



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 960—2001

水准仪检定装置

Level Verification System

2001-03-02 批准

2001-06-01 实施

国家质量技术监督局 发布

水准仪检定装置检定规程

Verification Regulation
of Level Verification System

JJG 960—2001

本规程经国家质量技术监督局于 2001 年 03 月 02 日批准，并自 2001 年 06 月 01 日起施行。

归口单位： 全国几何量角度计量技术委员会

主要起草单位： 中国计量科学研究院

参加起草单位： 国家地震局武汉地震研究所

本规程委托全国几何量角度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

沈 妮 （中国计量科学研究院）

刘 雯 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

付辉清 （国家地震局武汉地震研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
5 通用技术要求	(1)
6 计量器具控制	(2)
6.1 检定条件	(2)
6.2 检定项目	(2)
6.3 检定方法	(2)
6.4 检定结果的处理	(5)
6.5 检定周期	(6)
附录 A 计算实例	(7)
附录 B 检定证书和检定不合格通知书内页格式	(9)

水准仪检定装置

1 范围

本规程适用于各种水准仪检定装置的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

JJG 425—1994《水准仪检定规程》

JB/T 7399—1994《平行光管》

JJF1059—1999《测量不确定度评定与表示》

JJF1001—1998《通用计量术语及定义》

使用本规程时，应注意使用上述文献的现行有效版本。

3 概述

水准仪检定装置主要性能有两个：一是具有一条成像在无穷远目标的水平方向的视准线；二是在一条视准线上从 5m 到无穷远范围内应分布不少于 5 个十字丝目标。装置的工作原理可分为两种：直接检定与比较检定。直接检定分为自动安平式和电子水泡式。自动安平式采用自动安平式平行光管，检定装置的工作原理示意图见图 1。电子水泡式采用三点互调法将作为标准的自准直仪视准轴调水平，利用安装在自准直仪上的电子水泡进行监测和读数。

比较检定时采用 i 角 $\leq 4''$ 的高准确度水准仪的视准轴为标准，去调校作为标准的平行光管，从而产生一条临时的水平视准线。装置的工作原理示意图见图 2。

注： i 角是指望远镜视轴与管状水准泡轴在铅垂面内投影的平行度。

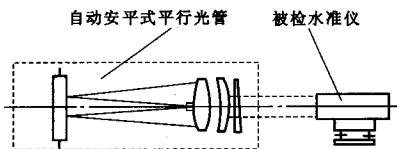


图 1

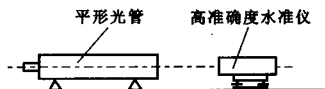


图 2

4 计量性能要求

水准仪检定装置分为三个等级，其计量性能如表 1 所示。

5 通用技术要求

5.1 新制检定装置的镀层及喷漆表面不应有碰伤和脱落现象。

表 1 计量性能要求

序号	项目		单位	一级	二级	三级
1	平行光管焦距		mm	≥ 1000	≥ 500	≥ 500
2	水平准线偏差		(")	≤ 2	≤ 3	≤ 4
3	多目标偏离准线误差		mm	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.3
4	微倾台	范围	(')	± 8	± 8	± 8
		示值误差	(')	≤ 1	≤ 1	≤ 1
5	水平准线 补偿器	范围	(')	± 4	± 4	± 4
		误差	(") /1'	≤ 0.2	≤ 0.3	≤ 0.5
6	测微器示值误差		mm	≤ 0.15	≤ 0.15	≤ 0.15
7	毫米刻度尺示值误差		mm	≤ 0.02	≤ 0.02	
8	被检水准仪型号			DS05	DS1	DS3
				DSZ05	DSZ1	DSZ3

注：检定双摆位 DSZ05 水准仪的装置水平准线偏差不大于 1"。

- 5.2 在检定装置工作面不应有明显的锈蚀和划痕，以及影响使用的其它缺陷。
- 5.3 平行光管视场亮度均匀，影像清晰，无影响读数的灰尘、霉点，镀膜不得有脱落等影响读数的其他缺陷。
- 5.4 检定装置上应标有名称、(MC)标志、制造厂名称或商标，及出厂编号等。

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验。

6.1 检定条件

6.1.1 检定用设备

水平准线陪检器（以下简称陪检器）、自准直仪、万能工具显微镜、平面反射镜、高准确度水准仪（DSZ05 级以上）等。

6.1.2 检定环境条件

室内温度要求：常温。

室内温度变化量： $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{h}$

相对湿度： $\leq 75\%$

检定设备及被检设备应在上述条件的室内放置 24h 以上。

6.2 检定项目（见表 2）

6.3 检定方法

6.3.1 外观及各部件的相互作用

目测及试验。

6.3.2 平行光管

按 JB/T 7399—1994《平行光管》标准检测。

表 2 检定项目

检定项目	主要检定设备	首次检定	后续检定	使用中检验
外观及各部件的相互作用	目测及试验	+	+	+
平行光管	参照 JB/T 7399—1994《平行光管》	+	—	—
测微器示值误差	高准确度水准仪	+	—	—
刻度尺示值误差	万能工具显微镜	+	—	—
微倾台示值误差	自准直仪及平面反射镜	+	—	—
水平准线补偿误差	自准直仪	+	+	+
水平准线偏差	自准直仪及陪检器	+	+	—
多目标偏离准线误差	高准确度水准仪	+	+	—
注：“+”表示应检定；“—”表示可不检定				

6.3.3 测微器示值误差

检定装置的测微器是由平行玻璃板和微分筒组成，其检定方法如下：

6.3.3.1 调整高准确度水准仪（以下简称水准仪），使其照准被检装置自平准线光路中十字分划线目标，将平板测微器指标安置在 50 格处，水准仪测微器指标安置在起始位置。

6.3.3.2 调焦水准仪望远镜，使其十字分划线与自平准线光轴上 ∞ 远目标重合。

6.3.3.3 再次调焦水准仪望远镜，使其自平准线 2m 目标清晰，升降和调整工作台及水准仪，使水准仪的十字分划线与准线光轴上 2m 十字目标重合。

6.3.3.4 重复 6.3.3.2，6.3.3.3 步骤，直到水准仪望远镜光轴与自平准线光轴完全重合。

6.3.3.5 调整水准仪对准 5m 目标，使两个十字线的水平线重合（若不重合可升降工作台）。

6.3.3.6 将被检测微器转到 50 格，同时转动水准仪测微器使水平线重合，并记录水准仪测微器读数为 a_0 。

6.3.3.7 依次对准 70，90，110，130，150 格处，读数分别为 a_1 ， a_2 ， a_3 ， a_4 ， a_5 ；返测时依次对准 150，130，110，90，70，50 格处，读数分别为 a_5' ， a_4' ， a_3' ， a_2' ， a_1' ， a_0' 。

6.3.3.8 利用下列公式进行计算：

$$\delta = |A_i - (\bar{a}_i - \bar{a}_0)|_{\max} \times \text{格值} \quad (1)$$

式中： A_i ——名义格值；

$$\bar{a}_i = (a_i + a_i') / 2;$$

$$\bar{a}_0 = (a_0 + a_0') / 2。$$

取各测点与名义值最大差值为测微器示值误差（见附录 A 中表 A.1）。

6.3.4 刻度尺示值误差

在某些水准仪检定装置中，用毫米刻度尺来检测水准仪测微器的示值误差。毫米刻度尺应采用万能工具显微镜测量其示值误差。刻度尺的量程应大于等于 10mm，测量时均

匀分布 10 个测点，各点实测值与名义值之差为其偏差。取各偏差的最大差值作为刻度尺的示值误差。计算公式如下：

$$\delta = |B_i - (b_i - b_0)|_{\max} \quad (2)$$

式中： B_i ——名义值；

b_i ——各点测值；

b_0 ——初始值。

也可用扩展不确定度不大于 0.04mm ($k=2$) 的其它装置进行检测。

6.3.5 微倾台示值误差

采用量程为 10' 的自准直仪和平面反射镜进行检定，如图 3 所示。具体步骤如下：

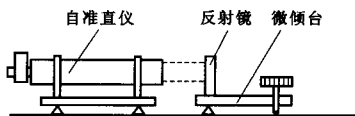


图 3

6.3.5.1 将平面反射镜放置在微倾台上，使反射面与倾斜回转轴平行。先将 x 方向的微倾手轮置 0 位，调整自准直仪使其照准反射镜。瞄准自准直仪十字像水平线，读数 $a_{左0}$ 。

6.3.5.2 依次左旋微倾手轮 4'，8'，读取 $a_{左1}$ ， $a_{左2}$ 。

6.3.5.3 微倾手轮重新置 0 位，重调自准直仪水平像位置，读取 $a_{右0}$ 。依次右旋微倾手轮 4'，8'，读取 $a_{右1}$ 、 $a_{右2}$ 。

6.3.5.4 分别对 0 位求出差值，其差值在 1' 内即可。

6.3.5.5 用上述同样的方法检定 y 方向的微倾手轮的示值误差。

对水泡式水准仪的检定装置要求其微倾台的微倾范围应超过 $\pm 1.5^\circ$ 。

6.3.6 水准准线补偿误差

对于自动安平式水准仪检定装置，应采用 0.2" 光电自准直仪对其补偿功能进行检定，具体步骤如下：

6.3.6.1 把自准直仪放在升降工作台上，调整其底脚手轮，使自准直仪照准被测仪器，读取被测仪器十字像的水平读数 b_0 ，调整被检仪器底脚手轮，重复测量三次水平位置，取平均值为 $\overline{b_0}$ 。

6.3.6.2 调整被检仪器底脚手轮，分别向前、后、左、右方倾斜 4'，重复测量三次，取平均值为 $\overline{b_{前}}$ ， $\overline{b_{后}}$ ， $\overline{b_{左}}$ ， $\overline{b_{右}}$ ，对 $\overline{b_0}$ 求差后取其最大偏离量除以 4'，求出相对误差 [(") / 1']。由于自准直仪的读数系统被设定为自准直状态，当用于照准目标读数时（透射读数），读数应乘以 2 后作为实际结果。（见附录 A 中表 A.2）。

6.3.7 水准准线偏差

水准准线偏差是水准仪检定装置的主要指标。检测设备采用扩展不确定度不大于 0.2" ($k=2$) 的陪检器和 0.2" 光电自准直仪（亮视场）。具体测量步骤如下：

6.3.7.1 将被检装置调焦手柄放在 ∞ 位置上。

6.3.7.2 调整自准直仪照准被检装置，将陪检器放在自准直仪与被检装置之间，整平。

6.3.7.3 调整自准直仪底脚手轮，使之照准陪检器的第一工作面，读取反射像十字丝的横丝位置三次，取平均值为 a_1 。将陪检器旋转 180° ，自准直仪照准陪检器的第二工作面，再读横丝位置三次，取平均值为 a_2 。然后读取自准直仪视场中固定分划板十字丝横丝位置三次，取平均值为 a_0 ，根据下列公式计算出标准水平准线位置 A ：

$$A = a_0 - (a_1 + a_2) / 2 \quad (3)$$

6.3.7.4 自准直仪固定不动，将陪检器取走，从自准直仪视场中读取水准仪检定装置在第一摆位时十字丝横丝的位置三次（透射读数），取其平均值为 b_1 ，将被检仪器放在第二摆位，读取横丝位置三次，取其平均值为 b_2 ，读取自准直仪视场中固定分划板十字丝横丝三次，取平均值 b_0 ，根据下列公式计算出被检水平准线位置 B ：

$$B = 2 [b_0 - (b_1 + b_2) / 2] \quad (4)$$

6.3.7.5 根据下列公式计算出被检水平准线与标准水平准线的偏差值：

$$C = B - A \quad (5)$$

注：C 值符号的判定应根据所使用的自准直仪的不同读数结构而定。

6.3.7.6 重复测三遍，取其平均值作为该仪器的水平准线的偏差（见附录 A 中表 A.3）。

也可以采用其它方法检定水平准线偏差，其测量方法的扩展不确定度（ $k=2$ ）应不大于被检装置水平准线允差的 $1/3$ 。

6.3.8 多目标偏离准线误差

采用原理上无调焦运行差的高准确度水准仪（以下简称水准仪）作标准进行检测，具体检定步骤如下：

6.3.8.1 把水准仪放在检定台上，使水准仪与被检装置的光轴高度大致相同，整平，测微器严格调至 5.0 处，将水准仪调焦至无穷远处，观测被检装置目标，调整被检装置微动脚螺旋，使目标横丝与水准仪分划板十字丝重合。

6.3.8.2 将水准仪调至近点，观测被检装置目标，调整水准仪的高低、水平，同样使被检装置近点的目标横丝与水准仪分划板十字丝重合，如此反复上述操作，直到被检装置与水准仪远、近目标重合为止。

6.3.8.3 旋转水准仪调焦手轮，依次照准被检装置内 5m、10m、20m、30m、50m 目标，用水准仪的测微器读取与各测量点位置与 5m 位置的相对差值，此为一个测回。共测量两个测回，求平均值，取其最大差值作该被检装置的多目标偏离准线误差。（见附录 A 中表 A.4）。

也可用扩展不确定度（ $k=2$ ）不大于被检仪器该项指标 $1/3$ 的其它装置进行检测。仲裁检定时，必须依据本规程详述的检定方法。

6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的水准仪检定装置发给检定证书，并注明相应等级。检定不合格的装置应发给检定不合格通知书，并注明不合格项目。检定证书及检定不合格通知书的内页格式见附录 B。

6.5 检定周期

水准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，最长不得超过一年半。

附录 A

计算实例^①

表 A.1 测微器示值误差

格

序号		0	1	2	3	4	5
测微器位置		50	70	90	110	130	150
水准仪读数	往测 a_i	99.8	79.9	60.5	40.8	21.0	0.8
	返测 a_i'	99.5	79.7	60.2	40.3	20.7	0.8
	平均 $\bar{a}_i$	99.6	79.8	60.4	40.6	20.8	0.8
$\bar{a}_i - \bar{a}_0$		0.0	-19.8	-39.2	-59.0	-78.8	-98.8
$ A_i - (\bar{a}_i - \bar{a}_0) $		0.0	0.2	0.8	1.0	1.2	1.2
测微器示值误差: $\delta = A_i - (\bar{a}_i - \bar{a}_0) _{\max} \times \text{格值} = 1.2 \times 0.05\text{mm} = 0.06\text{mm}$							
注: A_i 为名义格数。							

表 A.2 水平准线补偿误差

(")

次 数	倾 斜 角				
	水平	前倾 4'	后倾 4'	左倾 4'	右倾 4'
1	24.2	24.1	24.0	24.1	24.2
2	24.0	24.3	24.2	24.2	24.4
3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.1
平均值	24.17	24.23	24.17	24.2	24.23
归零	0.00	0.06	0.00	0.03	0.06
补偿误差 = $0.06/4 \times 2 = 0.03''/1'$					

① 本实例采用 Ni002 水准仪, 其测微器为 0.05mm/格

表 A.3 水平准线偏差

(")

次 数	测 算 值								
	a_0	a_1	a_2	A	b_0	b_1	b_2	B	C
1	61.1	7.2	3.0	56.0	61.8	34.8	32.2	56.6	+ 0.6
2	61.0	7.5	2.8	55.8	61.9	34.6	32.3	57.0	+ 1.2
3	61.0	7.8	2.5	55.8	61.9	34.7	32.5	56.6	+ 0.8
水平准线偏差: $\bar{C} = 0.9$									
注: $A = a_0 - (a_1 + a_2) / 2$; $B = 2 [b_0 - (b_1 + b_2) / 2]$; $C = B - A$									

表 A.4 多目标偏离准线误差

格

次 数	测 量 位 置				
	5m	10m	20m	30m	50m
I	0.0	+ 0.2	+ 0.1	+ 0.2	+ 0.2
II	0.0	+ 0.1	+ 0.1	0.0	+ 0.1
(I + II) / 2	0.00	+ 0.15	+ 0.10	+ 0.10	+ 0.15
多目标偏离准线误差: $ \text{最大值} - \text{最小值} \times \text{格值} = 0.15 \times 0.05 \text{ mm} = 0.08 \text{ mm}$					

附录 B

检定证书和检定不合格通知书内页格式

(一) 检定证书的内页格式

水平准线偏差: _____"
 水平准线补偿误差: _____"/1'
 多目标偏离准线误差: _____mm
 测微器示值误差: _____"
 微倾台示值误差: _____"
 刻度尺示值误差: _____mm
 平行光管: 像质清晰 (或像质不清晰)
 测量结果标准偏差: (水平准线偏差) _____"

(二) 检定不合格通知书的内页格式

检定不合格证书内页应注明以下内容:

1. 按照本规程检定的不合格项目及具体数据。
2. 处理意见或建议。