# 4.4 天线仿真实例 —— 八木天线

#### 4.4.1 问题描述

这个例子是用来展示如何用Rainbow-FEM3D对如图4-147所示的八木天线进

## 行建模和仿真的过程。



图 4-147 八木天线模型仿真分析

4.4.2 系统启动

4.4.2.1 从开始菜单启动

#### 点击操作系统菜单 Start→Rainbow Simulation Technologes→Rainbow

Studio,在弹出的产品选择对话框中选择产品模块,启动 Rainbow-FEM3D 模

块, 如图 4-148 所示。

♣ 产品选择 - RainbowStudio 9.0	?	$\times$
选择产品: Rainbow Studio企业版 Rainbow Studio专业版 Rainbow Studio标准版 Rainbow Viewer专业版	ŧ	请
<ul> <li>选择功能:</li> <li>〕 弹跳射线追踪(SBR)</li> <li>■ 电磁导航仿真系统(ENS)</li> <li>✓ 有限元仿真(FEM3D)</li> <li>□ 边界元仿真(BEM3D)</li> <li>□ 三维版图设计(Layout3D)</li> <li>□ 三维准静态仿真(Q3D)</li> </ul>	甩	以消
📃 设置为缺省选择	矿	畒

图 4-148 打开 Rainbow-FEM3D 模块

4.4.2.2 创建文档与设计

如图 4-149 所示选择菜单文件→新建工程→Studio 工程与 FEM(Modal)模

型来创建新的文档,其包含一个缺省的 FEM 的设计。



图 4-149 创建 FEM 文档与设计

如图4-150所示在左边工程管理树中选择FEM设计树节点,在右击菜单中选择模型改名把设计的名称修改为YagiAntenna。

工程 回		₽×	● (28) 坐标系 一几何			
	۲	删除	De1			
	Ŀ	复制	模型			
	[7]	模型	败名			
	N	长度	单位			
	88	物理	单位		-	
		设计	说明	📑 Rainbo	?	X
	9	定义相	际签			
	2	管理	标签			
	∞	显示	模型视图	和财产人们关注主动任何中国的公司的公司		
	2	验证	设计	YagiAntenna		
	$\square$	求解	设计			
	ind.	查看	数据	OK	Cancel	_
	1	清除药	敗据		ouncer	
		设计	日志			

图4-150 修改设计名称

点击菜单**文件→保存**或者 Ctrl+S 来保存文档,将文档保存为

FEMYagiAntenna.rbs 文件。保存后的 FEMYagiAntenna 工程树如图 4-151 所

示。



图 4-151 保存文档

4.4.3 创建几何模型

4.4.3.1 设置模型视图

如图4-152所示点击菜单设计→长度单位修改设计的长度单位为毫米 (mm)。在如图4-153所示的对话框中修改单位后点击确认关闭窗口并继续。



图4-152 修改长度单位操作

🎦 模型长	长度单位 - Rainbo	wStudio 9	9.0	?		$\times$
单位: 🔽	mm 位改变时保持实际长	:度不变		青度:	4	¥
		取消			确认	

图4-153设置模型单位

4.4.3.2 设置变量

为设计添加全局变量。选择工程树 YagiAntenna 右击菜单中的管理变量, 打开 YagiAntenna 设计的变量设置对话框,单击添加按钮添加变量,如图 4-154 所示。

		FEMYagiAntenna - [FEMYagiAntenna - YagiAntenna - 3D-Model] — 🛛	×
文件 主页 工程 设计 几何 物理 分析	斤 结果显示 视图 窗口 帮助	,× <sup>K</sup> ±m - ①	-   ø   ×
6 6 2 4	> == [] 🖲 🗞		
添加变量 管理变量 定义标签 管理标签 长度的	单位 物理单位 设计说明 再生模型 指定材料	相 模式几何	
TE	■ IRS交通所 - RainbowStudio 室切   内頂 客量 2 Ialada 3 a 4 11 5 12 週間 7 5 1 2 14 1 Free 1 Free 2 14 1 Free 3 a 4 11 5 12 週間 7 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 5 1 7 7 5 1 7 7 7 7 7 7 7 7 7	0.9.0     7     X       20.5     2.5     7       20.5     2.5     7       0.007     0.22       0.520*     0.52       0.520*     0.52       0.50*     0.4	
		18月8:6€ <sup>0</sup> 00.jact + 平面: 4-20 + 田田以 病量:  4↓ 単位, ma Ha.0 mäge	

图 4-154 设置模型变量

按照上述方法依次添加表 4-3 中的变量。

表 4-3 添加变量

|--|

freq	32.5	Frequency
lamb	c0*1000/freq/1e9	lambda
d	0.025	length
11	0.52	11
12	0.5	12
13	0.4	13
14	0.4	14
15	0.4	15
16	0.4	16
11	10	11
r	0.003369	r
s1	0.16	s1
s2	0.11	s2
s3	0.1	s3
s4	0.1	s4
s5	0.1	s5

4.4.3.3 创建天线几何对象

(1) 创建引向器圆柱体

点击菜单**几何→圆柱体**创建引向器圆柱体如图 4-155 所示,用户可以在模型视图窗口中按照图 4-156 和图 4-157 所示的操作用鼠标创建圆柱体。



图 4-155 创建引向器圆柱体



图 4-156 用鼠标拉出圆柱体半径 图 4-157 用鼠标拉出圆柱体高度

选择创建的圆柱体对象 Cylinder1, 用户可以在如图 4-158 所示的属性窗口 中修改几何模型的名称、材料、透明度等属性。

□ ● - <mark>②</mark> 坐标系 □ - 几何 □ ● - <mark>③</mark> 实体	
🗏 🖂 vacuum	┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣ ┣
B- 🔂 Cylinder1	几何
	名称: 引向器1
	颜色: [91, 170, 237]
	模式几何: 🔽
	材料: vacuum
	模块: 🖓 💌
	方向: G1nba1 I
	透明度: 0.00 🛟
	显示模式: Inherit.
	缺省 取消 确认

图 4-158 修改引向器 1 圆柱体对象名称

选择对象的创建命令 CreateCylinder, 用户可以在如图 4-159 所示的属性 窗口中输入如下的命令属性参数。

<ul> <li>● 33. 坐标系</li> <li>○ 几何</li> <li>● 37. 实体</li> </ul>	oo 属性 - R ? ×
● ● vacuum ● ● ③ vacuum ● ● ● ③ 引向器1 ■ ● ● CreateCylinder	<ul> <li> 命令 CreateCylinder <ul> <li>坐标系 Global</li> <li>位置</li> <li>X s2*11</li> <li>Y 0</li> <li>2 -13/2*11</li> </ul> </li> <li>坐标轴 7. ▼</li> <li>半径 r*11</li> <li>高度 13*11</li> <li>命令</li> <li>取消 确认</li> </ul>

图 4-159 修改引向器 1 圆柱体对象几何尺寸

X: s2\*ll

坐标轴:Z

半径:r\*ll

Y: 0

Z: -l3/2\*ll

# 高度: l3\*ll

在模型视图中滚动鼠标滚轮来放大/缩小模型视图。使用同样的方式来创建 引向器 2、引向器 3 和引向器 4 圆柱体对象,引向器 2 的参数设置如图 4-160 所 示,引向器 3 的参数设置如图 4-161 所示,引向器 4 的参数设置如图 4-162 所 示。

□- 🗿 引向器2
CreateCylinder
命令 CreateCylinder
坐标系 Global 🔹
┌位置─────
X s2*11+s3*11
У О
Z -14/2*11
坐标轴 7.
半径 r*11
高度 14*11
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
取消 确认

图 4-160 修改引向器 2 圆柱体对象几何尺寸

引向器 2

X: s2\*ll+s3\*ll

坐标轴:Z

- Y:0 半径:r\*ll
- Z: -l4/2\*ll

## 高度: l4\*ll

ē-♂引向器3 ────────────────────────────────────
💿 属性 - R ? 🛛 🗙
命令 CreateCylinder
坐标系 Global 🔹
- 位置
X s2*11+s3*11+s4*11
У О
Z -15/2*11
坐标轴 7.
半径 r*11
高度 15*11
命令
取消 确认

图 4-161 修改引向器 3 圆柱体对象几何尺寸

引向器3

 X: s2\*ll+s3\*ll+s4\*ll
 坐标轴: Z

 Y: 0
 半径:

r\*ll

Z: -15/2\*11

高度: 15\*11

₽- <b>(1)</b> 3	向器4 Cre	↓ ≥ateCyli:		> >
🐻 属性 -	• <b>R</b>	?	×	
命令	Creat	teCylind	ler	
坐标系	Glob	a1	•	3
└位置‐				
X 1+s	3*11+	s4*11+s5	5*11	2
Y O				
Z -16	6/2*11			2
坐标轴	7.		•	3
半径	r*11			
高度	16*11	L		2
命令				
取消		硕	认	

图 4-162 修改引向器 4 圆柱体对象几何尺寸

引向器 4

X: s2\*ll+s3\*ll+s4\*ll+s5\*ll

Y: 0

径:r\*ll

Z: -16/2\*11

**l6\*ll** 

(2) 创建反射器圆柱体

使用同样的方式来创建反射器圆柱体对象,修改信息如图 4-163 所示。

半

高度:

坐标轴:Z

□ 🔂 反射器 □ 🚺 CreateCylinder
👩 属性 - R ? 🛛 🗙
命令 CreateCylinder
坐标系 G1nba1 🔹
└位置─────
X -s1*11
Y O
Z -11/2*11
坐标轴 7.
半径 r*11
高度 11*11
命令
取消 确认

图 4-163 修改反射器圆柱体对象几何尺寸

X: -s1\*ll

Y: 0

Z: -l1/2\*ll

高度: l1\*ll

坐标轴:Z

半径:r\*ll

(3) 创建有源振子圆柱体

使用同样的方式来创建有源振子圆柱体对象,修改信息如图 4-164 所示。

⊖-図 有源振子 									
👩 属性 -	- R ? ×								
<sup></sup>	Global								
└ 位置 -									
X O									
Y 0 Z -12	2/2*11								
丛标轴	7								
半径	r*11								
高度	12*11								
命令									
取消	确认								

图 4-164 修改有源振子圆柱体对象几何尺寸

X: 0	坐标轴: Z
Y: 0	半径:r*ll
Z: -12/2*11	高度: 12*11

接下来需要用立方体来裁剪有源振子圆柱体以得到所需的有源振子圆柱体 几何模型。点击菜单**几何→长方体**创建矩面切除几何对象如图 4-165 所示,用 户可以在模型视图窗口中按照图 4-166 和图 4-167 所示的操作用鼠标创建长方 体。



高度

选择创建的立方体对象 **Box1**,用户可以在如图 4-168 所示的属性窗口中输入如下的属性参数。

	Pa 几何 - RainbowStudi ? ×
● ① 反射器 ● ② 有源振子 ● ④ Pool ● CreateBox	<ul> <li>几何</li> <li>名称. 矩面切除对象]</li> <li>颜色. [91, 170, 237]</li> <li>求解内部. ✓</li> <li>模式几何. ✓</li> <li>材料. vacuum ▼</li> <li>模块. ↔ ▼</li> <li>方向: Glubal ▼</li> <li>方向: Glubal ▼</li> <li>显示模式. Tuberit. ▼</li> <li>缺省 取消 确认</li> </ul>

图 4-168 修改矩面切除对象名称

选择对象的创建命令 CreateBox, 用户可以在如图 4-169 所示的属性窗口

中修改如下的命令属性参数。

<ul> <li>● ○公 坐标系</li> <li>● □</li> <li>● ○公 yacuum</li> <li>● ○公 yacuum</li> <li>● ○公 jaln器1</li> <li>● ○公 jaln器2</li> <li>● ○公 jaln器3</li> <li>● ○公 jaln器4</li> </ul>	顾属性 - R ? ×     ☆     ☆     CreateBox     坐标系 Global     ▼     位置     X -5*x*11
- 🗖 CreateBox	Y -5*r*11 Z -d/2*11 长度 10*r*11
	宽度     10*r*11       高度     d*11       命令     0       取消     确认

图 4-169 修改矩面切除对象几何尺寸

X:	-5*r*ll	长度:	10*r*ll
Y:	-5*r*ll	宽度 <b>:</b>	10*r*ll
Z:	-d/2*ll	高度 <b>:</b>	d*ll

如图 4-170 所示在几何树中用鼠标依次选择创建的**有源振子**和**矩面切除对 象**,选择菜单**几何→裁剪**来执行裁剪操作。

几何	物理	分析	结果	眎	见图	窗口	帮助											א <sup>ע</sup> 主题 *	() - 0 ×
	+ Z	2 2 D		J C		) (w) ) 解析		•	横球体	<ul> <li>粒伸</li> <li>旋转实体</li> <li>0.0</li> </ul>	<ul> <li>○ 平移</li> <li>□ 旋转</li> <li>&gt; &lt; 镜像</li> </ul>	缩放	平移   ] 旋转   2 鏡像	原地	い・ 較・ で、 日 ・ し		<ul> <li>         转为曲面         Replace Planar *     </li> </ul>	分析对象	中学校 1000000000000000000000000000000000000
* @ = <i>T</i>	。坐标系 可 □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	(# 2) vacu 2) 2) 2 2) 2) 2) 2) 2 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2) 2	um 別向器1 別向器2 叉対器 「 のPEA の の 子 でreat	i <del>s,</del> eBox		1. 	Ĩ,							K	□ 纵穷 几何对象市方	差运算			

图 4-170 裁剪有源振子



裁剪后的有源振子经放大后如图 4-171 所示。

图 4-171 裁剪后的有源振子

(4) 创建端口激励矩面

点击菜单几何→长方形创建矩面几何对象如图 4-172 所示, 在如图 4-173

所示的对话框中创建长方形。

文件	主页	工程	设计	几何	物理	分析	结果显示	视图	窗口	帮助					
		な 相対	常规		+		↓ <sub>f(x)</sub> •				•		E	🔊 拉伸	
	27	<mark>5<sup>의</sup> 相对<sup>3</sup></mark>	平移	1	Z	$\sim$	é 🔨	0		1.			<u>(</u> );	▶ 旋转实体	-
导入 导	±出 ▼	21 相对流	旋转	(IU)友目	$\cap$	n	● 解析 ▼	0		f 🗋	• 💿	椭球体	空气盒	□□放样	加厚

图 4-172 创建长方形



图 4-173 用鼠标拉出矩形平面

选择所创建的矩形面对象 Rectangle1, 用户可以在如图 4-174 所示的属性

窗口中修改如下的属性参数。

●	
<ul> <li>● ② vacuum</li> <li>● ③ 引向器1</li> <li>● ③ 引向器2</li> <li>● ③ 引向器3</li> <li>● ③ 引向器4</li> <li>● ③ 反射器</li> <li>● ③ 反射器</li> <li>● ③ 有源振子</li> <li>● ● Unassignment</li> <li>● ● Rectangle1</li> </ul>	<ul> <li>□</li> <li>□</li> <li>□</li> <li>□</li> <li>二</li> <li>二</li></ul>
	し 取消

图 4-174 修改矩形面几何对象名称

选择对象的创建命令 CreateRectangle, 用户可以在如图 4-175 所示的属性

窗口中修改如下的命令属性参数。

● - <b>③</b> 坐标系 ● - 几何 ● - <b>③</b> 实体 ● - <b>③</b> x体	
<ul> <li>● ③ 引向器1</li> <li>● ④ 引向器2</li> <li>● ④ 引向器3</li> <li>● ④ 引向器4</li> <li>● ④ 反射器</li> <li>● ● ● 面</li> <li>● ● ● □ Unassignment</li> <li>○ ● ● □ 端口激励矩面</li> <li>● ● ○ CreateRec Dagle</li> <li>◆ CoverPlanarturve</li> </ul>	<ul> <li>命令</li> <li>CreateRectangle</li> <li>坐标系 G1nba1</li> <li>位置</li> <li>X r*11</li> <li>Y 0</li> <li>Z -d/2*11</li> <li>坐标轴 v</li> <li>长度 d*11</li> <li>宽度 r*11*2</li> <li>命令</li> <li>取消 确认</li> </ul>

图 4-175 修改矩形面对象几何尺寸

X: -r*ll	坐标轴: Y
Y: 0	长度: d*ll
Z: -d/2*ll	宽度: r*ll*2

(5) 创建长方形空气盒

点击菜单几何→空气盒创建空气盒几何对象如图 4-176 所示, 用户可以在

模型视图窗口中按照图 4-177 所示操作创建空气盒。

文件	主页	工程	设计	几何	物理	分析	结果显示	视图	窗[	口 帮	助					
	<b>.</b> .	*」相対常	劔	N .	+		↓ <sub>f(x)</sub>				٥	•		E	🔊 拉伸	
	23	🖌 相对직	略	1	Z	$\sim$	é 🔍	0	$\circ$	f[x,y]	1	$\bigtriangleup$	- <b>O</b>		↑ 旋转实体	-
导入 長	<b>≩出</b> ▼	21 相对放	转	相对(UI)	$\cap$	n	◎ 解析 ▼	0	9	解析 ▼		• 💿	椭球体	空气盒	□□放样	加厚

图 4-176 创建空气盒对象



图 4-177 创建空气盒

双击创建好的空气盒对象 AirBox1,将其名称修改为空气盒,如图 4-178

所示。

● <b>後</b> : 坐标系 ● 几何 ● <b>①</b> 实体 ● <b>&amp;</b> vacuum ● <b>③</b> 引向器1 ● <b>①</b> 引向器2	
● 到向器3	
<ul> <li>→ (到)引向器4</li> <li>→ (到)反射器</li> </ul>	几何
●	名称: 空气盒
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	颜色:     [255, 0, 0]        求解内部:         模式几何:         材料:     vacuum        模块:         方向:     G1nba1        透明度:     0.70        显示模式:     Inherit.        缺省     取消     确认

图 4-178 修改空气盒名称

双击空气盒创建命令 CreateAirBox, 在如图 4-179 所示的属性窗口中修改

如下的属性参数, 创建好的图形如图 4-180 所示。

<mark>片</mark> ; 空气	盒 - RainbowStu ?	$\times$
_命令—		
名称:	CreateAirBox	
参考:		
坐标系:	G1nba1	<b>•••</b>
- 衬垫:		
Min X:	Percentage Offset 💌 300	%
Max X:	Percentage Offset 💌 300	%
Min Y:	Percentage Offset 💌 3000	%
Max Y:	Percentage Offset 💌 3000	%
Min Z:	Percentage Offset 💌 300	%
Max Z:	Percentage Offset 💌 300	%
缺省	î 取消 确i	٨

图 4-179 修改球体几何对象名称



图 4-180 创建好的空气盒模型