

# ECOTEECT软件运用实例

## 2 ECOTEECT软件运用与实例

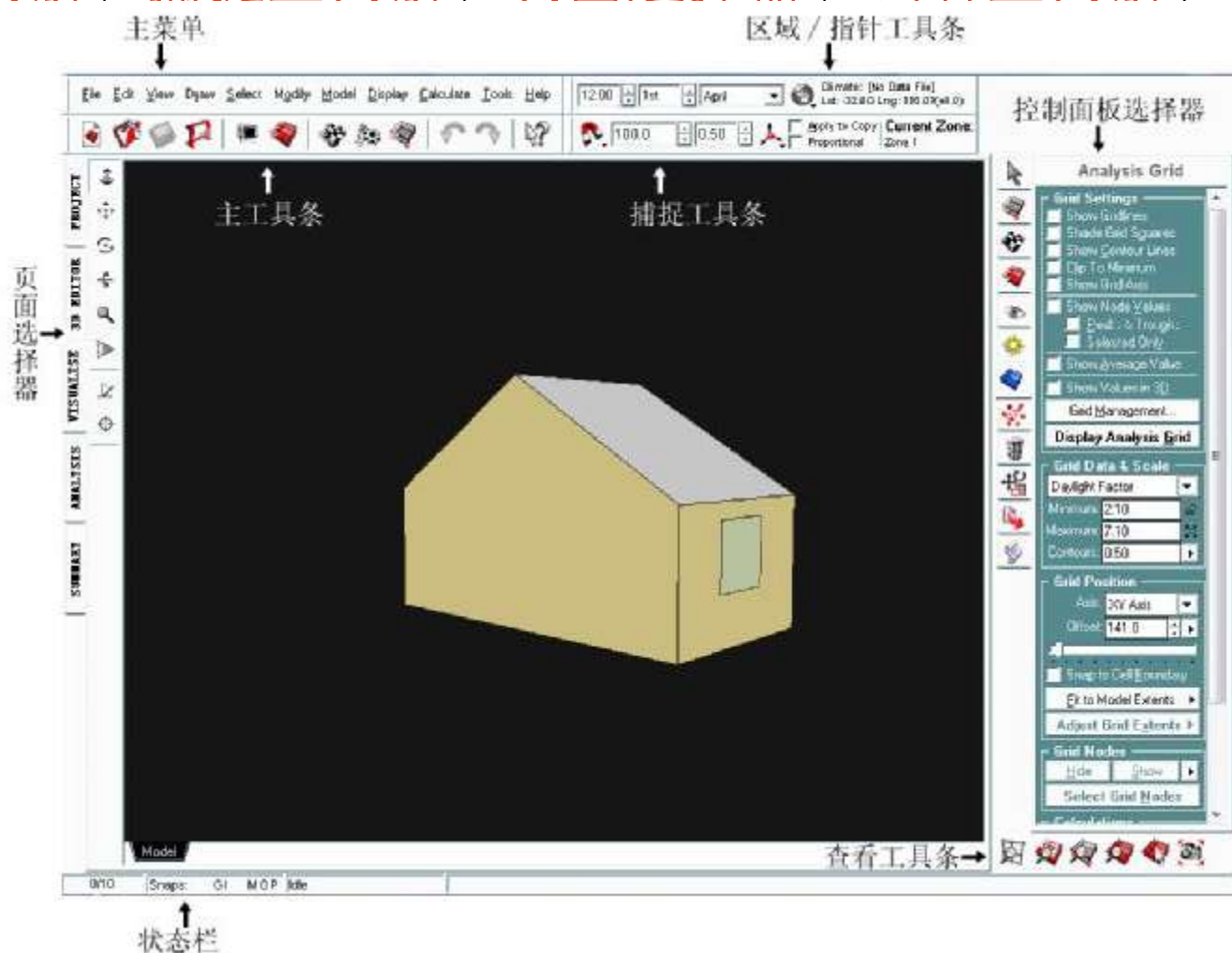
- ECOTEECT界面讲解
- ECOTEECT建模方法
- ECOTEECT分析运用实例

## 2.4.5.1 ECOTECH操作界面

- 本节要点:

1. ECOTECH界面布局;
2. ECOTECH交互式工具条;
3. ECOTECH各种命令。

第一次启动软件后，默认的界面主要由主菜单、区域/指针工具条、主工具条、捕捉工具条、页面选择器、查看工具条、状态栏以及绘图区等部分组成。



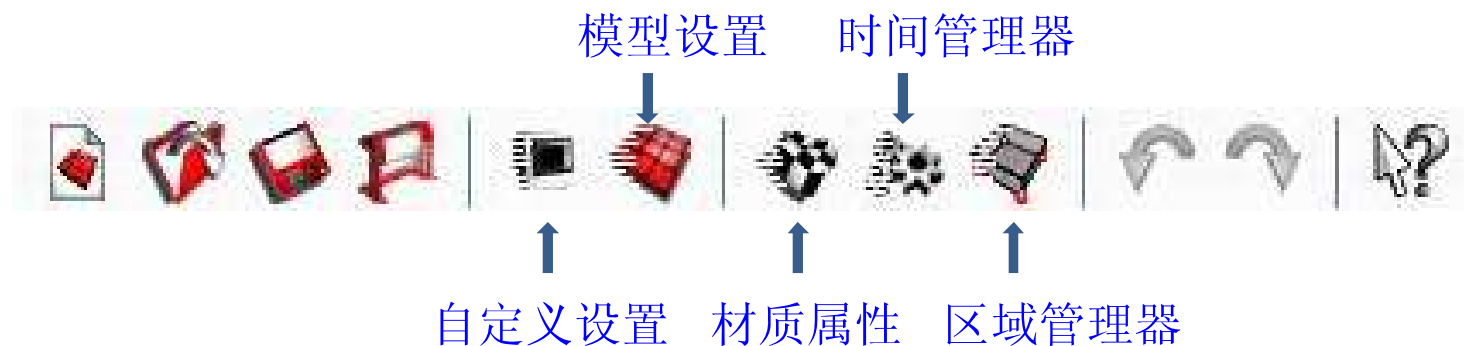
## (1) 主菜单

主菜单由11项组成，其中包括Ecotect中的大部分常用命令。

File Edit View Draw Select Modify Model Display Calculate Tools Help

## (2) 主工具条

此工具条包含了部分Windows标准命令以及Ecotect中的一些全局设置对话框的启动命令。



## 1.自定义设置 (Preferences)

# 其中部分Ecotect特有的命令主要有:

### 1.自定义设置 (Preferences)

这一命令将启动自定义设置对话框，其也可以从文件菜单中调用。自定义设置对话框用于配置软件的全局初始设置和参数。

### 2.模型设置 (Model settings)

这一命令将启动模型设置对话框，其也可以从模型菜单中调用。模型设置对话框用于配置模型中相关的设置和参数。

### 3.材质属性 (Material properties)

这一命令将启动材质管理器对话框，其也可以从模型中调用。材质管理器对话框用于设置和调整材料以及构造做法的相关属性。

### 4.时间管理器 (Schedule editor)

这一命令将启动时间表编辑器对话框，其也可以从模型菜单中调用。时间表编辑器对话框用于建立和调整时间表，这种时间表由365天组成，并可以逐时进行调节，其主要用于控制人员、设备的活动和行状况。

### 5.区域管理器 (Zone Management)

这一命令将启动区域管理器对话框，其也可以从模型菜单中调用。区域管理器对话框用于建立和管理模型中的各个区域。

### (3) 区域/指针工具条

此工具条用于设置日照、遮阳等热工计算用的日期、时间、地理经纬度和加载当地气象数据等，同时其右上角将显示当前设置的地理经纬度等信息，如图所示。另外在绘制模型状态下，区域/指针工具条变成物体的坐标数据输入框。



地理经纬度设置

### (4) 捕捉工具条

此工具条提供了捕捉距离、角度以及控制点的快速调整通道，另外通过它还可以调整原点设置和显示当前操作区域。



## (5) 查看工具条

此工具条中提供了缩放和窗选等与视图相关的操作命令。



## (6) 页面选择器

页面选择器用于不同视图页面间进行切换，Ecotect中有5种视图页面显示形式，在不同的页面中提供不同的数据信息，并且在页面上的工具也随之有所不同。

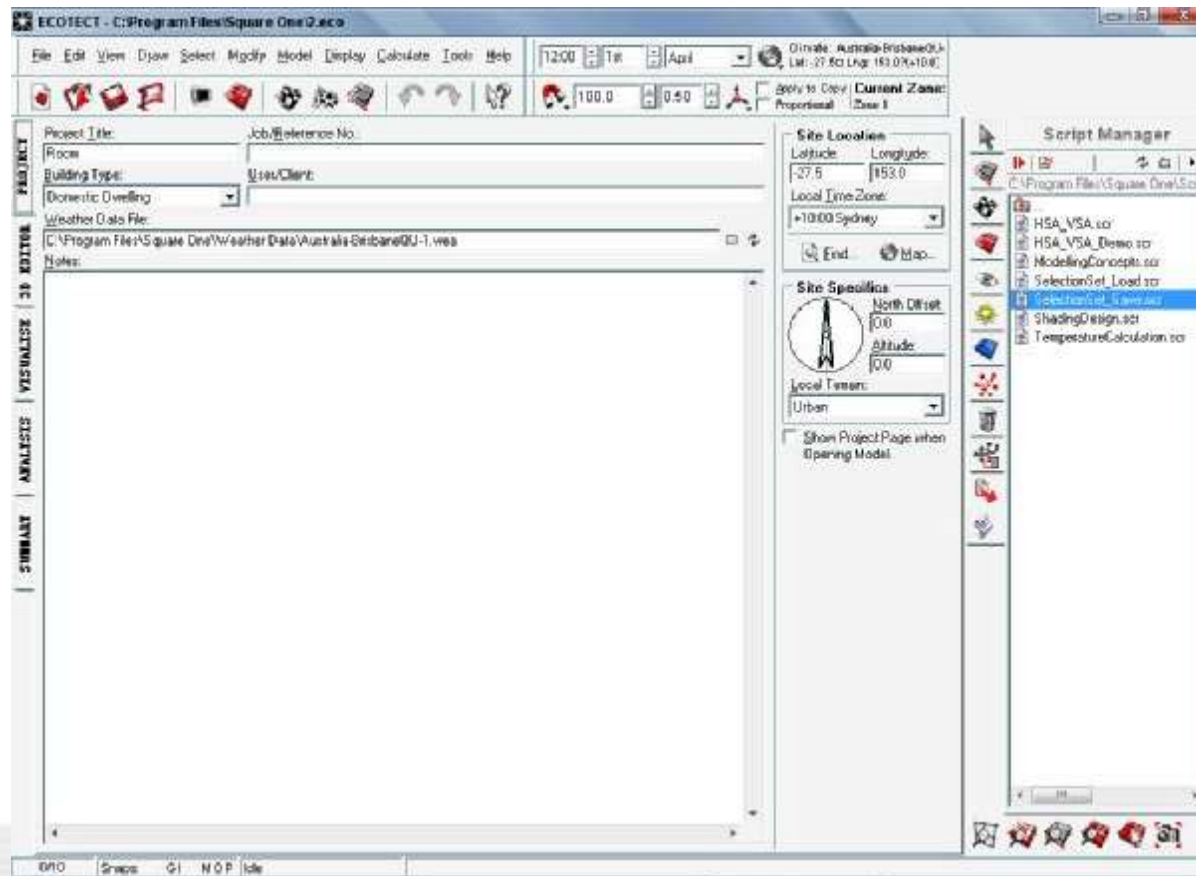


页面选择器



## 1. 项目信息视图 (PROJECT)

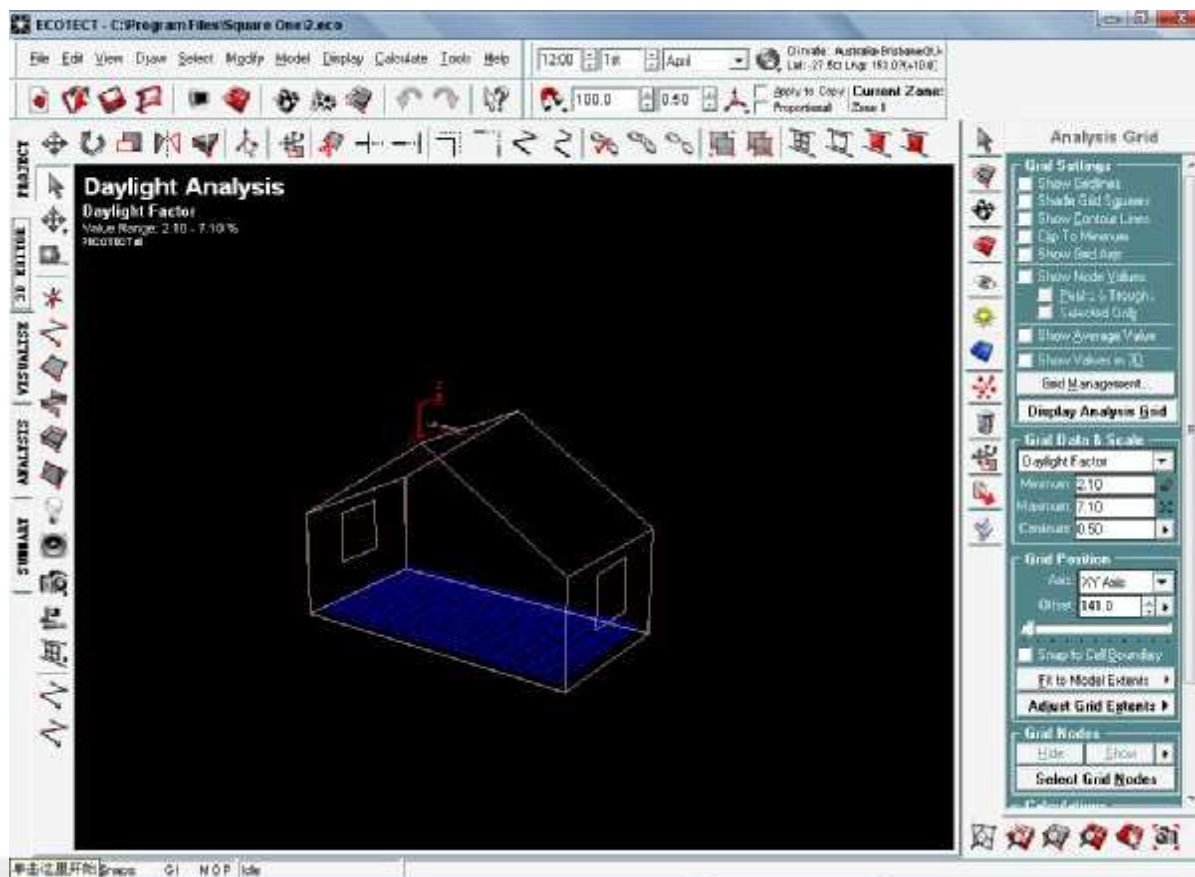
这一视图页面主要用来记录和显示项目基本情况，例如项目名称/所在地点以及气象数据文件等，如图所示。在开始一个新项目之前，首先要做的就是在这里输入项目的详细信息。





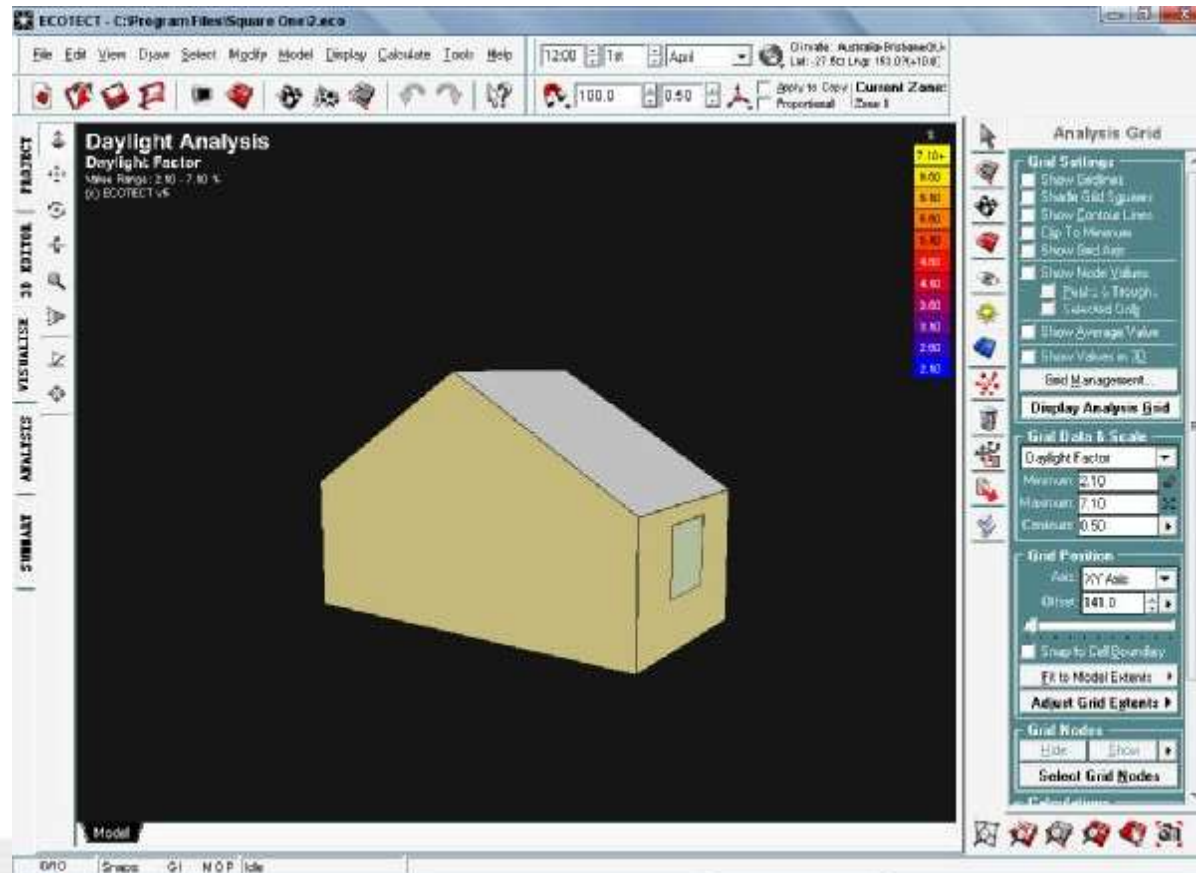
## 2. 三维编辑视图 (3D EDITOR)

这一视图页面主要用于建立几何模型，几乎全部的建模和修改操作都是在这一页面中完成的，在页面左侧以及上侧拥有建模和修改工具条，**工具条**涵盖大部分经常用到的建模和修改命令。



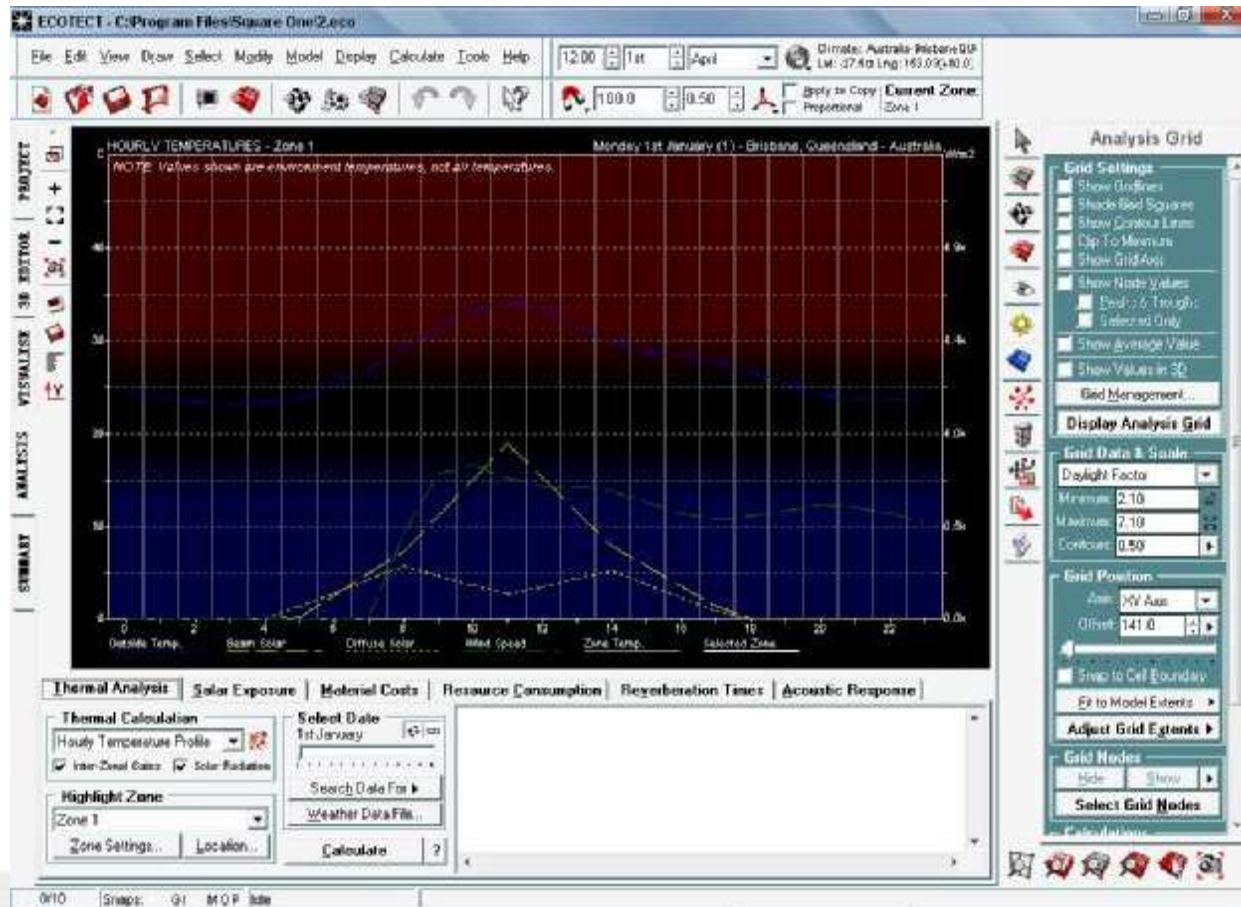
### 3. 可视化视图 (VISUALISE)

这一视图页面主要通过操作系统的OpenGL图形数据库来实时绘制模型及数据信息，其显示功能较三维编辑视图要强大得多，通常用于最终效果的展示。在可视化视图右侧包含了详细的页面操作命令。



#### 4. 分析视图 (ANALYSIS)

这一视图页面主要用来显示和控制Ecotect中的各项计算和分析，如图所示。为了便于对照分析结果与计算模型，分析页面也可以以浮动的方式独立于主界面之外。



## 5. 报表视图(SUMMARY)

这一页面可以以表格、网页等形式显示模型中各对象物体的详细参数和信息。报表视图是5.5版中的新增功能，它可以清晰地列表显示各类物体的详细信息，非常实用。

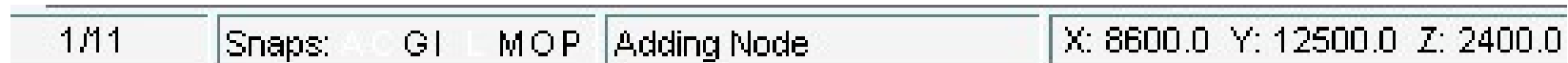
The screenshot shows the ECOTECT software interface. The main window displays a report titled "Report: Zone Summary". The report description states: "Description: Lists all thermal zones in the current model". Below the description is a table with the following data:

Zone Name	Areas				Volume (m3)	HVAC System	Temp. Range	Operation Hours
	Floor (m2)	Surface (m2)	Exposed (m2)	Window (m2)				
Zone 2	102.000	358.000	256.000	0.000	334.150	None	16.6-26.0	00-24:00-24
TOTAL	102.000	358.000	256.000	0.000	334.150			

The interface also includes a "Shadow Settings" panel on the right with various options like "Shadow Display", "Display Shadows", and "View From Sun Pos". The status bar at the bottom indicates "3/32", "2mcs", "G", "NOP", "EVALUATION ONLY", and "ECOTECT v5".

## (7) 状态栏

状态栏位于用户界面最下方，它可以显示当前捕捉选项、命令执行状态以及操作物体几何坐标等信息。



## (8) 控制面板选择器

在用户界面右侧一共排列有**12**个控制面板，用户可以通过它们对模型进行快速的操作和设置，控制面板选择器用于在上述面板中进行切换。需要注意的是部分面板命令在菜单中是没有的。



### 1. 选集信息面板(**Selection Information Panel**)

如图所示的选集信息面板，所选物体的各种几何信息和相关数据，如目标物体的类型、位置、面积和长度等数据都可以通过选集信息面板进行查询。

### 2. 区域管理面板(**Zone Management Panel**)

如图所示的区域管理面板，修改管理区域及其属性，在这里可以对区域进行删除、锁定、隐藏、冻结等操作，区域的操作非常类似于AutoCAD中的图层的操作。

### 3. 材质指定面板(**Material Assignments Panel**)

如图所示的材质指定面板，对指定模型中当前物体的元素类型和材质进行编辑。

### 4. 显示设置面板(**Display Settings Panel**)

如图所示的显示设置面板，这一面板中的内容与模型设置对话框中的内容是基本相同的，在面板中可以对模型的各种显示选项进行调整和设置。



## 5. 可视化设置面板(Visualisation Settings Panel)

如图所示的可视化设置面板，此面板主要用于控制可视化视图中的各种显示设置，例如可以在这里设置可视化页面中的背景色、线宽、草图以及雾化等效果。

## 6. 投影设置面板(Shadow Settings Panel)

如图所示的投影设置面板，此面板用于调整与太阳投影相关的各种设置和选项，例如可以隐藏或打开太阳投影、调节投影时间范围以及设置投影动画等。

## 7. 分析网格面板(Analysis Grid Panel)

如图所示的分析网格面板，此面板用于管理和编辑分析网格的各种属性以及调整其显示方式和状态，例如可以在这里设置分析网格的位置、单元大小以及数据的颜色和级差等。

## 8. 声波线和粒子面板(Rays and Particles Panel)

如图所示的声波线和粒子面板，此面板用于调整模型中声波线和粒子的显示状态和效果，其中包括了声波线和粒子的数量、发射方式以及状态等选项。



## 9. 参数化物体面板(**Parametric Objects Panel**)

如图所示的参数化物体面板，此面板用于参数化构建各种形式的物体，其中包括了坡屋顶、空间螺旋线以及球面等。5.5版中新增加了脚本控制几何物体功能，通过它可以创建出更复杂的空间几何物体。

## 10. 物体修改面板(**Object Transformation Panel**)

如图所示的物体修改面板，此面板用于对物体施加各种参数化可控修改操作，其中包括移动、旋转、镜像和阵列等。与工具条中的修改命令所不同的是，此面板中的命令可以进行更加精确的参数控制。

## 11. 输出管理器面板(**Export Manager Panel**)

如图所示的输出管理器面板，此面板用于向其他Ecotect所支持的软件输出相应的兼容数据文件，用户可以通过这一面板将当前模型数据输出到Radiance、EnergyPlus、Esp-r等软件中。

## 12. 脚本管理器面板(**Script Manager Panel**)

如图所示的脚本管理器面板，这是5.5版中新增的一个面板，其主要用于加载和运行用户自己编写的脚本文件。





## 2.4.5.2 Ecotect软件的建模方法

- 本节要点:

1. ECOTECT建模工具及运用;
2. ECOTECT模型包含的信息;
3. ECOTECT建模中区域的概念。

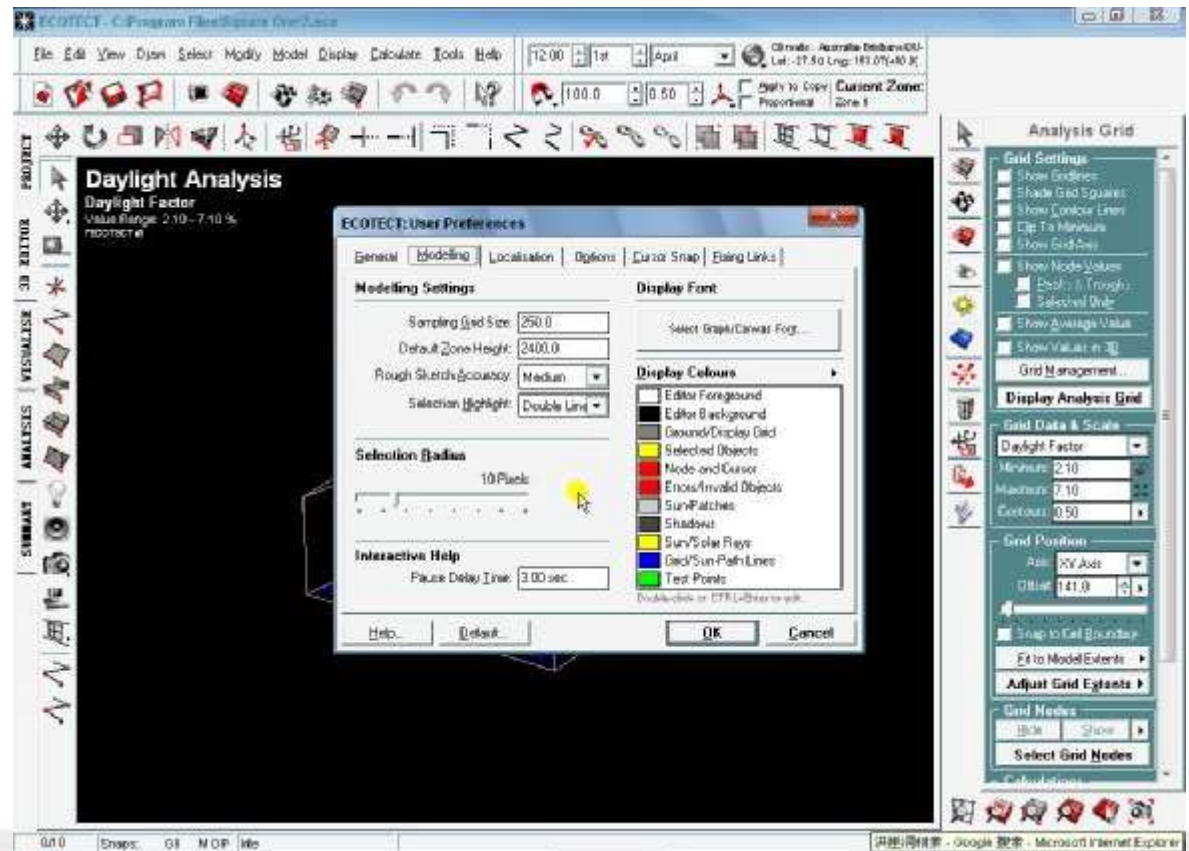
## (1) 模型概述

- **Ecotect**中的模型不同于单纯的几何模型，它同时包含了物体的**几何信息**和**建筑信息**，这些信息为各种数据分析和计算提供了有力的支持。
- **区域**是**Ecotect**中一个很重要的概念，不管是建模还是分析计算都可能会用到它。**Ecotect**中的区域基本上可以看成是一个功能或要求类似的空间或空间集合。
- **Ecotect**中不同类型的分析计算，对于模型的要求也是不完全相同的。
- 在**Ecotect**中要进行各种分析和计算，我们必须让程序知道模型中的表面方向，一般情况下，**Ecotect**中的**表面应该是朝向室外空间**的，在以后的讲解中若无特殊说明，均遵循以上原则。

## (2)坡屋顶建模实例

为了说明Ecotect的建模过程，我们通过一个小型坡屋顶的例子来熟悉Ecotect中建模的一般过程和主要特点。

首先在“**File**”（文件）菜单中点击“**User Preferences**(自定义设置)”打开自定义设置对话框，从中选择“**Modeling** (建模)”选项卡，在此选项卡中可以设置模型首层区域的高度，我们确定此模型首层区域的基本高度为2800mm，所以将其中的“**Default Zone Height**(默认区域高度)”改为2800mm。

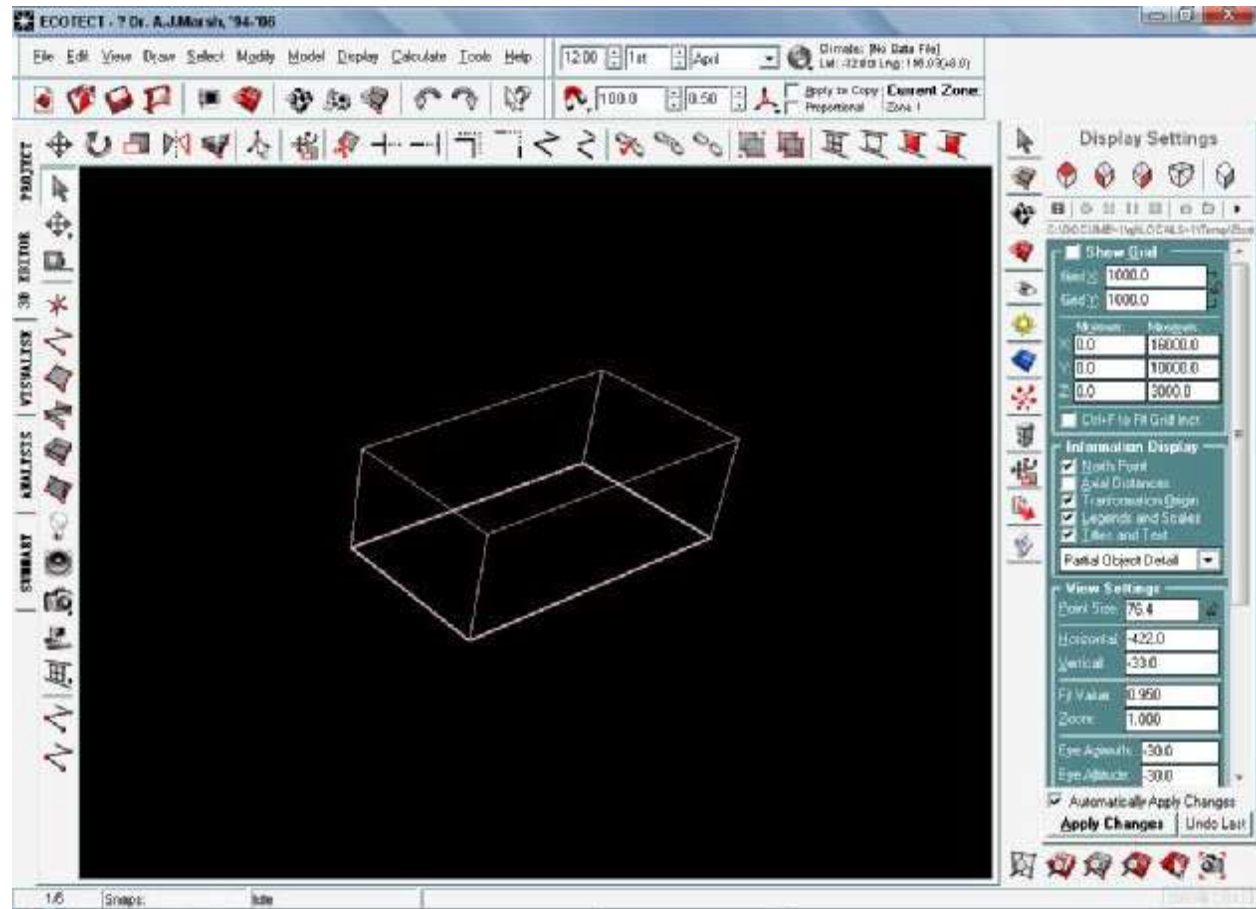


## 一、建立区域room

点击建模工具条中的“Zone”按钮，建立一个区域：

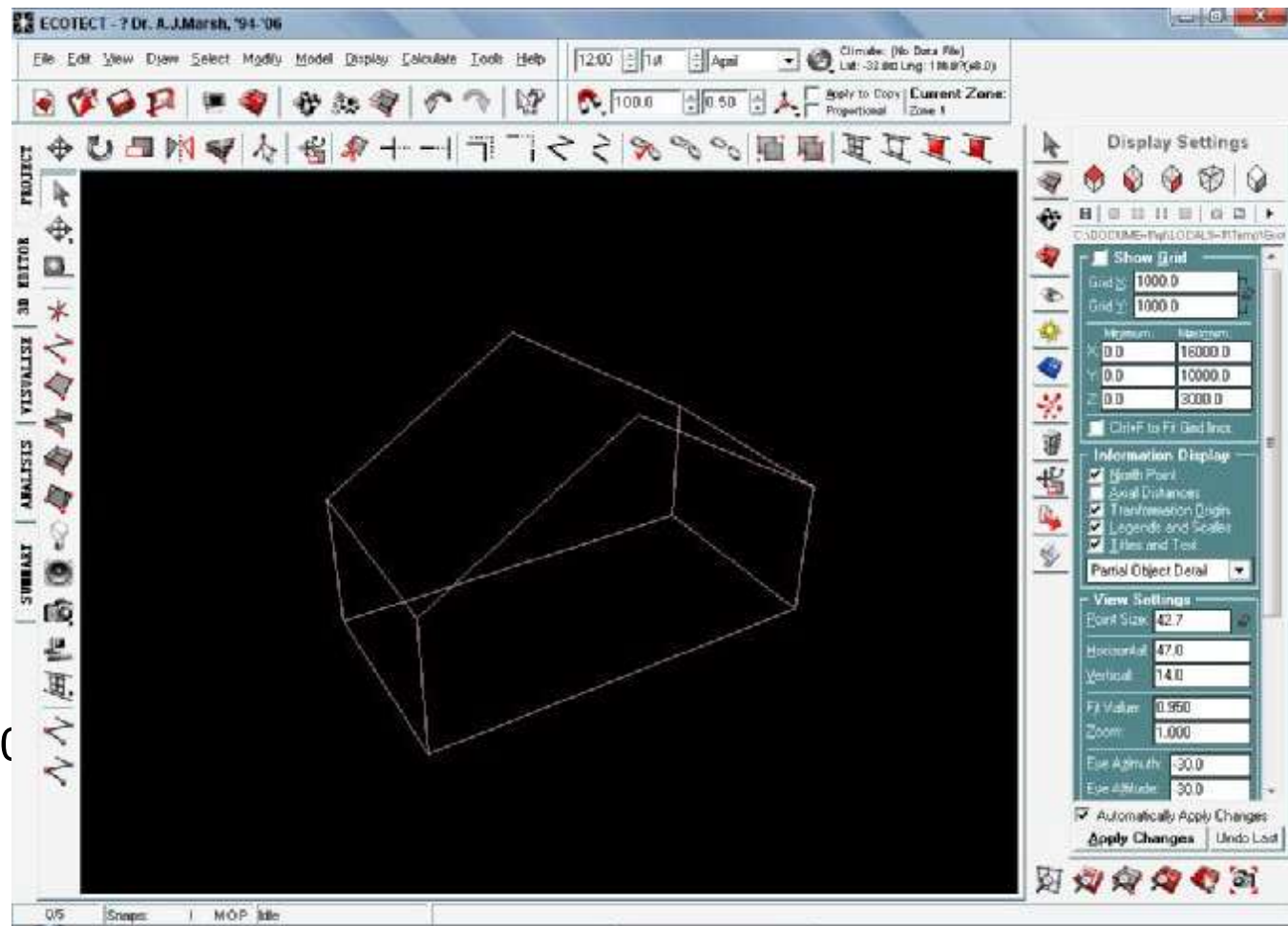
第一点：在 (Zone / Cursor)区域 / 指针工具条中输入dX=15400, dY=8000, dZ=0, 分别点击dX, dY和dZ下方的选择框, 使其从临时锁定状态(灰色选择)变为永久锁定状态(空白选择), 然后在绘图区中的十字坐标位置点击鼠标确定。第二点输入dX=-3500, dY=0, dZ=0, 第三点输入dX=0, dY=6800, dZ=0, 第四点输入dX=3500, dY=0, dZ=0。

结束此区域, 在绘图区中单击鼠标右键, 从菜单中选择退出命令。此时, 系统将提示为这个区域输入名称, 在这里输入Room。



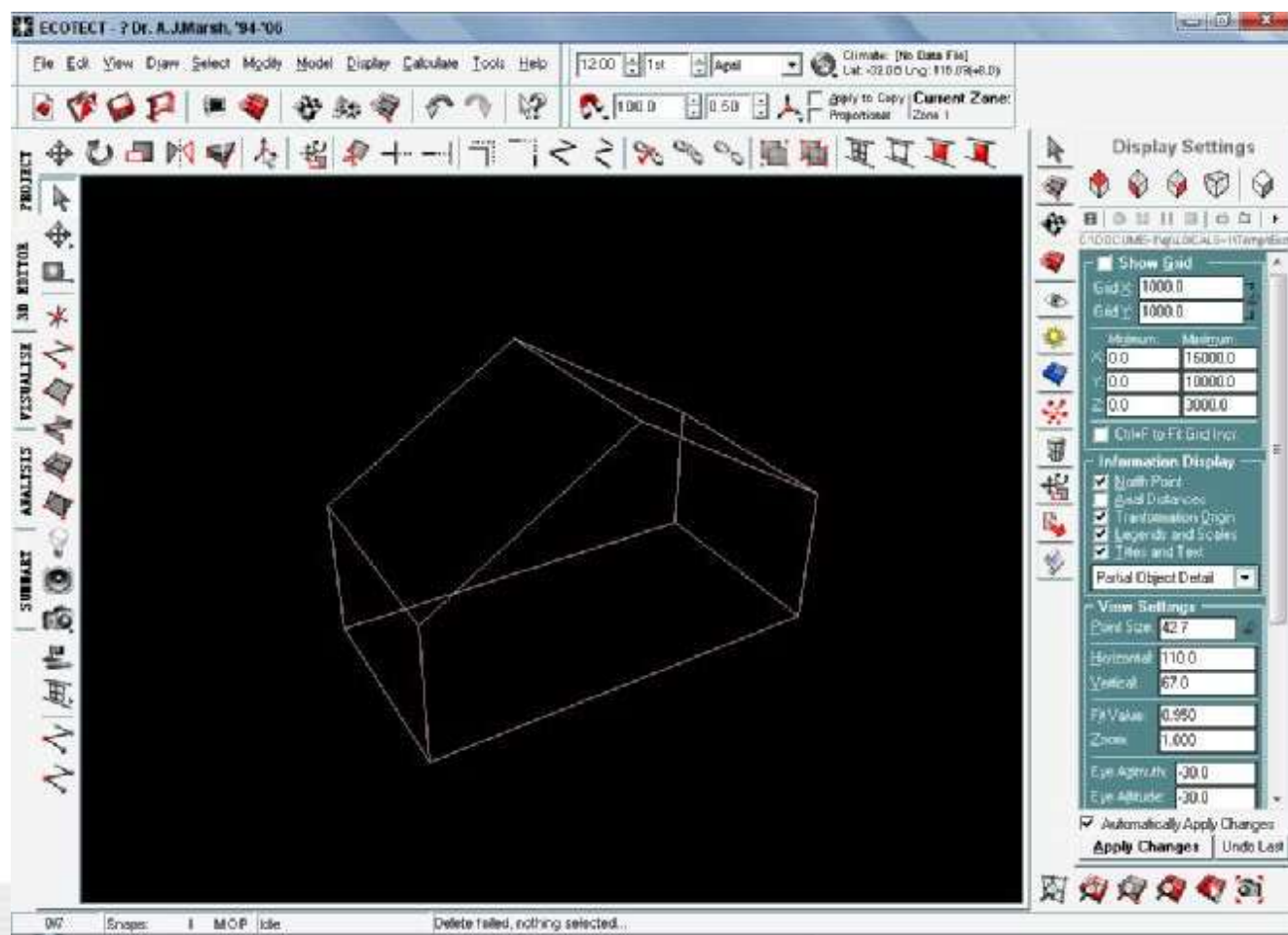
默认状态下，为了便于区分观察模型，系统将赋予每个新创建的区域以不同的**随机色**，不同计算机中的颜色可能有所不同。现在房间这个区域已经初步建立起来了，可是我们想要建立的**是一个双坡顶的房间**，所以还需要作一些修改和调整。

双击东侧墙体进入节点编辑模式，点击建模工具条中的**“Add Zone(添加节点)”**按钮，在此墙体的顶端线段任意一点单击鼠标左键添加一个新节点，在区域 / 指针工具条中输入  $dX=15400$ ， $dY=11300$ ， $dZ=4511$ 。同样在西侧的墙体上插入一个新节点，在区域 / 指针工具条中输入  $dX=11900$ ， $dY=11300$ ， $dZ=4511$ 。

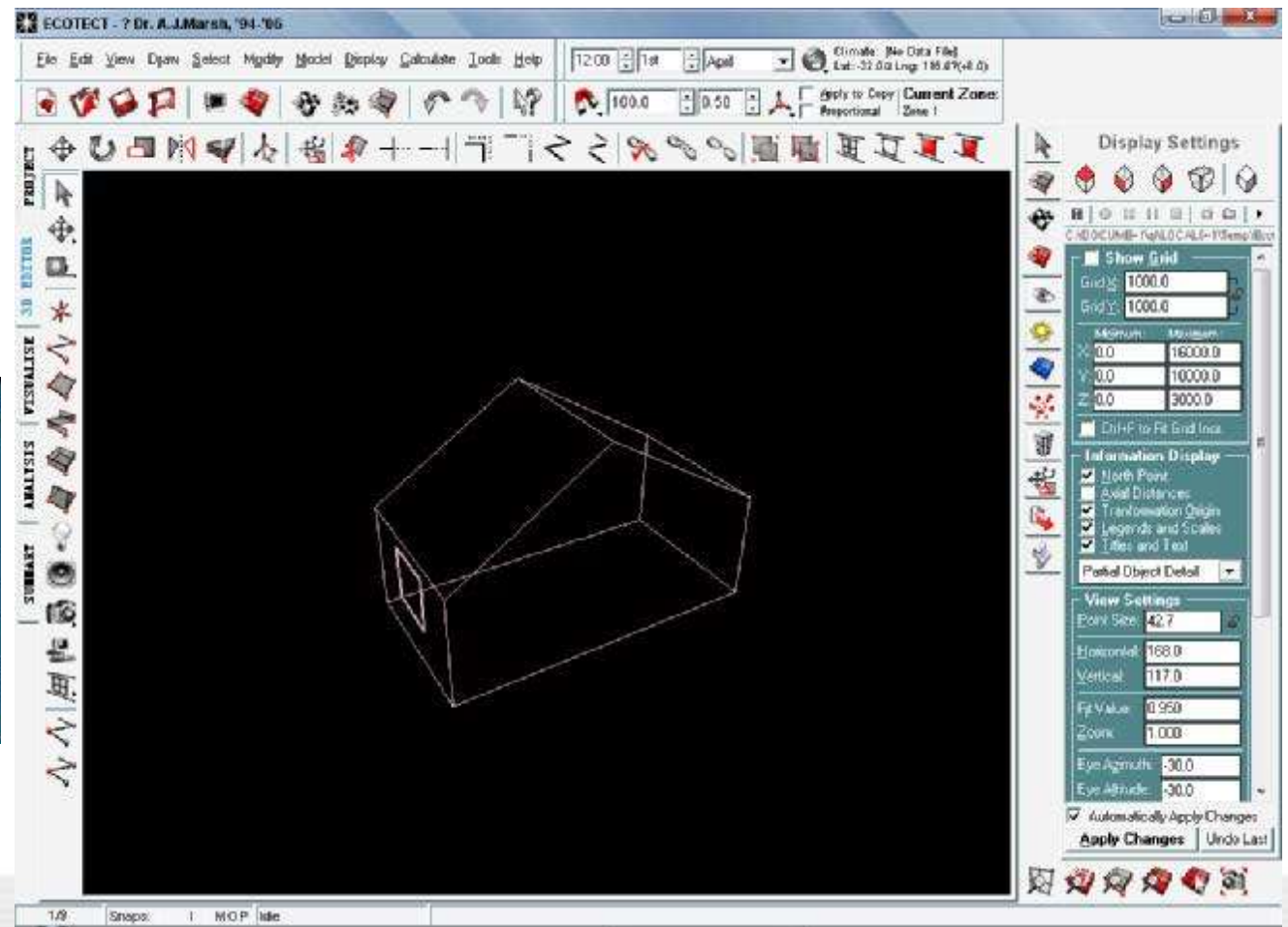
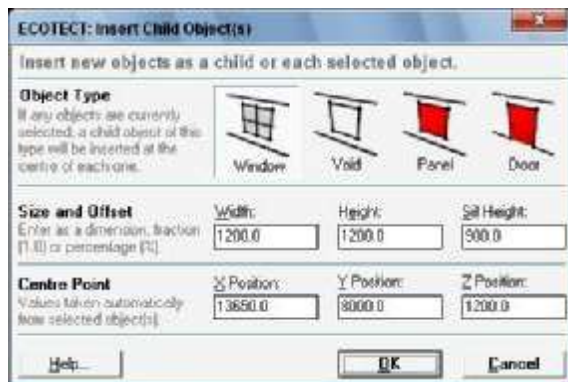




选中此区域中现有屋顶平面按“Delete”键删除。点击建模工具条中的“Plane(创建平面)”按钮沿刚才插入的两个节点和南侧墙体顶端的两个节点绘制南侧的坡屋顶。然后以同样的方法沿相应节点创建北侧的坡屋顶。

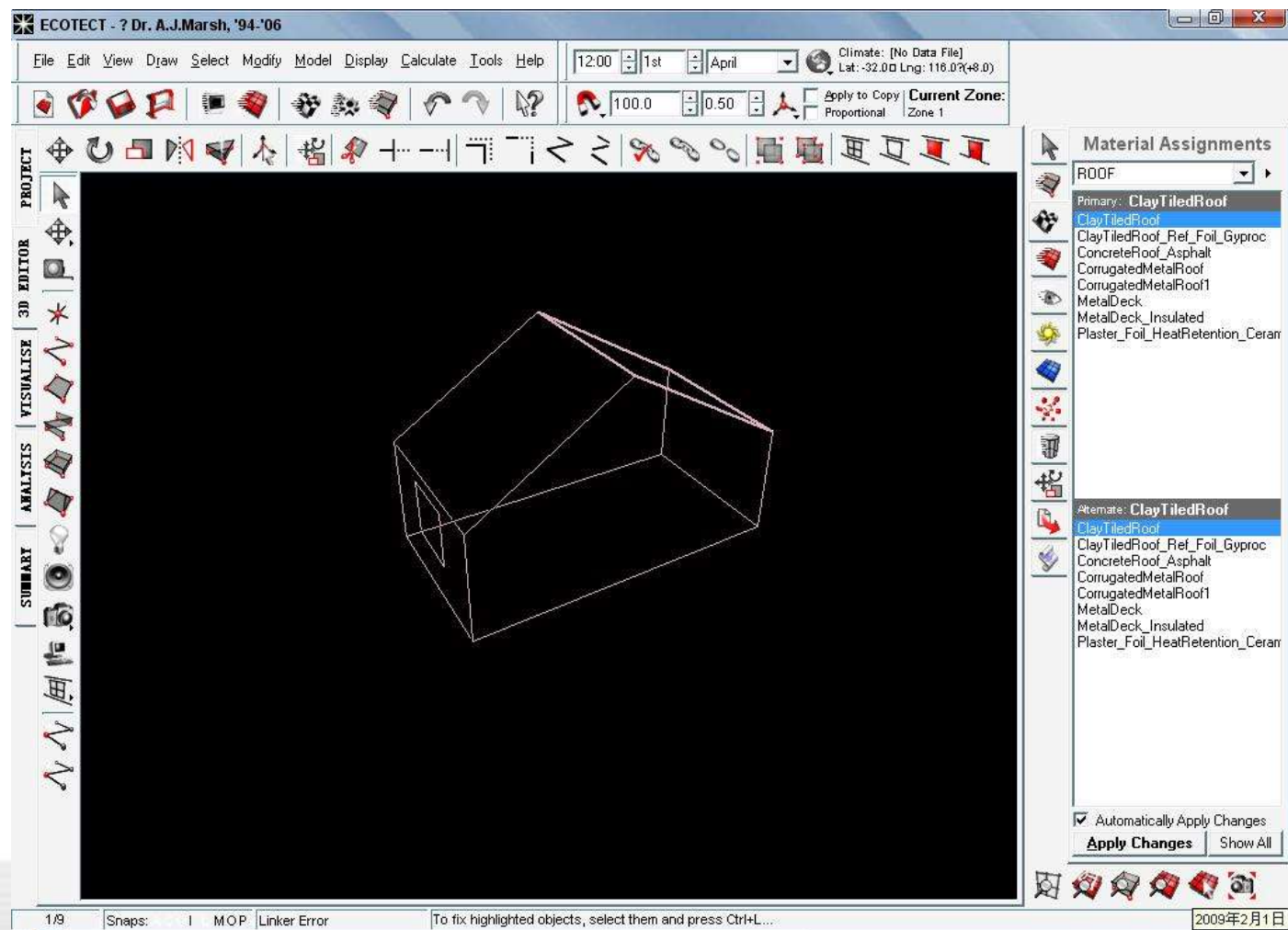


选择南侧的墙体，然后从Draw（绘图）菜单中选择“Insert Child Object(插入子物体)”命令，在插入子物体对话框中，选择插入窗户，宽度和高度均为1200，窗台高度为900，其他采用默认设置，点击“确定”按钮后在南墙的中心位置将插入一个1200×1200的窗户



在材质指定面板将此区域中所有屋顶物体的元素类型由**CEILING**改为**ROOF**，同时将它们的**Primary**(首选材质)和**Alternate**(可选材质)均改为**Clay Tiled Roof**，如图所示。

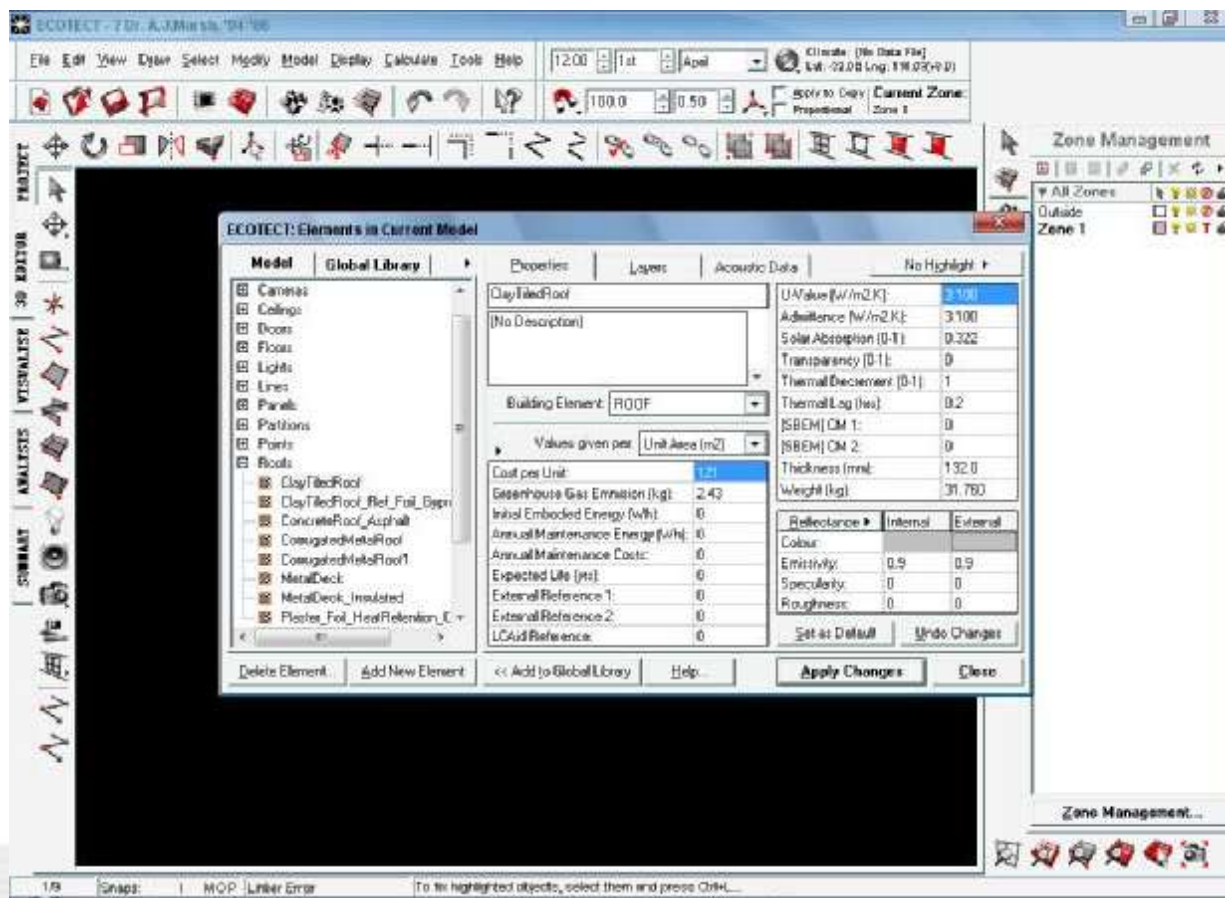
这样一个简单坡屋顶房间就建立起来了，我们还可以采用同样的方法建立其他房间与物体。为了方便观察建模效果，可通过按住鼠标右键移动的方法从不同角度观察模型。





## 二、调整材质颜色

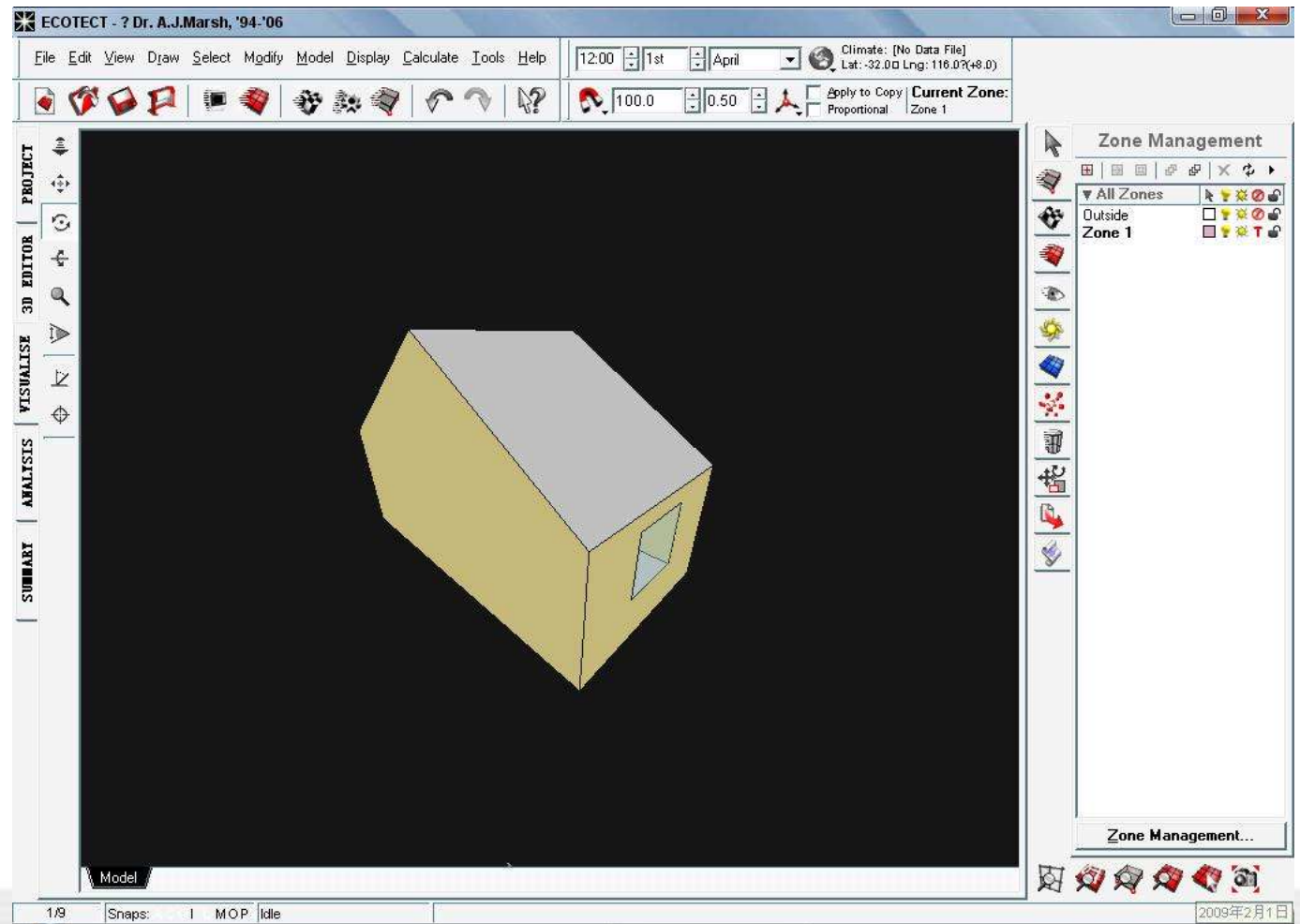
在主工具条中点击“**Material Properties**”按钮打开材质管理器对话框，从左侧列表中的**Roofs**(屋顶)类下选取**Clay Tiled Roof**材质，点击右下角**Reflectance**(反射属性)框中的颜色区，将其改为：R=192，G=192，B=192。这是一种淡灰色。



从左侧列表中的**Walls**(墙体)类下双击选取**Brick Timber Frame**材质，点击右下角**Reflectance** (反射属性)框中的颜色区，将其改为：R=196，G=185，B=123，浅黄色，如图所示。

从左侧列表中的**Windows**(窗户)类下选取**Single Glazed-Timber Frame**材质，将**Transparency**(透明度)改为0.55。点击**Reflectance** (反射属性)框中的颜色区，将其改为：R=158，G=191，B=194，淡蓝色。

至此，模型基本搭建完毕。ECOTECT简单的建模工具经过组合使用依旧可以搭建出较为复杂的模型。



## 2.4.5.3 ECOTECH分析运用实例

- 本节要点:

ECOTECH的主要分析功能：热工分析、日照分析、光环境分析、声环境分析等；

## (1)日照分析

太阳不断地以电磁波的形式向宇宙空间发射出巨大的能量，虽然距离遥远，但在地球上白昼时依然能够时刻感受到太阳的影响。

日照对于建筑和建筑设计都有着深远的影响，优秀的日照设计可以提高建筑的舒适度和卫生条件，降低采暖能耗并提供清洁的能源。

针对于设计阶段的要求，**Ecotect**提供了强大的日照分析功能，其涵盖了可视化投影遮挡分析、日轨图分析、遮阳的优化设计以及太阳辐射强度分析等诸多方面的内容。下面介绍日照和遮阳分析：

## 一、可视化投影遮挡分析

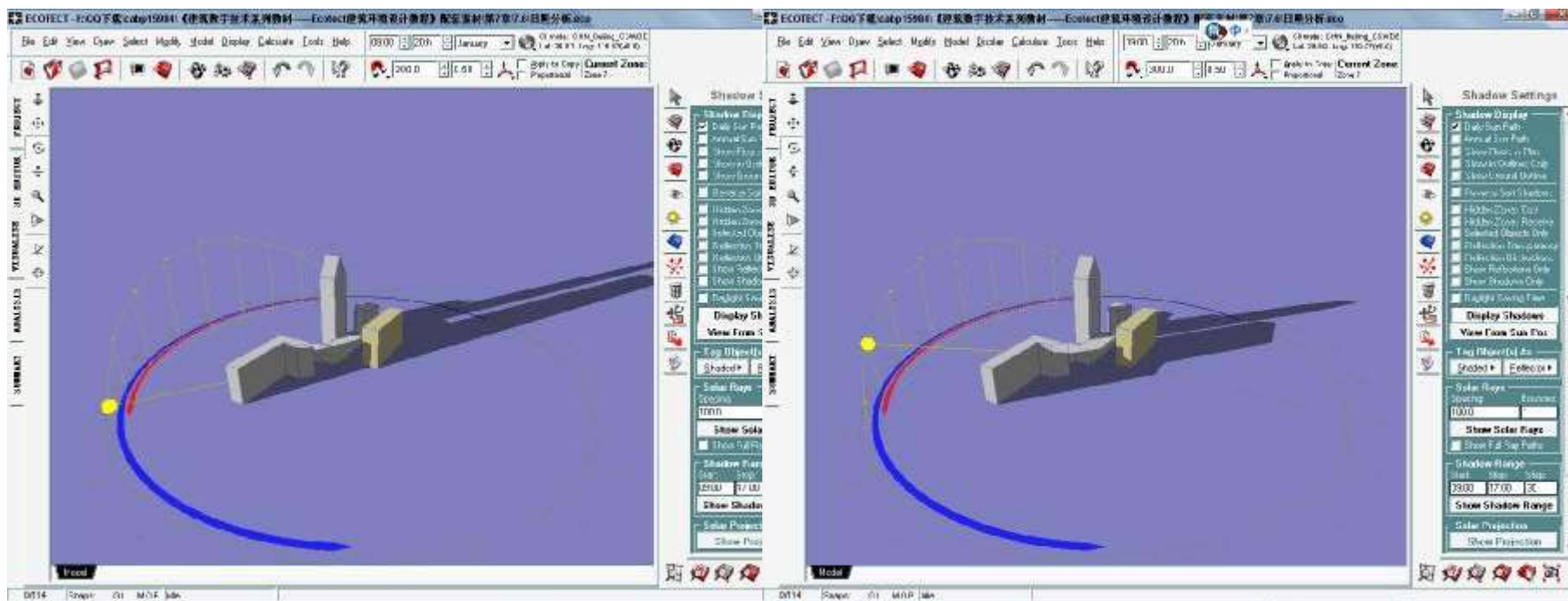
Ecotect提供了以各种直观的三维模型效果图来显示模型中的遮挡和投影状况的功能，交互性高，直观并且易于理解。此类分析一般不需要数据计算，用户可以通过调整模型得到实时反馈结果。通过**地理位置**、**日期**、**时间设置**，显示指定地点和时间的投影和遮挡。因此有如下作用：

- ①观察冬季建筑日照时间，判断是否满足日照标准，进行建筑日照辅助设计；
- ②观察遮阳设施夏季遮阳效果。
- ③观察室外广场地面在冬季和夏季的遮挡情况，辅助室外热环境设计，

点击右侧的投影设置面板即可进入，并在区域/指针工具条内设置地理位置、日期、时间等。这里的可视化主要指的是直观的三维模型分析，并非一定要进入可视化视图中分析。实际上除部分功能无法在三维编辑视图实现外，可视化投影遮挡分析中的绝大部分功能都可以同时作用于三维编辑视图和可视化分析视图，可视化投影遮挡分析功能主要位于“**Shadow Settings**(投影设置)”面板中。

## 1. 日太阳运行轨迹(Daily sun Path)

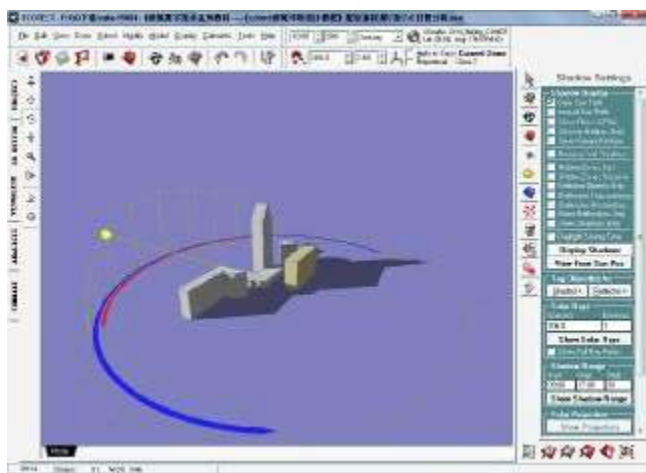
利用已建立好的ECOTECT模型文件，设置好北京的地理位置，进入“Shadow Setting”，选择“Daily Sun Path”，点击“Display Shadow”。此功能将在视图图中以黄色虚线绘制北京地区1月20日太阳运行轨迹和指定时间的太阳位置。在“区域 / 指针”工具条中改变日期时间，太阳运行轨迹以及太阳的位置将发生相应变化。也可使用鼠标拖动太阳来调整时间。图为范例模型在不同时刻的投影状况。



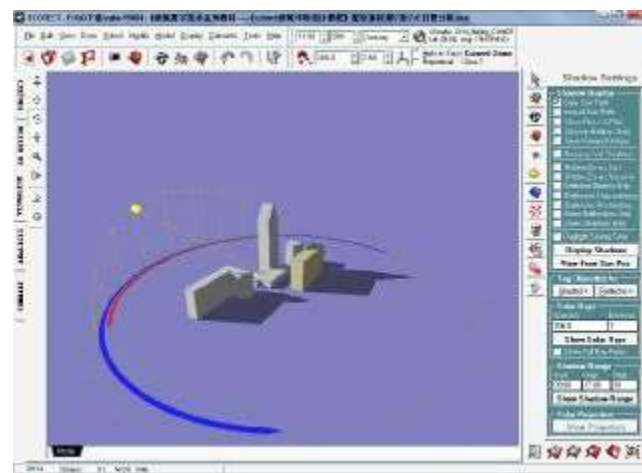
a 8时的投影遮挡状况

b 9时的投影遮挡状况

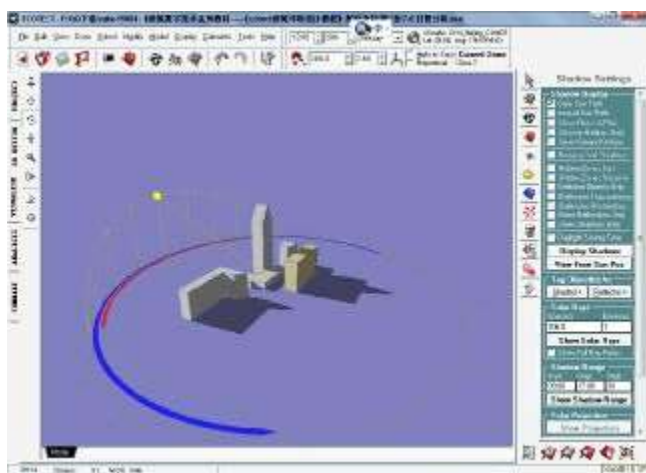




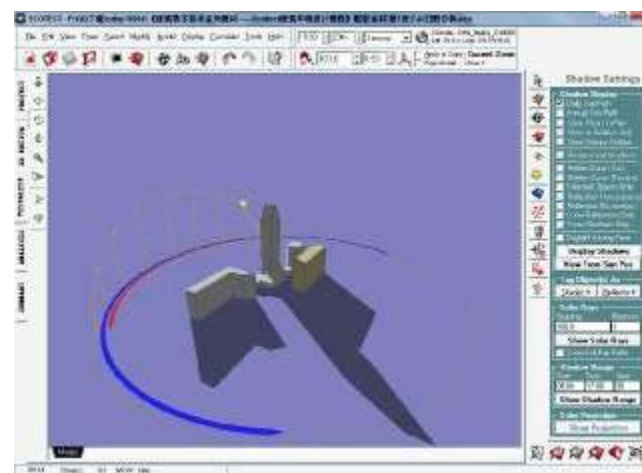
c 10时的投影遮挡状况



d 11时的投影遮挡状况



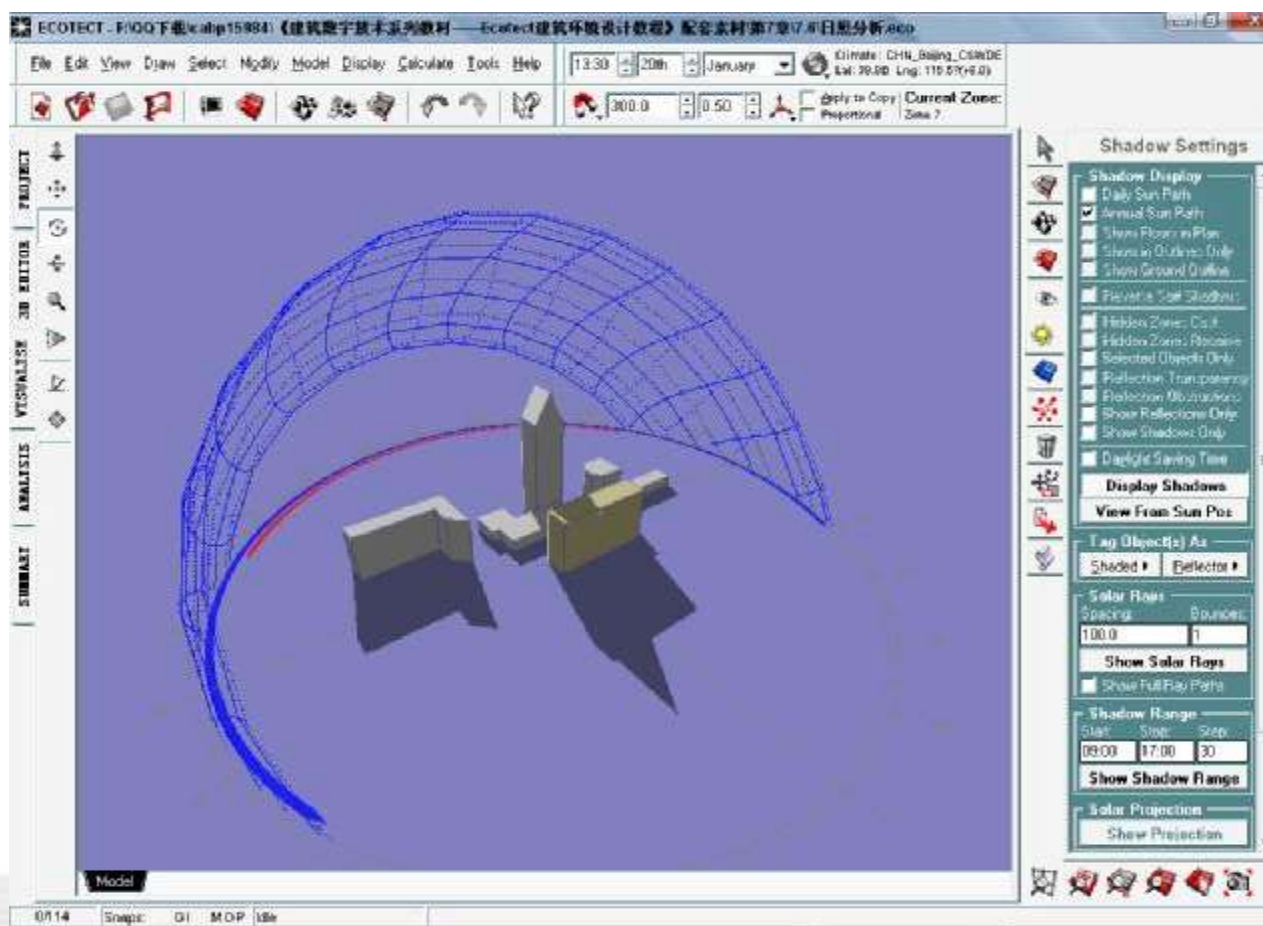
e 12时的投影遮挡状况



f 15时的投影遮挡状况

## 2. 年太阳运行轨迹

在投影设置面板中点击**Annual Sun Path**，将在视图中绘制全年太阳运行轨迹，其中“8”字形曲线表示了全年中的等时运行轨迹，蓝色弧线表示了全年各月1日的运行轨迹。在三维视图中必须要开启阴影显示才能使用该功能，在可视化视图中没有此项限制。

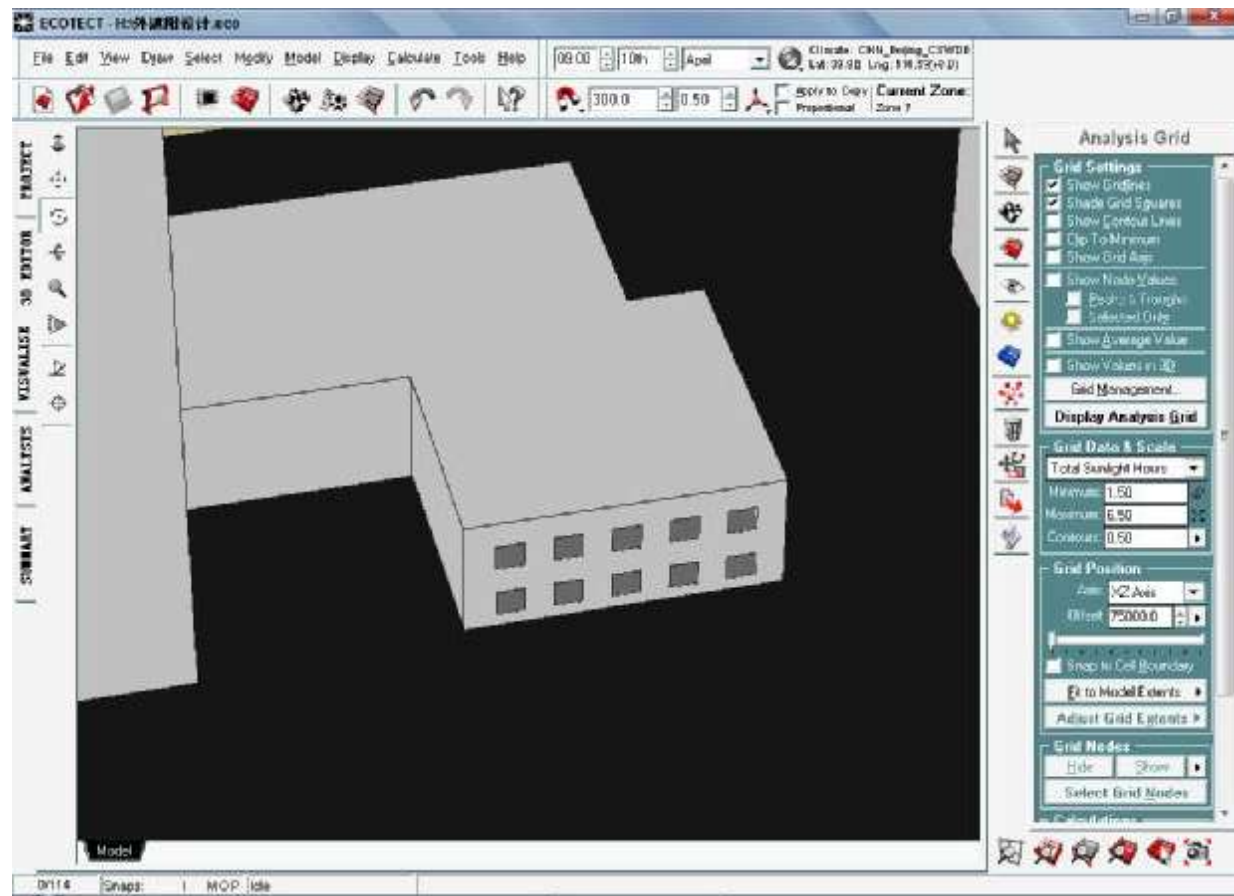




## (2)遮阳优化设计

外遮阳是建筑中的重要组成部分，它可以调整进入室内的直射阳光，降低空调负荷并提高室内舒适度，因此在建筑方案设计中，外遮阳的设计和优化是一个非常重要的过程。这里我们用一个例子来说明利用**Ecotect**对外遮阳进行设计优化的过程和方法。

打开预先建立好的模型文件。因为遮阳总是相对窗户而言的，所以我们要分析的窗户已经绘制在模型中裙房的南立面上。这是位于首层和二层的十个最常见的矩形窗户，宽1800mm，高1200 mm。由于首层和二层是类似的，所以我们只需要分析一层即可。



建筑三维视图

## 一、绘制首层东侧窗户的遮阳

进入**区域管理**面板，通过**右键菜单**新建一个名为“遮阳”的区域。在计算菜单中点击“**Shading and Shadows—>Shading Design Wizard(遮挡和投影—>遮阳设计向导)**”启动遮阳设计向导对话框。

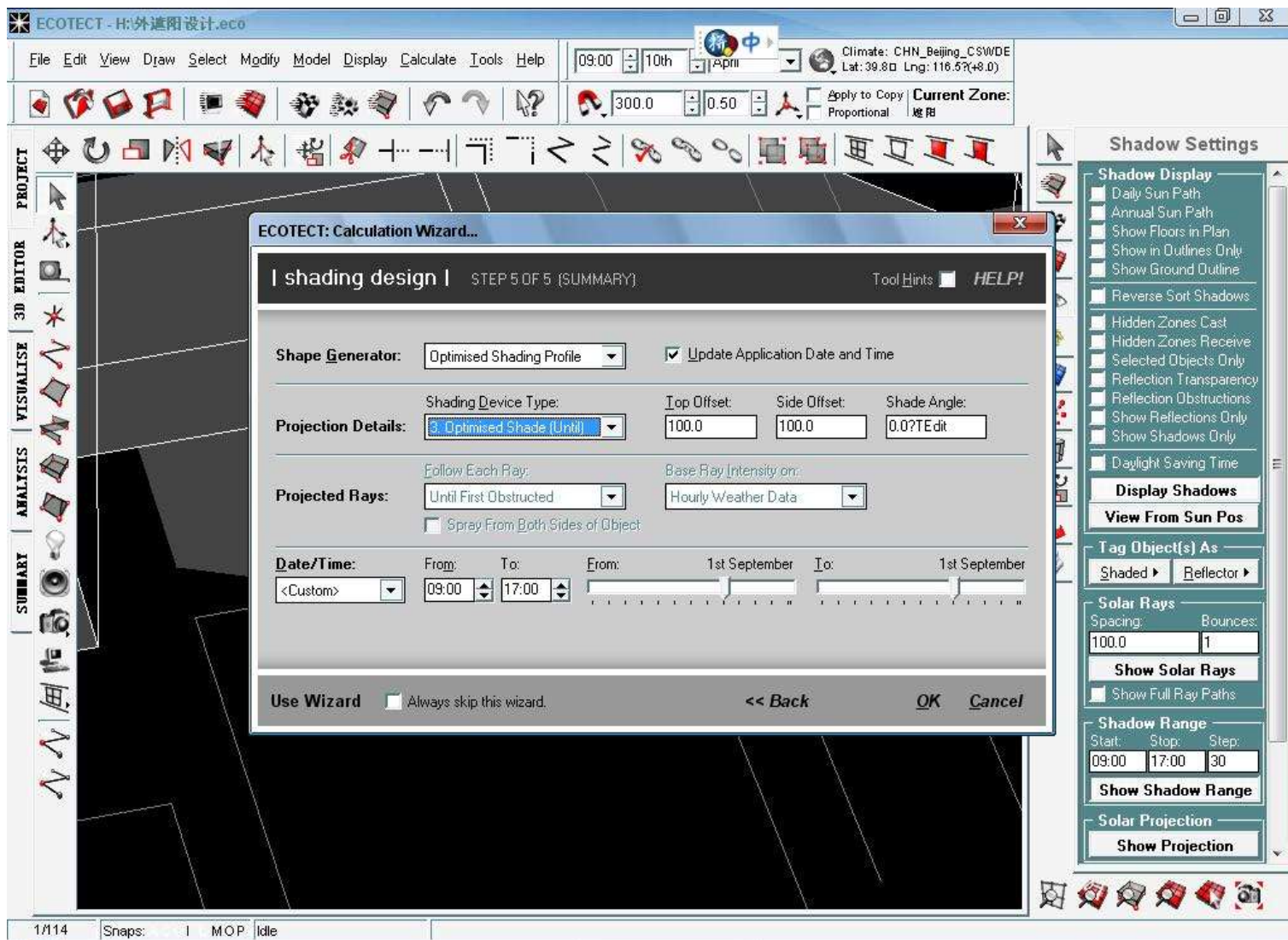
第一步向导用于选择计算类型，我们选取“**Generate Optimized Shading Device(优化遮阳设计)**”选项，点击“Next”进入第二步向导；

第二步向导主要用于物体选择，在模型中选取首层最东侧的窗户，点击“Next”进入第三步向导；

第三步向导主要用于日期和时间段范围选择，我们定为9月1日，时间为9点到17点，点击“Next”进入第四步向导；

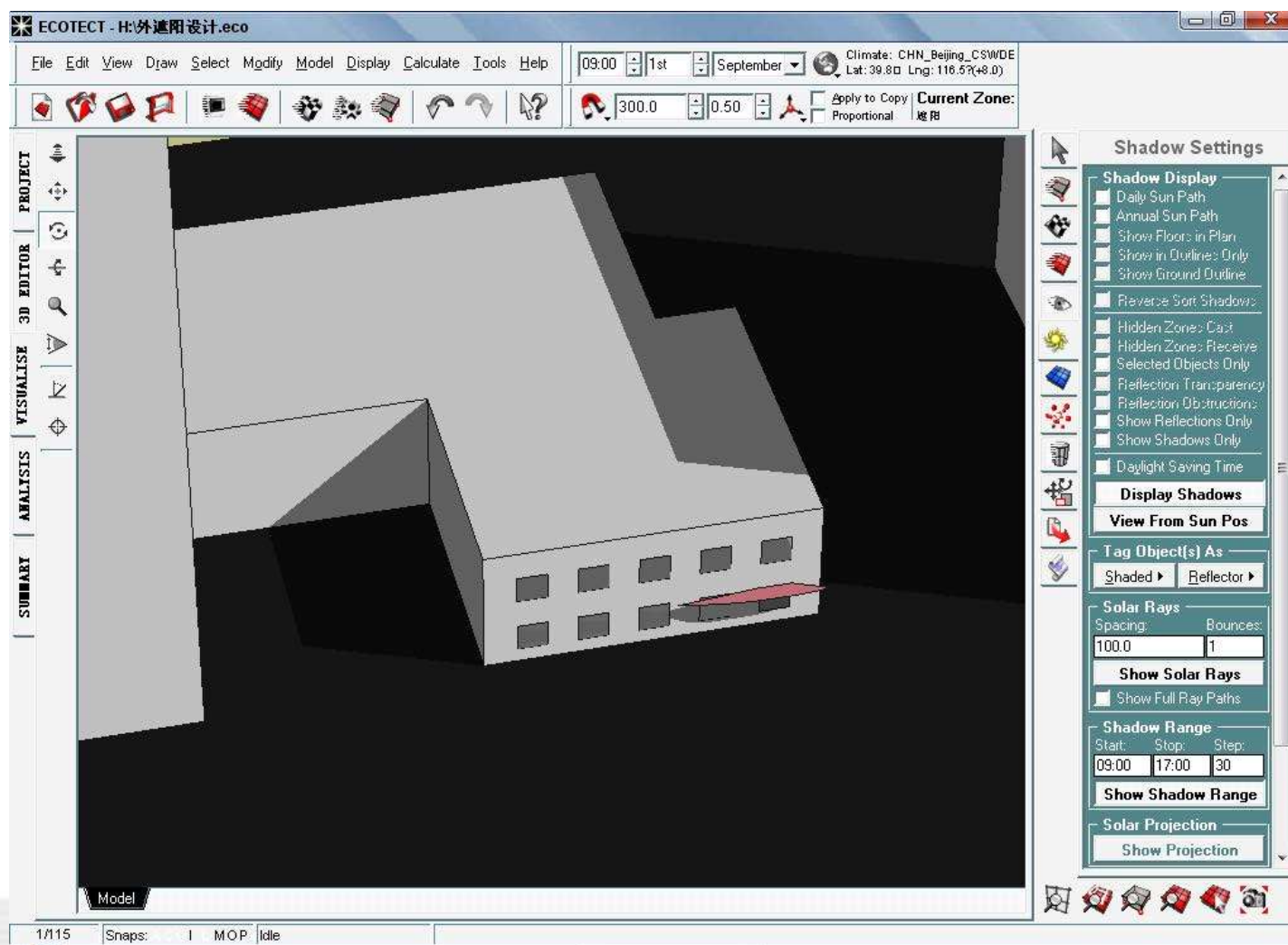
第四步向导主要用于遮阳形式的选择，在Ecotect中提供了几种常见的遮阳形式，包括水平矩形遮阳、水平多边形遮阳、综合遮阳以及水平百叶遮阳等，这里我们选择“**Optimised for Selected Dates(选定日期段内的水平多边形遮阳)**”，点击“Next”进入第五步向导；

第五步向导用于总体设置，这里需要注意的是要确保“Projection Details”栏中选择的是“**3. Optimised shade(Until)**”，其他均采用默认设置，最后点击“OK”开始绘制遮阳。（图见下页）



遮阳分析计算设置

绘制结果我们可以看到程序在所选窗户上方绘制了一个不规则的水平遮阳，其中东侧较短西侧较长，这是由于早上的遮挡时间比下午要少一个小时。

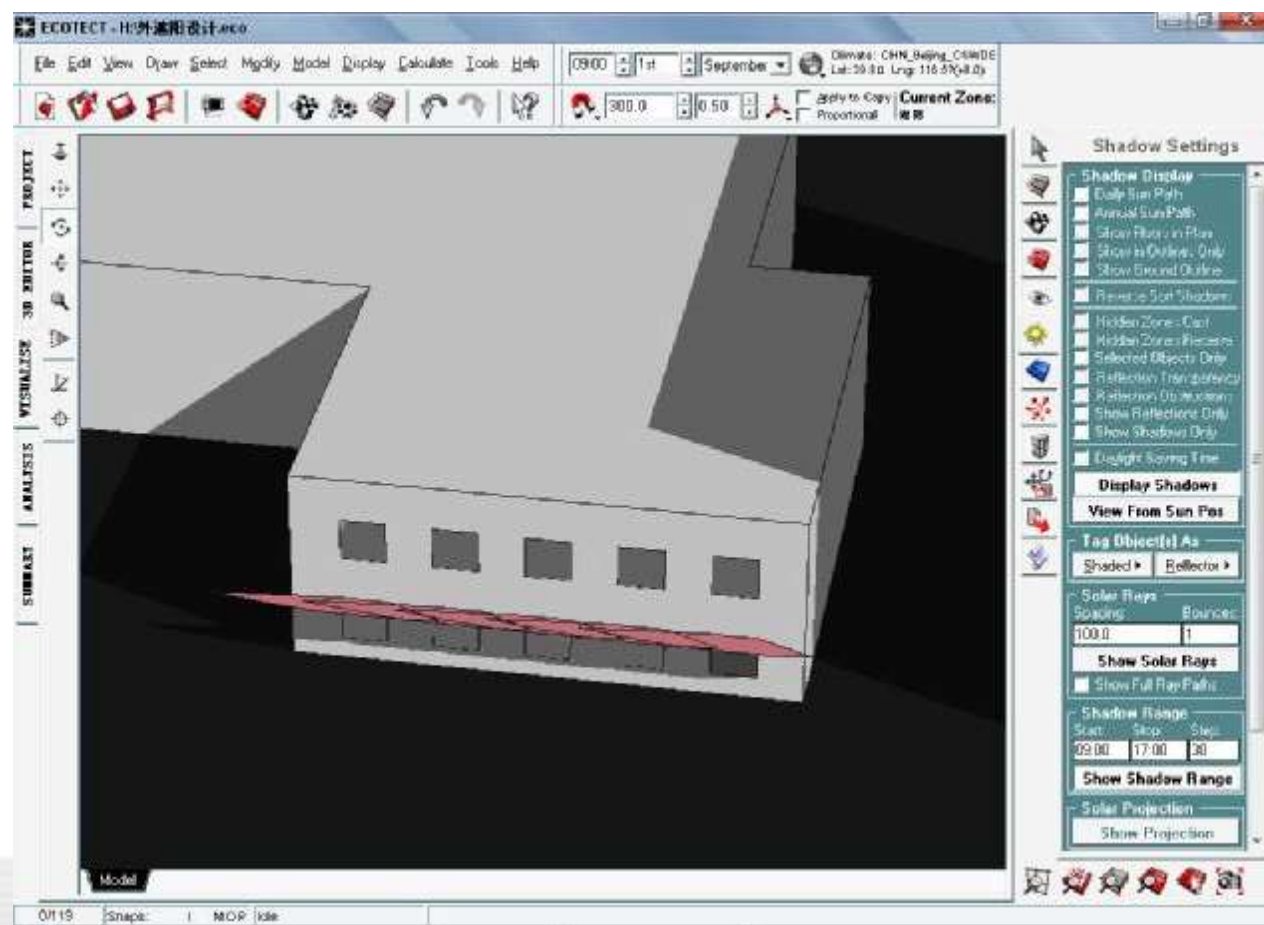




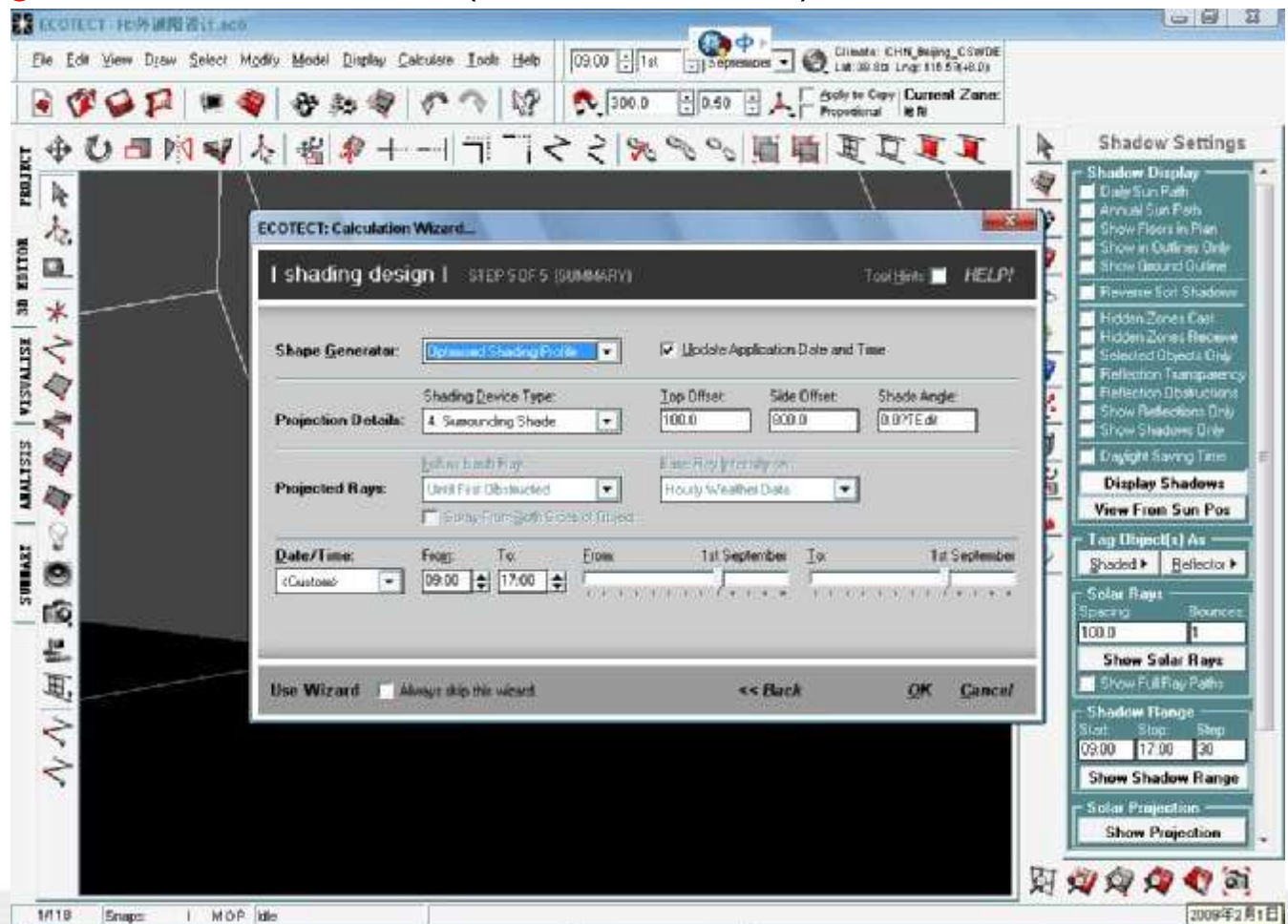
## 二、优化首层窗户的遮阳

接下来按照上面的步骤绘制首层剩下的四个窗户的遮阳，由于窗洞口尺寸是相同的，所以遮阳形状也是一样的。有一点需要注意，遮阳设计功能每次只能对一个窗户进行分析，不能同时分析多个窗户，所以这里需要分别绘制。

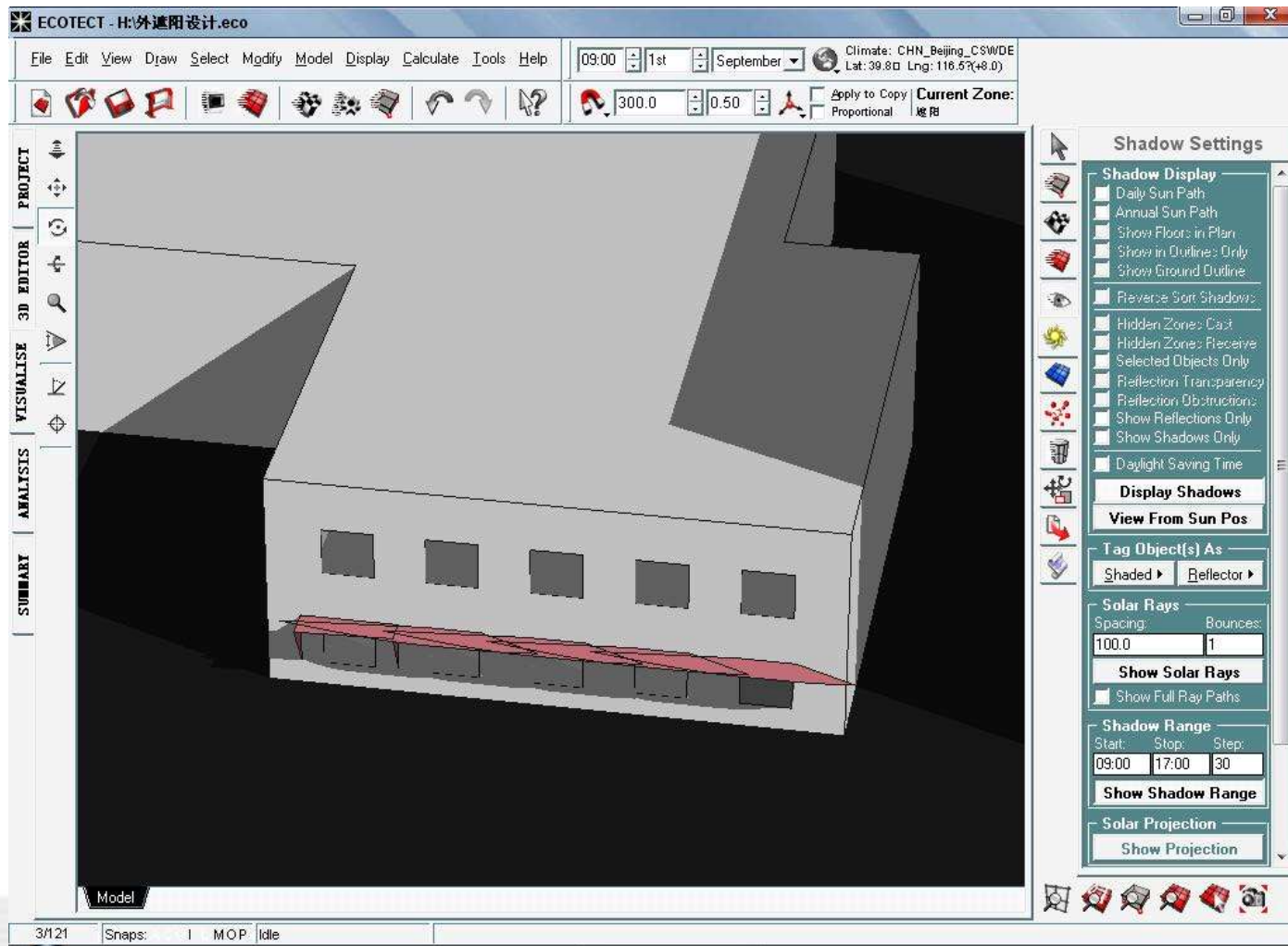
如图2.4—29为绘制完毕后的效果，我们看到部分遮阳水平互相重叠，其中最西侧的遮阳已经伸出了窗垛以外，而东侧水平遮阳还基本位于窗垛以内。从立面上来看，伸出窗垛外的遮阳显得不够美观。需要再调整下。



在最西侧的窗户上换用综合遮阳。删除最西侧窗户的遮阳，然后选择最西侧的窗户，再次启动遮阳设计向导，其中前三步向导都和上次设置保持一致，在第四步向导中，选择“**Surrounding Shade with Verticals**(环绕式综合遮阳)”，它多出了东西两个竖向遮阳构件。第五步中，首先确保“**Projection Details**”栏中选择的是“**4. Surrounding Shade**”，然后将“**Side Offset**(侧偏移)”改为**800**，其他均采用默认设置，如图，最后点击“**OK**”开始绘制。

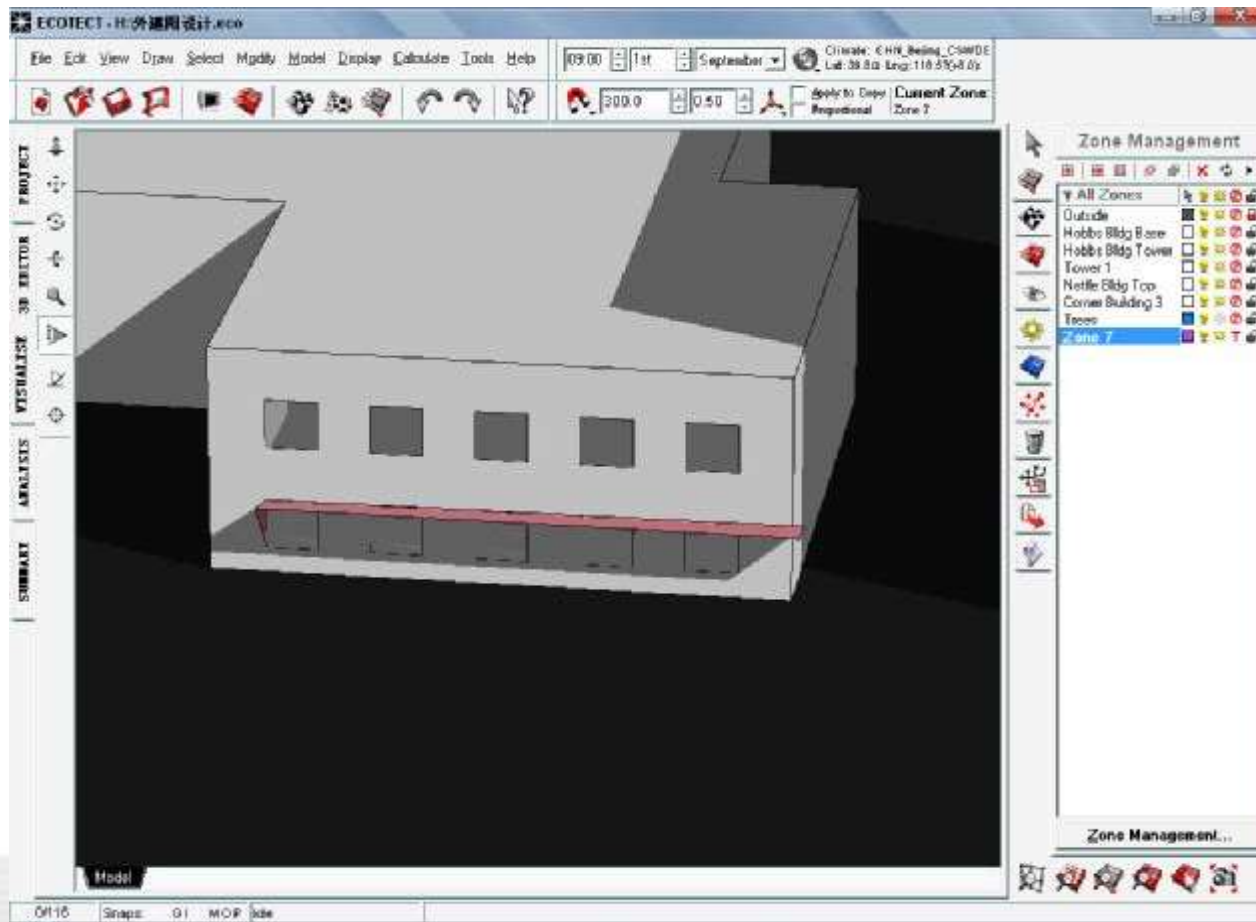


我们可以看到这一次程序为西侧窗户绘制了一个综合遮阳，它由水平遮阳板和东西两个竖向遮阳板共同构成。





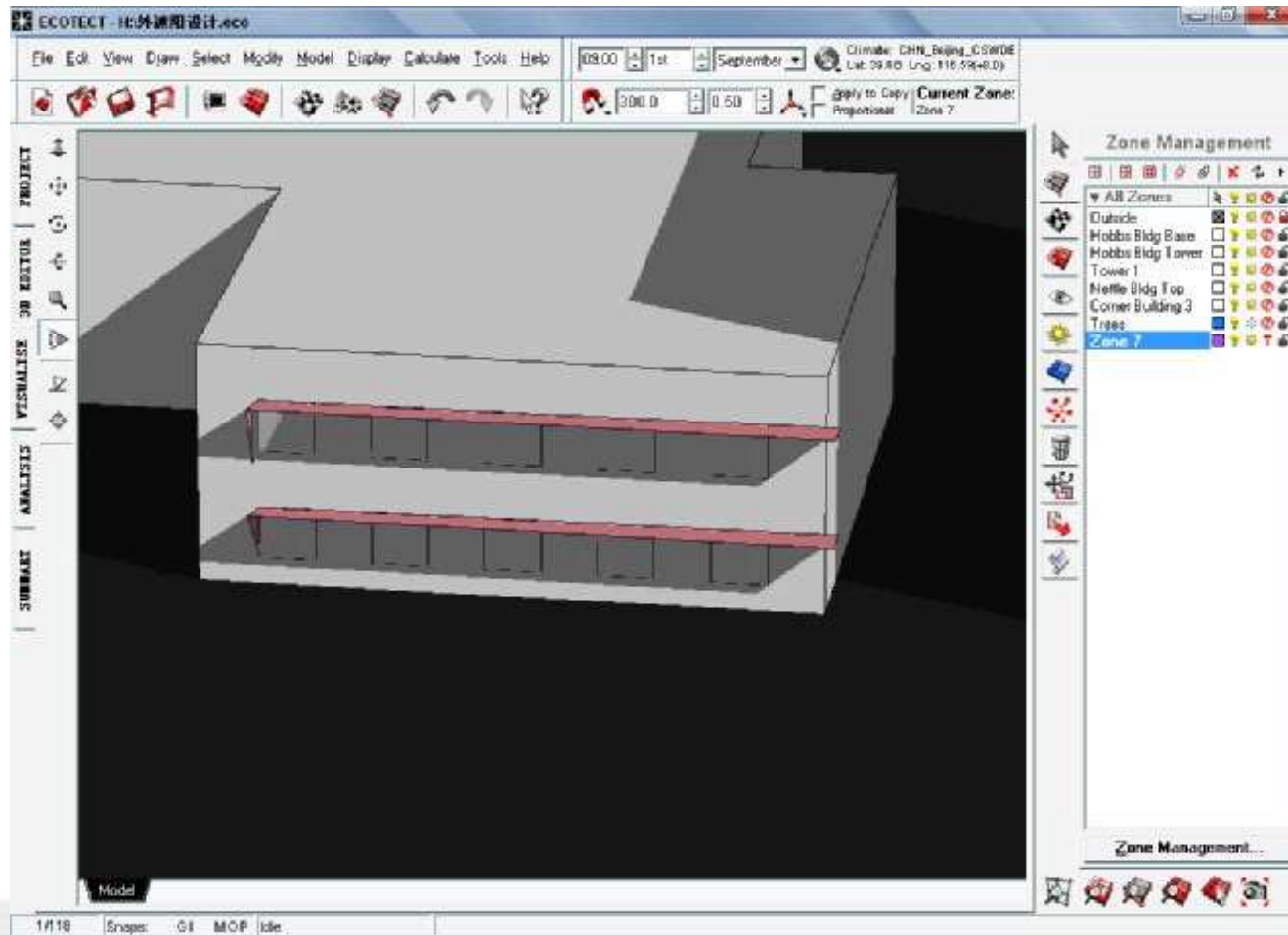
我们准备将最西侧的竖向遮阳板与原来的水平遮阳板组合起来使用，这样可以大幅度减少水平遮阳板的长度。沿各窗户现有水平遮阳(不包括最西侧原来的水平遮阳)绘制一个平面，接下来沿西侧窗户靠西的竖直遮阳绘制另一个平面，这两个平面就是我们所需要的遮阳，删除刚才使用程序绘制的所有窗户遮阳，如图所示。



设计完成的首层遮阳

### 三、绘制二层窗户的遮阳

由于首层和二层的窗户是完全一样的，所以我们可以将刚才绘制的水平和垂直遮阳直接拷贝到二层的相应位置，如图所示。



至此遮阳设计完毕，我们可以发现这种遮阳设计方法非常简单实用，并且不同的环境和设计条件将会导致不同的遮阳形态。我们在立面设计中可以保留遮阳本身的形态特点，让形式真正能体现出功能的要求，而不仅仅只是考虑美观方面的因素。

在这个例子中，我们只最简单地考虑了避免直射阳光进入室内，实际上遮阳设计过程应综合考虑建筑能耗、采光、室内舒适度等多方面的影响因素，并从中找到一个适当的平衡点。感兴趣的读者可以自己尝试通过多种手段来对遮阳进行全面的优化。

### (3) 光环境分析

光是建筑环境的重要组成部分，优秀的采光设计可以提高建筑的使用舒适度，减少照明和空调能耗。

采光本身也不是孤立的，它涉及室内视觉舒适度、遮阳形式、照明能耗、空调能耗等多种影响因素，在分析过程中需要综合来考虑各种因素的影响。

**Ecotect**可以针对各种自然采光和人工照明环境作精确地分析和评估，同时给出包括采光系数、照度和亮度在内的一系列标准控制指标参数，另外我们还可以将模型输出到**Radiance**对各种复杂的光环境作进一步的分析。

## 一、Ecotect中的光环境分析

当前计算机辅助照明分析和渲染软件中主要采取了光线跟踪和光能传递两种计算方法，分别以Radiance和Lightscape为代表，它们都是以精确地再现照明场景为目标的，用它们计算单个场景也可能会花费较长时间。

Ecotect的基本采光分析中采用的是CIE全阴天模型，同时Ecotect也提供了对于Radiance的支持，可以进一步对各种复杂条件下的光环境进行精确分析。

### 1、室外光气候

Ecotect 采用选择了新标准中的标准阴天空及统一天空作为天空亮度分布模型，这对精确模拟不同气候状况下的采光分析不是很准确。但这与我国现行采光标准较为类似。

### 2、分项法

Ecotect采用的是CIE天空亮度计算模型是最不利的采光条件。在Ecotect中，借鉴英国建筑研究中心(BRE)的分项法(Split Flux)来计算采光系数，采光系数是Ecotect采光计算的核心指标，其他数据都是根据采光系数计算而来的。采光系数是室内某一点的天然光照度和同一时间的室外全阴天水平面天然光照度的比值，这里的室外照度是指全阴天时的天空扩散光，不考虑直射阳光。

分项法假设到达房间内任一点上的天然光由三个独立的部分组成：

(1)天空组分**Sky Component(SC)** 通过窗户直接从天空射入房间内的部分。

(2)外部反射组分**Externally Reflected Component(ERC)**被大地、树及其他建筑物反射入房间的部分。

(3)反射组分**Reflected Component(IRC)**前两部分在室内表面上的内部反射。在分项法中，房间采光系数是以上三部分的总和：

$$DF=SC+ERC+IRC$$

这三个部分分别考虑了不同的影响因素。需要注意的是由于采光系数是基于全阴天模型的，考虑的是最不利的条件，所以其不会随时间和建筑朝向变化。

分项法使用权重表面反射系数计算室内反射光线，相对来说这种处理较为简单。如果需要分析反光板类构件的采光效果，建议将**Ecotect**模型输出到**Radiance**中进行计算。

### 3、设计天空照度和室外临界照度

**Ecotect**中，室外照度采用的是设计天空照度，为全年从9点到17点的日照时数中有85%的时间能达到或超过的照度。这一照度可以根据当地气象数据计算取得。**Ecotect**中提供了两种简便的计算方法：一种是程序由**Tregenza**散射天空照度公式计算；另一种是程序依据实测数据由三次曲线拟合而成，相对来说后者更接近实际情况。



#### 4、分析网格及其应用

在ECOTECH采光分析中，各种计算都是在分析网格上执行的，分析网格分为面网格和体网格，面网格可以是二维表面也可以是三维表面，例如曲面或折面。而体网格则是三维空间实体网格。

计算完毕后，系统会即时将分析网格计算结果反馈给用户。面网格一般是直接将计算数据显示在网格之上。而体网格计算数据的反馈有两种形式：第一种形式是以不同高度(距离)的二维切片显示结果（一般情况下多用这种形式）；第二种形式是采用体积渲染在三维空间中显示数据，这多用于可视化分析用途，这一形式需要OpenGL支持，必须在可视化视图中进行。

## 二、小型房间采光及照明分析实例

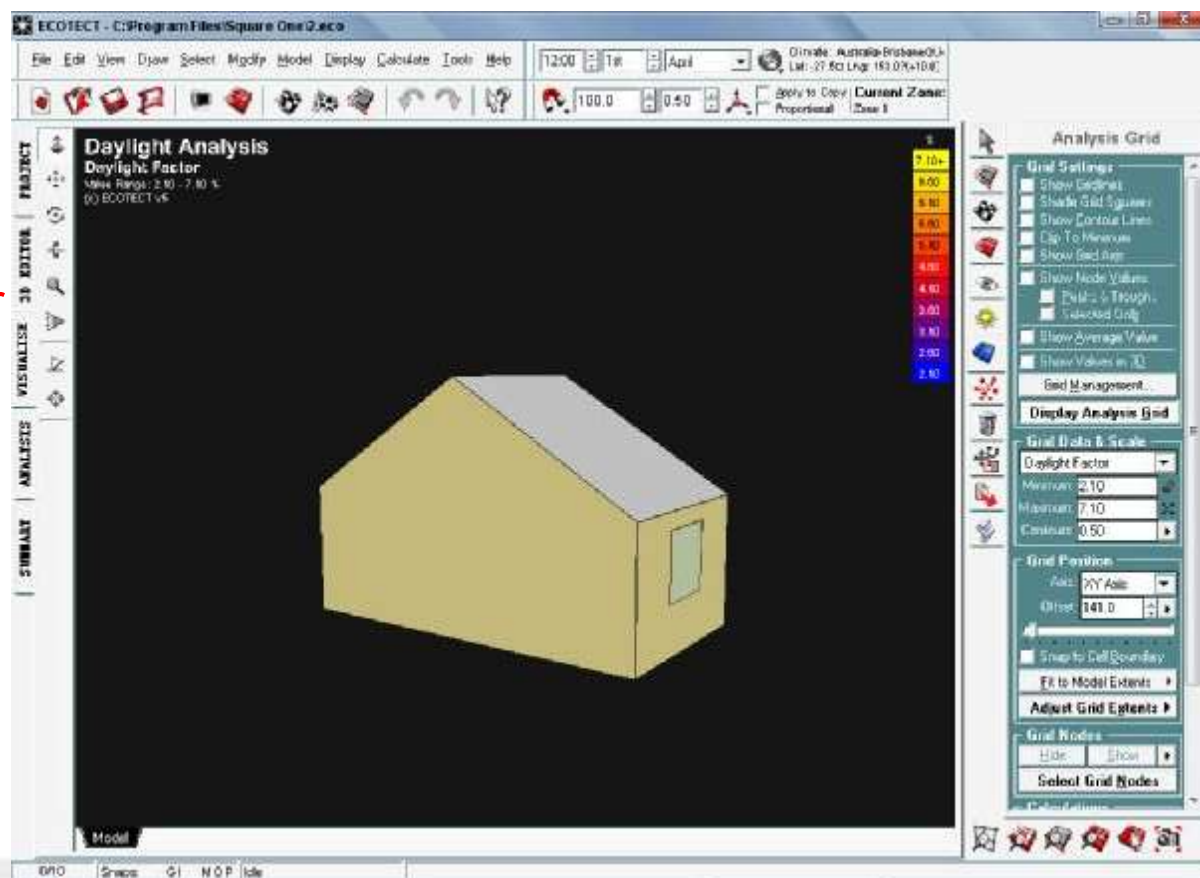
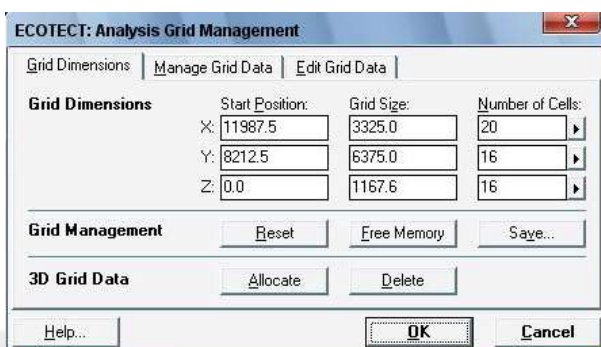
这个例子主要用于分析和评估室内采光及照明状况。通过这个例子，读者可以熟悉Ecotect采光及照明分析的过程和特点。

启动Ecotect程序，利用我们前面建立的小型房间模型，对其采光效果进行分析。

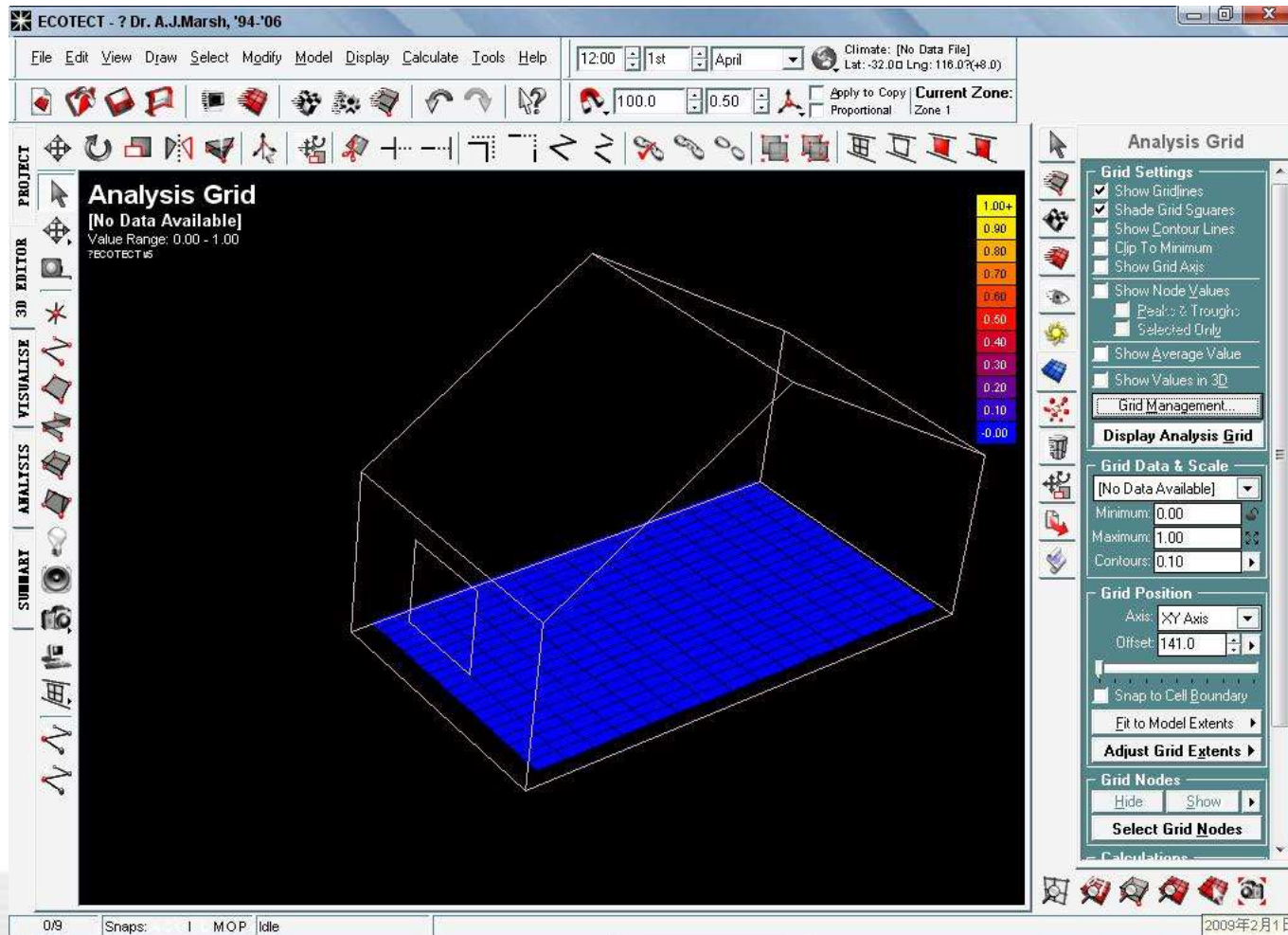
### 1、开启分析网格

在**Analysis Grid**(分析网格)面板中点击

“**Grid Management**(网格管理)”按钮打开分析网格管理器对话框，确认**Numbers of Cells**中的X, Y, Z数值分别为20、16、16。



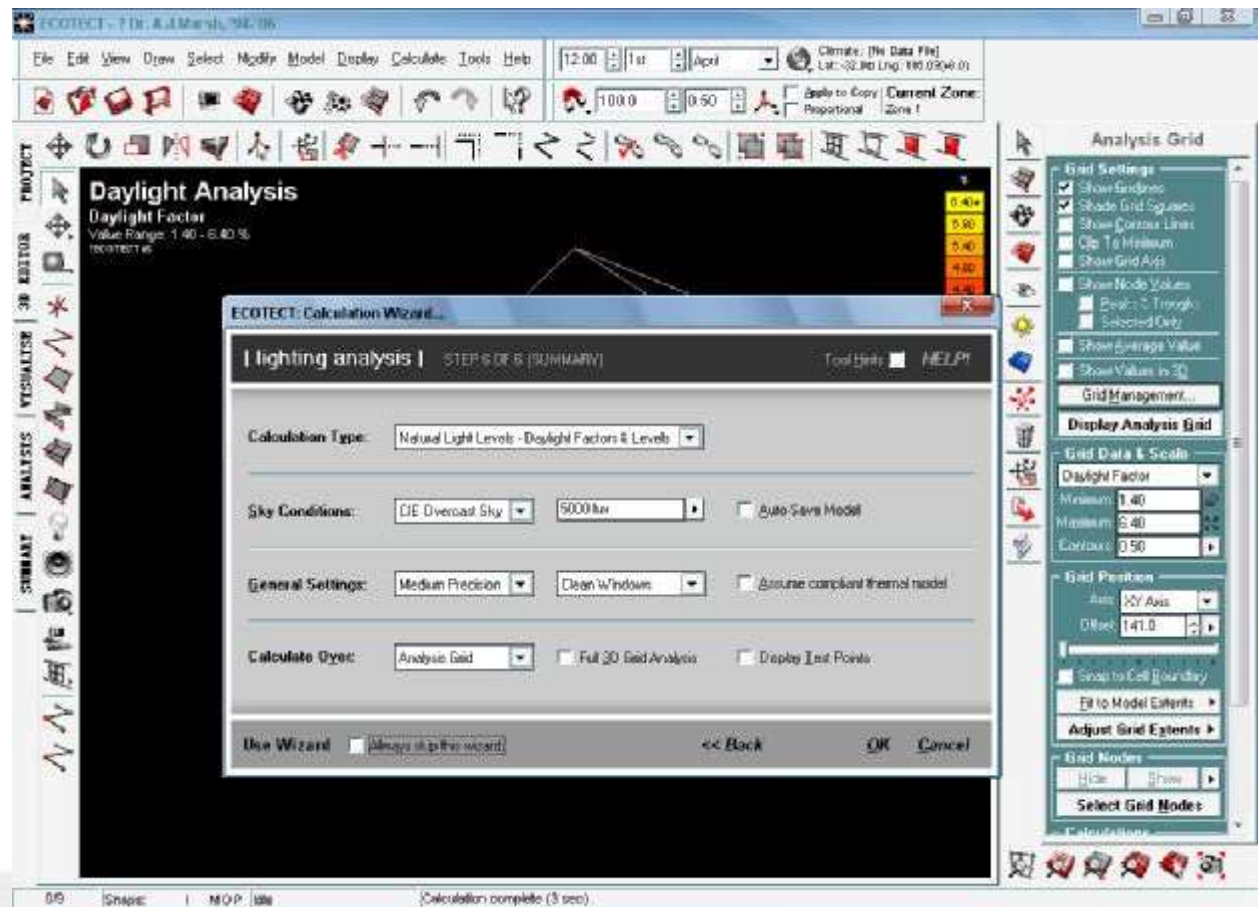
在分析网格面板中点击“**Display Analysis Grid**(显示分析网格)”按钮，这时屏幕中央将显示出蓝色的分析网格。第一次显示分析网格时由于其中没有任何计算数据，所以软件以蓝色表示所有数据都为0。



## 2、执行计算

确认分析网格面板中最下方“**Calculation**”栏中的“**Lighting Levels**”处于选中状态，点击“**Perform Calculation**”按钮。这时程序将显示“**Lighting Analysis(照明分析)**”向导对话框，点击“**Skip Wizard**”跳过向导过程直接进入设置界面。在“**General Settings**”

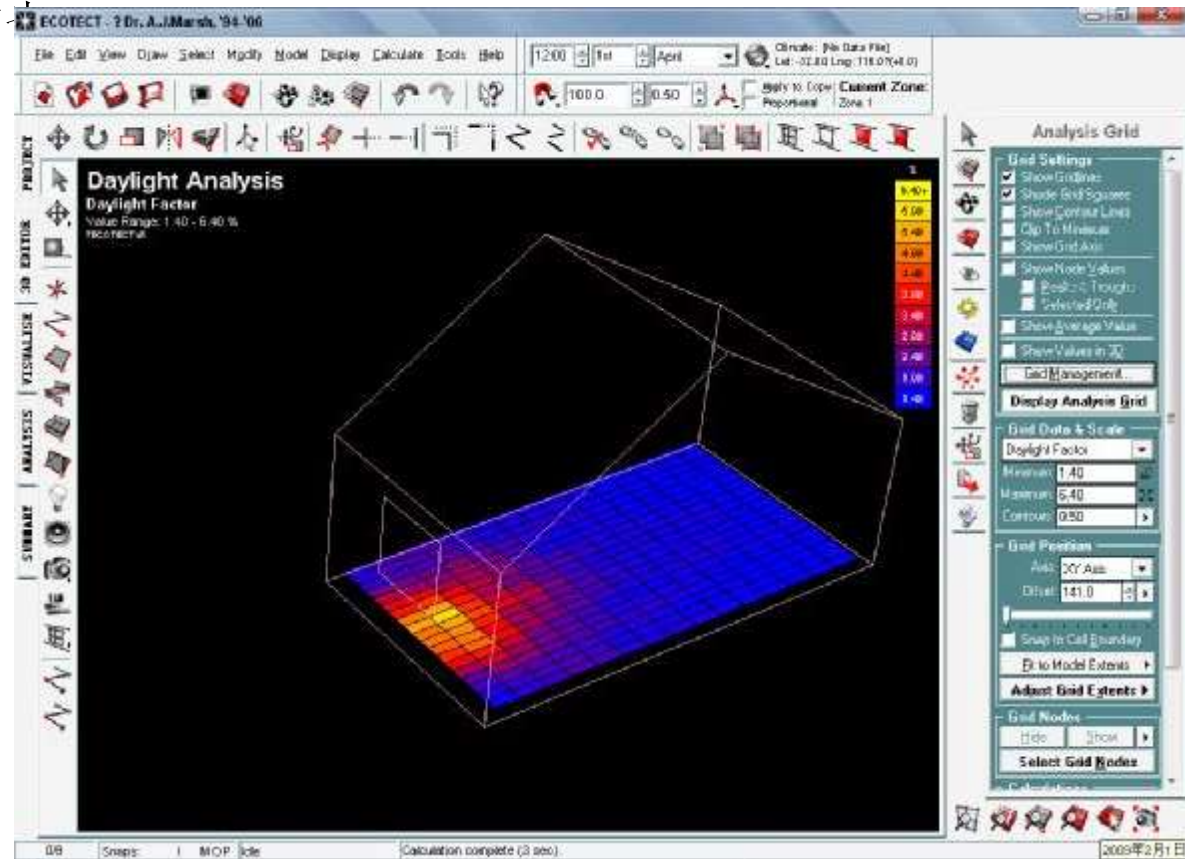
中选择“**Medium Precision**”和“**Clean Windows**”，从“**Sky Condition**”中直接输入我国采光标准中规定的三类采光区临界照度**5000lux**，其他保持默认设置，点击“**OK**”开始计算。如图所示。





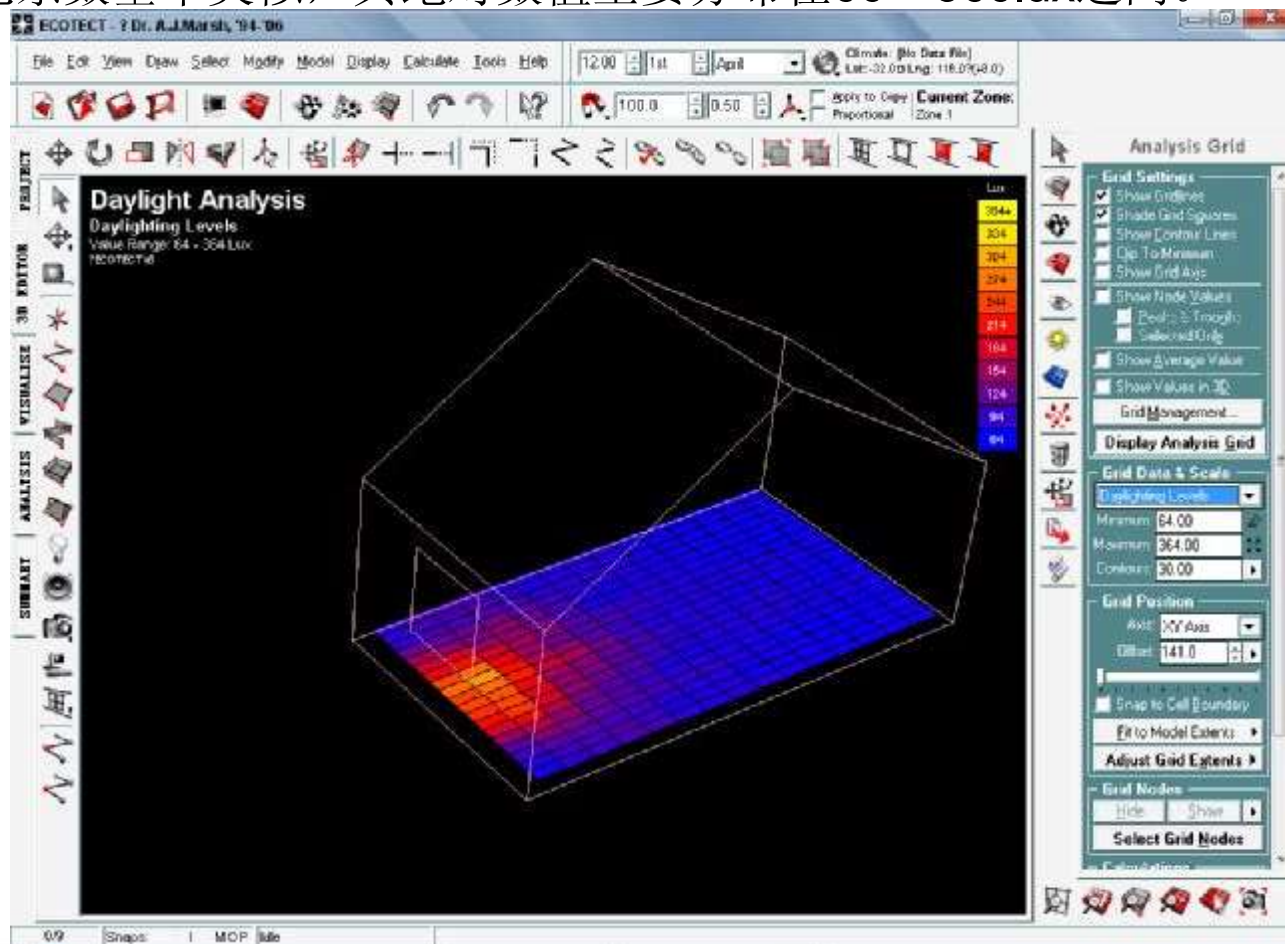
### 3、采光分析

计算完毕后，程序会按数值大小以不同的颜色将计算结果显示在分析网格之上，默认情况下显示的是采光系数，同时程序还将在绘图区右侧显示出数据图例，如图2.4-37所示。仔细观察计算结果，我们可以发现室内采光系数的数值大约在1%~6%之间，而且其分布不是很均匀，这是由于相对于窗户来说，房间的进深和面宽都比较大。估计在有直射光的条件下采光系数可能会更不均匀。



采光系数计算结果

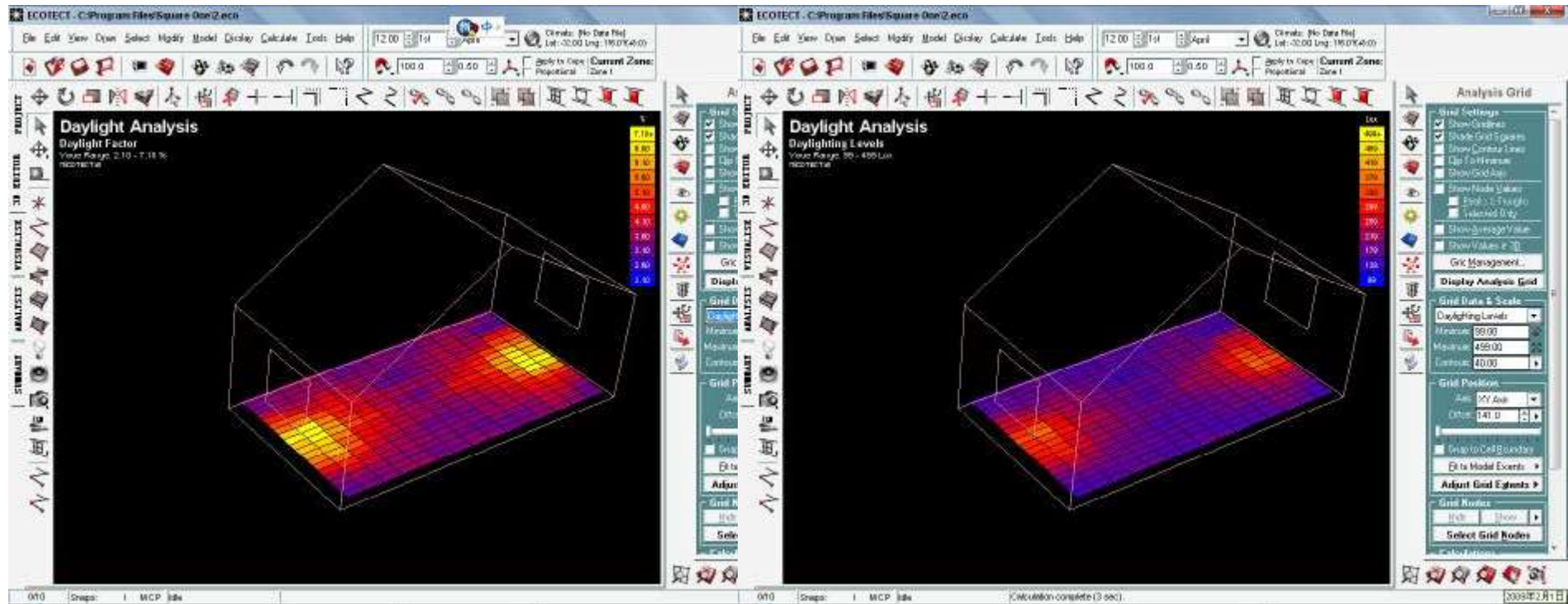
在分析网格面板的“Grid Date & Scale(网格数据和比例)”栏中，选择“Daylighting Levels(自然采光照度)”。如图为照度计算结果，我们可以发现室内照度的相对分布关系和采光系数基本类似，其绝对数值主要分布在60~360lux之间。



采光照度计算结果



为了改善其采光效果，我们在房间另一侧也开了同样的窗户，通过分析，可以看到采光系数及采光照度都均匀度大大改善

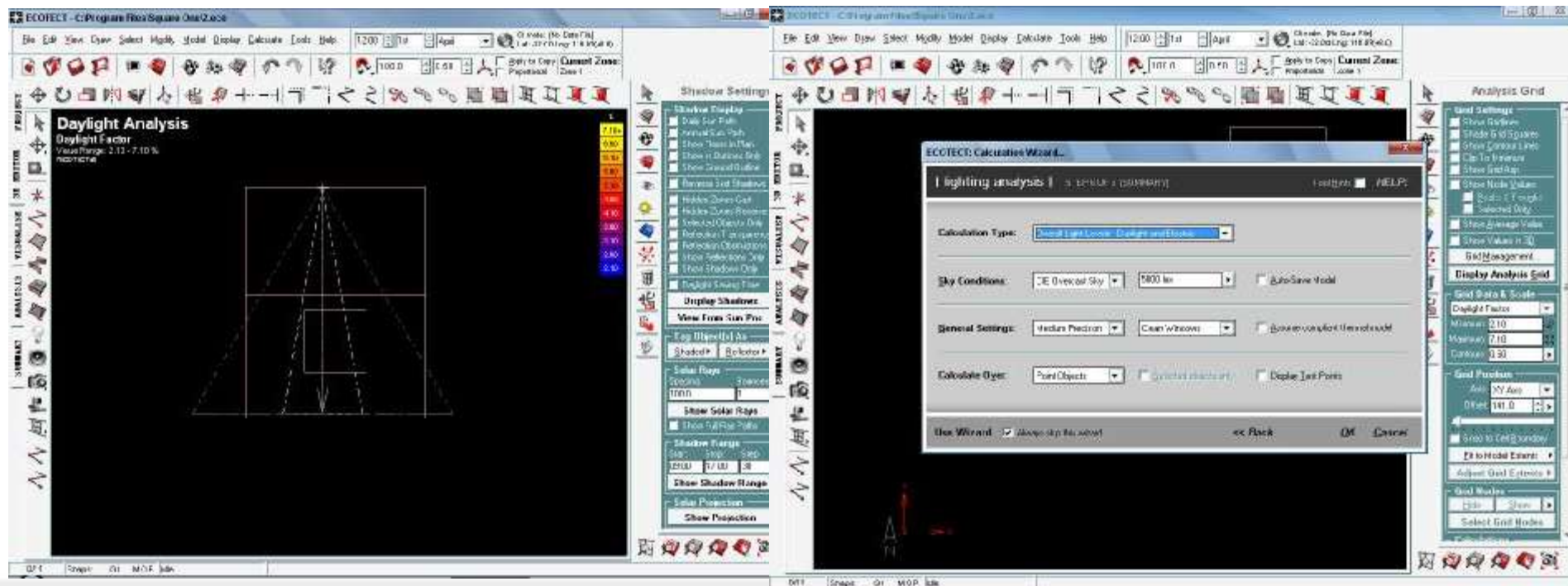


双侧开窗采光系数计算结果

双侧开窗采光照度计算结果

## 4、照明分析

我们发现，房间中部照度值仍然较低，因此可考虑在房间中设置人工照明灯具，从而对天然采光形成补充。通过主菜单点击**Draw**下拉菜单中的**Light Source**或直接点击左侧工具菜单的灯泡图样。并在绘图窗口中点击拖动，设置光源位置及照射方向，如左图。其中光源位置可以移动调整到实际需要的位置。然后进入主菜单中的**Calculate**下拉菜单，点击**Lighting Analysis**进行照明分析向导，选择计算类型为**Daylight and Electric**，如右图。

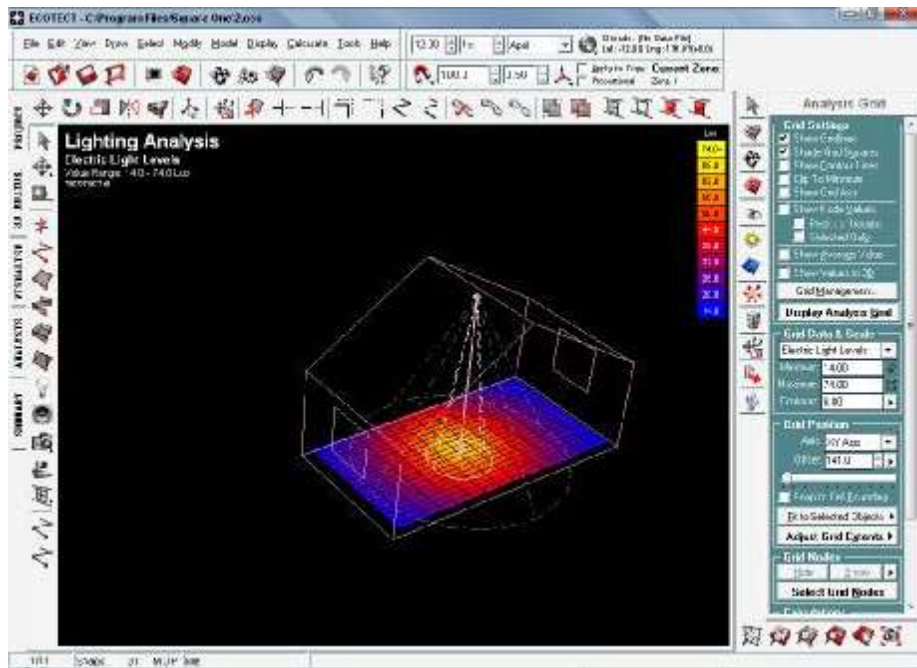


灯具安装示意

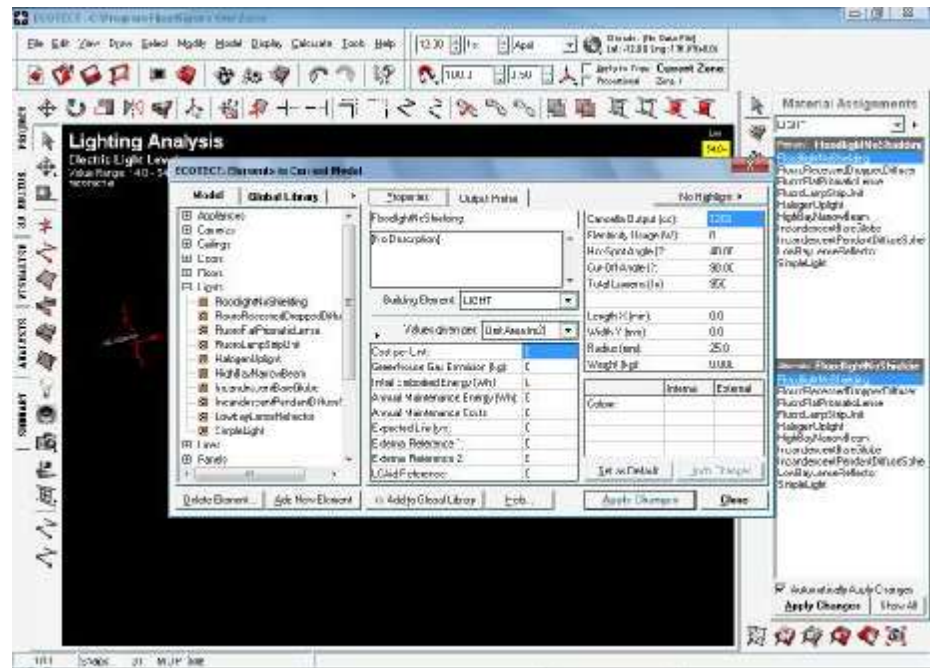
人工照明计算向导

然后在分析网格面板中选择**Grid Data & Scale**下拉菜单中的**Electric Light Levels**，这样就可以见到如左图的计算示意图。

如果要改变灯具的光学参数，可通过选中灯具，这时在材料指定面板中就出现了灯具及光源的形式。双击光源形式就可以进入当前模型**Element**面板，在面板中可以更改灯具的相关属性，如图2.4-44，更改之后，重新计算，这样就可以看到室内照明效果有所变化。因此室内照明模拟可以通过不同的光源类型及亮度等光学参数的控制来调整室内照明情况，从而为室内照明设计提供较好的辅助手段。



人工照明照度计算结果



Element面板

## (4) 声环境分析

### 一、简介

**Ecotect**中提供了强大的建筑声环境分析功能，其主要是指厅堂音质的优化设计，包括了混响时间分析、几何声学分析以及声学响应分析三个方面，其中声学响应分析是**Ecotect**中最有特色的功能之一，它同时考虑了几何声学和统计声学的影响因素，能较为直观准确地反映出室内的声学响应特点。

**Ecotect**中的声学分析主要包括以下三个方面的内容。

#### 1 混响时间分析

依据统计声学的混响时间公式计算室内混响时间并对其进行分析和优化。

#### 2 几何声学分析

依据几何声学规律和特点对室内声场进行分析和优化。

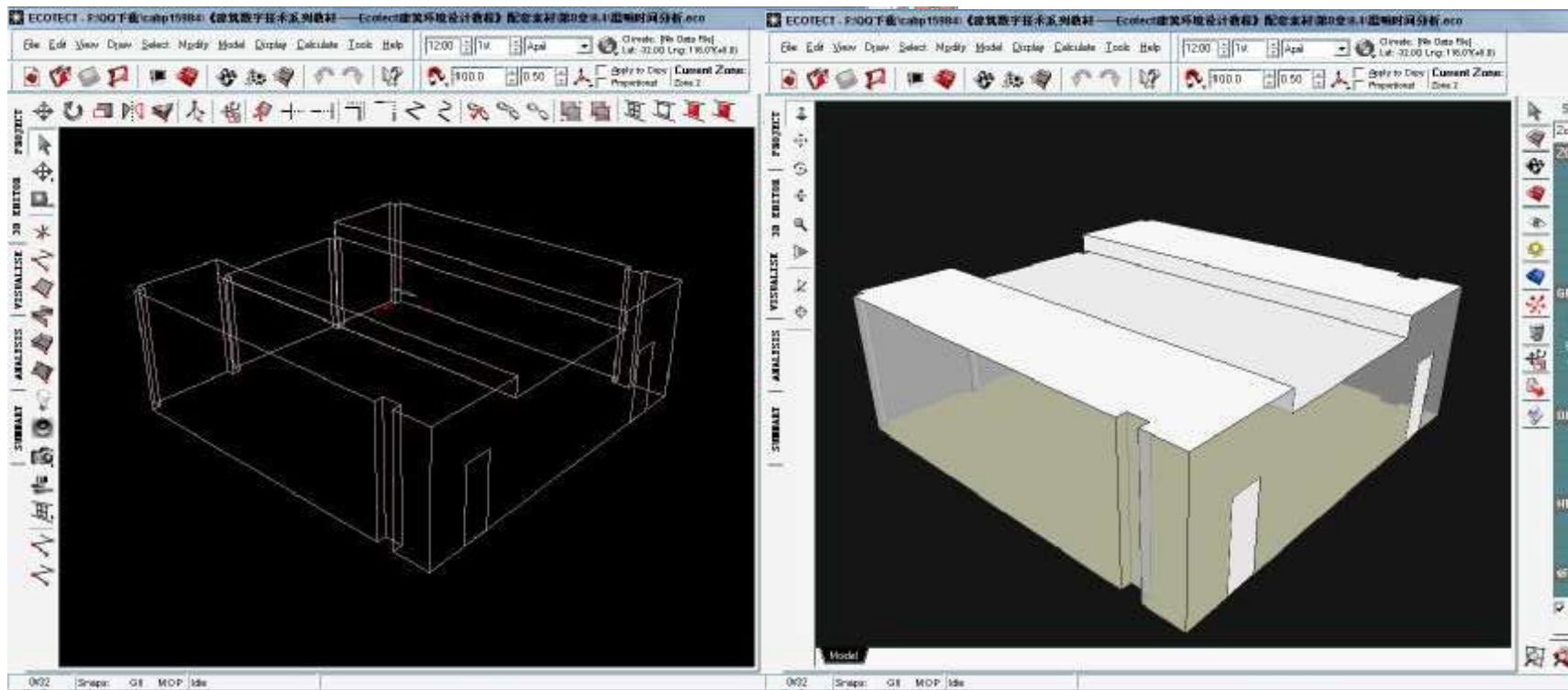
#### 3 声学响应分析

从统计声学和几何声学两个方面对室内声场的声学响应特性进行综合的分析优化。声学响应分析是**Ecotect**中的一种独具特色的分析方法，它综合考虑了几何声学和统计声学两个方面的影响因素。在声学响应分析中，系统从声源向三维空间辐射大量的声波线，并根据它们在几何空间中的运动轨迹和状态来求解空间的声学响应特性。声学响应分析图是一种二维图表，横轴代表了延迟时间，纵轴代表声压级，只要模型中有足够多的声波线，系统就能根据它们绘制出相对准确的声学响应特性曲线。



## 二、混响时间的分析实例

- 我们使用一个事先建好的小型报告厅利用Ecotect对混响时间进行分析和优化的过程。该小型报告厅主要用于会议等语音听闻用途。报告厅中的墙体采用混凝土砌块抹灰；地面采用混凝土板上铺木地板；屋顶的中间部分采用了五合板吊顶；两端的屋顶则直接是混凝土楼板抹灰，报告厅的装修较为简单。



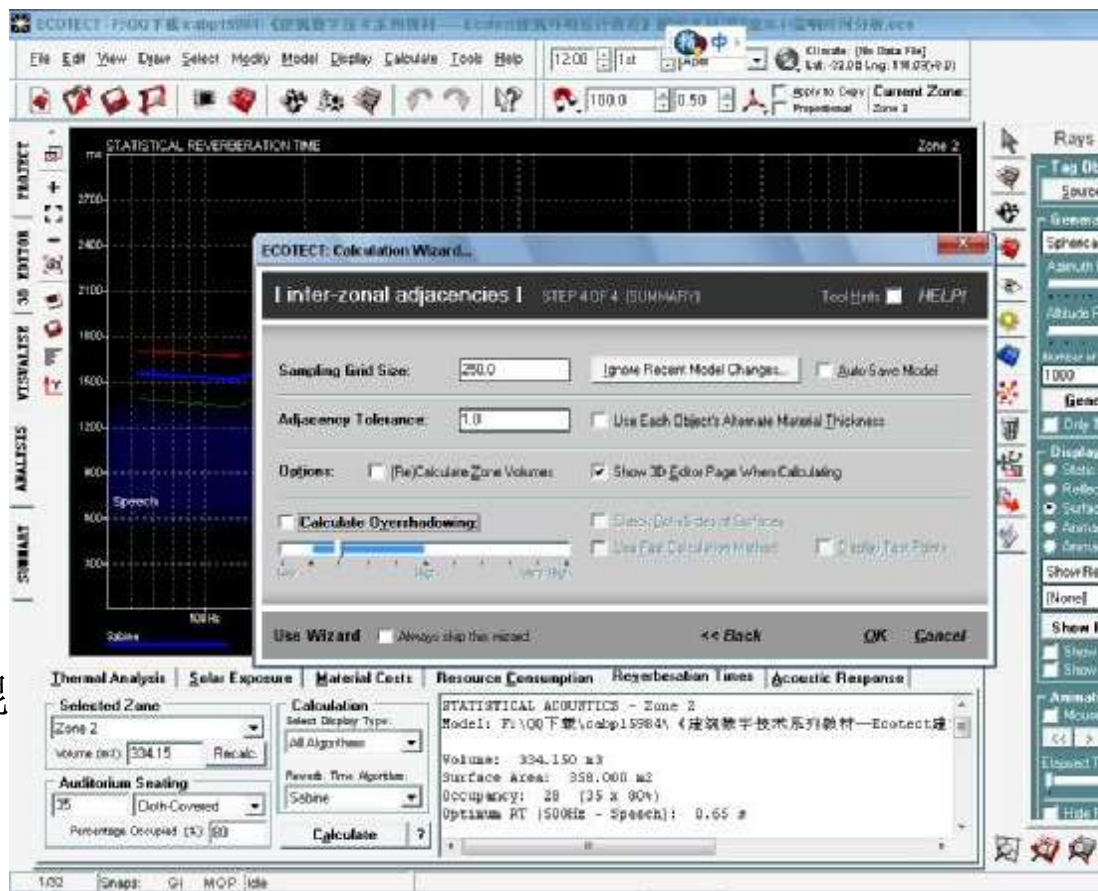
小型报告厅模型

小型报告厅实体模型

## 1. 计算设置

首先通过“**Calculate**”下拉菜单点击“**Inter-Zonal Adjacencies**”，，由于计算内部相邻区域是混响时间计算必需的，而遮挡计算在这里用处不大。因此根据其提示进入到内部区域相邻设置对话框，取消

“**Calculate Overshadowing** (遮挡计算)”的选中状态，其余保持默认设置，如所图所示。最后点击“**OK**”开始计算。然后在分析视图中点击进入到“**Reverberation Times**(混响时间)”选项单。





计算完毕后，程序进入到混响时间选项卡，同时混响时间也将显示在上方的图表中。如图所示混响时间选项卡，“**Selected Zone**(区域选择)”栏用于选择目标计算区域，在这个例子中只有一个区域“**Zone2**”。区域选择栏中同时还显示了当前区域的体积，这里“**zone2**”的体积是**334m<sup>3</sup>**。如果模型有所修改，我们可以点击“**Recalc**”按钮计算新的体积值。

“**Auditorium Seating**(观众席)”栏用于设置观众席，

我们可以看到这里为**35座包**

布座席，实际在场人数为  
 $35 \times 80\% = 28$ 人。“**Calculation**

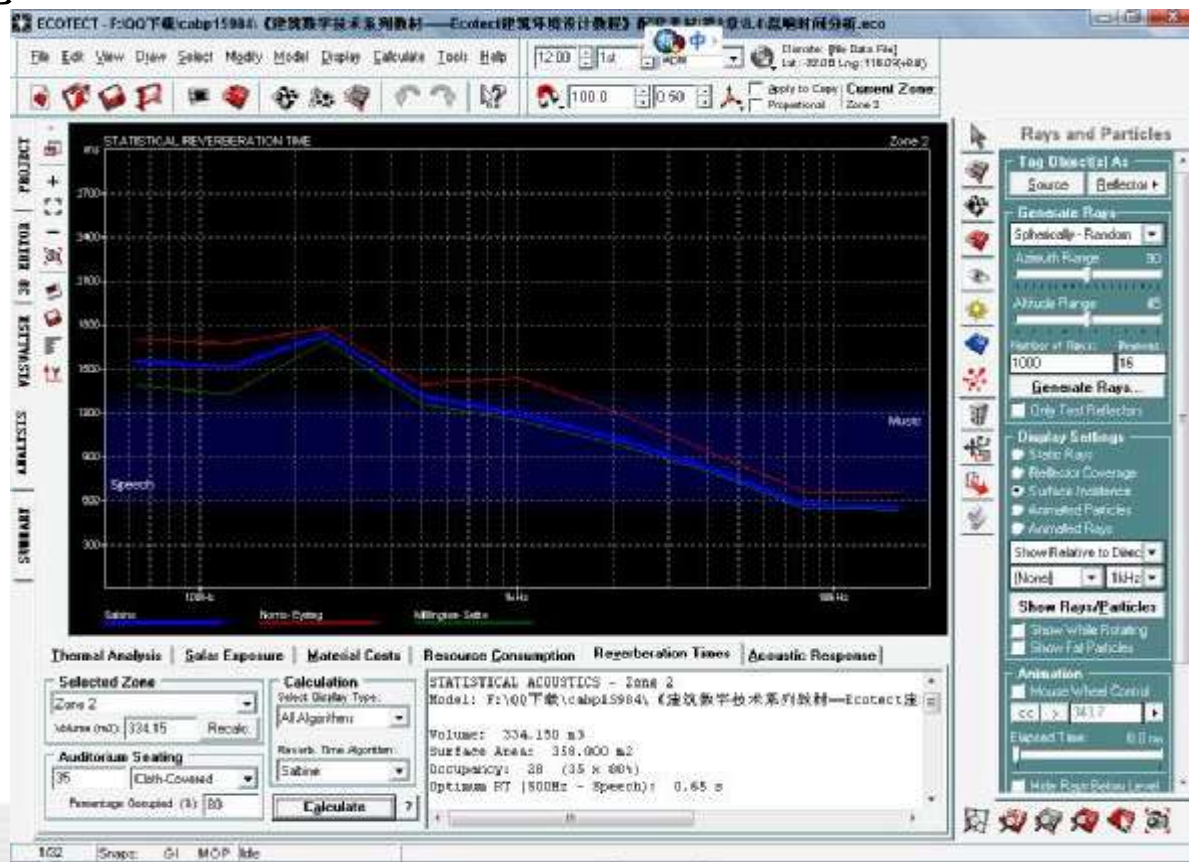
(计算选项)”栏用于设置混响时间计算公式。在“**Reverb**

**Time Algorithm**(混响时间计算公式)”选择框中选择“**Sabin**

(赛宾公式)”，在“**Select Display Type**(显示

类型)”框中选取“**All Algorithms**

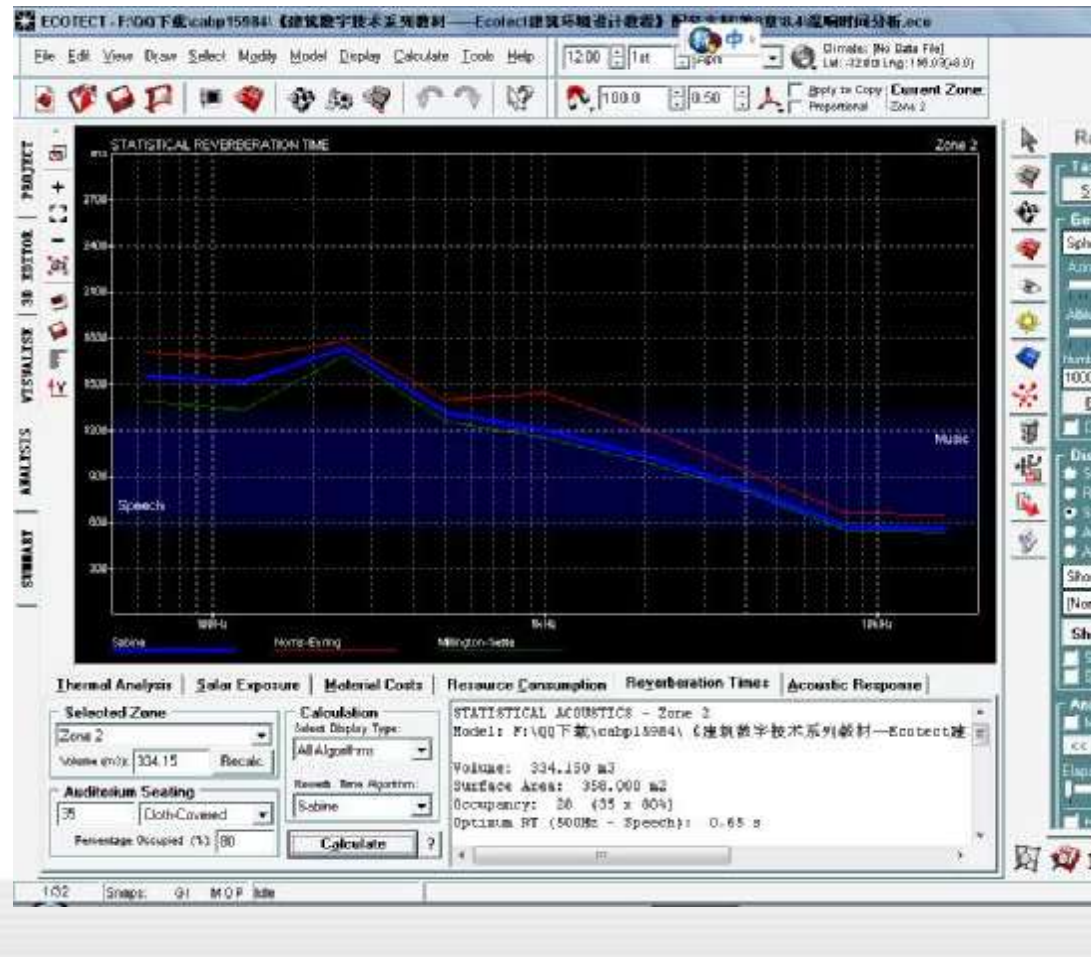
(所有计算公式)”。混响时间选项卡的右侧区域用于显示各种设置和计算结果，其中除混响时间外还包括每座容积、选用计算公式以及相应的建议值等。



## 2. 混响时间分析

再来看看混响时间图表，如图所示，横轴表示人耳可以识别的频率，单位是kHz，对应于63—16kHz的9个倍频程的中心频率。纵轴表示混响时间，单位是ms

中蓝色的粗线就是赛宾公式计算所得的混响时间曲线，我们可以发现语音频率为500~4kHz范围内的计算值远高于语音用途的建议混响时间(标记为speech的蓝色范围)。一般来说，对于语音用途为主的房间，在语音频率下的混响时间应为0.7—0.8s，而我们计算所得的语音频率下的混响时间为1.2~1.4s，几乎是建议值的2倍。

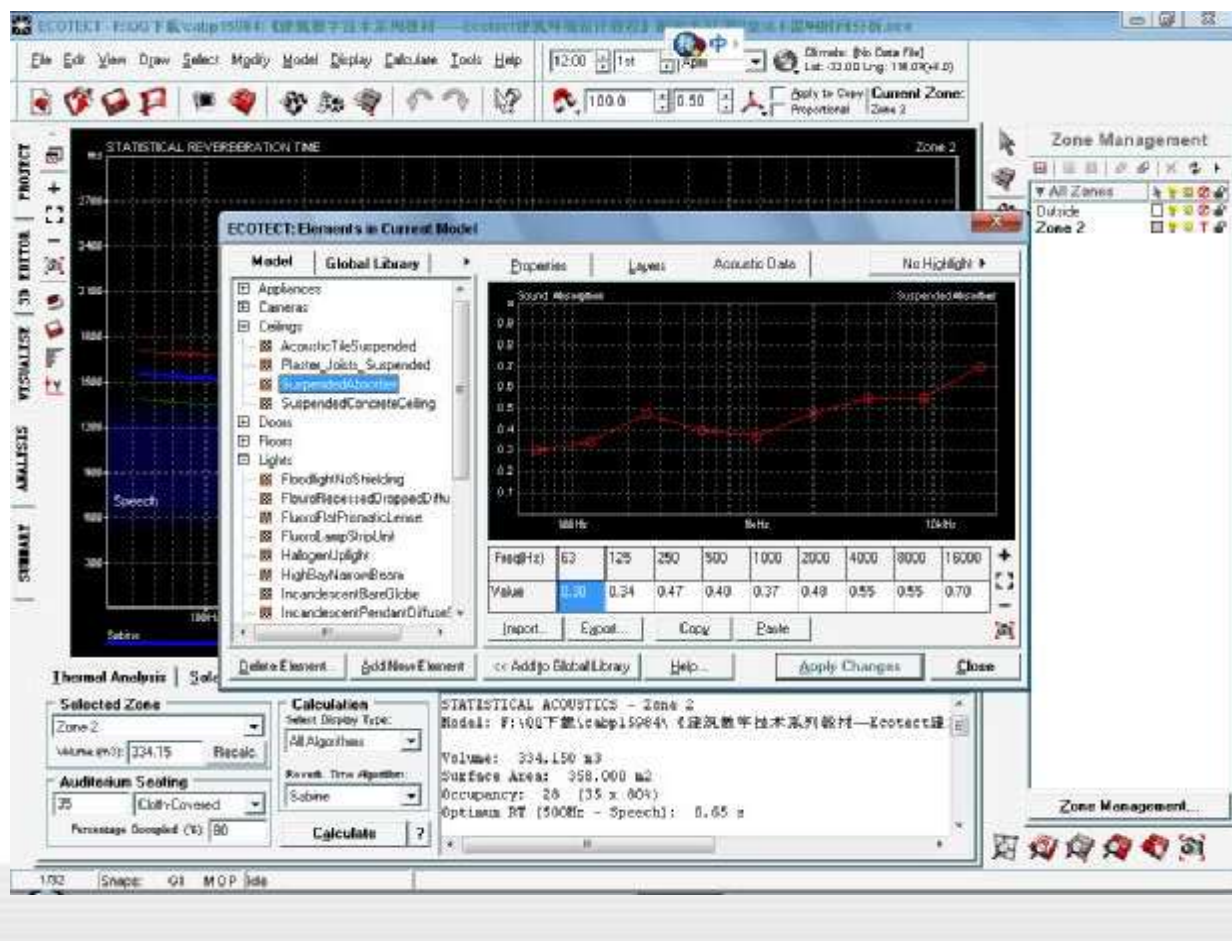


### 3. 混响时间的优化

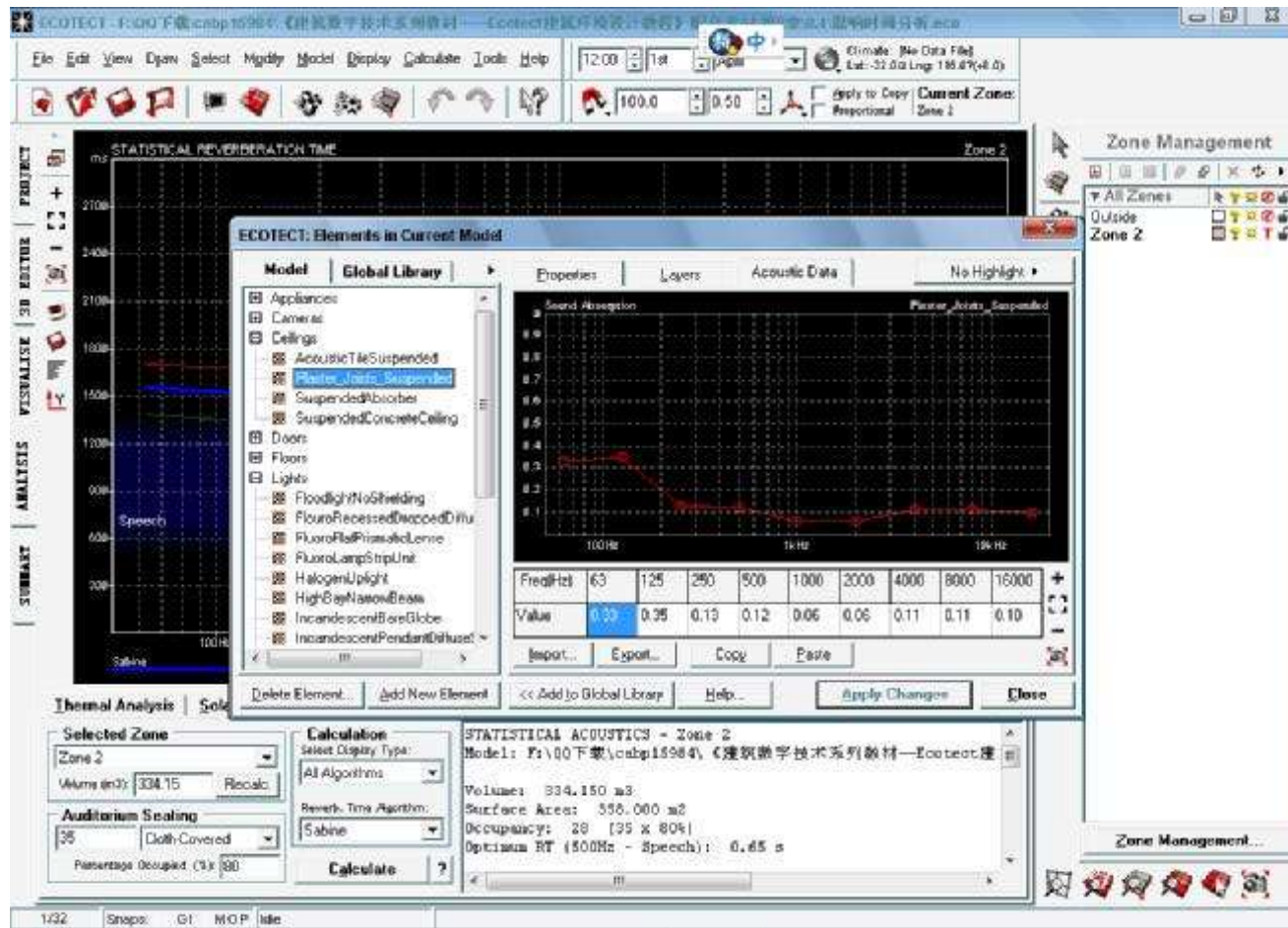
我们以中频为例对混响时间进行优化，方法是将部分吊顶材料由 **Plaster-Joists Suspended**(五合板)改为 **Suspended Absorber**(水泥膨胀珍珠岩板)。这两种材料的做法上有所不同，它们的声学性质也有着很大的差异。

我们可以通过材质的吸声系数曲线对它们进行比较，在主工具条中点击“**Material Properties**”按钮启动材质管理器对话框，然后进入到

“**Acoustic Data**(声学数据)”选项卡，这里显示了材质在倍频程中心频率上的吸声系数及其曲线。通过对比，我们可以发现它们的差别主要集中在中高频范围，五合板对于中高频的吸声作用较弱，大部分中高频声都被反射回室内空间，而水泥膨胀珍珠岩板的中高频吸声作用相对于前者来说要强一些。

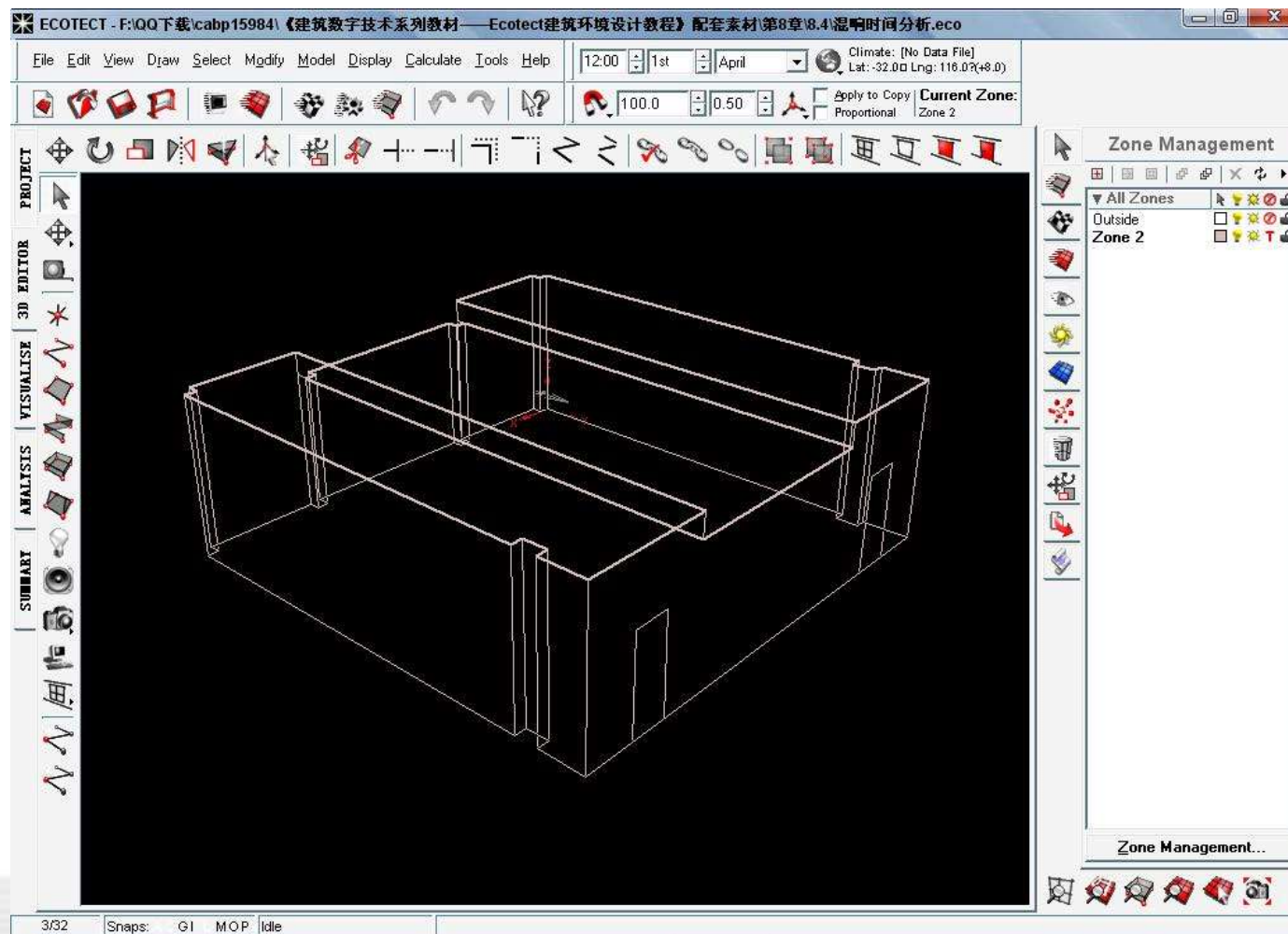




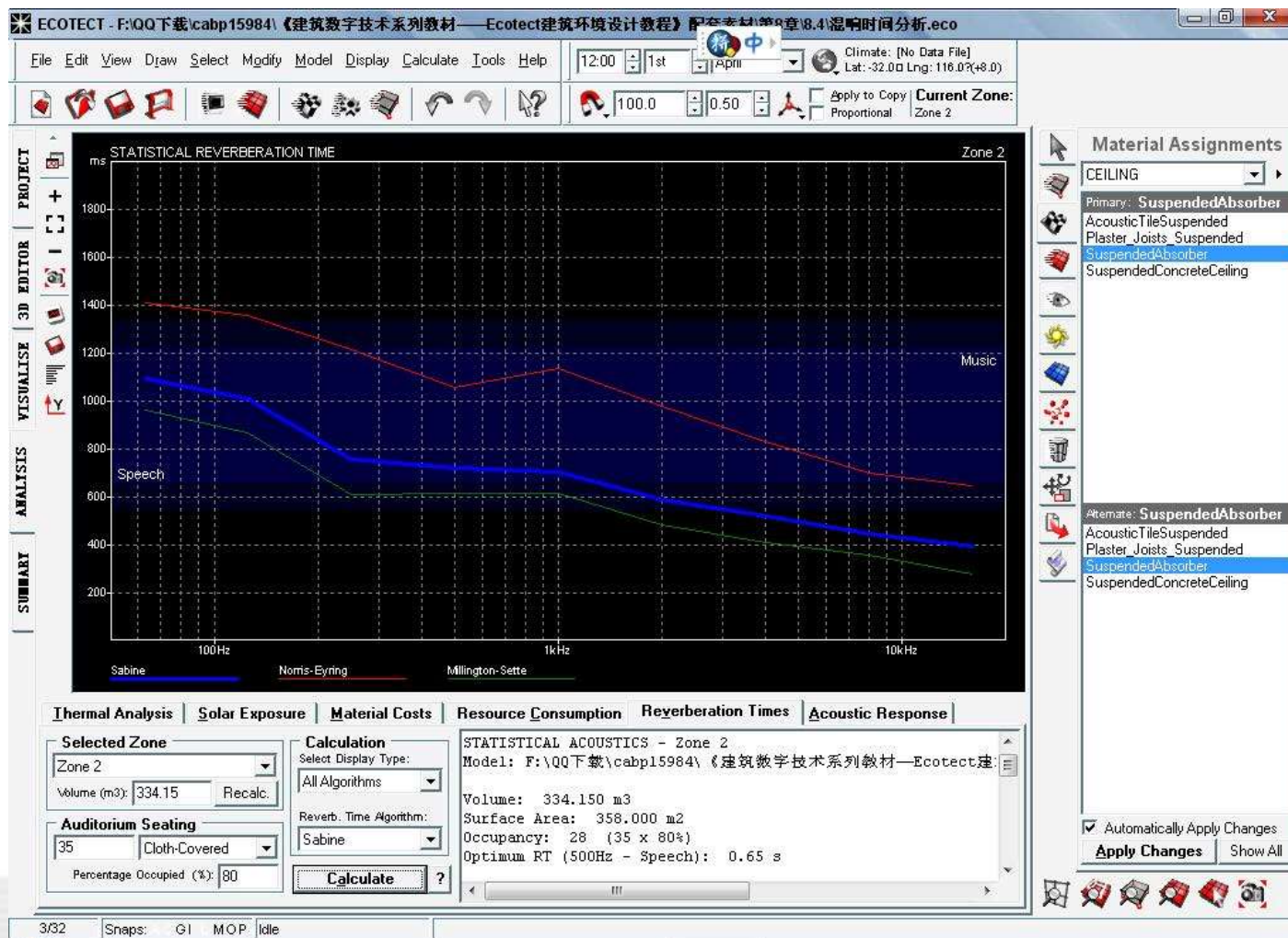


水泥膨胀珍珠岩板吸声系数曲线

返回三维编辑视图，选择如图所示组成中间部分吊顶的三个表面，进入到右侧的材质指定面板，我们可以发现当前的吊顶材料是**Plaster-Joists-suspended**，将其改为**Suspended Absorber**，然后点击“**Apply Changes**”确定。



现在回到分析视图中的混响时间选项卡，保持上次的设置，点击**计算**按钮重新计算混响时间。图为调整后的混响时间计算结果，我们可以发现与调整前相比语音所在的中频范围内的混响时间明显有所降低，并且基本控制在**0.7—0.8s**左右；但低频的混响时间还是偏高，对于语言听闻用途的房间来说，其频率特性曲线应较为平直，同时低频混响时间不应高于中频混响时间，也就是说这里还有需要调整的地方。

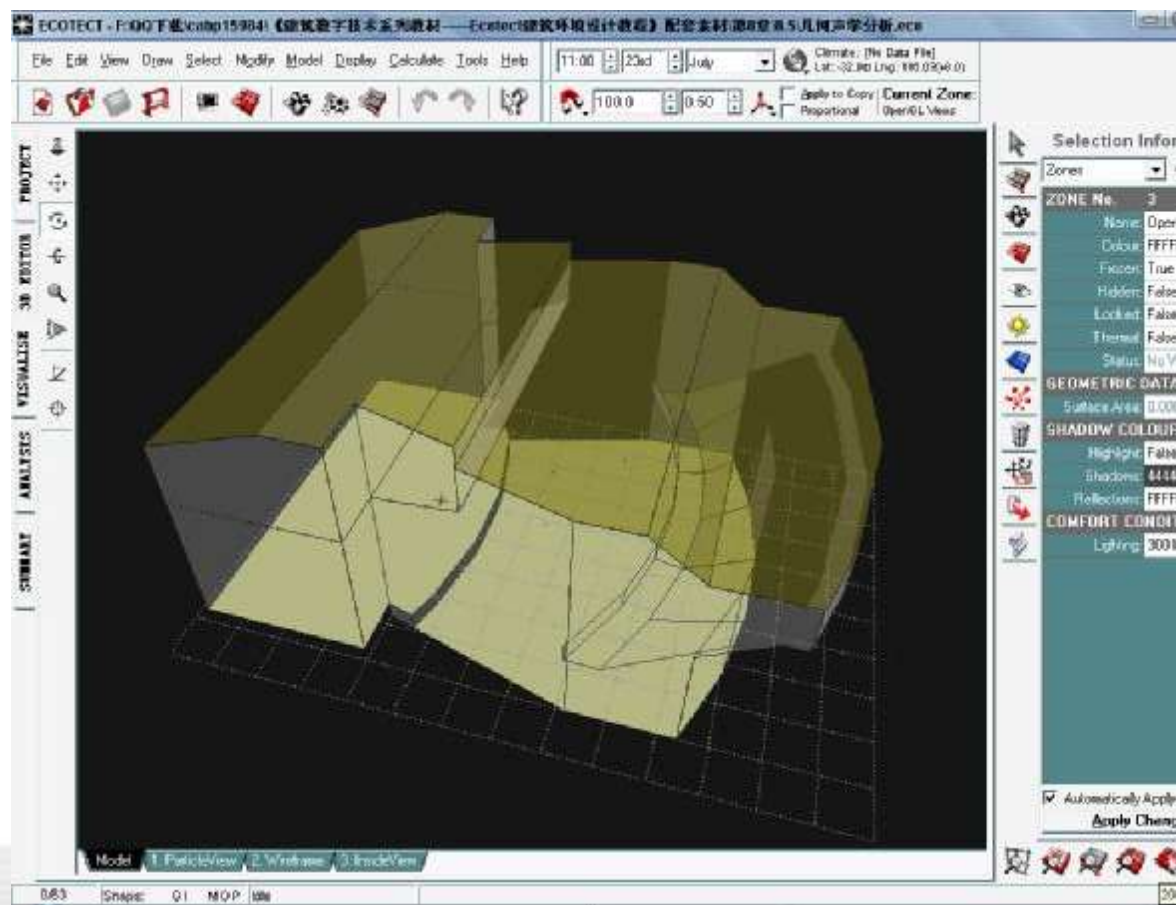




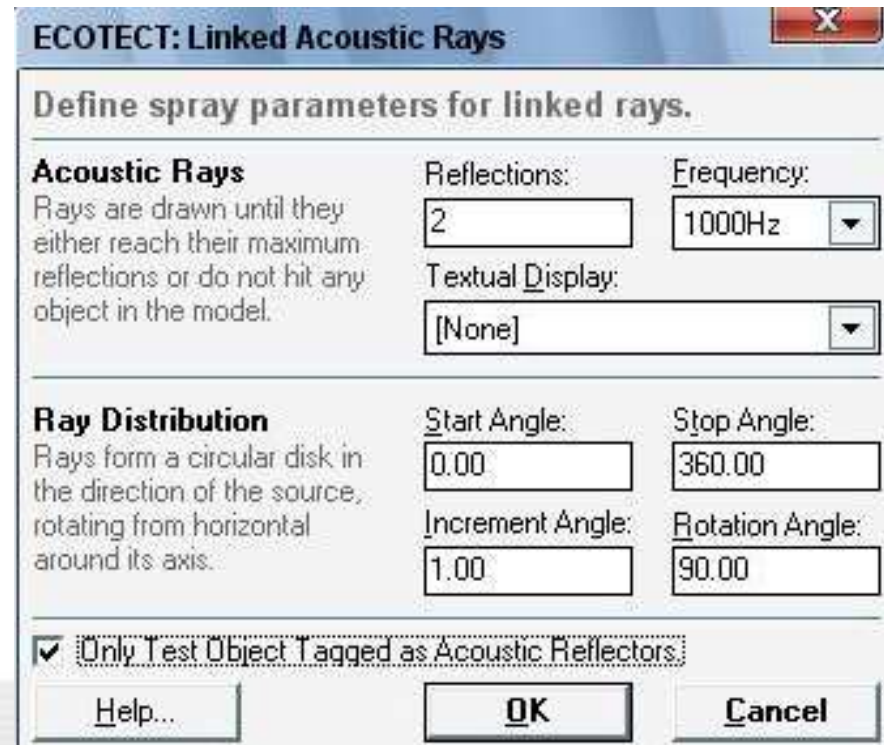
### 三 几何声学分析的实例

为了熟悉Ecotect中几何声学分析的相关内容，其中涉及了关联声波线分析及声线和粒子可视化分析：传统的声学反射体设计方式中包含了很多繁琐的手工或CAD作图操作，通过Ecotect中的关联声波线分析功能，用户可以对模型进行各种动态调整，并随时观察任一微小的修改所引起的声波线分布的变化；而声波线可视化分析功能可以帮助用户动态地观察声场衍变的全过程。

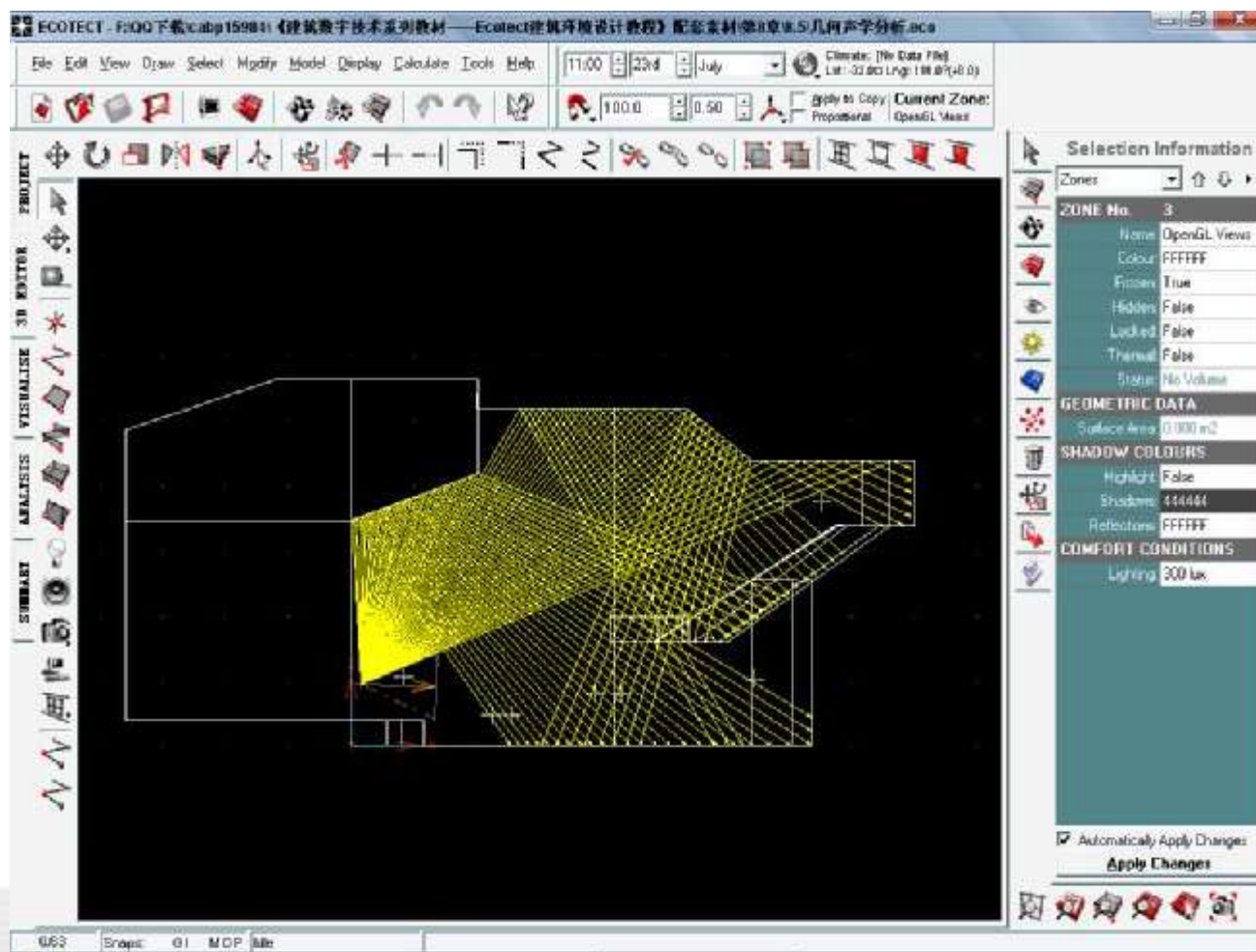
启动Ecotect程序，利用已经建好的一个大型剧场的模型，如图所示，并在舞台上放置测试声源，测试声源可通过主菜单点击**Draw**下拉菜单中的**Sound Source**。并通过鼠标确定其声源指向，并可根据设计需求选择柱状声源或点声源。



首先在到视图菜单选择“**Front**”将当前视图调整为前视图。从计算菜单中选择“**Linked Acoustic Rays(关联声波线分析)**”，程序将启动关联声线分析对话框，如图所示，“**Acoustic Rays**”栏主要用于设置声波线和声源的基本情况，包括了声波线反射次数、声源频率以及声波线数据的显示方式等。“**Ray Distribution**”栏主要用于设置声波线的发射和分布情况。在关联声波线分析中，声波线是从声源上以轮盘状向外辐射的，它的定义参数包括了起始角(**Start Angle**)、截止角(**Stop Angle**)、增量角(**Increment Angle**)和旋转角(**Rotation Angle**)，需要注意的是旋转角，这一参数控制的是声波线发射面与水平面的夹角，大多数情况下使用的都是90°。勾选“**Only Test Object Tagged as Acoustic Reflectors** (仅针对声学反射体)”，在此模型中顶棚是指定的声学反射体。从顶棚而来的一次反射声可以无遮挡地到达观众席，它对增加声音的强度和清晰度十分有利，在音质设计中应充分利用顶棚作为反射面。

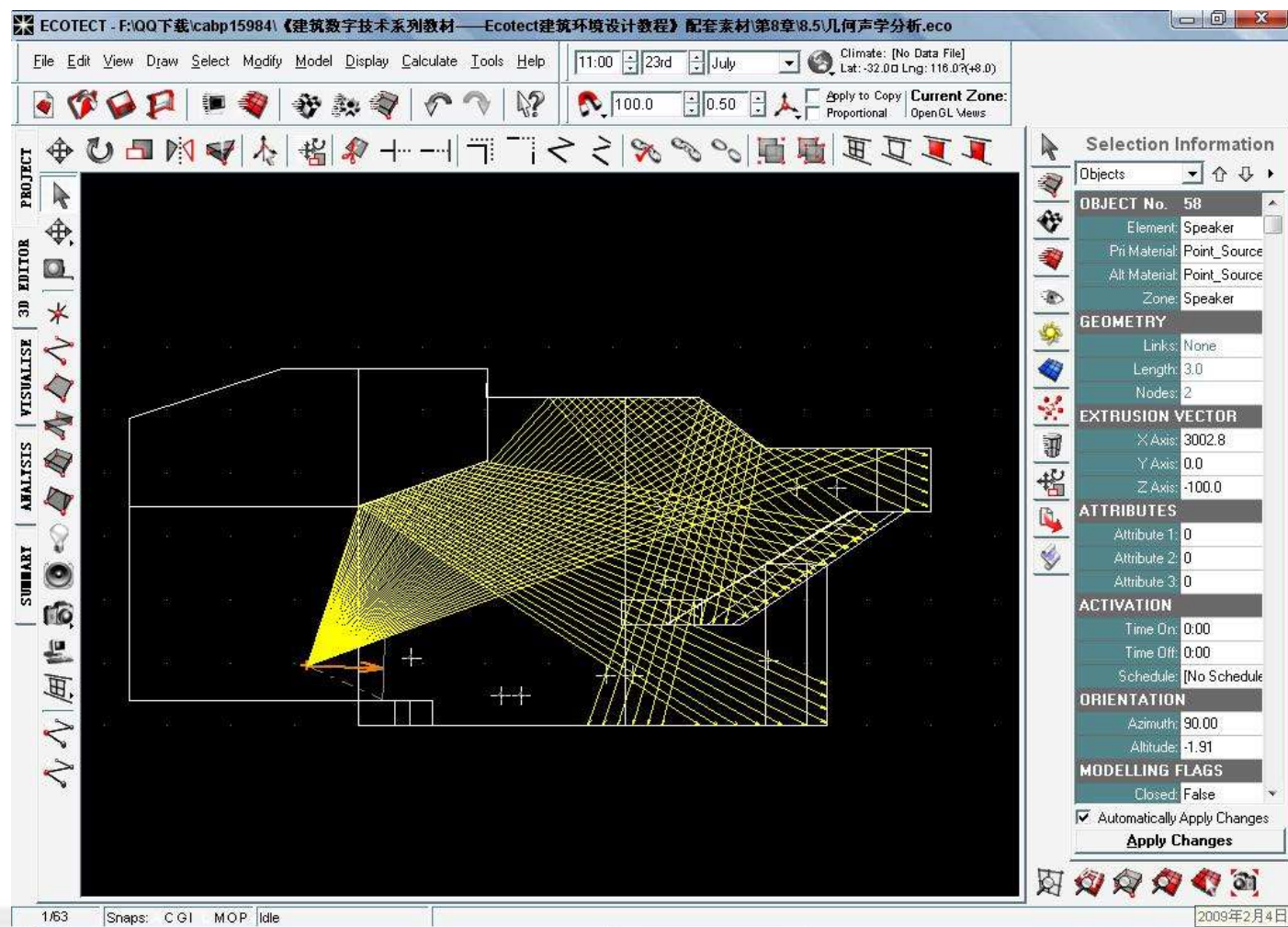


如图所示，我们可以看到系统在剧场的剖面中绘制了从声源出发后到达顶棚的以及被顶棚所反射的声波线，这一效果非常的直观，而且相对于AutoCAD作图来说要方便得多。



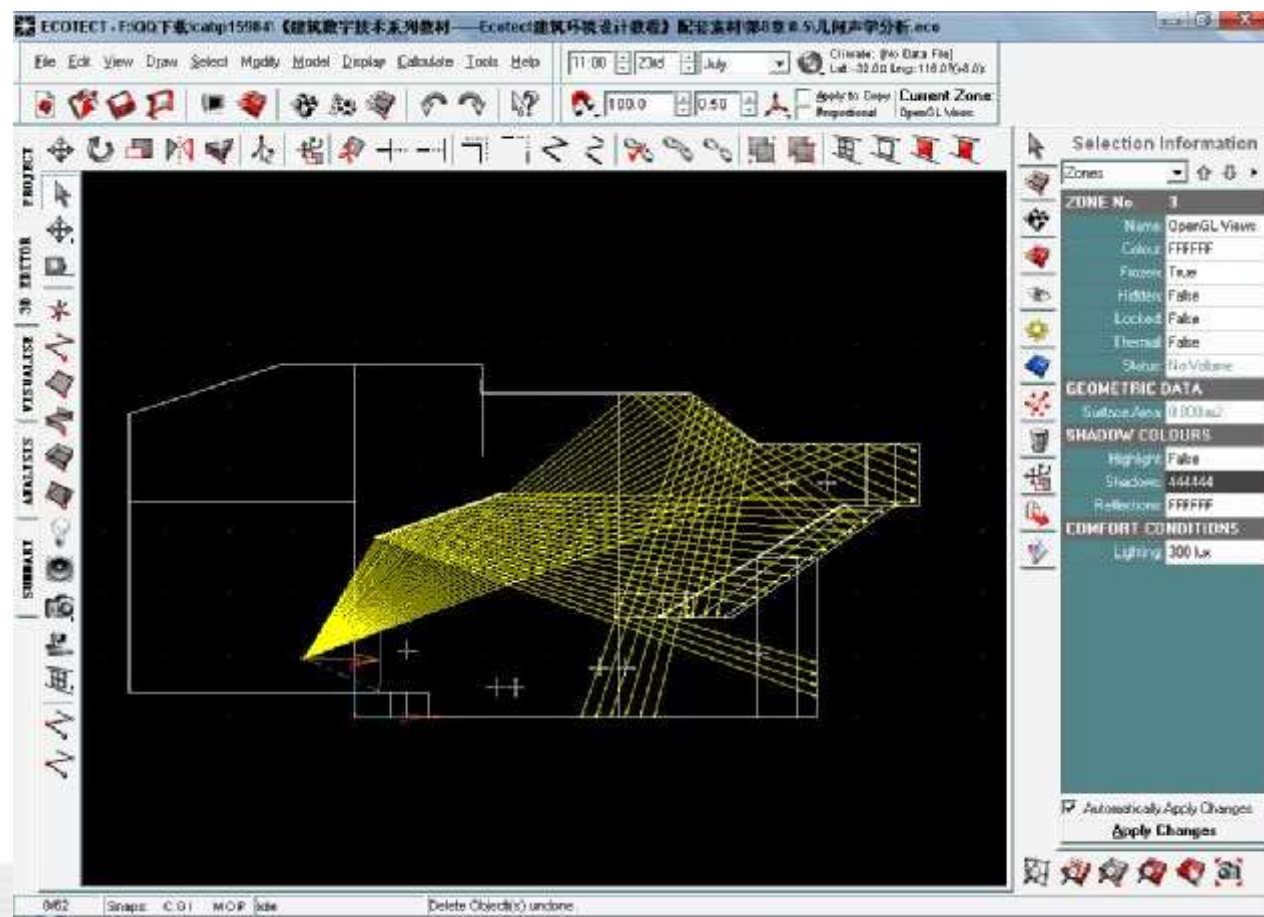


接下来我们**移动**一下**声源**来看看声波线会有什么样的变化。选中声源物体，点击**X**键或使用**Shift+X**组合键使声源物体向**X**轴正向或负向微移。如图所示，我们可以发现随着声源的移动，顶棚部分的一次反射声覆盖范围发生了明显的变化，这说明舞台上声源的位置对观众席中的一次反射声分布有一定的影响。一般情况下声源位于舞台大幕线后2~3m处，距舞台面高度为1.5m。

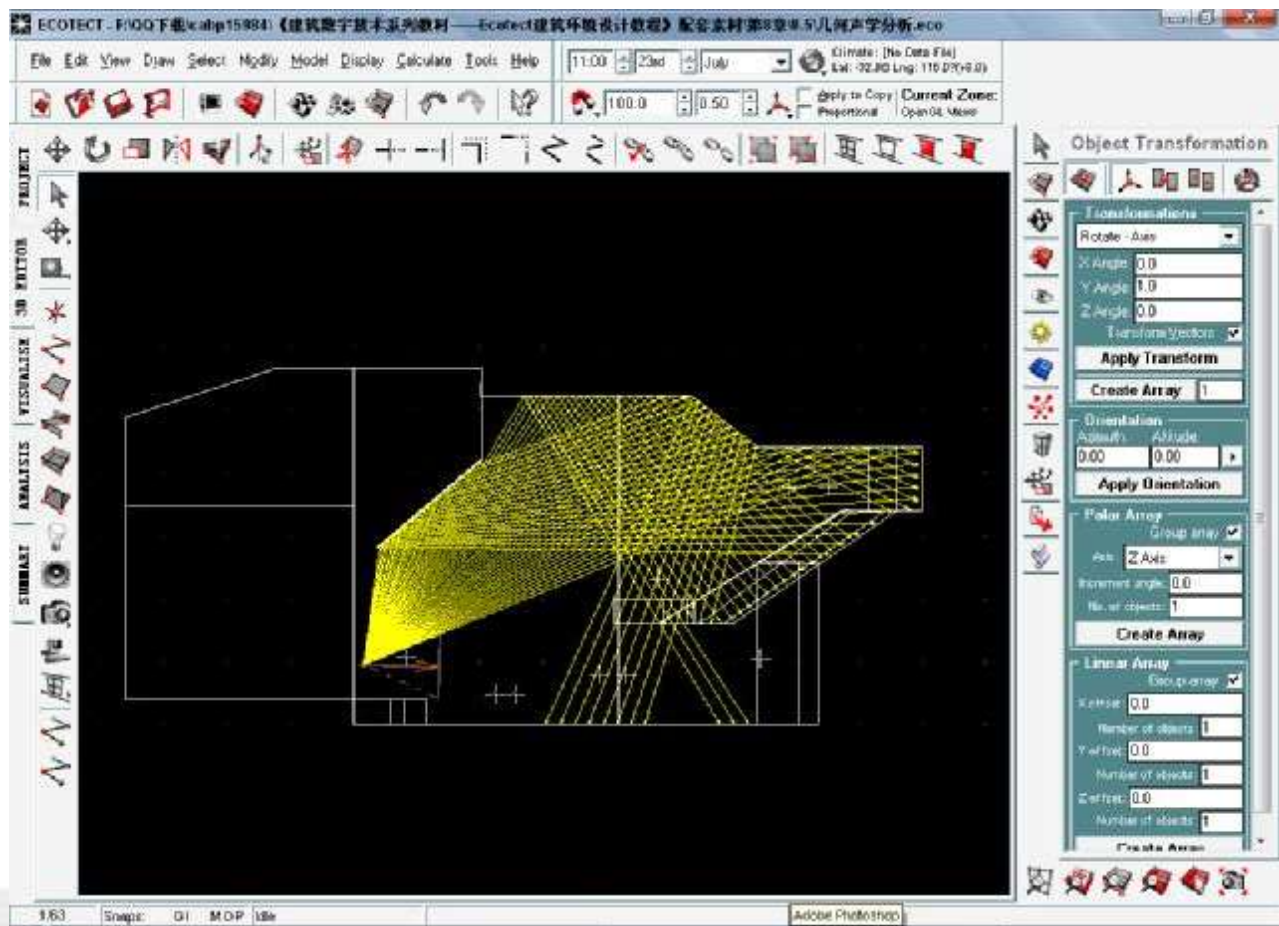


我们移动舞台上方的顶棚来看看有什么效果。选中舞台上方的顶棚，使用(X/shift+X和Z / Shift+Z)命令在前视图中对其进行微移调整。如图所示，我们可以看到随着顶棚位置的改变，声源发出的声线也发生了相应地变化。在进行声学优化设计时，借助这一功能可以直观地看到舞台上方的顶棚调整后其一次反射覆盖区域的变化。

通过反复调试，我们可以发现当前位置总的来说还是比较理想的，配合观众席上方的顶棚基本可以覆盖整个观众席范围。



我们再来试着**调整**一下顶棚的角度。选择舞台上方的顶棚，进入到物体修改面板，在“**Transformations(修改栏)**”下的选择框中选择“**Rotate axis**”，在“**Y angle**”框中输入旋转角度，点击“**Apply Transform**”确定。如图所示，我们可以看到，顶棚旋转之后，声波线的分布也之发生了改变。另外，我们也可以通过**直接编辑节点**的方法来对顶棚进行调整。





通过以上的分析，我们可以发现在方案设计过程中关联声波线功能非常实用，通过它可以方便地对室内厅堂的形状以及反射材料的位置和大小随时进行优化和调整。

# 习题

- 1.利用Ecotect建模工具完成一教室的模型，具体尺寸自定。
- 2.有一小区建筑群为南北向行列式布置，前后建筑间距为1: 1，在那些地区能满足大寒日两小时日照要求？在北纬40度地区满足同样日照要求的最小间距是多少？
- 3.做一个南向外窗综合遮阳优化设计，要求在北纬30度地区能遮挡夏至日全天的直射阳光，外窗尺寸为 $1.5 \times 1.5\text{m}^2$ ，并比较遮阳前后室内采光的变化。
- 4.选一个城市广场建立周围建筑的简化模型，观察在广场人员休闲场地冬季和夏季的日照情况。
- 5.利用Ecotect对所建教室模型采光系数及采光照度进行分析，并根据我国照明标准调整窗口的尺寸与大小。
- 6.对所建教室模型布置室内照明灯具，并对室内照明照明效果进行分析，并对照明结果参考国家相关规范调整。
- 7.利用Ecotect对所建教室模型混响时间进行分析，并根据语言清晰度的要求进行相应调整。
- 8.利用Ecotect对所建教室模型内声线进行分析，并调整教室剖面结构，以达到较好的音质效果。