

# SAFE™ 中文版

钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土  
楼板、梁和基础的设计软件系统

## 范例教程



**Computers and Structures, Inc.**  
Berkeley, California, USA



北京筑信达工程咨询有限公司  
北京市古城西街 19 号研发主楼 4 层,  
100043

Version 2014  
2016-03

# 版 权

计算机程序 SAFE™ 及全部相关文档都是受专利法和版权法保护的产品。全球范围的所有权属于 Computers and Structures, Inc.（中文版版权属于北京筑信达工程咨询有限公司）。如果没有 CSI 和北京筑信达工程咨询有限公司的预先书面许可，未经许可的程序使用或任何形式的文档复制一律禁止。

更多信息和此文档的副本可从以下获得：

北京筑信达工程咨询有限公司  
北京市古城西街 19 号研发主楼 4 层 100043  
电话：86-10-6892 4600  
传真：86-10-6892 4600 - 8  
电子邮件：support@cisec.cn  
网址：www.cisec.cn

Computers & Structures, Inc.  
1995 University Avenue Berkeley, California 94704 USA  
电话：(510) 649-2200  
传真：(510) 649-2299  
电子邮件：support@csiamerica.com  
网址：www.csiamerica.com

北京筑信达工程咨询有限公司版权所有©, 2014.

© Copyright Computers and Structures, Inc., 1978–2014.

CSiBridge™ is registered trademark of Computers and Structures, Inc.

Watch & Learn™ trademark of Computers and Structures, Inc.

Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation.

Adobe and Acrobat are the trademarks of Adobe Systems Incorporated.

AutoCAD is a registered trademark of Autodesk, Inc.

# 免 责 声 明

本程序的开发及文件编制投入了相当多的时间、努力及费用。程序已经经过彻底地测试及使用。然而，在程序使用方面，使用者接受并清楚知道开发者或经销商在程序的准确性或可靠度上没有做任何直接或暗示的担保。

本程序是实用且强大的结构设计工具。然而，使用者必须清晰地理解程序在如下环节的基本假定：建模、分析和设计算法，以及没有提及的方面。

程序生成的信息必须由有资质和有经验的工程师来校核。工程师必须独立地核查结果，承担所使用信息的专业责任。



---

## 目录

---

目录	i
<b>后张法预应力混凝土楼板</b>	<b>1</b>
P/T 范例	1
工程	1
SAFE 操作导航	2
步骤 1 开始一个新模型	4
定义轴网	4
保存模型	9
步骤 2 定义属性	9
定义材料属性	10
定义楼板属性	12
定义预应力筋属性	13
定义柱属性	14
定义墙属性	16
步骤 3 定义静荷载模式	17
步骤 4 定义荷载工况	18
步骤 5 绘制对象	20
绘制楼板	20
绘制柱	23
绘制墙	25

绘制开洞（面对象）	27
绘制设计板带	28
步骤 6 添加预应力筋	31
步骤 7 设置显示选项	35
步骤 8 指定荷载	37
步骤 9 运行分析和设计	39
步骤 10 图形显示分析结果	40
步骤 11 显示设计结果	42
步骤 12 绘制详图	44
步骤 13 生成报告书	48

---

# 后张法预应力混凝土楼板

---

## P/T 范例

本教程将逐步介绍如何使用 SAFE 来建模、分析、设计后张法预应力混凝土楼板，并输出施工详图，让读者了解整个流程。文中将介绍模型建立的基本原则和各种建模技巧。遵循本教程的步骤，将建立如图 1 所示的模型。

## 工程

范例工程是一个用于住宅结构的后张法预应力混凝土不规则楼板，整体尺寸为  $33\text{m} \times 28\text{m}$ 。板上在楼梯间位置有开洞。这块  $200\text{mm}$  的厚板由  $200\text{mm}$  厚的墙体和截面高宽均为  $300\text{mm}$  的柱支撑。层高为  $3\text{m}$ 。在自重以及均布恒载  $2\text{kN/m}^2$ 、均布活载  $3\text{kN/m}^2$  共同作用下分析板的受力。

混凝土材料：C35

预应力钢筋：Strand1720

无粘结单钢绞线 (Unbonded mono-strand)

截面面积  $100\text{mm}^2$

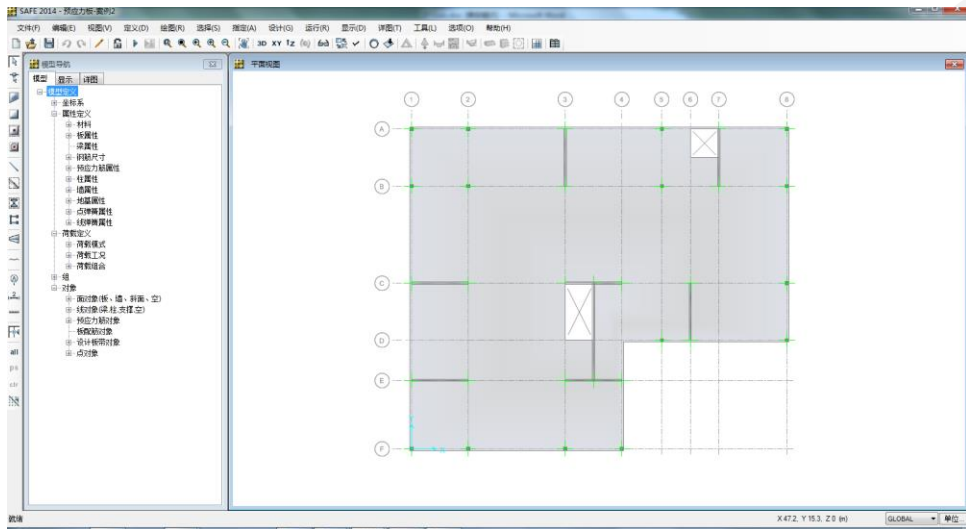


图1 工程模型

## SAFE 操作导航


SAFE 提供了两种基本方式来访问程序中的命令：命令菜单和工具条按钮。下拉菜单中包含所有的命令（比如，**绘图 > 绘制柱**），大多数命令按钮也包含在工具条中（比如，**绘制柱**，）。工具条按钮图标与命令菜单中各个命令左边的图标一致，据此可判断图标与命令的对应关系，如图 2 所示。





图2 绘图菜单

本教程中涉及到相关命令的使用将采用叙述式的描述，比如，绘图 > 绘制柱。

## 步骤1 开始一个新模型

在该步骤中，将定义轴网位置和尺寸，用于建模定位。本例中，将不使用 SAFE 提供的自动化模板工具来建模。但我们强烈推荐大家尽可能地使用模板建模，因为这是一个更加方便快捷的途径。关于模板的信息请参见 SAFE 的帮助主题。

### 定义轴网

点击命令 **文件菜单 > 新模型** 打开新模型初始化对话框，如图 3。该对话框用于指定模型的初始化条件：空模型、仅包括轴网或八个模板中的一个。同时，选择默认的单位制、设计规范和设计首选项。

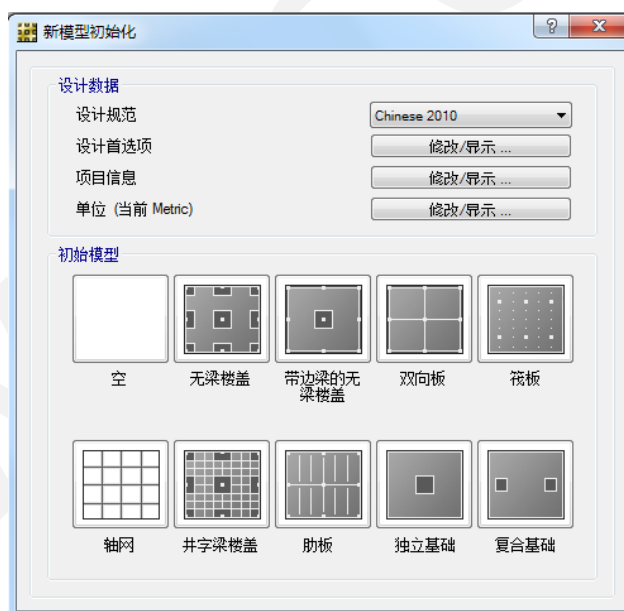


图3 新模型初始化对话框

在设计数据区域，从设计规范下拉列表中选择 *Chinese 2010*。

在设计数据区域，确认单位制为当前 *Metric*；如果不是，点击**修改/显示**按钮，在单位制对话框中选择**米制默认**。

在初始化模型区域，点击**仅包括轴网**按钮，打开如图 4 所示的定义轴网系统对话框。在该对话框中定义各个方向轴线的数量、间距。定义轴网很重要，关系到结构几何的准确定位，因此建议花一些时间仔细地设置轴线的数量和间距。



图 4 定义坐标系统对话框

- A. 选择 笛卡尔坐标系。
- B. 如图 4 所示，X 方向轴线数量设为 8，Y 方向为 6。
- C. 在轴线间距区域，X 方向设为 5。

**注意：**输入数据的单位可以不同于缺省单位制。比如，本例中轴网间距为 5m，可实际输入 5000mm，程序将自动转换单位以和缺省显示的单位一致。

- D. 在轴线间距区域，Y 方向设为 5。

E. 点击**轴网标签**按钮显示轴线标签选项对话框，如图 5 所示。

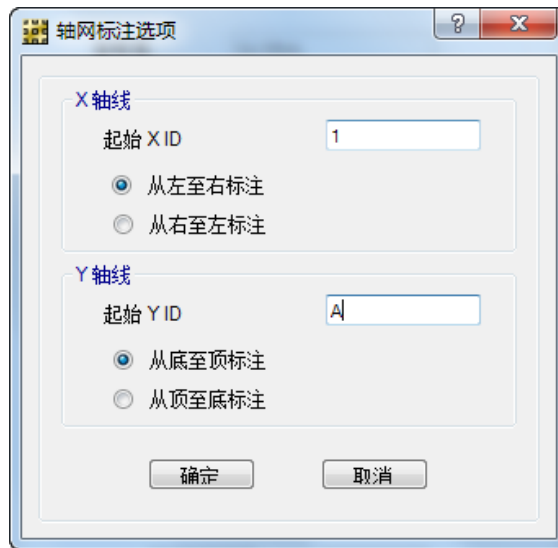


图5 轴线标签选项对话框

1. 在 X 轴线区域，起始 X 轴线 ID 编辑框中输入 1。所有 X 轴线将从 1 依序编号。
  2. 在 Y 轴线区域，起始 Y 轴线 ID 编辑框中输入 A。所有 Y 轴线将从 A 依序编号。
  3. 在 Y 轴线区域，选择**从顶到底标注**，轴线 A 将位于顶部。
  4. 点击**确定**按钮，关闭轴网标注选项对话框。
- F. 在定义坐标系对话框中点击**编辑轴网**按钮，打开如图 6 所示的对话框。坐标系对话框用于编辑轴网定义，设置建模的基准面，也用于设置轴线的显示选项。

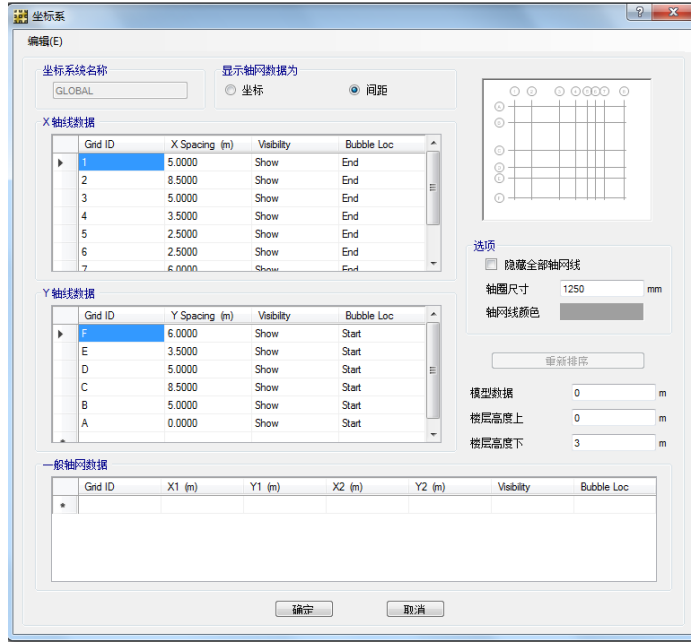


图 6 坐标系对话框

1. 在显示轴线数据区域，选择间距选项。
2. 在 X 轴线数据对话框，按下表修改 X 轴线的间距：

轴线 ID	修改 X 轴线间距为
2	8.5
4	3.5
5	2.5
6	2.5
7	6

3. 在 Y 轴线数据对话框，按下表修改 Y 轴线的间距：

轴线 ID	修改 Y 轴线间距为
F	6
E	3.5

C	8.5
---	-----

#### 4. 点击确定按钮。

- G. 关闭坐标系统对话框，轴网将显示在 SAFE 默认打开主视窗中，屏幕上将出现两个竖向窗口：左边是模型树状导航窗口，右边是平面图视窗。窗口的数量可以通过命令**选项菜单>窗口**来修改。
- H. 点击 **视图菜单 > 设置显示选项**命令打开设置显示选项对话框。在视图中的项区域，去掉勾选**水平选项**，点击**确定**按钮退出对话框。水平选项用于在平面图中显示栅格，便于模型定位。关掉该选项可以更突出地显示轴网系统。

这时的显示效果如图 7 所示。

注意到平面视图被激活。当视窗被激活时，视窗的标题栏将高亮显示。可以通过点击视窗内的任意位置来激活视窗。

注意到全局坐标轴也显示在视窗中，Z 轴的正向向上。SAFE 中的重力方向，是 Z 轴负方向，即向下。

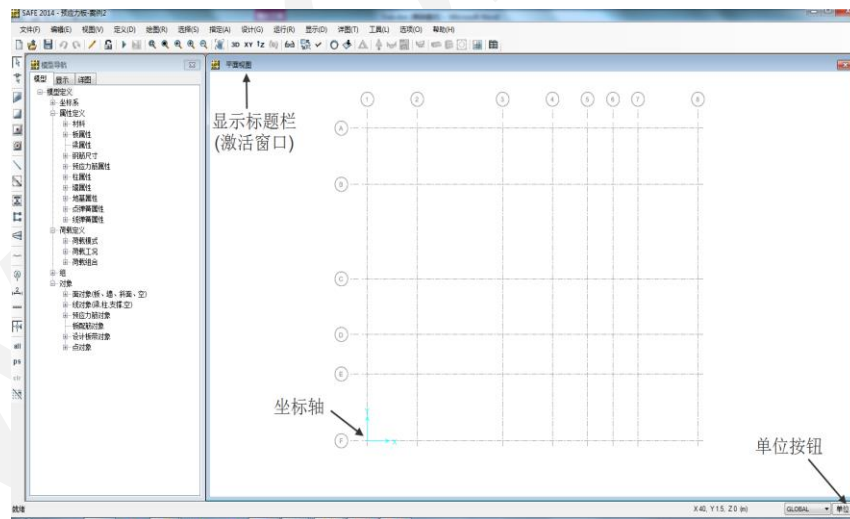


图7 SAFE 主窗口

## 保存模型

记得经常保存模型！点击命令**文件菜单>保存**。指定保存路径。本例中，指定文件名称为 *PTSlab*。

建模过程中，每一次保存模型，通常使用同一名称来覆盖前一个模型。然而，如果需要不同阶段的模型或建立备份，可使用命令**文件菜单>另存为**将模型保存为其它名称。

## 步骤2 定义属性

在该步骤中，将定义楼板、预应力筋、柱和墙的材料及截面属性。

我们将使用菜单命令来定义材料和截面。不过，使用模型导航窗口（图 8）可以查看或编辑先前定义的材料和属性。点击模型树状导航窗口中相应的+号，展开属性项，双击相关的项目可打开相应的对话框。

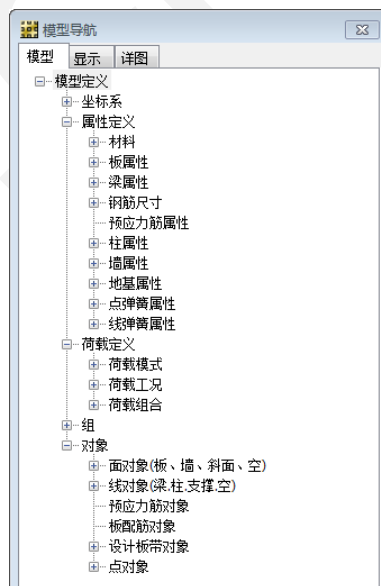


图8 模型导航窗口

## 定义材料属性

A. 点击命令 **定义菜单 > 材料** 打开材料对话框，如图 9 所示。

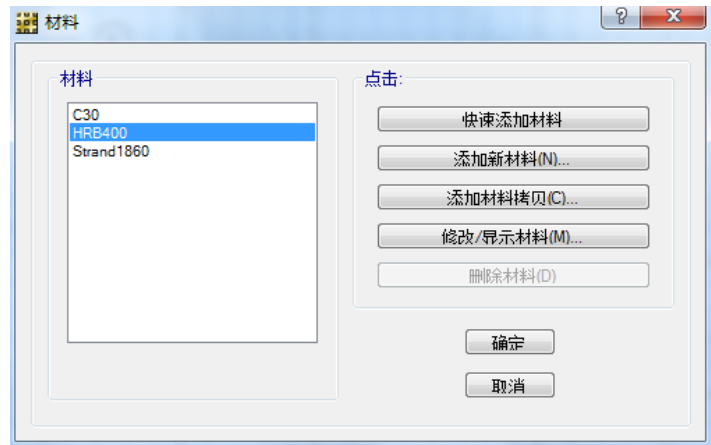


图9 材料对话框

B. 点击**快速添加新材料**按钮打开快速材料定义对话框，如图 10 所示。使用该对话框来定义模型中使用的混凝土材料 C35。

1. 在材料类型下拉列表中选择 *Concrete*。
2. 在规范下拉列表中选择 *Chinese C35*。
3. 点击**确定**按钮关闭快速材料定义对话框。



图10 快速材料定义对话框



- C. 按步骤同样的方法快速添加钢束材料，选择材料类型为 Tendon，规范为 Chinese Strand 1720）。
- D. 点击**修改/显示材料**按钮打开材料属性数据对话框，如图 11 所示。该对话框中是与 Strand 1720 预应力筋相关的属性信息，这是本例模型中所使用的预应力筋材料。
1. 点击材料对话框中的**确定**按钮，完成材料定义。
- E. 点击命令**文件菜单>保存**来保存模型。



图 11 材料属性数据对话框

## 定义楼板属性

- A. 点击命令**定义菜单>楼板属性**，打开如图 12 所示的板属性对话框。
- B. 在板属性区域，高亮选择 *SLAB1*。
- C. 本例中，板厚为 200mm。为了修改 *SLAB1* 的默认板厚，点击**修改/显示属性**按钮打开板属性数据对话框，如图 13 所示。
  1. 在一般数据区域，从板材料下拉列表中选择 *C35*。

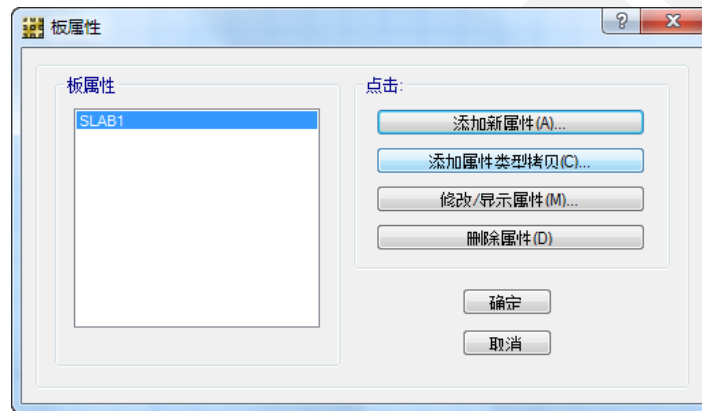


图12 板属性对话框

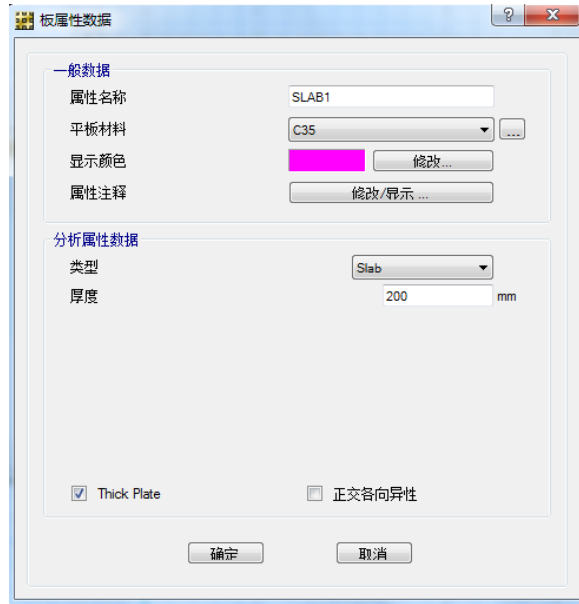


图 13 板属性数据对话框

**注意：**点击板材料名称旁边的“...”按钮可以添加更多材料属性定义。“...”按钮用于返回定义下拉列表中各项的对话框，这里即材料对话框。

2. 在分析属性数据区域的类型下拉列表中选择 *Slab*，从而确定所有被指定为该属性的面对象都是板构件。
  3. 在分析属性数据区域中的厚度编辑框中输入 200。
  4. 点击**确定**接受修改返回板属性对话框。
- D. 点击**确定**结束板属性定义。
- E. 点击命令**文件菜单>保存**来保存模型。

## 定义预应力筋属性

- A. 点击命令**定义菜单>预应力筋属性**打开预应力筋属性对话框。

- B. 点击**添加新属性**按钮打开预应力筋属性数据对话框，如图 14 所示。本例中预应力筋截面为  $100\text{mm}^2$ 。
1. 在一般数据区域的属性名称编辑栏中，确认名称为 *TENDON1*。
  2. 在一般数据区域的材料类型下拉列表中，确认选择 *Strand1720*。
  3. 在属性数据区域钢绞线面积编辑栏中，输入 **100**。
  4. 点击**确定**按钮结束预应力筋属性定义。



图 14 预应力筋属性数据对话框

- C. 点击**确定**按钮关闭预应力筋属性对话框。
- D. 点击命令**文件菜单> 保存**来保存模型。

## 定义柱属性

- A. 点击命令**定义菜单> 柱属性**打开柱属性对话框。
- B. 在柱属性区域，高亮选择 *COL1*。

- C. 点击**修改/显示属性**按钮打开柱属性数据对话框，如图 15 所示。本例中柱截面为  $300 \times 300 \text{mm}^2$ 。
1. 从一般数据区域的材料下拉列表中，选择 C35。
  2. 在柱截面尺寸区域，从柱形状下拉列表中选择 Rectangular。
  3. 在柱截面尺寸区域的平行于 2 轴和平行于 3 轴编辑栏中分别输入 300。

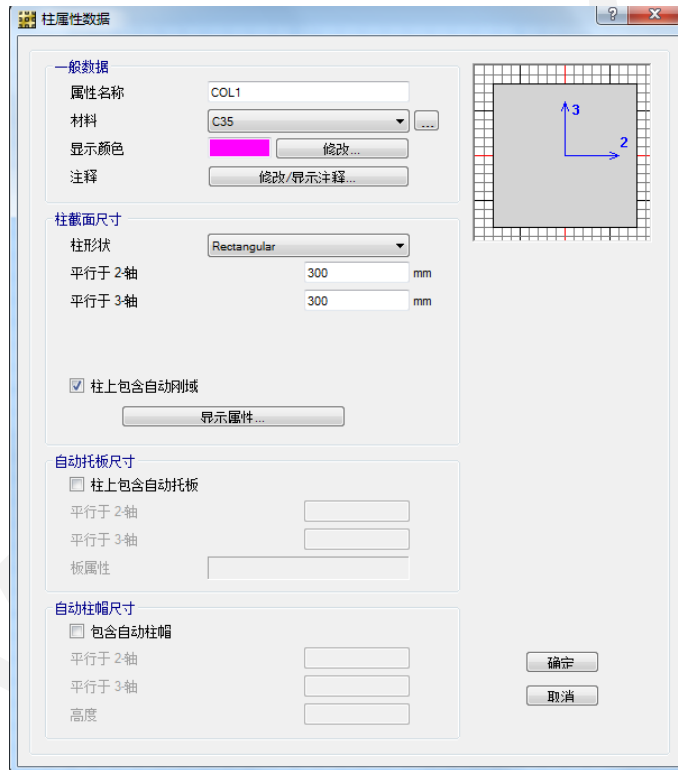


图 15 柱属性数据对话框

4. 确认勾选柱上包含自动刚域选项。该选项用于约束柱所在位置板的变形，防止在该处产生不切实际的弯矩峰值。

5. 点击确定按钮关闭柱属性数据对话框。
- D. 点击**确定**按钮接受柱属性定义。

## 定义墙属性

- A. 点击命令**定义菜单> 墙属性**打开墙属性对话框。
- B. 在墙属性区域，高亮选择 *Wall1*。
- C. 点击**修改/显示属性**按钮打开墙属性数据对话框，如图 16 所示。本例中墙厚为 200mm。
  1. 从一般数据区域的墙材料下拉列表中，选择 *C35*。
  2. 在墙尺寸区域，厚度编辑栏中输入 200。
  3. 勾选 *包含墙上自动刚域*复选框。该选项用于约束墙所在位置板的变形，防止在该处产生不切实际的弯矩峰值。
  4. 点击**确定**按钮关闭墙属性数据对话框。



图16 墙属性数据对话框

D. 点击**确定**按钮接受墙属性的定义。

至此完成材料和截面属性的定义。板和预应力筋的属性将在模型基准平面上进行指定，柱和墙将作为支承进行指定。支承形式可以是点约束、点弹簧或线弹簧。SAFE 根据绘制的柱和墙的截面属性、材料属性和长度来计算支承刚度。

### 步骤3 定义静荷载模式

在该步骤中，将定义静荷载模式：恒荷载、活荷载和后张法预应力荷载。也就是说，我们将定义若干不同的荷载类型（dead、live、prestress-final 等等），并同时指定自重乘数。我们将在步骤 8 设置荷载大小（均布恒载为  $2\text{kN/m}^2$ 、均布活载为  $3\text{kN/m}^2$ ），并将荷载指定给对象。

A. 点击命令**定义菜单>荷载模式**打开荷载模式对话框，如图 17 所示。

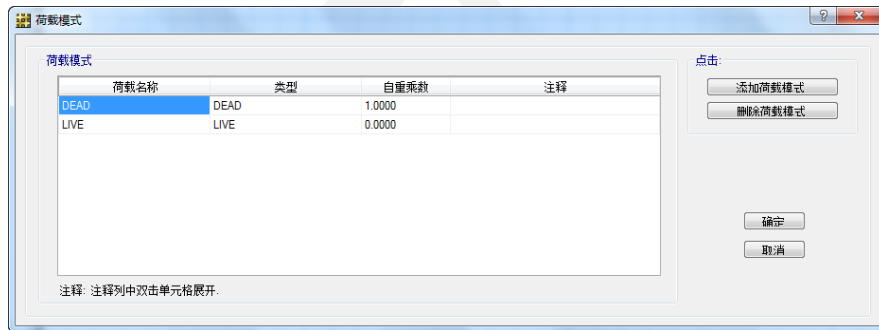


图17 荷载模式对话框

B. 注意恒载 *DEAD* 和活载 *LIVE* 是默认存在的荷载模式。

C. 注意本例将分析结构在恒载和自重共同作用下的受力。因此，恒载的自重乘数应设为 1（即包括所有构件 1 倍的自重）。只有恒载样式需要设置非零的自重乘数。

- D. 点击**添加荷载模式**按钮。
- E. 在荷载一栏高亮选择 *LPATI* 并输入 **PT-FINAL**。
- F. 对于 PT-FINAL 荷载，从类型下拉列表中选择 *PRESTRESS-FINAL*。
- G. 点击**添加荷载模式**按钮。
- H. 在荷载一栏高亮选择 *LPATI* 并输入 **PT-TRANSFER**。
- I. 对于 PT-TRANSFER 荷载，从类型下拉列表中选择 *PRESTRESS-TRANSFER*。荷载模式对话框的内容如图 18 所示。

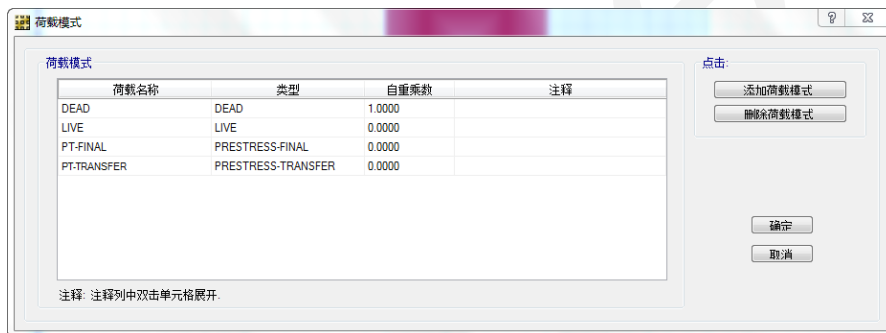


图 18 输入所有荷载模式后的荷载模式对话框

- J. 点击**确定**接受静荷载模式的定义。
- K. 点击**文件菜单> 保存**。

## 步骤4 定义荷载工况

在该步骤中，将定义荷载工况并指定分析类型。

- A. 点击命令**定义菜单>荷载工况**打开荷载工况对话框，如图 19 所示。



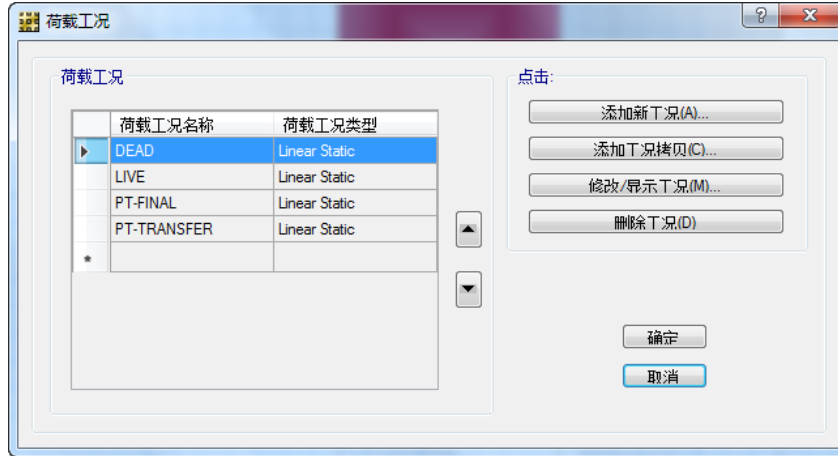


图19 荷载工况对话框

- B. 高亮选择荷载工况名称 *DEAD*，点击**修改/显示工况**按钮打开荷载工况数据对话框，如图 20 所示。对话框中的数据依据荷载类型的不同而不同。
1. 在荷载工况类型区域，从下拉列表中选择 *Static*（静力）。荷载工况类型还包括 *Modal*（模态）和 *Hyperstatic*（超静定）。
  2. 在分析类型区域，选择线性选项。当进行静力荷载工况分析时，程序提供的分析类型有：线性、非线性（允许抬起）、非线性（开裂）和非线性（长期开裂）。本例中，工况 *DEAD*、*LIVE*、*PT-FINAL* 和 *PT-TRANSFER* 都是静力、线性分析。
  3. 在施加的荷载区域，确认荷载模式是 *DEAD*，比例系数为 1。
  4. 点击确定按钮关闭荷载工况数据对话框。

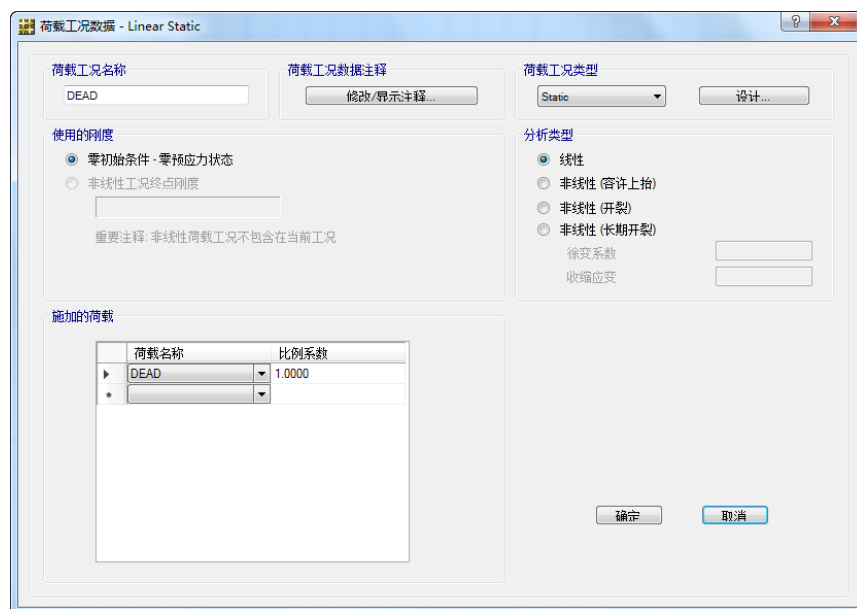


图 20 荷载工况数据对话框

- C. 查看其它荷载工况，如有必要，可以通过点击**修改/显示工况**按钮来编辑荷载工况，和前面对 DEAD 工况的操作方法一样。
- D. 点击**确定**关闭荷载工况对话框。
- E. 点击命令**文件菜单>保存**。

## 步骤5 绘制对象

在该步骤中，将绘制楼板、柱、墙、开洞和设计板带。

### 绘制楼板

确认平面视图已被激活（点击视窗的任意位置激活视窗，当位于水平工具条下方的窗口标题栏高亮显示时，窗口即被激活）。按以下步骤绘制面对象来模拟楼板。

- A. 点击命令**绘图菜单>捕捉选项**打开如图 21 所示的捕捉选项对话框。



图 21 捕捉选项对话框

- B. 在捕捉到区域，确认已勾选**点**和**轴网交点**。捕捉选项将在绘制构件时辅助准确定位。
- C. 在捕捉增量区域，确认已勾选**(国际单位 mm) 在长度增量捕捉于**选项。当绘制板边、梁或墙时，将出现一条尺寸线，绘制对象将按该编辑框里的指定来进行增量捕捉。
- D. 点击**确定**关闭捕捉选项对话框。
- E. 点击命令**绘图菜单> 绘制板/面**打开绘制板/面对话框，如图 22 所示。如果该对话框遮住了部分模型，可以在蓝色标题栏位置按住鼠标左键，拖动对话框到合适的位置。

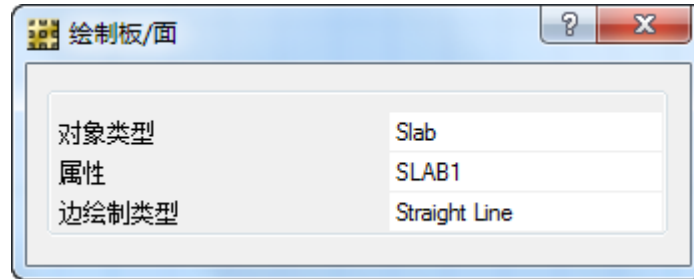


图22 绘制板/面对话框

- F. 确认对象类型是 *Slab*。如果不是，点击对象类型旁边的编辑框，在下拉列表中选择 *Slab*。
- G. 点击属性编辑框，从下拉列表中选择 *SLAB1*。该属性在步骤 2 中已定义。
- H. 点击边绘制类型下拉列表并选择 *Straight Line*（*直线*）。板边也可以是弧线或曲线，本例中只使用直线。
- I. 板的第一个角点位于轴线 1 和轴线 A 的交点处（光标移动到正确位置会显示 *Grid Point 1 A*），在该处点击一下。然后顺时针移动光标，分别在 8A、8D、4D、4F 和 1F 轴线交点处依次点击来绘制板的轮廓（绘制时注意板边的尺寸标注）。如果在其它位置误点，使用 **←Backspace** 按键可撤销操作再继续。在 1F 轴线交点点击后，敲击 **Enter** 键。屏幕中将用暗色显示板对象的外形。
- J. 若操作有误想重新绘制整个对象，可点击命令**选择菜单>选择>指针/窗口**离开绘图模式进入选择模式。然后点击命令**编辑菜单>撤销添加面**，再重复步骤 E 到 I。
- K. 点击命令**选择菜单>选择>指针/窗口**或敲击 **Esc** 键退出绘制板/面模式。
- L. 点击板上的任意位置来选择这块板。左下方的状态条将显示“1 Areas, 6 Edges selected.（1 个面，6 条边被选

中)”。如果错选, 点击命令**选择菜单>清除选择**并重新操作。

- M. 点击**编辑菜单>编辑面>扩展/收缩面**来显示扩展/收缩面对话框, 如图 23 所示。

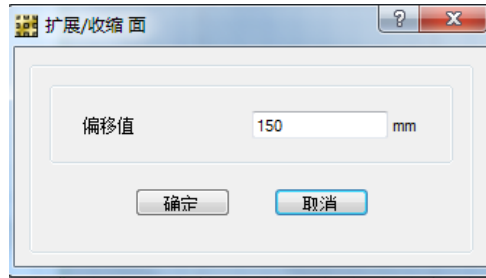


图 23 扩展/收缩面对话框

- N. 在偏移值编辑框中输入 150。使用该命令将面向外扩展 150mm (一个正值扩展), 使得板的外周能覆盖整个柱子的宽度 (300mm 的 1/2)。
- O. 点击**确定**完成板绘制。
- P. 点击**文件菜单>保存**命令来保存你的模型。

## 绘制柱

保持先前**绘制板**时的视窗状态 (即, 激活平面视窗, 捕捉点和轴网交点), 按以下步骤绘制柱。

- A. 点击命令**绘图菜单>绘制柱**打开绘制柱对话框, 如图 24 所示。
- B. 点击属性下拉列表中并选择 *COL1*。这是在步骤 2 中已定义的 300mm×300mm 的柱。
- C. 在下拉列表中点击 *COL1*。



图24 绘制柱对话框

- D. 点击 Height Below 编辑栏输入 3，注意单位为 m。
- E. 点击 Height Above 编辑栏输入 3。
- F. 点击控制点编辑栏，从下拉列表中选择 10 (质心)。
- G. 在以下各轴网交点处单击来绘制柱：1A、1B、1F、2A、2B、2F、3F、4F、5A、5B、5D、8A、8B、8C 和 8D。

若绘制柱时出现错误，点击命令**选择菜单> 选择 > 光标/窗口**退出绘图模式进入选择模式。点击命令**编辑菜单 > 撤销添加柱对象**移除绘制错误的柱，然后重复步骤 A 到 G。

- H. 点击命令**选择菜单> 选择 > 光标/窗口**，或者点击 **Esc** 键退出绘图模式。
- I. 点击命令**文件菜单> 保存**来保存模型。
- J. 点击命令**视图菜单> 设置默认 3D 视图**切换到三维视窗。可以查看在楼板上、下延伸的柱构件。
- K. 点击命令**视图菜单> 设置平面视图**返回到平面视窗。

## 绘制墙

和前面的绘制方法类似，确认激活平面视窗，打开点、轴网交点捕捉，勾选捕捉增量选项。按以下步骤来绘制墙。

- A. 点击命令**绘图菜单> 捕捉选项**打开捕捉选项对话框。
- B. 勾选捕捉区域的**线的端点和中点**复选框。
- C. 点击**确定**关闭捕捉选项对话框。
- D. 点击命令**绘图菜单> 绘制墙**打开绘制墙对话框，如图 25 所示。



图 25 绘制墙对话框

- E. 点击墙属性编辑栏，从下拉列表中找到 *WALL1*。这是在步骤 2 中已定义的 200mm 厚的墙。
- F. 点击墙属性下拉菜单中的 *WALL1*。
- G. 点击 Wall Height Below 编辑栏输入 **3**，注意单位为毫米。
- H. 点击 Wall Height Above 编辑栏输入 **3**。
- I. 点击 Line Drawing Type 编辑栏，从下拉列表中选择 *Straight Line*（直线）。也可以绘制弧线墙或曲线墙，本例中只使用直线墙。

- J. 左击轴网交点 1C 开始绘制第一道墙，沿着 C 轴线到轴网交点 2C 再次点击。捕捉增量尺寸线将显示 5m。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。即沿着 C 轴布置一道 5m 长的墙。

若绘制墙时出现错误，点击命令**选择菜单> 选择 > 光标/窗口**退出绘图模式进入选择模式。点击命令**编辑菜单 > 撤销添加面**对象移除绘制错误的墙，然后重复步骤 A 到 J。

- K. 下一道墙仍然位于轴线 C，左击轴网交点 3C 开始绘制到交点 4C（捕捉增量尺寸线将显示 5m）再次点击。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- L. 下一道墙位于 E 轴线，点击轴网交点 1E 开始绘制到交点 2E 再次点击。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- M. 点击轴网交点 3E 开始绘制到交点 4E 再次点击，绘制沿着 E 轴最后一道 X 方向的墙。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- N. 点击轴网交点 3A 开始绘制到交点 3B 再次点击，绘制沿着 3 轴第一道 Y 方向的墙。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- O. 鼠标捕捉沿着 C 轴介于 3 轴和 4 轴的墙体的中点（指针将显示一个矩形），然后左击鼠标。移动鼠标到沿着 E 轴介于 3 轴和 4 轴的墙体的中点再次点击——捕捉增量尺寸线将显示 8.5m。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- P. 点击轴网交点 6C 开始绘制到交点 6D 再次点击，绘制沿着 6 轴下一道 Y 方向的墙。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- Q. 点击轴网交点 7A 开始绘制到交点 7B 再次点击，绘制最后一道 Y 方向的墙。敲击 **Enter** 键完成墙绘制。
- R. 点击命令**选择菜单> 选择 > 光标/窗口**，或者点击 **Esc** 键退出绘图模式。此时模型将如图 26 所示。



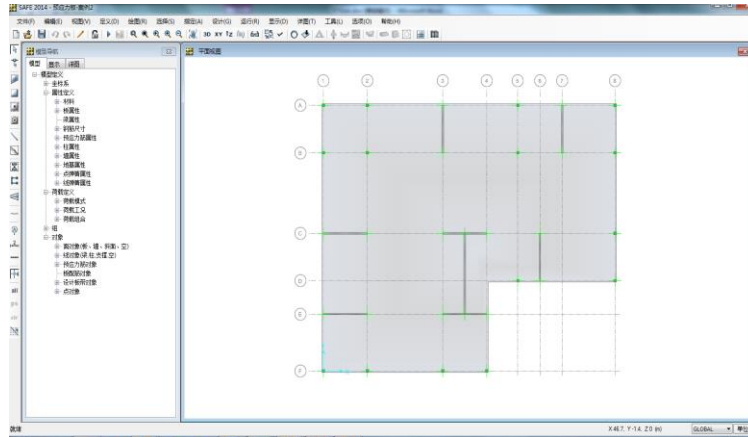


图 26 完成柱和墙绘制后的模型

## 绘制开洞（面对象）

和前面的操作类似，确认平面视图已被激活。按以下步骤绘制面对象来模拟开洞：

- A. 点击命令**绘图菜单> 绘制矩形板/面**打开绘制矩形板/面对话框，如图 27 所示。

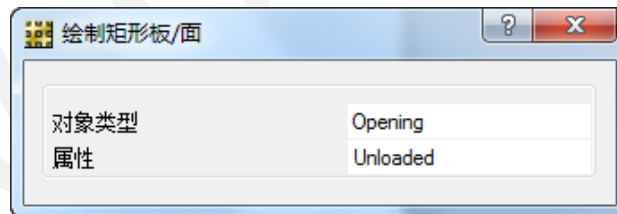


图 27 绘制矩形板/面对话框

- B. 点击对象类型编辑框，从下拉菜单中选择 *Opening*。
- C. 在轴网交点 3C 处左击鼠标，保持按下鼠标左键沿着对角方向向右移动，在 D 轴线与临近的 Y 方向墙体的交点处放松鼠标左键。此时一个新的面对象（2.5m x 5m）将会呈现，代表楼梯间的洞口绘制完成。程序在计算刚度时，洞口的属性优先于板的属性。

- D. 点击命令**选择菜单> 选择 > 光标/窗口**，或者点击 **Esc** 键退出绘制矩形板/面命令。
- E. 点击命令**绘图菜单> 捕捉选项**打开捕捉选项对话框。
- F. 在捕捉区域勾选交点。
- G. 点击**确定**关闭捕捉选项对话框。
- H. 点击命令**视图菜单> 窗口放大**。在轴网交点 6A 左上方点击，按下鼠标不动拖拉窗口到轴网交点 7B 右下方，放松鼠标。
- I. 点击命令**绘图菜单> 绘制矩形板/面**打开绘制矩形板/面对话框。
- J. 接下来绘制第二个洞口。捕捉轴线 6 和板边的交点（光标提示交点），按下鼠标左键往右下方沿对角方向移动鼠标，到位于轴线 7 的墙体中点，放松鼠标。
- K. 点击命令**选择菜单> 选择 > 光标/窗口**，或者点击 **Esc** 键退出绘制矩形板/面命令。
- L. 点击命令**视图菜单> 恢复全视图**。
- M. 点击命令**文件菜单> 保存**来保存模型。

## 绘制设计板带

和前面的操作类似，确认平面视图已被激活。设计板带将决定如何配置预应力筋和普通钢筋。通常设计板带被置于两个主要方向：A 层和 B 层。本例中只定义柱下板带，这是普遍公认的后张法预应力楼板的做法。按以下步骤来绘制设计板带：

- A. 点击命令**绘图菜单> 绘制设计板带**打开绘制设计板带对话框，如图 28 所示。



图28 绘制设计板带对话框

- B. 在板带层下拉菜单中选择 *A*。随后绘制的设计板带将被指定到 *A* 层。
- C. 在设计板带类型下拉菜单选择 *Column Strip*（柱上（下）板带）。
- D. 在宽度编辑栏中数值将被忽略，我们将在后面的步骤中，基于相邻板带的位置自动调整板带宽度。
- E. 点击轴网交点 *1A* 开始绘制第一条设计板带。在轴网交点 *6A* 处再次点击，并敲击 **Enter** 键完成板带绘制。
- F. 重复步骤 E 的操作在以下各点间绘制：*7A* 到 *8A*；*1B* 到 *8B*；*1C* 到 *8C*；*1E* 到 *4E*；*1F* 到 *4F*。
- G. 捕捉轴线 *D* 与墙体（介于 *3* 轴和 *4* 轴之间，约 *3.5*）的交点，点击该点开始绘制，在轴网交点 *8D* 处再次点击。敲击 **Enter** 键完成板带绘制。至此完成 *A* 层的设计板带绘制。

注意尽管多数设计板带都是在轴网交点开始绘制并不是在板的边缘，但当容差较小时程序会自动将板带延伸到板的边缘。

- H. 在绘制设计板带对话框中，从板带层下拉菜单中选择 *B*。随后绘制的设计板带将被指定到 *B* 层。

- I. 点击轴网交点 1A 开始绘制第一条 B 层的设计板带。在轴网交点 1F 处再次点击，并敲击 **Enter** 键完成板带绘制。
- J. 重复步骤 I 的操作在以下各点间绘制：2A 到 2F；3A 到 3F；4A 到 4F；5A 到 5D；6A 到 6D；7A 到 7D；8A 到 8D。
- K. 点击命令**选择菜单> 选择> 光标/窗口**，或者点击 **Esc** 键退出绘制设计板带命令，返回选择模式。
- L. 点击命令**选择菜单> 选择> 属性> 设计板带层** 打开选择设计板带层对话框，如图 29 所示。

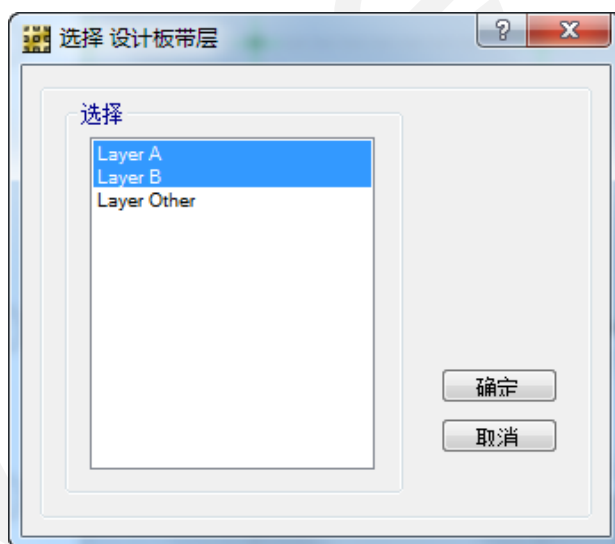


图29 选择设计板带层对话框

- M. 在选择区域高亮选择 *Layer A* 和 *Layer B*。按着 Shift 键可以选择多个对象。
- N. 点击**确定**关闭对话框。左下方的状态栏将显示“15 Design Strips selected (15 条设计板带被选中)”。

- O. 点击命令 **编辑菜单**> **添加/修改 设计板带**> **编辑板带宽度** 打开编辑板带宽度对话框。
- P. 在板带宽度选项区域，选择 *Auto Widen Entire Strip* 选项，即程序将基于相邻板带的位置自动设置每条板带的宽度。
- Q. 点击**确定**关闭编辑板带宽度对话框。
- R. 点击命令**文件菜单**> **保存**来保存模型。

## 步骤6 添加预应力筋

在该步骤中，预应力筋将被添加到模型中。尽管可以通过命令**绘图菜单**> **绘制预应力筋**在模型中绘制预应力筋，但在设计板带中添加预应力筋是效率更高的方法，也是本例将采用的方法。程序将基于以下默认的数值来计算预应力筋（或钢筋束）的数量：预应力筋张拉应力 =  $1488\text{N/mm}^2$ ；应力损失 =  $186\text{N/mm}^2$ ；长期损失 =  $93\text{N/mm}^2$ ；

类似于先前的截面，确认平面视图已被激活。按如下方式在设计板带中添加预应力筋：

- A. 点击命令 **选择菜单**>**选择** > **属性** >**设计板带层**打开选择设计板带层对话框。
- B. 在选择区域高亮选择 *Layer A*。
- C. 点击**确定**。左下角的状态栏将显示“7 Design Strips selected（7条设计板带被选中）”。
- D. 点击命令**编辑命令**>**添加/编辑预应力筋**> **在板带中添加预应力筋**，打开快速预应力筋布局对话框，如图 30 所示。

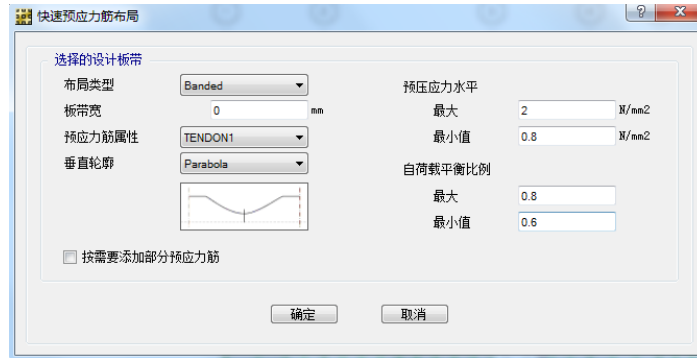


图 30 快速预应力筋布局对话框

- E. 在布局类型下拉列表中选择 *Banded*。预应力筋将在 A 层中带状分布，在 B 层中均匀分布。
- F. 在带宽编辑栏中输入 0，这时程序将计算需要的钢绞线总量。
- G. 在预应力筋属性下拉列表中选择 *TENDON1*。这是在步骤 2 中已定义的属性。
- H. 在纵剖面下拉列表中选择 *Parabola*。
- I. 确认自重平衡系数最大值为 0.8 最小值为 0.6。这用于控制结构自重平衡预张拉力的比例。
- J. 点击**确定**关闭快速布置预应力筋对话框。在 A 层的各个设计板带中会显示一条单根的预应力筋。
- K. 点击命令 **选择菜单>选择 > 属性 >设计板带层**打开选择设计板带层对话框。
- L. 在选择区域高亮选择 *Layer B*。
- M. 点击**确定**。左下角的状态栏将显示“8 Design Strips selected (8 条设计板带被选中)”。
- N. 点击命令**编辑菜单>添加/编辑预应力筋> 在板带中添加预应力筋**，打开快速预应力筋布局对话框。

- O. 在布局类型下拉列表中选择 *Distributed*。
- P. 在预应力筋间距编辑栏中输入 **1000**。程序将计算在该间距前提下每根预应力筋需要多少股钢绞线。
- Q. 在纵剖面下拉列表中选择 *Reverse Parabola*。
- R. 确认自重平衡系数最大值为 *0.8* 最小值为 *0.6*。
- S. 点击**确定**关闭快速布置预应力筋对话框。在 B 层的各个设计板带中预应力筋将会被显示。
- T. 按下 **Shift** 键，在刚才绘制的任意一条预应力筋上右击鼠标。由于在同一位置上存在多个对象，将弹出一个类似图 31 所示选择列表。本例中，预应力筋和面对象位于同一位置。注意，只有按下 **Shift** 键，再右击鼠标才会出现该选择列表。
- U. 高亮选择预应力筋对象并点击**确定**，将显示类似图 32 所示的预应力筋对象信息对话框。



图 31 选择列表对话框

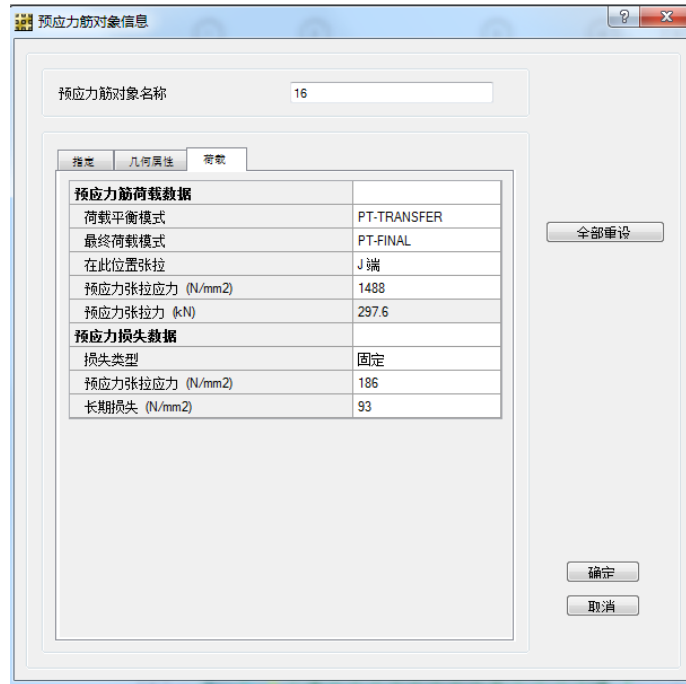


图32 预应力筋对象信息对话框

1. 点击列表标签 *荷载*。注意在表格信息中预应力筋张拉应力为  $1488\text{N/mm}^2$ ，张拉应力损失为  $186\text{N/mm}^2$ ，长期应力损失为  $93\text{N/mm}^2$ 。
2. 点击列表标签 *几何*。该表将按平面和立面来描述预应力筋的几何信息。
3. 在与纵向跨度相关的任意一个编辑栏中左击鼠标，将弹出预应力筋剖面形状对话框，类似图 33 所示。对话框中将显示预应力筋的纵剖面，通过在图形上移动控制点的位置或编辑选定跨的表格数据，可以改变预应力筋的形状。点击**确定**，接受默认的预应力筋形状。



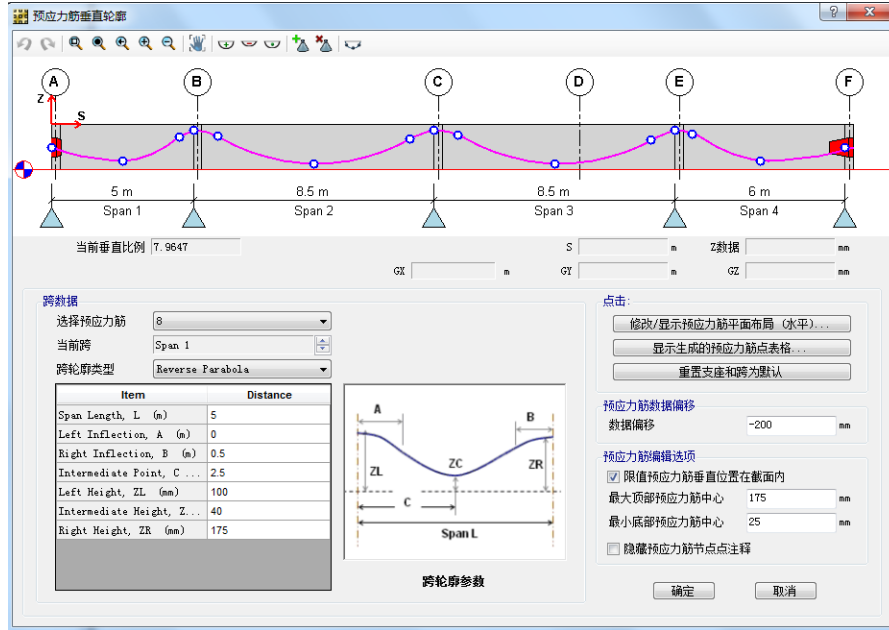


图 33 预应力筋剖面形状对话框

4. 点击表格标签 *指定*。表中将显示所选预应力筋所含钢绞线的股数。
5. 点击 **确定** 退出预应力筋对象信息对话框。

点击命令 **文件菜单 > 保存** 来保存模型。

## 步骤7 设置显示选项

在该步骤中，将设置显示选项来改变对象的可见性。

- A. 点击命令 **视图菜单 > 设置显示选项**。打开设置显示选项对话框，在视图中的项区域去掉勾选 **预应力筋**、**设计板带层 A**、**设计板带层 B**，如图 34 所示。从而关闭设计板带和预应力筋的显示。

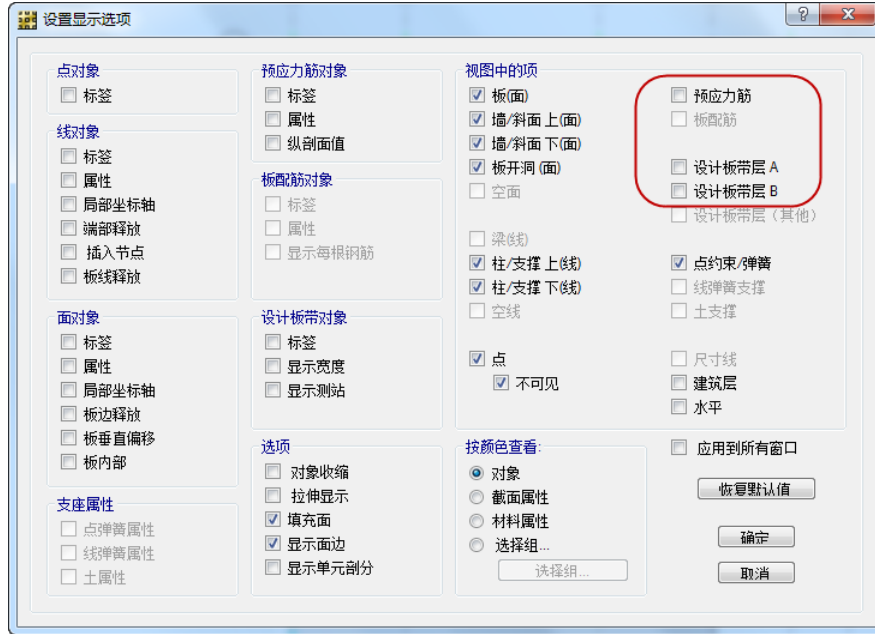


图 34 设置视图选项对话框

B. 点击**确定**接受修改。模型显示如图 35 所示。

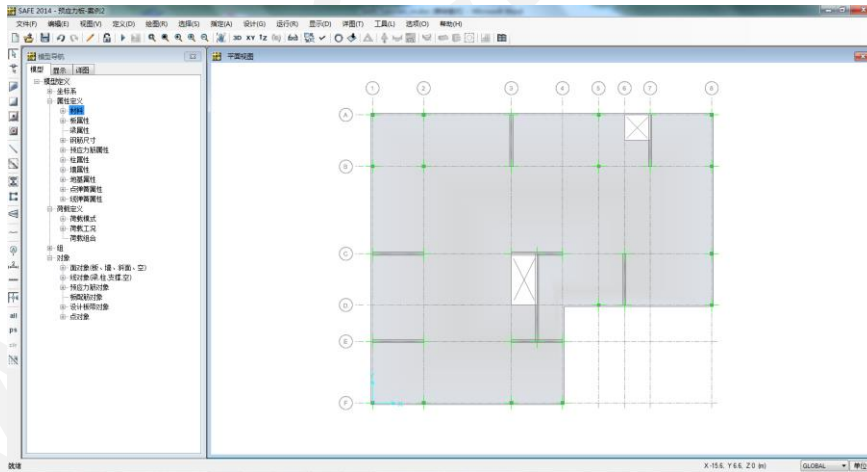


图 35 绘制完所有对象后的模型

## 步骤8 指定荷载

在该步骤中，将指定楼板的恒载和活载。确认已激活平面视图，程序处于选择模式（命令**选择菜单**>**选择**>**光标/窗口**）。

- A. 在板上任意位置点击来选择楼板，注意**不是**墙、柱或洞口。左下方状态栏将显示“1 Areas, 6 Edges selected.”。如果选择错误，点击命令**选择菜单**>**清除选择**，再重新选择。
- B. 点击命令**指定菜单**>**荷载数据**>**面荷载**打开面荷载对话框，如图 36 所示。
- C. 若尚未显示，从荷载模式名称下拉列表中选择 DEAD。
- D. 从荷载方向下拉列表中选择 *Gravity*。
- E. 在均布荷载编辑栏中输入 2。注意单位是 kN/m<sup>2</sup>。



图 36 面荷载对话框

**注意：** 点击荷载模式名称旁的按钮“...”可以添加定义其它荷载模式。按钮“...”用于返回与相邻下拉列表项目定义相关的对话框，这里即荷载模式对话框。

- F. 点击**确定**接受恒荷载指定。SAFE 将在模型中显示荷载。使用命令**指定菜单>清除显示指定**可清除指定内容的显示。
- G. 在板上任意位置点击来选择楼板，或点击命令**选择菜单>获取前一次选择**来选择楼板。
- H. 点击命令**指定菜单>荷载数据>面荷载**打开面荷载对话框。
- I. 从荷载模式名称下拉列表中选择 *LIVE*。
- J. 在均布荷载编辑栏中输入 **3**。
- K. 点击**确定**接受活荷载指定。同样，使用命令**指定菜单>清除显示指定**可清除指定内容的显示。

要查看楼板的指定内容，在楼板任意位置上左击（注意避开墙、柱和洞口的位置），打开板类型面对象信息对话框，如图 37 所示。

点击表格标签荷载，注意恒载数值是  $2\text{kN/m}^2$ ，活载数值是  $3\text{kN/m}^2$ 。点击**确定**关闭板类型面对象信息对话框。点击命令**文件菜单>保存**来保存模型。

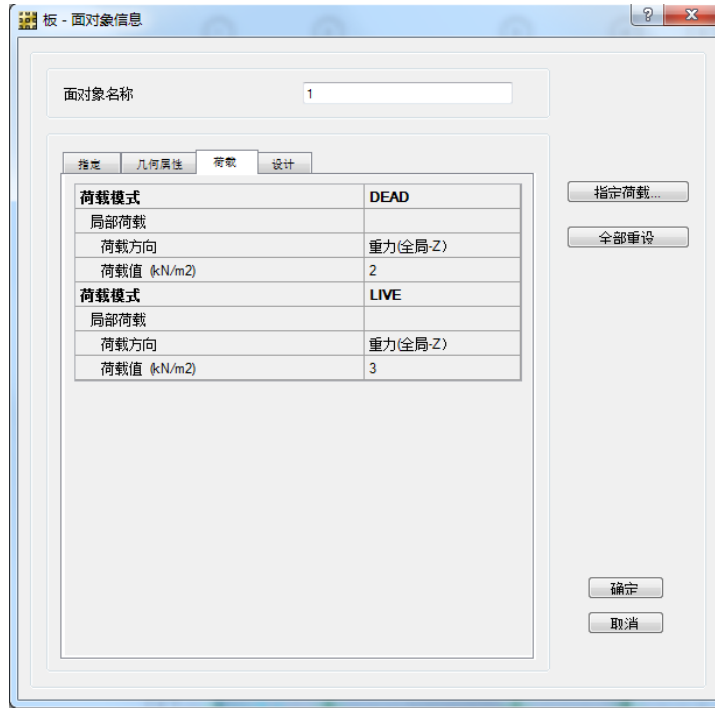



图 37 板类型面对象信息对话框

## 步骤9 运行分析和设计

在该步骤中，将运行分析和设计。

- A. 点击命令**运行菜单 > 运行分析和设计**开始运算。程序将基于对象建立的 SAFE 模型转换为分析模型，在左下角的状态栏将显示分析和设计运行的相关信息。随后可以使用命令**文件菜单 > 显示输入/输出文本**并选择扩展名为的`.LOG`文件查看更多的运算信息。
- B. 分析设计结束后，程序自动显示模型的变形形状，并锁定模型。当命令**选项菜单 > 锁定/解锁模型**的按钮图标显示凹陷时，模型被锁定。锁定模型是为了防止对模型进行任何修改从而导致分析结果无效。

## 步骤10 图形显示分析结果

在该步骤中，将使用图形方式显示分析结果。

- A. 点击命令**显示菜单> 设置默认 3D 视图**，在三维视图中显示模型在恒载作用下的变形。
- B. 点击右下角的按钮**开始动画**可动画显示变形。按钮旁边的滑条用于调整动画显示的速度。点击按钮**停止动画**来结束动画显示。
- C. 点击命令**显示菜单 > 显示变形形状**打开变形形状对话框，如图 38 所示。

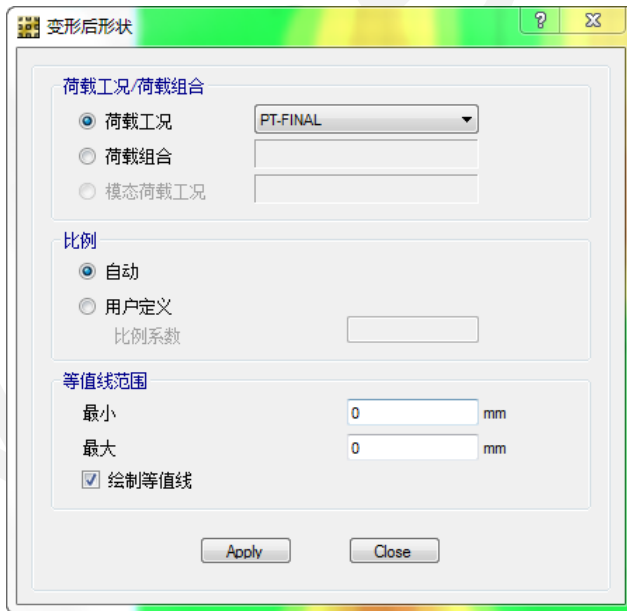


图38 变形形状对话框

- D. 在荷载工况/荷载组合区域，选择**荷载工况**。
- E. 从荷载工况下拉列表中选择 *PT-FINAL*。注意除了先前定义的荷载工况 *DEAD*、*LIVE*、*PT-FINAL* 和 *PT-*

TRANSFER，程序自动创建了荷载工况 PT-FINAL-HP 用于超静定分析。

- F. 在比例区域选择 *自动*。
- G. 在等值线范围区域，勾选 *绘制等值线* 复选框。
- H. 点击 **确定** 生成 PT-FINAL 荷载工况下的三维变形图。
- I. 点击命令 **显示菜单 > 显示板力/应力** 打开板力/应力对话框，如图 39 所示。
- J. 从荷载工况下拉列表中选择 *PT-TRANSFER*。
- K. 在分量类型区域选择 *顶面应力*。
- L. 在分量区域选择 *S11*。

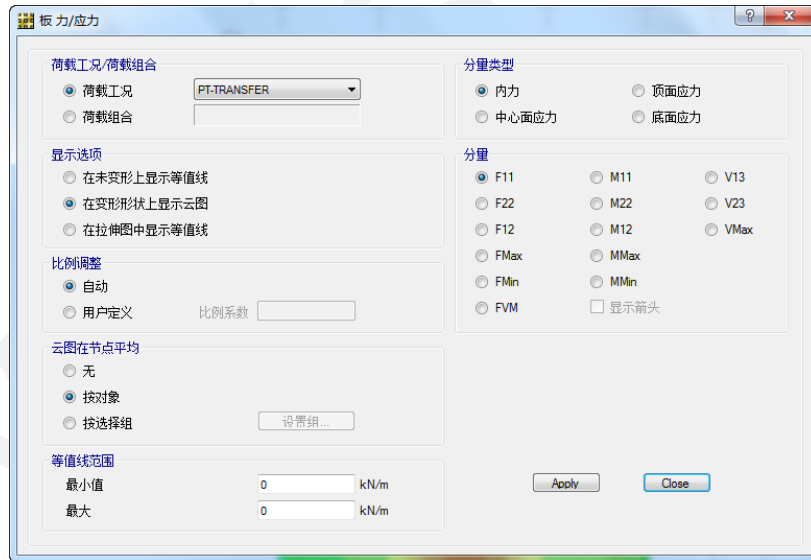


图 39 板力/应力对话框

- M. 在显示选项区域选择 *在变形形状上显示云图*。
- N. 点击 **确定** 生成应力云图，如图 40 所示。

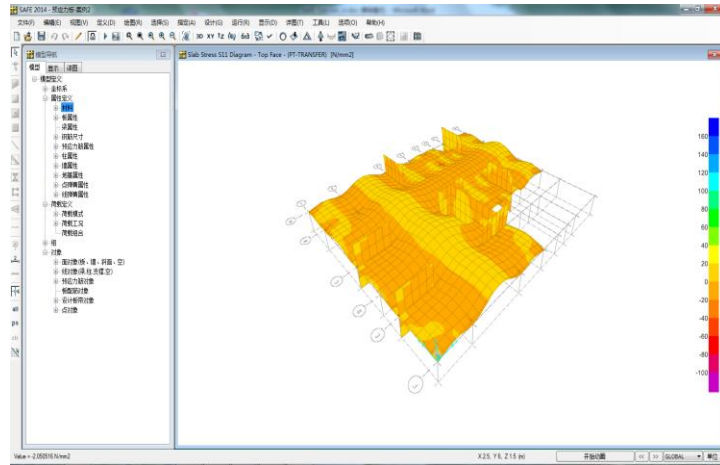


图40 S11 应力云图

注意，当光标在云图上移动时，相应的数值将显示在光标附近以及左下方的窗口中。

- O. 点击命令**显示菜单 > 显示未变形形状**清除应力云图的显示。
- P. 点击命令**视图菜单 > 设置平面视图**返回到平面视图。

## 步骤11 显示设计结果

在该步骤中，将显示板的设计结果。注意设计已在步骤 9 运行。设计结果基于规范 Chinese 2010，设计规范在步骤 1 中选择。通过命令**设计菜单 > 设计首选项**可以查看或修改设计首选项（有些设计首选项也设置在截面属性数据对话框中）。如果修改了设计首选项，需要重新运行分析和设计（步骤 9）。

- A. 点击命令**显示菜单 > 显示板设计**打开板设计对话框如图 41 所示。



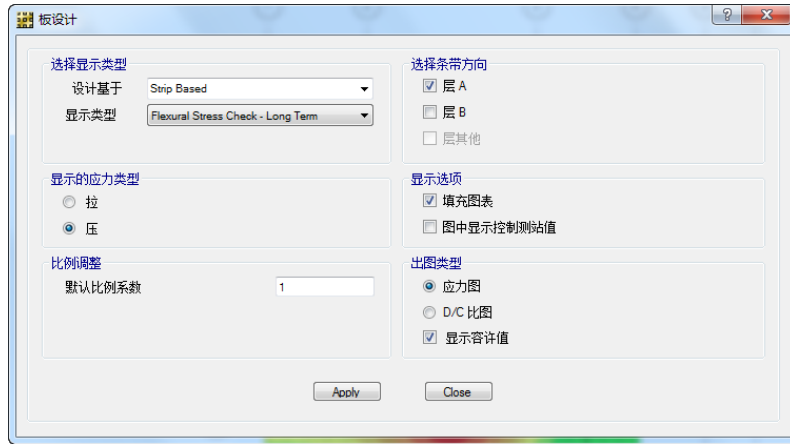


图 41 板设计对话框

- B. 在选择显示类型区域，从设计基础下拉列表中选择 *Strip Based*，从显示类型下拉列表中选择 *Flexural Stress Check - Transfer*。
- C. 在选择板带方向区域，勾选层 A 取消勾选层 B。这将只显示 A 层 (X) 的应力检查结果。
- D. 在显示的应力类型区域，勾选拉。
- E. 点击**确定**关闭板设计对话框，将显示应力检查结果。显示的是传递的张拉应力，如果显示 *failed*，则该处的应力值超过了允许的 P/T 应力检查比例，该值可通过命令**设计菜单 > 设计首选项**在设计首选项对话框中设定。
- F. 将光标在 A 层板带的任意位置移动，顶部和底部的应力值将显示在光标附近和左下方的窗口中。
- G. 为了查看 B 层板带的应力检查结果，点击命令**显示菜单 > 显示板设计**打开板设计对话框。
- H. 在选择显示类型区域，从显示类型下拉列表中选择 *Flexural Stress Check - Long Term*。
- I. 在选择板带方向区域，勾选层 B 取消勾选层 A。

- J. 在显示的应力类型区域，勾选压。
- K. 点击**确定**关闭板设计对话框显示 B 层板带持久状况压应力，如图 42 所示。在板带上移动光标，顶部和底部的应力值将显示在光标附近和左下方的窗口中。

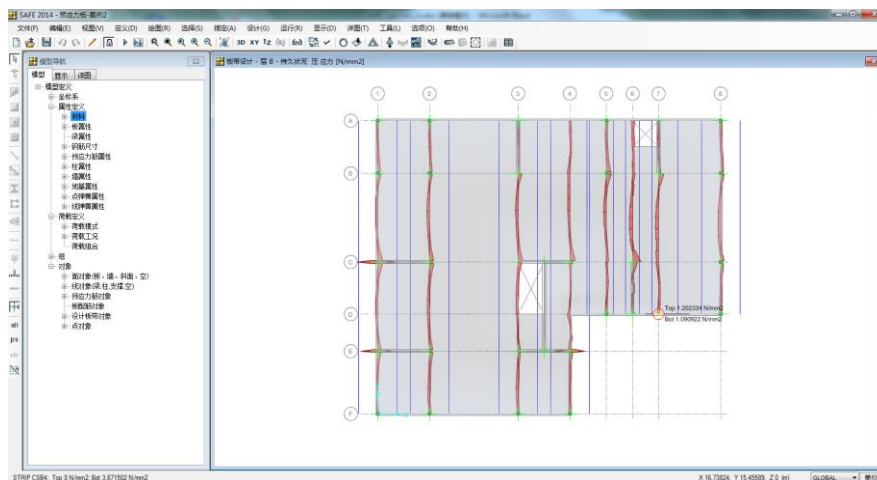


图 42 B 层持久状况压应力

## 步骤12 绘制详图

在该步骤中，将绘制详图。只有在完成分析和设计之后才能绘制详图。

- A. 点击命令**详图菜单 > 详图首选项**打开详图首选项对话框，如图 43 所示。
- B. 使用该对话框来设置绘图格式，来控制如何显示尺寸、如何标注配筋、如何选择统计材料的单位。
- C. 查看对话框中的内容（我们将使用默认值），点击**确定**关闭对话框。

- D. 点击**详图菜单 > 板/基础配筋首选项**打开板/基础配筋首选项对话框如图 44 所示。

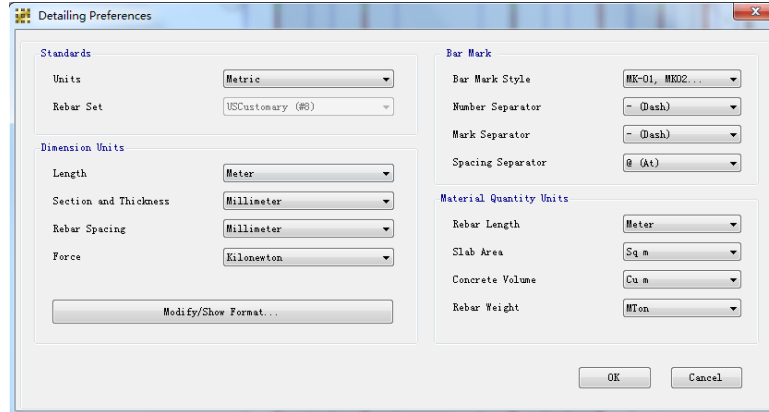


图 43 详图首选项对话框

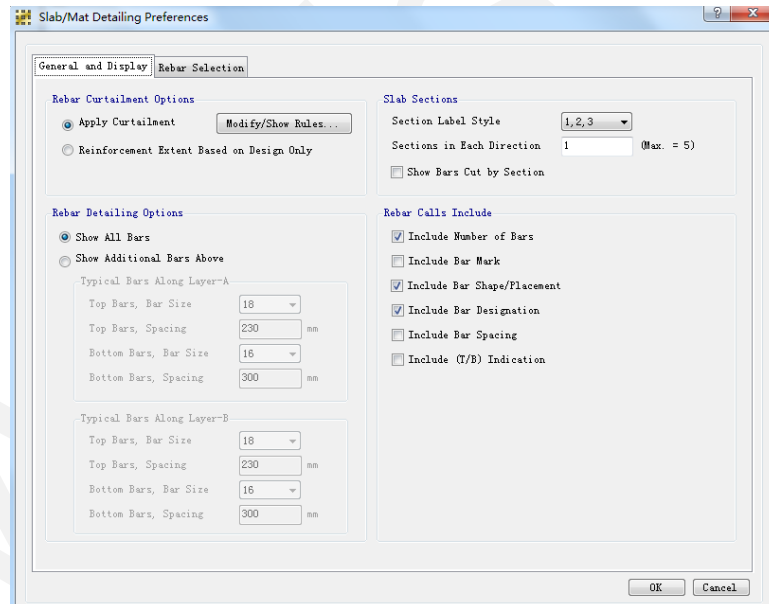


图 44 板/基础详图首选项对话框

- E. 点击表格标签 *General and Display*。在该表格中查看或编辑钢筋截断规则，详图和插图选项，以及如何剖切断面。本例我们将使用默认值。

- F. 点击表格标签 *Rebar Selection*，查看或改变钢筋选择规则，优选钢筋尺寸，最小配筋面积，以及洞口周边的配筋。本例我们将使用默认值。
- G. 点击**确定**关闭对话框。
- H. 点击命令**详图菜单 > 绘图表格设置**打开绘图表格设置对话框。查看或编辑表格尺寸、比例、标题栏以及文字尺寸。本例我们将使用默认值。
- I. 点击**确定**关闭对话框。
- J. 点击命令**详图菜单 > 绘图格式属性**查看线型和线宽。
- K. 点击**确定**关闭对话框。
- L. 至此完成详图首选项和绘图选项的设置，点击命令**运行菜单 > 运行详图**生成详图。
- M. 点击命令**详图菜单 > 显示详图**打开显示详图项对话框，如图 45 所示。
- N. 选择绘图选项。
- O. 从绘图下拉列表中选择 *Tendon Layout Plan*。
- P. 点击**确定**关闭显示详图项对话框，显示所选择的图，如图 46 所示。
- Q. 在模型树状导航窗口中点击**详图**，展开视图和绘图表树状图，通过这个方式也可以生成详图。

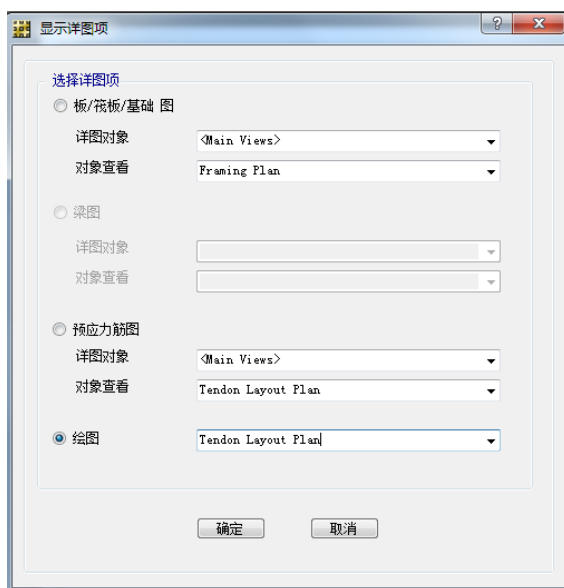


图45 显示详图项对话框

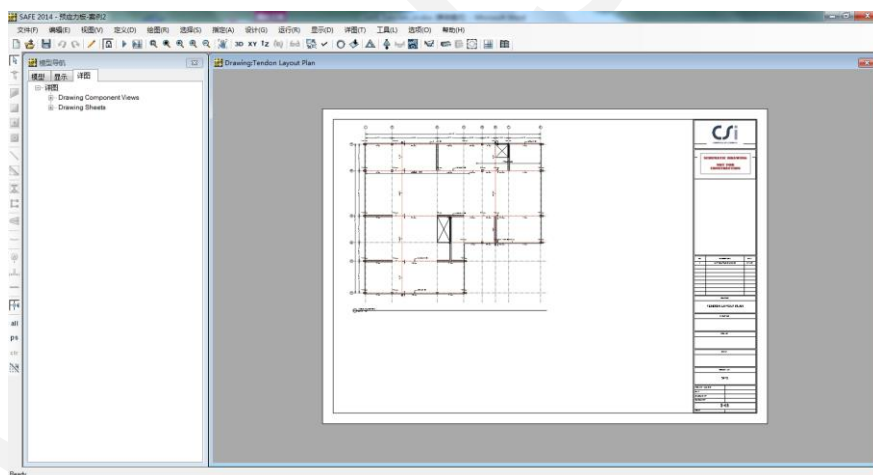


图46 钢筋布置平面图

R. 点击命令显示菜单> 显示未变形形状返回模型。

## 步骤13 生成报告书

在该步骤中，将生成描述模型输入输出信息的报告书。

- A. 点击命令**文件菜单 > 报告设置**将显示报告设置数据对话框。
- B. 在报告输出类型区域，确认已选择 *RTF File* 选项。
- C. 在报告项区域，去掉勾选 *Include Hyperlinked Contents* 复选框。
- D. 点击**确定**关闭报告设置数据对话框。
- E. 点击命令**文件菜单 > 生成报告**将显示 Microsoft Word Rich Text File 报告格式。
- F. 在文件名称编辑栏输入 **PTSlab** 并点击**保存**按钮。将生成 word 格式的报告书并保存在你的电脑硬盘上，封面类似图 47 所示。

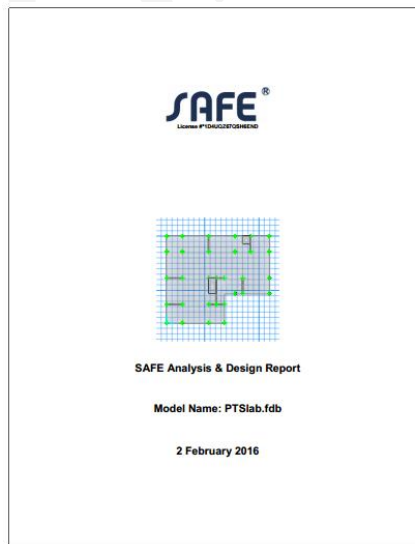


图 47 报告书封面页

