

投影器工作参考書

Н.И.薩克洛夫

В.И.科拉伯列夫

國家測繪总局印

1956年6月 北京

434.21
516
:49

目 錄

1. 投影器的用途	3
2. 投影器的說明	3
3. 像片投影的几何原理	10
4. 像片按帶投影的方法和技術	20

附 錄:

1. 直線离心距表	32
2. 处方	3

I 投影器的用途

§ 1. 投影器是多倍投影測圖儀的主要組成部分。繪制各種比例尺地圖時，用投影器處理各種航攝儀攝取的垂直攝影像片。用投影器能完成下述工作：

- (1) 根據已調繪地物和描繪地貌的像片繪制和修改地圖；
- (2) 糾正像片；
- (3) 改正輻射三角網。

此外，還可以用投影器完成各種復照工作（將圖幅的各個部分鑲嵌起來，按圖廓拼接，攝影放大及攝影縮小等），也可用若干個投影器配成多倍投影測圖儀。

在戰鬥情況下，可以利用投影器順利地將戰術判讀結果從像片上轉繪到地圖上。

§ 2. 投影器運輸便利，因此不僅在地址固定的條件下可以使用，在隊和組的外業基地以及地形測量員所在的地方，只要有電氣設備均可使用；裝配和安置投影器共需十五分鐘。

II 投影器的說明

§ 3. 投影器在工作狀態下的全貌如圖 1 所示。投影器的主要組成部為：台桌、投影器本身和電氣設備。

§ 4. 台桌（注）是儀器的主体。台桌上有主梁（1）和兩

注：台桌的構造與三個投影器多倍投影測圖儀台桌的構造相似。

个帶橫杆(3)的螺旋柱(2)，橫杆以四个脚螺絲(4)安置在脚盤(5)上，而脚盤固定在桌面上。主梁的兩端有套筒(6)，前者借助后者架在兩螺旋柱上。升降手輪(7)用于沿螺旋柱螺紋部分移动主梁。轉动手輪，可使主梁离开(或接近)承影桌面和向縱的方向傾斜。固定螺絲(8)是用于固定主梁位置的，而水准器(9)則用于將主梁的位置整置成水平。

主梁以硬管和導軌組成；導軌長85公分，与主梁的金屬管緊密密接着。導軌上固定有主导螺旋(10)，投影器可沿此螺旋順着導軌的滑动稜边即仪器的X軸移动，根据導軌正面的公厘分划尺(11)計算移动值。管子的后面固定有一長盒，里面聚集着通向

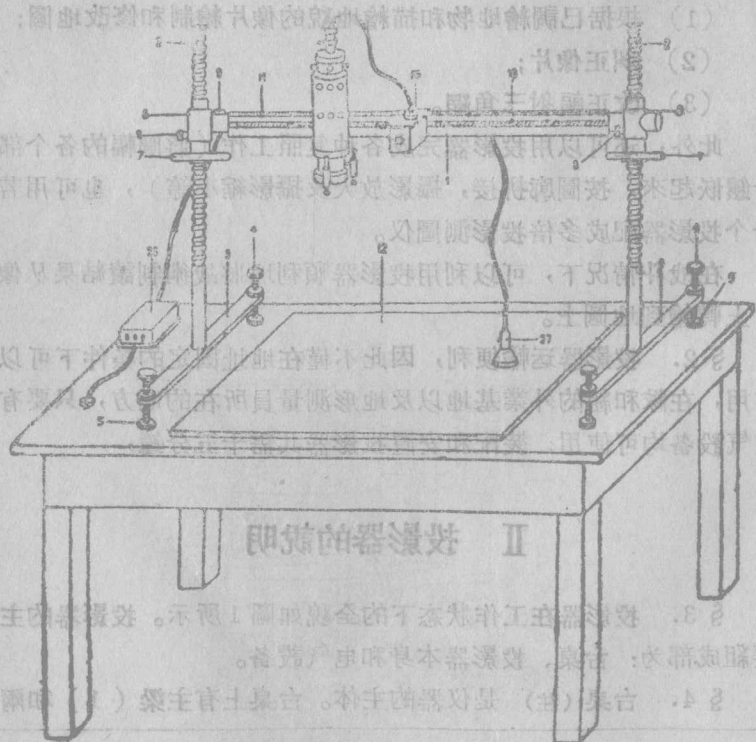


圖 1 儀器裝置 II

四个插头的導綫。四个插头均匀地分布在長盒的全長上。盒之一端有总插头，降压变压器的導綫与之連接。

§ 5. 投影器不需要特制的台桌。桌面不小于 120×80 公分，高度約为 80 公分的任何穩固的桌子都可以用来作为投影器台桌。台桌上作为承影面的作業表面 (12) 应为一平面，为此目的可以利用相应大小的光滑玻璃板或好的繪圖板。

§ 6. 根据物鏡的像坊角，投影器分为常角和寬角的两种。常角投影器的像坊角約为 60° ，寬角投影器的像坊角約为 100° ，常角投影器的全貌如圖 2 所示，其主要組成部分为：投影

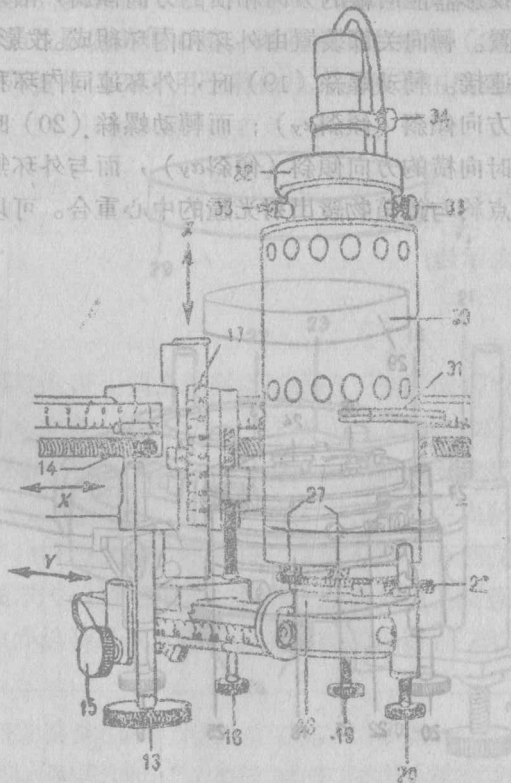


圖 2

鏡箱、照明裝置和滑动支架。投影鏡箱与滑动支架相連結，集光鏡套在投影鏡箱上。滑动支架安置在主梁的導軌上，它使投影器能向儀器的三个坐标軸方向移动，向縱的方向和橫的方向傾斜以及繞自身的軸旋轉。轉動 b_x 螺絲 (13) 能使投影器順着 X 軸移动；轉動 b_x 螺絲時，緊扣在 b_x 螺絲軸上的小齒輪 (14) 沿導軌的引導螺旋滾動，帶動着投影器。轉動 b_y 螺絲 (15) 時，投影器順着 Y 軸方向移动。轉動 b_z 螺絲 (16) 可使投影器順着 Z 軸移动，移动範圍为 60 公厘，根据垂直的公厘分划尺 (17) 計算移动值，精度达 0.1 公厘。

为了使投影器能向縱的方向和橫的方向傾斜，活动支架上有轉向關節裝置。轉向關節裝置由外环和內环組成。投影鏡箱 (18) 与內环緊密連接。轉動螺絲 (19) 時，外环連同內环和投影鏡箱同时向縱的方向傾斜 (傾斜 α_y)；而轉動螺絲 (20) 時，內环与投影鏡箱同时向橫的方向傾斜 (傾斜 α_x)，而与外环無關。轉向關節軸的交点約与鏡箱物鏡出射光瞳的中心重合。可以在 $\pm 8^\circ$

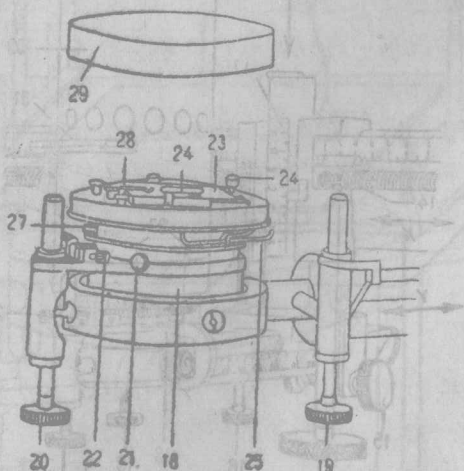


圖 3

範圍內使鏡箱作 α_x 和 α_y 傾斜。擰松螺絲(21)(圖3)，可使鏡箱繞其自身的軸旋轉(旋轉 κ)，旋轉範圍為 360° 。旋轉螺絲(22)可使鏡箱微微旋轉。圖4

常角投影器的鏡箱如圖3所示，寬角投影器的鏡箱如圖4所示。在鏡箱的下部嵌有物鏡，上邊則是玻璃板狀的承片框(23)，玻璃板的幅面為 4.5×6.0 公分。玻璃板中央直徑為0.2公厘的黑點是鏡箱的主點。將縮小像片(投影時)或攝影玻璃底片(攝影時)置于鏡箱的承片框上；為此目的，應于捺壓小杠杆25時將偏心樁(24)扭向一旁。利用偏心樁可使像片(底板)在承片框平面內移動。以螺絲(26)(圖4)操縱寬角投影器鏡箱的偏心樁，而常角投影器的偏心樁，則利用安在螺絲(27)帽孔上的螺栓操縱。彈簧片(28)用于將像片(底板)壓貼到承片框上。

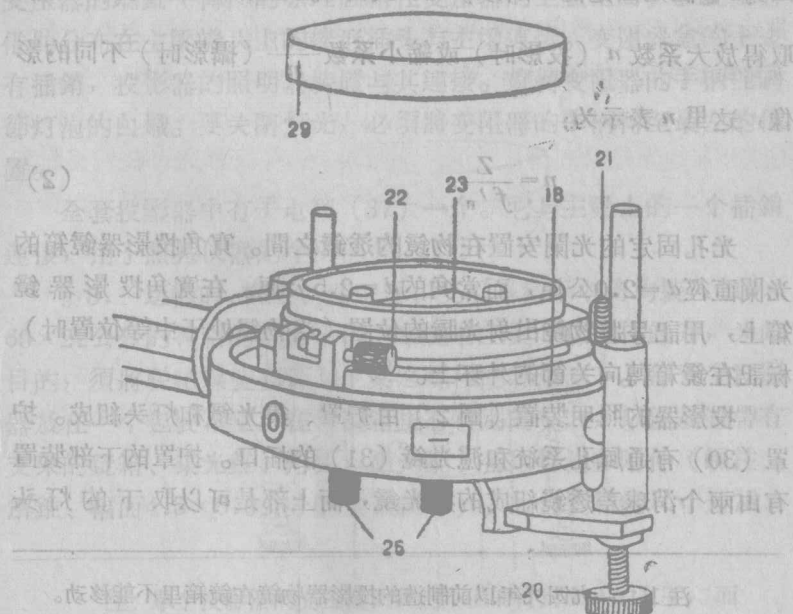


圖 4

投影鏡箱上附有上蓋(29)，以防制造縮小像片時攝影底板受外來光線的作用。

投影鏡箱的物鏡固定在心軸(圖3和圖4未表示出)上，并可借助特殊裝置沿光軸在离开中等位置±3公厘的範圍內移動(注1)，從而改變投影鏡箱的焦距 f'_n (注2)。轉動測微鼓物鏡便產生移動，根據分划尺(公厘)和測微鼓(百分之一公厘)計算移動值。當物鏡處於中等位置時，常角投影器鏡箱的焦距 $f'_n=48$ 公厘，而寬角的 $f'_n=25$ 公厘。各投影器鏡箱的焦距 $F_{總}$ 分別等於41公厘和20.6公厘。大家都知道，根據幾何光學原理， f'_n 和 $F_{總}$ 的大小與影像共軛面的距離 Z 有依存關係，即：

$$\frac{I}{Z} + \frac{I}{f'_n} = \frac{I}{F_{總}}。 \quad (1)$$

因為 $F_{總}$ 值是固定的，所以 f'_n 改變時 Z 值也相應地改變。因此能取得放大系數 n (投影時)或縮小系數 $\frac{I}{n}$ (攝影時)不同的影像，這裡 n 表示為：

$$n = \frac{Z}{f'_n}。 \quad (2)$$

光孔固定的光闌安置在物鏡的透鏡之間。寬角投影器鏡箱的光闌直徑 $d=2.0$ 公厘，而常角的 $d=2.5$ 公厘。在寬角投影器鏡箱上，用記號將物鏡出射光瞳的位置(當物鏡處於中等位置時)標記在鏡箱轉向關節的外環上。

投影器的照明裝置(圖2)由護罩、集光鏡和燈頭組成。護罩(30)有通風孔系統和濾光鏡(31)的插口。護罩的下部裝置有由兩個消球差透鏡組成的集光鏡，而上部是可以取下的燈頭

注1：一九四九年以前制造的投影器物鏡在鏡箱里不能移動。

注2：物鏡入射光孔中心點到承片框平面的距離，即為投影器鏡箱的焦距 f'_n 。

(32)。灯头內安有 $12v \times 50W$ 的点狀灯絲的灯泡。將灯泡的位置調整到正当中是調節光度的方法。在平面內調整灯泡的位置要借助于螺絲(33)和反彈簧(33)，而上下移动灯泡則用手实现，为此目的，須將螺絲(34)擰松。因为灯泡的灯絲短，灯光强，集光鏡的光学質量高，特別是集光鏡的球面像差得到了很好的改正，所以照明裝置發出的光流几乎全部都通过投影鏡箱的物鏡。因此，投影时在承影桌面上可以取得較大而均匀的影像亮度。

§ 7. 变阻器(35)与投影器并排地挂在主梁上(圖1)，与分布在主梁上的插銷之一連接，插銷內的常压为 $12v$ 。电流从照明綫路經過变压器(36)通向插头。变压器將綫路內的电压由 $120v$ 或 $220v$ 变到 $12v$ (注)。根据綫路內的电压，預先相应地轉換变压器的端鈕(轉換的原理圖繪在变压器的上盖里面)。变压器借助分布在主梁端头上的棒形插头与主梁連接。变阻器盒的上边有插銷，投影器的照明器裝置与其連接。旋转变阻器的手柄能調節灯泡的白熾。要关闭灯光，必須將变阻器的手柄轉至最左的位置。

全套投影器中有手电筒(37)一个。它与主梁上的一个插銷連接，用于照亮仪器的个别部分。

§ 8. 运输时，机座、变压器、变阻器和手电筒均裝入 $110 \times 60 \times 22$ 公分的特制的包裝箱內。事先將主梁与螺旋柱卸开，为此目的，須將联结螺旋套管与主梁之螺栓的螺帽擰下。每三个投影器放在一个包裝箱里。在包裝箱里有特別的巢穴，以便放置帶有支架的鏡箱、集光鏡、灯头、濾光鏡、备用灯泡和附件(螺柱、解錐、幅面 4.5×6.0 公分的檢查網等)。此包裝箱的尺寸为 $75 \times$

注：單个投影器的变压器使我們不僅能得到 $12v$ 的电压，而且还能得到 $8v$ 和 $6v$ 的电压。在这种情况下，投影器的照明裝置內可采用 $6-8v \times 32+32W$ 的汽車灯泡。

40×26公分。

§ 9. 使用投影器时应特别注意保持其光学零件（物鏡、承片框的玻璃、集光鏡和灯泡）的清潔，因为投影时这些零件上的灰塵和髒物將变得很大，顯著地使承影板上的影像恶化。

用軟毛刷子刷掉光学零件上的灰塵，而擦拭髒物則用麂皮或用軟棉布蘸酒精進行。擦拭承片框玻璃时，不应触及所画的主点，因为由于酒精对顏料的作用，后者有脫掉的可能。擦拭仪器金屬零件上的污穢可用廢布蘸汽油或煤油進行，然后乾擦并薄薄地塗上一層凡士林油（滑动部分）或骨制油（微动螺絲）。

III 像片投影的几何原理

§ 10. 地形圖是用正射投影方法繪制的，因此地形圖的比例尺在任何方向上都是不变的数值。像片与地形圖的区别在于像片是中心投影。直綫光綫（圖 5）通过投影中心 S （航攝仪物鏡的光心）时，投影出該地面的各点，因而在像片上得到地面的影像。所有的光綫共同構成光束，其頂点为 S 。投影光束在感光材料上的痕迹給出地面的負像，而用負片印到像紙上的像則为正像。

像片比例尺 $1:m$ ，在一般情况下是不固定的，而取决于航攝仪焦距 f_k 与航高 H 之比、像片的傾斜角 α 、地面各点的高程以及从像片上量測之綫段的位置和方向（注）。在个别情况下，如果攝影时像片平面的位置極为水平，則影像的比例尺只取决于 f_k 与 H 之比。由于地面起伏的关系，对于地面各点來說航高是各不相同的，所以像片上地物影像的比例尺也各不相同，从圖 5 上可明顯地看出： AB 綫段的比例尺为

$$\text{而 } \frac{I}{m_{AB}} = \frac{ab}{AB} = \frac{f_k}{H_{AB}},$$

注：这里沒有考虑像片变形等物理原因对影像比例尺的影响。

而對於地形圖比例尺為 $\frac{1}{M_{CD}}$ 的地面平面圖，其影像比例尺為 $\frac{f_r}{H_{CD}}$ 。

$$\frac{f_r}{M_{CD}} = \frac{cd}{CD} = \frac{f_r}{H_{CD}}$$

顯然，地面各點的高差越大，其影像比例尺的差別也越大。實際上，根據像片繪制地圖時，可在像片上按高程選擇投影帶，對於這些投影帶須採用相同的像比例尺。

如果像片上攝影面積範圍內地面各點的高差不大，而像片的傾斜角又等於零，則可把像片當作地形平面圖用。但是一般講來

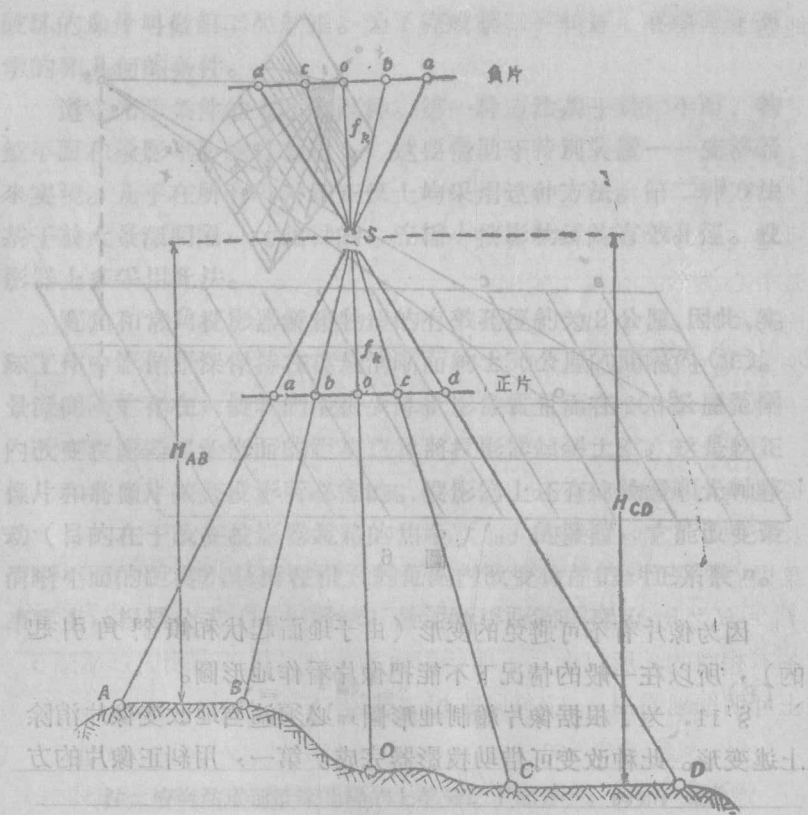


圖 5

像片是含有一些傾斜角的，其對於水平面的平均值約為 $1^{\circ}.5$ 。傾斜角常引起像片上的景物變形。例如，平坦地面的方格網（圖6），在傾斜像片上則成為比例尺不同的梯形網，此時地面上的直線（方格的邊）在像片上也同樣為直線。但是像片上不相等的綫段將相當於地面上相等的綫段。可見，像片的傾斜角並不破壞幾何圖形各邊的直綫性，而破壞幾何圖形的相似性，因而像片上的地物產生變形。

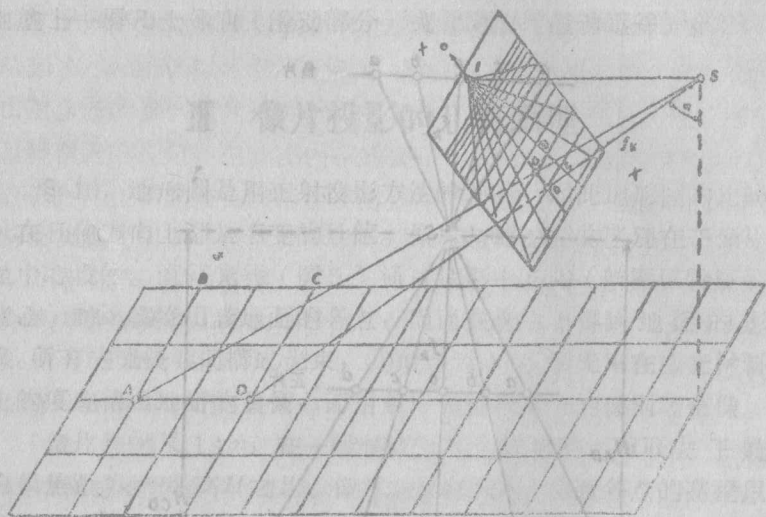


圖 6

因為像片有不可避免的變形（由於地面起伏和傾斜角引起的），所以在一般的情況下不能把像片看作地形圖。

§ 11. 為了根據像片繪制地形圖，必須適當地改變像片消除上述變形。此種改變可借助投影器完成。第一，用糾正像片的方

注：像片上等高綫所限制的一些面積叫做帶，帶的範圍內投影誤差不得超過規定的限差。

法，即于投影时給予投影器以相应的傾斜角。第二，用依次將像片所有各帶（注）化為同一比例尺，為此目的，要適當地改變投影器距承影板的距離。逐次完成上述手續就構成像片按帶投影的過程。

§ 12. 為了能夠將像片投影，要以像片制成縮小負片。縮小負片的尺寸與原像片尺寸之比，一般均不等於投影器鏡箱焦距 f'_n 與航攝儀焦距 f_k 之比，因此投影時光束的相似性遭到破壞，即投影光束與攝影時光束不符合。大家知道，糾正投影光束遭破壞的像片叫做第二類糾正。為了完成第二類糾正，必須遵守光學的和幾何的條件。

遵守光學條件的方法有兩種。第一種方法基於負片平面、物鏡平面和承影平面的自動結合，這要借助於特別裝置——變移器來實現。幾乎在所有各種糾正儀上均採用這種方法。第二種方法基於放大景深間隔，為此目的，應縮小投影物鏡的有效孔徑。投影器上多採用此法。

寬角和常角投影器鏡箱物鏡的有效孔徑約為 2 公厘，因此，實際工作中影像景深保持在离最清晰面約 ± 50 公厘的間隔內（注）。景深間隔的存在，使我們能很少降低影像質量而在 100 公厘範圍內改變投影器离承影面的距離以及將投影器傾斜 $\pm 8^\circ$ ，這是糾正像片和將像片按帶投影所必需的。投影器上還有使物鏡順光軸移動（目的在於改變投影器鏡箱的焦距 f'_n ）的裝置，它能改變最清晰平面的距離 Z ，從而在很大的範圍內改變像片的糾正系數 n 。事實上，根據公式（1）看來，最清晰平面的距離為：

$$Z = \frac{F_{\text{總}} f'_n}{f'_n - F_{\text{總}}} \quad (3)$$

注：應當注意到景深間隔的上部分比下部分小。例如，寬角投影器上 $Z=300$ 公厘時，間隔的上部分約占 40 公厘，而下部分約為 60 公厘。

表 1 中列有常角和寬角投影器的 Z 的改变范围，此改变范围依投影器物鏡測微鼓和分划尺上所安置的讀数为轉移。表中还列有糾正系数 n 及其倒数 $\frac{1}{n}$ 的相应的改变范围。

为了制造縮小負片然后將其投影，根据所用像片的比例尺和像幅以及成圖比例尺，从表 1 中选取投影器的安置数值，使之在这种情况下保証獲得負片及在最清晰帶內將負片投影。此时必須考慮到負片应具有最大的像幅，但不得超过 40×40 公厘，这是投影器鏡箱承片框幅面所限制的。

表 1 (注)

投影器物 鏡測微鼓 和分划尺 上的讀数 —C	常 角 投 影 器				寬 角 投 影 器			
	f'_n	Z	$n = \frac{Z}{f'_n}$	$\frac{1}{n} = \frac{f'_n}{Z}$	f'_n	Z	$n = \frac{Z}{f'_n}$	$\frac{1}{n} = \frac{f'_n}{Z}$
0,00	45,0462	10,3	0,098	22,0324	14,7	0,068		
1,00	46,0378	8,2	0,121	23,0198	8,6	0,116		
2,00	47,0321	6,8	0,146	24,0146	6,1	0,164		
3,00	48,0282	5,9	0,170	25,0117	4,7	0,214		
4,00	49,0251	5,1	0,195	26,0100	3,9	0,260		
5,00	50,0227	4,5	0,221	—	—	—		
6,00	51,0209	4,1	0,244	—	—	—		

§ 13. 投影光束遭受破坏时为了糾正像片必須完成两个几何条件。这两个几何条件决定投影中心、承影平面和底片平面的相互位置。

注：在沒有移动物鏡裝置的投影器上，最清晰平面的距离 Z 为一常数，約等于 300 公厘。在这种情况下，糾正系数 n 的改变可能在物鏡景深間隔决定的范围內產生，即寬角投影器的 $n=11,0-16,0$ (当 $f'_n=22$ 公厘时)，而常角投影器的 $n=4,5-7,5$ (当 $f'_n=46$ 公厘时)。

1. 投影中心 S 应位于主垂面 W 上 (圖 7), 离主合点 I 的距离:

(4) 左公對式事干不 n 射透制实由强熱靜鏡器透效果時 (4)
 加透對引着干封即卧的東光線對限 n 射透由最情
 且 IS 綫应平行于承影平面。第 8 圖畫解, 下別种特殊在。其類數必

2. 像主点 O 应位于主垂面上, 离主合点 I 的距离:

。21-21面, n 干夢制20高強制曲, 置於的'2至容2.5中
 (5)

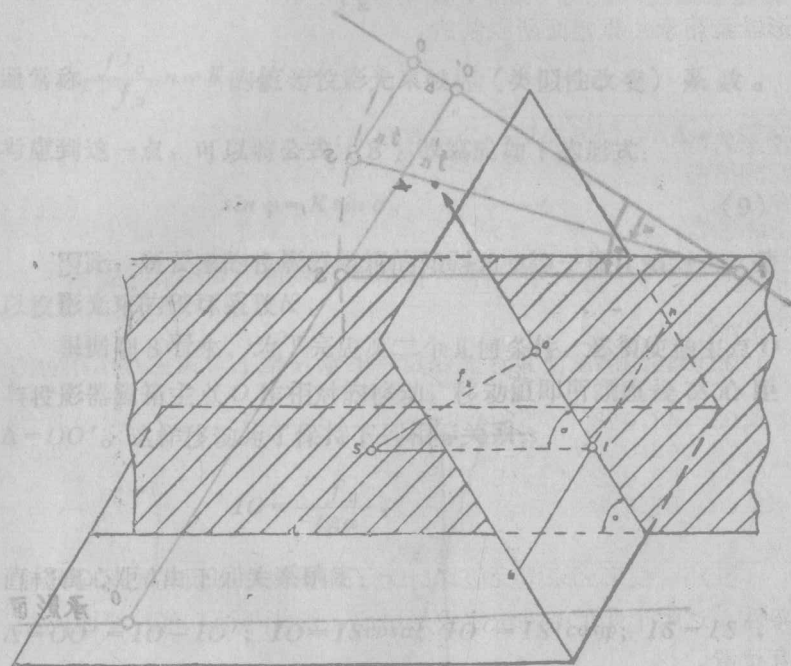


圖 7

就投影來說, 遵守这些条件是为了达到下述的目的。假設所得負片的縮小系数等于 n , 在这种情况下, 为了保持投影光束的相似性, 投影器鏡箱的焦距应等于:

$$f_n = \frac{f_k}{n} \quad (6)$$

如果投影器鏡箱焦距的实际数值 f'_n 不等于事先按公式(6)計算的数值 f_n ，則投影光束与攝影光束的相似性于像片投影时必遭破坏。在这种情况下，根据圖 8 看来，为了完成第一个几何条件，投影时必须改变像片的傾斜角，使之具有 φ 值，并将投影中心 S 移至 S' 的位置，此时距离 OS' 將等于 f'_n ，而 $IS = IS'$ 。

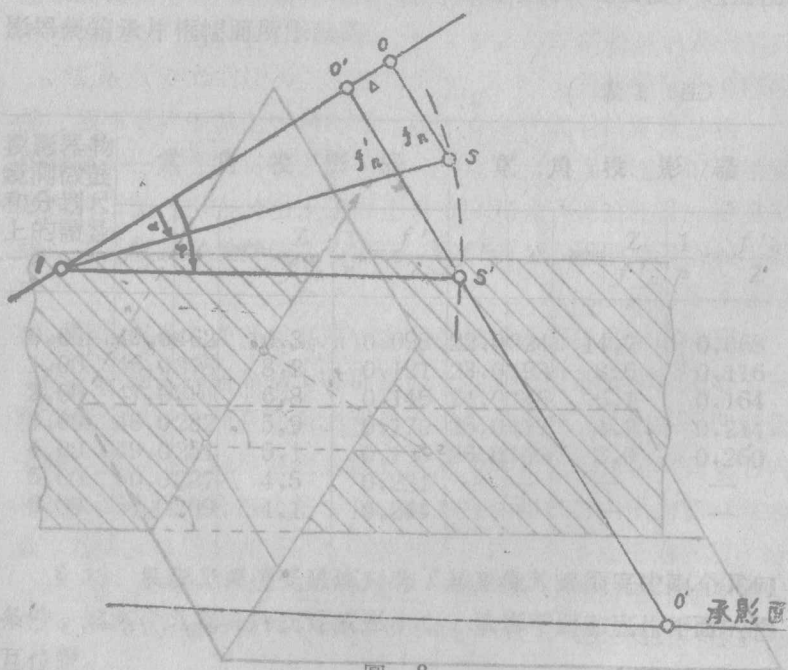


圖 8

从圖 8 可以看出：

$IS = \frac{f_n}{\sin \alpha}$ ， $IS' = \frac{f'_n}{\sin \varphi}$ ，若認為 IS 应等于 IS' ，我們可寫成：