第二章 Ecotect应用之一

遮阳分析

1、本例的基本情况和环境要求

- 室内游泳池，体形为矩形，66×33×15 m^3 。标准游泳池水面面积为50×25 m^2 。
- 要求：

- 白天使用自然采光，但夏季应尽量避免阳光的直接入射，以减少太阳辐射热。

2、物理环境分析

- 理论部分：
  - 由游泳池照度等级确定开窗面积。
  - 由太阳高度角、方位角以及南墙面方位角来确定遮阳板的大致尺寸。
- 模拟部分：
  - 由对太阳全年入射模拟来比较竖直和水平遮阳形式的遮阳效果，调整开窗及遮阳尺寸。

3、相关概念

- 确定窗地比：

- 一般标准室内游泳池采光等级为2级，由《**建筑采光设计标准GB/T 50033--2001**》可知，双侧窗采光二级的窗地比为1/2.5。
- 游泳馆内地面面积为：66×33=2178 m^2。
- 故所需开窗面积为： 2178/2.5=871 m^2。
- 单侧采光口的面积为：871/2=435 m^2。

3、相关概念

- 确定窗洞和遮阳形式：

- 考虑两种窗型和遮阳形式，一种是大面积连续窗，用水平百叶遮阳——开窗尺寸为高7m，宽62m；
- 二是竖窄条窗加外立面上竖直遮阳板——单窗尺寸为高11m，宽1.2m。

3、相关概念

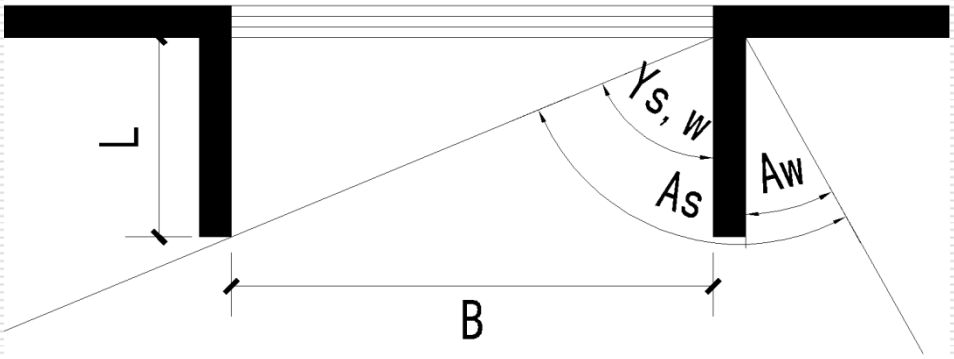
- 竖直遮阳板尺寸的计算：

- 房间朝向、窗以及竖向遮阳板关系如下图。
- 竖直遮阳板的计算公式：$L = B\cot\gamma_{s,w}$ （1-1）

其中，L——垂直板挑出长度，m；

B——板面净间距，m；

$\gamma_{s,w}$——太阳方位角与墙方位角之差，°



太阳光方向　　正南方向

3、相关概念

- 其中太阳方位角和高度角须有该地点的地理纬度Φ、赤纬角δ和时角Ω算得。
- 太阳高度角h_s

$$\sin h_s = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\Omega \quad (1\text{-}2)$$

- 太阳方位角A_s

$$\cos A_s = (\sin h_s \sin\varphi - \sin\delta)/(\cos h_s \cos\varphi) \quad (1\text{-}3)$$

3、相关概念

- 现考虑夏至日上午10时所需遮阳板长度L。
- 北京地区地理纬度40°，夏至日赤纬角23.5°，上午10时的时角为：2×15=30°。
- 此时太阳高度角：

$$\sin h_s = \sin 40 \sin 23.5 + \cos 40 \cos 23.5 \cos 30 = 0.86$$

H_s=59.3°

- 太阳方位角：

$$\cos A_s = \frac{\sin 59.3 \sin 40 - \sin 23.5}{\cos 59.3 \cos 40} = 0.38$$

A_s=67°

3、相关概念

- 已知南墙法线与正南方向的夹角为23°。
- 故太阳方位角和墙法线的夹角:

$$\gamma_{s,w} = A_s - 23 = 67 - 23 = 44^\circ$$

- 若窗宽B等于1.2m，代入式1.1，可得到竖直遮阳板挑出长度

$$L = B\cot\gamma_{s,w} = 1.2\cot 44 = 1.24\ \text{m}$$

4、Ecotect模拟分析：

4.1、确定网格和地理位置

根据项目内容确定网格和地理位置：

- 打开Ecotect用户界面，屏幕显示的默认网格为16×11m。因为使用的网格要大于66×33m，故要重新设置网格。
- 点击模型设置  ，弹出对话框：



由于模拟是采光遮阳分析的原因，本次模拟使用地是Ecotect5.2版本。

4.1、确定网格和地理位置

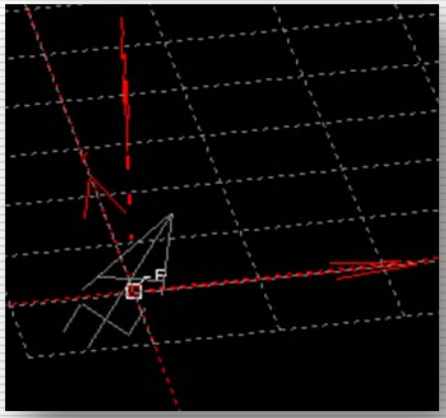
- 按下图设置网格、位置。





- 点击屏幕右下角察看工具条的缩放网格  按钮，显示完整网格。

4.2、创建横向遮阳的模型



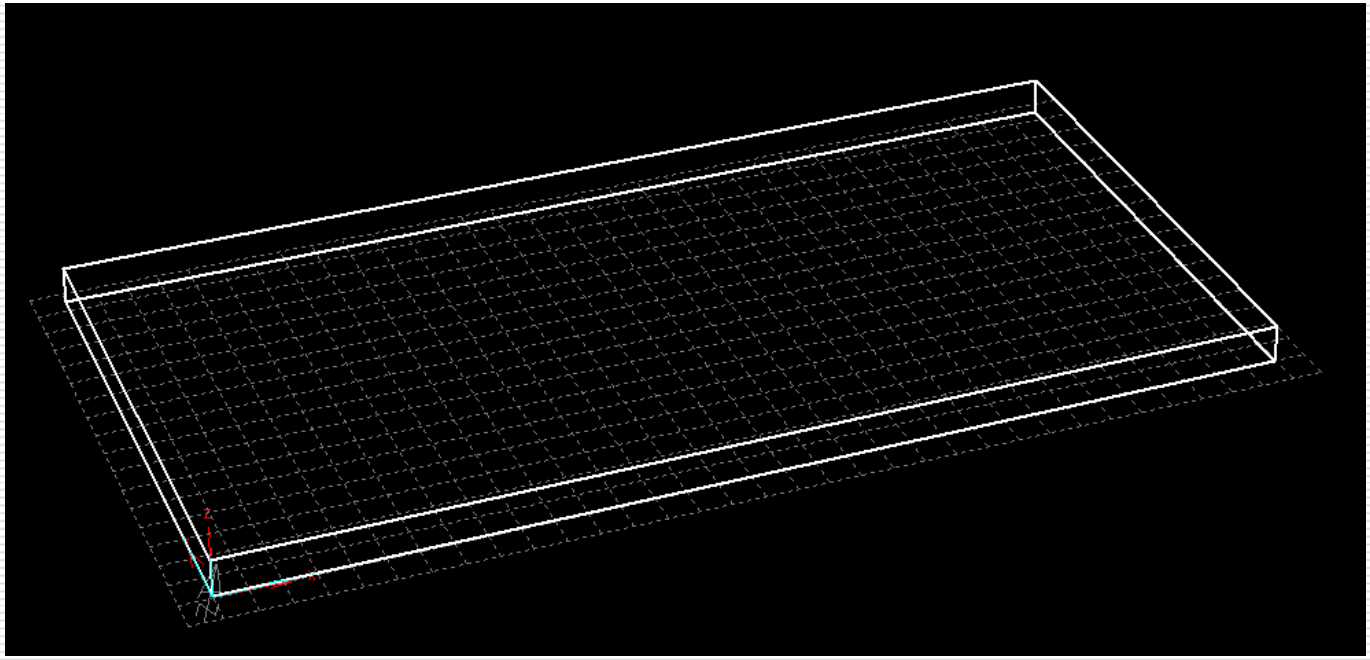
创建横向遮阳的模型：

- 将捕捉设置改为2000。
- 点击建模工具栏的区域  按钮。
- 点击绘图区域中的坐标原点
- 在区域/指针工具条中的dx框中输入66000，回车。
- 将鼠标沿y方向推拽，在dy框中输入33000，回车。
- 将鼠标沿-x方向推拽，在dx框中输入66000，回车。
- 点【Esc】即可。
- 在重命名区域对话框中输入gym-big 。



4.2、创建横向遮阳的模型

- 得到的模型如下图：

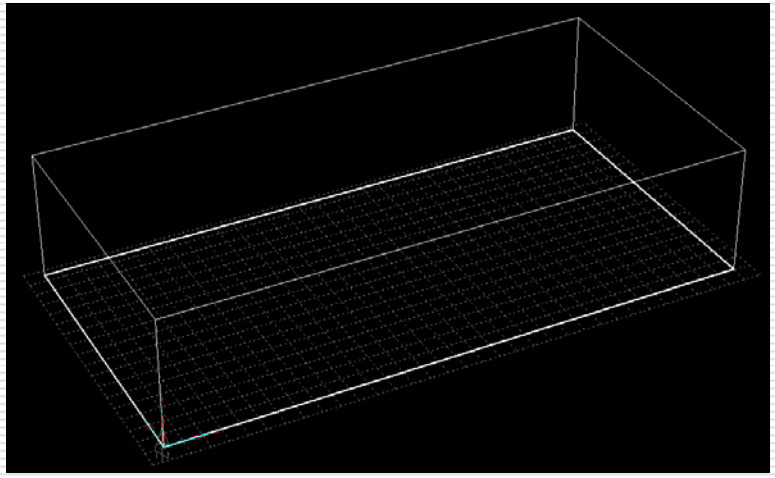


在Ecotect中，建立一个区域即意味着此时已经建好了一个有地板、墙、天花板的模型了。

4.2、创建横向遮阳的模型

- 墙高默认值为2.4m，因此需要改变墙高至15m：
- 点击绘图区域的任意空白处，离开区域的选中状态。
- 点击模型底部，选中地板。
- 选择控制面板选择器中的选择信息面板。
- 如图，在拉伸向量中修改z轴为15000，回车。
- 模型如图。

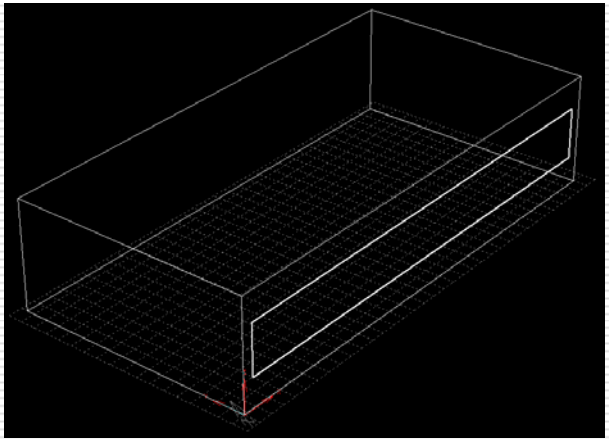
在Ecotect中，选择区域中的任意构件后，可用【空格键】或者【翻页键】一次循环选择区域中的各个构件。

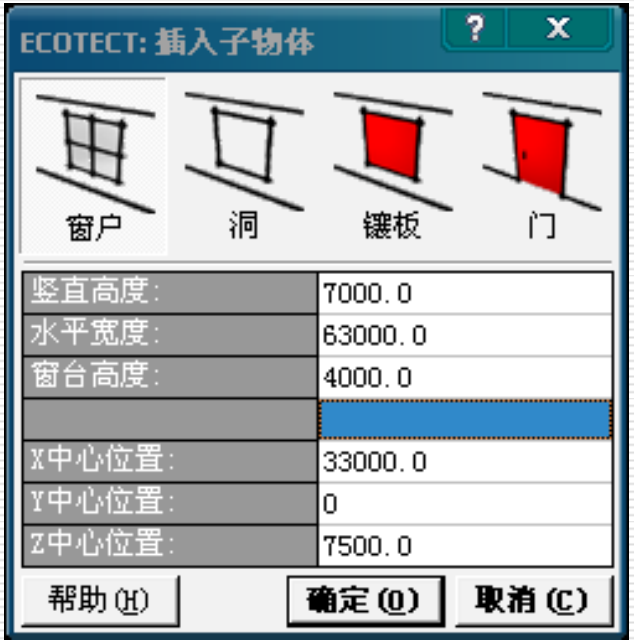




4.2、创建横向遮阳的模型

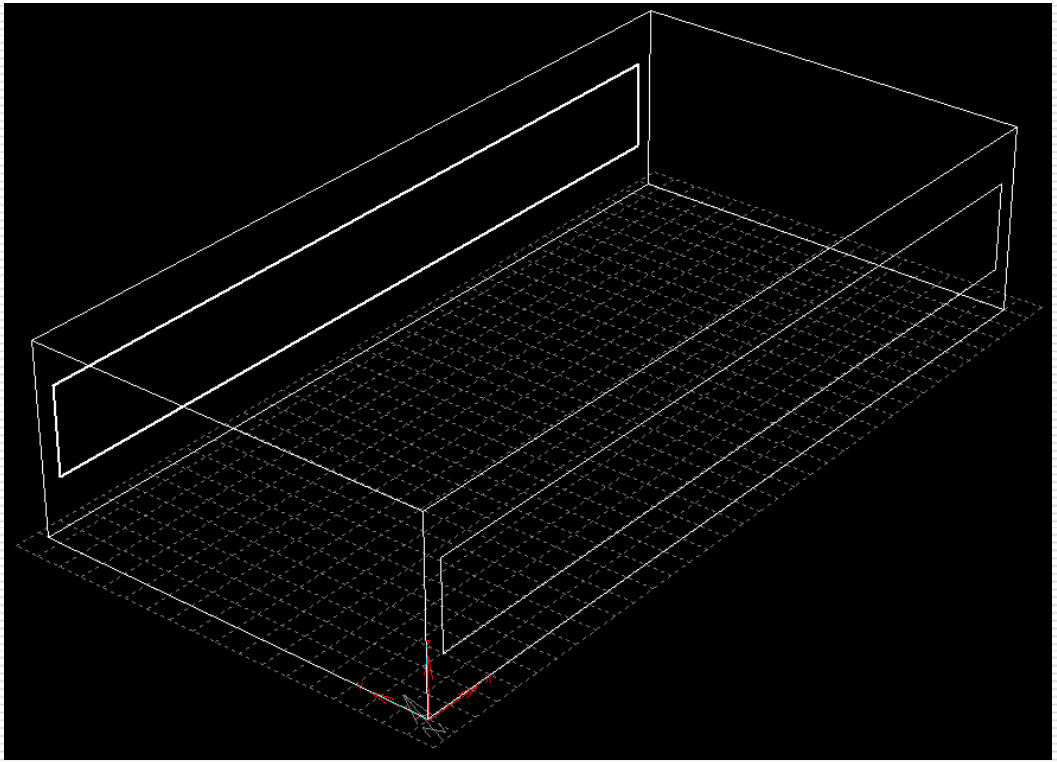
- 创建南北墙上的窗：
- 点击模型南墙。
- 点击键盘上的【insert】键或者击鼠标右键在弹出的菜单里选择插入-子物体。
- 在弹出的对话框中如图设置。
- 确定后，模型如图。





4.2、创建横向遮阳的模型

- 同样的方法，建北窗。
- 结果如图。



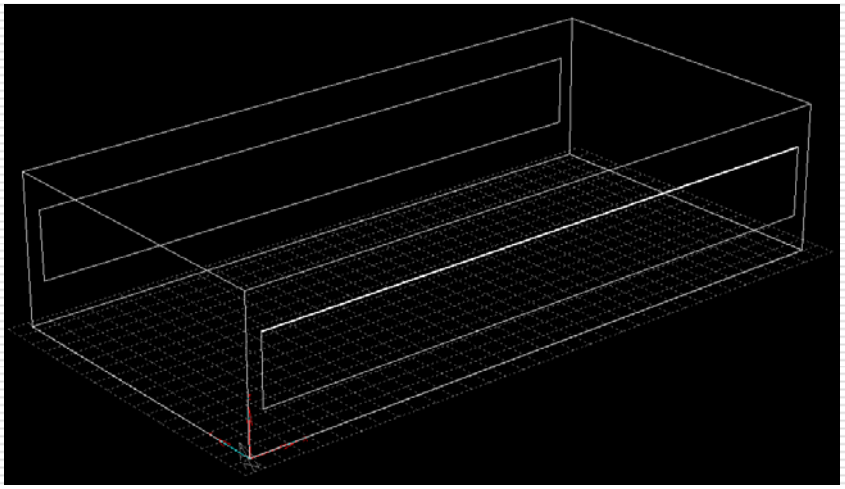
在Ecotect中，可以使用鼠标滚轴扩大缩小模型，使用右键旋转模型。

4.2、创建横向遮阳的模型

由于该建筑和北向夹角较大，故在夏季北窗的西晒较严重。因此，建筑的南北窗都要有遮阳措施。

- 创建南窗的遮阳水平百叶：

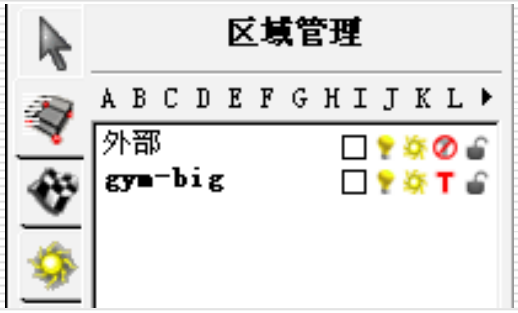
- 为了建水平百叶，需要先做辅助线。点击建模工具栏的直线工具 捕捉到南窗左上角的点，按鼠标左键；再捕捉右上角点，按鼠标左键。完成辅助线。如图。



4.2、创建横向遮阳的模型

在建模中为了重复使用和便于隐藏辅助线，通常将其放在一个单独的区域中。具体方法如下：

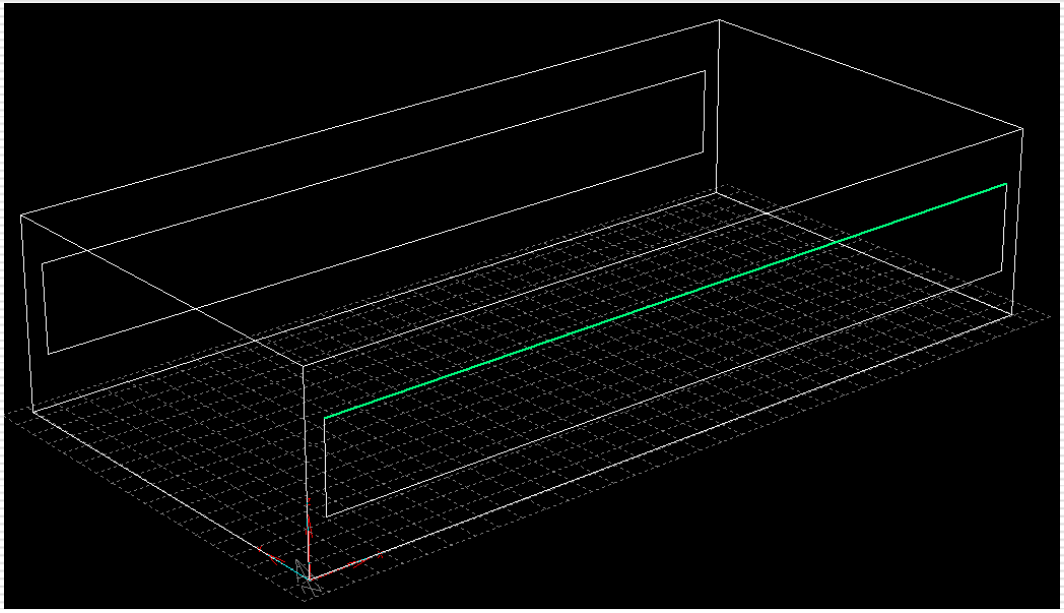
- 点击控制面板工具栏的区域管理面板 ，此时，有“外部”和“gym-big”两个区域。
- 点击区域管理面板下面的创建新区域图标 ，将新区域命名为reference。
- 点击区域名右边的方框，为区域选择任一颜色。完成后如图。





4.2、创建横向遮阳的模型

- 保持当前辅助线被选定的状态，点击区域管理面板下面移动物体到区域 图标或菜单栏模型-移动物体到区域。此时，辅助线的颜色改变；在选择信息面板 中也可以看到，辅助线所在的区域为reference。

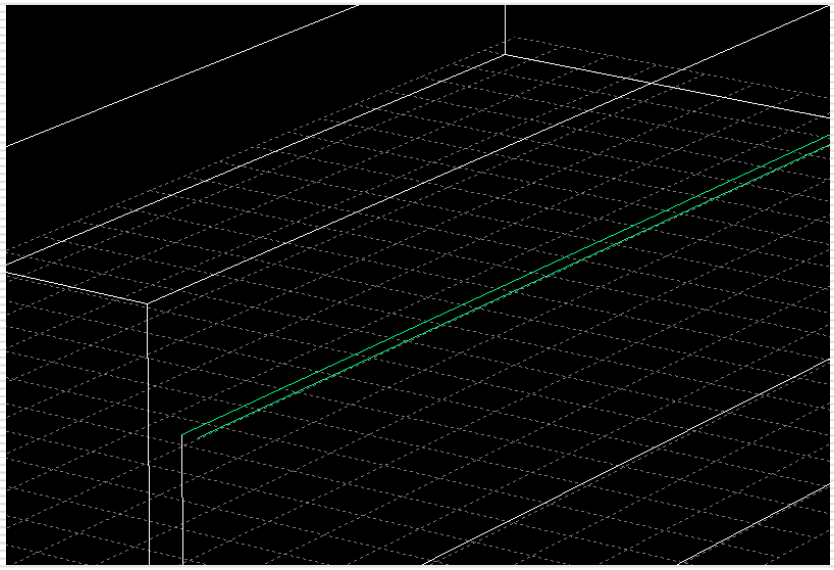




4.2、创建横向遮阳的模型

- 点击控制面板工具栏的物体修改面板 ，在第一个下拉菜单中选择移动，在y偏移中输入-500，创建阵列中输入1。设置如图。
- 点击创建阵列。
- 复制后，辅助线绘制完成。两根辅助线如图。

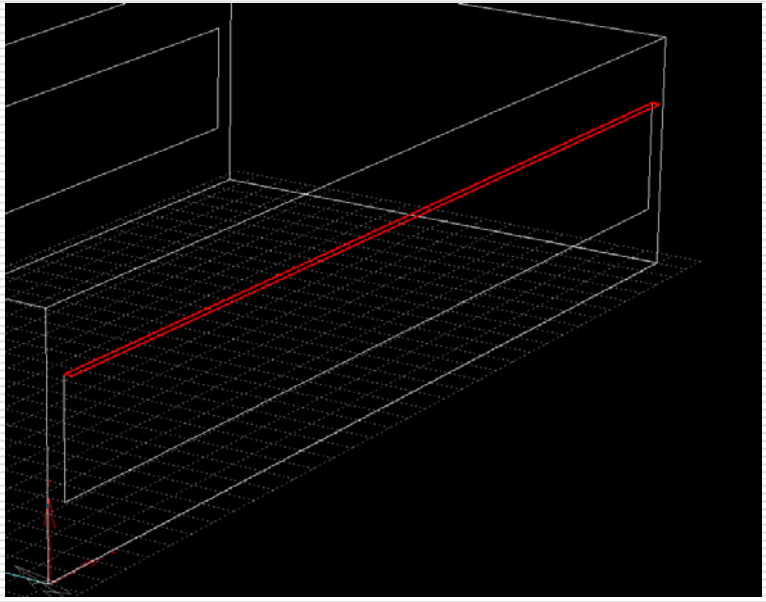




4.2、创建横向遮阳的模型

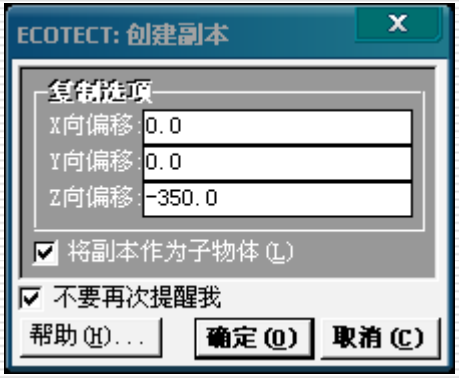
- 进入区域管理面板，点击创建新区域图标，创建新区域，重命名为shading-big，设置一种颜色。
- 在建模工具栏中点击平面图标。依次点击两条辅助线的四个端点，完成一个百叶的绘制。如图。
- 单击reference区域右面的小灯泡，关闭其显示。

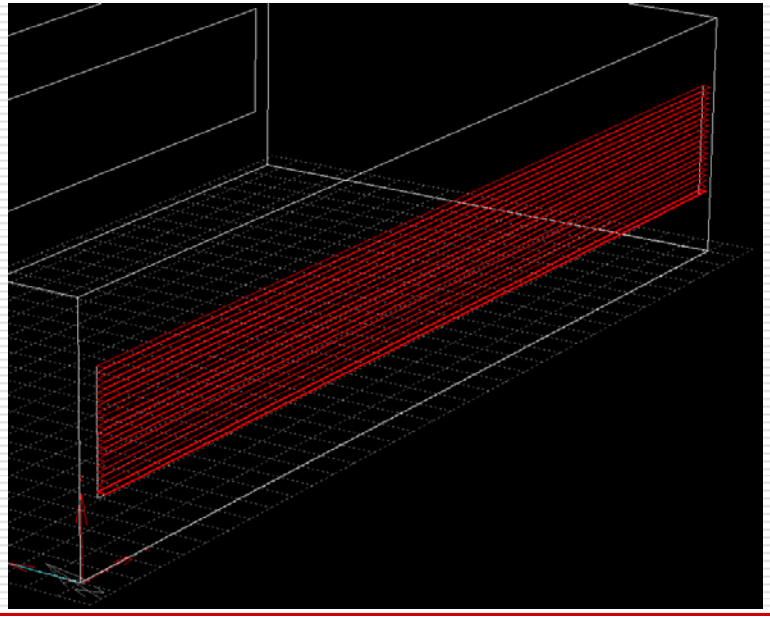




4.2、创建横向遮阳的模型

- 复制南窗的遮阳水平百叶：
- 在百叶选定的状态下，在菜单栏中点击编辑-创建副本，如图设置弹出的对话框。
- 连续点击键盘【Ctrl】+ 【D】18次，完成复制百叶。如图。

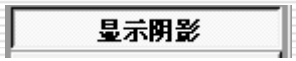




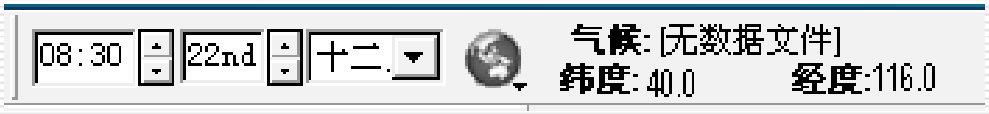
4.2、创建横向遮阳的模型

- 调整百叶角度和尺寸。

  由于所有百叶都是第一个百叶的副本，因此只要调整第一个百叶的角度和尺寸，其余的百叶都会随之变化。

- 在控制面板选择器的投影设置面板下，点击显示阴影 

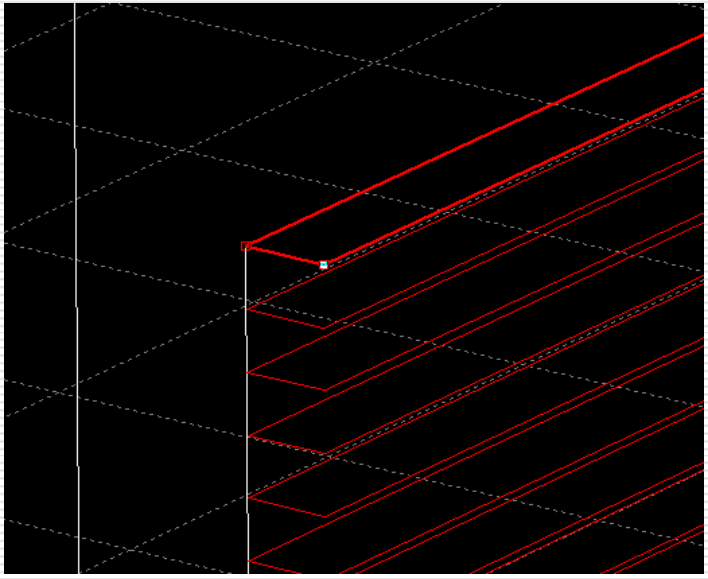
- 在区域/指针工具条下，将日期定为：08：30，22nd，十二月。
- 将捕捉距离由2000改成100。
- 双击第一百叶，进入编辑状态。选择百叶上距墙面远的两个端点作为调节点：鼠标左击其中一个端点后，按住【Shift】，加选另一个端点。

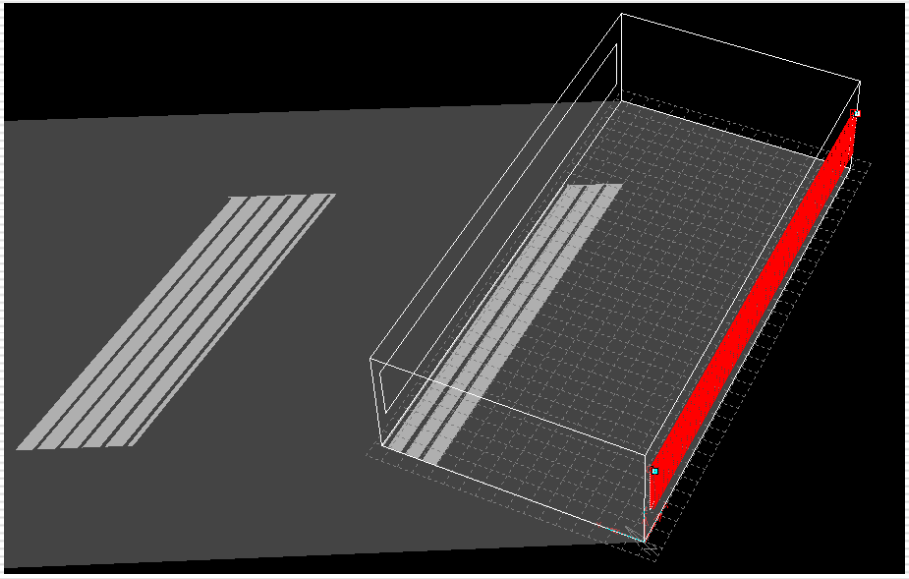




4.2、创建横向遮阳的模型

- 选中的两个端点变成白色。如左图。
- 阴影情况如右图。





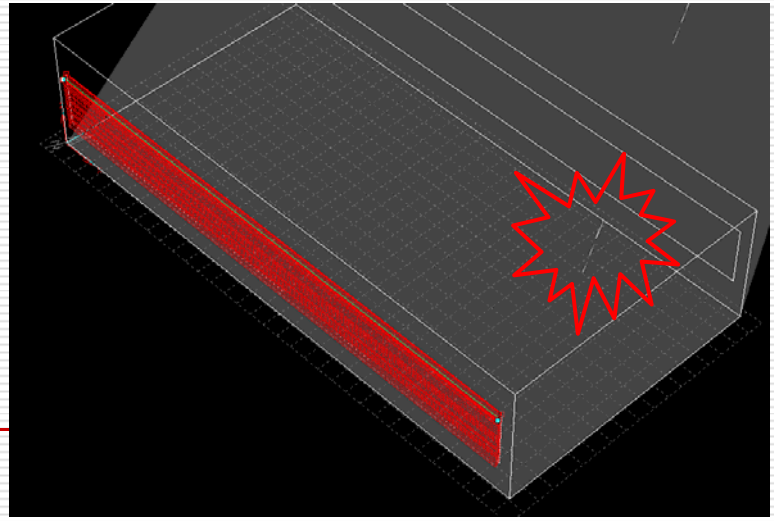
4.2、创建横向遮阳的模型

- 按下键盘【Z】，百叶会向上调整；按【Shift】+ 【Z】百叶会向下调整。
- 按下键盘【Y】，百叶会向内收缩；按【Shift】+ 【Y】百叶会向外拉伸。

✓ 通过这两种操作的配合可以得到优化的百叶宽度和倾斜角度。

✓ 在调整的过程中，会发现，除非百叶由水平状态变为垂直状态；否则，始终不能完全遮阳。如图。

✓ 因此，需要调节X方向的尺寸。经过模拟，可以发现，遮阳板的长度（X方向）向两端各扩大0.3m，就可以全部遮阳。



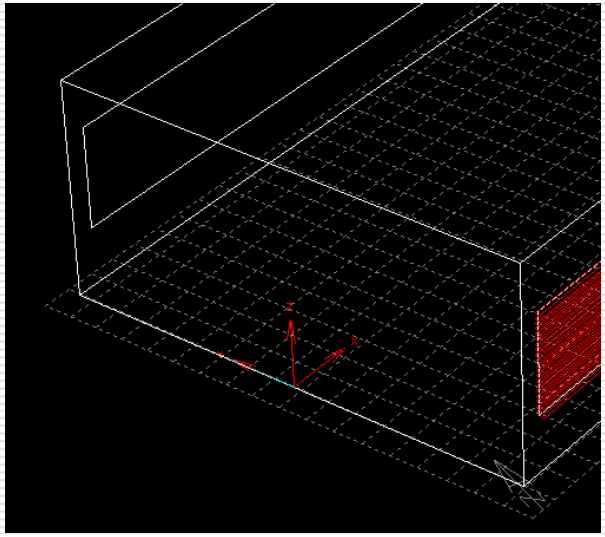
可以看出，以上的过程不仅仅是在Ecotect中建模的过程；其实也是一种设计过程。

4.2、创建横向遮阳的模型

- 创建北窗的遮阳水平百叶：

  完全可以按照创建南窗的遮阳水平百叶的方法创建北窗的遮阳水平百叶。当然也有其他的方法创建：

- 在建模工具栏中点击原点移动图标  。
- 将坐标原点的位置放在西墙地面的中点。



4.2、创建横向遮阳的模型

- 在南墙上第一个百叶被选中的状态下，点击控制面板选择器的物体修改面板 ，在第一个下拉菜单中选择镜像，镜像轴选择关于X轴，创建阵列为1。如左图。点击创建阵列。
- 再在第一个下拉菜单中选择移动，Z轴偏移为-350，创建阵列为19。如右图。点击创建阵列。

如果不使用创建阵列命令，可以使用创建副本的方法。

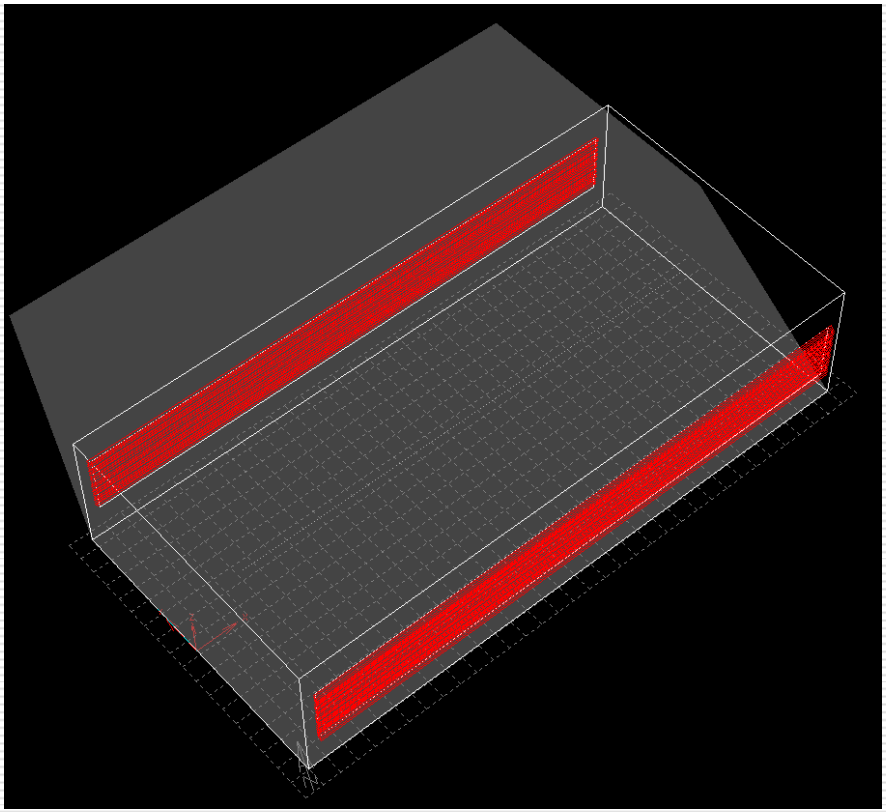
二者的区别是：使用创建副本的方法，修改第一个百叶，其他都会随之改变；而创建阵列的方法则不可以。





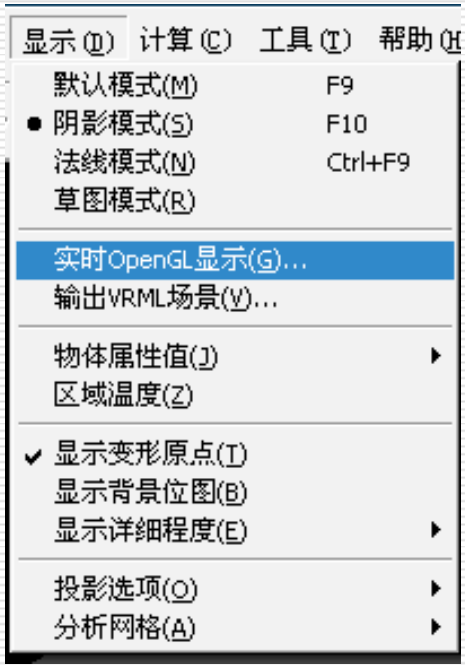
4.2、创建横向遮阳的模型

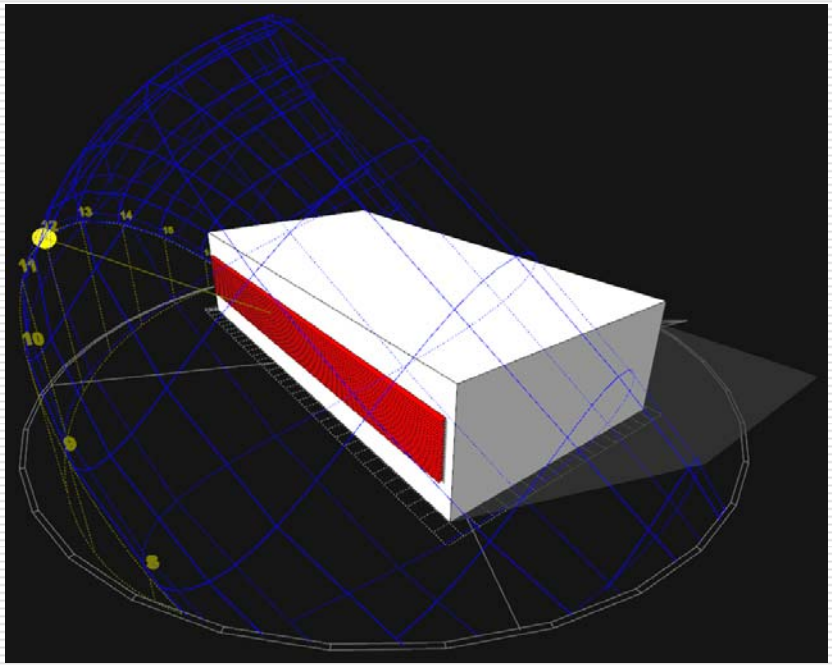
- 横向遮阳的模型创建完毕。如图。



4.2、创建横向遮阳的模型

- 点击菜单栏的显示-实时OpenGL显示，进入OpenGL显示。





4.2、创建横向遮阳的模型

- 小结：
- 在上面建模和分析中，我们使用了模型设置命令；建立区域、线、平面命令；插入子物体命令；查看、选择物体命令；创建区域、移动物体到当前区域命令；区域的显示、颜色控制命令；复制、阵列、镜像命令；创建副本命令，角度、尺寸调整命令；阴影显示、阴影分析命令；OpenGL显示命令等。
- 从百叶的角度以及尺寸调整中，初步体会到了如何应用Ecotect做设计的过程。

运用Ecotect分析的最重要目的之一，是为了协助建筑设计。

4.3、创建竖向遮阳的模型：

创建竖向遮阳的模型：

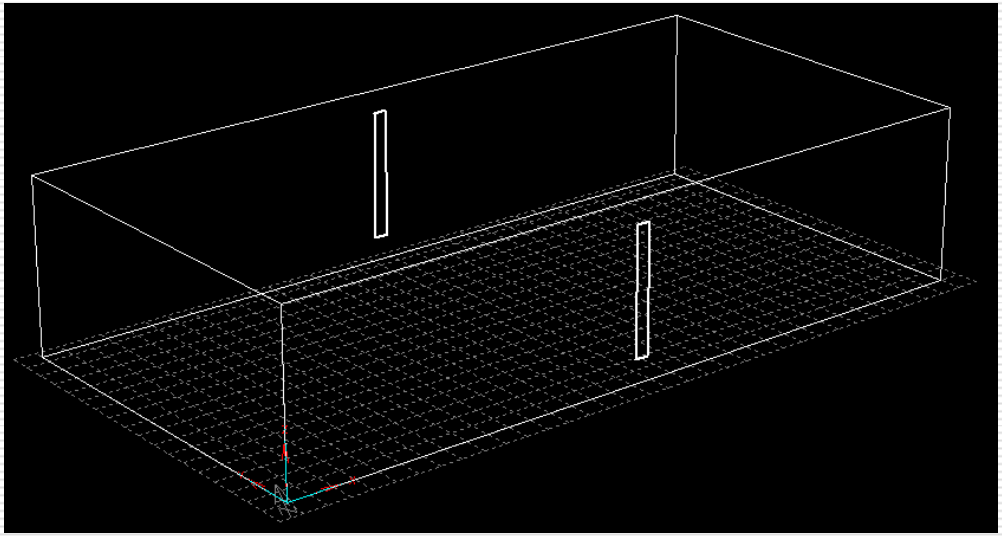
- ✓ 创建竖向遮阳的模型，可以通过隐藏横向遮阳板、创建主体模型的副本，在原文件中继续创建竖向遮阳板；也可以新建一个Ecotect文件，创建竖向遮阳的模型。在之后的分析中可能各有各的好处，本例在采用第二种办法。

- ➢ 创建新的Ecotect文件：

- 打开“水平遮阳.eco” 文件，另存为“竖向遮阳.eco”。
- 在控制面板选择器下的区域管理面板中，点击reference和shading-big两个区域，点击键盘【Delete】，将二者删除。
- 选择模型中的两扇窗，点击键盘【Delete】，将二者删除。

4.3、创建竖向遮阳的模型：

- 插入条形窗：
- 选择南北两两面墙，插入如图设置的条形窗。
- 结果如下图。

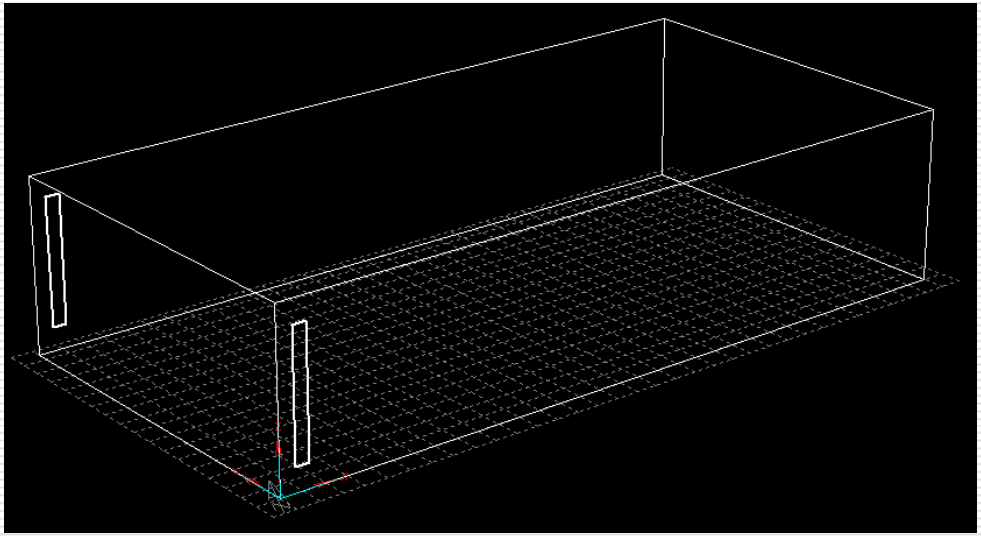




与建立水平遮阳的模型相类似的命令和操作，将在本例中简化讲解。

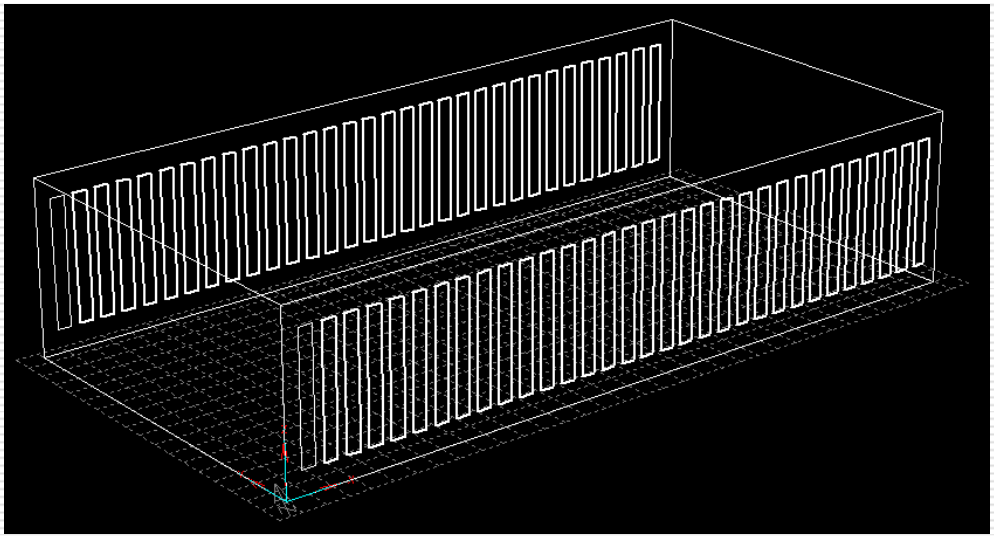
4.3、创建竖向遮阳的模型：

- 移动条形窗：
- 在两窗选中状态下，点击建模工具栏中的移动按钮 。
- 在区域/指针工具条中的dx里输入-31000，dy、dz都为0，回车。
- 结果如图。



4.3、创建竖向遮阳的模型：

- 阵列条形窗：
- 保持两窗被选择状态，点击控制面板选择器下的物体修改面板，在第一个下拉菜单种选择移动，在x偏移里输入2000，创建阵列里输入31，点击创建阵列。
- 结果如图。





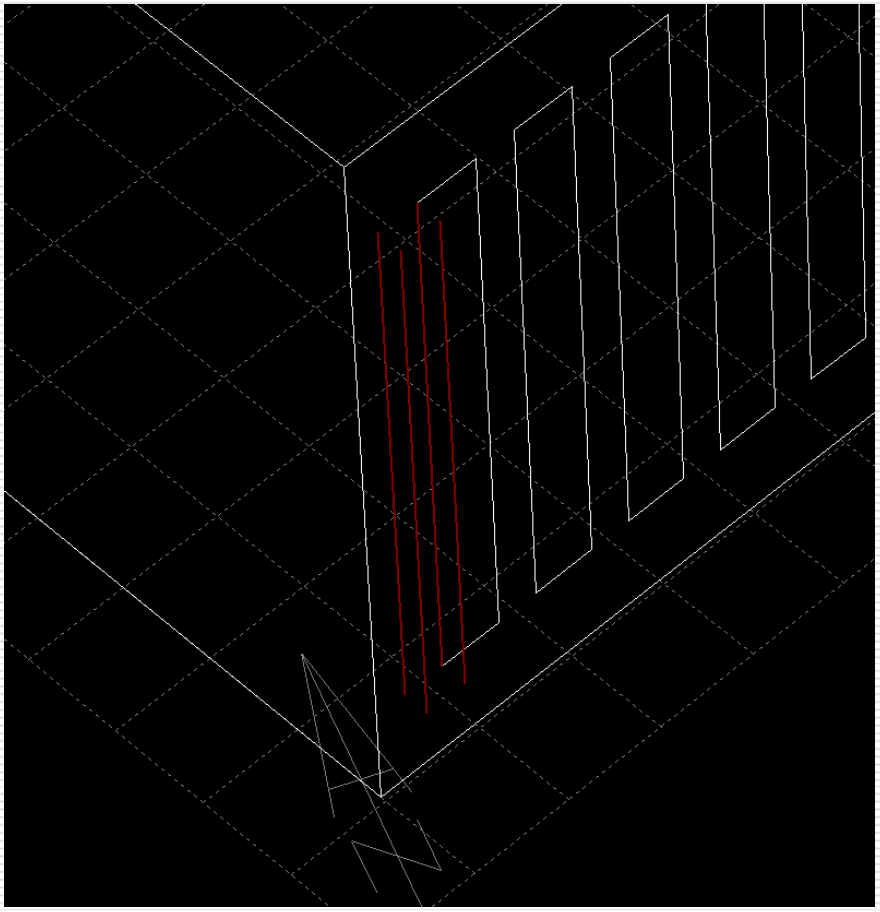
4.3、创建竖向遮阳的模型：

- 画辅助线：

- 在区域管理面板新建区域reference，改变颜色，选择直线按钮 ，捕捉南墙西边第一个窗的左边线，做出第一条辅助线。
- 保持线段被选择状态，点击物体修改面板，选择移动，y偏移为-500，x和z偏移为0，创建阵列为1，点击创建阵列。完成第二条辅助线。
- 保持线段被选择状态，点击物体修改面板，选择移动，x偏移为-800，y和z偏移为0，创建阵列为1，点击创建阵列。完成第三条辅助线。
- 保持线段被选择状态，点击物体修改面板，选择移动，y偏移为500，x和z偏移为0，创建阵列为1，点击创建阵列。完成第四条辅助线。

4.3、创建竖向遮阳的模型：

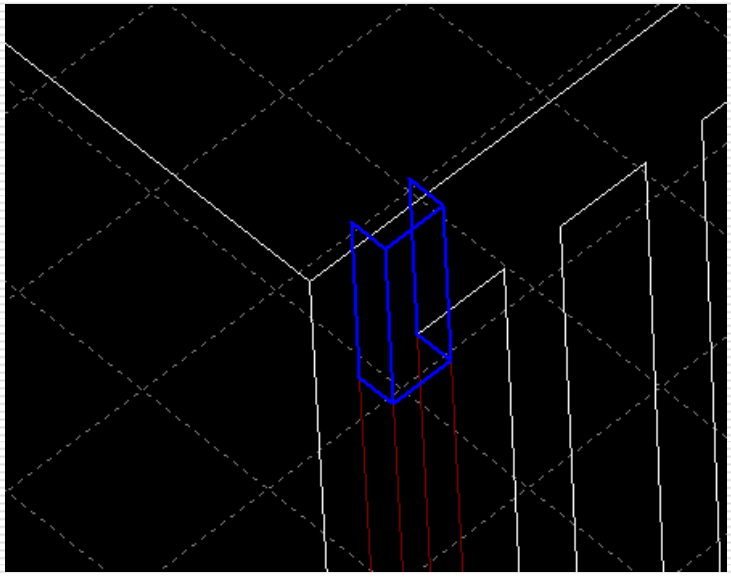
- 结果如图。



4.3、创建竖向遮阳的模型：

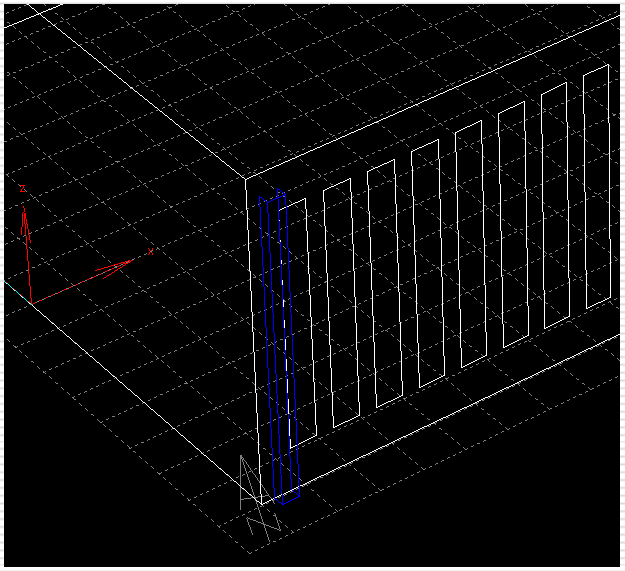
- 建南墙的遮阳板：
- 新建区域shading-tile，选择一种颜色。
- 选择建模工具栏中的隔断按钮  ，由右上方开始，用鼠标依顺时针捕捉、点击四条辅助线的上顶点。
- 结果如图。





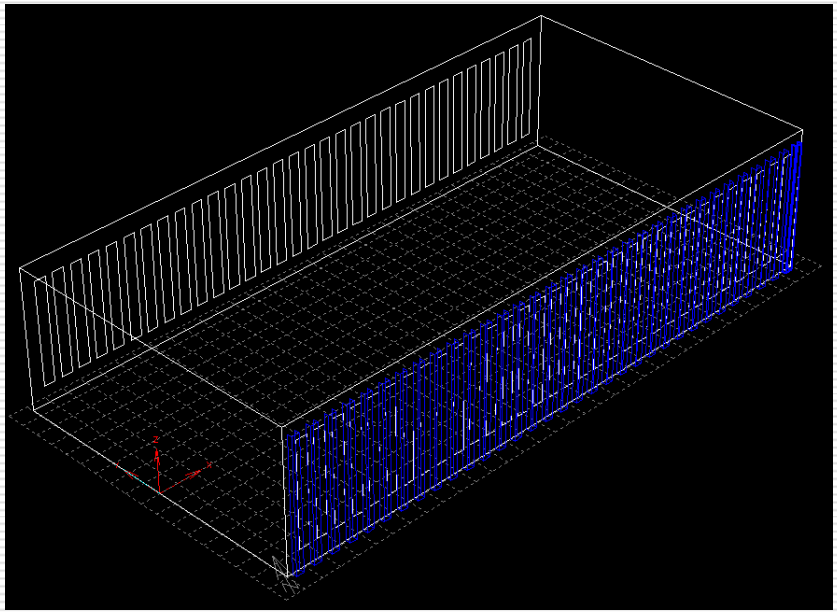
4.3、创建竖向遮阳的模型：

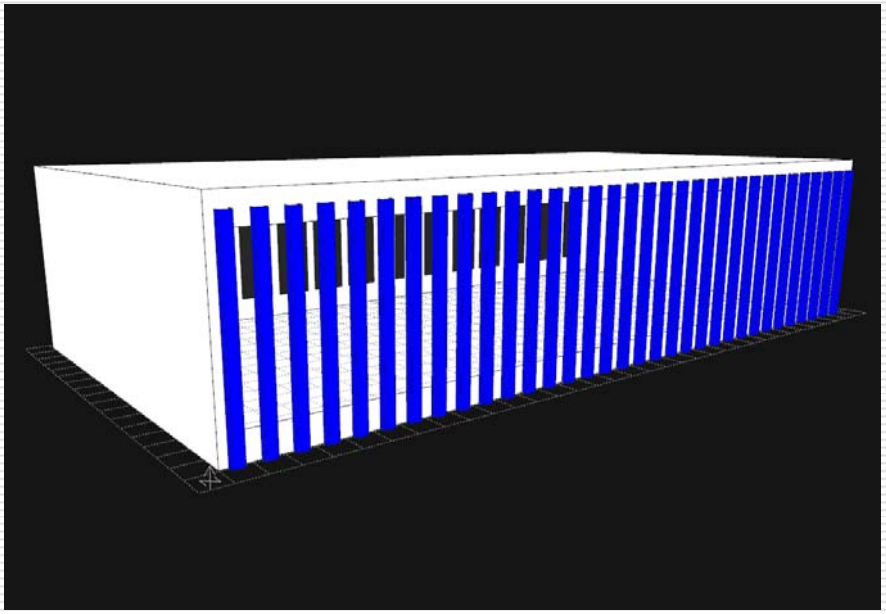
- 改变竖向遮阳板的高度：
- ✓ 一个不封闭的隔断中，底线是父物体，边上的面是子物体。因此，要对这个隔断操作如移动、拉伸，就要先选中底线，然后再操作。
- 选中隔断的底线，在选择信息面板中的z轴拉伸向量值改为14000。回车。
- 关闭reference区域隐藏。
- 点击键盘上的【F7】，进入前视图，将隔断的底线移至建筑的底面。
- 结果如图。



4.3、创建竖向遮阳的模型：

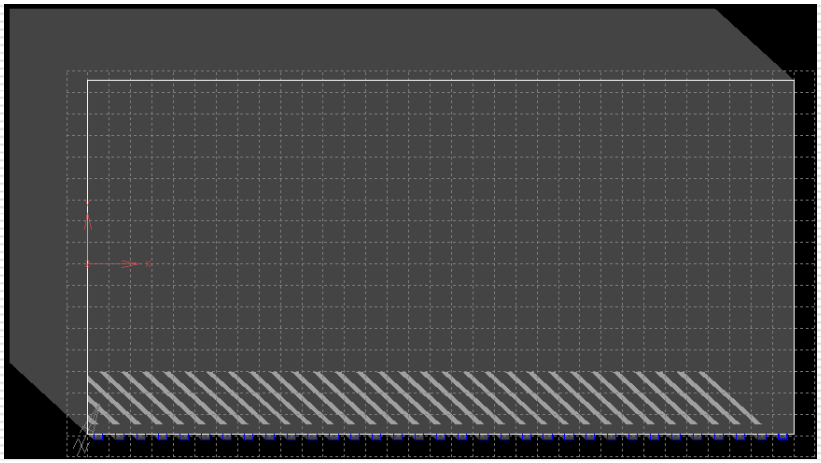
- 阵列竖向遮阳板：
- 采用创建副本的方法，阵列出南墙上的所有竖向遮阳板。
- 结果如图。





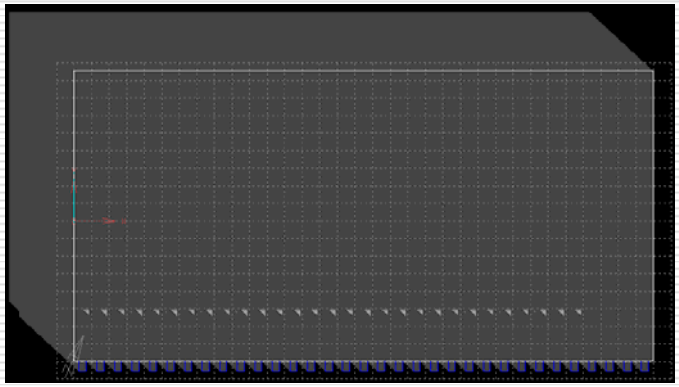
4.3、创建竖向遮阳的模型：

- 调整竖向遮阳板的尺寸：
- 将日期调整到10：00，22nd，六月。
- 打开阴影显示模式。
- 进入平面视图。
- 此时阴影效果如图。



4.3、创建竖向遮阳的模型：

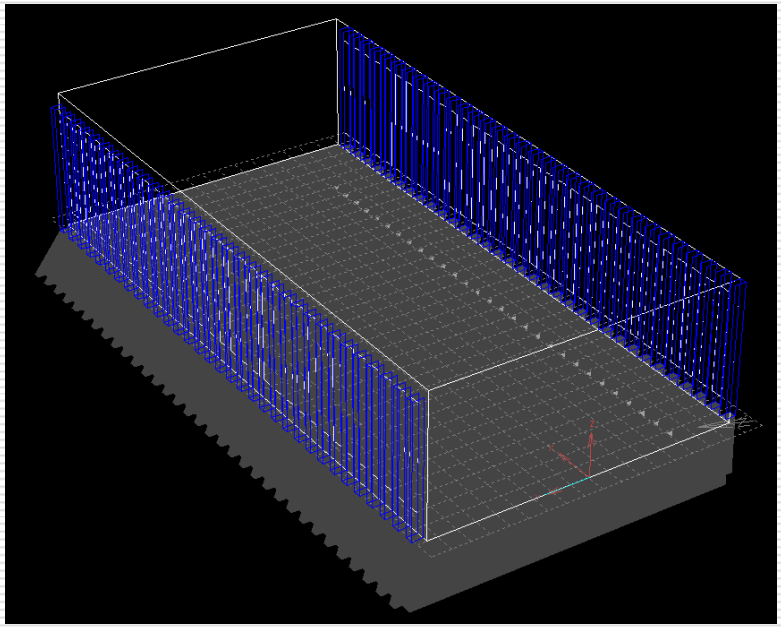
- 修改左边第一个遮阳板y方向的尺寸，使遮阳板出挑长度增加700mm，到1200mm：保持第一块遮阳板被选中状态，双击遮阳板，进入点模式。
- 选中遮阳板靠外的四个顶点，进入物体修改面板，选择移动，y偏移输入-700，x、z偏移为0，点击应用修改。
- 结果如图。图中有未被遮挡的阳光，说明单纯的竖向遮阳不能完全遮阳，设计需要改进。

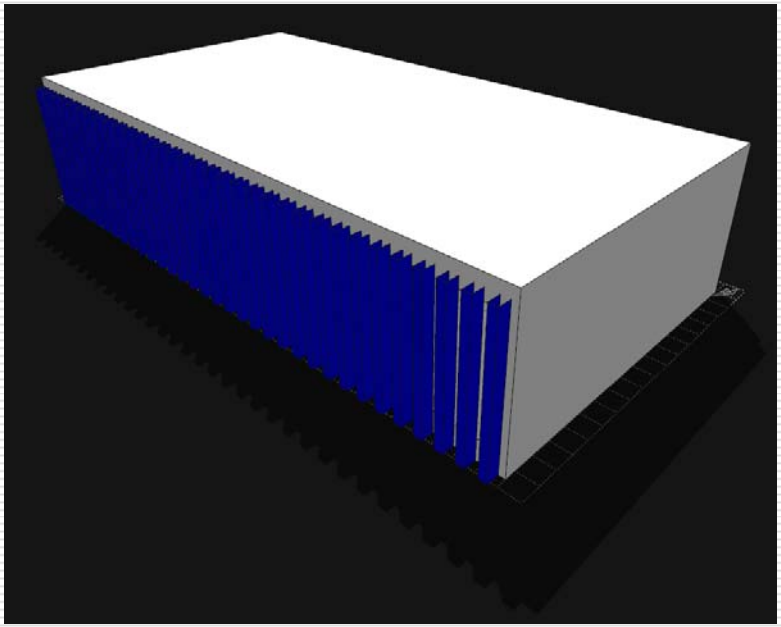


在这个过程中可以看到，遮阳板的出挑长度500+700=1200mm，与理论计算所需要的1.24m基本相同。
通过应用Ecotect做遮阳设计，我们可以不再去进行复杂的三角函数计算，可以通过直观的方法得到恰当的设计。

4.3、创建竖向遮阳的模型：

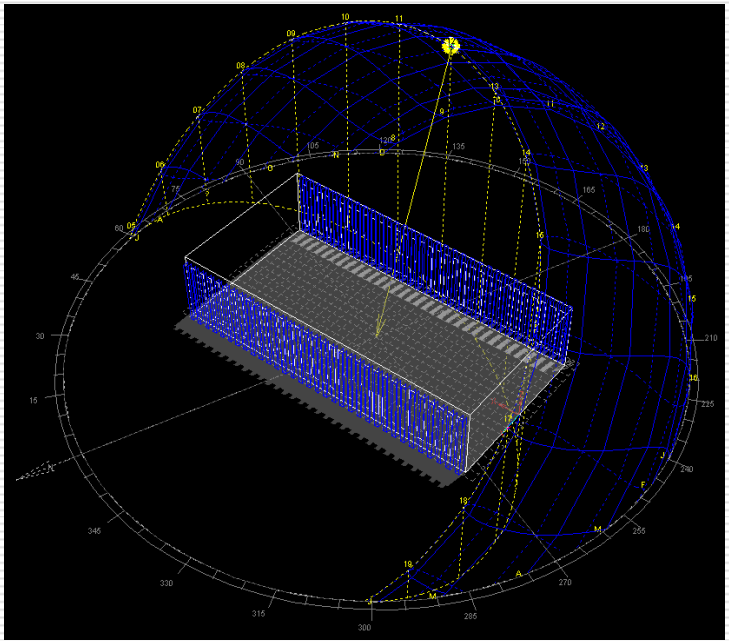
- 建北墙的遮阳板：
- 建北墙上的遮阳板，可以镜像南墙的遮阳板；可以重新建立。
- 结果如图。





4.3、创建竖向遮阳的模型：

- 观察阴影：
- 进入投影设置面板，勾选日运行轨迹、年运行轨迹。
- 调整区域/指针工具条的时间设置，观察南北墙的遮阳效果。
- 通过观察可以发现，南墙上采用竖向遮阳板是不能完全遮阳的，需要修改设计方案；北墙采用竖向遮阳基本可以满足遮阳要求。

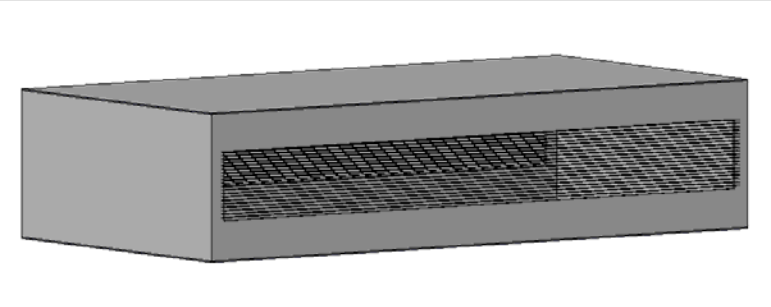


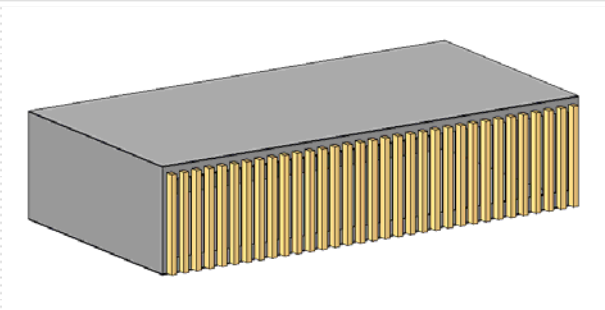
4.3、创建竖向遮阳的模型：

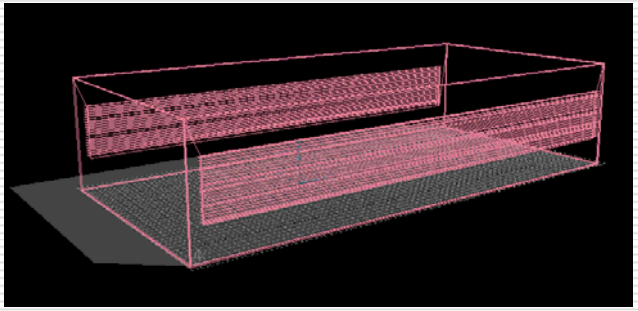
- 小结：
- 在上面建模和分析中，我们使用了创建隔断命令，进入视图的快捷键，投影设置的相关命令等。
- 从调整竖向遮阳板的尺寸过程中，体会到了如何使用Ecotect进行直观的遮阳板设计，从而取代繁琐的建筑物理公式计算。
- 也可以体会到由于Ecotect直观的显示，可以很明显的发现设计的不足和需要改进的地方。

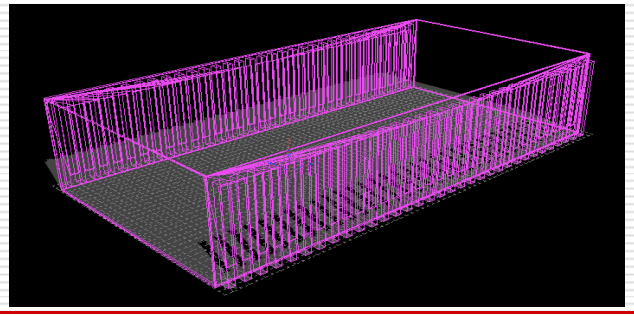
4.4、创建遮阳模型其他方法：

- 对于遮阳分析的模型，可以在Revti里建立，再导进Ecotect里进行采光分析。
- 需要注意的是，在Revit里，所有的窗最好都建成墙洞口。









4.5、采光系数模拟分析：

- 打开“水平遮阳.eco”文件。
- 点击分析网格面板  ，点击分析网格和网格管理按钮，在弹出的对话框中如图设置。

微元选项是设置网格数量的选项，个数越多分析越精确，但Ecotect计算的时间越长。
Z方向的微元填1，表示在该方向不作分析，即分析平面是xy平面。



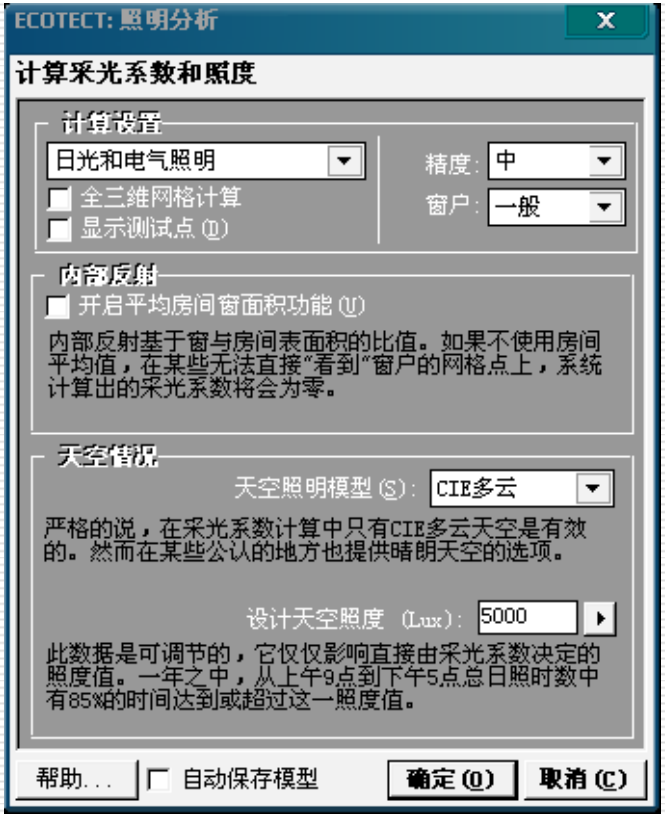
4.5、采光系数模拟分析：

- 在网格位置栏中如图设置。
- 选择采光系数和照度计算，点击执行计算，在弹出的对话框中如右图设置。



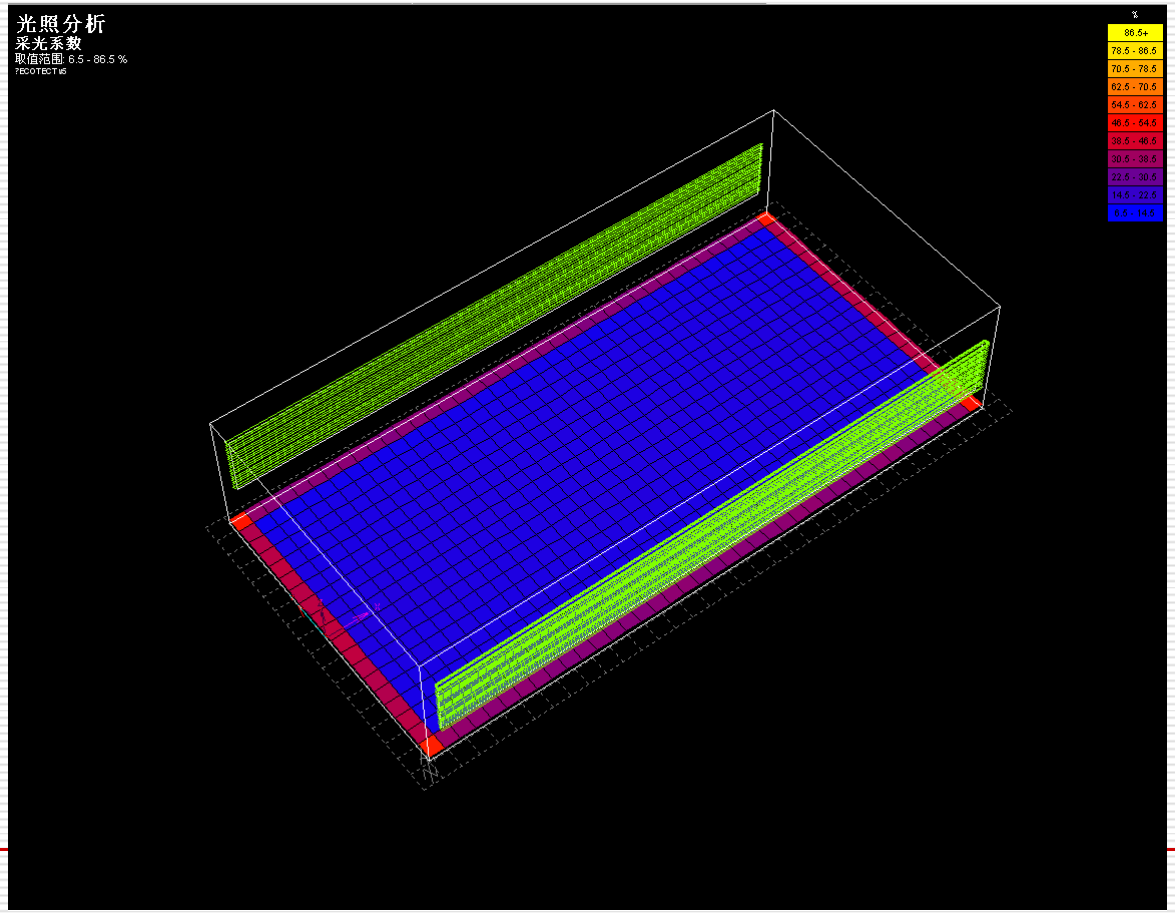
选择xy轴线，偏移600，表示分析网格距底面高度为600。
分析前必须根据具体情况设置分析平面。

根据《建筑采光设计标准GB/T 50033--2001》的要求选择CIE多云。
分析前一定要清楚要分析的建筑处于哪个光气候区，以便填入设计天空照度。
北京属于Ⅲ类光气候区，对应设计天空照度为5000Lux。



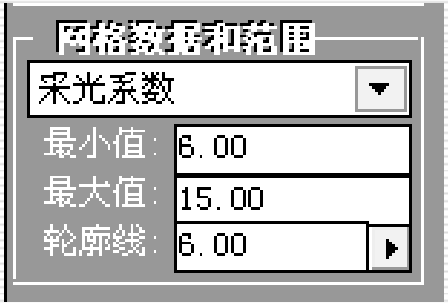
4.5、采光系数模拟分析：

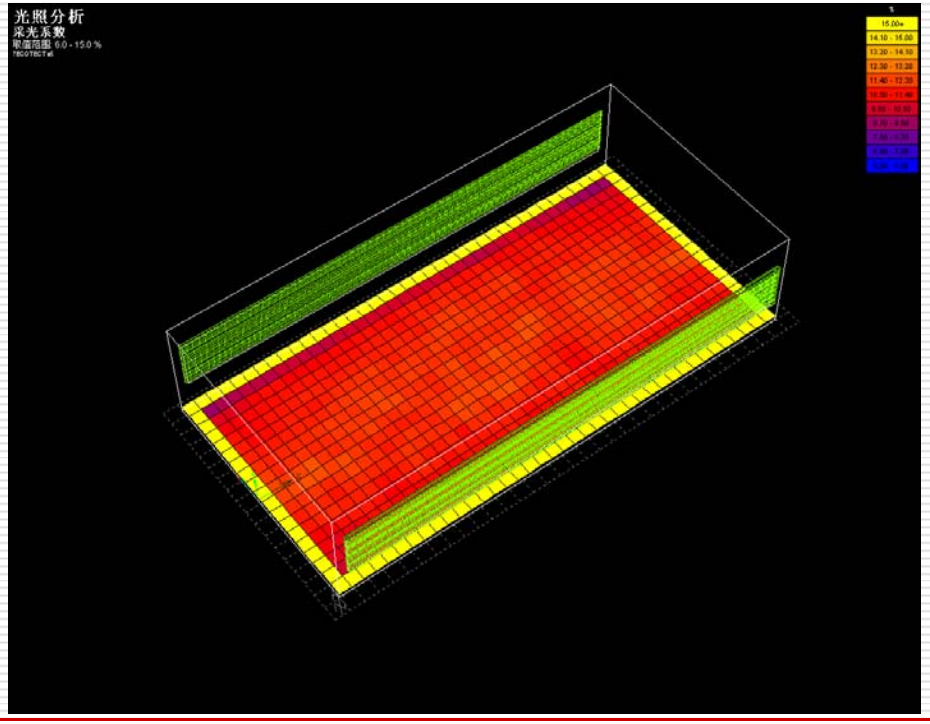
- 按确定后，执行计算。结果如图。



4.5、采光系数模拟分析：

- 可以看出，上图分析网格颜色变化很小。调整网格数据和范围栏，如左图设置。由于本例的光线均匀，在最小值和最大值调整后，颜色变化也并不明显，如右图。

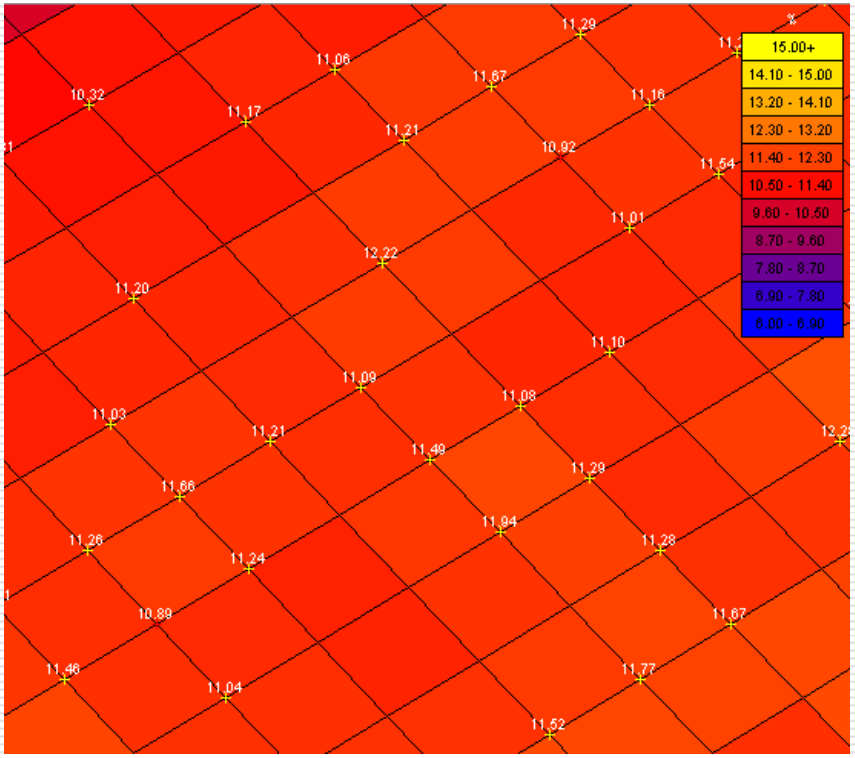




4.5、采光系数模拟分析：

- 如果想知道每个网格点采光系数的具体大小，可以勾选网格设置栏中的显示点参数或者峰值和谷值。
- 分析结果如图。

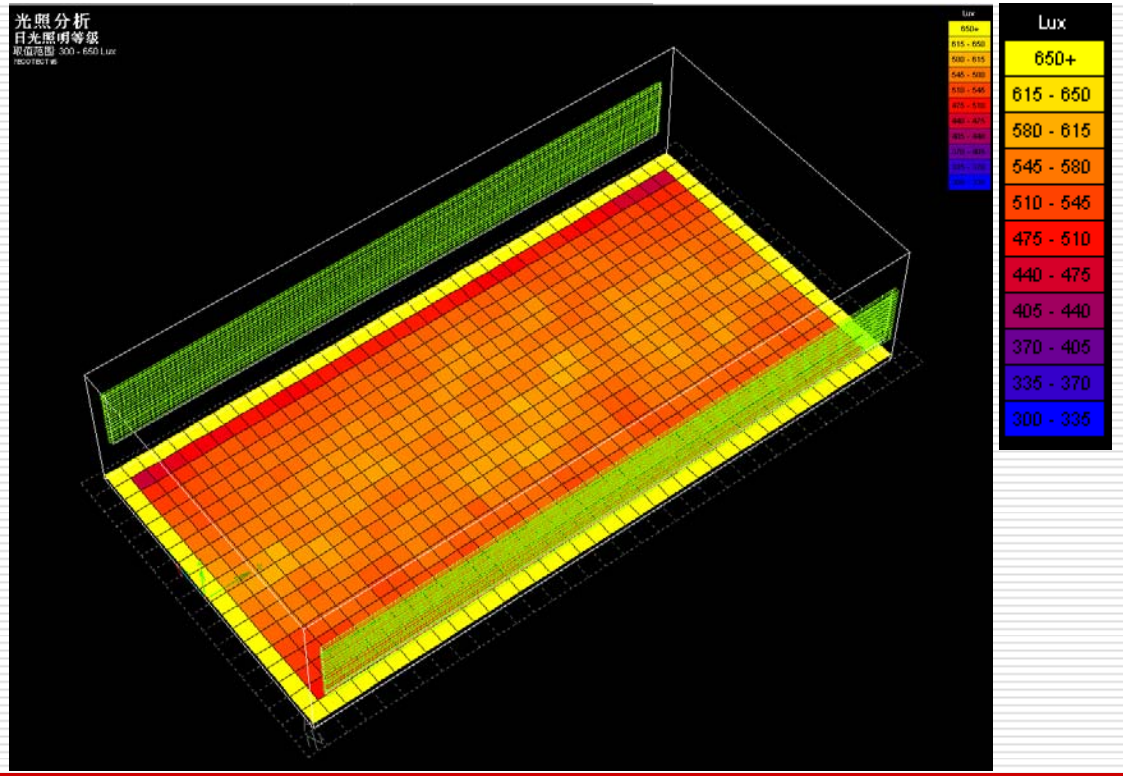




4.5、采光系数模拟分析：

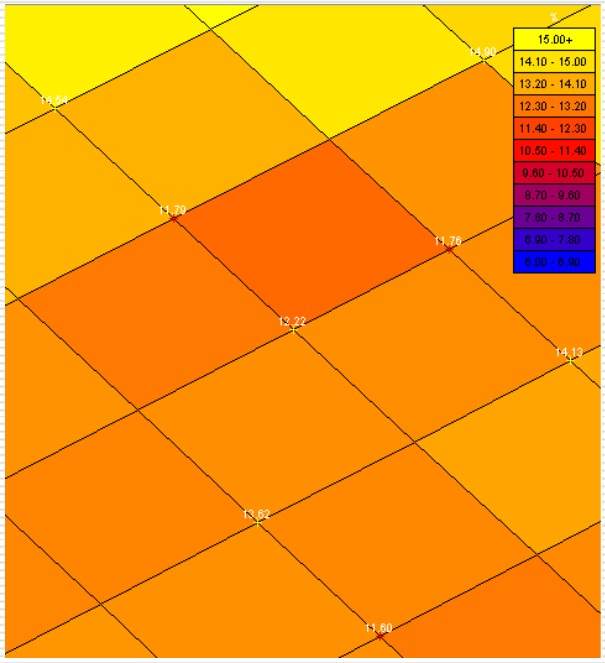
- 通过选择网格数据和范围中的下拉菜单，可以选择日光照明等级选项，以显示分析平面的照度。如图。

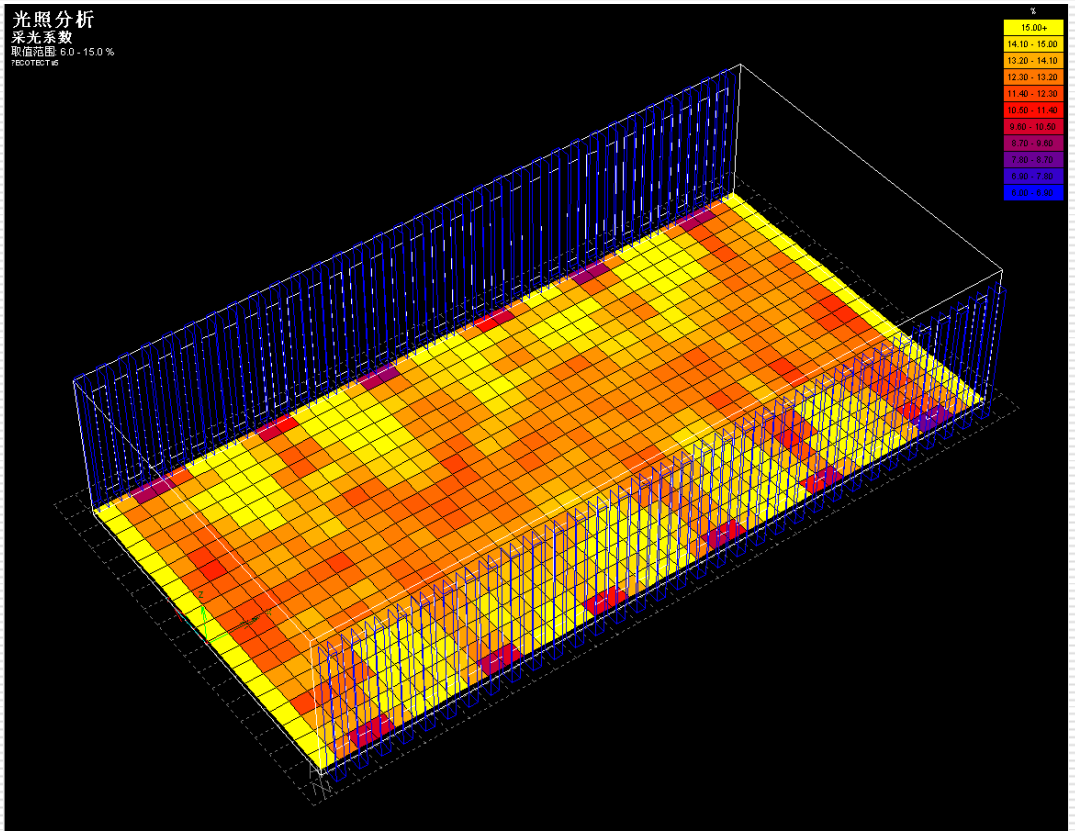




4.5、采光系数模拟分析：

- 打开“竖向遮阳.eco”文件，进行采光系数和照度计算。
- 分析结果如图。





4.5、采光系数模拟分析：

- 小结：
- 通过以上的分析模拟，使用了分析网格面板中的采光系数和照度计算命令，使用了网格设置、网格数据范围设置、网格位置设等命令。
- 要做出正确的分析结果，除了模型要建立准确之外，更要在了解和熟悉国家的相关规范的基础上，设置好分析的选项。

5、读图：

- ✓ 使用Ecotect分析模拟只是手段，辅助设计才是目的；但是，连接手段和目的的“桥梁”就是读图的能力，即，能够明白分析结果说明了什么，反映了什么问题。
- ➢ 从水平遮阳、竖向遮阳的采光系数和照度计算中可以看出：采用水平遮阳的方案采光较为均匀；采用竖直遮阳的方案采光系数稍大一些；但是二者均满足规范对采光的要求。
- ➢ 在分析结果的区域，左上角是分析类型等相关信息，右上角是显示的比例尺。在使用分析结果的时候，以上二者要和图在一起，至少要有比例尺；否则，一张彩色的分析图没有任何意义，说明不了任何问题。