

浙江大学

本科实验报告



课程：电磁场与电磁波

姓名：

学院：信息与工程学院

学号：

指导教师：王子立

专业：电子科学与技术

2021年6月16日

cst仿真实验

一、实验目的和要求

二、实验原理

2.1 喇叭天线概述

2.2 矩形波导馈电角锥喇叭天线理论分析

三、实验内容和操作步骤

3.1 建模并设置参数

3.2 仿真模拟

四、主要仪器设备

5 实验体会

一、实验目的和要求

了解波导喇叭天线的常用参数指标及其分析方法；了解cst软件的操作流程，运用cst对特定的微波器件和电路进行建模仿真分析。

二、实验原理

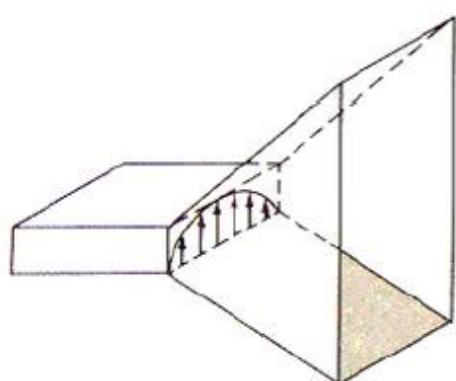
2.1 喇叭天线概述

喇叭天线是一种应用广泛的微波天线，其优点是结构简单、频带宽、功率容量大、调整与使用方便。合理的选择喇叭尺寸，可以取得良好的辐射特性：相当尖锐的主瓣，较小副瓣和较高的增益。因此喇叭天线在军事和民用上应用都非常广泛，是一种常见的测试用天线。喇叭天线的基本形式是把矩形波导和圆波导的开口面逐渐扩展而形成的，由于是波导开口面的逐渐扩大，改善了波导与自由空间的匹配，使得波导中的反射系数小，即波导中传输的绝大部分能量由喇叭辐射出去，反射的能量很小。实际的矩形波导馈电的角锥喇叭天线如下图所示。

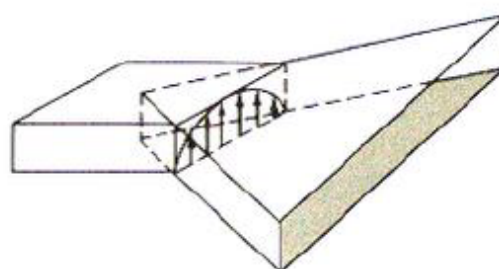


图 4-1 实际天线图

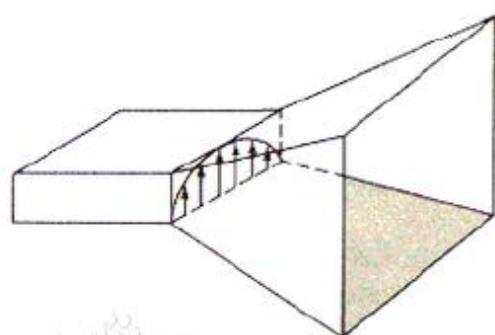
根据喇叭扩展的形式不同分为：E 面扇形喇叭，由扩展其窄边形成；H 面扇形喇叭，由扩展其宽边形成；角锥喇叭，由宽边、窄边同时扩展形成。三种类型的矩形波导馈电的喇叭天线示意图如下图所示。



(a) E 面扇形喇叭



(b) H 面扇形喇叭



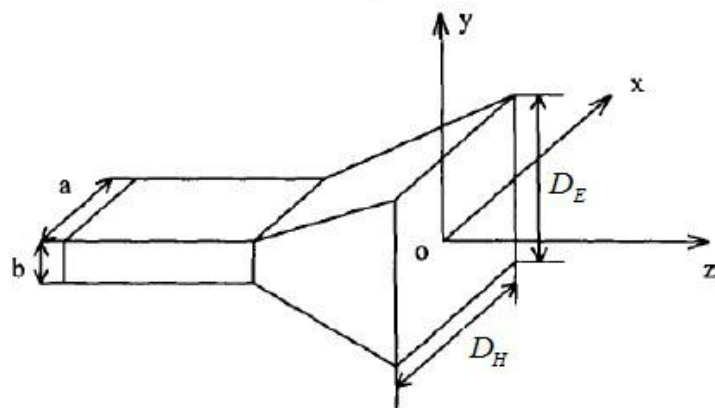
(c) 角锥喇叭

本实验采用矩形波导馈电的角锥喇叭天线。

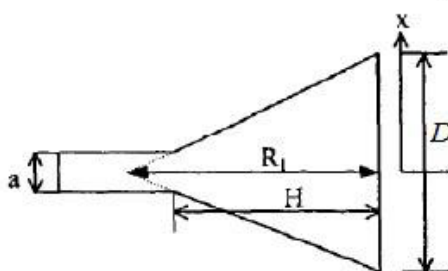
2.2 矩形波导馈电角锥喇叭天线理论分析

1. 尺寸确定

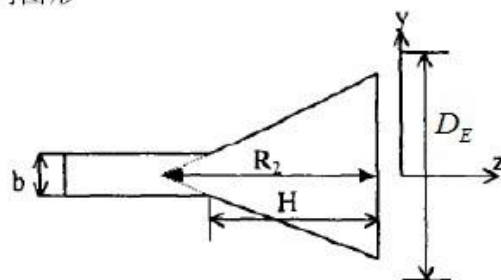
角锥喇叭天线是对馈电的矩形波导在宽边和窄边均按一定的角度张开的，结构示意图如下图所示。



(a) 几何图形



(b) H 面截图



(c) E 面截图

矩形波导的尺寸为 $a \times b$ ，喇叭口径尺寸为 $D_H \times D_E$ ，喇叭高度为 L ，其H面（xz面）内虚顶点到口径中点的距离为 R_1 ，E面（yz面）内虚顶点到口径中心的距离为 R_2 。

根据实际矩形波导馈电角锥喇叭天线，该天线工作在X波段，工作频段为8.2-12.4GHz。

根据工作的频段，选择X波段的标准矩形波导作为馈电波导

$a = 22.86\text{mm}$, $b = 10.16\text{mm}$ 。同时选择合适的角锥参数

$D_H = 80\text{mm}$, $D_E = 38\text{mm}$, $L = 80\text{mm}$ 获得较好的天线增益。

2. 矩形波导馈电的角锥喇叭天线增益理论值

对于矩形波导的尺寸为 $a \times b$ ，喇叭口径尺寸为 $D_H \times D_E$ ，喇叭高度为 L 的角锥喇叭天线，可以用下式来估算其增益

$$G = 10.8 + 10\lg(D_H \times D_E / \lambda^2) - \Delta G_H - \Delta G_E (\text{dB})$$

由

$$R_1 = \frac{L \times D_H}{D_H - a}$$

$$R_2 = \frac{L \times D_E}{D_E - b}$$

$$L_H = \sqrt{R_1^2 + \frac{D_H^2}{4}}$$

$$L_E = \sqrt{R_2^2 + \frac{D_E^2}{4}}$$

$$S_H = A^2 / (8\lambda L_H)$$

$$S_E = A^2 / (8\lambda L_E)$$

$$\alpha = 8S_H$$

$$\beta = 8S_E$$

可以估算得到本实验次啊用矩形波导馈电的角锥喇叭天线理论增益约13.62dB

三、实验内容和操作步骤

3.1建模并设置参数

1. 创建矩形。

Brick

Name:

OK

Xmin: Xmax: Preview

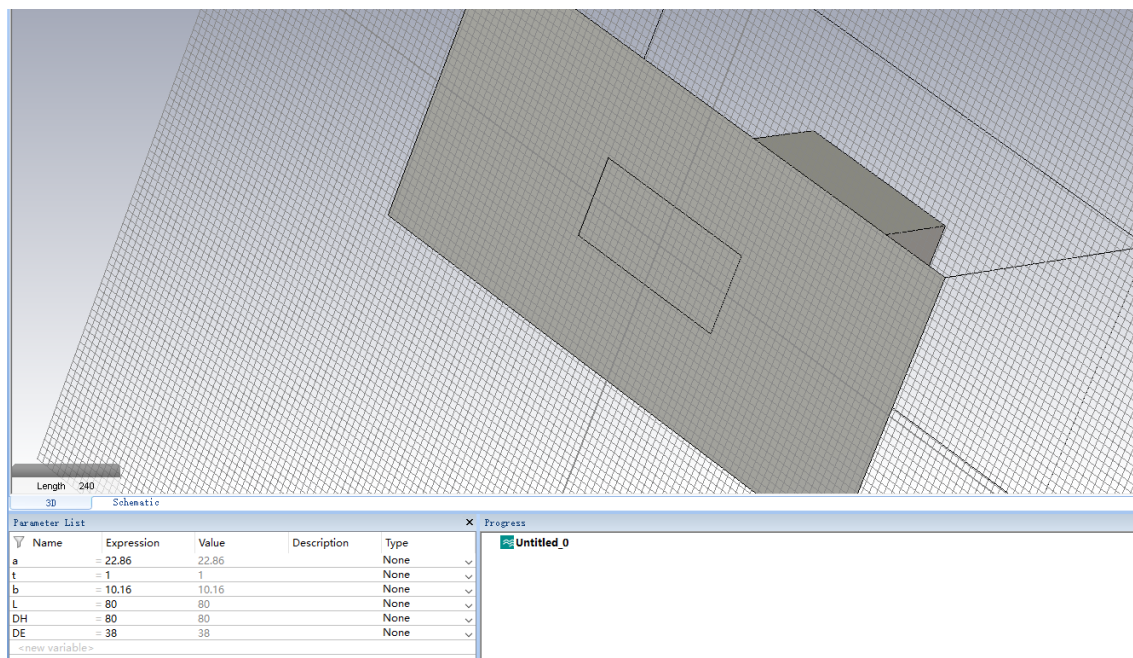
Ymin: Ymax: Cancel

Zmin: Zmax:

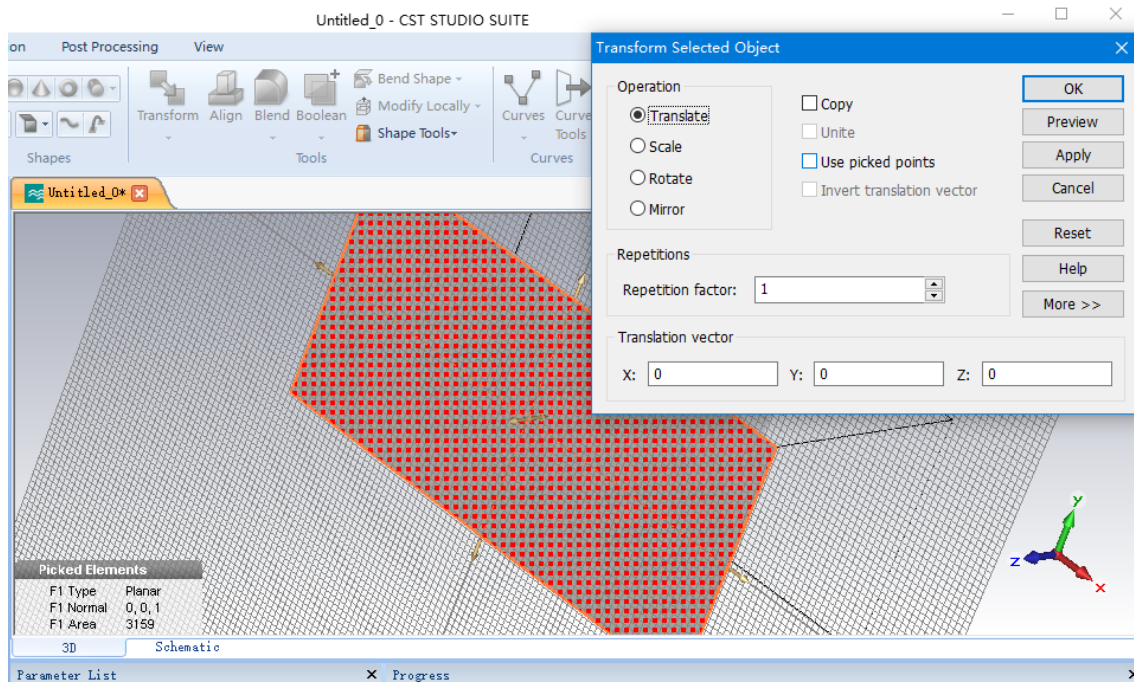
Component:

Material: Help

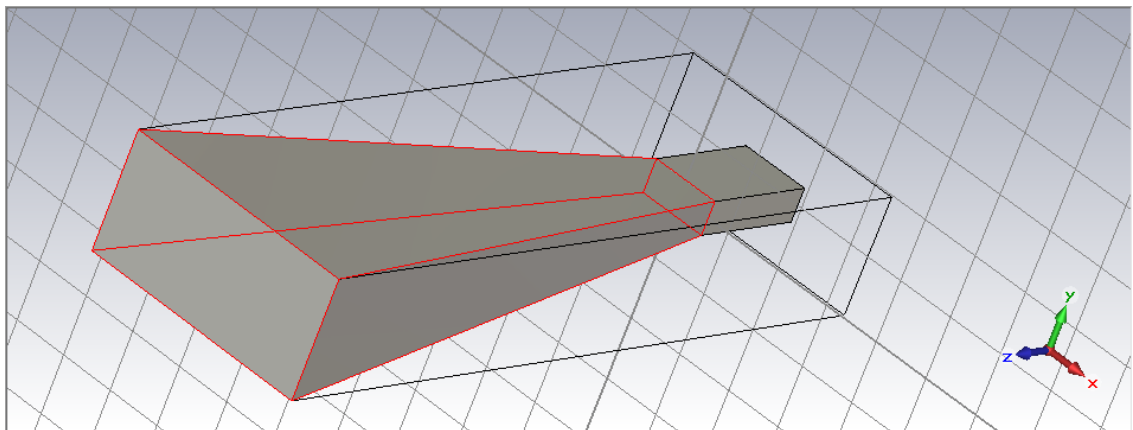
2. 建立喇叭模型



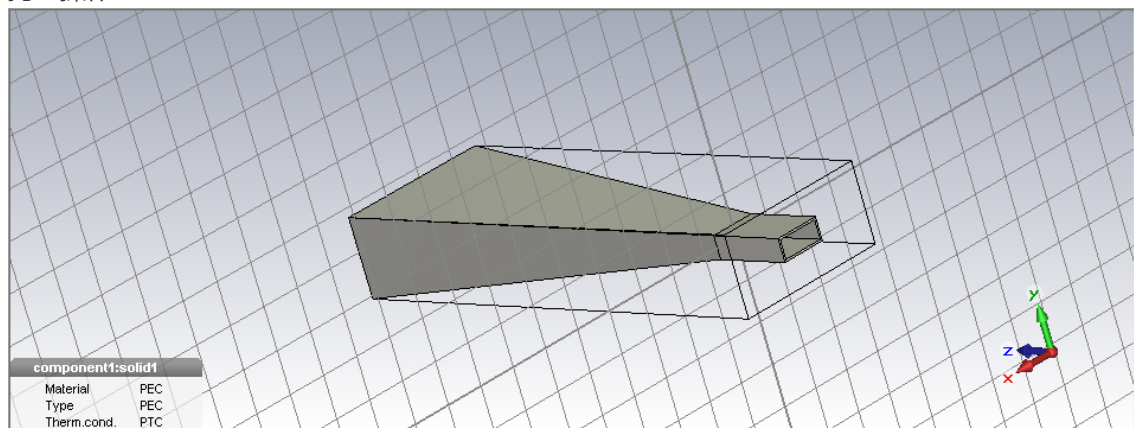
3. 选择面并平移



4. 喇叭侧壁



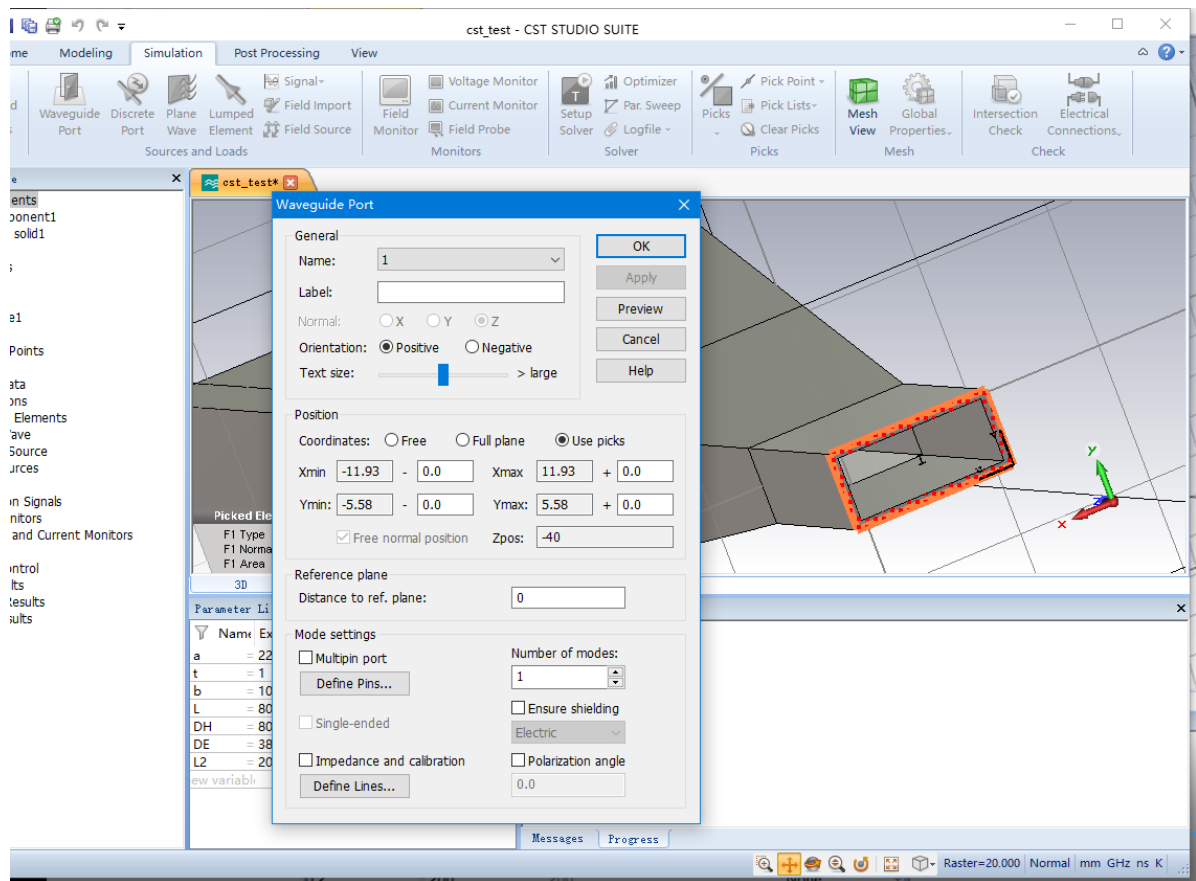
5. 掏空操作



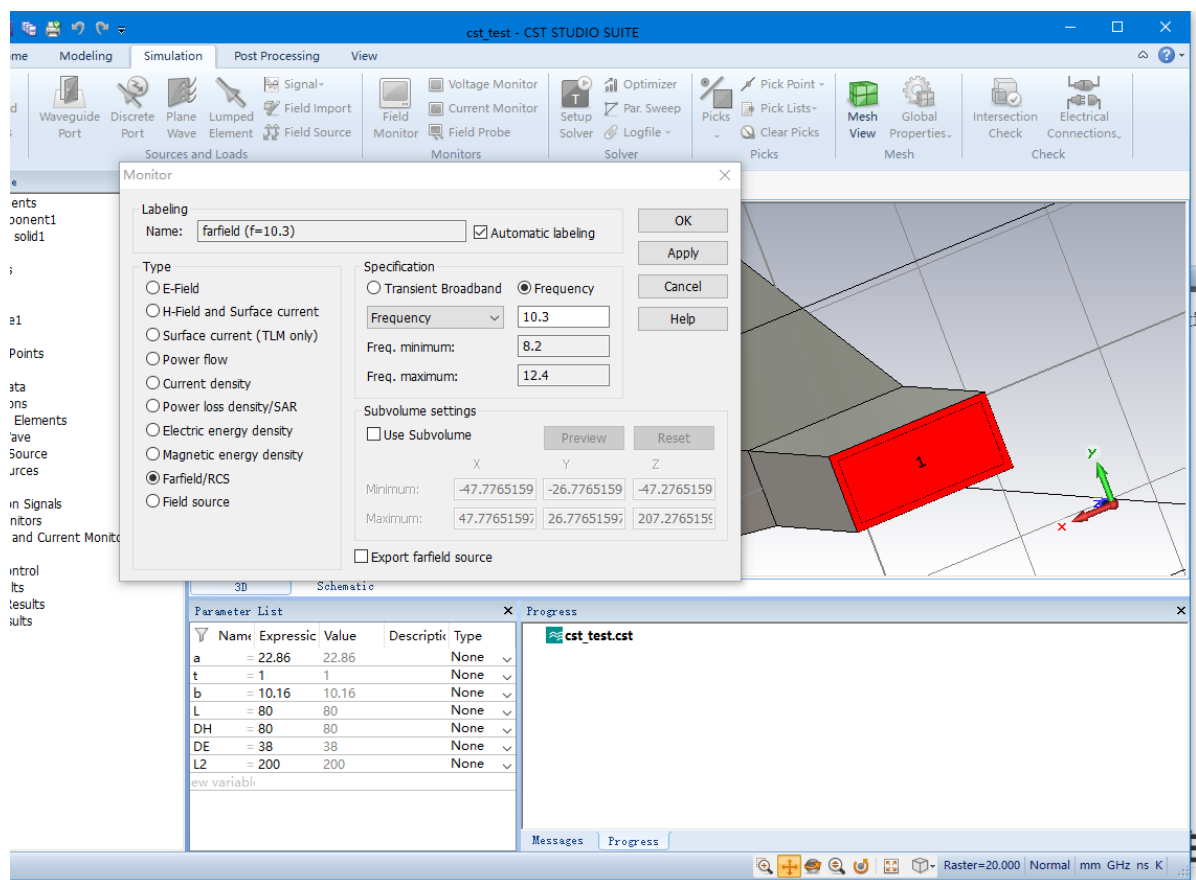
3.2 仿真模拟

1. 仿真设置

- 频率设置8.2GHz~12.4GHz
- 端口设置

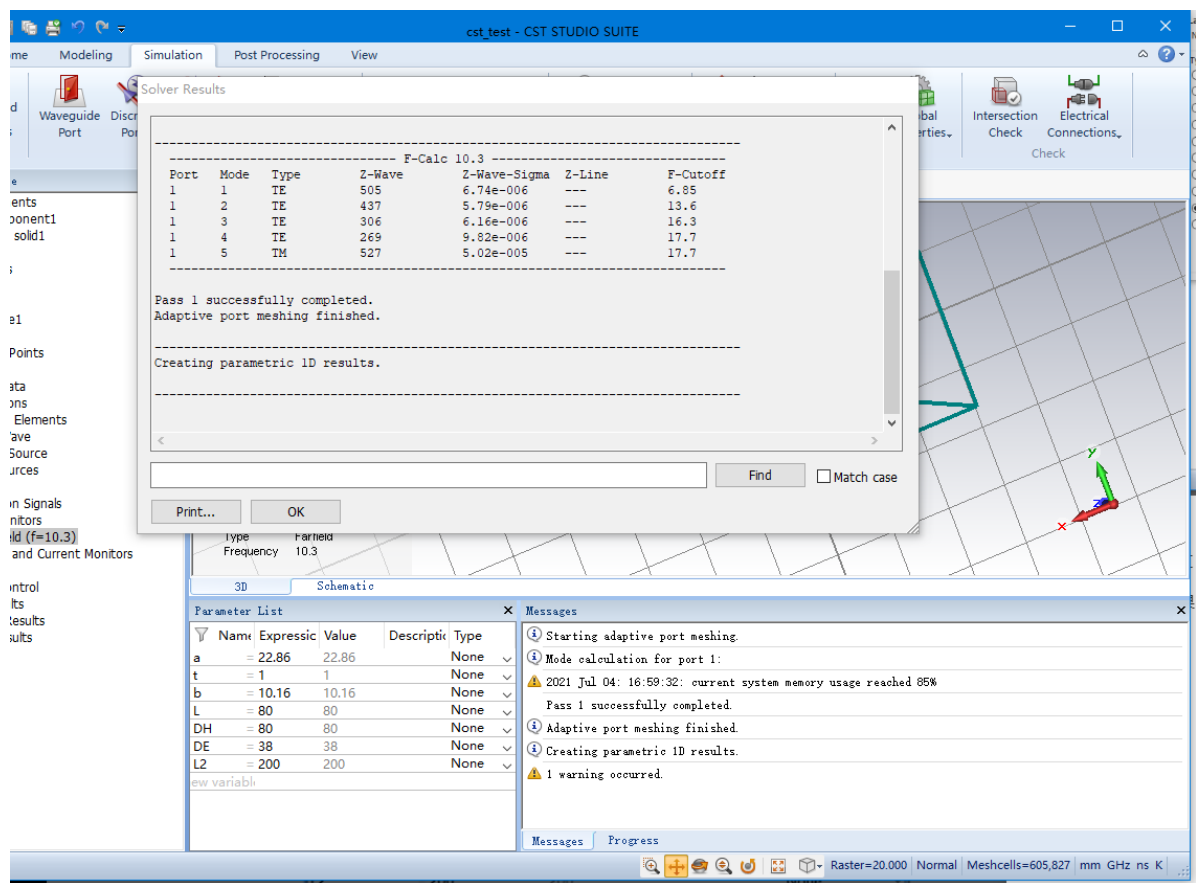


• 监视器设置



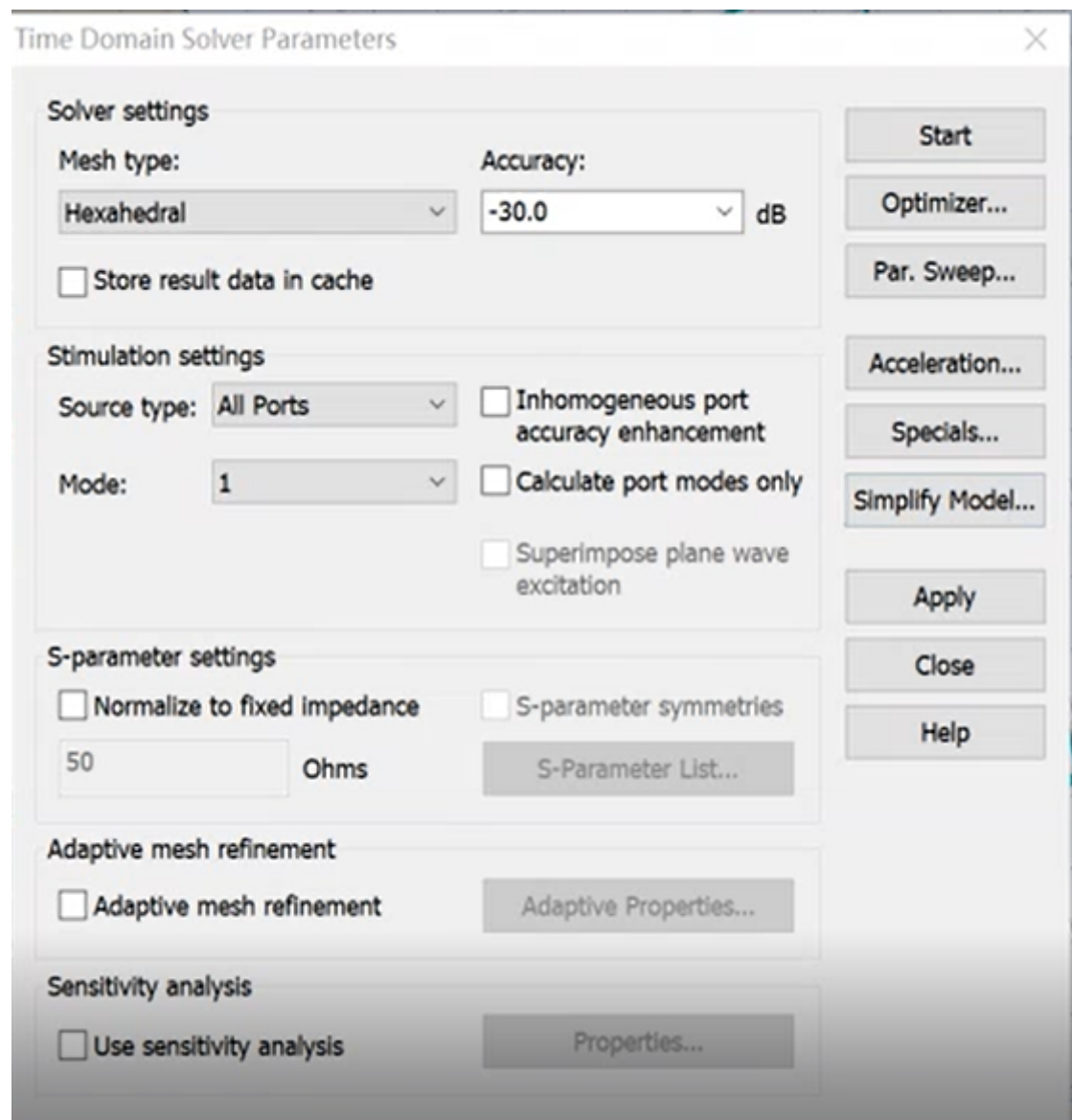
2. 模式计算

模式计算结果



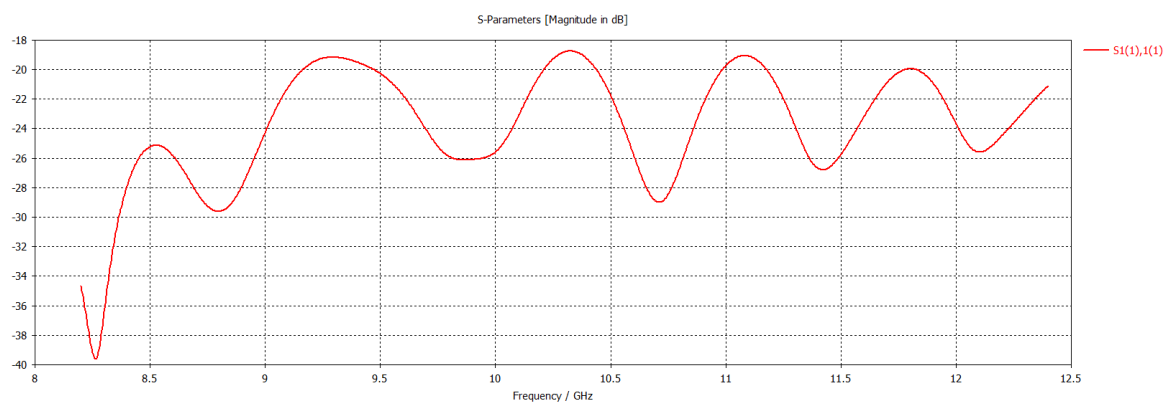
3. 再次仿真

直接进行一维仿真。

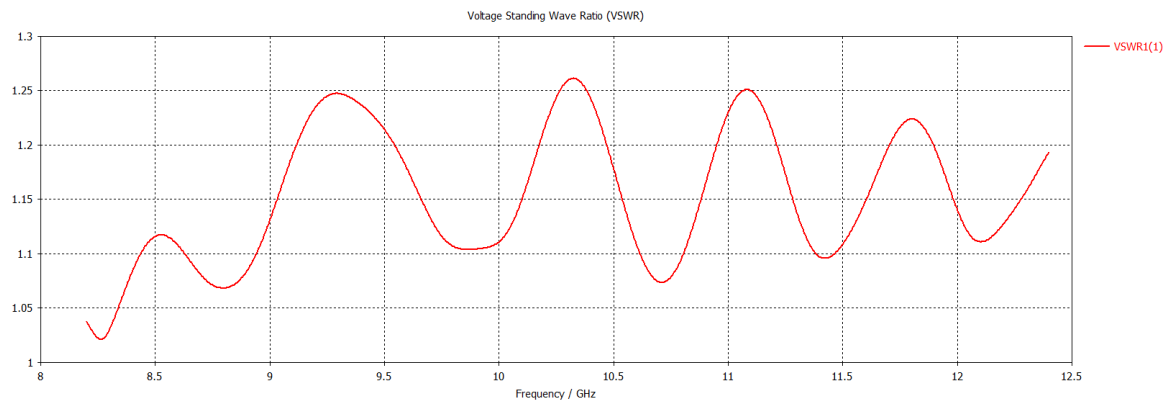


4. 仿真结果

- S曲线 (S11反射系数)



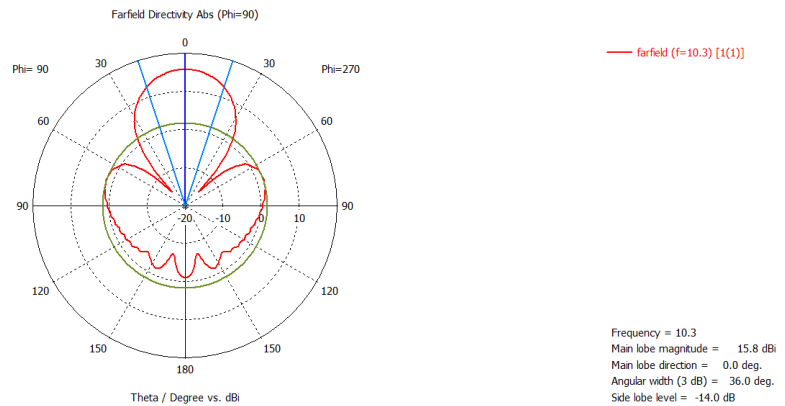
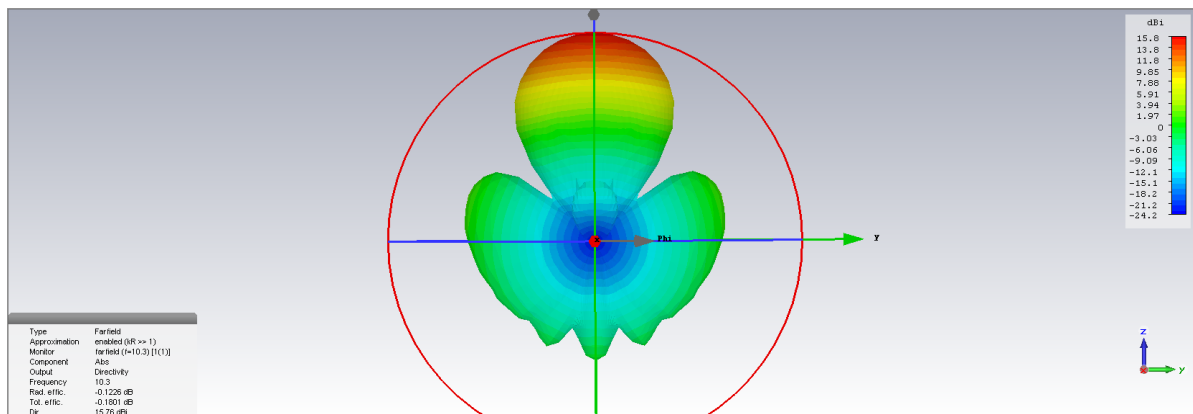
- 驻波系数



代表了喇叭天线的反射情况。当S11接近1时，说明反射较小。

因此，当频率为8.2GHz、8.8GHz、10.7GHz、11.4GHz，工作在这些频段，其反射情况较好。

- 方向图观察（3D显示与极坐标显示）

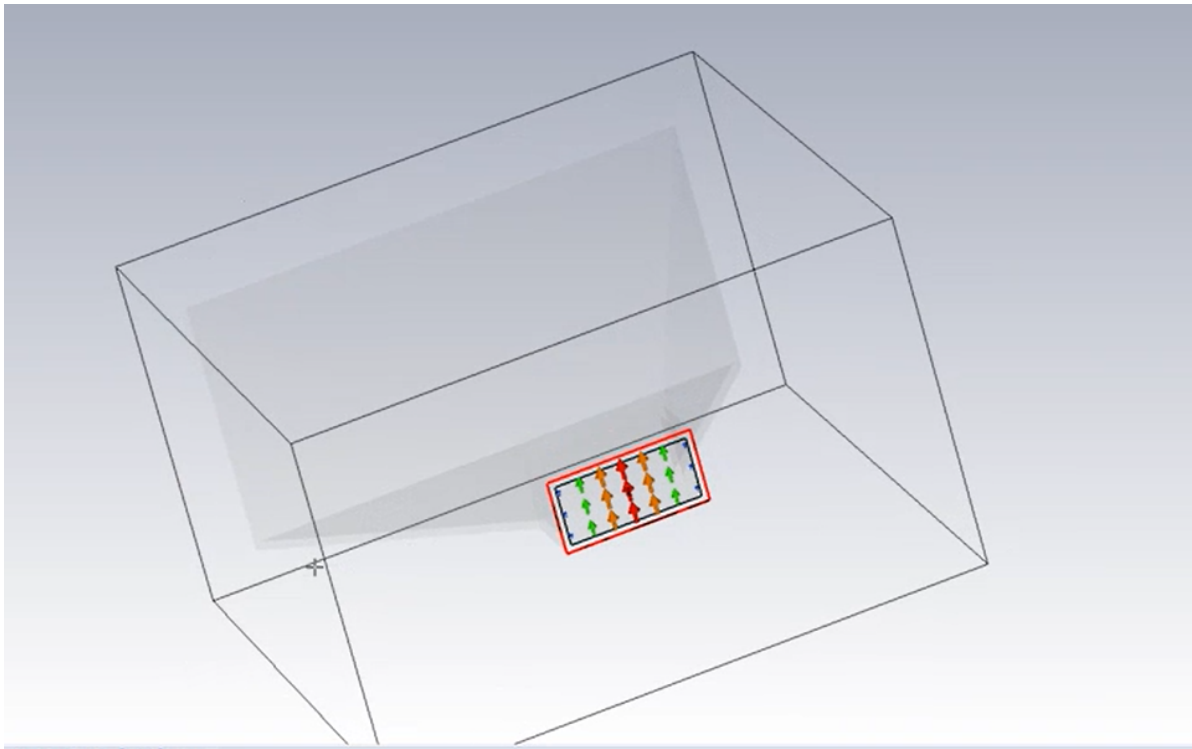


可以看出，喇叭天线在xz平面上的方向性比yz平面上的方向性更加好。

喇叭天线主瓣最大增益15.8dB

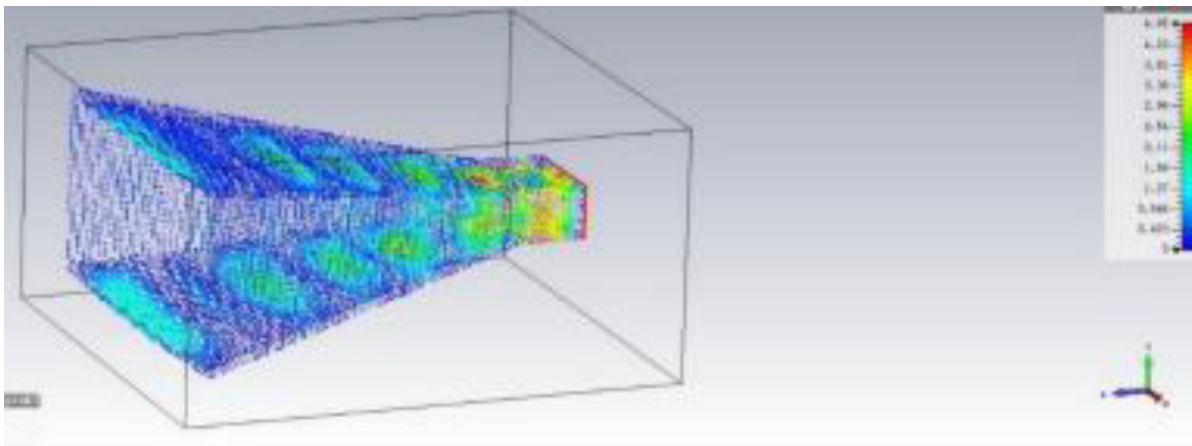
最大增益下降3dB角度为36°

- 电场情况



以上为模式1 的电场情况。可以看出，端口的电场分布如上，在y方向上对称分布。

- 表面电流情况



四、主要仪器设备

CST软件

5 实验体会

使用cst软件进行仿真学习需要比较大量的准备和资料参考，在这次仿真过程当中我对于理论知识有了更加深入的了解。