

WILD
HEERBRUGG

G2 261 e - 11.75

瑞士印刷

WILD T1

带自动垂直度盘指标的 测微经纬仪

使用说明

注意！

自动垂直度盘指标：必须将 T1 调平，才能在读数显微镜中看到正确的垂直环。

4. 使用说明

4.1 设置三脚架

首先，检查所有的三脚架螺钉是否已拧紧。请使用六角扳手拧紧松动的螺钉（参见 6.1 节）。

4.1.1 使用标准型三脚架（例如 GST20）

拉开三脚架的支腿，使仪器位于舒适的高度。从三脚架包中拿出铅锤。将铅锤的卡头推入固定螺孔，然后向右转动拧紧。设置三脚架，使云台接近水平，铅锤距离地面点 2 cm (1 in.)

范围内，中心固定螺钉位于其移动范围的中心。将三脚架靴牢固地旋入地面。如果架靴插入地面的深度不同，请通过拉伸或缩回的支腿来重新调整三脚架的水平度。在连接仪器前，请先检查伸缩腿的固定夹是否锁紧。

4.1.2 使用 GST70 求心三脚架（图 5）

使用 GST70，仪器就不必再使用三脚台（图 5）。



图 5 将 T1 放入 GST70 求心三脚架中

拉开三脚架的支腿，使仪器位于舒适的高度。通过目测将三脚架设置在地面点上方。将三脚架靴牢固地旋入地面。拧松三脚架的中心螺钉。将对中杆的尖放到地标上。调整三脚架支腿，直到杆的圆形气泡大致位于设定的圆圈内。按下三脚架头部基座上的黑色锁扣，小

心地在云台上移动三脚架头部，直到对中杆的圆形气泡准确地位于设定的圆圈内。将杆的下部旋转 180°。如果气泡不再居中，请执行 4.3.2 节所述步骤。拧紧中心螺钉并检查伸缩腿的固定夹是否锁紧。将仪器放入三脚架头部并通过将锁定旋钮（41，图 16）转动到向下箭头将其锁定到位。按照 4.3.3 所述，使用三脚架头部的三个脚螺钉进行调平。头部的圆形水平仪用于对自身不带水准气泡的附件（例如，横测尺）进行调平。对于对中杆过长或过短的情况，请拧下对中杆并使用铅锤或光学垂准器进行对中。仪器倾斜轴的高度可从对中杆上读出。另请参见 4.3.2 节和 6.8 节。

注意

在折叠求心三脚架时，必须将其头部放入云台的凹环内。否则，对中杆会弯折并损坏。

4.1.3 常规建议

可以将仪器安装在三脚架上，携带到临近的测站。在移动前，请检查三脚架中心固定螺钉是否拧紧，锁定旋钮（41，图

16）是否位于箭头向下锁定位置。在新的测站，将三脚架靴旋入地面时，请扶住经纬仪以防止震动。

在三脚架脚钉无法固定的平滑坚硬地面（例如水泥地面或室内地面）上，必须使用 GST4 三脚架基座。参见 1.2.1 节。

4.2 打开仪器包装（图 4）

将机箱放在水平面上。拉出捆扎带的两端，以松开锁定挂钩。提起挂钩。提起底板柱上的两个杆，使固定夹松脱。将仪器提出来放置在三脚架上，一手扶住仪器，用三脚架固定螺钉将其固定在三脚架上。固定螺钉不要拧的过紧。合上机箱。

如果需要以最高精确度使用 T1，建议您执行以下操作：

1. 在炎热晴朗的天气里，请用遮阳伞遮挡仪器和三脚架。
2. 如果仪器与周围空气的温差较大，请等待仪器达到气温后再开始观测。粗略的估算方法是，所需等待的时间（分钟）与温差（°C）相对应。例如，如果仪器从 +20°C 的仓库拿到室外 -10°C 的环境中安装，则需要等待 30 分钟。
3. 反复旋转照准仪和望远镜，以确保润滑剂均匀分布在轴承上。

4.3 对中和调平

4.3.1 使用铅锤对中

在平静的条件下，可使用铅锤对中到 ± 2 mm 左右。松开中心固定螺钉，在云台上移动仪器，直到铅锤位于地标正上方。重新拧紧固定螺钉。请按照 4.3.3 所述步骤进行调平。

4.3.2 使用对中杆对中

对中杆包括两部分。它是可伸缩的。圆形水平仪连接在杆的下半部分，整个杆悬挂在使用三脚架固定螺钉连接的卡头上。将对中杆的尖放到地标上，进行对中。调整三脚架支腿，直到杆的圆形气泡大致位于设定的圆圈内。锁定三脚架支腿。现在，松开三脚架固定螺钉，在云台上移动仪器，直到对中杆气泡居中。将对中杆下半部分转动 180° ，如果气泡不再位于设定圆圈的中心，请在云台上移动仪器，以分担气泡位移的一半。这样仪器便居中了。（请注意，最好不断调整气泡，使其保持在中心位置。参见 6.8 节）。拧紧固定螺钉并按照 4.3.3 中所述进行调平。使用对中杆时，可以对中到 ± 1 mm 左右。

使用对中杆下半部分的上缘作为读数刻度，经纬仪倾斜轴的高度可在对中杆的上半部分读出（至 0.05 ft 或 1cm）。此高度值有效的条件是：脚螺钉位于其活动范围的中心，且对中杆尖上刻有 T1/T16（用于其他仪器的对中杆所给出的高度值不正确）。

4.3.3 调平

在调平时为帮助记忆，请注意，转动脚螺钉时，水准气泡遵循左手大拇指的方向。板式水平仪应避免阳光直射，因为这会导致气泡逃逸。通过使用脚螺钉将圆形气泡居中，可获得大概的水平位置。然后，请继续执行以下步骤：

1. 打开上面的板式水平仪固定夹 (7)，将光学垂准器(22) 放到脚螺钉 A 上方。以相反的方向将脚螺钉 B 和 C 旋转相同的角度，直到板式水平仪气泡 (8) 居中。
2. 将照准仪顺时针旋转 90° ，用螺钉 A 将气泡居中。
3. 将照准仪顺时针旋转 90° 。请记住气泡的位置。通过以相反方向将脚螺钉 B 和 C 旋转相同的角度，将气泡置于该位置与中心位置之间一半的位置上。

4. 以相同方向将照准仪旋转 90°。旋转 A，将气泡设置在步骤 3 得到的平均值（一半）位置。
5. 现在，在照准仪的各个方向，气泡都应保持在此位置上。否则，请重复上述步骤，但是这次应将步骤 3 得到的平均值位置作为气泡的中心位置使用。
如果在照准仪的所有方向上气泡都保持在同一位置（不一定是中心位置），则表明仪器已调平。方便的做法是，不断调整平板式水平仪，使气泡保持在中心位置。有关调整步骤，请参见 6.2 节。

4.3.4 使用光学垂准器对中

光学垂准器用于在 0.5 m (1.6 ft) 到无限远的范围内将 T1 对准地标。仪器通常高于地面 1 到 2 m (3 到 6½ft)，这种情况下对中准确度可达 ± 0.5 mm 左右。

方法 1:

如 4.1.1
所述，将三脚架设置在地标上方，通过目测、投放小鹅卵石或使用铅锤进行粗略对中。连接仪器。将圆形气泡 (24) 对中。旋转光学垂准仪的目镜 (22) 直到十字丝清晰可见。拉出垂准仪的目镜，直到地面点清晰可见。松开三脚架固定螺钉并在云台上移动仪器，直到十字丝与地标重合。在执行上述操作时请勿将三角台相对于三脚架头部旋转，否则气泡会受到扰动。最后，重新拧紧固定螺钉。如 4.3.3
所述进行调平。查看垂准仪并检查对中情况。如果需要，请重新对中并调平。现在，将照准仪旋转 180°，十字丝与地标的任何偏差都可通过移动仪器，使其分担此偏差的一半来进行纠正。如果需要，仪器必须重新调平。
如果调平后的照准仪在各个方向上旋转，十字丝始终保持在标记上或四周有一个小圆圈包围，则对中正确。（有关调整步骤，参见 6.6 节）。

方法 2:

通过目测将三脚架设置在地标上，将脚架靴旋入地面。连接仪器。查看光学垂准仪，通过调整脚螺钉，将十字丝对准地标。现在，通过伸缩三脚架支腿将圆形气泡对中。十字丝仍将在地标上。如 4.3.3 所述进行调平。如果需要，请按方法 1
所述，在三脚架头部上方移动仪器，调整对中。

4.3.5 顶点下对中

仪器可以在从房顶或天花板悬垂下的铅锤下方对中，方法是将铅锤与瞄准镜中心 (14) 的小针对准成一线。必须卸下把手（参见 3.1.3 节），将仪器调平（如 4.3.3 所述），并将望远镜设置为水平（即，将垂直环设置为 $90^{\circ} 00'$ 或 100.00° ，参见 4.5.1）。现在，在云台上移动仪器（不要旋转三角台）直到小针准确度位于铅锤尖的下方。另一种方法是使用望远镜的顶垂仪或 5.6 节所述的垂准设备。

4.4 聚焦和照准

4.4.1 设置十字丝

将望远镜对向天空或均匀的浅色表面，例如墙壁或纸张。旋转目镜 (10) 直到十字丝清晰可见，变为黑色。现在，折光标会显示观测者眼睛的正确设置。请记录该读数以备后用。

4.4.2 目标图像聚焦

用瞄准镜 (14) 将望远镜对向目标。锁紧固定夹。查看望远镜目镜，旋转对焦套筒 (13) 直至目标可见。通过旋转驱动螺钉，将十字丝设置在目标附近。旋转套筒直至目标图像清晰且没有视差（即，当观测者稍稍移动目光时，十字丝与目标间没有明显的移动），完成对焦。如果存在视差，请细微调整对焦将其去除。请注意，对焦套筒有粗调和微调两种模式。套筒上的箭头指向无限远的方向。
对焦不会影响十字丝的清晰度（参见 4.4.1 节）。

4.4.3 照准

水平角度：旋转上平板驱动 (23)，直到单垂直线分裂或者双线夹在目标两侧。

垂直角度：旋转上平板驱动 (23)，使垂直线靠近目标的左侧或右侧。然后，旋转垂直驱动 (21) 将水平丝精确地定位到目标上。

注意：驱动螺钉的最后一圈必须为顺时针，即与弹簧相对。

4.5 圆环读数与角度测量

4.5.1 圆环读数（图 6 和 7）

打开并旋转镜子 (11) 直到圆环（如在读数显微镜 (9) 中所看到的）均匀发光。有关电子照明，请参见 5.2 节。

旋转读数显微镜的目镜 (9)，直到圆环的刻度线和双分度线对焦清晰。在上面的窗口，V 是垂直环。在下面的窗口，Hz

是水平环。每个窗口都具有双分度线。水平环呈现黄色。环的刻度间隔为 1° 或 1^g 。右侧的窗口为测微计。每隔 $0/1' (=6'')$ 或 $0.002^g (=0.2^\circ)$ 显示一个数字。

要读取水平环，在下部窗口 Hz 中：

旋转测微计旋钮 (19)

直到圆环刻度线位于双分度线的正中间。从此刻度线读取度或梯度值。测微计窗口中心用一个黑色指针指示。请参照此指针，读取分和 $1/10$ 分，或 $1/10$ 梯度。如果指针位于两个数字之间，可以估算为测微计刻度间隔的一半，即 $0.05' (=3'')$ 或 $0.001^g (=0.1^\circ)$ 。

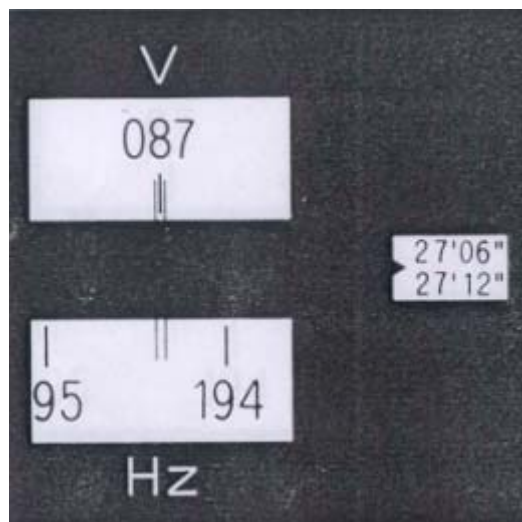
垂直环的读数方法与上面完全相同。在旋转照准仪之后，可能需要等待一秒钟，使垂直环图像变稳定。请注意，要在上部窗口 V 中看到垂直环，T1 必须调平。

请参见图 6 和 7 的示例。

4.5.2 将水平环设置为零或所需值

通常，将 R.O.（参考目标）的水平环读数设置为零或其他所需值，例如某个已知象限角。

1. 松开上平板夹 (7) 和下平板夹 (25)。旋转滚花环 (5) 直到所需度数（梯度）线出现在读数显微镜的 Hz 窗口中。要方便此操作，滚花环上标有 0° 、 90° 、 180° 、 270° (0^g 、 100^g 、 200^g 、 300^g)，在照准仪上有白色的分度线 (6)。锁紧上平板夹 (7)。
2. 参照测微计窗口的指针，旋转测微计旋钮 (19) 设置所需的分和 $1/10$ 分（ $1/10$ 梯度）。
3. 旋转上平板驱动 (23)，将所需的度（梯度）刻度线设置到双分度线的中间。现在，便在仪器中设置好所需读数。
4. 用手旋转照准仪，使用瞄准镜 (14) 瞄准 R.O。锁紧下平板夹 (25)。旋转下平板驱动 (3)，将垂直丝对准 R.O. 目标。

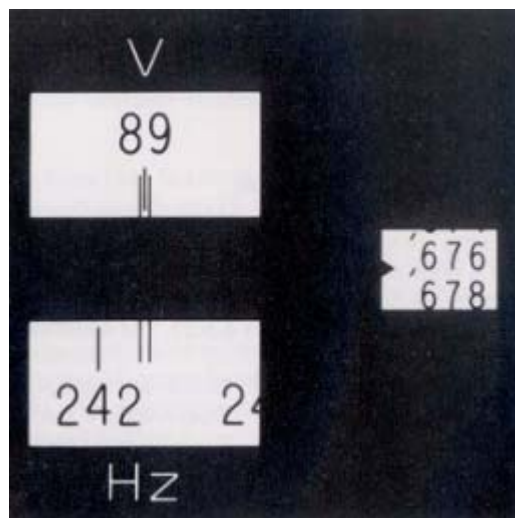


垂直环 $87^{\circ}27'09''$



图 6 圆环读数 360°

水平环 $327^{\circ}59'36''$



垂直环 89.667⁹

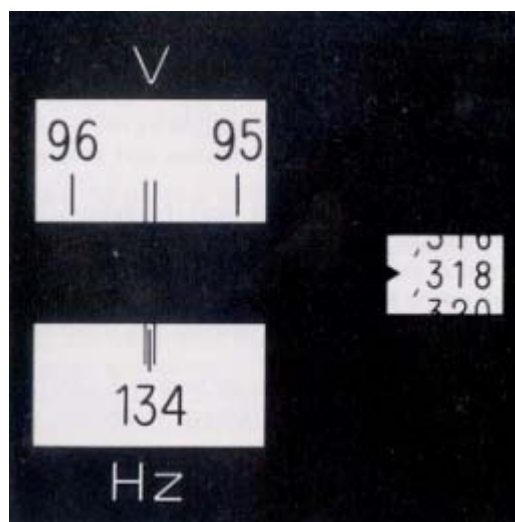


图 7 圆环读数 400⁹

平环 134.318⁹

5. 现在，所需读数已设置到

R.O.。您只需要使用上平板夹和上平板驱动，便可执行后续测量。请勿碰触下平板夹和下平板驱动。它们只用于设置零点、重复测量（参见 4.5.4 节）和保持象限角（参见 4.5.5 节）。

4.5.3 测量水平角

测量两个目标间的夹角是一种最简单的角度测量，常在横移中使用。为获得准确测量，通常面向左侧和右侧分别进行观测，然后取平均值。在将

R.O.（参考目标）读数设置为零或已知象限角（参见 4.5.2 节）后，观测顺序如下：

1. 向左。 顺时针旋转。 观测左目标 (R.O.)
2. 向左。 顺时针旋转。 观测右目标
3. 向右。 逆时针旋转。 观测右目标
4. 向右。 逆时针旋转。 观测左目标 (R.O.)

这是一组操作。

可按照 4.5.2 中所述执行步骤 1，将所需读数设置到 R.O.。此后，不要再碰触下平板夹和驱动 (25, 3)，执行步骤 2、3 和 4 时只需要使用上平板夹和驱动 (7, 23)。

如果需要更准确的测量，可以再进行几组观测。如果进行两组观测，请将第二组观测的 R.O. 设置改变 90° (100°)。如果进行四组观测，R.O. 应设置到 0° 、 45° 、 90° 、 135° (0° 、 50° 、 100° 、 150°) 附近。换言之，如果进行 n 组观测，R.O. 设置的改变应为 $180^\circ \div n$ ($200^\circ \div n$)。在更改 R.O. 设置时，也必须更改分和秒。

在三角测量和极坐标（放射）测量中，通常从一个测站观测多个目标。操作规程与上面所述相同，只是要观测多个目标。应选择明显的远距离目标作为 R.O.（参考目标）。在将 R.O.（参考目标）读数设置为零或已知象限角后，观测顺序如下：

向左。顺时针旋转。观测目标 1（参考目标），2，3，4，5 ... n 。向右。逆时针旋转。以相反顺序观测目标 n ，...5，4，3，2，1（参考目标）。

这是一组操作。

如果需要更高准确度，请如上面所述使用不同圆环设置进行更多组观测。

4.5.4 测量单一角度的重复方法

通过操控上下平板夹和驱动，可通过重复进行单一角度测量。此方法主要用于测量视差角，例如横测尺或横测底测量。

1. 仪器向左。将圆环设置为零，按照 4.5.2 节所述，使用下平板夹和驱动 (25, 3) 准确地指向左侧目标。读取水平环。
 2. 下平板夹 (25) 保持锁紧。松开上平板夹 (7)。转向右侧目标。锁紧上平板夹。使用上平板驱动 (23) 准确对准。
 3. 上平板夹保持锁紧。松开下平板夹。重新转向左侧目标。锁紧下平板夹。使用下平板驱动 (3) 准确对准。左侧目标的读数现在与右侧目标在步骤 2 中的读数相同。
 4. 重复步骤 2。
 5. 重复步骤 3。
 6. 重复步骤 2。
- 以此类推。

最后，读取最后一次指向右侧目标时的水平环读数。该过程可以重复任意次，但要记录重复次数。

通过以下公式计算角度的最终值：

$$\frac{\text{右侧目标最终读数} - \text{左侧目标初始读数}}{\text{重复次数}}$$

在步骤 2 获取右侧目标读数非常有用。这可提供角度测量值并防止计数错误。

可以在向右方向上重复此过程，并将结果平均。

4.5.5 横移时保持象限角

通过操控上、下平板夹和驱动，可以在横移时保持象限角。

假设经纬仪在横移测站 1 并测量横移 RO（参考目标）与测站 2 间的角度。需要修改观测步骤，使最后一次是在测站 2 向右对准。

获取测站 2 的 FR 读数后，保持上平板夹 (7) 锁定，松开下平板夹 (25)，从而锁定照准仪的环。在测站 2，让仪器朝向左，使用下平板夹和下平板驱动 (25, 3) 准确对准测站 1。

这样，测站 2 到测站 1 的 FL 读数将与测站 1 到测站 2 的 FR 读数相同，表示已设置好正确的读数。通过执行此过程，即可在横移时保持象限角（加减一个小数值）。在对 FL 和 FR 取平均值时，该值是不可避免的。

4.5.6 测量垂直角度

T1 具有自动度盘指标。仪器必须调平（参见 4.3.3 节），才能在上部窗口 V 中看到垂直环。

将仪器朝左侧，通过调整垂直驱动 (21)

将水平丝对准目标。读取垂直环。如果观测者已知仪器已针对垂直度盘指标误差进行了正确调整，并且可以接受 1" 或 2"

的准确度，则仅进行左侧测量就足够了。要获得准确的测量，请转到右侧，并重复观测。左侧测量的读数 A_L 是天顶角 ζ 。右侧测量的 A_R 是 $(360^\circ - \zeta^\circ)$ 或 $(400^\circ - \zeta^\circ)$ 。垂直角 β （仰角 + 或俯角 -）可从垂直环读数计算出来，如下所示：

$$\begin{aligned} \beta_L &= 90^\circ - A_L^\circ \text{ 或 } 100^\circ - A_L^\circ \\ \beta_R &= A_R^\circ - 270^\circ \text{ 或 } A_R^\circ - 300^\circ \\ \beta &= \frac{1}{2} (\beta_L + \beta_R) \\ \zeta &= \frac{1}{2} (A_L - A_R) \end{aligned}$$

360° 或 400° 已加到 A_L 上。

示例

360°	A_L	=	83°23.2'	β_L	=	+6°36.8'
	A_R	=	276°36.4'	β_R	=	+6°36.4'
	$A_L + A_R$	=	359°59.6'	β	=	+6°36.6'
	$A_L - A_R$	=	166°46.8'	ζ	=	83°23.4'
400°	A_L	=	107.864°	β_L	=	-7.864°
	A_R	=	292.154°	β_R	=	-7.846°
	$A_L + A_R$	=	400.018°	β	=	-7.855°
	$A_L - A_R$	=	215.710°	ζ	=	107.855°

通过此方法约简是一种自我检查。 $A_L + A_R$ 的和应该总是保持在 $\pm 0.2'$ 或 $\pm 0.3'$ 之内。 $A_L + A_R$ 与 360° 或 400° 之差是垂直度盘指标误差的 2 倍，其可按照 6.5 节中所述步骤调整。

4.5.7 使用 3 线法测量垂直角

如果为了获得更高的准确度并揭示总读数误差，需要对垂直角进行多次测量，则在 FL 和 FR 测量中都要使用两个水平视距丝和水平十字丝。令 U_L 和 U_R （向左）和 U_R （向右）为使用上视距丝时的垂直环读数。 A_L 和 A_R 和以前一样是使用中心丝的读数， L_L 和 L_R 是使用下视距丝的读数。在本例中，括号内的数字表示观测顺序。垂直角 β 由以下公式计算得出：

$$\begin{aligned} \beta^\circ &= \frac{1}{2} (FR - FL - 180^\circ) \\ \beta'' &= \frac{1}{2} (FR - FL - 200^\circ) \end{aligned}$$

示例

U _L 83°40.4' (1)	A _L 83°23.2' (2)	L _L 83°06.0' (3)
L _R 276°53.5' (6)	A _R 276°36.4' (5)	U _R 276°19.3' (4)
193°13.1'	193°13.2'	193°13.3'
平均 180°00.0'		
2β = + 13°13.2'		
β = + 6°36.6'		

即，在左侧和右侧，总是从上视距丝在视野中时开始观测。

4.6 视距观测

对于视距观测，只需在左侧观测即可。望远镜具有用于测量到垂直物体距离的视距线（100x 系数）。在下视距和上视距与物体相切处读取读数。这两个读数的差是截距 l 。对于水平照准，截距的 100 倍是从仪器到物体的水平距离。如果照准线是倾斜的，则必须测量垂直角 β ，水平距离 D 计算如下：

$$D = 100 \cdot l \cdot \cos^2 \beta$$

$$= 100 \cdot l \cdot \sin^2 \zeta$$

(β = 垂直角)
(ζ = 天顶角)

如果需要获得高度差，则请读取读数 z （中心丝与物体相切处）。此外，还要测量经纬仪倾斜轴高出地面的高度。仪器地面与物体底面的高度差 ΔH 为：

$$\Delta H = 100 \cdot l \cdot \sin \beta \cos \beta + (i - z)$$

$$= 100 \cdot l \cdot \sin \zeta \cos \zeta + (i - z)$$

第一项的符号 ($100 \cdot l \cdot \sin \beta \cos \beta$)，对于仰角为正，对于俯角为负。

为简化计算，照准物体时最好使

$z = i$ 。在约简计算中，可能会使用视距计算尺、微型计算器或视距表（例如，F.A. Redmond 的视距表）。