
盈建科桥梁检测介绍系列之二

——承载能力评定及静力荷载试验

王颖

1. 概述

随着我国道路和桥梁飞速发展,既有桥梁的安全性能对整个交通系统的正常运营非常重要。尤其对已建成几十年的桥梁,过往设计荷载与目前交通量及设计规范并不匹配,加强桥梁检测和检查,提高桥梁管理水平非常重要。

在本系列第一篇《盈建科桥梁检测介绍系列之云检测平台》介绍中,已大致阐述盈建科云检测平台帮助用户完成桥梁经常性检查,外观检测部分的内容。本文主要介绍盈建科桥梁计算软件 YJK Bridge 中检测模块,它帮助用户完成桥梁承载能力评估及静力荷载试验的方法。

2. 桥梁承载能力评估

承载能力评估通过现场检测+结构验算方式来评估桥梁承载能力。相比桥梁技术状况评定,承载能力评估更全面、结果更客观,可用于桥梁安全鉴定、旧桥加固设计、大件运输通行、桥梁应急安全评估等领域。

2.1 检测依据:

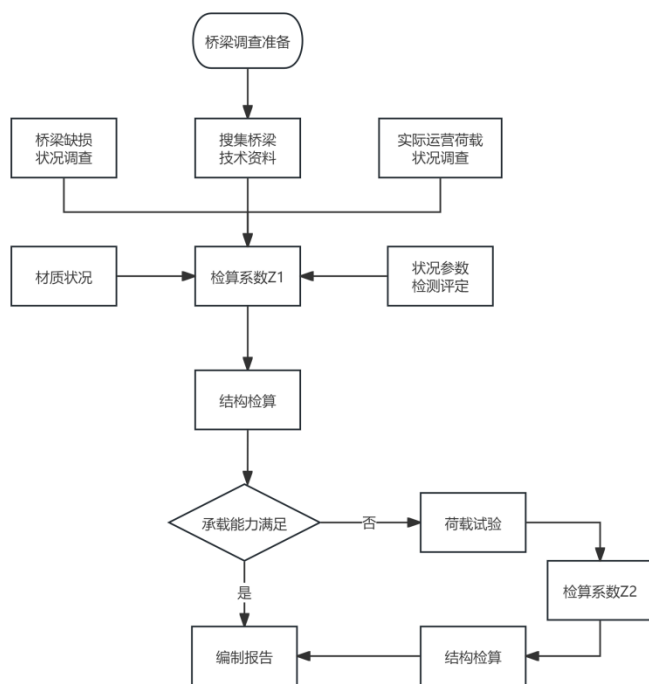
《公路桥涵养护规范》(JTG 5120-2021)
《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21-2011)
《在用公路桥梁现场检测技术规程》(JTG T 5214-2022)
《公路桥梁荷载试验规程》(JTG T J21-01-2015)
《城市桥梁养护技术标准》(CJJ 99-2017)
《城市桥梁检测与评定技术规范》(CJJ T 233-2015)

桥梁设计相关规范

2.2 评定对象

- 技术状况等级为四、五类的桥梁;
- 拟提高荷载等级的桥梁;
- 需通过特殊重型车辆荷载的桥梁;
- 遭受重大自然灾害或意外事件的桥梁。

2.3 流程



- 资料收集：检测评定前，掌握桥梁技术状况、病害成因、使用荷载和养护维修等情况，确定检算技术参数。
- 现场检测：对选定的桥跨进行桥梁缺损状况检查评估、材质状况与状态参数检测评定和实际运营荷载状况调查，确定**分项检算系数**。
- 承载力验算：按照相关标准和本规程的有关规定，计算桥梁结构或构件抗力效应和作用效应，采用**分项检算系数**修正承载力极限状态和正常使用极限状态计算表达式的方法进行检算评定。

$$\gamma_0 S \leq R(f_d, \xi_c \alpha_{dc}, \xi_s \alpha_{ds}) Z_1 (1 - \xi_e)$$

Z_1 —承载力检算系数，与缺损状况、材质强度、自振频率有关

ξ_e —承载力恶化系数，与构件恶化状况评定标度和环境条件有关

ξ_c —配筋混凝土结构截面折减系数，与材料风化、碳化、物理化学损伤有关

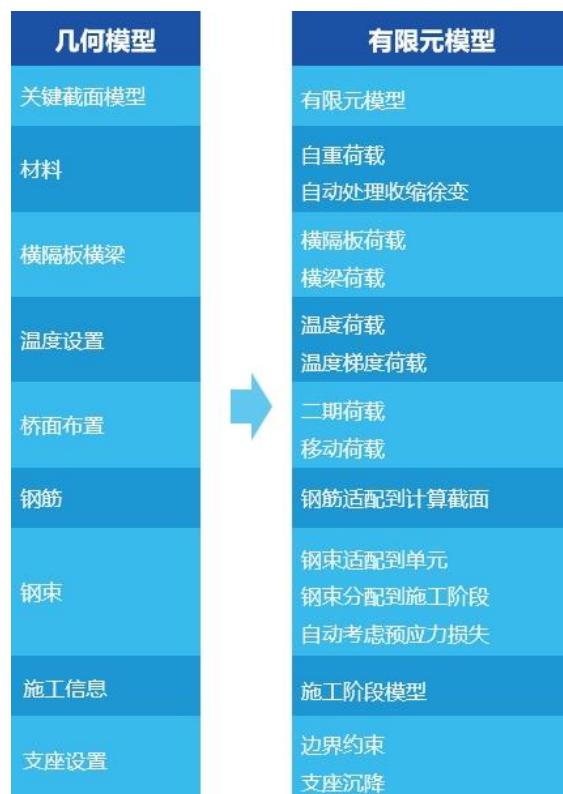
ξ_s —钢筋的截面折减系数，与钢筋锈蚀相关参数有关

- 当作用效应与抗力效应的比值在 1.0 ~ 1.2 之间时，应根据要求通过**荷载试验**评定承载力。

3. YJK Bridge 检测模块

盈建科桥梁结构计算软件 YJK Bridge 是一款集智能化、有限元、设计于一体的桥梁计算软件，支持常规梁式桥的上下部结构整体建模、施工阶段自动生成，静力分析及抗震分析等内容。YJK Bridge 检测模块为新增模块，主要为常规桥型承载力评估计算及静力荷载试验计算提供工具。

YJK Bridge 软件的理念是将结构的几何模型与有限元模型分离。工程师们只需要关注结构的工程信息，例如桥梁线路、几何构造、桥面布置、钢束形状、施工节段划分等，程序可自动生成有限元模型信息。



YJK Bridge 中进行桥梁承载能力评估流程如下：几何建模→自动生成有限元模型→分析计算→承载能力评定设计（检算系数 Z_1 ）→静力荷载试验（ $R/S < 1.2$ ）→承载能力评定（检算系数 Z_2 ）→生成报告。

4. 案例展示——3x40m 预制小箱梁梁格模型

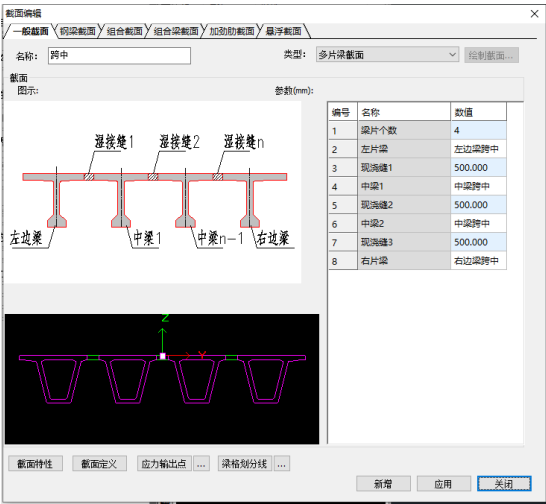
● 建模及分析



几何建模流程：基本信息→路线定义→桥跨布置→截面及材料→上部结构→下部结构→桥面布置→钢筋钢束设置→自动生成有限元模型

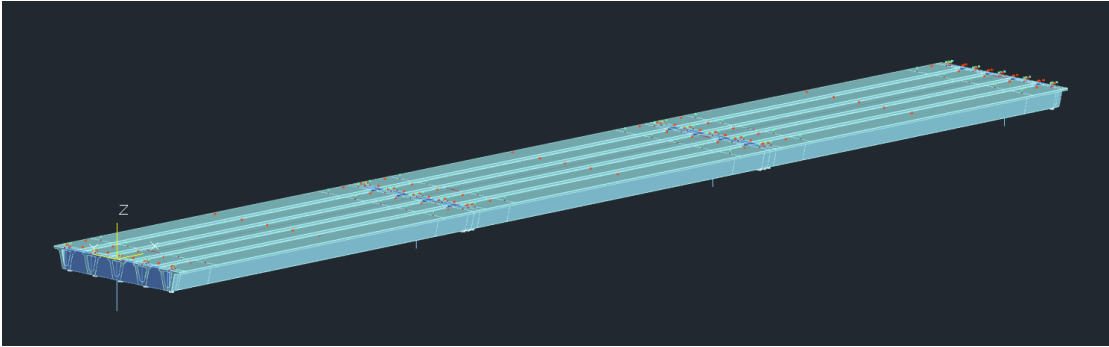
该案例详细建模步骤可参考过往微课堂资料（<https://www.yjk.cn/article/1705/>）

特色功能——预制梁多片梁截面定义：

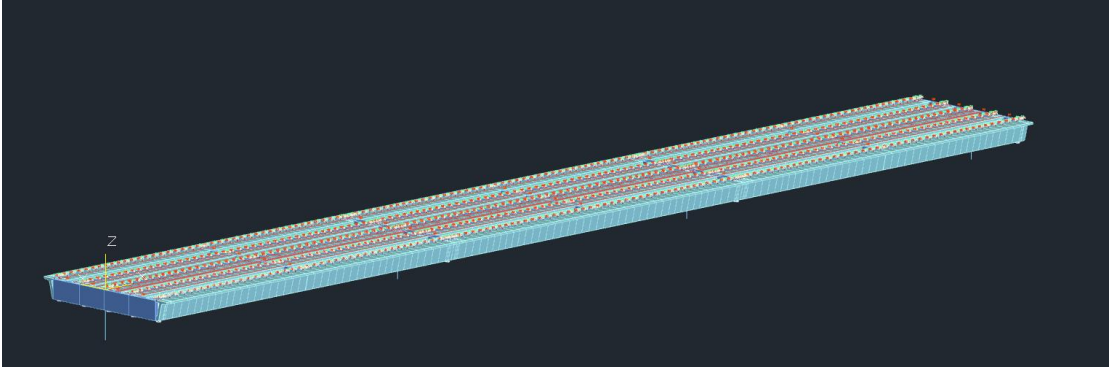


多片梁截面

特色功能——有限元梁格模型自动生成：

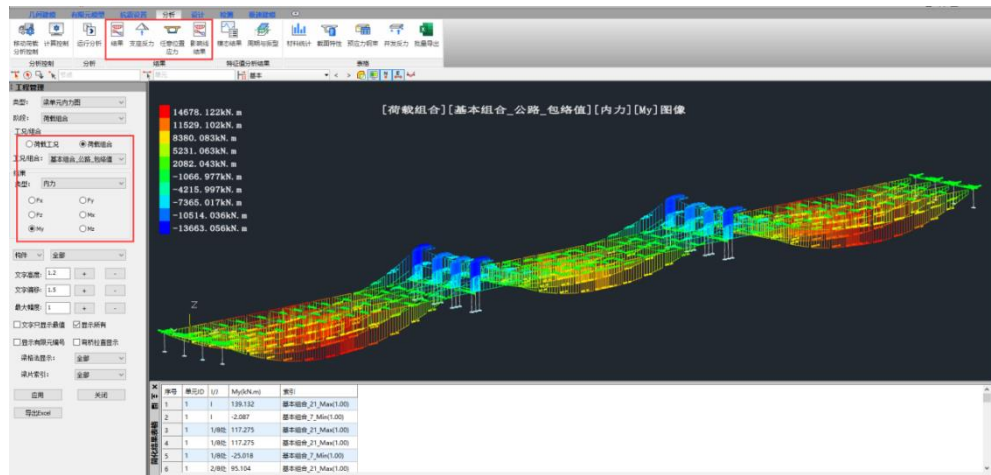


几何模型

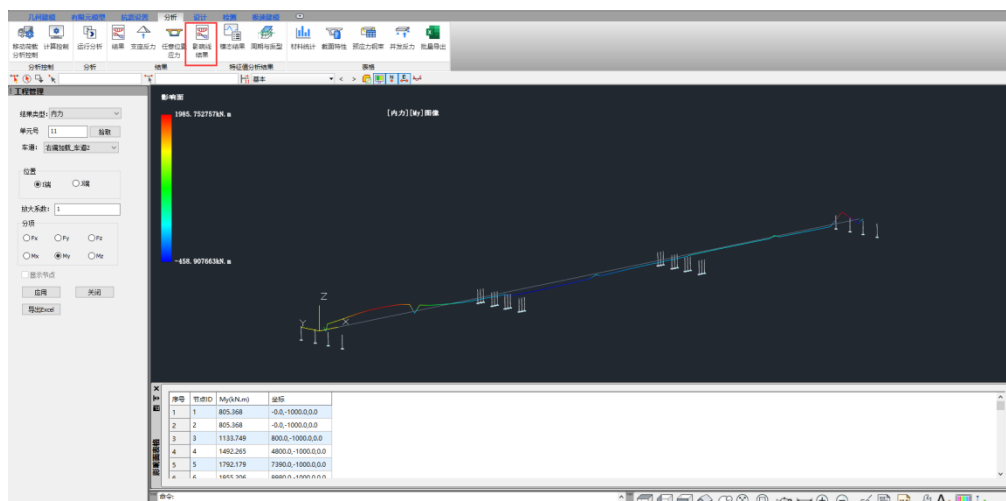


有限元模型

分析结果查看：



内力结果



影响线结果

● 承载能力评定验算

YJK Bridge 检测模块中可对分析完成的桥梁结构选择对应规范，各级对选定的桥跨进行桥梁缺损状况检查评估、材质状况与状态参数检测评定和实际运营荷载状况调查，确定的分项检算系数进行承载能力评定设计。



检测设计设置

设计参数

上部验算

下部验算

设计规范

选择对应规范

JTG 3362-2018(评定)

设计参数

设计安全等级

一级

构件制作方法

设计参数填写

预制

构件类型

全预应力

环境类别

Ⅱ类—般环境

扭矩降低系数 β_t

翼缘+腹板

验算系数

计算长度系数

1.00

裂缝计算系数C1

0.00

裂缝计算系数C2

0.00

裂缝计算系数C3

0.00

施工阶段混凝土强度调整系数

0.80

抗剪计算预应力度起钢筋考虑高度范围[0,1]

1.00

保护层厚度(mm)

30.00

(计算箍筋内表面包围的截面核心面积)

RC构件采用焊接钢筋骨架

☐

焊接钢筋骨架系数

1.30

评价选项

检算系数Z1

根据桥跨对应检测

1.00

承载能力恶化系数 ζ_e

状况填写评价选项

0.00

配筋混凝土结构的截面折减系数 ζ_c

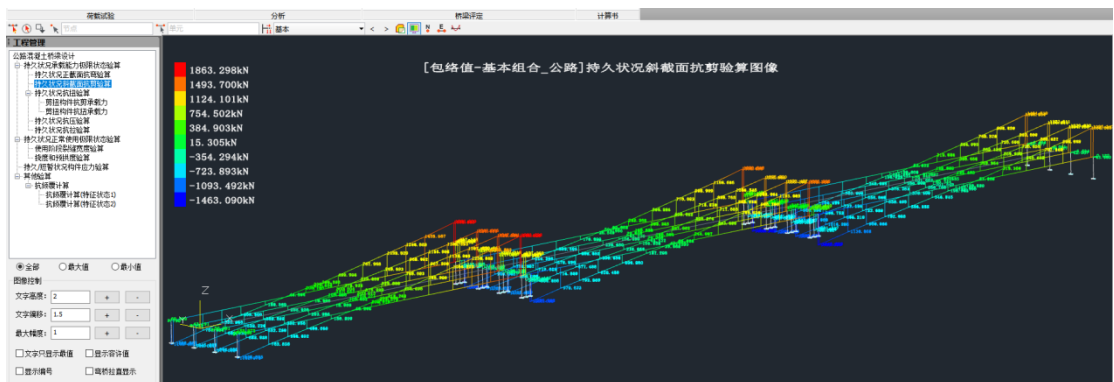
1.00

钢筋的截面折减系数 ζ_s

1.00

确定

取消



设计结果

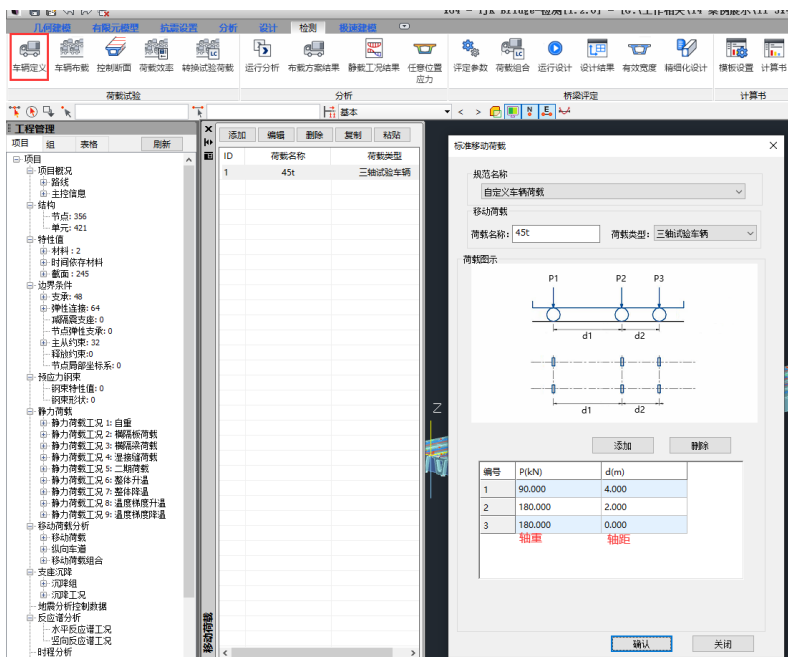
● 静力荷载试验

对于不满足承载能力评估要求进行静力荷载试验的桥梁，YJK Bridge 检测模型支持快速确定静力荷载试验方案

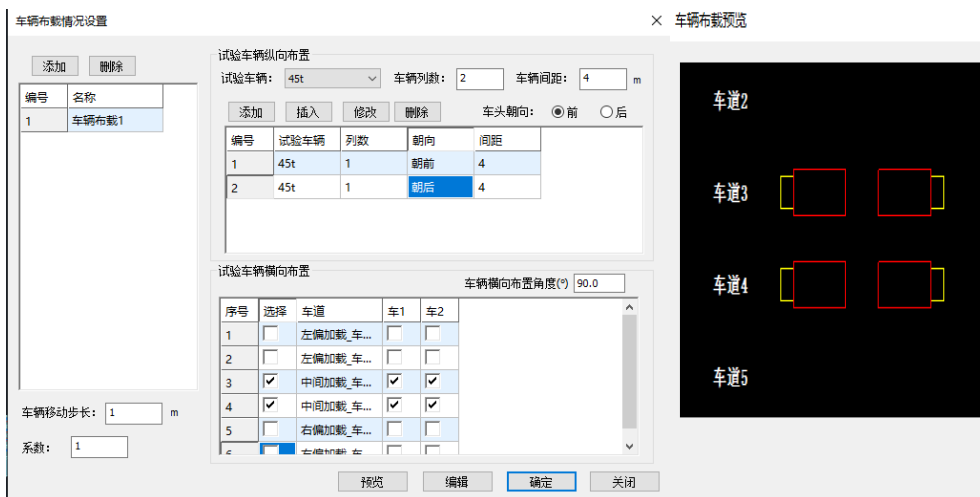


荷载试验: 荷载试验部分是以模拟静力车辆荷载的方式替代移动荷载在最不利截面上的产生的效应，为桥梁结构技术状况及承载能力评定提供依据。包含车辆定义、车辆布载、控制断面、荷载效率、转换试验荷载 5 部分。

车辆定义: 支持常见三轴试验车辆，也可自由定义不同轴数、轴距、轴重试验车辆。本案例以 45t 三轴试验车辆为例，设置如下：



车辆布载：定义试验车辆加载数量、朝向、间距，加载车道位置等信息。
本例中布置 2 列车，第一列车头朝前，一列朝后，具体布置如下：



控制断面：程序支持根据规范要求和桥梁类型自动获取关键位置控制断面，也支持自定义控制断面位置和控制参数；本例采用自定义控制断面，设置如下：

控制截面

自动获取

添加

修改

删除

编号	名称
1	控制断面1

参数

控制类型:

☒ 内力
 ☐ 位移

单元类型:

梁

单元号:

11

位置

☒ 端
 ☐ 1/4
 ☐ 1/2
 ☐ 3/4
 ☐ 另一端

内力

☐ Fx
 ☐ Fy
 ☐ Fz
 ☐ Mx
 ☒ My
 ☐ Mz
 ☐ Mb
 ☐ Mt
 ☐ Mw

最大/最小

☒ Max
 ☐ Min

工况..

试验车辆布载

编号	选择	车辆布载
1	☒	车辆布载1

试验荷载效率

最小值[η_{pmin}]

0.95

最大值[η_{pmax}]

1.05

编辑

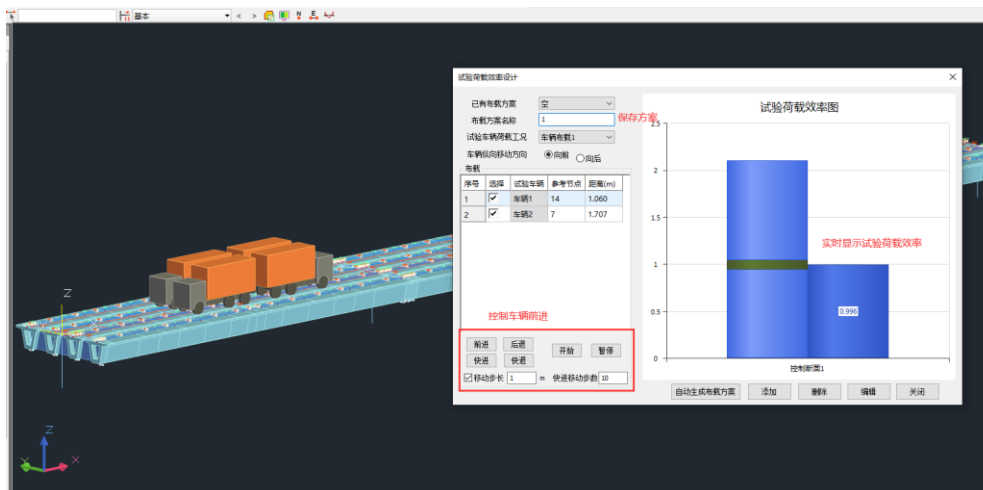
确定

关闭

荷载效率：程序通过控制断面与车辆布置信息提取计算数据并逐步计算荷载效率，直至满足规范要求的荷载效率结果出现；即可确定为试验布载方案。

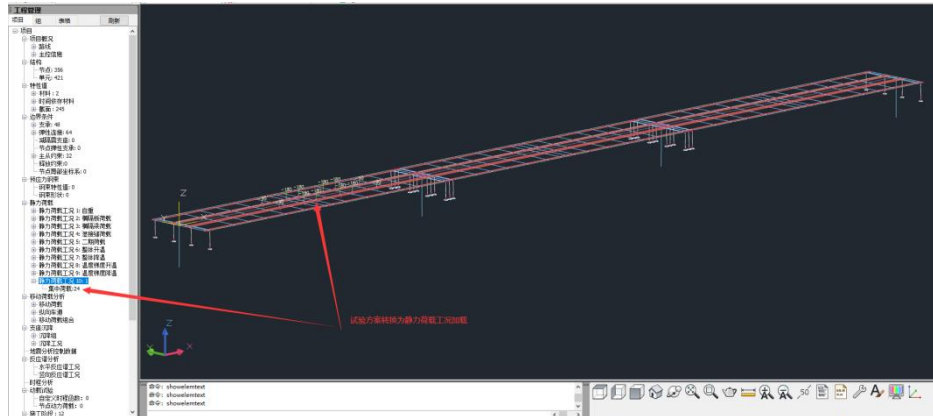
支持荷载方案的微调；支持方案自动生成。

本例方案结果如下：

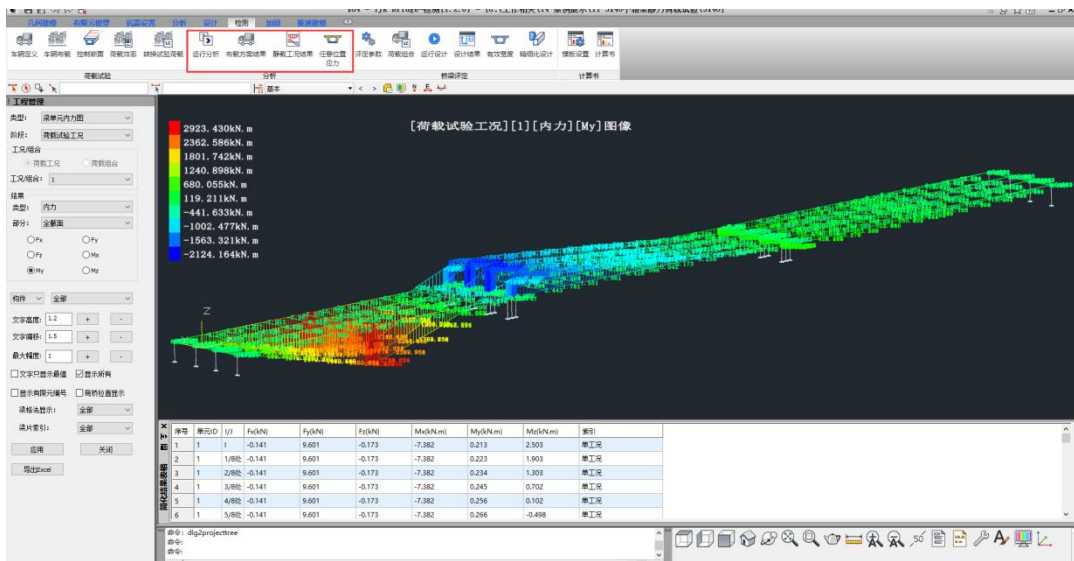


该方案试验车辆加载位置满足最大正弯矩控制断面荷载效率要求（规范要求 0.95~1.05），保存该方案为**静力荷载方案 1**。可针对不同控制断面保存多个方案。

转换试验荷载：静力荷载方案确定后，点击转换试验荷载，可自动将试验车辆轴重转换为相应静力荷载（集中力和弯矩）加载到有限元模型中，直接用于重新分析计算并进行承载能力评估。



运行分析后，可查看布载方案结果和静载试验工况下内力、位移、应力。



确定方案后可进行现场试验，根据试验结果和规范相关计算内容可求得检算系数 Z_2 ，再次进行承载能力评定，生成报告。

5. 结语

本文为检测系列文章第二篇，主要针对桥梁承载能力评定及静力荷载试验进行简要介绍。敬请期待后续更多盈建科检测内容。

盈建科桥梁软件下载链接:

<https://www.yjk.cn/article/2083/>

服务 QQ 群: 562447985