

无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术研究

Research on Linear Control Technology of High Speed Railway Bridge with Ballastless Track

马民杰 路秋兰 赵红

Minjie Ma QiuLanLu Hong Zhao

河北石家庄石家庄理工职业学院 中国·河北 石家庄 050000

Shijiazhuang Institute of Technology, Shijiazhuang, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

摘要: 本文将基于灰色控制理论和自适应控制方法对无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术进行分析研究,并以某特大桥跨四环主桥为例,结合工程项目的实际特点,介绍无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术的具体应用。

Abstract: In this paper, the linear control technology of ballastless track high speed railway bridge is analyzed and studied based on grey control theory and adaptive control method. The concrete application of linear control technology of ballastless track high speed railway bridge is introduced.

关键词: 无砟轨道; 高速铁路; 桥梁线形控制

Keywords: Ballastless track; High-speed railway; Bridge alignment control

DOI: 10.36012/etr.v2i9.2653

随着高速铁路的逐步普及应用,传统的有砟轨道铁路逐渐难以满足铁路运输安全性、稳定性以及舒适性要求,进行无砟轨道铁路建设已经势在必行。相对于传统有砟轨道铁路来说,无砟轨道高速铁路对于建设质量和进度要求都非常高,需要在实际施工过程中通过线性控制技术进行质量和精度控制。因此,无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术将有着极为重要的现实意义。

1 无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术

1.1 灰色控制理论

所谓灰色控制理论,就是对现有数据信息进行加工处理,然后通过灰模型对工程项目区域施工发展变化情况进行预测分析。在线形控制技术中灰模型主要是指GM(1,N)模型,此种模型主要用于对各种变量的动态关联性进行模拟分析,可以为高阶系统建模提供更为合理数据基础支持,但却不适用于对未来变动的预测,若是想要通过灰模型对未来变动进行合理预测,只能通过单变量模型进行,即通过GM(1,1)模型进行预测^[1]。通过灰色控制理论对无砟轨道高速铁路桥梁线形变化情况进行有效预测时,通常会选择高速铁路桥梁各阶段的变形量和预拱度调整量作为灰模型的原始数据。

1.2 自适应控制方法

通过有限元计算模型进行仿真模拟时,若是出现预应

力混凝土桥梁在施工过程中出现受力状态无法达到设计目标情况,那么通常原因在于有限元计算模型中所采用的诸如混凝土弹性模型、混凝土材料配合比、徐变系数等数据与实际工程施工过程中的相应参数存在一定的差异性。在进行参数调控过程中,想要获取较为精准有效的控制调整量,就必须以工程项目实测中的结构反应情况,对有限元计算模型中的相关参数进行修正完善,进而促使有限元计算模型能够根据实测结构反应进行有效磨合,最终自适应实测结构反应的相关力学规律。自适应控制方法的实际原理如图1所示。

基于自适应控制方法,将可以有效确定无砟轨道高速铁路桥梁有限元计算模型分析过程中初期影响较小的误差进行自适应修正,促使计算参数得到有效保障,最终为后续施工控制提高重要支持。

2 无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术的应用

某特大桥跨四环主桥为京津城际铁路工程的重要组成部分,大桥主桥采用预应力混凝土连续桥与中孔钢管混凝土加劲拱组合结构体系;软体采用变高度单箱双室,中部支点位置梁高为7.0m,跨中长度为10.0m,边跨长度为6.75m,桥梁高度为3.5m。由于大桥采用的加劲拱,所以梁体的整体刚度相对较小,大桥悬臂将可能会在施工过程中出现较大

【作者简介】 马民杰(1983~),女,河北沧州人。

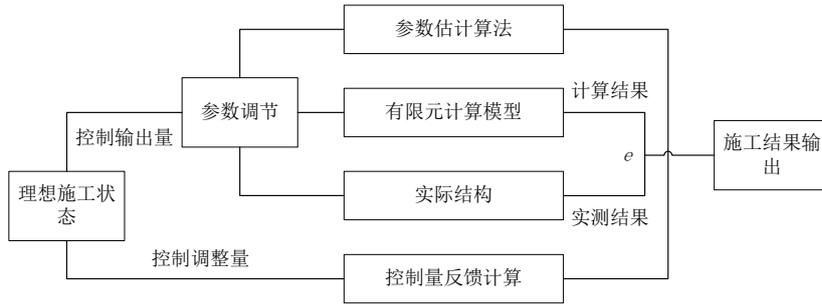


图1 自适应控制方法基本原理图

挠度问题,采用传统分析技术难以对大桥线形进行有效控制。针对此种情况,最终在综合考虑分析后选用无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术作为桥梁的线形控制技术。

3 工程特点

项目工程属于大跨度梁式桥,此类桥梁通常会设置有悬臂,在实际施工过程中需要对桥梁结构形式进行充分考虑分析,然后制定合理的合拢顺序和预应力张拉顺序来控制桥梁的累计位移以及预拱度。项目工程作为不对称桥梁,其与常见的浇筑连续桥有着较大差异性,具体表现为项目工程中跨悬臂长度较大,桥梁梁体竖向刚度不足,并且桥梁上设置有张拉吊杆的横隔板,该些特征促使项目工程的整体结构与常见浇筑连续桥的整体结构也有着诸多区别,实际施工顺序应结合项目工程的实际情况进行合理确定,不应在施工中完全沿用过往工程的施工顺序。项目工程实际施工中所采用的施工顺序为:悬臂施工到14#块→边跨支架现浇段浇筑→边跨现浇段支架拆除→中跨15#、16#施工→合拢→临时支撑拆除→边跨支座安装→吊杆张拉→桥面系施工^[2]。

相比较常见浇筑连续桥来说,项目工程在施工过程中所发生的位移幅度更大,此种情况不仅会影响到大桥整体稳定性和质量,而且还会增加后续施工难度。然而对于浇筑连续桥来说,若是已完成施工段出现施工误差情况,那么就只能够通过张拉预应力束进行调节,并且实际调整量幅度也相对较小,还可能会影响桥梁整体性能。因此,通常梁体在出现线形误差情况后,便难以进行有效解决,只能够对误差问题进行保留,然后通过其他方面加强梁体的整体稳定性和质量。而对于未完成施工的桥梁端则可以通过调整立模高层的方式对已施工桥段所存在的误差情况进行合理调整,不过若是误差问题相对较大,那么便需要通过多个桥梁端进行共同调整才能够对误差问题进行解决,此种情况也将会增加后续施工难度。因此在实际施工过程中,必须要对梁体线形进行有效控制,降低后续施工难度,提高施工质量。

4 灰色控制理论与自适应控制方法的联合应用

在实际施工过程中,可能会对项目工程线形在此影响的相关因素有很多,常见的影响因素包括周边环境温度、湿度等。在这些因素的影响下,项目工程的线形变化通常是持续进行的,此变化在联合控制方法中则可以视作为一种随机灰色过程,所以可以通过灰色控制理论进行研究分析。不过在实际应用过程中,为确保结果的精准性和有效性,必须要将控制理论值和实测值共同构建误差序列,并以此为原始序列,构建单变量模型,且在模型计算过程中要时刻保持每补充一个新值,便去除掉一个最老值,进而提高预测结果的精准度^[3]。在对项目工程进行联合控制时,将会选用项目工程的各阶段梁体变形量和预拱度调整量作为灰模型的原始数据序列。而自适应控制方法主要应用于梁体的参数估计,即只通过最小二乘法来对梁体参数进行预测分析,最终与灰模型得出的预测结构进行对比,确定梁体线形控制效果。

5 结语

本文基于灰色控制理论和自适应控制方法对无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术进行分析研究,并以某特大桥跨四环主桥为例,结合项目工程的实际特点,确定线形控制技术具体应用。通过实践表明,本文所分析的无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术具有良好的应用成效,值得在当今无砟轨道高速铁路桥梁施工中进行普及应用。

参考文献

- [1] 褚卫松,魏周春.高速铁路大跨桥无砟轨道不平顺管理波长及施工误差研究[J].铁道标准设计,2020,064(006):37-41.
- [2] 王安琪,姜恒昌,张光明,等.高速铁路大跨度连续刚构梁桥预拱度设置对无砟轨道的影响研究[J].铁道标准设计,2020,064(004):73-76.
- [3] 王立朋.无砟轨道高速铁路桥梁线形控制技术研究[J].建筑技术开发,2018,045(016):51-52.