

ICS 17.180
N 30
备案号: 63891—2018

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 13360—2018

荧光检测分析用干涉滤光片

Interference filters used in fluorescence detection analysis

2018-04-30 发布

2018-12-01 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 命名规则	2
5 技术要求	3
6 试验方法	5
7 检验规则	7
8 标志、包装、运输和贮存	9
附录 A (资料性附录) 常用荧光滤光片组结构及光谱示意图	10
附录 B (资料性附录) 补充常用荧光滤光片光学指标及描述方式	12
附录 C (资料性附录) 常规比对法检测装置	15
图 1 高低温循环试验温度变化曲线	6
图 2 交变湿热试验温度及相对湿度变化曲线	7
图 A.1 典型荧光滤光片组结构示意图	10
图 A.2 几种典型荧光滤光片光谱示意图	11
图 B.1 分段描述方式光谱示意图	13
图 B.2 截止陡度计算方法示意图	14
图 C.1 常规比对法检测装置	15
表 1 I 型、II 型荧光滤光片主要指标差异对照表	3
表 2 检验项目及检验顺序	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由机械工业仪器仪表元器件标准化技术委员会（CMIF/TC 17）归口。

本标准起草单位：沈阳仪表科学研究所有限公司、同济大学、大连化学物理研究所、浙江大学、沈阳汇博光学公司、国家仪器仪表元器件质量监督检验中心、深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司、西安天隆科技有限公司、博奥生物集团有限公司、昂纳信息技术（深圳）有限公司。

本标准主要起草人：王瑞生、阴晓俊、赵帅锋、高鹏、费书国、任少鹏、王占山、于振毅、程鑫彬、李刚、王锋、顾培夫、章岳光、邱金宏、李政，孙尧、王东、黄国亮、范文明、赵珑现、班超、马敬、殷波、徐秋玲。

本标准为首次发布。

荧光检测分析用干涉滤光片

1 范围

本标准规定了荧光检测分析用干涉滤光片的术语和定义、命名规则、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于荧光检测分析用干涉滤光片(以下简称荧光滤光片),包括激发滤光片、发射滤光片、分色镜等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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—2012 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 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 26328—2010 生物化学分析仪器用干涉滤光片

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 26332.2—2015 光学和光子学 光学薄膜 第2部分:光学特性

3 术语和定义

GB/T 26332.1—2010 及 GB/T 26328—2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

荧光滤光片组 fluorescence filter set

用于荧光检测分析光路系统中对应同一种荧光试剂的滤光片组合。

注:通常包含激发滤光片、发射滤光片及分色镜,详见附录A。

3.2

激发滤光片 exciter filter, EX

在指定波长范围内,用于选择透射特定波段激发光,截止其余波段光的荧光滤光片。

注:激发滤光片应在荧光发射波段有较深的背景截止度。

3.3

发射滤光片 emission filter, EM

在指定波长范围内,用于选择透射特定波段荧光发射光,截止其余波段光的荧光滤光片。

注:发射滤光片应在激发光波段有较深的背景截止度。

3.4

分色镜 dichroic mirror, DM

对激发光和发射光具有分色功能的荧光滤光片,通常入射角为45°。

[GB/T 26332.2—2015, 定义 6.4.7]

3.5

通带透射率 pass band transmittance
 滤光片在指定通带范围内的光谱透射率。
 [GB/T 26332.1—2010, 定义 6.4.73.2.1]

3.6

背景截止度 blocking
 背景
 滤光片在光谱截止带内对光的截止程度, 用光谱透射率 $T(\lambda)$ 和光密度 $OD(\lambda)$ 表示。
 注 1: 改写 GB/T 26328—2010, 定义 3.5。
 注 2: 光谱透射率 $T(\lambda)$ 与光密度 $OD(\lambda)$ 之间存在公式 (1) 所示的对数关系。

$$OD(\lambda) = -\lg [T(\lambda)] \dots\dots\dots (1)$$

3.7

透射波前畸变 transmitted wavefront distortion
 光透射滤光片前后, 透射光波前 (波面) 相对入射光波前的改变程度。
 注: 该指标通常应用在高精度成像系统中。

4 命名规则

4.1 荧光滤光片命名规则



4.2 激发滤光片命名规则

激发滤光片可分为带通滤光片和短波通滤光片两种, 带通滤光片需标注中心波长和带宽, 短波通滤光片标注截止沿 $T=0.5T_{max}$ 的位置。

示例:

EX530/20 中, EX 表示激发滤光片, 530/20 表示中心波长为 530 nm、带宽为 20 nm;
 EX530SP 中, EX 表示激发滤光片, 530SP 表示短波通滤光片, 截止沿 $T=0.5T_{max}$ 的位置为 530 nm。

4.3 发射滤光片命名规则

发射滤光片可分为带通滤光片和长波通滤光片两种, 带通滤光片需标注中心波长和带宽, 长波通滤光片标注截止沿 $T=0.5T_{max}$ 的位置。

示例:

EM560/20 中, EM 表示发射滤光片, 560/20 表示中心波长为 560 nm、带宽为 20 nm;
 EM560LP 中, EM 表示发射滤光片, 560LP 表示长波通滤光片, 截止沿 $T=0.5T_{max}$ 的位置为 560 nm。

4.4 分色镜命名规则

分色镜一般为长波通滤光片, 命名时标注截止沿 $T=0.5T_{max}$ 的位置。

示例：

DM545，表示该分色镜当入射角为 45°时，截止沿 $T=0.5T_{\max}$ 的位置为 545 nm。

5 技术要求

5.1 光学性能

5.1.1 总则

荧光滤光片的光谱性能应与荧光检测系统中荧光试剂的激发和发射光谱特性，以及荧光检测系统的光源发射光谱及光电接收器的光谱响应相匹配（参见 A.2）。根据荧光检测系统的不同，荧光滤光片可分为两种类型：I 型荧光滤光片，适用于对信噪比要求不高的荧光检测系统；II 型荧光滤光片，适用于有高信噪比要求的荧光检测系统，I 型、II 型荧光滤光片主要指标差异见表 1。

表1 I 型、II 型荧光滤光片主要指标差异对照表

指标	激发滤光片		发射滤光片		分色镜	
	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型
通带透射率*	>75%	>90%	>75%	>90%	>85%	>90%
截止带背景截止度	优于 OD4	平均值优于 OD6	优于 OD4	平均值优于 OD6	—	—
反射带反射率	—	—	—	—	平均值大于 95%	

* 本分类针对可见波段荧光滤光片，紫外波段荧光滤光片由供需双方协商确定。

荧光滤光片的光谱性能要求可使用关键指标数值表述和分段光谱表述两种表述方式。对高精度要求的荧光检测系统中应用的荧光滤光片，技术文件中应使用分段光谱表述方式，该方法涵盖信息更全面，表述更准确，方便供需双方沟通，不容易造成歧义（参见 B.1）。

5.1.2 激发滤光片光学性能

5.1.2.1 通带范围

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确要求，激发滤光片的通带范围应处于待测荧光试剂的激发光谱的高激发响应波段内（参见图 A.2）。

注：通带范围可由标称中心波长及半峰带宽代替，两种表述方式及计算方式参见 B.1。

5.1.2.2 通带透射率

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，激发滤光片通带透射率应符合表 1 的规定。

5.1.2.3 截止带范围

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，激发滤光片的截止带范围的上限值应不小于荧光检测系统中所用光电接收器的光谱响应范围的上限值，下限值应不大于荧光检测系统中所用光电接收器的光谱响应范围的下限值。对不用光电接收器而用人眼感知荧光的系统，截止带范围的上限值为 760 nm，下限值为 380 nm。

5.1.2.4 背景截止度

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，激发滤光片的截止带背景截止度应符合表 1 的规

定。在同一荧光滤光片组的发射滤光片的通带范围内，I型激发滤光片的背景截止度平均值应优于OD5，II型激发滤光片的背景截止度平均值应优于OD6。

5.1.3 发射滤光片光学性能

5.1.3.1 通带范围

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确要求，发射滤光片的通带范围应处于待测荧光试剂的发射光谱的高发射响应波段内（参见图A.2）。

注：通带范围可由标称中心波长及半峰带宽代替，两种表述方式及计算方式参见B.1。

5.1.3.2 通带透射率

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，发射滤光片通带透射率应符合表1的规定。

5.1.3.3 截止带范围

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，发射滤光片的截止带范围的上限值应不小于760 nm，下限值应不大于荧光检测系统中所用光电接收器的光谱响应范围的下限值。对于不用光电接收器而用人眼感知荧光的系统，其截止带范围的下限值为380 nm。

5.1.3.4 背景截止度

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，发射滤光片的截止带背景截止度应符合表1的规定。在同一荧光滤光片组的激发滤光片的通带范围内，I型发射滤光片的背景截止度平均值应优于OD5，II型发射滤光片的背景截止度平均值应优于OD6（见表1）。

5.1.4 分色镜光学性能

5.1.4.1 反射带范围

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，反射带范围应包括同组荧光滤光片组中激发滤光片的通带范围。

5.1.4.2 反射带反射率

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，反射带反射率的平均值应符合表1的规定。

5.1.4.3 通带范围

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，透射带范围应包括同组荧光滤光片组中发射滤光片的通带范围。

5.1.4.4 通带透射率

应符合采购文件的规定，若采购文件无明确规定，分色镜通带透射率平均值应符合表1的规定。

5.1.5 透射波前畸变

应符合采购文件的规定，采购文件无明确规定即表示对此项无要求。

注：透射波前畸变通常适用于高精度成像系统应用的荧光滤光片（主要为II型荧光滤光片），对此类系统应用的荧光滤光片可规定发射滤光片和分色镜的透射波前畸变不大于 $\lambda/4$ （ $\lambda=632.8$ nm）。

5.2 表面疵病

荧光滤光片疵病公差、长擦痕公差应满足产品图样或采购文件的规定。无明确规定时，疵病公差应满足 $C1 \times 0.4$ 的要求，长擦痕公差应满足 $L1 \times 0.4$ 的要求（见 GB/T 1185—2006）。

5.3 环境适应性

5.3.1 高低温循环

在高温 70°C 和低温 -40°C 条件下，荧光滤光片经过 5 个循环周期试验后，其光学性能应符合 5.1 的规定。

5.3.2 交变湿热

在温度为 $25^\circ\text{C} \sim 65^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $85\% \sim 95\%$ 范围内，荧光滤光片经过 10 个循环周期试验后，其光学性能应符合 5.1 的规定。

6 试验方法

6.1 光学性能检验方法

6.1.1 检验仪器及检验方法

6.1.1.1 紫外-可见分光光度计

荧光滤光片透射率及背景的检验仪器为紫外-可见分光光度计，其应满足下列要求：

- 波长精度： $\leq 0.1 \text{ nm}$ ；
- 波长准确度： $\leq 0.2 \text{ nm}$ ；
- 可测波长范围需包含： $300 \text{ nm} \sim 1\,200 \text{ nm}$ ；
- 测光度范围： $0 \text{ Abs} \sim 6.0 \text{ Abs}$ ；
- 具有测试反射特性的功能。

检验方法：对于激发滤光片和发射滤光片，测试光入射角为 0° ；对于透射率测试，测试光光谱宽度为 0.2 nm ，测试取点间隔为 0.2 nm ；背景截止度测试见 6.1.4 的规定。对于分色镜，测试光入射角为 45° 。测试光束截面尺寸应不大于荧光滤光片的有效通光孔径，测试光束应全部照射在有效通光孔径范围内，且大于有效通光孔径的 $1/2$ 。

6.1.1.2 激光干涉仪

荧光滤光片透射波前畸变检验仪器为激光干涉仪，其应满足下列要求：

PV 值精度与重复性不大于 0.05λ ，RMS 值精度与重复性不大于 0.01λ ，有效测试区域直径不小于 4 in ($1 \text{ in} = 0.0254 \text{ m}$)；标准镜面面形精度优于 $\lambda/20$ ；激光干涉仪应放置在能够消除 $1 \text{ Hz} \sim 120 \text{ Hz}$ 振动的减振台上。

6.1.2 通带范围

根据分光光度计测试所得的荧光滤光片通带范围的透射率数据和曲线进行判断，激发滤光片通带范围应符合 5.1.2.1 的规定，发射滤光片通带范围应符合 5.1.3.1 的规定，分色镜通带范围应符合 5.1.4.3 的规定。

6.1.3 通带透射率

根据分光光度计测试所得的荧光滤光片通带范围的透射率数据和曲线计算通带透射率，激发滤光

片通带透射率应符合 5.1.2.2 的规定，发射滤光片通带透射率应符合 5.1.3.2 的规定，分色镜结果应通带透射率 5.1.4.4 的规定。

6.1.4 背景截止度

在截止带范围内判定荧光滤光片背景截止度，测试光谱宽度为 0.5 nm~2 nm，测试取点间隔为 2 nm~4 nm，积分时间不小于 0.5 s。根据分光光度计测试的荧光滤光片透射率（或光密度）数据和曲线，计算荧光滤光片的背景截止度数据，激发滤光片背景截止度应符合 5.1.2.4 的规定，发射滤光片背景截止度应符合 5.1.3.4 的规定。

6.1.5 反射带范围

根据分光光度计测试所得的荧光滤光片的反射率数据和曲线进行判断，分色镜反射带范围应符合 5.1.4.1 的规定。

6.1.6 反射带反射率

根据分光光度计测试所得的荧光滤光片的反射率数据和曲线计算反射带反射率，分色镜反射带反射率应符合 5.1.4.2 的规定。

6.1.7 透射波前畸变

利用激光干涉仪测量荧光滤光片的透射波前畸变。检验结果应符合 5.1.5 的规定。

6.2 表面疵病

按照 GB/T 1185—2006 中 6.1.3 规定的常规比对法进行检验时，检测装置参照本标准图 C.1。检验结果应符合本标准 5.2 的规定。

6.3 环境适应性

6.3.1 高低温循环

按照 GB/T 26331—2010 中 4.3.2 的规定，高低温循环试验方法如下：

首次循环前应增加 30 min 的温度稳定时间，使温度从室温稳定到 23℃；低温 -40℃±2℃ 保持 3 h；高温 70℃±2℃ 保持 3 h；两个温度状态交替时，温度的平均变化速率应在 0.8℃/min~1.2℃/min 之间；当温度变化经过低温状态和高温状态，再次回到 23℃ 时，所经历的时间为一个循环周期。温度变化曲线如本标准图 1 所示。

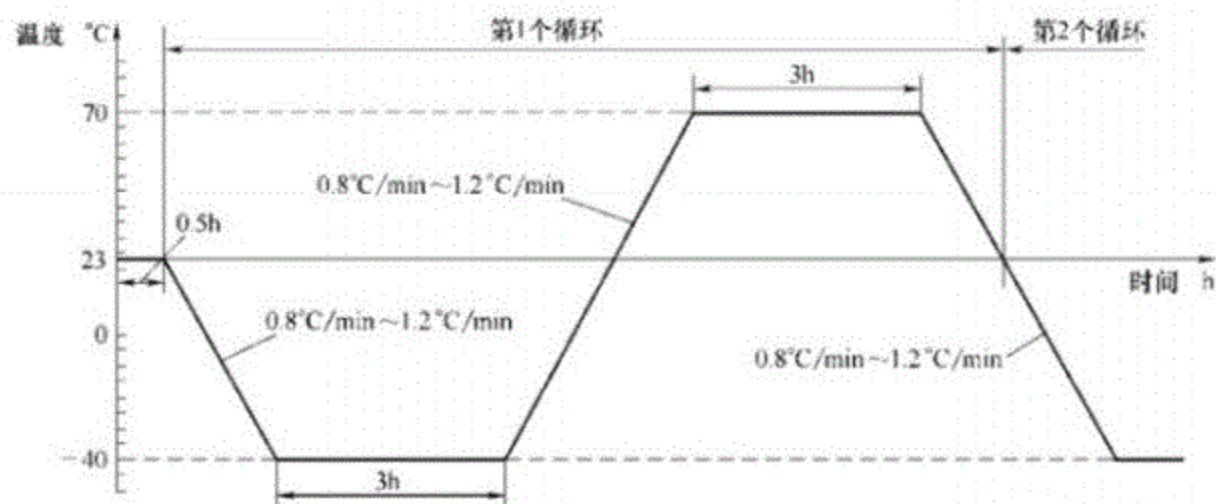


图1 高低温循环试验温度变化曲线

将荧光滤光片按此试验方法进行五个循环周期试验，试验结束后在室温下恢复 1 h，进行光学性能试验，其结果应符合本标准 5.3.1 的规定。

6.3.2 交变湿热

按照 GB/T 26331—2010 中 4.5.2 的规定，交变湿热试验方法如下：

每 24 h 为一个循环周期；首次循环 0 h~2 h 内包含 30 min 的稳定时间，使温度从室温稳定到 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度达到 85%，此后循环不包含该段时间。普通周期内温度变化的要求为：0 h~2 h，温度从 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 以均匀速率变化到 $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；2 h~8 h，温度保持在 $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内；8 h~24 h，温度从 $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 以均匀速率变化到 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。一个周期内相对湿度变化的要求为：0 h~4 h，相对湿度不低于 85%；4 h~8 h，相对湿度为 90%~95%；8 h~24 h，相对湿度不低于 85%。温度和相对湿度变化如本标准图 2 所示。

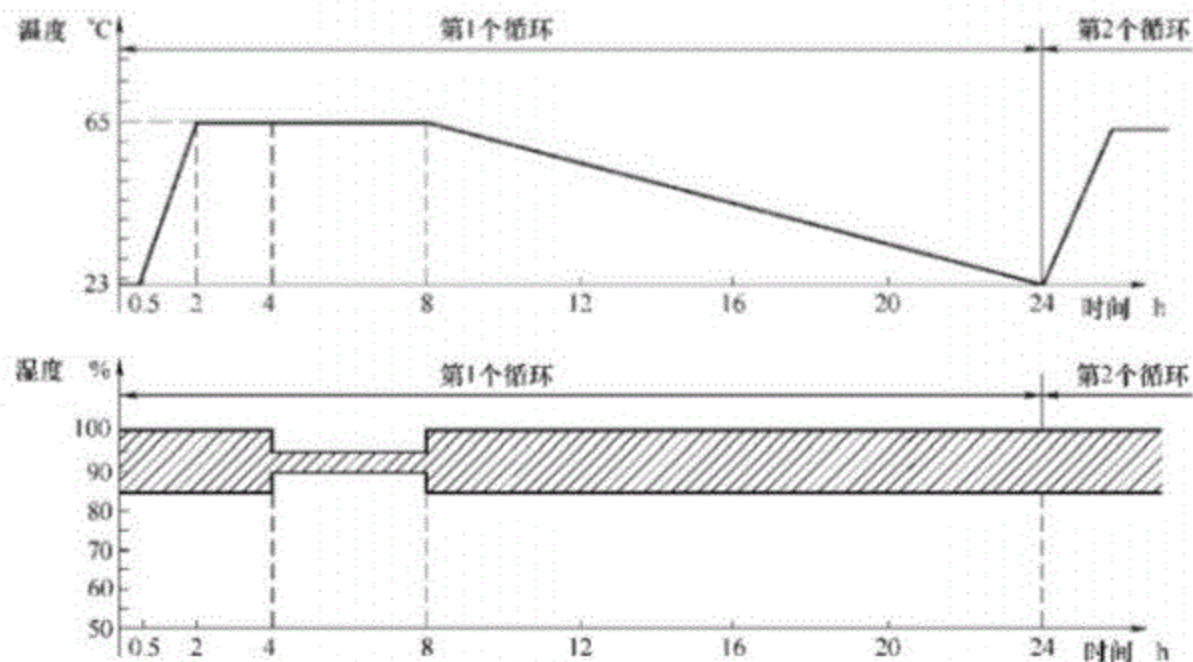


图2 交变湿热试验温度及相对湿度变化曲线

将荧光滤光片按此试验方法进行 10 个循环周期试验，试验结束后在室温下恢复 1 h，进行光学性能试验，其结果应符合本标准 5.3.2 的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 检验项目

出厂检验的检验项目及检验顺序见表 2。

表2 检验项目及检验顺序

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验	检验项目不合格类型
1	光学性能（不含透射波前畸变）	5.1.2~5.1.4	6.1.2~6.1.6	√	√	A
2	透射波前畸变	5.1.5	6.1.7	√	√	B
3	表面疵病	5.2	6.2	√	√	B
4	高低温循环	5.3.1	6.3.1	—	√	B
5	交变湿热	5.3.2	6.3.2	—	√	B

注1：“√”为需检验项目；“—”为不需检验项目。

注2：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（详细内容请参考GB/T 2829—2002）。

注3：透射波前畸变的测量由供需双方协商确定，对于无透射波前畸变要求的荧光滤光片，该指标项可省略。

7.2.2 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。

7.2.3 抽样方案

抽样检验时，按GB/T 2828.1—2012中的一次抽样方案，采用一般检验水平II，接收质量限（AQL）为1.5。

7.3 型式检验

7.3.1 检验项目

型式检验的检验项目及检验顺序按表2的规定。

7.3.2 检验周期

型式检验一般每年进行一次，有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品的试制定型鉴定；
- 老产品转厂生产；
- 产品正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求；
- 用户提出特殊需要。

7.3.3 检验规则

型式检验的样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取，抽样采用GB/T 2829—2002中一次抽样方案。

A类不合格项目，采用判别水平II，不合格质量水平（RQL）为3.0，样本量 $n=50$ ，合格判定数 $Ac=0$ ，不合格判定数 $Re=1$ 。

B类不合格项目，检验样本从A类项目检验合格的样本中抽取，样本量为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。

7.3.4 样品的处理

经型式检验的样品，不能交付用户使用。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 荧光滤光片上应明确标识出是激发滤光片还是发射滤光片；应在激发滤光片、发射滤光片和分色镜上明确标识出光的入射方向。

8.1.2 在荧光滤光片外壳或包装袋的适当位置应标明型号。

8.1.3 在荧光滤光片的包装箱（盒）上应标明：

- 产品名称、型号规格及数量；
- 防护标志；
- 装箱日期；
- 装箱员编号；
- 生产单位名称或商标；
- 执行标准编号。

8.2 包装

8.2.1 荧光滤光片包装应符合 GB/T 13384—2008 的规定。

8.2.2 包装内附件应包含：

- 装箱清单；
- 产品合格证明文件；
- 其他相关文件资料。

8.3 运输

荧光滤光片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。

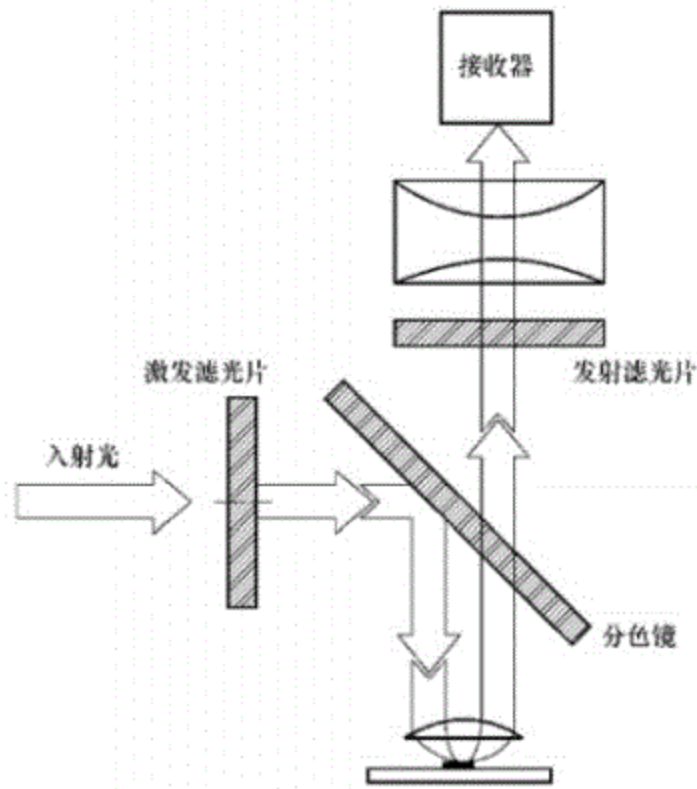
8.4 贮存

经包装后的荧光滤光片应存放在温度为 0℃~40℃、相对湿度不超过 85%、无腐蚀性气体和通风良好的洁净环境内。

附录 A
(资料性附录)
常用荧光滤光片组结构及光谱示意图

A.1 典型荧光滤光片组应用示意

典型荧光滤光片组包括激发滤光片、发射滤光片和分色镜，具体使用方法如图 A.1 所示，部分厂商的光路结构中不含分色镜，或者使用其他结构。



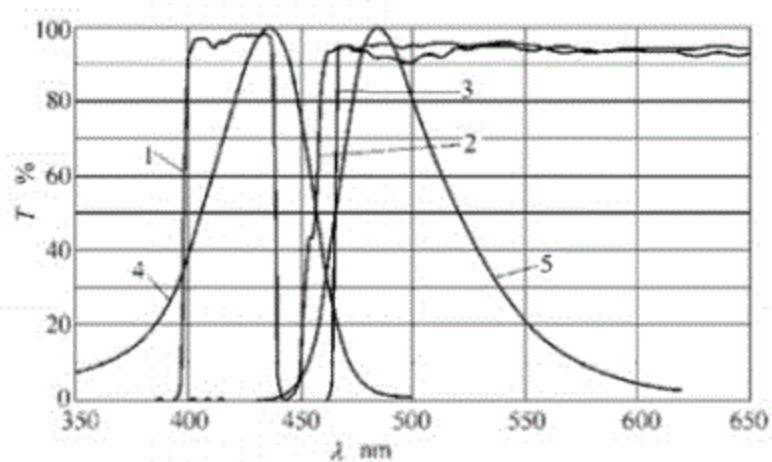
图A.1 典型荧光滤光片组结构示意图

A.2 典型荧光滤光片光谱示意图

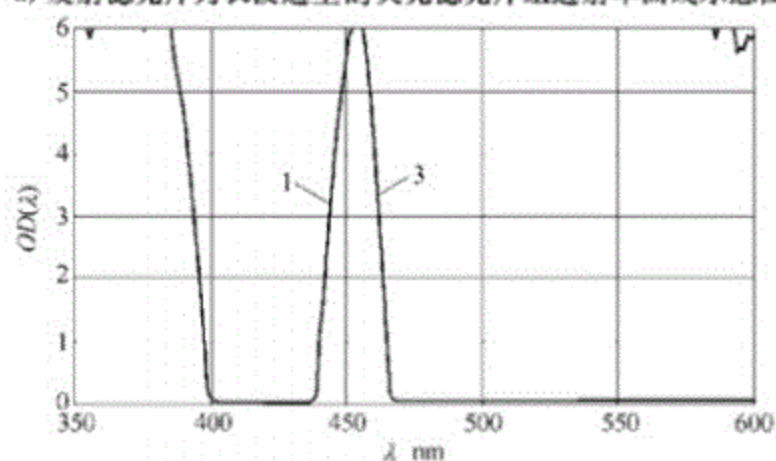
典型激发滤光片是带通滤光片，部分厂商使用短波通滤光片。

典型发射滤光片包括带通滤光片和长波通滤光片两种型式，具体指标由滤光片应用厂商给出。

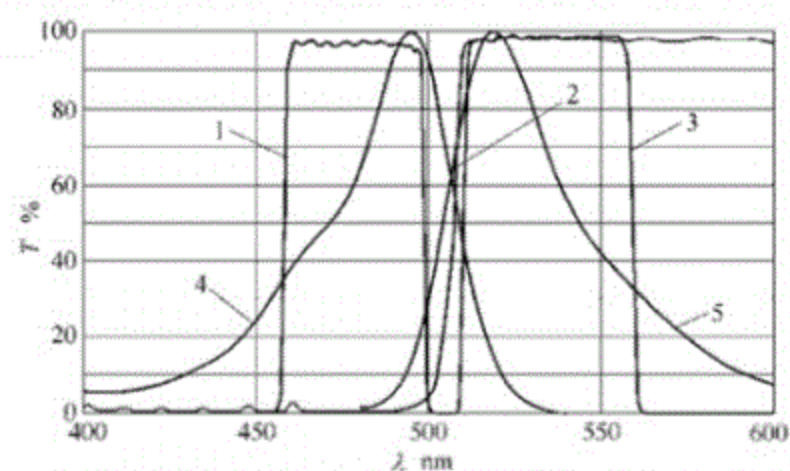
激发滤光片的光谱应尽量包含荧光试剂激发荧光最强区域，而发射滤光片的光谱应尽量包含荧光试剂发射荧光最强区域。由于发射荧光极弱，为了防止激发光对检测结果造成影响，激发滤光片和发射滤光片相互必须具有较深的背景截止度，如图 A.2 所示。



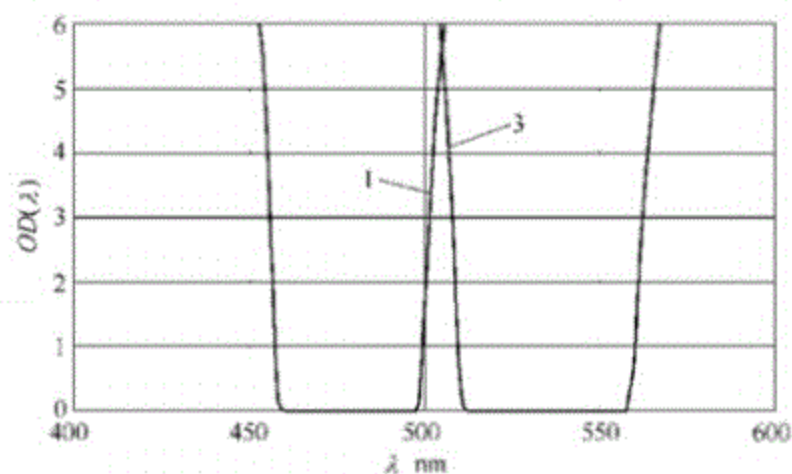
a) 发射滤光片为长波通型的荧光滤光片组透射率曲线示意图



b) 发射滤光片为长波通型的荧光滤光片组背景截止度曲线示意图



c) 发射滤光片为带通型的荧光滤光片组透射率曲线示意图



d) 发射滤光片为带通型的荧光滤光片组背景截止度示意图

说明:

- 1——激发滤光片光谱曲线; 3——发射滤光片光谱曲线; 5——荧光试剂相对发射荧光光谱曲线。
 2——分色镜光谱曲线; 4——荧光试剂相对激发荧光光谱曲线;

图A.2 几种典型荧光滤光片光谱示意图

附录 B
(资料性附录)

补充常用荧光滤光片光学指标及描述方式

B.1 常用荧光滤光片光学性能描述方法

B.1.1 按荧光滤光片类型描述

B.1.1.1 带通滤光片

常用中心波长+带宽的描述方式。例如中心波长为 530 nm，带宽为 20 nm，其光谱特性可描述为 BP530/20。

B.1.1.2 长波通/短波通滤光片

常用光谱类型+截止沿位置的描述方式。例如截止沿 $T=0.5T_{\max}$ 的位置为 550 nm 的长波通滤光片，其光谱特性可描述为 LP550，若为短波通滤光片，则描述为 SP550。

B.1.2 分段描述

为了更准确地描述荧光滤光片的光谱性能，很多制造及使用荧光滤光片的厂商采用对光谱分段描述的方法来表述。

通带通用表述为： $T(\lambda_1 \sim \lambda_2, \theta) > T_L$ ；

截止带通用表述为： $D(\lambda_3 \sim \lambda_4, \theta) > D_L$ ；

反射带通用表述为： $R(\lambda_7 \sim \lambda_8, \theta) > R_L$ 。

如图 B.1 所示。

示例 1：

中心波长为 530 nm、带宽为 30 nm 的激发滤光片，其光谱特性可表述为：

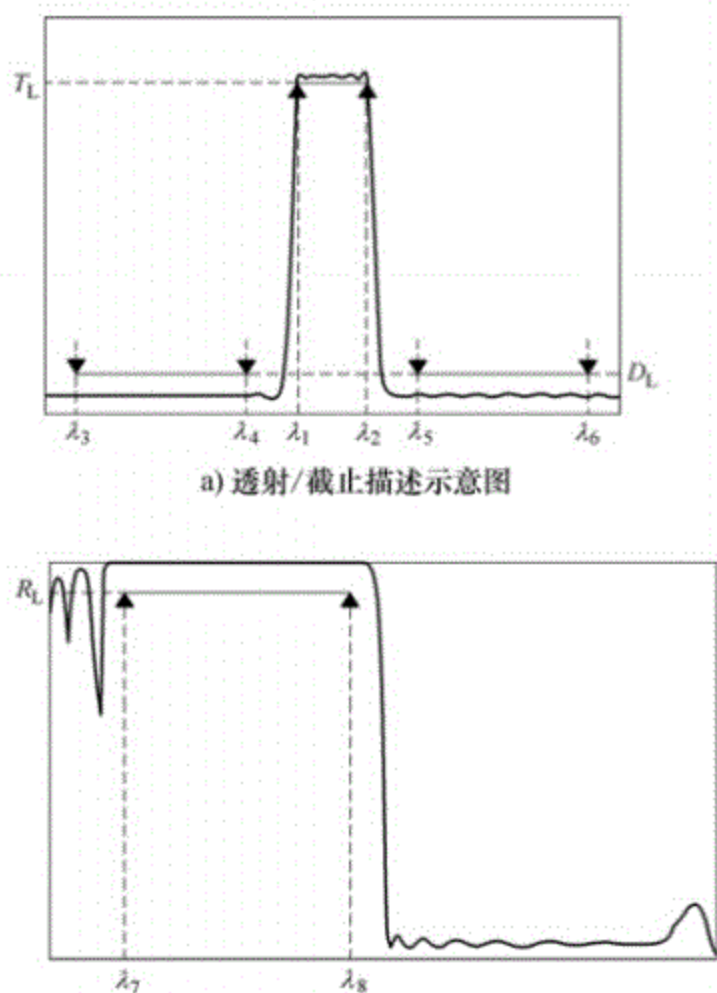
通带表述为： $T(516 \text{ nm} \sim 544 \text{ nm}, 0^\circ) > 85\%$ ；

截止带表述为： $D(300 \text{ nm} \sim 510 \text{ nm}, 0^\circ) > 5$ ， $D(550 \text{ nm} \sim 1150 \text{ nm}, 0^\circ) > 5$ 。

示例 2：

DM545 的分色镜，反射区可表述为：

$R(520 \text{ nm} \sim 540 \text{ nm}, 45^\circ) > 95\%$ 。



图B.1 分段描述方式光谱示意图

B.2 截止陡度

B.2.1 定义

带通滤光片通带短波区（或通带长波区）光谱透射率为 $0.5T_{max}$ 的波长点（ a 波长点）到相同侧截止区上指定一波长点（ b 波长点）的波长间隔与 a 波长点的百分比，用 ST' 和 ST'' 表示， ST' 表示通带短波侧截止陡度， ST'' 表示通带长波侧截止陡度。

截止陡度是表征带通滤光片光谱截止区和通带区之间的波长间隔相对于带通滤光片波长位置的相对宽度的物理量，其值越小，表示带通滤光片的通带透射曲线越陡。按公式 (B.1) 和公式 (B.2) 计算。

$$ST' = \frac{\lambda'_a - \lambda'_b}{\lambda'_a} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

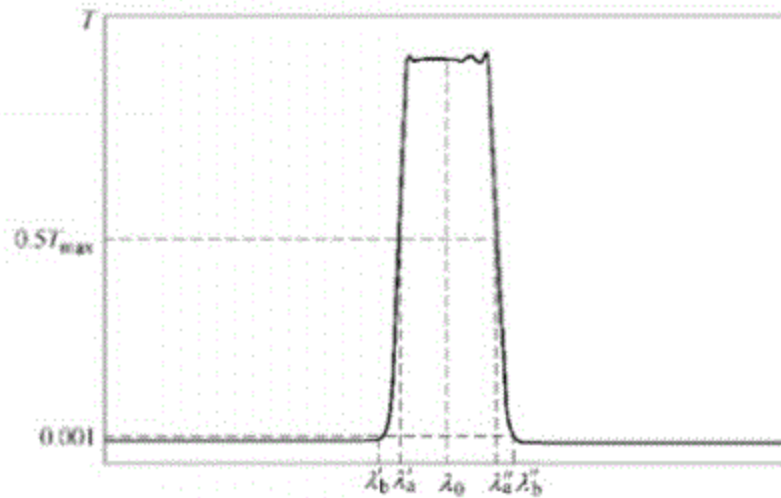
$$ST'' = \frac{\lambda''_b - \lambda''_a}{\lambda''_a} \times 100\% \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- λ'_a —— 在通带短波区内，光谱透射率等于 $0.5T_{max}$ 时所对应的波长；
- λ'_b —— 在通带外短波截止区内的指定波长点；
- λ''_b —— 在通带外长波截止区内的指定波长点；
- λ''_a —— 在通带长波区内，光谱透射率等于 $0.5T_{max}$ 时所对应的波长。

注 1: 若无特别说明, 对激发滤光片和发射滤光片, λ'_a 和 λ''_a 对应的光谱透射率为 $0.5T_{\max}$, 截止区指定波长点 (b 波长点) 可认为是靠近通带两侧的光谱透射率等于 0.001% 时所对应的波长点 (见图 B.2)。

注 2: 计算分色镜的截止陡度时, λ'_a 选择 $T=0.8T_{\max}$ 时所对应的波长, 截止区指定波长点 (b 波长点) 选择 $T=0.1T_{\max}$ 时所对应的波长点。



图B.2 截止陡度计算方法示意图

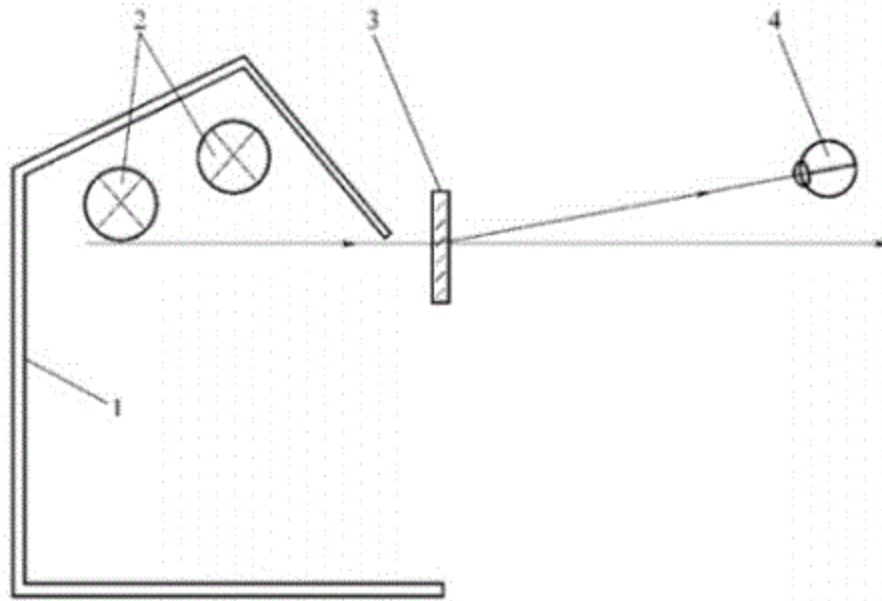
B.2.2 测量方法

根据分光光度计测试的滤光片通带范围的背景截止度数据和曲线计算截止陡度, 测试范围应包含两侧背景截止度 OD5 以上部分区域。由于 a 波长点和波长 b 点的波长间隔一般仅为几 nm 至十几 nm, 常规背景截止度的测试方法取点间隔大, 测试误差也大。一般截止陡度测试光光谱宽度为 0.2 nm~0.5 nm, 测试区取点间隔应不大于 0.5 nm, 积分时间应不小于 0.5 s (积分时间应足够大, 确保能够测得足够深的背景截止度)。根据分光光度计测试的光密度数据和曲线, 计算截止陡度, 结果应符合相关技术文件的规定。

注: 截止陡度为非必选指标。

附录 C
(资料性附录)
常规比对法检测装置

常规比对法检测装置如图 C.1 所示。



说明:

1——黑色消光涂层;

2——荧光灯 (2 个 15 W 冷白色荧光灯泡);

3——被检零件;

4——眼睛。

注: 进行透射或反射检验时, 被检零件可进行必要的旋转或移动。

图C.1 常规比对法检测装置