

万能显微镜的 调整与修理

A. B. 埃尔瓦伊斯著



国防工业出版社

万能显微镜的调整与修理

A. B. 埃尔瓦伊斯 著

董繼新 吳榮光 譯



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書敘述在苏联工业部門中应用得最广泛的一些万能显微鏡的調整与修理的基本方法。

这些方法是机床制造部互換性科学研究所对仪器的研究及該所所屬調整車間实际經驗的綜合成果。

本書可供調整技师和工厂度量室及檢查站的工作人員使用。

本書对光学机械仪器的設計師以及研究仪器調整专业的各专科学校中等技术学校和訓練班的学生亦頗为有益。

Машииз-1949

本書系根据苏联国立机器制造書籍出版社
一九四九年俄文版譯出

万能显微鏡的調整与修理

〔苏〕埃尔瓦伊斯 著

董繼新 吳榮光 譯

國防工業出版社 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 新华書店发行

*

787×1092 耗 $1/32$ 4 $3/8$ 印張 91,000 字

一九五八年八月第一版

一九五八年八月北京第一次印刷

印数: 1—2,100 冊 定价: (10)0.70 元

目 录

序 言	5
-----------	---

第一章 国产（苏联）万能显微镜	7
-----------------------	---

显微镜的说明	7
--------------	---

测量误差	14
------------	----

调整工作地点的组织	16
-----------------	----

显微镜的调整与修理	20
-----------------	----

测量台及与立柱連在一起的滑板	20
----------------------	----

测量台及与立柱連在一起的滑板的拆卸	20
-------------------------	----

测量台与滑板行程不直线度的消除	23
-----------------------	----

测量台与滑板表面不平行度的消除	30
-----------------------	----

测量台与滑板运动方向不垂直度的消除	32
-------------------------	----

顶针座、滚杆和顶针疵病的消除	34
----------------------	----

顶针轴心綫与测量台表面間距离不正确性的消除	41
-----------------------------	----

顶针轴心綫与立柱旋轉軸心綫不重合度的消除	43
----------------------------	----

照明系統的光軸与显微镜鏡筒的光軸不重合度的消除	45
-------------------------------	----

与悬臂装在一起的显微镜鏡筒	47
---------------------	----

显微镜鏡筒的拆卸	47
----------------	----

鏡筒光軸对测量台平面不垂直度的消除	49
-------------------------	----

物鏡放大倍数不正确性的消除	52
---------------------	----

刻綫目鏡頭	53
-------------	----

刻綫目鏡頭的拆卸	54
----------------	----

刻綫目鏡頭的调整与修理	55
-------------------	----

旋轉目鏡頭	62
-------------	----

鏡頭的拆卸	62
-------------	----

鏡頭的调整	63
-------------	----

公厘刻度尺	65
-------------	----

本显微镜的螺旋讀数显微镜	69
--------------------	----

使用投影設備測定時顯微鏡的調整	73
第二章 其他結構的萬能顯微鏡	74
蔡司萬能顯微鏡（新型）	74
刻綫目鏡頭	75
螺旋讀數顯微鏡	76
蔡司萬能顯微鏡（舊型）	77
顯微鏡的說明	77
顯微鏡的光學系統	81
顯微鏡的拆卸、調整與修理	83
公厘刻度尺	94
螺旋讀數顯微鏡	95
雙筒顯微鏡	97
第三章 萬能顯微鏡上的主要設備與附屬裝置	103
高架頂針座	103
平面玻璃測量台	105
萬能顯微鏡用光學分度頭（旋轉式頂針）	106
圓測量台	110
內尺寸測量裝置	115
雙象目鏡頭	117
測量刀的修理	118
第四章 光學零件的清洗與膠合	126
光學零件的清洗	126
光學零件的膠合	130
附 錄	133

序 言

在苏联机器制造业各工厂内，光学机械测量仪器的数量与年俱增。近年来，在工业上出现了一些新型仪器，这些仪器的应用范围和测量精度皆与原有者不同。

在1946~1950年苏联恢复与发展国民经济的五年计划大纲中规定：“……1950年光学机械仪器和电气测量仪器的生产，将比1940年增加六倍……”。

“只有采用光学技术方面新的科学成就，方能掌握并大量生产新型的显微镜、光谱仪、放映机、电影摄影机、照象机及望远镜等”^①。

为保证生产质量优良的加工工件，就需要使用精密测量仪器和要求精心地保养这些仪器。特别是需要及时检定及消除这些仪器中可能造成制造零件时报废原因的疵病。

苏联首先掌握并推广了光学测量仪器之修理与调整的技术。为进行这一方面的工作，建立了装备有一切必需设备之专门机构，而且还编制了技术资料。根据这些资料，在严密的科学基础上进行调整工作。

在资本主义国家里，仪器调整工作就成了制造厂商的秘密，它乃是资本家榨取利润之泉源。

在苏联，由于技术经验的推广不受任何限制，同时还成为推动技术进步的一种重要条件，因此，仪器的调整工作获得

^① “1946~1950年苏联恢复与发展国民经济的五年计划大纲”载于“莫斯科工人”1943，26和27页。

了广闊的开展。

随着工业上生产技能的不断提高，迫切地要求及时做好仪器的調整工作。这一工作的質量是取决于調整工的技术熟練程度。

本書叙述在机器制造业各工厂中，最广泛应用的一些光学机械測量仪器（万能显微鏡）。

本書搜集了主要与国产（苏联）显微鏡有关的一些資料，但考虑到在我国各厂內过去曾輸入过一些蔡司万能显微鏡，故本書也搜集了調整蔡司万能显微鏡所需的一些資料。

本書所搜集之資料，能使各企业依靠自身力量完成調整工作。

本書所述之調整与修理法乃是机床制造部互換性科学研究所对仪器的研究与該所調整車間丰富的实际經驗的綜合成果。

这些方法不需使用很多設備，故可用于任一工厂。当进行修理及調整与此类似的仪器时，亦可参考本書，因为关于这些仪器主要部分的調整、修理及光学零件之清洁規則本書皆有詳述。

本書所刊載之資料，符合苏联部长會議所屬度量衡及度量仪器委員會之精度标准。

本書对鉗工机械师、調整机械师、工厂內的度量室及檢查站之工作人員，以及对希望掌握調整技术的工作人員可能有所裨益。

第一章 国产（苏联）万能显微镜

显微镜的说明

万能显微镜(图 1) 是应用最广泛的一种光学机械仪器。在机器制造厂的度量室和检查站里用它来测量精度要求很高

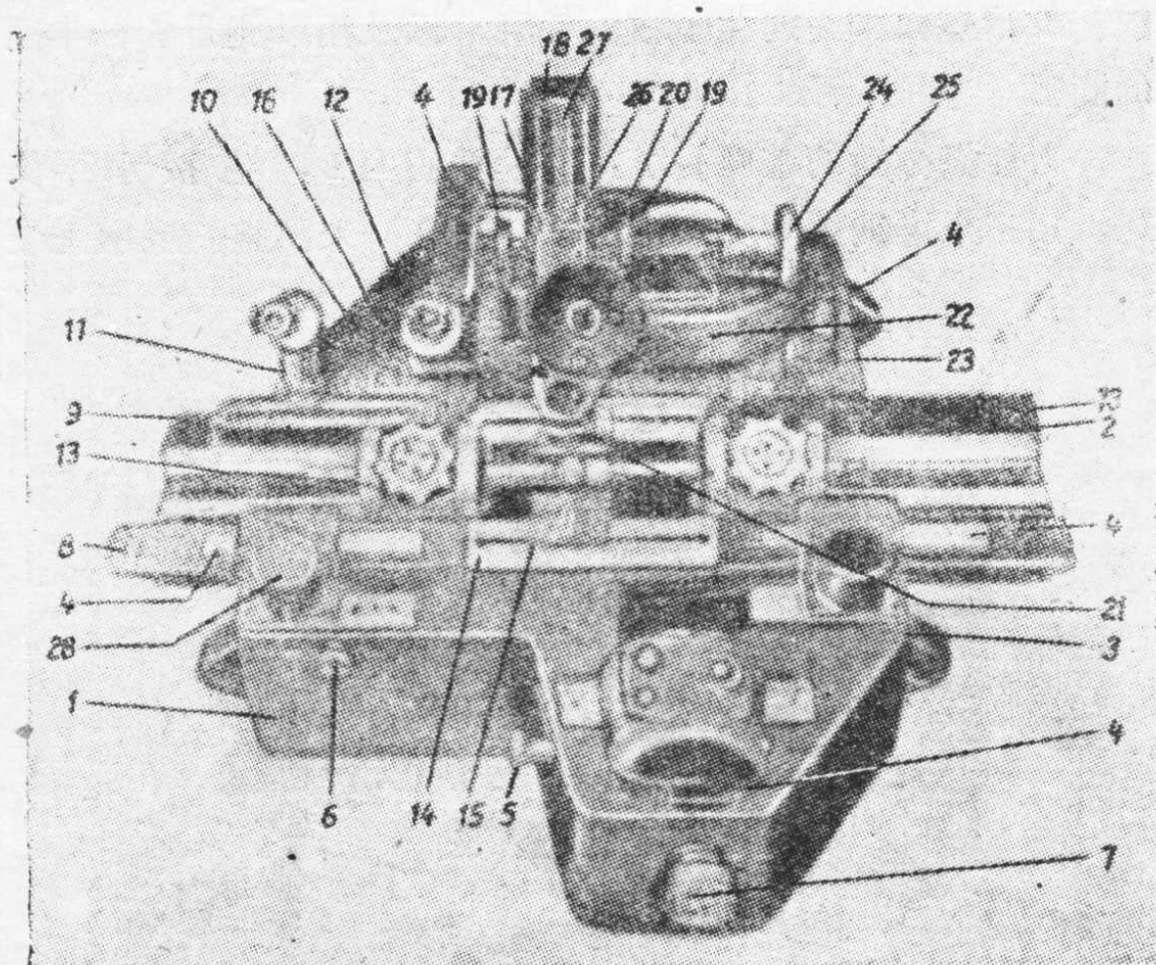


图 1 万能显微镜

1—鑄鐵底座；2—測量台；3—滑板；4—精磨過的角形導軌；5 和 6—緊固螺釘；7 和 8—微動螺釘；9—縱向刻度尺；10—圓框水平儀；11 和 12—螺旋顯微鏡；13—頂針座；14—測量台之定位平面；15—測量刀用的壓板；16—顯微鏡鏡筒；17—懸臂；18—立柱；19—滾花手輪；20—制動螺釘；21—圓環；22—刻綫目鏡頭；23—讀數顯微鏡；24—立柱轉動手輪；25—定位器；26—旋轉式聚光器；27—齒條；28—本体。

的工件时，尤其具有重要意义。

万能显微镜的用途是检查螺纹的各要素，测量各种形状工件的长度与角度。

在万能显微镜上可利用投影装置和摄影设备把被测物体拍摄下来，这样不仅便于测量，并且还扩大了显微镜的应用范围。仪器上一般都附带镶有玻璃片的刻线目镜头与可换旋转目镜头。在旋转目镜头的玻璃片上刻有公制螺纹、圆形螺纹、梯形螺纹和爱迪生螺纹的轮廓，以及用以测量各种半径的圆弧。

万能显微镜的基座是沉重的铸铁底座1，它按水平仪10，用三个可调整的支承螺钉2（图2）来调整。底座上装

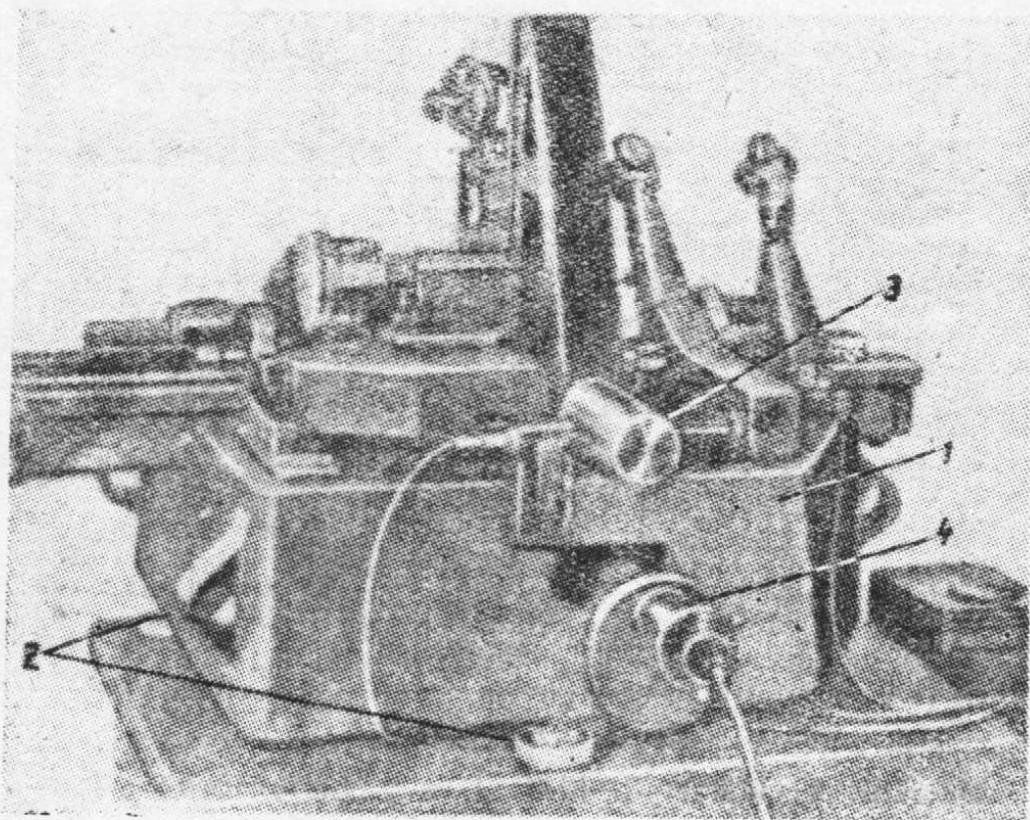


图 2 万能显微镜（后视图）

有滑板3。和滑板一起横向移动的有与之牢固相连接的显微镜立柱及照明装置。测量台2严格地垂直于滑板运动方向沿

底座縱向移动。測量台与滑板靠滾珠軸承沿精磨过的鋼制角形導軌4移动。測量台与滑板之移动范围为200和100公厘。測量台与滑板彼此可单独移动并用螺釘5和6将其固紧，固紧后可用微动螺釘7和8移动之。

在儀器的測量台上固装有长度为200公厘的縱向公厘刻度尺9。100公厘长的橫向公厘刻度尺装于圓柱3上(图2)，該圓柱与立柱牢固地連成一体。橫向公厘刻度尺与滑板導軌的相对位置应严格符合校准块規順序位置的原則。縱向刻度尺9(图1)之軸心綫虽然也平行于測量綫，但并不与其重合。在万能顯微鏡上，利用精密的玻璃刻度尺代替工具顯微鏡所采用的微动螺釘，大大提高了万能顯微鏡的測量精度。

刻度尺的讀数由固装于底座上之螺旋顯微鏡11和12讀出。在螺旋顯微鏡的鏡頭內鑲有玻璃板，其中的一块上刻有精密的螺距为0.1公厘的阿基米德螺綫和分度值为0.001公厘的圓刻度盘，而在另一块玻璃板上則刻有分度值为0.1公厘的刻度尺。两个刻綫板均位于目鏡影象的焦面上。螺旋顯微鏡的視場如图3所示。

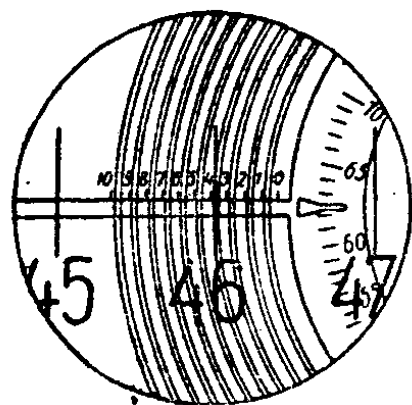


图3 螺旋讀数顯微鏡之視場

測量台上制有圓柱形導槽，于該槽上装有帶頂針的頂針座13(图1)。压板15在測量台之定位平面14上移动，精密測量螺紋时所需的測量刀則固装于該压板上。于該定位平面上尚可安装平面的或圓形的測量台，或安装帶有抬高的頂針的专用頂針座。

顯微鏡鏡筒16固紧在悬臂17上，它可以沿立柱18上下移

动。旋轉滾花手輪19可使鏡筒沿齒條27進行大的移動。用制動螺釘20可將顯微鏡固緊在立柱上。轉動圓環21,可精確地調整被測物體的焦點。圓環21可將顯微鏡鏡筒移動8公厘。

于鏡筒16上,能安裝各種可換目鏡頭。刻綫目鏡頭22鑲有一塊分成 360° 的分劃板。讀數顯微鏡23是作精確讀數用的,它裝有一個分成60分度,即相當于度數分劃板上1度的固定分劃板。固定分劃板上的一個分度等于 $1'$ 。

旋轉目鏡頭鑲有一塊84個分度的度數分劃板,其分度值為 $10'$ 。在輪廓綫板上刻有標準的螺紋輪廓。當輪廓位置正確時,其徑向刻綫與分劃板之零位綫相重合。分劃板是用來確定螺紋輪廓與理論輪廓之偏差和確定其對螺紋軸綫的位置的。

、如投射于目鏡分劃板上之螺紋輪廓傾斜時,可將立柱18傾斜成與螺紋傾角相應的角度,以減小這種傾斜度。用手輪24可使立柱傾斜。立柱向左右兩方轉動的最大角度為 12.5° 立柱之旋轉軸心綫準確地與頂針軸心綫相重合。在此種情況下,可避免測量結果中有大值誤差。彈簧定位器25能保證立柱在垂直方向的位置之正確性。

于立柱之前部有一可調整的分度圓環,旋轉該圓環可改變照明裝置光圈孔的大小。被測物體影象的明晰程度,就是用這種方法調整的。于照明裝置上裝有旋轉式聚光器4(圖2),它可把由燈泡發射出的光綫通過聚光透鏡投射過去。由于工作情況不同;即有的直接由目鏡觀察,有的利用投影裝置,故白熾燈由兩種電流供電。因此,本儀器採用可調整的變壓器。

用投影法測量螺紋時,使用測量刀可消除螺紋影象輪廓傾斜的影響。測量刀的工作高度應這樣考慮:當將測量刀裝

于显微鏡的測量台上时，应使帶有刻綫之測量刀平面与裝于頂針上工件的軸向剖面处于同一水平面內。用測量刀工作时应采用上照明裝置。將該裝置套裝于物鏡的滾花圓环上，此时彈簧鎖紧裝置略許張开。然后将照明裝置的電綫接于變壓器上。

在此种結構的万能显微鏡上，尙可用光波干涉法測量螺紋。

用光波干涉法測量螺紋时，其儀器準備工作和用測量刀測量时一样。此时，光圈孔应采用最小的，而旋轉式聚光器应調整至标有“光波干涉интерференция”字样之位置上。

在显微鏡的視場內，沿螺紋輪廓母綫出現一条細的黑色光波干涉帶和一些模糊不清的綫索。对于后一种綫条我們可不必去考慮它。目鏡刻綫分划应与头一条做比較用的光波干涉帶相重合。这条光波干涉帶代替了測量刀上的那条刻綫。因光波干涉帶要比目鏡刻綫分划亮得多，故易于將其正确地對准。讀数时与通常采用的方法一样。应用光波干涉法測量螺紋較之用測量刀簡便而又迅速，因为用測量刀測量螺紋时装刀需花費很多時間。

光波干涉法仅能測量螺距在1.5公厘以內的螺紋。

本显微鏡尙附帶有下列各种主要附屬設備：測量螺紋各要素用的右口刀和左口刀、壓板、刀夾、校準棒、帶有夾子的基準擋板、可換頂針、上照明裝置、平面測量台及檢定无中心孔的工件时应用的v型托架（v型塊）。

显微鏡之光学系統如图4所示。由灯泡S射出的光束，通过聚光鏡1、濾光鏡2和虹彩光圈3进入下照明裝置的鏡筒，然后由反射鏡4成 45° 角向上方反射。光束通过透鏡5照

明被測工件 D ，然后投射于物鏡6上。于物鏡上方裝有轉象棱鏡7，借此棱鏡即可在目鏡內很自然地觀察到被測物体。光綫通过鏡筒的保护玻璃8和目鏡頭的保护玻璃9，把被測物体的影象投射于目鏡刻綫分划板10上。此分划板由目鏡11觀察之。讀数显微鏡是由灯泡或反射鏡12所反射出的日光或灯光照亮的。光綫經反射鏡反射后，通过滤光鏡13照亮位于物鏡15焦面上的度数分划板14。于是度数分划板之刻綫就投射于分数

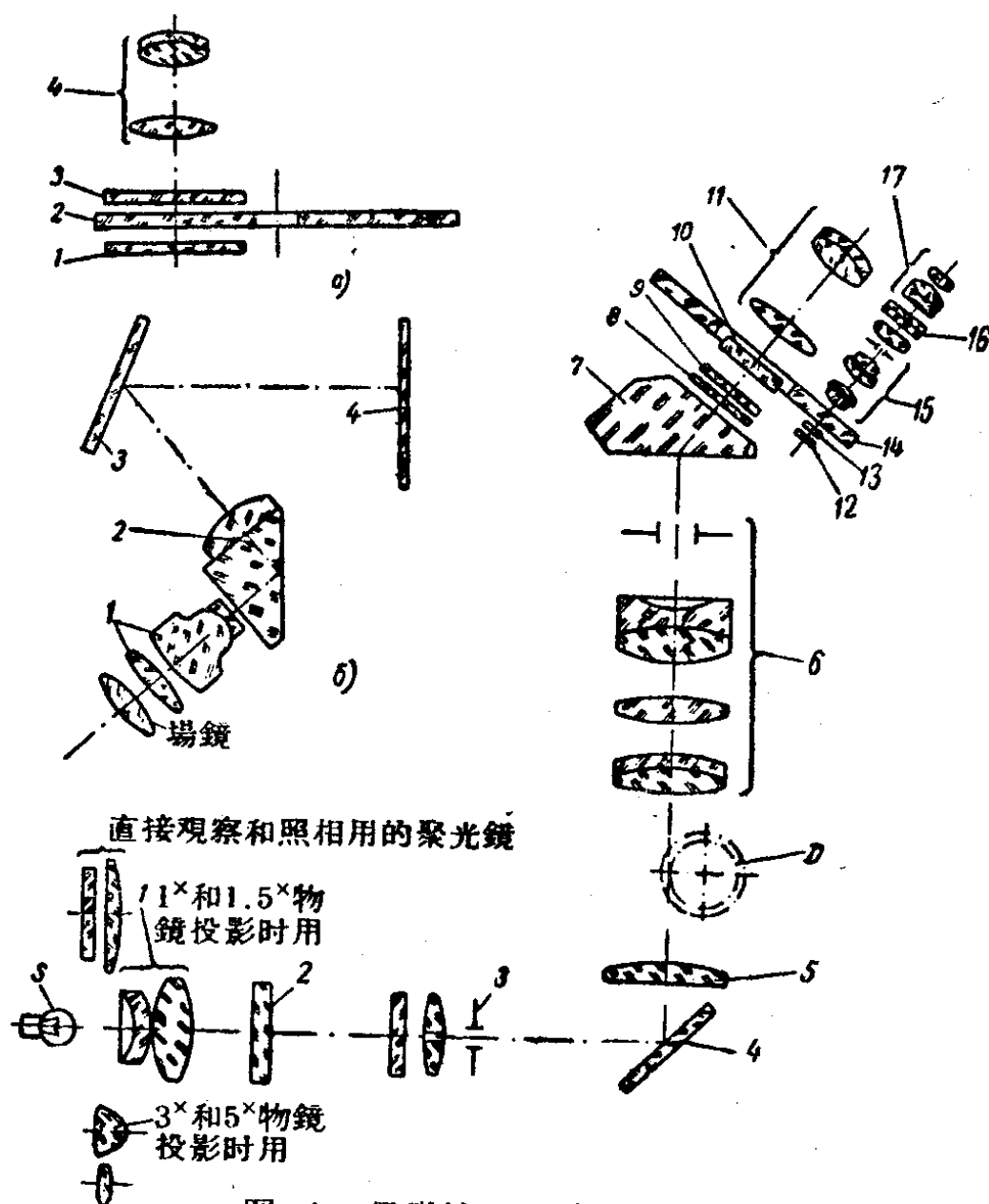


图 4 显微镜的光学系統

分划板16上，然后由讀数显微鏡的目鏡17观察之。

旋轉目鏡頭結構的特点，在于玻璃板上所刻制之各种輪廓不同。目鏡頭的光学系統（图4a）系由保护玻璃1、輪廓分划板2、度数分划板3及目鏡4所組成。

为使被測工件螺紋之实际輪廓符合于輪廓分划板上的理論輪廓起見，規定有放大倍数为 $1\times$ ； $1.5\times$ ； $3\times$ 和 $5\times$ 的可換物鏡。鏡頭上目鏡的放大倍数为 $10\times$ 。因此，显微鏡总的放大倍数为 $10\times$ ； $15\times$ ； $30\times$ 和 $50\times$ 。視場則相应地等于21；14；7和4.2公厘。

每个螺旋显微鏡，通过变压器由3伏 $\times$ 3瓦特的灯泡单独照明。

由灯泡1射出的光綫（图5），在縱向螺旋显微鏡內通过滤光鏡2、聚光鏡3、賽璐珞的保护片4由棱鏡5折射，然后照亮位于物鏡7焦面上的刻度尺6。刻度尺的影象通过光圈8和棱鏡9投射在阿基米德曲綫板10上及分度值为0.1的分划板11上，然后由目鏡12观察之。

在橫向螺旋显微鏡上，由灯泡1（图6）射出的光束通过滤光鏡2和聚光鏡3照亮刻度尺4。然后光綫通过物鏡5在棱鏡6內折射，再經反射鏡7反射后光綫穿过透鏡8在棱鏡9內折射。刻度尺的影象被投射在阿基米德曲綫板

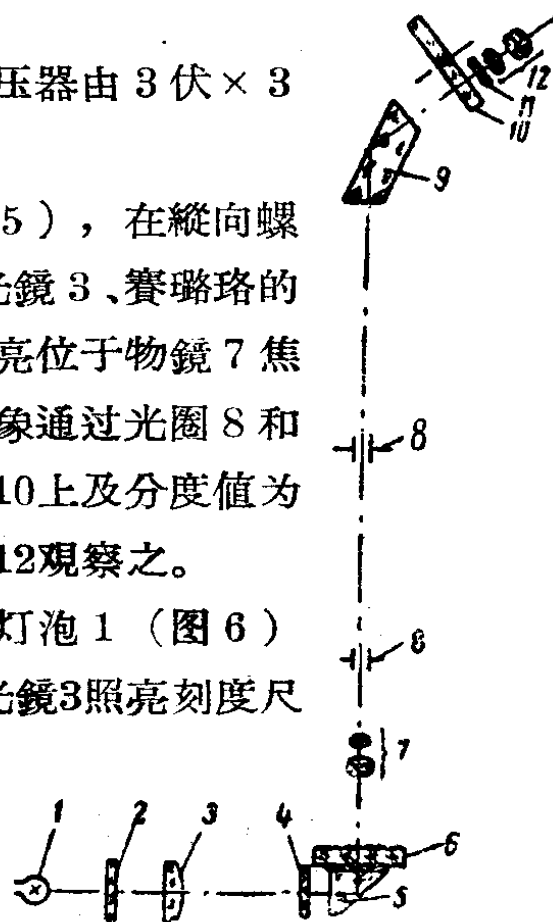


图5 縱向行程螺旋显微鏡的光学系統

10和分度值为0.1公厘的分划板11上，然后由目鏡12观察之。螺旋显微鏡的直綫視場为2.3公厘。螺旋显微鏡頭总的

放大倍数为 $60\times$ (目鏡 $10\times$, 物鏡 $6\times$)。

利用投影裝置工作时, 应将刻綫目鏡頭的目透鏡取出, 将装有投影透鏡的鏡框和投影筒一并插入目鏡以代替目透鏡。投影透鏡与目透鏡形成投影物鏡。同时将定位銷插入显微鏡鏡筒 (图 1) 的连接套筒 26 內, 且用螺釘紧固之。

投影裝置的光学系統 (图 4 6) 由投影透鏡 1、与透鏡胶合在一起的稜鏡 2、反射鏡 3 及毛玻璃投影屏 4 所組成。投影屏直徑等于 225 公厘。由于可換物鏡放大倍数不同, 工件影象在投影屏上的直綫放大倍数应与上述可換物鏡的放大倍数相适应。

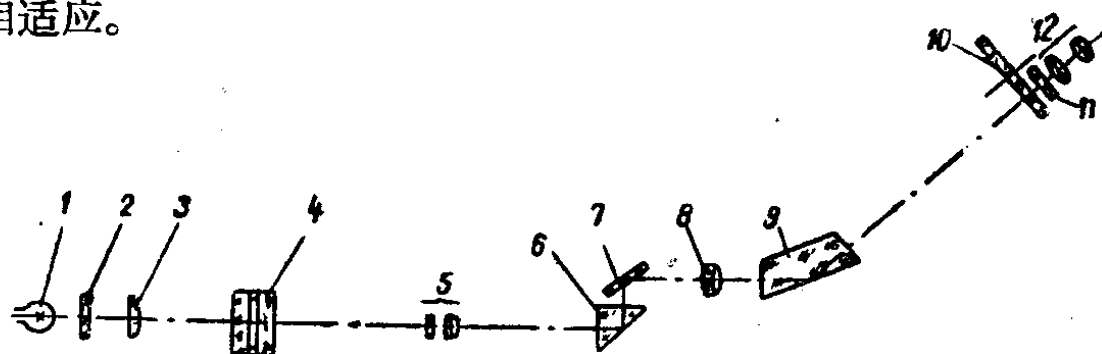


图 6 橫向行程螺旋显微鏡的光学系統

于本显微鏡上所能測量的工件的极限尺寸如下: 工件装在頂針上的最大长度为 750 公厘; 工件装在平面測量台上的最大高度为 160 公厘; 工件装在标准頂針上的最大直徑在 100 公厘以內; 工件装在高頂針上的最大直徑为 250 公厘; 工件装在高頂針上的最大长度为 150 公厘。

測量誤差

万能显微鏡的測量极限誤差如表 1 所示。

測量誤差除一系列其他因素外, 与显微鏡本身的状态有很大关系。因此, 为避免因显微鏡有某些部分調整得不准确

表 1

被 测 尺 寸	测 量 极 限 誤 差
用測量刀測量螺紋中徑 (公制螺紋 $\alpha=60^\circ$)	$\pm(2.5+0.02d_0)$ 公忽 式中 d_0 ——螺紋名义直徑
螺距 (公制螺紋)	
用測量刀;	$\pm(1+0.02L)$ 公忽
不用測量刀;	$\pm(1.5+0.02L)$ 公忽
	式中 L ——被测长度 (公厘)
螺紋半角 (公制螺紋)	
用測量刀;	螺距大于 0.5 公厘的为 $\pm\left(2+\frac{3}{S}\right)'$
不用測量刀;	螺距小于 0.5 公厘的为 $\pm\left(3+\frac{7}{S}\right)'$
	螺距大于 0.5 公厘的为 $\pm\left(3+\frac{4}{S}\right)'$
	式中 S ——螺距
螺紋輪廓母綫的直綫 度:	
用測量刀;	螺距大于 0.5 公厘的为 ± 0.001 公厘
不用測量刀;	不論何種螺距均为 ± 0.002 公厘
螺紋內徑	± 0.004 公厘
測长度	$\frac{1\sim 10\text{公厘}; 10\sim 50\text{公厘}; 50\sim 120\text{公厘};}{1.5\text{公忽} \quad 2.5\text{公忽} \quad 3\text{公忽}}$ $\frac{120\sim 200\text{公厘}}{3.5\text{公忽}}$
測角度;	
用弧度法;	两边长度在 0.5 公厘以下时为 $\pm\left(3+\frac{5}{l}\right)'$
	两边长度在 0.5 公厘以上时为 $\pm\left(3+\frac{3}{l}\right)'$
	式中 l ——为視場范围内的边长
座标法;	取决于直角边长度和角度大小, 測量誤差按下 列公式計算; $\delta d' = \pm \frac{h}{H} \left(\frac{0.004}{h} + \frac{0.003}{H} \right) \times 3438$ 式中 h ——被测的短直角边 (公厘) H ——被测的长直角边 (公厘)

或由于其磨損而产生的誤差起見，必須檢定該儀器的指數準確度是否符合蘇聯部長會議所屬度量衡及度量儀器委員會的精度標準^①。

顯微鏡應用精度等級與規定結構相符的量規來進行檢定。

根據檢定結果，必須找出產生誤差的部分。應當記住，正確地找出疵病可使調整工避免作那些不必要的工作。

日常檢定應按格式№ 1^②所規定的項目進行，每6個月至少應檢定一次。較詳細的，按所有項目進行的周期檢定每年至少要有一次。周期檢定的數據記載于技術卡(格式№ 2)^②內。

卡片中第4到第7欄為在一定期間內檢定數次的記載用。根據格式№ 1和格式№ 2上所記載的數據，確定該顯微鏡是否適于繼續使用及確定修復該儀器時需進行哪些性質的調整工作。每台顯微鏡都應附一份合格証(格式№ 3)^②，于其上記載主要技術規格、附屬裝置及設備以及有關檢定、調整和修理的責任記錄等。

調整工工作地點的組織

調整及修理儀器的房間應干燥、敞亮并裝有通風設備。室溫應保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ 內。空氣的相對濕度應為60~65%。調整工的工作台應復蓋油漆布。工作時應備有下列各種材料：航空汽油（ГОСТ 1012—46）、硫酸、精餾酒精、工業用凡

① “機器制造业中尺寸測量工具的檢定”規程與資料匯編，莫斯科1941年第一版，1948年第二版。

② 本書末頁附有格式№ 1；2和3。