

## [新手引导]使用辅助 (V5.0 版) (重要)

本文档适用于：EastWave V5.0 版；

主要针对光电计算，自定义模式；

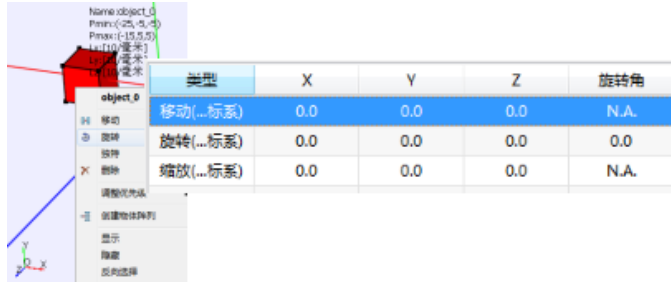
不能替代帮助手册、案例文档的学习；

建议首先熟悉时域、频域概念，理解傅里叶变换，掌握你要研究的问题的要领。

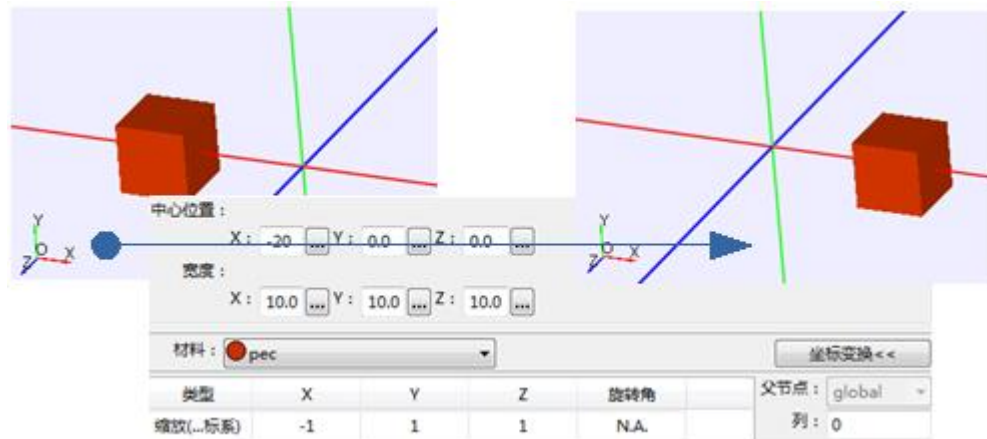
### 物体

- 物体操作

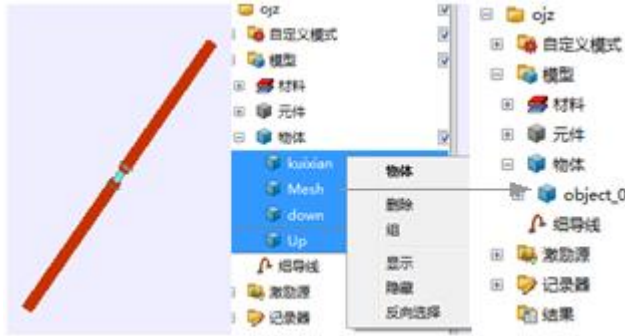
- 物体覆盖规则：后建模的物体覆盖先建模的物体，用以替代布尔运算形式的建模方法。
- 物体支持移动、复制、旋转、镜像等操作，可以在 CAD 窗口中鼠标左键选中物体，再右键在菜单中选择相应功能。



镜像操作可以通过缩放操作完成，如要相对于 YOZ 面进行镜像，即将 X 轴反向，可以输入 X 轴缩放量为-1，Y、Z 轴不变（为 1），即可完成镜像操作。



- 如要对多个物体进行同种操作，可以选择将多个物体打包成组（在模型管理窗口中，选中多个物体，右键选择“组”）。再对组进行操作。

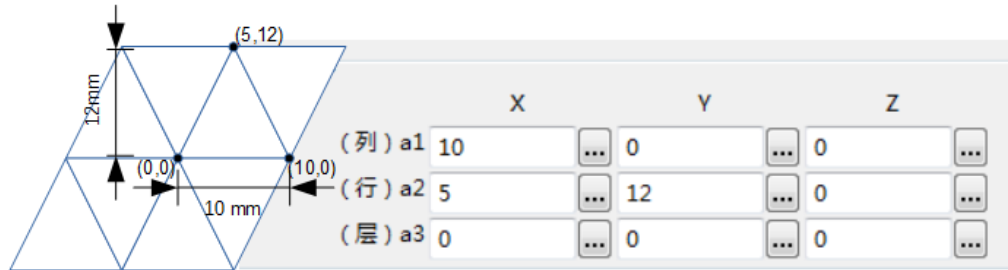


• 元件

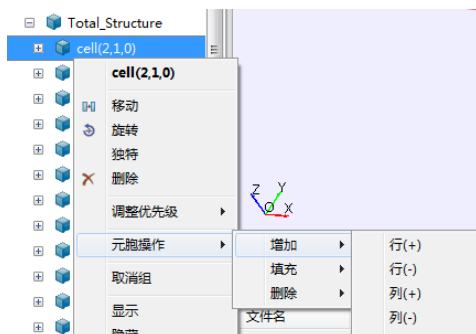
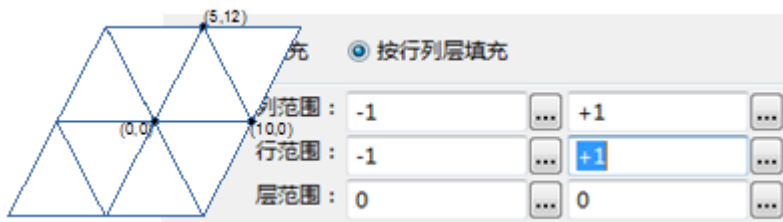
- 普通建模，默认不开启元件。新建物体后填入相应的形状参数即可。如有创建“组”、“周期阵列”、“自定义阵列”的需求，建议开启元件。开启元件方式：“布局” --> “选项” --> “常用” --> “观察器” --> “隐藏元件” 取消勾选。关闭当前脚本后再打开。区分元件和物体的概念：元件相当于形状，不带材料参量；物体则是实际放到仿真环境中的。

• 周期阵列

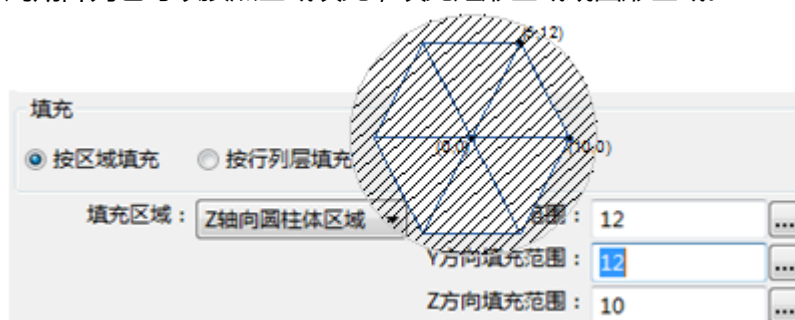
- 根据单个组件生成周期阵列之前，可以先将组成该组件的所有物体打包成组，再对组生成周期阵列。
- 根据单个组件生成阵列时，需要填入组的平移矢量。如按照三角形阵列填充：



- 周期阵列可以按照行列层填充，并进行行、列、层数的增、删、补操作。



周期阵列也可以按照区域填充，填充矩形区域或圆形区域。



- 外部导入模型时
  - 外部文件默认以绝对路径保存在工程文件中；建议修改为相对路径。
  - 软件提供判定模型中心的功能，详见帮助手册。
  - 建议学习参数化建模，而不是一直导入模型，有利于进行后续的参数扫描和参数优化。
- 提供输入参数方程进行建模的方法，详见[\[仿真指导\]采用参数方程进行建模](#)。

## 材料

- 单位
  - 所有频率相关参数，单位均按文档频率单位决定。
  - 导入材料时，需要按照文档单位进行频率的换算。详见[\[仿真指导\]材料参数设置](#)。
- 高级技巧
  - 材料权重：可以控制此类材料对应物体的划分网格时的精细程度。
  - 材料继承：可方便将几个不同结构的材料属性修改为同一种材料：创建组，并将组的材料改为所有结构的材料。
  - 材料副本：如有需要，可以设置材料“副本”，即多个材料的参数设置完全相同。通过该技巧，可以让同种材料的物体按不同方式显示、按不同权重划分网格。
- 特别提醒：负折射材料的 permittivity 不能直接设为负数。真实情况下不存在介电常数小于 0 的材料，软件中的 permittivity 参数都必须大于 1。设置负折射材料可采用符合洛伦兹模型 (Lorentz)，通过设置参数得到负的介电系数和磁导率。

## 激励源

- 激励源由时域波形和空间分布累乘得到。请不要混淆高斯脉冲和高斯窗。常用时域波形有持续光（余弦波）、高斯脉冲，分别适用于单频仿真和宽频仿真。常用空间分布有线（点）源、高斯窗；高斯窗可用以等效平面波（设置  $1/w_a=1/w_b=0$ ）。波导结构，光源常采用有一定宽度的高斯窗型， $w_a$ 、 $w_b$  通常为波导在该方向上的宽度。

- 入射方向和偏振角
  - 激励源如有方向性，theta 和 phi 值的具体设定以入射方向的局部坐标系为准，具体可参见帮助手册。
  - 激励源的偏振由偏振角（极化角）设置，可以完成 TE、TM 波的设置。
  - 少了说明图
  - 激励源的方向性和偏振都可以从 CAD 窗口内对应的图上看出来：橙色箭头为入射方向；绿色箭头为偏振方向。  
激励源的方向性和偏振也可以通过实时场观察得到，真实仿真时的设置以实时场观察到的为准。
- 介质内激励源
  - 介质内的激励源，如带方向性（高斯窗、基模高斯光束、导入口面场光源），需要设置参数“波阻抗倒数”。

## 记录

- 记录出数据的组织方式，由记录器的维度、Domain 等共同决定。建议详细查看帮助手册记录器相关章节，及数据后处理相关章节。
  - 可按时域和频域记录分类。  
由于 FDTD 是时域算法，所有计算结果将在时域下记录得出，再经由快速傅里叶变换得到频域记录。  
频域记录器默认的频率值，是文档属性“频率”中的所有频点。
  - 可按点记录、面记录、表面记录、体记录分类。  
目前，能流记录器可以设置记录面的大小；其他二维记录器均为整个 XOY/YOZ/XOZ 面的记录。  
如果记录器有方向（如远场记录），注意该方向按全局球坐标系设定。
  - 可接近场记录、准远场记录、远场记录分类。  
近场条件，即满足  $R \geq 2d^2/\lambda$ 。  
远场条件，即满足  $R \geq 2d^2/\lambda$ 。  
准远场，即：
- 常用记录器
  - 常用于正入射透反率计算的有：截面场平均记录器。  
软件中“自动计算透反率模式”选用截面场平均记录器。  
不能采用能流记录器。因为反射率的计算中往往要减去光源的背向散射，而且是时域场值相减；如果用能流值相减，会损失相位信息。  
少了说明图
  - 常用于斜入射透反率计算的有：[频域]远场记录器、[频域]截面场记录器。  
不能采用截面场平均记录器。因为在斜入射情况下对截面场数据进行平均时，会损失相位信息。

可自行处理[频域]截面场记录器得到的 E、H 场值，得到能流值，再进行后处理比较。

建议参考[\[深入了解\]4-典型后处理脚本](#)之《斜入射透反率计算结果处理》。

- 常用于方向图计算的有：[频域]远场记录。

[时域][频域]远场记录适用于三维空气环境。

- 常用于场图记录记录的有：[频域]截面场记录器。

得到的是幅度+相位图。可以选择观察值的实部、虚部、幅度（绝对值）、相位、时域图等。其中，如果按“时域图”显示，意为显示场值在几个周期内随相位的变化。

**与体系对单频的响应（即光源为余弦波）是不完全相同的。参见[\[深入了解\]傅里叶变换](#)。**

常用于动态图记录的有：[时域]点记录器、[时域]截面场记录器。

不建议记录所有时间步、空间点的场值，否则数据量会超大。

- 常用于表面场、表面电流观察的有：[时域][频域]表面场记录器。

数据结果只能通过 ewd 格式的数据文件打开观察，不保存到资源管理器相应目录下。

- 时间步

- 如有需要设置记录器的起始、终止、间隔时间，可以更改时间步设置。默认值 (0:-1:-1) 表示所有时间步的值都会被记录（或被计算到 FFT 变换中）。
- 时间步对时域和频域记录均有影响。如果要记录稳态场的场图，可以在选择频域记录器的同时，将起始时间步设置到体系基本达稳态的时刻。
- 额外提醒：频域记录器是不可以选单次记录的。

- AR 外推（自适应扩展）技术

- 对点记录和截面场平均记录有效，它可以通过计算较少的步数来外推出后面很长一段时间的数据，提高效率，对于计算透射率反射率问题用处很大。
- 若要软件自动判定迭代步数，可以在精度设置中进行收敛设置，一般可输入 dB 数为 -40dB，即能量衰减到初始时的 -40dB 时提前停止计算。

## 边界（计算区域）

- 周期边界，包含周期边界、Bloch 边界，分别用于周期结构正入射和斜入射计算。默认周期边界方向上计算区域紧贴物体，即 BBOX.ZMIN~BBOX.ZMAX（如果 Z 方向是周期结构）。

Bloch 边界下（即斜入射）的参数设置，请参考具体案例或相关说明。

二维体系通过周期边界等效。推荐二维面为 XOY 面。

- 开放边界，包含 PML、UPML、CPML、阻抗匹配。推荐使用 UPML 边界。一般情况下，开放边界要远离光源 5 个格子，远离记录器 3 个格子。

开放边界处有介质时，软件会将该处结构在此方向上理解为无限厚的（即无限厚基底）。

严格意义上来说，强色散介质不能与吸收边界接触，如直接接触可能会引起数值不稳定。如采用各向异性吸收边界 UPML，对于单一强色散介质构成的半无限结构，允许强色散介质与 UPML 边界接触。

## 网格

- 推荐采用二/三维（半）智能网格。如需要自定义网格，建议先参考相关书籍再进行设置。  
如要选用智能网格，请先确认频率设置正确，即菜单栏“求解器”-->“设置频率”窗口频率设置正确。
- 网格大小不大于波长的十五分之一。通常采用二十五分之一波长。  
网格迭代时间间隔不大于波在单网格内的传播时间。  
迭代总步数能够：1 时间足够长，以便波能够在体系中传播达到稳定，即，波要在体系中来回传播至少两次。2（若有必要得到频域信息）时间足够长以便得到足够的频率分辨率；
- 内存占用由网格总数和单网格标准占用量决定，建议在启动计算前查看网格数。  
计算效率由网格总数和迭代总步数决定，可以通过任务窗口查看当前迭代效率和总计算时间。  
启动计算前划分网格，非均匀网格效果可以直接在 CAD 界面中观察到。共形网格不是。
- 请协调计算资源的限制与计算精度的需求。

## 文档属性

- 单位
  - 直接参与到计算迭代中的数值，如物体尺寸、激励源形状、网格尺寸等相关信息，单位设置均为文档单位。
  - 长度、时间、频率单位分别通过 UL、UT、UF 调用。
  - 为满足 FDTD 迭代要求的色散稳定性，一般建议勾选时间单位自动相关长度单位。
- 频率
  - 一般设置为光源频段范围。
  - 三个值可以通过“FREQ\_MIN” “FREQ\_MAX” “FREQ\_DELTA” 变量进行调用。

说明：

通常需要将 FDTD 计算完成后直接得到的时域空间结果，经 FFT 变换到频域空间，此处频率即指 FFT 变换时的频率范围和精度。

FFT 变换中，时域上总时长与频域上分辨率成正相关，因此，若要得到频率上足够清晰的信息，通常需要协调修改网格大小、迭代总步长、光源时域信号形状等。

为此，将该频率变量化，可以通过参量“FREQ\_MIN” “FREQ\_MAX” “FREQ\_DELTA” 等对其进行调用，以便简化建模。

## 参数化建模与数据前、后处理

- 常量、变量、表达式
  - 均区分大小写。
  - 常用内置常量如光速 CO、圆周率 PI；常用系统变量如“UL”、“BBOX”、“FREQ”、“STEP”等。
  - 可以参考帮助手册 3.7 节《变量窗口》、4.2 节《内置常量和变量》、4.3 节《参数扫描和寻优》进行学习。
  - 数据中如果出现#NAN（即 Not a number），表示结果为不为合理数值；如果出现#INF（即 infinity），表示结果无穷大，即已经发散。
  - 表达式解析时，如果显示“--”，则为表达式解析出错。
- 数据组织
  - 数据全部保存在扩展名为“\*.ewd”的结果文件中。Windows 资源管理器下的“\*.ed”文件仅为部分中间数据。
  - 可以参考帮助手册 7.1 节《后处理数据结果》进行学习。
  - 前处理界面中定义的变量，挂载到 gdata 目录下。  
激励源数据挂载到“src\_xxx”目录下。“xxx”为激励源名称。  
记录器数据挂载到“rcd\_xxx”目录下。“xxx”为记录器名称。  
如果建模时设置的名称为中文字符，会用数字和英文字母进行某种形式的编码，因此不建议激励源和记录器名称设置为中文字符。
  - 如果数据为单个点，只能通过 print 函数显示。  
如果数据为数组（Array），双击打开时按图（figure）显示，即横坐标为数组下标（0~数组长度-1），纵坐标为数组中存放的值。  
如果数据为图（figure），双击打开时为图，可以通过数据进行操作。
- 图操作
  - 可参考帮助手册 7.2 节《图对象属性介绍》、7.3 节《功能操作》、8.1.2 《绘图》进行学习。
- 脚本语言
  - 扩展名“\*.ewd\_script”用以保存后处理脚本文件。
  - 可以参考帮助手册七、八章以及附《EastWave 5.0 脚本语言》。
  - 支持常用数据处理软件（如 Matlab）标准库的所有功能。
  - 具体应用的脚本，可以参考各案例的后处理方式。