

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T XXXXX—XXXX

## 低角度偏移红外带通滤光片

Low angle shift infrared band pass filter

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部  
发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 要求 .....	4
4.1 光学性能 .....	4
4.2 膜层结合强度 .....	4
4.3 表面疵病 .....	4
4.4 环境适应性 .....	4
5 试验方法 .....	4
5.1 光学性能 .....	4
5.2 膜层结合强度试验 .....	6
5.3 表面疵病 .....	6
5.4 环境适应性 .....	6
6 检验规则 .....	6
6.1 检验分类 .....	6
6.2 出厂检验 .....	7
6.2.1 检验项目和检验顺序 .....	7
6.2.2 检验原则 .....	7
6.2.3 抽样方案 .....	7
6.3 型式检验 .....	7
7 标志、包装、运输及贮存 .....	7
7.1 标志 .....	8
7.2 包装 .....	8
7.3 运输 .....	8
7.4 贮存 .....	8

## 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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国光学和光子学标准化技术委员会（SAC/TC103）归口。

本文件起草单位：浙江水晶光电科技股份有限公司、。。。。

本文件主要起草人：

# 低角度偏移红外带通滤光片

## 1 范围

本文件规定了低角度偏移红外带通滤光片的术语和定义、要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于750nm~2000nm波长范围内，采用玻璃、硅片、塑料和蓝宝石材料的低角度偏移红外带通滤光片（以下简称带通滤光片）的设计、制造和质量控制。

## 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 1185-2006 光学零件表面疵病

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 13962 光学仪器术语

GB/T 19142 出口商品包装 通则

GB/T 26331-2010 光学薄膜元件环境适应性试验方法

GB/T 26332.1-2018 光学和光子学 光学薄膜 第1部分：定义

GB/T 26332.4-2015 光学和光子学 光学薄膜 第4部分：规定的试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 13962和GB/T 26332.1-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**红外带通滤光片 infrared band pass filter**

光谱带通区位于红外辐射波段的带通滤光片。

### 3.2

**光谱透射率 spectral transmittance**

T

平行光透过的与入射的辐射通量或光通量的光谱密集度之比的百分比表示形式。

### 3.3

**中心波长 center wavelength**

$\lambda_0$

带通滤光片光谱通带中心的波长值（见图1），表征带通滤光片的通带光谱位置，其值按公式（1）计算。

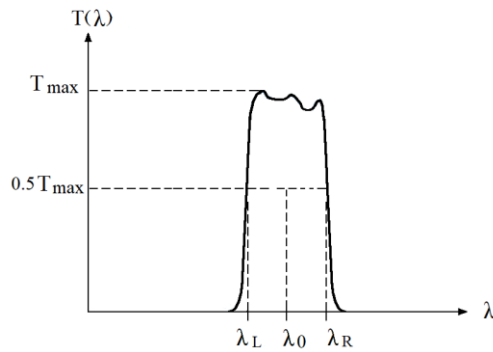
$$\lambda_0 = \frac{\lambda_L + \lambda_R}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\lambda_0$ ——中心波长，单位为纳米（nm）；

$\lambda_L$ ——光谱通带起始端光谱透射率0.5T<sub>max</sub>处的波长，单位为纳米（nm）；

$\lambda_R$ ——光谱通带终止端光谱透射率0.5T<sub>max</sub>处的波长，单位为纳米（nm）。



标引符号说明：  
 $T(\lambda)$ ——光谱透射率； $\lambda_0$ ——中心波长；  
 $T_{max}$ ——峰值透射率； $\lambda_L$ ——光谱通带起始端光谱透射率 $0.5T_{max}$ 处的波长；  
 $\lambda$ ——辐射的波长； $\lambda_R$ ——光谱通带终止端光谱透射率 $0.5T_{max}$ 处的波长。

图1 中心波长

3.4

**半峰带宽 full width at half maximum**

$\Delta\lambda_{0.5}$

带通滤光片透过率最大值二分之一处的光谱通带宽度（见图1），表征带通滤光片的通带光谱的波长范围，其值按公式（2）计算。

$$\Delta\lambda_{0.5} = \lambda_R - \lambda_L \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $\Delta\lambda_{0.5}$ ——半峰带宽，单位为纳米（nm）；
- $\lambda_L$ ——光谱通带起始端光谱透射率 $0.5T_{max}$ 处的波长，单位为纳米（nm）；
- $\lambda_R$ ——光谱通带终止端光谱透射率 $0.5T_{max}$ 处的波长，单位为纳米（nm）。

3.5

**入射角 angle of incidence**

入射光线与入射表面法线的夹角。

3.6

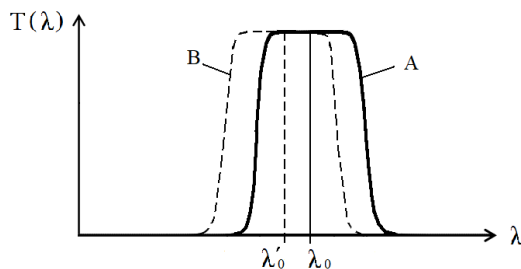
**波长偏移 wavelength shift**

给定入射角光线的中心波长与 $0^\circ$ 入射角光线的中心波长存在的偏移（见图2）。其偏移量按公式（3）计算。

$$\Delta\lambda_{shift} = \lambda'_0 - \lambda_0 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $\Delta\lambda_{shift}$ ——波长偏移量，单位为纳米（nm）；
- $\lambda'_0$ ——给定入射角光线光谱带的中心波长，单位为纳米（nm）；
- $\lambda_0$ —— $0^\circ$ 入射角光线光谱带的中心波长，单位为纳米（nm）。



标引符号说明：  
 A——入射角 $0^\circ$ 光线； $\lambda'_0$ ——给定入射角光线光谱带的中心波长；

B——给定入射角光线；                       $\lambda_0$  ——0°入射角光线光谱带的中心波长；  
 T( $\lambda$ )——光谱透射率；  
 $\lambda$ ——辐射的波长；

图2 波长偏移

3.7

**低角度偏移 low angle shift**

给定入射角光线的波长偏移量较小时，称为低角度偏移。

3.8

**过渡宽度 transition width**

滤光片光谱的截止区和带通区之间的波长间隔（见图3），其值按公式（4）和公式（5）计算。

$$S_L = \lambda_6 - \lambda_5 \dots\dots\dots (4)$$

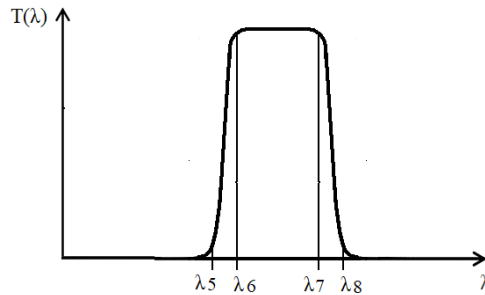
式中：

$S_L$ ——滤光片光谱通带起始端过渡宽度，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_5$ ——滤光片光谱低端截止区临界点波长，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_6$ ——滤光片光谱通带起点波长，单位为纳米（nm）。

$$S_R = \lambda_8 - \lambda_7 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$S_R$ ——滤光片光谱通带终止端过渡宽度，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_7$ ——滤光片光谱通带终点波长，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_8$ ——滤光片光谱高端截止区临界点波长，单位为纳米（nm）。



标引符号说明：

T( $\lambda$ )——光谱透射率；  
 $\lambda$ ——辐射的波长，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_5$ ——滤光片光谱低端截止区临界点波长，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_6$ ——滤光片光谱通带起点波长，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_7$ ——滤光片光谱通带终点波长，单位为纳米（nm）；  
 $\lambda_8$ ——滤光片光谱高端截止区临界点波长，单位为纳米（nm）。

图3 过渡宽度

3.9

**光学密度 optical density**

OD

光谱透射率倒数的常用对数。表征材料的遮光能力。光学密度值按公式（6）计算。

$$OD = \text{Log}_{10} \frac{1}{T} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

OD——光学密度；  
 T——光谱透射率。

## 4 要求

### 4.1 光学性能

#### 4.1.1 中心波长的偏差

中心波长与中心波长标称值的偏差应不大于中心波长标称值的3%。

注：通带光谱的中心波长标称值也可以由用户提供。

#### 4.1.2 半峰带宽的偏差

通带光谱的半峰带宽应不大于中心波长的15%。

#### 4.1.3 波长偏移

给定光线入射角为30°时的中心波长偏移应不大于20nm。

#### 4.1.4 过渡宽度

光谱透射率从20%到80%的通带起始端过渡宽度和光谱透射率从80%到20%的通带终止端过渡宽度均应不大于15nm。

#### 4.1.5 光谱截止区的光学密度值

光谱截止区的光学密度值应不小于3。

### 4.2 膜层结合强度

- a) 当带通滤光片直径 $\leq 40\text{mm}$ 时，表面膜层应无裂纹和脱落现象。
- b) 当带通滤光片直径 $> 40\text{mm}$ ，表面膜层应符合 GB/T 26332.4—2015 第 7.5 条表 3 中分类 2 的规定。

### 4.3 表面疵病

表面疵病公差应满足C 1 $\times$ 0.4的要求，长擦痕公差应满足L 1 $\times$ 0.4的要求。

### 4.4 环境适应性

#### 4.4.1 高温试验

带通滤光片在无包装条件下的高温试验要求，试验温度应不超出 $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应低于40%，试验持续时间应不低于168h。

#### 4.4.2 低温试验

带通滤光片在无包装条件下的低温试验要求，试验温度应不超出 $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，试验持续时间应不低于72h。

#### 4.4.3 温度循环试验

带通滤光片在无包装条件下的温度循环试验要求，低温： $-40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，高温： $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，每个周期中最高温度和最低温度保持时间均不低于0.5h，连续10次循环。

#### 4.4.4 恒定湿热试验

带通滤光片在无包装条件下的恒定湿热试验要求。试验的相对湿度应不超出80%~90%，试验温度应不超出 $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，并保持恒定，试验保持时间不低于48h。

## 5 试验方法

### 5.1 光学性能

#### 5.1.1 试验条件

试验环境条件如下：

- a) 环境温度15℃~35℃；
- b) 相对湿度不超过75%；
- c) 周围没有会引起带通滤光片膜层腐蚀的气体。

### 5.1.2 试验工具

满足下列要求的分光光度计：

- a) 波长准确度应优于 0.5 nm；
- b) 透射率准确度应优于 0.5%；
- c) 光谱测试波长范围应大于受试滤光片的波长范围。

### 5.1.3 试验程序

试验程序如下：

- a) 将分光光度计的试验光线入射角调整为 0°；试验光线谱线宽度调整到 0.2nm。试验的波长范围应在滤光片带通区基础上，向两端各外延带宽的 10%，得到试验的波长起点和终点。在分光光度计上设置测试的波长起点和终点，将试样放入测试光路中，从波长起点开始试验，采集波长和透过率，直至波长终点，采集到如图 1 的  $\lambda-T(\lambda)$  曲线；
- b) 将分光光度计的试验光线入射角调整为 30°，重复 a) 程序，采集到 30° 入射角试验程序的  $\lambda_{30}-T(\lambda)_{30}$  曲线；
- c) 将分光光度计的试验光线入射角调整为 0°，试验光线波长调整到滤光片试样光谱截止区，所选波长应临近光谱通带两侧；将试样放入测试光路中，采集透过率指数  $T_s$ ；然后将试样从测试光路中取出，采集 100% 通光时的透过率指数  $T_{100}$ ；用遮光板切断测试光路，采集 0 通光时的透过率指数  $T_0$ 。

### 5.1.4 试验数据处理

#### 5.1.4.1 中心波长的偏差

在 5.1.3 a) 得到的  $\lambda-T(\lambda)$  曲线上找到  $T_{max}$ ，计算  $0.5T_{max}$ 。在曲线上得到所对应的  $\lambda_L$  和  $\lambda_R$ ，按公式 (1) 计算中心波长测得值  $\lambda_0$ ，再按公式 (7) 计算中心波长的相对偏差。

$$\delta\lambda_0 = \frac{|\lambda_0 - \lambda'|}{\lambda'} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- $\delta\lambda_0$  ——中心波长的相对偏差；  
 $\lambda_0$  ——中心波长测得值，单位为纳米 (nm)；  
 $\lambda'$  ——中心波长标称值，单位为纳米 (nm)。

#### 5.1.4.2 半峰带宽的偏差

将 5.1.4.1 得到的  $\lambda_L$  和  $\lambda_R$ ，代入公式 (2) 计算，获得半峰带宽  $\Delta\lambda_{0.5}$ 。按公式 (8) 计算得到半峰带宽的相对偏差。

$$\delta\lambda_{0.5} = \frac{\Delta\lambda_{0.5}}{\lambda'} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- $\delta\lambda_{0.5}$  ——半峰带宽的相对偏差；  
 $\Delta\lambda_{0.5}$  ——半峰带宽，单位为纳米 (nm)；  
 $\lambda'$  ——中心波长标称值，单位为纳米 (nm)。

#### 5.1.4.3 波长偏移

在 5.1.3 b) 采集到的  $\lambda_{30}-T(\lambda)_{30}$  曲线上找到  $T_{max}$ ，计算  $0.5T_{max}$ ；在曲线上得到所对应的  $\lambda_L$  和  $\lambda_R$ ，按公式 (1) 计算 30° 入射角的中心波长，该中心波长与 5.1.4.1 得到的 0° 入射角的中心波长之差，为波长偏移。

#### 5.1.4.4 过渡宽度



在5.1.3 a)得到的 $\lambda-T(\lambda)$ 曲线上找到透过率为 $0.2T_{\max}$ 和 $0.8T_{\max}$ 处的波长 $\lambda_5$ 、 $\lambda_6$ 、 $\lambda_7$ 、 $\lambda_8$  (见图3), 按公式(4)和(5)计算, 得到过渡宽度。

#### 5.1.4.5 光谱截止区的光学密度值

用5.1.3 c)采集到的 $T_s$ 、 $T_{100}$ 和 $T_0$ , 按公式(9)计算光谱截止区的透过率, 再按公式(6)计算光谱截止区的光学密度值。

$$T = \frac{T_s}{T_{100}-T_0} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$T$  ——光谱截止区的透过率;

$T_s$  ——采集到的试样透过率指数;

$T_{100}$  ——采集到的100%通光时的透过率指数;

$T_0$  ——采集到的0通光时的透过率指数。

## 5.2 膜层结合强度试验

5.2.1 当带通滤光片直径 $\leq 40\text{mm}$ 时, 按照GB/T 26332.4—2015中6.3表2严酷等级02和第6章规定的方法进行试验;

5.2.2 当带通滤光片直径 $> 40\text{mm}$ , 按GB/T 26332.4—2015中第7章规定的方法进行试验。

## 5.3 表面疵病

按GB/T 1185—2006中6.1.3规定的常规比对法进行试验。

## 5.4 环境适应性

### 5.4.1 高温试验

按GB/T 26331—2010中4.1规定的方法进行试验。

### 5.4.2 低温试验

按GB/T 26331—2010中4.2规定的方法进行试验。

### 5.4.3 温度循环试验

按GB/T 26331—2010中4.3规定的方法进行试验。

### 5.4.4 恒定湿热试验

按GB/T 26331—2010中4.4规定的方法进行试验。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。检验项目和检验顺序见表1。

表1 检验项目和检验顺序

序号	检验项目	技术要求条号	试验方法条号	出厂检验 <sup>a</sup>	型式检验 <sup>a</sup>	不合格类型 <sup>b</sup>
1	中心波长的偏差	4.1.1	5.1	√	√	A
2	半峰带宽的偏差	4.1.2	5.1	√	√	A
3	波长偏移	4.1.3	5.1	√	√	A
4	过渡宽度	4.1.4	5.1	√	√	A
5	光谱截止区的光学密度值	4.1.5	5.1	√	√	A
6	膜层结合强度	4.2	5.2	√	√	A

7	表面疵病	4.3	5.3	√	√	B
8	环境适应性	4.4	5.4	—	√	A
<p><sup>a</sup> “√”为需检验项目 “—”为不需检验项目。</p> <p><sup>b</sup> 不合格类型A是指单位产品的极重要质量特性不符合规定，或者单位产品的质量特性极严重不符合规定。 不合格类型B是指单位产品的重要质量特性不符合规定，或者单位产品的质量特性严重不符合规定。</p>						

## 6.2 出厂检验

### 6.2.1 检验项目和检验顺序

出厂检验的检验项目和检验顺序见表1。

### 6.2.2 检验原则

出厂检验可以选用逐件检验或抽样检验。任意一项不满足规定即判定该产品为不合格产品。当抽样检验不合格时，应采用逐件检验方式重新检验。

### 6.2.3 抽样方案

A类不合格项目，检验样本从送样中抽取。样本数为5，只要有1个样本1个项目不合格，即判定该批产品不合格。

B类不合格项目，检验样本从送样中抽取。按GB/T 2828.1中的一次抽样方案，一般检验水平II，接收质量限（AQL）为1.5。

## 6.3 型式检验

### 6.3.1 检验项目和检验顺序

型式检验的检验项目如下：

- 型式检验的检验项目和检验顺序见表1；
- 型式检验的受试样本在按本文件4.4进行环境适应性试验后，4.1~4.3仍应符合本文件的规定。

### 6.3.2 检验周期

型式检验一般每年进行一次，产品有下列情况之一时应进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品长期停产后，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

### 6.3.3 检验原则

A类不合格项目，检验样本从检验合格的成品中抽取。样本数为5，只要有1个样本1个项目不合格，即判定该批产品不合格。

B类不合格项目，检验样本从检验合格的成品中抽取。按GB/T 2828.1中的一次抽样方案，一般检验水平II，接收质量限（AQL）为1.5。

### 6.3.4 判定方法

型式检验全部检验项目合格，则判定型式试验为合格；除表面疵病检验外，其他检验项目有任何一个样品不合格，即判定型式检验不合格；表面疵病检验出现不合格样品，允许二次抽样，样品数量6片，如果没有新的不合格样品，则可判定型式检验为合格，如果仍有不合格样品，则判定型式检验不合格。

### 6.3.5 样品的处理

经过型式检验的样品，不能交付客户使用。

## 7 标志、包装、运输及贮存

## 7.1 标志

7.1.1 在产品外壳或包装袋上应标明型号。

7.1.2 每个产品的包装箱（盒）上应有如下标志：

- a) 产品名称、型号规格及数量；
- b) 防护标志；
- c) 装箱日期；
- d) 生产单位名称或商标。

## 7.2 包装

7.2.1 包装应牢固并有防尘、防震、防碎、防潮等措施。出口产品包装应符合 GB/T 19142 的要求。

7.2.2 包装内附文件应包含：

- a) 装箱清单；
- b) 产品合格证明文件；
- c) 其他必要的文件资料。

## 7.3 运输

产品允许采用各种运输工具运输。在运输过程中应防压并防止受到剧烈冲击、雨淋。

## 7.4 贮存

经过包装后的产品应存放在温度10℃~28℃、相对湿度45%~65%、无腐蚀性气体和通风良好的洁净环境内。