

变换圆和它在光学谐振腔设计中的应用

南开大学物理系 张光寅

为了更好地处理复杂谐振腔中的问题,在模象理论和传播圆作图法的基础上发展了变换圆作图法。引入两种变换圆:一为 f 变换圆,它是以透镜的焦距为半径所作的切光轴于透镜处的一个圆。可以证明,以光轴上一点物 S 和对应的一点象 S' 为直径所作的半圆必是与 f 圆相切。利用 f 变换圆,可以方便地描写光轴上一点物的物象变换关系。另一为 t 变换圆。它的作法是:如光轴上有两点物 S_1 和 S_2 ,以这两点物为直径作一“物”圆,则 t 圆为与该圆相切、同时又在透镜处与光轴相切的一个圆。可以证明,不论透镜的焦距为何值,以与两点物 S_1 和 S_2 对应的两点象 S'_1 和 S'_2 为直径所作的“象”圆也必是和 t 圆相切的。利用 t 变换圆,可以方便地描写光轴上两点物的一种特殊的变换关系。

运用模象理论和上述变换圆作图法,我们可以把高斯光束通过透镜的变换用图解的方法加以描写。可以确定,高斯光束通过透镜变换时,其在“物”方的任一“物”波面的 σ 圆与其在“象”方的对应“象”波面的 σ' 圆必同切于 t 圆。事实上,只需把这里的 σ 圆看作是前述的“物”圆,把 σ' 圆看作是“象”圆,则高斯光束的这一变换关系就可直接导出。

运用变换圆作图法,我们处理了中小功率固体激光器的基模热稳腔问题。分析表明,基模热稳腔的一个最主要的特点是,热透镜(即激光棒)处的 π 圆和谐振腔的端镜之一的 σ 圆相切。若按自孔径选模的要求,预先确定了 π 圆,则我们就可以根据这一特点方便地设计各种基模热稳腔。进一步分析表明,基模热稳腔不仅对腔内热扰动不敏感,而且还具有补偿热畸变和热双聚焦效应对光模的波前影响的作用。因此利用基模热稳腔可使光模波面整形;因而可望获得更为理想的弱波面象差的输出激光束。利用变换圆作图法,我们还处理了球面镜折迭腔中象散的调整与消除问题,并获得了输出光束消象散的条件解。总之,利用变换圆作图法可以十分直观简便地处理较为复杂的谐振腔问题,并能迅速地确定它们在满足多种要求下的最佳设计问题。

谐振腔中透镜的波前分解法

中国科学院上海光机所 凌君达

本文依据高斯光束通过透镜的波前变换关系提出透镜的波前分解法,并进一步阐明,一个透镜或一个凹面镜可以分解为两个凹面镜,从而将一个内含透镜的平平腔分解为两个背靠背的凹平腔,并给出这两个凹面镜曲率的解析式

$$r_1 = \frac{\left(\frac{f}{d_1} + \frac{f}{d_2} - 2\right)}{\left(\frac{1}{d_2} - \frac{1}{f}\right)} \quad (1)$$

$$r_2 = \frac{\left(\frac{f}{d_1} + \frac{f}{d_2} - 2\right)}{\left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{f}\right)} \quad (2)$$

光束是连续地通过透镜,透镜的焦距为 f 。光束在透镜处有最大半径,在两端平腔片上形成最小光腰半径 w_{01} 和 w_{02} ,透镜 f 至左侧腔片的距离为 d_1 ,至右侧 R_2 为 d_2 。平平腔时 $R_1=R_2=\infty$,由(1)和(2)两式可计算得 r_1 和 r_2 值,即可将这两个相互联系的平平腔的半共焦参量 $b_1/2$ 和 $b_2/2$ 计算得到。这样光束的一切性质都清