

# 射频功率放大器的宽带匹配设计

甄建勇

中华通信系统有限责任公司河北分公司 河北 石家庄 050081

**摘要:** 本文主要针对射频功率放大器的宽带匹配设计进行分析研究。文章中简要分析了射频功率放大器的宽带匹配设计的重要性。同时总结了射频功率放大器的宽带匹配设计思路,设计过程中,需要分析同轴变换原理,同轴变换器设计、集中参数元件匹配设计等内容。在具体设计中,除了上述设计要点,还需要总结设计过程中的关键问题并解决,确保设计合理完成,也能够提升设计质量。

**关键词:** 射频功率放大器; 宽带匹配; 设计

## Broadband matching design of RF power amplifier

ZhenJianYong

China Communication System Co., LTD. Hebei Branch, Shijiazhuang, Hebei 050081

**Abstract:** In this paper, the broadband matching design of RF power amplifier is analyzed and studied. In this paper, the importance of broadband matching design of RF power amplifier is briefly analyzed. At the same time, the design idea of broadband matching of RF power amplifier is summarized. In the design process, it is necessary to analyze the principle of coaxial transformation, the design of coaxial converter, and the design of centralized parameter element matching. In the specific design, in addition to the above design points, it is also necessary to summarize the key problems in the design process and solve them to ensure the reasonable completion of the design and improve the quality of the design.

**Key words:** RF power amplifier; Broadband matching; design

前言: 射频功率放大器是现代通信系统中应用的重要元件,该元件能够起到射频功率放大的功能,在现代雷达信号通信设计领域中应用广泛。因此,射频功率放大器设计也受到重视。整个射频功率放大器在进行设计的过程中,完成宽带匹配设计是关键环节。具体设计实施的过程中,综合完成射频功率放大器结构设计,能够提升设计质量。保证各项设计工作实施合理。

### 1 射频功率放大器的宽带匹配设计重要性

射频功率放大器主要应用与远程通信系统、雷达信号系统以及信号测试系统。而各项应用射频功率放大器的过程中,主要利用放大器提升射频的频段。而实践研究发现,射频功率放大器的宽带功效是影响到频段的主要因素,完成放大器的宽带匹配设计,就能够实现射频功率放大器的良好应用。而进一步分析发现,宽带匹配设计就是对宽带阻抗设计,是射频放大管的应用功率与主电路功率、输出功率达到匹配,从而放大的应用效果。另外,进一步研究发现,射频功率放大器应用过程中,同轴电缆阻抗变换器,也是宽带设计的重要组成部分。

通过上述分析可知射频功率放大器的宽带匹配设计是影响到整个放大器运行的重要模块,因此完成宽带匹配设计极为重要。

### 2 射频功率放大器宽带匹配设计具体内容

射频功率放大器宽带匹配设计实施非常关键,在具体设计过程中,需要明确射频功率放大器宽带匹配设计的方案,并且根据需求完成各项设计,提升设计效果。以下是对射频功率放大器宽带匹配设计的具体设计进行分析:

#### 2.1 方案设计分析

在本次设计过程中,同轴变换器设计应用十分关键,是关系到宽带阻抗匹配的主要功能。在其设计的过程中,其主要功能就是将射频功率放大,并且注重输入阻抗和输出阻抗的有效匹配,确保匹配的标准阻抗为 $50\Omega$ 。另外,同轴变换器设计过程中,设计方案主要包括变比形式和组合形式。

#### 2.2 同轴变换器应用原理

同轴变换器设备应用十分关键,因此在具体的设计过程中,需要对变换器的工作原理进行设计,以下是对同轴变换器设计的具体分析研究。整个同轴变换器设备的设计过程中,设计应用巴伦结构。整个巴伦结构具体设计应用的过程中,需要明显分析等效工作,确保设计应用更加合理。

整个等效电路的综合设计应用实施过程中,同轴变换器介于集中参数设计和分布参数设计之间。这病因数次,其可以在低频段和高频段之间相互转换。设计过程中,低频段其等效电路可以采用低频变压器进行特性描述。并且在高频段



计过程中,同轴变换器特性输出与传输线之间相互影响。所以,在设计过程中,为了确保同轴变换器设计合理,需要对其高频段和低频段进行绕组长度设计,通过绕组长度设计,确保整个设计模块都具有良好的应用,提升设计效果。在高频段和低频段绕组长度设计和功率设计中,对工作频率进行计算分析,以下是对其计算公式进行总结:

高频段功率设计:高频段功率设计中,其公式为  

$$l_{\max} \leq 18000n/fh(\text{cm})$$

在公式中 $fh$ 代表最高工作频率、 $n$ 为常数,取值0.08,

低频端设计,  $l_{\min} \leq 50Rt/(1+u/u_0)Xft$

在公式中,  $ft$ 代表最低工作频率,  $u/u_0$ 为磁芯在 $ft$ 时的相对磁导率,  $ft$ 时的相对磁导率。

设计过程中,磁导率进行设计,还包括对等效电感进行综合设计,磁芯与等效电感的反应相结合,从而依次完成反射电量设计,计算反射电量保证后续的底片设计应用良好,以下是对反射电量的大小计算,其计算过程中,按照以下公式进行计算。

计算公式为 $L=U_0\mu m^2(S/J)$

在本次公式中,  $L$ 为电感值设计,  $\mu r$ 为相对磁导率设计。 $U_0$ 为线圈圈数计算设计,确保设计应用更加合理。

另外设计过程中,为了防止高端指标出现恶化,整个设计过程中,电感值不能够大于实际需要值,进行设计过程中,其经验公式为 $L=4(R/W_{\min})^0$ ,在公式中,  $R$ 为中间频段的输入阻抗,  $W_{\min}$ 为最小角频率。

按照上述设计要点,对同轴变换器原理进行设计,为后续的设计实施打好基础。

### 2.3 同轴变换器设计

同轴变换器进行设计十分关键,以下是对同轴变换器进行设计分析:

① 本次设计过程中,同轴阻抗变换器结构设计实施的过程中,需要明确设计质量,保证各项结构设计实施合理。整个变换器结构设计中,选择1:4形式进行设计。并且进行整体设计的过程中,需要做好输入阻抗和输入阻抗之比的融合设计。整个设计过程中,输出阻抗与同轴电缆的特征阻抗相等。

② 进行负载阻抗变换比设计,变换比设计过程中,按照变换比设计公式进行综合设计。整个设计实施中,源阻抗设计与负载阻抗之间有一定的关系,因此计算设计过程中,根据而足下和关系进行计算设计。计算时,按照二者的变换比设计进行分析。

其变换比设计中,主要按照 $Z_g/Z_i=Z_{in}/Z_{out}=(Z_0/2)/(Z_0+Z_0)=1:4$ 按照上述公式计算同轴变换器,更能够保证同轴变换器设计应用合理,最终提升同轴变换器的设计应用效果。

### 2.4 集中参数元件匹配设计

集中参数元件匹配设计实施也非常关键。设计过程中,

阻抗变换器传输电缆设计关键。另外,射频功率放大管的输入阻抗与输出阻抗都是具有良好设计效果的设计因素。在进行设计中,复数阻抗也可以能够电阻与电抗串联方式表示。整个表示设计中,参数元件实现阻抗匹配的方法设计应用十分关键。设计过程中,借用集中参数软件完成阻抗匹配设计,袋子怒并联电抗减小的部分,采用串联电抗低效,继而实现电阻优化。另外,整个设计过程中,要求做好纯电阻匹配设计,正常阻抗电阻设计中,需要完成复数阻抗的实数化设计研究,综合完成对电阻的综合设计分析,保证各电阻设计应用良好<sup>[1]</sup>。

### 3 射频功率放大器宽带匹配设计关键技术分析

射频功率放大其阻抗电阻匹配设计实施非常关键,具体的设计过程中,综合应用各项设计思路,整个项目进行设计过程中,也需要明确放大器宽带匹配设计要点。同时,再具体设计过程中,还需要明确设计过程中存在的问题,确保设计实施合理。整个射频功率放大器设计中,其问题主要包括低频增益压制、同轴电缆特性阻抗选择、磁芯散热功效等多方面问题,以下是对关键性问题的解决策略研究。

3.1 低频增益压制设计,低频增益压制设计实施非常关键,对于整个匹配设计有重要的影响。射频功率放大管的增益效果与其实际的带宽频率之间有重要的关系,增益随频率的增高而下降。实践研究表明,增加一倍频程之后,增益下降达到3dB、但是多倍频程电路设计被增益压制,因此影响到匹配设计效果。基于此问题基础之上,提出以下解决措施,使用电阻负反馈网络,电阻负反馈网络用于压制平滑放大器在低频上高增益特性,电阻值越小压制平滑作用越大。以高频段增益为基准增益,使用100~200Ω电阻,将低频段的增益降低到大于基准增益2—3 dB<sup>[2]</sup>。

3.2 同轴电缆特性阻抗选择设计实施非常关键,对于整个电缆设计实施非常关键。而在此过程中,主要的问题自于同轴电缆特性无法达到阻抗选择设计要求。因此,项目进行设计中,需要根据需求进行设计。而在此种情况,为了解决无法达到设计需求的问题。整个设计过程中,要求计算公式,并且设计中,采用1:4同轴变换器电缆进行负载电阻设计,计算公式也根据同轴变换器一致,计算的过程中,计算公式也需要按照电缆特性阻抗以及负载电阻进行融合设计,整个设计的过程总,其设计要点具体包括以下几点内容,保证各项设计实施合理。整个设计中,负载电阻设计按照 $Z_0=(4R)^{2/25}(\Omega)$ 在整个计算公式中,  $Z_0$ 代表电阻特性阻抗。 $R$ 代表负载电阻和电源。整个设计的过程中,需要明确电阻设计思路,提升设计的综合要点。项目的综合设计实施过程中,需要明确设计思路<sup>[3]</sup>。

3.3 磁芯散热及功率校验。磁芯的散热及功率校验也是整个设计环节中非常重要的部分。磁芯的散热及功率校验设计时,需要民企给输出匹配网络的综合设计。整个项目进行设计实施中,同轴变换器在传输高功率的过程中,容易造成

较大的电力损耗。因此,在长期磁芯的损耗背景下,累积热量损耗也会越来越多,并且也会造成磁芯温度快速升高,最严重环节也会导致磁芯的磁导率下降,将会给同轴变换器造成较为严重的低频措施影响。采用导热胶进行磁芯连接,从而影响到系统的散热性<sup>[4]</sup>。

针对此问题进行解决,本文在设计过程中,提出了优化磁芯材料的有效措施。从磁芯材料入手,选择最佳的磁芯材料,能够提升磁芯的抗热性,同时也能够减少磁芯的损耗。因此,本次设计的过程中,针对磁芯的非特性进行分析,整个设计的过程中。传送设计实施的过程中,需要明确设计效果。

解决以上三点问题,就可以保证射频功率放大器的宽带匹配设计符合要求,保证射频放大器具有更好的效果。

#### 结束语

本文主要针对射频功率放大器的宽带匹配设计进行分析

研究,通过本文的设计研究,提出了宽带功率放大器的具体设计方案。从同轴变换器原理,结构以及设计问题解决等方面总结了具体设计要点,希望能够对射频功率放大器的宽带匹配设计有所帮助。

#### 参考文献

[1]潘茂林,刘蕾蕾.一种用于GSM/WCDMA/LTE的宽带功率放大器[J].南京邮电大学学报:自然科学版,2020,40(2):4-4

[2]何宁,李烁星,张萌,等.基于CMOS工艺的高线性宽带放大器芯片设计[J].电子器件,2021,44(6):6-6

[3]官飞.基于射频开关的星点式多路耦合网络设计[J].黑龙江工程学院学报,2020,34(5):6-6

[4]胡罗林,张华彬,巫永林,等.一种应用于射频功率放大器的ALC电路设计[J].电子技术(上海),2022,51(4):3-3