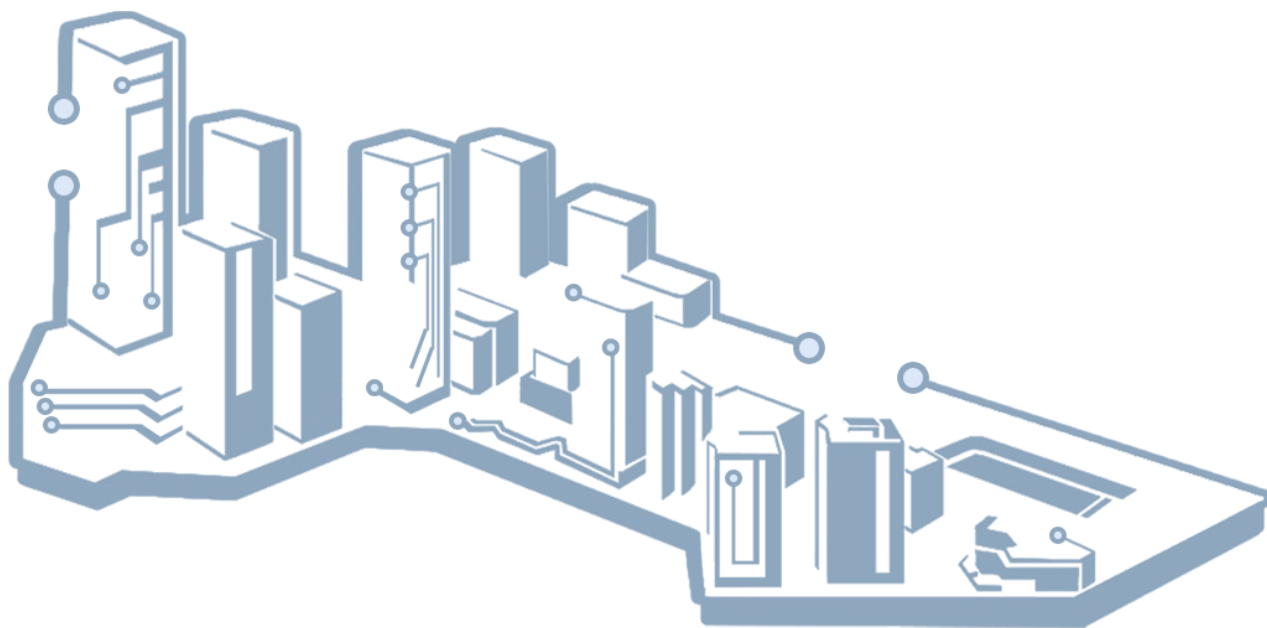


高性能有限元分析软件

GFE

——环境振动分析



杜修力院士科研团队

广州颖力科技有限公司

2023 年 09 月

V2.0

目录

1. 列车载荷作用在什么区域上?	1
2. 列车荷载是如何加载到这轨道线上的? 怎么实现对移动列车模拟的?	1
3.列车数据的含义是什么?	1
4.静轮轨力和动轮轨力有什么区别?	2
5.环境振动的阻尼如何选取?	2
6.计算结果中为何轨道与轨道板/隧道/土体脱离, 轨道位移很大而模型其它部分没位移?	2
7. 软件直接输出基于 ISO2613-1997 的 Z 振级吗? 如果需要自己处理这个数据, 数据转化步骤和方法是什么?	3
8.GFE 中 Z 振级的计算过程是怎样的?	4
9. GFE 根据不平顺计算节点上的力, 采用的是什么算法、模型?	4

1.列车载荷作用在什么区域上？

列车载荷作用在几何线上。列车载荷一般作用于轨道，在 GFE 中轨道在几何上可简化为一根线。轨道线的几何被创建后，需要创建轨道的截面属性，一般为工字梁截面。轨道线可以是直线、曲线或连续的折线，但不能是分离的两根线。轨道线可与轨道板、隧道或土体等几何进行绑定约束形成可分析的整体模型。

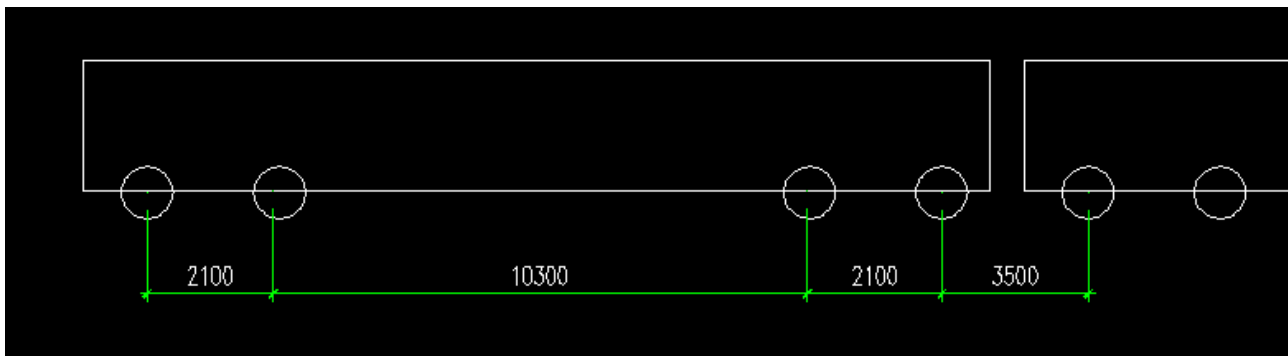
2. 列车荷载是如何加载到这轨道线上的？怎么实现对移动列车模拟的？

列车载荷设置好后，列车载荷实际上是加载到线的节点上的节点力，每个节点的力的时程都有一个幅值函数，一系列时程实现对移动荷载的模拟。加载的节点间距即为轨道线所划网格的尺寸，所以加载列车载荷前需要先对轨道线划分网格。

3.列车数据的含义是什么？

列车数据有两列，第一列为列车车厢各车轮的位置，第二列为车轮的轮轨力大小。如下图所示：

	长度 (米)	压力 (kN)
1	0	180
2	2.1	180
3	10.3	180
4	2.1	180
5	3.5	180
6	2.1	180
7	10.3	180
8	2.1	180
9	3.5	180
10	2.1	180



4.静轮轨力和动轮轨力有什么区别？

静轮轨力在时间上是恒定的常数(一条直线), 主要就是重力引起的轮轨力。动轮轨力则是静轮轨力基础上, 考虑了轨道不平顺等因素引起的震荡的轮轨力, 动轮轨力随时间变化而变化。动轮轨力更贴合列车运行的实际情况。

5.环境振动的阻尼如何选取？

对于环境振动的阻尼取值, 目前还没有一个确定的合理方式, 相关研究者也自己开发了新的阻尼形式。如果用瑞利阻尼的话, 至少能够确保我们项目关心频段的振动结果偏于保守的方案是用关心频段的频率端点值来确定两个瑞利阻尼系数。例如考虑人体感受的环境振动评价, 其量化评价指标 Z 振级是要对 1-80 赫兹的振动级进行计权分析, 这个时候为了保证这部分的结果偏于保守, 可以取 1 和 80 两个值来确定瑞利阻尼系数。

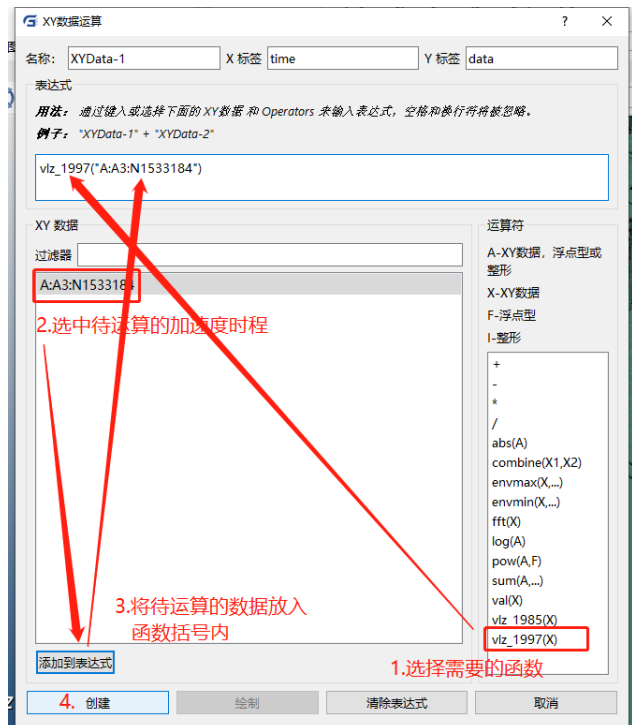
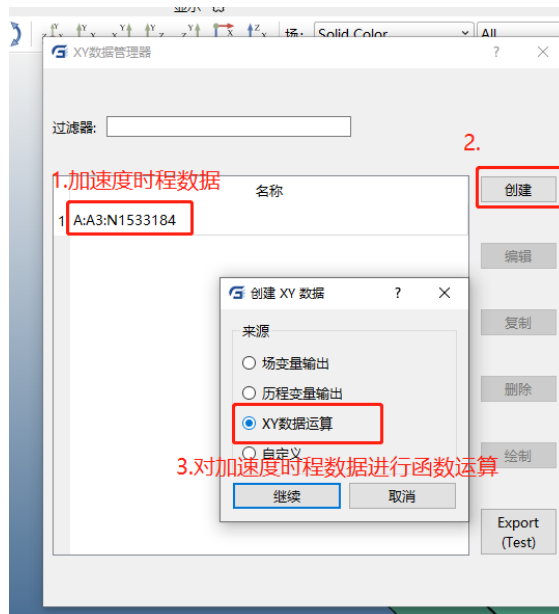
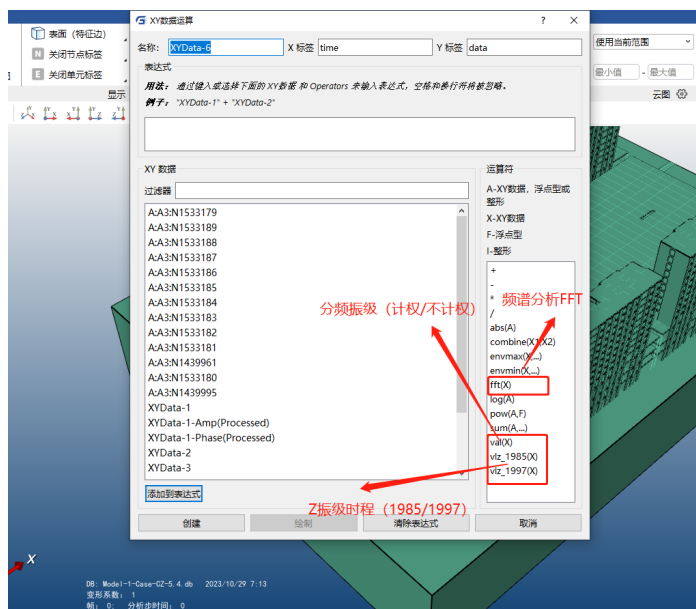
6.计算结果中为何轨道与轨道板/隧道/土体脱离, 轨道位移很大而模型其它部分没位移？

大概率为轨道与轨道板等结构没 tie 上, 可检查绑定相互作用是否设置正确:

- (1)检查相互作用的表面是否选择正确;
- (2)检查 tie 的主从面是否设置合理, 轨道线一般设置为从面;
- (3)检查位置容差 position tolerance 是否设置过小或设为了 0 值。一般位置容差值可根据网格尺寸来设置。
- (4)检查主从面网格的拓扑关系。若主从面的网格过于粗糙导致单元面严重不协调, 应考虑重新划分网格, 或加大位置容差 position tolerance 的值。

7. 软件直接输出基于 ISO2613-1997 的 Z 振级吗？ 如果需要自己处理这个数据，数据转化步骤和方法是什么？

软件已实现基于不同计算曲线（85 年和 97 年）的振级计算功能，按需选取。

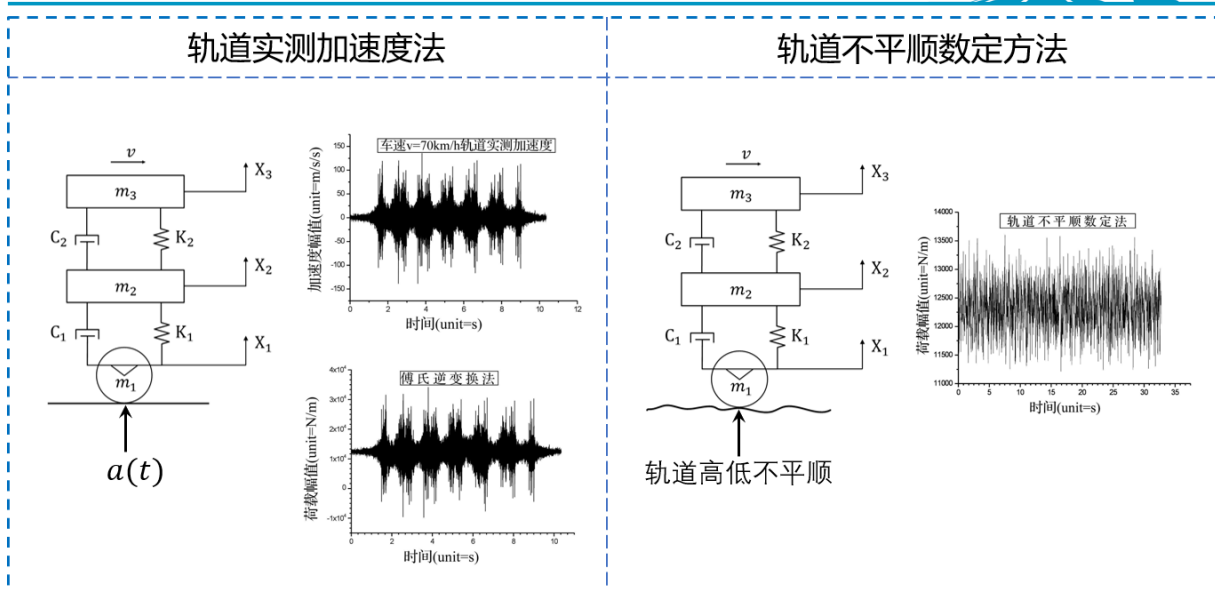


8.GFE 中 Z 振级的计算过程是怎样的？

这个 Z 振级时程实际上是对 1 到 80 赫兹的振动进行计算，对于一条加速度时程，每次只取 1s 长度数据进行各频段（1-80hz）的均方根加速度计算，最后计权合成总振级，相邻 1s 时域波形重叠率 0.9。每一个 1s 长的加速度时域子波都会计算出一个 Z 振级值。

9. GFE 根据不平顺计算节点上的力，采用的是什么算法、模型？

简化分析方法——半构架模型



3