

跟高手学软件

土木工程常用软件应用入门丛书

SAP2000

结构工程分析及实例详解

闫冬 戚春香 冯清海 主编
袁万城 主审

中国建筑工业出版社

土木工程常用软件应用入门丛书

SAP2000 结构工程分析 及实例详解

闫冬 戚春香 冯清海 主编
袁万城 主审

内容简介
本书共分
章，详细
介绍了

主编
主审
责任编辑

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

SAP2000 结构工程分析及实例详解/闫冬, 戚春香, 冯清海主

编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

(土木工程常用软件应用入门丛书)

ISBN 978-7-112-11055-1

I. S… II. ①闫…②戚…③冯… III. 结构分析—应用软件, SAP
2000 IV. 0342-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 098882 号

SAP2000 是用于结构分析与设计的有限元计算软件之一。本书共分为 7 章, 前 3 章详细介绍了 SAP2000 的基本概念、建模和分析功能; 后 4 章分别对不同的结构分析类型进行举例说明, 包括线性静力分析、线性动力分析、频域分析和非线性分析四类。对于每一个典型例题中所涉及的知识点, 都在例题的演示之前进行阐述。此外, 书中对某些重点内容、应引起注意的问题和关键的操作技巧等均有所提示。

本书内容丰富、操作性强, 涉及的工程实例广泛且有代表性, 可帮助初学者轻松掌握 SAP2000 软件的分析及应用功能; 对于有一定软件应用基础的工程师或科研人员, 通过本书的学习, 可以起到深入提高的作用。本书可作为高等院校土木工程相关专业本科生、研究生学习的教材。

土木工程常用软件应用入门丛书

SAP2000 结构工程分析及实例详解

闫冬 戚春香 冯清海 主编

袁万城 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16½ 字数: 412 千字

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 38.00 元

ISBN 978-7-112-11055-1

(18301)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

SAP2000 是一个集成化的通用结构分析和设计软件，它是 SAP 系列程序中功能最为强大的版本，兼具友好的用户界面，它可以对包括桥梁、体育场馆、高塔、工业厂房、近海结构、管道系统、建筑结构、大坝、土壤、机械等不同体系类型的结构进行分析和设计，也可以根据需要完成世界大多数国家和地区的结构设计。SAP2000 于 1969 年由美国加利福尼亚大学伯克利分校的 Wilson 教授研发，SAP 即为“Structure Analysis Program”首字母的缩写。自从 SAP 诞生以来，它就被广泛应用于结构工程分析领域，发展至今，SAP2000 在美国乃至全球是公认的结构领域最有效和最实用的软件。

本书共分为两部分，总共由七章组成。第一部分是 SAP2000 的基本概念，共 3 章：第 1 章主要介绍 SAP2000 的基本情况，以及在有限元软件中的地位和特长；第 2 章对 SAP2000 提供的材料、单元库（包括杆单元、板壳单元、实体单元、弹簧单元、Hook, Gap 和阻尼单元）进行简单介绍；第 3 章介绍结构分析建模、加载和后处理的典型过程，重点介绍了杆系结构、壳体结构、高层建筑结构、拱式结构、桥梁结构和实体结构的建模过程，针对其共同特征进行阐述，目的是让读者对结构分析有宏观的把握。

第二部分详细介绍了 SAP2000 在工程实例分析中的应用，共分为 4 章。其中，第 4 章介绍了 SAP2000 的线性静力分析功能。首先阐述了线性静力分析的基本原理和分析步骤，然后分别对桁架结构的线性静力分析、桥梁的影响线分析、预应力钢筋混凝土梁的线性静力分析、结构施工过程的模拟和结构在温度荷载作用下的线性静力分析进行了算例演示；第 5 章介绍了 SAP2000 的线性动力分析功能。首先阐述了线性动力分析的类型和基本原理，并对其分析步骤及求解控制进行了说明，然后分别以框架结构的模态分析、梁式桥的地震反应谱分析、大跨度斜拉桥的地震时程分析、车辆振动分析和高层建筑结构的抗风分析为例，演示了 SAP2000 进行结构线性动力分析的方法；第 6 章介绍了 SAP2000 的频域分析功能。首先阐述了 SAP2000 频域分析类型（包括稳态分析和功率谱密度分析），然后简要地介绍了谐波、正弦波荷载和连接、支座的频率相关属性，最后以一拱桥为例，应用 SAP2000 对其稳态分析和功率谱密度分析过程进行了演示

说明；第7章介绍了SAP2000的非线性分析功能。首先阐述了非线性分析类型、分析步骤及其求解控制方法，然后分别以多层框架的推倒分析、高耸结构的屈曲分析、悬索结构的 $P-\Delta$ 分析和减隔震桥梁的地震响应分析为例，演示了SAP2000进行结构非线性动力分析的方法。

本书从软件分析功能和结构分析类型的基本概念入手，内容丰富，深入浅出，结构清晰，所举实例代表性强，针对不同研究水平的学者均有参考价值。笔者希望通过本书学习，能对土木工程专业的在校师生及科研人员起到帮助应用的效果。

本书由交通运输部公路科学研究院北京交科公路勘察设计研究院闫冬博士、中国民航大学戚春香博士、同济大学冯清海博士负责编写，并由同济大学袁万城教授审定。此外，郑玉国博士也在本书的编写过程中提出了宝贵意见，在此表示衷心的感谢。在本书的编写过程中，得到了中国建筑工业出版社几位编辑的大力支持，在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，时间仓促，书中的缺点与错误在所难免，敬请广大读者批评指正，也欢迎业内人士及专家来电来函共同探讨。

我们的联系方式：d.yan@rioh.cn。

目 录

前言

第 1 章 SAP2000 概况	1
1.1 有限元软件与 SAP2000	1
1.2 SAP2000 的图形用户界面	2
1.2.1 菜单命令	3
1.2.2 工具栏	4
1.2.3 显示窗	5
1.2.4 状态栏	6
1.3 文件类型和数据交换	6
1.4 键盘命令	9
第 2 章 SAP2000 的材料库和单元库	12
2.1 SAP2000 材料库	12
2.2 整体坐标系与局部坐标系	15
2.2.1 整体坐标系	15
2.2.2 局部坐标系	16
2.3 SAP2000 单元库	17
2.3.1 杆单元	17
2.3.1.1 框架/索单元	17
2.3.1.2 预应力筋/束单元	18
2.3.2 板壳单元	19
2.3.2.1 壳单元	19
2.3.2.2 平面单元	20
2.3.3 实体单元	21
2.3.3.1 轴对称实体单元	21
2.3.3.2 实体单元	21
2.3.4 连接/支座单元	22
2.4 节点约束类型	22
2.5 特殊功能介绍	31
2.5.1 拉压比限定 (单拉单压构件)	31
2.5.2 线对象端部释放	32
2.5.3 单元剖分	33
2.5.4 更改节点、单元编号	34

第 3 章 SAP2000 结构分析基础	36
3.1 有限元分析的基本原理	36
3.2 SAP2000 的结构分析功能	37
3.3 SAP2000 结构分析典型过程	37
3.3.1 结构计算模型的建立	38
3.3.1.1 杆系结构模型	38
3.3.1.2 壳体结构模型	45
3.3.1.3 高层建筑结构模型	47
3.3.1.4 拱式结构模型	52
3.3.1.5 桥梁结构模型	60
3.3.1.6 实体结构模型	67
3.3.2 加载和求解	71
3.3.2.1 荷载工况	71
3.3.2.2 荷载工况组合	96
3.3.2.3 求解控制	97
3.3.3 计算结果的后处理	99
3.3.3.1 图形输出	99
3.3.3.2 数据表格显示	102
3.3.3.3 数据文件输出	105
3.3.3.4 生成 AVI 视频	105
第 4 章 线性静力分析	109
4.1 线性静力分析的基本原理	109
4.2 线性静力分析步骤	109
4.3 实例一：桁架结构的线性静力分析	110
4.4 实例二：桥梁的内力影响线分析	116
4.4.1 内力影响线的基本概念	116
4.4.2 自定义车辆、车道和火车荷载	117
4.4.3 计算影响线	118
4.5 实例三：预应力钢筋混凝土梁的线性静力分析	128
4.5.1 预应力的概念	128
4.5.2 施加预应力的方法	129
4.5.3 预应力损失计算	129
4.5.4 分析过程	130
4.6 实例四：结构施工过程的模拟	138
4.6.1 输出步控制	138
4.6.2 分析过程	139
4.7 实例五：结构在温度荷载作用下的线性静力分析	145
4.7.1 材料热性质	145

4.7.2	温度荷载的类型和加载方法	145
4.7.3	分析过程	146
第5章	线性动力分析	152
5.1	动力分析概述	152
5.1.1	SAP2000 的结构动力分析类型及基本原理	152
5.1.1.1	模态分析	152
5.1.1.2	反应谱分析	153
5.1.1.3	瞬态响应分析	154
5.1.2	阻尼模型	154
5.1.2.1	减震器和黏性阻尼	154
5.1.2.2	模态阻尼	154
5.1.2.3	瑞利阻尼	155
5.2	线性动力分析步骤和求解控制	155
5.3	实例一：框架结构的模态分析	156
5.4	实例二：梁式桥的地震反应谱分析	166
5.4.1	地震反应谱的概念和选取	166
5.4.2	分析过程	167
5.5	实例三：大跨度斜拉桥的地震时程分析	174
5.5.1	地震时程波的概念和选取	174
5.5.2	一致输入下的地震时程分析	175
5.5.3	考虑行波效应的地震时程分析（多点输入问题）	183
5.6	实例四：高层建筑结构的抗风分析	190
5.6.1	风荷载的概念	190
5.6.2	风荷载的模拟和简化	191
5.6.3	分析过程	192
第6章	频域分析	195
6.1	频域分析概述	195
6.1.1	稳态分析	195
6.1.2	功率谱密度分析	195
6.1.3	谐波、正弦波荷载	196
6.1.4	连接、支座单元的频率相关属性	196
6.2	频域分析步骤	196
6.3	实例：拱桥的稳态分析和功率谱密度分析	197
6.3.1	拱桥的稳态分析步骤	197
6.3.2	拱桥的功率谱密度分析步骤	204
第7章	非线性分析	211
7.1	非线性问题概述	211
7.1.1	材料非线性	211

7.1.2	几何非线性	212
7.1.3	边界非线性	214
7.2	非线性分析步骤和求解控制	214
7.2.1	非线性分析步骤	214
7.2.2	非线性分析求解控制	214
7.3	实例一：多层框架的推倒分析	216
7.3.1	塑性铰的定义	216
7.3.1.1	塑性铰的概念	216
7.3.1.2	铰的属性	216
7.3.2	侧向力分布模式	222
7.3.3	分析过程	223
7.4	实例二：高耸结构的屈曲分析（线性稳定性分析）	232
7.4.1	第一阶段：线性静力分析	232
7.4.2	第二阶段：屈曲分析	235
7.5	实例三：悬索结构的 $P-\Delta$ 分析	241
7.6	实例四：减隔震桥梁的地震响应分析	248
7.6.1	减隔震装置的作用	249
7.6.2	减隔震装置的模拟方法	249
7.6.3	分析过程	252
	参考文献	256

第 1 章 SAP2000 概 况

1.1 有限元软件与 SAP2000

有限元法起源于“矩阵分析法”，是目前应用较广泛的一种分析方法。在传统的结构力学方法中，通常把杆系结构视为由许多单一的构件在节点处相互连接而构成的体系，并通过节点相互传递力和位移。以节点力作为未知量并对结构进行求解的方法在结构力学中称为“力法”；以节点位移作为未知量并对结构进行求解的方法称为“位移法”；把一部分节点力和另一部分节点的位移一起作为未知量并对结构进行求解的方法即“混合法”。在以上三种方法中，把待求的各节点位移和内力之间的关系用代数方程组表示出来，求解该方程组即可解得未知量，进而求得各构件的内力，这就是传统结构力学的方法。各节点的未知量以及相应的方程组还可以用矩阵的形式十分方便地表示，并通过矩阵运算完成问题的求解，这就是“结构矩阵分析法”。矩阵分析的方法可以有效地应用计算机来求解，从而解决了复杂结构的问题。把上述结构矩阵分析的方法和思想进一步推广到连续体的力学分析就逐渐形成了“有限元法”。

“有限元法”这一术语是 Clough R. W. 在 1960 年首先引用的，最初被用于对飞行器进行分析。与此同时，有限元法的通用计算程序作为有限元研究的一个重要组成部分，也随着电子计算机的飞速发展而迅速发展起来。到 20 世纪 70 年代初期，通用的有限元分析软件出现了，这些软件功能强大，计算可靠，工作效率高，逐步成为结构分析中强有力的工具。近几十年来，各国相继开发了许多通用程序系统。在目前应用广泛的通用有限元分析程序中，美国 Computers and Structures Inc. (CSI) 公司开发研制的结构分析与设计软件 SAP2000 是全球公认的结构分析计算程序，在世界范围内被广泛应用。

SAP2000 是由 SAP5、SAP80、SAP90 发展而来的。1969 年美国加利福尼亚大学伯克利分校的 Wilson 教授发布了第一个用于结构静力和动力分析的 SAP 程序，SAP 即为“Structure Analysis Program”首字母的缩写。自从 SAP 诞生以来，它就被广泛应用于结构工程分析领域，SAP2000 是 SAP 系列程序中功能最为强大的版本，具备友好的用户界面。针对桥梁、体育场馆、高塔、工业厂房、近海结构、管道系统、建筑结构、大坝、土壤、机械结构及其他，SAP2000 均提供了全面完善的分析引擎和设计工具。

SAP2000 集荷载计算、线性和非线性分析、动力地震分析和静力 Pushover 分析、桥梁车辆活荷载分析、几何非线性（包括 $P-\Delta$ 和大变形效应）、阶段（增量）施工、徐变收缩和老化效应、屈曲分析、稳态和功能谱密度分析等所有计算分析功能于一体，容纳了最新的静力、动力、线性和非线性分析技术，计算快捷，分析结果合理可靠，其权威性和可靠性得到了业界的一致肯定。SAP2000 汇集了大部分国家和地区的结构设计规范，并已将中国、美国、加拿大和欧洲规范纳入其中，可以完成绝大部分国家和地区的结构工程的

设计工作，并能全面输出结构体系分析结果和构件设计的详细信息。

用 SAP2000 进行结构分析和设计的一般步骤为：

- ◆ 创建或修改模型，定义结构的几何、材料、荷载和分析参数；
- ◆ 进行模型分析；
- ◆ 查看分析结果；
- ◆ 检查和优化结构设计。

这个过程通常是一个反复迭代的过程，可能包含上述步骤的几个循环，并且所有的步骤可以用 SAP2000 的图形用户界面无缝地执行。

1.2 SAP2000 的图形用户界面

SAP2000 具有集成化的用户界面，模型的建立、运行、设计以及分析结果都显示在同一个界面下。在多视图环境下进行平面、立面、三维建模以及实时动态显示。本节主要介绍图形用户界面的基本概念，为后面的学习作准备。

SAP2000 的图形用户界面是基于 Windows 的操作界面，可以用鼠标直接进行对视图的移动、缩放、最大化、最小化、关闭等操作。图形用户界面分为主标题栏、菜单栏、主工具栏、侧工具栏、状态栏、显示窗口等，其分布形式如图 1.2-1 所示。

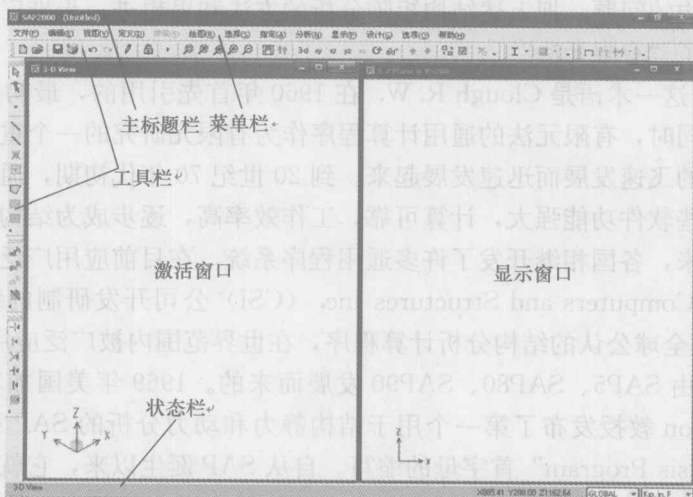


图 1.2-1 SAP2000 图形界面

主标题栏位于界面顶部，显示程序名称、版本号以及当前模型文件的名称。当界面显示状态最小化时，将光标移动至主标题栏按住鼠标左键可以拖动界面在屏幕上移动。

菜单栏位于主标题栏下方。所有的菜单命令都位于菜单栏内。包括文件、编辑、视图、定义、绘图、选择、指定、分析、显示、设计、选项、帮助等菜单。

在主窗口的菜单栏下面是主工具栏，主工具栏提供了菜单命令的快捷按钮。

界面左侧竖向放置的是侧工具栏，侧工具栏提供了绘制命令快捷按钮。

界面中间部分为主显示窗口，默认状态下显示窗口以左右排列显示，界面最多可显示

4 个窗口。

界面下方为状态栏，状态栏包括状态文本、光标位置、当前坐标系和当前采用的单位制。

1.2.1 菜单命令

在菜单栏中包括 12 个菜单项 [如图 1.2-2 (a) ~ (l) 所示]，所有的操作命令都分类集成在这 12 个菜单项中，各菜单的主要功能如表 1.2-1 所示。

各菜单的主要功能

表 1.2-1

菜单	主要功能
文件	提供基本文件操作，如新建模型、保存模型、模型的导入导出、结果的打印等
编辑	提供对模型进行几何图形编辑的命令，如剪切、复制、粘贴等
视图	用于模型视图控制和对象显示
定义	提供各种定义命令，如材料属性、截面属性、荷载工况及荷载组合等
绘图	提供建模所用到的绘图命令及点捕捉功能
选择	提供多种按类型选择对象的功能命令
指定	提供各种对象功能，包括荷载指定、属性指定等
分析	设定分析参数和运行分析工况
显示	用于显示对象属性及分析结果的信息等
设计	用于结构设计的相关操作命令
选项	提供关于规范内容的设置及显示功能的细节设置等
帮助	提供教学文档、联机帮助文档及版本信息等

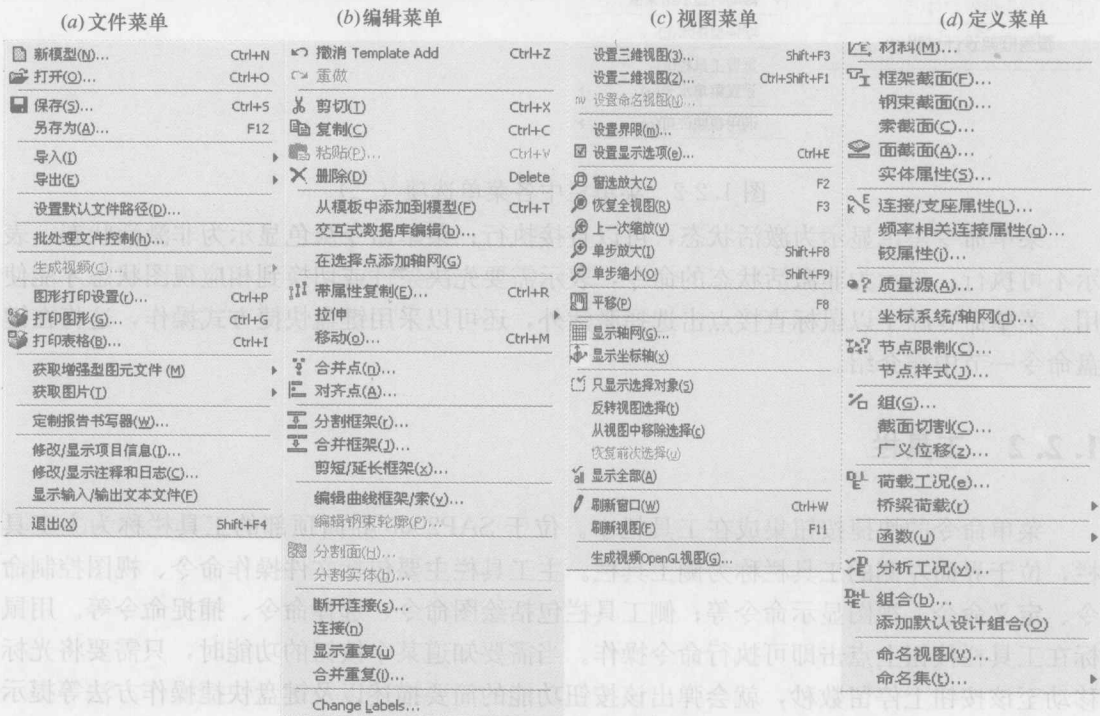


图 1.2-2 菜单栏中各菜单选项 (一)

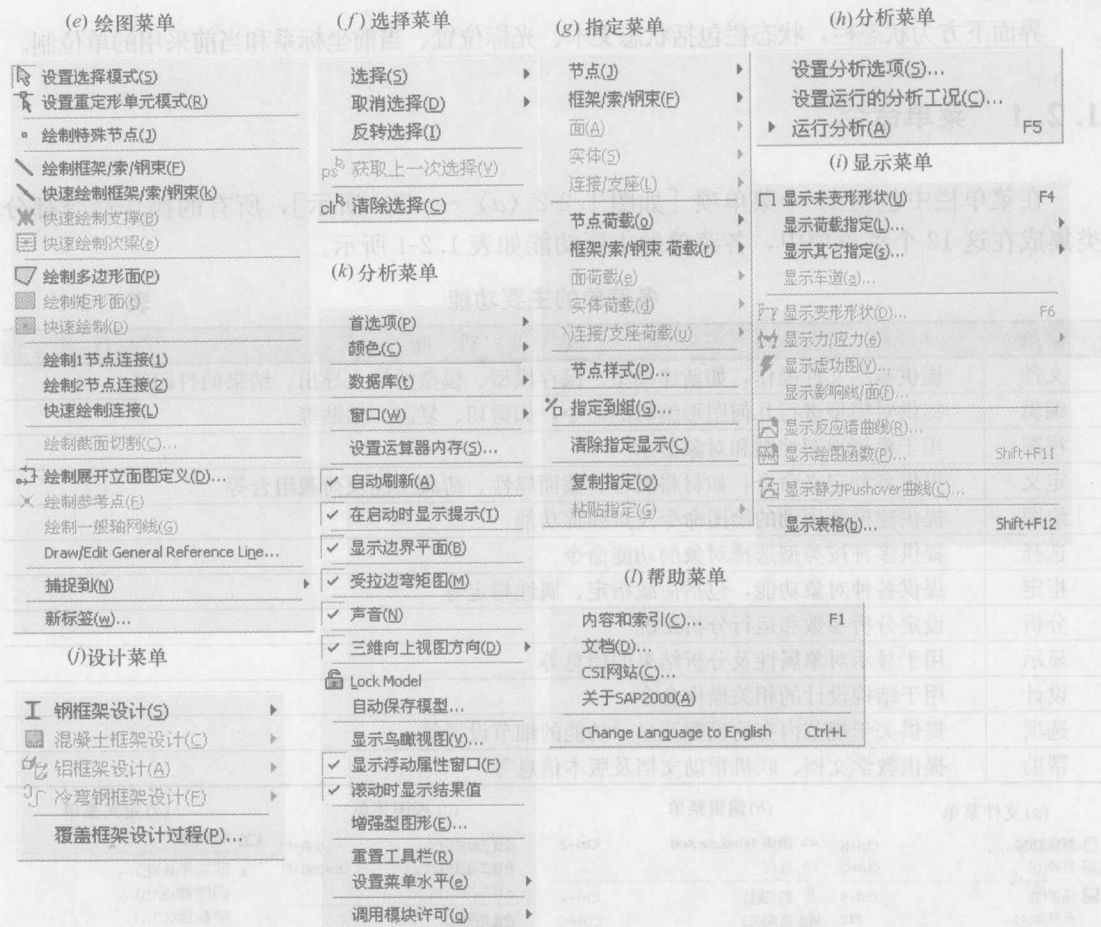


图 1.2-2 菜单栏中各菜单选项 (二)

菜单命令黑色显示为激活状态，可以直接执行；菜单命令灰色显示为非激活状态，表示不可执行。显示为非激活状态的命令，表示需要先决条件或切换到相应视图状态才能使用。菜单命令除了以鼠标直接点击选择激活外，还可以采用键盘快捷方式操作，这将在键盘命令一节中作介绍。

1.2.2 工具栏

菜单命令的快捷按钮集成在工具栏中。位于 SAP2000 界面顶部的工具栏称为主工具栏，位于界面左侧的工具栏称为侧工具栏。主工具栏主要包括文件操作命令、视图控制命令、定义命令、视图显示命令等；侧工具栏包括绘图命令、选择命令、捕捉命令等。用鼠标在工具栏按钮上点击即可执行命令操作。当需要知道某个按钮的功能时，只需要将光标移动至该按钮上停留数秒，就会弹出该按钮功能的简要描述以及键盘快捷操作方法等提示信息，如图 1.2-3 所示。所有工具栏按钮都有相对应的菜单命令。

对于工具栏及按钮，用户可以根据需要进行添加或者隐藏。将光标移动到工具栏位置

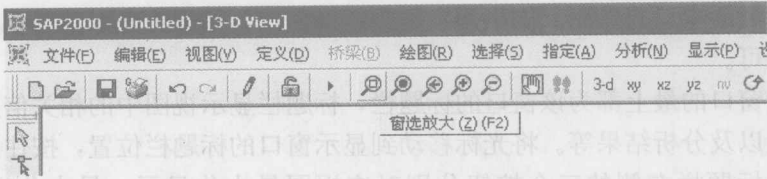



图 1.2-3 按钮解释信息

点击鼠标右键，弹出工具栏设置菜单，如图 1.2-4 所示。

在工具栏设置菜单中有所有工具栏名称，勾选的工具栏为显示状态。光标在命令行位置点击勾选项即可以使工具栏在显示与隐藏两种状态之间进行切换。每勾选一项在视图工具栏位置都会增加一个工具栏。每个工具栏的一侧都有双线图案，表示该工具栏的开始位置，同时也有一定的控制功能。光标在双线位置按住鼠标左键，可以拖住工具栏进行移动；双击鼠标左键，则隐藏工具栏。

有的工具栏末端有  符号，表示该工具栏中还有按钮没有显示出来，按下该按钮会弹出添加按钮子菜单，如图 1.2-5 所示。在该菜单中包含所有工具栏按钮勾选项，勾选状态的按钮为显示状态。如果希望显示某按钮，则在该按钮命令行点击勾选即可，若希望隐藏该按钮只需要再勾选该按钮命令行即可。

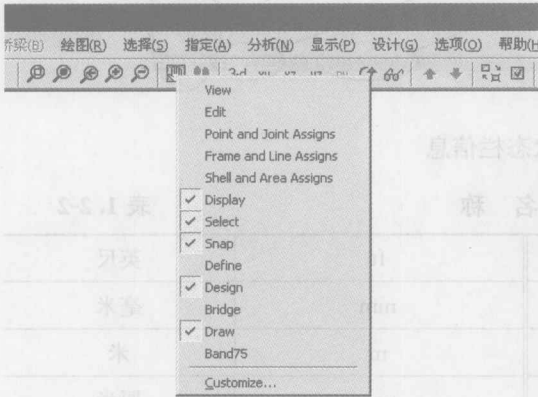


图 1.2-4 工具栏设置菜单

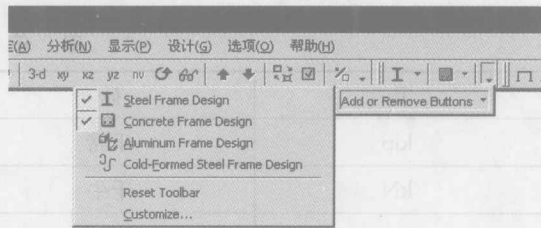


图 1.2-5 添加按钮子菜单

如果希望将编辑过的工具条恢复至默认状态，点击【选项】>【重置工具栏】命令即可。

1.2.3 显示窗

显示窗占据了界面的主要部分，用于显示模型的几何形状、分析结果、设计结果等。

显示窗可以显示 1~4 个窗口，按图 1.2-6 所示进行设置，每个窗口可以进行单独操作。例如，可以让 4 个显示窗口分别显示平面图、立面图、三维视图以及设计结果等。

无论界面上显示多少个窗口，用户一次只能对一个窗口进行操作，即当前激活窗口。当前激活窗口为高亮显示，所有的

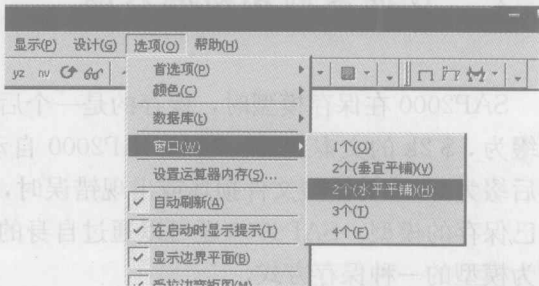


图 1.2-6 显示窗数量设置

操作只对当前激活窗口起作用。如果用户希望切换窗口，只需将光标移到相应窗口位置单击鼠标左键即可。

每个显示窗口的最上部为该窗口的标题栏，标题栏显示视图中的相关信息，如视图状态、楼层位置以及分析结果等。将光标移动到显示窗口的标题栏位置，按住鼠标左键可以移动该窗口，标题栏右侧的三个按钮分别对应视图最小化显示、最大化以及关闭控制功能。

1.2.4 状态栏

状态栏用于显示 SAP2000 模型的状态信息，它是用户互动、信息反馈的窗口。用户可以从这里读取重要的信息。在一般视图状态下，状态栏从左至右给出的信息包括：视图位置状态、光标坐标值、当前坐标系、单位制，如图 1.2-7 所示。图 1.2-7 单位制中对应的名称如表 1.2-2 所示。

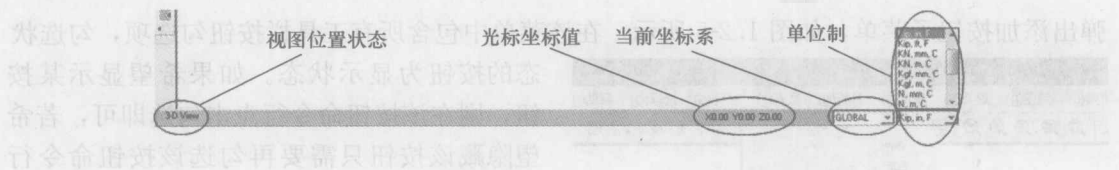


图 1.2-7 状态栏信息

单 位 名 称			表 1.2-2
lb	磅	ft	英尺
kip	千磅	mm	毫米
kN	千牛	m	米
kgf	千克力	cm	厘米
N	牛顿	F	华氏度
ton	吨	C	摄氏度
in	英寸		

1.3 文件类型和数据交换

SAP2000 在保存模型时，保存的是一个后缀为 .sdb 的模型文件，同时也会保存一个后缀为 . \$2k 的文本文件，这是 SAP2000 自动生成的以文本格式保存模型的备份文件。当后缀为 .sdb 的模型文件损坏或出现错误时，工程师可以通过导入 . \$2k 文件的方法恢复已保存的模型。SAP2000 还可以通过自身的导出功能，导出后缀为 . \$2k 的文本文件，作为模型的一种保存方式。

导出 .S2k 文本文件的方法非常简单，建立完模型后，点击【文件】>【导出】>

【SAP2000. S2k 文本文件】命令，程序弹出 **Choose Tables for Export to Text File** 对话框，如图 1.3-1 所示。在该对话框中选择需要保存的模型信息、荷载工况等，设置完各种选项后，点击【OK】按钮，弹出保存对话框，指定保存路径和保存文件名称，点击【保存】生成 .S2k 文件。

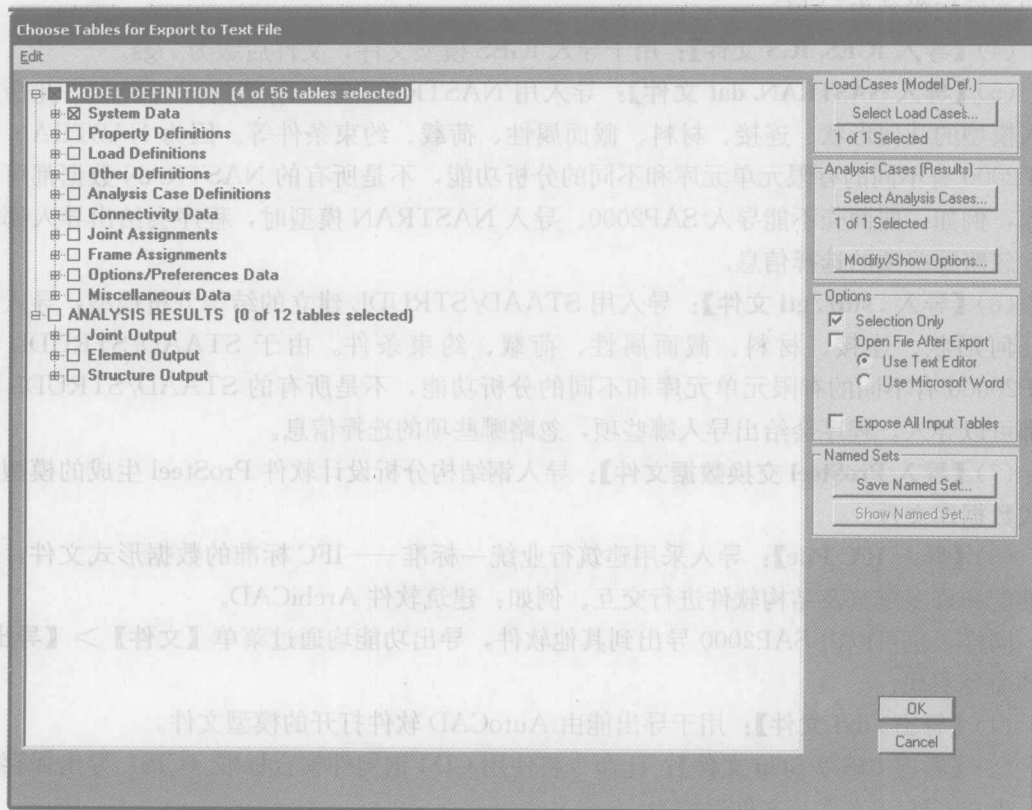


图 1.3-1 导出 SAP2000. S2k 文本文件对话框

. \$2k 和 .S2k 文件的格式是完全一致的，工程师可以用写字板、记事本等文字处理软件打开，对其中的内容进行修改，然后再用 SAP2000 导入，从而实现对模型的修改。要导入文本文件，需点击【文件】>【导入】>【SAP2000 V8 或 V9. S2k 文本文件】命令，弹出导入表数据库对话框，如图 1.3-2 所示。设置完毕后点击【确定】按钮，弹出选择框，选中已保存的 . \$2k 或 .S2k 文本文件，程序将自动导入选中的文本文件。

同时，SAP2000 还具有和其他软件进行数据交换的功能，工程师可以在多个软件之间相互转换读取数据，灵活运用多个软件实现建模、分析、设计和绘图的功能。SAP2000 可通过【文件】>【导入】的命令导入采用其他软件建立的模型，具体包含以下几种方式：

(1) 【导入 .dxf 文件】：用于导入由 AutoCAD 绘制并生成的图形文件。

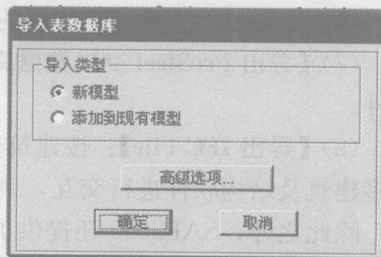


图 1.3-2 导入文本文件

(2) **【导入 CIS/2 STEP 文件】**: 用于导入一个采用 CIM 钢构件整合标准 (CIS) 的文件。CIS 是一套用于钢结构行业中的正式计算规范, 它使软件应用能相互兼容。该文件类型通常由美国以外的型钢制造者使用。

(3) **【导入 Framework Plus 文件】**: 用于在 SAP2000 中导入 Framework 模型文件, 导入的文件后缀名为 .SFC。

(4) **【导入 IGES. IGS 文件】**: 用于导入 IGES 模型文件, 文件后缀为 .igs。

(5) **【导入 NASTRAN. dat 文件】**: 导入用 NASTRAN 建立的结构分析模型。此命令导入模型的几何形状、连接、材料、截面属性、荷载、约束条件等。因为 NASTRAN 和 SAP2000 有不同的有限元单元库和不同的分析功能, 不是所有的 NASTRAN 数据都可以导入, 例如, 曲面壳不能导入 SAP2000。导入 NASTRAN 模型时, 程序会给出导入哪些项、忽略哪些项的选择信息。

(6) **【导入 .std/.gti 文件】**: 导入用 STAAD/STRUDL 建立的结构分析模型, 导入模型几何形状、连接、材料、截面属性、荷载、约束条件。由于 STAAD/STRUDL 和 SAP2000 有不同的有限元单元库和不同的分析功能, 不是所有的 STAAD/STRUDL 数据都可以导入。程序会给出导入哪些项、忽略哪些项的选择信息。

(7) **【导入 ProSteel 交换数据文件】**: 导入钢结构分析设计软件 ProSteel 生成的模型交互式数据库文件。

(8) **【导入 IFC File】**: 导入采用建筑行业统一标准——IFC 标准的数据形式文件, 此标准能和许多建筑及结构软件进行交互。例如: 建筑软件 ArchiCAD。

同样, 也可以由 SAP2000 导出到其他软件, 导出功能均通过菜单 **【文件】 > 【导出】** 中的命令实现:

(1) **【导出 .dxf 文件】**: 用于导出能由 AutoCAD 软件打开的模型文件。

(2) **【导出 CIS/2 Step 文件】**: 此命令将使用 CIM 钢构件整合标准 (CIS) 导出保存数据, 生成 CIS/2 文件, 文件后缀为 .stp。

(3) **【导出 Steel Detailing Neurtal 文件】**: 用于生成钢结构细节中间文件, 文件后缀名为 .SDN。

(4) **【导出 Framework Plus 文件】**: 用于生成 Framework 模型文件, 文件后缀名为 .SFC。

(5) **【导出 IGES. igs 文件】**: 用于生成 IGES 初始图形交换规定格式的文件, 导出 2D 和 3D 模型, 其中图表和图解自然转换格式。导出的文件后缀为 .igs。

(6) **【导出 SASSI 文件】**: 导出文件由 SASSI2000 读取使用, SASSI2000 是一个计算土与结构在动力作用下相互作用的二维或三维软件。

(7) **【导出 ProSteel 交换数据库文件】**: 导出钢结构分析设计软件 ProSteel 交换数据库文件。

(8) **【导出 IFC File】**: 按建筑行业统一标准——IFC 标准导出的数据形式文件, 能和许多建筑及结构软件进行交互, 例如建筑软件 ArchiCAD。

除此之外, SAP2000 还提供了同 Access 和 Excel 两种数据处理软件的交互功能。用户可以把数据导出到数据处理软件中进行修改, 再导入 SAP2000 进行计算。