

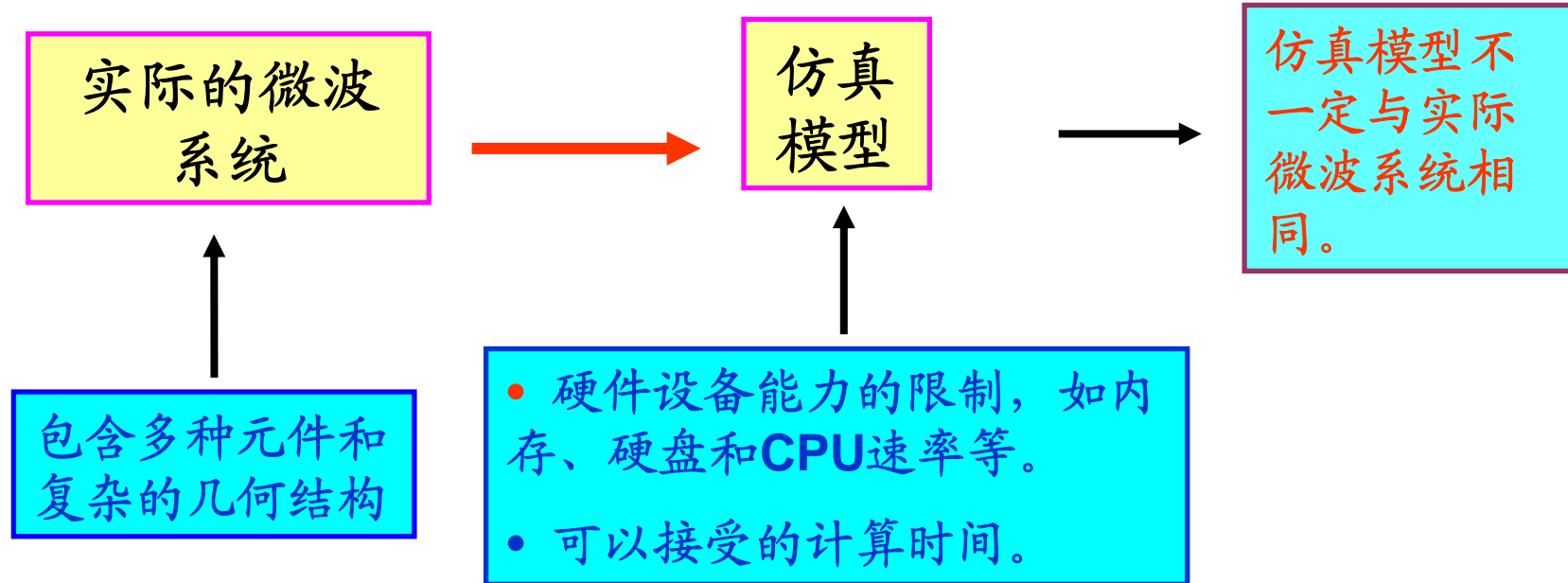
HFSS模型设置技巧

电子科技大学

贾宝富

如何建立仿真模型？

Release 8



通常，电磁问题实际的物理模型都比较复杂。基于目前的计算机硬件和计算机软件的水平，我们还不可能把实际的物理模型作为仿真模型进行计算。因此，建立仿真模型首先就要学会分解、简化物理模型。在保证一定计算精度的条件下，使仿真模型尽量简单。

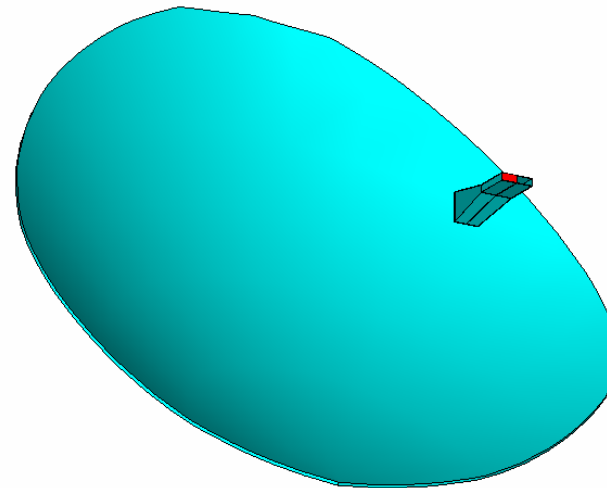
建立仿真模型的主要技巧

Release 8

- 学会分解模型
- 去掉计算区域外对电磁场没有影响的结构。
- 去掉计算区域内一些结构的细节
- 避免两个结构过于靠近又没有联在一起
- 平面微带或带状线一般不画线的厚度
- 利用几何结构的对称性减少计算量
- 利用周期边界使被求解的问题最小化
- 计算辐射或散射问题空气盒应尽可能小
- 端口所连接的直波导段不能太长
- 模型中尽量使用理想材料
- 曲线边界不使用真实表面可以减少计算时间
- 模型中引入虚拟物体

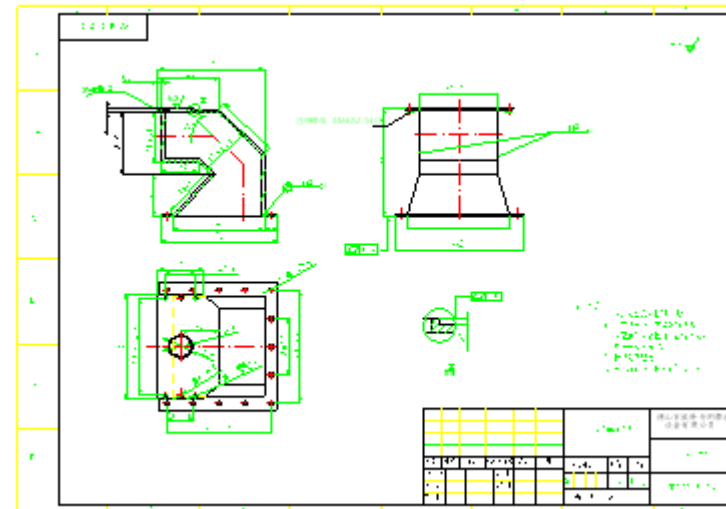
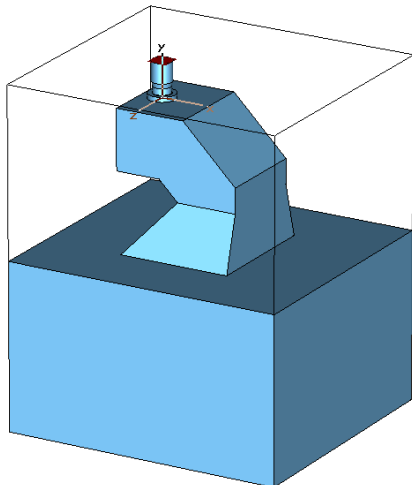
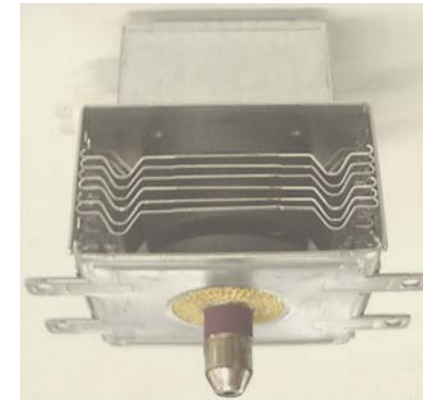
建立仿真模型的技巧之一 一个天线问题的例子

Release 8



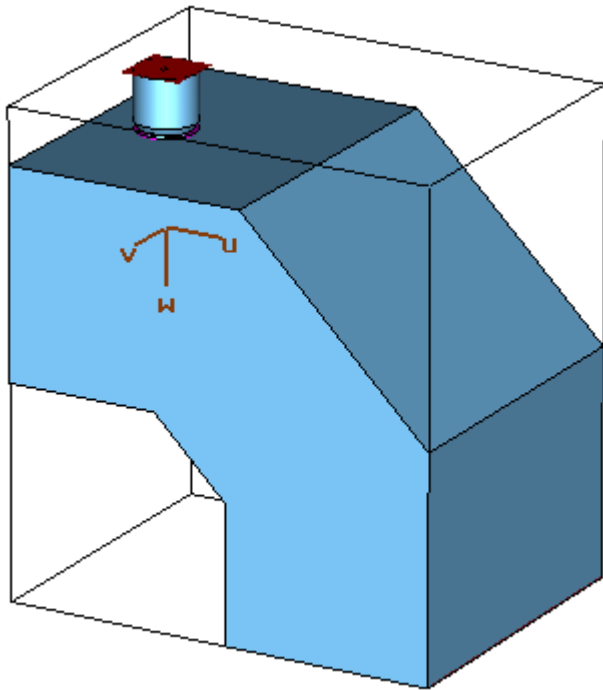
微波路面加热器的初始仿真模型

Release 8

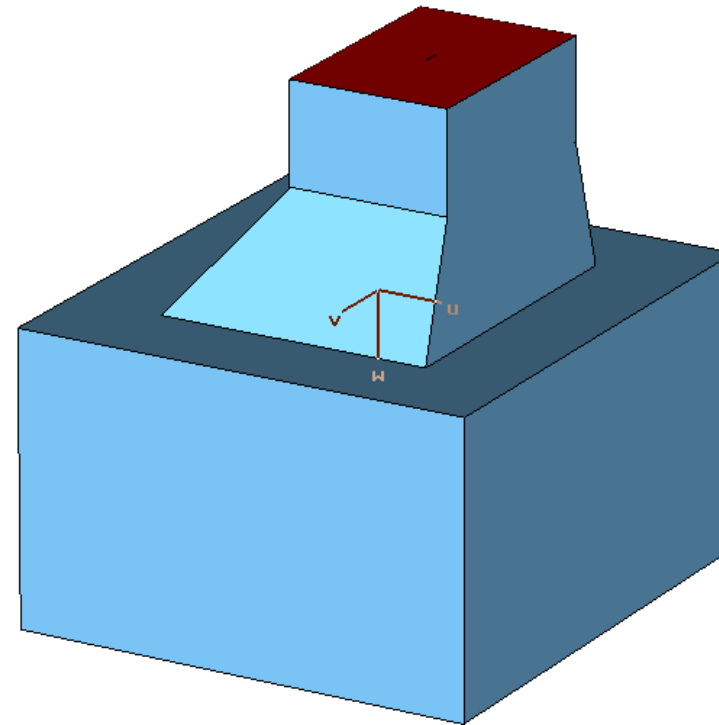


分解后的仿真模型

Release 8



侧重传输问题



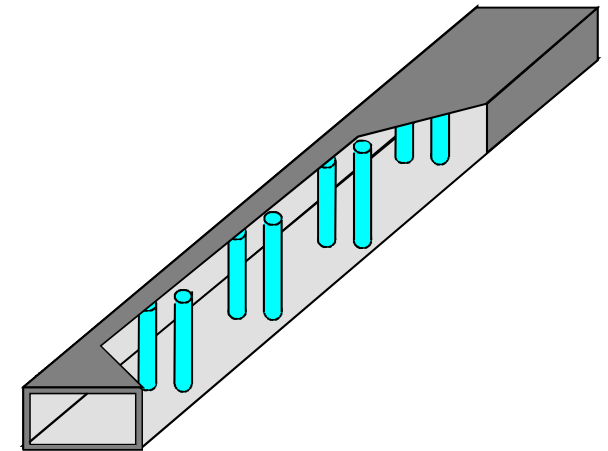
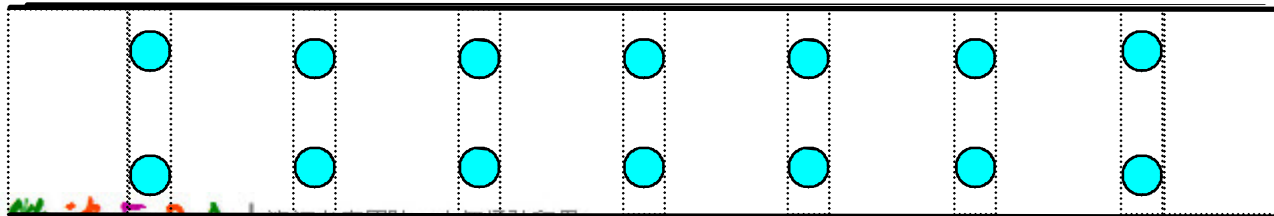
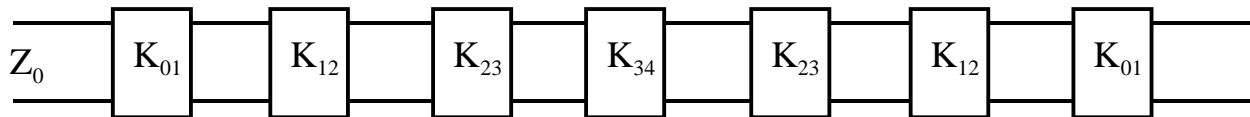
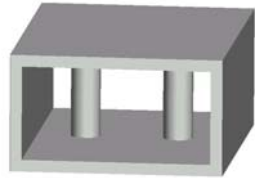
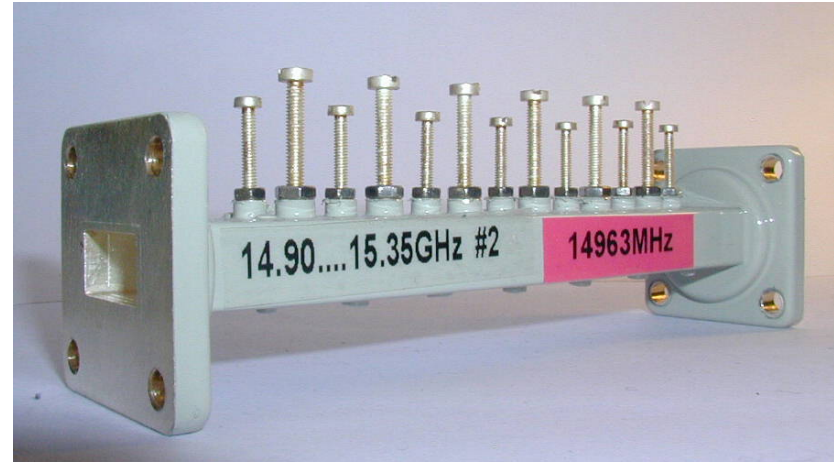
侧重辐射问题

建立仿真模型的技巧之二

Release 8

去掉计算区域外对电磁场没有影响的结构

例如，建立波导的仿真模型只画出波导中空气芯，而不需要画出金属部分。

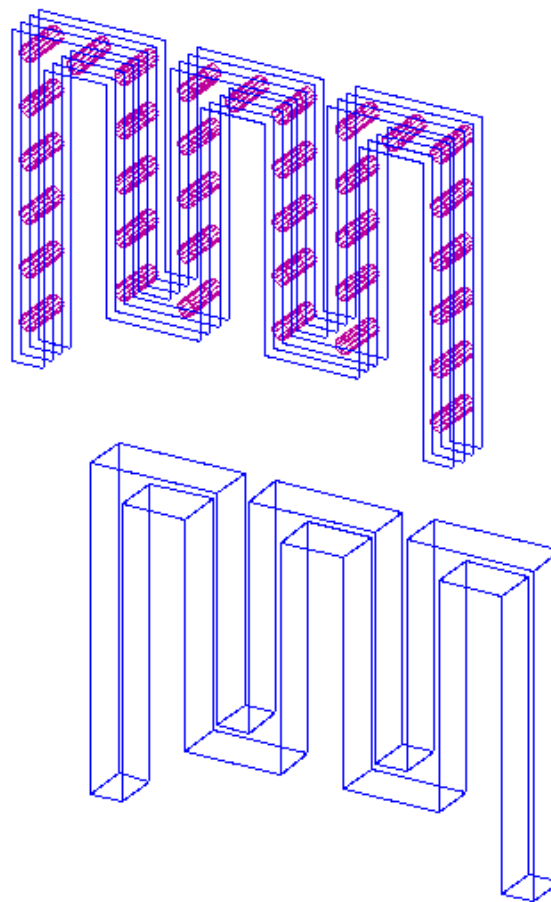


建立仿真模型的技巧之三

Release 8

去掉计算区域内
一些结构的细节

- 离开端口比较远
($> \lambda / 8$)
- 物体较小
($< \lambda / 20$)

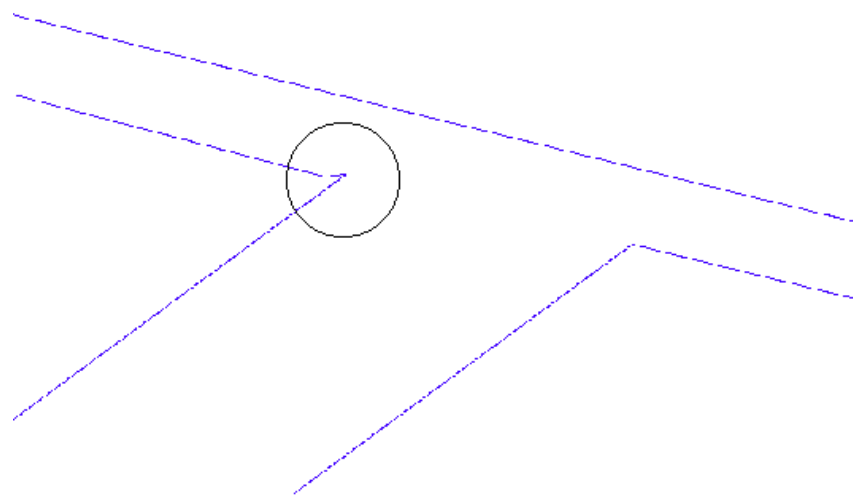


建立仿真模型的技巧之四

Release 8

避免两个结构过于靠近又没有联在一起

在设计过程中，为了保证零件的装配通常都留有装配公差。建立仿真模型时，应当忽略这些装配公差。否则会出现两个结构非常靠近但又不直接接触的情况。计算时，软件在这些区自动建立精细网格结构。耗用大量的硬件资源。计算速度慢。



建立仿真模型的技巧之五

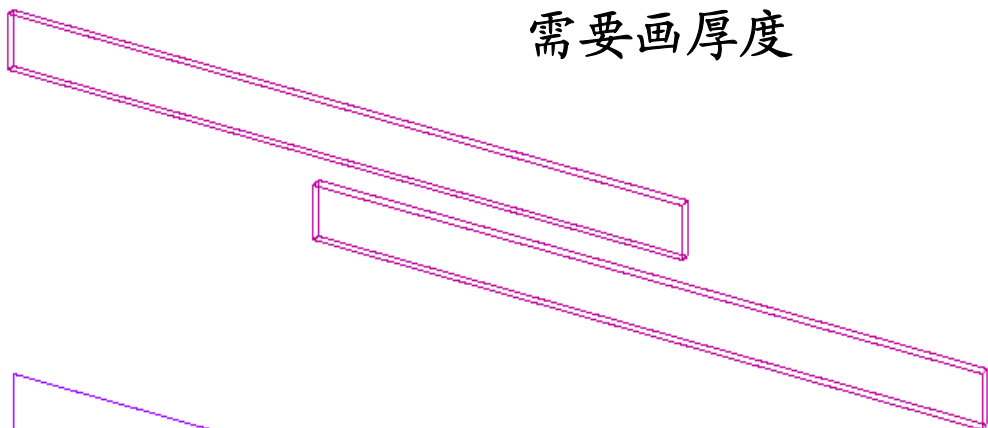
Release 8

平面微带或带状线一般不画线的厚度

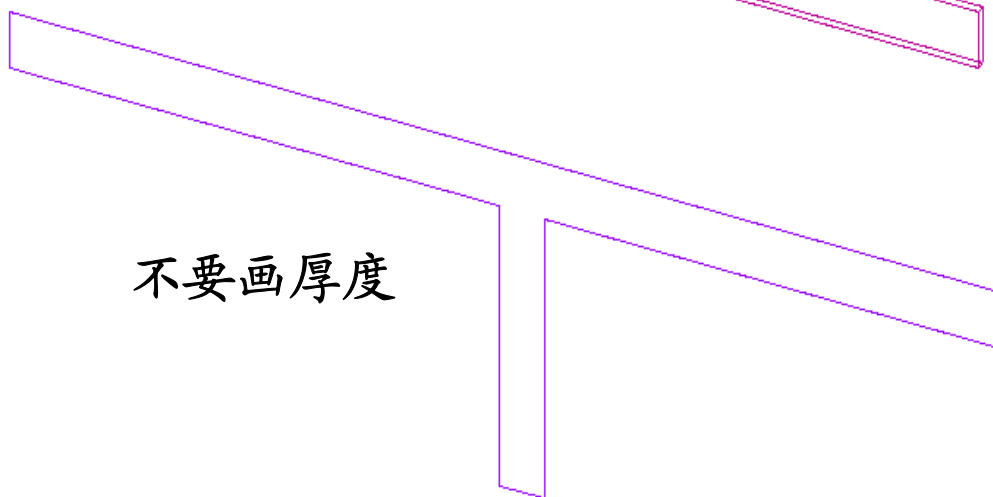
两种情况例外:

- 边缘耦合
- 带厚小于趋肤厚度 d

需要画厚度



不要画厚度

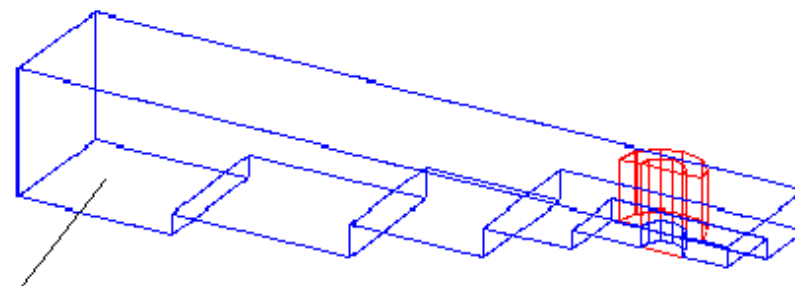
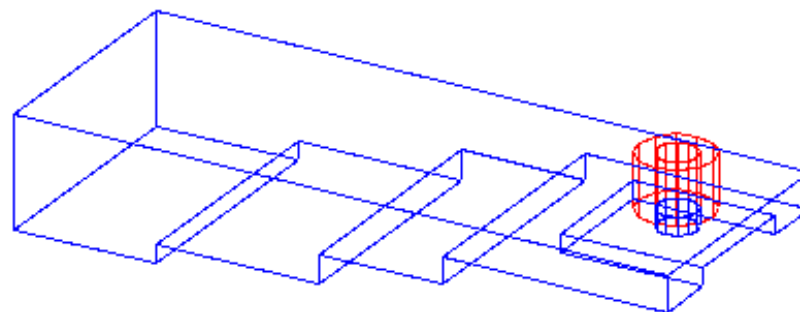


建立仿真模型的技巧之六

Release 8

利用几何结构的对称性减少计算量

使用对称性边界条件除了需要考虑几何结构具有对称性之外，还需要仔细考察激励信号是否具有对称性。如右侧的结构矩形波导用 TE_{10} 波激励时，仿真模型具有对称性（如右下图所示）。如果用 TE_{20} 波激励则仿真模型不具备对称性。



Symmetry

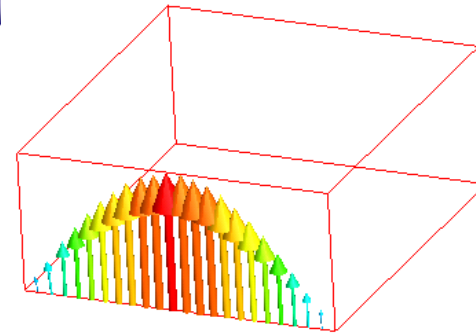
Perfect H

建立仿真模型的技巧之六

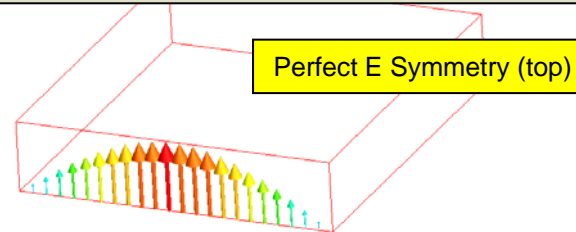
Release 8

利用几何结构的对称性减少计算量

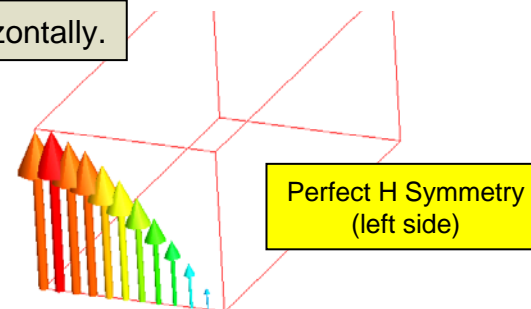
对称性边界条件可以分成两种，一种是理想的电对称（**Symmetry-Perfect E**）；另外一种是理想的磁对称（**Symmetry-Perfect H**）。在求解本征值问题时，也可以直接用理想的电边界（**Perfect E**）和理想的磁边界（**Perfect H**）代替对称性边界条件。



This rectangular waveguide contains a symmetric propagating mode, which could be modeled using half the volume vertically....



...or horizontally.

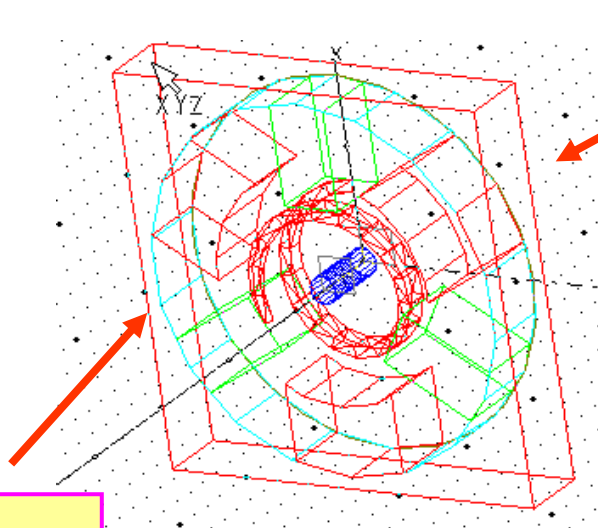
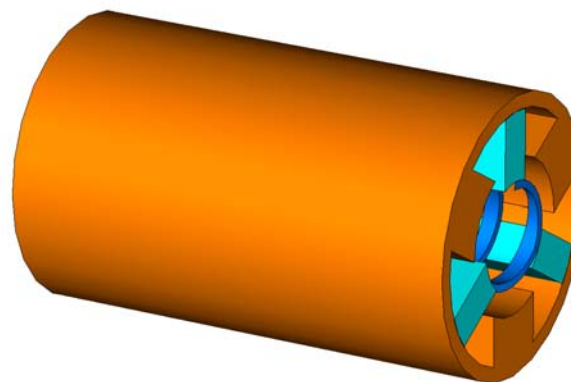


建立仿真模型的技巧之七

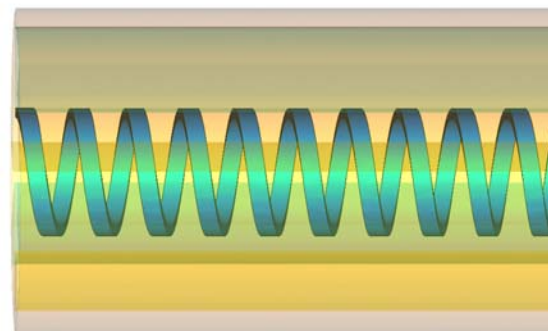
Release 8

利用周期边界使被求解的问题最小化

- 通常，HFSS可计算的最大尺度小于 4λ 。



Master

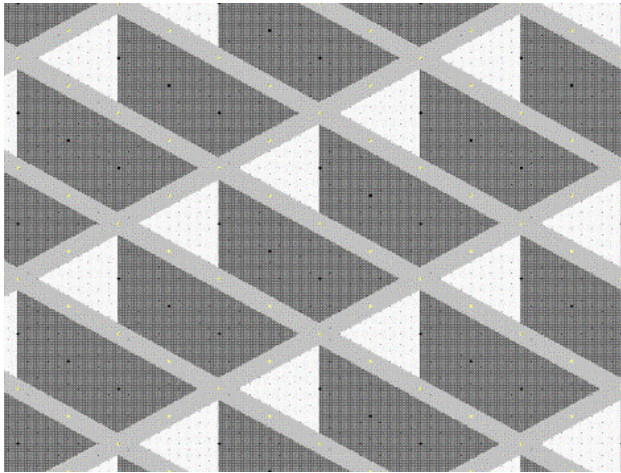


Layer type = PEC

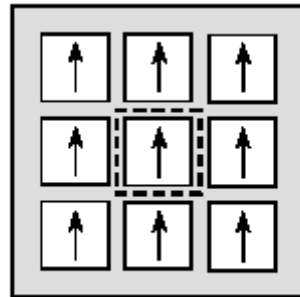
Slaver

建立仿真模型的技巧之七

Release 8



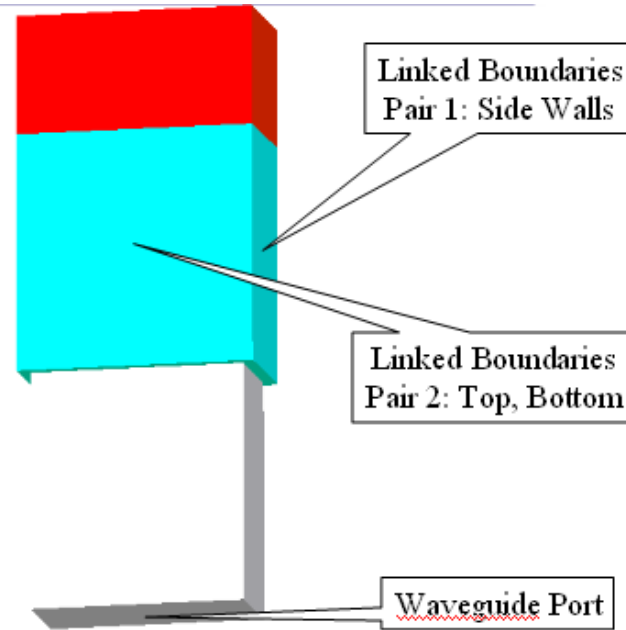
利用周期边界使被求解的问题最小化



Perfectly-Matched Layer (PML)

Air

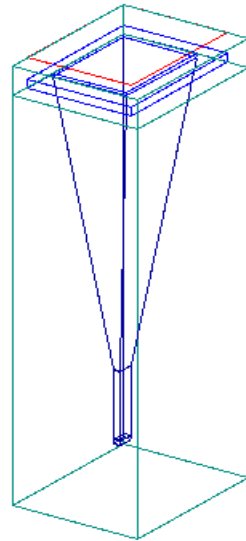
Open-Ended Waveguide



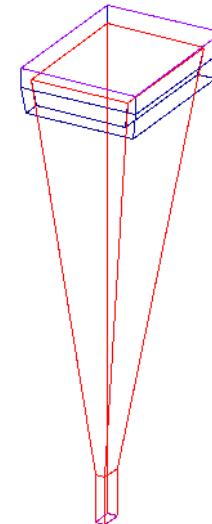
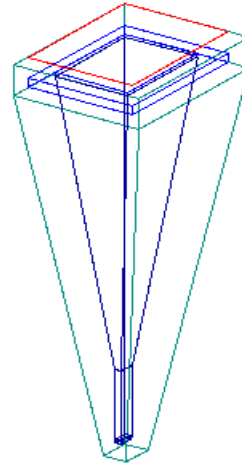
建立仿真模型的技巧之八

Release 8

- **Distance:** For strong radiators (e.g. antennas) no closer than $\lambda/4$ to any structure. For weak radiators (e.g. a bent circuit trace) no closer than $\lambda/10$ to any structure



计算辐射或散射问题
空气盒应尽可能小

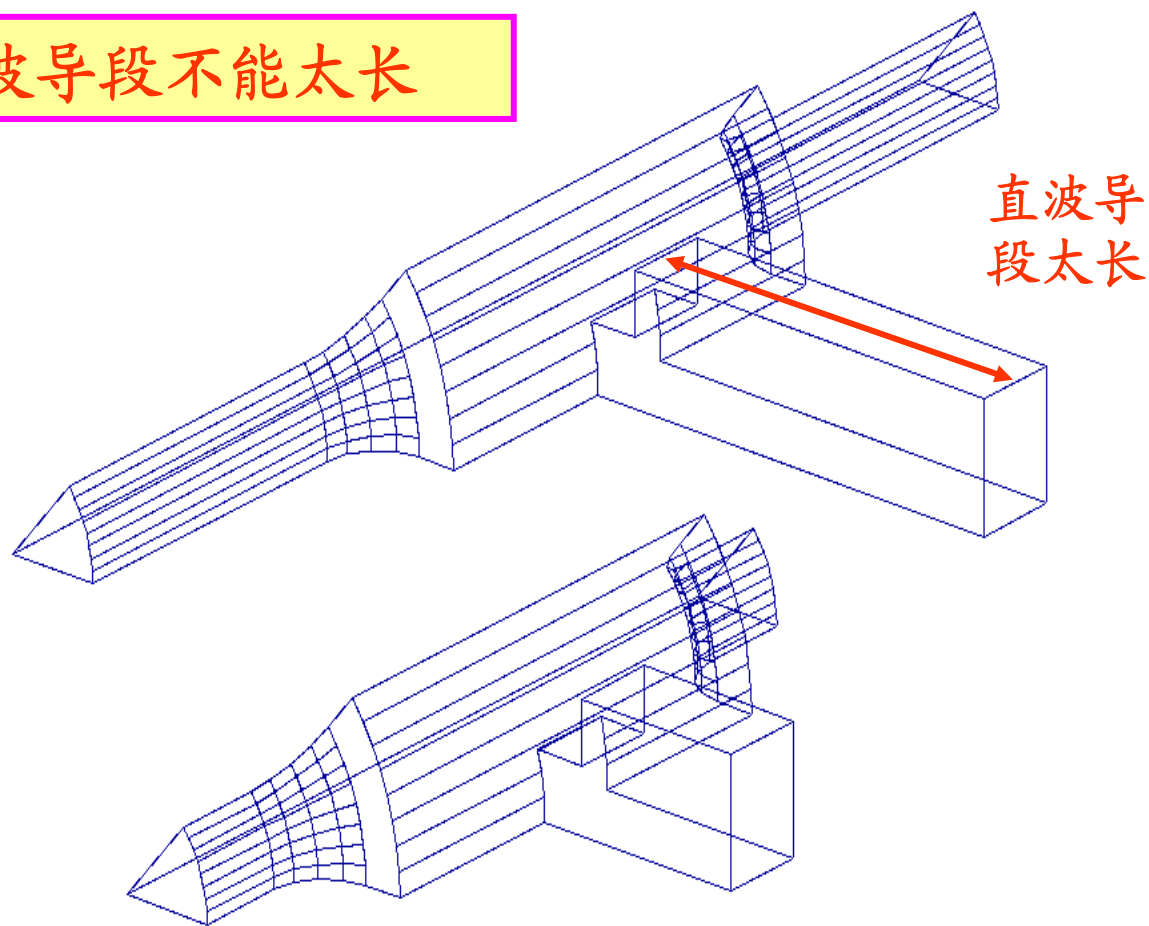


建立仿真模型的技巧之九

Release 8

端口所连接的直波导段不能太长

- 确定端口距几何不均匀性最短距离的准则
 - 高次模衰减大于 20dB
 - 一般取 $\lambda/8$ ~ $\lambda/4$



建立仿真模型的技巧之十

Release 8

模型中尽量使用理想材料

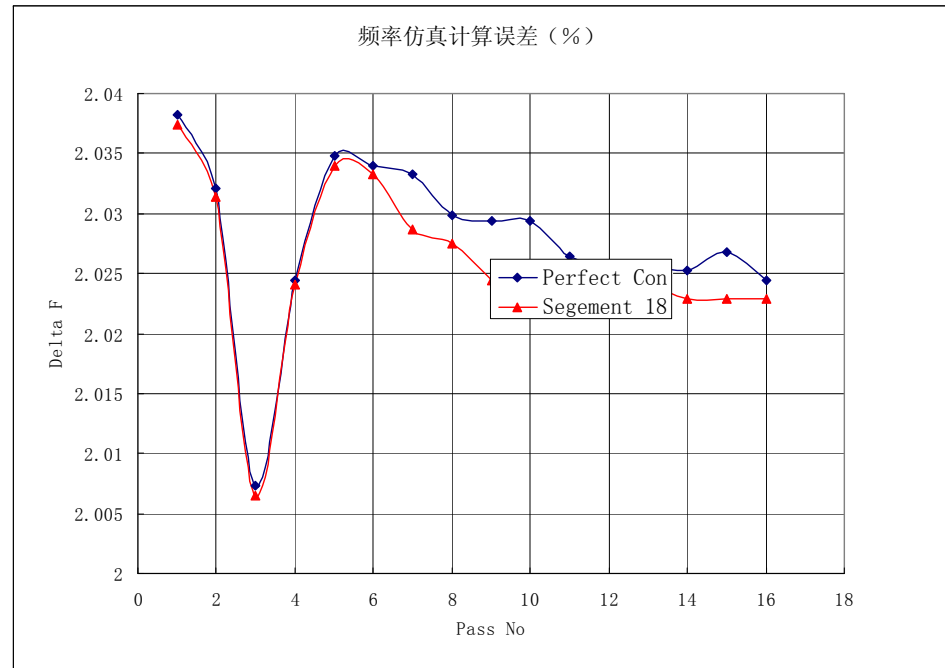
- 在初始计算或非精密计算中，模型中的材料一般都用理想材料。

— 金属

理想↓导体

— 介质

无↓耗介质



HFSS Perf
Geom

11分40秒

HFSS Segement
18

9分34秒

HFSS Seg
18 Perf
Con

2分54秒

球形谐振腔的例子

Release 8

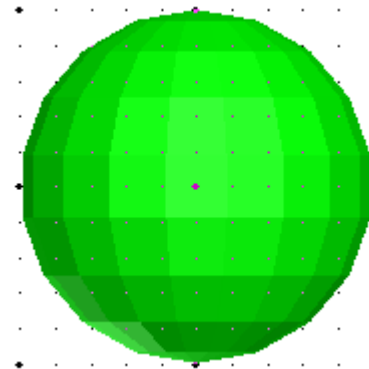
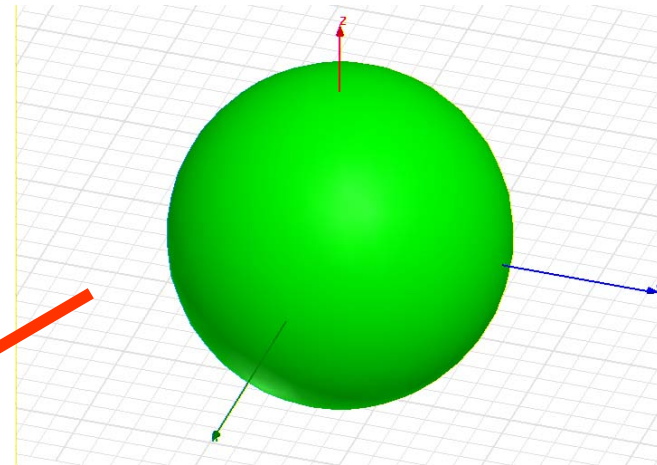
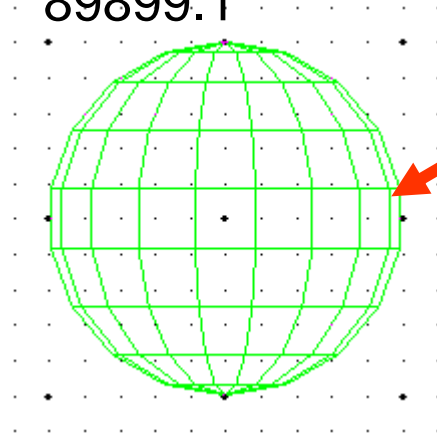
TM110 mode,

s : 5.8E7 S/m.

Analytic solution:

f_0 : 261.82347 MHz,

Q : 89899.1



HFSS Perf Geom

11分40秒

HFSS Segment 18

9分34秒

HFSS Seg 18
Perf Con

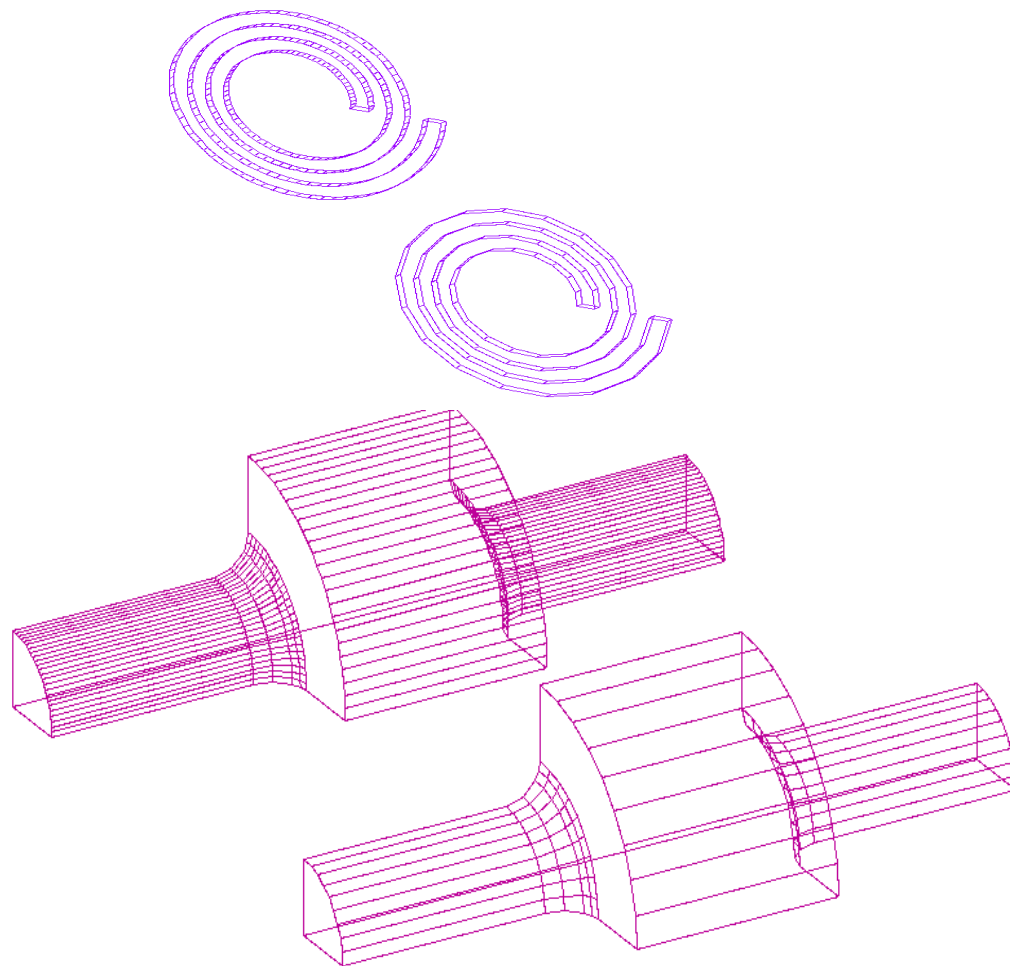
2分54秒

建立仿真模型的技巧之十一

Release 8

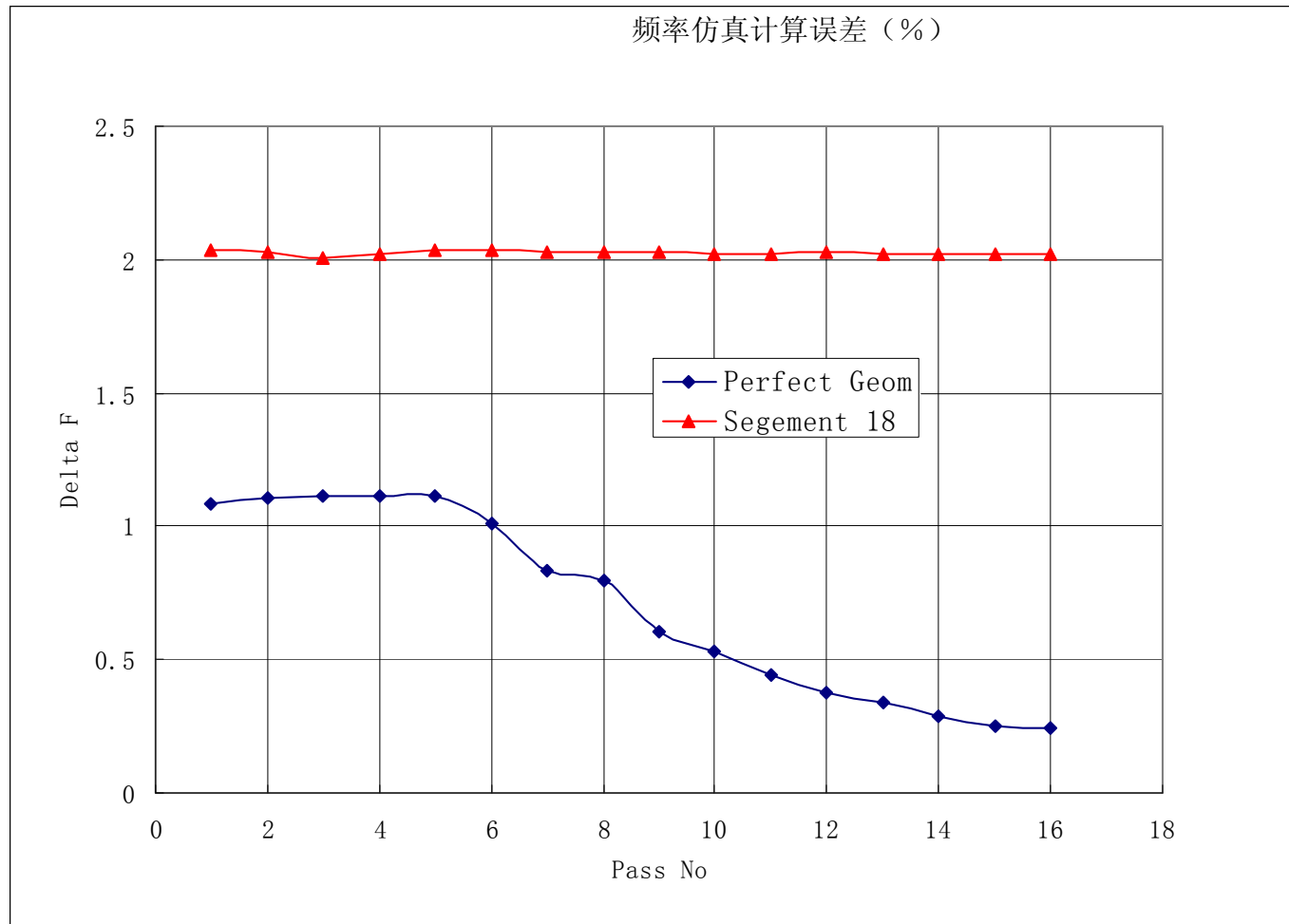
曲线边界不使用真实表面可以减少计算时间。

使用直线逼近曲线的直线数被称作 **Segment**。直线数太多计算时间的减少不明显。直线数太少计算的精度太低。并且不能通过增加 **Pass** 数提高精度。对于圆周，直线数通常取18。计算误差大约在2.5%左右。



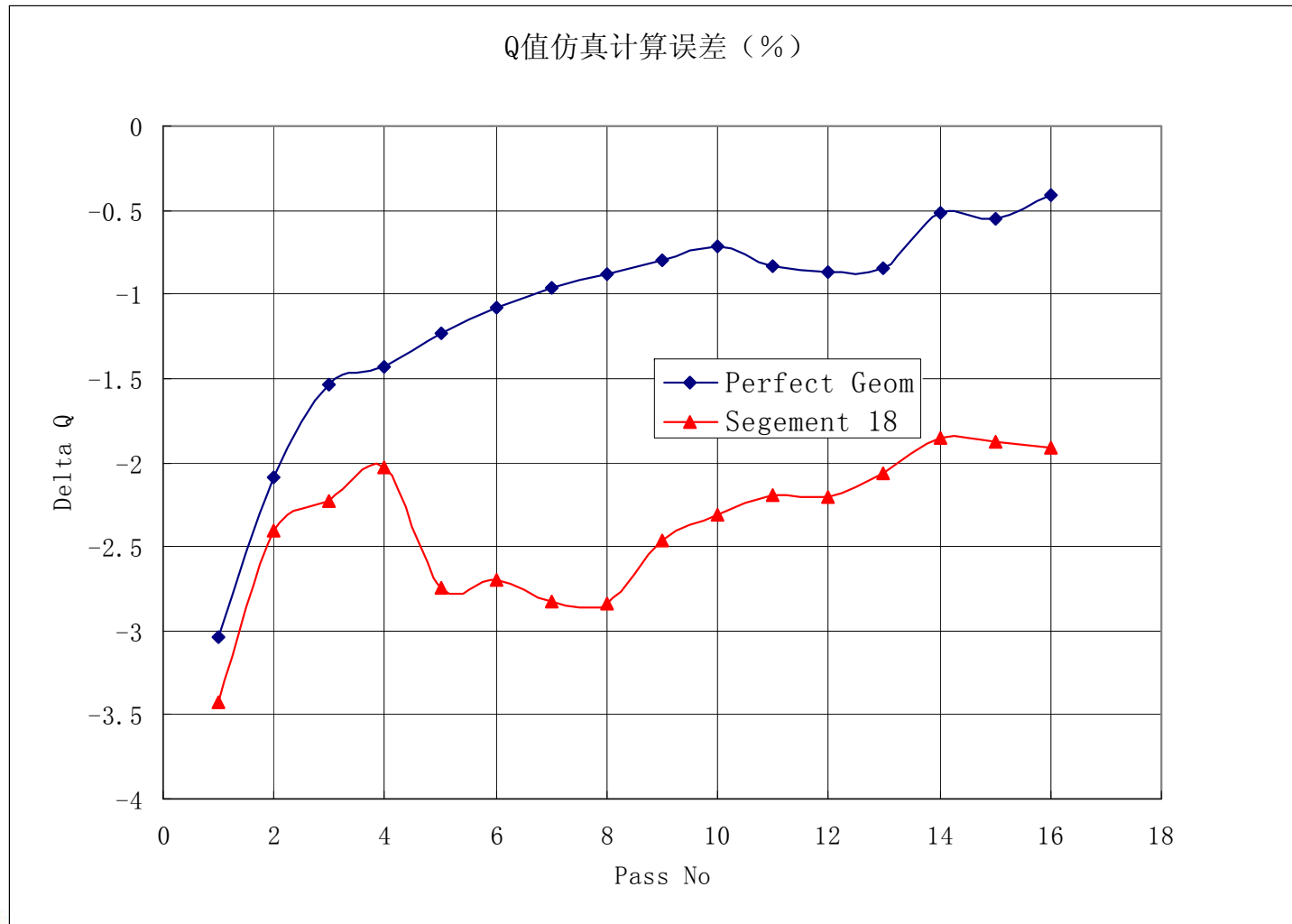
建立仿真模型的技巧之十一

Release 8



建立仿真模型的技巧之十一

Release 8



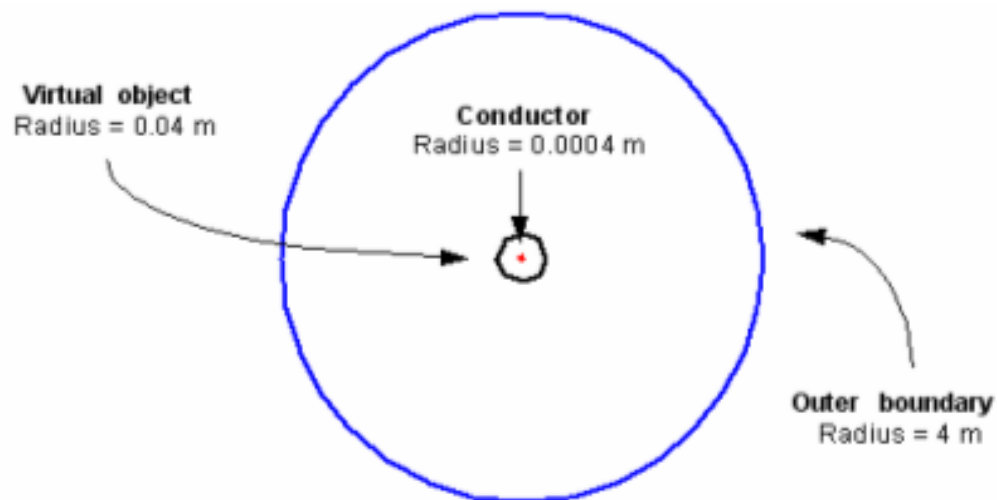
建立仿真模型的技巧之十二

Release 8

模型中引入虚拟物体

- 虚拟物体是指那些为了使网格划分更完美而引入的两维或三维物体。
- 引入虚拟物体的原则
 - 引入虚拟物体不影响原结构的介质特性;
 - 虚拟物体应在被计算结构的内部。

线度比值 $<10^4$

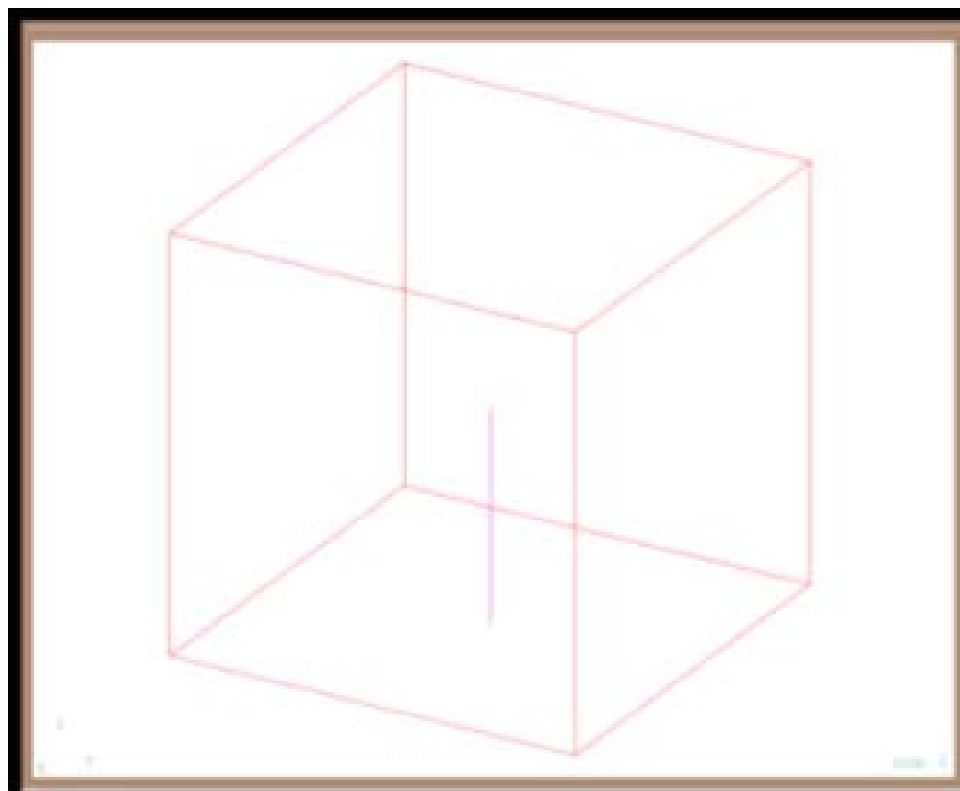


使用虚拟物体建模的例子

Release 8

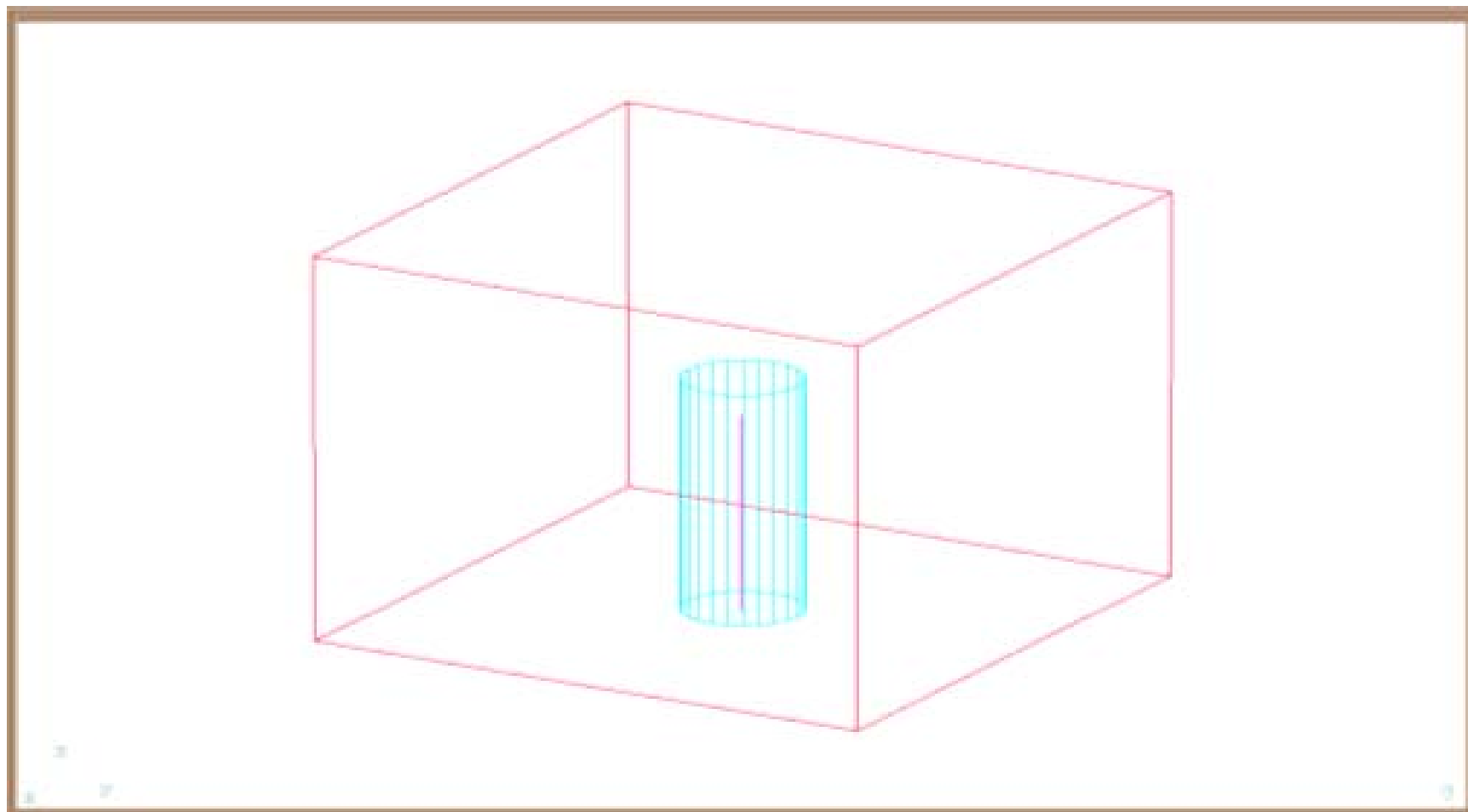
- **Field Simulator May Not be Able to Generate a Useful Finite Element Mesh For Projects Containing Geometric Objects Whose Dimensions Differ by More Than Three Orders of Magnitude**
- **Monopole on a Groundplane:**
 - $f = 5.9 \text{ GHz}$
 - $r_{\text{monopole}} = 1 \text{ mil}$
 - $l_{\text{monopole}} = 500 \text{ mil}$
 - $l_{\text{radbox}} = 1000 \text{ mil}$

**Radiation Surface/Monopole
Facet Aspect Ratio is Greater
Than 1000:1**



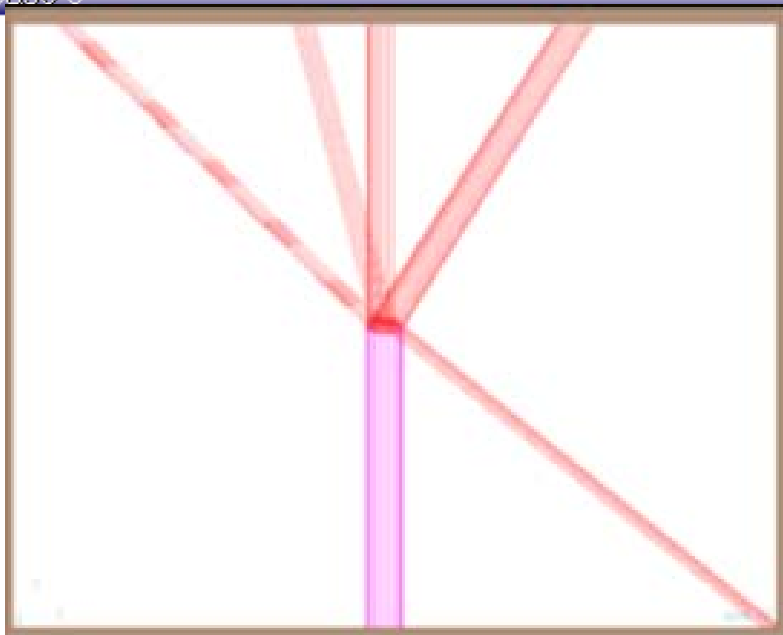
使用虚拟物体建模的例子

Release 8



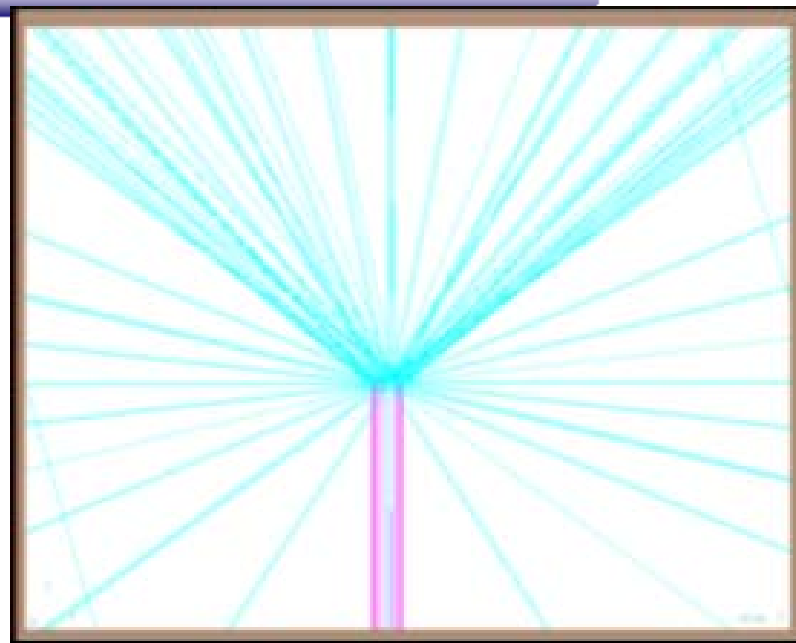
使用虚拟物体建模的例子

Release 8



Without Virtual
Object

Tetrahedrons are like pins



With Virtual
Object

Mesh is somewhat better

微波 EDA 网视频培训课程推荐

微波 EDA 网(www.mweda.com)成立于 2004 年底，并于翌年与易迪拓培训合并，专注于微波、射频和硬件工程师的培养，现已发展成为国内最大的微波射频和无线通信人才培养基地。先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，成功推出了多套微波射频经典培训课程和 ADS、HFSS 等软件的使用培训课程，广受工程技术学员的好评，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。



HFSS 中文视频培训课程套装

国内最全面和专业的 HFSS 培训教程套装，包含 5 套视频教程和 2 本教材，李明洋老师讲解；结合最新工程案例，视频操作演示，让 HFSS 学习不再难。购买套装更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，让您花最少的成本，以最快的速度自学掌握 HFSS… [【点击浏览详情】](#)

两周学会 HFSS —— 中文视频教程

李明洋主讲，视频同步操作演示，直观易学。课程从零讲起，通过两周的课程学习，可以帮助您快速入门、自学掌握 HFSS，真正做到让 HFSS 学习不再难… [【点击浏览详情】](#)

HFSS 微波器件仿真分析实例 —— 中文视频教程

HFSS 进阶培训课程，中文视频，通过十个 HFSS 仿真设计工程应用实例，带您更深入学习 HFSS 的实际应用，掌握 HFSS 高级设置和应用技巧… [【点击浏览详情】](#)

HFSS 天线设计入门 —— 中文视频教程

HFSS 是天线设计的王者，该教程全面解析了天线的基础知识、HFSS 天线设计流程和详细操作设置，让 HFSS 天线设计不再难… [【点击浏览详情】](#)

PCB 天线设计和 HFSS 仿真分析实例 —— 中文视频教程

详细讲解了 PCB 天线的工作原理和设计方法、如何使用 HFSS 来设计分析 PCB 天线，以及如何借助于 Smith 圆图工作来调试天线的匹配电路，改善天线性能… [【点击浏览详情】](#)

了解详情，请查看微波 EDA 网 (www.mweda.com/eda/hfss.html)

微波射频测量仪器培训课程套装合集



搞射频微波，不会仪器操作怎么行！矢量网络分析仪、频谱仪、示波器、信号源是微波射频工程师最常用的测量仪器。该培训套装集合了直观的视频培训教程和详尽的图书教材，旨在帮助您快速熟悉和精通矢网、频谱仪、示波器等仪器的操作…【[点击浏览详情](#)】

Agilent ADS 学习培训课程套装

国内最全面和权威的 ADS 培训教程，详细讲解了 ADS 在微波射频电路、通信系统和电磁仿真设计方面的应用。课程是由具有多年 ADS 使用经验的资深专家讲解，结合工程实例，直观易学；能让您在最短的时间内学会 ADS，并把 ADS 真正应用到研发工作中去…【[点击浏览详情](#)】



我们的课程优势：

- ※ 成立于 2004 年，一直专注于射频工程师的培养，行业经验丰富，更了解您的需求
- ※ 视频课程、既能达到现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深专家主讲，结合实际工程案例，直观、实用、易学
- ※ 更多实用课程，欢迎登陆我们的官方网站 <http://www.mweda.com>，或者登陆我们的官方淘宝店 <http://shop36920890.taobao.com/>