

激光辐射方向图轴线不稳定性的测量

利用激光辐射作为各种自动系统、光通信线路及许多其它情形中光学仪器调整的基准方向时，必须知道方向图轴线(以下简标ОДН)空间上的不稳定性。文献〔1, 2〕中所研究的影响ОДН不稳定的原因，导致沿新方向形成与原方向不一致的振荡轴线。这种情形可以看成是振荡轴线弯曲，因此ОДН相对于激光轴线的某一点弯曲。

本文中，用几何光学近似法对ОДН弯曲点的位置进行分析。考虑到激光辐射场基本上集中在振荡轴线附近，并随着远离轴线很快减弱的情况，上述近似法是很充分的。

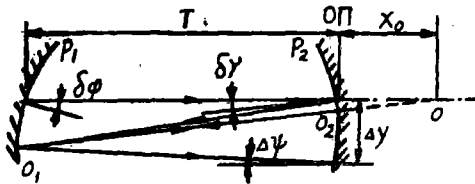


图1 相对光轴失调的谐振腔。 P_1, P_2 为两个镜的光强; T 为谐振腔的基线; $\delta_\varphi, \delta_\gamma$ 为两个镜的失调角; OP 为基准面; $\Delta y, \Delta\psi$ 为在腔全程之后,轴向光线的横向偏移和角偏移; O_1, O_2 为失调谐振腔中振荡轴线的位置; O 为振荡轴线的弯曲点; x_0 为基准面到振荡轴线弯曲点的距离

我们认为，振荡轴线位置的变化是谐振腔对激光轴线失调的结果。考虑一个空腔(图1)，腔的两个镜扫描角度为 δ_γ 和 δ_φ 。利用计算光学系统的矩阵方法。如果光线在全程之后本身沿新方向重复下去，腔里就产生振荡。即：

$$M \begin{pmatrix} y_0 \\ \psi_0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_0 \\ \psi_0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中，矢量 $\begin{pmatrix} y_0 \\ \psi_0 \\ 1 \end{pmatrix}$ 表示基准面中振荡轴线相

对于激光轴线的位置，而 $M = \begin{pmatrix} A & B & \Delta y \\ C & D & \Delta\psi \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

是失调谐振腔的变换矩阵。这个矩阵是推广的普通谐振腔的变换矩阵，其中引入 Δy 和 $\Delta\psi$ 项(在失调谐振腔的全程之后，基准面上

轴向光线的横向偏移和角偏移)。由(1)式得到 y_0 和 ψ_0 的方程式，解出 y_0 和 ψ_0 为：

$$y_0 = \{ (1-D)\Delta y + B\Delta\psi \} / \{ (1-D)(1-A) - BC \}$$

$$\psi_0 = \{ (1-A)\Delta\psi + C\Delta y \} / \{ (1-D)(1-A) - BC \}$$

由此得到基准面到弯曲点的距离 x_0 ：

$$x_0 = y_0 / \psi_0 = \{ (1-D)\Delta y + B\Delta\psi \} / \{ C\Delta y + (1-A)\Delta\psi \}$$

由镜的转角 δ_γ 和 δ_φ 表示 Δy 和 $\Delta\psi$ ，将得出 x_0 的最终表达式：

$$x_0 = \{ B\delta_\gamma + 2T\delta_\varphi \} / \{ [CB + (1-A)D]\delta_\gamma + [CT + 1 - A]\delta_\varphi \} \quad (2)$$

从(2)式看出, OДH弯曲点的位置取决于具体谐振腔的参数和镜的转角。因此, 在激光器结构非均匀变热的一般情况下, 镜转角按不同方式变化, 不可能预先确定弯曲点的位置。回到文献[1, 2], 应该指出, 作者预先提出弯曲点在输出镜平面内来测量某一截面上的光线偏移, 是不对的。

为了估算 x_0 的大小, 假定作用到两个镜上的负荷相等, 因而镜的转角同样变化。于是, 从(2)式得:

$$x_0 = (4 - T p_1) / (p_2 - p_1) \quad (3)$$

这里用谐振腔的参数代替A、B、C和D来表示。

实验上, 弯曲点的位置可按图2来确定, ИГ-56型激光器工作于单模状态。取决于激光器的变热时间, 这可以用坐标式传感器在两个截面同时测量光线的偏移来求出。得到的结果示于图3。可以看到, 在激光器变热时间(最初90分钟)里, 弯曲点的位置很不确定。正如(2)式表明的那样, 这个时间内两个镜的转角按不同方式变动。在激光器预热之后, 弯曲点的位

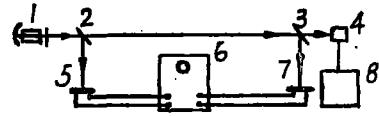


图2 实验装置图。1是ИГ-56型激光器; 2, 3是分光板; 4是控制辐射功率的传感器; 5, 7是坐标式光电传感器; 6是C1-18示波器; 8是ИЗ7自动记录式伏特计

置变得稳定, 并在测量误差范围内与从(3)式得到的数值相符。考虑到弯曲点的位置, 图3也表示了相对于激光轴线的辐射方向 ψ_0 对变热时间的依赖关系。必须指出, 上述测量方法也很快得出 x_0 和 ψ_0 与时间的关系。

因此, 所进行工作得到的结果能给出以下结论:

1. OДH起伏的测量须考虑下列情况: 激光器变热过程中不可能预先确定弯曲点的位置;
2. 文献[1, 2]的结果看来是可疑的;
3. 提出的用双坐标光电传感器的测量方法, 提供了得到OДH角偏移对时间关系(能很快估计到弯曲点的位置)的可能性。

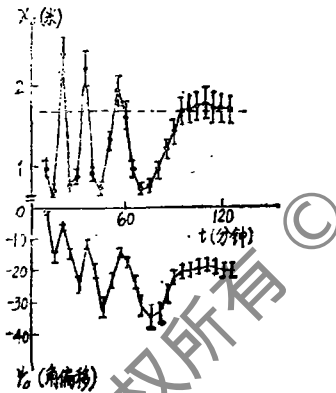


图3 x_0 和 ψ_0 对时间的关系

参 考 文 献 (略)

译自OMH, 1983, No.9, P.5~6.

梁国忠 译 钟 尧 校