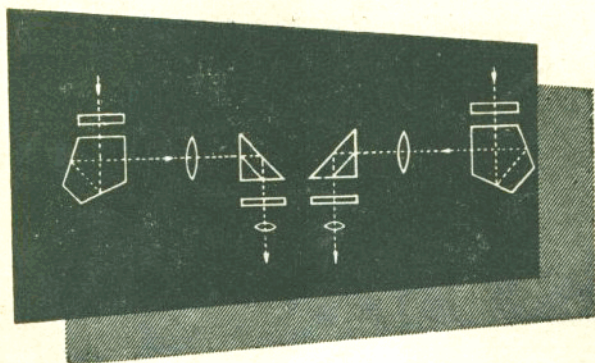


A.H. 札哈尔耶夫斯基著



軍用光学測远机

国防工業出版社

PDF

軍 用 光 学 測 远 机

A. H. 札哈尔耶夫斯基著

盧 寿 楫 譯



國防工業出版社

簡 介 說 明

本書着眼于历史發展，深入淺出而富有啓發性地闡述了測远机各类型，各部件的理論与实践。虽其出版較久(1933)，但仍非其他同类書所及，为有关工作人員，教师与学生的良好参考材料。

作者在前言中介绍，全書分四篇，但只見两篇，亦不知有无續編出現。惟就內容來說，第二篇中似乎也多少包括了一些三四篇中所提到的材料，故还是可以認為是完整的。

苏联 A. H. Захарьевский 著 'Военные оптические дальномеры' (Издание артиллерийской академии РККА Ленинград 1933年)

*

國防工业出版社 出版

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168¹/₃₂·4¹/₂ 印張·54 千字

1958 年 12 月第一版

1958 年 12 月第一次印刷

印数: 0,001—1,700 册 定价 (11)0.85 元

№ 2325 統一書号 15034·267

目 录

前 言	5
第一篇	7
§ 1. 测量距离概論	7
§ 2. 战争中标特性概論	8
§ 3. 对軍用测远机的一般要求	8
§ 4. 短基綫测角所要求的精确度	9
§ 5. 测远机的初步方案及其缺点	11
§ 6. 初步方案的逐步改善	13
A. 将两視場引到仪器的中部	14
B. 机械量度之弊与光学测微器之引用	16
B. 对于震动和温度影响不敏感的测远机零件之构造	19
Г. 保护测远机不受外界影响的各种措施	21
§ 7. 說明温度对测远机工作精确度的影响的泰勒实验	24
§ 8. 测远机失調的两种現象	27
§ 9. 規正机构和規正方法	28
第二篇	33
§ 10. 光学测微器	33
A. 摆动的平面平行玻璃板	34
B. 在物鏡后面沿管軸运动的楔鏡	36
B. 物鏡前面的轉动楔鏡	37
Г. 双楔鏡补偿鏡	40
Д. 可移动的長焦距透鏡的补偿鏡	47
§ 11. 單眼测远机的分像 (中央) 棱鏡	49
A. 初步方案的缺点	49
B. 对分像棱鏡的要求和实现这些要求的方法	51
B. 分像棱鏡的某些型式	54
§ 12. 所用角鏡的几种型式和双軸管	56
§ 13. 人的視觉特性及其与测远机測手工作中的联系	59

A. 單眼視覺	59
B. 不同裝置在不同工作方法下的靈敏度	61
B. 雙眼視覺	63
Г. 空間深度的感覺, 體視效应的發生及特性	65
Д. 體視標志和體視比較儀的方案	70
E. 雙眼視覺對估計目標深度差別的靈敏度	77
§ 14. 測遠機的理論誤差	77
§ 15. 測遠機的类型	78
A. 單眼測遠機的类型	79
B. 體視測遠機的类型	80
§ 16. 測遠機的方案	85
A. 各廠測遠機的典型方案	86
B. 蔡司廠高低規正機構	87
B. 體視合影和體視倒影測遠機的方案	89
Г. 視場中帶刻度的單眼測遠機之作用原理	90
Д. 潛望測遠機	92
E. 測遠機的別種方案	93
§ 17. 規正距離的設備	94
A. 以當地的目標規正	94
B. 以規正板放在遠處規正	97
B. 以規正板放在近處規正	100
Г. 單重裝置規正的規正器	101
Д. 雙重裝置規正的規正器	105
§ 18. 測遠機的各种輔助部分	112
A. 散像鏡	112
B. 外部的和內部的距離刻度	113
B. 使左右兩枝的放大率一致的方法和裝置. 校正透鏡	115
Г. 濾色鏡和它在測遠機方案中的不同位置	118
Д. [地-空] 機構及對其要求	120
E. 測遠機的支架, 方位角盤和高低角刻度	121
Ж. 測高計. 蔡司測高計的方案	123
З. 轉像光組和改變放大率的光組	126
И. 瞄準器, 搜索鏡, 瞄準鏡, 望遠鏡和其它	127
附錄 1 乃丁斯柯廠的兩種測遠機簡述	128
附錄 2 各廠發行的測遠機的一些數據	134

前 言

本書是在授課过程中边講边写的。它包含下列諸篇。

第一篇，其中述及对軍用測远机的要求的一些概念，以供設計現代測远机之需。又述及在实现該設計时所曾克服的特殊技术上的困难。

第二篇闡述了各种測远机的方案及其主要部件。叙述中注意到各部件原則上的重要性能：例如使用不經心时的耐久性，制造技术及装配的簡便性，作用的可靠性等等[●]。在轉入到体視測远机的构造时，必須插入体視的性能，因为在俄文書籍中关于这方面的知識不能認為充分与精辟。

陈述的程序在一定的程度上是集中布置的。因此关于某一事物的材料分別出現于書中不同部分。例如，关于單楔鏡补偿鏡的材料出現于§6.6及§10.6；关于滤色鏡的介紹出現于§10.1及§18.1等。这正是講授中的層次。写作中力圖避免重复，而常指出書中以前出現的地方。为了便于讀者閱讀，附有詳細的目录（譯文并附有中俄名詞对照及索引）。

在第三篇中准备陈述一些仪器，借它們可以对測远机的各种性能用实验设备进行檢驗，并述及檢驗的方法。至于測远机的性能及对它們所提出的要求之詳細叙述以及在野外对測远机进行檢驗的方法可讀作者所著「光学測远机」一書，該書将由机械出版社出版。

在最末一篇，第四篇中叙述蔡司測远机构造中各零件之特性及其他外国工厂出品中的优异构造。最后还必须搜集有关挑选与訓練測远机手的方法的知識，以及为此所需之仪器等。

第一第二两篇之初稿完成于1932年夏初，为內部文件性質。由于教务处之意見本書乃倉促付印。这一情况說明了書中缺陷之

● 为同一目的在叙述中插入若干不复杂的数字的例子。

一部分原因，这无疑地将为细心的读者们所发现并希予以原谅的。

本书供对光学仪器的构造和性能熟悉的读者参考。在这方面还可以推荐杜得洛夫斯基：光学仪器一般理论基础（А. И. Тудоровский, Основания общей теории оптических приборов）一书作为参考。

第一篇

§1 測量距离概論

两点間距离的測量可以用直接量度（用帶尺、卷尺）或用三角法。若两点是可以到达的，才可以用第一法。战争中的目标总可認為是不可到达的，所以第一法不适用。

第二法归納起来是由已知基綫的两端去量角度。若目标在点 C （圖 1）而基綫 b 的两端对着它的方向和基綫作成角 A 和 B ，則目标和点 A 的距离可按三角公式計算出来。

作三角形中的高 CH ，則 $AH = h \cdot \text{ctg} A$ ； $HB = h \cdot \text{ctg} B$ ；

$$b = AH + HB = h (\text{ctg} A + \text{ctg} B)$$

$$E = AC = \frac{h}{\sin A} = \frac{b}{\sin A (\text{ctg} A + \text{ctg} B)}$$

而最后

$$E = \frac{b \cdot \sin B}{\sin(A+B)}。$$

这种办法軍事上是采用的。設置两个观察点，各放一架測量角度的仪器。这种“長基綫”測远机工作的迅速性和可靠性視两观察者动作的一致性和两观察点間的联系方法而定。平常在其中的一个观察点上置有自动仪器，迅速地解出公式，算出距离。

長基綫測远机有其优点，也有其缺点。由于种种原因它們不能完全滿足現代战斗中所發生的要求。按战术上的要求希望不

要从两点，而从单独一个观察点去决定距离。因为不要基綫显然

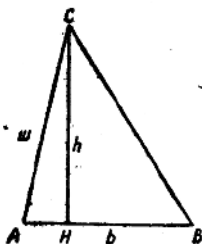


圖 1

不可能，故要將其簡化到最小可能的限度。

現代測遠機的基綫是小到這樣的程度，以致圖 1 中點 A 和 B 上的兩個測角設備事實上是靠在一起，而可以將它們裝在同一个基架上，例如：裝在一根鐵梁上，使工作可在一個觀察點上進行。

這種測遠機是本課程的對象，可以叫做“短基綫”或“內基綫”的測遠機。

§2 戰爭中目標特性概論

戰爭中所要測定距離的目標，是很不容易觀察的。

在大地測量中習慣於用看得很清楚的目標來測定角度，例如用高房子的尖頂，旗杆等。如當地沒有適當的目標時則樹立特置的標杆或標志。這些標志可以為工作方便而取任何形式。測量者的地點在進行工作時總是不動的。

相反地在戰爭中目標總是不清楚的。偽裝還更減弱目標和其背景的区别。目標常常隱蔽起來而只有短時間可以看見。若目標是清楚可見的，它就常是運動的（飛機）而不讓量角儀器對它精確瞄準。

§3 對軍用測遠機的一般要求

1. 要有很高的精確度。在這方面可以對測遠機作兩種要求。第一種，不很嚴格，測遠機應該達到這樣一種精確度，使其所給數值可以用為隨後一次試射的修正之用。第二種，要嚴格些，測遠機所給的數值要能立刻進行殺傷射擊。

在這兩種情況下必要精確度的數據可以從射擊規則和由配用測遠機的那種火炮彈道特性的數據求得。

大概可以指出，距離的測量達到 1% 的誤差就算是太大了。炮兵的要求要達到所量距離的千分之一或千分之几。

2. 測遠機不應妨害軍隊的機動性。從這個觀點基綫就應當尽可能地短而重量尽可能地小。測遠機應該經得起惡劣的使用條件，

在坏路上，在顛簸的車輛中運輸；應該迅速地装备待用并同样迅速地整置好。同样地它应当經受得了碰撞；一面受晒；在火炮附近受發炮的震动等。

精密測量儀器● 平常需要經心地使用和很好地維護。所以前面提出的要求只有在非常特殊的儀器構造中才能予以滿足。

3. 測遠機在使用上應該很簡單。用'它工作时不应要求任何專門知識，而在使用上所应有的技術应在尽可能的短时期內掌握。不能滿足这些要求，就限制了可以使用'它工作的人数，并增長了學習的時間，即对全軍队推广这种儀器造成了障碍。

4. 特別应当注意的是，使用'它去測量的時間應該很短。在某些战斗的場合，这个時間只是几秒钟。例如，射击飞机的时候，这个条件就显得特別重要了。

这种要求（条件）的自然發展，就是距离要直接从刻度上讀出，而不需用任何計算或設備。

5. 測遠機的構造應該这样：在万不得已的情况下，可以只由一个人去操作。

6. 測遠機的構造应便于不必很精确地瞄准目标，即可进行測量。不滿足这个条件，就特別妨害'它对运动着的目标測量，也不能在震动或幌动的基地上（如在飞机上或海船上）使用'它。

所有上列的要求，事实上現代的測遠機是能滿足的。这些一方面，是由于在正确的理論基础上所作的最新設計，另一方面，是由于近来精密儀器制造技术的进步，而使零件的制造也趋于完善。

§4 短基綫測角所要求的精确度

短基綫中三角形的頂角 ε ，或称之为視差角，是很小的（圖2）。因为在这种情形下，总可以把儀器裝置得使在三角形中与基綫所成的角都接近于直角，則計算距离的公式簡化为：

$$E = \frac{B}{\varepsilon}$$

● 例如：經緯儀、水平儀等。

其中角 ε 是以弧度表示的。将平常的分度转换为弧度时，我们将采用下列关系：

$$1'' = 0.0000048481,$$

而在概略的计算中用：

$$1'' = 1/200000.$$

测量距离的误差和测量基线的误差 (ΔB) 及测量角度的误差 ($\Delta \varepsilon$) 有关。将公式微分并皆取正号，得：

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}.$$

基线的误差容易使其很小，并在任何情形下小于 0.1%。例如，对于 1 米的量度必须要达到 1 毫米，

这不会有困难的。误差的主要部分和量角的误差有关。所以，略去 $\frac{\Delta B}{B}$ 这个数值，得：

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon},$$

由此可见，测量距离的相对误差就等于测量视差角的相对误差。

我们来看一看，短基线中所处理的是怎样的视差角呢？取几个在实际上遇到的基线和距离。我们列出下表。

$E = 1$		2	3	5	10	15	20 仟米
米		秒					
$B = 1$	206	103	68	42	21	14	10
2	412	206	137	82	41	27	20
4	824	412	275	164	82	55	41
10	2060	1030	687	412	206	135	103

野战炮用的测远机工作范围可认为是 5~10 仟米，海岸和要塞炮兵用的——15~20 仟米。野战炮兵用的测远机基线不会超过 4 米；因为长基线测远机对它们讲已太笨重。海岸炮兵用的测远机基线可达 10 米。

利用表中的这些大概的数字，不难看出测量距离时视差角的



圖 2

数值是很小的。例如，对 5 仟米距离射击时用四米的测远机，所得视差角只 $164''$ ，在这种情形下要想达到 0.1% 的精确度，必须使测角的精确度近于 $0.1''$ 的数量级[●]。

角 $0.1''$ 是十分小的。最好我们对它有一种明确的概念。 $0.1''$ 等于 0.0000005 弧度角。一条线在一仟米之外被看到时，若作成这个角，它的长度就应为 0.0000005 仟米 $= 0.5$ 毫米。若是我们将距离放大到 600 仟米（莫斯科——列宁格勒），则线的长度也只是 $600 \times 0.5 = 300$ 毫米。这就意味着，用具有这种瞄准精确度的望远镜，就可以从列宁格勒指向莫斯科的任意挑选的一个人。

如按平常测角仪器的形式（经纬仪等）去制造这样精确的战时适用的仪器，我们就会遇到不可克服的技术上的困难。

§5 测远机的初步方案及其缺点

短基线测远机的初步方案如图 3 所示。两个望远镜固定于一个共同的支架 A 上， O 与 O' 是其物镜， o 与 o' 是其目镜。整个仪器可以绕轴 C 水平转动。为了精确瞄准有螺钉 S 。两物镜的焦面上有叉丝 PP' 。右方叉丝可用微动螺 M 推动。推动的数量在螺钉的转筒上有刻度指出。左右两管中的视场如图的下方所示 (PP')。

使用以前要调节仪器，即用螺钉 S 对准无穷远的物体，使其像在左管中落在叉丝的中心，然后用螺钉 M 调节右管中的叉丝，使其与像重合。这样调整好以后从螺钉 M 的

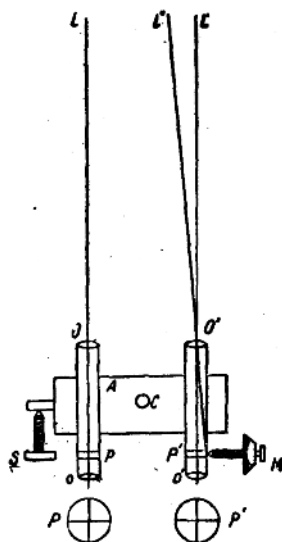


图 3

● 现代测远机的灵敏度达到 $0.3''$ 。

轉筒上讀出第一個數值 (m_1)。兩管的軸這時是從叉絲中心到目標中心的聯結綫上 (即直綫 OL 與 $O'L'$)，而互相平行。若這時直綫 OL 上在有限距離 E 之處有一物體，則它的像會落在左管的叉絲中心。在右管中它的像就離開叉絲的中心而在 $L''O'$ 的延長綫上。設其在叉絲上的移動為 a 。轉動螺釘 M ，再使物像和叉絲重合，又在轉筒上得一讀數 (m_2)。移動的數值將是 $(m_2 - m_1)$ 毫米。

在這個動作以後按公式 $\frac{E}{B} = \frac{f}{a}$ 去計算距離 E ，其中 B 為儀器的基綫，亦即兩物鏡中心之間的距離， f 為右管物鏡的焦距； B 與 f 假定是已經知道的。

上述的簡單儀器幾次製造了出來，但不能令人滿意，也未能流傳出去，因為它對於外來的影響非常敏感，有微小的震動或某一面受熱就使其失調了。

為了說明熱影響的程度我們假設儀器的基座是一鉄梁 (圖 4)，它受着太陽光的不均勻的加熱作用，因而其前部比後部的溫度要高出 Δt 。受熱前管軸，即 OO 與 $O'O'$ 直綫 (圖 4 A) 是嚴格平行的。受熱後梁的前部增長了 Δl 而梁彎曲了，如圖 4 B。兩管軸之間於是相交成某個角度，這就是測定視差角時，由於受熱所引起的誤差。

作直綫 $O''O''$ 平行於 OO 。誤差角顯然等於 $\Delta \epsilon = \frac{\Delta l}{h}$ ，其中 h 為梁的寬度。梁的綫膨脹 $\Delta l = l \alpha \cdot \Delta t$ ，其中 l 為梁長， α 為膨脹係數。由此則得 $\Delta \epsilon$ 的進一步的公式

$$\Delta \epsilon = \frac{l \alpha \Delta t}{h}。$$

我們還要回到這個公式來，暫且則指出，如要使圖 3 中的測遠機對溫度的影響不甚敏感，則可以減小基綫之長即梁長 (l) 並增大其寬度 h 。但第一種情形要減低測遠機的精確度，而第二種情形增加其重量，因此從公式所得的結論是這種測遠機不合實用。

數字的例 梁長 2 米，寬 200 毫米。梁前部受熱超出量 $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ 。梁 (鋼) 受熱 1°C 每米增長 0.01 毫米。視差角測量中的誤差將是 $\Delta \epsilon = \frac{l \cdot \alpha \cdot \Delta t}{h} = 0.0001$ 。用秒來表示這等於 $0.0001 \times 200000 =$

$= 20''$ 。

所生的失調是很大的。為要保證儀器的示度維持在 $0.5''$ 範圍以內，必須維持溫度均勻到 0.02°C 的精確程度，這是很不容易的事。

若是我們研究一下，我們的儀器是否符合於§3所提出的那些要求，則容易發現，它是一個也沒有滿足的。讀者要注意這一件事，

就是兩個目鏡相互的距離（等於基綫長）是很遠的，

一個觀察者進行工作勢必要

兩頭跑。如果目標是動的，

這種辦法完全不行，於是要

用兩個觀察者在同一瞬間工

作。在高度精確性和目標本身性質不利的條件下兩觀察者一致工作是完全不可能的。事實上，對一仟米距離處的目標瞄準要達到 $1''$ 的精確度，左右兩觀察者所選擇來瞄準的點相互間應該相隔不大於5毫米。實際上兩管瞄準必須是對準木板一棵釘子帽或不大的樹枝等。

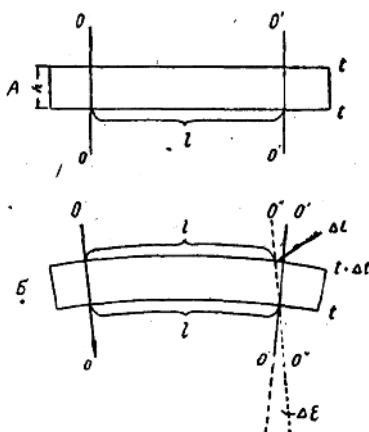


圖 4

§6 初步方案的逐步改善

初步方案在各个方面給予了改善。第一，兩管的視場被設法引到儀器的中部，使觀察者可以同時看到兩個視場。第二，構造中研究出滿意而精確的測量辦法。第三，構造中介紹了若干零件，它們對於各種外來的影響不敏感。第四，採用一切的办法保護測遠機中的靈敏零件不受外來影響。為使對初步方案中測量的性質得一概念，我們對每個問題來仔細考慮一下。

A. 将两視場引到仪器的中部

有下面两种办法使左右两管的視場靠近。可以是將两視場引到完全重合的位置，然后經過单独一个目鏡用一只眼去看，这种測远机叫單眼的。又可以使两視場接近到一种程度，用左眼去看左視場，而右眼看右視場。这种測远机可以叫做双眼的。却因为它所采用以测量的特殊原理，故叫体視的。

为使視場接近，在仪器支架的两端安置反射鏡 P 与 P' (圖 5)。光綫 S 与 S' 由被观察的物体經鏡子的反射而进入物鏡 O 与 O' 。再前进，在單眼測远机中它們就到达一特殊的棱鏡，叫做“分像棱鏡”(或中央棱鏡)，圖中却用两个相叠置并作 90° 角的反射鏡 C 来表示。两反射平面鏡的接触点在这示意图中是在物鏡 O 与 O' 的中心联綫上。为了不去討論玻璃鏡的厚度，在示意图中假設所有鏡子的銀面都在外面。

两鏡的接触点 P 在两物鏡 O 与 O' 的共同焦平面上。光綫 S 由

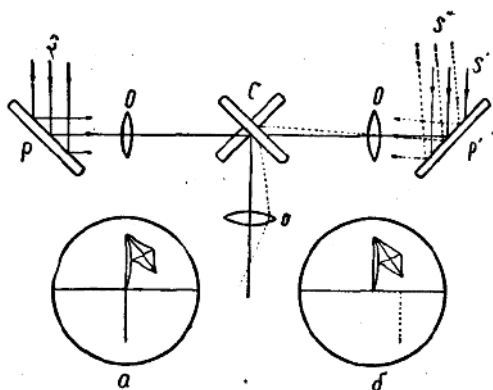


圖 5

上面的鏡子反射，而光綫 S' 由下面的鏡子反射，都进入目鏡而到达观察者的眼睛。观察者在這種情況下看到視場被一水平直綫

(两鏡之間的界線) 分成两部分。視場上部他看到左物鏡的上半部視場，而在視場下部是右物鏡的下半部視場。这时左管的下半部視場和右管的上半部視場失去了。

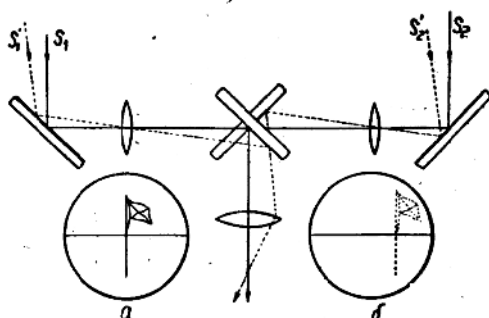


圖 6

讓我們考察当目标的位置改变时所見的圖形如何变动。假設最初目标沿着光綫 S 而向觀察者接近(和初步方案比較)。这时，很显然地，上半部的像保持原来的位置。光綫 S' 傾斜而成 S'' 的位置。如我們穿过物鏡中心作光綫 S'' 的新方向，則得像的新位置。在圖中，可以很清楚地看到，像(下半部)將向右移动。其結果視場將如圖 5 6 所示。

現在看，如果目标在橫向运动着，但其距离对于觀察者不变，則將如何。为簡單起見可以設目标在无穷远。起初目标相互平行的方向是 S_1 与 S_2 (圖 6)。目标移动以后其方向仍旧保持平行，却成为 S'_1 与 S'_2 了。过物鏡中心作新方向 S'_1 与 S'_2 ，上下两半像同时向右移动了同一分量(圖 6 6)，并且如果先前是密合的，还将保持密合。

圖 5 与 6 方案的重要后果是这样的。引用了中央棱鏡，它于是可使觀察者同时看見两視場，而消除了原来必要的叉絲。两个半像之一对另一半像而言是一种指标，而量度可以用两像重合的方法达成。只有在到目标的距离变动的情形下两个半像才会分开。

測遠機視場中像的位置的变化不致引起兩個半像分開，因此不必對目標很精確地瞄準了。對於量度進行的條件只有一條簡單的條件，就是目標的兩個半像在視場中要都能看到。

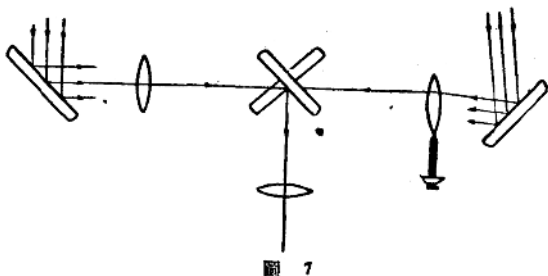
這樣圖 6 的方案比之圖 3 的要優良得多。

5. 機械量度之弊與光學測微器之引用

欲只單用機械量具來進行量度，例如，用微動螺，在這裡是不太可能，因為對量度精度的要求很高。

中型測遠機（ $B = 2 \sim 4$ 米）中的物鏡焦距平常不超過 500 毫米，只有在海岸炮兵的重型儀器中才達到一米。如果測遠機的物鏡採用了太長的焦距，則我們以後就會看到，測遠機對於溫度的變化將很敏感。設圖 5 中物鏡 O 與 O' 的焦距等於 500 毫米。當視差角為 $1''$ 時，即兩半像分開 $500 \times 0.000005 = 0.0025$ 毫米 = 2.5 微米。因為測遠機的靈敏度（見以下）達到 $0.3''$ ，則量度的精確度還得提高 1~2 倍，就是說到 1 微米的樣子。這種精確度很高，雖然在實驗室中可以达到，但在野外條件下是很不容易用螺釘達到的。

我們舉兩個應用於不太嚴格的條件下（非軍用的測遠機）的辦法。



第一個辦法大意如圖 7 所示。這裡採用微動螺推動右方物鏡，使兩個半像密合（圖 5 6）。微動螺轉筒上的刻度可以讀出物鏡移