

P22 荧光粉在一、二代微光像增强器上的应用

唐 钦,何开远,何宏坤,张 俊

(驻二九八厂军代室,昆明 650114)

摘要:介绍了微光像增强器生产中的荧光粉改进工艺,由于材料技术的进步,像增强器用荧光粉材料已有较大的改进,原来的含砷的荧光粉材料逐渐淘汰,转而生产更环保、发光效率更高的新型荧光粉。这些新型荧光粉已在超二代微光像增强器中大量应用,通过工艺改进试验,证明了新型荧光粉在一、二代微光像增强器上是完全可以使用的。

关键词:荧光粉;微光像增强器;工艺改进

中图分类号: TN104

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2012)09-0099-02

近年来,随着科学技术的不断发展,微光像增强作为一类特殊的真空光电器件,先后出现了超二代和三代高灵敏度阴极,小丝径、长寿命、高增益微通道板、高可靠性、全天候选通电源等先进的技术、工艺和材料,使微光像增强器技术水平、性能指标的提升非常明显。而在荧光屏制造上,也出现了发光效率更高、相对光谱分布更合理、余辉时间更短、粒度更均匀的新型荧光粉,P22 就是其中的典型代表。与 P39 相比,P22 除了具有性能指标上的明显优势外,更重要的是,由于 P39 中含有砷元素,不仅对环境的污染大,对操作工人的身体有较大的伤害^[1-2],在国际上已经停产,而 P22 则不存在该问题,所以初步选择了 P22 作为 P39 的替代产品。

1 P22 与 P39 主要指标对比

P39 的主要成份为 $Zn_2SiO_4:Mn-As$, Zn_2SiO_4 , 其中 Zn_2SiO_4 为基底材料,Mn-As 为激活剂。P22 的主要成分为 $ZnS:Cu-Al$, 其中 ZnS 为基底材料,Cu-Al 为激活剂。从中可以看出 P39 的激活剂中含有砷,而 P22 的激活剂用 Cu-Al 代替了 Mn-As,所以不含砷,更利于环境保护。

微光像增强器所用的荧光粉主要性能指标有以下 9 项:发光效率、相对光谱分布、色度坐标、余辉时间、粒度、热稳定性、化学稳定性、湿粘着力和干粘着力、与像管工艺的兼容性。本文重点从其中最重要的 3 项指标进行对比。

1) 发光效率是指荧光粉在单位功率的电子激发条件下所发出的总光通量,计算式为

$$\eta = \eta_0 \times \frac{V}{V_0}$$

式中: η 为试样的发光效率(lm/W); η_0 为标样的发光效率(lm/W); V 为试样的光电压数据(mV); V_0 为标样的光电压数据(mV)。

发光效率是荧光粉的最重要指标之一,它反映了电子转化为光子的能力。2 种荧光粉的发光效率有较大的差异,

P22 的发光效率值为 20 lm/W,而 P39 的只有 10 lm/W,相差了 1 倍以上,在该项指标上 P22 有明显优势。

2) 相对光谱分布是指在稳定电子激发条件下荧光粉辐射功率按波长的分布。直接的体现就是荧光粉的发光颜色,对像增强器而言,为适应人眼的视觉,一般要求荧光粉光谱分布的峰值波长在 550 nm 左右(偏黄绿色光)为宜。P39 的峰值波长为 525 nm,颜色为绿色,P22 的峰值波长为 532 nm,颜色为黄绿色。通过实际观察,人眼观察 P22 的输出颜色觉得更加舒适,不仅有利于长时间观察,也有利于提高发现夜间景物的细节能力。图 1 为 P22 荧光粉的相对光谱分布图。

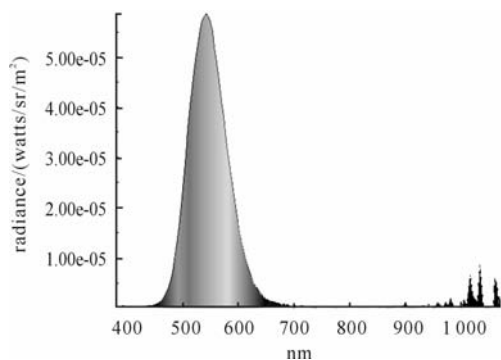


图 1 P22 荧光粉的相对光谱分布图

3) 余辉时间是指对荧光粉激发停止后,荧光屏亮度衰减到 10% 所需的时间。图 2 是余辉时间示意图。对于像增强器来说,余辉时间越短,图像延迟时间越短,越利于观察。P39 是一种中长余辉荧光粉,其制成的荧光屏余辉时间典型值约为 55 ms,而 P22 属于短余辉荧光粉,其制成的荧光屏余辉时间典型值约为 15 ms,有了很大的提高,通过实物观察,P39 制成的像增强器有轻微的拖尾现象,而 P22 制成的像增强器基本上没有出现拖尾现象,这在观察高速运动目标时效果更加明显,因此 P22 对微光像增强器的观察效果有明显改善。

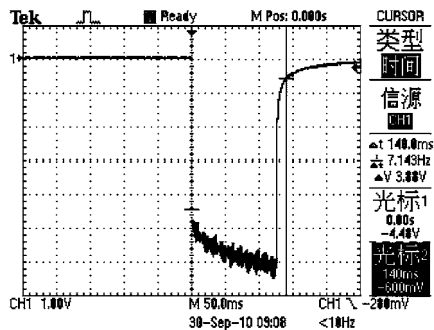


图2 余辉时间示意图

其他几项指标,色度坐标是指荧光粉颜色在 CIE 色坐标上的坐标,其主要是影响荧光粉输出光颜色。粒度是指荧光粉中颗粒大小的中径,其对像增强器的分辨率有较大的影响。热稳定性是将荧光粉在空气中 450 °C 烘烤 1 h 后,发光性能的变化程度。化学稳定性是指给荧光粉中加入重金属离子,其发光性能的变化情况。湿粘着力和干粘着力是指采用湿法和干法制作荧光粉时,荧光粉与基底的吸附能力。与像管工艺的兼容性在制作像增强器时,荧光粉与光电阴极的相容性。通过对比 P22 荧光粉和 P39 荧光粉,P22 在粒度等指标上有一定的提高,具体见表 1。

2 采用 P22 后制管工艺参数调整

由于 P22 在发光效率上有大幅度提高,所以在制管工艺上也要进行相应的调整。通过分析和实际制作,虽然 P39 和 P22 的物理性状基本一致,但由于两者的发光效率不一致,P22 的发光效率高 P39 一倍以上,所以为了保证输出亮度在合格范围内,需对像管的电压作一定的调整。图 3 是像管的工作电压示意图,从图中可以看出,为了保证像增强器的整体参数不变,只需对微通道板(MCP)的电压适当调低,降低 MCP 的增益,使从 MCP 到荧光屏的电子数适当减少,从而保证了输出亮度达到技术要求。

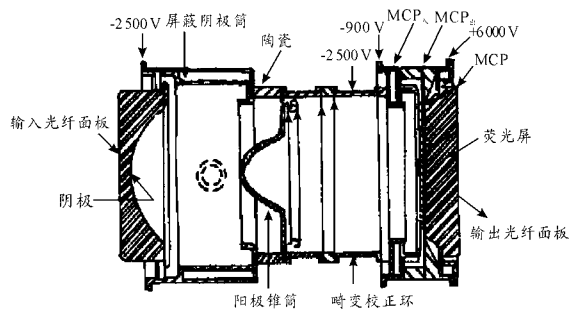


图3 像管的工作电压示意图

3 微光像增强主要性能参数测试情况

为了验证 P22 应用到像增强器上的效果,用 P22 试制了 50 支像增强器,并从中随机抽取了 10 支进行了严格的测试,结果与 P39 的像增强器相比,分辨率有一定提高,余辉时间大幅降低,其他性能参数也与未发现明显。具体测试情况见表 2。同时分别用 P22 和 P39 制成的像增强器装成整机后进行了野外对比观察试验,结果也证明了 P22 具有更大的优势。

表1 2种荧光粉主要指标对比情况

型号	P22	P39
指标		
发光效率/(lm · W ⁻¹)	20	10
颜色	黄绿	绿
光谱峰值波长/nm	532	525
色坐标	(0.295, 0.605)	(0.223, 0.698)
粒度/μm	2.2	6.5
余辉/ms	15	55
热稳定性	满足要求	满足要求
化学稳定性	满足要求	满足要求
湿粘着力和干粘着力	满足要求	满足要求
工艺兼容性	满足要求	满足要求

表2 2种荧光粉制成像增强器主要参数对比

序号	性能参数	要求值	用 P39 像管实测值	用 P22 像管实测值
1	阴极灵敏度/(μA · lm ⁻¹ , mA · W ⁻¹ , mA · W ⁻¹)	240\15\10	355\30\22	345\31\24
2	等效背景照度(10 ⁻⁶ lx)	≤0.2	0.16	0.18
3	最大亮度增益/(cd · m ⁻² · lx ⁻¹)	9 500 ~ 22 300	13 200	13 300
4	荧光屏亮度/(cd · m ⁻²)	7 ~ 35	16.5	16.5
5	分辨率/(lp · mm ⁻¹)	28\25	28\28	36\36
6	信噪比	≥2.8	3.28	3.36
7	输出亮度均匀性	≤2	1.23	1.11
8	余辉时间/ms	10~75	56	16
9	调制传递函数/%	90\60\25	91\66\32	91\67\31