

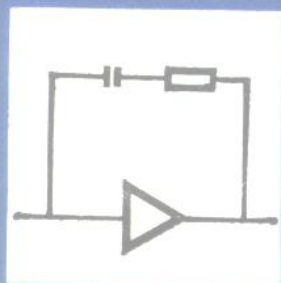
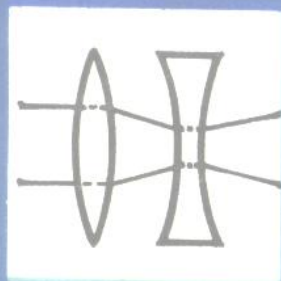
高等学校试用教材



光学计量仪器设计

下 册

上海机械学院王因明 主编



机械工业出版社

光学计量仪器设计

下册

王因明

841

3

119.841
123
71

高等学校试用教材

光学计量仪器设计

下 册

上海机械学院王因明 主编



机械工业出版社

DS 74 40/10

光学计量仪器设计

(下 册)

上海机械学院王因明 主编

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

重庆印制一厂印刷

新华书店北京发行所发行 新华书店经售

开本 787×1092 1/16 · 印张 19 · 字数 465 千字

1982年2月重庆第一版·1983年10月重庆第二次印刷

印数 4,001—10,600 · 定价 1.95 元

统一书号: 15033·5110

目 录

第三篇 典型仪器设计	1
第七章 万能工具显微镜设计	1
§ 7-1 工具显微镜概述	1
§ 7-2 几种万工显的构造原理及特点	2
一、19JA型万工显	2
二、UMM型万工显	8
三、JGW-1S型万工显	10
四、带计算机的UWM200×100型万工显	13
§ 7-3 万工显总体方案的确定	16
一、纵、横向测量范围的确定	16
二、立柱倾斜范围的确定	16
三、瞄准显微镜的放大率, 视场及工作距离的选择	16
四、分划值的确定	16
五、被测工件几何尺寸及重量	16
六、纵、横向滑台的布局	17
七、阿贝原则的运用	17
八、基本组成部件及布局	18
九、仪器的精度	19
§ 7-4 万工显光学系统参数确定及轮廓尺寸计算	20
一、瞄准显微镜光学系统	20
二、测角读数显微镜光学系统	26
三、投影读数光路	28
§ 7-5 万工显主要零部件的结构分析与设计	32
一、瞄准定位部分	32
二、导轨及其支承	36
三、底座	39
§ 7-6 万工显的精度分析	39
一、影响精度的主要因素	39
二、19JA型万工显的精度计算	49
§ 7-7 万工显的附件	54
一、光学分度台	54
二、光学分度头	54
三、测量刀	54
四、光学定位器	57
五、内测装置	59

六、干涉条纹法瞄准装置	62
§ 7-8 三坐标测量机	65
一、概况	65
二、三坐标测量机的组成	67
三、结构型式	68
四、机械结构分析	69
五、测头	71
六、测量系统	75
七、精度分析	77
第八章 1"数字式光栅分度头	81
§ 8-1 仪器的技术指标及总体布局	81
一、仪器的技术指标	81
二、仪器的主要组成部分	81
三、分度头主要组成部分与布局	81
§ 8-2 光栅及读数头设计	82
一、主光栅设计	82
二、读数头设计	84
三、仪器的光学系统及“分”计数原理	88
§ 8-3 细分机构——弹性鼓设计	89
一、对细分机构的要求	89
二、测微方案分析	90
三、弹性鼓设计	91
四、细分机构的放大倍数	97
五、细分机构的精度分析	97
六、弹性鼓测微精度的检查方法	100
七、度、分、秒的配合	101
§ 8-4 主轴系统设计	102
一、主轴系统的作用与要求	102
二、主轴设计	102
三、主轴轴承设计	103
§ 8-5 主轴锁紧机构设计	107
一、对分度头锁紧装置的要求	107
二、锁紧机构分析	107
三、“抱”轴式锁紧机构	108
§ 8-6 光栅度盘与主轴同心度的调整	108
一、初调	108
二、精调	109
§ 8-7 光栅度盘误差的修正	110

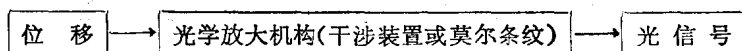
第九章 投影仪与光洁度仪器	113
§ 9-1 投影仪	113
一、概述	113
二、光学系统	114
三、几种典型投影仪	119
§ 9-2 光洁度仪器	126
一、概述	126
二、光切显微镜	127
三、干涉显微镜	134
四、激光散斑在测量表面光洁度方面的应用	149
第十章 干涉计量仪器	154
§ 10-1 干涉仪概述	154
§ 10-2 干涉仪的设计	158
一、光源的选择与照明系统	159
二、基本干涉体系设计要点	165
三、人眼和光电元件作为接收器时需要考虑的问题	178
四、机械结构的要求与特点	184
五、总体设计举例——激光球面干涉仪的总体设计	185
§ 10-3 激光干涉测长仪器	192
一、概述	192
二、激光干涉测长系统	193
三、一米激光测长机	201
四、双频激光干涉仪	212
第四篇 光学计量技术与仪器的新领域	219
第十一章 相干光计量技术	220
§ 11-1 概述	220
§ 11-2 全息计量技术	221
一、概述	221
二、全息术的原理与理论	221
三、全息干涉计量方法	229
四、全息实用技术	239
§ 11-3 计算机全息计量	240
一、概述	240
二、计算全息图的原理	240
三、计算全息图的产生	242
四、计量方法	242
§ 11-4 激光散斑计量技术	244
一、概述	244

二、散斑的形成	244
三、变形时散斑的变化	245
四、散斑的干涉	247
五、散斑变化的检测	249
六、散斑计量方法	250
七、实用技术	255
§ 11-5 衍射计量技术	256
一、计量原理	256
二、应用	256
第十二章 莫尔等高线计量技术	260
§ 12-1 概述	260
§ 12-2 莫尔等高线的形成	260
§ 12-3 格栅照射法	262
§ 12-4 格栅投影法	263
§ 12-5 实用技术	264
一、假条纹的消除	264
二、莫尔条纹变形部分检测	265
三、等高线间隔变化法	266
四、凹凸的判定	266
五、扫描莫尔法	266
§ 12-6 应用	268
一、莫尔测定机	268
二、莫尔等高线显微镜	268
三、医学上的计量	269
四、其他方面	269
第十三章 光扫描计量技术	270
§ 13-1 激光扫描计量	270
一、计量原理	270
二、装置概要	271
三、空间调制扫描计量	273
§ 13-2 三维扫描计量	277
一、激光测头	277
二、二维曲面测量	278
三、三维扫描计量	280
第十四章 信息与遥感计测技术	284
§ 14-1 概述	284
§ 14-2 信息计测技术	284
一、光传感器	284
二、图象信息计测	287
§ 14-3 遥感计测技术	294
一、遥感技术基础	294
二、多波段遥感技术	295
三、遥感技术的主要内容与仪器	295

第三篇 典型仪器设计

利用光学原理进行长度（及角度）计量的仪器品种繁多，没有必要也没有可能将所有的仪器一一列举。现在前两篇的基础上，从总体设计的角度来介绍一些常用的典型仪器的设计方法。其中有长度、角度也有表面光洁度仪器，有光学机械式、光学投影式、干涉型和莫尔条纹型仪器。

基于干涉原理的仪器在计量仪器中占有很重要的地位，但它的基础与一般仪器不同，因此在第十章的前半部分主要是介绍干涉仪的一些基本理论。干涉装置的作用与莫尔条纹有类似之处，即：



两者的输出都是光信号，因而对光信号的要求及其处理有类似之处，所不同的是干涉条纹所代表的当量比莫尔条纹更小，因而对其进一步细分的要求并不迫切，而莫尔条纹的设计是与细分方法不可分割的。

本篇各章节的安排是按仪器的使用功能来分的。

第七章 万能工具显微镜设计

§7-1 工具显微镜概述

形状复杂的零件不能由单一座标来确定，而是根据直角座标、极座标或圆柱座标等进行标定，因而一般单座标的计量仪器不能用于测量复杂的零件。工具显微镜的任务就是解决某些形状复杂的刀具和零件的测量问题。

工具显微镜是机械工业中常用的光学计量仪器，它具有一定的万能性。主要用来测量长度、角度等几何量，特别适宜于测量各种复杂的工具和零件。如螺纹的各项参数、凸轮的轮廓、切削刀具（铣刀、滚刀、丝攻）、锥体、样板、孔间距等，其应用范围较广。然而从精度看，在计量仪器中，它只是一种介于高精度与中等精度之间的仪器。

工具显微镜是以显微镜瞄准和座标测量为基础的仪器，影象法是其基本的测量方法。显微物镜把正确安放在工作台上的被测工件成象在分划板上通过目镜进行观测。测量时，移动工作台，先用分划板上的刻线标志（如十字线）瞄准工件影象的边缘，在读数装置上读出第一个数值。然后移动工作台，以分划板上同一刻线瞄准工件影象的另一边，再在读数装置上读出第二个数值。两次读数之差值，便是工件的被测尺寸。

工具显微镜的出现，至今已有五十多年，实践证实它是一种极为有效的仪器，因此，工具显微镜技术水平不断有所提高，新产品不断出现，目前有产品近百种。这类仪器的名称也

有二种, 有的叫测量显微镜, 有的叫工具显微镜。至于产品分类各国也不尽相同, 区分也不严格, 一般按测量范围及精度可分为:

- 1) 测量显微镜(工场显微镜);
- 2) 小型工具显微镜;
- 3) 大型工具显微镜;
- 4) 万能工具显微镜;
- 5) 重型万能工具显微镜。

现将各种工具显微镜的基本参数列于表7-1。

在这里还要特别指出, 附件是万能工具显微镜扩大使用范围的主要手段, 在生产、购买、使用中不要忽略这一点。

本章重点讲述万能工具显微镜, 以下对万能工具显微镜一律简称为万工显。

§ 7-2 几种万工显的构造原理及特点

一、19JA型万工显

19JA型万工显是我国设计生产的产品之一。该仪器用瞄准显微镜进行瞄准定位; 以玻璃标准刻尺为基准, 用投影读数装置进行读数。其外型见图7-1。

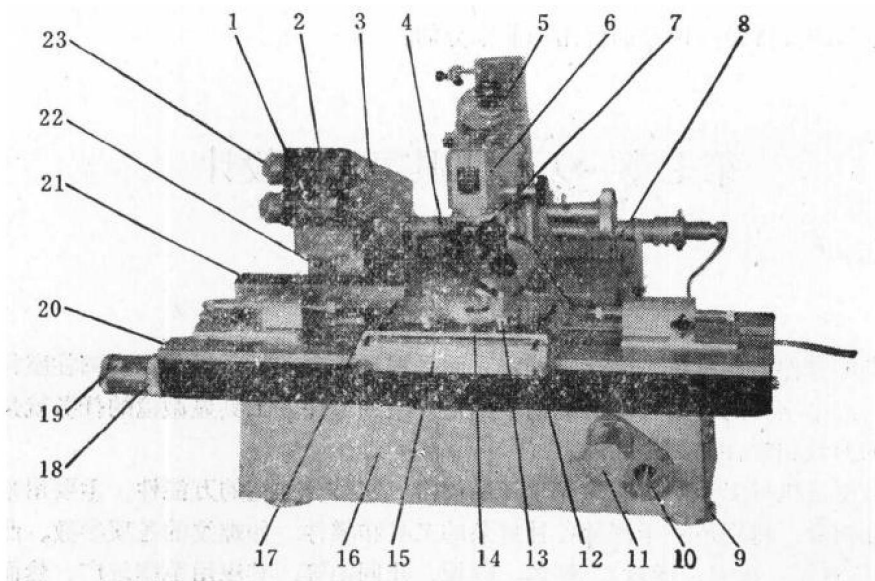


图7-1 19JA型万工显外型图

1—横向读数窗 2—纵向读数窗 3—调零手轮 4—反射照明器弹簧夹 5—目镜 6—臂架 7—反射照明器
8—横向滑台 9—调平螺钉 10—横向锁紧手柄 11—横向微调手轮 12—调节螺钉 13—压板 14—压板座
15—平工作台 16—底座 17—固紧螺钉 18—纵向锁紧手轮 19—纵向微调手轮 20—纵向滑台 21—纵向标
尺 22—投影物镜 23—测微鼓轮

(一) 仪器的主要技术参数

1. 纵、横向的测量范围及分划值

纵向行程

200毫米

横向行程

100毫米

表7-1 各种工具显微镜的基本参数 (单位, 毫米)

工具显微镜类别		测量显微镜	组合小型工具显微镜	大型工具显微镜	万能工具显微镜	重型万能工具显微镜
项目	工具显微镜类别					
座标工作台测量范围不小于	纵向	0~50	0~50(75)	0~150	0~200	0~500
	横向	0~15	0~25	0~75	0~100	0~200
最小分划值	座标工作台	0.01	0.01	0.01~0.001	0.001	0.001
	圆工作台	6'	1'、5'	2'	30"	10"
精度	测角目镜	—	—	1'	1'	1'
	测分度头	—	—	3'	1'	6"
精度	仪器的最大不准 确度不应超过:	0.0085	0.005	0.007~0.005	仪器标尺不进行修正	仪器标尺按修正 表进行修正
	纵向	0.007	0.003	0.004~0.003	0.0035	0.0025
度	圆工作台	6'	—	—	0.0025	0.0015
	测角目镜	—	1'、5'	2'	—	—
分度	测分度头	—	—	1'	1'	1'
	中央显微镜的放大率	30×; 80×	30×; 100×; 400×	10×; 30×; 50×; 100×	10×; 30×; 50×	10×; 30×; 50×
物镜放大率		3×; 8×	3×; 10×; 40×	1×; 3×; 5×; 10×	1×; 3×; 5×	1×; 3×; 5×
目镜放大率		10×	10×	10×	10×	10×
根据放大率中央显微镜的物 方视场直径不小于		4.0; 1.5	6.6; 2; 0.5	20; 6.6; 4; 2	20; 6.6; 4	20; 6.6; 4
	立柱的倾斜范围左右各不小于	—	12°	12°	12°	15°
附注	这二种类型仪器已基本合一					
						产品很少

纵、横向读数分划值

0.001毫米

2. 瞄准显微镜的光学参数

物镜放大率		1 $\times$	3 $\times$	5 $\times$
总放大率	用测角目镜和轮廓目镜	10 $\times$	30 $\times$	50 $\times$
	用双象目镜	15 $\times$	42 $\times$	65 $\times$
物方视场直径 (毫米)	用测角目镜和轮廓目镜	20	6.6	4
	用双象目镜	13	4.7	3
工作距离 (毫米)	用测角目镜和轮廓目镜	78	75	48
	用双象目镜	35	70	43

3. 测角目镜分划范围及分划值

360°、1'

4. 轮廓目镜

角度测量范围及分划值

 $\pm 7^\circ$ 、10'

圆弧分划板

R从0.1~100毫米

螺纹分划板：普通螺纹螺距

自0.25~6毫米

梯形螺纹螺距

自2~20毫米

5. 瞄准显微镜立柱倾斜范围及分划值

 $\pm 15^\circ$ 、10'

6. 孔径光阑直径及分划值

3~32毫米、1毫米

7. 平工作台面积

215×130毫米

8. 光学分度台直径（玻璃台面）

106毫米

分划范围及分划值

360°、10''

9. 光学分度头分划范围及分划值

360°、1'

10. 光学定位器测量范围

纵向

5~200毫米

横向

5~100毫米

最大测量深度

15毫米

11. 顶尖架最大夹持长度及直径

被测直径 ≤ 60 毫米时

750毫米

被测直径 ≤ 100 毫米时

600毫米

最大夹持直径

100毫米

12. 仪器体积（长×宽×高）

980×1020×640毫米

13. 仪器重量

250公斤

14. 变压器功率及电压

100瓦、220伏

(二) 光学系统

瞄准显微镜的光学系统见图7-2。它采用物方远心光路及远心照明系统。光源1经聚光镜前组2成象于可变光阑3处附近，由于光阑位于聚光镜6的前焦面上，故以平行光射出，使物面获得均匀的照明。当测量工件时，未被工件挡住的光线进入物镜9（在物镜后焦面上置一光阑10），经斯米特棱镜后，成象于目镜物方焦平面的米字分划板14上，通过目镜放大成

象于观测者明视距离处。物镜有 $1\times$ 、 $3\times$ 、 $5\times$ 三种放大率可以更换， $3\times$ 为基本物镜。目镜有测角目镜、轮廓目镜及双象目镜三种，其中测角目镜较常用。从16~22为测角目镜读数显微镜的光学系统。测角目镜的米字分划板14和度盘13同心并一起转动，度盘转过的角度通过读数显微镜读出。读数显微镜的放大率为 $38.7\times$ ，其中物镜 $1.745\times$ 、目镜 $22.2\times$ 。

测角目镜用来瞄准工件及测量角度。当瞄准工件时，度盘读数置于 $0^{\circ}00'$ ，此时分划板上五条平行虚线垂直于纵向滑台移动方向；当测量角度时，转动分划板，使米字线中间虚线

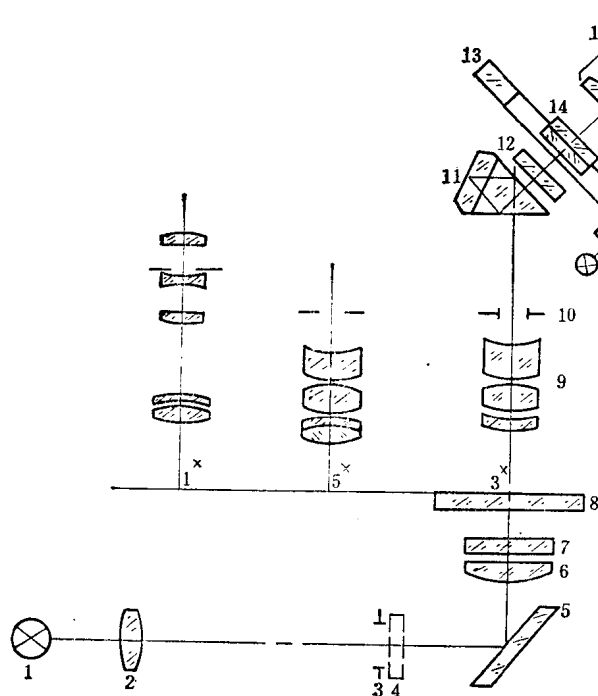


图 7-2 19JA 万工显光学系统图

- 1—光源 2—聚光镜前组 3—可变光阑 4—滤光片 5—反射镜
6—聚光镜后组 7—保护玻璃 8—工作台 9—物镜 10—光阑
11—棱镜 12—保护玻璃 13—度盘 14—米字分划板 15—目镜
16—光源 17—滤光片 18—物镜 19—光阑 20—场镜 21—
分划板 22—目镜

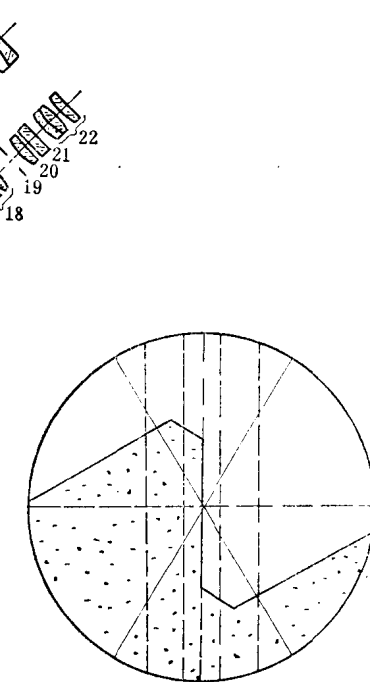


图 7-3 测角目镜测角时瞄准视场

依次瞄准被测角度两边，通过读数显微镜读得两次读数，此两次读数之差便是被测角度值。图 7-3 为测角目镜测角度时的瞄准视场；图 7-4 为读数视场。

19JA 型万工显投影读数光路见图 7-5。为了消除由于滑台在光轴方向窜动所引起的读数误差，同样采用物方远心光路与远心照明。纵、横向读数系统的物镜和聚光镜相同，只是布局因结构安排略有差异。灯丝 1 经前聚光镜 2 成象于后聚光镜 3 的物方焦平面上，发出平行光照明标尺 5' 的刻线面。被照明标尺经 $50\times$ 投影物镜 6 放大后成象于投影屏，光路上的棱镜和反射镜起改变光轴方向作用。读数系统的细分是采用测微鼓轮方式。图 7-6 为读数时投影读数窗口的视场。

（三）仪器的结构

仪器的结构见图 7-7。主要由底座、纵向及横向滑台、瞄准显微镜、标尺、投影箱、立柱和照明装置等几大部分组成。

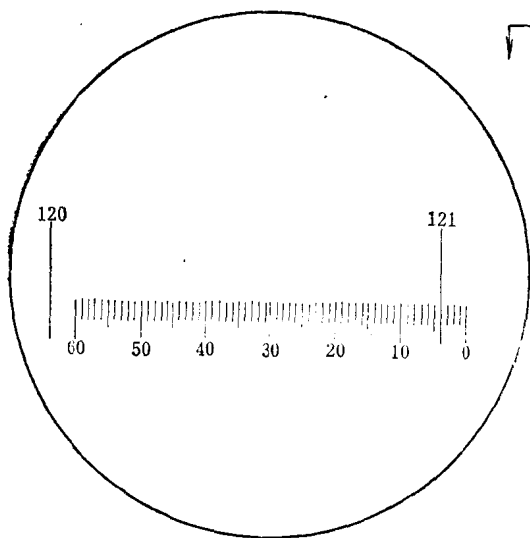


图 7-4 测角目镜读数视场

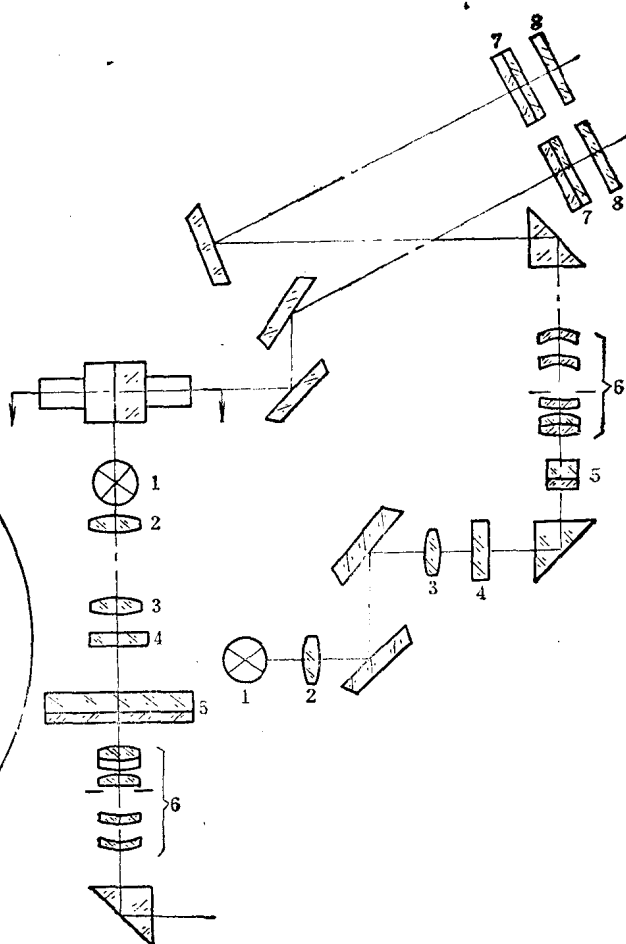


图 7-5 19JA 万工显投影读数光学系统

1—光源 2—前聚光镜 3—后聚光镜 4—隔热玻璃
5'—纵向标尺 5—横向标尺 6—50 $\times$ 物镜 7—投影屏 8—滤光玻璃窗

具有加强筋的凸字形铸铁底座 1 是整台仪器的基础，在底座下面有三个调平螺钉 19。当调节它们至圆水泡居中时，仪器便处于水平位置，安装完毕。

如图 7-7 所示，纵向滑台 5 装在 V 型滚珠导轨 4 和滚动轴承 23 下的平导轨上，以保证作纵向运动时既灵活又有很好的直线性。在图 7-1 中可见，200 毫米标尺盒 21 安装在纵向滑台左右侧，它与纵向导轨严格平行，当松开纵向锁紧手轮 18 时便可用手推动纵向滑台左右快速移动；将手轮锁紧，转动纵向微调手轮 19 便可作微量调节。当瞄准显微镜瞄准工件测量位置后，通过投影箱上的投影屏读取纵向读数。进行测量时，可根据需要在纵向滑台上安置平工作台、光学分度台、分度头、顶尖架、V 型架、测量刀或垫板等附件。

如图 7-7 所示，横向滑台 15 在底座的横向 V 型滚珠导轨 22 上前后移动。瞄准显微镜 9、立柱 12 及照明灯管 18 安置在横向滑台上。100 毫米标尺 14 安置在立柱转轴 13 的轴线延长线上，是符合阿贝原则的。作横向尺寸测量时，安放在纵向滑台上的工件不动，而瞄准显微镜随横向滑台一起移动，对工件进行瞄准。横滑台同样分快速移动和微调两种，分别由锁紧手柄及微调手轮 3 配合动作来实现。其移动量由投影箱的横向投影屏读出。

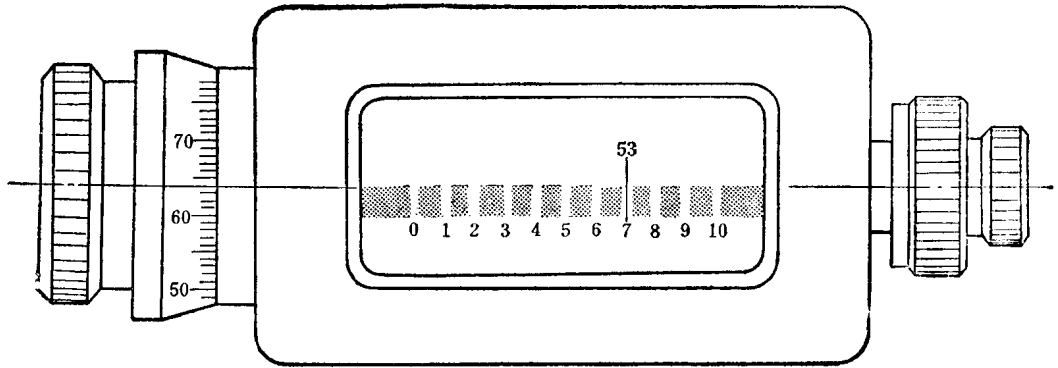


图 7-6 19JA 万工显投影读数视场

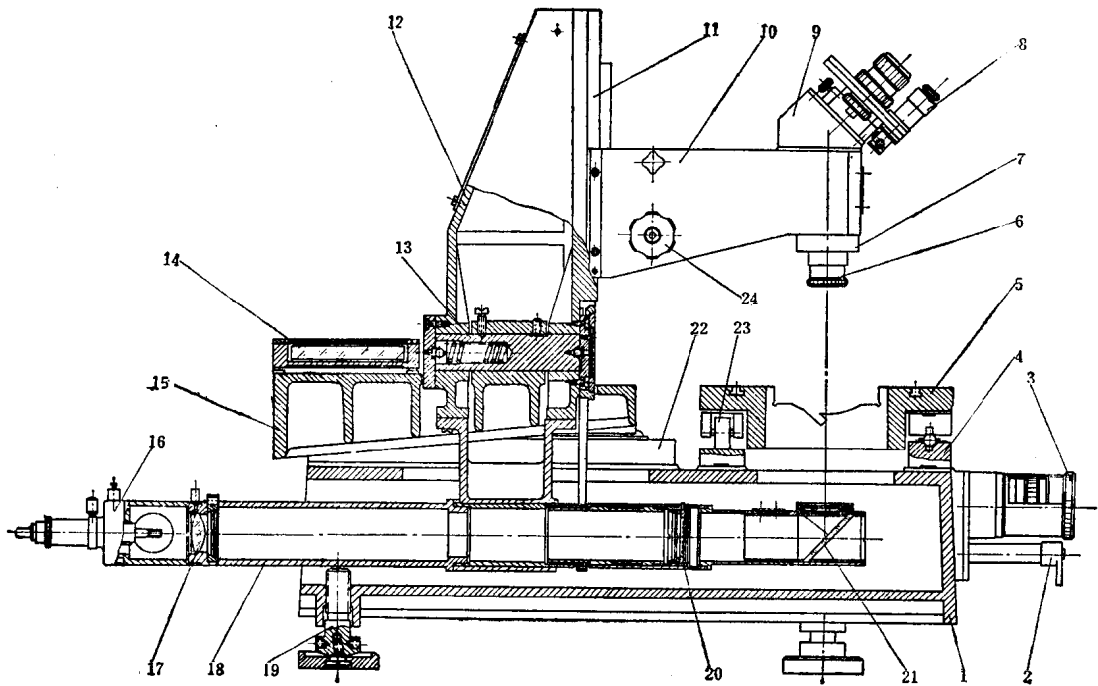


图 7-7 19JA 万工显结构图

1—底座 2—横向锁紧手柄 3—横向微调鼓轮 4—V型滚珠导轨 5—纵向滑台 6—物镜 7—物镜座 8—测角目镜 9—瞄准显微镜 10—臂架 11—燕尾导轨 12—立柱 13—转轴 14—横向标尺 15—横向滑台 16—灯座 17—聚光镜 18—照明灯管 19—调平螺钉 20—可变光阑 21—反光镜 22—横向滚珠导轨 23—滚珠轴承 24—调焦手轮

瞄准显微镜 9 通过臂架 10 装在立柱 12 上，转动调焦手轮 24，可使瞄准显微镜沿立柱上的燕尾导轨 11 上下移动进行调焦。物镜 6 从物镜座下端向上装入，使物镜筒上的凸缘与镜座上的缺口对准，稍用力向上并右旋 $1/6$ 转，便可实现快速装卡定位。

在一般测量中，瞄准显微镜光轴应该与平工作台垂直。但是在测量螺纹时，为了使螺牙

两边影像同时调整清晰, 瞄准显微镜必须按照螺纹升角倾斜一定角度, 故立柱12可绕转轴13左右倾斜 15° 。结构上必须保证倾斜后轴线与顶尖轴线在同一平面内准确相交。倾斜角度的大小可由倾斜读数鼓轮读出。

照明装置固定在立柱下面, 随立柱一起倾斜。它由灯座16、聚光镜17(前后组)、可变光阑20等组成。这个可变光阑是孔径光阑, 它位于聚光镜后组的前焦面上, 它的大小对不同形状工件的测量精度影响不同, 它的位置又影响到从照明系统发出照明光束的平行性, 因此, 这个光阑很重要。

二、UMM型万工显

UMM型万工显系西德产品, 仪器外观见图7-8。整台仪器的设计紧凑, 工作台和底座部分像圆台, 外型整齐。瞄准显微镜有四种物镜可以更换($1\times$ 、 $2\times$ 、 $4\times$ 、 $8\times$), 采用双目观察,

并可根据使用者身材高低和眼球间距进行调节。在顶部还有投影照相装置。对工件轮廓的瞄准和所有读数都在同一目镜内实现。在工作台上装有一系列的按钮开关, 分别控制光源及电磁铁控制的棱镜。当按下某按钮, 便在目镜视场内呈现出工件轮廓或相应的读数等。其纵、横向读数采用斜尺读数装置。仪器上采用内调式互补色双象棱镜, 能进行点对称或轴对称瞄准, 操作十分方便。纵、横向滑台可在全行程内实现微调, 采用精密滚动轴承导轨, 导向面和支承面分开。

仪器的光学系统见图7-9。

从光学系统图中可看出: 在光路总体布局中, 将工件瞄准、纵向及横向读数、测角读数、瞄准显微镜倾斜角以及分度台、分度头等各种读数都最终成象在目镜视场中, 这样整个系统光学零件数量虽多些(其中部分是通用件), 但观测十分方便。其光路比较复杂, 现将光路走向叙述如下:

瞄准显微镜光路 I 及投影光路 I': 从光源 1 发出光线经聚光镜 3 变成平行光照明工件, 光束进入可换物镜 O_1 后经五角棱镜 (或点对称双象或轴对称双象棱镜) A 在米字分划板 E_1 上成象后进入分象棱镜 H, 再经 $1\times$ 转象透镜成象在目镜的物平面 8 处。当需要将工件的象投射到投影屏 10 上时, 把棱镜组 D 推向右边 (用双目瞄准时, 此棱镜组用拉杆推在头部左边),

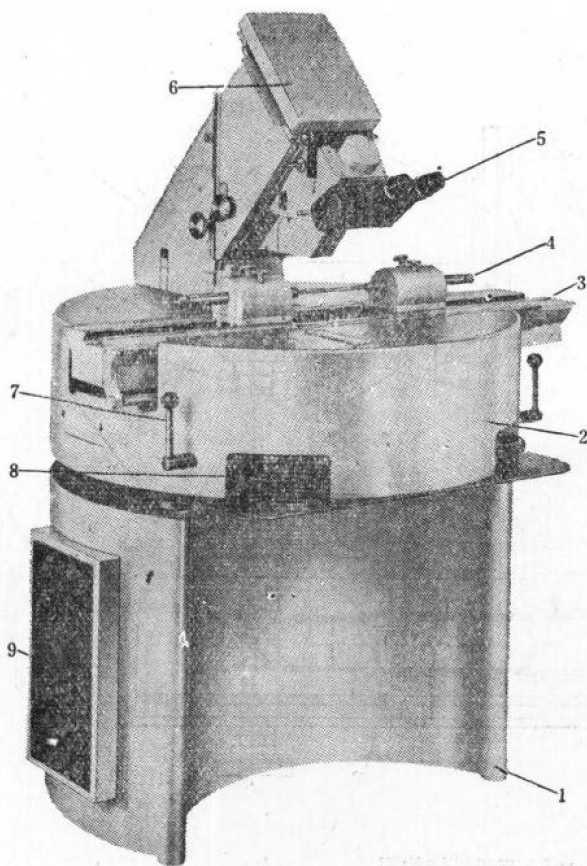


图 7-8 UMM型万工显

- 1—底座 2—圆工作台 3—纵向滑台 4—按钮开关 5—目镜
6—投影照相装置 7—锁紧手轮 8—微调手轮 9—电器箱

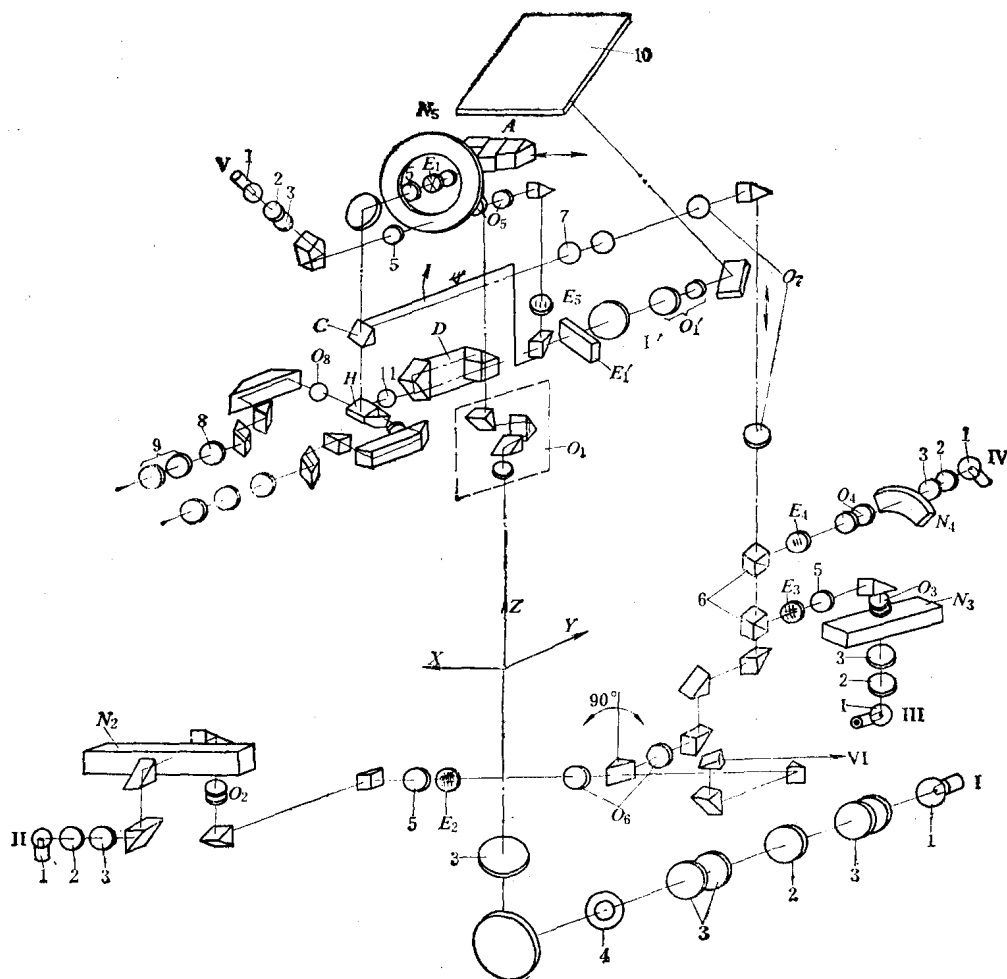


图 7-9 UMM型万工显光学系统

- I—瞄准显微镜光路 I'—投影光路 II—纵向标尺读数光路 III—横向标尺读数光路 IV—立柱倾斜读数光路
 V—测角度盘读数光路 VI—光学分度台与分度头读数光路
 1—光源 2—滤光片 3—聚光镜 4—可变光阑 5—保护玻璃 6—立方棱镜 7—光阑 8—目镜物平面
 9—目镜 10—投影屏 11—补偿玻璃
 O_1 和 O_1' —可换物镜和投影物镜 O_2 、 O_3 、 O_4 和 O_5 —读数物镜 O_6 、 O_7 和 O_8 —转象透镜 N_2 、 N_3 、 N_4 和
 N_5 —分别为纵向标尺、横向标尺、立柱倾斜度盘和测角度盘 A—五角棱镜或点对称与轴对称双象棱镜 C—读
 数摆动棱镜 D—棱镜组 H—复合分象棱镜 E_1 —米字分划板 E_1' —插片式轮廓分划板 E_2 和 E_3 —纵、横
 读数斜线分划板 E_4 和 E_5 —分刻度分划板

这样光线经棱镜组反射后到插片式轮廓分划板 E_1' ，再由投影物镜 O_1' 放大后投射在投影屏10上。

在仪器工作时，瞄准显微镜的光源是一直照亮的，而各种读数光源则根据需要按下按钮才亮，为了避免瞄准与读数在视场内的干扰，采用摆动棱镜C。当瞄准工件时，只要按下瞄准按钮，借助电磁铁吸力，使摆动棱镜摆开，此时瞄准光路进入分象棱镜；若要读数，可按下某读数按钮，除相应的读数光源照亮之外，还使电磁铁释放，摆动棱镜借助弹簧之力回到原位（如图7-9位置），此时只有读数光路进入分象棱镜。

仪器的读数光路 I、II、IV、V、VI都是从光源1经滤光片2后照明标准尺或度盘，经

物镜 O_2 、 O_3 、 O_4 和 O_5 成象在 E_2 、 E_3 、 E_4 、 E_5 上。测角光路 V 直接进入分象棱镜 H 。由于纵向读数光路较长,经 $1^\times$ 转向物镜 O_6 后成象于立方棱镜 6 下面,此后纵向、横向、立柱倾角等三路光共同经立方棱镜 6 、物镜 O_7 成象于光阑 7 处,经摆动棱镜 C 进入分象棱镜。读数光路进入分象棱镜后情况与瞄准光路完全相同。

转向物镜设计成两组,中间为平行光,这样便于光路调整。

分象棱镜结构见图7-10。

三、JGW-1S型万工显

JGW-1S型是我国生产的另一种万工显,它具有以下一些特点:

1) 纵、横向测量采用数字显示技术,读数方便。

2) 在任一位置上,都可置零作为测量起始点,因此在测量第二个位置时的显示值,就是被测量大小,免去加减运算,提高测量效率。同时,可作正反向测量,即纵向的左、右端或横向的前、后端都可作为测量的起始点,操作方便。

3) 由于采用电子计数技术,因而可连接电动打字机,自动记录测量结果,也可将数据输入计算机进行处理。

4) 所有角度测量(包括测角目镜中转角、立柱倾斜角度、圆分度台和分度头的转角)都采用投影方式。

5) 瞄准显微镜采用双目观察和连续变倍系统,而投影屏和双象棱镜等光路转换,均集中在仪器头部,采用推杆控制,使仪器结构紧凑,操作方便。

JGW-1S型外形见图7-11。它与其它万工显基本相同,由瞄准显微镜、立柱、照明系统、纵横向滑台、光栅组、数字显示器和底座等组成。

瞄准显微镜的照明系统和立柱连成一体,可变光阑通过钢带并经一对螺旋齿轮由装在立柱右侧的光阑旋钮 5 调节,光阑直径由旋钮上的刻度读出。立柱与横向滑台以精密长轴连接,

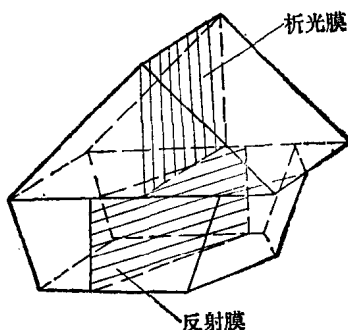


图 7-10 分象棱镜

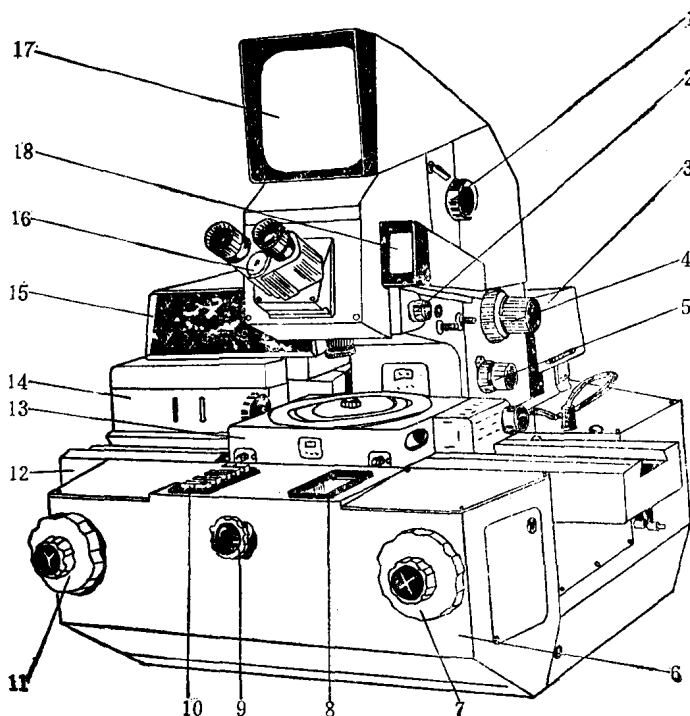


图 7-11 JGW-1S型万工显

- 1—调焦手轮 2—变倍调节手轮 3—横向光栅组 4—立柱倾斜手轮
5—光阑旋钮 6—底座 7—纵向手轮 8—分度台和分度头投影屏
9—光亮度调节 10—电器控制板 11—横向手轮 12—纵向滑台 13—圆分度台
14—纵向光栅组 15—数字显示器 16—瞄准显微镜 17—投影屏 18—立柱倾斜角投影屏

并用钢球夹紧以消除轴向窜动。立柱可绕此轴左右各倾斜 15° ，其倾角可从立柱倾角投影屏18读出。立柱里面装有垂直向标尺，供测高读数之用，由电器控制板10控制开关变换视场，从瞄准显微镜读出。横向光栅组3的主光栅固定在横向滑台上，指示光栅装在底座上，当横向滑台移动，对工件瞄准后，可从数字显示器15读出位移值。纵向光栅组14的主光栅装在纵向滑台12的左后侧，指示光栅也装在底座上，纵向滑台移动量同样从显示器读出。

仪器的前罩壳上装有电器控制板10，其上有纵、横向测量显示的方向开关、复零按钮等。方向控制开关是保证纵向左、横向前后都可作测量起始点，而复零按钮是保证在任一位置上都可置零作测量起始点。

其纵横向滑台都有微调机构，可在全行程内连续微动。

仪器的高度测量是采用光学与机械相结合的方法，利用装在瞄准显微镜座上的标尺相对斜线分划板的移动，再加上测高触头定位来实现的，见图7-12（图中标尺与斜线分划板未画出）。

在测量高度时，先将测高触头6与工件表面A接触，在目镜内观察分划板上的双刻线象，微动调焦手轮，使它与目镜分划板上米字线的中间虚线对准，推入投影测高推杆，并按电器控制板上的垂直方向（Z）读数按钮，便可在目镜内读出A面高度，然后将瞄准显微镜下降（或上升），

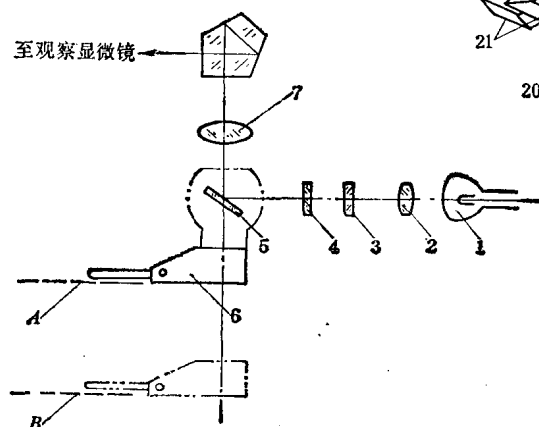


图 7-12 测高装置

- 1—光源 2—聚光镜 3—分划板 4—保护片
5—活动反射镜 6—测高触头 7—物镜 A、
B—工件表面

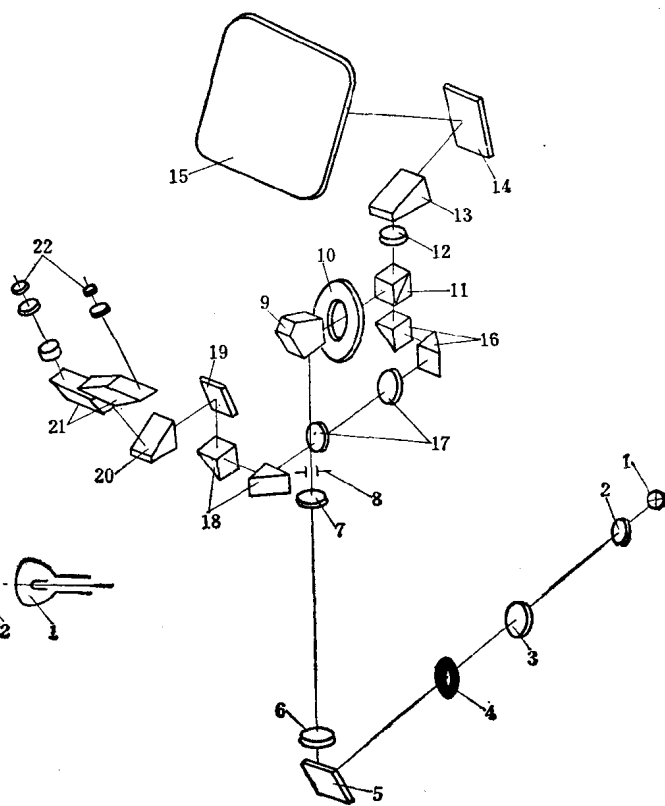


图 7-13 JGW-1S万工显光学系统

- 1—光源 2—聚光镜前组 3—场镜 4—可变光阑
5、14、19—反射镜 6—聚光镜后组 7—物镜 8—
光阑 9—五角棱镜 10—度盘 11—析光棱镜 12—投
影物镜 13、20—30°棱镜 15—投影屏 16、18—直角
棱镜 17—变倍物镜 21—分象棱镜 22—目镜

用同样方法测出工件表面B的高度，两次读数之差即为A、B两面之间的高度。

JGW-1S型万工显瞄准显微镜光学系统简图见图7-13。

瞄准显微镜同样采用物方远心成象光路和远心照明光路, 见图7-13。即光源1经聚光镜前组2、场镜3成象在可变光阑4处, 由于可变光阑位于聚光镜后组6的物方焦平面上, 故以平行光射出, 使物面获得均匀照明。当未被工件挡住的光线进入物镜7, 经五角棱镜9成象于米字分划板(图中未画出, 在度盘10当中)经析光棱镜11后分成两路: 一路由投影物镜12至投影屏15; 另一路经变倍物镜17至分象棱镜21后成象于目镜22的物方焦平面上。目镜为双筒式, 其目距可在64~72毫米范围内调节, 整组目镜可在 $15^{\circ}\sim 55^{\circ}$ (与水平线夹角)范围内调节, 其放大倍率为 $10\times$ 。可换物镜7有 $1\times$ 、 $3\times$ 两种, $3\times$ 为基本物镜。变倍物镜可由 $1\times\sim 3\times$ 连续变倍, 由变倍调节手轮调节, 有显示窗标志倍数。瞄准显微镜内装有正象棱镜与双象棱镜(图中未画出), 由装在显微镜左侧的推杆控制。当推杆推入时, 正象棱镜进入光路, 作正常测量之用; 拉出推杆时, 双象棱镜进入光路, 作双象测量之用。

仪器纵、横向数字显示读数工作原理及电路方框图见图7-14。

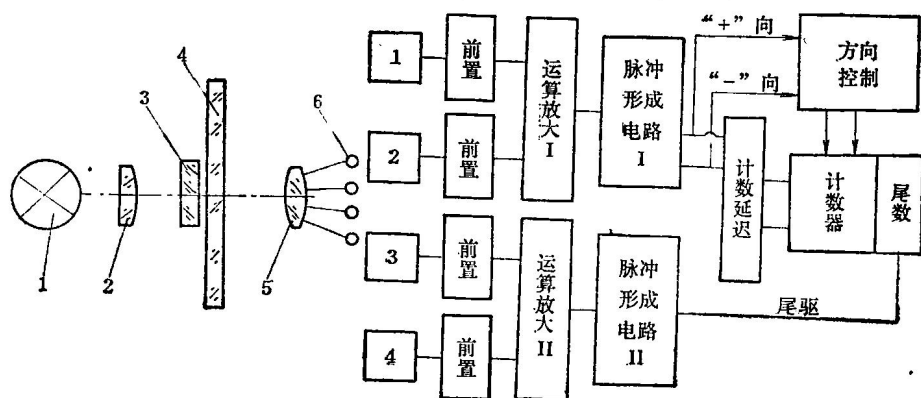


图 7-14 数显读数工作原理

1—光源 2—聚光镜 3—指示光栅 4—主光栅 5—四分透镜 6—光敏二极管

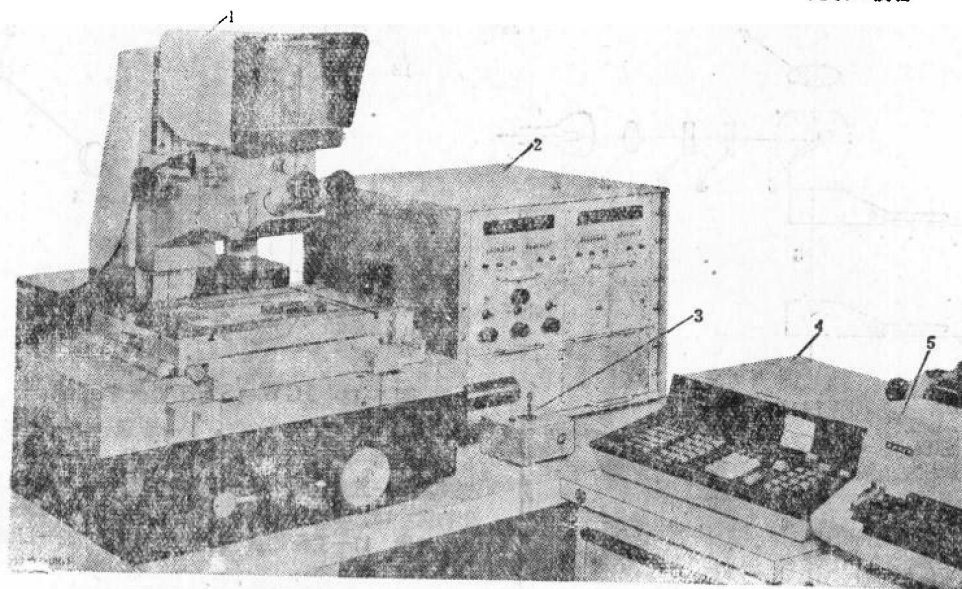


图 7-15 UWM200×100万工显外形

1—万工显本体 2—数显装置 3—操纵杆 4—台式计算机 5—打印机