

Midas Civil and Bridge Dr. Based Comparative Analysis for Continuous Beam Bridge Construction Monitoring

Yawei Wu, Keke Peng*

School of Transportatation and Civil Engineering & Architecture, Foshan University, Foshan Guangdong
Email: *Pengkeke8481@126.com

Received: Apr. 27th, 2017; accepted: May 11th, 2017; published: May 19th, 2017

Abstract

In order to ensure the accuracy and reliability of the construction stage data, a comparative analysis method is proposed based on two professional softwares, which are Dr. Bridge v3.0 and Midas civil2014. The continuous beam bridge's displacement and stress of maximum cantilever stage, closure stage, post construction stage are analyzed by the above two softwares, and comparative analysis is carried out simultaneously. The result shows, Dr. Bridge and Midas' analysis are of reference value and the comparative analysis method can be used in bridge construction monitoring.

Keywords

Construction Monitoring, MIDAS CIVIL, Dr. Bridge, Comparative Analysis Method

连续梁桥施工监控的MIDAS CIVIL和桥博对比分析

吴亚伟, 彭可可*

佛山科学技术学院, 交通与土木建筑学院, 广东 佛山
Email: *Pengkeke8481@126.com

收稿日期: 2017年4月27日; 录用日期: 2017年5月11日; 发布日期: 2017年5月19日

*通讯作者。

摘要

为确保施工监控各阶段数据的准确性和可靠性, 基于专业软件MIDAS CIVIL和桥梁博士的对比分析控制法被提出。对悬臂浇筑的预应力混凝土连续梁桥的最大悬臂阶段、合龙阶段、成桥阶段应力位移分别采用桥梁博士V3.0和迈达斯2014计算, 对上述两个软件的结果进行分析比较。结果表明, 桥梁博士与迈达斯仿真的计算数据均具有参考意义, 该对比分析控制法可用于桥梁施工监控。

关键词

施工监控, 迈达斯, 桥梁博士, 对比分析控制法

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 工程概况

本算例为无砟轨道预应力混凝土连续梁桥, 跨径组合为(50 + 80 + 50) m, 截面为单箱单室、变高度、变截面结构, 混凝土采用 C50, 抗压弹性模量为 3.45×10^4 Mpa, 施工方法为悬臂现浇, 合拢顺序是先边跨合拢, 再合拢中跨, 支座和跨中截面尺寸如图 1、图 2。

2. 建模思路

有限单元法是随着电子计算机的发展而迅速发展起来的一种数值分析方法。它在工程技术领域中的应用十分广泛, 几乎所有的弹塑性结构静力学和动力学问题都可用它求得满意的数值结果[1], 在桥梁结构设计电算中, 常用的软件有桥梁博士和迈达斯, 本模型采用桥梁博士和迈达斯软件对同一算例进行建模, 并对施工阶段数据进行对比分析, 以增加监控数据的准确性和可靠性。桥梁博士系统是一个集可视化数据处理、数据库管理、结构分析、打印与帮助为一体的综合性桥梁结构与施工计算系统。迈达斯是一款通用的有限元分析软件, 适用于桥梁结构、地下结构、工业建筑、机场、大坝、港口等结构的分析与设计[2], 两个软件各有优缺点, 本文迈达斯建模借鉴了葛俊颖等[2] [3] [4]思路, 桥梁博士建模引用了莫朝庆等[4] [5] [6] [7]方法。

用杆系有限元程序做结构分析时, 需将实际结构模拟成杆系系统, 因而对分析结构的力学性能必须有深入的了解, 才能正确地将结构简化为有限元模型, 这是结构分析中最重要的一环[1]。桥梁博士和迈达斯有限元模型如下。

2.1. 有限元建模

桥梁博士建立的模型如下, 共 68 个单元, 73 个节点, 其中 1-60#单元为主梁单元, 62-68#单元为挂篮单元。迈达斯建立的模型如下, 全桥共划分为 77 个节点, 60 个单元(图 3、图 4)。

2.2. 桥梁博士和迈达斯建模共同点

为结果具有可比性, 两软件梁段划分长度相同, 截面输入均采用相同 CAD 截面文件导入, 施工阶段, 荷载类型及施加时间的施加等基本一致。

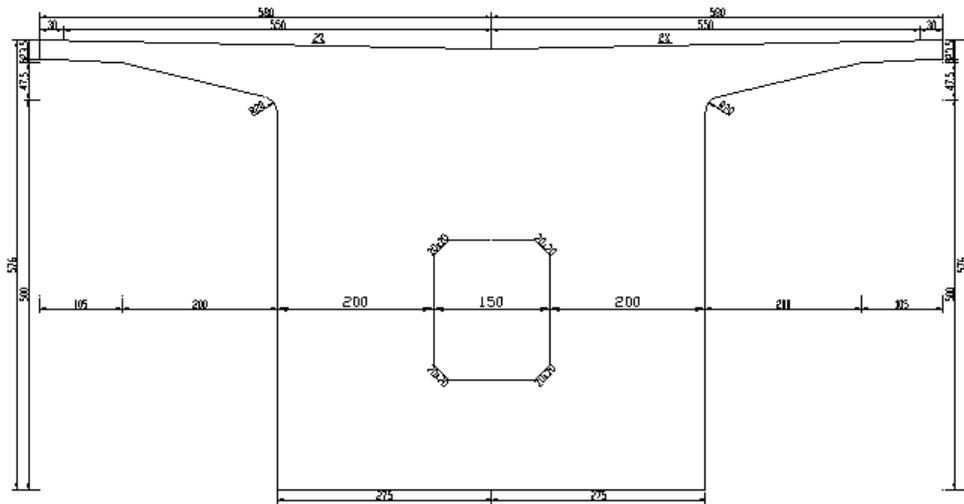


Figure 1. Bearing Section (unit: cm)
图 1. 支座处截面(单位: cm)

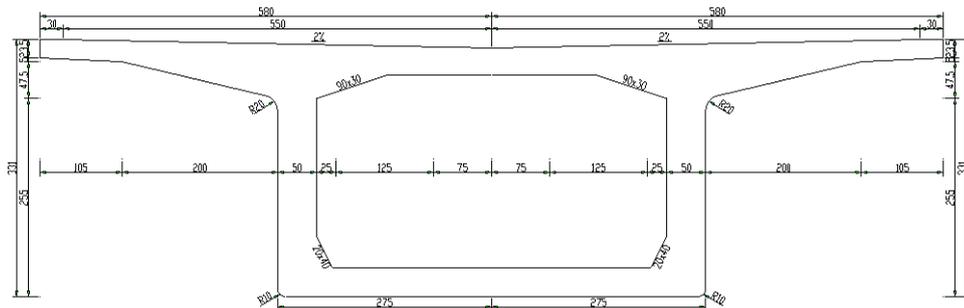


Figure 2. Mid-span Section (unit: cm)
图 2. 跨中截面(单位: cm)



Figure 3. Dr. Bridge's boundary Conditions
图 3. 桥梁博士模型

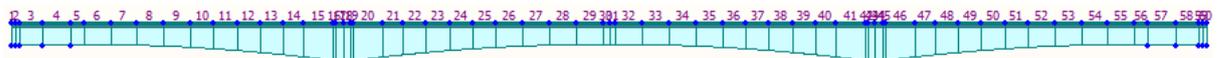


Figure 4. Midas's boundary Conditions
图 4. 迈达斯模型

2.3. 桥梁博士和迈达斯建模不同点

桥梁博士和迈达斯在建模不同点如下:

1) 挂篮模拟

桥梁博士挂篮模拟如图 5 所示。

桥梁博士挂篮模拟为简支梁体系, 定义全局挂篮和阶段挂篮操作, 阶段挂篮操作如下: 第 n 阶段模拟挂篮安装, $n+1$ 阶段挂篮加载, $n+2$ 转移锚固, 安装单元和拆除, 挂篮荷载模拟是通过吊点 1 和吊点 2 的自重节点力来实现; 迈达斯中挂篮的模拟通过节点荷载施加集中力和弯矩来实现。

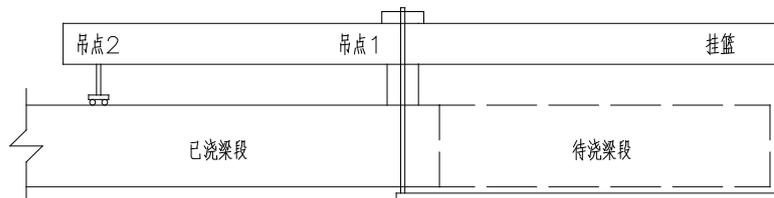


Figure 5. Defining hanging basket

图 5. 桥梁博士定义挂篮

2) 钢束几何形状的输入

桥梁博士软件主要用与直线桥梁的平面设计计算，故在钢束的几何形状的输入中忽略钢束的平弯，迈达斯钢束形状平弯和竖弯均输入。

3) 混凝土湿重的模拟

桥梁博士通过安装单元杆件前插入一个施工阶段模拟湿重，迈达斯通过施加节点荷载来模拟，在相应的节点上施加直方向的桥梁段湿重和按偏心距离为 2.5 m 计算的 y 方向弯矩。

3. 数据分析

3.1. 最大悬臂阶段分析

如图 6、图 7 所示，最大悬臂阶段应力结果中，桥梁博士上缘应力结果比迈达斯计算结果大，下缘应力中迈达斯计算结果比桥梁博士结果大；最大悬臂阶段位移中，两软件计算结果基本吻合，支座处位移为 0，两悬臂端处位移最大，由于预应力钢束的输入使梁体产生向上的挠曲，与实际情况吻合。

3.2. 合拢阶段分析

如图 8、图 9 所示，合拢阶段应力结果比较，单元上缘应力中桥梁博士计算结果比迈达斯计算结果大，单元下缘应力中迈达斯计算结果比桥梁博士计算结果大。两软件计算结果均为出现拉应力，由于体系转换，桥梁约束增加，桥梁应力增大，与实际情况吻合；合拢阶段位移数据，桥梁博士与迈达斯计算结果基本吻合，数据相差较小。

3.3. 成桥阶段分析

如图 10、图 11 所示，成桥阶段单元上缘应力和下缘应力中迈达斯计算结果比桥梁博士计算结果小，但相差不大，最大应力均出现在支座附近，计算结果具有可比性。

由成桥阶段位移图 12、图 13 知，实测位移均小于两软件计算的结果，由邵旭东等[8]知浇筑过程中，混凝土质量不断增加，挂篮设备的伸臂发生弹性变形 δ_{1g} ，这也使得底模板前段的高程也发生同样变形值 δ_{1g} ，故实测值比软件模拟较小，因此在施工现场需与相关负责人通过调整挂篮吊带来解决该问题，以使设置的预拱度更合理。

桥梁博士、迈达斯数据存在差异。由于两软件钢束形状及徐变系数的算法式不一致，现对桥梁博士和迈达斯软件在成桥阶段预应力效应和徐变效应产生的位移进行分析，如图 12 和图 13。

通过以上数据知预应力效应相对徐变效应而言对成桥阶段位移影响较大。产生该结果的原因：桥梁博士是以平面杆系进行设计，忽略了预应力钢束的平弯数据，钢束平弯信息的缺省，会对钢束的永存应力，钢束引申量等结果产生影响；挂篮模拟自重产生的位移是没有计入，并且在下个阶段转移过程中也没有计入该部分的影响，从而导致成桥时桥梁的挠度值较大，当采用该方式建模时可以选择迈达斯计算的结果。同时两个软件模拟混凝土湿重方法有所不同，这个可能其中一个原因。

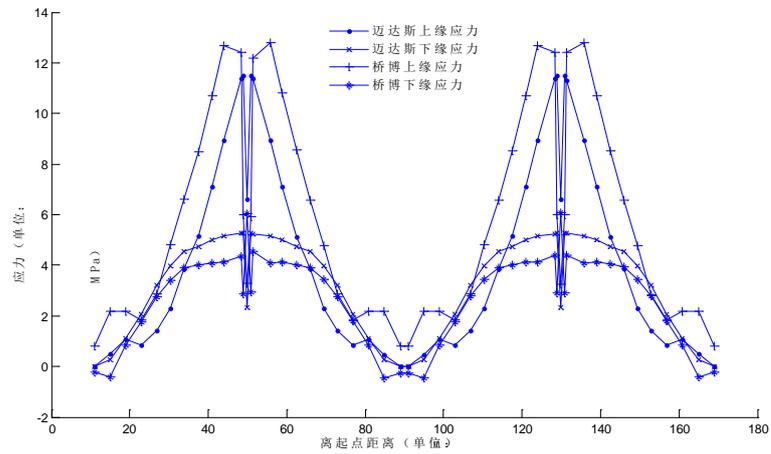


Figure 6. The stress of maximum cantilever stage

图 6. 最大悬臂阶段应力

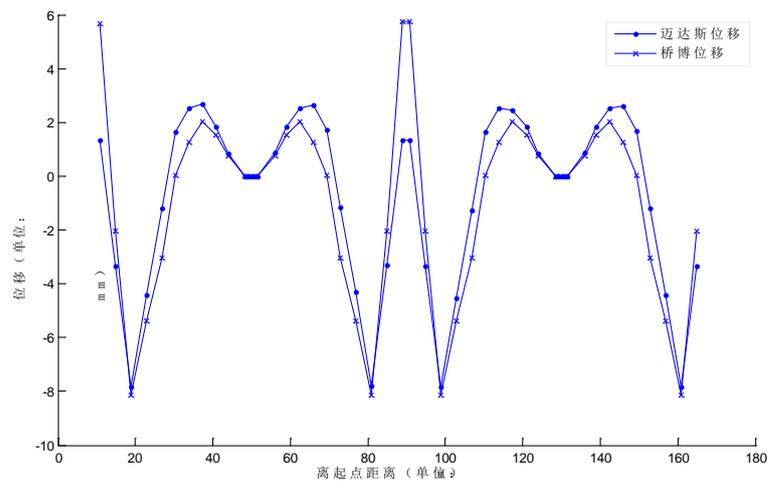


Figure 7. The displacement of maximum cantilever stage

图 7. 最大悬臂阶段位移

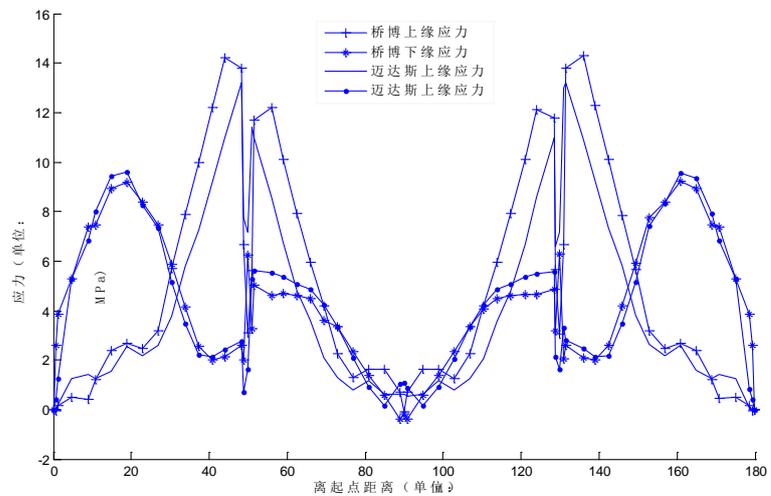


Figure 8. Shut stage stress

图 8. 合拢阶段应力

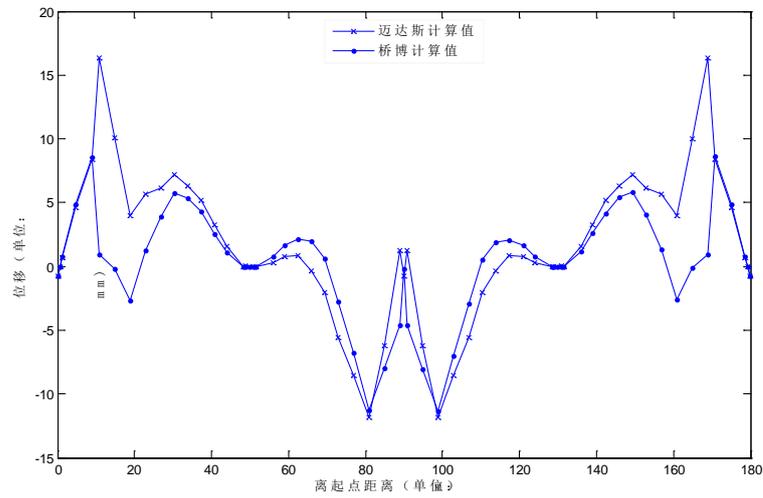


Figure 9. Shut stage displacement
图 9. 合拢阶段位移

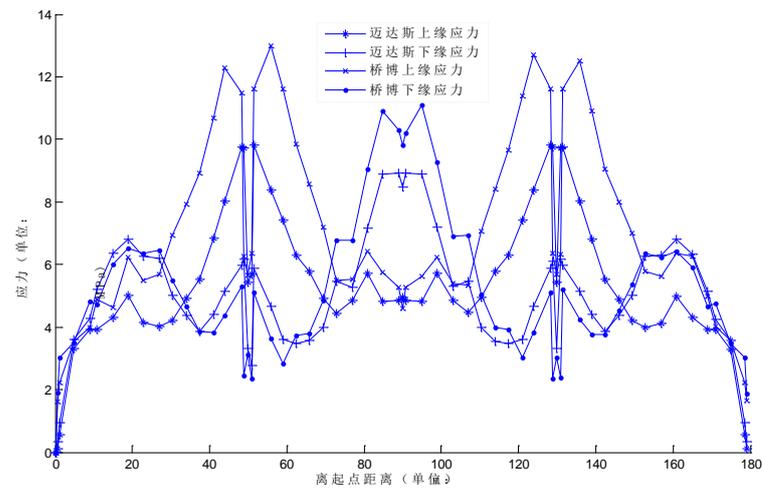


Figure 10. The stress of finished stage
图 10. 成桥阶段应力

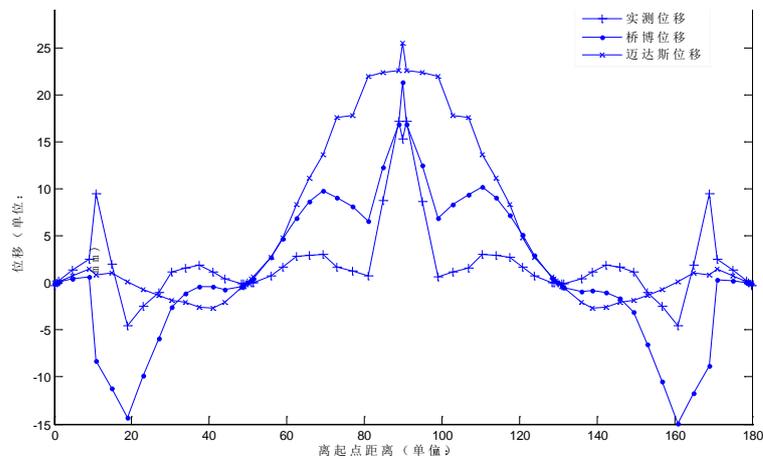


Figure 11. The displacement of finished stage
图 11. 成桥阶段位移

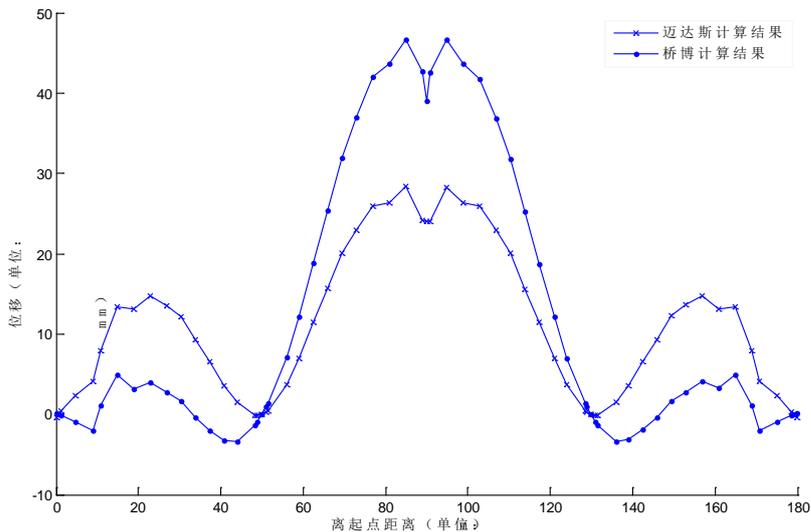


Figure 12. The prestressed displacement in finished stage
图 12. 成桥预应力位移

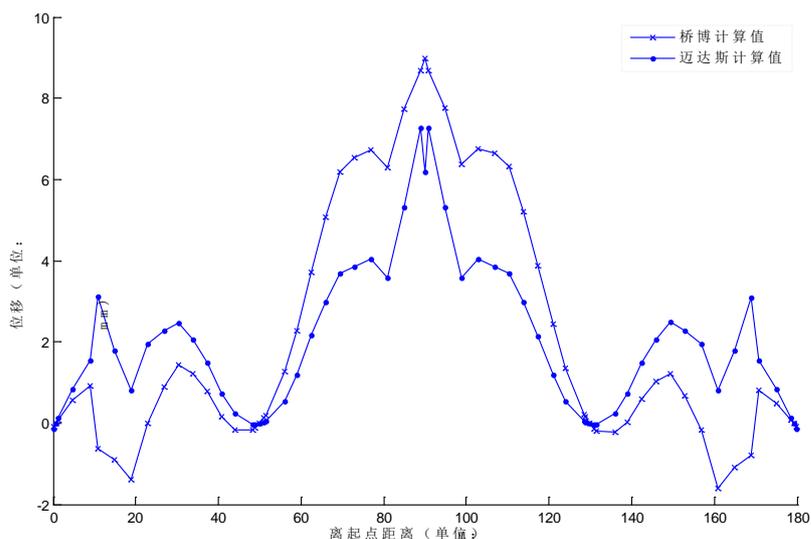


Figure 13. The creep displacement in finished stage
图 13. 成桥徐变位移

通过最大悬臂阶段、合拢阶段应力分析比较知, 桥梁博士应力值基本大于迈达斯, 与上述成桥阶段位移分析得到的原因与结论一致。以上数据可得各阶段主要应力为压应力, 知该工程预应力荷载达到要求。

3.5. 最大应力分析

最大悬臂阶段、合拢阶段、成桥阶段最大应力值如表 1。

桥梁在施工阶段过程中的应力数据为: 在有限元模型计算结果最中, 桥梁博士施工阶段最大应力为 14.30 mpa, 迈达斯最大应力为 13.20 mpa, 两者误差为 7.5%, 由《铁路桥涵设计基本规范》[9]知抗裂荷载下主压应力 $\sigma_{cp} \leq 0.60f_c = 0.60 \times 33.5 = 20.1$ mpa 抗裂荷载下主拉应力 $\sigma_{tp} \leq f_{ct} = 3.10$ mpa, 运营荷载下压应力 $\sigma_c \leq 0.50f_c = 0.50 \times 33.5 = 16.75$ mpa, 运营荷载下拉应力 $\sigma_{ct} \leq 0$ 应力均满足设计规范要求。

Table 1. The maximum stress (unit: MPA)**表 1.** 最大应力(单位: MPA)

软件 \ 阶段	最大悬臂阶段最大应力	合拢阶段最大应力	成桥阶段最大应力	平均值	误差百分比
迈达斯	11.50	13.20	11.10	11.93	7.5%
桥梁博士	12.8	14.30	11.60	12.9	

注: 压应力为正, 拉应力为负, 上述各阶段应力正负含义同此处。

4. 结论

1) 通过有限元软件模拟了该桥的整个施工阶段过程, 计算了主要施工阶段的应力和位移, 为施工单位提供了准确的立模标高, 确保合龙能够顺利进行; 该桥在各阶段应力, 挠度均符合相应规范, 两软件模拟结果误差在工程范围允许内, 可为同类桥梁提供参考。

2) 总结了两软件在建模的不同点, 两软件对施工过程及荷载的加载方式模拟的方法不一样, 分析了两软件结果出现差异的原因。

论文对悬臂浇筑的预应力混凝土梁桥的最大悬臂阶段、合拢阶段、成桥阶段应力位移分别采用桥梁博士 V3.0 和迈达斯 2014 计算, 对上述两个软件的结果进行分析比较, 分析过程和分析结果较为合理, 该对比分析控制法可用于桥梁施工监控项目参考。

参考文献 (References)

- [1] 彭卫, 王银辉. 桥梁结构电算原理与软件应用[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2013.
- [2] 葛俊颖. 桥梁工程软件 midas Civi 使用指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2013.
- [3] 邱顺冬. 桥梁工程软件 midas Civi 应用工程实例[M]. 北京: 人民交通出版社, 2016.
- [4] 莫朝庆. 预应力混凝土徐变理论解与常用软件结果对比分析[J]. 中国西部科技, 2014(8): 45-48.
- [5] 杨奇, 冷伍明, 聂如松, 等. 大跨径预应力混凝土连续刚构桥施工监控分析[J]. 铁道科学与工程学报, 2010, 7(1): 11-15.
- [6] 尚云飞. 连续梁桥悬臂施工转换对合拢段内力分析[J]. 低温建筑技术, 2010, 32(6): 59-60.
- [7] 林桂萍. 大跨径混凝土连续梁桥施工控制技术[D]. [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2012.
- [8] 邵旭东. 桥梁工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2014.
- [9] 铁道第三勘察设计院. TB10002.1-2005. 铁路桥涵设计基本规范[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ojtt@hanspub.org