

球形鼻锥天线罩瞄准线误差 (BSE) 计算

目录

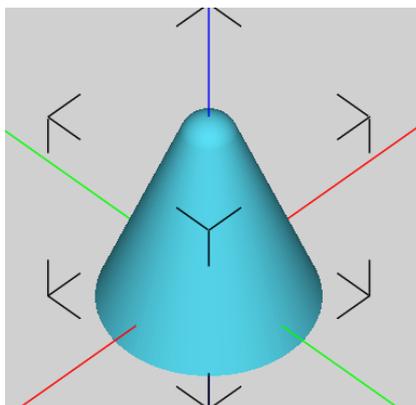
| | |
|--------------------|----|
| 1. 概述 | 1 |
| 2. 设置计算模式及参数 | 2 |
| 3. 建模 | 4 |
| 4. 设置网格 | 8 |
| 5. 启动计算 | 9 |
| 6. 查看计算结果 | 10 |

关键字：BSE (瞄准线误差) 球形鼻锥导弹罩

1. 概述

本案例使用“天线罩 (瞄准线误差, 快速扫角)”计算球形鼻锥天线罩的瞄准线误差 (BSE), 该计算模式可一次完成多个扫描角度的快速计算。

球形鼻锥天线罩为简单单层罩, 材料介电常数为 3.3, 罩厚 5mm, 天线罩尺寸: 224mm*224mm*250mm。计算 10GHz 处 BSE 的角度响应。模型示意如下:



本案例仿真流程:

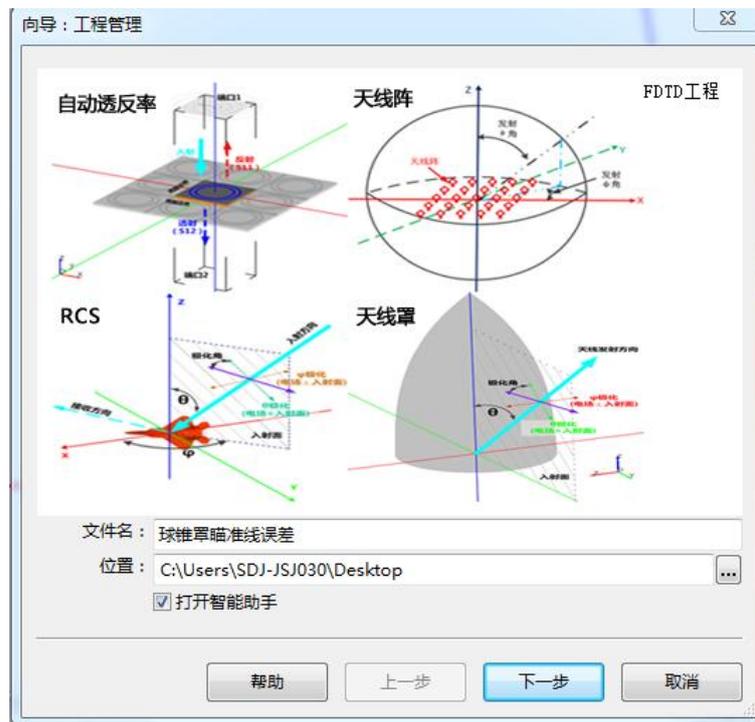
- 设置计算模式及参数
- 建立模型
- 设置材料
- 设置网格
- 启动计算

- 查看计算结果

2. 设置计算模式及参数

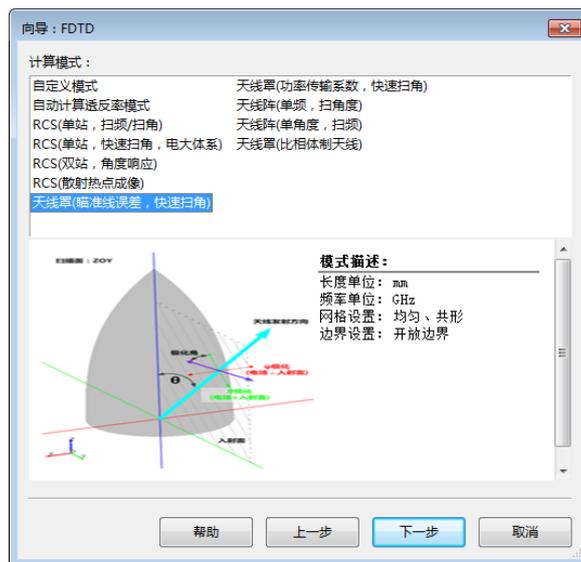
2.1. 新建工程文档

由主菜单选文件-新建-FDTD 向导/由工具条选  插入 FDTD 工程,设置文件名和存储路径,首次计算默认点开路径下方智能助手。



2.2. 选择计算模式

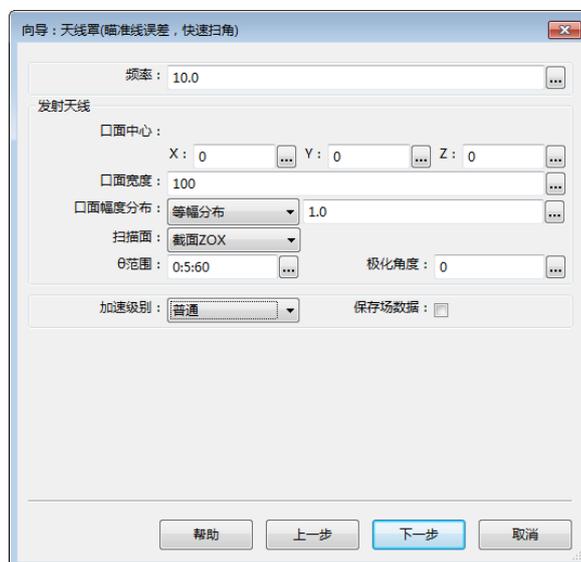
点击“下一步”，进入工作模式菜单，选择“天线罩（瞄准线误差，快速扫角）”：



此模式默认长度单位：mm，频率单位：GHz，这是天线罩设计的行业规范。网格默认为均匀共形网格，如果需要加密或修改共行可以在新建工程文档后到网格设置中设置。天线罩相关的计算一般都在开放空间中，所以边界设置默认为开放边界。

2.3. 设置计算参数

□ 点击“下一步”，设置计算参数：



本案例中对天线罩 BSE 所关心的频率为 10GHz。此频率对应的波长尺寸将作为自动划分 FDTD 网格的参照。

发射天线口面设置：X、Y、Z 为发射天线口面中心坐标，此案例中给设为原点。□**口面宽度**为天线（阵）口面“外接正方形”的边长，设为 100mm。**口面强度**分布有三种：等幅分布、按坐标指定强度分布、按泰勒函数指定强度分布。本案例中天线口面分布均

匀分布，所以选择等幅分布，幅度值填 1（其他分部详细介绍参考 FDTD 帮助手册）。

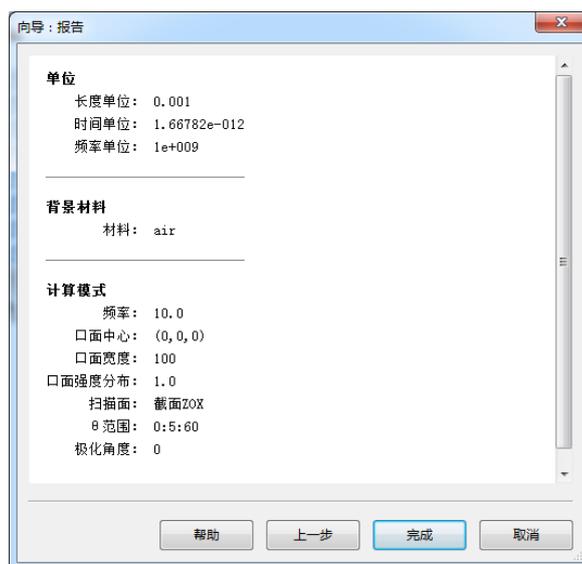
扫描面为天线口面的发射角度扫描面，由于计算模式锁定口面发射方向为 Z 正方向，只能选择 ZOY ($\phi=0$) 或 YOZ ($\phi=90$) 面，这里选择 ZOY 面。**theta 范围**为扫描角度范围，输入形式：起始角度：角度间隔：终止角度，例如输入 0:5:60，表示从 0° 到 60° ，间隔 5° ，计算的角度越多计算时间越长。

极化角度定义为发射天线的极化方向与扫描面的夹角，0 度为垂直极化（电矢量平行于参考面），90 度为水平极化（电矢量垂直于参考面），本案例选择 0° 极化。

加速级别为普通，当扫描角度数量多时建议提高加速级别。在“保存场数据”后的方框打 \checkmark 可以保存各个天线发射角下，扫描面所在截面上的近场电磁场分布数据。为了节省硬件内存，该案例没有保存场数据。

2.4. 查看向导报告

□ 点击“下一步”，显示计算模式参数设置报告：



确认参数无误后，点击“完成”即可开始建模。若参数设置错误，可返回修改，也可点击“完成”，然后在“求解器”菜单中修改对应项的参数。

3. 建模

3.1. 定义常用变量

为方便参数调节和优化，建议将建模中用到的参量尽量在变量表中定义为变量。本案例变量表如下：

| 变量 | 值 | 详细描述 |
|-------|-----|------------|
| T | 10 | 天线罩壁厚 |
| H | 230 | 天线罩高度 |
| theta | 20 | 天线罩锥半角 |
| R | 30 | 天线罩头部球半径 |
| D | 200 | 天线罩顶点离原点距离 |
| eps | 3.3 | 天线罩材料的介电常数 |

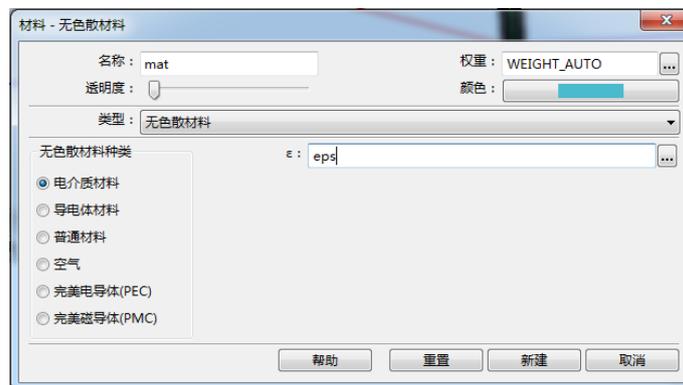
其中 T、theta、H、R、D 为天线罩模型参数（具体意义将在下文建模中介绍），eps 为材料参数。

3.2. 新建材料

新建材料可以通过如下方式：

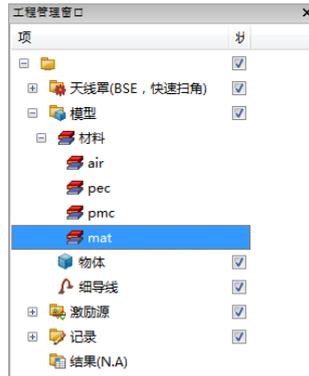
- 点击工具条“新建材料”图标  ；
- “模型”菜单 → “新建材料”；
- “工程管理窗口” → “材料”，鼠标右键 → “新建材料”；
- “智能助手” → “定义材料”

新建材料窗口如下：



本案例需要使用电介质材料，从材料类型下拉菜单中无色散材料，选择电介质材料，材料 ϵ 为变量 eps，材料名称为 mat（material）。

材料完成后工程管理目录树如下：



3.3. 新建模型

新建模型可以通过如下方式：

- 直接点击工具条“立方体”/“圆柱体”/“球体”等相应图标

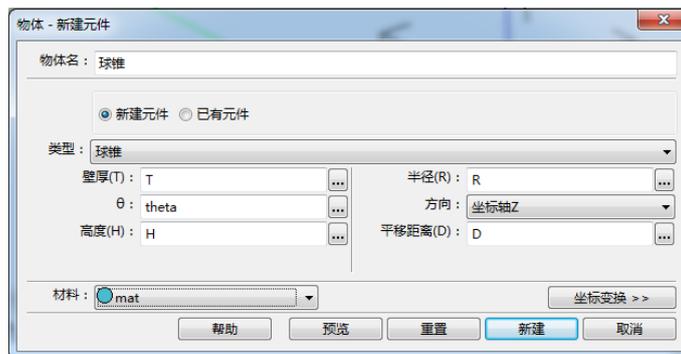


- “模型”菜单 → 选择“立方体”/“圆柱体”/“球体”等相应选项；
- “工程管理窗口” → “结构”，鼠标右键 → “新建结构”；
- “智能助手” → “定义物体”

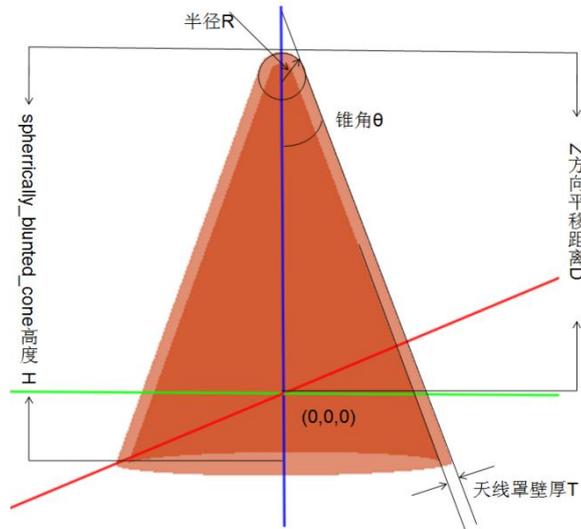
本案例通过“天线罩” → “球形鼻锥”建立球形鼻锥天线罩结构：



“材料”下拉菜单中选择前面新建的材料 mat，物体名：球形鼻锥，物体参数依次填写之前设置的变量：



其中变量的意义如下图所示：



外形线方程:

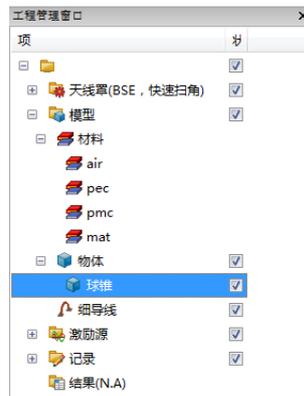
$$y = x \tan(\theta)$$

切点坐标：

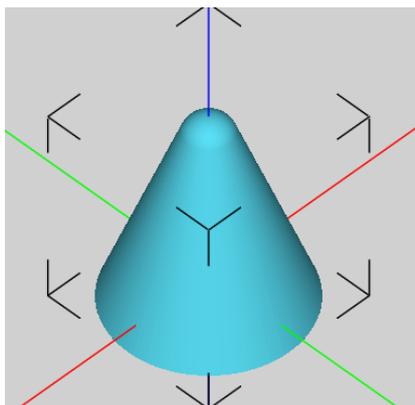
$$x_t = R - R \sin(\theta)$$

$$y_t = R \cos(\theta)$$

点击新建，模型完成后界面如下：



模型如下：



4. 设置网格

使用 FDTD 方法仿真，一般要求网格精度至少为关心频率对应波长的 1/15 以上，同时还要求网格能尽量识别模型的几何细节。一般情况下，默认选择“智能网格”，EastWave 会自动根据用户设置的工程频率范围划分网格，用户可以简单选择不同的网格精度即可完成划分。用户也可选择自定义网格，可以控制每个维度的计算范围和网格数，并可以修改仿真时间步长和总时间步数。

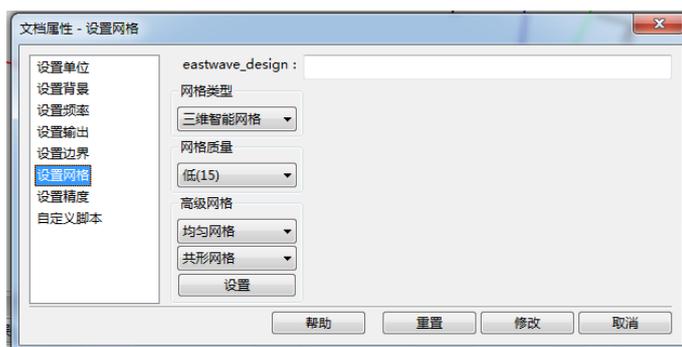
对于有特别精细结构（比如 1/100 波长以下）的模型，网格往往需要特别处理，EastWave 提供共形网格、非均匀网格、指定网格面、指定网格区域等高级控制手段，详细请参看 EastWave 操作指南 5.3 节，或咨询 EastWave 工程师。

4.1. 设置网格精度

网格精度可以通过如下方式设置修改：

- 在模型界面背景处右键→“属性”→“设置网格”；
- “求解器”菜单→“设置网格”；
- “工程管理窗口”→展开“天线罩（瞄准线误差，快速扫角）”→“网格”；

设置对话框如下：



本案例球形鼻锥天线罩结构简单，使用均匀网格，网格精度默认低（15）即可。

注意：计算大型天线罩前需要估算计算所需内存，16G 内存可计算 $1e8$ 左右网格数的物体(单精度数值下)。

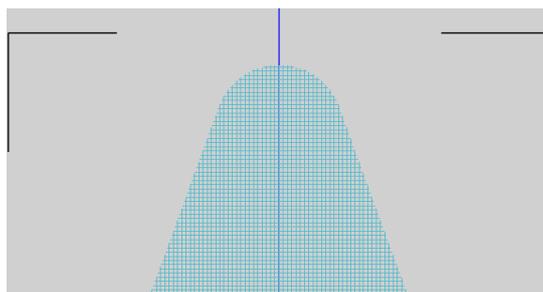
4.2. 网格剖分检查

网格精度设置完后，启动计算前可预览网格划分情况，点击 ：

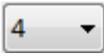


该对话框用于设置预览网格区域的范围，可以指定预览模型空间的一个子区域。

点击  可以隐藏模型而只显示网格。预览局部网格划分效果如下：

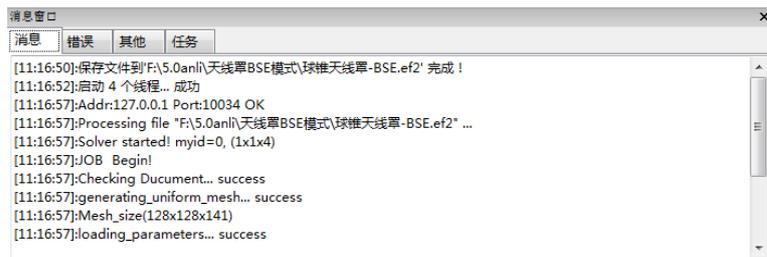


5. 启动计算

工具条中  下拉选项可设置并行计算的进程数，点击  开始计算。计算开始以后，消息窗口给出提示/警告/报错信息，计算任务管理窗口给出计算进度并且可右键管理任务。

5.1. 消息窗口

计算开始和进行过程中，右下角的消息窗口显示出计算初始化的状态，出现 FDTD calculation begins 表示初始化已经成功，计算开始进行。



其中 BlockSize : 128*128*141 为 X、Y、Z 方向的网格数。计算电大尺寸物体时，需要根据网格数估算内存要求，一般单精度数值精度下，200×200×200 网格所需内存为 1GB 左右，16G 内存可计算 2e8 左右（约 600×600×600）网格体系。

5.2. 计算进度

在界面下方消息窗口中点击“进度条”，可以观察计算任务的完成情况，或右键管理任务。例如下图进度条中：200/6597 表示预估总计算步数位 6597 步，当前已计算 200 步，括号中 3% 为计算完成百分比。FPS 值 10.9 为当前时刻计算速度（每秒完成的计算步数），括号中 9.8m 为预估的剩余计算时间 9.8 分钟。（注意：天线罩模式需要计算两次，所以 9.8m 只是第一次计算的剩余时间并不是次模式计算的剩余时间）

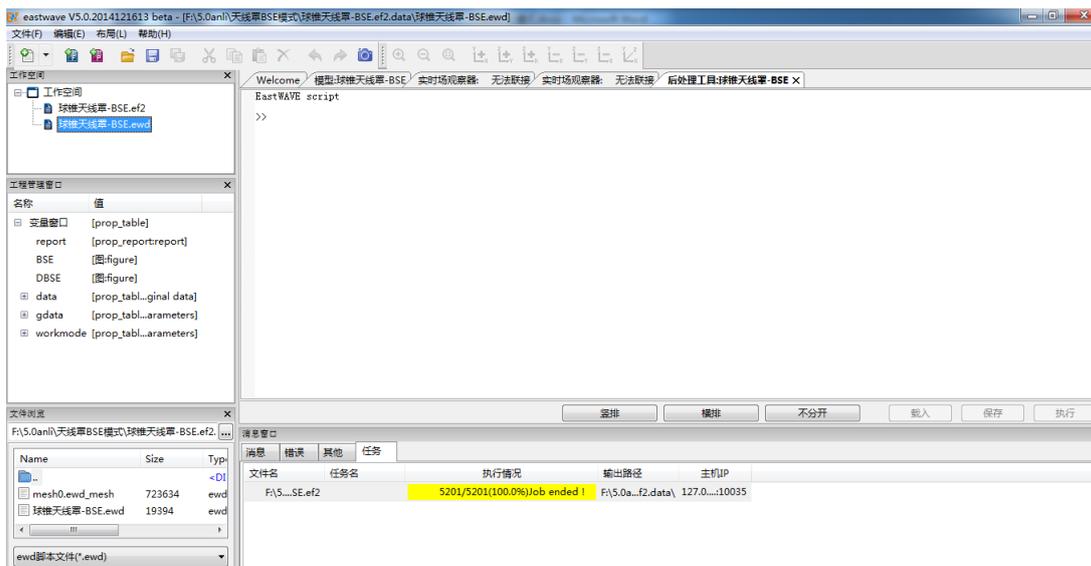


6. 查看计算结果

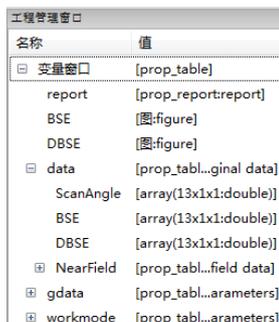
计算完成后，在“工作空间”生成“天线罩模式-球形鼻锥罩瞄准线误差.ewd”结果文件。可通过如下方式查看结果文件：

- ❑ 鼠标双击天线罩模式-球形鼻锥罩瞄准线误差.ewd 文件；
- ❑ 菜单栏：求解器→“分析结果”；
- ❑ 智能助手：分析结果；
- ❑ 工程管理窗口：双击“结果”；

后处理窗口如下：



输出结果展开如下：

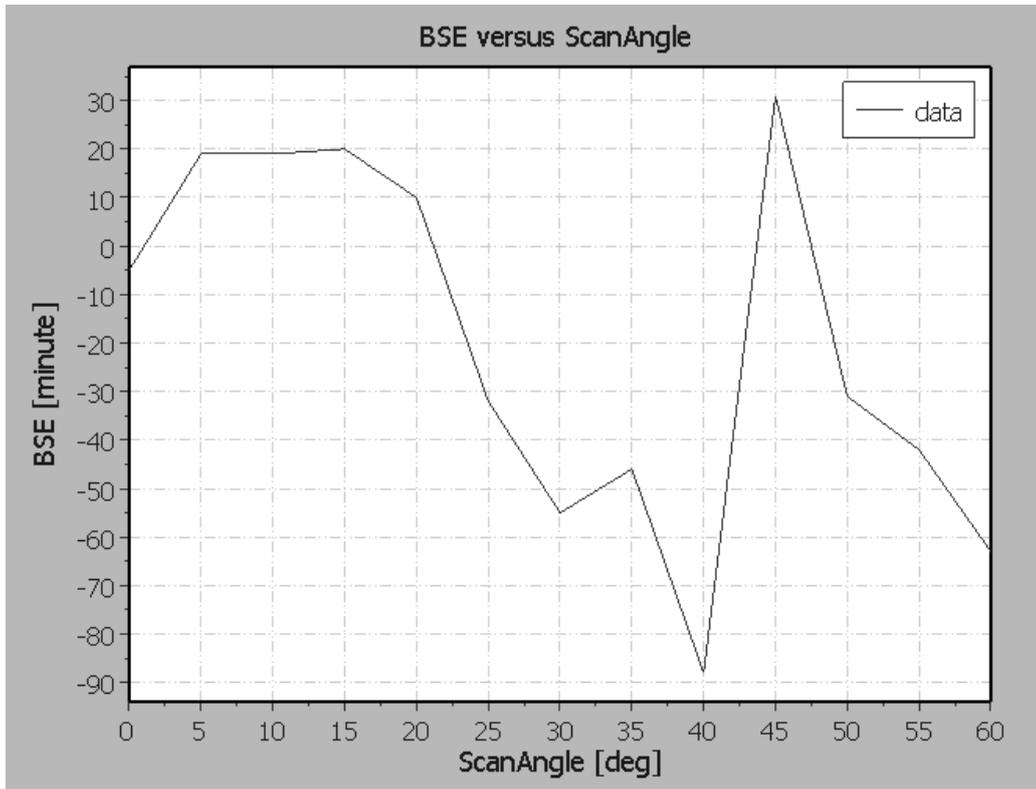


输出项具体意义如下表：

| 输出项 | 说明 | 备注 |
|----------|---|---------|
| report | 屏幕输出信息记录。 | |
| BSE | 天线罩BSE（瞄准线误差）随扫描角的变化。 | |
| DBSE | DBSE（BSE对扫描角变化率）随扫描角的变化。 | |
| D_2D | 各个天线发射角下的二维方向图（三维方向图在扫描面内的截面）。 | 和波束方向图。 |
| data | 各个天线发射角下，扫描面所在截面上的近场电磁场分布（如扫描面为ZOX，则为Y=0面上的近场分布）。 | |
| workmode | 计算模式输入参数和相关参数。 | |

| 输出项 | 说明 | 备注 |
|-------|-------|----|
| gdata | 全局变量。 | |

打开 BSE 查看天线罩的瞄准线误差随角度变化的响应：



打开 DBSE 查看天线罩的瞄准线误差变化率随角度变化的响应：

