



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 425—2003

水 准 仪

Levels

2003 - 03 - 05 发布

2003 - 09 - 01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

水准仪检定规程

Verification Regulation
of Levels

JJG 425—2003

代替 JJG 425—1994

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 03 月 05 日批准，并自 2003 年 09 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：中国地震局第二监测中心

陕西省计量测试研究所

参加起草单位：中国地震局地震研究所

苏州一光仪器有限公司

本规程由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：

任道胜 （中国地震局第二监测中心）

陈如丽 （中国地震局第二监测中心）

刘 莹 （陕西省计量测试研究所）

参加起草人：

杨 辉 （中国地震局第二监测中心）

付辉清 （中国地震局地震研究所）

罗官德 （中国地震局第二监测中心）

付晓平 （苏州一光仪器有限公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 水准器角值	(2)
4.2 竖轴运转误差	(2)
4.3 望远镜分划板横丝与竖轴垂直度	(2)
4.4 视距乘常数	(2)
4.5 测微器的行差和回程差	(2)
4.6 数字水准仪 30m 视距测量误差	(2)
4.7 视准线的安平误差	(2)
4.8 望远镜视轴与管状水准泡轴在水平面内投影的平行度 (交叉误差)	(2)
4.9 视准线误差 (i 角)	(2)
4.10 望远镜调焦运行误差	(2)
4.11 自动安平水准仪补偿范围和补偿误差	(3)
4.12 双摆位自动安平水准仪摆差	(3)
4.13 测站单次高差标准差	(3)
4.14 自动安平水准仪的磁致误差	(3)
5 通用技术要求	(4)
5.1 外观	(4)
5.2 仪器各部件功能及相互作用	(4)
6 计量器具控制	(4)
6.1 检定条件	(4)
6.2 检定项目	(5)
6.3 检定方法	(6)
6.4 检定结果处理	(17)
6.5 检定周期	(17)
附录 A 数字水准仪视准线误差 (i 角) 的检定	(18)
附录 B 检定结果及计算实例表	(19)
附录 C 检定证书和检定结果通知书内页格式	(35)

水准仪检定规程

1 范围

本规程适用于 DS05、DSZ05、DS1、DSZ1、DS3、DSZ3 级别水准仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

GB 12897—1991 国家一、二等水准测量规范

GB 10156—1997 水准仪

JJG 960—2001 水准仪检定装置

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

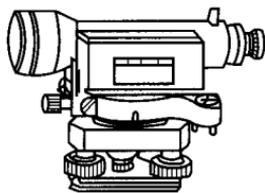
3 概述

水准仪是以仪器的水平视准线作为基准线，进行高差测量的计量器具。它广泛地用于大地水准测量、地形变测量、各种工程水准测量与大型精密机械安装等。因其灵敏构件不同又分为水准管水准仪、自动安平水准仪和应用光电数码技术使水准测量数据采集、处理、存储自动化的数字水准仪。水准仪的分级见表 1。

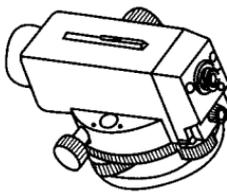
表 1 水准仪的分级

仪器级别	DS05、DSZ05	DS1、DSZ1	DS3、DSZ3
1km 往返水准测量标准偏差 /mm	0.2~0.5	1.0	1.5~4.0

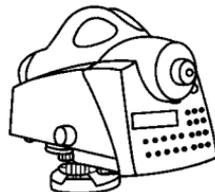
仪器外形见图 1。



(a) 水准管水准仪



(b) 自动安平水准仪



(c) 数字水准仪

图 1 水准仪

4 计量性能要求

计量性能要求见表 2。

4.1 水准器角值

圆水准泡标称角值为 $8'/2\text{mm}$ ，其偏差应不大于 $2'$ 。

吻合式管状水准泡标称角值为 $20'/2\text{mm}$ 时，其偏差应不大于 $5''$ ，标称角值为 $10'/2\text{mm}$ 时，其偏差应不大于 $2''$ 。

4.2 竖轴运转误差

对于水准管式水准仪的竖轴运转误差，首次检定的仪器应不大于水准管标称角值的 $1/2$ ，后续检定的仪器应不大于标称值。对于自动安平水准仪，在运转中，圆水准泡和直交型水准管的偏差均应不大于标称角值的 $1/4$ 。

4.3 望远镜分划板横丝与竖轴垂直度

水准仪望远镜分划板横丝与竖轴的垂直度应不大于 $3'$ 。

4.4 视距乘常数

视距乘常数误差应不大于 0.4% 。

4.5 测微器的行差和回程差

对于 DS05、DSZ05、DS1 和 DSZ1 水准仪测微器的全程行差应不大于 0.1mm ，在任一点的回程差不大于 0.05mm 。

4.6 数字水准仪 30m 视距测量误差

对于 DSZ05 和 DSZ1 级数字水准仪，30m 视距测量误差应不大于 10cm ，测距标准偏差应不大于 2cm 。

DSZ 3 级数字水准仪，30m 视距测量误差应不大于 12cm ，测距标准偏差应不大于 2.5cm 。

4.7 视准线的安平误差

水准仪视准线的安平误差按仪器级别分别为：DS05 级仪器应不大于 $0.40''$ ，DSZ05 级应不大于 $0.30''$ ，DS1 级应不大于 $0.45''$ ，DSZ1 级应不大于 $0.35''$ ，DS3 级应不大于 $1.0''$ ，DSZ3 级应不大于 $0.8''$ 。

4.8 望远镜视轴与管状水准泡轴在水平面内投影的平行度（交叉误差）

望远镜视轴与管状水准泡轴在水平面内投影的平行度（交叉误差）对于 DS05 和 DS1 级仪器应不大于 $3'$ ，对于 DS3 级应不大于 $5'$ 。

4.9 视准线误差（ i 角）

视准线误差（ i 角）按仪器的级别和类别分别为：对于 DS05 和 DSZ05 级的光学水准仪，视准线误差应不大于 $8''$ （双摆位为 $4''$ ）；DS1 和 DSZ1 级的应不大于 $10''$ ；DS3 和 DSZ3 级的应不大于 $12''$ 。对数字水准仪，DSZ05 级的应不大于 $15''$ ；DSZ1 级的应不大于 $20''$ ；DSZ3 级应不大于 $25''$ 。

4.10 望远镜调焦运行误差

DS05、DSZ05 和 DS1、DSZ1 级水准仪调焦运行误差应不大于 0.5mm ，DS3、DSZ3 级应不大于 1.0mm 。

4.11 自动安平水准仪补偿范围和补偿误差

自动安平水准仪的补偿范围应不小于 $8'$ 。在标称补偿范围内, DSZ05 级的补偿误差应不大于 $0.20''$, DSZ1 级的应不大于 $0.30''$, DSZ3 级的应不大于 $0.50''$ 。

4.12 双摆位自动安平水准仪摆差

视准线在垂直方向的摆差应不大于 $25''$, 在水平方向的摆差不大于 $10'$ 。

4.13 测站单次高差标准差

DS05、DSZ05 级水准仪在视距 30m (数字水准仪视距 20m ~ 30m)、12 次测量时, 测站单次高差标准差应不大于 0.08mm ; DS1 和 DSZ1 级的 (视距 50m, 数字水准仪 20m ~ 30m) 应不大于 0.15mm 。

4.14 自动安平水准仪的磁致误差

在 $60\mu\text{T}$ 直流磁场强下磁致误差, DSZ05 级仪器应不大于 $0.02''$; DSZ1 级的应不大于 $0.04''$ 。在 $60\mu\text{T}$ 交流磁场强下磁致误差, DSZ05 级仪器应不大于 $0.06''$; DSZ1 级的应不大于 $0.10''$ 。

表 2 计量性能要求

序号	项 目		单位	DS05	DSZ05	DS1	DSZ1	DS3	DSZ3
1	水准器角值	圆水泡	($'$) / 2mm	$\leq 8 \pm 2$					
		吻合式	($'$) / 2mm	$\leq 10 \pm 2$				$\leq 20 \pm 5$	
2	竖轴运转 误差	水准管 式	($'$)	新制造的 \leq 水准管标称角值的 1/2 后续检定的 \leq 水准管的标称角值					
		自动安 平式	($'$)	圆水准泡和直交型水准管的偏离均不 大于标称角值的 1/4					
3	望远镜分划板横丝与 竖轴垂直度		($'$)	≤ 3					
4	视距乘常数			视距乘常数误差 $\leq 0.4\%$					
5	测微器行 差回程差	行差	mm	全程行差 ≤ 0.1					
		回程差	mm	任何一点回程差 ≤ 0.05					
6	数字水准仪 30m 视距测量误差		cm	测量误差 ≤ 10 、 测量标准差 ≤ 2				测量误差 ≤ 12 测距标准差 ≤ 2.5	
7	视准线的安平误差		($'$)	≤ 0.40	≤ 0.30	≤ 0.45	≤ 0.35	≤ 1.0	≤ 0.8
8	交叉误差		($'$)	≤ 3		≤ 3		≤ 5	
9	视准线 误差 (i)	光学读数	($'$)	≤ 8 (双摆位 4)			≤ 10	≤ 12	
		数字显示	($'$)	≤ 15			≤ 20	≤ 25	
10	调焦运行误差		mm	≤ 0.5			≤ 0.5	≤ 1.0	
11	自动安平 水准仪	补偿误差	($'$) / 1'		≤ 0.20		≤ 0.30		≤ 0.50
		补偿范围	($'$)	≥ 8					

表 2 (续)

序号	项 目		单位	DS05	DSZ05	DS1	DSZ1	DS3	DSZ3
12	自动安平水准仪	摆 差		垂直方向 $\leq 25''$ 水平方向 $\leq 10'$					
13	测站单次高差标准差		mm	≤ 0.08 (视距 30m)			≤ 0.15 (视距 50m)		
				(数字水准仪视距 20m ~ 30m)					
14	磁致误差 (60 μ T 场强)	直流	($''$)		≤ 0.02		≤ 0.04		
		交流	($''$)		≤ 0.06		≤ 0.10		

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 仪器上应标明厂名(厂标)、仪器型号及出厂编号。国产仪器应有  标志及编号。

5.1.2 仪器外表无脱漆、锈蚀和伤痕,仪器密封性能良好,光学零件表面清洁,不得有脱胶、脱膜、油迹、霉点等缺陷。

5.1.3 望远镜视场亮度应均匀,成像清晰,刻线应平直无结节、断线等现象。

5.1.4 合像水准器吻合线应均匀细直,成像清晰,气泡两端影像对称并正交于分界线。

5.1.5 光学测微器分划影像应在读数窗内,分划线与指标线平行,旋转测微手轮时,指标线应在测微器刻划尺的-2格至102格范围以外。

5.2 仪器各部件功能及相互作用

5.2.1 仪器各运动机构转动灵活,不应有松动、卡滞和影响操作的现象。

5.2.2 水准器安装应牢固,气泡移动应灵活。

5.2.3 有水平度盘的仪器,度盘成像清晰,旋转一周时,各刻度分划线在视场内相对位置应无明显变化。

5.2.4 调节望远镜目镜时,目标成像清晰,视场内十字丝交点无晃动现象。

5.2.5 数字水准仪各种按键应操作舒适、功能有效、显示清晰,其附件和备件齐全。内部软件和操作程序应能适应相应测量的要求,数据通讯功能稳定、可靠。

使用中检验和后续检定的仪器,允许有不影响仪器准确度的有关缺陷。

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验。

6.1 检定条件

6.1.1 各级水准仪检定用器具见表3。

6.1.2 检定环境条件

6.1.2.1 检定一般在室内常温下进行,被检仪器在检定前应预置2h。对DS05、DSZ05仪器进行表5中的第2、8、10、14单项检定时,环境温度变化每小时应不超过1.0 $^{\circ}$ C,

检定装置及器具应预置 30min。

表 3 检定用器具

序号	DS05、DSZ05	DS1、DSZ1	DS3、DSZ3
1	1"水平仪检定器		
2	$f' \geq 1000\text{mm}$ 测微平行光管	$f' \geq 1000\text{mm}$ 测微平行光管	$f' \geq 550\text{mm}$ 平行光管
3	示值误差 $\leq 0.2\text{mm}$ 准线仪或可调焦光管		示值误差 $\leq 0.3\text{mm}$ 准线仪
4	精密水准仪		
5	0.2"自准直仪		
6	二维微倾台		
7	0.02mm 刻度尺		——
8	专用可调焦光管		
9	II级钢卷尺		
10	检定磁致误差的器具： $f' \geq 1600\text{mm}$ 测微平行光管、 $\phi \geq 1000\text{mm}$ 亥氏线圈、 $1 \times 10^{-6}\mu\text{T}$ 弱磁场测量仪、0.5 级毫安表组成的检定装置。		
注：用于数字水准仪检测的可调焦光管应具有条码分划和十字分划的综合分划板。			

6.1.2.2 自动安平水准仪磁致误差检定条件见表 4。

表 4 磁致误差检定条件

条 件	要 求
检定室内温度/ $^{\circ}\text{C}$	20 ± 5
检定时室内温度变化/ $(^{\circ}\text{C}/\text{h})$	≤ 0.5
检定器具预置时间/min	≥ 40
线圈四周 1m 范围以内的空间磁场变化/ μT	≤ 10
线圈内被检仪器体积空间的磁场不均匀性	$\leq 1.0\%$

6.2 检定项目

检定项目见表 5。

表 5 检定项目

序号	检 定 项 目	检 定 类 别		
		首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观及各部件功能相互作用	+	+	+
2	水准器角值	+	-	-
3	竖轴运转误差	+	+	-

表 5 (续)

序号	检 定 项 目		检 定 类 别		
			首次检定	后续检定	使用中检验
4	望远镜分划板横丝与竖轴的垂直度		+	+	+
5	视距乘常数		+	-	-
6	测微器行差与回程差		+	+	-
7	数字水准仪视线距离测量误差		+	-	-
8	视准线的安平误差		+	+	+
9	望远镜视轴与管状水准泡轴在水平面内投影的平行度 (交叉误差)		+	+	-
10	视准线误差 (i 角)		+	+	+
11	望远镜调焦运行误差		+	+	-
12	自动安平	补偿误差及补偿器工作范围	+	+	-
13	水准仪	双摆位误差	+	+	-
14	测站单次高差标准差		+	-	-
15	自动安平水准仪磁致误差		-	-	-
注: 检定类别中“+”为需检项目。“-”为可不检项目, 由送检单位需要确定。					

6.3 检定方法

6.3.1 外观及各部件功能相互作用

目视和试机 (数字水准仪通电试验)。

6.3.2 水准器角值

将被检仪器置平在水平仪检定器上, 转动望远镜使水准管轴线与水平仪检定器纵向大致平行, 固紧仪器。转动检定器上测微手轮, 对准零分划线, 用仪器微倾螺旋使气泡一端对准水准管一侧的第一条分划线, 待气泡稳定后, 读取气泡两端格值及检定器起始值。

按被检仪器水准器的标称角值, 依次定量正向 (旋进方向) 转动检定器手轮, 待气泡稳定后, 读取气泡每一位置的两端格值, 直至水准器另一侧末端刻线为止。接着反向转动检定器手轮, 同上述操作方法, 依次读取另一位置水准器两端格值, 直至回到气泡起始位置。水准器无刻线的 DS3 仪器, 应事先将刻有 2mm 的透明薄膜贴附其上, 检定实例见附录 B 表 B.1。

水准器角值按下式计算, 其结果应符合 4.1 的要求。

$$\tau = \frac{2nd}{\sum_{i=1}^n g} \tau_0 \quad (1)$$

$$\Delta = \frac{g_{\max} - g_{\min}}{2d} \tau_0$$

式中： τ ——水准器平均角值，(″)/2mm；

τ_0 ——水准器标称角值，(″)/2mm；

g ——气泡移动格数；

n —— g 的个数；

Δ ——水准器均匀性误差，(″)；

d ——水准器管轴 2mm 内刻线格数。

也可用同等准确度的其他方法检定。

6.3.3 竖轴运转误差

将被检仪器固定在检定台上，使望远镜视轴方向与任意两个脚螺旋位置平行，整置气泡居中（吻合）。将望远镜旋转 180°，若气泡偏离，分别用微倾螺旋和脚螺旋各调整一半，再将望远镜转至 90°位置，用另一脚螺旋使气泡居中，反复上述操作，直至准确整平仪器。然后每隔约 45°转动望远镜，观察气泡每一位置的偏移量，共转两周，取最大偏移量作为检定结果，其结果应符合 4.2 的要求。

观察被检仪器上直交型或圆水准泡是否居中，被检仪器旋转任一位置时该水准器的最大偏移量为检定结果。

6.3.4 望远镜分划板横丝与竖轴的垂直度

仪器固定在检定台上并调平，对准测微光管的十字丝交点，转动被检仪器水平微动手轮使测微光管十字丝交点沿望远镜视场横丝一端移至另一端，并从测微光管中读取偏离量（楔形丝分划板，取横丝部位进行计算）。

按下列计算式计算出望远镜分划板横丝与竖轴的垂直度 u ，其结果应符合 4.3 的要求。

$$u = \frac{\epsilon}{\sin 2\omega} \quad (2)$$

式中： ϵ ——测微光管对横丝两端读数差，(″)；

2ω ——望远镜视场角，(°)。

6.3.5 视距乘常数

将被检仪器固定在检定台上，并调焦至无穷远位置，对准自准直光管，用自准直光管测微手轮使其横丝照准仪器分划板上丝两次，并读数求和。转动光管测微手轮，照准仪器分划板中丝两次并读数，求和。再转动自准直光管底脚螺旋使其横丝对准仪器分划板中丝，转动光管测微手轮照准仪器分划板中丝两次，并读数求和。然后转动光管测微手轮，照准仪器分划板下丝两次并读数，求和。

以上操作为 1 个测回，共测两个测回，并取两测回各和值的平均值，按下列公式计算视距乘常数 k ，其结果应符合 4.4 的要求。

计算实例见附录 B 表 B.2。

$$k = \cot [(d_2 - d_1) + (d_3 - d'_2)] \quad (3)$$

$$\Delta k = \frac{k - 100}{100} \times 100\%$$

式中： d_1 、 d_2 、 d'_2 、 d_3 ——视距丝上、中、下三丝两次照准读数的和，(″)；

k ——视距丝乘常数；

Δk ——视距乘常数误差，%。

6.3.6 测微器行差与回程差

在距被检仪器约 6m 处垂直竖立毫米刻度尺（示值误差 0.02mm），选取相邻 6（或 11）根毫米刻线作为量程。仪器整平后，转动测微器到零线附近，准确照准毫米刻度尺第一根分划线作为起点，然后单向旋进测微器，依次瞄准毫米刻度尺上的 6（或 11）根分划线，每照准一次，读记测微器读数。接着进行反向检定，即测微器应单向旋出，返测到起始刻线。共测 2 个测回，然后计算出每点往返行程误差均值，其行程误差最大与最小差作为行差，并计算每点回程差，其结果应符合 4.5 的要求。

计算实例见附录 B 表 B.3。

6.3.7 数字水准仪视线距离测量误差

在一平坦地方选取距离为 10m、30m 二个点，各安置一个尺桩或尺台。架设被检仪器后，用 II 级钢卷尺精确量取仪器垂球点到尺桩或尺台点的水平距离 D_0 并记录。

用被检仪器内设置的距离测量模式，分别对设置标尺的两点测量 10 次，读取并记录标尺距离显示数，分别计算其平均值 \bar{D} 和视距测量标准偏差，并计算测距误差 $\bar{D} - D_0$ 之值，其结果应符合 4.6 的要求。计算实例见附录 B 表 B.4。

6.3.8 视准线的安平误差

6.3.8.1 无测微器水准仪的检定

将被检仪器固定在检定台上，整平仪器，将被检仪器目镜端的光源打开。用平行光管测微器使仪器十字丝与自准直仪分划板的横丝重合。旋出被检仪器倾斜螺旋 1/4 周，紧接着旋进倾斜螺旋使气泡吻合，再用自准直仪上双丝照准被检仪器的横丝，连续照准 4 次并读数为一组，如此重复操作 10 次，按下列公式计算出视准线安平误差，其结果应符合 4.7 的要求。计算实例见附录 B 表 B.5。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} \quad (4)$$

式中： V_i ——观测值残差，(″)；

n ——安平次数；

s ——视准线安平误差，(″)。用自准直仪测微器读数时结果乘 2。

6.3.8.2 有测微器水准仪的检定

将可调焦光管的分划板整置在 30m 视距位置，将被检仪器安置并整平在两维微倾台上，使被检仪器和光管十字丝重合。然后利用微倾台上纵向与横向两测微螺杆按前倾、后倾、左倾、右倾 4 个方向变动仪器并恢复置平，用仪器本身的测微器读数，每个方向变动 4 次读数，按式 (4) 计算出四个方向变动的测微器格值读数的标准偏差。安平误差按下式计算，其结果应符合 4.7 的要求。计算实例见附录 B 表 B.6。

$$s_{\text{安}} = \frac{s_{\text{测}} \cdot t \cdot \rho}{D} \quad (4')$$

式中： $s_{测}$ ——水准仪测微器读数标准偏差，格；

t ——测微器格值；

ρ ——系数 206265 (")。

6.3.8.3 数字水准仪的检定

用自准直仪照准被检仪器分划板横丝，按 6.3.8.1 方法检定。

也可按 6.3.8.2 方法，此时仪器照准条码目标，按动测量键读记视高值并计算。视距为 20m ~ 30m。

6.3.9 望远镜视轴与管状水准泡轴在水平面内投影的平行度（交叉误差）

6.3.9.1 按图 2 安置仪器。

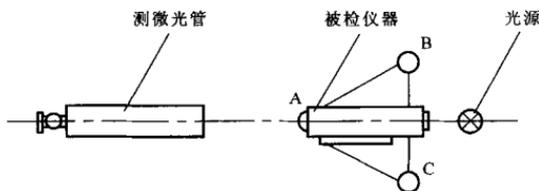


图 2

A、B、C—脚螺旋

6.3.9.2 被检仪器置于检定台上，使 B、C 两脚螺旋的连线垂直于视轴，整平并固定仪器，将被检仪器望远镜对准测微光管，再用测微光管照准被检仪器十字丝，读数为 d_1 。用 B、C 两脚螺旋以相反方向转动，使整台仪器绕望远镜轴旋转 1.5° ，从望远镜中观察，被检仪器十字丝交点应保持原来位置。若水准泡偏移，转动微倾螺旋使水准泡再次吻合，用测微光管重新瞄准十字丝交点，读数为 d_2 。

按上述操作方法，使仪器向另一侧旋转 1.5° ，读数为 d_3 和 d_4 。

6.3.9.3 管状水准泡偏离居中位置 β 与仪器交叉误差 E 的计算式如下，其结果应符合 4.8 的要求。

$$\beta = \frac{(d_2 - d_1) - (d_4 - d_3)}{2} \quad (5)$$

$$E = \beta / \sin 1.5^\circ = \beta / 0.026 \quad (6)$$

式中： d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 ——观测值，(")。

仪器望远镜旋转约 1.5° 时底脚螺旋的转动周数 n 的计算：

$$n = 0.013 D / S \quad (7)$$

式中： D ——两脚螺旋轴线间距，mm；

S ——脚螺旋的螺距，mm。

6.3.10 视准线误差 (i 角)

6.3.10.1 平行光管法

(1) 水平基准的建立

a. 按图 3 安置仪器。

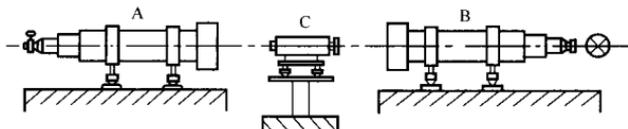


图 3

A—测微光管；B—平行光管；C—水准仪

b. 将 A、B 两平行光管物镜相对安置，其中 A 光管带测微器，调整 A、B 光管十字丝大致重合。将一台精密水准仪准确整平在 A、B 两光管的光路中，并分别照准 A、B 两光管的十字丝板，用两光管的调整螺旋，分别与两光管的十字丝横丝吻合。并用 A 光管测微器精确照准精密水准仪十字丝横丝，读数两次取平均值为 \bar{d}_1 。

c. 取出水准仪，再用 A 光管测微器照准 B 光管十字丝读数两次取平均值得 \bar{d}_2 。求出 A 与 B 光管的光轴平行度 F 值。

$$F = \frac{\bar{d}_1 + \bar{d}_2}{2} \quad (8)$$

式中： \bar{d}_1 ——A 光管照准水准仪两次读数的平均值，(″)；

\bar{d}_2 ——A 光管照准 B 光管两次读数的平均值，(″)。

d. 将 A 光管测微器调整到 F 值位置，并将 B 光管的十字丝校正至 A 光管已调整的十字丝位置，如此重复调校，使 $F < 1''$ ，A、B 两光管视轴的水平基准线才可建成。

(2) 检定方法

将被检仪器整平于 A、B 光管光路中，准确吻合仪器水准泡，用 A 光管测微器使其照准被检仪器横丝并读数为 d_1 ，取出被检仪器，再用 A 光管测微器使其照准 B 光管读数为 d_2 。 i 角计算式如下，其结果应符合 4.9 的要求。

$$i = d_1 - d_2 \quad (9)$$

对 i 角不大于 $8''$ 的检定，应测 2 个测回取平均值作为检定结果。对双摆位 DSZ05 仪器，建立一条小于或等于 $1''$ 的水平基准线，测微光管的焦距 f' 应大于或等于 1200mm。检定时测微平行光管第一次照准仪器的摆 I 位置，第二次照准仪器的摆 II 位置，取两次读数的平均值进行计算。

也可用测量不确定度小于限差 1/3 的其它方法进行检定。仲裁检定时，应使用平行光管法。

6.3.10.2 数字水准仪视准线误差 (i 角) 的检定见附录 A。

6.3.11 望远镜调焦运行误差

将被检仪器固定在检定台上，整平后使仪器水准泡准确吻合，照准准线仪无穷远目标，并用准线仪调整螺旋使目标横丝与仪器十字丝重合。

将被检仪器调焦螺旋照准准线仪近点目标，若十字丝横丝不重合，升高或降低仪器台，使仪器十字丝与近点目标重合，并保持水准泡位置不变。

重复上述操作，直至准线仪远点与近点目标在被检仪器十字丝交点上为止。

正向（旋进）转动被检仪器调焦手轮，依次照准准线仪上 5m、10m、20m、30m、50m（或 70m）各点位置目标，并读数。接着旋出仪器调焦手轮，照准各点目标并读数，往返为 1 测回，共测两测回，按公式（10）计算调焦运行误差 v ，取 v 绝对值的最大值作为检定结果，其结果应符合 4.10 的要求。计算实例见附录 B 表 B.7。

$$v = \Delta_i + (\bar{D} - D_i)K \quad (10)$$

$$K = \frac{5 \sum_{i=1}^n (D_i \Delta_i)}{5 \sum D_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n D_i \right)^2}$$

式中： Δ_i ——各点观测值与平均值的差，mm；（各点观测值为被检仪器照准该点时测微器读数值乘以其格值）

\bar{D} ——各观测点距离的平均值，m；

D_i ——各观测点至仪器的距离，m。

也可用同等准确度的其它方法进行检定。但以此法为仲裁检定。

6.3.12 自动安平水准仪补偿误差及补偿器工作范围

6.3.12.1 补偿器工作范围的检定

将被检仪器整平在微倾台上，望远镜视轴与微倾台纵向平行，并对准平行光管上十字丝交点，分别转动微倾台上纵向与横向旋钮，按仪器出厂给出的补偿范围指标，进行前倾、后倾、左倾、右倾，同时观察被检仪器视准线在光管目标上的补偿作用及前、后与左、右的对称性，并记录补偿范围。

6.3.12.2 无测微器仪器补偿误差的检定

将被检仪器整平在微倾台上，对准测微光管使仪器十字丝与测微光管横丝吻合，旋转微倾台纵向测微器，每次按约等于 $2'$ 角值倾斜，在补偿工作范围内，从 $+\alpha \sim -\alpha$ ，再由 $-\alpha \sim +\alpha$ 的顺序进行检定。每倾斜一个角值时，用测微光管照准仪器十字丝读数两次，取平均值，求得仪器纵向补偿误差 S_α 。同理，用横向测微器按上述操作，求得仪器横向补偿误差 S_β 。分别取各方向的最大偏差值作为检定结果，计算式如下，其结果应符合 4.11 的要求。实例见附录 B 表 B.8。

$$S_\alpha = \frac{\bar{\gamma}_\alpha - \bar{\gamma}_0}{\alpha} \quad (11)$$

$$S_\beta = \frac{\bar{\gamma}_\beta - \bar{\gamma}_0}{\beta} \quad (12)$$

式中： $\bar{\gamma}_\alpha$ ——竖轴纵向倾斜时观测的平均值，（"）；

$\bar{\gamma}_0$ ——竖轴铅垂时观测的平均值，（"）；

$\bar{\gamma}_\beta$ ——竖轴横向倾斜时观测的平均值，（"）；

α 、 β ——仪器竖轴倾斜的角度，（'）。

$$\Delta\alpha = (S_\alpha)_{\max} l_0 \quad \Delta\beta = (S_\beta)_{\max} l_0 \quad (12')$$

式中： l_0 ——测微平行光管测微器格值。

6.3.12.3 有测微器仪器补偿误差的检定

a. 被检仪器整置于微倾台上，照准相对放置的 A、B 两专用可调焦光管（如图 4），两光管间分划板像的间距为 41.2m ~ 60m。整平被检仪器气泡，分别交替观测 A、B 两目标，用仪器测微器读数，连续观测 6 次（双摆位仪器，奇次数用摆 I 位置，偶次数用摆 II 位置），计算出被检仪器竖轴铅垂时 A、B 两目标的高差 h_0 ，即

$$h_0 = \bar{A}_0 - \bar{B}_0$$

式中： \bar{A}_0 、 \bar{B}_0 ——竖轴垂直时 A、B 目标读数平均值，mm。

b. 用纵向微倾台手轮，将仪器向 A 目标倾斜一个 $+\alpha'$ 角后照准 A、B 目标进行读数；然后向 A 目标倾斜一个 $-\alpha'$ 角后照准 A、B 目标进行读数。倾斜的角度按仪器圆气泡标称角值 $8'/2\text{mm}$ 而定，不足 $8'$ 的按出厂给出的补偿范围指标而定。则被检仪器竖轴纵向倾斜后 A、B 两目标高差为

$$h_{\pm\alpha} = \bar{A}_{\pm\alpha} - \bar{B}_{\pm\alpha}$$

式中： $\bar{A}_{\pm\alpha}$ 、 $\bar{B}_{\pm\alpha}$ ——竖轴纵向倾斜 α 角时 A、B 目标读数平均值，mm。

c. 将微倾台纵向倾角归零，用横向手轮按上述操作方法，得出仪器竖轴横向倾斜后 A、B 两目标高差为

$$h_{\pm\beta} = \bar{A}_{\pm\beta} - \bar{B}_{\pm\beta}$$

式中： $\bar{A}_{\pm\beta}$ 、 $\bar{B}_{\pm\beta}$ ——竖轴横向倾斜 β 角时 A、B 目标读数平均值，mm。

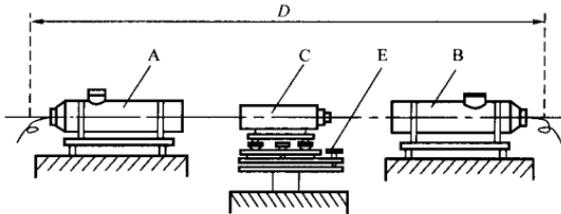


图 4

A、B—可调焦光管；C—被检仪器；E—二维微倾台

d. 按下列公式计算仪器的补偿误差，其结果应符合 4.11 的要求。实例见附录 B 表 B.9。

$$\Delta h_{\pm\alpha} = h_{\pm\alpha} - h_0 \tag{13}$$

$$\Delta h_{\pm\beta} = h_{\pm\beta} - h_0 \tag{14}$$

$$\Delta_{\pm\alpha} = \frac{\Delta h_{\pm\alpha}}{D \alpha} \rho \tag{15}$$

$$\Delta_{\pm\beta} = \frac{\Delta h_{\pm\beta}}{D \beta} \rho \tag{16}$$

式中： $\Delta_{\pm\alpha}$ 、 $\Delta_{\pm\beta}$ ——仪器补偿误差，(″)；

D ——A、B 两目标的间距，m；

ρ ——系数 206265"。

6.3.12.4 数字水准仪补偿误差的检定方法同 6.3.12.3。A、B 两专用可调焦光管分划板为条码分划。

6.3.13 双摆位自动安平水准仪摆差

将被检仪器整置于检定台上，调焦到无穷远位置，用仪器摆 I 位置对准测微光管，再用测微光管照准被检仪器横丝读数两次，得平均值 d_1 。然后转到摆 II 位置，同样用测微光管读数两次得 d_2 ，则垂直方向摆差 C_V ：

$$C_V = d_2 - d_1 \quad (17)$$

转动测微光管（或测微器）90°位置，照准被检仪器的竖丝，按上述操作，用公式（17）求得仪器水平方向摆差 C_H 。 C_V 、 C_H 计算结果应符合 4.12 的要求。

6.3.14 测站单次高差标准差

被检仪器安置在检定台上，将测微器置于中间位置，并与 A、B 两光管等高，将两光管目标按表 2 视距要求调焦，整平仪器，按 A、B 或 B、A 为一组，共测 12 组，每组观测一组后，应变动被检仪器高度与脚螺旋方位。对双摆位仪器，按 A、B 和 B、A 目标进行观测为一组读数，A、B 目标读数用摆 I，B、A 目标读数用摆 II，按下列计算公式计算出检定结果，其结果应符合 4.13 的要求。实例见附录 B 表 B.10。

$$s_{\#} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} \quad (18)$$

式中： V_i ——每组测量值残差，mm；

n ——观测组数；

$s_{\#}$ ——测站单次高差标准差，mm。

6.3.15 自动安平水准仪的磁致误差

用于一、二等水准测量的自动安平水准仪，应进行磁致误差检定。数字水准仪此项检定应在通电状态下进行。

6.3.15.1 按图 5 安置仪器（适用两维亥氏线圈）。

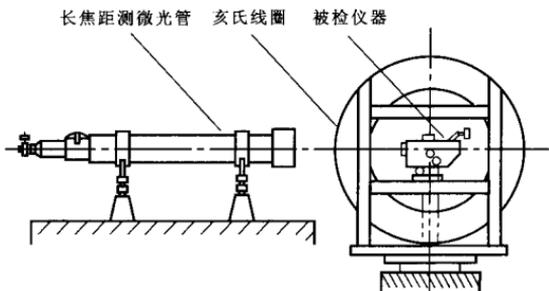


图 5

6.3.15.2 用罗盘仪标定测微光管的磁方位角，并测定当地地球磁场强度的水平与垂直分量，求出测微光管位置的磁场强度，从亥氏线圈磁场测定中，求出相当 $60\mu\text{T}$ 场强所加入的电流值 A_i 与 10 倍场强 ($600\mu\text{T}$) 所对应的电流值 A_{10} ，以控制仪器在线圈的强磁场中不得超过地球磁场的 10 倍 (约 $600\mu\text{T}$)。测微光管视准方向地磁场强 T 的计算：

$$T' = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$$

$$T = T' \cos \alpha \quad (19)$$

式中： T_1 、 T_2 ——当地水平磁场、垂直磁场的分量， μT ；

α ——测微光管视准方向与磁方位的夹角， $(^\circ)$ 。

6.3.15.3 全方位直流 (交流) 水平磁场最大磁致误差方位角 φ_1 (φ'_1) 的检定

将被检仪器固定在线圈中心并整平，仪器物镜对准测微光管，用光源照明仪器目镜，转动线圈架，使线圈水平磁场方向与测微光管视轴平行，作为零度起始方向，观测程序如下：

- 切断电源，用测微光管照准仪器横丝两次，读数为 d_1 ；
- 接通电源，加入 A_{10} 的水平磁场电流，照准仪器横丝两次，读数为 d_2 ；
- 继续通电，第 3 次照准仪器横丝两次，读数为 d_3 ；
- 切断电源，第 4 次照准仪器横丝两次，读数为 d_4 。

以上为正向电流观测，接着用反向电流按上述操作读数。然后顺时针转动线圈到分布的各点进行上述观测，直到 360° 为止，全周不得少于 8 个检测点。紧接着从 360° 开始逆时针方向转动线圈，进行反向观测，返回 0° 为一测回，共测两测回。双摆位仪器第一测回用摆 I 位置，第二测回用摆 II 位置。交流水平磁场 φ'_1 的检测与此相同，但采用交流电流，实例见附录 B 表 B.11，计算公式如下：

$$y' = \frac{(\bar{d}_2 + \bar{d}_3) - (\bar{d}_1 + \bar{d}_4)}{2} \quad (20)$$

$$y = \frac{y' g}{f'} \rho \quad (21)$$

式中： \bar{d}_1 、 \bar{d}_2 、 \bar{d}_3 、 \bar{d}_4 ——测微器读数平均值，格；

y' ——电流磁场影响幅值，格；

y ——电流磁场的磁致误差值， (\prime) ；

g ——测微器格值，mm；

f' ——测微光管焦距。

全方位直 (交) 流水平磁场最大磁致误差方位角 φ_1 (φ'_1) 的计算：

$$Y = f(\alpha) = a_0 + b \cos(\alpha - \varphi_1) \quad (22)$$

$$= a_0 + a_1 \sin \alpha + a_2 \cos \alpha$$

$$b = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}$$

$$\varphi_1 (\varphi'_1) = \arctan \left(\frac{a_1}{a_2} \right) \quad (23)$$

式中： Y ——全方位直 (交) 流最大磁致误差在水平磁场方位上的值；

b ——磁场影响幅值，格；

α ——线圈磁场方向相对视准线方位角，(°)；

φ_1 (φ'_1)——水平方向直(交)流磁致误差最大磁场方位角，(°)；

a_0 、 a_1 、 a_2 为未知数，度盘圆周对称取点读数，可按最小二乘法求解：

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (24)$$

$$a_2 = \frac{\sum (y_i \cos \alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i} \quad (25)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i \sin \alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i} \quad (26)$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}} \quad (27)$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-3}} \quad (28)$$

式中： y_i ——磁场强度观测值，格；

R ——相关系数；

m ——回归精度，格；

Y_i ——公式(32)的归算值；

\bar{y}_i —— y_i 的平均值，格；

n ——观测次数；

V_i ——观测值残差，格。

6.3.15.4 全方位直(交)流竖直磁场最大磁致误差方位角 φ_2 (φ'_2) 的检定

将线圈置于 6.3.15.3 所得 φ_1 (φ'_1) 位置，分别接通竖直与水平线圈电源，以电流值 A_{10} 为矢径，沿垂直方向向上(仰角)变换角度，即 0° ， 22.5° ， 45° ， 67.5° ， 90° ， 112.5° ， \dots ， 180° ，在每一角度位置，按公式(29)、(30)算出水平磁场分量电流值 A_H 、竖直磁场分量电流值 A_V 。

$$A_H = A_{10} \sin(90^\circ - \alpha_i) \quad (29)$$

$$A_V = A_{10} \sin \alpha_i \quad (30)$$

式中： α_i ——所测竖直方向各点角度，(°)；

A_{10} ——线圈产生 $600\mu\text{T}$ 磁场时加入的电流值，A。

将求出的 A_H 和 A_V 分别加入水平与竖直线圈，按 6.3.15.3 操作并计算。注意计算中因其竖直分量表现为双周期函数，应用公式(23)、(25)、(26)时其中的 α_i 和 φ_1 (φ'_1) 角时均为 $2\alpha_i$ 和 $2\varphi_2$ (φ'_2)。

根据 a_1 和 a_2 的符号判断 $2\varphi'_2$ 所在象限。

$$2\varphi'_2 = \begin{cases} \arctan(a_1/a_2) & a_1 > 0 \quad a_2 > 0 \\ 180^\circ + \arctan(a_1/a_2) & a_1 > 0 \quad a_2 < 0 \quad \text{或} \quad a_1 < 0 \quad a_2 < 0 \\ 360^\circ + \arctan(a_1/a_2) & a_1 < 0 \quad a_2 > 0 \end{cases}$$

求得竖直磁场直(交)流最大磁致误差方位角 φ_2 (φ'_2)，计算实例见附录 B 表 B.12。

6.3.15.5 最大磁致误差方位上的特性曲线检定

根据所得的磁致误差最大方位角 φ_1 (φ'_1)、 φ_2 (φ'_2) 作为仪器在此方位上受磁场影响的最大方位。将被检仪器固定在最大水平方位角 φ_1 (φ'_1) 位置，按竖直磁场最大方位角 φ_2 (φ'_2)，用 A_{10} 电流计算出 A_H 与 A_V 作为加入磁场的极限电流值。电流从零开始，将 A_H 和 A_V 分成 n 挡，每挡递增 0.1A (0.06A)。电流为零开始检定，依次从 +0.1A (+0.06A) 直检测到 n 点，再由 n 点返回到零位后，同理用反向电流从 -0.1A (-0.06A) 再检定 n 点，返回到零点，为一测回，共测二个测回，读数方法与 6.3.15.3 相同。最后取平均值计算 $60\mu\text{T}$ (约一倍地磁场强) 磁致误差估值 Y_i 及二个测回磁场影响的标准差 M_f ，其结果应符合 4.14 的要求。实例见附录 B 表 B.13，计算公式如下。

适用于点对称公式：

$$Y = a_0 + a_1 x + a_2 x |x| \quad (31)$$

适用于轴对称公式：

$$Y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad (32)$$

$a_0 = 0$ ，过原点抛物线：

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i |x_i| y_i) - \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^2 |x_i|) \sum_{i=1}^n (x_i y_i)}{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{\sum_{i=1}^n x_i^4 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i^2 |x_i|)^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2}} \quad (33)$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i y_i) - a_2 \sum_{i=1}^n (x_i^2 |x_i|)}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (34)$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}} \quad (35)$$

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2}{n - 2}} \quad (36)$$

式中： a_0 、 a_1 、 a_2 ——回归系数；

x_i ——电流值, A;

y_i ——磁场强度观测值, 格。

二测回磁场影响的标准差 M_f 计算:

$$M_f = m \sqrt{\left(A_1^2 \sum_{i=1}^n x_i^4 - 2A_1^3 \sum_{i=1}^n x_i^2 |x_i| + A_1^4 \sum_{i=1}^n x_i^2 \right) / H} \quad (37)$$

式中: $H = \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot \sum_{i=1}^n x_i^4 - \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 |x_i| \right)^2$

$60\mu\text{T}$ (一倍地磁) 地磁场磁致误差估值 Y_f 计算如下:

$$Y_f = a_1 A_1 + a_2 A_1 |A_1| \quad (38)$$

式中: A_1 —— $60\mu\text{T}$ (一倍地磁) 磁场电流值, 加反向电流时为 $-A_1$ 。

6.4 检定结果处理

经检定符合本规程要求的仪器, 发给检定证书, 并注明相应等级。检定不合格的仪器发给检定结果通知书, 并注明不合格项目。其检定证书和检定结果通知书的内页格式见附录 C。

6.5 检定周期

水准仪检定周期, 根据使用环境条件和使用频率而定, 一般不超过 1 年。

附录 A

数字水准仪视准线误差 (i 角) 的检定

方法一：专用光管法

a) 标准的建立：将一台电测和光测视准线误差均小于 $1''$ 的数字水准仪精确置平于检定台上，照准有十字丝和条码的综合分划板的专用光管，调整专用光管十字丝与仪器的十字丝重合，然后照准条码按动测量键，测量 10 次取平均值为 h_0 ，以此作为标准视高。测量视距平均值与光管给定视距基本相等。若专用光管已给定标准视高 h_0 和视距 D ，检定从 b) 开始，只需先将专用光管置平。

b) 被检数字水准仪光学测量的视准线误差按 6.3.10 检定，并通过校正十字丝，使其视准线误差小于 $1''$ 。

c) 将被检数字水准仪安置在检定台上并精确置平，照准专用光管，升降仪器使其十字丝与专用光管的十字丝重合，然后照准条码按动测量键，测 10 次取平均值得视高 h_1 ，用下列公式计算被检仪器视准线误差的变化值：

$$\Delta i = \frac{h_0 - h_1}{D} \times \rho$$

式中： h_0 ——标准视高，m；

h_1 ——被检仪器测量视高，m；

D ——视距的平均值，m；

ρ ——系数 206265''。

如果仪器内原存有 i 角值，仪器电测部分的总 i 角为内存值与 Δi 之和。计算实例见附录 B 表 B.14。

方法二：室外法

调用仪器内部设置的检测程序进行测定。

附录 B

检定结果及计算实例表

表 B.1 DS05、DS1 水准仪水准泡角值的检定

仪器型号: Ni004

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

测回数	检定器读数 l (")	水准泡读数/格				气泡位置 (左 - 右) /格			$L_i - L_{i-1}$ (格)
		往 测		返 测		往测	返测	往返 平均值 L_i	
		左	右	左	右				
I	00	03.4	24.4	03.7	24.2	-21.0	-20.5	-20.75	
	10	06.0	21.9	06.0	21.8	-15.9	-15.8	-15.85	4.90
	20	08.2	19.6	08.3	19.6	-11.4	-11.3	-11.35	4.50
	30	10.8	17.2	10.9	17.1	-06.4	-06.2	-06.30	5.05
	40	13.0	14.9	13.0	14.8	-01.9	-01.8	-01.85	4.45
	50	15.2	12.7	15.3	12.6	+02.5	+02.7	+02.60	4.45
	60	17.7	10.2	17.9	10.1	+07.5	+07.8	+07.65	5.05
	70	20.0	07.9	20.0	07.9	+12.1	+12.1	+12.10	4.45
	80	22.3	05.6	22.2	05.7	+16.7	+16.5	+16.60	4.50
II	00	04.0	23.8	04.2	23.6	-19.8	-19.4	-19.60	
	10	06.5	21.3	06.7	21.1	-14.8	-14.4	-14.60	5.00
	20	08.9	18.9	09.0	18.8	-10.0	-09.8	-09.90	4.70
	30	11.1	16.6	11.2	16.5	-05.5	-05.3	-05.40	4.50
	40	13.6	14.3	13.6	14.3	-00.7	-00.7	-00.70	4.70
	50	16.0	11.9	16.0	11.9	+04.1	+04.1	+04.10	4.80
	60	18.2	09.6	18.2	09.6	+08.6	+08.6	+08.60	4.50
	70	20.5	07.2	20.6	07.2	+13.3	+13.4	+13.35	4.75
	80	22.9	04.9	22.9	04.9	+18.0	+18.0	+18.00	4.65
$\tau_0 = 10''$ $d = 2.5$ 格 $n = 16$								$\sum g_i = 74.95$	
$\tau = \frac{\tau_0 d}{\sum_{i=1}^n g/2n} = \frac{10 \times 2.5}{2.34} = 10.7''$ $\delta = \frac{5.05 - 4.45}{2 \times 2.5} \times 10 = 1.2'' < 1.5''$									

表 B.2 视距乘常数检定

仪器型号:

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

测回数	测微光管读数							$d_2 - d_1$		$(d_2 - d_1) +$		
	视距丝	I		II		和 (平均)		$d_3 - d'_2$		$(d_3 - d'_2)$		
		(')	(")	(')	(")	(')	(")	(')	(")	(')	(")	
I	上丝 d_1	0	34.0	0	34.2	01	08.2	17	09.7	34	21.8	
	中 d_2	9	09.0	9	08.9	18	17.9					
	丝 d'_2	0	35.2	0	35.1	01	10.3					
	下丝 d_3	9	11.2	9	11.2	18	22.4					
II	d_1	0	34.0	0	33.8	01	07.8	17	10.2	34	22.1	
	d_2	9	08.9	9	09.1	18	18.0					
	d'_2	0	35.2	0	35.2	01	10.4					
	d_3	9	11.1	9	11.2	18	22.3					
平均值							$d_2 - d_1$		17	10.0	34	22.0
							$d_3 - d'_2$		17	12.0		
$K = \cot(34'22.0'') = 100.03$ $\Delta K = \frac{100.03 - 100}{100} \times 100\% = 0.03\% < 0.4\%$												

表 B.3 测微器行差与回程差检定

仪器型号: DSZ05

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

测回数	受检点		0	1	2	3	4	5
			0	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0
I	读数差	正行程	0.0	0.7	0.3	0.3	0.4	0.5
		反行程	0.1	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5
		回程差	0.1	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0
II	读数差	正行程	0.5	0.9	0.6	0.7	0.8	0.9
		反行程	0.4	0.6	0.8	0.6	0.5	0.7
		回程差	-0.1	-0.3	0.2	-0.1	-0.3	-0.2
计	回程差平均值		0.0	-0.4	0.2	0.0	-0.2	-0.1
	行程平均值		0.2	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6
算	测微器行差 回程差		$(0.6 - 0.2) \times 0.05 = 0.02\text{mm}$ $ -0.4 \times 0.05 = 0.02\text{mm}$ 测微器格值 = 0.05mm					

表 B.4 数字水准仪视线距离测量误差的检定

仪器型号：

检定者：

出厂编号：

丈量距离： $D_1 = 30.00\text{m}$ $D_2 = 10.00\text{m}$

记录者：

序号	视距显示数 D_{1i}/m	V_{1i}/cm	V_{1i}^2	视距显示数 D_{2i}/m	V_{2i}/cm	V_{2i}^2
1	30.010	0.0	0.00	10.009	0.1	0.01
2	30.011	0.1	0.01	10.008	0.0	0.00
3	30.015	0.5	0.25	10.008	0.0	0.00
4	30.000	-1.0	1.00	10.008	0.0	0.00
5	30.011	0.1	0.01	10.008	0.0	0.00
6	30.005	-0.5	0.25	10.008	0.0	0.00
7	30.016	0.6	0.36	10.008	0.0	0.00
8	30.011	0.1	0.01	10.008	0.0	0.00
9	30.012	0.2	0.04	10.008	0.0	0.00
10	30.007	-0.3	0.09	10.008	0.0	0.00
\bar{D} 或 $\sum V$ 、 $\sum V^2$	30.010	-0.2	2.02	10.008	0.1	0.01

$\bar{D}_1 - D_1 = 30.010 - 30.000 = 1.0\text{cm}$ $\bar{D}_2 - D_2 = 10.008 - 10.000 = 0.8\text{cm}$
 $\sigma_{\text{距}1} = \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-1}} = 0.47\text{cm}$
 $\sigma_{\text{距}2} = \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-1}} = 0.03\text{cm}$

表 B.5 无测微器水准管水准仪视线安平误差检定

仪器型号: DS3

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

序 号	测微光管读数 (")		平均值	V_i	V_i^2
1	9.2	9.1			
	9.2	9.0	9.1	-0.06	0.0036
2	9.5	9.4			
	9.6	9.6	9.5	0.34	0.1156
3	9.4	9.4			
	9.2	9.3	9.3	0.14	0.0196
4	9.3	9.3			
	9.2	9.4	9.3	0.14	0.0196
5	9.2	9.1			
	9.2	9.3	9.2	0.04	0.0016
6	9.1	9.1			
	9.2	9.1	9.1	-0.06	0.0036
7	9.1	9.1			
	9.0	9.0	9.0	-0.16	0.0256
8	9.0	9.0			
	9.0	9.0	9.0	-0.16	0.0256
9	9.0	9.2			
	9.0	9.0	9.0	-0.16	0.0256
10	9.3	9.2			
	9.0	9.0	9.1	-0.06	0.0036
平均值与和			9.16	0.00	0.2440
计 算	$s = 2 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}}$ $= 2 \times \sqrt{\frac{0.2440}{9}} = 2 \times 0.16'' = 0.32''$				

表 B.6 有测微器水准仪视准线安平误差的检定

仪器型号: DSZ05

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

位置	次数	仪器测微器读数 (格)	V_i	V_i^2
前 倾	1	55.9	1.14	1.2996
	2	54.3	-0.46	0.2116
	3	55.3	0.54	0.2916
	4	54.5	-0.26	0.0676
后 倾	1	55.1	0.34	0.1156
	2	55.8	1.04	1.0816
	3	54.0	-0.76	0.5776
	4	55.0	0.24	0.0576
左 倾	1	55.2	0.44	0.1936
	2	54.3	-0.46	0.2116
	3	53.7	-1.06	1.1236
	4	55.4	0.64	0.4096
右 倾	1	54.7	-0.06	0.0036
	2	55.0	0.24	0.0576
	3	53.2	-1.56	2.4336
	4	54.7	-0.06	0.0036
平均值与和		54.76	-0.06	8.1396

$$s_{\text{测}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{8.1396}{16-1}} = 0.74 \text{ (格)}$$

$$s_{\text{安}} = \frac{s_{\text{测}} t \rho''}{D} = \frac{0.74 \times 0.05 \times 206265}{30000} = 0.25''$$

注: t ——测微器格值; D ——距离; ρ ——系数 206265''

表 B.7 望远镜调焦运行误差检定

仪器型号: DS3

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

距离 D_i			5m	10m	20m	30m	70m
观测值	I (格)	往	62.7	63.3	65.3	63.3	63.7
		返	63.3	63.5	63.2	63.6	63.0
	II (格)	往	63.3	63.8	63.5	62.5	62.3
		返	63.4	62.9	62.7	60.5	62.5
$h_i =$ 读数平均值 $\times 0.05$ (格值) (mm)			3.16	3.17	3.18	3.12	3.14
平均值			$\bar{h} = \sum h_i / 5 = 3.15$				
$\Delta = h_i - \bar{h}$ (mm)			+0.01	+0.02	+0.03	-0.03	-0.01
$D_i \cdot \Delta_i$			+0.05	+0.20	+0.60	-0.90	-0.70
$(27 - D_i) \cdot K$			-0.006	-0.005	-0.002	+0.001	+0.012
$v = \Delta_i + (27 - D_i) \cdot K$			+0.004	+0.015	+0.030	-0.029	+0.002
<p>1. 计算公式: $v = \Delta_i + (\bar{D} - D_i) \cdot K$</p> <p>式中: $K = \frac{5 \sum_{i=1}^n (D_i \Delta_i)}{5 \sum_{i=1}^n D_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n D_i \right)^2}$</p> <p>取 v 绝对值的最大值作为检定结果 $v = 0.03\text{mm}$</p> <p>2. 算例 $K = -0.75/2680 = -2.8 \times 10^{-4}$</p>							

表 B.8 自动安平水准仪补偿误差检定 (无测微器)

仪器型号: DSZ3

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

倾角 α	方向	往测读数 (1/10 格)			返测读数 (1/10 格)			γ ($= \frac{\gamma' + \gamma''}{2}$)	γ_i ($= \gamma - \gamma_0$)	δ ($= \gamma_i / \alpha$)
		γ_1	γ'_1	平均 γ'	γ_{II}	γ'_{II}	平均 γ''			
+8	前 倾	482	482	482	484	485	484	483	-21	-2.6
+6		487	487	487	488	488	488	488	-16	-2.7
+4		489	491	490	492	492	492	491	-13	-3.2
+2		495	494	494	502	502	502	498	-06	-3.0
0		500	500	500	508	508	508	504	00	0.0
-2	后 倾	508	509	508	512	512	512	510	06	3.0
-4		517	518	518	518	518	518	518	14	3.5
-6		521	521	521	521	521	521	521	17	2.8
-8		532	532	532	529	530	530	531	27	3.4
+8		左 倾 右 倾	525	523	524	521	522	522	523	17
+6	522		522	522	518	518	518	520	14	2.3
+4	515		513	514	511	512	512	513	07	1.8
+2	512		512	512	509	509	509	510	04	2.0
0	508		507	508	503	503	503	506	00	0.0
-2	500		501	500	498	499	498	499	-07	-3.5
-4	492		493	492	491	492	492	492	-14	-3.5
-6	488		490	489	488	489	488	488	-18	-3.0
-8	483	485	484	484	483	484	484	-22	-2.8	
计算	取每个方向最大偏差量, 平行光管测微器格值 $0.6''$ (1/10 格 $0.06''$) $\Delta_{+a} = -3.2 \times 0.06'' = -0.19''$ $\Delta_{-a} = 3.5 \times 0.06'' = 0.21''$ $\Delta_{+b} = 2.3 \times 0.06'' = 0.14''$ $\Delta_{-b} = -3.5 \times 0.06'' = -0.21''$									

表 B.9 自动安平水准仪补偿误差检定 (有测微器)

仪器型号: Ni002

两目标相距 $D = 60\text{m}$

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

仪器位置	观测次数	A 目标读数	B 目标读数	仪器位置	观测次数	A 目标读数	B 目标读数
仪器置平	1	378	540	仪器向 A 目标倾斜 $+\alpha = 8'$	1	332	528
	2	320	501		2	270	479
	3	380	548		3	332	530
	4	329	498		4	282	480
	5	381	547		5	348	532
	6	320	512		6	290	485
	平均	351.3	524.3		平均	309.0	505.7
A、B 间高差 $h_0 = -0.865\text{mm}$				A、B 间高差 $h_{+0} = -0.984\text{mm}$			
仪器向 A 目标倾斜 $+\alpha = 8'$	1	438	558	仪器向 B 目标倾斜 $+\beta = 8'$	1	422	615
	2	390	530		2	350	542
	3	430	561		3	409	592
	4	365	520		4	357	539
	5	417	565		5	418	580
	6	382	522		6	350	532
	平均	403.7	542.7		平均	384.3	566.7
A、B 间高差 $h_{+0} = -0.695\text{mm}$				A、B 间高差 $h_{+\beta} = -0.912\text{mm}$			
仪器向 B 目标倾斜 $-\beta = 8'$	1	357	519	$\Delta h_1 = h_{+0} - h_0 = -0.119\text{mm}$ $\Delta h_2 = h_{-0} - h_0 = 0.170\text{mm}$ $\Delta h_3 = h_{+\beta} - h_0 = -0.047\text{mm}$ $\Delta h_4 = h_{-\beta} - h_0 = 0.020\text{mm}$ $\Delta_{+0} = -0.05''$ $\Delta_{-0} = 0.07''$ $\Delta_{+\beta} = -0.02''$ $\Delta_{-\beta} = 0.01''$			
	2	286	450				
	3	360	520				
	4	290	459				
	5	350	531				
	6	300	473				
	平均	323.8	492.0				
A、B 间高差 $h_{-\beta} = -0.841\text{mm}$				注: 将 A、B 读数的平均值相减后根据测微器格值换算成 mm, 得出 A、B 的高差 h_0 。			

表 B.10-1 测站单次高差标准差检定

仪器型号: Ni007

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

序号	A 目标读数 $h_1/\text{格}$	B 目标读数 $h_2/\text{格}$	相对高差 $h_i = h_1 - h_2$	V_i	V_i^2
1	82.5	78.5	4.0	0.2	0.04
2	24.8	22.0	2.8	-1.0	1.00
3	45.5	41.5	4.0	0.2	0.02
4	61.0	57.5	3.5	-0.3	0.09
5	74.2	70.7	3.5	-0.3	0.09
6	89.5	85.5	4.0	0.2	0.04
7	25.0	21.8	3.2	-0.6	0.36
8	35.0	31.9	3.1	-0.7	0.49
9	51.5	47.2	4.3	0.5	0.25
10	68.9	65.7	3.2	-0.6	0.36
11	94.5	89.2	5.3	1.5	2.25
12	12.1	07.8	4.3	0.5	0.25
平均值与和			3.8	-0.4	5.24
计 算	$s_{\#} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{5.24}{12-1}} = 0.69 (\text{格}) \times 0.05 (\text{mm}) = 0.03\text{mm}$				

表 B.10-2 测站单次高差标准差检定

仪器型号: Ni002

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

序号	A 目标读数 h_1 /格	B 目标读数 h_2 /格	相对高差 $h_i = h_1 - h_2$	平均值	V_i	V_i^2
1	61.8	53.7	8.1	6.4	0.4	0.16
	52.0	47.2	4.8			
2	47.5	43.0	4.5	6.2	0.2	0.04
	58.3	50.4	7.9			
3	54.2	47.0	7.2	6.4	0.4	0.16
	45.3	39.7	5.6			
4	40.0	34.0	6.0	6.0	0.0	0.00
	49.0	43.0	6.0			
5	44.3	37.0	7.3	7.2	1.2	1.44
	36.0	29.0	7.0			
6	20.7	16.0	4.7	5.6	-0.4	0.16
	30.3	23.8	6.5			
7	40.0	33.3	6.7	6.2	0.2	0.04
	31.0	25.3	5.7			
8	33.4	28.0	5.4	5.6	-0.4	0.16
	42.8	37.0	5.8			
9	46.0	40.7	5.3	5.2	-0.8	0.64
	38.5	33.5	5.0			
10	43.0	37.8	5.2	5.5	-0.5	0.25
	52.3	46.5	5.8			
11	58.3	51.0	7.3	5.3	-0.7	0.49
	48.0	44.7	3.3			
12	55.2	49.0	6.2	6.1	0.1	0.01
	65.0	59.0	6.0			
平均值与和				6.0	-0.3	3.55
计算	$s_{\text{单}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{3.55}{12-1}} = 0.55 \text{ (格)} \times 0.05 \text{ (mm)} = 0.03\text{mm}$					

表 B.11 全方位交流水平磁场磁致误差最大方位 ϕ' 的检定

(交流合成磁场)

$$I_H = 0.45A \quad I_V = 0.45A$$

仪器型号:

摆位:

温度:

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

方位角 $\alpha/ (^\circ)$	正向电流读数				通-断 γ 1/10 (格)	反向电流读数				通-断 γ 1/10 (格)	均值 1/10 (格)
	断电 1/10 (格)		通电 1/10 (格)			断电 1/10 (格)		通电 1/10 (格)			
0	409	410	439	438	28.5	410	409	385	386	-24.8	26.6
	410	409	437	438		410	410	384	385		
	409.5	438.0				409.8	385.0				
40	410	409	428	430	20.3	410	410	390	391	-19.6	20.0
	409	409	430	430		409	410	390	390		
	409.2	429.5				409.8	390.2				
90	409	409	409	410	00.5	410	409	409	410	-00.2	00.4
	409	409	410	409		411	410	409	411		
	409.0	409.5				410.0	409.8				
140	409	409	391	390	-18.4	409	410	430	430	20.7	-19.6
	409	410	391	391		409	410	430	431		
	409.2	390.8				409.5	430.2				
180	410	409	387	388	-22.8	410	409	438	438	28.8	-25.8
	411	409	386	387		409	409	438	438		
	409.8	387.0				409.2	438.0				
220	410	409	390	389	-20.2	409	409	431	430	21.0	-20.6
	409	409	389	388		410	410	430	431		
	409.2	389.0				409.5	430.5				
270	409	409	410	411	01.0	410	409	410	411	01.0	01.0
	410	409	410	410		409	409	410	410		
	409.2	410.2				409.2	410.2				
320	411	412	431	431	19.2	411	410	391	392	-19.3	19.2
	412	412	431	431		411	411	391	392		
	411.8	431.0				410.8	391.5				
360	409	409	438	438	28.5	409	409	384	385	-24.5	26.5
	409	409	437	437		411	409	386	385		
	409.0	437.5				409.5	385.0				

全方位交流水平磁场磁致误差最大方位 ϕ'_1 的计算:

α_i	方位 ($^\circ$)	0	40	90	140	180	220	270	320	360
y_i	往返平均值	27	20	00	-20	-26	-21	01	19	26

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \approx 0$$

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^n \cos^2 \alpha_i} = \frac{140.284}{5.347} = 26.290$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sin \alpha_i}{\sum_{i=1}^n \sin^2 \alpha_i} = \frac{0.286}{3.653} = 0.078$$

$$\phi'_1 = \arctan (a_1/a_2) \approx 0^\circ$$

表 B.12 全方位交流垂直磁场磁致误差最大方位 ϕ'_2 的检定

仪器型号:

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

方位角 l ($^\circ$)	电流值	磁致误差读数值 1/10 (格)		y_i /格	方位角 l ($^\circ$)	电流值	磁致误差读数值 1/10 (格)		y_i /格
		断电	通电				断电	通电	
00.0	$A_H 0.62$	410	410	0.00	112.5	$A_H 0.24$	409	394	-1.60
	$A_V 0.00$	410	410			$A_V 0.57$	410	393	
22.5	$A_H 0.57$	409	428	1.80	135.0	$A_H 0.44$	411	388	-2.30
	$A_V 0.24$	411	428			$A_V 0.44$	410	387	
45.0	$A_H 0.44$	411	432	2.15	157.5	$A_H 0.57$	409	390	-1.90
	$A_V 0.44$	410	432			$A_V 0.24$	410	391	
67.5	$A_H 0.24$	411	427	1.65	180.0	$A_H 0.62$	409	409	0.00
	$A_V 0.57$	411	428			$A_V 0.00$	409	409	
90.0	$A_H 0.00$	409	409	0.05					
	$A_V 0.62$	409	410						

全方位交流竖直磁场磁致误差最大方位 ϕ'_2 的计算:

$$2\phi'_2 = \begin{cases} \arctan (a_1/a_2) & a_1 > 0 \quad a_2 > 0 \\ 180^\circ + \arctan (a_1/a_2) & a_1 > 0 \quad a_2 < 0 \quad \text{或} \quad a_1 < 0 \quad a_2 < 0 \\ 360^\circ + \arctan (a_1/a_2) & a_1 < 0 \quad a_2 > 0 \end{cases}$$

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i \cos 2\alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \cos^2 2\alpha_i} = \frac{-0.156}{4} = -0.039$$

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i \sin 2\alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \sin^2 2\alpha_i} = \frac{9.364}{4} = 2.341$$

$$2\phi'_2 = 180^\circ + \arctan (a_1/a_2) = 180^\circ - 89.05^\circ = 90.95^\circ$$

$$\phi'_2 = 45.5^\circ$$

表 B.13 最大磁致误差方位上特性曲线检定

仪器型号:

$\phi'_1 = 0^\circ \quad \phi'_2 = 45^\circ$

检定者:

出厂编号:

年 月 日

记录者:

测回数	电流/A	往 测		y	返 测		y'	均值 y_i 1/10 格
		断电 1/10 格	通电 1/10 格		断电 1/10 格	通电 1/10 格		
第一测回	0.0	475	475	0.00	475	475	00.0	00.0
		475	475		475	475		
		475.0	475.0		475.0	475.0		
	0.1	475	478	+02.0	476	478	+02.0	+02.0
		476	477		476	478		
		475.5	477.5		476.0	478.0		
	0.2	474	481	+06.5	475	481	+05.5	+06.0
		475	481		476	481		
		474.5	481.0		475.5	481.0		
	0.3	475	491	+15.0	476	488	+13.0	+14.0
		476	490		474	488		
		475.5	490.5		475.0	488.0		
0.4	476	502	+26.5	476	502	+26.5	+26.5	
	475	502		475	502			
	475.5	502.0		475.5	502.0			

表 B.13 (续)

测回数	电流/A	往 测		y	返 测		y'	均值 y , 1/10 格
		断电 1/10 格	通电 1/10 格		断电 1/10 格	通电 1/10 格		
第 一 测 回	0.5	475	512	+ 37.5	475	512	+ 37.5	+ 37.5
		475	513		475	513		
		475.0	512.5		475.0	512.5		
	0.6	476	532	+ 56.0	476	532	+ 56.5	+ 56.2
		476	532		475	532		
		476.0	532.0		475.5	532.0		
	0.0	475	475	0.00	473	473	00.0	00.0
		475	475		473	473		
		475.0	475.0		473.0	473.0		
	- 0.1	475	473	- 02.5	474	471	- 02.0	- 02.2
		475	472		472	471		
		475.0	472.5		473.0	471.0		
	- 0.2	476	468	- 07.5	472	468	- 04.5	- 06.0
		475	468		472	467		
		475.5	468.0		472.0	467.5		
	- 0.3	474	459	- 14.5	472	459	- 12.0	- 13.2
		474	460		472	461		
		474.0	459.5		472.0	460.0		
	- 0.4	474	449	- 25.0	472	449	- 22.5	- 23.8
		474	449		473	451		
		474.0	449.0		472.5	450.0		
	- 0.5	473	437	- 36.0	472	437	- 35.5	- 35.8
		473	437		473	437		
		473.0	437.0		472.5	437.0		
- 0.6	472	420	- 54.0	473	421	- 53.0	- 53.5	
	475	419		474	420			
	473.5	419.5		473.5	420.5			

最大磁致误差方位上特性曲线计算：

序号	x_i/A	$y_i/\text{格}$	求解	Y_i	$Y_i - y_i$	$(Y_i - y_i)^2$	$y_i - \bar{y}$	$(y_i - \bar{y})^2$
1	0.6	5.62	$\sum_{i=1}^n x_i^2 = 1.820$	5.435	-0.185	0.0342	5.56	30.9136
2	0.5	3.75	$\sum_{i=1}^n x_i^2 x_i = 0.882$	3.784	0.034	0.0012	3.69	13.6161
3	0.4	2.65	$\sum_{i=1}^n x_i^4 = 0.455$	2.431	-0.219	0.0480	2.59	06.7081
4	0.3	1.40	$\sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i = 13.357$	1.376	-0.024	0.0006	1.34	01.7956
5	0.2	0.60	$\sum_{i=1}^n (x_i x_i \cdot y_i) = 6.884$	0.619	0.019	0.0004	0.54	00.2916
6	0.1	0.20	$a_2 = 14.908$	0.160	-0.040	0.0016	0.14	00.0196
7	0.0	0.00	$a_1 = 0.114$					
8	-0.1	-0.22		-0.160	0.060	0.0036	-0.28	00.0784
9	-0.2	-0.60		-0.619	-0.019	0.0004	-0.66	00.4356
10	-0.3	-1.32		-1.376	-0.056	0.0031	-1.38	01.9044
11	-0.4	-2.38		-2.431	-0.051	0.0026	-2.44	05.9536
12	-0.5	-3.58		-3.784	-0.204	0.0416	-3.64	13.2496
13	-0.6	-5.35		-5.435	-0.085	0.0073	-5.41	29.2681
	\bar{y}	0.06			Σ	0.1446		104.2343

$$Y = 0.114x + 14.908x|x|$$

$$m = \sqrt{0.1446 / (13 - 2)} = 0.1147$$

$$R = \sqrt{1 - (0.1446 / 104.2343)} = 0.9993$$

$$H = 1.82 \times 0.455 - 0.882^2 = 0.050$$

$$M_i = 0.1147 \sqrt{(0.06^2 \times 0.455 - 2 \times 0.06^3 \times 0.882 + 0.06^4 \times 1.82)} / 0.05$$

$$= 0.0184 \text{ 格} = 0.011''$$

$$Y_i = 0.114 \times 0.06 + 14.908 \times 0.06^2 = 0.060 \text{ (格)}$$

$$\text{结果 } 0.064 \times 0.6'' = 0.036'' \text{ (0.18mm/km)} < 0.06''$$

注：0.06 为线圈一倍地磁场强度励磁交流电流值。

表 B.14 数字水准仪视准线误差 (i 角) 的检定

仪器型号：DiNi12

检定者：

出厂编号：

年 月 日

记录者：

序号	视高/m	视距/m
1	1.862 34	22.091
2	1.862 28	22.090
3	1.862 29	22.092
4	1.862 30	22.089
5	1.862 31	22.089
6	1.862 27	22.090
7	1.862 30	22.086
8	1.862 31	22.088
9	1.862 29	22.091
10	1.862 32	22.093
平均值	1.862 30	22.09
计算	$i = \frac{1.861\ 22 - 1.862\ 30}{22.09} \times 206\ 265 = -10.1''$ 1.861 22 为标准视高，机内存 i 角为 0。	

附录 C

检定证书和检定结果通知书内页格式

(一) 检定证书的内页格式

序号	检定项目	单位	检定结果		
			首次检定	后续检定	
1	外观及功能				
2	水准泡角值	($^{\circ}$)			
3	竖轴运转误差	($^{\circ}$)、($'$)			
4	望远镜分划板横丝与竖轴的垂直度	($'$)			
5	视距乘常数				
6	测微器行差与回程差	mm			
7	数字水准仪视线距离测量误差	cm			
8	视准线的安平误差	($^{\circ}$)			
9	望远镜视轴与管状水准泡轴在水平面内投影的平行度 (交叉误差)	($'$)			
10	视准线误差 (i 角)	($^{\circ}$)			
11	望远镜调焦运行误差	mm			
12		补偿器工作范围	($'$)		
13	自动安平水准仪	补偿误差	前倾	($^{\circ}$) /1'	
			后倾	($^{\circ}$) /1'	
			左倾	($^{\circ}$) /1'	
			右倾	($^{\circ}$) /1'	
14		双摆位误差 C_V 、 C_H	($^{\circ}$)、($'$)		
15	测站单次高差标准差	mm			
16	自动安平水准仪磁误差	($^{\circ}$)			
备注					

(二) 检定结果通知书的内页格式

检定结果通知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 处理意见和建议。