Civil Designer（CDN）：桥梁结构高效设计平台 联机帮助

Part 1 Civil Designer 基本操作 5

01. 概要 6

1.1 Civil Designer 介绍 6

1.2 主界面及主菜单介绍 7

1.2.1 主界面 7

1.2.2 主菜单 9

1.2.3 工具条 10

02. 模型 20

2.1 文件 20

2.1.1 打开 20

2.1.2 保存 21

2.1.3 导入 Civil 文件 21

2.1.4 导出到 Civil 22

2.1.5 Civil 导出到 Civil Designer 23

2.1.6 导出钢束到 SmartBDS 23

2.2 选项 24

2.2.1 一般 24

2.2.2 模型 26

2.2.3 设计 27

2.2.4 结果 28

03. 设计 30

3.1 规范 30

3.1.1 设计规范选择 30

3.1.2 规范设置 31

3.2 构件 41

3.2.1 自动定义构件 ..... 错误!未定义书签。

3.2.2 手动定义构件 44

3.2.3 构件类型修改 45
3.2.4 验算位置 46
3.2.5 属性复制 47
3.3 荷载组合 47
3.3.1 生成 47
3.3.2 构件荷载组合 54
3.4 设计变量 54
3.4.1 参数 55
3.4.2 连接 61
3.4.3 构件 69
3.4.4 调束 83
3.5 运行设计 91
04. 结果 92
4.1 计算书 92
4.1.1 整体计算书实现流程 92
4.1.2 整体计算书 Civil Designer 主菜单 94
4.1.3 整体计算书更新及 word 工作树 97
4.1.4 构件计算书 101
4.1.5 数量表 102
4.2 查询 103
4.2.1 构件图形 103
4.2.2 查找 103
4.2.3 线上图 104
4.3 一般 104
4.4 显示/隐藏 106
05. 工具 107
5.1 弯矩曲率曲线 107
5.2 P-M 曲线 109
06. 视图 124

6.1 布置 124
6.2 显示/隐藏 124
附录 A. Civil Designer 自动定义构件原则 125
Part 2 Civil Designer 分析设计原理 129
01. 分析原理 130
02. 设计原理 131
2.1 JTG D62-2004 规范公路桥梁 RC/PSC 设计原理 131
2.1.1 使用阶段正截面抗弯验算 131
2.1.2 使用阶段斜截面抗剪验算 132
2.1.3 使用阶段抗扭验算 133
2.1.4 使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载能力验算 134
2.1.5 使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载力验算 137
2.1.6 使用阶段裂缝宽度验算 138
2.1.7 使用阶段正截面抗裂验算 141
2.1.8 使用阶段斜截面抗裂验算 143
2.1.9 使用阶段正截面压应力验算 144
2.1.10 使用阶段斜截面主压应力验算 145
2.1.11 施工阶段法向压应力验算 146
2.1.12 受拉区钢筋的拉应力验算 148
2.1.13 施工阶段中性轴主拉应力验算 150
2.1.14 普通钢筋量估算 151
2.1.15 预应力钢筋量估算 152
2.1.16 纵向钢筋用量估算 153
2.1.17 柱的纵向钢筋用量估算 153
2.1.18 普通箍筋用量验算 154
2.2 CJJ 11-2011 规范城市桥梁 RC/PSC 设计原理 182
2.2.1 使用阶段正截面抗裂验算 183
2.2.2 使用阶段斜截面抗裂验算 183
2.2.3 使用阶段正截面压应力验算 183

2.2.4 使用阶段斜截面主压应力验算 184
2.2.5 受拉区钢筋的的拉应力验算 184
2.3 JTG/T B02-01-2008 规范桥梁抗震设计原理 184
2.3.1 桥墩强度验算 184
2.3.2 桥台强度验算 186
2.3.3 基础强度验算 186
2.3.4 盖梁抗弯强度验算 187
2.3.5 盖梁抗剪强度验算 189
2.3.6 主拱抗弯强度验算 191
2.3.7 主拱偏压强度验算 192
2.3.8 支座厚度验算（板式橡胶支座） 193
2.3.9 支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座） 194
2.3.10 支座水平位移验算（活动盆式支座） 195
2.3.11 支座水平力验算（固定盆式支座） 196
2.3.12 桥墩塑性铰抗剪强度验算 197
2.3.13 桥墩墩顶位移验算（规则桥梁） 198
2.4 CJJ 166-2011 规范城市桥梁抗震设计原理 199
2.4.1 支座厚度验算（板式橡胶支座） 200
2.4.2 支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座） 200
2.4.3 支座水平位移验算（活动盆式支座） 200
2.4.4 支座水平力验算（固定盆式支座） 201
2.4.5 桥墩塑性铰抗剪强度验算 201
2.4.6 桥墩墩顶位移验算（规则桥梁） 202

Part 1　Civil Designer 基本操作

01. 概要

1.1 Civil Designer 介绍

Civil Designer 是针对中国规范开发的一款桥梁结构通用设计平台。它以构件验算为核心，实现任意验算位置设计验算及结果输出。Civil Designer 具有强大的设计功能，使用户一站式完成结构设计，是一款与我国现行规范紧密结合、符合设计人员设计思维和习惯的桥梁结构通用设计平台。

Civil Designer 改善了现有的设计程序在设计的安全性、全面性、实用性、结果的可控性、设计效益及提升设计人员的设计能力等方面的不足，融合了最新设计理念的全新架构，具有通用强大、高效实用、开放可控的特点：

- ✓ 全新架构，专为中国规范开发的设计平台
  - 支持《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015），支持《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004），《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011），《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008），《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166-2011）四本规范，程序的设计流程从粗到细、从整体到局部，符合中国设计师进行桥梁设计的习惯，实现全自动化的设计流程。
  - 符合中国工程师的设计习惯；
- ✓ 方便直观的工作树操作界面及便捷的构件信息管理，简单易学。通用强大的桥梁设计程序
  - 适合所有桥梁形式；
  - 便捷高效的导入（出）模型及分析结果文件。
- ✓ 高效实用的桥梁设计程序
  - 以构件为单位的全新设计环境，任意构件类型设置，全自动化的设计流程，更加贴合规范，符合设计要求。
  - 不同项目、不同构件间设计参数及属性复制；
  - Civil Designer 可进行预应力钢束调束，用户可根据验算结果快速调整钢束布置，同步实现实时验算，大幅提高了设计效率；

- 配筋对话框功能集成化，多种便利的配筋方式，自定义配筋区间、验算位置设置；调筋后可以同步运行设计验算，优化荷载组合管理，多核运算显著提高了设计速度；
- 优化荷载组合管理，自定义单独构件荷载组合；
- 多核运算，显著提高设计速度。

✓ 开放可控的桥梁设计程序

- 直观的分析结果、设计结果查看；设计参数修改，同步更新验算结果；
- 符合工程设计要求的整体计算书，是 Civil Designer 的主要特色功能之一，支持多本规范；在 Word 模块中生成，高效稳定、易编辑；可一键生成，方便快捷，可自行定制模板，简单灵活，可复用，适用不同用户；不同构件同时输出，可扩展性强—如上、下部结构可在同一计算书中输出。
- 详尽的构件计算书，可查看构件的详细设计过程，显著提升设计人员的设计能力。

1.2 主界面及主菜单介绍

1.2.1 主界面

Civil Designer 主界面提供了多种便利的菜单系统、用户界面、树形菜单、结果表格等，且提供了很多便利、实用的工具条。

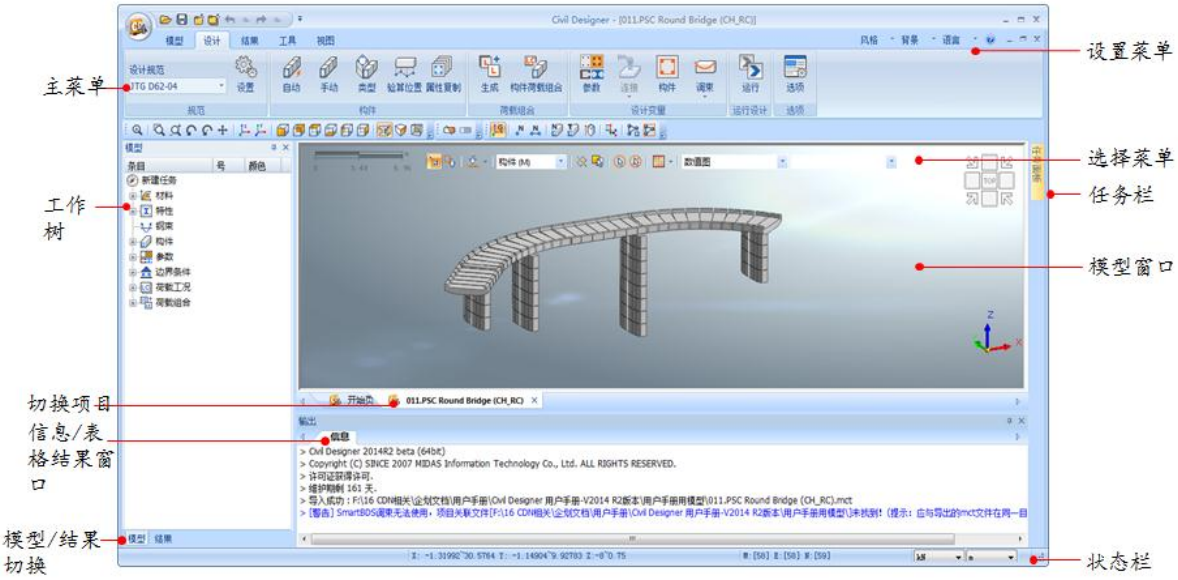


图 1　Civil Designer 主界面

✓ **任务栏**

在工作面板中添加了查看最近工作项目名称，并可通过点击任务面板中的更多项目打开文件。

✓ **主菜单**

Civil Designer 使用时用到的所有菜单命令。

✓ **树形菜单**

树形菜单显示导入的分析模型建模参数、分析设计结果（按照一定的排序）。无论是初学者还是熟练用户都可以进行高效率的操作。树形菜单中各构件颜色及设计结果等与界面窗口及表格窗口中的内容一一对应。用户通过选择工作树中的不同内容，即时查看其在界面和表格中的相应变化。

✓ **模型窗口**

Civil Designer 提供丰富的 GUI 菜单（图 1），用户可方便地操作设计工作中需要的主要功能，实现构件的选择、查看、设计等命令。“项目切换”允许用户在软件界面中同时打开多个项目窗口，对每个项目进行独立操作。在实现不同项目间快速切换的同时，程序允许用户以拖拽的方式快速复制某构件属性到其他构件，以及到其他打开的工作项目中的构件。通过选项中的设置（图 2），可设置程序开启时是否打开初始页面（Start Page）。

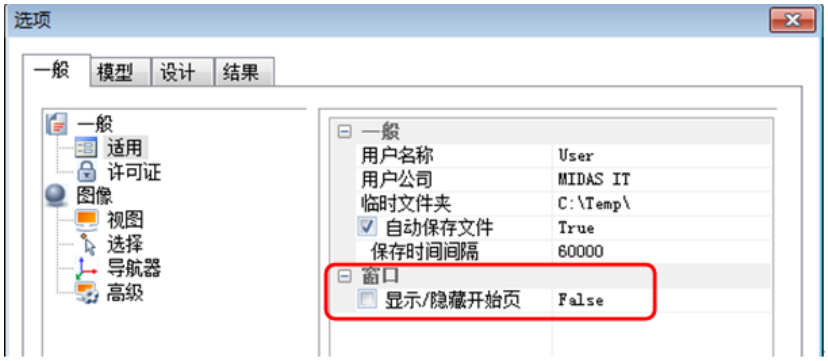


图 2　一般设置选项卡

✓ **表格窗口**

输出运行设计后的验算设计结果。表格窗口中也提供了多种数据筛选、显示图形结果、显示满足或不满足设计的颜色等功能。使用户通过结果表格简便、直观地查找验算对应的结果数据。

✓ **信息窗口**

输出设计、验算过程中的各种信息和警告、错误信息等。

✓ **模型/结果切换**

在此切换导入的模型参数及分析设计结果工作树。

✓ **设置菜单**

设置更改程序风格、背景、语言等所需要的各项参数。

✓ **工具条**

Civil Designer 为了让用户更便捷地进行设计操作，将主要功能归类美化为各种图标图案，大大提高了操作的速度。

✓ **选择菜单**

设定框选、点选、全选、按属性选择、设计结果显示模式、设计结果显示内容等。

✓ **项目切换**

在此切换不同项目的模型窗口。

✓ **状态栏**

为了提高操作的效率，提供各种坐标系关联事项、单位体系、选择过滤、单元捕捉等功能。

✓ **右键菜单**

在模型窗口或树形菜单中点击鼠标右键，将根据用户的操作状态、结构选择、鼠标位置，快速调用相关菜单命令。

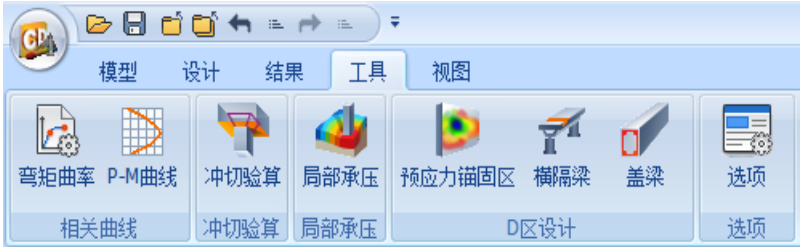
1.2.2 主菜单

Civil Designer 的主菜单主要分为模型、设计、结果、工具、视图 5 个选项卡，如（图 3）所示：

(a)“模型”选项卡

(b)“设计”选项卡

(c)“结果”选项卡



(d) “工具”选项卡

（e）“视图”选项卡

图 3 Civil Designer 的功能选项卡

✓ **模型**

“模型”选项卡用于打开/保存 Civil Designer 模型、导入/导出 midas Civil 模型、导出 SmartBDS 钢束信息（详见第 2 章内容）。

✓ **设计**

“设计”选项卡包括规范设置、构件定义、荷载组合、设计变量等设计功能（详见第 3 章内容）。

✓ **结果**

“结果”选项卡提供整体计算书、构件计算书、数量表、以及 Civil Designer 中的分析、设计结果及图形显示功能（详见第 4 章内容）。

✓ **工具**

“工具”选项卡提供弯矩曲率曲线、P-M 曲线、冲切验算、局部承压、D 区设计等（详见第 5 章内容）。

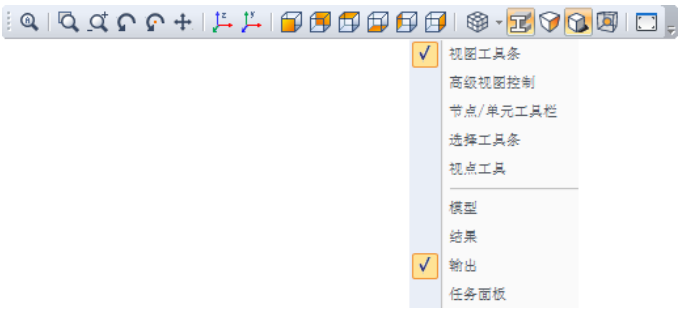
✓ **视图**

“视图”选项卡提供 Civil Designer 中可应用到的各种界面布置、显示等功能（详见第 6 章内容）。

1.2.3 工具条

Civil Designer 中提供了多样化的图标工具条，使用户快捷地调出对话框。特别是将图标菜单以表单的形式区分排列，使用户查找图标菜单更加简单快速。用户对工具条中的图标菜单不熟悉时，将鼠标悬停到该图标可以显示该图标的功能说明。工具条的激活方式有两种。可通过在状态栏中点击右键，勾选图标菜单中的类型；也可以在任何一项已激活的图标菜单中点击右击选择激活相应的工具条。

(a) 方法 1：状态栏中点击右击激活图标工具条



(b) 方法 2：任何一项已激活的图标菜单中点击右键激活图标工具条

图 4 激活功能图标工具条的方法

工具条类型包括：视图工具条、高级视图控制、节点/单元工具栏、选择工具条、视点工具等 5 种，详见以下内容

✓ **视图工具条：**

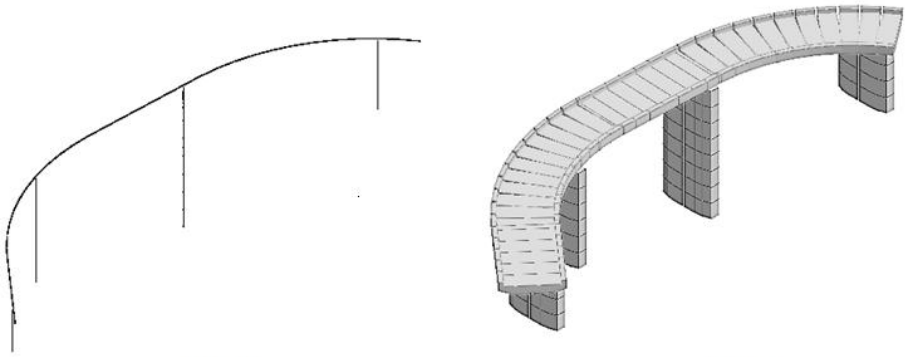
：

：

：

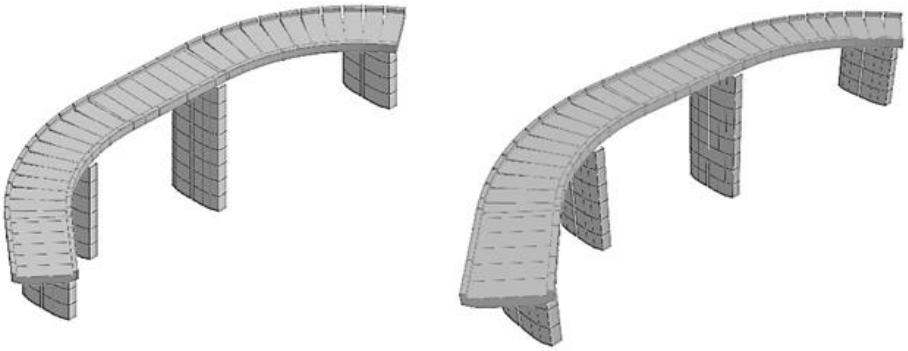
：前视图、后视图、上视图、下视图、左视图、右视图

：消隐



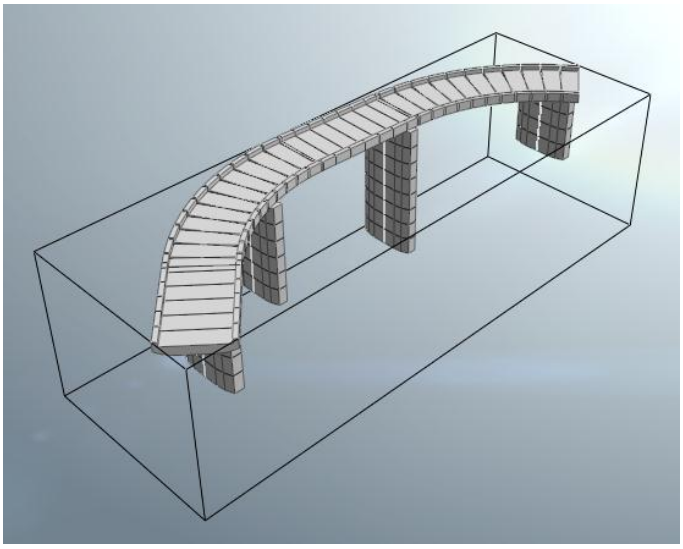
消隐前　　消隐后

：透视视图



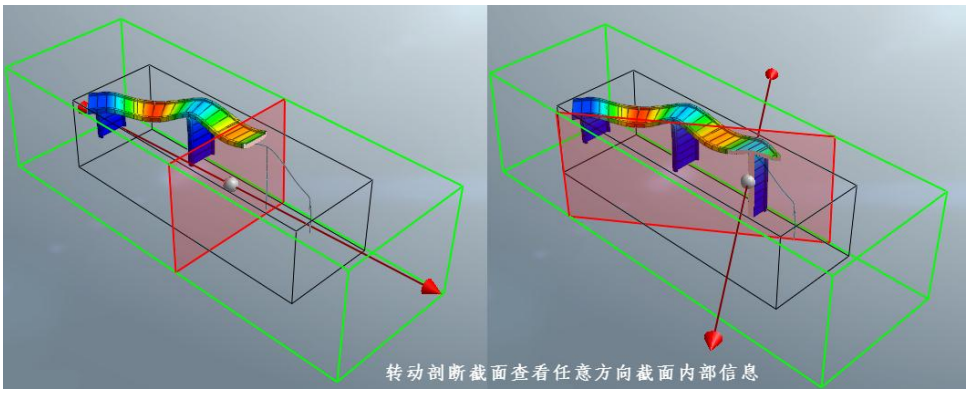
透视前　　透视后

：包围盒



✓ **高级视图控制：查看内部剖面信息、镜像平面、ISO 值平面**

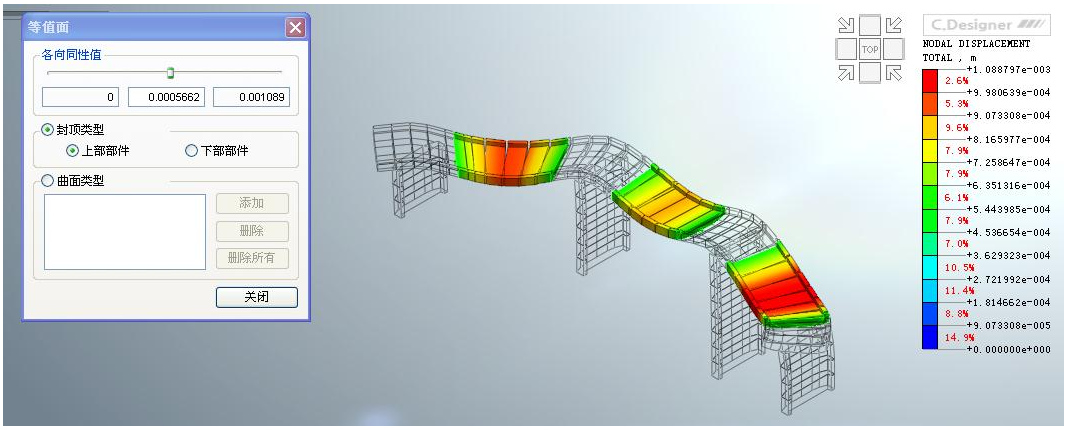
： 修剪平面，查看模型内部信息



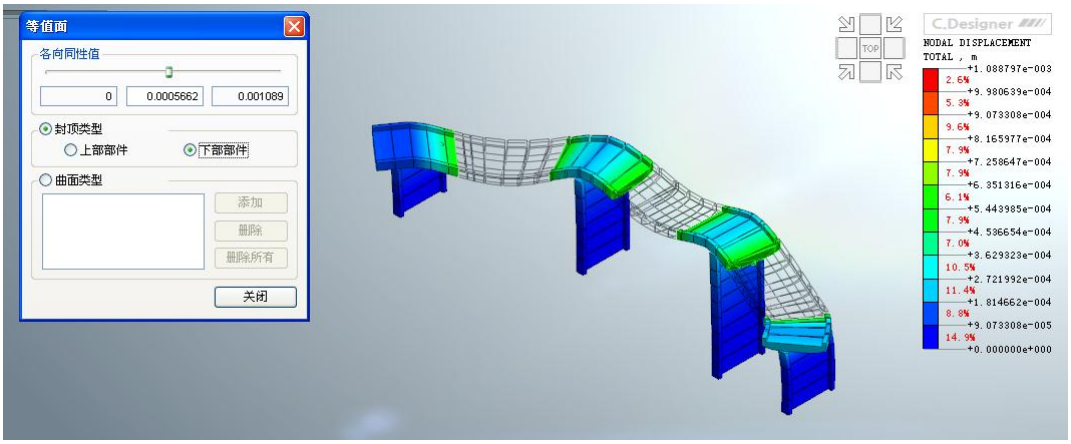
：ISO 值平面

通过用户指定一个参考值，可查看分析结果中大于或小于这个参考比较值的构件。（下图中 1，2，3 分别为分析结果的最小值、参考比较值、最大值）

（a） 选择等值面



（b） 查看大于参考比较值的构件，选择“上部部件”



（c） 查看小于参考比较值的构件，选择“下部部件”

图 1 定义 ISO 值查看结果

✓ 节点/单元工具栏

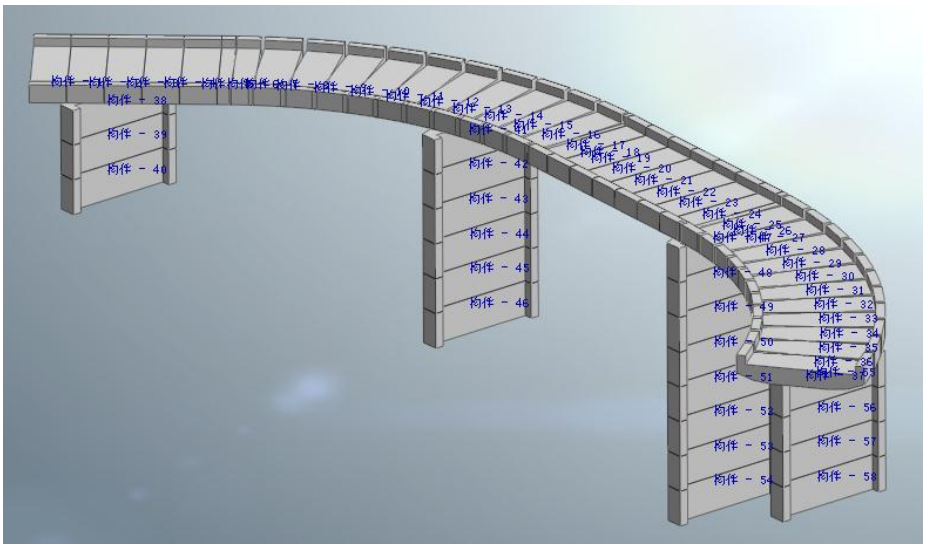
显示/隐藏坐标轴、节点号及单元号、构件类型及构件名称等功能。

：显示 / 隐藏坐标轴

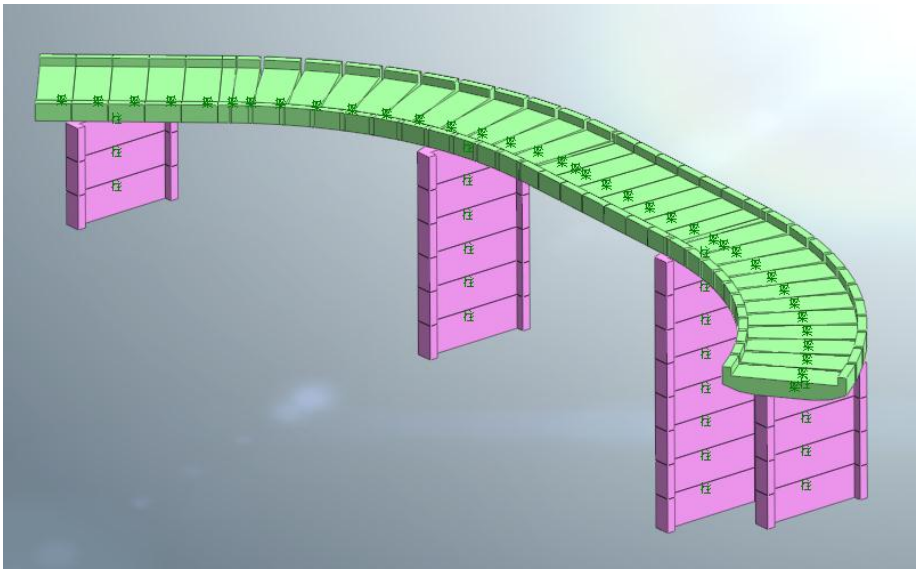
：显示节点号

：显示单元号

：显示构件号



：显示构件类型



：显示/隐藏构件方向

：显示局部坐标轴

：激活单元

：激活所有单元

✓ **选择工具栏：**

选择工具栏中提供的简便选取界面中模型构件选择功能，另外通过颜色模式根据用户的需求查看各种条件下的模型结果。

：选择模式

：取消选择模式

：选择类型

：矩形窗选、圆形窗选、多断线窗选、交叉线选择

：按节点、单元、构件等属性选择

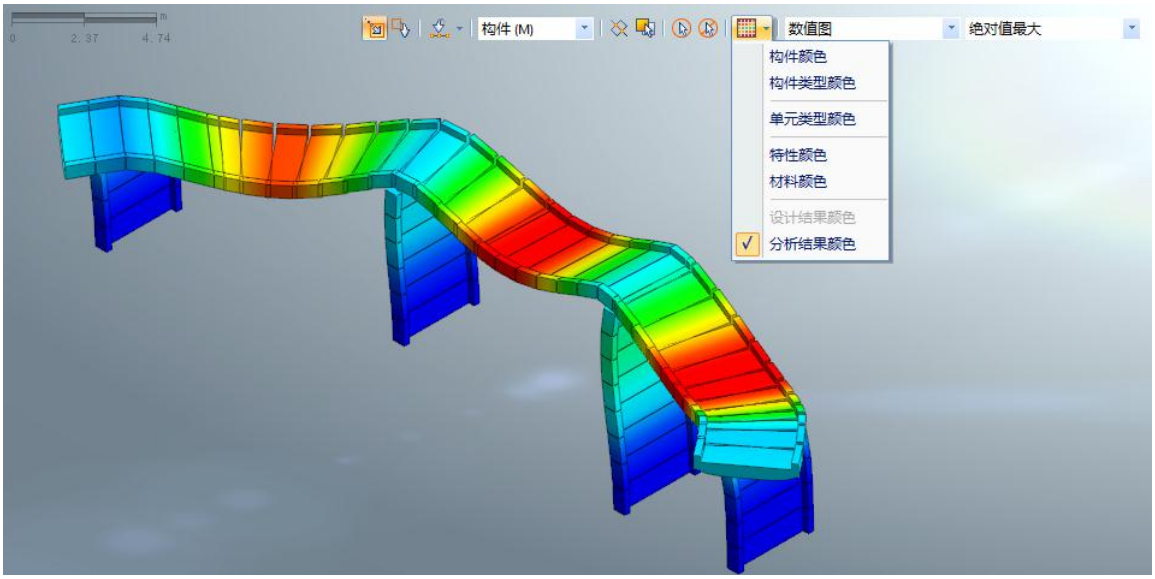
：交叉选择功能，可实现类似 AutoCAD 中自右下至左上方向的框选

：多重模型重叠时，只选取最顶层截面（截面必须相等）

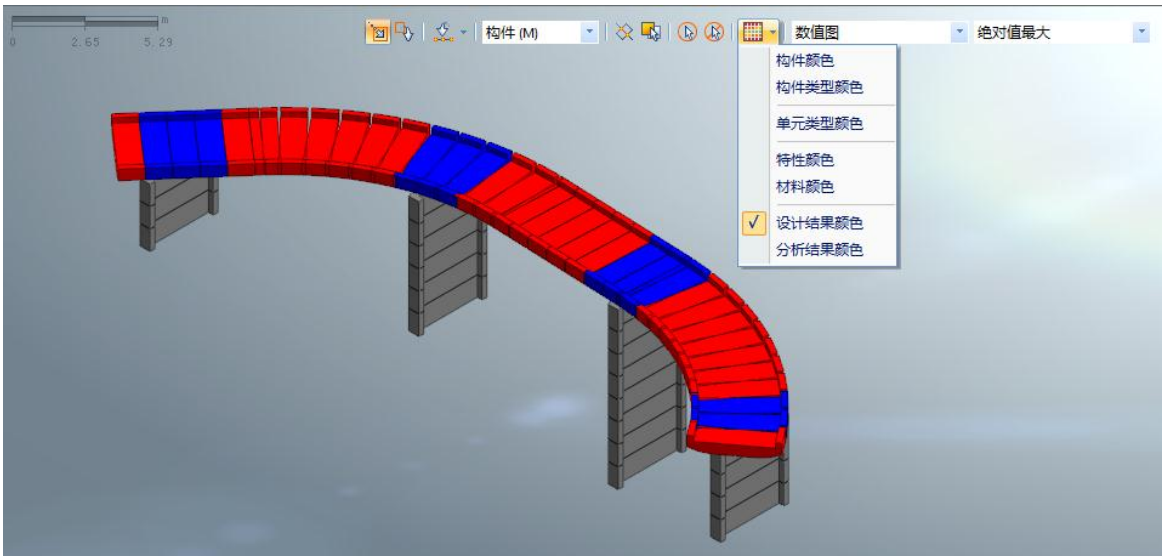
：选择全部

：取消选择全部

：“改变颜色模式”是 Civil Designer 一个非常重要的功能，与 midas Civil 中分为前后处理的模式不同，Civil Designer 利用“改变颜色模式”来查看分析/设计结果。



（a）选择“改变颜色模式”中的“分析结果颜色”。



（b）运行设计以后，“设计结果颜色”被激活，选择此项可查看设计验算的结果。

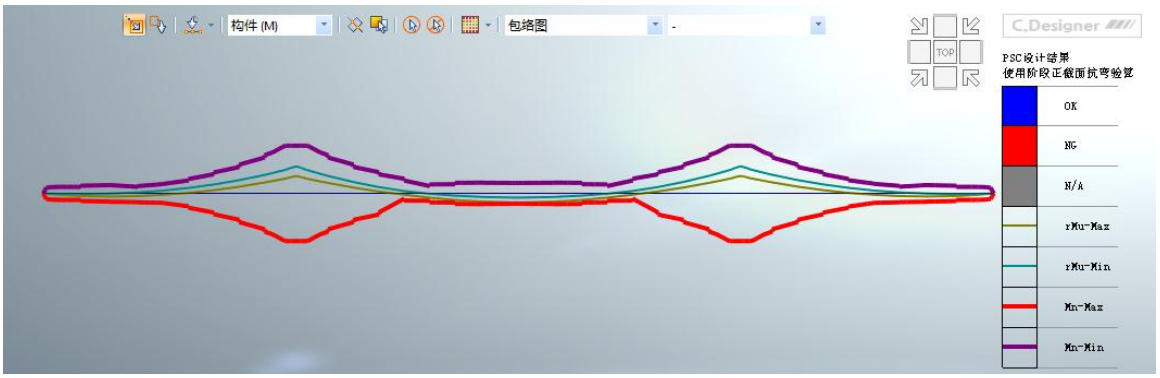
（c）除查看分析/设计结果外，Civil Designer 可按构件、构件类型、单元类型、截面特性、材料等 5 种方法方便地显示模型中相关构件颜色。

数值图 ：设计结果显示模式

Civil Designer 利用“设计结果显示模式”来查看设计结果分项图形结果或者包络图形结果；

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rMu (kN.m)	Mn (kN.m)	受压区高度验算结果	x (m)	ξb*h0 (m)
构件 - 1	0.000	Max	cLCB4	My-Max	OK	31.8998	-29.4060	938.0444	OK	0.2200	0.2436
构件 - 1	0.000	Min	cLCB2	My-Min	OK	21.7083	-43.2113	938.0444	OK	0.2200	0.2436
构件 - 1	1.000	Max	cLCB1	My-Max	NG	99999.0000	0.0000	1072.0508	NG	0.6300	0.3584
构件 - 1	1.000	Min	cLCB1	My-Min	NG	99999.0000	0.0000	1072.0508	NG	0.6300	0.3584
构件 - 2	0.000	Max	cLCB4	My-Max	OK	7.8950	-118.8151	938.0444	OK	0.2200	0.2436

（a）选择“设计结果显示模式”中的“数值图”，用来显示设计结果表格中的分项图形结果；与“设计结果显示内容”配合使用；



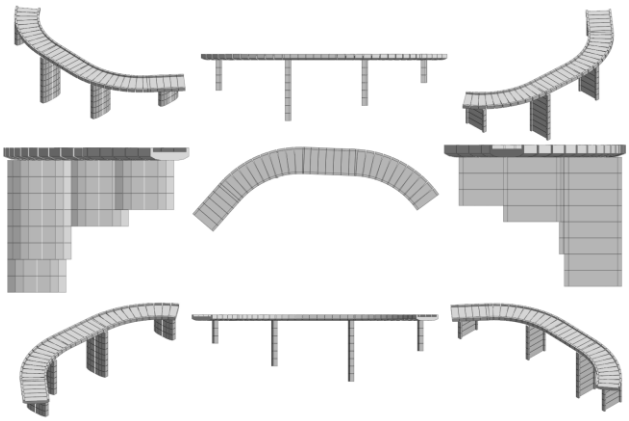
（b）选择“设计结果显示模式”中的“包络图”，用来显示设计结果包络图形结果；与“设计结果显示内容”配合使用；

绝对值最大 ：设计结果显示内容

与“设计结果显示模式”配合使用，显示不同的数值图形结果或者包络图形结果。

✓ **视点工具**

提供点击视点工具方便查看上、下、左、右、左上、右上、左下、右下、顶部等 9 个方向的视点。



02. 模型

Civil Designer 作为一款桥梁结构通用的分析和设计软件，可以对从 Civil 中导入的模型文件进行分析和设计。

2.1 文件

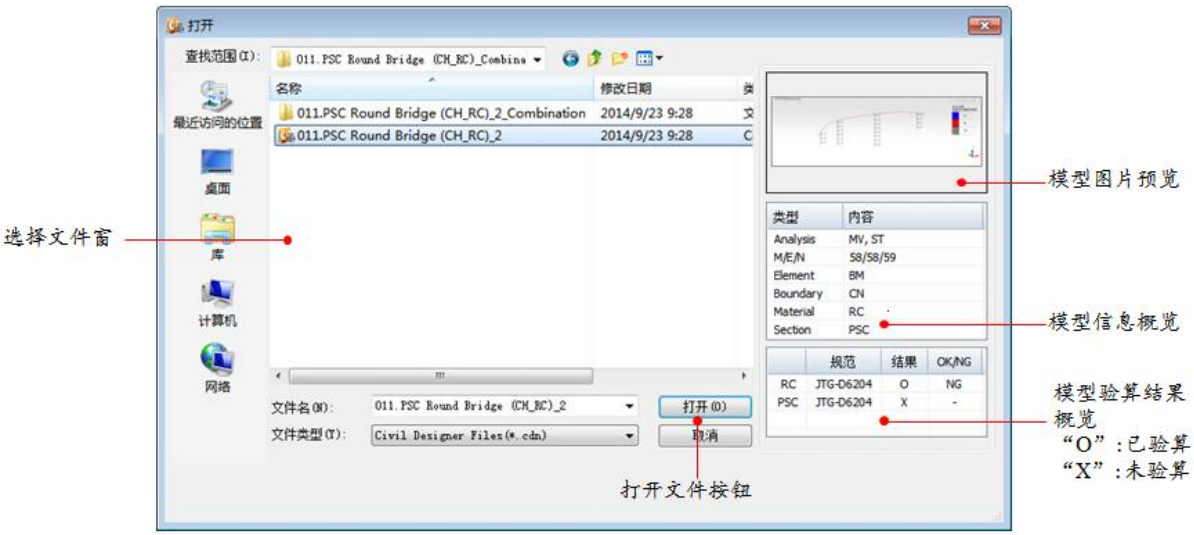
2.1.1 打开

（a）启动 Civil Designer，单击：模型>打开

；

（b）弹出相应对话窗（如下图），在对话窗中选择用户所需模型文件；

（c）点击相应.Civil Designer 格式文件后，点击 打开(O) 按钮。



✓ **选择文件窗**

选择打开的 Civil Designer 模型。

✓ **模型图片预览**

在选择文件窗中选好 Civil Designer 文件后，此处自动预览 Civil Designer 模型。

✓ **模型信息预览**

显示设计模型的分析、单元、边界、材料、截面等参数类型，同时显示模型中的构件/单元/节点数目。

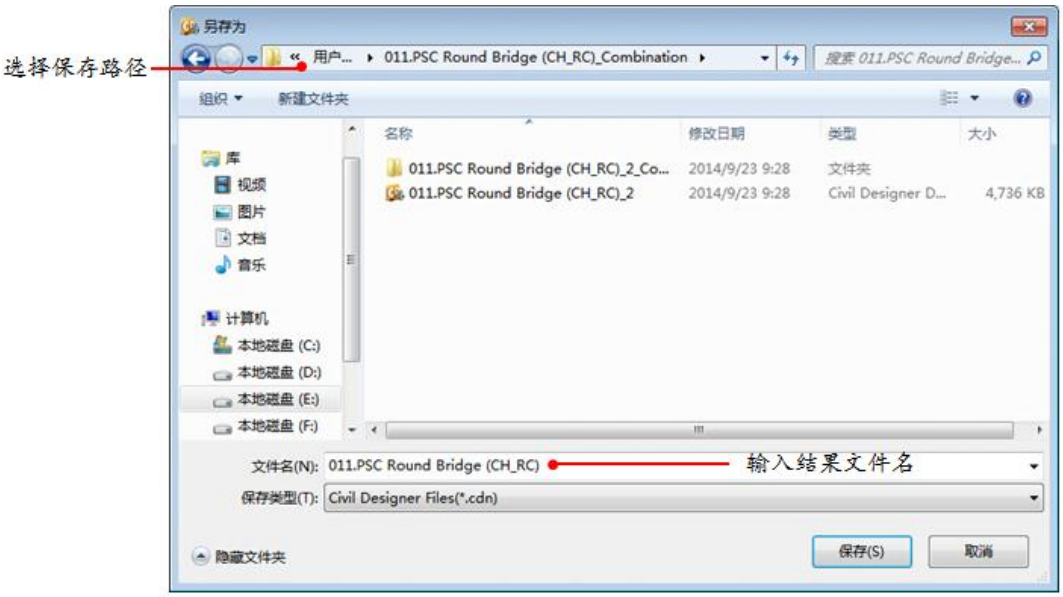
✓ **模型验算结果预览**

显示模型的设计验算状态：“X”为未验算；“O”为验算完成。

2.1.2 保存

单击：模型>保存

。

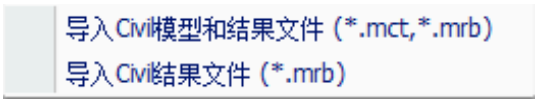


2.1.3 导入 Civil 文件

（a）在“模型”选项卡中单击

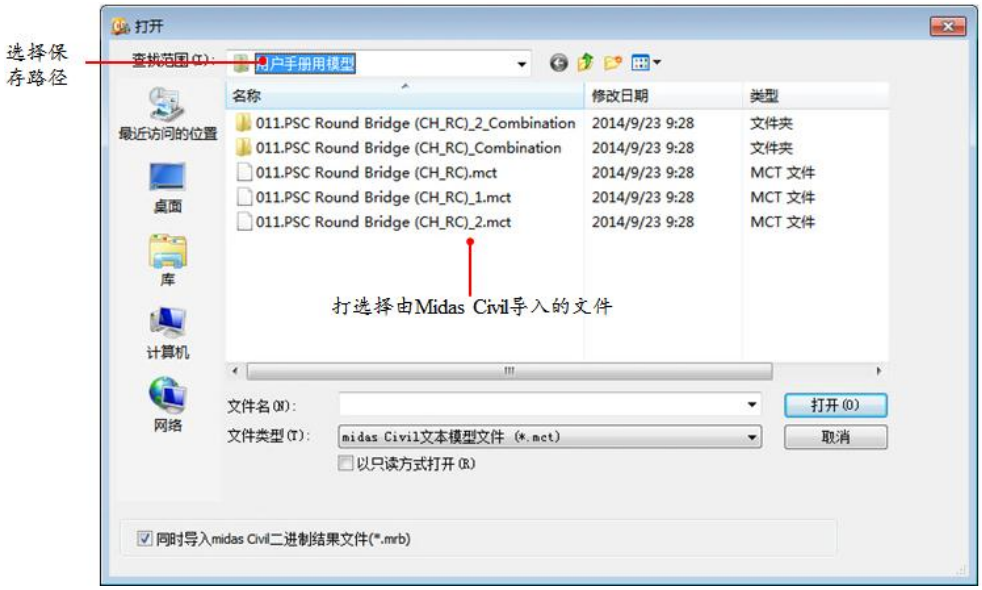
；

（b）选中导入 Civil 模型文件（*.mct）或者结果文件（*.mrb）；

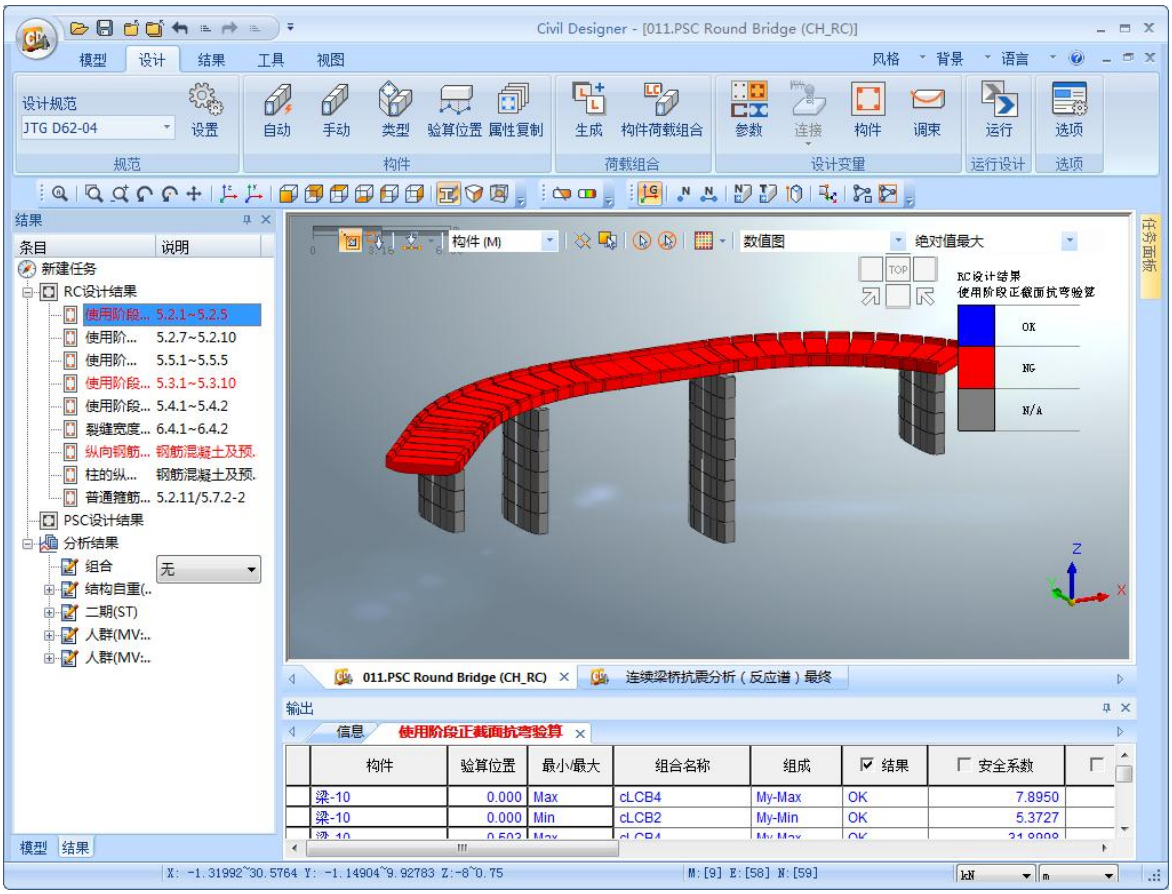


（c）弹出选择模型对话窗后,选择相应“.mct 文件”（参见下图）：

如果用户选择的为“导入 Civil 模型和结果文件（*.mct，*.mrb）”，用户打开*.mct 文件的同时，自动打开对应的*.mrb 文件。

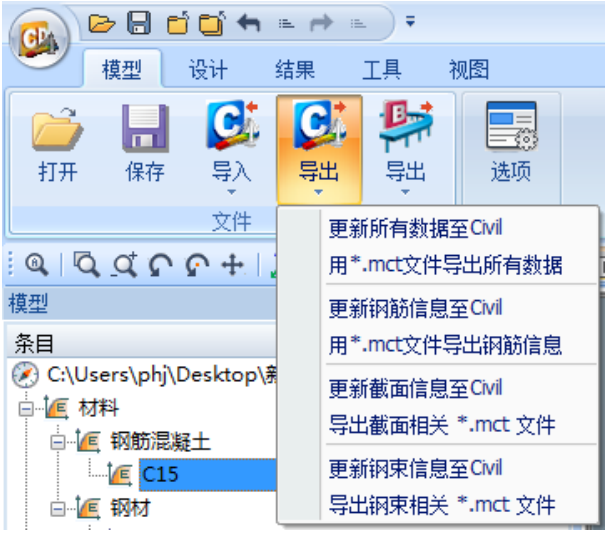


（d）界面中确认其分析结果模型。



2.1.4 导出到 Civil

设计验算完成后，用户可能会对原有计算模型的信息如截面、钢束、钢筋等做出调整，为了准确反映模型变化对验算结果的影响，Civil Designer 提供了方便的模型导出功能。用户可以轻松实现模型更新到 midas Civil 中的操作，如下图所示：



- ✓ 更新所有数据至 Civil：将所有钢筋、截面、及钢束的信息更新到 Civil 模型中。
- ✓ 用*.mct 文件导出所有数据：生成包含更新后数据的.mct 文件的形式，用户可以手动对 Civil 模型更新。
- ✓ 更新钢筋、截面、钢束数据至 Civil：选择将钢筋、截面或钢束的信息更新到 Civil 模型中。

2.1.5 Civil 导出到 Civil Designer

Civil 对更新模型进行分析后，可将模型再次导入 Civil Designer 做重新设计。

一键导出重分析的 midas Civil 模型至 Civil Designer，如图：

或者导出 midas Civil 分析模型或结果至.mct 及.mrb 文件。

2.1.6 导出钢束到 SmartBDS

Civil Designer 为了方便将采用“SmartBDS 调束”功能调整的钢束出图，提供了方便的钢束导出到 SmartBDS 功能。用户可以轻松实现钢束更新到 SmartBDS 中的操作，如下图所示：

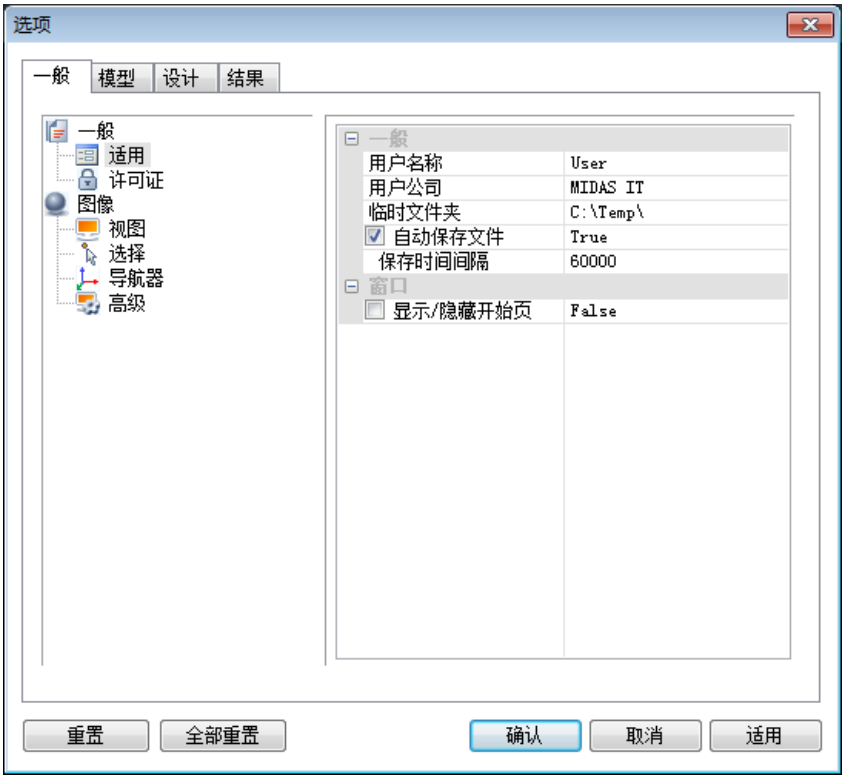
- ✓ 更新钢束信息至 SmartBDS：将钢束信息一键更新到 SmartBDS 模型中。
- ✓ 导出钢束相关*.gs 文件：生成调整后钢束数据的.gs 文件，用户可以手动对 SmartBDS 模型更新。

2.2 选项

Civil Designer 的每个主选项有选项菜单，用户可通过任意选项菜单对其内容进行调整。

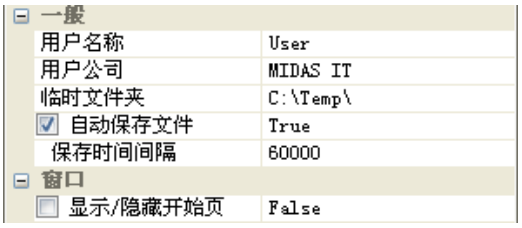
Civil Designer 的选项功能中包括一般、模型、设计、结果等 4 种选项设置功能。

2.2.1 一般



✓ 一般

- 适用：设置用户名称、用户公司名称、临时文件夹位置、自动保存设置等。



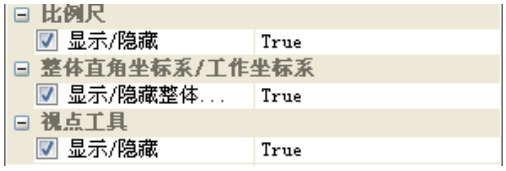
- 许可证：选择程序的许可认证方式。

✓ 图像

- 视图：设置视图控制及渲染方式。

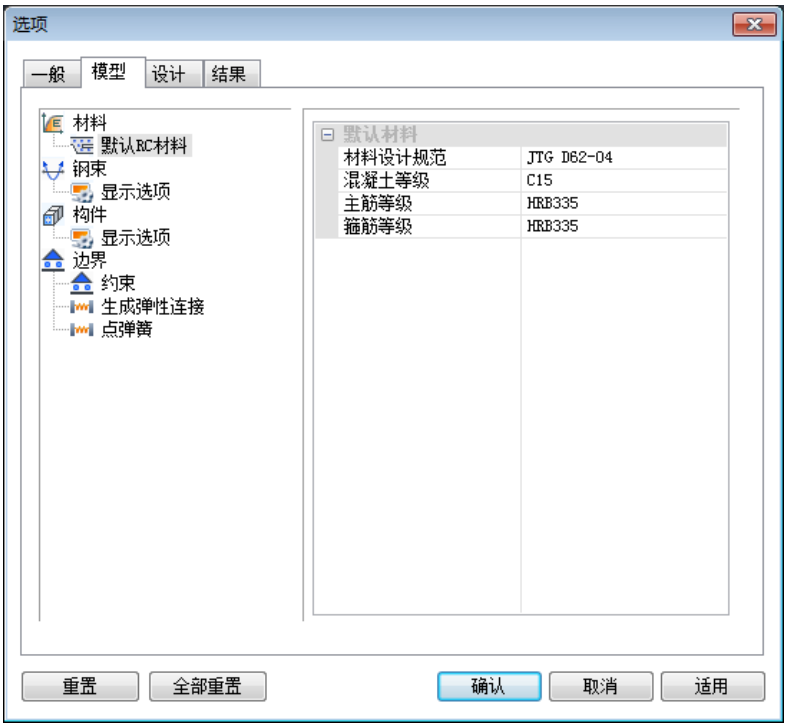
- 选择

- 导航器



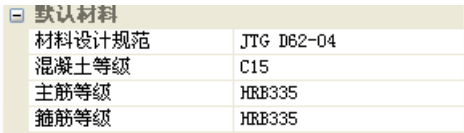
- 高级

2.2.2 模型



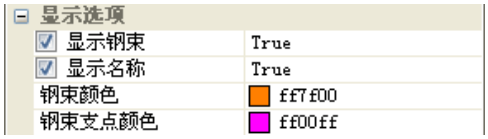
✓ **材料**

- 默认 RC 材料：设置 Civil Designer 默认采用的规范、混凝土等级、主筋等级、箍筋等级等信息。



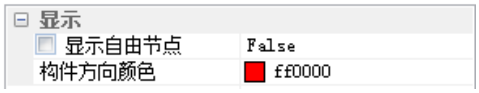
✓ **钢束**

- 显示选项：设置钢束的显示选项，包括显示钢筋、显示名称、钢束颜色、钢束支点颜色等。

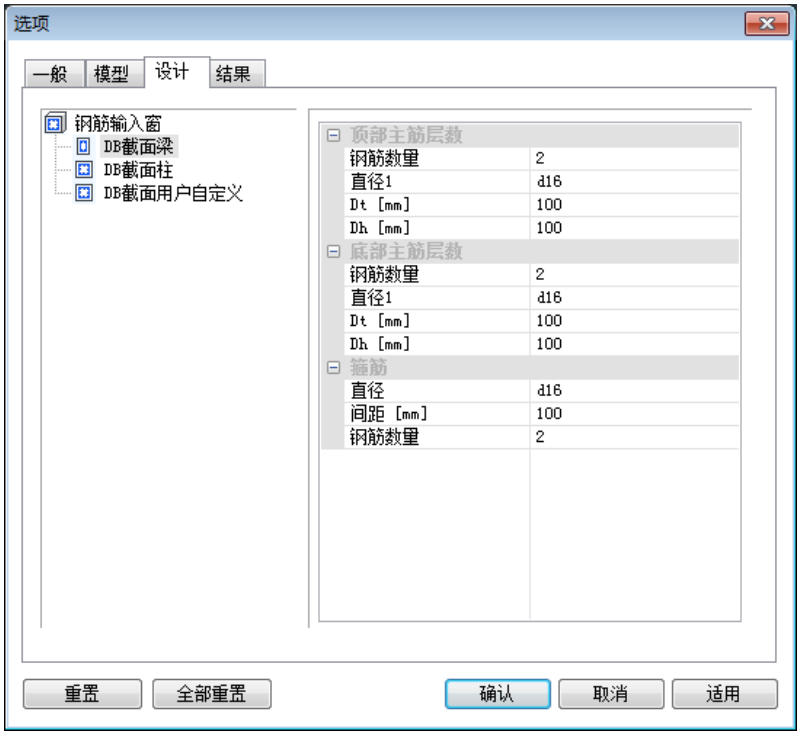


✓ **构件**

- 显示选项：设置构件的显示选项，包括显示自由节点、构件方向颜色；勾选“显示自由节点”则显示没有对应单元的节点，不勾选则不显示。



2.2.3 设计



✓ **钢筋输入窗**

- DB 截面梁：设置梁的顶部、底部主筋、箍筋、保护层厚度等信息。

- DB 截面柱：设置柱的主筋、箍筋、保护层厚度等信息。

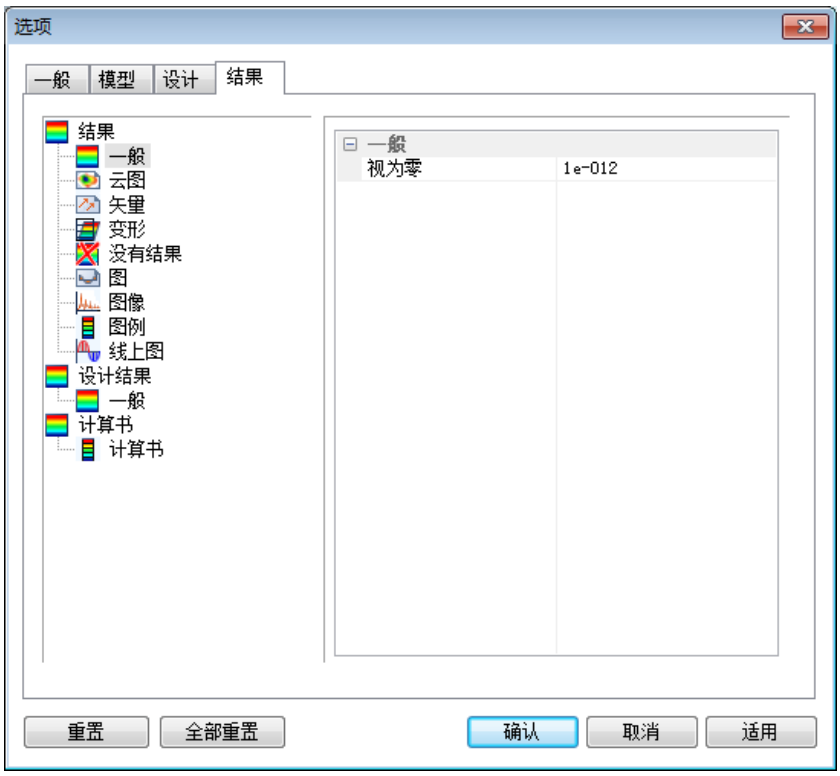
主筋位置1	
钢筋数量	2
直径1	d16
主筋位置2	
钢筋数量	0
直径1	d16
主筋位置3	
钢筋数量	2
直径1	d16
钢筋合力点至边缘的距离	
Dc [mm]	100
箍筋	
直径	d16
间距 [mm]	100
钢筋数量	2

- DB 截面用户自定义：设置用户自定义截面中“辅助线偏移”和“直接输入”2 种方法的默认值，其中包括参考点坐标、钢筋数量、间距、直径等等。

顶点	
直径	d16
线	
Ref. Y	重心
Ref.Y [mm]	0
Ref. Z	顶
Ref.Z [mm]	0
数量	0
间距 [mm]	100
直径	d16
弧	
中心矩 [mm]	0
中心矩参考	开始
☑ 两端钢筋	True
直径	d16
圆	
中心矩 [mm]	0
直径	d16
多段线	
中心矩 [mm]	0
中心矩参考	开始
☑ 两端钢筋	True
直径	d16
辅助线布筋	
数量	0
间距	100
相对位置	中心
偏移	0
直径	d16
辅助线偏移	
☐ 辅助线	False
显示钢束	
☑ 显示钢束	True
☑ 显示管道孔	True

2.2.4 结果

在结果选项中可以对分析结果、设计结果及计算书中的参数默认值进行设置。



✓ **设计结果**

- 一般：

一般	
安全率误差范围	1e-006
安全系数最大显示值	2
数值选项	
显示角度	0
数值显示方式	全部显示
小数点以下位数	1
构件表格结果显示	仅显示已计算构件

“安全率误差范围”，安全系数小于 1e-6 时，按 0 处理。

“安全系数最大显示值”，控制模型视图、构件、调束图形中显示安全系数的上限。

“显示角度”，控制显示“所有值”文字的角度。

“数值显示方式”，“全部显示”表示显示所有验算位置的数值，“动态显示”表示放大或缩小视图时实时调整文字显示个数，以保证文字不打架。

“小数点以下位数”控制“所有值”、“最小/最大值”保留小数点的位数。

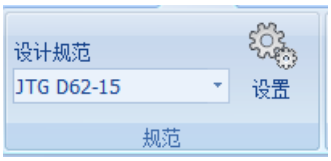
“构件表格结果显示”控制表格验算结果 “仅显示已计算构件”、“显示全部构件”。

03. 设计

在 Civil 中进行分析的模型可以导入到 Civil Designer 进行设计。在“设计”模块可以反复调整设计内容直至满足设计要求。设计模块包括规范、构件、荷载组合、设计变量、运行设计、选项 5 个部分。如下图所示。

3.1 规范

Civil Designer 的设计模块包括设计规范选择及设置两个部分，如下图所示。用户可以在此菜单栏选择设计规范，并根据选择的规范设置相应桥梁设计参数。



3.1.1 设计规范选择

Civil Designer 2014 R2 支持《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》(JTG D62-2015)、支持《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》(JTG D62-2004)、《城市桥梁设计规范》(CJJ 11-2011)、《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01-2008)、《城市桥梁抗震设计规范》(CJJ 166-2011) 四种规范，用户根据需求在对话窗中选择相应设计规范，“设计”主菜单中的内容根据用户选择的规范内容进行变化。

如果在构件类型和设计参数不同的规范之间进行切换时，程序会弹出对话窗提示用户“构件将全部清除，是否继续？”，点击“确定”后，程序将删除已经定义的构件、设计参数和所有的设计结果，用户可以在新的规范环境下重新进行定义构件和设计参数等操作；如果在构件类型和设计参数相同的规范之间进行切换，程序会弹出对话窗提示用户“设计结果将全部删除，是否继续？”，点击“确定”后，程序将保留已定义的构件和设计参数，只删除分析设计结果，用户在切换后的规范下只需重新运行设计即可。

JTG D62-2015、JTG D62-2004 和 CJJ 11-2011 构件类型和设计参数一致，JTG/T B02-01-2008 和 CJJ 166-2011 构件类型和设计参数一致。

3.1.2 规范设置

✓ **桥梁设计 JTG D62-2015、JTG D62-2004 和 CJJ 11-2011 规范设置**

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）设计“设置”按钮可以对设计参数，公路桥梁安全等级，构件制作方法，构件类型，抗裂验算环境及验算选项等内容进行设定。

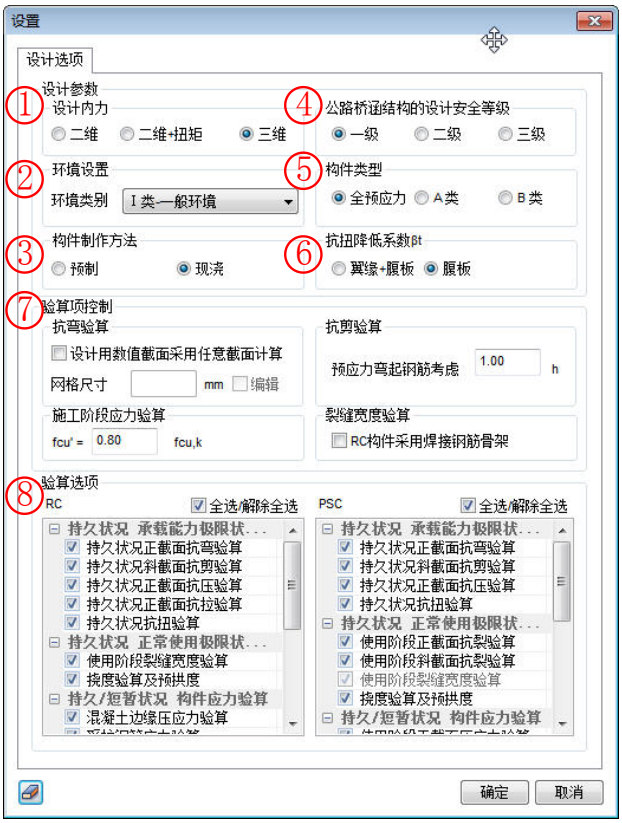


图 5 JTG D62-2004 设计选项设置对话窗

① **设计内力**

截面设计内力共分为二维、二维加扭矩、三维。

（a） 二维：按弯、剪构件进行设计，且不考虑抗扭和 Mz

（b） 二维＋扭矩：按弯、剪、扭构件进行设计，且不考虑 Mz 和 Vy

（c） 三维：按弯、剪、扭构件进行设计，且考虑 Mz（但没有考虑 Vy）

② **环境设置**

抗裂验算环境设置最大裂缝宽度限制（JTG D62-2015，条文 6.4.2）。

③ **构件制作方法**

预制、现浇。该选项将影响抗裂验算（JTG D62-2015，条文 6.3.1）

④ **公路桥梁结构的设计安全等级**（JTG D62-2015，条文 5.1.2）

（a） 一级：重要性系数取 1.1，适用于特大桥、重要大桥

（b） 二级：重要性系数取 1.0，适用于大桥、中桥、重要小桥

（c） 三级：重要性系数取 0.9，适用于小桥、涵洞

⑤ **构件类型**（JTG D62-2004，条文 6.1.2）

（a） 全预应力：即全预应力，不允许构件有拉应力和裂缝存在。

（b） A 类型：A 类部分预应力，允许构件内有拉应力，但不允许有裂缝存在。

（c） B 类型：B 类部分预应力，允许构件内有拉应力和少许裂缝存在。

⑥ **抗扭降低系数βt**

用于设置是否考虑翼缘参与抗扭承载力（JTG D62-2015，条文 5.5.4）

⑦ **验算项选项**

（a） 抗弯验算：网格法计算截面特性值，详见持久状况正截面抗弯验算。

（b） 抗剪验算：用户可自行编辑，详见持久状况正截面抗剪验算。

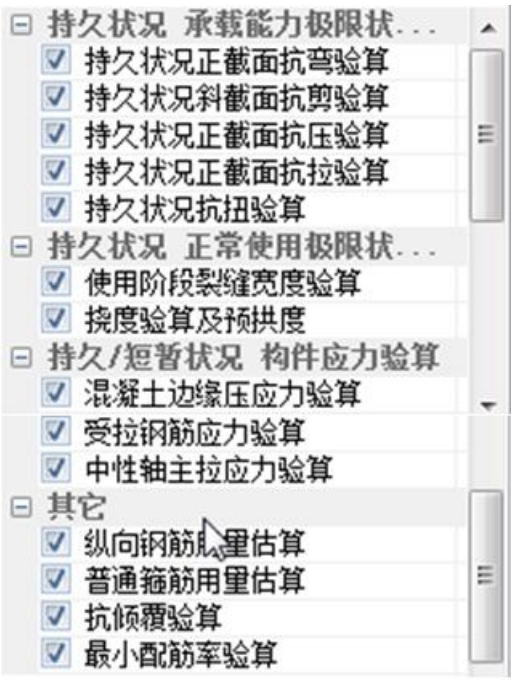
（c） 施工阶段应力验算：关于 fck’、ftk’取值（JTG D62-2015，条文 7.2.3）

（d） 裂缝宽度验算：当用户勾选时，在进行裂缝宽度计算时（JTG D62-2015，条文 6.4.3-1）中的 d 或 de 应乘以 1.3 系数

⑧ **验算选项**

选择要输出的设计结果，勾选则输出设计结果，不勾选不输出。RC/PSC 设计选项按照设计规范的要求分类为持久状况承载能力极限状态、持久状况正常使用极限状态、持久/短暂状况构件应力等验算。

（a）RC 验算选项



持久状况承载能力极限状态验算：

1. 持久状况正截面抗弯验算（规范 5.2.1 - 5.2.8 条）
2. 持久状况斜截面抗剪验算（规范 5.2.7 - 5.2.10 条）
3. 持久状况正截面抗压验算（规范 5.3.1 - 5.5.9 条）
4. 持久状况正截面抗拉验算（规范 5.4.1 - 5.4.4 条）
5. 持久状况抗扭验算（规范 5.5.1 - 5.5.5 条）

持久状况正常使用极限状态验算：

6. 使用阶段裂缝宽度验算（规范 6.4.1 - 6.4.8 条）
7. 挠度验算及预拱度（规范 6.5.2 - 6.5.6 条）

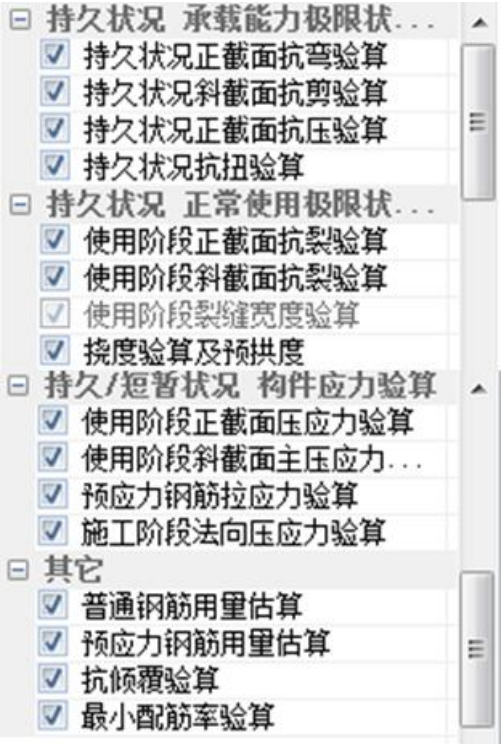
持久/短暂状况构件应力验算：

8. 混凝土边缘压应力验算（规范 7.2.4-1 条）
9. 中性轴主拉应力验算（规范 7.2.5 条）

其他：

10. 纵向钢筋用量估算（钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理(张树仁))
11. 普通箍筋用量验算（规范 5.1.15/5.7.2-2 条）
12. 抗倾覆验算
13. 最小配筋率验算（规范 9.1.12 条）

（b）PSC 验算选项



持久状况承载能力极限状态验算：

1. 持久状况正截面抗弯验算（规范 5.2.2 - 5.2.8 条）
2. 持久状况斜截面抗剪验算（规范 5.2.10 - 5.2.14 条）
3. 持久状况正截面抗压验算（规范 5.3.1 - 5.3.11 条）
4. 持久状况抗扭验算（规范 5.5.1 - 5.5.5 条）

持久状况正常使用极限状态验算：

5. 使用阶段正截面抗裂验算（规范 6.3.1 - 6.3.2 条）
6. 使用阶段斜截面抗裂验算（规范 6.3.1 - 6.3.2 条）
7. 使用阶段裂缝宽度验算（规范 6.4.1 - 6.4.8 条）
8. 挠度验算及预拱度（规范 6.5.2 - 6.5.5 条）

持久/短暂状况构件应力验算：

9. 使用阶段正截面压应力验算（规范 7.1.5 条）
10. 使用阶段斜截面主压应力验算（规范 7.1.6 条）
11. 受拉区钢筋的拉应力验算（规范 6.1.3、7.1.5 条）
12. 使用阶段法向压应力验算（规范 7.2.7 - 7.2.8 条）

其他：

13. 普通钢筋量估算
14. 预应力钢筋量估算

15. 抗倾覆验算

16. 最小配筋率验算（规范 9.1.12 - 9.1.13 条）

《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）设计“设置”按钮可以对设计参数，公路桥梁安全等级，构件制作方法，构件类型，抗裂验算环境及验算选项等内容进行设定。

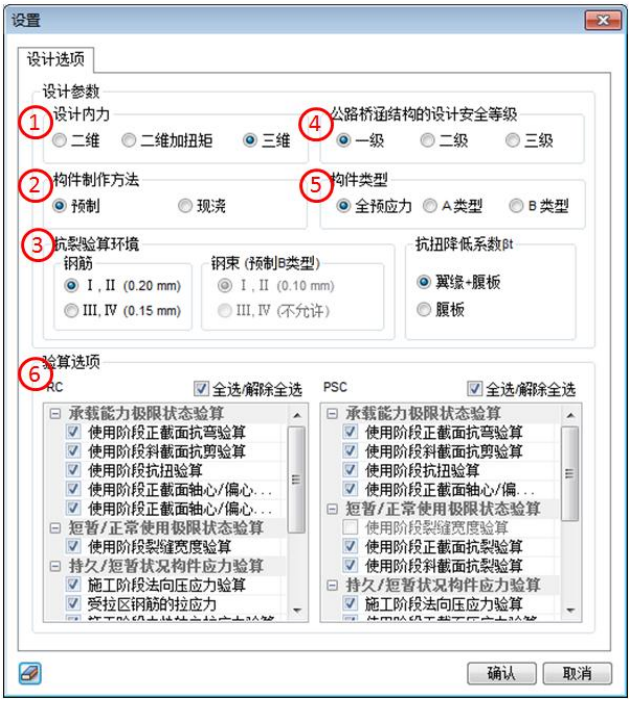


图 6　JTG D62-2004 设计选项设置对话窗

⑨ **设计内力**

截面设计内力共分为二维、二维加扭矩、三维。

（d） 二维：按弯、剪构件进行设计，且不考虑抗扭和 Mz

（e） 二维＋扭矩：按弯、剪、扭构件进行设计，且不考虑 Mz 和 Vy

（f） 三维：按弯、剪、扭构件进行设计，且考虑 Mz（但没有考虑 Vy）

⑩ **构件制作方法**

预制、现浇。该选项将影响抗裂验算（JTG D62-2004，条文 6.3.1）。

⑪ **抗裂验算环境**

抗裂验算环境设置最大裂缝宽度限制（JTG D62-2004，条文 6.4.2）

⑫ **公路桥梁结构的设计安全等级**（JTG D62-2004，条文 5.1.2、5.1.5）

（d） 一级：重要性系数取 1.1，适用于特大桥、重要大桥

（e） 二级：重要性系数取 1.0，适用于大桥、中桥、重要小桥

（f） 三级：重要性系数取 0.9，适用于小桥、涵洞

⑬ **构件类型**（JTG D62-2004，条文 6.1.2）

（e） 全预应力：即全预应力，不允许构件有拉应力和裂缝存在。

（f）A 类型：A 类部分预应力，允许构件内有拉应力，但不允许有裂缝存在。

（g） B 类型：B 类部分预应力，允许构件内有拉应力和少许裂缝存在。

⑭ **验算选项**

选择要输出的设计结果，勾选则输出设计结果，不勾选不输出。RC/PSC 设计选项按照设计规范的要求分类为承载能力极限状态、短暂/正常使用极限状态、持久/短暂状况构件应力等验算。

（a）RC 验算选项

承载能力极限状态验算：

1. 使用阶段正截面抗弯验算（规范 5.2.1 - 5.2.5 条）
2. 使用阶段斜截面抗剪验算（规范 5.2.7 - 5.2.10 条）
3. 使用阶段抗扭验算（规范 5.5.1 - 5.5.5 条）
4. 使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载能力验算（规范 5.3.1 - 5.3.10 条）
5. 使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载能力验算（规范 5.4.1 - 5.4.2 条）

短暂/正常使用极限状态验算：

6. 使用阶段裂缝宽度验算（规范 6.4.1 - 6.4.2 条）

持久/短暂状况构件应力验算：

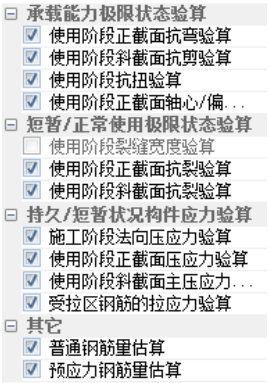
7. 施工阶段法向压应力验算（规范 7.2.4 条）
8. 受拉区钢筋的拉应力（规范 7.2.4 条）
9. 施工阶段中性轴主拉应力验算（规范 7.2.5 条）

其他：

10. 纵向钢筋用量估算

11. 普通箍筋用量验算

（b）PSC 验算选项



承载能力极限状态验算：

17. 使用阶段正截面抗弯验算（规范 5.2.1 - 5.2.5 条）

18. 使用阶段斜截面抗剪验算（规范 5.2.7 - 5.2.10 条）

19. 使用阶段抗扭验算（规范 5.5.1 - 5.5.5 条）

20. 使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载能力验算（规范 5.3.1 - 5.3.10 条）

短暂/正常使用极限状态验算：

21. 使用阶段裂缝宽度验算（规范 6.4.1 - 6.4.2 条）

22. 使用阶段正截面抗裂验算（规范 6.3.1 - 6.3.2 条）

23. 使用阶段斜截面抗裂验算（规范 6.3.1 - 6.3.2 条）

持久/短暂状况构件应力验算：

24. 施工阶段法向压应力验算（规范 7.2.7 - 7.2.8 条）

25. 使用阶段正截面压应力验算（规范 7.1.5 条）

26. 使用阶段斜截面主压应力验算（规范 7.1.6 条）

27. 受拉区钢筋的拉应力验算（规范 6.1.3、7.1.5 条）

其他：

28. 普通钢筋量估算

29. 预应力钢筋量估算

《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）比《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）规范设置对话框增加“□是否存在特种荷载”选项。

当不勾选“□是否存在特种荷载”时，CJJ 11-2011 的规范设置项与 JTG D62-2004 完全相同，如下图（a）所示。勾选“□是否存在特种荷载”时，CJJ 11-2011 的设计选项设置如下图（b）所示。

（a） 不勾选“是否存在特种荷载”

（b） 勾选“是否存在特种荷载”

图 7　CJJ 11-2011 规范下的“设计”设置对话窗

① **特种荷载所占比例：**0~45%，45%~60%，60%~100%三个级别，特种荷载的比例将影响荷载组合以及荷载组合的分项系数。

② **抗裂验算环境：**钢筋在Ⅰ、Ⅱ类抗裂验算环境下，裂缝宽度限值调整为 0.25mm；钢束（预制 B 类型）在Ⅰ、Ⅱ类抗裂验算环境下，裂缝宽度限值调整为 0.15mm。

✓ **桥梁抗震设计 JTG/T B02-01-2008 和 CJJ 166-2011 规范设置**

《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）设计设置中可以对桥梁抗震设防类别、地震作用、桥梁抗震验算内容进行设置。如图所示：

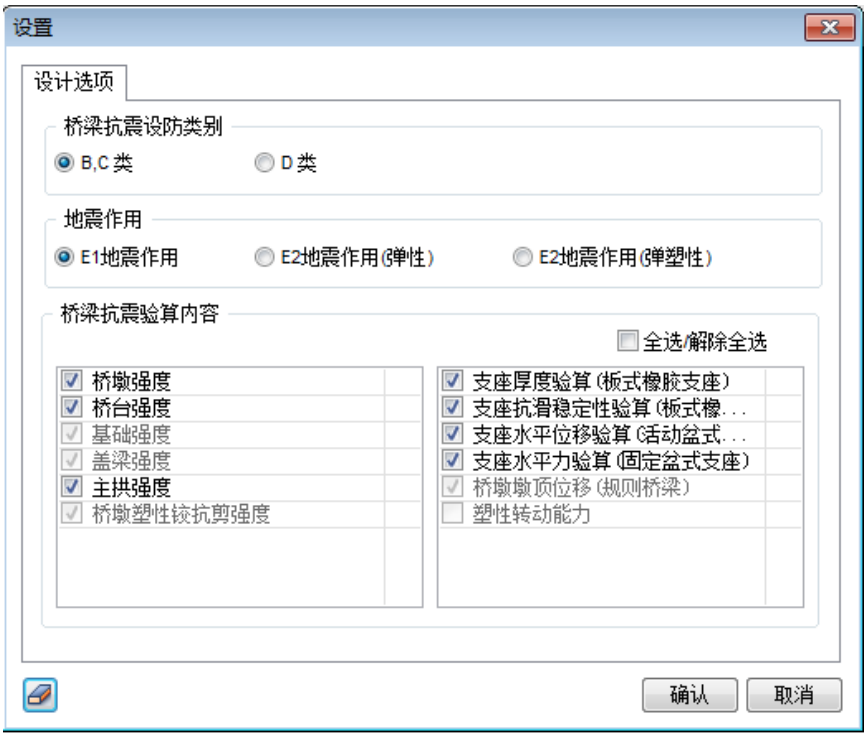


图 8　JTG/T B02-01-2008 规范下设计选项设置对话窗

① **桥梁抗震设防类别：**B、C 类和 D 类。

② **地震作用：**E1 地震作用、E2 地震作用（弹性）、E2 地震作用（弹塑性）。根据 JTG/T B02-01-2008 规范 3.1.3 条款，B、C 类桥梁必须进行 E1 地震作用和 E2 地震作用下的抗震设计。D 类桥梁只进行 E1 地震作用下的抗震设计。

③ **桥梁抗震验算内容：**选择要输出的设计结果，勾选则输出设计结果，不勾选不输出。具体内容参考 Part 2 分析设计原理部分。

1. 桥墩强度
2. 桥台强度
3. 基础强度
4. 盖梁强度
5. 主拱强度
6. 桥墩塑性铰抗剪强度
7. 支座厚度验算（板式橡胶支座）
8. 支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座）
9. 支座水平位移验算（活动盆式支座）
10. 支座水平力验算（固定盆式支座）
11. 桥墩墩顶位移（规则桥梁）

12. 塑性转动能力：始终暗显，此功能暂时不开放；

《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166-2011）的规范设置与 JTG/T B02-01-2008 规范相比，除了方框中标示出的抗震设防类别与 JTG/T B02-01-2008 规范不同外，其余设计选项完全相同。如图所示：

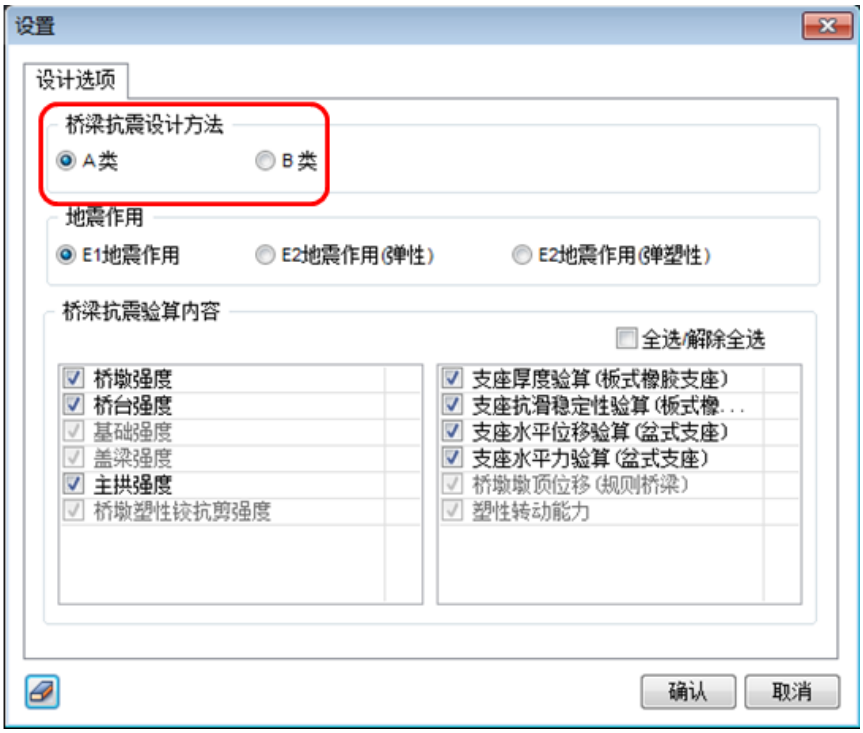


图 9 CJJ 166-2011 规范下设计选项设置对话窗

桥梁抗震设防类别：A 类和 B 类。

根据 CJJ 166-2011 规范 3.3.2 条款，A 类须进行 E1、E2 地震作用下的抗震分析和验算，B 类须进行 E1 地震作用下的抗震分析和验算。

3.2 构件

Civil Designer 以构件为单位，可实现任意验算位置处设计验算。因此，运行设计之前用户须先定义构件。若用户未定义构件直接运行设计，程序默认按模型中每个 midas Civil 模型单元为一个构件进行验算设计。

Civil Designer 可实现手动定义构件、自动定义构件、修改已定义的构件类型，定义构件的验算位置和构件之间的属性复制功能，如图所示。

定义构件需要注意所选单元必须相连，单元截面形状，单元类型，单元方向，单元材料都要相同等，才能成功定义构件。

3.2.1 跨度定义

选择规范 JTG D62-2015 时，跨度定义按钮亮显，用户可以自定义跨度信息，跨度定义主要用于挠度验算及预拱度、抗弯验算等。

跨度定义的步骤如下：

（a）在“设计”选项卡中选择

，弹出如下对话窗；

（b）梁名称中输入要定义跨度信息的梁名称；

（c）在图形区选择所要定义的梁构件（构件被选中后，构件颜色变为绿色），“选择目标”位置将显示选中的目标数量；

（d）添加/替换将选择目标构件的单元号、单元长度等信息按照构件实际排列顺利离散到列表中；用户选择的构件位置不连续，则仅添加/替换单元号小的连续段；如果用户需要重新定义，可清空列表；

（e）点击支承单元格，有“无”、“I”、“J”三个选项，用户可自行选择其中一个；

（f）程序根据所有单元长度之合来计算跨度，用户需要自定义跨度信息，可以点击修改跨度，定义变截面梁以及钢筋信息的输入、有效宽度系数计算，都将使用用户输入的跨度信息（距梁起始端的距离）来计算。

（g）多片梁的内部方向：在计算 T 型梁截面的有效宽度系数时，区分两侧翼缘的位置。即，T 型截面的悬臂翼缘方向和内侧翼缘方向。在此，选择质心至桥梁内侧的方向即可；

（h）定义完成后直接点击“添加”按钮，将定义的梁跨度信息添加至跨度信息列表中，添加完成后还可以点击“编辑”修改定义好的梁跨度信息或者点击“删除”相应的梁跨度信息；

3.2.2 自动定义构件

自定义构件功能的原则是按照 Civil 中定义的约束条件和单元类型自动进行构件类型分类。选择规范 JTG D62-2004 和 CJJ 11-2011 时，Civil Designer 自动考虑模型约束布置位置，按照模型中单元的横向、竖向自动判断属于梁、柱或任意构件，自动定义构件的说明可参考附录 A。选择规范 JTG/T B02-01-2008 和 CJJ 166-2011 时，不能自动定义构件。

自动定义构件的步骤如下：

（a）在“模型”选项卡中选择

，弹出如下对话窗；

（b）在模型界面中选择要自动定义的单元，“选择目标”位置将显示选中的目标数量；

（c）输入要定义的构件名称；

（d）定义划分构件时的验算位置，同“3.4.3 构件”中 “构件钢筋”信息对话窗第 2 条“定义验算位置”说明；

（e）使用“重置” 功能重新选择要定义构件的目标单元；

（f）点击“适用” 适用 或“确认” 确认 完成。

3.2.3 手动定义构件

用户选择不同的规范，定义的构件类型不同，但无论选择哪种规范，手动定义构件的方法和步骤完全相同，这里以 JTG D62-2004 规范环境下手动定义构件为例，来说明如何手动定义构件。

（a）在“模型”选项卡中选择

，弹出如下对话窗：

（b）在模型界面中选择要手动定义的单元，“选择目标”位置将显示选中的目标数量；

（c）输入要定义的构件名称；

（d）根据用户需要，在“类型”下拉框中选择要定义的构件类型，JTG D62-2004 规范支持梁、柱、任意三种类型。如下图所示：

（e）定义划分构件时的验算位置；

（f）使用“重置” 功能修改已选择的目标；

（g）点击“适用” 适用 或“确认” 确认 完成。

3.2.4 构件类型修改

对 Civil Designer 中定义好的构件类型进行修改。此功能根据用户的要求和所选择的规范，修改已定义好的构件类型为另外一种用户需要的类型。以 JTG D62-2004 规范环境下修改构件类型为例。

（a）在“模型”选项卡中选择

，弹出如下图（a）对话窗；如构件类型为用户自定义界面（任意）时，弹出如下图（b）对话窗，如图所示：

（a）“梁”、“柱”构件

（b）“任意”构件

（b）在模型界面中选择要改变类型的构件，“选择目标”位置将显示选中构件的数量。

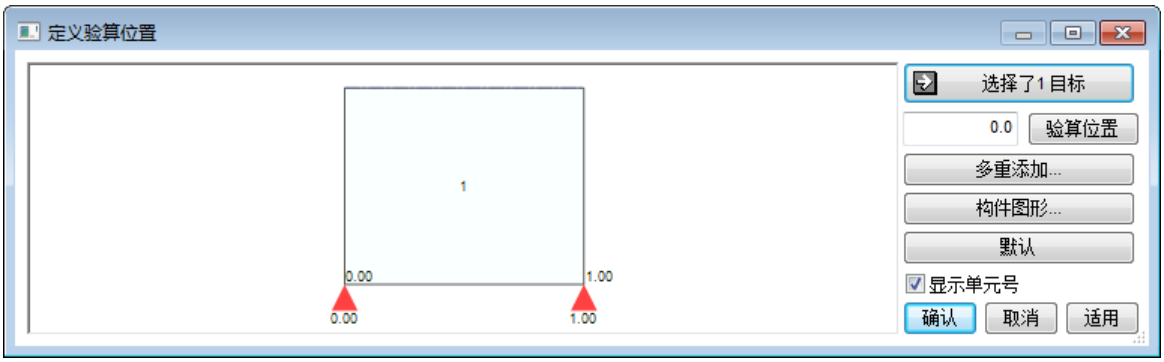
（c）用户根据需要，在“类型”下拉框中选择需要指定的构件类型，将已定义好的构件修改成用户需要的构件类型。

（d）使用“重置” 功能重新选择要定义类型的构件目标；

（e）点击“适用” 适用 或“确认” 确认 完成；

用户可以点击工作树>构件，来查看已定义构件，或者设置构件的显示/隐藏状态。

3.2.5 验算位置



定义划分构件时的验算位置，同“3.4.3 构件”中“构件钢筋”信息对话窗”第 2 条“定义验算位置”说明。

3.2.6 属性复制

复制构件的验算位置、钢筋信息、设计参数到另一个构件，原构件与目标构件可为同一模型中的构件，也可为不同模型中的构件。

3.3 荷载组合

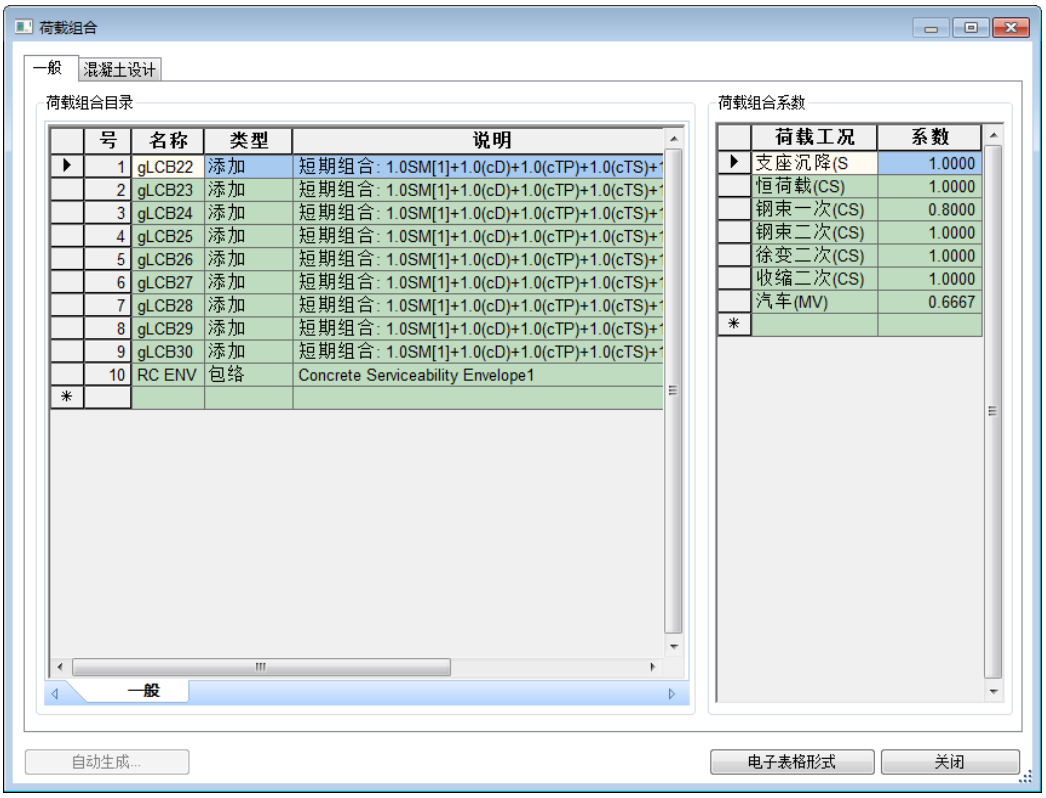
Civil Designer 的输入方法与 Civil 中的荷载组合输入方法一致。

荷载组合包括生成、构件荷载组合 2 个功能。

3.3.1 生成

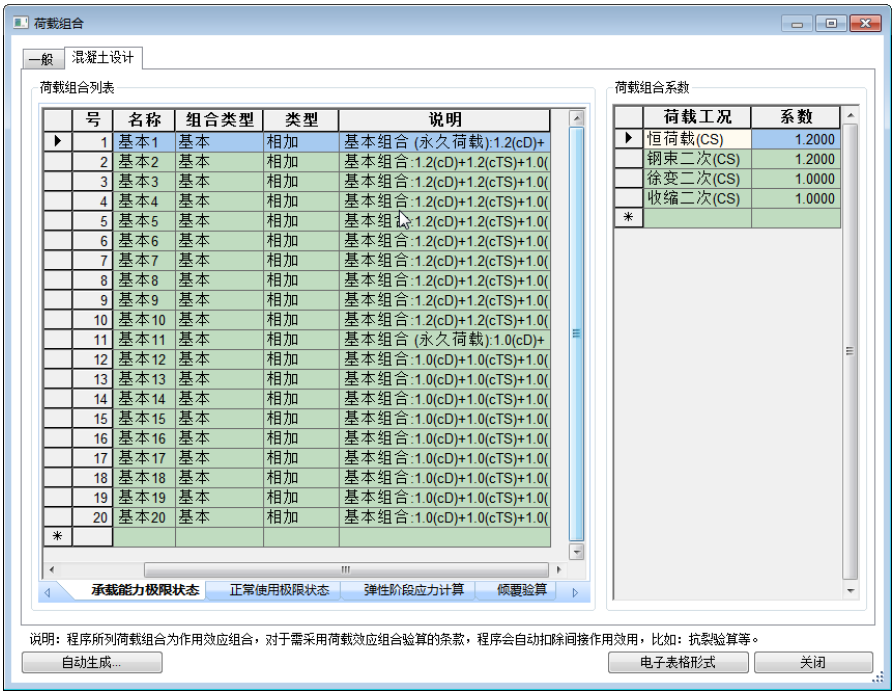
✓ **一般**

所有的荷载组合，一般用于查看分析结果。



✓ **混凝土设计**

输入混凝土结构和预应力混凝土结构验算用荷载组合。Civil Designer 中提供的设计规范为《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）、《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）、《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）和《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166-2011）。



（a）荷载组合目录

Civil Designer 根据规范进行荷载组合分类。选择 JTG D62-2015 时：

✓ 承载能力极限状态设计：

- 组合类型：基本组合、偶然组合（频遇值、准永久值）、地震组合
- 类型：相加、包络、SRSS

✓ 正常使用极限状态设计：

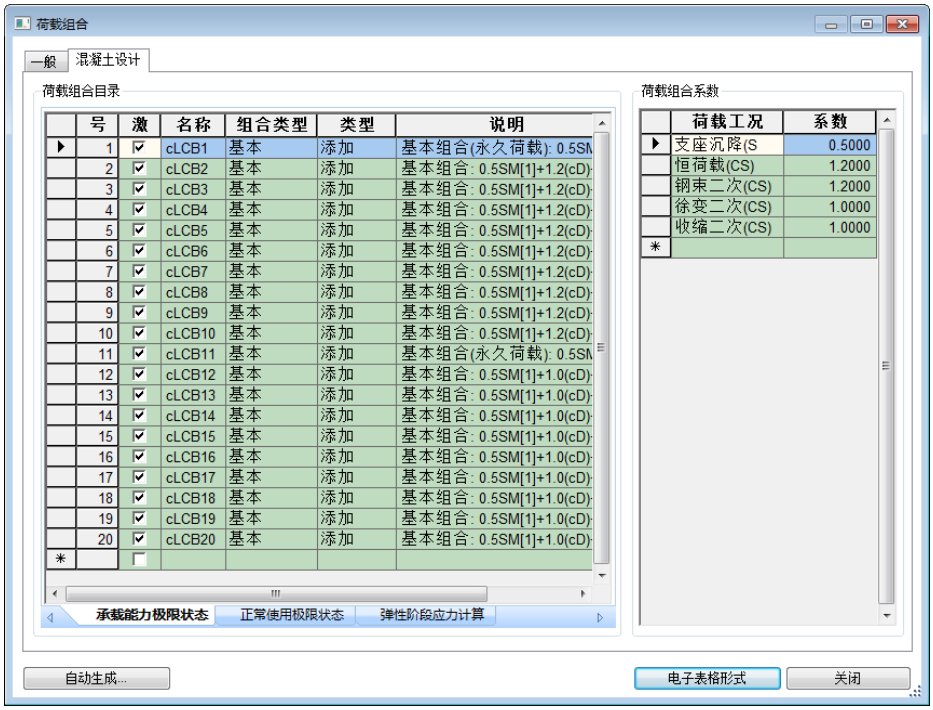
- 组合类型：频遇组合、准永久组合、挠度与预拱度组合
- 类型：相加、包络、SRSS

✓ 应力计算：

- 组合类型：标准组合
- 类型：相加、包络、SRSS

✓ 倾覆验算：

- 组合类型：基本组合、标准组合
- 类型：相加、包络、SRSS



选择 JTG D62-2004 时：

✓ 承载能力极限状态设计：

- 组合类型：基本组合、偶然组合
- 类型：相加、包络、SRSS

✓ 正常使用极限状态设计：

- 组合类型：短期、长期
- 类型：相加、包络、SRSS

✓ 弹性阶段截面应力验算：

相当于 midas Civil 正常使用状态荷载组合对话框中勾选弹性阶段“E”时的功能。在导入 midas Civil 结果文件时，程序自动生成弹性阶段截面应力验算的荷载组合。

- 组合类型：标准
- 类型：相加、包络、SRSS

选择 CJJ 11-2011 规范，且无特种荷载时，荷载组合分类与 JTG D62-2004 规范完全一致。存在特种荷载时，按持久状况正常使用极限状态验算时，荷载效应组合采用标准组合，不再使用长期、短期荷载组合类型，其余荷载组合分类同 JTG D62-2004 规范。

选择 JTG/T B02-01-2008 和 CJJ 166-2011 规范时，公路桥梁的抗震设计只考虑承载能力极限状态，考虑永久作用（包括结构重力、预应力、土压力、水压力）和地震作用（包括地震动的作用和地震土压力、水压力等），作用效应组合应包括永久作用效应与地震作用效应，组合方式应包括各种效应的最不利组合。

用户可点击工作树>荷载工况来查看荷载工况，点击工作树>荷载组合来查看或编辑构件的一般荷载组合，或激活和钝化模型中的荷载组合。

- **混凝土设计荷载组合定义**

1）号：Civil Designer 按荷载组合的输入次序自动编号

2）名称：输入荷载组合的名称

提示：在施工阶段分析后，程序会自动生成一个 Postcs 阶段以及下列荷载工况。

Postcs 阶段的模型和边界为在施工阶段分析控制对话框中定义的“最终施工阶段”的模型，荷载为该阶段上定义的荷载以及在“基本”阶段上定义的除“施工阶段荷载”类型以外的其他所有荷载

恒荷载（CS）：除预应力、收缩和徐变之外，在各施工阶段激活和钝化的所有荷载均保存在该工况下。

施工荷载（CS）：当要查看恒荷载（CS）中的某个荷载的效应时，可在施工阶段分析控制对话框中的“从施工阶段分析结果的 CS:恒荷载工况中分离出荷载工况（CS:施工荷载)”中将该工况分离出来，分离出的工况效应将保存在施工荷载（CS）工况中。

钢束一次（CS）：钢束张拉力对截面形心的内力引起的效应。

反力: 无。

位移: 钢束预应力引起的位移（预应力等效荷载在考虑支座约束的情况下引起的实际位移）。

内力: 用钢束预应力等效荷载的大小和位置计算的内力（与约束和刚度无关）。

应力: 用钢束一次内力计算的应力。

钢束二次（CS）：超静定结构引起的钢束二次效应（次内力引起的效应）。

反力: 用钢束预应力等效荷载计算的反力。

位移: 无。

内力: 因超静定引起的钢束预应力等效荷载的内力（用预应力等效节点荷载考虑约束和刚度后计算的内力减去钢束一次内力得到的内力）。

应力: 由钢束二次内力计算得到的应力。

徐变一次（CS）：引起徐变变形的内力效应。徐变一次和二次是 MIDAS 程序内部为了计算方便创造的名称。

反力: 无意义。

位移: 徐变引起的位移（使用徐变一次内力计算的位移）。

内力: 引起计算得到的徐变所需的内力（无实际意义---计算徐变一次位移用）。

应力: 使用徐变一次内力计算的应力（无实际意义）。

徐变二次（CS）：徐变变形引起的实际徐变内力效应。

反力: 徐变二次内力引起的反力。

内力: 徐变引起的实际内力。

应力: 使用徐变二次内力计算得到的应力。

收缩一次（CS）：引起收缩变形的内力效应。收缩一次和二次是 MIDAS 程序内部为了计算方便创造的名称。

反力: 无意义。

位移: 收缩引起的位移（使用收缩一次内力计算的位移）。

内力:引起计算得到的收缩所需的内力（无实际意义---计算收缩一次位移）。

应力: 使用收缩一次内力计算的应力（无实际意义）。

收缩二次（CS）：收缩变形引起的实际收缩内力效应。

反力: 收缩二次内力引起的反力。

内力: 收缩引起的实际内力。

应力: 使用收缩二次内力计算得到的应力。

合计（CS）：具有实际意义的效应的合计结果。在查看各种效应（反力、位移、内力、应力）时，在荷载工况/组合列表框中，在“合计（CS）”上面的工况均为有意义的工况效应，在“合计（CS）”下面的工况均为无意义的工况效应。

3）激活：决定在后处理模式中是否使用该荷载组合。

勾选: 在后处理模式中查看该荷载组合的结果，默认为激活。

不勾选: 在后处理模式中不查看该荷载组合的结果。但该荷载组合的效应程序内部已经计算了，当钝化组合被其他组合应用时，同样包含了被钝化组合的效应。

4）类型：指定分析结果的组合类型。

相加：各荷载工况的分析结果的线性相加。

包络：各荷载工况的分析结果中的最大值、最小值以及绝对值的最大值结果。

SRSS：反应谱分析中各方向地震荷载工况分析结果的平方和的 1/2 次方值与其他荷载工况分析结果线性相加

$L_1 + L_2 + ... + M_1 + M_2 + ... + S_1 + S_2 +...+(R_1^2 + R_2^2 +...)^{1/2} + T + LCB_1 + LCB_2 + ... + ENV_1 + ENV_2 + ...$

其中，

L：各荷载工况的分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

M：移动荷载工况的分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

S：支座沉降荷载工况的分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

R：反应谱荷载工况的动力分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

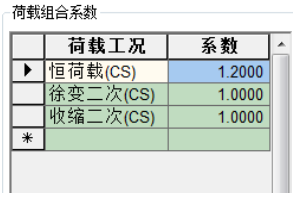
T：时程分析工况的动力分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

LCB：将荷载组合转换为荷载工况后的分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

ENV：将按包络类型组合的荷载组合转换为荷载工况后的分析结果（已经乘以荷载安全系数的结果）。

5） 描述说明：对荷载组合的简要描述。

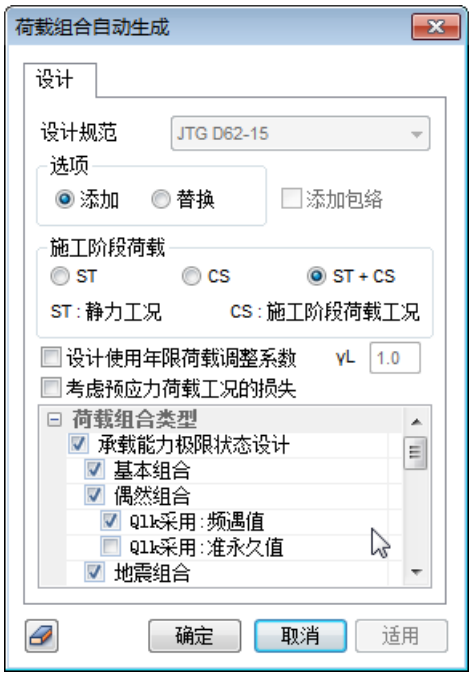
（b）荷载组合系数



荷载工况：从荷载工况列表中选择荷载工况。

系数：输入相应荷载工况的荷载分项系数。

用户可点击 自动生成... 按钮，自动生成荷载组合：



- “设计规范”位置对应于用户在主菜单>设计>规范里选择的规范。
- “选项”中，点 “添加”将在原有荷载组合列表上继续添加荷载组合，程序默认将荷载组合自动编号；点“替换”程序将替换掉原有的荷载组合列表，自动生成新的荷载组合，并重新开始编号。
- “施工阶段荷载”用户可以选择不同工况下的施工阶段荷载。

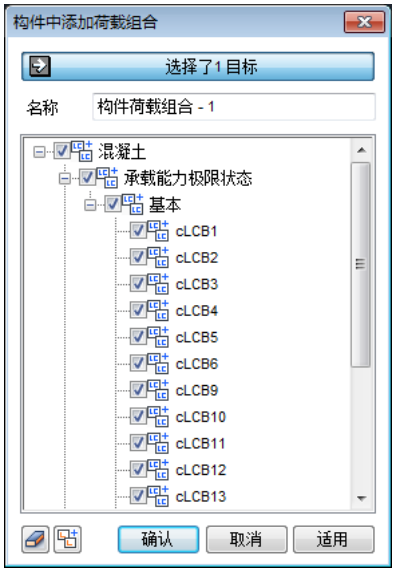
- “设计使用年限荷载调整系数”可变作用的结构设计使用年限荷载调整系数。公路桥涵结构的设计使用年限按现行《公路工程技术标准》（JTG B01）取值时，可变作用的设计使用年限荷载调整取γL=1。
- “荷载组合类型”中，程序将勾选的荷载计入荷载组合列表中，不勾选则不考虑。

3.3.2 构件荷载组合

用户可以在“构件荷载组合”按钮下查看或修改指定构件的荷载组合。步骤如下：

（a）在“设计”选项卡中选择

；



（b）在模型界面中选择要查看或者修改荷载组合的构件，“选择目标”按钮将显示选中的构件数量；

（c）输入要定义的荷载组合名称；

（d）勾选需要验算的荷载组合；

（e）点击按钮，进入“荷载组合”>“生成”对话框进行荷载组合的修改。

3.4 设计变量

Civil Desigener 中设计变量设置在“设计变量”部分都可以实现，部分操作同时可以在工作树中实现。设计变量区域包括设计参数、连接、构件、调束 4 个功能。本章

节以规范 JTG D62-2004 的设计变量为例，讲述“设计变量”部分的基本操作与说明，其余规范与 JTG D62-2004 规范不一致的地方，后文中将会单独列出加以说明。

3.4.1 参数

（a） 设计参数的设计

Civil Designer 中用到的设计参数，可以通过以下 4 种方式进行设置。

✓ **方式 1:**

（a）单击：Civil Designer 主菜单>设计>设计变量>

，弹出如下对话窗：

（b）模型窗口中选中要查看的构件，可选中一个，或同时选中多个。“选择目标”按钮将显示选中的构件数量。

（c）弹出相应构件的设计参数信息。以柱构件为例，如下图所示。这里需要特别说明的是，当同时选中多个相同类型的构件时，程序默认输入的参数同时应用于多个选中的构件。

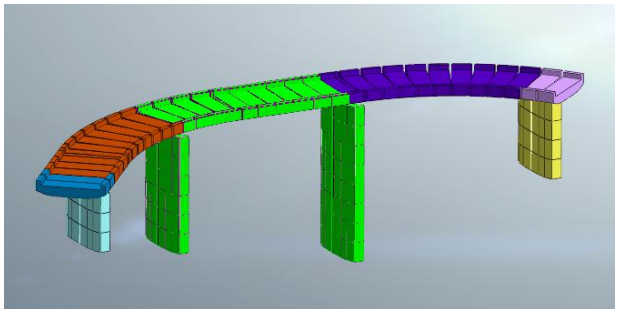


图 10　选择要设置设计参数的构件

注：为恢复为各参数默认值；

✓ **方式 2**

模型窗口中双击需要定义的构件，弹出构件钢筋对话窗，点击下图中的图标定义设计参数。

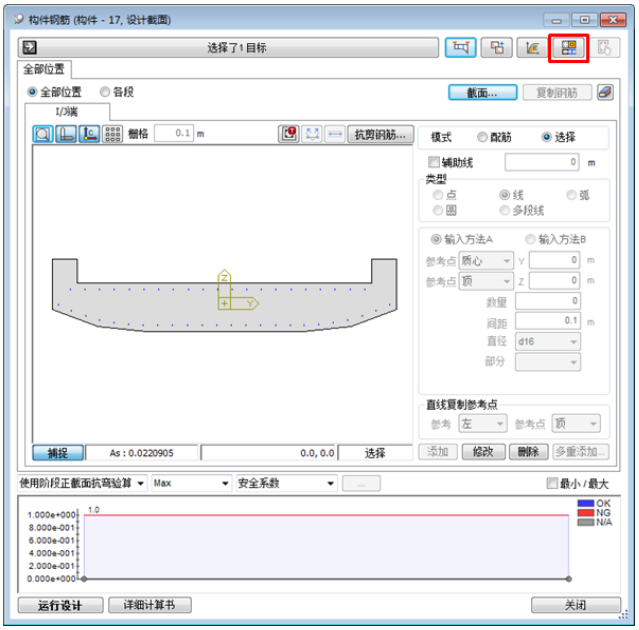
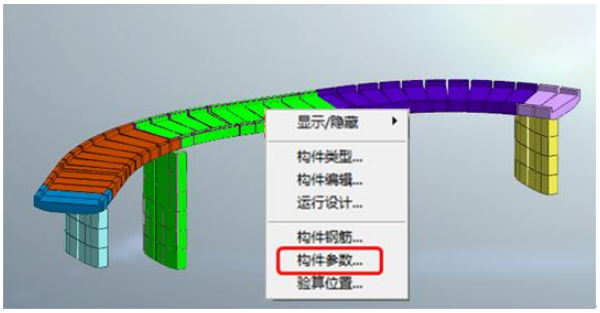


图 11　构件钢筋定义对话窗

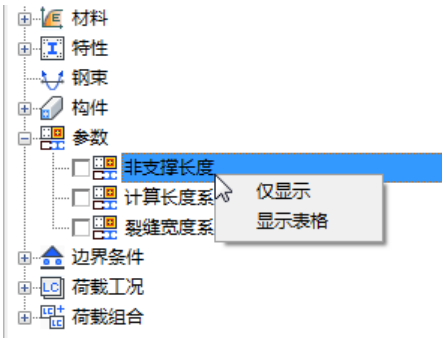
✓ **方式 3**

选中需要定义参数的构件，单击鼠标右键，在下拉菜单中选择“构件参数”。



✓ **方式 4**

展开工作树中的参数一项，点击右键（或双击）选择“显示表格”，通过表格查看/定义设计参数，见图 11。



（a） 工作树中右击选择“显示表格”

	No	类型	Ly (m)	Lz (m)
	38	柱	1.00	1.00
	39	柱	1.00	1.00
	40	柱	1.00	1.00
	41	柱	1.00	1.00
	42	柱	1.00	1.00
	43	柱	1.00	1.00
	44	柱	1.00	1.00
	45	柱	1.00	1.00
	46	柱	1.00	1.00
	47	柱	1.00	1.00
	48	柱	1.00	1.00
	49	柱	1.00	1.00
	50	柱	1.00	1.00
	51	柱	1.00	1.00
	52	柱	1.00	1.00
	53	柱	1.00	1.00
	54	柱	1.00	1.00
	55	柱	1.00	1.00
	56	柱	1.00	1.00
	57	柱	1.00	1.00
	58	柱	1.00	1.00
*				

（b） 界面中设计参数的结果表格

图 12 通过工作树或表格等方式定义钢筋

定义完成后，展开工作树中定义好的参数，可以通过勾选的方式查看模型界面中的设计参数值，如图 12 所示。

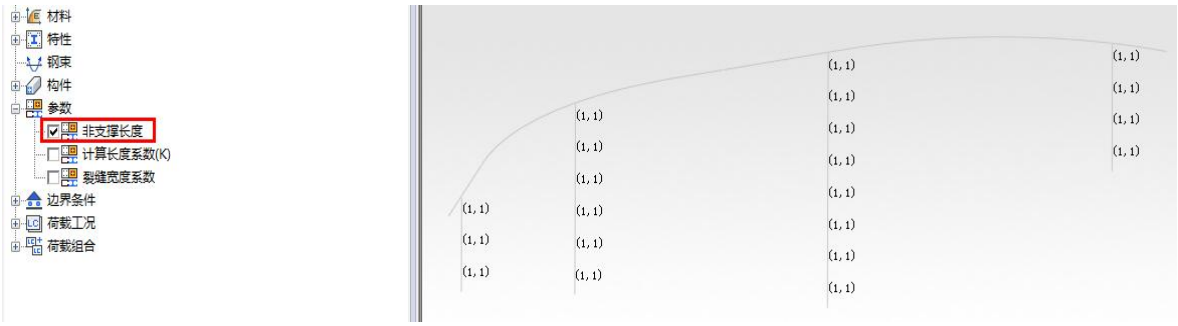


图 13　显示定义好的设计参数值

（b） 构件参数说明

Civil Designer 2014 R2 版本支持四种规范，八种构件类型，选择规范 JTG D62-2004 或 CJJ 11-2011 时，支持定义“梁”、“柱”和“任意”构件，选择规范 JTG/T B02-01-2008 和 CJJ 166-2011 时，支持定义“桥墩”、“桥台”、“基础”、“盖梁”和“主拱”构件，下面对每种构件的参数加以说明。

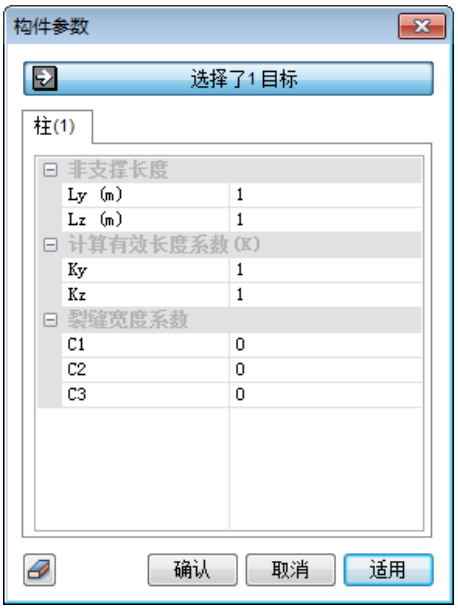
✓ **“梁”构件参数说明**

1. 裂缝宽度系数：

按 JTG D62-2004 规范 6.4.3 条款取值。

- **C1：**钢筋表面形状系数
- **C2：**作用（或荷载）长期效应影响系数
- **C3：**与构件受力性质有关的系数

✓ **“柱”构件参数说明**



1. 非支撑长度（Ly，Lz）

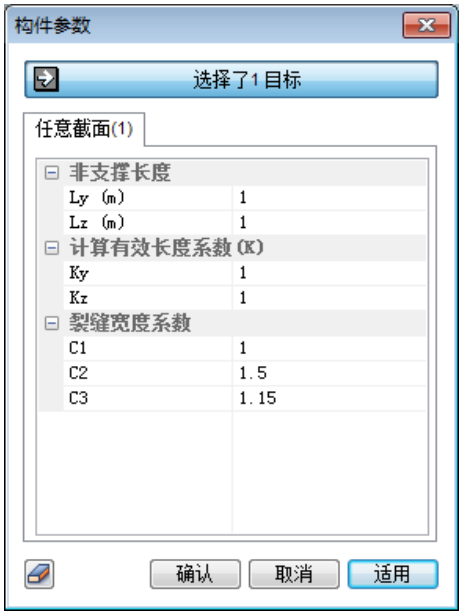
- **Ly：**强轴方向弯曲的自由长度
- **Lz：**弱轴方向弯曲的自由长度

2. 计算有效长度系数（K）

- **Ky：**关于强轴的有效屈曲长度系数
- **Kz：**关于弱轴的有效屈曲长度系数
- 裂缝宽度系数 （参考“梁”构件说明）

✓ **“任意”构件参数说明**

- 详见上述“柱”、“梁”构件参数说明



✓ **“桥墩”构件参数说明**

1. 非支撑长度
   - **Ly：**强轴方向弯曲的自由长度
   - **Lz：**弱轴方向弯曲的自由长度
2. 计算有效长度系数（K）
   - **Ky：**关于强轴的有效屈曲长度系数
   - **Kz：**关于弱轴的有效屈曲长度系数
3. 抗震参数：
   - **高度（Hn）：**一般取为墩柱的净长度，但是对于单柱墩横桥向计算时应取梁体截面形心到墩柱底截面的垂直距离。对应 JTG/T B02-01-2008 规范 6.8.2 条或 CJJ 166-2011 规范 7.3.5 条 Hn。
   - **双柱墩、排架墩：**桥墩的构造类型，桥墩的构造类型将影响墩柱塑性铰区域的判定、墩顶的位移验算和盖梁的抗弯及抗剪验算等内容。
   - **横向允许位移：**墩顶的横向允许位移。“双柱墩、排架墩”选择“是”时，此参数栏有效。“双柱墩、排架墩”横桥向的允许位移采用此参数栏值。“单柱墩”或“双柱墩、排架墩”顺桥向由程序根据 JTG/T B02-01-2008 规范 7.4.7 条或 CJJ 166-2011 规范 7.3.5 条自动计算。
   - **墩底（顶）最大轴力、墩底（顶）最小轴力：**当“双柱墩、排架墩”为“是”时，此参数栏有效。此值应根据 CJJ 166-2011 规范 6.6.4 条计算方法计算得出，用来计算“双柱墩、排架墩”横桥向墩柱塑性铰区域斜截面抗剪强度。
   - **无约束混凝土、约束混凝土、钢筋：**Civil Designer 根据用户输入的“无约束混凝土”、“约束混凝土”、“钢筋”等材料性质自动计算 M-φ 曲线，并考虑横桥向与顺桥向 M-φ 曲线的差异，用来计算 JTG/T B02-01-2008 规范 7.4.7 条或 CJJ 166-2011 规范 7.3.5 条中的φ_y值、θ_u值。

✓ **“桥台”、“主拱”构件参数说明**

同“柱”构件说明。

✓ **“基础”构件参数说明**

- **容许承载力：**地基承载力容许值，可根据《公路桥梁地基与基础设计规范》（JTG D63—2007）3.3.1~3.3.6 条规定取值。

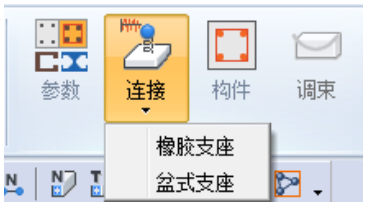
✓ **“盖梁”构件参数说明**

程序必须定义与盖梁相连“桥墩”构件，才能进行地震作用下盖梁的计算，目前盖梁仅支持矩形盖梁。盖梁悬臂部分因需要采用拉压杆计算模型，暂不支持。

- **相邻墩顶节点：**与盖梁直接相连的墩台或者刚性连接的墩台顶节点号；需要输入与盖梁相连的所有墩台顶节点，中间用“空格”分隔。
- **跨度：**盖梁的计算跨径，多跨时，需要分别输入，输入个数应该与跨数保持一致，中间用“，”分隔，根据 JTG D62-2004 规范 8.2.3 条款计算。

3.4.2 连接

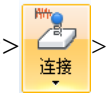
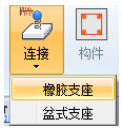
当选择规范 JTG/T B02-01-2008 或 CJJ 166-2011 时，“连接”按钮才有效，用来定义桥梁抗震验算时的支座参数。当前的 Civil Designer 版本支持“橡胶支座”和“盆式支座”的定义和编辑。



（a） 支座参数的输入方式

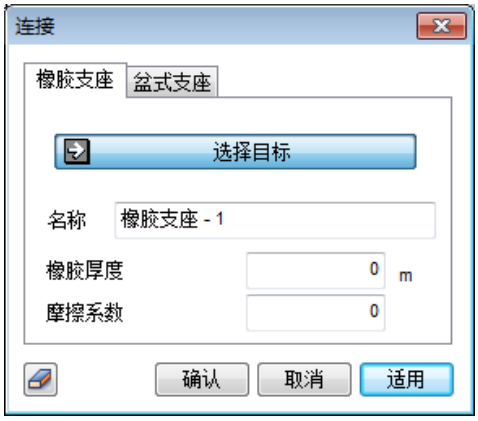
✓ **方式 1：**

- **橡胶支座：**

（a） 主菜单>设计>设计变量>  > 

；

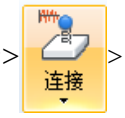
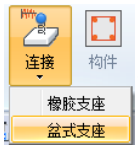
（b） 弹出以下对话窗口，如图：



（c） 模型窗口中选择一个或多个弹性连接或一般连接，“选择目标”位置将显示选中的目标数量，如图：

（d） 输入参数值。

- **盆式支座**

（a） 主菜单>设计>设计变量>  >  ；

（b） 弹出以下对话窗口，如图：

（c） 模型窗口中选择一个或多个弹性连接或一般连接，“选择目标”位置将显示选中的目标数量，如图：

（d） 输入参数值。

✓ **方式 2：**

模型工作树下，参数>连接参数，选中后单击右键或直接双击，模型窗口中弹出如下表格，在表格中输入连接的参数值。

	No	名称	类型	节点1	节点2	设计	橡胶厚度 (m)	摩擦系数	容许滑动水平位移 (m)	容许最大水平力 (kN)
▶	1	橡胶支座-1	橡胶支座	26	30	☑	0.10	0.01		
	2	活动盆式支	活动盆式支座	28	24	☑			0.10	
	3	橡胶支座-2	橡胶支座	25	29	☑	0.10	0.01		
	4	固定盆式支	固定盆式支座	27	31	☑				10.00
	5	橡胶支座 - 3	橡胶支座	24	28	☑	37.00	0.70		
*										

（b） 参数说明

- **名称：**用户自定义橡胶（盆式）支座的名称。
- **橡胶厚度：**橡胶层的总厚度。
- **摩擦系数：**支座的动摩阻系数；橡胶支座与混凝土表面的动摩阻系数采用 0.15，与钢板的动摩阻系数采用 0.10。
- **顺桥向滑动、横桥向滑动：**用来控制盆式支座的滑动方向，用户通过勾选支座的两个滑动方向，可以设置盆式支座为双向活动盆式支座、单向活动盆式支座或固定盆式支座。勾选的方向按照规范“活动盆式支座”进行计算，不勾选的方向按照规范“固定盆式支座”进行计算。
- **容许滑动水平位移：**活动盆式支座容许滑动水平位移。
- **容许最大水平力：**固定盆式支座容许承受的最大水平力。

3.4.3 倾覆

当选择规范 JTG D62-2015 时，“倾覆”按钮才有效，用来进行倾覆验算。

（a） 倾覆验算流程

（a） 主菜单>设计>设计变量>

；

（b） 弹出以下对话窗口，如图：

（c） 选择要确定为支座的节点，分配给对应的“墩台名称”，“已选择支座节点”自动显示用户已选的支座节点编号，用户未选择时，也可以直接输入节点编号，如图：

（d） 点击“添加”，将输入的墩台名称，以及支座节点编号，以及程序自动提取的边界信息添加到表格中，同样的方法依次添加所有的墩台，如图：

（e） 点击“编辑”可以修改表格中已经添加的墩台名称所对应的支座节点编号以及自动提取的边界信息；

（f） 选中墩台名称，点击“删除”表格中已经添加的墩台名称所对应的支座节点编号以及自动提取的边界信息；

（g） 点击“自动生成”程序可以直接一次性生成所有的墩台，如图；

（h） 可以勾选“用户输入反力结果”，表格中反力（Fx、Fy、Fz 三列）结果亮显，用户可以根据由其他途径得到的上部结构反力对表格结果进行修改，用以进行倾覆验算，未勾选时，用户输入反力结果列暗显，并输出“-”，如图：

（i） 倾覆轴线，默认选中“程序自动选取”，选中“用户直接给定”，用户直接输入支座节点号；

（j） 移动荷载计算方法，根据 2012 年的征求意见稿 4.1.9，使上部结构倾覆的汽车荷载效应计算公式因桥梁斜交角度、各支座分布位置等的不同而不同。此处需要用户根据实际桥梁的具体情况来选择计算公式。由于方式 2 算法适用性更广，因此程序默认勾选方式 2；

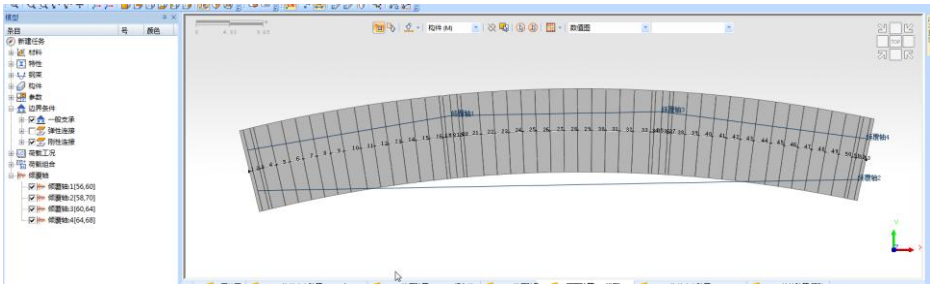
（k） 横向倾覆容许安全系数[k]，默认为 2.5，用户可直接修改；

（l） 点击“重置”按钮，“倾覆验算”对话框所有内容变为默认值；

（m） 点击“确定”按钮，程序保存“倾覆验算”对话框所有数据，界面退出；

（n） 点击“取消”按钮，程序不保存“倾覆验算”对话框本次修改数据，界面退出；

（o） 定义完成后，可在工作树中点击倾覆轴，查看相应的倾覆轴线，如图：



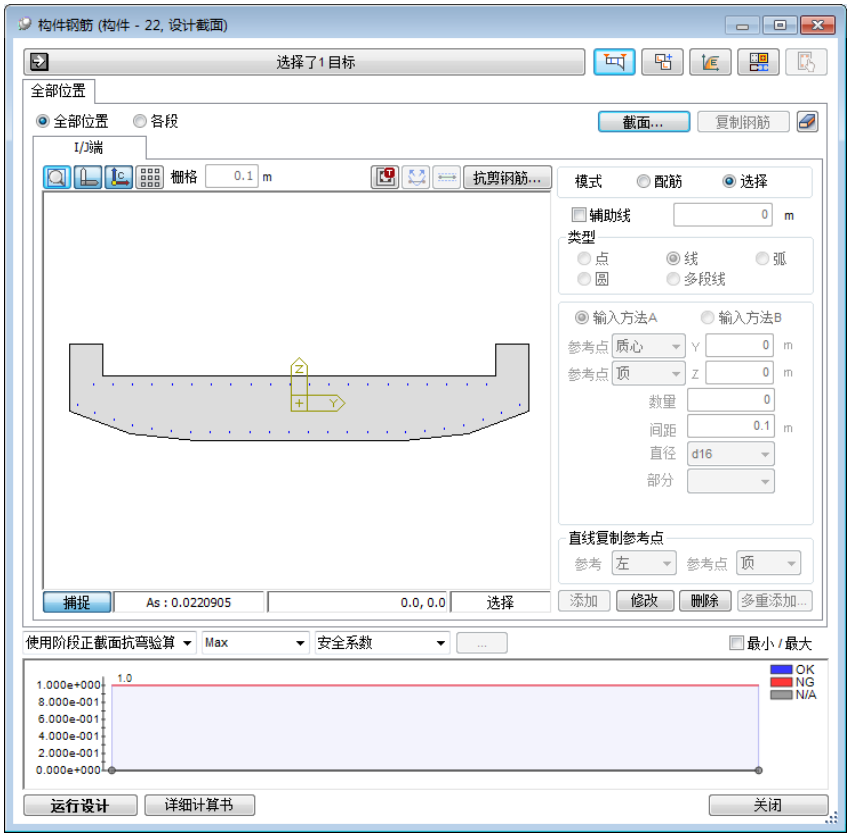
3.4.4 构件

对于构件的配筋，Civil Designer 允许用户输入不同构件类型（梁、柱、任意、桥墩、桥台、基础、盖梁、主拱）的钢筋数据，有以下 4 种方法：

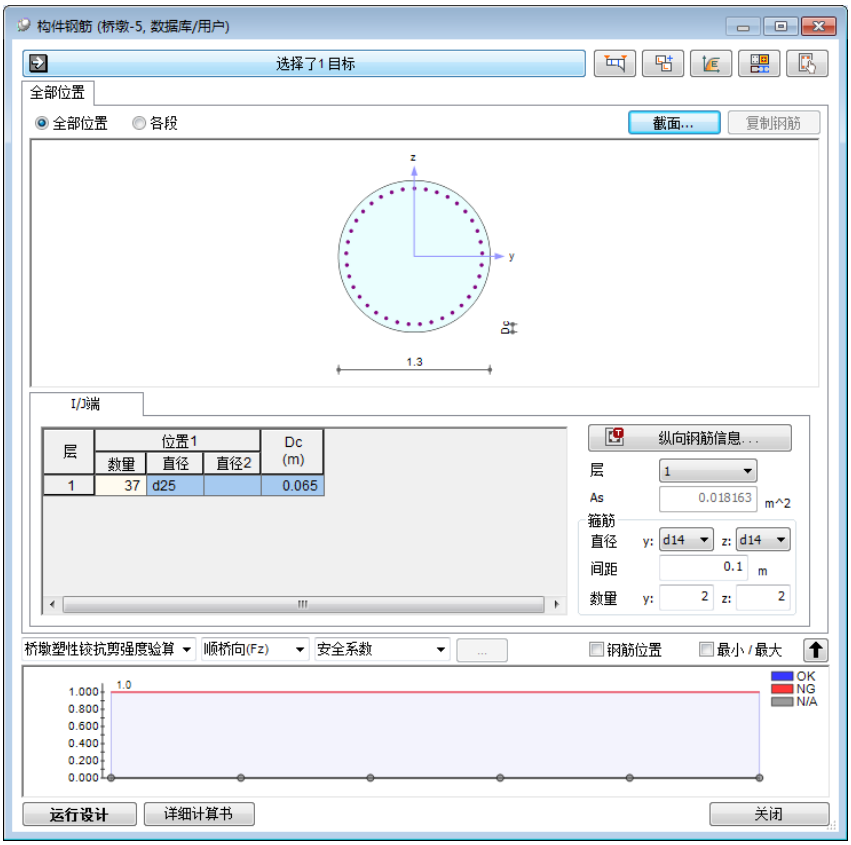
✓ **方式 1**

（a）在主菜单中选择设计>设计变量>构件，弹出如下图对话窗：

（b）单击选择需要配筋的构件，显示构件钢筋“设计截面”（图 13（a））或“数据库/用户截面”（图 13（b））对话窗，如图 13 所示：



（a）构件钢筋：“设计截面”



（b）构件钢筋：“数据库/用户截面”

图 14 构件钢筋对话窗

（c）输入构件的钢筋数据。

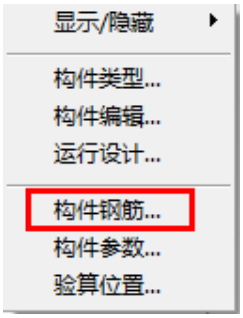
✓ **方式 2**

（a）双击选择构件，出现构件钢筋对话框；

（b）参照方法 1，输入构件的钢筋数据。

✓ **方式 3**

（a）选中需要配筋的构件，单击鼠标右键，下拉菜单中选择“构件钢筋”；



（b）参照方法 1，输入构件的钢筋数据。

✓ **方式 4**

（a） 双击后处理计算表格对应构件行，出现构件钢筋对话框；

输出

信息 使用阶段斜截面抗剪验算

	构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rVd (kN)	Vn (kN)	截面验算	构造验算
	梁-1	0.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	9849.849	OK	跳过
	梁-1	0.000	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	99999.0000	0.0000	9849.849	OK	跳过
	梁-1	0.000	Z-Max	cLCB4	Fz-Max	OK	99999.0000	-119.4121	1640.727	OK	跳过
	梁-1	0.000	Z-Min	cLCB2	Fz-Min	OK	99999.0000	-175.4729	1640.727	OK	跳过
	梁-1	0.503	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	9849.849	OK	跳过
	梁-1	0.503	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	99999.0000	0.0000	9849.849	OK	跳过
	梁-1	0.503	Z-Max	cLCB4	Fz-Max	OK	99999.0000	-59.4060	1640.727	OK	跳过
	梁-1	0.503	Z-Min	cLCB2	Fz-Min	OK	99999.0000	-87.2955	1640.727	OK	跳过
	梁-1	1.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	9739.631	OK	跳过
	梁-1	1.000	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	99999.0000	0.0000	9739.631	OK	跳过

（b）参照方法 1，输入构件的钢筋数据。

✓ **“构件钢筋”的说明**

Civil Designer 支持四种规范，为用户提供了八种可供选择的构件，但构件钢筋设计对话窗大同小异，方便用户学习和操作。

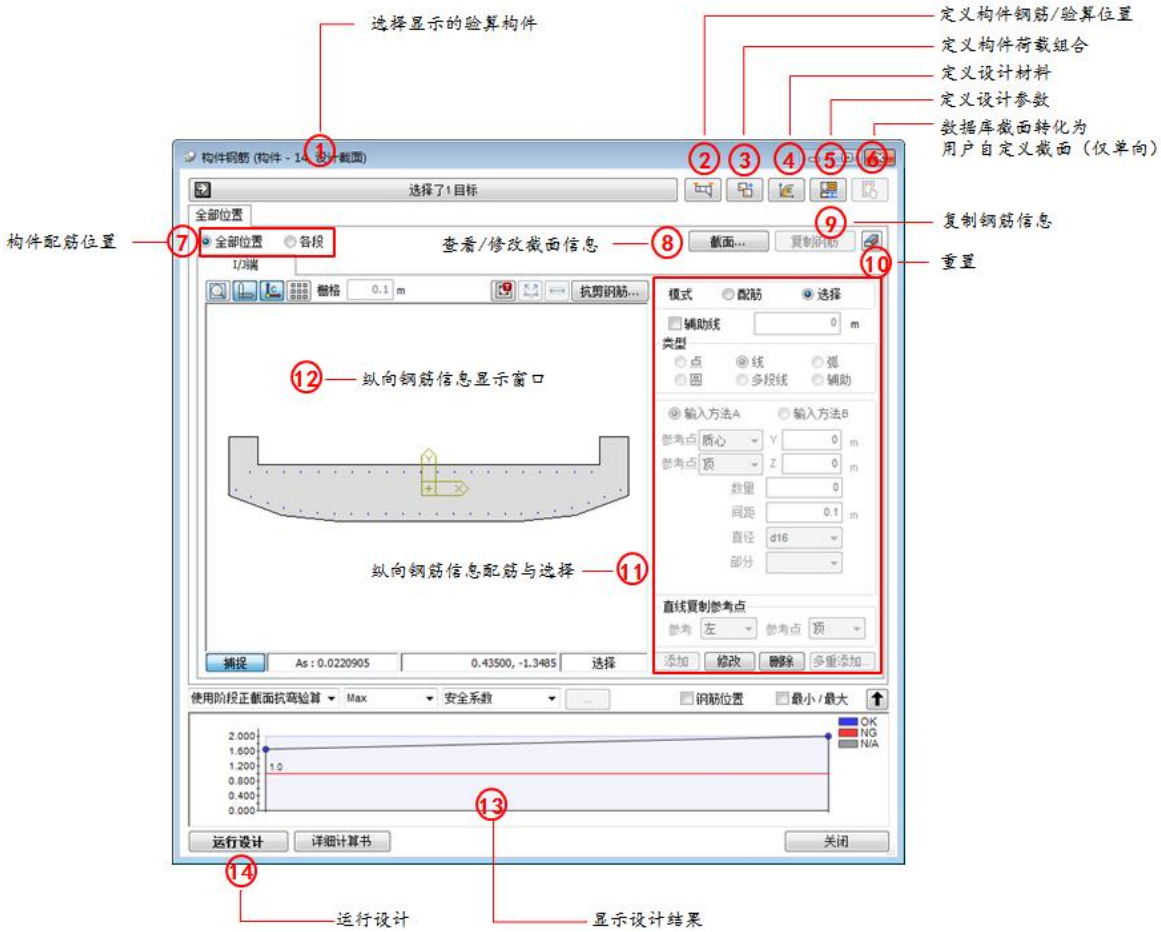
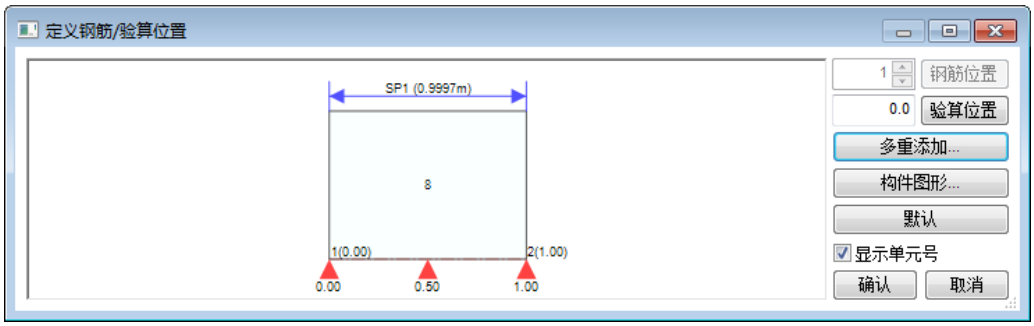


图 15 “构件钢筋”信息对话窗

① **显示验算的构件名称**

② **定义验算位置**



✓ 钢筋位置：用户自定义构件配筋区间的位置，输入的为构件包含节点序号，程序自动将此节点左右两侧分为两个配筋区间。上限值为构件包含的节点数。

✓ 验算位置：按 0~1 的比例，在构件长度范围内定义验算位置。

✓ 多重添加：同时定义多处钢筋位置/验算位置。

- 钢筋位置

  两端：整个构件作为一个配筋区段。

  I/M/J：程序按照一定的原则分为 i 段、中间、j 段 3 个配筋区间。

  各段：组成构件的各个单元区段作为一个配筋区段。

  用户输入分割数量：分割数量所包含的单元区段作为一个配筋区段。

- 验算位置

  两端：构件 i 和 j 端。

  I/M/J：构件 i 端、中点、j 端。

  I/0.2/J：构件 i 端、j 端及 0.2 倍的构件长度等分点处。

  I/0.25/J：构件 i 端、j 端及 0.25 倍的构件长度等分点处。

  各段：组成构件的各个单元 i 和 j 端。

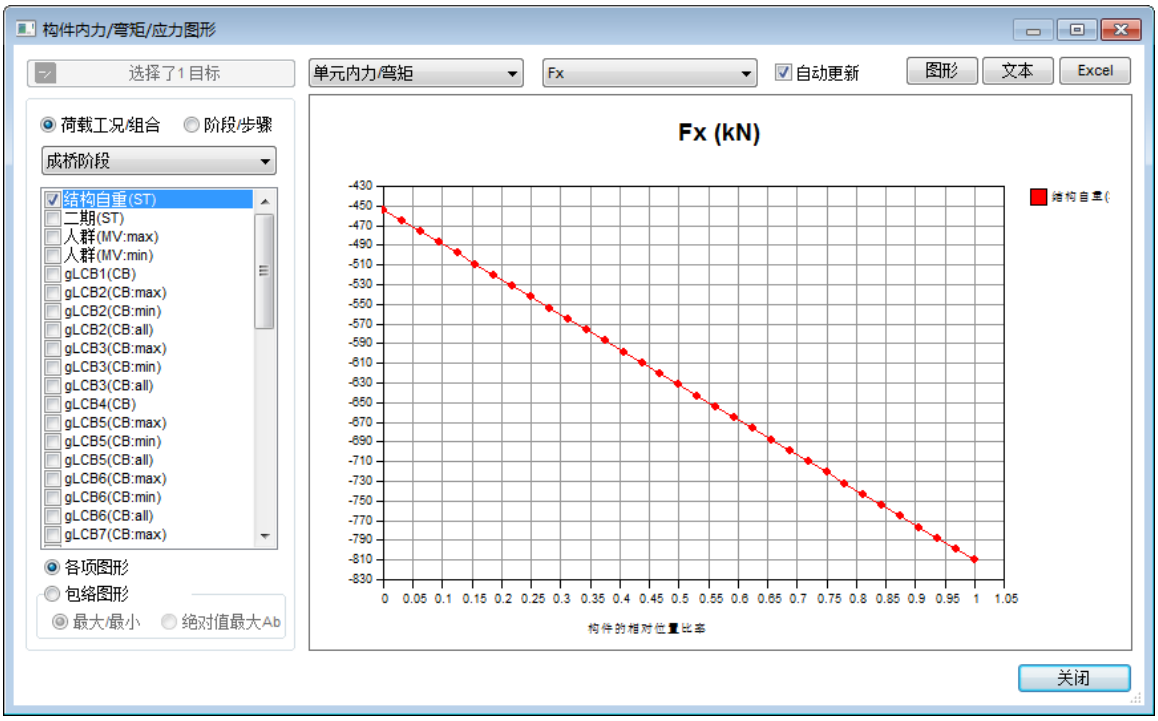
  用户输入分割间距：构件 i 端、j 端及按 0~1 倍构件长度比例的等分点处。

- ：重置

- ：在视图中显示钢筋位置/验算位置

定义验算位置也可以在工作树列表中的“构件”菜单中通过选中构件双击或选中构件>右键>“验算位置…”来实现。

✓ 构件图形



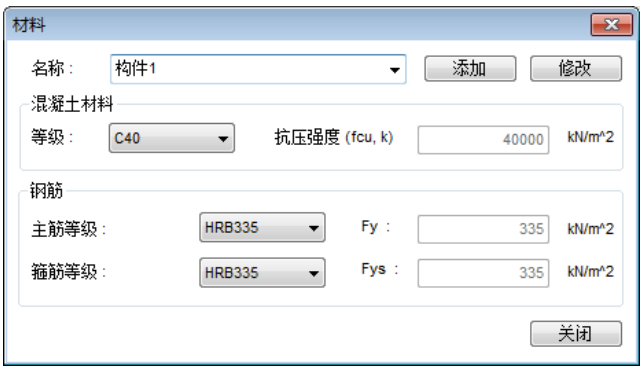
- 显示荷载工况/组合或阶段/步骤下的构件内力/弯矩/应力各项图形或包络图形，用户可根据此图形、文本、excel 结果确定钢筋配筋区段。

✓ 默认：程序默认的验算位置设置。配筋区间 1 段，验算位置 i 和 j 端。

③ **定义构件荷载组合**

设定构件验算时用到的荷载组合，同前文 3.3.2 节“构件荷载组合”。

④ **定义设计材料**



✓ 名称：材料特性的名称

✓ 添加：新增构件材料特性，包含混凝土和钢筋，并应用到当前选择构件

✓ 修改：修改已定义的构件材料特性，并应用到当前选择构件

✓ 混凝土材料

等级：相应规范中（目前 04 规范）混凝土类型

抗压强度：混凝土抗压强度设计值

✓ 钢筋

主筋等级：主筋材料等级

Fy：主筋的屈服强度

箍筋等级：箍筋材料等级

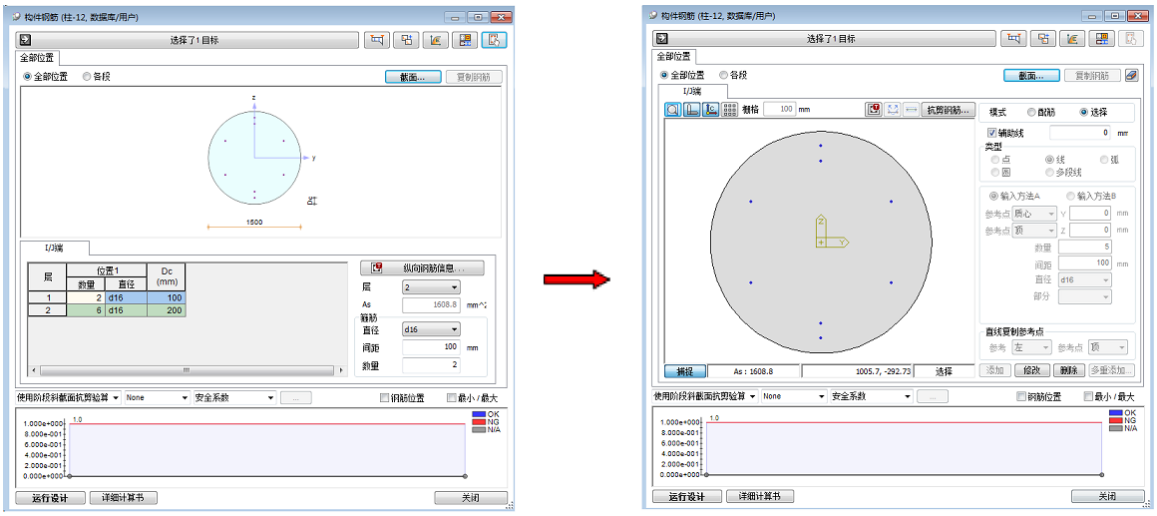
Fys：箍筋的屈服强度

定义设计材料也可以通过工作树列表中，双击“材料”来查看、添加和修改，或者选中“材料”列表下的材料名称，通过右键>“编辑…”来查看和修改材料。

⑤ 定义设计参数（详见“3.4.1 参数”）

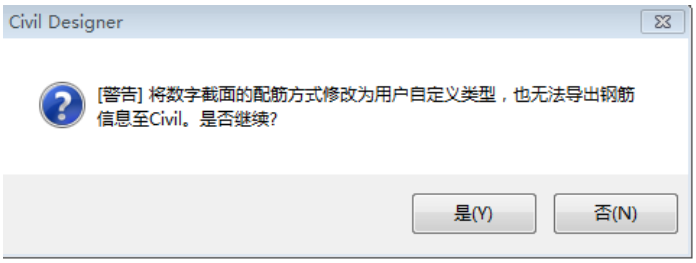
⑥ 用户自定义配筋

将“数据库/用户截面”转换为用户自定义的“设计截面”（仅单向）。



数据库/用户截面　和　设计截面

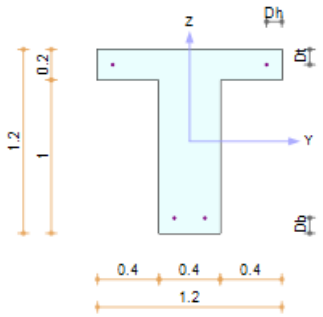
点击“用户自定义配筋”按钮时，程序弹出对话窗“[警告]将数字截面的配筋方式修改为用户自定义类型，也无法导出钢筋信息至 Civil，是否继续？”，如图所示：



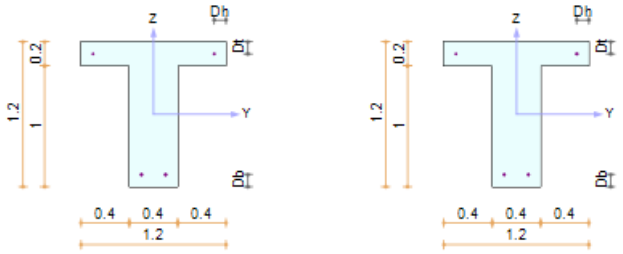
⑦ 设定钢筋布置的方式

注：当 I、J 端钢筋信息不相同时，需分别在各自对话窗中定义。I、J 端内部纵向钢筋数量线性变化

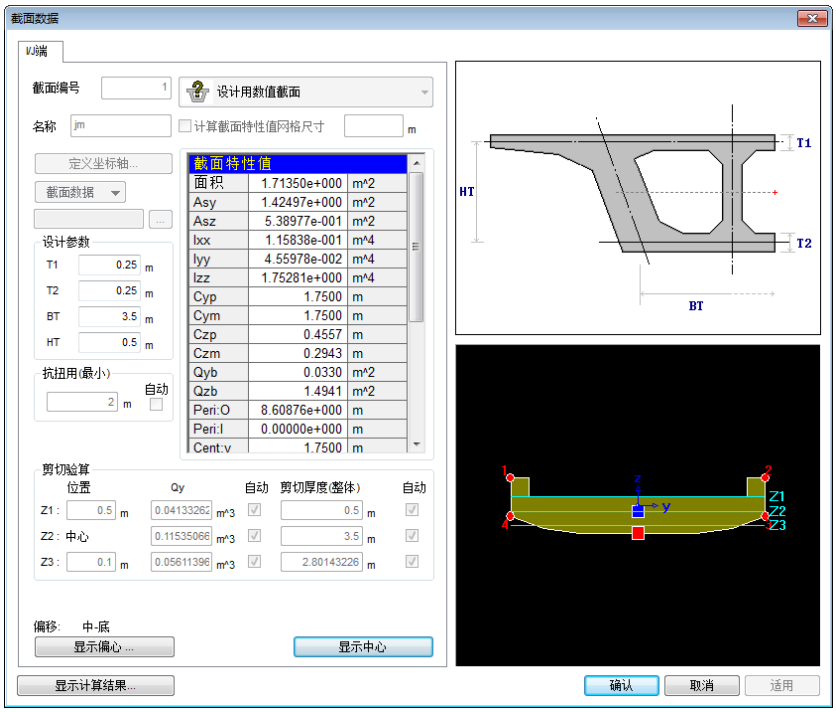
✓ 全部位置：配筋区段内配筋信息相同



✓ 各段：配筋区段 i 和 j 端的钢筋信息不同，分别定义钢筋数据



⑧ 查看/修改截面信息



查看/修改截面信息也可以通过双击工作树列表中的“特性”，或者工作树>特性列表下选中要修改的截面，右键>“编辑”来修改截面数据。

⑨ 复制钢筋信息

当存在多个配筋区段或第⑦步中选择“各段”时，可以复制任意位置钢筋信息至

其他截面位置如下图所示：

从：复制源，即已定义配筋信息

至：复制对象，可以通过“选择全部”一次选择完，也可以分别勾选

变截面复制选项：

直线：相对于参考点位置不变的方式复制钢筋

内插：按照保护层厚度不变的方式复制钢筋

复制选项：替换或添加复制选项的钢筋

纵向钢筋：勾选时复制纵向钢筋，否则不复制

抗剪钢筋：勾选时复制抗剪钢筋，否则不复制

：为重置默认值功能

⑩ **重置**

恢复默认值的功能

⑪ **纵向钢筋信息配筋与选择**

✓ 模式：

配筋：添加纵向钢筋

选择：修改已定义的钢筋信息

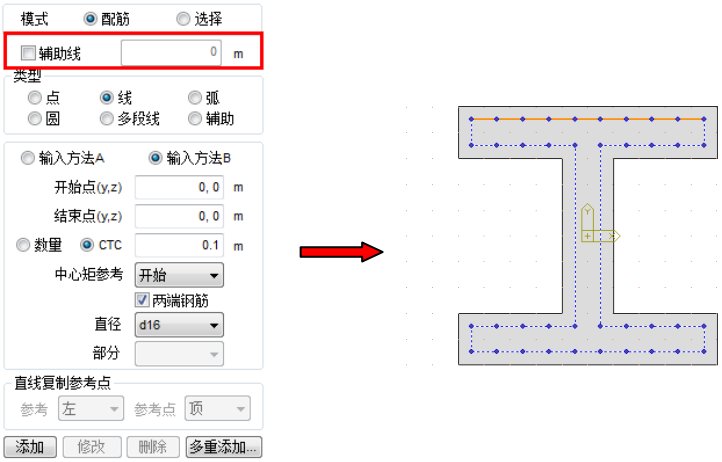
注：无论模式是配筋还是选择，添加或修改完成钢筋信息后，必须点击“添加”或“修改”按钮才能生效

✓ 辅助线：

辅助线为相对于构造线的厚度。

用户勾选辅助线后，程序开启鼠标自动捕捉辅助线开始/结束点坐标功能。

在用户输入坐标钢筋坐标时使用。



✓ 类型：显示定义钢筋布置的线型类型

点：以点的方式输入钢筋坐标及钢筋直径。可直接在视图窗口中鼠标捕捉或点取。

线：将钢筋布置在线上。可直接在视图窗口中鼠标捕捉或点取来确定直线。

弧：将钢筋布置在弧线上。可直接在视图窗口中鼠标捕捉或点取来确定弧线。

圆：将钢筋布置在圆曲线上。可直接在视图窗口中鼠标捕捉或点取来确定圆。

多段线：将钢筋布置在多段线。可直接在视图窗口中鼠标捕捉或点取来确定多段线。

辅助：将钢筋布置在辅助线上。开启辅助线功能后，双击辅助线进行钢筋布置。

以线类型输入方式为例，Civil Designer 支持以下两种方法布置钢筋：

1. **直接输入（输入方法 A）**

- Y 方向参考点：Y 方向定义钢筋时的起始坐标参考点

质心：以截面形心为基准输入坐标，形心处坐标 Y 值为 0

左：以截面左边缘为基准输入坐标，截面左边缘处坐标 Y 值为 0

- Z 方向参考点：Z 方向定义钢筋时的起始坐标参考点

顶：以截面顶边缘为基准输入坐标，截面顶边缘处坐标 Z 值为 0

底：以截面底边缘为基准输入坐标，截面底边缘处坐标 Z 值为 0

- 数量：输入钢筋的数量。根据数量自动分配间距。
- 间距：自定义输入布置钢筋的间距
- 直径：选择钢筋的直径。

2. **辅助线布置（输入方法 B）：**

- 开始/结束点：可直接在视图窗口中鼠标捕捉或点取输入，也可手动输入。

注意输入完毕后鼠标不能进入视图窗口，否则坐标点被更新。

- CTC（中心距）：输入钢筋的间距。根据间距自动分配数量。
- 中心距参考：采用 CTC 的方式分配钢筋时，可选的参考位置（开始、中心、结束）
- 两端钢筋：开始点、结束点处是否布置钢筋
- 直径：选择钢筋的直径。

注：因 Civil mct 文件中导出的数据都以输入方法 B 的形式输出，故 Civil Designer 中以“输入方法 B”的钢筋信息格式导入钢筋。

✓ 直线复制参考点

显示复制钢筋时的参考点

✓ 多重添加

类型	输入方法	中心 X	中心 Y	开始 X	开始 Y	通过 X	通过 Y	X端	Y端	半径
线	方法 A	0	0	-1.56	0.141	-1.56	0.141	1.56	0.141	0
弧	方法 A	0	0	-1.69	-0.0192	-1.27	-0.172	-0.796	-0.229	0
弧	方法 A	0	0	1.69	-0.0192	1.27	-0.172	0.796	-0.229	0
线	方法 A	0	0	-0.673	-0.229	1.27	-0.172	0.695	-0.229	0

表格输入钢筋，具体参数含义同“类型”中说明

✓ ：对齐

✓ ：轴线显示控制

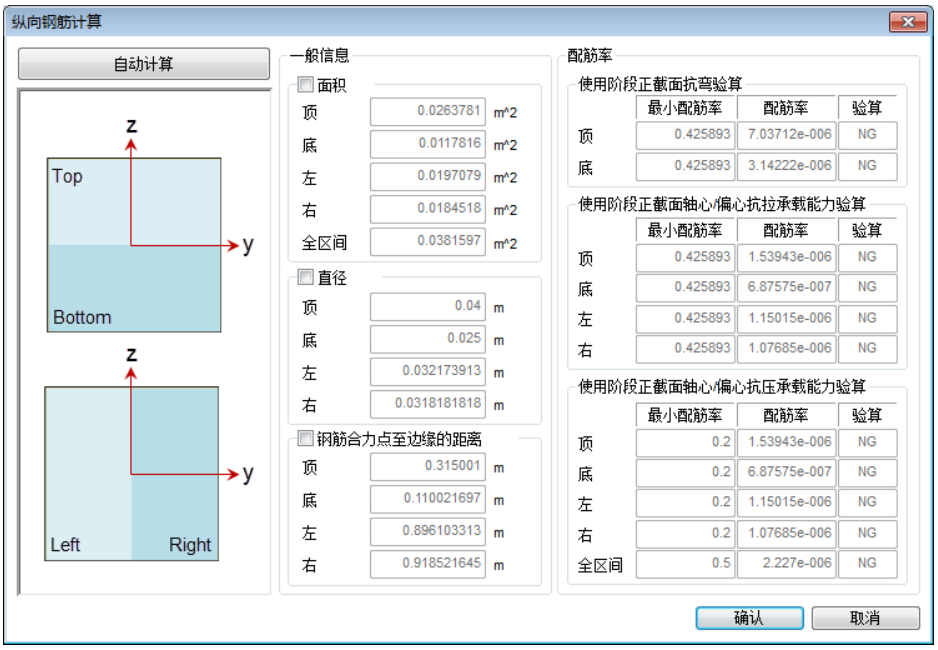
✓ ：原点显示位置

✓ ：栅格显示控制

✓ 栅格 0.1 m ：栅格间距

✓ ：显示纵向钢筋信息

根据用户输入的钢筋参数，实时显示钢筋的一般信息、配筋率等数据。用户亦可根据需要，通过勾选“面积”/“直径”/“钢筋合理点至边缘的距离”的方式进一步对这些信息做出修改。同时，右侧配筋率一栏将显示按修改后的钢筋信息计算的配筋率及验算结果。



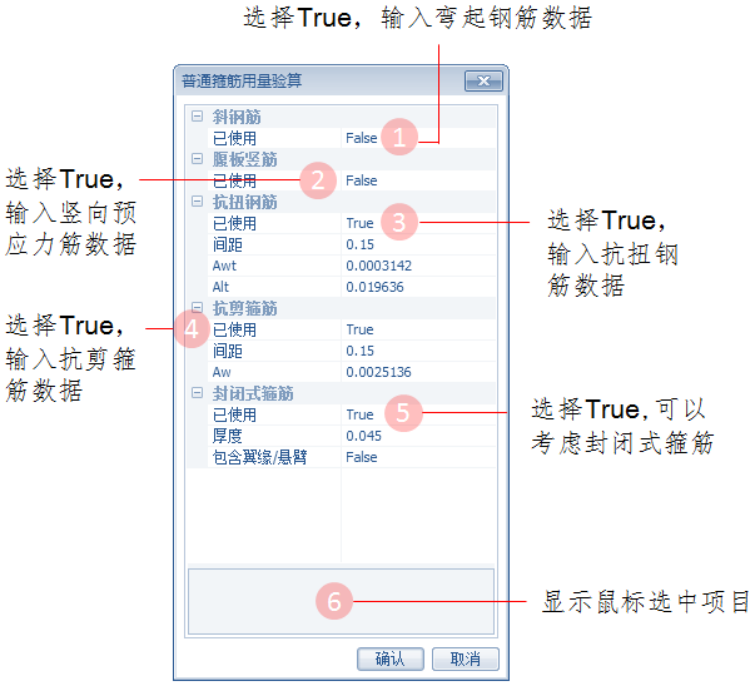
- 自动计算：根据输入的钢筋数据，程序自动计算并给出一般信息和配筋信息。
- 一般信息：包含主筋的面积、直径和钢筋合力点至边缘的距离。
- 配筋率：计算构件的纵向钢筋配筋率，并与最小配筋率进行比较。

✓ ：显示钢束布置

✓ ：显示预应力束孔道

✓ 抗剪钢筋

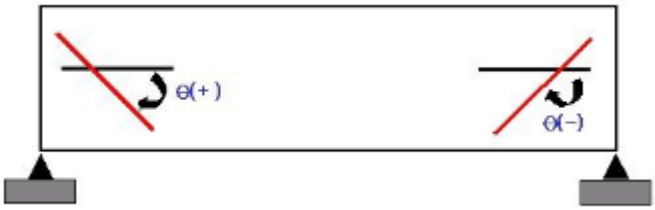
如下图所示，输入抗剪（扭）钢筋数据。“已使用”选择为 True 时，该选项处于激活状态。



- 斜钢筋（选择“True”时）

  间距：输入弯起钢筋的间距

  角度：输入弯起钢筋的角度，角度符号如下图



  Aw：同一弯起平面的弯起钢筋截面面积。(同规范 JTG D62-2004 第 29 页 Asb)

- 腹板竖筋（选择“True”时）

  间距：输入腹板竖筋的间距

  角度：输入腹板竖筋的倾斜角度

  Ap：输入同一截面的腹板竖筋截面面积

  Pe：输入同一截面的腹板竖筋引起的有效预压力

  系数：竖向预应力钢筋效应折减系数(参考 JTG D62-2004 6.3.3 条)

- 抗扭钢筋（选择“True”时）

  间距：输入横向抗扭钢筋的间距

Awt：抗扭箍筋单肢截面面积（同规范 JTG D62-2004 第 42 页 Asv1)

Alt：同一截面内纵向抗扭钢筋总截面面积

- 抗剪箍筋（选择“True”时）

  间距：输入箍筋的间距。(同规范 JTG D62-2004 第 29 页 Sv)

  Aw：同一截面内箍筋各肢总截面面积。(同规范 JTG D62-2004 第 29 页 Asv)

- 封闭式箍筋（选择“True”时）

  厚度：封闭式箍筋的保护层厚度

  包含翼缘/悬臂：选择是(True)/否(False)包含翼缘或悬臂

✓ 捕捉：捕捉开关

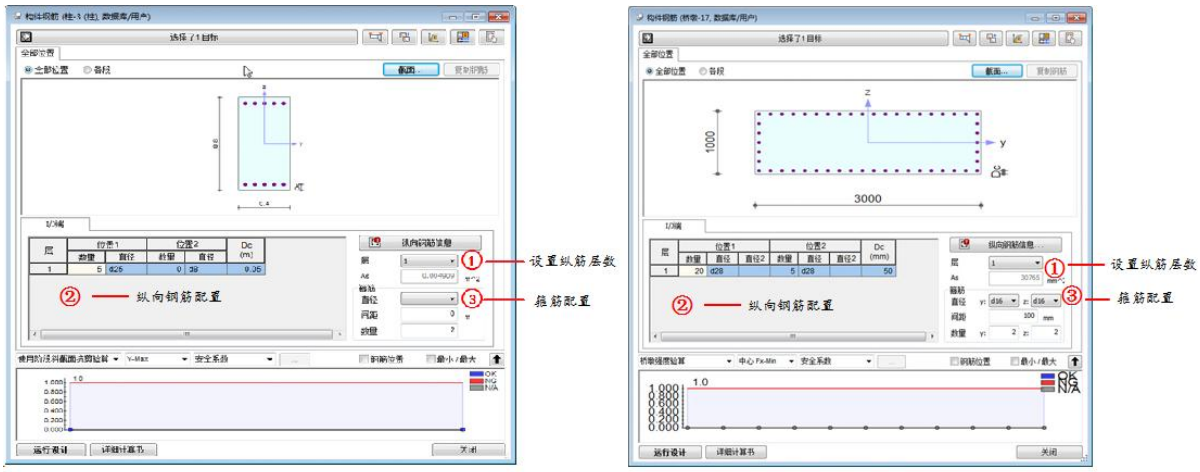
✓ As : 0.0009048：钢筋总面积

✓ 0.21453, 0.30356：钢筋坐标点

✓ 选择：钢筋模式状态

“数据库/用户”截面构件的配筋

进行截面配筋或修改配筋信息时，双击按“数据库/用户”定义的构件，弹出以下对话窗。与定义为“设计截面”的构件配筋不同，“数据库/用户”截面构件仅输入普通钢筋及箍筋信息，如图 15 所示：



（a）JTG D62-2004 或 CJJ 11-2011　和　（b）JTG/T B02-01-2008 或 CJJ 166-2011

图 16　“数据库/用户”构件普通钢筋信息对话窗

对话窗口各按钮含义与“设计截面”相同，下面只讲述差异的部分。

① 设置纵向钢筋层数

② 纵向钢筋输入窗。输入钢筋信息时，在②中可分别沿 Y 方向（位置 1）及 Z 方向（位置 2）输入。

③ 输入“y”方向和“z”方向的箍筋信息。

“设计截面”适用于“盖梁”、“梁”和“任意”构件类型的截面钢筋设计。“钢筋/数据库截面”适用于“柱”、“基础”、“桥墩”、“桥台”、“盖梁”和“主拱”构件类型的截面钢筋设计。

3.4.5 调束

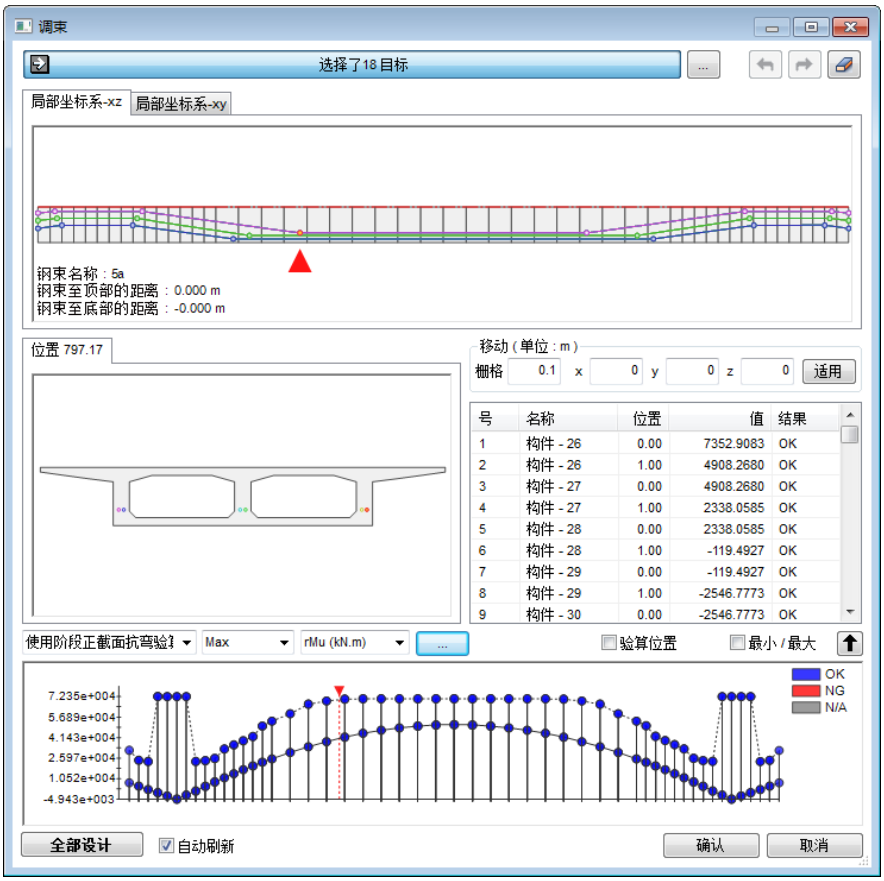
3.4.4.1 调束

选择 JTG D62-2004 和 CJJ 11-2011 时，“调束”按钮才有效。对于构件的调束，Civil Designer 有以下 3 种方法。

✓ **方式 1**

（a）在主菜单中选择设计>设计变量>调束，弹出如下对话窗，如下图：

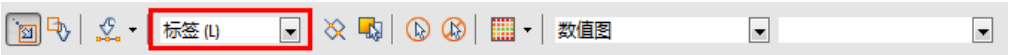
（b）单击选择需要调束的钢束（可多选），显示下图调束对话窗：



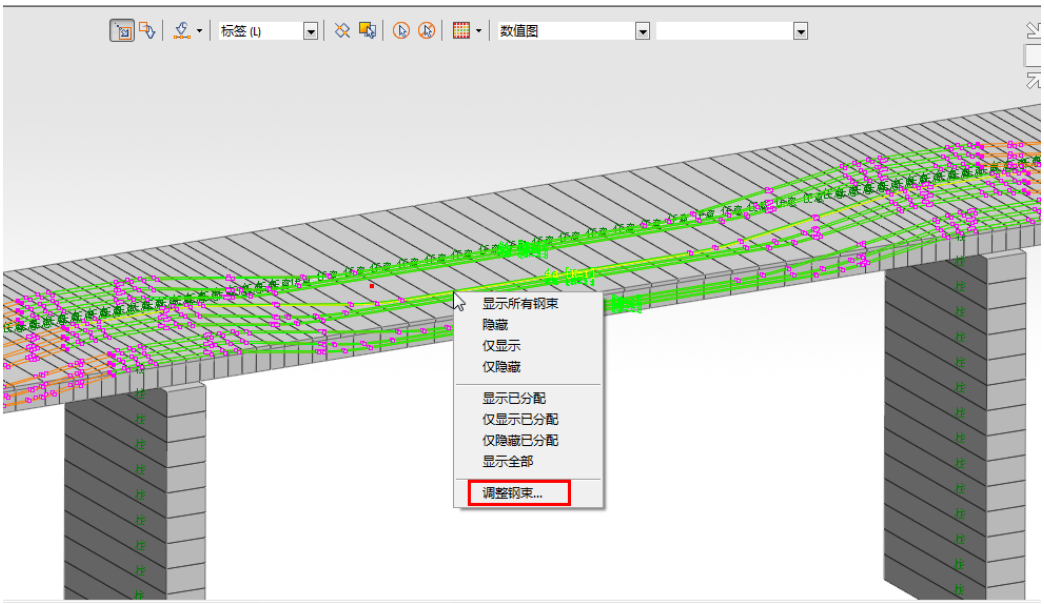
（c）调整钢束

✓ **方式 2**

（a） 将“选择工具条”中选择内容调整为“标签”；



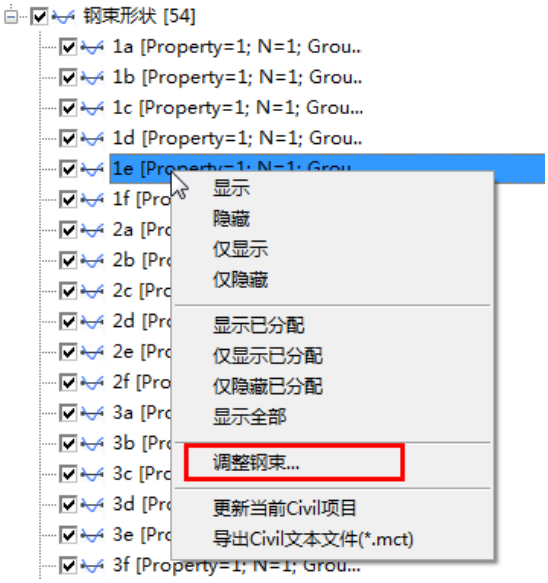
（b） 选中钢束，单击鼠标右键，选择“调整钢束”；



（c） 参照方法 1，调整钢束。

✓ **方式 3**

（a）选中工作树中需要调整的钢束，单击鼠标右键，选择“调整钢束”；



（b）参照方法 1，调整钢束。

✓ **“构件调束”的说明**

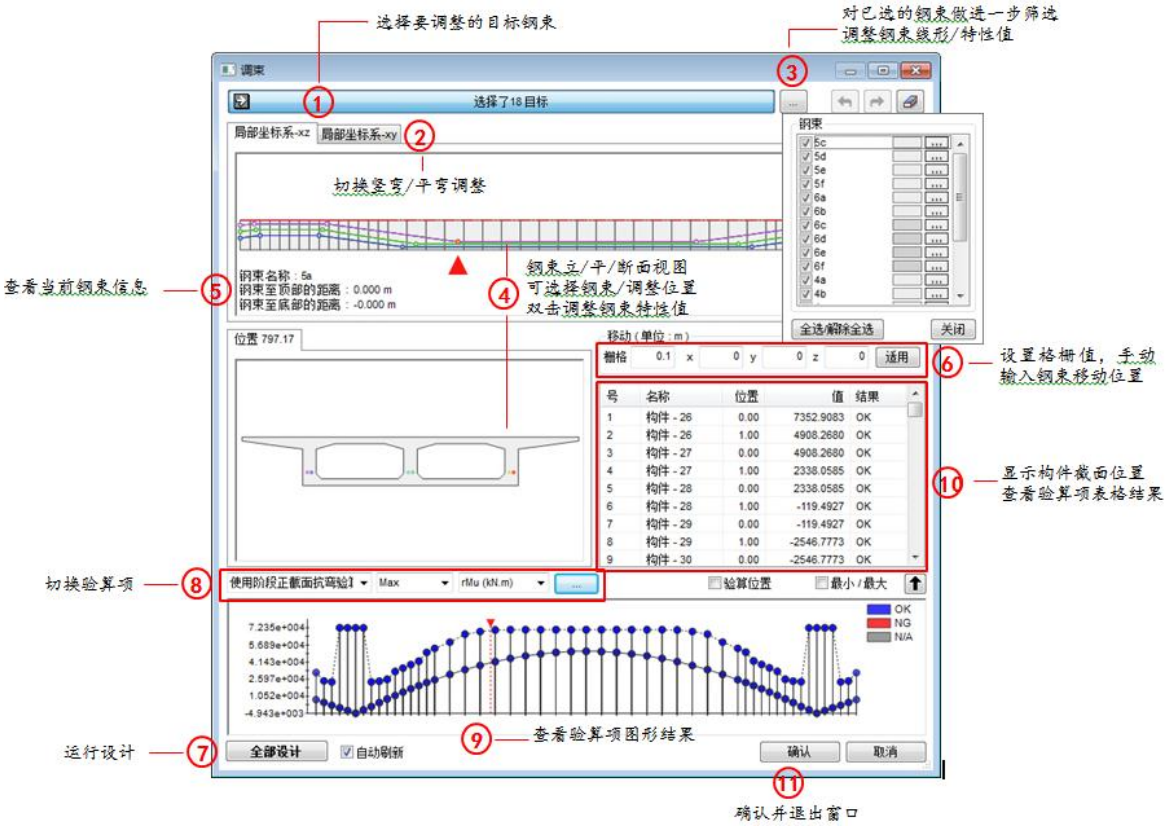


图 17 “构件调束”对话窗

（a） 选择多条钢束时，用户也在③中进一步筛选将要调整的钢束；

（b） 用户通过⑧组合选项，查看相关设计结果⑨⑩；

（c） 定位好验算不通过的项目后，切换局部坐标系 XZ 或 XY（②），可在其

窗口内（④）以拖拽的方式调整钢束的竖（平）弯坐标（如图 17）。为了精确控制钢束调整的距离，也可以在⑥中输入平动距离值；

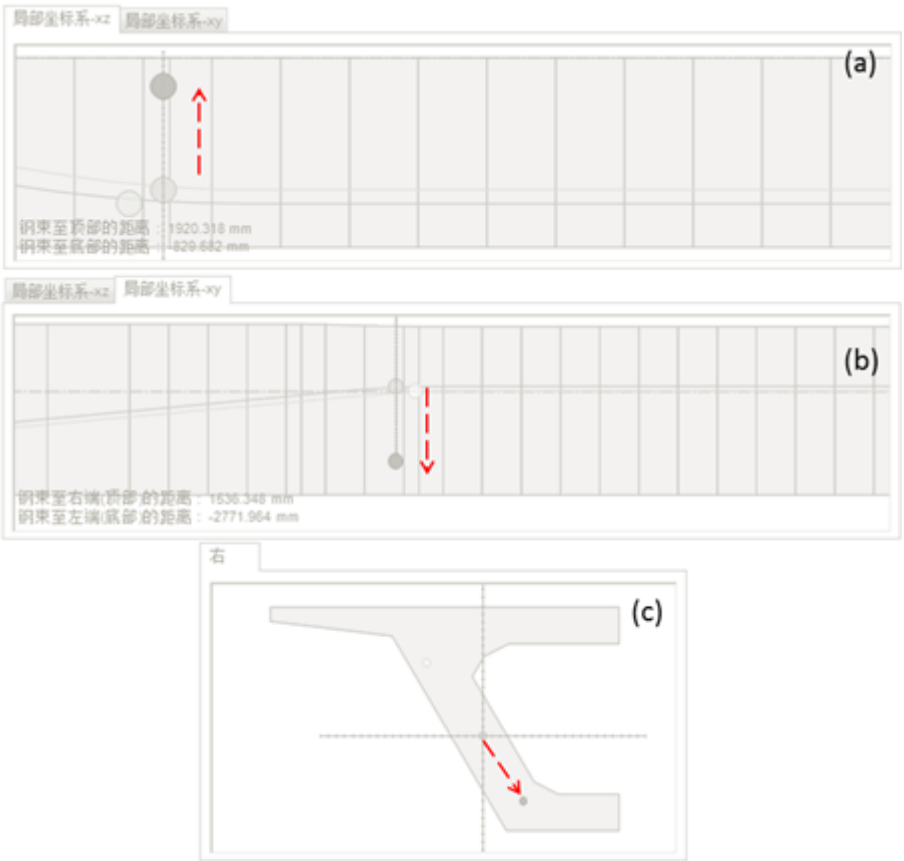


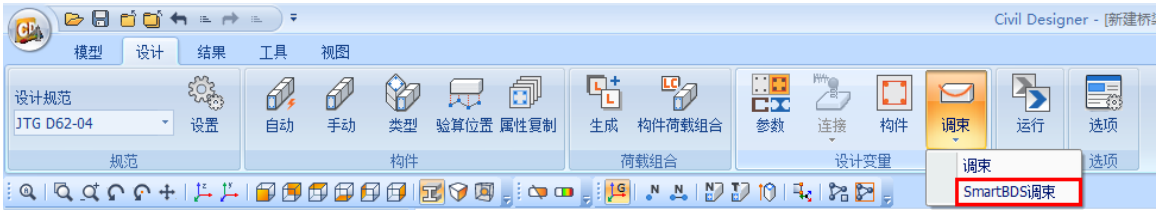
图 18　Civil Designer 的钢束调整功能（a）竖弯调整（b）平弯调整（c）截面内位置调整

（d） 单击⑦，可以按调整后的钢束重新运行验算，用户调整满意后，可单击⑪确定退出调束界面。

注：对于未进行验算操作的构件，Civil Designer 选择“Not Calc.”

3.4.4.2SmartBDS 调束

选择 JTG D62-2004 和 CJJ 11-2011 时，“SmartBDS 调束”按钮才有效。

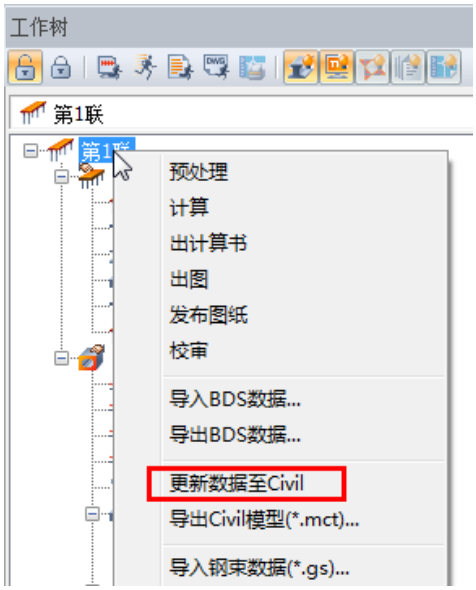


SmartBDS 建立的模型，导出到 midas Civil 分析后，再导出到 Civil Designer 后，可以使用“SmartBDS 调束”功能进行调束，然后导出到 SmartBDS 模型进行绘图。SmartBDS、midas Civil、Civil Designer 之间的互动，极大的提高了设计效率。

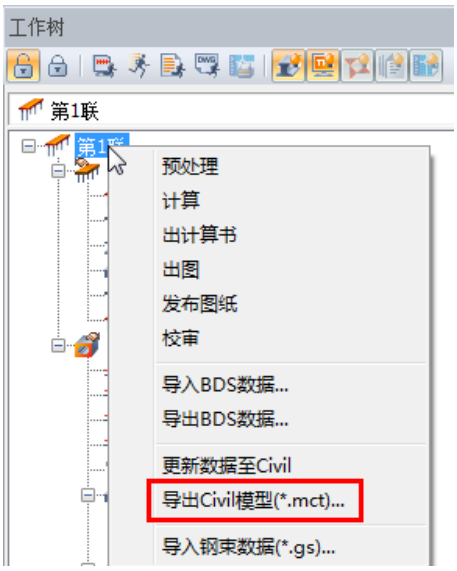
SmartBDS、midas Civil、Civil Designer 导入导出流程：

（a）SmartBDS 建立好模型，预处理后即可导出到 Civil；

i. 一键“更新数据至 Civil”；



ii. “导出 Civil 模型（*.mct）”；并保存此“.mct”文件到 SmartBDS 模型的根目录下；



打开 Civil，新建 Civil 模型，导入此“.mct”文件。

（b）保存 Civil 模型到 SmartBDS 模型的根目录下；

logs	2014/10/11 19:16	文件夹	
新建桥梁-第1联_Combination	2014/10/11 19:20	文件夹	
新建工程.BPD	2014/10/11 19:13	midas SmartBDS...	551 KB
新建工程.BPD.sdt	2014/10/11 19:13	SDT 文件	261 KB
新建工程.BPD_AST.txt	2014/10/11 19:13	文本文档	624 KB
新建工程.BPD_FORT_76.txt	2014/10/11 19:13	文本文档	615 KB
新建工程1.-BPD	2014/10/11 19:13	-BPD 文件	1 KB
新建桥梁-第1联.CA1	2014/10/11 19:15	CA1 文件	401 KB
新建桥梁-第1联.CA3	2014/10/11 19:15	CA3 文件	975 KB
新建桥梁-第1联.CA3B1	2014/10/11 19:15	CA3B1 文件	2,719 KB
新建桥梁-第1联.CA6	2014/10/11 19:15	CA6 文件	17,624 KB
新建桥梁-第1联.mcb	2014/10/11 19:15	MIDAS/Civil Doc...	809 KB
新建桥梁-第1联.mct	2014/10/11 19:15	MIDAS/Civil Text...	175 KB
新建桥梁-第1联.mctetc	2014/10/11 19:13	MCTETC 文件	1 KB
新建桥梁-第1联.mrb	2014/10/11 19:15	MRB 文件	10,523 KB
新建桥梁-第1联.OUT	2014/10/11 19:15	OUT 文件	421 KB
新建桥梁-第1联.spa	2014/10/11 19:16	SPA 文件	330 KB

（c）Civil 执行分析；

（d）导出 Civil 模型至 Civil Designer；

（e）调整 Civil Designer“SmartBDS 调束”中钢束；

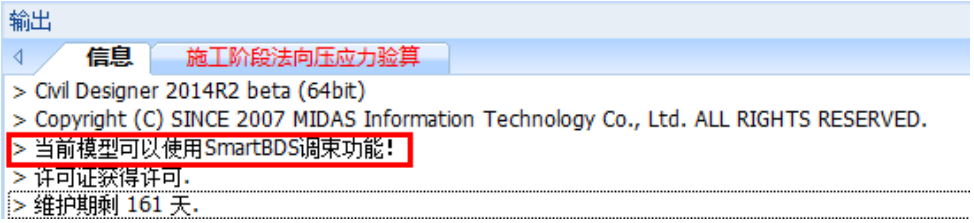
（f）导出钢束到 SmartBDS 模型；

（g）SmartBDS 出图。

导入导出注意事项：

（a） 只有通过上述步骤，才能使用“SmartBDS 调束”功能；

i. 如果可以使用“SmartBDS 调束”功能，则信息窗口提示如下：



ii. 如果不可以使用“SmartBDS 调束”功能，则信息窗口提示如下：

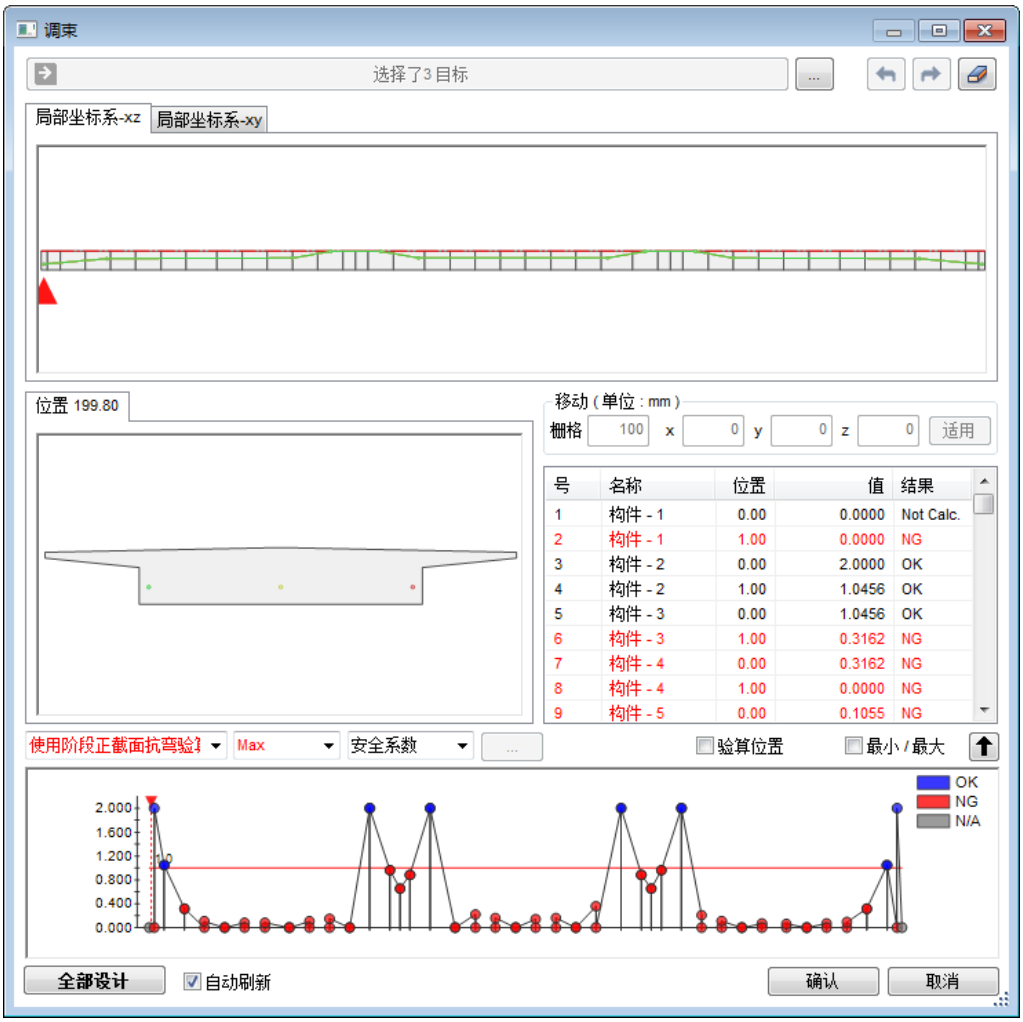
（b） 采用“SmartBDS 调束”功能调整的钢束可导出到 Civil；

（c） Civil 调整钢束、分析后的模型导出到 Civil Designer 后，采用“SmartBDS 调束”功能调整钢束后，将覆盖 Civil 调整的钢束；

（d） 采用 Civil Designer“调束”功能调整钢束后，再采用“SmartBDS 调束”功能调整钢束，将覆盖 Civil Designer“调束”功能调整的钢束；

SmartBDS 调束方式

在主菜单中选择设计>设计变量>SmartBDS 调束，弹出如下对话窗，如下图：



“SmartBDS 调束”的说明（除下面说明外，其余均同“调束”对话框）

图 19　“构件调束”对话窗

（a）　位置①自动全选全部钢束供用户调整。

（b）　位置④双击可查看特性值，但是不能调整特性值。

（c）　提供位置③调整钢束，不提供位置⑥及拖动位置④处钢束调整方式。

（d）　位置③处调整钢束办法同 SmartBDS

注：对于未进行验算操作的构件，Civil Designer 选择“Not Calc.”

3.5 运行设计

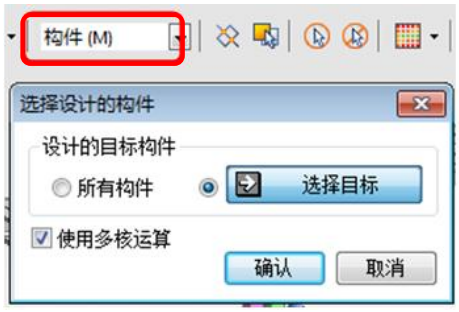
Civil Designer 运行设计时可以选择对所有构件进行计算或者对选择的部分构件进行计算，如下图所示

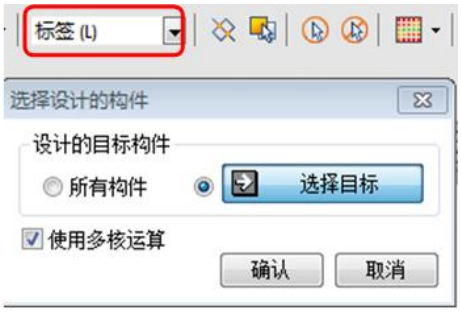
✓ **设计的目标构件**

- 所有构件：进行模型中所有构件的验算
- 选择目标：点击“选择目标”功能，进行用户需要查看的构件的验算

当用户选择 JTG/T B02-01-2008 和 CJJ 166-2011 规范时，选择所有构件默认验算所有的构件和支座；选择“选择目标”时，用户可以选择部分构件和支座进行设计。选择“构件（M）”时，可以选中构件，选择“标签（L）”时可以选中支座，如图所示。

“选择目标位置”将显示选中的构件和支座的总数量。





✓ **使用多核运算**

- 选择单核运算或多核运算功能，选择多核运算可提高运算速度。

04. 结果

Civil Designer 所有结果显示，都将在“结果”区域显示。在“结果”区域可以生成整体计算书、构件的详细计算书、材料的数量表，提供构件图形、查找和线上图等工具，同时可以调整结果的视图显示。此外，分析设计结果的查询也可以在工作树的结果栏看到，包括分析结果、RC 设计结果、PSC 设计结果的各验算项以及验算结果的表格显示等。

4.1 计算书

Civil Designer 向用户提供整体计算书、构件详细计算书、数量表。

4.1.1 整体计算书实现流程

Civil Designer 的整体计算书按照中国规范中的设计流程输出其计算结果。如：按照 JTG D62-2004 输出的计算书内容按照该规范 5～7 章的顺序，依次输出承载能力极限状态、正常使用极限状态、持久状况和短暂状况构件的应力验算结果。用户可以利用程序自带的计算书模板一键生成计算书；也可以手动建立符合本设计院风格的计算书模板，一旦计算书模板制定完成，可永久使用，且其内容可随模型更新。

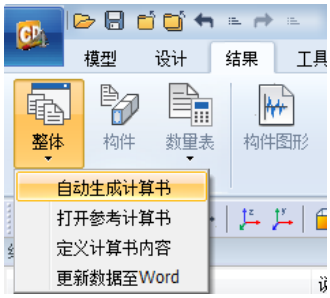
生成整体计算书有两种方法。

✓ **方式 1：自动生成计算书**

此方法适合用户单位没有固定格式计算书时，程序自动套用安装文件夹下的计算书模板。

步骤如下：

（a） 主菜单>结果>计算书>自动生成计算书，如图所示。



（b） 程序自动打开 word，并加载工作树和模型数据到计算书模板。

（c） 保存计算书，操作同 word。

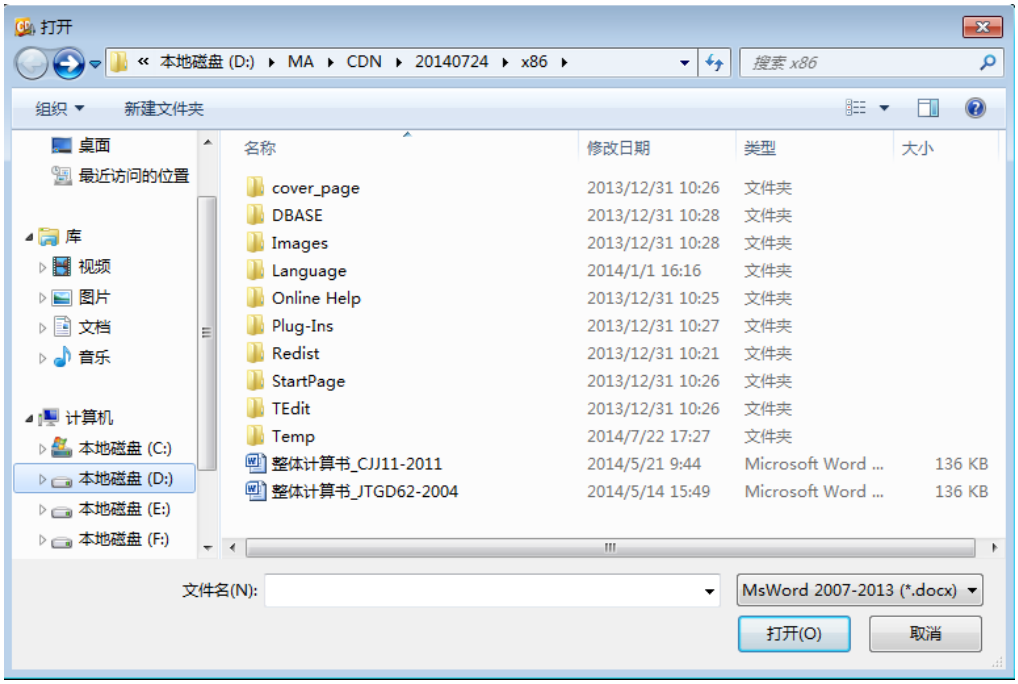
✓ **方式 2：手动生成计算书**

这种方法可以满足用户生成具有自己风格的计算书。用户可以自定义模板，将需要生成计算书的数据定义成书签内容，Civil Designer 自动检索书签并生成 word 工作树。用户在 Civil Designer 中修改模型数据后，程序只更新书签内容，模板可以反复永久使用。

手动生成计算书的步骤如下：

（a） 主菜单>结果>计算书>打开参考计算书，如图所示：

（b） 弹出“打开”对话窗，点击“打开”后，打开既有计算书。如图所示：



（c） 程序自动在 word 中打开既有计算书，并加载工作树。

（d） 点击按钮，更新 Civil Designer 中的模型全部数据至文档，仅替换既有计算书中书签部分内容。

（e） 用户根据自己的需要编辑计算书并保存。

4.1.2 整体计算书 Civil Designer 主菜单

✓ **自动生成计算书**

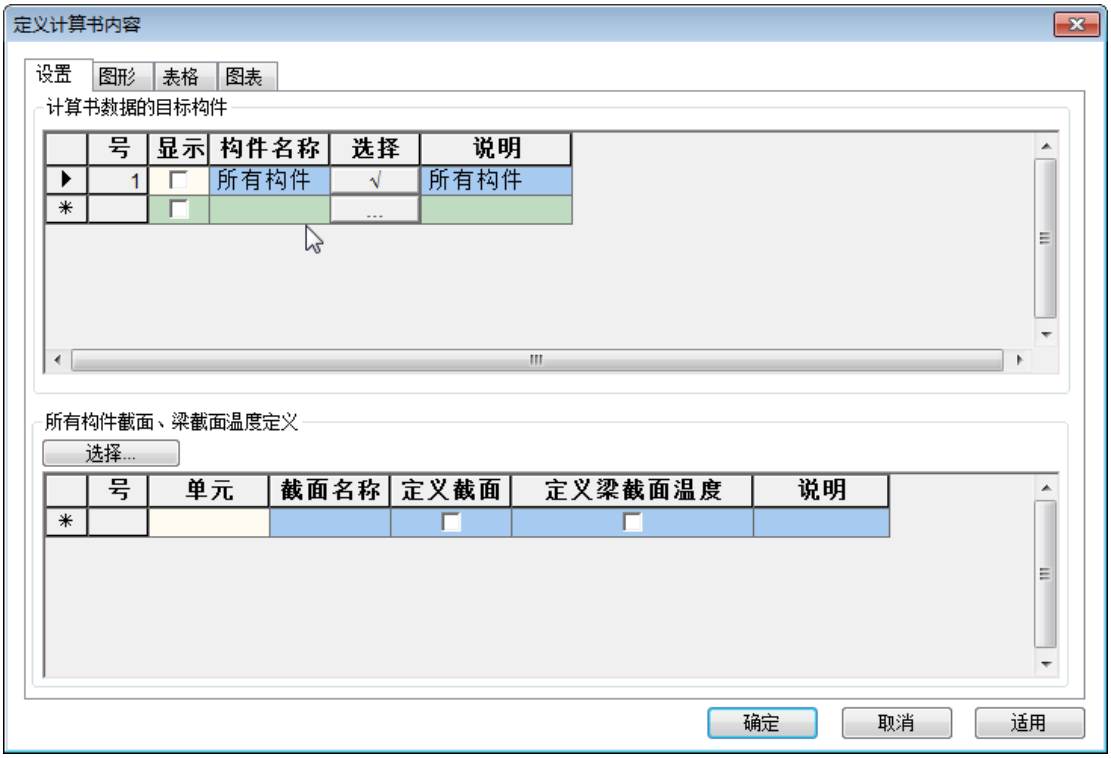
用户点击“自动生成计算书”按钮时，Civil Designer 自动打开安装文件夹下的“整体计算书模板”，并将 Civil Designer 中默认数据、自定义的内容自动更新到 word 目录树中且更新至 word 文档中。

✓ **打开参考计算书**

用户点击“打开参考计算书”按钮时，弹出“打开”对话框打开既有计算书文件，用户可编辑模板并将 Civil Designer 中数据手动更新到 word 目录树中。

✓ **定义计算书内容**

用户自定义生成计算书或更新数据至 word 之前，可以在“定义计算书内容”下面进行关于计算书内容的设置，包括需要在计算书中显示的构件、图形、表格和图表等内容。



- 设置：设置用户需要在计算书中显示计算结果的构件。

  号：对选中的构件从 1 开始自动排序编号；

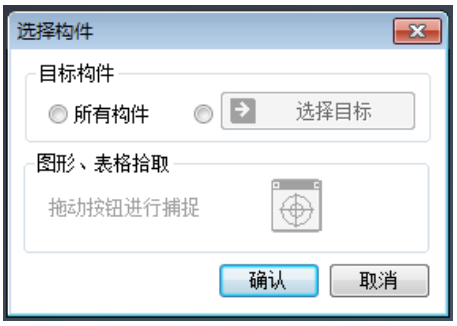
  显示：勾选时模型窗口显示用户选中的构件。

  构件名称：可备注选中的构件名称，默认为“所有构件”，此处定义构件可实现不同构件分别给出计算书数据，例如同一模型中的上部结构、下部结构可分别给出计算书数据，以方便用户针对不同构件给出整体计算书。

  选择：从模型窗口中选择计算书数据的目标构件。过程如下：

（a） 点选择按钮“…”；

（b） 弹出如下对话窗，可以选择全部构件或部分构件，选中目标后点“确认”按钮。



- 截面、梁截面温度定义

  表格根据定义的目标构件发生变化，一个单元对应一个表格。用来输出用户定义的截面、梁截面温度数据。

  “选择”按钮同“设置”选项卡内容。

  号：从 1 开始编号。

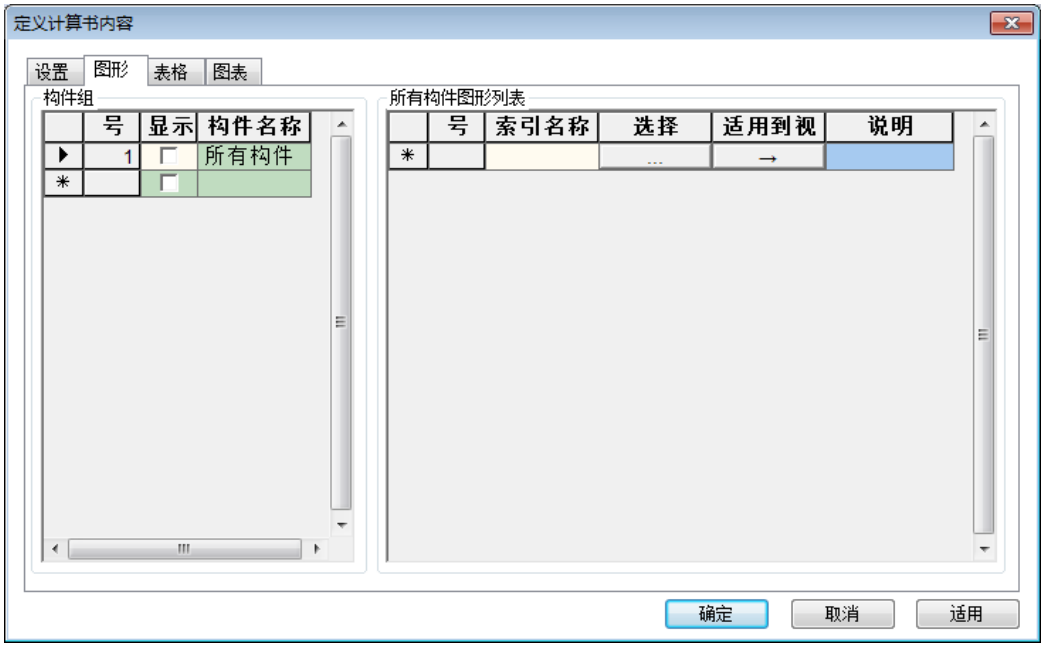
  截面名称：显示用户选中的单元对应的截面名称。

  定义截面：生成用户选中的单元的截面数据。

  定义梁截面温度：生成用户选中单元的梁截面温度数据。

  说明：用户可备注选中构件，例如“跨中截面”。

- 图形



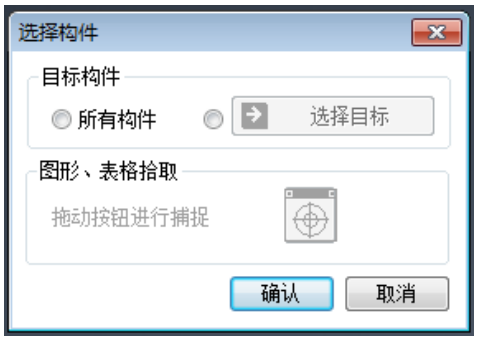
构件组：直接对应列出“设置”中定义的目标构件。勾选时可以在图形列表中设置该构件需要在计算书中显示的图形。

图形列表：选中的“构件名称”+图形列表。

号：从 1 开始自动编号。

索引名称：插入到计算书中的书签名称。

选择：点击打开下图对话框，用户可以拖动拾取按钮在模型视图拾取图形。.



适用到视图：调整模型视图到此视图的状态。

说明：用户备注图形信息。

- 表格

除选择按钮为拖动拾取按钮在后处理表格拾取表格外，其余同“图形”选项卡相应内容。

- 图表

除选择按钮为拾取“构件图形”中当前确定的图表外，其余同“图形”选项卡相应内容

✓ **更新数据至 word**

生成计算书后，用户再修改模型，可点击“更新数据至 word”按钮将计算书数据更新至 word 工作树中，如需要将 word 工作树中数据更新至 word 文档需要点击“更新全部文档”或“更新选中文档”按钮。

更新 word 文档时，只更新书签所对应的内容，其余的内容保留 word 原有风格，非书签部分可采用 word 功能进行编辑，与书签随意组合，以方便用户更灵活的定制模板。

4.1.3 整体计算书更新及 word 工作树

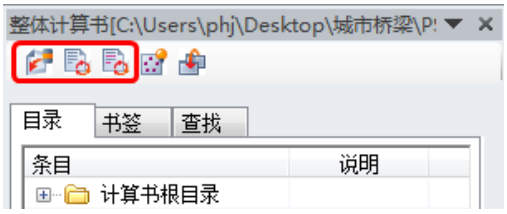
✓ **更新计算书**

Civil Designer 为用户提供了多种更新计算书文档的方式，用户可以结合需要随时更新计算书，省去由于反复修改模型数据造成的重复编辑计算书的麻烦。

Civil Designer 提供了三种更新计算书的方式：

（1） 用户修改模型数据后，在 Civil Designer 主菜单>结果>计算书>更新数据至 word，一键更新。同 4.1.2 节“更新数据至 word”内容。

（2） 在生成的计算书工作树中，如图所示：



方框中从左至右，依次可以 “更新数据至目录树”、“更新全部文档”、“更新选中文档”来实现更新部分或全部计算书文档的功能。

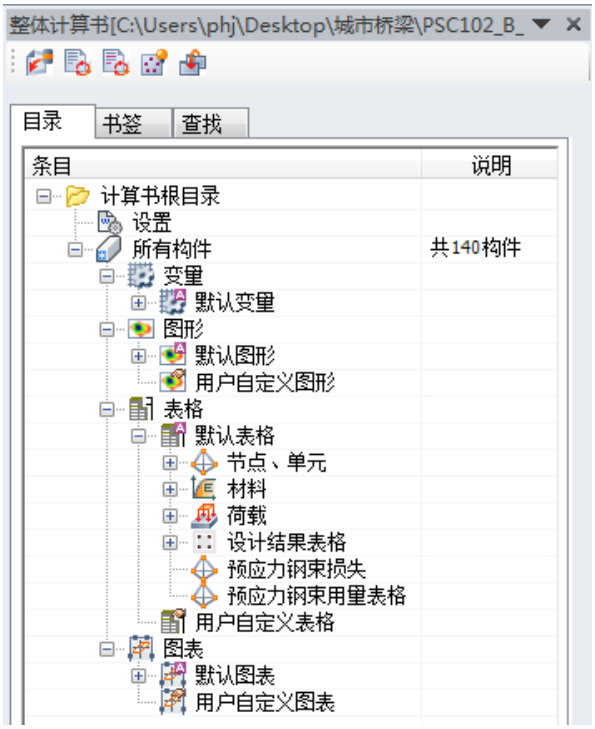
更新数据至目录树：同 4.1.2 节“更新数据至 word”内容。

更新全部文档：程序自动更新 word 工作树中数据至 word 文档中所有书签内容。

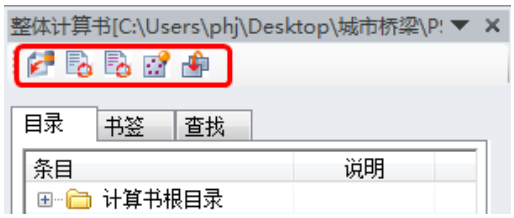
更新选中文档：程序自动更新 word 工作树中数据至 word 文档中用户选中内容。

（3） 在计算书 word 工作树，“目录”下，选中需要添加到 word 中的条目，单击右键，选择“插入到计算书”，或者直接鼠标拖拽该条目到需要插入的位置。

✓ **Word 工作树**



（1）工具条



上述方框中 5 个图标依次为：更新数据至目录树、全部更新文档、更新选中文档、显示书签名称、替换所有书签名称。

- 更新数据至目录树

  同 Civil Designer 中“更新数据至 word”操作。

- 全部更新文档

  将整个 word 文档用目录树中信息更新。

- 更新选中文档

  将 word 选中内容用目录树中信息更新。

- 显示书签名称

  显示 word 中书签名称及其对应内容，方便用户查看并编辑书签。

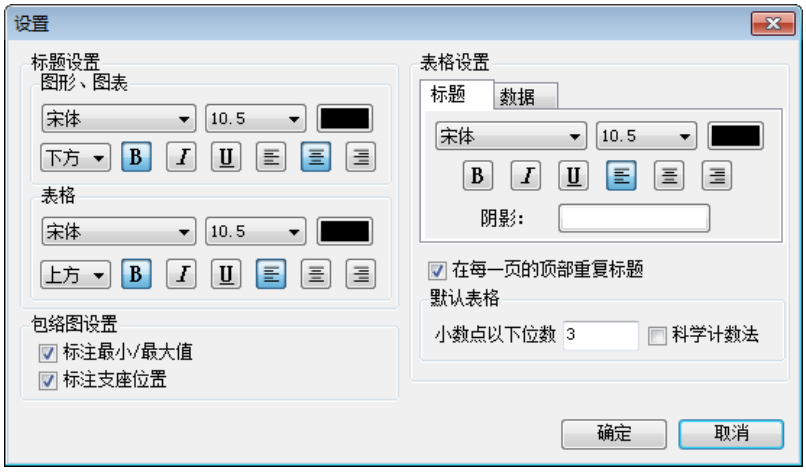
- 替换模板中的书签名称

  替换 word 工作树及 word 文档中书签名称。用户打开参考计算书模板时，如果书签名称与 Civil Designer 中定义的构件名称不对应，可采用此功能替

换书签名称。

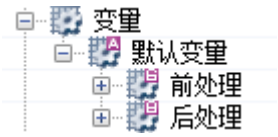
（2）目录树

- 设置

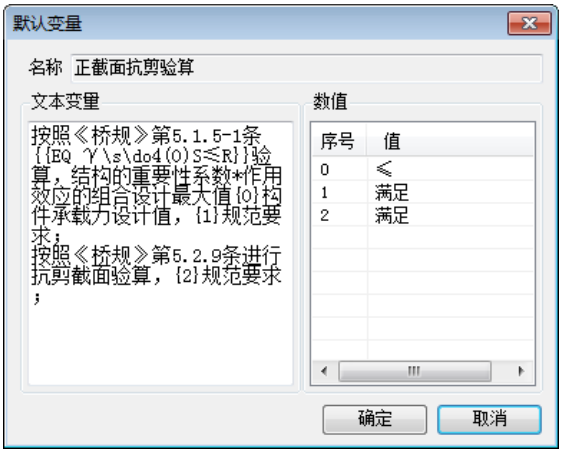


可对 word 计算书书签内的标题、表格、图形、包络图等进行设置。

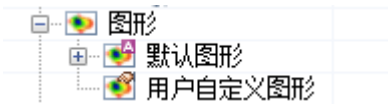
- 变量



可通过右键“特性”对变量中的前处理数据和后处理变量进行内容编辑、插入文字。



- 图形

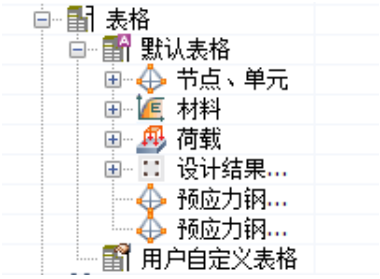


默认图形：Civil Designer 中程序自动生成的图形文件。用户可通过右键将图片单独保存成图片文件，也可右键打开图形“特性”对话框进行编辑，

如图所示：

用户自定义图形：用户通过 Civil Designer“定义计算书内容”定义的图形，操作同“默认图形”。

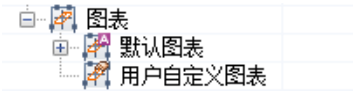
- 表格



默认表格：Civil Designer 中程序自动生成的表格文件。用户可通过右键打开表格“特性”对话框进行编辑，选中需要输出的列、行，如图所示：

用户自定义表格：用户通过 Civil Designer“定义计算书内容”定义的表格，操作同“默认表格”。

- 图表



默认表格：Civil Designer 中程序自动生成的图表文件。用户可通过右键打开图表“特性”对话框进行编辑，可修改绘制图表的数据，如图所示：

距构件组起始点距离(m)	rTd (KN.m)	Tn(Max) (KN.m)	Tn(Min) (KN.m)
0	0	16.0965	-16.0965
0.5	0	26.9795	-26.9795
0.5	0	26.9795	-26.9795
1	0	40.5297	-40.5297
1	0	40.5297	-40.5297
1.5	0	56.6756	-56.6756
1.5	0	56.6756	-56.6756
2	0	75.3457	-75.3457
2	0	75.3457	-75.3457
2.5	0	96.4688	-96.4688

用户自定义表格：用户通过 Civil Designer“定义计算书内容”定义的图表，操作同“默认图表”。

（3）书签树

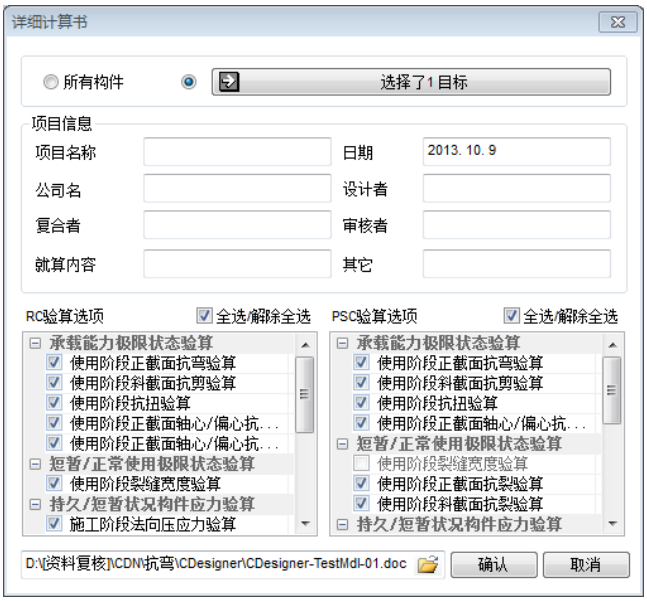
书签树中显示对应的书签名称，双击可自动定位到 word 书签中的书签位置。

（4）查找树

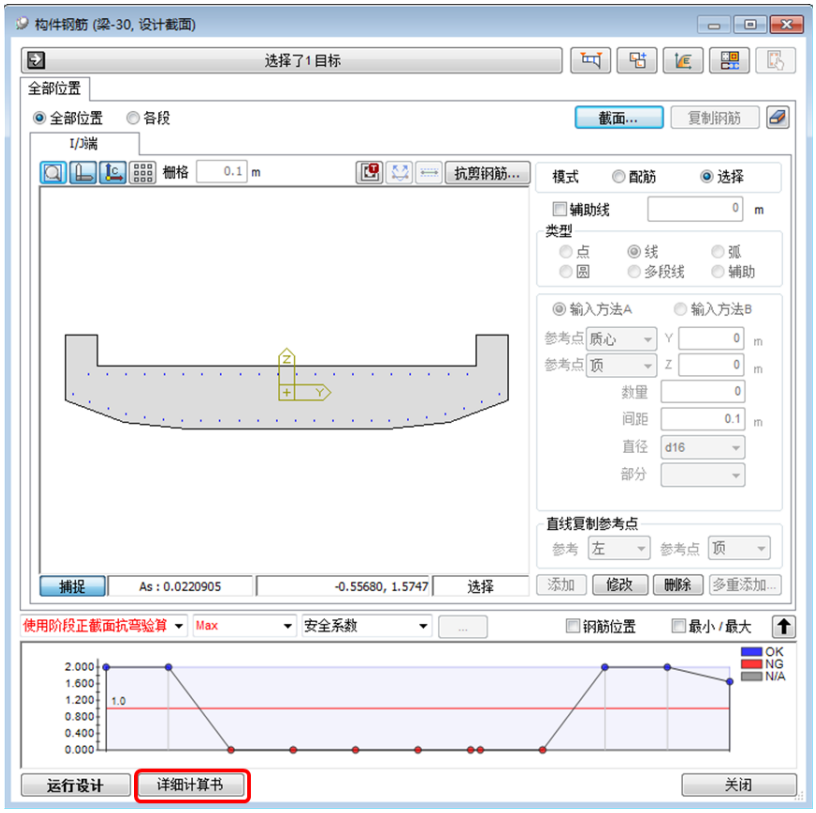
查找书签名称或包含关键字的书签名称。查找到的书签可按住左键不放拖动到 word 文档中。

4.1.4 构件计算书

Civil Designer 支持详尽的构件计算书，可查看构件的详细设计过程，显著提升设计人员的设计能力。计算书输出时选择相应的构件时，程序按构件输出 Microsoft Word 格式的详细计算书。



构件详细计算书的生成也可以在“构件钢筋”对话窗实现，如图所示：



4.1.5 数量表

给出混凝土、钢筋、钢束等信息。

✓ **总摘要**

	类型	名称	单位	总和
▶	混凝土	C50	m^3	7.155e+002
		C30	m^3	4.034e+002
		总和	m^3	1.119e+003
	主筋	d20	kg	4.212e+004
		d16	kg	1.896e+002
		总和	kg	4.231e+004
	钢束特性	3	kg	5.657e+003
		1	kg	5.657e+003
		2	kg	1.079e+004
		总和	kg	2.210e+004

✓ **钢束详细**

可按照钢束形状、钢束特性、钢束组分别统计钢束信息

	第	钢束名称	钢束数量	面积 (m^2)	长度 (m)	重量/长度 (kg/m)	重量 (kg)	总重量 (kg)
	1	1a	1.00	1.820e-003	2.158e+001	1.457e+001	3.143e+002	3.143e+002
	2	1b	1.00	1.820e-003	2.159e+001	1.457e+001	3.146e+002	3.146e+002
	3	1c	1.00	1.820e-003	2.158e+001	1.457e+001	3.144e+002	3.144e+002
	4	1d	1.00	1.820e-003	2.158e+001	1.457e+001	3.144e+002	3.144e+002
	5	1e	1.00	1.820e-003	2.159e+001	1.457e+001	3.146e+002	3.146e+002
	6	1f	1.00	1.820e-003	2.158e+001	1.457e+001	3.143e+002	3.143e+002
	7	2a	1.00	1.820e-003	2.157e+001	1.457e+001	3.142e+002	3.142e+002

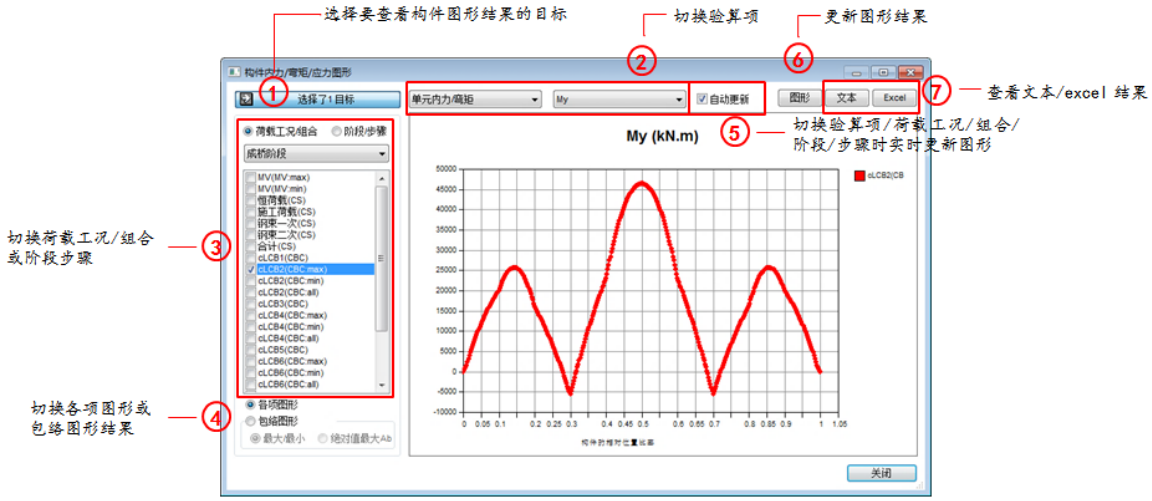
钢束形状 / 钢束特性 / 钢束组 /

4.2 查询

Civil Designer 提供 3 种查询工具：

4.2.1 构件图形

显示荷载工况/组合或阶段/步骤下的构件内力/弯矩/应力结果：



4.2.2 查找

显示当前模型视图中选中单元的分析结果或设计结果。

注：模型视图中显示为分析结果某项值或者设计结果某项值时，查找表格中的“值”对应显示其值

4.2.3 线上图

显示当前模型视图中两点之间的分析结果或设计结果

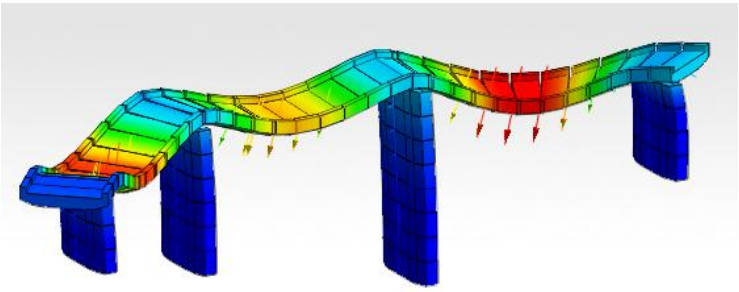
注 1：模型视图中显示为分析结果某项图形结果或者设计结果某项图形结果时，线上图对应显示其图形。

注 2：线上图的最小值绘制在构件上。

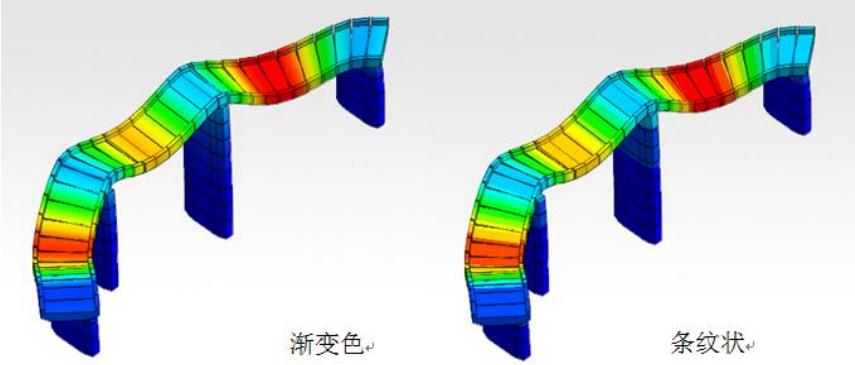
4.3 一般

“一般”区域按钮在查看模型分析设计结果时有效。

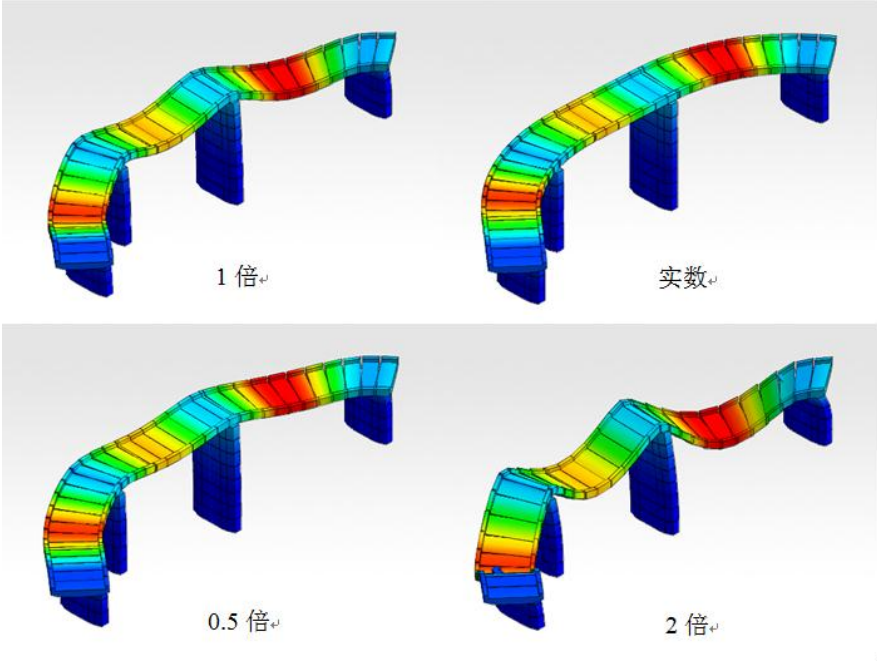
- 矢量：在模型上显示构件变形方向。



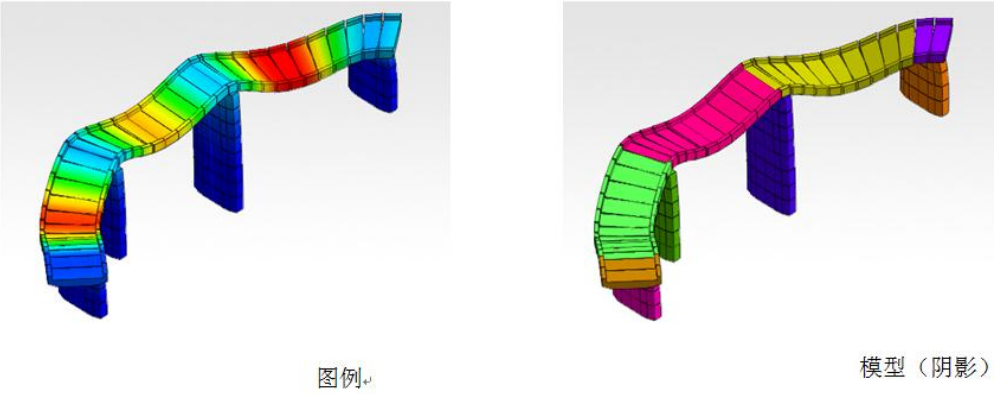
- 变形：控制模型的视图状态为“变形”状态或“未变形”状态。
- 修匀：控制模型的显示颜色为条纹状或连续的渐变色。



- 自动比例（1*）：（1 倍、实数、0.5、2 倍）控制变形的显示比例，默认为 1 倍。



- 颜色：图例，或模型（阴影）。如图。



4.4 显示/隐藏

显示或隐藏相关选项，勾选则在模型窗口中显示相关项，不勾选不显示。

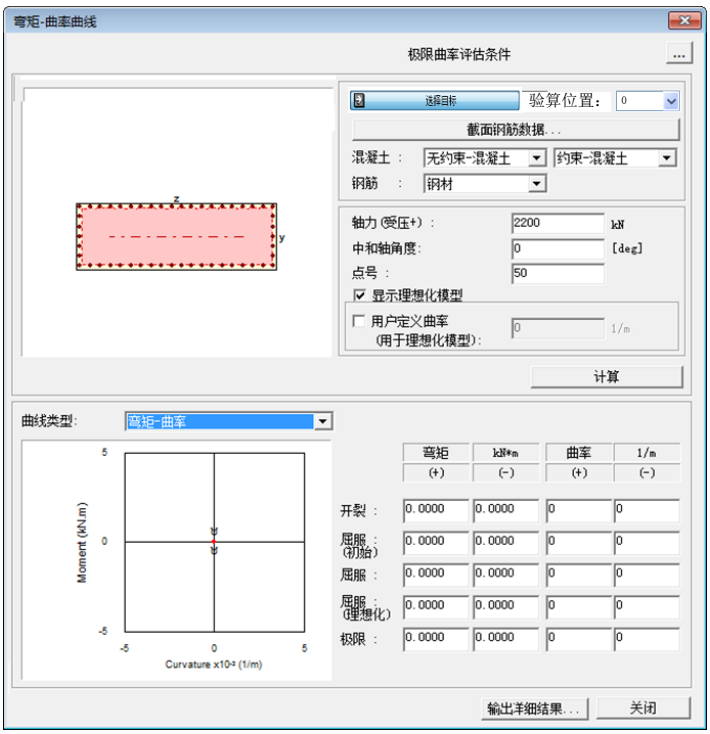
05. 工具

Civil Designer 程序调用用户输入的截面数据，自动给出 “弯矩曲率曲线”和“P-M 曲线”供用户使用。

5.1 弯矩曲率曲线

程序利用用户输入的截面尺寸、实配钢筋数据和材料的本构模型获得截面的弯矩曲率曲线，并提供截面的一些关键特性，例如屈服特性值、极限特性值供用户进行截面评价。同一个截面根据验算方向的不同可存在多个弯矩曲率曲线。

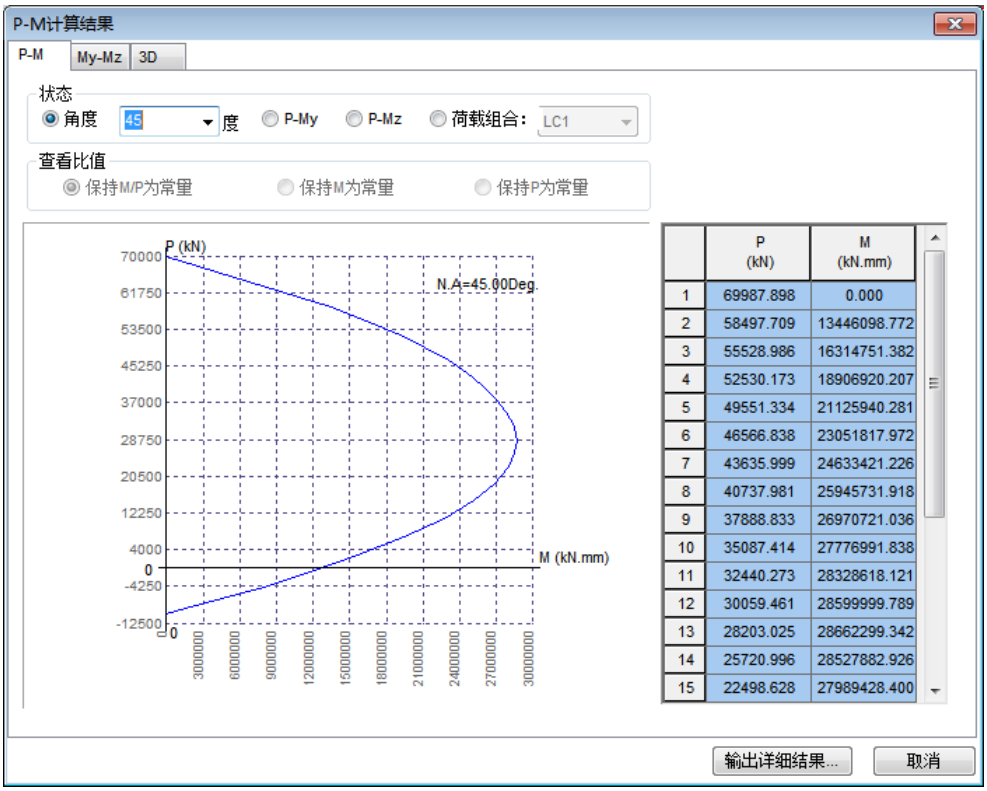
用户选择极限曲率的评估条件后，选择要查看弯矩-曲率曲线的构件，设置验算位置。程序自动调取用户在桥墩参数中输入的混凝土和钢筋数据，用户根据在 Civil 中设置的混凝土和钢筋本构模型，输入对应的轴力、中和轴角度，点号等参数，点击“计算”程序自动给出该截面在相应中和轴角度下的弯矩-曲率曲线，并在信息输出栏给出截面特性值。用户可在“曲线类型”查看不同的曲率曲线，并且可以点击“输出计算结果…”以 excel 表格的形式输出详细的计算结果。



- 极限曲率评估条件：选择极限曲率的评估条件；
- 截面、位置：所验算构件的验算位置处截面；
- 截面钢筋数据…：所验算构件的验算位置处截面钢筋；
- 无约束-混凝土：在桥墩参数中提取；
- 约束-混凝土：在桥墩参数中提取；
- 钢筋：在桥墩参数中提取；
- 轴力（受压+）：承载能力极限状态组合最不利轴力组合
- 中和轴角度：输入要计算 M-Φ 曲线的方向，根据截面的验算方向确定，如 y 轴为 0°，z 轴为 90°；
- 点号：画出此弯矩-曲率曲线的点数。
- 显示理想化模型：根据计算的 M-Φ 曲线，自动输出理想化的等效弯矩-曲率曲线。
- 用户定义曲率：勾选时用户可自定义曲率值。

5.2 P-M 曲线

程序根据实配钢筋和采用材料强度标准值自动计算得到 P-M 曲线。



P-M 曲线的使用方法：

（a） 选择要查看 P-M 曲线的截面所在目标构件，在“验算位置”下拉菜单指定需要计算的截面位置。

（b） 输入需查看的荷载组合，点击“计算”。

（c） 用户也可点击“截面特性…”查看已选择的构件的截面特性。

（d） 用户可在 P-M 计算结果对话窗查看不同角度、不同荷载组合下的 P-M、My-Mz 和 3D 视图状态下的曲线结果，并在右侧信息输出表格中查看具体的 P、M 值。

P-M 视图：用户可通过“角度”、“P-My”、“P-Mz”、“荷载组合”四种状态查看对应 P-M 关系曲线，从右下角表格栏可读取相关数据；

My-Mz 视图：用户可通过“轴力”、“荷载组合”两种状态来查看对应的 My-Mz 曲线，从右侧表格栏可读取相关数据；

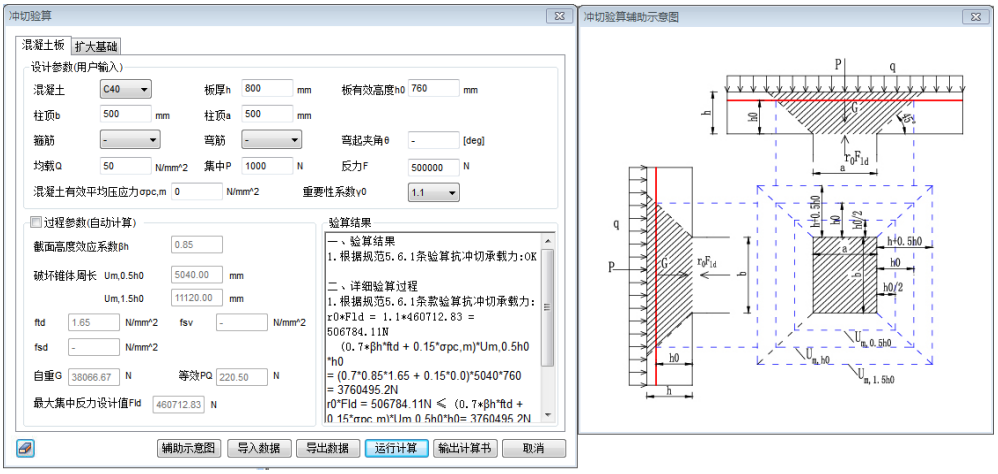
3D 视图：用户可通过勾选 P-M 曲线、M-M、荷载组合相关选项，查看指定参数下的 P-M 三维视图。

P-M 曲线为用户提供了方便的查看工具，用户可根据轴力值从 P-M 曲线查出对应的弯矩值，在一些设计项的验算中，程序也会调用相关的 P-M 曲线上的值进行设计项的验算，如盖梁抗弯验算和桥墩塑性铰抗剪强度验算，程序调取验算截面所在抗震组合下的轴力结果，在 P-M 曲线上查出对应的 M 值，取最大弯矩值进行验算。

5.3 冲切验算

冲切验算分为混凝土板和扩大基础两种情况，程序根据用户输入的设计参数，自动计算得到过程参数进行冲切验算，如果用户需要修改过程参数，点击过程参数复选框可以自行修改过程参数，程序按照用户修改的参数进行冲切验算，程序还提供了另一种参数输入\输出的方法，可以将设置好的参数导入\导出数据。

参数设置完成后点击运行计算，验算结果框中就能看到详细的验算过程，并且可以输出计算书。



冲切验算-混凝土板设计参数（用户输入）：

（a） 混凝土：下拉框内容为新规范所有强度等级；强度等级 C25—C80，与 CDN 中混凝土材料数据库数据保持一致。

（b） 板厚 h：板厚值；输入限制：h＞0。

（c） 板有效高度 h0：板的有效高度值；输入限制：h0＞0。

（d） 柱顶 a、柱顶 b：柱顶尺寸；输入限制：a、b＞0。

（e） 箍筋、弯筋：下拉框形式，下拉框内容为箍筋及弯筋的钢筋种类选项以及“-”选项；与 CDN 中普通钢筋材料数据库数据保持一致；“ – ”，即不配置箍筋、弯筋。

（f） 弯起夹角 θ：弯起钢筋与板底面的夹角；如果“弯筋”项为“-”，该项输

入框暗显，不允许用户修改。如果“弯筋”项为具体的钢筋等级，该项默认值设为“45°”，且输入框亮显，允许用户修改；输入限制：0≤θ≤45。

（g） 均载 Q：用户输入破坏锥体范围内的均布荷载值；输入限制：Q≥0。

（h） 集中 P：用户输入破坏锥体范围内的集中力荷载；输入限制：P≥0。

（i） 反力 F：用户输入破坏锥体顶面，由柱传递来的反力；输入限制：F＞0。

（j） 混凝土有效平均压应力σpc,m：由预加力引起的混凝土有效平均压应力值；“建议值 1—3.5MPa”；输入限制：σpc,m＞0。

（k） 重要性系数γ0：下拉框形式，下拉框内容为 1.1、1.0、0.9 三项。

冲切验算-混凝土板过程参数（自动计算）：

（a） 截面高度效应系数βh：根据板厚 h 自动计算；计算规则：根据板厚 h≤300mm，βh=1.0；h≥800mm，βh=0.85；中间值内插计算；用户输入时，输入限制：βh＞0。

（b） 破坏锥体周长：自动计算；用户自定义时，输入限制：Um＞0。Um,0.5h0：距集中反力作用面 h0/2 处破坏锥体截面面积周长，即规范中的 Um，5.6.1：计算：Um,0.5h0=2(a+b+2h0)；Um,1.5h0：冲切锥体以外 h0/2 处的最不利周长，，即规范中的 Um，5.6.2。

（c） ftd：根据混凝土强度等级，自动得出混凝土抗拉强度设计值；与 CDN 中混凝土材料数据库数据保持一致，用户自定义时，输入限制：ftd＞0。

（d） fsv：根据箍筋钢筋种类，自动得出箍筋抗拉强度设计值；与 CDN 中普通钢筋材料数据库数据保持一致；如果“箍筋”项为“-”，该项输入框默认为“-”，且输入框暗显，不允许用户修改；用户自定义时，输入限制：fsv＞0。

（e） fsd：根据弯筋钢筋种类，自动得出其抗拉强度设计值；与 CDN 中普通钢筋材料数据库数据保持一致；如果“弯筋”项为“-”，该项输入框默认为“-”，且输入框暗显，不允许用户修改；用户自定义时，输入限制：fsd＞0。

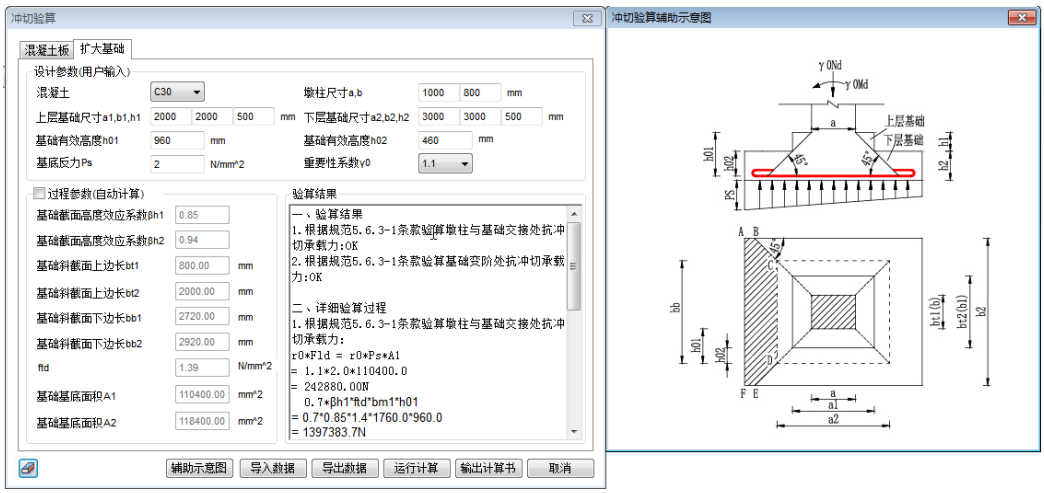
（f） 自重 G：自动计算破坏锥体的自重值，计算公式如下； //用户自定义时，输入限制：G ≥ 0。计算公式：

$G=\frac{1}{3}h\left[ab+(a+2h)(b+2h)+\sqrt{ab(a+2h)(b+2h)}\right]\gamma_g$，γg 为钢筋砼容重，取值 25KN/m3。

（g） 等效 PQ：根据 Q 值，自动计算等效的作用在破坏锥体范围内的集中荷载，

计算公式如下：PQ=Q（a+2h）(b+2h)。

（h） 最大集中反力设计值 Fld：根据上述荷载及系数自动计算，计算公式如下：Fld=F -G -PQ -P。



冲切验算-扩大基础（用户输入）：

（a） 混凝土：下拉框内容为新规范所有强度等级；强度等级 C25—C80，与 CDN 中混凝土材料数据库数据保持一致。

（b） 墩柱尺寸 a，b：墩柱两个方向宽度值，输入限制：a，b 均＞0。

（c） 上层基础尺寸 a1,b1,h1：上层基础两个方向宽度值及厚度值，输入限制：a1,b1,h1 均＞0。

（d） 下层基础尺寸 a2,b2,h2：下层基础两个方向宽度值及厚度值，输入限制：a2,b2,h2 均≥0；当此处任意数值为 0 时，其他 2 个数据均按 0 取值处理。

（e） 基础有效高度 h01：计算墩柱及与基础交界处的有效高度值，输入限制：h01＞0。

（f） 基础有效高度 h02：计算基础变阶处的有效高度值，输入限制：h02＞0。

（g） 基底反力 Ps：用户输入在荷载设计值作用下基底单位面积上的反力荷载值，输入限制：Ps≥0，在荷载设计值作用下基底单位面积上的反力（可扣除基础自重及其上的土重），当受偏心荷载时可取最大的单位反力。

（h） 重要性系数 γ0：下拉框形式，下拉框内容为 1.1、1.0、0.9 三项。

冲切验算-扩大基层过程参数（自动计算）：

（a） 基础截面高度效应系数 βh1：根据基础厚 h1+h2 自动计算；计算规则：根据基础厚 h1+h2≤300mm，βh1=1.0；h1+h2≥800mm，βh1=0.85；中间值内插计算；输入限制：βh1＞0。

（b） 基础截面高度效应系数βh2：根据基础厚 h2 自动计算；计算规则：根据基础厚 h2≤300mm，βh2=1.0；h2≥800mm，βh2=0.85；中间值内插计算；输入限制：βh2＞0。

（c） 基础斜截面上边长 bt1：计算墩柱及与基础交界处冲切破坏锥体最不利一侧斜截面的上边长值；自动计算，计算规则：bt1=b；输入限制：bt1＞0。

（d） 基础斜截面上边长 bt2：计算基础变阶处冲切破坏锥体最不利一侧斜截面的上边长值；自动计算，计算规则：bt2=b1；输入限制：bt2＞0。

（e） 基础斜截面下边长 bb1：计算墩柱及与基础交界处冲切破坏锥体最不利一侧斜截面的下边长值；自动计算，计算规则：bb1=b+2*h01；输入限制：bb1＞0。

（f） 基础斜截面下边长 bb2：计算基础变阶处冲切破坏锥体最不利一侧斜截面的下边长值；自动计算，计算规则：bb2=b1+2*h02；输入限制：bb2＞0。

（g） bm1：内部参数，界面中不存在，验算公式会用到；自动计算，bm1=（bt1+bb1）/2。

（h） bm2：内部参数，界面中不存在，验算公式会用到；自动计算，bm2=（bt2+bb2）/2。

（i） ftd：根据混凝土强度等级，自动得出混凝土抗拉强度设计值；与 CDN 中混凝土材料数据库数据保持一致，输入限制：ftd＞0

（j） 基础基底面积 A1：计算墩柱及与基础交界处考虑冲切荷载时取用的多边形基底面积；自动计算，输入限制：A1＞0。

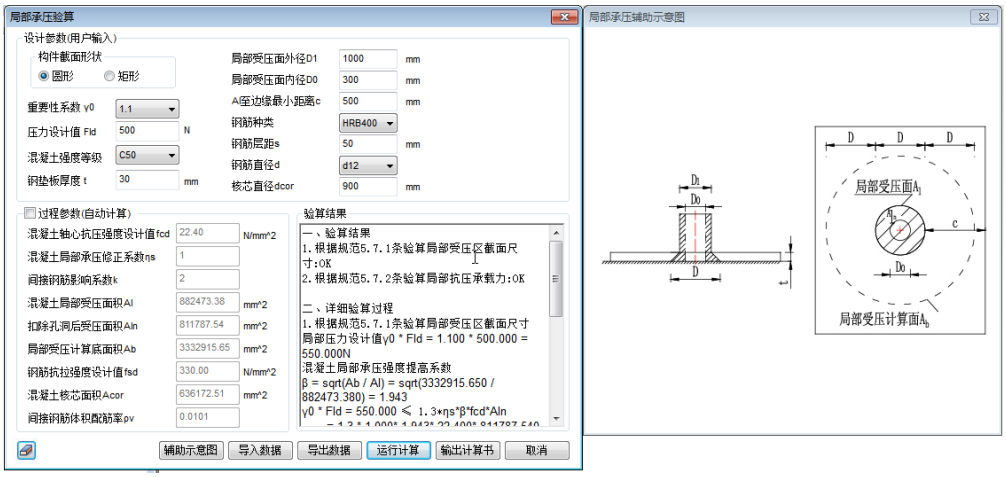
（k） 基础基底面积 A2：计算基础变阶处考虑冲切荷载时取用的多边形基底面积；自动计算；输入限制：A2＞0。

5.4 局部承压

局部承压验算按照构件截面形状分为圆形和矩形两种情况，程序根据用户输入的设计参数，自动计算得到过程参数进行局部承压验算，如果用户需要修改过程参数，点击过程参数复选框可以自行修改过程参数，程序按照用户修改的参数进行局部承压验算，程序还提供了另一种参数输入\输出的方法，可以将设置好的参数导入\导出数据。

参数设置完成后点击运行计算，验算结果框中就能看到详细的验算过程，并且可

以输出计算书。



局部承压验算-圆形设计参数（用户输入）：

（a） 重要性系数γ0：对应值分别为 1.1、1.0、0.9；只允许用户自由选择，不允许输入。

（b） 压力设计值 Fld：允许用户编辑，输入正值。

（c） 混凝土强度等级：下拉菜单中混凝土标号与所选设计规范的材料库对应；只允许用户自由选择，不允许输入。

（d） 钢垫板厚度 t：允许用户编辑。

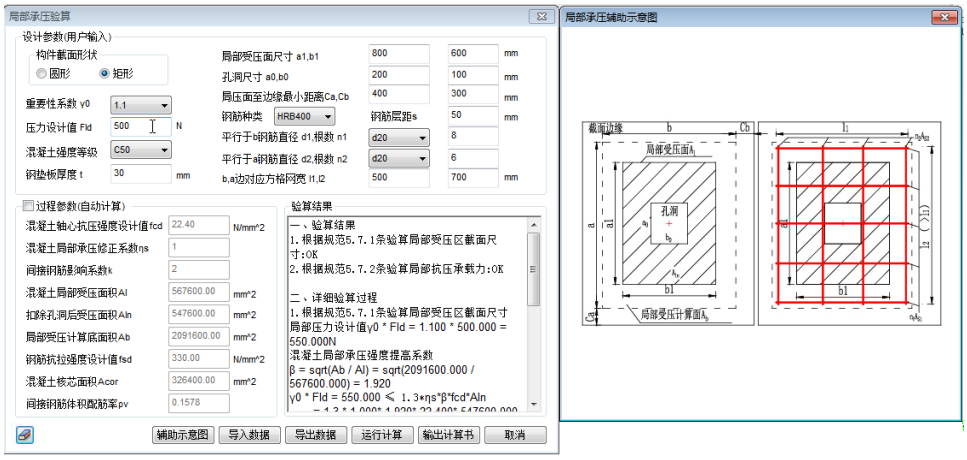
（e） 最小距离 c：对应局部受压面 Al 至截面边缘的最小距离。

（f） 钢筋种类：下拉菜单中钢筋种类与所选设计规范的材料库对应。

（g） 钢筋层距 s：钢筋层间距 s 应在 30~80mm 之间。

（h） 钢筋直径 d：下拉菜单中钢筋直径与所选设计规范的材料库对应。

（i） 核芯直径 dcor：对应螺旋形间接钢筋内表面范围内混凝土核芯面积的直径。



局部承压-矩形设计参数（用户输入）：

（a） 局部受压面尺寸 a1，b1： a1、b1 分别对应局部受压面长边和短边。

（b） 孔洞尺寸 a0，b0：允许用户编辑。

（c） a，b 边至边缘距离 Ca，Cb：允许用户编辑。

（d） 钢筋种类：下拉菜单中钢筋种类与所选设计规范的材料库对应。

（e） 钢筋层距 s：钢筋层间距 s 应在 30~80mm 之间。

（f） 平行于 b 钢筋直径 d1,根数 n1：下拉菜单中钢筋直径与所选设计规范的材料库对应，允许用户自由选择，不允许用户输入；钢筋根数 n1，允许用户编辑，只允许输入自然数。

（g） 平行于 a 钢筋直径 d2,根数 n2：钢筋直径 d2 采用下拉式菜单，下拉菜单中钢筋直径与所选设计规范的材料库对应，允许用户自由选择，不允许用户输入；钢筋根数 n2，允许用户编辑，只允许输入自然数。

（h） b，a 边对应方格网宽 l1，l2：均允许用户编辑。

局部承压-过程参数（自动计算）：

（a） 混凝土轴心抗压强度设计值 fcd：根据混凝土强度等级从规范表 3.1.4 中查取。

（b） 混凝土局部承压修正系数 η s：当混凝土强度等级为 C50 及以下，取 η s=1.0；当混凝土强度等级为 C50~C80 时，取 η s=1.0~0.76，中间按直线插入取值。

（c） 间接钢筋影响系数 k：按照规范第 5.3.2 条取用，即当混凝土强度等级为 C50 及以下，取 k=2.0；当混凝土强度等级为 C50~C80 时，取 k=2.0~1.70，中间按直线插入取值。

（d） 混凝土局部受压面积 A_l：当截面为圆形时，$A_l=\pi*D^2/4$（其中 $D=D_1+2\mathrm{t}$）；当截面为矩形时，$A_l=a*b$（其中 $\mathrm{a}=\mathrm{a}_1+2\mathrm{t}$，$b=\mathrm{b}_1+2\mathrm{t}$）。

（e） 扣除孔洞后受压面积 A_{ln}：当截面为圆形时，$A_{\mathrm{ln}}=\pi*(D^2-D_0{}^2)/4$；当截面为矩形时，$A_l=a*b-a_0*b_0$。

（f） 局部受压计算底面积 A_b：当截面为圆形时 $A_b=\pi*[D+2*\min(c,D)]^2/4$；当截面为矩形时，$A_b=[a+2\min(C_a,b)]*[b+2\min(C_b,b)]$。

（g） 钢筋抗拉强度设计值 f_{sd}：根据钢筋种类从规范表 3.2.3-1 中查取。

（h） 混凝土核芯面积 A_{cor}：当截面为圆形时，$A_{cor}=\pi*d_{cor}{}^2/4$；当截面为矩形

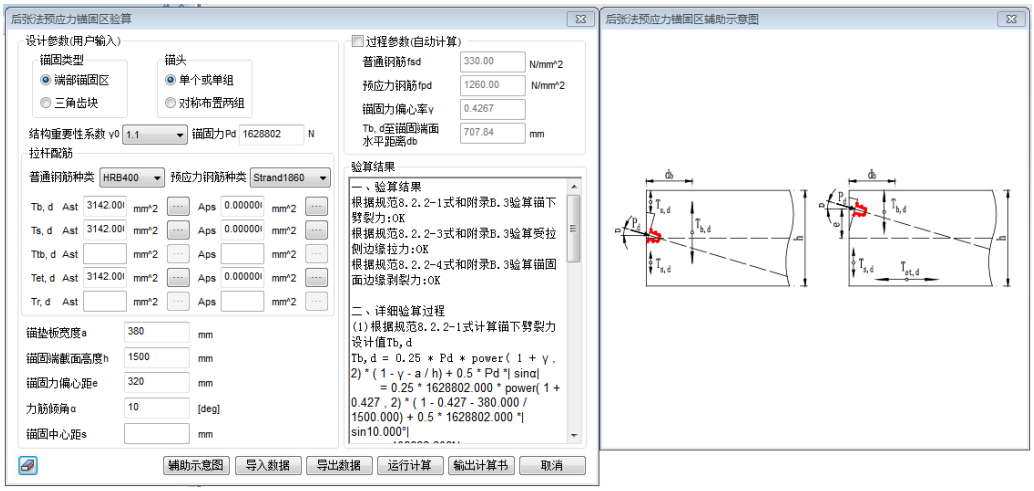
时，$A_{cor}=(l_1-d_2)*(l_2-d_1)$。

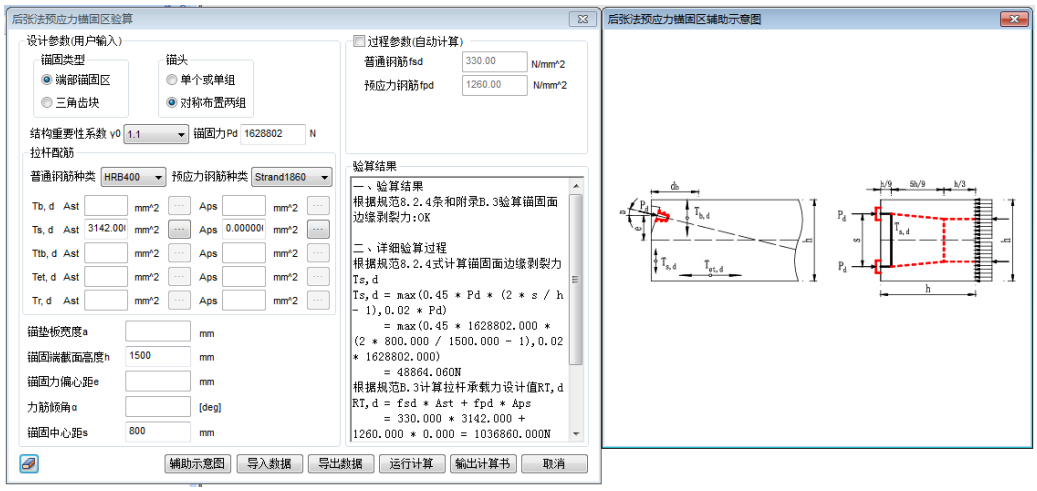
（i） 间接钢筋体积配筋率 ρ_v：当截面为圆形时，$\rho_v=\dfrac{4A_{ss1}}{d_{cor}*s}$（其中 $A_{ss1}=\pi*d^2/4$）；当截面为矩形时，$\rho_v=\dfrac{n_1*A_{s1}*l_1+n_2*A_{s2}*l_2}{A_{cor}*s}$（其中 $A_{s1}=\pi*d_1^2/4$，$A_{s2}=\pi*d_2^2/4$）。

5.5 D 区设计

D 区设计包括主要包含后张法预应力锚固区验算、支座处横隔梁顶部拉力验算、盖梁顶部横向拉力验算。程序根据用户输入的设计参数，自动计算得到过程参数进行后张法预应力锚固区验算\支座处横隔梁顶部拉力验算\盖梁顶部横向拉力验算，如果用户需要修改过程参数，点击过程参数复选框可以自行修改过程参数，程序按照用户修改的参数进行后张法预应力锚固区验算\支座处横隔梁顶部拉力验算\盖梁顶部横向拉力验算，程序还提供了另一种参数输入\输出的方法，可以将设置好的参数导入\导出数据。

参数设置完成后点击运行计算，验算结果框中就能看到详细的验算过程，并且可以输出计算书。





D 区设计-后张法预应力锚固区验算-端部锚固区-设计参数（用户输入）：

（a） 锚固类型：分为端部锚固区和三角齿块允许。

（b） 结构重要性系数 γ 0：“1.1”、“1.0”、“0.9”。

（c） 锚垫板宽度 a：当锚头为“单个或单组”时，该文本框亮显，允许用户自行输入；当鼠标滑过该输入框时，提示悬浮文字为“当为一组密集间距锚头且锚固点中心距小于 2 倍锚垫板宽度时，a 取该组锚头两个最外侧垫板外缘之间的距离”；当锚头为“对称布置两组”时，该文本框暗显，显示为空，不允许用户编辑。

（d） 锚固力偏心距 e：当锚头为“单个或单组”时，该文本框亮显，允许用户自行输入；当锚头为“对称布置两组”时，该文本框暗显，显示为空，不允许用户编辑。

（e） 力筋倾角 α：当锚头为“单个或单组”时，该文本框亮显，允许用户自行输入；当鼠标滑过该输入框时，提示悬浮文字为“当锚固力作用线从起点指向截面形心时取正值，逐渐远离截面形心时取负值”；当锚头为“对称布置两组”时，该文本框暗显，显示为空，不允许用户编辑。

（f） 锚固中心距 s：当锚头选择为“单个或单组”时，该文本框暗显，不允许用户编辑；当锚头选择为“对称布置两组”时，该文本框亮显，允许用户自行输入。

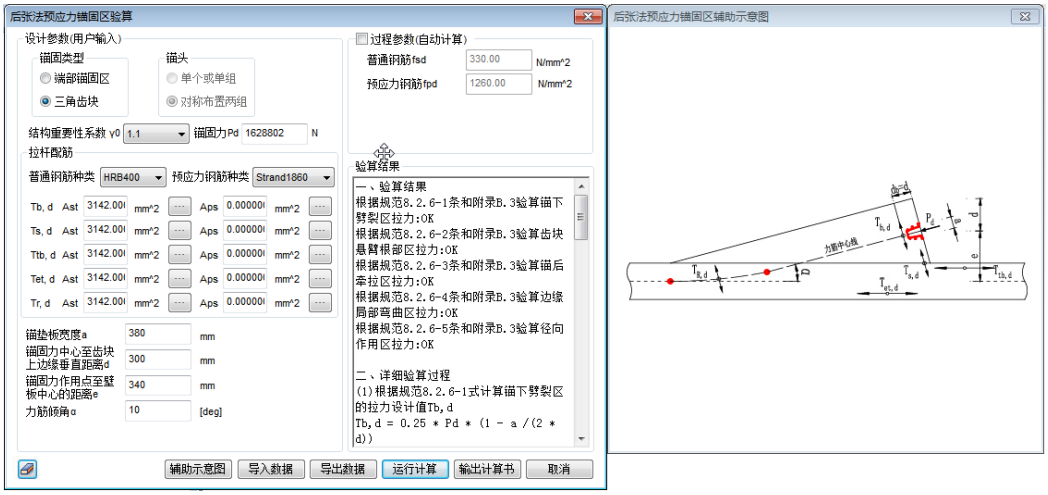
D 区设计-后张法预应力锚固区验算-端部锚固区过程参数（自动计算）：

（a） 普通钢筋 fsd：根据用户选择的钢筋类型，从规范表 3.2.3-1 中查取。

（b） 预应力钢筋 fpd：根据用户选择的预应力钢筋种类，从规范表 3.2.3-2 中查取。

（c） 锚固力偏心率 γ：当锚头为“单个或单组”时，程序内部计算公式为 $\gamma = 2e/h$，显示计算结果；当锚头为“对称布置两组”时，该文本框及对应的标签文字隐藏。

（d） $T_{b,d}$ 至锚固端面水平距离 d_b：当锚头为“单个或单组”时，程序内部计算公式对应新规范 8.2.2-2 式，为 $d_b = 0.5(h-2e)+5e\sin\alpha$，显示计算结果；当锚头为“对称布置两组”时，该文本框及对应的标签文字隐藏。



D 区设计-后张法预应力锚固区验算-三角齿块-设计参数（用户输入）：

（a） 锚垫板宽度 a：允许用户自行输入。

（b） 锚固力中心至齿块上边缘垂直距离 d：允许用户自行输入。

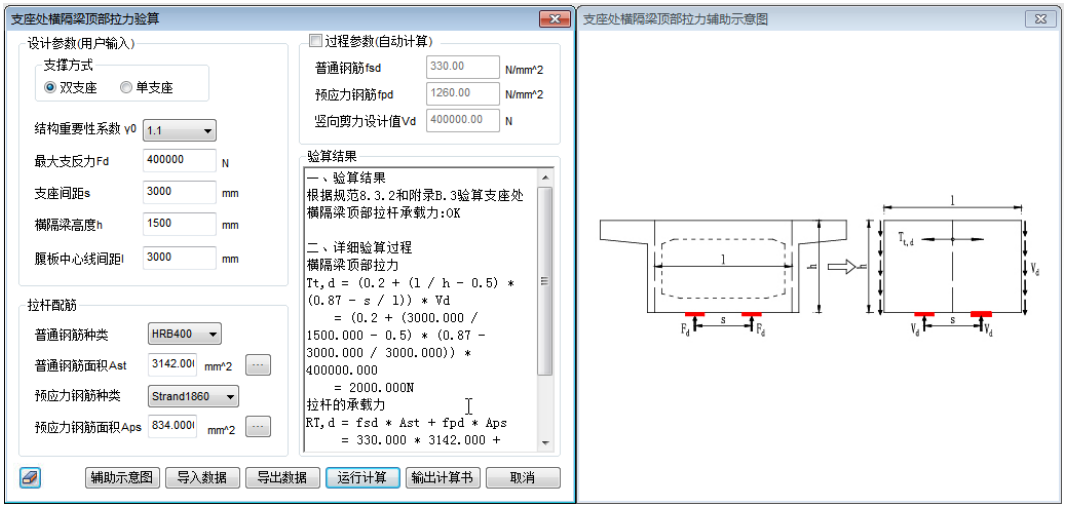
（c） 锚固力作用点至壁板中心的距离 e：允许用户自行输入。

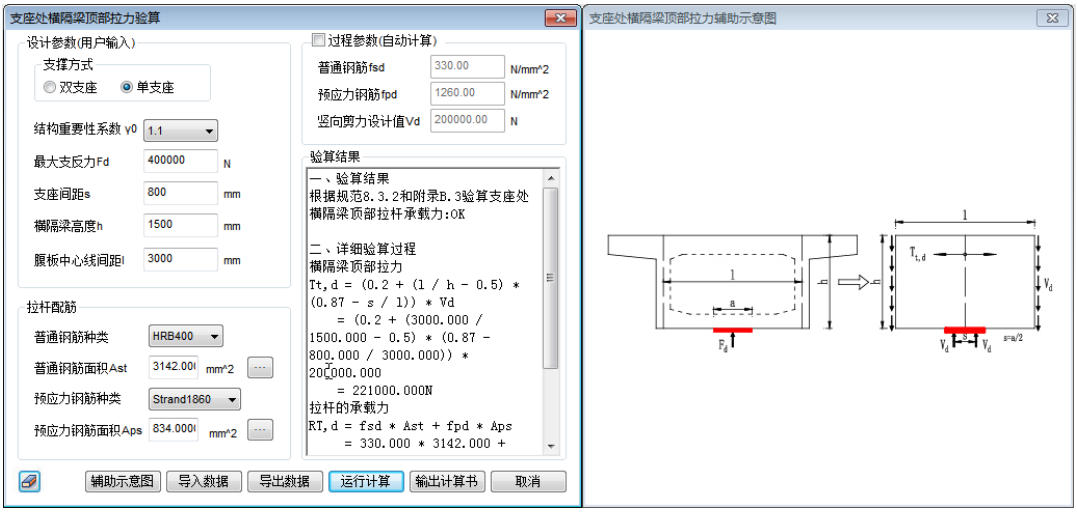
（d） 力筋倾角 α：此值在程序计算时需转化为弧度制；当鼠标滑过该输入框时，提示悬浮文字为“当锚固力作用线从起点指向截面形心时取正值，逐渐远离截面形心时取负值”。

D 区设计-后张法预应力锚固区验算-三角齿块-过程参数（自动计算）：

（a） 普通钢筋 fsd：根据用户选择的钢筋类型，从规范表 3.2.3-1 中查取。

（b） 预应力钢筋 fpd：根据用户选择的预应力钢筋种类，从规范表 3.2.3-2 中查取。





D 区设计-支座处横隔梁顶部拉力验算-设计参数（用户输入）：

（a） 支撑方式：双支座和单支座两种类型。

（b） 结构重要性系数 γ 0： “1.1”、“1.0”、“0.9”。

（c） 最大支反力 Fd：允许用户自行输入；。

（d） 支座间距 s：当支撑方式为双支座时，s 为支座间距；当支撑方式为单支座时，s 应为 1/2 支座垫板宽度。

（e） 横隔梁高度 h：允许用户编辑。

（f） 腹板中心线间距 l： l 应为腹板中心线中点之间的距离。

（g） 普通钢筋种类：下拉菜单中钢筋种类与所选设计规范的材料库对应。

（h） 普通钢筋面积 Ast：允许用户编辑，也可通过⊡按钮进行输入；单击⊡按钮，可以选择钢筋直径和输入钢筋根数，同 cdn 中输入抗剪钢筋面积方式；

（i） 预应力钢筋种类：对应规范表 3.2.2-2 钢筋种类，同 civil 添加钢束材料功能；采用下拉框菜单，下拉菜单中钢筋种类与所选设计规范的材料库对应；

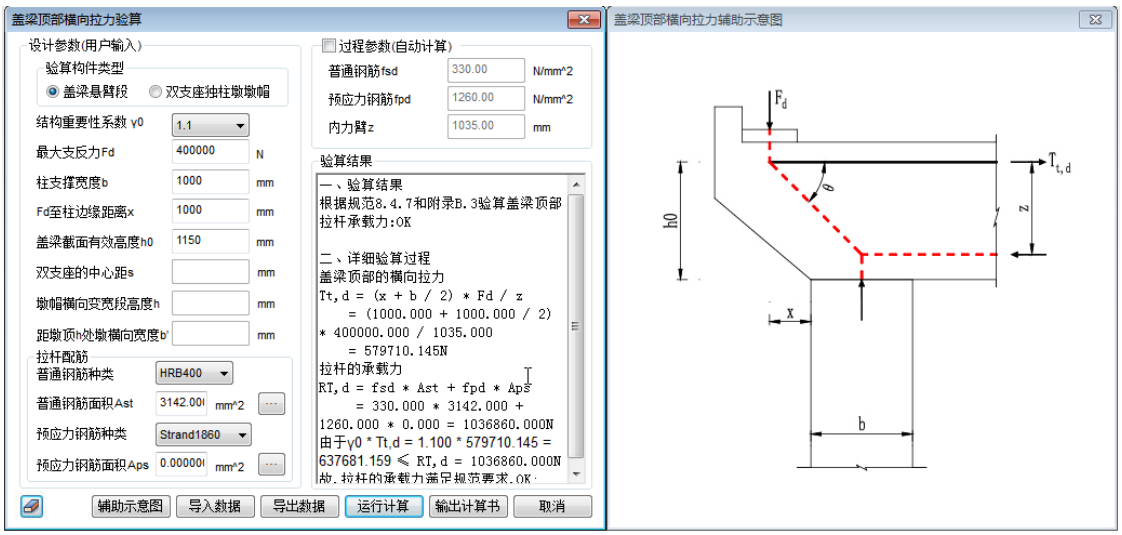
（j） 预应力钢筋面积 Aps：允许用户编辑，也可通过⊡按钮进行输入；单击⊡按钮，可以选择钢筋直径和输入钢筋根数，同 civil 添加钢束特征值功能

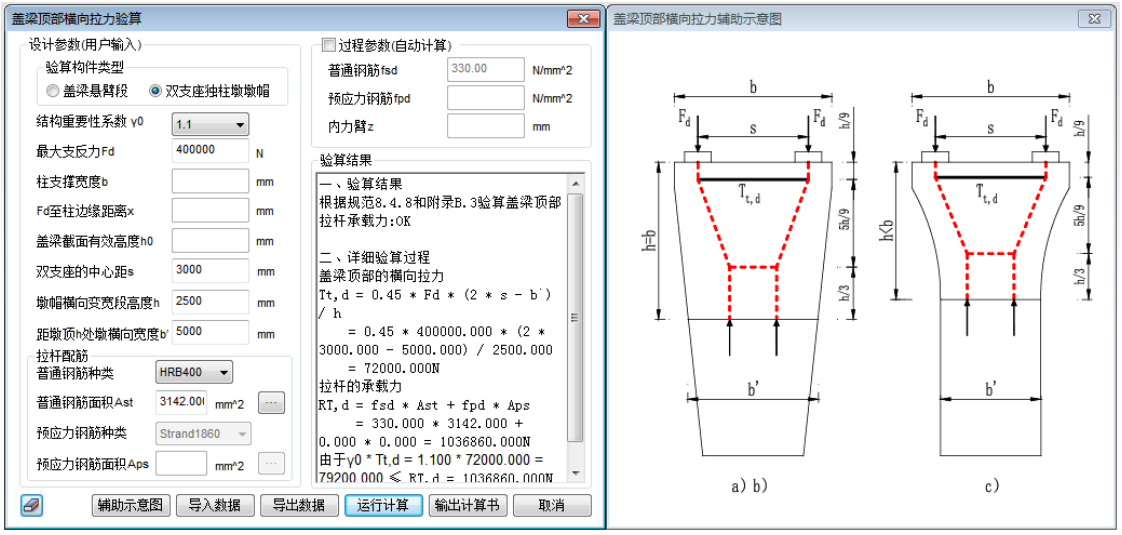
D 区设计-支座处横隔梁顶部拉力验算-过程参数（自动计算）：

（a） 普通钢筋 fsd：根据用户选择的钢筋类型，从规范表 3.2.3-1 中查取；。

（b） 预应力钢筋 fpd：根据用户选择的预应力钢筋种类，从规范表 3.2.3-2 中查取；

（c） 竖向剪力设计值 Vd：当支撑方式为“双支座”时，Vd=Fd；当支撑方式为“单支座”时，Vd=Fd/2；。





D 区设计-盖梁顶部横向拉力验算-设计参数（用户输入）：

（a） 验算构件类型：盖梁悬臂段、双支座独柱墩墩帽。

（b） 结构重要性系数 γ 0： “1.1”、“1.0”、“0.9”。

（c） 最大支反力 Fd：允许用户自行输入。

（d） 柱支撑宽度 b：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，文本框亮显，允许

用户编辑；当验算构件类型为“双支座独柱墩墩帽”时，文本框暗显，显示内容为空；当鼠标滑过该输入框时，提示悬浮文字为“当柱截面为圆形时，取 0.8 倍直径”。

（e） Fd 至柱边缘距离 x：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，文本框亮显，允许用户编辑；当验算构件类型为“双支座独柱墩墩帽”时，文本框暗显，显示内容为空；当鼠标滑过该输入框时，提示悬浮文字为“应确保 x≤h(h 为盖梁截面高度)，否则应按照第 5 章规定计算”。

（f） 盖梁截面有效高度 h0：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，文本框亮显，允许用户编辑；当验算构件类型为“双支座独柱墩墩帽”时，文本框暗显，显示内容为空。

（g） 双支座的中心距 s：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，文本框暗显，显示内容为空；当验算构件类型为“双支座独柱墩墩帽”时，文本框亮显，允许用户编辑。

（h） 墩帽横向变宽段高度 h：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，文本框暗显，显示内容为空；当验算构件类型为“双支座独柱墩墩帽”时，文本框亮显，允许用户编辑；当鼠标滑过该对话框时，提示悬浮文字为“当墩帽为等截面时，取 h=b(b 为墩帽定横向宽度)；当 h>b 时，取 h=b；当 h<b 时，按实际输入！”。

（i） 距墩顶 h 处墩横向宽度 b’： 当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，文本框暗显，显示内容为空；当验算构件类型为“双支座独柱墩墩帽”时，文本框亮显，允许用户编辑。

（j） 普通钢筋种类：下拉菜单中钢筋种类与所选设计规范的材料库对应。

（k） 普通钢筋面积 Ast：允许用户编辑，也可通过⊡按钮进行输入；单击⊡按钮，可以选择钢筋直径和输入钢筋根数，同 cdn 中输入抗剪钢筋面积方式；

（l） 预应力钢筋种类：对应规范表 3.2.2-2 钢筋种类，同 civil 添加钢束材料功能；下拉菜单中钢筋种类与所选设计规范的材料库对应；当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，该下拉框亮显，允许用户选择；当验算构件为“双支座独柱墩墩帽”时，该下拉框暗显，不允许用户编辑；

（m） 预应力钢筋面积 Aps：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，该下拉框亮显，允许用户编辑，也可通过⊡按钮进行输入；当验算构件为“双支座独柱墩墩帽”时，该下拉框暗显，文本框内容为空，不允许用户编辑；单击⊡按钮，

可以选择钢筋直径和输入钢筋根数，同 civil 添加钢束特征值功能；

D 区设计-盖梁顶部横向拉力验算-过程参数（自动计算）：

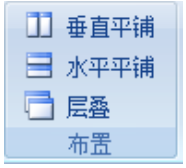
（a） 普通钢筋 fsd：无论验算构件类型为何，均根据用户选择的钢筋类型，从规范表 3.2.3-1 中查取。

（b） 预应力钢筋 fpd：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，根据用户选择的预应力钢筋种类，从规范表 3.2.3-2 中查取；当验算构件类型为“双支座墩柱吨墩帽”时，无论“过程参数（自动计算）”是否勾选，该文本框均暗显，显示内容为空。

（c） 内力臂 z：当验算构件类型为“盖梁悬臂段”时，z=0.9h0；当验算构件类型为“双支座墩柱吨墩帽”时，无论“过程参数（自动计算）”是否勾选，该文本框均暗显，显示内容为空。

06. 视图

6.1 布置



垂直平铺、水平平铺、层叠三种，用来控制模型窗口的布置。

6.2 显示/隐藏

内容包括“模型”、“输入”、“任务面板”、“GCS 三角形”、“分析和结果”、“比例尺”、“选择工具条”、“视点工具”、“前处理”，勾选将在程序面板上显示相应的项，不勾选则隐藏相应项。

附录 A.　Civil Designer 自动定义构件原则

✓ **构件自动分类条件及原则**

（1）　构件材料不一致时

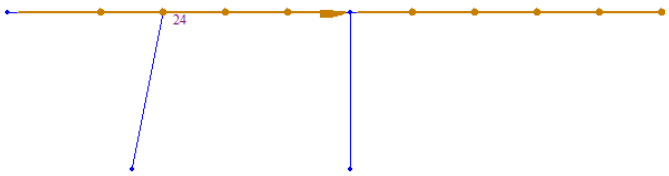
（2）　构件类型及截面形状不一致时(支持变截面构件的定义，但相交单元截面尺寸必须相同)

（3）　单元坐标系不一致或 Beta Angle 角不一致时

（4）　单元中有无钢束也作为分类构件条件

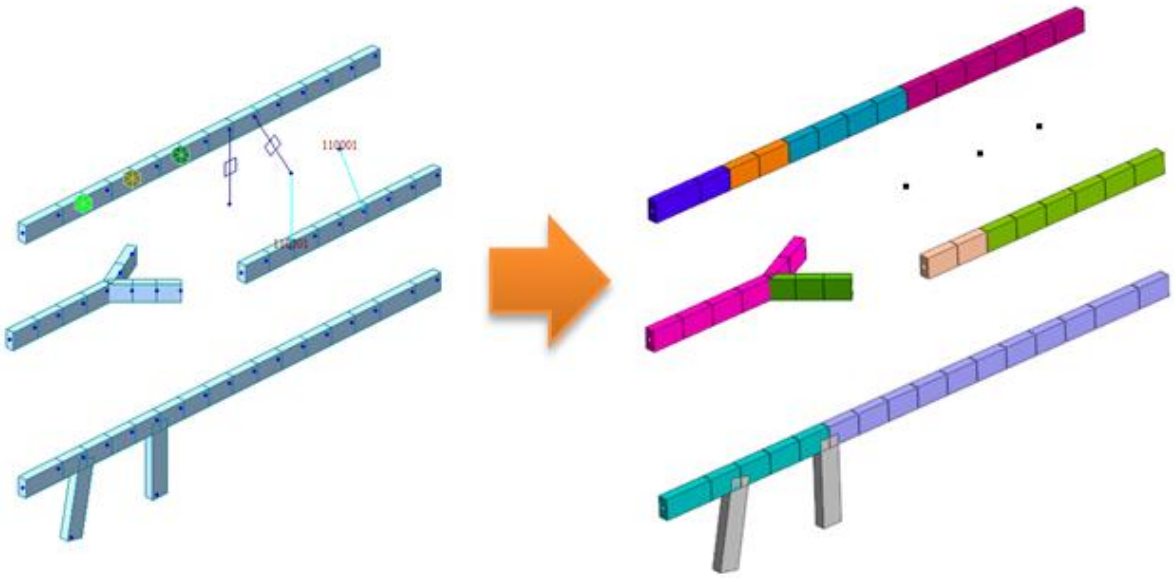
（5）　单元类型不同时

（6）　当构件中相交一个垂直构件（墙体、柱）



（7）　Z 方向有约束条件或弹簧条件

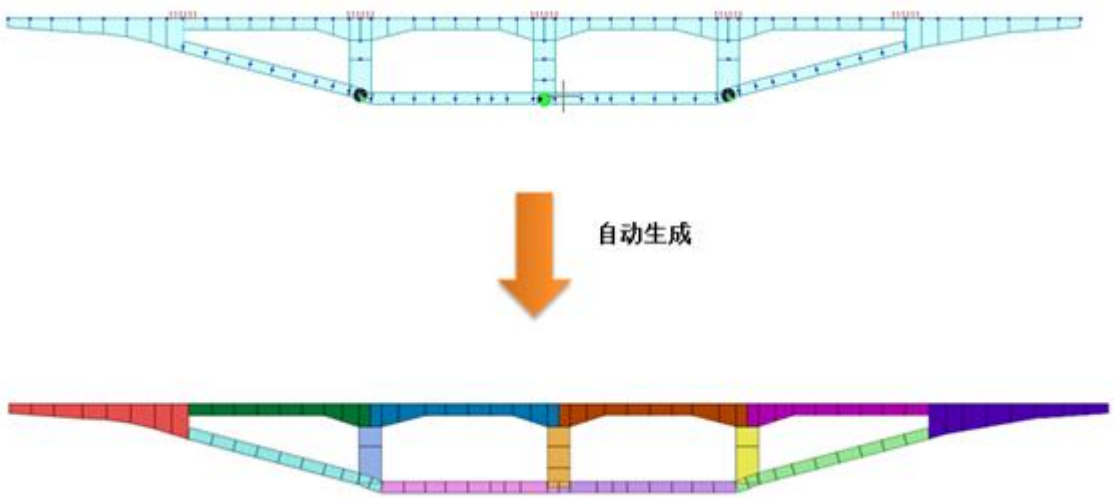
（8）　构件垂直相交“连接”形式的边界条件，并“连接”另一端相接柱构件或其它形式的边界条件



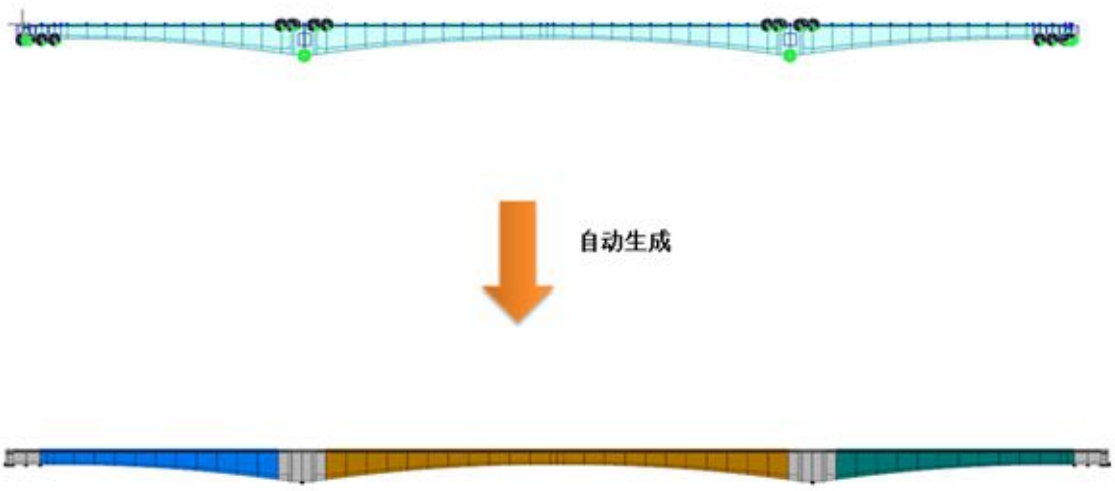
（9） 无法对不连续构件进行单个构件定义，构件不连续时，程序将自动分类为不同构件

✓ **构件自动分类示例**

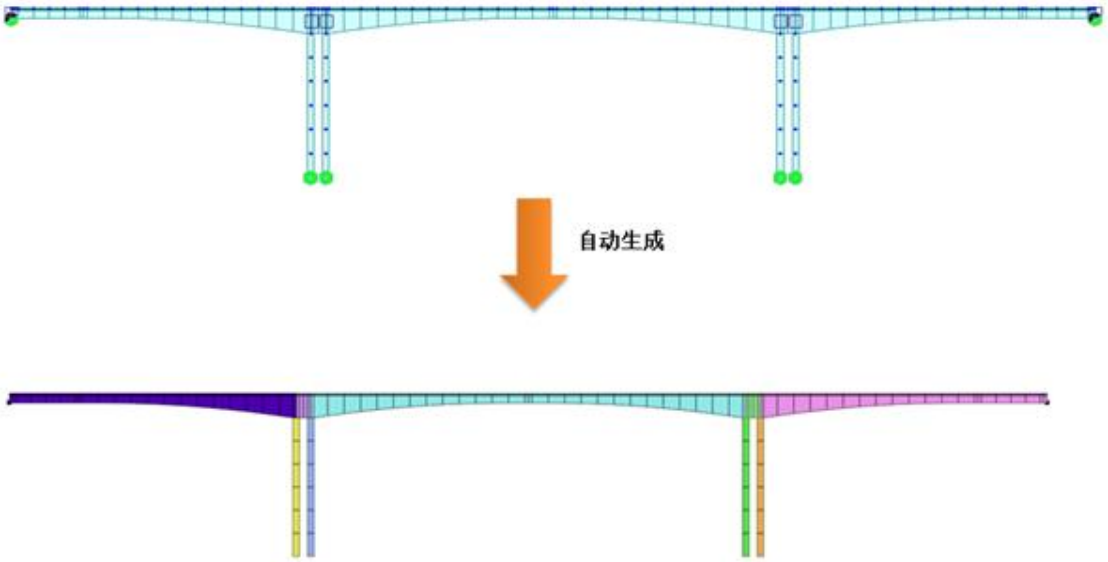
示例 1：



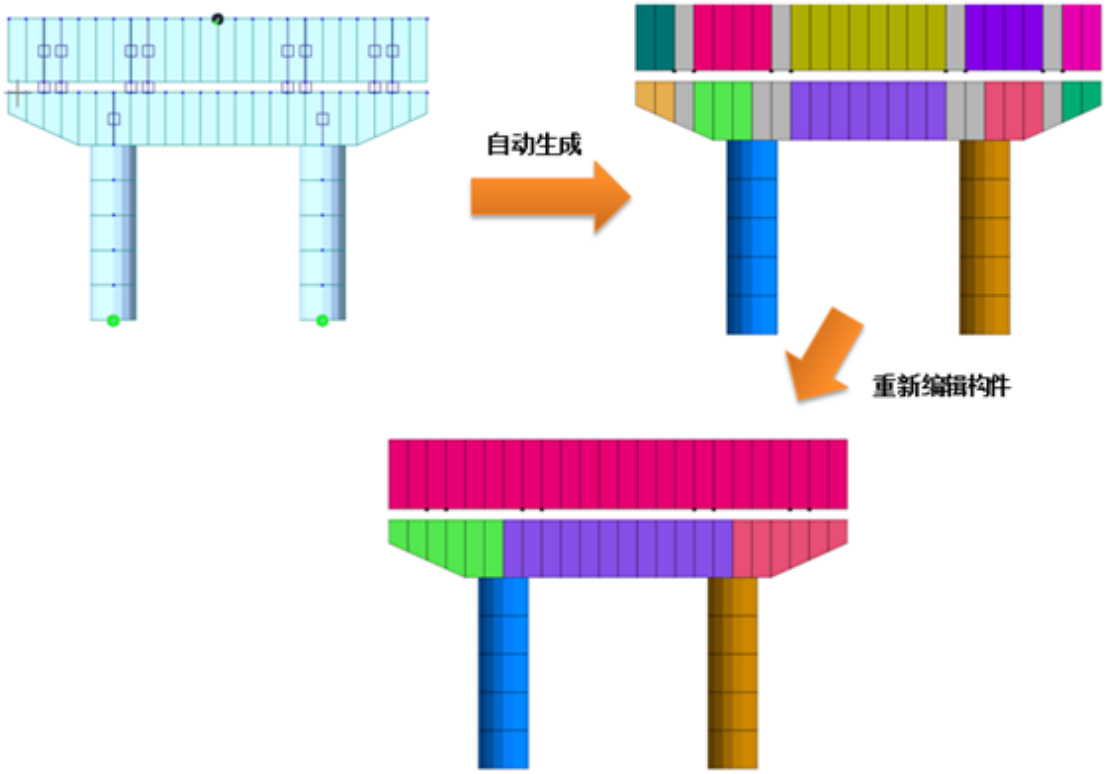
示例 2：



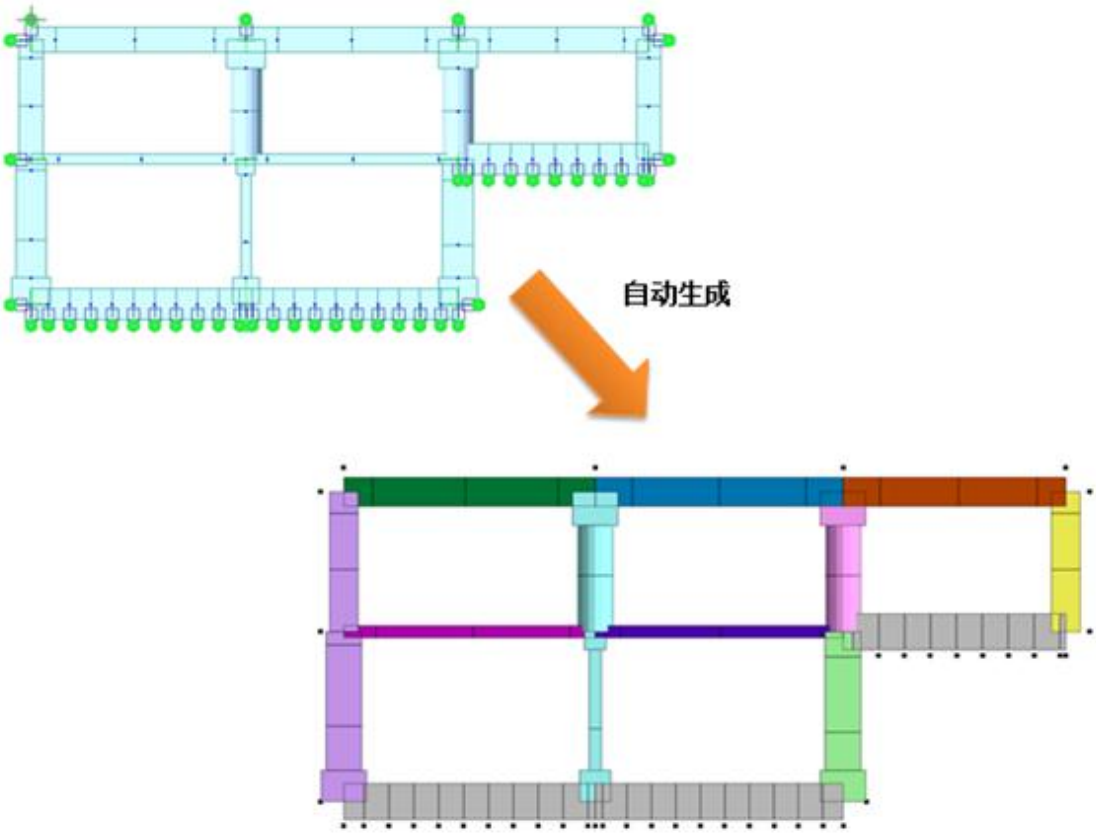
示例 3：



示例 4：



示例 5：



Part 2　Civil Designer 分析设计原理

01. 分析原理

树形菜单最后一项有分析结果的列表，显示每个荷载组合的分析结果、每个施工阶段及成桥后各个恒载工况/组合的分析结果。

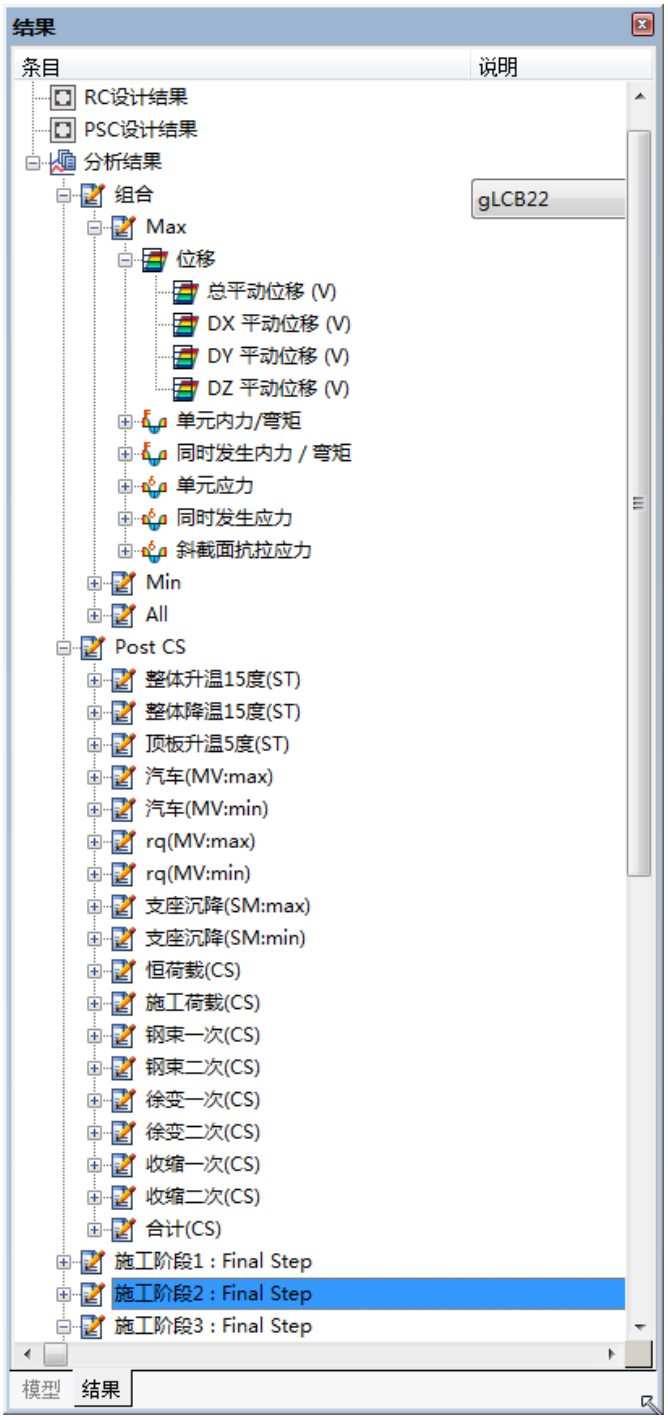


图 20 树形菜单查看位移分析结果

02. 设计原理

2.1 JTG D62-2015 规范公路桥梁 RC/PSC 设计原理

2.1.1 持久状况正截面抗弯验算

受弯构件（RC/PSC）使用阶段正截面抗弯验算按照规范 JTG D62-2015 的 5.2.2~5.2.8 条规定计算。勾选验算结果表格首行相关单选框后，Civil Designer 将显示对应的图形结果。可在“选择工具栏”中查看包络图。

信息 | 持久状况正截面抗弯验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rMu (N.mm)	Mn (N.mm)	受压区高度	x (mm)	ξb*h0 (mm)	2a' (mm)
梁-1	0.000[1]	Max	基本8	My-Max	OK	99999.0000	0.0001	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	0.000[1]	Min	基本19	My-Min	OK	99999.0000	-0.0000	15781057536.0000	OK	25.5242	1068.0991	100.0000
梁-1	0.079[1]	Max	基本18	My-Max	OK	304.0870	-51896512.0000	15781057536.0000	OK	25.5242	1068.0991	100.0000
梁-1	0.079[1]	Min	基本9	My-Min	OK	26.4749	-596076416.0000	15781057536.0000	OK	25.5242	1068.0991	100.0000
梁-1	0.236[2]	Max	基本9	My-Max	OK	1.9293	4394108928.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	0.236[2]	Min	基本18	My-Min	OK	6.1080	1387928960.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	0.473[3]	Max	基本9	My-Max	NG	0.8620	9834676224.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	0.473[3]	Min	基本18	My-Min	OK	2.4012	3530554112.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	0.709[4]	Max	基本9	My-Max	NG	0.6128	13835009024.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	0.709[4]	Min	基本18	My-Min	OK	1.8831	4501769728.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	1.000[5]	Max	基本9	My-Max	NG	0.5055	16770033664.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295
梁-1	1.000[5]	Min	基本18	My-Min	OK	1.9466	4354980864.0000	8477427200.0000	OK	-17.9359	1086.4979	169.4295

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的构件验算位置。
- **最小/最大：**不同荷载组合下产生的截面弯矩最小或最大值。
- **组合名称：**验算用结果相应的荷载组合名称。
- **组成：**验算荷载控制指标。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（**|Mn|/|rMu|**），小于 1.0 表示验算不通过。
- **rMu：**构件考虑结构重要性系数的最大弯矩效应。
- **Mn：**构件的抗弯承载能力
- **受压区高度验算结果：**按照规范 JTG D62-2015 的公式 5.2.2-3 计算，$x \le \xi_b h_0$ 时 OK，否则 NG。
- ***x*：**混凝土受压区高度。
- $\xi_b h_0$：混凝土最大受压区高度；对截面受拉区内配置不同种类钢筋的受弯构件，其正截面相对界限受压区高度ξb 取相应于各种钢筋的较小者；
- ***a’*：**受压区普通钢筋和预应力钢筋合力点至受压区边缘的距离；

注(1)：设计弯矩 rMu 为负值时，得到的 Mn 为负弯矩承载能力，为正值；设计弯矩 rMu

为正值时，得到的 Mn 为正弯矩承载能力，亦为正值。其中γ为桥梁结构的重要性系数，按公路桥梁设计的安全等级，一级，二级，三级分别取 1.1，1.0，0.9；桥梁的抗震设计不考虑结构的重要性系数。

2.1.2 持久状况斜截面抗剪验算

受弯构件（RC/PSC）使用阶段斜截面抗剪验算按照规范 JTG D62-2015 的 5.2.7~5.2.10 条规定计算。

输出

信息　持久状况斜截面抗剪验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rVd (N)	Vn (N)	截面验算	构造验算
构件 - 1	0.000[1]	Y-Max	基本14	Fy-Max	OK	99999.0000	-2391.5725	37411404.0000	OK	跳过
构件 - 1	0.000[1]	Y-Min	基本5	Fy-Min	OK	99999.0000	-2496.3511	37411404.0000	OK	跳过
构件 - 1	0.000[1]	Z-Max	基本20	Fz-Max	OK	99999.0000	-2756602.0000	9503714.0000	OK	跳过
构件 - 1	0.000[1]	Z-Min	基本7	Fz-Min	OK	99999.0000	-4602824.0000	9503714.0000	OK	跳过
构件 - 1	1.000[1]	Y-Max	基本14	Fy-Max	OK	99999.0000	-2391.5725	55158380.0000	OK	跳过
构件 - 1	1.000[1]	Y-Min	基本5	Fy-Min	OK	99999.0000	-2496.3511	55158380.0000	OK	跳过
构件 - 1	1.000[1]	Z-Max	基本20	Fz-Max	OK	99999.0000	-2124513.7500	11075715.0000	OK	跳过
构件 - 1	1.000[1]	Z-Min	基本7	Fz-Min	OK	99999.0000	-3788108.0000	11075715.0000	OK	跳过
构件 - 2	0.000[2]	Y-Max	基本14	Fy-Max	OK	99999.0000	-2391.5725	41568228.0000	OK	跳过
构件 - 2	0.000[2]	Y-Min	基本5	Fy-Min	OK	99999.0000	-2496.3511	41568228.0000	OK	跳过
构件 - 2	0.000[2]	Z-Max	基本20	Fz-Max	OK	99999.0000	-2123385.7500	9835315.0000	OK	跳过
构件 - 2	0.000[2]	Z-Min	基本7	Fz-Min	OK	99999.0000	-3786947.5000	9835315.0000	OK	跳过
构件 - 2	1.000[2]	Y-Max	基本14	Fy-Max	OK	99999.0000	-2391.5725	41568228.0000	OK	跳过
构件 - 2	1.000[2]	Y-Min	基本5	Fy-Min	OK	99999.0000	-2496.3511	41568228.0000	OK	跳过
构件 - 2	1.000[2]	Z-Max	基本20	Fz-Max	OK	99999.0000	-2036250.1250	9730729.0000	OK	跳过
构件 - 2	1.000[2]	Z-Min	基本7	Fz-Min	OK	99999.0000	-3674208.0000	9730729.0000	OK	跳过

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**表示不同荷载组合产生的截面剪力的 Y 方向最小或最大值，Z 方向最小或最大值。不同荷载组合下剪力的方向可能会发生变化，且弯矩变号会引起梁计算高度 h_0 发生变化（因为梁顶和梁底的钢筋中心距截面外端距离可能不一样），所以有必要验算剪力最大和最小两种情况。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（**|Vn|/|rVd|**），跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **rVd：**r×Vd(重要性系数×最大剪力组合）。
- **Vn：**结构抗剪承载能力。
- **截面验算：**“截面验算”是规范按公式（5.2.13）对受弯构件的抗剪截面进行验算，如果满足要求，显示“OK”，表示截面设计合理；否则显示“NG”，此时需对截面进行修改直到满足公式（5.2.13）的要求。

- **构造验算：**“剪力验算”是按规范公式（5.2.14）对受弯构件的抗剪截面进行验算，如果满足要求，显示“跳过”，表示可不进行构件的抗剪承载力计算；否则显示“验算”，程序按照规范公式（5.2.10）进行抗剪验算。

注（1）：程序不论抗剪验算跳过与否均输出抗剪验算结果（根据 JTG D62-2015 规范第 5.2.14 条规定）；

注(2)： 如果在“截面钢筋”的“抗剪钢筋”中未输入箍筋数据，则程序调取箍筋面积 Asv 和间距 sv 均为0，得到的Vcs=0，此时截面的抗剪承载力仅包括普通弯起钢筋提供的 Vsb，如果未输入弯起钢筋数据，则程序调取弯起钢筋面积 Asb 为0，得到的Vsb=0；

注(3)： 如果“截面验算”“NG”，则“结果”“NG”。否则“剪力验算”“跳过”，“结果”“OK”；“剪力验算”“验算”，“结果”根据安全系数判断是否通过。

2.1.3 持久状况抗扭验算

受扭构件（RC/PSC）使用阶段抗扭验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.5.1~5.5.5 条规定计算。

输出

信息　持久状况抗扭验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数(扭)	rTd (N.mm)	Tn (N.mm)	安全系数(剪)	rVd (N)	Vn (N)	截面验算	抗扭验算
梁-1	0.000[1]	T-Max	基本10	Mx-Max	OK	99999.0000	-0.0000	29709027328.0000	99999.0000	0.0000	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.000[1]	V-Max	基本13	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	27713789952.0000	99999.0000	0.0000	24372026.000	OK	跳过
梁-1	0.000[1]	V-Min	基本2	Fz-Min	OK	99999.0000	-0.0000	29709027328.0000	99999.0000	-0.0000	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.079[1]	T-Max	基本17	Mx-Max	OK	99999.0000	1157556352.00	29709027328.0000	99999.0000	806331.8125	21567480.000	OK	跳过
梁-1	0.079[1]	V-Max	基本7	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	27713789952.0000	99999.0000	1539003.2500	24263416.000	OK	跳过
梁-1	0.079[1]	V-Min	基本12	Fz-Min	OK	99999.0000	-0.0000	27713789952.0000	99999.0000	207581.9063	24263416.000	OK	跳过
梁-1	0.236[2]	T-Max	基本17	Mx-Max	OK	99999.0000	-3242488064.00	29709027328.0000	99999.0000	-2881596.0000	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.236[2]	V-Max	基本18	Fz-Max	OK	99999.0000	780993088.000	29709027328.0000	99999.0000	-1552320.6250	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.236[2]	V-Min	基本9	Fz-Min	OK	99999.0000	-1231048960.00	29003008000.0000	99999.0000	-4330808.0000	22622258.000	OK	跳过
梁-1	0.473[3]	T-Max	基本17	Mx-Max	OK	99999.0000	-3212204032.00	29709027328.0000	99999.0000	-2167734.2500	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.473[3]	V-Max	基本18	Fz-Max	OK	99999.0000	302081856.000	29709027328.0000	99999.0000	-922262.7500	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.473[3]	V-Min	基本9	Fz-Min	OK	99999.0000	-1251824256.00	29365370880.0000	99999.0000	-3434241.5000	22130446.000	OK	跳过
梁-1	0.709[4]	T-Max	基本17	Mx-Max	OK	99999.0000	-3065568768.00	29709027328.0000	99999.0000	-1469326.7500	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.709[4]	V-Max	基本18	Fz-Max	OK	99999.0000	465453344.000	29709027328.0000	99999.0000	-217199.5313	21664024.000	OK	跳过
梁-1	0.709[4]	V-Min	基本9	Fz-Min	OK	99999.0000	-1112116864.00	29619060736.0000	99999.0000	-2543132.0000	21786130.000	OK	跳过
梁-1	1.000[5]	T-Max	基本17	Mx-Max	OK	99999.0000	-2812017408.00	29709027328.0000	99999.0000	-553787.8125	21664024.000	OK	跳过
梁-1	1.000[5]	V-Max	基本18	Fz-Max	OK	99999.0000	582266688.000	29709027328.0000	99999.0000	680693.3750	21664024.000	OK	跳过
梁-1	1.000[5]	V-Min	基本9	Fz-Min	OK	99999.0000	-843925184.000	29709027328.0000	99999.0000	-1456242.8750	21664024.000	OK	跳过

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**指的是扭矩最大、剪力最大和剪力最小时对截面进行抗扭验算。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（扭）：**结构验算的安全系数（**|Tn|/|rTd|**），跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **rTd：**r×Td(重要性系数×最大扭矩组合）。

- **Tn**：结构抗扭承载能力。
- **安全系数（剪）**：结构验算的安全系数（**|Vn|/|rVd|**），小于 1.0 表示验算不通过。
- **rVd**：r×Vd(重要性系数×最大剪力组合）。
- **Vn**：结构抗剪承载能力。
- **截面验算**：表示按规范公式（5.5.3-1）对剪扭构件进行验算，当满足公式（5.5.3-1）要求时，显示“OK”，表示截面设计合理；否则显示“NG”，此时需对截面进行修改直到满足公式（5.5.3-1）的要求。
- **抗扭验算**：表示按公式(5.5.3-2)对剪扭构件进行验算，当满足公式(5.5.3-2)要求时，显示“跳过”，表示不进行构件的抗扭承载力计算；否则显示“验算”，程序按照公式（5.5.4-2）进行抗扭验算。

注(1)：纯扭构件的抗扭承载力按规范公式（5.5.1-1）和（5.5.1-2）计算，其中的纵向钢筋与箍筋的配筋强度比按以下方法取值，当ζ<0.6 时，取ζ=0.6；当ζ>1.7 时，取ζ=1.7；

*注(2)：剪扭构件的抗剪扭承载力按规范公式（5.5.4-1）～（5.5.4-3）计算，截面为箱形时，Wt 以βα*Wt 代替；*

注(3)： 如果“截面验算”“NG”，则“结果”“NG”。否则“抗扭验算”“跳过”，“结果”“OK”；“抗扭验算”“验算”，“结果”根据安全系数（扭）、安全系数（剪）判断是否通过。

2.1.4 持久状况正截面抗压验算

✓ **RC、PSC 梁持久状况正截面抗压验算**

受压构件（RC 梁/PSC 梁）持久状况正截面抗压承载能力验算按照规范 JTG D62-2015 的 5.3.1~5.3.11 条规定计算。

输出

信息 | 持久状况正截面抗压验算(RC梁)

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	x (mm)	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
梁-1	0.000[1]	基本5	轴心 Fx-Min	NG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.000[1]	基本5	偏心 Fx-Min(My)	NG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.000[1]	基本19	偏心 My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.000[1]	基本8	偏心 My-Max	OK	99999.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.079[1]	基本15	轴心 Fx-Min	OK	99999.0000	0.0000	-1383.8824	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.079[1]	基本15	偏心 Fx-Min(My)	OK	99999.0000	0.0000	-1383.8824	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.079[1]	基本9	偏心 My-Min	OK	99999.0000	0.0000	-8851.2832	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.079[1]	基本18	偏心 My-Max	OK	99999.0000	0.0000	-1383.8824	0.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.236[2]	基本9	轴心 Fx-Min	OK	10991.6445	0.0000	27635.3340	303757760.0000	0.0000	0.0000
梁-1	0.236[2]	基本9	偏心 Fx-Min(My)	OK	1.9517	-17.6862	27635.3340	53936.9570	159138.1875	157172.8906
梁-1	0.236[2]	基本18	偏心 My-Min	OK	6.1550	-17.6037	11652.4248	71720.5000	120166.1797	118200.8984
梁-1	0.236[2]	基本9	偏心 My-Max	OK	1.9391	-17.7172	24363.7344	47242.5781	181409.9219	179444.6406
梁-1	0.473[3]	基本7	轴心 Fx-Min	OK	13997.4795	0.0000	21700.8906	303757760.0000	0.0000	0.0000

输出

信息　持久状况正截面抗压验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	x (mm)	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
PSC梁-4	1.000[21]	基本7	轴心 Fx-Min	OK	4851.9116	0.0000	52454.4336	254504256.00	0.0000	0.0000
PSC梁-4	1.000[21]	基本7	偏心 Fx-Min(My)	NG	0.7006	107.2693	52454.4336	36750.1445	626448.6250	624574.9375
PSC梁-4	1.000[21]	基本7	偏心 My-Min	NG	0.5167	107.1328	49840.7617	25754.1113	893118.5625	891244.9375
PSC梁-4	1.000[21]	基本15	偏心 My-Max	OK	1.2187	107.2570	29340.7188	35757.7617	643782.4375	641908.7500
PSC梁-5	0.000[22]	基本7	轴心 Fx-Min	OK	529.5908	0.0000	480720.6875	254585232.00	0.0000	0.0000
PSC梁-5	0.000[22]	基本7	偏心 Fx-Min(My)	NG	0.7128	110.9325	480720.6875	342658.0938	69239.6953	67313.0234
PSC梁-5	0.000[22]	基本7	偏心 My-Min	NG	0.5244	109.6838	460338.4375	241380.8438	97504.7500	95578.0859
PSC梁-5	0.000[22]	基本15	偏心 My-Max	OK	1.2452	111.3010	299196.4375	372555.1875	63833.6563	61906.9844
PSC梁-5	0.121[22]	基本7	轴心 Fx-Min	OK	345.6584	0.0000	435890.2813	150669136.00	0.0000	0.0000
PSC梁-5	0.121[22]	基本7	偏心 Fx-Min(My)	OK	3.7284	481.6742	435890.2813	1625169.8750	52477.4531	50603.7578
PSC梁-5	0.121[22]	基本7	偏心 My-Min	OK	2.4789	473.0392	407589.1875	1010378.3125	83982.5547	82108.8672
PSC梁-5	0.121[22]	基本15	偏心 My-Max	OK	7.0767	485.2692	265532.3125	1879086.0000	45481.3203	43607.6289
PSC梁-5	0.241[23]	基本7	轴心 Fx-Min	OK	3481.6958	0.0000	43329.4336	150859920.00	0.0000	0.0000
PSC梁-5	0.241[23]	基本7	偏心 Fx-Min(My)	OK	6.4359	463.2128	43329.4336	278864.0313	303368.6563	301489.8750
PSC梁-5	0.241[23]	基本7	偏心 My-Min	OK	3.3976	461.0734	36304.6992	123348.2109	684975.1250	683096.2500
PSC梁-5	0.241[23]	基本19	偏心 My-Max	OK	17.1779	465.6429	26484.7363	454952.6250	186219.9688	184341.1719

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗压承载能力安全系数，rNd≤0，即为拉力时，安全系数K=99999，否则 rNd＞0，Nn＞0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＞0，Nn≤0 时，K=0；小于 1.0 表示验算不通过。
- **x：**受压区高度。
- **rNd：**r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值）。
- **Nn：**抗压承载能力。
- **e：**轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离。
- **e'：**轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离。

注(1)：轴心 F-xmin 表示轴力 Nd 最小时的轴心受压验算，γ 为结构重要系数，按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》第 5.1.2 条取值；

注(2)：轴心抗压承载力公式 $\gamma_0 N_d \le 0.90\varphi(f_{cd}A + f'_{sd}A'_s)$ *中的稳定系数 φ 需要使用计算长度 L_0，A 为构件全截面面积，当纵向钢筋配筋率大于 3%时，A 改用净截面面积 An=A-A's；*

注(3)：偏心 Fx-min(My)表示轴力 Nd 最小时的 My 方向双向偏心受压验算，偏心 My-max 表示主弯矩 My 最大时的 x 方向偏心受压验算，偏心-Mymin 表示主弯矩 My 最小时的 x 方向偏心受压验算。

✓ **RC 柱持久状况正截面抗压验算**

受压构件（RC 柱）持久状况正截面抗压承载能力验算按照规范 JTG D62-2015 的 5.3.1~5.3.11 条规定计算。

输出

信息　持久状况正截面抗压验算(RC柱)

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	rNd (N)	x(y) (mm)	e(y) (mm)	e'(y) (mm)	Nny (N)	x(z) (mm)	e(z) (mm)	e'(z) (mm)	Nnz (N)	Nn0 (N)	Nn (N)
柱-12	0.000[73]	基本9	轴心 Fx-Min	OK	15.365	6548729.500	0.0000	0.0000	0.0000	100624248.	0.0000	0.0000	0.0000	100624248	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本9	偏心 Fx-Min(Myz)	OK	15.672	6548729.500	1197.8903	501.2164	-498.7836	107678392.	6197.8784	3407.9192	-3098.9392	102636864	1006242	10998632
柱-12	0.000[73]	基本10	偏心 My-Max(Fx)	OK	17.197	5290848.500	1193.1138	503.6048	-496.3952	107249056.	5494.3550	3759.6807	-2747.1775	90986520.	1006242	96369112.
柱-12	0.000[73]	基本17	偏心 My-Min(Fx)	OK	17.670	4795689.500	1190.1416	505.0910	-494.9090	106981896.	5117.2710	3948.2231	-2558.6357	84742008.	1006242	89206568.
柱-12	0.000[73]	基本10	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	17.197	5290848.500	1193.1138	503.6048	-496.3952	107249056.	5494.3550	3759.6807	-2747.1775	90986520.	1006242	96369112.
柱-12	0.000[73]	基本17	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	17.670	4795689.500	1190.1416	505.0910	-494.9090	106981896.	5117.2710	3948.2231	-2558.6357	84742008.	1006242	89206568.
柱-12	0.143[73]	基本9	轴心 Fx-Min	OK	14.965	6280220.000	0.0000	0.0000	0.0000	93985328.0	0.0000	0.0000	0.0000	93985328.	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本9	偏心 Fx-Min(Myz)	OK	15.223	6280220.000	1140.6415	472.6969	-470.1602	100659184.	6061.9839	3356.4922	-3030.9919	95606144.	9398532	10252064
柱-12	0.143[73]	基本10	偏心 My-Max(Fx)	OK	16.723	5022338.500	1135.5834	475.2261	-467.6310	100212848.	5325.5088	3724.7297	-2662.7544	83990880.	9398532	88929552.
柱-12	0.143[73]	基本17	偏心 My-Min(Fx)	OK	17.008	4571931.500	1132.4983	476.7687	-466.0884	99940608.0	4930.3931	3922.2874	-2465.1965	77759344.	9398532	81791728.
柱-12	0.143[73]	基本10	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	16.723	5022338.500	1135.5834	475.2261	-467.6310	100212848.	5325.5088	3724.7297	-2662.7544	83990880.	9398532	88929552.
柱-12	0.143[73]	基本17	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	17.008	4571931.500	1132.4983	476.7687	-466.0884	99940608.0	4930.3931	3922.2874	-2465.1965	77759344.	9398532	81791728.
柱-12	0.286[74]	基本9	轴心 Fx-Min	OK	14.516	6029800.000	0.0000	0.0000	0.0000	87531776.0	0.0000	0.0000	0.0000	87531776.	0.0000	0.0000
柱-12	0.286[74]	基本9	偏心 Fx-Min(Myz)	OK	14.724	6029800.000	1083.3905	444.1782	-441.5361	93828456.0	5925.6436	3305.2878	-2962.8218	88783072.	8753177	95267744.
柱-12	0.286[74]	基本10	偏心 My-Max(Fx)	OK	16.186	4771918.500	1078.0389	446.8540	-438.8603	93365016.0	5155.3081	3690.4556	-2577.6541	77241248.	8753177	81748256.
柱-12	0.286[74]	基本17	偏心 My-Min(Fx)	OK	16.283	4363248.000	1074.8417	448.4527	-437.2615	93088120.0	4741.8594	3897.1802	-2370.9297	71046600.	8753177	74663888.

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗压承载能力安全系数，rNd≤0，即为拉力时，安全系数 K=99999，否则 rNd＞0，Nn＞0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＞0，Nn≤0 时，K=0；小于 1.0 表示验算不通过。
- **x：**受压区高度，x(y)、x(z)分别表示 y 方向、z 方向的受压区高度。
- **rNd：**r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值）。
- **Nn：**抗压承载能力，Nny 为 y 向的偏压验算承载能力，Nnz 为 z 向的偏压验算承载能力。
- **Nn0：**轴心抗压承载力设计值，计入全部纵向钢筋但不考虑稳定系数 φ。
- **e：**轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离，e(y)、e(z) 分别表示 y 方向、z 方向。
- **e'：**轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离，e(y)、e(z) 分别表示 y 方向、z 方向。

注(1)：轴心 F-xmin 表示轴力 Nd 最小时的轴心受压验算，γ 为结构重要系数，按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》第 5.1.2 条取值；

注(2)：轴心抗压承载力公式 $\gamma_0 N_d \le 0.90\varphi(f_{cd}A + f'_{sd}A'_s)$ *中的稳定系数 φ 需要使用计算长度 L_0，A 为构件全截面面积，当纵向钢筋配筋率大于 3%时，A 改用净截面面积 An=A-A's；*

注(3)：偏心Fx-min(Myz)表示轴力Nd最小时的My、Mz方向双向偏心受压验算，偏心My-max（Fx）表示主弯矩My最大时的x方向偏心受压验算，偏心-Mymin（Fx）表示主弯矩My最小时的x方向偏心受压验算，偏心Mz-max（Fx）表示主弯矩Mz最大时的x方向偏心受压验算，偏心Mz-min（Fx）表示主弯矩Mz最小时的x方向偏心受压验算。

2.1.5 持久状况正截面抗拉验算

预应力钢筋混凝土（PSC）受拉构件不进行“使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载力验算。

普通钢筋混凝土（RC）受拉构件使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载能力验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.4.1~5.4.4 条规定计算。其验算结果和输出如图所示：

输出

信息　持久状况正截面抗拉验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)	Mny (N.mm)	Mnz (N.mm)	Nnyz (N)
柱-12	0.000[73]	基本18	轴心 Fx-Max	OK	99999.0000	3470493.7500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本18	偏心 Fx-Max(My)	OK	99999.0000	3470493.7500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本18	偏心 Fx-Max(Mz)	OK	99999.0000	3470493.7500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本10	偏心 My-Max	OK	99999.0000	5290848.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本17	偏心 My-Min	OK	99999.0000	4795689.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本10	偏心 Mz-Max	OK	99999.0000	5290848.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.000[73]	基本17	偏心 Mz-Min	OK	99999.0000	4795689.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本18	轴心 Fx-Max	OK	99999.0000	3246735.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本18	偏心 Fx-Max(My)	OK	99999.0000	3246735.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本18	偏心 Fx-Max(Mz)	OK	99999.0000	3246735.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本10	偏心 My-Max	OK	99999.0000	5022338.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本17	偏心 My-Min	OK	99999.0000	4571931.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本10	偏心 Mz-Max	OK	99999.0000	5022338.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-12	0.143[73]	基本17	偏心 Mz-Min	OK	99999.0000	4571931.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗拉承载能力安全系数，rNd≥0，即为压力时，安全系数K=99999，否则 rNd＜0，Nn＜0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＜0，Nn≥0 时，K=0；小于 1.0 表示验算不通过。
- **rNd：**r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值）。
- **e：**轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离。
- **e'：**轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离。
- **Nn：**抗拉承载能力。
- **Mny：**同一荷载组合下 y 向的抗弯承载能力。
- **Mnz：**同一荷载组合下 z 向的抗弯承载能力。
- **Nnyz：**代表双向偏拉承载能力。

注(1)：轴心 Fx-max 表示轴力 Nd 最大时的轴心受拉验算，γ 为结构重要系数，按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》第 5.1.5 条取值；

注(2)：双向偏拉验算仅适用于矩形截面 RC 柱构件，因此除此之外，结果表格中的双向偏拉验算对应列全部灰显；

注(3)：偏心 Fx-max(My)表示轴力 Nd 最大时的 My 方向偏心受拉验算，偏心 Fx-max(Mz)表示轴力 Nd 最大时的 Mz 方向偏心受拉验算，偏心 My-max 表示主弯矩 My 最大时的 x 方向偏心受拉验算，偏心 My-min 表示主弯矩 My 最小时的 x 方向偏心受拉验算，偏心 Mz-max 表示主弯矩 Mz 最大时的 x 方向偏心受拉验算，偏心 Mz-min 表示主弯矩 Mz 最小时的 x 方向偏心受拉验算。

2.1.6 使用阶段裂缝宽度验算

✓ **RC 构件使用阶段裂缝宽度验算**

使用阶段（RC 梁构件）裂缝宽度验算按照规范 JTG D62-2015 的 6.4.1~6.4.8 条规定计算。

输出

信息　使用阶段裂缝宽度验算

构件	验算位置	裂缝位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_SS (N/mm^2)	W_cr (mm)	W_AC (mm)
梁-1	0.000[1]	底	频遇7	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
梁-1	0.000[1]	顶	频遇8	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
梁-1	0.079[1]	底	频遇7	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
梁-1	0.079[1]	顶	频遇8	My-Min	OK	25.9267	5.6039	0.0077	0.2000
梁-1	0.236[2]	底	频遇8	My-Max	OK	1.0907	123.2429	0.1834	0.2000
梁-1	0.236[2]	顶	频遇7	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
梁-1	0.473[3]	底	频遇8	My-Max	NG	0.4883	275.4903	0.4096	0.2000
梁-1	0.473[3]	顶	频遇7	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
梁-1	0.709[4]	底	频遇8	My-Max	NG	0.3485	386.4109	0.5740	0.2000
梁-1	0.709[4]	顶	频遇7	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
梁-1	1.000[5]	底	频遇8	My-Max	NG	0.2896	465.8312	0.6906	0.2000
梁-1	1.000[5]	顶	频遇7	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000

使用阶段（RC 柱构件）裂缝宽度验算按照规范 JTG D62-2015 的 6.4.1~6.4.8 条规定计算。

输出

信息　使用阶段裂缝宽度验算

构件	验算位置	裂缝位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_SS (N/mm^2)	W_cr (mm)	W_AC (mm)
柱-14	0.000[90]	轴心 Fx-Max	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-14	0.000[90]	偏心 My-Max	频遇6	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.000[90]	偏心 My-Min	频遇9	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.000[90]	偏心 Mz-Max	频遇6	Mz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.000[90]	偏心 Mz-Min	频遇9	Mz-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.100[90]	轴心 Fx-Max	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-14	0.100[90]	偏心 My-Max	频遇6	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.100[90]	偏心 My-Min	频遇9	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.100[90]	偏心 Mz-Max	频遇6	Mz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.100[90]	偏心 Mz-Min	频遇9	Mz-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.200[91]	轴心 Fx-Max	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
柱-14	0.200[91]	偏心 My-Max	频遇6	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.200[91]	偏心 My-Min	频遇9	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.200[91]	偏心 Mz-Max	频遇6	Mz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000
柱-14	0.200[91]	偏心 Mz-Min	频遇9	Mz-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.2000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。

- **裂缝位置：**表示不同荷载组合产生的截面弯矩的最大、最小值，根据弯矩的符号决定裂缝宽度的验算位置，在此需注意的是梁上部受拉时也会发生裂缝，程序将对此提供验算（最大即顶部）。
- **组合名称：**表示计算内力所对应的荷载组合名称。
- **组成：**显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如组成为 My-max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 My 最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗裂验算安全系数（W_AC/W_cr），小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_SS：**受拉钢筋应力，按公式 $\sigma_{ss}=\dfrac{M_s}{0.87A_sh_0}$ 进行计算。
- **W_cr :**表示裂缝宽度，按规范公式（6.4.3-1）计算，其中在计算光面钢筋和板式受弯构件时需要指定裂缝宽度系数 C1 和 C3（通常情况不需要用户定义），长期效应影响系数 C2 程序按 $C2=1+0.5N_1/N_s$ 计算，根据计算裂缝宽度位置的不同所取的荷载组合也不同，即对于梁底面、顶面 C2 的取值是不同的，纵向受拉钢筋直径 d 采用不同值时取所有纵向受拉钢筋的换算直径，具体换算方法参照规范 6.4.3 对 d 值的说明。
- **W_AC :**表示允许裂缝宽度，根据用户在“规范设置”中选择的抗裂验算环境来取值。根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）第 6.4.2 条规定，对于 RC 构件，其中 Ⅰ 类和 Ⅱ 类环境，裂缝宽度不得超过 0.2mm；Ⅲ类和Ⅳ类环境不得超过 0.15mm。

✓ **PSC 构件使用阶段裂缝宽度验算**

B 类 PSC 构件使用阶段裂缝宽度验算按照规范 JTG D62-2004 的 6.4.1~6.4.4 条规定计算。

输出

信息　使用阶段裂缝宽度验算

构件	验算位置	顶/底	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_T (N/mm^2)	Sig_B (N/mm^2)	Sig_SS (N/mm^2)	W_cr (mm)	W_AC (mm)
PSC梁-3	0.000[11]	顶	-	None	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.000[11]	底	频遇8	Fz-Min	NG	0.2232	4.6425	-2.4467	330.0000	0.4480	0.1000
PSC梁-3	0.175[11]	顶	频遇9	My-Min	OK	99999.0000	-0.9106	0.3830	-74.6600	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.175[11]	底	频遇8	My-Max	NG	0.3017	5.2032	-2.1551	247.5662	0.3315	0.1000
PSC梁-3	0.353[12]	顶	频遇9	My-Min	OK	99999.0000	-0.9204	1.4521	-239.6106	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.353[12]	底	频遇8	My-Max	NG	0.4674	5.4276	-1.4050	161.3315	0.2139	0.1000
PSC梁-3	0.362[13]	顶	频遇9	My-Min	OK	99999.0000	-0.9764	1.5274	-242.0935	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.362[13]	底	频遇8	My-Max	NG	0.4866	5.3841	-1.3447	155.0886	0.2055	0.1000
PSC梁-3	0.389[14]	顶	频遇9	Mz-Max	OK	99999.0000	-0.4364	0.8052	-279.9271	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.389[14]	底	频遇8	My-Max	NG	0.5531	5.2541	-1.1670	136.8455	0.1808	0.1000
PSC梁-3	0.398[15]	顶	频遇9	Mz-Max	OK	99999.0000	-0.4888	0.8767	-263.6005	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.398[15]	底	频遇8	My-Max	NG	0.5804	5.2093	-1.1057	130.5738	0.1723	0.1000
PSC梁-3	0.565[16]	顶	频遇2	My-Max	OK	99999.0000	-0.7838	1.2979	-258.8297	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.565[16]	底	频遇8	My-Max	OK	99999.0000	4.2476	0.2099	0.0000	0.0000	0.1000
PSC梁-3	0.733[17]	顶	频遇1	My-Max	OK	99999.0000	2.7827	2.2056	0.0000	0.0000	0.1000

- **构件：**构件名称。

- **验算位置：**指定的验算位置。
- **顶/底：**表示不同荷载组合产生的截面弯矩的最大、最小值，根据弯矩的符号决定裂缝宽度的验算位置，在此需注意的是梁上部受拉时也会发生裂缝，程序将对此提供验算（最大即顶部）。
- **组合名称：**表示计算内力所对应的荷载组合名称。
- **组成：**显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如组成为 My-Max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 My 最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗裂验算安全系数（W_AC/W_cr），小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_T：**表示截面上缘应力；
- **Sig_B：**表示截面下缘应力；
- **Sig_SS：**受拉钢筋应力，按公式（6.4.5-1）和（6.4.5-2）进行计算；
- **W_cr：**表示裂缝宽度，按规范公式（6.4.3-1）计算，其中在计算光面钢筋和板式受弯构件时需要指定裂缝宽度系数 C1 和 C3（通常情况不需要用户定义），长期效应影响系数 C2 程序按 $C2=1+0.5M_1/M_s$ 计算，根据计算裂缝宽度位置的不同所取的荷载组合也不同，即对于梁底面、顶面 C2 的取值是不同的，纵向受拉钢筋直径 d 采用不同值时取所有纵向受拉钢筋的换算直径，具体换算方法参照规范 6.4.3 对 d 值的说明；
- **W_AC：**表示允许裂缝宽度，根据用户在“规范设置”中选择的抗裂验算环境来取值；根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）第 6.4.2 条规定，对于 B 类预应力砼构件，采用精扎螺纹钢筋时，其中Ⅰ类和Ⅱ类环境，裂缝宽度不得超过 0.2mm；Ⅲ类和Ⅳ类环境不得超过 0.15mm；采用钢丝或钢绞线时，其中Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类和Ⅳ类环境，裂缝宽度不得超过 0.1mm。

2.1.7 挠度验算及预拱度

受弯构件（RC/PSC）挠度验算及预拱度按照规范 JTG D62-2015 的 6.5.2~6.5.5 条规定计算。验算选项、跨度信息、荷载组合缺一不可，否则不进行“挠度验算及预拱度”的计算；

输出

信息　挠度验算及预拱度

梁-孔	构件类型	梁类型	跨径 (mm)	节点	Ms (N.mm)	Mcr (N.mm)	fa (mm)	fd (mm)	fn (mm)	挠度验算结果	预拱值C (mm)
12-1	PSC-全	悬臂梁	500.0100	2	0.0000	0.0000	0.2008	0.0327	1.6667	OK	0.1863
12-2	PSC-全	简支梁	80319.6563	35	0.0000	0.0000	28.1069	3.6749	133.8661	OK	22.6630

- **梁-孔：**梁名称及孔序号。
- **构件类型：**对应构件类型，若梁为“RC”构件，则对应单元格显示为“RC”；若梁为“PSC-全”或“PSC-A”或“PSC-B”，则对应单元格依次显示为“PSC-全”或“PSC-A”或“PSC-B”。
- **梁类型：**根据支承确定的梁跨类型。
- **跨径：**计算跨径。
- **节点：**位移最小对应的节点号。
- **Ms：**弯矩设计值（重要性系数*弯矩值）。
- **Mcr:** 开裂弯矩。
- **fa：**总挠度设计值。
- **fd:** 消除自重后的挠度设计值。
- **fn：**挠度容许值。
- **挠度验算结果:** 挠度验算结果 OK/NG。
- **预拱度值 C：**预拱值。

2.1.8 使用阶段正截面抗裂验算

RC 构件不进行“使用阶段正截面抗裂验算”。

PSC 构件使用阶段正截面抗裂验算按照规范 JTG D62-2015 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。其验算结果和输出表格如图所示：

输出

信息　使用阶段正截面抗裂验算

构件	验算位置	频遇/准永久	组合名称	组成	☑ 结果	安全系数	Sig_T (N/mm^2)	Sig_B (N/mm^2)	Sig_TL(1) (N/mm^2)	Sig_BL(4) (N/mm^2)	Sig_TR(2) (N/mm^2)	Sig_BR(3) (N/mm^2)	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_ALW (N/mm^2)
PSC梁-3	0.000[11]	频遇效应	频遇8	My-Min	NG	0.1877	4.7974	-2.6542	4.7872	-2.6614	4.8076	-2.6471	-2.6614	0.0000
PSC梁-3	0.000[11]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.175[11]	频遇效应	频遇8	My-Min	NG	0.1662	5.1059	-2.2351	5.0937	-2.2436	5.1180	-2.2266	-2.2436	0.0000
PSC梁-3	0.175[11]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.353[12]	频遇效应	频遇8	My-Min	NG	0.1787	5.1547	-1.4608	5.1407	-1.4706	5.1686	-1.4510	-1.4706	0.0000
PSC梁-3	0.353[12]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.362[13]	频遇效应	频遇8	My-Min	NG	0.1928	5.1121	-1.4018	5.0981	-1.4116	5.1260	-1.3920	-1.4116	0.0000
PSC梁-3	0.362[13]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.389[14]	频遇效应	频遇7	My-Min	NG	3.0415	-1.4366	1.7261	-1.4367	1.7261	-1.4365	1.7262	-1.4367	0.0000
PSC梁-3	0.389[14]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.398[15]	频遇效应	频遇7	My-Min	NG	2.6093	-1.4923	1.8018	-1.4924	1.8018	-1.4922	1.8019	-1.4924	0.0000
PSC梁-3	0.398[15]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.565[16]	频遇效应	频遇7	My-Min	NG	0.6525	-2.6361	3.3574	-2.6364	3.3572	-2.6358	3.3576	-2.6364	0.0000
PSC梁-3	0.565[16]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.733[17]	频遇效应	频遇7	My-Min	NG	0.3382	-3.9750	5.1772	-3.9757	5.1768	-3.9744	5.1777	-3.9757	0.0000
PSC梁-3	0.733[17]	准永久效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。

- **频遇/准永久：**频遇组合并考虑准永久效应的验算。
- **组合名称：**荷载组合的名称，表示计算得到 Sig_MAX 结果对应的荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，当有移动荷载、支座沉降组分析时，程序计算了所有荷载工况的 6 项内力及每项内力的最大、最小两项，即对每一种荷载工况计算 6*2=12 次，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。全预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-1）和（6.3.1-2）的要求，A 类预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-3）和（6.3.1-4）的要求。
- **安全系数：**使用阶段正截面抗裂验算安全系数，小于 1.0 表示验算不通过。σpc、σst、σlt 应≥0，如果＜0，计算安全系数时 σpc、σst、σlt 按 0 计算。

  PSC 全预应力预制构件:k = 0.85σpc/σst；

  PSC 全预应力分段浇筑或砂浆接缝的纵向分块构件:0.8σpc/σst；

  PSC A 类预应力混凝土构件荷载长期效应组合: σpc/σlt；

  PSC A 类预应力混凝土构件荷载短期效应组合:Sig_MAX＜0 时，即为拉应力时，K=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|，Sig_MAX≥0 时，即为压应力时，K=99999。
- **Sig_T：**截面上端最小应力。
- **Sig_B：**截面下端最小应力。
- **Sig_TL(1)：**截面左上端最小应力。
- **Sig_BL(4)：**截面左下端最小应力 。
- **Sig_TR(2)：**截面右上端最小应力。
- **Sig_BR(3)：**截面右下端最小应力。
- **Sig_MAX：**上述各点应力中最小应力，Sig_MAX=min（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。
- **Sig_ALW：**容许拉应力，具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）第 6.3.1 条规定进行取值。

注(1)：由于负弯矩作用可能导致截面上缘产生拉应力，因此计算时公式中 Ml、Ms 和 W0 根据计算截面位置的不同取相应的内力组合值和截面特性值。

注(2)：程序计算由荷载准永久效应组合产生的截面边缘混凝土的法向拉应力σ_{1t}时，荷载组合中的活荷载仅考虑了汽车、人群等直接作用于构件的荷载，不考虑间接施加于桥上的其他作用效应（温度、沉降等其他活载）；

注(3)：表中应力压为正拉为负。

2.1.9 使用阶段斜截面抗裂验算

RC 构件不进行“使用阶段斜截面抗裂验算”。

PSC 构件使用阶段斜截面抗裂验算按照规范 JTG D62-2015 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。JTG D62-2015 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。其验算结果和输出表格如图所示：

使用阶段斜截面抗裂验算按照规范 JTG D62-2015 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。

输出

信息　使用阶段斜截面抗裂验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_P1 (N/mm^2)	Sig_P2 (N/mm^	Sig_P3 (N/mm^2)	Sig_P4 (N/mm^2	Sig_P5 (N/mm^	Sig_P6 (N/mm^	Sig_P7 (N/mm	Sig_P8 (N/mm	Sig_P9 (N/mm^	Sig_P10 (N/mm^2)	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_AP (N/mm^
PSC梁-3	0.000[11]	频遇8	Fz-Min	NG	0.4147	-0.0000	-0.0000	-2.5419	-2.5563	-0.2327	-0.2393	-0.7357	-0.7325	-1.9077	-1.8968	-2.5563	-1.0600
PSC梁-3	0.175[11]	频遇8	Fz-Min	NG	0.4893	-0.0012	-0.0012	-2.1493	-2.1665	-0.2262	-0.3557	-0.5490	-0.6928	-1.5493	-1.6133	-2.1665	-1.0600
PSC梁-3	0.353[12]	频遇8	Fz-Min	NG	0.7457	-0.0018	-0.0017	-1.4019	-1.4215	-0.3148	-0.4739	-0.5422	-0.7255	-1.0802	-1.2281	-1.4215	-1.0600
PSC梁-3	0.362[13]	频遇8	Fz-Min	NG	0.7780	-0.0020	-0.0020	-1.3428	-1.3624	-0.3218	-0.4928	-0.5460	-0.7414	-1.0501	-1.2116	-1.3624	-1.0600
PSC梁-3	0.389[14]	频遇8	Fz-Min	NG	0.8936	-0.0021	-0.0021	-1.1663	-1.1862	-0.3711	-0.5489	-0.5896	-0.7868	-0.9907	-1.1634	-1.1862	-1.0600
PSC梁-3	0.398[15]	频遇7	Fz-Min	NG	0.8643	-1.2264	-1.2260	-0.0025	-0.0025	-0.5556	-0.6774	-0.5507	-0.6683	-0.3186	-0.4166	-1.2264	-1.0600
PSC梁-3	0.565[16]	频遇7	Fz-Min	NG	0.4459	-2.3774	-2.3766	-0.0009	-0.0009	-0.9313	-1.0412	-0.7259	-0.8261	-0.3082	-0.3758	-2.3774	-1.0600
PSC梁-3	0.733[17]	频遇7	Fz-Min	NG	0.2846	-3.7246	-3.7230	-0.0001	-0.0001	-1.4722	-1.5083	-0.9306	-0.9643	-0.3169	-0.3360	-3.7246	-1.0600
PSC梁-3	0.866[18]	频遇7	Fz-Min	NG	0.2601	-4.0747	-4.0723	-0.0001	-0.0001	-1.6620	-1.6097	-1.0121	-0.9656	-0.3391	-0.3148	-4.0747	-1.0600
PSC梁-3	1.000[19]	频遇7	Fz-Min	NG	0.2162	-4.8973	-4.9025	-0.0008	-0.0008	-0.9658	-0.8320	-0.6884	-0.5681	-0.1086	-0.0617	-4.9025	-1.0600

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如类型为 Fz-Min 时，输出的内力值为移动荷载引起的 Fz 方向内力最小时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG），全预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-5）和（6.3.1-6）的要求，A 类预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-7）和（6.3.1-8）的要求。
- **安全系数：**使用阶段正截面抗裂验算安全系数，小于 1.0 表示验算不通过。Sig_MAX＜0 时，即为拉应力时，K=|Sig_AP|/|Sig_MAX|，Sig_MAX≥0 时，即为压应力时，K=99999。
- **Sig_P1～Sig_P10：**指的是位置 1～10 的主拉应力值。
- **Sig_MAX：**上述各点应力中最小应力，Sig_MAX=min（Sig_P1～Sig_P10）。
- **Sig_ALW：**容许主拉应力， 具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）第 6.3.1 条规定进行取值。

注(1)：斜截面混凝土主拉应力$\sigma_t p$ 按规范公式（6.3.3-1）~（6.3.3-4）计算。

注(2)：表中应力压为正拉为负。

2.1.10 使用阶段正截面压应力验算

RC 构件不进行使用阶段正截面压应力验算。

PSC 构件使用阶段正截面压应力验算按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2015）的 7.1.5 条规定计算。其验算结果和输出表格如下图所示：

输出

信息　使用阶段正截面压应力验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_T (N/mm^2)	Sig_B (N/mm^2)	Sig_TL(1) (N/mm^2)	Sig_BL(4) (N/mm^2)	Sig_TR(2) (N/mm^2)	Sig_BR(3) (N/mm^2)	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_ALW (N/mm^2)
PSC梁-3	0.000[11]	应力8	My-Max	OK	2.7558	5.8682	-3.1454	5.8580	-3.1526	5.8784	-3.1382	5.8784	16.2000
PSC梁-3	0.175[11]	应力8	My-Max	OK	2.5454	6.3523	-2.7528	6.3401	-2.7614	6.3645	-2.7443	6.3645	16.2000
PSC梁-3	0.353[12]	应力8	My-Max	OK	2.4681	6.5497	-1.9677	6.5358	-1.9775	6.5636	-1.9579	6.5636	16.2000
PSC梁-3	0.362[13]	应力8	My-Max	OK	2.4854	6.5042	-1.9043	6.4903	-1.9141	6.5180	-1.8946	6.5180	16.2000
PSC梁-3	0.389[14]	应力8	My-Max	OK	2.5384	6.3679	-1.7182	6.3538	-1.7282	6.3821	-1.7083	6.3821	16.2000
PSC梁-3	0.398[15]	应力8	My-Max	OK	2.5570	6.3214	-1.6546	6.3072	-1.6647	6.3357	-1.6446	6.3357	16.2000
PSC梁-3	0.565[16]	应力8	My-Max	OK	3.0426	5.3083	-0.2701	5.2923	-0.2813	5.3244	-0.2588	5.3244	16.2000
PSC梁-3	0.733[17]	应力7	My-Max	OK	2.7990	-4.4581	5.7872	-4.4590	5.7865	-4.4572	5.7879	5.7879	16.2000
PSC梁-3	0.866[18]	应力7	My-Max	OK	2.2174	-4.8477	7.3049	-4.8490	7.3040	-4.8463	7.3059	7.3059	16.2000
PSC梁-3	1.000[19]	应力7	My-Max	OK	2.6850	-5.6604	6.0315	-5.6577	6.0335	-5.6632	6.0296	6.0335	16.2000
PSC梁-4	0.000[20]	应力7	My-Max	OK	2.6978	-5.7401	6.0037	-5.7419	6.0025	-5.7384	6.0049	6.0049	16.2000
PSC梁-4	0.500[20]	应力7	My-Max	OK	2.3076	-6.6110	7.0190	-6.6128	7.0178	-6.6093	7.0203	7.0203	16.2000
PSC梁-4	1.000[21]	应力7	My-Max	OK	2.7593	-5.6135	5.8707	-5.6140	5.8703	-5.6130	5.8711	5.8711	16.2000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称，表示计算得到 Sig_MAX 结果对应的荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，当有移动荷载、支座沉降组分析时，程序计算了所有荷载工况的 6 项内力及每项内力的最大、最小两项，即对每一种荷载工况计算 6*2=12 次，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**施工阶段法向压应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_T：**截面上端最小应力。
- **Sig_B：**截面下端最小应力。
- **Sig_TL(1)：**截面左上端最小应力。
- **Sig_BL(4)：**截面左下端最小应力 。
- **Sig_TR(2)：**截面右上端最小应力。
- **Sig_BR(3)：**截面右下端最小应力。

- **Sig_MAX：**上述各点应力中最大法向压应力，Sig_MAX=max（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。
- **Sig_ALW：**容许压应力，具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）第 7.1.5 条规定进行取值。

注(1)：由预加力产生的混凝土法向拉应力 σ_{pt} 按规范 6.1.6 的要求计算，由作用（或荷载）标准值产生的混凝土法向压应力 σ_c 按规范公式（7.1.3-1）和（7.1.4-1）计算；

注(2)：验算判定标准：未开裂构件要满足公式 $\sigma_{kc}+\sigma_{pt}\leq 0.5f_{ck}$ 的要求，允许开裂构件要满足公式 $\sigma_{cc}\leq 0.5f_{ck}$ 的要求；

注(3)：设计结果表格中混凝土应力压为正、拉为负。

2.1.11 使用阶段斜截面主压应力验算

RC 构件不进行使用阶段斜截面主压应力验算。

PSC 构件使用阶段斜截面主压应力验算按照规范 JTG D62-2015 的 7.1.6 条规定计算。

输出

信息　使用阶段斜截面主压应力

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_P1 (N/mm^2)	Sig_P2 (N/mm^2)	Sig_P3 (N/mm^2)	Sig_P4 (N/mm^2)	Sig_P5 (N/mm^2)	Sig_P6 (N/mm^2)	Sig_P7 (N/mm^2)	Sig_P8 (N/mm^2)	Sig_P9 (N/mm^2)	Sig_P10 (N/mm^2)	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_AP (N/mm^
PSC梁-3	0.000[11]	应力8	Fz-Max	OK	3.3069	5.8582	5.8786	0.0003	0.0003	0.3865	0.3345	0.1239	0.0864	0.0323	0.0195	5.8786	19.4400
PSC梁-3	0.175[11]	应力8	Fz-Max	OK	3.0537	6.3416	6.3660	0.0035	0.0034	0.8106	0.9907	0.3201	0.5138	0.0617	0.1452	6.3660	19.4400
PSC梁-3	0.353[12]	应力8	Fz-Max	OK	2.9608	6.5381	6.5659	0.0076	0.0075	1.2359	1.4578	0.7475	1.0014	0.1942	0.3738	6.5659	19.4400
PSC梁-3	0.362[13]	应力8	Fz-Max	OK	2.9813	6.4930	6.5207	0.0091	0.0090	1.2192	1.4588	0.7491	1.0214	0.1991	0.3964	6.5207	19.4400
PSC梁-3	0.389[14]	应力8	Fz-Max	OK	3.0447	6.3565	6.3848	0.0102	0.0101	1.2039	1.4529	0.7970	1.0719	0.2428	0.4564	6.3848	19.4400
PSC梁-3	0.398[15]	应力8	Fz-Max	OK	3.0670	6.3100	6.3385	0.0108	0.0107	1.1981	1.4518	0.8117	1.0895	0.2580	0.4785	6.3385	19.4400
PSC梁-3	0.565[16]	应力8	Fz-Max	OK	3.6487	5.2958	5.3279	0.0592	0.0559	1.0649	1.3492	1.0444	1.3303	0.7006	0.9850	5.3279	19.4400
PSC梁-3	0.733[17]	应力7	Fz-Max	OK	3.3587	0.0000	0.0000	5.7879	5.7866	1.2002	1.2302	2.2494	2.2774	4.5331	4.5490	5.7879	19.4400
PSC梁-3	0.866[18]	应力7	Fz-Max	OK	2.6608	0.0002	0.0002	7.3060	7.3041	1.4396	1.3817	2.7694	2.7182	5.6996	5.6745	7.3060	19.4400
PSC梁-3	1.000[19]	应力7	Fz-Max	OK	3.2216	0.0009	0.0009	6.0305	6.0344	1.2105	1.0633	1.8204	1.6878	2.8248	2.7687	6.0344	19.4400

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如类型为 Fz-Max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 Fz 方向内力最大时的内力）
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**使用阶段斜截面主压应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_AP|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_P1～Sig_P10：**指的是截面位置 1～10 的主压应力值。

- **Sig_MAX：**上述各点应力中最大压应力，Sig_MAX=max（Sig_P1～Sig_P10）。
- **Sig_ALW：**容许主压应力，具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）第 7.1.6 条规定进行取值。

注(1)：由作用频遇组合标准值和预加力产生的混凝土主压应力 σ_{cp} 按规范公式（6.3.3-1）~（6.3.3-4）计算。

注(2)：验算判定标准：混凝土主压应力要满足公式 σcp≤0.6fck 的要求；

注(3)：表中应力压为正拉为负。

2.1.12 施工阶段法向压应力验算

✓ **RC 受弯构件混凝土边缘压应力验算**

普通钢筋混凝土受弯构件混凝土边缘压应力验算按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2015）的 7.2.4-1 公式计算。

输出

信息　混凝土边缘压应力验算

构件	验算位置	最小/最大	组成	阶段	结果	安全系数	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_ALW (N/mm^2)
梁-1	0.000[1]	Max	My-Max	收缩徐变	OK	21954.3340	0.0010	21.4400
梁-1	0.000[1]	Min	My-Min	收缩徐变	OK	99999.0000	0.0000	21.4400
梁-1	0.079[1]	Max	My-Max	收缩徐变	OK	461.2929	0.0465	21.4400
梁-1	0.079[1]	Min	My-Min	收缩徐变	OK	812.4689	0.0264	21.4400
梁-1	0.236[2]	Max	My-Max	收缩徐变	OK	17.5403	1.2223	21.4400
梁-1	0.236[2]	Min	My-Min	收缩徐变	OK	642.6315	0.0334	21.4400
梁-1	0.473[3]	Max	My-Max	收缩徐变	OK	8.0510	2.6630	21.4400
梁-1	0.473[3]	Min	My-Min	收缩徐变	OK	538.3148	0.0398	21.4400
梁-1	0.709[4]	Max	My-Max	收缩徐变	OK	5.9564	3.5995	21.4400
梁-1	0.709[4]	Min	My-Min	收缩徐变	OK	453.6062	0.0473	21.4400
梁-1	1.000[5]	Max	My-Max	收缩徐变	OK	5.2806	4.0602	21.4400
梁-1	1.000[5]	Min	My-Min	收缩徐变	OK	394.3068	0.0544	21.4400

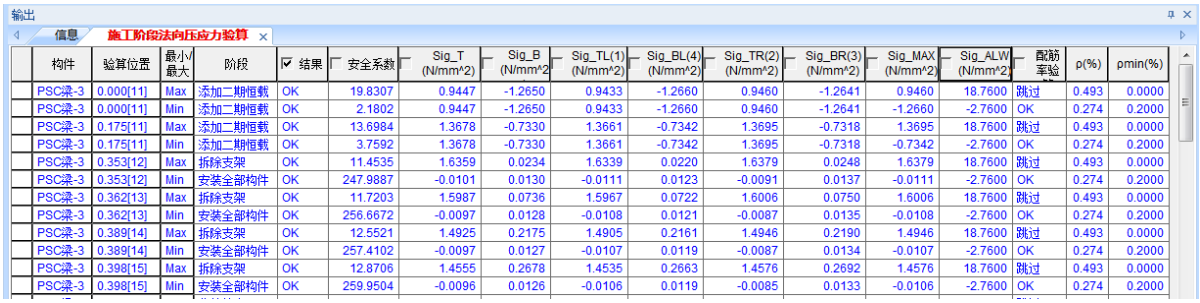
- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**My-Max（弯矩最大）时验算位置为梁顶，My-Min（弯矩最小）时验算位置为梁底。
- **组成：**表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，当有移动荷载、支座沉降组分析时，程序计算了所有荷载工况的 6 项内力及每项内力的最大、最小两项，即对每一种荷载工况计算 6×2=12 次，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **阶段：**表示的是该最大值所属施工阶段名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。

- **安全系数：**施工阶段法向压应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_MAX：**表示施工阶段受压区混凝土边缘压应力，计算时考虑了开裂截面换算截面惯性矩；
- **Sig_ALW：**表示容许压应力，Sig_ALW=0.8 f'_{ck}，其中的施工阶段混凝土抗压强度标准值 f'ck 首先由 f’ cu= $f'_{cu} = nf_{cu,k}$ 确定强度等级，再根据规范表 3.1.3 内插查得计。

注(1)：设计结果表格中混凝土应力压为正、拉为负

✓ **PSC 受弯构件施工阶段法向压应力验算**

B 类预应力混凝土构件施工阶段法向压应力验算按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2015）的 7.2.7、7.2.8 条规定计算。



输出

信息　施工阶段法向压应力验算

构件	验算位置	最小/最大	阶段	结果	安全系数	Sig_T (N/mm^2)	Sig_B (N/mm^2)	Sig_TL(1) (N/mm^2)	Sig_BL(4) (N/mm^2)	Sig_TR(2) (N/mm^2)	Sig_BR(3) (N/mm^2)	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_ALW (N/mm^2)	配筋率验	ρ(%)	ρmin(%)
PSC梁-3	0.000[11]	Max	添加二期恒载	OK	19.8307	0.9447	-1.2650	0.9433	-1.2660	0.9460	-1.2641	0.9460	18.7600	跳过	0.493	0.0000
PSC梁-3	0.000[11]	Min	添加二期恒载	OK	2.1802	0.9447	-1.2650	0.9433	-1.2660	0.9460	-1.2641	-1.2660	-2.7600	OK	0.274	0.2000
PSC梁-3	0.175[11]	Max	添加二期恒载	OK	13.6984	1.3678	-0.7330	1.3661	-0.7342	1.3695	-0.7318	1.3695	18.7600	跳过	0.493	0.0000
PSC梁-3	0.175[11]	Min	添加二期恒载	OK	3.7592	1.3678	-0.7330	1.3661	-0.7342	1.3695	-0.7318	-0.7342	-2.7600	OK	0.274	0.2000
PSC梁-3	0.353[12]	Max	拆除支架	OK	11.4535	1.6359	0.0234	1.6339	0.0220	1.6379	0.0248	1.6379	18.7600	跳过	0.493	0.0000
PSC梁-3	0.353[12]	Min	安装全部构件	OK	247.9887	-0.0101	0.0130	-0.0111	0.0123	-0.0091	0.0137	-0.0111	-2.7600	OK	0.274	0.2000
PSC梁-3	0.362[13]	Max	拆除支架	OK	11.7203	1.5987	0.0736	1.5967	0.0722	1.6006	0.0750	1.6006	18.7600	跳过	0.493	0.0000
PSC梁-3	0.362[13]	Min	安装全部构件	OK	256.6672	-0.0097	0.0128	-0.0108	0.0121	-0.0087	0.0135	-0.0108	-2.7600	OK	0.274	0.2000
PSC梁-3	0.389[14]	Max	拆除支架	OK	12.5521	1.4925	0.2175	1.4905	0.2161	1.4946	0.2190	1.4946	18.7600	跳过	0.493	0.0000
PSC梁-3	0.389[14]	Min	安装全部构件	OK	257.4102	-0.0097	0.0127	-0.0107	0.0119	-0.0087	0.0134	-0.0107	-2.7600	OK	0.274	0.2000
PSC梁-3	0.398[15]	Max	拆除支架	OK	12.8706	1.4555	0.2678	1.4535	0.2663	1.4576	0.2692	1.4576	18.7600	跳过	0.493	0.0000
PSC梁-3	0.398[15]	Min	安装全部构件	OK	259.9504	-0.0096	0.0126	-0.0106	0.0119	-0.0085	0.0133	-0.0106	-2.7600	OK	0.274	0.2000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**表示在相应截面进行施工阶段法向压应力和法向拉应力验算
- **阶段：**表示该最小、最大值所属施工阶段名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**施工阶段法向压应力安全系数，最小/最大为 MAX 值时：Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。最小/最大为 MIN 值时：Sig_MAX＜0，即为拉应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≥0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_T：**截面上端最小应力。
- **Sig_B：**截面下端最小应力。

- **Sig_TL(1)：**截面左上端最小应力。
- **Sig_BL(4)：**截面左下端最小应力 。
- **Sig_TR(2)：**截面右上端最小应力。
- **Sig_BR(3)：**截面右下端最小应力。
- **Sig_MAX：**最小/最大为 MAX 值时，上述各点应力中最大法向压应力，Sig_MAX=max（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。最小/最大为 MIN 值时，上述各点应力中最大法向拉应力，Sig_MAX=min（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。
- **Sig_ALW：**Sig_MAX＞0，表示容许压应力，取用 0.7f $'_{ck}$，其中的施工阶段混凝土抗压强度标准值 f'ck 首先 f’cu= f'_{cu} = $nf_{cu,k}$ 确定强度等级，再根据规范表 3.1.3 内插查得。Sig_MAX＜0，表示容许拉应力取用 1.15f $'_{tk}$。
- **配筋率验算：**当 Sig_MAX≥0 时，Sig_ALW=0.7fck'，配筋率验算直接跳过即可；当 Sig_MAX＜0 时，Sig_ALW=1.15ftk'，并补充验算配筋率是否满足规范要求。
- **ρ (%):**实际配筋率。
- **ρ min(%):**预拉区纵向钢筋的最小配筋率 ρ min。

注(1)：设计结果表格中混凝土应力压为正、拉为负。

注(2)：预应力钢筋扣除了相应阶段的所有预应力损失，计算荷载采用施工阶段“CS：合力”内力，截面性质按规范 6.1.5 的规定采用。

2.1.13 受拉区钢筋的拉应力验算

✓ **RC 受弯构件受拉钢筋应力验算**

钢筋混凝土受弯构件受拉钢筋的应力按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2015）的 7.2.4-2 公式计算。

输出

信息　受拉钢筋应力验算

构件	验算位置	钢筋层数	结果	安全系数(施)	Sig_DL (N/mm^2)	Sig_ADL (N/mm^2)
梁-1	0.000[1]	Rebar-1	OK	4736.0508	0.0633	300.0000
梁-1	0.000[1]	Rebar-2	OK	5146.2617	0.0583	300.0000
梁-1	0.000[1]	Rebar-3	OK	4736.0508	0.0633	300.0000
梁-1	0.079[1]	Rebar-1	OK	99.5114	3.0147	300.0000
梁-1	0.079[1]	Rebar-2	OK	108.1305	2.7744	300.0000
梁-1	0.079[1]	Rebar-3	OK	99.5114	3.0147	300.0000
梁-1	0.236[2]	Rebar-1	OK	3.7838	79.2844	300.0000
梁-1	0.236[2]	Rebar-2	OK	4.1116	72.9646	300.0000
梁-1	0.236[2]	Rebar-3	OK	3.7838	79.2844	300.0000
梁-1	0.473[3]	Rebar-1	OK	1.7368	172.7332	300.0000
梁-1	0.473[3]	Rebar-2	OK	1.8872	158.9646	300.0000
梁-1	0.473[3]	Rebar-3	OK	1.7368	172.7332	300.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **钢筋层数：**表示每层钢筋名称，钢筋命名的原则按照在“设计＞RC 设计＞RC 设计截面配筋”中输入的钢筋顺序号来命名“Rbar-顺序号”。
- **结果（施）：**施工阶段验算结果（OK/NG）
- **安全系数（施）：**施工阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_DL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（施）=|Sig_ADL|/|Sig_DL|；Sig_DL≤0，即为压应力时，安全系数=99999，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_DL：**施工阶段最大钢筋拉应力，Sig_DL 根据施工阶段荷载工况“CS：合计”按照开裂截面计算混凝土最大法向拉应力，并根据线性应变关系得到钢筋的拉应力。
- **Sig_ADL：**施工阶段钢筋容许拉应力。

注(1)：设计结果表格中钢筋应力拉为正，压为负。

✓ PSC 受弯构件预应力钢筋拉应力验算

预应力钢筋拉应力按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2015）的 6.1.4、7.1.5 条规定计算。

输出

信息　预应力钢筋拉应力验算

钢束	结果	安全系数 (控制应力)	Sig_DL (N/mm^2)	Sig_ADL (N/mm^2)	安全系数 (最大拉应力)	Sig_LL (N/mm^2)	Sig_ALL (N/mm^2)
4-1	NG	1.1272	1237.6112	1395.0000	0.9582	1261.7234	1209.0000
4-2	NG	1.1272	1237.6112	1395.0000	0.9582	1261.7131	1209.0000
4-3	NG	1.1272	1237.6112	1395.0000	0.9583	1261.5858	1209.0000
4-4	NG	1.1272	1237.6112	1395.0000	0.9583	1261.5754	1209.0000
5-1	OK	1.3139	1061.7642	1395.0000	1.1078	1091.3291	1209.0000
5-2	OK	1.3139	1061.7642	1395.0000	1.1078	1091.3187	1209.0000
5-3	OK	1.3139	1061.7642	1395.0000	1.1079	1091.2992	1209.0000
5-4	OK	1.3139	1061.7642	1395.0000	1.1079	1091.2889	1209.0000
6-1	NG	1.1411	1222.4583	1395.0000	0.9713	1244.7861	1209.0000
6-2	NG	1.1411	1222.4583	1395.0000	0.9713	1244.7759	1209.0000
6-3	NG	1.1411	1222.4583	1395.0000	0.9714	1244.6588	1209.0000
6-4	NG	1.1411	1222.4583	1395.0000	0.9714	1244.6486	1209.0000

- **钢束：**钢束名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（控制应力）：**施工阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_DL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（施）=|Sig_ADL|/|Sig_DL|；Sig_ DL≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_DL：**施工阶段扣除短期预应力损失后的预应力钢筋锚固端的有效预应力。
- **Sig_ADL：**施工阶段预应力钢筋锚固端张拉控制应力容许值。
- **安全系数（最大拉应力）：**使用阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_LL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（使）=|Sig_ALL|/|Sig_LL|；Sig_ LL≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_LL：**扣除全部预应力损失并考虑使用阶段作用标准值引起的钢束应力变化后的预应力钢筋的拉应力，对于 B 类构件考虑了开裂截面的影响。
- **Sig_ALL：**使用阶段预应力钢筋拉应力容许值。

注(1)：设计结果表格中钢筋应力拉为正，压为负。

2.1.14 中性轴主拉应力验算

钢筋混凝土受弯构件中性轴处的主拉应力验算按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）的 7.2.5 条的规定计算。

输出

信息　中性轴主拉应力验算

构件	验算位置	阶段	结果	安全系数	Sig_M (N/mm^2)	Sig_ML (N/mm^2)	Sig_MR (N/mm^2)	Sig_MAX (N/mm^2)	Sig_ALW (N/mm^2)
梁-1	0.000[1]	拆除支架	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.4000
梁-1	0.079[1]	拆除支架	OK	99999.0000	0.0197	0.0197	0.0197	0.0197	2.4000
梁-1	0.236[2]	收缩徐变	OK	11.9523	-0.1973	-0.1937	-0.2008	-0.2008	2.4000
梁-1	0.473[3]	收缩徐变	OK	17.2151	-0.1382	-0.1370	-0.1394	-0.1394	2.4000
梁-1	0.709[4]	收缩徐变	OK	28.5463	-0.0792	-0.0841	-0.0742	-0.0841	2.4000
梁-1	1.000[5]	压浆钢束	OK	99999.0000	0.0387	0.0002	0.0771	0.0771	2.4000
梁-2	0.000[6]	拆除支架	OK	99999.0000	0.0419	-0.0162	0.1000	0.1000	2.4000
梁-2	0.424[6]	拆除支架	OK	99999.0000	0.1690	0.1109	0.2272	0.2272	2.4000
梁-2	0.447[7]	拆除支架	OK	99999.0000	0.1760	0.1107	0.2414	0.2414	2.4000
梁-2	0.516[8]	添加二期恒载	OK	99999.0000	0.2104	0.1360	0.2849	0.2849	2.4000
梁-2	0.539[9]	添加二期恒载	OK	99999.0000	0.2246	0.1483	0.3009	0.3009	2.4000
梁-2	1.000[10]	添加二期恒载	OK	99999.0000	0.4289	0.3432	0.5146	0.5146	2.4000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **阶段：**施工阶段。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：** 施工阶段中性轴主拉应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为拉应力时，安全系数 K（使）=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。

- **Sig_M：**中性轴中心位置（换算截面形心位置）处主拉应力 。
- **Sig_ML：**中性轴位置处截面左边缘主拉应力。
- **Sig_MR：**中性轴位置处截面右边缘主拉应力。
- **Sig_MAX：**Sig-MAX=max（Sig-M，Sig-ML，Sig-MR），程序内部取“CS：合计”引起的剪力作为规范公式（7.2.5）中施工阶段荷载标准值产生的剪力值 V_k^t。
- **Sig_ALW:** 表示容许压应力，Sig_ALW= f'_{tk}，其中的施工阶段混凝土抗压强度标准值 f'tk 首先由 f'cu= $f'_{cu} = nf_{cu,k}$ 确定强度等级，再根据规范表 3.1.3 内插查得计。

2.1.15 普通钢筋量估算

普通钢筋量估算其验算和输出结果如图所示：

输出

信息　普通钢筋用量估算

构件	验算位置	顶/底	组合名称	组成	结果	安全系数	Mj (N.mm)	Ag_REQ (mm^2)	Ag_USE (mm^2)
PSC梁-3	0.000[11]	底	基本9	My-Max	NG	0.2569	17122779136.0000	74354.0703	19104.5000
PSC梁-3	0.000[11]	顶	基本18	My-Min	OK	99999.0000	1350995456.0000	0.0000	34388.1016
PSC梁-3	0.175[11]	底	基本9	My-Max	NG	0.2493	14595932160.0000	76630.5625	19104.5000
PSC梁-3	0.175[11]	顶	基本18	My-Min	OK	99999.0000	-1997188352.0000	0.0000	34388.1016
PSC梁-3	0.353[12]	底	基本9	My-Max	NG	0.2432	10333966336.0000	78541.8438	19104.5000
PSC梁-3	0.353[12]	顶	基本18	My-Min	OK	99999.0000	-6481071104.0000	0.0000	34388.1016
PSC梁-3	0.362[13]	底	基本9	My-Max	NG	0.2432	10065585152.0000	78541.8438	19104.5000
PSC梁-3	0.362[13]	顶	基本18	My-Min	OK	99999.0000	-6740206080.0000	0.0000	34388.1016
PSC梁-3	0.389[14]	底	基本9	My-Max	NG	0.2432	9266299904.0000	78541.8438	19104.5000
PSC梁-3	0.389[14]	顶	基本18	My-Min	OK	99999.0000	-7515302912.0000	0.0000	34388.1016
PSC梁-3	0.398[15]	底	基本19	My-Max	NG	0.2432	9001877504.0000	78541.8438	19104.5000
PSC梁-3	0.398[15]	顶	基本8	My-Min	OK	99999.0000	-7789482496.0000	0.0000	34388.1016
PSC梁-3	0.565[16]	底	基本19	My-Max	NG	0.2432	3929859328.0000	78541.8438	19104.5000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **顶/底：**表示分别针对梁截面的底部和顶部的普通钢筋估算值，当顶部弯矩 Mj>0，即在梁顶部没有出现负弯矩的时候可不配置普通钢筋，则顶部钢筋估算值为 0。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如类型为 FX-MAX 时，输出的内力值为移动荷载引起的 FX 方向内力最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**普通箍筋用量的安全系数，即 Ag_USE/Ag_REQ，小于 1.0 表示验算不通过。

- **Mj**：表示 JTG15 规范中承载能力极限状态荷载组合（不考虑预应力钢束作用）的最大值。
- **Ag-REQ**：表示计算需要配置的普通钢筋面积。
- **Ag-USE**：表示实际配置的普通钢筋面积。

注(1)：估算方法如下：首先按照 JTG15 规范公式（5.2.2-1）和（5.2.3-2）在不考虑预应力钢筋作用的情况下估算截面受压区高度 x，然后按规范公式(5.2.2-2)、(5.2.3-1)和(5.2.3-3)结合已知的预应力钢筋用量估算普通钢筋的用量。注意，当对梁底和梁顶分别进行钢筋估算时，应采用相应位置的荷载组合 M_d 及 h_0；

注(2)：普通钢筋量估算只是一种参考，不作为结构验算的标准。

2.1.16 预应力钢筋用量估算

PSC 构件预应力钢筋估算方法是参照徐光辉、胡明义主编的《公路桥梁设计手册—梁桥》（2000 年，人民交通出版社）表 2-5-3 中的估算公式进行计算的。

输出

信息　预应力钢筋用量估算

构件	验算位置	顶/底	结果	安全系数	Mg1 (N.mm)	Msum (N.mm)	Mj (N.mm)	ey (mm)	Ny (N)	Ay_REQ (mm^2)	Ay_USE (mm^2)
PSC梁-3	0.000[11]	底	OK	99999.0000	6760512000.0000	14737995776.0000	17122779136.0	-1087.5200	13589533.000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.000[11]	顶	OK	99999.0000	-54004608.0000	-1130191488.0000	1350995456.00	777.4760	0.0000	0.0000	0.0000
PSC梁-3	0.175[11]	底	NG	0.0000	4446235136.0000	12890551296.0000	14595932160.0	-1087.5200	11584095.000	9193.7266	0.0000
PSC梁-3	0.175[11]	顶	OK	2.2099	-54824024.0000	-2035970688.0000	-1997188352.00	737.3320	1585073.1250	1257.9945	2780.0000
PSC梁-3	0.353[12]	底	NG	0.0000	1238420992.0000	9653585920.0000	10333966336.0	-1087.5200	8201576.0000	6509.1870	0.0000
PSC梁-3	0.353[12]	顶	OK	1.3620	-49910452.0000	-6526196224.0000	-6481071104.00	736.0165	5143717.0000	4082.3152	5560.0000
PSC梁-3	0.362[13]	底	NG	0.0000	1083294976.0000	9448551424.0000	10065585152.0	-1087.5200	7988575.0000	6340.1387	0.0000
PSC梁-3	0.362[13]	顶	OK	1.3096	-49018664.0000	-6784346112.0000	-6740206080.00	736.0165	5349380.0000	4245.5400	5560.0000
PSC梁-3	0.389[14]	底	NG	0.0000	629272000.0000	8833572864.0000	9266299904.00	-1087.5200	7354220.0000	5836.6826	0.0000
PSC梁-3	0.389[14]	顶	OK	1.1745	-48466472.0000	-7560522240.0000	-7515302912.00	736.0165	5964537.5000	4733.7598	5560.0000
PSC梁-3	0.398[15]	底	NG	0.0000	470457376.0000	8623866880.0000	9001877504.00	-1087.5200	7144360.5000	5670.1274	0.0000
PSC梁-3	0.398[15]	顶	OK	1.1332	-47840232.0000	-7827885056.0000	-7789482496.00	736.0165	6182141.0000	4906.4609	5560.0000

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **顶/底**：表示分别针对梁截面的底部和顶部的预应力钢筋估算值。
- **结果**：验算结果（OK/NG）。
- **安全系数**：普通箍筋用量的安全系数，即 Ay_USE/Ay_REQ，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Mg1**：结构自重引起的弯矩（施工阶段最大最小值）。
- **Msum**：正常使用极限状态荷载组合下最大最小弯矩（Mg1+Mg2+Mp)。
- **Mj**：承载能力极限状态荷载组合下最大最小弯矩（按《公桥规》JTJ023-85 第 4.1.2 条规定计算的最大弯矩）。
- **ey**：预应力钢筋合力点至截面中性轴的距离。
- **Ny**：传力锚固之后预应力钢筋的合力。

- **Ag-REQ**：表示计算需要配置的预应力钢筋面积。
- **Ag-USE**：表示实际配置的预应力钢筋面积。

2.1.17 纵向钢筋用量估算

根据分析得到的最大弯矩进行纵向钢筋估算（不考虑已配纵向钢筋），估算方法参考《钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理》（张树仁等著，人民交通出版社）中关于矩形截面和 T 型截面受弯构件配筋的实用设计方法。

信息　纵向钢筋用量估算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	Mj (kN.m)	Ag_REQ_T (m^2)	Ag_REQ_B (m^2)	Ag_USE_T (m^2)	Ag_USE_B (m^2)
构件 - 1	0.000	Max	cLCB1	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 1	0.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 1	1.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	7.1539	-1.8906	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 1	1.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	7.0817	-2.2687	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	0.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	7.1539	-1.8906	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	0.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	7.0817	-2.2687	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	1.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	2.0172	-8.2500	0.0025	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	1.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	1.9990	-9.9000	0.0025	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 3	0.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	2.0172	-8.2500	0.0025	0.0000	0.0050	0.0050

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **最小/最大**：荷载最大或最小。
- **组合名称**：荷载组合名称。
- **组成**：荷载验算的类型。
- **结果**：验算结果（OK/NG）。
- **安全系数**：纵向钢筋用量安全系数，取 Ag_USE_T/Ag_REQ_T 及 Ag_USE_B/Ag_REQ_B 中较小值，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Mj**：承载能力极限状态荷载组合下最大弯矩。
- **Ag-REQ-T**：梁截面顶所需钢筋面积。
- **Ag-REQ-B**：梁截面底所需钢筋面积。
- **Ag-USE-T**：用户输入的梁截面顶钢筋面积。
- **Ag-USE-B**：用户输入的梁截面底钢筋面积。

注：钢筋估算不是规范规定的验算内容，且估算采用的是经验法，因此不作为评价结构验算的标准。

2.1.18 柱的纵向钢筋用量估算

参考了《钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理》（张树仁等编著，人民交通出版社出版）中关于各种柱构件实用截面设计方法。

信息　柱的纵向钢筋用量估算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	Nd (N)	Myd (N.mm)	Mzd (N.mm)	Ag_REQ_T (mm^2)	Ag_REQ_L (mm^2)	Ag_USE_T (mm^2)	Ag_USE_L (mm^2)
柱-7	0.000	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-52942860.000	20925204480.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.000	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-38434824.000	16798657536.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.200	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-54007556.000	21819453440.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.200	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-39322072.000	18001586176.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.600	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-56136956.000	23607955456.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.600	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-41096572.000	20407443456.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	1.000	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-58266356.000	25396451328.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	1.000	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-42871072.000	22813300736.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**荷载最大或最小。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如组成 Fx-Max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 Fx 方向内力最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**纵向钢筋用量安全系数，取 Ag_USE_T/Ag_REQ_T 及 Ag_USE_B/Ag_REQ_B 中较小值，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Nd：**承载能力极限状态荷载组合下最大轴力。
- **Myd：**绕单元坐标系 y 轴极限状态组合下弯矩。
- **Mzd：**绕单元坐标系 z 轴极限状态组合下弯矩。
- **Ag-REQ-T：**柱截面顶/底所需钢筋面积。
- **Ag-REQ-L：**柱截面左/右所需钢筋面积。
- **Ag-USE-T：**用户输入的柱截面顶/底所需钢筋面积。
- **Ag-USE-L：**用户输入的柱截面左/右所需钢筋面积。

注(1)：按照结构设计原理计算得到的钢筋面积，同时要考虑最小配筋面积的要求，最终的估算结果为计算钢筋面积和最小配筋面积的较大值；

注(2)：钢筋估算不是规范规定的验算内容，且估算采用的是经验法，因此不作为评价结构验算的标准。

2.1.19 普通箍筋用量验算

根据 JTG D62-2015 规范 5.2.15/5.7.2-2 的说明，假定由混凝土和箍筋共同承担 60% 的剪力设计值，考虑已配纵向普通钢筋，按照规范 5.7.2.2 公式：

$$V_{cs}=\alpha_1\alpha_2\alpha_3 0.45\times10^{-3}bh_0\sqrt{(2+0.6P)\sqrt{f_{cu,k}}\rho_{sv}f_{sv}}$$

计算得到 ρ_{sv} ，根据计算得到的 ρ_{sv} 考虑腹板宽度 b 和箍筋间距 S_v 得到截面所需箍筋面积 $A_{sv,req}$；

$$V_{cs} = 0.6V_d = \alpha_1\alpha_2\alpha_3 0.45\times10^{-3} bh_0\sqrt{(2+0.6P)\sqrt{f_{cu,k}}\rho_{sv}f_{sv}}$$

$$A_{sv,req} = \rho_{sv,req} bs_v$$

输出

信息　普通箍筋用量验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	Vj (N)	Ag_REQ (mm^2)	Ag_USE (mm^2)
梁-1	0.000[1]	Y-Max	基本3	Fy-Max	OK	7.3304	0.0000	251.9995	1847.2600
梁-1	0.000[1]	Y-Min	基本12	Fy-Min	OK	7.3304	-0.0000	251.9995	1847.2600
梁-1	0.000[1]	Z-Max	基本13	Fz-Max	OK	2.3683	0.0000	780.0000	1847.2600
梁-1	0.000[1]	Z-Min	基本2	Fz-Min	OK	2.3683	-0.0000	780.0000	1847.2600
梁-1	0.079[1]	Y-Max	基本3	Fy-Max	OK	7.3304	0.0000	251.9995	1847.2600
梁-1	0.079[1]	Y-Min	基本12	Fy-Min	OK	7.3304	-0.0000	251.9995	1847.2600
梁-1	0.079[1]	Z-Max	基本7	Fz-Max	OK	2.3683	1399093.8750	780.0000	1847.2600
梁-1	0.079[1]	Z-Min	基本12	Fz-Min	OK	2.3683	188710.8281	780.0000	1847.2600
梁-1	0.236[2]	Y-Max	基本13	Fy-Max	OK	7.3304	3487.5383	251.9995	1847.2600
梁-1	0.236[2]	Y-Min	基本6	Fy-Min	OK	7.3304	-11328.4346	251.9995	1847.2600
梁-1	0.236[2]	Z-Max	基本18	Fz-Max	OK	2.3683	-1411200.6250	780.0000	1847.2600

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**荷载最大或最小。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**普通箍筋用量的安全系数，即 Ag_USE/Ag_REQ，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Vj：**承载能力极限状态组合下最大剪力。
- **Ag-REQ：**所需箍筋面积。
- **Ag-USE：**用户输入的箍筋面积。

注(1)：考虑最小配箍率的要求（规范 9.3.13），按照公式 $\rho_{sv} = A_{sv}/S_v b$ *计算得到最小配箍面积，然后比较箍筋面积估算值和最小箍筋面积计算值，取较大者输出；*

注(2)：箍筋用量估算只是一种参考，不作为结构验算的标准。

2.1.20 最小配筋率验算

✓ **RC 构件最小配筋率验算**

RC-受弯构件、RC-受压构件、RC-受拉构件最小配筋率验算按照规范 JTG D62-2015 的 9.1.12 条规定计算。RC 构件最小配筋率验算结果表格由受弯构件、受压构件、受拉构件 3 个属性页组成。

➢ **受弯构件**

输出

信息　最小配筋率验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	类型	结果	ρs(%)	ρs,min(%)
构件 - 2	1.000[2]	Max	基本7	My-Max	OK	0.2746	0.2495
构件 - 2	1.000[2]	Min	基本20	My-Min	OK	0.2746	0.2495
构件 - 3	0.000[3]	Max	基本7	My-Max	OK	0.2746	0.2495
构件 - 3	0.000[3]	Min	基本20	My-Min	OK	0.2746	0.2495
构件 - 3	1.000[3]	Max	基本7	My-Max	OK	0.3029	0.2495
构件 - 3	1.000[3]	Min	基本20	My-Min	OK	0.3029	0.2495
构件 - 4	0.000[4]	Max	基本7	My-Max	OK	0.3029	0.2495
构件 - 4	0.000[4]	Min	基本20	My-Min	OK	0.3029	0.2495
构件 - 4	1.000[4]	Max	基本7	My-Max	OK	0.3478	0.2495
构件 - 4	1.000[4]	Min	基本20	My-Min	OK	0.3478	0.2495
构件 - 5	0.000[5]	Max	基本7	My-Max	OK	0.4554	0.2495
构件 - 5	0.000[5]	Min	基本20	My-Min	OK	0.4554	0.2495
构件 - 5	1.000[5]	Max	基本7	My-Max	OK	0.5346	0.2495
构件 - 5	1.000[5]	Min	基本20	My-Min	OK	0.5346	0.2495
构件 - 6	0.000[6]	Max	基本7	My-Max	OK	0.5346	0.2495
构件 - 6	0.000[6]	Min	基本20	My-Min	OK	0.5346	0.2495
构件 - 6	1.000[6]	Max	基本7	My-Max	OK	0.6471	0.2495
构件 - 6	1.000[6]	Min	基本20	My-Min	OK	0.6471	0.2495
构件 - 7	0.000[7]	Max	基本7	My-Max	OK	0.6471	0.2495
构件 - 7	0.000[7]	Min	基本20	My-Min	OK	0.6471	0.2495
构件 - 7	1.000[7]	Max	基本7	My-Max	OK	0.8197	0.2495
构件 - 7	1.000[7]	Min	基本20	My-Min	OK	0.8197	0.2495

受弯构件　受压构件　受拉构件

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最大/最小：**不同荷载组合产生的截面剪力的最大、最小值。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **类型：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **ρs (%)：**实际配筋率。
- **ρs,min(%) :**最小配筋率。

➢ **受压构件**

输出

信息　最小配筋率验算

构件	验算位置	类型	结果	ρall(%)	ρall,min(%)	ρs(%)	ρs,min(%)
构件 - 97	0.000[100]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 97	0.000[100]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 97	1.000[100]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 97	1.000[100]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 98	0.000[101]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 98	0.000[101]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 98	1.000[101]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 98	1.000[101]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 99	0.000[102]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 99	0.000[102]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 99	1.000[102]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 99	1.000[102]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 100	0.000[103]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 100	0.000[103]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 100	1.000[103]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 100	1.000[103]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 101	0.000[104]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 101	0.000[104]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 101	1.000[104]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 101	1.000[104]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 102	0.000[105]	y向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000
构件 - 102	0.000[105]	z向	OK	2.1477	0.5000	0.6136	0.2000

受弯构件　受压构件　受拉构件

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **类型：**受力方向。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **ρall(%)：**全部纵向钢筋配筋率。
- **ρall,min(%)：**全部纵向钢筋配筋率容许下限值。
- **ρs(%)：**一侧钢筋配筋率。
- **ρs,min(%)：**一侧钢筋配筋率容许下限值。

➢ **受拉构件**

输出

信息　最小配筋率验算

构件	验算位置	组合名称	类型	结果	ρs'(%)	ρs',min(%)	ρs(%)	ρs,min(%)
构件 - 3	0.000[3]	基本1	轴拉小偏拉-z向	OK	0.0000	0.0000	0.3771	0.2000
构件 - 3	0.000[3]	基本2	大偏拉-z向	OK	0.3771	0.2000	0.4309	0.2000
构件 - 3	1.000[3]	基本1	轴拉小偏拉-y向	OK	0.0000	0.0000	0.7670	0.2000
构件 - 3	1.000[3]	基本4	大偏拉-y向	OK	0.7670	0.2000	0.8182	0.2000
构件 - 3	1.000[3]	基本1	轴拉小偏拉-z向	OK	0.0000	0.0000	0.3771	0.2000
构件 - 3	1.000[3]	基本4	大偏拉-z向	OK	0.3771	0.2000	0.4309	0.2000
构件 - 4	0.000[4]	基本1	轴拉小偏拉-y向	OK	0.0000	0.0000	0.7670	0.2000
构件 - 4	0.000[4]	基本4	大偏拉-y向	OK	0.7670	0.2000	0.8182	0.2000
构件 - 4	0.000[4]	基本1	轴拉小偏拉-z向	OK	0.0000	0.0000	0.3771	0.2000
构件 - 4	0.000[4]	基本4	大偏拉-z向	OK	0.3771	0.2000	0.4309	0.2000
构件 - 4	1.000[4]	基本1	轴拉小偏拉-y向	OK	0.0000	0.0000	0.7670	0.2000
构件 - 4	1.000[4]	基本4	大偏拉-y向	OK	0.7670	0.2000	0.8182	0.2000
构件 - 4	1.000[4]	基本1	轴拉小偏拉-z向	OK	0.0000	0.0000	0.3771	0.2000
构件 - 4	1.000[4]	基本4	大偏拉-z向	OK	0.3771	0.2000	0.4309	0.2000
构件 - 5	0.000[5]	基本1	轴拉小偏拉-y向	OK	0.0000	0.0000	0.7670	0.2000
构件 - 5	0.000[5]	基本4	大偏拉-y向	OK	0.7670	0.2000	0.8182	0.2000
构件 - 5	0.000[5]	基本1	轴拉小偏拉-z向	OK	0.0000	0.0000	0.3771	0.2000
构件 - 5	0.000[5]	基本4	大偏拉-z向	OK	0.3771	0.2000	0.4309	0.2000
构件 - 5	1.000[5]	基本1	轴拉小偏拉-y向	OK	0.0000	0.0000	0.7670	0.2000
构件 - 5	1.000[5]	基本4	大偏拉-y向	OK	0.7670	0.2000	0.8182	0.2000
构件 - 5	1.000[5]	基本1	轴拉小偏拉-z向	OK	0.0000	0.0000	0.3771	0.2000

受弯构件　受压构件　受拉构件

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **类型：**验算类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **Ps’(%)：**大偏心受拉时一侧受压钢筋配筋率。
- **Ps’,min(%)：**大偏心受拉时一侧受压钢筋配筋率容许下限值。
- **ρs (%)：**一侧受拉钢筋配筋率。
- **ρs,min(%)：**一侧受拉钢筋配筋率容许下限值。

✓ **PSC 构件最小配筋率验算**

PSC 受弯构件最小配筋率验算按照规范 JTG D62-2015 的 9.1.12~9.1.13 条规定计算。

输出

信息　最小配筋率验算

1	构件	验算位置	最小/最大	组合名称	类型	预筋配筋率验算	Mcr (N.mm)	Mud (N.mm)	普筋配筋率验算	ρs(%)	ρ,min(%)
	构件 - 33	1.000[33]	Min	基本10	My-Min	OK	14604583936.0000	14853722112.0000	OK	0.8459	0.0000
	构件 - 34	0.000[34]	Max	基本13	My-Max	OK	14604583936.0000	17572573184.0000	OK	0.6949	0.0000
	构件 - 34	0.000[34]	Min	基本10	My-Min	OK	14604583936.0000	14856759296.0000	OK	0.8459	0.0000
	构件 - 34	1.000[34]	Max	基本13	My-Max	OK	12566663168.0000	18799712256.0000	OK	0.8038	0.0000
	构件 - 34	1.000[34]	Min	基本10	My-Min	OK	12566663168.0000	14804675584.0000	OK	1.0715	0.0000
	构件 - 35	0.000[35]	Max	基本13	My-Max	OK	12566663168.0000	18816327680.0000	OK	0.8038	0.0000
	构件 - 35	0.000[35]	Min	基本10	My-Min	OK	12566663168.0000	14808216576.0000	OK	1.0715	0.0000
	构件 - 35	1.000[35]	Max	基本3	My-Max	OK	12566663168.0000	19833272320.0000	OK	0.7702	0.0000
	构件 - 35	1.000[35]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	14294074368.0000	OK	1.0715	0.0000
	构件 - 36	0.000[36]	Max	基本3	My-Max	OK	12566663168.0000	19833272320.0000	OK	0.7702	0.0000
	构件 - 36	0.000[36]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	14294062080.0000	OK	1.0715	0.0000
	构件 - 36	1.000[36]	Max	基本7	My-Max	OK	12566663168.0000	20615628800.0000	OK	0.7508	0.0000
	构件 - 36	1.000[36]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	20615628800.0000	OK	0.7508	0.0000
	构件 - 37	0.000[37]	Max	基本7	My-Max	OK	12566663168.0000	20615628800.0000	OK	0.7508	0.0000
	构件 - 37	0.000[37]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	20615628800.0000	OK	0.7508	0.0000
	构件 - 37	1.000[37]	Max	基本7	My-Max	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 37	1.000[37]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 38	0.000[38]	Max	基本7	My-Max	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 38	0.000[38]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 38	1.000[38]	Max	基本7	My-Max	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 38	1.000[38]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 39	0.000[39]	Max	基本7	My-Max	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000
	构件 - 39	0.000[39]	Min	基本20	My-Min	OK	12566663168.0000	20735449088.0000	OK	0.7451	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最大/最小：**不同荷载组合产生的截面剪力的最大、最小值。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **类型：**荷载验算的类型。
- **预筋配筋率验算：**预筋配筋率验算结果。
- **Mcr：**Mcr。
- **Mud:** Mud。
- **普筋配筋率验算：**普筋配筋率验算结果。
- **ρs (%)：**实际配筋率。
- **ρs,min(%) :**最小配筋率。

2.1.21 抗倾覆验算

（RC/PSC）抗倾覆验算各支座均受压时，方继续验算倾覆，否则不验算。“输出”信息框会同时出现 2 个表格，分别为“倾覆验算-支座反力”、“倾覆验算-抗倾覆稳定系数”。

输出

信息　抗倾覆验算

	支座节点编号	组合名称	Fz (kN)	反力验算结果
	56	基本16	2012.1215	OK
	58	基本14	1681.8499	OK
	60	基本14	4174.7500	OK
	62	基本15	3233.3430	OK
	64	基本14	4184.5983	OK
	66	基本15	3205.4630	OK
	68	基本16	2020.1341	OK
	70	基本14	1685.0843	OK

倾覆验算-支座反力　倾覆验算-抗倾覆稳定系数

- **支座节点编号：**相应的支座节点编号。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **Fz：**支座反力。
- **反力验算结果：**当 Fz≥0 时，显示为“OK”， Fz＜0 时，显示为“NG”。

输出

信息　抗倾覆验算

	倾覆轴线序号	倾覆轴线节点编号	组合名称	∑Sbk,i (kN.m)	∑Ssk,i (kN.m)	k	[k]	验算结果
	1	56 - 60	倾覆7	161480.9006	20740.2353	7.7859	2.5000	OK
	2	58 - 70	倾覆7	148632.1091	11669.6986	12.7366	2.5000	OK
	3	60 - 64	倾覆7	106633.5437	15024.0123	7.0975	2.5000	OK
	4	64 - 68	倾覆7	161351.0902	20679.2131	7.8026	2.5000	OK

倾覆验算-支座反力　倾覆验算-抗倾覆稳定系数

- **倾覆轴线序号：**倾覆轴线序号。
- **倾覆轴线节点编号：**连接为倾覆轴线的节点编号。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **Σ Sbk，i：**抗倾覆力矩合计。
- **Σ Ssk，i：**倾覆力矩合计。
- **K：**抗倾覆稳定系数。
- **［k］：**抗倾覆稳定系数允许值。
- **验算结果：**当 k≥［k］时，显示为“OK”， k＜［k］时，显示为“NG”。

2.2 JTG D62-2004 规范公路桥梁 RC/PSC 设计原理

2.2.1 使用阶段正截面抗弯验算

受弯构件（RC/PSC）使用阶段正截面抗弯验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.2.1~5.2.5 条规定计算。勾选验算结果表格首行相关单选框后，Civil Designer 将显示对应的图形结果。可在“选择工具栏”中查看包络图。

信息　使用阶段正截面抗弯验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rMu (kN.m)	Mn (kN.m)	受压区高度验算结	x (m)	ξb*h0 (m)	2a' (m)
梁-1	0.000	Max	cLCB4	My-Max	OK	7.8950	-118.8151	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200
梁-1	0.000	Min	cLCB2	My-Min	OK	5.3727	-174.5955	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200
梁-1	0.503	Max	cLCB4	My-Max	OK	31.8998	-29.4060	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200
梁-1	0.503	Min	cLCB2	My-Min	OK	21.7083	-43.2113	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200
梁-1	1.000	Max	cLCB1	My-Max	NG	0.0000	0.0000	1072.0508	NG	0.6300	0.3584	0.6300
梁-1	1.000	Min	cLCB1	My-Min	NG	0.0000	0.0000	1072.0508	NG	0.6300	0.3584	0.6300
梁-2	0.000	Max	cLCB5	My-Max	OK	2.1247	-441.4905	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200
梁-2	0.000	Min	cLCB2	My-Min	OK	1.3634	-688.0436	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200
梁-2	0.100	Max	cLCB5	My-Max	OK	5.2675	-178.0832	938.0444	OK	0.2200	0.2436	0.2200

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的构件验算位置。
- **最小/最大：**不同荷载组合下产生的截面弯矩最小或最大值。
- **组合名称：**验算用结果相应的荷载组合名称。
- **组成：**验算荷载控制指标。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（|**Mn**|/|**rMu**|），小于 1.0 表示验算不通过。
- **rMu：**构件考虑结构重要性系数的最大弯矩效应。
- **Mn：**构件的抗弯承载能力
- **受压区高度验算结果：**按照规范 JTG D62-2004 的公式 5.2.2-3 计算，$x \le \xi_b h_0$ 时 OK，否则 NG。
- ***x*：**混凝土受压区高度。
- $\xi_b h_0$：混凝土最大受压区高度；对截面受拉区内配置不同种类钢筋的受弯构件，其正截面相对界限受压区高度ξb 取相应于各种钢筋的较小者；
- ***a’*：**受压区普通钢筋和预应力钢筋合力点至受压区边缘的距离；

注(1)：设计弯矩 rMu 为负值时，得到的 Mn 为负弯矩承载能力，为正值；设计弯矩 rMu 为正值时，得到的 Mn 为正弯矩承载能力，亦为正值。其中γ为桥梁结构的重要性系数，

按公路桥梁设计的安全等级，一级，二级，三级分别取 1.1，1.0，0.9；桥梁的抗震设计不考虑结构的重要性系数。

2.2.2 使用阶段斜截面抗剪验算

受弯构件（RC/PSC）使用阶段斜截面抗剪验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.2.7~5.2.10 条规定计算。

信息 | 使用阶段斜截面抗剪验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rVd (kN)	Vn-5.2.7 (kN)	截面验算-5.2.9	构造验算-5.2.10
构件 - 13	0.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	9388.3730	OK	跳过
构件 - 13	0.000	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	99999.0000	0.0000	9388.3730	OK	跳过
构件 - 13	0.000	Z-Max	cLCB9	Fz-Max	OK	2.3672	4576.7430	10834.2070	OK	验算
构件 - 13	0.000	Z-Min	cLCB15	Fz-Min	OK	99999.0000	2965.0295	10834.2070	OK	跳过
构件 - 13	1.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	9388.3730	OK	跳过
构件 - 13	1.000	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	99999.0000	0.0000	9388.3730	OK	跳过
构件 - 13	1.000	Z-Max	cLCB9	Fz-Max	OK	1.5575	6956.2055	10834.2070	OK	验算
构件 - 13	1.000	Z-Min	cLCB15	Fz-Min	OK	2.2251	4869.1605	10834.2070	OK	验算
构件 - 14	0.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	9388.3730	OK	跳过

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**表示不同荷载组合产生的截面剪力的 Y 方向最小或最大值，Z 方向最小或最大值。不同荷载组合下剪力的方向可能会发生变化，且弯矩变号会引起梁计算高度 h_0 发生变化（因为梁顶和梁底的钢筋中心距截面外端距离可能不一样），所以有必要验算剪力最大和最小两种情况。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（**|Vn|/|rVd|**），跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **rVd：**r×Vd(重要性系数×最大剪力组合）。
- **Vn：**结构抗剪承载能力。
- **截面验算-5.2.9：**“截面验算”是规范按公式（5.2.9）对受弯构件的抗剪截面进行验算，如果满足要求，显示“OK”，表示截面设计合理；否则显示“NG”，此时需对截面进行修改直到满足公式（5.2.9）的要求。
- **抗剪验算-5.2.10：**“剪力验算”是按规范公式（5.2.10）对受弯构件的抗剪截面进行验算，如果满足要求，显示“跳过”，表示可不进行构件的抗剪承载力计算；否则显示“验算”，程序按照规范公式（5.2.7）进行抗剪验算。

注（1）：程序不论抗剪验算跳过与否均输出抗剪验算结果（根据 JTG D62-2004 规范第 5.2.10 条规定）；

注(2)： 如果在“截面钢筋”的“抗剪钢筋”中未输入箍筋数据，则程序调取箍筋面积 Asv 和间距 sv 均为 0，得到的 Vcs=0，此时截面的抗剪承载力仅包括普通弯起钢筋提供的 Vsb，如果未输入弯起钢筋数据，则程序调取弯起钢筋面积 Asb 为 0，得到的 Vsb=0；

注(3)： 如果“截面验算”“NG”，则“结果”“NG”。否则“剪力验算”“跳过”，“结果”“OK”；“剪力验算”“验算”，“结果”根据安全系数判断是否通过。

2.2.3 使用阶段抗扭验算

受扭构件（RC/PSC）使用阶段抗扭验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.5.1~5.5.5 条规定计算。

信息 | 使用阶段抗扭验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数(扭)	rTd (kN.m)	Tn (kN.m)	安全系数(剪)	rVd (kN)	Vn (kN)	截面验算	抗扭验算
构件 - 1	0.000	T-Max	cLCB19	Mx-Max	OK	99999.0000	0.0000	15.5855	99999.0000	0.0000	416.0584	OK	跳过
构件 - 1	0.000	V-Max	cLCB19	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	15.5855	99999.0000	0.0000	416.0584	OK	跳过
构件 - 1	0.000	V-Min	cLCB19	Fz-Min	OK	99999.0000	0.0000	15.5855	99999.0000	0.0000	416.0584	OK	跳过
构件 - 1	1.000	T-Max	cLCB19	Mx-Max	OK	99999.0000	0.0000	26.1230	99999.0000	7.8921	558.1036	OK	跳过
构件 - 1	1.000	V-Max	cLCB13	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	26.1230	99999.0000	9.4705	558.1036	OK	跳过
构件 - 1	1.000	V-Min	cLCB19	Fz-Min	OK	99999.0000	0.0000	26.1230	99999.0000	7.8921	558.1036	OK	跳过
构件 - 2	0.000	T-Max	cLCB19	Mx-Max	OK	99999.0000	0.0000	26.1230	99999.0000	7.8921	0.0000	OK	跳过
构件 - 2	0.000	V-Max	cLCB13	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	26.1230	99999.0000	9.4705	0.0000	OK	跳过
构件 - 2	0.000	V-Min	cLCB19	Fz-Min	OK	99999.0000	0.0000	26.1230	99999.0000	7.8921	0.0000	OK	跳过

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**指的是扭矩最大、剪力最大和剪力最小时对截面进行抗扭验算。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（扭）：**结构验算的安全系数（**|Tn|/|rTd|**），跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **rTd：**r×Td(重要性系数×最大扭矩组合）。
- **Tn：**结构抗扭承载能力。
- **安全系数（剪）：**结构验算的安全系数（**|Vn|/|rVd|**），小于 1.0 表示验算不通过。
- **rVd：**r×Vd(重要性系数×最大剪力组合）。
- **Vn：**结构抗剪承载能力。

- **截面验算：**表示按规范公式（5.5.3-1）对剪扭构件进行验算，当满足公式（5.5.3-1）要求时，显示“OK”，表示截面设计合理；否则显示“NG”，此时需对截面进行修改直到满足公式（5.5.3-1）的要求。
- **抗扭验算：**表示按公式（5.5.3-2）对剪扭构件进行验算，当满足公式（5.5.3-2）要求时，显示“跳过”，表示不进行构件的抗扭承载力计算；否则显示“验算”，程序按照公式（5.5.4-2）进行抗扭验算。

注(1)：纯扭构件的抗扭承载力按规范公式（5.5.1-1）和（5.5.1-2）计算，其中的纵向钢筋与箍筋的配筋强度比按以下方法取值，当ζ<0.6 时，取ζ=0.6；当ζ>1.7 时，取ζ=1.7；

*注(2)：剪扭构件的抗剪扭承载力按规范公式（5.5.4-1）～（5.5.4-3）计算，截面为箱形时，Wt 以βα*Wt 代替；*

注(3)： 如果“截面验算”“NG”，则“结果”“NG”。否则“抗扭验算”“跳过”，“结果”“OK”；“抗扭验算”“验算”，“结果”根据安全系数（扭）、安全系数（剪）判断是否通过。

2.2.4 使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载能力验算

受压构件（RC/PSC）使用阶段截面轴心/偏心抗压承载能力验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.3.1~5.3.10 条规定计算。

信息　使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载能力验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	x (mm)	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
柱-7	0.000	cLCB6	中心 Fx-Min	OK	12.1330	0.0000	58237144.0000	706590208.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB6	偏心 Fx-Min(My)	OK	4.2291	2039.6832	58237144.0000	246291760.0000	3545.2412	-2754.7588
柱-7	0.000	cLCB6	偏心 Fx-Min(Mz)	OK	12.1330	0.0000	58237144.0000	706590208.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB10	偏心 My-Max(Fx)	OK	3.8777	1770.1346	55120612.0000	213743760.0000	3980.4617	-2319.5383
柱-7	0.000	cLCB19	偏心 My-Min(Fx)	OK	5.9095	2260.2996	46184784.0000	272931168.0000	3192.8938	-3107.1062
柱-7	0.000	cLCB1	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	13.7211	0.0000	51496656.0000	706590208.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB1	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	13.7211	0.0000	51496656.0000	706590208.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.200	cLCB6	中心 Fx-Min	OK	11.8938	0.0000	59408312.0000	706590208.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.200	cLCB6	偏心 Fx-Min(My)	OK	4.1346	2034.2181	59408312.0000	245631840.0000	3554.0073	-2745.9927

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗压承载能力安全系数，rNd≤0，即为拉力时，安全系数 K=99999，否则 rNd＞0，Nn＞0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＞0，Nn≤0 时，K=0；小于 1.0 表示验算不通过。
- **x：**受压区高度。

- **rNd**：r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值）。
- **Nn**：抗压承载能力。
- **e**：轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离
- **e'**：轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离

注(1)：中心 F-xmin 表示轴力 Nd 最小时的轴心受压验算，γ 为结构重要系数，按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》第 5.1.5 条取值；

注(2)：轴心抗压承载力公式 $\gamma_0 N_d \le 0.90\varphi(f_{cd}A + f'_{sd}A'_s)$ *中的稳定系数 φ 需要使用计算长度 L_0，A 为构件全截面面积，当纵向钢筋配筋率大于3%时，A 改用净截面面积 An=A-A's；*

注(3)：偏心 Fx-min(My)表示轴力 Nd 最小时的 My 方向偏心受压验算，偏心 Fx-min(Mz)表示轴力 Nd 最小时的 Mz 方向偏心受压验算，偏心 My-max（Fx）表示主弯矩 My 最大时的 x 方向偏心受压验算，偏心-Mymin（Fx）表示主弯矩 My 最小时的 x 方向偏心受压验算，偏心 Mz-max（Fx）表示主弯矩 Mz 最大时的 x 方向偏心受压验算，偏心 Mz-min（Fx）表示主弯矩 Mz 最小时的 x 方向偏心受压验算。

2.2.5 使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载力验算

预应力钢筋混凝土（PSC）受拉构件不进行“使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载力验算。

普通钢筋混凝土（RC）受拉构件使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载能力验算按照规范 JTG D62-2004 的 5.4.1~5.4.2 条规定计算。其验算结果和输出如图所示：

信息　使用阶段正截面轴心/偏心抗拉承载能力验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
柱-7	0.000	cLCB19	中心 Fx-Max	OK	99999.0000	42278304.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB19	偏心 Fx-Max(My)	OK	99999.0000	42278304.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB19	偏心 Fx-Max(Mz)	OK	99999.0000	42278304.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB10	偏心 My-Max(Fx)	OK	99999.0000	55120612.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB19	偏心 My-Min(Fx)	OK	99999.0000	46184784.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB1	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	99999.0000	51496656.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.000	cLCB1	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	99999.0000	51496656.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.200	cLCB19	中心 Fx-Max	OK	99999.0000	43254280.00	0.0000	0.0000	0.0000
柱-7	0.200	cLCB19	偏心 Fx-Max(My)	OK	99999.0000	43254280.00	0.0000	0.0000	0.0000

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **组合名称**：荷载组合的名称。
- **组成**：荷载验算的类型。
- **结果**：验算结果（OK/NG）。

- **安全系数：**抗拉承载能力安全系数，rNd≥0，即为压力时，安全系数K=99999，否则 rNd＜0，Nn＜0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＜0，Nn≥0 时，K=0；小于 1.0 表示验算不通过。
- **rNd：**r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值）。
- **e：**轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离。
- **e'：**轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离。
- **Nn：**抗拉承载能力。

注(1)：中心 Fx-max 表示轴力 Nd 最大时的轴心受拉验算，γ 为结构重要系数，按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》第 5.1.5 条取值；

注(2)：偏心 Fx-max(My)表示轴力 Nd 最大时的 My 方向偏心受拉验算，偏心 Fx-max(Mz)表示轴力 Nd 最大时的 Mz 方向偏心受拉验算，偏心 My-max（Fx）表示主弯矩 My 最大时的 x 方向偏心受拉验算，偏心 My-min（Fx）表示主弯矩 My 最小时的 x 方向偏心受拉验算，偏心 Mz-max（Fx）表示主弯矩 Mz 最大时的 x 方向偏心受拉验算，偏心 Mz-min（Fx）表示主弯矩 Mz 最小时的 x 方向偏心受拉验算。

2.2.6 使用阶段裂缝宽度验算

✓ **RC 构件使用阶段裂缝宽度验算**

使用阶段（RC 构件）裂缝宽度验算按照规范 JTG D62-2004 的 6.4.1~6.4.4 条规定计算。

信息　裂缝宽度验算

构件	验算位置	裂缝位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_SS (kN/m^2)	W_tk (m)	W_AC (m)
构件 - 1	0.000	底	cLCB20	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0002
构件 - 1	0.000	顶	cLCB20	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0002
构件 - 1	1.000	底	cLCB20	My-Min	OK	174.6195	1871.2081	0.0000	0.0002
构件 - 1	1.000	顶	cLCB20	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0002
构件 - 2	0.000	底	cLCB20	My-Min	OK	174.6195	1871.2081	0.0000	0.0002
构件 - 2	0.000	顶	cLCB20	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0002
构件 - 2	1.000	底	cLCB20	My-Min	OK	48.5366	6350.7667	0.0000	0.0002
构件 - 2	1.000	顶	cLCB20	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0002
构件 - 3	0.000	底	cLCB20	My-Min	OK	48.5366	6350.7667	0.0000	0.0002

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **裂缝位置：**表示不同荷载组合产生的截面弯矩的最大、最小值，根据弯矩的符号决定裂缝宽度的验算位置，在此需注意的是梁上部受拉时也会发生裂缝，程序将对此提供验算（最大即顶部）。

- **组合名称：**表示计算内力所对应的荷载组合名称。
- **组成：**显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如组成为 My-max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 My 最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗裂验算安全系数（W_AC/W_tk），小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_SS：**受拉钢筋应力，按公式 $\sigma_{ss}=\dfrac{M_s}{0.87A_sh_0}$ 进行计算。
- **W_tk :**表示裂缝宽度，按规范公式（6.4.3-1）计算，其中在计算光面钢筋和板式受弯构件时需要指定裂缝宽度系数 C1 和 C3（通常情况不需要用户定义），长期效应影响系数 C2 程序按 $C2=1+0.5M_1/M_s$ 计算，根据计算裂缝宽度位置的不同所取的荷载组合也不同，即对于梁底面、顶面 C2 的取值是不同的，纵向受拉钢筋直径 d 采用不同值时取所有纵向受拉钢筋的换算直径，具体换算方法参照规范 6.4.3 对 d 值的说明。
- **W_AC :**表示允许裂缝宽度，根据用户在“规范设置”中选择的抗裂验算环境来取值。根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 6.4 条规定，对于 RC 构件，其中Ⅰ类和Ⅱ类环境，裂缝宽度不得超过 0.2mm；Ⅲ类和Ⅳ类环境不得超过 0.15mm。

✓ **PSC 构件使用阶段裂缝宽度验算**

B 类 PSC 构件使用阶段裂缝宽度验算按照规范 JTG D62-2004 的 6.4.1~6.4.4 条规定计算。

信息　使用阶段裂缝宽度验算

构件	验算位置	顶/底	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_T (N/m^2)	Sig_B (N/m^2)	Sig_SS (N/m^2)	W_tk (m)	W_AC (m)
构件 - 1	0.000	顶	cLCB22	Fz-Max	OK	99999.0000	2179.5640	2179.5644	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 1	0.000	底	-	Fz-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 1	1.000	顶	-	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 1	1.000	底	cLCB22	Fz-Min	OK	99999.0000	4317196.3692	1562518.8351	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 2	0.000	顶	-	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 2	0.000	底	cLCB22	Fz-Min	OK	99999.0000	4350023.2697	1523674.9649	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 2	1.000	顶	-	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 2	1.000	底	cLCB22	Fz-Min	OK	99999.0000	4247092.2470	1647415.3996	0.0000	0.0000	0.0001
构件 - 3	0.000	顶	-	Fz-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **顶/底：**表示不同荷载组合产生的截面弯矩的最大、最小值，根据弯矩的符号决定裂缝宽度的验算位置，在此需注意的是梁上部受拉时也会发生裂缝，程序将对此提供验算（最大即顶部）。

- **组合名称：**表示计算内力所对应的荷载组合名称。
- **组成：**显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如组成为 My-Max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 My 最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗裂验算安全系数（W_AC/W_tk），小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_T：**表示截面上缘应力；
- **Sig_B：**表示截面下缘应力；
- **Sig_SS：**受拉钢筋应力，按公式（6.4.4-9）和（6.4.4-10）进行计算；
- **W_tk：**表示裂缝宽度，按规范公式（6.4.3-1）计算，其中在计算光面钢筋和板式受弯构件时需要指定裂缝宽度系数 C1 和 C3（通常情况不需要用户定义），长期效应影响系数 C2 程序按 $C2=1+0.5M_1/M_s$ 计算，根据计算裂缝宽度位置的不同所取的荷载组合也不同，即对于梁底面、顶面 C2 的取值是不同的，纵向受拉钢筋直径 d 采用不同值时取所有纵向受拉钢筋的换算直径，具体换算方法参照规范 6.4.3 对 d 值的说明；
- **W_AC：**表示允许裂缝宽度，根据用户在“规范设置”中选择的抗裂验算环境来取值；根据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 6.4 条规定，对于 B 类预应力砼构件，采用精扎螺纹钢筋时，其中Ⅰ类和Ⅱ类环境，裂缝宽度不得超过 0.2mm；Ⅲ类和Ⅳ类环境不得超过 0.15mm；采用钢丝或钢绞线时，其中Ⅰ类和Ⅱ类环境，裂缝宽度不得超过 0.1mm；Ⅲ类和Ⅳ类环境不得进行带裂缝的 B 类构件设计。

2.2.7 使用阶段正截面抗裂验算

RC 构件不进行“使用阶段正截面抗裂验算”。

PSC 构件使用阶段正截面抗裂验算按照规范 JTG D62-2004 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。其验算结果和输出表格如图所示：

信息　使用阶段正截面抗裂验算

构件	验算位置	短期/长期	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_T (N/m^2)	Sig_B (N/m^2)	Sig_TL(1) (N/m^2)	Sig_BL(4) (N/m^2)	Sig_TR(2) (N/m^2)	Sig_BR(3) (N/m^2)	Sig_MAX (N/m^2)	Sig_ALW (N/m^2)
构件 - 3	0.000	短期效应	cLCB30	My-Min	OK	99999.000	1674515.962	6460146.90	608778.178	5711250.305	2740253.44	7209043.02	608778.178	0.0000
构件 - 3	0.000	长期效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
构件 - 3	1.000	短期效应	cLCB30	My-Min	OK	99999.000	1828384.995	6243444.91	761692.762	5493877.410	2895076.99	6993011.95	761692.762	0.0000
构件 - 3	1.000	长期效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
构件 - 3	0.000	短期效应	cLCB30	My-Min	OK	99999.000	1829281.330	6242250.91	762807.726	5492836.952	2895755.05	6991665.36	762807.726	0.0000
构件 - 3	0.000	长期效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
构件 - 3	1.000	短期效应	cLCB30	My-Min	OK	99999.000	1831454.515	6238036.15	764957.070	5488605.976	2897951.84	6987467.28	764957.070	0.0000
构件 - 3	1.000	长期效应	-	None	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **短期/长期：**短期效应和长期效应的验算。
- **组合名称：**荷载组合的名称，表示计算得到 Sig_MAX 结果对应的荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，当有移动荷载、支座沉降组分析时，程序计算了所有荷载工况的 6 项内力及每项内力的最大、最小两项，即对每一种荷载工况计算 6*2=12 次，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。全预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-1）和（6.3.1-2）的要求，A 类预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-3）和（6.3.1-4）的要求。
- **安全系数：**使用阶段正截面抗裂验算安全系数，小于 1.0 表示验算不通过。σpc、σst、σlt 应≥0，如果＜0，计算安全系数时 σpc、σst、σlt 按 0 计算。

  PSC 全预应力预制构件:k = 0.85σpc/σst；

  PSC 全预应力分段浇筑或砂浆接缝的纵向分块构件:0.8σpc/σst；

  PSC A 类预应力混凝土构件荷载长期效应组合: σpc/σlt；

  PSC A 类预应力混凝土构件荷载短期效应组合:Sig_MAX＜0 时，即为拉应力时，K=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|，Sig_MAX≥0 时，即为压应力时，K=99999。
- **Sig_T：**截面上端最小应力。
- **Sig_B：**截面下端最小应力。
- **Sig_TL(1)：**截面左上端最小应力。
- **Sig_BL(4)：**截面左下端最小应力 。
- **Sig_TR(2)：**截面右上端最小应力。
- **Sig_BR(3)：**截面右下端最小应力。
- **Sig_MAX：**上述各点应力中最小应力，Sig_MAX=min（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。
- **Sig_ALW：**容许拉应力，具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 6.3.1 条规定进行取值。

注(1)：由于负弯矩作用可能导致截面上缘产生拉应力，因此计算时公式中 Ml、Ms 和 W0 根据计算截面位置的不同取相应的内力组合值和截面特性值。

注(2)：程序计算由荷载长期效应组合产生的截面边缘混凝土的法向拉应力 σ_{1t} 时，荷载组合中的活荷载仅考虑了汽车、人群等直接作用于构件的荷载，不考虑间接施加于桥上的其他作用效应（温度、沉降等其他活载）；

注(3)：表中应力压为正拉为负。

2.2.8 使用阶段斜截面抗裂验算

RC 构件不进行“使用阶段斜截面抗裂验算”。

PSC 构件使用阶段斜截面抗裂验算按照规范 JTG D62-2004 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。JTG D62-2004 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。其验算结果和输出表格如图所示：

使用阶段斜截面抗裂验算按照规范 JTG D62-2004 的 6.3.1~6.3.2 条规定计算。

信息　使用阶段斜截面抗裂验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_P1 (N/m^2)	Sig_P2 (N/m^2)	Sig_P3 (N/m^2)	Sig_P4 (N/m^2)	Sig_P5 (N/m^2)	Sig_P6 (N/m^2)	Sig_P7 (N/m^2)	Sig_P8 (N/m^2)	Sig_P9 (N/m^2)	Sig_P10 (N/m^2)	Sig_MAX (N/m^2)	Sig_AP (N/m^2)
构件 - 1	0.000	cLCB30	Fz-Min	OK	1.0935	-1453980.	-1453942.	-216406.8	-216433.56	-0.0068	-0.0002	-0.0193	-0.0000	-213126.6	-213099.91	-1453980.0	-1590000.
构件 - 1	1.000	cLCB29	Fz-Min	OK	28.7190	-83.2301	-83.2305	-300.3737	-300.3704	-29321.176	-20615.41	-55364.08	-42574.27	-483.3053	-159.3086	-55364.087	-1590000.
构件 - 2	0.000	cLCB28	Fz-Min	OK	5.1394	-163214.9	-163121.6	-309168.8	-309377.19	-123070.03	-115082.9	-157277.1	-144089.9	-306908.9	-306279.06	-309377.19	-1590000.
构件 - 2	1.000	cLCB27	Fz-Min	OK	5.3324	-93520.03	-93517.90	-298161.3	-298174.94	-222643.16	-194748.9	-252578.5	-211986.8	-297875.2	-296963.98	-298174.94	-1590000.
构件 - 3	0.000	cLCB28	Fz-Min	OK	20.2102	-2327.056	-2316.267	-3355.247	-3371.1451	-66283.561	-30140.49	-75928.09	-35554.49	-78673.03	-34794.036	-78673.034	-1590000.
构件 - 3	1.000	cLCB29	Fz-Min	OK	9.4886	-1893.075	-1833.469	-3805.743	-3988.7894	-151201.48	-71103.36	-167569.9	-81367.52	-147144.3	-65568.387	-167569.99	-1590000.
构件 - 4	0.000	cLCB29	Fz-Min	OK	5.4786	-1398.038	-1350.514	-2609.765	-2735.9971	-271322.04	-171287.3	-290217.8	-186834.5	-238967.1	-146054.46	-290217.81	-1590000.
构件 - 4	1.000	cLCB29	Fz-Min	OK	3.8227	-2456.955	-2317.739	-3050.415	-3219.0706	-393720.23	-245203.3	-415939.3	-266874.5	-270295.2	-157360.28	-415939.30	-1590000.

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如类型为 Fz-Min 时，输出的内力值为移动荷载引起的 Fz 方向内力最小时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG），全预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-5）和（6.3.1-6）的要求，A 类预应力混凝土构件要满足规范公式（6.3.1-7）和（6.3.1-8）的要求。
- **安全系数：**使用阶段正截面抗裂验算安全系数，小于 1.0 表示验算不通过。Sig_MAX＜0 时，即为拉应力时，K=|Sig_AP|/|Sig_MAX|，Sig_MAX≥0 时，即为压应力时，K=99999。
- **Sig_P1～Sig_P10：**指的是位置 1～10 的主拉应力值。
- **Sig_MAX：**上述各点应力中最小应力，Sig_MAX=min（Sig_P1～Sig_P10）。
- **Sig_ALW：**容许主拉应力， 具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 6.3.1 条规定进行取值。

注(1)：斜截面混凝土主拉应力 $\sigma_t p$ 按规范公式（6.3.3-1）~（6.3.3-4）计算。

注(2)：表中应力压为正拉为负。

2.2.9 使用阶段正截面压应力验算

RC 构件不进行使用阶段正截面压应力验算。

PSC 构件使用阶段正截面压应力验算按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2004）的 7.1.5-1 条规定计算。其验算结果和输出表格如下图所示：

信息　使用阶段正截面压应力验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_T (N/m^2)	Sig_B (N/m^2)	Sig_TL(1) (N/m^2)	Sig_BL(4) (N/m^2)	Sig_TR(2) (N/m^2)	Sig_BR(3) (N/m^2)	Sig_MAX (N/m^2)	Sig_ALW (N/m^2)
构件 - 1	0.000	cLCB41	My-Max	OK	99999.0000	3642630.577	548777.5207	3642630.577	548777.5207	3642630.577	548777.5803	3642630.5771	16200000.762
构件 - 1	1.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	7987953.186	2075639.486	7987989.425	2075664.758	7987917.423	2075614.2139	7987989.4257	16200000.762
构件 - 2	0.000	cLCB41	My-Max	OK	99999.0000	7999634.742	2065346.479	7998617.172	2064631.223	8000653.266	2066061.9736	8000653.2669	16200000.762
构件 - 2	1.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	8159650.802	1896533.370	8117600.441	1866984.605	8201700.210	1926082.1342	8201700.2106	16200000.762
构件 - 3	0.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	8450011.253	2429962.635	8404018.402	2397643.089	8496005.058	2462282.1808	8496005.0583	16200000.762
构件 - 3	1.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	9327155.113	3222678.422	9201951.980	3134697.914	9452358.245	3310658.9317	9452358.2458	16200000.762
构件 - 4	0.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	9113829.612	3153164.863	8987442.016	3064352.035	9240217.208	3241977.6917	9240217.2089	16200000.762
构件 - 4	1.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	10303181.64	5205646.514	10061172.48	5035585.880	10545189.85	5375706.6727	10545189.857	16200000.762
构件 - 5	0.000	cLCB43	My-Max	OK	99999.0000	10114906.31	5167716.026	9876258.850	5000017.643	10353553.77	5335414.4096	10353553.772	16200000.762

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称，表示计算得到 Sig_MAX 结果对应的荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，当有移动荷载、支座沉降组分析时，程序计算了所有荷载工况的 6 项内力及每项内力的最大、最小两项，即对每一种荷载工况计算 6*2=12 次，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**施工阶段法向压应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_T：**截面上端最小应力。
- **Sig_B：**截面下端最小应力。
- **Sig_TL(1)：**截面左上端最小应力。
- **Sig_BL(4)：**截面左下端最小应力 。
- **Sig_TR(2)：**截面右上端最小应力。
- **Sig_BR(3)：**截面右下端最小应力。
- **Sig_MAX：**上述各点应力中最大法向压应力，Sig_MAX=max（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。

- **Sig_ALW**：容许压应力，具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 7.1.5 条规定进行取值。

注(1)：由预加力产生的混凝土法向拉应力 σ_{pt} 按规范 6.1.5 的要求计算，由作用（或荷载）标准值产生的混凝土法向压应力 σ_c 按规范公式（7.1.3-1）和（7.1.4-1）计算；

注(2)：验算判定标准：未开裂构件要满足公式 $\sigma_{kc}+\sigma_{pt}\leq 0.5f_{ck}$ 的要求，允许开裂构件要满足公式 $\sigma_{cc}\leq 0.5f_{ck}$ 的要求；

注(3)：设计结果表格中混凝土应力压为正、拉为负。

2.2.10 使用阶段斜截面主压应力验算

RC 构件不进行使用阶段斜截面主压应力验算。

PSC 构件使用阶段斜截面主压应力验算按照规范 JTG D62-2004 的 7.1.6 条规定计算。

信息 | 使用阶段斜截面主压应力

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	Sig_P1 (N/m^2)	Sig_P2 (N/m^2)	Sig_P3 (N/m^2)	Sig_P4 (N/m^2)	Sig_P5 (N/m^2)	Sig_P6 (N/m^2)	Sig_P7 (N/m^2)	Sig_P8 (N/m^2)	Sig_P9 (N/m^2)	Sig_P10 (N/m^2)	Sig_MAX (N/m^2)	Sig_AP (N/m^2)
构件 - 1	0.000	cLCB41	Fz-Max	OK	5.3368	3642630.5	3642630.5	548777.5	548777.5	0.0029	0.0001	0.0084	0.0000	540510.11	540510.23	3642630.5	19440000
构件 - 1	1.000	cLCB43	Fz-Max	OK	2.4337	7987989.4	7987917.4	2075614.	2075664.	2945739.9	2945680.8	2686135.5	2686072.5	2080834.8	2080783.8	7987989.4	19440000
构件 - 2	0.000	cLCB41	Fz-Max	OK	2.4001	8097476.0	8099665.6	2401191.	2399824.	3168179.2	3202578.7	2898870.9	2947297.0	2403942.1	2406301.0	8099665.6	19440000
构件 - 2	1.000	cLCB43	Fz-Max	OK	2.3680	8125311.8	8209333.4	1958087.	1899969.	3008216.3	3078812.8	2637109.0	2713606.3	1906452.5	1965021.8	8209333.4	19440000
构件 - 3	0.000	cLCB43	Fz-Max	OK	2.2881	8404315.9	8496298.7	2463295.	2398684.	3154723.1	3217741.4	3025227.7	3088117.5	2797887.5	2860766.6	8496298.7	19440000
构件 - 3	1.000	cLCB43	Fz-Max	OK	2.0566	9202236.1	9452634.8	3311446.	3135529.	4187514.3	4349034.7	3868210.3	4027781.0	3375815.1	3534973.1	9452634.8	19440000
构件 - 4	0.000	cLCB43	Fz-Max	OK	2.1038	8987661.3	9240429.8	3242583.	3064992.	3934880.2	4085402.0	3754653.6	3902420.7	3435204.0	3583703.9	9240429.8	19440000
构件 - 4	1.000	cLCB43	Fz-Max	OK	1.8435	10061422.	10545428.	5376182.	5036094.	5499997.1	5803373.3	5376819.6	5676296.7	5046146.8	5351819.0	10545428.	19440000
构件 - 5	0.000	cLCB43	Fz-Max	OK	1.8776	9876434.3	10353721.	5335749.	5000374.	5109371.1	5435808.1	5086200.7	5411940.5	5037279.6	5364850.9	10353721.	19440000

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **组合名称**：荷载组合的名称。
- **组成**：荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如类型为 Fz-Min 时，输出的内力值为移动荷载引起的 Fz 方向内力最小时的内力）
- **结果**：验算结果（OK/NG）。
- **安全系数**：使用阶段斜截面主压应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_AP|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_P1～Sig_P10**：指的是截面位置 1～10 的主压应力值。
- **Sig_MAX**：上述各点应力中最大压应力，Sig_MAX=max（Sig_P1～Sig_P10）。
- **Sig_ALW**：容许主压应力，具体按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 7.1.6 条规定进行取值。

注(1)：由作用（或荷载）短期效应组合标准值和预加力产生的混凝土主压应力 σ_{cp} 按规范公式（6.3.3-1）~（6.3.3-4）计算。

注(2)：验算判定标准：混凝土主压应力要满足公式 σcp≤0.6fck 的要求；

注(3)：表中应力压为正拉为负。

2.2.11 施工阶段法向压应力验算

✓ **RC 受弯构件施工阶段法向压应力验算**

普通钢筋混凝土受弯构件施工阶段法向压应力验算按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）的 7.2.4-1 公式计算。

信息 | 施工阶段法向压应力验算

构件	验算位置	最小/最大	组成	阶段	结果	安全系数	Sig_MAX (kN/m^2)	Sig_ALW (kN/m^2)
构件 - 1	0.000	Max	My-Max	CS2	OK	99999.0000	0.0000	20736.0001
构件 - 1	0.000	Min	My-Min	CS2	OK	99999.0000	0.0000	20736.0001
构件 - 1	1.000	Max	My-Max	CS2	OK	174.3958	118.9019	20736.0001
构件 - 1	1.000	Min	My-Min	CS2	OK	174.3958	118.9019	20736.0001
构件 - 2	0.000	Max	My-Max	CS2	OK	174.3958	118.9019	20736.0001
构件 - 2	0.000	Min	My-Min	CS2	OK	174.3958	118.9019	20736.0001
构件 - 2	1.000	Max	My-Max	CS2	OK	61.0162	339.8443	20736.0001
构件 - 2	1.000	Min	My-Min	CS2	OK	61.0162	339.8443	20736.0001
构件 - 3	0.000	Max	My-Max	CS2	OK	61.0162	339.8443	20736.0001

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**My-Max（弯矩最大）时验算位置为梁顶，My-Min（弯矩最小）时验算位置为梁底。
- **组成：**表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，当有移动荷载、支座沉降组分析时，程序计算了所有荷载工况的 6 项内力及每项内力的最大、最小两项，即对每一种荷载工况计算 6×2=12 次，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **阶段：**表示的是该最大值所属施工阶段名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**施工阶段法向压应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过
- **Sig_MAX：**表示施工阶段受压区混凝土边缘压应力，计算时考虑了开裂截面换算截面惯性矩；

- **Sig_ALW**：表示容许压应力，其中的施工阶段混凝土抗压强度标准值按 f'ck=0.8fck 计。按照规范要求，施工阶段混凝土的抗压强度标准值应该取施工时实测的立方体抗压强度换算标准值，如实测 $f'_{ck} \neq 0.8f_{ck}$，用户可将表格中的验算结果拷贝到 Excel 中，手动调整容许应力值后再进行验算。

  注(1)：设计结果表格中混凝土应力压为正、拉为负

✓ **PSC 受弯构件施工阶段法向压应力验算**

B 类预应力混凝土构件施工阶段法向压应力验算按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2004）的 7.2.7、7.2.8 条规定计算。

信息　施工阶段法向压应力验算

构件	验算位置	最小/最大	阶段	结果	安全系数	Sig_T (N/m^2)	Sig_B (N/m^2)	Sig_TL(1) (N/m^2)	Sig_BL(4) (N/m^2)	Sig_TR(2) (N/m^2)	Sig_BR(3) (N/m^2)	Sig_MAX (N/m^2)	Sig_ALW (N/m^2)
构件 - 1	0.000	Max	压浆钢束	OK	3711.6350	-6879.1844	4888.4097	-6879.1811	4888.4116	-6879.1877	4888.4074	4888.4116	18143999.0997
构件 - 1	0.000	Min	压浆钢束	OK	255.7147	-6879.1844	4888.4097	-6879.1811	4888.4116	-6879.1877	4888.4074	-6879.1877	-1759109.1394
构件 - 1	1.000	Max	拆除支架	OK	4.0038	4531711.5784	1577442.4076	4531707.7637	1577440.0234	4531714.9162	1577444.9110	4531714.9162	18143999.0997
构件 - 1	1.000	Min	安装全部构件	OK	1061.7126	-1655.1617	1733.1854	-1656.8599	1731.9921	-1653.4635	1734.3786	-1656.8599	-1759109.1394
构件 - 2	0.000	Max	拆除支架	OK	4.0012	4533787.7274	1572333.2167	4532883.6441	1571697.9504	4534691.3338	1572968.6022	4534691.3338	18143999.0997
构件 - 2	0.000	Min	安装全部构件	OK	1376.1857	-1245.7023	1547.5119	-1278.2499	1524.6405	-1213.1545	1570.3832	-1278.2499	-1759109.1394
构件 - 2	1.000	Max	添加二期恒载	OK	4.0884	4416083.3359	1682738.4233	4394215.1070	1667371.3923	4437952.0416	1698105.4544	4437952.0416	18143999.0997
构件 - 2	1.000	Min	安装全部构件	OK	316.4401	-3730.0596	3944.5576	-5559.0584	2659.3152	-1901.0609	5229.8005	-5559.0584	-1759109.1394
构件 - 3	0.000	Max	添加二期恒载	OK	3.7007	4878085.1364	2357285.4996	4853364.4676	2339914.0835	4902805.8052	2374656.6772	4902805.8052	18143999.0997

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **最小/最大**：表示在相应截面进行施工阶段法向压应力和法向拉应力验算
- **阶段**：表示该最小、最大值所属施工阶段名称。
- **结果**：验算结果（OK/NG）。
- **安全系数**：施工阶段法向压应力安全系数，最小/最大为 MAX 值时：Sig_MAX＞0，即为压应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为拉应力时，安全系数=99999。最小/最大为 MIN 值时：Sig_MAX＜0，即为拉应力时，安全系数=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≥0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_T**：截面上端最小应力。
- **Sig_B**：截面下端最小应力。
- **Sig_TL(1)**：截面左上端最小应力。
- **Sig_BL(4)**：截面左下端最小应力 。
- **Sig_TR(2)**：截面右上端最小应力。
- **Sig_BR(3)**：截面右下端最小应力。
- **Sig_MAX**：最小/最大为 MAX 值时，上述各点应力中最大法向压应力，Sig_MAX=max（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。

最小/最大为 MIN 值时，上述各点应力中最大法向拉应力，Sig_MAX=min（Sig_TL(1)、Sig_TR(2)、Sig_BR(3)、Sig_BL(4)、Sig_T、Sig_B）。

- **Sig_ALW**：最小/最大为 MAX 值时，表示容许压应力，取用 $0.7f'_{ck}$，其中的施工阶段混凝土抗压强度标准值按 $f'_{ck}=0.8f_{ck}$ 计。按照规范要求，施工阶段混凝土的抗压强度标准值应该取施工时实测的立方体抗压强度换算标准值，如实测 $f'_{ck}\neq0.8f_{ck}$，用户可将表格中的验算结果拷贝到 Excel 中，手动调整容许应力值后再进行验算；最小/最大为 MIN 值时，表示容许拉应力，取用 $1.15f'_{tk}$，其中的施工阶段混凝土抗拉强度标准值按 $f'_{tk}=0.8f_{tk}$ 计。按照规范要求，施工阶段混凝土的抗拉强度标准值应该取施工时实测的立方体抗拉强度换算标准值，如实测 $f'_{tk}\neq0.8f_{tk}$，用户可将表格中的验算结果拷贝到 Excel 中，手动调整容许应力值后再进行验算。

注(1)：设计结果表格中混凝土应力压为正、拉为负。

注(2)：预应力钢筋扣除了相应阶段的所有预应力损失，计算荷载采用施工阶段“CS：合力”内力，截面性质按规范 6.1.4 的规定采用。

2.2.12 受拉区钢筋的拉应力验算

✓ **RC 受弯构件受拉区钢筋的拉应力验算**

钢筋混凝土受弯构件受拉钢筋的应力按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2004）的 7.2.4-2 公式计算。

信息　受拉区钢筋的拉应力验算

构件	验算位置	钢筋层数	结果	安全系数(施)	Sig_DL (kN/m^2)	Sig_ADL (kN/m^2)	安全系数(使)	Sig_LL (kN/m^2)	Sig_ALL (kN/m^2)
构件 - 1	0.000	Rebar-1	OK	99999.0000	0.0000	300000.000	99999.0000	0.0000	300000.000
构件 - 1	0.000	Rebar-2	OK	99999.0000	0.0000	300000.000	99999.0000	0.0000	300000.000
构件 - 1	1.000	Rebar-1	OK	165.9174	1808.1288	300000.000	99999.0000	-221.5274	300000.000
构件 - 1	1.000	Rebar-2	OK	99999.0000	-94.6639	300000.000	1402.8596	213.8489	300000.000
构件 - 2	0.000	Rebar-1	OK	165.9174	1808.1288	300000.000	99999.0000	-221.5274	300000.000
构件 - 2	0.000	Rebar-2	OK	99999.0000	-94.6639	300000.000	1402.8596	213.8489	300000.000
构件 - 2	1.000	Rebar-1	OK	49.4171	6070.7674	300000.000	99999.0000	-707.6300	300000.000
构件 - 2	1.000	Rebar-2	OK	99999.0000	-481.0602	300000.000	432.5728	693.5249	300000.000
构件 - 3	0.000	Rebar-1	OK	49.4171	6070.7674	300000.000	99999.0000	-707.6300	300000.000

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **钢筋层数**：表示每层钢筋名称，钢筋命名的原则按照在“设计＞RC 设计＞RC 设计截面配筋”中输入的钢筋顺序号来命名“Rbar-顺序号”。
- **结果（施）**：施工阶段验算结果（OK/NG）

- **安全系数（施）：**施工阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_DL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（施）=|Sig_ADL|/|Sig_DL|；Sig_DL≤0，即为压应力时，安全系数=99999，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_DL：**施工阶段最大钢筋拉应力，Sig_DL 根据施工阶段荷载工况“CS：合计”按照开裂截面计算混凝土最大法向拉应力，并根据线性应变关系得到钢筋的拉应力。
- **Sig_ADL：**施工阶段钢筋容许拉应力。
- **结果（使）：**使用阶段验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（使）：**使用阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_LL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（使）=|Sig_ALL|/|Sig_LL|；Sig_ LL≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_LL：**使用阶段最大钢筋拉应力，Sig_LL 根据弹性阶段验算组合按照开裂截面计算混凝土最大法向拉应力，并根据线性应变关系得到钢筋的拉应力。
- **Sig_ALL：**使用阶段钢筋容许拉应力。

注(1)：设计结果表格中钢筋应力拉为正，压为负。

✓ PSC 受弯构件受拉区钢筋的拉应力验算

受拉区钢筋的拉应力按公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范（JTG D62-2004）的 6.1.3、7.1.5-2 条规定计算。

信息　受拉区钢筋的拉应力验算

钢束	结果	安全系数(施)	Sig_DL (N/mm^2)	Sig_ADL (N/mm^2)	安全系数(使)	Sig_LL (N/mm^2)	Sig_ALL (N/mm^2)
1-5	NG	1.0939	1275.2257	1395.0000	0.9887	1222.8213	1209.0000
1-6	NG	1.0939	1275.2257	1395.0000	0.9889	1222.6140	1209.0000
2-1	OK	1.1235	1241.6929	1395.0000	1.0333	1170.0356	1209.0000
2-2	OK	1.1235	1241.6929	1395.0000	1.0333	1170.0260	1209.0000
2-3	OK	1.1235	1241.6929	1395.0000	1.0334	1169.8909	1209.0000
2-4	OK	1.1235	1241.6929	1395.0000	1.0334	1169.8812	1209.0000
2-5	OK	1.1235	1241.6929	1395.0000	1.0336	1169.7461	1209.0000
2-6	OK	1.1235	1241.6929	1395.0000	1.0336	1169.7365	1209.0000
3-1	OK	1.1300	1234.4888	1395.0000	1.0323	1171.1527	1209.0000

- **钢束：**钢束名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（施）：**施工阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_DL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（施）=|Sig_ADL|/|Sig_DL|；Sig_ DL≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。

- **Sig_DL：**施工阶段扣除短期预应力损失后的预应力钢筋锚固端的有效预应力。
- **Sig_ADL：**施工阶段预应力钢筋锚固端张拉控制应力容许值。
- **安全系数（使）：**使用阶段受拉区钢筋的拉应力安全系数，Sig_LL＞0，即为拉应力时，安全系数 K（使）=|Sig_ALL|/|Sig_LL|；Sig_ LL≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_LL：**扣除全部预应力损失并考虑使用阶段作用标准值引起的钢束应力变化后的预应力钢筋的拉应力，对于 B 类构件考虑了开裂截面的影响。
- **Sig_ALL：**使用阶段预应力钢筋拉应力容许值。

注(1)：设计结果表格中钢筋应力拉为正，压为负。

2.2.13 施工阶段中性轴主拉应力验算

钢筋混凝土受弯构件中性轴处的主拉应力验算按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）的 7.2.5 条的规定计算。

信息　施工阶段中性轴主拉应力验算

构件	验算位置	阶段	结果	安全系数	Sig_M (kN/m^2)	Sig_ML (kN/m^2)	Sig_MR (kN/m^2)	Sig_MAX (kN/m^2)	Sig_ALW (kN/m^2)
构件 - 1	0.000	CS1	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2119.9999
构件 - 1	1.000	CS1	OK	99999.0000	16.5568	16.5568	16.5568	16.5568	2119.9999
构件 - 2	0.000	CS1	OK	99999.0000	16.5568	16.5568	16.5568	16.5568	2119.9999
构件 - 2	1.000	CS1	OK	99999.0000	30.4141	30.4141	30.4141	30.4141	2119.9999
构件 - 3	0.000	CS1	OK	99999.0000	30.4141	30.4141	30.4141	30.4141	2119.9999
构件 - 3	1.000	CS1	OK	99999.0000	42.8506	42.8506	42.8506	42.8506	2119.9999
构件 - 4	0.000	CS1	OK	99999.0000	42.8506	42.8506	42.8506	42.8506	2119.9999
构件 - 4	1.000	CS1	OK	99999.0000	54.4475	54.4475	54.4475	54.4475	2119.9999
构件 - 5	0.000	CS1	OK	99999.0000	54.4475	54.4475	54.4475	54.4475	2119.9999

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **阶段：**施工阶段。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：** 施工阶段中性轴主拉应力安全系数，Sig_MAX＞0，即为拉应力时，安全系数 K（使）=|Sig_ALW|/|Sig_MAX|；Sig_MAX≤0，即为压应力时，安全系数=99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **Sig_M：**中性轴中心位置（换算截面形心位置）处主拉应力 。
- **Sig_ML：**中性轴位置处截面左边缘主拉应力。
- **Sig_MR：**中性轴位置处截面右边缘主拉应力。

- **Sig_MAX：**Sig-MAX=max（Sig-M，Sig-ML，Sig-MR），程序内部取“CS：合计”引起的剪力作为规范公式（7.2.5）中施工阶段荷载标准值产生的剪力值 V_k^t。
- **Sig_ALW：**表示容许主拉应力，其中的施工阶段混凝土轴心抗拉强度标准值按 $f'_{ck}=0.8f_{ck}$ 计。如果有实测施工阶段混凝土轴心抗拉强度标准值，用户可将验算表格导出到 Excel 中，手动调整容许主拉应力值。

2.2.14 普通钢筋量估算

普通钢筋量估算其验算和输出结果如图所示：

信息　普通钢筋量估算

构件	验算位置	顶/底	组合名称	组成	结果	安全系数	Mj (N.m)	Ag_REQ (m^2)	Ag_USE (m^2)
构件 - 1	0.000	底	cLCB4	My-Max	OK	99999.0000	-0.0015	0.0000	0.0131
构件 - 1	0.000	顶	cLCB19	My-Min	NG	0.9359	-0.0015	0.0260	0.0243
构件 - 1	1.000	底	cLCB13	My-Max	OK	99999.0000	-56255.940	0.0000	0.0131
构件 - 1	1.000	顶	cLCB10	My-Min	NG	0.3538	-552761.66	0.0688	0.0243
构件 - 2	0.000	底	cLCB17	My-Max	OK	99999.0000	-17345.800	0.0000	0.0131
构件 - 2	0.000	顶	cLCB10	My-Min	NG	0.3538	-533555.29	0.0688	0.0243
构件 - 2	1.000	底	cLCB7	My-Max	NG	0.0745	3963954.68	0.1755	0.0131
构件 - 2	1.000	顶	cLCB20	My-Min	OK	99999.0000	1012920.44	0.0000	0.0243
构件 - 3	0.000	底	cLCB7	My-Max	NG	0.1231	3978674.43	0.1552	0.0191

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **顶/底：**表示分别针对梁截面的底部和顶部的普通钢筋估算值，当顶部弯矩 Mj>0，即在梁顶部没有出现负弯矩的时候可不配置普通钢筋，则顶部钢筋估算值为 0。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如类型为 FX-MAX 时，输出的内力值为移动荷载引起的 FX 方向内力最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**普通箍筋用量的安全系数，即 Ag_USE/Ag_REQ，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Mj：**表示 JTG04 规范中承载能力极限状态荷载组合（不考虑预应力钢束作用）的最大值。
- **Ag-REQ：**表示计算需要配置的普通钢筋面积。
- **Ag-USE：**表示实际配置的普通钢筋面积。

注(1)：估算方法如下：首先按照 JTG04 规范公式（5.2.2-1）和（5.2.3-2）在不考虑预应力钢筋作用的情况下估算截面受压区高度 x，然后按规范公式(5.2.2-2)、(5.2.3-1)和(5.2.3-3)结合已知的预应力钢筋用量估算普通钢筋的用量。注意，当对梁底和梁顶分别进行钢筋估算时，应采用相应位置的荷载组合 M_d 及 h_0；

注(2)：普通钢筋量估算只是一种参考，不作为结构验算的标准。

2.2.15 预应力钢筋量估算

PSC 构件预应力钢筋估算方法是参照徐光辉、胡明义主编的《公路桥梁设计手册—梁桥》（2000 年，人民交通出版社）表 2-5-3 中的估算公式进行计算的。

信息　预应力钢筋量估算

构件	验算位置	顶/底	结果	安全系数	Mg1 (N.m)	Msum (N.m)	Mj (N.m)	ey (m)	Ny (N)	Ay_REQ (m^2)	Ay_USE (m^2)
构件 - 1	0.000	底	OK	99999.0000	406.6510	-0.0015	-0.0015	-0.0527	0.0000	0.0000	0.0000
构件 - 1	0.000	顶	OK	99999.0000	0.0000	-0.0015	-0.0015	0.7723	0.0012	0.0000	0.0000
构件 - 1	1.000	底	OK	99999.0000	-16063.6980	-56255.9400	-56255.9400	-0.3451	0.0000	0.0000	0.0125
构件 - 1	1.000	顶	OK	71.8604	-56228.1000	-402870.304	-552761.6640	0.4296	438700.59	0.0003	0.0250
构件 - 2	0.000	底	OK	99999.0000	-14224.5670	-18169.3780	-17345.8000	-0.3451	0.0000	0.0000	0.0125
构件 - 2	0.000	顶	OK	74.4472	-37335.6600	-391491.008	-533555.2960	0.4296	423457.40	0.0003	0.0250
构件 - 2	1.000	底	OK	3.0111	1918374.016	3400237.05	3963954.6880	-0.4583	5234792.0	0.0042	0.0125
构件 - 2	1.000	顶	OK	99999.0000	-44100.6600	999293.632	1012920.4480	0.3913	0.0000	0.0000	0.0250
构件 - 3	0.000	底	OK	3.2739	1926242.944	3406182.91	3978674.4320	-0.4728	4814554.0	0.0038	0.0125

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **顶/底：**表示分别针对梁截面的底部和顶部的预应力钢筋估算值。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**普通箍筋用量的安全系数，即 Ay_USE/Ay_REQ，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Mg1：**结构自重引起的弯矩（施工阶段最大最小值）。
- **Msum：**正常使用极限状态荷载组合下最大最小弯矩（Mg1+Mg2+Mp)。
- **Mj：**承载能力极限状态荷载组合下最大最小弯矩（按《公桥规》JTJ023-85 第 4.1.2 条规定计算的最大弯矩）。
- **ey：**预应力钢筋合力点至截面中性轴的距离。
- **Ny：**传力锚固之后预应力钢筋的合力。
- **Ay：**预应力钢筋面积。
- **Ag-REQ：**表示计算需要配置的预应力钢筋面积。
- **Ag-USE：**表示实际配置的预应力钢筋面积。

2.2.16 纵向钢筋用量估算

根据分析得到的最大弯矩进行纵向钢筋估算（不考虑已配纵向钢筋），估算方法参考《钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理》（张树仁等著，人民交通出版社）中关于矩形截面和 T 型截面受弯构件配筋的实用设计方法。

信息　纵向钢筋用量估算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	Mj (kN.m)	Ag_REQ_T (m^2)	Ag_REQ_B (m^2)	Ag_USE_T (m^2)	Ag_USE_B (m^2)
构件 - 1	0.000	Max	cLCB1	My-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 1	0.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 1	1.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	7.1539	-1.8906	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 1	1.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	7.0817	-2.2687	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	0.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	7.1539	-1.8906	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	0.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	7.0817	-2.2687	0.0007	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	1.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	2.0172	-8.2500	0.0025	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 2	1.000	Min	cLCB1	My-Min	OK	1.9990	-9.9000	0.0025	0.0000	0.0050	0.0050
构件 - 3	0.000	Max	cLCB3	My-Max	OK	2.0172	-8.2500	0.0025	0.0000	0.0050	0.0050

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**荷载最大或最小。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**纵向钢筋用量安全系数，取 Ag_USE_T/Ag_REQ_T 及 Ag_USE_B/Ag_REQ_B 中较小值，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Mj：**承载能力极限状态荷载组合下最大弯矩。
- **Ag-REQ-T：**梁截面顶所需钢筋面积。
- **Ag-REQ-B：**梁截面底所需钢筋面积。
- **Ag-USE-T：**用户输入的梁截面顶钢筋面积。
- **Ag-USE-B：**用户输入的梁截面底钢筋面积。

注：钢筋估算不是规范规定的验算内容，且估算采用的是经验法，因此不作为评价结构验算的标准。

2.2.17 柱的纵向钢筋用量估算

参考了《钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁结构设计原理》（张树仁等编著，人民交通出版社出版）中关于各种柱构件实用截面设计方法。

信息　柱的纵向钢筋用量估算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	Nd (N)	Myd (N.mm)	Mzd (N.mm)	Ag_REQ_T (mm^2)	Ag_REQ_L (mm^2)	Ag_USE_T (mm^2)	Ag_USE_L (mm^2)
柱-7	0.000	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-52942860.000	20925204480.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.000	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-38434824.000	16798657536.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.200	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-54007556.000	21819453440.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.200	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-39322072.000	18001586176.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.600	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-56136956.000	23607955456.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	0.600	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-41096572.000	20407443456.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	1.000	Max	cLCB6	Fx-Max	NG	0.0000	-58266356.000	25396451328.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000
柱-7	1.000	Min	cLCB19	Fx-Min	NG	0.0000	-42871072.000	22813300736.0000	0.0000	136500.0000	136500.0000	402.2000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**荷载最大或最小。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型，显示输出移动荷载作用下内力的状态（例如组成Fx-Max 时，输出的内力值为移动荷载引起的 Fx 方向内力最大时的内力）。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**纵向钢筋用量安全系数，取 Ag_USE_T/Ag_REQ_T 及Ag_USE_B/Ag_REQ_B 中较小值，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Nd：**承载能力极限状态荷载组合下最大轴力。
- **Myd：**绕单元坐标系 y 轴极限状态组合下弯矩。
- **Mzd：**绕单元坐标系 z 轴极限状态组合下弯矩。
- **Ag-REQ-T：**柱截面顶/底所需钢筋面积。
- **Ag-REQ-L：**柱截面左/右所需钢筋面积。
- **Ag-USE-T：**用户输入的柱截面顶/底所需钢筋面积。
- **Ag-USE-L：**用户输入的柱截面左/右所需钢筋面积。

注(1)：按照结构设计原理计算得到的钢筋面积，同时要考虑最小配筋面积的要求，最终的估算结果为计算钢筋面积和最小配筋面积的较大值；

注(2)：钢筋估算不是规范规定的验算内容，且估算采用的是经验法，因此不作为评价结构验算的标准。

2.2.18 普通箍筋用量验算

根据 JTG D62-2004 规范 5.2.11 的说明，假定由混凝土和箍筋共同承担 60%的剪力设计值，考虑已配纵向普通钢筋，按照规范 5.7.2.2 公式：

$$V_{cs}=\alpha_1\alpha_2\alpha_3 0.45\times10^{-3}bh_0\sqrt{(2+0.6P)\sqrt{f_{cu,k}}\rho_{sv}f_{sv}}$$

计算得到 ρ_{sv}，根据计算得到的 ρ_{sv} 考虑腹板宽度 b 和箍筋间距 S_v 得到截面所需箍筋面积 $A_{sv,req}$；

$$V_{cs}=0.6V_d=\alpha_1\alpha_2\alpha_3 0.45\times10^{-3}bh_0\sqrt{(2+0.6P)\sqrt{f_{cu,k}}\rho_{sv}f_{sv}}$$

$$A_{sv,req}=\rho_{sv,req}bs_v$$

信息　普通箍筋用量验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	Vj (kN)	Ag_REQ (m^2)	Ag_USE (m^2)
构件 - 1	0.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	9.4250	0.0000	0.0001	0.0007
构件 - 1	0.000	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	9.4250	0.0000	0.0001	0.0007
构件 - 1	0.000	Z-Max	cLCB1	Fz-Max	NG	0.7540	0.0000	0.0009	0.0007
构件 - 1	0.000	Z-Min	cLCB1	Fz-Min	NG	0.7540	0.0000	0.0009	0.0007
构件 - 1	1.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	7.2500	0.0000	0.0001	0.0007
构件 - 1	1.000	Y-Min	cLCB1	Fy-Min	OK	7.2500	0.0000	0.0001	0.0007
构件 - 1	1.000	Z-Max	cLCB1	Fz-Max	NG	0.7540	8.6095	0.0009	0.0007
构件 - 1	1.000	Z-Min	cLCB3	Fz-Min	NG	0.7540	7.1746	0.0009	0.0007
构件 - 2	0.000	Y-Max	cLCB1	Fy-Max	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**荷载最大或最小。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**普通箍筋用量的安全系数，即 Ag_USE/Ag_REQ，小于 1.0 表示验算不通过。
- **Vj：**承载能力极限状态组合下最大剪力。
- **Ag-REQ：**所需箍筋面积。
- **Ag-USE：**用户输入的箍筋面积。

注(1)：考虑最小配箍率的要求（规范 9.3.13），按照公式 $\rho_{sv} = A_{sv} / S_v b$ *计算得到最小配箍面积，然后比较箍筋面积估算值和最小箍筋面积计算值，取较大者输出；*

注(2)：箍筋用量估算只是一种参考，不作为结构验算的标准。

2.3 CJJ 11-2011 规范城市桥梁 RC/PSC 设计原理

Civil Designer 2014 R2 版本支持的四种规范中，有两种是桥梁 RC/PSC 设计规范——《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）和《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）。如前文第 I 部分 3.1.2 节中所讲，CJJ 11-2011 规范与 JTG D62-2004 规范的差异只在于是否存在特种荷载。不存在特种荷载时，两种规范的分析设计原理完全一致。存在特种荷载时，两种规范的验算项完全一致，只设计原理和结果输出略有差异。本章节只重点讲述存在特种荷载时，CJJ 11-2011 规范的分析设计原理与 JTG D62-2004 的差异之处，相同部分不再赘述。

存在特种荷载时，以下几项验算与 JTG D62-2004 规范的分析设计原理一致：

- ✓ 使用阶段正截面抗弯验算
- ✓ 使用阶段斜截面抗剪验算
- ✓ 使用阶段抗扭验算
- ✓ 使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载能力验算
- ✓ 使用阶段正截面轴心/偏心受拉承载能力验算
- ✓ 使用阶段裂缝宽度验算
- ✓ 施工阶段法向压应力验算
- ✓ 施工阶段中性轴主拉应力验算
- ✓ 普通钢筋量估算
- ✓ 预应力钢筋量估算
- ✓ 纵向钢筋量估算
- ✓ 柱的纵向钢筋量估算
- ✓ 普通箍筋用量验算

除以上列出的这些验算项之外，CJJ 11-2011 规范有自己特有的验算条款。

2.3.1 使用阶段正截面抗裂验算

城市桥梁设计中 RC 构件不进行正截面抗裂验算。

PSC 构件使用阶段正截面抗裂验算根据《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）A.0.3-2 条款计算。

其验算结果和输出表格与公路桥梁 PSC 构件相同，详细见第二部分第 2.1.7 节。

2.3.2 使用阶段斜截面抗裂验算

RC 构件不进行使用阶段斜截面抗裂验算。

PSC 构件使用阶段斜截面抗裂验算根据《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）A.0.3-6 条款进行计算。

其验算结果和输出表格与公路桥梁 PSC 构件相同，详细见第二部分第 2.1.8 节。

2.3.3 使用阶段正截面压应力验算

城市桥梁设计中 RC 构件不进行使用阶段正截面压应力验算。

PSC 构件使用阶段正截面压应力验算根据《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）

A.0.3-1 条规定计算。

其验算结果和输出表格与公路桥梁 PSC 构件相同，详细见第二部分第 2.1.9 节。

2.3.4 使用阶段斜截面主压应力验算

城市桥梁设计中 RC 构件不进行使用阶段斜截面主压应力验算。

PSC 构件使用阶段斜截面主压应力验算根据《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）A.0.3-5 条规定计算。

其验算结果和输出表格与公路桥梁 PSC 构件相同，详细见第二部分第 2.1.10 节。

2.3.5 受拉区钢筋的的拉应力验算

城市桥梁设计中 RC 构件不进行使用阶段斜截面主压应力验算。

PSC 构件受拉区钢筋的拉应力验算根据《城市桥梁设计规范》（CJJ 11-2011）A.0.3-3、A.0.3-4 条规定计算。

其验算结果和输出表格与公路桥梁 PSC 构件相同，详细见第二部分第 2.1.12 节。

2.4 JTG/T B02-01-2008 规范桥梁抗震设计原理

2.4.1 桥墩强度验算

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2 地震（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2 地震（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，需要进行桥墩强度验算。

E1 地震作用，设防类别为 D 时，按照《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）7.2.2 条规定验算。E1 地震作用，设防类别为 B、C 时；E2（弹性）地震作用，设防类别为 B、C 时，按照 7.3.1 条规定验算。E2（弹塑性）且设防类别为 B，C 时，参考 7.3.2 条进行桥墩强度验算。

顺桥向和横桥向地震作用效应和永久效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的 5.3.1~5.3.10 条规定计算，同构件“使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载力验算”项。

信息　桥墩强度验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	x (mm)	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
桥墩-1	0.000	cLCB5	偏心 Fx-Min(My)	NG	0.4398	109.9488	8237871.0000	3623228.0000	2681.4004	1001.4001
桥墩-1	0.000	cLCB5	偏心 Fx-Min(Mz)	OK	3.0185	750.7866	8237871.0000	24866054.0000	1510.5205	-169.4795
桥墩-1	0.000	cLCB4	偏心 My-Max(Fx)	NG	0.3900	87.1967	7310478.5000	2850738.0000	2952.7585	1272.7585
桥墩-1	0.000	cLCB5	偏心 My-Min(Fx)	NG	0.4398	109.9488	8237871.0000	3623228.0000	2681.4004	1001.4001
桥墩-1	0.000	cLCB4	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	2.8736	634.2720	7310478.5000	21007088.0000	1595.5820	-84.4181
桥墩-1	0.000	cLCB5	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	3.0185	750.7866	8237871.0000	24866054.0000	1510.5205	-169.4795
桥墩-1	0.189	cLCB5	中心 Fx-Min	OK	7.5908	0.0000	8092557.0000	61429332.0000	0.0000	0.0000
桥墩-1	0.189	cLCB5	偏心 Fx-Min(My)	NG	0.6445	157.4840	8092557.0000	5215869.5000	2356.8853	676.8853
桥墩-1	0.189	cLCB5	偏心 Fx-Min(Mz)	OK	3.8040	929.4742	8092557.0000	30784186.0000	1393.1255	-286.8746
桥墩-1	0.189	cLCB4	偏心 My-Max(Fx)	NG	0.5596	121.0535	7165164.5000	4009293.0000	2584.4460	904.4460
桥墩-1	0.189	cLCB5	偏心 My-Min(Fx)	NG	0.6445	157.4840	8092557.0000	5215869.5000	2356.8853	676.8853
桥墩-1	0.189	cLCB4	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	3.7825	818.3121	7165164.5000	27102496.0000	1464.7173	-215.2827
桥墩-1	0.189	cLCB5	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	3.8040	929.4742	8092557.0000	30784186.0000	1393.1255	-286.8746
桥墩-1	0.484	cLCB5	中心 Fx-Min	OK	7.8095	0.0000	7866012.5000	61429332.0000	0.0000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗压承载能力安全系数，rNd≤0，即为拉力时，安全系数 K=99999，否则 rNd＞0，Nn＞0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＞0，Nn≤0 时，K=0；小于 1.0 表示验算不通过。
- **x：**受压区高度。
- **rNd：**r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值），桥梁的抗震设计不考虑结构重要性系数，直接取 1.0。
- **Nn：**抗压承载能力。
- **e：**轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离
- **e'：**轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离

注(1)：程序对 E1 和 E2 地震作用下的桥墩强度采用相同的验算方法；

注(2)：中心 Fx-min 表示轴力 Nd 最小时的轴心受压验算，设计值 rNd 取抗震荷载组合计算结果；使用抗震荷载组合验算时，不考虑结构重要性系数γ；

注(3)：轴心抗压承载力公式 $\gamma_0 N_d \le 0.90\varphi(f_{cd}A + f'_{sd}A'_s)$ *中的稳定系数φ 需要使用计算长度 L_0， A 为构件全截面面积，当纵向钢筋配筋率大于 3%时，A 改用净截面面积 An=A-A's；*

注(4)：偏心 Fx-min(My)表示轴力 Nd 最小时的 My 方向偏心受压验算，偏心 Fx-min(Mz)表示轴力 Nd 最小时的 Mz 方向偏心受压验算，偏心 My-max（Fx）表示主弯矩 My 最大时的

x 方向偏心受压验算，偏心 My-min（Fx）表示主弯矩 My 最小时的 x 方向偏心受压验算，偏心 Mz-max（Fx）表示主弯矩 Mz 最大时的 x 方向偏心受压验算，偏心 Mz-min（Fx）表示主弯矩 Mz 最小时的 x 方向偏心受压验算；偏压计算的设计值 rNd 取抗震荷载组合计算结果；使用抗震荷载组合验算时，不考虑结构重要性系数γ；

2.4.2 桥台强度验算

E1 地震且设防类别为 B，C，D 时，E2（弹性）且设防类别为 B，C 时，需要进行桥台强度验算。

桥台强度验算按照《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）7.2.1 条规定验算；暂不支持 E2（弹塑性）且设防类别为 B，C 时的桥台强度验算。

顺桥向和横桥向地震作用效应和永久效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的 5.3.1~5.3.10 条规定计算，同构件“使用阶段正截面轴心/偏心抗压承载力验算”项。

需要注意的是由于 E2 弹塑性阶段的设计内力不易取得，程序暂时没有采用细则 6.9 节桥台水平地震力的计算方法，暂不支持 E2（弹塑性）且设防类别为 B，C 时的桥台强度验算。

信息　桥台强度验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	x (mm)	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
桥台-1	0.000	cLCB4	中心 Fx-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	0.000	cLCB4	偏心 Fx-Min(My)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	0.000	cLCB4	偏心 Fx-Min(Mz)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	0.000	cLCB4	偏心 My-Max(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	0.000	cLCB4	偏心 My-Min(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	0.000	cLCB4	偏心 Mz-Max(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	0.000	cLCB4	偏心 Mz-Min(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	1.000	cLCB4	中心 Fx-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	1.000	cLCB4	偏心 Fx-Min(My)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	1.000	cLCB4	偏心 Fx-Min(Mz)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
桥台-1	1.000	cLCB4	偏心 My-Max(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

具体验算方法与“桥墩强度验算”相同，可参照上述内容的说明。

2.4.3 基础强度验算

E1 地震且设防类别为 D 时，E2（弹性）且设防类别为 B，C 时需要进行基础强度验算。

E1 地震且设防类别为 D 时，E2（弹性）且设防类别为 B，C 时，基础强度验算按照《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）7.2.1 和 7.2.2 条规定计算；

顺桥向和横桥向地震作用效应和永久效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的相关规定验算基础的强度、偏心和稳定性。

需要注意的是由于 E2 弹塑性阶段的设计内力不易取得，程序暂时没有采用细则

6.8 节基础的计算方法，暂不支持 E2（弹塑性）且设防类别为 B，C 时的桥墩强度验算。

信息　基础强度验算

构件	验算位置	组合名称	结果	安全系数(轴)	轴压P (N/mm^2)	Fa (N/mm^2)	安全系数(偏)	偏压Pmax (N/mm^2)	γFa (N/mm^2)
手动构件 - 2 (基础)	0.000	cLCB5	OK	41.4217	5.3112	220.0000	40.1916	6.8422	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.014	cLCB5	OK	41.2881	5.3284	220.0000	33.3137	8.2549	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.041	cLCB5	OK	41.0199	5.3633	220.0000	25.2953	10.8716	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.069	cLCB5	OK	40.7541	5.3982	220.0000	22.4190	12.2664	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.096	cLCB5	OK	40.4917	5.4332	220.0000	22.3920	12.2812	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.130	cLCB5	OK	40.1772	5.4757	220.0000	24.8902	11.0485	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.169	cLCB5	OK	39.8126	5.5259	220.0000	31.3474	8.7727	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.209	cLCB5	OK	39.4543	5.5761	220.0000	40.0462	6.8671	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.248	cLCB5	OK	39.1026	5.6262	220.0000	47.5427	5.7843	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.288	cLCB5	OK	38.7528	5.6770	220.0000	46.1102	5.9640	275.0000
手动构件 - 2 (基础)	0.329	cLCB5	OK	38.4052	5.7284	220.0000	45.7710	6.0082	275.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（轴）：**轴压安全系数。轴压 P≤0 时，K=99999；否则 Fa＞0 时，K=|Fa|/|轴压 P|；Fa≤0 时，K=0。
- **轴压 P：**基底平均压应力。
- **Fa：**地基承载力容许值。
- **安全系数（偏）：**偏压 Pmax≤0 时，K=99999；否则 rFa＞0 时，K=|rFa|/|偏压 Pmax|；Fa≤0 时，K=0。
- **偏压 Pmax：**基底最大压应力。
- **γFa：**γ为抗力系数，按《公路桥梁地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）3.3.6 的规定取值，当 Fa <150kPa 时，γ=1；当 Fa ≥150kPa 时，γ=1.25。

注(1)：《公路桥梁地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）4.2.2 中计算基础强度的方法与程序计算梁单元组合应力相同，所以基础强度设计值程序直接调取后处理结果中抗震荷载组合作用下的梁单元应力，其中从梁单元应力结果表格中调取“轴向”结果作为轴压设计应力值，调取“Cb1~Cb4”中的最小值作为偏压设计应力值；

2.4.4 盖梁抗弯强度验算

E1 地震且设防类别为 D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，需要进行盖梁抗弯强度验算。

地震作用下盖梁抗弯强度验算按照《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01-2008）7.2.2、7.3.6 条规定验算。

按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 8.2.2 条判断盖梁属于“一般梁”或“短梁”，“一般梁”采用规范 JTG D62-2004 的 5.2.1~5.2.5

条规定计算，“短梁”采用规范 JTG D62-2004 的 8.2.4 条规定计算。

E1 和 E2（弹性）地震作用效应和永久效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的相关规定验算盖梁抗弯强度。

E2（弹塑性）根据公路桥梁抗震设计细则（JTG/T B02-01-2008）第 6.8 节计算出的弯矩、剪力和轴力设计值和永久作用效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的相关规定验算盖梁抗弯强度。

信息　盖梁抗弯强度验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rMu (N.mm)	Mn (N.mm)	受压区高度验算结果	x (mm)	ξb*h0 (mm)	2a' (mm)
手动构件 - 7 (	0.367	Min	cLCB11	My-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.500	Max	cLCB10	My-Max	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.500	Min	cLCB11	My-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.633	Max	cLCB10	My-Max	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.633	Min	cLCB11	My-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.765	Max	cLCB10	My-Max	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.765	Min	cLCB11	My-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.885	Max	cLCB10	My-Max	NG	0.0000	6578070528.0	0.0000	OK	0.0000	1178.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	0.885	Min	cLCB11	My-Min	NG	0.0000	-13149103104	0.0000	OK	0.0000	1178.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	1.000	Max	cLCB10	My-Max	NG	0.0000	2368045056.0	0.0000	OK	0.0000	1178.0000	0.0000
手动构件 - 7 (	1.000	Min	cLCB11	My-Min	NG	0.0000	-6133285376.	0.0000	OK	0.0000	1178.0000	0.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的构件验算位置。
- **最小/最大：**不同荷载组合下产生的截面弯矩最小或最大值。
- **组合名称：**验算用结果相应的荷载组合名称。
- **组成：**表示输出所属荷载组合的内力（最大、最小）状态，表格中的结果是采用“与输出内力状态同时发生的内力”计算的。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（|**Mn**|/|**rMu**|），小于 1.0 表示验算不通过。
- **rMu：**考虑结构重要性系数的构件的最大弯矩效应，桥梁的抗震设计不考虑结构重要性系数，程序直接取 r =1。
- **Mn：**构件的抗弯承载能力。
- **受压区高度验算结果：**按照规范 JTG D62-2004 的公式 5.2.2-3 计算，$x \le \xi_b h_0$ 时 OK，否则 NG。
- ***x*：**混凝土受压区高度。
- $\xi_b h_0$ ：混凝土最大受压区高度；对截面受拉区内配置不同种类钢筋的受弯构件，其正截面相对界限受压区高度ξb 取相应于各种钢筋的较小者。
- ***a’*** ：受压区普通钢筋和预应力钢筋合力点至受压区边缘的距离。

注(1)：E1 和 E2（弹性）地震作用时，程序直接调取抗震荷载组合计算的弯矩值作为盖梁抗弯强度设计值。

注(2)：E2 地震作用（弹塑性）时，程序首先按公式$M_{po}=\phi^{0}M_{hc}^{s}+M_{G}$ （6.8.3）计算盖梁抗弯强度设计值，其中墩柱上端截面弯矩值M_{hc}^{s} 由 P-M 曲线取得，对于盖梁连接多个桥墩的情况，程序默认取每个桥墩的墩顶超强弯矩值在盖梁上进行再分配作为墩顶盖梁处M_{hc}^{s} ，从而计算盖梁上每个位置的弯矩值，然后根据细则 7.3.6 的规定将计算的弯矩设计值与永久作用效应组合后作为盖梁弯矩的设计结果输出验算。

注(3)：盖梁的验算支持不对称多柱墩，支持矩形设计截面，不支持盖梁悬臂段的验算。

2.4.5 盖梁抗剪强度验算

E1 地震且设防类别为 D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，需要进行盖梁抗剪强度验算。

地震作用下盖梁抗剪强度验算按照《公路桥梁抗震设计细则》(JTG/T B02-01-2008）7.2.2、7.3.6 条规定验算。

按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》（JTG D62-2004）第 8.2.2 条判断盖梁属于“一般梁”或“短梁”,“一般梁”采用规范 JTG D62-2004 的 5.2.7~5.2.10 条规定计算，“短梁”采用规范 JTG D62-2004 的 8.2.5、8.2.6 条规定计算。

根据公路桥梁抗震设计细则（JTG/T B02-01-2008）第 6.8 节计算出的弯矩、剪力和轴力设计值和永久作用效应组合后，按 JTG D62-2004 第 5.2.7~5.2.10 条进行“一般梁”抗剪强度验算；按 JTG D62-2004 第 8.2.5 条进行“短梁”抗剪强度验算。

E1 和 E2（弹性）地震作用效应和永久效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的相关规定验算盖梁抗剪强度。

E2（弹塑性）根据公路桥梁抗震设计细则（JTG/T B02-01-2008）第 6.8 节计算出的弯矩、剪力和轴力设计值和永久作用效应组合后，按照《桥规》JTG D62-2004 的相关规定验算盖梁抗剪强度。

程序判定盖梁属于“一般梁”时，结果和表格显示与静力构件“使用阶段斜截面抗剪验算”完全一样。程序判定盖梁属于“短梁”时，结果与表格显示如图所示：

信息　盖梁抗剪强度验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	结果	安全系数	rVd (N)	Vn (N)	截面验算	构造验算
手动构件 - 7 (盖梁)	0.367	Y-Min	cLCB11	Fz-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.500	Y-Max	cLCB10	Fz-Max	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.500	Y-Min	cLCB11	Fz-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.633	Y-Max	cLCB10	Fz-Max	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.633	Y-Min	cLCB11	Fz-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.765	Y-Max	cLCB10	Fz-Max	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.765	Y-Min	cLCB11	Fz-Min	Not Calc.	0.0000	0.0000	0.0000	OK	跳过
手动构件 - 7 (盖梁)	0.885	Y-Max	cLCB10	Fz-Max	NG	0.0000	1279389	0.0000	NG	验算
手动构件 - 7 (盖梁)	0.885	Y-Min	cLCB11	Fz-Min	NG	0.0000	-3915718	0.0000	OK	验算
手动构件 - 7 (盖梁)	1.000	Y-Max	cLCB10	Fz-Max	NG	0.0000	1803020.	0.0000	OK	验算
手动构件 - 7 (盖梁)	1.000	Y-Min	cLCB11	Fz-Min	NG	0.0000	-3834718	0.0000	OK	验算

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的验算位置。
- **最小/最大：**表示不同荷载组合产生的截面剪力的 Y 方向最小或最大值，Z 方向最小或最大值。不同荷载组合下剪力的方向可能会发生变化，且弯矩变号会引起梁计算高度 h_0 发生变化（因为梁顶和梁底的钢筋中心距截面外端距离可能不一样），所以有必要验算剪力最大和最小两种情况。
- **组合名称：**荷载组合名称。
- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（**|Vn|/|rVd|**），跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **rVd：**r ×Vd（重要性系数×最大剪力组合），桥梁的抗震设计不考虑结构的重要性系数，直接取 r =1。
- **Vn：**结构抗剪承载能力。
- **截面验算：**对受弯构件的抗剪截面进行验算，如果满足要求，显示“OK”，表示截面设计合理，否则显示“NG”，此时需对截面进行修改直到满足规范要求。
- **构造验算：**不进行构造验算，显示 0.0000。

注(1)：E1 和 E2 地震作用（弹性）时，程序直接调取抗震荷载组合计算的剪力值作为盖梁抗剪强度设计值，抗剪承载力按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》(JTG D62）公式（8.2.6）计算。

注(2)：E2 地震作用（弹塑性）时，程序首先按规范公式 $V_{C0}=\phi^0\frac{M_{pc}^R+M_{pc}^L}{L_0}$ *（6. 8. 4）计算盖梁抗剪强度设计值，其中盖梁左、右截面的弯矩值* M_{pc}^R *和* M_{pc}^L *程序按盖梁抗弯强*

度验算方法进行计算，计算时材料强度的设计值改为标准值，然后根据 7.3.6 的规定将计算的剪力设计值与永久作用效应组合后作为盖梁剪力的设计结果输出验算。

注(3)：“截面验算”表示按 JTG D62 规范公式（8.2.5）对抗剪截面进行验算，当满足规范公式（8.2.5）要求时，显示“OK”，表示截面设计合理，否则显示“NG”，此时需对截面进行修改直到满足规范公式（8.2.5）的要求。

注(4)：“短梁”结果判断：如果“截面验算”“NG”，“结果”“NG”；否则判断 rVn 与 Vn，如果 rVn≤Vn，则“OK”，否则“NG”。“一般梁”判断同静力构件“使用阶段斜截面抗剪验算”。

2.4.6 主拱抗弯强度验算

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）、E2（弹塑性）地震且设防类别为 B、C 时需要进行主拱抗弯强度验算。

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，主拱抗弯强度验算按照《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.2.1 条验算；E2（弹性）、E2（弹塑性）地震且设防类别为 B、C 时，按照 7.3.3 条规定验算。

主拱抗弯强度验算设计内力从抗震荷载组合中调取。参考规范 JTG D62-2004 的 5.2.1~5.2.5 条规定，按静力构件“使用阶段正截面抗弯验算项”进行验算。

输出结果表格如图所示：

信息　主拱抗弯强度验算

构件	验算位置	最小/最大	组合名称	组成	☑ 结果	☐ 安全系数	☐ rMu (N.mm)	☐ Mn (N.mm)	受压区高度验算结果	☐ x (mm)	☐ ξb*h0 (mm)	☐ 2a' (mm)
主拱-12	0.000	Max	cLCB10	My-Max	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-12	0.000	Min	cLCB10	My-Min	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-12	1.000	Max	cLCB10	My-Max	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-12	1.000	Min	cLCB10	My-Min	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-13	0.000	Max	cLCB10	My-Max	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-13	0.000	Min	cLCB10	My-Min	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-13	1.000	Max	cLCB10	My-Max	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-13	1.000	Min	cLCB10	My-Min	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-14	0.000	Max	cLCB10	My-Max	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000
主拱-14	0.000	Min	cLCB10	My-Min	OK	99999.000	0.0000	2090087936	OK	100.0000	644.0000	100.0000

- **构件：**构件名称。
- **验算位置：**指定的构件验算位置。
- **最小/最大：**不同荷载组合下产生的截面弯矩最小或最大值。
- **组合名称：**验算用结果相应的荷载组合名称。
- **组成：**验算荷载控制指标。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**结构验算的安全系数（|**Mn**|/|**rMu**|），小于 1.0 表示验算不通过

- **rMu**：考虑结构重要性系数的构件的最大弯矩效应，桥梁的抗震设计不考虑结构的重要性系数，直接取 r =1。
- **Mn**：构件的抗弯承载能力。
- **受压区高度验算结果**：按照规范 JTG D62-2004 的公式 5.2.2-3 计算，$x \le \xi_b h_0$ 时 OK，否则 NG。
- ***x***：混凝土受压区高度。
- $\xi_b h_0$：混凝土最大受压区高度；对截面受拉区内配置不同种类钢筋的受弯构件，其正截面相对界限受压区高度ξb 取相应于各种钢筋的较小者。
- ***a'***：受压区普通钢筋和预应力钢筋合力点至受压区边缘的距离。

注(1)：设计弯矩 rMu 为负值时，得到的 Mn 为负弯矩承载能力，为正值；设计弯矩 rMu 为正值时，得到的 Mn 为正弯矩承载能力，亦为正值。

2.4.7 主拱偏压强度验算

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）、E2（弹塑性）地震且设防类别为 B、C 时需要进行主拱偏压强度验算。

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，主拱偏压强度验算按照《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.2.1 条验算；E2（弹性）、E2（弹塑性）地震且设防类别为 B、C 时，按照 7.3.3 条规定验算。

主拱偏压强度验算的设计内力从抗震荷载组合中调取。参考规范 JTG D62-2004 的 5.3.1~5.3.10 条规定，按静力构件“使用阶段抗压验算项”进行验算。

输出表格如图所示：

信息　主拱偏压强度验算

构件	验算位置	组合名称	组成	结果	安全系数	x (mm)	rNd (N)	Nn (N)	e (mm)	e' (mm)
主拱-12	0.000	cLCB10	中心 Fx-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	0.000	cLCB10	偏心 Fx-Min(My)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	0.000	cLCB10	偏心 My-Max(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	0.000	cLCB10	偏心 My-Min(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	1.000	cLCB10	中心 Fx-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	1.000	cLCB10	偏心 Fx-Min(My)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	1.000	cLCB10	偏心 My-Max(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-12	1.000	cLCB10	偏心 My-Min(Fx)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-13	0.000	cLCB10	中心 Fx-Min	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
主拱-13	0.000	cLCB10	偏心 Fx-Min(My)	OK	99999.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

- **构件**：构件名称。
- **验算位置**：指定的验算位置。
- **组合名称**：荷载组合的名称。

- **组成：**荷载验算的类型。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**抗压承载能力安全系数，rNd≤0，即为拉力时，安全系数 K=99999，否则 rNd＞0，Nn＞0 时，K=|Nn|/|rNd|；rNd＞0，Nn≤0 时，K=0；跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。
- **x：**受压区高度。
- **rNd：**r×Nd(重要性系数×最大轴向力组合设计值），桥梁的抗震设计不考虑结构重要性系数，程序直接取 r =1。
- **Nn：**抗压承载能力。
- **e：**轴向力作用点至截面受拉边或受压较小边纵向钢筋 As 和 Ap 合力点的距离。
- **e'：**轴向力作用点至截面受压较大边纵向钢筋 As'和 Ap'合力点的距离。

注(1)：中心 Fx-min 表示轴力 Nd 最小时的轴心受压验算，γ 为结构重要系数，按《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥梁设计规范》第 5.1.5 条取值；

注(2)：轴心抗压承载力公式 $\gamma_0 N_d \le 0.90\varphi(f_{cd}A + f'_{sd}A'_s)$ *中的稳定系数 φ 需要使用计算长度 L_0，A 为构件全截面面积，当纵向钢筋配筋率大于 3%时，A 改用净截面面积 An=A-A's；*

注(3)：偏心 Fx-min(My)表示轴力 Nd 最小时的 My 方向偏心受压验算，偏心 My-max 表示主弯矩 My 最大时的偏心受压验算，偏心 My-min 表示主弯矩 My 最小时的偏心受压验算。

2.4.8 支座厚度验算（板式橡胶支座）

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，反应谱下的弹性连接、一般连接需要进行支座厚度验算。

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，支座厚度验算按照规范《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.2.3-1-1 条规定进行验算；E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时按照 7.5.1 条规定进行支座厚度验算。

信息　支座厚度验算(板式橡胶支座)

	支座编号	名称	结果	安全系数(顺桥向)	顺桥向变形 (mm)	安全系数(横桥向)	横桥向变形 (mm)	橡胶层总厚度 (mm)
	0	构件 - 130	Not Calc.	0.000000	0.0000	0.000000	0.0000	0.0000
	1	橡胶支座 - 1	OK	1.489446	24.8414	1.566589	23.6182	37.0000
	3	橡胶支座 - 2	NG	0.363603	220.0204	3.126293	25.5894	80.0000

- **支座编号：**验算的支座编号。
- **名称：**验算的支座名称。
- **结果：**厚度验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（顺桥向）：**顺桥向的安全系数。
- **顺桥向变形：**对于顺桥向变形，程序从位移分析结果中调取地震荷载（反应谱）作用下弹性连接或一般连接的两个节点在 DX 方向位移差的绝对值作为地震作用产生的顺桥向水平位移值 X_D（即两节点的相对位移），调取永久荷载作用下弹性连接的两个节点在 DX 方向位移差的绝对值作为永久作用产生的顺桥向水平位移值 X_H。
- **安全系数（横桥向）：**横桥向的安全系数。
- **横桥向变形：**对于横桥向变形，程序从位移分析结果中调取地震荷载（反应谱）作用下弹性连接或一般连接的两个节点在 DY 方向位移差的绝对值作为地震作用产生的横桥向水平位移值 X_D（即两节点的相对位移），调取永久荷载作用下弹性连接的两个节点在 DY 方向位移差的绝对值作为永久作用产生的横桥向水平位移值 X_H。
- **橡胶层总厚度：**板式橡胶支座的橡胶层总厚度由用户输入，如果顺桥向和横桥向支座变形均小于支座橡胶层总厚度，说明支座厚度验算满足要求，显示“OK”，否则显示“NG”。

注（1）：E1 地震作用下，顺桥向变形和横桥向变形均按规范公式 $XE = \alpha_d XD + XH$（7.2.3-2）计算；E2 地震作用下，顺桥向变形和横桥向变形均按规范公式 $X0 = XD + XH$（7.5.1-1）计算。

注（2）：反应谱一般连接的支座厚度验算取一般连接弹性阶段刚度进行计算。

2.4.9 支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座）

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，反应谱下的弹性连接、一般连接需要进行支座抗滑稳定性验算。

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，支座厚度验算按照规范《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.2.3-1-2 条款进行验算；E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，根据条款 7.5.1 进行验算。

信息　支座抗滑稳定性验算(板式橡胶支座)

	支座编号	名称	结果	安全系数(顺桥向)	顺桥向水平力(kN)	安全系数(横桥向)	横桥向水平力(kN)	水平力容许值(kN)
	1	橡胶支座 - 1	NG	0.049583	2652.6602	4.256368	30.9012	131.5270
	3	橡胶支座 - 2	OK	4.527387	331.1870	2488.777100	0.6025	1499.4116

- **支座编号：**验算的支座编号。
- **名称：**验算的支座名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（顺桥向）：**顺桥向安全系数。
- **顺桥向水平力：**对于顺桥向水平力，程序从弹性连接或一般连接分析结果中调取地震荷载（反应谱）作用下“剪力-z”平均值的绝对值作为地震作用产生的顺桥向水平力 E_{hze}，调取永久荷载作用下“剪力-z”平均值的绝对值作为永久作用产生的顺桥向水平力 E_{hzd}。
- **安全系数（横桥向）：**横桥向安全系数。
- **横桥向水平力：**横桥向水平力，程序从弹性连接或一般连接分析结果中调取地震荷载（反应谱）作用下“剪力-y”平均值的绝对值作为地震作用产生的横桥向水平力 E_{hze}，调取永久荷载作用下“剪力-y”平均值的绝对值作为永久作用产生的横桥向水平力 E_{hzd}。
- **水平力容许值：**对于水平力容许值，程序从弹性连接分析结果中调取自重荷载（恒荷载）作用下“轴向”平均值的绝对值作为上部结构重力在支座上产生的反力 R_b，支座的动摩阻系数 μ_d 由用户输入。如果顺桥向和横桥向水平力 E_{hzh} 或 E_{hzb} 均小于水平力容许值 μ_d*R_b，说明支座抗滑稳定性验算满足要求，显示“OK”，否则显示“NG”。

注（1）：E1 地震作用下，顺桥向变形和横桥向水平组合地震力均按规范公式 $E_{hzh}=\alpha_d E_{hze}+E_{hzd}$ *（7.2.3-4）计算；E2 地震作用下，顺桥向变形和横桥向水平组合地震力均按规范公式* $E_{hzb}=E_{hze}+E_{hzd}$ *（7.5.1-2）计算。*

注（2）：反应谱一般连接的支座抗滑稳定性验算取一般连接弹性阶段刚度进行计算。

2.4.10 支座水平位移验算（活动盆式支座）

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，反应谱下的弹性连接、一般连接，时程下的一般连接需要进行支座水平位移验算（活动盆式支座）。

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，支座水平位移验算按照规范《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.2.3-2-1 条款进行验算；E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，按照 7.5.2 条款进行验算。

信息　支座水平位移验算(活动盆式支座)

	支座编号	名称	结果	安全系数(顺桥向)	顺桥向位移(mm)	安全系数(横桥向)	横桥向位移(mm)	容许滑动水平位移(mm)
	2	盆式支座 - 1	NG	0.248312	201.3597	0.832158	60.0847	50.0000

- **支座编号：**验算的支座编号。
- **名称：**验算的支座名称。
- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数（顺桥向）：**顺桥向安全系数。
- **顺桥向变形：**反应谱弹性连接、反应谱一般连接时，计算方法同支座厚度验算（板式橡胶支座）；
- **安全系数（横桥向）：**横桥向安全系数。
- **横桥向变形：**反应谱弹性连接、反应谱一般连接时，计算方法同支座厚度验算（板式橡胶支座）；
- **容许滑动水平位移 X_{max}：**由用户输入，验算判断方法参照“支座厚度验算（板式橡胶支座）”。

注（1）：暂不支持时程分析。

注（2）：反应谱一般连接的支座水平位移验算取一般连接弹性阶段刚度进行计算。

2.4.11 支座水平力验算（固定盆式支座）

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，反应谱下的弹性连接、一般连接需要进行支座水平力验算（固定盆式支座）。

E1 地震且设防类别为 B、C、D 时，E2（弹性）且设防类别为 B、C 时，支座水平位移验算按照规范《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.2.3-2-2 条款进行验算；E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，按照 7.5.2 条款进行验算。

结果输出表格如图所示：

输出

信息　支座水平力验算(固定盆式支座)

	支座编号	名称	结果	安全系数(顺桥向)	顺桥向水平力(N)	安全系数(横桥向)	横桥向水平力(N)	水平力容许值(N)
	1	盆式支座 - 2	NG	0.109451	3654605.750	0.308258	1297613.875	400000.0000

- **支座编号：**验算支座的编号。
- **名称：**验算支座的名称。
- **安全系数（顺桥向）：**顺桥向安全系数。
- **顺桥向水平力：**对于顺桥向水平力，程序从弹性连接或一般连接分析结果中调取地震荷载（反应谱）作用下“剪力-z”平均值的绝对值作为地震作用产生的顺桥向水平力 E_{hze}，调取永久荷载作用下“剪力-z”平均值的绝对值作为永久作用产生的顺桥向水平力 E_{hzd}。
- **安全系数（横桥向）：**横桥向安全系数。
- **横桥向水平力：**对于横桥向水平力，程序从弹性连接或一般连接分析结果中调取地震荷载（反应谱）作用下“剪力-y”平均值的绝对值作为地震作用产生的横桥向水平力 E_{hze}，调取永久荷载作用下“剪力-y”平均值的绝对值作为永久作用产生的横桥向水平力 E_{hzd}。
- **水平力容许值：**用户输入值。顺桥向和横桥向水平力 E_{hzh} 或 E_{hzb} 均小于水平力容许值 μ_d*R_b，说明支座抗滑稳定性验算满足要求，显示“OK”，否则显示“NG”。

注：反应谱一般连接的支座水平位移力验算取一般连接弹性阶段刚度进行计算。

2.4.12 桥墩塑性铰抗剪强度验算

E2（弹塑性）且设防类别为 B、C 时，需要进行桥墩塑性铰强度验算。桥墩塑性铰强度验算根据规范《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.3.4 条款进行。

结果输出表格如图所示：

信息　桥墩塑性铰抗剪强度验算

构件	验算位置	组合名称	剪力方向	结果	安全系数	Vc0 (N)	Vn (N)
桥墩-1	0.189	-	顺桥向(Fz)	OK	1.0934	1837082.7500	2008673.7500
桥墩-1	0.189	-	横桥向(Fy)	OK	1.0865	1848703.8750	2008673.7500
桥墩-1	0.484	-	顺桥向(Fz)	OK	1.1042	1819051.7500	2008673.7500
桥墩-1	0.484	-	横桥向(Fy)	OK	1.0982	1829118.3750	2008673.7500
桥墩-1	0.674	-	顺桥向(Fz)	OK	1.1119	1806543.3750	2008673.7500
桥墩-1	0.674	-	横桥向(Fy)	OK	1.1057	1816602.6250	2008673.7500

- **构件：**构件编号。
- **验算位置：**指定验算的构件位置。
- **组合名称：**荷载组合的名称。
- **剪力方向：**验算的剪力方向（横桥向和顺桥向）。

- **结果：**验算结果（OK/NG）。
- **安全系数：**构件验算的安全系数（|Vn|/|rVd|），跳过时，安全系数取 99999。小于 1.0 表示验算不通过。rVd =0 时，K=99999；Vn=0 时，K=0。
- **Vc0：**抗剪承载能力设计值。
- **V_n：**抗剪承载能力。

注（1）：程序按规范公式（6.8.2-1）～（6.8.2-4）计算桥墩塑性铰区域的剪力设计值，计算时采用的具体公式由用户定义桥墩构件时对“塑性铰区域”的选择来决定，其中墩柱上、下截面的弯矩值 M_{zc}^{s} 、M_{zc}^{x} 、M_{hc}^{s} 和 M_{hc}^{x} 取值：

1）单柱墩验算：

A．对于最大弯矩，调取验算截面在所有抗震组合作用下的所有轴力结果，然后各轴力结果可以在 P-M 曲线上找到各自对应的 M 值；

B． M_{zc} 为各轴力在 P-My 曲线上对应找到的 My 值； M_{hc} 为各轴力在 P-Mz 曲线上对应找到的 Mz 值，均取相应的最大值。

2）双柱墩验算

A、顺桥向验算，对于最大弯矩，调取验算截面在所有抗震组合作用下的所有轴力结果，然后各轴力结果可以在 P-My 曲线上找到各自对应的 My 值，取最大值；

B、横桥向验算，对于最大弯矩 M_{hc}^{x} ，根据调取“抗震设计构件类型”中“双柱墩与盖梁”的墩底最大轴力与墩底最小轴力，在 P-Mz 曲线上对应找到的 Mz 值，两者取最大值；对于最大弯矩 M_{hc}^{x} ，根据调取“抗震设计构件类型”中“双柱墩与盖梁”的墩顶最大轴力与墩顶最小轴力，在 P-Mz 曲线上对应找到的 Mz 值，两者取最大值；

注（2）：计算核心混凝土面积 A_c 时，若一个截面输入有多个混凝土保护层厚度 Dc 值，则取最大值；

注（3）：“剪力方向”的顺桥向对应剪力 Fz 的结果，横桥向对应剪力 Fy 的结果。

2.4.13 桥墩墩顶位移验算（规则桥梁）

E2（弹塑性）且设防类别为 B，C 时，需要进行桥墩墩顶位移验算（规则桥梁）。桥墩墩顶位移根据《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01-2008）的 7.4.6 条款进行

验算。

信息 | 桥墩墩顶位移验算

构件	剪力方向	结果	安全系数	Δd (mm)	Δu (mm)
桥墩-1	顺桥向(z)	OK	1.9455	47.9006	93.1913
桥墩-1	横桥向(y)	OK	11.7063	8.0664	94.4274
桥墩-2	顺桥向(z)	OK	1.9455	47.9006	93.1912
桥墩-2	横桥向(y)	OK	11.7063	8.0664	94.4272

- **构件：**构件编号。
- **剪力方向：**验算的变形方向（横桥向和顺桥向）。
- **验算：**验算结果（OK/NG）。
- **Δd：**E2 地震作用下墩顶的位移。
- **Δu：**桥墩的容许位移。

注（1）：E2 地震作用产生的墩顶位移按细则公式 Δd=cδ（6.7.6）计算，其中墩顶水平位移 δ 是根据验算的桥墩构件由 E2 地震荷载产生的内力值与由“弯矩-曲率”曲线得到的截面有效刚度值计算而来的，结构周期调整系数 c 按细则表 6.7.6 取值，其中的结构自振周期 T 程序默认取结构一阶周期；

注（2）：A.对于单柱墩墩顶位移验算，顺桥向和横桥向的容许位移，采用规范公式

$\Delta_u = \frac{1}{3}H^2\phi_y + \left(H - \frac{L_p}{2}\right)\theta_u$ *（7.4.7）计算，其中塑性铰区域的最大容许转角 θu 按规范公式*

（7.4.3-1）计算，截面的等效屈服曲率 ϕ_y *和极限曲率* ϕ_u *在“弯矩-曲率曲线”中调取，对于双柱墩、排架墩的顺桥向容许位移仍按规范公式（7.4.7）计算，横桥向容许位移则由用户在定义桥墩构件时直接输入数值，程序不提供自动计算功能。*

2.5 CJJ 166-2011 规范城市桥梁抗震设计原理

城市桥梁抗震（CJJ 166-2011）的设计验算与公路桥梁抗震（JTG/T B02-01-2008）相比，其设计验算项与公路桥梁的设计验算项和结果显示表格完全一致，但部分验算项的设计原理与城市桥梁抗震（CJJ 166-2011）的依据不同，本章只列出设计原理不同的部分。

以下列出的验算项，其设计原理和结果表格输出与公路桥梁抗震（JTG/T B02-01-2008）完全相同：

- ✓ 桥墩强度验算
- ✓ 桥台强度验算

- ✓ 基础强度验算
- ✓ 盖梁抗弯强度验算
- ✓ 盖梁抗剪强度验算
- ✓ 主拱抗弯强度验算
- ✓ 主拱偏压强度验算

除以上列出的与公路桥梁抗震的分析设计原理和结果输出相同的验算项外，CJJ 166-2011 还有一些自己特有的设计原理，下面将详细介绍这些设计原理。

2.5.1 支座厚度验算（板式橡胶支座）

城市桥梁的抗震设计中，E1 地震且设防类别为 A、B 时，E2（弹性）且设防类别为 A 时，E2（弹塑性）且设防类别为 A 时，反应谱下的弹性连接、一般连接需要进行支座厚度验算（板式橡胶支座）。

地震作用下板式橡胶支座厚度验算按照《城市抗震设计细则》（CJJ 166-2011）的 7.2.2-1、7.4.5-1 条规定计算。

与公路桥梁抗震设计相比，城市桥梁抗震设计的“支座厚度验算（板式橡胶支座）的结果和表格显示与公路桥梁抗震完全相同，详见前文第二部分第 2.3.8 节。

2.5.2 支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座）

E1 地震且设防类别为 A、B 时，E2（弹性）且设防类别为 A 时，E2（弹塑性）且设防类别为 A 时，反应谱下的弹性连接、一般连接需要进行支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座）。

城市桥梁设计的支座抗滑稳定性验算根据《城市抗震设计细则》（CJJ 166-2011）的 7.2.2-1、7.4.5-2 条规定计算。

与公路桥梁抗震设计相比，城市桥梁抗震设计的“支座抗滑稳定性验算（板式橡胶支座）的结果和表格显示与公路桥梁抗震完全相同，详见前文第二部分第 2.3.9 节。

2.5.3 支座水平位移验算（活动盆式支座）

E1 地震且设防类别为 A、B 时，E2（弹性）且设防类别为 A 时,E2（弹塑性）且设防类别为 A 时，反应谱下的弹性连接、一般连接，时程下的一般连接需要进行支座水平位移验算（活动盆式支座）。

地震作用下盆式支座活动方向水平位移验算按照《城市抗震设计细则》（CJJ

166-2011）的 7.2.2-2、7.4.6 条规定计算。

与公路桥梁抗震设计相比，城市桥梁抗震设计的“支座水平位移验算（活动盆式支座）的结果和表格显示与公路桥梁抗震完全相同，详见第二部分第 2.3.10 节。

2.5.4 支座水平力验算（固定盆式支座）

E1 地震且设防类别为 A、B 时，E2（弹性）且设防类别为 A 时,E2（弹塑性）且设防类别为 A 时，有效反应谱下的弹性连接、一般连接需要进行支座水平力验算（固定盆式支座）。

地震作用下板式橡胶支座抗滑稳定性验算按照《城市抗震设计细则》（CJJ 166-2011）的 7.2.2-2、7.4.6 条规定计算。

与公路桥梁抗震设计相比，城市桥梁抗震设计的“支座水平力验算（固定盆式支座）的结果和表格显示与公路桥梁抗震完全相同，详见第二部分第 2.3.11 节。

2.5.5 桥墩塑性铰抗剪强度验算

E2（弹塑性）且设防类别为 A 时，需要进行桥墩塑性铰抗剪强度验算。

城市桥梁的桥墩塑性铰抗剪强度验算与公路桥梁的完全不同。

（1） 延性墩柱沿顺桥向剪力设计值 V_{ce} 按下式来计算：

当墩柱底部为塑性铰区域时， $V_{ce}=\varphi^{0}\dfrac{M_{ce}^{z}}{H_{n}}$ ；

当墩柱顶底均为塑性铰区域时， $V_{ce}=\varphi^{0}\dfrac{M_{se}^{z}+M_{xe}^{z}}{H_{n}}$ ；

（2） 延性墩柱沿横桥向剪力设计值 V_{ce} 按下式来计算：

当墩柱底部为塑性铰区域时， $V_{ce}=\varphi^{0}\dfrac{M_{ke}^{z}}{H_{n}}$ ；

当墩柱顶底均为塑性铰区域时， $V_{ce}=\varphi^{0}\dfrac{M_{ke}^{z}+M_{ke}^{z}}{H_{n}}$ 。

墩柱塑性铰区域沿顺桥向和横桥向的斜截面抗剪强度按《城市桥梁抗震设计规范》7.4.2 条进行计算。

与公路桥梁抗震设计相比，城市桥梁抗震设计的“桥墩塑性铰抗剪强度验算”的结果和表格显示与公路桥梁抗震完全相同，详见第二部分第 2.3.12 节。

2.5.6 桥墩墩顶位移验算（规则桥梁）

E2（弹塑性）且设防类别为 A 时，需要进行桥墩墩顶位移验算（规则桥梁），当前的 Civil Designer 仅支持反应谱分析计算，不支持时程分析。

规则桥梁在地震作用下桥墩墩顶位移验算按照《城市桥梁抗震设计规范》，第 7.3.4 条规定计算。

与公路桥梁抗震设计相比，城市桥梁抗震设计的“桥墩墩顶位移验算（规则桥梁）”的结果和表格显示与公路桥梁抗震完全相同，详见第二部分第 2.3.13 节。