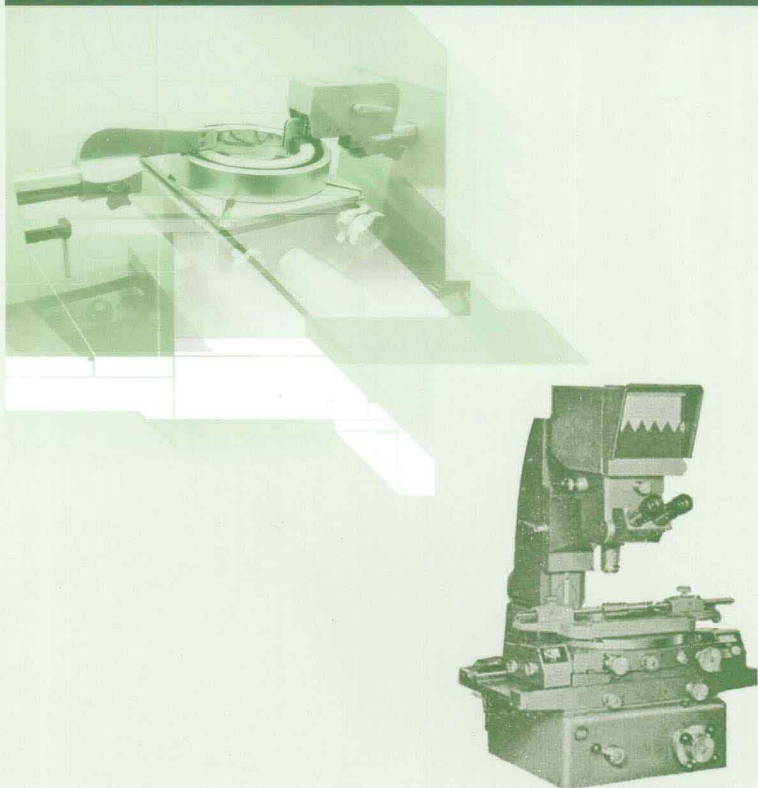


# 几何量测量仪器 检定与调修

郭家兴 杨伯培 编著



中国质检出版社  
中国标准出版社

# 几何量测量仪器检定与调修

郭家兴 杨伯培 编著

中国质检出版社

中国标准出版社

· 北 京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

几何量测量仪器检定与调修/郭家兴, 杨伯培编著. —北京: 中国质检出版社, 2013. 4  
ISBN 978 - 7 - 5026 - 3769 - 9

I. ①几… II. ①郭… ②杨… III. ①几何量—测量仪器—检定 ②几何量—测量仪器—  
维修 IV. ①TB92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 019032 号

## 内 容 提 要

本书主要介绍工具显微镜、测长机、测角仪器、干涉仪和齿轮测量仪共五类 23 种仪器的原理、结构、拆卸、检定和调修。重点在结合详图说明结构, 以收检修技术的举一反三之效。

本书可供几何量测量仪器的检定、调修和使用人员阅读, 以及相关仪器的教学、设计和研究人员参考。

中国质检出版社 出版发行  
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 25 字数 602 千字

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月第一次印刷

\*

定价: 85.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

## 前 言

精密测试仪器的检定和调修，是量值传递和计量检定测试的基础和保障，历来被国家计量主管部门所重视。建国初期在开展计量检定之始，就同步培养长度计量仪器检定和调修人员，开展了仪器检定和调修。1957年7月至1958年7月，请来原苏联专家卡敏斯基（Каменский·Б·Н）讲学和辅导，调修技术得以全面提升。这是检修技术的一次飞跃。期间各省市计量检定部门和一些大企业也相继配备和培养了检修人员，到了1959年检修队伍初具规模，并在实践中发展壮大，为量值传递和产品质量发挥着重要作用，也积累了大量技术资料和经验。

早在1963年原国家计量局就组织中国计量院王恩生先生以苏联专家讲义为蓝本，编写了《光学仪器调整和修理》一书（内部发行）。该书内容广被各方吸纳和引用，有力地推广和发展了检修技术。

凡事都有个境界。当年的仪器检修之境，面对的是众多厂家太多品种众多型号的仪器，唯说明书别无它考。入境者要在实践中了解仪器的工作原理，剖析实现这些原理的方式和结构，进而探索检修方法，尤觉见寡知疏。

仪器检修是一项慎密默默甚至清贫的工作，需要培养兴趣和责任，需要、耐心和信心。检修是一个渐入佳境的过程，由表及里，由此及彼地积累知识，增长见识，勤于笔记和总结。欣赏品评那些最简设计、精巧设计、象征最高水平的独创和制造工艺，兴味盎然。

检修路上风险常系。要行之所当行，止之所当止。允差限内就是零，标准器就有误差对那些严重锈蚀霉变的光机器件，要告知用户，只能死马活救。60年代末我们为追求标尺轴线是零，曾把原子能所的德国光学坐标镗300mm标尺调断，幸遇当年主管田百芳和原子能所主管查明实情后，再三慰抚。

修理的大忌是盲目和过度拆卸，其后果至少是短期内不能复原。因此，每需拆卸的部位都不放过相关部位的审视琢磨，待琢磨与实际结构类似时，检修就进入境界了。

就工作性质而言，修理是消除形状误差，调整是消除位置误差，检修中的检定则是在整机状态下设法检测内部某些环节（传动链）的误差。

工欲善其事，必先利其器。制备通用而得心应手的组合工具，是必要的。然而，现场检修又要因陋就简、就地取材，用简单易得的器具解决检修中少遇而又必须解决的问题，是为首选。

几十年来，检修事业得到国家和省市计量主管部门，以及原国家计量总局李乐山局长、田百芳、王吉来、王轼铮等的直接关心支持。为推广和提高检修技术，先后在河北唐山、广西桂林、四川乐山、平武和北京等地，多次组织召开地区学习班和全国技术经验交流会，交流了一批进口仪器的结构图和调修资料，他们是中国计量院郭家兴、杨伯培、王德顺、杨金相、张梦麟、张胜禹、黄育琴；中国测试院何健、李建民、张少翔、杨春元、陈永康、徐培全、辛克伦、曹箭；浙江省计量院谢伟林、叶怀储；江苏省计量院陈联坤、张祥庚、吴学良；陕西省计量院陈家汉、孔德纳；河北省计量院史贵田；广西壮族自治区计

量院 董永福；吉林省计量院李秉成、李洪芳；重庆市计量院朱家勤、黄庭国；洛阳市计量所王祥龙；广州市计量所胡天明；贵州省计量院谢光荣；上海市计量院周芳德、方荣贵、眭时新、殷德华；天津市计量院魏昭伦、田勇；北京市计量院杨海林、刘振福；三零四研究所郭芳、路双月；云南光学仪器厂谭自诚；哈尔滨工业大学温国良；重庆建设机器厂郭国良；上海机电一局陈岳义；第二汽车制造厂郭永乾、李伟等恕不列举。发表过的图文已由三零四研究所张玉文先生吸纳在其《量仪调修技术》中。

训练班和交流会上讲授专业课的有：合肥工业大学李国纯、徐家华；天大罗南星；哈工大强锡富；河北工学院刘桂林；计量院唐启昌、杨鹤年等教授老师。

本书出版承蒙中国计量科学研究院、中国测试技术研究院、江苏省计量测试技术研究院、常州市计量测试技术研究所的鼓励和支持。

本书结构图的早年义务描图是洛阳市计量所刘静霞、中国计量院陈荣升女士。电子修图是原国家计量总局计量仪器厂耿慧文、北工大工艺美术学院学生江珺、莫雨尘，北京博飞光仪公司李清凯等。起草本书有关章节中，得到辽宁省计量院石作德，江苏省计量院王晓飞、钱征宇和杭州汽轮机厂吴颂来参与和协助。本书承蒙谢伟林、张祥庚、钱征宇先生改正。更承蒙常州市计量所、上海光仪公司钱顺诚、大连辽南计量检测院有限公司李少华先生赞助。在此一并致以深深的感谢。

社会进入信息时代，计量仪器全新面世。检修人员新陈代谢，一批批新秀开拓进取。

我们组织参与并保存了众同仁绘制的结构图和资料，把这些曾发表和未发表的图文修改充实，重点在结构说明和理论指导下的检定和定量调整，聊作检修技术一个时段的记录。

退休多年异地居，不能与同行会商，又苦于微机传送数据丢失，挂一漏万误未除，不能反映本行业的水平。面对光机专业群贤，由我们完成此书，不胜忐忑，冀“光大爷”（同仁中彼此昵称）和屈阅此书诸公见谅和指正。

几点说明：

1. 为区分光学和机械元件，本书用字母标注光学元件如：透镜用  $O_1, O_2, \dots, O_n$ ，物镜用  $O_w$ ，反射镜和棱镜用  $L_1, L_2, \dots, L_n$  表示，在一台仪器中光学元件编号不变。

2. 本书尽量采用标准和通用术语。我们不知的称谓则据其现象和组成命名，如：“白光条纹干涉级变异”、多维（六轴）调整组合体等。

3. 检修大都在现场，非通用、很少用的设备和器具，我们是尽量就地取材，不得已时也是因陋就简，到市场采购最简易的器件。

4. 本书尽量在概述和拆卸中，对结构图辅以文字说明，补视图的不足。

5. 一些结构图是拼接而成，如：一米万工显；有些是示意图如齿轮仪器。

6. 本书各节详略有别，典型仪器又有结构图的则详，类同而图少的则略。

7. 书中有些片段是凭“随记”、“追忆”，已无从说明来源。检定和调修方法是引玉之砖。

8. 我们保存的底图愿献给任何单位和个人。

值本书面世，深切缅怀原国家计量总局李乐山局长、原四川省计量局江海局长、原辽宁省计量局安振荣局长等，对计量仪器检修事业的关怀和支持；追念中国计量院杨金相、中国测试院何健等同辈，对检修技术的执着和夙愿。

编者

2013年2月于北京

# 目 录

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第一章 工具显微镜 .....                    | 1   |
| 第一节 莱兹 UWM - III 大型工具显微镜 .....     | 1   |
| 一、概 述 .....                        | 1   |
| 二、光 路 .....                        | 3   |
| 三、主机分解和拆卸 .....                    | 6   |
| 四、调整和修理 .....                      | 23  |
| 第二节 UWM200 × 100 万能工具显微镜 .....     | 35  |
| 一、概 述 .....                        | 35  |
| 二、光 路 .....                        | 36  |
| 三、拆 卸 .....                        | 37  |
| 四、调整和修理 .....                      | 43  |
| 第三节 莱兹 1000 × 200 万工显 .....        | 46  |
| 一、概 述 .....                        | 46  |
| 二、光 路 .....                        | 47  |
| 三、拆 卸 .....                        | 48  |
| 四、调 修 .....                        | 52  |
| 第四节 莱兹 1000 × 300 万工显 .....        | 60  |
| 一、概 述 .....                        | 60  |
| 二、光路分析 .....                       | 62  |
| 三、拆 卸 .....                        | 64  |
| 四、调 整 .....                        | 65  |
| 第五节 欧浦通 UMM200 × 100 万能工具显微镜 ..... | 67  |
| 一、概 述 .....                        | 67  |
| 二、光路分析 .....                       | 69  |
| 三、拆 卸 .....                        | 75  |
| 四、调 整 .....                        | 86  |
| 第二章 测 长 机 .....                    | 99  |
| 第一节 测 长 机 .....                    | 99  |
| 一、概 述 .....                        | 99  |
| 二、光 路 .....                        | 100 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 三、测长机的光学设计特征 .....                    | 100 |
| 四、拆    卸 .....                        | 103 |
| 五、光学计管 .....                          | 109 |
| 六、调    修 .....                        | 112 |
| 第二节 蔡司三米万能测长机 .....                   | 118 |
| 一、概    述 .....                        | 118 |
| 二、光    路 .....                        | 119 |
| 三、拆卸和调修 .....                         | 122 |
| 四、头座光路统调 .....                        | 133 |
| 五、尾座的拆卸和调修 .....                      | 136 |
| 六、双线指标 $d_s$ 和分米标尺 $d_i$ 的结构和调整 ..... | 137 |
| 七、示值误差 .....                          | 139 |
| 第三章 测角仪器 .....                        | 141 |
| 第一节 测角仪器的符合成像 .....                   | 141 |
| 一、概    述 .....                        | 141 |
| 二、符合成像的形式 .....                       | 142 |
| 三、符合成像系统的构成 .....                     | 143 |
| 第二节 欧浦通—6"光学分度头 .....                 | 147 |
| 一、概    述 .....                        | 147 |
| 二、主机的分解和部件的拆卸 .....                   | 150 |
| 三、调整和修理 .....                         | 158 |
| 第三节 $P_3$ ( $P_1$ ) 光学分度头 .....       | 162 |
| 一、概    述 .....                        | 162 |
| 二、光    路 .....                        | 163 |
| 三、主机的分解和拆卸 .....                      | 164 |
| 四、调整和修理 .....                         | 171 |
| 第四节 莱兹目视 2 秒光学分度头 .....               | 176 |
| 一、概    述 .....                        | 176 |
| 二、光    路 .....                        | 177 |
| 三、拆    卸 .....                        | 179 |
| 四、调整和修理 .....                         | 186 |
| 五、附件的调修 .....                         | 191 |
| 第五节 SGO1 · 1 - 2"测角仪 .....            | 199 |
| 一、概    述 .....                        | 199 |
| 二、光    路 .....                        | 201 |
| 三、照明电路 .....                          | 202 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 四、拆卸和修理 .....              | 203        |
| 五、调整和修理 .....              | 210        |
| 第六节 C-20 测角仪 .....         | 216        |
| 一、概    述 .....             | 216        |
| 二、光    路 .....             | 218        |
| 三、拆卸和修理 .....              | 219        |
| 四、度盘及其读数光路的调修 .....        | 224        |
| <b>第四章 干涉仪器 .....</b>      | <b>229</b> |
| 第一节 接触式干涉仪 .....           | 229        |
| 一、概    述 .....             | 229        |
| 二、光    路 .....             | 229        |
| 三、拆    卸 .....             | 231        |
| 四、调    修 .....             | 234        |
| 第二节 柯氏干涉仪 .....            | 237        |
| 一、概    述 .....             | 237        |
| 二、柯氏干涉仪光路和测长原理 .....       | 239        |
| 三、拆    卸 .....             | 242        |
| 四、干涉系统的调整 .....            | 243        |
| 第三节 МИИ-4 (6J) 干涉显微镜 ..... | 247        |
| 一、概    述 .....             | 247        |
| 二、光    路 .....             | 248        |
| 三、拆卸和修理 .....              | 250        |
| 四、调整和修理 .....              | 255        |
| 五、附录: 6JA 干涉显微镜 .....      | 261        |
| 第四节 莱兹干涉显微镜 .....          | 265        |
| 一、概    述 .....             | 265        |
| 二、光    路 .....             | 266        |
| 三、拆卸和修理 .....              | 268        |
| 四、干涉系统的调整 .....            | 274        |
| 第五节 欧浦通干涉显微镜 .....         | 277        |
| 一、概    述 .....             | 277        |
| 二、光    路 .....             | 278        |
| 三、结构概述 .....               | 282        |
| 四、拆    卸 .....             | 293        |
| 五、调    整 .....             | 294        |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| <b>第五章 齿轮仪器</b>                        | 299 |
| <b>第一节 VG-450 万能渐开线测量仪</b>             | 299 |
| 一、概    述                               | 299 |
| 二、渐开线传动链的工作原理                          | 303 |
| 三、传动链的几项重要误差                           | 304 |
| 四、拆卸和调整                                | 310 |
| <b>第二节 SP-60 (PH-100) 万能渐开线和螺旋线测量仪</b> | 325 |
| 一、概    述                               | 325 |
| 二、拆卸和调修                                | 329 |
| 三、单项精度调整                               | 344 |
| 四、传动链综合精度检定和调整                         | 348 |
| 五、传感器及其调修                              | 353 |
| <b>第三节 891S 万能渐开线和螺旋线测量仪</b>           | 359 |
| 一、概    述                               | 359 |
| 二、拆    卸                               | 363 |
| 三、渐开线传动链单项和综合精度的检定调整                   | 367 |
| 四、螺旋线传动链单项和综合精度的检定调整                   | 370 |
| 五、891 型螺旋线传动链的调整                       | 372 |
| <b>第四节 EFRS-630 齿轮测量仪</b>              | 373 |
| 一、概    述                               | 373 |
| 二、调整 and 修理                            | 376 |
| 三、附录：渐开线传动链检定精度分析                      | 379 |
| <b>第五节 HFR-2600 万能齿轮测量仪</b>            | 381 |
| 一、工作原理                                 | 381 |
| 二、HFR-2600 的结构特点                       | 382 |
| 三、综合精度调整                               | 382 |
| <b>第六节 PFSU-1200 齿轮测量仪</b>             | 384 |
| 一、基本组成和工作原理                            | 384 |
| 二、水平度盘的拆卸                              | 386 |
| 三、光学系统和综合精度的调整                         | 387 |
| <b>参考文献</b>                            | 390 |

# 第一章 工具显微镜

## 第一节 莱兹 UWM - III 大型工具显微镜

### 一、概 述

德国莱兹 (LEITZ) 厂 UWM-III 大型工具显微镜, 如图 1-1。

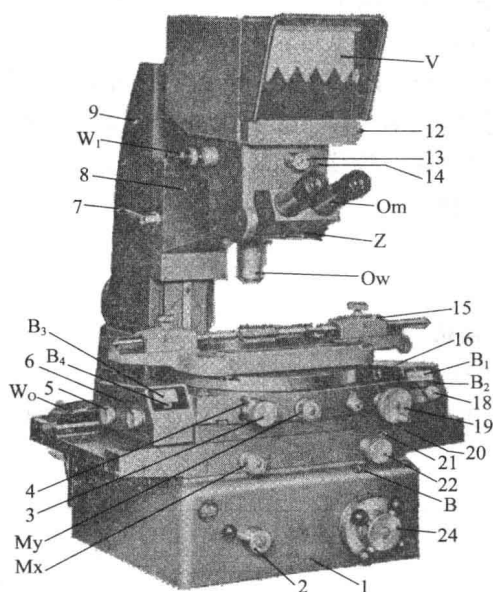


图 1-1 外观图

- 1—底座 2—立柱锁紧手柄 3—横向拖板微动手轮 4—横向拖板锁紧手柄 5—回转置物台测角调零手轮  
6—回转置物台的测微器鼓轮 7—臂架锁紧手柄 8—臂架 9—立柱 12—影屏固定螺母  
13—二次放大变倍鼓轮 14—主显微镜 15—顶针座 16—回转置物台传动离合手柄  
18—纵、横坐标光路的照明变换手轮 19—回转置物台传动手轮 20—回转置物台锁紧手柄  
21—纵向拖板锁紧手柄 22—纵向拖板微动手轮 24—立柱回转手轮及其读数鼓轮  
Mx—纵向标尺调零手轮 My—横向标尺调零手轮 Wo—主显微镜的下照明  
W<sub>1</sub>—主显微镜测角光路的照明 V—主显微镜投影屏 Ow—主物镜 Om—双目镜  
B—立柱零位光学指示器 B<sub>1</sub>—纵、横坐标读数屏 B<sub>2</sub>—纵、横坐标测微读数屏  
B<sub>3</sub>—回转置物台测角读数屏 B<sub>4</sub>—回转置物台测微读数屏  
Z—瞄准和测角遮光板转换手柄

该仪器的主显微镜 14 是两级光学放大系统, 对被测件瞄准时, 既可双目镜目视瞄准, 又可作投影瞄准。目视瞄准时, 第二级光学放大的倍率可以变换; 纵、横坐标和置物台测角, 均为影屏读数, 三个读数系统合用一个照明光源  $W_0$ , 纵、横坐标读数共用一个影屏  $B_1$ 、 $B_2$ 。转动读数切换手轮 18, 通过与其联接的软轴将一个反射镜引入纵向或横向光路, 实现纵、横坐标读数的转换。纵、横向拖板的导轨是滚动式 (滚针和轴承), 回转置物台是半滚动式轴系 (轴承、圆片、铜块), 金属度盘。纵、横向拖板和置物台都有锁紧、微动、限程和防脱装置; 主显微镜调焦是循环滚动式 V 型导轨, 平稳、舒适。立柱于垂直位置采用了光学指零器 B, 立柱的回转角从机械鼓轮 24 上读得。纵、横向标尺的示值误差, 用曲线板与平行玻璃板互动, 作进一步修正。标尺是镀制的, 没有保护玻璃。

莱兹工具显微镜, 在立柱回转轴的轴孔里还增加了一根挠性轴, 把立柱的重心往后移至轴的中段, 从而使轴两端承受的重力大致相等, 稳定了轴、孔的配合。由于立柱回转是圆柱齿轮和大扇形齿板  $Z_{70}/Z_{71}$  传动 (图 1-17), 它又给立柱一个向上的分力, 挠性轴还有抵消这个分力的功能, 在一定程度上改善了立柱回转的稳定性; 另一种理解是: 挠性轴产生向上的挠力, 借以抵消立柱上的重量。本文持第一种见解。

莱兹工具显微镜, 主物镜  $O_w$  是旋挂装入结构, 装卸方便, 但因物镜光轴与机械轴大都不共轴, 且每次装入的位置也不一样, 影响视准轴与立柱转轴的相交性, 其后果是, 立柱回转后显微镜对物调焦的变化, 物像产生较大视差, 影响对准精度。无法用调整消除, 除非重新制作主物镜的联接套。

## 技术规格

### 1. 测量范围与最小分度值

纵向 0 ~ 150mm, 横向 0 ~ 75mm, 测微器分度值  $1\mu\text{m}$ 。主显微镜测角  $n360^\circ$ , 游标分度值  $1'$ 。立柱回转  $\pm 12^\circ$ , 鼓轮分度值  $5'$ 。回转置物台测角  $n360^\circ$ , 测微器分度值  $10''$ 。

### 2. 主显微镜放大率

| 目镜倍率 | 主物镜倍率             | 二次放大物镜组倍率 | 总放大倍率  | 物方视野直径/mm | 工作距离/mm |
|------|-------------------|-----------|--------|-----------|---------|
| 10 × | 1 ×               | 1 ×       | 10 ×   | 20        | 75      |
|      |                   | 2 ×       | 20 ×   | 10        |         |
|      |                   | 3 ×       | 30 ×   | 6.5       |         |
|      | 2 ×<br>(可作表面照明)   | 1 ×       | 20 ×   | 10        | 80      |
|      |                   | 2 ×       | 40 ×   | 5         |         |
|      |                   | 3 ×       | 60 ×   | 3.3       |         |
|      | 2 ×<br>(点对称互补色双象) | 1 ×       | 约 20 × | 约 9       | 80      |
|      | 5 ×               | 1 ×       | 50 ×   | 4         | 38      |
|      |                   | 2 ×       | 100 ×  | 2         |         |
|      |                   | 3 ×       | 150 ×  | 1.3       |         |

### 3. 照明灯泡

主显微镜下照明灯泡 12V100W；纵、横坐标，回转置物台读数光路照明灯泡 6V15W，主显微镜测角光路照明灯泡 6V5W。

## 二、光 路

### 1. 主显微镜目视瞄准及其下照明光路

主显微镜和测角光路如图 1-2，光源  $W_0$  经聚光镜  $J_1$ 、隔热玻板  $G_e$ 、聚光镜  $J_2$ 、滤光片  $L_u$ 、聚光镜  $J_3$ 、毛玻璃  $P_m$ ，及孔径光阑  $K_1$ 、反射镜  $L_1$ 、聚光镜  $J_4$ ，透过玻璃置物台  $P$  照亮工件。主显微镜的下照明是远心光路，光阑  $K_1$  安装在  $J_4$  的焦面上，由  $J_4$  出射的是平行光束。滤光片  $L_u$  是插入式的，装用  $2\times$  双像物镜时，要取出滤光片换上毛玻璃，以满足双像互补色的白光照明。

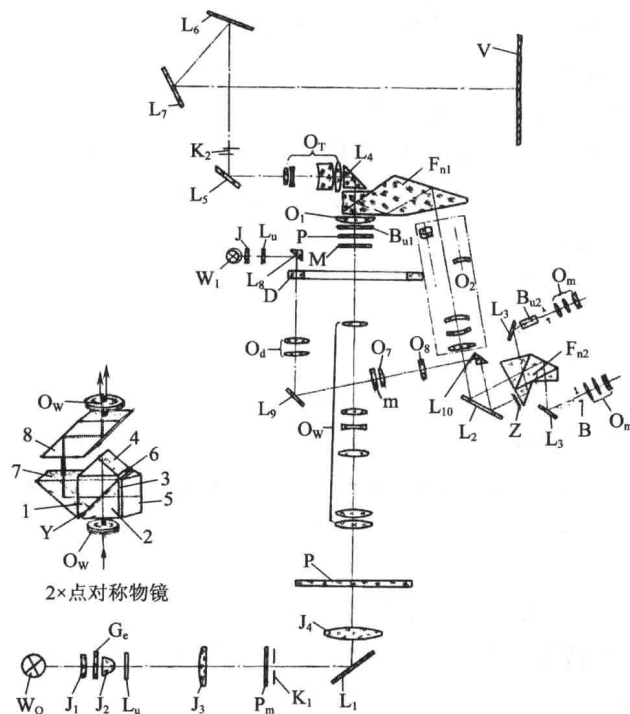


图 1-2 主显微镜瞄准和测角光路

1、2、7—直角棱镜 3、6—红、绿滤色片 4、5—直角屋脊棱镜  
8—菱形棱镜 Y—半透半反膜  $O_w$ — $2\times$ 物镜组

工件被照亮以后，它被主物镜  $O_w$  精确地放大成像在米字分划板  $M$  平面。透过保护玻璃  $P$ 、光程补偿玻板  $B_{ui}$ ，经场镜  $O_1$ ，将光束略加收敛后进入分像棱镜  $F_{n1}$ ，分像棱镜  $F_{n1}$  的  $45^\circ$  半镀斜面把像光束分成两路：一路进入投影瞄准光路，一路进入目视瞄准光路。进入目视瞄准光路的像光束，又被第二级物镜  $O_2$  第二次放大，经反射镜  $L_2$ ，进入分像棱镜  $F_{n2}$ ，被分成左右两路，分别经反射镜  $L_3$ ，成像在左右目镜的视场平面  $B$ 。 $B$  平面装有视场

光阑 B, 限制了视场的直径。右路光束还通过一块厚的平行玻板  $B_{u2}$ ,  $B_{u2}$  用来补偿光程, 使左右目镜的机械长度相等。

在米字分划板的位置, 还可以插入轮廓分划板, 以便对各种形状的工件轮廓进行比对。插入轮廓分划板的过程中, 补偿玻板  $B_{u1}$  被推出光路, 米字分划板 M 和保护玻璃 P 则被轴向压缩而远离像平面。轮廓插片拉出后,  $B_{u1}$  和 M 各在弹簧力的作用下又回到原位。补偿玻板  $B_{u1}$  和轮廓分划板的光学参数相同, 因而, 米字线与轮廓线互换时, 米字线与轮廓线齐焦, 主显微镜放大率不变。

主物镜  $O_w$  有  $1\times$ 、 $2\times$ 、 $2\times$  双像、 $5\times$  四种, 是一次放大物镜组, 放大率有严格要求; 中间物镜  $O_2$  的倍率分别是  $1\times$ 、 $2\times$ 、 $3\times$ , 是二次放大物镜组, 放大率无要求。目镜  $O_m$  的放大率为  $10\times$ 。 $O_2$  和  $O_m$  组合后的放大率分别是  $10\times$ 、 $20\times$ 、 $30\times$ , 这就是倍率变换鼓轮上的标注数值。

主显微镜的目视瞄准和测角, 合用一个双目观察系统。在分像棱镜  $F_{n2}$  的入射面附近, 加入了一块遮光板 Z, 借助于一个手柄, 挡住两个光路之一。

## 2. 主显微镜投影瞄准光路

取出照明光路的滤光片  $L_u$ , 电箱开关拨至投影档, 强光束照亮工件。主物镜  $O_w$  把工件成像在米字分划板 M 平面, 经保护玻璃 P、补偿玻璃  $B_{u1}$ 、场镜  $O_1$  后, 像光束透过分像棱镜  $F_{n1}$ , 再经棱镜  $L_4$ 、投影物镜  $O_T$ 、反射镜  $L_5$ 、快门  $K_2$ 、反射镜  $L_6$ 、 $L_7$ , 工件和分划线被  $O_T$  精确放大成像在影屏 V 上。

投影物镜  $O_T$  的放大率是  $10\times$ 。因工件的轮廓像要与绘制的标准轮廓在影屏上比对, 放大率必须严格校正。

## 3. 主显微镜测角光路

光源  $W_1$  经聚光镜 J、滤光片  $L_u$ 、反射镜  $L_8$ , 照亮度盘 D 的一组分度, 分度被物镜  $O_d$ , 经反射镜  $L_9$ , 成像在分标尺 m 上, 再经中间物镜  $O_7$ 、 $O_8$ , 棱镜  $L_{10}$ 、反射镜  $L_2$ , 从分像棱镜  $F_{n2}$  的另一部位进入双目观察系统, 成像在目镜的视场平面 B。测角读数时, 要把遮光板 Z 拨入瞄准光路, 挡住瞄准光路的像光束。

## 4. 主显微镜双目镜光路

分像棱镜组  $F_{n2}$ , 由四块棱镜胶合而成, 其中一个胶合斜面镀有半透半反膜。瞄准光路和测角光路分别由该棱镜的左右两个部位进入, 由同一个部位出射。半镀的斜面把像光束分成左右两路。这个棱镜组起着分像和复合两个作用, 把像光束分成左右两路, 又把瞄准和测角两路像光束复合在同一个双目镜视场。

棱镜  $F_{n2}$  的安装方位决定着左右目镜里的两个像的合致。左右目镜的视场里像的分离或交叉, 称作双像不合致。

为适应任何观测者, 双目镜的高低和目距都可以调节。为保证投向双目系统的光束方向与目镜调节方向始终同步, 在反射镜  $L_2$  和  $L_3$  的转动环节上都增设了补偿机构。经这些机构的补偿, 目镜转  $\alpha$  角时, 反射镜  $L_2$ 、 $L_3$  转  $\alpha/2$  角, 双目镜作高低、目距调节时, 视场里像的位置始终不变。

## 5. 二次放大物镜组

二次放大物镜组  $O_2$ , 如图 1-3。其倍率分别是  $1\times$ 、 $2\times$ 、 $3\times$ , 与  $10\times$  目镜组合后, 放大率为  $10\times$ 、 $20\times$ 、 $30\times$ 。变换倍率时, 三组物镜必须齐焦, 物镜光轴与主光路共轴,

像在视场里的位置也不应明显改变，放大率则无关紧要。

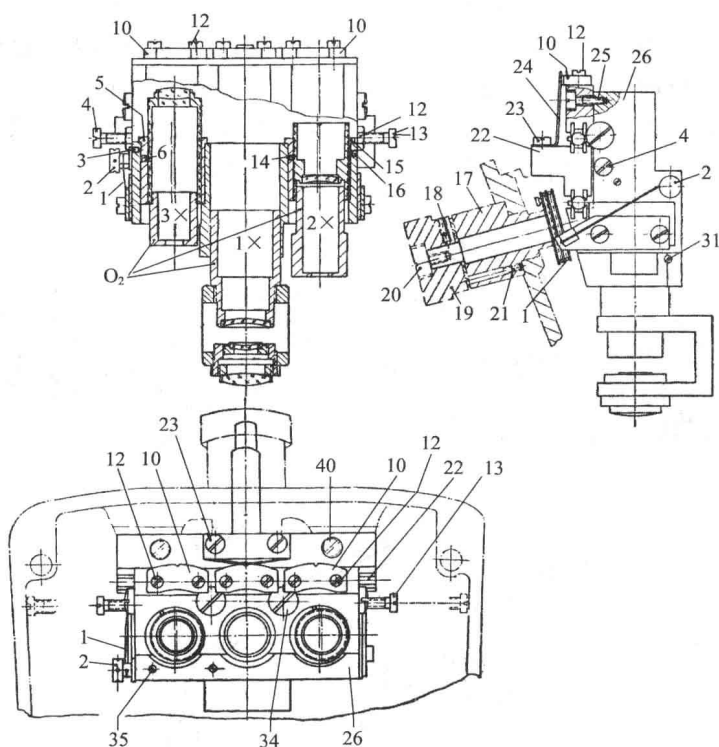


图 1-3 二次放大物镜组

## 6. 回转置物台测角光路

回转置物台的测角光路如图 1-4。光源  $W$  经聚光镜  $J_{21}$ ，棱镜  $L_{21}$ 、 $L_{22}$ 、 $L_{23}$ ，聚光镜  $J_{22}$ 、 $J_{23}$ ，棱镜  $L_{24}$ 、 $L_{25}$ ，照亮金属度盘  $D$ 。度盘表面分度被物镜  $O_d$  成像，经反射镜  $L_{26}$ 、 $L_{27}$ 、 $L_{28}$ ，成像在影屏  $B_3$  上。棱镜  $L_{25}$  由两个直角棱镜胶合而成，其中一个棱镜的胶合斜面镀有半镀膜，影屏  $B_3$  上复制了六等分双线，把被放大的了一度间隔分成六等分，每等分表示  $10'$ 。光路的一部分边缘光束，经反射镜  $L_{28}$  进入柱面镜  $J$  和棱镜  $L_{29}$ ，被单向会聚后照亮了秒盘  $m$  和影屏  $B_4$ 。由  $B_3$ 、 $B_4$  出射的光束最后经过一个聚光镜和一个滤光玻璃  $L_u$ ，影屏呈现绿色，图 1-4 中未示出。秒盘又把  $10'$  细分 60 等分，每格表示  $10''$ 。秒盘通过凸轮杠杆机构与反射镜  $L_{26}$  联动，秒盘转动时，反射镜随着摆动而把影屏  $B_3$  上的分度线相应移动一段距离，这个距离由秒盘以角值指示出来，构成光学测微器。秒盘转过其量程，度刻线（像）因反射镜  $L_{26}$  的摆动，从影屏上的一条双线位移到相邻一条双线。否则，称测微器有行差。

反射镜  $L_{26}$  以杠杆的摆动轴为轴，相对杠杆作单独摆动，可以改变分度线在影屏上的初始位置，把起始读数归为整数（简称“归零、调零”）。调零动作的限程很重要，当被  $L_{26}$  转向后的光轴与影屏垂直时，调零手轮必须转在它的全程的一半。因调零范围比较大，把限程定错了位置，将使像光轴与影屏不垂直，像平面与影屏不平行，其结果是在影屏的不同部位放大率不同，测微器在影屏各部位的行差不同。

### 7. 纵坐标读数光路

纵横坐标读数光路如图 1-4。光源 W 经反射镜  $L_1$ 、聚光镜  $J_1$ 、棱镜和聚光镜  $L_2$ 、 $J_2$ 、 $J_3$ ，照亮纵向标尺  $M_x$ ，经平行玻璃板  $B_u$ 、物镜  $O_x$ 、棱镜  $L_3$ 、 $L_4$ 、透过  $L_5$  的半镀斜面，经反射镜  $L_6$ 、 $L_7$ ，标尺被物镜  $O_x$  成像在影屏  $B_1$  上。影屏  $B_1$  上复制着 10 等分双线，它把标尺 1mm 放大后的间隔分成 10 等分，每等分表示 0.1mm。光路的一部分边缘光束经柱面镜 J、棱镜  $L_8$ 、反射镜  $L_9$ ，照亮微米盘 m 和影屏  $B_2$ 。微米盘 m 又把 0.1mm 分成 100 等分，每等分表示  $1\mu\text{m}$ 。微米盘 m 与反射镜  $L_6$  联动，构成光学测微器。

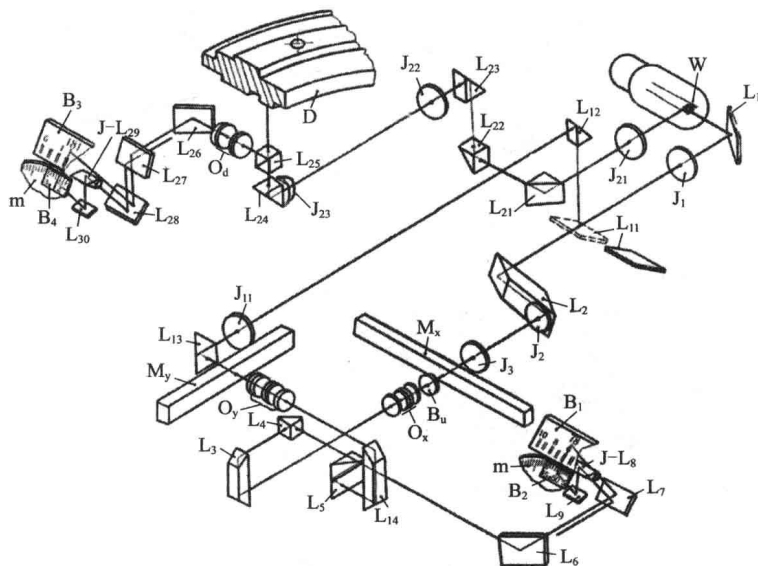


图 1-4 纵横坐标和回转工作台测角光路

在纵向标尺的金属框上，固定着一块金属曲线板，曲线的形状与标尺的分度误差一一对应，平面平行玻璃板  $B_u$  通过杠杆随曲线板的形状而摆动，用于自动修正标尺的分度误差。

影屏  $B_1$ 、 $B_2$  各被一放大镜放大，最后是绿色玻板，图 1-4 中未示出。

### 8. 横坐标读数光路

通过软轴把反射镜  $L_{11}$  移进光路后，光束经  $L_{11}$ 、棱镜  $L_{12}$ 、聚光镜  $J_{11}$ 、棱镜  $L_{13}$ ，照亮横向标尺  $M_y$ 。标尺  $M_y$  被物镜  $O_y$ 、经棱镜  $L_{14}$ 、 $L_5$  投入纵向光路的像端，成像在影屏  $B_1$  上。 $L_5$  把 X、Y 光路复合在同一个影屏  $B_1$  上，分别照明读数。

纵、横向标尺都可以单独移动，实现调零，把读数归简。

## 三、主机分解和拆卸

结构总图如图 1-5。首先取下所有照明光源。从臂架 64 上取下主显微镜 69。

### 1. 拆下回转置物台和横向拖板

如图 1-6A、B，旋松四个螺钉 3，取出玻璃置物台 P。旋掉十个螺钉 9，取出两条防护盖板 8。在纵向拖板的左右侧，各有一个顶丝 16（图 1-6AG—G 剖），它们固定着两个

防脱钩 17，旋松这两个顶丝 16，把防脱钩释放。

在横向拖板表面的右侧，还有标有红点的两个螺钉 10，L-L，把螺钉 10 转 180°，横向导轨的两个辅助轴承 9（图 1-14B）被推离导轨。

置横向锁紧机构于放松状态。从纵向拖板 25 上提取出横向拖板 26。

## 2. 拆下纵向拖板

纵向拖板上固定着四条导轨防护带 1、35，如图 1-6A。其中一条被读数箱遮盖。

从纵向拖板 25 上旋掉三条防护带 1 的各两个紧固螺钉 2，三条带子被发条卷入盒里。纵向导轨座 22 的右侧（图 1-6A）旋掉固定防护带 35 的两螺钉，第四条防护带脱离了导轨座，另一端仍与纵向拖板连接，不必再拆下了。旋掉十个螺钉 14，取下两条防护板 13。从导轨座的前后两侧，旋掉共十二个螺钉，由某一端拉出两条防脱板 24。旋入位于后面两侧的螺母 16（图 1-15A），辅助轴承 11 被拉杆 15 拉离导轨。置纵向锁紧机构于放松状态。向上从导轨座 22 上提取纵向拖板 25（图 1-6B）取下来的拖板要在适当部位垫高一点，以免碰坏高出金属件的棱镜。

## 3. 拆下主显微镜的下照明

将仪器侧放，从底面旋松两个顶丝 17（图 1-5）。把照明部件转一下，旋下三个螺钉 12。拉出照明部件，取出反射镜  $L_1$  及其座 9。

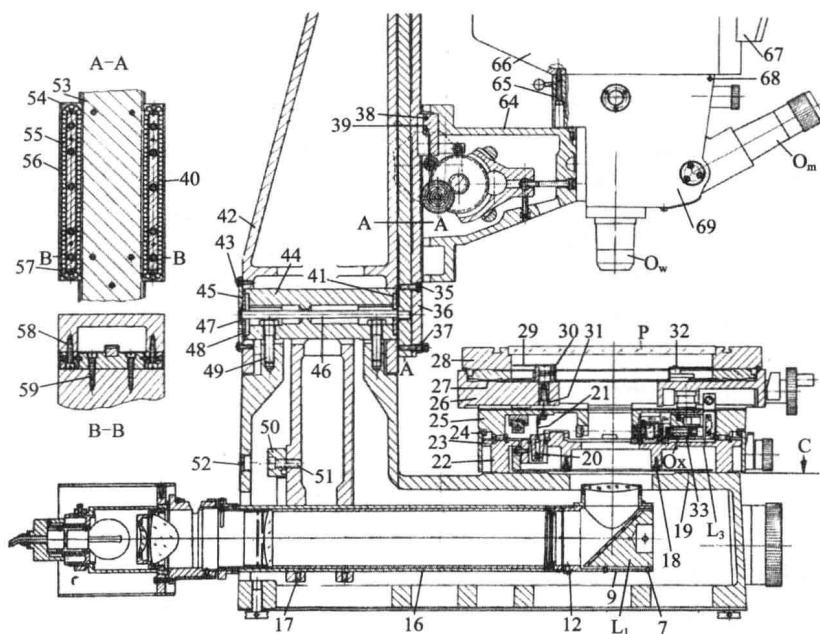


图 1-5 结构总图

## 4. 拆下臂架

旋掉八个螺钉 59（图 1-5），连同 V 型导板 53，把臂架 64 从立柱 42 上取下来。

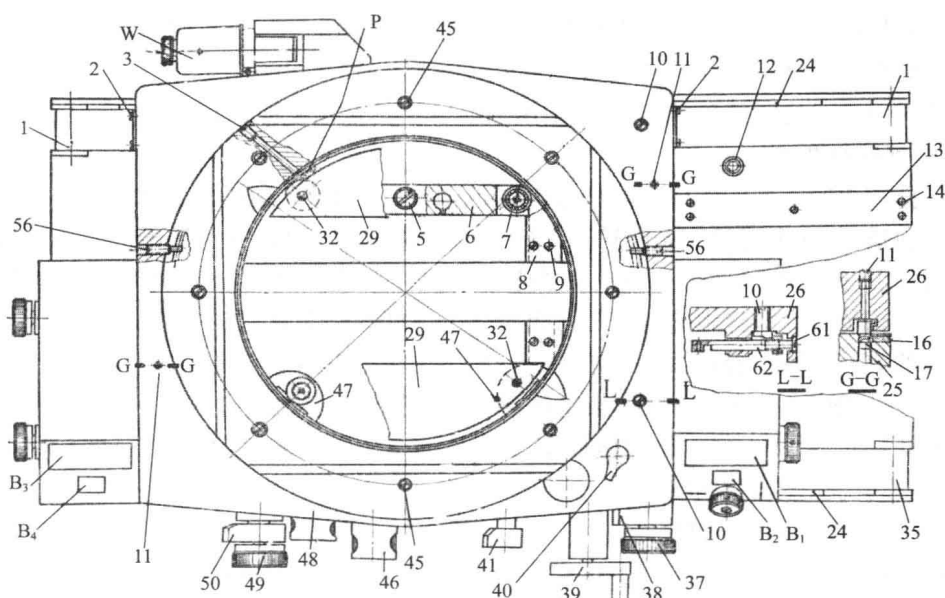


图 1-6A 回转工作台和横向拖板

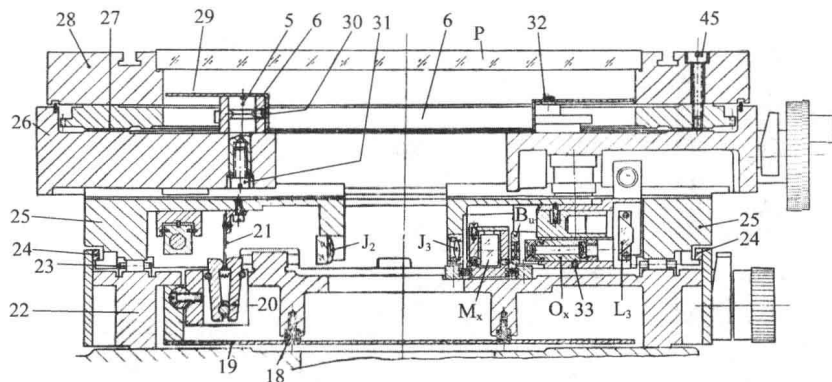


图 1-6B 回转工作台和横向拖板

## 5. 主显微镜的拆卸

(1) 投影屏部件的拆卸。从主显微镜上取下物镜  $O_w$ ，如图 1-7。取下遮光罩 4。旋松位于影屏右侧的螺帽，取下毛玻璃屏 V。旋掉三个螺钉 8，取出挡板 7。旋掉投影箱左右侧的各一个顶丝 68，旋掉两个螺钉 65，投影箱与显微镜主体分离。防护板 49 和两个弹簧脱落。轮廓插片就是由此窗口插入。

(2) 双目镜高低调节机构的拆卸。旋掉钢带架 22 的两个固定螺钉（图 1-7），钢带及其架脱离了外壳。旋掉四个螺钉，取下盖板 29。摘掉拉簧 30 的一端。旋掉左右侧的各三个螺钉 8，如图 1-8，取出左右侧的两个轴 12。