

# 板级射频电路开发



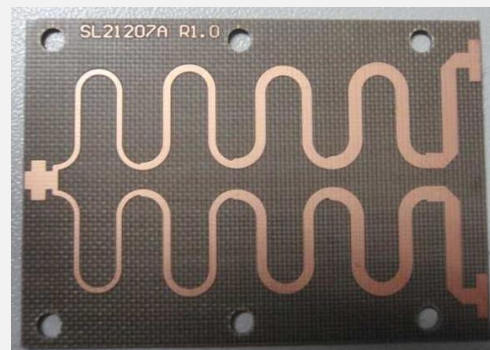
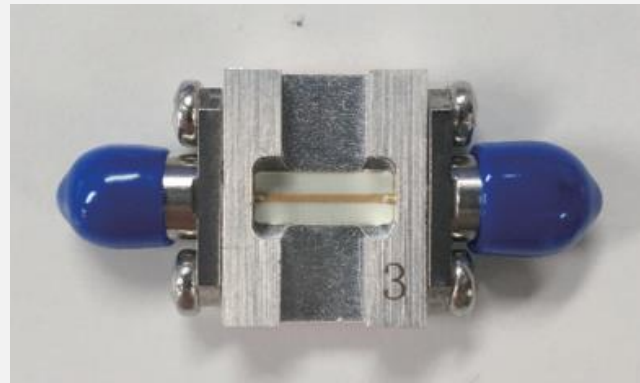
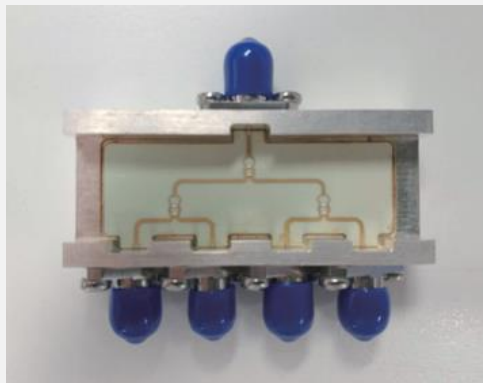
## 第六讲 板级威尔金森功分器设计

主讲：汪 朋

QQ: 3180564167

# 功分器设计开发

功分器



01

威尔金森原型功分器

02

宽带级联威尔金森功分器

03

耦合滤波型威尔金森功分器

Part

1

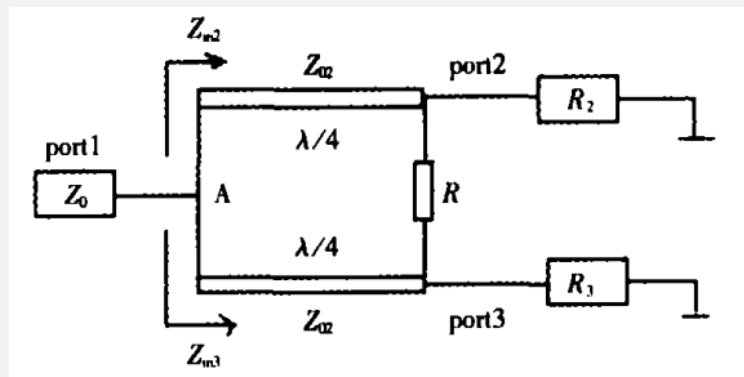
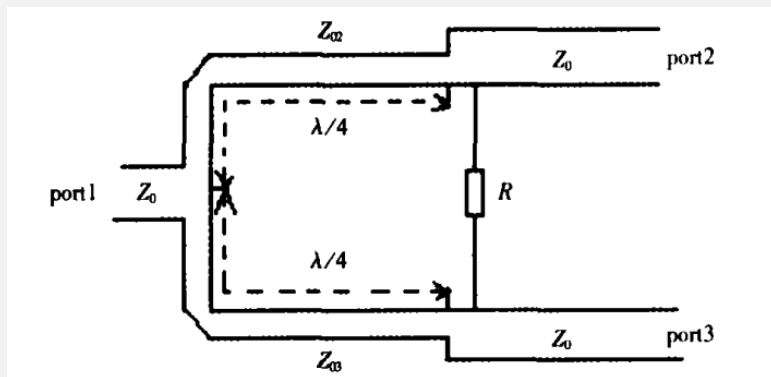
# 威尔金森原型功分器

# 功分器设计开发

## 威尔金森功分器

### 威尔金森功分器

威尔金森功分器属于混合型功分器，在普通功分器的输出端口间引入隔离电阻，实现链路的匹配和隔离。



# 功分器设计开发

## 威尔金森功分器

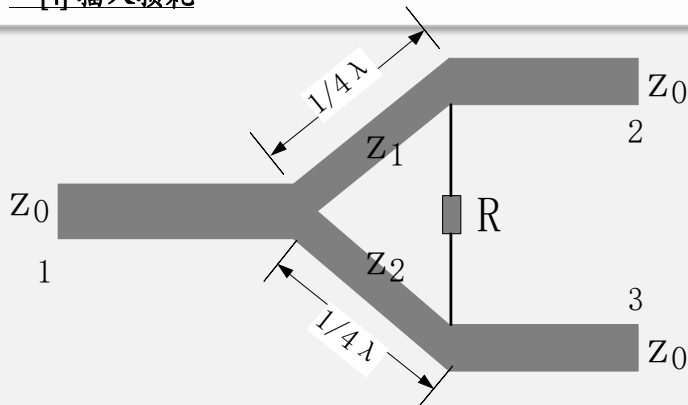
### 一分二等分威尔金森功分器

1为信号输入端口，2和3为信号输出端口。所有端口负载均为 $Z_0$ 。

$$Z_1 = Z_2 = \sqrt{2}Z_0, R = 2Z_0$$

设计要求：

- [1] 输入和输出端口之间需要完全匹配；
- [2] 输出端口需要实现隔离，工作频段内的隔离度 $< -20\text{dB}$ ；
- [3] 频段内 $\text{VSWR} < 1.3$ ；
- [4] 插入损耗



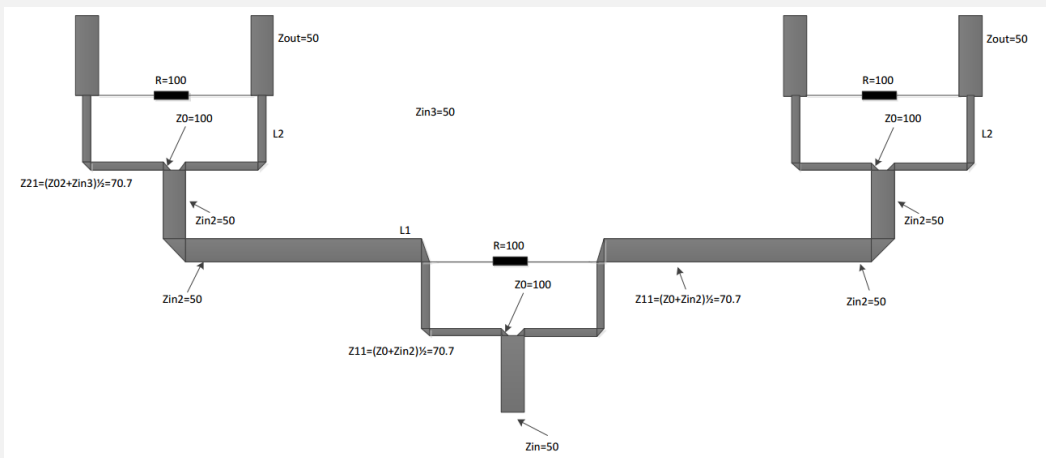
# 功分器设计开发

## 威尔金森功分器

### 一分四等分威尔金森功分器

采用三个一分二功分器即可组合成一个一分四功分器。

注：50Ω段的微带线长度可以根据阵列天线的需要合理调整长度，但匹配段(70.7Ω)的长度必须为四分之一个导波波长。



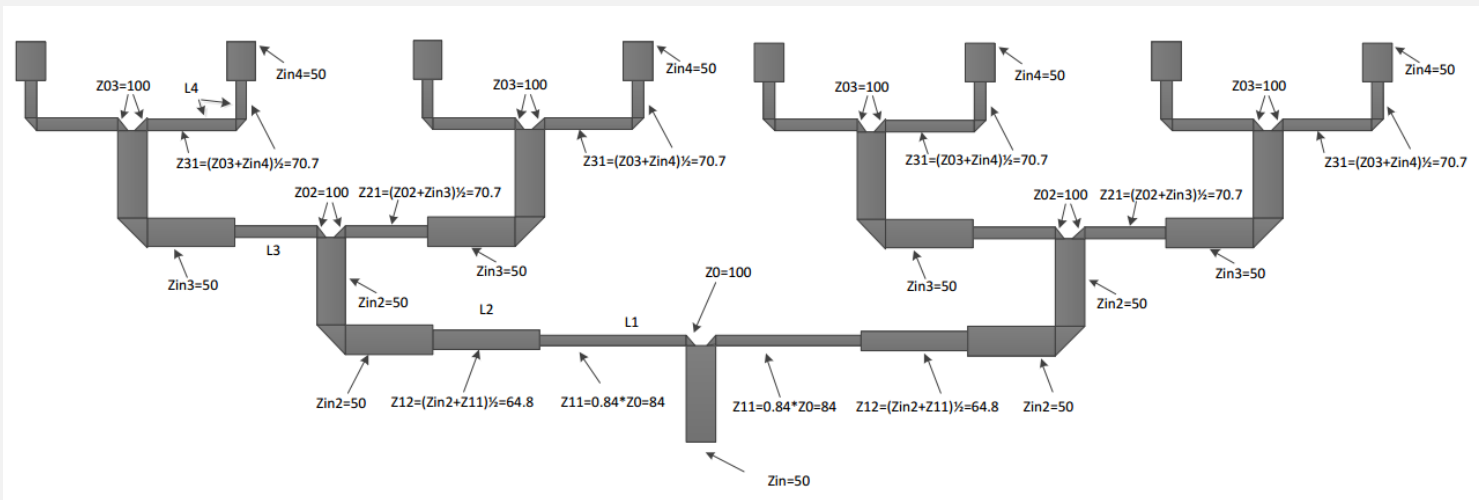
# 功分器设计开发

## 威尔金森功分器

### 一分八等分威尔金森功分器设计

采用七个一分二功分器即可组合成一个一分八功分器；

注：50Ω段的微带线长度可以根据阵列天线的需要合理调整长度，但匹配段(70.7Ω)的长度必须为四分之一一个导波波长。





# 功分器设计开发

威尔金森

实例设计：

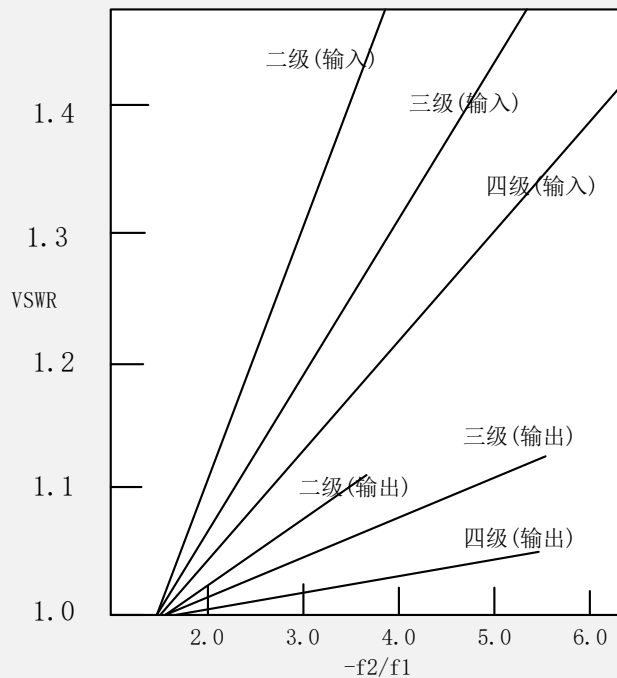
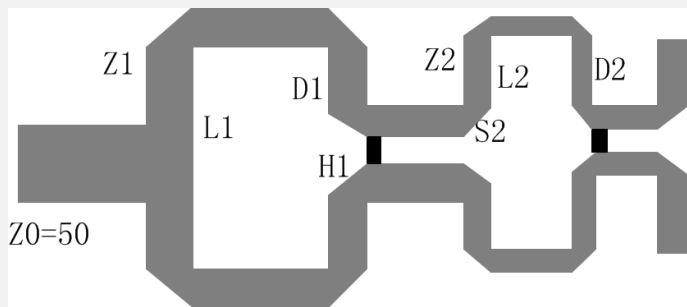
设计工作于2.45GHz的两路威尔金森等分功分器，要求隔离度 $>20\text{dB}$ ，VSWR $<1.2$ ，端口阻抗为50欧姆，采用FR4介质板，板厚为0.8mm

# Part 2 级联超宽带威尔金森功分器

# 功分器设计开发

## 宽带型威尔金森功分器

多节级联型威尔金森功分器



# 功分器设计开发

## 宽带型威尔金森功分器

多节级联型威尔金森功分器设计方法

功分器级数确定:

设计宽带型功分器, 首先需要确定功分器所需要的阶数, 方法如下:

在工程设计中, 假设需要的带宽为 BW, 上边频为  $f_2$ , 下边频为  $f_1$ , 则可以通过如下方式来求解需要的功分器节数:

如果  $f_2/f_1 < 1.5$ , 则取节数  $m=1$ ;

如果  $1.5 < f_2/f_1 < 2.5$ , 则取节数  $m=2$ ;

如果  $2.5 < f_2/f_1 < 3.5$ , 则取节数  $m=3$ ;

以此类推,

如果  $n.5 < f_2/f_1 < (n+1).5$ , 则取节数  $m=n+1$ ;

例如, 要设计 800-1000MHz 的功率分配器, 那么  $f_2/f_1 = 1000/800 < 1.5$ , 则  $m=1$ ;

同理, 要求解 700-2700MHz 的功率分配器, 那么  $f_2/f_1 = 2700/700 = 3.85$ , 则  $m=4$ 。

# 功分器设计开发

## 宽带型威尔金森功分器

等功率功分器各节归一化阻抗值和归一化隔离电阻

N (节数)	2	2	3	3	4	7
频带宽度 $f_2/f_1$	1.5	2.0	2.0	3.0	4.0	10.0
1 臂最大驻波比	1.036	1.106	1.029	1.105	1.100	1.206
2、3 臂最大驻波比	1.007	1.031	1.015	1.038	1.039	1.098
2、3 臂最小隔离度/dB	36.6	27.3	38.7	27.9	26.8	19.4
$z_1$ (归一化值)	1.1998	1.2197	1.1124	1.1497	1.1157	1.1274
$z_2$	1.6670	1.6398	1.4142	1.4142	1.2957	1.2051
$z_3$			1.7979	1.7396	1.5435	1.3017
$z_4$					1.7926	1.4142
$z_5$						1.5364
$z_6$						1.6597
$z_7$						1.7740
$r_1$ (归一化值)	5.3163	4.8204	10.0000	8.0000	9.6432	8.8494
$r_2$	1.8643	1.9602	3.7460	4.2292	5.8326	12.3229
$r_3$			1.9048	2.1436	3.4524	8.9246
$r_4$					2.0633	6.3980
$r_5$						4.3516
$r_6$						2.5924
$r_7$						4.9652

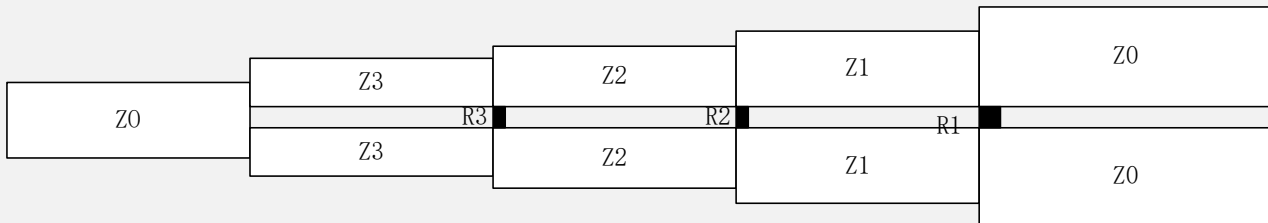
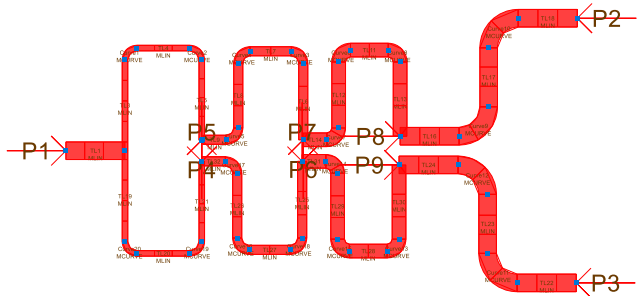
# 威尔金森

设计工作于1GHz-3GHz的两路多级超宽带威尔金森等分功分器，要求宽带内VSWR<1.3，隔离度>20dB，端口阻抗为50欧姆。

[2] 通过查表确定功分器各级匹配段对应归一化阻抗值和隔离电阻值

$$R1' = 8, R2' = 4.2292, R3' = 2.1436$$

### 实际阻抗和隔离电阻值

$$Z_1=1.1497*50=57.485, \quad Z_2=1.4142*50=70.71, \quad Z_3=1.7396*50=86.98$$
$$\underline{R1=8*50=400, \quad R2=210, \quad R3=107,100}$$


Part

3

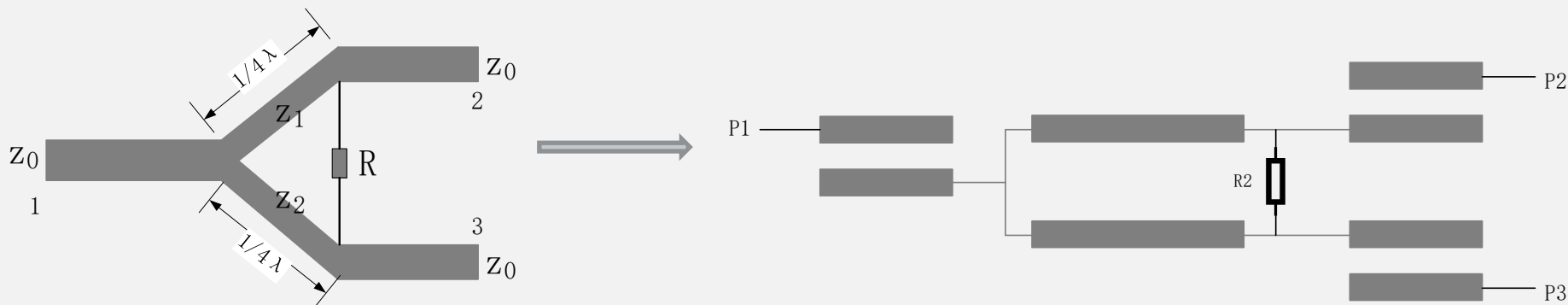
耦合滤波威尔金森功分器

# 功分器设计开发

## 耦合威尔金森功分器

### 耦合型威尔金森功分器设计原理

在输入端和输出端口增加“滤波器”，微带线耦合线可以等效为微带滤波器





# 功分器设计开发

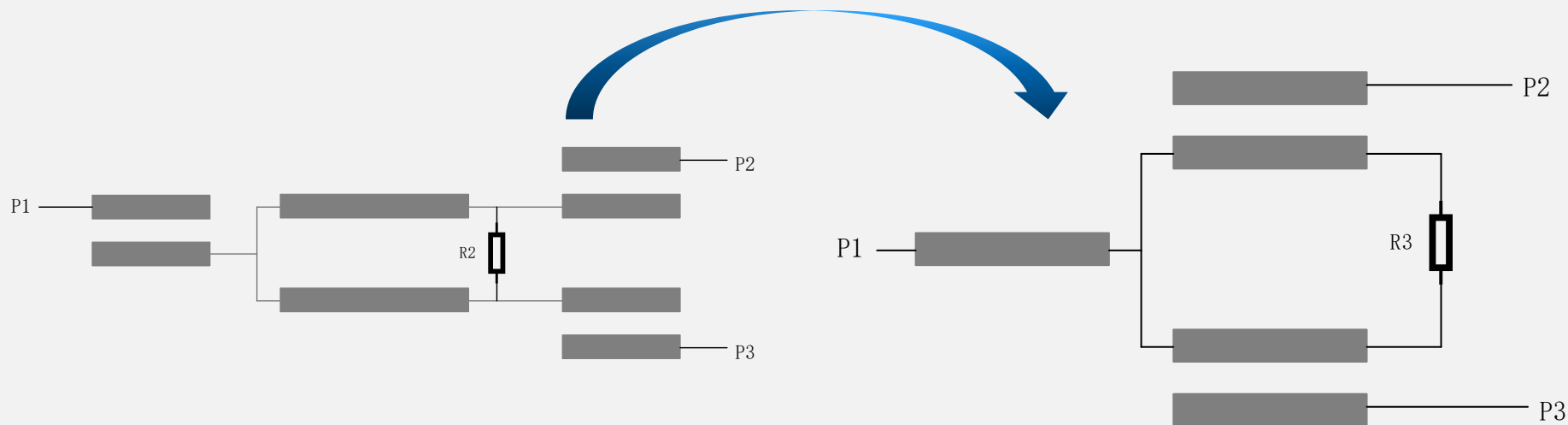
## 耦合威尔金森功分器

### 耦合型威尔金森功分器设计原理和宽带本质

在输入端和输出端口增加“滤波器”，微带线耦合线可以等效为滤波器

改进型耦合功分器设计参数：

[1] 输入端匹配微带线阻抗和电长度；[2] 微带耦合线奇偶阻抗和电长度。



# 功分器设计开发

## 耦合威尔金森功分器

### 设计思想:

- [1] 设定微带耦合线的 $\Delta Z$ ，且 $50 < \Delta Z < 130$ ;
- [2] 设定 $Z_{oe}$ ， $130 < Z_{oe} < 200$ ;
- [3] 基于设定的耦合线阻抗求解输入匹配微带线和隔离电阻值。

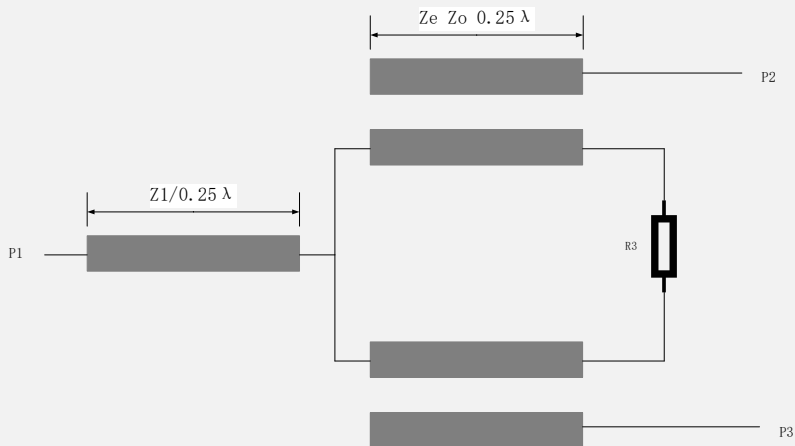
### 说明:

功分器的带宽由耦合系数决定，耦合系数 $C = \frac{\Delta Z}{Z_{oe} + Z_{oo}}$ ， $C$ 越大，带宽越大。

$$R_{iso} = \frac{(Z_{oe} + Z_{oo})^2}{4R_s}$$

$$R_s = \frac{(Z_{oe} - Z_{oo})^2}{400}$$

$$Z_1 = \frac{Z_{oe} - Z_{oo}}{2\sqrt{2}}$$



# 功分器设计开发

威尔金森

实例设计：

设计工作于3GHz的两路滤波型威尔金森等分功分器，要求宽带内VSWR<1.3，隔离度>20dB，端口阻抗为50欧姆。

设计步骤：

[1] 设定微带耦合线的 $\Delta Z$ ，定 $\Delta Z=100\Omega$

[2] 设定 $Z_{oe}=160\Omega$ ，则： $\Delta Z=100\Omega=Z_{oe}-Z_{oo}=160-100$ ， $Z_{oo}=60$ 欧姆

[3] 输入匹配段微带线阻抗  $Z_1 = \frac{Z_{oe} - Z_{oo}}{2\sqrt{2}} = \frac{100}{2.83} = 35.3\Omega$

[4] 隔离电阻计算：

$$R_{iso} = \frac{(Z_{oe} + Z_{oo})^2}{4R_s} = \frac{220^2}{100} = 484$$

$$R_s = \frac{(Z_{oe} - Z_{oo})^2}{400} = \frac{10000}{400} = 25$$



**THANK YOU !!**