



仪器仪表工人 技术培训教材 光学元件技术要求

机械工业部仪器仪表工业局 统编

机械工业出版社

本书是为光学仪器类各工种的教学需要而编写的。

本书内容有：光学元件的分类及结构要素、光学材料、光学零件的技术条件、特种工艺光学元件的技术要求等，每章末均附有复习题。

本书由江南光学仪器厂主编，由朱国俊、蔡文光、陈红武等同志参加编写，赖志良、姚予栋、张平同志参加审稿。

光学元件技术要求

机械工业部仪器仪表工业局 统编

*

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登记证出字第 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 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $5 \frac{3}{4}$ · 字数 123 千字

1984 年 1 月北京第一版·1984 年 1 月北京第一次印刷

印数 0,001—5,500 · 定价 0.51 元

*

统一书号：15033·5197

前 言

贯彻中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，对广大工人进行系统的技术培训，是智力开发的一件大事，是一项战略性的任务。有计划地开展这项工作，教材是关键。有了教材才能统一教学内容；才能逐步建立起正规的工人技术教育体系，提高工人的技术素质，以适应四化建设的需要。为此，我们在全国仪器仪表行业有关的重点企业中，组织了有长期从事技术、教育工作经验的工程技术人员和教师，编写了这套仪器仪表专业工种的初级、中级工人技术培训教材，共七大类四十六本。

这套教材编写的依据是原国家仪器仪表工业总局一九八一年颁发的《工人技术理论教学计划、教学大纲（仪器仪表专业工种初、中级部分）》。学员学完初级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到部颁《工人技术等级标准》中本工种三级以下的“应知”要求；学完中级技术理论教学计划规定的课程，可系统地达到本工种六级以下的“应知”要求。在教材编写过程中，注意了工人培训和仪器仪表行业的特点，力求做到既要理论联系生产实际，学以致用，又要有适当的理论深度；既要少而精，又要注意知识的科学性、系统性、完整性；既要缩短培训周期，又要循序渐进。考虑到工种工艺学的特殊性，避免不必要的重复，对工种工艺学初级、中级教材采用合一册或上、下册的形式。通过教学计划和大纲，体现初级、中级培训的阶段性和连续性。

IV

这套教材的出版，得到了北京、天津、上海、江苏等省市仪表局、机械厅和有关企业、学校、研究单位的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编写经验不足，教材中难免存在缺点和错误，我们恳切地希望同志们在使用中提出批评和指正，以便进一步修订。

机械工业部仪器仪表工业局
工人技术培训教材编审领导小组
一九八二年十二月

目 录

绪论	1
第一章 光学元件的分类及结构要素	4
1-1 光学元件的分类	4
一、透镜	4
二、棱镜	4
三、反射镜	10
四、分划元件	11
五、玻璃平板和光楔	12
1-2 光学元件图	12
一、图样绘制的一般规定	16
二、对材料和元件的要求	22
三、零件的结构参数及公差	23
四、光学元件图上的其他要求	34
复习题	35
第二章 光学材料	37
2-1 光学玻璃	37
一、无色光学玻璃	40
二、有色光学玻璃	63
三、特殊玻璃	67
2-2 光学晶体与光学塑料	71
一、光学晶体	71
二、光学塑料	77
复习题	81
第三章 光学零件的技术条件	82
3-1 光学零件的表面形状误差	82
一、基准样板的精度	82

VI

二、零件表面与工作样板之间的曲率半径误差	84
三、局部误差	85
四、表面误差的给定	85
3-2 角度误差	86
一、平面平行玻璃板	86
二、光楔	86
三、反射棱镜的角度误差	86
四、屋脊棱镜双象差	88
3-3 光学零件的气泡度	89
一、标注方法	89
二、检验方法	91
3-4 光学零件表面光洁度	92
一、光学零件表面微观不平度	92
二、光学零件抛光表面的疵病	94
3-5 平面零件的最小焦距	102
3-6 透镜的中心偏	102
一、透镜中心偏表示方法	102
二、透镜中心偏“C”与透镜的边厚差 Δt 的关系	104
3-7 光学零件的分辨率	105
一、照相系统的分辨率	106
二、望远系统的分辨率	106
三、显微镜系统的分辨率	106
复习题	106
第四章 特种工艺光学元件的技术要求	108
4-1 对光学元件表面薄膜的要求	108
一、薄膜分类	108
二、薄膜的技术要求	109
三、薄膜在图纸上的标注	116
4-2 光学元件的胶合	119

一、对光学元件胶合的技术要求	120
二、对胶合材料的要求	121
三、胶合层的疵病	123
4-3 分划元件的技术要求	124
一、对分划元件材料的要求	125
二、分划元件的着色	125
三、对分划元件的技术要求	127
四、分划元件的技术要求在图纸上的标注	134
4-4 光栅的技术要求	134
一、光栅常数	135
二、衍射光栅	137
三、计量光栅	143
4-5 边缘涂黑要求	146
一、对漆液的要求	146
二、光学元件涂黑色消光漆的技术要求	147
三、漆膜常见疵病及克服方法	148
复习题	149
附录	150

绪 论

一、学习“光学元件技术要求”的目的及意义

无论是现代工业、农业、国防和科学文化事业，都要用到各种各样的光学仪器。光学元件是组成光学仪器的基本单元，它的质量好坏对光学仪器的性能有着直接的影响。因此，了解光学元件的技术要求，对提高仪器的质量有着极其重要的意义。

学习本课程的主要目的，是为了进一步学习冷加工工艺学、光学仪器装校工艺学、光学特种加工工艺学等专业课打下基础。

二、“光学元件技术要求”的内容和几点说明

1. 光学元件技术要求的主要内容：

（一）光学元件的分类及结构要素，即：

（1）用图表的形式介绍各种透镜、典型棱镜、反射镜、分划元件、玻璃平板、光楔等基本类型；

（2）以光学元件图为例，对光学元件图上应反映出的该元件的几何形状、结构参数及公差进行简单的介绍。

对元件图左上角的表格中“对材料的要求”和“对零件的要求”进行逐个的说明。

（二）光学材料

主要介绍光学玻璃的光学性能、化学性能、机械性能及热性能；光学玻璃的分类及其质量指标；光学晶体和光学塑料的性能及其在光学仪器中的应用。

(三) 光学零件的技术要求

主要介绍光学零件加工后的质量技术指标。例如：对于透镜，主要介绍光圈数 N 、光圈的局部误差 ΔN 、中心偏差 C 、样板精度 ΔR 、表面疵病 B 、光学零件的气泡度 q 等；对于棱镜，除介绍 N 、 ΔN 、 B 、 q 外，还介绍光学平行差、角度误差、两相同角度的误差、平行平面的平行度公差或光楔的角度公差、屋脊棱镜的双象差、有效孔径等。

(四) 特种工艺光学元件的技术要求

主要介绍光学薄膜的种类、制造方法和常用膜系的光学性能、表面疵病、抗磨强度等方面的技术要求；叙述光学元件胶合的目的、技术要求和胶合材料；叙述分划元件的制造方法，分划元件的着色和对分划元件（包括分划板、刻尺和度盘）上的线条精度，字型、符号分划线等的技术要求。

从光学工人技术培训要求出发，简要地介绍了什么是光栅，光栅的分类和作用，光栅的制造方法，以及光栅常数和主要质量指标。对光学元件边缘涂黑的技术要求也作了简单的介绍。

2. 光学元件技术要求的几点说明

本课程原是光学冷加工工艺学的一部分，由于光学工人技术培训的特点，即按各工种分别轮训，如：光学冷加工工种，光学特种加工工种和光学仪器的装校工种等。这几个工种都有他们自己相应的专业课教材，而“光学元件技术要求”是这三个工种所必须了解的基础课程。为了这个目的，工人初级理论教学计划中将“光学元件技术要求”从光学冷加工工艺学中分了出来，作为一门专业基础课，为上述三门专业课服务。

本课程在编写过程中，第四章已超出教学大纲规定的课

时计划。其目的是为了使光学特种加工工人更多地了解一些“特种工艺光学零件的技术要求”。任课教师可根据教学班的授课特点对课时进行必要的更改。

在安排教学计划时，建议本课程安排在机械制图、初等数学、几何光学、物理光学之后；光学冷加工工艺学、光学特种加工工艺学、光学仪器的装校工艺学之前进行。

第一章 光学元件的分类及结构要素

本章首先对光学零件的基本类型用图表形式进行介绍，然后通过介绍光学元件图的办法，掌握和了解光学制图国家标准，懂得光学元件图的格式和内容，熟悉和了解光学零件的几何形状、结构参数及公差。

1-1 光学元件的分类

光学元件按其结构和工艺特点可分为透镜、棱镜、反射镜、分划元件、玻璃平板、光楔等基本类型。

一、透镜

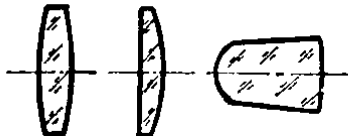
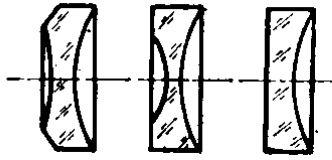
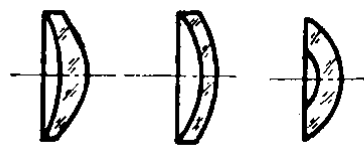
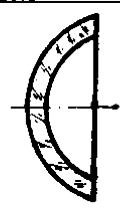
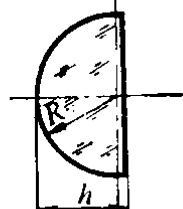
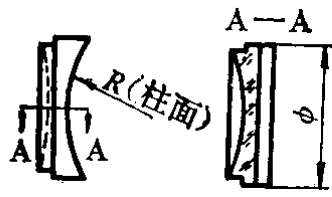
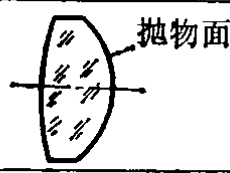
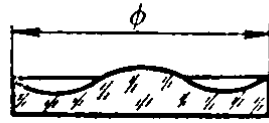
透镜是由两个折射曲面或者一个曲面和一个平面所围成的透射体。根据透镜的表面几何形状、结构尺寸和组合情况，透镜有以下基本类型（见表 1-1）。

除基本类型外，还有一种罗纹透镜（见表 1-2）。这种透镜是一种消球差的大孔径聚光镜，它广泛地应用于电影、电视、精密投影及舞台照明等系统上。其加工方法一般为精密制模浇铸和热压成型。对于弱光源系统也可用有机玻璃车制而成。

二、棱镜

棱镜是由两个或两个以上相交的折射或反射平面所组成的透射体，能起分光作用或使光线转折。根据棱镜的结构和工艺特点，一般有如下几种类型（见表 1-3）。

表1-1 透镜基本类型

类 型	名 称	外 形 图	说 明
球 面 透 镜	凸透镜		两个折射面向外凸出的透镜称双凸透镜，其中有一个折射面是平面的称平凸透镜
	凹透镜		两个折射面向内凹进的透镜称双凹透镜，其中有一个折射面是平面的称平凹透镜
	弯月透镜		两个折射面同向弯曲的透镜称为弯月透镜
	同心透镜		两个折射面向同一个方向弯曲，而且曲率中心重合的透镜称同心透镜
	超半球透镜		矢高 h 大于折射面曲率半径 R 的凸透镜称超半球透镜
非 球 面 透 镜	柱面透镜		有一个折射面为柱面的透镜称柱面透镜
	抛物面透镜		有个折射面为抛物面的透镜
	施密特矫正板		它的面形一般是由轴上点象差决定

(续)

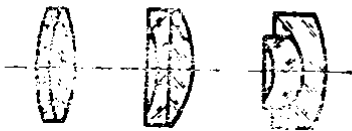
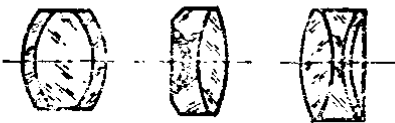
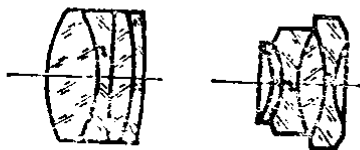
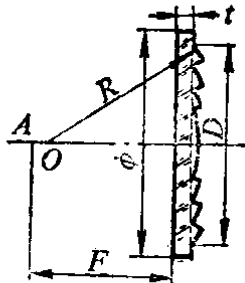
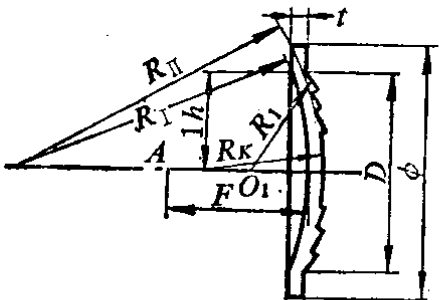
类 型	名 称	外 形 图	说 明
胶 合 透 镜	双胶合透镜		由两块透镜胶合而成
	三胶合透镜		由三块透镜胶合而成
	四胶合透镜		由四块透镜胶合而成

表1-2 罗纹透镜

名 称	外 形 图	说 明
平 面 型 罗 纹 透 镜		第Ⅰ面为平面，第Ⅱ面是由曲率半径 R 不同的球面组成的不连续的阶梯面*
弧 面 型 罗 纹 透 镜		第Ⅰ面为球心位于光轴上之球面，第Ⅱ面是由曲率半径 R 不同的球面组成的不连续的阶梯面*

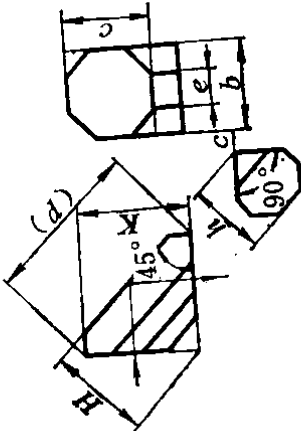
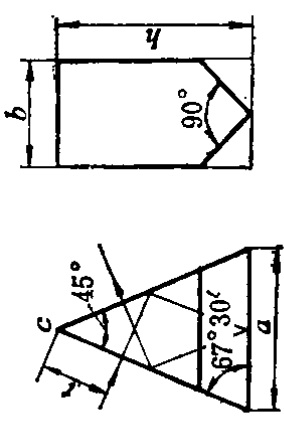
* 按照球差矫正情况，阶梯面可以由共轴球面系统或由非共轴球面系统构成。

表1-3 典型棱镜

名称及代号	外形图	尺寸关系式	角度关系式	图纸应注角度公差
直角棱镜		$a = 1.414 D$ $b = D$ $h = 0.707 D$ $L = D$ D —理想光束直径 L —棱镜中光轴长	$\vec{\theta I} = \delta 45^\circ$ $\vec{\theta I} = 1.4 \gamma_A$ 式中 $\delta 45^\circ$ 表示两个45°角的实际值之差 γ_A 为A棱与其对应工作面之间的夹角	$\vec{\theta I}, \vec{\theta I}, \triangle 90^\circ$ $\triangle 90^\circ$ 表示90°角的实际误差 $\vec{\theta I}, \vec{\theta I}$ 为光学平行差
等腰棱镜		$a = 1.260 D$ $b = D$ $c = D$ $d = 1.587 D$ $h = 0.821 D$ $L = 1.303 D$	$\vec{\theta I} = \delta 37^\circ 30'$ $\vec{\theta I} = 1.58 \gamma_A$	$\vec{\theta I}, \vec{\theta I}, \triangle 105^\circ$
		$a = \frac{2\sqrt{2n^2-1}D}{\sqrt{2n^2-1}-1}$	$\vec{\theta I} = \delta 45^\circ$	$\vec{\theta I}, \vec{\theta I}, \triangle 90^\circ$

(续)

名称及代号	外形图	尺寸关系式	角度关系式	图纸应注角度公差
道威棱 镜DI-0°		式中 n -玻璃折射率 $b = D$ $c = 1.414D$ $H = 0.500a$ $h = D$ $L = \frac{2nD}{\sqrt{2n^2 - 1} - 1}$	$\theta_I = 1.4\gamma_A$	
斜方棱镜 (又称菱形 棱镜)Ⅱ-0°		$a = 0.707D$ $b = D$ $d = 2D$ $h = D$ $L = 2D$	$\theta_I = \theta_{1.2} + \delta 45^\circ$ $\theta_{II} = 0.9\gamma_B$ 式中 $\theta_{1.2}$ 为1.2两面在光轴截面内的几何平行差 γ_B 为两B棱在通过的平面上相对偏转角	$\theta_I, \theta_{II}, \theta_{1.2}$ ($\Delta 45^\circ$)
五棱镜 WⅡ-90°		$b = D, c = D$ $d = 1.082D$ $H = 1.414D$ $h = 1.705D$ $L = 3.414D$	$\theta_I = 2\Delta 45^\circ \sim \Delta 90^\circ$ $\theta_{II} = 2.4\gamma_B$	$\theta_I, \theta_{II}, \theta_{1.2}$ $\Delta 112^\circ 30'$ $\Delta 45^\circ, (\Delta 90^\circ)$

半五角 棱镜 B II -45°		$a = 1.082D$ $b = D$ $c = D$ $d = 1.707D$ $h = 0.707D$ $L = 1.707D$	$\vec{\theta I} = 2\Delta 22^{\circ}30' \sim \Delta 45^{\circ}$ $\vec{\theta I} = 2.4\gamma_A$	$\vec{\theta I}, \theta I, \Delta 45^{\circ}$ ($\Delta 22^{\circ}30'$)
直角屋脊 棱镜 D I -90°		$b = D$ $d = 1.932D$ $e = 0.414D$ $K = 1.732D$ $H = 1.225D$ $h = 0.966D$ $L = 1.732D$ $c = D$	$\vec{\theta I} = \delta 45^{\circ}$ $\theta I = 1.4\gamma_c$ $\varphi = 60^{\circ}$ φ —折射面与屋脊面之两面角 γ —屋脊棱的扭转角	$\vec{\theta I}, \theta I, S, \Delta \varphi$ ($\Delta 90^{\circ}$) S —屋脊双象差
等腰屋脊 棱镜 (又称施密特棱镜) D-45°		$a = 1.363D$ $b = D$ $t = 0.63D$ $h = 1.645D$ $L = 3.040D$	$\vec{\theta I} = \delta 67^{\circ}30'$ $\vec{\theta I} = 0.76\gamma_c$ $\varphi = 74^{\circ}18'$	$\vec{S}, \theta I, \theta I, \Delta 45^{\circ}, \Delta \varphi$

三、反射镜

反射镜是以它的反射面对于预定光束产生转折或成象的光学元件。常用的反射镜，按它的形状可分为平面反射镜、球面反射镜和非球面反射三种。按反射面位置，可分为内反射面反射镜和外反射面反射镜。按反射程度分，为全反射反射镜和半透光半反射反射镜（分光镜）。常用反射镜的基本类型见表 1-4。

表1-4 反射镜基本类型

类型及名称		简图	类型及名称		简图
平面反射镜	外反射平面反射镜		非球面反射镜	抛物面反射镜	
	内反射平面反射镜			双曲面反射镜	
球面反射镜	外反射球面反射镜			锥面反射镜	
	内反射球面反射镜			柱面反射镜	
				椭球面反射镜	