

Analysis and Calibration on Curve Track Inertia Mileage Error in Urban Rail Transit

Qiang Wu

Maintenance Management of Shanghai Metro Co. Ltd., Track & Civil Facility Branch Company, Shanghai
Email: wuqiang@metro.sh.cn

Received: Apr. 26th, 2018; accepted: May 10th, 2018; published: May 17th, 2018

Abstract

Track Inspection Car has been an effective automation tool to measure track geometric status in urban rail transit, and the accuracy of mileage affects directly the analysis of the location and its counter-measurement of track irregularity. In Shanghai Metro, the mileage of curves inspected by track inspection car is found to be different from the actual mileage recorded in document. In order to explore the reasons and change rules of such error, some analysis is carried out in this paper, and an automatic calibration model and its calculation method are put forward. Large amount of data analysis result shows that the method is correct, reliable and useful.

Keywords

Urban Rail Transit, Curve, Track Inspection Car, Mileage Displacement, Calibration

城市轨道交通曲线轨检里程惯性偏差分析与校正

吴 强

上海地铁维护保障有限公司工务分公司, 上海
Email: wuqiang@metro.sh.cn

收稿日期: 2018年4月26日; 录用日期: 2018年5月10日; 发布日期: 2018年5月17日

摘 要

轨检车已经成为一种高效的城市轨道交通轨道几何状态的自动检测工具, 检测里程的准确性直接影响轨道几何状态不良的定位和相应的处理策略。本文针对上海轨道交通轨检车检测数据的分析中存在的曲线

里程与其物理里程不一致的现象,为探究其产生原因和规律,开展了数据对比分析,并据此,提出了一种曲线里程自动校正模型和计算方法。实践应用分析表明,模型及其方法正确、可靠,具有一定的应用价值。

关键词

轨道交通, 曲线, 轨检车, 里程偏移, 校正

Copyright © 2018 by author 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. 引言

轨道几何状态的好坏,对行车安全和舒适性影响很大,因此,轨道几何状态的检测与管理也越来越受到重视[1]。轨道几何状态的检测手段主要有手工检测、静态检测仪检测、动态检测车检测等三种。前两者检测手段受检测效率的限制,无法满足快速行车的检测要求,因此,除定点重点检查复核外,大面积的普查性质的作业逐渐被动态检测车所取代。动态检测车检测具有检测行驶速度快、检测效率高、精度满足要求等特点,故,已经成为铁路及城市轨道交通工务维护和管理的必需配置[2]。

轨检车使用初期,普遍存在检测里程与设备真实里程不一致的情形,经过系统硬件更新和软件系统改进,以及采用GPS定位实现里程校正等方法,基本解决了此类问题[3]。

上海市城市轨道交通的轨道状态检测车在使用过程中,发现在曲线地段存在一定的检测偏差,即检测车定位的曲线与相应的曲线设备数据信息存在较大的里程和长度上的偏差,典型数据汇总如表1所示。

如果直接以存在里程偏差的曲线数据开展轨道几何状态的评价、曲线状态评估,乃至制定曲线的养护维修方案,均无法保证现场养护维修的成效,也会给行车安全带来隐患。因此,应尽快消除上述曲线里程偏差,确保基础数据的准确性和可靠性。故,通过进一步提高检测车里程定位的技术外,探索其他手段减小这种影响也是必需的。作者在通过分析大量的轨道几何状态数据,提出了一种轨检车曲线地段里程校正的方法。

2. 曲线里程校正算法的提出

大量轨道几何不平顺的数据分析表明,在一定的时间内,随着运量的增加,其轨道几何不平顺有逐

Table 1. Typical curve mileage deviation data

表 1. 典型的曲线里程位置偏差数据

检测时间	起点里程	终点里程	起点里程差	终点里程差	曲线长度差	备注
-	10.787	10.121	0	0	0	曲线实际里程
2017.01.29	10.832	10.112	45	-9	-54	检测里程
2017.03.15	10.832	10.111	45	-10	-55	检测里程
2017.06.01	10.836	10.113	49	-8	-57	检测里程
2017.06.26	10.838	10.116	51	-5	-56	检测里程
2017.08.03	10.82	10.096	33	-25	-58	检测里程

渐恶化的趋势。但是,这种恶化的过程是非常缓慢的,如果未进行线路养护维修,其轨道几何不平顺的变化趋势基本一致。基于此,对曲线的检测里程进行校正是可行的。

取某次曲线地段轨道几何状态检测数据,以曲线起点前 50 m 为基点,向曲线外侧选择一定长度范围(如,1 m 等)内的检测数据(通常为每米内 4 个测点),计算其轨道几何状态数据偏差的平均值,并以此数值为中心绘制水平直线,记为直线 0;然后选择起点缓和曲线的中心,亦向前后分别选取一定长度范围(如,1 m 等)内的检测数据(通常为每米内 4 个测点),直线拟合其变化趋势,记为直线 1;计算直线 0 和直线 1 的交点里程,则此计算交点里程为该地段曲线起点里程。同理,可计算出该地段曲线终点里程。计算原理如图 1 所示。

3. 曲线里程校正步骤

为更好地实现曲线里程的校正,可按四个步骤完成,即轨道几何状态检测数据的预处理、校正基础信息库的建立、曲线里程校正和曲线地段轨道几何状态检测数据里程校正。下面,分别对这四个步骤加以简要分析。

3.1. 检测数据预处理

受检测条件限制,检测数据中或多或少存在一些明显的偏差,如数据漂移、数据缺失等。为保证里程校正结果的准确性和可靠性,需首先完成检测数据的预处理,剔除显性误差。

预处理包括去除数据的整体纵向漂移、数据缺失的补充等。本文批量计算前分别采用线性插值的方法逐点补充缺失里程点的轨道几何状态数据,同时,采用移动平均法消除检测数据的整体纵向漂移问题,去除因检测仪器及使用不恰当所产生的趋势项[4] [5] [6]。

3.2. 校正基础信息库的建立

在进行曲线里程校正前,需设定一个“校正基础信息库”。校正基础信息库主要保存线路各曲线的物理里程。原则上应选取最近一次勘测的最新设备里程数据,以确保被验证信息的准确性、一致性。

3.3. 曲线里程校正

按照曲线里程校正算法,配置适合的校正参数,计算每组曲线的特征点里程。

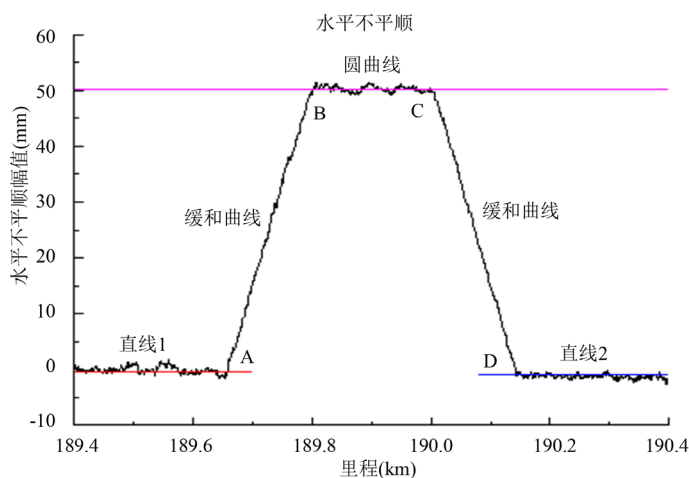


Figure 1. Curve mileage correction algorithm schematic
图 1. 曲线里程校正算法示意图

3.4. 曲线地段轨道几何状态数据的里程校正

根据校正后的曲线起点和终点里程，校正曲线范围内各测点的里程，形成统一贯通的曲线地段轨道几何状态数据。至此，完成了曲线地段的所有里程校正工作。

需要说明的是，根据曲线地段各单项轨道几何状态数据特征，宜采用曲率或水平数据作为计算数据源。其他各单项轨道几何状态数据依此里程进行相应的调整。

综上各步骤，选定待校正的数据文件、校正基础信息库，通过自编软件即可自动完成曲线里程校正和相应的各项轨道几何状态数据里程校正[7]。其流程汇总如图 2 所示。

4. 曲线地段里程校正结果及其分析

为验证曲线地段里程校正算法的可靠性和有效性，根据前述原理，利用 Visual Studio2008 开发平台(C#)编制了一个曲线地段轨道几何不平顺检测数据里程校正程序，并选取了大量的实际检测数据，进行了计算与分析。

典型的计算结果如图 3 所示。

多次测试结果表明，经过里程校正后，在经过大修的区段，曲线地段里程识别精度显著提高，且相邻两次轨道几何不平顺检测数据的变化趋势吻合度也大大提高。同时，也验证了本文所提出的算法的有效性和可靠性。

5. 小结

曲线特征点里程的精准识别与校正，提高了城市轨道交通轨道检测车的作业品质，确保了轨道几何状态数据能准确反映曲线状态，这是科学指导现场养护维修的基础。计算与分析程序的编制，实现了曲

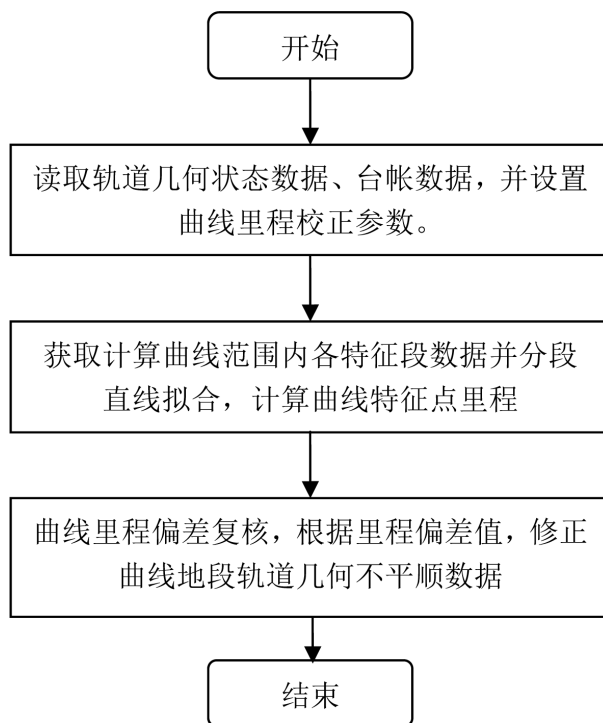


Figure 2. Flowchart of the curve segment mileage correction algorithm

图 2. 曲线地段里程校正算法的流程图

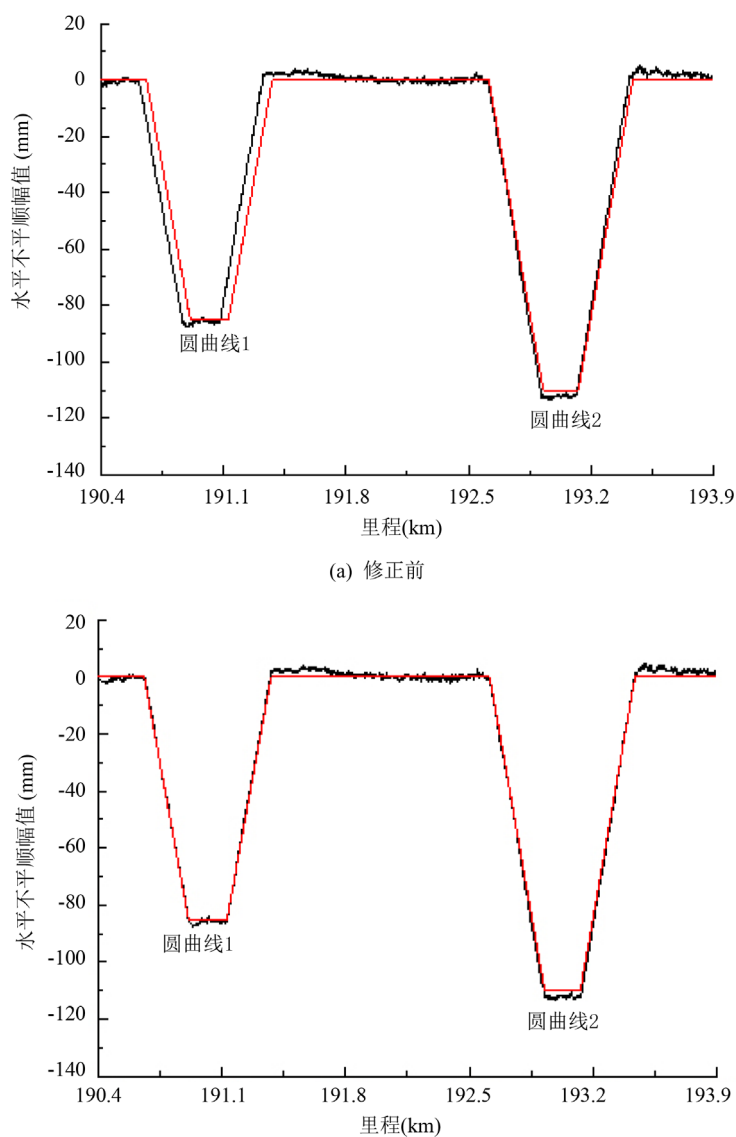


Figure 3. Curve mileage calculation example
图 3. 曲线地段里程校正算例

线里程的自动校正，减少了后期人工核对处理的工作量，提高了数据处理效率，为大量轨道几何状态数据的分析与应用提供了可靠、高效的手段。

参考文献

- [1] CEN (2004) prEN13848-1:2003 Railway Applications-Track-Track Geometry Quality-Part 1: Characterization of Track Geometry. CEN, Brussels, Belgium.
- [2] O'Brien, D.K. (2005) Optimal Estimation and Rail Tracking Analysis. Dissertation, University of Massachusetts Lowell, Lowell, Mass.
- [3] 邓学通, 叶一鸣. 准高速轨检车检测原理及应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- [4] 赵钢. TIC-MIS 开发和应用[D]: [硕士学位论文]. 北京: 铁道部科学研究院, 2001.
- [5] 隋国栋, 李海锋, 许玉德. 轨道几何状态检测数据里程校正算法研究[J]. 交通信息与安全, 2009(12): 18-21.

- [6] 游堃. 轨道几何状态数据里程偏差校正模型及其应用[D]: [硕士学位论文]. 上海: 同济大学, 2016.
- [7] 同济大学. 《轨道几何状态质量专家评价系统的研究》研究报告[R]. 同济大学城市轨道交通与铁道工程系, 2006.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2326-3431, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ojtt@hanspub.org