

微波技术 期末考试试卷 (B) 答案与评分标准

1、填空 (本题 15 分)

(1) 长线终端接不同负载时, 长线呈不同的工作状态; 当负载阻抗与长线的特性阻抗 Z_0 相等时, 长线工作在 纯行波 (或匹配) 状态, 此时, 长线上 $\rho = 1$, 反射系数 $\Gamma = \underline{\infty}$, 沿线输入阻抗 $Z_{in} = \underline{Z_0}$ 。

(2) 平行双导体传输线支撑的主模为 TEM 模式, 该模式在横截面上的分布函数与二维静场相同, 满足 Laplace 方程。该模式的截止波长为 ∞ , 是 无 色散模式; 当两导体间填充空气介质时, 该模式的传播相速度 $v_p = \underline{\text{光速 (c)}}$, 相波长 $\lambda_g = \underline{\text{自由空间中的波长 } \lambda}$, 当两导体间填充相对介电常数为 ϵ_r 的介质时, 该模式的传播相速度 $v_p = \underline{\frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}}$, 相波长

$\lambda_g = \underline{\frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}}}$ 。(设自由空间中的波长为 λ_0)

(3) 矩形波导可能支撑 TE_{mn} (m、n 为任意整数) 模式与 TM_{mn} (m、n 为非零的任意整数) 模式, 其中 m、n 相同的 TE、TM 模式 互为简并模式。其中截止波长最长的为 TE₁₀ 模式, 该模式沿波导纵向以 行波 形式传播, 电场强度只有 y 向分量, 磁场强度存在 x 与 z 向分量, 电场强度与磁场强度在横截面内的分量在 x 方向呈 正弦 分布, 有 1 个半驻波数, 在 y 方向呈 均匀 分布, 根据该模式在波导内壁感应的高频电流分布, 如果需要在矩形波导上开无辐射缝时, 应在 波导宽边的中线上 或 窄边沿 y 向 开尽量窄的缝。

(4) 已知一无耗互易对称四端口元件的散射矩阵如下:

$$[S] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & j \\ 1 & 0 & j & 0 \\ 0 & j & 0 & 1 \\ j & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

根据该散射矩阵分析可知, 该元件四个端口全 匹配;

1、3 端口隔离;

2、4 端口隔离;

当电磁功率从端口 2 输入时, 从端口 1、3 等分反向 输出。

2、(本题 16 分) 已知空气介质填充的矩形波导截面尺寸为 $a = 6\text{cm}$, $b = 3\text{cm}$, 若波源的工作波长为 4cm 时, 求:

(1) 波导中可以传输的模式。

(2) 主模的截止波长、相移常数、相波长、相速度、群速度及波阻抗；

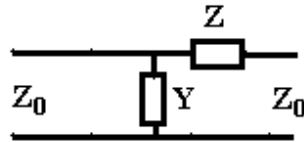
答：矩形波导各模式截止波长为： $\lambda_c = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}}$

$$\frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{6}\right)^2 + \left(\frac{n}{3}\right)^2}} \geq 4$$

$$9m^2 + 36n^2 \leq 81$$

可以传输模式： TE_{10} 、 TE_{01} 、 TE_{11} 、 TM_{11} 、 TE_{20}

3、(本题 8 分) 求图示二端口网络的归一化转移矩阵 \bar{A} 。



答： $\bar{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ YZ_0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{Z}{Z_0} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{Z}{Z_0} \\ YZ_0 & YZ + 1 \end{bmatrix}$

4、(本题 6 分) 已知一空气介质填充的矩形波导，其主模单模工作频带的中心频率为 3.75GHz，工作带宽 1.5GHz，求：若 $b > a/2$ ，矩形波导的尺寸；

答： $\frac{c}{2a} = \left(3.75 - \frac{1.5}{2}\right) = 3GHz$ ， $a = 5cm$

$\frac{c}{2b} = \left(3.75 + \frac{1.5}{2}\right) = 4.5GHz$ $b = \frac{10}{3}cm$

5、(本题 15 分) 已知均匀无耗传输线负载 Z_L ，用圆图示意图求反射系数 $|\Gamma|$ 、驻波比 ρ 、传输线上距终端最近的电压波腹、波节点的位置以及传输线上距波腹 $0.3\lambda_g$ 处的输入阻抗 Z_{in} 。

答：

6、(本题15分) 已知终端的归一化负载阻抗值 Z_L 以及相波长 λ_g ，用圆图及传输线示意图说明：欲使负载与长线匹配，问距终端多远处应并联多长的短路线？(要求写明步骤)

答：

7、(本题 14 分) 一空气介质均匀无耗传输线特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$ ，终端短路时，离终端最近的电压波节点距离终端 2.5cm，终端接未知负载 Z_L 后，测得传输线上电压最大值与最小值分别为 100mV 与 20mV，且电压波节右移 1.5cm，求：

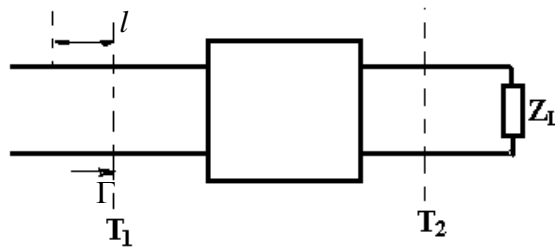
(2) 波源的频率；

- (3) 未知负载；
- (4) 沿线反射系数的表达式；
- (5) 波腹处的输入阻抗；
- (6) 终端短路时，若已知终端输入电压 U_{i2} ，写出沿线电压电流分布式；

答：

8、(本题 12 分) 设某系统如图所示，双口网络描述一无耗互易的对称元件，在二端口参考面 T_2 接匹配负载时，测得距参考面 T_1 为 $l=0.25\lambda_g$ 处为电压波节点，驻波比为 1.5，求：

- 1) 该双口网络的散射矩阵；
- 2) 该元件的电压传输系数、插入衰减 L 、插入相移 ϕ 以及输入驻波比 ρ ；
- 3) 若 T_1 参考面外移 $0.125\lambda_g$ ， T_2 参考面外移 $0.25\lambda_g$ ，求新的参考面间的散射矩阵；



答：