



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 949—2011

经纬仪检定装置

Theodolite Verification Devices

2011-11-14 发布

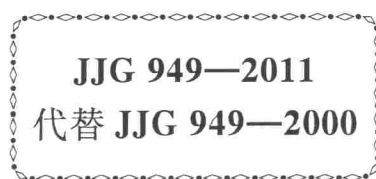
2012-05-14 实施



国家质量监督检验检疫总局 发布

经纬仪检定装置检定规程

Verification Regulation of
Theodolite Verification Devices



本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2011 年 11 月 14 日批准，并自 2012 年 5 月 14 日起施行。

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位：中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所

广东省计量科学研究院

参加起草单位：中国计量科学研究院

中航长城计量测试（天津）有限公司

解放军信息工程大学测绘学院

中国地震局地震研究所

本规程委托全国几何量长度计量技术委员会负责解释。

本规程主要起草人：

师会生（中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所）

黄 稣（广东省计量科学研究院）

唐翠荣（中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所）

参加起草人：

刘 雯（中国计量科学研究院）

张振红（中航长城计量测试（天津）有限公司）

薛 英（解放军信息工程大学测绘学院）

付辉清（中国地震局地震研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 平行光管分划板分度误差	(2)
4.2 水平目标平行光管位置正确性	(2)
4.3 准线光管视准线的直线度	(2)
4.4 水平目标定位重复性	(2)
4.5 竖直目标定位重复性	(2)
4.6 立轴多齿分度台最大分度间隔误差	(2)
4.7 竖直角标准最大分度间隔误差	(2)
5 通用技术要求	(2)
6 计量器具控制	(3)
6.1 检定条件	(3)
6.2 检定项目	(3)
6.3 检定方法	(4)
6.4 检定结果的处理	(8)
6.5 检定周期	(8)
附录 A 检定记录格式举例	(9)
附录 B 检定证书内页格式	(11)

经纬仪检定装置检定规程

1 范围

本规程适用于经纬仪检定装置的首次检定、后续检定及使用中检查。

2 引用文件

JJG 472—2007 多齿分度台

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；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

经纬仪检定装置是用于检定经纬仪（含光学经纬仪、电子经纬仪和全站仪测角部分）的专用装置，主要有多目标式和多齿分度台式两种结构形式：多目标式检定装置以4~6只平行光管作为水平方向无穷远目标，以不少于5个位置的平行光管作为竖直方向无穷远目标；多齿分度台式检定装置由能产生标准角的多齿分度台和平行光管组成。检定装置结构见图1和图2。

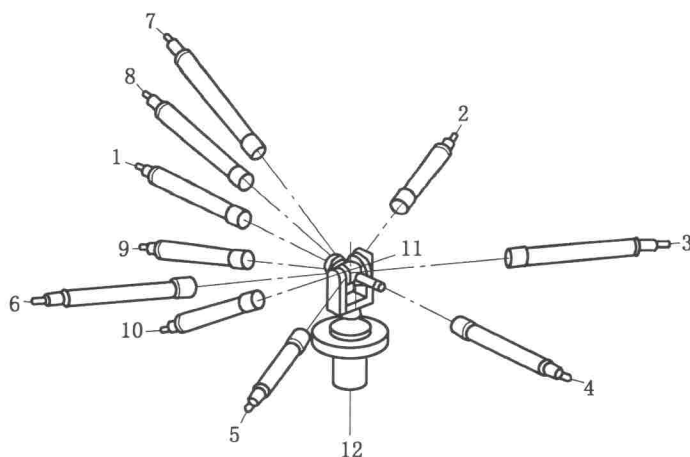


图1 多目标式检定装置

1~6—水平目标平行光管；7~10—竖直目标平行光管；
11—经纬仪；12—检定台

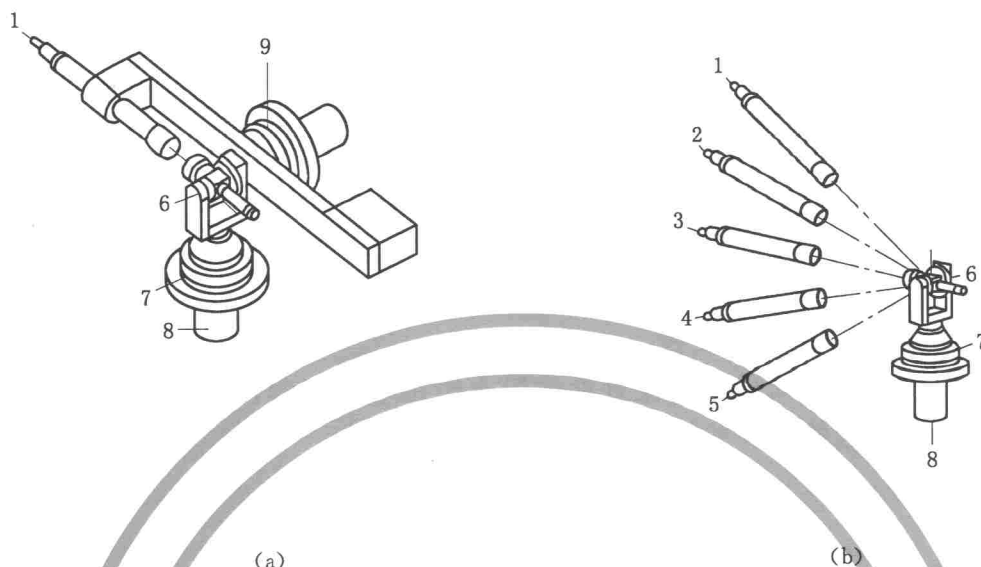


图2 多齿分度台式检定装置

1~5—平行光管；6—经纬仪；7—立轴多齿分度台；
8—检定台；9—卧轴多齿分度台

4 计量性能要求

4.1 平行光管分划板分度误差

经纬仪检定装置平行光管分划板分度误差应不超过 $3''$ /格。

4.2 水平目标平行光管位置正确性

经纬仪检定装置水平目标平行光管位置正确性应不超过 $15''$ 。

4.3 准线光管视准线的直线度

经纬仪检定装置准线光管视准线的直线度应不超过 $3''$ 。

4.4 水平目标定位重复性

经纬仪检定装置水平目标定位重复性应不超过 $0.3''$ 。

4.5 竖直目标定位重复性

经纬仪检定装置竖直目标定位重复性应不超过 $1''$ 。

4.6 立轴多齿分度台最大分度间隔误差

多齿分度台式经纬仪检定装置立轴多齿分度台最大分度间隔误差应不超过 $0.3''$ 。

4.7 竖直角标准最大分度间隔误差

经纬仪检定装置竖直角标准最大分度间隔误差应不超过 $1.0''$ 。

5 通用技术要求

a) 平行光管标称物镜焦距应不小于 500 mm，分划板标称格值不大于 $30''$ /格。

- b) 外观应无明显机械损伤、脱漆和锈蚀等现象。
 - c) 光学器件表面应无水迹、油迹、霉点、脱膜，胶结处无脱胶等现象。
 - d) 各运动机构运转灵活平滑，没有松动卡滞等现象，锁紧牢固可靠。
 - e) 检定台上的旋转平台应在整周内旋转平稳。
 - f) 平行光管分划板在同一焦平面内；视场内均应视场清晰，亮度均匀，无目视之亮暗差异。
 - g) 多目标式检定装置在水平方向安置不得少于 4 个平行光管，至少在半圆内按非整度整分的要求布设；在竖直方向安置不得少于 5 个平行光管，至少在 $-25^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 内按非整度整分的要求布设。
 - h) 平行光管十字分划板竖丝应铅垂；水平目标平行光管十字分划板横丝应大约在同一水平面内；竖直目标平行光管十字分划板竖丝应大约在同一铅垂面内。
 - i) 高、低两位置目标平行光管与水平方向目标平行光管夹角应大于 25° ，对称度小于 $30'$ 。
- 对于后续检定和使用中检查的装置，允许有不影响装置准确度的上述有关缺陷。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

6.1 检定条件

6.1.1 主要检定器具及配套设备

主要检定器具和配套设备及技术要求见表 1。

表 1 主要检定器具技术要求

序号	主要检定器具	技术要求
1	多面棱体	不低于三等
2	自准直仪	1 级
3	卧轴多齿分度台	最大分度间隔误差 $\leq 0.3''$
4	经纬仪（光学或电子）	DJ ₁ 级或 I 级
5	水准仪	视准线误差 $\leq 5''$ ；调焦运行误差 $\leq 0.2 \text{ mm}$

6.1.2 环境条件

6.1.2.1 经纬仪检定装置的检定工作应在室内常温下进行，温度变化不大于 1°C/h 。

6.1.2.2 检定前多面棱体和自准直仪在检定室内平衡温度的时间不小于 6 h。

6.1.2.3 检定室应保持干燥、清洁；检定装置不受震动影响。

6.2 检定项目

检定装置的检定项目见表 2。

表 2 检定装置检定项目一览表

序号	检定项目	检定类别		
		首次检定	后续检定	使用中检查
1	外观及各部分的相互作用	+	+	+
2	平行光管分划板分度误差	+	—	+
3	水平目标平行光管位置正确性	+	+	+
4	准线光管视准线的直线度	+	—	—
5	水平目标定位重复性	+	+	—
6	竖直目标定位重复性	+	+	—
7	立轴多齿分度台最大分度间隔误差	+	+	—
8	竖直角标准装置最大分度间隔误差	+	—	—
检定类别中，“+”号为必检项目；“—”号为可不检项目。				

6.3 检定方法

6.3.1 外观及各部分的相互作用

目力观察和经纬仪试验。其结果应符合 5.1 要求。

6.3.2 平行光管分划板分度误差

将经纬仪安置在检定装置中心工作台上，精确整平，在盘左位置用望远镜对平行光管十字分划板中心的左右十格范围内任意三组刻线进行瞄准测量，读取经纬仪水平角读数分别为 L_1 、 L_2 ，纵转经纬仪望远镜 180° ，在盘右位置对同一组刻线进行瞄准测量，读取经纬仪水平角读数分别为 R_1 、 R_2 ，按式 (1) 计算分划板分度误差：

$$\epsilon = \frac{(L_2 - R_2 \pm 180^\circ) - (L_1 - R_1 \pm 180^\circ)}{2n} - t \quad (1)$$

式中： ϵ ——平行光管分划板分度误差，(″)/格；

n ——分划板刻线间隔数（一般不大于 5），格；

t ——平行光管分划板标称格值，(″)/格。

取三组刻线分度误差的平均值为最终测量结果。结果应符合 4.1 要求。

6.3.3 水平目标平行光管位置正确性

将水准仪安装在检定台上，升降检定台使水准仪光轴与水平目标平行光管光轴大致等高并整平水准仪。在平行光管分划板竖丝上，读取水准仪横丝所在位置的格数 a 。按式 (2) 计算位置正确性：

$$p = at \quad (2)$$

式中： p ——平行光管位置正确性，(″)；

t ——平行光管分划板标称格值，(″)/格。

结果应符合 4.2 要求。

水平目标平行光管位置正确性也可用满足准确度的其他方法进行检定。

6.3.4 准线光管视准线的直线度

对于通过直接比对法检定经纬仪调焦运行误差的准线光管必须检定视准线的直线度。

按图 3 中 I 的方式将水准仪安平在检定台上, 升降检定台使水准仪光轴与准线光管光轴大致等高并把水准仪的测微器放置在量程的中间位置 (读数 A_0), 先用水准仪照准准线光管无穷目标, 使两者分划板水平线重合, 再调焦望远镜 (和准线光管) 照准准线光管中最近目标, 若两者分划板水平线不重合, 升降检定台或调整准线光管的水平位置, 使它们重合。然后重复上述过程直至二者在远近目标处均严格重合。

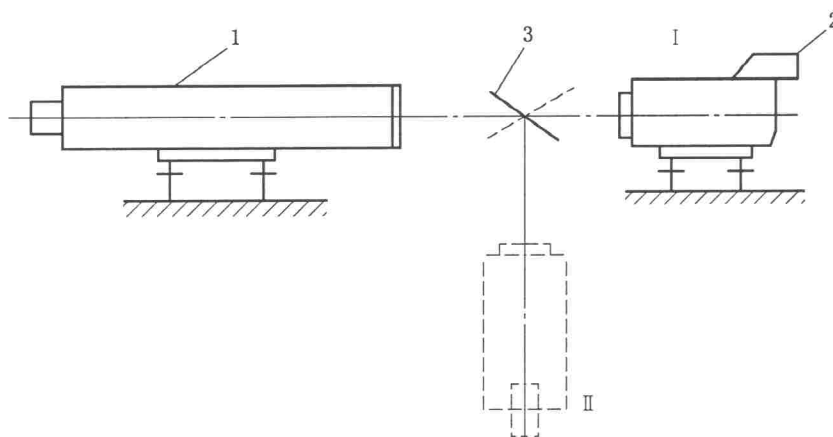


图 3 准线光管视准线检定安置方式

1—准线光管; 2—水准仪; 3—转像棱镜组

接着分别调焦水准仪 (和准线光管) 对准准线光管中其他视距处的目标。用水准仪的测微器使两分划板水平线严格重合; 并在测微器上读数: A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 ; 然后反向调焦, 分别对准各目标进行返测, 得 $A'_1, A'_2, A'_3, A'_4, A'_5$ 。换成角度误差为:

$$Q_{Vi} = \frac{(A_i + A'_i - 2A_0) \times t'}{2L_i} \times \rho \quad (3)$$

式中: Q_{Vi} ——受检目标竖直方向准线偏差, (");

L_i ——受检目标的焦距, mm;

t' ——水准仪测微器的分度值, mm/格;

ρ ——206 265"。

按图 3 中 II 的方式将水准仪安平在检定台上, 靠转向棱镜组使准线光管中分划板竖直线转换为水平线。置测微器居中, 读得 B_0 , 并按上述方法将水准仪和准线光管二者分划板水平线在远近目标处均严格重合。再按相同操作和读数, 得 B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 及 $B'_1, B'_2, B'_3, B'_4, B'_5$ 。同样换成角度误差为:

$$Q_{Hi} = \frac{(B_i + B'_i - 2B_0) \times t'}{2L_i} \times \rho \quad (4)$$

式中: Q_{Hi} ——受检目标水平方向准线偏差, (");

L_i ——受检目标的焦距, mm;

t' ——水准仪测微器的分度值, mm/格;

ρ ——206 265"。

按式 (5) 计算准线光管视准线的直线度:

$$Q_i = \sqrt{Q_{Hi}^2 + Q_{Vi}^2} \quad (5)$$

取 $Q = \max(Q_i)$ 为准线光管视准线直线度的测量结果。该结果应符合 4.3 的要求。计算实例见附录 A 表 A.2。

准线光管视准线的直线度也可用满足准确度的其他方法进行检定。

6.3.5 水平目标定位重复性

6.3.5.1 多目标式检定装置

将自准直仪紧固在多目标式检定装置的中心工作台上,照准中水平目标平行光管十字分划板竖丝,读数 3 次取平均值为 a_1 ,每隔 5 min 测量一次,不少于 6 次,分别为 $a_2, \dots, a_n$ 。按式 (6) 计算水平目标定位重复性:

$$s_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中: $\bar{a}$ ——读数 $a_1, \dots, a_n$ 的平均值。

结果应符合 4.4 的要求。

6.3.5.2 多齿分度台式检定装置

将自准直仪紧固在检定装置的中心工作台上,照准水平目标平行光管十字分划板竖丝,读数为 a_1 ;松开并旋转立轴多齿分度台后再次啮合,读数为 a_2 ,依次重复测量不少于 6 次,分别为 $a_3, \dots, a_n$ 。按 (6) 式计算水平目标定位重复性,结果应符合 4.4 的要求。

6.3.6 竖直目标定位重复性

6.3.6.1 多目标式检定装置

将经纬仪紧固在多目标式检定装置的中心工作台上,照准竖直目标平行光管十字分划板横丝,读数 3 次取平均值为 b_1 ,每隔 5 min 测量一次,不少于 6 次,分别为 $b_2, \dots, b_n$ 。按式 (7) 计算竖直目标定位重复性:

$$s_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (b_i - \bar{b})^2}{n-1}} \quad (7)$$

式中: $\bar{b}$ ——读数 $b_1, \dots, b_n$ 的平均值。

结果应符合 4.5 的要求。

6.3.6.2 多齿分度台式检定装置

将经纬仪紧固在检定装置的中心工作台上,照准竖直目标平行光管十字分划板横丝,读数 3 次取平均值为 b_1 ;松开并旋转卧轴多齿分度台后再次啮合,读数 3 次取平均值为 b_2 ,依次重复测量不少于 6 次,分别为 $b_3, \dots, b_n$ 。按 (7) 式计算竖直目标定位重复性,结果应符合 4.5 的要求。

6.3.7 立轴多齿分度台最大分度间隔误差

对于多齿分度台式检定装置中用于产生标准水平角的立轴多齿分度台的最大分度间隔误差按 JJG 472—2007《多齿分度台》6.3.6 最大分度间隔误差的规定进行检定,结

果应符合 4.6 的要求。计算实例见附录 A 表 A.3。

6.3.8 竖直角标准最大分度间隔误差

6.3.8.1 卧轴多齿分度台式

卧轴多齿分度台式竖直角标准最大分度间隔误差用标准卧轴多齿分度台进行直接检定，见图 4。

将标准卧轴多齿分度台安装在卧式支架上，紧固在被检装置的工作台上，将一块平面反射镜固定在卧轴多齿分度台中心，调整工作台高低和卧式支架位置，同时旋转标准卧轴多齿分度台支架，使标准卧轴多齿分度台台面与被检装置的卧轴多齿分度台台面平行，并且使两中心同轴，上下、左右偏差均不大于 1 mm。

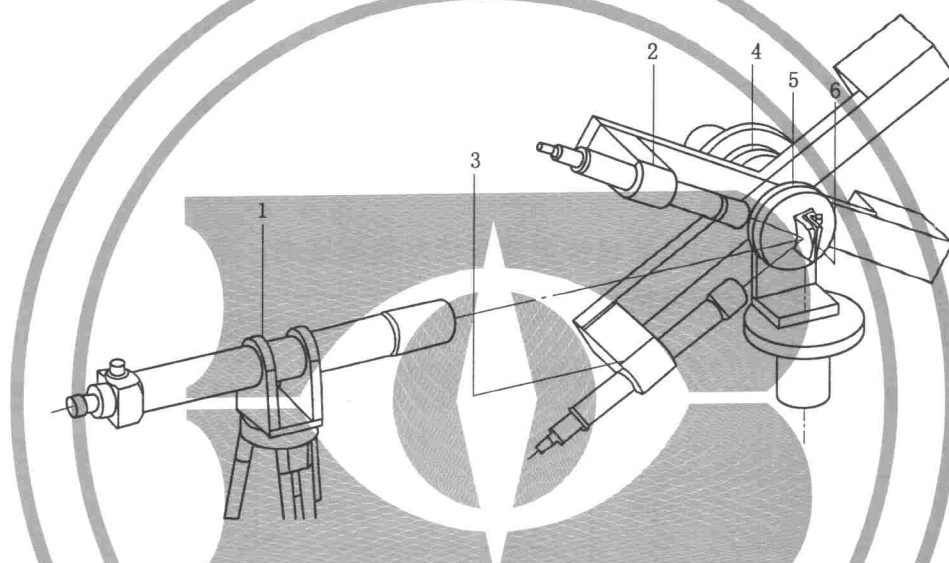


图 4 竖直角标准最大分度间隔误差检定结构图

1—自准直仪；2—平行光管位置 1；3—平行光管位置 2；

4—装置的卧轴多齿分度台；5—标准卧轴多齿分度台；6—反光镜

将被检装置的平行光管置于水平位置，在其后面等高安置标准自准直仪，且同轴。将被检装置的平行光管置于竖直角 30° 位置，旋转标准卧轴多齿分度台，使被检装置的平行光管发出的十字丝像通过标准卧轴多齿分度台上的平面反射镜反射到自准直仪中，用目镜观察成像清晰，调整标准自准直仪位置使两个十字丝中心重合。然后将平行光管置于竖直角 -30° 位置，旋转标准卧轴多齿分度台，使被检装置发出的十字丝像再次呈现在标准自准直仪中，成像清晰，调整标准卧轴多齿分度台的安装支架使两个十字丝中心应重合。

检定时，先将被检装置的平行光管置于竖直角 30° 位置，旋转标准卧轴多齿分度台，使标准自准直仪视场中成像清晰，瞄准被检装置的平行光管横丝读数 3 次取平均值为 a_1 ，向下旋转被检装置的多齿分度台 10 个齿，将标准卧轴多齿分度台向下旋转 5 个齿，瞄准被检装置的横丝读数 3 次取平均值为 a_2 ，依次读取至竖直角 -30° 位置，读数分别为 $a_3, \dots, a_0, \dots, a_n$ ，按式 (8) 计算其偏差：

$$v_i = 2(a_i - a_0) \quad (8)$$

式中： a_0 ——平行光管置于竖直角 0° 位置时自准直仪读数。

取 v_i 中最大值与最小值之差为竖直角标准最大分度间隔误差检定结果，结果应符合 4.7 的要求。

竖直角标准最大分度间隔误差也可用满足准确度的其他方法进行检定。

6.3.8.2 目标转换式

目标转换式竖直角标准最大分度间隔误差用立式多齿分度台和自准直仪（或经纬仪）进行检定。

检定时，将多目标平行光管置于水平位置，自准直仪紧固在立式多齿分度台上。首先，将自准直仪照准第一目标平行光管十字分划板竖丝，读数 3 次取平均值为 a_1 ，旋转多齿分度台至第二目标标称角度位置，照准其十字分划板竖丝，读数 3 次取平均值为 a_2 ，依次读取至第五目标位置，读数分别为 $a_3, \dots, a_5$ 。按式（9）计算其偏差：

$$v_i = a_i - a_3 \quad (9)$$

取 v_i 中最大值与最小值之差为竖直角标准最大分度间隔误差检定结果，结果应符合 4.7 的要求。

6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的经纬仪检定装置填发检定证书；不符合本规程要求的，发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

6.5 检定周期

经纬仪检定装置的检定周期应根据其稳定性、环境条件、使用频繁程度而定，最长不得超过 2 年。

附录 A

检定记录格式举例

表 A.1 平行光管分划板分度误差

刻线位置		1	2	3	4
间隔数 n		起始刻线	1	2	5
经纬仪读数	盘左 L	$0^{\circ}0'7.0''$	$0^{\circ}0'38.0''$	$0^{\circ}1'8.0''$	$0^{\circ}2'38.5''$
	盘右 R	$180^{\circ}0'5.2''$	$180^{\circ}0'36.4''$	$180^{\circ}1'6.6''$	$180^{\circ}2'36.5''$
方向值 α_i		$0^{\circ}0'6.1''$	$0^{\circ}0'37.2''$	$0^{\circ}1'7.3''$	$0^{\circ}2'37.5''$
分度误差 $\varepsilon = \frac{\alpha_i - \alpha_1}{n} - t$ (") / 格			1.1	0.6	0.3

平行光管分划板分度误差 $\varepsilon = 1.1''/\text{格}$

表 A.2 准线光管视准线的直线度

测量位置		5 m	10 m	20 m	50 m	∞
铅垂方向	往测 (格)	50.0	50.8	49.5	51.4	50.0
	返测 (格)	50.0	50.2	49.3	51.6	50.0
	直线度偏差 (")	0.0	0.5	-0.3	0.3	0.0
水平方向	往测 (格)	50.0	51.2	48.5	51.3	50.0
	返测 (格)	50.0	51.4	48.9	52.0	50.0
	直线度偏差 (")	0.0	1.3	-0.7	0.3	0.0
视准线的直线度 (")			1.4	0.8	0.4	

准线光管视准线的直线度为: $1.4''$

表 A.3 立轴多齿分度台最大分度间隔误差
($''$)

读数	多齿分度台 位置 ($^{\circ}$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	回零
棱体		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	
1	0	1.79	2.27	1.80	0.02	1.28	2.12	0.97	2.62	1.02	1.46	1.60	1.25	1.75
2	30	2.16	1.73	0.03	1.25	2.08	0.88	2.50	0.97	1.43	1.54	1.19	1.74	2.15
3	60	1.37	-0.35	0.95	1.85	0.58	2.18	0.60	1.13	1.25	0.90	1.43	1.85	1.32
4	90	-0.67	0.66	1.55	0.33	1.93	0.32	0.84	1.01	0.68	1.22	1.62	1.13	0.69
5	120	0.48	1.43	0.25	1.84	0.25	0.69	0.87	0.59	1.11	1.55	1.05	-0.75	0.45
6	150	1.42	0.31	1.90	0.35	0.77	0.92	0.61	1.20	1.59	1.13	-0.67	0.56	1.37
7	180	0.42	2.10	0.53	0.99	1.11	0.77	1.35	1.84	1.33	-0.46	0.79	1.60	0.38
8	210	1.93	0.44	0.90	1.06	0.72	1.26	1.75	1.28	-0.51	0.74	1.58	0.37	1.92
9	240	0.12	0.67	0.84	0.51	1.03	1.47	1.00	-0.74	0.50	1.40	0.11	1.68	0.08
10	270	0.29	0.48	0.15	0.72	1.14	0.63	-1.08	0.19	1.06	-0.13	1.42	-0.15	0.27
11	300	0.38	0.11	0.72	1.16	0.64	-1.12	0.14	1.06	-0.17	1.43	-0.17	0.25	0.35
12	330	0.22	0.89	1.35	0.85	-0.94	0.31	1.18	0.00	1.57	0.02	0.47	0.58	0.20
竖列和 s		9.91	10.74	10.97	10.93	10.59	10.43	10.73	11.15	10.86	10.80	10.42	10.11	
零起分度误差 $\Delta\alpha$		0.00	0.07	0.09	0.09	0.06	0.04	0.07	0.10	0.08	0.07	0.04	0.02	

立轴多齿分度台最大分度间隔误差 $\Delta=0.10''$

附录 B

检定证书内页格式

检定证书的内页格式应包括检定时环境条件、检定项目、检定结果等。其内页格式见表 B. 1。

表 B. 1 内页格式

序号	检定项目	检定结果
1	外观及各部分的相互作用	
2	平行光管分划板分度误差	
3	水平目标平行光管位置正确性	
4	准线光管视准线的直线度	
5	水平目标定位重复性	
6	竖直目标定位重复性	
7	立轴多齿分度台最大分度间隔误差	
8	竖直角标准装置最大分度间隔误差	

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
经 纬 仪 检 定 装 置

JJG 949—2011

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字
2012年3月第一版 2012年3月第一次印刷

*

书号: 155026·J-2667 定价 21.00 元



JJG 949-2011

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107