

第一章 平板波导

1. 熟悉电磁场理论中的 ∇ 算符。
2. 理解 Maxwell 方程。
3. 推导出波动方程和亥姆霍兹方程。
4. 推导出平板波导中的 TE 和 TM 模式。
5. 推导出平板波导中的模式本征方程。

第二章 表面等离子波

1. 详细推导出课件第 11 页上的 SPW 模式特征。
2. 详细推导出课件第 15 页，SPW 的 Kretschmann 激发的反射率 R，并给出 16 页的振幅增强大小。

3. 推导第 19 页的结论：

有一支 $\left| \frac{\epsilon_2 \alpha_1^0}{\epsilon_1 \alpha_2^0} \right| < 1$ 的对称模， $B_2 / A_2 > 0$ ，色散方程为 $\tanh\left(\frac{1}{2} \alpha_2^0 d\right) = -\frac{\epsilon_2 \alpha_1^0}{\epsilon_1 \alpha_2^0}$ ；

还有另一支 $\left| \frac{\epsilon_2 \alpha_1^0}{\epsilon_1 \alpha_2^0} \right| > 1$ 的反对称模， $B_2 / A_2 < 0$ ，色散方程为 $\tanh\left(\frac{1}{2} \alpha_2^0 d\right) = -\frac{\epsilon_1 \alpha_2^0}{\epsilon_2 \alpha_1^0}$ 。

4. 选择合适的参数，画出双层金属包覆波导的色散曲线：

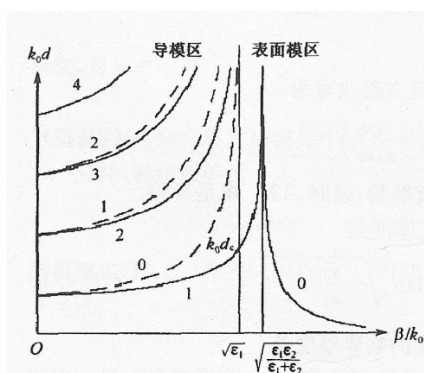


图 10.10 双层金属包覆介质波导的色散曲线

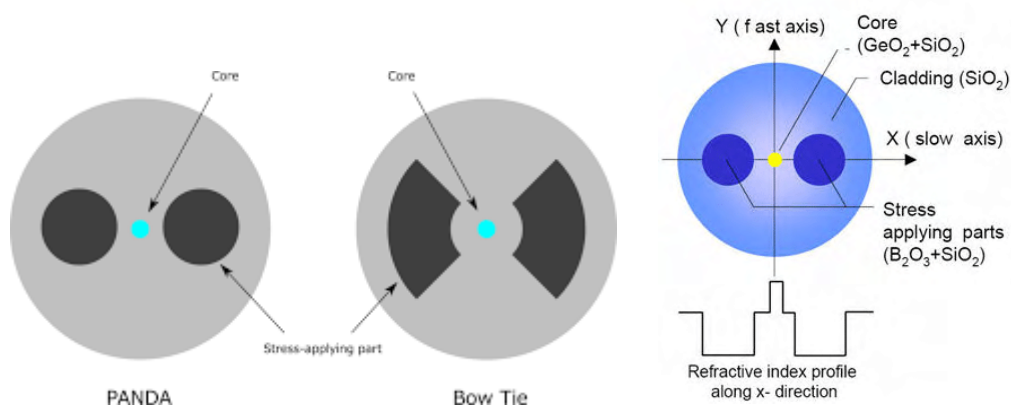
第三章：矩形波导

参考文献：Review on optical waveguide, DOI: 10.5772/intechopen.77150

1. 推导课件第 9 页或第 15 页 $E_{mn}^{(y)}$ 的模式特性。
2. 选择合适的矩形波导结构，利用 COMSOL、FDTD 等软件进行模拟。如有可能，将模拟结果与解析近似法进行对比。

第四章：圆波导

1. 推导课件第五页圆波导中横向电磁场分量 E_r , E_θ , H_r , H_θ 与纵向分量 E_z , H_z 之间的关系。
2. 推导课件第 14 页中模式的本征方程及系数。
3. 假设一个玻璃圆柱体，在 $1.5\mu\text{m}$ 附近折射率 $n=1.45$ ，直径为 $5\mu\text{m}$ 。试计算该波导在空气中的色散曲线（类似课件 22 页）。
4. 试着模拟几个高阶 LP_{lm} 的模场分布（类似课件 32 页），对照模场分布，猜测 l 和 m 的意义。
5. （选题）除了课堂介绍的普通光纤外，保偏光纤因能够保持输入的偏振而被广泛应用。如下左图为常用的 Panda 和 Bowtie 型保偏光纤，其基本的结构就是在光纤包层加入应力单元，由于包层材料与应力施加材料不一样，例如包层材料是 SiO_2 ，应力施加材料是参杂了 10% 摩尔比的 B_2O_3 的 SiO_2 （下右图）。这两种材料具有不同的膨胀系数，当光纤高温拉制后冷却到室温，应力单元就产生相应的应力，施加于光纤纤芯；利用弹光效应，光纤纤芯因感受不同的应力而能产生双折射效应。请试着利用 COMSOL 对此现象进行模拟，可参考相关学习资料。



图：（左）保偏光纤的类型；（右）光纤的内部结构

6. （选题）通常光纤弯曲到一定半径，就会产生损耗，试模拟此现象。