

SAP2000

通用的建筑结构分析与设计软件

1

01

SAP2000 软件功能概述

- ◆ 工程应用案例
- ◆ 发展历程
- ◆ 前处理功能
- ◆ 结构分析功能
- ◆ 结构设计功能

2

SAP2000 工程应用案例

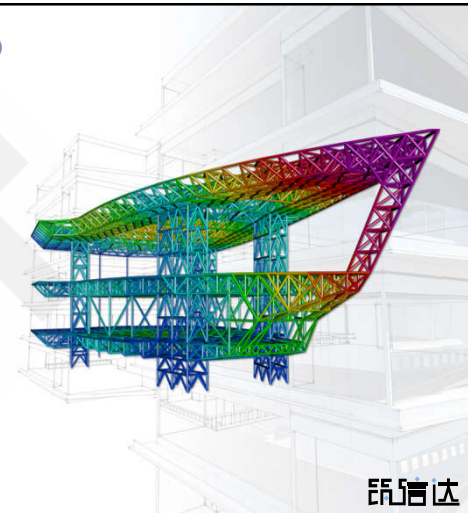
3



工程应用案例 SAP2000

通用的建筑结构分析与设计软件

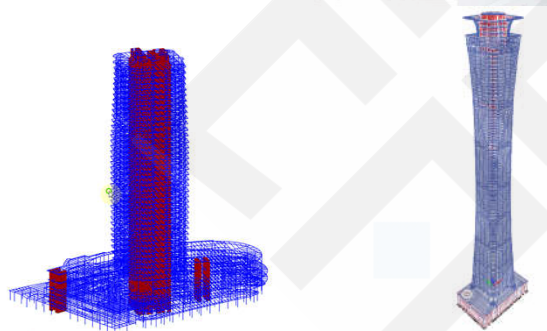
- ◆ 工业与民用建筑、公共建筑
- ◆ 道路与桥梁工程、市政工程
- ◆ 水利水电工程、岩土工程
- ◆ 石油石化工程、机械工程
- ◆ 等等



4

工程应用案例 SAP2000

民用建筑：多高层和超高层建筑结构

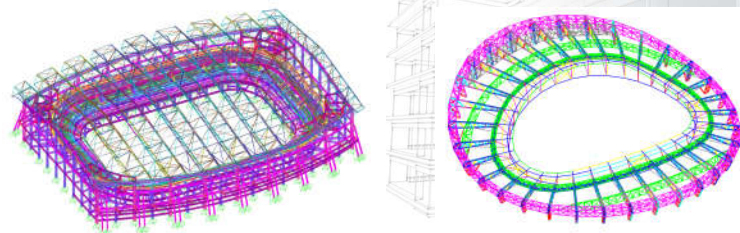


讯信达

5

工程应用案例 SAP2000

公共建筑：大跨度空间钢结构

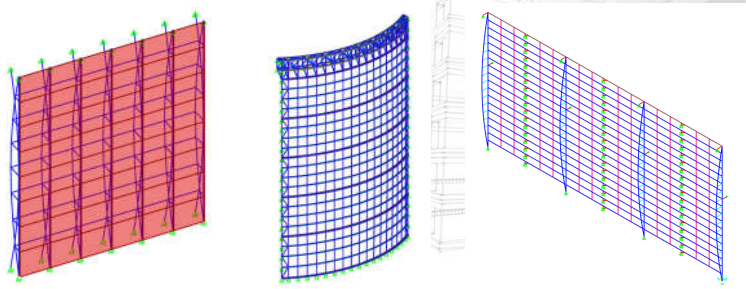


讯信达

6

工程应用案例 SAP2000

围护结构：玻璃幕墙

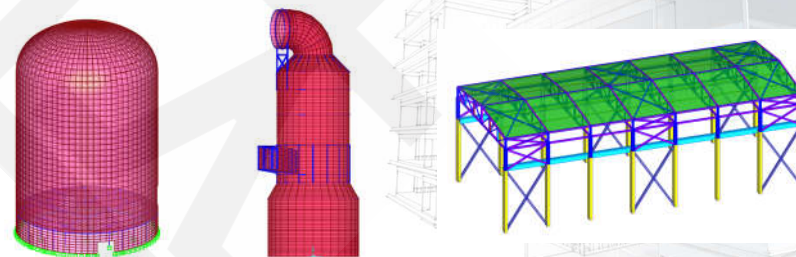


讯信达

7

工程应用案例 SAP2000

工业建筑：筒仓，脱硫塔，工业厂房

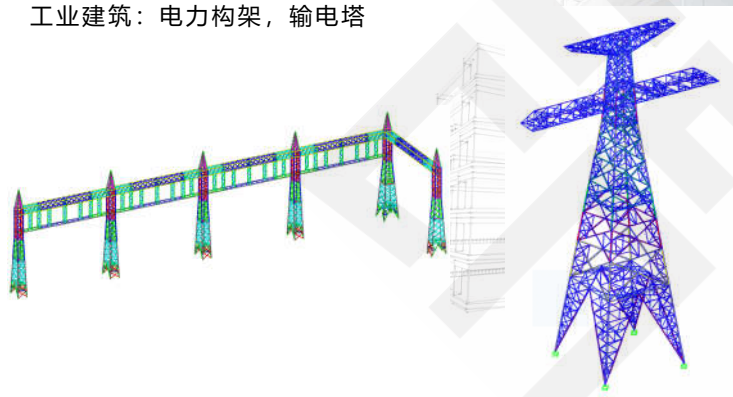


讯信达

8

工程应用案例 **SAP2000**

工业建筑：电力构架，输电塔



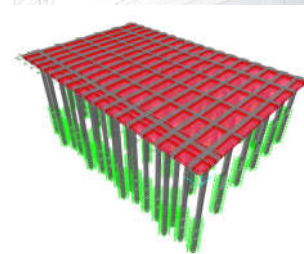
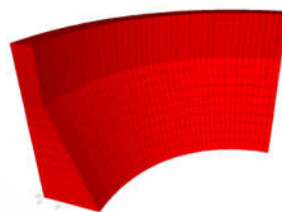
讯信达

9

工程应用案例 **SAP2000**

水利水电工程：挡水建筑物

近海工程：高桩码头

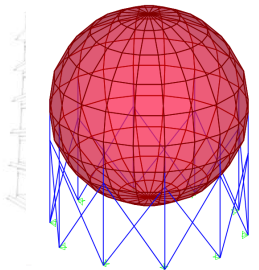
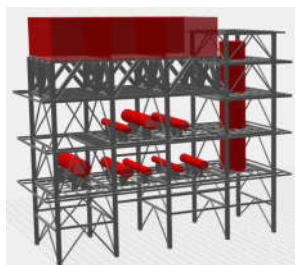


讯信达

10

工程应用案例 **SAP2000**

石油石化行业：开敞钢结构，LNG储罐

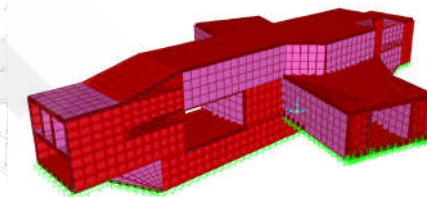
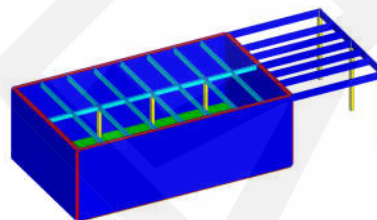


讯信达

11

工程应用案例 **SAP2000**

市政工程：水池，地下管廊



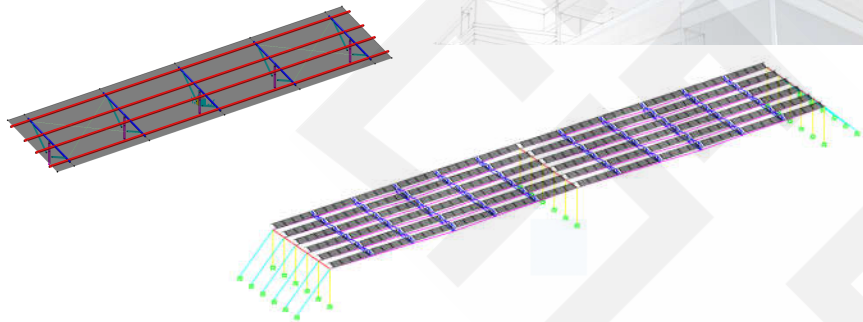
讯信达

12



工程应用案例 SAP2000

新能源工程：固定光伏支架，柔性索支架



筑信达

13

筑信达

SAP2000 发展历程

14



SAP2000 发展历程

UC Berkeley — 有限元的圣地

- In 1960, Ray W. Clough coined the terminology *Finite Element Method (FEM)*.
- In 1963, Edward L. Wilson developed the first FEM program *SAP* supervised by R.W. Clough.
- In 1974, K.J. Bathe developed the first nonlinear FEM program *NONSAP* supervised by E.L. Wilson, later developed into *ADINA*.
- In 1969, Pedro Marcal graduated from Berkeley founded the first nonlinear FEM cooperation *MARC*.
- In 1972, David Hibbitt founded HKS Co., and developed *ABAQUS*, D. Hibbitt is supervised by P. Marcal.
- 1976, John Hallquist with other Berkeley researchers developed the explicit FEM program *DYNA* in Lawrence Livermore National Lab.
- 1980s, R.L. Taylor and J.C. Simo developed the well known *FEAP*.
- 1973, G.H. Powell developed *DRAIN-2D*.
- 1980s, G.H. Powell and his Ph.D students A. Golafshani (1982) and V. Prakash (1987) developed a series of extended *DRAIN-2D*: *DRAIN-2DN*, *DRAIN-3DN*, *DRAIN-BUILDING*.



Ray W. Clough



G.H. Powell

筑信达

15



SAP2000 发展历程

- I. 1969 年，美国加州大学伯克利分校的 Wilson 教授开发了针对结构静力与动力分析的计算机程序 SAP。
- II. 1973 年，**ADINA** 更新 SAP 的动力求解器，使其发展成为当时世界上最高效的结构分析程序 SAP4。
- III. 1978 年，Wilson 教授的学生 Ashraf 创建 CSI 公司，致力于 SAP2000、ETABS、SAFE 等建筑结构分析与设计软件的开发、维护及售后服务。
- IV. 1996 年，CSI 公司发布了第一个完全集成于 Windows 的 SAP 版本 SAP2000。



Edward L. Wilson

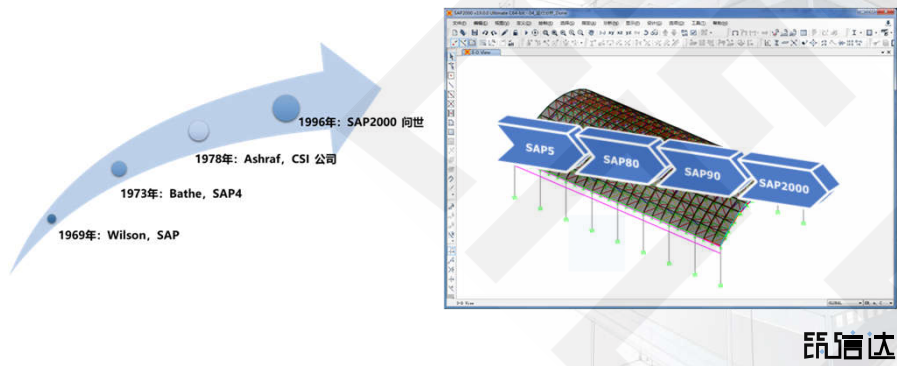
筑信达

16



SAP2000发展历程

SAP2000 Structure Analysis Program



讯信达

17

讯信达

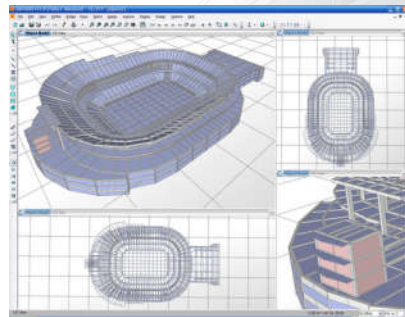
SAP2000前处理

18



SAP2000前处理

- ◆创建或导入几何模型
- ◆定义并指定构件属性
- ◆施加荷载与求解设置
- ◆结构分析与结构设计
- ◆结果后处理



讯信达

19



SAP2000前处理

- ◆创建或导入几何模型
- ◆定义并指定构件属性
- ◆施加荷载与求解设置
- ◆结构分析与结构设计
- ◆结果后处理

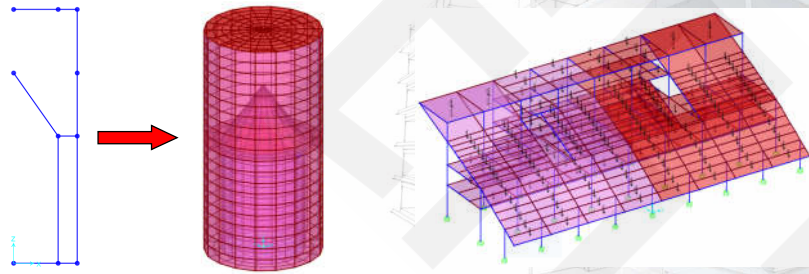


讯信达

20

SAP2000 前处理

几何建模：旋转拉伸，镜像

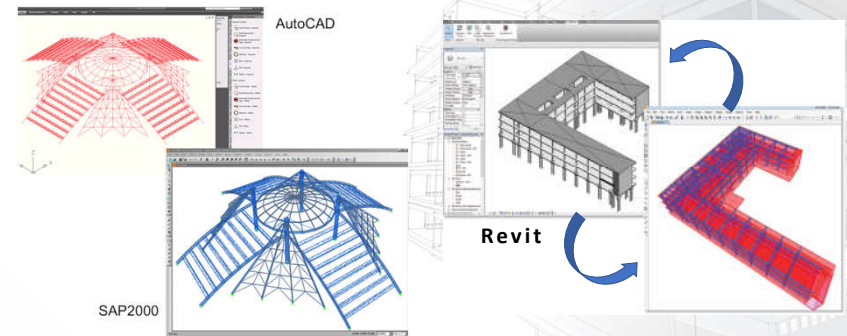


筑信达

21

SAP2000 前处理

模型转换接口：AutoCAD, Revit, Tekla

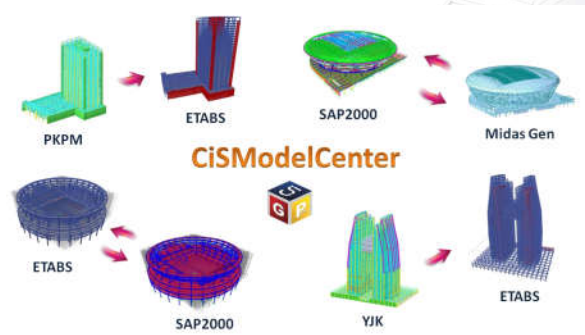


筑信达

22

SAP2000 前处理

模型转换接口：筑信达模型转换接口

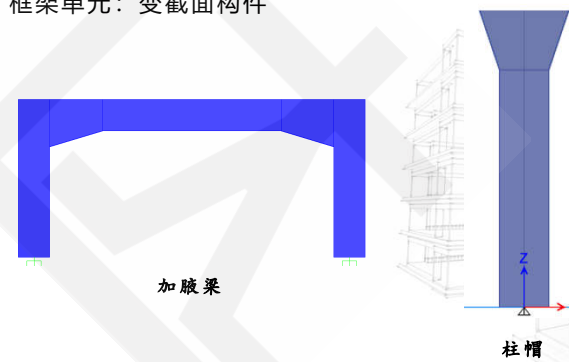


筑信达

23

SAP2000 前处理

框架单元：变截面构件

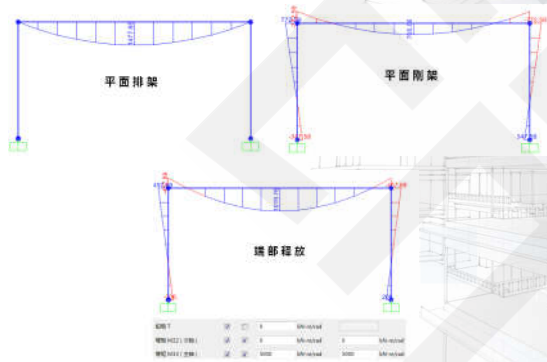


筑信达

24

SAP2000 前处理

框架单元：端部释放

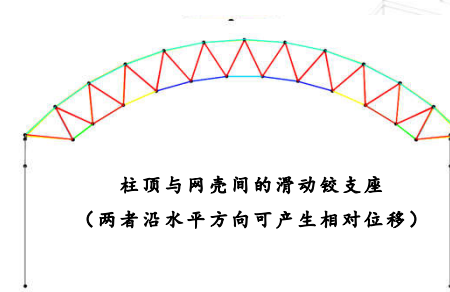


讯信达

25

SAP2000 前处理

框架单元：端部释放

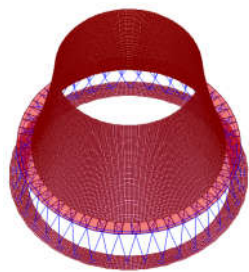


讯信达

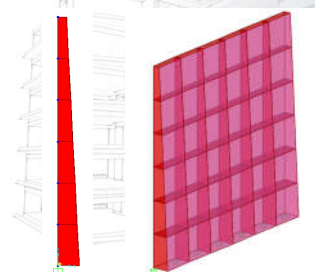
26

SAP2000 前处理

壳单元：楼板、剪力墙、坡道、楼梯、水池、筒仓、壳体、穹顶



冷却塔



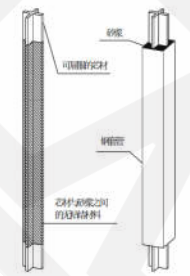
变厚度墙体

讯信达

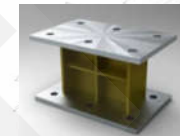
27

SAP2000 前处理

连接单元：BRB，阻尼器



屈曲约束支撑 (BRB)



金属剪切型阻尼器

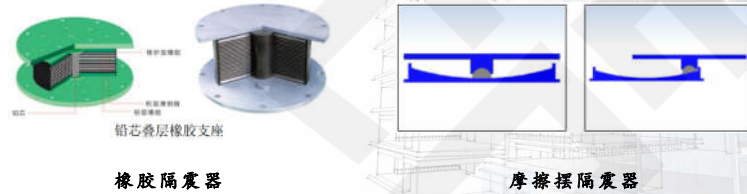


讯信达

28

SAP2000 前处理

连接单元：隔震器

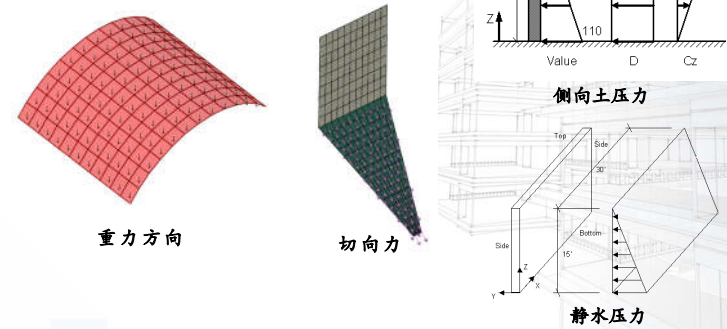


讯信达

29

SAP2000 前处理

面荷载：均布荷载和非均布荷载

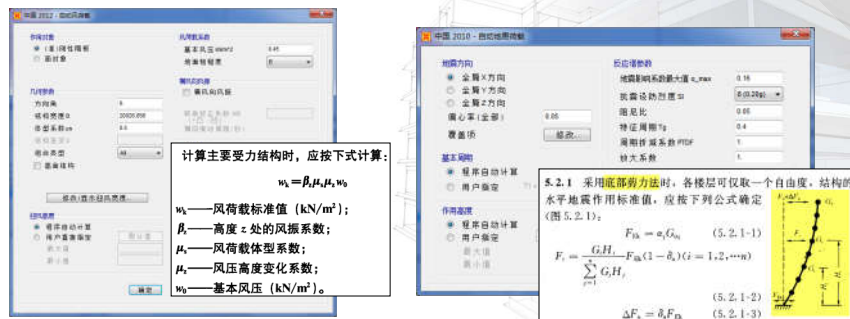


讯信达

30

SAP2000 前处理

自动风荷载和自动地震荷载

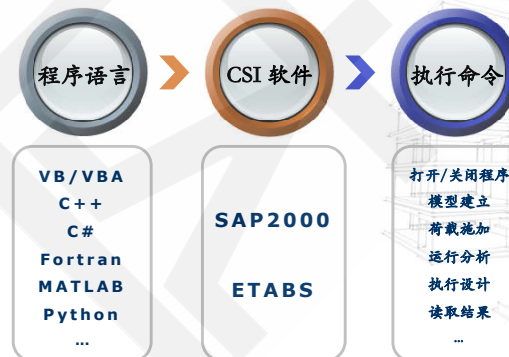


讯信达

31

SAP2000 前处理

API (Application Programming Interface) 应用程序开发接口



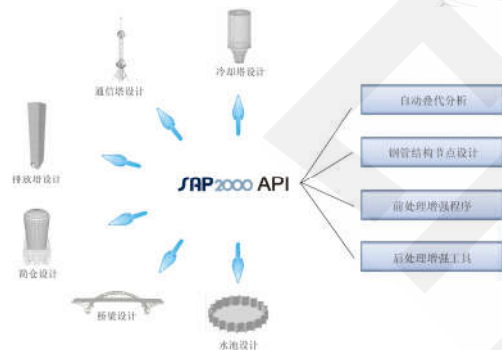
讯信达

32



SAP2000 前处理

API (Application Programming Interface) 应用程序开发接口



筑信达

33

筑信达

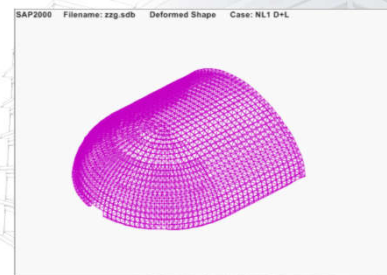
SAP2000 结构分析

34



SAP2000 结构分析功能

- ◆ 几何非线性分析
- ◆ 材料非线性分析
- ◆ 模态分析和反应谱分析
- ◆ 时域分析和频域分析
- ◆ 稳定性分析、Pushover 分析
- ◆ 阶段施工分析、移动荷载分析



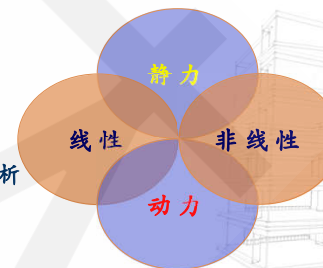
筑信达

35



SAP2000 结构分析功能

线性静力分析
模态分析
反应谱分析
线性时程分析
特征值屈曲分析
移动荷载分析
稳态分析
功率谱密度分析



非线性静力分析
➢ 推覆分析
➢ 阶段施工分析
➢ 索分析
➢ ...
非线性时程分析
➢ 模态叠加法
➢ 直接积分法

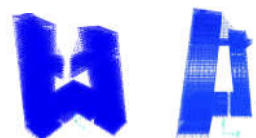
筑信达

36

SAP2000 结构分析功能

阶段施工分析

阶段1



后浇带

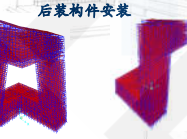
悬臂端挑出至合拢

阶段2



悬臂连接

阶段3



后装构件安装

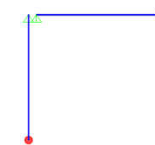
讯信达

37

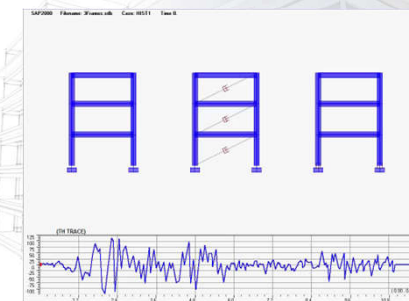
SAP2000 结构分析功能

碰撞分析

SAP2000 Filename: Newton v19.2.1.sdb Deformed Shape Case: TH Time: 0.



减隔震分析对比

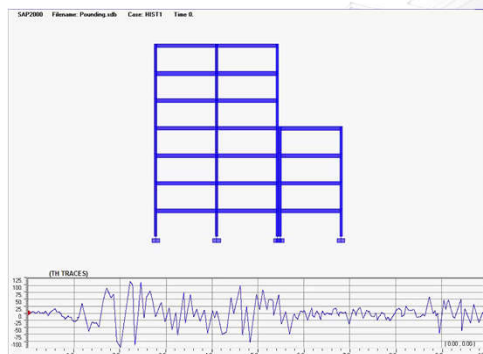


讯信达

38

SAP2000 结构分析功能

平面框架的抗震计算



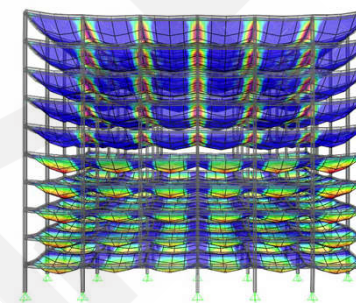
讯信达

39

SAP2000 结构分析功能

楼板的振动分析

SAP2000 Filename: Progressive_VIB.sdb Stress S11 Diagram - Voids Face Case: N Time: 0.



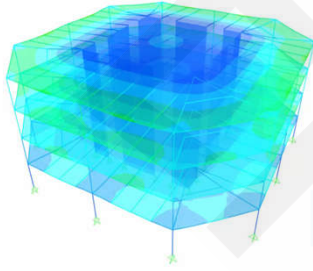
讯信达

40

SAP2000 结构分析功能

连续倒塌分析

10000 - FEMAP: Collapse.sdb - Deformed Shape - Case: Remove C700.2 - Time: 0.75

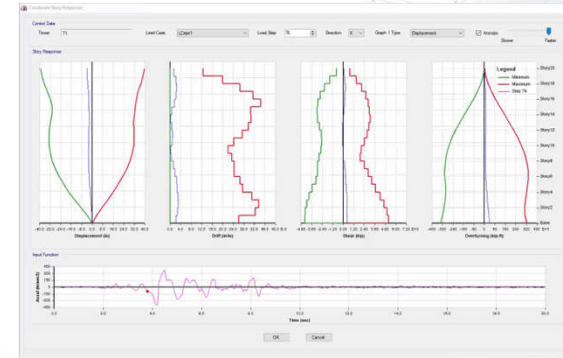


讯信达

41

SAP2000 结构分析功能

多高层建筑结构的楼层地震响应



讯信达

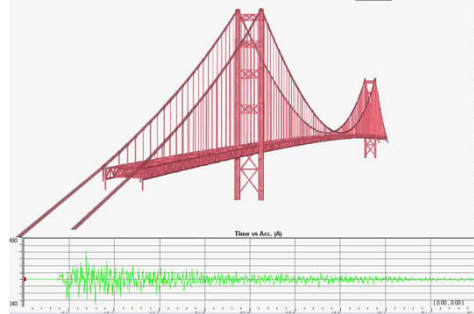
42

SAP2000 结构分析功能

大跨度悬索桥的地震响应分析

SAP2000 - FEMAP: Golden_V9.1.sdb - Deformed Shape - Case: ACSS12 - Time: 0

CSI SAP2000



讯信达

43

讯信达

SAP2000 结构设计

44



SAP2000 结构设计功能

- ◆ 多种结构类型（混凝土结构、钢结构...）
- ◆ 多国设计规范（中国规范、欧美规范...）
- ◆ 交互式的配筋计算与截面校核
- ◆ 自动的钢结构优化设计
- ◆ 详细的设计结果输出

讯信达

45



SAP2000 结构设计功能

中国规范

- ◆ 建筑荷载规范 (GB50009 - 2012)
- ◆ 建筑抗震设计规范 (GB50011 - 2010)
- ◆ 混凝土结构设计规范 (GB50010 - 2010)
- ◆ 钢结构设计规范 (GB50017 - 2017)
- ◆ 高层建筑混凝土结构技术规程 (JGJ3 - 2010)
- ◆ 高层民用建筑钢结构技术规程 (JGJ99 - 2015)

国际规范

- ◆ 美国规范
- ◆ 欧洲规范
- ◆ 英国规范
- ◆ 加拿大规范
- ◆ 韩国规范
- ◆ 新西兰规范
- ◆ 俄罗斯规范

讯信达

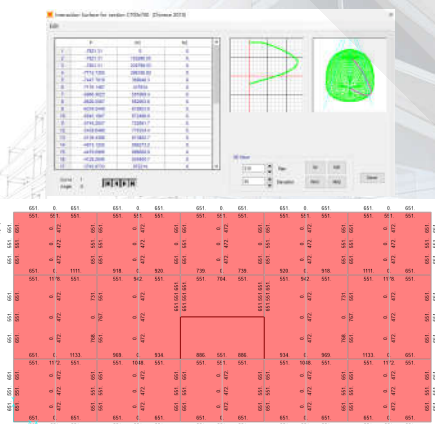
46



SAP2000 结构设计功能

混凝土结构设计

- ◆ 梁：正截面和斜截面设计
- ◆ 柱：基于 PMM 相关面的双偏压设计或校核
- ◆ 自动校核：受压区高度，最小配筋率，轴压比等
- ◆ 全面开放的设计覆盖项
- ◆ 设计结果输出：图形，表格，设计细节



讯信达

47



SAP2000 结构设计功能

混凝土结构设计：PMM相关面

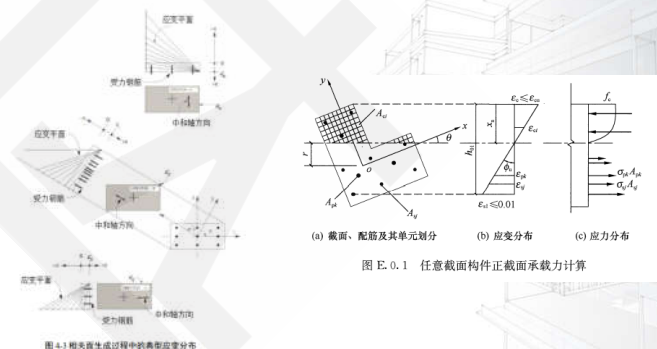


图 E.0.1 任意截面构件正截面承载力计算

图 4-3 截面生成过程中典型应变分布

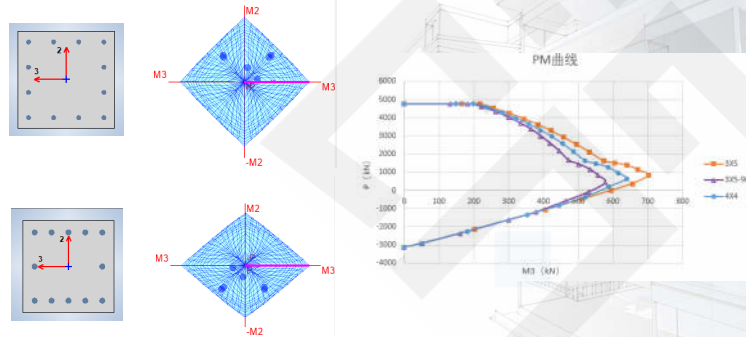
讯信达

48



SAP2000 结构设计功能

混凝土结构设计：PMM相关面



讯信达

49



SAP2000 结构设计功能

混凝土结构设计：斜截面设计

- ◆ 双向受剪，截面限值
- ◆ 双向受剪，承载力计算
- ◆ 剪扭共同作用，截面限值
- ◆ 剪扭共同作用，受剪承载力计算
- ◆ 剪扭共同作用，受扭承载力计算

SHEAR DESIGN FOR V ₁ V ₂									
Major (V1)	Minor (V2)	Design	Design	Design	Int'l	Int'l	Int'l	Int'l	Int'l
0.000	0.000	200	2000	0	0	1	1	1	1
0.000	0.000	200	2000	0	0	1	1	1	1
SHEAR DESIGN (CS00000 6.3.12/13.4.8)									
Major	Minor	Shear	Limit	Lambda	beta ₁	beta ₂	beta ₃	beta ₄	beta ₅
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SHEAR DESIGN DETAIL (CS00000 6.3.12/13.4.8/14.7/15.4.9/16.4.10)									
Major	Minor	Shear	Limit	Lambda	beta ₁	beta ₂	beta ₃	beta ₄	beta ₅
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
TORSION DESIGN FOR T									
Major	Minor	Design	Design	Design	Int'l	Int'l	Int'l	Int'l	Int'l
0.000	0.000	200	2000	0	0	1	1	1	1
0.000	0.000	200	2000	0	0	1	1	1	1
Flexure Torsion Shear Design Limit (CS00000 6.3.12/13.4.8)									
Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SHEAR TORSION CHECK (CS00000 6.3.12/13.4.8)									
Shear	Limit	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SHEAR DESIGN DETAIL (CS00000 6.3.12/13.4.8/14.7/15.4.9)									
Major	Minor	Shear	Limit	Lambda	beta ₁	beta ₂	beta ₃	beta ₄	beta ₅
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SHEAR TORSION DESIGN (CS00000 6.3.12/13.4.8)									
Torsion	Shear	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design	Design
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

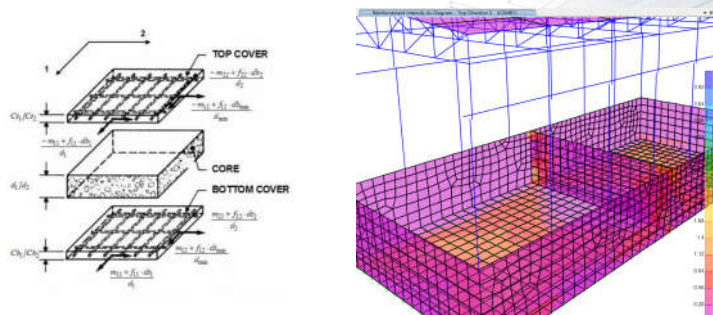
讯信达

50



SAP2000 结构设计功能

混凝土结构设计：壳配筋



讯信达

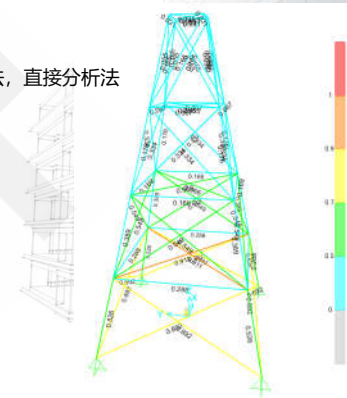
51



SAP2000 结构设计功能

钢结构设计

- ◆ 稳定设计方法：计算长度法，二阶分析法，直接分析法
- ◆ 自动施加结构初始缺陷和构件初始缺陷
- ◆ 考虑 P-Δ 效应和 P-δ 效应
- ◆ 通过自动选择列表进行优化设计
- ◆ 自动校核：长细比，宽厚比等
- ◆ 全面开放的设计覆盖项
- ◆ 设计结果输出：图形，表格，设计细节



讯信达

52

SAP2000 结构设计功能

钢结构设计：计算长度 = 几何长度 × 无支撑长度系数 × 有效长度系数

27. 净长系数	程序默认
28. 无支撑长度系数 (主)	程序默认
29. 无支撑长度系数 (次)	程序默认
31. 有效长度系数 (主)	程序默认
32. 有效长度系数 (次)	程序默认
33. 轴侧移刚度系数 (主)	程序默认
34. 轴侧移刚度系数 (次)	程序默认

Rule Buckling Capacity and Related Moment Factor	Length Factor	Effective Length Factor	Lambda	Lambda_n
Major Bending	1.0	1.0	25.923	0.475
Minor Bending	0.5	1.0	24.745	0.507

无支撑长度系数 有效长度系数

附录 E 柱的计算长度系数

E.0.1 无侧移框架柱的计算长度系数 μ 应按表 E.0.1 取值，同时符合下列规定：

- 1 当横梁与柱铰接时，取横梁线刚度为零。
- 2 对底层框架柱，当柱与基础固接时，应取 $K_1=0$ ，当柱与基础铰接时，应取 $K_1=10$ ，平板支座可取 $K_1=0.1$ 。
- 3 当与柱刚接的横梁所受轴心压力 N_k 较大时，横梁线刚度折减系数 α_0 应按下列公式计算：

$$\alpha_0 = 1 - N_k / N_{Ak} \quad (\text{E.0.1-1})$$

$$\mu_1 = 1 - N_k / (2N_{Ak}) \quad (\text{E.0.1-2})$$

$$N_{Ak} = \pi^2 EI_k / l^2 \quad (\text{E.0.1-3})$$

式中： I_k ——横梁截面惯性矩 (mm⁴)；
 l ——横梁长度 (mm)。

表 E.0.1 无侧移框架柱的计算长度系数 μ

K_1/K_2	0	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1	2	3	4	5	>10
μ	1.000	0.990	0.980	0.960	0.940	0.920	0.900	0.880	0.860	0.840	0.820	0.800	0.775

讯信达

53

SAP2000 结构设计功能

钢结构设计：直接分析法

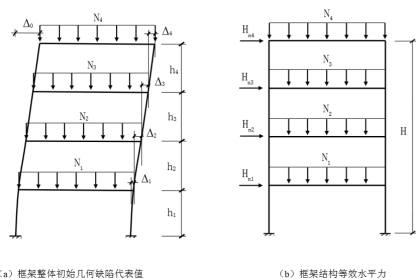


讯信达

54

SAP2000 结构设计功能

钢结构设计：结构的初始几何缺陷



$$\Delta_1 = \frac{h_1}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_1}} \quad (\text{5.2.1-1})$$

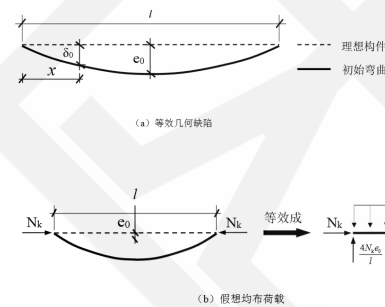
$$H_w = \frac{G_1}{250} \sqrt{0.2 + \frac{1}{n_1}} \quad (\text{5.2.1-2})$$

讯信达

55

SAP2000 结构设计功能

钢结构设计：构件的初始几何缺陷



STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

	N	M03	M02	V02	V03
Factored	-1244.0	73.5	-854.6	1.9	0.9
Design	-1244.0	12542.0	-854.6	1.9	0.9

AXIAL FORCE & BEND. MOMENT DESIGN

M-003-M02 Demand/Capacity Ratio		Total		N		M03		M02		V02		V03		Status	
Governing	Equation	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Check
Strength	GB50017 5.5.7-1	0.755	0.645	0.102	0.007	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	OK
Stability	GB50017 5.5.7-2	0.760	0.645	0.108	0.007	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	OK

Stress Ratio --- Governing Section GB50017 5.5.7-3

Factor	Actual	Allowable	Stress	Ratio	Factor	Ratio	Scale	Scaled
Major Bending	12542.0	0.03	0.31	0.090	1.200	0.108	1.143	0.007
Minor Bending	-854.6	1.8448-03	0.31	0.006	1.200	0.006	1.143	0.007

Moment Modification

Factored	Amplified	Imperfect	Additional	Adjusted	Design
M03	73.5	1/300.0	12440.4	12542.0	12542.0
M02	-854.6	1/300.0	12440.4	-854.6	-854.6

讯信达

56



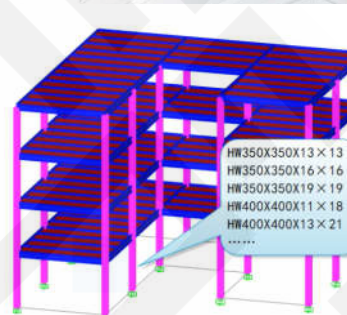
SAP2000 结构设计功能

钢结构设计：自动优化设计

自动选择列表：为杆件指定一组备选截面，作为优化设计的选择范围

设计组：保证程序在优化设计过程中所有的杆件被赋予同一个截面

优化目标：用户可以基于结构的周期或是位移设定优化目标。如果未设定优化目标，程序将默认以满足规范要求的最小截面作为优化目标。



讯信达

57



SAP2000 结构设计功能

钢结构设计：自动优化设计



- 优化设计是通过【自动选择列表】将多个截面同时指定给杆件，并通过【设计组】保证一类杆件的截面相同。
- 在设定【优化目标】后，由程序从初始分析截面，经过分析优化，选出设计截面。
- 通过多次迭代，最终使分析截面与设计截面一致，选出最优截面

讯信达

58

02

SAP2000 与结构力学

- ◆ 几何构造分析
- ◆ 梁结构分析
- ◆ 框架结构分析
- ◆ 移动荷载分析

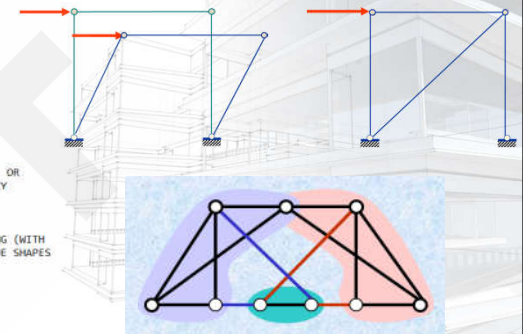


SAP2000与结构力学

几何构造分析

*** WARNING ***
THE STRUCTURE IS UNSTABLE OR ILL-CONDITIONED !!
CHECK THE STRUCTURE CAREFULLY FOR:
- INADEQUATE SUPPORT CONDITIONS, OR
- ONE OR MORE INTERNAL MECHANISMS, OR 机构
- ZERO OR NEGATIVE STIFFNESS PROPERTIES, OR
- EXTREMELY LARGE STIFFNESS PROPERTIES, OR
- BUCKLING DUE TO P-DELTA OR GEOMETRIC NONLINEARITY, OR
- A FREQUENCY SHIFT (IF ANY) ONTO A NATURAL FREQUENCY

TO OBTAIN FURTHER INFORMATION:
- USE THE STANDARD SOLVER, OR
- RUN AN EIGEN ANALYSIS USING AUTO FREQUENCY SHIFTING (WITH ADDITIONAL MASS IF NEEDED) AND INVESTIGATE THE MODE SHAPES



无多余约束的几何不变体系

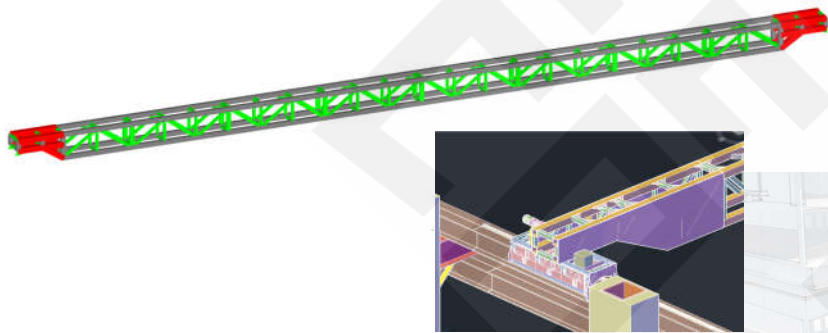
讯信达

59

60

SAP2000与结构力学

几何构造分析

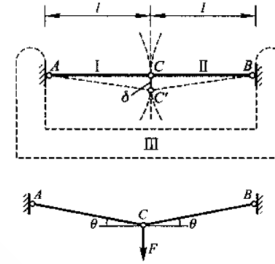


讯信达

61

SAP2000与结构力学

几何非线性



几何可变体系：瞬变体系

以变形后的尺寸考虑

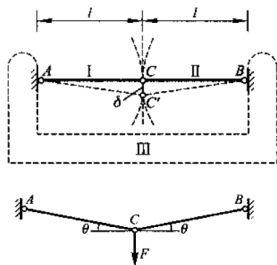
- 理论解答
- 静力平衡方程： $F_N = \frac{F}{2\sin\theta}$
 - 几何协调方程： $\Delta l = \frac{l}{\cos\theta} - l$
 - 物理方程： $F_N = EA \frac{\Delta l}{l}$
- 联立以上三个方程，则有： $F = 2EA(\tan\theta - \sin\theta)$ 。
- 非线性关系： $F \sim \theta$

讯信达

62

SAP2000与结构力学

几何非线性



几何可变体系：瞬变体系

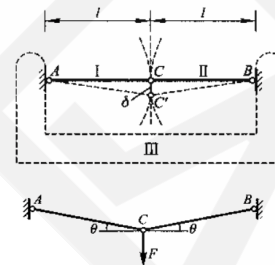


讯信达

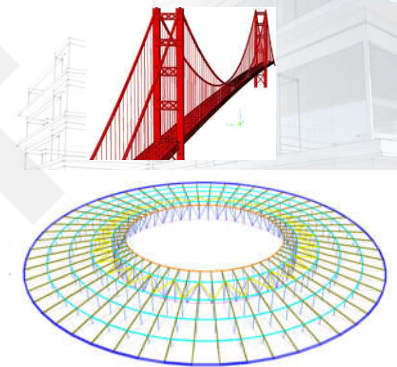
63

SAP2000与结构力学

几何非线性



几何可变体系：瞬变体系

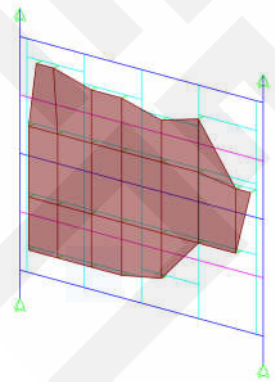
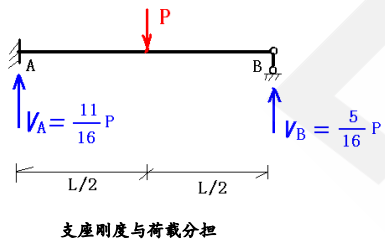


讯信达

64

SAP2000与结构力学

结构力学概念→工程实践

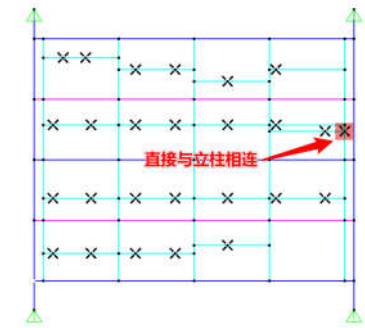
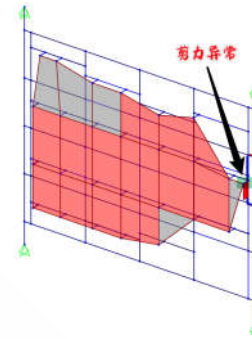


讯信达

65

SAP2000与结构力学

结构力学概念→工程实践

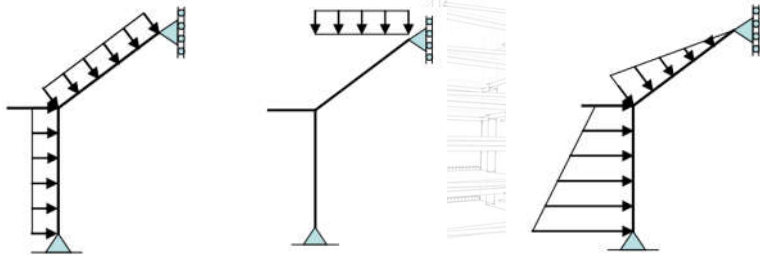


讯信达

66

SAP2000与结构力学

梁结构分析

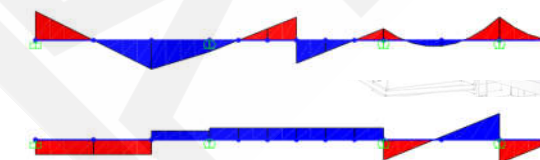
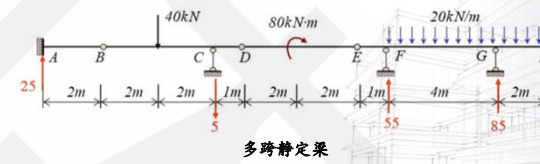


讯信达

67

SAP2000与结构力学

梁结构分析



讯信达

68

SAP2000与结构力学

桁架结构分析

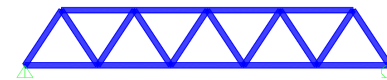


讯信达

69

SAP2000与结构力学

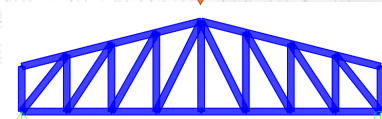
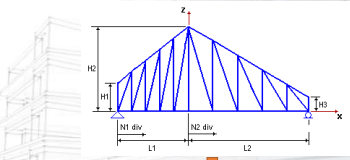
桁架结构分析



平行弦桁架



平行弦桁架



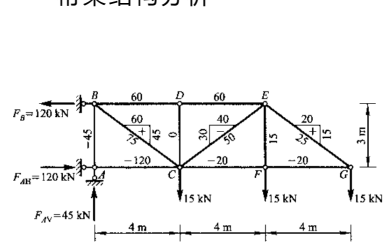
普拉特桁架

讯信达

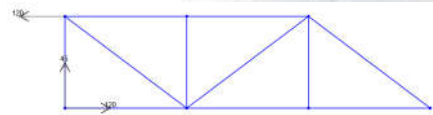
70

SAP2000与结构力学

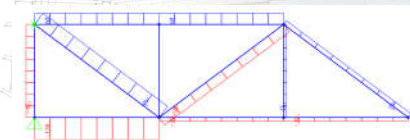
桁架结构分析



平面静定桁架



反力图



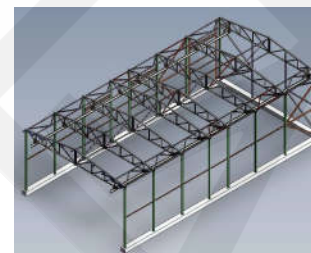
轴力图

讯信达

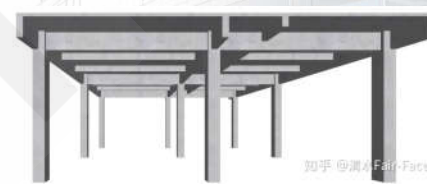
71

SAP2000与结构力学

框架结构分析



单层单跨钢结构厂房



混凝土房屋结构

讯信达

72

SAP2000与结构力学

框架结构分析



讯信达

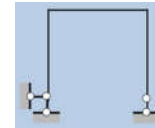
73

SAP2000与结构力学

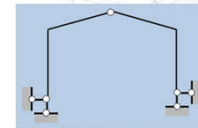
框架结构分析



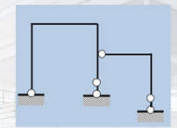
悬臂刚架



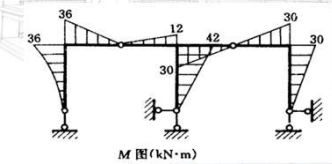
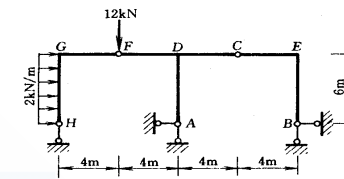
简支刚架



三铰刚架



主从刚架



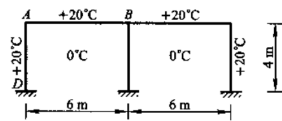
讯信达

74

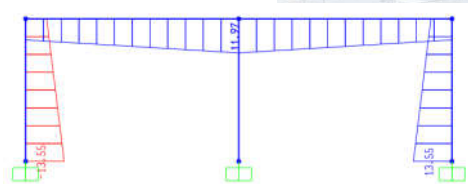
SAP2000与结构力学

框架结构分析

* 8-14 刚架温度变化如图所示, 试作其弯矩图。各杆均为矩形截面, 高度 $h = 0.4 \text{ m}$, $EI = 2 \times 10^4 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$, $\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。



$$\begin{aligned} M_{AH} &= 7.40 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{HA} &= -11.97 \text{ kN} \cdot \text{m} \\ M_{DA} &= 13.55 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$



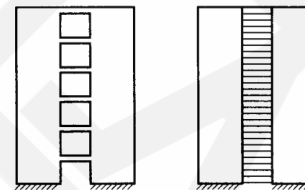
温度作用产生的弯矩图

讯信达

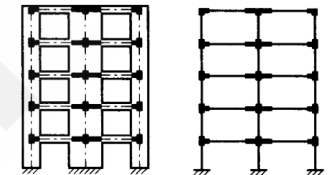
75

SAP2000与结构力学

框架结构分析



壳单元 (墙肢) + 框架单元 (连梁)



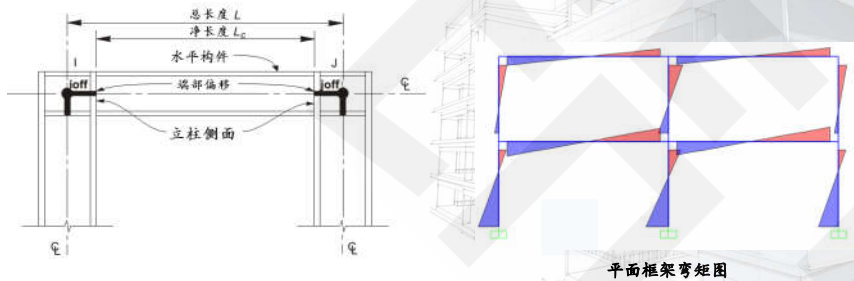
框架单元+刚域 (壁式框架)

讯信达

76

SAP2000与结构力学

框架结构分析

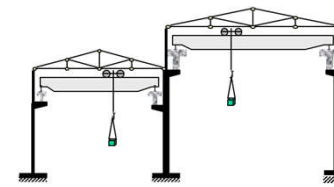


讯信达

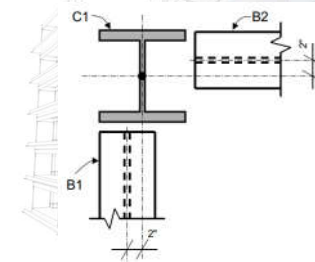
77

SAP2000与结构力学

框架结构分析



两跨不等高排架结构

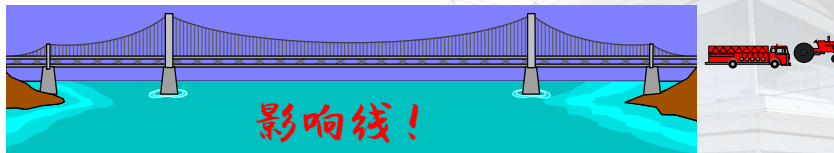


讯信达

78

SAP2000与结构力学

移动荷载分析



吊车荷载、汽车荷载、列车荷载

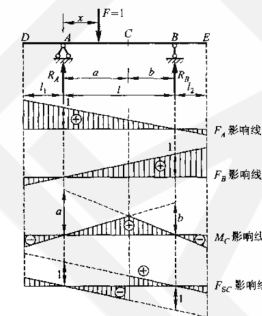
- 荷载的大小和方向不变
- 荷载的**作用点**随时间改变
- **结构响应**（内力、反力、位移等）随荷载作用点改变

讯信达

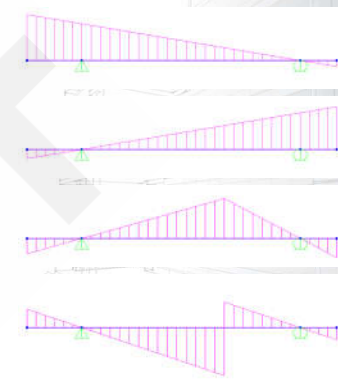
79

SAP2000与结构力学

移动荷载分析



伸臂简支梁：直线形式的影响线



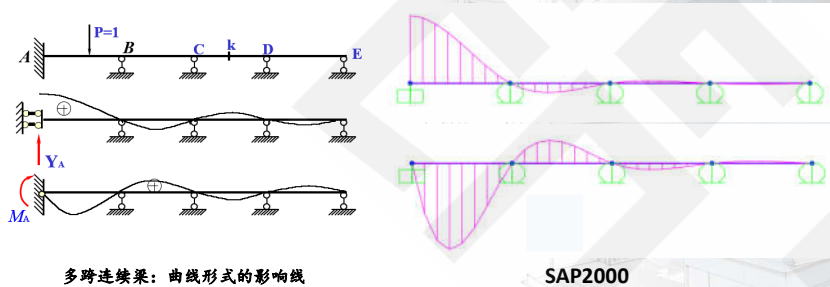
SAP2000

讯信达

80

SAP2000与结构力学

移动荷载分析



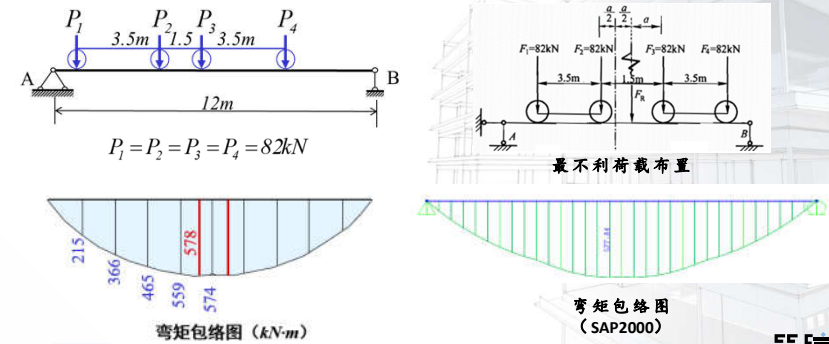
SAP2000

讯信达

81

SAP2000与结构力学

移动荷载分析



讯信达

82

SAP2000与大学生结构设计竞赛

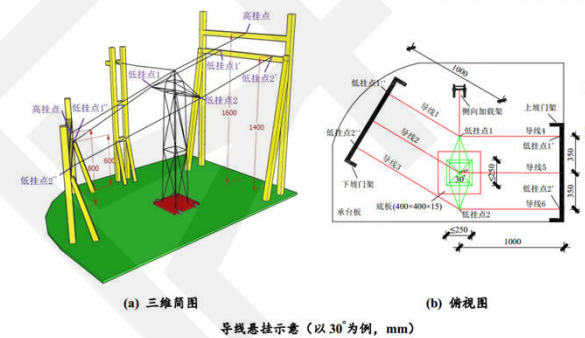
03

- ◆ 输电塔
- ◆ 变参数桥梁
- ◆ 三重木塔
- ◆ 仿古阁楼

83

SAP2000与大学生结构设计竞赛

2019年的输电塔

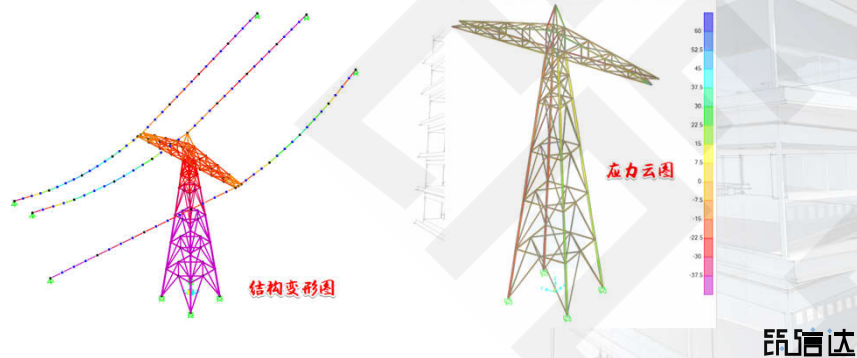


讯信达

84

SAP2000与大学生结构设计竞赛

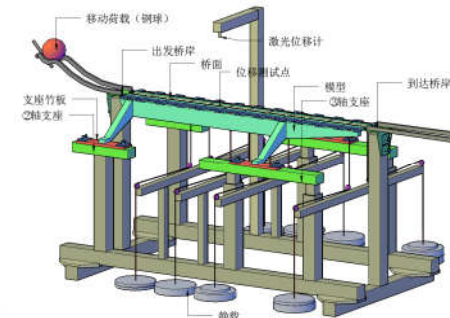
2019年的输电塔：柔性索



85

SAP2000与大学生结构设计竞赛

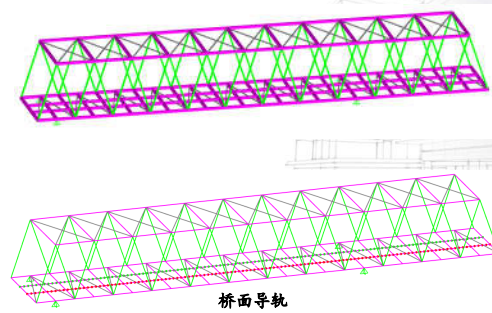
2021年的变参数桥梁



86

SAP2000与大学生结构设计竞赛

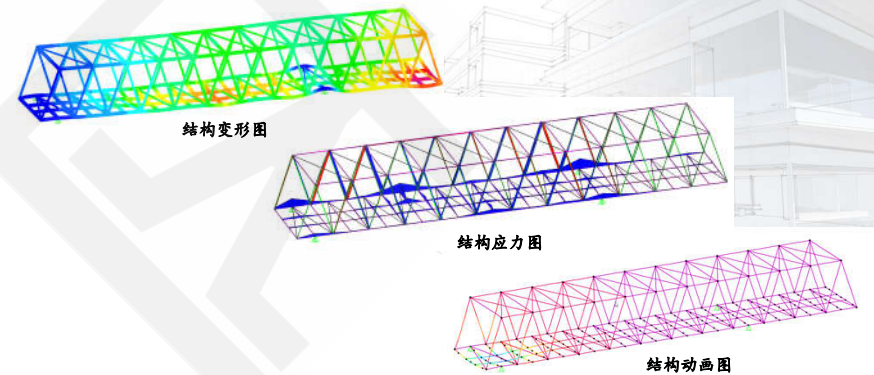
2021年的变参数桥梁：移动荷载



87

SAP2000与大学生结构设计竞赛

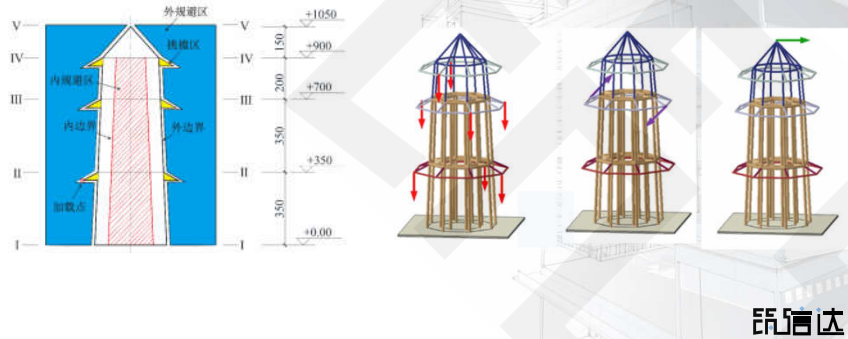
2021年的变参数桥梁：移动荷载



88

SAP2000与大学生结构设计竞赛

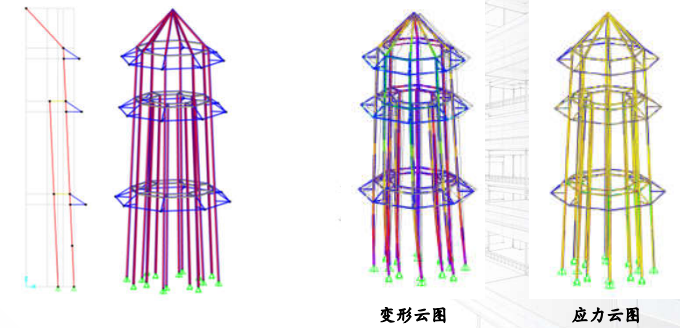
2022年的三重木塔



89

SAP2000与大学生结构设计竞赛

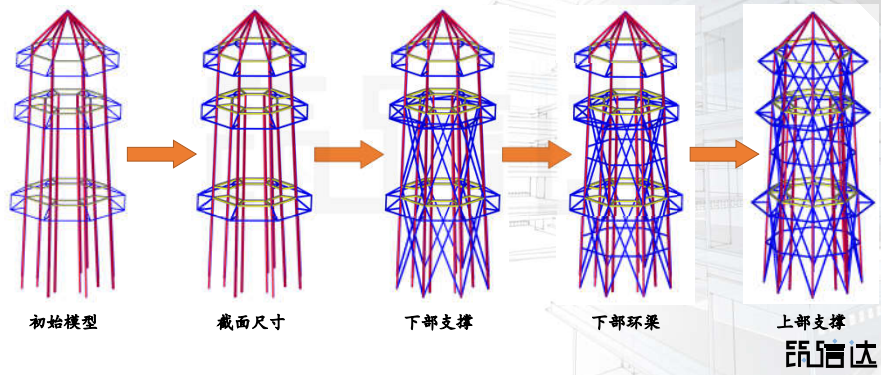
2022年的三重木塔：结构优化



90

SAP2000与大学生结构设计竞赛

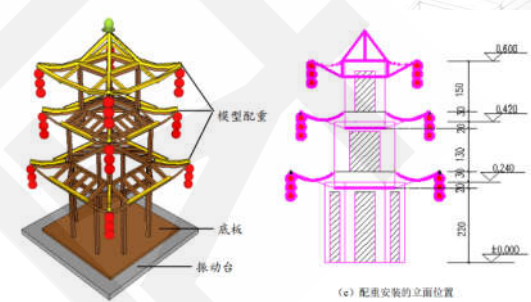
2022年的三重木塔：结构优化



91

SAP2000与大学生结构设计竞赛

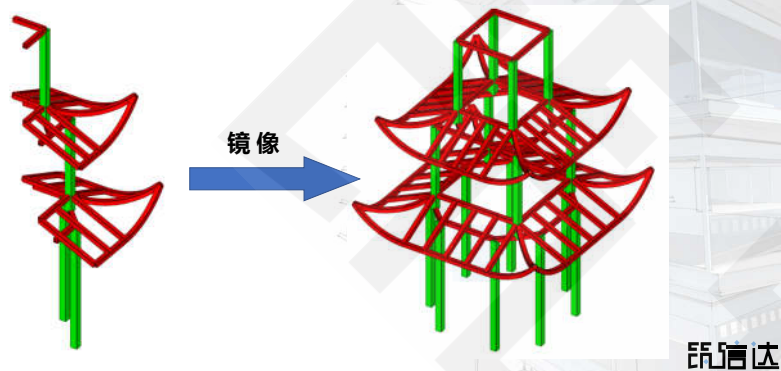
2014年的仿古阁楼



92

SAP2000与大学生结构设计竞赛

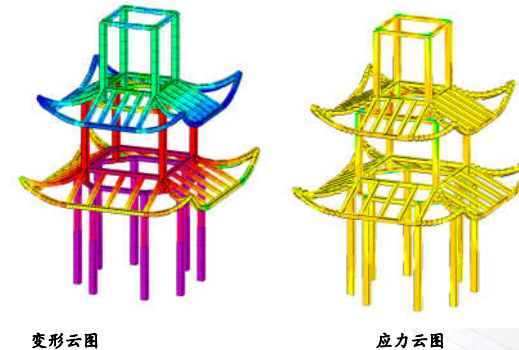
2014年的仿古阁楼：曲线梁



93

SAP2000与大学生结构设计竞赛

2014年的仿古阁楼：曲线梁



94

04

更多的筑信达工程软件

- ◆ 多高层建筑结构设计软件 ETABS
- ◆ 桥梁结构设计软件 CSiBridge
- ◆ 钢结构节点分析与设计软件 IDEA
- ◆ 岩土工程有限元分析软件 PLAXIS

95

筑信达公司简介

筑信达意为“建筑信息综合解决方案”，同时也有“行业信息通达”之意——很好地阐释了筑信达公司的理想。

筑信达公司致力于提供优质的科技产品与服务，被评为“建筑行业中国好雇主”。我们注重“开放、沟通、合作”，希望与更多的行业精英携手，共同推动土木信息技术的发展与进步。



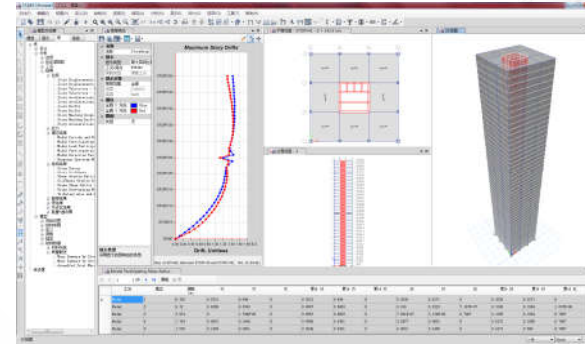
96

筑信达公司简介



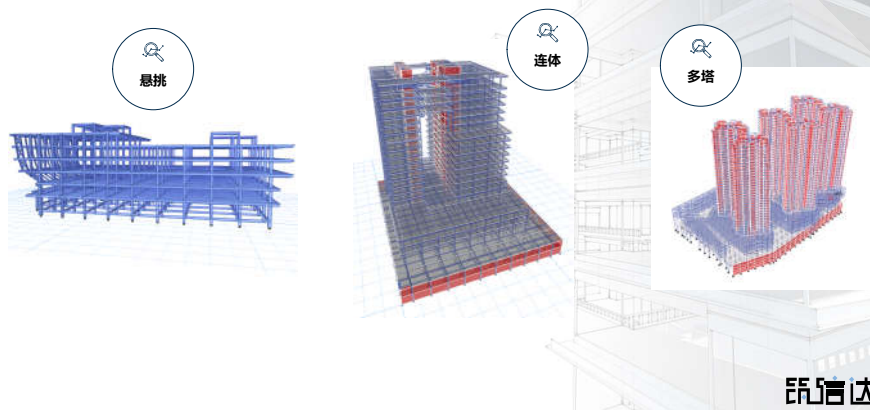
97

高层建筑结构设计软件 ETABS



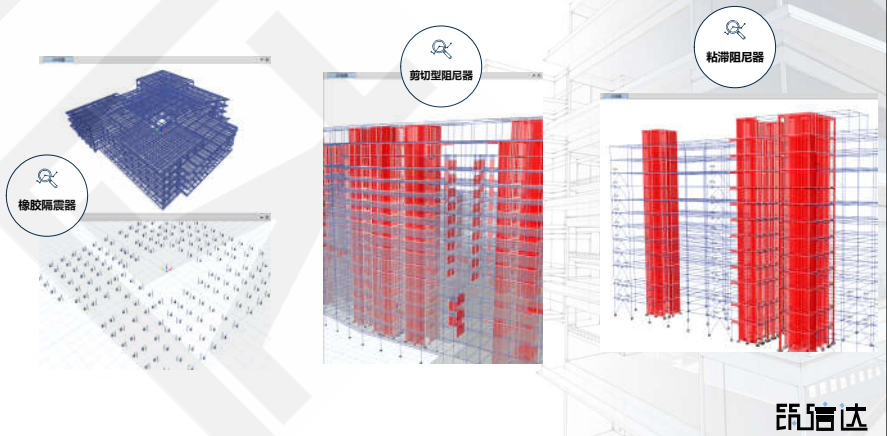
98

高层建筑结构设计软件 ETABS



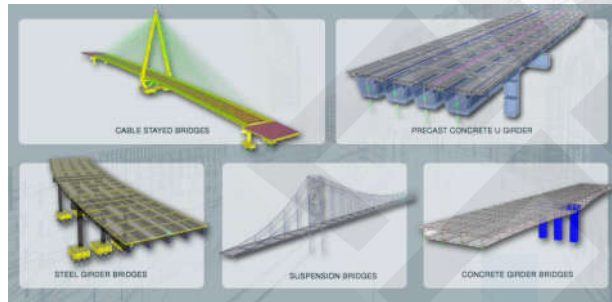
99

高层建筑结构设计软件 ETABS



100

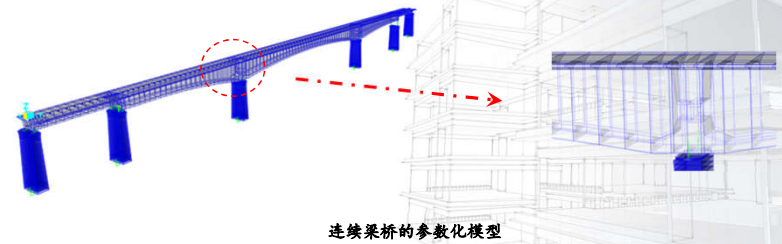
桥梁结构设计软件 CSiBridge



讯信达

101

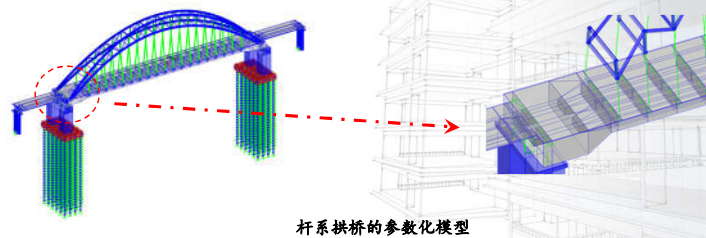
桥梁结构设计软件 CSiBridge



讯信达

102

桥梁结构设计软件 CSiBridge



讯信达

103

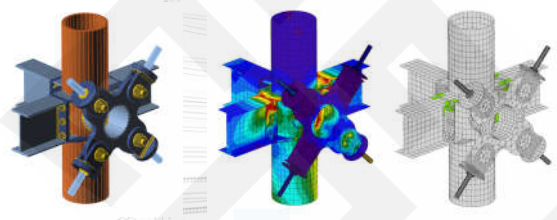
钢结构节点分析与设计软件 IDEA



讯信达

104

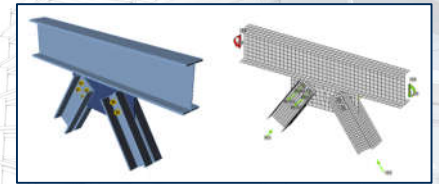
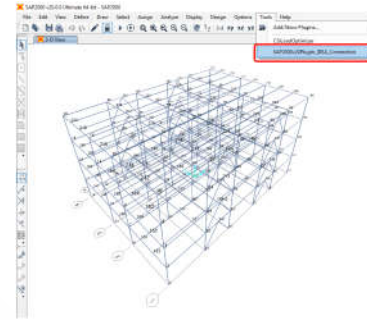
钢结构节点分析与设计软件 IDEA



讯信达

105

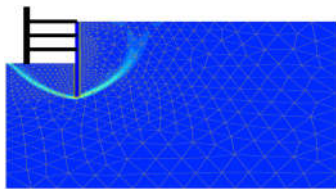
钢结构节点分析与设计软件 IDEA



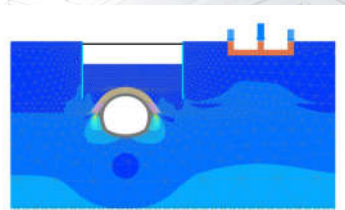
讯信达

106

岩土工程有限元分析软件 PLAXIS



基坑稳定性分析

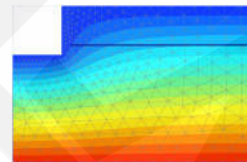


基坑开挖对隧道和建筑物的影响

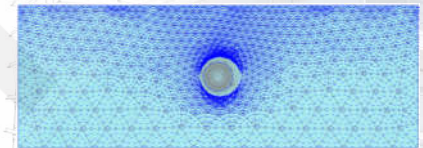
讯信达

107

岩土工程有限元分析软件 PLAXIS



温度场分析

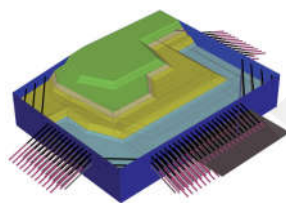


渗流场分析

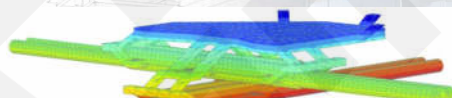
讯信达

108

岩土工程有限元分析软件 PLAXIS



基坑开挖的三维分析

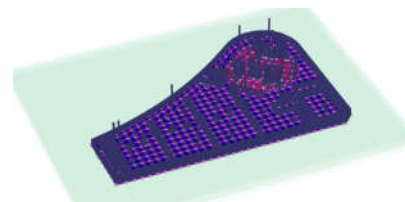


地铁换乘车站的三维分析

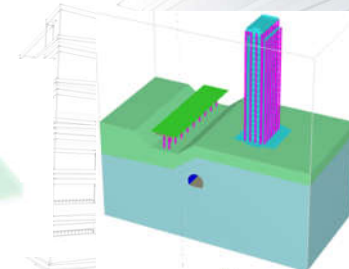
讯信达

109

岩土工程有限元分析软件 PLAXIS



筏板基础的三维分析



邻近建筑的相互影响分析

讯信达

110

05

给在校学生的几点建议

- ◆ 有限单元法
- ◆ 有限元软件

111

给在校学生的几点建议

第一，巩固有限单元法的**理论基础**

- ◆ 有限元理论并非无用的“纸上谈兵”
- ◆ 材料力学、结构力学、结构动力学
- ◆ 避免“矫枉过正”，点到为止即可



讯信达

112



给在校学生的几点建议

第二，明确有限元软件的**工具**属性



Edward L. Wilson

"The idea that an expert-system computer program, with artificial intelligence, will replace a **creative human** is an insult to all structural engineers."

加州大学伯克利分校终身名誉教授 Edward L. Wilson (著名的结构分析设计软件 SAP 的创始人) 在《Three Dimensional Static and Dynamic Analysis Of Structures》(<http://www.edwilson.org/Book/book.htm#Personal>) 一书中提到:

"Don't use a structural analysis program unless you fully understand the theory and approximations used within the program"
"Don't create a computer model until the loading, material properties and boundary conditions are clearly defined"

筑信达

113



给在校学生的几点建议

第三，**精通**一款有限元软件

- ◆ 通用软件 → 专业软件
- ◆ 有限元软件 ≠ “所见即所得”
- ◆ 软件学习 & 巩固理论

ABAQUS

ANSYS

SAP2000

筑信达

114



给在校学生的几点建议

总之，“两手抓，两手都要硬”

- ◆ 左手：工具软件的精通与熟练
- ◆ 右手：工程问题的抽象与简化

练拳不练功，到老一场空

筑信达

115

Thanks



在线支持
support.cisec.cn



网络课堂
www.cisec.cn



视频教程
www.cisec.cn



知识库
wiki.cisec.cn



cisec68924600

筑信达

116