

## 慧加 WISEPLUS V4.2 新砼规版 新规范解决方案详解之折面梁格模型

赵瑜

上海慧加软件有限公司

2018. 11. 15

### ◆ 折面梁格精细化分析

- 梁格分析必要性
- 新规范相应内容

### ◆ WISEPLUS折面梁格

- 折面梁格定义
- 折面梁格模型——简特梁格
- 折面梁格与实体对比

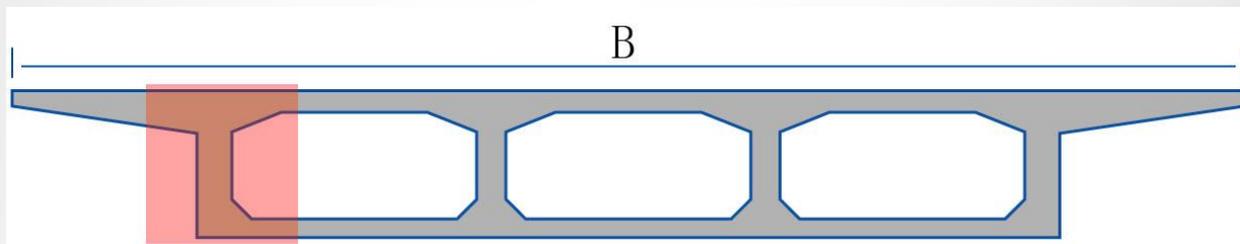
### ◆ 实例演示

## 0.1 桥梁的空间效应

4.1.8 弯、斜、宽等复杂桥梁结构应考虑剪力滞效应、薄壁效应、各道腹板的受力分布等空间效应，可采用实体单元模型或附录 G “桥梁结构的实用精细化分析模型”计算。

条文说明：

复杂桥梁结构的空间效应主要为三种：剪力滞效应、薄壁效应和各腹板受力分布。



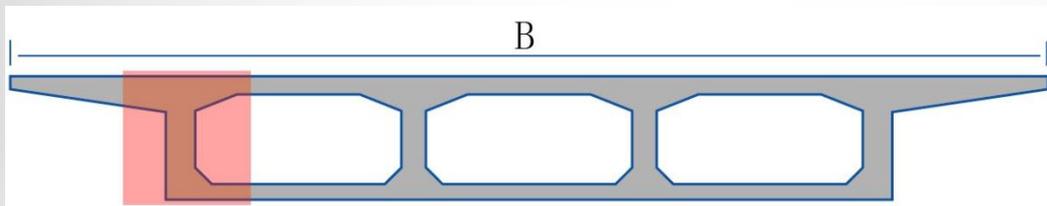
### ◆ 空间效应的处理方式：放大系数

- 各腹板受力分布       $\longrightarrow$       横向分布系数
- 剪力滞效应           $\longrightarrow$       有效分布宽度
- 薄壁效应             $\longrightarrow$       偏载系数（弯矩、剪力放大系数）

### ◆ 极限阶段配筋计算采用同样的放大系数

“大包小”的方法：将部分位置扩展至全断面，简化成单梁

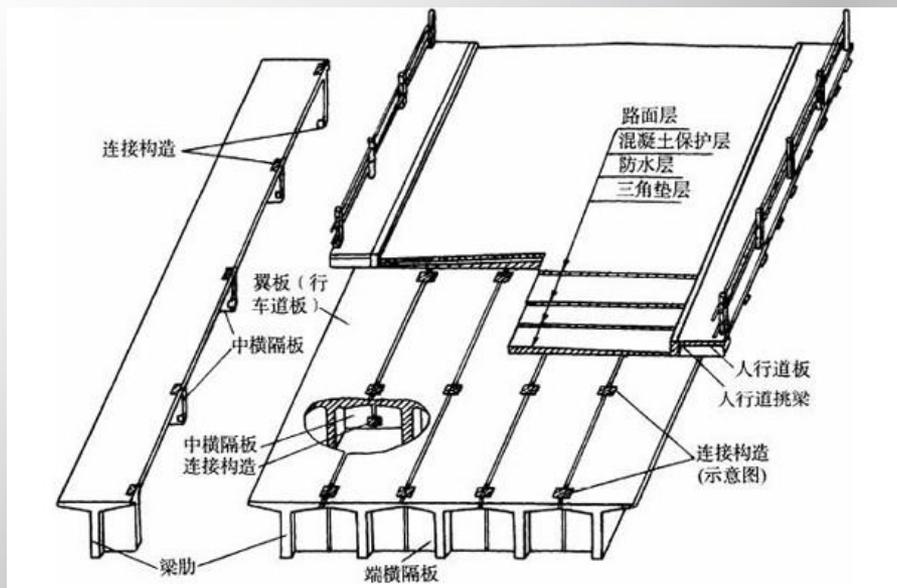
### 0.2 横向分布系数的局限性



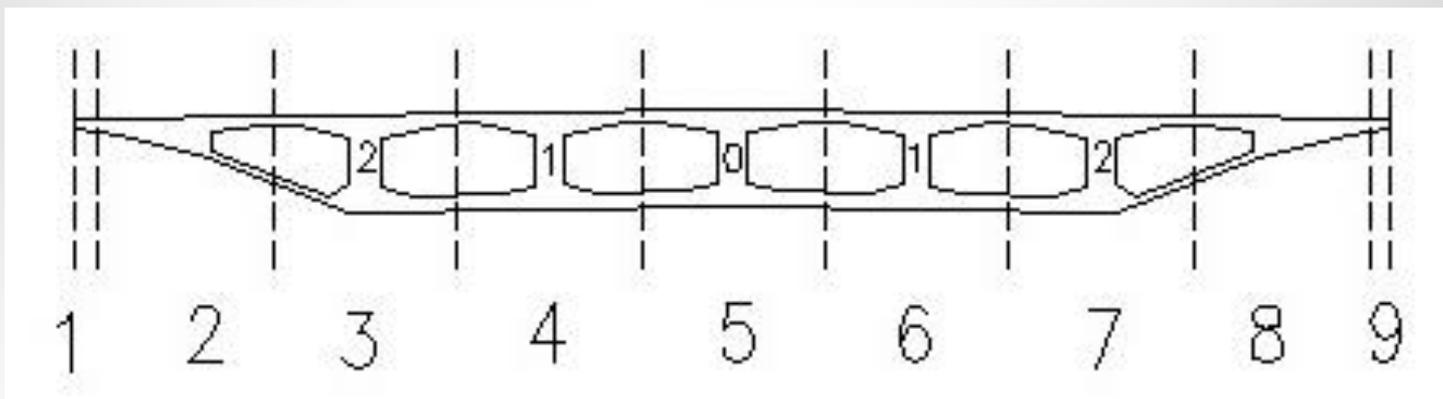
#### 横向分布系数计算方法的局限

- ◆ 简支条件
- ◆ 所有腹板下均有支座

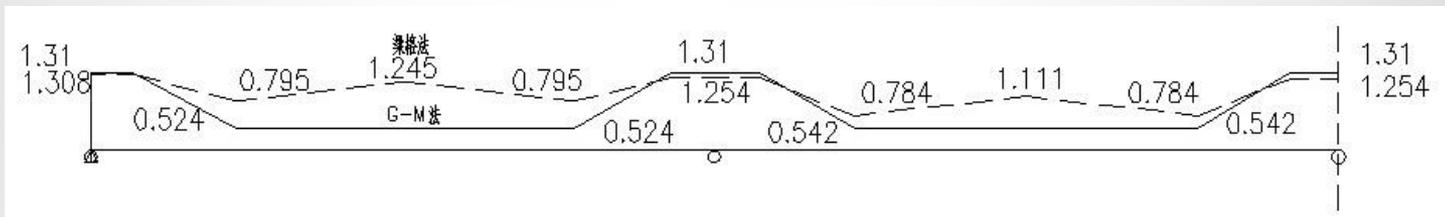
—— 纵横向图形相似



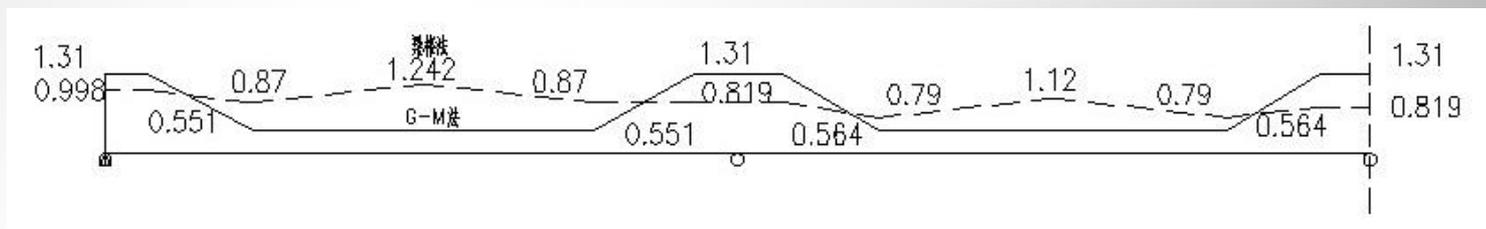
### 0.2 横向分布系数的局限性



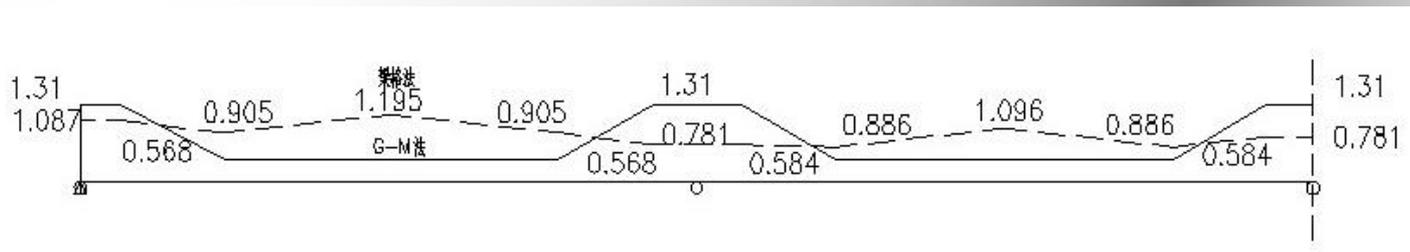
### 0.2 横向分布系数的局限性



0号腹板剪力横向分布系数沿半跨长变化图

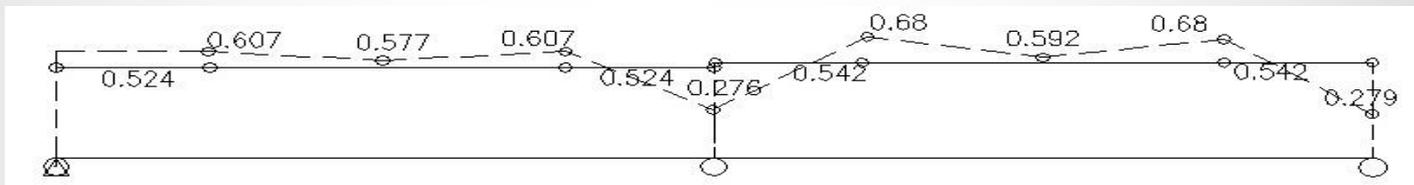


1号腹板剪力横向分布系数沿半跨长变化图

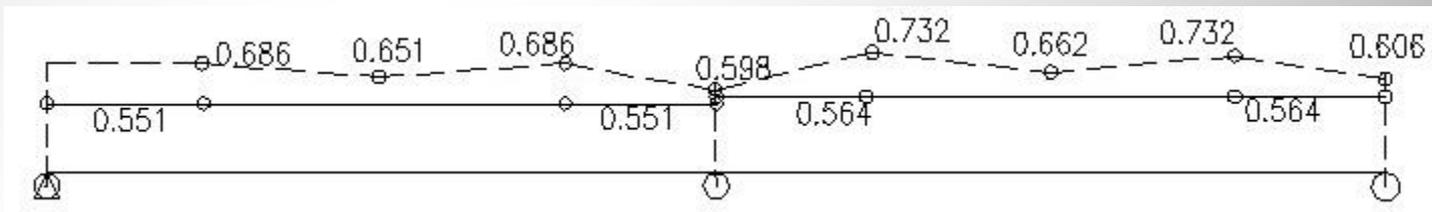


2号腹板剪力横向分布系数沿半跨长变化图

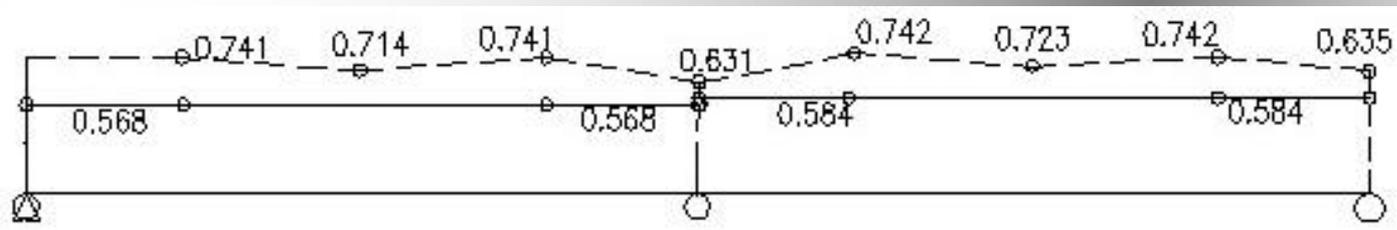
### 0.2 横向分布系数的局限性



0号腹板弯矩横向分布系数沿半跨长变化图



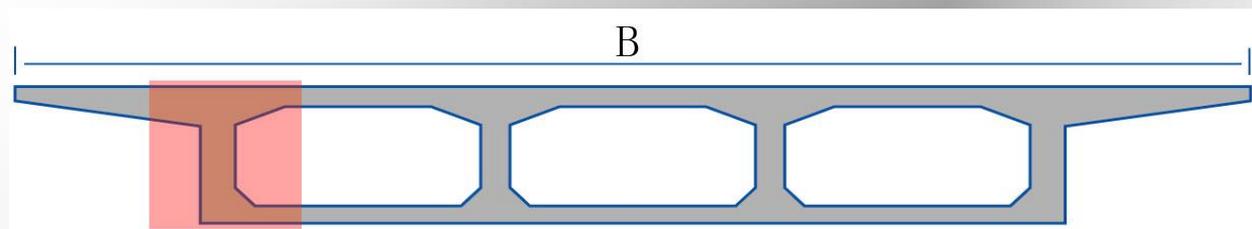
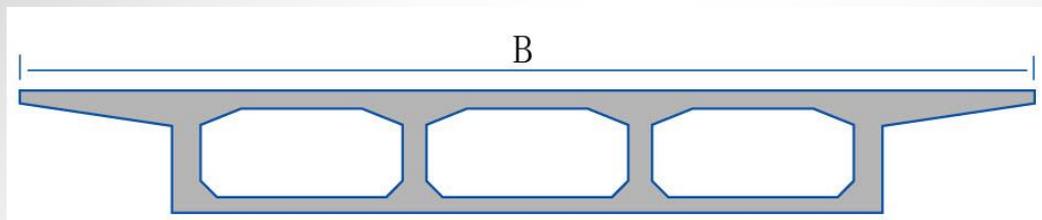
1号腹板弯矩横向分布系数沿半跨长变化图



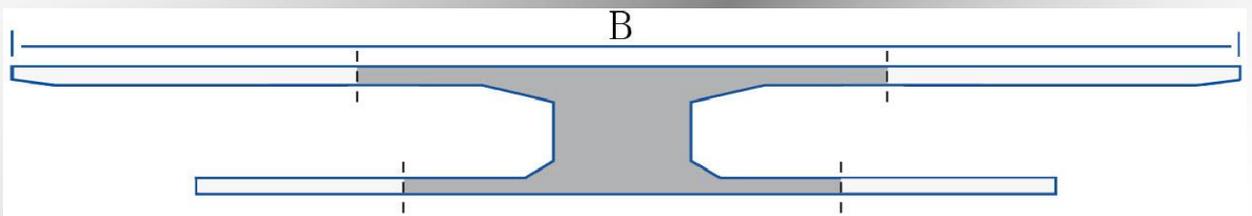
2号腹板弯矩横向分布系数沿半跨长变化图

### 0.3 有效分布宽度的局限性

◆ 剪力滞效应实际反映的是翼缘板与腹板之间的正应力差异；对于多腹板结构由于受单梁习惯影响仍然采用。混淆了腹板受力差异与剪力滞效应的区别

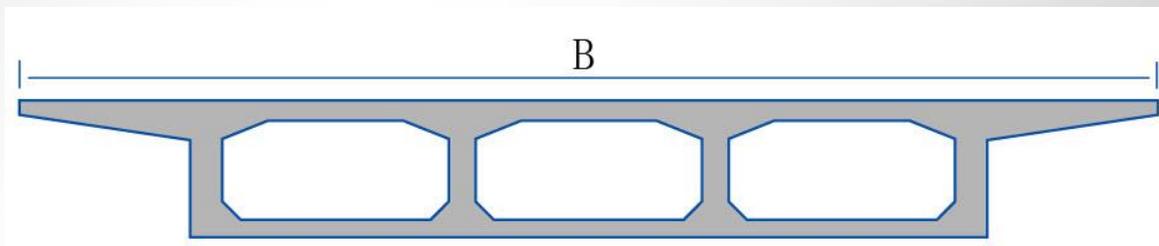


宽箱梁到简单工字型梁的过程

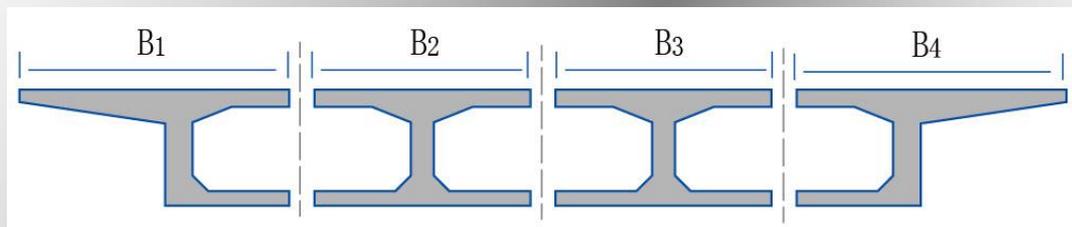


### 0.3 有效分布宽度的局限性

- ◆ 以工字梁的受力为依据；
- ◆ 仅反映因弯矩（如自重）产生的应力特性；
- ◆ 无法反映轴力（如预应力、拉索）产生的应力特性。



剪力滞效应仅适用于工字型截面



## 新混规内容——分析

## 附录 A 桥梁结构的实用精细化分析模型 (新增)

## A.1 一般规定

A.1.1 桥梁结构的实用精细化分析宜采用本附录的空间网格模型、折面梁格模型和 7 自由度单梁模型。

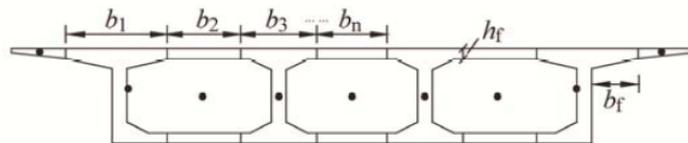
A.1.2 空间网格模型宜用于腹板间距不小于 5m 的混凝土箱梁。

A.1.3 折面梁格模型宜用于多梁式的装配式桥梁或单箱多室混凝土箱梁。

A.1.4 7 自由度梁单元模型宜用于位于曲线段的混凝土箱梁桥。

A.2.2 折面梁格模型宜满足下列要求：

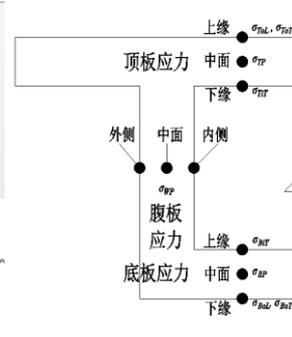
1 纵向梁格的宽度  $b_n$  不大于 3m，工字型截面的翼缘宽度  $b_f$  不大于  $6h_f$  (图 A.2.2)。



A.2.2 折面梁格模型示意

2 配有钢束的腹板截面，不宜划分为多个纵向梁格。当带平弯的预应力钢筋横向穿过多个纵向梁格时，预应力钢筋穿过最长距离的纵向梁格应计入预应力钢筋预加力效应。

### 新混规内容——验算



6.1.3 箱型截面的混凝土桥梁宜按表 6.1.3 进行抗裂、裂缝宽度验算。

表 6.1.3 箱型结构的抗裂、裂缝宽度验算要求

部位	验算要求		
	全预应力结构和 A 类预应力结构	B 类预应力结构和钢筋混凝土结构	
顶板	上缘的纵桥向正应力	满足 6.3 节规定	按 6.4 节规定进行裂缝宽度验算
	上缘和下缘的横桥向正应力		
	面内的主应力		
底板	下缘的纵桥向正应力		
	上缘和下缘的横桥向正应力		
	面内的主应力		
腹板	面内的主应力		

### 折面梁格

**A.2.2** 折面梁格模型将箱梁截面以垂直于截面主轴方向的切割线切开，保持各纵向梁格的形心位置不变，并采用横向梁格将各纵向梁格联系在一起形成的一个单层的折面格构式模型，如图 A-2 所示。

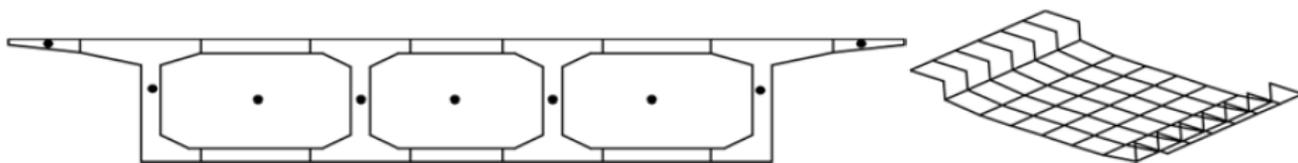
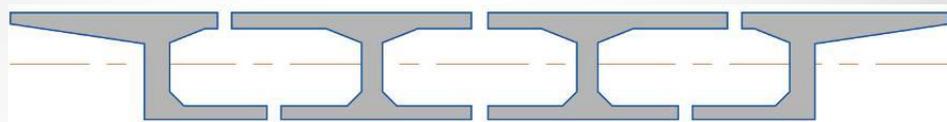
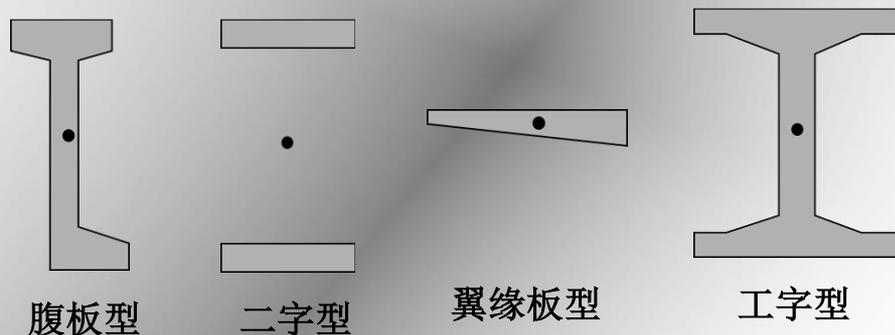


图 A-2 结构离散及折面梁格模型示意



汉勃利 (HAMBLY) 梁格划分示意



腹板型

二字型

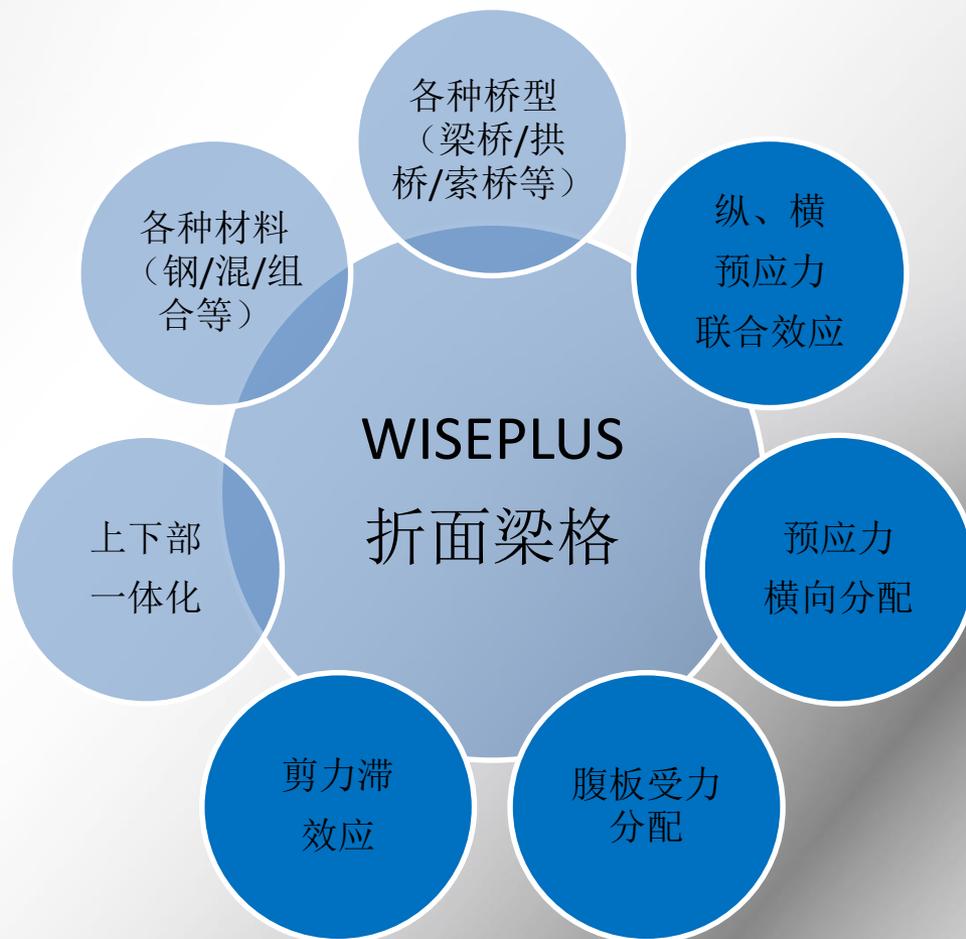
翼缘板型

工字型

WISEPLUS折面梁格模型常用划分截面

### 折面梁格解决问题

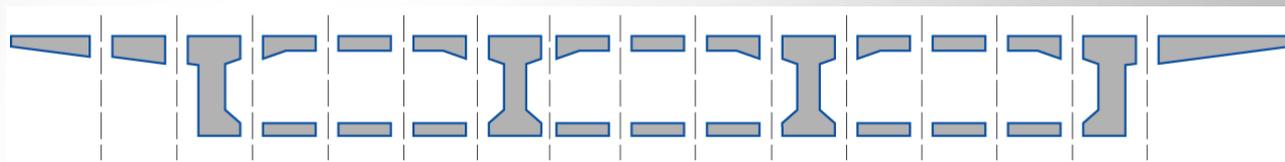
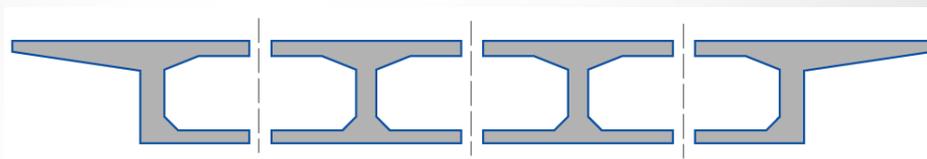
2 折面梁格模型能考虑箱梁的剪力滞效应以及结构沿横桥向不均匀的弯曲变形，但不能计算截面顶板和底板的水平剪应力，无法校核表 6.1.3 中的顶板主拉应力和底板主拉应力。折面梁格模型可同步分析纵、横向构件，适用于宽箱梁桥的纵、横梁分析。



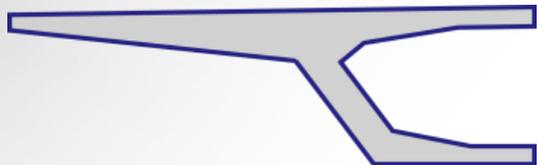
### I、任意划分截面

➤ 不需要中性轴一致

➤ 不需要带腹板



### 2、刚度自动等效



	面积	Id	Ix	Iy
WISEPLUS	3.89	2.78	3.80	3.65
CAD	3.8949		3.8017	3.6485
某软件	3.894926	0.482821	3.80173	3.64847



	面积	Id	Ix	Iy
WISEPLUS	4.06	8.56	6.44	7.31
CAD	4.06		6.44	7.32
某软件	4.06	0.38	6.44	7.32

### 3、瞬息之间 随心而变（单梁转梁格一步到位）

划分设置

总体参数设置

项目名称: 宽箱梁梁格模型

划分结构

按选择集 <结构>主梁

划分方式: 梁式划分

腹板区段序列(如:2,4-8/2): 1-9

支座单元序列

按单元 43-54

区段1 区段2 区段3 区段4 区段5 区段6 区段7

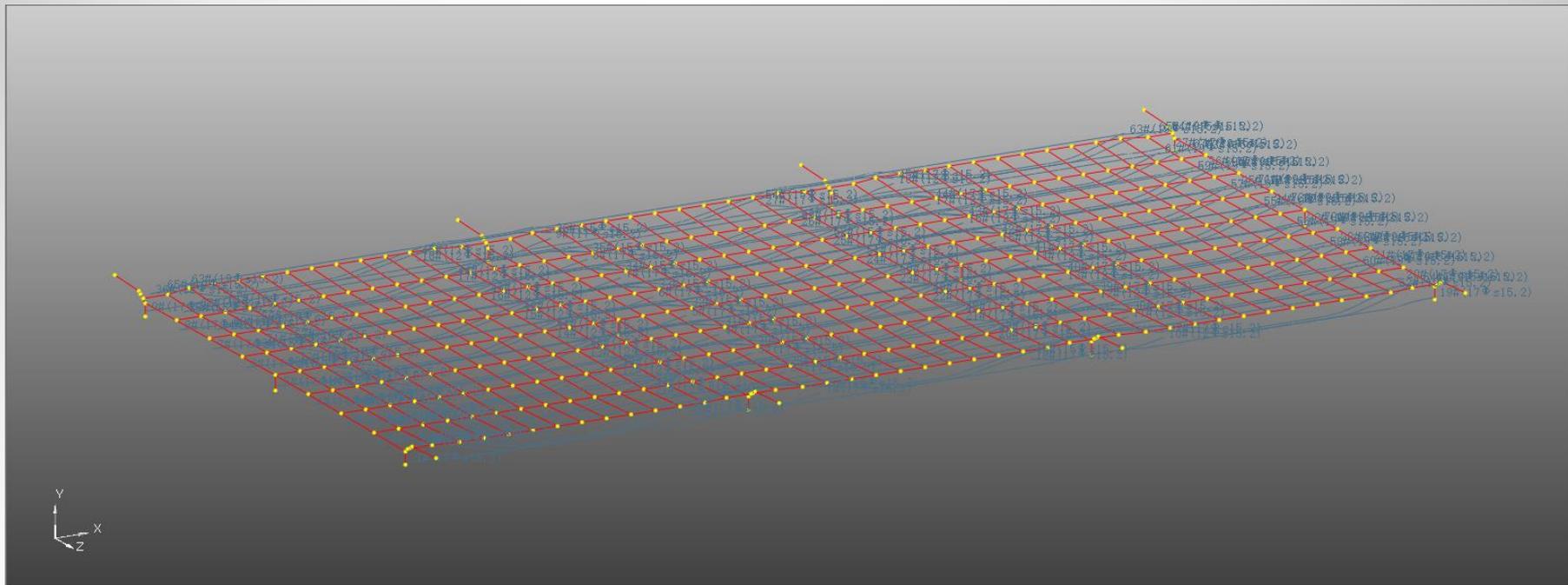
腹板区段 腹板区段 腹板区段

注:支座单元为仅与划分结构相连的支座单元

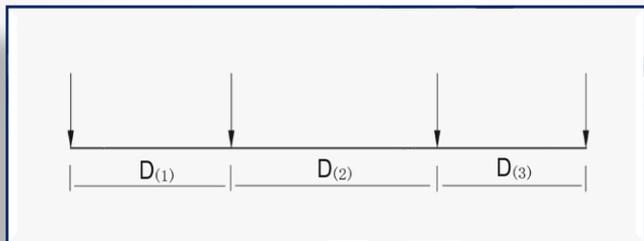
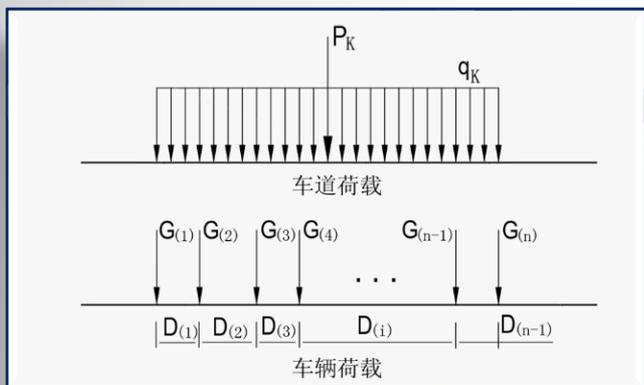
下一步 保存退出

序号	名称	划分方式	划分单元	横梁与支座	构件连接	钢束分配	计算文件
1	宽箱梁...	梁式划分	<结构>主梁	OK	None	OK	OK

### 3、瞬息之间 随心而变（单梁转梁格一步到位）

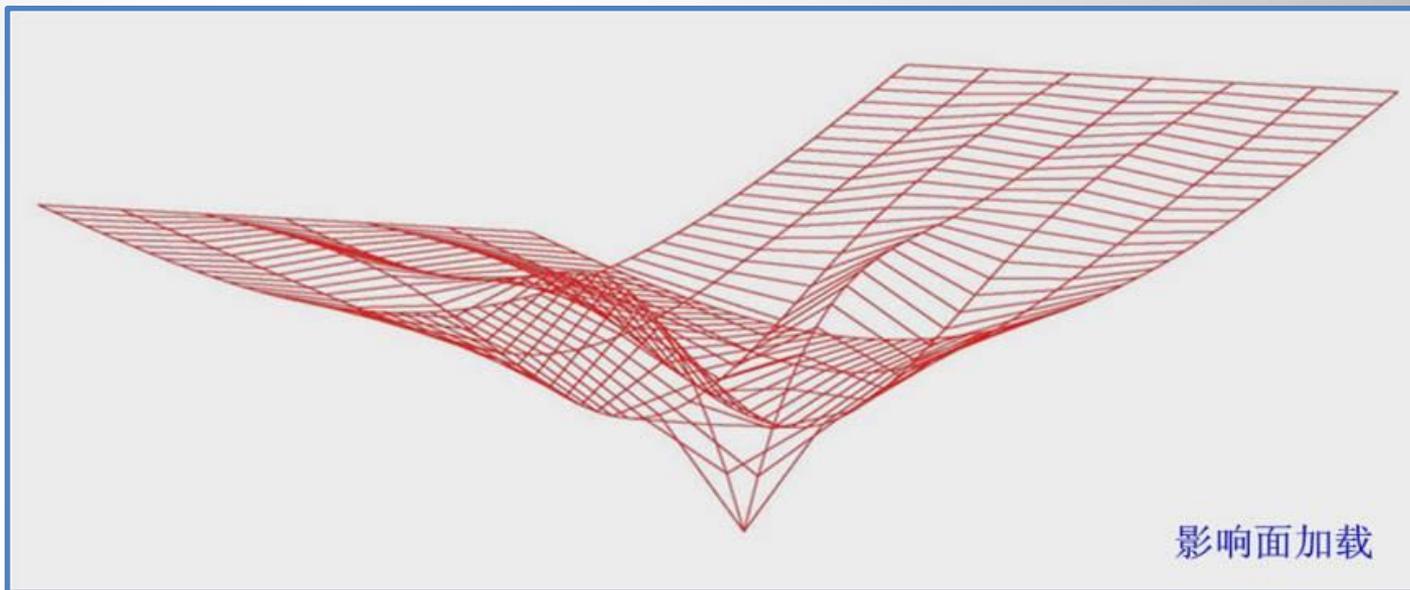


### 4、任意活载的影响面加载

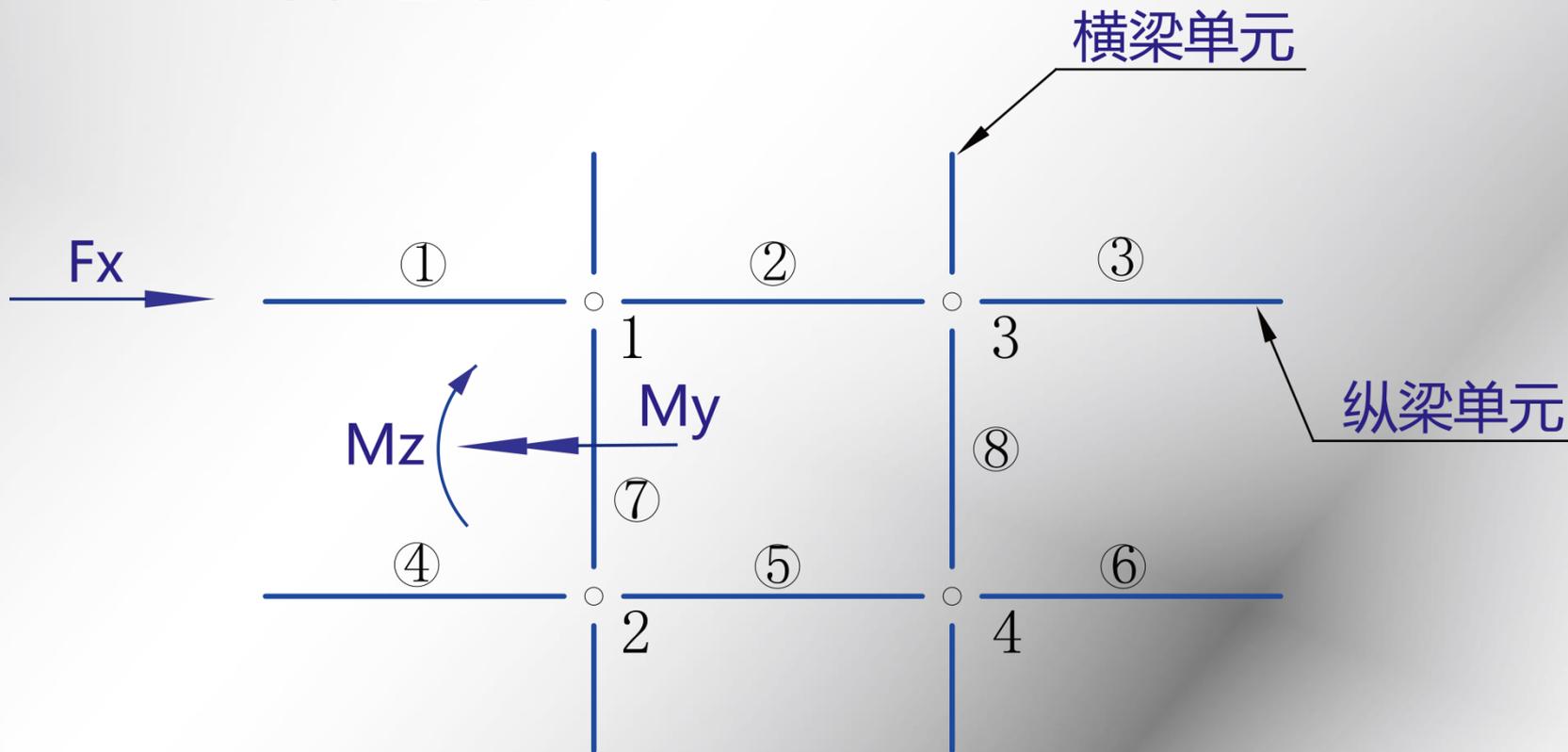


## 4、任意活载的影响面加载

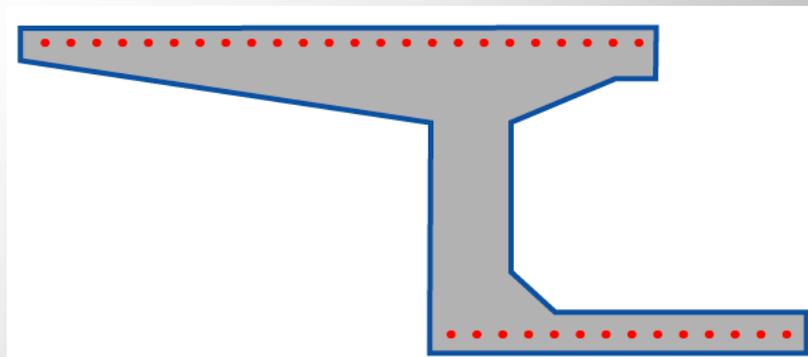
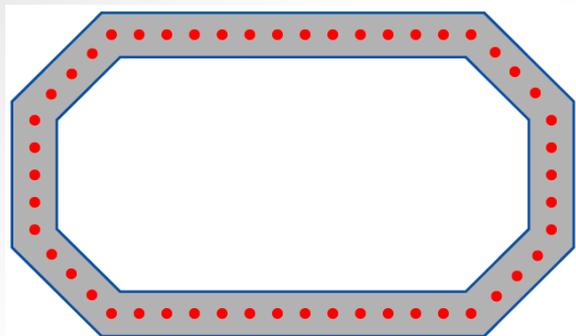
- 弯矩 (含 $M_y$ 与 $M_z$ ) 影响面
- 剪力 (含 $M_y$ 与 $M_z$ ) 影响面
- 轴力影响面
- 扭矩影响面



### 5、折面梁格应力求解器



### 6、任意截面配筋与设计验算



### “单梁——梁格” 一键式智能转换

单梁分析

基本信息

温度场

截面及切割线定义

结构信息  
(几何建模)

跨径布置：桥长/线形

截面变化：关键截面选取

支座设置：边界条件

荷载信息

恒载（预应力）、温度、活载、沉降、组合

梁格分析

简特梁格

横梁/横隔板：截面形式/预应力

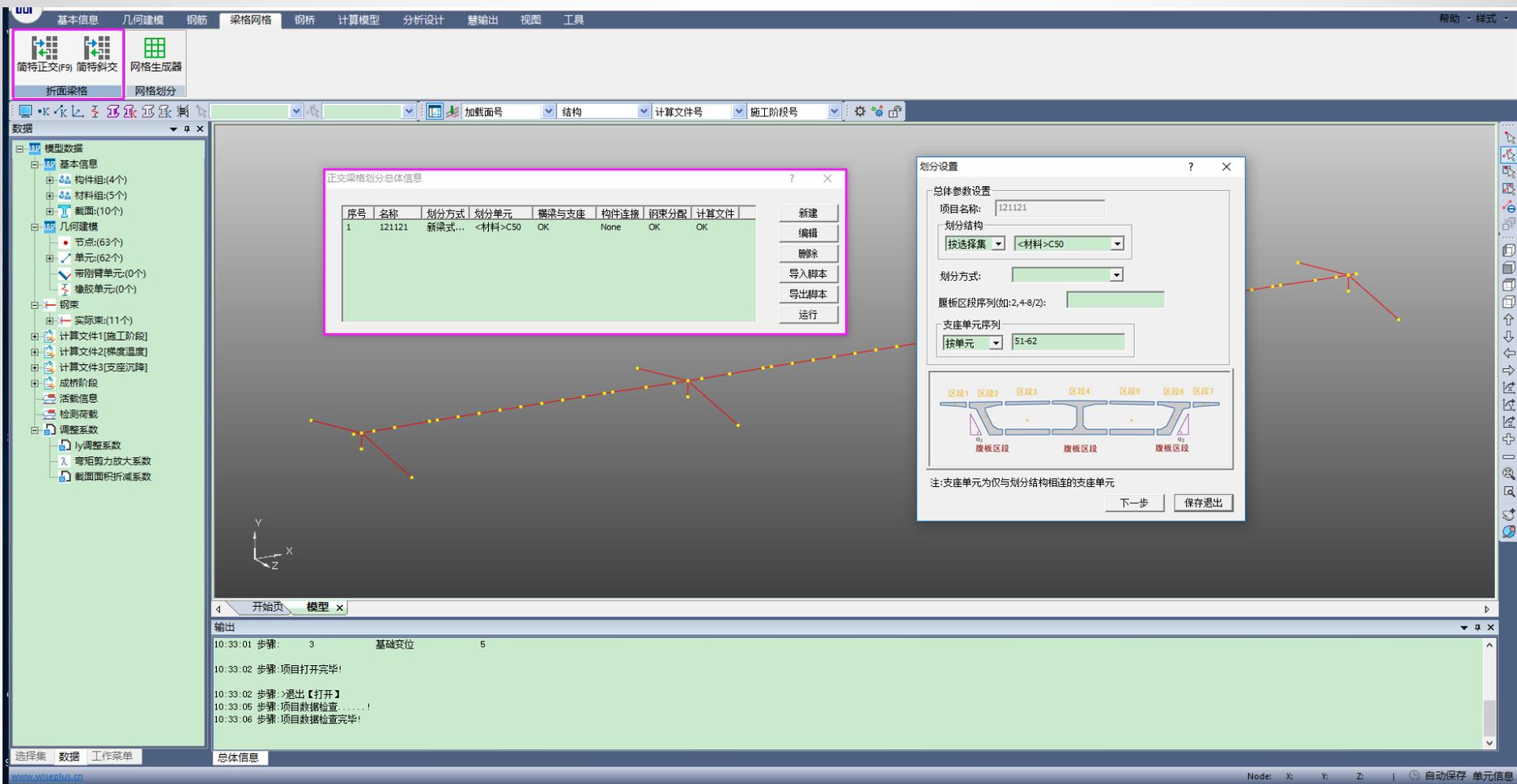
纵向预应力：各腹板分配原则

二期铺装：栏杆/分隔带等

规范设计

根据JTGD62-2004/JTG3362-2018验算并生成计算书

WISEPLUS折面梁格建模流程图



只需会单梁分析——WISEPLUS几何建模

### 混凝土桥梁智能化设计

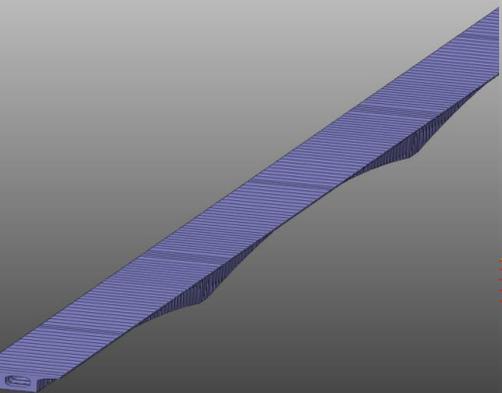
基本信息  
(线形、跨径布置)

结构信息  
(平面、立面、剖面图)

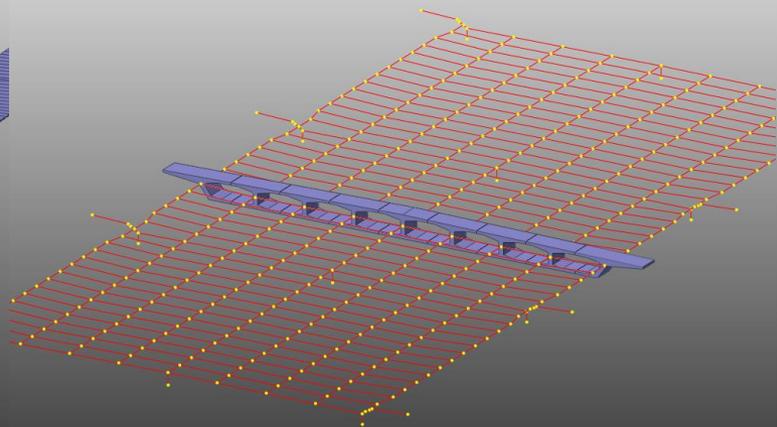
施工信息  
(一次落架、悬臂施工)

荷载信息  
(温度、沉降、活载)

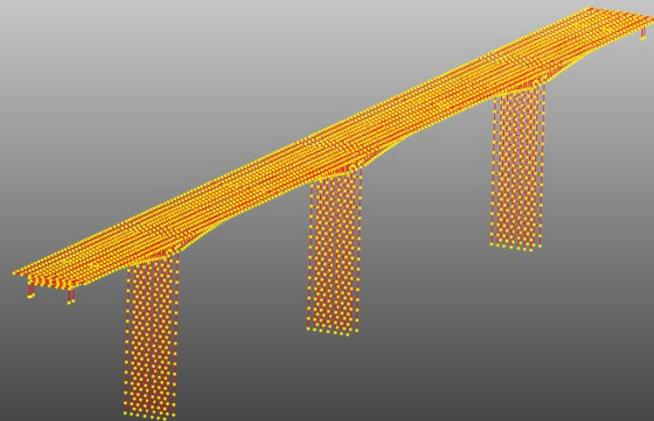
一键四模型



6DOF/7DOF单梁模型



折面梁格模型

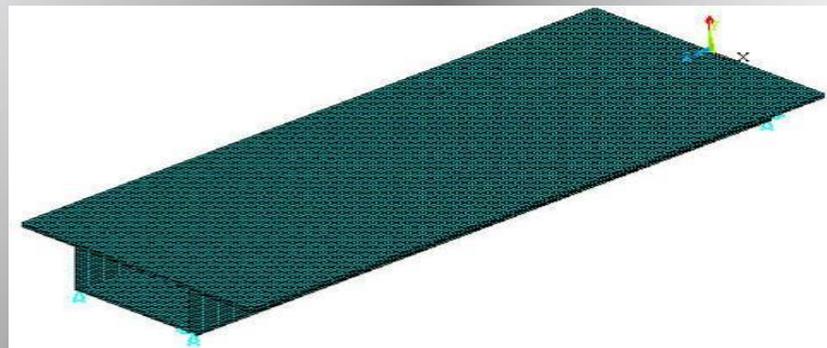
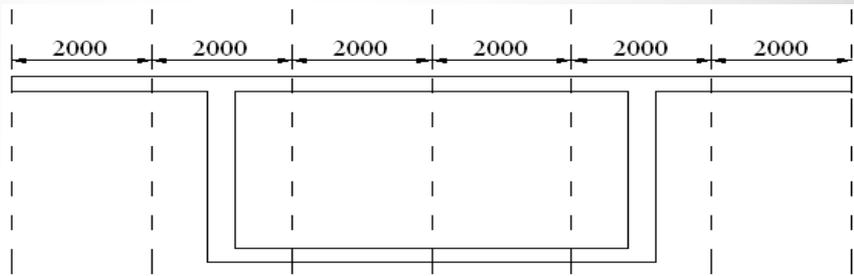
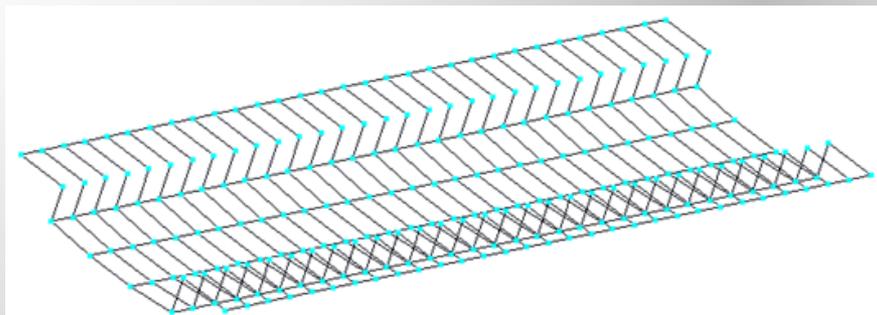
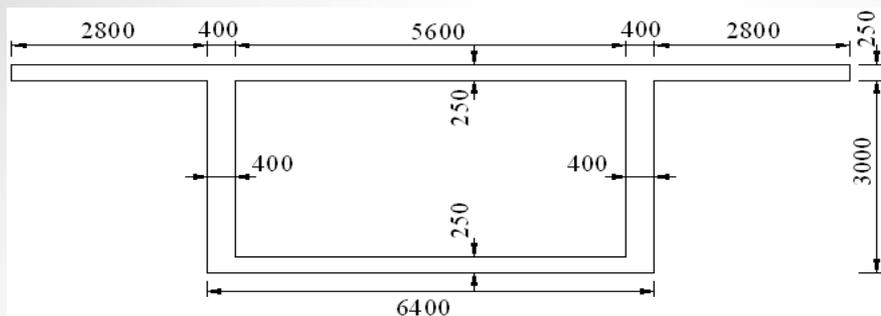


空间网格模型

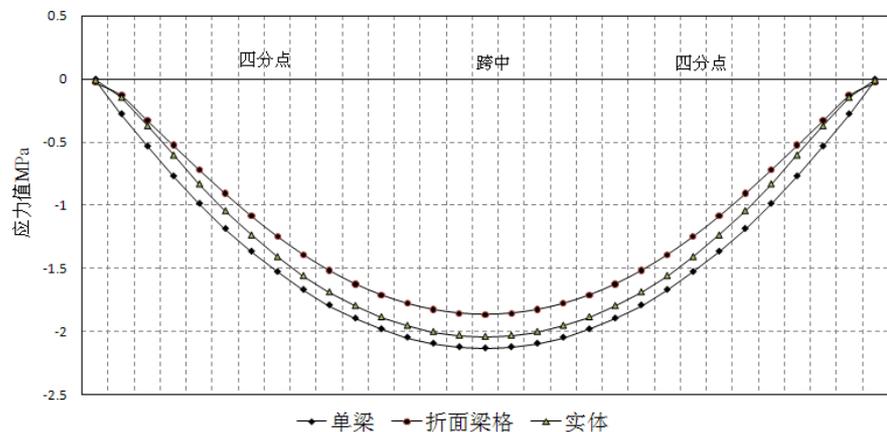
一键计算书 (新《规范》精细化分析)

### 折面梁格实体对比

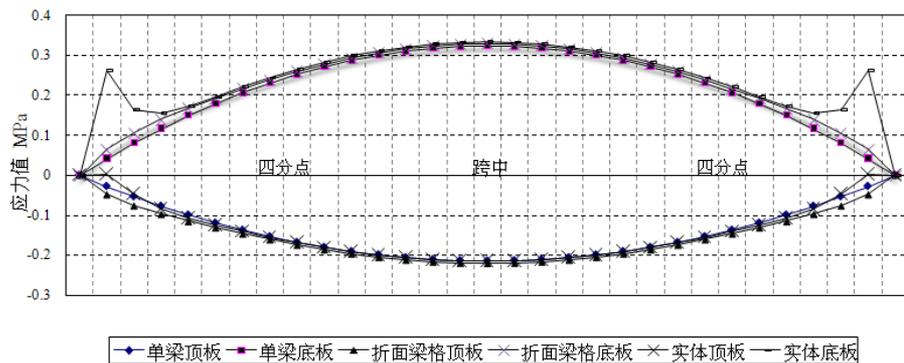
工程概况：某单箱单室简支梁桥，跨径30m，梁宽11m，梁高3m。其中支座约束在腹板底部，预应力大小为10MN分别作用在腹板中心线距梁顶1.625米处，不计入预应力损失，预应力线型为直线。



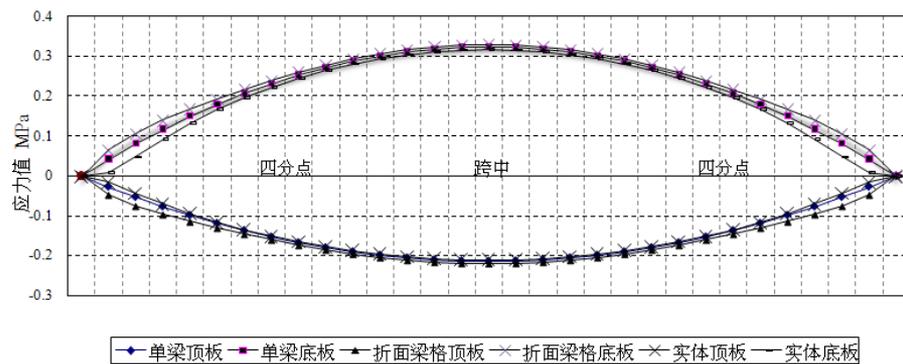
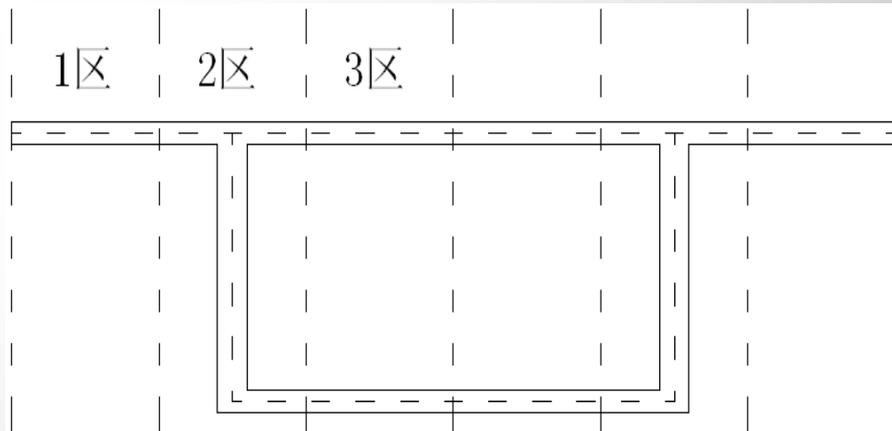
## 折面梁格实体对比



### 一区翼缘板自重正应力对比图



### 二区腹板自重正应力对比图



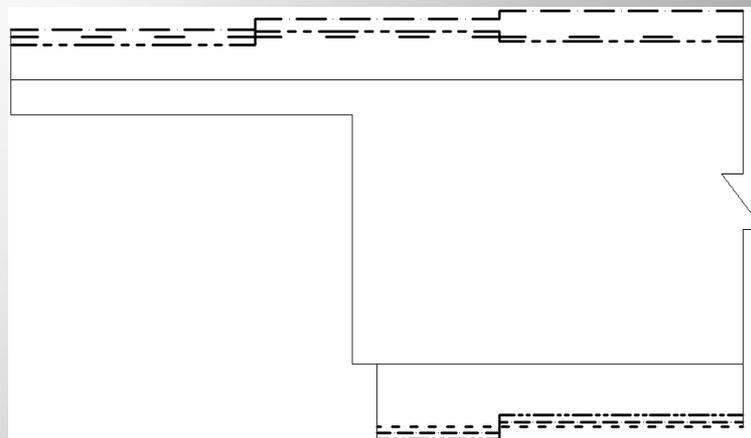
### 三区“二字形”板自重正应力对比图

### 折面梁格实体对比



- - - 单梁模型  
— — — 折面梁格模型  
- · - · 实体模型

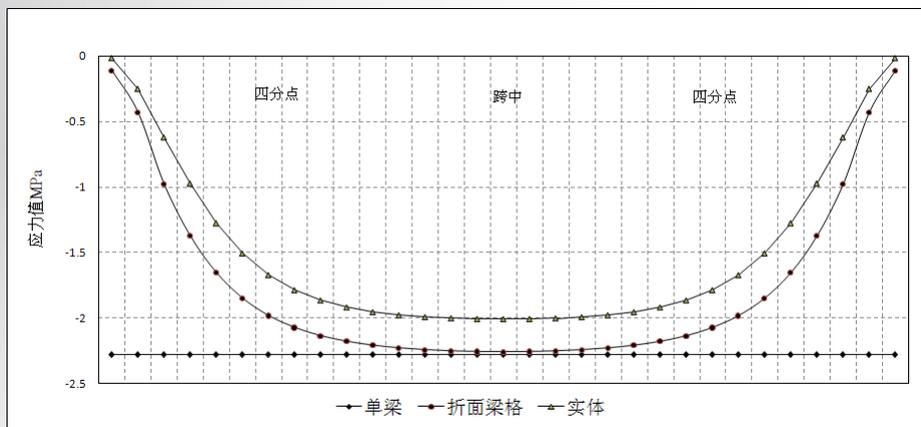
### 四分点截面自重正应力对比图



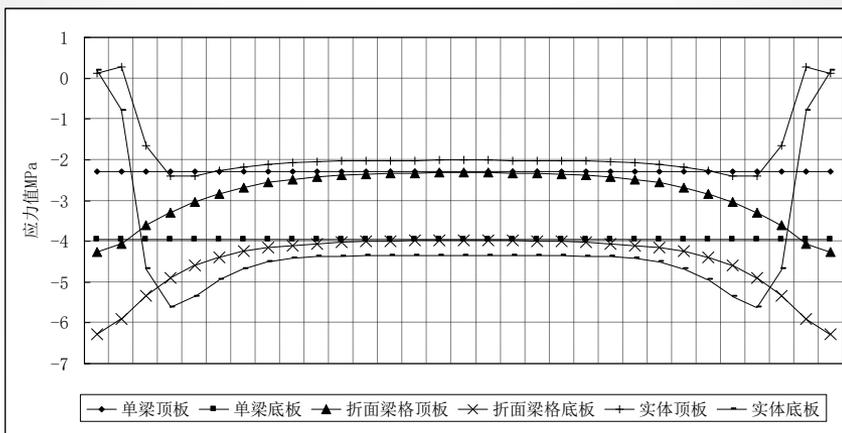
- - - 单梁模型  
— — — 折面梁格模型  
- · - · 实体模型

### 跨中截面自重正应力对比图

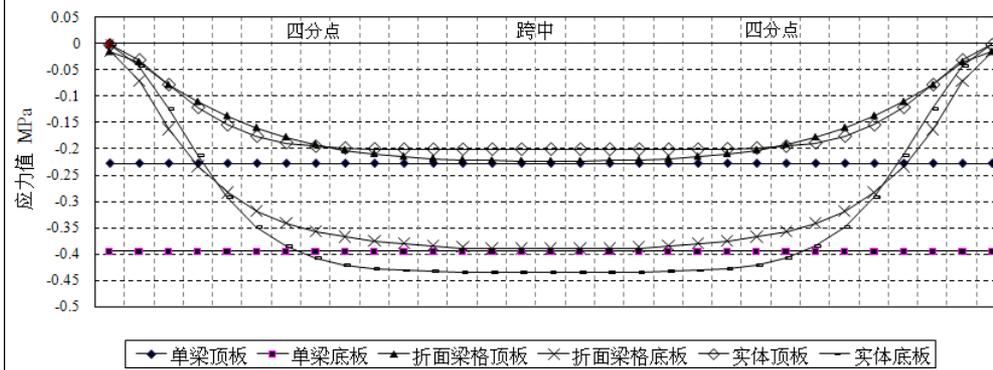
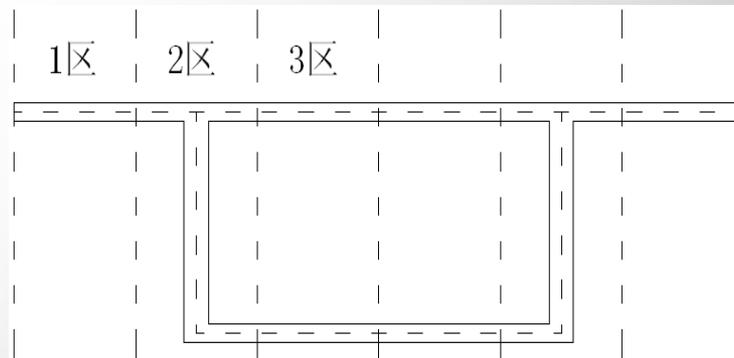
## 折面梁格实体对比



### 一区翼缘板预应力下正应力对比图

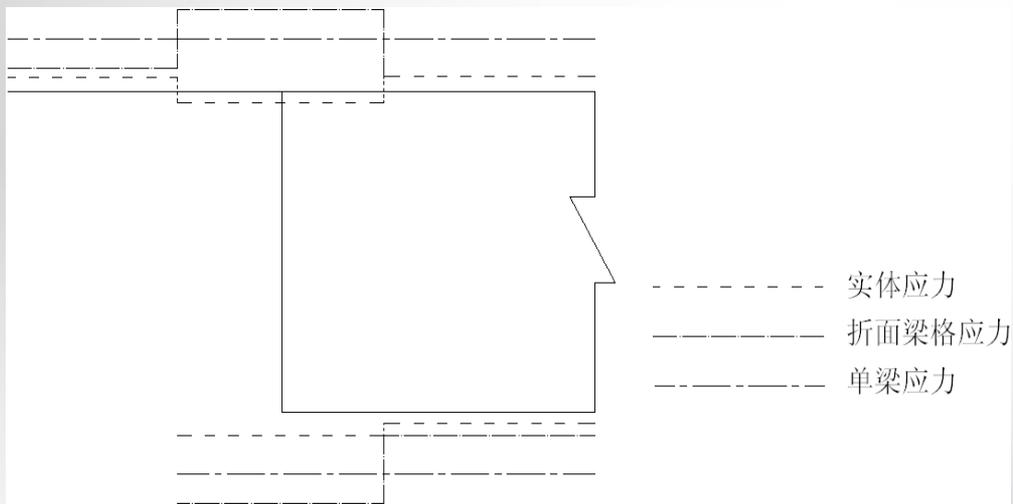


### 二区腹板预应力下正应力对比图



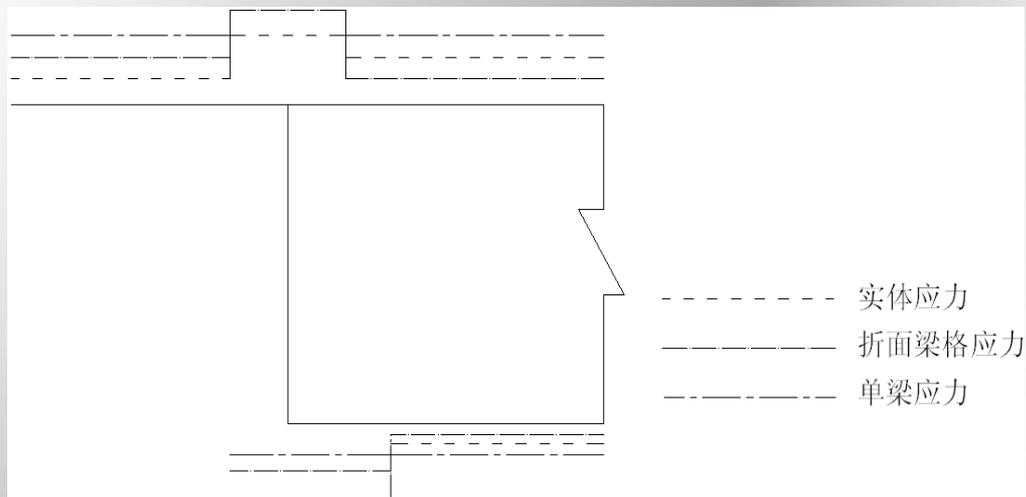
### 三区“Z”形板预应力下正应力对比图

### 折面梁格实体对比



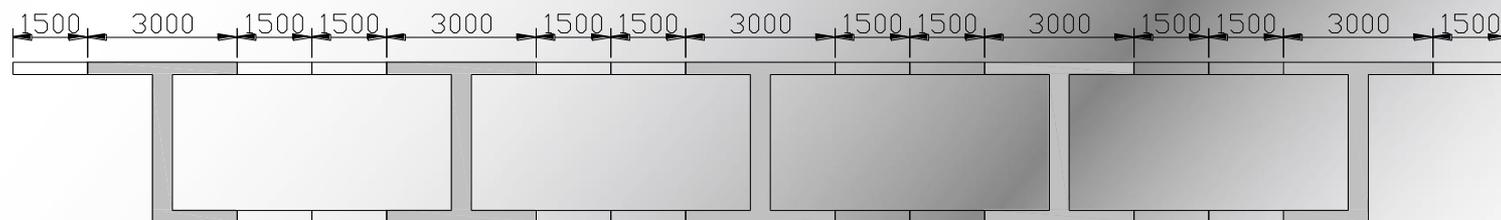
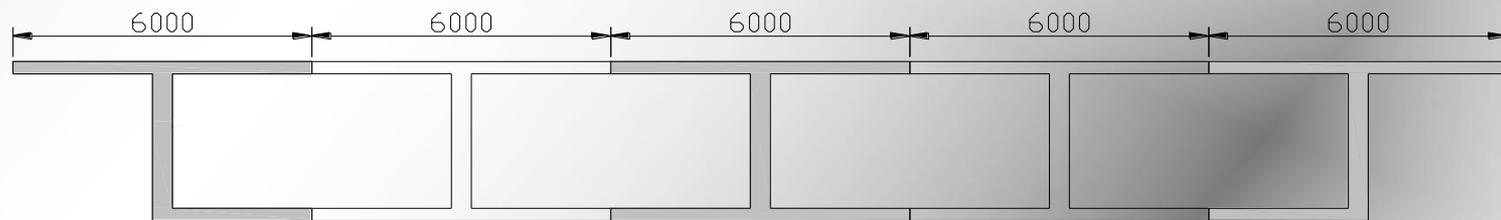
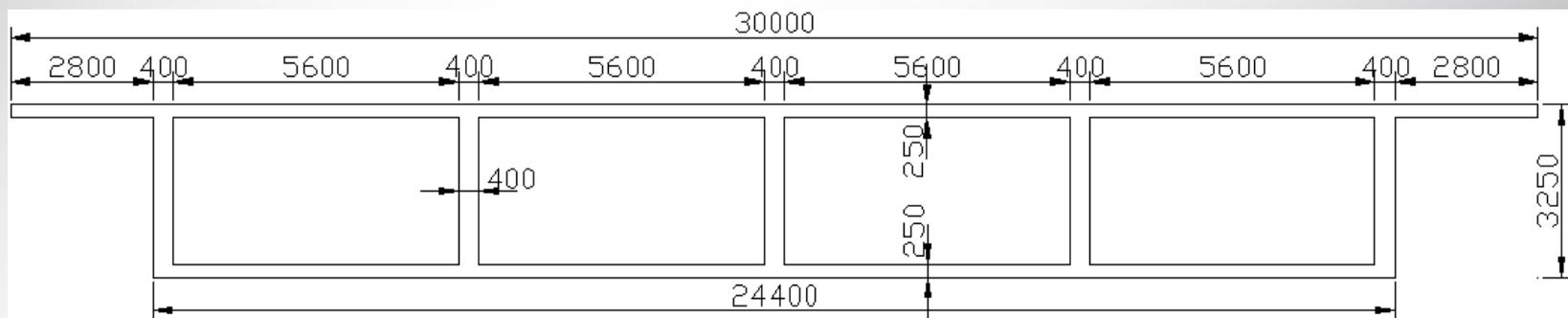
### 距离梁端1m截面预应力下正应力对比图

### 距离梁端5m截面预应力下正应力对比图



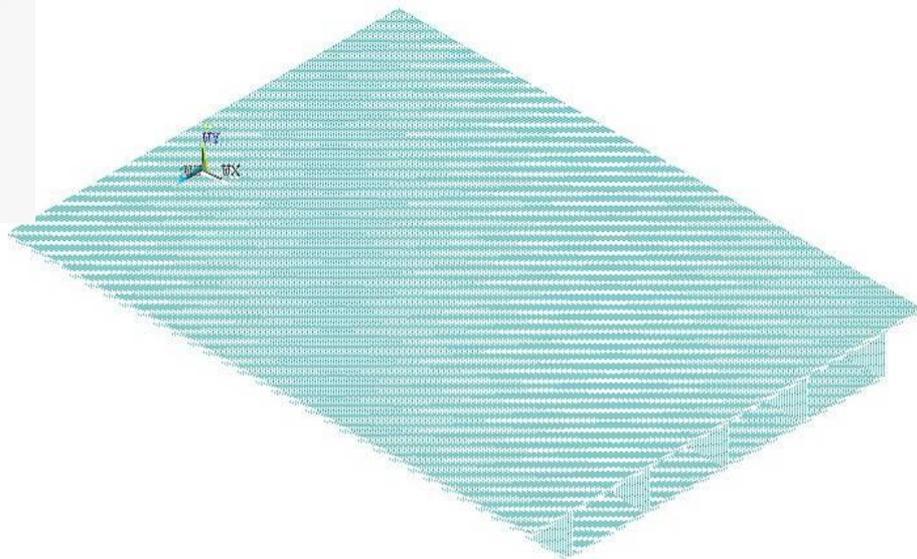
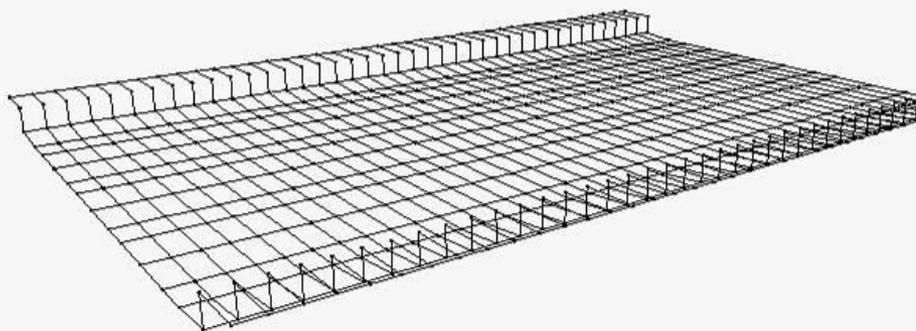
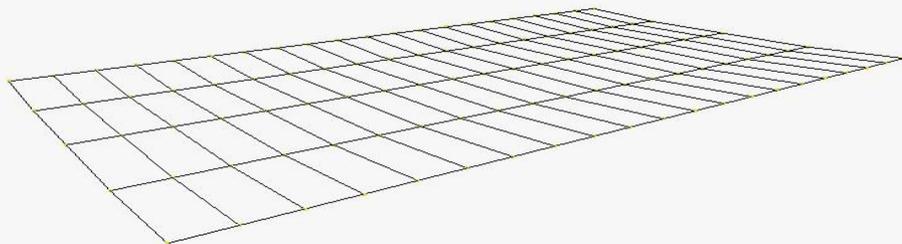
## 折面梁格实体对比

工程概况：某单箱多室简支梁桥，跨径40m，梁宽30m，梁高3.25m。

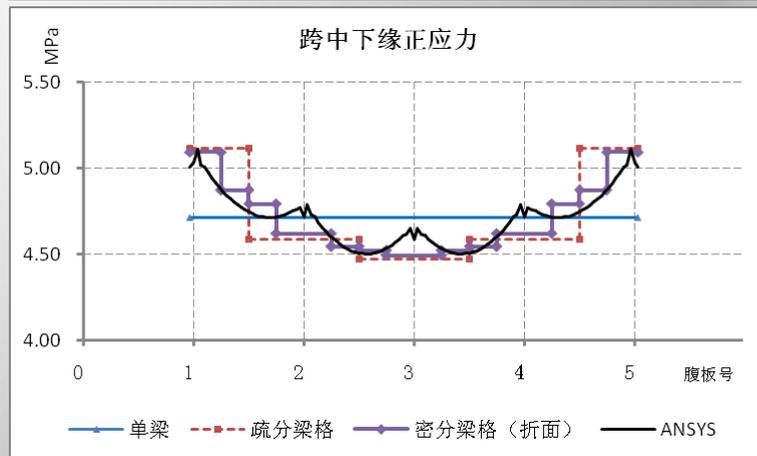
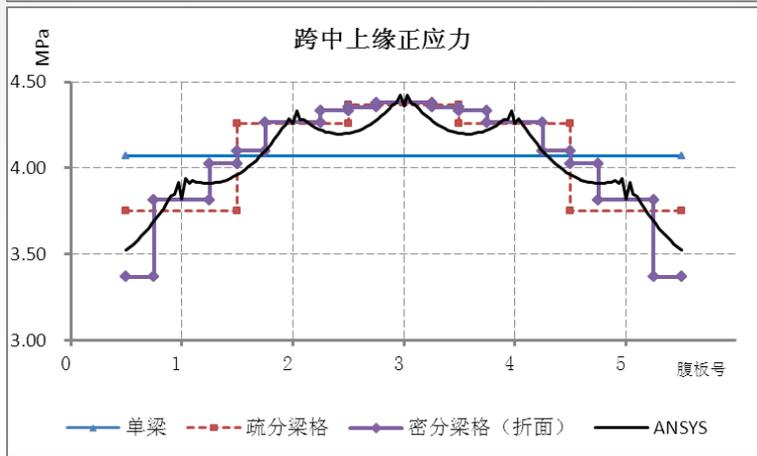
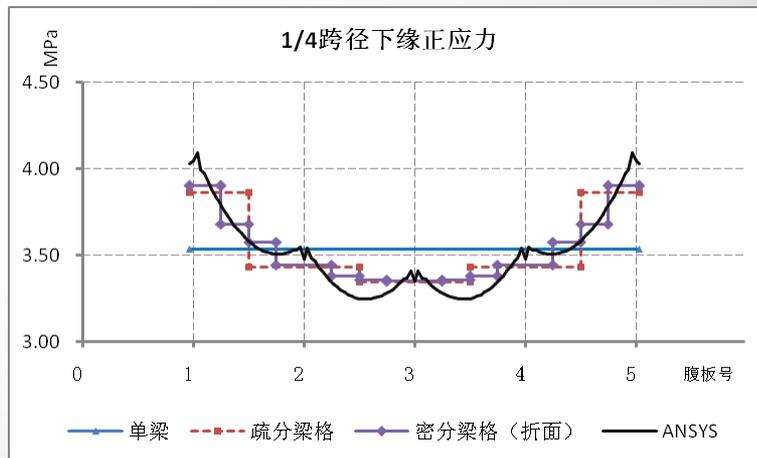
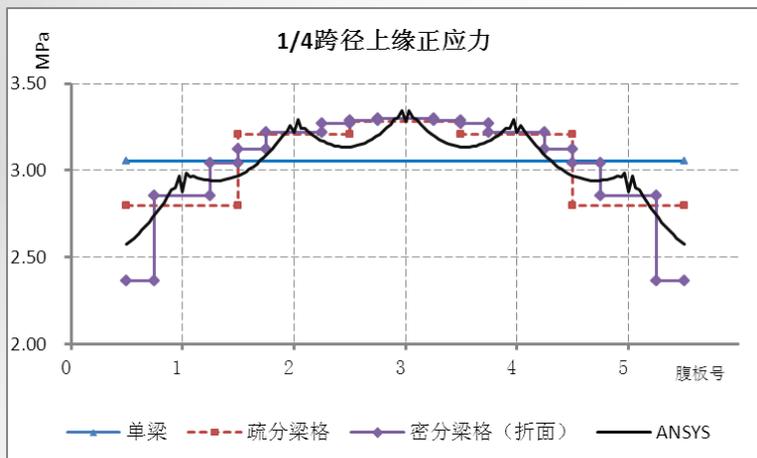


### 折面梁格实体对比

工程概况：某单箱多室简支梁桥，跨径40m，梁宽30m，梁高3.25m。



## 折面梁格实体对比



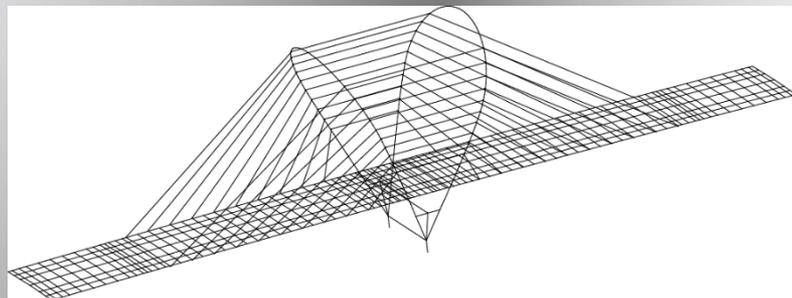
### 代表性工程应用

#### 三好桥



空间钢拱塔预应力混凝土斜拉桥，（35+100+100+35）m，获2009年度尤金·菲戈奖。

采用慧加梁格，特别是影响面加载精确计算混凝土主梁纵横向的受力，自动调索模块对水平索和斜拉索的张拉次序以及张拉过程中的受力进行详细分析，稳定分析控制全施工阶段稳定性，最终帮助该桥安全、高质量地完成。



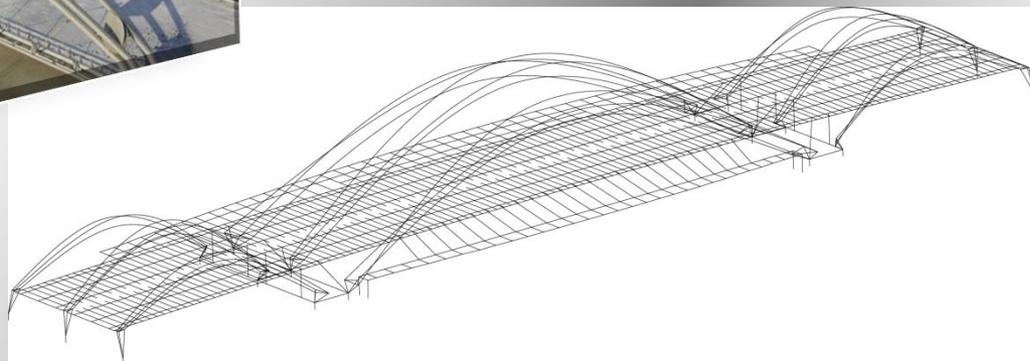
### 代表性工程应用



### 奉化桥

三跨中承式拱桥，跨径布置  
(56+138+56) m，全桥共计282根平  
行钢丝束吊索。

采用慧加梁格进行详细分析和索  
力张拉控制，采用调索模块在多种张  
拉工况中选用最优最快的工况，不但  
帮助保证了此桥保证了高质量的完成，  
也大为缩短了施工工期。



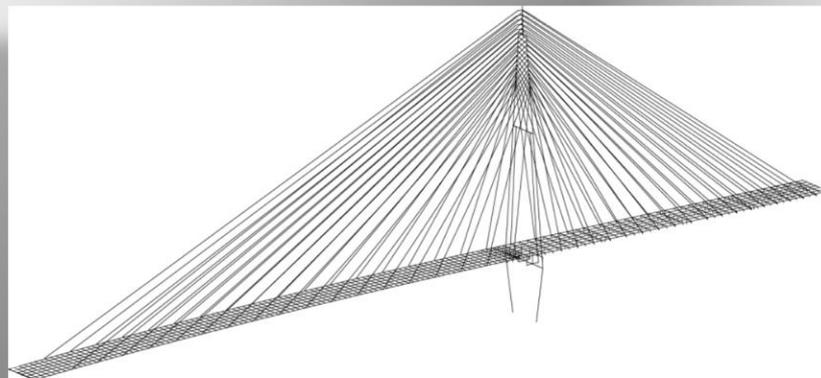
### 代表性工程应用



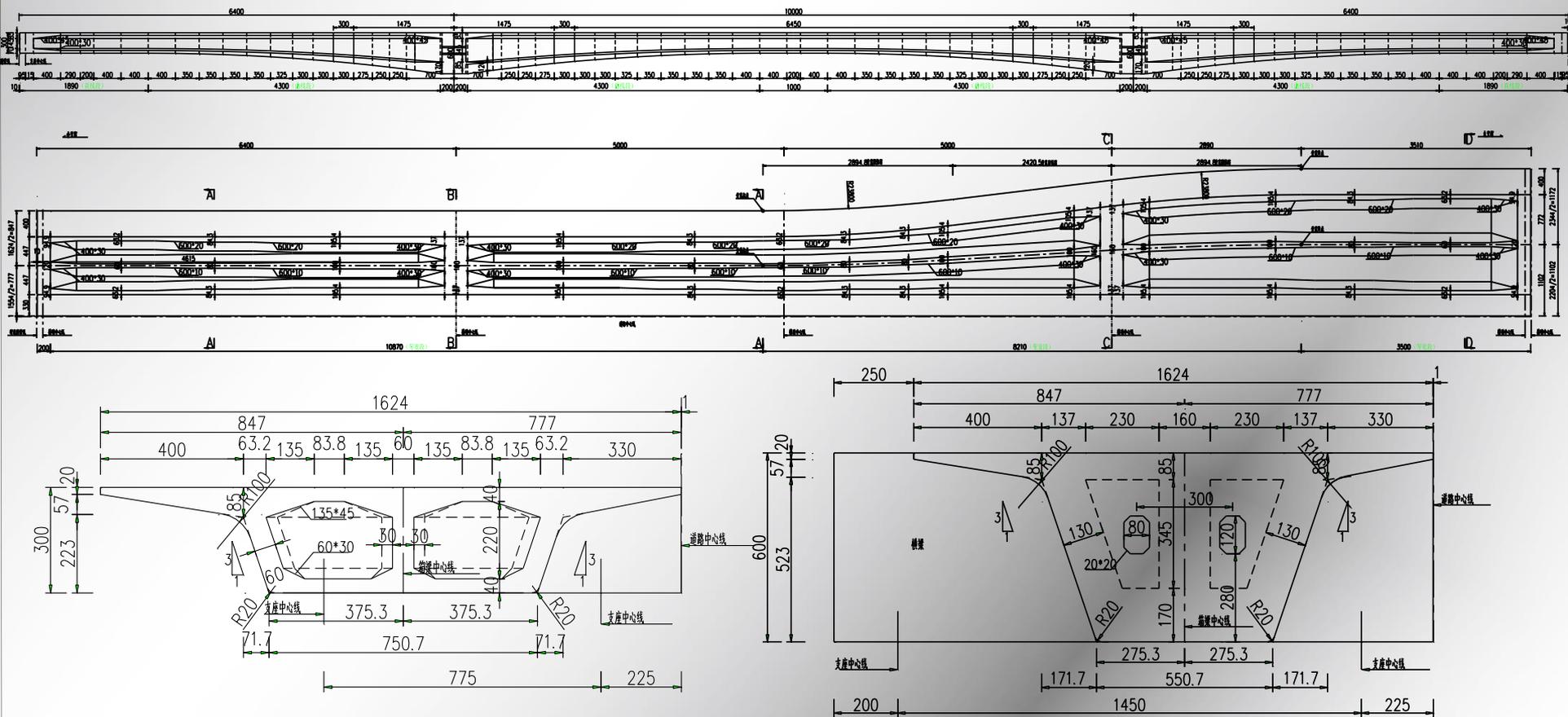
### 海河大桥

双索面独塔斜拉桥结构，跨径布置为（310+2 50+2 40）m。

慧加软件对此桥进行梁格分析和索力张拉控制，采用慧加自动调索模块进行斜拉索的张拉计算，首次对该类型桥采用一步到位的从成桥直到初始索力的倒拆分析和张拉控制，



## 宽箱梁桥折面梁格精细化分析



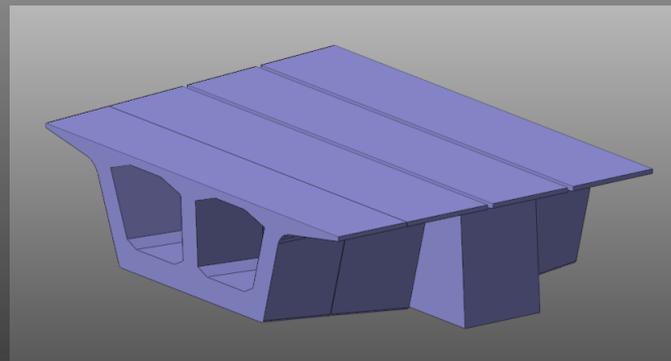
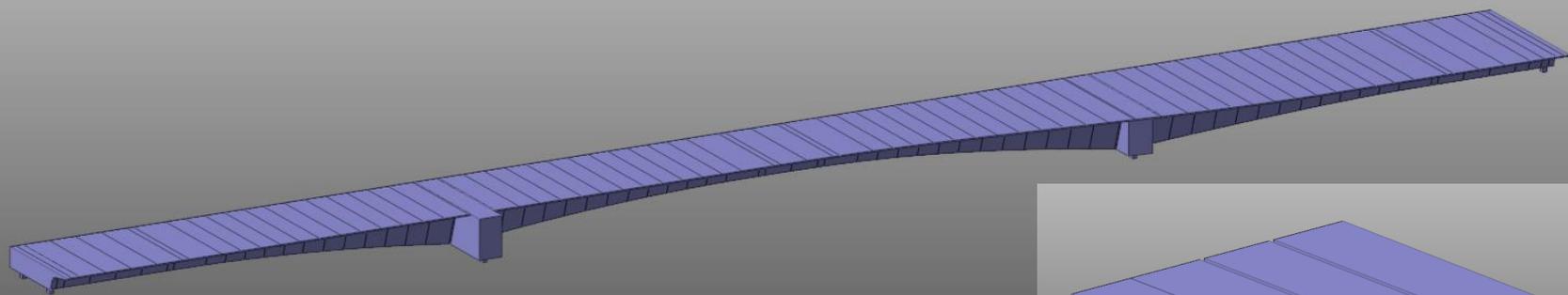
变高变宽连续箱梁

## 宽箱梁桥折面梁格精细化分析

分析验算  
智能化

- 截面：自定义切割线、纵横梁划分（自动）
- 荷载：二期荷载横向分布（自动）
- 边界：横向多支座、弯桥约束（自动）
- 钢筋：预应力钢束（含竖向）、普通钢筋（划分截面自动分配）
- 剪力滞效应：梁格划分自动考虑
- 腹板受力分配：梁格划分自动考虑
- 新规范计算书：纵横梁一体化分析（自动）

### 宽箱梁桥折面梁格精细化分析

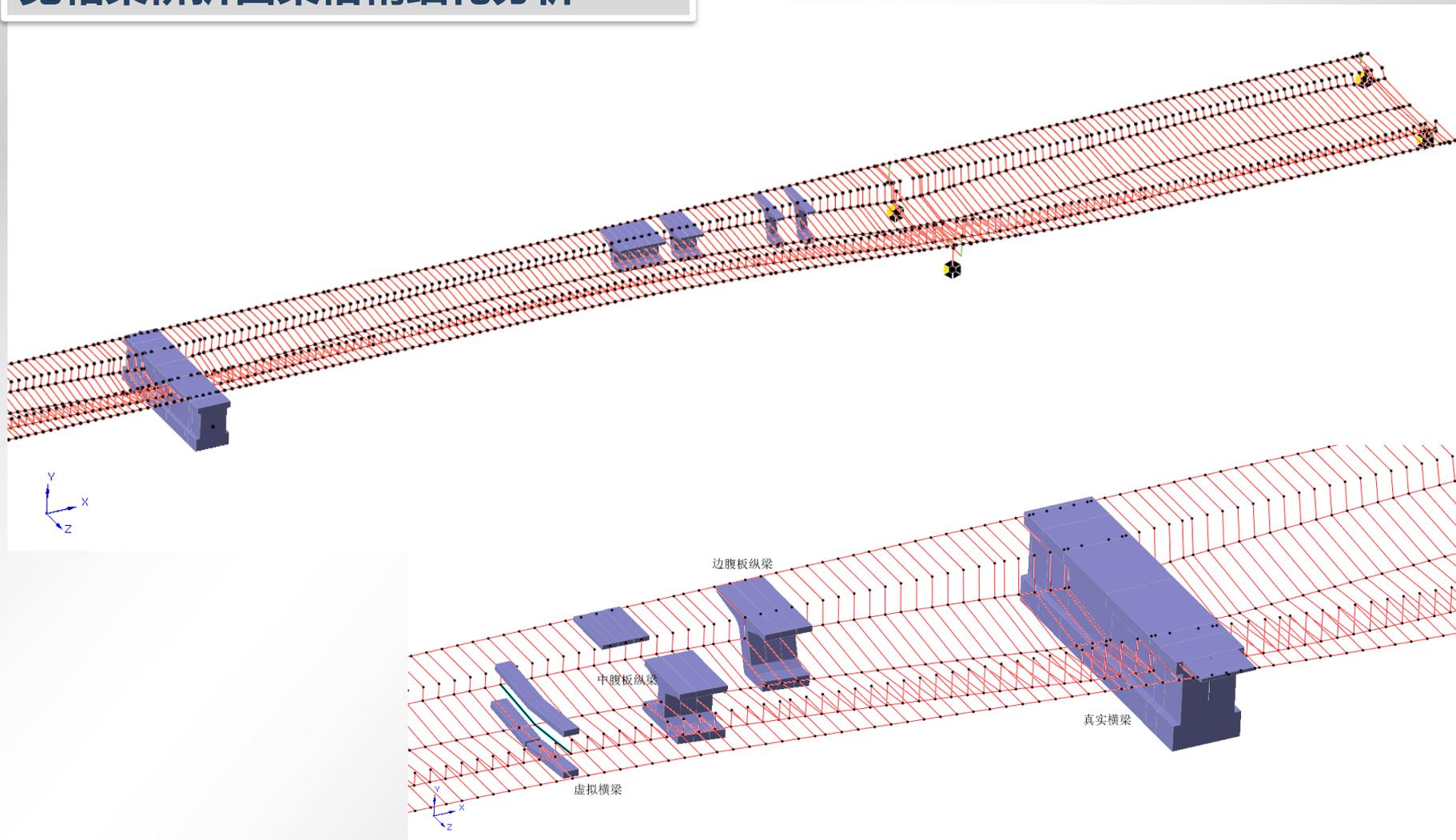


## 宽箱梁桥折面梁格精细化分析

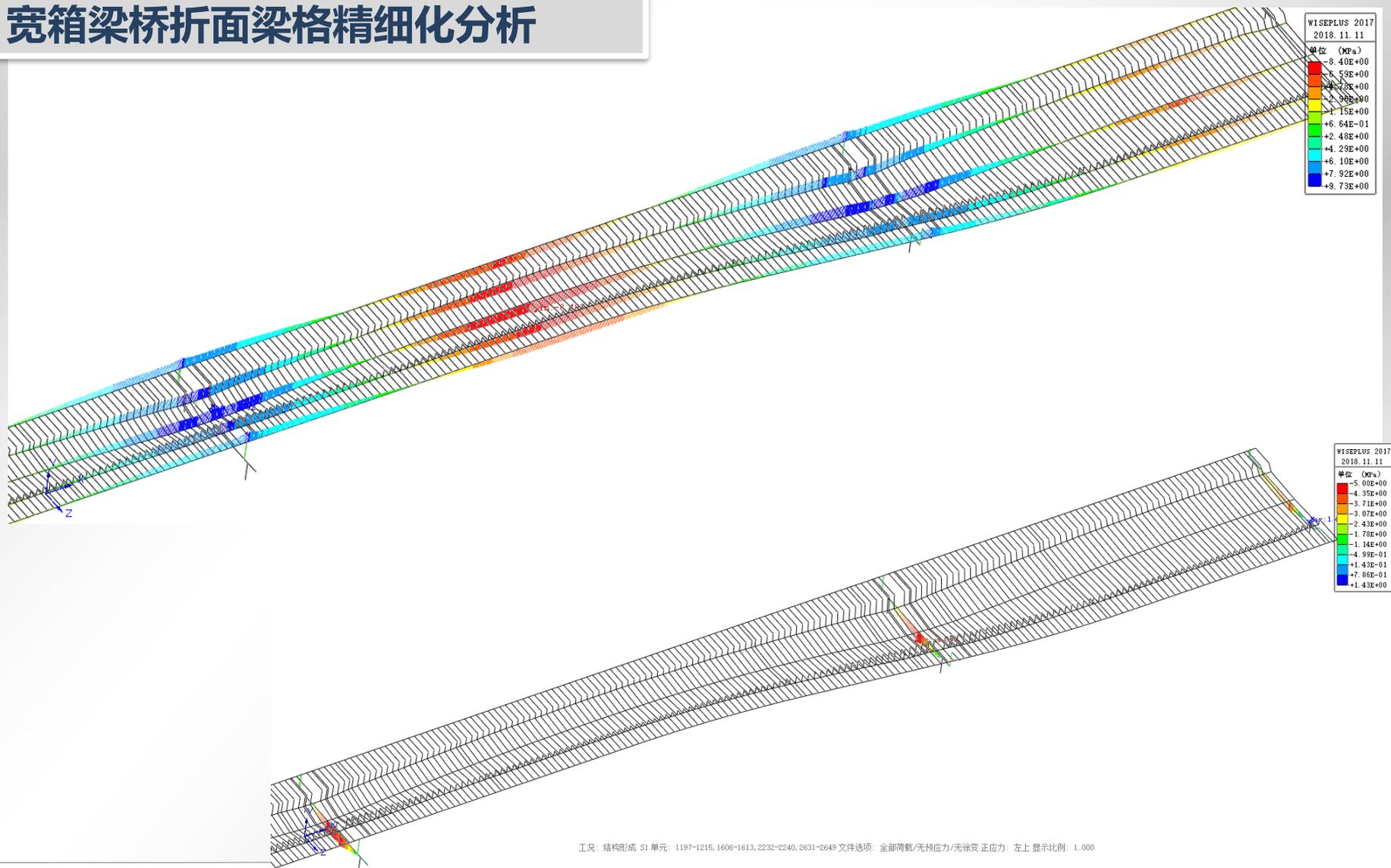
The screenshot displays the WISEPLUS software interface for a bridge analysis. The main window shows a 3D model of a wide box girder bridge with a refined beam grid. The interface includes a top menu bar with options like '基本信息', '几何建模', '钢筋', '梁格网格', '混凝土桥', '计算模型', '分析设计', '慧输出', '视图', and '工具'. A left sidebar contains a '前处理' (Pre-processing) panel with various settings. A legend in the bottom right corner lists the following components:

- 7dof
- BeamGrid
- BeamGridData
- huozai
- huozai\_ov
- RoUn
- Spatial Grid Model
- 图例

## 宽箱梁桥折面梁格精细化分析



## 宽箱梁桥折面梁格精细化分析



谢谢您的聆听!