

## 用做匹配的ADF7020 RF端口阻抗值

作者: Austin Harney和Guido Retz

### 概述

ADF7020是一款全集成式收发器IC，支持US、EU、ISM频段的工作频率915 MHz、868 MHz和433 MHz。该IC具有差分LNA输入和单端PA输出。为了实现最佳性能，LNA输入和PA输出必须同时与源/负载阻抗相匹配，并考虑装配IC的印刷电路板的属性。匹配最好采用专用的RF仿真套件，如Ansoft Designer™、Eagleware Genesys™、AWR Microwave Office®或CST Microwave Studio®。为了使客户能使用这些设计工具，必须提供针对不同RF端口的模型。本应用笔记提供这些必要信息。

### 简介

ADF7020有两个RF端口：一个LNA输入端口和一个PA输出端口。这些RF端口的特性和功能取决于收发器的工作模式，即Tx模式或Rx模式。端口及不同状态为

PA输出（单端、以地为参考）

Tx模式：最佳PA负载阻抗

Rx模式：PA空闲阻抗

LNA输入（差分、以地为参考）

Rx模式：

增益= 30x：LNA输入匹配

增益= 10x：LNA输入匹配

Tx模式：Rx/Tx开关阻抗

通过为每个RF端口提供简单的集总元件模型，无需考虑复杂的宽带模型。这种简化的缺点是这些模型仅在较窄的频带内有效。本文档将考虑以下频带：

433 MHz，带宽2 MHz

868 MHz，带宽2 MHz

915 MHz，带宽26 MHz

ADF7020端口模型是基于固定模型结构推导而出。去嵌入程序消除了封装下方焊盘对印刷电路板的影响，因此，在ADF7020仿真时需要包括焊盘。

### 测量结果

#### LNA输入、Rx模式

图1所示为LNA输入的集总元件模型。这一简化模型反映了采用尽量简单的等效电路测得的端口阻抗值。下面将用一节的篇幅分别讨论高灵敏度模式（LNAGAIN=30）和低电流模式（LNAGAIN= 10）的测量结果。

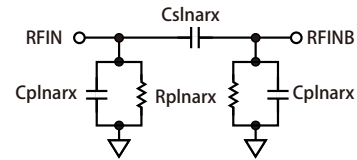


图1. LNA集总元件模型，Rx模式

为了获得最佳灵敏度，源阻抗应与建议CLC结构相匹配，使RFIN和RFINB端口的差分电压摆幅达到最大。这一任务须使用内置优化器的RF仿真器来实现。该匹配条件一般会导致略具无功特征的输入反射系数。

#### LNA输入、Rx模式、LNAGAIN= 30

表1列出了图1所示等效电路的元件值，适用于Rx模式和LNAGAIN= 30 ([R9.DB20, R9.DB21] = [1,0])。

表1. LNA等效电路(图1)的元件(Rx模式，LNAGAIN= 30)

频率 (MHz)	Rplnarx (Ω)	Cplnarx (pF)	Cslnarx (pF)
433 至 435	300	2.0	0.1
868 至 870	180	2.3	0.1
902 至 928	175	2.3	0.1

# AN-764

由于电容 $C_{slnarx}$ 较低，因此可以近似认为LNA输入阻抗为RFIN至GND与RFINB至GND之间的两个独立阻抗。这种简化模型足以解决多数匹配问题。阻抗值如表2所示。

**表2. LNA以地为基准的输入阻抗(Rx模式, LNAGAIN= 30)**

频率 (MHz)	Zlnarx_gnd ( $\Omega$ )
433 至 435	71 - j128
868 至 870	26 - j63
902 至 928	24 - j60

## LNA输入、Rx模式、LNAGAIN= 10

表1列出了图1所示等效电路的元件值，适用于Rx模式和LNAGAIN= 30 ([R9.DB20, R9.DB21] = [1,0])。

**表3. LNA等效电路(图1)的元件(Rx模式, LNAGAIN= 10)**

频率 (MHz)	Rplnarx ( $\Omega$ )	Cplnarx (pF)	Cslnarx (pF)
433 至 435	200	2.0	0.1
868 至 870	125	2.4	0.1
902 至 928	120	2.4	0.1

同样地，如果输入RFIN和RFINB之间的耦合分路中的元件体现为两个以地为基准的单端分路，则该模型可以简化。值如表4所示。

**表4. LNA以地为基准的输入阻抗 (Rx模式, LNAGAIN= 10)**

频率 (MHz)	Zlnarx_gnd ( $\Omega$ )
433 至 435	82 - j98
868 至 870	30 - j53
902 至 928	28 - j51

## LNA输入、Tx模式

当ADF7020进入Tx模式时，Rx/Tx开关闭合，在引脚RFIN和RFINB之间提供一个低阻抗的路径。对于匹配网络的设计，Tx模式下的LNA输入阻抗可以如图2模拟。

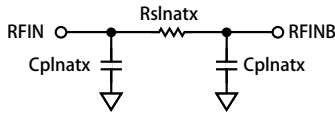


图2. LNA集总元件模型, Tx模式

表5列出了三个目标频带下的估计元件值。

**表5. LNA等效电路(图2)的元件(Tx模式)**

频率 (MHz)	Cplnatx (pF)	Rslnatx ( $\Omega$ )
433 至 435	2.2	10
868 至 870	2.6	10
902 至 928	2.6	10

## PA输出、Rx模式

Rx模式下，偏置PA输出的寄生电容对于设计组合式Rx/Tx匹配网络具有一定的意义。图3显示了Rx模式下偏置PA的集总元件模型，元件数量已减至最低。由于PA模块的接地连接直接焊接至IC封装的焊盘上，因此，如果在焊盘接地与印刷电路板地平面之间使用多个过孔，则地阻抗将十分低。因此，RFGND引脚与印刷电路板的理想化公用地节点之间的阻抗可以忽略不计。表6列出了图3所示等效电路适用的以频率而异的元件值，其中使用的偏置电压为3 V。数据显示，PA端口阻抗对该偏置电压具有一定的依存性。

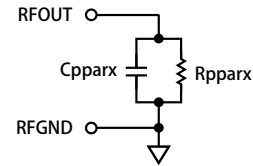


图3. PA集总元件模型, Rx模式

**表6. PA等效电路(图3)的元件(Rx模式)**

频率 (MHz)	Rpparx ( $\Omega$ )	Cpparx (pF)
433 至 435	2000	2.2
868 至 870	680	2.1
902 至 928	650	2.1

### PA输出、Tx模式、最佳负载阻抗

PA负载阻抗值已通过分支调谐器模式优化，以便在电源电压为3.0 V时以尽可能低的功耗获得10 dBm输出功率。

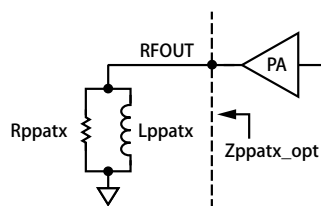


图4. 最佳PA负载阻抗和集总元件模型的定义

表4. LNA以地为基准的输入阻抗(Rx模式, LNAGAIN= 10)

频率 (MHz)	Zppatx_opt ( $\Omega$ )
433 至 435	54 + j94
868 至 870	48 + j54
902 至 928	39 + j61

表7列出了针对每个频带的最佳PA负载阻抗值，符合前面提到的条件。图4所示为最佳负载阻抗和集总元件等效电路的定义。代表最佳负载阻抗的元件值如表8所示。

表8. 最佳PA负载阻抗(图4)的集总元件模型

频率 (MHz)	Rppatx ( $\Omega$ )	Lppatx (pF)
433 至 435	218	46
868 至 870	110	18
902 至 925	134	15

### 结束语

本应用笔记讨论了ADF7020的测得端口阻抗值。测量值涵盖了LNA输入处于不同模式的情况，涉及多数重要频率和不同增益设置。对于PA端口，讨论了其在Rx模式下处于空闲状态时的阻抗。对于Tx工作模式，我们量化了最佳PA负载阻抗值。文中提供的数据可以满足组合式Rx/Tx匹配网络的设计需要。

**注释**