

方法	z (米)												
	0.10	0.20	0.40	0.60	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00	6.00
	ω (毫米)												
刀口狭缝扫描法	0.442	0.482	0.520	0.603	0.824	1.160	1.447	1.808	2.110	2.562	3.015	3.617	4.220
刀口扫描法	0.314	0.333	0.431	0.549	0.784	1.176	1.568	1.764	2.156	2.548	2.940	3.528	4.312
刀口扫描-微分法	0.301	0.352	0.422	0.502	0.804	1.130	1.445	1.821	2.198	2.512	2.936	3.768	4.552
理论值	0.295	0.318	0.403	0.509	0.758	1.093	1.436	1.782	2.128	2.480	2.831	3.518	4.233

(中国科学院上海光机所 陈钰明 何国珍 1980年6月27日收稿)

激光扫描器的精度分析

Abstract: The methods for calculating tolerance of polygonal tapered mirror, tapered angle, divided angle, axial hole and its assembly are put forward. It provides the theory for designing and assembling of laser scanning systems.

在激光印字机中,通常采用由同步电机带动正多面锥镜的机械式扫描器(简称转镜)。扫描器和感光鼓均在匀速旋转的情况下,激光束被各锥面反射所构成的扫描线之间隔要相等且在各扫描线上相对应的扫描点也应左右对齐,以使按指定的点阵形成字符。但是,往往由于电机和转镜的加工及其装配误差,会使扫描线间距不均和扫描点位置漂移。前者是由于扫描器的各锥面与其旋转轴之间的夹角偏差 $\Delta\theta_x$ 所引起的;而后者是由各锥面反射所构成的扫描角误差 $\Delta\alpha_y$ 所产生的。显然, $\Delta\theta_x$ 、 $\Delta\alpha_y$ 为激光扫描的主要精度。从实验分析,决定它的因素主要有七种:(1)转镜的锥角误差;(2)转镜的分角误差,(3)转镜轴孔的垂直度误差,(4)转镜的轴孔偏心差,(5)电机轴的径向跳动,(6)电机的转速误差,(7)扫描器的装配精度。下面仅就(1)~(6)六种因素作简单介绍。

(1) 转镜的锥角误差 扫描线的偏差程度一般定义为 $\mu = \frac{\text{最小扫描线间距}}{\text{最大扫描线间距}}$ 。当锥角误差为 $\pm\Delta\theta$ 、从锥面对标准扫描线间隔的视角设为 β 时,可得出下式:

$$\mu = \frac{\beta - 4\Delta\theta}{\beta + 4\Delta\theta} \quad (1)$$

$$\therefore \Delta\theta = \frac{(1-\mu)\beta}{4(1+\mu)} = \frac{(1-\mu)d_0}{4(1+\mu)f'} \quad (2)$$

其中, d_0 为标准扫描线间隔, f' 为聚焦镜的焦距。上式表明,只要扫描线间隔的偏差程度已定,可由(2)式确定转镜的锥角误差。

(2) 转镜的分角误差

扫描点的漂移程度,通常用锥面的一个扫描周期误差和一个扫描点的曝光时间之比率来表示(设为 γ)。当转镜的分角误差为 $\pm\Delta\alpha$ 时,有以下关系式成立:

$$\gamma = \frac{\Delta T}{T/N} = \frac{T \cdot 2\Delta\alpha/\alpha}{T/N} = 2N\Delta\alpha/\alpha \quad (3)$$

故此,

$$\Delta\alpha = \alpha\gamma/2N \quad (4)$$

这里, N 为扫描分辨率, α 为标准分角,(4)式即为确定分角误差的公式。

(3) 转镜的轴孔垂直度误差

转镜在加工和装配中均以底面为基准面,其轴孔须与底面垂直,否则实际轴孔的轴与几何对称轴并不重合,产生一个偏角 $\Delta\theta$,使锥面与旋转轴之间也产生偏差角 $\Delta\theta$ 。由此产生的象面效应与锥角误差情况完全相同,因此,轴孔垂直度误差角 $\Delta\theta$,就由(2)式确定。

(4) 转镜的轴孔偏心差

如果转镜的轴孔因加工误差,偏离几何中心轴平移 Δh ,则偏心所对应的两个锥面上的扫描时间不一样,将产生如同分角误差的象面效应,即扫描点漂

移。当考虑偏心差为 $\pm \Delta h$ 时, 扫描点的偏移 γ 由(3)式得到:

$$\gamma = \frac{\Delta T}{T/N} = 4\sqrt{2} N \Delta h \operatorname{ctg} \delta / a$$

故

$$\Delta h = \gamma a \operatorname{tg} \delta / 4\sqrt{2} N \quad (5)$$

式中, a 为标准锥面上的扫描线长, δ 为标准锥面的下底角。

(5) 电机轴的径向跳动

电机因轴承精度和装配不佳或因主轴弯曲, 使主轴产生径向、轴向跳动, 是由于旋转轴与几何轴之间有一个偏角 $\Delta\theta$ 所引起的, 其象面效应相当于锥角误差效应, $\Delta\theta$ 由(2)式确定。设电机轴长为 l , 则电机轴的径向跳动量 i 由下式确定。

$$i = 2l\Delta\theta = ld_0(1-\mu)/2(1+\mu)f' \quad (6)$$

(6) 电机的转速误差

如电机转速不均, 必然要产生扫描时间误差而引起扫描点漂移。一般, 电机的每分钟转数是相对而言的, 难免存在一定误差 ΔM , 对此做如下计算。由(3)式得:

$$\gamma = \frac{\Delta T}{T/N} = \frac{\Delta\left(\frac{1}{MS}\right)}{\frac{1}{MS}/N} = \Delta M \cdot N/M,$$

故

$$\Delta M = \gamma M/N \quad (7)$$

其中, M 为电机的每分钟标定转数。

上述(1)~(6)的讨论, 仅仅是在只有一种误差并忽略其他因素的特定的前提下进行的, 但实际上,

六种误差必然要同时存在, 因此, 必须再提高一定的精度才能满足装配要求并适合于普遍情况。

根据扫描点阵的精确度要求, 由(1)、(3)式分别确定 μ 、 γ 并由(2)、(4)式分别确定扫描器的精度, 即:

$$\Delta\theta_x = \pm \frac{(1-\mu)d_0}{4(1+\mu)f'}; \Delta\alpha_y = \pm \alpha\gamma/2N。$$

各种误差的容许范围(加工公差), 分别由(2)式及(4)~(7)式乘以比例因子 K 而确定, 即:

① 转镜的锥角公差:

$$\Delta\theta_x = \pm K \frac{(1-\mu)d_0}{4(1+\mu)f'};$$

② 转镜的分角公差:

$$\Delta\alpha_y = \pm K\alpha\gamma/2N;$$

③ 转镜的轴孔垂直度公差:

$$\Delta\theta_c = \pm K \frac{(1-\mu)d_0}{4(1+\mu)f'};$$

④ 转镜的轴孔偏心公差:

$$\Delta h' = \pm K\gamma a \operatorname{tg} \delta / 4\sqrt{2} N;$$

⑤ 电机轴径向跳动量(允差):

$$i' = \pm Kl d_0(1-\mu)/2(1+\mu)f';$$

⑥ 电机转速允差:

$$\Delta M' = K\gamma M/N。$$

(实为每分钟转数允差)。其中, 比例因子, 一般取 $K=0.5\sim 0.7$ 。

(吉林省电子技术研究所 朴永彬

1980年7月7日收稿)

“光学-80”国际讨论会评介

Abstract: A briefing is given on the “Optics 80” held in Hungary.

一、概况

1980年11月18日至21日在匈牙利首都布达佩斯科学会堂召开了一次“光学-80”国际讨论会, 出席这次会议的有中、美、英、法、苏及东、西欧等23国代表共157人。

这次会议是英国 Gabor 教授生前建议的。他倡议每年在欧洲召开一次国际光学讨论会以促进光学学科的学术进展。今后两年(81及82年)还将分别在奥地利与波兰召开类似的会议。

国际光学学会主席 A. W. Lohmann 教授、欧

州光学学会主席 A. Marechal 教授出席并主持了这次会议。会议组织委员会由美国、苏联、英国、芬兰、西德、比利时及匈牙利等国科学家组成。匈牙利光学、声学 and 电影学会为本届会议的东道主。

二、报告内容

这次会议对以下十五个专题进行了交流: (1) 染料激光器(5篇), (2) 光学元件(4篇), (3) 气体激光器(9篇), (4) 全息照相(5篇), (5) 全息干涉术(3篇), (6) 空心阴极及金属蒸气激光器(5篇), (7) 激光与物质相互作用(12篇), (8) 激光振荡过程的研究(9篇), (9) 激