

光学零件工艺手册

中 册



国防工业出版社

TH740.3

2

:2

光学零件工艺手册

(中)

《光学零件工艺手册》编写组 编写

国防工业出版社

·A524182



内 容 简 介

本手册分为上中下三册。上册为基本加工，中册为特种加工，下册为常用资料附录。

中册的主要内容有：光学零件的胶合、涂黑色消光漆、镀膜技术、刻度工艺、乳剂复制以及光栅制造等。

本手册可供光学仪器制造专业的光学工人、革命干部、技术人员以及有关专业院校的革命师生参考。

光学零件工艺手册

(中)

《光学零件工艺手册》编写组 编写

·

国防工业出版社 出版

北京市东直门内大街26号

国防工业出版社印刷厂印刷 内部发行

·

787×1092¹/₁₆ 印张35³/₄ 插页2 839千字

1977年11月第一版 1977年11月第一次印刷 印数：0,001—5,000册

统一书号：N 15034·1568 定价：5.15元

绪 言

在毛主席革命路线指引下，我国的光学工业迅速发展起来了。光学仪器已广泛地应用在国民经济的许多部门和领域。随着光学工业的日益发展，新型光学仪器的采用和光学设计技术的不断提高，对光学零件的制造，在质量和数量上都提出了愈来愈高的要求。

近年来，在无产阶级文化大革命强劲东风和大庆精神的鼓舞下，我国光学工业战线上的广大工人、干部和技术人员以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举《鞍钢宪法》的光辉旗帜，坚持“独立自主，自力更生”的伟大方针，在三大革命运动实践中，积累了许多宝贵经验。为适应光学工业生产发展的需要，经过调查研究，我们搜集整理了一些经验和资料，并作了一些必要的试验后，汇编成这本《光学零件工艺手册》。

本手册在内容安排上，是以工艺为主，也相应地阐述了一些与工艺有关的基本知识和工艺原理。另外，还把加工过程中常用的材料、辅料和数表列为附录。

本书主要供从事光学工业的广大工人、干部、技术人员，以及有关专业院校师生的参考使用。

在本书编写过程中，得到全国许多单位和同志们热情帮助和大力支持，特此志谢。由于编者水平有限，书中欠妥和错误之处，在所难免，希望读者提出批评指正。

《光学零件工艺手册》编写组

目 录

第三篇 胶合与涂漆

第十五章 光学零件的胶合	5
第一节 胶合工艺	5
第二节 胶合定中心	9
第三节 拆胶	15
第四节 胶合经常出现的疵病及解决办法	18
第五节 胶合常用设备、工具及辅料	20
第六节 检验	23
第七节 光学零件与金属零件的胶合	24
第十六章 光学零件涂黑色消光漆	27

第四篇 镀膜技术

第十七章 光学薄膜的分类要求	30
第一节 薄膜的分类、指标及标注	30
第二节 膜层的检验	52
第十八章 光学薄膜的计算	58
第一节 计算方法	58
第二节 膜系结构参数及特性计算	94
第十九章 光学零件化学镀膜技术	139
第一节 酯类水解法	139
第二节 酸蚀法	148
第三节 溶液沉淀法	150
第四节 气相反应法	157
第二十章 光学零件真空镀膜技术	161
第一节 真空蒸发镀膜原理	161
第二节 真空镀膜设备	163
第三节 蒸发源及膜厚分布	179
第四节 蒸镀技术	186
第五节 薄膜厚度控制方法	197
第二十一章 光学零件真空镀膜工艺	215
第一节 增透膜镀制工艺	220
第二节 反光膜镀制工艺	229

第三节 分光膜镀制工艺	242
第四节 滤光膜镀制工艺	250
第五节 保护膜镀制工艺	267

第五篇 刻度和照相

第二十二章 光学零件刻度工艺	271
第一节 刻度方法	271
第二节 各类分划零件的刻划	289
第三节 刻度毛坯与刻度环境	319
第四节 刻度辅料的配制与使用	324
第五节 刻度工装	337
第六节 刻度设备	358
第七节 金属零件刻度	367
第八节 光电刻度	369
第九节 分划零件检验	392
第二十三章 光学零件照相工艺	428
第一节 照相工艺基本知识	428
第二节 绘制放大图	436
第三节 火棉胶湿版	439
第四节 火棉胶干版	448
第五节 陶瓷照相	454
第六节 超微粒干版	460
第七节 底版的制造	469
第八节 复制工艺	473
第九节 复制工艺举例	496
第十节 照相制版常见的疵病及克服办法	514
第十一节 主要设备、仪器及工具	521
第二十四章 光栅制造	544
第一节 衍射光栅基本知识	544
第二节 衍射光栅的刻度	551
第三节 衍射光栅的复制	553
第四节 衍射光栅的检验	560
第五节 全息光栅	563
第六节 计量光栅	568

第三篇 胶合与涂漆

第十五章 光学零件的胶合

光学零件的胶合是指把两块或两块以上的单个零件用胶粘剂或光胶等办法按一定技术要求连接在一起的工艺过程。其目的是获得消色差透镜或适当光程的转象棱镜及其他连接件。因此，光学零件胶合用的胶粘剂和胶合方法的选择应保证：

①不损坏光学系统的象质。胶合用胶应为无色或接近无色，透过率高，应具有与玻璃相近的折射率和色散；

②胶合后不产生或少产生表面变形；

③有足够的机械强度和足够的粘接力；

④有一定的耐热性能（如对温度 $-40\sim+60^{\circ}\text{C}$ 稳定）和化学稳定性（对有机溶剂、汽油、乙醇等有足够的安定性）；对玻璃表面不起化学作用，不危害人体健康；

⑤容易折开。

第一节 胶合工艺

光学零件胶合前需要做好准备工作（对于不同的胶合方法，准备工作基本相同），其要求如下：

① 清洁室内及工作用具，调整温度为 $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ ；湿度为 $50\sim 80\%$ ，胶合工作间要保持空气洁净，工作时尽量减少空气流动；

② 根据室内温湿度，选择和配制醇醚混合液，常用混合液的体积比例为：乙醇 15% ，乙醚 85% 。同时要备有一定量的航空汽油，氢氧化钠或氢氧化钙等，以便清洗零件；

③ 按图纸要求进行几何尺寸配对和光圈配对。对于厚度尺寸要求较严格的胶合件，一般才进行尺寸配对，其厚度尺寸公差，不得超过图纸要求。光圈配对系指光圈高的和光圈低的配在一起。对于三件以上零件组成之胶合部件，首先进行分组配对胶合，然后再根据总体要求进行组间配对胶合，在分组配对时也应同时兼顾部件的总体要求；各组零件胶合及组间胶合可分开进行，即各组零件胶合按一般胶合完工后，再进行组间胶合；对于组合棱镜要选择适当的靠模夹具及专用仪器（如测量象倾斜、偏折角等），以保证胶合各棱镜的相对位置。一般三件以上的胶合部件常用冷胶及环氧胶胶合；

④ 用乙醚清洁松鼠毛刷。由于松鼠毛具有良好的刚性，细而光滑，容易掸掉灰尘。故在清洁光学零件抛光面上的灰尘时，多用松鼠毛刷。在每次胶合前都应用乙醚清洁好所用毛刷，清洁时应把用于掸胶合面和非胶合面的毛刷分开；

⑤ 清擦零件胶合面；在透射光下用放大镜（一般多用 $6\times$ ）检查胶合面，直到胶合面达到要求时为止，将二配对零件胶合面对好待胶。抛光很久的表面或表面上有水印油迹等，可

用航空汽油或浓度 2.5% 的碱液清洗。某些已腐蚀生霉的零件要重新抛光。

⑥ 选择胶的稠度；外形尺寸小的零件，用稠度大的胶（聚合时间稍长一点）；外形尺寸大，中心边缘厚度差大以及要求耐寒程度高的零件，用稠度小的胶（胶的稠度大小一般按经验分辨）。

做好各项准备工作后，便可有条不紊地进行胶合。下面介绍几种胶合方法的特点及基本工艺过程：

一、甲醇胶胶合工艺

甲醇胶是一种人工合成的有机化合物，无色易于流动，聚合后转变为硬而透明的淡黄色物质，牢固地粘在玻璃表面。

甲醇胶优点：机械强度高，耐寒性、抗热性，紫外部分的透过率均比冷杉树脂胶好，而且不溶于汽油、煤油以及其他油类。但其缺点是：聚合后体积收缩率较大（一般在 12% 左右），因而易引起胶合件表面变形，而且这种变形不易消除；不合格的零件拆胶困难；甲醇胶保存期短，配制胶复杂等。

根据甲醇胶的特性，其胶合工艺如下：

1. 零件的胶合

准备工作完工后，把已清洗好的零件预热到 40°C 左右（室内空气干燥，可不预热）；然后把零件放在绒布板上或胶合承座上，用镊子（胶小零件）或戴上手套取开正透镜，在负透镜胶合面上滴适量胶液；将正透镜放在负透镜上，用软木棒压住正透镜表面，轻轻地边转动边摆动（见图 15-1），挤出多余的胶和胶层中的气泡，使胶液在胶合表面分布均匀。用干抹布擦去边缘流出的胶，并用放大镜检验胶层的清洁度，然后放在校好的水平台上。

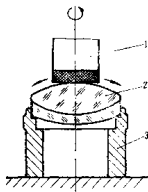


图 15-1 胶合示意图

1—软木棒；2—胶合零件；
3—胶合承座。

2. 胶的聚合和校正

1) 胶的加热聚合和校正●

将零件放在用 30° 水准仪校好的电热板上，加热到 70°C 左右并保温 10~15 分钟。视零件与电热板接触情况而定，凸面接触者时间可短一些，凹面接触者时间可长一些，小零件（直径小于 30 毫米）加温可高一些；大零件（直径大于 30 毫米）加温要低一些。加热温度不能过高，过高后易产生胶层老化脱胶及颜色变深等现象。当胶已初步聚合（能推动，不能自行滑动），便开始用专用承座和靠模夹具在中心检测仪或专用仪器上校正中心（负透镜在下，正透镜在上），或棱镜角度及象倾斜等。此工作要反复进行到符合要求为止。胶基本聚合后，移到调好的水平台上，进行自然冷却。

2) 常温聚合和自动校正中心

对中心偏差低于 0.05 毫米，且直径大于 10 毫米、曲率较大的零件，可采用常温聚合和自动校正中心。

● 直径、曲率要求较高的零件，定中心时，采用侧温灯光加热，使其受热聚合均匀，减少光面变形。

3. 胶合零件的自然冷却和完全固化

将校好的零件放在水平台上，自然冷却。直径或边长小于 50 毫米的零件放置时间不少于 24 小时；直径或边长大于或等于 50 毫米的零件放置时间不少于 48 小时。然后用刀片刮去零件周围多余的胶，并用脱脂布蘸少量酒精擦拭干净，但应注意勿使酒精浸入胶层。

4. 胶层退火

当胶合件像质不好时，通常放在恒温箱内，加温 45~50℃，保温 4 小时左右。

二、冷杉树脂胶胶合工艺

冷杉树脂胶是由天然树脂加工而得。其优点是：光学均匀性高，能在长期内保持透明而不结晶，折射率与玻璃相近，干固时体积收缩较小，因此，胶合后零件应力小，而且不合格时很容易拆胶。但是，其机械强度不高，受温度的影响较大，冷热不均时很容易脱胶，耐寒性差；抗溶剂的侵蚀性能较差，往往会被无光漆、乙醇、乙醚等浸蚀，紫外部分的透过率低。

冷杉树脂胶胶合工艺如下：

1. 根据零件及其技术要求可参考附录表 N-1 及表 15-1，选择适当硬度的冷杉树脂胶。

2. 零件的胶合

将清洁好的零件加热，加热温度见表 15-1。然后涂胶；零件直径小于 6 毫米者，胶涂在正透镜上；直径大于 6 毫米者，胶涂在负透镜上，胶要涂在零件的中央，数量要适当。然后将正透镜放在负透镜上，用软木棒压住正透镜表面轻轻地边转动边滑动，排除多余的胶和胶层中的气泡，使胶在胶合面分布均匀如图 15-1。一般胶层厚度约为 0.01~0.03 毫米。排胶后用干擦布擦去边缘流出的胶，用放大镜检查胶层质量，合格后放在用 30° 水平仪校好的水平台上。

3. 胶层凝固和校正

随着零件的逐渐冷却，胶亦逐渐凝固。在胶层未全部凝固之前，把胶合零件放入温度为 40℃ 左右的承座或夹具内，按规定的中心或角度偏差，在中心检查仪或专用仪器上校正。

4. 胶合零件的清洁和退火

1) 胶合好的零件用刀片刮去周围流出的残胶，再用蘸有少量乙醇乙醚混合液的脱脂布擦拭干净，但混合液不得浸入胶层。

2) 零件放入恒温箱内，对常用中等硬度的胶，在 45~50℃ 下保温 3~4 小时，以消除应力。

三、环氧树脂胶胶合工艺

环氧树脂胶是由环氧树脂加固化剂等配制而成。由于所用材料及配制过程不同，种类较多。环氧树脂胶优点：粘接力强，机械强度高。聚合后体积收缩率小，因而引起胶合件的变形小；性能稳定，耐化学药品及各种溶剂浸蚀；耐寒耐热性能都较冷胶和热胶好；吸水性低。

表 15-1 胶合硬度及胶的软化点

冷杉树脂胶牌号	胶合温度(℃)	软化点(℃)
JY3 JY8	100~130	70
Y15 Y25 Y35	80~110	60
Zh45		50
Zh55		50
Zh70 R90 R110	60~90	40 40 40

缺点：保存期短，不合格的零件拆胶比甲醇胶和冷杉树脂胶更困难。可供光学零件胶合用的环氧树脂材料种类不多。人们正在研究试用一些胶合专用胶。

使用环氧树脂胶的一般胶合工艺如下：

1. 按适当比例称取环氧树脂和固化剂等，配胶比例见附录表 IV-5，混合均匀，用洁净的玻璃棒蘸适量已配制好的胶液滴在胶合面上，两零件合好后，稍微用力边转动边摆动（见图 15-1）挤出胶层的气泡和多余的胶，使胶层均匀。

2. 胶好的零件用放大镜检查胶层质量。当边缘有多余胶液时用擦布擦掉。

3. 需校正中心及角度的零件，在水平工作台上用 60~100 瓦红外灯泡烘烤，同时检查胶层的固化程度，当胶层已固化到能推动面不能滑动时，迅速校正中心及角度。为了掌握固化时间，可取一小片玻璃在其上滴一滴胶同被胶合件一起烘烤，并不断用玻璃棒检查其硬化程度，当胶已能拉成丝状时，则说明被胶合件的胶层已开始硬化（由于玻璃传热较慢，胶层硬化要滞后一段时间），开始校正。或将胶好的零件放在水平台上，室温下聚合到上述能校正的情况开始进行校正。校好的零件放在水平台上常温聚合 4~5 小时，再在 60°C 下保温 3~5 小时，以使胶层完全固化，或常温下放置 72 小时左右即可完全固化。

4. 对零件中心偏差大于 0.05 毫米，且直径不小于 10 毫米，曲率又较大者，可采用自动校正中心。

5. 将胶层完全固化，中心偏差又合格的零件，用刀片清除其周围有可能存在的残胶，然后用脱脂布蘸少量丙酮擦净，但应注意勿使丙酮流入胶层。

四、光胶胶合工艺

光胶是靠两零件表面间的分子引力达到结合的目的。光胶由于零件间没有胶层所以完全保证了零件的光学特性。机械强度很高，耐寒性能好，这种方法所用设备亦较简单。但采用光胶也有许多困难。首先，光胶面加工精度要求高，从而增加了加工工作量，提高了生产成本。其次，工作地点的空气要求很清洁，否则往往零件光胶不起来。因此光胶仅用于一些有特殊要求的情况下（即采用胶胶合时往往无法满足），如零件用于温度急剧下降时；零件用于光的短波部分等。

光胶胶合的一般工艺过程如下：

1. 按图纸技术要求，选择零件厚度和光圈配对。并且光胶的零件应在 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 下恒温 2~3 小时。

光胶面的光圈（直径 60 毫米以上大透镜）要求：

- 1) 用样板检验光圈： $N \leq 1$ ， $\Delta N < 0.2$ ；
- 2) 正负透镜互检光圈： $N \leq 0.5$ ， $\Delta N \leq 0.1$ 。且保证胶合面为低光圈；
- 3) 表面疵病一般不低于 II 级，或再适当提高。

2. 光胶面加工完后存放过久，应该进行手修复新；一般加工完后放置时间不应超过两天。材料化学稳定性差的零件，加工完后即行光胶。

3. 擦拭光胶面时，先擦凹透镜，擦净后用玻璃罩罩住，再擦凸透镜。用毛刷掸去胶合面的灰尘，正负透镜对合在一起，当两光胶面刚接触时自由程度达到光滑、舒适，且胶合面的干涉条纹很均匀地向外移动并逐渐变粗，此时说明胶合面吻合已经比较好了。移入专用承座内，在检查仪上校正。中心校好后，在透镜的某一边缘上轻轻加压，以形成一个空

气楔，使空气向外挤压（不要使正负透镜发生相对位移），使两透镜光胶面胶合在一起，再校正中心。

对于中心偏差要求较松的零件，可以用平板（平板表面不平度要好）搓擦胶合零件的圆柱面来校正中心，也可以用90°角板校正中心，即将其圆柱面靠在角板两面上，同时用手推紧即可。用此法校正中心，要求胶合的两零件在磨边时直径尺寸要尽量一致。

4. 有些精度较高的棱镜，平面镜等需光胶胶盘加工时，其光胶过程大体与零件光胶相同，光胶时注意保证角度及平行度要求。

五、晶体的胶合

晶体胶合与普通光学玻璃胶合的不同之处在于各种晶体有其特有的光学性能和理化性能，所以各种晶体胶合用胶的选择和胶合工艺也各不相同（见表15-2）。

表15-2 几种晶体胶合用胶及注意事项

晶体种类	特 征	胶 合 用 胶	注 意 事 项
方解石	硬度低耐酸性差。	亚麻仁油($n_D=1.479\sim 1.484$)； 甘油($n_D=1.473\sim 1.476$)。	用软布擦拭，严禁与酸性物质接触。
萤石	不耐高温，不耐酸。	溴代萘($n_D=1.657$)；亚麻仁 油；甘油。	不宜用于高温，不能与酸性物质接触。
氯化钠	硬度低不耐潮湿水 解。	溴代萘 $n_D=1.657$ 。	用软布擦拭，不能与水接触；温度不能高。
聚乙烯偏振片	有方向性，不耐高 温。	环氧树脂胶 ($n_D=1.55\sim 1.57$)。	胶合温度不高于40℃，控制方向和膜形差。

第二节 胶合定中心

一、胶合定中心原理

两个透镜胶合时，未经校正中心，两个透镜的光轴不可能重合，一束平行光线通过这样的透镜组时其焦点象 F'_1 就会发生偏离如 F'_2 （见图15-2），它反映了两透镜中心不重合情况，在定中心精度要求不十分高的情况下，可以用此偏离量进行量度。

如果以负透镜的光轴为轴旋转，其象点 F'_2 亦旋转，旋转的两极限位置相当于中心偏差的两倍即 $F'_2F'_1=2F'_1F'_2=2F'_1F'_3$ 。

胶合定中心，就是当胶合面的胶层尚未聚合之前，以负透镜的光轴为基准（实际是以负透镜的几何轴为基准，由于正负透镜在胶合前已经定中心磨边，所以其光轴与几何轴基本重合），边旋转边推动正透镜，使正负透镜之光轴重合，即旋转透镜组时，其象不再跳动或其跳动量满足技术要求。根据技术要求以正透镜之光轴为基准，推动负透镜，使两光轴重合也可以。

对于定中心精度要求高的胶合透镜，采用球心象自准直定心法（见图15-8）。

二、用中心检查仪定中心

光学零件胶合定中心，一般在中心检查仪上进行。常用透射

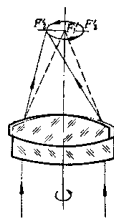


图15-2 胶合定中心原理

光焦点象定心仪的外貌见图 15-3。

几种中心检查仪光学系统见图 15-4。

图中 (a)、(b) 两种系统是采用透射光焦点象定中心的, 其中 (a) 是调换物镜变倍系统; (b) 是可变焦距连续变倍系统; (c) 是采用反射光球心自准象定中心的。(c) 的定中心精度要高于 (a) 与 (b)。

1. 透射光焦点象定中心过程

胶合定中心因仪器不同, 其工艺过程亦不大相同, 如以 GJX-1 为例, 其过程如下: 将待定中心的透镜装入承座 4 内, 此承座的轴与平行光管的光轴重合。平行光管物镜焦点面上有带十字线的分划板 1, 当分划板被照明时, 一束平行光线由平行光管射出, 经被定中心的胶合透镜成象于 F'_5 , 移动显微系统, 使物镜 6 的前焦点 F_6 与 F'_5 重合, 则平行光管的十字线经显微物镜 6 成象于目镜分划板 8 上, 通过目镜 9 观察。

1) 同向定心法见图 15-5。

同向——象的跳动方向与透镜偏离方向相同 (f'_m 为正, 以负透镜光轴为基准; f'_m 为负, 以正透镜光轴为基准, 当旋转透镜组时, 象的跳动方向与正或负透镜的偏

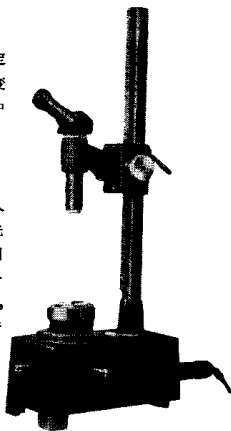


图 15-3 透射光焦点象定心仪

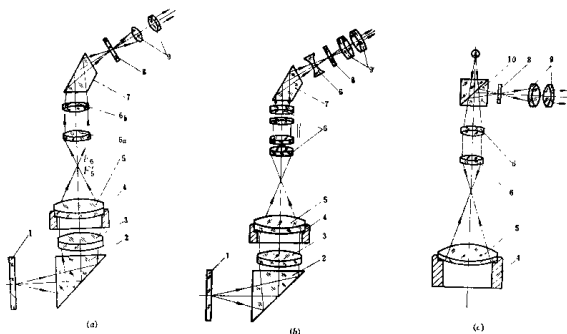


图 15-4 中心检查仪系统图

(a) GJX-1型中心检查仪光学系统图

(b) ZXY-2型中心检查仪光学系统图

(c) 反射光球心自准象定中心仪光学系统图

1—分划板; 2—接座; 3—平行光管物镜; 4—承座; 5—零件; 6—物镜; 7—转向镜; 8—目镜分划板; 9—目镜; 10—分光镜。

离方向相同)。

定中心时, 旋转胶合透镜组, 若像向左移则向右推正透镜 (或负透镜), 象移动距离为像跳动分划值的二分之一; 反之亦相反。边转动边校正, 直到象不跳或满足要求为止。

2) 反向定中心法见图 15-6。

反向——象的跳动方向与透镜偏离方向相反 (f'_M 为正, 以正透镜为基准; f'_M 为负, 以负透镜为基准。当旋转透镜组时, 象的跳动方向与负或正透镜的偏离方向相反)。

定中心时, 旋转胶合透镜组, 象跳动方向就是推正透镜或负透镜方向。

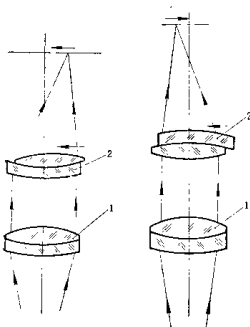


图 15-5 同向定心

1—平行光管物镜;
2—待定中心透镜。

图 15-6 反向定心

1—平行光管物镜;
2—待定中心透镜。

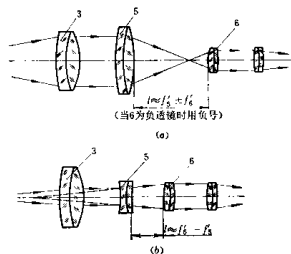


图 15-7 找象操作示意图

(a) 胶合透镜为正透镜; (b) 胶合透镜为负透镜。

3) 使用图 15-4 中 GJX-1 型等类型透镜定中心仪时, 找象操作见图 15-7, 此图中数字 3、5、6 与图 15-4 的同号数字代表的意义相同。

已知显微物镜的焦距 f'_6 和被胶合透镜焦距 f'_5 , 即可按图 15-7 算出 l (图中 f'_5 、 f'_6 取绝对值计算)。移动显微系统距离被胶合透镜 5 为 l , 上下微调即可找到象。

4) 使用图 15-4 中 ZXY-2 型透镜中心检查仪时, 找象数据如表 15-3。

2. 反射光球心自准象定中心过程

对于定心精度要求较高的零件, 采用反射光球心自准象定中心的方法见图 15-8, 图中数字 4、5、6 与图 15-4 中的相应数字代表意义相同。将待定中心的胶合透镜置于承座内, 移动显微物镜, 首先找到 r_2 表面的球心自准象, 旋转胶合透镜, 边转动, 边推动上透镜, 直到象不跳动或满足要求为止。再移动显微物镜找到 r_1 表面的球心自准直象, 再旋转胶合透镜, 微调上透镜直至象跳动满足要求为止。

为了进一步提高定心精度, 可先用球心自准象在定中心仪上校正负透镜中心, 并将其固定于可以转动的径向与轴向跳动很小的承座上 (如用真空吸附), 再进行胶合并用球心象自准法校正正透镜之中心。此项工作可以在双光路定中心仪上进行, 以提高工作效率, 如图 15-9。

表 15-3 ZXY-2 型透鏡中心檢查儀鏡筒端面到玻璃透鏡的距離 (毫米)

倍 數	-300	-400	-250	-200	-150	-100	-80	-60	-40	-20	+20	+40	+60	+80	+100	+120	+150	+200	+250	+300	+350	+450	+850		
+16													20	40	60	80	110	180							
+14												10	30	50	70	100	150								
+12													20	40	60	90	140								
+10														30	50	80	130								
+8															25	55	105	155							
+6																20	70	120							
+5																	45	95	145						
+4																		50	100	150					
+3																			30	80					
+2																									
+1																									
-1	40																								
-2		25																							
-3			35	85	135																				
-4				15	65	115	185	155																	
-5					25	75	95	115	135	165															
-6						45	65	85	105	125															
-8							10	30	50	70	90	130	150												
-10								10	30	50	70	110	130	150											
-12									15	35	55	95	115	135											
-14										25	45	85	105	125	145										
-16											15	35	75	95	115	135	155								

注: 1. 如果按定心透鏡或距離出-800~850毫米這個範圍, 可在+1倍~+1倍之間找象。象距為無限大時, 可取此值。
 2. 例如檢查一塊 $f = -700\text{mm}$ 的透鏡的偏心率, 在表 15-3 中沒有列出-70mm, 但可查 $f = -600\text{mm}$ 與 -800mm 之間內插。採用-5倍時, 象距範圍與象距在 80mm 到 110 毫米之間, 就可以找到象, 採用-6倍時, 象距在 80 毫米可找到象。

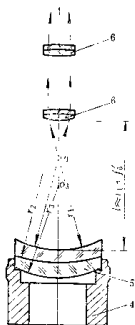


图15-6 反射光球心自准象定中心示意图

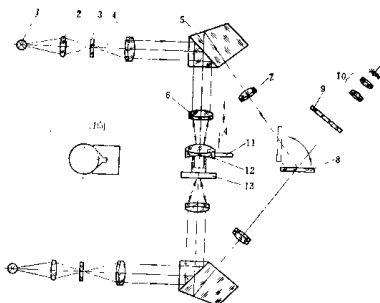


图15-9 双光路定心仪光路系统示意图

1—光源；2—聚光镜；3—照明分划板；4—物镜；
5—掩膜；6—显微物镜；7—望远物镜；8—半透反射镜；
9—分划板；10—目镜；11—盖板；12—胶合透镜；13—承座。

把未定中心的胶合透镜12放在承座13上，先利用下面光路校正负透镜之中心，并固定于承座13上，且与V形靠板靠紧，再用上面光路并转动承座校正正透镜中心。

3. 偏心量计算方法

被定中心透镜如果有偏心（即被胶合的两透镜光轴不重合），当转动被定中心透镜时，目镜分划板中的象亦随之转动如图15-10。这时被定中心透镜的实际偏心量（ c ）按以下公式进行计算。

1) 用透射光焦点象检验

$$c = \frac{l}{2\beta} \quad (15-1)$$

2) 用反射光球心自准象检验

$$c = \frac{l}{4\beta} \quad (15-2)$$

上二式中： c ——透镜组实际偏心量；

l ——象跳动最大直径；

β ——显微镜放大率。

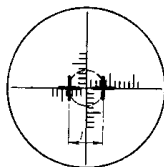


图15-10 目镜分划板中的像

三、可换物镜的选择和计算（适用于图15-4中GJX-1型或其他类似系统）

由于胶合透镜焦距长短不一样，中心偏差要求也不一致，为了保证测量精度和长焦距的胶合透镜也能得到测量，中心检查仪显微镜作成可换式的，用以变换倍率和实现长焦距的测量。

1. 可换物镜选择的依据

1) 根据被定中心透镜的种类选择

由于定心仪升降机构的行程限制及要求的测量精度等,原则上正放大率的可换物镜用来测负透镜,负放大率的可换物镜用来测正透镜(在精度要求和定心仪升降机构行程满足要求的情况下,也可用正放大率的可换物镜测正透镜)。

2) 在定心仪升降机构行程满足要求的前提下,选择放大率大的可换物镜可提高测量精度。

2. 可换物镜放大率的计算

$$\beta = \frac{f'_{6s}}{f'_{6a}} \quad (15-3)$$

式中 f'_{6a} 、 f'_{6s} 见图 15-4(a)。

例: 已知升降机构最大行程为 520 毫米(图 15-4 中 GJX-1 型), $f'_{6s} = 145.8$ 毫米, $f'_{6a} = 300$ 毫米, 目镜分划板格值为 0.06 毫米, 中心偏差要求 $c = 0.03$ 毫米。

求 f'_{6a} , β 以及目镜分划板实际格值。

因为 $f'_{6a} + f'_s \leq 520$ 毫米,

所以选 $f'_{6a} = 55.45$ 毫米, 则 $55.45 + 300 < 520$ 毫米

$$\beta = \frac{145.8}{55.45} = 2.63.$$

$$\text{目镜分划板实际格值} = \frac{\text{目镜分划板格值}}{\beta} = \frac{0.06}{2.63} = 0.0228 \text{ 毫米}$$

换上 $f'_{6a} = 55.45$ 毫米的可换物镜, 目镜分划板实际格值为 0.0228, 能够保证中心偏差 $c = 0.03$ 毫米被测透镜的精度要求。

GJX-1 型透镜定心仪可换物镜焦距及相应显微物镜放大率和目镜分划板实际格值见表 15-4。

表 15-4 GJX-1 型中心检查仪可换物镜焦距、放大率及分划板格值

序号	可换物镜焦距 f' (mm)	显微物镜 放大率 β	分划板实际 格值 (mm)	序号	可换物镜焦距 f' (mm)	显微物镜 放大率 β	分划板实际 格值 (mm)
1	55.45	2.63	0.023	14	5501.386	0.0265	2.264
2	151.245	0.964	0.062	15	6000	0.0243	2.469
3	301.863	0.483	0.124	16	-494.372	-0.295	0.203
4	495.918	0.294	0.204	17	-998.63	-0.146	0.411
5	998.83	0.146	0.411	18	-1500.00	-0.0972	0.617
6	1501.544	0.0971	0.618	19	-2008.26	-0.0726	0.826
7	2011.034	0.0725	0.828	20	-2506.15	-0.0582	1.031
8	2483.81	0.0587	1.022	21	-3006.16	-0.0485	1.237
9	3012.396	0.0484	1.240	22	-3513.25	-0.0415	1.446
10	3530.266	0.0413	1.453	23	-4038.78	-0.0361	1.662
11	3994.52	0.0365	1.644	24	-4556.25	-0.032	1.875
12	4556.25	0.032	1.875	25	-5010.30	-0.0291	2.062
13	4993.150	0.029	2.070	26	-5481.20	-0.0266	2.256

3. 加辅助透镜后偏心量的计算

如果显微物镜是既不可换又不是变焦的, 则可以采取加辅助透镜的方法解决长焦距胶合透镜的测量问题, 见图 15-11。

加辅助透镜以后，胶合透镜偏心率 C^* 的计算公式：

$$C^* = -\frac{f_1' \cdot C}{f_1' + f_2' - d} \quad (15-4)$$

式中 C ——被胶合透镜允许偏差或未加辅助透镜的偏差量；

f_1' ——辅助透镜焦距；

f_2' ——胶合透镜焦距；

d ——辅助透镜后主面和被测胶合透镜前主面之间的距离。

加辅助透镜之后，胶合透镜偏心率减小，测量精度相应降低，在保证测量精度及仪器允许的范围内， f_1' 尽量选择大一些。

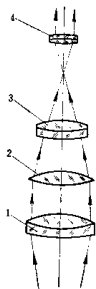


图15-11 用加辅助透镜

的方法测量焦距胶合物镜

1—平行光管物镜；2—辅助透镜；

3—被胶合透镜；4—远景物镜。

四、胶合透镜自动定中心

经定心磨边的透镜其光轴与几何轴基本上是重合的，把这样的胶合透镜放在校平的工作台上（接触工作台的表面必须是凸的或平的），在胶呈液体状态时，靠重力使透镜的重心与透镜的光轴自然重合，见图15-12。

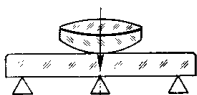


图15-12 透镜自动定中心

放置透镜的平台应用 $30''$ 水平仪调整水平，且平台表面精度应在： $N=3$ ， $\Delta N=0.5$ 以上。让胶自然聚合，或给一定热量（用白炽灯或红外灯烘烤）加速聚合。此种定心方法可保证中心偏差 $c \geq 0.05$ 毫米的零件。

第三节 拆 胶

胶合件胶合后如不符合技术要求则需要进行拆胶，常用的拆胶方法有以下几类：

一、高温拆胶

高温拆胶可分为直热法和间热法两种。

1. 直热法拆胶工艺

直热法就是将待拆胶的零件直接放在电炉上或烘箱中加热拆开。

1) 将被拆胶的零件表面用脱脂棉或脱脂布仔细擦净，然后放到垫有垫板（铝片）的电炉上或烘箱内（某些拆胶温度较低的零件可以垫纸）加热拆胶。各种胶合零件拆胶之加热规范见表 15-5。

表15-5 常用拆胶法加热规范Ⅱ

胶合零件种类	加热范围	开胶现象	使用情况
甲腈胶胶合零件	170~200℃	胶层出现花纹或树叶状,并可发出轻的响声	未过时化的零件
烯树脂胶胶合零件	70~100℃	胶层熔化	直径一般在 $\phi 30\text{mm}$
环氧树脂胶胶合零件	270~280℃	胶层呈褐色部分碳化	以下者多用
光胶胶合零件	局部加热	光胶面出现光圈	少用
			多用

2) 当加热拆胶零件出现花纹状等开胶现象时,立即用多层脱脂布或棉花将零件包在里面,用力互相搓挤使两零件分开,拆开的零件放在干燥的热线布或棉花的木盒内,不可接触冷空气以防炸裂。

甲醇胶胶合零件,出现拆胶现象时,要立即拆开,如拆不开再可继续加热,再有拆不开的零件,待零件冷却后浸入丙酮内即可。

3) 待零件冷却至室温后,转放到乙醇中浸泡1~2小时,再用毛刷或脱脂棉洗净零件表面的残余胶层(光胶零件冷至室温后即可重新清擦,重新光胶)。

4) 直热法拆胶的优缺点

优点:

- ① 工艺设备简单;
- ② 效率高;
- ③ 零件表面不易受到破坏。

缺点:

- ① 对较大的零件易受冷空气影响而炸裂;一般要用玻璃罩罩上;
- ② 甲醇胶、环氧树脂胶胶合零件因高温胶层变焦不易清洗干净。

2. 间热法拆胶工艺

间热法是一种借助于某种溶液加热被拆胶的零件的拆胶方法。常用的加热溶液为甘油蓖麻油、铬酸洗液(见附录表Ⅵ-1)及水等。

1) 将被拆胶的零件表面先清洁干净。

2) 将加热容器(一般用铝锅)内垫上厚3~5毫米的铝板。其上均匀分布 $\phi 10\sim\phi 5$ 毫米的小孔,再在铝板上垫一层绒布。容器内装甘油或水,所装溶液要超过零件50毫米以上。

表15-6 间热法拆胶加热规范

胶合零件种类	加热溶液	拆胶温度(℃)	拆胶时间(小时)	使用情况
甲腈胶胶合零件	甘油	230~250	10~20	直径 $\phi 50\text{mm}$ 以上多用
环氧树脂胶 胶合零件	甘油或蓖麻油	270~280	18~20	有的零件表面腐蚀
	铬酸洗液	200±20	0.5~3	
	水	沸水	胶层出现光圈	

注:1.甘油可用4~5次,每次用前过滤。第一次使用的甘油应先煮开。

2.甘油一定要浸没零件,否则零件不易拆开。

3.防止急剧温度变化引起的零件炸裂。