



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

关节测角器校准规范

Calibration Specification for Joint Goniometer

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

关节测角器校准规范

Calibration Specification for
Joint Goniometer

JJF(京) XX-XXXX

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

本规范委托 XXXXXXXX 负责解释

目 录

引言	(1)
1 范围	(2)
2 引用文件	(2)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
5 校准条件	(3)
6 校准项目和校准方法	(4)
7 校准结果表达	(5)
8 复校时间间隔	(6)
附录 A 关节测角器直尺示值误差测量结果不确定度评定示例	(7)
附录 B 关节测角器角度示值误差测量结果不确定度评定示例	(9)
附录 C 校准记录格式(推荐)	(12)
附录 D 校准证书内页格式(推荐)	(14)

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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范编写工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

关节测角器校准规范

1 范围

本规范适用于关节测角器的校准。

2 引用文件

JJG 1-1999 钢直尺

SF/Z JD0103003 法医临床检验规范

QB/T1474.1 绘图仪尺 直尺

QB/T1474.5 绘图仪尺 量角器

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

3 概述

关节测角器主要是用于测量人体颈部、腰部，四肢肢体关节运动时所通过的角度或弧度的专用测量器具。典型关节测角器按功能可分为脊椎角度尺、肢体角度尺、指关节角度尺，其结构形式如图 1-7 所示。

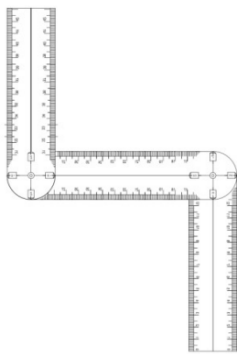


图 1. 脊椎角度尺

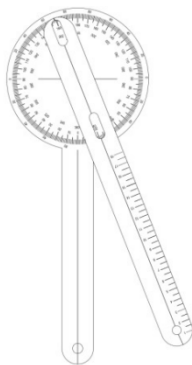


图 2. 肢体角度尺

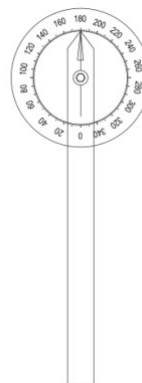


图 3. 罗盘式角度尺

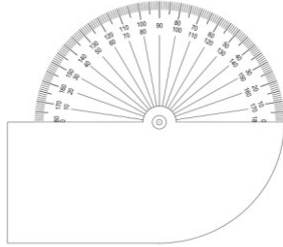


图 4. 手指角度尺

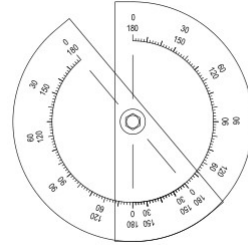


图 5. 指关节角度尺

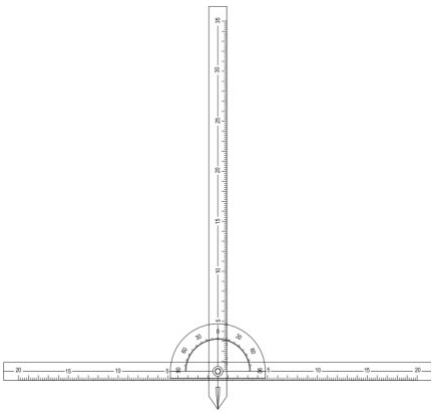
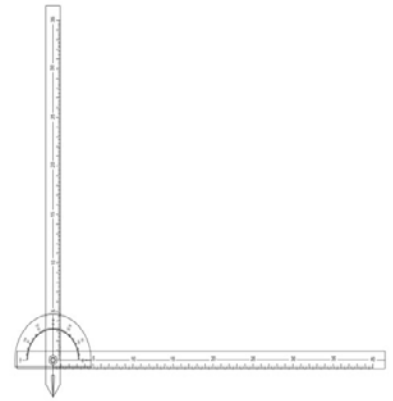


图 6.

双叉式 (T形) 角度尺

图 7. 双叉式肢体角度尺



4 计量特性

关节测角器各项计量特性指标见表 1。

表 1 关节测角器计量特性指标

计量性能要求	技术指标
刻线宽度及宽度差	刻线宽度: (0.1~0.5) mm、刻线宽度差: 0.12mm
直尺示值误差	±1mm
角度示值误差	±1.5°

注: 以上计量特性要求仅供参考, 不作为判定依据

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度: (20±8) °C。

5.1.2 相对湿度: ≤80%。

5.2 测量标准及其它设备

测量标准及设备见表 2。允许使用计量性能满足要求的其他测量设备。

表 2 校准项目和对应测量设备

序号	校准项目	校准用标准装置	最大允许误差或准确度等级
1	刻线宽度及宽度差	读数显微镜	MPE: $\pm 0.01\text{mm}$
2	直尺示值误差	钢直尺	MPE: $\pm (0.10\sim 0.20)\text{mm}$
3		平板	2 级
4	角度示值误差	影像测量仪	MPE: $\pm (2.2+L/200)\ \mu\text{m}$

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

关节测角器校准项目见表 1。

6.2 校准方法

校准前应确认无影响校准正确实施和校准结果的外观缺陷。

6.2.1 刻线宽度及宽度差

刻线宽度及宽度差用读数显微镜进行校准。不同型号直尺和角度尺的刻线均应在全量程范围内均匀分布至少抽取 3 条刻线宽度。刻线宽度差由 3 条抽取的刻线中最大值与最小值之差确定。

6.2.2 直尺示值误差

直尺示值误差采用钢板尺在平板上进行校准。将关节测角器直尺刻线面与钢直尺放在平板上进行比较测量,调整关节测角器直尺刻线的轴线方向与钢直尺尺边相平行,用钢直尺的首端(0 刻线)与被检关节测角器直尺的端边或(0 刻线)对齐并加以固定,用放大镜在钢直尺上读出被检关节测角器直尺的测量值,校准时应以各条刻线中心为准,目视方向应垂直于刻度尺的轴线方向,全长范围内应均匀分布选取不少于 3 点,每点重复测量 3 次,取平均值作为校准结果,测量其直尺示值误差按公式(1)计算。

$$\Delta L = L - \bar{L}_s \quad (1)$$

式中: $\square \Delta L$ ——关节测角器直尺示值误差, mm;

L ——关节测角器直尺标称刻度值，mm；

\bar{L}_s ——关节测角器直尺 3 次测量结果的算数平均值，mm。

6.2.3 角度示值误差

角度示值误差采用影像测量仪进行校准。将关节测角器放置在影像测量仪玻璃工作台面上，调整被检关节测角器直尺轴线方向与影像仪测量轴线尽可能平行，保持刻线面与使用状态尽可能一致，调节照明方式，使视场明亮、均匀，依据被检尺刻线宽度调整适当的放大倍率物镜、正确聚焦使关节测角器标尺刻线清晰，使线宽利于瞄准或采集边界，在被校角两条边的内边缘拟合直线，评价这两条直线的夹角 α 。对该测角器在全量程范围内应均匀分布选取不少于 6 个位置，每个角度重复测量 3 次，取平均值作为校准结果，测量其角度示值误差按公式 (2) 计算。

$$\Delta\alpha = \alpha - \bar{\alpha}_s \quad (2)$$

式中：□ $\Delta\alpha$ ——关节测角器角度的示值误差，°；

α ——关节测角器角度标称刻度值，°；

$\bar{\alpha}_s$ ——关节测角器角度 3 次测量结果的算数平均值，°。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- 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) 证书或报告的唯一性标识（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) 对校准规范偏离的说明;
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期;
- 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, 不得部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素决定, 送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔一般不超过一年。

录 A

关节测角器直尺示值误差校准结果的不确定度评定

A. 1 概述

A. 1.1 测量方法

选用钢直尺测量分度值为 1mm、直尺测量范围 (0~420) mm 的关节测角器, 按 6.2.2 方法校准。全长范围内均匀分布不少于 3 点, 分别读取关节测角器直尺的刻度值 L 和对应钢直尺上的读数值 L_s , 计算关节测角器直尺的示值误差 ΔL 。

A. 2 测量模型

A. 2.1 示值误差

$$\Delta L = L - L_s$$

式中: ΔL ——关节测角器直尺示值误差, mm;

L ——关节测角器直尺的标称刻度值, mm;

L_s ——关节测角器直尺的测量值, mm。

A. 3 各输入量的标准不确定度分量的评定

输入量 L , L_s 的不确定度来源包括测量重复性、估读误差和仪器本身的示值误差。

A. 3.1 测量重复性引起的标准不确定度分量 $u(L_1)$ 的评定

将关节测角器、钢直尺置于平台上, 对关节测角器直尺 420mm 处测量点, 在重复性条件下连续测量 10 次得到测量列:

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测得值 (mm)	420.1	420.1	420.2	420.1	420.2	420.2	420.2	420.1	420.1	420.2

单次试验标准偏差:
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n-1}} = 0.05\text{mm}$$

在分别选 120mm, 270mm 测量点, 加上之前的 420mm 点共 3 处测量点, 各在重复性条件下连续测量 10 次, 共得 3 组测量数列, 并计算得到单次测量实验标准差。

测量点 (mm)	120	270	420
实验标准差 S_j (mm)	$S_1=0.04$	$S_2=0.04$	$S_3=0.05$

合并样本标准差为：

$$S_p = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j^2} = 0.05\text{mm}$$

在实际情况下，需在重复性条件下连续测量 3 次，取该 3 次测量算术平均值作为测量结果，因此标准不确定度为：

$$u(L_1) = \frac{S_p}{\sqrt{3}} = 0.03\text{mm}$$

A. 3.2 估读误差引入的标准不确定度分量 $u(L_2)$ 的评定

对于分度值为 1mm 的关节测角器，每次测量时估读误差不大于 0.1mm，以 $\pm 0.1\text{mm}$ 计算，半宽为 0.1mm，包含因子 $k = \sqrt{6}$ 服从三角分布。所以：

$$u(L_2) = a/k = 0.04\text{mm}$$

A. 3.3 由钢直尺示值误差引入的标准不确定度分量 $u(L_s)$ 的评定

以校准所用的钢直尺为例，根据 JJG1-1999《钢直尺检定规程》规定 1000mm 钢直尺的示值最大允许误差 $\pm 0.20\text{mm}$ ，半宽为 0.20mm，包含因子 $k = \sqrt{3}$ 服从均匀分布。所以：

$$u(L_s) = a/k = 0.12\text{mm}$$

A. 4 合成不确定度

根据上述模型，各输入量之间不存在任何值得考虑的相关性各分量互不相关，合成标准不确定度计算公式为：

$$u_c^2(\Delta L) = [c_1 u(L)]^2 + [c_2 u(L_s)]^2$$

A. 4.1 灵敏系数

测量模型

$$\Delta L = L - L_s$$

$$L \text{ 的灵敏系数 } c_1 = \frac{\partial(\Delta L)}{\partial(L)} = 1$$

$$L_s \text{ 的灵敏系数 } c_2 = \frac{\partial(\Delta L)}{\partial(L_s)} = -1$$

A. 4. 2 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度分量 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x_i)$
$u(L_1)$	测量重复性引起的标准不确定度分量	0.03mm	1	0.03mm
$u(L_2)$	估读误差引入的标准不确定度分量	0.04mm		0.04mm
$u(L_s)$	钢直尺示值误差引入的标准不确定度分量	0.12mm	-1	0.12mm

A. 4. 3 合成标准不确定度 u_c 的计算

$$u_c(\Delta L) = \sqrt{u^2(L_1) + u^2(L_2) + u^2(L_s)} = 0.13\text{mm}$$

A.5 扩展不确定度

扩展不确定度由合成标准不确定度 $u_c(\Delta L)$ 乘以包含因子 k 得到，取包含因子 $k = 2$

$$U = k \times u_c(\Delta L) = 0.3\text{mm}$$

附录 B

关节测角器角度示值误差校准结果的不确定度评定

A. 1 概述

A. 1.1 测量方法

选用影像测量仪测量分度值为 1° 、角度测量范围 ($0^\circ \sim 180^\circ$) 的关节测角器, 按 6.2.3 方法校准。全量程范围内均匀分布不少于 6 个角度, 分别读取关节测角器角度的刻度值 α 和对应影像测量仪上的读数值 α_s , 计算角度的示值误差 $\Delta\alpha$ 。

A. 2 测量模型

A.2.1 示值误差

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_s$$

式中: \square $\Delta\alpha$ —— 关节测角器角度示值误差;
 α —— 关节测角器角度标称角度值;
 α_s —— 关节测角器角度的测量值。

A. 3 各输入量的标准不确定度分量的评定

输入量 α , α_s 的不确定度来源包括测量重复性、人眼分辨率和仪器本身的示值误差。

A. 3.1 测量重复性引起的标准不确定度分量 $u(\alpha_1)$ 的评定

将关节测角器放置在影像测量仪工作台面上, 刻线面与使用状态保持一致, 在关节测角器上选择 120° 处测量点, 在重复性条件下连续测量 10 次得到测量列:

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测得值 ($^\circ$)	120.28	120.33	120.27	120.21	120.25	120.19	120.27	120.31	120.25	120.27

单次试验标准偏差:
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}} = 0.04^\circ$$

再分别选 -60° 、 -120° 、 -180° 、 $+60^\circ$ 、 $+180^\circ$ （-表示逆时针）加上之前的 $+120^\circ$ 测量点共 6 处测量角度，各在重复性条件下连续测量 10 次，共得 6 组测量数列，并计算得到单次测量实验标准差。

测量角度 ($^\circ$)	-180	-120	-60	+60	+120	+180
实验标准差 S_j ($^\circ$)	$S_1=0.04$	$S_2=0.05$	$S_3=0.05$	$S_4=0.04$	$S_5=0.04$	$S_6=0.05$

$$\text{合并样本标准差为: } S_p = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m S_j^2} = 0.05^\circ$$

在实际情况下，需在重复性条件下连续测量 3 次，取该 3 次测量算术平均值作为测量结果，因此标准不确定度为：

$$u(\alpha_1) = \frac{S_p}{\sqrt{3}} = 0.03^\circ$$

A. 3.2 人眼分辨率引入的标准不确定度分量 $u(\alpha_2)$ 的评定

对于分度值为 1° 的关节测角器，由于每次测量人眼分辨率 a 大致为 0.1° ，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ 服从均匀分布，同时一次测量带有两次人眼分辨误差。所以：

$$u(\alpha_2) = \sqrt{2} \times \frac{1}{2} \times a / \sqrt{3} = 0.04^\circ$$

A. 3.3 由影像仪示值误差引入的标准不确定度 $u(\alpha_s)$

根据影像测量仪使用说明书给出的最大允许误差为 $\pm (2.2 + L/200) \mu\text{m}$ ，一般情况下此分布符合均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，假设此关节测角器角边长 $L=20\text{mm}$ 。可得标准不确定度为：

$$u_{\text{线}}(\alpha_s) = \frac{(2.2 + L/200)}{\sqrt{3}} = 0.002 \text{ mm}$$

$$u(a_s) = \arctg \frac{0.002}{20} = 0.01^\circ$$

A. 4 合成不确定度

根据上述模型，各输入量之间不存在任何值得考虑的相关性各分量互不相关，合成标准不确定度计算公式为：

$$u_c^2(\Delta\alpha) = [c_1 u(\alpha)]^2 + [c_2 u(\alpha_s)]^2$$

A. 4.1 灵敏系数

测量模型

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_s$$

$$\alpha \text{ 的灵敏系数 } c_1 = \frac{\partial(\Delta\alpha)}{\partial(\alpha)} = 1$$

$$\alpha_s \text{ 的灵敏系数 } c_2 = \frac{\partial(\Delta\alpha)}{\partial(\alpha_s)} = -1$$

A.4.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度分量 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x_i)$
$u(\alpha_1)$	测量重复性引起的标准不确定度分量	0.03°	1	0.03°
$u(\alpha_2)$	人眼分辨率引入的标准不确定度分量	0.04°		0.04°
$u(\alpha_s)$	影像仪示值误差引入的标准不确定度分量	0.01°	-1	0.01°

A.4.3 合成标准不确定度 u_c 的计算

$$u_c(\Delta\alpha) = \sqrt{u^2(\alpha_1) + u^2(\alpha_2) + u^2(\alpha_s)} = 0.05^\circ$$

A.5 扩展不确定度

扩展不确定度由合成标准不确定度 $u_c(\Delta\alpha)$ 乘以包含因子 k 得到, 取包含因子 $k = 2$

$$U = k \times u_c(\Delta\alpha) = 0.1^\circ$$

二、 关节测角器示值误差

仪器名称	角度尺 受检点 (°)	角度测量值 (°)			平均值(°)	示值误差 (°)	测量结果 不确定度
		1	2	3			
脊椎角度 尺	-180						
	-120						
	-60						
	0						
	60						
	120						
	180						
	直尺受 检点 (mm)	直尺测量值 (mm)			平均值(mm)	示值误差 (mm)	测量结果 不确定度
		1	2	3			
		0					
		120					
		270					
		420					
仪器名称	角度尺 受检点 (°)	角度测量值 (°)			平均值(°)	示值误差 (°)	测量结果 不确定度
		1	2	3			
肢体角度 尺	0						
	60						
	120						
	180						
	240						
	300						
	330						
	直尺受 检点 (mm)	直尺测量值 (mm)			平均值(mm)	示值误差 (mm)	测量结果 不确定度
		1	2	3			
		0					
		60					
		120					
		180					

注：①表中“-”代表逆时针方向

②具体受检点可根据角度尺和直尺的量程按照均匀分布的原则自行确定

附录 D

校准证书内页格式（推荐）

1. 刻线宽度及宽度差：

仪器名称	直尺刻线宽度测量值			直尺刻线宽度差	角度尺刻线宽度测量值			角度尺刻线宽度差
	1	2	3		1	2	3	

2. 示值误差：

角度受检点 (°)	-180	-120	-60	0	60	120	180
示值误差 (°)							
直尺受检点 (mm)	0	120	270	420			
示值误差 (mm)							

注：①表中“-”代表逆时针方向

②具体受检点可根据角度尺和直尺的量程按照均匀分布的原则自行确定