

879479

高等学校试用教材

571214

7741

光学仪器装配与调整

北京工业学院 邱松发 主编
中国计量学院 毛静华

GAO DENG XUE
XIAO JIAO CAI

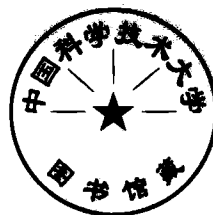
机械工业出版社

12

高等学校试用教材

光学仪器装配与调整

北京工业学院 邱松发
中国计量学院 毛静华 主编



机械工业出版社

本书为光学仪器专业的专业课教科书之一。其主要内容是论述设计光学仪器时应考虑的装配调整问题,包括调整结构的设计和调整量的计算,同时也编入一定的装配工艺知识。

本书共分七章,其中第二、三章为基础部分,叙述光学调整原理及各种装配方法的装配尺寸链计算;第四、五、六章为基础部分的应用,分别讨论了光学系统、机械及光学部件、光学仪器总体的调整;第七章为本书的扩展部分,介绍光学工具技术及其应用。

本书除供光学仪器专业的本科生和大专学生使用外,还可供从事光学仪器研究及设计、生产的工程技术人员参考使用。

光学仪器装配与调整

北京工业学院 邱松发 主编
中国计量学院 毛静华

责任编辑:张蓓玲

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $14 \frac{1}{4}$ · 字数 349 千字

1989年6月北京第一版·1989年6月北京第一次印刷

印数 0,001—2,200 · 定价:2.85 元

ISBN 7-111-00991-6/TH · 173(课)

前 言

《光学仪器装配与调整》是根据原全国仪器仪表类专业教材编审委员会光学仪器专业教材编审小组审定的教学大纲编写的专业教科书。

本书主要论述光学仪器在装配过程中的调整及调整原理，从而分析光学仪器调整的一般规律，并以此来分析各类光学仪器在装配过程中各自的调整问题。

本书以调整原理为基础，包括光学调整原理和各种补偿方法的装配尺寸链计算。并且结合具体光学系统、机械和光学部件、光学仪器总体，提出其调整方案及实施方法。

本书以设计内容为主，同时编入一定的基本装配工艺知识。为了扩大学生的知识面，还编入了光学工具技术在大型工程领域中的应用，作为本书的扩展部分。

本书除供光学仪器专业的本科和大专学生使用外，还可供从事光学仪器研究及设计、生产的工程技术人员参考、使用。

本书由邱松发、毛静华主编。由邱松发编写第三章和第六章的第一、二节；毛静华编写第一、五章和第六章的第三、四、五节；邱廷荣编写第二、四章；郭英智编写第七章。并由邱松发负责全书统稿工作。

本书在内容选定和编写方法等方面，一定还有不尽完善之处，望读者在使用后提出意见，以便今后订正。

编者

目 录

第一章 概论	1
§ 1-1 光学仪器的分类及其装配要求	1
§ 1-2 光学仪器装配与调整的基本概念	2
§ 1-3 光学仪器装配的一般工艺过程	3
§ 1-4 装配误差对产品质量的影响	7
§ 1-5 装配工艺对结构设计的要求	8
§ 1-6 例行试验	13
第二章 装配尺寸链	15
§ 2-1 装配尺寸链的基本概念	15
§ 2-2 装配尺寸链计算的基本方法	16
§ 2-3 不同装配方法的尺寸链计算	32
第三章 光学调整原理	44
§ 3-1 概述	44
§ 3-2 成象光束方向误差和成象点位置误差	45
§ 3-3 透镜位移对成象的影响	47
§ 3-4 平面反射镜、反射棱镜的位移对成象光束的影响	49
§ 3-5 应用于光学调整的作图法和向量法	71
第四章 光学系统的检验与校正	78
§ 4-1 光学系统出瞳、视场及放大率的检验	78
§ 4-2 光学系统视度的检验与校正	86
§ 4-3 光学系统视差的检验与校正	91
§ 4-4 光学系统象倾斜的检验与校正	99
§ 4-5 光学系统光轴的检验与校正	101
§ 4-6 光学系统成象质量的检验	102
第五章 光学仪器典型部件的装配	111
§ 5-1 支承的装配	111
§ 5-2 导轨的装配	113
§ 5-3 齿啮合传动机构的装配	115
§ 5-4 螺旋传动机构的装配	118
§ 5-5 水准器的装配	120
§ 5-6 物镜的装配	122
§ 5-7 反射镜、棱镜的装配	130
§ 5-8 度盘的装配	133
§ 5-9 平行光管的装配	135
§ 5-10 激光器的装配	141
第六章 光学仪器的调整	144

IV

§ 6-1 双筒望远镜的调整	144
§ 6-2 经纬仪的调整	154
§ 6-3 显微镜的调整	169
§ 6-4 光谱仪器的调整	187
§ 6-5 干涉仪的调整	196
第七章 光学工具技术在大型工程领域中的应用	206
§ 7-1 基本光学工具简介	206
§ 7-2 基准的建立	212
§ 7-3 光学工具应用的若干共性问题	218
§ 7-4 光学工具技术应用举例	221
参考文献	224

第一章 概 论

现代光学仪器是一个应用了各种先进技术的复杂产品[⊙]，其中包括光学技术、精密机械技术、电子技术和计算机技术等。如果在产品中，主要应用了光学技术和精密机械技术，则此产品称为光学机械仪器。

光学仪器的生产过程与其它类型产品一样，基本上可分为加工和装配两个阶段，装配是生产过程的最后阶段，在这一阶段中，将整套的合格零件（包括专用零件、借用零件）、标准件、外购件，以及所规定的辅助材料，按照装配图中所给定的装配关系和技术要求，组成一个合格的产品。从零件到组装成合格产品的过程中，通常伴随着一系列的检验和调整。这些检验和调整，对产品能否合格起了重要的保证作用。在装成合格产品后，通常需要对产品进行例行试验，对有些使用条件极为恶劣的产品，在试验前还需有产品的密封阶段。

如前所述，光学仪器一般是应用了光、机、电技术，因此，它的装配过程应包括上述三个内容。然而在光学仪器中，光机、光电、机电之间，光机是不可分割的部分，光学系统必须由机械结构将其联结起来。而电子系统本身，可以自行单独装配，它与光、机之间的结合则是通过相应的接口，作适当的调整便可达到产品的要求。因此，鉴于光、机、电部件在产品中的相互关系，和目前学科的交错和分工，本课程将着重讨论产品的光、机部分装配中的有关问题。

§ 1-1 光学仪器的分类及其装配要求

1. 光学仪器的分类 光学仪器基本上可以分为目视光学仪器和非目视光学仪器两大类。

(1) 目视光学仪器 以人眼为接收器，并且是人眼直接通过光学系统的出瞳进行观察的光学仪器。例如，用以观察或测量很近距离的细小物体的各种放大镜、显微镜等；用以观察、瞄准或测量远处物体的各种用途的望远仪器；以及介于二者之间的调焦观察仪器。

(2) 非目视光学仪器 不以人眼为接收器的光学仪器。例如：基于应用光能的光化学效应的各种摄象机，它们的接收器为感光底片；基于应用光电效应的分光光度计、激光测距仪和电视摄象机等，它们的接收器为电信号转换元件。

复杂的光学仪器有时是上述两类的结合体。

上述两类光学仪器已广泛地应用于各个科技领域，在人们的生活中也起着一定的作用。

2. 光学仪器的装配要求 由于各类光学仪器在结构、用途、使用环境等方面各不相同，致使相应的装配要求也不同。对于观察仪器，主要应满足有关光学系统性能和成象质量

⊙ 产品这一名词的含义很广，它可以是零件、部件和整机。一个工厂的不同职能车间的产品的含义也不同。例如，零件生产车间，把各类零件称为这个车间的产品；装配车间总的产品是成品，而对复杂产品来说，它的某一工段或小组，它们的产品则是各种不同的部件或组件。又例如作为生产标准件的工厂，它的产品则是各种标准零件，如此等等。在本书中，把所论述的装配调整对象，除标题中的名称外，均称为产品。

的要求；对于测量和瞄准仪器，还应保证机构的质量和精度。其中双目仪器，必须保证实现其体视效应；含有棱镜和反射镜的系统应消除由它们的位置误差所引起的成象位置误差。对于摄影仪器和光电仪器还应消除非设计的有害的杂散光束，对防止杂散光有严格的要求。在野外使用的光学仪器，要求能适应野外作业的环境，即要求牢固性、密封性和稳定性等。

§ 1-2 光学仪器装配与调整的基本概念

前面已经提到，本课程着重讨论光学机械仪器的装配与调整。因此，它的装配就是将一整套光学元件和机械零件，按照产品图纸要求组装成一个合格产品的过程，并讨论这一过程所具有的特殊问题。

一、光学仪器的装配特点

光学仪器是利用光学成象原理来进行观察、测量、记录和分析等工作的仪器，与其它机械、电子等类仪器相比较，其装配工作具有如下的特点：

(1) 光学元件与机械零件连接时，应具有足够的牢固性，同时应尽量减少由于联结而使光学元件变形所产生的内应力，以保证光学元件应有的成象质量。

(2) 零件表面要求非常清洁，尤其是光学零件的表面。如果系统中光学零件表面不清洁，则会影响光学系统的透光度，而影响产品的观察效果。如果在成象面或成象面附近的光学零件上有了脏物，则会影响对目标的观察，有时会造成错觉。

同样还要求产品内表面的清洁，否则当产品受到振动和撞击时，产品内表面的脏物（灰尘、纤维、漆粒、金属颗粒等）落到光学零件表面上，同样会产生上述影响。

(3) 在装配过程中采用不同的装配方法[⊖]来消除由于零件加工的经济性所造成精度的总的超差。这些装配方法都是在产品设计时所规定的，并标注在产品装配图的技术要求栏中。通常称这些方法为补偿法。

(4) 不同类型的光学仪器应满足各自的使用要求。有的在室内使用，工作地点固定，

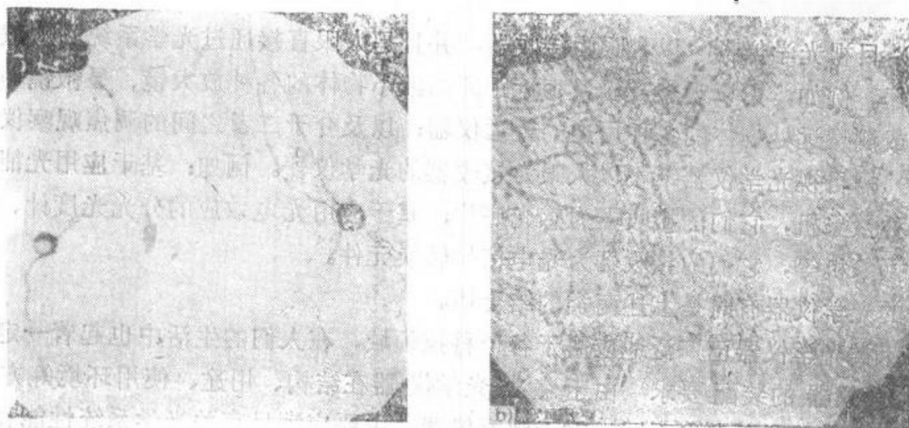


图1-1 霉斑图

a) 油脂所致 b) 微生物所致

⊖ 关于装配方法见第二章。

而且是在室温或恒温的条件下工作；有的在野外使用，工作地点不固定，受到使用环境的影响较大，例如震动、冲击、日晒、雨淋，以及风沙、尘土等。因此，对这类产品的牢固性、密封性、稳定性提出严格的要求。

为此，在装配过程中不允许镜筒内留有潮湿气体和其它有害气体；与光学零件相接触的机械零件应很好地进行脱脂处理；镜管内所用的防尘油脂、润滑油脂以及密封材料一定要保证质量。否则，将会随着时间的推移而引起光学元件表面生霉、生雾。图 1-1 为两种不同性质的霉斑图。其中图 1-1 a 为油脂或其它脏物落在光学零件表面上所引起的霉斑；图 1-1 b 为微生物（如孢子植物）在适当温度和湿度的条件下在光学零件表面上生长而成的霉斑。

二、光学仪器装配与调整的任务

装配与调整的任务就是以最低的成本、最高的速度、将各零部件装配成产品并能满足装配图上的技术要求和总的验收技术条件。

所谓“调整”，就是利用补偿法将产品所属的合格零、部件安装到设计要求的位置上。它可以利用产品设计时预先规定的调整机构来实现，也可以采用对指定零件的修配、或是更换等方法来达到预期的技术要求。调整过程中的这种作用，包含有检验、校正和调节等含义。

“调整”这一术语也包含着产品使用过程中的校正和调节等含义。

所谓“试验”系指产品直接在某一使用条件下，或在模拟这一使用条件的装置中，对产品性能的考验。

总之，产品的装配过程，大体上包括如下几个方面：

装配 按产品图纸所表示的关系和要求，将全部合格零件和部件联结在一起。

检验 根据给定的技术要求，采取相应的检查方法和手段，进行观察和测量，查明产品应消除的误差。

调整 根据产品装配图上的技术要求，采用相应补偿方法，将已检验出的误差减小到符合要求的范围内。

紧固 固定调整结果。

试验 根据使用条件的要求，进行必要的试验（如振动、密封和高低温等）以考核产品的设计和装配质量。

§ 1-3 光学仪器装配的一般工艺过程

如前所述，装配工艺过程就是将所有合格零件组装成完整的合格产品的过程。在这一过程中，为保证装配工作进行顺利，以获得产品设计时的预期要求，必须划分出相应的装配阶段和制定出合理的工艺规程。

一、装配工艺过程的划分

光学仪器的装配过程一般分为机械装配、光学装配、电气装配和总装配等几个阶段。

1. **机械装配** 系指机械零件之间的装配。它是将合格的机械零件直接结合，或通过各种补偿方法，以达到零件之间的配合精度和相对运动精度的要求。

2. **光学装配** 系指光学元件与相关的机械零件或部件之间的装配。按照设计要求，固定光学系统中的各光学元件之间的相对位置。对于由透镜组成的系统来说，主要是保证各组成透镜光轴的共轴性和各透镜之间的间距要求；对于反射镜、棱镜来说，主要是保证光学元

件的某一工作面与同它连接的机械零、部件中的某一基准之间的相对位置要求。

3. 电气装配 系指机电执行系统、光电信号处理系统、电路处理系统的逻辑调整和灵敏度的调整。在含有放大器单元的电路系统中,要将灵敏度及放大系数调整到电路设计要求的范围内。调整顺序是:首先将产品所用的交、直流电源调整到所需要的值,然后再进行逻辑调整及灵敏度的调整。

4. 总装配 系指经机械装配和光学装配完成的部件,加上总装配图所列的零件组装成一个产品的整体。这一阶段的主要任务就是使产品达到总装配图所规定的各项技术性能的要求,使之成为合格产品。

以上各阶段中装配的主要工作详见图 1-2。根据产品结构的复杂程度,精度要求的高低,生产规模的大小,装配工作量的多少,装配阶段可以明显分开,也可以不分开。

二、装配工艺规程的制定

装配工艺规程是整个产品装配工艺过程的技术文件。它全面地考虑了产品装配中各个方面的问题,是装配与调整工作的实践经验的总结。

1. 工艺规程制定原则 装配顺序的选择和确定,首先取决于产品的结构和装配所要求分工的程度,同时也应考虑到技术上和经济上的要求。即制定装配工艺规程时,在保证产品质量的基础上,尽可能提高劳动生产率和设备利用率。制定的基本原则是:

- (1) 保证装配后的产品合乎设计时预定的技术要求;
- (2) 所要求的工人技术等级最低,修配工作量最少;
- (3) 最短的装配周期;
- (4) 单位面积上最高的生产率。

2. 制定工艺规程必备的原始资料 在编制工艺规程之前,必备的资料主要有:

- (1) 产品装配图和技术条件,以及零件和部件一览表;
- (2) 生产计划;
- (3) 与产品设计制造有关的各种标准。例如国家标准、部颁标准、企业标准等;
- (4) 现有的工艺装备和技术力量;
- (5) 装配工时定额标准。

3. 装配工艺规程的编制 其内容有:

(1) 确定装配的组织形式 装配的组织形式取决于生产类型、产量大小、装配过程的劳动量、产品结构的特点等。其组织形式按工序集中和分散原则划分为:

① 定点装配 通常采取把工序集中在一个工作地点的装配组织形式。在这个工作地上,可以采取由一个工人或一个小组来完成一台或一批产品的集中装配;也可以根据产品的装配工艺流程图把产品的装配过程分为部件和总体的装配,部件装配由几个工人或小组来完成,总体装配由一组工人专门负责。这种装配形式适用于大尺寸、小批量生产的产品,如分光计、万能工具显微镜、天文仪器等大型精密仪器。

② 流水装配 通常采取将产品的装配过程分为独立的装配工序,依次从一个工作地点转到另一个工作地点的装配组织形式。产品的移动有采用人力的或机械设备运转装置自动的移动方式,也有采用保持一定装配速度的特殊装置的强制移动方式。这种装配形式适用于小尺寸、大批量或成批生产的产品,如照相机、电影机、显微镜等。

(2) 编制装配工艺流程图 即编制表示产品装配顺序的框图。根据装配的产品的复杂

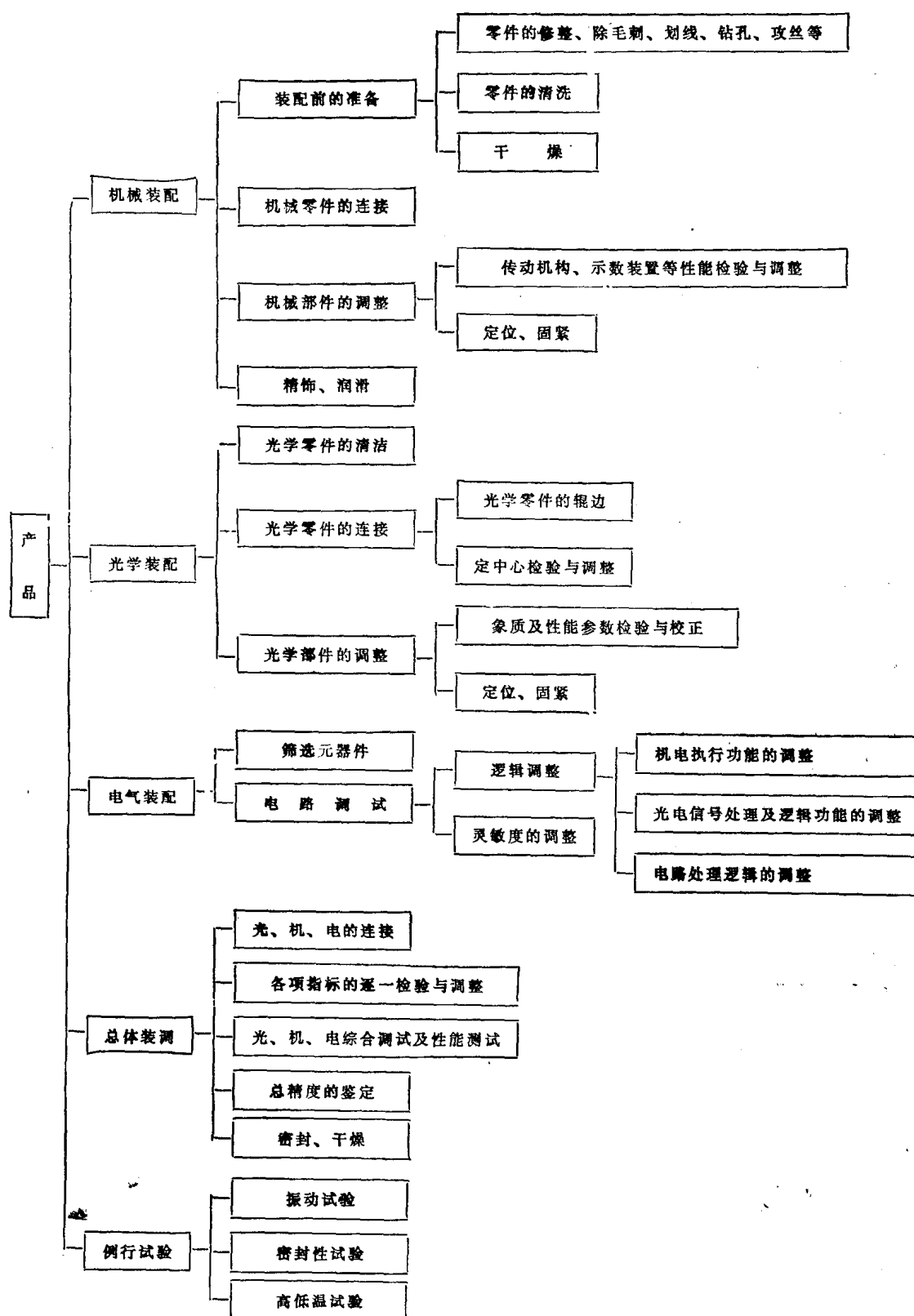


图1-2 光学仪器装配阶段的主要工作框图

程度,可以采用不同的方式表示,如图1-3所示。图中应反映出:零、部件的名称、编号和所需数量,产品的装配顺序和必要的注解。

(3) 编制装配施工工艺文件 主要编制的文件有:

① 装配工艺卡片 根据装配工艺流程图,将整个装配工艺过程按装配的顺序列成表格。表中应包括:装配工艺过程中所必备的资料、技术指标、所需工具、量具、夹具和设备,以及所需使用的辅助材料,工时定额等。

② 操作指示卡 只有在大量或大批生产时对复杂产品的装配才编制。它的作用是给工人对某些重要而又较困难的工序或工步一些实际操作的指示,并不是所有工序或工步均需制订的。表中包含本工序装配的顺序,所需工夹具、验收条件和有关调整的说明。

③ 定额卡 由劳动工资部门按专门的格式编制,用来确定每一工序的时间定额(实际操作时间、辅助时间和休息时间的总和),在生产批量不大时,以工艺卡或操作卡的一部分出现。

④ 装配工艺规程说明书 在编制说明书时应指出产品的简明特性、使用条件和技术要求,装配的种类、装配组织形式和制定装配顺序的根据,列出装配工艺规程评定的指标。

(4) 选择和设计装配过程中所必需使用的工夹具和检测仪器及设备。

(5) 确定装配的工时定额。

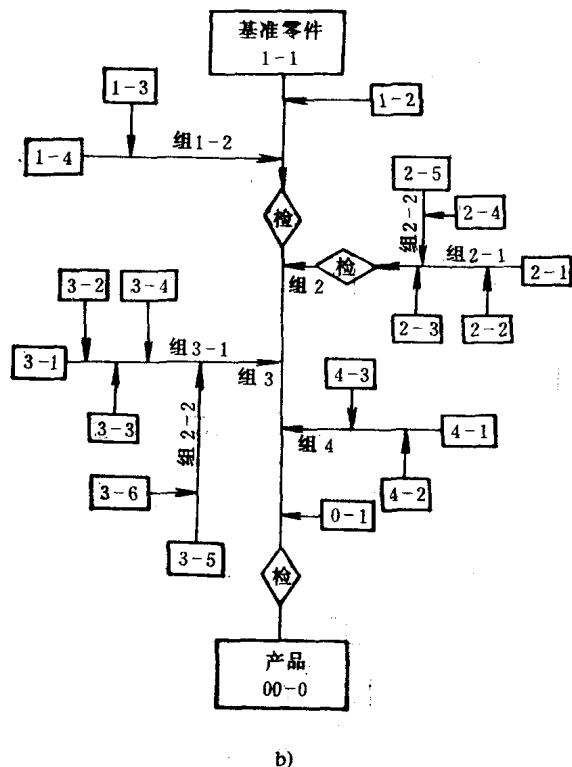
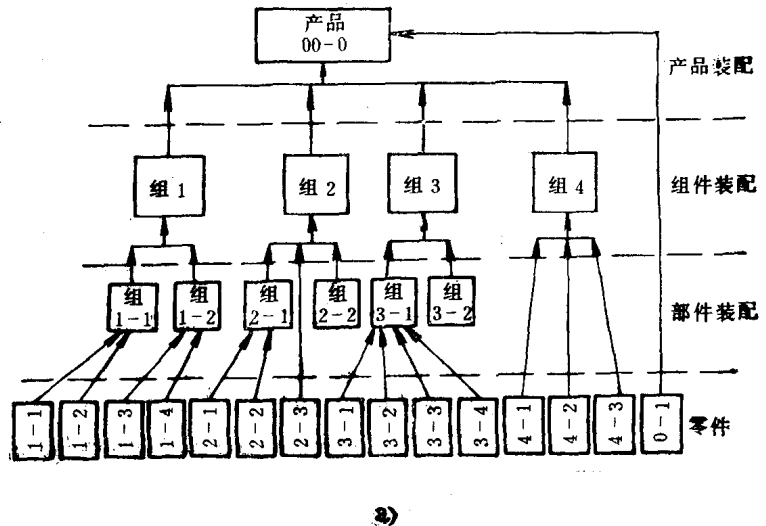


图1-3 装配工艺流程图

a) 合并形式 b) 展开形式

(6) 制定装配车间的工艺平面布置及必要的技术条件。

装配工艺规程是否合理,可用装配过程的负荷系数 k_f 和劳动量系数 k_l 两个指标来评定。在成批生产或大量生产的条件下,负荷系数 $k_f = t/T$,其中 t 仅是零件的联结而不需要任何调节或修配的纯装配所用的时间; T 则是装配过程所用时间的总和。这个系数越大,表示所设计的工艺过程质量越高。另一个指标劳动量系数 $k_l = T/T_{\text{全}}$,其中 $T_{\text{全}}$ 为整个生产过程所用时间的总和。该系数不仅说明装配工艺规程编得是否合理,而且也说明了在生产过程中产品各零件的制造规程是否合理。这个系数越低,产品的装配工艺规程越好,装配过程越简单。

§ 1-4 装配误差对产品质量的影响

前面已提及,光学仪器不同于一般简单的机械产品,即使有一整套完全合格的零件,也不一定能得到一个合乎技术要求的产品。如果装配工作做得不正确,就不可能保证产品的质量。装配过程中所出现的零、部件几何位置的和配合的误差,会使产品达不到预期的技术要求。

1. 对光学系统象质的影响 装配工作的优劣直接影响到产品的成象质量,表现在:例如光学元件和机械零件相联结时,如果压得太紧,会使光学元件变形,产生内应力;太松,则可能使光学元件产生位移,这些都会使象质变坏。光学元件之间的不共轴、间隔距离误差,以及反射镜、棱镜的位置误差等也都会影响到成象质量。

2. 视差 在光学系统中由于分划板沿光轴方向与系统的成象面不重合而引起的误差,它将直接影响到测量精度。

3. 出射光瞳的切割 由于系统中棱镜(或反射镜)及其镜框的位置误差,或是透镜及其镜框、光阑等在垂直于光轴方向上的彼此相对位移,致使出射光瞳的实际尺寸减小而影响使用。

4. 视场明暗程度不一致 视场明暗程度不一致主要是由于产品中各光阑的大小和它们之间的相对位置不正确所致。过大的误差量,不仅造成象面照度的下降,视场中心和边缘照度不一致的渐晕现象,有时还可能出现视场被切割的现象。

5. 象倾斜和分划刻线的倾斜 带有反射镜和棱镜的产品中,由于它们的位置安装得不正确,往往会使成象光束发生偏转而产生光轴偏、象面偏和象倾斜。瞄准、读数系统中的分划板位置发生偏转时,除了使分划板刻线发生倾斜外,当分划面不垂直于光轴时,还会发生分划刻线粗细不均匀,模糊不清的现象。

6. 影响体视性 在双目仪器的装配过程中,当出现两个光学系统的放大率不一致,或两镜筒光轴彼此不平行等误差时,均会影响产品的体视性,直接影响到观察效果和测量精度。如误差过大,则会使产品无法使用。

7. 影响示值精度 由于机械装配后所产生的超出要求的偏心、空回等误差,都会影响产品的示值精度。

8. 零位读数的偏差 各种读数机构的零位指示的正确与否是与各部分机械的误差相联系的,也必须借助于装配时的调整工作予以校正。

此外,产品的透光性、密封性、结构的牢固性、稳定性等均与装配工作的优劣有着密切

的联系, 不再一一列举。

§ 1-5 装配工艺对结构设计的要求

装配工艺过程是产品生产过程的最后阶段, 产品设计 (包括原理设计、结构设计和各种计算) 是否合理, 将在这一阶段中体现出来。

产品的结构设计首先取决于它们的用途, 只要能满足规定的技术要求, 其结构方案可以各不相同。但是, 从装配的观点来看, 光学仪器的设计是否成功, 从某种意义上说, 可以由装配来检验。因此, 在设计时进行误差分析的同时, 应该事先考虑到产品装配的可能性和大致过程。如果在设计上忽略这一点, 就会给装配工作带来较大的困难, 有时甚至无法进行装配。作为一个光学仪器的设计师来说, 必须全面掌握装配和调整的基本知识, 以便设计出较为合理的并能符合生产实际的产品。

为此, 从装配工艺角度出发, 对产品结构设计提出要求:

1. 装配过程的连续性 也就是在零件或部件顺序相联结装配成成品时, 无中间拆卸的过程, 以免使装配过程复杂化。这一点在成批生产和大量生产中显得尤为重要。

图 1-4 所示为轴承座固定在壳体上的两种不同的结构图。图 1-4 a 中采用沉头螺钉联结, 轴承座与壳体之间的相互位置不能调节, 图中的定位孔加工成通孔也是不合理的, 这样会使钻屑进入产品内, 需要拆开重新清洗。图 1-4 b 中采用圆柱头螺钉联结, 装配时依靠轴承座上的过孔和螺钉之间的间隙来进行调节。此外, 销钉孔没有穿透, 所以在钻孔时产品内部也不会弄脏。

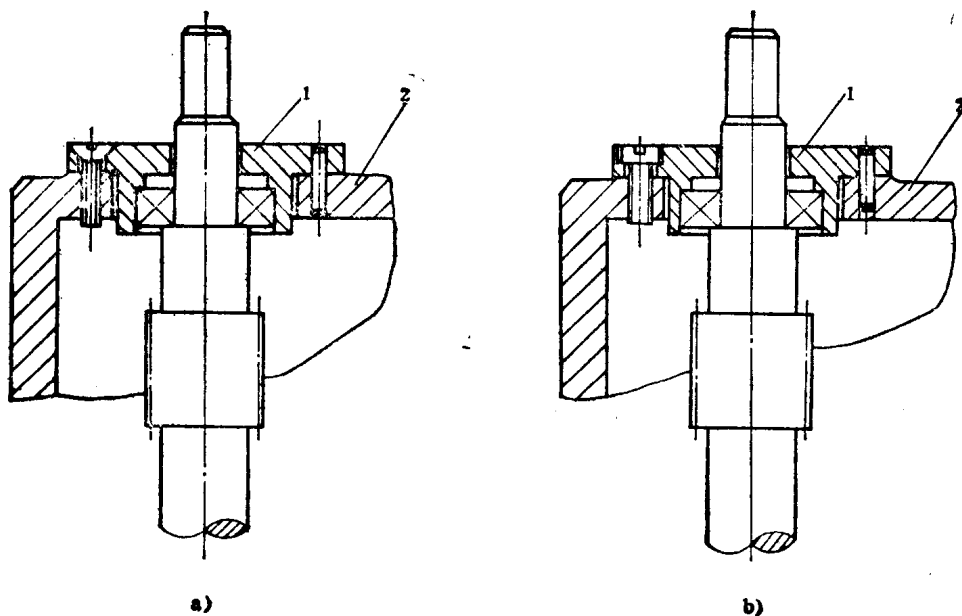


图1-4 轴承座固定在壳体上的结构图

a) 采用沉头螺钉联结 b) 采用圆柱头螺钉联接

1—轴承座 2—壳体

2. 部件装配的独立性 产品结构设计时, 应该考虑到把产品分成若干个独立的部件, 使它们能够平行地进行独立装配。

在划分部件时, 应尽可能地使装配单元与结构单元相一致。

结构单元系指在产品中能独立地起作用的部分。如光学仪器的物镜结构、目镜结构、轴系和水准器等。

装配单元系指在产品中能独立地进行装配的部分。

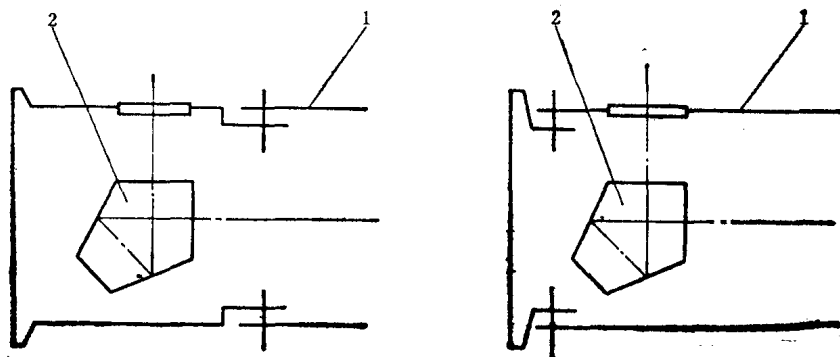


图1-5 测距仪端部反射系统结构示意图

a) 解体结构 b) 整体结构
1—镜管 2—端部反射系统

它们都是产品的组成部分, 也叫做部件。如果装配单元与结构单元两者相重合, 就很容易将部件的装配从整个产品的装配中分解出来, 以简化装配工艺过程, 给产品的装配与调整带来很大的方便。此外, 由于可以采取平行作业而提高了装配工作效率。对于流水作业, 这一点尤为重要。如果装配单元与结构单元不重合, 则装配不方便, 有时甚至装好后无法进行调整。

图 1-5 所示测距仪端部反射系统的两种不同结构的示意图。图 1-5 a 中的端部反射系统可以从镜管上拆下单独进行装配, 然后再连接到镜管上去; 图 1-5 b 中的端部反射系统则必须与镜管一起进行装配。

结构单元与装配单元相一致, 还可以简化产品的维护和修理工作。维修时, 只要拆下已损坏的部件进行单独修理, 或更换上一个合格部件并进行适当调整即可。此外, 各装配单元还可以进行独立的检验和校正, 这样对装成产品的总质量起着严格的保证作用。

3. 选择合理的装配基准 结构设计应尽可能地使装配基准与设计基准相一致, 以减小由于基准转

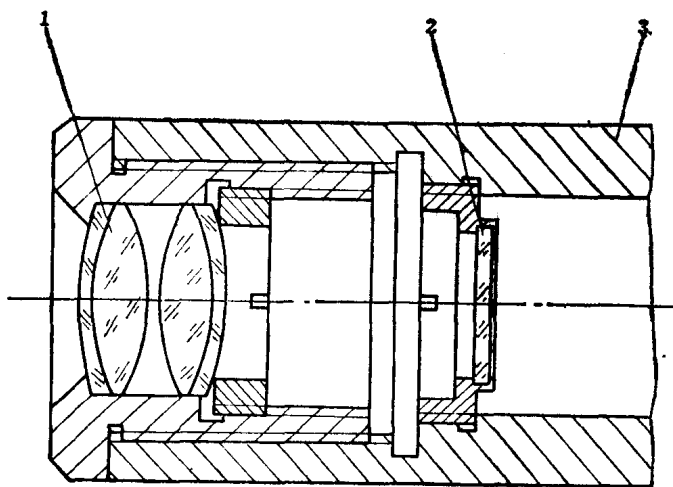


图1-6 目镜结构图

1—目镜 2—分划板 3—镜筒

换而产生的装配误差。

设计基准系指在设计时确定用作保证结构单元中的主要构件之间相互位置要求的点、线或面。

装配基准系指在装配时所确定用作保证装配单元中主要构件之间相互位置要求的点、线或面。

图 1-6 为目镜的结构图, 它属于装配基准与设计基准相一致的结构。影响目镜两胶合透镜之间不共轴的因素, 直接由透镜的偏心, 或透镜与镜筒的配合间隙所造成。

图 1-7 表示由两个小装配单元组成的锥齿轮装配结构简图, 其装配基准与设计基准不重合。两个小装配单元各自以自己的轴线为设计基准, 同时又是各自的装配基准。而锥齿轮装配结构的设计基准是两轴线的交角 φ 和两锥齿轮锥顶的重合点 O , 其实际装配基准是 A 面。因此, 装配时会产生基准转换误差。要达到设计要求, 必须修切 A 面, 并沿着 A 面进行调整。

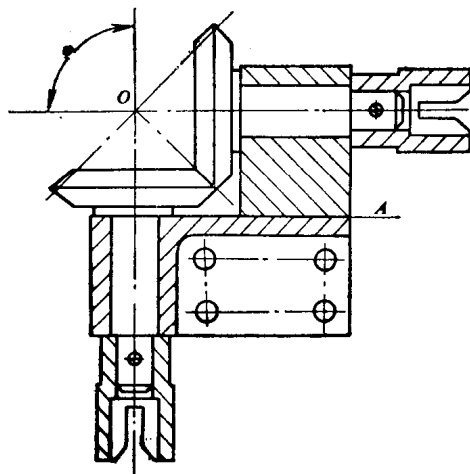


图 1-7 锥齿轮装配结构简图

4. 产品结构要有装配的可能性和方便性 产品的结构应保证装配工作能顺利进行, 不致由于设计不当或设计工作中的疏忽, 使装配工作不能实现或实现困难。

图 1-8 为一手轮结构。很明显, 图 1-8 a 中的结构是无法装配的, 这种错误往往是由于疏忽引起的。为了实现装配, 必须在手轮 1 上按直径方向打两个孔 (图 1-8 b 所示), 以便于装配时钻孔、铰孔和打锥销使用。这种孔称作装配工艺孔, 而在结构上是毫无用处的。

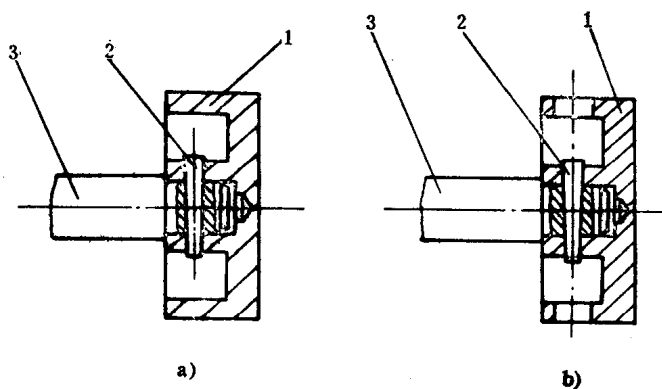


图 1-8 手轮结构图

1—手轮 2—销子 3—轴

另外, 产品的结构应保证装配工作能够方便地进行。图 1-9 表示用螺钉联结的几种不同的结构。显然, 图 1-9 a 的结构装配起来是不

方便的, 也是不合理的。图 1-9 b 中的结构才是合理的。图 1-9 d、e 中的结构显然给装配工作带来很大的困难, 甚至使装配工作无法进行, 而图 1-9 c、f 中的结构是合理的。

5. 联结件尽可能采用统一的标准 为使装配与调整工作简单、方便和迅速进行, 设计产品的结构时, 应尽量采用同类的联结件 (螺栓、螺母等), 这样可以使装配工人避免不断更换工具, 在整个装配和调整过程中只要用少量的工具即能完成全部的联结和调整工作, 也就是无须采用较多的专用工具和设备。

6. 尽可能减少手修工作量 在产品的装配过程中, 手工修配工作是增大整个装配工作劳动量的重要因素。由于在修配工作以后, 必须重新清洗零件, 因此需要重复地将部件或整

个产品拆卸和安装。手修工作的份量，除了取决于零件加工的精确程度以外，也与产品的结构是否合理有关。满足装配工艺要求的结构应使手工修配的份量降至最低。

7. 产品结构应有调整的可能性和方便性 在结构设计时，应预先考虑到该产品装配过程中可能产生误差的部位，给以适当调节的可能，或设置专门的调节机构。并要求每一种调节机构仅仅消除某一种误差，否则在消除某一误差时，又会产生另一误差。这样调整工作就变得复杂了，有时甚至会难以调整。同时，要求调节机构的设置尽可能的简单、可靠。

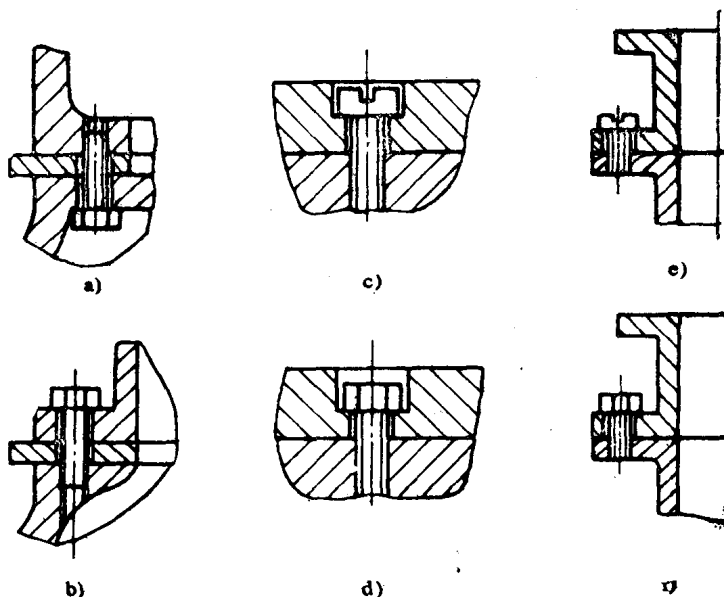


图1-9 不同联结件的结构示意图

例如：图1-10所示测微螺旋传动结构。为保证螺

杆3与弹性螺母4之间的空回在要求的范围内，利用锥形螺纹配合的结构或弹性结构来达到。在此结构中是调节锥形螺母5来控制螺杆3和弹性螺母4之间的轴向间隙。

图1-11所示的镜组结构中，为了使负透镜2相对于正透镜4沿光轴方向移动，以调节两者之间的组合焦距，利用调整螺圈1和3的相对转动来实现上述移动的要求。调整螺圈1和3的螺距为已知，相邻两个拨孔之间的角度也知道，于是可以通过拨孔的个数来计算出负透镜的移动量。

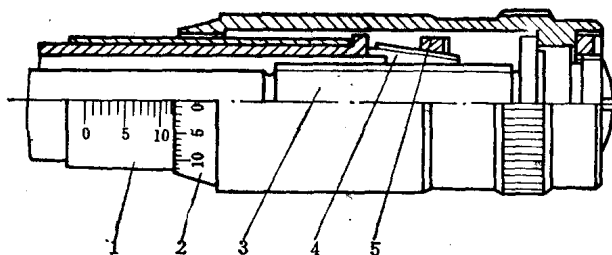


图1-10 测微螺旋传动结构

1—毫米读数筒 2—微读数套筒 3—螺杆
4—弹性螺母 5—锥形螺母

除了调整的可能性外，同时还考虑到调整的方便性。例如需要用微量（精确）调节的螺钉头，宜采用拨针孔的结构，而不宜采用起子槽的结构。图1-12a为分划板沿垂直光轴方向微量移动的调节机构；图1-12b为水准器的微调结构。

8. 尽量消除装配应力的影响 在装配过程中，既要保证联结的可靠性，同时又不致于使光学零件发生变形而影响产品的质量。因此，对于大口径的薄透镜，易受温度变化而变化的或精度要求高的部件等，必须采用具有消应力可能性的结构，以防止产生附加应力。例如图1-13a中压圈与透镜之间加上弹簧隔圈，以消除一定的装配应力。图1-13b是平面反射镜装置的结构图，由弹簧将反射镜压紧。因此，可减小反射镜所受到的装配应力而不使象质变坏。