

长期存放的干涉滤光片的特性变化

干涉滤光片用在物理实验技术中,以及需要从连续谱(或线状谱)光源滤出固定波长的光通量的光学仪器制造业中。例如,在精密光度计ΦM-94中,利用干涉滤光片从钨灯连续辐射中分出某些激光波长的准单色光。当然,滤光片分出的光强最大值的波长,要保证恒定不变,众所周知,玻璃随着存放时间的推移,虽然程度不大,但毕竟改变了本身的光学和几何参数,这在用以制造标度尺或分度镜时是很重要的。

干涉膜系不具有结晶结构,象玻璃一样,是一个不稳定的热力学系统。问题发生了:干涉滤光片的性能可以稳定到什么程度?它们能否用于计量目的?我们存有大量滤光片,它们是在1943年~1945年镀制的,在实验室条件下一直保存到现在。

很自然,通过试验从这些样品材料得到全部可能的信息。可以说,就滤光片的数量(1400)、复盖的波段(350~1150nm)和老化的持续时间(约40年)来讲,都是独一无二的。滤光片的考察在于确定主通带和旁通带的波长,主通带的透过率和它的半宽度,并把实测参量与初始数据相比较。

在 $n_x = n_{0x}$ 时,各层厚度偏离计算值对通带分裂的影响,同样可以通过选取中心层的特殊厚度加以完全消除,而在 $n_x \neq n_{0x}$ 时,选取相应的 α_x 值,可使 Δv 的减小比之 n_x 接近 n_{0x} 时更为剧烈。 α_x 值很容易从式(10)和(11)求得,其变化情景与图1的曲线4和 η 相类似。

如果通带分裂对滤光片光学特性的影响,在限定的入射角范围内必须消除,那么,只要改变中心层的厚度就足够了,它可使得对于给定的入射角,通带分裂为零^[4]。图2绘出了关系 $\alpha_x(\theta)$ 。这里我们仅仅指出, α_x 按需要方向偏离于1,通带分裂在整个入射角范围内剧烈减小。

已分析的关系 $\Delta v(\theta)$ 和 $\alpha_x(\theta)$ 的特性,有可能根据实验样品的实测特性定性地判断滤光片参量对计算值的偏离。在滤光片的镀制过程中,对各层膜的厚度监控如果没有大的失误,这对紧靠中心层的那些膜层是特别重要的^[8],那么利用表示式(10)或(11),根据实际滤光片在倾斜一定角度时所测得的通带峰值位置,应该能够估计出系数 α_H , α_L 和 α_x 。

参 考 文 献 (略)

译自 Опт. и спектр., 1985, Vol.58, No.3, P.681.

周 密 译 夏 开 校

在直方图(图1)上用点表示滤光片的数量, 这些滤光片的主通带显示出某种正或负的漂移 $\Delta\lambda$ (nm)。滤光片总数(1400)中有208块(17%), 其主通带位置保持在初始波长值附近 $\pm 1\text{nm}$ 范围内。其余83%的滤光片, 主通带向长波或短波方向漂移, 其范围为 $\pm(2\sim 20)\text{nm}$ 。虽然绝大多数(83块)滤光片未表现出任何通带漂移, 但是漂移的分布并不对应于随机误差的对称的高斯曲线。显然, 在绝对漂移量相同时, 长波漂移的机率大于短波漂移。

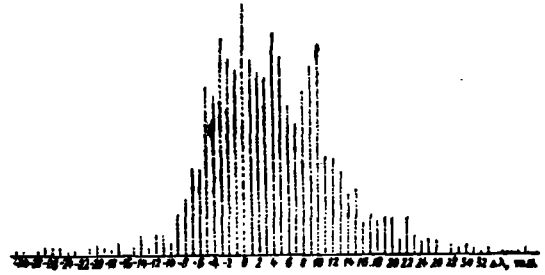


图1 滤光片按主通带初始波长值漂移量分布的直方图

为了弄清概率漂移量的光谱分布, 将全部滤光片按主通带的初始波长值, 分为下列六组, 350~450nm, 450~500nm, 500~550nm, 550~650nm, 650~750nm, 750~1150nm。

表1

波段 (nm)	中心波长 (nm)	滤光片数	平均漂移 (nm)
350~450	400	229	-2.17
450~500	475	212	+1.60
500~550	525	229	+4.46
550~650	600	303	+5.14
650~750	700	192	+5.21
750~1150	950	80	+4.21

对每组滤光片绘制了直方图(图2和图3)。现在很清楚, 在波段350~450nm, 虽然漂移也往往向长波方面, 但是短波漂移的机率远远要大得多。在波段450~500nm, 这种趋势减弱, 而在波段500~550nm, 进一步变到相反的方面。

表2

波长 (nm)	滤光片总数	\uparrow $\tau_{max}\Delta\lambda_{1/2}\uparrow$	\uparrow $\tau_{max}\Delta\lambda_{1/2}\downarrow$	\downarrow $\tau_{max}\Delta\lambda_{1/2}\uparrow$	\downarrow $\tau_{max}\Delta\lambda_{1/2}\downarrow$
350~450	78	25	9	32	12
450~500	136	21	6	98	11
500~550	198	35	5	141	17
550~650	285	69	23	139	54
650~750	155	35	18	59	43
750~1150	74	5	2	44	23
滤光片数	926	190	63	513	160
占总数%	100	20.5	6.8	55.4	17.3

为了定量描述上述规律, 计算了每一波段的平均漂移量, 并与该波段的中心波长联系起

来(表1)。

为了弄清滤光片的通带形状变化特性,测量了透射率 τ_{max} 和半带宽 $\Delta\lambda_{1/2}$ 。对于通带形状的变化,成功地研究了926块滤光片,因为其余的滤光片没有初始值 τ_{max} 和 $\Delta\lambda_{1/2}$ 的数据。

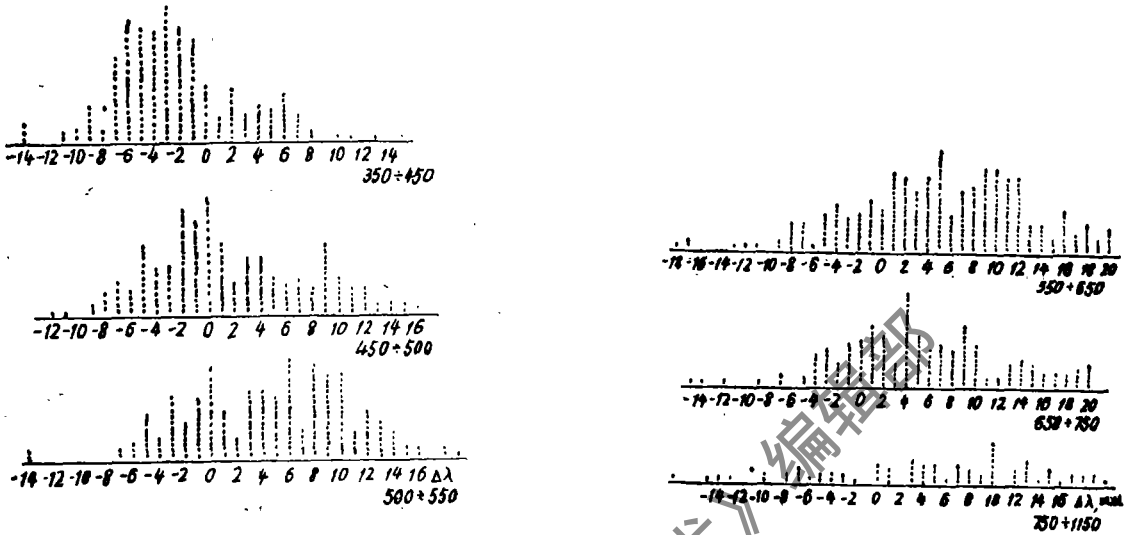


图2、3 各波段滤光片主通带波长漂移量分布的直方图

按特征变化将被考察的滤光片分为四组:

- 1) τ_{max} 增大, 同时 $\Delta\lambda_{1/2}$ 增大;
- 2) τ_{max} 增大, 而 $\Delta\lambda_{1/2}$ 减小;
- 3) τ_{max} 减小, 而 $\Delta\lambda_{1/2}$ 增大;
- 4) τ_{max} 减小, 同时 $\Delta\lambda_{1/2}$ 减小。

通带形状变化的测定结果列于表2。参量增大, 用向上的箭头表示, 参量减小, 用向下箭头表示。

最经常遇到的通带形状变化, 是 τ_{max} 减小, 而 $\Delta\lambda_{1/2}$ 增大(占55.4%)。较少的情况是 τ_{max} 和 $\Delta\lambda_{1/2}$ 同时增加(20.5%) 更少的情况是 $\Delta\lambda_{1/2}$ 减小(17.3%)。最后, 最稀有的变化是 τ_{max} 增加和 $\Delta\lambda_{1/2}$ 减小(6.8%)。就象通带的漂移一样, 从表2的数据, 还看不出通带形状变化特性与波段的任何一种联系; 第3~6行滤光片数量的系统变化, 相应于第2行滤光片数量的同样变化。

阐明引起波长漂移和通带形状变化的过程, 应是专门的研究课题。我们认为, 从长时间存放在常规条件下的大量滤光片中得出的这一信息, 向感兴趣的人们通报是必要的。从所得结果可以作出基本结论: 用于计量学的干涉滤光片, 会改变参量, 因此应当定期校验。很有可能, 参量的部分(甚至可能大部分)变化, 就发生在所经历的40年中的头几年。

译自 OMII, 1985, No.11, P.42.

戴尚峰 译 彭长华 校

*未指出某一参数未测定的情况, 这种情况是相当少的。——原注