

# 具有亚毫开氏温标热均匀性和稳定性的光学腔

A. Bergamin, G. Mana, G. Zozi, S. Scarcella

(意大利 G. Colonnetti 计量研究所)

在绝对确定硅的晶格常数(它是重新测定阿佛加德常数的必要步骤)时,必须借助双干涉技术,这是把光学干涉仪和X线仪相结合。过去进行过的测量都是将一个光学干涉仪 Michelson 干涉仪或 F-P 干涉仪)与一个劳埃三片式干涉仪结合起来。我们在本文所进行的研究中把光学干涉仪换成光学腔,用X射线干涉仪的第四块构成光学腔的一面反射镜。通过这样组成的腔的辐射与碘参考激光器的辐射的差拍就能把长度测量(分析晶体的约为  $100\mu\text{m}$  的位移量)简化为频率测量。这种技术将能使测量的不确定度下降 10 倍。

但是,由于耗散 15W 功率的等离子体管十分邻近,热梯度将破坏X线条纹的能见度,同时光腔变得很不稳定。为消除这个缺点,我们研究了X线光腔整体的可以容许的热膨胀,并得到:

- 1) 光腔反射镜与分析器晶体之温差必须保持在 1mK 之内;
- 2) X 线干涉仪的固定元件与可动元件之温差必须保持在 0.5mK 之内;
- 3) 光腔反射镜及X线干涉仪之元件的温度稳定性至少达到 0.5mK/h。

为实现具有上述特性的温度场,我们决定将等离子管置入同轴圆筒形致冷系统以进行隔离,在其最内层通入加压的循环水,但这同时也引起了极轻微的振动。为使水的流速和温度以及构成冷却隔离系统的各层厚度及结构实现最佳化,我们在考虑了不同介质交界面及外表面等必要的条件下,研究了下述轴对称热方程的解  $T(r, z)$

$$k(r, z) \left[ \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right] + Q(r, z, t) = \rho(r, z) c_p(r, z) \frac{\partial T}{\partial t}$$

热导  $k(r, z)$ 、密度  $\rho(r, z)$  及  $c_p(r, z)$  等是分段连续的函数。函数  $Q(r, z, t)$  为相应的循环水的热源。

用 Ritz-Galerkine 近似法得到了上式的解。然后制成了一个通有循环水的直径为 96 毫米,高度为 250 毫米的四层圆筒。为检验其实际性能,在超过连续 11 天的时间里,我们通过光腔和X线干涉仪上安装 15 个传感器测定了它在时畴和频畴的温度特性。

从对测量结果的初步分析,我们已证明 1), 2), 及 3) 所指出的条件是完全满意的。

为确定X线—光学总体装置的性能,我们正在进行改进和测量工作。