

87.1079
TXJ
2

0195783

铁道科技資料

(譯 文)

2



铁道部西南交通大学情报室

1975.8.

(一) 瑞士 Wild DI10 型紅外測距儀

(二) 瑞士 Wild DI3 型紅外測距儀

使 用 說 明 書

铁道工程系航测专业实践队

一九七五·八·

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

外国有的，我們要有，外国沒有的，我們也要有。

对于外国文化，排外主义的方針是錯誤的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借鏡；盲目搬用的方針也是錯誤的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

前 言

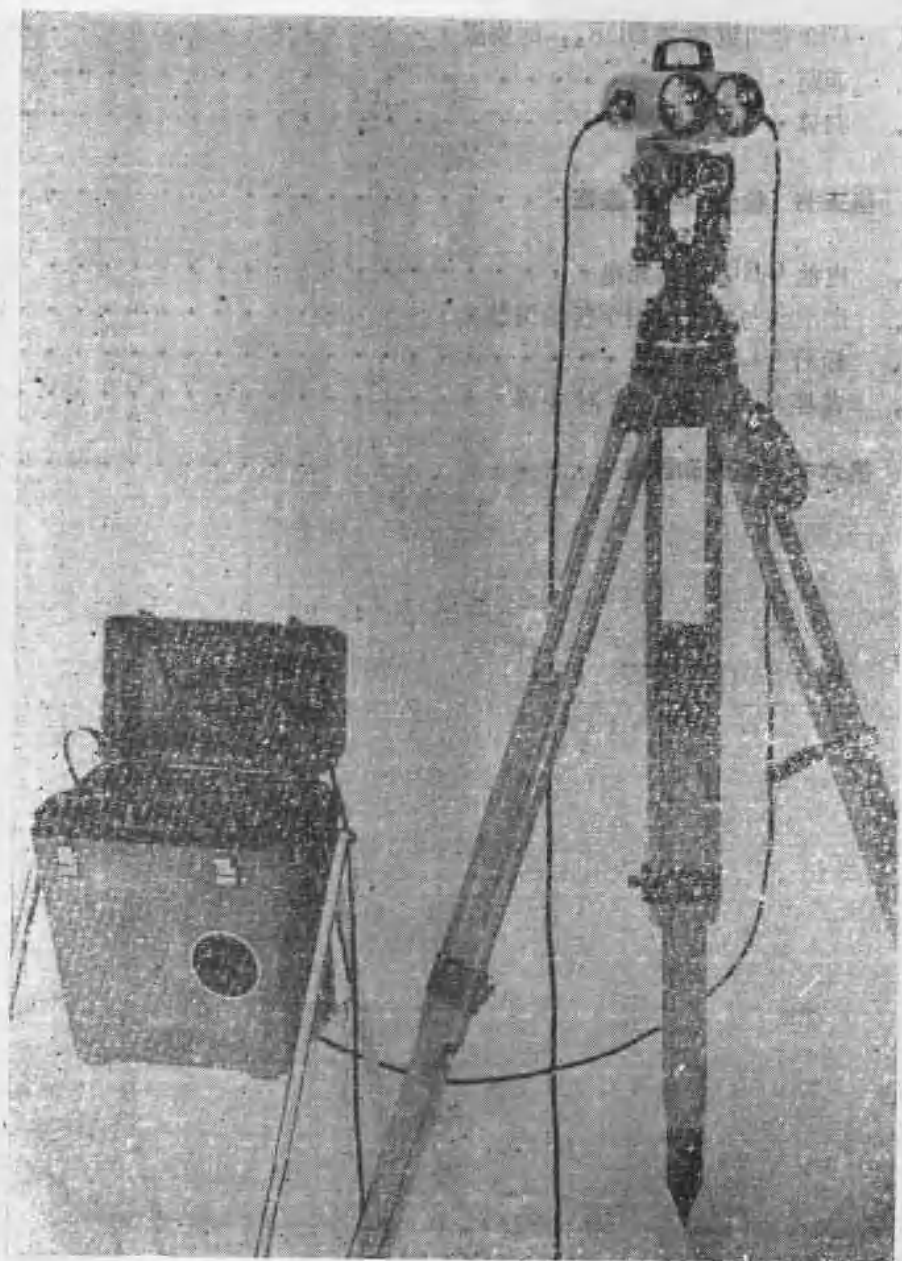
红外测距仪是一种比较先进的测量仪器，具有精度高，测量时间短，操作简便，体积小重量轻等优点。适用于铁路、公路、矿山、城市勘测等多方面的需要。目前我国在毛主席的革命路线指引下，社会主义革命和社会主义建设取得了辉煌成就，无产阶级文化大革命取得了伟大胜利，批林批孔运动取得了很大成绩，并决心在本世纪内把我国建设成为一个社会主义的现代化强国，出现了一个“抓革命，促生产”的新高潮，许多单位大破因循守旧的保守思想，全部用国产材料研制成功各种类型的激光测距仪和红外测距仪，为我国大量使用和推广这种先进测量工具创造了有利条件，为适应我国激光和红外测距技术的飞跃发展的需要，遵照毛主席“洋为中用”的教导，我们编译了“瑞士 WZD DI10 型红外测距仪”一文，供有关科研、制造、使用的同志参考。

编译时，原文资料中，明显的错误，已作了改正，并以 DI10 的改进型为主，加以删节和校正。

本文在译校过程中，北京测绘仪器厂，北京大学物理系，铁道科学研究院，铁道部第三设计院，铁道部第二设计院等单位参加“红外测距仪研制小组”的同志给予了大力的支持和热情的帮助，并提出了不少宝贵意见，我们对这些单位和同志，表示衷心的感谢。

由于外文和专业知识的限制，在文字翻译和技术概念的表达上难免会有错误，恳切希望大家批评指正。

(一) 瑞士 Wild DI10 型紅外測距儀



測程 1~2000 米 中誤差 ± 1 厘米 測量時間 15 秒 發散角 $15'$ 載波波長 0.875 微米 發射功率 1.5 毫瓦 總消耗功率 約 15 瓦 溫度範圍 $-25^{\circ}\sim+50^{\circ}\text{C}$
瞄準頭重 3.1 kg 控制箱重 14.7 kg 測量次數 約 200 次

目 录

(一) 瑞士 Wild DI 10 型紅外測距仪

第一章 工 作 原 理

第一节 总論	1
第二节 頻率变换原理	2
第三节 变频环路	2
第四节 显示器	3
一、 概述	3
二、 名词解释	3
三、 測量程序	4
四、 螺旋形光栏	5

第二章 瞄 准 头

第一节 調整設備	6
第二节 調整步驟	6
一、 調整设备的安置	6
二、 紅外光学系統	9
三、 校准光路	9
四、 瞄准头的底座	9
五、 核对調整裝置	9

第三章 控 制 箱

第一节 电气調整設備	10
第二节 綫路說明和調整方法	13
一、 电路盒 1: 发射器	14
二、 电路盒 2: 主振盪器	17

三、	电路盒 3: 4MHz 晶体振荡器	20
四、	电路盒 4: 4 Mc MHz 晶体振荡器	20
五、	电路盒 5: 相位计	21
六、	电路盒 6: 自动增益放大器	24
七、	电路盒 7: 接收器	26
八、	电路盒 8: 光电二极管放大器	27
九、	电路盒 9: 变换器 A	28
十、	电路盒 10: 变换器 B	29
十一、	电路盒 11: 调制器	30

第三节 显示单元

一、	调整设备	31
二、	调整	32
三、	显示单元的组装	36

第四章 最后总调与检修报告

第一节	最后总调	40
第二节	Wild DI10 检修报告	43
第三节	Wild DI10 线路图	45

(二)瑞士 Wild DI 3 型紅外測距仪使用說明書

第一节	設備	49
第二节	技术数据	51
第三节	說明	55
一、	仪器	55
二、	作用原理	55
三、	自动的量测程序	55
四、	返射器	56
五、	电气设备	57

第四节 使用说明	60
一、仪器的安置	60
二、DI3 专用返射器 GDR ₃ 的安置	60
三、测距	62
四、归算	66
第五节 检查 调整 维修	70
一、电池 GEB ₄₄ 的充电	70
二、照准头与望远镜相平行的调整	71
三、标杆 GLS ₁₀	71
四、基座 GDF ₄ 的光学对中器	71
第六节 管理和贮藏	72

第一章 工 作 原 理

第一节 总 论

DI10 测距仪发射一束被正弦波调制的红外光。从反射器反射回来的光线被接收后，再测定调制的相位移动，该相位移动则与所测距离成比例。

调制频率 $f = 14.9854$ (标称 15MHz)，即相应等于波长 $\lambda = 20\text{m}$ ，也就是等于 10m 的距离，因为光程是所测距离的两倍（往、返）。光程 d 或所测距离 D 的两倍为：

$$d = 2D) = -\frac{\phi}{2\pi} \lambda = -\frac{\phi}{2\pi} \cdot \frac{c}{f} \quad (1)$$

式中 c 为光的传播速度

相位移动的总值 ϕ 包含 2π 的整数倍数和 2π 的尾数，即

$$\phi = 2\pi n + \varphi \quad (2)$$

相位在 15MHz 时测得的数值只是尾数 φ ，从中可得到公尺、公寸以及公分等数值。为了要确定 10π 倍* 即未知数 n ，需把调制频率慢慢地（在 12 秒时间内）从小于 15MHz 的 10% 的值扫描到 15MHz。相位计则随着扫描的相位移动的变化而累计下来。

根据式(1)，相移与频率成正比：

$$\phi = -\frac{2\pi}{c} \cdot d \cdot f \quad (3)$$

f 增减 10% 将导致 ϕ 增减 10%

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \phi(f) - \phi(0.9f) = -\frac{2\pi}{c} d(f - 0.9f) \\ &= -\frac{2\pi}{c} d \cdot 0.1f = 0.1\phi \\ \phi &= 10\Delta\phi \end{aligned} \quad (4)$$

这就是说，所测距离由两个辅助测量值决定：

一是在 15MHz 时对相移 φ 的测定，得到精确但不完全的所测距离的读数（m, dm, cm）。

一是在扫描过程中对相移变化 $\Delta\phi$ 的测定，得到精度较差但是完整的所测距离的读数（100m、10m、m）。

所测距离超过 100m 时， $\Delta\phi$ 当然就大于 2π 。但是相位计是这样设计的：它能确定地把扫描过程中的相位变化一直累计到 $10 \cdot 2\pi$ 。这就是说 DI10 能够无疑地测到 1000m。

第二节 频率变换原理

DI10 的相位计，工作在 2.4kHz 。所以，两个需要进行比较的高频信号（参考信号和接收信号），必须先变换为这样的低频，然后才能送入相位计。把第三个高频信号（其频率比上述两个高频信号稍差，为 $f + \Delta f$ ，而 $\Delta f = 2.4\text{kHz}$ ）和上述两高频信号混频来完成这样的频率变换。所产生的两低频信号间的相位关系，和原来的两高频信号间的关系一样。如果我们考察第三个信号与高频参考信号的相位相对位置，这就较为容易理解了。从这两个信号相位相同的时候算起，经过低频 Δf 的相移从 0 增加到 2π 的一个周期，这两个信号的相位又相同。如果高频接收信号的相位相对于高频参考信号移动，则经过低频的分数周期 φ ，从第三个信号与参考信号同相变为与接收信号相同。所以，这两个低频信号也同样移动了 φ 。

第三节 变频环路

为了在扫描时尽量压缩处理可变频率所需的宽带。线路引进一个 4MHz 的中频。图 2 为通到发射器的调制频率为 4MHz 和可变频率的和。一接收之后，把同一的可变

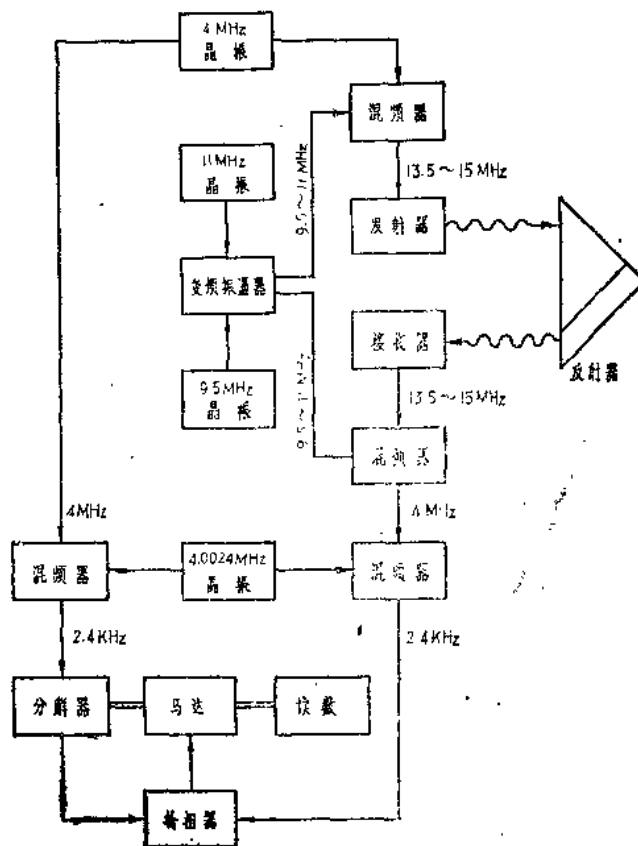


图 2 DI10 方框图

频率从接收频率中减出，于是，一个 4MHz 信号又可用于进一步的处理。在扫描之前，可变频率振荡器调整到与 9.5MHz 晶体振荡器同步；在扫描之后，则与 11MHz 晶体振荡器同步。4MHz 振荡器也用晶体稳定。

4MHz 接收信号和从 4MHz 振荡器直接来的参考信号，均是与 4.0024MHz 晶体振荡器的信号混频，于是可获得两个 2.4KHz 的差频信号送到相位计。

第四节 显 示 器

一、概 述

欲知 DI10 显示器原理，首先要知道细盘与粗盘的关系与普通机械计数器的区别。一个数字鼓轮转一周使次鼓轮转一个数字，而粗盘与细盘之间则有 10:1 的减速装置，但粗盘有一百个数字，所以细盘转一周时粗盘将转动十个字。其次，DI10 的伺服机构要应付两个完全不同的测量过程。细读与粗读数的显示，表现为这两个各不相同的测量过程的结果。以下各节说明在整个测距过程中伺服机构的动作。

二、名词解释

光路：从发射器二极管至接收器二极管的光行路线（如校准光路，测量光路）

距离：照准头倾斜轴和反射镜之间的距离

下述字母代表分解器轴的角度（角位、转动角或角差）。但测量这些角度，我们不用度或弧度，而采用细盘上的米尺（ 2π 代表 10m），因此这些字母也可认为是距离，或半个光路。图 3 中用圆圈表示不同的相移。

c = 校准光路上的相移

m = 测量光路上的相移

f = 与频率有关的电学相移（机内距离）

c 、 m 和 f = 在 15MHz 时的数值

c' 、 m' 和 f' = 在 13.5MHz 时的数值

g = 与频率无关的电学相移

r = 分解器里的相移 = 定子与转子间的夹角

s = 定子位置，可用校准旋鈕调整

d_1 = 转子位置 - 细读数

d_0 = 在 15MHz 校准光路转子位置 = 校准值

d_1 = 在 13.5MHz 校准光路转子位置

d_2 = 在 13.5MHz 测量光路转子位置

d = 在 15MHz 测量光路转子位置 = 所测距离

$e = 0.1d$ = 粗测

k = 起始值 = $-n$

$-n = d_1 - d_0$ = 向下扫描过程的相移

$h = d - d_2$ = 向上扫描过程的相移

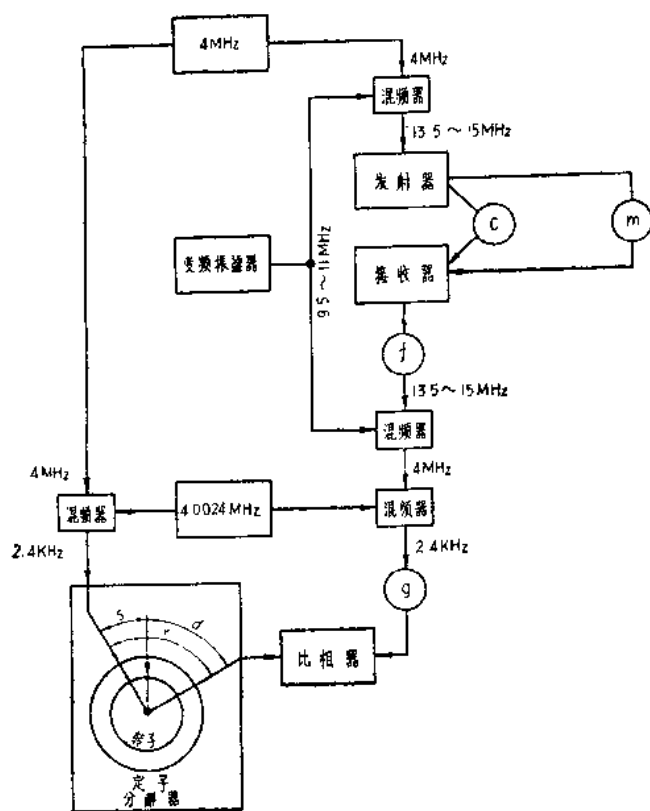


图3 DI10 相位移方框图

应当指出，在变频环路里的相移 f 并非和频率成正比，这跟 c 与 m 不同。虽然如此， f 仍可看作“机内”光路，因为只有 13.5 与 15MHz 数值才是有用的。

三、测量程序

首先瞄准反射器，把主开关转到 Point，然后按以下四个步骤进行以得距离读数：

第 1 步 转动开关到 Point：15MHz

瞄准头 c ：校准光路

细盘安置 CAL：校准值

粗盘安置到零位

第 2 步 开关扭到 START：13.5MHz

瞄准头 c ：校准光路

粗盘：读取起始值

第 3 步 开关扭到 START：13.5MHz

瞄准头 M ：测量光路

粗盘：安置起始值 START

第 4 步 开关扭到 MEASURE：15MHz

瞄准头 M ：测量光路

读取测量结果

根据图 3 可知, 伺服机构停止后, 进入相位比较器的两个输入均为同相, 则可算出上述步骤的相移以及细读和粗读盘位置的方程式:

$$\text{第 1 步 } d_0 = c + f - g - s \quad (5)$$

$$e_0 = 0 \quad (6)$$

$$\text{第 2 步 } d_1 = c' + f' + g - s = d_0 - n \quad (7)$$

$$e_1 = -n = k \quad (8)$$

$$\text{第 3 步 } d_2 = m' + f' + g - s \quad (9)$$

$$e_2 = -n = k \quad (10)$$

$$\text{第 4 步 } d = m + f + g - s = d_2 + h \quad (11)$$

$$e = h - n \quad (12)$$

式 (5) 与式 (11) 对细盘较为重要, 可消去未知数 f 、 g 、 s :

$$d = m - c + d_0 \quad (13)$$

粗读数则由频率向上扫描获得, 从式 (9) 和式 (11) 中可获得 h :

$$h = d - d_2 = m + f - m' - f' = 0.1(m + f) \quad (14)$$

因为频率的变化为 10%, 式 (14) 的后一部分是有根据的。向上扫描过程中所测量的是测量光路和“机内光路”之和。“机内光路”由向下扫描测定, 在安置至 START 开始值后则自动扣除。由式 (5) 和 (7), 可导出

$$n = d_0 - d_1 = c + f - c' - f' = 0.1(c + f) \quad (15)$$

从式 (12) 可知, 粗测包含细盘的总转角, 其转过的角为

$$e = h - n = 0.1(m - c) \quad (16)$$

与式 (13) 对比, 可知: 此值的 10 倍即为所测距离, 但带有误差 d_0 。 d_0 仅几公分, 则可忽略不计。因为粗测只要准确到 1~2 公尺就行了。

由于减速比为 10:1, 粗盘转一圈代表细盘 10 转, 因为粗盘有 100 个字, 故每个字代表 10m 的倍数。

四、螺旋形光栏

因为粗、细读数盘 10:1 的减速是连续性的, 所以粗读数位置可能在粗显示视野上从左边变到右边。这要由细盘的位置而定。如果距离略小于某十公尺整数, 则有这样的危险: 下一个整十公尺读数可在粗显示上读取。为了防止发生这类事情, 粗显示则通过“滑窗”投射到毛玻璃屏上。该窗为在细盘上的一个螺旋形光阑。当细盘转一周时, 此窗从右到左移动一个距离, 即为粗盘上每个字的间隔值。当细盘从 9.98 转到 0.00 米时, 光栏立即遮住以前粗读数字而露出下一个数。

第二章 瞄 准 头

第一节 调 整 设 备

	编 号
带有5个平行光管的调整装置	281,270
卡杆螺絲把	296,469
瞄准头按钮的钥匙	296,468
叉形专用螺絲钳, 10mm	185,845
角改锥 6mm	229,367
调整针	114,825
望远镜组, 调整 T ₂ 倾斜底座的配合件用	301,608
其中包括:	
望远镜	296,490
望远镜与配合件透镜的箱	301,607
倾斜底座望远镜的配合透镜	304,889
检查图片	281,269

调整人员若已有调整装置281,270, 则不需要倾斜底座望远镜的配合透镜304,889。

第二节 调 整 步 骤

DI 10 瞄准头应进行以下调整工作: 使发射器的光轴与接收器光轴跟瞄准望远镜光轴相互平行; 对发射器物镜与接收器物镜进行调焦。

一、调整设备的安置

把调整装置在不太亮的室内置平。把一台经纬仪带配合件(或带连结件 304,743的倾斜底座)固定在底座平面上, 再用圆水泡安平。DI 10 瞄准头装上经纬仪。若用DI 10Z 型瞄准头(仪器编号为 106~130), 则需用连结件 185,918 代替经纬仪。

必须避免瞄准头光轴与调整望远镜之间非常明显的平行位移(可用水平螺絲调整高度)。

将调整装置照明系统连接在一个输出电压为6V的变压器上。若采用输出电压为12V的变压器, 灯泡则应串连。

用望远镜下面的照明反光镜把光线照射到发射器和接收器的二极管上。转动调焦环直到二极管都清楚地聚焦。用水平和垂直推动螺絲把两个二极管影像调整到视野中心，然后再调整照明反光鏡，以获得最好照明。

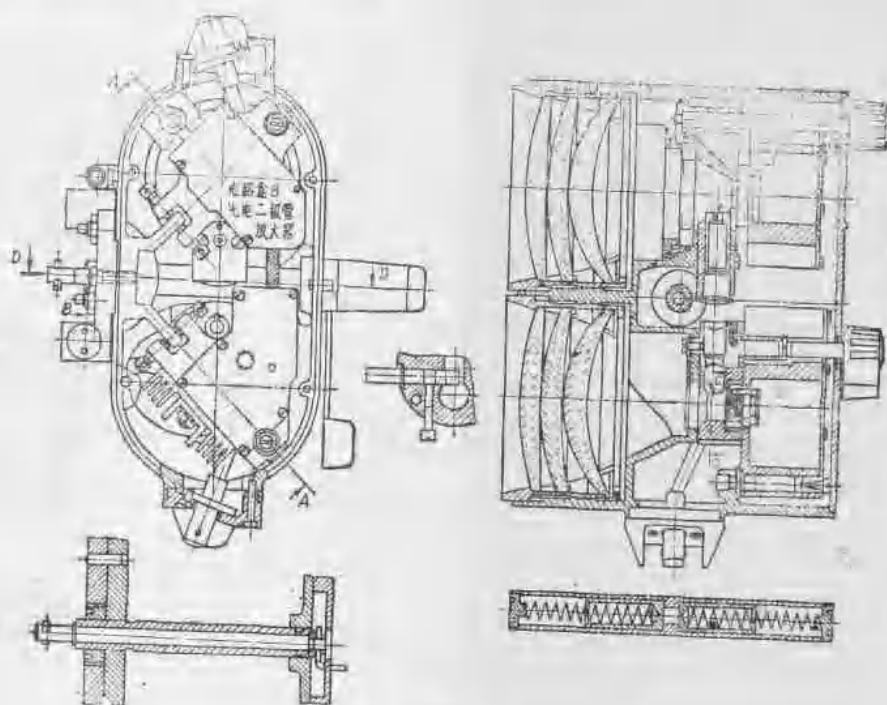


图 4 瞄准头

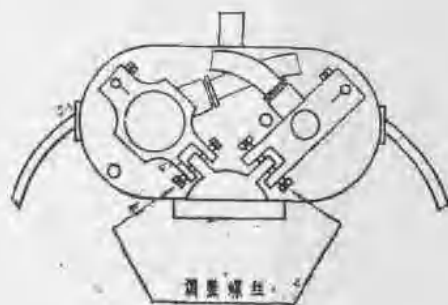
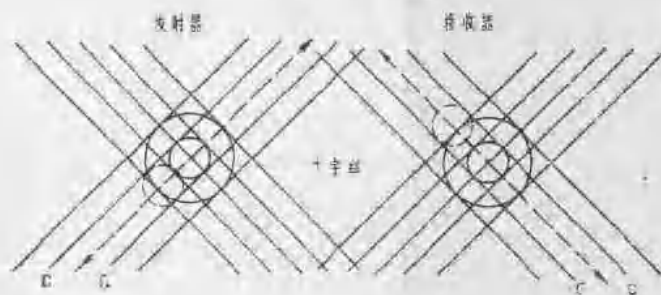


图 5

二极管定位修正程序

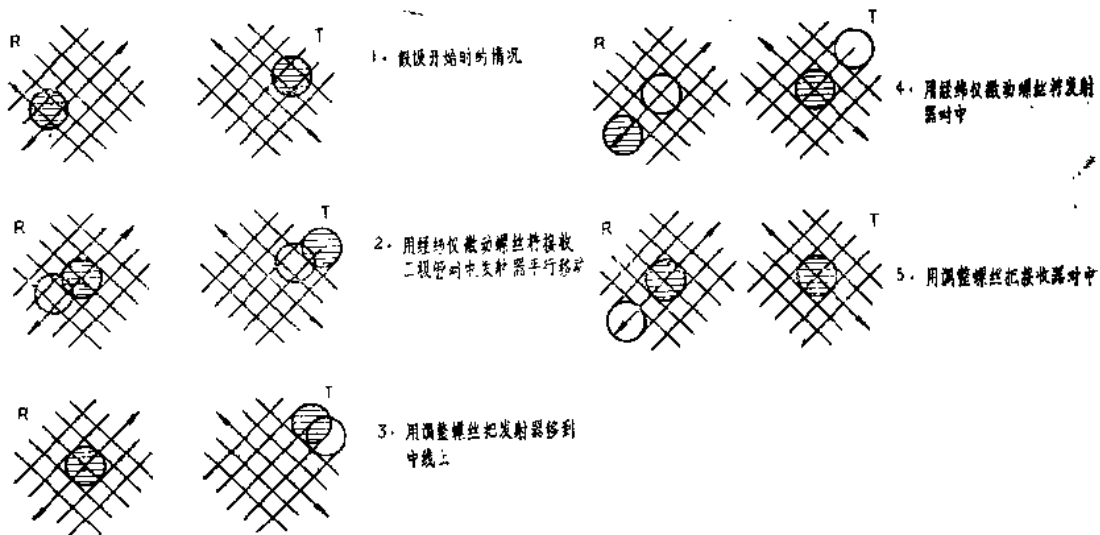


图6 图中 R 为接收二极管
T 为发射二极管

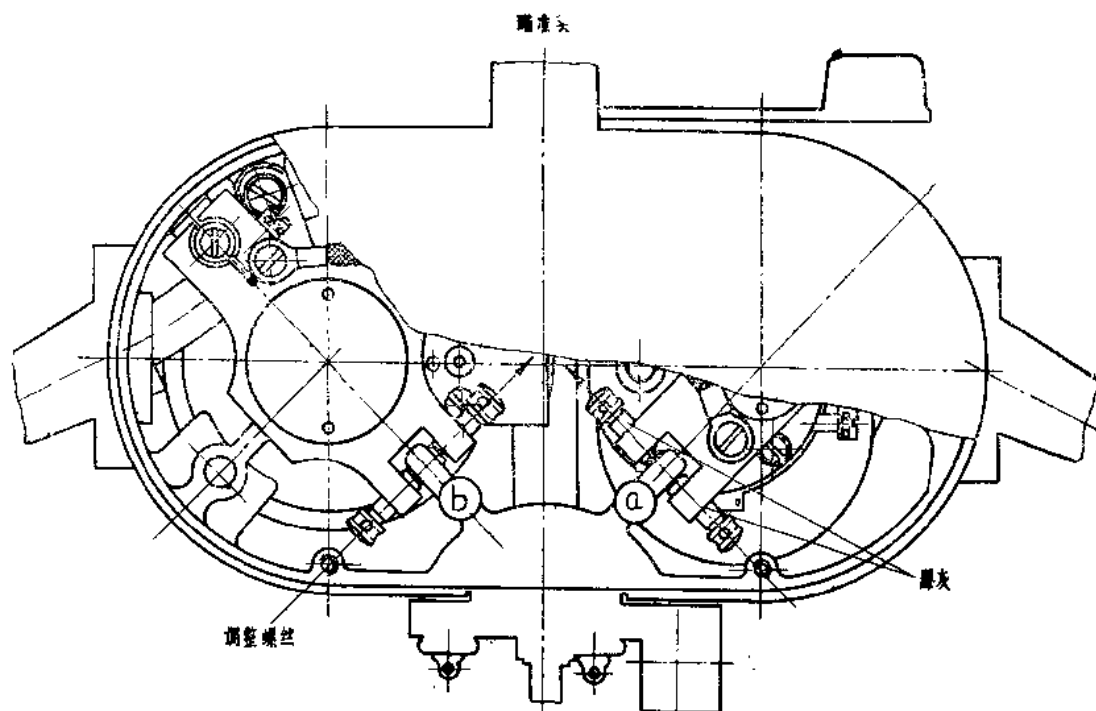


图7 瞄准头

二、紅外光学系統

用水平垂直推动螺絲将两个二极管的影像都调整到十字絲上C—C线对中间（見图5）。将二极管座的调整螺絲将二极管的影像沿着虛线移动到十字絲的中心。图6为另一不同的调整方法。

接收二极管 HP 4207 应聚焦在圓形的光敏面上。若采用 二极管 HP 4227 接收，则借助于晶片的边缘聚焦在遮盖物上或在光亮面的边缘。

发射二极管则聚焦在相位混合透鏡前面的圓錐体的边缘上（見图8）。

在调整望远镜上读出焦距值。根据下述因素計算调焦圈厚度的改正数：

圈的厚度每减小 32μ ，焦距值则增加一格；

聚焦值，发射器应为 75 格，接收器应为 78 格。

再次检验二极管影像是否在十字絲中心。因为在调焦时由于物鏡的偏心，可能被扰动。

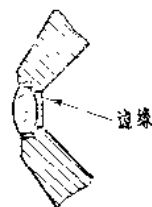


图 8

三、校准光路

通过调整在发射二极管前面的可以转动的反光鏡（B）和在接收二极管前面的可倾斜并可滑动的反光鏡，在校准光路上获得信号（后一反光鏡可用一个 10cm 带 M2 螺纹的长针来移动）。如果得到了信号，就用上述两反光鏡把它调到极大值。如果所得信号太强，则将其减至额定值。方法是把接收反射鏡从接收二极管拉开，重新调整倾斜，以获得极大信号值。

四、瞄准头的底座

为了进行垂直调整，旋松 3 个对中栓的螺母，把栓旋出，使其高出底座约 8.2mm。稍稍旋紧前面或后面的锁螺母，并将其 其他两个锁螺母完全旋紧。把瞄准头装在经纬仪上，把 T₂ 望远镜对准调整装置的平行光管，并用反光鏡照明二极管。用旋动第三个对中栓的办法，使二极管影像对十字絲上下居中。转紧锁螺母，对上述调整须进行核对。

对中栓调整之后，卡杆也需调整。瞄准头安装在经纬仪或倾斜底座上，卡杆应能灵活地转动约 30° ，并且只要很小的压力就能停止转动。如果卡杆太松，则用钥匙 296，469 把锁螺母旋松，再用调整针把杆軸转紧一点。如果卡杆太紧，就把杆軸旋出一点。为了进行水平调整，旋松两个底座固定螺絲。把瞄准头装在经纬仪上，左右移动瞄准头使二极管影像落在十字絲中心。小心地取下瞄准头，旋紧螺絲，核查上述调整。

五、核对調整裝置

調整裝置应布置在能使 600m 以外的一个目标能被所有平行光管瞄准的地方。调整十字絲使所有的平行光管都对准此点。