



机械工人
活叶学习材料

386

談光学分度头

刘世荣 编

机械工业出版社

內容提要 这是一本專談光学分度头的小册子，內容包括：光学分度头的用途、規格、光学系統、檢查、修理和保养等，同时在結構方面还簡述了各主要組成部分，如底座、尾架、分度头、制動裝置和保养裝置等。

本書文字通俗，內容突出，适于工人閱讀。

編者：刘世榮

NO. 2338

1959年3月第一版 1959年3月第一版第一次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數21千字 印張1 0,001—8,050冊

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版业營業
許可証出字第008号

統一書号T15083·1686

定 价 (9) 0.10 元

一 光学分度头的用途

光学分度头是机械制造厂中常用的一种万能精密仪器。它的结构简单，操作方便，具有相当高的准确度。

在机械制造过程中，光学分度头的主要用途是：制造和校验齿轮、花键轴、花键量规、拉刀、分度板、刻度盘、多面体，以及其他类似工件的精密分度等。同时也是制造角度刻度尺必用的精密仪器。

用光学分度头与卧式或立式万能测长仪一起使用还可以测量凸轮、偏心轮及按极坐标分布尺寸的工件的断面形状及偏差。

把光学分度头与高度尺、测微计（或千分表）及块规组等联合使用，便可以测量与校验更多类型的工作尺寸，如沿圆周分布的角度位置和螺旋线等。

二 光学分度头的规格

常见的两种光学分度头的规格：

规格名称	苏联出品的 光学分度头	蔡司厂出品的 光学分度头
角度刻度显微镜放大倍数	60倍	50倍
角度刻度盘的刻度值	1°	1°
刻度尺1格的直线值	0.8公厘	
分度游标尺的刻度值	1'	2'
秒值游标尺的刻度值		10"
测量范围	0~360°	0~360°
主轴对水平位置的迴轉範圍	0~90°	0~90°
保证精度:		
A. 用于测量工作与磨加工工作	20"	$\pm(10+10 \sin \alpha/2)$
B. 用于铣、镗加工	30"	$\pm(20+10 \sin \alpha/2)$

(續)

規 格 名 稱	苏联出品的 光学分度头	蔡司厂出品的 光学分度头
“a”——为两次調整的角度差值，單位为度		
分度头主軸錐孔	莫氏 4 号	莫氏 4 号
尾架頂尖座錐孔		莫氏 2 号
頂尖高度	130 公厘	130 公厘
分度头外形尺寸:		
高	340 公厘	
長	400 公厘	270 公厘
寬	390 公厘	208 公厘
尾架頂尖座尺寸:		
高	150 公厘	
長	25 公厘	165 公厘
寬	140 公厘	100 公厘
分度头与頂尖座总重量	76 公斤	66 公斤

三 光学分度头的光学系統

光学分度头的光学系統如圖 1 所示。光綫由照明裝置 1 發出，經過綠色濾光鏡 2 由反射鏡 3 反射到玻璃刻度盤 4 上。玻璃刻度盤裝于一金屬環內，金屬環固定在分度头主軸上。光綫通过玻璃刻度盤落于环形凸鏡 5 上，由凸鏡反射出来再通过玻璃刻度盤把玻璃刻度盤上的刻綫影像投射到接物鏡 6 上。稜鏡 7 改变了光束的方向把光綫投射到第二个接物鏡 8 上，这样玻璃刻度盤上刻綫的影像就投射到玻璃板 9 上。玻璃板 9 上刻着游标刻度尺共有 60 个刻度格。光学系統的放大倍数設計得恰使游标尺上的 60 个刻度格准确地与玻璃刻度盤上所刻的一个刻度（1 度）的間隔距离相等，而把一度的刻度格准确地分成 60 个等分。所以，若玻璃刻度盤 4 的圓周的 $\frac{1}{360}$ 相当于角度值 1° 时，則游标尺上一格的刻度

值即为 $1'$ 。

透鏡 11 和 12 組成分度頭的目鏡組。稜鏡 10 的作用是改變光綫的方向，使目鏡處在便于觀察的位置。

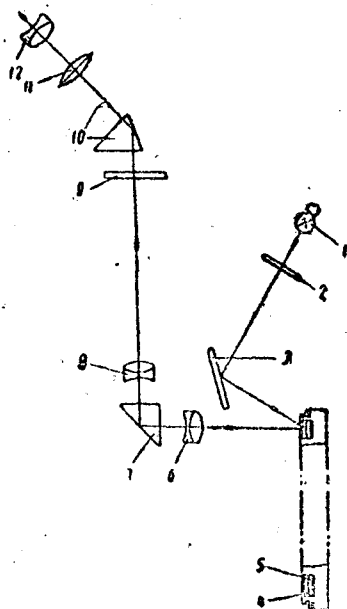


圖 1 光學分度頭的光學系統。

四 光學分度頭的結構

光學分度頭與尾架頂尖座、底座（平板）聯合在一起應用。

如圖 2 所示，光學分度頭的基體為鑄鐵件，用兩個緊固螺釘固定在底座平面上，其與尾架頂尖的校正中心由分度頭基體底面上固定着的兩個定向鍵實現。鍵的一個側面制成與主軸軸綫相互平行，緊固分度頭的緊固螺釘時依這一邊靠向底座上導槽的一側（分度頭上有標籤指示靠緊的方向，使用時應注意）。主軸前端有

一莫氏 4 号錐孔，用以按裝頂尖、心軸、花盤或直接裝夾相應的工件和夾具。主軸的後端孔內裝有螺絲拉杆，用以拉緊裝在前端錐孔中的頂尖及其他附件，使與主軸緊密地結合為一體。

分度頭主軸由手輪 1 帶動迴轉，小手輪可作微動。手柄 6 用以緊固主軸。插銷 3 用以改換傳動蝸桿的位置，使其處於工作或非工作狀態。當插銷 3 位於下部時，蝸桿即處於非工作位置，此時可隨意將主軸迴轉。外刻度盤 7 用以粗略的讀數，鬆開固緊用的滾花螺帽便可轉動刻度盤 7 把刻度對於任何度數。目鏡 4 用作精確讀數，目鏡可繞其軸線自由迴轉以便於在任何位置觀察。

分度頭的體本可以在基體的兩頰板間轉 90° ，其傾斜角的大小由定向刻度尺（精度為 $6'$ ）2 確定。

光學分度頭由 6.3 V 的低壓燈炮來照明，它裝在照明室 5 的燈座里。

為達到對光學分度頭的使用、檢查、修理和調整的目的，必須對光學分度頭的各部結構有詳細地了解。蘇聯出品的光學分度頭的結構，與其他國家的光學分度頭雖然在結構上有所不同，但

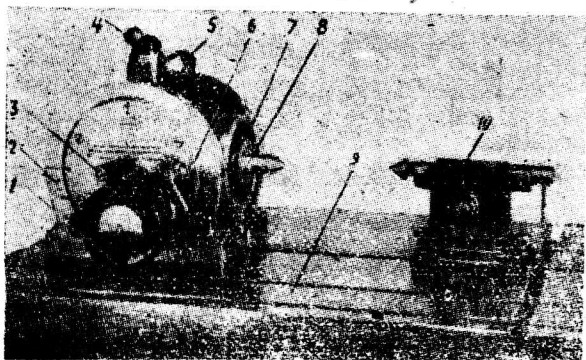


圖 2 光學分度頭。

基本构造还是相互参照的。

1 底座 如圖 2 所示，光学分度头所用的底座 9 为一鑄鉄平台，其上表面是按 1 級精度刮制的精密平面，其直綫性偏差不大于 $0.03/1000$ 公厘。平面上开有两条导槽，第一条槽用于安装分度头和尾架及定中心和固定用，第二条槽备用装設輔助測量裝置。

底座下面上設有三个支撐螺絲，用以調整底座的水平位置。調整时使用刻度值小于 $0.05/1000$ 公厘的水平仪。

光学分度头所用底座的形式可为圖 2 所示之專用平台，亦可为普通的帶槽平板。

2 尾架頂尖座 如圖 2 所示，尾架頂尖座 10 用两个螺栓固定在底座上。尾架頂尖座的底面上鑲有定位鍵銷，鍵的一个側面制成与主軸相互平行，紧固尾架頂尖座的固定螺栓时，要将尾座按座标签上箭头所指示的方向靠向底座导槽的一側，以保証分度头頂尖与尾座頂尖的中心連綫在一条直綫上。

尾座結構如圖 4 所示。

分度头的尾座是为了在应用被檢驗工件的頂尖孔进行工作时，它能够精確地調整两頂尖連綫在一条直綫上。尾座的結構保証頂尖能在两个相互垂直的平面上对尾頂尖进行調整。

尾座由两个主要零件——基体 1 和壳体 2 組成。基体 1 的型式为 $\sqcap$ 型。壳体 2 鑲在基体兩頰板間的立槽內。壳体 2 上部的孔內配有一个帶偏心孔的鋼套 8，鋼套內装着主軸 7 和帶动軸 7 移動的螺栓 6。

当需要在水平面上調整两頂尖連綫时，先将固定鋼套 8 的螺钉 5 松开，然后将鋼套扳轉某一角度，以获得需要的結果。当扳轉鋼套 8 在水平面上調整两頂尖中心連綫时，頂尖在豎面上的高

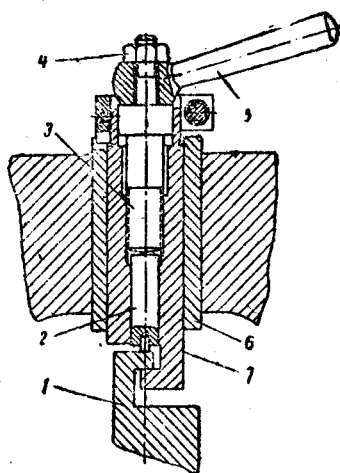


圖 3 制動裝置剖面圖。

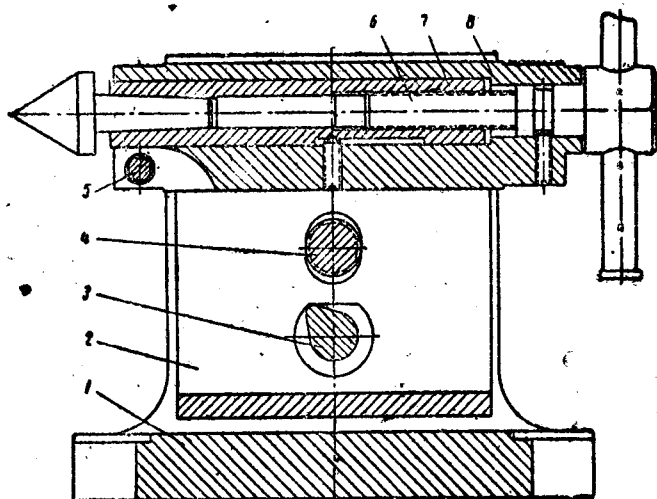


圖 4 尾架頂尖座剖面圖。

度也將發生改變。在垂直面上的調整用偏心輪 3 進行。調整時要松开拉緊基體與殼體的螺釘 4，扳轉偏心輪 3，便可調整尾頂尖到需要的高度。

3 分度頭 分度頭（圖 5）由基體 1 和本體 2 組成。本體 2 內裝有光學系統和分度頭主軸的機械傳動部分。

本體 2 位於基體 1 的兩頰板之間，其兩端用螺釘固定着兩塊法蘭盤做為軸頸，它們支撐於基體 1 的頰板上。本體 2 借此兩軸

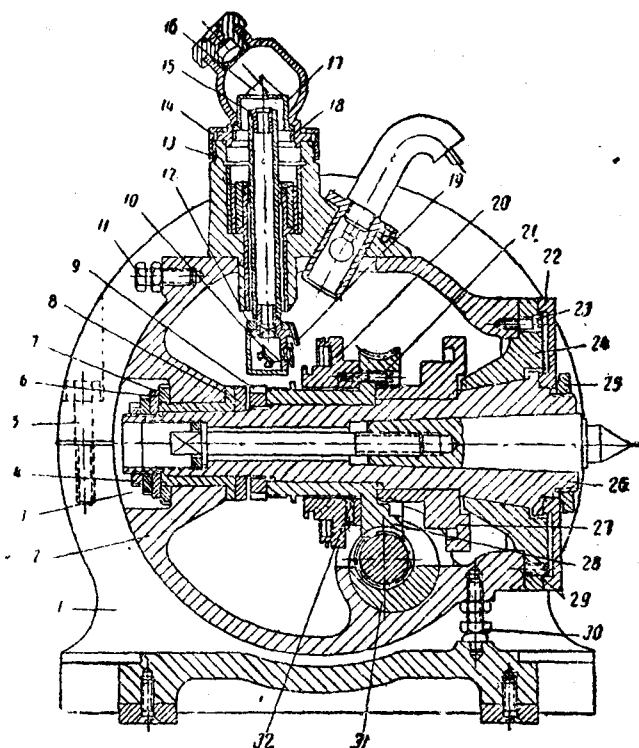


圖 5 光学分度頭剖面圖。

頸可在立面內對水平位置迴轉 90° 。本体 2 在頰板間的軸向間隙可用修磨法蘭盤上磨台的長度消除，其徑向間隙可以用螺釘 5 調整。

本體內之主要零件是主軸 26。主軸為鋼制淬火件，其各相配部分的軸頸和主軸錐孔均經研磨。主軸的前端支撐于錐形鑄鐵軸承 24 內，其後端支撐于鋼制套筒 7 內。螺帽 3 和 4 用以調整主軸的運轉情況。擋環 6 和 8 用以防止在端面上發生阻滯現象，因而這些擋環的端面都要經過研磨，並帶有油槽。

鋼制階梯套盤 27 為分度頭制動機構上的零件，它和傳動機構上的零件——青銅蝸輪 28 壓配于主軸頸上。金屬環 20 套裝在蝸輪軸頸上，它與蝸輪軸沒有任何配合。它對迴轉中心的同心度由位于金屬環肩上的四個調整螺釘 32 調整，圓盤形玻璃刻度尺鑲在金屬環內。

如圖 2 所示，手輪位于蝸杆軸尾端方頭上，主軸迴轉由手輪帶動。偏心軸套 31（圖 5）可使蝸杆與蝸輪發生嚙合和脫開。

軸套的長度和分度頭的寬度相同，並與主軸相垂直。以法蘭盤上的鏜孔作為偏心軸套的軸承；軸套中部有一月牙形缺口，蝸杆與蝸輪在開口處嚙合。

軸套在分度頭的正面伸出，在它的伸出部分上固定着撥杆 4（圖 6）。扳轉撥杆 4 時，偏心軸套隨着發生轉動，由此改變蝸杆與蝸輪的嚙合深度。當將撥杆 4 扳到下部極限位置時，蝸杆便完全與蝸輪脫開。撥杆在上部位置時即可達到最大的嚙合。為了準確地調整嚙合情況和轉換撥杆位置時的平穩，撥杆 4 通過彈簧 3 和調整螺釘 5 與定位杆 2 相接觸。

手輪 1（圖 2）內裝有摩擦結合子，用以傳達一定的壓力。若由於某種不正常的現象而使手輪超過規定壓力時，摩擦器即產

生滑动，以消除结构内部发生扭坏和撞伤的可能。小手轮用以微动，由两个伞齿轮组成。小齿轮1（圖6）装在小手轮轴上；大齿轮位于大手轮之后，与大手轮装在同一轴上。

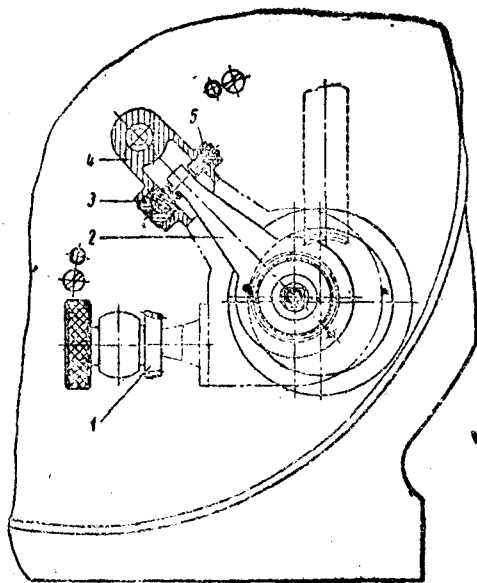


圖6 蜗杆偶的定位裝置。

4 制动裝置 对光学分度头的制动裝置的要求是相当严格的。光学分度头的制动裝置应能保证紧固主軸在紧固时不使主軸发生任何微小的移动。

光学分度头的制动裝置如圖3所示。制动盘1（即圖5中的套盘27）的外緣位在套筒7的勾板和銷子2之間。迴轉手柄5（即圖2中的手柄6）时，螺釘3即旋入套筒7內，推动銷子2，使套筒7向上移动，銷子2由于螺釘端面的作用而向下移动。这两种运动的结果将制动盘在二者之間被牢牢地压紧。使用这种裝置

制动时，制动盘受到的制动作用始终是对中心的，没有不良的侧压力和位移发生。因此保证了仪器的定位指数在制动主轴时不发生改变。

5 光学分度头的读数装置 圖 7 所示，为苏联出品的光学分度头读数装置的视域。在显微镜的视域中可以见到一组特殊的刻尺，它的 60 条刻线均匀地分布在度值刻度尺 1 度的间隔之内，把 1 度分成 60 等分，即每一小格为 1 分。分值刻度尺在视域中的位置是不变的，从分值刻度尺上可以得到准确度为 $20''$ 的读数。圖 7 所示的读数为 $45^{\circ} 23.5'$ 。

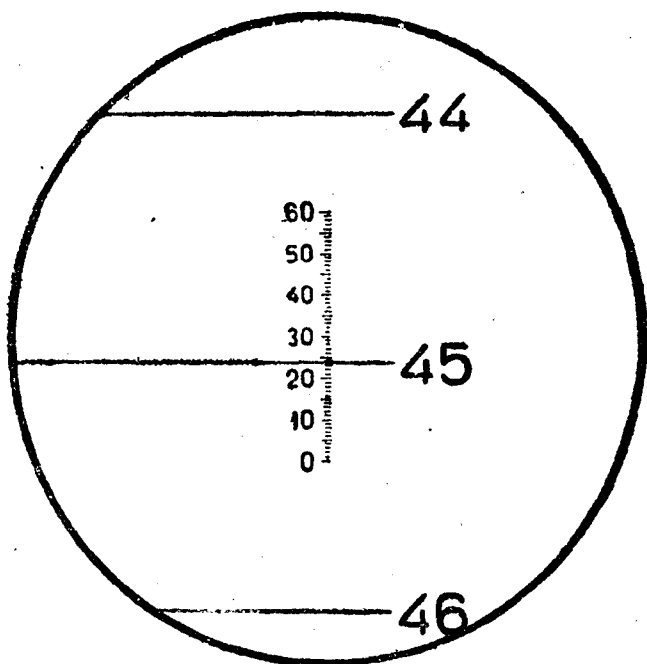


圖 7 苏联出品的光学分度头读数装置的视域。

圖 8 所示，为德国蔡司厂出品的光学分度头讀数裝置的視域。在显微鏡視域中除見到玻璃刻度盘上度值刻度尺的影像外，还可見到两种游标刻度尺。左侧一組为分値刻度尺，由 $0 \sim 60'$ ，每一間隔为 $2'$ ，共 30 个格，总合为 1° ，即把 1° 分成 30 个等分。右侧一組为秒値刻度尺，由 $0 \sim 2'$ ，每一間隔为 $10''$ ，共 12 个間隔，总合为 $2'$ ，相当于分値刻度尺一格之值。

双綫符号 5（位于 30 刻度附近）用以决定“度”的位置，它

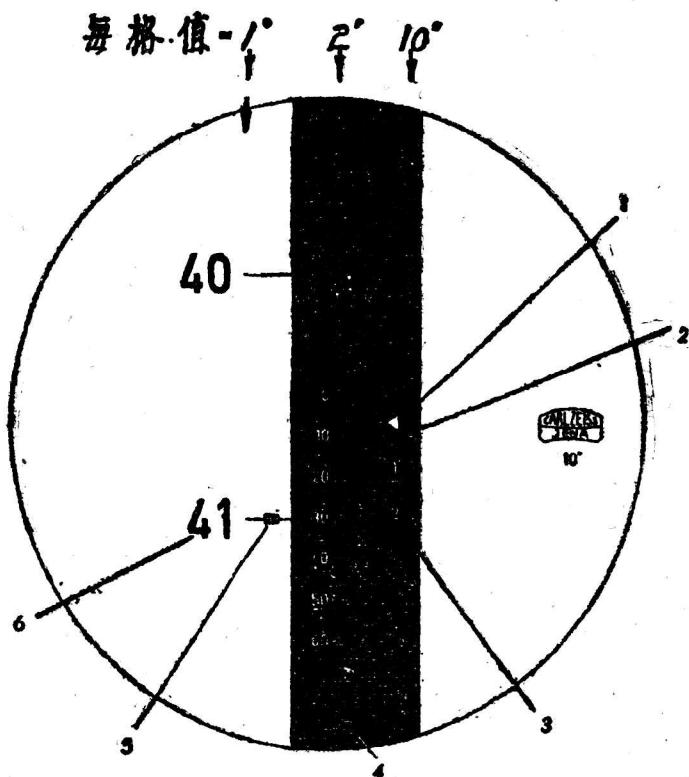


圖 8 蔡司厂出品的光学分度头讀数裝置的視域。

与分值刻度板一起可以用螺钉手輪移动，以使度值刻度尺刻綫能准确地套在双刻綫中間，以便观察分值及秒值。秒值刻度板是固定不动的，其上有一三角形指标用以决定“分”的位置。

分和秒的刻度刻在两塊黑色不透明的薄板边缘上，两刻度尺以刻綫長之半互相搭接，若分刻度与秒刻度有相重合之处时，則光綫可以透过，在二組刻度之間可看到有一条光亮綫指示秒之值，如圖 8 中之 2。圖 8 所示之讀数为 $41^{\circ}6'40''$ 。

光学分度头結構上的最大特点是：讀数机构与傳动机构不相关連，其指示精度不受蜗杆和蜗輪的制造精度及各傳动零件的磨損等的影响。

为了使光学分度头防止内部結構和光学系統受灰塵和潮湿的侵蝕，其結構是密封的，其耐久力可保証在相当長的时间內不需拆卸。

五 光学分度头的檢查

1 外觀与装配檢查：

1) 分度头上未作特別防护的表面，特別是工作表面，不得有銹迹、未經清除的擦伤、毛刺，及其他等表面缺陷。

2) 用手輪迴轉主軸时应平稳，沒有阻滯和跳动。蜗杆死程不应超过 $1/50$ 轉。

3) 微动手輪作用应平稳。死程不应超过 $1/50$ 轉。

4) 变换蜗杆位置时，蜗杆与蜗輪的啮合与脫开应自如沒有困难。定位銷的彈簧和調整啮合情况用的彈簧的工作应可靠。

5) 制动裝置应能将主軸牢牢紧住。

6) 目鏡視野应清潔并照明均匀。

7) 目鏡头应能自如迴轉 360° 。

8) 迴轉目鏡环应平稳自如。

2 机械部分檢查:

1) 底座導軌的直綫性

① 允許偏差: 在1000公厘以上为0.03公厘。

② 檢查方法和工具: 用刻度值为0.03/1000公厘的水平仪或1級精度的桥式平尺和塞尺檢查。

2) 分度头底平面和尾架頂尖座底平面的平面性。

① 允許偏差: 将分度头和尾座置于平板或底座上不許有晃動量。

② 檢查方法和工具: 2級精度的平板。

3) 主軸錐孔的正确性。

① 允許偏差: 与量規着色附合。

② 檢查方法和工具: 用莫氏4号錐度量規塗色檢查, 着色面积一般不少于85%。主軸端面应与量規的前刻綫重合(在檢查新制和新修过的錐孔时)或位于量規兩刻綫之間(在周期檢定时)。

4) 定向刻度尺指数为0时, 主軸綫对分度头底平面的平行性。

① 允許偏差: $\pm 6'$ 。

② 檢查方法和工具如圖9: 在平板或底座上用帶錐柄的圓柱心軸和刻度值为0.01公厘的千分表進行檢查。在100公厘長度上千分表指数之差不应超过0.18公厘。

注: ① 心軸精度要求: 在100公厘長度上撓差不得大于0.0015公厘; 直徑50公厘的心軸其端面撓差不得大于0.0015公厘; 心軸圓柱部分外圓母綫对中心綫之平行性誤差在100公厘長度上不得大于0.002公厘。

⑨ 高精度工作时，主軸应直接用光学計或測微計定位，不使用定向刻度尺。

5) 主軸徑向摆差。

① 允許偏差：在心軸 100 公厘長度上不超過 0.005 公厘。

② 檢查方法和工具如圖10：用光学計管或刻度值为 0.001 公厘的測微計和帶錐柄的圓柱心軸檢查。用圓柱心軸檢查時，在 100 公厘長度上的摆差不應超過 0.005 公厘。

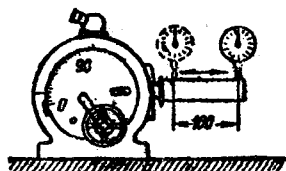


圖9 主軸綫對底面平行性的檢查。

6) 主軸軸向摆差。

① 允許偏差：0.005 公厘。

② 檢查方法和工具如圖11：用光学計管或刻度值为 0.001 公厘的測微計和帶錐柄的圓柱心軸檢查。

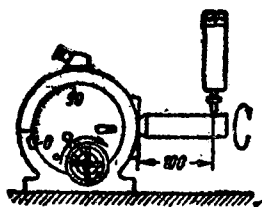


圖10 主軸徑向摆差的檢查。

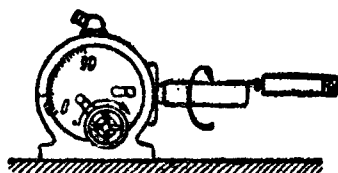


圖11 主軸軸向摆差的檢查。

7) 分度頭頂尖与尾座頂尖中心連綫對底座導軌的平行性。

① 允許偏差：20"（即在100公厘長度上為0.01公厘）。

② 檢查方法和工具如圖12：在頂尖間裝夾一圓柱心軸，將光学計管或刻度值为 0.002 公厘的測微計置于心軸上的一端定位，然後移動 100 公厘確定指數之差，此差不應超過0.01公厘。

8) 頂尖的摆差和磨損。

① 允許偏差：0.01公厘。

② 檢查方法和工具如圖13：頂尖的擺差用光學計管或測微計于垂直頂尖錐面的方向上進行檢查。頂尖的磨損，即頂尖錐面直線性的破壞，不應超過0.01公厘（ $a = 0.01$ 公厘），頂尖的磨損在萬能顯微鏡或工具顯微鏡上檢查。

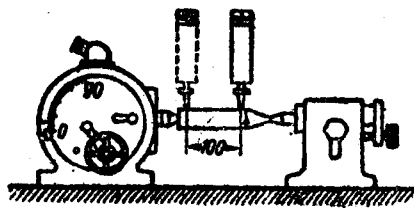


圖12 頂尖中心連線對底座導軌
平行性的檢查。

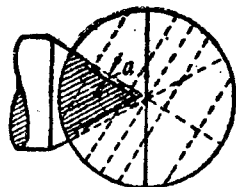


圖13 頂尖磨損的檢查。

9) 定向刻度尺指數位于 90° 時，主軸中心綫對分度頭底平面的垂直度。

① 允許偏差： $\pm 6'$ 。

② 檢查方法和工具如圖14：用刻度值不大于0.2/1000公厘的框式水平儀進行檢查。

在分度頭錐孔內裝一帶錐柄的圓柱心軸，先把框式水平儀置于平板上定位（位置Ⅰ），然后再靠于心軸上（位置Ⅱ）。心軸垂直性的偏差由水平儀兩次指數之差確定。

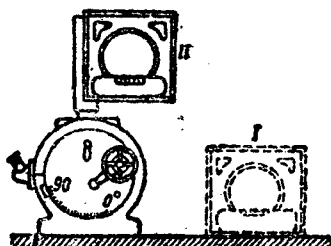


圖14 主軸軸綫對底平面垂直
性的檢查。

10) 主軸制動裝置工作的平穩性。

① 允許偏差：制動主軸時光學刻度尺的指數不得發生變化。