

高速铁路无砟轨道精测数据问题及优化措施研究

常 亮

成都睿徕乾坤工程技术有限公司 四川成都 610000

【摘要】随着高速铁路事业的快速发展,无砟轨道线路已经成为我国高铁的主要构成部分,为了切实保证无砟轨道施工的精确性,需对其进行准确的监控和测量,利用精测数据结果有效对轨道施工中出现的偏差进行处理,切实保证无砟轨道的平顺性。本文将围绕高速铁路无砟轨道精测进行深入探究,通过分析无砟轨道精测精调技术,以及精测数据常见问题,重点探究无砟轨道精测优化措施,以期能够显著地提高轨道的平顺性,优化铁路的运行效率。

【关键词】高速铁路;无砟轨道;精测数据;优化措施

引言

无砟轨道作为以混凝土、沥青混合料等为主材的轨道结构,相比传统的有砟轨道更具安全性和耐久性,能够有效地避免车辆运行中散粒随时的飞溅。为了进一步保证无砟轨道的平顺性,需在其施工过程中进行精测精调,尽量降低施工误差,保证施工精度,避免留下隐患。文中借助成兰铁路无砟轨道建设为例,具体阐述了精测优化措施的应用。

1 无砟轨道精测精调技术

1.1 概述

无砟轨道精测精调技术主要是利用轨道测量仪对无砟轨道的几何参数进行测量,对轨道的平顺性进行研究的技术。其能够对无砟轨道的几何不平顺进行有效的检测,采用静态测量的方式,对轨道的几何不平顺性进行检测。精调检测主要是仪器检验,虽然速度较慢,但可得到绝对坐标,并通过坐标与设计资料参数的比对,得到轨道的平面位置偏差以及高程绝对偏差等,便于为无砟轨道的精调作业提供数据参考。现阶段国内常用的精测设备仪器有:

(1) POS定位系统。该系统作为最常用的轨道测量设备,其集成了GPS+GLONASS的功能,能够实现cm级别的精度定位,能够针对无砟轨道的平整度进行校验,并提供坐标模拟。(2) 激光测量仪。该设备是无砟轨道测量中的高精度快速测量仪器,其能够利用激光进行快速的扫描,并获得高精度的测量结果。(3) 慢速车测量仪。该设备主要运用轨道的弯线处测量,或较为特殊的施工现场环境,可形成与轨道列车的通感行驶,并记录测量数据,被广泛应用于轨道位置的微调^[1]。

1.2 技术特点

该技术在实际应用中的主要优势特点为:(1) 操作简便。运用无砟轨道测量技术对轨道几何结构和平顺度进行测量,只需借助搭建的测量控制网,即可按照规范完成测量工作。(2) 安全高效。在技术应用中,可在测量中全程

加密完成测量,切实保证测量数据的安全性。另外,通过该技术的应用,能够对施工现场形成严密的监控,有效地避免无砟轨道施工质量的差异性,降低施工问题的发生概率。(3) 精准测量。通过无砟轨道测量技术的运用,能够为施工提供准确的数据,便于对轨道进行微调,提高施工效率,降低施工难度,切实保证轨道质量。

1.3 技术原理

该技术在对无砟轨道进行检测的过程中,监测原理为:运用轨道线路两侧设置的CPIII点坐标,对全站仪坐标进行计算,并利用全站仪坐标计算轨道小车所在轨枕的绝对坐标,借助轨道的坐标与设计图纸的坐标进行比对,得出偏差,即为精测数据。其中,可对精测数据进行格式的转换操作,借助精测软件进行模拟精调,最终以可视化的数据结果,得出每根轨道需要调整的参数,进而将精测结果用于精调作业。此种精调模拟能够借助软件将轨道的平顺度调整为最理想的状态^[2]。

2 高速铁路无砟轨道精测数据问题及优化措施

精测精调技术主要是针对高速铁路无砟轨道的不平顺性进行的测量和微调,由于轨道几何形位关系到车辆的运行安全性及旅客的乘坐舒适度,更与轨道的使用寿命有较强的相关性,因此,精测数据常见的问题主要集中在平顺性方面,总结如下:

2.1 无砟轨道横向不平顺

2.1.1 横向不平顺问题分析

该问题是由轨向、轨距、轨距变化率等因素控制,其关系到轨道的方向精确性,因此要与设计参数保持一致,方能保证轨道方向的正确性,并始终让轨道维持安全的间距,保持良好的变化率。

其中,轨向的不平顺则是轨道的边沿线路在水平方向上存在着左右变化,若发生轨向数据异常,则会导致车辆在运行中出现蛇形走位的情况,而轨向存在不平顺谐波频率,

则会引发车辆运行频率的失常。当在精测中发现轨向方向问题，一般由于无砟轨道受到温度影响，而发生了轨道变形的情况，将严重影响车辆的正常通行。在精测中可对无砟轨道轨向的不平顺值进行计算，按照《高速铁路工程测量规范》规定，可采用10m弦短波，30m弦中波，300m弦长波对轨向不平顺进行检验。其中，不平顺值的计算公式为： $\Delta l = |L_{\text{实}} - L_{\text{设}}|$ ，式中 $L_{\text{实}}$ ，式中为轨道检测点的实际正矢， $L_{\text{设}}$ 为轨道检测点的设计正矢。

轨距一般是指两段钢轨顶面下16mm处的间距，由于此处是磨损和变形程度最小的位置，因此将此处作为测量标准，按照国际标准无砟轨道的轨距一般为1435mm。在具体的测量中，可利用测量仪器对其进行检测，若测量结果与轨距设计参数存在差异值，这个差异值则为轨距的偏差值，需将其与轨道设计限定标准进行比对，判断轨道的问题。而轨距变化率则是相邻检测点的轨距偏差值的变化趋势，在无砟轨道工程的实际精测中，要有效地计算轨距变化值，将其误差控制在1/1500之内，方能保证轨道的平缓性，不会造成车辆在运行中的震荡。

2.1.2 横向不平顺优化措施

无砟轨道精测产生的横向不平顺问题，可采取科学有效的优化措施，对该问题进行改善。在利用测量仪器对不平顺值进行精准测量后，可利用专业的软件进行调整量计算，对测量的数据进行全面分析，并根据计算的结果，进行现场扣件的更换，之后需再次对轨道进行精测，判断其平顺性和几何状态。针对轻微的问题，还可利用动态精调的方式对其进行微调，避免其误差值再次发生扩大^[3]。

2.2 无砟轨道垂向不平顺

2.2.1 垂向不平顺问题分析

垂向的不平顺主要包括水平（超高）、高低、扭曲等，与铁路车辆运行安全有直接的关系，更严重影响着旅客的乘坐体验，因此，要将偏差值控制在允许误差值范围内。

在水平（超高）方面，其主要是指轨道在同里程位置的左右钢轨的顶面高度差，由于高速铁路在直线运行中，往往可以忽略离心力的作用，因此要切实保证左右钢轨在同一水平高度，并保持相对平行，方能保证车辆流畅地通行。而车辆在进行弯线处运行过程中，由于会产生离心力，则需要通过对轨道高度的调整，让车辆能够摆脱离心力的控制，形成顺滑的过渡，此时的外轨高度要适当的高于内轨的高度，通过此种设计，能够有效的延长轨道的使用寿命。因此，在精测过程中，需利用测量仪器对轨道的轨距、轨道倾角等进行测量，并利用公式计算出水平超高值，公式如下：

$\Delta h = S \times \sin \delta$ 其中S为轨道顶面到中线的间距实测值， δ 而为倾角。

高低问题则主要体现在线路方向上的高低不平，对其进

行定义，则可精准为轨道顶面垂向高低的起伏变化值。造成此种高低的原因在于：（1）由于无砟轨道为无缝轨道，往往会在焊接接口处产生不平顺。（2）受车辆通行中轨道的受力影响，会导致轨道顶面出现摩擦磨损。（3）车辆通行中，车体与轨道间会发生力、热、振动等物理作用，进而一定程度上导致钢轨的变形，而降低扣件的预应力，使其发生松动和高低起伏。（4）受到轨道区域的地质条件影响，会导致轨道的路基发生不同程度的沉降现象，而造成轨道高低变化。

扭曲问题一般又被称为三角坑，是指在相距3m的两个横断面之间的水平之差。若扭曲值较大，则会让车轮与轨道发生非正常接触，进而造成车轮的悬空，从而引发轨道方向上的异变，严重的可以导致脱轨的现象。

2.2.2 垂向不平顺优化措施

针对无砟轨道精测中出现的垂向不平顺问题，可采取以下优化措施进行解决：（1）分析垂向不平顺的原因，尝试提升无砟轨道的质量和性能，可通过加强轨道地基的强度的方式，控制垂向差值。可在混凝土中加入养护剂，是混凝土降低由于水分流失而造成的结构问题。（2）要对轨道进行焊接管理。采用加密变形缝设置手段，避免焊接处出现高低不平的情况，进一步保证轨道结构的稳定性和耐久性。

3 高速铁路无砟轨道精测精调技术的应用

3.1 工程介绍

成兰铁路作为连接成都市与黄胜关段的高速铁路线路，轨道主体设计采用无砟轨道，并在隧道进出口设有有砟轨道段落，无砟轨道扣件以福斯罗W300-1为主，在过渡段设有WJ-7型扣件，有砟段落为弹条Ⅱ型扣件。工程全程30.43685km，预计在60天内完成施工，该工程铁路沿线地质情况复杂，存在多处不良地质，并跨越地壳活跃带，存在高地质灾害风险和高地震风险，整体的施工难度较大。在具体的施工中，需对该工程进行轨道三维绝对坐标测量、轨道相对几何参数测量、轨道静态调整、轨道动态调整等，使其能够达到静态TQI值1.8mm以下，动态TQI值

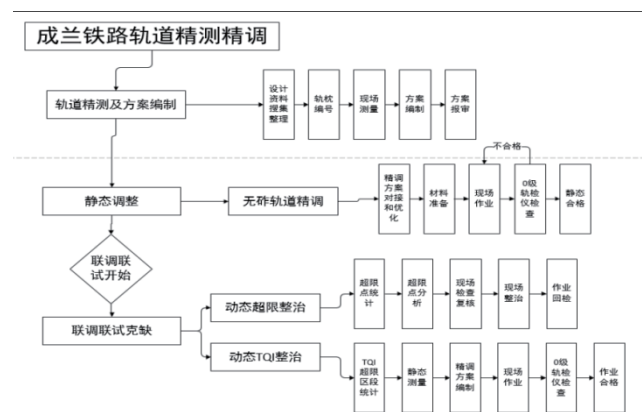
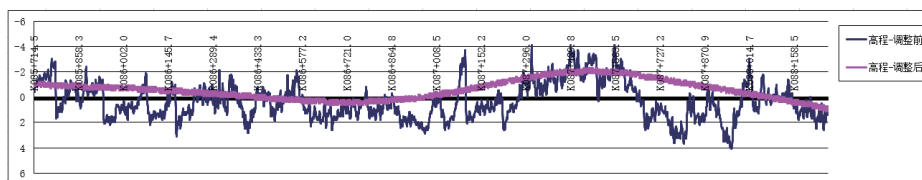
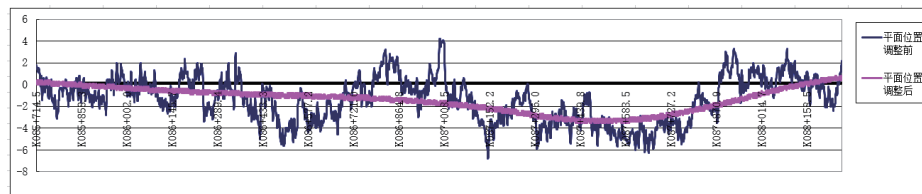


图1 成兰铁路轨道精测精调施工程序图



图二 轨道高程绝对数据优化对比



图三 轨道平面绝对数据优化对比

2.0mm以下的合格标准,并符合《高速铁路工程静态验收技术规范》(10760-2021)、《高速铁路工程动态验收技术规范》(TB10761-2013)、《成都工务段线路设备修理任务管理验收考核办法(试行)》《高速铁路轨道工程施工质量验收标准》(TB10754-2018)等的验收标准,具体精测精调施工示意图如图1。

3.2 精测精调施工准备

在进行精测精调施工前,需要做好相关的施工准备工作。具体准备内容如下:(1)场地准备。工程要按照“统一规划、因地制宜、功能配套、安全舒适、经济环保”的原则进行选址和布局。选择水电通信条件便利的场地作为驻场场地,并要邻近轨道管线区域,便于施工调配。

(2)人员进场培训。在施工前要对施工人员进行专业化的培训,并着重加强安全培训,安排专家对施工人员进行技术交底,让员工能够明确作业范围、作业流程、技术要求、验收标准。(3)设备调试准备。将精测精调施工中所需要的设备进行科学地运输和进场,保证设备具有良好的工作状态。(4)做好施工准备。对轨道施工现场进行详细调查,搜集相关资料,并进行实际的地质勘探和水文调查,为施工做好准备,有效地应对轨道地基的沉降问题。

3.3 精测精调施工技术应用

3.3.1 轨道三维绝对坐标测量

(1)全站仪检查校准。上道后,将全站仪拿出后晾晒15分钟,使之适应周围环境,同时测量气压和温度,根据气压表和温度计测量的数值对全站仪内的温度和气压进行修改。将全站仪整平后,正反面检查补偿器补偿值,如正反面补偿值相差在2"以上,则先进行补偿器校准。全站仪整平后,用正反面分别测量100m左右的目标,Hz水平角相减 $180^{\circ} \pm 3''$ 内、V垂直角相加 $360^{\circ} \pm 3''$ 以内、高差 $\leq \pm 1\text{mm}$ 内为合格,可开始轨道测量,如果超过容许值,则需对全站仪进行组合校准,校准后重复检查步骤,直到合格为止。(2)测量小车检查校准。将小车连接后,首先对小车的超高传感器进行校准,采用掉头校准的方式。小

车正负方向测量10个点,如果正反测量数据差值在0.5mm以上,则需要用校准软件对小车进行校准。(3)数据采集。利用计算机接入全站仪,从中获取相关采集的数据,并对检测点进行复测,并将搭接值控制在1.5mm以内,若存在异常的数据变化,要进行针对性的复测,确保数据的准确性。

3.3.2 轨道绝对测量数据优化

根据实测数据,采用专用分析软件对绝对测量数据进行优化调整,确保轨道平顺性满足规范要求,优化前后对比图如图2、图3。

3.3.3 瑞邦0级轨检仪测量

该测量技术主要是利用轨道检查仪对轨道的静态集合参数及轨距、水平(超高)、轨向不平顺及垂向高低、三角坑等进行计算和测量,并利用软件对病害路段进行及时地上报和整理。为保证精测的准确性,测量小车前面必须有人勘察钢轨顶面和钢轨侧面及轨枕板的异物(保证测量小车测量线路左右两股钢轨顶面的相对高差及钢轨侧面下16mm内两股钢轨工作边之间的最小距离)和现场实际的特征点,保证测量小车的准确性打点。另外,要保证匀速地推行。

4 结束语

综上所述,高速铁路无砟轨道的精测精调施工对无砟轨道工程建设具有重要的作用,其不仅可以保证轨道的平顺性,还能够有效地避免轨道在运行中出现安全问题。基于此,要不断加强对精测精调技术的研究,提升精测精调质量,强化对测量数据的分析,方能保证无砟轨道施工的可靠性。

参考文献:

- [1]林昌举.高铁工程无砟轨道铺轨测量及精调方法[J].四川建材,2024,50(04):117-119.
- [2]王浩.高速铁路无砟轨道精调标准化作业研究[J].工程技术研究,2020,5(18):31-33.
- [3]吴建贤.高速铁路无砟轨道精测数据分析方法探研究[J].新型工业化,2020,10(07):176-177.