

·光电系统与amp;设计·

## 视标投影仪照明系统研究

刘海峰

(中北大学光电仪器厂,山西 太原 030051)

**摘要:**传统的照明系统应用于视标投影仪,具有光源温度高、功率大、投影亮度低、光线不均匀等缺点,针对这些缺点,根据几何光学成像原理,通过几种不同照明方案的比较和分析,设计了一种新型的照明系统,并使用高亮度 LED 发光模组作为系统的光源,这种照明系统发热量小、功耗低、照度高,光线均匀。

**关键词:**临界照明;视标;分划板;

**中图分类号:** TM923.01

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-1255(2010)05-0006-02

## Study of Lighting System in Visual Chart Projector

LIU Hai-feng

(Optical Instrument Factory, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** Conventional lighting system used in visual chart projector have the disadvantage of high lamp-house temperature, high power, low projection lightness and asymmetry ray. To these traits, several kinds of illumination scheme were compared and analyzed according to the imaging theory in geometrical optics. And a new illuminating system has been designed. Moreover, the system lamp-house is a luminescence compounding of high lightness LED in this illuminate system with some excellence, for example, less glow, lower electric power, higher lightness and more regular beam.

**Key words:** critical illumination; visual chart; reticule

传统的眼科主观验光过程中,需要患者佩戴试镜架观察视力表灯箱上面的视标.随着社会的发展和科技的进步,人类对验光的要求也越来越高,仅靠视力表灯箱上面的几组 E 字符或 C 字符并不能准确全面地检查患者的视力,基于此种情况,视标投影仪和液晶视力表先后问世。

视标投影仪可以在投影屏上面投影出视功能检查过程中所需的全部视标,这些视标可以适用于不同年龄段的人验光.该仪器不仅可以用于准确检测常见的屈光不正(包括近视、远视、散光),而且可以检查一些不常见的视功能障碍(包括斜视、隐斜视、立体视、双眼不等视、融像抑制等)。

液晶视力表本质上是一台可以显示各种视标的计算机,与之相比,视标投影仪具有两大优点:

(1)视标投影仪的视标更科学、合理.如:可投影出偏振度大于 98% 的偏振光视标图案;可投影出所需波段的红绿视标;

(2)视标投影仪功耗低、价格低.其功耗不超过 50 VA,而计算机的功耗和价格都较高.由于此两大优势,视标投影仪受到大部分用户的青睐.目前,眼科医院和正规的眼镜店都使用综合验光仪与之配合使用,进行准确全面的主观验光。

## 1 仪器工作原理

视标投影仪工作原理简图如图 1 所示.光源通过照明系统和光阑后将分划板上面的视标照亮,使分划板视标成为投影物镜组的幻灯片,通过遥控器

收稿日期:2010-09-17

作者简介:刘海峰(1982-),男,山西五台人,硕士,主要从事视光学仪器的研制与改进。

令步进电机驱动分划板和码盘转动,实现了投影视标的切换<sup>[1]</sup>.

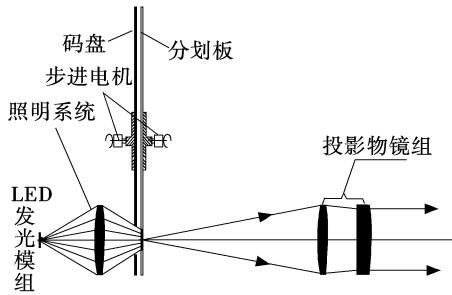


图 1 视标投影仪工作原理简图

## 2 照明系统的设计方案

投影仪投影出的视标图案均匀度、照度是该仪器设计的一个关键技术. 根据视力表国家标准 GB-11533-1989 可知, 投影仪在投影板处(5 m)的照度应达 200~700 lx, 照亮力求均匀、恒定、无反光、不炫目.

设光源的光通量为  $\Phi_0$ , 发散角为  $\theta_0$ , 照明系统的口径为  $D_0$ , 分划板尺寸为  $a \times b$ .

方案 1: 光源位于照明光学系统的焦屏面上. 如图 2 所示.

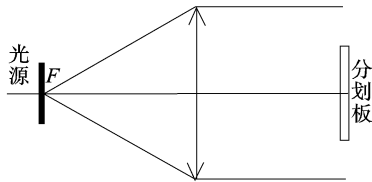


图 2 光源位于焦平面上

光源发出的光线经过汇聚透镜后平行出射, 均匀地投射到分划板上. 设光源与汇聚透镜的距离为  $d_1$ , 则分划板上的光通量为

$$\Phi_1 = \frac{ab}{\pi(d_1 \tan \frac{\theta_0}{2})^2} \Phi_0 \quad (1)$$

方案 2: 采用焦距较短的透镜作为聚光镜, 将光源置于聚光镜物方焦点之前.

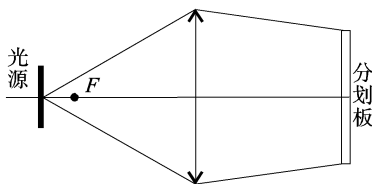


图 3 光源位于焦平面之前

光源发出的光线经过汇聚透镜后汇聚投射到分划板上, 如图 3 所示. 设光源与汇聚透镜的距离为  $d_2$  ( $d_2 < d_1$ ), 则分划板上的光通量为

$$\Phi_2 = \frac{D^2}{4(d_2 \tan \frac{\theta_0}{2})^2} \Phi_0 \quad (2)$$

方案 3: 采用临界照明, 如图 4 所示. 即光源经聚光镜后成像在分划板上<sup>[2]</sup>.

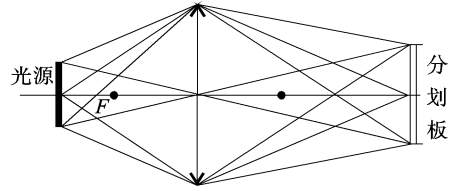


图 4 临界照明

设光源尺寸为  $c \times c$ , 聚光镜垂轴放大倍率为  $\beta$ , 设  $a < b$ , 令  $\beta c = a$ , 则

$$\Phi_3 = \frac{b}{a} \Phi_0 \quad (3)$$

通过以上 3 种方案的分析和计算, 由于  $d_2 < d_1$ ,  $D^2 > ab$ , 所以  $\Phi_2 > \Phi_1$ . 可见, 减小光源与聚光镜的距离以增大物方孔径角, 或者将光源位于焦点之前以提高出射光线的汇聚度, 是提高光源光能的利用率的 2 个有效途径.

在方案 3 中, 设光源与汇聚透镜的距离为  $d_3$ , 汇聚透镜的物方截距为  $l$ , 则有

$$\text{当 } l < d_3 < \frac{D_0}{2 \tan \frac{\theta}{2}} \text{ 时}$$

光源发出的光可以全部进入聚光镜, 且经过聚光镜后出射汇聚光线, 在分划板面上形成边长为  $\beta c$  的实像, 其尺寸应大于  $a \times b$ , 此时光通量最大.

综上所述,  $\Phi_3 > \Phi_2 > \Phi_1$ , 即临界照明方式的光能利用率最高. 但是由于光源的发光面上各点的发光强度不等, 因此, 这种照明方式的光线亮度不均匀, 这就需要考虑第 4 种设计方案.

二次成像是—种理想的照明方式, 其光路图如图 5 所示.

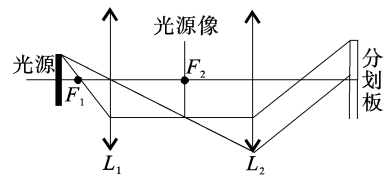


图 5 二次成像照明

(下转第 57 页)



图 8 传感器测试装置示意图

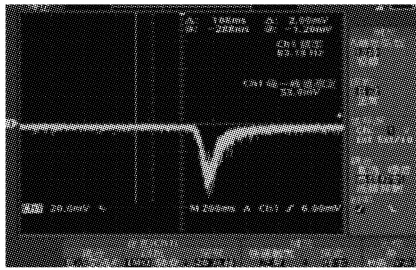


图 9 传感器输出信号

其中,氢氧焊机火焰可达 2 800 ℃;红外辐射测温仪测温范围为 1 000~3 000 ℃,该测温仪已经通过高温黑体炉校准.首先开启氢氧焊机并调节其气阀达到所需温度,通过红外测温仪测得其温度,然后将传感器黑体腔探头快速掠过热源测得其信号,如图 9 所示.这是在温度为 1 220 ℃时所采集的信号,其加热次数大于 5 次,并且每次都能得到较好的信号,可

见其具有很好的重复性.

## 5 结 论

通过以上分析和实验,得出蓝宝石光纤黑体腔高温传感器可以在高温环境下测得被测温度场的瞬态温度,并且温度越高测得的结果越准确.其测温上限可大于 2 000 ℃,响应时间小于 100 ms,可对各种瞬态变化过程进行测试,由于光纤高温传感器具有测温范围广、精度高和响应快等优点,它将在化工、能源、冶金和科学研究中得到广泛的应用.

## 参考文献

- [1] 朱麟章. 高温测量原理与应用[M]. 北京:科学出版社, 1991:1-2.
- [2] 叶林华. 传感器与传能用蓝宝石单晶光纤的生长与光学特性[J]. 红外与毫米波学报, 1997, 16(3): 221-225.
- [3] Dils R R. High-temperature optical fiber thermometer [J]. Journal of Applied Physics, 1983, 54(3): 1198.
- [4] 陈衡. 红外物理学[M]. 北京:国防工业出版社, 1985: 97-98.
- [5] I E 坎柏尔. 高温技术[M]. 北京:科学出版社, 1961: 10-11.

(上接第 7 页)

光源发出的光线经过聚光镜  $L_1$  后汇聚于  $F_2$  处,形成光源像,  $F_2$  是聚光镜  $L_2$  的前焦点,因而光源像的每一点经聚光镜  $L_2$  后都以一束平行的光线照明分划板.

这种新型的投影仪照明系统克服了临界照明不均匀的缺点,照明效果很好.

系统中采用  $4 \times 4$  的高亮度 LED 发光模组作为光源<sup>[3]</sup>,其发散角为  $80^\circ$ ,色温为 6 500 K,光通量为 850 lm,功率为 10 VA. 聚光镜有效通光口径为 26 mm,分划板单幅图案尺寸为  $11.2 \times 7.5$ ,则可计算出光源到  $L_1$  的距离  $d_1$  为 8.53 mm,设光源与光源像尺寸相同,  $L_1$  到分划板距离为 40 mm,则有

$$f_2 + d_1 + d_2 = 40 \quad (4)$$

$$\frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2 + d_1} = \frac{1}{f_2} \quad (5)$$

可得  $f_2 = 19.8, d_2 = 11.67$ .

## 3 测量数据与结果

经过上面的分析以后,对以上 4 种照明系统方案分别进行了实验验证,其试验数据如表 1 所示:

表 1 4 种照明系统方案试验数据

	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4
照度/(lx)	155	197	300	248
均匀度	96%	86%	49%	99%

以上数据在外界照度为 3.8 lx 的环境中测得.

根据以上方案分析和实验,可以看出,采用二次成像的照明方式作为视标投影仪的照明系统研制的视标投影仪投影图案照度和对比度均达到要求,且明显优于其他照明系统.

(下转第 82 页)