



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 1185—2006  
代替 GB/T 1185—1989

## 光学零件表面疵病

Surface imperfections of optical elements

(ISO 10110-7:1996, Optics and optical instruments—Preparation of drawings for optical elements and systems—Part 7: Surface imperfection tolerances, NEQ;  
ISO 14997:2003, Optics and optical instruments—Test methods for surface imperfections of optical elements, NEQ )

2006-12-13 发布

2007-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语、定义和符号..... 1

4 公差 ..... 3

5 标识 ..... 5

6 试验方法 ..... 6

附录 A（规范性附录） 换算 ..... 9

附录 B（资料性附录） 表面疵病公差标注示例 ..... 13

附录 C（资料性附录） 面积法疵病试验装置 ..... 15

附录 D（资料性附录） 面积法疵病质量控制程序 ..... 19

附录 E（规范性附录） 可见法疵病检验装置 ..... 20

附录 F（资料性附录） 胶合件和涂覆后的表面疵病公差 ..... 22

参考文献 ..... 23

## 前 言

本标准对应于 ISO 10110-7:1996《光学和光学仪器 光学零件和光学系统图样 第7部分:表面疵病公差》(英文版)和 ISO 14997:2003《光学和光学仪器 光学零件表面疵病试验方法》(英文版),与 ISO 10110-7:1996和 ISO 14997:2003 的一致性程度为非等效。

本标准根据 ISO 10110-7:1996 和 ISO 14997:2003 重新起草。本国家标准与国际标准的主要差异如下:

- 增加了级数对应的擦痕宽度和长度;
- 修改了长擦痕的定义,ISO 10110-7 中长擦痕定义为长度大于 2 mm 的擦痕;本标准规定长擦痕的长宽比应大于 160 : 1,其宽度不大于一般疵病公差基本级数除以换算系数(25),长度不小于一般疵病公差基本级数乘以换算系数(6.3),将长擦痕与基本级数联系了起来。
- 增加了表面疵病的未注公差。
- 增加了表面疵病比较标板的相对误差以及 3 号标板。
- 修改了表面疵病的代号,ISO 10110 系列标准中公差项目的代号采用数字码,表面疵病的代号为“5”;本标准仍沿用 GB/T 1185—1989 规定的代号“B”。
- 为便于标准的理解、掌握和执行,本标准增加和修改了术语、定义和符号,调整了标准的结构,剖析了擦痕与级数的对应关系和不同级数不同换算系数擦痕间的数据关系,增加了换算、对应和标注示例,提供了胶合件和涂覆后的表面疵病参考要求。

本标准代替 GB/T 1185—1989《光学零件表面疵病》,与 GB/T 1185—1989 相比主要变化如下:

- 扩大了适用范围(GB/T 1185—1989 的第 1 章;本标准的第 1 章);
- 增加了规范性引用文件(见第 2 章);
- 修改并增加了术语和定义(GB/T 1185—1989 的第 2 章;本标准的 3.1);
- 明确了擦痕和长擦痕的定义、公差和标志(GB/T 1185—1989 的 4.3;本标准的 3.1.4,4.2.2,5.1.3);
- 修改并增加了符号(GB/T 1185—1989 的第 2 章和第 4 章;本标准的 3.2);
- 修改了换算系数(GB/T 1185—1989 的表 1;本标准的表 A.1 和表 A.2);
- 修改了级数换算示例(GB/T 1185—1989 的附录 A;本标准的附录 A);
- 增加了与级数对应的圆麻点直径和擦痕尺寸(见表 A.3);
- 增加了镀膜的疵病要求和标志(见 4.2.1.4 和 5.1.2);
- 修改了密集度要求(GB/T 1185—1989 的第 5 章;本标准的 4.2.3);
- 增加了表面疵病的未注公差(见 4.5);
- 修改了面积法疵病试验方法,并增加了质量控制程序(GB/T 1185—1989 的第 6 章,本标准的 6.1,附录 C 和附录 D);
- 增加了可视度的要求、标志和试验方法(见 4.3,5.1.4,6.2,附录 E);
- 增加了破边试验方法(见 6.3);
- 增加了疵病标注示例(GB/T 1185—1989 的第 4 章;本标准的附录 B);
- 提供了胶合件和涂覆后疵病的参考要求(见附录 F)。

本标准的附录 A 和附录 E 是规范性附录,附录 B、附录 C、附录 D 和附录 F 是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国光学和光子学标准化技术委员会(SAC/TC 103)归口。

## GB/T 1185—2006

本标准由凤凰光学集团有限公司和上海光学仪器研究所负责起草,上海理工大学、南京江南光电(集团)股份有限公司、西安北方光电有限公司、江苏曙光光电有限责任公司、南京东利来光电实业有限公司参加起草。

本标准主要起草人:邬子刚、冯琼辉、高大智、李湘宁、任文莉、刘庆明。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 1185—1974、GB/T 1185—1989。

# 光学零件表面疵病

## 1 范围

本标准规定了光学零件表面疵病的术语、定义、符号、公差、标识和试验方法。

本标准适用于光学零件经抛光、磨边、注塑、镀膜等加工后的表面粗糙度  $R_a \leq 0.1 \mu\text{m}$  的透射和反射表面,光学零件经刻划、胶合、涂覆等加工后的透射和反射表面也可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 13323 光学制图

## 3 术语、定义和符号

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1.1

**表面疵病 surface imperfections**

光学零件表面呈现的麻点、斑点、擦痕、破边等瑕疵。除镀膜层疵病、长擦痕和破边之外的表面疵病又称一般表面疵病(以下简称一般疵病)。

#### 3.1.2

**麻点 pit pitting**

光学零件表面呈现的微小的点状凹穴,包括开口气泡、破点,以及细磨或精磨后残留的砂痕等。一般疵病公差的基本级数对应的麻点又称粗麻点,级数小于一般疵病公差基本级数的麻点则称为细麻点。

注:一般疵病公差基本级数对应的疵病面积与同级粗麻点的面积相等。

#### 3.1.3

**斑点 stain**

光学零件表面经侵蚀或镀膜后形成的在反射光中呈干涉色突变的局部腐蚀或覆盖。

注:在透射光中能观察到的斑点按麻点处置,在透射光中观察不到的斑点按 JB/T 8226 规定的色斑处置。

#### 3.1.4

**擦痕 scratch**

光学零件表面呈现的微细的长条形凹痕。长宽比不大于 160:1 的擦痕又称短擦痕,长宽比不小于 160:1 的擦痕则称为长擦痕。

注 1:疵病级数所对应的不同长宽比的短擦痕,其面积与该级数的疵病面积相等。

注 2:ISO 10110-7:1996 规定长度大于 2 mm 的擦痕为长擦痕。

#### 3.1.5

**破边 edge chips**

光学零件有效孔径之外的边缘破损,不包括可发展的裂纹。

注 1:位于有效孔径内的破边部分按麻点处置。

注 2:破边虽然位于有效孔径以外,它仍可能对光学系统产生不利的影响,影响零件的密封性和安装牢固度。



3.1.6

**级数** grade number

表征表面疵病大小且以毫米(mm)为单位的数值分级。级数值为疵病面积的平方根,也是该级表面疵病的最大值。

3.1.7

**换算系数** sub-division factors

在疵病面积不变的前提下,一般疵病公差基本级数的疵病,分解成若干个较小级数的疵病(包括细麻点和短擦痕)的倍增系数;或由基本级数折算成不同长宽比的短擦痕的倍增系数。

注:一般疵病公差基本级数所对应的长擦痕,其面积与该级数的疵病面积不相等。

3.1.8

**可见度** visibility

在规定的试验方法和试验条件下,光学零件表面疵病的可觉察性。

3.1.9

**表面疵病公差** surface imperfection tolerance

光学零件表面允许的疵病基本级数及其个数,或表面疵病的可见度。

3.1.10

**全显露疵病** fully-developed imperfection

能散射所有入射光的疵病。

3.1.11

**部分显露疵病** partially-developed imperfection

能将入射光部分散射并部分透过的疵病。

3.1.12

**擦痕等效宽度** line-equivalent width; LEW

全显露的擦痕的宽度或与所拦截的部分显露擦痕的透光量相当的吸光擦痕的宽度。

注:全显露的擦痕的宽度即为其几何宽度。

3.1.13

**麻点等效直径** spot-equivalent diameter; SED

全显露的麻点直径或与所拦截的部分显露麻点的透光量相当的吸光麻点的直径。

注:全显露的麻点直径即为其几何直径。

3.1.14

**疵病阈值** imperfection threshold

零件表面疵病总量的限定值,超过该值时该零件不再适用其特定的应用。

3.1.15

**亮视场疵病对比度** bright-field imperfection contrast

背景的最大亮度与通过疵病的光强之差和两者之和的比率。

注:该值的大小取决于人眼的观察方式是透射观察还是反射观察,且取决于是直接观察还是透过器件观察。

3.1.16

**明度比较** obscuration comparison

在亮视场条件下,以疵病的最大对比度与已知数据的明度标样作比较来测定其严重程度的方法。

3.1.17

**视觉对比度阈值** visual contrast threshold

观察者刚好能察觉物体细节时所需的物体亮度与其背景光亮度之比的最小值。

3.2 符号

本标准采用的符号由表 1 给出。

表 1 符号

符 号	含 义	计量单位
$A_n$	疵病公差的基本级数。	mm
$A_{n,1}$	一般疵病公差的基本级数。	
$A_{n,2}$	镀膜层疵病公差的基本级数。	
$A_{n,3}$	长擦痕公差的基本级数。	
$A_{n,4}$	破边公差的最大破损尺寸。	
$A'_n$	基本级数所对应的短擦痕宽度, $A'_n = A_n/k$ 。	
$A'_{n,3}$	一般疵病公差基本级数所对应的长擦痕宽度, $A'_{n,3} = A_{n,1}/k$ 。	
$A''_n$	基本级数所对应的短擦痕长度, $A''_n = A_n \times k$ 。	
$A''_{n,3}$	一般疵病公差基本级数所对应的长擦痕长度, $A''_{n,3} = A_{n,1} \times k$ 。	
$A_b$	由基本级数换算所得的较小级数, $A_b = A_n/k$ 。	
$A'_b$	由基本级数换算所得的较小级数所对应的擦痕宽度, $A'_b = A_b/k$ 。	
$A''_b$	由基本级数换算所得的较小级数所对应的擦痕长度, $A''_b = A_b \times k$ 。	
B	表面疵病代号。	—
C	镀膜层疵病代号。	
E	破边代号。	
$k$	换算系数。	
$k_b$	个数换算系数, $k_b = k^2$ 。	
L	长擦痕代号。	
$N_n$	基本级数疵病的许有个数。	个
$N_{n,1}$	一般疵病公差基本级数的许有个数。	
$N_{n,2}$	镀膜层疵病公差基本级数的许有个数。	
$N_{n,3}$	长擦痕公差基本级数的许有个数。	
$N_b$	由基本级数换算所得的较小级数疵病的许有个数, $N_b = N_n \times k_b = N_n \times k^2$ 。	
R	反射观察可见度代号。	—
T	透射观察可见度代号。	
V	可见度试验条件等级数,分为 1~5 五个等级。	
$\Sigma_n$	基本级数及其许有个数的疵病总面积。	mm <sup>2</sup>
$\Sigma_b$	基本级数及其许有个数换算成较小级数后的疵病总面积。	

4 公差

4.1 表面疵病公差的构成

表面疵病公差的构成见图 1。

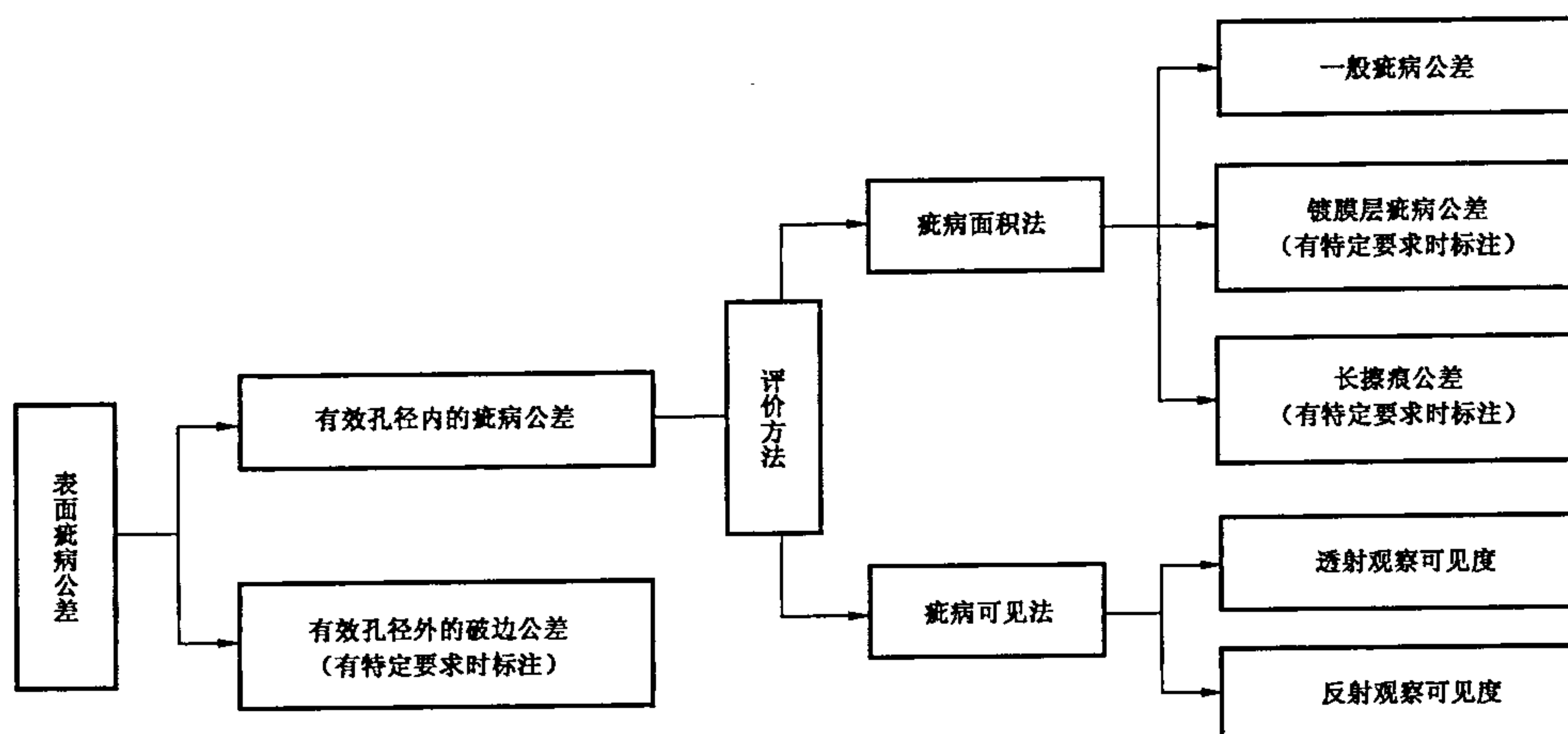


图 1 表面疵病公差的构成

## 4.2 有效孔径内的面积法疵病公差

### 4.2.1 一般疵病公差和镀膜层公差

4.2.1.1 一般疵病公差和镀膜层公差由基本级数及其许有的个数组成。

4.2.1.2 一般疵病公差和镀膜层公差的基本级数(包括擦痕的宽度和长度系列)是公比为 1.6 的优先数系列,基本级数系列值为:

..... 0.004 0, 0.006 3, 0.010, 0.016, 0.025, 0.040, 0.063, 0.10, 0.16, 0.25, 0.40, 0.63, 1.0, 1.6, 2.5, 4.0, .....

在非特定要求时,级数小于 0.004 0 mm 的疵病忽略不计。

4.2.1.3 一般疵病公差和镀膜层公差的基本级数可用换算系数分解成若干个较小级数或折算成不同长宽比的短擦痕。换算系数( $k$ )定为 1.6, 2.5 或 4, 对于  $k \geq 6.3$  的更小级数疵病则不予计算。级数换算和对应关系见附录 A。

4.2.1.4 镀膜光学零件的表面疵病公差一般为镀膜后的综合要求;当单独给出镀膜层疵病公差时,其一般疵病公差则为镀膜前的抛光表面要求。

注 1: 一般情况下(如光学零件镀减反射膜),微小的镀膜层疵病与镀膜前的抛光表面疵病难以区分,而是由包含镀膜层疵病的镀膜后一般疵病公差综合控制,其镀膜前抛光表面的一般疵病公差则应按 JB/T 8226 的规定相应地减小。

注 2: 刻划件的表面疵病公差参见 GB/T 11162, 胶合件和涂覆后的表面疵病公差参见附录 F。

### 4.2.2 长擦痕公差

4.2.2.1 有特定要求时的长擦痕公差由基本级数及其许有的个数组成。

4.2.2.2 长擦痕的基本级数为长擦痕的最大宽度。其最大宽度是一般疵病基本级数的 0.04 倍(当长度小于一般疵病基本级数的 6.3 倍时,以及宽度小于一般疵病基本级数的 0.025 倍时,均忽略不计)。

### 4.2.3 疵病密集度

表面疵病不允许密集,在有效孔径面积的 5 % 范围内,基本级数的疵病数不得超过许有个数的 20 %。

## 4.3 有效孔径内的可见法疵病公差

### 4.3.1 可见度分类

可见法疵病公差按观察方式分为透射观察可见度和反射观察可见度。

### 4.3.2 可见度等级

可见法疵病公差又按附录 E 规定的试验方法和零件照度、背景亮度等条件下的可觉察性,分为 5



个等级,可见度等级由表 2 给出。

表 2 表面疵病可见度等级

可见度等级	零件照度		背景基准亮度
	基本值	相对误差	
1	2 500 lx	±5% <sup>a</sup>	黑色
2			使用附录 E 规定的 校准标板进行调整
3	1 250 lx		
4	625 lx		
5	310 lx		
<sup>a</sup> 各等级间照度之比的相对误差不得超过±2 %。			

4.4 有效孔径外的破边公差

4.4.1 破边公差为距离边缘的最大破损尺寸。

4.4.2 破边的长度和处数不作限定。

4.5 未注公差

当零件的产品图样上未标注表面疵病公差时,其表面应符合表 3 规定的一般表面疵病要求。当零件的表面疵病要求高于或低于表面疵病未注公差时,均应在零件的产品图样上予以标注。

表 3 表面疵病未注公差

零件最大尺寸 <sup>a</sup> /mm	~10	>10~30	>30~100	>100~300
一般疵病未注公差/个× mm	3×0.16	5×0.25	5×0.40	5×0.63
破边未注公差/mm	0.2	0.3	0.5	0.8
<sup>a</sup> 圆形为直径,椭圆形为长轴,其他形状为其对角线。				

5 标识

5.1 表面疵病公差组成单元的标识

5.1.1 一般疵病公差

一般疵病公差用一般疵病公差的基本级数( $A_{n,1}$ )及其许有的个数( $N_{n,1}$ )来表示,其标识为: $N_{n,1} \times A_{n,1}$ 。

5.1.2 镀膜层疵病公差

镀膜层疵病公差用镀膜层疵病代号“C”和镀膜层疵病公差的基本级数( $A_{n,2}$ )及其许有的个数( $N_{n,2}$ )来表示,其标识为:C  $N_{n,2} \times A_{n,2}$ 。

5.1.3 长擦痕公差

长擦痕公差用长擦痕代号“L”和长擦痕公差的基本级数( $A_{n,3}$ )及其许有的个数( $N_{n,3}$ )来表示,其标识为:L  $N_{n,3} \times A_{n,3}'$ 。

5.1.4 可见度等级

可见度等级由透射观察可见度代号(T)或反射观察可见度代号(R)及其可见度等级数(V)组成,其标识为:TV 或 RV。

对于起双重作用的表面(如分束镜表面),应同时标出透射观察可见度等级(TV)和反射观察可见度等级(RV)。

5.1.5 破边公差

破边公差用破边代号“E”和破边公差的最大破损尺寸( $A_{n,4}$ )来表示,其标识为:E  $A_{n,4}$ 。

5.2 表面疵病公差完整标识

5.2.1 公差标识组成

表面疵病公差完整标识由表面疵病代号“B”、斜杠“/”及其疵病公差的组成单元构成。各组成单元之间用分号“;”隔开。

注：ISO 10110-7:1996 规定表面疵病的代号是数字码“5”(ISO 10110 系列标准规定：“0”为应力双折射，“1”为气泡度，“2”为条纹度，“3”为面形偏差，“4”为透镜中心误差，……)。

5.2.2 面积法疵病公差组

疵病面积法的疵病公差组成单元依次为一般疵病公差和有特定要求时的镀膜层疵病公差、长擦痕公差和破边公差。即为：

$$B/N_{n,1} \times A_{n,1}; C N_{n,2} \times A_{n,2}; L N_{n,3} \times A'_{n,3}; E A_{n,4}。$$

注：镀膜层疵病公差、长擦痕公差和/或破边公差无特定要求时，在表面疵病公差完整标识中不予标注，如：

$$(B/N_{n,1} \times A_{n,1}), (B/N_{n,1} \times A_{n,1}; C N_{n,2} \times A_{n,2}), (B/N_{n,1} \times A_{n,1}; E A_{n,4})。$$

5.2.3 可见法疵病公差组

疵病可见法的疵病公差组成单元依次为可见度等级和有特定要求时的破边公差，即为：

$$B/TV; E A_{n,4} (或 B/RV; E A_{n,4})。$$

注：破边公差无特定要求时，在表面疵病公差完整标识中不予标注，如：B/TV, B/RV。

5.3 标注方法

5.3.1 标注规则

表面疵病公差按 GB/T 13323 的规定，注写在产品图样专用表格的表面疵病栏中，或将需标注表面用指引线和基准线引出后注写，或在技术要求中说明。

5.3.2 复合公差标注

当中心区与周边区的公差不同时，或可见度同时有透射观察和反射观察的要求时，二个公差之间用加号“+”连接。

5.3.3 标注示例

表面疵病公差标注示例参见附录 B。

6 试验方法

6.1 面积法疵病试验方法

6.1.1 试验方法分类

面积法疵病试验方法的分类见图 2。

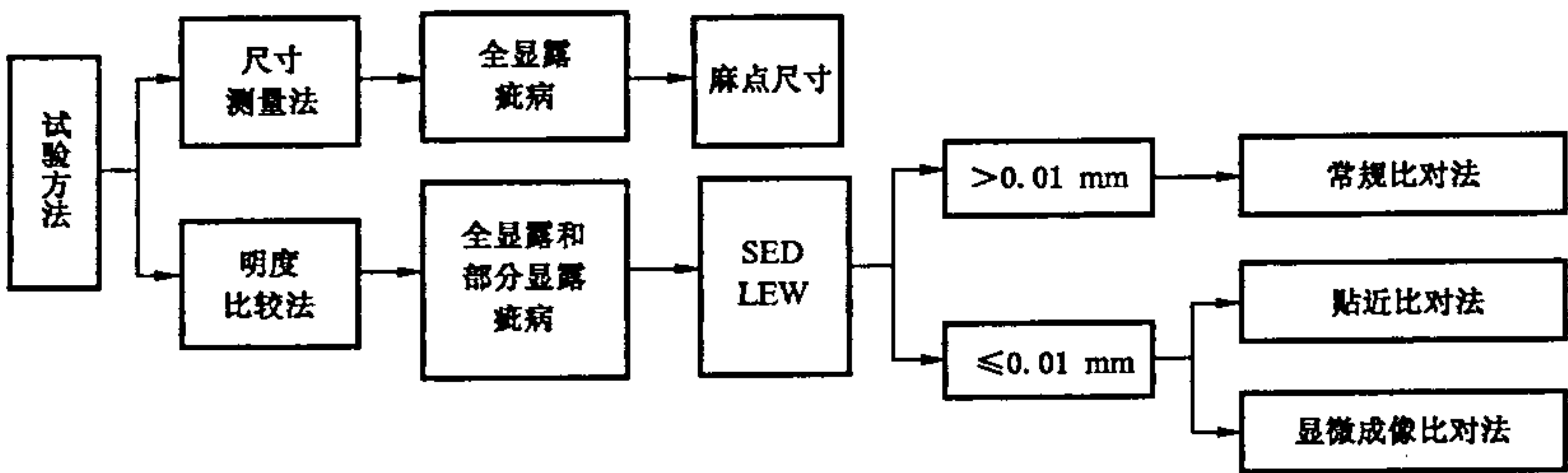


图 2 面积法疵病试验方法分类

6.1.2 尺寸测量法

6.1.2.1 麻点通常是全显露的疵病，可使用带测量目镜的显微镜，或使用通用量仪并借助放大镜/低倍显微镜，测出其面积平方根的相关值：

——圆麻点取几何直径；

——长圆形麻点以其最大轴线长度和最小轴线长度的算术平均值折算成圆麻点的直径；

——不规则麻点以其最大长度和最大宽度的算术平均值近似为面积的平方根。

6.1.2.2 按表 A.2 给出的基本级数对应的圆麻点直径来确定该麻点的疵病级数。

### 6.1.3 常规比对法

6.1.3.1 尺寸大于 0.01 mm 的全显露疵病和部分显露疵病,可使用附录 C 推荐的比较标板进行明度比较,来测定麻点的直径和等效直径(SED),或擦痕的宽度和等效宽度(LEW)及其长度。

6.1.3.2 观察最好在暗视场条件下进行,以小角度的散射光从侧后方照明。被检零件的照度约为  $(2\,000 \pm 500)$  lx,环境照度不大于 160 lx。常规的透射光检测装置参见图 C.1。

6.1.3.3 按被检零件的要求选用适宜的透射或反射观察方式,以明视距离  $(250 \pm 50)$  mm 观察,观察时允许朝任意方向转动零件。需要时,可使用放大镜或低倍显微镜。确定透镜的疵病级数时,应以透射观察为准(不包括棱镜和一面磨砂一面抛光的零件)。

6.1.3.4 检测反射表面时,应将被检零件靠近检测装置的后壁,并稍作倾斜,以防反射光射入眼睛。

### 6.1.4 贴近比对法

6.1.4.1 当疵病尺寸小于或等于 0.01 mm 时,采用比较标板靠近待检零件放置的方法,以利于眼睛在亮视场条件下进行被检零件与比较标板的比对。

6.1.4.2 当照明为平行光时,疵病的分辨率可得到显著提高。图 C.2 a) 为透射观察检测 LEW 和 SED 的最简单装置,图中光源从侧后方远距离照亮零件,背景为黑色。

6.1.4.3 反射面的疵病一般通过分束镜来照明与观察。反射观察检测装置参见图 C.2 b)。

### 6.1.5 显微成像比对法

6.1.5.1 疵病和比较标板用接近平行的光线照明,经相同的显微放大系统成像后,直接观察进行比对,其精确度和敏感度可得到显著提高。图 C.3 为优先推荐的显微成像比较仪。

6.1.5.2 成像系统采用数值孔径较小(推荐 NA0.01)的物镜,以滤去像的细节,提高其疵病对比度。

6.1.5.3 调节被检零件(T)和比较标板(R)的位置,使零件上的擦痕和标板上的狭缝能平行成像在电子影像传感器(TV)上,通过显示器对它们的像进行比对。

6.1.5.4 旋转检偏振片( $Z_2$ )使两束光能交替地进入电子影像传感器,同时调整起偏振片( $Z_1$ )的角度设置,使被检零件像和比较标板像的背景闪烁降到零。

6.1.5.5 轮流旋转两片 1/4 波片( $Q_1$ 、 $Q_2/Q_2'$ ),使从被检零件和比较标板反射到电子影像传感器的亮度交替地最强。微调检偏振片的角度( $\Phi$ ),直至被检零件疵病像与比较标板标样像的对比度基本相同。从而测得擦痕的宽度和等效宽度(LEW),或麻点的直径和等效直径(SED)。

### 6.1.6 质量控制程序

面积法疵病质量控制的一般程序参见附录 D。

## 6.2 可见法疵病试验方法

6.2.1 疵病可见法试验采用疵病经主光线照射后散射的光,在参照背景的一定衬度下的可觉察性来判定。

6.2.2 配有稳压电源的可见法疵病试验装置见图 E.1。用照度计按表 2 的规定,校准各挡可见度的照度。

6.2.3 由于观察者的视觉对比度阈值是变化的,不同观察者在透射观察或反射观察前,均应使用附录 E 给出的校准标板来校正参照背景的基准亮度,以确保可觉察灵敏度的一致性。

6.2.4 检验时应注意遮住零件有效孔径外的光线;用反射光观测时,应尽量避免由观察者及其附近反射的光线射入零件。

6.2.5 按被检零件的可见度等级,调节试验装置与其相匹配的照度,并校准好参照背景的基准亮度,在明视距离下,使校准标板上的十字分划线刚好可觉察。在此试验条件下检验被检零件,不能被觉察到疵病(允许朝任意方向转动零件)。

6.2.6 采用可见法评价疵病时,表面疵病和材质疵病(如气泡等)同时被察觉,且不能区分一般疵病、镀膜层疵病和长擦痕。未特别说明时,可见法疵病不论在零件的表面还是其材料内部都应计数。且表面镀膜可提高疵病的可见度。

6.2.7 当需测定零件质量的疵病级数时,应从可见度最低级数(5级)开始,若观察不到疵病则逐级提升,直至能察觉到疵病时为止。此时的级数即为该零件的实测疵病级数。

### 6.3 破边试验方法

6.3.1 破边尺寸使用通用量仪/附录 C 推荐的比较标板,并借助放大镜/低倍显微镜进行测量;或者使用带测量目镜的显微镜进行测量。

6.3.2 破边尺寸应从零件倒角后的棱边、沿与零件表面平行的方向往中间测量,圆形零件为径向距离,直边零件为棱边的垂直距离。



附录 A  
(规范性附录)  
换 算

A.1 换算关系

基本级数与较小级数和级数与擦痕之间的换算关系见图 A.1。

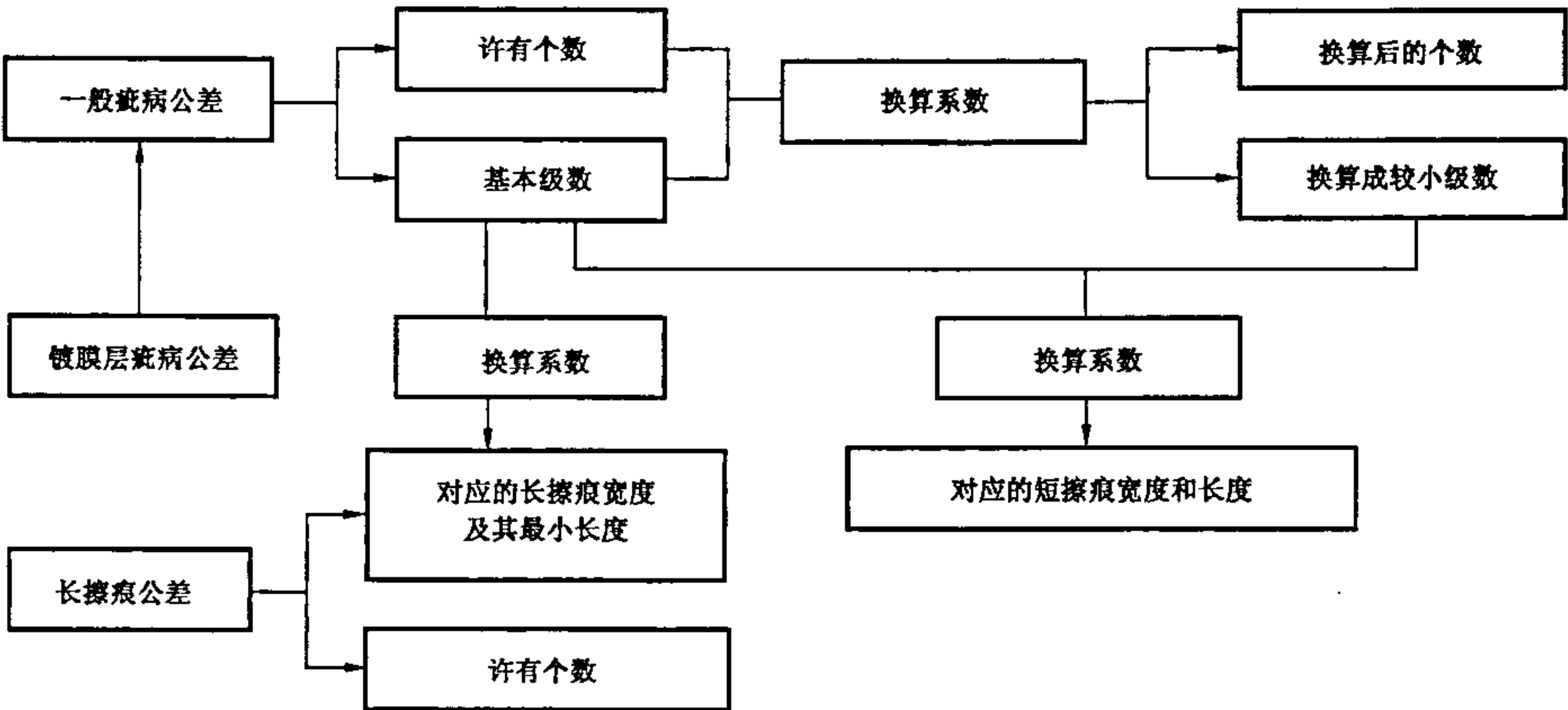


图 A.1 换算关系

A.2 换算规则

A.2.1.1 级数及其个数的换算规则

一般疵病公差(包括镀膜层疵病公差)的基本级数( $A_n$ )和许有个数( $N_n$ )换算成较小的级数( $A_b$ )及其个数( $N_b$ ):

- 较小的级数等于基本级数除以换算系数( $k$ ),即  $A_b = A_n / k$ ;
- 较小级数的疵病个数等于基本级数的许有个数乘以二次方换算系数( $k^2$ ),即  $N_b = N_n \times k^2 = N_n \times k_b$ ,其中( $k_b = k^2$ )又称为个数换算系数,换算所得的个数取计算值的整数部分;
- 换算系数( $k$ )为 1.6 或 2.5 或 4,相对应的个数换算系数( $k_b$ )为 2.5 或 6.3 或 16;
- 换算成较小级数及其许有个数后的疵病面积之和,不得大于基本级数及其许有个数的疵病总面积,即  $\Sigma_b \leq \Sigma_n$ 。

注:  $A_b \leq 0.16A_n$  ( $k \geq 6.3$ )的极小级数疵病忽略不计。

A.2.1.2 级数与短擦痕的对应规则

一般疵病公差(包括镀膜层疵病公差)的级数(包括基本级数  $A_n$  和换算后的较小级数  $A_b$ )转换成短擦痕的宽度( $A'_n$ )和长度( $A''_n$ ):

- 短擦痕宽度等于基本级数除以换算系数,即  $A'_n = A_n / k$ ;
- 短擦痕长度等于基本级数乘以换算系数,即  $A''_n = A_n \times k$ ;
- 短擦痕的换算系数( $k$ )为 1.6、2.5 或 4。

注 1:  $A_b \leq 0.16A_n$  的极小级数对应的宽度  $A'_b \leq 0.04A_n$  的极小短擦痕(不包括长擦痕)亦忽略不计。

注 2: 短擦痕按换算系数划分成宽度分别为  $0.40A_n < A'_n \leq 0.63A_n$ 、 $0.25A_n < A'_n \leq 0.40A_n$ 、 $0.16A_n < A'_n \leq 0.25A_n$ , 而其对应的长度分别为  $1.0A_n < A''_n \leq 1.6A_n$ 、 $1.6A_n < A''_n \leq 2.5A_n$ 、 $2.5A_n < A''_n \leq 4.0A_n$  的不同长宽比的擦痕。



A.2.1.3 级数与长擦痕的对应规则

- 一般疵病公差基本级数( $A_{n,1}$ )对应的长擦痕宽度( $A'_{n,3}$ )和长度( $A''_{n,3}$ ):
- 长擦痕宽度等于一般疵病公差基本级数除以换算系数(25),即  $A'_{n,3}=0.04A_{n,1}$ ;
  - 长擦痕长度等于一般疵病公差基本级数乘以换算系数(6.3),即  $A''_{n,3}=6.3A_{n,1}$ 。
- 注:长擦痕是指宽度  $0.025A_{n,1}<A'_{n,3}\leq 0.04A_{n,1}$ ,而其长度  $A''_{n,3}\geq 6.3A_{n,1}$ 的擦痕。

A.3 级数及其个数的换算值

A.3.1.1 级数换算值系列

一般疵病公差和镀膜层疵病公差的基本级数( $A_n$ )换算成较小的级数( $A_b$ )由表 A.1 给出。

表 A.1 级数换算值系列 (主表)

换算系数( $k$ )	1.6	2.5	4.0
基本级数( $A_n$ )/mm	换算成的较小级数( $A_b=A_n/k$ )/mm		
0.004	—	—	—
0.006	0.004		
0.010	0.006		
0.016	0.010	0.006	0.004
0.025	0.016	0.010	0.006
0.040	0.025	0.016	0.010
0.063	0.040	0.025	0.016
0.10	0.063	0.040	0.025
0.16	0.10	0.063	0.040
0.25	0.16	0.10	0.063
0.40	0.25	0.16	0.10
0.63	0.40	0.25	0.16
1.0	0.63	0.40	0.25
1.6	1.0	0.63	0.40
2.5	1.6	1.0	0.63
4.0	2.5	1.6	1.0

A.3.1.2 个数换算值系列

基本级数( $A_n$ )换算成较小的级数( $A_b$ )后,其许有个数( $N_n$ )应相应地换算成较小级数的个数( $N_b$ ),参见表 A.2。

表 A.2 个数换算值系列

个数换算系数( $k_b=k^2$ )	2.5	6.3	16
许有个数( $N_n$ )	换算成较小级数( $A_b$ )后的个数( $N_b$ )		
1	2	6	16
2	5	12	32
3	7	18	48
4	10	25	64
5	12	31	80
6	15	37	96
7	17	44	112

A.3.1.3 换算示例

基本级数 0.25 mm 换算成较小的级数。从表 A.1 和表 A.2 中查取相关数据,即可获得图 A.2 所示的换算关系。

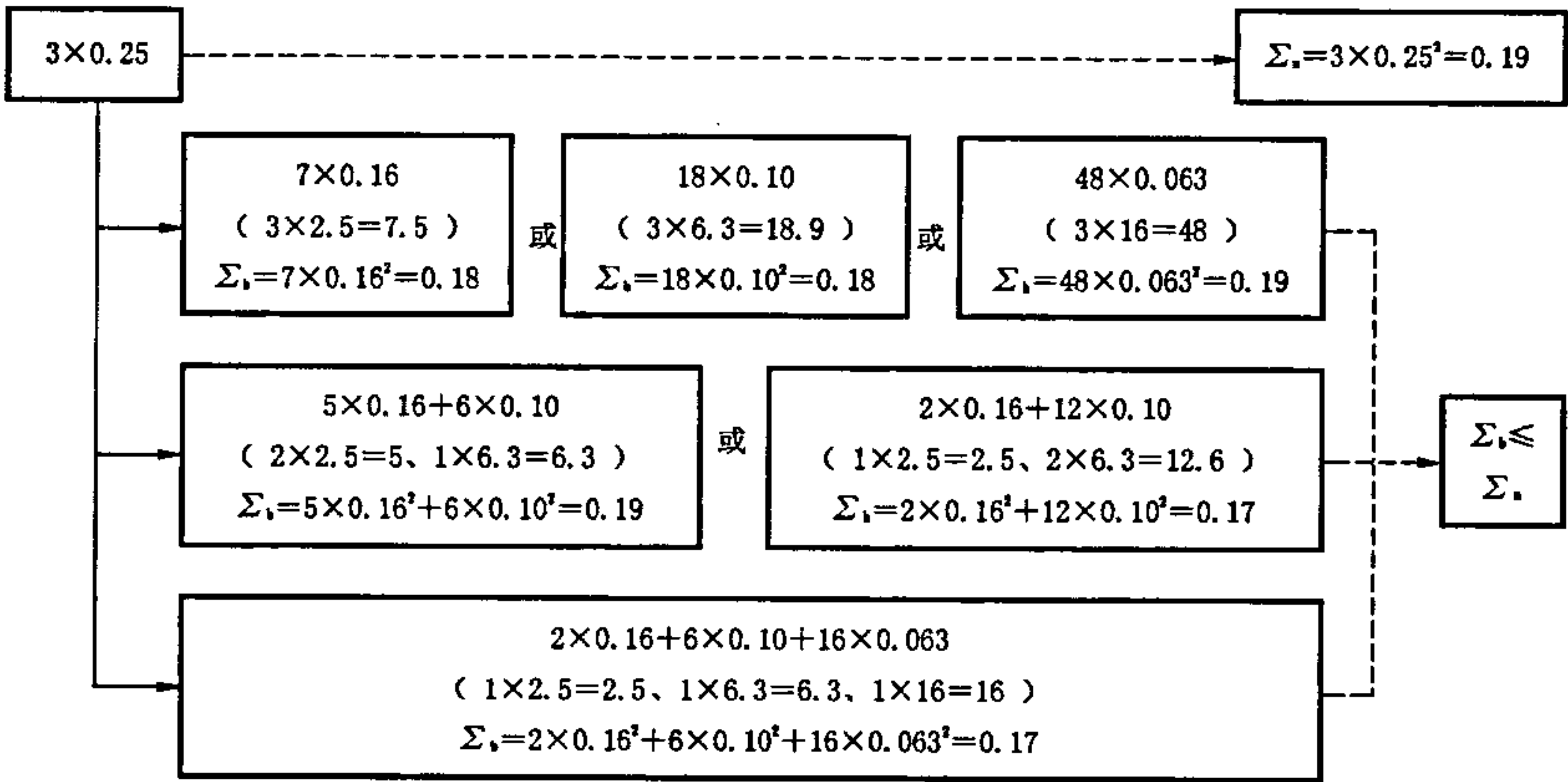


图 A.2 换算示意图

A.4 级数对应值

A.4.1 级数对应的圆麻点直径和擦痕尺寸系列

一般疵病公差和镀膜层疵病公差的基本级数对应的圆麻点直径和短擦痕宽度与长度,以及一般疵病公差基本级数对应的长擦痕的宽度与长度,见表 A.3。

A.4.2 对应示例

基本级数 0.25 mm 及其换算成较小的级数后,所对应的圆麻点直径、短擦痕宽度与长度和长擦痕宽度与长度。从表 A.3 中查取相关数据(参见图 A.3 所示的查找方法),即可获得图 A.4 所示的对应关系。

疵病类型	圆麻点	短 擦 痕			长擦痕
换算系数 (k)	—	1.6	2.5	4.0	—
基本级数 (A <sub>n</sub> ) /mm	圆麻点直径 / mm	擦痕宽度和长度 / mm			
0.10	0.11	0.063×0.16	0.040×0.25	0.025×0.40	0.015×2.5
0.25	0.28	0.16×0.40	0.10×0.63	0.063×1.0	0.040×6.3
0.40	0.45	0.25×0.63	0.16×1.0	0.10×1.6	0.063×10
0.63	0.70	0.40×1.0	0.25×1.6	0.16×2.5	0.10×16
1.0	1.1	0.63×1.6	0.40×2.5	0.25×4.0	0.16×25
2.5	2.8	1.6×4.0	1.0×6.3	0.63×10	0.40×63

Figure A.3 shows the method for finding corresponding data. A vertical list of conversion factors (4.0, 2.5, 1.6, 换算系数) is shown on the left, with arrows pointing to the corresponding rows in the table above.

图 A.3 对应数据的查找方法

表 A.3 基本级数对应的圆麻点直径和擦痕宽度与长度(主表)

疵病类型	圆麻点	短擦痕			长擦痕
换算系数( <i>k</i> )	— <sup>a)</sup>	1.6	2.5	4.0	— <sup>b)</sup>
基本级数( <i>A<sub>n</sub></i> )/ mm	圆麻点直径( $\Phi$ )/ mm	擦痕宽度和长度( <i>A'<sub>n</sub></i> × <i>A''<sub>n</sub></i> )/ mm			
0.004 0	0.004 5	0.002 5×0.006 3	0.001 6×0.010	0.001 0×0.01 6	—
0.006 3	0.007	0.004 0×0.010	0.002 5×0.016	0.001 6×0.025	0.001 0×0.16
0.010	0.011	0.006 3×0.016	0.004 0×0.025	0.002 5×0.040	0.001 6×0.25
0.016	0.018	0.010×0.025	0.006 3×0.040	0.004 0×0.063	0.002 5×0.40
0.025	0.028	0.016×0.040	0.010×0.063	0.006 3×0.10	0.004 0×0.63
0.040	0.045	0.025×0.063	0.016×0.10	0.010×0.16	0.006 3×1.0
0.063	0.070	0.040×0.10	0.025×0.16	0.016×0.25	0.010×1.6
0.10	0.11	0.063×0.16	0.040×0.25	0.025×0.40	0.016×2.5
0.16	0.18	0.10×0.25	0.063×0.40	0.040×0.63	0.025×4.0
0.25	0.28	0.16×0.40	0.10×0.63	0.063×1.0	0.040×6.3
0.40	0.45	0.25×0.63	0.16×1.0	0.10×1.6	0.063×10
0.63	0.70	0.40×1.0	0.25×1.6	0.16×2.5	0.10×16
1.0	1.1	0.63×1.6	0.40×2.5	0.25×4.0	0.16×25
1.6	1.8	1.0×2.5	0.63×4.0	0.40×6.3	0.25×40
2.5	2.8	1.6×4.0	1.0×6.3	0.63×10	0.40×63
4.0	4.5	2.5×6.3	1.6×10	1.0×16	0.63×100
注 1: 宽度小于 0.001 0 mm 的擦痕不予考核。					
注 2: 擦痕的宽度相同, 其长度不同, 对应的级数就不同。如宽度为 0.10 mm, 长度为 0.25 mm、0.63 mm、1.6 mm 的短擦痕, 它们对应的级数分别为 0.16 mm、0.25 mm、0.40 mm。					
注 3: 基本级数小于 0.025 mm 的疵病无对应的长擦痕。					
a 圆麻点直径 $\Phi=2\times\pi^{-1/2}\times A_n$ 。					
b 长擦痕宽度 $A'_{n,3}=A_{n,1}/25=0.04 A_{n,1}$ , 长擦痕长度 $A''_{n,3}=6.3A_{n,1}$ 。					

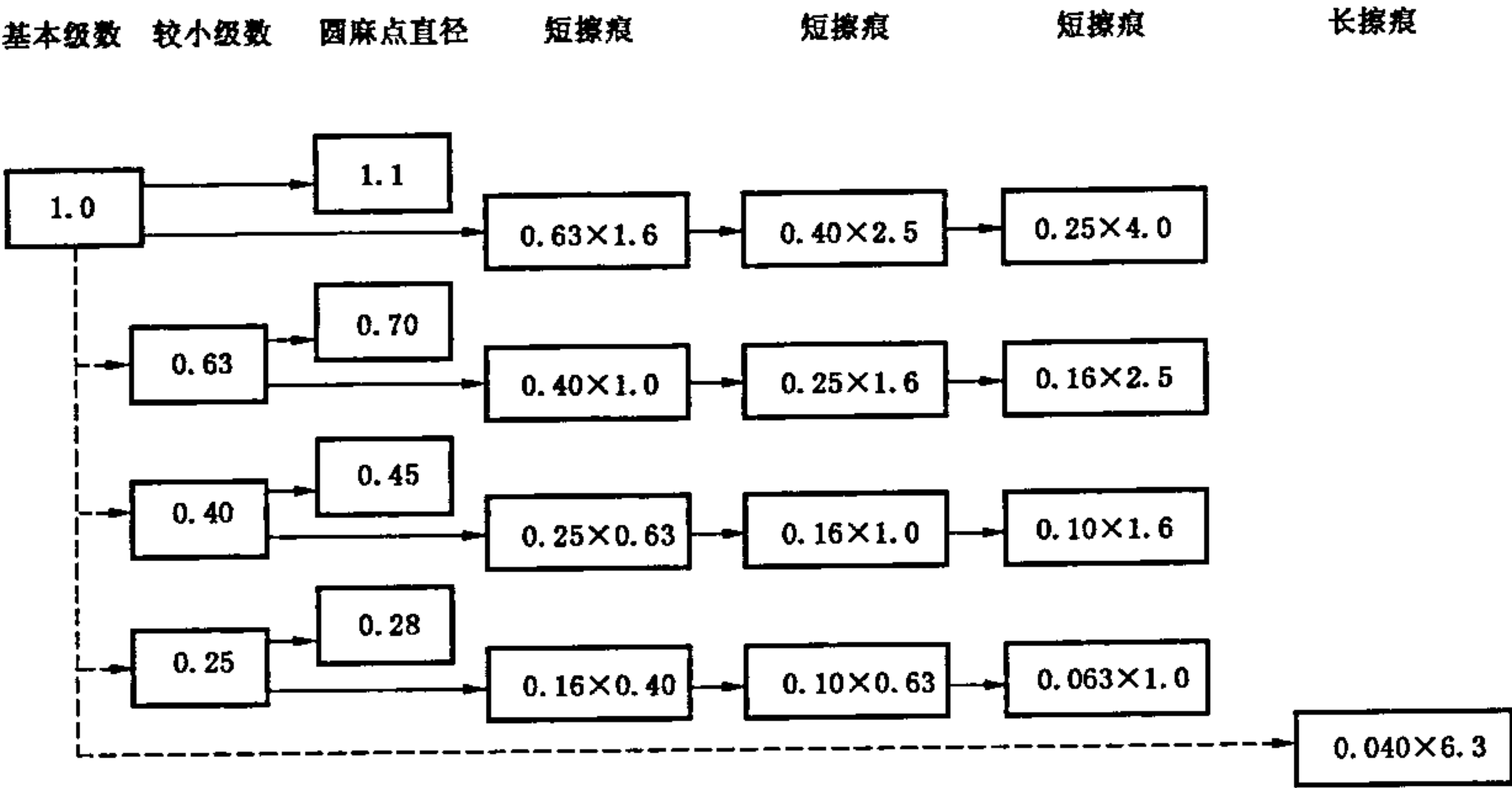


图 A.4 对应关系示意图



附录 B  
(资料性附录)  
表面疵病公差标注示例

B.1 专用表格填写示例

表面疵病公差按 GB/T 13323 的规定注写在产品图样的表面疵病栏中。  
示例 1:面积法疵病(包括一般疵病公差、镀膜层疵病公差和长擦痕公差)及其破边的公差标注。

B	$3 \times 0.63; C2 \times 1.6; L2 \times 0.1; E1$
---	---------------------------------------------------

[含义]镀膜前的一般疵病公差是:基本级数为 0.63 mm,其许有个数为 3 个;  
镀膜层疵病公差是:基本级数为 1.6 mm,其许有个数为 2 个;  
破边公差为 1 mm。

示例 2:中心区域和周边区域不同疵病公差(镀膜层疵病公差、长擦痕公差和破边公差无特定要求时)的标注。

B	$2 \times 0.025 + 2 \times 0.040$
---	-----------------------------------

[含义]中心区域镀膜后的综合公差是:基本级数为 0.025 mm,其许有个数为 2 个;  
镀膜后的综合公差是:周边区域基本级数为 0.040 mm,其许有个数为 2 个。

示例 3:两表面不同疵病公差(一个表面中心区域和周边区域又有不同疵病公差)的标注。

B	$B_1/3 \times 0.40 + 5 \times 0.63$ $B_2/10 \times 0.63$
---	-------------------------------------------------------------

[含义]第 1 表面中心区域镀膜后的综合公差是:基本级数为 0.40 mm,其许有个数为 3 个;  
第 1 表面周边区域镀膜后的综合公差是:基本级数为 0.63 mm,其许有个数为 5 个;  
第 2 表面镀膜后的综合公差是:基本级数为 0.63 mm,其许有个数为 10 个。

示例 4:二种可见度要求及其破边的公差标注。

B	$T3 + R4; E1$
---	---------------

[含义]透视观察可见度等级为 3 级,反视观察可见度等级为 4 级;  
破边公差为 1 mm。

B.2 技术要求说明示例

表面疵病的要求在产品图样的技术要求中说明。

示例 5:镀膜零件的说明。

⊕ JB/T 8226.1—1999/3.1· $\lambda_0=520\text{ nm}$ 。

[含义]镀膜要求中包含了镀膜后的表面疵病要求,即镀 JB/T 8226.1—1999 中分类号为 3.1 的单层减反射膜后,一般疵病的数量允许按抛光表面一般疵病的数量增加 10 %,色斑允许的面积不得超过有效孔径面积的 0.5 %。

示例 6:中心区域的说明。

中心区域的直径为  $1/2D_0$ 。

[含义]光学零件表面中央二分之一有效孔径内的区域为中心区域。

B.3 引出标注示例

将需标注表面用指引线和基准线引出后注写表面疵病公差。

示例 7:圆形零件分面并分区的标注见图 B.1。

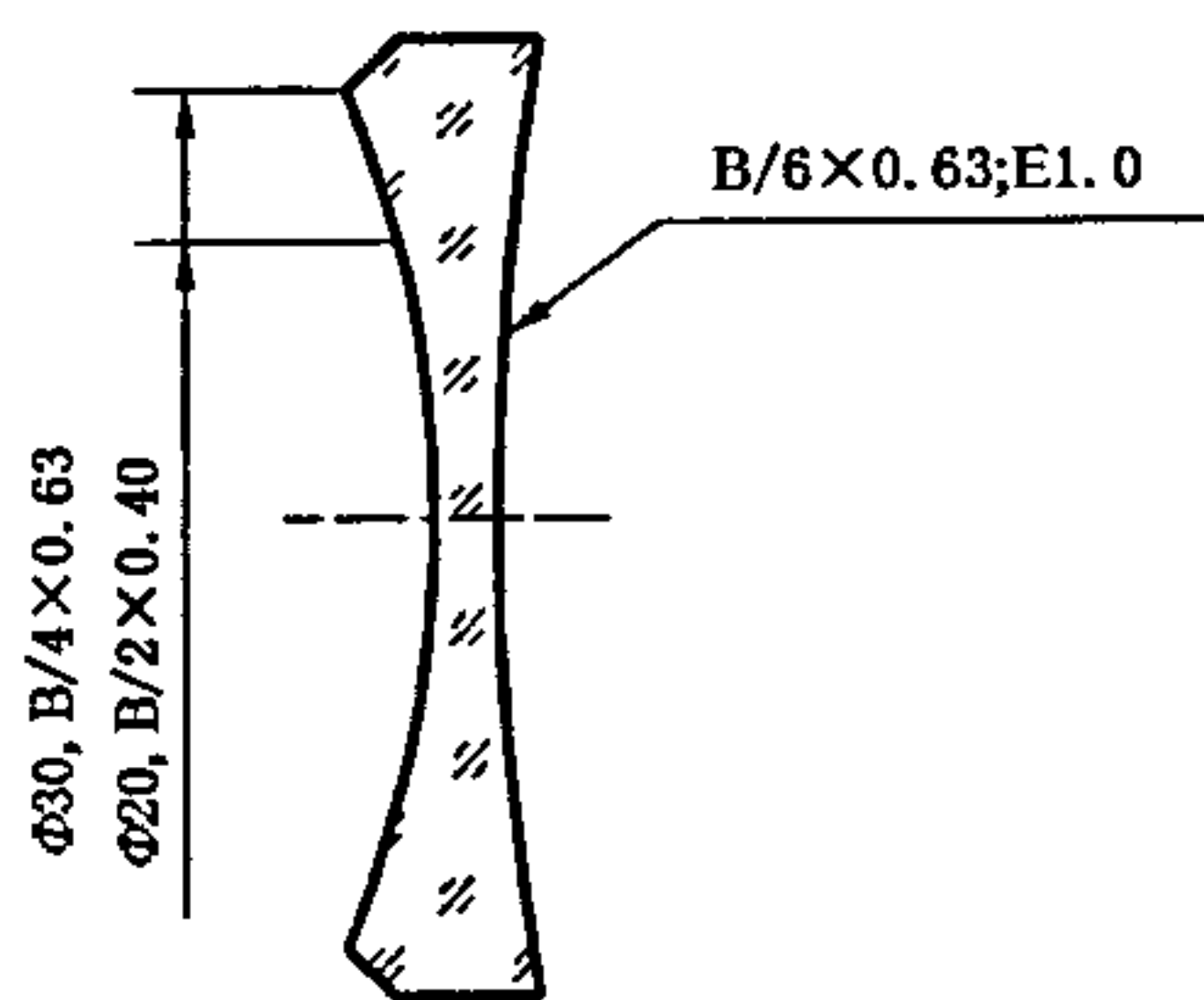


图 B.1 圆形零件分面并分区的标注

[含义]第 1 表面直径为 20 mm 的中心区域镀膜后的综合公差是：基本级数为 0.40 mm，其许有个数为 2 个；  
第 1 表面直径为 20 mm~30 mm 的周边区域镀膜后的综合公差是：基本级数为 0.63 mm，其许有个数为 4 个；  
第 2 表面镀膜后的综合公差是：基本级数为 0.63 mm，其许有个数为 6 个；  
第 2 表面破边公差为 1 mm。

示例 8：方形零件分区的标注见图 B.2。

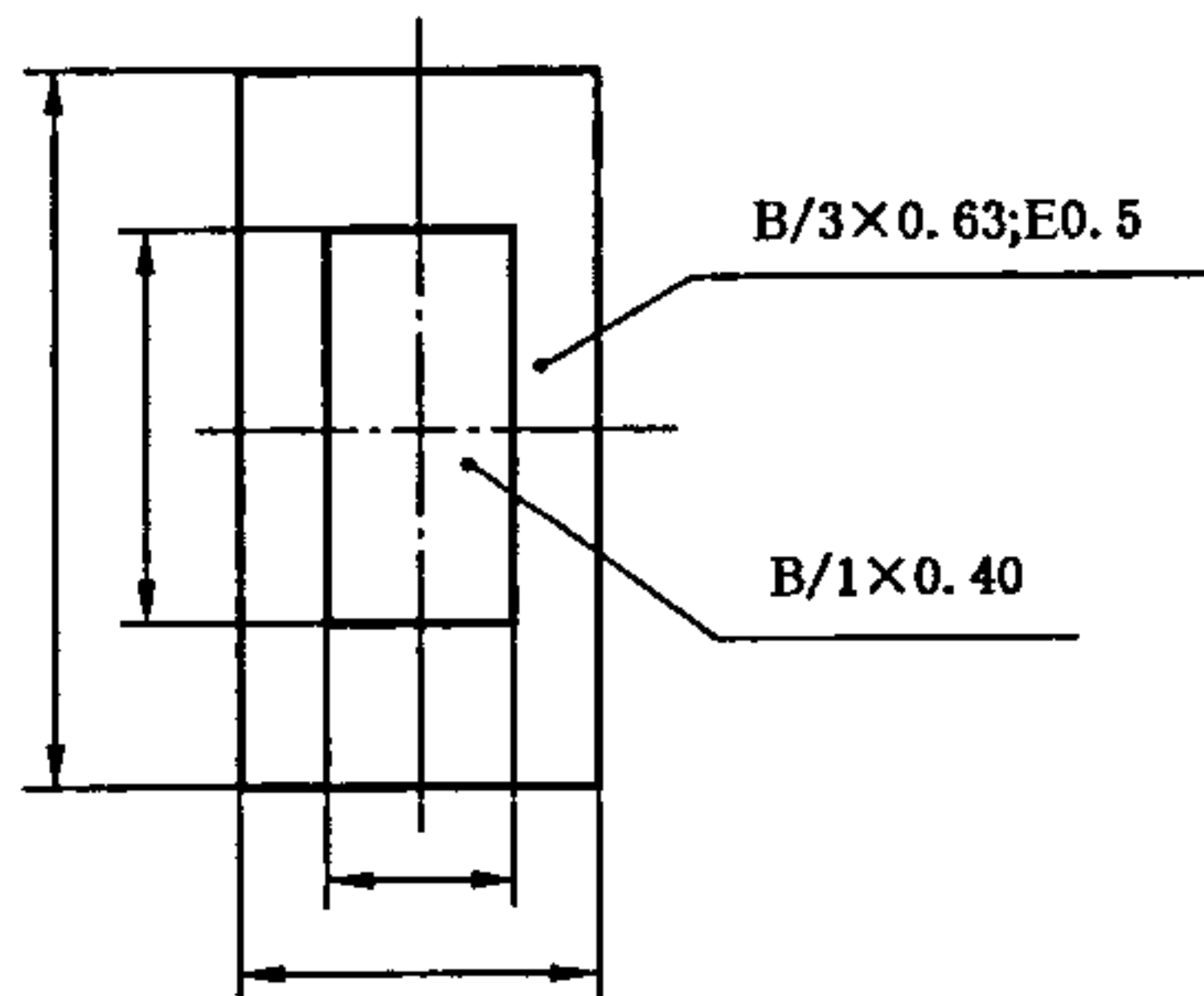


图 B.2 方形零件分区的标注

[含义]中心区域镀膜后的综合公差是：基本级数为 0.40 mm，其许有个数为 1 个；  
周边区域镀膜后的综合公差是：基本级数为 0.63 mm，其许有个数为 3 个；  
破边公差为 0.5 mm。



附录 C  
(资料性附录)  
面积法疵病试验装置

C.1 常规比对检测装置

常规比对检测的典型装置参见图 C.1。

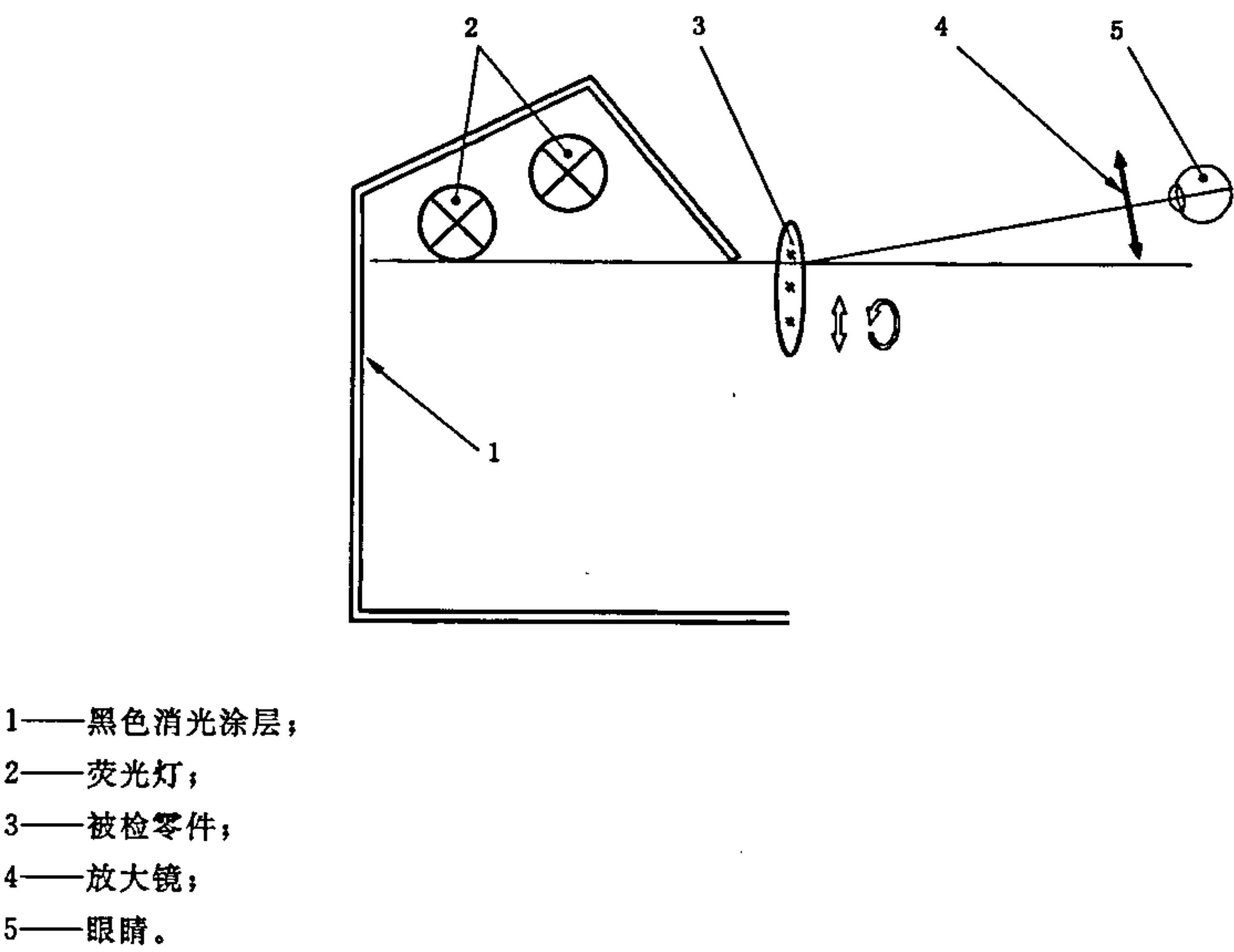


图 C.1 常规比对检测装置

C.2 贴近比对检测装置

贴近比对检测装置的示意图参见图 C.2。

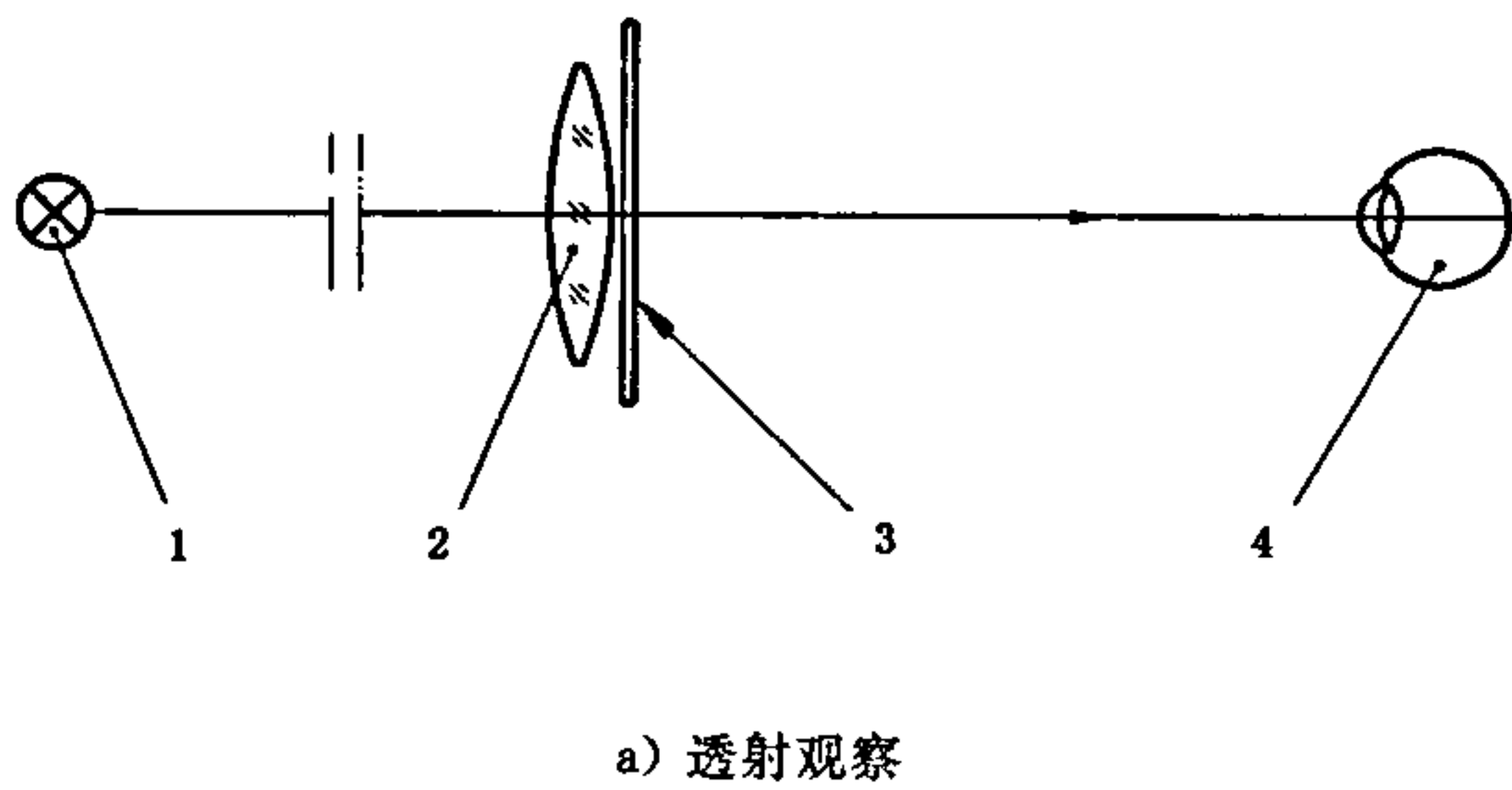
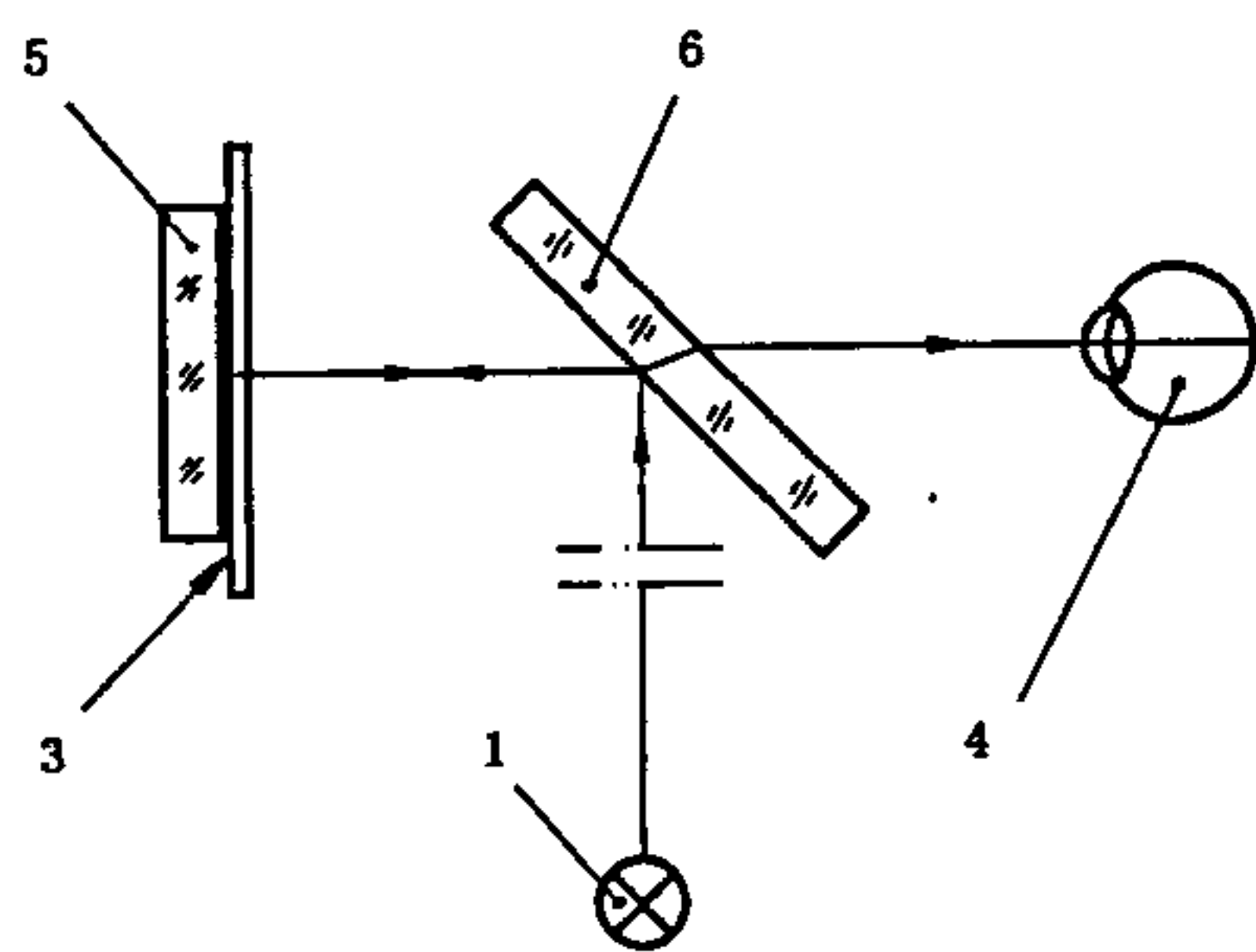


图 C.2 贴近比对检测装置



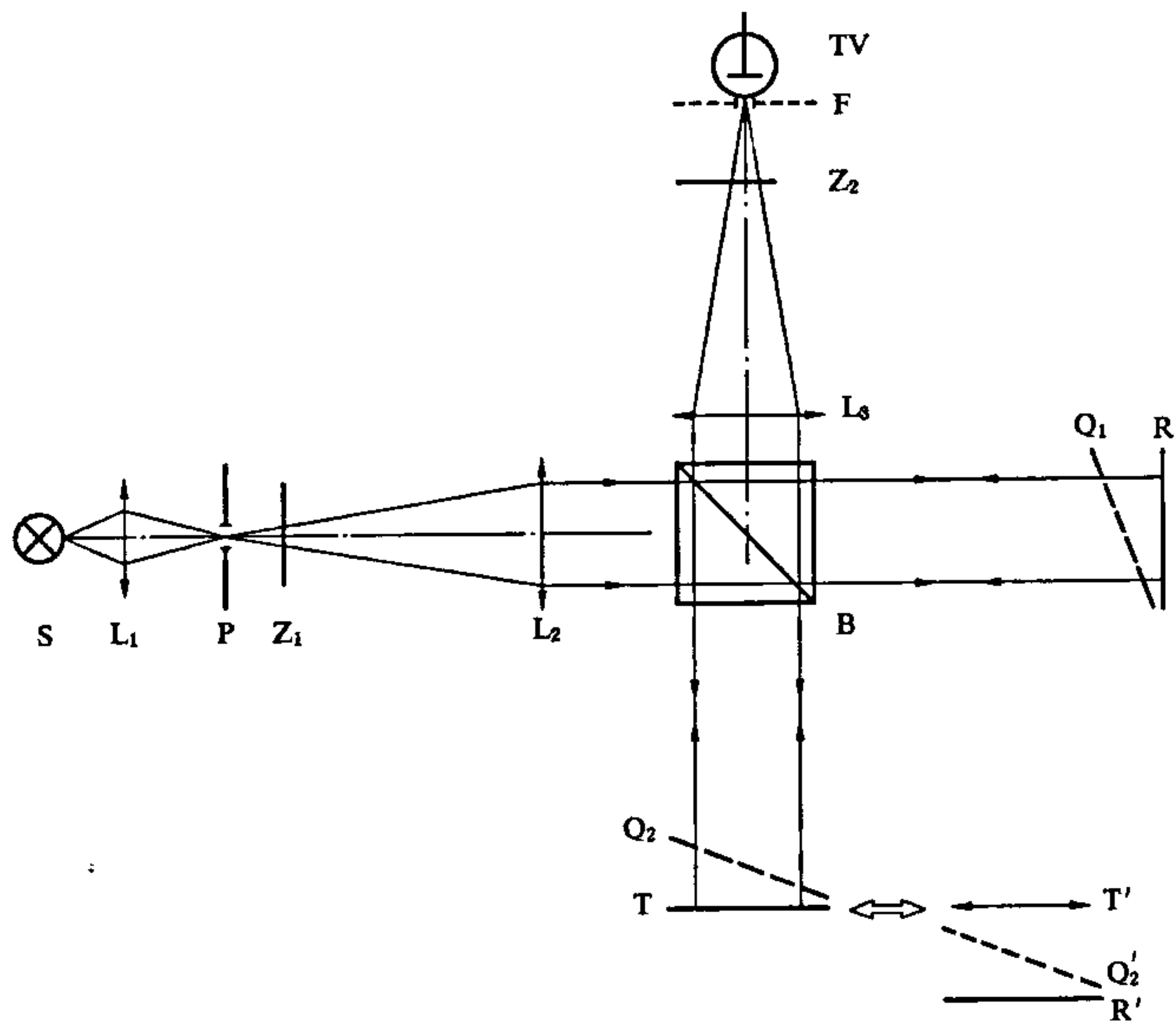
b) 反射观察

- 1——光源；
- 2——被检透镜；
- 3——透射式比较标板；
- 4——眼睛；
- 5——被检反射镜；
- 6——分束镜。

图 C. 2(续)

C. 3 显微成像比较仪

C. 3. 1 显微成像比较仪的示意图参见图 C. 3。光线从位于透镜(L<sub>2</sub>)焦点处的针孔(P)出发,经透镜折



- |                                                                |                                                           |                        |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| B——偏振分束镜；                                                      | Q <sub>1</sub> 、Q <sub>2</sub> 、Q <sub>2</sub> '——1/4 波片； | T'——透射零件；              |
| F——空间滤波器( $\Phi_F=1\text{ mm}$ )；                              | R——反射式比较标板；                                               | TV——电子影像传感器；           |
| L <sub>1</sub> ——聚光镜( $f_1=25\text{ mm}$ )；                    | R'——反射镜；                                                  | Z <sub>1</sub> ——起偏振片； |
| L <sub>2</sub> 、L <sub>3</sub> ——透镜( $f_2=f_3=50\text{ mm}$ )； | S——光源；                                                    | Z <sub>2</sub> ——检偏振片。 |
| P——针孔( $\Phi_P=1\text{ mm}$ )；                                 | T——被检零件；                                                  |                        |

图 C. 3 显微成像比较仪

射成平行光;通过起偏振片( $Z_1$ )、偏振分束镜(B)和检偏振片( $Z_2$ )使光偏振、分束和合成;且垂直地入射到被检零件(T)和比较标板(R)。1/4 波片( $Q_1$ 、 $Q_2/Q'_2$ )则使测试光路和参照光路的偏振面旋转。位于透镜( $L_3$ )焦点处的小孔径空间滤波器(F)滤去成像后的微小细节。

C.3.2 将被检零件换成具有已知宽度擦痕和已知直径麻点的刻划标板后,刻划标板疵病像与比较标板标样像的对比度相同时检偏振片的角度值( $\Phi$ )即可校准成 LEW 和 SED 的值。同样,也可对比较标板进行标定。采用透射方式时,刻划标板为带有不透明线条的透射基片;采用反射方式时,刻划标板为带有透光狭缝的反射基片。

C.4 表面疵病比较标板

C.4.1 比较标板参数

表面疵病比较标板通常采用的疵病标样参数推荐于表 C.1。其中,擦痕标样的宽度和长度选取换算系数( $k$ )为 4 时的值。

表 C.1 疵病标样的数据

标板编号	基本级数	圆麻点直径	擦痕宽度和长度	疵病标样相对误差
1 号标板	0.004 0	0.004 5	0.001 0×0.016	20%
	0.006 3	0.007	0.001 6×0.025	
	0.010	0.011	0.002 5×0.040	
	0.016	0.018	0.004 0×0.063	
	0.025	0.028	0.006 3×0.10	
	0.040	0.045	0.010×0.16	
2 号标板	0.040	0.045	0.010×0.16	15%
	0.063	0.070	0.016×0.25	
	0.10	0.11	0.025×0.40	
	0.16	0.18	0.040×0.63	
	0.25	0.28	0.063×1.0	
	0.40	0.45	0.10×1.6	
3 号标板	0.40	0.45	0.10×1.6	10%
	0.63	0.70	0.16×2.5	
	1.0	1.1	0.25×4.0	
	1.6	1.8	0.40×6.3	
	2.5	2.8	0.63×10	
	4.0	4.5	1.0×16	

C.4.2 疵病标样的运用

不同级数和不同换算系数的擦痕之间存在的数据关系如表 C.2 所示。因此,某一级数不同换算系数的擦痕可从二个相对应级数的擦痕中分别获得宽度和长度的标样。

C.4.3 比较标板制作要求

- 表面疵病比较标板的制作要求:
- 透射式比较标板,以玻璃或其他透射的材料为基体,制有不透光的疵病标样;
  - 反射式比较标板,以反射材料或能用其他方式反射的非反射材料为基体,制有透明的疵病标样;

- 比较标板的疵病标样,推荐采用在玻璃上真空镀铬的工艺制作;
- 常规对比法的比较标板,采用非透射的材料为基体,制有不透光的醒目的疵病标样,也是可行的。

表 C.2 擦痕间的相关数据

换算系数	1.6	2.5	4.0	6.3
基本级数	短 擦 痕			长 擦 痕
0.16			0.040.63	
0.25			0.0631.0	0.046.3
0.40			0.101.6	
0.63			0.162.5	
1.0	0.631.6	0.402.5	0.254.0	0.1625
1.6			0.406.3	
2.5			0.6310	
注 1: 擦痕数值区中左侧带椭圆型框线的数值是擦痕的宽度, 右侧带长方型框线的数值是擦痕的长度。 注 2: 白色框底并且字型相同的数值存在对应关系。				

附录 D  
(资料性附录)  
面积法疵病质量控制程序

面积法疵病质量控制的一般程序见图 D.1 所示。

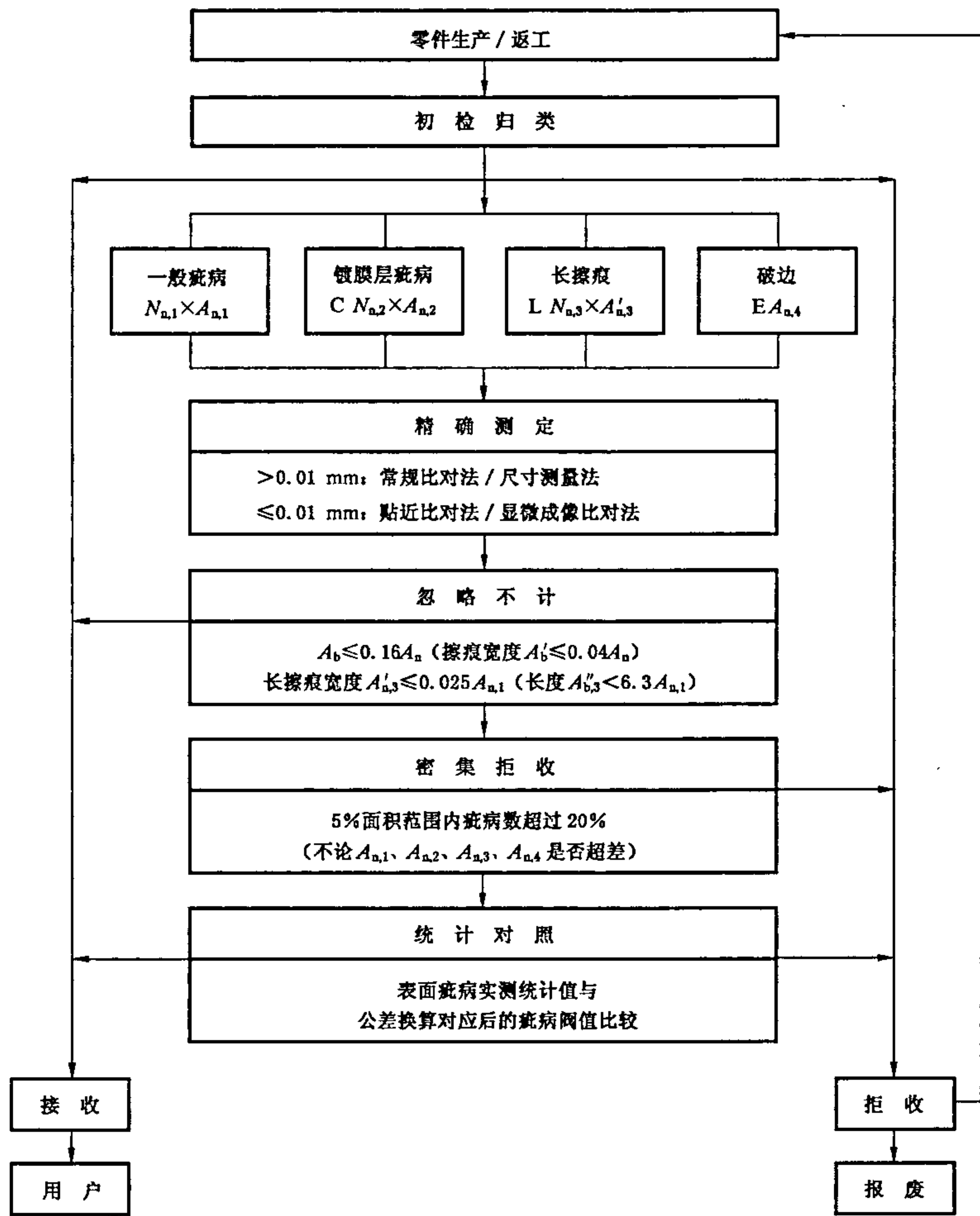


图 D.1 面积法疵病质量控制程序



附录 E  
(规范性附录)  
可见法疵病检验装置

E.1 检验装置

E.1.1 透射观察和反射观察的可见法疵病检验装置示意图见图 E.1。

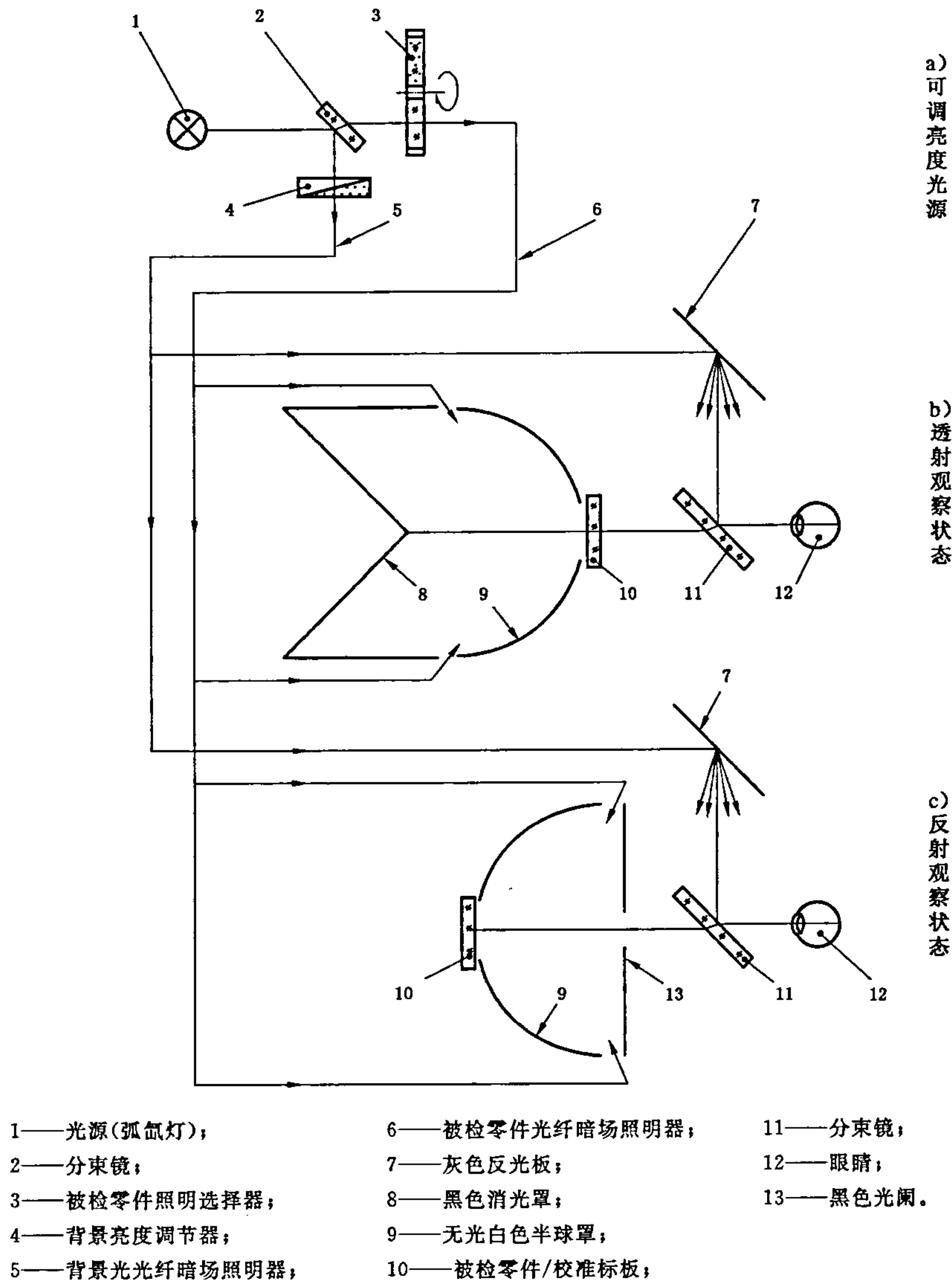


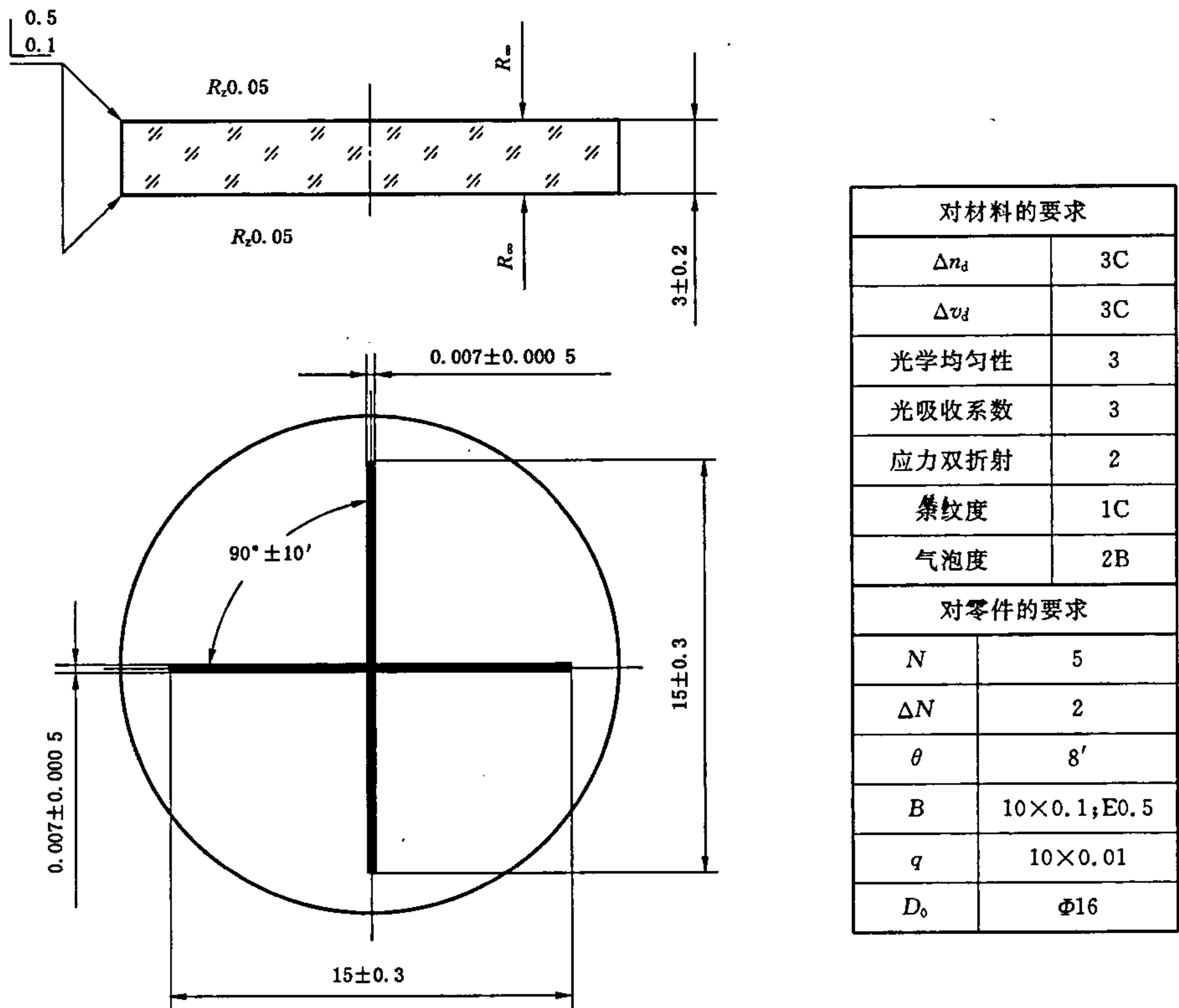
图 E.1 检验装置

E. 1.2 被检零件照明光路,采用半球面来提供均匀的照明,且不照入正对观察者眼睛的立体角区域,从而在没有零件时看不到灯光。每个可见度等级对应于一个特定的零件照度。

E. 1.3 参照背景光路,通过分束镜将照度均匀的背景投射到观察者的视场内。对每位观察者均应调节背景的照度,使 E. 2 给出的校准标板的十字分划线在可见度等级所对应的零件照度下刚好可觉察。

E. 2 校准标板

用于校准可见法疵病检验装置的校准标板如图 E. 2 所示。



- 技术要求：
- a) 校准标板基体为 K9 玻璃 GB/T 903—1987( $\lambda_d=587.56\text{ nm}$ ,  $n_d=1.516\ 37$ ,  $v_d=64.07$ )；
  - b) 十字分划线采用真空镀铬工艺制成,线条与基体的光学密度差不得低于 2 [  $450\text{ nm} \leq \lambda \leq 750\text{ nm}$ ,  $\rho(\lambda) < 1\%$  ]。

图 E. 2 校准标板

附录 F  
(资料性附录)  
胶合件和涂覆后的表面疵病公差

F.1 胶合件表面疵病公差

光学零件胶合面的表面疵病公差,一般是小于或等于被胶合零件的被胶合面的表面疵病公差之和。胶合件胶合面和非胶合面表面疵病公差的数量,必要时可按所用的胶合剂适当递增,其增量参见表 F.1。

表 F.1 胶合件疵病增量

胶合件工作面	胶 合 面	非 胶 合 面
所用胶合剂	被胶合面表面疵病数量之和的增量	胶合前表面疵病数量的增量
光学天然树脂胶	5.0%	10%
光学甲醇胶		
光学环氧树脂胶	7.5%	
光敏胶		

F.2 涂覆后的表面疵病公差

经消杂光等要求涂覆后的光学零件,其非涂覆面一般仍按涂覆前的表面疵病公差,必要时可按涂覆前的表面疵病公差递增 5 %。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 903—1987 无色光学玻璃.
- [2] GB/T 7661—1987 光学零件气泡度.
- [3] GB/T 8170—1987 数值修约规则.
- [4] GB/T 11162—1989 光学分划零件通用技术条件.
- [5] GB/T 13962—1992 光学仪器术语.
- [6] GB/T 16675.2—1996 技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法.
- [7] GB/T 19096—2003 技术制图 图样画法 未定义形状边的术语和注法.
- [8] JB/T 8226.1~8226.9—1999 光学零件镀膜.
- [9] ISO 10110-1:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 1: General.
- [10] ISO 10110-2:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 2: Material imperfections Stress birefringence.
- [11] ISO 10110-3:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 3: Material imperfections Bubbles and inclusions.
- [12] ISO 10110-4:1997 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 4: Material imperfections Inhomogeneity and striae.
- [13] ISO 10110-5:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 5: Surface form tolerances.
- [14] ISO 10110-6:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 6: Centring tolerances.
- [15] ISO 10110-7:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 7: Surface imperfection tolerances.
- [16] ISO 10110-8:1997 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 8: Surface texture.
- [17] ISO 10110-9:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 9: Surface treatment and coating.
- [18] ISO 10110-10:2004 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 10: Table representing data of optical elements and cemented assemblies.
- [19] ISO 10110-11:1996 Optics and optical instruments Preparation of drawings for optical elements and systems Part 11: Non-toleranced data.
- [20] ANSI PH3.617:1980 definitions, methods of testing, and specifications for appearance imperfections of optical elements and assemblies.
- [21] ГОСТ 11141: 1984 ДЕТАЛИ ОПТИЧЕСКИЕ Классы чистоты поверхностей Методы контроля.
- [22] MIL-PRF-13830B:2000 PERFORMANCE SPECIFICATION OPTICAL COMPONENTS FOR FIRE CONTROL INSTRUMENTS; GENERAL SPECIFICATION GOVERNING THE MANUFACTURE, ASSEMBLY, AND INSPECTION OF.

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
光学零件表面疵病  
GB/T 1185—2006

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

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

电话:68523946 68517548

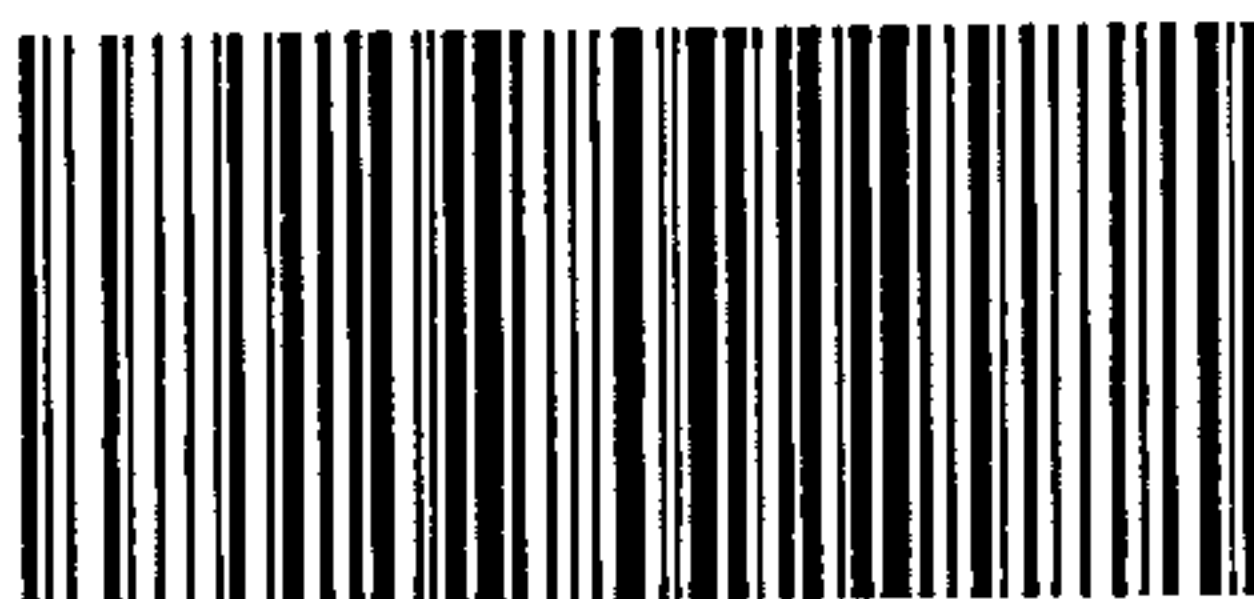
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 46 千字  
2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月第一次印刷

\*

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)68533533



GB/T 1185-2006