

图 2 光激射振荡器中射出的拍频信号 1 间隔为 0.1 秒

考 参 文 献

1. 共同协助下进行工作(美国陆军、美国空军科学研究部和海军研究部)
2. R. H. Dicke, T. R. Carver, C. O. Alley and N. S. Vander Ven, Eighth Quarterly Report, Contract No DA-36-39 SC 70147 (Princeton University, June 1, 1957—Sept. 30, 1957).
3. P. L. Bender, "Atomic Frequency Standards and Clocks," Quantum Electronics, ed. C. H. Townes (Columbia University Press, New York, 1960), pp. 111—112.
4. N. Knable, Bull. Am. Phys. Soc. 6, 68 (1961)
5. This suggestion was made by E. C. Beatty; from private communication with P. L. Bender.
6. L. C. Balling, R. J. Hauson, and F. M. Pipkin, Phys. Rev. 133, A607 (1964).

译自 Appl. Phys. Letters, Vol. 5, No 1 (1964) pp. 15—16

(李逸峯译, 沃新能校)

用光激射器干涉仪测量地球的潮汐和大陆的迁移

V. 瓦里, R. S. 克洛斯塔得和 W. 瓦里

关于测量地壳的变形有若干种方法^[1]。这些方法通常应用机械装置, 它受外界温度、大气压等的变化有非常敏感的影响。光激射器推广之前, 用干涉仪方法也是不可能的, 因为一般光的干涉距离非常短。然而, 对所有合理的距离来说, 用激射光束这种限制是没有的, 一个稳定态的氦-氖光激射器, 300 公里的干涉距离是容易达到的。

下面是利用光激射干涉仪的应变测量装置的若干特性的计算。因为地壳中潮汐运动的周期性应变是 5×10^{-8} 数量级。用光激射器干涉仪的灵敏度是可以达到的。

考虑用一臂(10米)与另一臂相比长很多的迈克尔逊干涉仪(图1)。反射镜 A 和 B 分别栓在地球上大约相隔 10 米的不同位置。放在干涉仪长臂地方的管子用一般压力的空气充之。选择如图 1 中的长度 $a = b + c$, 使在这段长度中大气压的变动效应减少到最低限度。

测量地球有效半径变化的干涉仪灵敏度计算如下:

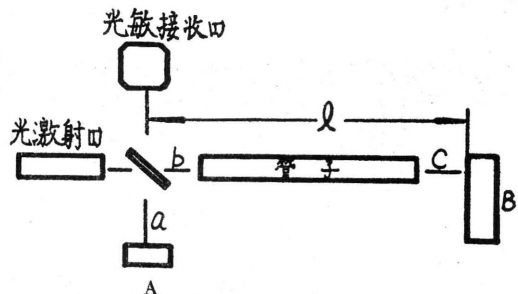


图 1 不对称的迈克尔逊干涉仪

地球半徑为 r 。干涉仪二反射鏡之間的距离为 l 。因此，角(α)等于

$$\alpha = \frac{l}{r}$$

所以

$$\Delta r = \frac{r}{l} \Delta l \quad (\alpha = \text{常数})$$

对应于干涉仪中紅光的干涉环，每移动一圈，距离变化为 3×10^{-5} 厘米。地球的半徑是 6.3×10^8 厘米。故(对 $l = 10$ 米)

$$\Delta r = \frac{6.3 \times 10^8}{10^3} 3 \times 10^{-5} = 19 \text{ (厘米)}$$

考虑到干涉环之間距离可以測到 $1/100$ 精度，用几倍于 $l = 10$ 米的干涉仪，能够測量地球半徑最小的变化到 0.2 毫米左右。

不同大气压的影响估計如下：

$$n = 1 + \beta \frac{\rho}{\rho_0}$$

n 是空气的折射率；

ρ 是空气的密度；

ρ_0 是空气的標準密度；

β 是一个常数，对空气來說 $\beta = 3 \times 10^{-4}$ 。

由于折射率 n 的变化引起光的波长 λ 的相应变化是

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = - \frac{\Delta n}{n}$$

因此

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = - \beta \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad (n \cong 1)$$

所以当大气密度有一个 $\Delta \rho$ 的变化引起干涉环移动数 ΔN 是

$$\Delta N = \frac{l}{\lambda_0} \beta \frac{\Delta \rho}{\rho_0} \quad (1)$$

对 $l = 10^3$ 厘米， $\lambda = 6 \times 10^{-5}$ 厘米， $\beta = 3 \times 10^{-4}$ ，和 $\frac{\Delta \rho}{\rho} = 10^{-4}$ ($\Delta \rho \approx 1$ 毫米汞柱)

$$\Delta N = 5$$

所以 a 和 $b+c$ 的光程差的变化最大容許值是距离 l 的千分之一，也就是 1 毫米。

对于某一恒定气压，溫度影响的近似計算，

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = - \frac{\Delta T}{T}$$

這裏 ρ 是空气密度， T 是絕對溫度。

用一臂 (10 米) 比另一臂长的开式干涉仪将产生干涉环移动 (利用 (1) 式)，每百分刻度 (摄氏) 一度变化的 $\Delta N = 15$ 。然而，若在 10 米的长臂途中插入一个閉管，这种干涉环移动将減少到

$$\Delta N = \frac{\Delta l}{\lambda} \beta \frac{\Delta \rho}{\rho_0}$$

這裏, $\Delta l = l \cdot \Delta T = 10^{-3}$ 厘米 ($l = 10^3$ 厘米, $\alpha = 10^{-6}$ 度 $^{-1}$, $\Delta T = 1^\circ\text{C}$)

$$\Delta N = 1.5 \times 10^{-5} \text{ 每度摄氏}$$

在超过 10 米距离的地球潮汐所引起的迁移是 5×10^{-5} 厘米数量级, 同时因为压力和温度的影响能够很大程度上设法除去, 看起来用此法能测量地球潮汐的精度比一般常用的方法测量高二个数量级。在估计中微震的振动效应是不考虑的。一般微震的振动 (大约 4 周/秒, 4 微时振幅) 发现以高频 (与地球潮汐的长时期比较) 噪声, 叠加在其信号上。

这种高灵敏度可利用来观察地壳结构中的局部差异^[4]。如果没有常量密度管, 干涉仪可用作灵敏的无惯性的压力计或温度计。

参 考 文 献

- [1] "Encyclopedia of Physics" Vol. 48, p. 815.
- [2] K. F. Nefflen, T. R. Lawrence, and T. M. Klucher, J. Opt. Soc. Am., Vol. 53, p. 394; 1963.
- [3] W. Honig, "Measurement of continental drift and earth movement with lasers," Proc. IEEE (Correspondence), Vol. 52, p. 430; April 1964.
- [4] "Encyclopedia of physics," Vol. 48, p. 839.

译自 Proc. IEEE, Vol. 52, № 7, (1964) pp. 857—858

(李逸峯译, 沃新能校)

(上接15頁)

7. Electronic Industries, pp. 162, 164, 166. Mar., 1963.
8. Gershan, J. and Stresau, R. H., Ind. Phot. 12: 52—3 (1963).
9. Hogg, C. A. and Sucsy, L. G., Masers and Lasers, Cambridge, Mass, Maser/Laser Assoc., 1962; Rechsteiner, E. B. and Saxe, R. L., Masers and Lasers, New York, Technology Markets, Inc., 1962.
10. 10N (Institute of Optics Newsletter), Univ. Rochester 3:1—2, April, 1963.
11. Krasnov, V., "An Antimissile Beam," AD 287—725(10 Ang. 1962).
12. Leverenz, H. W., R. C. A. Rev. 5:162 (1940).
13. Michel-Levy, A. and Muraour, H., Compt. rend. 200:543—5(1935).
14. Scherer, K. and Rubsant, R., Arch. Elektrotech. 31:821 (1937).
15. Sirons, Janis, "Lasers for Aerospace Weaponry," ASD-TDR-62-440 (May 1962).
16. Soltes, Aaron S., Mil. Engr. 54:416—19 (Nov.—Dec. 1962)

译自 Electronic Industrial. Vol. 22, № 11 (1963) p. 81

(梁培輝, 王純尧摘译, 顏紹知校)