


# 投影儀及光学測長儀的 調整与修理

A. B. 埃爾瓦伊斯 著



國防工業出版社



# 投影儀及光學測長儀 的調整與修理

A. B. 埃爾瓦伊斯 著  
李春霖、賀慶華 譯  
徐漢生、周晉屏



國防工業出版社

## 內 容 介 紹

本書介紹了蘇聯國產大型投影儀、德國蔡司廠的和美國出品的投影儀以及立、臥式光學測長儀之調整與修理方法。此外，並敘述了修理光學儀器時所需之其它輔助方法，如玻璃之鍍銀、鍍鋁和透鏡之修理法等。

本書除供光學機械調整工、光學機械設計師 測量室及工廠檢驗站的工作人員使用外，亦可作為專科學校、中等技術學校和光學機械儀器調整與修理訓練班之教材。

А. В. ЭРВАЙС  
ЮСТИРОВКА И РЕМОНТ ЮСТИРОВКА И РЕМОНТ  
ПРОЕКТОРОВ  
И ОПТИЧЕСКИХ ДЛИНОМЕРОВ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1951

本書係根據蘇聯國立機器製造書籍出版社  
一九五一年俄文版譯出

## 投 影 儀 及 光 學 測 長 儀 的 調 整 與 修 理

[蘇] 埃爾瓦伊 斯 著  
李 春 霖、賀 震 華 譯  
徐 漢 生、周 晉 屏

\*

國 際 工 業 出 版 社 出 版

北京市書刊出版業營業許可證出字第074號  
旅大日報印刷廠排版 沈陽七〇一工廠印刷  
新華書店發行

\*

787×1092 1/32 5 1/16 印張·104,000字

一九五六年六月第一版

一九五六年六月沈陽第一次印刷

印數：1—5,500冊 定價：(10) 0.80元

## 序 言

近十年來，投影儀在金屬加工工業中獲得了廣泛的採用。此即說明了這些儀器較其它光學測量儀器具有很多的優點。

投影儀之主要優點是：具有較高的檢驗效率，在儀器上操作簡單而方便，任何廠都能用價廉的標準光學部件製造這種儀器等等。因之，這些優點就更加促使了投影裝置能被廣泛的用來檢驗在大量生產中的零件。

投影儀經常是在工作地點用來檢驗零件的一種工具，有時，並可利用它們直接與固定在受光屏上的標準圖紙相比較，來最後修正形狀樣板。

這裡提到在大量生產中用 A. II. 莫斯卡列夫和 A. A. 薩弗羅諾夫創製的投影儀檢驗零件的一種新投影方法。這種投影儀乃是一種改進了的新型投影儀，與現用者截然不同。但由於上述投影儀之調整還沒有實際數據，故其敘述較為簡單。

本書敘述了有關國產（蘇聯）大型投影儀及測長儀之檢查、修理和調整等方法。

由於工廠裡還有着早先進口的結構不同的投影儀，故在本書內亦敘述了其中某些儀器之檢查、修理和調整等方法。

本書所述之有關儀器調整及修理等方法，基本上亦可用於其它型式之投影儀及與之相類似的裝置。

# 目 錄

## 序 言

<b>第一章 總 則</b> .....	1
投影儀工作的基本原理 .....	6
投影儀光學系統的缺點 .....	11
投影儀的誤差 .....	13
對投影儀的基本要求 .....	17
投影測量儀器的修理及調整 .....	18
投影儀的調整和修理原理 .....	18
調整工作地點的條件 .....	19
<b>第二章 安有水平受光屏的國產（蘇聯）大型</b>	
<b>投影儀</b> .....	22
儀器的結構 .....	22
投影儀的光學系統 .....	27
投影儀的誤差 .....	30
<b>投影儀之檢定、調整和修理</b> .....	30
儀器的拆卸 .....	30
照明裝置的調整 .....	34
台縱、橫托架行程不直綫性的消除 .....	37
縱、橫滑板運動方向相互不垂直性的消除 .....	40
台升降機構的調整 .....	41
儀器測微部件的調整 .....	42
端度器之裝置的調整 .....	45
台之其它疵病的消除 .....	47
頂針座（帶頂針的）疵病的消除 .....	48
儀器放大倍數不正確性的消除 .....	53

<b>第三章 台式投影儀</b> .....	57
儀器的結構 .....	57
儀器的光學系統 .....	59
儀器的調整和修理 .....	60
照明裝置的調整 .....	60
台的調整 .....	61
儀器放大倍數不正確性的消除 .....	62
儀器上其它疵病的消除 .....	63
<b>第四章 立柱式投影儀</b> .....	64
儀器的結構 .....	64
儀器的光學系統 .....	67
儀器的拆卸順序 .....	69
投影儀的調整和修理 .....	71
照明裝置的調整 .....	71
台行程不直綫性的消除 .....	73
台繞軸錢鬆動的消除 .....	75
端度器的裝置之調整 .....	76
測微部件的調整 .....	78
受光屏的調整 .....	81
帶頂針的頂針座和支架疵病的消除 .....	81
儀器放大倍數不正確性的消除 .....	83
<b>第五章 立式及臥式光學測長儀</b> .....	86
新型立式光學測長儀 .....	89
儀器的結構 .....	89
儀器的光學系統 .....	91
儀器的測量誤差 .....	92
儀器的拆卸順序 .....	95
測長儀的調整與修理 .....	97
台工作面不平面性的消除 .....	98

台的調整	98
測量主軸的調整	99
公厘分劃尺的調整	103
螺旋讀數顯微鏡的調整	105
儀器示數穩定性與準確性的檢查	110
臥式光學測長儀	111
結構與用途	111
<b>第六章 調整時所進行的幾種修理工序</b>	<b>115</b>
反射鏡的鍍銀	116
反射鏡的鍍鋁	121
光學零件和反射鏡的清潔與保藏	122
投影儀玻璃受光屏的製造	124
測量儀器光學零件的修理	132
修理光學零件時所需用的主要材料、 夾具和設備	133
<b>附 錄</b>	<b>144</b>
<b>參考書</b>	<b>155</b>

# 第一章

## 總 則

在廣泛採用生產流水作業法、工藝規程連續自動化以及用手操作之機械化的機器製造業中，要求提高檢驗準確性及檢驗效率和製造新的、具有高精度的機械和光學檢驗設備。投影儀就是光學測量儀器中生產檢驗效率最高的和有趣味的一種儀器。

在金屬加工工業中採用有各種型式的投影儀。但其光學系統彼此間之差別却很少。基本上各投影儀僅在結構特性方面有所不同而已，例如：在照明裝置、測量台和受光屏之位置、作用原理、操縱機構、測量裝置等方面有所不同。還有一種沒有測量裝置的投影儀，其確定偏差的方法是將被檢驗件的輪廓和標準件進行比較。

在投影儀上確定製品尺寸之主要方法是將投影的外形直接與根據比例繪製的、固定在受光屏上的圖紙相比較（圖 1）。用測微螺桿或用能確定放置被檢驗零件的載物台移動值之指示器，來測量投影輪廓與標準件的偏差以進行比較。

製品與所給定尺寸之偏差值也可用製品的投影輪廓與繪製在受光屏上（圖 2）的、並以被檢驗零件界限尺寸為限的雙層外形相比較之方法來確定。

投影儀不僅用於測量室，同時也用於工廠生產車間，來檢驗各種形狀樣板的形狀和尺寸、平面量規、凸輪、成



形車刀、螺紋製品斷面角度及螺距、齒輪以及沖壓零件。投影儀特別廣泛地用來檢驗鐘錶機構之零件和其它細小的製品。由於增添了一定的上照明系統以及各種附件，故投影儀之使用更為廣泛。在某些投影儀上可用透射光 (Диаскопически) 和反射光 (Эпископически) 工作。甚至還能同時利用這兩種光，此時，在受光屏上不僅投有製品輪廓的影像，同時還有其表面的影像。投影儀亦可以用來評定 ГОСТ 2789-45 1級到4級的柱形零件的表面光潔度，以及由底片上繪製輪廓圖。

投影儀經常是用於車間內複雜輪廓零件加工的工作地點。圖3所示為精磨成形車刀時投影儀之使用情況。

投影測量法在個別情況下可直接在機床上使用，這也是

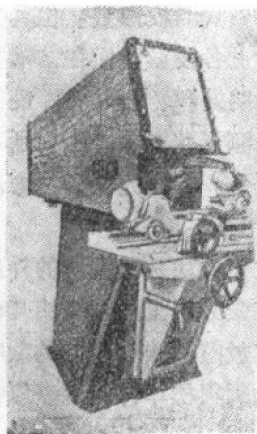


圖 1, 受光屏上固定有標準圖樣的投影儀

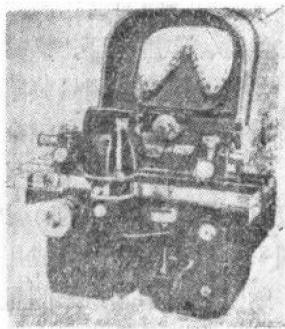


圖 2, 受光屏上繪製有被檢驗零件界限尺寸的投影儀

一種在製造過程中檢驗複雜輪廓零件的一種有效方法。爲了磨製具有高精度的、外形複雜的形狀樣板，就採用安在機床上的專用投影裝置。這種裝置示於圖4，並是由 220×30

伏特的變壓器供電的投影燈泡組成的。燈泡放在有石棉層 **a** 和有通風孔的濾熱器 **б** 的燈罩內，利用安在燈罩座上的通風機構，通過濾熱器 **б** 後將熱散出。由聚光鏡 **2** 將燈泡 **1** 之光綫聚集在製品 **F** 上，然後投到投影物鏡 **3** 上。此物鏡將製品放大的影像投向平面反射鏡 **4**。平面反射鏡將影像反射到機床操作工人面前的毛玻璃受光屏 **5** 上。

在受光屏前面放有一個準確繪製在玻璃平板上的按投影裝置之放大比例放大的製品輪廓 **K**，在磨削過程中，用此輪廓與製品的投影影像相比較。在該玻璃平板的一面上覆蓋有綠色透明的膜層。

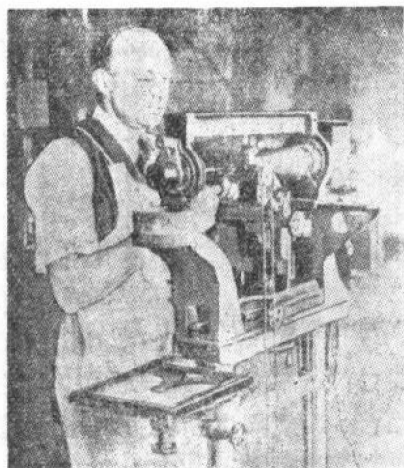


圖 3, 直接在投影儀上精磨製品的輪廓

順着物鏡軸綫移動物鏡來改變投影裝置之放大倍數，其範圍為20~40。

圖 5 所示之投影裝置是安裝在車床上作為加工過程中檢驗火車輪之輪緣吧。輪緣之外形與繪製在受光屏上的標

準輪廓相比較。

投影測量儀器與其它光學機械儀器相比的優點如下：  
具有較高的檢驗效率、調整簡便、在受光屏上能得到正確

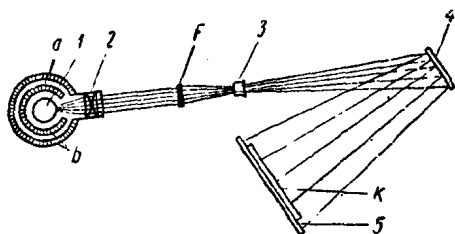


圖 4 磨床上投影裝置之光學系統

放大的製品投影像、用雙眼並且同時數人都可以看到投影

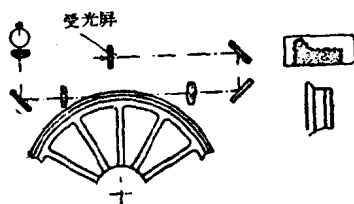


圖 5, 車床上的投影裝置

製品的影像、投影結構比較簡單以及能使用測量儀器之標準部件等。

這些就是投影儀在各工業部門中迅速推廣的原因。製造簡

型投影儀可用價廉的光學零件（聚光鏡和其它透鏡）、標準光學部件（目鏡、物鏡及其它等）以及能保證正確照明被投影零件的簡單照明裝置。

某些形狀的製品不能在普通的測量儀器上來檢驗，往往只能用專用裝置或投影測量儀器來檢驗。

這類投影儀中的一種，其光學系統圖示於圖 6 者，可作為檢驗銼刀銼紋（斷面、齒距及齒高）質量之用。在這種儀器上帶聚光鏡 A 的照明裝置照明銼刀 B，然後，光束投向

物鏡 C。光線通過物鏡，由反射鏡 D 反射，而在受光屏 E

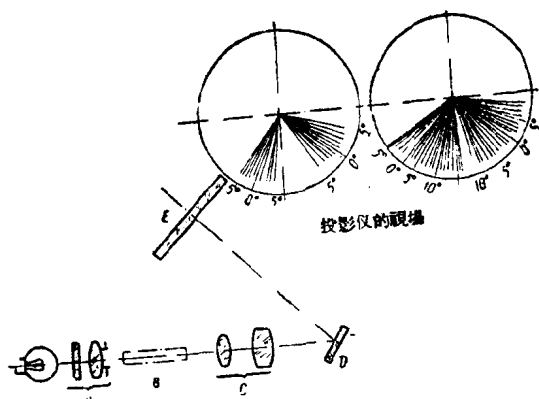


圖 6, 檢驗銼刀用的投影儀光學系統

上投射出銼刀齒的放大影像，銼刀齒的角度按刻在受光屏上的刻度來確定。在可換受光屏上的刻度可作為檢驗銼製的銼刀之用。測量粗銼紋需用放大 4 倍的物鏡；測量細銼紋的銼刀時，用放大 8 倍的物鏡。受光屏上的總放大倍數相應為 20 倍和 40 倍。

儀器之光學部分係由標準光學零件組成。圖 7. a 即為測量絲攻螺紋用的測量投影儀之光學系統。該儀器使用於車間工作地點或車間檢驗站。其光學系統與一般投影儀的差別很少。這種儀器上的測角讀數裝置之結構頗有其特殊意義（圖 7. 6）。在顯微鏡上安有刻綫板 1，其刻綫投影於受光屏上。在受光屏上有水平檢驗刻綫。藉檢驗十字綫來調整刻綫板，使平行於受光屏的水平綫與頂針軸綫；按夾在頂針間的校對桿母綫的影像來調整。刻綫板框用槓桿 2 與指示器相連。轉動螺釘 4 移動槓桿，同時，顯微鏡刻綫板與指示器測桿隨槓桿一同移動。按指示器的刻度確定

刻綫板轉動之角度。槓桿長度應根據指示器指針移動一格

(0.01公厘)相當於刻綫板轉一分的比例來設計。被測量之角度與固定角偏斜值的讀數在不超過 $4\sim 5^\circ$ 的範圍內可以不加修正。受光屏的直徑為250公厘。儀器之放大率為50倍；視場直徑約為8公厘。

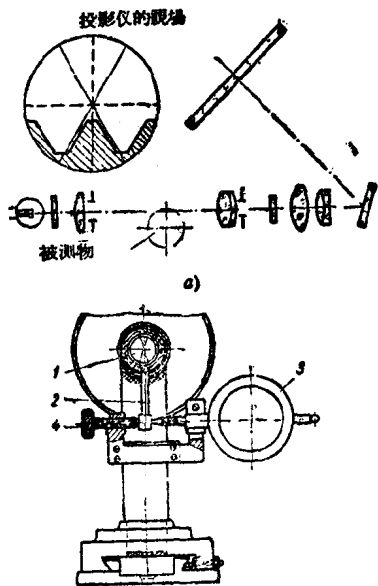


圖 7.

- a—檢驗絲用的投影儀光學系統  
 b—檢驗絲用的投影儀讀數裝置

### 投影儀工作的基本原理

一切投影儀上最主要的部分是由小而明亮之光源組成的照明附件和聚光裝置。一般均以發光面小的、

低伏特的、照度大的燈泡(如汽車上的燈泡和電影投影機上的燈泡及其它等等)作為光源。在光源前面直接放有能將光量通過而將光綫聚集在被檢驗件上的短焦距聚光鏡。這種聚光鏡一般由兩個平凸透鏡組成。影像之清晰度主要靠照明裝置來調整。

安放被檢驗零件用的台之結構很重要，尤其是在測量過程中；用測量裝置計算其移動值時，更加重要。

投影儀上的主要零件是物鏡，此物鏡將放大的零件影

像投影到受光屏上。被投影零件影像的質量好壞，完全與物鏡的質量有關。物鏡不應有能減低清晰度和使被投影物體影像畸變的光學缺點。當投影小的物體時，可採用類似顯微鏡的光學系統。

投影儀上其餘的重要零件是投影反射鏡和受光屏。

投影儀之原理圖如圖 8 所示。光源 S 的光綫投到聚光鏡 C 上，並射到放在台 T 上的零件 O 上。未被製品遮住之光綫，通過物鏡 L，會集於物鏡的焦點上。並將製品放大的、暗的倒像投射在受光屏 I 上。圖 8.6 所示為物體在受光屏上構成投影的示意圖。

當焦距一定時，物體之放大倍數 V，可由下列公式求得：

$$V = \frac{B}{a},$$

式中：B——物鏡與受光屏間的距離；

a——被投影零件與物鏡間的距離。

在圖 8. B 所示之投影儀的圖上，標有各主要部件之間的、能保證放大 10 倍時成清晰影像之尺寸。被測量物體與受光屏之間的距離太大，這是該型投影儀之最大缺點。

為便於工作，需使被檢驗物體的影像與物體本身間的距離接近。為此就需在物鏡與受光屏之間安放能够大大縮小儀器輪廓尺寸的反射鏡或稜鏡。

圖 9 所示為一種國產（蘇聯）投影儀的光學系統。用反射稜鏡 P 使該儀器之光綫產生折射。反射稜鏡可使影像投影到水平受光屏和垂直受光屏上。

帶有反射鏡的臥式和立式投影儀之光學系統示於圖 9 6 和 B。

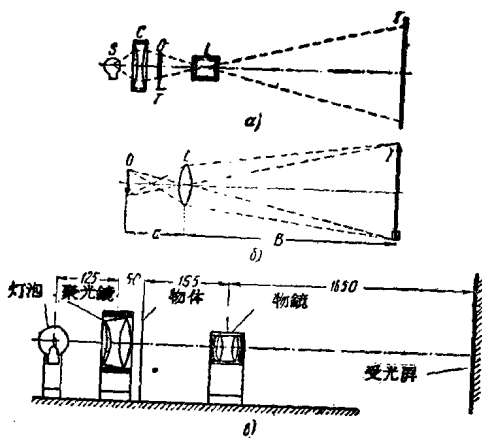


圖 8,

a 和 б — 投影儀之原理圖

в — 具有概要尺寸的投影儀之光學系統

在某些儀器上，影像由兩個反射鏡（圖10）反射後再投影到受光屏上。燈泡 1 的光束經聚光鏡 K，通過盛有稀鹽溶液（溶於蒸餾水中的）的吸熱器。

圖11 a 所示為金屬加工工業採用的各種投影儀的光學系統。安裝在新型工具顯微鏡和萬能顯微鏡上之投影裝置如圖11 b 所示。

投影儀之受光屏一般有兩種型式：一種是以透射光工作時所用的透明受光屏（玻璃的）；一種是以反射光工作時所用的不透明受光屏（白色的）。在毛玻璃受光屏上，所得到的影像是比較明亮的，但是製品輪廓的投影就不大清晰，這種現象是由於玻璃上的每一微小凹凸都會使光綫散射，並使被投影輪廓的邊緣上帶有顏色。觀察毛玻璃受光屏上的影像，應與光的行程方向一致，否則，其影像會

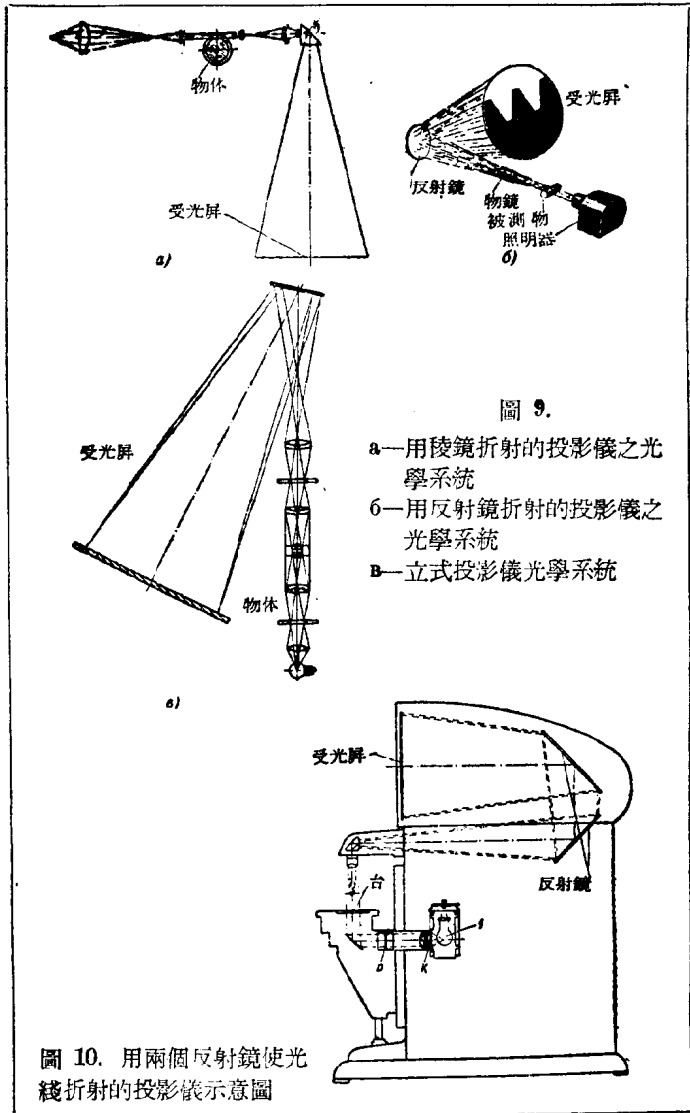


圖 9.

a—用稜鏡折射的投影儀之光學系統

6—用反射鏡折射的投影儀之光學系統

B—立式投影儀光學系統

圖 10. 用兩個反射鏡使光綫折射的投影儀示意圖



不够清晰。

用木板製成的不透明的受光屏，其上面貼有一張白紙或標準圖樣。並且應該注意紙對房內空氣濕度變化的敏感度。受光屏同樣可以用表面塗有白磁漆的金屬板製成。不

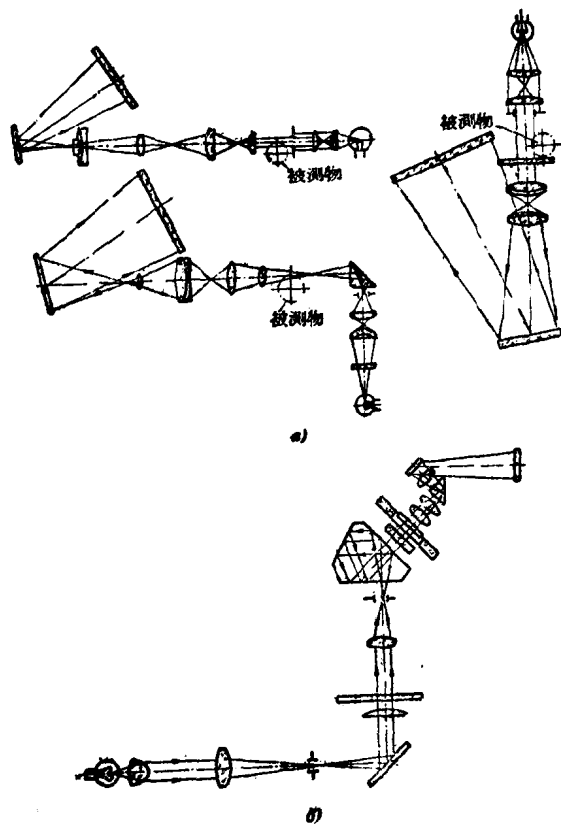


圖 11.

a—各型投影儀之光學系統 6—新型工具顯微鏡  
和萬能顯微鏡投影裝置之光學系統