

16. 一种反射式光纤位移传感器可以实现微小位移测量，其部分原理简化如图所示。两光纤可等效为圆柱状玻璃丝 M、N，相距为  $d$ ，直径均为  $2a$ ，折射率为  $n$  ( $n < \sqrt{2}$ )。M、N 下端横截面平齐且与被测物体表面平行。激光在 M 内多次全反射后从下端面射向被测物体，经被测物体表面镜面反射至 N 下端面，N 下端面被照亮的面积与玻璃丝下端面到被测物体距离有关。

- (1) 从 M 下端面出射的光与竖直方向的最大偏角为  $\theta$ ，求  $\theta$  的正弦值；
- (2) 被测物体自上而下微小移动，使 N 下端面从刚能接收反射激光到恰好全部被照亮，求玻璃丝下端面到被测物体距离  $b$  的相应范围（只考虑在被测物体表面反射一次的光线）。

