

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXXX—202X

掺铒钇钪镓石榴石激光晶体元件

Erbium doped yttrium scandium gallium garnet laser crystal devices

(报批稿)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑材料联合会提出。

本文件由全国人工晶体标准化技术委员会(SAC/TC 461)归口。

本文件起草单位：中国科学院合肥物质科学研究院、中国电子科技集团第十一研究所、深圳镭科激光精密有限公司、西安天健华峰激光医疗设备有限公司。

本文件主要起草人：孙敦陆、张会丽、罗建乔、苑利刚、陈国、方忠庆、赵绪尧、权聪、胡伦珍、韩志远、董昆鹏、程毛杰、陈家康、关鹏、殷绍唐。

# 掺铒钇钪镱石榴石激光晶体元件

## 1 范围

本文件规定了掺铒钇钪镱石榴石激光晶体元件的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本文件适用于中红外波段用掺铒钇钪镱石榴石激光晶体元件。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 11293 固体激光材料名词术语
- GB/T 11297.1—2017 激光棒波前畸变的测量方法
- GB/T 16601.2—2017 激光器和激光相关设备 激光损伤阈值测试方法 第2部分：阈值确定
- GB/T 22452 硼酸盐非线性光学单晶元件通用技术条件
- GB/T 22453—2008 硼酸盐非线性光学单晶元件质量测试方法
- GB/T 27661 激光棒单程损耗系数的测量方法
- GB/T 29420—2012 掺钕钒酸盐激光单晶元件
- GB/T 30902—2014 无机化工产品 杂质元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)
- GB/T 35118—2017 掺铒钇铝石榴石激光晶体光学性能测量方法
- JC/T 2512—2019 全固态激光器用高抗灰迹磷酸钛氧钾单晶元件技术要求

## 3 术语和定义

GB/T 11293、GB/T 22452 界定的下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**掺铒钇钪镱石榴石激光晶体** **erbium doped yttrium scandium gallium garnet laser crystal**

包含掺铒和铬敏化的掺铒钇钪镱石榴石激光晶体，化学式分别为  $\text{Er}_{3x}\text{Y}_{3-3x}\text{Sc}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$  (简称 Er:YSGG) 和  $\text{Cr}_2\text{yEr}_{3x}\text{Y}_{3-3x}\text{Sc}_{2-2y}\text{Ga}_3\text{O}_{12}$  (简称 Cr,Er:YSGG)。

注：其中  $x$  表示掺铒激活离子的原子百分比(at.%)， $y$  表示掺铬敏化离子的原子百分比(at.%)。

### 3.2

**掺质浓度** **dopant concentration**

材料中掺质元素的含量，常以原子百分比 at.% 或重量百分比 wt.% 表示。

[来源：GB/T 11293—1989，12]

### 3.3

**掺铬浓度** **dopant concentration of chromium ions**

掺铬浓度为 Cr,Er:YSGG 晶体中铬离子与铬钪离子总含量的原子百分比。

## 3.4

**掺铒浓度 dopant concentration of erbium ions**

掺铒浓度为 Er:YSGG 或 Cr,Er:YSGG 晶体中铒离子与铒钇离子总含量的原子百分比。

## 3.5

**散射 scattering**

由于光学介质内部含有包裹体、气泡或微小杂质颗粒，使入射光被散射变粗或出现发散光。

## 3.6

**公差 tolerance**

产品规格范围内允许偏差的绝对值。

[来源：GB/T 39131—2020，6.27]

## 3.7

**角度偏差 angle tolerance**

单晶元件的角度偏差( $\Delta\theta$ ,  $\Delta\Phi$ )是实际切割角与设计切割角之间的偏差。

[来源：GB/T 22452—2008，3.4]

## 3.8

**平行度 parallelism**

晶体两个平面展开相交所形成锐角的度数为这两个晶面的平行度。

[来源：GB/T 39131—2020，6.26]

## 3.9

**平面度 flatness**

晶体平面与理想平面的变动量。

[来源：GB/T 39131—2020，6.24]

## 3.10

**垂直度 perpendicularity**

单晶元件通光面与侧面之间的垂直程度。

[来源：GB/T 22452—2008，3.3]

## 3.11

**表面疵病 surface imperfections**

晶体表面呈现的麻点、划伤、崩边等瑕疵。

[来源：GB/T 39131—2020，6.22]

## 3.12

**粗糙度 roughness**

在空间波长(或频率)限定的范围内，间距更小的表面结构的分量。

[来源：GB/T 39131—2020，6.25]

## 3.13

**倒角 edge rounding**

晶片或晶块边缘通过研磨或腐蚀整形加工成一定角度，以消除晶片或晶片边缘尖锐状态，避免在后续加工或使用中造成边缘损伤。

[来源：GB/T 39131—2020，6.16]

## 3.14

**崩边 chip**

晶片或晶块边缘非有意地造成脱落材料的区域。

[来源：GB/T 39131—2020，6.22.3]

## 3.15

**有效通光孔径 effective optical aperture**

单晶元件的通光面扣除倒角和崩边后的可用面积与整个通光面面积的比值。

## 3.16

**消光比 extinction ratio**

光通过平行偏光系统与正交偏光系统时，分别得到最大输出光强与最小输出光强。它们的比值称系统消光比。当有应力双折射的透明介质插入两个偏振器之间时，消光比降低。因此，可用消光比来表示介质应力的的大小。

[来源：GB/T 11293—1989，81]

## 3.17

**光学均匀性 optical homogeneity**

光学介质内部各点在相同方向上折射率(或介电常数)的一致性程度，折射率变化越小，光学均匀性越好。

[来源：GB/T 11293—1989，36]

## 3.18

**波前畸变 wavefront distortion**

当理想光波(平面波或球面波)被透射或反射后，其波前发生的变化为波前畸变，通常以畸变量最大的峰谷值(PV)作为其数字指标。

[来源：GB/T 11297.1—2017，3.2]

## 3.19

**单程损耗系数 loss coefficient per pass**

激光单次通过单位长度工作物质时的衰减量(包括吸收和散射)。

## 3.20

**剩余反射率 residual reflectivity**

镀增透膜后晶体元件在工作波长处的反射率。

## 3.21

**激光损伤阈值 laser damage threshold (lasering damage threshold)**

激光照射某种材料，能使其表面或内部发生局部破坏或光学性质发生变化的最低激光功率密度。

[来源：GB/T 11293—1989，43]

## 4 技术要求

## 4.1 掺质浓度

## 4.1.1 掺铬浓度

掺铬浓度为 $(3 \pm 1)$  at. %，也可根据供需双方协商另行确定。

## 4.1.2 掺钕浓度

掺钕浓度为 $(35 \pm 10)$  at. %，也可根据供需双方协商另行确定。

## 4.2 散射

无散射。

### 4.3 尺寸及公差

晶体元件为激光棒或长方体块，通光面直径或边长尺寸  $D$  为 2 mm~10 mm，通光方向长度尺寸  $L$  为 3 mm~120 mm，也可根据供需双方协商另行确定。

公差符合： $D_{-0.04}^0\text{mm} \times L_{-0.5}^{+0.5}\text{mm}$ ，图 1 为晶体元件尺寸标注示意图， $S$  所表示的面为通光面。

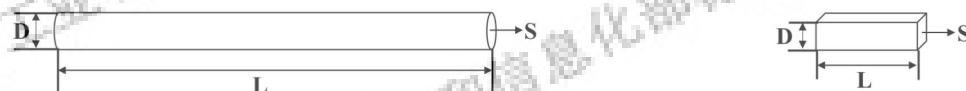


图 1 晶体元件尺寸标注示意图

### 4.4 角度偏差

通光面的角度偏差不大于  $30'$ 。

### 4.5 平行度

通光面的平行度不大于  $10''$ 。

### 4.6 平面度

通光面的平面度不大于  $\lambda/8$  ( $\lambda=632.8\text{ nm}$ )。

### 4.7 垂直度

通光面与非通光面的垂直度偏差不大于  $5'$ 。

### 4.8 表面疵病

有效通光孔径内，镀膜前  $S/D$  为 10/5，镀膜后  $S/D$  不低于 20/10。

### 4.9 粗糙度

非通光面的粗糙度  $R_a$  为  $0.5\ \mu\text{m} \sim 3.0\ \mu\text{m}$ 。

### 4.10 倒角

宽度为  $0.1\text{ mm} \sim 0.2\text{ mm}$ ，角度为  $(45 \pm 5)^\circ$ 。

### 4.11 崩边

沿通光面边缘向内侧方向延伸宽度不大于  $0.2\text{ mm}$ 。

### 4.12 有效通光孔径

不小于 90%。

### 4.13 消光比

#### 4.13.1 Er:YSGG 激光晶体元件

不小于25 dB。

#### 4.13.2 Cr,Er:YSGG 激光晶体元件

不小于20 dB。

#### 4.14 光学均匀性

##### 4.14.1 Er:YSGG 激光晶体元件

不大于 $4 \times 10^{-6}$ 。

##### 4.14.2 Cr,Er:YSGG 激光晶体元件

不大于 $8 \times 10^{-6}$ 。

#### 4.15 波前畸变

##### 4.15.1 Er:YSGG 激光晶体元件

PV值不大于 $0.1 \lambda / 25.4 \text{ mm}$  ( $\lambda = 1064 \text{ nm}$ )；

##### 4.15.2 Cr,Er:YSGG 激光晶体元件

PV值不大于 $0.2 \lambda / 25.4 \text{ mm}$  ( $\lambda = 1064 \text{ nm}$ )。

#### 4.16 单程损耗系数

在波长 $2.79 \mu\text{m}$ 处的单程损耗系数不大于 $0.3\%/\text{cm}$ 。

#### 4.17 膜层质量

##### 4.17.1 表面质量

无脱膜、裂膜、漏镀、麻点、划痕等缺陷。

##### 4.17.2 剩余反射率

在波长 $2.79 \mu\text{m}$ 处不大于 $0.5\%$ 。

#### 4.18 激光损伤阈值

##### 4.18.1 镀膜前

不小于 $10 \text{ J}/\text{cm}^2$  ( $500 \text{ MW}/\text{cm}^2$ )。

##### 4.18.2 镀膜后

不小于 $2.5 \text{ J}/\text{cm}^2$  ( $125 \text{ MW}/\text{cm}^2$ )。

### 5 试验方法

#### 5.1 掺质浓度

##### 5.1.1 测试原理

原子发射光谱法，是利用物质在热激发或电激发下，每种元素的原子或离子发射特征光谱来判断物质的组成，而进行元素的定性分析与定量分析。

### 5.1.2 测试设备

电感耦合等离子体原子发射光谱仪(ICP-OES)，其中 Cr、Er、Y、Sc、Ga 元素的检出限不低于 0.01mg/L。

### 5.1.3 测试步骤

测试按以下步骤进行：

- a) 取 2 g 待测样品研磨成粉末，颗粒度不大于 150 μm；
- b) 根据 GB/T 30902—2014 中 7.3.2.4 规定的碱金属高温熔融法对样品进行前处理；
- c) 然后根据 GB/T 30902—2014 中 7.4 规定方法，测量铟、铬、钇、钪的离子浓度，以质量百分比(wt. %)表示；
- d) 对于 Er:YSGG 晶体，根据式(1)，将 Er:YSGG 激光晶体样品中铟离子质量百分比(wt. %)转换为原子百分比(at. %)：

$$x = \frac{x'}{x' + 1.88 \times W_Y} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$x'$ ——Er:YSGG 测试样品中铟离子的质量百分比，wt. %；

$W_Y$ ——Er:YSGG 测试样品钇离子的质量百分比，wt. %；

$x$ ——Er:YSGG 测试样品中铟离子的原子百分比，at. %。

- e) 对于 Cr,Er:YSGG 晶体，先根据式(1)将 Cr,Er:YSGG 样品的铟离子质量百分比(wt. %)近似转换为原子百分比(at. %)，然后再根据式(2)将铬离子质量百分比(wt. %)近似转换为原子百分比(at. %)：

$$y = \frac{y'}{y' + 1.16 \times W_{Sc}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$y'$ ——Cr,Er:YSGG 测试样品中铬离子的质量百分比，wt. %；

$W_{Sc}$ ——Cr,Er:YSGG 测试样品钪离子的质量百分比，wt. %；

$y$ ——Cr,Er:YSGG 测试样品中铬离子的原子百分比，at. %。

- f) 记算得到 Er:YSGG 测试样品中铟离子的原子百分比(at. %)或 Cr,Er:YSGG 测试样品中铬离子和铟离子的原子百分比(at. %)。

### 5.2 散射

按 JC/T 2512—2019 中 5.2 的规定执行。

### 5.3 尺寸及公差

按 JC/T 2512—2019 中 5.5 的规定执行。

### 5.4 角度偏差

按 GB/T 22453—2008 中 5.9 的规定执行。



## 5.5 平行度

### 5.5.1 测试原理

利用光学测角仪，一束平行光入射到晶体元件的两个相对面时，两个表面分别在光学测角仪的分划板上形成一个反射像，得到这两个反射像之间的夹角 $\Phi$ ，计算得出这两个相对面之间的相对倾角。

### 5.5.2 测试设备

光学测角仪，分度值不大于2"。

### 5.5.3 测试步骤

测试按以下步骤进行：

- a) 打开光学测角仪的电源；
- b) 将单晶元件置于光学测角仪下，旋转待测晶体元件，从视场中读取并记录分化线方向分开的最大距离；
- c) 根据公式(3)计算得到待测晶体元件两相对面之间的相对倾角，即平行度。

$$\theta = \frac{\Phi}{2n} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\theta$ ——测试样品两相对面之间的平行度，单位为秒(")。

$\Phi$ ——测试样品两相对面反射像之间的夹角，单位为秒(")。

$n$ ——测试样品的折射率。

## 5.6 平面度

### 5.6.1 测试原理

依据等厚干涉的原理，利用被测晶体元件表面与标准平面之间的干涉条纹，得到被测晶体元件表面的平面度。

### 5.6.2 测试设备

激光干涉仪(配有自动计算样品平面度程序)，准确度不低于 $\lambda/20$ 。

### 5.6.3 测试步骤

测试按以下步骤进行：

- a) 按照激光干涉仪的操作规程顺序打开各部分开关，使系统处于待测状态；
- b) 测试前开机预热 20 min；
- c) 将端面清洁的被测晶体元件置于调整架上，然后置于干涉腔中；
- d) 将被测晶体元件的后端面涂抹凡士林，调整待测晶体元件前端面对参考标准平晶的倾斜状态，使得晶体元件中的干涉条纹数最少；
- e) 选取不小于被测晶体元件通光面面积的 90%作为测试范围；
- f) 待干涉图像稳定后，开始测试，利用程序计算得出待测晶体元件的平面度。

## 5.7 垂直度

### 5.7.1 测试原理

采用比较法，利用光学测角仪进行测试，首先使用  $90^\circ$  标准角度块对光学测角仪进行校准，然后将标准角度块替换成待测晶体样品进行测试，通过待测样品通光面的反射像与标准角度块反射像之间的夹角，可得到待测样品垂直度。

### 5.7.2 测试设备

光学测角仪；标准块，两个垂直面夹角为  $90^\circ$ 。

### 5.7.3 测试步骤

测试按以下步骤进行：

- a) 按照光学测角仪操作规程顺序打开各部分开关，系统处于待测状态；
- b) 将标准角度块(两个垂直面角度为  $90^\circ$ )置于测试平台上，调节旋钮使标准块的反射像处“0”刻度线；
- c) 再放上待测晶体元件，不需再调节旋钮，读取此时反射像与“0”刻度线的角度值，即得到待测晶体元件通光面与非通光面之间的垂直度。

注：标准角度块两面都要求为光学平面，可以反射成像，待测样品要求至少一个面为光学平面，能反射成像。

### 5.8 表面疵病

按 GB/T 22453—2008 中 5.14 的规定执行。

### 5.9 粗糙度

#### 5.9.1 测试原理

单晶元件非通光面有微小峰谷的不平度，粗糙度仪的传感器在待测表面做等速直线滑行时，元件表面的微小峰谷使传感器触针产生位移，该位移通过信号转换、放大、采集，表面粗糙度  $R_a$  值可以直接读出。

#### 5.9.2 测试设备

采用带有位移式差动电感传感器(触针为金刚石材， $90^\circ$  锥角，针尖半径  $5\ \mu\text{m}$ ，测力小于  $4\ \text{mN}$ ) 的粗糙度测量仪，精度不低于  $0.01\ \mu\text{m}$ 。

#### 5.9.3 测试步骤

测试按以下步骤进行：

- a) 对装有位移式差动电感传感器的粗糙度测量仪进行校准；
- b) 使粗糙度测量仪的触针紧贴晶体元件非通光面，并使触针位置光标处于最佳“0”位；
- c) 开始测量，记录粗糙度值；
- d) 缓慢移动单晶元件，分别测试 6 个不同位置的粗糙度，最终取平均值。

注：如果待测晶体元件的非通光面为曲面，则需使用带有曲面传感器的粗糙度测量仪。

### 5.10 倒角

按 GB/T 29420—2012 中 5.3.7 的规定执行。

### 5.11 崩边

按 GB/T 29420—2012 中 5.3.8 的规定执行。

## 5.12 有效通光孔径

按 GB/T 22453—2008 中 5.13 的规定执行。

## 5.13 消光比

按 GB/T 35118—2017 中 5.1 的规定执行。

## 5.14 光学均匀性

### 5.14.1 测试原理

测试光通过待测晶体元件后，被参照平面标准镜反射，与前标准镜反射的激光发生干涉，通过测量干涉条纹计算折射率的变化量，得到待测晶体元件的光学均匀性。

### 5.14.2 测试设备

采用工作波长为 1064nm 的激光干涉仪(具备采集和处理干涉图与折射率关系的功能)，准确度不低于  $1 \times 10^{-7}$ 。

### 5.14.3 测试步骤

测试按以下步骤进行：

- a) 打开激光干涉仪，预热约 20 min；
- b) 将待测样品置入多维调整架中，输入样品的长度  $L$  和在光源波长处的折射率  $n$ ；
- c) 调整测试光路，调节旋钮至干涉条纹为 2~3 条时，测试样品的透射波前畸变  $T$ ；
- d) 将平面标准反射镜挡住，测量样品前表面  $S_1$  的平面度；
- e) 测量样品后表面  $S_2$  的平面度；
- f) 移去多维调整架，测量空腔的波前畸变  $C$ ；
- g) 通过计算公式(4)得到，也可由测试设备直接读出样品的折射率变化值  $\Delta n$ ，即光学均匀性值：

$$\Delta n = \frac{n(T - C) - (n - 1)(A_2 - A_1)}{L} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $n$ ——测试样品的折射率；
- $T$ ——透射波前畸变，单位为纳米(nm)；
- $C$ ——空腔波前畸变，单位为纳米(nm)；
- $A_1$ —— $S_1$ 面平面度，单位为纳米(nm)；
- $A_2$ —— $S_2$ 面平面度，单位为纳米(nm)；
- $L$ ——测试样品通光方向的长度，单位为毫米(mm)。

注 1：因 Cr,Er:YSGG 晶体中不可避免的会含有少量的  $Cr^{4+}$  离子，在  $1\mu m$  波长处存在吸收，因此 Cr,Er:YSGG 晶体样品的长度应不大于 50 mm；

注 2：测量仪器激光干涉仪若为单波长的移相式型(PSI)，则待测样品的平行度应在 5' 左右。

## 5.15 波前畸变

采用工作波长为 1064 nm 的激光干涉仪(具备采集和处理干涉图与折射率关系的功能)，按 GB/T 11297.1—2017 中第 7 部分的规定执行。

注：因 Cr,Er:YSGG 晶体中不可避免的会含有少量的  $Cr^{4+}$  离子，在  $1\mu m$  波长处存在吸收，因此 Cr,Er:YSGG 晶体测试样品的长度应不大于 50 mm。

### 5.16 单程损耗系数

通光面的单程损耗系数按 GB/T 27661 规定的测试方法执行。

测量条件应符合以下要求：

- a) 光源波长为 Er:YSGG 或 Cr,Er:YSGG 激光晶体预期的工作波长 (2.79 μm)；
- b) 激光输出功率在 300 mW~800 mW 范围内，功率波动不大于 2%，光斑直径 1 mm~2 mm；
- c) 光源光束发散角小于 3 mrad；
- d) 光阑可调范围 1 mm~10 mm；
- e) 功率计精度不大于 0.01 mW；
- f) 损耗测量装置放置在坚固平稳的光学平台上，避免振动。

### 5.17 膜层质量

#### 5.17.1 表面质量

使用放大镜 (6 倍放大) 直接观测镀膜层是否存在漏镀、麻点、划痕等缺陷，并按 GB/T 29420—2012 中 5.3.10 规定的方法，观察是否出现脱膜或裂膜现象。

#### 5.17.2 剩余反射率

按 GB/T 29420—2012 中 5.3.9 的规定执行。

### 5.18 激光损伤阈值

按 GB/T 16601.2—2017 中 4.2 规定的方法，测量晶体元件镀膜前后的激光损伤阈值。

测试条件应符合以下要求：

- a) 光源波长为 Er:YSGG 或 Cr,Er:YSGG 激光晶体预期的工作波长 (2.79 μm)；
- b) 光束质量因子 M2 不大于 8、脉冲宽度为 (20±5) ns、重复频率为 (3±1) Hz；
- c) 光斑直径为 (1.0±0.2) mm；
- d) 每个测试点连续照射 10 个脉冲。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

检验分为出厂检验与型式检验，检验项目见表 1。

表 1 检验项目

序号	项目名称	技术要求章条号	测量方法章条号	型式检验	出厂检验
1	掺质浓度	4.1	5.1	√	□
2	散射	4.2	5.2	√	√
3	尺寸及公差	4.3	5.3	√	√
4	角度偏差	4.4	5.4	√	√
5	平行度	4.5	5.5	√	√
6	平面度	4.6	5.6	√	√

7	垂直度	4.7	5.7	√	√
8	表面疵病	4.8	5.8	√	√
9	粗糙度	4.9	5.9	√	√
10	倒角	4.10	5.10	√	√
11	崩边	4.11	5.11	√	√
12	有效通光孔径	4.12	5.12	√	√
13	消光比	4.13	5.13	√	√
14	光学均匀性	4.14	5.14	√	□
15	波前畸变	4.15	5.15	√	□
16	单程损耗系数	4.16	5.16	√	□
17	膜层质量	4.17	5.17	√	√
18	激光损伤阈值	4.18	5.18	√	□

注：表中“√”表示必检项目；“□”表示选检项目。

## 6.2 出厂检验

产品出厂时，应按表1所列出厂检验项目进行检验，剔除不合格品，并附有合格证后方可出厂。

## 6.3 型式检验

### 6.3.1 检验条件

凡有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 产品定型鉴定或产品转厂生产时；
- 正式生产后，如设备、原材料、工艺有改变，可能影响产品的质量时；
- 停产12个月及以上，恢复生产时；
- 批量生产时，每隔12个月进行一次；
- 客户要求进行了试验。

### 6.3.2 检验项目

按表1所列型式检验项目进行检验。

### 6.3.3 组批

由同一掺质浓度、同一批原料在同一条生产线上经相同工艺连续生产的产品组成。

### 6.3.4 抽样

在出厂检验合格的产品中随机抽取10%，至少2件，少于2件全检。

## 6.4 合格判定

检验结果符合本标准要求，则判定该批产品为合格。

检验数量为2件及以下的批件，如有不合格项，则判定该批产品为不合格。

检验数量为2件以上的批次,如有不合格项,可从同批产品中加倍抽样,对不合格项进行复检。复检结果如全部合格,则判定该批产品为合格;复检结果如仍有不合格,则判定该批产品为不合格。应分析不合格原因,采取措施后,重新检验,合格后方可生产。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

#### 7.1.1 标示要求

产品的专用包装盒上应注明以下内容:

- a) 产品名称及数量;
- b) 产品型号或标记;
- c) 制造年月、产品编号或生产批号;
- d) 制造单位名称。

#### 7.1.2 合格证要求

产品的包装盒内应有产品合格证及该产品的主要技术参数(包括掺质浓度、尺寸、平行度、平面度、表面疵病、消光比等)。

### 7.2 包装

产品应使用专用包装盒包装,包装盒应牢固并能防压、防振、防潮。

### 7.3 运输

产品应采取在防污染、防冲击及防振动的措施下运输,不能跌落与碰撞、不能受挤受压。

### 7.4 贮存

产品应在室温无腐蚀及干燥通风的条件下贮存。