力对示值的影响.....（4）
7.7　示值误差.....（4）
7.8　回程误差.....（5）
8　校准结果的表达.....（5）
9　复校时间间隔.....（5）
附录 A　曲轴量表校准原始记录.....（6）
附录 B　曲轴量表校准证书内容及内页格式.....（7）
附录 C　曲轴量表示值误差测量不确定度评定.....（9）

引　言

本规范依据 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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

曲轴量表校准规范

1　范围

本规范适用于分度值为 0.01mm、测量范围为 60mm～500mm 的曲轴量表的校准。

2　引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 34-2008　指示表（指针式、数显式）

JB/T 5214-2006 曲轴量表

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

3.1　行程（工作行程） travel

指活动测头移动范围上限值和下限值之差。

3.2　自由位置　free　place

表示活动测头处于自由状态的位置。

4　概述

曲轴量表是将活动测头的直线位移，通过机械传动机构转变为指针在表刻度盘上的角位移，由指针在表刻度盘上指示出读数的测量器具。主要用于测量曲轴等制件的尺寸和形状、位置误差。曲轴量表结构见图 1。

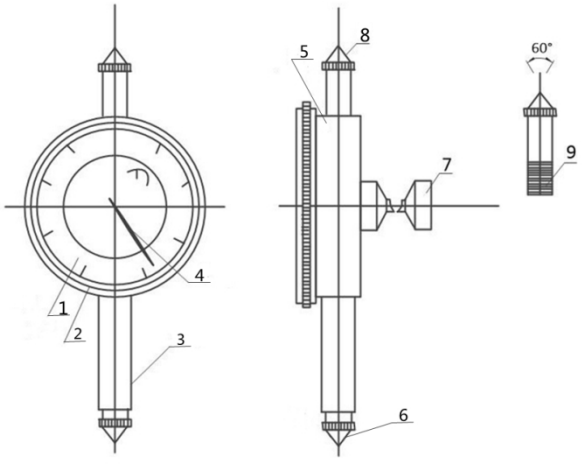


图 1　曲轴量表结构图

1—度盘 2—表圈　3—套管　4—指针　　5—表体

6—活动测头　7—重锤　　8—固定测头　9—接杆

5　计量特性

5.1　指针与刻度盘的相互位置

5.1.1　测杆在自由位置时，调整刻度盘零刻线和测杆轴线重合，指针处于零刻线逆时针方向的 30°～90°范围内。

5.1.2　指针末端与刻度盘刻线方向一致，无目力可见的偏斜；指针末端上表面与刻度盘刻线面的距离不大于 0.7mm。

5.1.3　指针尖端应保证位于短标尺标记长度的 30%～80%之间。

5.1.4　具有转数指示盘的曲轴量表，当转数指针指示在整数转时，长指针偏离零位不应大于 15 个分度。

5.2　指针末端宽度和刻线宽度

指针末端宽度和刻线宽度一致，刻线宽度在 0.15mm～0.25mm。

5.3　测头的表面粗糙度

测头一般由硬质合金制成，表面粗糙度 *Ra* 为 0.2μm。

5.4　曲轴量表的工作行程

曲轴量表的工作行程见表 1

表 1　工作行程　　mm

测量范围	工作行程	超过量不小于
60～120	3	0.3
＞120～500	3	0.3
	5	0.5

5.5　测量力

曲轴量表的测量力见表 2

表 2　测量力

测量范围	测力	任意 1mm 内测力变化
mm	N	
60～120	≥12	≤1.5
＞120～500	≥20	≤3

5.6　重复性

曲轴量表重复性不大于 0.003mm。

5.7　测杆径向受力对示值的影响

曲轴量表测杆径向受力对示值的影响量不超过 0.005mm.

5.8　示值误差

曲轴量表的最大允许误差见表 3

表 3　示值最大允许误差　　mm

工作行程	示值最大允许误差		
	任意 0.1	任意 1	全量程
3	0.005	0.010	0.014
5	0.005	0.010	0.016

注：校准不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5.9　回程误差

曲轴量表的回程误差不大于 0.003mm

6　校准条件

6.1　环境条件

6.1.1　环境温度：（20±10）℃,每小时温度变化不大于 2℃ ；相对湿度：≤80%。

6.1.2　校准前将曲轴量表和校准用计量器具恒温时间不少于 2h。

6.2　测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 4。

表 4 测量标准及计量特性

序号	校准项目	测量标准及计量特性
1	指针末端宽度和刻线宽度	工具显微镜 MPEV：(1+L/100) μm 或读数显微镜 MPEV：10 μm
2	测头的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块：+20%～-25%
3	测量力	测力仪：±2%
4	重复性	刚性表架、1 级平板
5	示值误差和回程误差	光栅指示表检定仪（任意 5mm）：MPEV：3 μm

注：也可采用满足测量不确定度要求的其它测量设备进行校准。

7　校准项目和校准方法

校准前，对仪器的外观、各部分相互作用进行检查，确认没有影响计量特性的因后再进行校准。测杆的移动平稳、灵活、无卡滞和松动现象。测杆移动时指针无松动。

7.1　测头的表面粗糙度

测量面的表面粗糙度用表面比较样块进行比较测量。进行比较时，所用的表面粗糙度

样块和被测量面的加工方法应相同，表面粗糙度样块的材料、形状、表面色泽等也应尽可能与被校测量面一致，以相应表面粗糙度比较样块的标称值作为校准值。

7.2　指针与刻度盘相互位置

目力观察

校准指针末端上表面与刻度盘刻线面的距离，用目力观察。有争议时用工具显微镜校准。校准时，采用五倍物镜，对指针上表面和刻度盘分别调焦，利用微动升降读数装置或附加百分表分别读数。两次读数之差即为指针末端上表面与刻度盘刻线面的距离。

7.3　指针末端宽度和刻线宽度

指针末端宽度和刻线宽度在工具显微镜上校准。在全长范围内至少抽三条刻线，刻线宽度以校准的刻线中最大值作为刻线宽度。

7.4　测量力

用测力仪在曲轴量表正行程的始、中、末 3 个位置进行校准，正行程中的最大测量力为曲轴量表的最大测量力。

7.5　重复性

将曲轴量表安装在刚性表架上，使表的测头垂直于平台，在工作形程的始、中、末三个位置，分别调整指针对准某一分度或某一数值，提升测杆 5 次，5 次中最大值与最小值之差即为该位置的示值重复性。

7.6　测杆径向受力对示值的影响

将曲轴量表活动测头的换成球形测头，使表的测杆轴线垂直于带筋工作台，测头与平台之间放置一个半径为 10mm 的半圆柱侧块（量块附件），调整曲轴量表于工作行程起始位置与侧块圆柱面最高位置附近接触，沿侧块母线垂直方向分别在表的前、后、左、右 4 个位置移动侧块各两次，每次侧块的最高点与表的测头接触出现最大点（转折点）时，记下读数，在 8 个读数中，最大值与最小值之差为测杆径向受力对示值影响。这一校准还要在工作行程中、末两位置进行。

7.7　示值误差

校准前将将活动测头的换成球形测头，将表可靠地紧固在光栅式指示表检定仪上，并使被校表测头与光栅式指示表检定仪测杆测量面接触后压缩测杆约（0.1～0.2）mm，同时调整曲轴量表，将光栅式指示表检定仪和曲轴量表置 “零”后开始校准，在测杆正行程方向上，选择相应间隔（0.1mm 或任意 1mm）进行校准直至全行程，继续压缩测杆 10 个分度左右，再进行反行程校准，在整个校准过程中，中途不能改变测杆的移动方向，也不能对曲轴量表和光栅式指示表检定仪做任何调整。

曲轴量表全量程示值误差由各校准点误差的最大值与最小值之差确定。

曲轴量表示值误差计算见公式（1）。

$$e = L_d - L_S \quad (1)$$

式中：

e—曲轴量表的示值误差，mm；

L_d—曲轴量表的示值，mm；

L_S—光栅式指示表检定仪示值，mm。

曲轴量表任意 0.1mm 示值误差，由全量程范围内任意相邻两点误差之差的最大值确定。

曲轴量表任意 1mm 示值误差，由全量程范围内任意 1mm 段所得误差中的最大值与最小值之差的最大值确定。

7.8　回程误差

在示值误差校准完后，取同一点正、反行程示值误差之差绝对值的最大值作为回程误差。

8　校准结果表达

经校准的分析仪发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录 B。

9　复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，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

曲轴量表校准原始记录推荐格式

记录编号：

委托单位：_____

器具名称：_____ 规格型号：_____

制造厂商：_____ 出厂编号：_____

校准依据：JJF（陕）xxx—2021《曲轴量表校准规范》

校准用主要测量设备：

名称	测量范围	准确度等级\最大允许误差\测量不确定度	证书编号	有效期至

校准地点： 环境温度：℃ 相对湿度：%

<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="2">校准项目</td><td colspan="9">校准结果</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">指针与刻度盘的相互位置</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">指针末端宽度和刻线宽度（mm）</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">测量力</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">重复性（mm）</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">测杆径向受力对示值的影响（mm）</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td rowspan="8">6</td><td colspan="11">示值误差（mm）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">行程/mm</td><td rowspan="2"></td><td colspan="8">受检点</td><td rowspan="2">任意 0.1mm</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>正</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>反</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>正</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>反</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">任意 1mm</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">全量程</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>7</td><td colspan="2">回程误差</td><td colspan="9"></td></tr>
</table>

测量不确定度 U= k=2

校准人员： 核验人员： 校准时间：

附录 B

校准证书内容及内页格式

B.1 校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

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）送校单位的名称和地址；

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）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2　校准证书内页格式（参考）见表 B.1

表B.1　校准证书内页推荐格式

序号	校准项目	校准结果	
1	指针与刻度盘的相互位置		
2	指针末端宽度和刻线宽度（mm）		
3	测量力		
4	重复性（mm）		
5	测杆径向受力对示值的影响（mm）		
6	示值误差（mm）	任意 0.1mm	
		任意 1mm	
		全量程	
7	回程误差（mm）		
	测量不确定度U=	k=2	

附录 C

曲轴量表示值误差测量不确定度评定

1 概述

1.1 测量依据：本校准规范

1.2 环境条件；温度（20±10）℃，湿度 48%RH。

1.3 测量标准：光栅式指示表检定仪

1.4 被测对象：曲轴量表

1.5 测量过程及方法：采用直接测量法

校准前现将将曲轴量表活动测头的换成球形测头，将表可靠地紧固在光栅式指示表检定仪上，将光栅式指示表检定仪和曲轴量表置 “零”后开始校准，在测杆正行程方向上，继续压缩测杆 10 个分度左右，再进行反行程校准，曲轴量表全行程示值误差由个校准点误差的最大值与最小值之差确定。

2 测量模型

指示表的示值误差 e:

$$e=L_d-L_s+L_d \cdot a_d \cdot \triangle t_d- L_s \cdot a_s \cdot \triangle t_s \qquad (A.1)$$

式中： L_d —曲轴量表的示值（20℃条件下）;

L_s—光栅式指示表检定仪的示值（20℃条件下）;

a_d 和 a_s—曲轴量表和检定仪的线膨胀系数；

$\triangle t_d$和$\triangle t_s$—曲轴量表和检定仪偏离参考温度 20℃的数值；

3 灵敏系数

根据数学模型，对公式(A.1)求偏导得：

式中: $c_1=\partial e/\partial L_d=1$;　$c_2=\partial e/\partial L_s=-1$;

$c_3=\partial e/\delta a=L \cdot \triangle t$;　$c_4=\partial e/\delta t=-L \cdot a$;

4 标准不确定度评定

4.1 测量重复性的不确定度 u_1

曲轴量表以工作行程为 5mm 示值为例，在相同的条件下，用光栅式指示表检定仪对曲轴量表重复测量 10 次，得到：5.006mm、5.007mm、5.008mm、5.005mm、5.006mm、5.007mm、5.007mm、5.006mm、5.007mm、5.006mm;

由贝赛尔公式的实验标准差：

$$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=0.9mm$$

则：s=u_1=0.9μm

4.2 检定仪的示值误差引入的不确定度u_2

光栅指示表检定仪示值误差在任意 5mm 范围内为不大于 3.0μm；按均匀分布。

光栅指示表检定仪：$u_2=3.0/\sqrt{3}=1.7\mu m$

4.3 曲轴量表和光栅指示表检定仪间线胀系数引入的不确定度u_3

由于两个计量器具材料性质有差异，两种材料热线胀系数界限在(11.5±1)×10-6℃$^{-1}$范围，则δ_a线胀系数差的界限为±2×10-6℃$^{-1}$，按均匀分布，测量尺寸为L，偏离测量温度△t 的范围是±10℃，则：

$$u_3=\frac{2\times10^{-6}\circ C^{-1}}{\sqrt{3}}\times L\times\Delta t=1.15\times10^{-6}\circ C^{-1}+5mm\times10^3\times10\circ C$$

$=0.06\mu m$

4.4 曲轴量表和检定仪的温度差引入的不确定度u_4

曲轴量表和检定仪间有一定的温度差存在，并以等概率落于估计区间为±0.5℃内，其区间半宽为 0.5℃，测量尺寸为 L 和线膨胀系数 11.5×10^{-6}/℃，按照均匀分布则：

$$u_4=5\text{mm}\times10^3\times11.5\times10^{-6}\times0.5\text{℃}/\sqrt{3}=0.017\mu\text{m}$$

5 标准不确定度一览表

曲轴量表的不确定度一览表

标准不确定度分量$u\ (x_i)$	不确定来源	标准不确定度值$u\ (x_i)$	c_i	$\lvert c_i\rvert\times u(x_i)$（μm）
u_1	测量重复性	0.9μm	1	0.9
u_2	光栅指示表检定仪的示值误差	1.7μm	-1	1.7
u_3	曲轴量表和光栅指示表检定仪间线胀系数引入的不确定度	2×10^{-6} ℃$^{-1}/\sqrt{3}$	$L\cdot\Delta t$	0.06

u_4	曲轴量表和检定仪的温度差引入的不确定度	$0.5℃/\sqrt{3}$	$L\cdot a$	0.017
$u_c=1.9\mu m$				

6 合成标准不确定度 u_c

指示表（分度值为0.01mm，L=5mm）点时：

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2+u_4^2}$$

$$=\sqrt{0.9^2+1.7^2+0.06^2+0.017^2}$$

=1.9μm

7 扩展不确定度

取包含因子 k=2，当L=5mm时，扩展不确定度为：

$$U=\sqrt{2}\times k\times u_c(L)=\sqrt{2}\times 2\times 1.9=5.3\mu m$$