



第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件

《微波技术基础》

杨晶

合肥师范学院
电子信息与电气工程学院
Sch.EIEE Hefei Normal University

2021 年 10 月 18 日



教材

《微波技术基础》，廖承恩编，西安电子科技大学出版社，2011.5.

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件





参考文献

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



梁昌洪.

国家级精品课程-《微波工程基础》网络视频.
西安电子科技大学.



吴明英, 毛秀华 (1995).

《微波技术》[M].
西安电子科技大学出版社.



赵春晖, 杨莘元 (2003).

《现代微波技术基础》[M] (第二版).
哈尔滨工程大学出版社.



R.E.Colin 著, 吕继尧译 (1981).

《微波工程基础》[M].
人民邮电出版社.



考核模式

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件

1 平时成绩 100 分，占总成绩 50%

1 学习态度：100 分，占 20%(考勤 100 分，占 100%)

2 课堂参与：100 分，占 30%(课堂表现，课堂回答问题积极性，100 分，占 100%)

3 平时作业：100 分，占 50%(书面作业 100 分，占 100%)

2 期末考核 100 分，占总成绩 50%(期末笔试 100 分，占 100%)



9 第九章 微波铁氧体元件

第九章 微波铁氧体元件



第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件

1 第一章 引论

1 第二章 传输线理论

- Smith Chart (阻抗圆图及其应用)
- 传输线的阻抗匹配

3 第三章 规则金属波导

4 第四章 微波集成传输线

5 第五章 毫米波介质波导与光波导

6 第六章 微波网络基础

7 第七章 微波谐振器

8 第八章 常用微波元件

9 第九章 微波铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

前面的分析都是围绕如下公式及相互关系展开的:

$$Z_{in}(d) = \frac{V_L \cosh \gamma d + I_L Z_0 \sinh \gamma d}{I_L \cosh \gamma d + \frac{V_L \sinh \gamma d}{Z_0}} = Z_0 \frac{Z_L + Z_0 \tanh \gamma d}{Z_0 + Z_L \tanh \gamma d}$$

$$\text{无耗传输线: } = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta d}{Z_0 + jZ_L \tan \beta d}$$

$$\begin{aligned}\Gamma_L &= \frac{A_2}{A_1} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \\ &= \left| \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \right| e^{j\phi_L} \\ &= |\Gamma_L| e^{j\phi_L}\end{aligned}$$

$$\rho = VSWR = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |\Gamma_L|}{1 - |\Gamma_L|}$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

1 圆图概念

- 圆图是求解均匀传输线有关阻抗计算和阻抗匹配问题的一类曲线坐标图；
- 图上有两组坐标曲线：归一化阻抗或者导纳的实部和虚部的等值线簇，与反射系数的模和辐角的等值线簇；
- 所有这些等值线簇都是圆或圆弧（直线是圆的特例），故称为阻抗圆图或者导纳圆图，简称圆图。

$$z(d) = \frac{Z(d)}{Z_0} = \frac{1 + \Gamma(d)}{1 - \Gamma(d)} \quad \text{or} \quad \Gamma(d) = \frac{z(d) - 1}{z(d) + 1}$$

$$z(d) = r(d) + jx(d) = |z|e^{j\theta}$$

$$\Gamma(d) = \Gamma_{Re}(d) = j\Gamma_{Im}(d) = |\Gamma(d)|e^{j\phi(d)}$$

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

2 Smith 圆图

- Smith 圆图是通过双线性变换式，将 z 复平面上的 $r =$ 常数和 $x =$ 常数的二簇相互正交的直线分别变换成 Γ 复平面上的二簇相互正交的圆，并同 Γ 极坐标等值线簇 $|\Gamma| =$ 常数和 $\phi =$ 常数套印在一起而得到的圆图。
- 该图表是由 **Phillip Smith** 于 1939 年发明的，当时他在美国的 RCA 公司工作。Smith 也许不是图表的第一位发明者，一位名叫 Kurakawa 的日本工程师声称早于其一年发明了这种图表。

$$z(d) = \frac{Z(d)}{Z_0} = \frac{1 + \Gamma(d)}{1 - \Gamma(d)} \quad \text{or} \quad \Gamma(d) = \frac{z(d) - 1}{z(d) + 1}$$

$$z(d) = r(d) + jx(d) = |z|e^{j\theta}$$

$$\Gamma(d) = \Gamma_{Re}(d) = j\Gamma_{Im}(d) = |\Gamma(d)|e^{j\phi(d)}$$



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件

■ 阻抗圆图

阻抗圆图是由等反射系数圆和归一化等阻抗圆组成。

1 等反射系数圆

距离终端 d 处的反射系数为

$$\Gamma(d) = |\Gamma| e^{j\phi(d)} = |\Gamma_L| e^{j(\phi_L - 2\beta d)} = \Gamma_{Re} + j\Gamma_{Im}$$

表明，在复平面上等反射系数模 $|\Gamma|$ 的轨迹是以坐标原点为圆心、 $|\Gamma_L|$ 为半径的圆，这个圆称为等反射系数 $|\Gamma|$ 圆。由于反射系数的模与驻波比是一一对应的，故又称为**等驻波比圆**。



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

线上移动的距离与转动角度之间的关系为

$$\begin{aligned}\Gamma(d) &= |\Gamma| e^{j\phi} \\ &= |\Gamma_L| e^{j(\phi_L - 2\beta d)} \\ \Delta\phi &= 2\beta\Delta d \\ &= \frac{4\pi}{\lambda} \Delta d\end{aligned}$$

为了使用方便, 有的圆图上标有两个方向的波长数数值, 如图所示。向负载方向移动读里圈读数, 向波源方向移动读外圈读数。

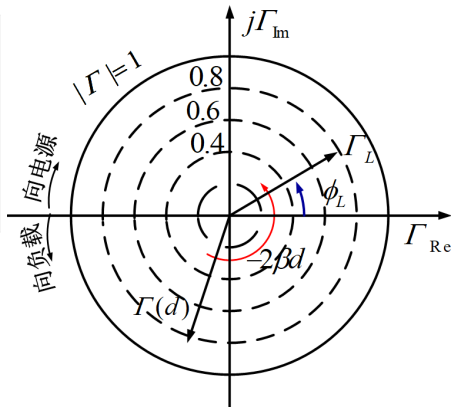


图: 反射系数圆

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

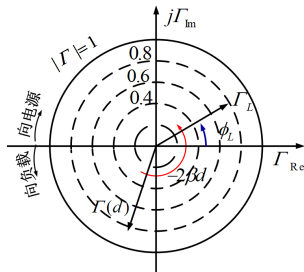
第九章 微波铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

相角相等的反射系数的轨迹是单位圆内的径向线

线上移动长度 $\lambda/2$ 时，对应反射系数矢量转动一周。一般转动的角度用波长数（或电长度） $\Delta d/\lambda$ 表示，且标度波长数的零点位置通常选在 $\phi = \pi$ 处。



图：等反射系数圆的波长数标度

$\phi = 0$ 的径向线为各种不同负载阻抗情况下电压波腹点反射系数的轨迹；

$\phi = \pi$ 的径向线为各种不同负载阻抗情况下电压波节点反射系数的轨迹。

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

■ 阻抗圆图

2 归一化阻抗圆

$$z_{in}(d) = \frac{Z_{in}(d)}{Z_0} = \frac{1 + \Gamma(d)}{1 - \Gamma(d)}$$

$$\begin{aligned} z_{in}(d) &= \frac{1 + (\Gamma_{Re} + j\Gamma_{Im})}{1 - (\Gamma_{Re} + j\Gamma_{Im})} \\ &= \frac{1 - (\Gamma_{Re}^2 + \Gamma_{Im}^2)}{(1 - \Gamma_{Re})^2 + \Gamma_{Im}^2} + j \frac{2\Gamma_{Im}}{(1 - \Gamma_{Re})^2 + \Gamma_{Im}^2} = r + jx \end{aligned}$$

$$\left(\Gamma_{Re} - \frac{r}{r+1} \right)^2 + \Gamma_{Im}^2 = \frac{1}{(r+1)^2} \quad \text{归一化电阻轨迹方程}$$
$$(\Gamma_{Re} - 1)^2 + \left(\Gamma_{Im} - \frac{1}{x} \right)^2 = \left(\frac{1}{x} \right)^2 \quad \text{归一化电抗轨迹方程}$$

特征参数，是形成统一 Smith 圆图的最关键点，它包含了阻抗归一和电长度归一。



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件

$$(\Gamma_{Re} - 1)^2 + \left(\Gamma_{Im} - \frac{1}{x}\right)^2 = \left(\frac{1}{x}\right)^2$$

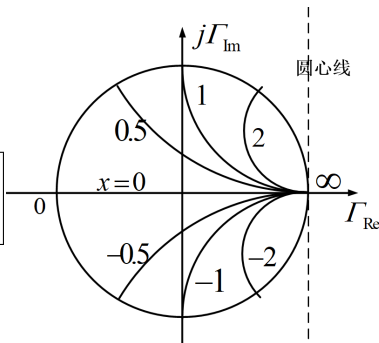


图: 归一化电抗圆



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

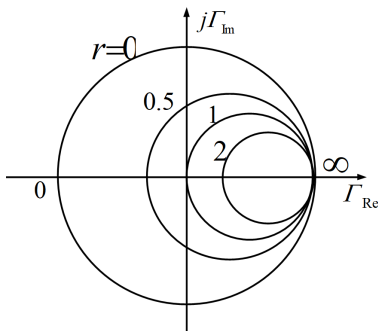
第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



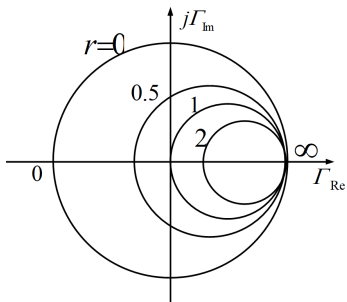
$$\left(\Gamma_{Re} - \frac{r}{r+1} \right)^2 + \Gamma_{Im}^2 = \frac{1}{(r+1)^2}$$

图: 归一化电阻圆



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

电阻圆始终和直线 $\Gamma_r = 1$ 相切



r	圆心坐标		半径 $(\frac{1}{1+r})$
	$\Gamma_r = \frac{r}{1+r}$	$\Gamma_i = 0$	
0	0	0	1
1	1/2	0	1/2
2	2/3	0	1/3

图: 归一化电阻圆

$$\left(\Gamma_{Re} - \frac{r}{r+1}\right)^2 + \Gamma_{Im}^2 = \frac{1}{(r+1)^2}$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

电抗圆圆心坐标和半径

$$(\Gamma_{Re} - 1)^2 + \left(\Gamma_{Im} - \frac{1}{x}\right)^2 = \left(\frac{1}{x}\right)^2$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

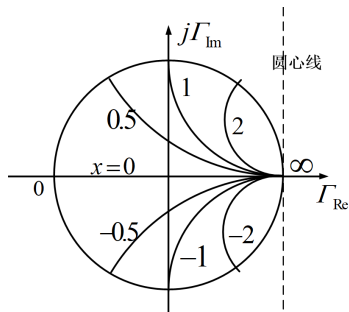
第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件

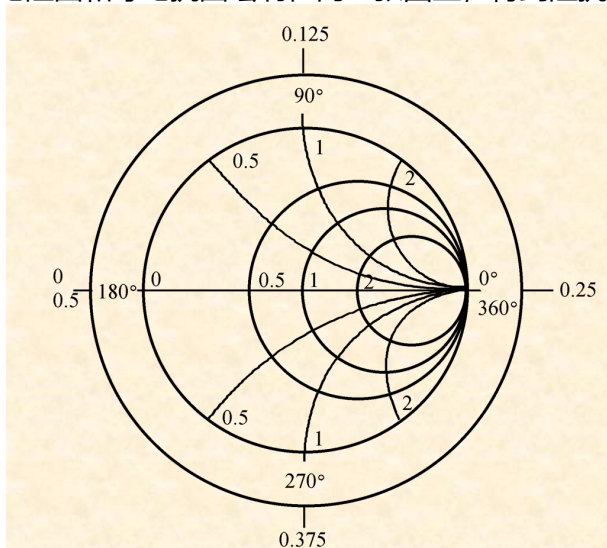
x	圆心坐标		半径 ($\frac{1}{x}$)
	$\Gamma_r = 1$	$\Gamma_i = \frac{1}{x}$	
0	1	∞	∞
± 0.5	1	± 2	2
± 1	1	± 1	1





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

将等电阻圆和等电抗圆绘制在同一张图上，得到阻抗圆图。





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

阻抗圆图有如下几个特点

(1) 圆图上有三个特殊点:

匹配点 (O 点), 其坐标为 (0,0)

$$r = 1, x = 0$$

$$|\Gamma| = 0, \rho = 1$$

短路点 (C 点), 其坐标为 (-1,0)

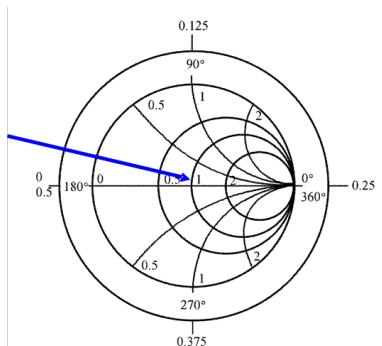
$$r = 0, x = 0, |\Gamma| = 1$$

$$\rho = \infty, \phi = \pi$$

开路点 (D 点), 其坐标为 (1,0)

$$r = \infty, x = \infty, |\Gamma| = 1$$

$$\rho = \infty, \phi = 0$$





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

阻抗圆图有如下几个特点

(1) 圆图上有三个特

殊点:

匹配点 (O 点), 其坐标为 (0,0)

$$r = 1, x = 0$$

$$|\Gamma| = 0, \rho = 1$$

短路点 (C 点), 其坐标为 (-1,0)

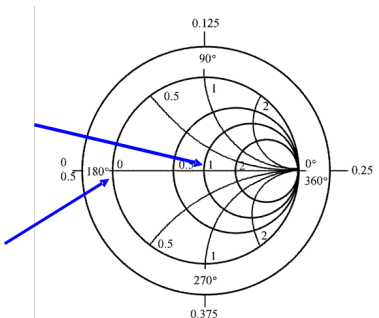
$$r = 0, x = 0, |\Gamma| = 1$$

$$\rho = \infty, \phi = \pi$$

开路点 (D 点), 其坐标为 (1,0)

$$r = \infty, x = \infty, |\Gamma| = 1$$

$$\rho = \infty, \phi = 0$$





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

阻抗圆图有如下几个特点

(1) 圆图上有三个特

殊点:

匹配点 (O 点), 其坐标为 (0,0)

$$r = 1, x = 0$$

$$|\Gamma| = 0, \rho = 1$$

短路点 (C 点), 其坐标为 (-1,0)

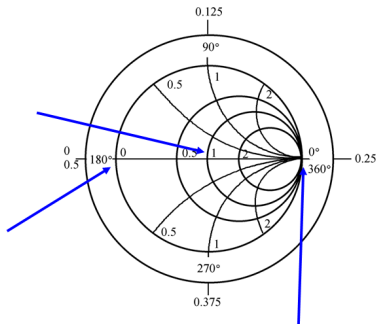
$$r = 0, x = 0, |\Gamma| = 1$$

$$\rho = \infty, \phi = \pi$$

开路点 (D 点), 其坐标为 (1,0)

$$r = \infty, x = \infty, |\Gamma| = 1$$

$$\rho = \infty, \phi = 0$$





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件

(2) 圆图上有三条特殊线

圆图上实轴为 $x = 0$ 的

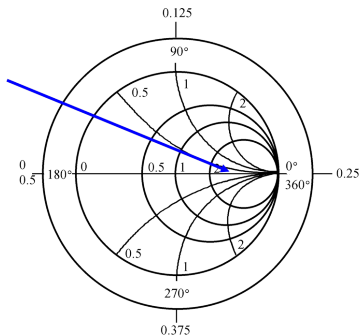
轨迹,

正半实轴为电压波腹点的轨迹, 线上 R 值为驻波比读数。

负半实轴为电压波节点的轨迹, 线上的 R 值为行波系数 K 的读数。

最外面的单位圆为 $R = 0$ 的纯电抗轨迹, 即为

$|\Gamma| = 1$ 的全反射系数圆的轨迹。





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件

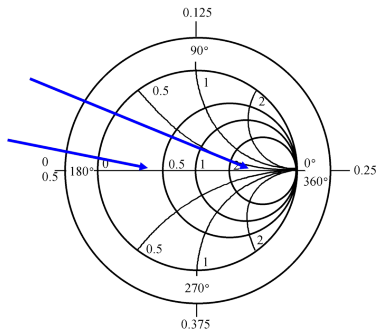
(2) 圆图上有三条特殊线
圆图上实轴为 $x = 0$ 的
轨迹,

正半实轴为电压波腹点的
轨迹, 线上 R 值为驻波比
读数。

负半实轴为电压波节点的
轨迹, 线上的 R 值为行波
系数 K 的读数。

最外面的单位圆为 $R = 0$
的纯电抗轨迹, 即为

$|\Gamma| = 1$ 的全反射系数圆的
轨迹。





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件

(2) 圆图上有三条特殊线

圆图上实轴为 $x = 0$ 的

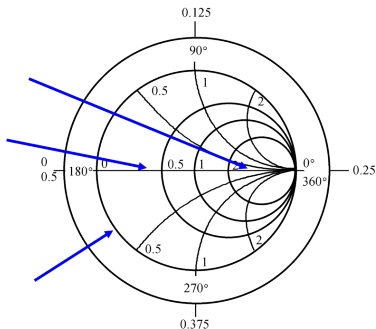
轨迹,

正半实轴为电压波腹点的轨迹, 线上 R 值为驻波比读数。

负半实轴为电压波节点的轨迹, 线上的 R 值为行波系数 K 的读数。

最外面的单位圆为 $R = 0$ 的纯电抗轨迹, 即为

$|\Gamma| = 1$ 的全反射系数圆的轨迹。





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

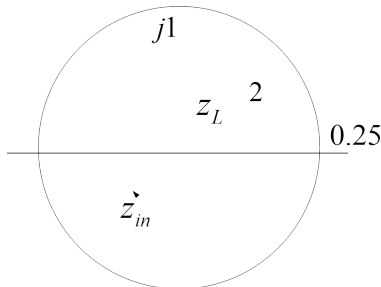
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

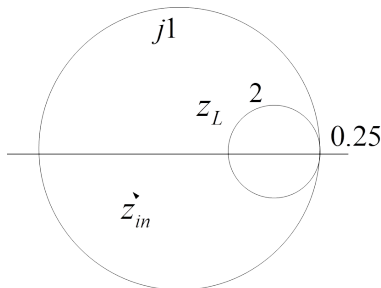
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件





Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

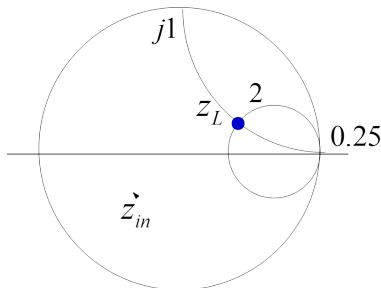
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

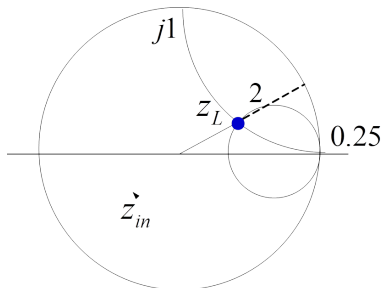
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

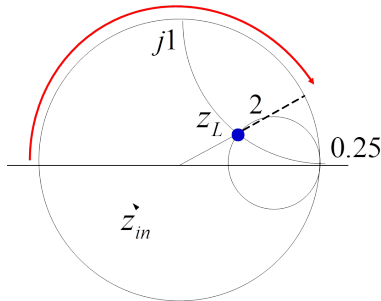
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

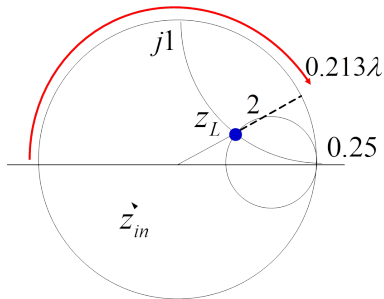
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

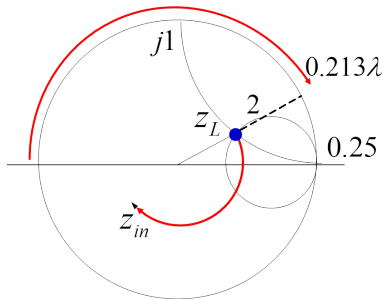
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

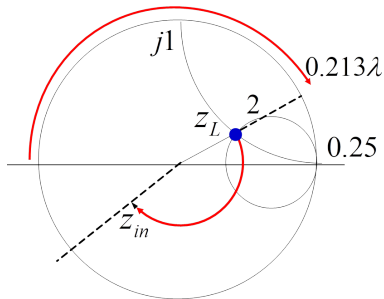
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

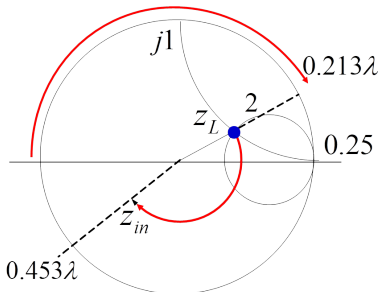
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输
线理论

第三章 规则
金属波导

第四章 微波
集成传输线

第五章 毫米
波介质波导与
光波导

第六章 微波
网络基础

第七章 微波
谐振器

第八章 常用
微波元件

第九章 微波
铁氧体元件



Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

例 1 特性阻抗 $Z_0 = 50\Omega$, 负载阻抗 $Z_L = 100 + j50\Omega$, 求距负载 0.24λ 处输入阻抗。

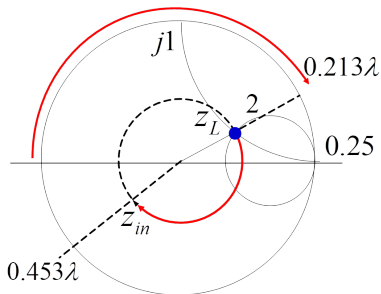
解: 归一化负载阻抗 $z_L = 2 + j1$

1) 向电源方向旋转 0.213λ

$$\phi = \arctan(1/2)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda/2} = \frac{\pi - \phi}{l}$$

$$l = (\pi - 0.4636)\lambda/4\pi \\ = 0.213\lambda$$



2) 旋转 0.24λ 到 z_{in}

$$z_{in} = 0.42 - j0.25 \rightarrow \times 50 \\ \rightarrow 21 - j12.5\Omega$$

第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件



第一章 引论

第二章 传输线理论

第三章 规则金属波导

第四章 微波集成传输线

第五章 毫米波介质波导与光波导

第六章 微波网络基础

第七章 微波谐振器

第八章 常用微波元件

第九章 微波铁氧体元件

1 第一章 引论

1 第二章 传输线理论

- Smith Chart (阻抗圆图及其应用)

- 传输线的阻抗匹配

3 第三章 规则金属波导

4 第四章 微波集成传输线

5 第五章 毫米波介质波导与光波导

6 第六章 微波网络基础

7 第七章 微波谐振器

8 第八章 常用微波元件

9 第九章 微波铁氧体元件



传输线的阻抗匹配

- 第一章 引论
- 第二章 传输线理论
- 第三章 规则金属波导
- 第四章 微波集成传输线
- 第五章 毫米波介质波导与光波导
- 第六章 微波网络基础
- 第七章 微波谐振器
- 第八章 常用微波元件
- 第九章 微波铁氧体元件