

CST工作室套装™丛书 5



CST 电磁工作室™

基础入门



三维静场与低频仿真

311/7

0050150

CST China

目 录

第一章 概 述3

 欢迎3

 如何快速起步3

 何为 CST 电磁工作室™?3

 谁应使用 CST 电磁工作室™?3

 CST 电磁工作室™的主要功能4

 概要4

 结构建模4

 静电求解器4

 静磁求解器4

 低频求解器4

 稳恒电流求解器5

 热求解器5

 结果显示及导出结果的计算5

 导出结果5

 自动操作5

 关于本卷5

 版式约定6

 您的反馈6

第二章 快速演练7

 启动软件7

 用户界面概览8

 创建并观察一些简单的结构9

 创建第一个“方块”9

 常用基本图形概述10

 选择预先定义的图形，用组件来将图形分组和指定材料特性11

 改变视角13

 几何变换14

 使用布尔操作来合并图形16

 选取模型的点、边、面18

 倒直角和倒圆角18

 局部坐标系23

 历史记录25

 历史树27

 创建曲线28

 创建平面导线30

 创建引线31

 局部修改32

 第一个应用实例34

 结构34

 启动 CST 电磁工作室™34

 打开仿真向导36

 定义单位36

 定义背景材料37

 结构建模37

定义线圈.....	41
定义边界条件和对称面.....	46
四面体网格剖分与可视化.....	48
启动四面体网格静磁求解器.....	51
分析四面体网格求解器的结果.....	52
六面体网格可视化.....	54
启动六面体网格求解器.....	56
分析六面体求解器的结果.....	57
自适应网格加密.....	59
参数化模型和自动优化结构.....	61
总结.....	70
定义静场源.....	71
静磁场源.....	71
静电场源.....	73
稳恒电流源.....	75
低频源.....	76
稳态热场求解器.....	78
背景材料.....	78
材料特性.....	78
边界条件.....	79
热源和损耗类型.....	80
求解器参数.....	82
结果类型.....	82
协同计算工作流程.....	83
第三章 寻求更多信息.....	84
仿真向导.....	84
教程.....	84
实例.....	85
在线帮助.....	85
参考《高级概念》.....	85
技术支持.....	85
宏语言文档.....	85
版本更新记录.....	86
附录 A 快捷键一览表.....	87
主结构视图中的通用快捷键.....	87
编辑栏中可用快捷键.....	88
VBA 编辑器中可用快捷键.....	88

目 录

第一章 概 述3

 欢迎3

 如何快速起步3

 何为 CST 电磁工作室™?3

 谁应使用 CST 电磁工作室™?3

 CST 电磁工作室™的主要功能4

 概要4

 结构建模4

 静电求解器4

 静磁求解器4

 低频求解器4

 稳恒电流求解器5

 热求解器5

 结果显示及导出结果的计算5

 导出结果5

 自动操作5

 关于本卷5

 版式约定6

 您的反馈6

第二章 快速演练7

 启动软件7

 用户界面概览8

 创建并观察一些简单的结构9

 创建第一个“方块”9

 常用基本图形概述10

 选择预先定义的图形，用组件来将图形分组和指定材料特性11

 改变视角13

 几何变换14

 使用布尔操作来合并图形16

 选取模型的点、边、面18

 倒直角和倒圆角18

 局部坐标系23

 历史记录25

 历史树27

 创建曲线28

 创建平面导线30

 创建引线31

 局部修改32

 第一个应用实例34

 结构34

 启动 CST 电磁工作室™34

 打开仿真向导36

 定义单位36

 定义背景材料37

 结构建模37

定义线圈.....	41
定义边界条件和对称面.....	46
四面体网格剖分与可视化.....	48
启动四面体网格静磁求解器.....	51
分析四面体网格求解器的结果.....	52
六面体网格可视化.....	54
启动六面体网格求解器.....	56
分析六面体求解器的结果.....	57
自适应网格加密.....	59
参数化模型和自动优化结构.....	61
总结.....	70
定义静场源.....	71
静磁场源.....	71
静电场源.....	73
稳恒电流源.....	75
低频源.....	76
稳态热场求解器.....	78
背景材料.....	78
材料特性.....	78
边界条件.....	79
热源和损耗类型.....	80
求解器参数.....	82
结果类型.....	82
协同计算工作流程.....	83
第三章 寻求更多信息.....	84
仿真向导.....	84
教程.....	84
实例.....	85
在线帮助.....	85
参考《高级概念》.....	85
技术支持.....	85
宏语言文档.....	85
版本更新记录.....	86
附录 A 快捷键一览表.....	87
主结构视图中的通用快捷键.....	87
编辑栏中可用快捷键.....	88
VBA 编辑器中可用快捷键.....	88

第一章 概述

欢迎

欢迎您使用 CST 电磁工作室™这一功能强大又易于使用的电磁场仿真软件。它是极具亲和力的用户界面和卓越不凡的仿真性能的完美统一。

CST 电磁工作室™集成在 CST 设计环境™中。我们建议您在开始本教程前仔细通读《CST 工作室套装™ 2006 – 设计环境》。本书中我们假设您已经安装好 CST 电磁工作室™，并且已熟悉用户界面的基本操作。

如何快速起步

我们建议您按照以下步骤进行：

1. 仔细阅读《CST 工作室套装™ 2006 – 设计环境》。
2. 仔细阅读完本书。这里包含了有助于您理解高级概念所需要的所有基本信息。
3. 选取《CST 电磁工作室™ – 应用算例》中最适合您的例子来学习，同样辅以上机联系。
4. 浏览一下安装目录下的 examples 子目录。其中包含各种不同的应用类型，它们会给您一个有关本软件应用范围的整体印象。请注意，设计这些例子的目的只是为了让您对某个特定的应用领域有个基本的认识，现实中的应用显然会更复杂，而且如果您不熟悉相关知识的话，理解起来也会更困难。
5. 以您自己的第一个例子起步，并尽量选择简单的例子，让您可以很快地熟悉本软件。
6. 在您将第一个例子完成以后，请联系我们的技术支持人员，他们会给您一些有用的建议，以帮助您更加有效地使用 CST 电磁工作室™。

何为 CST 电磁工作室™？

CST 电磁工作室™是专门用于电磁场分析以及静电、静磁和低频器件设计的全功能软件包。另外，它还可进行稳态热场分析。CST 电磁工作室™强大的实体建模前端基于著名的 ACIS 建模内核，结构输入过程非常简便。再加上完善的图形化反馈，极大地简化了对各种器件的定义。在所有的器件建模完成后，会自动进行一个基于专家系统的全自动网格划分，然后才开始进行正式的仿真。

CST 电磁工作室™的一个显著特性是采用了基于需求的求解（*Method on Demand™*）功能，您可以针对不同的问题选择合适的仿真器或合适的网格类型。网格划分同时支持基于专家系统的六面体网格和标准的四面体网格。CST 电磁工作室™中支持六面体网格技术的仿真器都自带全新的理想边界拟合技术（PBA®）。与其他传统仿真器相比，仿真精度有数量级的提高。

本软件有五类不同的求解器，各自适用于特定的应用：

- 静电求解器
- 静磁求解器
- 稳恒电流（DC）求解器
- 低频（AC）求解器（准静磁和全波）
- 稳态热场求解器

所有这些求解器的仿真结果都能以各种不同的方式显示。而且其强大的交互式用户界面将会帮助您快速获取您所需要的器件特性。

最后一个突出特点是结构建模器的全参量化，它使您在定义器件时可以使用变量。通过与内建优化器和参量扫描工具相结合，CST 电磁工作室™能够胜任所有电磁器件的分析和设计。

谁应使用 CST 电磁工作室™？

所有处理电磁场问题的工程师都可以使用 CST 电磁工作室™。该软件特别适用用来快速有效地分析和设计以下器件：驱动装置、高压绝缘子、电磁屏蔽问题、传感器、变压器等等。CST 电磁工作室™是基于一种通用的三维算法，因此它事实上能够处理几乎所有静态场和低频场问题。

本软件基于一种需要将整个计算区域离散化的算法，因此其应用范围只受到结构的电尺寸限制。目前主流个人电脑可以仿真近一千万个未知量的问题。

CST 电磁工作室™的主要功能

下面将概述 CST 电磁工作室™的主要特点。请注意，因为口令的限制，这些特点您并不一定全部都能使用到。请与您当地的销售部门联系以获取更多的信息。

概要

- ☐ 基于 Windows 98, Windows NT, Windows 2000 和 Windows XP 的图形用户界面。
- ☐ 快速并能有效使用内存的有限积分 (FI) 算法。
- ☐ 理想边界拟合(PBA®)技术增强了使用六面体网格的求解器的性能。所有求解器支持六面体网格。

结构建模

- ☐ 基于先进的 ACIS 内核的参量化实体建模前端，并附带优异的结构可视化功能。
- ☐ 内含多种建模技术，可快速进行结构变换
- ☐ 可通过 SAT (如 AutoCAD®), Autodesk Inventor®, IGES, VDA-FS, STEP, ProE®, CATIA 4®, CATIA 5®, CoventorWare®, Mecadtron® 或 STL 格式文件，导入 3D CAD 数据
- ☐ 通过 DXF, GDSII 和 Gerber RS274X, RS274D 格式的文件导入 2D CAD 数据
- ☐ 可导入 Agilent ADS® 的布线 (layouts)
- ☐ 可导入 Sonnet em® 的模型 (8.5x)
- ☐ 可导入可视化人体模型数据集或其他 voxel 数据集
- ☐ 通过 SAT, IGES, STEP, STL, DXF, DRC 或 POV 格式的文件，导出 CAD 数据
- ☐ 可对导入的 CAD 结构进行事后参量化
- ☐ 材料数据库
- ☐ 基本结构模板

静电求解器

- ☐ 支持各向同性和各向异性材料
- ☐ 支持的场源：电位、导体电荷（浮动电位）、均匀体电荷密度和面电荷密度
- ☐ 可计算力
- ☐ 可计算电容量
- ☐ 支持电、磁、切向、法向、开放和等电位边界条件
- ☐ 支持理想导电面和线
- ☐ 3D 自适应网格加密
- ☐ 使用内建的参量扫描工具自动进行参量扫描
- ☐ 使用内建的优化器对任意目标自动进行结构优化

静磁求解器

- ☐ 支持各向同性和各向异性材料
- ☐ 支持非线性材料
- ☐ 支持的场源：线圈、永磁体、电流回路和外磁场
- ☐ 可计算力
- ☐ 可计算电感
- ☐ 支持电、磁、切向、法向和开放的边界条件
- ☐ 3D 自适应网格加密
- ☐ 使用内建的参量扫描工具自动进行参量扫描
- ☐ 使用内建的优化器对任意目标自动进行结构优化

低频求解器

- ☐ 支持各向同性和各向异性材料

- ☐ 支持的场源：线圈、电流回路、电压回路
- ☐ 支持准静磁（涡旋电流近似）分析和全波分析
- ☐ 可计算力
- ☐ 支持理想导电面和线
- ☐ 支持电、磁、切向、法向和开放的边界条件
- ☐ 3D 自适应网格加密
- ☐ 使用内建的参量扫描工具自动进行参量扫描
- ☐ 使用内建的优化器对任意目标自动进行结构优化

稳恒电流求解器

- ☐ 支持各向同性和各向异性材料
- ☐ 支持非线性材料
- ☐ 支持的源：电流回路、电位、电流端口
- ☐ 支持电、磁、切向、法向和开放的边界条件
- ☐ 3D 自适应网格加密

热求解器

- ☐ 支持各向同性和各向异性材料
- ☐ 体内传导热交换
- ☐ 对流和表面辐射热交换
- ☐ 热源：固定和浮动温度、加热源、涡流源和稳态欧姆损耗场、从 CST 微波工作室®中导入的介质损耗功率分布
- ☐ 支持切向热通量（绝缘隔热）/法向热通量（固定或浮动温度）边界条件

结果显示及导出结果的计算

- ☐ 3D 显示源的定义
- ☐ 以 XY 坐标显示非线性材料曲线
- ☐ 显示非线性材料的材料分布
- ☐ 可在仿真过程中显示中间结果
- ☐ 可将外部二维 XY 数据导入并显示
- ☐ 可拷贝/粘贴二维 XY 数据集
- ☐ 各种 2D 和 3D 显示方式（电场、磁场、功率流、表面电流等）
- ☐ 动态显示场分布
- ☐ 沿任意空间曲线对 2D 和 3D 场求解线积分并显示结果
- ☐ 沿任意曲面对 3D 场求解面积分
- ☐ 仿真得到的原始结果中通过模板导出用户指定的各类分级结果。此结果可用于优化目标的定义

导出结果

- ☐ 文件格式导出场、曲线等结果。
- ☐ 可导出结果场图的屏幕拷贝

自动操作

- ☐ 包括编辑器和调试器，功能强大并兼容 VBA (Visual Basic for Applications)的宏语言。
- ☐ 通过 OLE 的自动操作可与 Windows 环境(如 Microsoft Office®, MATLAB®, AutoCAD®, MathCAD®, Windows Scripting Host, 等)无缝集成。

注意一些功能在四面体网格中是不可用的。

关于本卷

本卷主要用于 CST 电磁工作室™的快速入门。它只是让您对关键性概念有个总体的印象，而不是包含所有概念的完整手册。理解这些概念有助于您在在线文档的帮助下有效地使用该软件。

本卷的主要部分是第二章：快速演练。它将指导您熟悉 CST 电磁工作室™中最基本的功能。我们强烈建议您仔细阅读此章。

版式约定

- 可在主菜单中选取的命令以如下方式显示：主菜单项⇨子菜单项。这表明您需要先选择“主菜单项”（如“File”），再选择相应的“子菜单项”（如“Open”）。
- 对话框中需要点击的按钮均以斜体显示，如 OK 按钮。
- 组合框用一个(+)来连接。Ctrl+S 表示您需要在按下“Ctrl”键的同时按下“S”键。

您的反馈

我们一直在努力提高本书的质量。无论您对本书有任何建议，均请将它们发送到：info@cst-china.cn。谢谢！

第二章 快速演练

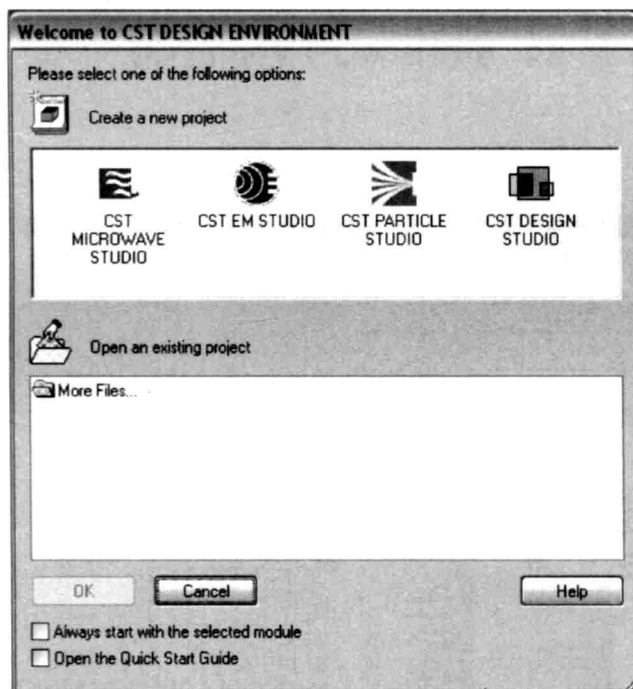
CST 电磁工作室™虽然极易使用，但事先了解一些相关事宜将有助于您更快上手。本章将概览软件的主要功能。认真阅读本章，是您快速掌握本软件的捷径。

本章涵盖了以下几小节：

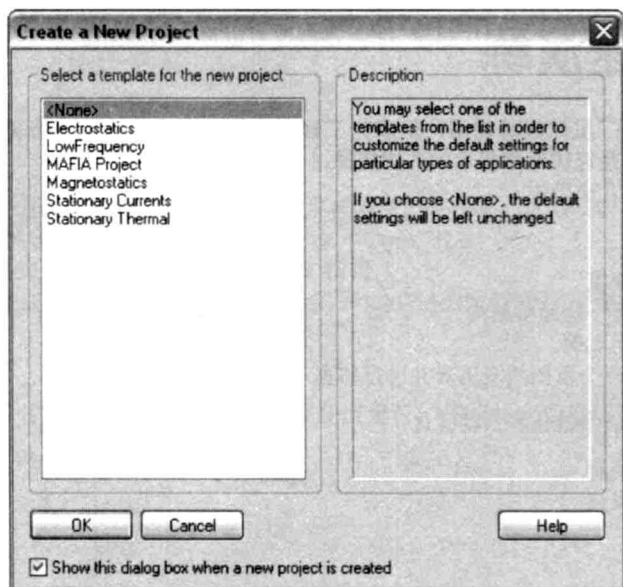
- ☐ 启动软件
- ☐ 用户界面概览
- ☐ 创建并查看一些简单结构
- ☐ 第一个应用实例
 - 建立一个密闭的变压器并进行仿真
 - 结构的参数化和自动优化
- ☐ 定义静态场源
- ☐ 热求解器概览

启动软件

启动 CST 设计环境™后，请您选择打开一个存在的文件或是新建一个项目：



请您在上面的对话框中选择 CST 电磁工作室™项目，并点击 *OK* 按钮启动 CST 电磁工作室™。您也可以将 *Always start with the selected module option* 选项打钩，这样每次启动 CST 设计环境™时都将自动切换到 CST 电磁工作室™的工作界面。CST 电磁工作室™启动后，您将看到如下窗口：



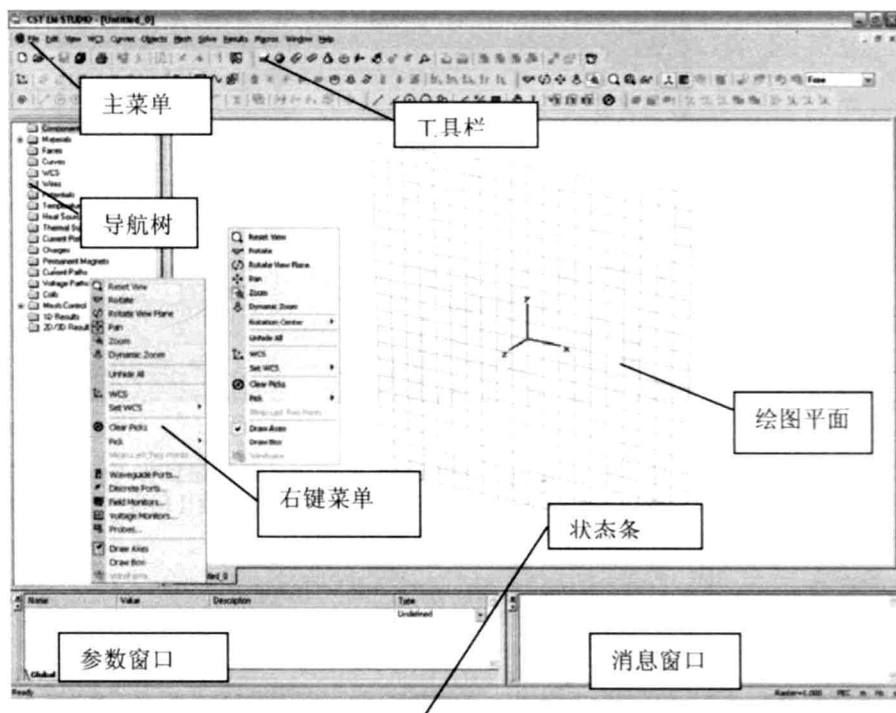
每次创建新项目时都将出现这个对话框。

在此您可选择预先定义好的模板，以便为您将要分析的问题类型自动设置合适的缺省参数。虽然所有这些设置在以后随时都可手动修改，但以合适的缺省设置开始将更为方便，特别是对新手尤为有利。如果您是熟练用户，您还可以自行定制预设模板或添加新的模板。

因为这是本章的第一部分，故请选择<None>，并点击 OK 按钮。

用户界面概览

下图是 CST 电磁工作室™ 主窗口界面。请您参照《CST 设计环境™ 2006 – 第一步》来获取更多信息，以便根据您的需要调整用户界面。



导航树 (navigation tree) 是用户界面的核心。您可通过它来访问结构单元及仿真结果。下一节我们将详述该树的一些条目。

右键菜单 (context menus) 提供了一种访问与当前内容相关的常用命令的便捷方式。此右键菜单 (点击鼠标右键便会弹出) 的内容是动态改变的。

绘图平面 (Drawing Plane) 是用户绘制模型结构的平面。由于鼠标只是一个二维的定位器，当需要定位三维结构时，坐标必须投影到绘图平面上，方可确定三维位置。您还可采用各种方法来改变绘图平面的位置和朝向。有了这些功能，该建模器就变得异常强大。

参数窗口用来显示定义的参数及参数的当前值。

消息窗口用来显示有用的文本消息（如：求解器输出）。

用户界面中的其他元素都是基于标准 Windows 的，故我们认为您理应对此十分熟悉。

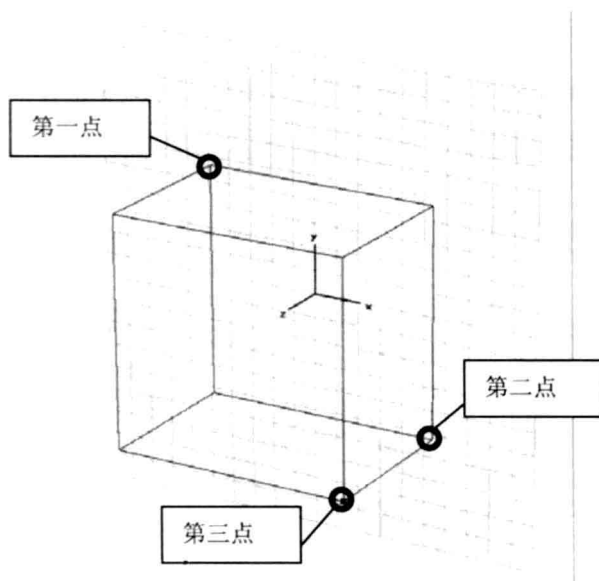
创建并观察一些简单的结构

用户界面介绍后，让我们来创建一些简单的结构。许多复杂结构都是由一些非常简单的基本单元组成的。下面我们将绘制一个基本单元：方块。

创建第一个“方块”

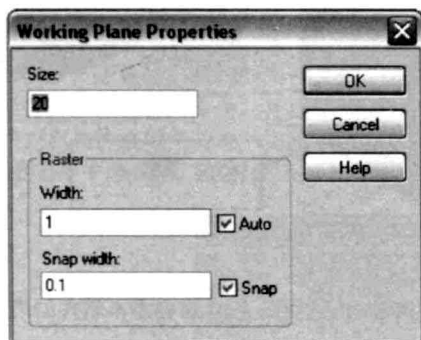
1. 首先，请点击工具栏上的 ，激活“方块” (Brick) 工具（亦可选择主菜单的 *Objects ⇨ Basic Shapes ⇨ Brick*），系统会要求您在绘图平面上定下方块的第一个点（请见主窗口的文字提示）。
2. 在绘图平面任意位置双击鼠标，便可确定第一点。
3. 再次双击绘图平面，确定方块的对角点。
4. 第三步是确定方块的高度，请拖动鼠标到适当的位置并双击确定。
5. 随之会弹出一个对话框，显示您刚才所确定的所有坐标数值。请点击 OK 按钮，保存设置，并创建您的第一个基本单元。

下图显示出这三次定义方块的双击：



在绘制其他基本图形之前，我们先来介绍几种定义一个点的方法。

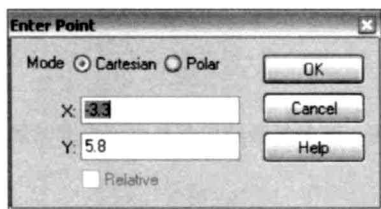
如上所示，最简单的定点方法是在绘图平面的特定位置双击鼠标；但在大多数情况下，都会要求您输入结构坐标的精确位置，这单靠鼠标定位很难办到，需要激活栅格模式。请选择主菜单 *Edit ⇨ Working Plane Properties*，随之弹出如下窗口：



在此对话框中，您可选择是否让鼠标每次点击捕捉（*Snap*）到的坐标均位于栅格上（默认为是），还可以改变捕捉间距（*Snap width*）。栅格宽度只影响绘图平面上显示栅格的视觉效果，不会改变实际的坐标映射关系。

注意：点击任何对话框中的 *Help* 按钮，都会打开包含了更多关于此对话框及其设置详情的帮助页面。

另一种定点方法是在需要指定坐标时按 *Tab* 键，然后在弹出的对话框中输入相应的坐标值。以下为图形的第一点已确定时的对话框：



您可以选择用直角坐标（*Cartesian*）或极坐标（*Polar*）的方式输入坐标值。后者的基点为系统坐标的原点。其角度为 X 轴和矢径的夹角，矢径（*Radius*）为原点到该点的距离。

第一个点设置好后，便可以选择相对（*Relative*）选项。此时输入的坐标便不再是从坐标原点算起的绝对坐标，而是以上一点为基准的相对坐标。

坐标对话框中的初始值通常为输入区中的鼠标位置，但有时需要将一个点设置在坐标系统的中心（0，0）。如果您按的是 *Shift+Tab* 键，则坐标对话框中的初始值将被自动设置为零，以方便您的输入。

第三种精确的坐标输入方式是先用鼠标大致定位，然后在最终的对话框中修正坐标数值。任何时候您都可以通过按下 *Esc* 键来跳过鼠标定点过程，这时将会立即弹出图形属性对话框。

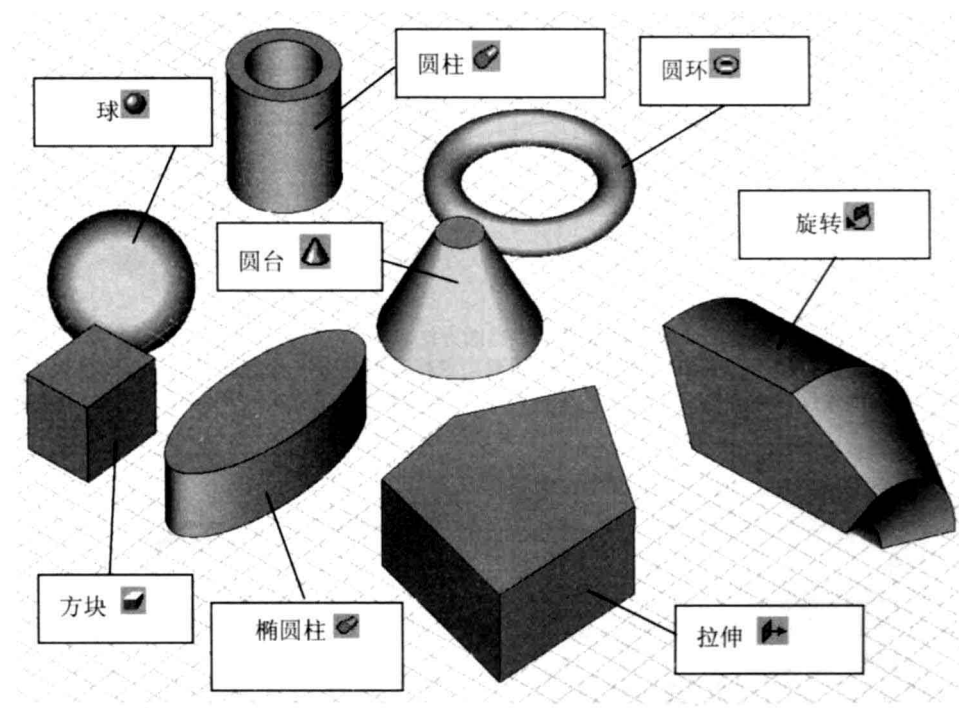
按下两次 *Esc* 键便可取消本次作图命令。按 *Backspace* 键可删除前一个被选点。如果还没有选定，则本次作图命令也将被取消。

请注意：创建方块还有另一种方式。在要求您指定方块的对角点时，如果您指定的点和第一点形成的是直线而非矩形，则会要求您先指定方块的宽度后，再确定高度。该功能在某些时候，比如定义位于介质基板中心的微带线时，非常有用。

定好第一点后，移动鼠标的同时按住键，可以限制鼠标只沿着直角方向移动，从而简化定义下一点的操作。

常用基本图形概述

下图给出了可用上述创建方块的方法来创建的所有基本图形。

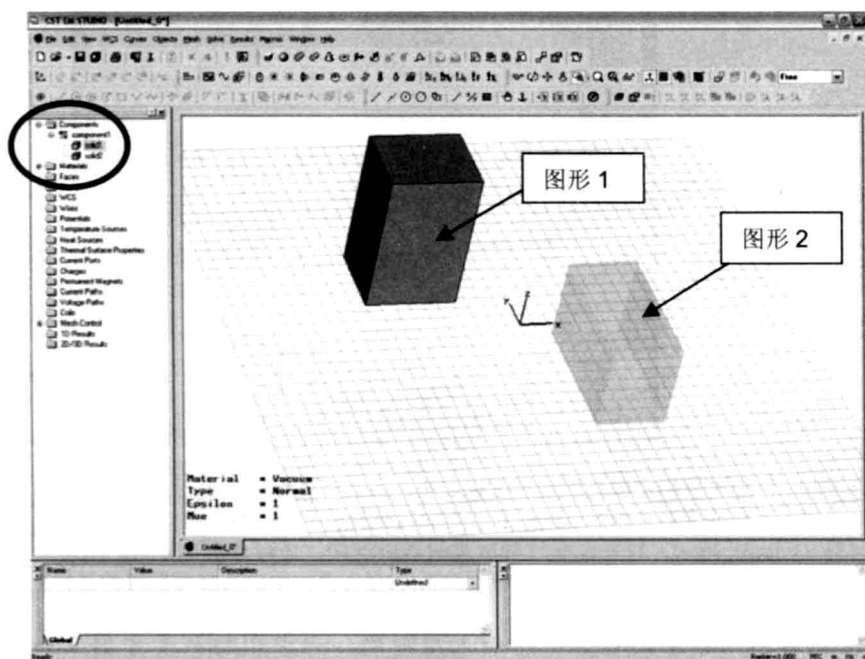


我们建议您现在最好是将所有的基本图形都试着创建一遍，以让您熟悉本软件的用户界面。

选择预先定义的图形，用组件来将图形分组和指定材料特性

每个图形被创建后，都会在导航树中自动编目归类。所有图形在 *Components* 文件夹中都可看到。打开 *Components* 文件夹后，您会看到一个叫做 *component1* 的子文件夹。该文件夹中包含所有已定义的图形。每个图形在创建时，都需在最终对话框中指定名字。默认的名字以“solid”加上依次增加的序号组成，如：solid1, solid2, ……。

在导航树中点击相应的条目，即可选定某个图形。请注意，被选中的图形显示为不透明状，而未被选中的其他图形则呈半透明状（请见下图）。此乃 CST 电磁工作室™ 的可视化图形选取。在主窗口中双击某个图形也可将其选取，同时导航树中对应的条目也将被选中。双击图形时按住 *Ctrl* 键即可进行多重选取。在导航树中通过点击图形名字来选取时按住 *Shift* 键，便可选取某个范围内的多个图形。请花少许时间来练习图形的选取。

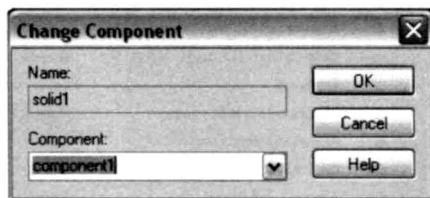


选取某个图形后，再选择主菜单 *Edit* ⇨ *Rename Object* 或按 *F2* 键，即可在导航树中更改其名字。

知道怎样选取图形后，接下来我们将讨论如何用组件（components）来对图形分组。每个组件均为导航树中 *Components* 文件夹的子文件夹，各自都可包含任意数目的图形。

使用组件的目的是为了将同类的几何元件归类，比如：连接器、天线等。将图形分组后，就可以对整个组件进行变换（包括拷贝）、删除等操作。

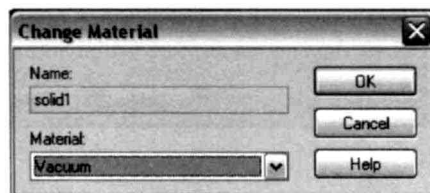
选择某个图形后，再选择主菜单 *Edit* ⇨ *Change Component*（亦可从右键菜单中选择），便可更改其组件。



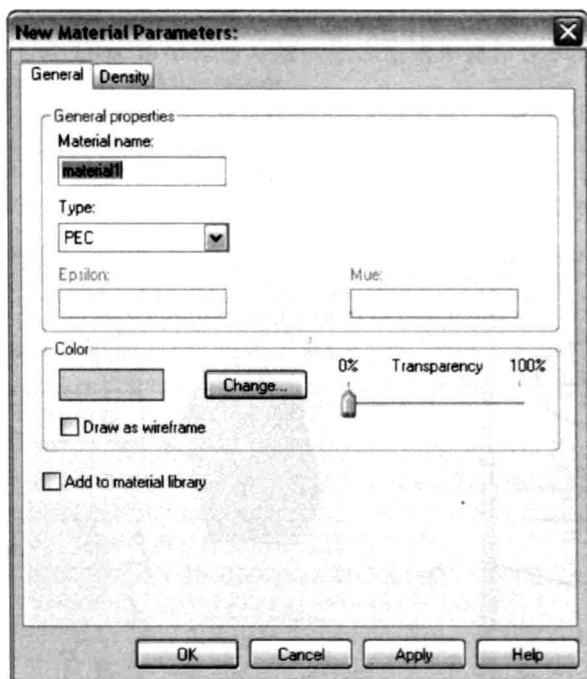
在此对话框中，您可从下拉框中选择一个已经存在的组件或是选择 [New Component]，创建一个新组件。新组件将自动命名为 *component1*, *component2*, ……。

图形的组件与其材料的物理特性无关。除了要指定组件之外，每个图形还需指定一种材料（material），它决定了此图形的视觉颜色。也就是说，材料的特性和颜色并不直接附属于图形本身，而是归属于材料。这意味着所有材料名相同的图形都具有同样的材料特性，并且以同样的颜色绘制。

更改某个图形的材料特性或颜色的唯一方法是将其指定为另一种材料名。请选中此图形，再选择 *Edit* ⇨ *Change Material*（亦可从右键菜单中选择），便可弹出如下对话框：

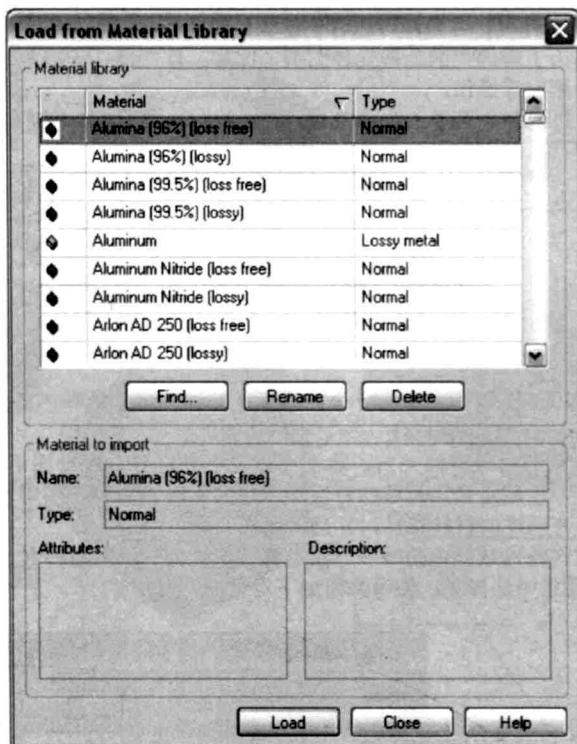


在此对话框中，您可从下拉框中选择一种已经存在的材料名或是选择 *(New Material...)*，创建一种新材料名。后者将打开另一个对话框：



在此对话框中，您可以指定材料的名字 (*Material name*) 及种类 (*Type*) (理想导体 PEC、常规介质、各向异性、非理想金属、不平整表面 *Corrugated wall* 或表面阻抗材料 *Ohmic sheet*)。注意：不平整表面 *Corrugated wall* 和表面阻抗材料 (*Ohmic sheet*) 只在四面体频域求解器中存在。还可点击 *Change* 按钮来改变材料的颜色。点击按 *OK* 键后，新建材料名被保存并出现在导航树的 *Materials* 文件夹中。选择导航树的某种材料，则属于此种材料的所有图形都将高亮，其他图形随之半透明化。

为了简化对常用材料的定义，特引入材料库。在使用材料库中的某种材料之前，得先选择 *Solve ⇌ Materials ⇌ Load from Material Library*，将其加入到当前项目文件中。这时打开以下对话框，显示出材料库的内容：

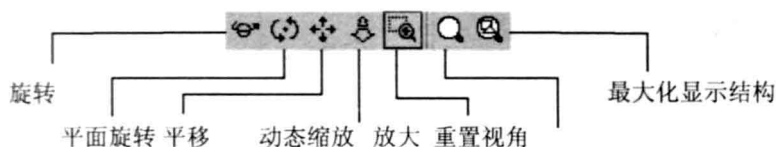


从列表中选择一种材料，并点击 *Load* 按钮，便可将其加入到导航树的 *Materials* 文件夹中。只要是此文件夹中的材料，均可被当前项目使用。您也可在导航树中选择一种本项目定义的材料，再选择 *Solve ⇌ Materials ⇌ Add to Material Library*，将其添加到材料库中。

改变视角

目前我们都是通过默认的视角来创建和观察图形。实际上在任何时候（甚至是作图过程中），您都可以通过如下的简单命令来改变视角。

无论何时，只要您按下鼠标左键并拖动鼠标，视角都会随您当前所选模式而改变。选择主菜单的 *View ⇌ Mode ⇌ Rotate/Rotate View Plane/Pan/Zoom/Dynamic Zoom*，便可改变视角模式，也可直接在工具栏上点击相应图标：



各种模式的效果如下：

- ☐ **旋转 (Rotate)**：结构将围绕两个屏幕轴旋转。
- ☐ **平面旋转 (Rotate View Plane)**：结构将围绕屏幕的法线旋转。
- ☐ **平移 (Pan)**：结构在屏幕平面随鼠标移动。
- ☐ **动态缩放 (Dynamic Zoom)**：鼠标下移放大，鼠标上移缩小。
- ☐ **放大 (Zoom)**：按下鼠标左键，拖动，在屏幕上画出一个矩形框，松开左键，矩形框将会放大至全屏，框内的物体也相应放大。

当松开鼠标左键时，动态视角调整模式也随之结束。选择主菜单 *View ⇌ Reset View* 或是右键菜单，可重置缩放比例。此功能同样可直接在工具栏中点击相应按钮实现。

选择 *View ⇌ Reset View to Structure* 或是空格键，将激活一个最重要的视角改变命令。它会把整个结构缩放到正好适合绘图窗口的大小。此外，同时按下 *Shift+Space* 键，则将只放大当前选中的图形，而非整个结构。

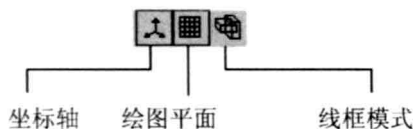
改变视角是交互式建模中很常用的操作，为此特设置了一些快捷键。按下相应的快捷键且按住鼠标左键后拖动：

- ☐ **Ctrl**: 对应“旋转”模式
- ☐ **Shift**: 对应“平面旋转”模式
- ☐ **Shift + Ctrl**: 对应“平移”模式

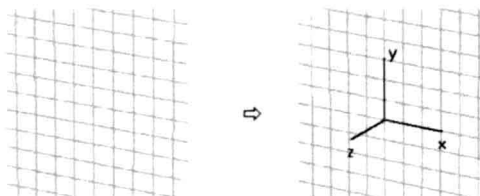
鼠标滚动轮对应“动态缩放”模式。

另外还有一些特殊的设置可以改变模型的视觉效果。

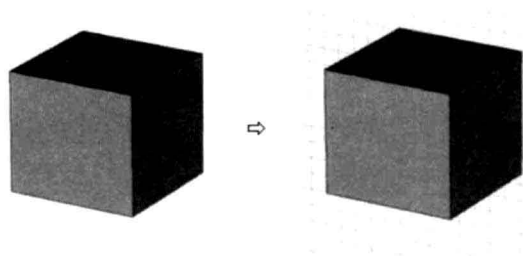
所有这些设置都可以在 *View* 菜单中找到，或直接点击 *view* 工具栏上相应图标：



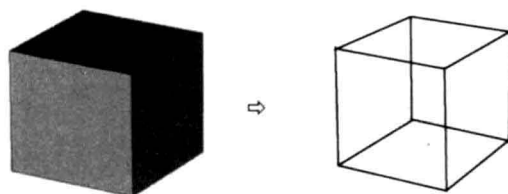
坐标轴 (Axes) (*View ⇌ View Options* 对话框, *Ctrl+A*): 指定是否显示坐标轴：



绘图平面 (Working plane) (*View ⇌ View Options* 对话框, *Alt+W*): 指定是否显示绘图平面：



线框模式 (Wireframe) (*View ⇌ View Options* 对话框, *Ctrl+W*): 指定所有的图形是以线框形式还是以实体形式显示:



几何变换

至此您已经知道了创建简单模型及改变模型视角的方法。接下来我们将讨论更高级的操作，首先是几何变换。以下我们均假设您已事先选定了将进行变换的图形（如在主窗口中双击某个图形）。

请选择主菜单 *Objects ⇌ Transform Shape*，右键菜单的 *Transform*，或点击工具栏图标 ，打开变换对话框。在此对话框中，您可进行如下四种选择：

- ☐ **平移 (Translate)**：让被选图形沿着一个矢量平移。
- ☐ **缩放 (Scale)**：让被选图形在坐标轴方向缩放。您可对不同的坐标方向设置不同的缩放比例。
- ☐ **旋转 (Rotate)**：让被选图形绕坐标轴旋转某个角度。您还可以在 *Origin* 栏中指定旋转中心。该中心可以是图形的中心（由系统自动计算），也可是任意指定的点。旋转角度和旋转轴在其相应的栏中设置。例如：在 *Y* 栏中输入 **45**，其余栏均为 **0**，则表示绕 *Y* 轴旋转 **45°**。
- ☐ **Mirror**：让图形对指定的平面镜像。在 *Origin* 栏和 *Mirror plane normal e* 栏中分别指定镜像平面上的某一点和镜像平面的法向量。

所有这些变换中，您都可以通过 *Copy* 选项来指定是否保留原图形。还可在 *Repetition factor* 栏中指定变换重复的次数。如果选中了 *Copy* 选项，则每次变换都将产生一个新图形。

在最后一个简单例子里，我们将演示变换对话框的使用。假设您定义好一个方块并已选中（如下图），请从右键菜单中选择相应条目（或主菜单 *Objects ⇌ Transform*），打开变换对话框。