

Q_{17} 中, O^{2-} 在沿 z 轴方向振动时, 恰好将它对 $x-y$ 平面内 $Ti^{3+}-Al^{3+}$ 电子云耦合的屏蔽作用减弱, 使 $Ti^{3+}-Al^{3+}$ 相互作用加强, 从而通过能带间隙调制和波函数重叠机制导致了极化率变化而引起的。

上海交大晶体生长研究室李平、杨洪宁等同志提供了样品; 固体物理教研室浦远同志在实验过程中与我们进行了十分有益的讨论, 在此表示感谢。

参 考 文 献

1 Albrecht Geong F, Eggleston J M *et al.* *Tunable*

Solid Laser, Vol. 10, 68~72, 73~75

- 2 Porto S P S, Krishnan R S. *J. Chem. Phys.*, 1967; **47**(3): 1009
- 3 Barker A S. *Phys. Rev.*, 1963; **132**(4): 1474
- 4 McClure Donald S. *J. Chem. Phys.*, 1962; **36**(10): 2757
- 5 Nelson E D, Wono J Y *et al.* *Phys. Rev.* 1967; **156**(2):198
- 6 Mooradian, Raccach P M. *Phys. Rev. B*, 1971; **3**(12): 4253
- 7 Goodenough John B. *Phys. Rev.*, 1967; **164**: 768

(收稿日期: 1986年11月3日)

激光印刷机扫描光学系统的成像质量分析与研究

陈 海 清

(华中工学院)

Analysis and study on image quality of scanning optical system for laser printers

Chen Haiqin

(Huazhong Institute of Technology, Wuhan)

Abstract: Primary factors affecting image quality of scanning optical system are analyzed, relations between the configuration of the scanning lens composed of five lenses and the aberrations are studied. The scanning lens has the features of small F number, wide field of view, and a linear error of less than 0.2%.

一、引 言

随着计算机的日益普及, 对于印刷输出系统提出了更苛刻的要求: 工作可靠、速度快、印字质量好、噪音小等等。激光印刷机在速度方面提高了十几倍, 可使用普通纸。印字质量在很大程度上取决于扫描光学系统的成像质量, 在采用物镜前扫描方式的系统中, F-Q 透镜和旋转多面体都是关键部件。

在幅面较大、像素较多的扫描系统中, 一般采用旋转多面体扫描。棱柱多面体适用于多线扫描。旋转多面体扫描准确度高, 具有良好的线性。但处于高速工作状态时, 需要一个由机械系统内部高惯性所限制的不易变形的多面体。线性扫描为单向性,

扫描场为矩形。

二、成像特点与成像质量分析

在激光扫描系统中, 实际像高度和理想像高度之差与理想像高度的百分比定义为失真或线性误差:

$$\begin{aligned} \text{线性误差} &= \frac{f \operatorname{tg} \theta - f \theta}{f \theta} \times 100\% \\ &= \left(\frac{\operatorname{tg} \theta}{\theta} - 1 \right) \times 100\% \end{aligned}$$

光束扫描线速度是像高对时间的导数。当扫描光束以恒定角速度旋转时(旋转多面体), 扫描速度失真为:

$$\begin{aligned} \text{扫描速度失真} &= \frac{d \operatorname{tg} \theta / dt - f \omega}{f \omega} \times 100\% \\ &= \frac{f}{\cos^2 \theta} \frac{d \theta}{dt} - f \cdot \omega}{f \omega} \times 100\% \\ &= \left(\frac{1}{\cos^2 \theta} - 1 \right) \times 100\% \end{aligned}$$

在光敏介质上, 扫描光斑直径随扫描角的变化与扫描速度失真有关。

物镜后扫描系统:

$$\text{光斑直径} = \frac{f'}{f' + z} D_0 \left(\frac{1}{\cos^2 \theta} - 1 \right)$$

物镜前扫描系统:

$$\text{光斑直径} = D_0 \left(\frac{1}{\cos^2 \theta} - 1 \right)$$

式中 D_0 为轴上光斑直径, z 为物镜像方主面到扫描平面旋转中心的距离。轴外像差对光斑直径的影响, 尽管小于扫描速度失真的影响, 但其综合效应却使扫描光斑呈椭圆, 扫描角愈大椭圆就愈扁。

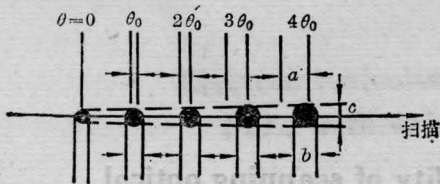


图 1

a —像高失真; b —扫描速度失真; c —光束直径变化 (a 反映像高与理想像点的变化, b 反映水平扫描方向上记录点的尺寸变化, c 反映光斑直径在垂直方向上的尺寸变化)

在物镜前扫描系统中, 焦点轨迹为一条直线(假定旋转多面体是理想的话)。一方面存在像高失真和扫描速度失真, 另一方面在整个扫描角范围内存在轴外像差。光束直径要做到理想的衍射聚焦必须在光学设计上作出较大的努力, 尤其是在扫描角较大的场合。图 1 表示了记录点失真、扫描速度失真, 光束直径变化的关系:

为校正像高失真和 $\frac{1}{\cos^2 \theta}$ 的扫描速度失真, 物镜前聚焦透镜即为 F-Q 透镜。在整个扫描视场范围内, 线性误差一般应控制在 0.5% 范围内。被修正的畸变是一个负值。为此该透镜中具有负光焦度的镜片应在主光线的较低的位置上, 正光焦度的镜片应在主光线较高的位置上。一般来说, “凹凸”型光学排列乃是 F-Q 透镜的最佳型式。图 2 中的四种形式的 F-Q 透镜都是按照“凹凸”的设计思想排列的。

前组 1 为负光焦度的透镜, 后组 2 为正光焦度

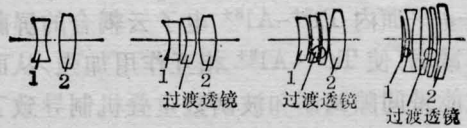


图 2

透镜。这样便增加了 2 组正光焦度对系统光焦度的贡献, 从而使负畸变值加大, 但同时使系统的匹兹伐场曲校正过头, 对于大视场扫描来说是十分不利的。为了平衡匹兹伐场曲, 正透镜采用火石玻璃 (v 值大), 负透镜采用冕牌玻璃 (v 值小)。在一般情况下, 第 2 组正透镜的口径是比较大的。为了不致复杂化, 常在 1 组和 2 组透镜之间加入一种过渡透镜, 过渡透镜可为一片也可为二片, 几乎都是曲率半径近似相等的弯月形正透镜。折射面皆弯向光阑, 仅承担少量的光焦度。过渡透镜一方面对系统有负畸变的贡献, 分担了 2 组的贡献, 另一方面弯月形厚透镜在给定的正光焦时, 选择适当的厚度, 可使其产生的 S_{IV} 为负值, 平衡 2 组的匹兹伐场曲。

对一个实际的高质量扫描系统而言, F-Q 透镜的型式除满足上述要求之外, 为了获得满意的弥散斑直径, 要使光斑直径小, F 值应尽量小; 另一方面, 为了较好地校正轴外像差, θ 也要小。当扫描平面的大小一定时, 要使 θ 变小, 就必须把 f 加大, 然而要保持系统有同样的 F 值, 就必须在 f 加大的同时, 增加透镜的直径。 θ 变大, 使旋转多面体的面数 n 减小; f 变大, 又要使多面体的每个面尺寸变大。原因是为保证 F 值不变, f 变大, 光束直径必然加大, 每个扫描面的尺寸随之加大, 整个旋转多面体就加倍地变大。

在扫描过程中, 多面体的各个小平面反射面绕多面镜中心 O 旋, 如图 3 所示。尽管转镜是以匀速旋转, 反射光的扫描轨迹严格地说不是匀角速度,

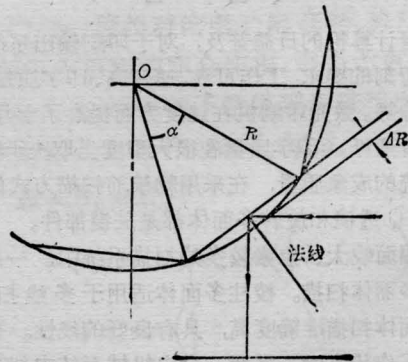


图 3

扫描轨迹必然产生非线性误差。这种误差的根本原因在于反射面没有与旋转中心重合，具体地说引起这种误差的来源是多面体反射面与其外接圆的矢高 ΔR 。

$$\Delta R = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = 2R \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

式中 R 为多面体外接圆半径， α 为每一小平面所对应的中心角。

由此可见，减少多面体半径和减小每一小平面所对应的中心角（即增加多面体的面数），可使 ΔR 减小，从而减小扫描轨迹的非线性误差。

θ 值和旋转多面体的面数 n 存在如下关系，即 $\theta < 360^\circ/n$ ；系统的有效扫描率 = 有效扫描时间/总扫描时间，它相应于扫描平面的长度和扫描旋转多面体每个面的扫描长度之比。或是使多面体每个面的扫描长度加长，或是使 n 值小于 n_0 (n_0 值是 θ 值一定时，由 $n_0 = 360^\circ/\theta$ 决定的 n 的最大值)。注意这将降低有效扫描率。因此，要使 n 值小些，就应尽可能地加大 θ 值。

综上所述，旋转多面体的面数的选择与扫描失真及小平面对称变形等因素有关。面数控制一般在 6-24 范围内；F-Q 透镜应设计成 F 值小、 θ 值大，能较好校正轴外象差、结构紧凑的透镜系统。

三、设计实例

根据激光印刷机的光路布局、扫描系统共轭距、被扫描面的尺寸等要求，采用物镜前扫描方式。技术参数如下：

光源采用 He-Ne 激光器，波长 $\lambda = 632.8\text{nm}$ ， $f' = 300\text{mm}$ ， $\frac{D}{f'} = 1:40$ ($F=40$)， $2\theta = 54^\circ$ ， $2\eta = 280\text{mm}$ (实际像高)

θ 表示光束的最大扫描角，扫描角上的总扫描长度 L 由下式给出： $L = 2f \cdot \theta$

根据公式：

$$N \leq \frac{2\sigma}{\theta} \approx 12$$

综合考虑后则取 $N = 8$ 。其最小半径可通过下式求得：

$$R_{\min} = \frac{D}{\sin \left[\frac{2\sigma}{N} + \left(\frac{\sigma}{2} - \frac{2\sigma}{N} \right) / 2 - \frac{2}{\theta} \right] - \sin \left[\frac{2\sigma}{N} - \left(\frac{\sigma}{2} - \frac{2\sigma}{N} \right) / 2 + \frac{\theta}{2} \right]}$$

计算结果取整数，实际取 $R_{\min} \approx 60\text{mm}$ 。F-Q 透镜结构形式为五片。

(收稿日期：1986年12月7日)

用 CO₂ 激光治疗眼睑赘生物的研究

刘德民 黎文华 梁梅英 曹永华

(上海医科大学激光医学研究室)

Study on the treatment of neoplasm of eyelid by low power CO₂ laser light

Liu Demin, Li Wenhua, Liang Meiyong, Cao Yonghua

(Dept. of Laser Medical Research, Shanghai Medical University, Shanghai)

Abstract: This paper reports the study on the repairing process of the tissues of rabbit's eyelids traumatized by low power laser evaporation and the design of appropriate laser device, Clinically, 315 cases of neoplasm of eyelid were treated in OPD by this laser device with satisfactory results.

眼睑赘生物类病发病率较高，包括黑色素痣、疣状痣及疣等。到目前为止，该类病损基本都由眼

科或整形外科治疗。但传统的疗法，对病人和医生均带来许多不便。为此，我们探索用低功率 CO₂ 激